

壹、前言

矽光子¹（Silicon Photonics）是一種將光學元件與電子電路整合於矽基板上的關鍵技術，核心概念是利用光訊號進行資料傳輸與處理，以因應高速、高頻寬與低功耗的系統需求。隨著半導體製程持續微縮，傳統以金屬導線進行電訊號傳輸的方式，在功耗、延遲與熱效應方面逐漸成為效能瓶頸，而光訊號具備高速、低損耗與抗電磁干擾等特性，使矽光子成為突破現有限制的重要方向。由於矽材料可相容於成熟的互補式金屬氧化物半導體（CMOS）製程，矽光子技術得以在既有半導體產線上實現量產，進而降低成本並提升產業導入可行性，目前已被視為資料中心、雲端運算與高效能運算系統中不可或缺的基礎技術之一。

在系統架構上，矽光子著重於光電整合與光互連設計，其基本架構包含光源、光調變器、矽光波導、光偵測器以及對應的電子驅動與控制電路。電訊號首先透過調變器轉換為光訊號，經由矽光波導進行高速傳輸後，再由光偵測器轉回電訊號，完成資料交換。此架構可應用於晶片內互連、晶片間互連，甚至延伸至機櫃與資料中心層級。近年來，矽光子更與先進封裝技術結合，形成光電共封裝（CPO）架構，將運算晶片與光學元件在封裝層級高度整合，有效縮短電訊號路徑，提升頻寬密度並降低整體系統功耗，成為新世代高速運算平台的重要設計方向。

在實際業界應用方面，Intel 是矽光子商用化的代表性廠商，已將矽光子技術導入資料中心用光收發模組，廣泛應用於高速乙太網路與伺服器間光互連，以支援 400G 以上的傳輸需求；而台積電²則從製程與先進封裝切入，積極布局矽光子與光電共封裝平台，提供可量產的製造與整合能力，協助客戶將邏輯晶片與矽光子元件整合為完整系統，成為推動矽光子產業化與規模化的重要關鍵角色。

¹ 什麼是矽光子？

來源：<https://www.ansys.com/zh-tw/simulation-topics/what-is-silicon-photonics>

² 矽光子商機爆發！致茂、高明鐵強攻 CPO 設備 切入台積電生態系

來源：<https://www.ctee.com.tw/news/20260128700068-439901>

目前全球專利涉及矽光子的專利權人多為美國企業，例如：Intel Corporation（美國—英特爾公司）、Marvell Technology Group Ltd.（美國—邁威爾科技公司）及 Huawei Technologies Company Ltd.（中國—華為技術公司）等。台灣的專利權人則為台灣積體電路、日月光投資控股及國立清華大學等。

貳、專利分析

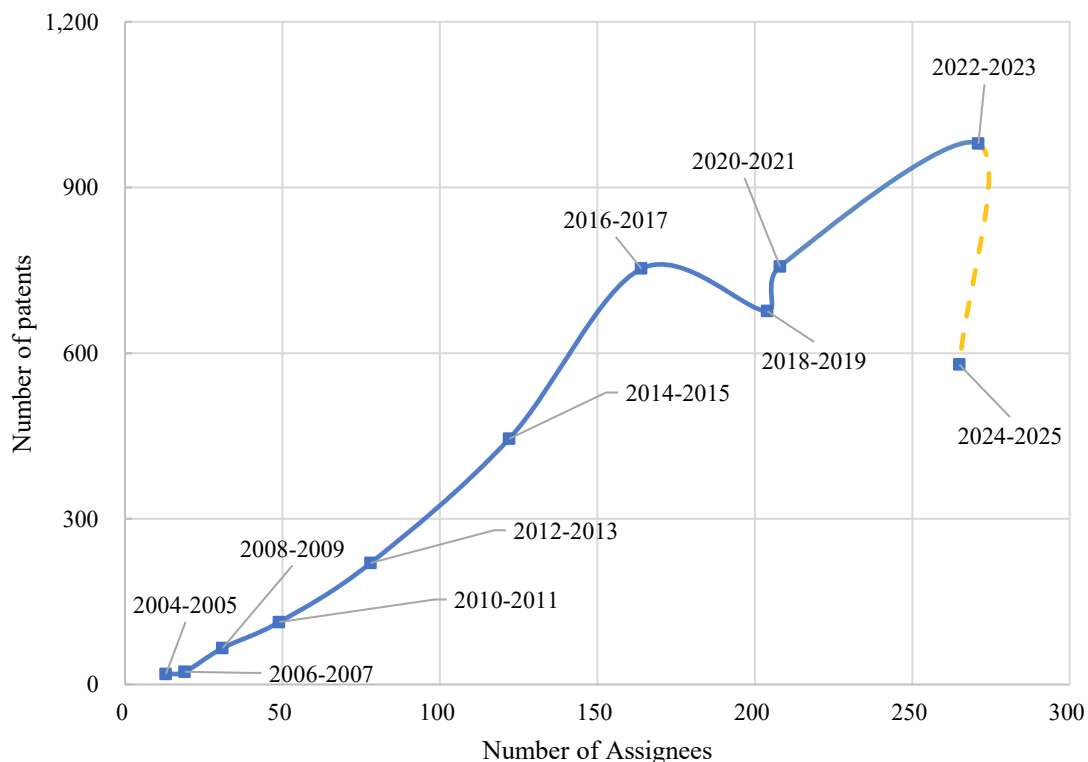
本文透過專利關鍵字檢索，初探全球「矽光子」相關之專利技術佈局概況。

一、矽光子相關市場概況-穩定成長

近年矽光子的相關技術生命週期概況顯示，「專利申請數量」與「專利申請人數」之時間消長，觀察此產業所處之技術生命週期階段，如為：技術萌芽期、成長期、成熟期或衰退期等。

如圖一之技術生命週期概況顯示，橫軸為專利權人的投入量，縱軸為專利的申請量。產業整體技術研發量能整體呈現成長狀態至今。客觀推論產業技術目前處於**技術成長期**階段³。

圖一 近年矽光子相關技術生命週期概況（二年期）

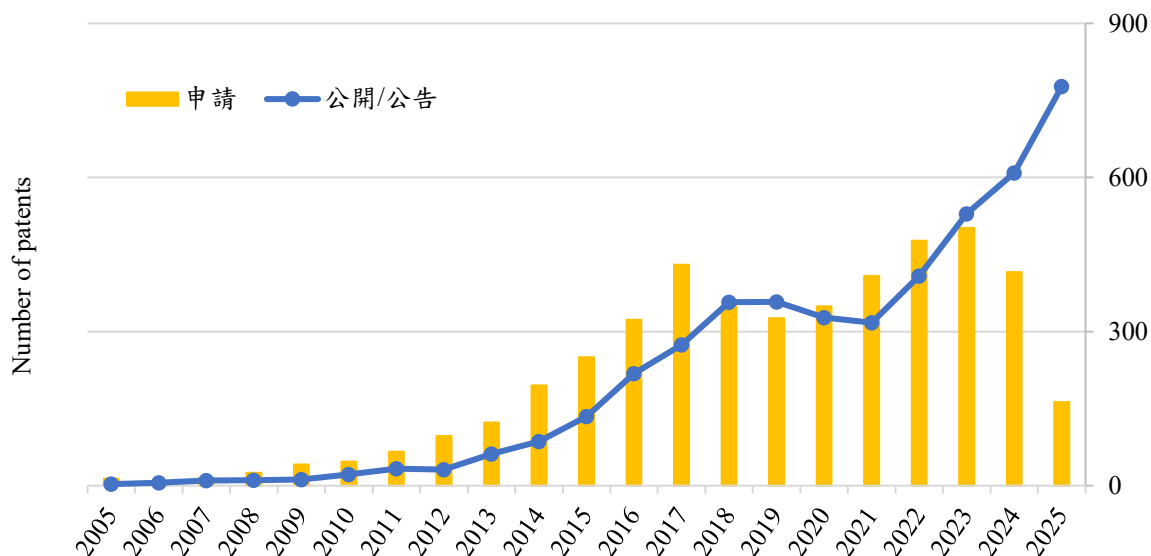


資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

³ 2024-2025 年各國專利資料庫由於專利文本有 18 個月公開期，部分未公告，該數字僅供參考。

矽光子的相關專利概況如圖二顯示，相關技術的專利申請數整體呈現增長，雖在 2018 年至 2019 年下滑，但隨後回升並成長至今；而公開/公告數則同樣成長後於 2016 年至 2021 年稍微衰退，之後一路大幅增長至今⁴。

圖二 近年矽光子之相關專利概況

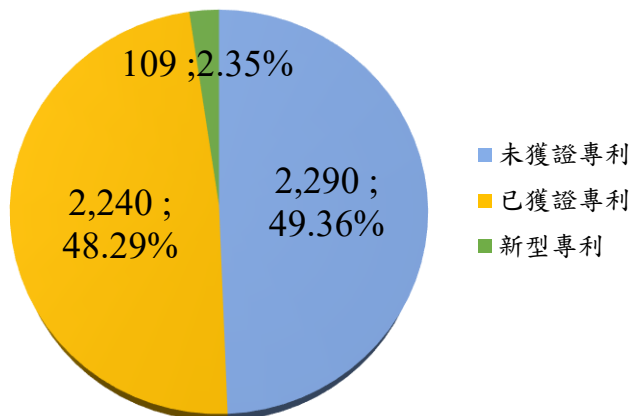


資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

(一)、矽光子近年專利申請與獲證資訊-核准率約 48.29%

此產業之專利申請與獲證數量如圖三所示，歷年專利申請數量約為 4,639 件專利，其中已獲證的發明專利為 2,240 件專利，獲證率為 48.29%，而新型專利則有只 109 件，占 2.35%。

圖三 矽光子的專利申請與獲證數量



資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

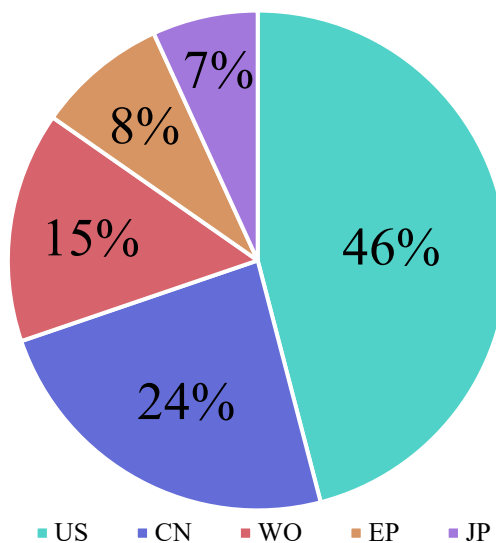
⁴ 2024-2025 年各國專利資料庫由於專利文本有 18 個月公開期，部分未公告，該數字僅供參考。

(二)、全球前五大矽光子專利佈局國家或屬地-以美國為主

全球前五大矽光子的專利佈局國家或屬地如圖四所示，其中以 US (美國) 為最大屬地，占比達 46%，其餘依序為 CN (中國)、WO (世界智慧財產權組織)、EP (歐洲專利局) 及 JP (日本)。

圖四 全球前五大矽光子的專利佈局國家或屬地

TOP 5 Countries / Territories



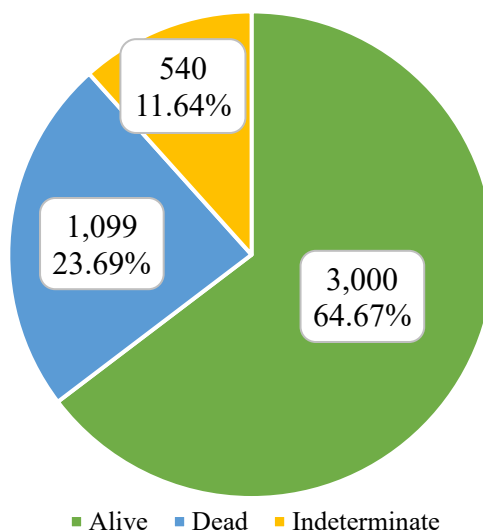
資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

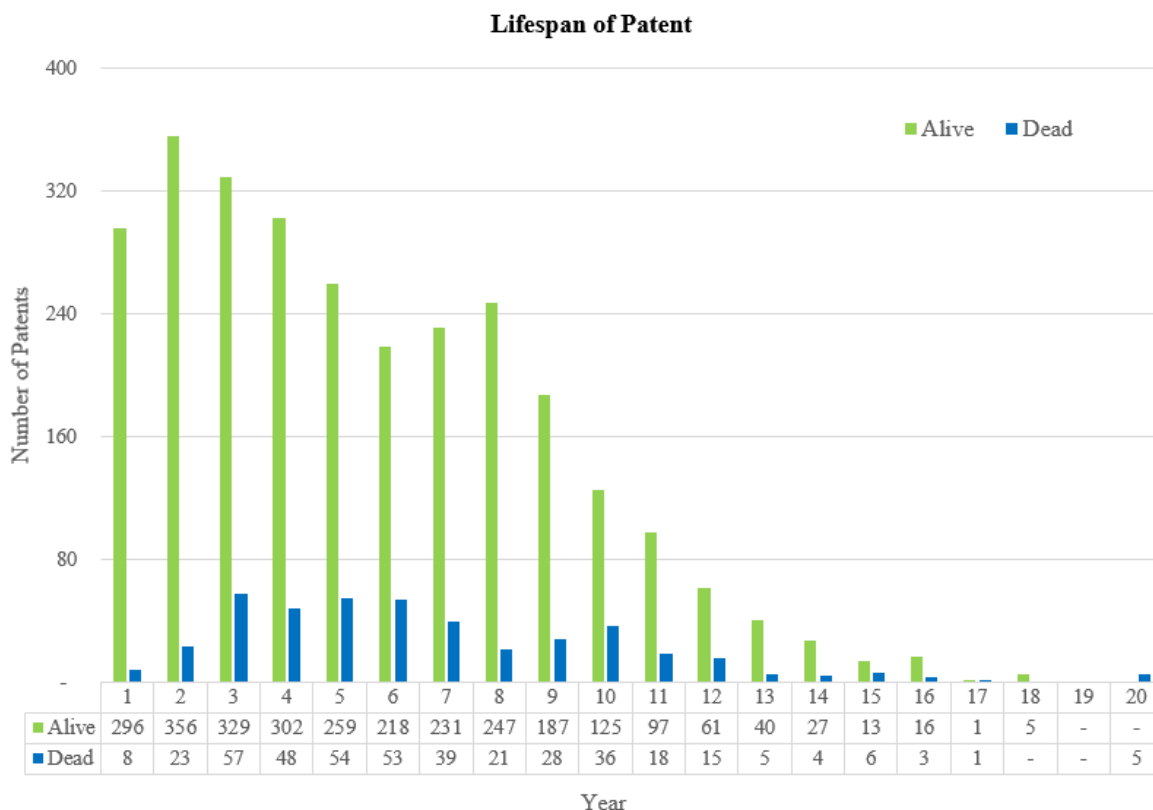
(三)、矽光子的專利平均維護年期-約為 5.55 至 6.63 年

截至 2025 年，產業中核准且已失效的專利平均被持有 6.63 年，仍在維護中的專利之平均壽命目前為 5.55 年。

圖五 矽光子的產業專利維護狀態

Patent Status





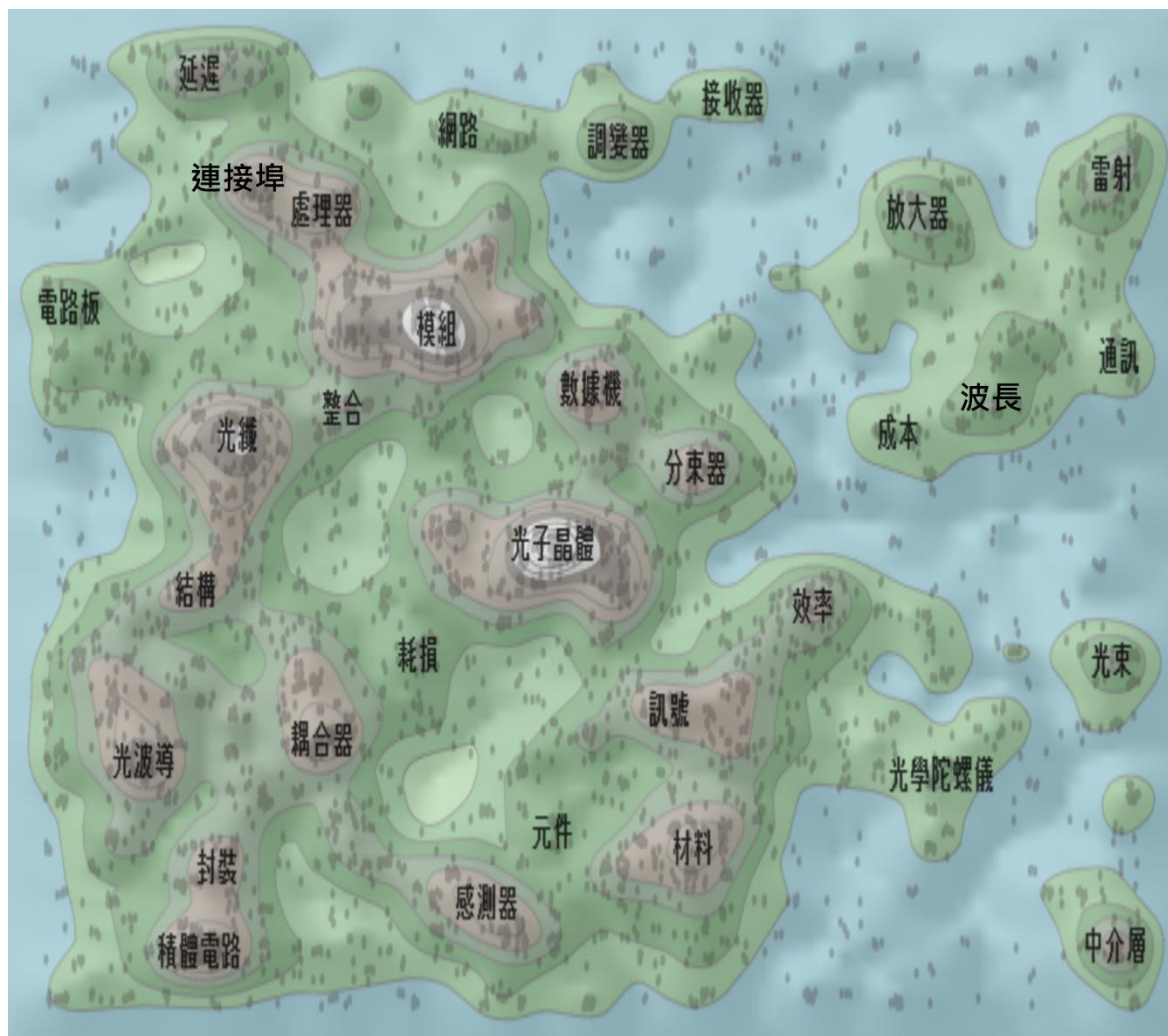
資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

二、矽光子相關產業之佈局與所屬競爭者分析

下圖六之等高線圖顯示專利技術的分佈，概述發明的性質，地圖上每一點都代表一件專利，較多的專利聚集處會形成白色山峰，較少的專利聚集處則形成平原或海洋。探勘近年專利技術的發展主要落在：

- (1) 光纖(用來傳輸光訊號、並與矽光子晶片進行高速資料連接的傳輸媒介)。
- (2) 光波導(在矽光子晶片上引導與控制光訊號傳輸路徑的核心結構)。
- (3) 積體電路(在單一晶片上整合電子與光子元件，以實現高速與高密度訊號處理的核心基礎)。
- (4) 模組(將矽光子晶片、光電元件與封裝整合成可直接應用的功能單元)。
- (5) 光子晶體(利用週期性結構精準調控光傳播行為的元件)。

圖六 矽光子的技術佈局概況

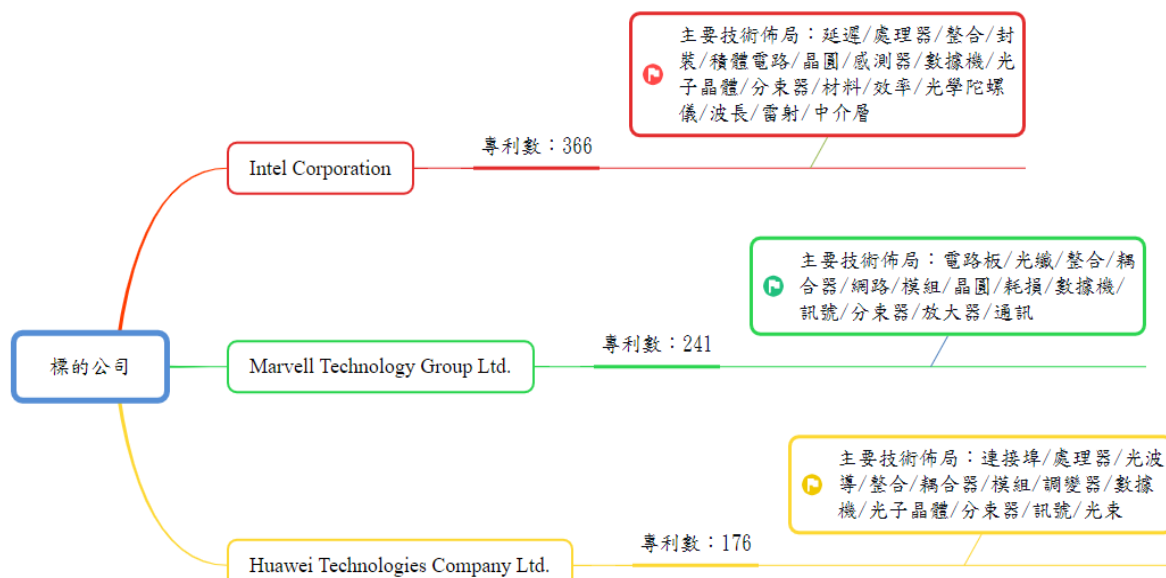


資料來源：Derwent Innovation，華淵公司整理

(一)、相關所屬競爭者之技術佈局

圖七至圖八顯示投入該產業技術之標的公司佈局概況。探勘全世界專利數量 TOP3 的專利權人，Intel Corporation（美國—英特爾公司）以紅色圓點標註，Marvell Technology Group Ltd.（美國—邁威爾科技公司）以綠色圓點標註，Huawei Technologies Company Ltd.（中國—華為技術公司）以黃色圓點標註。看出相關標的公司在矽光子研發相關技術的分佈概況。

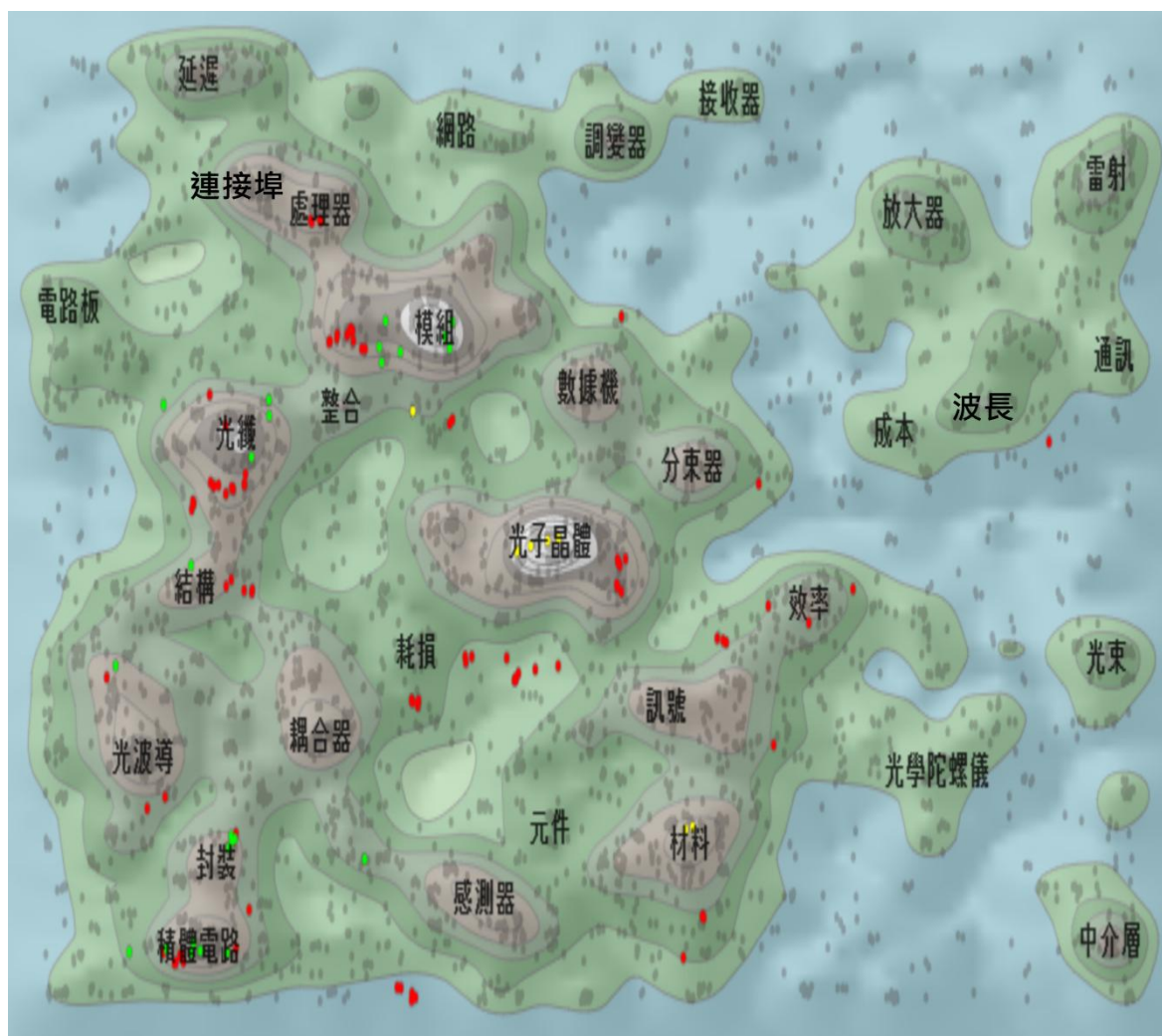
圖八 相關標的公司佈局矽光子的技術領域



We Provide Fair Value Solutions

而圖九則顯示相關台灣專利權人投入該產業技術之佈局概況，台灣積體電路以紅色圓點標註、日月光投資控股以綠色圓點標註、國立清華大學以黃色圓點標註。

圖九 相關台灣標的公司矽光子的技術佈局概況



資料來源：Derwent Innovation，華淵公司整理

(二)、相關所屬競爭者之引證分析

下表顯示在「矽光子」相關領域中，產業競爭者之 TOP 5 平均引證分析，其中包含被引證數（Forward Citation，專利被他人引用的次數）與引證數（Backward Citation，引證他人專利的次數）。若專利具較高的被引證次數，代表該項專利的專利範圍較明確完整，亦可能為該領域的基礎、關鍵技術；

而較高的引證次數，表示研發人員對於技術有較充分的瞭解，以上兩者皆可保守推論該項專利擁有較佳的品質。以次數為基準，被引證次數最高者為 Intel Corporation（美國—英特爾公司）；而引證次數最高者為 Marvell Technology Group Ltd.（美國—邁威爾科技公司）。

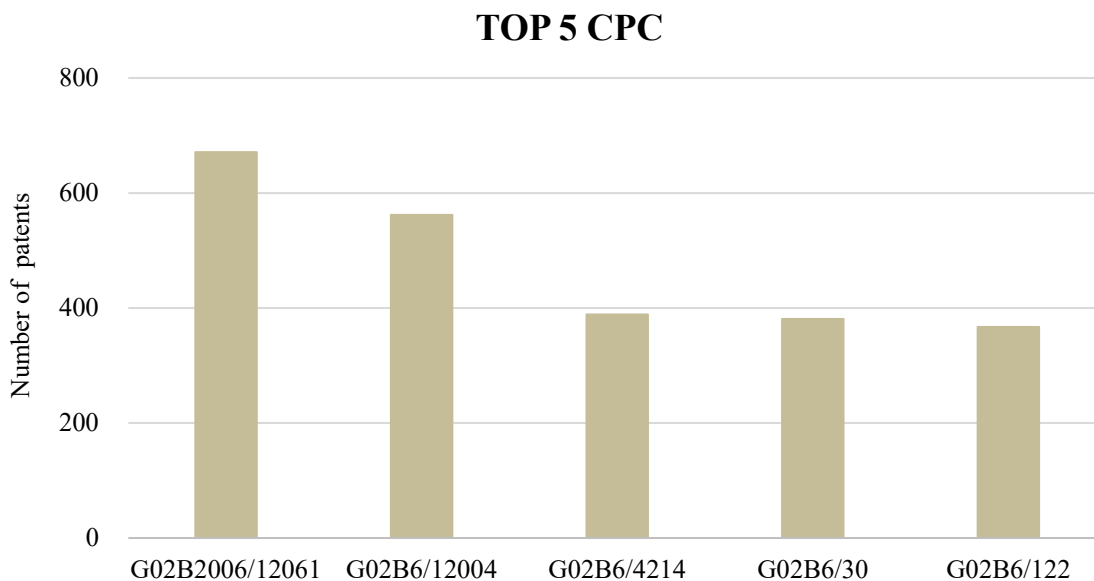
表一 產業競爭者之 TOP 5 平均被引證/引證分析							
Forward Citation				Backward Citation			
Assignee/Applicant	Patent	Cited	Avg. citation	Assignee/Applicant	Patent	Cited	Avg. citation
Intel Corporation	366	1,580	4.32	Marvell Technology Group Ltd.	241	2,673	11.09
Marvell Technology Group Ltd.	241	1,122	4.66	Intel Corporation	366	2,367	6.47
Cisco Systems Inc.	154	774	5.03	Cisco Systems Inc.	154	2,076	13.48
Huawei Technologies Company Ltd.	176	400	2.27	Huawei Technologies Company Ltd.	176	1,393	7.91
International Business Machines Corp	90	342	3.80	International Business Machines Corp	90	1,122	12.47

資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

三、合作專利分類（CPC⁵）分析

「矽光子」相關技術中，主要 CPC 技術分類號前五名為 G02B2006/12061、G02B6/12004、G02B6/4214、G02B6/30 及 G02B6/122。技術內容涉及「矽」、「兩種或多種光學元件的組合」、「中間光學元件具有用於將輻射從水平方向偏轉到向下或向上的反射裝置（例如反射鏡、稜鏡），從而將輻射偏轉到目標裝置」、「用於光纖和薄膜裝置之間」、「基本光學元件，例如導光路徑」等。再者，透過 CPC 技術分類號的分析，提供給相關技術領域研發者，可利用此分類號更有效率地縮短前案的檢索搜尋，或比較相關前案技術特徵的時間。

圖十 全球前五大之矽光子的 CPC 技術分類號分佈



資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

⁵ CPC: Cooperative Patent Classification

表二 CPC 技術分類號之詳細說明

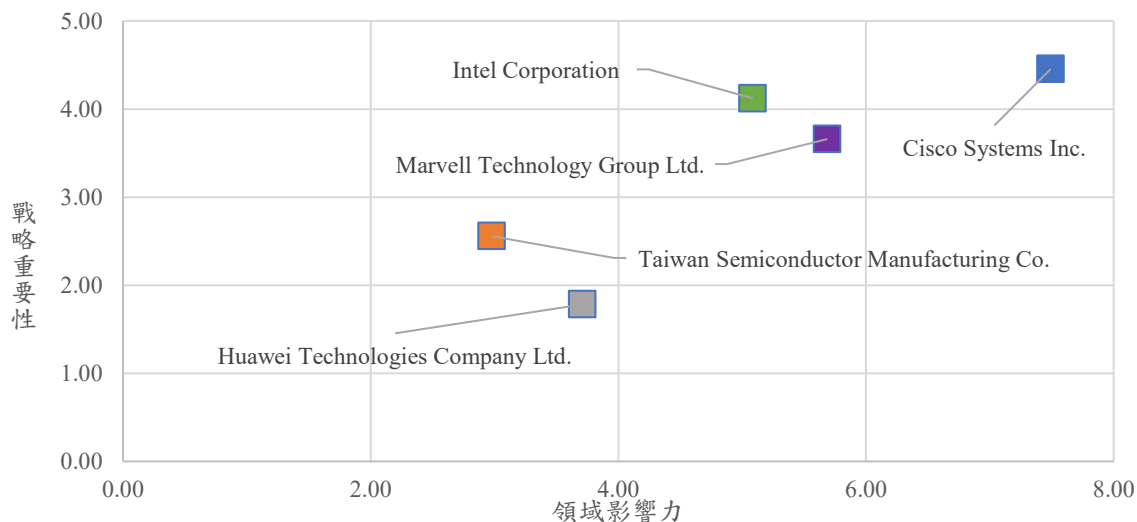
CPC	Definition
G02B2006/12061	Silicon
G02B6/12004	Combinations of two or more optical elements
G02B6/4214	The intermediate optical element having redirecting reflective means, e.g. mirrors, prisms for deflecting the radiation from horizontal to down- or upward direction toward a device
G02B6/30	For use between fibre and thin-film device
G02B6/122	Basic optical elements, e.g. light-guiding paths

資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

四、專利指標分析⁶

以 Derwent Innovation 中兩項專利指標，Strategic Importance (戰略重要性)及 Domain Influence (領域影響力)來衡量前五大專利權人之專利品質結果如下圖所示。

圖十一 Top 5 專利權人專利指標



資料來源：Derwent Innovation，華淵公司整理

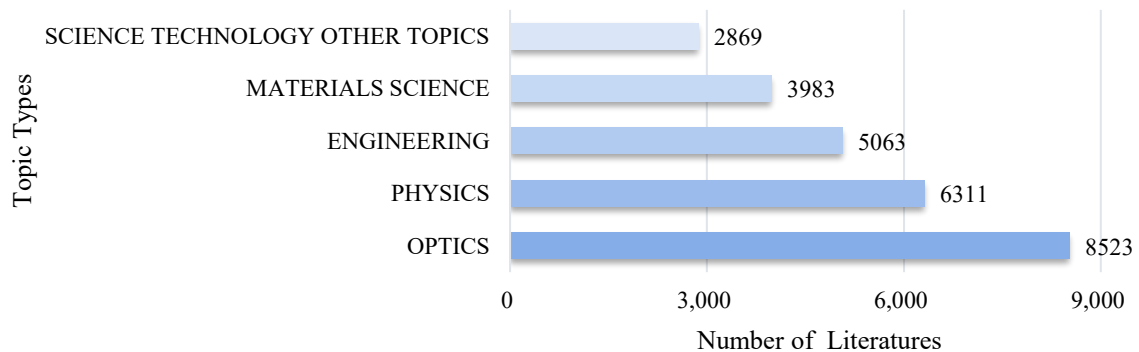
⁶ Derwent Innovation 系統之專利指標系統係透過機器學習模型，藉由將已知的公開數據做為訓練數據，進而獲得衡量專利影響力或其強度，滿分為 100。這些計算參數來自專利的訴訟、法律狀態、上下游活動、引用、家族成員狀態、專利申請人的參與情況、專利文本等內容，綜合考慮後對每一件專利進行評估並給予影響力分數及事件預測分數。Strategic Importance (戰略重要性)係為專利權人對於該專利的重視程度，Domain Influence (領域影響力)則為該技術領域中的影響力。

參、矽光子的相關文獻

一、近年相關文獻主要涉及議題⁷

下圖顯示近 20 年相關文獻，主要研究之議題為 OPTICS（光學）、PHYSICS（物理學）、ENGINEERING（工程學）、MATERIALS SCIENCE（材料科學）及 SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS（科學技術其他主題）。

圖十二 近 20 年文獻探討議題之分佈概況

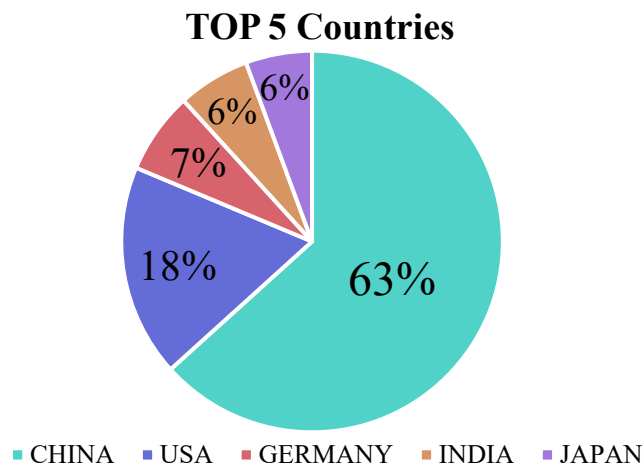


資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

二、近 3 年發佈相關期刊之 TOP 5 國家/屬地

針對近年發佈相關期刊之 TOP 5 國家/屬地中，主要以 CN（中國）為主，占 63%。

圖十三 近年發佈相關文獻之 TOP 5 國家/屬地



資料來源：各國專利資料庫，華淵公司整理

⁷ 參考相關技術之文獻標題進行統計分析

以上內容僅供參考，如貴公司需要更詳細之資料內容

請洽 — 華淵智慧財產顧問股份有限公司

華淵鑑價股份有限公司

Email: service@wauyuan.com

臺北公司：臺北市承德路一段 17 號 14 樓 (會計研究發展基金會大樓)

(02)2559-6059

台中公司：台中市臺灣大道二段 489 號 26 樓之 3 (林鼎高峰大樓)

(04)2252-6059

高雄公司：高雄市新興區民生一路 56 號 4 樓之 8 (高雄市會計師公會大樓)

(07)229-6059

www.wauyuan.com