

隱形眼鏡矽水膠技術研發方向之探究

A Study of Silicone Hydrogel Contact Lens

黃禮林

逢甲大學 科技管理所 副教授

leelien.huang@gmail.com

王韻雅

逢甲大學 科技管理所 研究生

dolphin2008709@gmail.com

摘要

因為科技的進步，近視者不再僅有眼鏡做為唯一可配戴的選擇，越來越多的人選擇配戴隱形眼鏡，不管是為了美觀、舒適度或者是便利，此項產品擄獲了許多使用者的心，也成為產業競爭對手相繼模仿之對象，而面對國內外競爭激烈的市場，本研究將針對隱形眼鏡矽水膠專利方面來探討，利用專利方法分析了解現階段此技術的困境有哪些，可以有哪些突破，可以給此產業這個技術在未來可以做那些科技創新的建議。

關鍵詞〈3-5 個〉：科技創新，專利方法，矽水膠，隱形眼鏡

Keywords: Technological Innovation, patented process, Silicone Hydrogel, contact lens

1. 緒論

1.1 研究背景與動機

根據統計台灣近視人口數佔總人口數的七成，15到19歲近視人口將近500萬人，這樣的比例高居世界第一，其中近視人口每兩個人中就有一人曾經配戴過隱形眼鏡。台灣也是第一次配戴隱形眼鏡平均年齡最低的國家，平均年齡為18歲，遠低於全球平均的21歲，同時也是競爭品牌最多的地方，不僅包含國際四大品牌嬌生、博士倫、帝康、視康，更有10多家本土的品牌一同於此市場中進行角逐。

目前隱形眼鏡分為硬式隱形眼鏡以及軟式隱形眼鏡。硬式隱形眼鏡需要客製化，所以在價格上比較昂貴，顧客在選擇上顧慮也會比較多。軟式隱形眼鏡質地較柔軟佩戴上較服貼眼球，價格上也較便宜，因此現在佔有比較大的市場。而在軟式隱形眼鏡類別中又以每日拋棄型隱形眼鏡為市場主流，比較衛生又不需要繁複的保養程序，現在是熱門的拋棄型隱形眼鏡產品。

拋棄型隱形眼鏡目前台灣普遍製作的材料以透氧較好的水膠為主，大多數都以甲基丙烯酸-2-羥基乙酯(HEMA)，甲基丙烯酸縮水甘油酯(GMA)或是N-乙基-派洛酮(NVP)等聚合形成。其中又以HEMA為主，不過其透氧率以及含水率仍是水膠這個材質無法廣泛應用的原因，因此短時間佩戴上，消費者並不會感到不適，超過一個配戴時間後，長戴型隱形眼鏡所造成的眼睛腫脹缺氧之問題會比拋棄式來的小，以台灣目前的技術而言，以矽水膠來製作之隱形眼鏡的比國外廠商落後，所以將矽水膠隱形眼鏡廣泛推出在台灣市場上，必須再花一些時間成長，以達到更好的產品製作。

國外將聚矽氧烷高分子這個親水單體加入 HEMA 研發出矽水膠這個材料，目前國外的大廠也將矽水膠廣泛使用在隱形眼鏡製作上。聚矽氧烷高分子(Polysiloxane)是以氯化矽烷為原料與水反應而聚合，其分子長鏈由矽與氧原子交替構成，周圍有許多有機分子團，因此兼具有機及無機性質，此材料最大特徵為其優異之耐熱性、耐低溫性、耐候性、耐臭氣性、耐溶劑性、電氣絕緣性、疏水性及透過性，因其玻璃轉移溫度很低，在廣泛溫度狀況下仍具有特殊之機械性質及電氣性能，故在商業及軍事用途甚多。聚胺基甲酸酯(Polyurethane, PU)是屬於一種橡

膠性彈性體，其基本原料為異氰酸酯(iso-cyanates)與多元醇，此材料最大特徵為其機械性質之優異性，其高彈性、耐磨耗性及耐拉裂特性特別優異，耐老化性、耐臭氣性、耐油性、耐溶劑性等也有相當優異的性質，但其耐熱性則不太理想，受到高負荷時於 90~130°C 則呈塑性流體狀，到 150~200°C 時則幾乎全部成熔融狀，此外，此材料之耐水性亦不佳，尤其聚酯型者有加水易水解之性質。因此根據上面敘述，矽水膠隱形眼鏡在國外與國內成長速度不同。

1.2 研究目的

基於上述研究背景與動機，本研究將以專利方法分析目前矽水膠隱形眼鏡的發展現況，以專利方法探討該技術未來的研發方向。本研究主要研究目的：探討矽水膠隱形眼鏡技術的研發方向。

2.文獻探討

2.1 隱形眼鏡產業發展

第一副眼鏡在 13 世紀後期由義大利發明出來。而台灣開始生產是 1950 年代，主要的發展期間在 1970 年到 1990 年間，主要原因是政府大力的推動國內產業發展；在 1970 年，原本在日本發展的眼鏡製造業，因為勞工成本持續上漲與環保議題，決定將產業移往台灣，因此在 1980 年台灣眼鏡業達到鼎盛時期，取代日本成為眼鏡出口的世界第一大國，然而到 1986 年我國眼鏡的出口金額為兩億，1986 年到 1995 年間台灣主要的出口項目為太陽眼鏡，這個時期是台灣眼鏡製造業大量出口時期，主要是因為那時候政府極力推動產學合作，國內目前大多數的光學鏡片公司皆成立在這個時期。

「隱形眼鏡」由達文西於 1508 年時提出，主要是因為達文西發現了眼睛的焦距在和雨水接觸時會發生變化，因此進一步提出隱形眼鏡的理論和圖解，成為後來隱形眼鏡創立的基本觀念。然而第一副隱形眼鏡一直到 1887 年才由原先製造玻璃和義眼的商人米勒製造出來，當時原先是為了保護一位患者突出的眼睛，於此之後，德國及法國皆有人不斷嘗試以角膜隱形眼鏡，直至 1930 年，隱形眼鏡才被真正用作視力矯正的工具。而第一副使用聚酸甲酯 (Polymethylmethacrylate) 為材料的隱形眼鏡，則一直到 1938 年才被 Mullen 和 Obring 製造出來。

隱形眼鏡屬醫療器材產業，主要的功能是提供人體勢力的矯正與美觀。隱形眼鏡材料朝著材料透氧性與舒適度的方向演進，由早期的玻璃材質、聚甲基丙烯酸甲酯(Polymethyl methacrylate, PMMA)等配戴較不舒適的硬性材質，到易於配戴的親水性的聚甲基丙烯酸乙酯(Hydroxyethyl methacrylate, HEMA)材質。由透性器半硬鏡片(rigid gas permeable, RGP)，發展到最新可久戴的「矽水膠」(Silicone Hydrogel)材質。隱形眼鏡的功能也由近、遠視的矯正，到散光及老花的矯正，以及最新的高階像差矯正。角膜變色鏡片問世後，隱形眼鏡更提供了化妝的功能。最早嘗試隱形眼鏡的族群，現在已經到了需要配戴老花眼鏡的年紀，因此市場對具備雙焦點、多焦點、漸近多焦點等特用光學功能鏡片之需求大幅增加，預估年成長率可達 10% 以上。此外，角膜變色隱形眼鏡鏡片設計的多樣化，能供應平光或具備視力矯正功能的鏡片，受到年輕族群的喜愛，其年成長率維持在 5~10% 左右。

根據 Theta Report、B&L Fact Report 及 Contact Lens Spectrum 等資料所示，1996 年全球隱形眼鏡市場為 23 億美元，2000 年為 30 億美元，至 2014 年已成長至 76 億美元。相關統計資料顯示三個主要因素驅動著隱形眼鏡市場的成長，其一是準配戴隱形眼鏡的人口數逐年增加，像美國每年約有 2,200 萬的青少年即將進入配戴隱形眼鏡的年齡，而這個趨勢看起來不會有太大的變化。其次，造就市場成長的因素是「高價值特殊功能鏡片的產品轉換」，這些高價值特殊鏡片包括了軟式散光隱形眼鏡、給老年人老花使用的多焦點隱形眼鏡以及年輕族群愛用的角膜變色隱形眼鏡，這類產品轉換不僅驅動銷售量成長，更重要的是售價的差異，特殊功能鏡片的高價格能為製造商提供更好的利潤。而「不斷成長的國際市場」則是第三個驅動市場成長的因素，預期太平洋週緣，特別是日本，澳洲以及歐洲使用隱形眼鏡的人口比率會持續增加。近年來，快速經濟成長的新興市場，由於消費能力的增

加，轉換使用隱形眼鏡的人口正持續增加。

由於各地總體環境與法規的差異，各類隱形眼鏡產品在各區域市場的表現也不盡相同。GP 鏡片在日本、德國以及以色列有相當高的佔有率，但在其他國家則僅約占一成。日拋式隱形眼鏡在各區域市場表現的差異度最大，根據 Cooper Company 資料所示，在美洲僅 28% 的配戴者選用日拋，在歐洲有 46% 選用日拋，而在亞太地區則有 60% 的配戴者選用日拋，而全球平均則為 42%。散光與多焦點鏡片也因區域市場的不同而有差異，在某些國家球面鏡片的佔有率僅比散光鏡片高出 10%。經濟快速成長的中國，幾乎沒有 GP 鏡片的市場，日拋鏡片的銷售也很少，超過 50% 的市場仍屬月拋型以上長週期軟性鏡片。這些差異性將導致區域市場中單一產品的供需不平衡，這種不平衡現象通常不是採用全球行銷的大廠所能迅速遞補的，而這也正是代工業者的利基。

在國內，相較於其他生醫器材產業而言，隱形眼鏡產也已有一定的基礎和優勢，根據中華民國海關過去 10 年進出口統計數字來看，臺灣隱形眼鏡出口金額逐年成長，尤其近 5 年成長超過 3 倍，複合成長率近 25%，超過產業複合成長率 7% 三倍之多，且 2006 年台灣首次由隱形眼鏡的入超國轉變成隱形眼鏡的出超國。此外，自 2008 年起，進口金額開始呈現負成長，加上出口金額正成長，顯示國內隱形眼鏡產業對進口品之依存度已逐年下降。因為配戴隱形眼鏡的人口數逐年增加、高價值及特殊功能鏡片的市場不斷成長，再加上隱形眼鏡使用功能的趨勢演變，除了近視、遠視、散光及老花等視力矯正功能，近幾年具有彩妝及造型裝飾等非視力矯正用的隱形眼鏡愈來愈普及，提供隱形眼鏡產品更多元的應用領域，驅動全球市場的成長動能。

2.2 隱形眼鏡市場現況

從 2010 年至 2012 年間，全球傳統眼鏡製造業，與隱形眼鏡市場的市占變化做比較，如表 2.1 所示。使用光學鏡片的傳統眼鏡銷售市場比重，雖然遠大於隱形眼鏡市占約 50 個百分點以上，但因消費者對於隱形眼鏡的美觀，及材料透氧程度的需求持續提升，活絡了市場競爭，帶動 2010 年到 2012 年之間的隱形眼鏡市場銷售比重迅速提升。2012 年，隱形眼鏡全球銷售比重，首度超越 25%，若預期全球業者持續增投產線，加上消費者對於不同隱形眼鏡產品的需求持續增加，如：瞳孔放大片或變色片等。

表 2.1 全球傳統鏡框眼鏡與隱形眼鏡市占率變化

	2010 年	2011 年	2012 年
隱形眼鏡	24.34%	24.80%	25.35%
傳統鏡框眼鏡	75.66%	75.2%	74.65%

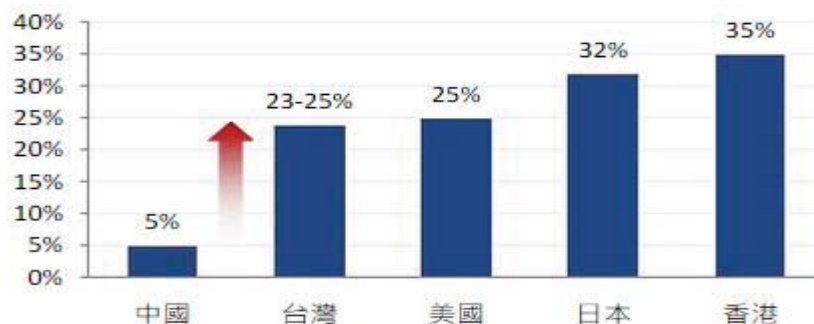
資料來源：工研院 IEK，台經院產經資料庫整理

據 2012 年的眼鏡產業調查整理，北美的消費市場占全球市場的 30% 以上；歐洲則占約 40% 左右；而亞太地區，以人口數最多的印度和中國為參考基準，預計在 2012 年至 2018 年間，將以 9.0% 的複合年增長率成長。其中，因配戴隱形眼鏡的人口數逐年增加，高價值及特殊功能鏡片的市場需求，隨之成長，再加上隱形眼鏡的使用功能趨勢演變，除了原本近視、遠視、散光，及老花等視力矯正功能外，近幾年具有彩妝、造型裝飾等，非視力矯正用的隱形眼鏡越發普及，賦予隱形眼鏡的產品，有更多元的應用領域，驅動了全球市場的成長動能。

根據統計，全球未矯正的屈光不正患者（遠視與近視）人口數約為 6.25 億，其中的近視人口數，遠高於遠視的人口數。在美國的研究報告中指出，以美國成年人近視的發病率數據觀察，與過去相比增加了 66%，意從 1971 年到 1972 年間的 25%，提升至 2005 年到 2010 年間的 41.6%，約為 7850 萬人；歐洲近視患者約佔總人口數的 25% 至 30%，約為 1.8 億人；亞洲地區等開發中國家的近視患者人數，也居高不下，例如中國近視患者約 24%，佔總人口數約 3 億人；台、日、韓等亞洲國家，更是高達 70 到 90% 左右的人口占比。而好發近視的年齡層也逐漸下降，歐美國家青少年患有近視比例占 40%~50%；中國約有 90% 的青少年與青年人患有近視；在韓國首爾，19 歲的男性，患有近視的比例高達 96.5%。

隨著近視人口不斷增加，可看出隱形眼鏡具備相當龐大的潛在市場，其發展潛力可依隱形眼鏡滲透率為基準。

歐、美市場的隱形眼鏡滲透率，為 20% 至 30% 左右；亞洲地區之台、日、韓等國家，為 25% 到 35%。而中國配戴眼鏡人口數雖高達 3 億，但隱形眼鏡滲透率卻不到 5%，可見隱形眼鏡市場仍有高度的成長空間，如圖 2.1。以中國為例，研究指出，人均 GDP 與隱形眼鏡滲透率密切相關，人均 GDP 高於 1 萬美元時，隱形眼鏡滲透率將大幅提升，其主因在於，隱形眼鏡的使用普及，直接反映了該國家地區的經濟、文化、衛生等發展狀況，若人民所得、文化素養、衛生環境、醫療水平等，未達到一定水準，對於隱形眼鏡這類醫療用品，則無需求與使用概念。故此可以解釋為隱形眼鏡的普及率，在某種程度上反應了社會的綜合狀況。



資料來源：工研院 IEK 產業分析

圖 2.1 各國隱形眼鏡滲透率

歐美國家的隱形眼鏡滲透率，在 2012 年達 69.4%。消費者從配戴起，養成定期採購模式的習慣，以及廠商配合環境需求，改良產品的設計，使整體市場發展趨於穩定；而中國隱形眼鏡市場，則仍處於發展初期，2012 年市場規模約 3 億美元，占全球隱形眼鏡市場僅 4%，從人均 GDP 的發展上來看，2013 年僅在沿海一、二線城市，達到人均 GDP 1 萬美元的標準，預估於 2016 年，將會有超過 10 個城市達到標準，進而大幅提升隱形眼鏡滲透率。

受到氣候與價格等因素影響，各區域市場使用習慣不盡相同的情況下，也反映在產品配戴週期的接受度上。隱形眼鏡的鏡片有硬式與軟式的分別，如表 1.2，依佩戴時間，可分成一年用、月拋、雙周拋、日拋。其中，近年發展盛行的彩色隱形眼鏡，則屬於軟式的日拋隱形眼鏡。歐美地區氣候普遍乾燥，消費者偏好訴求高保濕的長周期隱形眼鏡，而亞洲氣候與歐美不同，對價格也較敏感，故短周期的日拋式隱形眼鏡較受青睞。

表 2.2 隱形眼鏡種類

鏡片種類	特性敘述
傳統硬式隱形眼鏡	耐用、不易破損，清洗保養容易，壽命較長約三至五年，對視力矯正(尤其是散光)效果較佳。
傳統軟式隱形眼鏡	吸水性及舒適度良好，適應期較短，鏡片比角膜大，不容易脫落、移位，容易驗配，適合間斷使用者。
硬式高透氣隱形眼鏡	為改良後的硬式隱形眼鏡，透氣性提高，可以拋光及修改。但親水性較差，較易吸附分泌物且價格較高。
軟式長戴型隱形眼鏡	透氣性高，可長時間配戴。
拋棄式軟式隱形眼鏡	透氣性高，用後即丟棄，極富彈性。

資料來源：本研究整理

2010 年，全球隱形眼鏡產值達 61 億美元，根據 2013 年 Contact Lens(2013)的研究資料顯示，2012 年用於軟性隱形眼鏡的矽水膠材料比重達 64%，傳統水凝膠(Hydrogel)約 24%；而硬式隱形眼鏡原料 RGP(Rigid Gas Permeable)約 9%。可觀察出，近年來國際大廠的產品發展趨勢，主要為拋棄式的軟式隱形眼鏡為主。

然而在 2013 年，全球最大的隱形眼鏡市場為北美地區，歐洲地區位居第二；而 2012 年，以隱形眼鏡市場調查分析，不論在公司銷售額或品牌市占率上，全球第一的頭銜，為國際大廠—嬌生公司。

根據 Theta Report、B&L Fact Report、Contact Lens Spectrum 的資料顯示，全球隱形眼鏡市場規模由 2000 年的 30 億美元，持續成長至 2013 年的 76 億美元，且全球最大的隱形眼鏡市場為北美地區，即佔全球 38% 的市場比重，歐洲地區已 27% 位居第二，第三大隱形眼鏡市場則是日本，比重達 20%。

此外，依據 2014 年 Euromonitor(Euromonitor, 2014)的資料顯示，2012 年隱形眼鏡不論在公司或品牌市佔率仍以國際大廠為主，全球第一大公司銷售額與第一大品牌市佔率皆為為嬌生公司(Johnson & Johnson)，隱形眼鏡品牌為 Acuvue，品牌市佔率達 31.6%，而公司全球銷售市佔率即達 37.9%，顯示嬌生公司在全球隱形眼鏡的佈局、產品研發與營運模式皆為重要的觀察指標之一。

位居全球銷售市佔率第二的諾華集團(Novartis)，品牌 CIBA Vision 以市佔率 13.7 位居全球第二大，而諾華全球銷售比重也達 20% 以上；在全球隱形眼鏡市佔率前五大公司中，如表 2.3 所示。市佔率第五名目立康(Menicon Co Ltd)為日本公司，而台灣廠商精華光學—帝康(Ticon)品牌占有率約為 0.4%，金可國際集團的海昌(Hydron)品牌占有率約 0.8%，上海衛康公司旗下的衛康品牌占有率約 0.3% 左右。預期中國隱形眼鏡市場的持續成長，將帶動我國或中國隱形眼鏡品牌業者，在全球市佔率能進一步的上揚。

表 2.3 全球主要隱形眼鏡公司之前十大隱形眼鏡品牌佔有率概況

公司銷售額全球市佔率(%)	公司名稱	品牌名稱	全球排名	品牌市佔率(%)
37.9	嬌生(Johnson&Johnson Inc)	Acuvue	1	31.6
20.1	諾華(Novartis AG)	CIBA Vision	2	13.7
		Air Optix	5	4.5
11.6	酷柏(Cooper Cos Inc)	Cooper Vision	2	13.7
		Proclear	9	1.4
		Biofinity	10	1.3
11.1	博士倫(Bausch&Lomb Inc)	Bausch&Lomb Inc	4	5.3
		Pure Vision	6	2.0
2.7	目力康(Menicon Co Ltd)	Menicon	7	1.3

資料來源：Euromonitor，工研院、IEK，台經院產經資料庫整理

依照全球隱形眼鏡產品的比重分類，如表 2.4 所示。若根據隱形眼鏡大廠 Cooper 公司的市調資料顯示：2012 年，美國、歐洲與亞洲消費者，對於隱形眼鏡產品的喜好各有不同，其中美國消費者偏好雙周期的產品，日拋產品市場比重僅 23%，位居末段；而亞洲地區市場的消費者，則以日拋式隱形眼鏡產品為主，市場占有率高達 59%；歐洲市場的消費者，選擇雙周拋產品者，僅約 10%。故以數據顯示分析，隱形眼鏡業者若要跨入歐美地區的市場，生產與研發的鏡片，仍須以當地民眾的使用習慣為優先考量。

表 2.4 2012 年全球各區域消費者採購隱形眼鏡產品比重概況

	美國	歐洲	亞洲
月拋式	33%	48%	9%
雙周拋	44%	10%	48%
日拋式	23%	42%	59%

資料來源：Cooper Company、工研院 IEK，台灣經濟研究院產經資料庫整理

2014 年，投入隱形眼鏡市場的製造廠商陸續增加，加上隱形眼鏡需求改變，由過去傳統以矯正視力配戴為主

的市場，轉向成使用時尚美觀、造型作用的彩色或瞳孔放大片為主流，使得產能不斷提升，連動生產值隨之成長。此外，消費者使用 3C 產品或其他行動裝置的比例變多、時間變長，且消費者對於紫外線或藍光等有害因素，恐傷害眼睛的觀念逐漸成熟，帶動了太陽眼鏡或抗藍光鏡片等需求擴增，綜合上述分析，皆是促進本產業的產銷值持續增長的原因。

從台灣製造隱形眼鏡之廠商，主要以代工為主，規模多以中小企業為主。於國內的產業鏈，如圖 2.2 所示。上游為原料供應商，主要以高分子聚合物為主，而中游的製造商則購買原料後，依照自行參數設定與能力製造隱形眼鏡，供給下游供應商，如眼科、眼鏡行、藥房、超級市場等，最終由消費者購買使用。

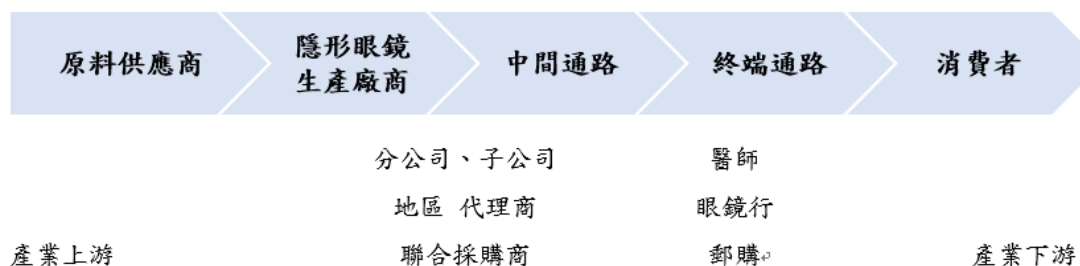


圖 2.2 隱形眼鏡產業鏈

資料來源：精華光學

依隱形眼鏡種類可分為軟式及硬式隱形眼鏡，在台生產軟式隱形眼鏡的廠商有精華光學、精鼎光學、優你康光學、視康、加美光學、永勝光學、昕琦科技、星歐光學、視全、視茂、昱嘉科技、晶碩光學、視陽光學、矯你視光學等企業，如表 2.5 所示。由於隱形眼鏡需求驅動業者產能再提升，台灣眼鏡製造業 2013 年生產值已正式突破 200 億元，其中隱形眼鏡產值年增率高達 42.51%。

表 2.5 在台隱形眼鏡製造廠商

廠商	概述
精華光學	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 旗下有一間子公司 Shine Optical Holding Groups Inc.兩間分公司分別為 Shine Optical B.V. / Optical Connection Inc. ➢ 自有品牌【帝康】 ➢ 2011 年代工博士倫彩色雙周拋
精鼎光學 (精能光學)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2007 年自有品牌：愛視能 Ilens ➢ 由應華精密與日本精工技研轉投資的隱形眼鏡公司
優你康	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 自有品牌：高視能 i VISION ➢ 子公司包含：高視能隱形眼鏡有限公司、上海精水光學眼鏡有限公司、珠海市三獅光學有限公司
視康	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2000 年 9 月，諾華收購美國 (Wesley Jessen) 公司，將其併入自己的子公司視康 (CIBA Vision)。 ➢ 2009 年 1 月 4 日諾華收購愛爾康藥廠
加美光學	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 設計、製造、進口及銷售高品質的隱形眼鏡及相關產品 DMS (Design、Manufacture、Service) 專業廠商。 ➢ 1992 年曾代理衛斯理隱形眼鏡系列，而衛斯理隱形眼鏡於 2000 年併入 Ciba Vision 旗下
昕琦光學	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 全球第三大隱形眼鏡品牌商酷柏光學 (Cooper Vision) 積極拓展香港及大陸市場，首次下單給台灣的昕琦科技 ➢ 生產一般隱形眼鏡與彩色隱形眼鏡 (俗稱「角膜變色片」)，目前已在香港及台灣銷售，今年下半年將在大陸及日本上市。 ➢ 擁有與嬌生一樣的「濕式注模」技術 ➢ 採用自己開發、已申請專利的「三明治夾層著色技術」，所以獲得酷柏的認可。 ➢ 昕琦是金可合作已久的 OEM 供應商，金可在大陸彩色片，也是委託昕琦生產。
星歐光學	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 主要業務為拋棄式隱眼、特殊鏡片。

(Largan Med)	➤	大立光公司透過旗下控股子公司間接投資星歐光學
視全	➤	旗下有三間子公司，分別為亨泰光學有限公司、視全股份有限公司、美夢隱形眼鏡有限公司

表 2.5 在台隱形眼鏡製造廠商(續)

廠商	概述
視茂	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 從事彩色拋棄式隱形眼鏡光學產品製造與銷售 ➤ 採用美國 F D A 認證合格的感光顏料和非離子材質來製作鏡片 ➤ 取得台灣、日本及中國大陸等多國之專利。
晶碩光學	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 碩聯合科技及景碩科技共同轉投資的子公司 ➤ 自有品牌：晶碩

資料來源：本研究整理

根據表 2.5 資料顯示，得知在台灣製作隱形眼鏡的廠商不在少數，不管是從電子製造相關轉投資生產隱形眼鏡；或是原本做為代工的公司，轉型研發而自創品牌，目的都為搶攻隱形眼鏡市場。例如，昕琦光學在 2008 年推出，三明治夾層的彩色隱形眼鏡產品，將傳統的三明治夾層的厚度改良，令其變得輕薄，以此技術持續研發，讓該公司在 2011 年推出日拋彩色隱形眼鏡，使消費者配戴的更為舒適。或以大立光的子公司一星歐光學為例，於 2015 年時，為了打破市場僅由幾家大廠獨占的局面，利用投幣式販賣機，來販售隱形眼鏡，讓有別以往的銷售模式，達到吸引顧客的效果，也使購買隱形眼鏡的流程，變得更加便利。

2.3 隱形眼鏡的技術發展

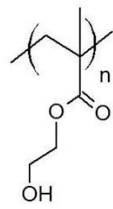
使用的材質也從聚甲基丙烯酸甲酯(poly(methyl methacrylate)) 到聚甲基丙烯酸羥乙酯(poly(2-hydroxyl methacrylate))演變至現今的矽水膠(silicone)。

在 19 世紀末，隱形眼鏡的概念被首次實現。當時使用玻璃作為材料，但其缺點卻包含玻璃製的鏡片過於厚重、配戴舒適感極差、可能讓眼球受損等。進入 20 世紀，隱形眼鏡的製作開始使用高分子科技，如聚甲基丙烯酸甲酯(poly(methyl methacrylate))，具有高透明度，低價格，易於機械加工等優點，重量輕於玻璃材料，密度約為一半，因而大量使用替代玻璃。當時的研究人員使用此材料得出相較於玻璃隱形眼鏡更輕便的第一代隱形眼鏡。

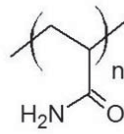
然而作為主要材料的聚甲基丙烯酸甲酯有兩大缺點仍待改善，第一，鏡片硬度太高，受玻璃化轉變溫度(glass transition temperature)性質影響，聚甲基丙烯酸甲酯的玻璃化轉變溫度為攝氏 105 度，其硬度易使配戴者的不適感增加；第二，透氧性差，使配戴隱形眼鏡時，人眼無法獲得足夠的氧氣，研究指出配戴者在長時間配戴隱形眼鏡時為維持穩定的舒適度，隱形眼鏡材料的透氧度以 DK 值衡量，在未配戴隱形眼鏡時，眼球的 DK 值應達 100 左右，但聚甲基丙烯酸甲酯分子排列密集，導致眼球只能從隱形眼鏡邊緣處接觸空氣，只達到 DK 值 0.5，使得透氧率不足，不適合長時間配戴。

到了 20 世紀中，捷克化學家 Otto Wichterle 發現一種能夠使隱形眼鏡本體更加柔軟的高分子材料—聚甲基丙烯酸羥乙酯(poly(2-hydroxyl methacrylate))，它的玻璃化轉變溫度在攝氏 100 度左右，但相較於聚甲基丙烯酸甲酯具有良好的親水性，由聚甲基丙烯酸羥乙酯為經過特殊化學反應所得出之聚合物，具良好透光性，該聚合物稱之為「水膠」。

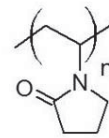
運用水凝膠製成的隱形眼鏡稱為軟性隱形眼鏡(soft contact lenses)，如聚丙烯酰胺(polyacrylamide)、聚乙烯基吡咯烷酮(polyvinylpyrrolidone)，如圖 2.3。而以聚甲基丙烯酸甲酯製成的隱形眼鏡則被稱為硬性隱形眼鏡(rigid contact lenses)，軟性隱形眼鏡因本身為富有彈性的材料，且含有水分，使眼球可透過水分子接觸氧氣，提升了配戴者的舒適度，因而在市場上取得了優勢。



聚甲基丙烯酸羥乙酯



聚丙烯酰胺



聚乙烯基吡咯烷酮

資料來源：健康中國人網，隱形眼鏡的變遷(2013)

圖 2.3 分子式

所以水凝膠材料透過水解決了透氧率不足的問題，但水的 DK 值仍只能達到 80 左右，因此研究人員鎖定一不由水分子攜帶氧氣的材料「矽水膠」(silicone)，是一種由矽原子與氧原子反覆交替形成的高分子材料，在特性方面，玻璃化轉變溫度約為攝氏-125 度左右，透氧率高達 DK 值 600，該材料可達到高透氧性以及較優越的親水性，其隱形眼鏡被稱為「矽水膠隱形眼鏡」。

同時，這類含矽的高分子材料也被應用在硬式隱形眼鏡上，嘗試在聚甲基丙烯酸甲酯中加入一些含矽高分子，使透氧性提升許多，雖然在市場接上依然以軟性隱形眼鏡為主，但硬性隱形眼鏡在基本特性上還是有不易損壞、耐用等獨特的優點。

3.研究 方法

3.1 研究 架構

本研究以專利方法分析隱形眼鏡矽水膠配方，先透過技術領域專家確認檢索關鍵字以及檢索範圍，使用 M-trends 專利檢所的軟體，以美國專利商標局檢索資料庫(United States Patent and Trademark Office, USPTO)為主，經過塞選後所得到之專利資料進行分析，利用專利地圖者出關鍵技術進行專利分析了解技術發展趨勢，並繪製出技術生命週期突來解釋目前隱形眼鏡矽水膠配方現階段的技術，以及未來的技術發展趨勢。

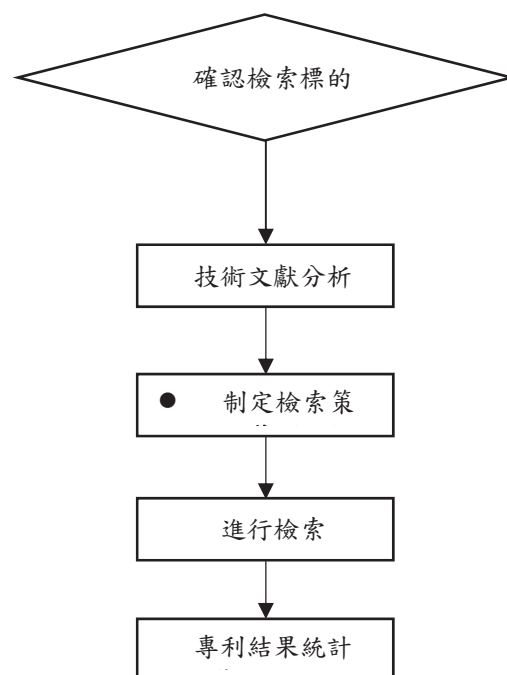


圖 3.1 流程圖

3.2 專利分析

專利分析(Patent Analysis)是一種系統化整理專利資訊之方法。對於專利文獻所包含的專利技術進行統計、分析、比較的工作，再根據專家的知識輔助將資訊進行主題分析，即可得到「專利情報」(謝明華，1996)。專利分析的價值可以預測與追蹤相關的技術，整理專利權相關的資訊、企業之間的技术差異，亦可發現其他企業的研發策略(謝明華，1996)。Ernst(1998)認為專利分析是具有讓進行分析者能夠取得大量競爭對手或產業整體技術發展的專利資訊，以探討預測未來技術演化趨勢的方法。而 Moguee(1991)認為專利分析應具有下列四項應用價值的探討：(1)競爭對手分析(rival analysis)，(2)技術追蹤及預測(technology tracking forecasting)，(3)掌握重要之技術發展(identifying important developments)，(4)國際專利策略分析(international strategic analysis)。

3.2.1 專利檢索

專利檢索，為人腦與資料庫之間，相互探索與激盪的過程，而檢索結果的成功與否，將取決於檢索時，所運用的關鍵字與檢索式，且不同技術之難易程度，會產生不同內容之差別，因此，沒有一種檢索流程可以囊括全部，唯有反覆檢索，並徵詢技術專家的意見，才能找出更精確的關鍵字。換句話說，專利檢索的結果，會隨著檢索者對技術的理解程度、檢索目的及需求而有所變化。所以，專利檢索結果只能當作參考依據，並不能將其視為絕對。以下章節，將依序說明專利檢索範圍、依據以及檢索步驟。

專利檢索，從選擇關鍵字到完成檢索式的過程，需反覆地進行，配合密集搜尋相關的技術文獻，並參考業者提供之意見，再將搜集到的資料交叉比對，找出符合標的技術特徵之專利。

本研究以連穎科技之專利檢索軟體《MTrends》，做為隱形眼鏡矽水膠專利之特定關鍵字的檢索工具；檢索範圍則以美國專利商標局資料庫(USPTO)為主。因美國區地，為銷售與技術授權交易的主要市場之一，各國企業或研究機構在選擇申請專利的地區時，皆以美國地區做專利佈局的優先考量，故本章節選擇美國專利來分析，並根據市占率鎖定四大廠。

本研究之檢索依據，分為三個面向進行，按照此三個依據，運用人工篩選方式，篩選出符合檢索標準的專利，製作功效矩陣，分析主要競爭者的技術研發重點與技術發展動向，同時判斷其技術的關聯，說明如下：

1. 主要競爭者

主要競爭者檢索目的，為取得符合專利標的資訊。以隱形眼鏡產業內標竿廠商為主要競爭者（亦即上述的四大廠），利用「Google patent」資料庫，進行專利權人或申請人檢索，篩選出與專利標的（亦即隱形眼鏡矽水膠）相關之專利後，逐一檢視是否相似或相同，並根據結果整理出關鍵字。

2. 技術特徵

根據專利標的特徵，歸納出下列關鍵字，如：「製造隱形眼鏡相關」歸納出 contact、lens、produce...等。將關鍵字彙整後，進行字詞的拆解組合，同時使用 MTrends，依照專利書目資料的欄位，例：標題（title）、權利項（claim）、摘要（abstract）、說明（description）等欄位，以「AND」、「OR」、「ANDNOT」等布林運算符號限縮範圍，再針對檢索之結果判定，是否符合技術特徵的分類，進行交叉比對與檢索的篩檢。

3. 專利分類碼系統：

主要使用 WIPO 斯特拉斯堡協定國際分類碼（International Patent Classification, IPC），目的在統一各國原先建立之專利分類法。由於各國在其國內專利申請過程中，必須先針對前案技術（prior art）做審查，若未建立分類，所搜尋之前案技術，大多是以關鍵字搜尋專利內文，同時為避免申請過程中，讓競爭對手輕易搜尋出，專利權人研發之技術情況，故此，常使用技術之上位用語來申請，所以，在前案檢索中可能會浪費多餘的時間與增加檢索複雜度。然而，運用專利分類法，便能減少專利前案的搜尋時間。目前國際分類碼的分類結構，總共分為部（Section）、類（Class）、次類（Subclass）、目（Group）及次目（Subgroup）等五類。

透過「檢索標的」及「專利檢索軟體」設定簡略的檢索式，進行初步檢索，找出相關專利後，再利用 IPC 分類

碼， 確認是否為檢索標的之技術範疇，接著根據 IPC 分類碼及檢索結果，進行關鍵字的增減，並重複進行檢索，持續如此操作直至結果無異，便結束檢索。檢索步驟其詳細說明如下：

1. 蒐集專利資料：

如前所述，以隱形眼鏡矽水膠配方，作為主要檢索的技術特徵，利用「MTrends」資料庫，檢索專利。

2. 確定主要關鍵字：依上述結果歸納，並加入隱形眼鏡相關字詞，如：「Silicone Hydrogel」、「contact lens」等關鍵字。

3. 確認檢索式：根據上述之技術關鍵字，設計檢索式，使用 MTrends 軟體，依照專利書目資料欄位，運用不同關鍵字，限縮檢索範圍。

4. 限縮 IPC 分類碼：為避免檢索結果，可能包含少數非製造隱形眼鏡模具的專利，確認檢索式結果後，再運用 IPC 分類碼限縮檢索範圍，使檢索結果更加精準。

5. 篩選專利：依據 IPC 分類碼限縮結果，進行人工判讀，利用專利書目資料作分類，並整理、製作出技術功效矩陣及管理圖表分析，以協助後續的趨勢判斷。同時，徵詢外部專利專家的意見，條列出符合專利標的特徵之相關專利。

6. 反覆確認檢索結果：重複步驟 2 至步驟 5，觀察檢索結果是否正確，並持續比對檢索式，直到檢索內容相符於專利標的物相關之技術範圍內。

7. 完成檢索：將檢索結果與外部專利專家討論，確認內容無誤後，即結束檢索。

3.2.2 專利地圖

專利地圖 (Patent Map)，由日本特許廳 (JPO, Japan Patent Office) 於 1968 年提出，透過建立一份類地圖的圖表，剖析大量專利資訊，藉此顯示出所查詢之專利，其相關技術的功能與應用，且將地圖以圖形視覺化的方式，不僅可以快速找出專利間的關聯性，更可作為企業發展、執行策略之重要資訊，或者設定為誤觸專利地雷的防禦依據 (陳妍錦,2013)。

簡單來說，專利地圖是將分析的「專利情報」、「書目資料」等訊息，以圖表化呈現，並轉化成各種可解讀的方式，最後產生具關聯性的資訊圖表，使其有類似地圖指向之功能。只要在簡單表達的模式下，就能呈現豐富內涵的資訊，有助使用者輕易地讀取，隱藏在大量專利資訊中的訊息。以下，便針對本研究所使用之，書目資料分析的圖表種類做解釋。

1. IPC 專利分析

IPC 專利分析，係對主要投資隱形眼鏡配方之技術領域進行分析，以 IPC 的分類作為分析基礎，揭示該技術分類項目。以其所屬之各項 IPC 技術分類，讓分析者能更深入了解，此專利群內主要的應用技術，並充分掌握重要技術項目之分佈概況。在掌握技術發展的同時，亦能提供專利資料的正確性，有相輔而成之功效。

2. 專利數趨勢分析

專利數趨勢分析，是將歷年提出申請專利之技術，其專利申請年、專利公告年、專利件數以及專利權人數之變化，經由分析後，可得知在此技術領域的歷年專利產出數量，以及投入戰場之專利權人 (競爭公司) 發展趨勢。

3. 發明人專利數佔有率分析

發明人專利數佔有率分析，是以發明人為基礎，針對目前技術分析，列出技術領域內，各發明人申請專利件數的分佈情形。藉此，可觀察出，哪些發明人，是該技術發展領域內的重要人物。

4. 引證次數

專利引證次數，係針對其技術製作，被引證次數最高者的專利圖表，讓分析者對專案內較具影響性的專利，能容易掌握且方便深入分析，以俾觀察技術內的哪些專利為先鋒專利、哪些專利最具威脅性等，重要參考資訊。

5. 技術功效矩陣

技術-功效矩陣，為技術圖的一種。是以特定的專利目的、彙整相關專利、並分解其技術手段與達成功效再製成矩陣型態之統計表。技術-功效矩陣以各個專利資料所要達成的功效作為橫軸，將專利資料中所使用的技術手段作為縱軸。而透過如此系統化地整理專利資料，以矩陣地圖方式呈現分析的結果，能快速清楚的掌握專利分佈趨勢，以提供技術開發之方向，利於技術主題的選定及技術缺口的發現。

本研究運用一般專利地圖，即專利書目資料數據繪製管理圖表，進行專利管理分析。書目資料如：申請日、公告日、IPC 國際分類號、引證關係...等基礎統計數據的管理圖表，可對技術發展以及專利申請等趨勢進行初步了解，進行技術分析。

4. 研究結果

如第二章檢索步驟的說明，依據主要競爭者的隱形眼鏡專利技術特徵，利用 Google Patent 進行大範圍矽水膠隱形眼鏡相關技術專利檢索，以確認後續檢索式所需之關鍵字，並釐清不同廠商矽水膠隱形眼鏡專利字詞撰寫方式的差異，在進行專利篩選時可避免有所遺漏。在 M-Trends 的檢索欄位中，使用主要競爭者，進行專利權人欄位或專利申請人欄位的檢索，並加入已知關鍵字詞，逐一檢視並依主要競爭者，各別篩選出數篇專利後，反覆確認檢索結果與整理。

4.1 IPC 分類

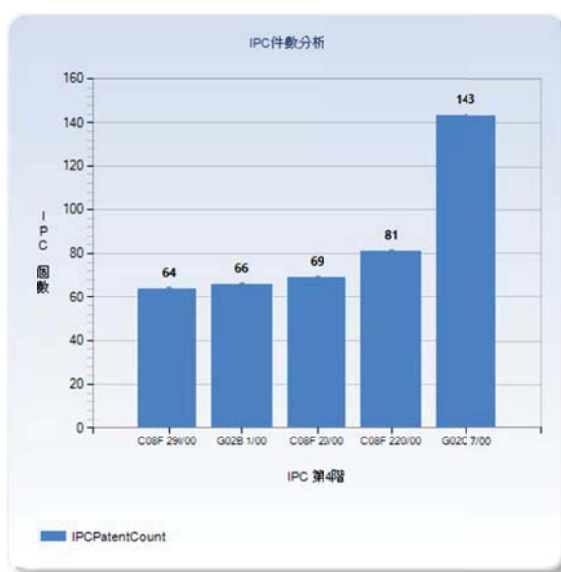


圖 4.1 IPC 分類

圖 4.1 之縱軸，代表為專利件數，橫軸則為 IPC 分類號。從 IPC 第四階觀察，美國多篇專利歸屬於 C08F 220/00 與 G02C 7/00。C08F 220/00 分類，為有機高分子化合物中，具有一個或更多的不飽脂族基化合物之共聚物，每個不飽和脂族基，只有一個碳-碳雙鍵，且僅有一個是以羧基，或鹽、酞、酯、醯胺、醯亞胺抑或脛為終端；G02C 7/00 分類則為眼鏡，太陽眼鏡或與眼鏡有同樣特性之防護鏡中的光學部件。專利 IPC 分類主要係 G02B 1/00，其為光學元件、系統或儀器中，按製造材料區分的光學元件。從 IPC 分類號展開至第 2 階，得知美國專利群之主要 IPC 分類，集中在 C08（有機高分子化合物）與 G02（光學），可看出隱形眼鏡配方專利的主要技術範圍。

4.2 技術生命週期分析

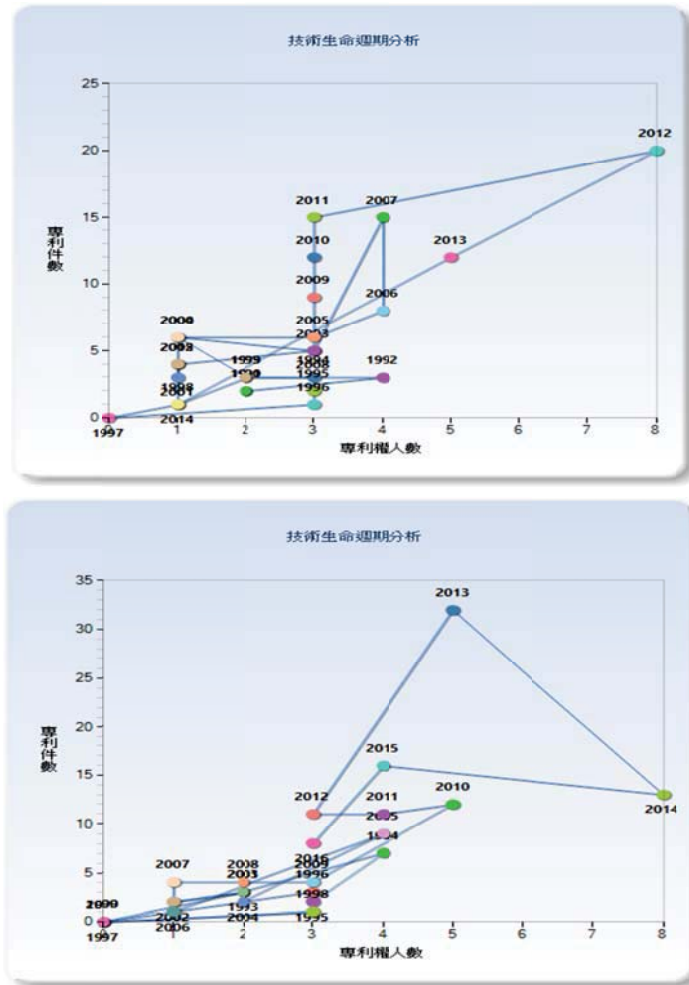


圖 4.2 技術生命週期分析

技術生命週期分析列出矽水膠隱形眼鏡技術，依據專利申請數量與專利申請權人數隨時間之消長，觀察此技術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，預測矽水膠隱眼技術未來發展之興衰指標。如圖 4.2，可看出現在矽水膠隱形眼鏡之技術在成熟期，基於四大廠而言，申請的專利數都穩定，也持續在研發與申請新的矽水膠隱形眼鏡之配方。

4.3 公司別引證率分析

編號	申請人	自我引證次數	他人引證次數	總引證	被專利引證次數	引證他人次數	技術獨立性	引證率
1	NOVARTIS AG	47	0	47	18	451	1	1.093
2	COOPERVISION INTERNATIONAL HOLDING COMPANY, LP	40	21	61	25	191	0.655	2.259
3	BAUSCH & LOMB INCORPORATED	13	317	330	97	18	0.039	16.5

4	JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC.	174	397	571	98	293	0.304	10.01
平均		68.5	183.7	252.2	59.5	238.2	0.499	7.467

圖 4.3 公司別引證率分析

專利最主要的功能之一，是進行技術的揭露，藉由技術的揭露，可使後進者在先前研究者的基礎上，持續突破與創新，達到促進科技與產業發展的效果。因此，在專利說明書中的技術背景，或發明描述等資訊，均會提到先前技術狀況，如前期技術產生的問題，或是專業不足的地方。而在專利說明書的欄位中，即有記載相關參考的引證資料，進行引證資訊的分析，不僅有助瞭解技術發展脈絡，更可做為專利評估的重要初判工具。技術獨立性表示公司之技術研發內容與其他競爭公司之技術的差異性。換言之，技術獨立性值愈高，表示該公司所研發之技術獨特性較高，其研發路線較為獨立，同業間較少有公司跟隨其技術研發，可謂之獨門技術。技術獨立性值愈低者，表示該公司之技術研發路線較為標準，與其他競爭公司研發之技術內容相似程度較高，亦較有技術侵權之可能性。由此可推估博士倫較研發方向可能與大廠較為相似，而諾華研發方向較獨特。

4.4 公司件數歷年趨勢分析

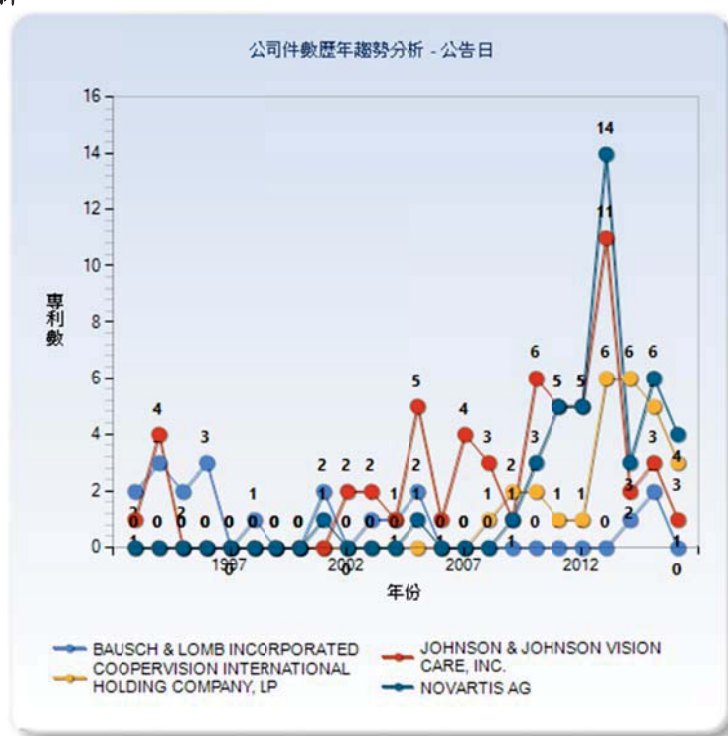


圖 4.4 公司件數歷年趨勢分析

重要競爭公司歷年專利件數分析係分析重要競爭公司之歷年專利產出之趨勢，藉以掌握公司矽水膠隱形眼鏡技術投入之動態，深入了解公司各年間之專利佈局態勢，避免誤觸技術地雷等重要情報資。從圖 4.4 得知，2005 到 2013 年間，各公司申請的專利數量逐年增加，從市場趨勢來看，全球近視人口持續增加，但從 2006 年至 2010 年起，因亞洲市場興起彩妝、造型功能的隱形眼鏡，導致與隱形眼鏡材料相關之專利件數開始減少，市場重心漸往隱形眼鏡塗層等設計方向發展。從市場面來看，全球隱形眼鏡市場的規模，由 2000 年的 30 億美元持續成長，而美國成年人近視人口，於該期間增加了 66%；歐洲近視患者也提升至，約總人口數的 25% 至 30%。

4.5 結論

根據上述資料及圖表可得出目前矽水膠隱形眼鏡的技術穩定成長當中，在這個寡占市場中的四大廠：嬌生、諾華、酷柏以及博士倫，在技術上也不斷的研發新的矽水膠配方，使隱形眼鏡配戴上更舒適，降低病變以及乾眼症等疾病及細菌感染。目前的利用這樣舒適的配方，創造出的新產品是彩色放大片，不但在配戴上多了「美容」、「角膜放大」或「角膜變色」等效果。照這樣的研發，未來幾年可以與其他產業合作，開發出更多造福人類的新產品，例如在2013年 Google 和諾華的子公司愛爾康合作，以借助微型技術來改善普通人的健康水平為目標，在同年內，Google 宣布一項與醫療有關的智能隱形眼鏡製造技術，主要功能為矯正老花眼。2014年1月 Google 與諾華研發了一個出自 Google X、醫療相關產品的智能隱形眼鏡，可供糖尿病患者測試血糖水平。目前 Google 提交了一個最新專利為可用於智能隱形眼鏡的微型攝像系統，可將扁平的攝像頭元件嵌入隱形眼鏡中，並通過眨眼等動作來進行操控，而這類攝像頭元件還能追蹤佩戴者眼球的轉動生成圖像數據，完全不會影響佩戴者的視角；此外，圖像處理的數據不僅能夠被用來檢測光線、顏色、肌理、物體、面孔、動作等，且能夠將皆收到的影像投射出來。例如，當盲人走到十字路口時，手機將會播放警告提示來告知盲人所處的位置。

這只是一場科技革命的開端，上述智能隱形眼鏡產品從醫療角度出發，其產品有助於更多種病症的治療、舒緩以及控制，雖然仍處於研發階段還未上市，但可看出未來智能隱形眼鏡發展趨勢，因此如果可以利用矽水膠的舒適搭配智能隱形眼鏡，這樣的科技創新，也許會帶給人類更多的便利。

5. 參考文獻

中文文獻

1. 台經院產經資料庫，2014.6，眼鏡製造業之現況與未來展望，頁 5-6
2. 台經院產經資料庫，2014.6，眼鏡製造業之現況與未來展望，頁 5-6
3. 台經院產經資料庫，2014.3，眼鏡製造業景氣動態報告，頁 8-9
4. 台經院產經資料庫，2014.3，眼鏡製造業景氣動態報告，頁 8-9
5. 台經院產經資料庫，2014.6，眼鏡製造業基本資料，頁 7-8
6. 台經院產經資料庫，2014.6，眼鏡製造業基本資料，頁3-4
7. 陳妍錦，專利地圖分析與檢索技術之探討，2013，p923-933

英文文獻

1. Justin Burgin, Contact Lens Polymer, 2000
2. Y. K. Sung et al., Effect of Water and Tacticity on the Glass Transition Temperature of Poly(2-hydroxyethyl methacrylate), Polymer, 1978, 19, 1362
3. Paul C. Nicolson and Jürgen Vogt, Soft Contact Lens Polymer: An Evolution, Biomaterials, 2001, 22, 3273

網站文獻

1. 科技產業資訊室，專利地圖分類與策略性專利地圖內涵，2008，
http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/pclass/2008/pclass_08_A016.htm
2. 張慈映，工研院 IEK 產業分析，<http://edn.udn.com/article/view.jsp?aid=697127#>
3. 中國隱形眼鏡市場：<http://www.academia.edu/>