

第五章 太陽電池技術專利分析與比較

整個太陽電池各類技術之專利分佈，如圖 5-0-1 所示，全球廠商或研究單位在美國申請專利通過的相關於太陽電池製程的專利分佈，其中單晶矽太陽電池的製程專利有 170 個，約佔整個太陽電池製程技術的 29%，多晶矽太陽電池的製程專利有 78 個，約佔整個太陽電池製程技術的 13%，混合型太陽電池的製程專利有 14 個，約佔整個太陽電池製程技術的 2%，化合物類晶圓太陽電池的製程專利有 26 個，約佔整個太陽電池製程技術的 26.4%，矽薄膜太陽電池的製程專利有 110 個，約佔整個太陽電池製程技術的 18%，化合物薄膜太陽電池的製程專利有 84 個，約佔整個太陽電池製程技術的 14%，有機染料薄膜太陽電池的製程專利有 116 個，約佔整個太陽電池製程技術的 20%。

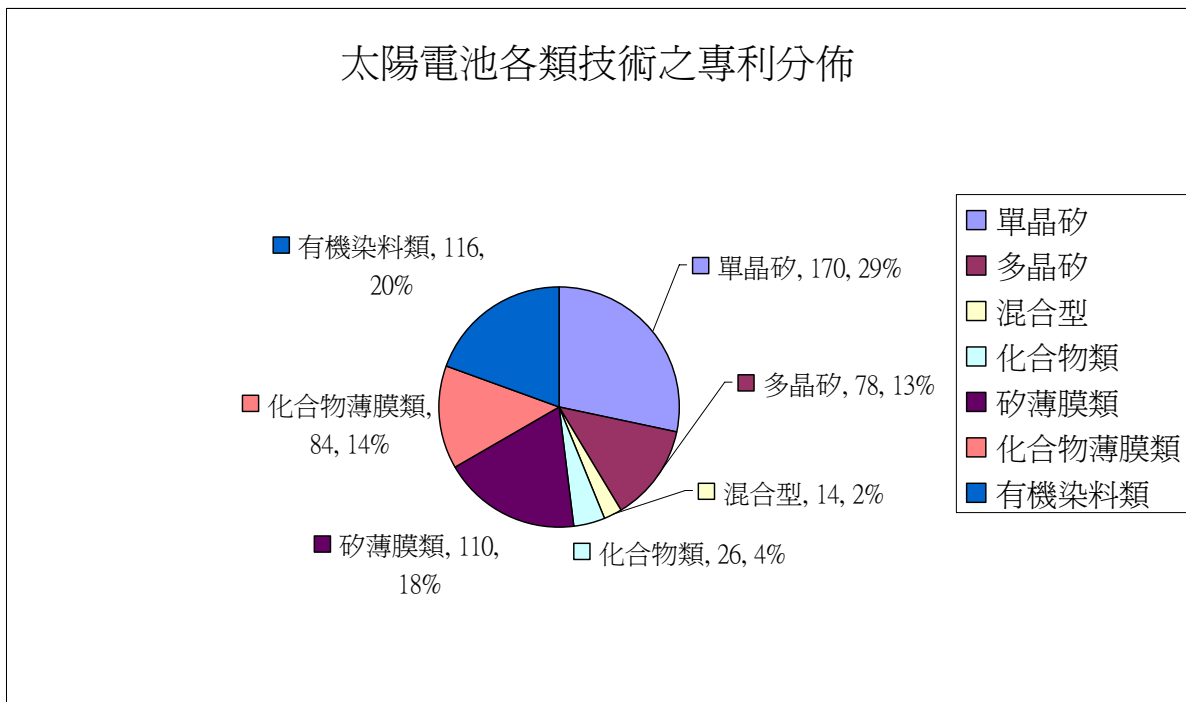


圖 5-0-1 太陽電池各類技術之專利分佈 本研究編製

以發明人的申請國家來區分，如圖 5-0-2 所示，在 USPTO 太陽電池相關技術的專利申請國家中，以日本為最多，共有 464 件，佔了全球的 66%，德國有 93 件專利，佔全球申請通過專利的 13%，美國有 39 件專利，佔全球申請通過專利的 13%，台灣有 19 件專利，佔全球申請通過專利的 3%，韓國和台灣差不多，有 18 件專利，佔全球申請通過專利的 3%，瑞士、澳洲、英國各有 14、11、10 件專利，各約佔 2%、2%、1%。荷蘭、瑞典、丹麥、西班牙各有 6、5、4、4 件專利，加拿大 3 件，法國 3 件，其中產量已在 2007 年躍居第三位的中國，只有 2 件專利，而且還是以個人申請的。台灣以工研院及國家科學院各申請通過 3 個專利，其他 13 個專利為大學及個人申請的專利。

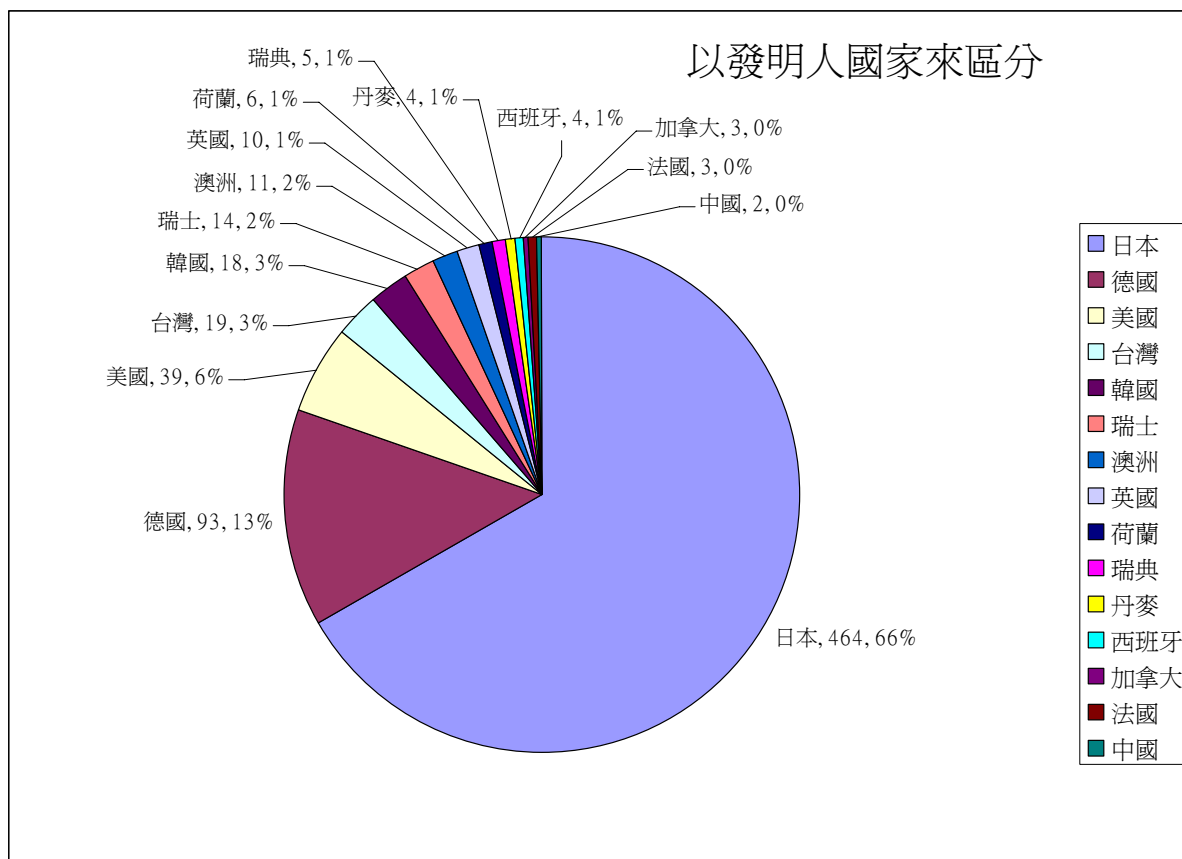


圖 5-0-2 太陽電池技術專利之申請國分佈 本研究編製

如圖 5-0-3 為 1999 年到 2006 年太陽電池模組產量技術分配表，多晶矽的太陽電池模組也持續成長當中，第四章的研究發現，現今的研發重點有許多都放置在薄膜領域，CIS/CIGS 的成長或許沒那麼明顯，但在 CdTe、a-Si 及 Ribbon 型的薄膜太陽電池模組都有顯著的增加，雖然有了前面七大廠掌握了料源，但是，到 2010 年料源充足後，又是另一波太陽電池規格與價格的大戰了。

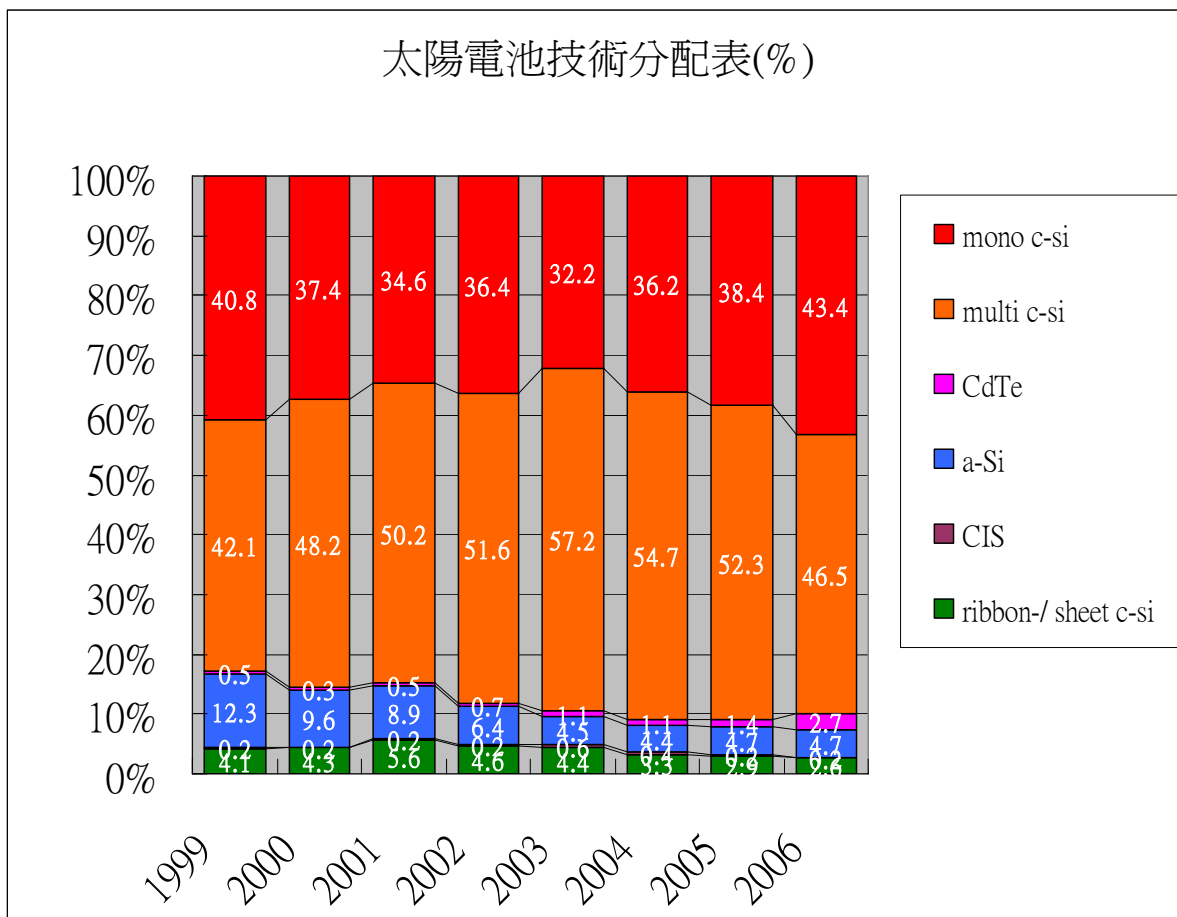


圖 5-0-3 太陽電池技術分配表

資料來源: Photon International March 2007 本研究繪製

第一節 現世代太陽電池技術專利分析

現世代太陽電池技術專利分析，範圍是以 1990 年到 2007 年 11 月 30 日。在單晶矽部分以 1998 年到 2001 年專利申請通過數目較多，其中也以單晶矽太陽電池製程中的表面粗造結構化、擴散及邊緣處理相關製程部分的較多，而多晶矽的部分大都加強其效率而產生的專利。全球在 USPTO 的現世代太陽電池技術專利數分析如圖 5-1-1 所示。單晶矽與多晶矽的專利申請通過核發數，以 1999 年至 2002 年為最大宗，也呼應了在太陽電池產量最大的時候也是在 2001 年以後，主要商業應用的太陽電池均是以這兩種技術來生產的。

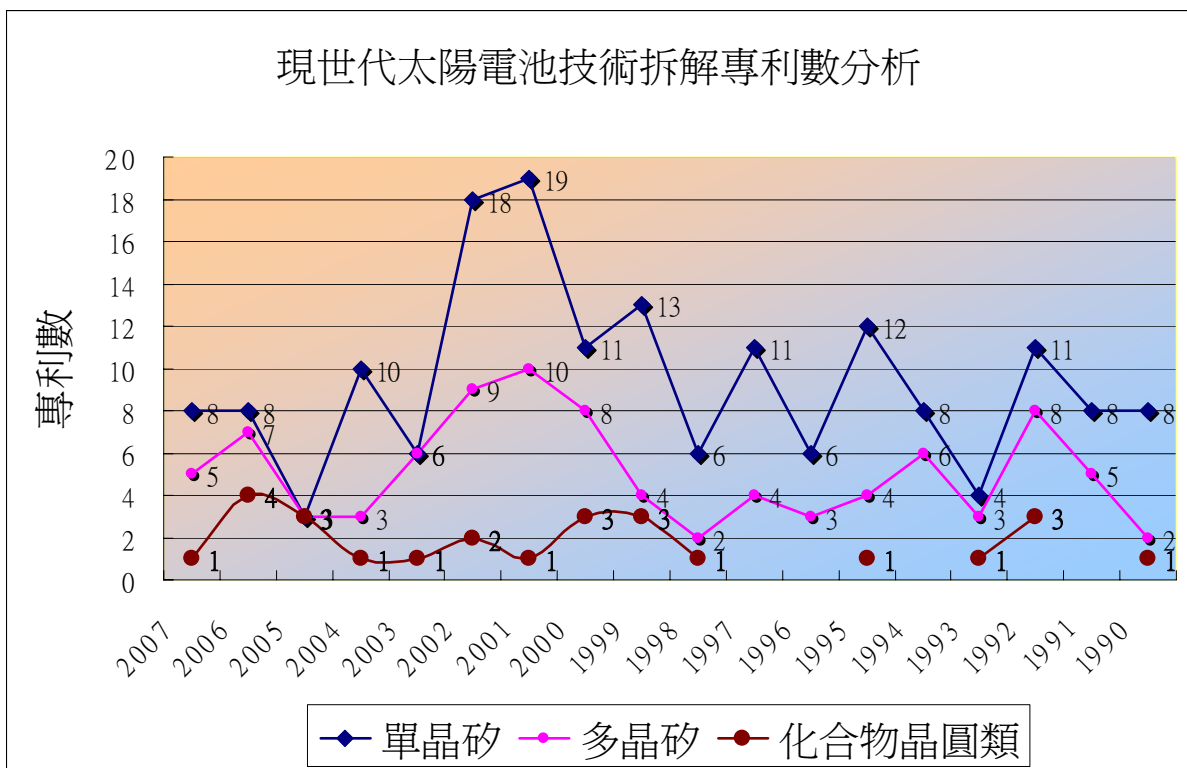


圖 5-1-1 現世代太陽電池技術拆解專利分析

以單晶矽晶圓太陽電池製程技術來區分，再看美國、日本與德國申請通過的情形，如圖 5-1-2 所示，美國在此技術層次明顯落後日本與德國，在這個單晶矽的製程中，日本的 Know how 相對於其他國家來說，是較強的，因此，該國家會有較高平均效率(目前約 16%—19%)的產品線，尤其在 1999 至 2002 年核准的幾件專利 6156968、6093882、6071753 等有關製程中太陽能基板(silicon substrate)的處理方式。而德國的部分比較偏重研究單位個人及部分大型企業的研發，例如有關 back-surface field 及 reduced shading 的專利 6096968、6143976 等。而美國的部分也大都是其他國家來設美國分公司申請的相關專利，大部分著重於 Transparent solar cell 上的專利，如 6320117、

6180871 等。

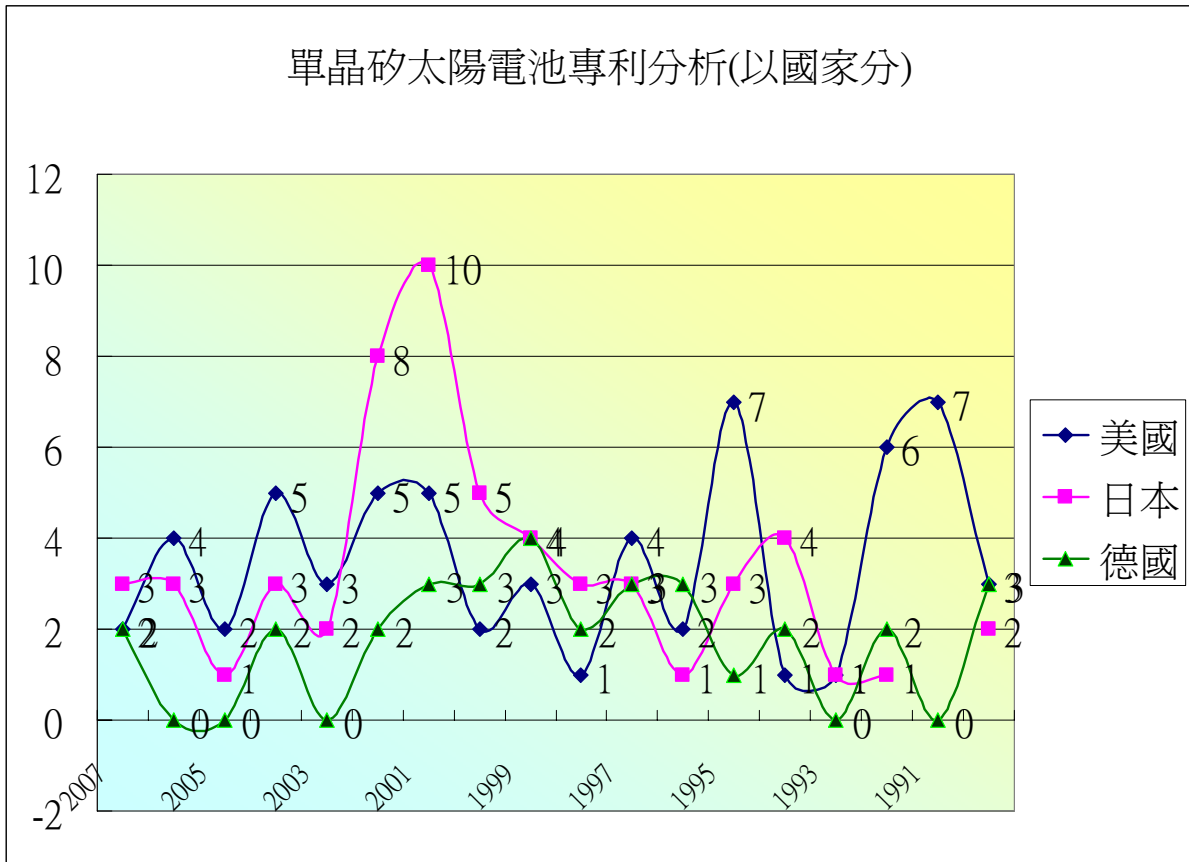


圖 5-1-2 單晶矽太陽電池技術專利分析(以國家分)

以單晶矽三種技術的分類來說，如圖 5-1-3 所示為以國家來區分此三種在單晶矽太陽電池技術中的專利分析，在 mono-crystalline 單晶結構製程相關專利中，日本有 52 件專利，美國有 29 件專利，德國有 24 件專利，南韓與台灣各有 2 件專利，其中台灣 2 件均為工研院的專利。在 Interdigitated Back Contact(IBC) & Backside Passivation 相關接面的專利部分，主要美國有 24 件專利，德國有 3 件專利，日本 5 件專利，南韓 1 件，集中於日本與美國。而在 Metallization Wrap Through 相關的專利，美國有 10 件，德國有 5 件。

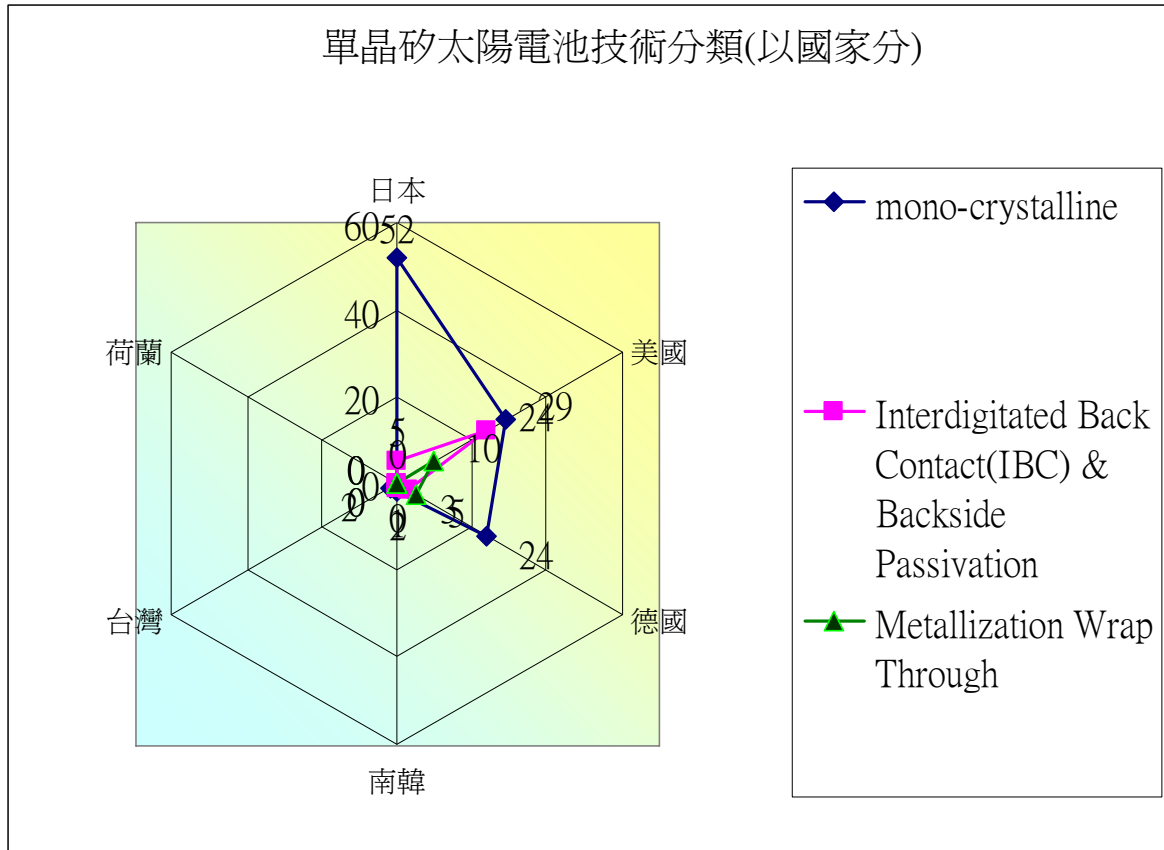


圖 5-1-3 單晶矽太陽電池技術分類專利分析(以國家分)

以單晶矽三種技術的分類來說，如圖 5-1-4 所示為以公司來區分此三種在單晶矽太陽電池技術中的專利分析，在 mono-crystalline 單晶結構製程相關專利中，以 MITSUBISHI ELECTRIC CORP 有 8 件專利，如 6071753、6093882、6156968、6340640 等較關鍵的專利，SHARP 有 5 件專利，以 5609694、5797999、6355875 在單晶製程設備上有顯著的影響力，而 CANON 雖然在此部分佈局了 13 個專利，目前還看不出他在製程設備或相關技術的影響力。在 Interdigitated Back Contact (IBC) & Backside Passivation 相關接面的專利部分，Kaneka 有一個專利編號 6500690 為方面的技術專利，CANON 在此接面部分申請了有 4 個專利。而在 Metallization Wrap Through 相關的專利，主要有 Everygreen 的 1 個專利。

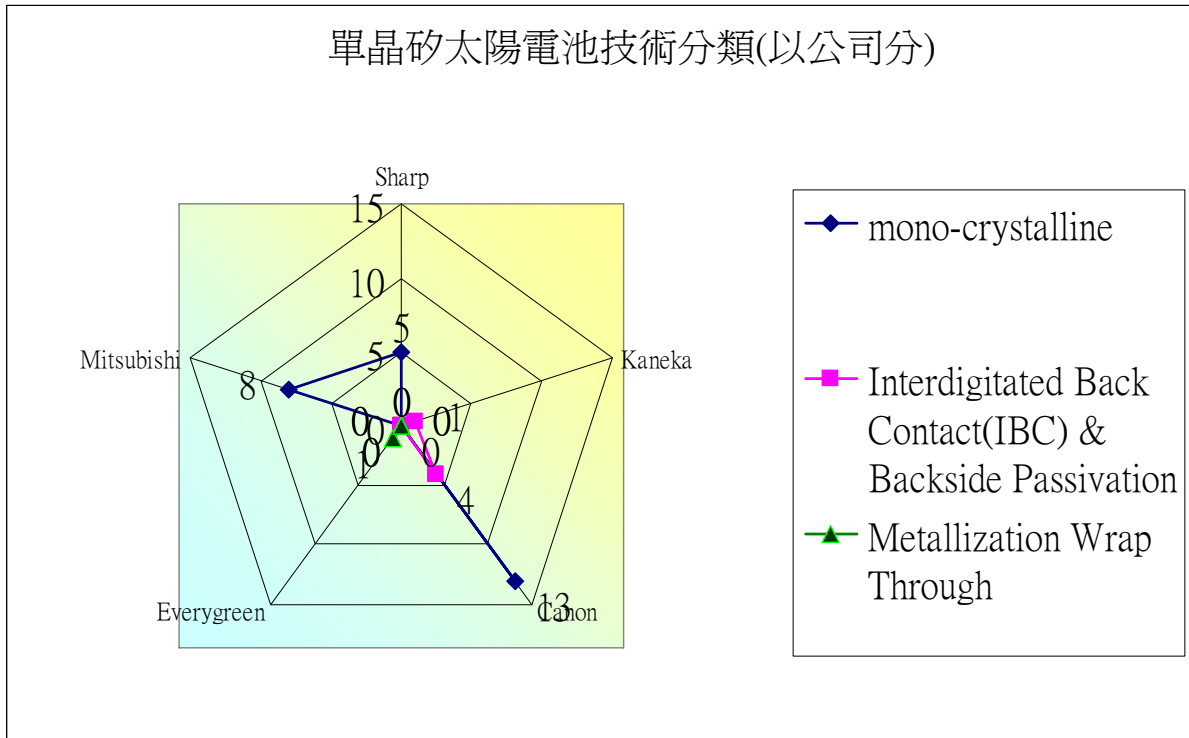


圖 5-1-4 單晶矽太陽電池技術分類專利分析(以公司分)

以多晶矽晶圓太陽電池製程技術來區分，分析美國、日本與德國申請通過的情形，如圖 5-1-5 所示，美國在此技術層次一樣落後日本與德國(主要也是相關其他國家在美國設分公司申請的原因)，在這個多晶矽的製程專利研發申請中，美國一開始在 1991 到 1993 年有些較多的多晶矽製程方面的專利申請，之後在 2000~2002 年的偏向於 concentrator 的設計如 6118067 等，而日本在 2000 年及 2001 年的多晶矽專利申請較多，如 6063996、6156968 等，也奠定了後來多晶矽太陽電池產量較優的原因，而德國在 1993 與 1996 與 2003 年有較多的多晶矽專利申請，如專利編號 6555443、6670544 等。

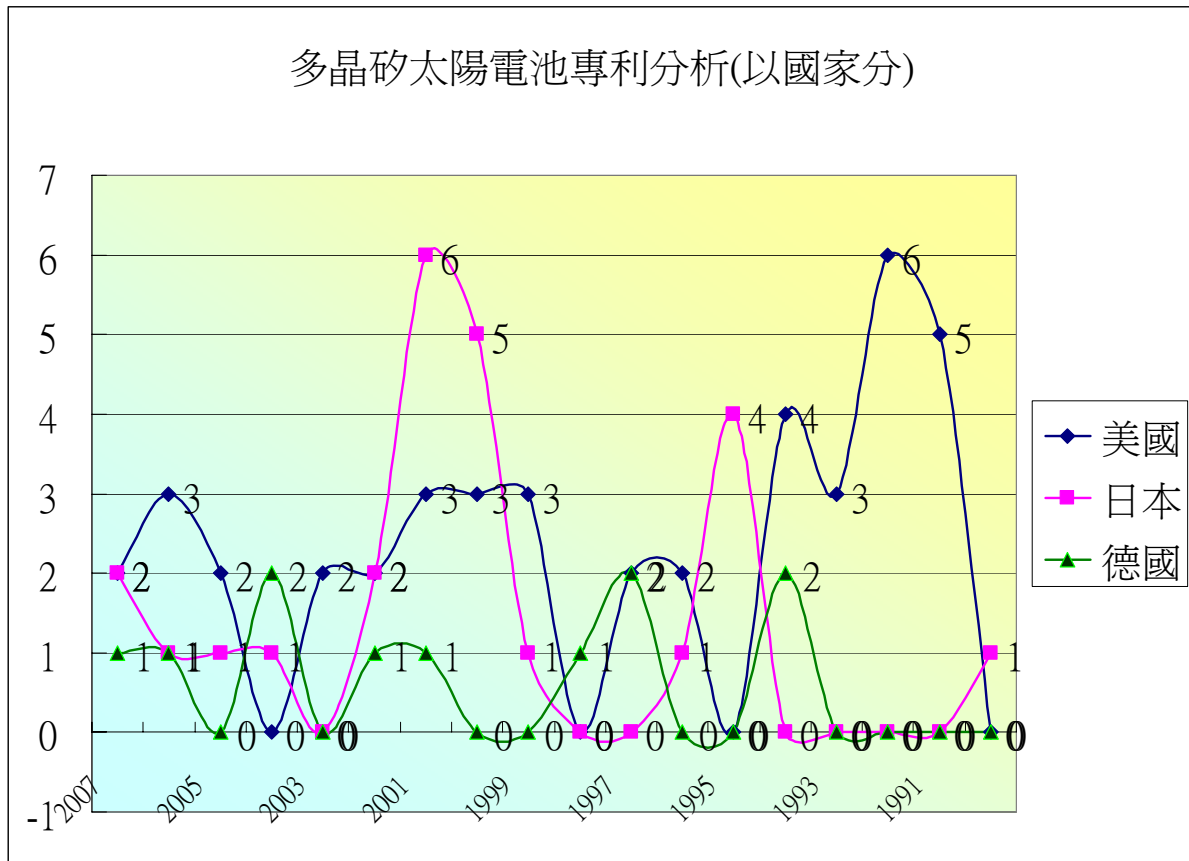


圖 5-1-5 多晶矽太陽電池技術專利分析(以國家分)

以多晶矽的技術索引分類來說，可分為 Contact、Texturing 及 Spherical 等，而 Contact 又分為 Hybrid buried & Angled buried contact、Laser Grooved Buried、及 Laser firing。如圖 5-1-6 所示為以國家來區分此 6 種多晶矽技術分類在多晶矽太陽電池技術中的專利分析；在 Hybrid buried & Angled buried contact 多晶結構製程相關專利中，日本有 4 件專利，美國有 2 件專利，德國有 2 件專利，台灣有 2 件專利及荷蘭 1 件專利，其中台灣 1 件為工研院，另 1 件為元智大學的專利。在 Laser Grooved Buried 相關接面的專利部分，日本有 6 件專利，美國有 9 件專利，德國有 4 件專利，及荷蘭 1 件專利，就是專利編號 6,635,817，由 Koninklijke Philips Electronics 公司所申請。在 Laser firing 多晶結構製程相關專利中，日本有 3 件專利，美國有 11 件專利，德國有 3 件專利。

在 Texturing 的製程技術專利分類中，主要美國有 5 件專利，德國有 1 件專利，南韓 1 件專利，南韓有 1 個在表面紋理的相關專利 Textured semiconductor wafer，專利編號為 6663944。而在球型矽部分(Spherical)相關的專利，日本 8 件，美國有 6 件。

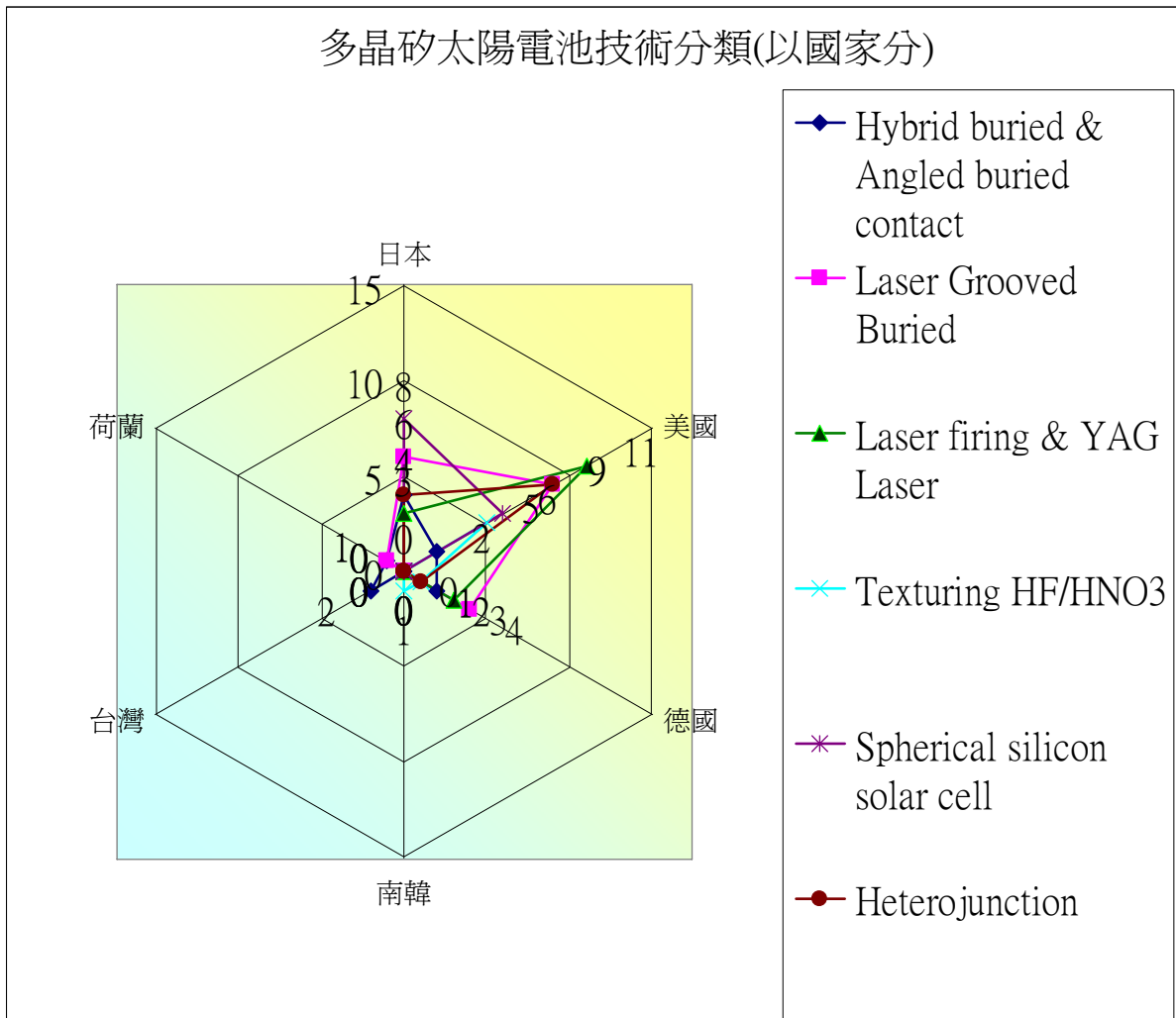


圖 5-1-6 多晶矽太陽電池技術分類專利分析(以國家分)

以多晶矽的技術索引的分類來說，如圖 5-1-7 所示為以公司來區分此 6 種多晶矽技術分類在多晶矽太陽電池技術中的專利分析；在 Hybrid buried & Angled buried contact 多晶結構製程相關專利中，kaneka 有 2 件專利，Canon 有 2 件專利；在 Laser Grooved Buried 相關接面的專利部分，Sharp 有 1 件專利，其中專利編號為 **6,189,485**，kaneka 有 2 件專利，Canon 有 1 件專利；在 Laser firing 多晶結構製程相關專利中，Sharp 有 1 件專利，Everygreen 有 1 件專利，專利編號為 6,146,483。

在 Texturing 的製程技術專利分類中，在分析的這 5 個公司中沒有，美國 **Sunpower Corporation** 有 1 件專利，專利編號為 **6,998,288**。而在球型矽部分(Spherical)相關的專利，Canon 有 1 件，Everygreen 有 2 件，Mitsubishi 有 2 件，其專利編號為 6,156,968、6,340,640。

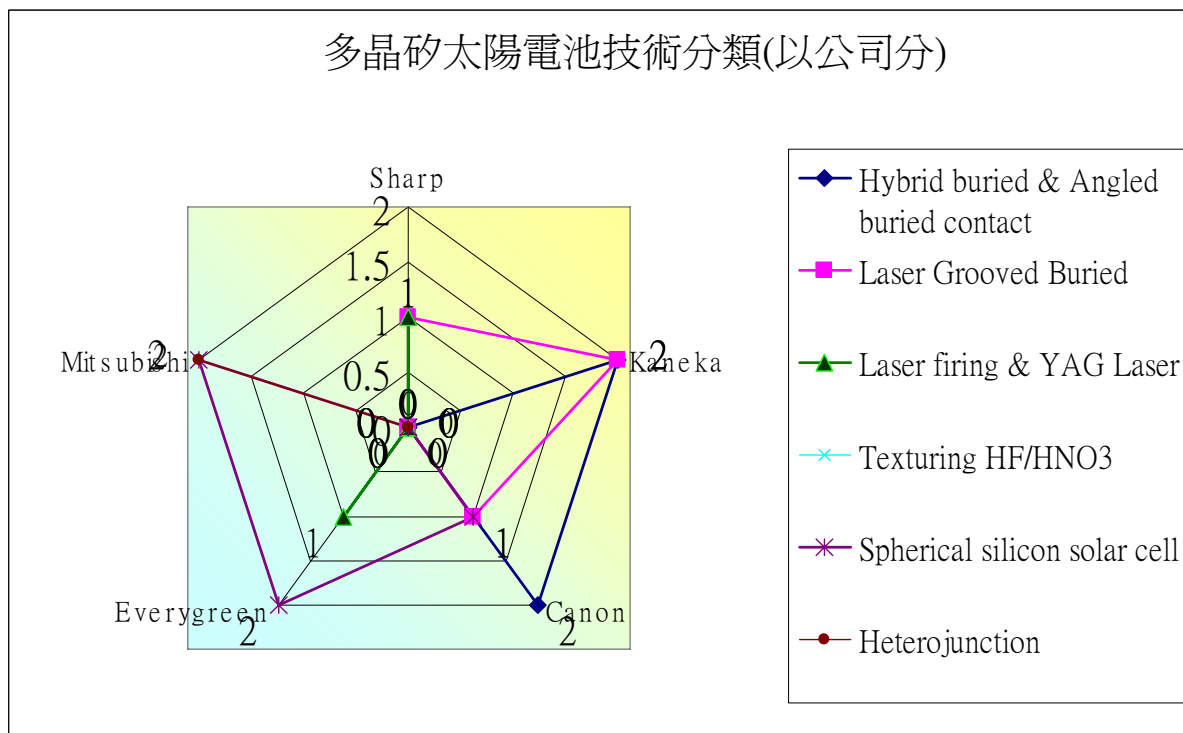


圖 5-1-7 多晶矽太陽電池技術分類專利分析(以公司分)

而在化合物晶圓類的太陽電池，主要是因為製造經費及成本較高，一般大都應用於太空科技及相關需要較高效率不計成本的應用研究中，其專利分析如圖 5-1-8 所示，主要發展國家仍是美國，因為在一般商業用途較少，美國有 16 件相關專利，日本有 11 件專利，德國有 2 件專利，德國比較著重於太陽電池商業應用上的研究。

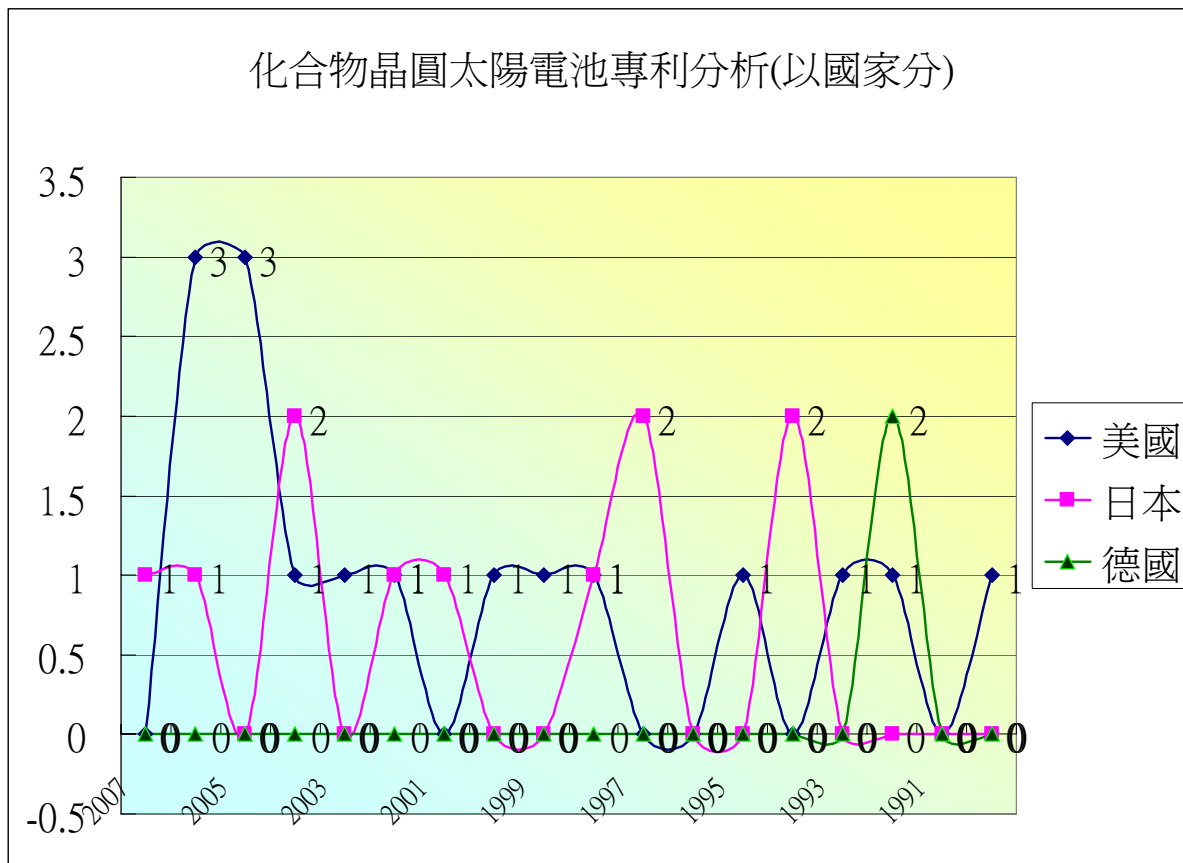


圖 5-1-8 化合物晶圓類太陽電池專利分析(以國家分)

第二節 次世代太陽電池技術專利分析

次世代太陽電池技術專利分析，範圍也是以 1990 年到 2007 年 11 月 30 日。在矽薄膜部分以 2001 年到 2003 年專利申請通過數目較多，雖然在 1995 年~1997 年也申請了約有 21 個矽薄膜專利，但是在當時的製程背景，還無法達到商業應用的產品；而化合物薄膜的部分，一開始以美國的 CdTe 相關的太陽電池的專利為主，在 1998 年~2003 年也是該技術的專利申請大宗，不過目前除了 CdTe 外，其他商業上的運用還不常見；有機高分子薄膜從 2001 年開始就有大量專利申請核准出現，大概只有 2005 年是 2 個專利通過，其他一直到 2007 年當年度也有 12 件專利通過申請，目前有機高分子薄膜因為效率還無法達到商業運轉，所以，僅止於研究單位或廠商實驗中；全球在 USPTO 的次世代太陽電池技術專利數分析如圖 5-2-1 所示。由於 2008 年是薄膜太陽電池的關鍵應用年，目前已有前述的一些整廠技術設備輸出的，保證效率在 7.5% 左右，例如美商應材 Applied Materials 等公司，未來商業應用的太陽電池很可能是以這薄膜與晶圓類兩種技術來平均生產。

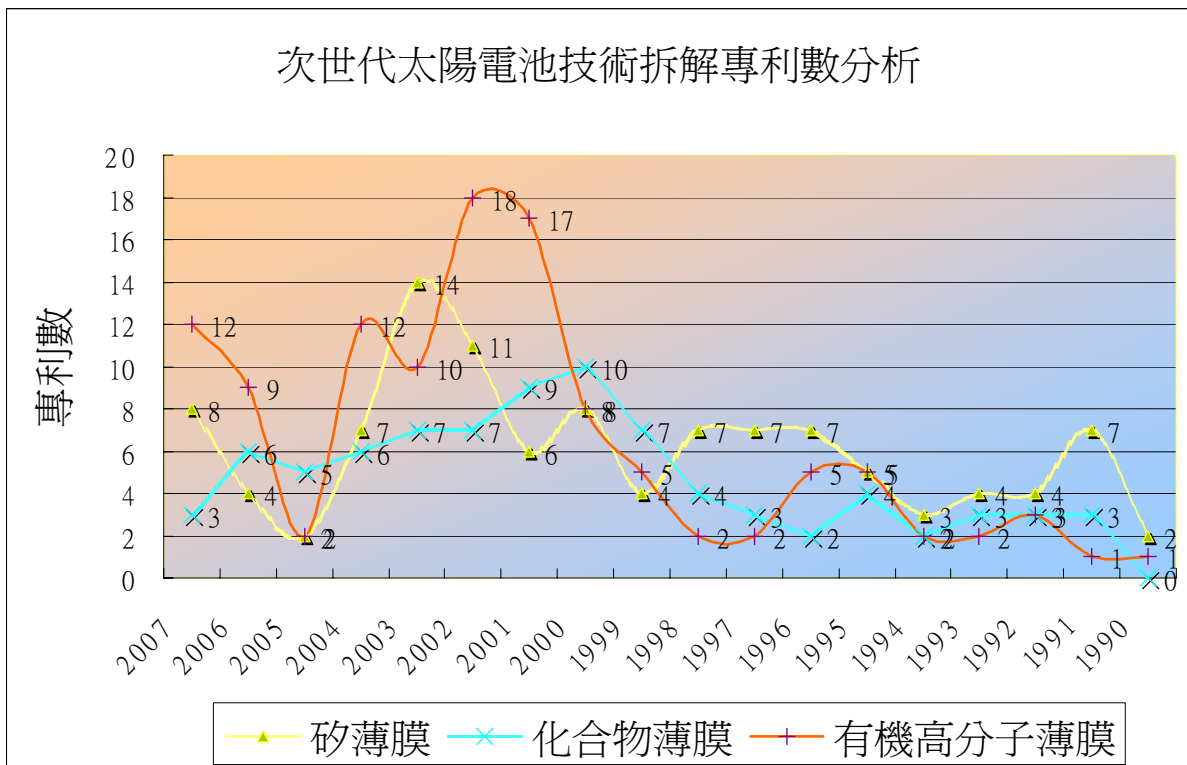


圖 5-2-1 次世代太陽電池技術拆解專利分析

以矽薄膜太陽電池製程技術來區分，分析美國、日本與德國申請通過的情形，如圖 5-2-2 所示，由於在晶圓類太陽電池技術之前已經落後的美國，在此技術想迎頭趕上

日本與德國，在這個矽薄膜的製程專利研發申請中，日本在 1999 到 2003 年有較多的矽薄膜太陽電池的專利申請，其中 2000 年有 7 件，2003 年有 6 件，美國從 2000 年以後便急起直追，例如 6274402、6281426 等，目前有較多的薄膜太陽電池製程設備也來自於美國，而德國在 1999 與 2003 年各有 3 件及 5 件專利通過申請，如專利編號 6559479、6670544 等。

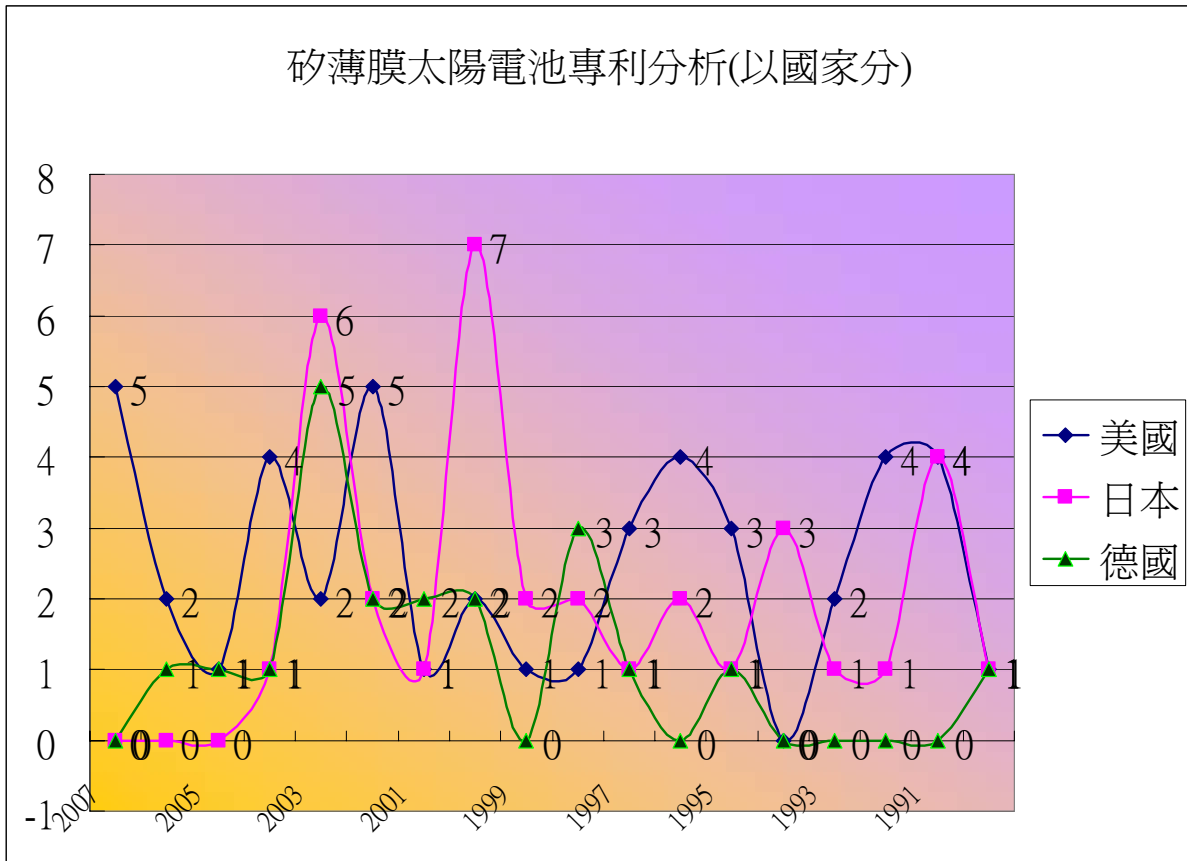


圖 5-2-2 矽薄膜太陽電池技術專利分析(以國家分)

以矽薄膜的技術索引分類來說，可分為 HCL and Bragg Reflector and Quasi-Monocrystalline(有關反射層)、Tandem、Hot carrier、Intermediate band or miniband、及 Up or Down converters 等 5 類，而 Tandem 又再分為 Low pressure chemical vapor deposition & ZnO etc、Cell stack & bandgaps & silicon based 及 nanocrystalline or microcrystalline and a-si。如圖 5-2-3 所示為以國家來區分此 7 種矽薄膜技術分類，在矽薄膜太陽電池技術中的專利分析；

首先在 Inverse Needle Like 矽薄膜結構製程相關專利中，日本有 6 件專利，美國有 10 件專利，德國有 2 件專利，台灣有 1 件專利，其中台灣 1 件為國家科學院的專利。在 Low pressure chemical vapor deposition & ZnO etc 相關雙層結構的專利部分，日本有 2 件專利，美國有 2 件專利，德國有 2 件專利。在 Cell stack & bandgaps

& silicon based 結構製程相關專利中，日本有 5 件專利，美國有 14 件專利，德國有 1 件專利，德國 Fraunhofer, Gesellschaft Zur F0 的專利編號 6559479。在 silicon based 及 nanocrystalline or microcrystalline and a-si 結構製程相關專利中，日本有 13 件專利，美國有 1 件專利，德國有 4 件專利，南韓與荷蘭各有 1 件此方面的專利。

在 Hot carrier 的製程技術專利分類中，日本有 4 件專利，美國有 13 件專利，德國有 8 件專利，荷蘭也有 4 件專利；在 Intermediate band or miniband 的製程技術專利分類中，日本有 2 件專利，美國有 4 件專利，德國有 1 件專利，南韓有 1 件專利；而在 Up or Down converters 相關的專利，日本 3 件，美國有 1 件，德國有 2 件專利，台灣也有 1 個專利，屬於元智大學申請通過的。

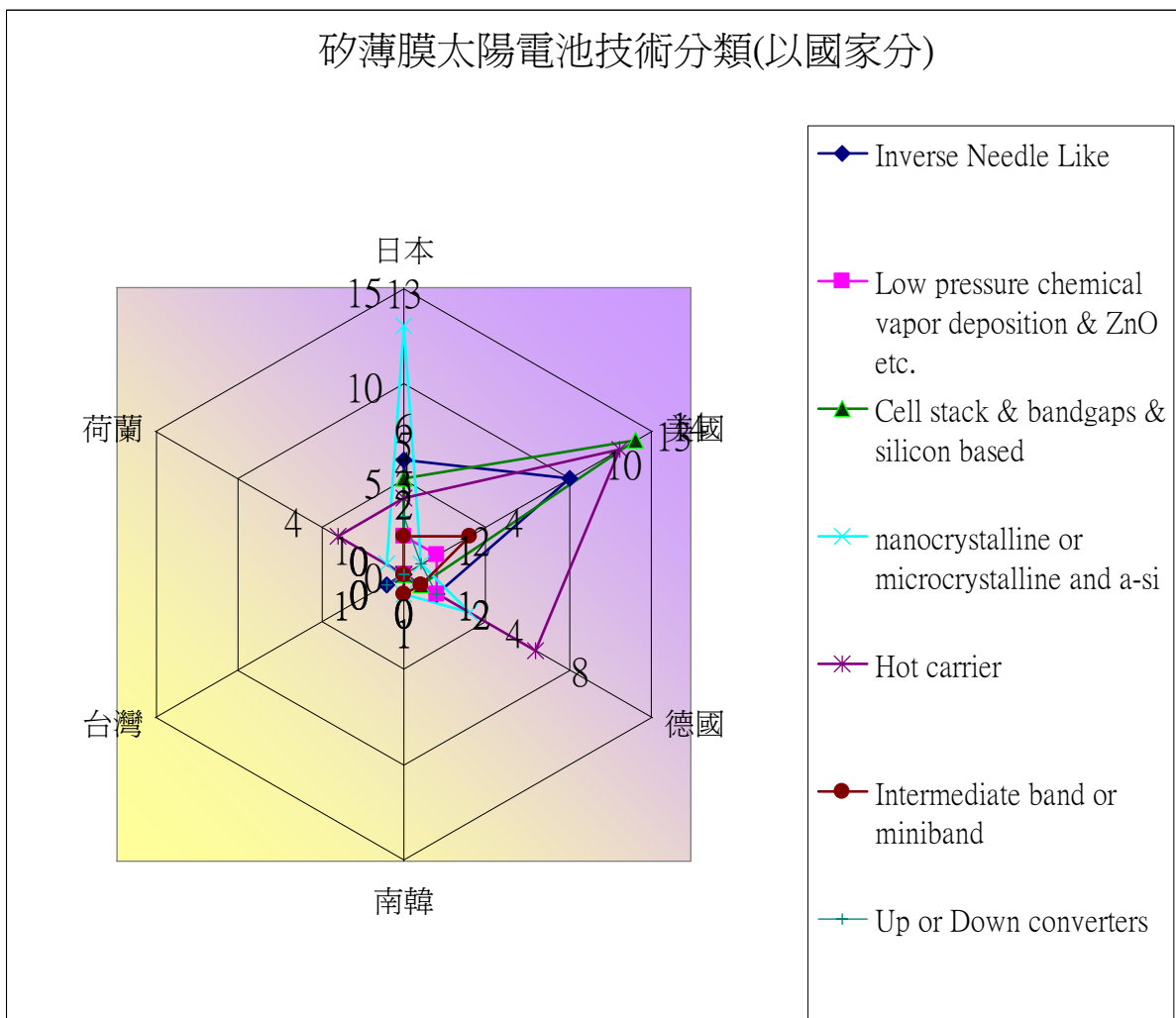


圖 5-2-3 矽薄膜太陽電池技術分類專利分析(以國家分)

在矽薄膜的技術索引的分類若以公司來分，如圖 5-2-4 所示，為以公司來區分此 7 種矽薄膜技術分類在太陽電池技術中的專利分析；在 Inverse Needle Like 矽薄膜結構製程相關專利中，Mitsubishi 有 1 件專利；在 Low pressure chemical vapor deposition

& ZnO etc 相關專利部分，樣本的 5 家公司沒有專利，FUJI ELECTRIC CORPORATE RES AN 的美國公司有其專利，其中專利編號為 6534334。在 Cell stack & bandgaps & silicon based 雙層結構製程相關專利中，Sharp 有 3 件專利。在 nanocrystalline or microcrystalline and a-si 奈米結構製程相關專利中，Kaneka 有 1 件專利、Canon 有 4 個、Mitsubishi 有 3 個此方面的專利。

在 Hot carrier 的製程技術專利中，在分析的這 5 個公司中沒有，美國加州的一家 Spheral Solar Power, Inc.，申請通過專利編號為 7312097。在 Intermediate band or miniband 部分相關的專利，Sharp 有 1 件；在 Up or Down converters 部分的相關專利，Sharp 有 1 件，Canon 有 2 件。

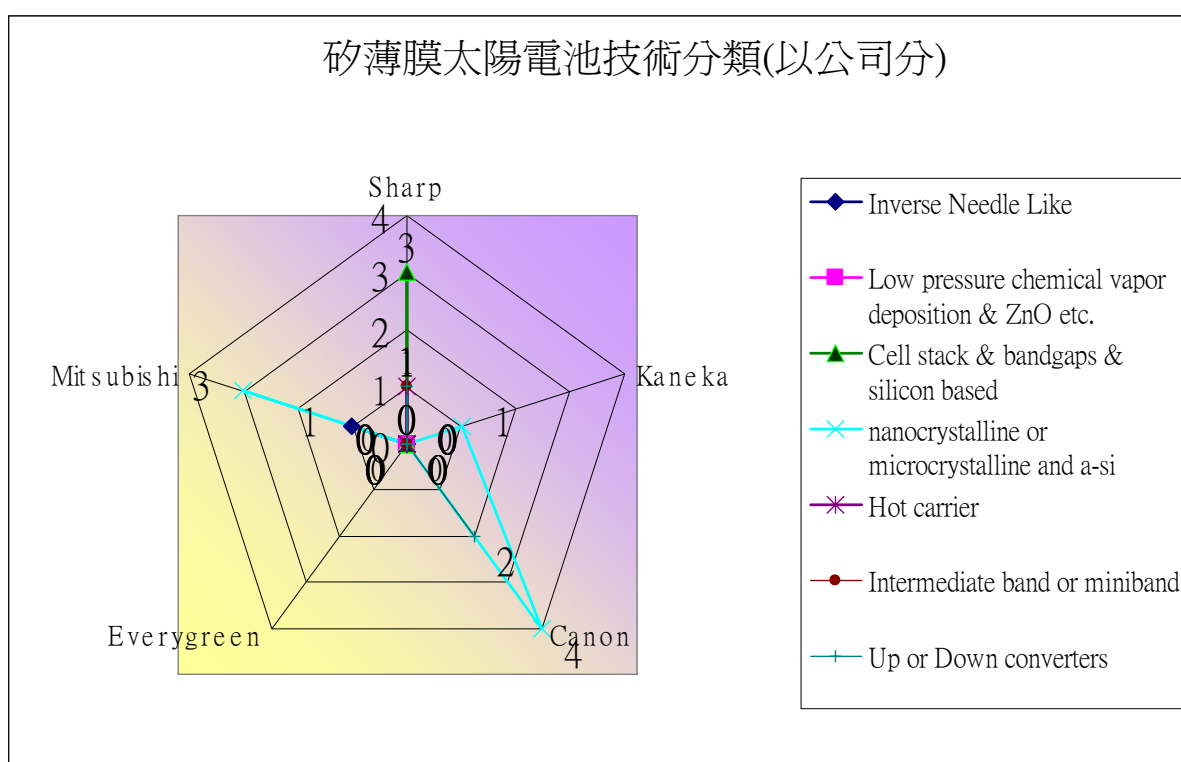


圖 5-2-4 矽薄膜太陽電池技術分類專利分析(以公司分)

以化合物薄膜太陽電池製程技術來區分，分析美國、日本與德國申請通過的情形，如圖 5-2-5 所示，其實美國在這技術算是領導者，在這個化合物薄膜的製程專利研發申請中，美國從 2000 年到現在，一直有穩定的專利申請通過，共有 33 件的專利通過，日本在 2000 到 2002 年有較多的化合物薄膜太陽電池的專利申請，共有 30 件申請通過，而德國在 1999 與 2003 年約有 8 件專利申請通過。

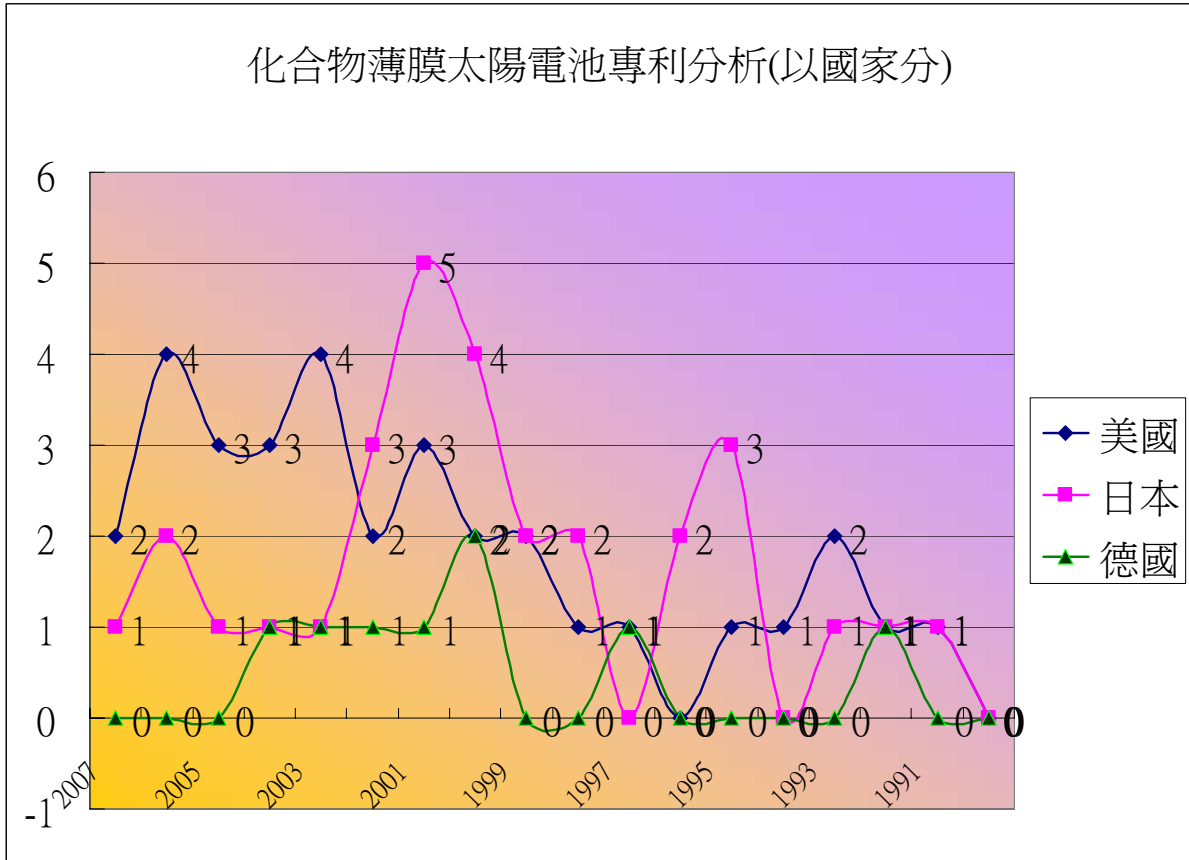


圖 5-2-5 化合物薄膜太陽電池技術專利分析(以國家分)

以化合物薄膜的技術索引分類來說，可分為 CdTe 及 CIS/CIGS & thin film 等 2 類，前面章節也已經提過美國在 CdTe 薄膜太陽電池已有量產出現。如圖 5-2-6 所示為以國家來區分此 2 種化合物薄膜技術分類，在太陽電池技術中的專利分析。

首先在 CdTe 化合物薄膜結構製程相關專利中，日本有 3 件專利，美國有 2 件專利，德國有 1 件專利，由於鎘為有毒物質，因此，對於這方面的研究與專利申請已經較少了。在 CIS/CIGS & thin film 結構的專利部分，日本有 27 件專利，美國有 31 件專利，德國有 7 件專利，南韓與台灣各有 2 件，其中台灣的工研院與國家科學院各有 1 件專利申請通過，荷蘭有 1 件此方面的專利。

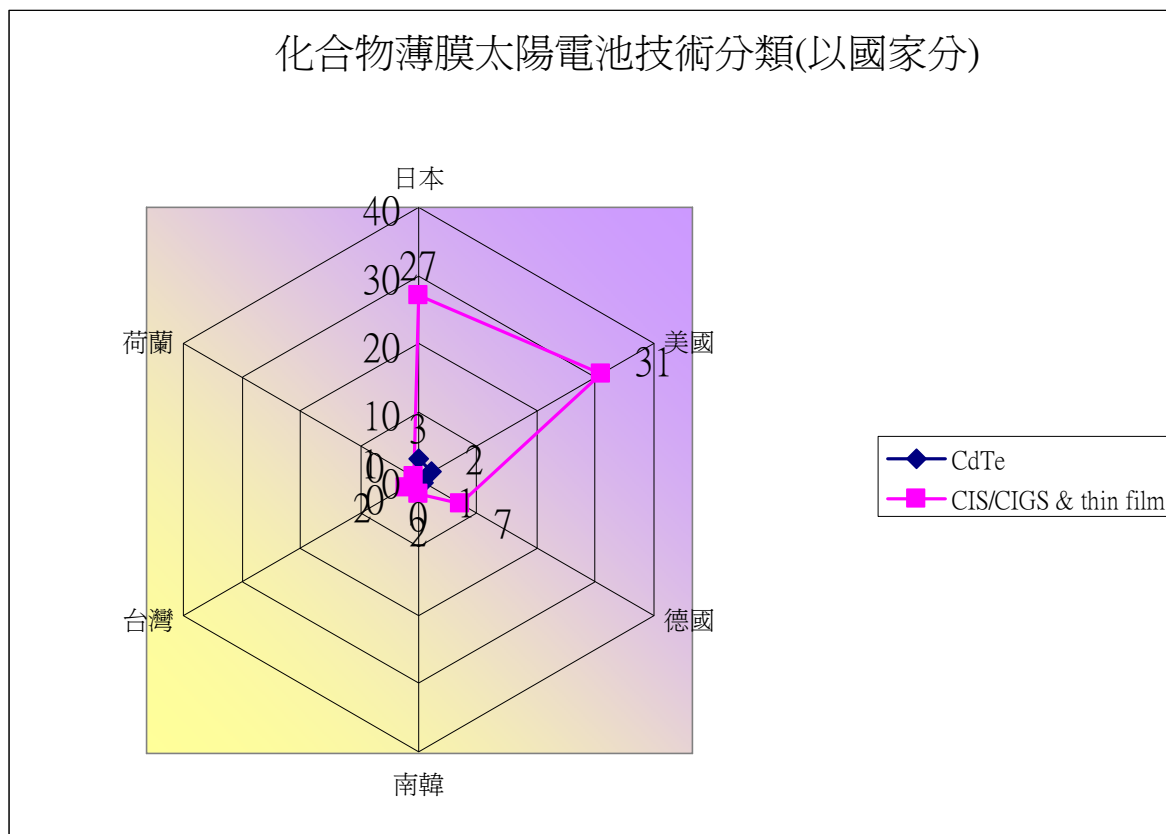


圖 5-2-6 化合物薄膜太陽電池技術分類專利分析(以國家分)

在化合物薄膜的技術索引的分類，如圖 5-2-7 所示，為以公司來區分此 2 種化合物薄膜技術分類在太陽電池技術中的專利分析；在 CdTe 化合物薄膜結構製程相關專利中，Mitsubishi 有 1 件專利，美國的 MIDWEST RESEARCH 申請通過的專利編號 6281426；在 CIS/CIGS & thin film 相關專利部分，Sharp 有 1 件專利，Canon 有 5 件專利，Everygreen 有 2 件專利，Mitsubishi 有 2 件專利。

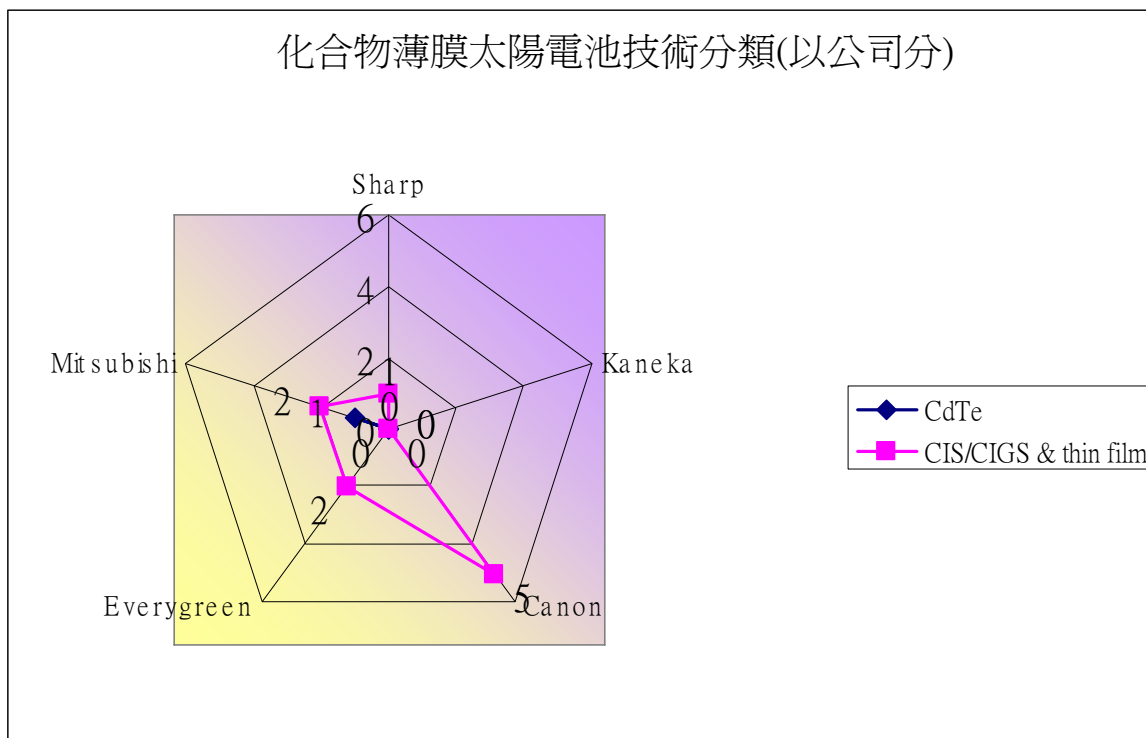


圖 5-2-7 化合物薄膜太陽電池技術分類專利分析(以公司分)

有機染料薄膜太陽電池製程技術來區分，分析美國、日本與德國申請通過的情形，如圖 5-2-8 所示，美國在這項技術上也是投入非常多，大約有 37 件專利通過申請，在這個有機染料較薄膜的製程專利研發申請中，美國從 1999 年到現在，一直有穩定的專利申請通過；日本在 2000 到 2002 年有大量的有機染料薄膜太陽電池的專利申請，總共有 60 件申請通過，而德國約有 7 件專利申請通過，且從 2000 年以後才有申請。

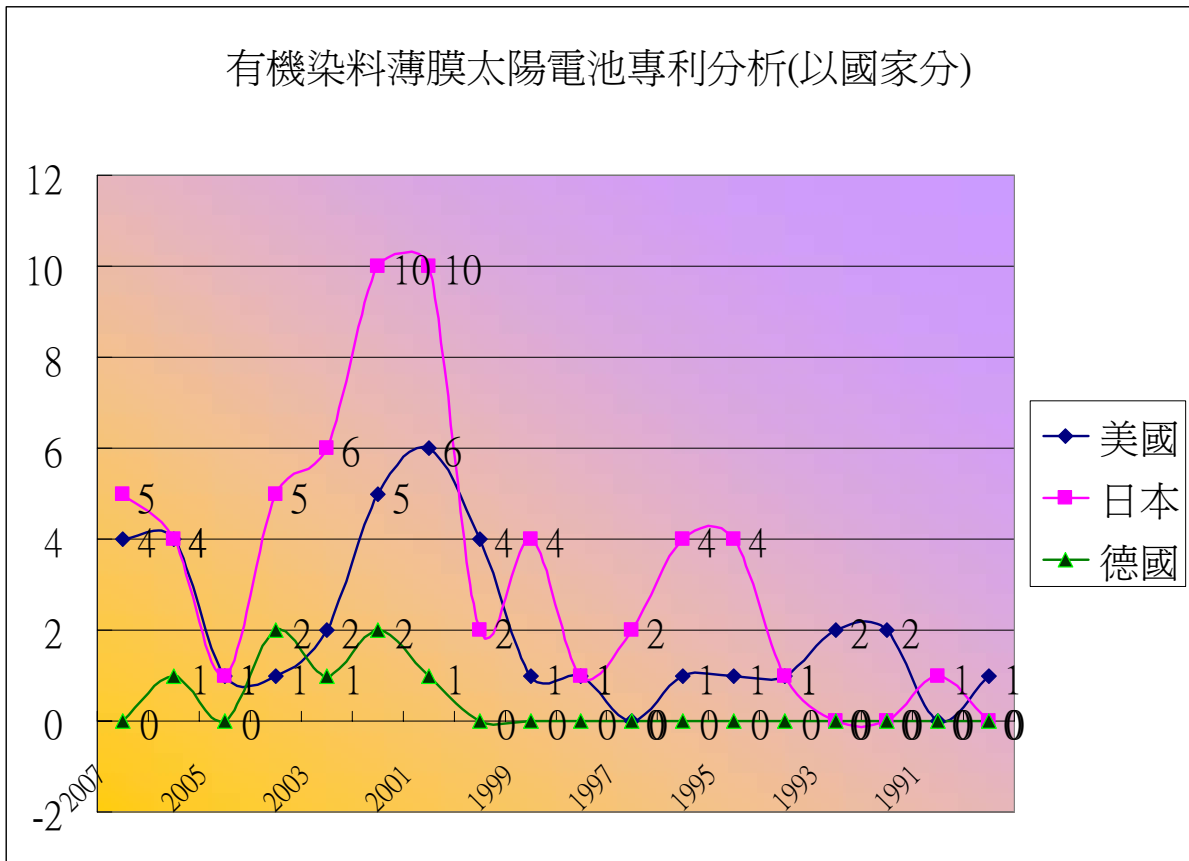


圖 5-2-8 有機染料薄膜太陽電池技術專利分析(以國家分)

以有機染料薄膜的技術索引分類來說，可分為 Dye-sensitized Solar cell or DSCC 及 Organic & Polymer & Dye-sensitized 等 2 類。第四張也提到日本與美國都積極開發染料敏化(DSCC)相關的太陽電池技術，如圖 5-2-9 所示為以國家來區分此 2 種有機染料薄膜技術分類，在太陽電池技術中的專利分析。

首先在 Dye-sensitized Solar cell or DSCC 有機染料薄膜結構製程相關專利中，日本有 20 件專利，美國有 7 件專利，德國有 3 件專利，南韓有 1 件專利，專利編號為 6, 756, 537。在 Organic & Polymer & Dye-sensitized 結構的專利部分，日本有 40 件專利，美國有 30 件專利，德國有 4 件專利，南韓與台灣各有 2 件，其中台灣的工研院有 2 件專利申請通過，荷蘭有 1 件此方面的專利。

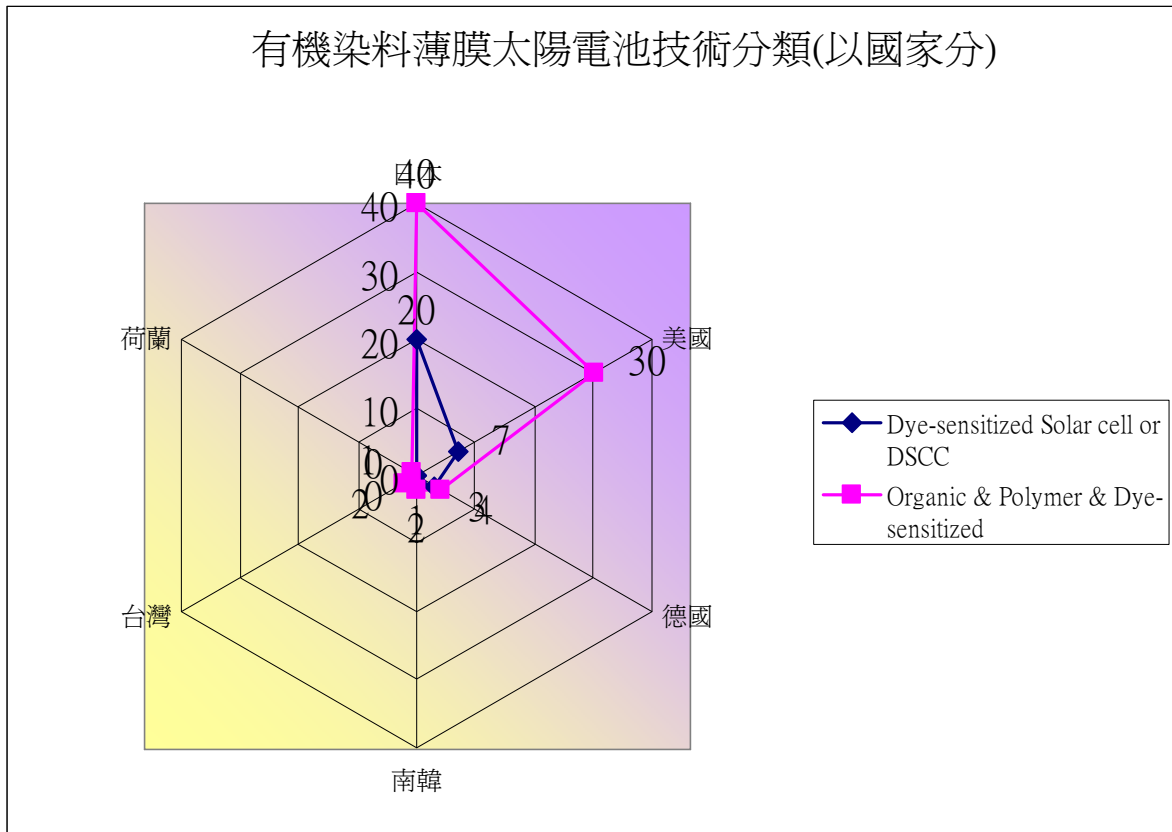


圖 5-2-9 有機染料薄膜太陽電池技術分類專利分析(以國家分)

在有機染料薄膜的技術索引的分類，如圖 5-2-10 所示，為以公司來區分此 2 種有機染料薄膜技術分類在太陽電池技術中的專利分析；在 Dye-sensitized Solar cell or DSCC 有機染料薄膜結構製程相關專利中，Sharp 有 4 件專利；在 Organic & Polymer & Dye-sensitized 相關專利部分，Sharp 有 3 件專利，Canon 有 23 件專利，Canon 此 23 件專利是否可以幫 Canon 拿下有機染料薄膜太陽電池的相關技術製程能力，還有待觀察，Everygreen 有 6 件專利，Mitsubishi 有 1 件專利。

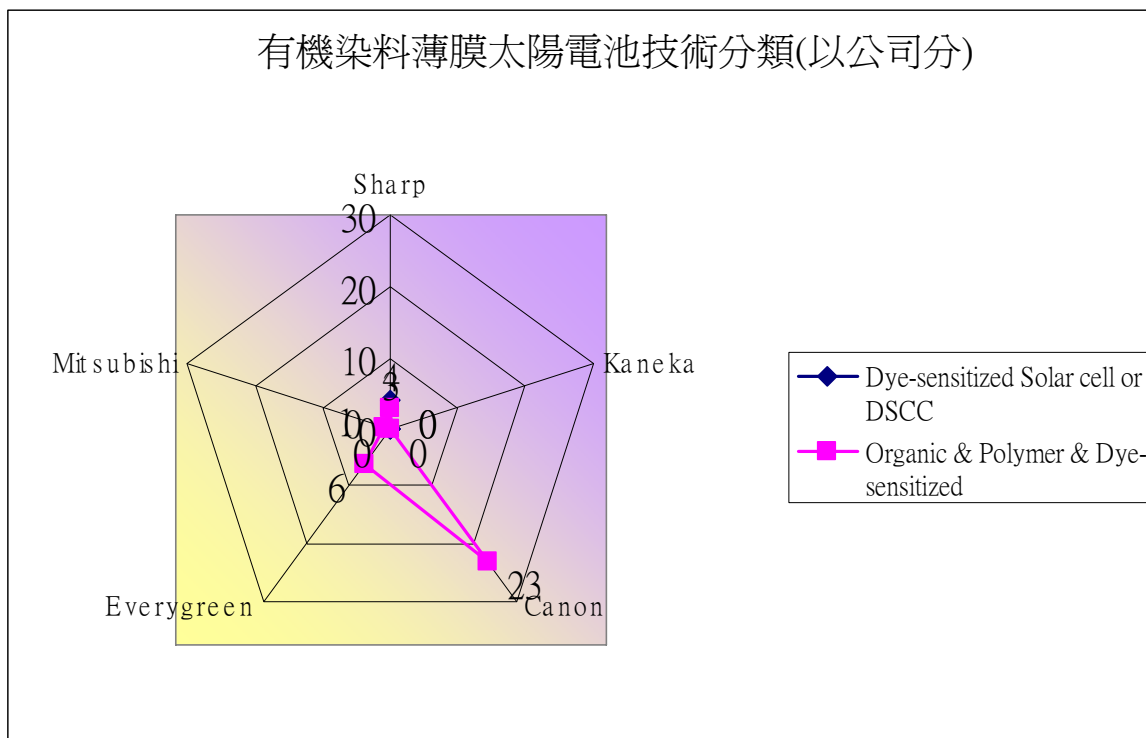


圖 5-2-10 有機染料薄膜太陽電池技術分類專利分析(以公司分)

綜合以上現世代與次世代太陽電池技術專利的分析，可以彙整成圖 5-2-11 所示，晶圓類與薄膜類太陽電池的專利申請從 2000 年以後都有顯著的增加，只有在 2004 年時下降的很明顯，由此也可以推論，未來幾年的太陽電池技術也是圍繞著晶圓類與薄膜類來發展，台灣廠商已經在單晶與多晶矽太陽電池拿下全球第四大產量了，想要在薄膜太陽電池領域一展 know-how 長才，可能需要一些時候了。

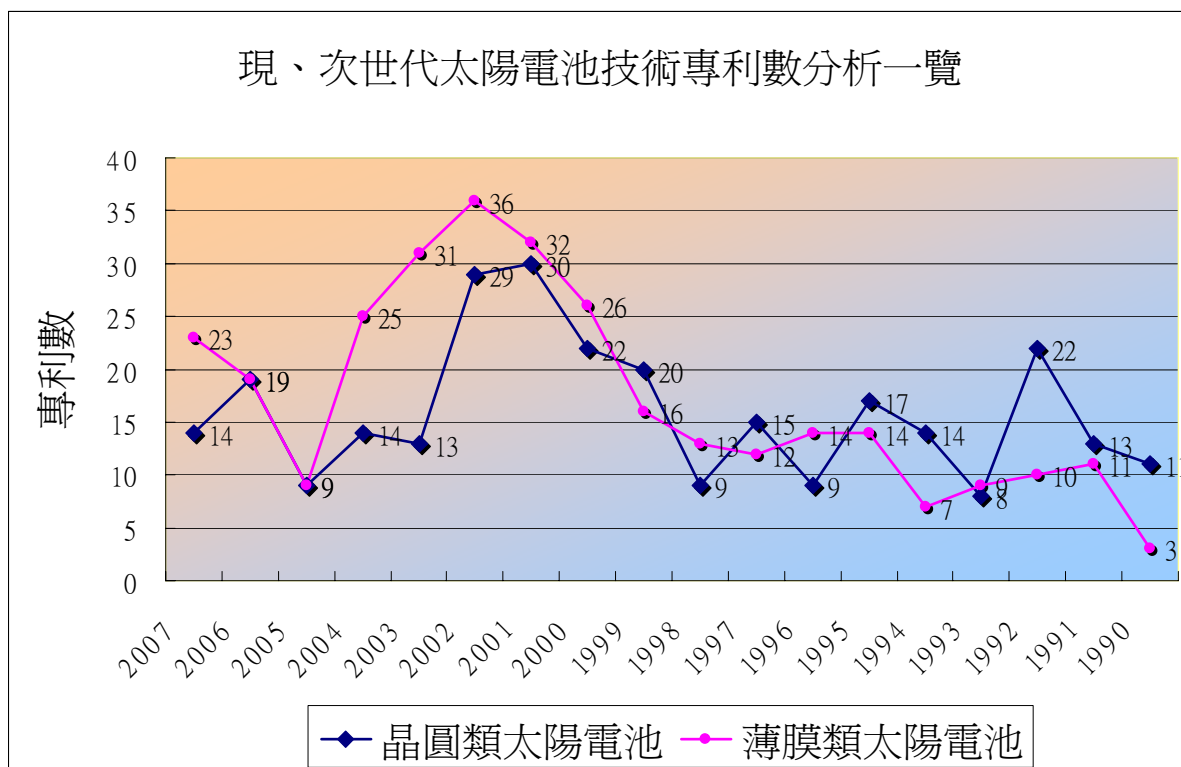


圖 5-2-11 現、次世代太陽電池技術專利數分析一覽

第三節 設計專利的解析

本論文暫且不談商標的問題，因為基本上商標是與產品特性和整體商業環節相扣的。主要還是放在 USPTO 有關設計專利(Design Patent)的部分，依照第四章的索引搜尋方式，在太陽電池相關的部分共有 19 個設計專利，將之以應用區分為

- 一、圓形太陽電池包裝的設計專利(Circular *solar cell* package design)，Solaria Corporation 公司 (Fremont, CA)擁有 2 個，專利編號為 D555084、D555083。
- 二、太陽電池模組的外觀，Sharp Kabushiki Kaisha (Osaka, JP) 有 1 個設計專利(Portion of a face of a solar cell module)，專利編號為 D528973。
- 三、太陽電池元件的外觀，Canon Kabushiki Kaisha (Tokyo, JP)有 1 個設計專利(The ornamental design for a solar cell element)，專利編號為 D442139。
- 四、地面標示的太陽電池模組設計專利，由個人 Kim; Kwung-Chul (482-820 Kyeonggi-do, KR)，專利編號為 D472489。
- 五、消費性的產品，有關以太陽電池為電源的照明設計，
 - 1、個人 Bailey, III; William A. (Hoschton, GA)的設計專利(Solar cell-powered, photocell-operated LCD lights)，專利編號為 D536109。
 - 2、PowerLight Corporation (Berkeley, CA)有 4 個，專利編號為 D469399、D469058、D469057、D468684。
 - 3、Sharp Kabushiki Kaisha (Osaka, JP)有 9 個計算機的設計專利(Electronic calculator with solar cell)，專利編號為 D433059、D433058、D319252、D317619、D317458、D310093、D309747、D308693、D307032。

由之前的章節提到有關太陽電池與模組在專利的佈局，當台灣廠商需要到國外設置模組廠或是系統廠商時，需要注意這些有關的設計專利佈局，更由於薄膜太陽電池和模組幾乎是同一製程，因此，應該要開發較特殊或是功能性強的太陽電池模組，尤其在美觀與功能結合的同時，也能一併佈局這設計專利。若國內廠商真的要進入薄膜太陽電池，製造出來的 BIPV 太陽電池模組，若要結合當地地域情形或是符合文化環境之設計，則須在製程末端就須有調整，也可以列入專利及設計專利互相牽制設計的一部分。

第四節 小結

從現世代太陽電池的各國專利的分析與比較，可以看出全世界目前在 USPTO 所申請通過分析的情形，也可以看出日本與德國在單晶矽及多晶矽中專利佈局的方式，而在各公司的專利分佈，也可以由原來單晶矽製程的 3 種分類技術及多晶矽製程的 5 種分類技術，對於全球第一產量 SHARP 的佈局，及其他前五名公司的佈局情形，再對照到我國現在的所有廠商，例如茂迪或益通，幾乎在專利佈局為零，而都是利用所有製程的 Know-How，以產品的效率、成本來打天下，這在大陸也是如此，因此，未來幾年的價格戰勢必可見，國內廠商研發方向，應該可以針對單晶與多晶矽太陽電池的特殊結構加以研究，至於其他製程的專利佈局，已經被其他廠商做的差不多了。

次世代太陽電池的分析裏，可以看出美國各家研究機構與廠商進軍市場的決心，矽薄膜太陽電池目前的專利佈局雖然已經被大致分配了那 7 種分類，但是在薄膜製程的前面材料部份應該還可以與美國的廠商做研發段的合作，而在化合物及有機染料薄膜太陽電池部分，真的是百家爭鳴，但由於商業化還有一大段距離，國內的廠商或研發單位應該可以再投入這方面的人力，才不會有淪落到和大陸只能拼成本及製程優勢而已。

設計專利的重視，大約需要更多的太陽電池產品應用後才會見到，但是，在那之前，應該要有相關的設計專利佈局，針對要面對大量需求的市場，例如美國及歐洲，才能在許多商業談判或是技術發展上有一席之地。