

## 壹、前言

依據現今的綠色能源產業鏈，可以區分為節能、創能、儲能及智慧整合四大面向，而創能面向著重於再生能源，包含：太陽光電及離岸風電，其中，以太陽能發電佔大宗。太陽能產業鏈主要包含上游-材料、中游-太陽能電池或太陽能電池模組及下游-太陽能系統建置與應用，而本篇文章將介紹並分析太陽產業鏈的一部分，上游產業鏈—太陽能級矽材。

太陽能產業可分為矽晶、薄膜兩大類，當前市場以矽晶太陽能電池為主流，佔比市場高達9成，而結晶矽太陽能電池成本中，矽材料佔比成本約7成，又矽材料會影響光電轉換效率的表現，因此相關技術的發展亦受到重視。矽材料主要分為單晶矽（Silicon）、多晶矽（Poly-Silicon）和非晶矽（Amorphous silicon）三大類，以光電轉換效率而言，單晶矽最高而非晶矽最低，因此，現今太陽能晶片市場之矽材料以單晶矽與多晶矽為主並佔比約90%，其中，因為生產成本的考量，又以多晶矽為太陽能電池之主要材料<sup>1</sup>。單晶矽材料中，以高純度之矽為原料，其矽原子呈現規律性排列，製程包含長晶、拉晶、切斷、研磨、切片及清洗；多晶矽材料使用純度較低之矽原料，有不使用拉晶步驟，而以定向鑄錠爐直接結晶，其結構包含多種不同排列方向的單晶，雖然製程簡單得以降低成本，然而不規則之晶粒結構，使光電轉換效率較差；非晶矽材料則為整個材料中，僅少部分原子的具有周期性排列結構，使光電轉換效率最差<sup>2</sup>。

當前多晶矽主要的生產公司主要集中在歐、美及日本等國家，包含 Hemlock Semiconductor、Wacker Chemie、REC、Tokuyama、MEMC、Mitsubishi、Sumitomo-Titanium，供應全球5成以上的多晶矽量。而在台灣產業鏈之上游涉及矽材製造之業者，包含永光、長興、德淵、國精化、鑫禾、達興材料、崇越、元晶、光洋科、鑫科、碩禾、奇鈦科、尚化、磐采、碩鑽材料及天力離岸等<sup>3</sup>。

<sup>1</sup> <https://reurl.cc/q1NV9R> 財經知識庫-太陽能級矽材

<sup>2</sup> <https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=907> 國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心

<sup>3</sup> <https://ic.tpex.org.tw/introduce.php?ic=A100> 產業價值鏈資訊平台-太陽能產業鏈簡介

## 貳、專利分析

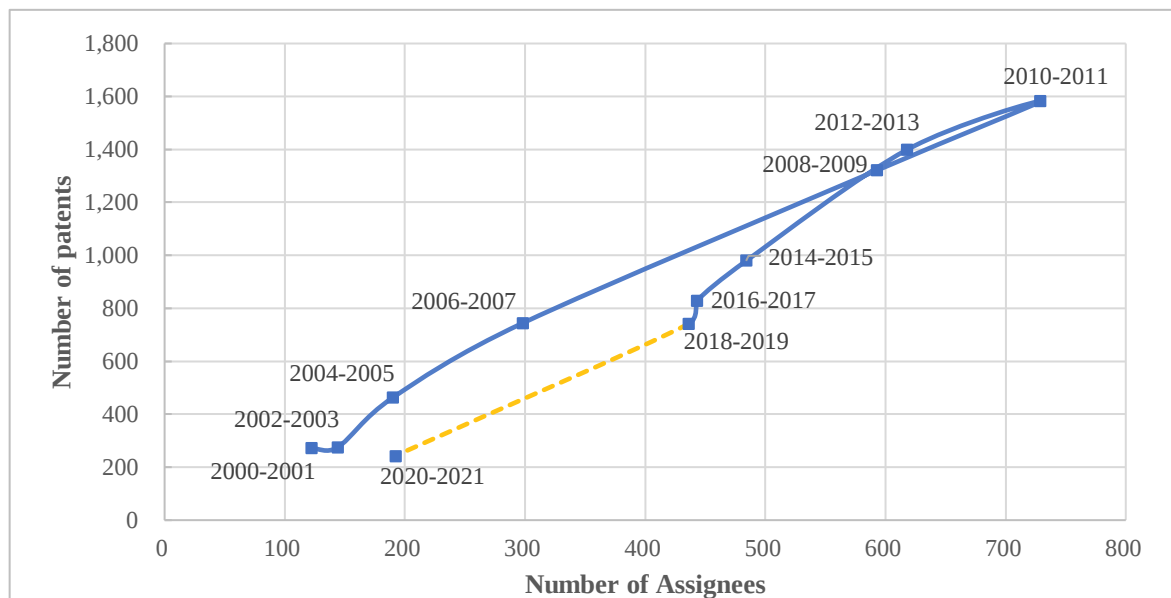
本文透過關鍵字「silicon, silizium, material, produc\*, solar」<sup>4</sup>及 IPC 分類號<sup>5</sup>「C, H01L」<sup>6</sup>，初探全球相關太陽能級矽材之專利技術佈局概況。

### 一、全球太陽能級矽材相關市場概況

近年全球太陽能級矽材之相關技術生命週期概況顯示，專利申請數量與專利申請權人數之時間消長，觀察太陽能級矽材產業所處之技術生命週期階段，如為：技術萌芽期、成長期、成熟期或是衰退期等。

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，縱軸為專利件數的申請量。產業整體技術生命週期自 2000 年至 2011 年呈現穩定成長的狀態，其後則呈現跌宕。相關專利申請數量及專利投入人數皆於 2010 年至 2011 年達至最大，分為 1,581 件及 729 人，客觀推論產業技術目前處於技術成熟期<sup>7</sup>。

圖一 近年全球太陽能級矽材之相關技術生命週期概況（二年期）



資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

<sup>4</sup> CTB=((silicon or silizium) same material same produc\*) and solar) AND ICR=(C or H01L)。

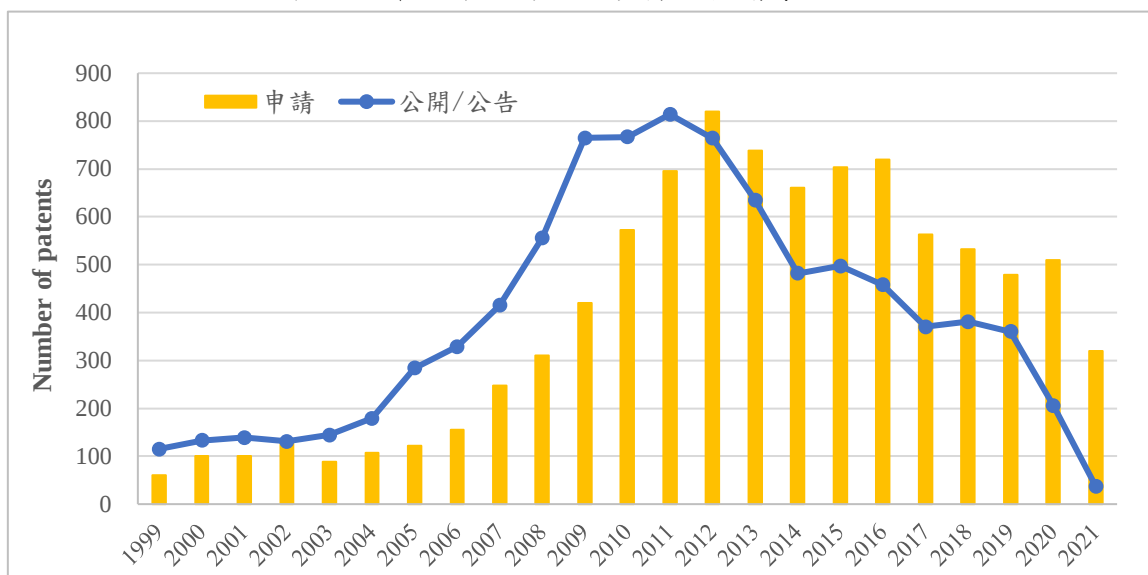
<sup>5</sup> IPC: International Patent Classification, 國際專利分類。

<sup>6</sup> C：化學；冶金；組合化學，H01L：半導體裝置；其他類目未包括的電固體裝置。

<sup>7</sup> 2020-2021 年各國專利資料庫部分未公告，該數字僅供參考。

近年全球太陽能級矽材之相關專利概況如圖二顯示，相關技術的申請量從 2004 年起呈穩定成長的趨勢，並於 2012 年達最高，為 820 件專利；而專利公開/公告數量於 2011 年達到最高點，為 814 件專利<sup>8</sup>。

圖二 近年全球太陽能級矽材之相關專利概況

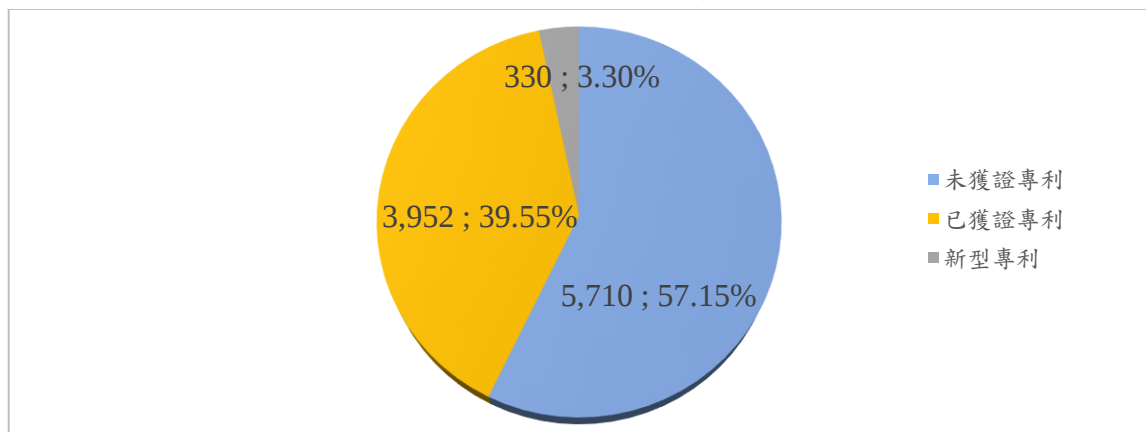


資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

#### (一)、太陽能級矽材近年專利申請與獲證資訊

全球太陽能級矽材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 9,992 件專利，其中已獲證的發明專利 3,952 件專利，獲證率達 39.55%。

圖三 全球太陽能級矽材之專利申請與獲證數量



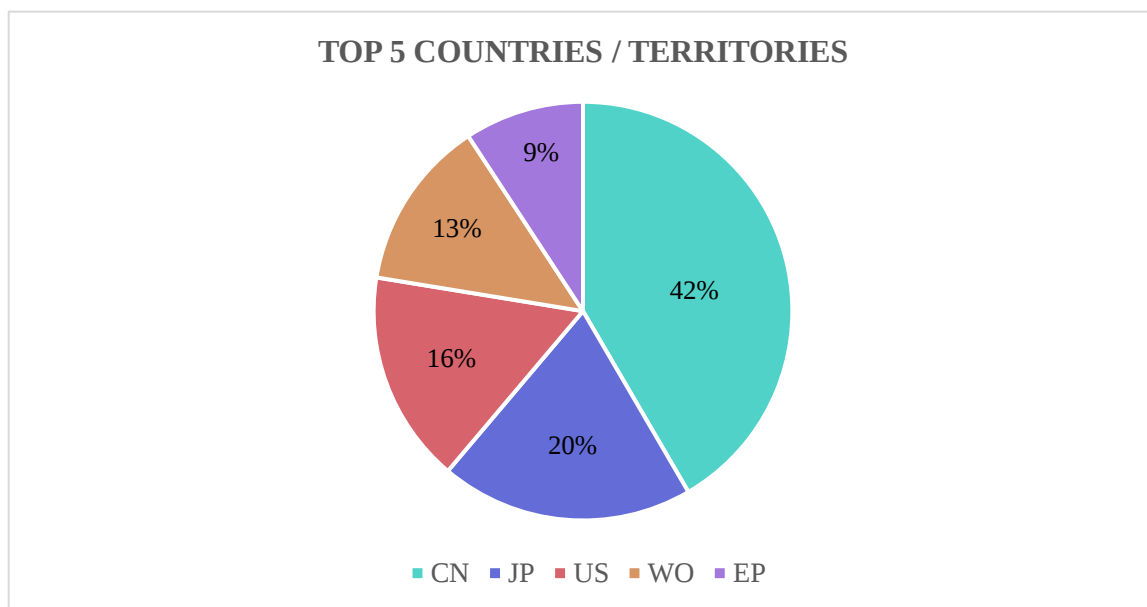
資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

<sup>8</sup> 2019-2020 年各國專利資料庫部分未公告，該數字僅供參考。

## (二)、全球前五大太陽能級矽材之專利佈局國家或屬地

全球前五大太陽能級矽材之專利佈局國家或屬地如圖四所示，其中以 CN（中國）為最大屬地，占比達 42%，其餘依序為 JP（日本）、US（美國）、WO（世界智慧財產權組織）及 EP（歐洲專利局）。

圖四 全球前五大太陽能級矽材之專利佈局國家或屬地



資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

## 二、全球太陽能級矽材相關產業之佈局與所屬競爭者分析

下圖五之等高線圖顯示專利技術的分布，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電池（此處係指利用矽材製備而得之光伏電池）、粒子（此處係指矽晶體的粒子）、組件（此處係指基於矽材料組成之太陽能電池相關構件）、阻氣（此處係指於太陽能電池封裝中的阻氣膜）、結構（此處係指矽晶材料之組成結構）等。

圖五 全球太陽能級矽材之技術佈局

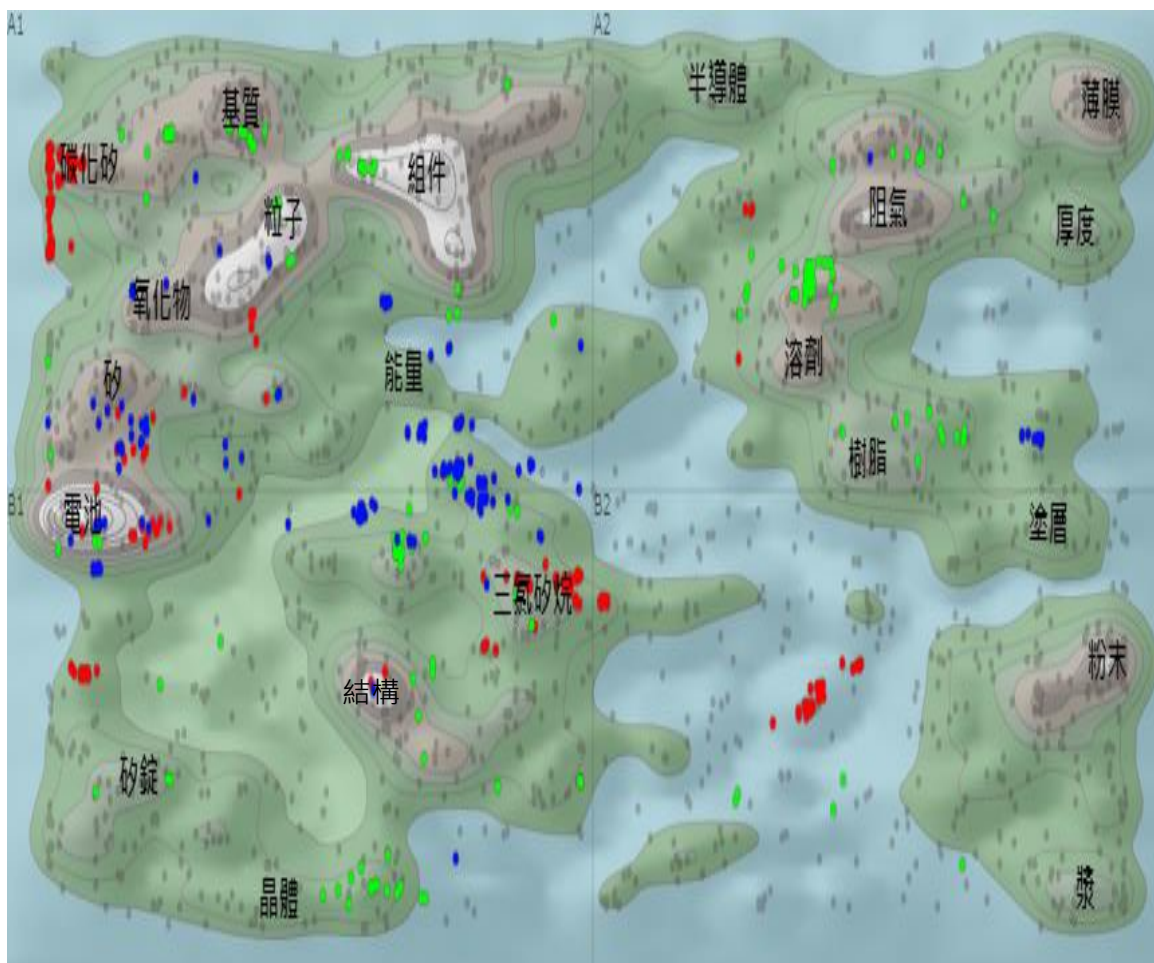


資料來源：Derwent Innovation，華淵公司整理

#### (一)、相關所屬競爭者之技術佈局

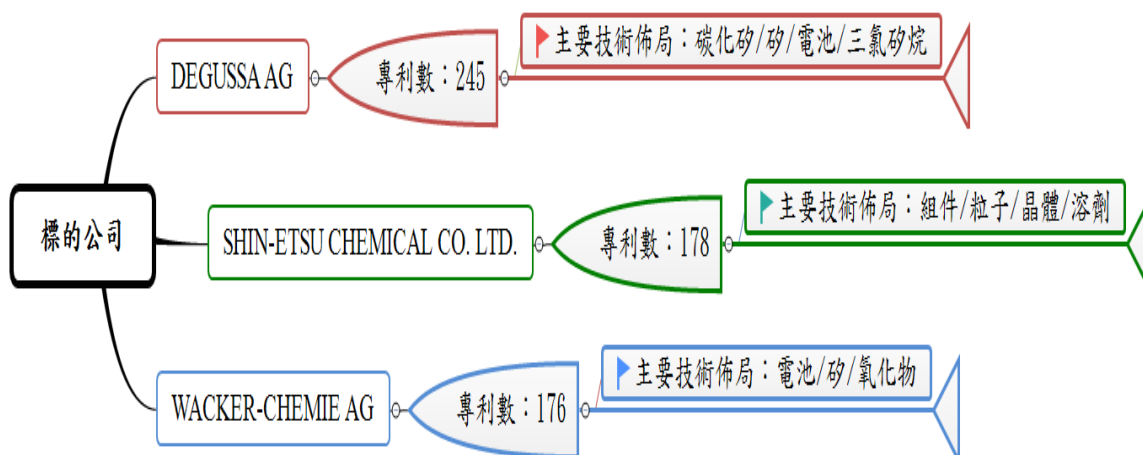
根據圖六及圖七顯示投入該產業技術之標的公司，DEGUSSA AG（德固賽）以紅色圓點標註，SHIN-ETSU CHEMICAL CO. LTD.（信越化學）以綠色圓點標註，WACKER-CHEMIE AG（瓦克化學）以藍色圓點標註，可看出相關標的公司於太陽能級矽材相關技術之分佈概況。

圖六 相關標的公司太陽能級矽材之技術佈局



資料來源：Derwent Innovation，華淵公司整理

圖七 相關標的公司佈局太陽能級矽材之技術領域



資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

(二)、相關所屬競爭者之引證分析

下表顯示太陽能級矽材相關領域中，產業競爭者之 TOP 5 平均引證分析，其中包含被引證數（Forward Citation）與引證數（Backward Citation）。以次數為基準，被引證次數最多為 SHIN-ETSU CHEMICAL CO. LTD.（信越化學工業），約為 507 次，而引證次數最多者為 DOW CORNING CORP.（道康寧），約為 1,333 次。

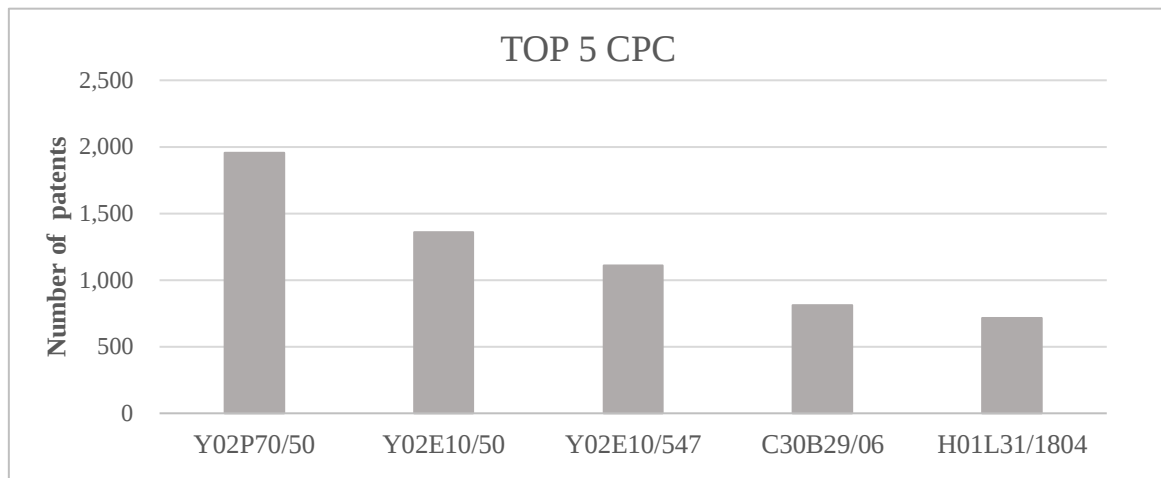
| 表一 產業競爭者之 TOP 5 平均被引證/引證分析  |        |       |               |                             |        |       |               |
|-----------------------------|--------|-------|---------------|-----------------------------|--------|-------|---------------|
| Forward Citation            |        |       |               | Backward Citation           |        |       |               |
| Assignee/Applicant          | Patent | Cited | Avg. citation | Assignee/Applicant          | Patent | Cited | Avg. citation |
| SHIN-ETSU CHEMICAL CO. LTD. | 178    | 507   | 2.85          | DOW CORNING CORP.           | 171    | 1,333 | 7.80          |
| DOW CORNING CORP.           | 171    | 453   | 2.65          | SHIN-ETSU CHEMICAL CO. LTD. | 178    | 945   | 5.31          |
| WACKER-CHEMIE AG            | 176    | 376   | 2.14          | WACKER-CHEMIE AG            | 176    | 897   | 5.10          |
| DEGUSSA AG                  | 245    | 360   | 1.47          | DEGUSSA AG                  | 245    | 506   | 2.07          |
| TOKUYAMA CORP.              | 101    | 160   | 1.58          | TOKUYAMA CORP.              | 101    | 380   | 3.76          |

資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

### 三、合作專利分類（CPC<sup>9</sup>）分析

太陽能級矽材相關技術中，主要 CPC 技術分類號前五名多為 Y02P70/50、Y02E10/50、Y02E10/547、C30B29/06 及 H01L31/1804。技術內容涉及製備方法、光伏、單晶矽光伏電池及矽等。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。

圖八 全球前五大之太陽能級矽材之 CPC 技術分類號分佈



資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

表二 CPC 技術分類號之詳細說明

| CPC         | Definition                                                                            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Y02P70/50   | Manufacturing or production processes characterised by the final manufactured product |
| Y02E10/50   | Photovoltaic [PV] energy                                                              |
| Y02E10/547  | Monocrystalline silicon PV cells                                                      |
| C30B29/06   | Silicon                                                                               |
| H01L31/1804 | comprising only elements of Group IV of the Periodic System                           |

資料來源：各國專利局資料庫，華淵公司整理

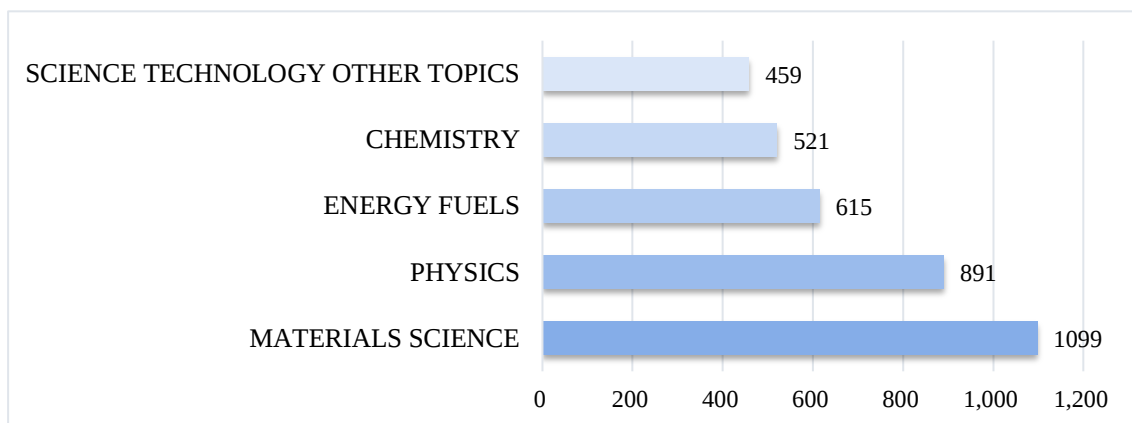
<sup>9</sup> CPC: Cooperative Patent Classification

## 參、全球太陽能級矽材之相關文獻

### 一、近 5 年相關文獻主要涉及議題

下圖顯示近 5 年相關文獻(期刊/會議錄)主要研究之議題為 Materials Science (材料科學)、Physics (物理學)、Energy Fuels (能源燃料科學)、Chemistry(化學)及 Science Technology Other Topics(科學技術其他主題)。

圖九 近 5 年文獻探討議題之分佈概況

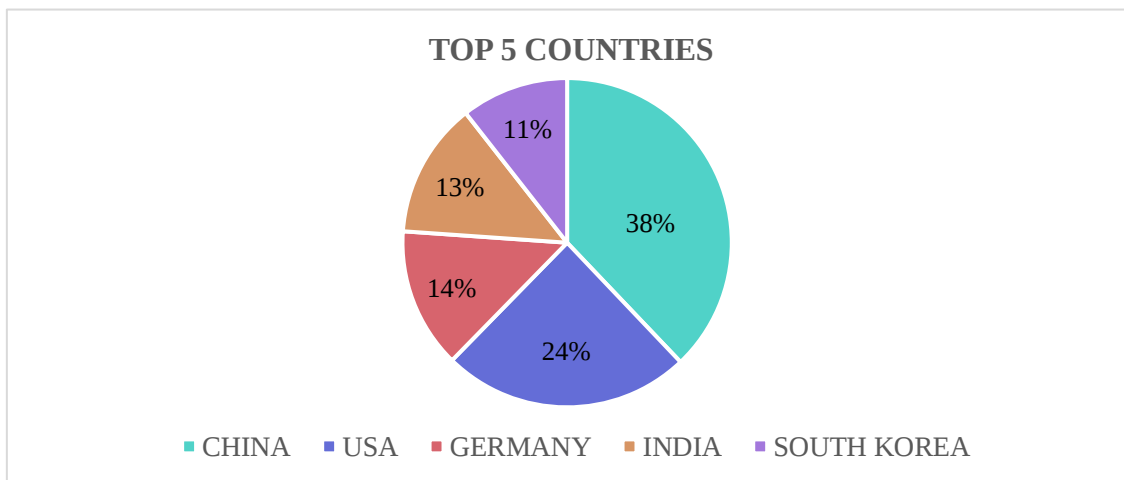


資料來源：Derwent Innovation，華淵公司整理

### 二、近 5 年發佈相關期刊之 TOP 5 國家/屬地

針對近 5 年發佈相關期刊之 TOP 5 國家/屬地中，主要以 CHINA (中國) 為主，占 38%。

圖十 近 5 年發佈相關文獻之 TOP 5 國家/屬地



資料來源：Derwent Innovation，華淵公司整理

### 三、相關期刊之資訊

近 5 年發佈之期刊中，搜尋出 TOP 3 引用數之期刊資料，如下表。

| 表三 太陽能級矽材相關文獻一 部分期刊資訊 |                                                                                                                                                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 欄 位                   | 文 獻 一                                                                                                                                          |
| 文獻來源                  | ENERGY & ENVIRONMENTAL SCIENCE,11 (1): 45-56 JAN 2018                                                                                          |
| 標 題                   | Rational design of electrocatalysts and photo(electro) catalysts for nitrogen reduction to ammonia (NH <sub>3</sub> ) under ambient conditions |
| 作 者                   | Guo, CX                                                                                                                                        |
| 被引用數                  | 688                                                                                                                                            |
| 國 家                   | ENGLAND                                                                                                                                        |

| 表四 太陽能級矽材相關文獻二 部分期刊資訊 |                                                                                                        |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 欄 位                   | 文 獻 二                                                                                                  |
| 文獻來源                  | NATURE MATERIALS,17 (9): 820-+ SEP 2018                                                                |
| 標 題                   | Fully textured monolithic perovskite/silicon tandem solar cells with 25.2% power conversion efficiency |
| 作 者                   | Sahli, F                                                                                               |
| 被引用數                  | 612                                                                                                    |
| 國 家                   | ENGLAND                                                                                                |

| 表五 太陽能級矽材相關文獻三 部分期刊資訊 |                                                                                       |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 欄 位                   | 文 獻 三                                                                                 |
| 文獻來源                  | RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS,68: 234-246 Part 1 FEB 2017                    |
| 標 題                   | Review on dye-sensitized solar cells (DSSCs): Advanced techniques and research trends |
| 作 者                   | Gong, JW                                                                              |
| 被引用數                  | 523                                                                                   |
| 國 家                   | ENGLAND                                                                               |

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 Email:service@wauyuan.com  
華淵鑑價股份有限公司

台北公司：台北市承德路一段 17 號 7 樓之 5 (會計研究發展基金會大樓) (02)2559-6059  
台中公司：台中市市政北二路 282 號 17 樓 A8 (NTC 國家商貿中心) (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