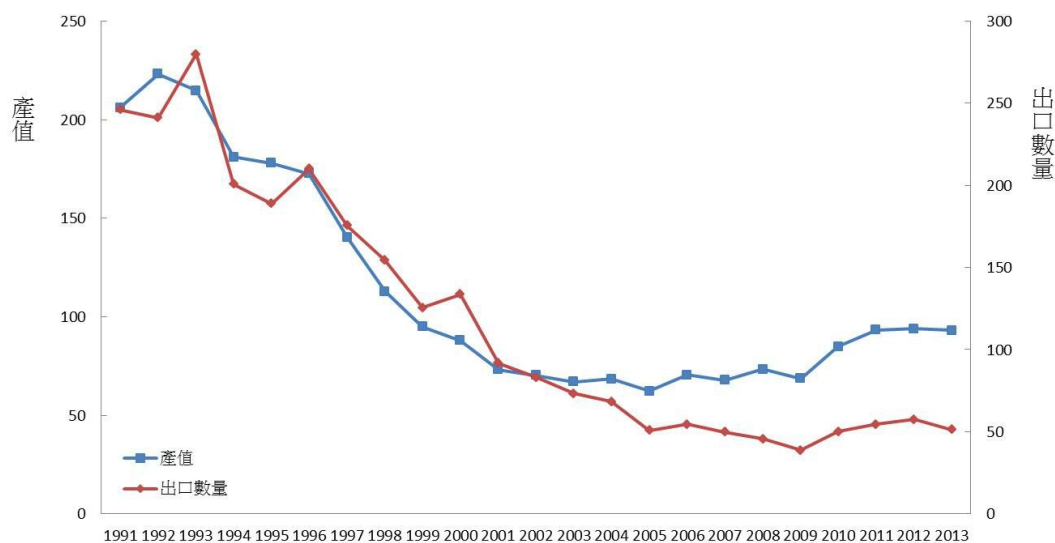


眼鏡及光學鏡片製造業原物料耗用通常水準

第一章 產業概述

臺灣眼鏡製造產業的發展可追溯至 1970 年代，當時正值日本眼鏡製造產業的全盛時期，許多需要勞力密集的生產工廠陸續將訂單轉移到生產成本相較低廉的臺灣。在各大工業區中，又以起源地臺南市安平工業區的眼鏡製造工廠佔多數。到了 1980 年代，隨著臺灣自主製造能力逐漸獲得國際市場上的認同，使得臺灣眼鏡製造業逐漸取代日本、韓國當地的製造商，成為全球眼鏡代工製造大國，特是太陽眼鏡的部分。於 1992 年，臺灣太陽眼鏡出口產量達最高峰，出口總量有 2,100 百萬打，金額高達 2 億 2,300 萬美元以上，約佔全球出口國的 46%，成為世界最大眼鏡產品出口國（圖一）。但之後隨著生產基地漸漸外移至中國大陸與東南亞等勞工成本更為低廉的地區，出口數量及產量逐年下降，到了 2007 年降低為 414 萬打，約 6,700 萬美元。至今臺灣本地已極少製造一般眼鏡，僅存少量的太陽眼鏡製造工廠，較多的情況是購買國外的半成品回臺組裝販售。



圖一、近年臺灣太陽眼鏡類產品出口金額及數量統計表[1]

根據資料顯示，太陽眼鏡消費市場，主要為美國、日本、義大利、法國、德國、英國，美國在 1993 年消費量為 2 億 6 千支，整體零售市場規模將近 25 億美元，約佔全球消費量的 60%，其中僅有 13% 為美國本地自製，其餘皆仰賴進口。在 90 年代初期，臺灣為美國最大的太陽眼鏡進口國，以 1990 年為例，臺灣總共出口 123.6 百萬美元，佔了所有出口國的 46%，而當時中國大陸只佔了 6%，金額為 16.1 百萬美元。但到了 2003 年之後，此一獨大的地位漸漸被中國大陸取代，兩者地位剛好顛倒。而根據 2007 年中國大陸眼鏡行業研究諮詢報告，美國的眼鏡市場每年

均以 4%至 5%的速度增長。美國人平均 1.5 年更換一副眼鏡，每副眼鏡架平均價格超過 58 美元。鏡框從最低檔的 20 美元至高檔的每副 200 美元以上都有市場。美國消費者一般希望購買質量較高的產品，如有彈簧腳、鈦合金重量較輕及款式時髦的鏡架，因此每副價格在 36 美元至 100 美元之間的中間價位產品最受消費者歡迎，所占比例約為 30%。

而值得一提的是較不知名的次級二線品牌大多由日本、香港製造，少部分為臺製，但是生產工廠大多數皆設在中國大陸，設計品牌多來自紐約、巴黎、米蘭、東京等奢侈品高度流行城市，或是具有相當品牌知名度的大眾流行品牌，如 Benetton、UNIQLO、ZARA、H&M、ESPRIT、Lacoste 等，並且會伴隨著流行服飾或者首飾、珠寶等附件類產品的流行趨勢而走，國際性設計師往往會推出一系列整體的流行服飾，當中眼鏡為附屬配件中的一環，而其中的製造代工部分便會交由這些廠商來進行。

關於零售價格低、品質較差的低層次產品中，也可區分為有品牌及無品牌的市場。有品牌的部分多數為臺商的大賣場通路，如美國的沃爾瑪(Wal-Mart)、K-Mart、Target、Sears、Sam'sClub，英國的 Marks&Spencer，法國的家樂福、迪卡龍等。這些賣場多半會推出自有品牌來促銷，而眼鏡為其中的一環。由於這類買家的最大特色為產品必須先經過繁瑣的驗廠程序才能成為其供應商的一環。在採購程序之前必須先通過其驗廠動作，內容除了標準的生產流程作業書之外，尚包含許多社會責任，例如環保要求、消防要求、勞工政策要求及生產線配置要求等等。以 Wal-Mart 為例，每年都會到各個供應商的生產工廠進行驗廠工作兩次，合格為藍燈，不合格有三種情況，分別為橘燈、黃燈及紅燈。若連

續兩次黃燈或一次紅燈則停止接受供應，若出現橘燈，則需要再次複檢。臺灣廠商的強項，藉由穩定的品質要求、出貨交期及合理的報價，的確可以掌握這塊市場。

美國太陽眼鏡的中間價位市場裡又有高價位和低價位之分。產品價格多為 10 幾到幾 10 美元，產品主要銷售在各種層次的百貨連鎖店，超市連鎖和折扣連鎖店中。這是一個成熟而又有開發潛力的市場。因為產品定位層次發展地相當廣和相當密集。價格參數、使用功能、使用場合及技術層次等等因素早已被考慮的相對完善。美國的廣大中產階級和普通消費者是消費的主力。而歐洲市場則是各大名牌眼鏡與高單價、客製化的眼鏡產品兵家必爭之地，其中又以義大利為最大的出口來源，全世界最大的兩家專業眼鏡製造及銷售商皆在義大利，Luxottica 及 Safilo 皆為義大利本地的上市公司。臺灣的眼鏡製造廠商則在歐洲市場競爭的實力較弱。關於眼鏡產品定位，生產廠商以及主要通路之間關係根據資料，如下表一所示可以一目瞭然。

表一、產品定位、生產廠商與主要銷售通路的關係

產品定位	主要生產廠商	主要銷售通路	品牌及設計元素
高價位 (美元100元以上)	義大利、法國、英國、德國等製造商，少部分為日本、香港製造商	各大名牌精品店 高級精品百貨公司 光學眼鏡店	<ol style="list-style-type: none"> 1.多半為國際知名的設計集團品牌。 2.強調帶領流行時尚風潮。 3.鏡框材質多半屬於多層次板材料(環氧樹脂)。 4.金屬飾片多半經過特殊設計或鑲高級鑽以襯托華麗之風。 5.部分強調與科技的結合，如MP3運動型太陽眼鏡、具有藍芽耳機功能之太陽眼鏡等。 6.部分鏡片採用寶麗萊偏光片(Polaroid lens)，強調防止眩光的功能性產品。
中價位 (美元20-100元之間)	日本、南韓、香港等製造商，部分為臺灣製造商	光學眼鏡店 一般百貨公司 運動用品店 服飾店	<ol style="list-style-type: none"> 1.追隨當代的流行設計。 2.強調各個設計師的特殊風格。 3.結合流行服飾的個別設計風格。 4.功能性眼鏡，如慢跑運動型眼鏡、球類型眼鏡。 5.鏡片具有抗紫外線功能等附加價值。
低價位 (美元20元以下)	主要為臺灣製造商、中國大陸或東南亞製造商	量販店 雜貨店 超級市場 折扣市場 藥房連鎖店 跳蚤市場 市場攤販	<ol style="list-style-type: none"> 1.以廉價為訴求。 2.自助式陳列。 3.模仿一線名牌的設計風格。 4.多半無品牌或低知名度品牌。

資料來源：臺灣眼鏡製造產業發展與困境[1]

以下將眼鏡製造業分為鏡框、鏡片、光學鏡片及隱形眼鏡四部分分別說明：

(一)鏡框

框架眼鏡是日常生活中最常見的一種眼鏡。外觀漂亮的框架眼鏡不但能屈光矯正還可具有美觀的作用。一副框架眼鏡通常由鏡片、鏡框、鼻托、樁頭和鏡腳等主要部分構成。材質主要有金屬、塑料或樹脂、天然材料等，分為全框、半框、無框眼鏡等類型。然全框、半框、無框眼鏡僅就外型設計及裝配技術不同其材質應用上皆屬相同。

現在鏡框大致可分為塑膠鏡框與金屬鏡框兩大類。物料上，早期主要採用純金屬及玳瑁，近年則才有非金屬（醋酸纖維、環氧樹脂）及金屬合金（蒙鈉合金、鈦合金）等材料製造而成的眼鏡架。

塑膠鏡框的製造方式有兩種，一為射出成型(俗稱射出框)；另一為板材雕刻(俗稱板料)。其各類材料及優缺點如下表二所示：

表二、常見塑膠鏡框的材料與特性[2]

製造方式	材料	特性說明
射出成型	冷鑲入塑膠 (圖二)	使用此類材質製成的鏡框，多用在高檔眼鏡，可多面雕刻，耐用、質感高，顏色不易脫落，惟調整及加工不易。
	環氧樹脂塑膠 (圖三)	多見於高檔眼鏡，質輕、耐用、質感高、顏色不易脫落為其特色，惟調整不易。此種鏡框表面有迷人的光澤，許多名牌精品的鏡框皆使用此款材質製成。
	塑膠纖維 (圖四)	常見於一般平價鏡框，質輕，但質感不高，價格便宜，顏色非常容易脫落，且無法調整，夜市攤

製造方式	材料	特性說明
	塑膠鈦 (圖五)	販所販售的太陽眼鏡多屬此材質。 又稱超彈性記憶樹脂，在極度彎曲後仍可回復原本的形狀，可有效防止鏡架斷裂保護臉部不受傷害，尤其質地輕盈配戴更輕鬆舒適，常使用在兒童鏡框或兒童用品。其優點為質輕、彈性佳、無毒性，印刷花色多樣化。
	醋酸纖維塑膠 (圖六)	又稱丙酸纖維，經機械或人工雕刻，可做出許多造型變化。其優點為非常耐用，不褪色，經細緻拋光後，也可做出高質感的鏡框。
板材雕刻	賽璐珞塑膠 (圖七)	學名為硝酸纖維素，是一種有歷史性的材質。其特性為燃點低、硬度高、壽命長，加工不易，但可做出像龜甲或蜜蠟般的質感。因其經過長時間染色，所以不會有褪色的問題。若表面霧化，可重新拋光後，又光亮如新。



圖二、冷鑲入塑膠鏡框



圖三、環氧樹脂塑膠鏡框



圖四、塑膠纖維鏡框



圖五、塑膠鈦鏡框



圖六、醋酸纖維塑膠鏡框



圖七、賽璐珞塑膠鏡框

金屬鏡框製造方式有二種，一為線材成型，另一為片材成型，線材成型通常用製造一般眼鏡及太陽眼鏡，而片材成型者均用於較高級之金屬鏡框。金屬鏡框一般的要求是質輕耐用，常見的材料特性如下表所示：

表三、常見金屬鏡框的材料與特性[2]

材料	特性說明
鈦金屬/合金 (圖八)	市場上常見的金屬材質，大多以合金為主，如以耐腐蝕為訴求，則以鈦金屬為首選。而鈦金屬有很多種類，相對的也有不同的價位等級。鈦金屬的特性為質輕，穩定性高，甚至有些純鈦框還具備抗菌與恆溫功能。
不鏽鋼 (圖九)	不鏽鋼的優點是強度很高、可塑性強，有一定程度的抗過敏和耐腐蝕性，它和板料均屬於高可塑性材質。
蒙鈉合金 (圖十)	此合金為鎳銅合金，鎳成份佔 70%，故耐蝕性不錯且抗張力強，但其耐蝕性還不夠好，於潮濕氣候地區的產品，一般均需再經電鍍。
SPM (圖十一)	本材質原用於假牙，經改良後用於鏡架，為鎳鉻銀合金，比重較重，耐蝕性佳，材質硬且不需電鍍即可使用。
鎳鉻合金 (圖十二)	材質為鎳鉻及少量銅之合金，與 SPM 同樣為銀白色，但耐蝕性略低 SPM，可不需電鍍。
銅合金 (圖十三)	屬低價位產品，目前以臺製黑絲框或低價位之電鍍框為最多。純銅之色澤為紅色，延展性良好但抗張力較弱，容易氧化，一般在腳蕊中所產生之銅綠均為氧化銅之成份。純銅若氧化時會繼續侵蝕內部，故可與錫形成銅錫合金又稱為青銅，因氧化錫可形成保護膜，防止內部受侵蝕；或與鋅合金稱黃銅，鋅本身具耐蝕性故可提高合金之使用壽命。
鋁合金 (圖十四)	鋁合金的優點是，重量極輕，金屬質感佳，缺點則是強度稍低且抗蝕性差，需電鍍加工。



圖八、鈦金屬鏡框



圖九、不鏽鋼鏡框



圖十、蒙鈉合金鏡框



圖十一、SPM 合金鏡框



圖十二、鎳鉻合金鏡框



圖十三、銅合金鏡框



圖十四、鋁合金鏡框

(二)眼鏡鏡片

眼鏡片最早是以水晶製造，後來改用玻璃，又因使用需求及高分子材料的演進，出現了塑膠鏡片。而近年來研發的纖維鏡片，可比玻璃鏡片阻擋更多紫外線，為眼睛帶來更佳的保护。此外，在塑膠或纖維鏡片鍍上功能薄膜，可使鏡片擁有跟玻璃鏡片相同的防刮能力，同時具有防水或是減少反光的特性，為配戴者帶來方便及更佳視覺效果。鏡片依據材質可分為三類：玻璃鏡片、樹脂鏡片及聚碳酸酯(PC)鏡片，其特性如下表所示：

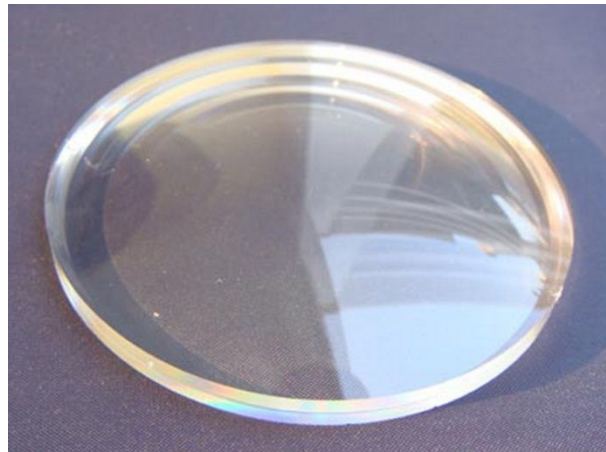
表四、常見鏡片材料及其特性[3]

材質	說明	優點	缺點
玻璃 (圖十五)	是由二氧化矽、氧化鈉、氧化鉀、氧化鈣和氧化鋇等多種氧化物組合而成。具有不同要求的光學常數、高度的透明性、物理均勻性和化學穩定性，以及一定的熱力學和機械性質的材料，製成的鏡片具有良好的透光性。	材質硬，不容易刮傷。玻璃鏡片折射率較高，可以製造出較薄的鏡片，適合高度近視者使用。	玻璃比重較重，配戴起來感覺較不舒服。玻璃鏡片容易破裂，與樹脂鏡片相比，玻璃鏡片比較重也容易破碎。
樹脂 (圖十六)	即塑膠鏡片，佔有極高的市場銷售率。這是因為塑膠鏡片輕且不易破裂，色彩豐富能滿足消費者的需要，同時，表面硬化處理或多層膜反射防止加膜技術已大有進展。	重量輕、不易破裂、可以染色、具有屏蔽紫外線的能力且因熱水氣或蒸氣引起的起霧現象少。	容易擦傷、鏡片厚度較厚且容易產生應變偏歪。
聚碳酸酯 (圖十七)	通稱為防撞鏡片或太空鏡片，這種材質早期使用於防彈玻璃、太空人面罩等用途。	因其耐撞擊力非常的高，而且質料很輕，適用於職業上	鏡片的色散係數較低，在高度數時色散的現象較厲害，會引致不

材質	說明	優點	缺點
		有受撞擊危險之人。	舒服的感覺，因此僅適用於中低度數的使用者。



圖十五、玻璃鏡片



圖十六、樹脂鏡片



圖十七、聚碳酸酯鏡片

(三)光學鏡片

近 10 年隨著全球手機及數位相機等電子產業的蓬勃發展，手機相機及數位相機鏡片成為產值之大宗。綜觀國內光學元件產業，從上至下整個產業鏈相當完整，包括上游的毛胚供應，到中游各鏡片、鏡頭等研磨及組裝，及中下游的整合應用皆平穩發展且近幾年來許多消費產品需要大量的用到照像功能，像是數位相機、照像手機等等，隨著照相功能的產品出貨量不斷的成長，進而帶動光學元件廠商跟著下游廠商一起快速的成長。再加上技術的演進，量產光學元件變得比以往更加容易，製作光學元件的時間縮短、成本也開始下降，光學元件市場也就因此而蓬勃發展。

光學鏡片依材質區分可以分成玻璃與塑膠鏡片。鏡片又分為球面與非球面，優缺點可由下表表示：

	玻璃鏡片	塑膠鏡片
產品價格	高	低
品質精度	較高	較低
量產	較低	可量產
穩定	較穩定	不穩定
耐溫	較耐溫	不耐溫
應用市場	攝影機、掃瞄器	手機、相機、數位相機
製作非球面鏡片	難	易

(四)隱形眼鏡

根據經濟日報 2014 年 1 月 14 日報導，隱形眼鏡已成為血糖監測產品以外另一優勢品項，隱形眼鏡的出口金額從 2010 年臺灣醫材出口第 5 大，比重僅 6%，至 2012 年已成為出口第 2 大產品，占總出口比重成長至 9%。依據 2013 年 1~8 月海關出口資料顯示，隱形眼鏡的出口比重已達 10.2%，和出口排名第 1、出口比重 11.9% 的血糖試片差距拉近中，隱形眼鏡已成為臺灣下一波具產業規模與亮點的出口重點品項。

臺灣投入隱形眼鏡產業的廠商可分為兩大類，一是長期深耕隱形眼鏡的專注型廠商，在技術上精進良率，以穩定的品質維持毛利率與市佔率；有些廠商獲得國際大廠肯定，以代工模式切入市場，有些廠商有鑑於技術穩定，也以臺灣市場做為發展品牌的試金石，開始多元化發展。包含：精華光學、優你康、加美、昕琦、昱嘉、永勝（海昌）、金可國際、視茂、視陽、視全等公司皆屬此類。臺灣已有製造廠可進行隱形眼鏡的製模、製鏡、脫模、水化等前半段製程的代工，技術優勢將持續帶動臺灣隱形眼鏡產業成長。

看好隱形眼鏡成長潛力，憑藉以往彈性製造、高良率的他業經驗，應用在隱形眼鏡領域，以做為擴大本業的成長動能，包含精碟科技早期即轉投資進入隱形眼鏡毛胚製造領域，及近期投入的晶碩光學與精能光學等公司，開始不同以往的經營模式。晶碩光學是和碩聯合科技與景碩科技共同轉投資的子公司，有別於以往廠商多以代工為主，於是透過經營自有品牌晶碩，並以自營通路來擴大市佔率，也透過會員制穩定客戶回購率；而由應華精密與日本精工技研轉投資的精能光學（原精鼎光學），主推愛能視

(iLens) 品牌，非以傳統眼鏡行為通路，而是以藥局做為通路重點，透過代理商進入中國大陸連鎖藥局，也與臺灣博登藥局簽約，進入醫藥品通路。這些不同以往的經營模式，擴大消費者接觸隱形眼鏡品牌的機會，透過不同經銷體系的銷售思維，為臺灣隱形眼鏡帶來新的成長機會[4]。

隱形眼鏡主要功能仍與傳統眼鏡相同為視力矯正，包括：近視、遠視、散光、老花、像差等。以外觀顏色演變來看，隱形眼鏡從早期透明片發展至後來之水藍片，是為了方便配戴者易於自護理液中辨識夾取，近期更因化妝或美觀功能之需要進一步發展出彩片、靚瞳片等產品。

以隱形眼鏡之材料的演進來看，亦由早期使用之玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、透氣性半硬鏡片(RGP 1976 年)及聚甲基丙烯酸羥乙酯(HEMA 1971 年)發展至近期使用的甘油甲基丙烯酸甲酯(GMMA)、矽水膠(Silicon Hydrogel)等。一般而言，現今多數隱形眼鏡的主要成份皆屬高分子聚合物，材料的發展朝向強調高透氧性與舒適度。其中，矽水膠可製成透氧量達 100 以上之鏡片，遠高於傳統鏡片所用材質能達到之效果。若依照使用期限分，隱型眼鏡可分為：日拋、週拋、雙週拋、月拋、季拋、半年拋，及一年以上之長戴型。另外，美國食品藥品監督管理局(FDA)以鏡片之含水性高低與離子性將隱形眼鏡分為四類，而此四類仍可視為高分子聚合物系統。

表五、美國 FDA 隱形眼鏡鏡片分類[4]

		含水性	
		低含水 (小於 50 %)	高含水 (大於 50 %)
離子性	非離子	Group1	Group2
	帶離子	Group3	Group4

而隱形眼鏡的材料可分為軟式和硬式兩類，其中軟式僅是高分子系統且具撓性水膠材料。目前市面上的軟性隱形眼鏡鏡片分為兩種材質，一種就是傳統的 HEMA(聚甲基丙烯酸羥乙酯)水膠，另一種就是現今廣推的矽水膠 Silicone Hydrogel (即水凝膠+矽 Si)。硬式的材料又分為傳統式與高透氧式兩類。分述如下：

1. 傳統式：

材質為聚甲基丙烯酸甲酯 (polymethyl methacrylate, PMMA, 類似塑膠)，因此有材質硬、氧氣通透性 (oxygen permeability) 很低、可被溼潤度 (surface wettability) 很差等缺點。

2. 高透氧式 (rigid gas-permeable lens)：

材質為氟矽橡膠 (fluorosilicone)，氧氣通透性非常好 (甚至會比軟式隱形眼鏡的氧氣通透性還高)，相對之下，完全沒有傳統式的缺點。可細分成四種材料：

(a) 聚甲基丙烯酸甲酯 (polymethyl methacrylate, PMMA)–

Plexiglas

PMMA 是平常的塑膠，它有很高的光學特質，無毒，穩定，很高透光，非常耐用，不易磨損，不易吸附分泌物 (黏液)，唯一的缺點是不透氧使角膜水腫，無法戴久，卸下後產生眼睛模糊。

(b) 醋酸丁酸纖維素 (Cellulose A Butyrate, CAB)

CAB 是最先發明的硬式隱形眼鏡材質，它有 PMMA 的優點加上透氧，故角膜比較不會水腫，加上 CAB 有濕潤性質可使眼睛較乾澀的人配戴，它最大的缺點是脆，比 PMMA 容易破碎磨傷，同時易變形不耐用，光學特性不如 PMMA。

(c)有機矽丙烯酸酯(Silicone Acrylate)

Silicone Acrylate 這是二代硬式隱形眼鏡，65%PMMA 和 35%的矽(Silicon)比例可造出穩定，較耐較高透氧的隱形眼鏡，它有 CAB 所有優點，光學性質也不錯。但還是有缺點，就是易曲性、易變扭性、易磨傷、也易吸附蛋白質的分泌物。

(d)含氟共聚物(Fluorine Copolymers)

Fluorine Copolymers：這是目前透氧率 DK 最高值的透氧性角膜接觸鏡(R.G.P.)，因透氧率高，所以可以做的比較大，配戴比較舒適不易吸著分泌物，但缺點是易變形。

總體來說，以碳原子為基礎的分子形成了較早的隱形眼鏡聚合物，包括醋酸丁酸纖維素(CAB)和聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)。大多數較新的隱形眼鏡聚合物都至少包含“矽”成分，包括硬性透氧性隱形眼鏡(GP)（矽—甲基丙烯酸和氟矽氧烷丙烯酸）鏡片和水凝膠（矽—水凝膠）鏡片。所有材料的最終配方還包括賦予鏡片各種特徵和性狀的成分。一些成分賦予了鏡片含水量和表面濕潤的特性，而另一些把聚合物連接起來，在彈性、硬度和鍵結度之間獲得合適的平衡。這些長條鏈狀聚合物的交叉連接想像成掛在晾衣繩上的衣服（化學集團）。當短繩繫在一起時，長的晾衣繩在風中就更穩定了。

隱形眼鏡材料中常見的單體，說明如下：

1. 甲基丙烯酸甲酯(M e t h y l m e t h a c r y l a t e , PMMA) , 能增加硬度和鍵結度。
2. 矽(Silicon) , 能增加彈性和通過材料的矽氧結合增加透氣性 , 但有濕潤性差的缺點。
3. 氟 (F L) , 也能略微增加透氣性 , 在含矽的鏡片中能提高濕潤度和抗沉澱性。
4. 聚甲基丙烯酸羥乙酯 (H E M A) , 是大多數軟式隱形眼鏡最基礎的吸水單體。
5. 甲基丙烯酸 (M A A) 和 N(氮)- 乙基吡咯烷酮 (n v i n y l p y r o l i d o n e , N V P) 單體 , 都能吸收大量水分 , 通常與 H E M A 結合以增加鏡片含水量。
6. 二甲基丙烯酸乙二醇酯 (E t h y l e n e g l y c o l d i m e t h a c r y l e , E G D M A) , 是一個交叉連接因子 , 能增加空間穩定度和硬度 , 但會減少含水量。

此外 , 一些特殊的單體和添加劑能使聚合物鏈在材料裡更自由地移動 ; 另外一些能阻擋紫外線 ; 還有一些能幫助材料抵抗脫水。材料配方和加工的細微差別決定了每種鏡片材料最終的化學和物理性質。例如在含水量 3 8 % (低含水量) 的 H E M A 單體中加入 N V P 或 M A A , 能使最終的聚合體含水量達到中等 (5 0 % 左右) 或更高 (7 0 % 左右) 。在 H E M A 中加入 M M A 或 E G D M A 能增加材料的耐用性、彈性和穩定性 , 但會降低含水量。

在材料的透氣性部分 , 除了一般的生物相容性 , 隱形眼鏡材料特性、氧氣的滲透性和傳遞性對鏡片的成功配戴也很重要。角膜缺氧是隱形眼鏡配戴者最常出現的不適反應 , 是由於眼角膜無

法得到足夠的氧氣引起的。角膜原先是靠直接從空氣中攝取氧氣來呼吸的，由於隱形眼鏡片貼在眼球表面，雖然氧氣還能通過鏡片，但透過量明顯減少，因此由於眼角膜缺氧而引起的角膜新生血管增多，出現“紅絲”，並增加眼睛感染的機會，因此在選擇隱形眼鏡鏡片時最應選擇具有高透氧性的鏡片。由於氧氣是靠水來傳送的，所以鏡片的透氧性也與鏡片的含水量高低以及鏡片的厚薄有關，然而隱形眼鏡與配戴者眼角膜是否匹配（配適狀態是否完美）是影響配戴效果的決定性因素。

(五)應用展望

眼鏡已經逐漸從視力矯正配件轉型成潮流配件的裝飾品，所以在眼鏡框架的部分，可以預期更多樣化與客製化的商品會出現。材質的重量與舒適度考量相較之下會更顯重要，而表面處理技術將會直接影響到框架的美觀度，會成為市場競爭的第一要件。一體成形的鏡框架可以節約大量的組裝人力，同時也具有外觀上的競爭優勢，在人力成本高漲的未來，也可望逐漸取代傳統的組裝式的鏡框架。一般鏡片的部分，無論是玻璃或是塑膠鏡片在工藝上幾乎完全成熟，發展的空間相當有限，取而代之的是鏡片鍍膜技術。在眼鏡片上鍍上極薄的功能薄膜，不但有保護鏡片的作用，還可以阻擋相當程度的紫外線，同時可具使視野柔和化的濾光作用。外觀功能的鍍膜也將蓬勃運用，除了使鏡片產生不同的色彩外，條件式的使眼鏡變色也會成為市場上的主流商品之一。隱形眼鏡片的技術與傳統鏡片不同，仍有許多可以持續精進的部分，尤其是人體親和性與耐用度方面。未來產品將朝向高透氧性、高保濕性、增艷變色發展。消費者配戴高透氧性鏡片，長期角膜不易因缺氧造成血管增生等病變。矽水膠隱形眼鏡因具矽膠鏡片的高透氧性、軟式鏡片的舒適性、適度的親水性，已成為未來隱形眼鏡之主流材質。

第二章 製造程序

鏡框、鏡片、光學鏡片與隱形眼鏡之製造程序

以下基於鏡框、鏡片、光學鏡片與隱形眼鏡四部分分段說明其製造程序。

(一)鏡框

塑膠鏡框的製造方式有二種，一為射出成型；另一為板料成型而差異性在於液體變固體成型或直接在固體上加工成型，如下所述（圖十八）：

1. 設計：

設計的主題與概念，在對目標市場、類型、提案與客戶反應等進行一番綜合檢討之後定案。接下來便著手設計，並同時決定配色與使用材質。

2. 篩選材料：

選出符合設計概念與主題的材質。有需要時，也可能採用特殊訂製的材質。

3. 繪製藍圖：

依設計圖繪製出製造用的藍圖。打樣完成後，以其反覆進行細節的些微調整，直到打樣完全與原始設計完全符合為止。

4. 製作模具：

依打樣及設計圖製作模具。

5. 射出或板料成型：

將模具裝上機台後利用射出成型的方法或沖壓與切削方法加工製作出鏡框。

6. 安裝鼻墊：

由專業技師以手進行加工，以求符合攜帶者的臉型。

7. 組裝：

將其他零件組裝上鏡框。

8. 研磨：

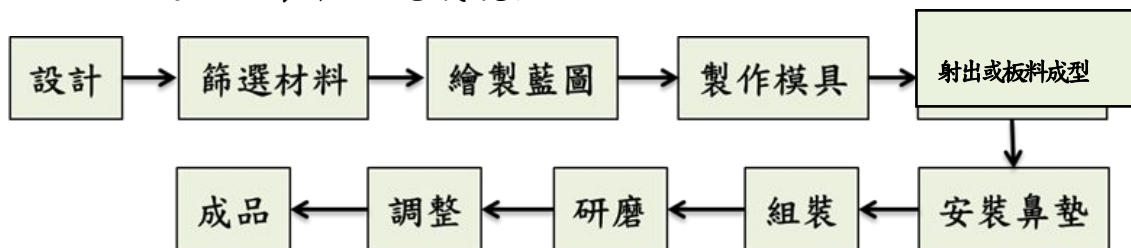
經過研磨將鏡框的毛邊去除。

9. 調整：

調整試戴的緊密度和舒適度。

10. 成品：

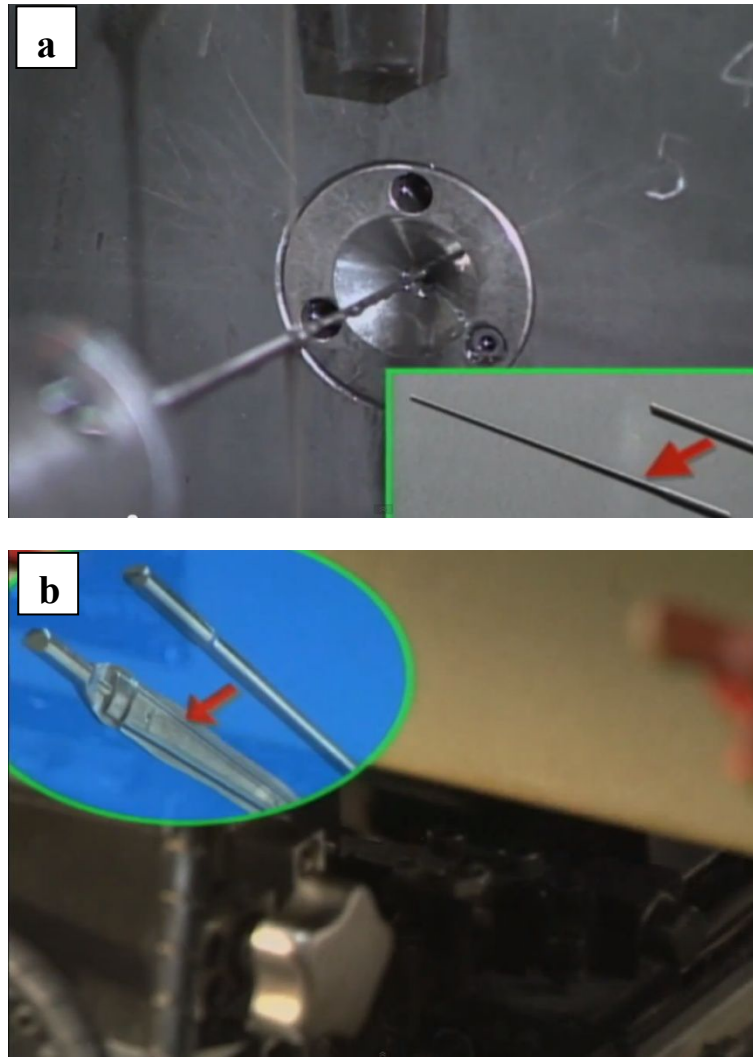
經過以上製程，完成鏡框。



圖十八、塑膠鏡框製造流程圖[6]

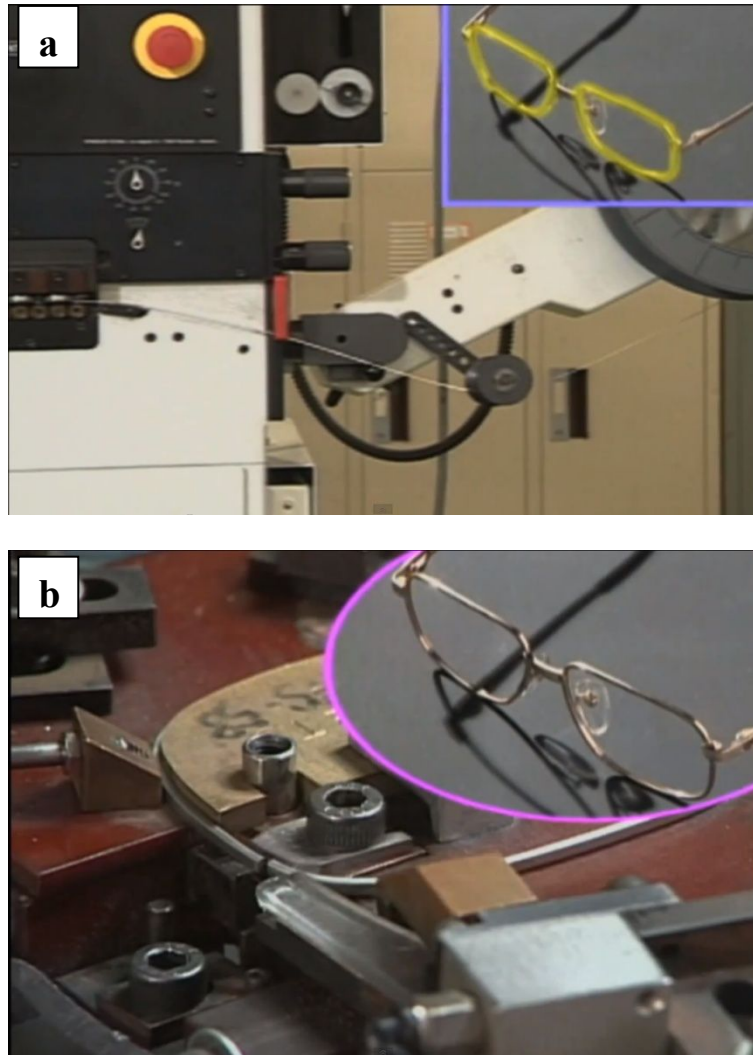
金屬鏡框的製造程序如下[7]：

1. 製作眼鏡腳(temple)，由下面兩張圖組說明。



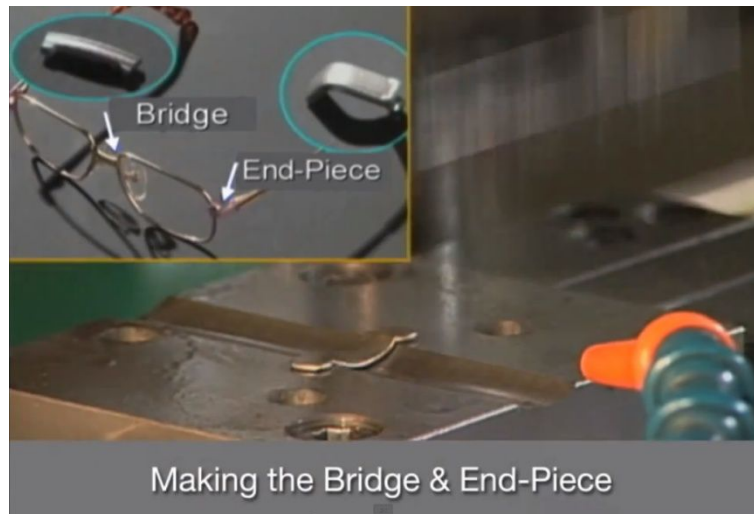
圖十九、製作眼鏡腳製程圖:(a)將金屬材料棒拉伸至所需長度
(b)將拉伸後的金屬棒壓成所需形狀

2. 製作鏡框(rim)，由下面兩張圖組說明。



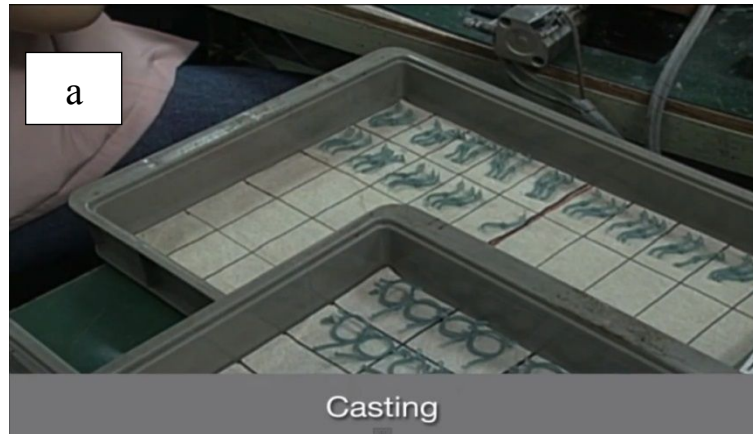
圖二十、製作鏡框製程圖:(a)粗略鏡框滾壓成型(b)微調並固定鏡框形狀

3. 製作架橋(bridge)及終端片(end piece)



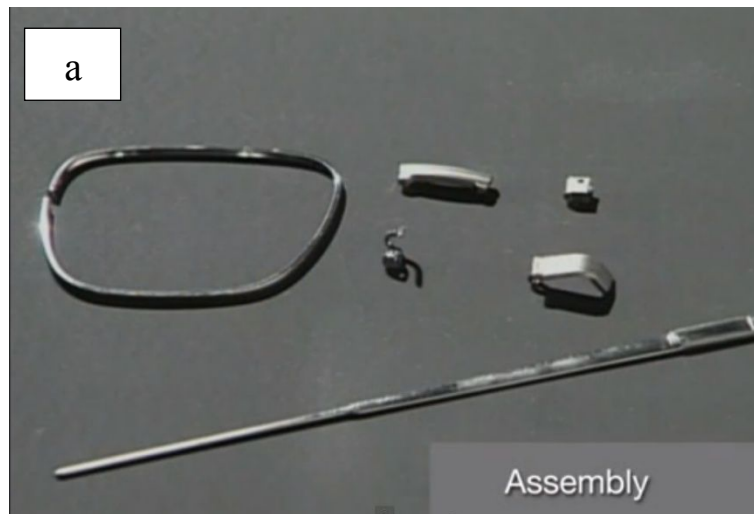
圖二十一、架橋組構及終端片成型製程圖

4.脫蠟鑄造(Investment Casting),若是鏡架的部件形狀較為複雜,則會採用脫蠟鑄造取代上述步驟1~3,鑄造製程由圖二十二說明。



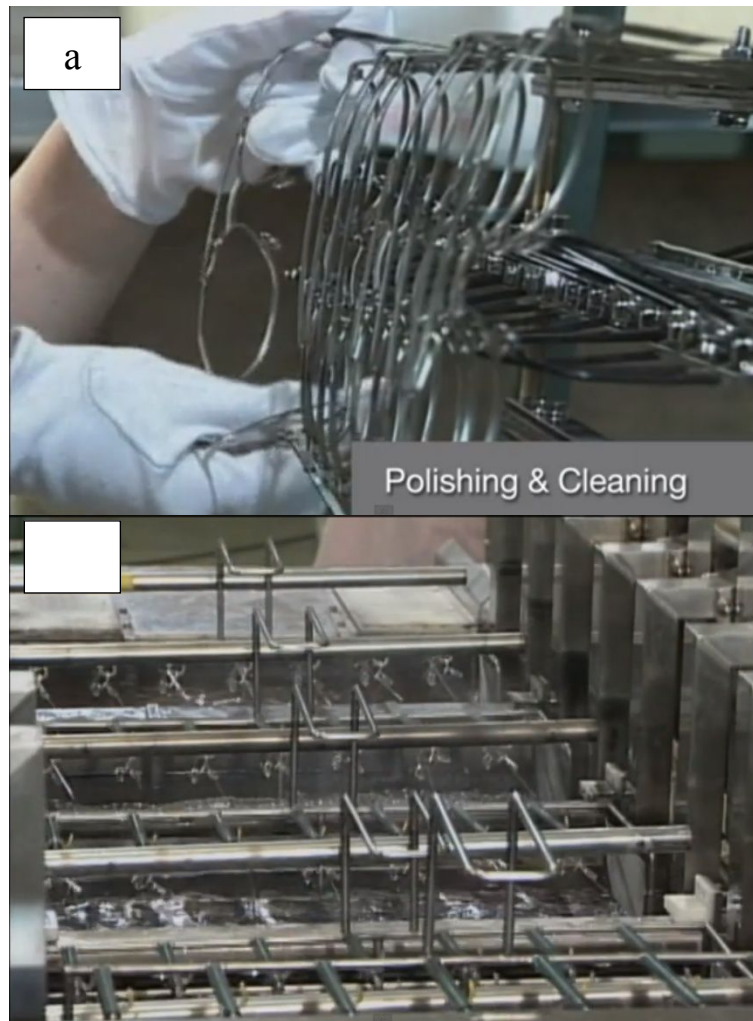
圖二十二、脫蠟鑄造製程圖:(a)製作蠟模(b)離心澆鑄(c)高溫脫蠟精鑄後得到成品件。

5.組裝(assembly)，由圖二十三說明。



圖二十三、組裝製程圖:(a)製程 1~4 所得到的鏡框部件(b)利用機械與人力將其組裝成鏡架。

6. 拋光(polishing)及清潔(cleaning)



圖二十四、拋光與清潔製程圖:(a)鏡架拋光處理(b)酸鹼表面清潔製程。

7.表面處理(surface treatment)



圖二十五、表面處理製程圖:(a)在鏡框表面電鍍上功能薄膜
(b)部分修飾外型的處理必須用人力進行。

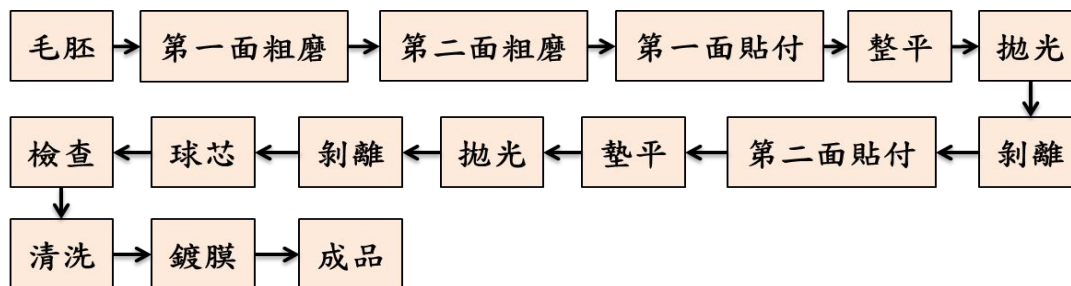
8. 檢視(inspection)



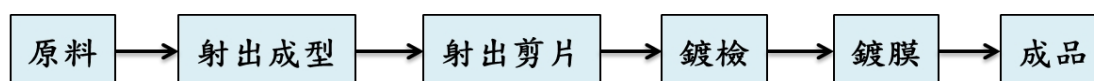
圖二十六、檢視製程圖:(a)檢查成品是否有瑕疵(b)較小的缺陷可由人力調整修正。

(二)鏡片

鏡片的生產製程分為玻璃鏡片和塑膠鏡片兩種，如圖二十七、二十八所示：



圖二十七、玻璃鏡片生產製程圖[8]



圖二十八、塑膠鏡片生產製程圖[8]

鏡片生產上需要相當的技術，其中最重要的部分包括：鍍膜技術、精密量測技術、精密模仁製程技術、精密模具設計技術、鏡片誤差補償技術、非球面玻璃鏡片模造技術。

精密模具設計技術部分：雖然非球面玻璃鏡片的模具不像塑膠射出的模具那樣複雜，但是精度的要求卻比塑膠射出模具高出許多。也就是說，非球面玻璃鏡片生產模具的設計或許不是關鍵，但是模具的加工卻是最主要的關鍵點。

模仁加工技術方面，對於非球面玻璃鏡片的精密度有著相當重要的關係，模仁主用是當鏡片成型的模具，該模具具有拋光性，且耐磨耗性高。若藉助貴金屬奈米塗料層技術可提高材料離模之可靠度，相對也能增加鏡片的得料率。因為模仁做不好，所生產出來的玻璃鏡片精度絕對不佳。換言之，生產出來的玻璃鏡片精密度有 80% 影響是來自於模仁。目前製造玻璃的模仁，表面上是需要被覆一層膜層，膜層品質的良劣將會直接影響到模仁的壽

命。如果模仁壽命不長，將會直接增加到鏡片的生產成本。

玻璃模仁與塑膠模仁的合金膜層在製程上有些差異，塑膠模仁在尚未進行超精密加工之前，就會被覆上合金膜層，塑膠射出用模仁的膜層厚度大約在 200~300 微米左右。而玻璃模造用模仁是先利用超精密加工，完成所需的模仁曲面形狀之後再被覆合金膜層，合金膜層的厚度大多都是小於 1 微米以下，如果合金膜層的厚度太厚時，將會影響到已加工完成的曲面形狀精度。

目前，模造溫度在 500 °C 以上的話，大多是使用貴金屬膜，利用濺鍍的方式將貴金屬的靶材鍍在模仁的表面，貴金屬膜層優點是，有較佳的耐熱性，而可選用的靶材也較多，包括 Pt(白金)、Ir(銱)、Re(銻)、Rh(銲)等材質，而膜層的壽命也比較長，不過濺鍍貴金屬的製程較為複雜，在膜層損傷時，需要重新研磨模仁曲面部分，而靶材的成本也是較昂貴。

其實模仁加工的重點在於加工機的選擇及參數的選用。目前，如果以車削方式製作塑膠射出用模仁，只要加工機達到一定的精度，就可以做到相當好的品質的模仁，但是如果是製作非球面玻璃的生產模仁，那麼加工機的選用就會變得相對的重要，如果加工機選擇不妥的話，那麼生產出來的模仁精度就會顯得不理想。

而工具技術方面也是影響到模仁精密的要素，例如，所選用砂輪的粒度及結合度等等這些都是必須要的考量。模仁的材料大多為碳化鎢和碳化矽，如果碳化鎢、碳化矽的緻密性不很高，所生產研削出來的表面粗度就低，再去做離形膜鍍膜時，就會影響膜的被覆性。一般來說，研磨非球面玻璃模仁的時間要比塑膠透鏡模仁長 2~3 倍，所以在溫度或環境控制不佳的情況下，很難

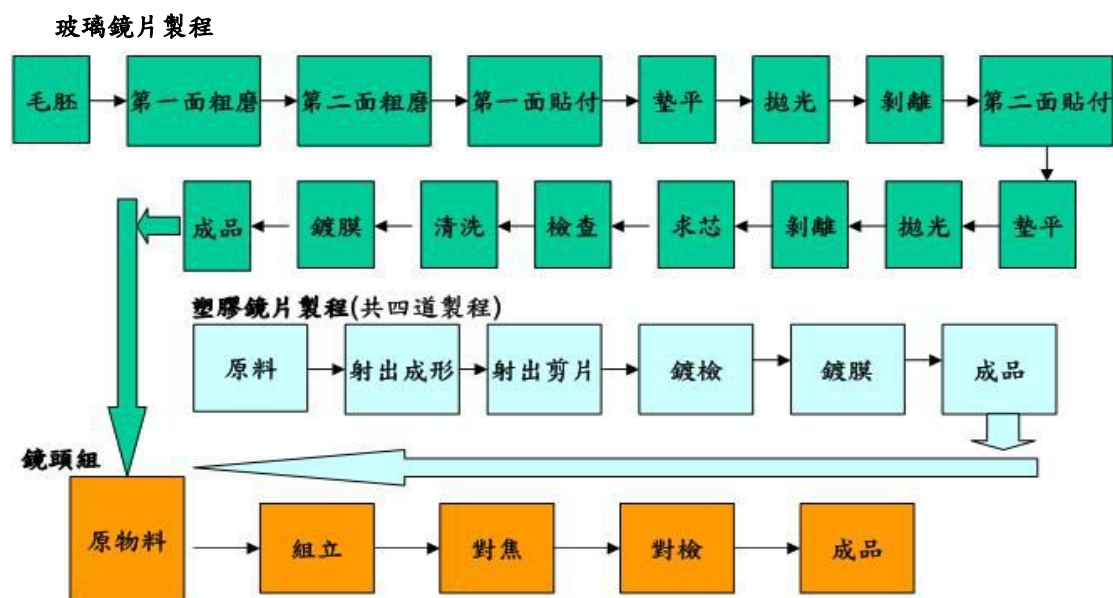
做出高品質的鏡片模仁。

目前，非球面模仁加工方式共有垂直軸、斜軸研磨方式、水平軸+B 軸研磨方式以及單晶鑽石切削。垂直軸、斜軸研磨方式，是較被常用的一種磨削方式，在 R 值比較大的時候，可以利用垂直軸做研削。但是，當非球面玻璃應用在手機上時，每一個手機鏡片的直徑及曲率都相當小，這樣的情況下就必須使用斜軸研磨方式，才有可能研磨出所需的模仁形狀。而使用水平軸+B 軸研磨方式來生產模仁，可以達到相當高的精度，而單晶鑽石切削多應用在塑膠透鏡的模仁[9]

(三)光學鏡片

光學鏡片之製程(玻璃鏡片製程及塑膠鏡片製程)如下圖所示:

光學鏡片相關製程



圖二十九、玻璃鏡片及塑膠鏡片製程流程圖

受到光電應用產品走向輕、薄、短、小之發展趨勢，光學元件的設計也隨之往精細路線發展，使光電產品的光學系統設計考量上，開始運用非球面鏡片取代球面鏡片，使光學系統更加簡化。另外，因應下游應用產品價格下降趨勢，上游的光學元件也在成本的考量下，增加使用塑膠射出成形的鏡片、運用玻璃模造的非球面鏡片、或增加鍍膜的技术運用，以提升競爭力。

對於數位相機或影像手機的鏡頭來說，鏡頭長度為 DSC 或影像手機厚度的關鍵之一。由於 DSC、投影機持續提高光學變焦的倍率，光學變焦倍率的提升將使鏡頭長度與體積同步增加，進而使變焦倍率與輕薄化不易兼顧，因此市場上提出非球面鏡片或運用高折射率的鏡片來解決此一問題。另外，由於球面鏡片往往會有球面像差的問題產生，因此過去光學鏡頭的設計需增加多片

鏡片來校正球面像差（Distortion），造成變焦鏡頭的成本與鏡頭體積的增加。運用非球面鏡片除可校正像差問題外，並可運用一片非球面鏡片來取代數片球面鏡片，來達到降低成本與產品輕巧化的需求。以台灣來說，大多都是使用車削的方式製作非球面鏡片，因為利用車削的方式，生產速度較快，而且生產出來鏡片的精準度較佳。

生產塑膠鏡片有三個基本的步驟，首先是設計和製造模具，我們採用鑽石切削（diamond turning）來做模具，除了有高度精密等級之外，還能讓模具本身符合各式設計所需要的精密度，這對於一模多穴式（multi-cavity）的模具是一個不可或缺的條件，因為每一片單一的鏡片在大量量產中需要保持精密度的一致性。第二步驟是塑膠射出和加壓成型的步驟，對於不同鏡片個別需求，這個步驟需要非常小心的導入。第三步驟通常是表面鍍膜，大部分的光學元件都需要防止反光或反光鍍膜，這是配合一種奈米塗佈材料的技術，是一種非常具有挑戰的工法。

玻璃透鏡的製作，分為精密研磨法和磨造成形法。精密研磨法是必須利用超精密加工機或非球面研磨機來製作，最後再經過非球面拋光製程，但此做法的缺點是在量產性相當低，而且對於技術人員的要求比較高，而磨造成形法則有較高產能，但技術水平較低。

在鏡片誤差補償技術方面，也是影響鏡片生產成本的因素之一。技術經驗較佳的業者，在鏡片生產出來之後只要做一次鏡片誤差補償就可以達到要求，但是如果技術經驗較弱，或許在鏡片生產出來之後，做了2、3次的鏡片誤差補償都還無法達到鏡片的精確性，就會增加產品成本。是否有精密量測能力，是對於鏡

片開發及生產時相當重要的一個關鍵，因為目前鏡片的角度愈來愈大，當鏡片是一個大角度的時候，要如何去量測出真實的精度是相當重要的。

設計光學系統最困擾的問題是，增加鏡頭畫質的同時，鏡片的外徑也隨著變大，造成鏡片外徑變大主要原因，是為了要完全補正角度偏差，所以必須增加鏡片的口徑。由於這種鏡頭的設計難度相當高，所以除非改用非球面鏡片，否則幾乎不可能達成目標。雖然非球面鏡片可以獲得鏡頭輕巧小型化的效益，不過非球面鏡片本身的製作非常困難。

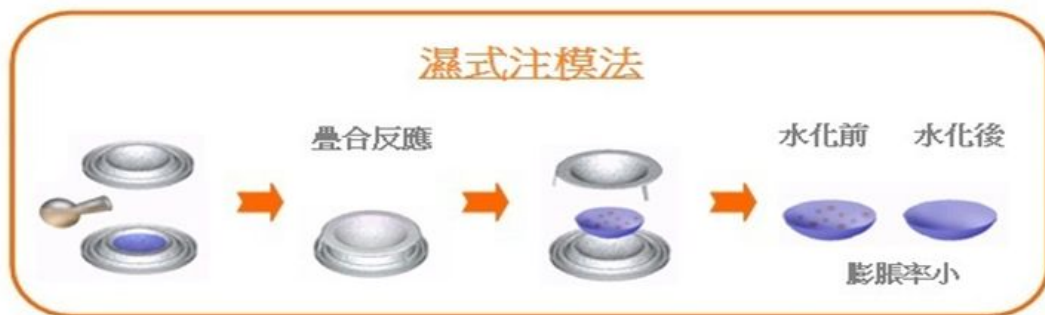
不論是設計或是製作都會面臨「偏心」問題，以往鏡片的偏心取決於鏡片單體的取心加工精度，及鏡筒內徑加工精度造成的嵌合組裝精度。基於提高加工設備精度，以及精度管理上經濟量產性等考量，一般認為鏡片框架的基準軸與鏡片的光軸，兩者的平行偏芯量加工精度極限大約是 $10\ \mu\text{m}$ 左右，因此必須利用更精準的量測設備以調整光軸，已經成為組裝相機鏡頭時不可或缺的工具。

(四)隱形眼鏡

隱形眼鏡之生產製程大分為三類：車削、注模、旋模。車床切削為傳統的隱形眼鏡鏡片製作方法，經切削研磨出的鏡片較不易破損，結構緻密，可訂作之屈光範圍寬廣。此法之投資資本低，惟製造成本過高，鏡片之販售價格較不具優勢。以模子製作隱形眼鏡鏡片之方法有注模與旋模兩種。注模成型法之破片率較高，必須大量生產以降低成本，且其製造之鏡片因抗韌度不高，較適合做為短天期拋棄式鏡片或醫療使用。旋模成型法是將特殊配方之定量液態單體注入設定轉速之模內，液態單體因模子高速旋轉下離心力的作用而形成薄膜，鏡片曲光度由模具形狀、模子轉速控制，因其製造之鏡片抗韌度較佳，適合使用於長戴型或較長天期之拋棄式鏡片使用。另外，傳統彩色隱形眼鏡鏡片之製造方法，是將彩色顏料附著於鏡片表面，如以旋模成型法製作，可將彩色顏料包覆在聚合物中，使鏡片的外部表面光滑。此外，光暈式染色工藝則使鏡片上色彩之分佈，達成外緣顏色較深，而內緣可視光學區仍保持清晰透明(美妝鏡片即屬此類)。就資金與生產技術言，注模成型法成本極高，適合少樣大量生產，多為大廠採用。小廠資本不足，較適以旋模法少量多樣彈性生產。

表六、隱形眼鏡生產方法[10]

方法	車床切削法	注模成型法 (圖二十九)	旋模成型法
製作程序	以一圓塊毛料用精密車床做局部切削，並以研磨劑研製。	先將做好的模子事先設定弧度，再用強壓將液態單體注入模內。	設定轉速後將特殊配方之定量液態單體注入模內，利用模子高轉速旋轉，因離心力作用，形成光滑之薄膜。
破片率	不易破損	高	稍高
投資成本	較低	高	稍高
製造成本	過高	必須大量生產以降低成本	較低
適用鏡片	規格訂作之鏡片。	適合日拋、周拋、雙周拋及月拋應用。	長戴式使用，具品質價格比較優勢、美妝鏡片。
特性	必須水化，結構比較緻密，訂作空間範圍比較寬廣。	做短期拋棄式鏡片或醫療使用，鏡片之抗韌度不高。	利用轉速控制離心力，間接控制光度的形成。



圖二十九、隱形眼鏡注模法示意圖[11]

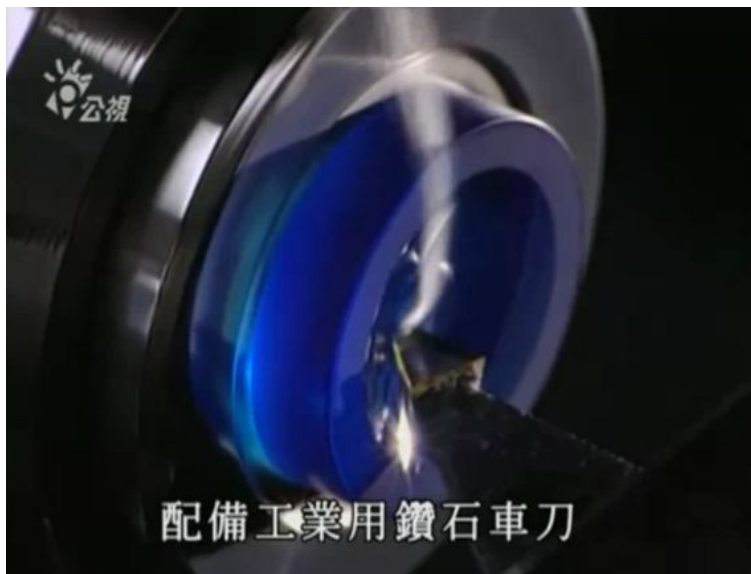
車床切削法的製程則如下分述[12]：

1.準備隱形眼鏡原料



圖三十、各種顏色的隱形眼鏡原料。

2.高速車削內層



圖三十一、使用鑽石車刀將鏡片內側削成所需形貌。

3.拋光內層



圖三十二、將車削後的鏡片內側拋光。

4.上蠟固定



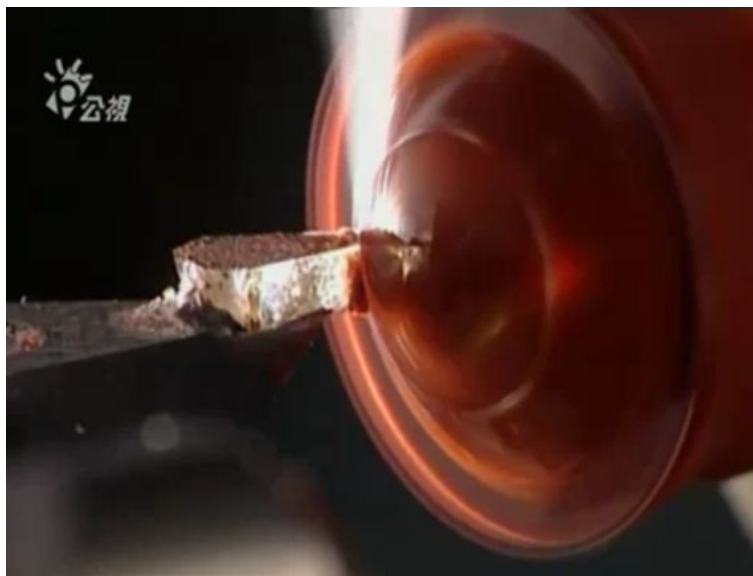
圖三十三、車削外層前必須先上蠟固定鏡片。

5. 蠟模成型



圖三十四、將蠟模降溫固化。

6. 高速車削外層



圖三十五、精密車削隱形眼鏡外側部分。

7. 拋光外層



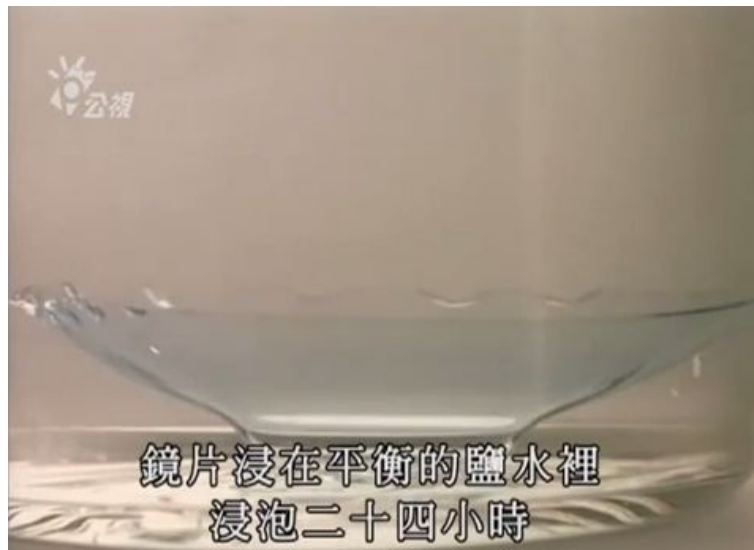
圖三十六、塗上特殊磨潤劑拋光已車削完成的鏡片外層。

8. 拋光邊緣



圖三十七、利用特殊羊毛絨拋光柔軟的邊緣。

9.水化



圖三十八、鏡片浸泡於鹽水中水化膨脹至所需大小與適當硬度。

10.包裝及高溫殺菌



圖三十九、將完成的鏡片置於鹽水罐中密封並高溫殺菌。

第三章 原物料耗用通常水準

本章節就原物料耗用及製程中各階段耗損原因分四部分說明

(一) 塑膠鏡框

塑膠鏡框的製造方式有兩種，一為射出成型(俗稱射出框)；另一為板材雕刻(俗稱板料)。根據熱塑性塑膠射出成型製品之原料耗用資料如表七所示；塑膠鏡框之原物料耗用通常水準如下表：

表七、熱塑性塑膠(HIPS、PS、ABS、AS、PE、PP、PVC、壓克力)等射出成型品製品 1000kg 所需原料耗用量及回收情形

產品型態	生產型態(原料)耗用量/(公斤)	射出成型
射出成型品 (熱塑性塑膠)含 HIPS PS ABS AS PE PP PVC 壓克力	熱塑性塑膠(一種或兩種)	1000-1050
	填充料及添加劑	0-300
	顏料	0-15
	總重	1000-1365
	下腳料回收之價值	可回收
		上述損耗已含回收後之耗材。射出成型之邊料可即刻回收

製造方式	材料	耗用通常水準
射出成型	冷鑲入塑膠 (圖二)	流道耗用:3~5% 組合耗損:3~5% (主要為破損) (下腳邊料可回收)
	環氧樹脂 (圖三)	
	塑膠纖維 (圖四)	
	塑膠鈦 (圖五)	
板材雕刻	醋酸纖維 (圖六)	鏡框損耗:20~25% 腳架損耗:20~25%(含裝配組合) (下腳邊料無法回收)
	賽璐珞 (圖七)	

(二)金屬鏡框

常見金屬鏡框的耗用通常水準如下表

材料	耗用通常水準
鈦金屬/合金 (圖八)	線材製框: 切割、焊接、電鍍、發色、烤漆以及不良率等 合計耗損約 3~5% 腳架: 壓型、擠壓、焊接、電鍍、發色、烤漆以及不良率等合計耗損約 15~20%(包含裝配) 板材製框: 雷射、線割耗損約 15~20% 表面處理、組裝耗損約 3~5% 合計耗損:18~25%
不鏽鋼 (圖九)	
蒙鈉合金 (圖十)	
SPM (圖十一)	
鎳鉻合金 (圖十二)	
銅合金 (圖十三)	
鋁合金 (圖十四)	

流道耗損:因塑料加熱射出時，需先填滿射道後才能加壓射出，待完成射出後，射道內仍保有塑料，該塑料冷卻後無流動性

並喪失材料特性，這耗損稱之為流道耗損。

綜觀上述資料，鏡框部分之耗用情形：

(一) 塑膠鏡框

1. 射出成型

引用塑膠射出成型之耗用標準約為 5%(主要為流道損失)。射出之表面處理，不良率約為 1%，組合時之損耗(主要為變形或破損，不能回收)，約為 3%。

總損耗率計算如下： $1 - [(1 - 5\%) \times (1 - 1\%) \times (1 - 3\%)] = 8.77\%$

2. 板材雕刻

塑膠鏡框在製作時，開料後其毛胚成品約為原物料之八分之一(其耗損為素材損耗)，而毛胚變型損耗率約為 5%，加工過程中損耗約為 8%。

總損耗率計算如下： $1 - [(1 - 1/8) \times (1 - 5\%) \times (1 - 8\%)] = 23.53\%$

在鏡腳的製作部分，開料後其毛胚成品約為原物料之五分之一(其耗損為素材損耗)。受電流加熱影響其損耗率約為 3%，在加工過程中損耗約為 3%。

總損耗率計算如下： $1 - [(1 - 1/5) \times (1 - 3\%) \times (1 - 3\%)] = 24.73\%$

(二)金屬鏡框

1.線材製框

線材製框在切線後之損耗(均為切削無法回收)約為 0.2%，焊接時損耗(主要為點歪或焊點不潔)約為 3%，電鍍或烤漆之損耗(包含不良率)約為 1%。

總損耗率計算如下: $1-[(1-0.2\%)\times(1-3\%)\times(1-1\%)]=4.16\%$

鏡腳的製作在壓型、擠製部分損耗約為 18%，焊接時之損耗約為 3%，電鍍或烤漆之損耗(包含不良率)約為 1%。

總損耗率計算如下: $1-[(1-18\%)\times(1-3\%)\times(1-1\%)]=21.26\%$

2.板材製框

板材製框在開料後成為毛胚時，損耗約為 15%~20%(其損耗為素材損耗)，鑽孔、表面處理及組裝損耗約為 5%，電鍍或烤漆之損耗(包含不良率)約為 1%。

總損耗率計算如下: $1-[(1-15\%)\times(1-5\%)\times(1-1\%)]=20.06\%$

(三)玻璃鏡片、塑膠鏡片及光學鏡片

常見鏡片製程耗損

材質	耗用通常水準
玻璃 (圖十五)	胚料進料搬運耗損約:3~5% 加工研磨耗損約:3~5% 鍍膜耗損約:1~3% 不良率約:3~5% 製程合計耗損約:10~18%
樹脂 (圖十六)	流道及鏡片柄部耗損約:12~15% 染色及強化不良耗損約:3~5%
聚碳酸酯(圖十七)	流道及鏡片柄部耗損約:12~15% 染色及強化不良耗損約:3~5%

染色不良:係指有色斑、色澤(膜)不均勻、有色差。

強化不良:係指材料強度、韌度、硬度、耐磨性、延伸率未達規範統稱為強化不良。

玻璃鏡片、塑膠鏡片及光學鏡片耗損說明:

1、玻璃鏡片

玻璃胚料進料搬運損耗約為 5%，加工研磨損耗約為 5%(破損、刮傷)，鍍膜損耗約為 3%(有斑點瑕疵)，不良率約 3%。

總損耗率計算如下:

$$1-[(1-5\%)\times(1-5\%)\times(1-3\%)\times(1-3\%)]=15.08\%$$

2、樹脂及聚碳酸酯鏡片(塑膠鏡片)

原物料經射出成型後，加工處理去除流道及鏡片柄部損耗約為 15%，在染色及強化不良損耗約為 5%。

$$總損耗率計算如下:1-[(1-15\%)\times(1-5\%)]=19.25\%$$

3、光學鏡片

(1) 光學玻璃鏡片

以光學玻璃毛胚投料後，進行毛胚切削其損耗率約為 1.5%；研磨時，單面研磨損耗約為 13%，雙面研磨損耗約為 20%，定心時由於外徑調整、偏心等損耗約為 2%；鍍膜時，單層鍍膜之損耗約為 3%，多層鍍膜損耗約為 17%；鏡片膠合時損耗約為 1.5%，組立時損耗約為 2.5%，影測試不良率約為 15%。

總損耗率計算如下：

$$1-[(1-1.5\%)\times(1-13\%)\times(1-2\%)\times(1-3\%)\times(1-1.5\%)\times(1-2.5\%)\times(1-15\%)]=33.50\%$$

全部完成後，因品管之要求不一，在製作手機及數位相機鏡頭不良率約為 20%，掃描器約為 15%。

(2) 光學塑膠鏡片

塑膠射出後，因均為小鏡片射出，故其損耗均在流道之損失約為 30%(其損耗為素材損耗)，剪片時之損耗約為 12%，表面處理損耗約為 15%。

總損耗率計算如下：

$$1-[(1-30\%)\times(1-12\%)\times(1-15\%)]=47.64\%$$

(四)隱形眼鏡

隱形眼鏡鏡片製程損耗說明

隱形眼鏡在製模時之損耗率約 10%，但模使用後即成廢料，無法再使用。鏡片由壓克力單體製而成，每片約需 15 μ l(微毫升)，單體配製時高含水鏡片約配 200cc/次，低含水鏡片約配 400cc/次，再分成 2cc，期間損耗約 20%(即分裝或取出有餘量無法回收再利用)，生理緩衝液使用量約為 10cc/片(人工淚液)，高壓殺菌消毒過程之破裂損耗約為每 3 萬片有 10~30 片，軟性隱形眼鏡之成品良率為 70%(由單體初步完成)。後經裝罐封口，再高壓消毒，因時有爆裂，粹取物影響及尺寸變形等原因，約有 3%之耗損，故成品率為 67%(以素材計算之)。

1. 模具為一次性工具，無法回收使用。模具製造過程材料耗損約 10~20%。
2. 鏡片每片約 15 微毫升，單體配置時一次約 200cc~400cc，耗損量在配分過程產生約 20%。
3. 由單體初步完成之破損不良率約 30%~35%。

眼鏡業之製造廠大略可分為鏡框、鏡片、鉸鏈、太陽眼鏡及隱形眼鏡等，鏡框廠專門製造各式鏡框，鏡片廠專門製造各式鏡片，供給裝配廠或眼鏡行裝配各式眼鏡，鉸鏈廠供給鏡框廠用以裝配連接裝置鏡腳用，太陽眼鏡廠或本身製造開發各式鏡框、鏡片等自行裝配；或製造部份零件、購買其他零件等自行裝配。

鉸鍊及太陽眼鏡之損耗說明如下：

1. 鉸鍊部分

原料均使用外包加工或外購之異形鋼線或白銅線，其耗損主要發生在切削與鑽孔加工，耗損量(其主要之不同在於成品件之大小，成品大切削損耗大。而切削之下腳料可與原購廠換新料或回收熔解。本項之總耗損率因近年技術進步後約為 10~15%。

2. 太陽眼鏡之裝配

太陽眼鏡之鏡框因變化較多，故均為各廠自行開模或開發製造，其損耗如前鏡框所述。而鏡片大多採外購。其主要損耗在於裁片(破損)約為 5%，裝配之損耗(擠壓破損)約在 3%，若為玻璃鏡片時，其裝配損耗(因玻璃易破損)將增大至 6%。目前國內進口者，大部分為較新型之高級太陽眼鏡，且均為整支進口。

總損耗率計算如下： $1 - [(1 - 5\%) \times (1 - 3\%) \times (1 - 6\%)] = 13.38\%$

第四章 副產品及下腳料之處理情形

下腳料處理情形

- (一) 塑膠、壓克力、PC 聚合物、醋酸纖維等眼鏡使用料之下腳料，均無回收再利用價值，因其透明度不良，又已硬化，可出售給其他廠商(如玩具業)加工，其價格較低，須視市場價格而定。
- (二) 金屬(銅、白銅、鋁)之廢料，有切削之廢料，損壞之廢料，有些可與原料廠折價換取新料，或賣給熔煉工廠熔煉之。
- (三) 玻璃廢料則粉碎後丟棄。
- (四) 不合格品均以廢料賣出。

參考資料

- [1]臺灣眼鏡製造產業發展與困境
- [2]如何挑選一副適當的眼鏡-鏡框篇
- [3]德恩堂眼鏡
- [4]經濟日報 2014 年 1 月 14 日
- [5]台灣工業銀行隱形眼鏡發展概況
- [6]隱形眼鏡製作過程, 李雅琪
- [7] Charmant Manufacturing Process, Youtube 影片資源
- [8]宏遠證券
- [9]大立光股份有限公司產業分析, 薛琦
- [10]台灣工業銀行隱形眼鏡發展概況
- [11]昕奇股份有限公司
- [12]原來如此 How it's made-Contact Lenses 隱形眼鏡, Youtube 影片資源