

# 元宇宙概念相關技術分析報告

經濟部智慧財產局

專利二組

中華民國 111 年 12 月 8 日

# 目錄

壹、前言 .....	1
貳、元宇宙相關技術分析 .....	3
一、目前元宇宙發展概況介紹 .....	3
二、元宇宙相關技術分類 .....	11
三、元宇宙相關技術分析 .....	15
(一) 表象裝置 (延伸實境 EXTENDED REALITY) .....	15
(二) 實虛架接——通往元宇宙的實體技術 .....	45
(三) 現行元宇宙 .....	76
(四) 元宇宙的經濟體系 .....	86
(五) 回到現實面 .....	110
參、元宇宙專利分析 .....	121
一、元宇宙相關技術專利分析 .....	121
二、元宇宙重要專利技術研究分析 .....	138
(一) 元宇宙表象裝置專利技術 .....	138
(二) 通往元宇宙的實虛架接專利技術 .....	181
(三) 現行元宇宙 .....	197
(四) 元宇宙經濟體系專利技術 .....	206
(五) 回到現實面 .....	214
三、我國元宇宙專利分析 .....	224

(一) 我國受理元宇宙專利申請之分析 .....	224
(二) 我國申請人元宇宙專利全球布局分析 .....	236
四、元宇宙專利申請與審查重點.....	245
(一) 表象裝置（延伸實境 EXTENDED REALITY） .....	245
(二) 實虛架接——通往元宇宙的實體技術 .....	247
(三) 現行元宇宙 .....	249
(四) 元宇宙的經濟體系 .....	250
(五) 回到現實面 .....	252
肆、結語 .....	254
(一) 元宇宙相關技術分析 .....	254
(二) 元宇宙專利分析 .....	255
(三) 元宇宙專利申請與審查重點.....	257

# 圖目錄

圖 1 元宇宙一詞首見於《潰雪》 .....	3
圖 2 玩家可於 Active Worlds 中創造虛擬物件 .....	4
圖 3 以林登幣作為交易媒介的的第二人生 .....	5
圖 4 當個創世神—結合創作、遊戲目標與成就系統的虛擬沙盒世界 .....	6
圖 5 2021 年臉書將公司改名為 Meta .....	7
圖 6 微軟為發展元宇宙以 700 億美元收購的動視暴雪 .....	9
圖 7 塑造元宇宙之技術和趨勢的概略圖 .....	11
圖 8 元宇宙架構下的 7 個層次 .....	12
圖 9 元宇宙六大支撐技術 .....	13
圖 10 現實-虛擬的連續系統簡圖 .....	15
圖 11 組成延展實境 (XR) 的技術集合 .....	16
圖 12 2021 年 Q1 全球 XR 品牌出貨量占比 .....	18
圖 13 Meta Quest 2 之頭戴式顯示器本體與左、右手控制器 .....	20
圖 14 具有二向色合束器的之 HMD 的光學架構示意圖 .....	22
圖 15 使用分光鏡之 MR 的光學原理 .....	25
圖 16 使用透明波導之 MR 的光學原理 .....	26
圖 17 Magic Leap 1 的硬體外觀 .....	27
圖 18 Magic Leap 1 的顯示原理示意圖 .....	28
圖 19 HoloLens 2 主體的外視圖 .....	33

圖 20 HoloLens 2 之 MEMS 顯示部的正面透視圖 .....	33
圖 21 HoloLens 2 之 MEMS 顯示部的內側視圖 .....	34
圖 22 HoloLens 2 之系統表盤的爆炸圖 .....	35
圖 23 雷射束掃描 (Laser Beam Scanning) 技術之光學架構示意圖 .....	36
圖 24 MEMS 掃描鏡：(a) 微視；(b) Precisely .....	37
圖 25 Meta 的觸覺手套利用氣囊感受觸覺 .....	38
圖 26 bHaptics 所推出之觸覺手套 .....	41
圖 27 TactGlove 透過攝影機追蹤手部動作 .....	41
圖 28 索尼所推出之 VR 裝置 .....	42
圖 29 Olorama Technology 的氣味重現裝置 .....	43
圖 30 4G LTE 下行鏈路峰值傳輸速率提升概況 .....	47
圖 31 5G 三大技術特點及其應用場景 .....	49
圖 32 5G 避開擁擠的 3.5GHz 以下頻段才得以拓展頻寬 .....	50
圖 33 行動通訊 2G、3G、4G 及 5G 可用頻寬比較 .....	51
圖 34 毫米波通訊的天線尺寸可更容易組成 Massive MIMO .....	51
圖 35 5G 以 Massive MIMO 與波束成形技術來實現精準傳播 .....	52
圖 36 VR 的運動到光子延遲 (Motion-to-Photon latency) 定義示意圖 ...	53
圖 37 (a) 5G 與 4G 封包結構不同；圖 37 (b) 5G 訊框結構可彈性設計；	
圖 37 (c) 5G 子載波間隔參數對應的子載波間隔與符號傳輸時間長度	
示意 .....	55

圖 38 上行鏈路：(a) 傳統包括請求授權程序 (b) 5G 免授權程序.....	57
圖 39 5G 下行鏈路提供搶佔機制.....	58
圖 40 F-OFDM 與 OFDM 的頻譜使用率比較.....	61
圖 41 通用共享硬體可以軟體分成提供各別專屬服務的網路切片 .....	62
圖 42 MEC 與雲端運算比較.....	63
圖 43 頭戴式顯示裝置笨重又高溫的缺點被當作惡搞素材.....	65
圖 44 MEC 的另一例示 .....	67
圖 45 中華電信提供不同類型技術建置供客戶依需求選擇.....	69
圖 46 視訊編碼結構示意圖：(a)H.264 AVC (b)SVC .....	70
圖 47 SVC 將編碼流分成基本層和各種增強層 .....	71
圖 48 相同失真下視差為 0 (左) 與 4 (右) 時，感知的獨眼圖像品質不 同.....	72
圖 49 眼球追蹤技術可明確得知使用者正關注的區域 .....	74
圖 50 射擊類遊戲以遊戲內容引導使用者關注預定目標 .....	74
圖 51 語義分割示意圖 .....	77
圖 52 物件偵測示意圖 .....	77
圖 53 人體姿態跟蹤示意圖 .....	79
圖 54 HTC 首創元宇宙演唱會 .....	80
圖 55 SANDBOX 虛擬土地交易 .....	81
圖 56 區塊鏈技術.....	91

圖 57 區塊鏈交易流程.....	93
圖 58 區塊鏈工作量證明.....	95
圖 59 智能合約應用.....	97
圖 60 NFT (PHANTA BEAR #1535) 被作為收藏品看待.....	103
圖 61 視覺輻轉調節衝突.....	111
圖 62 解決視覺輻轉調節衝突技術.....	112
圖 63 可變形薄膜鏡顯示技術.....	113
圖 64 多個焦距堆疊顯示技術.....	114
圖 65 光場顯示技術.....	114
圖 66 全像顯示技術.....	116
圖 67 電腦生成全像技術.....	117
圖 68 偵測視覺資訊與運動資訊之不匹配.....	118
圖 69 基於視覺資訊提供氣流.....	118
圖 70 元宇宙專利申請趨勢.....	124
圖 71 元宇宙三大 IPC 類別申請趨勢 (1992~2010).....	125
圖 72 元宇宙三大 IPC 類別申請趨勢 (2010~2021).....	125
圖 73 元宇宙前十大 IPC 專利申請案.....	127
圖 74 元宇宙專利申請量前二十大申請人.....	129
圖 75 元宇宙專利申請量前十大申請人申請趨勢.....	132
圖 76 元宇宙前十大 IPC /專利申請量前十大申請人.....	133

圖 77 受理元宇宙專利申請量之前十大專利局 / 專利組織.....	135
圖 78 元宇宙專利申請人國籍分析 .....	136
圖 79 元宇宙專利申請，申請人國籍申請趨勢.....	137
圖 80 光束掃描組件 100 之透視圖.....	139
圖 81 BPG 對光束之偏振方向不敏感時，MEMS 雷射掃描器的實施示意圖 .....	140
圖 82 在時間 $t_1$ ，接收 LHC 偏振光束的實施示意圖 .....	141
圖 83 在時間 $t_2$ ，接收 RHC 偏振光束的實施示意圖 .....	141
圖 84 光學元件 102 在視場角 FOV1 形成影像之示意圖.....	142
圖 85 光學元件 102 在視場角 FOV2 形成影像之示意圖.....	143
圖 86 配置有捕獲眼睛影像裝置的 AR 顯示器.....	145
圖 87 光源和影像投影儀的光透過耦入光學件、波導及耦合光學件進入眼睛之橫截面側視圖 .....	146
圖 88 被眼睛反射的光透過耦合光學件、波導及耦出光學件進入相機之橫截面側視圖.....	147
圖 89 成像系統對眼睛（視網膜）的不同部分進行成像用以確定眼睛的視向和跟蹤眼睛的位置 .....	147
圖 90 環境光進入成像裝置之橫截面側視圖 .....	148
圖 91 場曲 .....	149
圖 92 具有場曲校正顯示器之 VR 頭戴裝置的截面圖 .....	150



圖 93 具有纖維錐的 FC 顯示器的截面圖 .....	151
圖 94 具有投影儀和漫射器的 FC 顯示器的截面圖 .....	152
圖 95 具有彎曲反射偏振器的 FC 顯示器的截面圖 .....	153
圖 96 具有負屈光度透鏡的 FC 顯示器的截面圖 .....	153
圖 97 使用角度敏感雙色鏡的傳統近眼光學系統 .....	154
圖 98 觀看區域具有雙反射面之接目鏡 200 的俯視橫截面圖 .....	155
圖 99 採用傳統光學透鏡之近眼顯示裝置的截面圖 .....	157
圖 100 採用 Fresnel 透鏡之近眼顯示裝置的截面圖 .....	158
圖 101 傳統透鏡、Fresnel 透鏡和混合式透鏡的截面圖 .....	159
圖 102 混合式透鏡：(a) 放大截面；(b) 放大立體圖 .....	159
圖 103 觸覺回饋系統之實施例 .....	161
圖 104 超音波陣列之排列方式 .....	163
圖 105 形狀記憶合金由於熱而經歷收縮和變形 .....	165
圖 106 觸覺手套之肌腱對配置 .....	167
圖 107 流體裝置開口作動示意圖 .....	169
圖 108 空間聲音系統之音源配置 .....	170
圖 109 空間音訊導航音源位於用戶左前方 .....	172
圖 110 空間音訊導航音源位於左方 .....	173
圖 111 空間音訊導航音源位於左後方 .....	173
圖 112 音源對象對於不同角度之聲音向量傳輸 .....	176

圖 113 頭戴式內容呈現裝置與氣味呈現系統之分解圖 .....	177
圖 114 嗅覺呈現裝置之應用實施例 .....	180
圖 115 用於減輕用戶設備裝置過熱的示意性系統流程圖 .....	182
圖 116 終端決定發送網路切片優先級訊息示意圖 .....	183
圖 117 通信方法的流程示意圖 .....	185
圖 118 在第一資源發送數據的示意圖 .....	185
圖 119 VR 畫面轉換時以較低延遲的路徑先提供低畫質畫面填充 .....	187
圖 120 依使用者視角決定視角範圍內的內容品質 .....	188
圖 121 各視角範圍畫面實際編碼傳輸方法示意圖 .....	189
圖 122 由外部數據計算獲得推測之虛擬視訊流程圖 .....	190
圖 123 由當前外部數據推測後續虛擬視訊示意圖 .....	191
圖 124 虛擬影像生成系統 .....	192
圖 125 選擇標稱眼距 $2d$ 作為初始渲染間距，在使用者的頭部移動之後需 被去遮擋之部分 $72d$ 的示意圖 .....	194
圖 126 選擇大於標稱眼距 $2d$ 的焦點 $WL$ 和 $WR$ 之間隔距離作為初始渲染 間距，在使用者的頭部移動之後需被去遮擋之較小部分 $72h$ 的示意圖 .....	195
圖 127 剪切操作的說明圖 .....	197
圖 128 複眼視覺光學設置—通過透鏡接收光線的傳感元件 .....	199
圖 129 從目標圖像恢復輸出圖像的過程 .....	199

圖 130 預訓練 CNN 工作流程示意圖 .....	201
圖 131 眼球追蹤單元.....	203
圖 132 基於時間尺度的多個數字雙生版本.....	205
圖 133 虛擬對象平台組件實例 .....	206
圖 134 本案模組間的交互流程 .....	208
圖 135 配套資料庫系統.....	210
圖 136 用於保護和交易加密貨幣資產的系統.....	211
圖 137 使用者間的數位代幣交換流程.....	213
圖 138 虛擬實境系統.....	214
圖 139 第 n 幀畫面顯示面 102 和光學元件 104 之間的距離 .....	216
圖 140 第 n+1 幀畫面時改變顯示面 102 和光學元件 104 之間的距離 ...	216
圖 141 近眼顯示裝置.....	217
圖 142 光學透視頭戴式光場顯示器 .....	218
圖 143 電腦生成全像式頭戴顯示器 .....	219
圖 144 電腦生成全像式頭戴顯示器產生場景.....	220
圖 145 偵測視覺資訊與運動資訊之不匹配.....	221
圖 146 搭配氣流裝置之頭戴式顯示器.....	223
圖 147 我國受理元宇宙專利申請趨勢.....	224
圖 148 我國受理元宇宙專利申請前十大 IPC.....	225
圖 149 我國受理元宇宙專利申請三大 IPC 類別申請趨勢 .....	227

圖 150 我國受理元宇宙專利申請量前十大申請人 .....	228
圖 151 我國受理元宇宙專利申請量前十大申請人申請趨勢.....	231
圖 152 我國受理元宇宙專利申請前十大 IPC /專利申請量前十大申請人 .....	232
圖 153 我國受理元宇宙專利申請人國籍分析 .....	233
圖 154 我國受理元宇宙專利申請量前六大申請人國籍申請趨勢 .....	234
圖 155 我國申請人全球專利申請趨勢.....	236
圖 156 全球元宇宙專利申請量前十大我國申請人 .....	237
圖 157 前五大我國申請人全球元宇宙專利申請趨勢 .....	239
圖 158 前五大我國申請人元宇宙專利申請國家 / 地區分布 .....	240

# 表目錄

表 1 Meta Quest 2 頭戴式顯示器本體 .....	20
表 2 Meta Quest 2 之左、右手控制器 .....	21
表 3 顯示器 .....	29
表 4 感測器 .....	30
表 5 音訊與語音 .....	30
表 6 計算及連線能力 .....	30
表 7 電源 .....	31
表 8 預設軟體 .....	31
表 9 VR 視訊網路需求表 .....	46
表 10 元宇宙前十大專利申請案 IPC 類別定義說明表 .....	128
表 11 我國元宇宙前十大專利申請案 IPC 類別定義說明表 .....	226
表 12 前五大我國申請人元宇宙專利 IPC 分析 .....	241

## 壹、前言

本報告係以「使用者體驗」為中心進行元宇宙分析，茲以未來日常生活中可能發生之元宇宙應用體驗，假設一情境為例來說明。

“某日，小敏興高采烈地戴上頭戴式顯示裝置及感知器<sup>1</sup>，連上 5G 行動網路進入元宇宙<sup>2</sup>。小敏在元宇宙上看到形形色色的 Avatar<sup>3</sup>，與他們打招呼後立即得到溫暖地問候<sup>4</sup>，小敏跟幾位認識的 Avatar 閒聊近況，激動之處大家甚至手舞足蹈地表達<sup>5</sup>，好不歡樂。小敏想起與小威有約，便與朋友們道別。小敏約小威在 NIKE 虛擬商城見面<sup>6</sup>，小威見到小敏，高興地分享最近數位雙生模擬汽車的研究<sup>7</sup>，隨後小敏突然送小威一雙虛擬喬登鞋<sup>8</sup>並祝福他生日快樂，小威又驚又喜，然而此時一陣吵鬧聲劃破歡樂的氣氛，商城內出現糾紛，兩位 Avatar 打了起來揚言要互告對方<sup>9</sup>，面對這詭異的氣氛，加上小敏因配戴裝置過久忽感暈眩<sup>10</sup>，因此小敏向小威表示要下線離開元宇宙，小威向小敏道謝他送的生日禮物後，小敏就下線了。”

---

<sup>1</sup> 參照本報告第貳章第三-(一)：表象裝置（延伸實境 EXTENDED REALITY）。

<sup>2</sup> 參照本報告第貳章第三-(二)-1：實虛架接—通往元宇宙的實體技術—元宇宙的通訊傳輸使用 5G。

<sup>3</sup> Avatar 為元宇宙中使用者的虛擬分身，以圖像或虛擬角色做為自己在虛擬實境場景中的替身，讓使用者產生沉浸效果，參見：林秀英，【新興領域/2022.5 焦點】《元宇宙拼圖系列》Avatar 敲開虛擬世界大門，帶你沉浸元宇宙，FINDIT，<https://findit.org.tw/researchPageV2.aspx?pageId=2033> (最後瀏覽日：2022/10/19)

<sup>4</sup> 參照本報告第貳章第三-(二)-2：實虛架接—通往元宇宙的實體技術—元宇宙的資訊運算處理。

<sup>5</sup> 關於增進元宇宙互動性，參照本報告第貳章第三-(三)-1：現行元宇宙—電腦視覺(Computer Vision)。

<sup>6</sup> 關於元宇宙平台，參照本報告第貳章第三-(三)-2~3：現行元宇宙—虛擬演唱會及虛擬土地。

<sup>7</sup> 參照本報告第貳章第三-(三)-4：數位雙生(Digital Twins)。

<sup>8</sup> 參照本報告第貳章第三-(四)：元宇宙的經濟體系。

<sup>9</sup> 參照本報告第貳章第三-(五)-2：回到現實面—元宇宙對法律之衝擊。

<sup>10</sup> 參照本報告第貳章第三-(五)-1：回到現實面—虛擬實境運動病。

上述情境，述說在元宇宙內人與人之間前所未有的沉浸式互動體驗。或許目前還無法達成如情境般單一平台下，多人共存無延遲之沉浸互動，但各企業以及科學家們正努力研發走在通往實現的道路上。設想未來人們將大部分時間沉浸在元宇宙裡，以 Avatar 為中心，進行社交、娛樂、消費以及旅遊等活動，預計將有可期待的商機。市場研究，2020 年元宇宙市場規模為 272.1 億美元，預計到 2030 年將達到 8,245.3 億美元，複合年增長率為 39.1%<sup>11</sup>，面對如此龐大商機及成長利益，實現元宇宙背後的關鍵技術為其必要條件，例如：頭戴顯示、感知技術（體感、音效）、5G 通訊、邊緣運算、人工智慧、區塊鏈等，故本報告欲透過國內外文獻研究、專利分析及重要專利技術研究解析等方式來介紹該等關鍵技術，希冀對內可有效幫助審查同仁提升專業職能及拓展科技視野，面對元宇宙相關技術之專利申請應注意之審查重點，對外則可提供我國政府及產業作為未來科技發展規劃之參考，提升產業競爭力及促進經濟發展。

後續章節中，第貳章將以「使用者體驗中心」分類，分析並介紹元宇宙各類關鍵技術，並於第參章分析元宇宙專利趨勢，包含全球專利分析、元宇宙重要專利技術解析，與我國相關之專利分析以及元宇宙專利申請與審查重點，最後於第肆章進行總結。

---

<sup>11</sup> VERIFIED MARKET RESEARCH, *Metaverse Market Size And Forecast*, <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/metaverse-market/> (last visited Sep. 28, 2022).

## 貳、元宇宙相關技術分析

本章對元宇宙相關技術做介紹與分析，第一節介紹目前元宇宙發展的概況，第二節介紹各專家學者如何對元宇宙作技術分類並且提出本報告分類方式，第三節依照「使用者體驗」為中心之分類方式，對元宇宙各子領域作更深入的技术分析。

### 一、目前元宇宙發展概況介紹

元宇宙（Metaverse）一詞最早源於 1992 年尼爾·史帝芬森（Neal Stephenson）的科幻作品《潰雪》（Snow Crash），作品中，主角透過化身（Avatar）在名為魅他域（Metaverse，現譯元宇宙）的虛擬世界以及現實世界中不斷穿梭，尋找對現實生活產生影響的某種網路病毒的背後真相<sup>12</sup>。

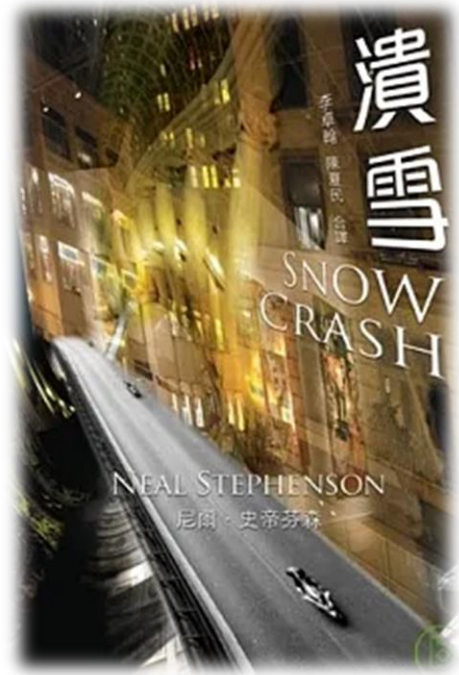


圖 1 元宇宙一詞首見於  
《潰雪》

在當時，元宇宙概念處於一種可以自由進出的虛擬空間，例如 1990 年代的網路遊戲《Active Worlds》，其結合了 3D 建模與網路，並提供使

<sup>12</sup> 博客來，潰雪，<https://www.books.com.tw/products/0010409364?sloc=main> (最後瀏覽日：2022/08/17)。



用者自創內容（User-Generated Content, UGC）系統，讓玩家可以創建虛擬角色並在虛擬世界中互動及創建虛擬物件。然而《Active Worlds》中並沒有一個明顯的經濟體系存在，玩家雖然可以任意創造虛擬物件，但該等虛擬物件也可以在遊戲中被其他玩家自由地使用。



圖 2 玩家可於 Active Worlds 中創造虛擬物件<sup>13</sup>

而在 2003 年開始營運的《第二人生》（Second Life）不僅承襲了《Active Worlds》的 3D 建模遊戲內容以及 UGC 系統，還建立了一個與美金掛鉤的獨有經濟體系。遊戲中的貨幣叫做林登幣（Linden），使用者可以將美金兌換成林登幣並在遊戲中使用，林登幣與美金的兌換比率會隨著

---

<sup>13</sup> Image source: Activeworlds, <https://www.activeworlds.com/> (last visited Aug. 17, 2022).

供需情況浮動，截至 2017 年，平均兌換率約為 252 林登幣：1 美元。使用者可以透過林登幣買賣房地產、租屋、交易物品等等，也可以透過林登幣購買遊戲中其他使用者所提供的服務，例如雇用商店員工、諮詢服務、進入賭場等等<sup>14</sup>。



圖 3 以林登幣作為交易媒介的第二人生<sup>15</sup>

可以看出，加入虛擬經濟體系的《第二人生》似乎已經具備了早期元宇宙的許多概念：虛擬化身、虛擬經濟、虛擬空間，自由且富含創造力的遊戲內容也讓其在 2000 年代轟動一時。

<sup>14</sup> Wikipedia, *Economy of Second Life*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Economy\\_of\\_Second\\_Life](https://en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_Second_Life) (last visited Aug. 17, 2022).

<sup>15</sup> Image source: Wikipedia, *Second Life*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Second\\_Life](https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Life) (last visited Aug. 17, 2022).

在 2006 年和 2011 年，《機器磚塊》（Roblox）及《當個創世神》（Minecraft）相繼問世。《機器磚塊》允許玩家使用遊戲內建的 Roblox Studio 功能設計遊戲並進行販售，其他玩家則可以進入這些設計者所設計的遊戲中遊玩。《當個創世神》則提供一個巨大的虛擬沙盒世界，玩家可以自由的使用遊戲中獲得的方塊合成工具、武器，亦可拿來建造建物，且遊戲中具有目標及成就系統，這使得玩家不會在遊玩的過程中感到漫無目的<sup>16</sup>，上述遊戲讓人們看見了虛擬世界可能的表現方式。



圖 4 當個創世神——結合創作、遊戲目標與成就系統的虛擬沙盒世界<sup>17</sup>

<sup>16</sup>최형욱著，金學民及黃苑婷譯，元宇宙：科技巨頭爭相投入、無限商機崛起，你準備好了嗎？（메타버스가 만드는 가상경제 시대가 온다），頁 114-

125，英屬維京群島商高寶國際有限公司台灣分公司，2022 年 1 月初版。

<sup>17</sup> 圖片來源：MrSun，外媒整理史上最暢銷 10 款遊戲！《Minecraft》銷量直逼《俄羅斯方塊》，yahoo!

此外，近年來行動裝置的普及以及虛擬實境（Virtual Reality, VR）、擴增實境（Augmented Reality, AR）技術日益成熟，例如 2016 年發行的《Pokémon GO》掀起一股抓寶熱潮，以及 2009 年比特幣（Bitcoin）的問世，再加上網路傳輸速度的提升，都為元宇宙的發展打下了良好的基礎。

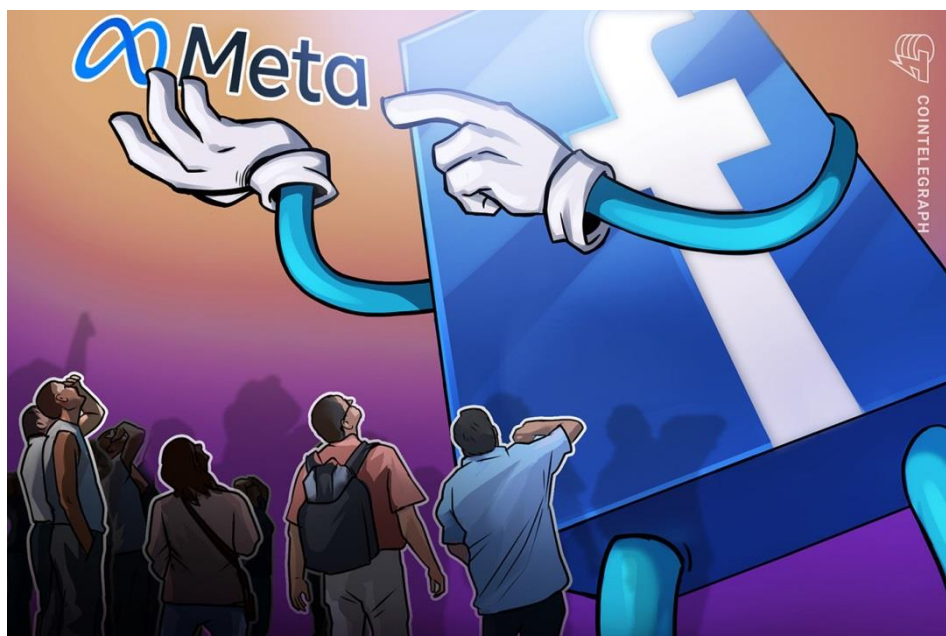


圖 5 2021 年臉書將公司改名為 Meta<sup>18</sup>

時間到了 2021 年，臉書（Facebook）創辦人馬克·祖克柏（Mark Zuckerberg）在 Facebook Connect 2021 大會上宣布將公司改名為 Meta 並定位為元宇宙公司<sup>19</sup>，從此關於元宇宙的話題如雨後春筍般大量湧出，元

---

新聞，<https://tw.news.yahoo.com/top-10-best-selling-063503786.html> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>18</sup> Image source: Sam Bourgi, *BREAKING: Facebook rebrands to Meta as focus expands beyond social media*, COINTELEGRAPH, <https://cointelegraph.com/news/breaking-facebook-rebrands-to-meta-as-focus-expands-beyond-social-media> (last visited Nov. 10, 2022).

<sup>19</sup> Meta, *The Metaverse and How We'll Build It Together -- Connect 2021*, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=Uvufun6xer8> (last visited Aug. 18, 2022).

宇宙瞬間成為了家喻戶曉的熱門話題。雖然許多人期待著元宇宙時代的到來，然而目前對於元宇宙並沒有一個統一的定義。祖克柏在 Connect 大會強調元宇宙最重要的就是「臨在感（Presence）」；知名網路創業投資家 Matthew Ball 則認為元宇宙具有 7 種特徵：持續的、同步且生活化的、使用者無隔閡且擁有個人臨在感、具有功能齊全的經濟體系、打破現實與虛擬的藩籬、資料可攜性、大量貢獻者所創造和經營的內容<sup>20</sup>。

儘管目前大眾對於元宇宙的看法分歧，但各大公司無不爭相搶占元宇宙這塊大餅，臉書在改名 Meta 前便成立 Oculus 子公司著手開發 VR 頭戴式設備，如 2021 年 11 月上市的 Meta Quest 2，亦與眼鏡品牌 Rayban 合作開發 AR 眼鏡；輝達（NVIDIA）則打造 Omniverse™ 平台，使用者可以在該平台進行 3D 設計協作，透過數位雙生（Digital Twin）的方式模擬物理世界的運作；蘋果（Apple）則致力於開發 AR 及 VR 產品，且據傳將在 2025 年推出 Apple Glasses<sup>21</sup>；微軟（Microsoft）打造元宇宙平台 Microsoft Mesh，可透過其開發的 AR 頭盔 Hololens 連線，使用戶能夠更輕易地進入其平台中<sup>22</sup>。而跟上潮流主打元宇宙遊戲的《機器磚塊》在 2021 年初股票上市後，市值曾一度達到 770 億美元<sup>23</sup>。微軟則看上遊戲公司動視暴雪

---

<sup>20</sup> Matthew Ball, *The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It*, Matthewball.vc, <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse> (last visited Aug. 18, 2022).

<sup>21</sup> appleninsider, *Apple Glass*, <https://appleinsider.com/inside/apple-glass> (last visited Aug. 31, 2022).

<sup>22</sup> 美股探路客，後移動互聯網時代的大趨勢 - Metaverse 元宇宙(上)，美股研究室，[https://usstock.talk.tw/Article.aspx?Article\\_ID=213](https://usstock.talk.tw/Article.aspx?Article_ID=213)（最後瀏覽日：2022/08/31）。

<sup>23</sup> 01 Binary，新手介紹 | 最接近元宇宙的應用程式 Roblox：市值 770 億美元、紐交所美股，動區動趨，<https://www.blocktempo.com/worth-over-77-billion-deep-analysis-in-roblox/>（最後瀏覽日：2022/09/01）。

(Activision Blizzard) 旗下 IP 在元宇宙發展的潛力，在 2022 年 1 月時宣布以 700 億美元對其進行收購<sup>24</sup>。



圖 6 微軟為發展元宇宙以 700 億美元收購的動視暴雪<sup>25</sup>

除了私人企業，許多國家也看上元宇宙所帶來的經濟效益，例如韓國政府便計畫在 2026 年成為全球元宇宙市場前 5 大的國家，首爾市長吳世勳更在 2021 年提出《元宇宙首爾五年計畫》，期將首爾打造成不必出門便可透過 VR 等方式處理各類公共事務的科技城市<sup>26</sup>。根據 MarketWatch

<sup>24</sup> 經理人月刊，Roblox 憑什麼成為「元宇宙第一股」？估值飆 450 億美元，GUCCI、NIKE 看見商機搶進駐，TechNews 科技新報，<https://technews.tw/2022/03/13/roblox-metaverse-gucci-nike/> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>25</sup> 圖片來源：RU，Activision Blizzard 針對職場性騷擾等問題 已開除 30 多名員工，巴哈姆特，<https://gnn.gamer.com.tw/detail.php?sn=226836> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>26</sup> 丁敦吟，我們與元宇宙的距離，遠比你想像的近，新興市場情報誌，<https://mvp-plan.cdri.org.tw/article/detail/272> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

報導，在 2030 年時元宇宙市場規模可能達到 1000 億美元<sup>27</sup>，顯然元宇宙發展所帶來的經濟效益並不容小覷。

---

<sup>27</sup> MarketWatch, *Metaverse Market Might Surpass \$105,597.5 Million by 2030*, <https://www.marketwatch.com/press-release/metaverse-market-might-surpass-1055975-million-by-2030-2022-07-19> (last visited Aug. 31, 2022).

## 二、元宇宙相關技術分類

在 2020 年 6 月，Marc Geffen 在 PULSAR 網站提出塑造元宇宙的技術和趨勢<sup>28</sup> 應包含有「電子商務的民主化（Democratization of ecommerce）」、「觀眾優先的真實社交媒體（audience-first,"authentic" social media）」、「採用去中心化技術與遠端生產（Adoption of decentralized distributed, and remote productivity tech）」以及「虛擬世界與空間軟體成為主流（Virtual worlds & spatial software going mainstream）」，如圖 7 所示。

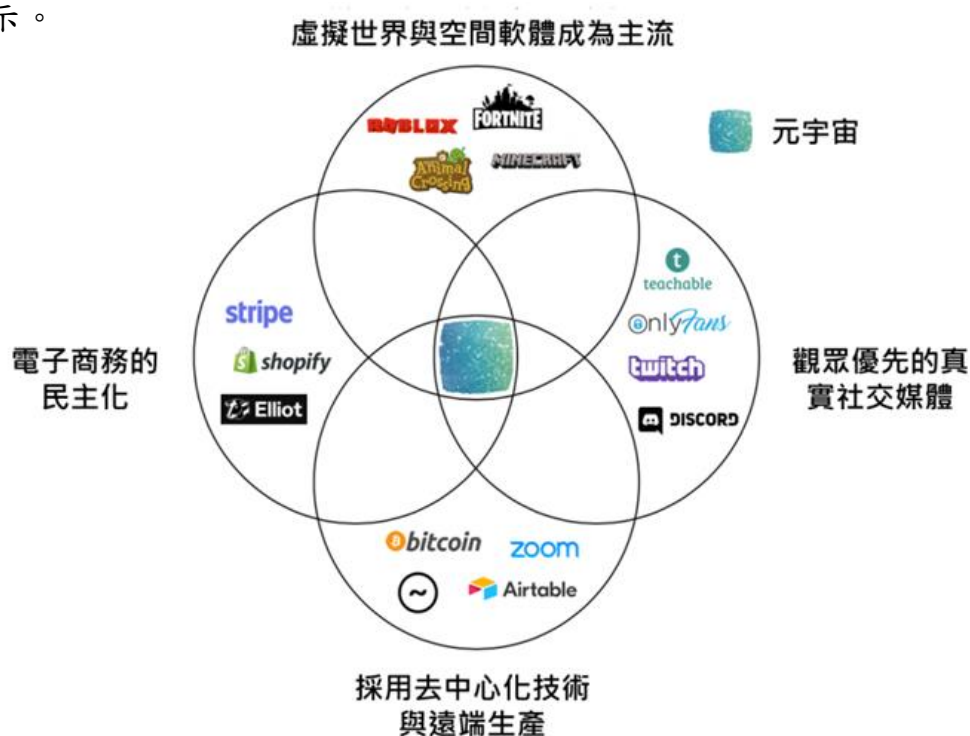


圖 7 塑造元宇宙之技術和趨勢的概略圖<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Marc Geffen, *Glimpsing the Metaverse: Gaming, Community, and Productivity in the New Normal*, <https://www.pulsarplatform.com/blog/2020/glimpsing-the-metaverse-gaming-community-and-productivity-in-the-new-normal/> (最後瀏覽日：2022/08/03)。

<sup>29</sup> (圖中四大標題已經過中譯) Image source: Marc Geffen, *supra* note 28.



遊戲開發技術軟體公司 Beamable 執行長 Jon Radoff 於 2021 年四月在其個人部落格所發布的文章「The Metaverse Value-Chain」<sup>30</sup>中，描繪元宇宙的架構可以分為 7 個層次（Seven Layers of the Metaverse），如圖 8 所示，分別是「體驗（Experience）」、「探索（Discovery）」、「創作者經濟（Creator Economy）」、「空間計算（Spatial Computing）」、「去中心化（Decentralization）」、「人機介面（Human Interface）」以及「基礎設施（Infrastructure）」。

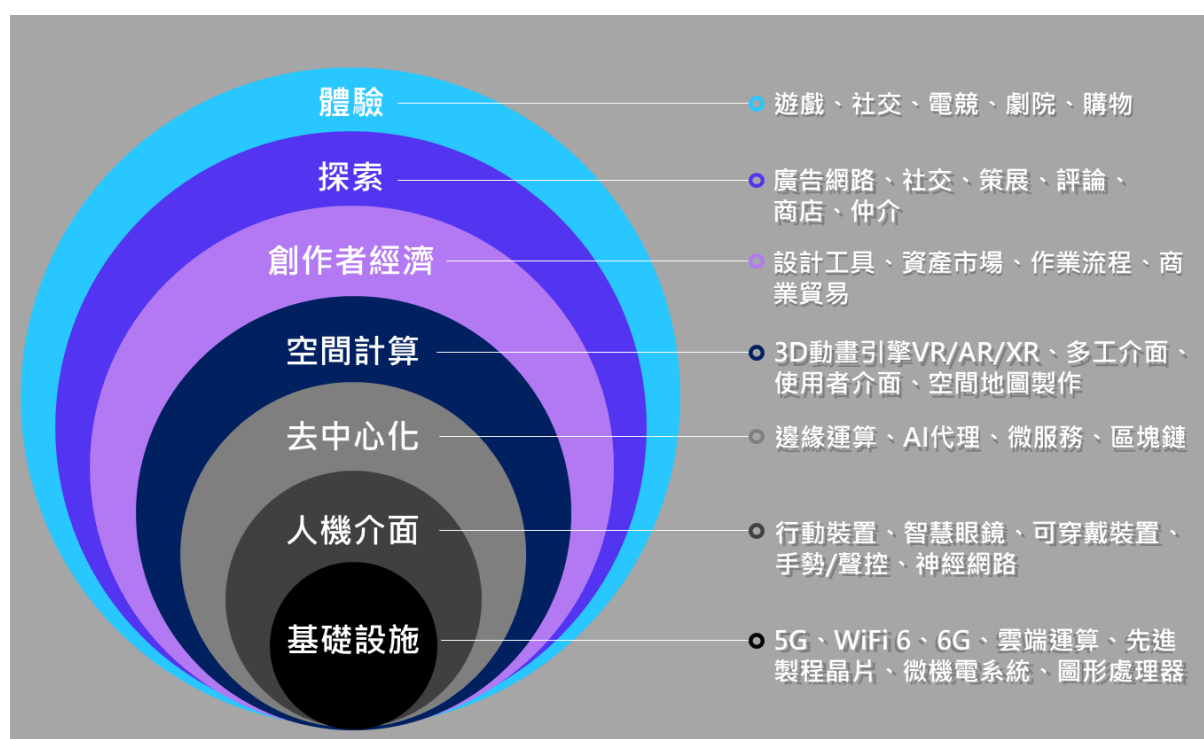


圖 8 元宇宙架構下的 7 個層次<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Jon Radoff, *The Metaverse Value-Chain*, <https://medium.com/building-the-metaverse/the-metaverse-value-chain-afcf9e09e3a7> (last visited Aug. 3, 2022).

<sup>31</sup> Image source: Jon Radoff, *supra* note 30.

邢杰等作者則是在 2021 年八月出版的《元宇宙通證》<sup>32</sup>中提出「元宇宙六大技術全景圖」，圖 9 描繪元宇宙是由「區塊鏈（**B**lockchain）」、「交互技術（**I**nteractivity）」、「電子遊戲（**G**ame）」、「人工智慧（**A**I）」、「網路及運算（**N**etwork）」以及「物聯網（**I**oT）」六大技術所支撐，將每個技術的第一個字母組成一個單字「BIGANT（大螞蟻）」用以簡稱支撐元宇宙的六大技術。



圖 9 元宇宙六大支撐技術<sup>33</sup>

<sup>32</sup> 邢杰、趙國棟、徐遠重、易歡歡、余晨，元宇宙通證，全文，中國對外翻譯出版公司，2021 年 8 月 1 日版。

<sup>33</sup> 本圖由筆者參照註 32 內容自行繪製。

除此之外，我國科技大廠和碩的技術長暨資深副總經理黃中于則提出發展元宇宙的 4 大關鍵科技是「5G」、「區塊鏈」、「VR」以及「雲端計算」<sup>34</sup>。

綜上所述，目前對於元宇宙相關技術的分類眾說紛紜，並沒有一個統一的標準或共識，本報告的分類邏輯則是採用直觀的「使用者體驗中心」，使用者從真實世界進入元宇宙、體驗元宇宙、最後面對真實世界遇到的問題。使用者需要利用「表象裝置」（頭戴裝置及體感音效嗅覺等裝置）經由「實虛架接」（5G 通訊以及雲端、邊緣運算等資訊運算處理相關技術）從真實世界進入「現行元宇宙」體驗（提升互動性之電腦視覺、數位雙生以及元宇宙平台），甚至在元宇宙裡進行相關的「經濟活動」，最後，使用者返回真實世界需要面對「現實問題」（虛擬實境運動病或法律面相關問題）。

---

<sup>34</sup> 陳君毅，元宇宙時代「哲學比科學更難」！專家：台灣除了半導體外還有這項優勢，數位時代，<https://www.bnext.com.tw/article/66111/tccf-metaverse-in-taiwan> (最後瀏覽日：2022/08/03)。

### 三、元宇宙相關技術分析

#### (一) 表象裝置 (延伸實境 EXTENDED REALITY)

所有對於改變人們看待或感受世界的技術，都可視為延展實境 (Extended Reality, XR)<sup>35</sup>，此類的技術就是將數位化的文字、圖形、聲音或其它資訊，同時或單獨地覆蓋或融入於使用者所處的真实世界或虛擬環境中，目前 XR 技術主要著重在：VR 裝置、AR 裝置、混合實境 (Mixed Reality, MR) 裝置、體感裝置、空間音效 (spatial sound) 的研發。

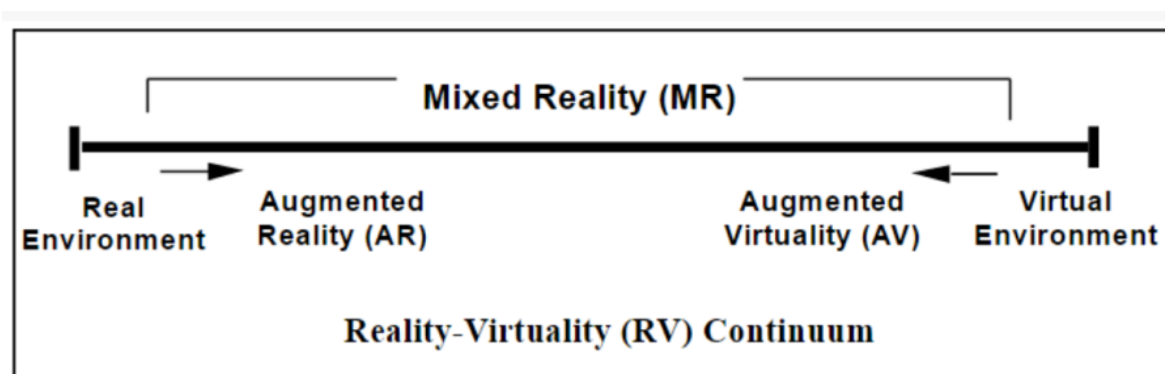


圖 10 現實-虛擬的連續系統簡圖

關於各種實境的定義，最早在 1994 年，Milgram 等人定義了現實-虛擬的連續系統 (Reality-virtuality continuum)<sup>36</sup>，如圖 10 所示，真實環境與虛擬環境分別位於此連續系統的兩端，靠近真實環境的是 AR、靠近虛

<sup>35</sup> Jacob Hooker, XR、AR、VR 與 MR：在實境上的區別，<https://www.edntaiwan.com/20210813nt71-xr-ar-vr-mr-difference/> (最後瀏覽日：2022/05/23)。

<sup>36</sup> Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, and Fumio Kishino, *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum*, SPIE, Vol. 2351, 283, 282 (1994).

擬環境的則是擴增虛境（Augmented Virtuality, AV），只要是不完全真實環境或不完全虛擬環境則皆可視為是 MR。

IBM 亦定義出 XR、AR、VR、MR 等各種實境的相對關係<sup>37</sup>，如圖 11，IBM 認為 AR 是單純將數位內容加諸在真實世界；VR 是完全從真實世界中完全脫離的虛擬環境；MR 則是將數位內容融合在真實世界中，且數位內容的虛擬物件要可以與真實世界的實體物件彼此互相作用。

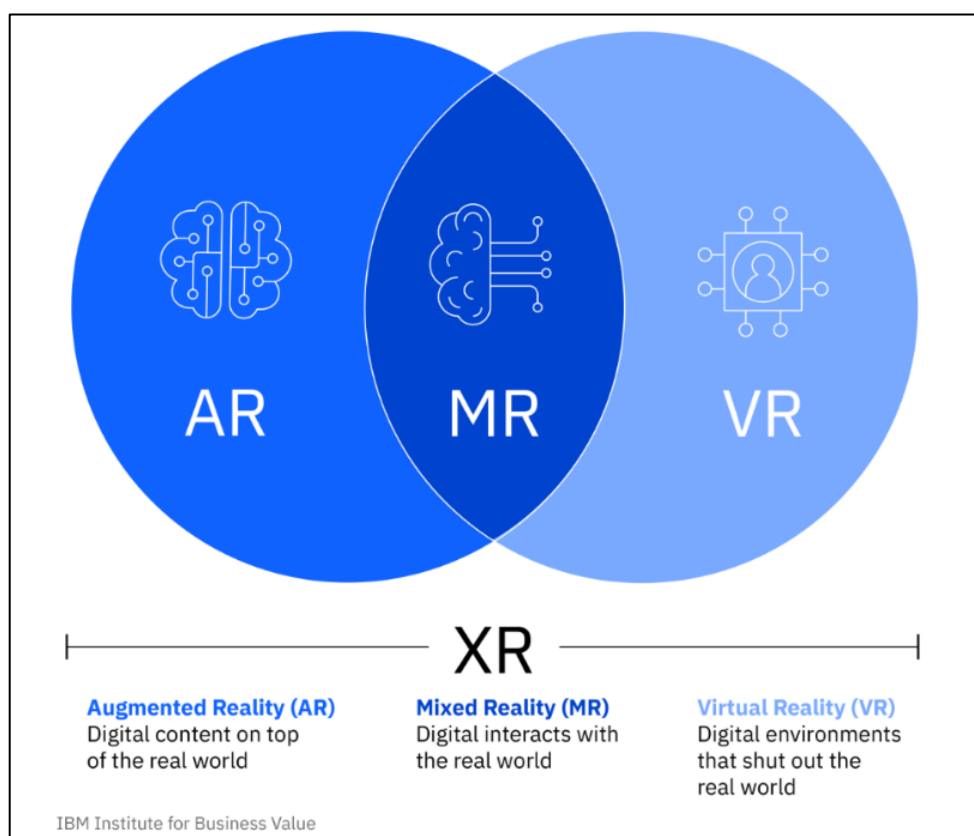


圖 11 組成延展實境（XR）的技術集合<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Image source: Heidi Fillmore, Tony Storr, AR and VR in the workplace , IBM, 4, <https://www.ibm.com/downloads/cas/4REM48XZ> (last visited May. 23, 2022).

## 1、VR 裝置

VR 的概念最早是在 1970 年代由 Myron Krueger<sup>38</sup>所提出，由硬體與軟體模擬出類似於真實世界的三度虛擬空間，使用者透過專用的穿戴裝置，能夠在三度虛擬空間中感受到類似真實世界中的感官刺激而有如處在真實世界，並且還可以與三度虛擬空間中的虛擬物進行雙向的互動，此處所謂的虛擬物可以是數位化的文字、圖形、聲音或其他任何數位化的資訊。

而依 Burdea 所提出的建議<sup>39</sup>，VR 至少應具備有互動性（Interaction）、沉浸性（Immersion）與想像性（Imagination）。其中，所謂「互動性」，就是使用者與虛擬物之間要具有相互的回饋（feedback）；「沉浸性」，則是指使用者透過身體受器（例如：眼、耳、鼻、口、皮膚）來感受整個虛擬空間，而會有如身處在另一個真實世界的錯覺；關於「想像性」，Burdea 認為 VR 除了利用使用者的感官受到刺激外，還需要藉由使用者過去的經驗去想像，讓自己更投入於 VR 中。

現行 VR 系統是由硬體與軟體結合而成的，硬體用以接收使用者的輸入資訊與使用者的移動軌跡，並提供使用者感官所需要的刺激（例如：影像、聲音）；軟體則是負責處理這些輸入與輸出資訊，進而創造出一個能與使用者互動的虛擬環境。目前 VR 系統依據使用者沉浸感與臨場感體驗程度，由低至高，主要可分成桌上型 VR（Desktop VR）、VR 頭戴顯示系

---

<sup>38</sup> Wikipedia, *Myron W. Krueger*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Myron\\_W.\\_Krueger](https://en.wikipedia.org/wiki/Myron_W._Krueger) (last visited May. 5, 2022).

<sup>39</sup> Grigore Burdea, Philippe Coiffet, *Virtual Reality Technology*, 4 (2003).

統（VR HMD systems）、單螢幕沉浸式投影顯示（Single screen immersive projection displays）以及多螢幕沉浸式投影顯示（Multi-screen immersive projection displays）<sup>40</sup>，其中，「VR 頭戴顯示系統」最具發展潛力，也是目前最多廠商投入及投入最多資源的項目。

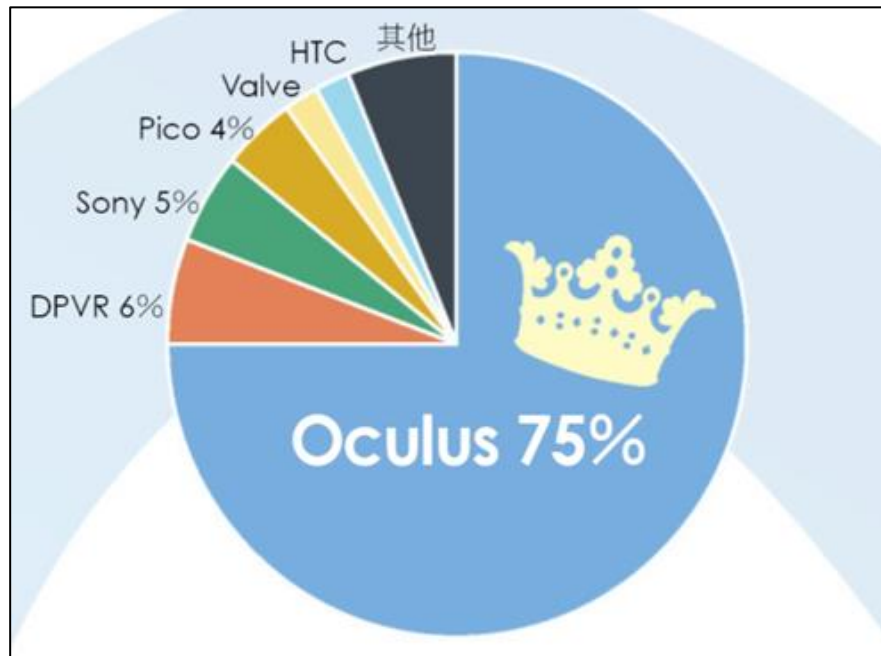


圖 12 2021 年 Q1 全球 XR 品牌出貨量占比<sup>41</sup>

VR 頭戴顯示系統又可以分為需要搭配手機或電腦使用的外接式 VR 裝置，以及可獨立使用的一體式 VR 裝置，市場預估可獨立使用的一體式 VR 裝置將成為市場主流，根據市調機構 Counterpoint Research 的數據<sup>42</sup>，2021 年第一季整體 VR 裝置出貨量中，一體式 VR 裝置就占了整體 VR 裝

<sup>40</sup> A. Bierbaum, C. Just, P. Hartling, K. Meinert, A. Baker, C. Cruz-Neira, *VR juggler: A virtual platform for virtual reality application development*, Conference: Virtual Reality, 2001. Proceedings. IEEE, 1, 11 (2001).

<sup>41</sup> Image source: A. Bierbaum, C. Just, P. Hartling, K. Meinert, A. Baker, C. Cruz-Neira, *supra* note 40.

<sup>42</sup> 李婉瑜，台灣掌握軟實力搶攻未來商機 虛實融合元宇宙，經貿透視雙周刊 586 期，頁 64-68。

置的 82.7%；根據同一份的數據，VR 裝置出貨量占比的前六大廠商分別為 Meta (Oculus)、大朋 VR (DPVR)、北京小鳥看看科技 (Pico)、索尼 (Sony)、維爾福 (Valve) 及宏達電 (HTC)，其中，Meta (Oculus) 一家獨大，如圖 12 所示，占比高達 75%。

VR 裝置的核心技術，主要包含顯示技術與追蹤技術，顯示技術還涉及用以顯示圖像的「顯示器」、顯示器的「刷新率 (refresh rate)」以及用以將圖像投影成像的「透鏡系統」，目前顯示器主流是採用液晶顯示器 (Liquid Crystal Display, LCD) 代替原先的有機發光二極體 (Organic Light Emitting Diode, OLED) 顯示器，主要是考慮到 LCD 具有較高的解析度與刷新率，而在投影用的鏡片上，絕大部分廠商採用菲涅耳透鏡 (Fresnel lens)，極少部分廠商會採用餅乾透鏡 (pancake lens)，例如宏達電的 HTC Vive Flow 就是採用軸向較短的全新餅乾透鏡<sup>43</sup>。

目前市佔率最高也最受歡迎的 VR 裝置是 Meta 旗下的「Oculus Quest」系列，2022 年的開始，已更名為「Meta Quest」系列，其最新、最先進的機種是 Meta Quest 2，它包含一個「頭戴式顯示器本體」以及「左、右手控制器」，如圖 13 所示。

---

<sup>43</sup> 李婉瑜，同註 42。





圖 13 Meta Quest 2 之頭戴式顯示器本體與左、右手控制器<sup>44</sup>

依據 Meta 官方<sup>45</sup>與 GSMARENA 網站<sup>46</sup>資料，Meta Quest 2 的技術規格如下：

表 1 Meta Quest 2 頭戴式顯示器本體<sup>45~46</sup>

顯示面板	Single Fast-Switch LCD, 1832×1920 pix /eye
可支援刷新率	60Hz、72Hz（標準）、90Hz（software update）
可調瞳距（IPD）	58、63、68 mm
追蹤系統	支援由內而外的 6DoF 追蹤系統：透過設

<sup>44</sup> 圖片來源：Matthew Wong，走進元宇宙！性價比最高 Oculus Quest 2，<https://chinese.engadget.com/oculus-quest-2-20-080050075.html>（最後瀏覽日：2022/05/23）。

<sup>45</sup> Table source: Oculus, *Oculus Device Specifications*, oculus FOR DEVELOPERS, 1, <https://developer.oculus.com/resources/oculus-device-specs/> (last visited May. 23, 2022).

<sup>46</sup> Table source: Victor, Oculus Quest 2 review, GSMARENA, 1, [https://www.gsmarena.com/oculus\\_quest\\_2\\_review-news-46255.php](https://www.gsmarena.com/oculus_quest_2_review-news-46255.php) (last visited May. 23, 2022).

	置在頭戴式顯示器本體上的 4 個攝影機、陀螺儀及加速器
處理單元	Qualcomm Snapdragon XR2 Platform
Wi-Fi	支援 Wi-Fi b/g/n/ac(5)/ax(6)
Bluetooth	支援 5.0 LE
記憶體	6GB LPDDR5 RAM
儲存空間	128GB/256GB
音效	內置在頭戴式顯示器本體中的 3D 定位音效、3.5mm 音訊插孔
USB 連接埠	1 個 type-C
電源	3,640 mAh 鋰電池（可使用 2~3 小時）； 使用 10W（5V@2A）充電約需 2.5 充飽

表 2 Meta Quest 2 之左、右手控制器<sup>45,46</sup>

追蹤系統	具有紅外線 LED 追蹤的追蹤環
電源	使用 AA 電池

Meta Quest 2 的顯示技術係採用 LCD 面板顯示，參照 Meta 的專利 US 10712775B2，圖 14 (US 10712775B2 之 FIG. 11) 顯示採用 LCD 面板顯示之 VR 頭戴顯示系統的光學架構示意圖。

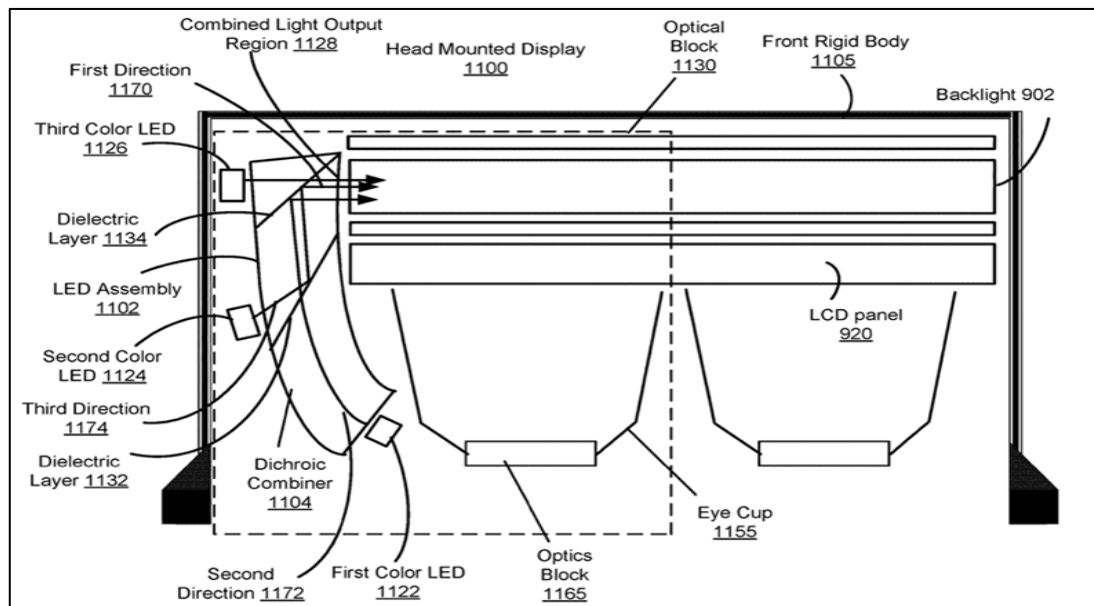


圖 14 具有二向色合束器之 HMD 的光學架構示意圖

圖 14 之光學區塊 1130 包含有一 LCD 面板 920、一具有 LED 組零件 1102 的背光源 902、一眼罩 1155 以及一光學區塊 1165，背光源 902、LCD 面板 920、眼罩 1155 以及光學區塊 1165 依序排列。LED 組零件 1102 係由一二向色合束器 (dichroic combiner) 1104 及三種不同顏色的 LED 光源 1122、1124 及 1126 組成，第一顏色 LED 光源 1122 發射出的第一顏色光穿透介電層 1132 並被介電層 1134 反射而朝第一方向 1170 前進，第二顏色 LED 光源 1124 發射出的第二顏色光在分別被介電層 1132 及介電層 1134 所反射後朝第一方向 1170 前進，第三顏色 LED 光源 1126 發射出的

第三顏色光直接穿透介電層 1134 朝第一方向 1170 前進，三個顏色的光在輸出區域 1125 結合後輸出並耦合進入背光源 902 的導光板中傳遞作為背光源之光線，背光源的光線受到 LCD 面板 920 的控制而形成影像光輸出後，經由例如是透鏡的光學區塊 1165 聚焦後進入使用者眼睛。

## 2、AR 裝置

AR 的技術最早可溯源自 1968 年時，計算機圖形學之父 Ivan Sutherland 教授在 Harvard University 與他的學生建構了一個名為「The Sword Of Damocles」的 3D 頭載顯示裝置<sup>47</sup>，穿戴此裝置可以看到一個懸浮在空中的正方體，而「擴增實境 (Augmented Reality)」一詞則是一直到了 1990 年才開始被使用<sup>48</sup>。

1997 年北卡羅來納大學教授 Ronald Azuma<sup>49</sup>提出 AR 應該至少包括三個特性：將虛擬物與真實世界結合 (Combines real and virtual)、即時地互動 (Is interactive in real time) 及 3D 標記 (Is registered in three dimensions)，依據 Ronald Azuma 所提 AR 的三個特性，AR 至少要能透過攝影機先對真實世界進行取像，接著對取得的影像進行影像分析，計算出攝影機此刻在真實世界的相對位置與角度後，再將虛擬物疊加至真實世

---

<sup>47</sup> ARETE, Augmented Reality – “Born 1968”, ARETE, 1, <https://www.aretoproject.eu/newsevents/body,528861,en.html> (last visited May. 23, 2022).

<sup>48</sup> Lee, Kangdon. *Augmented Reality in Education and Training*, TechTrends Vol.56 No.2, 13, 13(2012).

<sup>49</sup> Ronald T. Azuma, A Survey of Augmented Reality, *Teleoperators and Virtual Environments* 6(4), 355, 355-358, (1997).

界，使用者與這些被疊加至真實世界的虛擬物可以進行簡單的互動，原則上，AR 對使用者而言，還是以真實世界為主，虛擬物僅是被附加至真實世界，使用者在 AR 中並不具有沉浸感。由任天堂和寶可夢公司授權，Niantic 負責開發和營運的電玩寶可夢（Pokémon GO）<sup>50</sup>就是近年來 AR 最著名的應用例子。此外，谷歌（Google）也曾在 2013 年上市名為 Google Glass 的 AR 眼鏡<sup>51</sup>，但在 2015 年 1 月 15 日，谷歌即宣布停產而告失敗，然而，近年元宇宙概念興起，谷歌在 2022 年 5 月 11 日藉由年度網路開發者大會「Google I/O」<sup>52</sup>，發表一款可以即時口譯並文字化的智慧型翻譯眼鏡原型機（Prototype），展示其捲土重來的野心。

### 3、MR 裝置

MR 技術則是使用新一代的「感測」、「顯示」、「通訊」以及「處理」等技術，將真實世界的「物理實體」與虛擬世界的「虛擬物」彼此結合在一起，讓使用者得以看見並沉浸在部分現實世界、部分虛擬的世界裡，實現實中有虛、虛中有實的效果，使用者可以同時與真實世界的物理實體及虛擬世界的虛擬物進行操控或互動，**最重要的概念是：「當使用者與物**

---

<sup>50</sup> 維基百科，Pokémon GO，[https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Pok%C3%A9mon\\_GO](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Pok%C3%A9mon_GO) (最後瀏覽日：2022/09/15)。

<sup>51</sup> 維基百科，Google 眼鏡，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/Google%E7%9C%BC%E9%95%9C> (最後瀏覽日：2022/05/23)。

<sup>52</sup> 湯皓茹，即時翻譯眼鏡來了?!「Google I/O 2022」發表原型機，<https://www.inside.com.tw/article/27655-google-io-language-glasses> (最後瀏覽日：2022/05/23)。

理實體進行互動時，虛擬物可以即時地對應進行反應，同樣地，當使用者與虛擬物進行互動時，物理實體也可以即時地對應進行反應」。

目前 MR 裝置的顯示方式主要利用將半穿透半反射的「分光鏡 (Beam Splitter)」或「具有用以耦合光輸入光柵及/或輸出光柵的透明波導」設置在使用者眼前的正確位置，使顯示裝置的影像光束可以透過分光鏡反射或透明波導的輸出光柵耦合輸出，使影像光束進入使用者的眼睛，且又能同時讓周遭環境 (真實世界) 的光線穿透分光鏡 (圖 15) 或透明波導 (圖 16) 進入使用者的眼睛，目前後者為發展的主流。

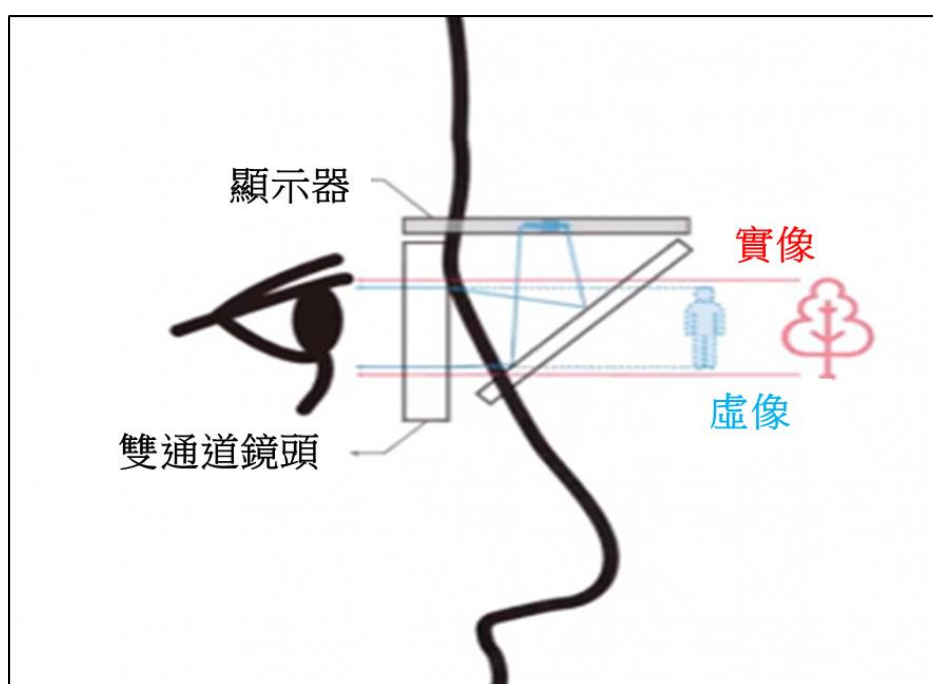


圖 15 使用分光鏡之 MR 的光學原理<sup>53</sup>

<sup>53</sup> Image source: Arthur Berman, Mix AR Glasses Moving Towards Production, Display Daily, 1, <https://www.displaydaily.com/article/display-daily/mix-ar-glasses-moving-towards-production> (last visited May. 23, 2022).

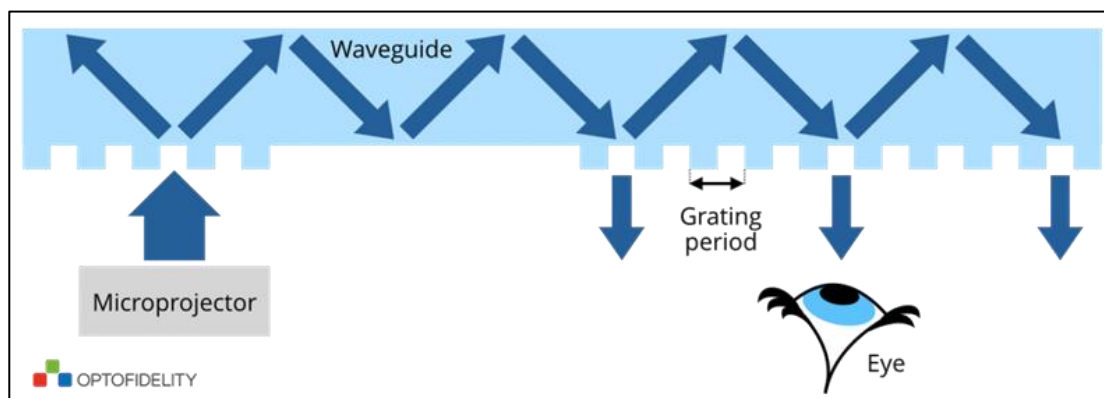


圖 16 使用透明波導之 MR 的光學原理<sup>54</sup>

目前 MR 裝置，在技術與市占率皆領先的是微軟的 HoloLens 系列，而 Magic Leap 公司的 Magic Leap 系列追隨其後<sup>55</sup>，而這兩家公司也是最被業界看好的 MR 裝置品牌<sup>56</sup>，然而不同於 VR 裝置的使用者都是個人消費者，微軟與 Magic Leap 目前都是專注於企業客戶；另外，根據零部件供應商的消息來源，DigiTimes 指出蘋果已經完成了 MR 頭戴式顯示裝置的第二階段工程驗證測試（EVT 2），並預計將在 2022 年底前亮相<sup>57</sup>。

<sup>54</sup> Image source: Janne Simonen, Characterizing Augmented Reality Displays Based On Waveguide Gratings, OPTOFIDELITY, 1, <https://www.optofidelity.com/blog/characterizing-augmented-reality-displays-based-on-waveguide-gratings> (last visited May. 23, 2022).

<sup>55</sup> Mike Gleason, *Magic Leap 2 takes on HoloLens in enterprise AR market*, TECHTARGET, 1, <https://www.techtarget.com/searchunifiedcommunications/news/252514524/Magic-Leap-2-takes-on-HoloLens-in-enterprise-AR-market> (last visited May. 23, 2022).

<sup>56</sup> 李婉瑜，同註 42，頁 67。

<sup>57</sup> Aaron Lee, *Apple reportedly conducts 2nd-phase EVT for upcoming AR headset*, DIGITIMES asia, 1, <https://www.digitimes.com/news/a20220222PD207/apple-ar-headset-ar.html> (last visited May. 23, 2022).



圖 17 Magic Leap 1 的硬體外觀<sup>58</sup>

關於 Magic Leap 公司的 Magic Leap 系列產品，最新型號是今年（2022）剛發表的 Magic Leap 2，截至本報告撰文時未正式上市，還沒有太多資料可供參考，故先介紹在 2018 年發表的 Magic Leap 1。Magic Leap 1，其採用分體式（非一體式）設計，其包含一個眼鏡本體 lightwear、與眼鏡本體 lightwear 連接的處理器 lightpack 以及一個六自由度（Six degrees of freedom tracking, 6DoF）追蹤的控制器 Control<sup>58</sup>，如圖 17，眼鏡本體外觀前側可以看到三組作為環境感知用的紅外線結構光傳感器，分別位於鼻樑上方以及兩側太陽穴附近，每一組紅外線結構光傳感器具有紅外線點陣列投影儀及紅外線感知攝像鏡頭，在眼鏡本體外觀前側的下方還具有麥克

---

<sup>58</sup> Image source: Magic Leap, *Magic Leap 1 Overview*, Magic Leap developer, 1, <https://developer.magicleap.com/en-us/learn/guides/magic-leap-one-overview> (last visited May. 23, 2022).



風孔，在下側還具有一個六自由度磁感測器線圈用以追蹤控制器的位置，在眼鏡本體的左、右鏡片的內部配備了多個紅外線 LED 以及一個紅外線攝像機用以追蹤使用者的眼球。

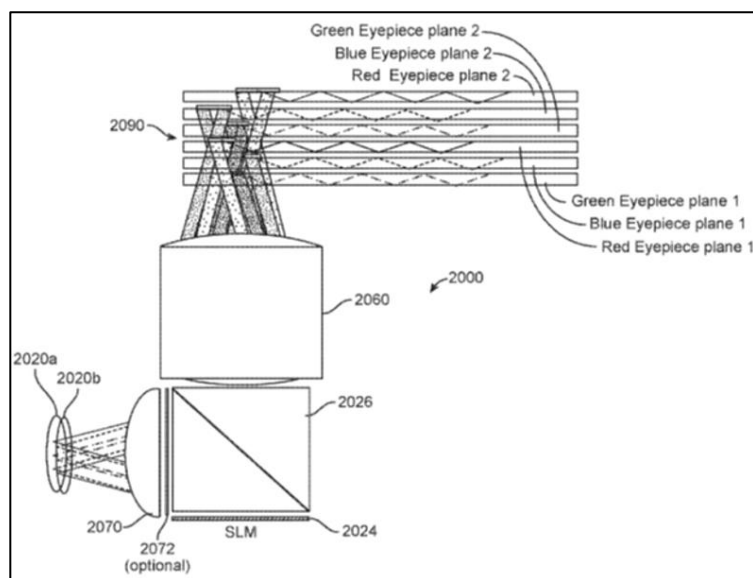


圖 18 Magic Leap 1 的顯示原理示意圖

參考 IFIXIT 網站對 Magic Leap 1 的拆解報告<sup>59</sup>，以及 Magic Leap 公司在美國專利申請案 US 2016/0327789A1，Magic Leap 1 的顯示技術使用的是「液晶覆矽 (Liquid Crystal on Silicon, LCOS)」搭配「具有用以耦合光輸入光柵及 / 或輸出光柵的透明波導」，參照圖 18 (即 US 2016/0327789A1 的 FIG. 6)，其具有兩群子光源 2020a、2020b，從子光

<sup>59</sup> IFIXIT, Magic Leap One 拆解, IFIXIT, 1, <https://zh.ifixit.com/Guide/Magic+Leap+One+%E6%8B%86%E8%A7%A3/112245> (最後瀏覽日：2022/05/23)。

源 2020a 或 2020b 發射出的一組 R、G、B 光束，透過聚焦鏡 2070 會聚後，通過偏光片 2072 形成偏振光，再被分光鏡 2026 反射後投射至 LCOS2024，經由對 LCOS2024 之液晶層的控制，使需要被反射的光束被 LCOS2024 所反射而射出形成影像光束，接著穿透分光鏡 2026、光學系統 2060 後，被耦合進入波導元件 2090 中傳遞，之後再透過波導中的光柵，使光耦合射出進入使用者的眼睛。

微軟 HoloLens 系列的 HoloLens 2 應該算是 MR 裝置中最具有指標性的產品，HoloLens 2 的客群目前仍被微軟定位在企業客戶，而非一般消費者，在台灣市場，2020 年開始透過精誠資訊 (SYSTEX) 正式代理、販售<sup>60</sup>。依據微軟官方資料，HoloLens 2 的技術規格如下<sup>61</sup>：

表 3 顯示器

光學	穿透式全像透鏡 (波導板)
解析度	2k 3:2 光學引擎
全像密度	>2.5k radiants (每個弧度的光點數)
基於眼睛的表現	3D 眼睛位置的顯示最佳化

<sup>60</sup> 精誠資訊，Microsoft HoloLens 2 混合實境裝置，<https://tw.systemex.com/microsoft-hololens2/> (最後瀏覽日：2022/05/24)。

<sup>61</sup> Microsoft, *HoloLens 2 Learn about HoloLens 2 features and review technical specs*, Microsoft, 1, <https://www.microsoft.com/en-us/hololens/hardware> (last visited May. 23, 2022).

表 4 感測器

頭部追蹤	4 個可見光線攝影機
眼球追蹤	2 個紅外線攝影機
深度感測器	1-MP 的 ToF (time-of-flight) 深度攝影機
慣性量測單元 (IMU)	加速計、陀螺儀、磁力計
主攝影機	相片：8 MP、影片：1080p 30fps

表 5 音訊與語音

麥克風陣列	5 個通道
喇叭	內建空間音效

表 6 計算及連線能力

晶片	Qualcomm Snapdragon 850 計算平臺 <sup>62</sup>
----	--

<sup>62</sup> Qualcomm, *Snapdragon 850 Mobile Compute Platform*, Qualcomm, 1, <https://www.qualcomm.com/products/application/mobile-computing/snapdragon-8-series-mobile-compute-platforms/snapdragon-850-mobile-compute-platform> (last visited May. 23, 2022).

全像攝影處理單元	第二代自訂建置全像攝影處理單元
記憶體	4-GB LPDDR4x system DRAM
儲存單元	64 GB UFS 2.1
Wi-Fi	802.11ac 2x2
Bluetooth	5.0
USB	USB Type-C

表 7 電源

電池技術	鋰電池，可使用 2~3 小時
充電模式	採用 USB-PD 快充
冷卻類型	被動冷卻（沒有風扇）

表 8 預設軟體

作業系統	Windows 全像攝影作業系統
瀏覽器	Microsoft Edge
Dynamics 365 Guides	可協助員工快速地在 HoloLens 裝置上學習新的技能。

<b>Dynamics 365 Remote Assist</b>	可讓技術人員與遠端共同作業者共同作業並解決問題。
<b>3D Viewe</b>	可即時檢視 3D 模型及動畫

HoloLens 2 為一體式結構，僅具有一個頭戴式顯示裝置主體<sup>63</sup>，如圖 19，其主體可以分成微機電系統（Microelectromechanical systems, MEMS）顯示部、系統表盤、以及用以連接顯示部與系統表盤的頭帶部。

圖 20 為 HoloLens 2 之 MEMS 顯示部的正面透視圖<sup>64</sup>，圖 20 顯示正中央有一個用以拍照及錄影用的主攝影機（RGB camera），在主攝影機的正下方則是深度攝影機（depth camera），左上方及右上方各具有兩個主要用來捕捉空間及使用者雙手手勢資訊的追蹤攝影機（Tracking camera，其應該是採用微軟自己的「Windows Mixed Reality」技術），鄰近追蹤攝影機還設置有搭配追蹤攝影機使用用以追蹤使用者頭部的慣性量測單元（Inertial measurement unit，簡稱 IMU）。

<sup>63</sup> YOON PARK, *Mixed Reality Toolkit (MRTK) v2 for HoloLens 2*, dongyoonpark.com, 1, <https://dongyoonpark.com/mixed-reality-toolkitmrtk-v2-for-hololens-2> (last visited May. 23, 2022).

<sup>64</sup> Microsoft, 關於 HoloLens 2, <https://docs.microsoft.com/zh-tw/hololens/hololens2-hardware#device-specifications> (最後瀏覽日：2022/05/24)。



圖 19 HoloLens 2 主體的外視圖<sup>65</sup>



圖 20 HoloLens 2 之 MEMS 顯示部的正面透視圖<sup>66</sup>

<sup>65</sup> Image source: YOON PARK, *supra* note 63.

<sup>66</sup> Image source: Fabrizio Guerrieri, Say Hello to HoloLens 2, <https://www.fabrizioguerrieri.com/blog/hololens-2/> (last visited Oct. 24,2022).

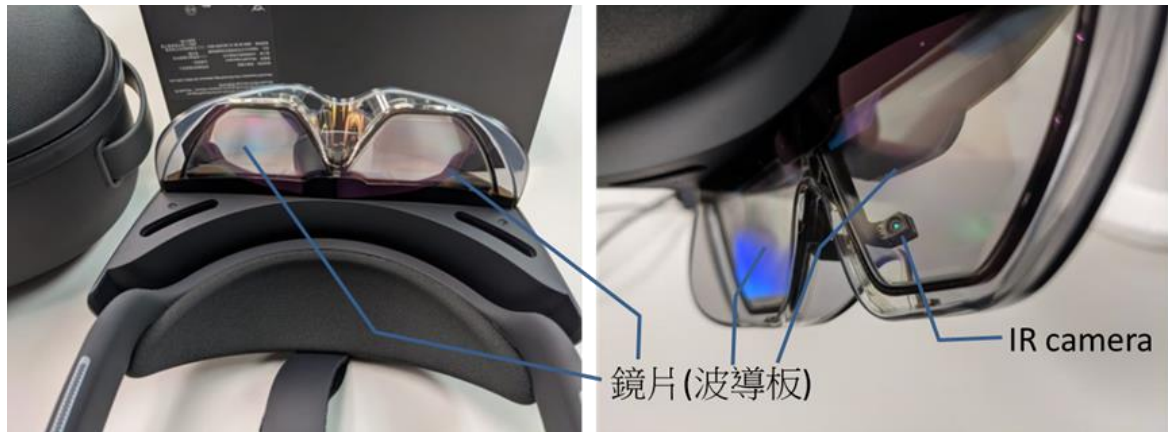


圖 21 HoloLens 2 之 MEMS 顯示部的內側視圖<sup>67</sup>

圖 21 顯示 MEMS 顯示部的內側各有一個用以追蹤眼球的紅外線攝影機 (IR camera)<sup>67</sup>，透過追蹤眼球可用以提升顯示畫面的品質，圖 21 還顯示左、右兩眼各有一個用以顯示影像的鏡片，這些鏡片係採用波導板。

圖 22 係 HoloLens 2 之系統表盤的爆炸圖，其內部主要設置處理裝置 (SOC Board)、通訊裝置 (Antenna Wi-Fi、Antenna bluetooth) 及電源 (Battery Pack)。HoloLens 2 的頭帶部，除了用以將整個 HoloLens 2 固定在使用者頭部外，其內部還設置有喇叭單元，微軟也宣稱 HoloLens 2 支援空間音效 (spatial sound)。

<sup>67</sup> 圖片來源：HERESY，Microsoft HoloLens 2 開箱，<https://kheresy.wordpress.com/2020/12/10/hololens-2-unboxing/> (最後瀏覽日：2022/05/24)。

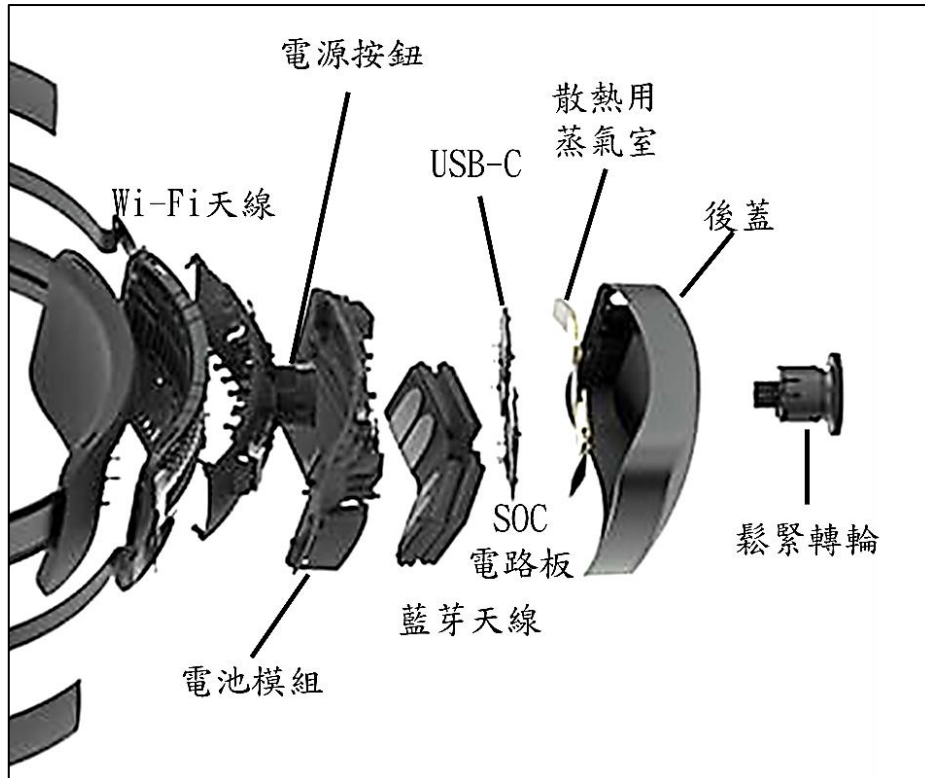


圖 22 HoloLens 2 之系統表盤的爆炸圖<sup>68</sup>

HoloLens 2 的顯示技術，係採用雷射束掃描（Laser Beam Scanning）技術搭配導光板，參照微軟美國專利 US 10,921,580B2，圖 23（US 10,921,580B2 之 FIG. 6）顯示雷射束掃描技術的架構示意圖，光源 428 提供顯示光束，顯示光束被會聚光學元件 440 朝向快速掃描鏡 410 會聚，快速掃描鏡 410 反射被會聚的顯示光束至第一反射光學元件 434-1、第二反射光學元件 434-2、第三反射光學元件 434-3 及第四反射光學元件 434-4，

<sup>68</sup> Image source: Simon Bisson, Microsoft HoloLens 2: This new feature helps you make the most of Mixed Reality, <https://www.techrepublic.com/article/microsoft-hololens-2-this-new-feature-helps-you-make-the-most-of-mixed-reality/> (last visited Oct. 24,2022).



接者慢速掃描鏡 412 反射被第四反射光學元件 434-4 反射的顯示光束而耦合進入波導板 404 中傳遞，之後再透過波導板 404 中的輸出光柵耦合射出顯示光束而進入使用者的眼睛，其中，透過控制快速掃描鏡 410 與慢速掃描鏡 412 的掃描方向與掃描速率來形成最後的顯示影像。掃描鏡可以例如是微視 (Microvision Inc.) 的 MEMS 掃描鏡 (圖 24(a))<sup>69</sup> 或 Preciseley Microtechnology Corporation 的 MEMS 掃描鏡 (圖 24(b))<sup>70</sup>。

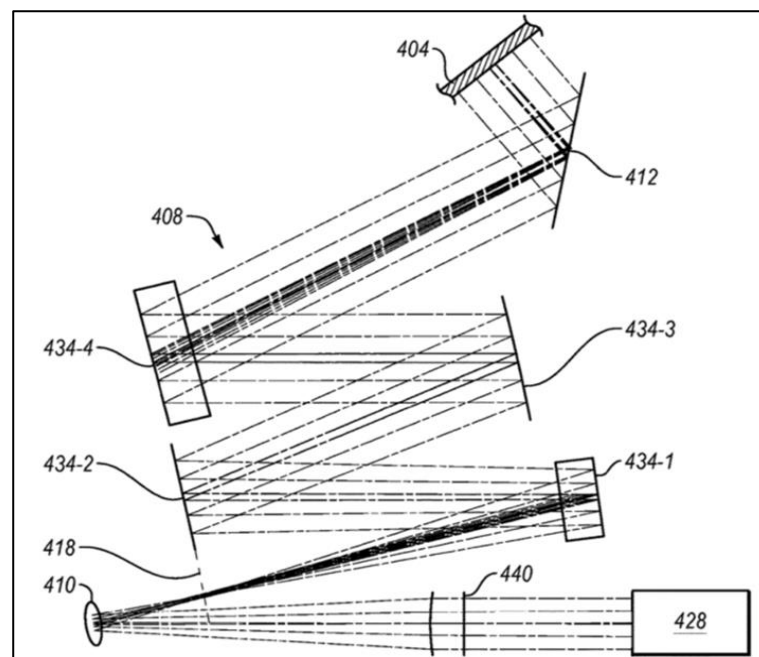


圖 23 雷射束掃描 (Laser Beam Scanning) 技術之光學架構示意圖

<sup>69</sup> Christopher L. Arrasmith, David L. Dickensheets, Anita Mahadevan-Jansen, *MEMS-based handheld confocal microscope for in-vivo skin imaging*, OPTICS EXPRESS Vol. 18, No. 4, 3805, 3809 (2010).

<sup>70</sup> PRECISELEY, *MEMS Scanning Mirror*, PRECISELEY, 1, <https://preciseley.com/product/mems-scanning-mirror/> (last visited May. 23, 2022).

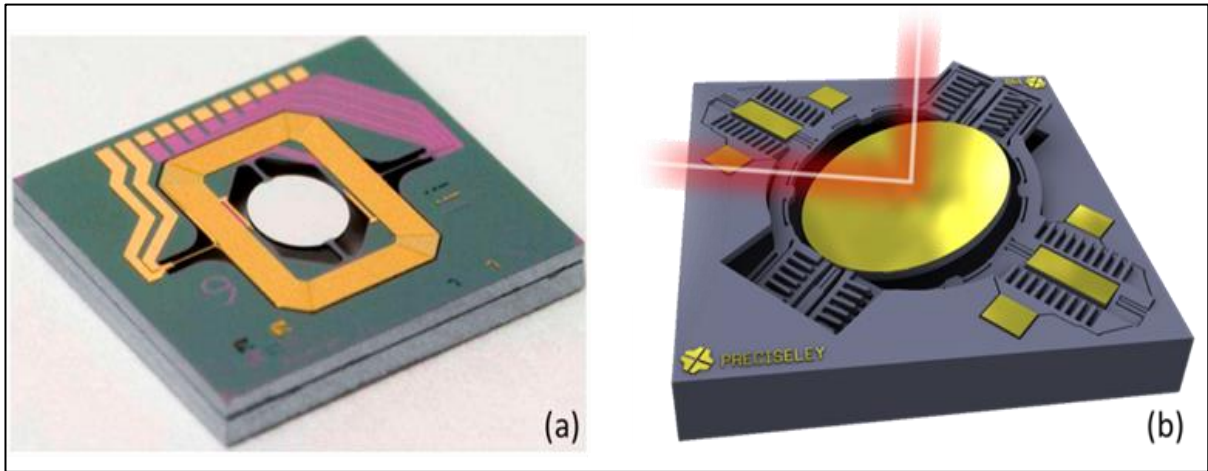


圖 24 MEMS 掃描鏡：(a) 微視<sup>71</sup>；(b) Preciseley<sup>72</sup>

---

<sup>71</sup> Image source:

Christopher L. Arrasmith, David L. Dickensheets, Anita Mahadevan-Jansen, *supra* note 69.

<sup>72</sup> Image source: PRECISELEY, *supra* note 70.

#### 4、體感裝置—用觸覺手套「觸摸」數位世界



圖 25 Meta 的觸覺手套利用氣囊感受觸覺<sup>73</sup>

為了提供更真實的觸感，觸覺手套<sup>74</sup>需要在整個手上安裝數百個機電元件，但是過多的機械執行器會產生過多的熱量，既不舒適又太大、太硬、太貴、太耗電。

新技術採用了**微型氣囊**取代了笨重的機電元件，最明顯的優勢是解決了外部器件過於龐大的問題，並同時提高了 AR/VR 中雙向互動問題，並

---

<sup>73</sup> Image source: Adi Robertson, *Meta's sci-fi haptic glove prototype lets you feel VR objects using air pockets*, Theverge, <https://www.theverge.com/2021/11/16/22782860/meta-facebook-reality-labs-soft-robotics-haptic-glove-prototype> (last visited May. 26, 2022).

<sup>74</sup> Meta Reality Labs, *Inside Reality Labs Research: Meet the team that's working to bring touch to the digital world*, Tech at Meta, <https://tech.fb.com/ar-vr/2021/11/inside-reality-labs-meet-the-team-thats-bringing-touch-to-the-digital-world/> (last visited May. 26, 2022).

為使用者模擬一系列複雜、細微的感覺，例如壓力、紋理和振動來創造用手感受虛擬物體的效果。透過手套上的微型微流體晶片，計算出氣囊閥門應該何時開關，進而控制執行器的氣流。

觸覺手套設置了 4 條氣囊墊，並沿著手指分佈，透過背部的白色感應器，可追蹤手指在空間中的移動情況。其中手套內外的兩側也設置了多個感應器，可動態捕捉使用者的手指彎曲狀態。透過複雜的控制系統以調整氣囊的充氣程度，進而分別在手掌的不同部位產生不同的壓力。例如，使用者握著一個虛擬物體，會感氣囊充氣壓迫手掌皮膚；而如果使用者用指尖觸摸一個虛擬物體，手指的驅動器就會變硬，產生一種阻力感。藉由觸覺、視覺及聽覺等感知的協同作用，進而產生身體與虛擬物體接觸的「錯覺」。

### **(1) 觸覺演算：做出對虛擬環境的準確反應**

除了控制氣流的方法，系統還需要知道何時何地提供正確的感覺。這需要先進的手部追蹤技術，使電腦能夠準確地知道手部在虛擬場景中的位置，人是否與虛擬物件接觸，以及手如何與物件互動。透過專為 AR/VR 介面構建觸覺運算的演算法，可以根據手的位置和對虛擬環境的理解，幾乎即時地向手套上的執行器發送指令，包括紋理、重量和剛度等。藉由模擬物件的互動軟體，決定了手與虛擬環境互動的方向，幅度，力度。然後，觸覺運算演算法將此資訊與觸覺設備結合，以向設備發送正確的指令。

## (2) 將聽覺、視覺和觸覺感知結合起來

為了使紋理和觸覺發揮作用，仍需多感官整合，才能夠建立我們對世界的整體理解。人類的大腦非常擅長接收一點觸覺訊號、一點視覺訊號、一點聽覺訊號，然後將它們融合在一起，形成全方位的感覺，並使你的大腦確信有一個物體在你手上。將其套用在觸覺手套上，讓使用者的感知系統相信它正在感受物體的重量，通過用機動元件輕輕拉動佩戴者手指的皮膚來模擬握持物體上的重力及拉力。

## (3) 更舒適的材質

一副僵硬、沉重或其他不舒服感的手套，或者一個很容易脫落的手套，會立即把佩戴者打出沉浸式體驗。因此，手套需要重量輕、柔軟且高度耐用。必須將所有的技術製成縮小版，這樣才能在有限的手套上安裝更多的東西，還要兼具美觀和舒適。透過一種新型而且便宜的聚合物，既可以像塑膠或矽膠那樣舒適又可拉伸，且可以定制以產生新功能。藉由全新的製造技術來將這些新材料變成非常細的纖維，然後縫製成手套。

bHaptics 將正式公開「TactGlove」觸覺手套 提供消費級手部觸覺回饋產品。TactGlove<sup>75</sup>的 10 個 LRA 型電機位於每個指尖，可使用 bHaptics SDK 單獨控制，從而使內容開發人員能夠對精細和精確的反饋進行編程。

---

<sup>75</sup> Sam Sprigg, *supra* note 76.



圖 26 bHaptics 所推出之觸覺手套<sup>76</sup>



圖 27 TactGlove 透過攝影機追蹤手部動作<sup>77</sup>

<sup>76</sup> Image source: Sam Sprigg, *bHaptics unveils its TactGlove consumer-ready haptic gloves for VR*, AUGANIX, <https://www.auganix.org/bhaptics-unveils-its-tactglove-consumer-ready-haptic-gloves-for-vr/> (last visited May. 26, 2022).

<sup>77</sup> Image source: Sam Sprigg, *supra* note 76.

TactGlove 利用了基於攝影機的手部跟踪系統，該公司表示，該系統使其能夠更多地關注觸覺反饋的品質，最終有助於降低其設備的價格。TactGlove 配備了 10 個可單獨控制的線性諧振執行器（LRA），與基於攝像頭的手部跟踪系統兼容，例如 Meta Quest VR 耳機設備和 Ultraleap 的 Leap Motion TactGloves 是無線的，充電之間可提供長達 4 小時的播放時間。

## 5、空間音效



圖 28 索尼所推出之 VR 裝置<sup>78</sup>

索尼公布最新之 PlayStation VR 2 具體外型，其中新申請專利更凸顯

---

<sup>78</sup> Image source: SONY, *PlayStation VR 2*, SONY, <https://www.playstation.com/zh-hant-tw/ps-vr2/> (last visited Sep. 13, 2022).

此款 VR 頭戴裝置將具備更擬真的 VR 場景互動體驗。從專利描述內容顯示，索尼將透過 PlayStation VR 2 所內建的震動單元以模擬人類的觸覺，例如遊戲中扮演角色在緊張時候的心跳脈搏，或是頭部受到壓力的感覺。此外，配合 Tempest 3D<sup>79</sup> 音效傳遞效果，讓使用者更能夠清楚感受到空間的立體感，增加與 VR 的互動體驗。藉由 Tempest 3D 技術，能夠持續偵測使用者的位置以及頭部動作進行調整，讓使用者彷彿置身於真實的場景之中。例如好比有人在他們的耳邊說話時可真實感受到虛擬腳色的存在，更可透過各種聲音（如槍聲等）進一步掌握好友或是敵人的位置在哪裡，進而體驗敵人從各種角度慢慢逼近的臨場感。

## 6、嗅覺呈現



圖 29 Olorama Technology 的氣味重現裝置<sup>80</sup>

<sup>79</sup> Mash Yang, Sony PSVR 2 新專利顯示將配合震動與聲音 感受更真實場景互動, COOL3C, <https://www.cool3c.com/article/173856> (最後瀏覽日: 2022/06/16)。

<sup>80</sup> 圖片來源: 周伯勳, 嗅出你的元宇宙: 氣味嗅覺資料未來應用潛力, FIND, <https://www.find.org.tw/index/wind/browse/5db0fff5947d9a89eb755ab47d96a8bf/> (最後瀏覽日: 2022/09/13)。



2013 年於歐盟成立的 Olorama Technology<sup>81</sup>，將嗅覺與氣味技術融入到各種生活場景應用，透過能夠與 VR 裝置搭配使用，藉由風扇運轉吹動，便可產生並釋放出各種香味，讓香味可以徘徊 30 秒到 5 分鐘。這樣的技術，能夠運用在各種影音劇院或是大型展場或展覽等空間情境，並可讓香氣可以配合聲光特效等內容的播放，帶給使用者更沉浸式的體驗。例如使用者體驗美食場景可伴隨美食香味，遊戲中行走至大自然便可聞到各種花香，甚至是透過氣味引導使用者前往尋找寶藏（遊戲中）等運用。

氣味的分析與呈現仍須透過不同技術領域的結合，因此目前尚屬發展中的新興市場，但是由於元宇宙的發展趨勢逐漸上升，相信未來進展速度勢必將會持續加快。

---

<sup>81</sup> 周伯勳，同註 80。

## （二）實虛架接——通往元宇宙的實體技術

透過各種表象的穿戴裝置，提供視覺、觸覺、聽覺等多感官整合的刺激，僅能稱之為將使用者從現實場景帶入一個虛擬世界，尚不能完全符合「元宇宙」的標準。所謂的「元宇宙」，其核心概念，便是要將虛擬與真實的界線打破，使用者無法明確地區分出兩者的差別，意即達到所謂的「沉浸感（Immersion）」。

帶來「沉浸感」的關鍵，主要可從兩個需求面向，來思考其背後的技術要求：一是更為精細的視覺、聽覺、觸覺等感官體驗，二是即時的互動反應。要想有精細的感官體驗，意味著同一時間要能處理更多的資訊量，例如顯示 4K 或 8K<sup>82</sup> 的 VR 全景細緻畫面、空間聲場中呈現全方位相位角方向的聲源訊號、多個觸覺模擬器同時受控作動等，而要作到即時的互動反應，除了處理器具有強大運算力，能快速執行任務完畢外，資訊的通訊傳輸時間亦要能降低，使整體的延遲時間未能為人類的生理敏銳度所察覺，產生「即時」的錯覺。

以實踐的技術角度考量，在同一時間內要能處理更多的資訊量，代表著單位時間內的資訊流通量（throughput）要達到一定門檻，這當中包括對資訊運算處理的能力，還有資訊傳遞之通訊速度的要求，而這兩點技術

---

<sup>82</sup> SONY，4K 和 8K 是什麼？，SONY 支援，  
<https://www.sony.com.tw/zh/electronics/support/articles/00176888> (最後瀏覽日：2022/11/02)。

要求，同樣為要能產生「即時」錯覺的低延遲，所需要的兩個主要技術面向。

表 9 VR 視訊網路需求表<sup>83</sup>

體驗等級或演進階段	初級階段(1K)	高級階段(2K)	卓越體驗(4K)	極致體驗(16K)
單眼視角像素	960 × 1080	1920 × 1080	3840 × 3840	7680 × 7680
單眼視角	90 × 110	120 × 120	120 × 120	120 × 120
像素密度(PPD)	11	16	32	64
全景總像素(M)	9.39	21.13	84.53	338.12
幀率(幀/秒)	60	60	90	120
色深	8	10	10	12
VR視訊投影格式(×投影係數)	經緯圖(×1.57)	經緯圖(×1.57)	經緯圖(×1.57)	多面體(×1.21)
原始無壓縮碼率(Gbit/s)	7	20	31	40
視訊編碼(/壓縮比)	H.265(/200)	H.265(/200)	H.265(/400)	H.265(/400)
帶寬需求(壓縮碼率×1.5)	53	149	448	2209
網路的延遲(ms)	16	12	10	8

理論上，資訊運算處理的能力越強，且資訊傳遞的通訊速度越快，越有機會營造出更逼真的元宇宙沉浸感，然而現實中仍有諸多外在因素需要一併納入設計，例如運算力越高，運算晶片組的體積、消耗的功率越龐大，附隨產生的熱能和機體重量將令使用者不堪長時間佩戴使用；又或者打造高速定點或行動通訊環境，其建置的纜線或基站佈設成本高昂，其轉換效益更是得錙銖必較；由於視覺是人體感知環境影響最為巨大的感官依據，且現行初步進入元宇宙的工具，主要係以傳統的 VR 頭戴顯示系統作為基礎開始發展，故在探討實現元宇宙的技術時，我們可試著由 VR 顯示的影

<sup>83</sup> 表格來源：韋譯，5G時代虛擬現實和增強現實的發展，頁2，廣西通信技術，2019年第1期。

片及網路需求切入，藉以評估對於資訊運算處理的能力，以及資訊傳遞的通訊速度，需要有什麼樣的技術支援。

由表 9 可以看出隨著元宇宙的體驗等級進到不同階段，建構 360 度全景環場影像所需的總像素、幀率，以及網路延遲與傳輸帶寬等的需求愈發苛刻。

資訊運算處理部分，以現行 VR 的初階發展，即便使用的一體式 VR 頭戴式顯示系統運算力勉強能比擬個人電腦，然而因重量、消費者端機體價格等其他因素綜合考量下，早已非演進方向，取而代之的是更強調輕便、移動自由度，但卻同時更倚賴無線通訊傳輸品質的分散式雲端伺服器架構，也正因如此，在探討資訊運算力技術的同時，牽涉到無線通訊技術的協同運作，已是必然。

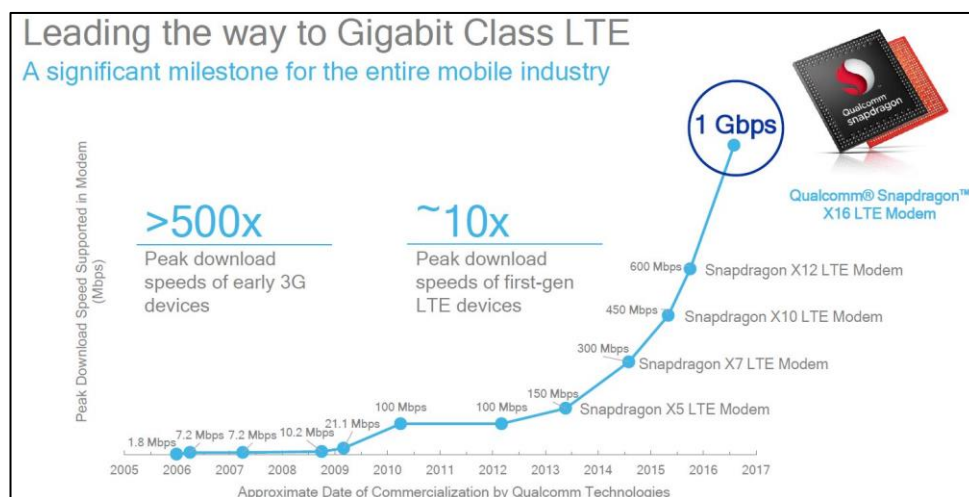


圖 30 4G LTE 下行鏈路峰值傳輸速率提升概況<sup>84</sup>

<sup>84</sup> Image source: Qualcomm Technologies, Inc., *Delivering on the LTE Advanced promise*, page 8, March, 2016, <https://www.qualcomm.com/content/dam/qcomm-martech/dm->

關於資訊傳遞的通訊速度部分，既然初步實現元宇宙的 VR 頭戴式顯示系統已朝無線通訊連接分散式雲端伺服器架構發展，由表 9 可知，在尚未考慮視覺以外的其他多感官傳感器的即時同步通訊傳輸前，單單初級階段的 VR 影像的通訊傳輸率需求就至少要達到 7Gbit/s 水準，這早已非第四代行動通訊長期演進技術（The Fourth Generation Mobile Communication Technology: Long Term Evolution, 4G LTE）峰值傳輸率 1Gbps（見圖 76）所能負擔之重任，所幸，發展中的第五代行動通訊技術（The Fifth Generation Mobile Communication Technology, 5G），其峰值傳輸速率可高達 20Gbit/s，且另提出之「超可靠低延遲通訊（Ultra Reliable Low Latency Communication, URLLC）」標準，空中介面延遲（Air Interface Latency）低至 1 毫秒往返時間，預計可有效幫助壓低總體服務延遲時間至人類感知反應的 20 毫秒臨限值內，提升元宇宙的感官反應流暢度，減少引發暈眩等不適感，進而達到所謂身歷其境的沉浸感。

以下就欲實現將現實與虛擬巧妙融合的元宇宙，所需要的通訊傳輸與資訊運算處理兩方面的技術，預計可採行的手段以及目前主流的改良研究方向，作一簡單介紹。

## 1、元宇宙的通訊傳輸使用 5G

作為新一代的行動通訊技術標準，5G 提出了三大技術特點，分別是增強行動寬頻（Enhanced Mobile Broadband, eMBB）、URLLC，以及大量裝置連網通訊（Massive Machine Type Communication, mMTC），並且 5G 網路為一種異質性網路（HetNet），例如對於近使用者終端且追求低延遲的互動影音娛樂需求，可使用毫米波（mmWave）頻段通訊傳輸，並利用其 eMBB 及 URLLC 特性來完成服務，當連結大雲等遠端伺服器時，可轉而使用 sub-6GHz 頻段，實行較低功耗且穩定的長距離傳輸。

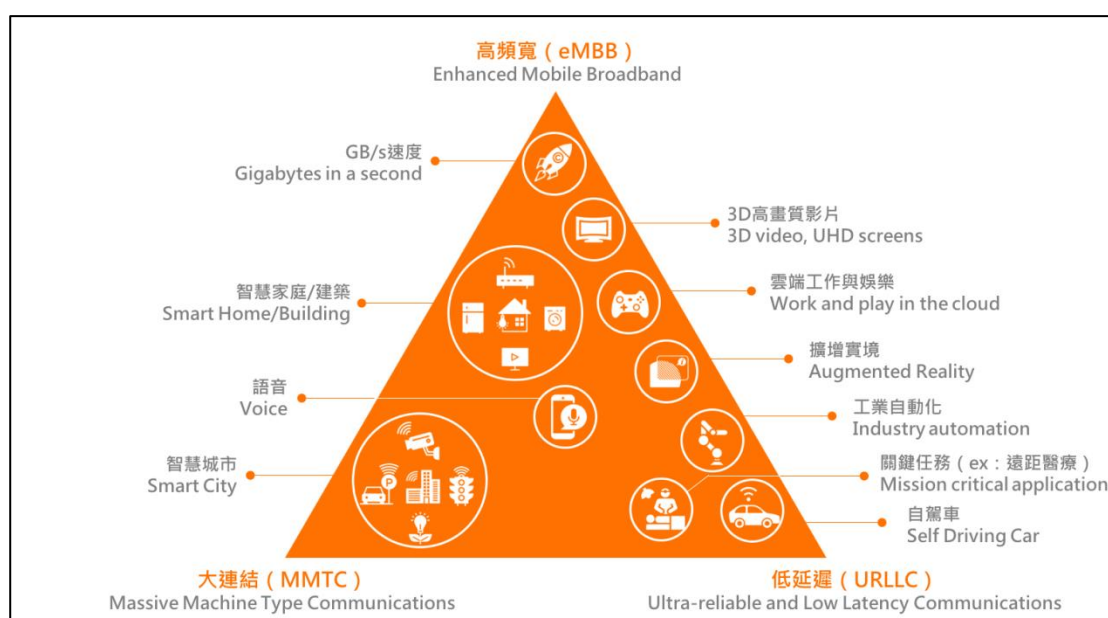


圖 31 5G 三大技術特點及其應用場景<sup>85</sup>

<sup>85</sup> 圖片來源：蕭佑和，【5G 科普】只要 9 張圖，看懂什麼是 5G，大和有話說，<https://dahetalk.com/2019/03/01/%e3%80%905g%E7%A7%91%E6%99%ae%E3%80%91%E5%8f%aa%E8%a6%819%E5%bc%B5%E5%9c%96%ef%bc%8c%E7%9c%8b%E6%87%82%E4%bb%80%E9%ba%bc%E6%98%af5g%ef%bd%9c%E5%A4%A7%E5%92%8c%E6%9c%89%E8%A9%B1%E8%aa%aa/> (最後瀏覽日：2022/08/12)

## (1) 增強行動寬頻 (Enhanced Mobile Broadband, eMBB)

eMBB 有助於實現元宇宙細緻感官刺激的高資訊流通量需求。5G 沿襲 4G LTE 使用的正交分頻多工 (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM) 多載波調變技術，在實體層頻寬使用率上，已相當逼近通訊理論的上限值，於此情況下，除了使用接近 4G 工作頻段的 sub-6GHz 頻段外，5G 選擇納入以往鮮有應用的 24GHz 以上毫米波頻段，使得可用頻寬巨幅躍升，直接擴展為 4G 頻寬的 20 倍之多。

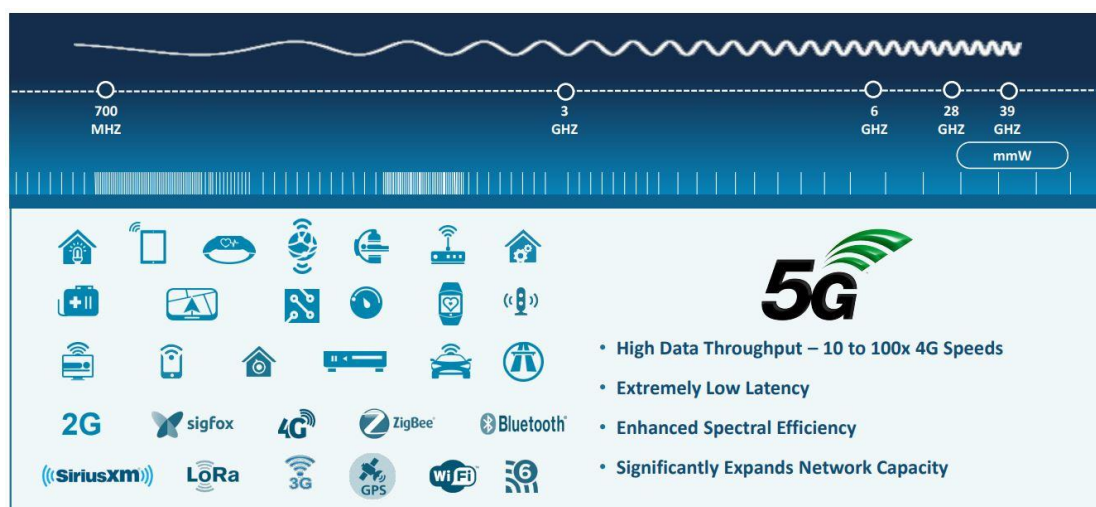


圖 32 5G 避開擁擠的 3.5GHz 以下頻段才得以拓展頻寬<sup>86</sup>

<sup>86</sup> Image source: SKYWORKS, *Connecting Everyone and Everything, All the Time*, page 5, [https://www.skyworksinc.com/-/media/SkyWorks/Documents/Downloads/skyworks\\_overview.pdf](https://www.skyworksinc.com/-/media/SkyWorks/Documents/Downloads/skyworks_overview.pdf) (last visited Aug. 15, 2022).

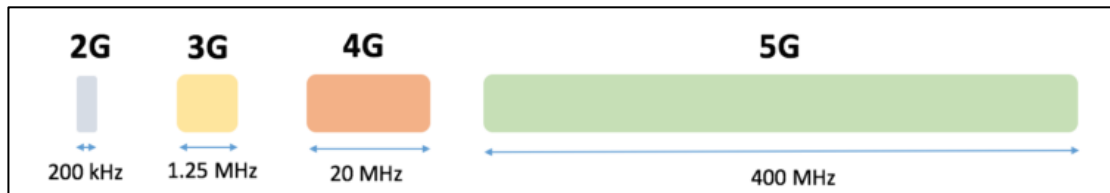


圖 33 行動通訊 2G、3G、4G 及 5G 可用頻寬比較<sup>87</sup>

然而，以毫米波作為行動通訊傳輸的載波，先天物理特性上繞射能力非常差，功率衰減極其嚴重，傳輸距離短，即便廣佈基地台，訊號品質與功率控制之問題仍有待克服。

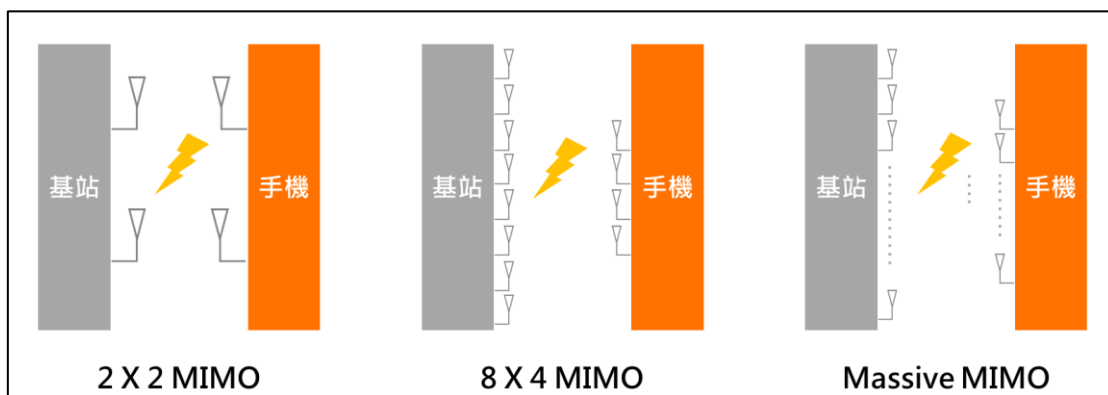


圖 34 毫米波通訊的天線尺寸可更容易組成 Massive MIMO<sup>88</sup>

但毫米波等級的行動通訊傳輸載波，恰好使得天線亦可縮小至毫米級尺寸，原本的多輸入多輸出（Multiple-Input Multiple-Output, MIMO）天線

<sup>87</sup> Image source: OneSDR, *mmWave vs Sub-6 GHz 5G – What’s the Difference?*, OneSDR - A Wireless Technology Blog, <https://www.onesdr.com/2020/11/19/mmwave-vs-sub-6-ghz-5g-whats-the-difference/> (last visited Aug. 13, 2022).

<sup>88</sup> 圖片來源：蕭佑和，同註 85。



陣列設計中，可置入更多數量的天線，強化為巨量多輸入多輸出（Massive Multiple-Input Multiple-Output, Massive MIMO），執行空間多工（Spatial Multiplexing）等效益更佳，提高發射增益和頻譜效率等。

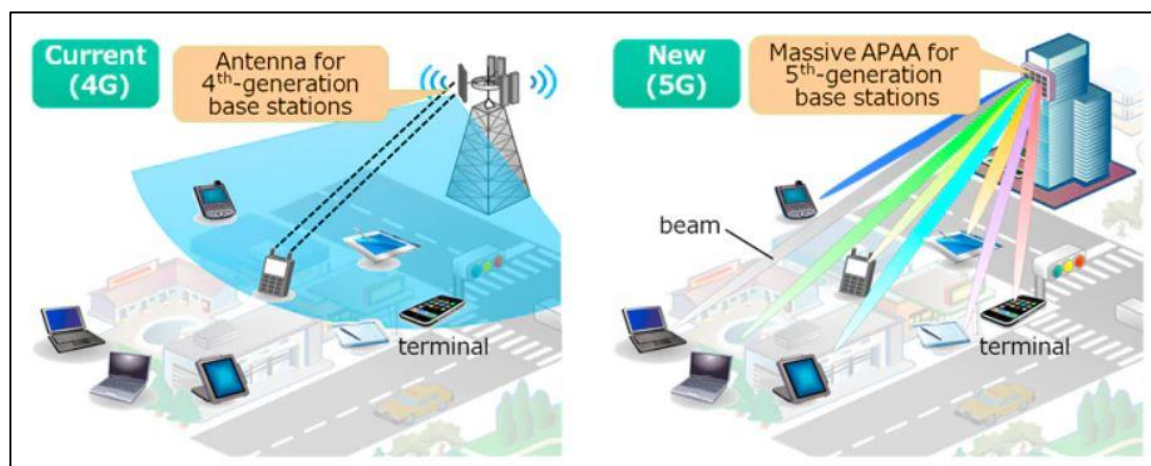


圖 35 5G 以 Massive MIMO 與波束成形技術來實現精準傳播<sup>89</sup>

與此同時，在 Massive MIMO 條件下，實行波束成形（Beamforming）可得到更為狹窄精細的訊號傳輸波束，能更為精準地指向收發天線傳播，適應性進行功率控制且降低訊號干擾問題。

<sup>89</sup> Image source: MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, Mitsubishi Electric's New Multibeam Multiplexing 5G Technology Achieves 20Gbps Throughput, FOR IMMEDIATE RELEASE No. 2984, <https://emea.mitsubishielectric.com/en/news-events/releases/global/2016/0121-a/index.html> (last visited Aug. 13, 2022).

## (2) 高可靠低延遲通訊 (Ultra Reliable Low Latency Communication, URLLC)

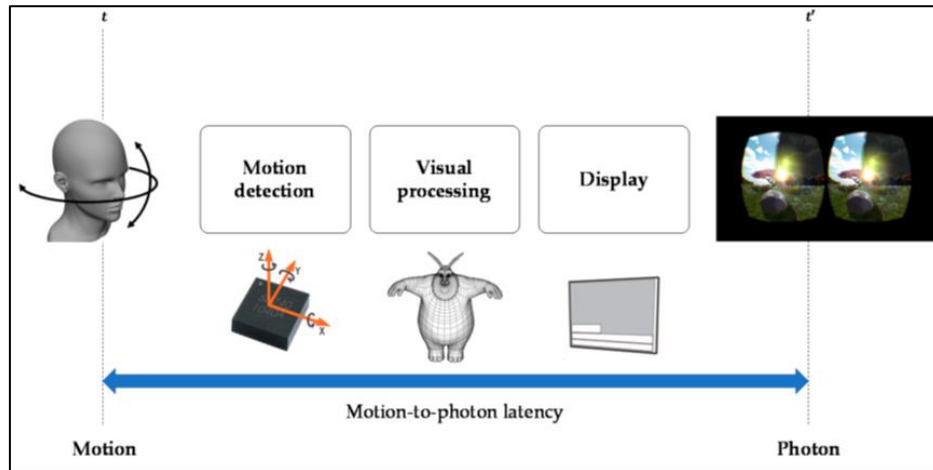


圖 36 VR 的運動到光子延遲 (Motion-to-Photon latency) 定義示意圖<sup>90</sup>

幾乎察覺不到延遲的即時互動反應，是擬真元宇宙與現行普及的視訊會議、視訊通話之間的重大區別，然而，擬真元宇宙所談論的延遲，主要係討論沿用 VR 技術領域中衡量使用者感受的「運動到光子延遲 (Motion-to-Photon latency)」，也就是以使用者作出動作，到出現因應此動作而相應產生的感官效果（在 VR 頭戴式顯示器中則為螢幕顯示相應畫面）為止，這中間的時間差；由於在真實世界中，人類感官上動作和相應效果這兩者是同步的，意即不存在所謂的時間差，但在人為營造的元宇宙中必然需要

<sup>90</sup> Image source: Song-Woo Choi, et al., Time Sequential Motion-to-Photon Latency Measurement System for Virtual Reality Head-Mounted Displays, Electronics 2018, 7(9), 171; page 2, <https://doi.org/10.3390/electronics7090171> (last visited Aug. 11, 2022).

處理、傳輸、生成訊號等反應時間，因此，若能在人類察覺前即時完成感官效果的顯現，則可騙過人類的大腦，讓使用者誤信為沒有延遲發生，而這個人類生理上未能察覺非同步的延遲極限，大約是 20 毫秒的時間。

進一步解析「運動到光子延遲 (Motion-to-Photon latency)」中，整體包含了動作感測器、運算處理器、顯示器等構件各自的訊號處理及訊號轉換時間，以及彼此間訊號通訊傳輸所耗費的時間，且在運算處理已交由無線通訊連接之分散式雲端伺服器的發展趨勢下，通訊傳輸所耗費的時間亦佔相當大的比重。以傳統 VR 為例，顯示畫面達到每秒 120 訊框資訊的精細度，終端裝置執行感測、顯示等處理約耗費 8 毫秒，雲端伺服器執行運算處理約 4~5 毫秒，那麼要想在人類生理察覺的 20 毫秒延遲臨限值內完成運動到光子的過程，則包括終端與雲端間通訊傳輸的往返時間 (Round-trip time, RTT) 等，大約只剩下 7 毫秒的額度<sup>91</sup>，但 4G LTE 典型的終端與基站的 RTT，就已是 20 毫秒<sup>92</sup>，若再考慮基站與雲端間 RTT，因數據傳輸需要經過通訊閘等設備多重轉發，甚至來到 50~100 毫秒，如此加總，遠遠超過 7 毫秒額度。

眼看落入難以實現無察覺延遲的窘境，但得益於 5G 與邊緣運算技術的緊密配合，總算有了付諸實現的可能。此處我們先就 5G 為達成 URLLC

---

<sup>91</sup> 韋譯，同註 83，頁 2。

<sup>92</sup> 實際上 4G LTE release 15 已將用戶面延遲的 RTT 理論值大幅降至約 2.7 毫秒(下行 0.7 毫秒、上行 2.0 毫秒)。

所提出的各種改進手段作大致介紹，邊緣運算的部分則留至運算力技術一節再作說明。

### A、封包、訊框結構改變與可變的傳輸時間間隔

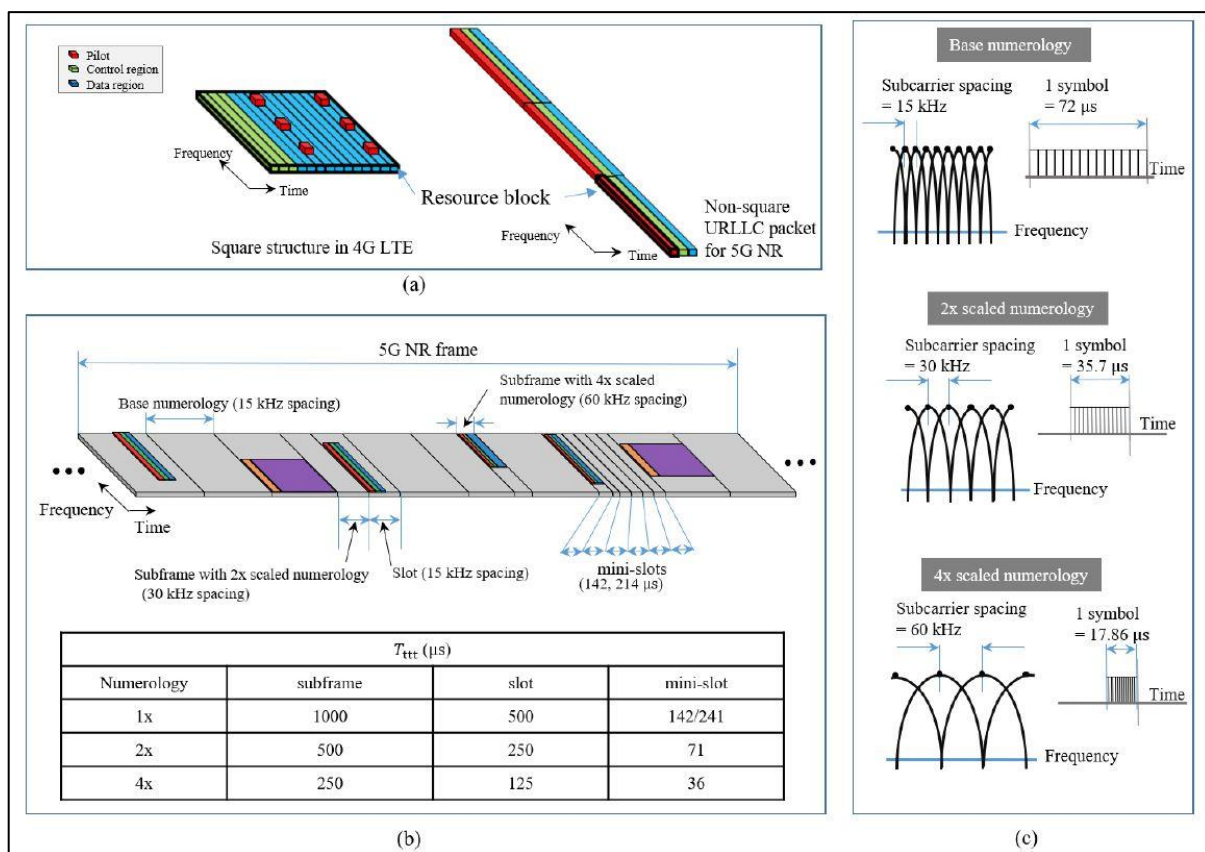


圖 37 (a) 5G 與 4G 封包結構不同；圖 37 (b) 5G 訊框結構可彈性設計；圖 37 (c) 5G 子載波間隔參數對應的子載波間隔與符號傳輸時間長度示意<sup>93</sup>

<sup>93</sup> Image source: Hyoungju Ji, et al., Ultra Reliable and Low Latency Communications in 5G Downlink: Physical Layer Aspects, page 10, IEEE Wireless Communications (Volume: 25, Issue: 3, JUNE 2018).

5G 相較於 4G LTE 使用更高工作頻段，特別是毫米波的至高頻（Extremely high frequency, EHF）頻段，傳輸過程中通道延遲擴展（channel delay spread）更為嚴重，必須打破 4G LTE 規範的 15kHz 子載波間隔（subcarrier spacing），來確保傳輸的 OFDM 符號在頻域上的正交性，也正因為 5G 使用的毫米波工作頻段鮮有其他無線通訊技術使用，可用頻寬相當大，所以開放子載波間隔不同的彈性化「子載波間隔參數集（Numerology）」設計，使得訊框在時頻資源塊上佔用的形狀可彈性變化，頻域上擴大子載波間隔的同時，於時域上傳輸時間間隔（Transmission time interval, TTI）亦相應同步縮短，以降低延遲時間。

此外，5G 訊框在時頻資源塊上佔用形狀的改變，代表封包傳輸可橫跨較大頻段區間，無須如 4G LTE 分散導引信標（pilot）來對抗通道衰減，可安排導引信標、控制信息及數據資料在時域上依次集中排列，可更快完成通道估計、控制通道解碼等工作。

## B、上下行鏈路資源調度優化

無線通訊傳輸中，影響用戶面延遲（user plane latency）至關重大的，在於終端與基站確立傳輸所使用資源通道的溝通過程，特別是在上行鏈路時，終端需要向基站先發出一資源請求（Scheduling Request, SR），待基站解碼並授權（Scheduling Grant, SG）給終端可使用的（頻段和時間序）資源，終端才可開始進行真正的資料傳輸，由於每次往返溝通過程中終端與基站皆需要執行解碼、處理、編碼傳送，若能減少往返溝通次數，耗費時間可大幅精減。

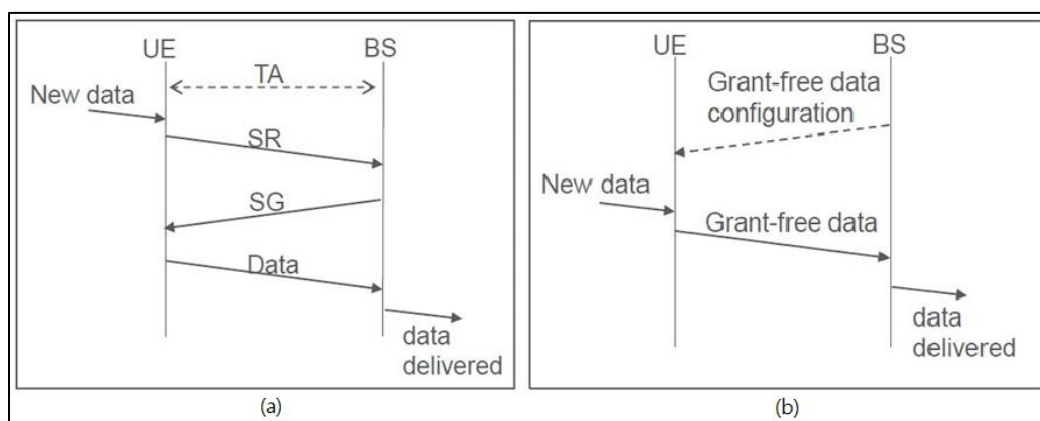


圖 38 上行鏈路：（a）傳統包括請求授權程序 （b）5G 免授權程序<sup>94</sup>

<sup>94</sup> Image source: Janne Peisa, 5G Techniques for Ultra Reliable Low Latency Communication, page 19, IEEE Conference on Standards for Communications & Networking, 18-20 September 2017 – Helsinki, Finland, [http://cscn2017.ieee-cscn.org/files/2017/08/Janne\\_Peisa\\_Ericsson\\_CSCN2017.pdf](http://cscn2017.ieee-cscn.org/files/2017/08/Janne_Peisa_Ericsson_CSCN2017.pdf)

5G 除承襲 4G LTE Release 14 標準制定的半靜態調度機制，引入更短的半靜態調度週期預先分配好傳輸資源，提供上行鏈路無須發出資源請求而可直接使用的「上行鏈路免授權（Grant-free）機制」外，更進一步改進 4G LTE 預先分配好的資源被佔用的問題，設計了多個終端用戶同時使用相同預先分配資源發生衝撞的解決機制，大大避免預先分配資源被佔用閒置的情況發生。

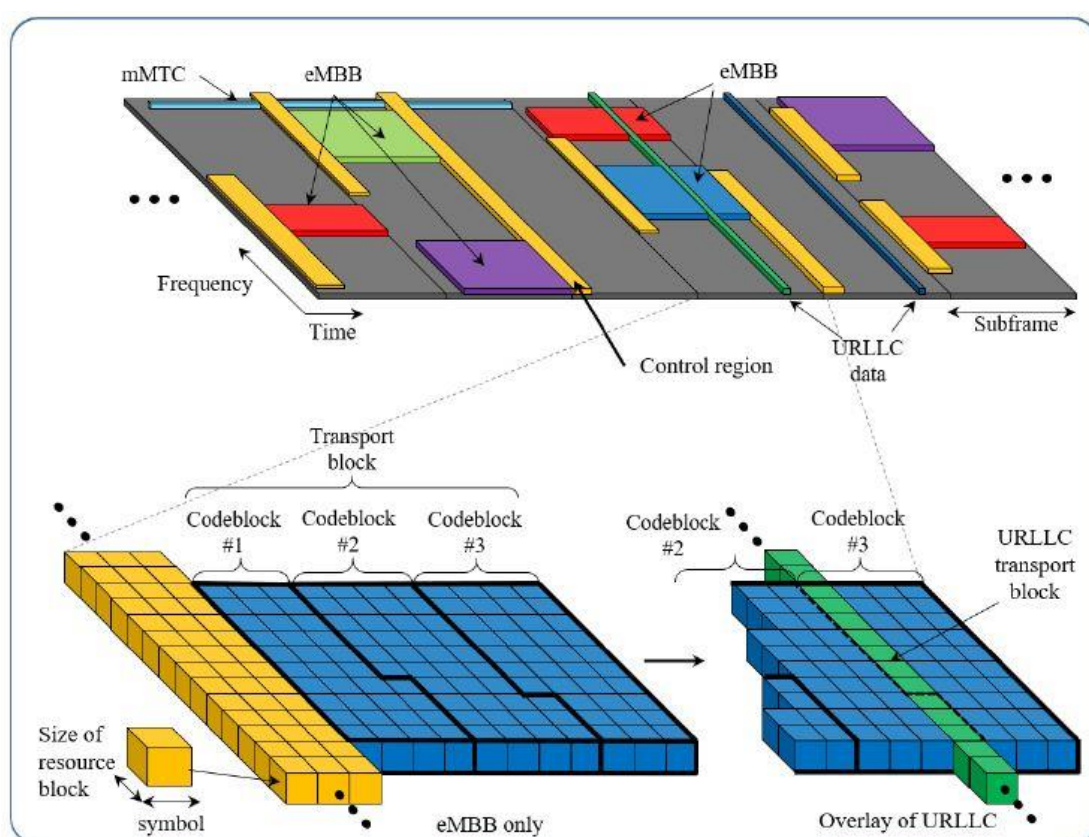


圖 39 5G 下行鏈路提供搶佔機制<sup>95</sup>

<sup>95</sup> Image source: Hyunjung Ji, et al., *supra* note 93, at 6.

5G 的下行鏈路傳輸中，對延遲要求最為苛刻的 URLLC 資料，則設計為當沒有空閒傳輸資源可使用時，能經由使用搶佔指示符（preemption indicator）通知終端，透過搶佔已分配給增強行動寬頻（eMBB）資料傳輸使用之資源，實行即時傳輸之「下行鏈路搶佔機制」，來達到低延遲之要求。

### C、其他各方面的低延遲設計

當然，URLLC 還有賴於系統上下層其他各方面的配合，例如分別在通道編碼為長編碼時採用「低密度查核編碼（Low Density Parity-Check Code, LDPC）」，與短編碼時採用「極化碼（Polar Code）」來提升正確率及降低延遲，以及引入「迷你時槽（mini-slot）」，將一次傳輸之資料切分為以少數幾個 OFDM 符號作為最小單位，毋須等待累積至完整時槽後才傳輸資料。

掌管正確率的處理機制方面，當傳輸數據出現錯誤時由「混合式自動重送請求（Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ）」發起重新傳輸程序，其請求的時間間隔也改為動態指派，更為彈性配合低延遲設計要求，而「無線鏈路控制（Radio Link Control, RLC）」則只進行簡易切割與增加表頭資訊等動作，不再嚴格要求按順序傳遞來進行複雜的排序組裝。

另外，「網路切片（Network Slicing）」與「多接取邊緣運算（Multi-access Edge Computing, MEC）」的引入，不只裨益於 URLLC 的低延遲要



求，mMTC 及雲端運算（Cloud Computing）需求有所幫助，留置後續相關章節中作進一步介紹。

至此，前述提及為了在人類生理察覺的 20 毫秒延遲臨限值內，完成運動到光子的過程，必須將終端與雲端間通訊傳輸的 RTT 壓低至 7 毫秒內之任務，使用上述 5G 達成 URLLC 所使用的技術改進，例如調整「子載波間隔參數」為使用對應 4G LTE 子載波間隔兩倍的 30kHz 子載波間隔，搭配「上行鏈路免授權機制」，及「迷你時槽」大小設定為兩個 OFDM 符號長度等，前段終端與基地的 RTT 將可從 4G LTE 典型的 20 毫秒大幅降至 1 毫秒內，至於後段基地與雲端間 RTT 的改進，則可利用「網路切片」與「MEC」技術依服務需求彈性調整，提高數據傳輸時核心網路架構的處理效率，以及減少經過通訊閘等設備的多重轉發次數，故 5G 提出的眾多延遲改進技術綜合運用，整體終端與雲端間通訊傳輸的 RTT 限縮至 7 毫秒內，是可普及達成的。

### **(3) 大量裝置連網通訊 (Massive Machine Type Communication, mMTC)**

元宇宙技術中，不論是提供感官刺激或互動反應的裝置，或是結合物聯網 (Internet of Things, IoT) 節點，擷取建構擬真場景所需參數的環境監測裝置等，隨著擬真細膩度的要求升高，這些裝置的需求也呈現巨幅成長，正因如此，大量裝置間的無線通訊，也成了發展元宇宙的另一重要課題。

5G 提出的 mMTC 技術特點支援每平方公里 100 萬個裝置連線的通訊傳輸，雖然連線的大部分屬於以傳感和數據採集為目標的感應器，僅有偶爾收發少量資料的需求，具耐延遲特性且毋須分配大頻寬，然而如此超高密度的通訊傳輸，仍要考慮基站接入容量、傳輸資源分配及能量消耗的問題。

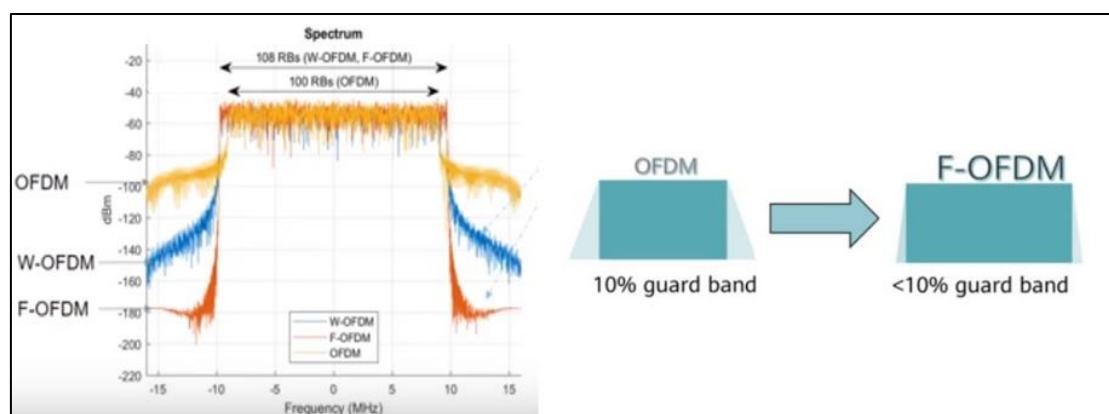


圖 40 F-OFDM 與 OFDM 的頻譜使用率比較<sup>96~97</sup>

首先來談談系統容量限制問題。面對超高密度、數量龐大的裝置的通訊傳輸，彼此間的信號干擾必須更嚴格地加以管控，雖然可在 OFDM 符號加上循環前綴（Cyclic Prefix）來改善，但也同時降低了頻譜使用效率和增加了能量消耗，於是 5G 提出依不同服務需求設計適當的調變波形，讓頻譜使用上更加靈活，例如可以選用濾波正交分頻多工（Filtered-

<sup>96</sup> Image source: RF Wireless World, *OFDM vs f-OFDM | difference between OFDM and f-OFDM*, 1, Home of RF and Wireless Vendors and Resources, <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/OFDM-vs-f-OFDM.html> (last visited Aug. 26, 2022).

<sup>97</sup> 圖片來源：人生行旅，5G 通信技術原理總結，1，芯語，<https://www.eet-china.com/mp/a100704.html> (最後瀏覽日：2022/08/26)。

OFDM, F-OFDM) 波形來調整不同的子載波間隔，應對各種不同服務需求，靈活使用頻譜資源。

再來是傳輸資源分配問題。5G 有別於 4G LTE，服務的對象與應用場景更多、更雜，例如有對延遲性高度敏感的車聯網服務，也有較不講求低延遲的環境感測器的低流量簡單數據更新服務，但若以 4G LTE 的專屬實體交換機等核心網路架構，每個傳輸服務佔用的資源均等，難以客製化滿足個別服務需求，所以 5G 將實體核心網路架構改為以「軟體定義網路 (Software-Defined Networking, SDN)」搭配一般通用目的伺服器和 IP 路由器、乙太網路交換器組成，直接由軟體調配核心網路架構功能來適配個別服務需求，管理多樣化的連網服務上也更加游刃有餘。

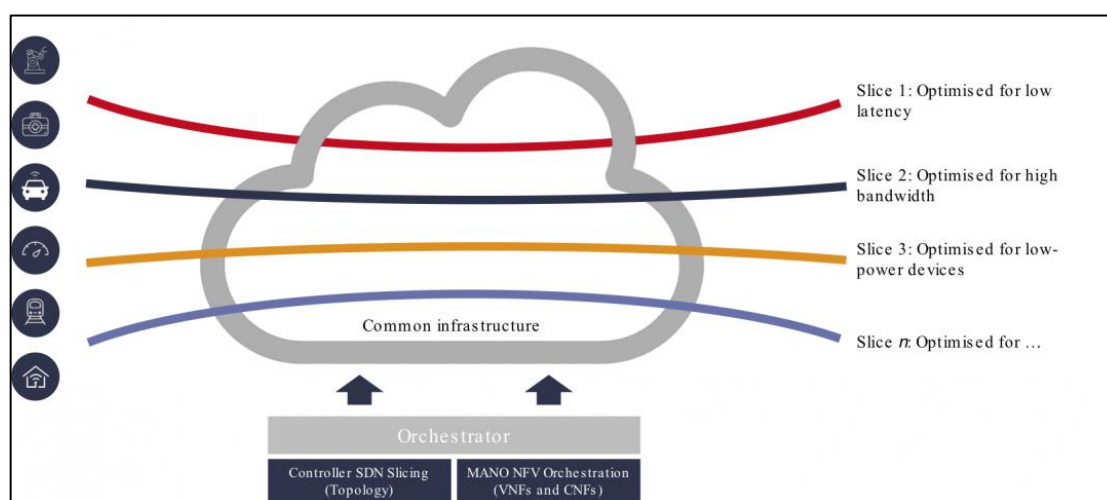


圖 41 通用共享硬體可以軟體分成提供各別專屬服務的網路切片<sup>98</sup>

<sup>98</sup> Image source: Richard Lim, *What is 5G network slicing?*, 1, PARTNERS, <https://stlpartners.com/articles/telco-cloud/what-is-5g-network-slicing/> (last visited Aug. 26, 2022).

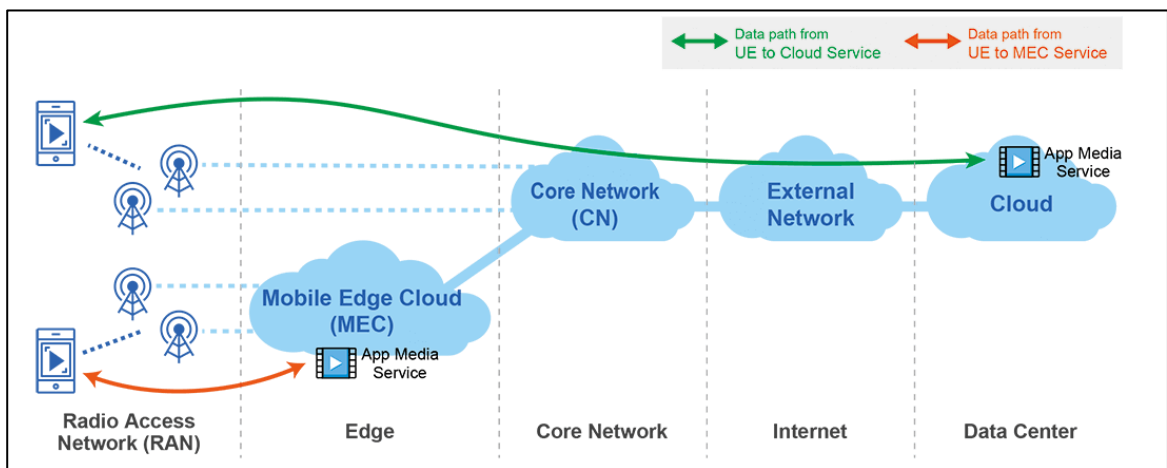


圖 42 MEC<sup>99</sup>與雲端運算比較<sup>100</sup>

「SDN」的概念是讓軟體來控制網路，可以將封閉垂直一體的傳統電信網路架構一舉轉為彈性化、開放、高度整合、服務導向及確保服務水準的分層架構<sup>101</sup>，再搭配「網路功能虛擬化（Network Function Virtualization, NFV）」，將傳統上與特殊化專屬硬體（例如路由器、防火牆和應用遞送控制器等）相關聯的網路程序轉換成可以在標準商用硬體（大多為 x86 伺服器）執行的虛擬化軟體平台<sup>102</sup>，使得同一通用共享硬體上實行宛如提供

<sup>99</sup> 2017 年 ETSI 將原來的行動邊緣運算技術(Mobile Edge Computing)更名為多接取邊緣運算技術(Multi-access Edge Computing)。

<sup>100</sup> 圖片來源：技嘉科技，5G mMTC 智慧城市解決方案，1，GIGABYTE，<https://www.gigabyte.com/tw/Solutions/mmtc> (最後瀏覽日：2022/08/26)。

<sup>101</sup> 洪英章，善用 5G 三大獨特性 生態系結盟創新模式應用，1，網管人 171 期(2020 年 4 月)深度專訪，<https://www.netadmin.com.tw/netadmin/zh-tw/magazine/-Viewpoint/51D9B4F1C24141728C9BD4AE939955ED> (最後瀏覽日：2022/08/26)。

<sup>102</sup> 蔡穎碩，SDN 和 NFV 傻傻分不清楚？二個面向引領網路未來，1，網管人，<https://www.netadmin.com.tw/netadmin/zh-tw/trend/7CAA81402D5E4F79A52952D86367EBC0> (最後瀏覽日：2022/08/26)。

多個「網路切片」，每一切片可針對特定需求各別以專屬核心網路架構服務。

最後，mMTC 所產生及彙整的資料相當龐雜，若每筆資料皆回傳雲端伺服器進行處理，整體網路頻寬和能耗等營運成本將過於沉重，使用「MEC」將數據分析處理等工作移至網路邊緣進行，則可大幅度降低網路回傳次數，不只減少能耗延長續航力，執行延遲也更具彈性。

## 2、元宇宙的資訊運算處理

如前面章節所述，目前在進入 XR，也就是初階元宇宙所憑藉的表象裝置中，無論是 VR 領域市占率最高的 Meta Quest 系列，或是在 MR 領域居領先地位的 HoloLens 系列，最受青睞的都是一體式頭戴式顯示裝置，然而其為人垢病的缺點也相當明顯。首先是重量，各系列最新的 Meta Quest 2 重量雖然號稱僅 454 克<sup>103</sup>、HoloLens 2 為 566 克<sup>104</sup>，對比一般已廣為普及可日常佩戴生活的眼鏡僅約 10~30 克，並不是個使用者佩戴於臉部後可長時間輕鬆負擔的重量，且為了固定牢靠，亦衍生如頭部承受迫緊壓力等不適感，另外就是影音資訊運算量大，處理器功耗大連帶生成的熱能高，即使配有散熱裝置仍難以抑制的發燙溫度，甚至令使用者心理上憂

---

<sup>103</sup> Matthew Wong，走進元宇宙！性價比最高 Oculus Quest 2，1，engadget 中文版，2022 年 1 月 14 日，<https://chinese.engadget.com/oculus-quest-2-20-080050075.html> (最後瀏覽日：2022/08/28)。

<sup>104</sup> Microsoft，HoloLens 2，1，Microsoft，<https://www.microsoft.com/zh-tw/hololens/hardware> (最後瀏覽日：2022/08/28)。

心自己的腦袋被「煮熟」，在生理和心理上都有相當充分的阻卻理由。國內某散熱器業者甚至在 2016 年愚人節時，發布惡搞產品來嘲諷現今的頭戴式顯示裝置。



圖 43 頭戴式顯示裝置笨重又高溫的缺點被當作惡搞素材<sup>105</sup>

當前的一體式頭戴式顯示裝置市場出貨量居多，是相對現在的外接式 VR 裝置而得之結果，相較之下沒有實體纜線的束縛，使用者體驗感受上，活動自由度和訊號穩定度較佳，是其勝出的優點所在，然而，當由傳統的 VR 開始進一步邁入元宇宙服務，也就是提供沉浸感更濃烈的各種感官刺激後，沉重的運算力需求，只會使其笨重又高溫的缺點不斷加劇，且在 5G 無線通訊技術解決了實體纜線連接的不便條件下，其相對外接式 VR

<sup>105</sup> 圖片來源：GNN 記者 Sam，迎接虛擬實境元年！台灣廠商發表世界首款 VR 專用散熱器，1，巴哈姆特-GNN 新聞，<https://gnn.gamer.com.tw/detail.php?sn=129997> (最後瀏覽日：2022/08/27)。

裝置的優點也消失了，所以，真正長遠觀之，元宇宙將促使 VR 裝置的主流發展，由一體式轉為外接式。

### (1) 雲端計算與邊緣雲的產生

在消費者終端價格、管理方便性等眾多因素，以及本地端電腦與雲端伺服器的運算力差距是以幾個數量級計的實際考量下，既然 5G 無線通訊技術的 eMBB、URLLC、mMTC 三大技術特點已提供各種服務需求的無線傳輸解決方案，使用分散式雲端伺服器架構作為終端服務的資訊運算處理器，自當是發展方向，然而雲端計算畢竟牽涉到無線通訊技術的協同運作，仍要設想無線通道環境不佳，或是同時收到巨量用戶的運算處理工作時，造成核心網路堵塞的可能，因此在幫助雲端伺服器減壓此需求而開展的邊緣運算（Edge Computing）技術，就此應運而生。

所謂的邊緣運算技術，是將小型邊緣伺服器放在終端用戶和雲端運算平台之間，透過從進入雲端運算平台之前先卸載下一些工作負載到邊緣運算平台，藉由邊緣運算平台提供即時分析，同時減少部署開支，並加速催生眾多需要極低延遲時間的應用服務<sup>106</sup>。邊緣運算技術的概念其實很早就已開始，例如思科（Cisco）側重在 IoT 領域提出的霧運算（Fog Computing）、學術界研究發表的 Cloudlet 或 follow me cloud，以及歐洲電

---

<sup>106</sup> 陳建成、陳昫暄，多接取邊緣運算（MEC）技術，工研院資通所電腦與通訊第 173 期，頁 34，107 年 4 月 30 日，  
<https://ictjournal.itri.org.tw/Content/Messages/contents.aspx?&MmmID=654304432061644411&CatID=654313611231473607&MSID=1000640406731504736> (最後瀏覽日：2002/08/28)。

信標準協會（European Telecommunications Standards Institute, ETSI）提出在行動網路的邊緣處即可享受到雲端的運算能力的「MEC」，其實都是類似的核心概念。

元宇宙的邊緣運算係搭配 5G 無線行動通訊技術，且 5G 的網路切片亦提供依服務品質（Quality of Service, QoS）調配核心網路適應所需，可彈性調節運算資源之運用分配，故一般以 MEC 來表示建設元宇宙的邊緣運算技術。

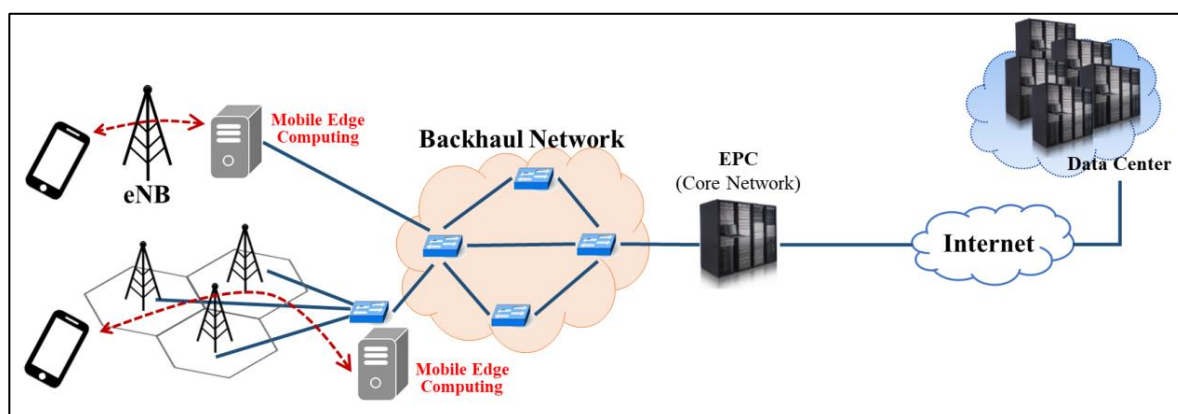


圖 44 MEC<sup>107</sup>的另一例示<sup>108</sup>

## （2）運算與通訊協同運作的最佳化

在確立元宇宙的資訊運算處理，是透過 5G 無線行動通訊技術使用雲端計算及邊緣運算後，如何進行運算資源部署，並維持服務延遲水準，成了建置規劃基礎設施的重要討論課題。

<sup>107</sup> 同註 99。

<sup>108</sup> 圖片來源：陳建成、陳昀暄，同註 106，頁 35。



針對運算與通訊的協同運作安排，主要分三種面向為出發點設計：

(A) 滿足基本延遲標準內的用戶終端功率損耗最小化，例如 Michal Vondra 等<sup>109</sup>提出通過額外的計算能力來裝備小型蜂巢基站，並為行動雲端應用程序啟用分布式計算，使卸載的計算工作有效且均勻地分布在所有計算單元之間；(B) 服務延遲最小化，例如 Juan Liu 等<sup>110</sup>採用馬爾可夫決策過程，將計算任務根據任務緩衝區的排隊狀態、本地處理單元的執行狀態以及傳輸單元的狀態來安排，通過分析每個任務的平均延遲和移動終端上的平均功耗，制定功率限制下的服務延遲最小化；(C) 功率損耗與延遲的聯合優化，例如 Olga Munoz 等<sup>111</sup>提供了一個通用框架，允許聯合分配無線傳輸和計算資源，從而在能耗和延遲之間進行優化權衡。

然而，目前的研究皆是基於各服務的運算任務是可被任意分割的假設之下而作出的結果，且僅對於終端與 MEC 或是終端與雲端之間的兩級計算節點作分析，距離多級節點與運算任務分割比例限定等實際應用場合而言，仍相當遙遠。有鑒於此，中華電信等電信商則採取提供數種服務不同應用場域需求的基礎建設建置企業專網選項，直接交由用戶依自身需求選擇運算資源部署方案。

---

<sup>109</sup> Michal Vondra, et al., *QoS-ensuring Distribution of Computation Load among Cloud-enabled Small Cells*, page 197-203, 2014 IEEE 3rd International Conference on Cloud Networking (CloudNet), Oct. 8-10, 2014.

<sup>110</sup> Juan Liu, et al., *Delay-optimal computation task scheduling for mobile-edge computing systems*, page 1-8, IEEE International Symposium on Information Theory, Jul. 10-15, 2016.

<sup>111</sup> O. Munoz, et al., *Joint allocation of radio and computational resources in wireless application offloading*, page 1-10, Conference: Future Network and Mobile Summit (FutureNetworkSummit), Jul. 3-5, 2013.

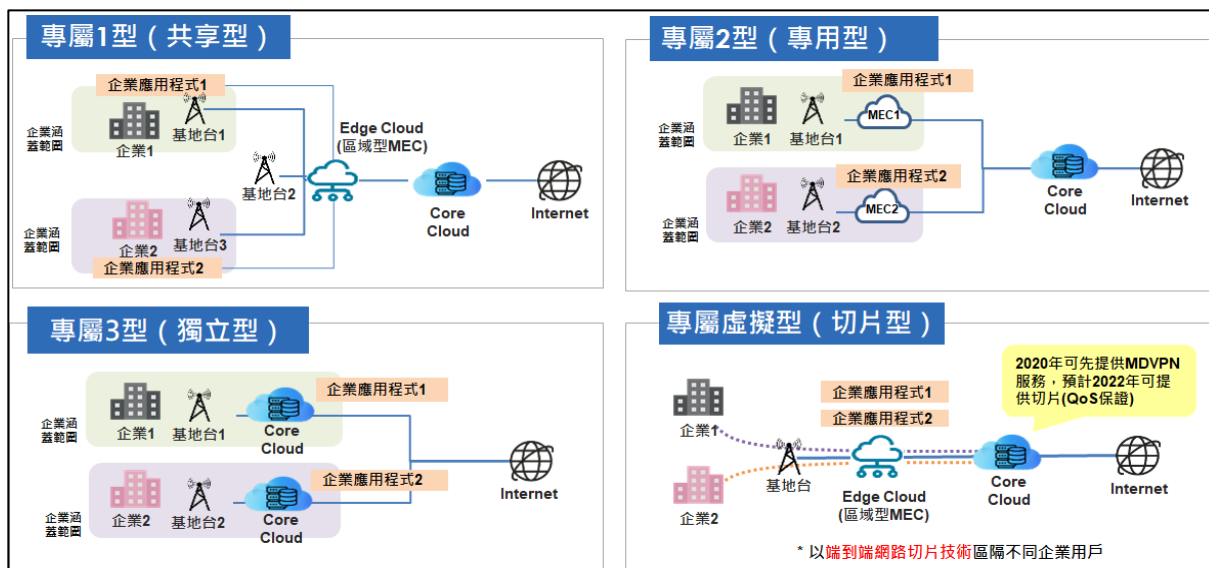


圖 45 中華電信提供不同類型技術建置供客戶依需求選擇<sup>112</sup>

### (3) 提高資訊運算處理能力

探討完借助雲端計算與邊緣運算，以及其與通訊協同運作的調度安排後，回頭單純思考「資訊運算處理」這件事情上，若在不擴增硬體設備或建設的條件下，理論上雖然是辦不到的，但是否還有何方式，可以達到相當於提高運算處理能力的類似效果呢？尋求這個答案，或許可簡單從兩方面著手——降低運算量與提前運算。

#### A、降低運算量

眾所周知，視訊影像或串流在傳送前，皆會經過視訊編碼（Video Coding）將視訊資料進行壓縮，以實現節省傳輸頻寬、儲存空間等目的，對於實現沉浸於元宇宙所要求的高解析度視訊影像或串流，視訊編碼尤為

<sup>112</sup> 圖片來源：中華電信，企業專網，1，中華電信 emome，<https://www.emome.net/110> (最後瀏覽日：2022/08/28)。

重要。然而，將視訊資料壓縮的代價是增加了運算量，當壓縮比越高，編解碼所需的運算處理能力也就越高，因此，若能因應不同服務與場景，使用不同壓縮率的編碼，即可適時釋放運算處理的壓力。

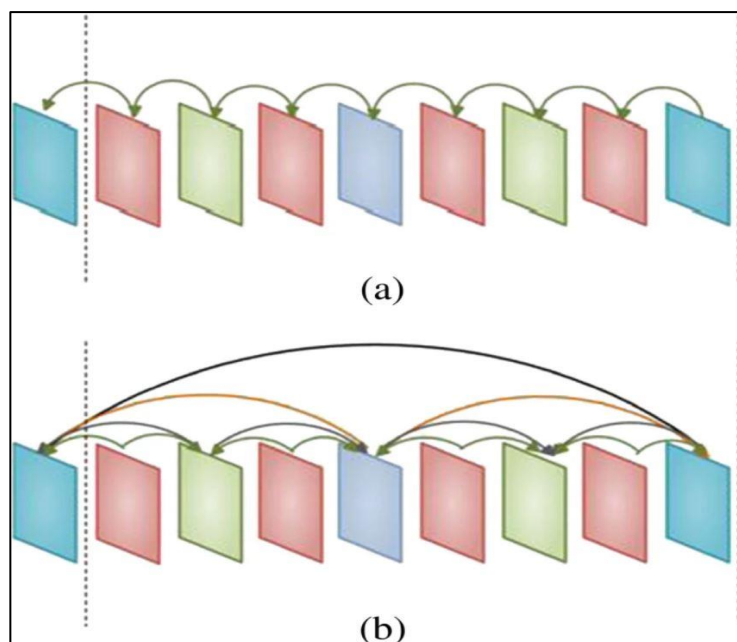


圖 46 視訊編碼結構示意圖：(a)H.264 AVC (b)SVC<sup>113</sup>

H.264 的「可調整視訊編碼 (Scalable Video Coding, SVC)」是現行視訊會議的主流編碼，其是在標準 H.264 AVC (Advanced Video Coding) 的基礎之上作編碼的延伸，利用編碼參考重要性不同，引入編碼流中的分層概念，可在時間、空間、品質上作不同分層，提供不同訊框率、解析度

<sup>113</sup> Image source: Chia-Hung Yeh, et al., *Mode decision acceleration for H.264/AVC to SVC temporal video transcoding*, page 2, EURASIP Journal on Advances in Signal Processing volume 2012, Article number: 204 (2012), SEP. 24, 2012, <https://asp-urasipjournals.springeropen.com/track/pdf/10.1186/1687-6180-2012-204.pdf>

和品質等級的自適應調整。雖然使用 SVC 整體反較 H.264 AVC 複雜度更高，但是當通道狀況不佳或服務品質需求較低時，可僅對基本層的碼流進行傳輸和解碼，仍能保證終端接收可觀看畫面，待運算處理能力較有餘裕時，再加入各增強層的碼流傳輸和解碼。

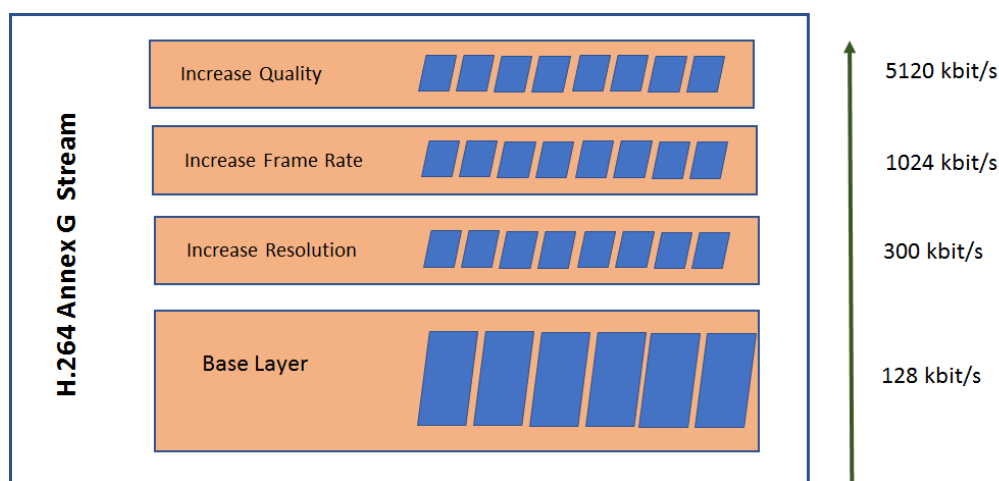


圖 47 SVC 將編碼流分成基本層和各種增強層<sup>114</sup>

另外，人類視覺系統（Human Visual System, HVS）的研究顯示，人眼觀看、理解感知圖像和視訊時，對於畫面中的每個區域或每個對象的專注度是存在顯著差異的，意即人類視覺感知畫面可區分為感興趣的區域（Region Of Interest, ROI）與較不在意的區域，所以若畫面出現失真時，人眼對於 ROI 的失真較為敏感，其他區域則較不易察覺，於是就有利用此

<sup>114</sup> Image source: Vikram Sachdeva, *Zoom — Video conf app at scale*, 1, medium.com, <https://medium.com/@vsachdeva/zoom-video-conf-tool-at-scale-e86289c290b8> (last visited Sep. 4, 2022).

特性的「ROI 編碼」，透過減少非重要區域資訊的編碼率，來降低編解碼運算量。



圖 48 相同失真下視差為 0 (左) 與 4 (右) 時，感知的獨眼圖像品質不同<sup>115</sup>

儘管上述提到的編碼方式都是犧牲部分影像或串流品質來簡化運算，但基於 VR 設備的多視點立體感知方式，也有研究發現人類雙眼視覺存在疊加作用，可將各眼所獲得的資訊相融合而得具立體深度等資訊的立體視覺，且視覺心理學研究也指出，人眼立體視覺中存在掩蔽效應，在雙眼資訊融合時，大腦會以當中圖像品質較佳的視點資訊來決定融合圖像品質，

---

<sup>115</sup> 圖片來源：蔣剛毅等，基於感知的視頻編碼方法綜述，第 477 頁，電子與信息學報第 35 卷第 2 期，2013 年 2 月，<http://edit.jeit.ac.cn/EN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=16283>。

因此即使各視點觀看的影像品質變差，只要在立體視覺掩蔽效應的臨界值內，大腦認知的獨眼圖像（Cyclopean Image）是會自動美化，提升品質的。

## B、基於預測結果提前運算

達到相當於提高運算處理能力的類似效果的另一個切入方法，就是預判可能的需求而提前運算。舉例而言，當有人從不遠處拋擲一顆球朝你迎面而來時，你可以觀察球的外觀和移動的拋物線軌跡，判斷它的重量、大小、可能彈性，然後決定是伸出手在身前某一位置接住它，或是移動身體就定位雙手環抱它，又或是等在它落地兩、三個彈跳後滾過來的路線上撈起它；對於外在物體的運動，我們通常可以遵循物理法則去解析，提前作出回應動作，基於相同道理，當使用者戴著 VR 頭戴式顯示器轉頭時，可以偵測使用者頭部轉動角速度，預先計算接下來應該顯示的畫面資訊。

眼球追蹤（Eye Tracking）技術也是幫助預測動向的一大得力助手。眼球追蹤資訊不僅可輔助預測使用者的頭部轉動、身體姿態的運動等，也可直接得知使用者注意力聚焦之 ROI，減少其他非直接注視區域的品質運算量。



圖 49 眼球追蹤技術可明確得知使用者正關注的區域<sup>116</sup>



圖 50 射擊類遊戲以遊戲內容引導使用者關注預定目標<sup>117</sup>

<sup>116</sup> Image source: Mónica Bohigas, *Eye Tracking 101*, 1, TEACUP LAB, Jan. 21, 2020, <https://www.teacuplab.com/blog/eye-tracking-101/> (last visited Sep. 4, 2022).

<sup>117</sup> Image source: Brian Crecente, *The Anacrusis' colorful retro futurism delivers Left 4 Dead play to '70s outer*

除了運用物理法則與生理追蹤外，也可以利用心理暗示或內容引導，主動創造使用者的動向。最典型的例子就是射擊類遊戲，因為遊玩特性，突然出現或移動的物體，自然都會是吸引使用者聚焦的重點所在。

本章節以釐清元宇宙與現今視訊會議、VR 等的主要差別在於「沉浸感」開始，就欲實現將現實與虛擬巧妙融合的元宇宙，所需要的通訊傳輸與資訊運算處理兩方面的技術，目前已提出的技術手段與改進研究方向，作一簡單介紹，然而，真正運行時，例如 5G 與 4G 網路服務的切換，或是依 QoS 不同而動態調配 eMBB、URLLC 等不同通訊網路切片資源請求，又或是依慣性或觀察資料進行預測以先行運算等，亦需人工智慧（Artificial Intelligence, AI）及大數據（Big Data）等各領域新技術的涉入，彼此互補、完美分工整合，才有機會搭建穩定且成本可行的基礎實體建設，提供元宇宙在軟體上綻放各式新奇炫目的應用。

---

*space*, 1, UNREAL ENGINE, Apr. 20, 2022, image courtesy of Stray Bombay, <https://www.unrealengine.com/en-US/developer-interviews/the-anacrusis-colorful-retro-futurism-delivers-left-4-dead-play-to-70s-outer-space?lang=en-US> (last visited Sep. 4, 2022).



### (三) 現行元宇宙

有了實體基礎建設作為後盾，虛擬世界上可有更多樣性的應用可能，供創作者發揮。本節選錄了幾個在元宇宙上已實現的軟體應用，大致介紹供讀者參考。

#### 1、電腦視覺 (Computer Vision)

電腦視覺在使用者與元宇宙間之互動性中扮演著關鍵角色。電腦視覺顧名思義係藉由電腦處理、分析並理解圖像或視訊資料等，並做出有意義的決策及行動<sup>118</sup>。在過去的幾十年裡，由於人工智慧的發展，特別是深度學習 (Deep Learning) 中具有各種網絡架構並通過高性能圖形處理單元提高電腦視覺精確度，使用戶能夠流暢地與虛擬世界互動<sup>119</sup>。

##### (1) 語義分割與物件偵測 (Semantic Segmentation and Object Detection)

語義分割用以將圖像中的每個像素分類到特定的類別中<sup>120</sup>，如圖 51 所示行人以紅色表示、汽車以藍色表示、而樹木則以綠色表示，語義分割幫助電腦理解圖像中各個對象所屬類別以及其形狀和邊界<sup>121</sup>。如圖 52 所示，物件偵測能夠識別和定位圖像中的對象，並賦予檢測到的對象周圍邊界框，可用於計算場景中的對象並確定和跟踪它們的精確位置，同時準確

---

<sup>118</sup> Lik-Hang Lee et al., *All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda*, arXiv, 17, <https://arxiv.org/pdf/2110.05352> (last visited Sep. 15, 2022).

<sup>119</sup> Thien Huynh-The et al., *Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey*, arXiv, 7, <https://arxiv.org/pdf/2202.10336> (last visited Sep. 15, 2022).

<sup>120</sup> Sergios Karagiannakos, *Semantic Segmentation in the era of Neural Networks*, AI SUMMER, [https://theaisummer.com/Semantic\\_Segmentation/](https://theaisummer.com/Semantic_Segmentation/) (last visited Sep. 16, 2022).

<sup>121</sup> FRITZ AI, *Image Segmentation Guide*, <https://www.fritz.ai/image-segmentation/> (last visited Sep. 16, 2022).

地標記它們<sup>122</sup>。語義分割與物件偵測，在 XR 中對於電腦理解使用者物理環境（或其虛擬分身 Avatar 的虛擬環境）的周遭存在哪些物件或內容，扮演者關鍵的技術角色<sup>123</sup>，而其中所使用的卷積神經網路或深度學習演算法更展現突出的效能<sup>124</sup>。



圖 51 語義分割示意圖<sup>125</sup>



圖 52 物件偵測示意圖<sup>126</sup>

<sup>122</sup> FRITZ AI, Object Detection Guide, <https://www.fritz.ai/object-detection/> (last visited Sep. 16, 2022).

<sup>123</sup> Lik-Hang Lee et al., *supra* note 118, 19~20.

<sup>124</sup> Thien Huynh-The et al., *supra* note 119, 7.

<sup>125</sup> Image source: Sergios Karagiannakos, *supra* note 120.

<sup>126</sup> Image source: FRITZ AI, Object Detection Guide, <https://www.fritz.ai/object-detection/> (last visited Sep. 16,

## (2) 影像復原與影像增強 (Image Restoration and Image Enhancement)

影像復原旨在從退化的影像（例如有雜訊或模糊的影像）重建出乾淨的影像。相比之下，影像增強側重於提高影像畫質。在元宇宙中提供低雜訊、低模糊、高解析度的 3D 虛擬環境，影像復原與影像增加扮演至關重要的角色。例如，因使用者快速移動將導致虛擬世界對應之 Avatar 的模糊與雜訊，必須使用影像復原技術來去噪、去模糊；當使用者離攝影機過遠，將產生過低解析度的 Avatar，則需要影像增加提升影像畫質；另外，因為影像解析度過低造成的虛擬運動病也能夠利用影像增強來緩解<sup>127</sup>。目前已有許多演算法（例如卷積神經網路、深度學習等）被開發用以進行影像復原與影像增強，得到了極大的成效<sup>128</sup>。

## (3) 人體姿態跟蹤、眼球追縱及動作辨識 (Human Pose Tracking, Eye Tracking and Action Recognition)

在元宇宙中，使用者控制著 Avatar 於虛擬世界中與其他使用者的 Avatar 互動，或者也可能跟非玩家角色 (Non-Player Character, NPC) 互動，因此，Avatar 於虛擬世界的一舉一動與細膩的眼神交會，仰賴人體姿態跟蹤與眼球追縱技術。而動作識別技術讓電腦能理解 Avatar 行為之涵義，進而給予回饋，提升使用者於元宇宙中的互動性。人體姿態跟蹤主要係跟蹤

---

2022).

<sup>127</sup> Lik-Hang Lee et al., *supra* note 118, 22.

<sup>128</sup> Thien Huynh-The et al., *supra* note 119, 7-8.

人的多個關鍵點來完成，這些關鍵點代表了肘部或膝蓋等主要關節<sup>129</sup>，通常稱為骨骼點資訊（Skeleton），如圖 53 所示。然而對於動作識別技術，由於骨骼點數據存在雜訊以及使用者自我遮擋之不利因素等，故加入 RGB 訊息以及深度訊息來用於動作識別<sup>130</sup>，而近幾年來機器學習演算法（深度學習、CNN、CNN-RNN）的發展，顯著提高了識別準確性並有效地處理了許多現實的單個動作和成組活動<sup>131</sup>。眼球追蹤技術，通常係利用探測光線（例如紅外線）即時地對眼球探測來獲得眼睛凝視的方向<sup>132</sup>。了解使用者眼睛凝視的方向，將可即時地反映虛擬世界 Avatar 眼神流動，另外，眼球追蹤另一好處為，藉由獲得使用者眼睛凝視方向，顯示器可以僅在該方向提供畫面內容而降低運算成本<sup>133</sup>。

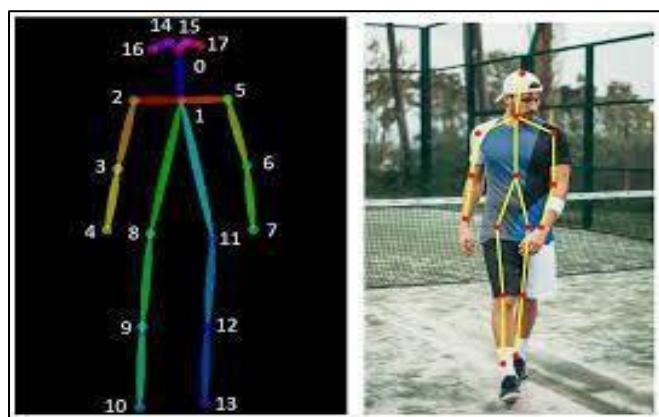


圖 53 人體姿態跟蹤示意圖<sup>134</sup>

<sup>129</sup> FRITZ AI, Pose Estimation Guide, <https://www.fritz.ai/pose-estimation/> (last visited Sep. 16, 2022).

<sup>130</sup> Al-Faris M, Chiverton J, Ndzi D, Ahmed AI., *A Review on Computer Vision-Based Methods for Human Action Recognition*, 6(6):46 J Imaging. 1, 3 2020 Jun 10.

<sup>131</sup> Thien Huynh-The et al., *supra* note 119, 8.

<sup>132</sup> Wikipedia, Eye tracking, [https://en.wikipedia.org/wiki/Eye\\_tracking](https://en.wikipedia.org/wiki/Eye_tracking) (last visited Sep. 16, 2022).

<sup>133</sup> Lik-Hang Lee et al., *supra* note 118, 19.

<sup>134</sup> Image source: Rashmi Raghavenda Patil, Prof Sushma V Chaugule and Dr. V S Malemath, *POSE ESTIMATION FOR SKELETON DETECTION*, International Journal of Engineering Applied Sciences and

## 2、虛擬演唱會



圖 54 HTC 首創元宇宙演唱會<sup>135</sup>

宏達電最近發表創建 VIVERSE<sup>136</sup>的元宇宙世界，創造虛擬演唱會，而其中全世界首創在容積攝棚 360 度拍攝，捕捉歌手演出，可以將歌手樣貌還原於虛擬的場景中，讓體驗更為真實。

VIVE ORIGINALS 總經理劉思銘表示，以美秀集團虛擬演唱會為例，場景設置在未來的廢墟西門町的世界中，使用者登錄後可以用 Avatar 體驗演唱會，四處自由體驗場景，飛到歌手頭上，跑到歌手後面，和其他使用

---

Technology, 2019 Vol. 4, Issue 4, P194.

<sup>135</sup> 圖片來源：易慧慈，HTC 全球首創元宇宙演唱會，自由時報，<https://ent.ltn.com.tw/news/breakingnews/3858268> (最後瀏覽日：2022/05/26)。

<sup>136</sup> 易慧慈，同註 135。

者互動，也可以購買裝備、NFT 等。劉經理認為，虛擬演唱有許多製程，整合起來很複雜。第一是傳統演唱會要有的虛擬也要有，包含表演、節目設計、舞台效果等等。第二是演唱會搬到虛擬要有 3D 建模美術團隊，就是遊戲美術團隊必須設計虛擬場景。第三是互動工程師，將歌手在容積攝影棚拍攝的演出進行擷取出物件，並放入虛擬平台，最後則是伺服器工程師。

### 3、虛擬土地



圖 55 SANDBOX 虛擬土地交易<sup>137</sup>

<sup>137</sup> 圖片來源：陳建鈞，一次看懂虛擬土地商機紅什麼，數位時代  
<https://www.bnext.com.tw/article/67906/metaverse-real-estate> (最後瀏覽日：2022/06/09)。

元宇宙浪潮來襲，各大產業品牌紛紛進駐虛擬世界，究竟在虛擬的數位世界裡，「土地」代表什麼意義？為何能吸引各大企業搶先布局，更甚價格不菲足以媲美現實不動產？

什麼是虛擬土地？虛擬土地<sup>138</sup>實際上就是建置在區塊鏈（blockchain）的技術上，外觀類似《Roblox》的遊戲。其中土地之所以價格不菲，最重要的原因在於每個遊戲世界可出售的土地數量有限，不能無限制供應，例如 The Sandbox 內只有約 16 萬塊土地，是一個總面積約 1600 平方公里的世界。

當使用者取得一塊土地即意味著能自由使用這片土地，不管是擺設看板出租廣告、建立展示 NFT 的博物館、甚至是打造主題商場也沒問題，甚至能夠舉辦一場個人演唱會，邀請遠在地球另一端的好友一同共襄盛舉。

元宇宙裡的土地，其實與現實世界裡的沒有太大的不同，影響價格最重要的因素便是位置，越是靠近熱鬧地區或是位於交通要道上的土地價格往往更為昂貴，也是各家廠商兵家必爭之地。

位在大型品牌或是商場周遭的土地，相對更容易被其他使用者看見。透過這些指標性的地點進入元宇宙，更容易曝光，也帶來更高人氣與瀏覽數。The Sandbox 就已經將合作夥伴附近的土地，歸類為更高級的「優質土地」（premium land）。

---

<sup>138</sup> 陳建鈞，同註 137。

區塊鏈投資公司 Tokens.com 執行長安德魯·基格爾 (Andrew Kiguel) 表示：「當你進入元宇宙時，人們會聚集在某些地方，這些地方相對來說更有價值。」這對於希望打入元宇宙社群的業者來說，人潮所聚集的地方總是價值連城。

虛擬土地吸引目光進而推動熱絡的交易，推究其背後的原因，可以整理出以下 3 大理由。

1. 元宇宙所帶來的沉浸式體驗，讓使用者得以駐足於此。

三星 (Samsung) 就在 Decentraland 裡開了第一間位於虛擬世界的旗艦店。三星表示，元宇宙讓他們能夠超越空間限制，創造前所未有的虛擬體驗。例如他們今年 2 月他們就舉辦了一場數位的產品發表會，並同步揭露最新款的手機等商品。

2. 搶先進駐元宇宙，成為業界的龍頭品牌。

就像是臉書或是 YouTube，皆因搶先佔領社群或影音平台，攏絡絕大多數的使用者，進而成為業界的最大品牌。透過元宇宙與 NFT 的布局，誰能夠搶先成為元宇宙的知名品牌，就能吸引更多使用者加入，就像許多知名品牌的進駐可以吸引更多人潮湧入商場。

3. 絕不能錯過任何新興科技浪潮。

華納音樂宣布將在 The Sandbox 上，建立一個以演唱會為中心的主題公園，未來這塊土地上能夠舉辦虛擬演唱會，或者為粉絲們帶來全新的音樂饗宴。



## 4、數位雙生 (Digital Twins) <sup>139</sup>

輝達所提出 Omniverse 這個平台，是一個具備物理法則的虛擬世界模擬引擎。例如一個 F1 賽車隊，可以在 Omniverse 裡面把他們要比賽的賽道打造出來，並且把他們的賽車放進賽道中進行模擬，調整各樣的車輛參數，來看看在不同的條件下能跑出怎樣的成績。

運用在 BMW 的自動化工廠，透過 Omniverse，BMW 可以在虛擬世界建立一個與真實的汽車組裝工廠完全相同的數位雙生工廠，並且可以在該工廠內，實驗各種新的工廠組態，來調校工廠的最佳化產能。又例如亞馬遜 (Amazon) 的倉儲系統，在 Omniverse 中，甚至可以同步整個實體倉儲與數位雙生虛擬世界的狀態。好比說，在現實世界中，一個貨運機器人把 A 貨架的貨物拿走，隨即立即同步到 Omniverse 內的數位雙生，好讓位於總部的相關人員，能夠更即時的掌握倉儲的庫存。

除此之外，百事可樂也為了他們的工廠生產與貨運，在 Omniverse 裡面建立了數位雙生，模擬並同步整個產線的運作。當百事可樂想將其商品的包裝改變時，這可能會讓他們原本的影像辨識軟體無法正確在輸送帶上面辨識這些商品品項。這種情況下，他們不需要在實體世界裡面用真實的商品來訓練 AI 模型，透過 Omniverse，用合成模擬物品影像，來訓練百事

---

<sup>139</sup> Miula, 試著理解 Omniverse – NVIDIA 的元宇宙未來, 科技巨頭解碼  
<https://vocus.cc/article/62453db8fd897800014055b0> (最後瀏覽日: 2022/04/01)。

可樂的 AI 模型，等到訓練好後，直接傳輸到現實世界的機器上。在這個案例裡，Omniverse 成為了一個訓練人工智慧的模擬環境，而每一個被訓練出來的人工智慧，都是在元宇宙內具備生產力的工作個體。

根據輝達表示，Omniverse 所創造的這些不同的虛擬世界，彼此是可以交互運作的。假設有一個 Omniverse 數位雙生，是模擬台灣各地的天氣的，另一個 Omniverse 數位雙生世界，是模擬台灣各地的路況與控制自動駕駛汽車的，這兩個都建立在 Omniverse 平台上的數位世界，便能夠把資料與模擬狀況重合在一起的，現實世界中正在下大雨的某地，在天氣模擬的數位雙生 Omniverse 世界裡面也是下著同等的大雨，而這個狀態又能夠同步到自動駕駛系統的數位雙生。

## （四）元宇宙的經濟體系

### 1、元宇宙的經濟活動

在元宇宙的虛擬服務中，最重要的就是商業服務，由於元宇宙旨在創造一個打破國界的大同世界，因此，在理想的元宇宙經濟體系中，資金的流通應該能夠互通有無，不受到任何的阻礙，元宇宙的使用者可以在不同的虛擬世界中自由創建內容並進行交易，企業公司也可以進駐其中並開設虛擬展場，向元宇宙的居民展示自家品牌的商品，使用者甚至能夠透過虛擬化身以 AR、VR 等方式購買商品並進行穿搭，以藉此改變虛擬化身的形象及能力，或是根據穿搭結果決定是否購買對應的實體商品<sup>140</sup>。除此之外，使用者也會在不同的虛擬世界間交易他們的虛擬資產<sup>141</sup>，該些資產可以是藝術作品、音樂、裝備、虛擬土地等<sup>142</sup>。同時，使用者更可以帶著自己的資產穿梭於不同的虛擬世界中，以向不同世界的居民展示他們的收藏。

然而，若透過傳統方式進行元宇宙中的商業行為，則可能遇到下列問題：

---

<sup>140</sup> 최형욱, 同註 16, 頁 234-237。

<sup>141</sup> Lik-Hang Lee, Tristan Braud, Pengyuan Zhou, Lin Wang, Dianlei Xu, Zijun Lin, Abhishek Kumar, Carlos Bermejo & Pan Hui, *All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda*, arXiv, 36, <https://arxiv.org/pdf/2110.05352.pdf> (last visited May. 16, 2022).

<sup>142</sup> 성소라、Rolf Hoefler 及 Scott

McLaughlin 著，黃莞婷、李于珊、宋佩芬及顏崇安譯，NFT 大未來：理解非同質化貨幣的第一本書！概念、應用、交易與製作的全方位指南（NFT 레볼루션：현실과 메타버스를 넘나드는 새로운 경제 생태계의 탄생），頁 65-98，英屬維京群島商高寶國際有限公司台灣分公司，2022 年 3 月初版。

## (1) 虛擬貨幣安全性

現今不同遊戲或應用程式中會有其專屬的虛擬貨幣，然而該些虛擬貨幣的價值是由營運商所訂定，缺乏市場機制，使用者也無法將該些虛擬貨幣兌換成現金。此外，虛擬貨幣的資料被記錄在營運商的伺服器中，難保不會被駭客或是廠商擅自更改數值，進而造成使用者的損失<sup>143</sup>，甚至若營運商停止營運，該些虛擬貨幣以及使用者在其中所創造或獲得的虛擬資產將變得一無是處。

## (2) 交易保障

由於傳統遊戲或其他可以交易虛擬物品的應用程式中，其虛擬物品的買賣通常是由營運商到使用者的單方向交易方式，使用者通常是獲得該虛擬物品的使用權，但所有權依然在營運商手上<sup>144</sup>，且使用者之間的交易也極為不便，通常營運商並不會提供使用者互相交易虛擬物品的管道，使用者只能透過外部平台對帳號或虛擬物品進行販售，因此可能產生付款了但對方卻遲遲沒有交付帳號或虛擬物品，或者交付帳號或虛擬物品後卻遲遲沒有收到款項等爭議。

---

<sup>143</sup> 鏈新聞，加密貨幣入門教學 | 一分鐘看懂比特幣、錢包、區塊鏈 所有關於虛幣你該知道的事 2021 (上)，經濟一週，

<https://www.edigest.hk/%e6%8a%95%e8%b3%87/%e8%99%9b%e6%93%ac%e8%b2%a8%e5%b9%a3-%e6%87%b6%e4%ba%ba%e5%8c%85-2021-327753/> (最後瀏覽日：2022/05/18)。

<sup>144</sup> 성소라、Rolf Hoefler 及 Scott McLaughlin，同註 142，頁 83。

### (3) 數位內容儲存

由於在元宇宙中任何人都有能力創建數位資產並自由地進行交易，因此數位資料在元宇宙中將變得非常龐大，因此勢必要提供一種解決方案來儲存元宇宙中的數位內容，若以傳統方式將該些數位內容儲存在營運商的伺服器中，倘若伺服器遭到攻擊，或因意外刪除，將對元宇宙中的使用者造成莫大的損失；若儲存在使用者的電腦中，又會有數位內容遭到重製以及同樣有意外刪除的問題，顯然必須提出一個解決元宇宙中數位內容存放問題的方法。

### (4) 中介機構抽成

由於數位內容可以被輕易地大量複製，因此，傳統上大多數位內容如數位藝術作品、數位音檔等難以防止盜版行為，數位內容的創作者通常得透過特定交易平台來販售該些數位內容。然而，由於交易平台的中間商會對交易商品進行抽成，導致創作者的收益降低，因而無法在元宇宙的世界中獲得足夠的收益，創作者能夠在元宇宙中任意創建內容並進行交易的願景也因此受到阻礙。

### (5) 數位資產流通性

傳統遊戲中的裝備往往只能在單一遊戲架構中運用，或是只能透過受限制的方式傳送資料到不同遊戲中，例如《Pokémon GO》可以將遊戲中

獲得的寶可夢資料傳送到其他裝置（如任天堂 3DS、任天堂 switch）的寶可夢遊戲中，但只能夠單向傳輸，並不能夠從其他遊戲傳送寶可夢到《Pokémon GO》中，且傳送方式較為繁瑣，並無法以簡單自然的方式進行。而《當個創世神》則可以讓使用者自行定義角色的外觀，以及穿著使用者所擁有的披風道具，並在登入其他伺服器後也可以保留這些外觀特徵，然而也僅限於在運作《當個創世神》的伺服器中使用，顯然玩家的數位資產並無法在不同的遊戲（虛擬世界）間互通有無<sup>145</sup>。

## （6）線上支付限制

目前常用的線上支付方式包括信用卡、第三方支付等，然而這些支付方式都需要透過發卡商、第三方支付商等服務提供商來完成，使用者會因地域限制、服務提供商停止使用權限等原因導致交易失敗，這違背了元宇宙中資金流通不受阻礙的願景，因此，勢必得有套解決方案讓交易不受中介機構所掌控，以擺脫中心化的金融方式，使得元宇宙經濟體系更為自由<sup>146</sup>。

---

<sup>145</sup> Lee, Braud, Zhou, Wang, Xu, Lin, Kumar, Bermejo & Hui, *supra* note 141, at 34-35.

<sup>146</sup> 鏈新聞，DeFi 是什麼？一分鐘看去中心化 當中有什麼風險？，經濟一週，<https://www.edigest.hk/%e6%8a%95%e8%b3%87/%e5%8e%bb%e4%b8%ad%e5%bf%83%e5%8c%96%e9%87%91%e8%9e%8d-defi-%e9%8f%88%e6%96%b0%e8%81%9e-331929/>（最後瀏覽日：2022/06/01）。

## 2、區塊鏈

為了解決上述問題，區塊鏈的加密貨幣以及非同質化代幣（Non-Fungible Token, NFT）的技術應用應運而生。透過區塊鏈，使用者可以在交易所自由買賣需要的加密貨幣，以作為遊戲、社群中的代幣來使用，亦可透過將各種虛擬資產作為 NFT 進行販售，以獲得報酬。因為區塊鏈不可竄改、去中心化的特性，透過區塊鏈運作的加密貨幣可以有效解決元宇宙中貨幣資料儲存問題，而 NFT 搭配星際檔案系統（InterPlanetary File System, IPFS）<sup>147</sup>則可以透過去中心化的方式將虛擬資產永久保存。

### （1）區塊鏈技術簡介

區塊鏈由化名為中本聰（Satoshi Nakamoto）的匿名人士所發表，其最初的應用即為比特幣，在區塊鏈中的每一個區塊即相當於現實生活中的一本存摺，不同的是，每一區塊記錄的是所有人的加密貨幣交易紀錄，且每個區塊按照其時間戳記（Timestamp）的順序彼此透過安全雜湊演算法（Secure Hash Algorithm, SHA）串接著，即成為我們所說的區塊鏈。

---

<sup>147</sup> 保羅 Paul，【MICA RESERACH】一分鐘了解星際檔案系統 IPFS 原理與應用，區塊鏈客，<https://blockcast.it/2019/10/21/mica-research-1-min-intro-of-ipfs/> (最後瀏覽日：2022/05/18)。

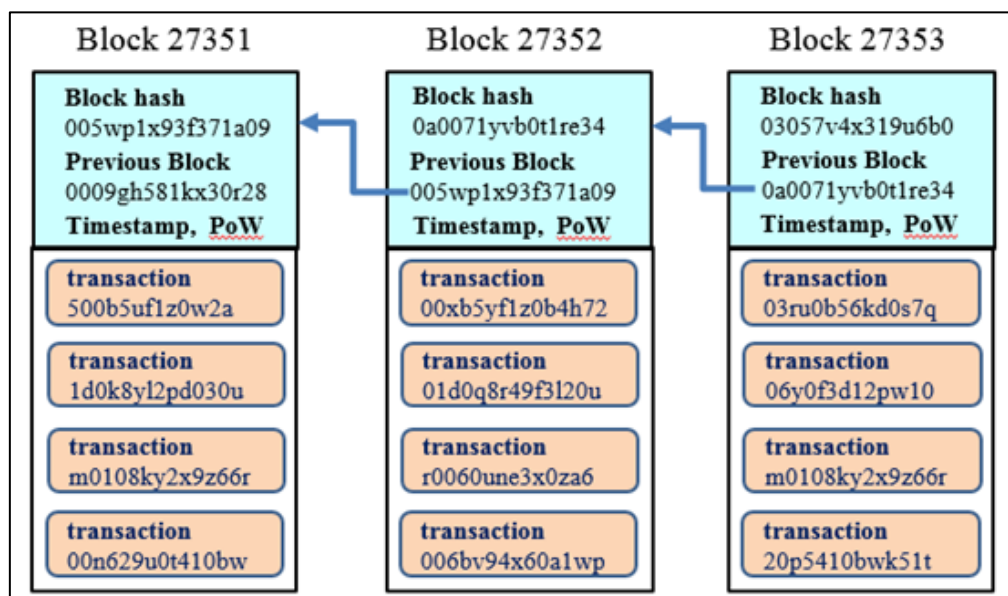


圖 56 區塊鏈技術<sup>148</sup>

若想要在元宇宙中擺脫中介機構進行交易，首先會遇到雙重支付（Double-spending）問題，該問題起因於數位資料易於複製的特性，造成支付給收款方的虛擬貨幣很有可能是由付款方複製而來，使得付款方可以重複進行消費而沒有實際支出，傳統的中心化金融是透過中介機構來防止此種情況發生<sup>149</sup>，為了解決去中心化金融的雙重支付問題，區塊鏈被設計成分散記錄在多個電腦節點中，每個電腦節點所儲存的區塊鏈存摺內容皆相同，且任何人都可以成為其中一個電腦節點來記錄區塊鏈的交易內容，

<sup>148</sup> 圖片來源：陳恭，區塊鏈革命 迎向產業新契機，台北產經資訊網，[https://www.taipeiecon.taipei/article\\_cont.aspx?MmmID=1201&MSid=745576501150054077](https://www.taipeiecon.taipei/article_cont.aspx?MmmID=1201&MSid=745576501150054077) (最後瀏覽日：2022/06/02)。

<sup>149</sup> Binance Academy，關於雙重支付的說明，Binance Academy，<https://academy.binance.com/zt/articles/double-spending-explained> (最後瀏覽日：2022/06/02)。



當交易進行後，交易資訊會被廣播出去，每個接收到該交易資訊的電腦節點會將交易內容記錄在他們各自的區塊中，同時，各電腦節點透過共識演算法（Consensus algorithm）爭奪由哪個電腦節點驗證其區塊中的交易，並將該區塊廣播出去，其他電腦節點接收來自驗證節點的區塊，並確認該區塊中的所有交易是否有效以防止雙重支付問題，最後，每個節點將該區塊加入其區塊鏈中，拋棄其原先的舊區塊，並產生一個新區塊重新開始記錄交易<sup>150</sup>，由於區塊鏈的交易紀錄是公開的，且每筆交易皆透過加密運算以確保付款與收款雙方的身分，因此任何人都可以對其進行驗證，除非有人掌握了過半的區塊鏈節點，否則任何人都無法竄改區塊鏈所記錄的交易內容，從而解決了去中心化金融的雙重支付問題<sup>151</sup>。

## （2）雜湊交易

前面提及區塊鏈中每個區塊記錄了所有人的交易內容，並且公開可經驗證，然而實際上該怎麼確保付款方沒有經過變造或者沒有雙重支付呢？首先，每個想交易加密貨幣的使用者必須要先擁有一個錢包地址，這個地址就相當於該使用者的公開金鑰（Public key），而使用者登入這個錢包的密碼即為該使用者的私密金鑰（Private key），當使用者要進行交易時，

---

<sup>150</sup> Satoshi Nakamoto, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, bitcoin, 3-4, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (last visited Jun. 7, 2022).

<sup>151</sup> 同註 149。

付款方需將其先前的交易資訊及收款方的錢包地址（公開金鑰）進行雜湊運算，並以付款方的錢包密碼（私密金鑰）進行數位簽章，並附加在交易資訊後面，如此一來，收款方可以根據付款方的錢包地址（公開金鑰）進行驗簽，以確認該交易的真實性，而在交易資訊廣播出去之後，創建新區塊的電腦節點會檢查此筆交易是否為付款方的第一筆待驗證交易，若是，則會把確認訊息傳送給收款方，當收款方收到足夠多的確認訊息後（例如比特幣須收到 6 則），就能確認沒有雙重支付問題，並完成交易<sup>152</sup>。

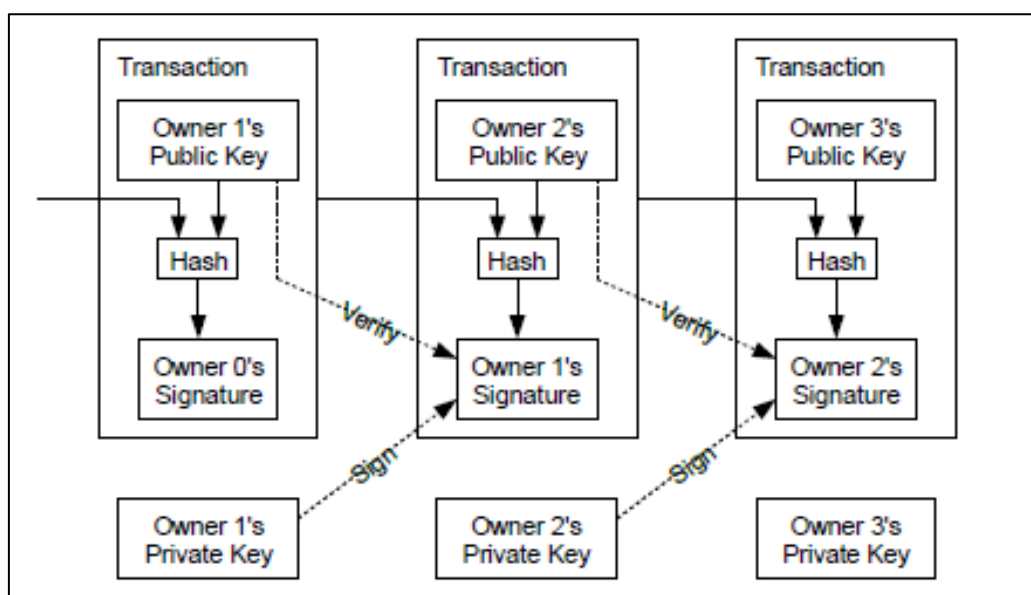


圖 57 區塊鏈交易流程<sup>153</sup>

<sup>152</sup> 黃明祥及林詠章，資訊與網路安全概論：看見比特幣，頁 500-503，美商麥格羅希爾國際股份有限公司台灣分公司，2016 年 7 月 5 版。

<sup>153</sup> Image source: Nakamoto, *supra* note 150, at 2.

### (3) 共識演算法

前面提到區塊鏈是透過各個電腦節點各自保存一個區塊鏈存摺，並且競爭創建新區塊以驗證交易來完成去中心化金融的願景，然而，又有什麼誘因使得一位用戶去使用他的電腦作為區塊鏈的節點呢？原因在於被選為創建新區塊的電腦節點可以獲得一定數量的加密貨幣或者交易費作為獎勵，而選擇的機制是透過共識演算法來達成，目前最大宗也是最先開始應用於區塊鏈的共識演算法為工作量證明（Proof-of-Work, PoW），隨著區塊鏈的演進，共識演算法亦出現了如權益證明（Proof-of-Stake, PoS）、延時工作量證明（Delayed Proof-of-Work, dPow）、權益證明租賃（Leased Proof-of-Stake, LPoS）……等等的種類，本文將著重在介紹比特幣使用的 PoW 機制。

先前提及，當電腦節點收到一筆交易時，會先將其記錄在該電腦節點的區塊中，此時的區塊尚未被驗證，因此每個不同的電腦節點都會各自將接收到的交易資訊寫入各自的區塊中，同時，每個電腦節點透過電腦運算以找到一個隨機數（nonce），這個 nonce 值必須和最新一個已被驗證的區塊的雜湊值，以及尚未被驗證的交易進行 SHA-256 雜湊運算後，得出一個由 N 個 0 為開頭的雜湊值，第一個找出這個 nonce 值的電腦節點便可以將該結果廣播出去，讓其他節點進行確認，並加入至他們各自的區塊鏈存摺中，由於在尋找 nonce 值的過程中需要反覆的選定一個數值並測試是否符合雜湊運算結果，將會耗費大量的電力資源在運算上，因此這些尋找

nonce 值的電腦節點又被稱為「礦工」，而整個在尋找 nonce 值的過程又被稱為「挖礦」，其中，N 個 0 的長度決定了找出 nonce 值的困難度，N 的大小會根據整個網路的挖礦能力進行調整，以控制新的區塊在一定的時間內被挖出<sup>154</sup>。

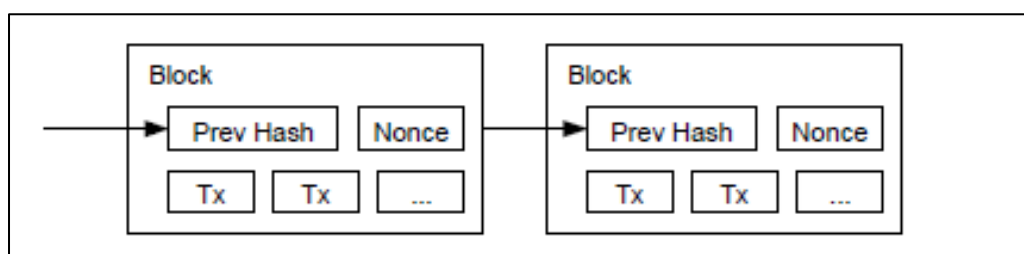


圖 58 區塊鏈工作量證明<sup>155</sup>

透過資訊公開、分散式儲存、雜湊運算、非對稱式加密（公鑰、私鑰）及共識演算法等等的習知技術應用，區塊鏈成功達成了去中心化金融的願景，並且解決缺少中介機構後所需面對的雙重支付問題，且由於區塊鏈的交易內容公開在每個區塊鏈節點上，因此任何人都可以輕易驗證交易的正確性，也同時根據雜湊運算的設計確保了交易內容不可竄改的特性，解決了傳統虛擬貨幣安全性不足的問題，為希冀能打破國界的元宇宙經濟奠定了良好的建構基礎。

<sup>154</sup> 圖片來源：Binance Academy，何謂工作量證明（PoW）？，Binance Academy，<https://academy.binance.com/zt/articles/proof-of-work-explained>（最後瀏覽日：2022/06/08）。

<sup>155</sup> Image source: Nakamoto, *supra* note 150, at 3.

#### (4) 智能合約

在前幾節，我們初步解釋了區塊鏈的技術內容，也說明了區塊鏈的加密貨幣體系是如何在元宇宙的經濟系統上發揮功效，然而，既然區塊鏈可以記錄加密貨幣的交易資訊，那它是否可以用來記錄其他東西呢？以太坊（Ethereum）的創始人維塔利克·布特林（Vitalik Buterin）便提出將智能合約（Smart contract）應用在區塊鏈的構想<sup>156</sup>。

智能合約最早由尼克·薩博（Nick Szabo）於 1994 年提出，其實質上為一段程式碼，透過輸入對應的輸入值，便可以經由程式碼所訂定的條件式產出對應的輸出，智能合約的用途很廣，舉凡選舉、管理、保險、房地產及物聯網等，都可以透過智能合約自動化完成，若將其應用於交易上，便可以根據智能合約中的條件自動化地完成雙方資產的轉移，然而在該構想提出的時間點並沒有一個合適的平台來實現。在中本聰發表比特幣後，維塔利克·布特林便將智能合約應用在其所發表的以太坊區塊鏈網路上，藉著區塊鏈去中心化及不可竄改的特性，智能合約一旦被寫在區塊鏈上便無法刪除並且永久生效，區塊鏈的應用範圍也得以拓展，也因此，坊間通常稱以太坊為區塊鏈 2.0，而以太坊也成為繼比特幣後第二大的區塊鏈網路<sup>157</sup>。

---

<sup>156</sup> Vitalik Buterin, *Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*, Ethereum, [https://ethereum.org/669c9e2e2027310b6b3cdce6e1c52962/Ethereum\\_Whitepaper\\_-\\_Buterin\\_2014.pdf](https://ethereum.org/669c9e2e2027310b6b3cdce6e1c52962/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf) (last visited Jun. 12, 2022).

<sup>157</sup> 陳恭，智能合約的發展與應用，財金資訊季刊 90 期，頁 33-39，2017 年 10 月。



圖 59 智能合約應用<sup>158</sup>

以太坊透過智能合約制定了許多協議，其中最主要的三大協議分別為 ERC-20<sup>159</sup>、ERC-721<sup>160</sup>及 ERC-1155<sup>161</sup>，由於這三大協議對應了三種不同模式和功能的代幣，因此也被稱為三大代幣標準（Token Standard）。

ERC-20 提供同質化代幣——也就是普遍所熟知的區塊鏈加密貨幣的發行標準；ERC-721 提供非同質化代幣——NFT 的發行標準；ERC-1155 則提供同時發行多種不同性質代幣的標準，本文先介紹各種代幣的態樣及應用，

<sup>158</sup> 圖片來源：陳恭，同註 157，頁 36。

<sup>159</sup> Fabian Vogelsteller & Vitalik Buterin, *EIP-20: Token Standard*, Ethereum Improvement Proposals, <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-20> (last visited Jun. 15, 2022).

<sup>160</sup> William Entriken, Dieter Shirley, Jacob Evans & Nastassia Sachs, *EIP-721: Non-Fungible Token Standard*, Ethereum Improvement Proposals, <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-721> (last visited Jun. 15, 2022).

<sup>161</sup> Witek Radomski, Andrew Cooke, Philippe Castonguay, James Therien, Eric Binet & Ronan Sandford, *EIP-1155: Multi Token Standard*, Ethereum Improvement Proposals, <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-1155> (last visited Jun. 15, 2022).

最後再詳細介紹各代幣標準的技術內容<sup>162</sup>。

### 3、代幣種類

#### (1) 同質化代幣

同質化代幣 (Fungible token) 亦即加密貨幣，為區塊鏈最普遍的應用，諸如比特幣、以太幣等皆屬之，同質化代幣具有下列兩種屬性：

●**可替代性**：之所以稱為同質化代幣就是因為每種代幣的每一枚價值彼此相同，例如小明擁有的一枚比特幣與小華擁有的一枚比特幣價值一樣，是可以互相替代的，就如同各國所使用的法幣一樣。

●**可分割性**：然而不同於法幣，加密貨幣的交易並不需要以整數為單位，例如以 0.003 比特幣進行交易是被允許的，因此加密貨幣可以分割成極小的單位<sup>163</sup>。

根據金融網站「英為財情 (Investing.com)」上的統計，目前有在市場流通的加密貨幣種類多達 1 萬多種<sup>164</sup>，有些應用於遊戲中，例如 Decentraland 的 MANA 幣、The Sandbox 的 SAND 幣<sup>165</sup>、Axie Infinity 的

---

<sup>162</sup> Bago 幣學，什麼是 ERC-20、ERC-721、ERC-1155？差別為何？NFT 是哪一種？，幣學，[https://bshare.io/nft/erc20\\_721\\_1155/](https://bshare.io/nft/erc20_721_1155/) (最後瀏覽日：2022/06/12)。

<sup>163</sup> Bago 幣學，同註 162。

<sup>164</sup> Investing.com，所有加密貨幣，Investing.com，<https://hk.investing.com/crypto/currencies> (最後瀏覽日：2022/06/12)。

<sup>165</sup> 每日幣研，虛擬土地怎麼買？教你如何在 Sandbox, Decentraland 買地！，每日幣研，<https://cryptowesearch.com/blog/all/land-nft-sandbox-decentraland> (最後瀏覽日：2022/06/12)。

AXS 幣及 SLP 幣<sup>166</sup>；有些應用於跨境支付，例如瑞波（XRP）幣<sup>167</sup>；也有些只是作為網路迷因而創造，例如狗狗（DOGE）幣<sup>168</sup>、柴犬（SHIB）幣<sup>169</sup>。然而只要沒有中介機構訂定其價值，加密貨幣的價值就會隨市場波動，但相比各國有金管機構進行管理的股票市場，去中心化加密貨幣的市場波動就顯得非常地大，比如在 111 年 6 月 10 日時 1 枚比特幣還有約 89 萬新台幣的市值，到了 6 月 14 日最低竟貶值到約 62 萬新台幣，短短 4 天達到 27 萬新台幣的跌幅，也因此，要實現加密貨幣的日常生活支用依然有其難度，是故，有人提出穩定幣（Stablecoin）的構想。

穩定幣類似於其他加密貨幣，但其以價格與法幣掛勾著稱，提供加密貨幣投資者一個避險場所，此外，台灣亦有商家接受使用穩定幣來付款<sup>170</sup>，似乎穩定幣有潛力做為價格穩定的虛擬貨幣在元宇宙中使用。目前市面上的穩定幣主要分為法幣支援（如 USDT 幣、USDC 幣）、加密貨幣支援（如 DAI 幣）及演算法支援（如 UST 幣）三種類型來使穩定幣與法幣掛勾<sup>171</sup>。法幣支援類型在發行商發行一枚穩定幣時會以 1 美元的現金儲備進

---

<sup>166</sup> Hank，AXS 幣/SLP 幣 | Axie Infinity 入坑全攻略：排名第一 NFT 遊戲，可以「邊賺邊玩」？，每日幣研，<https://cryptowesearch.com/blog/all/axs-intro> (最後瀏覽日：2022/06/12)。

<sup>167</sup> Alvin，XRP 幣 | 瑞波幣推廣跨境支付，去中心化成疑反惹官非？，每日幣研，<https://cryptowesearch.com/blog/all/ripple-xrp-intro> (最後瀏覽日：2022/06/13)。

<sup>168</sup> 每日幣研，Dogecoin 狗狗幣：因為市場不理性而爆升，能夠一路上漲嗎？，每日幣研，<https://cryptowesearch.com/blog/all/unveil-the-mysteries-of-dogecoin> (最後瀏覽日：2022/06/13)。

<sup>169</sup> 每日幣研，SHIB 幣 | 柴犬幣 2022 重現生機，新銷毀機制將帶來升幅？，每日幣研，<https://cryptowesearch.com/blog/all/shib-intro> (最後瀏覽日：2022/06/13)。

<sup>170</sup> Perry，看牙使用穩定幣支付！台灣首間接收加密貨幣的診所《循映牙醫》，鏈新聞，<https://abmedia.io/2021-the-first-dentist-clinic-accept-crypto-payment-trouvaille> (最後瀏覽日：2022/06/14)。

<sup>171</sup> 每日幣研，穩定幣介紹，7 種常見幣種：USDT / USDC / BUSD / DAI / TerraUSD / TUSD / PAX，每日幣研，<https://cryptowesearch.com/blog/all/usdt-usdc-pax-tusd-dai-busd> (最後瀏覽日：2022/06/13)。



行擔保，使貨幣價值與美元維持在 1:1，但缺點在於其違背了去中心化的思想，其價格的穩定取決於發行商的儲備支持；加密貨幣支援類型則是使用者透過其他加密貨幣的超額抵押來取得一定美元價值的穩定幣，但缺點是當抵押的加密貨幣價值跌至一定價格後會被強制清算，以維持與美元的掛勾；演算法支援類型則是透過演算法及其附屬方式（例如衍生代幣）來維持與美元的掛勾<sup>172</sup>，然而近期卻爆發了演算法穩定幣暴跌的事件<sup>173</sup>，顯示不同種類的穩定幣皆有其風險存在。

雖然加密貨幣的應用打破了國界，省去了中介機構，並提供了元宇宙經濟的美好前景，但要其在不違背去中心化的基礎下縮小價格的波動以使大多數人接受並使用，顯然還有一些路要走。

## （2）非同質化代幣（NFT）

NFT 主要應用於以太坊區塊鏈上，其重點在於賦予每枚代幣不同價值，因此相異於加密貨幣，NFT 具有下列兩種屬性：

- 不可替代性**：每一枚 NFT 都具有獨特的性質，因此不同的 NFT 彼此之間的價值是不同的，無法相互替代。

- 不可分割性**：大部分 NFT 本身無法分割，因此無法將 NFT 拆分成

---

<sup>172</sup> Binance Academy，什麼是穩定幣？，Binance Academy，<https://academy.binance.com/zt/articles/what-are-stablecoins>（最後瀏覽日：2022/06/13）。

<sup>173</sup> 段詩潔，史詩級崩盤「投資 6 千萬元只剩 2.9 萬...」LUNA 幣到底是什麼？，信傳媒，<https://www.cmmedia.com.tw/home/articles/34075>（最後瀏覽日：2022/06/13）。

數份給不同人持有，但 NFT 的所有權是允許分割給多人共有的<sup>174</sup>。

一枚 NFT 所記載的可以是任何數位內容，例如一幅圖畫、一張照片、一部短片、一段音樂、一個遊戲裝備、一塊虛擬土地等等。美國數位藝術家 Beeple 的 NFT 作品《Everydays: The First 5000 Days》就曾以 19 億新台幣天價於佳士得拍出<sup>175</sup>，然而，網路上流亦傳著一句話：「賣得掉叫 NFT、賣不掉叫 JPG」，到底 NFT 和一般的數位內容有什麼差異呢？原因在於區塊鏈不可竄改及內容公開的特性。

NFT 在發行（或稱鑄造、mint）後就如同加密貨幣一樣可以進行交易，而 NFT 目前大多是透過加密貨幣進行買賣，此外，NFT 的交易歷史可以被清楚的追蹤，這就類似 NFT 所有權的轉移過程，所以擁有 NFT 就像是擁有了那枚 NFT 中數位內容的所有權，也就代表我們擁有某個圖片、影片、音樂等的資產證明，且該資產證明被記錄在區塊鏈上，因此該資產證明是無法被隨意複製的，就算網路上有許多人擁有你的 NFT 副本內容，也無法否認正本的擁有者是你這件事，以藝術品作為例子，坊間常看到仿作、複製畫或贗品的存在，然而該些仿作、複製畫或贗品並無法減損真品的價值，甚至讓更多世人得知真品的存在，從而提升真品的價值，這就像是 NFT 的情形，就算有再多的 JPG 複製圖，但沒有 NFT 的資產證明，便

---

<sup>174</sup> Bago 幣學，同註 162。

<sup>175</sup> 周世惠，Beeple 苦畫 14 年爆紅 作品拍賣 19 億元引加密收藏熱，中央通訊社，<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202103120043.aspx> (最後瀏覽日：2022/06/15)。

無法宣稱我擁有那張 JPG 的真品所有權<sup>176</sup>。

NFT 的運用範圍很廣，在藝術品或音樂領域上，數位藝術家或音樂家可以有更方便的方式販售自己的作品，且由於 NFT 可以在鑄造時設定每次被轉賣時抽成部分交易金額給創作者，故相較於傳統的販售方式，創作者不但可以免去中介機構的抽成，也可以自行決定作品的販售數量，並能夠在作品被轉賣時獲得被動收入，這都能成為元宇宙中創作者經濟的強大助力。

在收藏品領域上，由手機遊戲開發商 Larva Labs 的 CryptoPunks、周杰倫的 Phanta Bear<sup>177</sup>、Yuga Labs 的 Bored Ape Yacht Club 皆為知名例子<sup>178</sup>。通常這類圖像收藏品會有數量限制，比如 CryptoPunks 只發行 1 萬枚，以維持收藏品的稀缺性，通常該些收藏品代表了身分象徵，有些也會對 NFT 的持有者提供特別的獎勵，例如提供進入特定俱樂部的資格，或者不定期「空投」周邊 NFT 等等<sup>179</sup>。

---

<sup>176</sup> 성소라、Rolf Hoefler 及 Scott McLaughlin，同註 142，頁 26-31。

<sup>177</sup> SU MAXX，賣得掉的叫 NFT，賣不掉的叫 JPG！那這「9 個」NFT 都認得嗎？，KIKS，<https://www.kiks.com.tw/post/賣得掉的叫-nft，賣不掉的叫-jpg！那這「9 個」nft-都認得嗎？>（最後瀏覽日：2022/06/15）。

<sup>178</sup> geekpark，只花 1 年就成為「NFT 之王」，無聊猿是如何辦到的？，電腦王，<https://www.techbang.com/posts/96600-how-is-the-king-of-nft-boring-ape-made>（最後瀏覽日：2022/06/15）。

<sup>179</sup> 吳秀樺，名人效應帶動「無聊猿」水漲船高！看似無意義的「猿猴」NFT，貴在身份象徵，數位時代，<https://www.bnext.com.tw/article/68446/nft-ta-apes-kr>（最後瀏覽日：2022/06/15）。



圖 60 NFT (PHANTA BEAR #1535) 被作為收藏品看待<sup>180</sup>

而在遊戲領域上，NFT 可以作為遊戲裝備、寵物、角色、虛擬土地等等的用途，知名遊戲如《謎戀貓》(Crypto Kitties)，其為最早運用 NFT 的遊戲，遊戲中可以飼養、繁殖、交換虛擬寵物貓，而每隻寵物貓即為一枚 NFT，因此也可以透過加密貨幣在遊戲外的交易所進行交易，且由於區塊鏈的特性，交易也因此受到保障，解決了傳統遊戲交易的問題。除了《謎戀貓》，《Axie Infinity》也是類似的遊戲方式，只不過遊戲中的寵物甚至可以拿來對戰，就如同《寶可夢》遊戲那樣。除了寵物類型，

---

<sup>180</sup> Image derived from: EzekClub, PHANTA BEAR #1535, OpenSea, <https://opensea.io/assets/ethereum/0x67d9417c9c3c250f61a83c7e8658dac487b56b09/1535> (last visited Jun. 15, 2022).

《Decentraland》及《The Sandbox》則可以讓你購買遊戲中的虛擬土地，每一塊虛擬土地 NFT 皆代表遊戲中的某個作標地址，當你擁有該 NFT 的所有權後，你便能夠在遊戲中對應的地點進行建設，並擁有自己的家<sup>181</sup>，而這類區塊鏈遊戲通常也主打其遊戲中的加密貨幣及 NFT 資產可以透過遊玩過程中增值，並可透過交易所變現以賺取利潤，這種邊玩邊賺（Play-to-Earn）的遊戲模式，就稱為遊戲化金融（Game Finance, GameFi）<sup>182</sup>。

由於區塊鏈的副本會儲存在每個區塊鏈網路節點上，若將圖片、影片、音樂等內容儲存在區塊鏈會造成資料寫入上的極大負擔，因此該些數位內容大多不會儲存在區塊鏈上，而是儲存在如雲端運算服務（Amazon Web Services, AWS）或 Google 雲端這類較受信任的雲端硬碟上，或是透過 IPFS 進行儲存。

IPFS 是一種協議，他可以將檔案分割成多個部分，並將每個部份備份在至少兩個以上的網路節點中，其原理有點類似於 P2P 網路，但 IPFS 會透過雜湊值將被分割的檔案以有向無環圖（Directed Acyclic Graph, DAG）的方式保存於 IPFS 地圖中，只要提供對應的雜湊值，便可以從 IPFS 找出對應的檔案，且就算其中一個 IPFS 網路節點遺失了，依然可以從其他節點將檔案拼湊出來，實現去中心化永久保存檔案的方式<sup>183</sup>。

---

<sup>181</sup> 성소라、Rolf Hoefler 及 Scott McLaughlin，同註 142，頁 82-95。

<sup>182</sup> Cindy，GameFi 是什麼？透過區塊鏈遊戲化金融來賺錢！，理財學伴，<https://moneymate.space/gamefi/>（最後瀏覽日：2022/06/16）。

<sup>183</sup> 保羅 Paul，同註 147。

以 NFT 搭配 IPFS 的方式，可以解決元宇宙中數位內容儲存及數位資產流通性的問題，就算遊戲倒閉了，你的資產依然保存在區塊鏈中，只要其他遊戲可以支援，你還是可以將該些 NFT 帶進其他遊戲使用，並不會使你的資產變得毫無用處，而這也是元宇宙經濟體系的理想願景。

## 4、代幣標準

前面介紹了加密貨幣及 NFT 的各種應用，接下來介紹該些代幣應用背後主要所運作的智能合約協議：ERC-20、ERC-721 及 ERC-1155，由於初代比特幣區塊鏈一些先天性的缺陷，目前這些代幣標準是由以太坊成員制定並運作在以太坊區塊鏈上，由於以太坊已經是繼比特幣後第二大的區塊鏈網路，故許多代幣的發行及 NFT 的鑄造皆是透過這些代幣標準在以太坊區塊鏈上執行的。

### (1) ERC-20

ERC-20 為同質化代幣的協議標準，發布於西元 2015 年 11 月，目前大多的加密貨幣都是透過此標準進行發行，根據 Etherscan 上的資料顯示，節自 111 年 6 月 16 日透過 ERC-20 發行的加密貨幣已經超過 54 萬種，透過 ERC-20 發行代幣的好處在於可以直接用於以太坊錢包，並可簡單地在不同 ERC-20 代幣間進行交換<sup>184</sup>。

---

<sup>184</sup> 以太坊愛好者，動區講古 | Token 演化之旅：從以太坊誕生之前到「ERC721 代幣 穩定幣」的崛起，動區動趨，<https://www.blocktempo.com/the-evolution-of-ethereum-tokens/> (最後瀏覽日：2022/06/16)。

透過 ERC-20 發行加密貨幣時通常會設定下列值（非必要）：

- name：設定代幣的全稱，例如柴犬幣的 name 為「SHIBA INU」。
- symbol：設定代幣的簡稱，例如柴犬幣的 symbol 為「SHIB」。
- decimals：記載代幣最小可以被分割到小數點後幾位，也就是交易時

的最小單位為何，預設為小數點後 18 位。

此外，透過 ERC-20 發行加密貨幣亦需設定下列函數（必要）：

- totalSupply()：用於查詢目前代幣已發行的總量。
- balanceOf()：用於查詢特定地址裡的餘額。
- transfer()：用於轉移自己一定數量的代幣至特定地址，如果成功會觸發 Transfer() 事件。

●transferFrom()：用於轉移 A 地址的代幣至 B 地址，通常用於收款，必定會觸發 Transfer() 事件。

●approve()：用於允許特定地址從你的地址提取代幣數次直到一定數量，通常會搭配 transferFrom() 函式使用來允許對方主動向你收款，如果成功提取完畢會觸發 Approval() 事件。

- allowance()：用於查詢 B 地址還可向 A 地址提取多少數量的代幣。

除了上述必要函數外，亦可透過 ERC-20 設定下列函數（非必要）：

- name()：用於查詢代幣全稱。
- symbol()：用於查詢代幣簡稱。
- decimals()：用於查詢代幣最小可分割單位。

此外，亦須透過 ERC-20 設定下列觸發的事件（必要），事件僅做為紀錄之用，不會影響智能合約整體的運作：

- Transfer()：記錄傳送代幣的地址、接收代幣的地址、代幣數量等 3 個參數。

- Approval()：記錄 A 地址（代幣原有者）、B 地址（代幣提取者）、代幣數量等 3 個參數。

透過 ERC-20，可以規範代幣發行時的資訊，以及日後如何使用這些代幣，當要進行交易時，便會觸發 ERC-20 標準的智能合約運作其功能，使雙方順利完成交易<sup>185</sup>。

## （2）ERC-721

ERC-721 用來發行 NFT，發布於西元 2018 年 1 月，其與 ERC-20 最大的不同在於 ERC-721 的每一枚代幣擁有一個 ID，比如前面提及的《CryptoPunks》，《CryptoPunks》總共有 10000 枚不同 ID 的 NFT，每一個不同 ID 的 NFT 都有著一個不同的人物肖像，因此透過 ERC-721 運作的代幣每一枚都是獨一無二的<sup>186</sup>。

在交易時，不同於 ERC-20，交易事件的紀錄內容為雙方地址及代幣 ID 等 3 個參數，這代表 NFT 在交易時一次只能交易一枚，無法一次交易

---

<sup>185</sup> NIC Lin，ERC20 Token 使用手冊，Taipei Ethereum Meetup 台北以太坊社群專欄，[https://medium.com/taipei-ethereum-meetup/erc20-token 使用手冊-3d7871c58bea](https://medium.com/taipei-ethereum-meetup/erc20-token-使用手冊-3d7871c58bea)（最後瀏覽日：2022/06/16）。

<sup>186</sup> Entriken, Shirley, Evans & Sachs, *supra* note 160.



多枚不同 ID 的 NFT<sup>187</sup>。此外，由於 ERC-721 只能應用於 NFT，並且須透過 ERC-20 的代幣進行交易，因此在當大量交易時，將會占用以太坊區塊鏈網路過多的資源，而如果一個遊戲開發商想要在遊戲中使用複數不同的代幣及不同的 NFT 種類時，將需要為每一種加密貨幣及 NFT 各自建立一個智能合約，這將會對各種代幣間的交流造成阻礙，造成遊戲開發上的困難<sup>188</sup>，因此，以太坊後來發布了 ERC-1155 標準來解決這種窘境。

### (3) ERC-1155

發布於西元 2018 年 6 月，ERC-1155 相當於 ERC-20 及 ERC-721 的綜合體，可以透過 ERC-1155 同時發行同質化代幣以及 NFT，在交易事件中，其記錄的代幣內容將同質化代幣及 NFT 分別以陣列（array）的方式處理，這代表在一次的交易中可以同時交易複數個代幣及 NFT，這大大減輕區塊鏈網路在處理大量交易時的負擔。此外，ERC-1155 也允許建立除了同質化代幣或 NFT 外的代幣類型，例如半同質化代幣，其有點類似商場折價券，當使用了這枚代幣之後，他的價值將會發生改變<sup>189</sup>，又例如演唱會門票，搖滾區門票的價值和一般區門票的價值不同，但每張搖滾區和每張一般區門票的價值又各自相同，這就是透過一個 ERC-1155 智能合約所能達

---

<sup>187</sup> Leon\_efcb，以太坊智能合約 ERC721 和 ERC1155 之間的區別，簡書，<https://www.jianshu.com/p/b64ff889135f> (最後瀏覽日：2022/06/16)。

<sup>188</sup> Elponcho，什麼是 ERC-1155?Enjin 技術長：可代表 NFT 或錢的多重代幣標準，鏈新聞，<https://abmedia.io/what-is-erc-1155> (最後瀏覽日：2022/06/16)。

<sup>189</sup> Radomski, Cooke, Castonguay, Therien, Binet & Sandford, *supra* note 161.

成的應用。

ERC-1155 打破了 ERC-20 和 ERC-721 僵化的應用方式，使得代幣應用更為彈性，這使得元宇宙裡不同虛擬世界或遊戲中的內容創作更為自由但又能符合一定的準則，例如玩家可以根據一定的規則消耗遊戲中的加密貨幣金幣製造武器 NFT 和護甲 NFT，但武器和護甲又能夠在本質上有所不同，武器可能在遊戲中只有浮動的攻擊力但沒有防禦力，護甲則反之，但又有一些遊戲事件能夠觸發武器轉換成護甲，這原本可能需要金幣使用一個 ERC-20 智能合約完成，武器和護甲又各使用一個 ERC-721 智能合約完成，而彼此的交換需要額外的智能合約來完成，而現在只要使用一個 ERC-1155 就能完成上述遊戲內容，這對元宇宙經濟的發展可謂如虎添翼。

## （五）回到現實面

儘管人們沉浸在元宇宙中的虛擬世界，感受前所未有的互動體驗，但也產生許多現實面上的議題。軟硬體技術面上，包括因沉浸式體驗帶來使用者不適感之虛擬實境運動病（VR Motion Sickness），人文社會面上，包括新科技對法律造成之衝擊。本節將介紹目前專家學者面對元宇宙所帶來之現實面的議題及看法。

### 1、虛擬實境運動病

運動病（Motion Sickness），起因於人類對於實際運動和預期運動之間產生差異，導致身體不適的症狀，包括噁心、嘔吐、冷汗、頭痛、頭暈、疲倦、食慾不振等<sup>190</sup>。當人們進入元宇宙透由 VR 獲得之沉浸式體驗與大腦經驗上認為之運動感受產生差異時，所產生之不適症狀被稱為虛擬實境運動病<sup>191</sup>。感知衝突理論（Sensory conflict theory）作為虛擬實境運動病的主流解釋，認為大腦處理來自視覺、前庭等傳感器傳入的信號，輔以過往的經驗，得出預測的感知及運動模式，如果當前實際的感知及運動模式與大腦預測的差異很大，則會引發不適症狀<sup>192</sup>。藉由感知衝突理論的解釋對虛擬實境運動病的認識，文獻上主要分為兩大方向來處理虛擬實境運動病問題，（1）處理視覺訊息中，視差訊息與聚焦訊息之衝突，也就是視

---

<sup>190</sup> Wikipedia, *Motion Sickness*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Motion\\_sickness](https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_sickness) (last visited May. 22, 2022).

<sup>191</sup> Wikipedia, *Virtual reality sickness*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_reality\\_sickness](https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality_sickness) (last visited May. 22, 2022).

<sup>192</sup> Adrian K.T. Ng, Leith K.Y. Chan, Henry Y.K. Lau, *A study of cybersickness and sensory conflict theory using a motion-coupled virtual reality system*, *Displays*, Volume 61, p1~p2, 2020.

覺輻轉調節衝突 (vergence-accommodation conflict, VAC) 以及 (2) 處理視覺訊息與其他感知訊息產生之衝突。

### (1) 視覺輻轉調節衝突

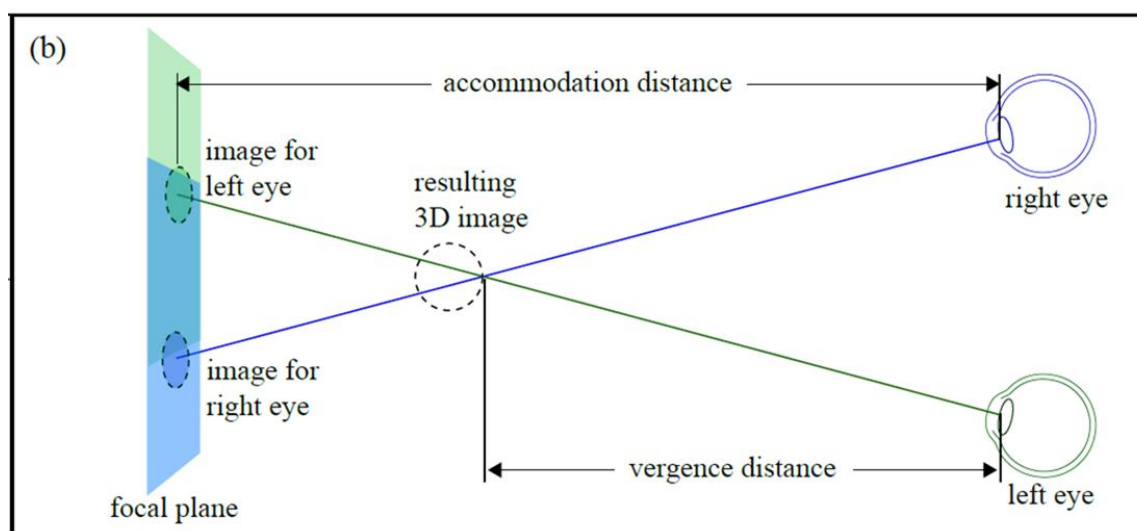


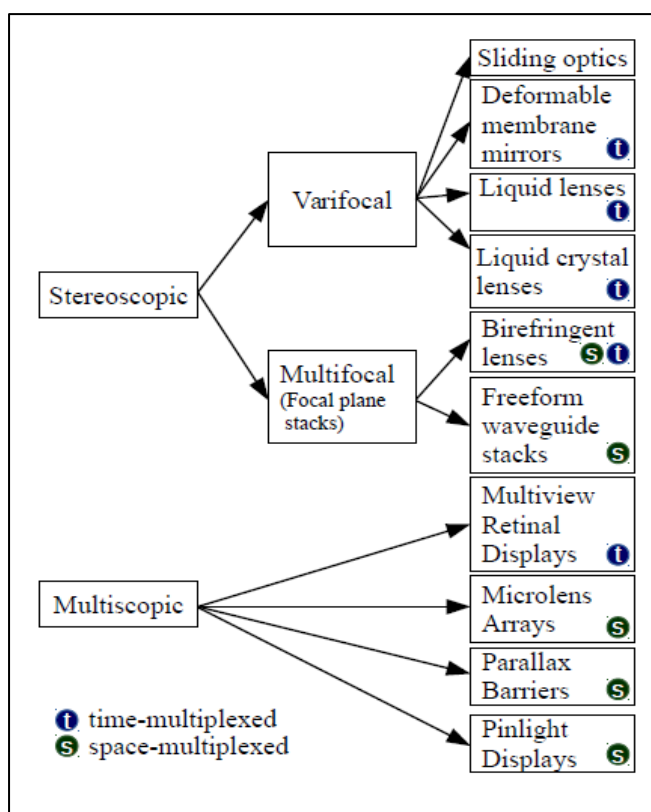
圖 61 視覺輻轉調節衝突<sup>193</sup>

如圖 61 所示，在感知衝突理論之解釋下，視覺輻轉調節衝突來自於頭戴式顯示裝置提供之視覺影像中，為了讓使用者產生立體感之視差訊息 (vergence distance) 之位置與實際影像產生之聚焦訊息 (accommodation distance) 之位置不一致所導致。由於雙眼立體視覺成像技術，為了產生立體感，故提供使用者之視差影像位置必然突出或凹入顯示面，然而顯示

<sup>193</sup> Image source: G. Kramida and Amitabh Varshney, *Resolving the Vergence-Accommodation Conflict in Head-Mounted Displays*, in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 22, no. 7, 1912, 1913 1 July 2016.

面與使用者眼睛之距離又因硬體限制而固定，於是視覺輻輳調節衝突於傳統雙眼立體視覺成像技術上係無可避免的。長時間沉浸在不相符的視差訊息與聚焦訊息，使用者視覺輻輳調節持續衝突，將會產生虛擬運動病之不適感。

目前已存在許多技術能夠解決視覺輻輳調節衝突，以提供影像的方式作為分類，如圖 62 所示，可以分成提供使用者左右眼不同視差影像的立體式 (Stereoscopic) 以及提供每一隻眼睛許多視角影像的多視角式 (Multiscopic)<sup>194</sup>。立體式又可分成變焦式 (Varifocal) 以及多焦式 (Multifocal)，變焦式利



用可調節的光學元件來調節提

圖 62 解決視覺輻輳調節衝突技術<sup>193</sup>

供影像的焦距；多焦式將顯示影像依其距焦深度，切分為多個區域，每個距焦深度區域以單獨的固定焦距提供給使用者<sup>195</sup>，兩者主要原理皆是提供

<sup>194</sup> G. Kramida and Amitabh Varshney, *supra* note 193, at 1914.

<sup>195</sup> G. Kramida and Amitabh Varshney, *supra* note 193, at 1914.

給使用者相匹配的視差訊息與聚焦訊息，來解決視覺輻輳調節衝突。例如，變焦式中的可變形薄膜鏡（Deformable membrane mirrors），如圖 63 所示，提供給使用者之影像從顯示器出發被可變形薄膜鏡反射至使用者眼睛，基於眼動追蹤器（eye tracker）提供之追蹤資料來控制球面薄膜反射鏡之外型，進而改變反射至人眼之影像焦距<sup>196</sup>。多焦式之技術則例如是利用多個光導光學元件（Light guiding optical elements）實現多個焦距堆疊來提供對應不同焦距之視差影像<sup>197</sup>（圖 64）。

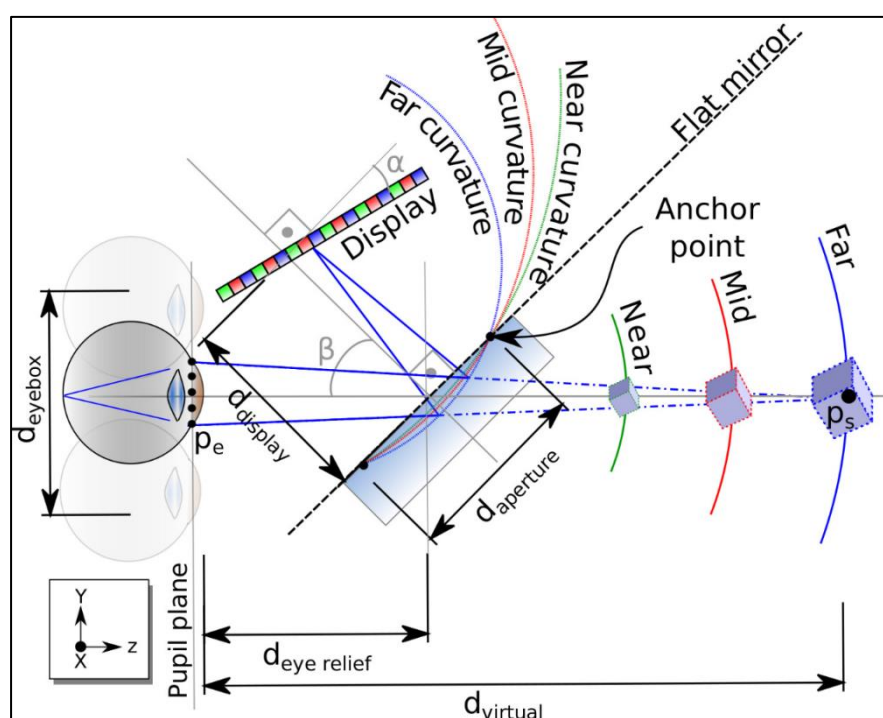


圖 63 可變形薄膜鏡顯示技術<sup>198</sup>

<sup>196</sup> G. Kramida and Amitabh Varshney, *supra* note 193, at 1914.

<sup>197</sup> US patent publication NO. 2016/0327789A1.

<sup>198</sup> Image source: D. Dunn *et al.*, *Wide Field Of View Varifocal Near-Eye Display Using See-Through Deformable Membrane Mirrors*, in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 23, no. 4, April 2017.

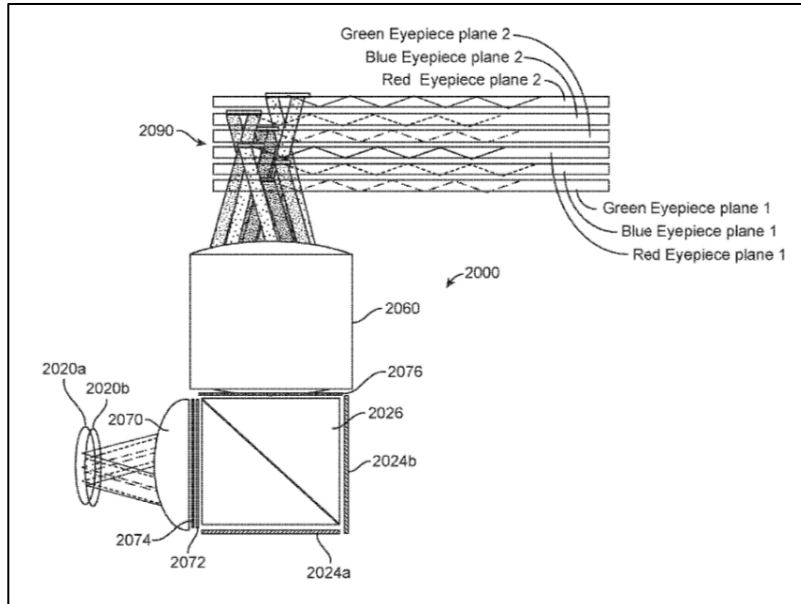


圖 64 多個焦距堆疊顯示技術

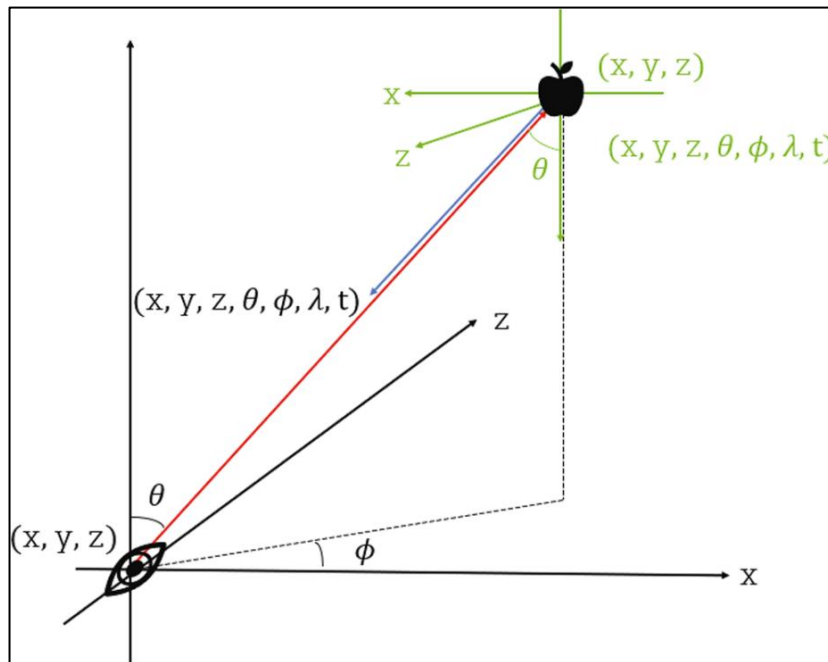


圖 65 光場顯示技術<sup>199</sup>

<sup>199</sup> Image source: Yao Zhou, Jufan Zhang, Fengzhou Fang, *Vergence-accommodation conflict in optical see-through display: review and prospect*, 1, 2, Results in Optics, Volume 5, 2021.

多視角式顯示器，又被稱作光場顯示（Light field display）或集成成像（Integral imaging）技術。如圖 65 所示，以眼睛為原點，物體發出的光線分布可用一具有 7 個參數之向量函數來表示，稱為全光函數（Plenoptic Function）， $P(x,y,z,\theta,\varphi,\lambda,t)$ ， $(x,y,z)$ 代表發出光線相對於觀察者之位置， $(\theta,\varphi)$ 分別為入射觀察者眼睛之水平與垂直角度， $\lambda$ 代表光線之波長， $t$ 代表時間， $P$ 即為物體發出之光場<sup>200</sup>。藉由電腦運算重建或對真實物體擷取光場資訊後，對使用者提供光場，可以真實地呈現立體影像，而免除視覺輻輳調節衝突的產生<sup>201</sup>。

除了立體式以及多視角式解決方案，全像顯示技術（Holographic display）也漸受到重視。全像顯示技術，如圖 66 所示，利用全像片（Photographic plate）蒐集物體發光之所有資訊，包括：振幅及相位等，再用一參考光（Reconstruction beam）再現物體影像。由於再現之物體影像提供所有立體影像資訊，故對於觀察者而言，眼睛所接受為真實立體影像，並未有視覺輻輳調節衝突之情況產生<sup>202</sup>。

---

<sup>200</sup> Yao Zhou, Jufan Zhang, Fengzhou Fang, *supra* note 199.

<sup>201</sup> J. Yu, *A Light-Field Journey to Virtual Reality*, in *IEEE MultiMedia*, vol. 24, no. 2, pp. 104-112, Apr.-June 2017.

<sup>202</sup> Zehao He, Xiaomeng Sui, Guofan Jin, and Liangcai Cao, *Progress in virtual reality and augmented reality based on holographic display*, *Appl. Opt.* 58, A74, A76 (2019).



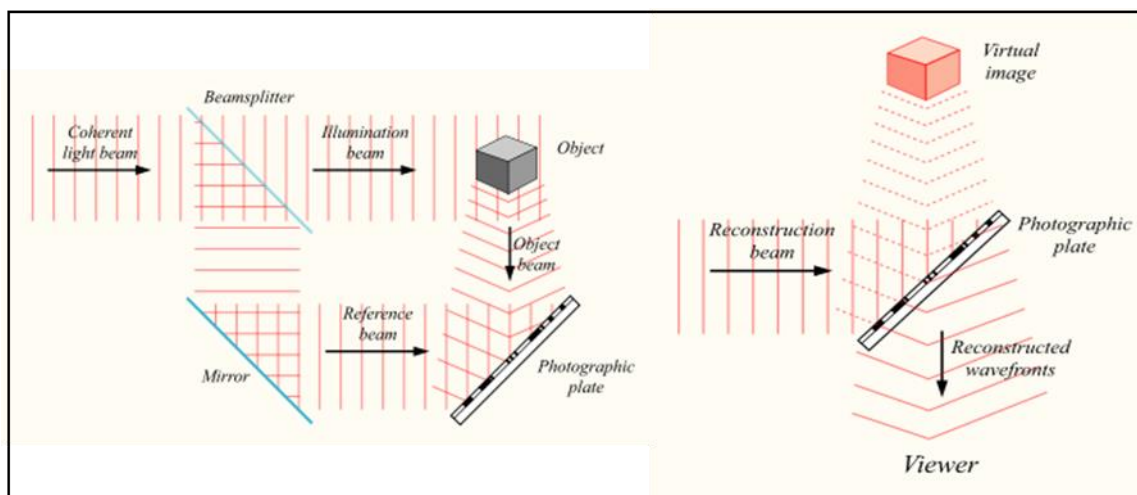


圖 66 全像顯示技術<sup>203</sup>

由於傳統全像片無法重複擦寫，於是利用電腦生成全像圖較適合應用在 VR/AR 上，稱為電腦生成全像（Computer-Generated Holograms, CGHs）<sup>204</sup>。如圖 67 所式，將要顯示影像對應之全像圖由驅動器（Driver）驅動空間光調制器（Spatial Light Modulator, SLM）來產生，雷射光照射在光調制器經過分光器（Beam Splitter, BS）到達觀察者隻眼睛而產生顯示影像，由於電腦利用演算法計算模擬出所欲呈現影像對應之全像圖並由空間光調制器及雷射來重建出影像，故對於實際物體甚至虛擬不存在之物體都可以利用電腦生成全像顯示技術來實現<sup>205</sup>。

<sup>203</sup> Image source: Wikipedia, *Holography*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Holography> (last visited Jun. 11, 2022).

<sup>204</sup> Zehao He, Xiaomeng Sui, Guofan Jin, and Liangcai Cao, *supra* note 202.

<sup>205</sup> Zehao He, Xiaomeng Sui, Guofan Jin, and Liangcai Cao, *supra* note 202.

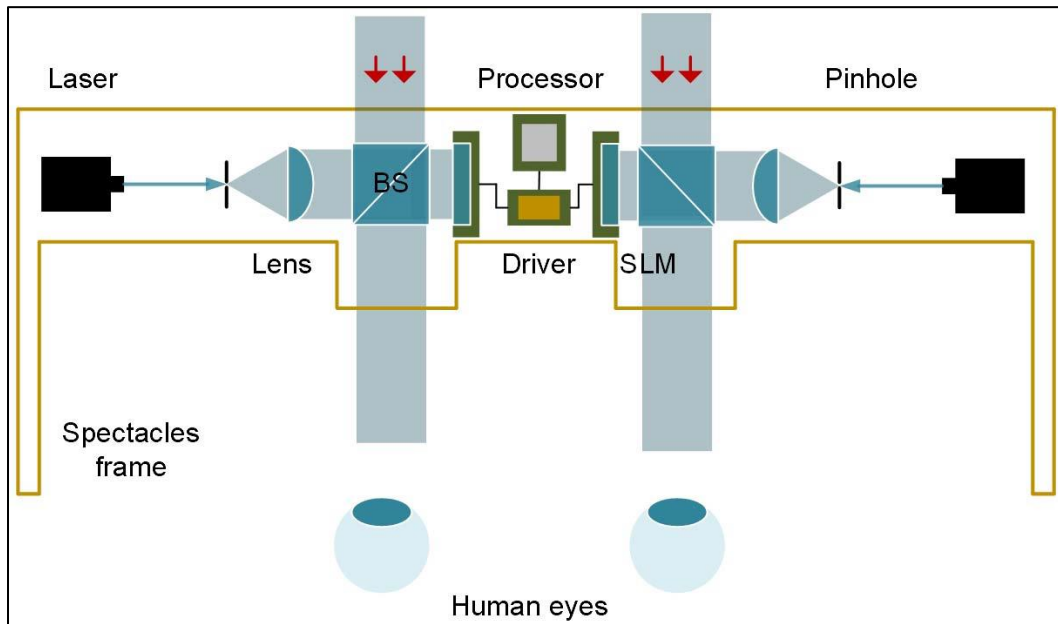


圖 67 電腦生成全像技術<sup>206</sup>

## (2) 處理視覺訊息與其他感知訊息產生之衝突

使用者使用頭戴式顯示裝置主要係接受視覺資訊，然而依照感知衝突理論，如果頭戴式顯示裝置提供之視覺資訊與使用者身體感受之其他資訊不相符時，將產生虛擬運動病之不適感。目前存在許多技術用以解決視覺資訊與其他身體感知資訊不相符產生之虛擬運動病。如圖 68 所示，美國專利公告號 US10275918B2，利用偵測器取得使用者所感受之視覺資訊，以及前庭感受之運動資訊<sup>207</sup>，比較兩者資訊，若兩者資訊不匹配，代表使用者沉浸在虛擬世界感受到視覺與運動的不一致，此時校正提供使用者視

<sup>206</sup> Image source: Zehao He, Xiaomeng Sui, Guofan Jin, and Liangcai Cao, *supra* note 202.

<sup>207</sup> 人體前庭系統負責感知人體運動訊號，包括移動以及轉動，詳見：Wikipedia, Vestibular system, [https://en.wikipedia.org/wiki/Vestibular\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Vestibular_system) (last visited Jun. 11, 2022).

覺資訊跟提供使用者運動資訊，使兩者資訊一致來避免虛擬運動病之產生。

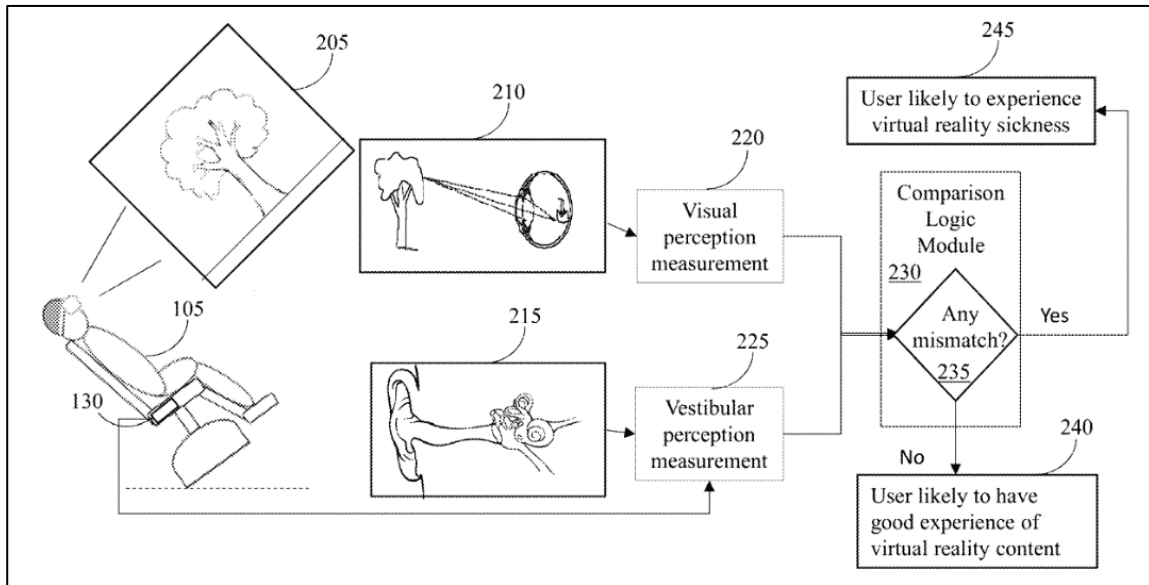


圖 68 偵測視覺資訊與運動資訊之不匹配

如圖 69，美國專利公開號 US 2019/0302834A1 揭示基於使用者於 VR 中感知之視覺資訊，利用一氣流裝置 102 狀設在頭戴式顯示裝置上，提供氣流來與視覺資訊相符，避免使用者感受到的視覺資訊與氣流觸覺資訊不匹配導致的虛擬運動病。

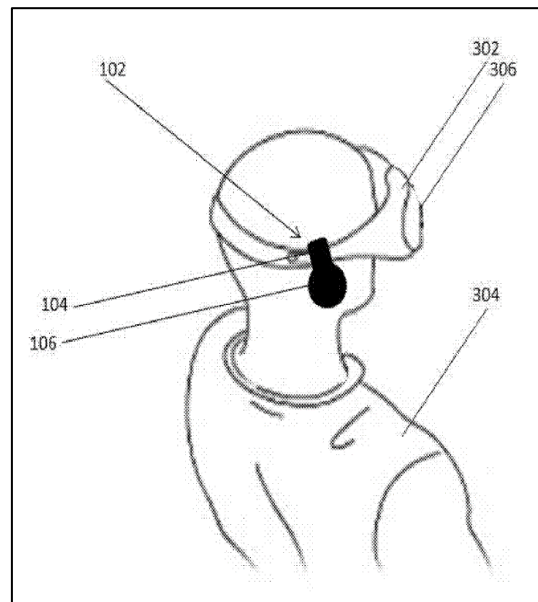


圖 69 基於視覺資訊提供氣流

## 2、元宇宙對法律之衝擊

關於元宇宙的一般法律議題，主要圍繞在探討虛擬分身之權利義務、個人隱私資料之保護、數位資產所有權之問題以及法院管轄權與審判權之問題。Avatar 作為使用者進入元宇宙之身分代表；在權利方面，其數位世界的身分是否也是人格權之一種，是否享有憲法保障之姓名權，仍有爭議<sup>208</sup>；在義務方面，使用者若利用虛擬分身於元宇宙上對其他使用者之虛擬分身進行侵犯，是否構成對他人的法律責任，例如，由臉書改名為 Meta 公司開發的「元宇宙」社交遊戲《Horizon Venues》發生的性騷擾事件，玩家進入平台後之虛擬分身遭受其他陌生虛擬分身語言與身體上的騷擾<sup>209</sup>，受害之玩家是否能主張其權利受到侵犯？實為目前熱烈討論的議題。假設虛擬分身是否存在法律上權利義務之問題是確定的，其尋求司法解決紛爭中，法院管轄權以及審判權之決定更是一大難題，由於元宇宙世界之跨國性與去中心化性，元宇宙平台之註冊通常非實名制，增加了對行為人身分追蹤的困難度，儘管鎖定行為人，然而若其 IP 位置在國外，應適用何國法律？哪一地區之法院具有審判權以及管轄權？都將會是一大難題<sup>210</sup>。另外，為了讓使用者獲得更佳的沉浸式體驗以及多元的服務，進入元宇宙業

---

<sup>208</sup> 李建良，元宇宙與法秩序，台灣法律人第 8 期，頁 40，2022 年 2 月；王煦棋，為什麼大家都在瘋元宇宙—元宇宙熱潮帶來的法律啟示，當代法律創刊號，頁 18-23，2022 年 1 月。

<sup>209</sup> 房伊媚，元宇宙 | 英國女因在 Meta 元宇宙遭非禮陷入焦慮，香港 01，<https://www.hk01.com/sns/article/730956> (最後瀏覽日：2022/08/03)。

<sup>210</sup> 陳婉玉，元宇宙時代司法可能面臨的困境，自由評論網，<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1485022> (最後瀏覽日：2022/08/03)。

者必須對使用者蒐集更多的個人訊息，諸如：身分、指紋、聲紋、面部表情、手勢，甚至是腦電波訊號等<sup>211</sup>，在元宇宙漸入成熟之際，個人隱私資料的保護以及如何避免該些數據資料被濫用，將是迫切之議題。最後是數位資產所有權之議題，元宇宙中數位資產可分為兩大類，一種是使用者生成內容，另一種是平臺本身提供的內容或服務<sup>212</sup>，這些數位資產之交易將涉及加密貨幣或 NFT<sup>213</sup>，而 NFT 之所有權將如何定義？是否透過交易雙方當初之契約內容<sup>214</sup>，或者虛擬世界中的“所有權”只不過是一種許可形式或僅是一種服務的提供，與資產的實際所有權並不相同<sup>215</sup>，此將大大影響元宇宙中雙方虛擬物品之交易穩定性。除了元宇宙數位資產所有權之定義未明外，甚至 NFT 本身之法律定性目前亦不清楚，其究竟認為是證券、商品還是貨幣，抑或不是法定貨幣而不具有法償效力呢？<sup>216</sup>以上問題若不釐清，儘管技術已達實現之程度，仍將會對於元宇宙之發展產生障礙。

---

<sup>211</sup> 李珈彤，法律可以走在科技前面嗎？元宇宙的隱私權法律問題，觀點傳媒，<https://eyeseenews.com/columns/36-news/project/3062-%E6%B3%95%E5%BE%8B%E5%8F%AF%E4%BB%A5%E8%B5%B0%E5%9C%A8%E7%A7%91%E6%8A%80%E5%89%8D%E9%9D%A2%E5%97%8E%EF%BC%9F%E5%85%83%E5%AE%87%E5%AE%99%E7%9A%84%E9%9A%B1%E7%A7%81%E6%AC%8A%E6%B3%95%E5%BE%8B%E5%95%8F%E9%A1%8C> (最後瀏覽日：2022/08/03)、Maxine, *3 Inevitable Metaverse Legal Problems*, Coinmonks, <https://medium.com/coinmonks/3-inevitable-metaverse-legal-problems-1a37dd3dc5e0> (last visited Aug. 3, 2020).

<sup>212</sup> 王煦棋，同註 208。

<sup>213</sup> Jeffrey N. Rosenthal and Thomas F. Brier Jr., *Real Questions Abound in the Virtual World of the Metaverse*, *The Legal Intelligencer*, <https://www.law.com/thelegalintelligencer/2022/03/30/real-questions-abound-in-the-virtual-world-of-the-metaverse/?slreturn=20220703024610> (last visited Aug. 3, 2022).

<sup>214</sup> Taylor Wessing, *The Metaverse: legal challenges and opportunities*, LEXOLOGY, <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=c1872705-ccbe-49bb-98f4-77092e4f26ec> (last visited Aug. 3, 2022).

<sup>215</sup> Jeffrey N. Rosenthal and Thomas F. Brier Jr., *supra* note 213.

<sup>216</sup> 陳婉玉，同註 210。

## 參、元宇宙專利分析

本章對元宇宙進行專利分析，以 Derwent Innovation 專利檢索系統（下稱 DI 檢索系統）作為分析工具，資料範圍限定在 2021 年 12 月 31 日前申請之發明專利。第一節以 DI 檢索系統所包含之全世界專利資料庫分析元宇宙專利申請趨勢概況，資料數量約 10 萬 7 千件（相同的 INPADOC<sup>217</sup> 專利家族計為 1 件）。本章專利分析圖表係以同專利家族的案件計為 1 件進行統計分析，避免因同一專利跨國申請而造成數據失真，使研究數據更能反應實際發明的數量；然而，於受理專利申請之專利局/專利組織的分析圖中，係以統計個別專利局/專利組織實際的申請數進行分析。第二節，以表象裝置、體感裝置、實虛架接、現行元宇宙、元宇宙經濟體系以及回到現實之解決虛擬運動病來分類約 10 萬 7 千件元宇宙專利技術，各子領域挑選數件專利做重要專利研析。第三節，專注於與我國有關之元宇宙專利分析，分為於我國申請元宇宙專利之分析，資料總數約 3,800 件以及我國申請人在全球之元宇宙專利布局分析，資料總數約 2,400 件。第四節，總結元宇宙相關技術之專利申請趨勢以及專利審查重點。

### 一、元宇宙相關技術專利分析

如圖 70 所示，元宇宙專利申請趨勢於 2013 年以前申請量緩步成長，

---

<sup>217</sup> 國際專利文獻中心（International Patent Documentation Center, INPADOC）專利資料庫定義任何透過優先權主張而與某基礎專利有直接或間接連結的所有專利，即形成一 INPADOC 專利家族，詳見：王俊傑，專利家族 Patent Family，國家教育研究院 雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網，<https://terms.naer.edu.tw/detail/1678925/>（最後瀏覽日：2022/05/23）。

於 2014 年起有顯著地成長趨勢，2014~2015 年成長量超過 1,000 件/年，2016~2017 年成長量約 3,000~4,000 件/年，雖近幾年之年成長量趨緩，然而年申請量仍有 12,000 件以上之水準。依照專利申請趨勢，2014 年起，元宇宙開始蓬勃發展，於 2016~2017 年急速成長，近幾年來到成熟階段；如此發展態勢，與各企業實現元宇宙之進程中，不論於技術上或市場上之動態消息皆息息相關，例如，臉書於 2014 年以 20 億美元收購 VR 顯示設備公司 Oculus VR<sup>218</sup>；索尼與三星於 2014 年皆宣布將開發 VR 頭戴顯示設備<sup>219</sup>；谷歌於 2014 年推出可搭配手機使用之簡易型 VR 設備 Cardboard 以及要價 1,500 美元的 AR 眼鏡 Google Glass<sup>220</sup>；微軟於 2016 年提出全世界第一支 MR（結合 AR 與 VR）頭戴設備 HoloLens<sup>221</sup>；2016 年創造的虛擬世界 Decentraland，結合 VR 與區塊鏈技術，玩家可以在平台上體驗虛擬世界，並可擁有土地、藝術品等虛擬財產<sup>222</sup>，於 2021 年，平台上的虛擬土地甚至以超過 100,000 美元的價值出售<sup>223</sup>，且目前已有需多大企業進駐 Decentraland 並且開始販賣產品，如：三星、Adidas 等<sup>224</sup>；2019 年輝達發

---

<sup>218</sup> Bernard Marr, *A Short History Of The Metaverse*, Bernard Marr & Co., <https://bernardmarr.com/a-short-history-of-the-metaverse/> (last visited Aug. 31, 2022).

<sup>219</sup> Bernard Marr, *supra* note 218.

<sup>220</sup> yahoo 3c 科技，元宇宙大事紀 36 年科技演進史，yahoo 新聞，<https://tw.news.yahoo.com/%E5%85%83%E5%AE%87%E5%AE%99%E5%A4%A7%E4%BA%8B%E7%B4%80-160045981.html> (最後瀏覽日：2022/08/31)。

<sup>221</sup> Bernard Marr, *supra* note 218.

<sup>222</sup> BINANCE-ACADEMY，什麼是 Decentraland (MANA)？，<https://academy.binance.com/zt/articles/what-is-decentraland> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>223</sup> 我只是輸掉了青春而已，元宇宙 Metaverse1992~2022 的發展史，威銳網，<https://www.vrar5.com/article-27510-1.html> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>224</sup> Wikipedia, *Decentraland*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Decentraland> (last visited Sep. 1, 2022).

布”Omniverse”，作為即時線上 3D 模擬協作平台，整合繪圖、AI、模擬與可擴充式運算，讓創作者可以即時在雲端上進行 3D 建模與物理模擬運算<sup>225</sup>，藉以創造元宇宙數位雙生；2021 年臉書公司改名為 Meta，表明其公司方向將專注於塑造元宇宙的未來<sup>226</sup>，並於該年年底正式上線類似於電影《一級玩家》的虛擬世界平台”Horizon Worlds”，結合探險、娛樂以及創造（explore, play and create），提供用戶身臨其境的體驗<sup>227</sup>；2006 年由 Roblox 公司創立兼容虛擬世界、休閒遊戲、用戶自建的虛擬平台”Roblox”<sup>228</sup>，於 2020 年 8 月，統計每月有超過 1.64 億活躍用戶<sup>229</sup>，該公司於 2021 年 2 月在紐約泛歐證券交易所上市，成為全球第一支元宇宙概念股<sup>230</sup>；樂金集團（LG），於 2021 年對美國虛擬娛樂領域的新創企業並辦過 50 次 VR 演唱會的 Wave 進行投資，將與之合作開發媒體內容產品與服務<sup>231</sup>；2022 年 6 月高通（Qualcomm）宣布開放 XR 智能裝置開發平台 Snapdragon Spaces XR，供開發者下載，提供使用者可從頭開始打造針對 AR 眼鏡的 3D 應用，

---

<sup>225</sup> Chris，NVIDIA Omniverse、SONY PlayStation VR2 發威！CES Metaverse 懶人包一次看，INSIDE，<https://www.inside.com.tw/article/26265-ces-metaverse>（最後瀏覽日：2022/09/01）。

<sup>226</sup> Bernard Marr, *supra* note 218.

<sup>227</sup> Meta, Launching Horizon Worlds in More Countries in Europe, <https://about.fb.com/news/2022/08/launching-horizon-worlds-in-more-countries-in-europe/> (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>228</sup> 我只是輸掉了青春而已，同前註 223。

<sup>229</sup> Wikipedia, *Roblox*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Roblox> (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>230</sup> Wikipedia, *Roblox Corporation*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Roblox\\_Corporation](https://en.wikipedia.org/wiki/Roblox_Corporation) (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>231</sup> 林瑜淳，發展虛擬服務 樂金進軍 Metaverse，DIGITIMES，[https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?id=0000614472\\_50B3JPCO8S79X91FWAMGV](https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?id=0000614472_50B3JPCO8S79X91FWAMGV)（最後瀏覽日：2022/09/01）。



或在搭載 Android 系統的智慧手機中，增加頭戴式 AR 的功能<sup>232</sup>；索尼預計於 2023 年推出新款 VR 頭戴裝置 PlayStation VR2<sup>233</sup>，最高 120fps 的 4K 高動態範圍視覺效果，搭載兩個 2000×2040 OLED 顯示器，提供 110 度寬視野，眼動追蹤、裝置震動回饋及音效即時調整，給予玩家更逼真地遊戲沉浸體驗<sup>234</sup>。

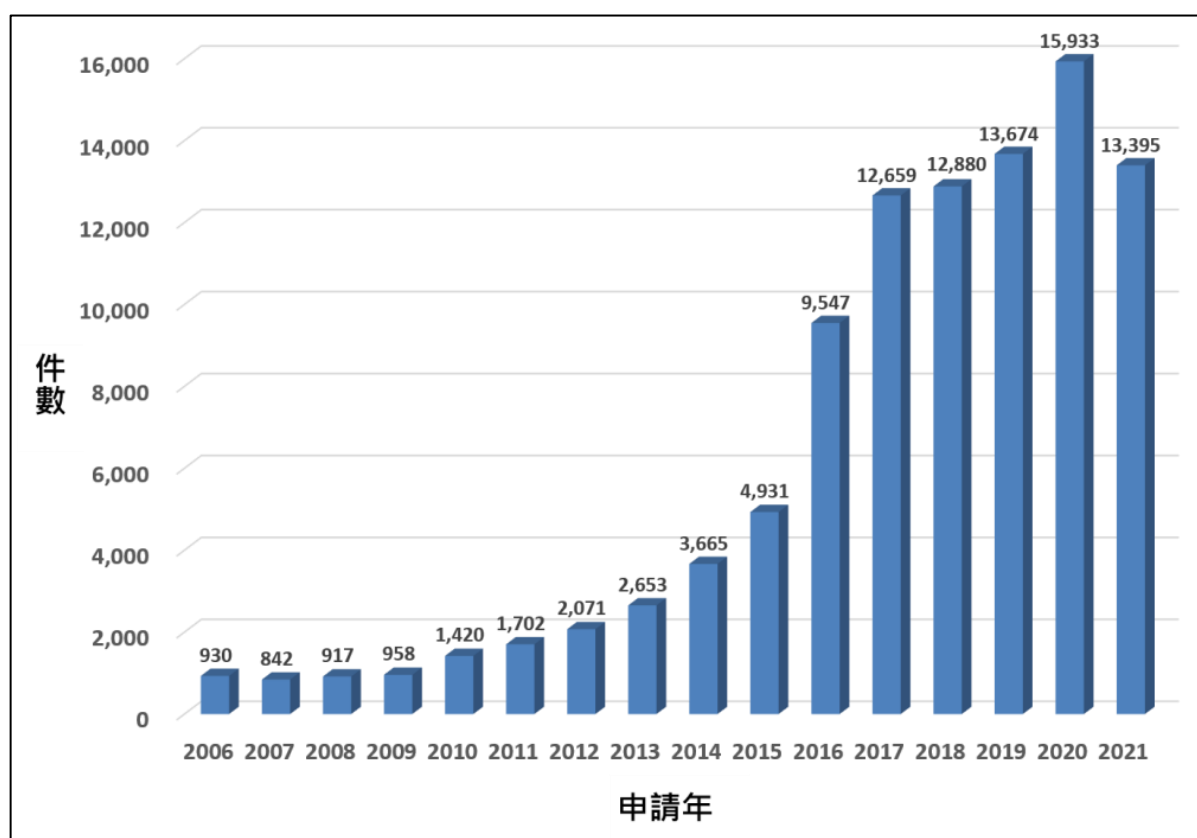


圖 70 元宇宙專利申請趨勢<sup>235</sup>

<sup>232</sup> 邱品蓉，高通推出一條龍 XR 解決方案，元宇宙要來了嗎？，數位時代，<https://www.bnext.com.tw/article/69743/qualcomsnapdragonspace> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>233</sup> 聯合新聞網，索尼 PS VR2 明年初開賣價格成謎 網友又喜又怕變「PS5 魔王大禮包」，<https://udn.com/news/story/7088/6561095> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>234</sup> PlayStation 官網，PlayStation VR2，<https://www.playstation.com/zh-hant-tw/ps-vr2/> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>235</sup> 本報告蒐集 2021 年 12 月 31 日前申請之全世界專利資料，因專利有 18 個月早期公開的規定(自申請

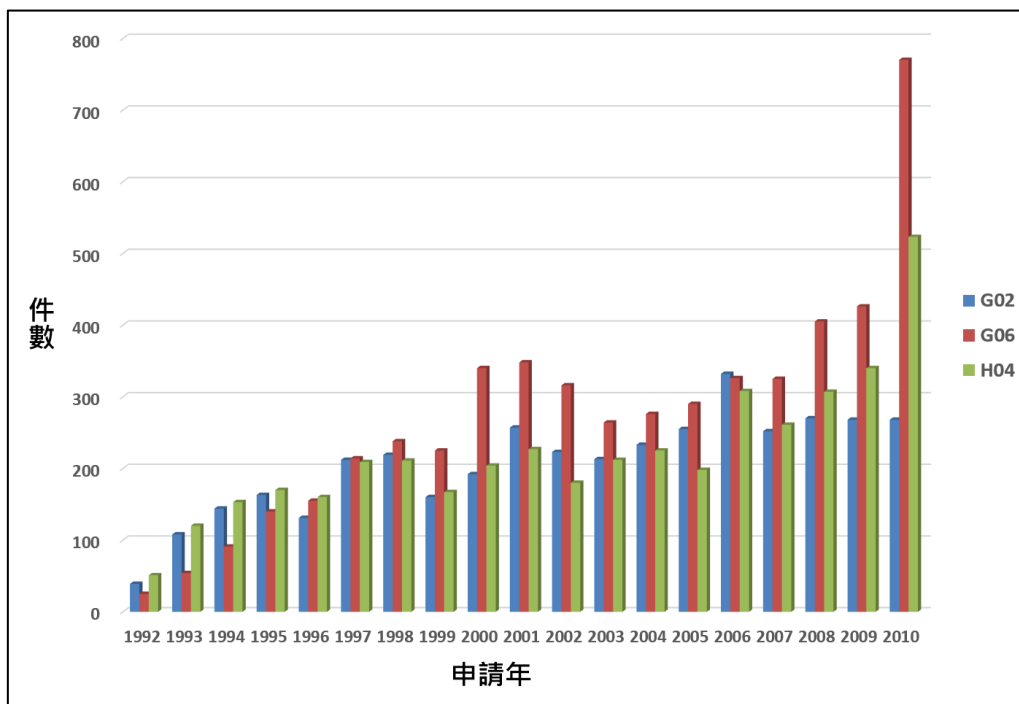


圖 71 元宇宙三大 IPC 類別申請趨勢 (1992~2010)

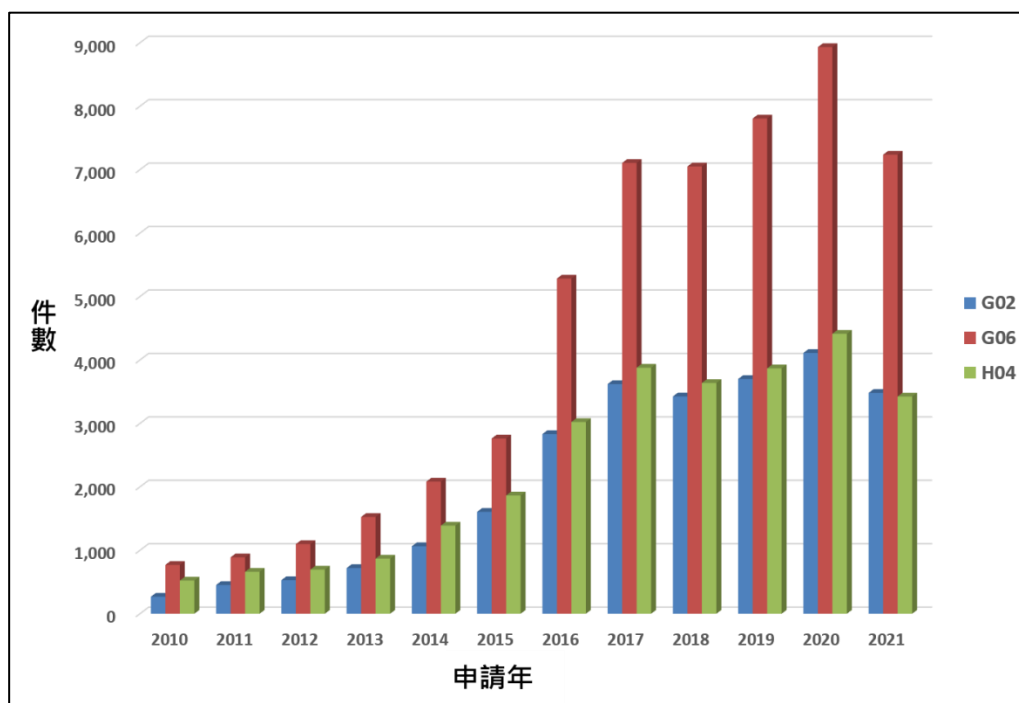


圖 72 元宇宙三大 IPC 類別申請趨勢 (2010~2021) <sup>236</sup>

日或是最早優先權日起算)，故 2021 年申請之專利有部分未公開而蒐集不完整，導致數量會下降。  
<sup>236</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

上圖 71 及圖 72 為元宇宙專利三大 IPC 技術：計算類（G06）、光學類（G02）及通信類（H04）之年申請趨勢。元宇宙的技術基礎可由這三大基石支撐，資料訊息的處理與計算、影像資料的光學呈現以及資料訊息的通信傳輸。由圖 71 以及圖 72 可得知，1998 年以前光學類（G02）與通信類（H04）兩專利技術相較於計算類（G06）申請量較多，1999 年以後，計算類（G06）專利技術申請量漸漸超越光學類（G02）與通信類（H04）兩專利技術，約於 2010 年開始計算類（G06）與光學（G02）和通信類（H04）兩專利技術申請量已有極大差異。由上述分析可得知，早期元宇宙專利技術主要圍繞在光學類（G02）與通信類（H04），例如：頭戴顯示影像呈現或補捉偵測使用者之光學技術與頭戴顯示裝置與外部裝置之間資料的傳輸。隨者技術持續地提升與更多的應用產生，元宇宙相關技術需要計算與處理的資料量越來越多且越來越複雜，例如：偵測使用者動態的資料處理與運算、影像資料的處理與運算、視訊資料傳輸前的處理。綜上，計算類（G06）相關技術的專利申請量已成為元宇宙近幾年的申請主流。

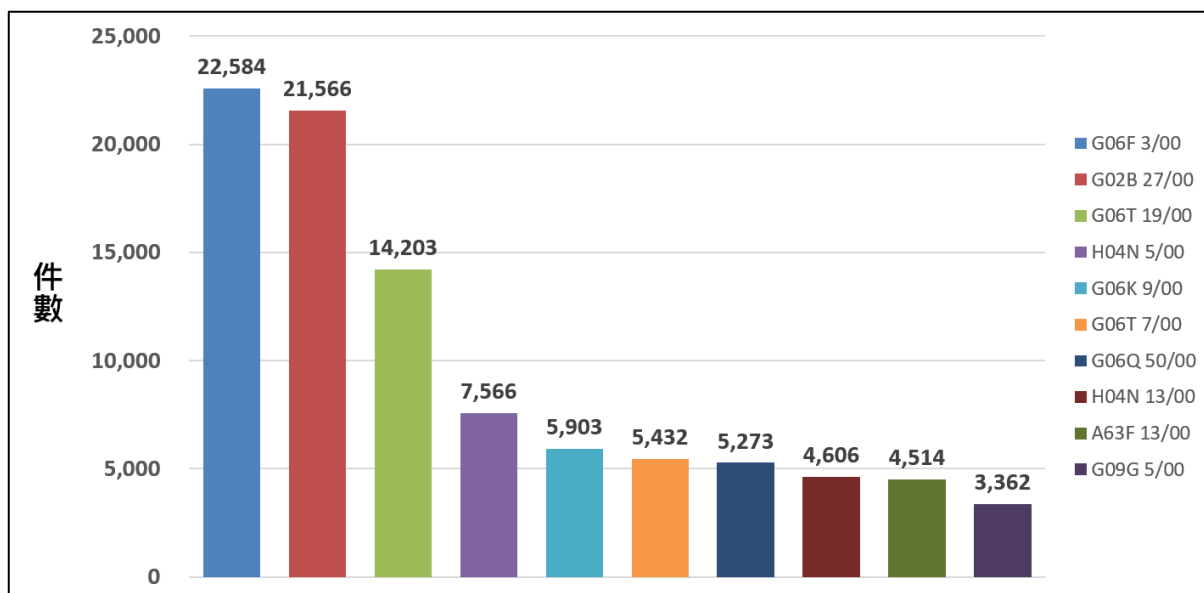


圖 73 元宇宙前十大 IPC 專利申請案

圖 73 顯示元宇宙專利申請案前十大 IPC 申請量，第一大為 G06F 3/00，係有關於將蒐集到的數據轉變成計算機能處理的形式；第二大為 G02B 27/00，係有關於抬頭顯示器相關的光學系統或設備；第三大為 G06T 19/00，係有關於電腦繪圖之 3D 模型或影像的操作；第四大為 H04N 5/00，係關於電氣通信技術中遠距離視訊傳輸系統；第五大為 G06K 9/00，係有關於圖形數據讀取中識別模式的方法或裝置；第六大為 G06T 7/00，係有關於影像資料處理與產生中影像分析技術；第七大為 G06Q 50/00，係有關於適用於特定業務部門的數據處理系統或方法；第八大為 H04N 13/00，係有關於立體或多視角視訊傳輸系統；第九大為 A63F 13/00，係有關於利用二維或三維電子顯示器之電玩遊戲；第十大為 G09G 5/00，係有關於用於靜態視覺指示器的控制裝置或電路。由以上分析可得知，元宇宙專利申請

案以計算類（G06）為主要申請技術。上述十大 IPC 類別定義說明整理如表 10。

表 10 元宇宙前十大專利申請案 IPC 類別定義說明表

IPC	意義說明	件數
G06F 3/00	將蒐集到的數據轉變成計算機能處理的形式	22,584
G02B 27/00	抬頭顯示器相關的光學系統或設備	21,566
G06T 19/00	電腦繪圖之3D模型或影像的操作	14,203
H04N 5/00	電氣通信技術中遠距離視訊傳輸系統	7,566
G06K 9/00	圖形數據讀取中識別模式的方法或裝置	5,903
G06T 7/00	影像資料處理與產生中影像分析技術	5,432
G06Q 50/00	適用於特定業務部門的數據處理系統或方法	5,273
H04N 13/00	立體或多視角視訊傳輸系統	4,606
A63F 13/00	二維或三維電子顯示器之電玩遊戲	4,514
G09G 5/00	靜態視覺指示器的控制裝置或電路	3,362

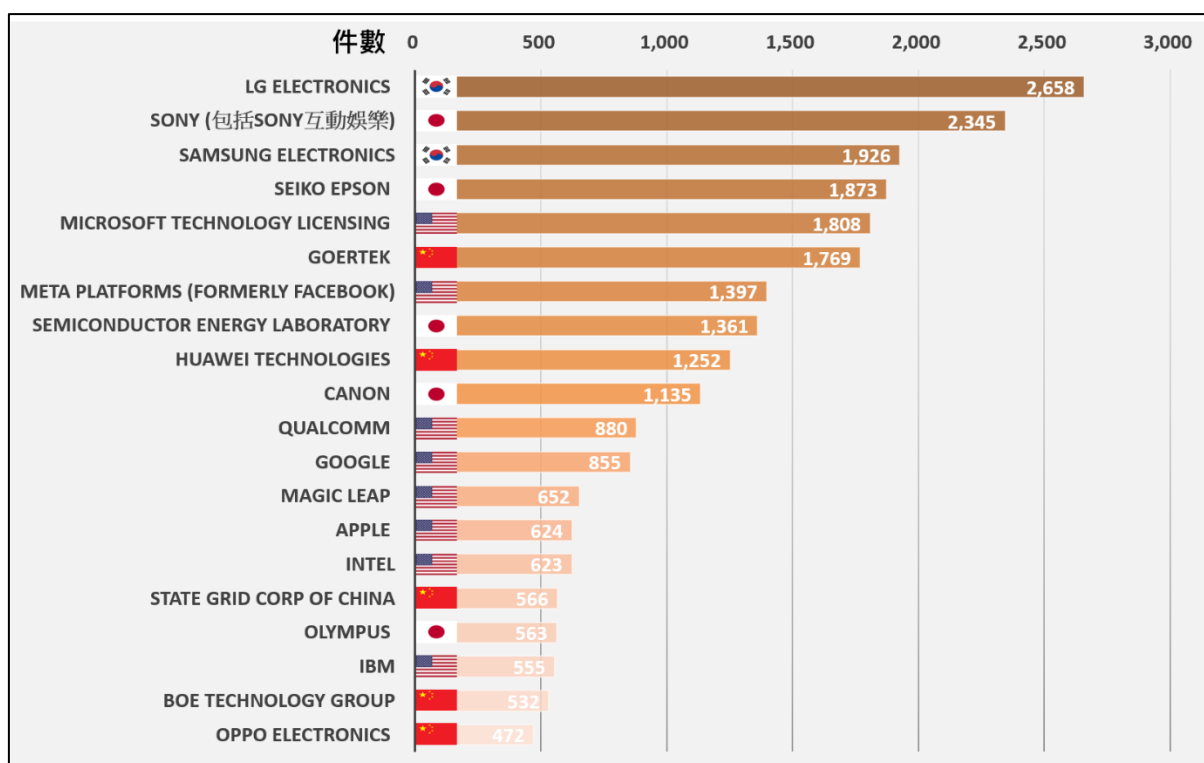


圖 74 元宇宙專利申請量前二十大申請人

圖 74 為元宇宙專利申請量前二十大申請人。申請量第一大為韓國公司樂金電子（LG Electronics），2020 年全球營收最多的顯示器公司 LG display 的最大股東，樂金電子也是世界第二大顯示器製造商<sup>237</sup>；申請量第二大為日本公司索尼（包括 SONY Entertainment），全球最大的消費性和專業電子產品製造商之一也是全球最大的電子遊戲機公司<sup>238</sup>；申請量第三大為韓國公司三星電子（Samsung Electronics），截至 2019 年為止為全球第二多營收的科技公司，目前也是全球最大的手機製造商，全球鋰電池、

<sup>237</sup> Wikipedia, *LG Electronics*, [https://en.wikipedia.org/wiki/LG\\_Electronics](https://en.wikipedia.org/wiki/LG_Electronics) (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>238</sup> Wikipedia, *SONY*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Sony> (last visited Sep. 1, 2022).

半導體、影像感測器、鏡頭模組及顯示器等電子元件主要製造商<sup>239</sup>；申請量第四大為日本公司精工愛普生（Seiko Epson），為全球最大的電腦印表機製造商，同時也為全球掃描儀、筆記型電腦、桌上型電腦、投影機、機器與工業自動化設備、半導體裝置、檢測系統等相關電子元件製造商<sup>240</sup>；申請量第五大為美國公司微軟（Microsoft Technology Licensing），截至2016年為止，為全球最大營收之軟體製造商，經營電腦軟體、消費性電子及個人電腦等相關服務，與谷歌、亞馬遜、蘋果以及 Meta 並稱美國資訊科技公司五巨頭；申請量第六大為中國大陸公司歌爾（Goertek），為一家聲學元件公司，客戶包括三星、蘋果、索尼和聯想，主要從事電聲元件、光學元件、電子配件及相關產品生產製造及研發<sup>241</sup>，為全球重要的 VR 設備代工供應商，Oculus Quest 2 的獨家供應商<sup>242</sup>；申請量第七大為美國公司 Meta，前身為臉書，以社交平台臉書而聞名並蓬勃發展，公司改名為 Meta，以體現其為構建元宇宙之重視，為美國資訊科技公司五巨頭之一<sup>243</sup>；申請量第八大為日本公司半導體能源研究所（Semiconductor Energy Laboratory），主要從事薄膜半導體、太陽能電池等電子技術開發，透過研發的專利權來授權其他公司賺取授權金，該公司總裁，山崎俊平

---

<sup>239</sup> Wikipedia, *Samsung Electronics*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Samsung\\_Electronics](https://en.wikipedia.org/wiki/Samsung_Electronics) (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>240</sup> Wikipedia, *Epson*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Epson> (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>241</sup> Wikipedia, *Goertek*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Goertek> (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>242</sup> CoinYuppie, *Metaverse thunder strikes directly, can the leader Goertek soar?*, <https://coinyuppie.com/metaverse-thunder-strikes-directly-can-the-leader-goertek-soar/> (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>243</sup> Wikipedia, *Meta Platforms*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Meta\\_Platforms](https://en.wikipedia.org/wiki/Meta_Platforms) (last visited Sep. 1, 2022).

(Shunpei Yamazaki)，是一位多產的發明家，曾被吉尼斯世界紀錄認證為最多專利數量持有者<sup>244</sup>；申請量第九大為中國大陸公司華為（Huawei），提供通訊裝置及消費性電子產品為主，該公司以研發投入而聞名，2021年研發費用位居全球第三，曾位居全球第二大手機製造商<sup>245</sup>。申請量第十大為日本公司佳能（Canon），專門從事光學成像等相關工業產品，包括：鏡頭、照相機、醫療設備、印表機和半導體設備製造<sup>246</sup>。申請量第十一~第十五大皆為美國公司，依序為：高通、谷歌、Magic Leap、蘋果以及英特爾（Intel）；申請量第十六大為中國大陸公司國家電網（State Grid Corp. of China）；申請量第十七大為美國公司國際商業機器（IBM）；申請量第十八大為日本公司奧林巴斯（Olympus）；申請量第十九~第二十大皆為中國大陸公司，依序為：京東方（BOE Technology Group）以及廣東移動通信（OPPO Electronics）。申請量前二十大申請人中，美國公司占八位、中國大陸公司占五位、日本公司占五位、韓國公司占兩位。

---

<sup>244</sup> Wikipedia, *山崎舜平*, <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%B1%B1%E5%B4%8E%E8%88%9C%E5%B9%B3> (last visited Sep. 1, 2022).

<sup>245</sup> 維基百科，華為，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8D%8E%E4%B8%BA> (最後瀏覽日：2022/09/01)。

<sup>246</sup> Wikipedia, *Canon Inc.*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Canon\\_Inc.](https://en.wikipedia.org/wiki/Canon_Inc.) (last visited Sep. 1, 2022).



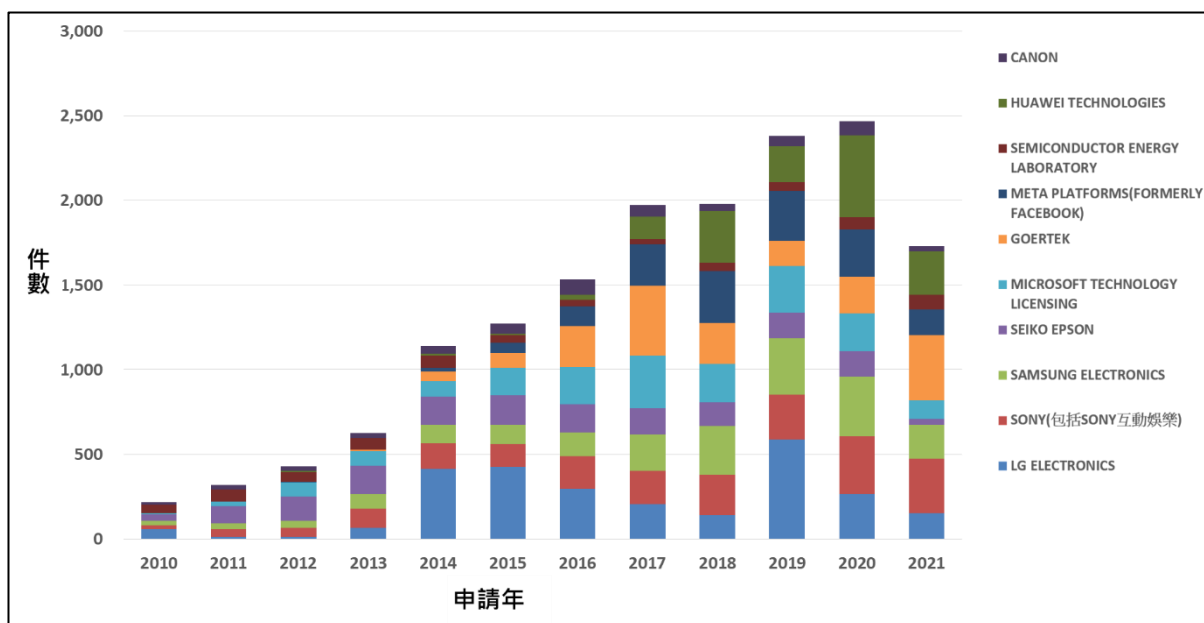


圖 75 元宇宙專利申請量前十大申請人申請趨勢<sup>247</sup>

圖 75 為元宇宙專利申請量前十大申請人申請趨勢圖。從圖中顯示，前十大申請量申請趨勢態樣大致可分成兩種，一種係早期申請量較少晚期積極布局另一種係持續一直都有在布局者。樂金電子、歌爾、Meta 以及華為屬於早期申請量較少而晚期積極布局之態樣，由圖中顯示，四者分別於 2014 年、2016 年、2016 年以及 2017 年申請量相較於早年有突然增加之趨勢。索尼、三星電子、精工愛普生、微軟、半導體能源研究所以及佳能，六者屬於一直皆有在持續穩定布局之公司。

<sup>247</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

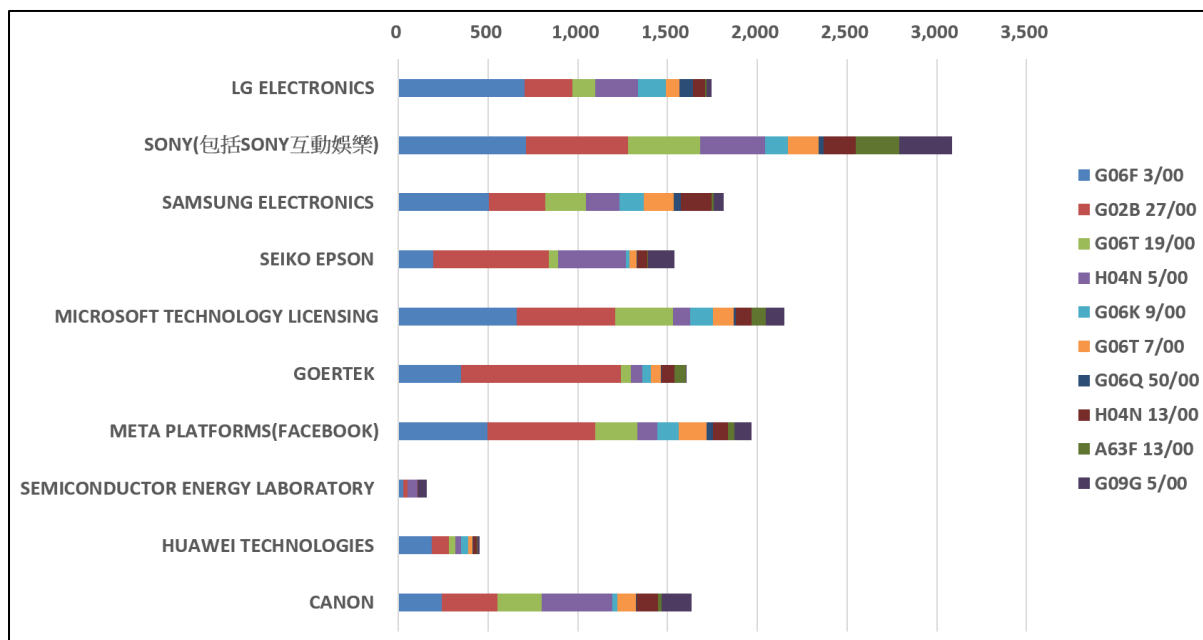


圖 76 元宇宙前十大 IPC / 專利申請量前十大申請人

我們將圖 73 中之元宇宙前十大 IPC 定義為元宇宙十大主流 IPC。圖 76 顯示元宇宙十大主流 IPC 在前十大申請人之申請案中分布情形。由該圖可得知，除了半導體能源研究所外，其餘 9 位申請人皆以 G06F 3/00 以及 G02B 27/00 為主要申請案。該 9 位申請人中，特別是歌爾以及精工愛普生，G02B 27/00 申請案更是遠遠超過 G06F 3/00 申請案，顯見兩位申請人以抬頭顯示器相關的光學系統或設備為主來做專利申請。撇除 G02B 27/00 與 G06F 3/00 之申請案，由圖 76 發現，樂金電子雖為專利申請量第一大申請人<sup>248</sup>，扣除 G02B 27/00 與 G06F 3/00 之申請案，其餘八大元宇宙主流 IPC

<sup>248</sup> 見圖 74。

之貢獻並無法使其相稱於第一大申請人。細部探究樂金電子關於元宇宙之專利申請案中前五大 IPC，除了元宇宙十大主流 IPC 外，更包含 H04M 1/00（電話通訊之變電站設備）以及 H04B 1/00（電氣通信傳輸系統部件），可見樂金電子除了 G02B 27/00 與 G06F 3/00 外，也專注於元宇宙電話通訊或傳輸系統部件相關專利技術申請。另外，撇除 G02B 27/00 與 G06F 3/00 之申請案，由圖 76 發現，其餘八大元宇宙主流 IPC 並未明顯分布於華為之專利申請案中，可見華為關於元宇宙專利申請案中，除了 G02B 27/00 與 G06F 3/00，其餘八大元宇宙主流 IPC 並非為其主要申請之專利技術，細部探究華為關於元宇宙之專利申請案中前五大 IPC，除了 G02B 27/00 與 G06F 3/00，更包含 H04W 72/00（無線通訊網路中，本地資源管理，例如選擇或分配無線資源或無線流量調度）、H04L 5/00（數位資訊傳輸中接收資訊時，提供傳輸路徑的多重使用的安排）以及 H04L 1/00（數位資訊傳輸中接收資訊時，用於檢測或防止錯誤之安排），顯見華為除了 G02B 27/00 與 G06F 3/00 之申請案，也專注於元宇宙數位資料通訊相關之專利技術。

最後，元宇宙十大主流 IPC 並未明顯分布於半導體能源研究所之申請案中，顯見該公司申請之專利與主流技術差異較大，細部探究發現，半導體能源研究所關於元宇宙之專利申請案中，IPC 主要分布於 H01L 27/00（自於一共用基片內或其上形成的多個半導體之裝置）、H01L 29/00（適用於整流、放大、振盪、或切換，或電容器，或電阻器的半導體裝置）以

及 H01L 21/00（適用於製造或處理半導體之方法或設備），可見該公司主要專注於研發應用於頭戴式顯示設備內之半導體元件之專利技術。

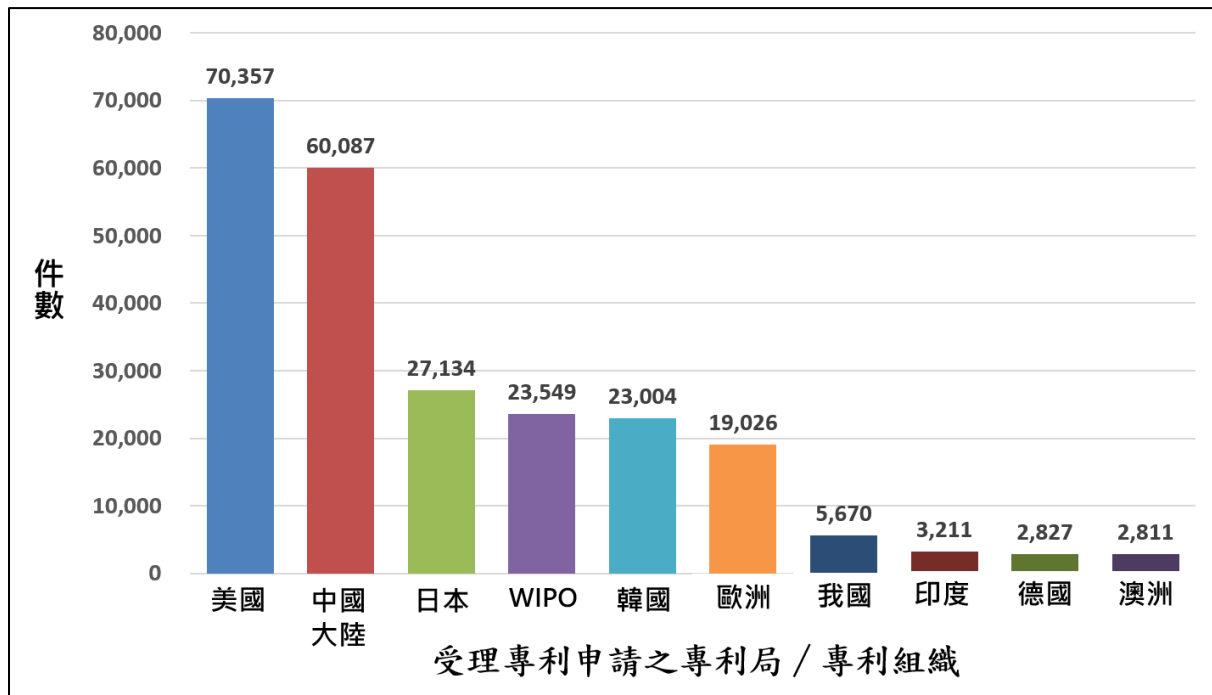


圖 77 受理元宇宙專利申請量之前十大專利局/專利組織

圖 77 顯示受理元宇宙專利申請量之前十大專利局/專利組織。依據申請人申請專利時所選擇之國家或地區可以得知該專利技術在該國家或地區之市場競爭程度與布局之重要性。受理元宇宙專利申請量前兩大國家為美國與中國大陸；第三至第十依序為：日本、WIPO、韓國、歐洲、我國、印度、德國、澳洲。由該圖發現，於美國與中國大陸申請元宇宙相關技術專利之申請量之總和遠遠超過排名第三至第十專利局/專利組織所受理之申請量之總和，足見美國與中國大陸為申請人在元宇宙專利布局上主要之

技術市場。

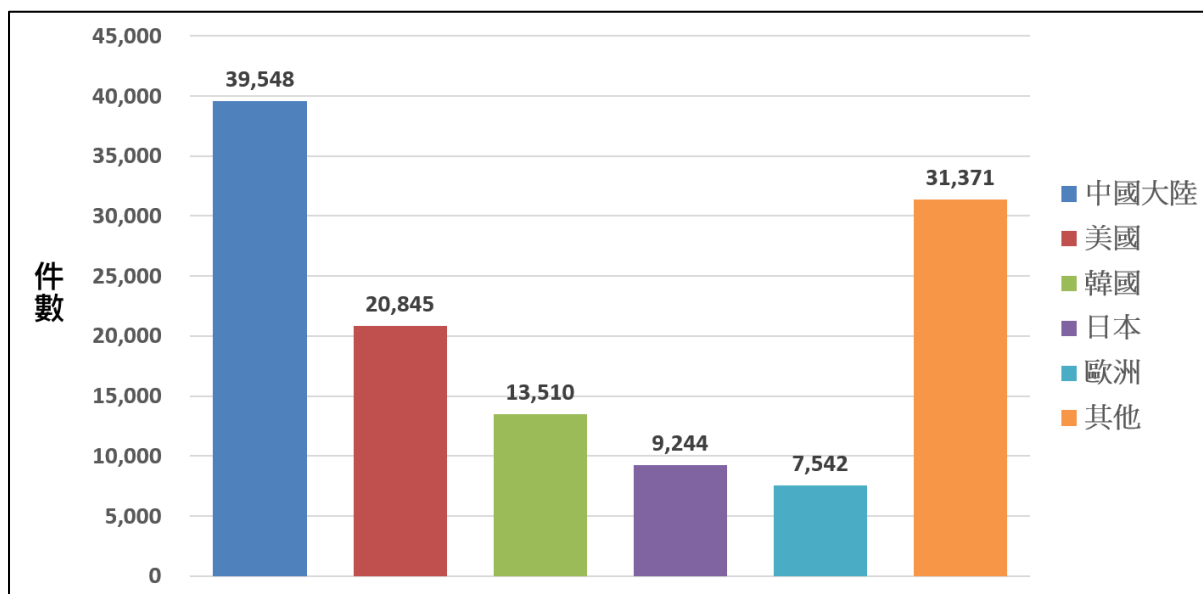


圖 78 元宇宙專利申請人國籍分析

圖 78 為元宇宙專利申請人國籍分析，圖中僅針對特定國家（中國大陸、美國、韓國、日本、歐洲國家）列出數據資料，其餘以總括方式以其他代表。由圖中顯示，中國大陸申請人申請量領先其他各國申請人，其申請量甚至接近美國申請人申請量之兩倍，顯見中國大陸申請人在元宇宙全球專利布局上之重視。此外，中國大陸申請人與美國申請人申請量之總和約為所有國家申請量總和之一半，代表中美兩國在元宇宙專利布局所占分量之重，兩國將引領元宇宙專利技術市場之走向。圖 79 顯示中國大陸、美國、韓國、日本、歐洲國家申請趨勢圖，由圖中顯示，中國大陸申請人約於 2015 年開始，每年申請量皆為五者中最多，顯見近年來中國大陸申

請人對元宇宙相關專利技術布局之重視。

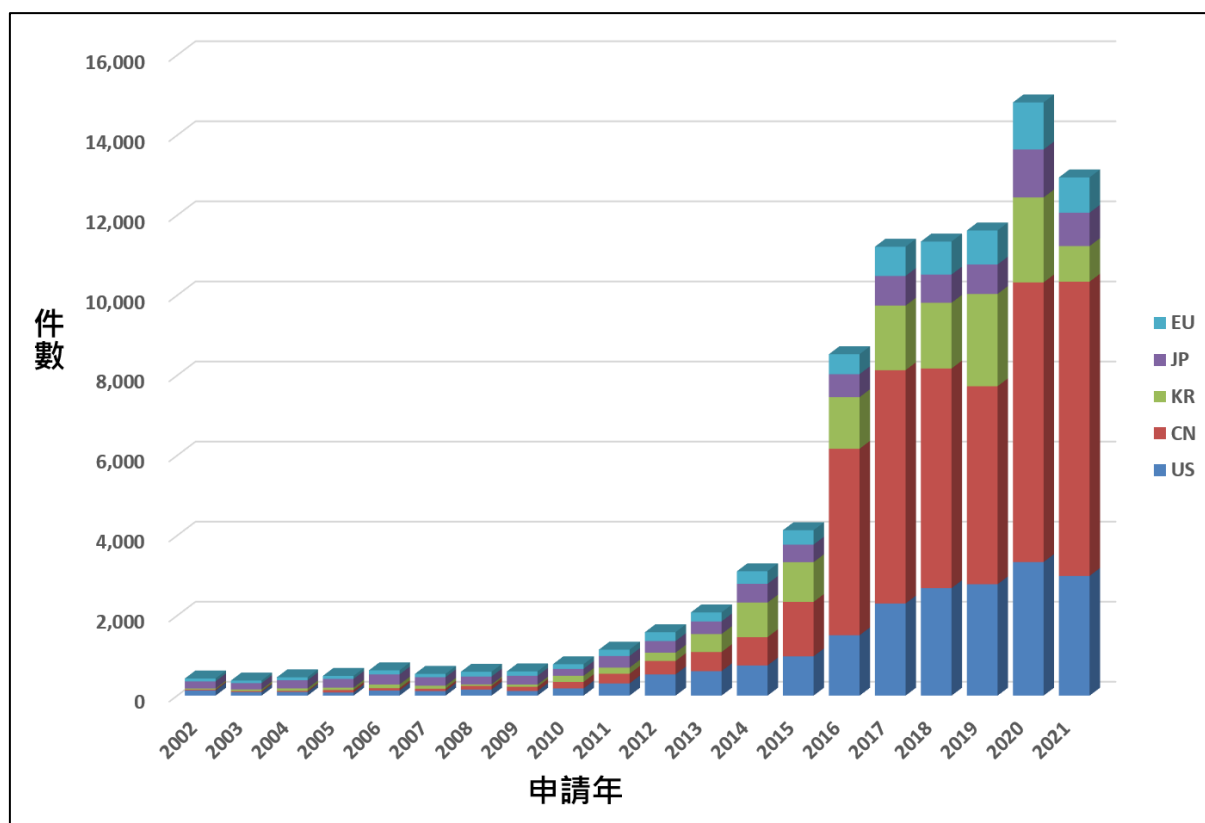


圖 79 元宇宙專利申請，申請人國籍申請趨勢<sup>249</sup>

<sup>249</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

## 二、元宇宙重要專利技術研究分析

本節依據第貳章以「使用者體驗中心」將元宇宙相關技術分類為：表象裝置、實虛架接、現行元宇宙、元宇宙經濟體系以及回到現實，從 10 萬 7 千件專利家族中挑選數件最能代表各類別之專利技術作研究分析。

### （一）元宇宙表象裝置專利技術

進入元宇宙的表象裝置，其主要之功能在於延伸使用者的視覺、觸覺、聽覺、嗅覺及味覺等五感，它包含有顯示裝置、觸覺裝置（流體裝置）、空間音效、分子擴散裝置等，此小節即是針對這些裝置會使用到的重要專利技術，作簡要的介紹。

#### 1、元宇宙視覺裝置專利技術

##### （1）利用光柵的第一階繞射來提升視場角

公開/公告號：US 10088686B2

發明名稱：MEMS laser scanner having enlarged FOV

申請人：Microsoft Technology Licensing , LLC

申請日：2016/12/16

頭戴顯示裝置或近眼顯示裝置通常採用 LCD、OLED、LCOS 或 DLP 作為顯示系統，而使用微機電（MEMS）雷射掃描器作為顯示系統則是近期一種新興的顯示技術，MEMS 雷射掃描器雖有體積小、低功耗的優點，但存在視場角（field of view；FOV）過小的問題，微軟在 US 10088686B2 專利中揭示一種利用光柵的第一階繞射來增加 FOV 的 MEMS 雷射掃描器，

用以解決 FOV 過小的問題。

圖 80 揭示一種使用在 MEMS 雷射掃描器中的光束掃描組件 100，其包含具有 RGB 雷射二極體的顯示引擎 140、振盪光學元件 102 以及控制器 124，振盪光學元件 102 是能夠繞兩個正交軸偏轉的 MEMS 反射鏡，控制器 124 驅動訊號到致動器 120、122，使振盪光學元件 102 繞 x 軸和 y 軸偏轉，並與 R、G、B 雷射光同步調製，而形成期望的影像。由於振盪光學元件 102 的偏轉角度有一定的限制，致使可形成影像的 FOV 過小。

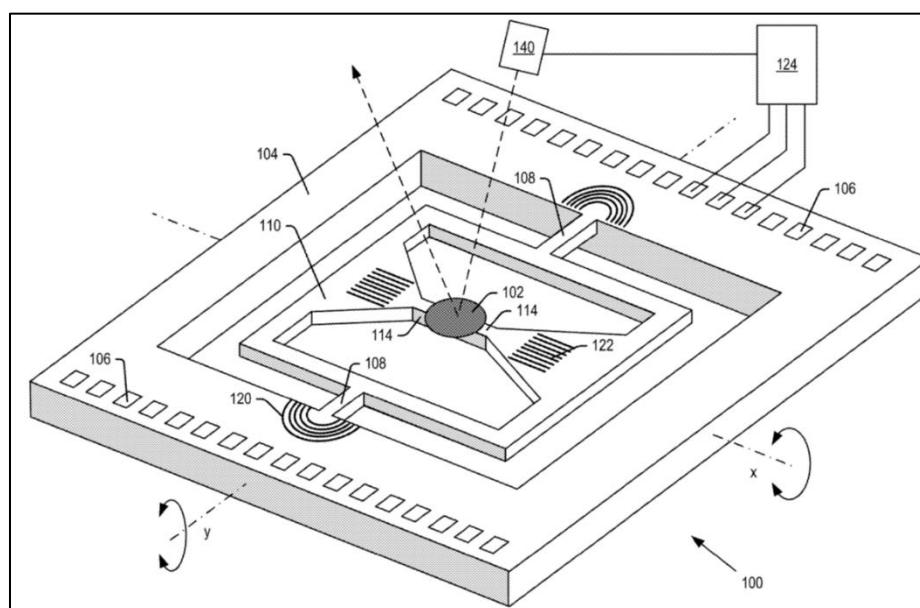


圖 80 光束掃描組件 100 之透視圖

圖 81~圖 83 為微軟在專利 US 10088686B2 中所提之 MEMS 雷射掃描器的實施示意圖，透過對特定「偏振」光束敏感的布拉格偏振光柵，使該特定偏振光束通過該布拉格偏振光柵後會形成正一階或負一階繞射光，利



用該正一階或負一階繞射光來增加 FOV。其中，布拉格偏振光柵（Bragg polarization gratings，簡稱 BPG）171 對左旋（LHC）偏振光束敏感、BPG170 對右旋（RHC）偏振光束敏感；圖 81 揭示當 BPG170 及 BPG171 對顯示引擎 140 所射出雷射光束的偏振方向皆不敏感時的狀況，該光束通過 BPG170 及 BPG171 後只會形成角度  $\phi_1$  的零階繞射光，其效果相當於直接穿透 BPG170 及 BPG171。

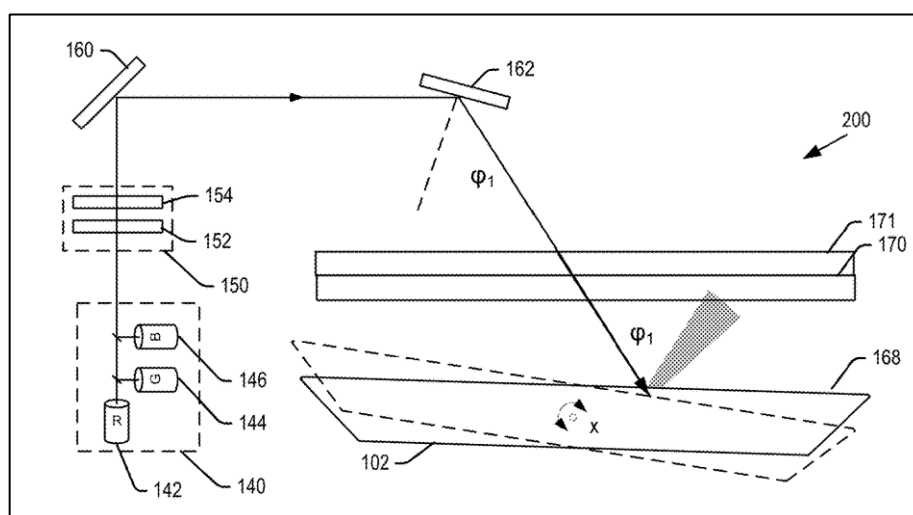


圖 81 BPG 對光束之偏振方向不敏感時，MEMS 雷射掃描器的實施示意圖

圖 82 揭示在時間  $t_1$  時，控制顯示引擎 140 射出 LHC 偏振光束，因 BPG171 對 LHC 偏振光束敏感，該 LHC 偏振光束通過 BPG171 後除了形成角度  $\phi_1$  的零階繞射光外，還會形成角度  $\phi_2$  的一階繞射光。

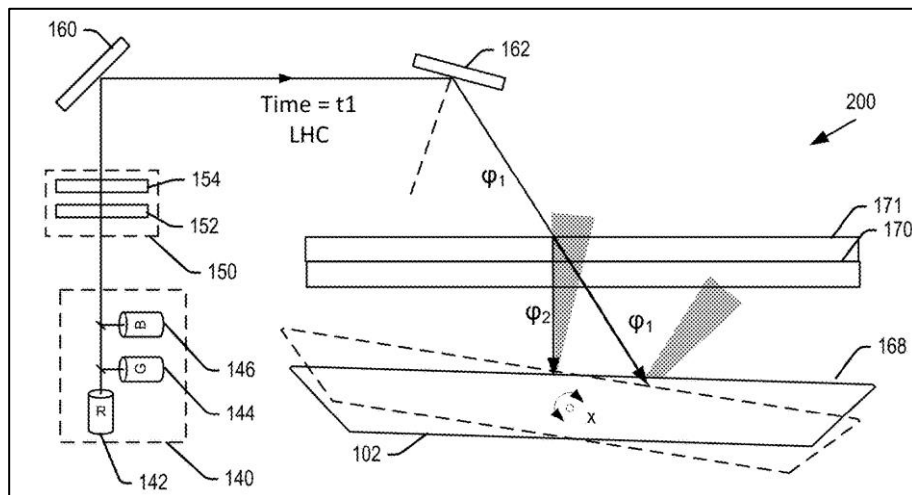


圖 82 在時間 t1，接收 LHC 偏振光束的實施示意圖

圖 83 揭示在時間 t2 時，控制顯示引擎 140 射出 RHC 偏振光束，因 BPG170 對 RHC 偏振光束敏感，該 RHC 偏振光束通過 BPG170 後除了形成角度  $\phi_1$  的零階繞射光外，還會形成角度  $\phi_3$  的一階繞射光；圖 82、圖 83 所形成角度  $\phi_2$  或  $\phi_3$  的一階繞射光皆可增加所形成影像的 FOV。

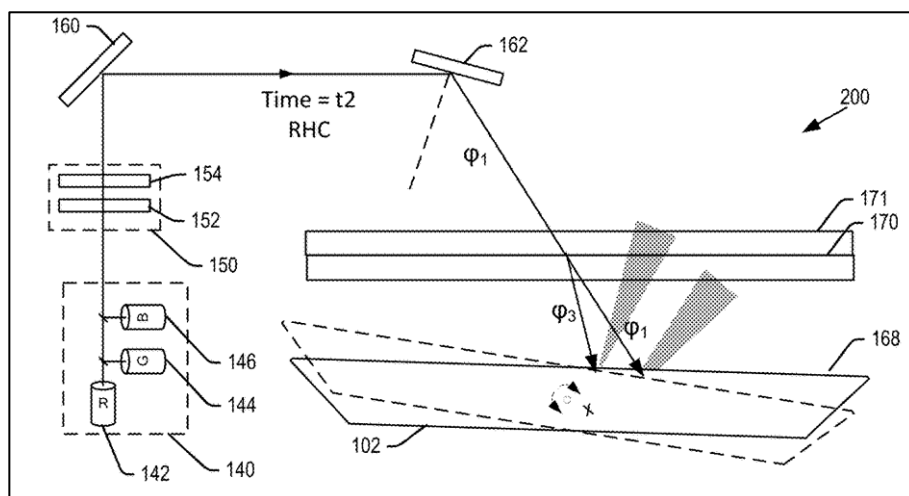


圖 83 在時間 t2，接收 RHC 偏振光束的實施示意圖

圖 84~圖 85 為微軟在專利 US 10088686B2 中所提如何加大 FOV 角度的實施方式，光學元件 102 繞 x 軸的單個振盪週期過程中，在輸出光瞳 138 處形成 FOV 的兩個單獨部分 FOV1 及 FOV2，組合 FOV1 及 FOV2 以形成加大的整個 FOV。

圖 84 揭示在時間 t1，LHC 偏振光束被引導到具有 BPG170 的光學元件 102 上，BPG170 對 LHC 偏振光束不敏感，LHC 偏振光束直接穿過 BPG170 而形成角度  $\phi_1$  的零階繞射光後，被光學元件 102 以相同的反射角反射，光學元件 102 在時間 t1 至 t2 間振盪時，被光學元件 102 所反射的 LHC 偏振光束在輸出光瞳 138 處形成整個 FOV 的第一部分 FOV1。

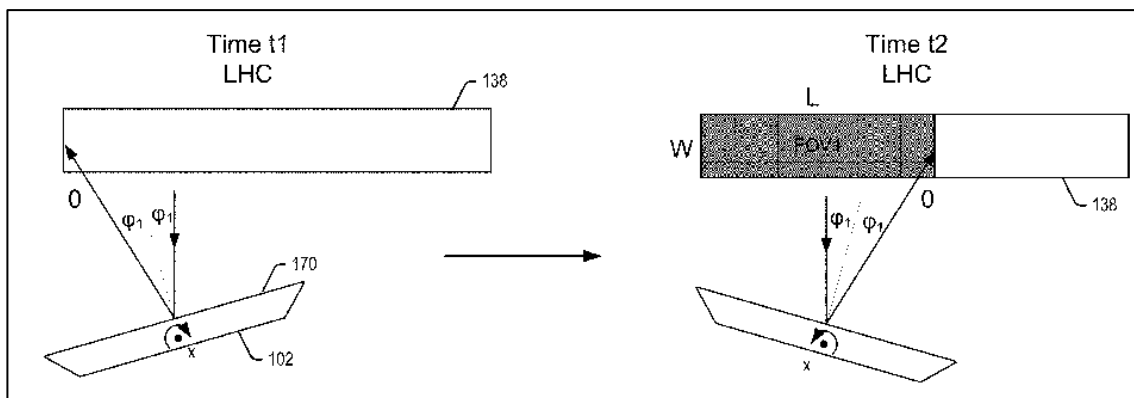


圖 84 光學元件 102 在視場角 FOV1 形成影像之示意圖

圖 85 揭示在比時間 t2 晚的時間 t3，RHC 偏振光束被引導到具有 BPG170 的光學元件 102 上，BPG170 對 RHC 偏振光束敏感，RHC 偏振光束穿過 BPG170 後以  $\phi_2$  角度形成一階繞射後，再被光學元件 102 反射，光

學元件 102 在時間 t3 至 t4 間振盪時，一階繞射後被光學元件 102 所反射的 RHC 偏振光束在輸出光瞳 138 處形成整個 FOV 的第二部分 FOV2。

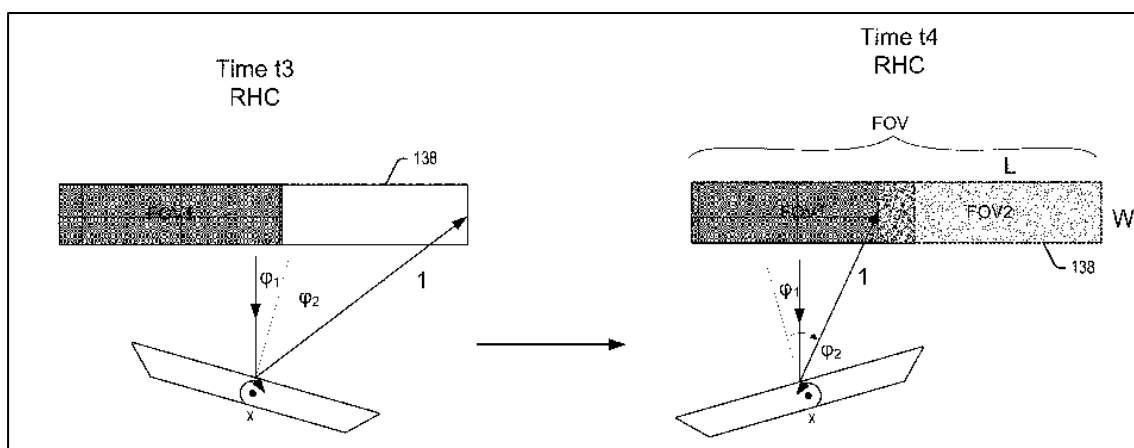


圖 85 光學元件 102 在視場角 FOV2 形成影像之示意圖

(2) 利用「波導」傳遞「照射光及影像光」用以對外在環境或眼球取像，

### 減小整體裝置之體積或重量

公開/公告號：US 2019/0086674A1

發明名稱：Augmented reality display with waveguide configured to capture images of eye and/or environment

申請人：Magic Leap, Inc.

申請日：2018/09/21

頭戴式顯示器除了要求不斷提升的顯示效果外，在著眼於使用者方便且能長時間的佩戴上，縮小裝置的體積和重量的需求也持續存在著。就 AR 裝置而言，對「使用者眼睛」及「外在環境」取像是重要的；其中，追縱、捕捉使用者眼睛的影像，除了用以提供使用者安全登入外，更可根據使用者眼球位置及視線方向，進而提供最佳的顯示影像而使得使用者能獲得更好的顯示體驗；而對外在環境取像以確定環境中物件之位置，用以將 AR 之數位內容可以準確地放置在正確位置。然而，無論是設置用以捕捉眼球的相機組件還是設置用以對外在環境取像的相機組件，如圖 86 之用以捕捉眼球的相機組件 630，若相機組件設置不當將會使得整體裝置的尺寸增大。

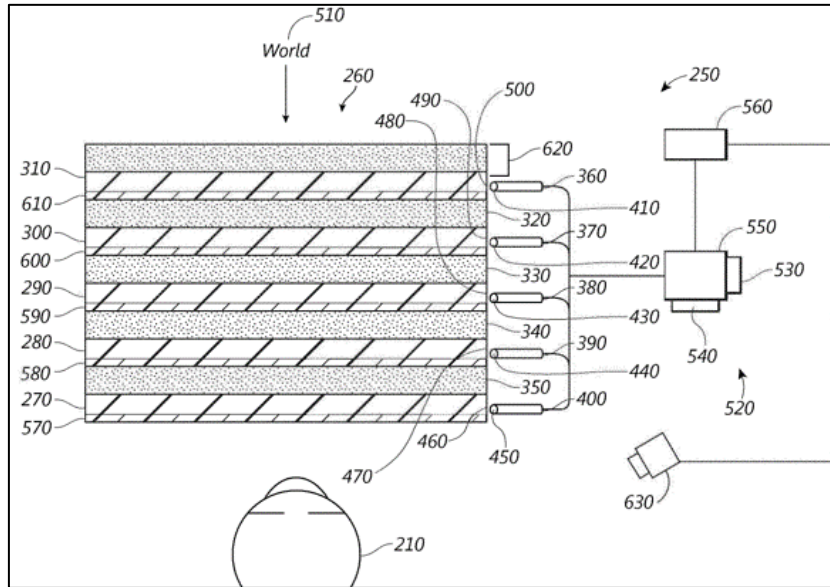


圖 86 配置有捕獲眼睛影像裝置的 AR 顯示器

Magic Leap, Inc.在 US 2019/0086674A1 專利申請案中，提出利用「波導」傳遞「照射光及影像光」用以對眼球或外在環境取像，達到縮小整體裝置之體積或重量。

圖 87 為 Magic Leap, Inc.在 US 2019/0086674A1 專利申請案中所提成像系統的橫截面側視圖，其包括目鏡 950、影像投影儀 930、光源 960 以及成像裝置 920，其中，影像投影儀 930 投射的影像光 902 及光源 960 投射的照明光 902，經由耦合光學件 942 耦合後進入波導 940 中形成耦合光 904，耦合光 904 在波導 940 中以全內反射方式在波導 940 內被傳遞後，被耦合光學件 944 從波導 940 中耦出形成耦出光 906，耦出光 906 除了被引導照射使用者眼睛 210 用以作為擷取眼球表面影像所需之照射光外，耦出光 906 還可以透過眼睛的角膜和自然透鏡聚焦，使聚焦光 908 聚焦至視

網膜上，提供照射以對視網膜成像。

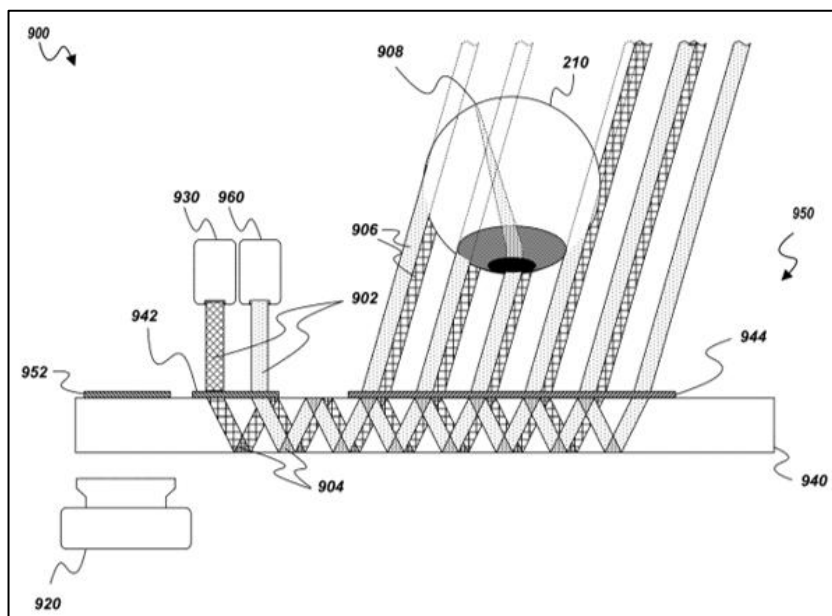


圖 87 光源和影像攝影儀的光透過耦入光學件、波導及耦合光學件進入眼睛之橫截面側視圖

圖 88 揭示被使用者之眼球表面或視網膜所反射的反射光 910 再次透過耦合光學件 944 耦合到波導 940 中形成耦入光 914 傳遞，其中，耦合光學件 944 是被配置成將耦入光 914 大體上朝向成像裝置 920 的方向傳遞，經由波導 940 傳遞之耦入光 914 被耦出光學件 952 重新定向後形成垂直於波導 940 主表面的引導光 926，引導光 926 從波導 940 中射出形成準直光 924 後，引導至成像裝置 920 上成像，圖 89 顯示眼球在不同狀態下取像的結果。

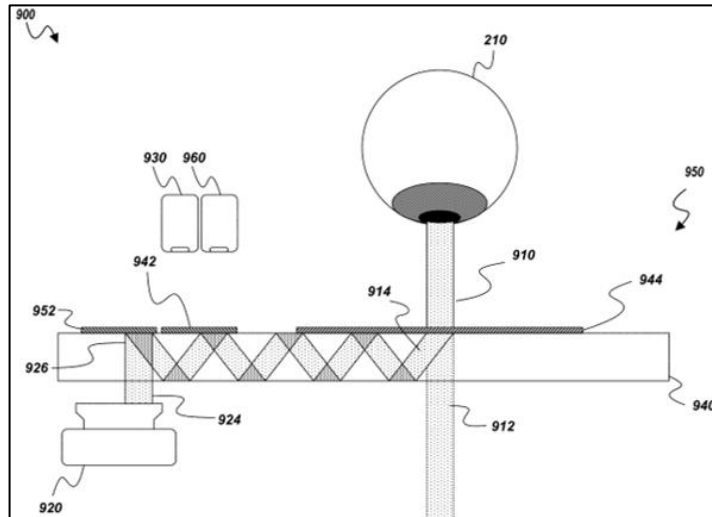


圖 88 被眼睛反射的光透過耦合光學件、波導及耦出光學件進入相機  
之橫截面側視圖

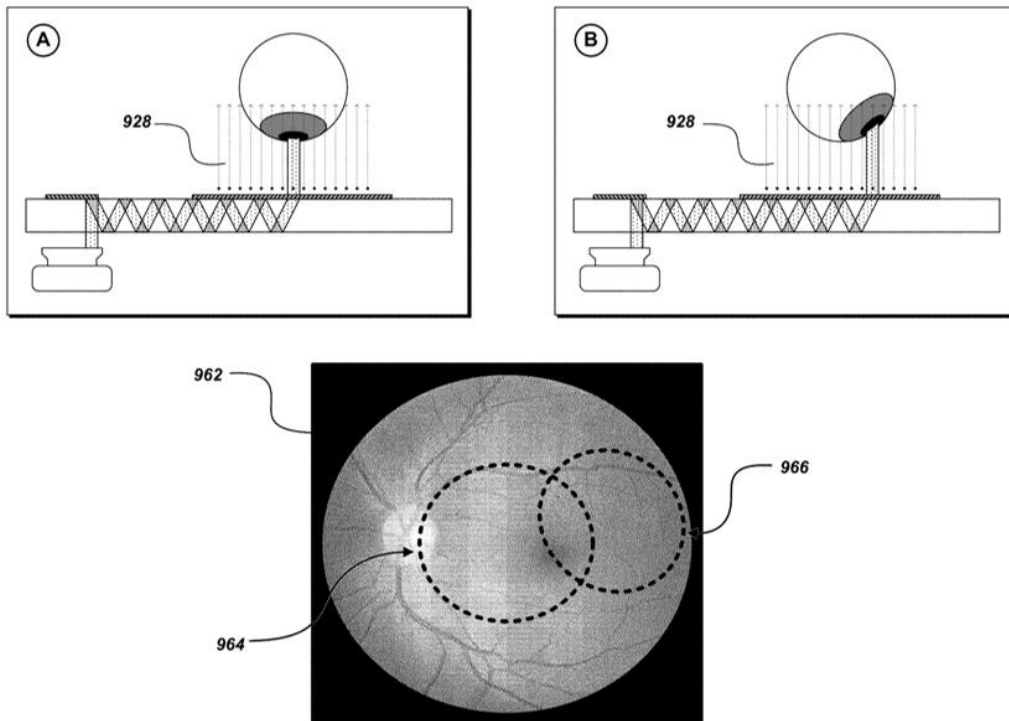


圖 89 成像系統對眼睛（視網膜）的不同部分進行成像用以確定眼睛  
的視向和跟蹤眼睛的位置



除了利用「波導」傳遞「照射光及影像光」用以對眼睛取像外，Magic Leap, Inc.在 US 2019/0086674A1 專利申請案中還提出也可以利用「波導」傳遞「環境的影像光」用以對環境之物件取像，圖 90 即是揭示一種可以對使用者前方環境的物件進行取像的成像系統 900，被前方環境的物件 972 所反射的光 970 被耦合光學件 944 耦合進入波導中，向成像裝置 920 的方向傳遞，接著被耦出光學件 952 重新定向並從波導 940 中射出至成像裝置 920 上成像。

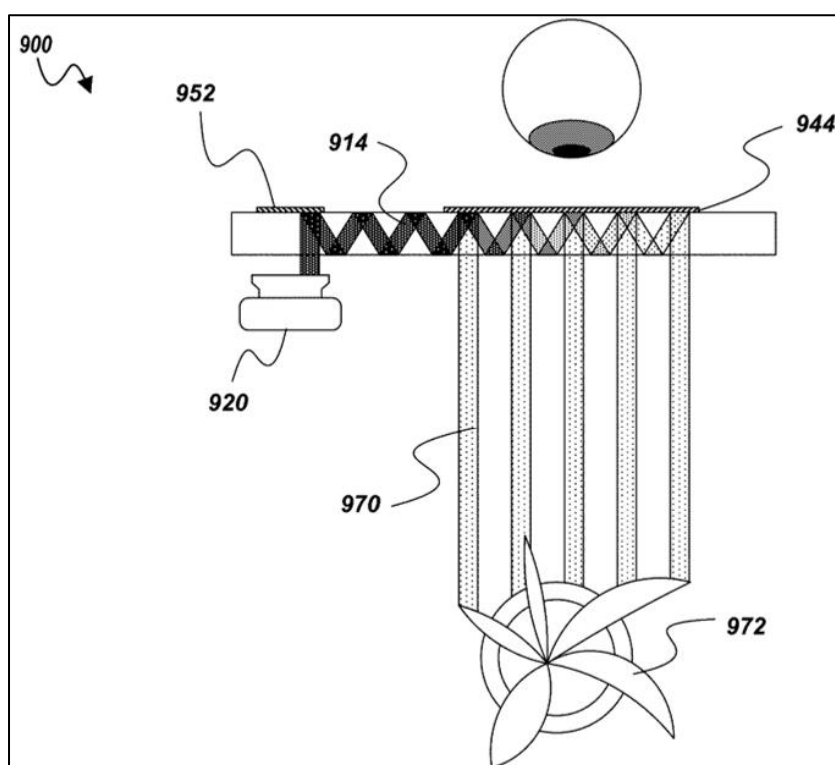


圖 90 環境光進入成像裝置之橫截面側視圖

### (3) 透過修正場曲，減少瞳泳所造成的暈眩

公開/公告號：US 10571692B2

發明名稱：Field curvature corrected display

申請人：Facebook Technologies, LLC

申請日：2017/02/24

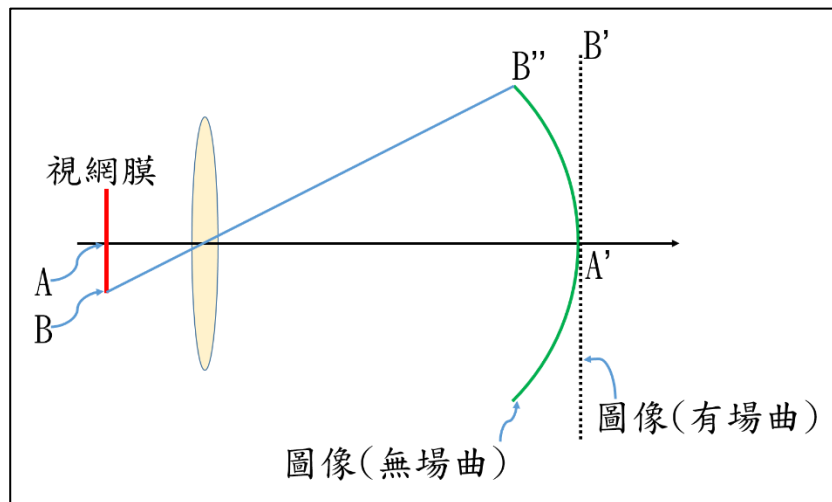


圖 91 場曲

在頭戴式顯示器（HMD）中，當使用者的眼睛相對於頭部位置移動時，使用者的眼睛在眼睛盒（eyebow）內的位置就會改變，而眼睛在眼睛盒內的位置改變導致呈現給使用者的影像內容失真，這種效應被稱為瞳泳（pupil swim），它會引起所謂的運動暈眩（motion sickness），其中，影像內容失真的原因之一就是場曲所造成的，場曲係透鏡成像所造成的，對於同一透鏡，距離遠的物體，其成像就近，如圖 91，當位置 A' 處的物體可以良好成像在 A 處時，要能在 B 處也得到良好的成像，則物體就要在

B''處而不是位置 B'；因此，當使用者眼球由位置 A 移動到位置 B 且由視線方向朝向 A'方向改變為朝向 B'方向時，若使用者要能觀看到良好的影像，那麼位置 B'附近的影像就要以位置 B''附近的曲線形式呈現，但一般平面顯示裝置都是以圖 91 之虛線方式呈現，簡單來說，如果顯示影像是以圖 91 之綠線方式呈現，就不會有場曲產生，就會減少對使用者造成瞳泳，而減少暈眩。目前，常見一般「場曲」的校正方式，就是追縱眼球並根據眼球位置與視線方向不斷地重新校準顯示的影像，但這種作法過於複雜且增加處理單元的運算量。

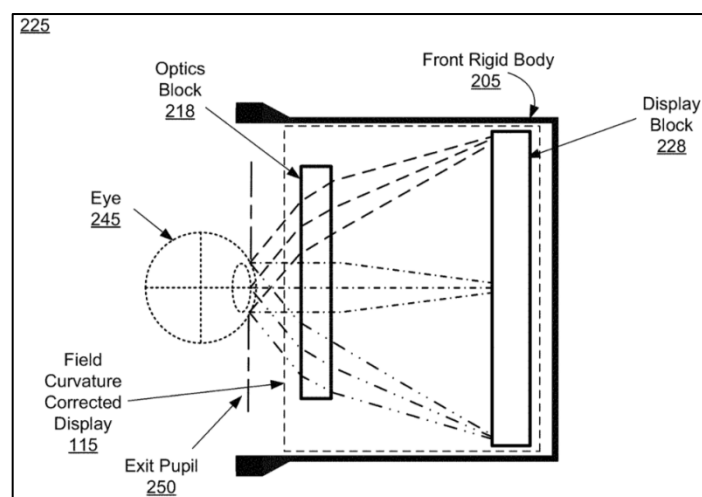


圖 92 具有場曲校正顯示器之 VR 頭戴裝置的截面圖

Facebook Technologies, LLC 在 US 10571692B2 專利中，提出具有場曲校正 (FIELD CURVATURE CORRECTED, 簡稱 FC) 的顯示器。圖 92 為的 VR 頭戴裝置的截面圖，其揭示 FC 顯示器 115 具有顯示塊 228 和光

學塊 218，出射光瞳 250 定位在使用者眼睛 245 的位置，顯示塊 228 產生影像光，光學塊 218 接收顯示塊 228 射出的影像光後，成像在使用者眼睛之視網膜上。Facebook Technologies, LLC 在 US 10571692B2 專利中根據不同設計的光學塊 218 與顯示塊 228，提出多種場曲校正的方式。

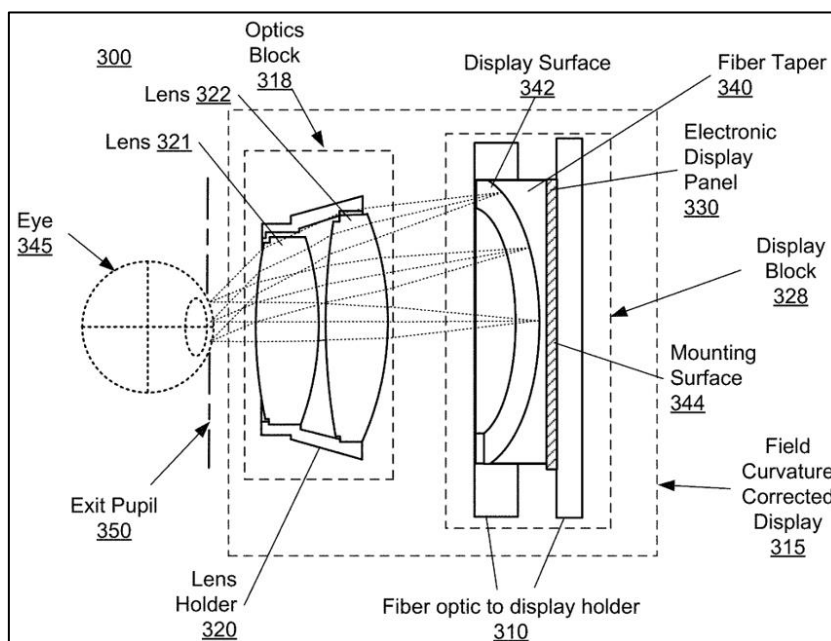


圖 93 具有纖維錐的 FC 顯示器的截面圖

圖 93 揭示一種具有纖維錐 340 的 FC 顯示器 315，其透過發射與光學塊 318 的彎曲焦平面重合形狀的影像光來校正場曲，作法係利用在顯示塊 328 之電子顯示面板 330 上設置一纖維錐 340，纖維錐 340 具有多個光纖，每一光纖在接收來自電子顯示面板 330 的光後，並經由顯示表面 342 輸出，顯示表面 342 的形狀設置成與光學塊 318 的彎曲焦平面重合，亦即輸出的影像光形狀與光學塊 318 的彎曲焦平面可以重合，而達到場曲校正的目的，

優點是便宜且易於製造。

圖 94 揭示一種具有投影器 430 和漫射器 440 的 FC 顯示器 415，使顯示塊 428 在與光學塊 418 的彎曲焦平面重合的彎曲平面中發射影像光來校正視場曲，漫射器 440 接收來自投影器 430 的投射光，設置漫射器 440 的形狀使得輸出的影像光沿著與光學塊 418 的焦平面相對應彎曲的方向，而達到場曲校正的目的。

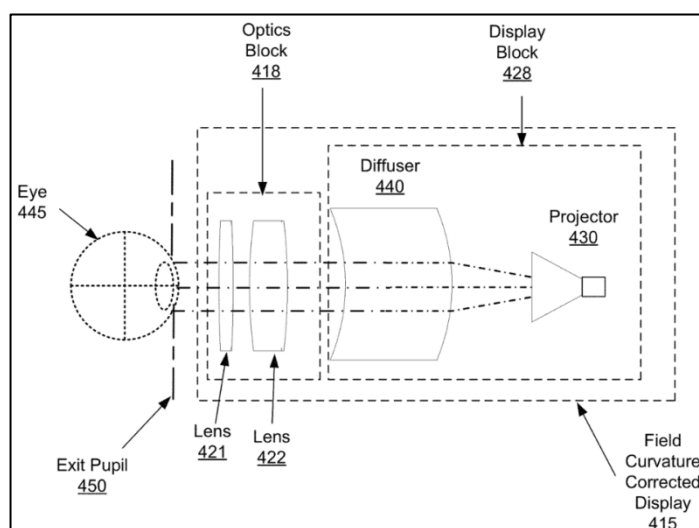


圖 94 具有投影儀和漫射器的 FC 顯示器的截面圖

圖 95 揭示一種具有彎曲反射偏振器 540 的 FC 顯示器 505，其透過被成形為校正場曲並使光偏振的彎曲反射偏振器 540，使得顯示塊 510 可以發射出場曲被校正的光，優點是具有更高的光通量。

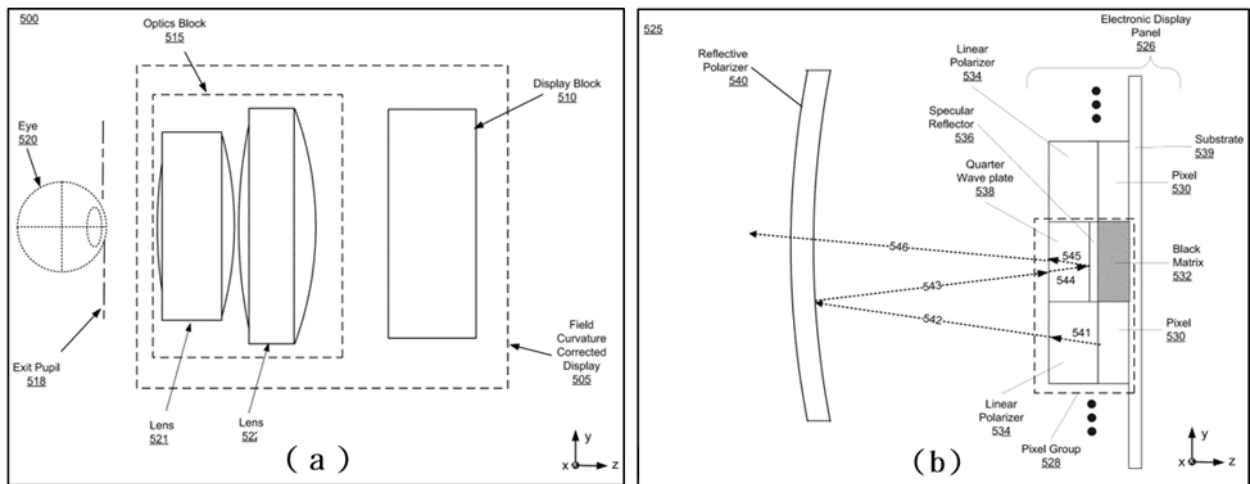


圖 95 具有彎曲反射偏振器的 FC 顯示器的截面圖

圖 96 揭示一種具有負屈光度透鏡的 FC 顯示器 755，其直接在光學塊 758 中設置一個負屈光度透鏡 762b 用以校正電子顯示面板 730 所造成的場曲。

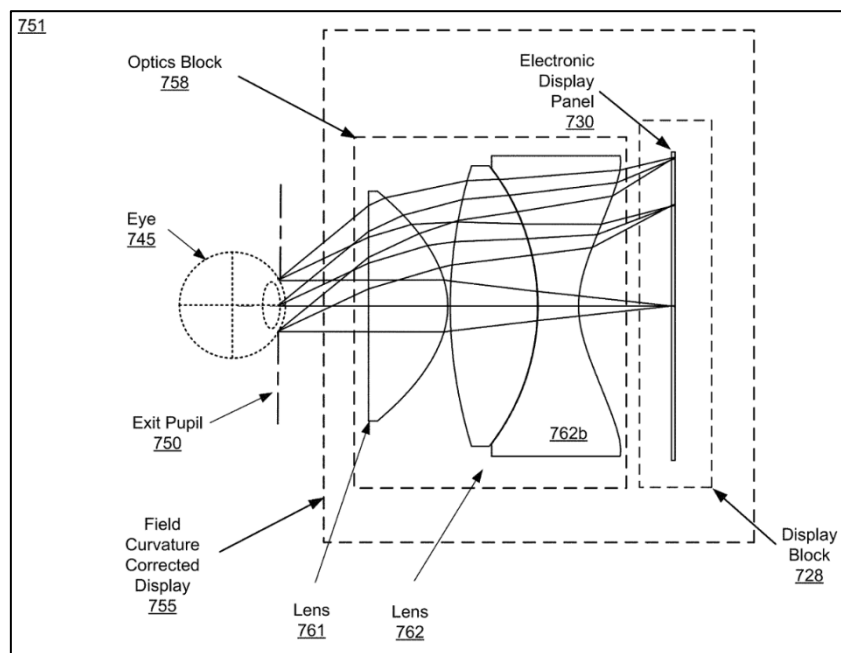


圖 96 具有負屈光度透鏡的 FC 顯示器的截面圖

(4) 利用觀看區域的雙反射面設計，解決視角小、光強度不均和重影問題

公開/公告號：US 8471967B2

發明名稱：Eyepiece for near-to-eye display with multi-reflectors

申請人：Google Inc.

申請日：2011/07/15

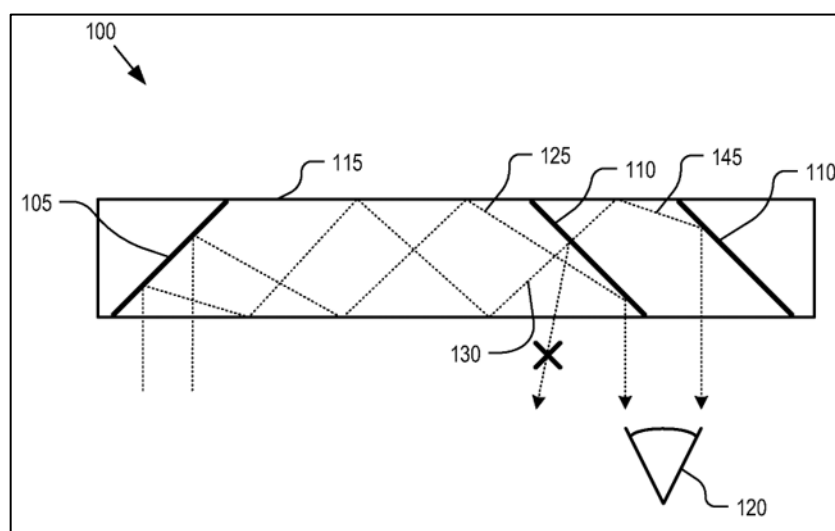


圖 97 使用角度敏感雙色鏡的傳統近眼光學系統

圖 97 揭示一種使用角度敏感雙色鏡（angle sensitive dichroic mirrors）的傳統近眼光學系統 100，其包含設置在波導 115 內的內耦合鏡 105 及外耦合雙色鏡 110，內耦合鏡 105 接收輸入光並使之在波導 115 向以全內反射的方式被傳遞，接著被外耦合雙色鏡 110 反射耦合輸出發射光而在眼睛 120 處產生有用影像，為了避免線段 125 的光和線段 130 的光都在圖 97 之

左側的雙色鏡 110 就都被反射而損壞輸出影像，光學系統 100 採用角度敏感雙色鏡 110，角度敏感雙色鏡 110 使具有較小入射角的光穿透同時反射具有較大入射角的光，然而此種使一些入射角的光穿透同時反射其餘入射角的光的特性，會限制視場角和降低系統的光學效率，且角度敏感雙色鏡 110 不提供銳角截止（sharp angular cutoffs）也會導致產生重影效應，此外角度敏感雙色鏡在設計、製作也過於複雜且而沒有效益。Google Inc.提出一種具有多個反射器的接目鏡，該接目鏡使用於近眼顯示器用以克服前揭之問題。

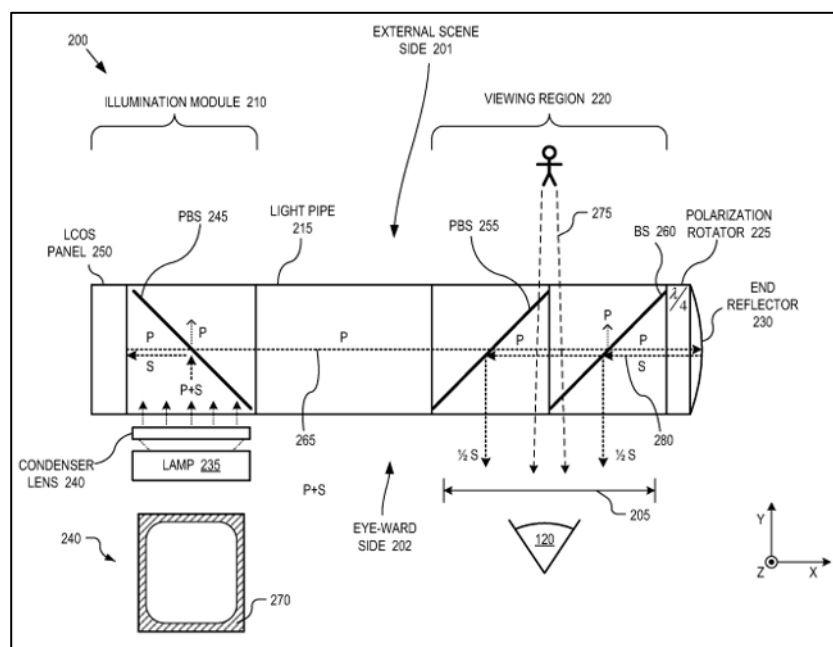


圖 98 觀看區域具有雙反射面之接目鏡 200 的俯視橫截面圖

圖 98 揭示接目鏡 200 具有照明模組 210、光導管 215、觀看區域 220、偏振旋轉器 225 及端面反射器 230，燈 235 發射大發散角的非偏振光，經



聚光器透鏡 240 限制發散角後，投射至 PBS245，其中 S 偏振分量被 PBS245 反射照亮 LCOS 面板 250，LCOS 面板 250 反射輸出 P 偏振的電腦產生影像 (CGI) 光，P 偏振 CGI 光 100% 穿透 PBS245 後，在不需全內反射的情況下繼續沿著路徑 265 方向傳播，接著 100% 穿透 PBS255、50% 穿透 BS260、100% 穿過  $1/4\lambda$  偏振旋轉器、100% 被端面反射器 230 反射、以及再 100% 穿過  $1/4\lambda$  偏振旋轉器，之後以 S 偏振 CGI 光傳播至 BS260，其中，50% S 偏振 CGI 被 BS260 反射至眼睛框 205 處，50% S 偏振 CGI 穿透 BS260 後被 PBS255 完全反射至眼睛框 205 處，因此，「被 BS260 反射至眼睛框的 S 偏振 CGI」與「穿透 BS260 後被 PBS255 完全反射至眼睛框 205 的 S 偏振 CGI」實質上具有統一的強度。

(5) 利用混合菲涅爾透鏡，用以克服傳統透鏡過厚、菲涅爾透鏡會產生繞射的缺點

公開/公告號：US 10133076B2

發明名稱：Hybrid fresnel lens with reduced artifacts

申請人：Facebook Technologies, LLC

申請日：2016/09/13

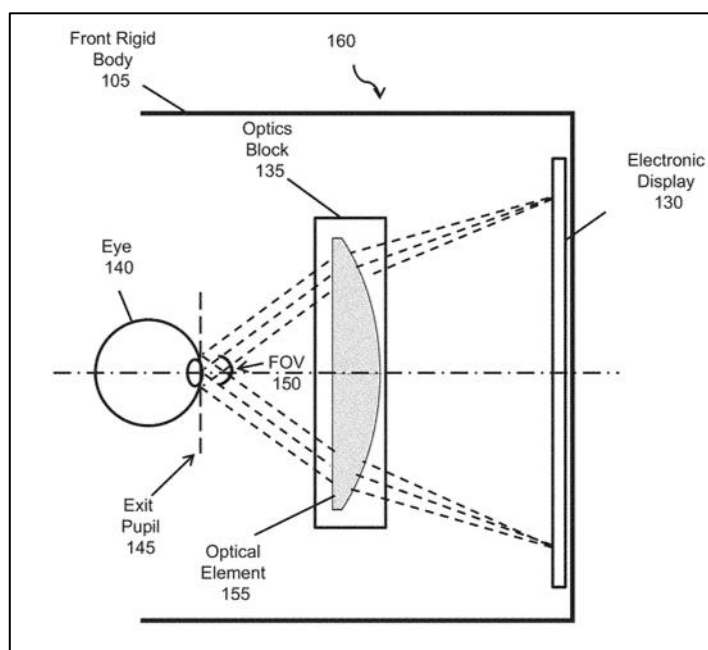


圖 99 採用傳統光學透鏡之近眼顯示裝置的截面圖

圖 99 (US 2019/0212482A1 之 FIG.1B) 為一般常見之近眼顯示裝置的截面圖，其具有光學塊 135 和電子顯示器 130，其中，光學塊 130 的主要的功用在於接收電子顯示器 130 射出的影像光後成像在使用者眼睛 140 之視網膜上，構成光學塊 135 的光學單元 155，通常是傳統光學透鏡（球面或非球面透鏡），或是

圖 100 (US 2019/0212482A1 之 FIG.2A) 之菲涅爾 (Fresnel) 透鏡，然而，若要具有大的視場角，無論採用傳統光學透鏡或 Fresnel 透鏡都需要具有短焦距，其中，

圖 101 (a) 揭示短焦距的傳統光學透鏡就需要增加透鏡的厚度而造成整體裝置的重量增加、厚度增大，而

圖 101 (b) 揭示 Fresnel 透鏡雖可薄型化，但 Fresnel 會有繞射的問題。因此，Facebook Technologies, LLC 在 US 10133076B2 專利中提出一種混合菲涅爾透鏡，

圖 101 (c) 揭示在短焦距的條件下，還同時可以克服傳統光學透鏡過厚、菲涅爾透鏡會產生繞射的缺點。

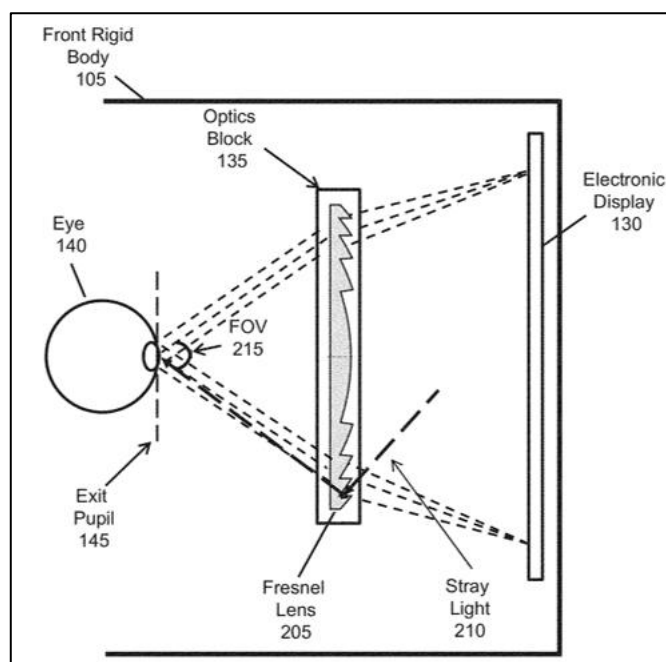


圖 100 採用 Fresnel 透鏡之近眼顯示裝置的截面圖

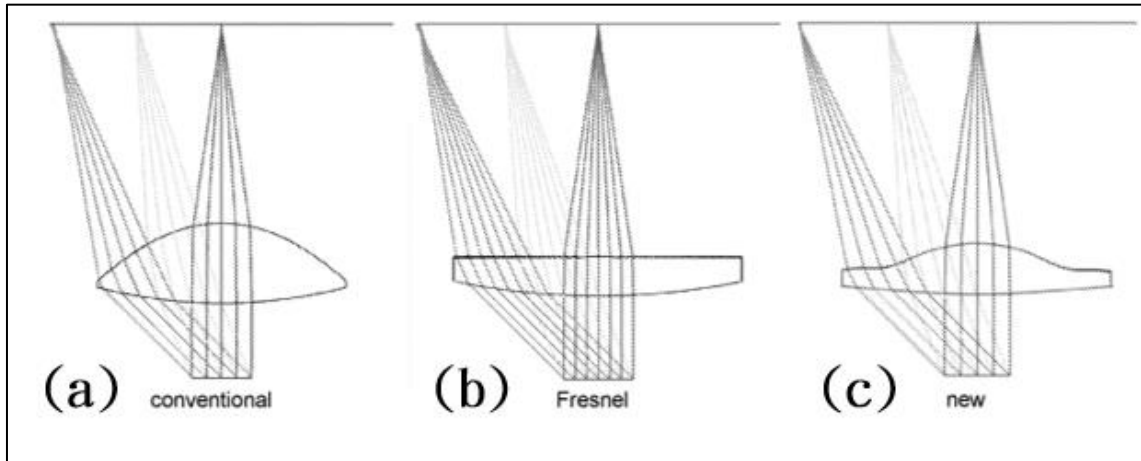


圖 101 傳統透鏡、Fresnel 透鏡和混合式透鏡的截面圖

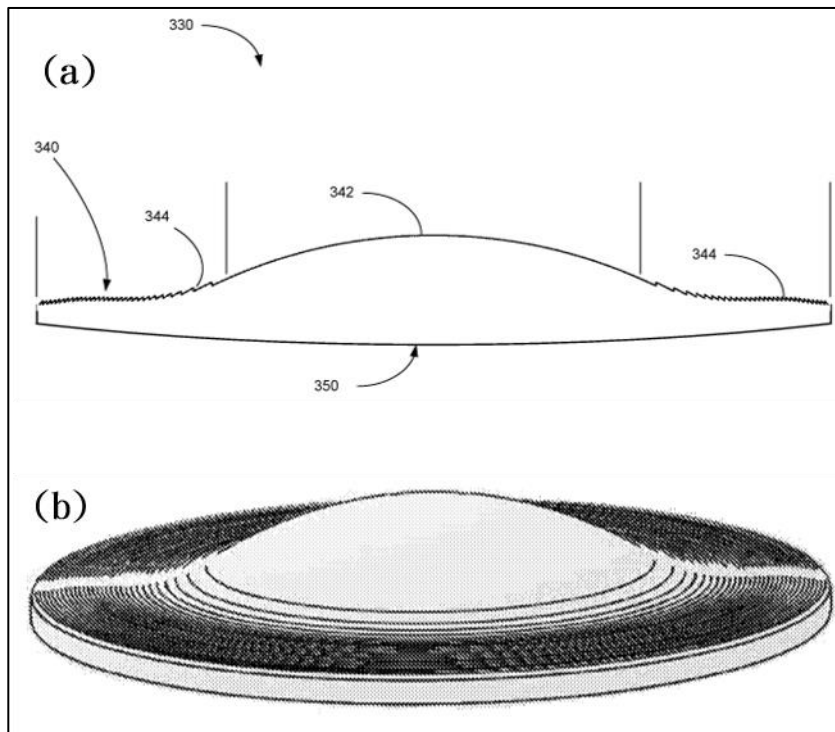


圖 102 混合式透鏡：(a) 放大截面；(b) 放大立體圖

圖 102 揭示混合式透鏡 330 的放大截面圖和放大立體圖，混合式透鏡 330 由透鏡表面 340 與透鏡表面 350 限定，透鏡表面 340 的第一部分 342 由平滑表面輪廓函數（smooth surface profile function）限定，透鏡表面 340 的第二部分 344 由 Fresnel 表面輪廓函數（Fresnel）定義，第二部分 344 圍繞第一部分 342，第一部分 342 的直徑是混合式透鏡 330 的直徑的至少 10%~80%。第一部分 342 的高度（「混合式透鏡 330 的中心厚度」與「第一部分 342 和第二部分 344 在接合處的厚度」之間的差）大於任何第二部分 344 之凹槽高度，第一部分 342 的高度是第二部分 344 之凹槽高度的至少 2 倍~10 倍。

## 2、元宇宙體感裝置專利技術

### (1) 利用電磁吸力達成觸覺反饋

公開/公告號：US 11,341,826 B1

發明名稱：Robotic sensing for Haptic feedback

申請人：META PLATFORMS.

申請日：2018/8/21

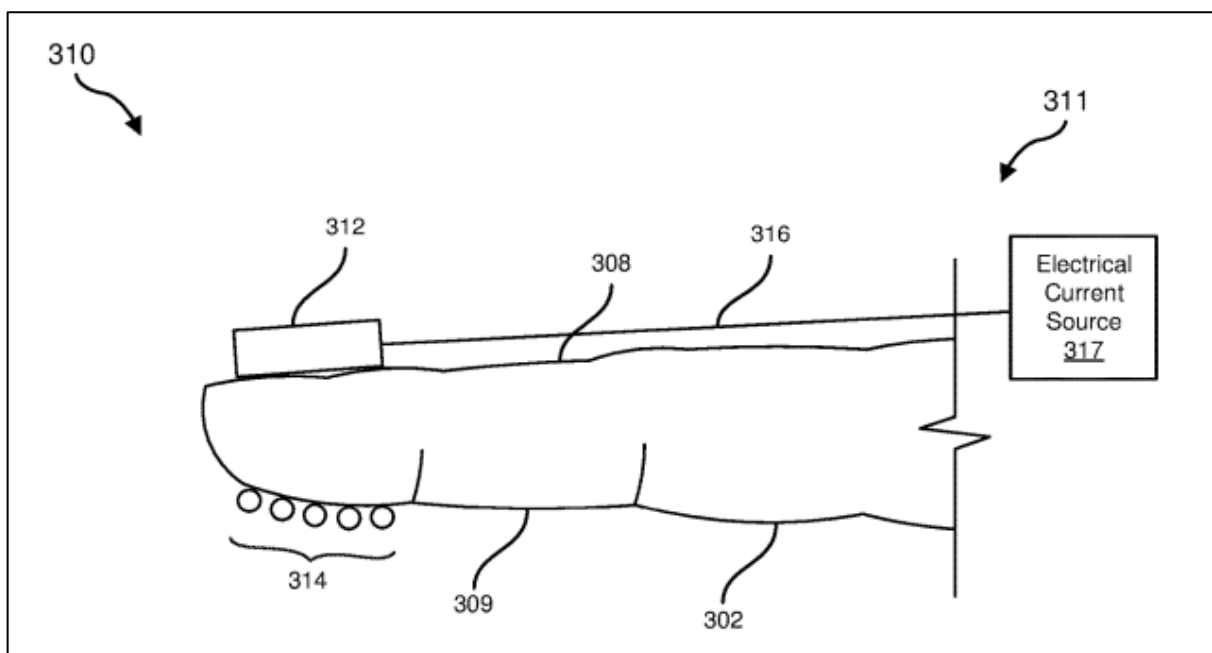


圖 103 觸覺回饋系統之實施例

觸覺回饋系統可能不準確或可能無法提供及時的訊息。例如，進行遠程或虛擬環境交互的用戶，可能需要在操縱環境的同時接收關於環境的訊號。如果沒有及時的回饋，用戶可能會遇到干擾，從而造成對環境的準確感知延遲，這可能導致用戶執行超出環境物理界限的動作。此外，一些虛擬環境可能依賴於預先生成的觸覺回饋，這些回饋可能會隨著用戶在環境

中操縱對象而發生變化，使得用戶可能會收到不準確觸覺回饋。

如圖 103 顯示了安裝在用戶手指 302 上的觸覺回饋子系統 310，觸覺回饋子系統 310 可以包括施力機構 311，施力機構 311 包括電磁體 312 和至少一個鐵磁元件 314，該電磁體 312 通過布線 316 電耦合到電流源 317。例如，觸覺回饋子系統 310 可以包括多個鐵磁元件 314，它們被布置在觸覺回饋區域並且被定位成緊鄰和/或鄰接用戶的手指 302 的一部分，例如手指 302 的指尖。電磁體 312 可以設置在指尖的背面 308 上，並且鐵磁元件 314 可以相對地設置在指尖的正面 309 上（例如，靠著指尖墊），使得指尖位於鐵磁元件 314 和電磁體 312 之間。如此一來，電流可以由電流源 317 經由布線 316 提供給電磁體 312。隨著電流流過電磁體 312，可以產生圍繞電磁體 312 的磁場。布置在所產生的電磁場內的鐵磁元件 314 可以被拉向電磁體 312，使得鐵磁元件 314 中的一個或多個被更有力地壓靠在用戶手指 302 的指尖上，對指尖施加一個力，這可能會給用戶一種他們的指尖正在接觸表面的感覺。根據一些示例，振動訊息例如由機械手可以被轉換成脈動電流，該脈動電流被傳送到電磁體 312，使得鐵磁元件 314 以引起用戶接觸振動表面的感覺的方式壓在用戶的指尖上。

本發明描述了用於通過包括用戶佩戴的可穿戴物品向用戶提供觸覺回饋的各種裝置、系統和方法。其中手套被配置為向用戶手部提供與表面數據相對應的觸覺回饋，讓手套可以使用這些表面數據來對戴手套的用戶提供更為準確的觸覺回饋。

## (2) 利用超音波陣列達成觸覺反饋

公開/公告號：US 2020/0142490 A1

發明名稱：Haptic gloves for virtual reality systems

申請人：INTEL CORPORATION.

申請日：2017/08/03

已知的 VR 系統讓用戶能夠使用控制器（例如操縱桿或手持設備）與 VR 環境進行交互。然而，雖然已知的 VR 系統可以提供出色的視覺和音頻模擬，但這些已知的 VR 系統卻仍然尚未提供與之對等的良好觸覺回饋。

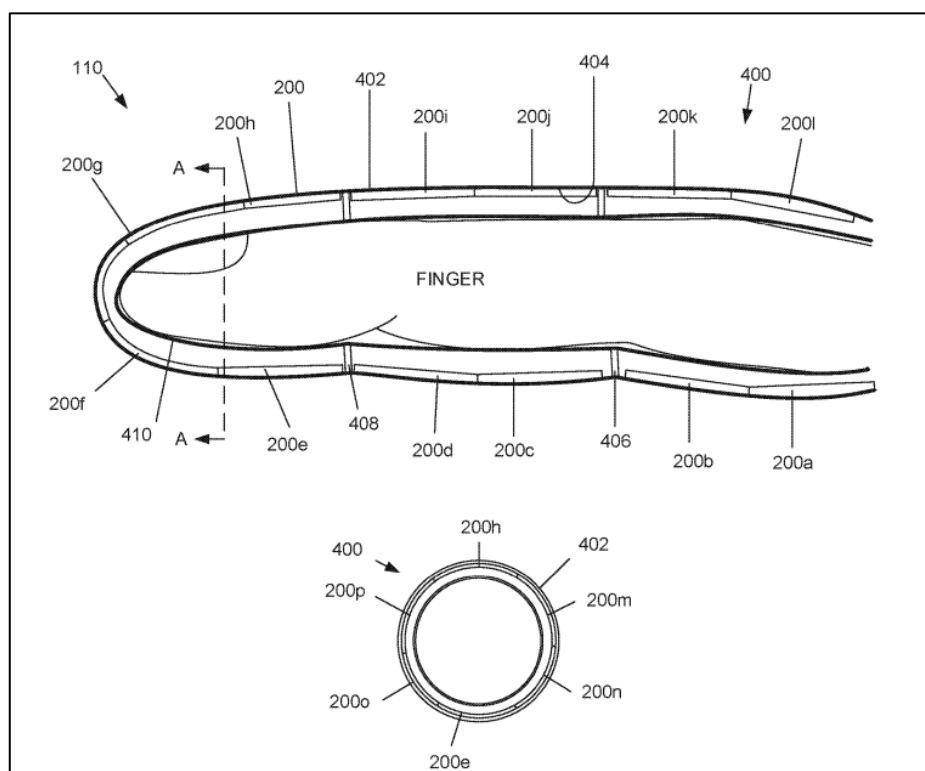


圖 104 超音波陣列之排列方式



如圖 104 所示，超音波陣列裝置 200a-200n 沿第一層 402 的內表面 404 設置並且向內指向用戶手指的皮膚，其中超音波陣列裝置 200a-200n 也可以圍繞手指的側面設置。根據將施加觸摸感覺的位置，可以致動超音波陣列設備 200a-200n 中的一個或多個以在用戶手部的不同位置上產生觸覺回饋（例如，通過在手的皮膚處或附近產生壓力）。如果用戶手指的下側與虛擬現實環境中的對象虛擬接觸，則沿著用戶手指的下側的超音波陣列設備 200a-200f 可以被致動以產生聚焦於沿著用戶手指底部的壓力點，從而模擬在 VR 環境中與對象的接觸效果。每個超音波陣列裝置 200a-200n 對應於第一手套 110 的特定部分並且因此對應於用戶手部相關部分。在一些情況中，也可僅致動超聲陣列裝置 200a-200n 之一，或是多個超音波陣列裝置 200a-200n 全部被致動。

本發明提供了觸覺手套在用戶手的不同部位產生壓力，以模擬在 VR 環境中觸摸物體的感覺，包括設置在手套內表面上的超音波陣列裝置包括多個超音波發生器，這些超音波發生器被致動以產生超音波，並在距超音波陣列設備特定距離處產生聚焦壓力點。藉由改變超音波陣列裝置的頻率和/或強度以產生可以模擬不同力和/或紋理或材料的不同壓力。例如，可以使用更高的強度來產生更高的壓力，這可以模擬更硬、更剛性的表面（例如，金屬）。而較低的強度可用於產生較低的壓力，這可以模擬較軟的表面（例如橡膠），以提供用戶更真實的觸覺體驗。

### (3) 利用熱變形達成觸覺反饋

公開/公告號：US 2022/0155870 A1

發明名稱：Haptic glove apparatus and virtual reality apparatus

申請人：Samsung Electronics.

申請日：2020/11/18

根據用戶的五種感官，支持 VR 服務的 VR 設備可以包括頭戴式顯示器（HMD）設備、用於視覺的虛擬實境頭戴式耳機（VRH）或手套設備或其他使用與觸覺相關的觸覺功能的可穿戴設備。一般來說，用戶感知的觸感可以包括各種壓力和各種自由度。因此，用於實現用戶感知的觸覺的致動器具有復雜的結構，因此，致動器很大並且消耗過多的電力。

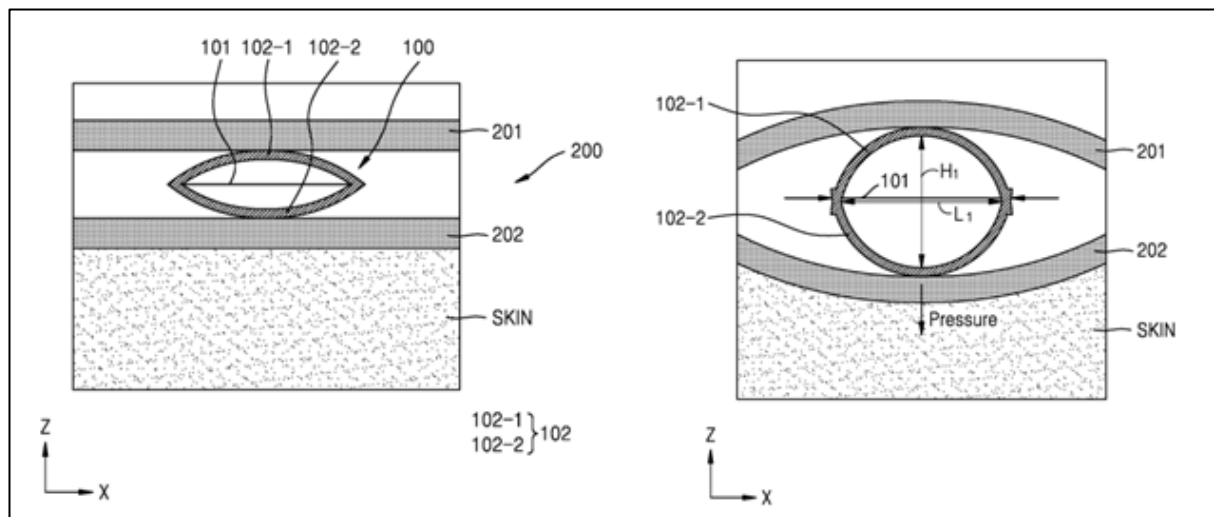


圖 105 形狀記憶合金由於熱而經歷收縮和變形

參考圖 105 所示，驅動力施加部分 101 可以包括其形狀可以根據特定

驅動訊號改變為預定形狀的材料，例如形狀記憶合金（SMA）元件或電活性聚合物，其中 SMA 元件可以是由於熱而經歷收縮和變形的構件，例如鎳鈦（Ni-Ti）合金或銅鋅（Cu-Zn）合金之類的。根據實施例，驅動訊號部分可以透過使用從處理器 60 接收到的驅動訊號來提供用於使 SMA 元件收縮和變形的驅動電流。為了使驅動力施加部分 101 引起收縮和變形，SMA 元件的溫度必須等於或大於閾值溫度，例如 SMA 元件的閾值溫度可以為 43°C~45°C 左右。彈性支撐部 102 在第二方向（Z 方向）上收縮或膨脹的程度可以根據驅動力施加部分 101 在第一方向（X 方向）上膨脹或收縮的程度而改變。彈性支撐部 102 的中心的中心高度 H 可以根據驅動力施加部分 101 收縮的程度而改變，因此，施加到用戶的壓力量可以改變，使得用戶可以在各種虛擬環境中體驗各種觸覺。

本發明提供了包括能夠施加各種壓力的致動器的觸覺手套裝置以及包括該觸覺手套裝置的虛擬現實裝置。其中藉由小型化致動器，更能夠達到節省電力消耗，同樣又可提供用戶逼真觸覺體驗之功效。

#### **（4）利用震動手部肌腱達成觸覺反饋**

公開/公告號：US 2018/0077976 A1

發明名稱：Actuated tendon pairs in a virtual reality device

申請人：Oculus VR Inc

申請日：2016/09/20

傳統的 VR/AR 系統在模擬環境中創建虛擬身體部位，並使用追蹤系

統來追蹤用戶在物理空間中的運動。可以根據用戶在物理空間中的移動來更新呈現給用戶的模擬環境。但是，此類系統通常不會阻止或控制用戶在物理空間中的移動，當用戶在模擬環境中與虛擬對象接觸時。結果，用戶無法感知觸摸虛擬對象的感覺。

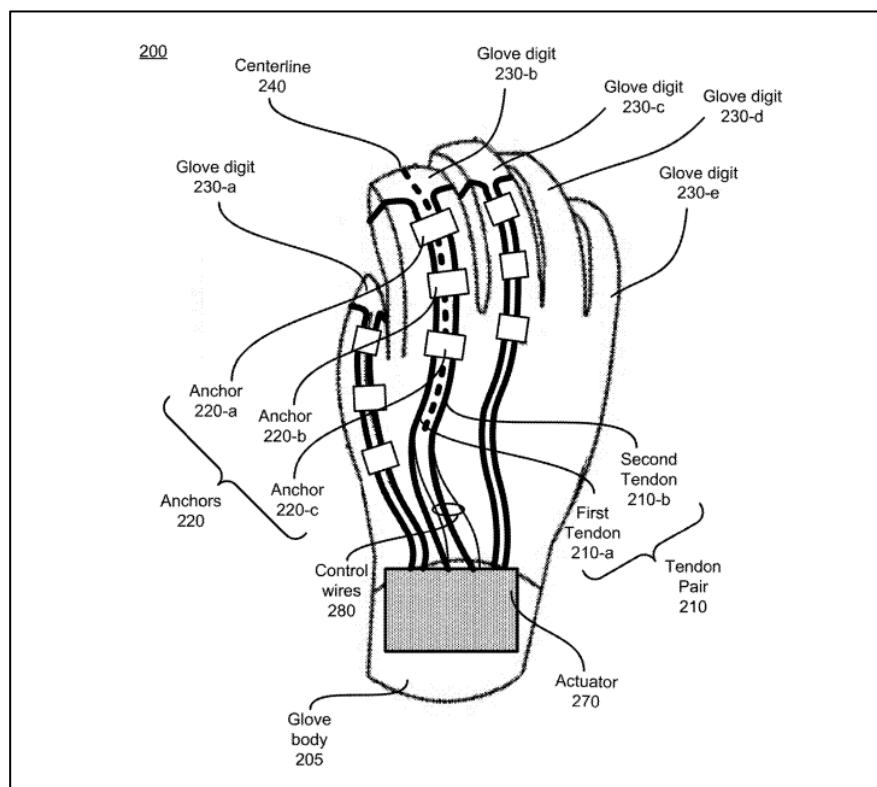


圖 106 觸覺手套之肌腱對配置

如圖 106 所示，觸覺手套被配置為向用戶提供觸覺反饋的每個手指包括肌腱對 210，其中肌腱對 210 包括第一肌腱 210-a 和第二肌腱 210-b，以沿著用戶手的指骨的第一表面定位。例如，第一和第二腱 210-a 和 210-b 的長度平行於手指的彎曲中心線 240 的第一和第二側分別形成第一和第二肌

腱，其中手指彎曲中心線 240 互連手指的彎曲位置，該彎曲位置對應於指骨的關節，在該關節處手指響應於指骨的彎曲而經歷彎曲。在一些實施例中，致動器 270 接收第一和第二刺激信號，透過第一刺激信號致動第一腱 210-a，又透過第二刺激信號致動第二腱 210-b。此外，致動器 270 也可基於第一和第二刺激信號，同時調整第一和第二腱 210 的長度來致動第一和第二腱 210-a 和 210-b 以控制手套指部的運動。

在一些實施例中，一個或多個致動器可以聯接到手套主體並且被配置成通過致動第一和第二腱來控制用戶手部對應第一和第二腱的運動。此外，手套指部中的至少一個或多個柔性腱，其位於與手指的頂部表面及/或相對手指的後表面，這些柔性腱可以用於例如抵抗屈曲、抵抗伸展或它們的某種組合，能夠為用戶帶來在 VR 中更加身臨其境的觸覺體驗。

#### **(5) 利用控制氣閥啟閉達成觸覺反饋**

公開/公告號：US 2021/0354137 A1

發明名稱：Microfluidic devices and fluidic logic devices

申請人：Facebook Technologies, LLC

申請日：2020/5/18

已知的 VR 系統讓使用戶能夠使用控制器（例如操縱桿或手持設備）與 VR 環境進行交互。然而，雖然已知的 VR 系統可以提供出色的視覺和音頻模擬，但這些已知的 VR 系統卻仍然尚未提供與之對等的良好觸覺回饋。

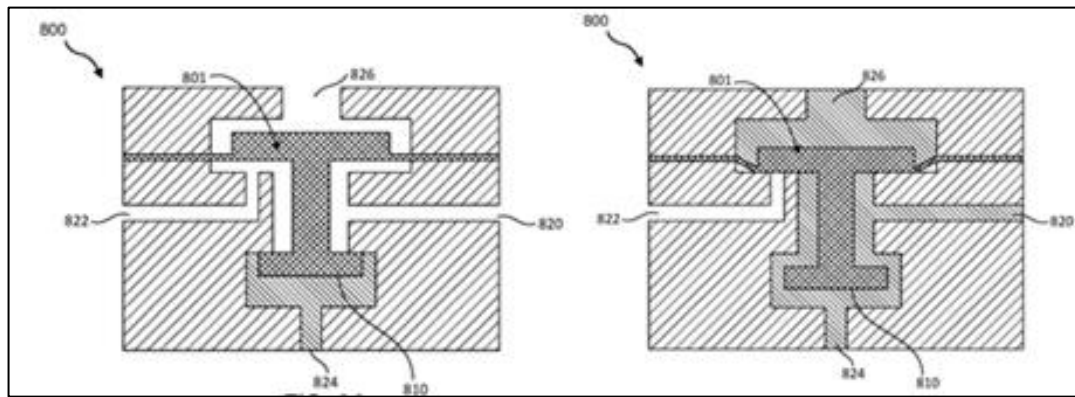


圖 107 流體裝置閘口作動示意圖

如

圖 107 所示，當閘口 826 未加壓時，基部端口 824 中的壓力可在基部 810 處向活塞 801 的底部施加力，導致活塞 801 沿向上方向移動，並打開第一端口 822 和第二端口 820 之間的流體路徑，將第一端口 822 上的壓力（例如，大氣壓力）耦合到第二端口 820。如右上圖所示，當澆口端口 826 被加壓時，活塞 801 可以向下移動，並打開基部端口 824 和第二端口 820 之間的流體路徑，將加壓流體從基部端口耦合 824 到第二個端口 820。

微流控系統可用於許多不同的領域，例如生物醫學、化學、製藥、甚至是模擬觸覺等技術領域。本發明透過壓電材料或使用其他機構來致動的流體閘和系統，並藉由控制流體流動（例如，停止、啟動、交替、限制、增加等），進而實現用戶在 VR 中，沉浸式體驗的觸覺回饋。

### 3、元宇宙空間音效專利技術

#### (1) 利用複數音源混合以達成空間音效

公開/公告號：US 2021/0406094 A1

發明名稱：Mixed Reality Complementary Systems

申請人：MICROSOFT INC.

申請日：2020/6/25

在 MR 體驗中，例如房間或結構之類的空間以數位方式表示，且通常涉及帶有 MR 頭戴式裝置的用戶，允許他們在數位的 MR 空間中看到現實和虛擬元素，其中 (MR) 音訊經驗包括空間中的音響系統揚聲器的音量輸出和音訊通道之間建立協調。但此類聲音系統存在限制，無法在 MR 體驗中獲得逼真的音訊，導致難以提供高品質的聲音。

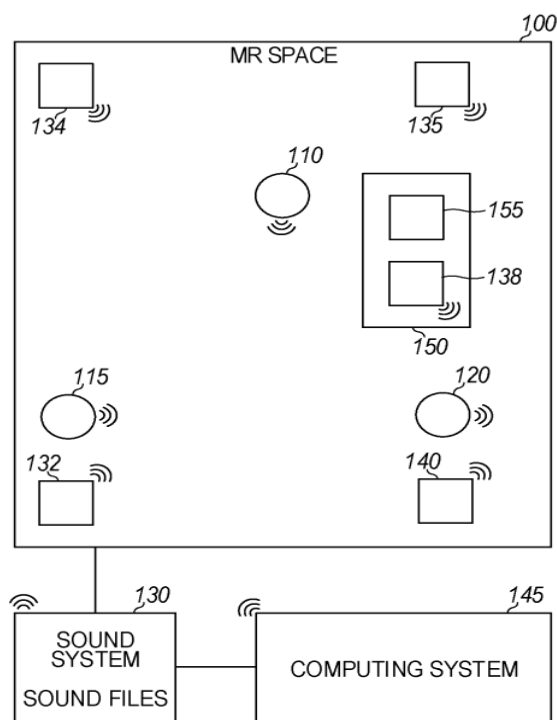


圖 108 空間聲音系統之音源配置

如圖 108 所示，聲音包括存儲在諸如 MR 空間聲音系統 130 的一個或多個聲音系統上以及 MR 設備 110、115、120 聲音系統中的每一個上的音訊資料。每個 MR 設備聲音系統和 MR 空間聲音系統可以在共享的 MR 體驗中連結在一起，MR 空間聲音系統和 MR 設備聲音系統基於共享並混合來自音訊資料的聲音。

又 MR 空間聲音系統 130 可以識別每個單獨的揚聲器的聲音以響應於 MR 空間中的虛擬發聲對象的位置提供更真實的聲音。在一個實施例中，MR 空間聲音系統 130 是適合播放較深聲音的較大聲音系統，而較小的音訊系統（MR 設備聲音系統）播放中高頻聲音。由於高頻聲音的波長較短，因此高頻聲音與低頻聲音的同步比高頻聲音與其他高頻聲音的同步更容易，這為聲音提供了更多深度，並使體驗同步更容易。

本案所述的每個聲音系統可以彼此連結在一起並且對關於混合現實空間體驗的訊息具有共同的分享，包括正在發生的事件。本案聲音系統使用對音訊資料的共享來混合來自數位音訊資料的聲音，從而為一個或多個用戶提供更好的 MR 音訊體驗，讓每個用戶都能獲得增強的個性化聲音體驗。

## **(2) 控制音源方向以達成空間音效**

公開/公告號：US 2020/0264006 A1

發明名稱：Spatial audio navigation

申請人：App INC.

申請日：2020/09/27



虛擬現實（VR）允許用戶體驗和/或與身臨其境的人工環境進行交互，從而使用戶感覺好像他們身在該環境中。例如，虛擬現實系統可以向用戶顯示立體場景以創建深度錯覺，並且計算機可以即時調整場景內容以提供用戶在場景中移動的錯覺。常規導航應用程式可提供語音方向，例如「左轉」或「右轉」以將使用者指引至目的地。然而，使用者在使用導航應用程式的同時，可能正在收聽音訊源（例如，音樂、有聲讀物、電話呼叫等），並且可能更喜歡音訊不被語音方向中斷。此外，當進行電話呼叫時，語音方向可干擾會話，或者會話可干擾語音方向。

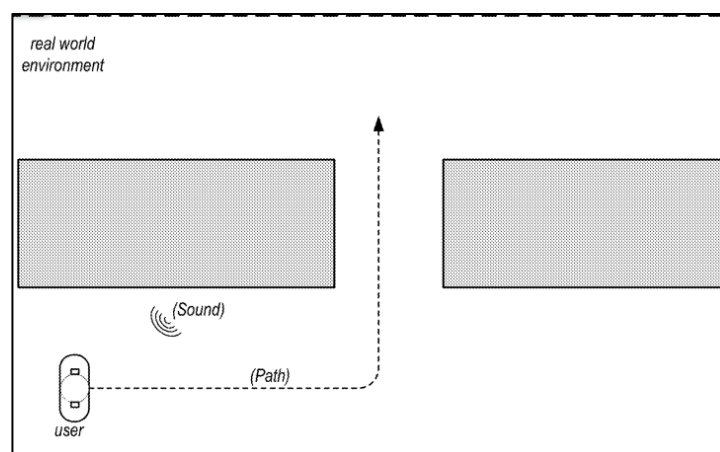


圖 109 空間音訊導航音源位於用戶左前方

如圖 109 示出了在包括轉彎的真實世界環境中為用戶確定的路徑。當用戶接近轉彎時，可以播放聲音，使得聲音似乎來自轉彎的前面和左側。當用戶接近轉彎時，可以調整聲音的音量和位置。

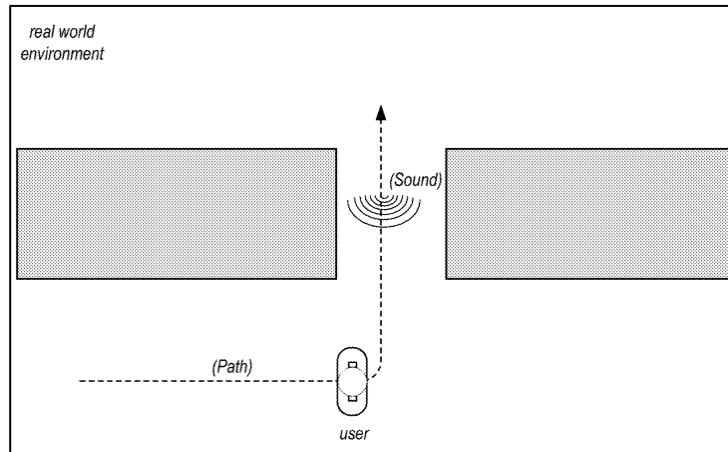


圖 110 空間音訊導航音源位於左方

如圖 110，當用戶到達轉彎時，聲音可能會增大音量並沿著轉彎方向的路徑；在這種情況下，聲音似乎來自用戶的左側。如果用戶跟隨聲音並進行轉彎，則聲音可能會降低音量或消失，直到用戶接近路徑中的另一個轉彎。在一些實施例中，可以向用戶播放特定的聲音或音調，以指示用戶做出了正確的轉彎並且仍在路徑上。

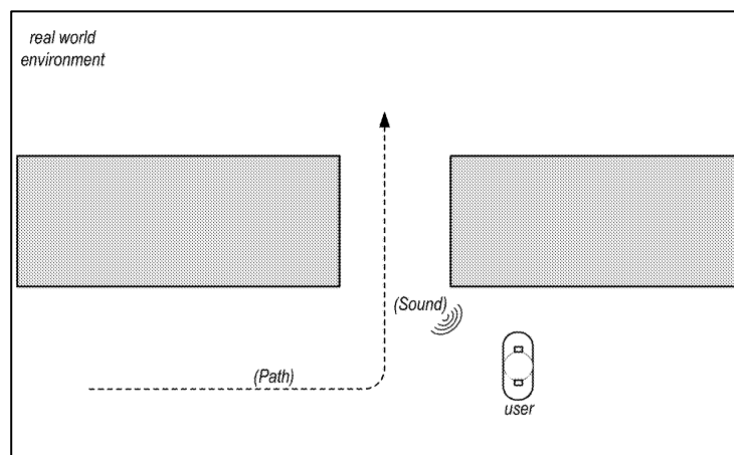


圖 111 空間音訊導航音源位於左後方

如圖 111 所示，如果用戶錯過了轉彎，聲音可能會降低音量並被移動，以便它似乎是從用戶背後傳來的，提示用戶他們錯過了轉彎。或者，在一些實施例中，可以在用戶錯過轉彎時播放警報聲音。在一些實施例中，如果用戶繼續經過轉彎或偏離系統確定的路徑，則系統可以重新計算到目標位置的新路徑並開始使用空間音頻導航方法將用戶引導到新路徑上。

本案所述的空間音訊導航系統和空間音訊導航方法的實施例使用透過雙耳音訊設備播放的聲音的方向性和距離來將導航提示提供給使用者。並且，可在收聽音樂的同時在路徑上引導使用者，可將音源放置在使用者前方以沿該路徑引導使用者，並且移動到使用者的一側以提示使用者在該路徑上轉彎。而且，音樂未被中斷，提供比常規導航應用程式更優良的傳達導航資訊的方法，以幫助將使用者引導到目標位置。

### **(3) 根據不同角度發送音源向量達成空間音效**

公開/公告號：WO 2022/046375 /A1

發明名稱：Positional haptics via head-mounted peripheral

申請人：SONY Entertainment .

申請日：2020/8/25

影音遊戲的成長趨勢需仰賴是影音裝置技術的進步和遊戲中沉浸式體驗的改進。其中耳機技術的進步可以通過多種方式增強玩家的遊戲體驗，例如提供情境感知、建立 3D 音訊感知體驗、強化遊戲動作等。不幸的是，當前的耳機有侷限性，無法允許玩家可以在空間上完全定位來自影音遊戲

或其他媒體內容的影音內容，使得玩家可能會錯過引人入勝的遊戲體驗。

如圖 112 進一步說明了遊戲場景中的音源對象 A 和 B。在一個實施例中，音源對象 A 和 B 可以具有不同的聲音強度。例如，根據到使用者角色的距離，音源對象 A 可以代表在空中飛行的噴射飛機，它可以產生具有大約 100 分貝的聲音強度。音源對象 B 可以代表一個人大喊大叫，它可以產生具有大約 80 分貝的聲音強度。聲音向量 VA1-VA7 和 VB1-VB7 分別對應於與音源對象 A 和 B 相關聯的聲音分量。聲音向量 VA1-VA7 和 VB1-VB7 顯示指向虛擬觸覺感測器 HS1'-HS7' 的方向。其中與音源對象 A 相關聯的聲音向量 VA1-VA7 分別傳送到虛擬觸覺傳感器 HS1'-HS7'。此外，與音源對象 B 相關聯的聲音向量 VB1-VB7 分別傳送到虛擬觸覺傳感器 HS1'-HS7'。在該示例中，音源對象 A 和 B 都可以對應用於耳機 104 的觸覺感測器的幅度有所產出。

本發明透過當觸覺傳感器被致動時，使得用戶耳機的觸覺傳感器能夠響應來自影音遊戲的聲音分量而振動，讓用戶在觸覺傳感器振動時對來自影音遊戲的沉浸式內容進行空間定位，以增強用戶的整體遊戲體驗。此外，不同觸覺傳感器被致動的方式（如幅度或頻率），更可以提供模擬場景中呈現的三維性質的組合觸覺效果，提供了以前沒有提供的彷彿親臨現場的真實體驗。

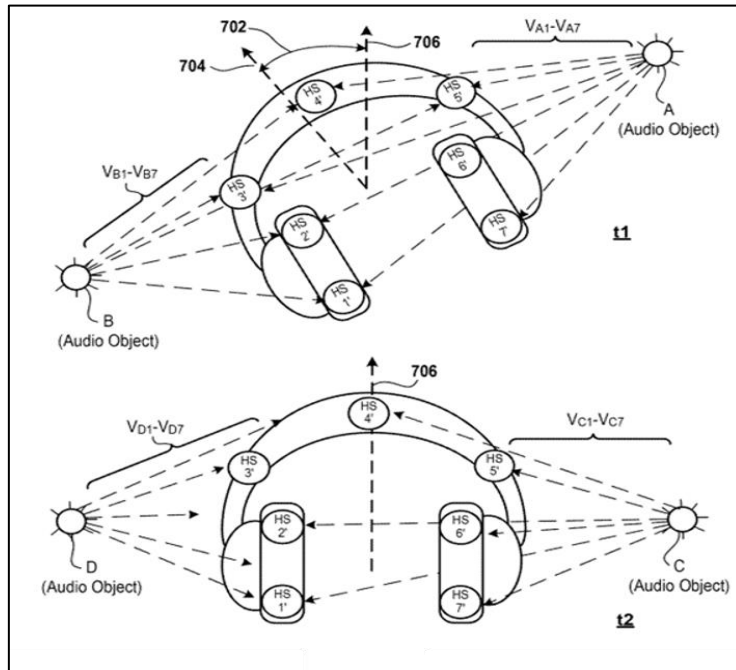


圖 112 音源對象對於不同角度之聲音向量傳輸

## 4、元宇宙嗅覺呈現專利技術

### (1) 搭配虛擬實境裝置散發氣味呈現嗅覺

公開/公告號：WO 2019/131808 A1

發明名稱：Odor presenting system

申請人：VAQSO.

申請日：2017/12/27

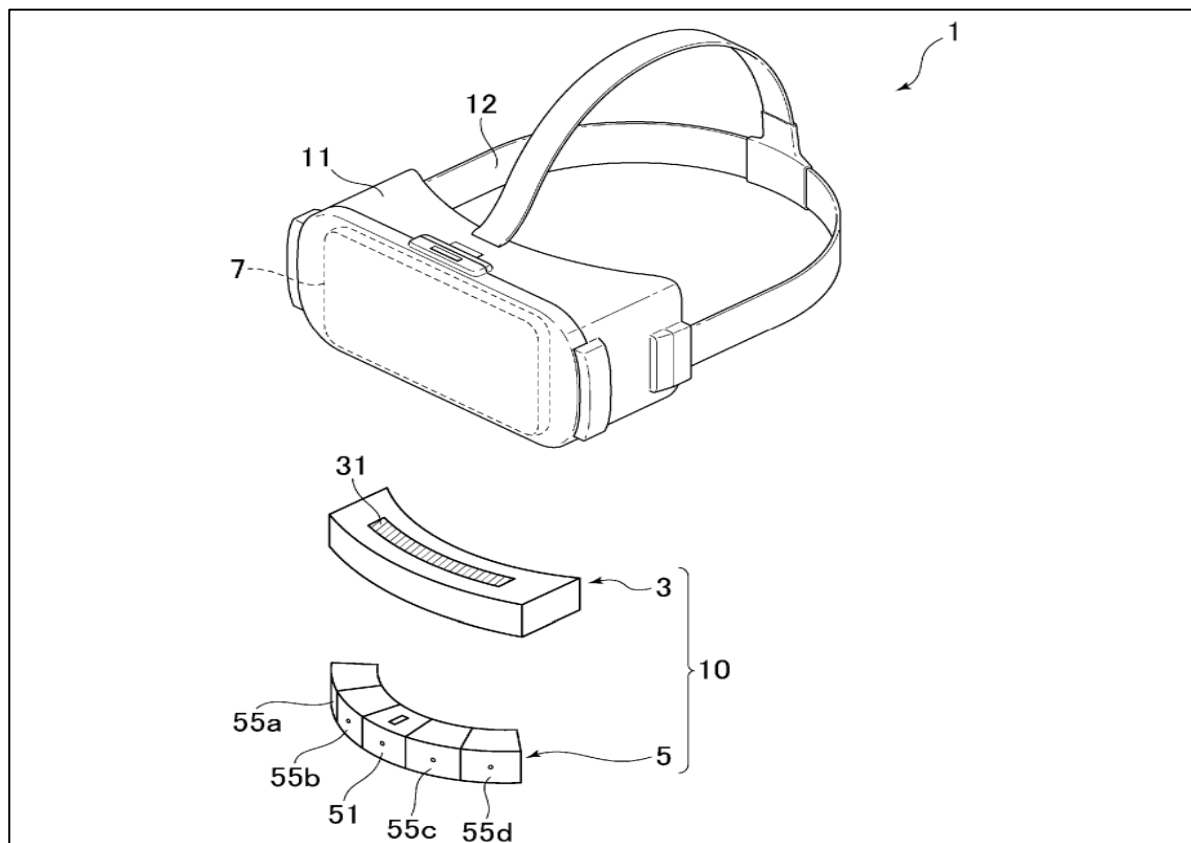


圖 113 頭戴式內容呈現裝置與氣味呈現系統之分解圖

隨著 VR 等技術的進步，人們試圖透過同時刺激視覺以外的五種感官來為用戶提供更真實的體驗。尤其是近年來，注意力更集中在透過刺激視覺和嗅覺來提供用戶更真實的體驗。然而實際情況，刺激嗅覺和視覺的

VR 裝置仍處於研究階段。例如，習知技術公開了一種通過根據與 VR 空間中的組件的距離利用超聲波換能器霧化香水來呈現氣味的技術。然而，並未確切公開氣味呈現裝置的具體硬體規格，也並未將氣味呈現裝置與頭戴式內容呈現裝置實際結合，更沒有重量或是成本方面的考慮。

如圖 113 是頭戴式內容呈現裝置 1 和氣味呈現系統 10 的分解圖。從圖中可以清楚地看出，氣味呈現系統 10 包括彎曲的長方體基座裝置 3 和多個香水盒 5。頭戴式內容呈現裝置 1 包括大致箱形的主體 11、訊息處理裝置 7，訊息處理裝置 7 以佩戴時顯示面朝向佩戴者的眼睛的方式配置固定在主體 11 的內部，主體的底面固定帶單元 11 和基座單元 3 的上表面由主體單元 11 的側面和從上表面延伸的固定帶單元 12 組成，通過部分 31 可拆卸地連接。即佩戴頭戴式內容呈現裝置 1 的人將香味盒 5 大致放置在用戶的鼻子前方。其中，基座裝置 3 通過磁片部 31 與頭戴式內容呈現裝置 1 的主體部 11 的底面連接，因此只需將基座裝置 3 固定在主體 11 的底面即可。透過這樣的結構，由於頭戴式內容提示裝置 1 和基座裝置 3 是可裝卸的，因此能夠容易地實現氣味提示系統 10 並進行拆卸或替換。更重要的是，由於香味盒 5 也是可更換的，因此可以根據內容物產生各種氣味，且由於每個香味盒 5 圍繞佩戴者的鼻子呈弧形或扇形排列，讓每個香味盒 5 具有朝向鼻子的香味排放口，使得用戶能夠更適當地感知香味。

本發明可提供一種適用於頭戴式內容呈現裝置的氣味呈現系統，並且可拆卸地附接到頭戴式內容呈現設備。由於能夠從頭戴式內容呈現裝置上

拆下，因此能夠對頭戴式內容呈現裝置進行改裝，能夠容易地提供氣味呈現系統。此外，每個香水盒以扇形佈置成以頭戴式內容呈現裝置的佩戴者的鼻子為中心，揮發狀態可向鼻子釋放，因此頭戴式內容呈現裝置的佩戴者能夠正確地感知到具有指向性的氣味，並抑制氣味等向身體擴散等功效。

## (2) 結合 AR 裝置之嗅覺呈現應用

公開/公告號：WO 2021/059642 A1

發明名稱：Information processing device, control method, and program

申請人：SONY.

申請日：2019/9/25

AR 技術除了提供用戶視覺體驗外，同時也可提供用戶嗅覺體驗，惟習知技術中記載的是使多個用戶在顯示器中觀看虛擬對象來感知氣味的技術，雖然檢測了每個用戶的鼻子的位置，但是沒有檢測到虛擬對象的位置，因此難以表現出目標氣味來自虛擬對象（即虛擬氣味源），導致難以增加用戶在 AR 空間中的沉浸感。

本發明可實現結合智慧手機的 AR 和氣味呈現的尋寶遊戲，其中 AR 系統 50 由智慧手機構成，智慧手機具備小型的氣味提示裝置 6，該氣味呈現裝置 6 能夠向智慧手機的畫面側輸出氣味。圖示中標有“A”的物體被賦予火藥味，而標有“B”的物體被賦予金屬氣味（硬幣氣味），其中氣味的有效範圍可設定為 1000mm 等較寬的範圍。當接近物體“A”時，它有火藥味，當它接近物體“B”時，則具有金屬味。在上述示例中，使用了智慧手



機，但是通過安裝氣味呈現裝置 6，也可以應用平板電腦、AR 眼鏡、透視型頭戴式顯示器等。

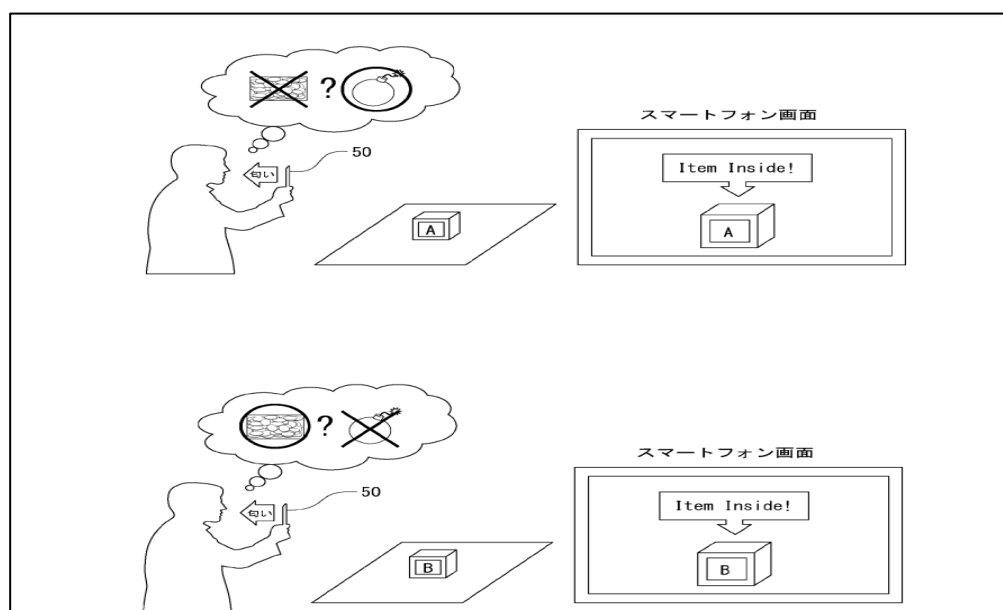


圖 114 嗅覺呈現裝置之應用實施例

通過基於用戶鼻子的位置和氣味源之間的位置關係進行氣味輸出控制，可以表現出氣味來自氣味源，並根據氣味源與鼻子位置之間的距離來控制氣味的強度。這使得用戶可以根據與氣味源的距離來感知具有適當強度的氣味，例如當鼻子位於氣味源附近時增加氣味的強度，進而增強用戶在關於嗅覺呈現的 AR 空間中的沉浸體驗。

## (二) 通往元宇宙的實虛架接專利技術

本節介紹實現元宇宙所需無線通訊與資料處理運算力的基礎建設相關發明。

### 1、終端通訊傳輸之功率管理

公開/公告號：US 2021/0105694 A1

發明名稱：MITIGATING USER EQUIPMENT OVERHEATING FOR 5G OR OTHER NEXT GENERATION NETWORK

申請人：AT&T Intellectual Property I, L.P.

申請日：2020/11/24

由於 5G 規劃的目標不是更快的峰值互聯網連接速度，而是比當前的 4G LTE 容量更高，允許每單位面積更多的行動寬頻用戶，並允許消耗更高或無限的數據量，將使得大多數人即使未在無線熱點區域，每天仍使用終端設備觀賞高清串流影音媒體數小時，終端會消耗更多功率而產生更多熱量，造成終端發燙而無法長久佩戴之問題。

本案發明提出可透過使用者終端（UE）發送一訊息指示過熱區域，請求降低該區域的運作負擔來緩解過熱問題，因此，網路端可決定是否授權該請求，或是 UE 可根據 5G 下行鏈路通道品質自行切換為 4G LTE。本發明可緩解使用毫米波通訊的 UE 嚴重過熱問題。

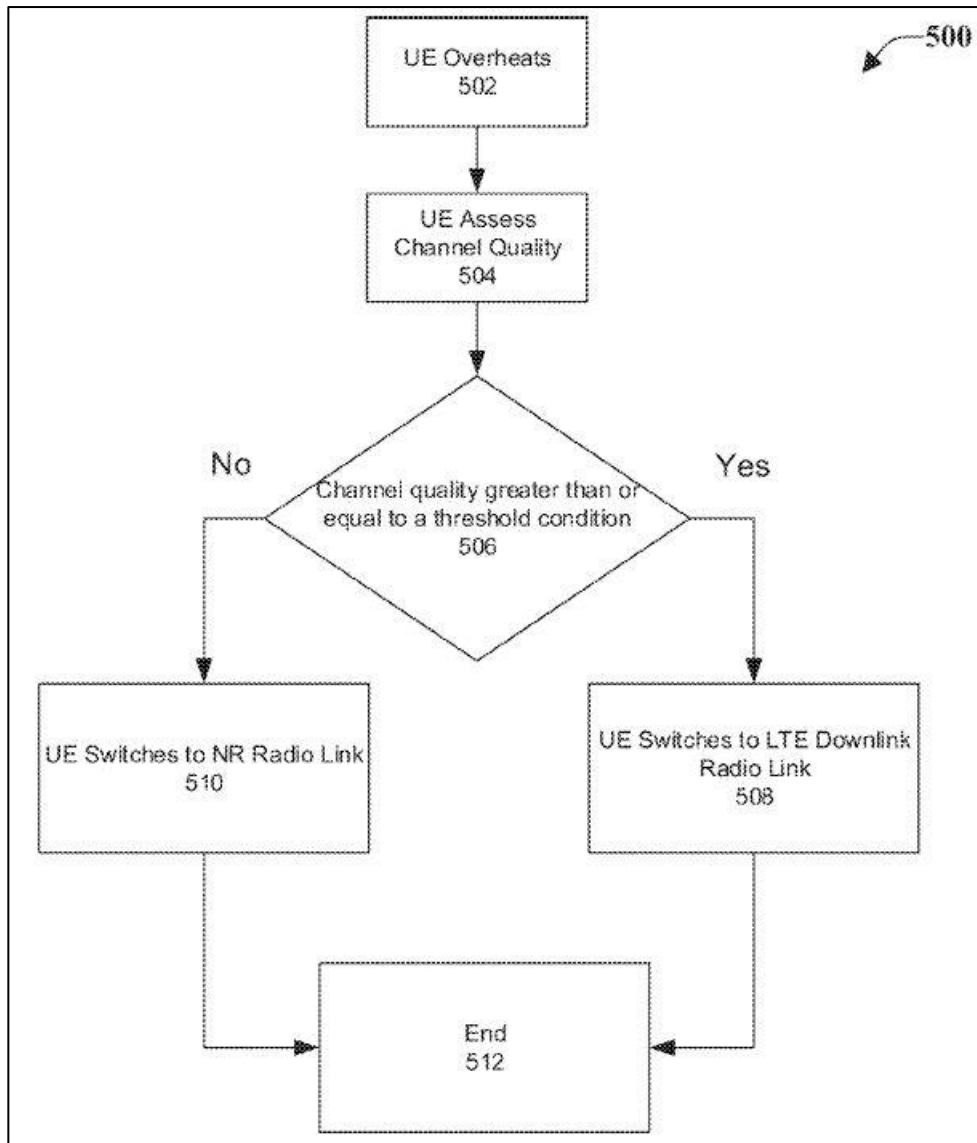


圖 115 用於減輕用戶設備裝置過熱的示意性系統流程圖

## 2、網路切片（Network Slicing）資源分配

公開/公告號：WO 2018/028342 A1

發明名稱：SERVICE PROCESSING METHOD, APPARATUS, SYSTEM,  
BASE STATION, TERMINAL AND CORE NETWORK ELEMENT

申請人：中興通訊股份有限公司

申請日：2017/6/30

本發明提供一種業務處理方法、裝置、系統、基站、終端和核心網路元件，其中該方法包括：接收終端的網路切片優先級訊息，該網路切片優先級訊息用於標識終端的網路切片優先級；核心網路的節點根據接收到的終端的網路切片優先級訊息處理終端業務。

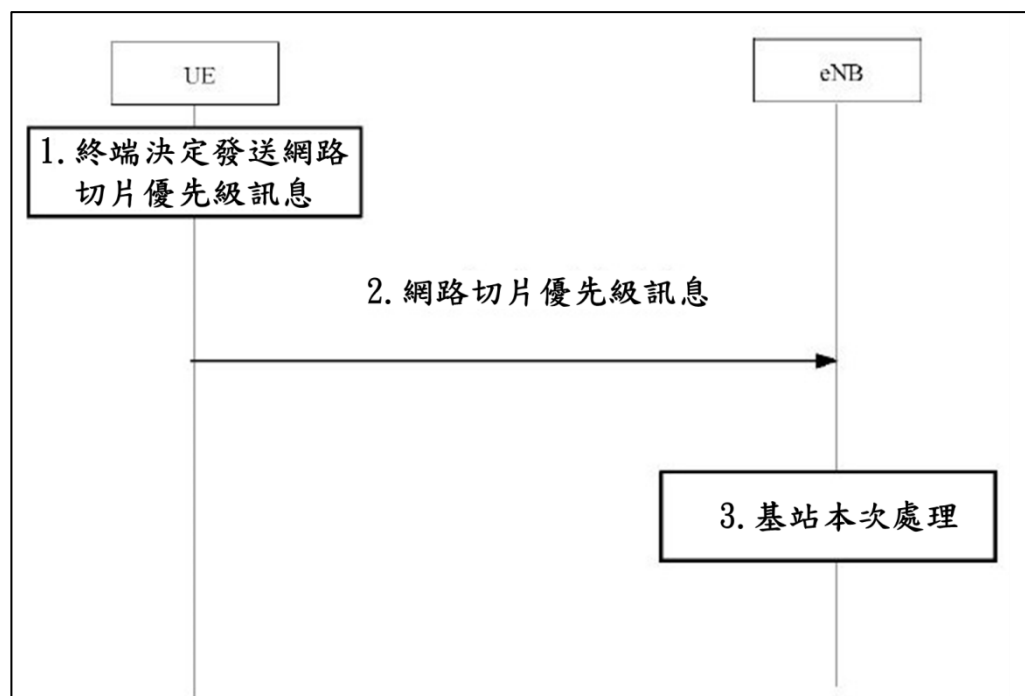


圖 116 終端決定發送網路切片優先級訊息示意圖

本案主要解決電信商提供的核心網路中，雖然已為服務不同業務需求而進行網路切片，構建不同的虛擬網路，然而對於網路切片所存在的差異對業務造成的影響，相關技術中並沒有考慮，是以本案發明提出終端直接依其自身需求，發送給核心網路一網路切片優先級訊息，如此方便核心網路分配相應優先級的網路切片進行處理。

### 3、URLLC 下行鏈路搶佔機制改良

公開/公告號：CN 110719155 B

發明名稱：一種通信方法及通信設備

申請人：華為技術有限公司

申請日：2018/7/13

5G 下行鏈路的 URLLC 搶佔 eMBB 時頻資源塊的機制，會影響 eMBB 傳輸的服務品質，所以本案提出在終端設備於第一資源上發送 URLLC 數據，並取消發送 eMBB 數據時，所述終端設備確定取消發送 eMBB 數據的時長或次數達到一第一閾值，或者發送 URLLC 數據的時長或次數達到所述第一閾值，其中所述第一資源為 URLLC 數據資源 eMBB 數據資源重疊的時頻資源塊，則所述終端設備在所述第一資源上發送 URLLC 數據和 eMBB 數據。

其中，為降低在所述第一資源上發送 URLLC 數據和 eMBB 數據時，eMBB 數據造成 URLLC 數據的干擾，可將在第一資源上發送的 eMBB 數據，以較於 eMBB 在其他與 URLLC 傳送資源不重疊時所使用的傳輸功率小的功率傳輸，且也可以調變與編碼策略（MCS，Modulation and Coding Scheme）較小的方式進行調變與編碼。

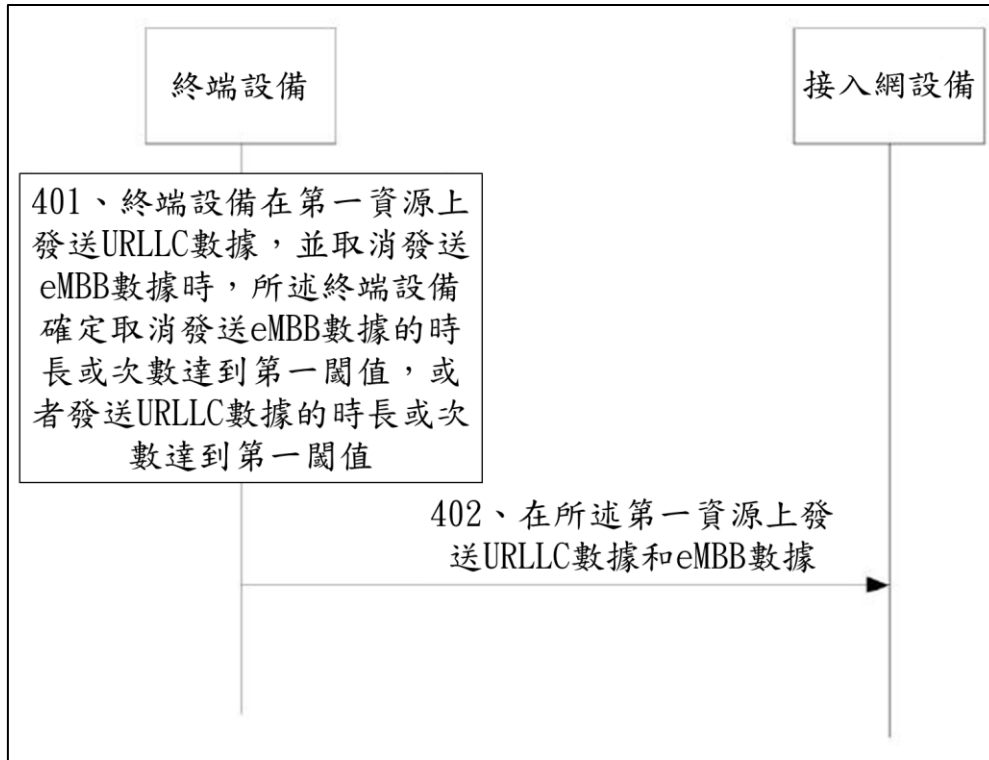


圖 117 通信方法的流程示意圖

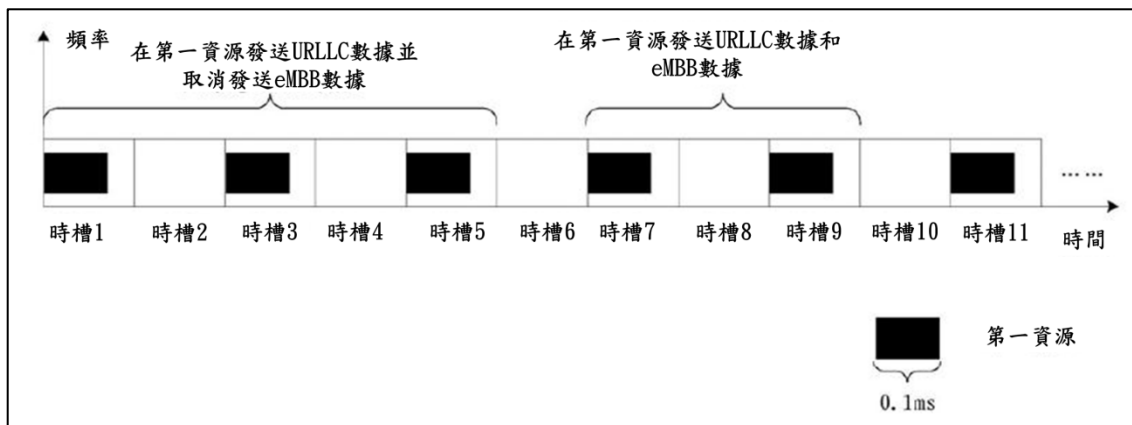


圖 118 在第一資源發送數據的示意圖

## 4、營造低延遲的即時感受

公開/公告號：US 2020/0234500 A1

發明名稱：METHOD, DEVICE AND COMPUTER PROGRAM

申請人：SONY CORPORATION

申請日：2020/1/7

本案提供了一種在 VR 環境中，由第一虛擬現實圖像轉換至第二虛擬現實圖像的方法，主要是利用兩路不同的運算及網路路徑發送所述第二虛擬現實圖像至 VR 設備，其中第一路徑之雲端或邊緣運算單元照正常服務需求發送所述第二虛擬現實圖像至 VR 設備，而第二路徑之雲端或邊緣運算單元僅被要求發送一較低要求（例如低解析度）的所述第二虛擬現實圖像至 VR 設備，因為第二路徑運算複雜度較低，可較容易安排相較於第一路徑更低的延遲，在所述第一虛擬現實圖像轉換至第二虛擬現實圖像時，先呈現給使用者，補足第一路徑之所述第二虛擬現實圖像於 VR 設備解碼時無法提供圖像給使用者的空隙，使得在由第一虛擬現實圖像轉換至第二虛擬現實圖像的過渡畫面不至於停留在第一虛擬現實圖像，或是沒有畫面提供，造成使用者體驗不佳或提高暈眩機率。

如圖 119 所示，當使用者在虛擬環境中之時間點 805 時移動頭部，他們的視野畫面應自時間點 810 起由 705 轉換為新視野畫面 710，然而提供給 VR 設備的新視野畫面 710 需經解碼才能於時間點 815 時呈現，故由另一路徑提供較低解析度之畫面 710，可因延遲較低而順利自時間點 810 先呈現給使用者。

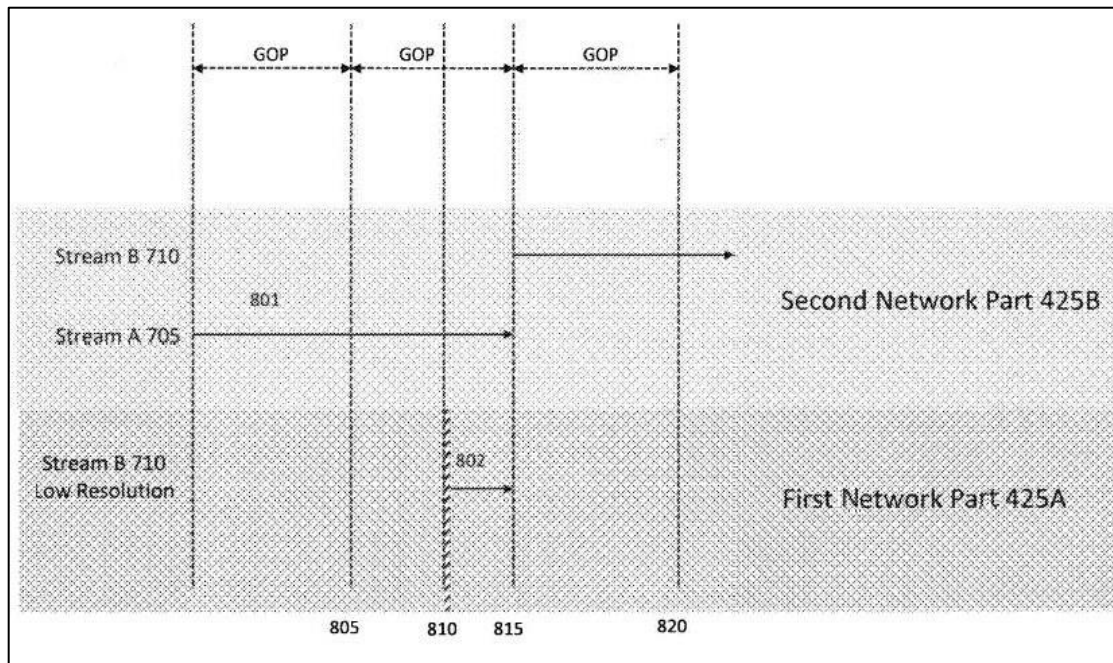


圖 119 VR 畫面轉換時以較低延遲的路徑先提供低畫質畫面填充

## 5、利用人類視覺特性減少運算量

公開/公告號：CN 106919248 A

發明名稱：應用於虛擬現實的內容傳輸方法以及設備

申請人：華為技術有限公司

申請日：2015/12/26

為了保證 VR 眼鏡使用者具有身臨其境的感覺，傳統上將整個環場影像或視訊串流皆採用高解析度規格的要求編解碼進行傳輸及顯示，但是使用者的視野與專注力在同一時間中僅會在一定區域範圍內，對於視野外與感受較不敏銳的區域，若能區分出來並以較低品質要求編解碼及傳輸，則可以減少傳輸頻寬的使用及降低運算單元的負擔。



有鑑於此，本案在 VR 終端即時檢測使用者的視角訊息，將該使用者的視角訊息發送給遠端視訊系統，視訊系統根據視角訊息調整發送給 VR 終端的視訊內容的傳輸方式，將使用者主視角範圍內的視訊內容採用高品質的方式進行傳輸，而對使用者主視角範圍外的視訊內容採用較低品質的方式傳輸。

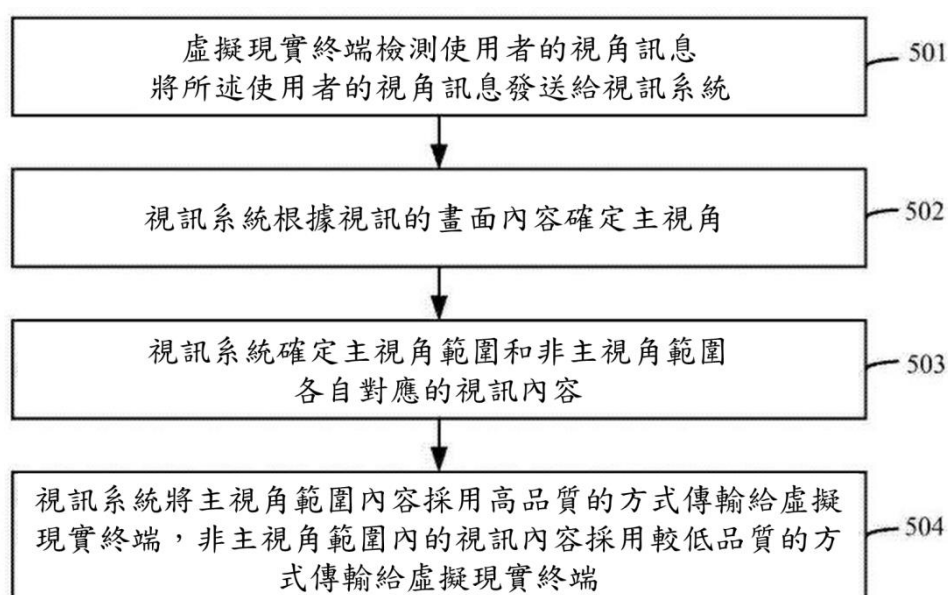


圖 120 依使用者視角決定視角範圍內的內容品質

主視角是指包括使用者當前視野範圍和預測的可能視野範圍，而非主視角也可再進行級別劃分，例如分為次主視角和完全非主視角；編碼傳輸時可以將整幅全景畫面分割成多個子畫面，每個畫面可單獨採用 SVC 編碼並傳輸，依每個子畫面中主視角範圍佔的比重來決定其是否依主視角規

則處理，若是主視角範圍，則可在 SVC 基本層上加上完整增強層，完全非主視角的子畫面則僅以 SVC 基本層編碼並傳輸。

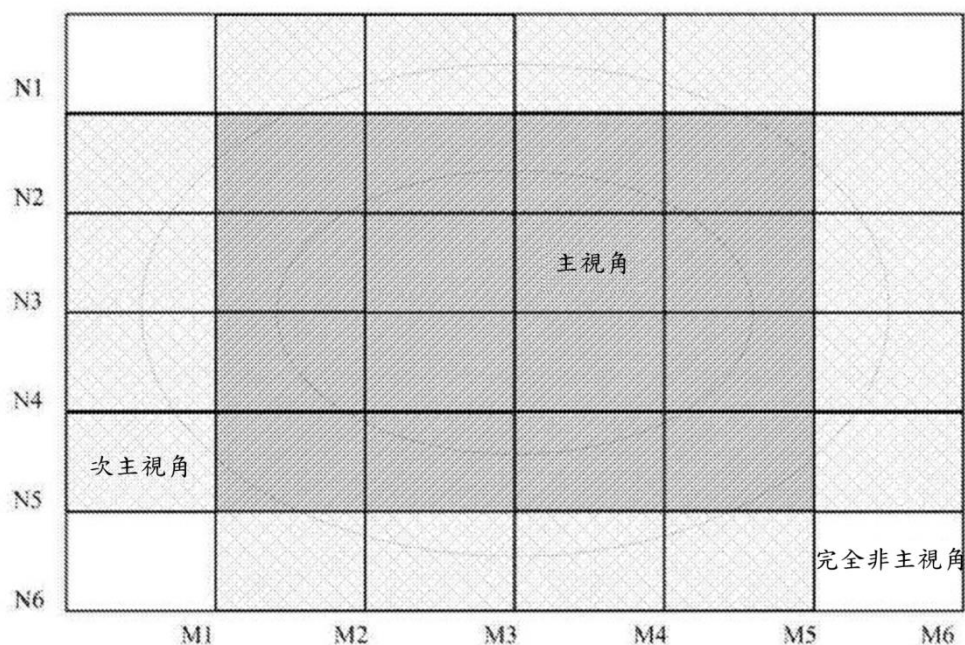


圖 121 各視角範圍畫面實際編碼傳輸方法示意圖

## 6、基於先前資訊預測而提前運算

公開/公告號：EP 3971689A1

發明名稱：AUGMENTED REALITY SYSTEM, METHOD OF GENERATING AUGMENTED REALITY AND CORRESPONDING MEDIUM

申請人：Samsung Electronics Co., Ltd.

申請日：2021/7/12

由於在 AR 中必須即時顯示圖像，若輸出圖像未能即時顯示，檢測到的使用者姿勢與輸出圖像間產生差異，會造成使用者的不適，因此本發明提出透過獲取外部數據，提供給邊緣運算單元獲得 AR 裝置當前的姿態數據，再以該當前的姿態數據獲得相應於該 AR 裝置移動的第一未來姿態數據及第二未來姿態數據，接著基於所獲得的第一未來姿態數據產生一虛擬圖像，並基於該虛擬圖像與該第二未來姿態數據生成虛擬視訊，達到可即時提供使用者畫面且縮減 AR 裝置尺寸大小及重量之目的，意即在不擴增硬體設備的情況下，基於預測方式來提前運算所需數據，達到相當於提升運算力之功效。

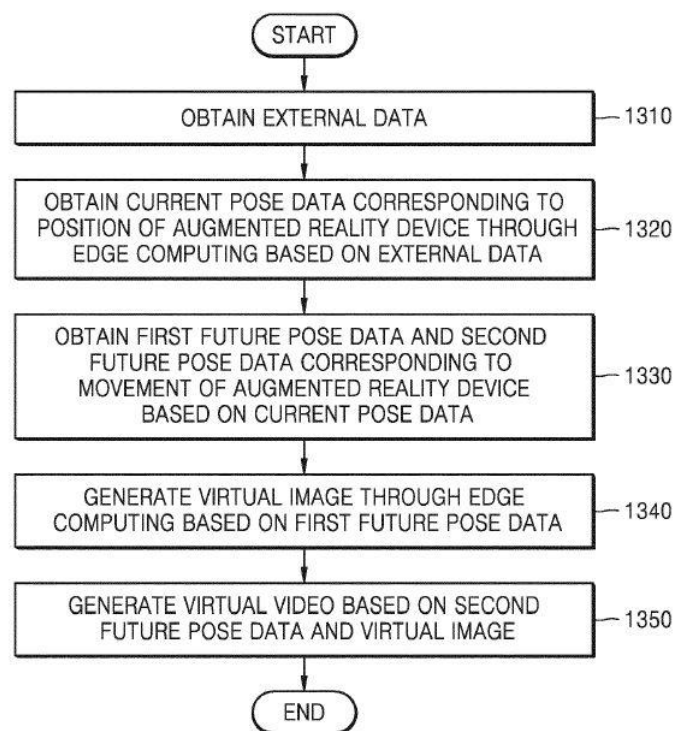


圖 122 由外部數據計算獲得推測之虛擬視訊流程圖

其中外部數據可以包括由相機獲得的立體影像數據，以及基於運動慣性測量得知 AR 裝置當前的運動慣性傾向數據，而所述當前姿態數據可包括基於最佳化的外部數據和從雲端接收的地圖數據計算而得。

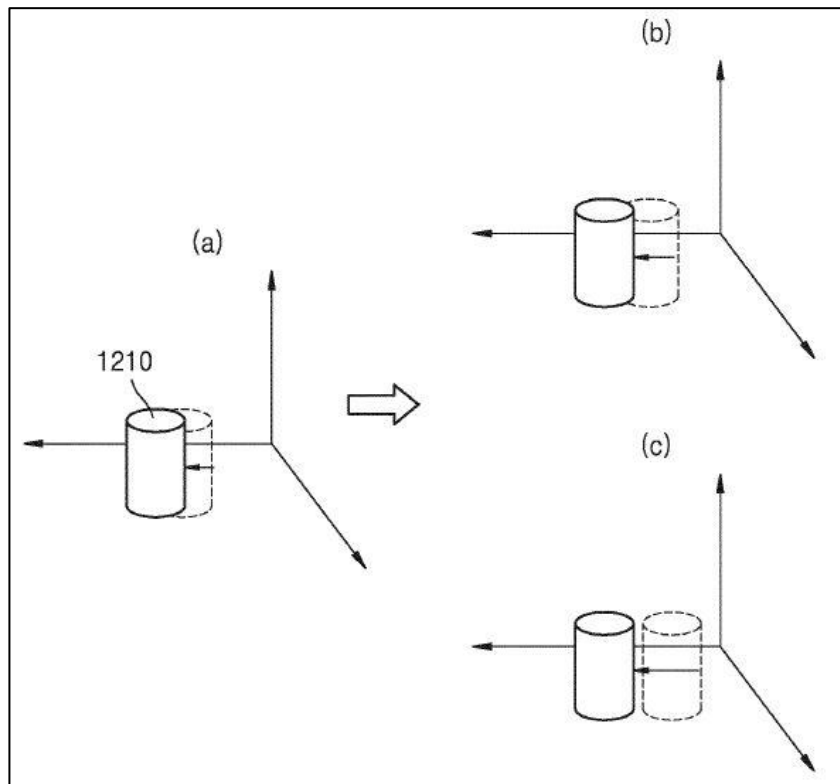


圖 123 由當前外部數據推測後續虛擬視訊示意圖

## 7、透過選擇較寬的初始渲染間距，來降低視覺延遲

公開/公告號：US 10313661B2

發明名稱：WIDE BASELINE STEREO FOR LOW-LATENCY RENDERING

申請人：Magic Leap, Inc.

申請日：2017/03/15

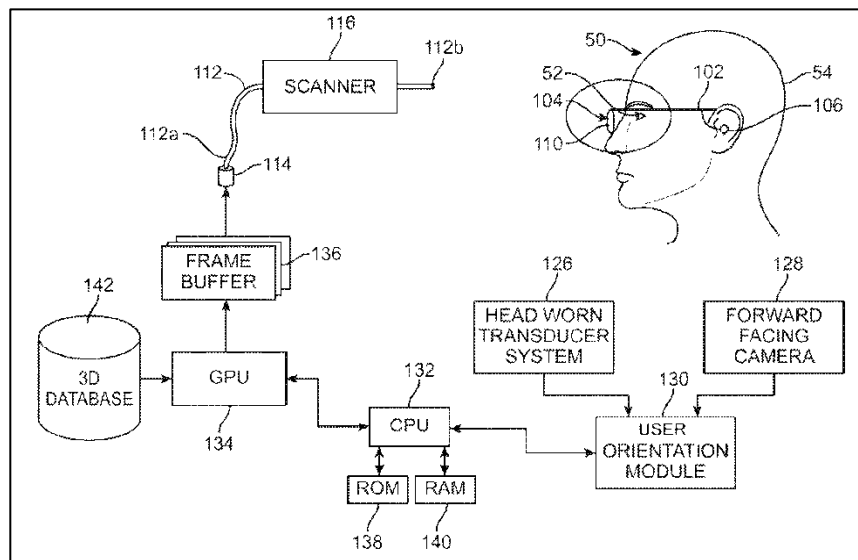


圖 124 虛擬影像生成系統

圖 124 之虛擬影像生成系統 100 具有頭戴傳感器系統 126 與面向前的相機 128，其可用以感測、測量或收集使用者 50 之頭部 54 的資訊，該資訊例如是頭部 54 的移動方向、速度、加速度或位置，使用者定位模組 130 利用這些資訊，並輔以「選擇性輸入的虛擬物」、「估算速度、加速度的變化」或「使用者 50 之歷史移動屬性」，可以用來預測頭部 54 之位置和頭部 54 之移動趨勢。

GPU 134 基於所預測到的使用者 50 的頭部位置和頭部移動情形，將存儲在遠端資料庫或 3D 資料庫 142 中的三維資料進行渲染幀（renders frames；所謂渲染是指以軟體由模型生成影像的過程），也就是將遠端資料庫或 3D 資料庫 142 的三維場景轉換成二維影像，並將這些幀預先存儲在幀緩衝器 136 中，而後這些幀再被顯示給使用者 50，這樣的渲染幀（包含變形幀）的方式使得延遲（即「使用者 50 移動頭部 54」與「幀被更新並被顯示給使用者 50 看到」所經過時間）可以最小化，同時還減小變形影像中孔的頻率和尺寸。

圖 125 揭示一種習知方法，使用者 50 的標稱眼距為  $2d$ ，左眼 52a 和右眼 52b 看向觀察點  $P_{LA}$ ，三維場景 70 之合成影像  $I_L(u,v)$  和深度緩衝器  $D_L(u,v)$  是從焦點  $P_L$  所建構、合成影像  $I_R(u,v)$  和深度緩衝器  $D_R(u,v)$  是從焦點  $P_R$  建構，其中  $u$  和  $v$  是合成影像中像素的座標；當使用者 50 的頭部位置發生改變，視點從位置  $V$  改變到位置  $V'$ ，左眼 52a 移至新焦點  $P_L'$ 、右眼 52b 移至新焦點  $P_R'$ ，此時新焦點看向新的觀察點  $P_{LA}'$ ，使用常規的視差、深度緩衝器  $D_L(u,v)$  和  $D_R(u,v)$ 、舊的和新的觀察點  $P_{LA}'$  和  $P_{LA}$  對合成影像  $I_L(u,v)$  和  $I_R(u,v)$  進行二維變形，形成用於新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  的三維場景 70 之新的合成影像  $I_L'(u,v)$  和  $I_R'(u,v)$ 。從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  看不見但從新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  可以看見的三維場景 70 中的點，稱為「去遮擋的點（the disoccluded points）」，這些去遮擋的點會存在問題，因為它們是新變形的合成影像  $I_L'(u,v)$  和  $I_R'(u,v)$  新創建的「孔（hole）」，填充這些孔的現

存方法在計算上是昂貴、費時或失真。舉例而言，參見圖 125，假設三維場景 70 中的一凸狀虛擬物件是一球體 72，其中，從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  可以看到部分 72a 但看不到部分 72b，而從新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  則可以看到部分 72c，其中，部分 72c 之「部分 72d」是被包括在從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  不可見的部分 72b 中，因此，當眼睛從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  移動到新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  時，球體 72 的部分 72d 是需要被去遮擋的 (has been disoccluded)。

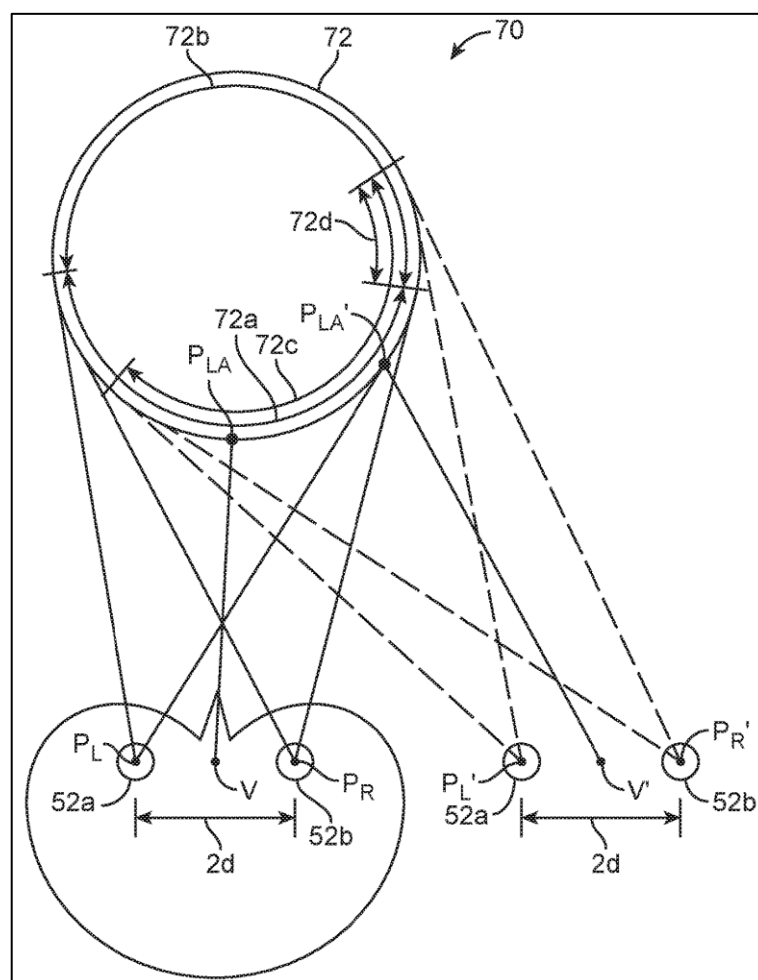


圖 125 選擇標稱眼距  $2d$  作為初始渲染間距，在使用者的頭部移動之後需被去遮擋之部分 72d 的示意圖

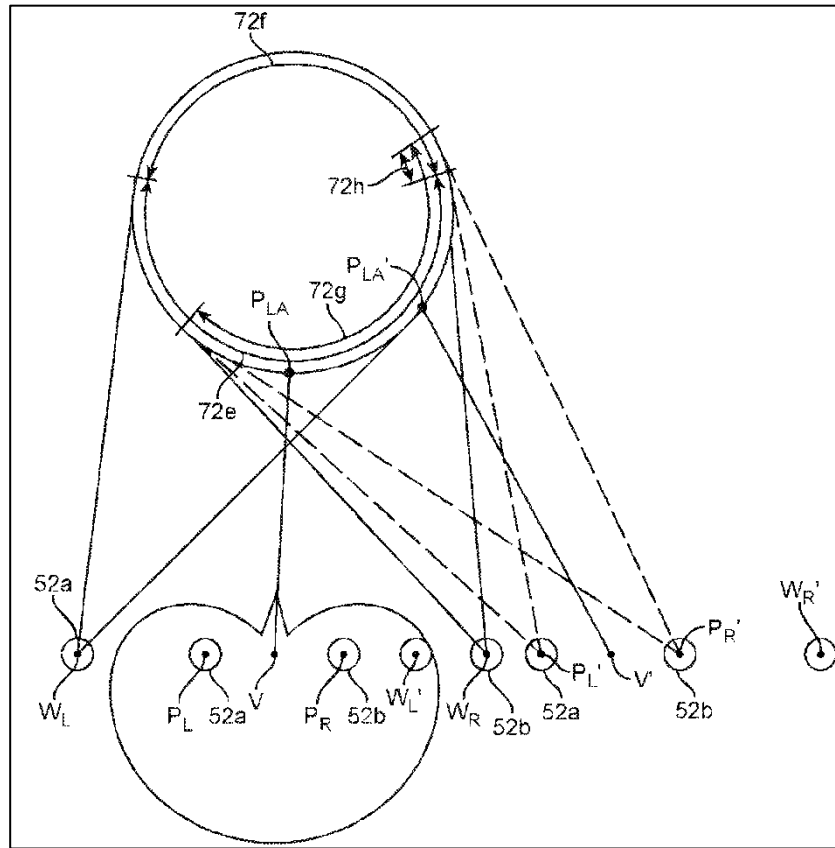


圖 126 選擇大於標稱眼距  $2d$  的焦點  $W_L$  和  $W_R$  之間隔距離作為初始渲染間距，在使用者的頭部移動之後需被去遮擋之較小部分  $72h$  的示意圖

參照圖 126，本案發明提出一種新的方法，相對於視點  $V$ ，左眼  $52a$  和右眼  $52b$  看向觀察點  $P_{LA}$ ，三維場景  $70$  的合成影像  $I_L(u,v)$  和深度緩衝器  $D_L(u,v)$  起始是從焦點  $W_L$  所建構、合成影像  $I_R(u,v)$  和深度緩衝器  $D_R(u,v)$  起始是從焦點  $W_R$  所建構，其中，焦點  $W_L$  和  $W_R$  彼此間隔距離大於習知技術所使用的標稱眼距  $2d$ ，其中，焦點  $W_L$  和  $W_R$  之間隔距離大小的數值可以選擇在「最小化合成影像中的孔的尺寸和數量」與「合成影像的整體品質」之間進行折衷，亦即，隨著焦點  $W_L$  和  $W_R$  之間的距離增加，合成影像中



的孔的尺寸和數量將減少，但隨著焦點  $W_L$  和  $W_R$  之間的距離增加，合成影像的一般品質也會隨之下降。

參見圖 126，改變使用者的頭部位置，視點從位置  $V$  移動到位置  $V'$ ，左眼 52a 移動到新焦點  $P_L'$ 、右眼 52b 移動到新焦點  $P_R'$ ，並看向觀察點  $P_{LA}'$ ，使用常規的視差、深度緩衝器  $D_L(u,v)$  和  $D_R(u,v)$ 、舊的和新的觀察點  $P_{LA}'$  和  $P_{LA}$  對合成影像  $I_L(u,v)$  和  $I_R(u,v)$  進行二維變形，創建出用於新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  的三維場景 70 的新的合成影像  $I_L'(u,v)$  和  $I_R'(u,v)$ 。

與圖 125 之從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  可以看到的球體 72 的部分 72a 相比，圖 126 之球體 72 的部分 72e 從舊焦點  $W_L$  和  $W_R$  是可視的，而與圖 125 之從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  不可見的球體 72 的部分 72b 相比，圖 126 之球體 72 的部分 72f 從舊焦點  $W_L$  和  $W_R$  維持不可見，亦即，圖 126 之從舊焦點  $W_L$  和  $W_R$  可以看見的球面點的軌跡（圖 126 之部分 72e）大於圖 125 之從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  的球面點的軌跡（圖 125 之部分 72a）。因此，在圖 126 的條件下，當觀察球體 72 時，可以預期用於計算於新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  的新影像  $I_L'(u,v)$  和  $I_R'(u,v)$  的二維影像變形所需填充的孔會較少或較小，舉例而言，圖 126 之部分 72g 從新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  是可以看見的，部分 72g 中較小部分 72h 被包括在從舊焦點  $W_L$  和  $W_R$ （或舊焦點  $P_L$  和  $P_R$ ）不可見的部分 72f 中，換言之，當眼睛從舊焦點  $P_L$  和  $P_R$  移動到新焦點  $P_L'$  和  $P_R'$  時，只需要去遮擋相對於「圖 125 之一些部分 72d」小很多的「圖 126 之較小部分 72h」即可。

### (三) 現行元宇宙

#### 1、電腦視覺——語義分割 (Semantic Segmentation)

公開/公告號：US 2021/0248788A1

發明名稱：Virtual and real composite image data generation method, virtual and real images compositing system, trained model generation method, virtual and real composite image data generation device

申請人：Casio Computer Co., Ltd.

申請日：2021/02/05

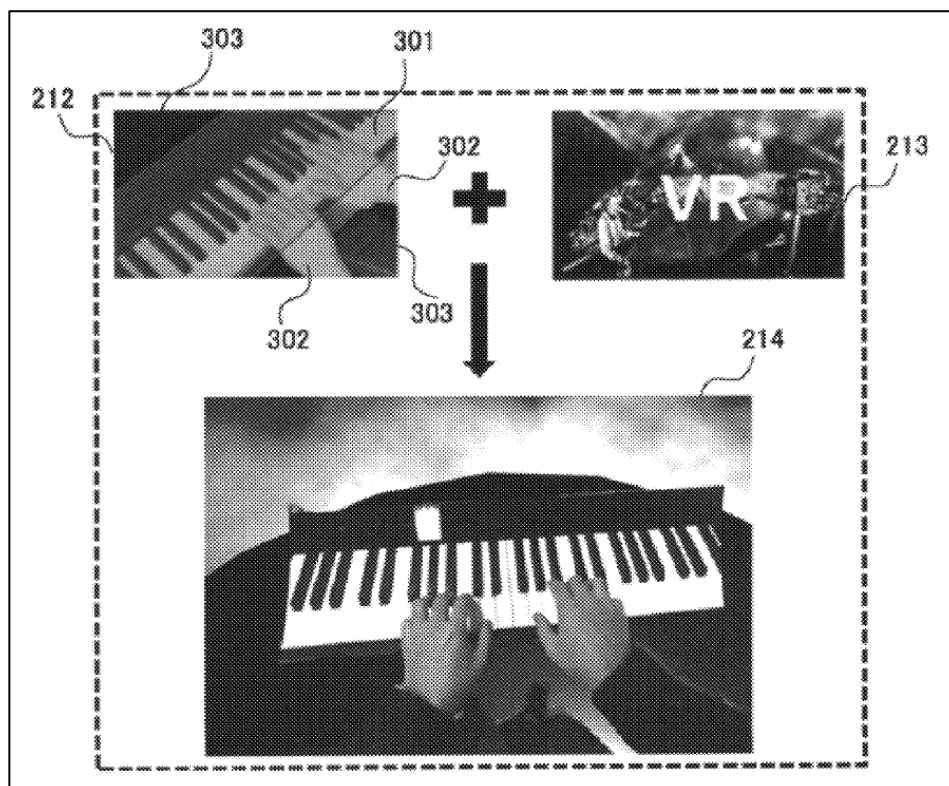


圖 127 剪切操作的說明圖

當個人單獨在家演奏樂器而未有他人存在時，將產生孤芳自賞之枯燥感。然而若欲合成影像，將自我演奏場景與虛擬音樂會合成類似個人音樂演奏會，將受限於現實之環境、人工、成本等不利因素。本專利為克服以上瓶頸，如圖 127 所示，揭示了頭戴式顯示裝置，包含對外攝像頭，用以即時地記錄使用者演奏樂器之視訊影像。利用已訓練好之卷積神經網路語義分割系統，將該視訊影像分割出第一像素區域 301，例如為使用者演奏之電子琴以及第二像素區域 302，例如為使用者演奏之雙手，然後將第一像素區域 301 以及第二像素區域 302 合成至虛擬空間影像數據 213，例如為一存在許多觀眾之音樂會場地，產生虛實整合影像數據 214，並將該虛實整合影像數據 214 即時地提供給使用者之眼睛。使用者因此能夠便利地感受如臨個人音樂演奏會似地沉浸體驗，增添娛樂性。

## 2、電腦視覺——影像復原 (Image Restoration)

公開/公告號：US 11030724B2

發明名稱：Method and apparatus for restoring image

申請人：Samsung Electronics Co., Ltd.

申請日：2019/07/09

本專利揭示搭載複眼視覺光學設備之 AR/VR 顯示器。利用機器學習演算法來復原影像。如圖 128 所示，多個傳感元件 S1~S10 經由多個光學透鏡 210 接收多個點 X1~X10 發出之光線，由同一點發出之所有光線組成

光場 FL，同一點之光場會進入不同傳感元件中，例如 X1 點之多個光線分別進入 S1、S4、S7。

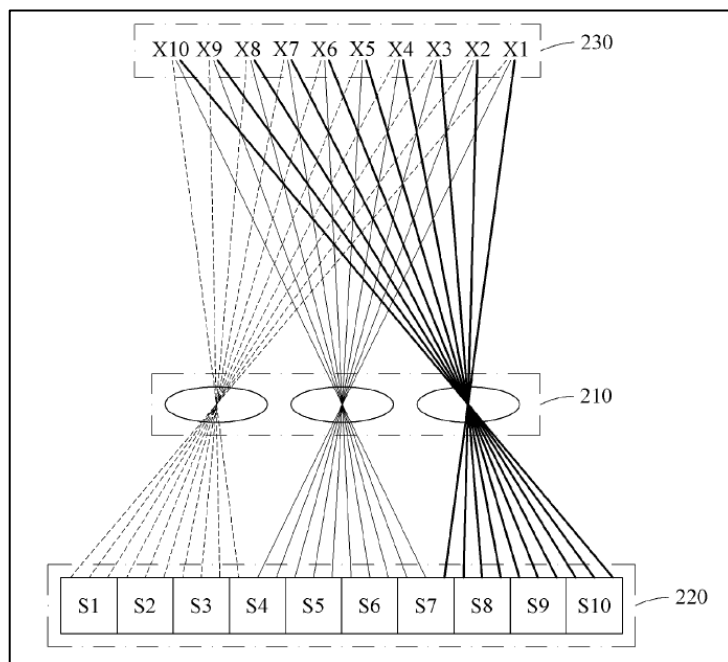


圖 128 複眼視覺光學設置—通過透鏡接收光線的傳感元件

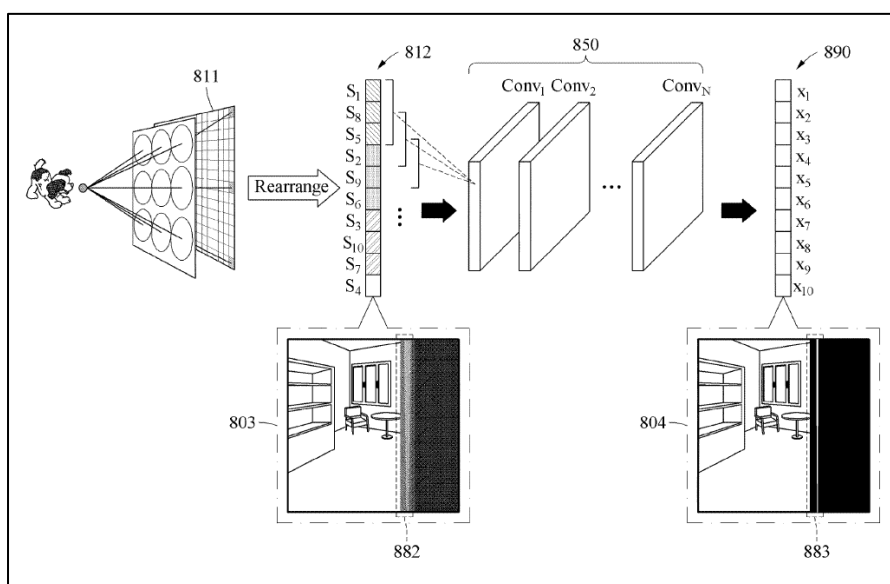


圖 129 從目標圖像恢復輸出圖像的過程

由於接收來自相同點光場光線之傳感元件間具有高相關性的光場訊息，故可以重新布置像素，使高相關性之像素排列為彼此相鄰來復原影像得到具有高解析度的影像。如圖 129 所示，本專利利用具有各種膨脹間隙（dilation gaps）的核的卷積神經網絡（CNN）850，將複眼視覺圖像恢復為高分辨率圖像。

### 3、電腦視覺——動作辨識（Action Recognition）

公開/公告號：US 9633282B2

發明名稱：Cross-trained convolutional neural networks using multimodal images

申請人：Xerox Corp.

申請日：2015/07/30

卷積神經網絡（CNN）等各種機器學習技術用於識別圖像對象，因為此類技術可以自動學習 3D 圖像特徵，而無需手動設計特徵來捕獲深度不變性或變形（例如平移、旋轉、傾斜等）。傳統上，CNN 被用來從深度和顏色模式中分別提取圖像特徵，然後使用後期融合技術將這些特徵組合起來。然而，由於彩色圖像和深度掃描與通常表現為彩色圖像中強邊緣的深度不連續性相關，因此後期融合技術在學習這些相關性時會導致效率低下。此外，當其中一種模式在測試時不存在時，這種技術缺乏訓練數據中存在的其他模式的好處。此外，在測試期間沒有深度圖像的情況下，各種任務的執行效果都很差。

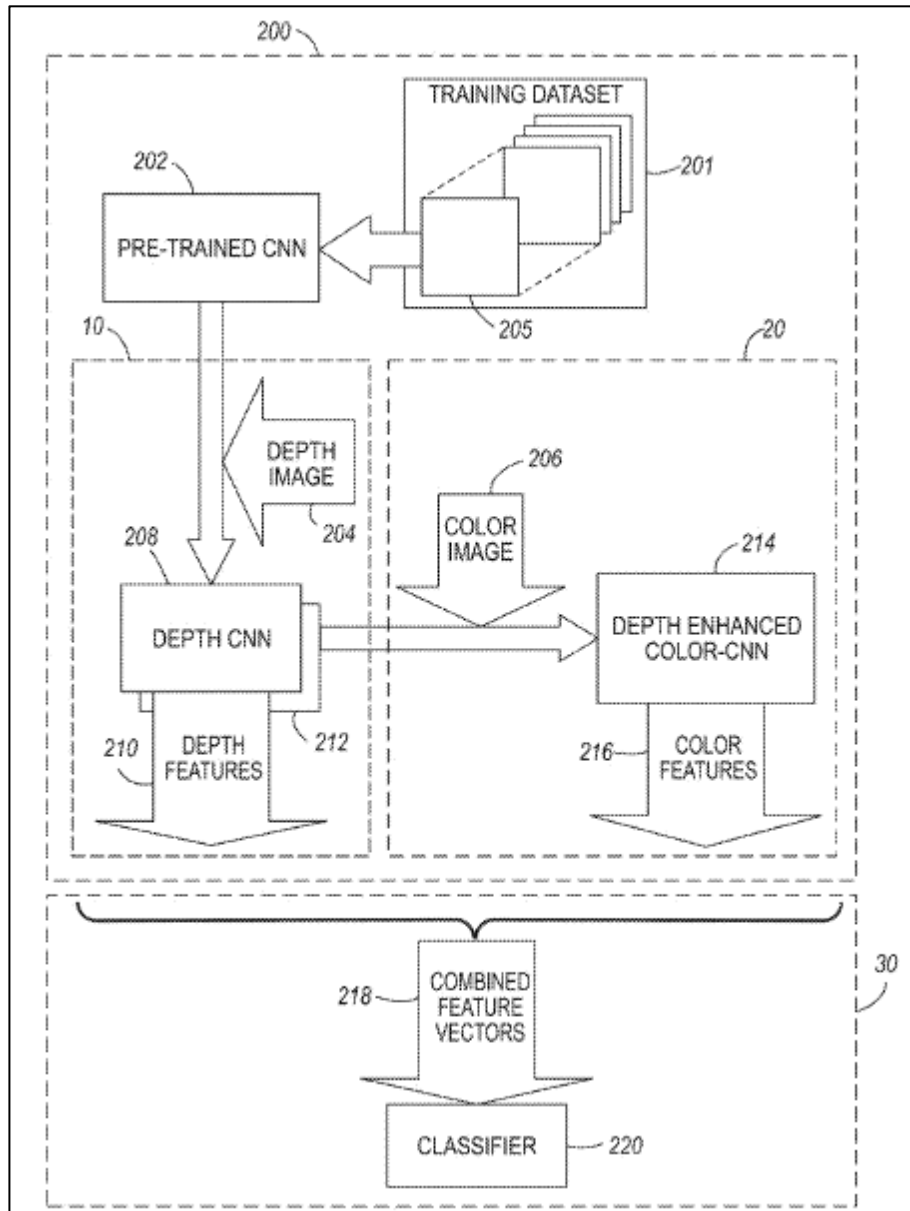


圖 130 預訓練 CNN 工作流程示意圖

本專利工作流程如圖 130 所示，CNN 202 先經過例如具有總共 207,920 個 RGB-D 圖像 201 做預訓練，這些圖像可以被分類為 51 個不同類別的家居用品中 300 個實例。每個實例可以從三個不同的角度成像，故約 600 個圖像。首先，每個圖像先作為深度影像輸入 204 來微調預訓練

CNN 202 而獲得深度 CNN 208，接著深度 CNN 208 複製 212 再經過每個圖像改成作為的色彩影像輸入 206 來微調深度 CNN 208 複製 212 獲得具有深度增強的色彩 CNN 214。最後，深度 CNN 208 與具有深度增強的色彩 CNN 214 各自生成深度特徵與色彩特徵並結合成特徵向量 218，特徵向量 218 輸入訓練分類器 220。綜上，與傳統融合技術相比，本專利有利地允許使用可以在諸如 ImageNet 的大型圖像數據集（包括彩色圖像）上預訓練的 CNN 例如只有三個輸入通道的 RGB 圖像。訓練工作流程 200 還可以通過具有深度增強色彩 CNN 214 在訓練數據集 201 中利用額外的模態，例如深度模態，即使這種模態不能從測試數據集中獲得。具有深度增強色彩 CNN 214 有利地允許學習深度和顏色模態之間的相關性，並導致提高的對象識別準確度。

#### **4、電腦視覺—眼球追蹤（Eye Tracking）**

公開/公告號：US 11238340B1

發明名稱：Predictive eyetracking using recurrent neural networks

申請人：Meta Platforms Technologies

申請日：2017/11/02

由頭戴式顯示器呈現的場景可以隨著檢測到的用戶眼睛位置的變化而移動，以創建沉浸式虛擬現實（VR）環境。眼球追蹤檢測用戶注視方向的過程，其可以包括檢測用戶眼睛的位置或角度方向。然而，眼睛追蹤數據和顯示器上輸出的相應凝視條件內容之間通常存在（例如，處理、數據

通信等) 延遲。

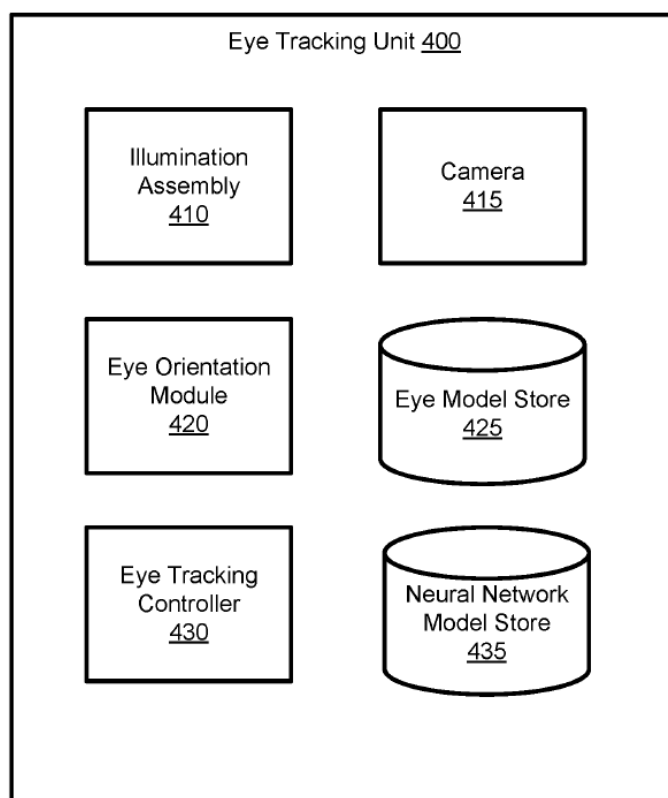


圖 131 眼球追蹤單元

本發明專利之眼球追蹤單元，如圖 131 所示，眼球追蹤單元 400 包括照明組件 410、相機 415、眼睛定向模塊 420、眼睛模型存儲 425、眼球追蹤控制器 430 和神經網路模型 435。照明組件 410 將結構化的光圖案投射到用戶的眼睛上。相機 415 檢測由用戶的眼睛引起的失真照明圖案並將之數位化圖像數據。眼睛定向模塊 420 被配置為基於從相機 415 接收的圖像數據生成眼球追蹤訊號。眼睛追蹤控制器 430 被配置為接收由眼睛定向模塊 420 生成的眼球追蹤訊號，並將眼球追蹤訊號提供給存儲在神經網路模



型存儲器 435 中的神經網路模型以生成預測的眼球追蹤訊號。從神經網路模型輸出的預測的眼球追蹤訊號可以包括預測的眼睛位置和/或預測的聚散深度，然後將其用於生成注視條件內容、調整光學模組或顯示器，或控制頭戴顯示系統的其他組件。因此，基於用戶預測的眼睛行為增強了用戶的體驗，此外，減少了用戶在運動時的眼睛位置與顯示在頭戴顯示器上的相應凝視條件內容之間的時間延遲。

## 5、數位雙生 (Digital Twins)

公開/公告號：US 2021/0374032A1

發明名稱：Digital twin workflow simulation

申請人：International Business Machines Corp.

申請日：2021/08/12

數位雙生是物理對象、系統或其他資產的虛擬表示。數位雙生追蹤物理對象生命週期內的變化，並在變化發生時記錄下來。數位雙生是一種複雜的虛擬模型，與現實空間中存在的物理資產完全對應。連接到物理資產的傳感器和 IoT 設備即時地收集數據映射到數位雙生的虛擬模型。

工程師等用戶可以使用數位雙生查看有關在現實世界中運行的物理資產的即時訊息，而無需親自到場，不僅可以了解物理資產的性能，還可以使用從傳感器、物聯網設備和其他數據源收集的數據來預測物理資產未來的性能，以及正在收集的訊息。此外，數位雙生可以幫助製造商和實物資產供應商提供訊息，幫助製造商了解客戶在購買者購買實物資產後如何繼

續使用產品。

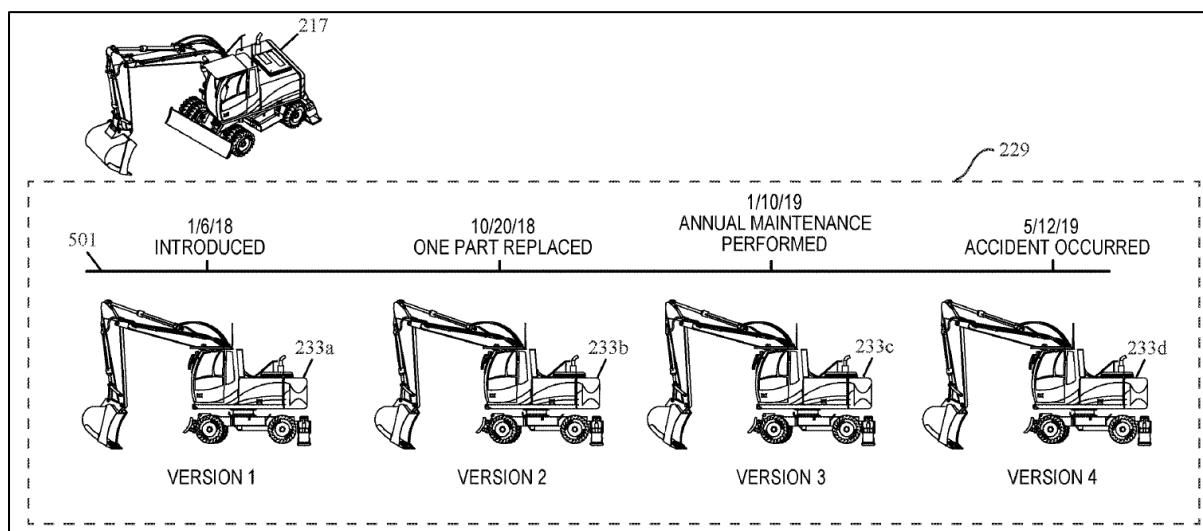


圖 132 基於時間尺度的多個數字雙生版本

本專利基於現實情況改變，即時地創建不同版本之數位雙生。如圖 132 所示，創建引擎隨著時間不斷地附加物理資產 217 的數字雙生模型 233a~233d。隨著物理資產隨時間改變，包括對一個或多個組件、配置、硬件、軟件、固件、傳感器、IoT 設備、記錄系統、維護、修理等的改變，創建引擎可以創建一個反映當前物理資產 217 狀態和/或狀況的數位雙生模型 233。創建引擎可以將多個不同的數位雙生模型 233a-233d 存儲在存儲庫中。這些數位雙生模型 233a-233d 可基於時間的尺度依時間線 501 排序或存儲，以跟踪物理資產 217 的演變和物理資產 217 的後續變化。藉由更彈性的客製化數位雙生模擬，將有助於獲得未實現物理資產 217 前之最佳化方案。

#### (四) 元宇宙經濟體系專利技術

##### 1、數位內容創建

公開/公告號：US 2017/0052676A1

發明名稱：Virtual object registry and tracking platform

申請人：vAtomic Systems LLC

申請日：2016/08/05

隨著網路興起，數位內容的流通日漸普遍，有些數位內容是免費的，有些則須付費下載，然而不同於現實生活中的物品，數位內容可以輕易地複製或偽造，雖然有些數位內容啟用了如 DRM 等認證技術，然而 DRM 技術並不允許數位內容擁有者進行數位內容所有權的轉移或者對數位內容進行修改，因此在數位內容的管理上依然有其限制與挑戰。

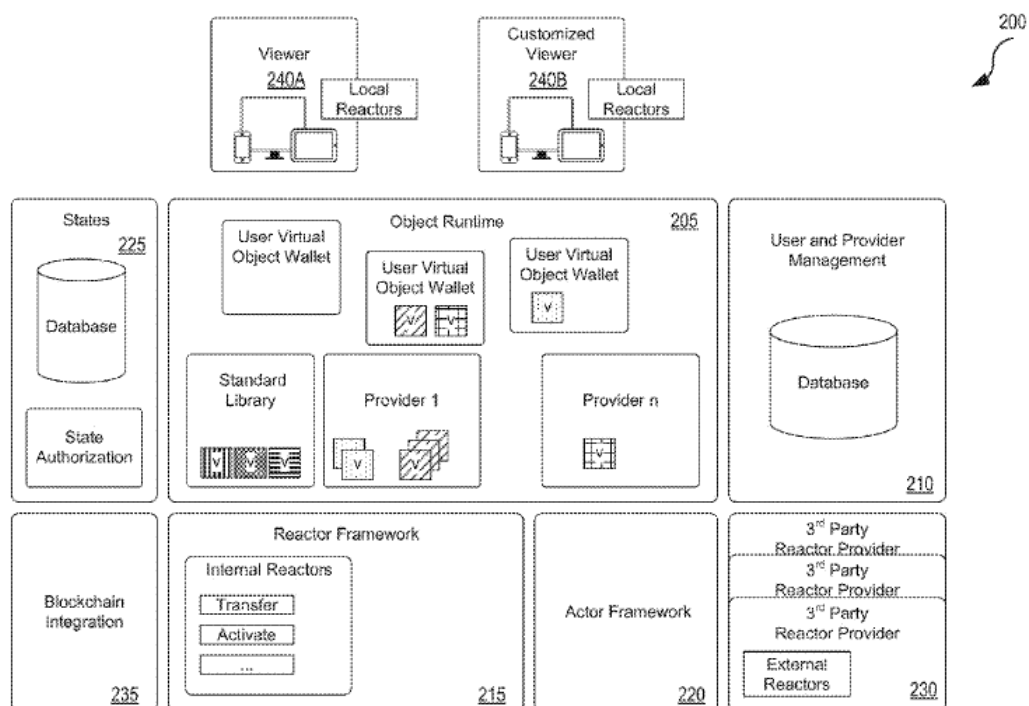


圖 133 虛擬對象平台組件實例

本發明提供了一種可以創建、追蹤、修改、回復、銷毀唯一虛擬物件的虛擬物件註冊和追蹤平台，該平台允許註冊的使用者創建多個唯一虛擬物件、註冊虛擬物件、提供虛擬物件的歷史所有權列表、管理虛擬物件的屬性及各種應用規則、產生虛擬物件與實體物件的連結、將從平台創建的虛擬物件分派給其他消費者等等。使用者可以透過平台的樣板來創建虛擬物件，亦可透過程式語言編碼的方式進行創建，並可賦予虛擬物件各種屬性，例如虛擬啤酒具有溫度狀態的屬性、虛擬寵物具有年齡、健康情況、飢餓度、心情等屬性，且使用者亦可在創建虛擬物件後調整虛擬物件的屬性。虛擬物件亦可作為兌換真實世界物品的用途。而該些虛擬物件在創建後的唯一 ID 及屬性內容便會被記錄在區塊鏈上，因此可以追蹤虛擬物件的所有權轉移。

透過本發明可以對數位內容進行所有權轉移，亦可以管理數位內容，改善數位內容易於複製及偽造的缺點。

## 2、NFT 應用

公開/公告號：WO 2022/140454 A1

發明名稱：System and method for connecting, managing or transferring non-fungible tokens

申請人：DMARKET INC.

申請日：2021/12/21

目前對於 NFT 及加密貨幣的交易只能在同一區塊鏈上進行，並沒有

提供將 NFT 轉移到不同的區塊鏈上的方法，這對目前區塊鏈的應用造成了阻礙。

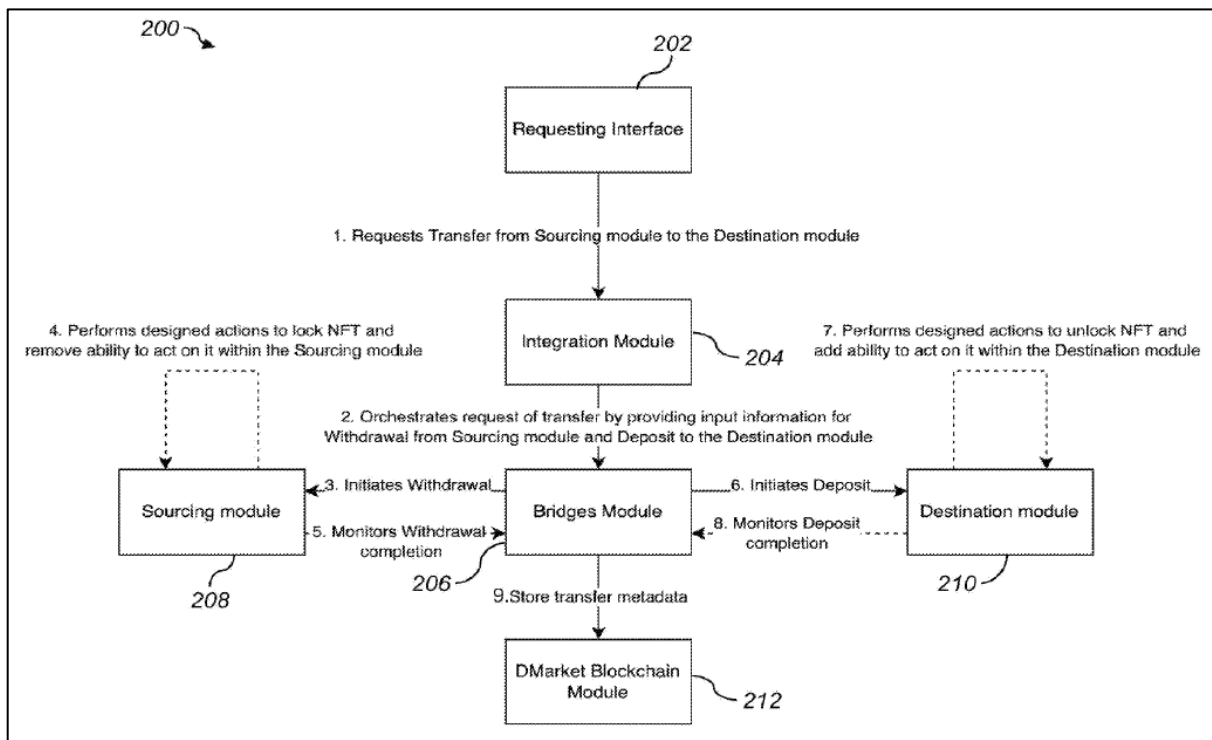


圖 134 本案模組間的交互流程

本發明提供了一種用於連接、管理或轉移非同質化代幣的系統及方法，其主要是透過整合模組、橋接模組以及 DMarket 區塊鏈模組來完成兩個區塊鏈上 NFT 的轉移，整合模組儲存有多個處理指令來執行系統的運作，橋接模組則儲存有各區塊鏈的運作機制等技術內容，當要進行 NFT 跨鏈轉移時，整合模組將詳細的移轉需求提供給橋接模組，橋接模組根據需求內容從對應的第一區塊鏈上轉移出 NFT 資訊，第一區塊鏈根據其交易機制鎖定該 NFT 資訊，之後將該 NFT 資訊寫入做為目標的第二區塊鏈中，而第二區塊鏈跟去其交易機制解鎖該 NFT 資訊，之後 DMarket 區塊鏈模

組將移轉資訊寫入其區塊鏈中。透過一第三區塊鏈的介入，達成不同區塊鏈間的交易並維持區塊鏈交易公開及不可竄改的功效。

### 3、區塊鏈交易

公開/公告號：US 10565570 B2

發明名稱：Processing network architecture with companion database

申請人：The Toronto-Dominion Bank

申請日：2016/09/27

目前區塊鏈是透過工作量證明的共識演算法來驗證並完成交易，然而該方式會造成區塊鏈節點在收到有效交易後到將交易記錄到新區塊前的延遲時間過長，導致無法應用於一般的實體店面支付。

本發明提供了一種減少交易驗證時的空窗期時間的系統及方法。該系統包含了一個配套資料庫系統，並儲存一個區塊鏈帳本的副本。

當使用者透過 POS 終端以加密貨幣進行交易時，配套資料庫系統首先會根據帳本資料確定付款方餘額是否足夠進行交易，並將交易是否無效的結果回覆給 POS 終端，此時 POS 終端收到結果時便可即時交付商品，不需等候驗證交易的時間，之後，配套資料庫系統會紀錄交易內容並產生交易內容的時間序列雜湊值，並將時間序列雜湊值提交給區塊鏈節點，使區塊鏈節點在透過共識演算法產生新區塊時將該時間序列雜湊值加入新區塊資料中的末端。

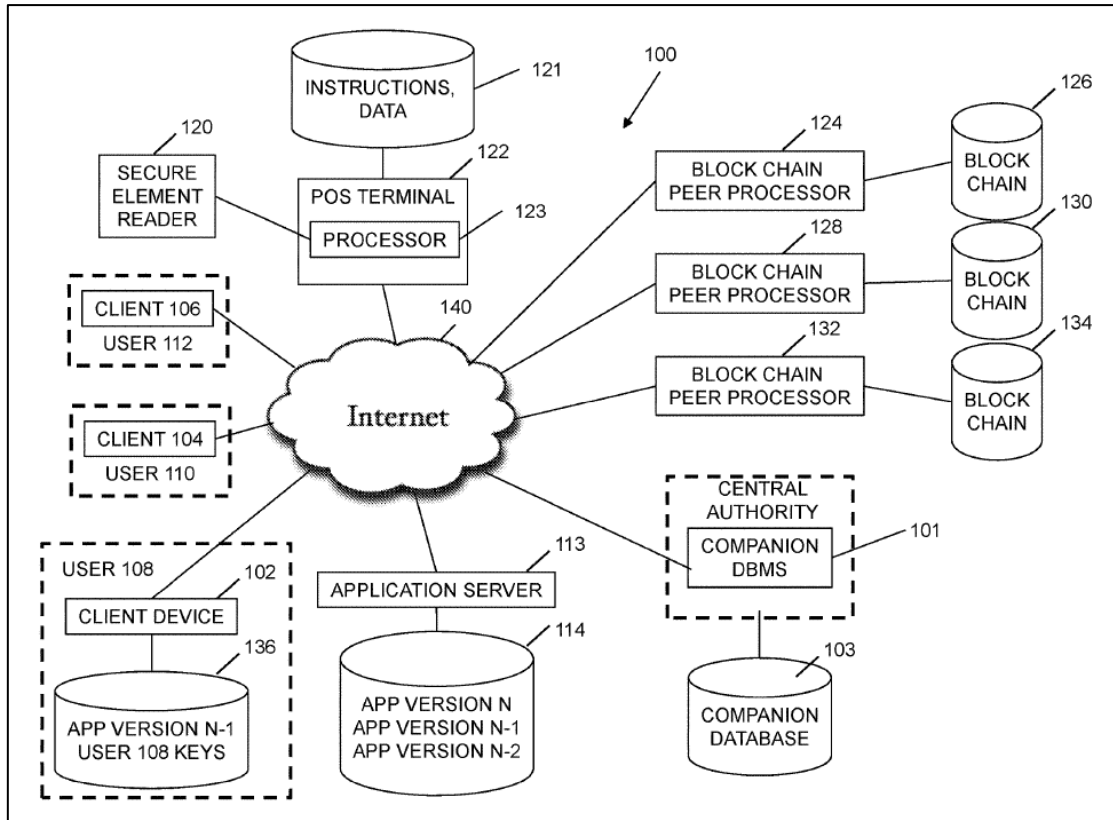


圖 135 配套資料庫系統

透過本發明的配套資料庫系統，可以在區塊鏈網路驗證交易前先行確認交易是否有效，有效避免區塊鏈交易所造成的時間延遲，使得加密貨幣的運用更為便利。

#### 4、區塊鏈安全

公開/公告號：US 2019/0251524 A1

發明名稱：Devices, Systems, and Methods for Securing and Transacting  
Cryptocurrency Assets

申請人：Xeeda Inc

申請日：2018/12/31

在交易加密貨幣時，需要付款方的私密金鑰對交易進行簽章，也因此私密金鑰內容已為駭客主要竊取的目標，故如何安全的保護私密金鑰已成為區塊鏈技術的重要課題。

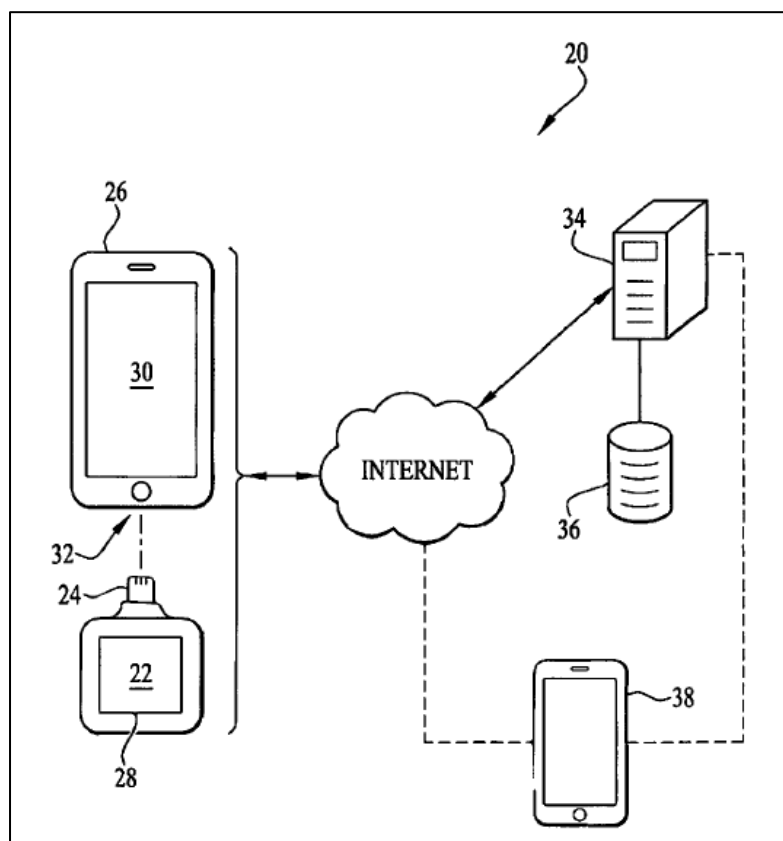


圖 136 用於保護和交易加密貨幣資產的系統

本發明提供一個硬體加密裝置，並可將加密貨幣存放於此硬體加密裝置中，並將私密金鑰儲存在硬體加密裝置中。當要使用硬體加密裝置中的加密貨幣時，須將硬體加密裝置連接至電腦或手機設備，並且透過硬體加密裝置上的感測器進行生物驗證或是在硬體加密裝置上輸入密碼才可以傳



輸硬體加密裝置內的加密貨幣，亦即若要獲取裝置上的私密金鑰，必須通過裝置上的安全機制才可以使用私密金鑰進行交易簽章。此外，硬體加密裝置亦不會信任連接的電腦或行動裝置設備所傳輸的請求，使得攻擊者無法透過連接的裝置來竊取硬體加密裝置內的私密金鑰及加密資產。

本發明為一種冷錢包的發明，即不與網際網路直接連線的硬體裝置，透過本發明，使用者可以更安全的存放他們的數位資產，也解決了私密金鑰的安全性問題。

## 5、區塊鏈結合 VR、AR 裝置

公開/公告號：US 10225085 B2

發明名稱：System and method for digital token exchange and delivery

申請人：Unity IPR ApS

申請日：2018/03/08

在本發明申請之前並沒有任何用於在 VR 或 AR 環境中對數位物件賦予唯一 ID，並在使用者之間進行轉移、交換、交易等等行為的系統或方法。

本發明將 VR 或 AR 環境中的虛擬物件作為一種虛擬代幣並記錄在區塊鏈上，亦可複製虛擬物件的原始屬性並關聯地記錄到區塊鏈上，產生複數個互相關聯的虛擬代幣，只要其中一個代幣的屬性受到修改，便會連帶地影響到互相關聯的其他代幣的屬性內容。本發明亦賦予虛擬物件各種不同屬性，使得使用者可以透過 VR 或 AR 裝置對各種代幣化的虛擬物件進

行互動，因此使用者在 VR 或 AR 環境中可以獲得所見到的虛擬物件的副本，也可以透過 VR 或 AR 與其他使用者交換虛擬物件，虛擬物件也會根據與使用者的互動或者隨著時間推移進行變化，例如改變顏色、改變與 VR 或 AR 設備的互動方式等等。

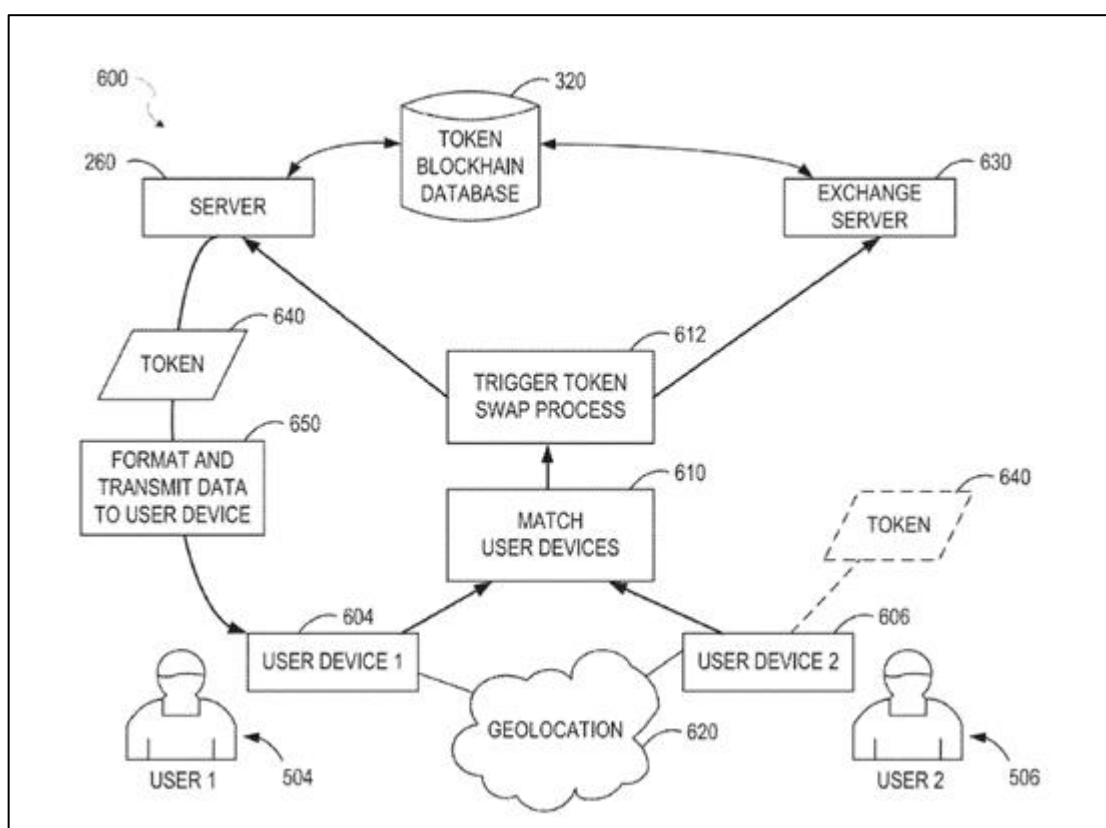


圖 137 使用者間的數位代幣交換流程

本發明將區塊鏈技術應用到 VR 與 AR 等設備上，讓區塊鏈的應用更為靈活與廣泛。

## (五) 回到現實面

### 1、解決視覺輻輳調節衝突—變焦式 (Varifocal)

公開/公告號：EP 3179289B1

發明名稱：FOCUS ADJUSTING VIRTUAL REALITY HEADSET

申請人：Facebook Technologies, LLC

申請日：2016/03/21

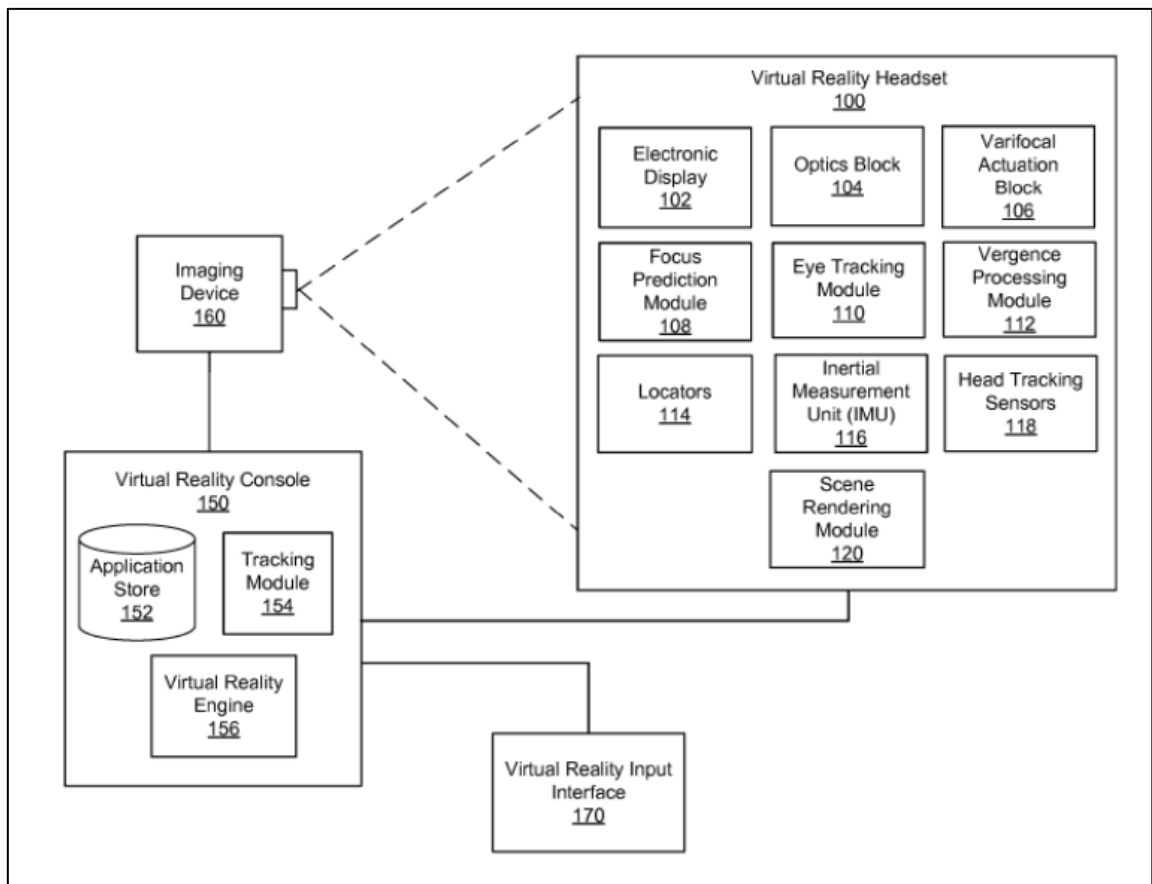


圖 138 虛擬實境系統

VR 頭戴顯示器可用於模擬虛擬環境，例如，立體圖像可以顯示在頭

戴顯示器內的電子顯示器上以模擬深度錯覺，並且頭部跟踪傳感器可用於估計用戶正在查看虛擬環境的哪個部分。然而，這種模擬可能會導致視覺疲勞和噁心，這是由於現有頭戴顯示無法正確渲染或以其他方式補償聚散度和調節衝突而導致的，也就是視覺幅調節衝突（VAC）。本專利技術利用基於用戶所觀看位置來自動地調節提供立體影像的焦距，達到影像深度與焦距隨使用者所關注而一致，可以解決視覺幅調節衝突。如

圖 138 所示，頭戴顯示中，基於焦距預測模組 108、深度處理模組 112、慣性測量單元 116 以及頭部追蹤感測器 118)之訊息，得到使用者當下眼睛距焦位置以及預測使用者眼睛距焦位置，場景提供模組 120 利用變焦致動器 106 調整光學元件 104，連續地提供與使用者眼鏡距焦位置一致的深度資訊，來解決視覺幅調節衝突。例示的變焦致動器 106 與光學元件 104 可為聚合物透鏡、電潤濕液體透鏡、Alvarez-Lohmann 透鏡、可變形膜反射鏡、液晶（電活性）透鏡、僅相位空間光調製器（SLM）和其他合適的組件。

如圖 139~圖 140 所示，使用者於畫面第  $n$  幀注視於  $d_i$  處之對象 806 處，隨後於圖所示，當於第  $n+1$  幀畫面時，使用者轉移注視點至  $d_f$  處之對象 808，相應地，系統將調整光學元件 104，導致提供給使用者之影像 808 其焦距及深度處於一致狀態，從而使用者可舒適地觀看而不會有視覺幅調節衝突帶來之暈眩不適。

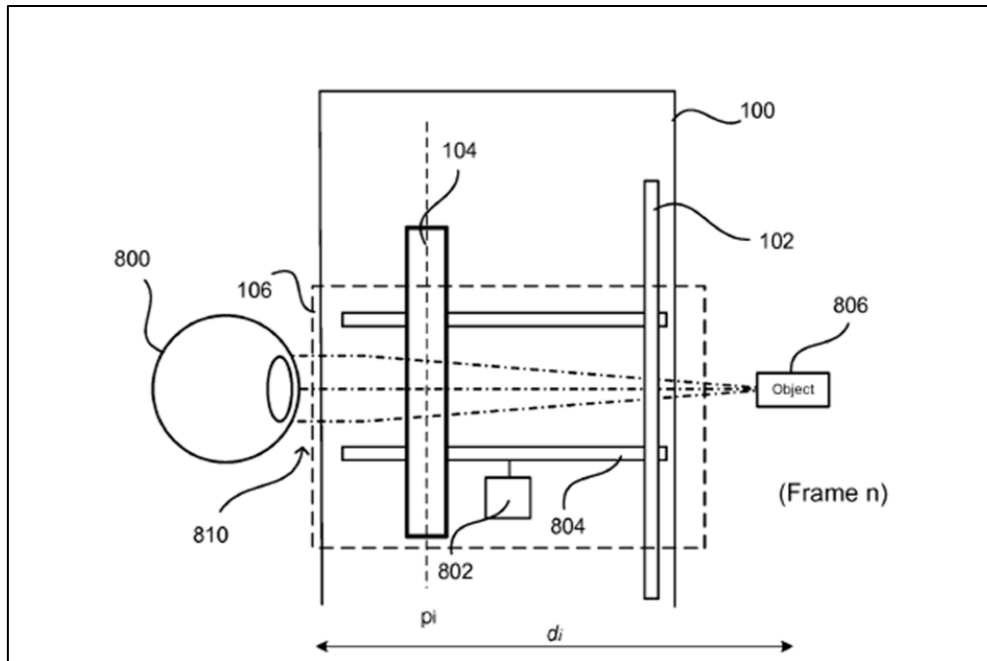


圖 139 第 n 幀畫面顯示面 102 和光學元件 104 之間的距離

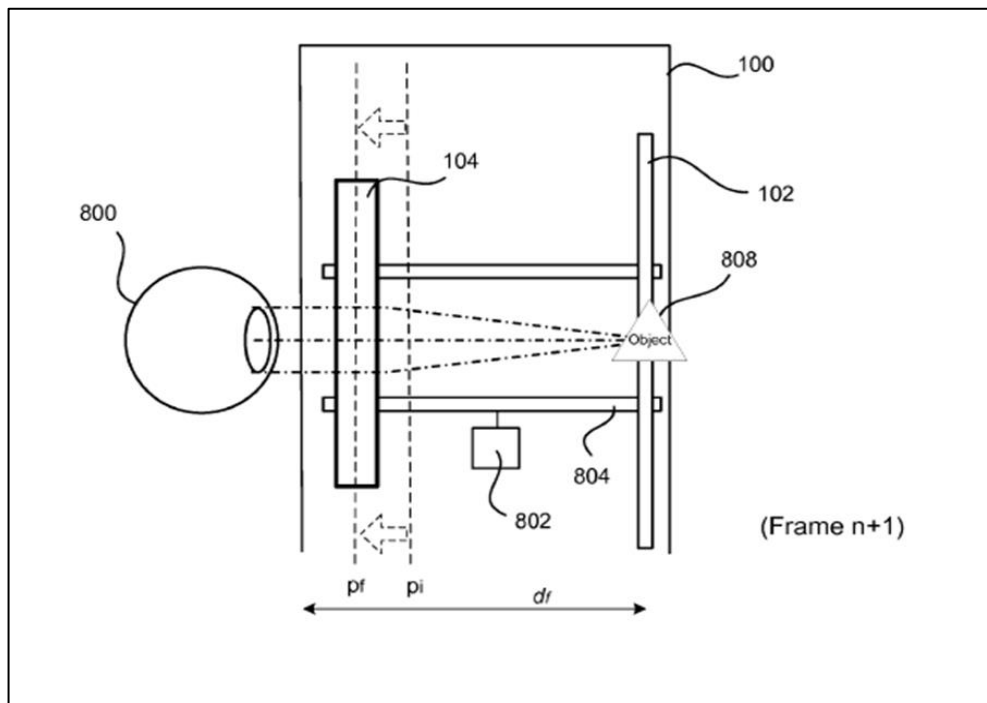


圖 140 第 n+1 幀畫面時改變顯示面 102 和光學元件 104 之間的距離

## 2、解決視覺輻輳調節衝突—多焦式 (Multifocal)

公開/公告號：CN 113791497A

發明名稱：一種近眼顯示裝置、增強現實眼鏡和使用方法

申請人：京東方科技集團股份有限公司

申請日：2021/09/15

近年來，近眼顯示技術正飛速發展，其中，虛擬現實（Virtual Reality，VR）和增強現實（Augmented Reality，AR）技術最具代表性，為人們帶來了極佳的視聽體驗。近眼顯示技術是可將圖像直接投射到觀看者眼中的技術，從而實現浸入式的顯示體驗，因此如何解決視覺輻輳調節衝突問題是亟待解決的問題。本專利，如圖 141 所示，採用液晶平板部 10 和不同焦距的微透鏡 20 使得各像素島發射的光線因具有不同光程和不同焦距的微透鏡從而在不同位置形成第一虛像。例如，不同的液晶平板部根據加載的電壓具有不同的液晶轉向，則從各液晶平板部出射的光線在進入微透鏡之前具有不同的光程；同時，各微透鏡本身具有不同的焦距，進一步改變對應像素島出射光線的光程。透鏡單元對第一虛像成像後，使得各像素島發出的光線以相同角度進入人眼，形成多組從發光器件-液晶平板層-微透鏡-透鏡單元到人眼的光學通路，從而在人

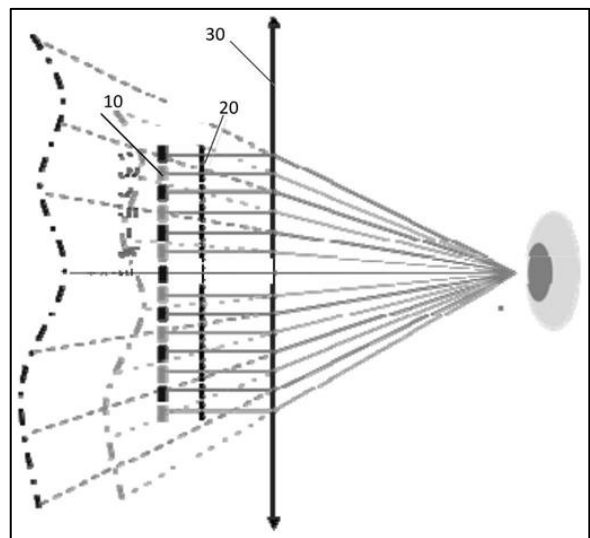


圖 141 近眼顯示裝置

眼的不同位置成像以實現多焦面成像，用以解決視覺輻輳調節衝突問題。

### 3、解決視覺輻輳調節衝突—多視角式 (Multiscopic)

公開/公告號：WO 2021/242667A1

發明名稱：OPTICAL SEE-THROUGH HEAD-MOUNTED LIGHTFIELD DISPLAYS BASED ON SUBSTRATE-GUIDED COMBINERS

申請人：亞利桑那州董事會代表亞利桑那大學

申請日：2021/05/24

多角式顯示器又被稱作光場顯示 (Light field display) 或集成成像 (Integral imaging) 技術，如第貳章第三之 (五) 中所提及，藉由電腦運

算重建或對真實物體擷取光場資訊

後，對使用者提供光場，可以真實

地呈現立體影像，而免除視覺輻輳

調節衝突的產生。本件專利，如圖

142 所示，使用一光場提供單元 110

來產生三維立體影像。光場提供單

元 110 包含微顯示器 112 以及微透

鏡陣列 114，微顯示器 112 可以提

供 3D 場景光場的位置採樣的元素

影像陣列，3D 場景光場經過微透鏡

陣列 114，有助於生成光場的定向視

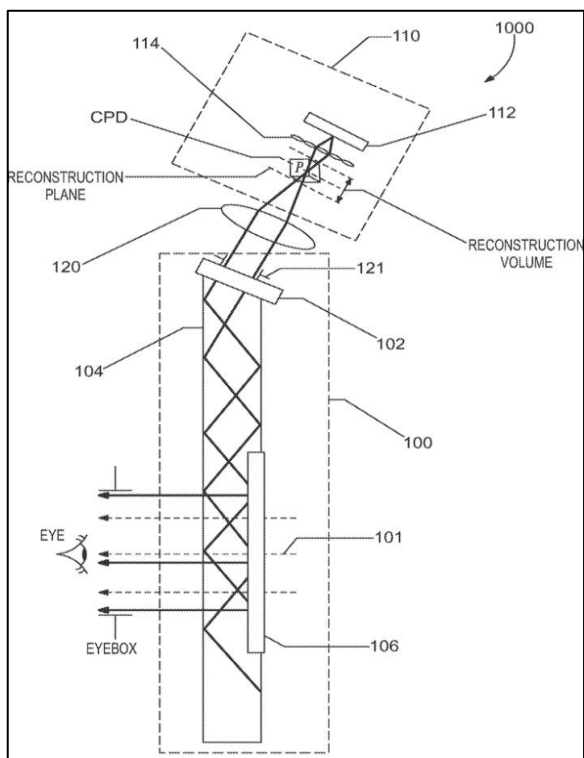


圖 142 光學透視頭戴式光場顯示器

圖，元素影像的光束通過進入其對應的微透鏡 114 和在相應的重建平面上進行積分以重建 3D 場景的光場。

#### 4、解決視覺輻輳調節衝突—電腦生成全像（Computer-Generated Holograms, CGHs）

公開/公告號：US 2021/0003969A1

發明名稱：WIDE FIELD OF VIEW HYBRID HOLOGRAPHIC DISPLAY

申請人：Real View Imaging Ltd.

申請日：2020/09/17

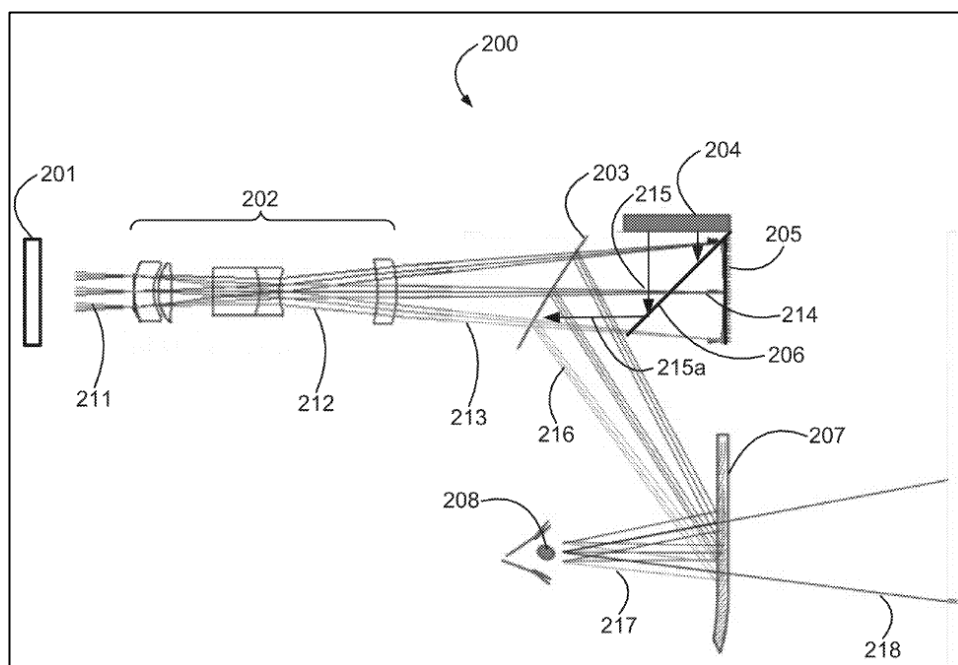


圖 143 電腦生成全像式頭戴顯示器

如第貳章第三之（五）中所提及，全像顯示技術再現物體影像提供之所有立體影像資訊，故對於觀察者而言，眼睛所接受為真實立體影像，其



並未有視覺輻轉調節衝突之情況產生。然而，為了實現虛擬且動態之影像，必須以電腦計算模擬出所欲呈現影像對應之全像圖，並由空間光調制器（SLM）及雷射來重建出影像，其計算之複雜度高影響影像解析度、視野大小以及影像生成之速度。本件專利技術，結合一般液晶顯示器以及電腦生成全像顯示器各自生成之影像提供給使用者，藉由液晶顯示器負責低解析度之背景影像，電腦生成全像顯示器負責使用者主要注視之影像，可以避免以往所有使用者接收之影像皆由電腦生成全像顯示器負責提供而導致計算之複雜度高影響影像解析度、視野大小以及影像生成之速度之問題。如圖 143 所示，空間光調變器 SLM 201 作為電腦生成全像片，用以提供電腦生成全像影像 214 作為解析度較高之影像，液晶顯示器 204 用以生成較低解析度之背景影(215a，上述兩種影像結合成影像 216 提供給使用者。

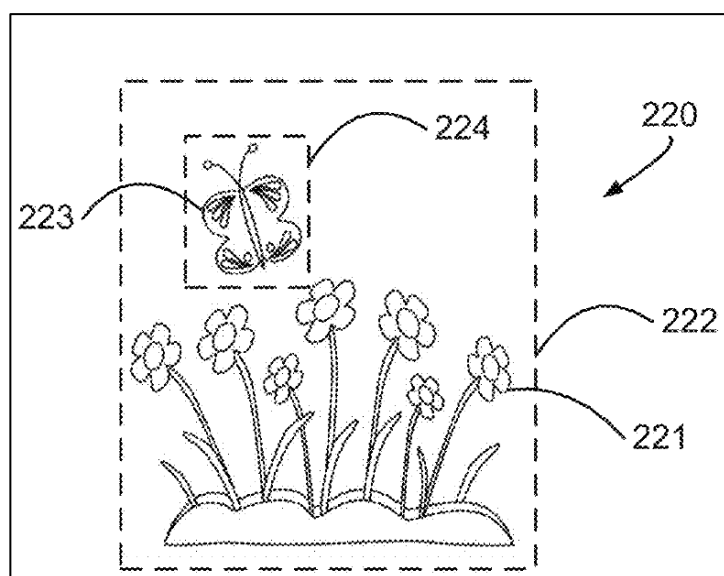


圖 144 電腦生成全像式頭戴顯示器產生場景

如圖 144 所示，液晶顯示器用以顯示背景之花叢 221，而電腦生成全

像顯示器用以顯示需要較高解析度之影像，如花叢 221 旁之蝴蝶 223，該蝴蝶為使用者注視之處，由於其為全像生成之影像，並不具有視覺輻輳調節衝突之問題。

## 5、解決人體其他感知器間產生之衝突 (1)

公開/公告號：US 10275918B2

發明名稱：Method and system for detecting virtual reality sickness causing content in virtual reality motion simulators

申請人：Wipro Limited

申請日：2017/09/21

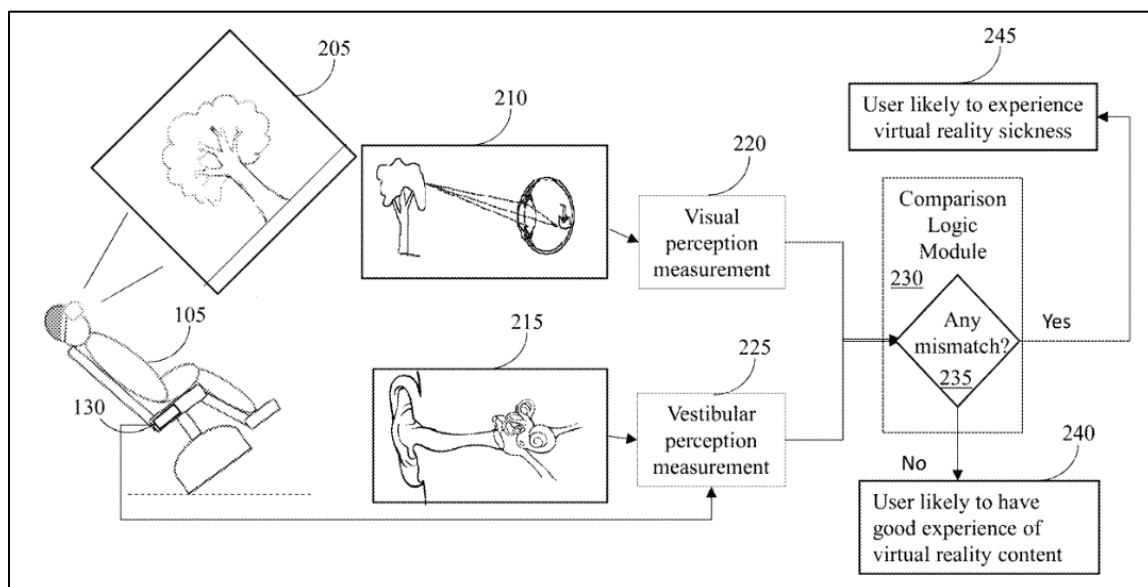


圖 145 偵測視覺資訊與運動資訊之不匹配

除了視覺輻輳調節衝突，根據感知衝突理論視覺訊息與其他感知訊息產生之衝突也會使大腦產生混亂進而出現虛擬運動病之不適情況。本件專

利技術，處理視覺訊息與前庭訊息之間衝突所產生的虛擬運動病。如圖 145 所示，利用檢測原始碼（source code）來得到使用者所感知之視覺訊息 210~220；利用測量來自附接到平台的平台慣性測量單元（IMU）傳感器的第一傳感器數據以及測量從附接到頭戴式虛擬現實設備的至少一個頭戴式 IMU 傳感器測量第二傳感器數據，綜合第一傳感數據以及第二傳感數據獲得使用者所感知之前庭訊息 215、225。比較視覺訊息 210~220 與前庭訊息 215、225 之間之差異，若兩者之間不匹配，此時校正提供使用者視覺資訊跟提供使用者運動資訊，使兩者資訊一致來避免虛擬運動病之產生。

## 6、解決人體其他感知器間產生之衝突（2）

公開/公告號：US 2019/0302834A1

發明名稱：AIRFLOW DEVICE FOR A VIRTUAL REALITY HEADSET

申請人：Walmart Apollo, LLC

申請日：2019/03/29

本件專利技術，處理視覺訊息與觸覺訊息之間之衝突所產生的虛擬運動病。如圖 146 所示，圓形底座 106 會依照使用者感知之視覺資訊提供對應該視覺影像正確之氣流，來避免虛擬沉浸環境中視覺訊息與觸覺訊息之間之衝突所產生的虛擬運動病。具體來說，如圖 146 所示，使用者配戴附接於頭顯示器 302 之圓形底座 106，圓形底座 106 內之處理器 120 分析由頭戴顯示器顯示的圖像序列訊息以控制至少一個伺服器 116，由伺服器

116 根據虛擬圖像中之虛擬環境，控制正確之氣流流動方向。例如，當使用者在虛擬環境中向前移動時，出氣口 122 向相反方向排出空氣，使得空氣從使用者的前部流向用戶的後部；當使用者在虛擬環境中向後移動時，出氣口 124 沿相反方向排出空氣，使得空氣從使用者的後部流向使用者的前部；當使用者在虛擬環境中向下移動時，出風口 126 向相反方向排出空氣，使得空氣從南向北流動；當使用者在虛擬環境中向上移動時，出氣口 128 沿相反方向排出空氣，使得空氣從北向南流動。

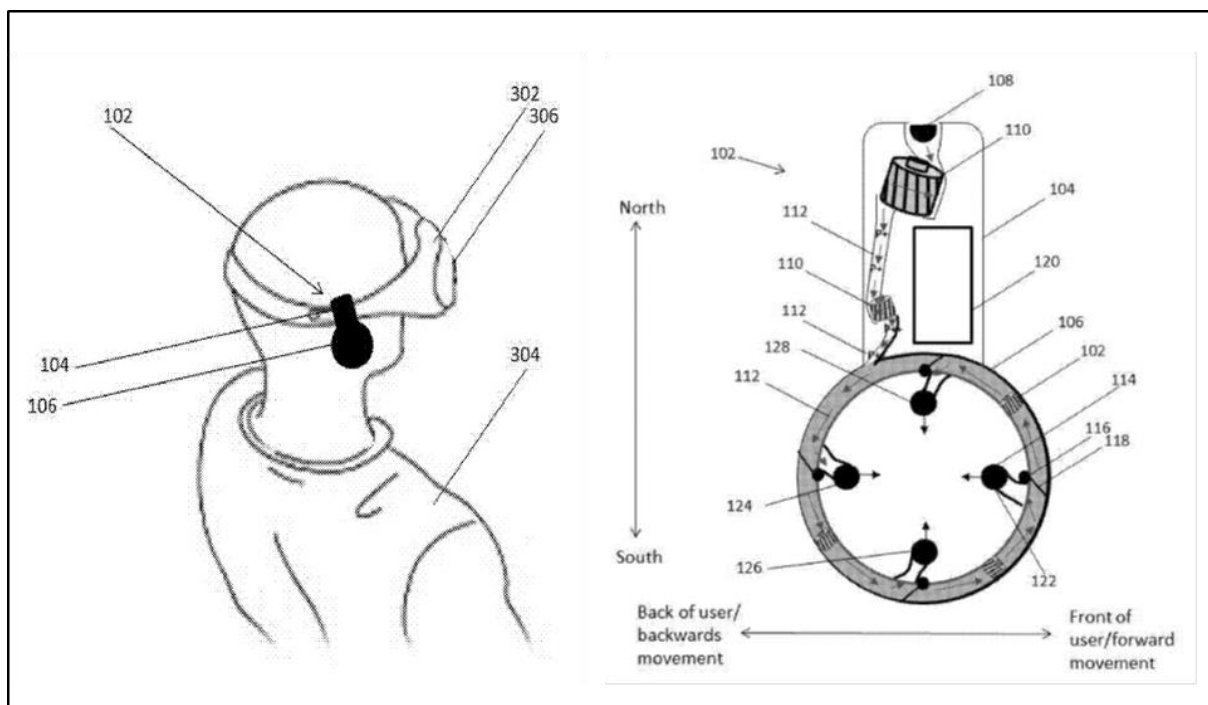


圖 146 搭配氣流裝置之頭戴式顯示器

### 三、我國元宇宙專利分析

本節專利分析聚焦在與我國相關之面向上，將分為兩大方向，其一為於我國申請元宇宙相關專利之分析，另一方向為以我國申請人為主軸，探討我國申請人於全球元宇宙專利布局之概況分析。

#### (一) 我國受理元宇宙專利申請之分析

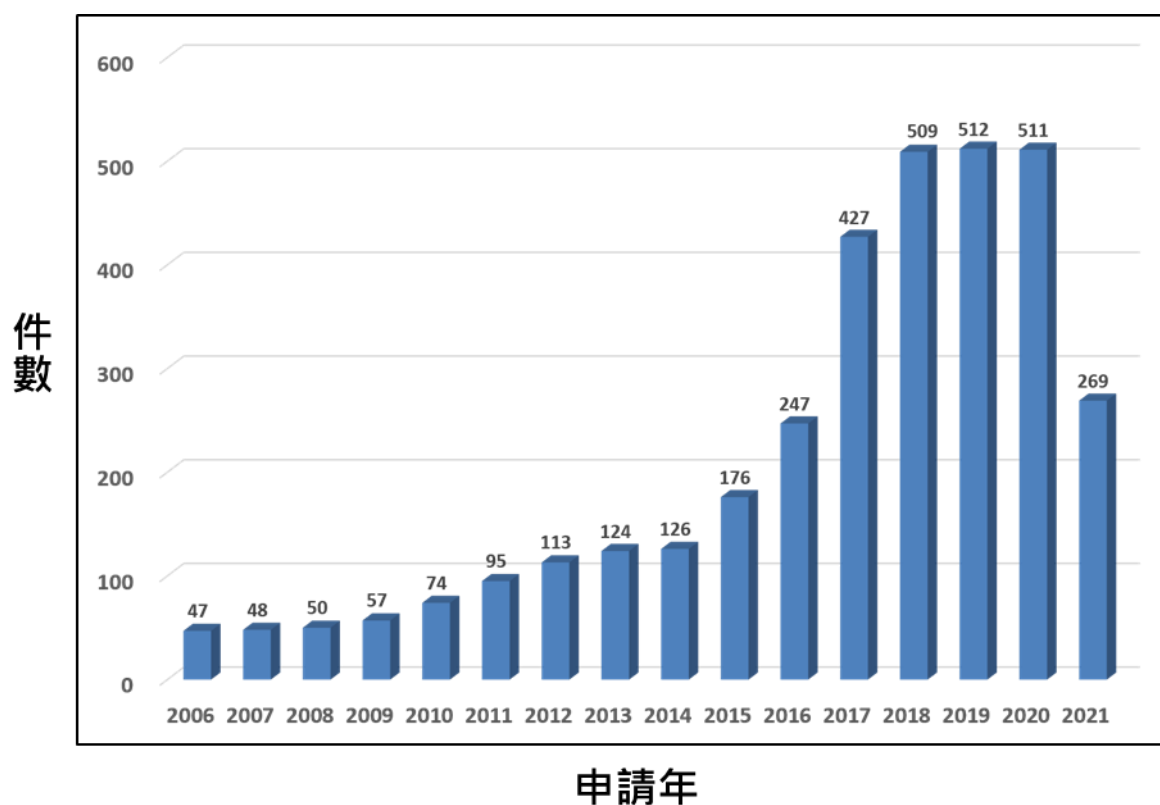


圖 147 我國受理元宇宙專利申請趨勢<sup>250</sup>

圖 147 為我國受理元宇宙相關技術之專利申請趨勢圖。與全球元宇宙相關技術專利申請趨勢圖相似<sup>251</sup>，申請趨勢於 2013 年以前申請量逐步成

<sup>250</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

<sup>251</sup> 參考圖 70。

長，2015 年開始有顯著地成長趨勢。2015~2016 年，年成長量約 50~70 件/年，2017 年成長量超過 180 件/年，雖於 2018 年開始，年成長量趨緩，然而年申請量仍有 500 件以上之水準。可見我國受理元宇宙相關技術專利申請之趨勢與全球之趨勢一致。

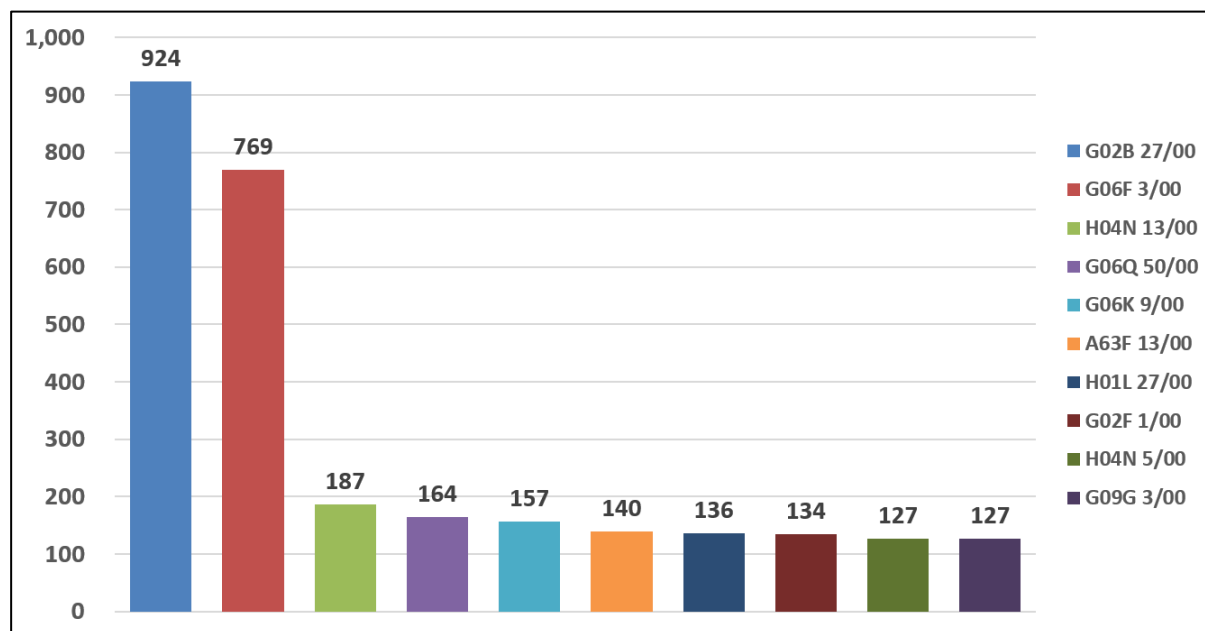


圖 148 我國受理元宇宙專利申請前十大 IPC

圖 148 顯示於我國申請元宇宙相關專利申請量前十大 IPC。第一大為 G02B 27/00；第二大為 G06F 3/00；第三大為 H04N 13/00；第四大為 G06Q 50/00；第五大為 G06K 9/00；第六大為 A63F 13/00；第七大為 H01L 27/00，係有關於自於一共用基片內或其上形成的多個半導體之裝置；第八大為 G02F 1/00，係有關於控制來自獨立光源之光的強度，顏色，相位，偏振或方向之器件或裝置；第九大為 H04N 5/00 與 G09G 3/00 並列，其中 G09G 3/00，係關於使用非陰極射線管之靜態視覺指示器的控制裝置

或電路。上述十大 IPC 類別定義說明整理如表 11。

表 11 我國元宇宙前十大專利申請案 IPC 類別定義說明表

IPC	意義說明	件數
G02B 27/00	抬頭顯示器相關的光學系統或設備	924
G06F 3/00	將蒐集到的數據轉變成計算機能處理的形式	764
H04N 13/00	立體或多視角視訊傳輸系統	187
G06Q 50/00	適用於特定業務部門的數據處理系統或方法	164
G06K 9/00	圖形數據讀取中識別模式的方法或裝置	157
A63F 13/00	二維或三維電子顯示器之電玩遊戲	140
H01L 27/00	自於一共用基片內或其上形成的多個半導體之裝置	136
G02F 1/00	控制來自獨立光源之光的強度，顏色，相位，偏振或方向之器件或裝置	134
H04N 5/00	電氣通信技術中遠距離視訊傳輸系統	127
G09G 3/00	使用非陰極射線管之靜態視覺指示器的控制裝置或電路	127

相較於全球元宇宙十大主流 IPC<sup>252</sup>，於我國申請元宇宙相關專利技術之十大 IPC 中，多了 H01L 27/00、G02F 1/00 以及 G09G 3/00，少了 G06T 19/00、G06T 7/00 以及 G09G 5/00。然而若以 IPC 次類為主軸分析，於我國申請元宇宙相關專利之 IPC 相較於全球元宇宙十大主流 IPC 多了 G02F、H01L；少了 G06T，可見申請人在元宇宙相關專利申請上，相較於全球布

<sup>252</sup> 參見圖 73。

局，於我國申請更重視光學與半導體相關技術布局，此亦與我國產業型態吻合。

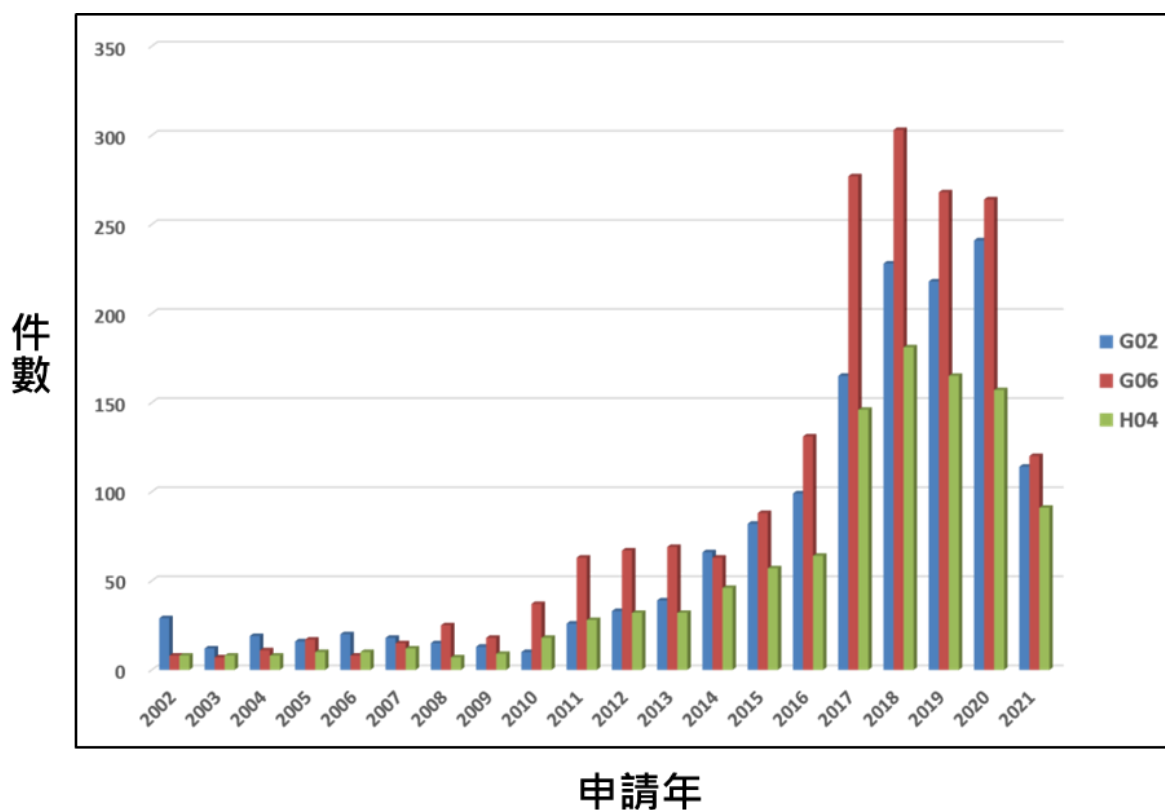


圖 149 我國受理元宇宙專利申請三大 IPC 類別申請趨勢<sup>253</sup>

圖 149 係有關於我國受理元宇宙相關專利申請之三大 IPC 申請趨勢。與全球元宇宙相關專利申請之三大 IPC 申請趨勢相似<sup>254</sup>，2002~2009 年，光學類（G02）、計算類（G06）與通信類（H04N）申請量三者差距不大，然而於 2010 年開始，計算類（G06）專利申請量相較於其他兩者漸為突出，

<sup>253</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

<sup>254</sup> 參見圖 71。



顯見近幾年來，於我國申請元宇宙相關專利之技術分類趨勢與全球概況一致，計算類（G06）方面為主要布局之技術領域。另外，2010 年後光學類（G02）專利申請量與計算類（G06）專利申請量之間之差距不若全球元宇宙三大 IPC 類別申請趨勢之大<sup>255</sup>，甚至兩者間於我國申請量之差距漸小，由此可說明，與申請人全球布局相異，申請人於我國布局元宇宙相關專利中，雖近幾年計算類（G06）仍為首要之技術申請，然而，光學類（G02）布局之重要性也漸漸與計算類（G06）相當。

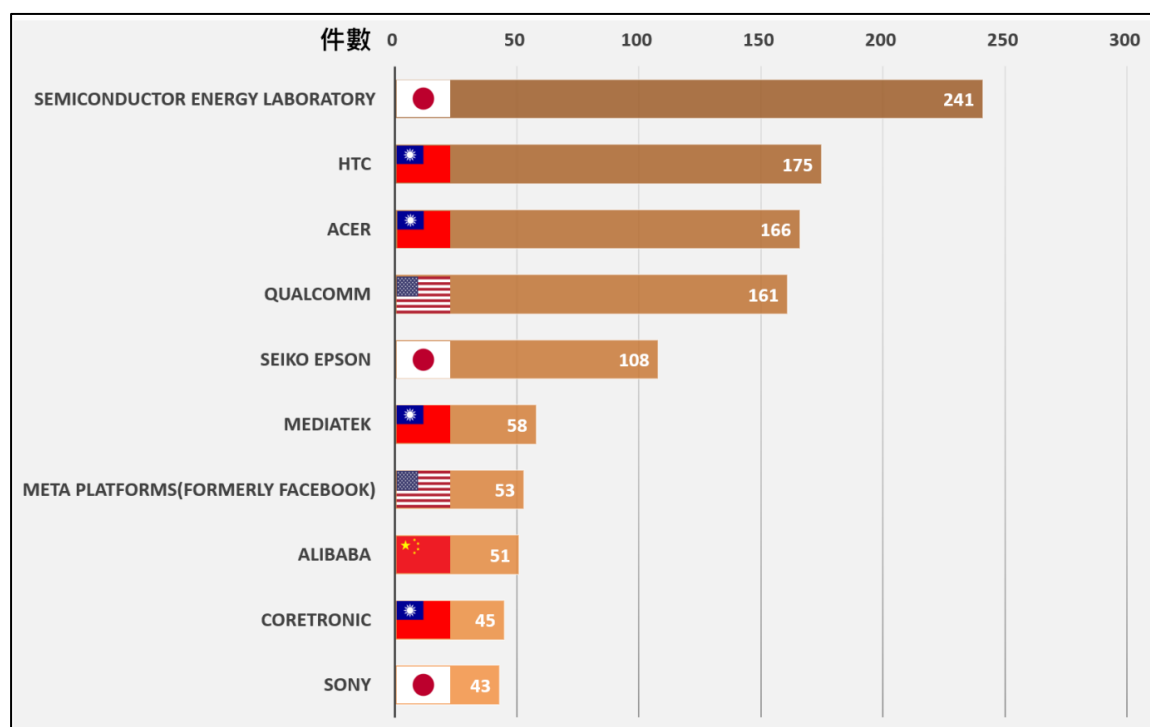


圖 150 我國受理元宇宙專利申請量前十大申請人

<sup>255</sup> 參見圖 72。

圖 150 為我國受理元宇宙專利申請量前十大申請人。申請量第一大為日本公司半導體能源研究所<sup>256</sup>；申請量第二大為我國公司宏達電，以研發智慧型手機與 VR 裝置為主要業務<sup>257</sup>，目前為前五大 VR 頭戴顯示器製造商<sup>258</sup>，開發不侷限 VR 設備，用手機、平板、電腦等裝置都可進入的開放式元宇宙平台「VIVERSE」<sup>259</sup>，且為唯一獲邀參加元宇宙標準論壇（The Metaverse Standards Forum<sup>260</sup>）制定元宇宙相關技術標準的我國公司<sup>261</sup>；申請量大三大為我國公司宏碁（Acer），為全球第四大電腦公司，其產品包括個人電腦、電競產品和 VR 裝置等<sup>262</sup>，2018 年開發 MR 頭戴式顯示器 Acer OJO500<sup>263</sup>，2022 年宏碁旗下子公司倚天酷碁與新創公司思偉達合作開發全新 NFT 交易平台 Jcard 2.0，積極搶攻元宇宙市場；申請量第四大為美國公司高通，主要從事無線技術相關的半導體、軟件和服務。高通擁有對 5G、4G、CDMA2000、TD-SCDMA 和 WCDMA 移動通信標準至關重

---

<sup>256</sup> 公司介紹參見圖 74 對應之文中內容。

<sup>257</sup> 維基百科，宏達國際電子，[https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AE%8F%E9%81%94%E5%9C%8B%E9%9A%9B%E9%9B%BB%E5%AD%90#cite\\_note-3](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AE%8F%E9%81%94%E5%9C%8B%E9%9A%9B%E9%9B%BB%E5%AD%90#cite_note-3)（最後瀏覽日：2022/09/06）。

<sup>258</sup> STEAM，STEAM 硬體&軟體調查：August 2022，<https://store.steampowered.com/hwsurvey>（最後瀏覽日：2022/09/06）。

<sup>259</sup> 隨昱輝，從音樂到手機應用，宏達電深耕元宇宙多年迎來大爆發！HTC 元宇宙平台 VIVERSE 登場！反其道而行讓各大巨頭都能上架應用，打什麼算盤？，數位時代，<https://www.bnext.com.tw/article/67895/htc-viverse-metaverse>（最後瀏覽日：2022/09/08）。

<sup>260</sup> Metaverse STANDARDS FORUM 官方網站：<https://metaverse-standards.org/>（最後瀏覽日：2022/09/08）。

<sup>261</sup> 隨昱輝，元宇宙標準論壇 HTC 名列創始會員，靠軟硬體強勢入選，有權制定統一標準，數位時代，<https://www.bnext.com.tw/article/70314/htc-metaverse-standard?>（最後瀏覽日：2022/09/08）。

<sup>262</sup> 維基百科，宏碁，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AE%8F%E7%A2%81>（最後瀏覽日：2022/09/06）。

<sup>263</sup> 任珮云，《電腦設備》IFA 展，宏碁推實境頭戴式顯示器，工商時報，<https://ctee.com.tw/livenews/aj/chinatimes/20180830001240-260410>（最後瀏覽日：2022/09/08）。

要的專利<sup>264</sup>，其業務從智慧手機處理器晶片已擴展至頭戴顯示設備處理器晶片，近期也與 Meta 宣布合作開發應用於元宇宙之 VR 晶片<sup>265</sup>；申請量第五大為日本公司精工愛普生<sup>266</sup>；申請量第六大為我國公司聯發科技（Mediatek），為一家無線通訊、高畫質電視設計系統晶片的無廠半導體公司，2020 年憑藉天璣系列晶片成為全球市場佔有率第一大<sup>267</sup>，2022 年公司內部組織調整，成立聯通元宇宙事業群，與既有的無線通訊事業群成為兩大事業群，未來將集中研發資源於此兩大事業群<sup>268</sup>；申請量第七大為美國公司 Meta<sup>269</sup>；申請量第八大為中國大陸公司阿里巴巴（Alibaba），是一家以提供網際網路服務為主的綜合企業集團，2018 年 1 月，阿里巴巴成為繼其競爭對手騰訊之後，第一家估值突破 5000 億美元大關的亞洲公司，2021 年阿里巴巴成立新公司「元境生生」，準備透過旗下龐大資源與生態系打造出「阿里宇宙」<sup>270</sup>，2022 年投資 AR 眼鏡新創公司 Nreal 6,000 萬美元<sup>271</sup>，其布局元宇宙之動作頻頻；申請量第九大為我國公司中強光電

---

<sup>264</sup> Wikipedia, *Qualcomm*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Qualcomm> (last visited Sep. 6, 2022).

<sup>265</sup> Arjun Kharpal, *Meta and Qualcomm strike deal to make custom virtual reality chips for metaverse applications*, <https://www.cnbc.com/2022/09/02/meta-and-qualcomm-strike-deal-to-make-custom-virtual-reality-chips.html> (last visited Sep. 6, 2022).

<sup>266</sup> 公司介紹參見圖 74 對應之文中內容。

<sup>267</sup> 維基百科，聯發科技，<https://zh.wikipedia.org/tw/%E8%81%AF%E7%99%BC%E7%A7%91%E6%8A%80> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>268</sup> 林思宇，聯發科運算聯通元宇宙事業亮點，經濟日報，<https://money.udn.com/money/story/122229/6383281> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>269</sup> 公司介紹參見圖 74 對應之文中內容。

<sup>270</sup> 楊日興，透過旗下龐大資源與生態系打造出「阿里宇宙」，工商時報，<https://ctee.com.tw/news/china/562445.html> (最後瀏覽日：2022/09/08)。

<sup>271</sup> 周筱琳，受高通認證的 AR 眼鏡！阿里巴巴領投中國新創 Nreal，卡位元宇宙商機，數位時代，<https://www.bnext.com.tw/article/68586/nreal-cn-ali> (最後瀏覽日：2022/09/08)。

(Coretronic)，從事液晶背光板、數位投影機等製造，其中，背光模組及數位投影機之出貨量皆為全球第一大<sup>272</sup>，其旗下子公司中光電創境主要深耕 AR 眼鏡開發，並已有可導入市場之成品<sup>273</sup>。申請量第十大為日本公司索尼<sup>274</sup>。申請量前十大申請人中，我國公司占四位、日本公司占三位、美國公司占二位、中國大陸公司占一位。

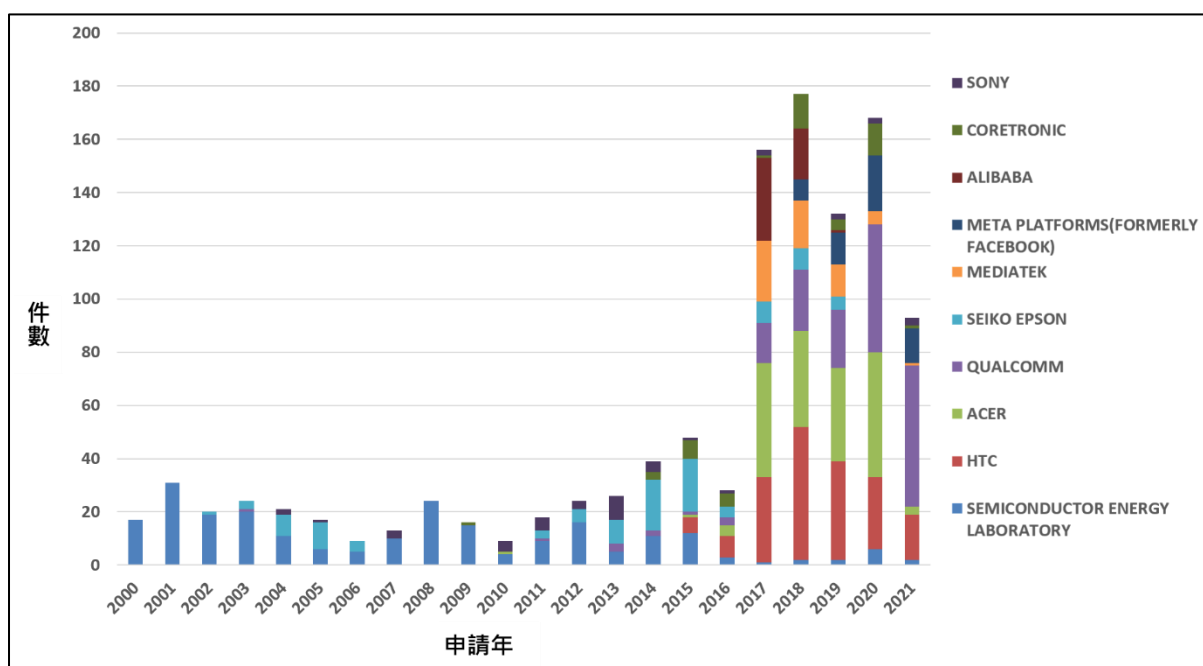


圖 151 我國受理元宇宙專利申請量前十大申請人申請趨勢<sup>275</sup>

<sup>272</sup> MoneyDJ 理財網 財經知識庫，中強光電股份有限公司，<https://www.moneydj.com/kmdj/wiki/wikiviewer.aspx?keyid=477b7a26-3ebf-44e6-9b4a-1585dadacac0> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>273</sup> 廖家宜，搭上元宇宙列車 中光電 AR 新事業起步走，DIGITIMES 智慧應用，[https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&id=0000629556\\_X754UHR36GGO5455SEXCO](https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&id=0000629556_X754UHR36GGO5455SEXCO) (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>274</sup> 公司介紹參見圖 74 對應之文中內容。

<sup>275</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

圖 151 為我國受理元宇宙專利申請量前十大申請人申請趨勢。申請趨勢型態大致可分成兩種，一種為早期布局且近年來申請量較少者，另一種為早期較少布局但近年來積極布局者。其中，申請量分別排名第一以及第五的半導體能源研究所以及精工愛普生屬於早期布局且近年來申請量較少者。申請量分別排名第二~第四、第六~第九的宏達電、宏碁、高通、聯發科技、Meta、阿里巴巴以及中強光電屬於早期較少布局但近年來積極布局者，尤其是宏達電、宏碁、高通以及聯發科技，從 2017 年開始有明顯地申請量。

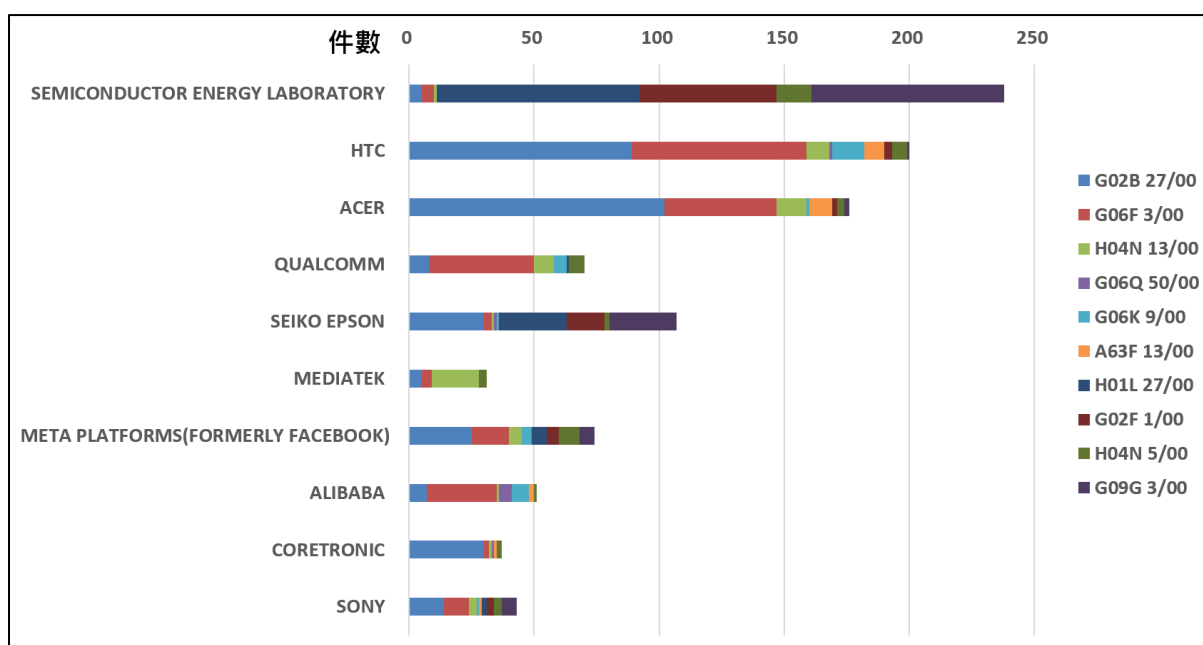


圖 152 我國受理元宇宙專利申請前十大 IPC /專利申請量前十大申請人

圖 152 顯示我國受理元宇宙專利申請前十大 IPC 在前十大申請人之申請案中分布情形。申請量第一大之半導體能源研究所，主要申請 H01L

27/00、G02F 1/00 以及 G09G 3/00；申請量第二~第四、第七~第十（宏達電、宏碁、高通、Meta、阿里巴巴、中強光電以及索尼）之各申請人，其各申請案中 G02B 27/00 以及 G06F 3/00 申請量總和約超過其總申請量的一半以上，其中高通以及阿里巴巴以 G06F 3/00 為主要的技術做申請，中強光電以 G02B 27/00 為主要的技術做申請。申請量第五大的精工愛普生，除了 G02B 27/00 外其餘 IPC 申請分布情形與半導體能源研究所類似。另外，申請量第六大的聯發科技，其 G02B 27/00 以及 G06F 3/00 申請量較少，而以通信類（H04）中的 H04N 13/00 以及 H04N 5/00 占多數。

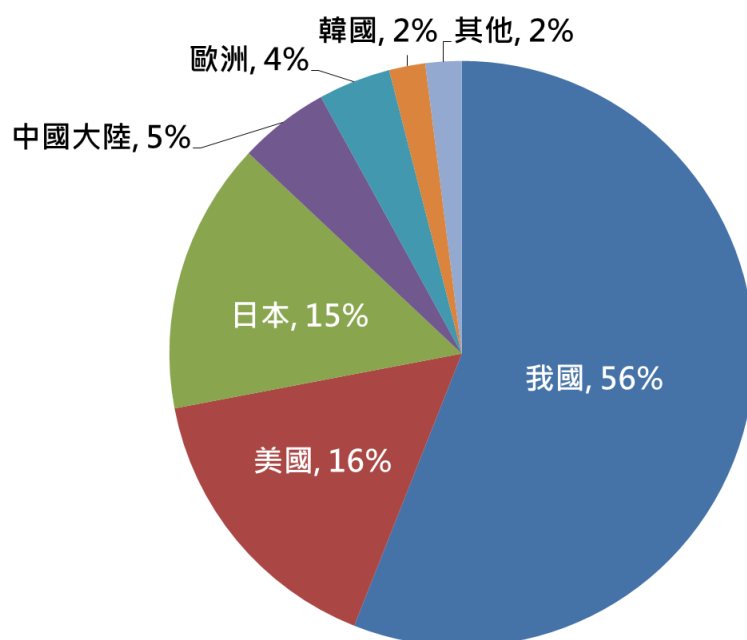


圖 153 我國受理元宇宙專利申請人國籍分析

圖 153 為我國受理元宇宙專利申請人國籍分析。由圖中可知，除本國申請人理應占我國專利申請量多數外，美國、日本、中國大陸、歐洲以及

韓國申請人為我國主要外國申請人，當中又以美國及日本申請人之申請量較多，兩國申請人申請量相加已超過所有於我國申請專利之外國申請人申請量 70%。

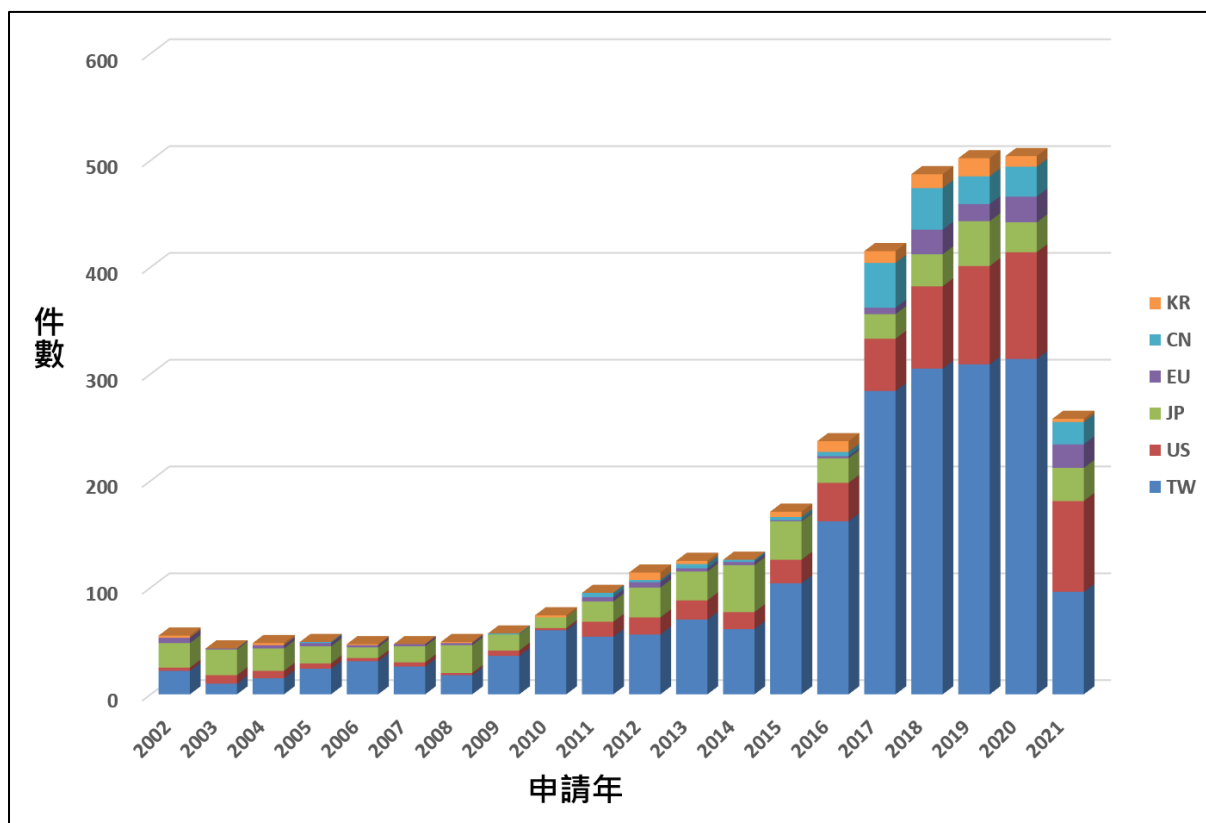


圖 154 我國受理元宇宙專利申請量前六大申請人國籍申請趨勢<sup>276</sup>

圖 154 我國受理元宇宙專利申請量前六大申請人國籍申請趨勢。歐洲國家以及韓國申請人逐年申請量皆較少；日本申請人每年皆有固定的申請

<sup>276</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

量；而我國、美國以及中國大陸申請人 2015 年以前年申請量並未有明顯增長之趨勢，但分別於 2016 年、2016 年以及 2017 年開始，年申請量有明顯增長之趨勢，雖於近幾年，年成長量趨緩，但每年年申請量較 2015 年以前皆高出許多。由上可知，申請人於我國在元宇宙專利布局上，日本申請人偏向每年固定且穩定布局，我國、美國以及中國大陸申請人早期並未特別積極布局，而於 2016~2017 年後轉而開始積極布局。



## (二) 我國申請人元宇宙專利全球布局分析

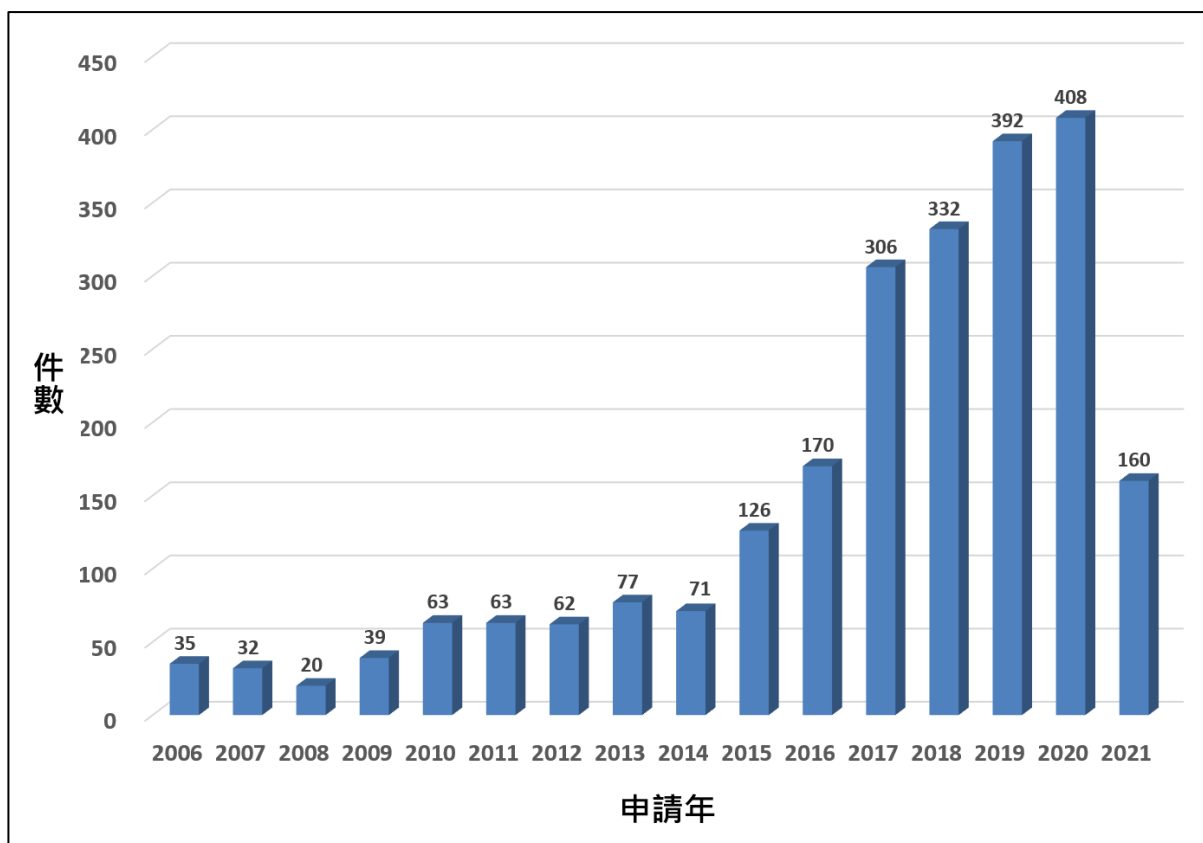


圖 155 我國申請人全球專利申請趨勢<sup>277</sup>

如圖 155 所示，我國申請人於元宇宙相關技術上在全球之專利布局趨勢與全球總趨勢相仿<sup>278</sup>，申請趨勢於 2014 年以前申請量並未有明顯成長之趨勢，2015 年開始有顯著地成長趨勢。2015~2016 年，年成長量約 40~50 件/年，2017 年成長量超過 130 件/年，雖於 2018 年開始，年成長量趨緩，然而年申請量仍有 300~400 件以上之水準。可見我國申請人於全球

<sup>277</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

<sup>278</sup> 參考圖 70。

之元宇宙專利布局趨勢與全球之趨勢同步。

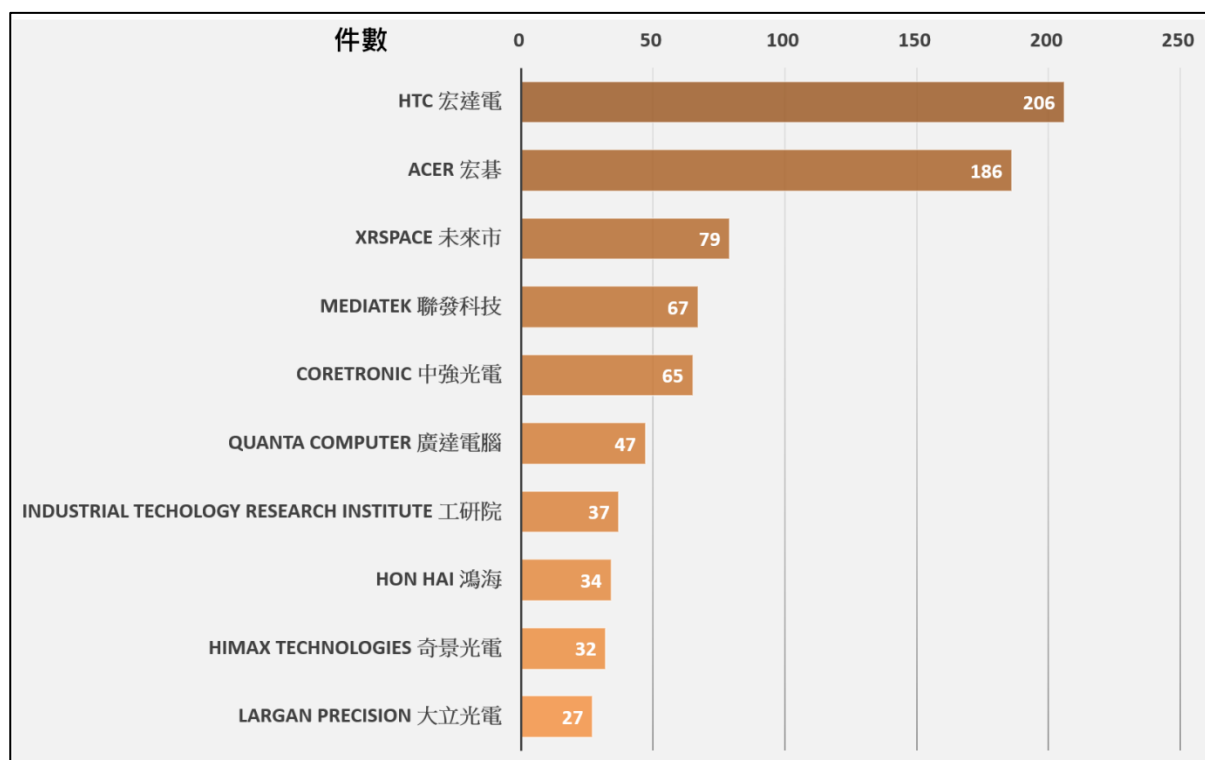


圖 156 全球元宇宙專利申請量前十大我國申請人

圖 156 為全球元宇宙專利申請量前十大我國申請人。申請量第一大為宏達電<sup>279</sup>；申請量第二大為宏碁<sup>280</sup>；申請量第三大為未來市（XRspace），該公司如其名，於 2017 年成立，專注於元宇宙相關服務平台開發以及頭戴顯示裝置製造<sup>281</sup>；申請量第四大為聯發科技<sup>282</sup>；申請量第五大為中強光

<sup>279</sup> 公司介紹參見圖 150 對應之文中內容。

<sup>280</sup> 公司介紹參見圖 150 對應之文中內容。

<sup>281</sup> XRspace 官網，<https://www.xrspace.io/tw> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>282</sup> 公司介紹參見圖 150 對應之文中內容。

電<sup>283</sup>；申請量第六大為廣達電腦（Quanta Computer），為筆記型電腦、平板電腦、伺服器、工業電腦、及雲端軟硬體整合大廠<sup>284</sup>，其致力於元宇宙所需之高效運算硬體之開發<sup>285</sup>；申請量第七大為工研院（Industrial Technology Research Institute），是我國國際級的應用研究機構，以科技研發，帶動產業發展，創造經濟價值，增進社會福祉為任務<sup>286</sup>。申請量第八大為鴻海（Hon Hai），為全球最大的科技製造商及服務商<sup>287</sup>，其近期宣布將投資未來市 1 億美元，與之合作結合鴻海在軟硬體平台垂直整合的設計製造能力，建立完整的元宇宙生態系統<sup>288</sup>；申請量第九大為奇景光電（Himax Technologies），致力於顯示成像處理技術，為顯示驅動器 IC 和時序控制器的全球市場領導者，用於電視、筆記本電腦、顯示器、手機、平板電腦、數碼相機、汽車導航、虛擬現實（VR）設備和其他消費電子設備<sup>289</sup>，2022 年發布超低功耗智慧感測解決方案以及 3D 感測終端產品方案，提供 AI 視覺情境感知功能強大的即時 3D 資訊偵測，可應用於元宇宙

---

<sup>283</sup> 公司介紹參見圖 150 對應之文中內容。

<sup>284</sup> 維基百科，廣達電腦，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BB%A3%E9%81%94%E9%9B%BB%E8%85%A6> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>285</sup> 吳筱雯，林百里：元宇宙關鍵硬體 廣達準備好了，工商時報，<https://ctee.com.tw/news/tech/571625.html> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>286</sup> 工業技術研究院，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B7%A5%E6%A5%AD%E6%8A%80%E8%A1%93%E7%A0%94%E7%A9%B6%E9%99%A2> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>287</sup> Wikipedia, *Foxconn*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Foxconn> (last visited Sep. 6, 2022).

<sup>288</sup> 劉煥彥，鴻海進軍元宇宙，28 億台幣準備好了！劉揚偉牽手周永明 準備好好做「這件事」，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183015/post/20220220043/> (最後瀏覽日：2022/09/06)。

<sup>289</sup> Wikipedia, *Himax*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Himax> (last visited Sep. 6, 2022).

中大量採用的人機介面感測技術<sup>290</sup>。申請量第十大為大立光電（Largan Precision），生產光學鏡頭模組及光電元件，主要應用於掃描儀、相機、數碼相機、多功能產品、液晶投影儀、手機鏡頭、背投電視、光學鼠標等，是全球最大的智能手機相機鏡頭供應商，占全球市場份額的 30%<sup>291</sup>。

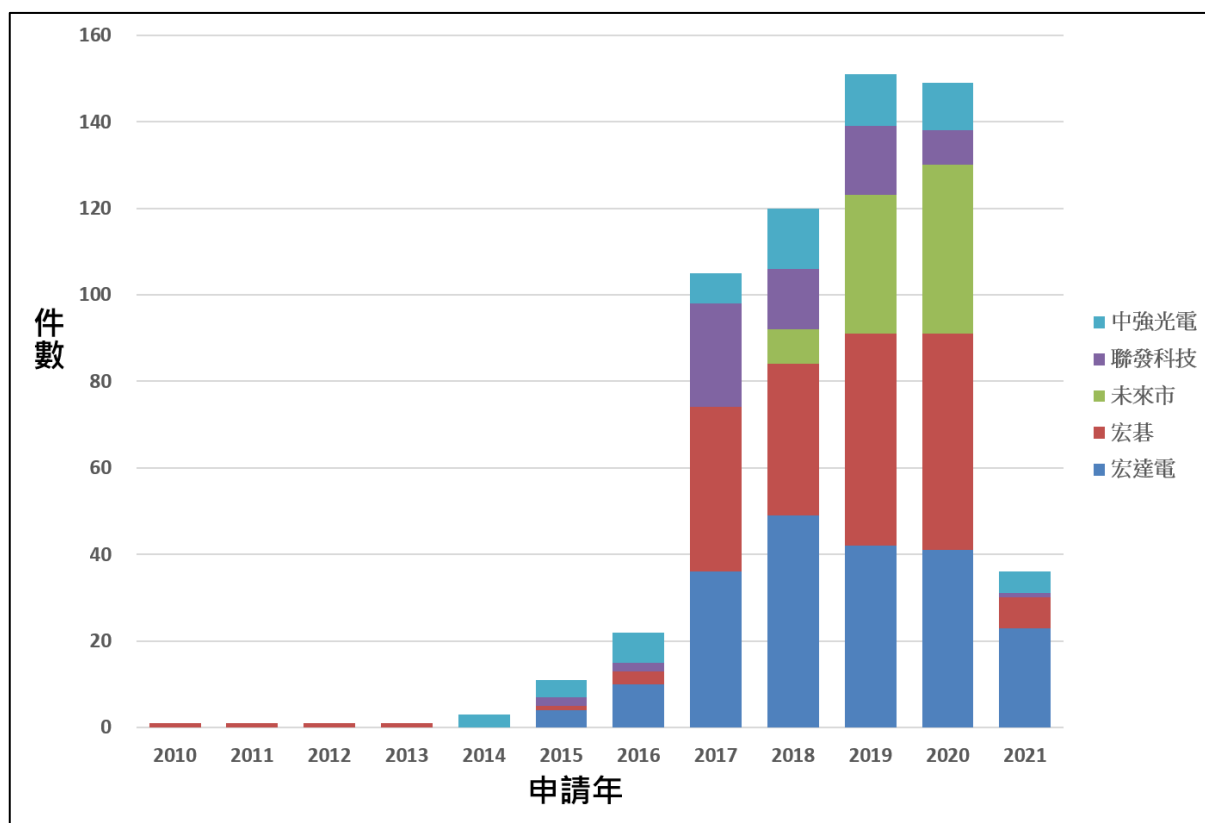


圖 157 前五大我國申請人全球元宇宙專利申請趨勢<sup>292</sup>

<sup>290</sup> Atkinson，奇景光電元宇宙和 AI 影像感測技術，COMPUTEX 2022 正式展出，科技新報，<https://technews.tw/2022/05/20/himax-metaverse-and-ai-image-sensing-technology/> (最後瀏覽日：2022/09/08)。

<sup>291</sup> Wikipedia, *Largan Precision*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Largan\\_Precision](https://en.wikipedia.org/wiki/Largan_Precision) (last visited Sep. 6, 2022).

<sup>292</sup> 2021 年申請量下降原因同註 235。

以下分析將聚焦於全球元宇宙專利申請量前五大我國申請人，依序為宏達電、宏碁、未來市、聯發科技以及中強光電。圖 157 顯示該五大我國申請人年申請趨勢。由圖中可得知，該五大我國申請人於全球元宇宙相關專利布局，除宏碁於早年有少量布局外，各申請人皆於約 2016~2018 年左右才開始有積極布局之舉動。該五大我國申請人相較於全球元宇宙專利申請量前十大申請人中屬於早期申請量較少晚期積極布局者（樂金電子、歌爾、Meta 及華為），雖申請量上無法與之比擬，但加入布局之時間並未落後<sup>293</sup>，代表我國申請人雖量上不及但仍有搶占技術市場之先機意識。

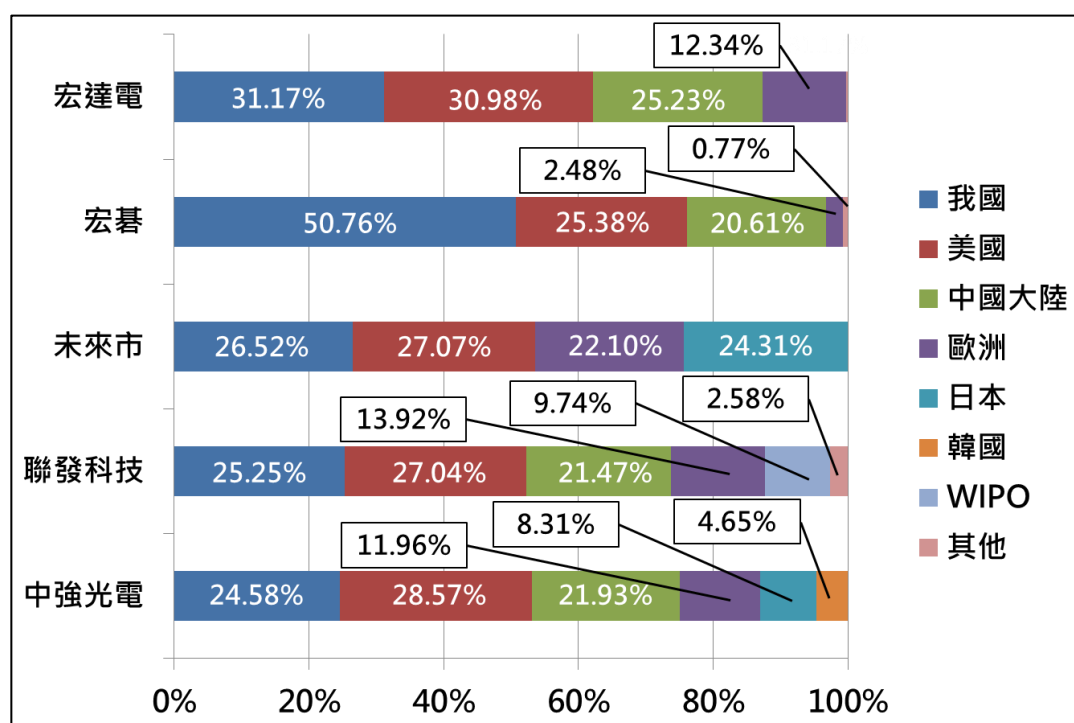


圖 158 前五大我國申請人元宇宙專利申請國家地區分布

<sup>293</sup> 參見圖 75 及其對應文中之敘述。

關於我國前五大申請人於全球布局上，選擇國家/地區做專利申請之分布情形參見圖 158。圖中顯示，我國以及美國皆為我國前五大申請人選擇布局國家之前兩位，關於選擇布局之第三及第四順位，宏達電、宏碁、聯發科技以及中強光電皆為中國大陸以及歐洲專利局，相較於該四者，未來市則選擇日本以及歐洲專利局為第三及第四順位，由次可推測相較於宏達電、宏碁、聯發科技及中強光電，未來市更注重日本市場之布局。

表 12 前五大我國申請人元宇宙專利 IPC 分析

專利申請人	IPC 第四階	IPC 第四階以後
宏達電	G02B 27/00 抬頭顯示	27/01 設備
	G06F 3/00 資料數位化	人機互動：3/0346 三維定位；3/0481 顯示GUI；3/0484 操作、控制GUI
	G06F 1/00 資料數位化	1/16 部件配置
	G06T 7/00 影像分析	7/20 運動；7/50 深度或形狀；7/73 影像特徵
	H04N 5/00 遠距視訊傳輸	5/232 控制攝影機
	G06T 19/00 3D建模影像操作	19/00 3D建模影像操作
	G06K 9/00 圖形數據識別	9/32 中心對準校正；9/62 電子設備
	H04N 13/00 立體視訊傳輸	13/344 雙眼頭戴顯示；13/383 凝視追蹤
宏碁	A63F 13/00 2D或3D電子遊戲	13/212 穿戴感測器；13/213 光偵測；13/218 壓力感測
	G02B 27/00 抬頭顯示	27/01 設備；27/02 觀看或閱讀儀器
	G06F 3/00 資料數位化	3/01 人機互動輸出輸入裝置；3/14 輸出至顯示設備
	H04N 13/00 立體視訊傳輸	13/344 雙眼頭戴顯示
	G06T 19/00 3D建模影像操作	19/20 影像渲染
	G06F 1/00 資料數位化	1/20 冷卻方法
未來市	G02B 30/00 立體光學設備	30/00 立體光學設備
	G06F 3/00 資料數位化	人機互動：3/0346 三維定位；3/0481 顯示GUI
	G06T 7/00 影像分析	7/20 運動、7/593 立體影像還原
	G02B 27/00 抬頭顯示	27/01 設備
聯發科技	G06T 19/00 3D建模影像操作	19/20 影像渲染
	H04N 19/00 視訊信號編碼、解碼、壓縮、解壓縮	19/117 濾波器；19/167 以影像內的位置為特徵；19/172 以圖像、畫格或區域為特徵；19/174 以切片為特徵、19/176 以區塊為特徵、19/597多視域序列編碼之預測編碼
	H04N 13/00 立體視訊傳輸	13/139 格式轉換、13/161不同影像訊號分量的編碼、13/178 metadata處理
中強光電	H04N 5/00 遠距視訊傳輸	5/232 控制攝影機
	G02B 27/00 抬頭顯示	27/01 設備、27/02 觀看或閱讀儀器
	F21V 8/00 光導	8/00 光導
	G03B 21/00 投影	21/20 燈罩、21/28 反射元件

細部探究我國前五大申請人元宇宙相關專利申請之主要技術布局，如表 12 所示，宏達電申請之 IPC 範圍最廣，包括 G02B 27/00 中的 G02B 27/01（抬頭顯示器相關的光學系統或設備）；G06F 3/00 中的 G06F 3/0346（有關於使用者與計算機產生互動中，偵測由使用者移動或定位的裝置之方向或裝置於三維空間中的自由；移動）、G06F 3/0481（有關於使用者與計算機圖形介面互動中，顯示的互動對象之特定性質）、G06F 3/0484（有關於使用者與計算機圖形介面互動中，用於控制特定功能或操作，例如選擇或操作對象、圖像或顯示的文本元素，設置參數值或選擇範圍）；G06F 1/00（電子數位資料處理）中的 G06F 1/16（結構部件或配置）；G06T 7/00 中的 G06T 7/20（影像的運動分析）、G06T 7/50（影像的深度或形狀還原）、G06T 7/73（基於影像特徵分析方法來確定物體或相機的位置或方向）；H04N 5/00 中的 H04N 5/232（控制攝像機之裝置，例如遙控）；G06T 19/00；G06K 9/00 中的 G06K 9/32（圖像拾取或圖像分佈圖之對準或中心校正）、G06K 9/62（應用電子設備進行識別之方法或裝置）；H04N 13/00 中的 H04N 13/344（搭載立體或多視角視訊傳輸系統之左右眼頭戴顯示器）、H04N 13/383（立體或多視角視訊傳輸系統中利用凝視偵測追蹤使用者之技術）；A63F 13/00 中的 A63F 13/212（以使用者穿戴之感測器為主之二維或三維電子顯示器之電玩遊戲）、A63F 13/213（包含光偵測器之二維或三維電子顯示器之電玩遊戲）、A63F 13/218（使用壓力感測器之二維或三維電子顯示器之電玩遊戲）。

宏碁申請之 IPC 包括，G02B 27/00 中的 G02B 27/01、G02B 27/02（觀看或閱讀儀器的光學系統或設備）；G06F 3/00 中的 G06F 3/01（用於使用者和計算機之間產生互動的輸入裝置或輸出輸入組合裝置）、G06F 3/14（數位輸出至顯示設備上）；H04N 13/00 中的 H04N 13/344；G06T 19/00 中的 G06T 19/20（3D 影像編輯，如改變形狀或顏色，物件校準或部件定位）；G06F 1/00 中的 G06F 1/20（冷卻方法之結構或配置）；G02B 30/00（用於產生 3D 效果的光學系統或設備）。

未來市申請之 IPC 包括，G06F 3/00 中的 G06F 3/0346、G06F 3/0481；G06T 7/00 中的 G06T 7/20、G06T 7/593（多重立體影像的深度或形狀還原）；G02B 27/00 中的 G02B 27/01；G06T 19/00 中的 G06T 19/20。

聯發科技申請之 IPC 包括，H04N 19/00（影像通信的編碼、解碼、壓縮或解壓縮數位視訊信號的方法或配置）中的 H04N 19/117（濾波器，例如，預處理或後處理）、H04N 19/167（以視訊影像內的位置，例如，感興趣的區域 ROI 為特徵）、H04N 19/172（以圖像 picture、畫格 frame 或區域 field 等作為編碼單元為特徵）、H04N 19/174（以切片 slice 作為編碼單元為特徵）、H04N 19/176（以圖像區塊 block 作為編碼單元為特徵）、H04N 19/597（適用於多視域序列編碼之預測編碼技術）；H04N 13/00 中的 H04N 13/139（格式轉換，例如圖框率或尺寸之影像訊號處理）、H04N 13/161（不同影像訊號分量的編碼，多工或解多工之影像訊號處理）、H04N 13/178（包含後設資料 metadata，例如視差資訊之非影像訊號分量



之處理)；H04N 5/00 中的 H04N 5/232。

中強光電申請之 IPC 包括，G02B 27/00 中的 G02B 27/01、G02B 27/02；F21V 8/00 (使用光導之照明裝置或其系統之功能特性或零部件)；G03B 21/00 (投影機或投影式顯示器及其有關配件) 中的 G03B 21/20 (投影機或投影式顯示器中之燈罩)、G03B 21/28 (投影機或投影式顯示器中投影光束之反射元件)。

由以上分析可得知，我國前五大申請人元宇宙相關專利全球布局上，宏達電申請之技術類別最廣泛。宏碁相較於宏達電少了幾個計算類 (G06)、通信類 (H04) 以及遊戲娛樂類 (A63) 之 IPC 技術外，其餘與之大同小異。未來市於元宇宙三大技術類別 (G06、G02、H04) 中，集中於光學類 (G02) 與計算類 (G06) 之專利申請。聯發科技於元宇宙三大技術類別 (G06、G02、H04) 中，集中於通信類 (H04) 之專利申請，特別是 H04N 19/00 相關之技術布局。中強光電於元宇宙三大技術類別 (G06、G02、H04) 中，集中於光學類 (G02) 之專利申請，另外也有布局頭戴顯示裝置中，光導 (F21V 8/00) 以及投影 (G03B 21/00) 相關技術及其零部件。

## 四、元宇宙專利申請與審查重點

### (一) 表象裝置 (延伸實境 EXTENDED REALITY)

關於視覺上的表象裝置，嚴格定義下的 AR 技術，僅是將虛擬物件單純地附加至真實世界，真實世界宛如虛擬物件的背景，使用者僅能與虛擬物件進行互動，技術已成熟且大量地被應用，相關研發與專利申請逐漸萎縮。故 VR 與 MR 則為視覺上表象裝置的專利申請主流，其核心專利技術皆包含「顯示技術」與「眼球追蹤技術」。

VR 顯示技術的專利申請，主要由顯示影像的「顯示器」以及用以將影像光束投射至使用者眼睛的「透鏡系統」所構成，在考量更高的解析度和更快的刷新率需求下，VR 裝置的「顯示器」主流已由 OLED 顯示器轉至 LCD。但近來由於科技大廠 Meta 與蘋果的關注，Micro OLED 顯示器的開發也逐漸受到矚目；VR 裝置的「透鏡系統」則是追求在廣視角下能有更小的體積表現，目前專利申請趨勢已逐漸由菲涅爾透鏡轉向餅乾透鏡系統。

MR 裝置的顯示技術則是包含發射影像光束的「顯示器」以及用以搭配傳遞影像光束的「光波導」，使用在 MR 裝置的主流「顯示器」是微機電系統雷射掃描顯示器 (MEMS Laser scanning display) 與液晶覆矽顯示器 (LCoS display)；其中，微機電系統雷射掃描顯示器的專利申請主要著重在關鍵的 MEMS 反射鏡的設計、製造、驅動與控制，以及解決在搭配「光波導」時，整體視場角過小的問題；液晶覆矽顯示器由於傳統上需

搭配偏振分光器（Polarizing beam splitter, PBS），且在 MR 裝置中還需搭配更多層的「光波導」，使得整體體積過大，此外，在入射角過大時，還會有對比度過低的問題，這些都是亟需被克服，Magic Leap 已申請大量可以不使用 PBS 並同時減少光波導層數之專利。

無論 VR 或 MR，其核心顯示技術還包含「眼球追蹤技術」，卓越的眼球追蹤技術可大幅減少運算、使用上更具沉浸感以及減少暈眩，更可被運用作為輸入裝置；眼球追蹤技術通常需要三大元件：將紅外線照射至眼球的光源、用以捕捉眼球紅外線影像的取像鏡頭以及針對取得的影像進行演算的運算晶片，其中關鍵不在硬體而是軟體的「演算」，這也是目前研發的重點，台灣已有新創公司可在不使用紅外線光源下，直接透過鏡頭擷取眼球的可見光影像，並搭配自家的演算法來辨別視線方向、瞳孔大小等，達到眼球追蹤的目的。

體感裝置的觸覺手套中，先前技術中以具有採用電磁吸力、超音波或是熱變形方式達成觸覺回饋，其中 Meta 所提出之氣流閥門控制方式也是實施方式之一，有的廠商則以利用手部肌腱位置給予更精確的震動觸覺回饋，故審查此類發明時，應注意是否為申請時通常知識之應用或變更；惟綜上技術，除了實施方式有所不同以外，若實現發明之技術手段所直接產生的技術效果，能夠降低訊號傳遞延遲，進而產生提升觸覺回饋反應速度

之有利功效<sup>294</sup>，則可視為肯定進步性因素之一。

立體音效則屬發展較為成熟之技術，故目前發展重點大多為其應用層面，例如音效方向導航等，或是如索尼所提出利用不同方向之聲音向量混合出更具臨場體驗之立體音效等，皆為現在發展之技術重點。故審查重點應著重於是否基於申請時之通常知識，僅將傳統音效適當地予以調整或變更為立體音效，以因應程式或系統設計上或使用上的需求，則係利用申請時之通常知識所能簡單變更者。

嗅覺呈現中，則以配合場景釋放對應的特定氣味為主要的發展技術，惟以氣味分子為單位混合調配出各式氣味之技術目前似乎尚屬研發階段，故審查此類發明時應注意，若此類發明之說明書所記載的實施方式中，僅以抽象的方法或功能記載對應於請求項所載之發明，未記載如何藉助軟體或硬體執行或實現相關步驟或功能的技術手段，所屬技術領域中具有通常知識者在說明書、申請專利範圍及圖式三者整體基礎上，並參酌申請時之通常知識，無法了解如何實現，即違反可據以實現要件<sup>295</sup>。

## （二）實虛架接——通往元宇宙的實體技術

本篇報告撰寫的角度，係以圍繞元宇宙為核心，向外擴展來介紹構築元宇宙的各項實體技術，再聚焦當中用以實現元宇宙的重點技術，然而在

---

<sup>294</sup> 發明專利實體審查基準 2021 年版，第十二章第 2-12-32 頁，<https://topic.tipo.gov.tw/patents-tw/cp-682-870087-abf9a-101.html> (最後瀏覽日：2022/11/03)。

<sup>295</sup> 發明專利實體審查基準 2021 年版，同註 294，第十二章第 2-12-2 頁。

論及建構元宇宙的實體基礎建設技術的專利申請與審查時，則必須先釐清一個觀念——是元宇宙借助這些實體基礎建設的技術力，並非僅限於由元宇宙為起點而孕育出這些技術發展。以通訊傳輸為例，為了滿足運動到光子延遲能降至人類感知反應的 20 毫秒臨限值內，同時外載裝置符合輕便可攜、自由移動的元宇宙服務需求，現有的 5G 行動通訊技術標準是唯一符合各項條件的技術選項，而 5G 行動通訊技術標準係由第三代合作夥伴計劃（The 3rd Generation Partnership Project, 3GPP）所制定，不論是否應用於元宇宙中，5G 行動通訊技術發展，可依循 3GPP 所制定標準中的「標準必要專利」（Standard Essential Patent, SEP）堆砌而成，而所謂 SEP，其內涵就是揭露達成基本功效所採用的必要技術手段。因此，對於實現元宇宙的實體技術之專利申請與審查重點，我們可由 SEP 作為概念主軸進行討論。

因各種制定標準中所列的 SEP，主要係相關領域的企業大廠於參加制定標準會議前已預先做好專利布局，故一般申請人技術研發與申請專利保護其成果的方向，大致上可往補足 SEP 施行時的不明確，提出更具體下位的技術手段延伸發展。例如以降低運算量來相對提高資訊運算處理能力的部分，基於視覺心理學理論算出立體視覺掩蔽效應的臨限值，屬於立論基礎的必要技術手段，即相當於 SEP 的地位，但於實際施行時，具有最佳表現的人類雙眼視差值之確立，或是可動態調整左、右眼視覺影像的圖像品質來進一步降低運算量需求等，皆是可進一步擴展的研發走向，並進行專

利智財布局。

站在專利審查的角度，審查、檢索時則不應侷限於元宇宙主題，應先回歸所使用技術主體，了解其當前相關 SEP 等現行技術發展，以建立所屬技術領域的基礎常識，方能判讀申請案係僅單純取用隨時代演進之新技術而產生進步性，或係確實提出有別於 SEP、補充 SEP 不明確性的具體技術手段。例如為實現元宇宙細緻感官刺激的高資訊流通量，提出利用 5G 行動通訊技術的毫米波頻段傳輸，並使用 4x4 的天線陣列執行空間多工，來克服毫米波訊號衰減嚴重問題，即便已具體限縮至 4x4 的天線陣列設計，惟其仍為 3GPP 所制定標準中的設計選項之一，且制定標準已提及使用 Massive MIMO 技術，考量傳輸波長與行動通訊裝置尺寸，設置天線陣列的天線數量具有一定程度的可預期性；若申請人能進一步提出具體使用 4x4 天線陣列的任務分配方法，以動態適應調配上下行鏈路及物聯網通訊，則較有可能通過專利要件的審查。

### （三）現行元宇宙

電腦視覺相關專利核心技術為實現特定功效的演算法，故電腦軟體相關發明實體審查基準將會係其審查重點。電腦視覺應用在元宇宙上之相關專利技術特徵具有明確的目的性，例如用於幫助電腦理解圖像中各個對象所屬類別的語義分割、能夠辨識圖像中特定對象將之準確定位賦予邊界的物件偵測、用於重建退化影像（例如重建快速移動的 Avatar 影像）的影像復原、提高影像品質（例如使用者離攝影機過遠導致解析度低的 Avatar 需

要提升影像畫質)的影像增強、跟蹤人體多個關鍵點的姿態跟蹤與處理 RGB 訊息及深度訊息來理解人類行為的動作識別以及藉由發收探測光搭配演算法的眼球追縱等，審查上可以先釐清該篇專利各別技術特徵所欲達成之目的及解決的問題，進一步基於該特定目的或欲解決的問題推論必要之演算法過程(必要技術特徵)，獨立項若未包含必要演算法過程，依照電腦軟體審查基準<sup>296</sup>將被視為請求項不明確。另外，多數電腦視覺專利採用機器學習演算法來達成任務，許多機器學習演算法已存在學術文獻中，對於附屬項追加之技術特徵包含機器學習演算法者，可以嘗試於非專利文獻中檢索來幫助理解技術內容，並且在具有結合動機<sup>297</sup>的前提下考量是否作為其他引證補足主要引證來證明附屬項不具進步性。

#### (四) 元宇宙的經濟體系

元宇宙的經濟體系圍繞著區塊鏈、智慧合約、NFT 等技術來實現，這些技術往往僅透過電腦軟體功能來實現，為一種虛擬物，假使申請人欲申請相關專利時，應注意是否有違反專利法第 21 條發明定義的問題，雖然我國《專利審查基準》在 2021 年改版後，已經大幅修正對於發明定義的判斷方式，然而申請人在撰寫申請專利範圍時，若所請發明僅為電腦軟體功能的執行方法而非明顯符合發明定義之態樣，應具體記載電腦軟體功能的運作流程，若僅概略地記載電腦執行其功能的結果而不揭露其執行過程，

---

<sup>296</sup> 發明專利實體審查基準 2021 年版，同註 294，第十二章第 2-12-10 頁。

<sup>297</sup> 發明專利實體審查基準 2021 年版，同註 294，第十二章第 2-12-22~2-12-25 頁。

依然可能在電腦軟體審查基準中的軟體觀點下被認為不符發明之定義。

此外，在撰寫申請專利範圍時亦應注意方法請求項須敘明方法步驟的執行主體，且方法步驟整體觀之下，應避免電腦功能的運作僅為人為安排的工具使用，否則也可能被視為明顯不符發明定義的態樣，相關內容可參考《專利審查基準》第二篇第十二章第 3 節及第 5.2 節的部分<sup>298</sup>，以及本局編撰的《資訊科技專利審查案例彙編》<sup>299</sup>。

而在進步性方面，電腦軟體相關發明實體審查基準列示了多種簡單變更的態樣，其中申請人應特別注意「無助於技術效果的特徵」之態樣，假使申請案與引證案的差異僅在於商業方法本身，則可能被認定為申請時通常知識的簡單變更或先前技術中商業方法的簡單變更，建議申請人在撰寫申請專利範圍時應著重在軟體功能的執行流程（如智慧合約的運作方式），而非商業內容的揭露（如價金的計算方式、提供的優惠內容等等）。

審查人員則應注意申請案是否僅簡單利用區塊鏈等技術來取代習知技術的應用，例如簡單利用區塊鏈取代習知資料庫的功能來儲存資料、簡單利用人工智慧來取代習知統計分析技術來分析資料等等，若申請案沒有說明其利用元宇宙相關科技所能得到的特殊功效，或是其產生的功效僅僅只是該元宇宙相關科技本身的效果時，則可能可藉由引證案（如透過資料庫

---

<sup>298</sup> 發明專利實體審查基準 2021 年版，同註 294，第十二章第 2-12-13~2-12-21、2-12-39~2-12-57 頁。

<sup>299</sup> 資訊科技專利審查案例彙編，經濟部智慧財產局，<https://www.tipo.gov.tw/tw/cp-85-900870-d6891-1.html>（最後瀏覽日：2022/10/26）。



儲存資料之前案) 簡單變更完成, 或結合對應的元宇宙相關科技引證得到申請案之技術特徵(如透過資料庫儲存資料之前案結合任意區塊鏈相關前案, 因區塊鏈本身即具有儲存資料之特性)。

## (五) 回到現實面

現實面需要處理的問題為虛擬運動病帶來的身體不適, 專利技術大多係在探討解決虛擬運動病中的視覺輻輳調節衝突。依據感知衝突理論, 視覺輻輳調節衝突導源於深度訊息位置與影像聚焦訊息位置的不相符, 兩者訊息衝突故而導致使用者產生暈眩等不適。因此, 專利解決問題的手段主要係專注於將深度訊息位置與影像距焦訊息位置調整為一致, 細部技術內容目前可歸納為變焦式、多焦式<sup>300</sup>以及電腦生成全像技術<sup>301</sup>。因此, 建議審查時, 可以先快速瀏覽申請案並試圖將之歸類為變焦式、多焦式或者電腦生成全像技術之一; 此舉將有助於釐清專利內容解決問題之關鍵技術手段, 也更能貼切專利技術領域做檢索而不會偏離至其他不同的視覺輻輳調節衝突解決方案, 使檢索策略更有效並提升檢索效率。另外, 對於貌似習知技術之附屬項內容, 若主要引證未有相關揭示能證明其不具專利要件, 對申請案先做變焦式、多焦式或者電腦生成全像技術分類, 將有助於在同一視覺輻輳調節衝突解決方案下尋找補充引證, 且因兩引證皆屬於同一視覺輻輳調節衝突解決方案, 故具有較高的結合動機。最後, 學術文獻上關

---

<sup>300</sup> 參見圖 62。

<sup>301</sup> 參見圖 67。

於視覺輻輳調節衝突之討論甚多，審查時建議可依申請案屬於變焦式、多焦式或者電腦生成全像技術之哪一類，於網路上檢索非專利文獻內容。

## 肆、結語

臉書將公司更名為 Meta 後，「元宇宙」一詞瞬間成為世人目光焦點，然而諸如中國的「BIGANT」等元宇宙架構，多是以技術開發與趨勢預測的角度來作分類；本報告以更貼近一般民眾視角之「使用者體驗中心」作為框架，解構介紹元宇宙的技術、專利分析，並就審查實務經驗給予相關專利申請、審查的重點建議。

### （一）元宇宙相關技術分析

表象裝置方面，由於愈發強調沉浸感與體驗性，頭戴式顯示器的硬體需求成本不斷推升，一般民眾使用門檻堆高而無法快速普及，影響應用程式的開發與創作，陷入惡性循環的窘境；視覺感官外的體感裝置，除了空間音效的技術較成熟穩定，觸覺上目前以氣囊充氣壓迫皮膚技術最為精準真實，惟電力及有線傳輸仍有待進一步突破，另外嗅覺感官技術大多也僅止於配合視覺場景釋放單一氣味，實現合成多樣性仍未有主流技術。

基礎實體建設方面，理論上已有可滿足元宇宙在通訊傳輸與資訊運算處理兩方面需求之技術解決方案，然而諸如 5G 毫米波的普及使用、佈建超密集微型基地台到骨幹網路的全面汰換支援等，實際商業運營時仍需投入大量人力、成本，以及法規、商業模式等配合，且實際環境的外在變動更大，同時服務的對象更龐雜，如何提升基本服務穩定度仍是相當大的難題，另隨著元宇宙軟體應用上更進一步發展，邊緣運算的換手（Handover）機制等，亦考驗目前實體建設解決方案所能達到之諸如低延遲限度等問題。

現行元宇宙方面，電腦視覺隨著機器學習取代舊有演算法，有助於提升元宇宙的互動性並開發更多的應用。元宇宙平台方面，當前虛擬土地成為相當成功的新商業廣告看板主流，各家廠商也紛紛開發設置新的虛擬多媒介平台，例如可在 HTC 的 VIVERSE 舉辦虛擬演唱會等，期望在新世代的社群媒體平台上擴大影響力版圖。

元宇宙經濟方面，即便區塊鏈提供了去中心化金融的願景，並賦予數位資料所有權的概念，但無監管單位的監督，作為交易媒介的加密貨幣其價值波動過劇，難以支撐交易行為的安定性；此外，大部分的 NFT 只是美術圖片或影像短片，缺乏廣泛的應用功能，遊戲中的 NFT 亦無法跨平台使用，數位資料所有權的實質價值無法錨定。

回到現實面部分，處理虛擬實境運動病所帶來生理上的不適，已有立體顯示技術等多種硬體方案可用以克服視覺調節衝突，然而諸如光場顯示技術或電腦生成全像技術等，於提供真立體影像的同時，意味著運算負載的巨大化，在功效與運算成本間取得平衡點為該領域持續努力之方向。法律層面上，虛擬分身之權利義務、個人隱私資料保護、數位資產之法定性及其所有權，以及元宇宙中審判權與管轄權等問題若不釐清，儘管技術已達實現之程度，仍將對於元宇宙之發展產生阻礙。

## （二）元宇宙專利分析

本報告以 DI 檢索系統，分析蒐集 2021 年 12 月 31 日前申請之元宇宙相關專利，資料總數約 10 萬 7 千件專利家族。

全球申請趨勢中，2014~2015 年成長量超過 1,000 件 / 年，2016~2017 年成長量約 3,000~4,000 件 / 年，雖近年成長量趨緩，然而年申請量仍有 12,000 件以上之水準。技術分類上，早期光學類（G02）與通信類（H04）申請量較多，近年來計算類（G06）為目前元宇宙專利申請之主流。前十大申請人之布局，可分為長期穩健布局與約莫 2014~2017 年開始積極布局兩種策略；技術上，大致係以 G06F 3/00（數據數位化相關）以及 G02B 27/00（抬頭顯示器相關）為主要申請案，除此之外，樂金及華為不乏有通訊類專利之申請。受理元宇宙專利申請量之專利局 / 專利組織分析中，美國與中國大陸申請量之總和遠遠超過其他專利局 / 專利組織申請量總和，兩國為元宇宙專利布局上主要之技術市場。申請人國籍分析中，前五大申請人分別為中國大陸、美國、韓國、日本以及歐洲國家，其中中國大陸申請人申請量接近美國申請人申請量之兩倍且 2015 年開始，每年申請量皆為前五大申請人中最多，顯見中國大陸申請人對元宇宙相關專利技術布局之深度與重視程度。

我國受理元宇宙專利申請之分析中，申請趨勢與全球趨勢同步。三大類技術之申請量趨勢與全球一致，皆係以計算類（G06）申請量為目前元宇宙專利申請之主流，然而與全球趨勢相異之處為，光學類（G02）申請量近年來已漸漸接近計算類（G06）申請量。前十大申請人之布局可分為早期布局與晚期積極布局兩種型態，技術上，第一大申請人半導體能源研究所以半導體相關專利技術為布局重心，第六大申請人聯發科技以通訊類

技術為主要申請案，其他申請人以 G06F 3/00（數據數位化相關）或者 G02B 27/00（抬頭顯示器相關）為主要申請案。我國受理元宇宙專利申請人國籍分析中，除本國人外，美國及日本申請人為主要國外申請人，日本申請人偏向每年穩健布局而我國與美國申請人則為近幾年開始積極布局。

我國申請人元宇宙專利全球布局分析中，我國申請人於全球之元宇宙專利申請量趨勢同樣與全球趨勢同步。前五大申請人依序為宏達電、宏碁、未來市、聯發科技以及中強光電，該五大申請人相較於全球元宇宙專利申請量前十大申請人，雖申請量上無法與之比擬，但加入布局之時間並未落後，代表我國申請人雖量上不及但仍有搶占技術市場之先機意識。

### （三）元宇宙專利申請與審查重點

元宇宙相關技術可分為硬體與軟體兩大類，兩者之專利申請與審查重點結語分述如下：

硬體面之專利申請趨勢，顯示技術相較於 AR 專利申請量漸趨萎縮，VR 及 MR 則持續成長中；體感裝置中，觸覺回饋以電磁吸力、超音波或是熱變形方式為主；立體音效屬成熟技術故而側重應用層面之申請；嗅覺呈現則以配合場景釋放對應的特定氣味為主要的專利申請技術；實體基礎建設技術主要係 SEP 以及延伸 SEP 之下位互補性專利為主；解決虛擬運動病之專利，主要分為變焦式、多焦式以及電腦生成全像技術手段做申請。審查上，需注意申請專利之各技術特徵是否為該發明所屬技術領域中具有通常知識者於解決特定問題時，利用申請時之現有技術的簡單變更，故對

於現有技術與當前技術討論主題之了解實為重要，也更能強化檢索策略及提升檢索效率。

軟體面之專利申請趨勢，電腦視覺以實現特定功效之演算法為主；元宇宙經濟體系以區塊鏈、智慧合約、NFT 等技術透過電腦軟體功能實現之專利技術為主。審查上，依據電腦軟體相關發明實體審查基準，重點包含發明定義之審查，例如：元宇宙經濟體系相關專利是否僅為電腦軟體功能的執行方法而非明顯符合發明定義之態樣，或是否僅為人為安排的工具使用；明確性之審查，例如：電腦視覺相關專利內容是否包含達成目的之必要演算法；以及進步性之審查，例如：元宇宙經濟體系相關專利與引證之差異是否僅為商業方法本身之無助於技術效果之態樣，是否僅簡單利用區塊鏈等技術來取代習知技術的應用。