

第 3 章 照明與顯示

一、軟性電子次世代設備及模組技術

(一) 技術研發目標

智慧型手機與平板電腦的興起，帶動台灣顯示及觸控產業蓬勃發展。配合全球綠能環保議題以及產品輕薄的需求，使用的基板由玻璃、矽晶圓逐漸轉為塑膠、可撓玻璃及金屬箔片等軟性材料。生產設備為因應軟性材料不同屬性，亦需重新思考其定位，整體軟性電子(Flexible Electronics)製程將由傳統電子產業的資本密集型設備朝向低成本綠色設備，未來幾年將是發展的關鍵期。

市調機構 IDTechEx 資料顯示，2013 年全球軟性電子產業產值約 160 億美元，至 2023 年可達 768 億美元，主要貢獻來自有機發光二極體(OLED, Organic Light-Emitting Diode)/照明(Light)、太陽光電(PV, Photovoltaic)及感應器(Sensors)等產業。產值中屬顯示領域的產品占 80%以上，構築在軟性基板上的產品占 33%，推估軟性顯示產業產值達 200 億美元，為市場應用最大宗。因此探討軟性電子設備及模組技術時，以軟性顯示產品的製程發展為目標，將更能貼近現今的產業發展需求。由 2013 年國際消費性電子大展(Consumer Electronic Show, 簡稱 CES)及國際資訊平面顯示學會(Society for Information Display, 簡稱 SID)，可看到國際指標性企業均積極投入軟性顯示產品，並在軟性基板上推出各類產品搶占主導地位，因此更應加速軟性電子的技術研發，才能確保台灣顯示產業未來的競爭力。

台灣軟性電子產業目前主要應用於顯示器產業，聚焦主動式矩陣有機發光二極體(AMOLED Display, Active Matrix Organic Light-Emitting Diode)面板及觸控面板(TP, Touch Panel)兩大關鍵元件，符合市場主流趨勢需求。根據工研院 IEK 分析資料，2013 年軟性 AMOLED 面板出貨量約 5,000 萬片，至 2017 年時可達 2.5 億片，高產能、高良率的製程與低成本的产品將是市場成長的關鍵，顯示面板型態將從最先的耐衝擊(Unbreakable)至 2013 年的可撓(Bendable)、可捲曲(Rollable)再到 2015 年以後的可折疊(Foldable)。而因應軟性 AMOLED 面板的需求，以塑膠或可撓玻璃為基板，結合印刷及捲繞式傳輸製程(R2R, Roll to Roll)的軟性觸控面板，將會是 2013 年觸控技術的重要趨勢。

AMOLED 從高階智慧型手機面板切入市場，因具備反應快速、色彩美麗、結構簡單、低耗電、強光下可視等優勢，尤其是可在軟性基板上運作的能力，愈來愈受到矚目。現行面臨的瓶頸主要在雷射退火良率不佳、有機發光元件的蒸鍍均勻度與解析度不易提升、產品封裝阻絕水氧材料與元件結構匹配不易等，因此整體面板需求量至 2020 年仍是以玻璃基板為發展重點，但隨著市場對手持式裝置的耐衝擊要求，國際大廠持續加碼軟性 AMOLED 設備投資，擴大商用化的機會。產業供應鏈方面，台灣在材料、設備及製程方面具備部分的能力，不足的項目仍舊在關鍵材料(如 OLED 材料、特殊靶材等)缺乏自有專利、國產關鍵製程設備(如蒸鍍設備、高精度遮罩設備、薄膜封裝設備、OLED 製程檢測設備等)缺乏實際的量產驗證。從國內主要面板生產廠商蒐集之訊息，薄膜封裝及軟板檢測兩項技術因對產品壽命及整體良率具關鍵影響力，又與薄膜電晶體沉積段及 OLED 蒸鍍段具區隔性，讓廠商導入意願較高，故將優先進行該技術研發。

台灣觸控面板產業供應鏈則相對完整，從上游材料端玻璃基板、氧化銦錫(ITO, Indium Tin Oxide)玻璃/薄膜基材、觸控 IC、光學膠、軟性印刷電路板等，到中游觸控元件的保護玻璃、感應玻璃/薄膜及觸控模組組裝，再到下游的產品代工均具備供應能力。但高附加價值的上游關鍵材料包括 ITO 靶材、結晶型 ITO 薄膜及異方性導電膠(ACF, Anisotropic Conductive Film)及控制 IC 則多需由國外供應。設備供應上，無論硬板或軟板台灣皆擁有較高的自主能力，更領先全球開發出可撓玻璃基板使用之相關捲軸生產傳輸及製程設備。目前生產製程上國內觸控面板製造產業主要面臨的難題為精密貼合(Precision Lamination)製程良率的提升、透明導電氧化物(TCO, Transparent Conductive Oxide)薄膜電性檢測及結晶型 ITO 薄膜的供應。國內設備業者若能夠對應需求項目開發出性能優良之設備，將可提高產品的附加價值，達到觸控面板產業價值創造之目的。

以往台灣關鍵設備多自國外進口，技術不易深耕，現今軟性電子新應用領域不斷拓展延伸，產業鏈專業分工更加細緻，台灣必需加速設備及模組創新技術的開發，來持續推動產業發展。透過關鍵技術及專利的布局，達成國內產業設備技術深化及提升自給率的目標，才能全面掌握台灣軟性電子之完整產業鏈，迎接未來產業成長契機，進而創造出可達成「智慧生活環境」及「綠能生態趨勢」的情境。

(二) 技術發展藍圖

軟性電子次世代設備及模組技術發展需以系統為主軸，以加速導入產業鏈應用，藉由所開發之系統，整合研發相關之模組及製程技術，相關技術發展藍圖見圖 2-2-3-1。



資料來源：工研院南分院整理，2013 年 9 月。

圖 2-2-3-1 軟性電子次世代設備及模組技術發展藍圖

在「軟性電子製程設備及關鍵模組技術」方面，研發重點涵蓋：1.蒸鍍導電膜電漿系統－開發具低阻抗值、高透光率及耐曲折之 TCO 薄膜，滿足國內觸控面板產業需求。離子能量影響鍍膜的結晶性及性能，而氣體透過離子源引入真空腔體後，能量可提升到 1,500 eV，故 2013 年發展離子輔助鍍膜與結晶製程技術，利用離子源能量強化鍍膜結晶性，產生微晶

系透明導電膜及改善其電性。2.大面積高能雷射結晶系統－開發雷射線型光學模組進行 TCO 薄膜局部加熱改質，讓基材在無熱形變狀況下完成結晶化，而對超薄玻璃退火的應用上，可直接整合鍍膜設備降低破片率，未來將規劃全雷射退火及蝕刻製程，取代黃光蝕刻製程，減少環境汙染。目前已完成線長 100mm、均勻度>90%的模組，2013 年將發展相位波動結構設計，以形成建設性干涉提高均勻度，後續將持續發展線長 300mm、均勻度>90%的模組。3.精密貼合系統－重點主要在提高觸控面板和軟性顯示器的貼合精度及良率，減少重工時間，提高生產效能。因欲貼合之觸控模組、保護玻璃、軟性電路板及薄膜電晶體基板等之尺寸均不相同，原有機構或視覺對位技術必需結合演算法、影像空間與運動關係之校正資訊，才能達到良好的貼合精度，2013 年將建立空間均化補償技術，針對軟對軟及軟對硬的貼合型式，完成貼合精度 $\leq \pm 0.05\text{mm}$ 之控制技術，後續將進行多層薄膜材料之貼合，並結合已建立技術提升精度與良率，以因應未來變化。4. AMOLED 薄膜封裝系統－主要開發自主非等距並聯式電感耦合電漿(ICP, Inductive Coupled Plasma)模組設備及建構單腔體連續漸變式封裝製程技術，突破薄膜封裝結構專利被國外壟斷情況。2013 年完成單腔體薄膜封裝製程技術驗證，後續再完成軟性 AMOLED 所需低應力($\leq 50\text{ MPa @ }1.5\text{ }\mu\text{m}$)、高透明($\geq 90\%$)、高均勻度($\geq 97\% @ 300\times 300\text{mm}^2$)、高緻密($\leq 2\times 10^{-5}\text{ g/m}^2\text{day @ R}=20\text{mm}$)阻水氣薄膜，突破國外大廠專利封鎖。

在「軟性電子檢測設備及關鍵模組技術」方面，研發重點涵蓋：1.透明導電膜電性檢測系統－可在 TCO 薄膜完成圖案化製程後立即確認結構圖形是否正確及有無短路/斷路，2013 年建置大面積線型掃描電性檢測模組技術，利用線型電荷耦合元件(CCD, Charge-coupled Device)、軟性電光感測器(Electron-optic Module)及反射膜，將電性的變化轉換為光強度變化的影像並記錄，透過待測導電膜之導電圖案經電容效應產生感應電壓，驅動軟性電光感測器產生的影像可間接呈現出該導電圖案之電性狀況，利用軟性電光感測器與 R2R 製程的整合優勢，再搭配影像檢測技術，即可達到高速(取像時間 $\leq 100\text{ }\mu\text{s}$)、高準確($20\text{ }\mu\text{m}$)的 R2R (幅寬 300mm) TCO 薄膜蝕刻圖案製程檢測功能需求。2. AMOLED 薄膜材料缺陷檢測系統－則透過提升瑕疵缺陷影像對比度方式，解決傳統光學影像檢測技術，不易檢測出多晶矽分布不均勻的問題。2013 年建置影像式有機薄膜厚度均勻性檢測模組技術，以橢圓參數量測方法為主軸，針對有機薄膜特性進行橢圓參數模型的建立，開發硬體並修正演算法，克服入射及接收光非準直化、斜向入射偏光元件等因子，完成線掃描量測模組，達成全域式有機薄膜量測目的。

(三) 產業效益

「軟性電子次世代設備及模組技術」將結合製程及搭配試驗線驗證的方式，建立自主核心技術能量，協助設備業者開發商品化製程設備，掌握規格主導先機，進而提升產業整體競爭力。預期效益包括：積極發展相關技術，以因應觸控面板及 AMOLED 產業成長的需求；提升國產設備自給率，以健全產業供應鏈體系；提高產品附加價值，以強化國內產業競爭力；創新顯示技術結合智慧生活，營造綠能趨勢產業生態情境，分述如下。

- 1.發展具潛力新技術，支撐軟性產業成長力－未來手持式裝置愈發普及，隨著市場不斷提高產品在輕、薄及耐衝擊的規格要求，且軟性電子面板具備傳統液晶顯示器(LCD, Liquid Crystal Display)無法超越的優勢，軟性 AMOLED 竄起指日可待。因應材料需求及輕量的趨勢，軟性電子設備將更講求低耗能、低成本及快速製造之技術，如高效率低溫電漿鍍膜、

大面積高能雷射結晶、精密貼合等技術，積極發展具成長潛力的新技術才能支撐軟性 AMOLED 及觸控產業成長需求，帶領台灣電子產業進入軟性市場的新藍海。

2. 提升國產設備自給率，健全產業供應鏈體系－藉由產學研各界合作互動及整合，台灣已積極建立軟性電子自主核心技術及專利，配合 AMOLED 產業及觸控產業成長需求，創造國內廠商設備產值。後續將持續推動成立相關軟性電子設備產業聯盟，協助國內設備業者導入商品化，健全供應鏈體系，發揮產業整合效益。電漿鍍膜、雷射結晶、精密貼合、薄膜封裝及軟板檢測等設備及模組技術的開發與應用，除可滿足新世代製程設備需求，直接創造提高產品良率、增加產值、提升國產設備自給率及增加市占率等效益外，更可強化國內設備業者整體設計能力與國際競爭力，預期 2015 年國內產業設備自給率可達 60%。除軟性顯示器外，上述技術亦可應用於薄膜太陽能電池等相關軟性電子產業，後續並可透過產業群聚連結擴大效益。
3. 增加產品之附加價值，創造從業人口的就業效益－目前 LCD 產業缺乏成長動能，軟性電子技術的投入研發可增加許多創新產品，如透過技術提供強化功能、簡化結構及變化造型的協助，提高終端產品的附加價值。台灣 AMOLED 面板及觸控面板廠商主要為中大型企業，兩者技術的結合可創造相關產業之就業效益，整合上游材料/零組件及下游產品應用，可更加穩定面板廠從業人口。
4. 滿足智慧生活好環境，營造綠能生態新趨勢－軟性 AMOLED 結合人機介面(UI, User Interface)所需軟性觸控技術，可大幅提升手持式裝置可攜性及嵌入式產品的便利性，達到處處皆“視”的智慧生活環境。未來顯示技術在有感、大型化發展趨勢下，再結合透明及立體技術發展，將可營造出符合綠能趨勢的產業生態情境。

二、觸控面板綠色製程及設備開發技術

(一) 技術研發目標

觸控技術為行動通訊及平板電腦產品帶來人機介面(UI, User Interface)革新，隨著應用與產品推陳出新，其觸控技術的發展除了降低產品成本外，在功能上朝向更靈敏及多點觸控，外觀上以大尺寸且窄邊框為趨勢、特性上則朝向高透光度、輕薄、可撓曲性等發展。電阻式觸控反應靈敏度差，目前已逐漸被投射電容式(Projected Capacitive)觸控所取代，而投射電容式的架構主要可分為多片貼合、單片雙面及單片式三種，其中單片式架構的技術難度最高，但材料成本最少，且模組厚度也最薄，逐漸成為市場主流。基板材料上則有玻璃、聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET, Polyethylene Terephthalate)膜材兩種選項，其中玻璃的透光度高、耐刮且適合高溫製程，可以因應大尺寸所需的低阻抗透明導電層(TC, Transparent Conductor)成膜製程。而 PET 膜材則有輕薄、可撓曲性及價格相對低廉等優勢，但由於其透明導電層片電阻較高，目前僅用於中小尺寸產品。

無論是何種觸控元件，其主要結構皆需透明導電層，一般基本需求為穿透度大於 85% 及線路電阻小於 30 K Ω 。目前主流使用之氧化銦錫(ITO, Indium Tin Oxide)，因為銦礦開採高度集中於中國大陸(約 70%)，長期以來由於來源與價格隨著稀土議題波動，一直是業者的隱憂，因此取代 ITO 材料的研究逐漸成為產業界熱切關心的議題，透明導電材料往非銦材料發展亦變成長期趨勢。非銦透明導電材料目前分為有機及無機兩大類，而無機則有透明

金屬氧化物(Metal Oxide)、奈米銀及金屬導線等。目前特性可被市場所接受透明金屬氧化物大約可分成氧化錫(SnO)及氧化鋅(ZnO)兩大類。ITO 即是屬於氧化錫類，氧化錫類除了ITO 外，還有氟錫氧化物(FTO, Fluorine-doped Tin Oxide)及鋁錫氧化物(ATO, Aluminum-doped Tin Oxide)等，但以 ITO 之光電特性最佳，因此 ITO 被廣泛應用於光電產業如平面顯示器或觸控產業等。氧化鋅可以參雜銦、鋁或鎵，都有不錯光電性質，而氧化鋅鎵(GZO, Ga-doped Zinc Oxide)除了特性與 ITO 十分相近外，相較於銦礦，鋅在資源取得上不虞匱乏，將是其一大優勢。至於奈米銀或金屬導線並非透明材料，而是以超細導線配合開口率的設計，減少可視性而達到視覺上所需的穿透需求，但由於其具備低成本且低電阻特性，近年也逐漸受到廣泛的重視。有機透明導電材料以導電高分子材料、奈米碳管、石墨烯等為發展方向，石墨烯特性雖佳，但量產技術問題尚未能克服。導電高分子與奈米碳管材料目前特性雖仍較 ITO 差，但是其耐撓曲性及捲繞式傳輸製程(R2R, Roll to Roll)低成本生產的優勢，也提供業者不斷得改良並嘗試導入生產的誘因。

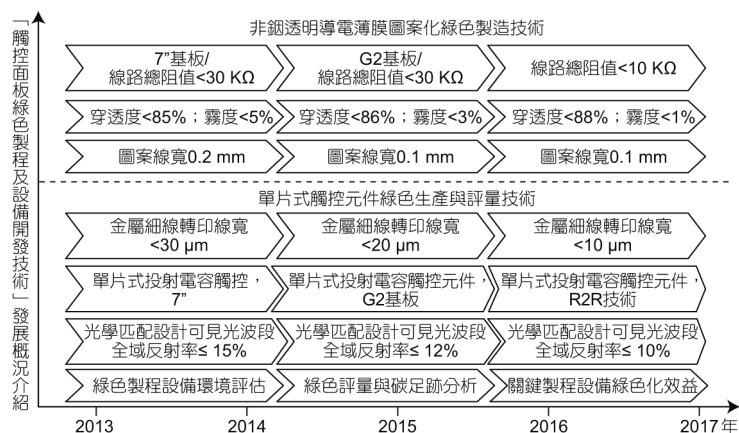
除了材料成本考量外，降低製程成本也是提高產品競爭力的不二法則。為了降低製程成本，勢必得提高良率或減少工序。目前節能及環境議題是世界各國所共通面臨的嚴峻挑戰，也是業者永續經營所須面對的課題。單片式觸控元件目前仍仰賴黃光微影(Lithography)製程來製作圖案化觸控元件，包括 ITO 圖案及金屬橋接線路(Metal Bridge)。然而，此減法式製程需先全面成膜再移除不需要的部分，因此 70%以上的材料需要被去除。除了製程需耗費大量能源及材料外，使用濕式製程會產生大量廢液而相對不環保，亦導致生產成本無法有效下降。如果用網板印刷(Screen Printing)製程製作導線，雖具有降低材料耗損、降低生產成本及提升生產速度等優勢，但其最大缺點在於印製線寬一般會大於 70 μm ，此規格無法符合國內廠商所要求之線寬/間距為 30 μm /30 μm ，更遑論未來需要更細小間距之窄邊框及金屬橋接線路。

「觸控面板(TP, Touch Panel)綠色製程及設備開發技術」為達到節能、環保的訴求，以單片式為研發架構，即單片投射電容式觸控元件結合保護玻璃與觸控感測器(Touch Sensor)的方式，可減少貼合工序並提高良率。對於觸控感測層之製作提出兩個獨特方案：1.使用非銦透明導電材料搭配圖案化製程－非銦透明導電層成膜技術不需要耗能的真空濺鍍製程，改使用獨特的大氣壓電漿設備，搭配水溶性前驅物並輔以圖案化成膜技術達成，製程材料設備設計皆以節能、減碳、環保為出發點，期望為台灣業者增加國際競爭力。2.超精細銀導線轉印技術－在結構生產製造部分，發展精密轉印製程設備技術，結合飛秒雷射(Femtosecond Laser)刻板技術與可細線路化之低表面能(Surface Energy)塗料技術，利用精密轉印製程技術具有高生產速度與可製作細線寬之立體跨接線路等優點，可有效提升觸控元件之生產速率。

(二) 技術發展藍圖

本技術主要分成「非銦透明導電薄膜圖案化綠色製造技術」、「單片式觸控元件綠色生產與評量技術」為兩大發展主軸，技術發展藍圖見圖 2-2-3-2。研發主要項目包含開發大氣壓電漿成膜與圖案化製程與設備技術來製作圖案化的非銦透明導電層，及發展最小線寬小於 20 μm 之精密轉印製程與設備技術。研發完成後能協助國內業者自主性地開發材料及設備技術，並提供高品質、低成本及綠色環保的觸控元件生產方案。

在整體的技術發展上，除滿足現行觸控元件所須之光電特性外，並布局未來大尺寸觸控需求規格。第一階段(2012-2013 年)已完成七吋單片式觸控面板模組，驗證小尺寸基板成膜之光電特性，滿足觸控面板所須之規格。藉由精密轉印技術完成金屬架橋結構，並透過光學之模擬與分析，將觸控元件之圖案無視化設計實現，另外透過定性方式將生命週期思維導入，以生命週期評估(LCA, Life Cycle Assessment)定量工具計算觸控產品之環境衝擊，完成綠色製程設備環境評估。第二階段(2013-2015 年)重點將進行 G2 (370mmx470mm) 大尺寸設備之建構及製程優化，除進一步改善觸控元件之光電特性外，透過多電漿噴嘴及高精密前驅物導入控制設計，同時建構大尺寸、高均勻成膜之生產技術能力，滿足產業生產需求。此外，並透過精密凹板轉印設備之研發、關鍵導電油墨之材料設計，將金屬線寬縮小以滿足金屬架橋與窄邊寬之觸控面板生產所需，提升產品價值。在此階段同時，領先國際完成建立觸控綠色製程產品之產品環境宣告(EPD, Environmental Product Declaration)與碳足跡之引用或參考依據。第三階段(2015 年以後)則以完成開發高效率之生產設備技術為主軸，將在 R2R 關鍵設備之量產能力與穩定性進行研究發展，並以產品產業化與高值化為目標，研發重點除了須滿足大面積生產要求外，在圖案化線寬則實現 10 μm 之超細線路轉印技術，光學匹配設計則滿足可見光波段全域反射率 $\leq 10\%$ 之目標，適合單片式觸控和金屬網絡觸控結構，滿足產業之高品質觸控元件需求。同時，透過完成之綠色生產技術之環境宣告與碳排放係數，作為提升關鍵製程設備技術之綠色生產效率、綠色採購以及消費者選擇環境友善產品之參考，藉以敦促國內產業朝向綠色製造領域方向發展。



資料來源：工研院機械所整理，2013 年 9 月。

圖 2-2-3-2 觸控面板綠色製程及設備開發技術發展藍圖

(三) 產業效益

根據 DisplaySearch 及工研院 IEK 於 2013 年所發表的觸控面板相關市場分析報告指出，觸控面板的市場規模於 2012 年已達到 162 億美元，預估 2013 年可達 206 億美元，2015 年更可達 260 億美元；此外，大尺寸觸控面板因應數位電子看板(Digital Signage)、教學用電子白板及電子窗戶等需求，預測市場規模將由 2009 年的 4,300 萬美元成長至 2014 年的 35 億美元。2012 年台灣占有率由 48%下降至 37%，南韓由 15%上升至 37%，與台灣並列第一，日本占有率則維持 17%。主因在於韓國對台採購已轉為韓國品牌廠自製

或採用韓國本土產品，因此韓國在短時間內快速擴充產能，薄膜式觸控為其主力。隨著中國大陸及韓國不斷以低價策略搶攻市場市占率，必須積極開發高品質且價格更低廉之生產技術，以維持國際競爭力。觸控主要應用產品以行動手機、平板電腦為主，但隨著 Win 8 上市，筆記型電腦、一體成型電腦(AIO PC, All-In-One PC)的滲透率成長受到期待，將帶動大尺寸觸控面板需求(13-30 吋)。大尺寸觸控面板目前單價高，如要提升市場滲透率，成本下降是重要趨勢(製造與材料成本，新製程與新材料導入機會高)。本技術應用於觸控感測元件製作，預期將可減少能源使用約 30%以上及提升 10%以上之生產速度，並減少約 30%以上之貴重及汙染物材料使用，有助於提升台灣製作觸控元件之國際競爭力。此外，觸控技術應用範疇已拓展至個人電腦，大尺寸觸控面板可望日益普及，本技術可應用在大尺寸金屬網絡(Metal Mesh)觸控元件製作，其透光度及電性將可符合大尺寸觸控元件之需求。

本技術之相關研發成果藉由研發聯盟整合關鍵組件，可製作出的電子產品，具有可快速且連續生產、降低材料成本及能源消耗、低汙染、可應用於軟性基材及降低生產成本等諸多優勢，可為下一世代電子產品的綠色生產製程鋪路。根據歐洲市調機構 IDTechEx 2012 年公布的一份報告顯示，屬於綠色製程的印刷電子技術市場有望在 2013 年底達到 94 億美元的產值，預計到 2021 年將可達到 442.5 億美元，平均年成長率達到 71%左右；其應用領域除了感測元件，還包括太陽能電池、鋰電池、顯示器及記憶體等元件製作，市場商機無限。

三、雷射光谷關鍵開發技術

(一) 技術研發目標

政府考量區域平衡及回應產業需求，積極推動南部產業高值化來解決其所面臨困境，透過師法美國矽谷、德國雷射聚落及竹科園區、精密機械黃金縱谷等成功案例，期藉由雷射技術應用廣泛，串聯產業鏈形成聚落的優勢，擬研發規劃雷射光谷相關技術。以雷射技術整合應用為主軸，配合「建構聚落體系，擴大競爭優勢」、「創新應用開發，提升附加價值」及「創造經濟價值，增加就業人數」三大產業發展目標，並透過深耕技術、引領創新、邁向卓越、延伸創業等推動策略，分兩期 8 年推動執行，逐步形塑嘉義至屏東之雷射光谷，完成南部區域之產業優化、發展提升及結構調整，並達成雷射光谷於 2020 年成為全球雷射關聯產業之創新與生產重要聚落之願景。

第一階段(2013-2016 年)，將針對南部產業環境屬性與廠商技術現況，分成雷射關鍵技術研發及產業應用群聚推動兩方面展開。技術研發方面，主要藉助法人科專建立自主專利以及連結業界科專計畫擴散關鍵技術；群聚推動方面，則以核心技術導入、產業資訊分享、供應鏈與資源整合等作法，緊密扣連技術、人才、資金、產業四項關鍵要素，建構完整創新之聚落體系。後續推動策略，完成應用創新與產品開發(從無到有)、技術精進與產品升級(A 到 A⁺)、事業新創與產業強化等產業效益。為達成相關技術研發目標，分成「雷射產業關鍵模組/系統」、「雷射高值創新應用」兩大分項，其研發重點分述如下：1.雷射產業關鍵模組/系統－以雷射源、雷射加工系統等應用技術為重點，配合產業製程驗證並掌握原創自主性專利為依歸，整合法人機構已發展之飛秒、皮秒及奈秒雷射源、雷射加工光學模組等技術，開發產業迫切需求的雷射關鍵模組/系統核心技術，以關鍵模組/系統為產出，結合相關

設備載具進行產業效益擴散，開創精微製程、雷射切割、接合、熱處理及表面被覆關鍵技術，推動光電半導體、鈹材、管件、汽機車、能源與航太等相關產業應用。2.雷射高值創新應用－深耕產業服務，配合產業應用端需求，以高值化雷射加工整合技術、智動化雷射複合加工技術、雷射成像與雷射檢測技術為發展重點，以關鍵模組為核心，結合自動化系統技術，進行產業應用研發服務及效益擴散；同步強化廠商聚落與上中下游供應鏈的整合，結合雷射加工機主要載具，協助廠商提升製造技術，增加產品與設備附加價值，以因應國外新興競爭者的威脅。

（二）技術發展藍圖

雷射光谷關鍵開發技術內容分成「雷射產業關鍵模組/系統」、「雷射高值創新應用」兩大分項，各分項技術發展藍圖見圖 2-2-3-3。

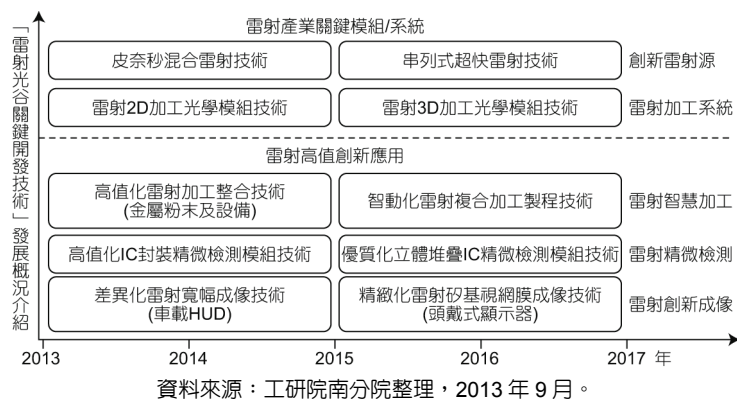


圖 2-2-3-3 雷射光谷關鍵開發技術發展藍圖

「在雷射產業關鍵模組/系統」方面，分為創新雷射源、雷射加工系統二個子項，分述如下：1.創新雷射源－包含皮奈秒混合雷射技術與串列式超快雷射技術，2013-2014 年發展高能量皮秒光纖雷射技術，並運用皮秒種子源產生技術，突破專利障礙發展皮秒與奈秒混合雷射系統；2015-2016 年藉助前兩年技術優勢，使皮秒之脈衝能夠串列輸出，以降低靶材破壞臨界值提升加工效率，建立台灣皮秒光纖技術串列式之差異化，此系統除克服自發輻射穩定性問題，並可控制串列式雷射脈衝間距，使雷射輸出具有高自由度，可擴大產業的應用範圍；最終完成之飛秒脈衝光纖雷射技術(Femtosecond Pulsed Fiber Laser)，其雷射規格可廣泛應用於金屬、機械產業，達成高能雷射輸出系統自製目標。2.雷射加工系統－積極與產業合作，逐年開發雷射 2D 與 3D 加工光學模組技術，利用技術開發之平台，建立雷射製程參數與加工資料庫，解決國內產業迫切之需求，協助提升產品附加價值與產業競爭力；2013-2014 年發展雷射光學切割/接合模組技術及飛秒雷射拋光模組技術，建立雷射複合光型、多軸加工機構、製程監控、雷射微細表面處理等關鍵技術，優先建立南部產業急需使用的雷射鈹金及管件的切割/接合模組，以及雷射表面處理光學模組；2015-2016 年將聚焦於 3D 異型與複合材料的雷射製程開發及下世代非接觸式精密拋光技術，透過路徑檢測、同步填料預測、多軸向機械手臂系統整合、雷射拋光等關鍵技術，簡化現有繁複工序，同步歐美產業技術。發展拋光調變機制，完成雷射表面處理、粉末鍍覆及拋光等技術，提

升國內金屬、傳統產業產品附加價值，並可提供國內產業所需之雷射複合式加工模組，提升台灣業者競爭力。

在「雷射高值創新應用」方面，分為雷射智慧加工、雷射精微檢測(Precision Inspection)及雷射創新成像等應用技術，分述如下：1.雷射智慧加工－發展積層製造技術有別於傳統除料式的加工方式，採用逐層堆積之加料工法，對於複雜形貌與結構皆可成形，有助於提高產業之附加價值；2013-2014 年先完成高值化雷射加工整合技術，以粉末鋪層雷射積層製造(AM, Additive Manufacturing)技術促使金屬產業高值化；2015-2016 年再完成自動化雷射複合加工製程技術，以雷射噴粉同步熔覆解決 3D 曲面修補與積層製造需求。2.雷射精微檢測－2013-2014 年針對 IC 封裝(Integrated Circuit Package)產業如高密度互連印刷電路板(HDI PCB, High Density Interconnect Printed Circuit Board)、高性能覆晶球柵陣列(HFC BGA, High Performance Ball Grid Array)及封裝層疊(PoP, Package on Package)等高值產品，開發雷射鑽孔及切割製程所需之精微檢測模組；2015-2016 年將針對 2.5D 及 3D 等立體堆疊 IC 封裝產品，開發滿足次世代堆疊 IC 與高深寬比雷射鑽孔加工技術、並能提供高數量、高精度及高量測速度等功能的檢測模組。3.雷射創新成像－利用壓電式雷射掃描核心技術來開發遠距成像應用產品，2013-2014 年將以此技術結合南部產業群聚來導入車用抬頭顯示器(HUD, Head Up Display)市場，突破現有產品之缺陷，開發可攜式產品的內嵌微投影裝置，搶攻行動電子相關的消費型產品商機，2015-2016 年發展頭戴式為主的視網膜成像產品，透過此虛擬成像的頭戴式顯示器，將能擴展到工業用、商用、醫學、軍用等領域。

(三) 產業效益

雷射光谷關鍵開發技術將透過創新的核心技術加值及創新的產業群聚推動方式，來優化產業結構、強化產業競爭要素、厚植產業實力及提升產業附加價值，促成南部產業全面升級，從而提供產業更強的競爭力與更高的附加價值，產業效益分述如下。

- 1.提升業者雷射系統自製率，以應用技術能量強化進軍國際市場優勢：藉由自主性皮秒脈衝光纖雷射(Picosecond Pulsed Fiber Laser)技術發展，結合已建立之奈秒與飛秒等不同脈衝寬度雷射，可加速國內雷射技術的自主化，協助籌設國內雷射源公司，創造光電高科技就業機會，帶動國內雷射加工產業往精密加工領域升級，並滿足未來十年內微細先進加工應用；雷射 2D 與 3D 加工光學模組技術方面，結合雷射光學設計與雷射製程監控等技術，協助南部產業製造技術躍升至光學式加工，結合利基製程設備開發，擁有更多自主性，使產業產品與設備朝更完整性發展，創造設備與產品更高利潤。以雷射光學加工模組為例，將可降低國內雷射加工設備自製成本，提升產業附加價值，創造雷射關鍵模組產值達每年新台幣 2 億元及雷射加工產品每年 30 億元。
- 2.建構聚落體系，結合應用端需求技術帶動加速轉型，擴大產業國際競爭優勢：於 2013-2016 年，推動創新皮秒雷射源、雷射切割、雷射接合、雷射表面處理、雷射精微加工、雷射積層製造、雷射超音波、寬幅成像、抬頭顯示等應用產業群聚，促成新增雷射應用廠商超過 100 家，並孕育 1 家旗艦型公司；藉此帶動及促成南部中堅產業的轉型與升級，推動建立南台灣為國際級雷射發展重要地區，同時促使南部產業朝高值化產業邁進，達成形塑雷射光谷之目標。

- 3.創新應用開發，進行產業應用研發服務及效益擴散，提升附加價值：透過智動化雷射複合成型技術、雷射成像與精微檢測技術相關的產業應用研發服務，藉由法人機構既有科專技術與創新研發技術的深耕、業界科專計畫等政府資源的導入、產業市場資訊及經驗的分享，提升南部金屬產業及光電產業中相關產品，例如模具、金屬製品、醫材元件、高亮度發光二極體(HB LED, High Brightness Light Emitting Diode)、3DIC、車用元件及互動裝置等的附加價值；配合產業需求，深植雷射技術，至 2016 年時使產業附加價值率由 18% 提升至 23%，以強化南部業者製造與產品開發之國際競爭力，提升獲利能力，創造實際產業效益。
- 4.創造經濟價值，增加就業人數：雷射光谷關鍵開發技術的落實，除可為產業結構帶來轉型契機，對產業高值化亦扮演關鍵角色，可讓現有精密設備等級大幅提升，亦具有創造新興產業之能力，兩者結合，將能促使台灣產業快速高值化、創造產值及增進就業，預估至 2016 年時創造雷射相關產業年產值新台幣 200 億元，累計增加就業 2,500 人。