

# 材料技術

日期：2009 年 經濟部技術處 產業技術白皮書

出處：產業篇 標題伍

主題分類：材料化工領域 第一章

## 文章內容

### 一、電子關鍵零組件及材料應用技術

#### (一) 技術研發目標

電子材料隨著下游電子產品日新月異，需不斷開發更先進的材料技術及具利基潛力之元件技術。其發展主軸除過去強調的高速度、高功率、高容量、積體化、模組化、微型化等多元方向外，更應注重智慧型整合及人性化需求，發展智慧化、複合化、多功能化、軟性化及跨領域技術整合。換言之，電子材料及零組件應用技術更應與台灣具優勢的系統業者進行高度整合，以拓展新興利基市場並獲更高之附加價值。

因此，在電子材料及零組件的開發重點，是以發展下世代半導體(次 45 nm，亦即 32~22 nm)所需之先進構裝製程及材料，與建構便利化、人性化、智慧化、環境相容化之功能型材料新興領域為二大主軸。換言之，將建構高競爭力之核心材料、製程與設計技術，其中系統級封裝(SiP, System in Package)功能基板技術之開發將協助國內產業由細線化、高密度構裝型態，加速邁入提供高功能整合技術平台之領導者。預期 2012 年後將有機會超越日本成為全球最大供應國。而在新興材料領域上，開發奈米駐極體及印刷型電子材料，將有機會開拓嶄新之應用領域，加速傳統電子產業轉型與躍進，預期 2010~2015 年間可進入商業化生產初期。就電子關鍵零組件及材料應用技術，分為以下四個分項：

分項一，在電子系統構裝技術方面，鑑於高度整合的輕薄短小及可撓、可穿型無線通訊電子產品將成未來消費主流，將規劃發展國內 3~5 年所需系統整合構裝技術。換言之，旨在開發奈米材料且可在傳統機台上整合開發出 SiP 功能基板，以建立新奈米電子材料、高速電路設計、超細線製程等 SiP 功能整合技術，以此繼續保有國內積體電路(IC, Integrated Circuit)基板產業競爭力。首先，在 SiP 基板方面，開發複合基板設計及相關製程與材料技術，包括 6 GHz 無線模組及 SiP 基板靜電防護技術，奠定系統級封裝(SiP)技術基礎，為國內傳統基板材料、電路板及構裝產業開拓新應用方向，並協助國內構裝產業從資訊領域跨入射頻無線通訊領域，以確保國內構裝產業在下一代基板競爭之優勢。其次，在微連結技術方面，將以高效能射頻元件與高速記憶體之構裝設計為基準點，搭配開發之先端材

料與系統構裝技術，建構高可靠度異質材料多層整合增層技術，以及主動晶片與被動元件整合內埋於基板之技術，並搭配三維(3D, three Dimensional)積體電路相關之架構概念，以建立高電性效能構裝平台。然而由於小於 32 nm IC 之承載基板將面臨許多高頻電性上瓶頸及環保要求，不同於以往基板只有細線化接線功能問題，而是需要加入其他特殊功能，如高速電性、高散熱構裝、環境相容及超細線化之特殊材料等。故未來基板，更需加速開發具去高速干擾用之寬低阻抗、去耦合電容、靜電防護層、匯流排之超高速傳輸及高散熱模組等規格，及因應環保所需開發可回收性基板。

分項二，電子金屬材料技術，為配合半導體先進構裝製程技術，及環境相容化功能型材料二大主軸發展，需積極整合電腦、通訊與消費性電子產品(3C, Computer、Communication、Consumer Electronics)和光電等產業亟需的熱管理技術，及開發針對新世代電子產業用的關鍵電子金屬材料。主要研發標的為：高導熱(High Thermal Conductivity)低阻抗金屬基界面材料、高性能熱電材料與微小型應用致冷元件。另在高速連接器方面，基於建立製程資料及微型立體端子及機構設計之需，開發晶片級微型連接器技術(5 GHz, 0.15 mm 間距)。其次在未來軟性電子(Flexible Electronics)技術需求下，建立國內自製金屬箔成型與軟性基板技術，預期可應用於可撓式薄膜電晶體(TFT, Thin Film Transistor)、有機發光二極體(OLED, Organic Light-Emitting Diode)顯示元件及超薄可撓式太陽能電池基板材料，而加速可撓式顯示器等產品發展。另由於金屬基材可提高電子產品之可回收比例，將達成未來電子電機產品回收之法令要求，同時協助業者建立完整上中下游且環境相容電子金屬材料生產體系，並輔導傳統產業創新研發及配合相關產業協會共同推動知識平台。

分項三，整合模組材料技術，隨著感測網路的無所不在(Ubiquitous)時代已來臨，對無線感測產品的模組化需求殷切。再加上環境保護與能源短缺問題日益浮現、環境相容議題及低耗能製程為材料開發的基本訴求；例如以創新材料發展電力轉換複材、可印式功能材料與導電油墨等，建立環境能量擷取轉換之微電源、環境感知膜層與低溫型導電膜技術，支援產業在汎網應用無線感測模組的產品發展。將可發展出新商業模式，使廣汎應用於食品、醫療產業及新興服務業等，同時可帶動上游材料、電子元件及印刷產品的附加價值提升，進而透過和感測器整合，達到汎網環境應用及相容需求。

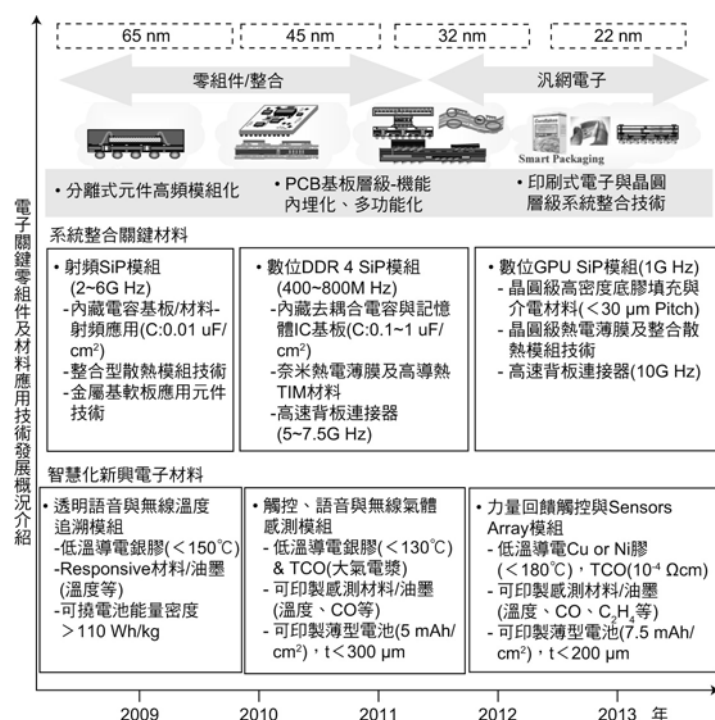
分項四，應用於平面音響與家電育樂技術，過去曾開發出一種使消費性電子產品更滿足消費者需求的原創性新材料—駐極體材料。以此新材料核心技術可廣泛應用於輕、薄、軟、透明、省能並兼具智慧型人性化與便利性之資訊家電，或相關家電育樂創新產品應用。研發重點除開發更有效率的駐極體材料外，並結合不同領域技術，著手開發更具智慧型人性化的高品質全方位之家電育樂應用產品，並規劃開發具有透明薄膜且可彎曲之聲頻傳導元件，及兼具智慧型人性化的創新影音，強調聲音品質具有清晰、低失真、寬頻等核心價值。如同光電應用之一的觸控式面板，就是結合駐極體材料與顯示器元件特性，並包含觸碰式面板與發音之多功能智慧型人性化科技產品，即為未來指標性創新產品之一。也由於目前駐極體材料技術在材料、元件應用部分掌握獨有智權，在成本及性能亦具有極大的競爭優勢，將有開發相關新興市場之機會。

## (二) 技術發展藍圖

本技術藍圖之規劃除考慮半導體產業之發展歷程，同時兼顧未來強調人性需求與便利應用之新興

技術發展方向。在半導體不斷微縮化下，對構裝技術產生不同之需求，以基板為整合平台將成為技術發展主流。規劃上參考國際半導體發展藍圖(ITRS)，從射頻模組整合基板技術，逐步發展至數位模組整合基板技術。在長程發展上亦將晶圓級整合相關材料規劃納入整體發展目標。

電子產品發展亦將以多元面貌出現，在使用上更強調貼身性、舒適性及便利性之人性基本需求。因此在材料及零組件之特性上，將更強調可撓性、多功能、智慧化、製程多元化，印刷型材料及感測器零組件之發展將成為重要方向。參考國際上主流廠商發展現況及未來產品趨勢，在規劃上從導電油墨、薄型電池及氣體感測材料三方向進行階段性目標設定。



資料來源：工研院材化所整理，2009 年 6 月。

圖 2-5-1-1-1 電子關鍵零組件及材料應用技術發展藍圖

### (三) 產業效益

上述技術歷年積極推動用於國內電子構裝、IC 載板產業、軟板產業、儲能元件、輕合金及電漿鍍膜等方面成效甚為卓著。尤其在塑膠球柵陣列構裝(PBGA, Plastic Ball Grid Array Package)及軟板材料關鍵結構專利及核心技術之布局，確實是國內構裝產業快速成長及高價值創造之推手。隨著市場占有率之擴增，國內廠商亦逐漸具有國際競爭之研發實力。是故本技術轉向強調發展下世代半導體需求之先進電子構裝製程，及關鍵材料(三維(3D, three Dimensional)構裝、SiP 功能基板、功能性銅箔、主動式熱電材料、可回收基板材料等)，應能和國內產業界研發主軸產生短、中長期互補效應。自 2008 年起更強化投入研發能量，開發未來可能發生之新興材料產業：奈米駐極體及印刷型電子材料相關技術之開發。

在電子系統構裝分項方面：隨著電子系統產品高寬頻通訊及多媒體應用之發展趨勢，對輕薄短小及多功能整合之模組需求與日俱增，傳統零組件與構裝產業將面臨嚴重挑戰。為了避免國外廠商技術壟斷的威脅，本技術將帶動國內構裝廠商與系統業者，進行新材料開發與模組整合設計，以提升技術

能力及產業競爭力，帶領構裝產業進入另一波高峰。在系統級封裝技術推動上，將以複合基板內藏主被動元件、3D 堆疊及相關製程與材料技術，透過構裝聯盟之推動，建立國內上中下游整合的產業鏈，並強化以功能性基板為平台之專利布局、技術授權及技術移轉，提升台灣構裝產業之國際競爭力，可為國內傳統基板材料、電路板製造及 IC 構裝產業開拓新應用方向，以確保國內構裝產業在下一世代基板的競爭優勢。預期此新興功能基板材料將能滿足下世代電子產品之需求，並引領國內 IC 基板產業邁入複合功能技術領域，預期 2012 年功能基板市場滲透率約 10%(產值約新台幣 100 億元)，2015 年達到 40%(產值約 600 億元)。

在電子金屬材料技術分項方面：建構熱電技術自主關鍵材料產業，提升國內散熱模組產業之國際競爭力，配合台灣熱管理產業協會的帶動，朝向整體年產值從現有約新台幣 700 億元，至 2012 年達成年產值超過 1,200 億元目標以上。另也協助國內廠商建立通訊/無線用高階連接設計技術，建構微型電子連接設計與測試技術平台，以提升整合電子連接元件附加價值，符合未來高速網路與汽車電子化網路在高品質傳輸之需求，並以過去電子連接技術傳統板端、I/O，擴展到封裝、晶片與光電整合應用市場，估計可產生 150 億元以上之新產值。

在整合模組材料技術分項方面：結合印刷型電子材料與感測技術將有機會開拓嶄新之應用領域，促使服務業新商業模式開發，並可廣泛應用於食品、交通、育樂、醫療福祉、安全社區、環境監控、公共防災及新興服務業等，同時可帶動上游電子元組件及印刷產品附加價值提升，達到無所不在的 (Ubiquitous) 網路環境應用及相容需求。預期印製電子及感測材料之開發，將可引導國內業者進入新事業領域，加速傳統電子產業之轉型與躍進。相關新興材料之全球技術狀況仍處於實驗室開發階段，預期 2012~2015 年間進入商業化生產初期，將可協助傳統產業開拓利基市場及轉型，加速台灣電子產業取得新世代產品之優勢地位，預期新興材料產業 2015 年產值可達新台幣 150 億元。

應用於平面音響與家電育樂技術：奈米駐極體材料主要應用的商品為靜電式駐極體耳機、助聽器用之駐極體受話器，其特點為聲音清晰、低失真、音色佳等，可讓使用者有全新的體驗，大幅提升生活的樂趣。未來將繼續開發更多元化的應用產品，造福人群及社會。駐極體材料的開發，可協助業者擺脫壟斷，輔導產業具備自製生產技術及能力，逐步降低國外原物料依賴度，引導業者新的事業方向。不僅會改變人們的生活型態，也將建立完整的上游(材料)、中游(系統)、下游(應用)產業鏈，為台灣的產業帶來新氣象，也大幅提升台灣傳統製造產業的競爭力。在 2009 年促成新創公司之成立，預期在 2012 年可增加新台幣 5 億元以上之直接產值；如應用於資/通訊、家電、光電產品上，更可創造 50 億元以上之間接產值效益。

台灣在高科技產業之發展過程中，過去多年來採用跟隨者的策略，快速持續的切入市場成熟期之產品領域，並透過技術輸入快速學習之策略在全球競爭市場中獲利。目前台灣逐漸蛻變成全球主要電子產品應用設計及技術研發中心；關鍵材料技術與智慧資本之深耕，將成為達成願景之重要推升力量，將可協助國內業者建立新興產業之灘頭堡，發展數位生活與智慧化科技整合應用，塑造優質生活環境，並透過創新的推動模式，帶動相關科技產業之發展。

## 二、精密化學材料技術及應用技術

## （一）技術研發目標

台灣的化學工業歷經近四十年的逆向整合發展，已經是國內最完整且影響經濟成長的最大產業，2007 年台灣石化產業總產值達新台幣 2.5 兆元以上，較 2006 年成長 15.2%，占台灣生產毛額的 21.48%。其中下游塑橡膠材料及化學品等產值占 8,000 億元以上，除了在民生化工產業應用外，由於台灣近年來在電子和光電產業的優勢成長也帶動不少化工產業的成長。且國內潛在優勢產業如電子和光電及能源等產業日益成長，相關化學品及材料仍需仰賴進口，故材料創新自主化需求殷切。另因應全球環保與化工產品高值化應用之市場趨勢，並利用國內電子及光電產業蓬勃發展時機，台灣應以民生化工材料為基礎，開拓電子光電材料、環保與能源新材料，以促進化工產業邁入高值化，並強化台灣優勢電子光電產業之特化品材料自主能力。

從台灣產業結構變化來看，精密化學材料技術及應用開發產業技術更應與台灣化工產業進行高度整合，以產業創新及新興產業為二大開發重點主軸規劃投入的項目，並以系統化開發拓展不同產業的應用材料需求，選定包含精密化工與奈米粉體製程技術、機能性化學品研製與應用技術、奈米改質與機能性複合材料研製與應用技術以及高性能高分子材料研製與應用技術等為研發載具，以兼顧即時落實與產業升級轉型之目標。

以精密化工與奈米粉體製程技術研發而言，在於建立高導電超細奈米碳管(CNT, Carbon Nanotube)製程與分散技術、開發奈米碳管的經濟化製程與排列圖案化技術、高分子生質材料(Bio-mass)分離純化技術及光學級耐熱透明聚酯高分子材料合成技術。期能開拓新素材及其相關應用技術，並廣泛應用於導電/導熱複材、高強力結構纖維、透明導電膜(TCF, Transparent Conducting Film)或基材、環保、光電以及民生之機能性複合材料等領域產業化應用，提升現有產品之功能與附加價值以及國內材料自己供給的能力。

針對機能性化學品研製與應用技術部分，則將建立民生特用化學產業材料之關鍵化學分子設計與結構合成等能力，應用於環保型高分子之官能化設計與可回收聚酯(Recycled PET)製備、高分子合膠(Polymer Alloy)材料、有機或無機阻氣(Gas Barrier)混成材料等相關化學品之開發，並同時研發相關機能性環保型高分子測試與光電元件功能評估技術；以期應用在可耐候之高分子精密薄膜、可調結構之共軛材料，與多層化阻氣混成材料媒介等重點產品，並塑造下一波民生/光電產業所需精密特用化學品之自主化能力。

就奈米改質與機能性複合材料研製與應用技術層面，在建立奈米微粒的分散與安定技術、奈米微粒的表面改質(Surface Modification)及型態調控技術、有機或無機混成(Organic 或 Inorganic Hybrids)與交聯技術、奈米塗料的流變調控與數位化噴印等核心技術，研製具表面奈米微結構型態之超低表面能塗膜及快速紫外光(UV, Ultraviolet)交聯數位噴墨特化品，應用於裝飾材、資通訊技術(ICT, Information & Communication Technology)產品外殼、鍵盤、建材、運輸工具、紡織衣物等產業之耐候、耐磨自潔節能等功能性塗膜及彩色濾光片(Color Filter)、積體電路(IC, Integrated Circuit)、印刷電路板(PCB, Printed Circuit Board)導電線路數位噴印線路，開發高值化光電及民生化工產業產品。

而高性能高分子材料研製與應用技術目標內容，則包括奈米合膠改質技術開發，及耐高溫無鹵難

燃韌化材料研製、微孔洞調控精密延伸膜技術的建立，和開發透明太陽光電(PV, Photovoltaic)基板封裝(Encapsulation)材技術，將應用於高分子相關產業來提升其附加價值並建立高科技產業用自主性關鍵材料之研製技術。

## (二) 技術發展藍圖

精密化學材料技術及應用開發技術發展規劃，著重於化工產品高值化應用，以精密化工與奈米粉體製程技術、機能性化學品研製與應用技術、奈米改質與機能性複合材料技術及高性能高分子材料研製與應用技術四大主軸技術展開，朝向應用於各種高值化光電產業產品領域、開拓光電/通訊與民生相關產業的新興市場，以期創造國內開發先進機能性化學品之技術平台，及擴大技術應用領域與市場同時，可兼顧台灣之節能與環保等需求。

精密化工與奈米粉體製程技術技術發展藍圖為發展高導電超細奈米碳管製程或分散、高分子生質材料分離純化、耐熱透明聚酯高分子材料合成技術，目的在於提升原材料的耐熱性、導電/導熱或光學性質，提升材料的應用範圍與價值。

機能性化學品研製與應用技術發展藍圖是以特殊結構之機能性高分子與環保基板(Environment Compatible Substrate)材料技術為重點方向，建立各類材料之基礎設計與評估技術，包括環保之耐候耐 UV 高分子材料與相容劑(Compatibilizer)、可調控界面作用力(Interfacial Interaction)材料、高耐熱低介電混成基材，並促成模組技術之有效整合，應用於高效能淨水分離器、微型功能性之可調元件與可回收再生基材等用途。

奈米改質與機能性複合材料技術發展藍圖為 2009 年將完成高比重微粒及機能性噴印特化品研製，以及對油或水均具超低表面接觸面積之高耐候雙疏材料與塗膜技術，未來將此技術用於導線或 3D 立體噴印和成形及建築自潔產業的產品開發，使台灣數位噴印特化品及自潔塗料(Self-cleaning Coatings)產業技術躍居國際領先地位，更進一步拓展國際市場。

高性能高分子材料研製與應用技術發展藍圖為朝向環保型無毒與無公害之難燃材料、高分子微孔洞調控延伸膜及機能性高分子塗料及接著劑(Adhesive)和太陽能基板封裝材料發展，藉以應用於各種高值化光電產業產品領域。



資料來源：工研院材化所整理，2009 年 6 月。

圖 2-5-1-2-1 精密化學材料技術及應用技術發展藍圖

### (三) 產業效益

透過精密化學材料技術及應用開發，預期可為產業界開發新產品之源頭基礎技術及提升石化產業中下游應用特用化學品系列衍生產品如橡塑膠、合成樹脂、染料等附加價值與產業競爭力，並能配合光電、能源、環保等產業共同開拓所需的新材料，提高台灣產業之國際競爭力。而在分子結構及結晶行為調控暨高分子材料分離純化技術研發部分，目的在於開發高透明耐熱聚對苯二甲酸乙二酯(PET, Polyethylene Terephthalate)材料，其可應用於光電產業所需之高透光性之透明聚酯材料，如觸控面板用基材/膜材。而高導電超細奈米碳管製程與分散暨排列圖案化技術研發，主要可應用於透明導電膜，它可用於觸控面板及軟性電子(Flexible Electronics)，有取代銦錫氧化物(ITO, Indium Tin Oxide)部分市場的應用潛力，倘相關技術能夠落實，有助於國內產業切入透明高分子材料市場暨透明導電膜等相關電子產業所需之材料，其市場需求產值超過新台幣 45 億元。

另外，針對掌握關鍵之機能化學品部分，本技術將建立民生與光電產業之關鍵化學材料及製程技術，如開發機能性接枝高分子與聚合純化、設計不同官能基之回收聚脂、環保型相容劑與難燃劑(Flame Retardant)，以建立各種薄膜型元件之液態製作關鍵材料，以及奈米精密塗佈與噴印等製程技術。預期將可應用在超潔淨之高分子精密分離薄膜、可調功能元件、環保耐燃高玻璃轉移溫度( $T_g$ , Glass Transition Temperature)難燃基板技術等光電及民產業之最終產品，並藉由上下產業的連結，有效切入全球暖化危機、二氧化碳減量與環境保護等迫切議題，充分提升民生化工產品之奈米機能價值，並強化台灣產業在國際市場的競爭力。

應用在數位影像噴印特化品技術方面，可開發具高安定性之高顏料含量 UV 交聯顏料分散液，研製高彩度、低黏度、高解析度數位影像墨水，可應用在創意藝文影像應用，具畫質感高、色彩美，並具即時上市之優勢及競爭力。UV 交聯數位墨水同時可衍生應用在電子、光電、通訊產品(ICT 產品) 外殼、鍵盤、金屬、陶瓷、塑膠包材或製品等非吸收性產品的噴印，具相當高的產業價值。在奈米機能性塗膜材料與應用技術方面，透過奈米型態調控，開發超低表面能奈米表面結構塗膜，具自潔防污，長保石材、水泥、建材、金屬、廚具等民生化工用品/產品的清新自然，可以大幅提升居家住的品質。在產業的實務價值方面，更可提升塗料特化品的競爭力及奈米技術的產業價值的實現。

至於，建立新型耐高溫無鹵難燃高分子分散技術，可應用到取代有毒 PVC 之無鹵低煙 (Non-Halogen Low-Smoking)環保型電線電纜外被絕緣及構裝材料，預期可帶動新台幣 15 億元以上之材料年產值。在開發微孔隙高分子延伸膜成形調控技術的建立，本技術可衍生應用到 LCD 背光源反射板、照明燈具用反射板、各種阻氣調控，以及分離器等產品，其市場潛力不容忽視。在開發太陽光電產業用各種封裝膠預期可開創新台幣 5 億元以上之年產值，未來可衍生應用到太陽光電產業上各種封裝膠的應用。

### 三、金屬積層板及混成製程高值應用關鍵技術

#### (一) 技術研發目標

金屬材料是民生及工業用途產品或機器不可或缺的材料，廣泛應用於許多產業，包含機械設備、模具、建材、醫療器材、電腦通信、電子零組件、電機製品和運輸工具等產業。國內近年整體金屬製品業在 2008 年產值達新台幣 6,564 億元，持續維持成長趨勢，但附加價值率卻從 1998 年的 35.6% 降至 2007 年的 21.0%；同期之盈餘率也由 9.7% 降至 0.6%。由於台灣非材料資源大國，高級材料易受價格波動而受限於國外，以致減損獲利空間、阻礙產業發展。其中金屬裁剪、成形等業者更面臨代工利潤日趨微薄(<3%)，原料價格上漲但售價卻無法反應之窘境。面對全球產業環境日趨嚴苛的挑戰，如何轉型至高附加價值之利基產品應用，應為現階段國內金屬材料關聯產業之發展重點。

事實上，國內金屬材料關聯產業轉型升級至高值應用領域，主要有三項關鍵課題。第一是國內金屬產業以中小企業居多，研發人才不足，並缺乏產品設計能力，無法掌握產品流行動向僅能單純代工或仿造生產；第二，欠缺金屬板材與管材之複雜曲面成形、精緻表面處理及異種材料積層應用等創新製程系統技術；最後則是產業界雖認同積層金屬(Laminate Metal)材料將成為高值化產品應用的主流，但積層金屬材料應用上卻欠缺材料設計應用參考準則而難以切入。

基於上述原因將運用過去所建立之金屬二次加工製程核心技術，並篩選出國內主導性較高之產業如金屬餐鍋具刀業、3C，依照其需求進行積層金屬材料應用與高階數位產品成形製程技術兩項積層化(材料積層、混成製程)技術研發。

在加值性積層金屬材料與應用技術開發方面，出現單一材質無法滿足產品多功能性之要求，因此因應加值性需求將建立含銀之各式抗菌不銹鋼(Anti-bacterium Stainless Steel)板材、鑄件(Casting)等創新之新金屬材料製程技術與積層金屬應用技術，透過產品創意設計與結構分析，並結合專業線材和鑄件製造廠與餐具製造業者，開發高附加價值、高品質和具創意的積層金屬餐鍋刀具等產品，因應產

業需求擬定研發技術目標說明如下：1.建立 Ti/Al、SUS/Al/SUS、SUS/Cu 等積層板材成形技術，總厚度 $\leq 0.6$  mm、厚度精度 $\leq 5\%$ ，取代相關產品(材料)之進口；並應用進行積層金屬鍋具開發，整合餐鍋具熱傳分析、設計、表面處理技術，進行多層積層金屬鍋具開發，徑向均熱性( $\Delta T/\text{Radius}$ )改善 35%，板材厚度 $\leq 2.5$  mm，與傳統鍋具相比重量減輕 40%，提高產品之附加價值；2.建立含銀抗菌不銹鋼板材成形技術，藉由合金開發穩定的元素添加程序、合金調配及鑄造技術，完成抗菌不銹鋼板材厚度 $\leq 10$  mm，並符合 JIS Z2801(2000)之抗菌標準。

針對高階數位產品成形與應用部分，因應 3C 產品耐撞擊、高散熱性、抗電磁波干擾及質感佳等多功能需求，加上金屬殼件成形的生產成本高，且缺乏複雜造型產品成形技術，如何提升輕金屬大型薄壁成形、異種材料積層創新應用等製程技術，將是重點之一。考量上述產業需求，高階數位產品成形與應用技術主要將著重在建立 3C 大廠所需之材質轉換設計準則及創新製程應用整合能力，以達到產品高值化之研發目標，主要研發目標重點包括以下三點：1.建立複雜曲面機殼成形技術，運用板材液壓成形技術開發 SUS 304、SUS/Al 複雜曲面造型殼件(厚度減薄率，圓角與板厚比徑厚比 $\leq 3$ ，板厚 $\leq 0.5$  mm)，並改善金屬殼件成形性、回彈量及刮傷問題，擴大材料應用及造型設計之創新空間；2.建立積層板材雷射銲接技術(剝離強度 $\geq 8$  kg/mm<sup>2</sup>)，銲點處積層材不剝離，以滿足產品功能需求；3.建立精緻表面機殼成形技術，運用電磁成形(EMF, Electromagnetic Forming)技術、電鑄模具及環保表面處理製程，協助國內業者開發表面具有精緻紋路圖案之手機金屬殼件，提高產品附加價值。

## (二) 技術發展藍圖

在技術藍圖規劃上，由於台灣業者在積層金屬及抗菌不銹鋼而言，現行使用材料皆仰賴進口，因此需集中於積層金屬、抗菌不銹鋼材料創意化及特色化產品設計開發上，初期以滿足國內餐鍋具產業對產品性能需求，進行積層板、不銹鋼材料研發，後續再針對其他產業(如 3C 及重電產業)對材料需求進行研究。另在高階數位產品構件與應用技術的發展層面，因應精緻殼件產品造型及成形工法需求，初期集中於液壓成形系統技術及電磁成形系統技術應用研發，並於過程中陸續投入電液成形及熱氣成形等前瞻技術研究，完成多款特殊造型殼件開發，建立國際領先之競爭優勢。有關技術發展藍圖見圖 2-5-1-3-1 所示。



資料來源：金屬中心整理，2009 年 7 月。

圖 2-5-1-3-1 金屬積層板及混成製程高值應用關鍵技術發展藍圖

### (三) 產業效益

預期完成上述關鍵技術之建立後，不但可加速 3C 電子產品創新開發並可帶動傳統產業轉型升級，如國內加值性積層金屬材料主要依賴進口，業者若能切入材料之研發與製造應屬創新領域，將創造新一波共同成長新趨勢。

在技術面的效益有以下兩點：1.建立積層金屬材料成形技術、含銀抗菌不銹鋼鑄造與板材成形製程技術，將可擺脫材料依賴進口，並掌握積層金屬創新產品之設計/製程準則與產品性能檢測方式，可有效縮短產品開發流程及競爭力；2.完成液壓加沖壓混合成形與加工製程、精緻表面金屬殼件電磁成形製程與微結構表面處理等技術建立，拉大與追隨國家之技術差距，開發差異化高階數位產品金屬殼件，區隔低價產品，提升台灣 3C 產業之國際地位。

在經濟面的效益有以下四點：1.塑造積層金屬材料產業環境－協助業者運用積層金屬材和抗菌不銹鋼材，發展高附加價值餐鍋具、3C 產品開發，並促成國內首條試量產線成立，提供相關業者產品開發所需的材料，可開拓國內積層金屬材料市場需求並藉此吸引業界投資層狀積層金屬材料與製品生

產，預期促進投資新台幣 10 億元以上；2.促成國內金屬餐鍋具形成產業聚落—目前美、日、歐餐鍋具各大廠爭相投入開發具特色、功能性之高附加價值精品鍋具，其層狀積層金屬精品鍋具約佔所有產品的 10~15%(售價為原有產品之三倍)，且比重逐年增加預期可協助國內餐鍋具產業進行高值化產品研發，並促成產業聚落共享技術、設計和客戶資源，降低生產成本和縮短開發時程，以吸引國外客戶下單生產。預估可提升抗菌不銹鋼和層狀積層金屬產值成長至新台幣 10 億元以上，並促成 1~2 家積層金屬廠成立以供應傳產高值製品需求之積層金屬材料，並取代目前每年至少 0.5 億元以上之層狀積層金屬材料進口。

3.配合國內 3C 產業發展優勢，結合系統廠或代工廠商進行首創研發及應用，提升 3C 數位產品外觀美學造型與質感，增加產品吸引力及產品附加價值，3C 數位產品業者將高階產品之設計及雛型製造根留台灣，維持產業領先與高成長，成為全球產品之研發應用重鎮，預期金屬殼件產值由 2006 年的新台幣 100 億元增加至 2010 年的 120 億元。並且經由技術輔導與移轉業界，促成 2~3 家以上廠商設立高值精緻殼件及表面處理生產線，促進投資金額達 2.6 億元；4.塑造精密板件/殼件成形產業環境，協助業者應用液壓加沖壓混成成形技術(Hydroforming plus Stamping Hybrid Forming Technology)，開發 Al、Ti、SUS 及積層板等高精度複雜形狀連續剖面變化殼件，將可協助廠商轉型/技術升級；並促成板材液壓成形設備之國產化，建置板材液壓成形示範生產線，促成國內約 2~3 家公司建立生產線，生產高附加價值產品，預計促進投資金額約新台幣 2.4 億元，可創造產值 6 億元/年以上。

## 四、特用金屬材料應用技術

### (一) 技術研發目標

國內金屬產業隨著現代科技的發展，已不再侷限於傳統機械、模具製作的範圍，而係配合各項產業開展，朝向多元化應用領域。國內在光電、半導體、節能、太陽能等產業蓬勃發展下，鍍膜材料(Coating Materials)相關設備及消耗性零組件需求量持續增加，相關產品之性能提升更顯重要。惟目前在顯示元件、半導體元件、太陽能元件及節能元件等產業用之合金鍍膜材料、高溫金屬鍍膜材料、高純度鍍膜材料、高密度粉末冶金鍍膜材料等大部分均仍由國外進口，國內並無此中高階鈹材之產製技術。此外，配合光電及半導體產業相關設備與組件之開發，如電極板、蓋板及背板等須具備耐溫耐蝕特性之消耗性零組件，一般採用電漿塗層材料(Plasma Spraying Materials)製作，國內業者在此領域亦欠缺製程技術能量，迫切需要建立相關能量，以促進國內半導體設備自主化，降低生產成本，提升產業整體競爭力。

此外，光電產業的製程中使用大量貴重金屬，然國內迄今卻無完整的回收、精鍊純化與再運用之產業生產供應鏈，造成整體產業資源應用效益之不足，殊為可惜。以貴重金屬「銦(In)」為例，其用途包括透明電極(銦錫氧化物(ITO, Indium Tin Oxide)透明導電膜)、電子工業中焊料、低熔點合金、高性能發動機軸承、低溫 and 真空領域之密封組件、可熔電極和核反應堆控制棒，以及有機金屬化學氣相沉積法(MOCVD, Metal-organic Chemical Vapor Deposition)磊晶業中的有機金銦化合物等，應用領域極為廣泛。目前國內雖有廠商對液晶顯示器(LCD, Liquid Crystal Display)中的銦錫氧化物進行回收，

惟其回收製程以電解方式為主，純度僅達到 95~99.9%。但對高純度純化技術，目前則仍處於初期的研發試製階段，尚未能達到產業界實際可用的高純度 6N 量產技術。導致國外業者，以低價收購國內之低純度銻錠或銻泥，精煉後再以高價賣回國內，價差可達十餘倍之多，謀取高額獲利。因此，發展高純度(99.9999%)、高回收率與高效率之貴重金屬回收技術，並同時配合開發再資源化等相關應用技術，實為甚具產業經濟效益與刻不容緩之工作。

由於輕量化、省能源、環保及再生利用性為全球性訴求，輕金屬材料也再次成為熱門的開發重點。並逐步往高品級、高性能、高附加價值、少量多樣客製化產品升級，進而帶動傳統鋁鎂等相關輕合金產業朝向多元化、多功能與高質化等方向發展。尤其是輕金屬基複合材料相較於鋁合金及鎂合金，除保有質輕之優點外，更具備高剛性、高耐磨耗性與耐溫性等應用優勢，因此各先進國基於前述省能源等之趨勢下，均列為積極開發之重要領域。

基於上述理由，特用金屬材料應用技術著重於「下世代鍍膜及塗層材料技術」、「貴金屬回收及再資源化技術」及「輕金屬基複合材料暨高機能輕金屬材料製程技術」三大領域同步進行研發。「下世代鍍膜及塗層材料技術」以建立特殊合金與陶瓷鍍膜材料之新成分研發、成品製程技術與製程設備開發及電漿塗層材料製程技術開發，以促進國內鍍膜材料優質化與提升相關產業競爭力。開發重心材料，包含銅(Cu)合金電極材料、純鉻及純鈇鈹材、介電塗層、抗輻射塗層、抗磨耗塗層等。「貴金屬回收及再資源化技術」建立高效率銻回收與 6N 級純化技術，並發展資源再生產品開發技術。銻回收再資源化方面，包含製作奈米級銻錫氧化物粉體，燒結高密度靶材或塗佈透明導電膜(Transparent Conductive Film)、抗靜電膜等，均可有效提升其附加價值並強化產業競爭力與自主性。「輕金屬基複合材料暨高機能輕金屬材料製程技術」以建立鋁基複合材料熔鑄平台技術，並發展具成本競爭力之相關加工技術為目標。整體的技術發展目標包括開發兼具高強度、高剛性、可成形之鋁基複合材料，開發低膨脹係數之鋁基複合材料，及高耐磨耗與高耐溫性鋁基複合材料等高機能性材料。此領域研發方針旨在結合產業發展脈動，建立材料組織細化技術及開發高機能性鋁基複合材料，以提升國內相關產業材料自主能量與整體產業競爭力。

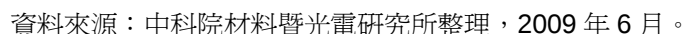
## (二) 技術發展藍圖

綜觀特用金屬材料目前台灣發展之現況，大致可涵蓋光電產業、半導體產業、貴重金屬回收產業、運輸工具產業以及輕金屬產業等，並可彙整呈現見圖 2-5-1-4-1 之整體技術發展藍圖全貌。

於光電產業及半導體產業相關的技術開發，包含關鍵鍍膜材料設計與製程技術開發，涵蓋顯示元件、半導體元件、太陽能元件及節能元件等領域。同時亦逐步進行高密度與高純度粉末冶金、高溫合金真空熔鑄、功能性合金及特殊陶瓷鍍膜與塗層材料之新成分設計與製程技術開發。此外，並針對現有設備的消耗性零組件建立複製、翻修技術能量，進而開發半導體設備及零組件電漿塗層製程技術，提高產業技術水準及自主性。

就貴重金屬回收產業而言，則著重於建立銻回收及其他貴金屬(鎢、鉑、銻、銻等)回收技術平台。其回收技術主要包括富集/分離及精煉純化之二階段平台技術，並開發達到 6N 級高純度之純化技術。此外，並進一步發展貴重金屬之高附加價值材料或產品的開發等再資源化應用技術，例如擴散粒子、

鋁合金目前大量應用於運輸、建築、容器及包裝、光電元件與 3C 組件等產業。然而國內具競爭力之鋁合金與鎂合金產業仍僅限於自行車組件、運動休閒器材等傳統產業。配合國內金屬傳統產業轉型升級與提升產業競爭力之強烈需求，高階與高附加價值之高質化輕金屬材料開發益形重要與關鍵。輕金屬基複合材料(如鋁基及鎂基)相較於鋁合金及鎂合金，除保有質輕之優點外，更具備高剛性、高耐磨耗性、耐溫性佳等應用優勢。因此目前各先進國在前述省能源等趨勢需求下，均列為積極投入開發之重點領域。輕金屬產業研發技術精進的部分，則包含熔鑄精鍊技術、粉末合成技術、晶粒細化技術、超塑性一體成形技術、半固態(Semi-solid)成形技術、高精度型材技術、奈米技術等相關製程技術發展。而在關鍵材料開發部分，則將針對高熱傳導輕合金材料、耐磨耗材料、高剛性材料及超高強度材料等方向進行研究開發。配合國內各產業如汽車產業、3C 產業、電池產業之省能源發展趨勢，可廣泛運用於相關結構或功能組件。如運用於運輸工具產業之高剛性、耐溫耐磨耗輕量化組件(汽車煞車盤、汽缸體、活塞、引擎組件、傳動組件等)、運用於電子產業高熱傳導低膨脹係數等高機能元件(散熱片、熱管理組件、載台基座組件)，預期可開創鋁基複合材料新產業應用。



### （三）產業效益

13

促成國內廠商投資新台幣 30 億元以上，鍍膜材料及半導體設備產值年增率超過 10%。2012 年國內自製鍍膜材料及光電、半導體設備產值將可超過 200 億元。打破光電產業相關鍍膜材料及相關生產設備硬體由美、日、歐等先進國家壟斷之局面，並成功開拓國際市場，同時活絡相關產業經濟活動，創造產業新增就業人口。

依據相關產業報告資料，台灣資源再生產業每年產值逾新台幣 400 億元，已逐漸成為具規模的重要新興產業。銮屬於稀有貴重金屬，現今單價約為 800 美元/kg，目前全世界的蘊藏量極其稀少，據日本官方資料顯示，依照逐年成長的趨勢，預測銮礦將在七年內耗盡，銮靶材的市場價將超過 5,000 美元/kg。因此，藉由富集/分離及精煉純化之回收技術開發，協助國內廠商建立回收製程自主開發能力，進行上中下游之整合，提升相關產品研製技術與能量，促進產業生根於台灣，預估可促成投資新台幣 2 億元以上。電子回收產業主要利用貴金屬如銮、金、鉑、銻等有價金屬回收，輔導與整合提升國內回收產業的技術層次。預估每年有新台幣 10 億元以上產值。進一步利用再資源化相關應用技術，開發各式高附加價值產品，包括銮錫氧化物分散粉體、導電粒子等，預估每年衍生產值可超過 20 億元以上。

隨著輕量化、節能減碳等環保議題被全球重視，國內鋁/鎂業者順應高質化、高精度與輕量化之產業需求，亦廣泛開發具備高性能要求之鋁/鎂合金新產品與新應用，如：自行車業者已可產製高性能高單價產品所需之特殊高強度兼具高韌性與可焊性之鋁/鎂合金，且高單價製品比重亦逐年快速增加。汽車鋁輪圈業者，亦逐步開發高性能旋鍛(Swaging)輪圈(更輕更強)分食鑄造鋁輪圈產品市場；3C 產業結合高精度輕量化需求，亦廣泛應用具備高性能要求(尺寸安定性、表面處理外觀均一性、高成形性能、高清淨、高耐磨耗)之鋁/鎂合金開發新產品，如筆記型電腦、手機外殼、LCD 背板框架等。汽車零組件業者亦積極開發高耐磨耗性鋁合金組件，如汽缸頭、活塞內襯、煞車鼓、連桿曲柄等。如前所述這些新展品的開拓，引導國內鋁鎂合金產業升級轉型，邁向輕金屬基複合材料暨高機能輕金屬材料轉型之里程碑，並實際開創高達新台幣百億元以上之商機。

## 五、奈米材料及製程技術

### (一) 技術研發目標

奈米科技與產業的成功結合，被認為將激發 21 世紀新的產業革命，然而，欲促成奈米技術的產業化，首先須突破奈米材料及製程技術開發所面臨的瓶頸，包含原材料製備、元件製造及系統整合等技術的順利建置皆為重要關鍵。在奈米技術開發與研發成果應用方面，則須結合奈米材料製備技術與加工應用技術，開發奈米材料製程與設備，進而研發奈米材料配方與塗佈應用技術，方能成功研製功能性產品。在奈米材料開發與研發成果應用方面，目前較具產品化與工業化產品包含光學鍍膜、光學結構與觸媒等。

在奈米光學鍍膜產品方面，其研發目標為研製低折射率、高折射率、紫外光(UV, Ultraviolet)吸收、紅外光(IR, Infra Red)吸收、可見光吸收及電磁波吸收等奈米材料，以開發相關之鍍膜玻璃及塑膠產品。此項技術係延伸目前既有之研發成果，包含氟矽疏水劑與奈米材料混成溶膠技術：用於鋼材及鋁材疏水防蝕。金屬鐵材及鋁材經表面處理後，可使疏水角 > 130 度，有效降低金屬材料腐蝕速率及水

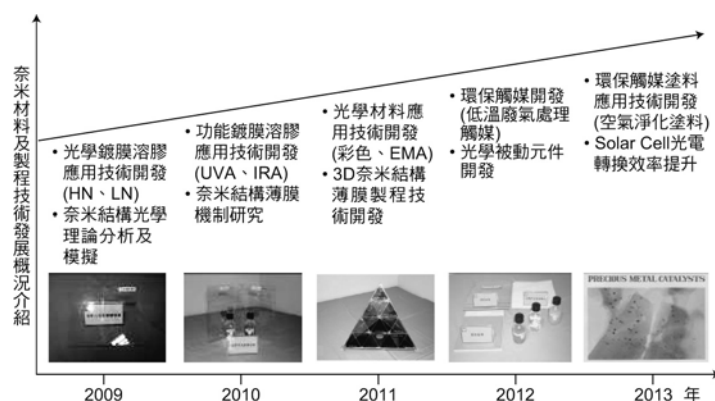
中行進阻力。本項技術的開發對於研發金屬疏水防蝕塗料有極大助益，同時可用於低折射率鍍膜溶膠，開發抗反射鍍膜並具有抗指紋之功效；奈米無機螢光劑製備技術：應用於透明螢光板及發光元件。

在奈米觸媒產品方面，其研發目標為研製奈米金屬氧化物結晶溶膠材料，以開發低溫分解轉化觸媒，用於廢氣處理；研製奈米金屬溶膠材料，以開發常溫分解轉化觸媒，用於空氣淨化。此項技術係延伸可見光光觸媒溶膠製備技術與光致色變溶膠鍍膜技術之研發成果，可見光光觸媒可應用於室內空氣清淨塗料，採用溶凝膠技術進行奈米銳鈦礦結構  $\text{TiO}_2$  及奈米 M 摻雜  $\text{TiO}_2$  (M=Ag、Au、Pt 及 Pd 等) 溶膠研製，在日光燈下具有光觸媒功效(乙酸丁酯分解能力  $> 100 \mu\text{g}/\text{W}_0 \times \text{min} \times \text{gm}$ )。

而在奈米光學結構產品方面，利用干涉原理的光學薄膜應用及其製程技術至今已非常成熟，然而在奈米結構尺度下，光波傳遞的性質有更重大的改變。結合上述兩種特性的奈米結構光學薄膜技術，除可消除因發光二極體(LED, Light Emitting Diodes)內部介面發生全反射而造成的光損失，有效利用各角度射出之光波外，更可提高光經過介面之穿透率，使得其出光效率顯著提升。此外，利用奈米陣列可減少光的反射，應用在電子面板上可增加清晰度；奈米陣列亦可增加穿透率，應用於太陽能電池(Solar Cell)，可增加其轉換效率。亦可以利用奈米結構高接觸面積的特性，增加光偵測器的光響應電流及靈敏度，提升光偵測器的整體效能。奈米結構光學薄膜技術亦為製作二維(2D, two Dimensional)及 3D 光子晶體的重要技術之一。以該技術製作光子晶體(Photonic Crystal)，可利用其「光子能隙(Photonic BandGap)」的特性，調制光波的各種行為，後續之應用包含製作偏振器、光波導、帶通濾波器及光積分器等元件。

## (二) 技術發展藍圖

在奈米光學鍍膜產品開發方面，包含研製低折射率奈米材料(Low Refraction Nano Material)，開發抗反射鍍膜玻璃及塑膠：目前採用奈米  $\text{SiO}_2$  溶膠鍍膜，具奈米多孔低折射率鍍膜之特性，配合氟碳化合物，研製氟碳- $\text{SiO}_2$  混成溶膠，開發低折射率溶膠材料，研製玻璃及塑膠抗反射及抗指紋鍍膜，用於各式平面顯示器(FPD, Flat Panel Display)，以提高產品附加價值；研製高折射率奈米材料(High Refraction Nano Material)，開發反光鍍膜玻璃及塑膠，目前採用奈米銳鈦礦結構  $\text{TiO}_2$  與  $\text{TiO}_2$  溶膠研製混成溶膠，使玻璃經  $\text{TiO}_2$  混成溶膠鍍膜後，具有高折射率光學特性，並兼具良好光觸媒功效；研製紫外光吸收奈米材料(UV Absorption Nano Material)，應用於阻絕紫外光，以開發抗紫外光鍍膜產品；研製紅外光吸收奈米材料(IR Absorption Nano Material)，應用於隔離紅外光，以開發隔熱鍍膜產品；研製可見光吸收奈米材料(Light Absorption Nano Material)，以開發彩色鍍膜玻璃及塑膠產品；研製電磁波吸收奈米材料(Microwave Absorption Nano Material)，以開發抗電磁波鍍膜玻璃及塑膠產品。在奈米觸媒產品開發方面，包含研發奈米金屬氧化物結晶溶膠材料，降低廢氣處理觸媒反應溫度，以開發低溫分解轉化觸媒，用於廢氣處理；研製奈米金屬溶膠材料，再降低廢氣處理觸媒反應溫度，在環境溫度下可吸附及分解環境中有害氣體，以開發常溫分解轉化觸媒塗料，用於空氣淨化。而在奈米光學結構產品開發方面，由理論分析、模擬及機制研究著手，再跨入製程技術開發，最終產出高出光效率 LED 等相關應用產品(見圖 2-5-1-5-1)。



資料來源：中科院材料暨光電研究所整理，2009 年 6 月。

圖 2-5-1-5-1 奈米材料及製程技術發展藍圖

### (三) 產業效益

發展奈米材料及製程技術之產業效益主要在提升台灣產業技術，取得關鍵材料之自主性，結合原材料的開發及製程技術的建立，進行上下游垂直整合，以建立完整的產業發展體系。同時藉由奈米新科技的挹注，改善傳統技術，開發具利基、可實用化的奈米技術及產品，以協助光學、觸媒、光電、能源、感測、碳材、紡織及石化等產業透過技術升級及創新應用而提高其競爭力，並促成投資，創造可觀產值。

以結構光學薄膜應用於 LED 出光效率提升做為指標之一而言，初期以增加出光效率 15% 為目標，並持續提升。同時整合奈米結構光學薄膜技術於 LED 封裝製程，未來將可協助國內產業界生產出更高亮度的 LED 產品。另外，以奈米結構光學薄膜相關技術應用於光被動元件如偏振器、光波導、帶通濾波器及光積分器等元件，預估未來可協助國內相關產業創造新台幣 20 億元以上產值。而在積體電路(IC, Integrated Circuit)技術發展即將走到盡頭之際，積體光學可望取而代之，並將處理效能向上提升，屆時奈米結構光學薄膜技術將扮演著重要角色。另就前述光學、觸媒及光電產業說明。

此外，應用奈米之光學特性，可開發具可見光高穿透性之複材，使其具有特殊的光學性質。研製高折射率、低折射率、表面耐磨、紅外光吸收、紫外光吸收、彩色及電磁波吸收等奈米材料，開發光學等級鍍膜塑膠及玻璃產品。

再則，因環保、空氣淨化與節約能源問題日受重視，奈米觸媒材料可再降低反應活化能，進而降低反應溫度。因此觸媒成為環保工業與節能技術發展的關鍵性材料。開發高效能低溫分解轉化奈米觸媒，應用於廢氣的低溫分解或轉化，以及開發奈米觸媒塗料，應用於清淨環境空氣。而開發光學產業及化工觸媒奈米材料應用技術，將可建立光學產品及低常溫觸媒產品製作技術，預估奈米材料於光學產業及觸媒產業之年產值可達新台幣 5 億元。

另外，研發透明疏水防蝕金屬建材塗料，可降低金屬建材業者防蝕加工成本，亦可用於紡織品疏水加工，預估每年產值可達新台幣 2 億元。奈米氧化物螢光劑製備技術，可應用於透明螢光塗料、材料及發光元件，預估年產值可達 1 億元。可見光光觸媒溶膠製備技術與光致色變溶膠製備技術，可應用於光觸媒產業，預估促進光觸媒產業年產值 5 億元。

## 六、功能性導向之綠色生質複材開發及應用技術

### (一) 技術研發目標

自 1970 年代開始，人們開始意識到使用後隨意拋棄的塑膠對環境生態產生極大的危害，同時為擺脫對石油的依賴及減緩地球溫室效應，有機物質的再利用及生物高分子塑膠產品使用後予以堆肥處理已逐漸受到重視。基於此，全球各國近年來紛紛致力於生質塑膠材料的研發製造，以及其後續之堆肥化研究，再加上許多先進國家以環保做為貿易與法令政策，例如歐盟的廢電子電機設備指令(WEEE, Waste Electronics and Electrical Equipment)、電子電機設備有害物質限用指令(RoHS, Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Directive)、使用能源產品生態化設計指令(EuP, Eco-Design Requirements for Energy-using Products)以及最新的歐盟新化學政策(REACH, Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)等；美國的能源之星、環保署電子產業綠色推動計畫，以及各州執行之徵收廢棄電腦處理費等；日本的化學物質審查法以及再回收導向社會(Recycle-oriented Society)等區域性的法案，不僅對其境內化學、材料、能源、電子電機、汽車，乃至於民生相關產業帶來一定的限制，也對其他以製造為主的開發中國家造成相當的衝擊。國內則提出限塑與禁用聚氯乙烯(PVC, Polyvinylchlorid)政策以及 2008 年打造台灣百年建設基礎之全方位的環境政策等，皆使得生質材料(Bio-mass)的產品如雨後春筍般湧出。

現行發展生質材料有兩種訴求，其一為生物可分解，技術發展係以分解度及生物相容性為重點，主要應用於可堆肥袋、食品包裝容器材料與隨用即丟之一次消耗性塑膠產品。以食品包裝而言，薄膜包材與食品容器如使用耐熱性不佳材料，儲存或運輸中可能發生變形，因此高阻隔性已成為塑膠包裝材料的重要發展方向之一。而生質材料阻氣技術是以層狀阻氣材料化學改質表面接枝以及濺鍍為主，藉由提升結晶速率、耐熱性以及其衝擊性，而達到阻氣作用。至於利用濺鍍方式將改質的耐高溫生質材料進行鍍膜，則可符合化妝品容器與電子零件包材的超高阻氣(High Gas Barrier)要求。

另外，隨著綠色產品的需求上升，另一種生質複材的應用，亦即化學原料之替代，主要應用於重覆使用產品，包括 3C 及汽車等高科技產品。隨著電子產品薄型化的趨勢，習用的散熱風扇及散熱片技術，已無法負荷，又由於金屬外殼的厚部熱傳導性過高使設備周圍形成局部性高溫，容易導致使用時不舒適，且金屬材料不耐腐蝕，使其應用受到限制。開發的高分子導熱複材具有優良的耐腐蝕能力和機械性質，符合輕薄短小 3C 產品的需求，可望逐漸取代傳統金屬材料。生質材料導熱技術以化學改質方式進行，依材料與應用分為二部分，一為係利用生分解聚乳酸與混合或含浸生分解聚乙烯醇(PVA, Polyvinyl Alcohol)黏合劑的特定長度碳纖維(Carbon Fiber)互相結合成網，彌補金屬在平面方向導熱性較差的缺陷，且具抗靜電(Anti-static Electricity)功能，其二為在粉體表面導入反應型官能基，藉此改善粉體與塑膠相容性，以及粉體與塑膠之界面性質，不但可提升導熱度，粉體含量亦能降低。

### (二) 技術發展藍圖

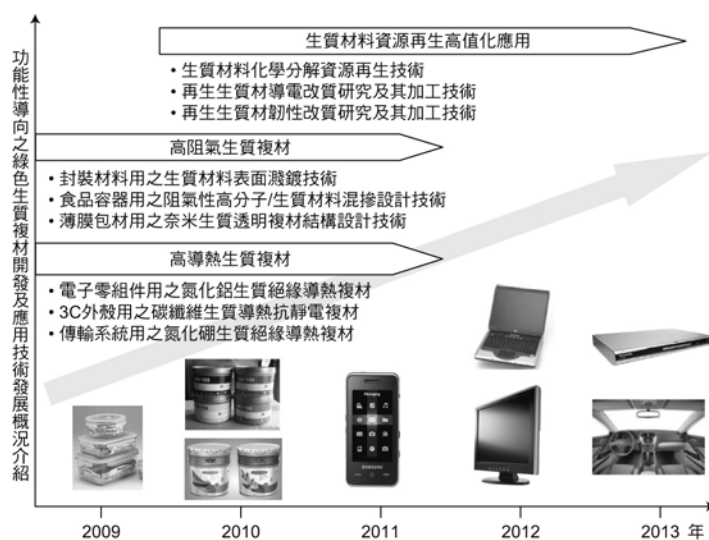
全球生質複材發展仍以歐、美與日本為主，在包裝材料、汽車與 3C 電子產品的潛力相當好，歐、美生質複材的市場發展著重於可堆肥袋、食品包裝材料與一次消耗性產品，日本則大力發展生質塑膠在汽車與 3C 電子產品的應用。國內技術發展方向著重於高導熱(High Thermal Conductivity)及高阻氣

等生質複材。

高阻氣生質複材的技術關鍵在於阻氣性高分子與生質材料混摻設計技術及薄膜包材用之奈米生質透明複材結構設計技術，技術指標為：(1)封裝材料用之生質材料表面濺鍍技術：成形收縮率 $\leq 0.5\%$ 、衝擊強度 $\geq 50 \text{ J/m}$ 、熱變形溫度 $\geq 100^\circ\text{C}$ 、氧氣通過率 $\leq 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{mm/m}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{day}$ 、水氣通過率 $\leq 10^{-1} \text{ g} \cdot \text{mm/m}^2 \cdot \text{day}$ ；(2)食品容器用之阻氣性高分子/生質材料混摻設計技術：流動指數 $\leq 10 \text{ g/min}$ 、成形收縮率 $\leq 0.5\%$ 、熱變形溫度 $\geq 100^\circ\text{C}$ 、氧氣通過率 $\leq 10^{-1} \text{ cm}^3 \cdot \text{mm/m}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{day}$ 、水氣通過率 $\leq 1 \text{ g} \cdot \text{mm/m}^2 \cdot \text{day}$ ；(3)薄膜包材用之奈米生質透明複材結構設計技術：薄膜厚度 $\leq 100 \mu\text{m}$ 、斷裂伸長率 $\geq 150\%$ 、穿刺強度 $> 0.35 \text{ kgf}$ 、氧氣通過率 $\leq 0.5 \text{ cm}^3 \cdot \text{mm/m}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{day}$ 、水氣通過率 $\leq 2 \text{ g} \cdot \text{mm/m}^2 \cdot \text{day}$ 、透光率 $> 75\%$ 。主要應用包括電子零件及化妝品容器之封裝材料。

高導熱生質複材的應用為電子零組件、3C 外殼用之靜電材及傳輸系統用之絕緣導熱材 (Insulational Thermal Conductivity Materials)等，技術指標為(1)電子零組件用之氮化鋁生質絕緣導熱複材技術：熱傳導率 $\geq 2.0 \text{ W/m-k}$ 、衝擊強度 $\geq 30 \text{ J/m}$ 、熱變形溫度 $\geq 100^\circ\text{C}$ 、拉伸強度 $\geq 400 \text{ kgf/cm}^2$ ；(2)3C 外殼用之碳纖維生質導熱抗靜電複材技術：比重 $< 2$ 、碳纖長度  $10\sim 20 \text{ mm}$ 、熱傳導率  $1.0\sim 3.0 \text{ W/m-k}$ 、表面電阻  $10^5\sim 10^9 \Omega$ 、彎曲模數 $\geq 75,000 \text{ kgf/cm}^2$ 、熱變形溫度 $\geq 120^\circ\text{C}$ ；(3)傳輸系統用之氮化硼(BN)生質絕緣導熱複材技術：熱傳導率 $\geq 3.0 \text{ W/m-k}$ 、熱變形溫度 $\geq 110^\circ\text{C}$ 、表面電阻 $\geq 10^{14} \Omega$ 、彎曲模數 $\geq 55,000 \text{ kgf/cm}^2$ 。主要應用包括 PDA(Personal Digital Assistant)溫度感應器、手機外殼、傳輸器、監視器外殼、插座、洗衣機溫度控制零件、電腦絕緣導熱(Insulational Thermal Conductivity)傳輸零件及光碟機讀寫頭等產品。

因應生質材料再生回收的需求，未來將發展生質材料再生技術，短程目標為建立高阻氣及高導熱生質複材技術，以民生用之食品包裝容器及高附加價值之 3C 電子產品為標的；中長程目標將建立生質材料資源再生高值化應用技術，以再生綠色塗料、油墨及再生 3C 電子產品為標的，技術之藍圖規劃見圖 2-5-1-6-1 所示。



資料來源：塑膠中心整理，2009 年 6 月。

圖 2-5-1-6-1 功能性導向之綠色生質複材開發及應用技術發展藍圖

### (三) 產業效益

全球暖化日益嚴重，使用生質材料可降低能源消耗、減少二氧化碳排放及用水量。以現今全球生質材料市場需求而言，主要以聚乳酸(PLA, Polylactic Acid)、多聚氫氧鏈烷酸酯/聚- $\beta$ -羥丁酸(PHA/B, Poly-Hydroxyalk-Anoates /poly- $\beta$ -hydroxybutyrate)與澱粉基塑膠等三類塑膠為主，其中澱粉基塑膠的需求市場最大約占 49%，其次是 PLA 約占 42%，剛發展的 PHA/B 也有 9%的需求市場。預估全世界針對生質材料的需求在 2009 年可成長至 60 萬公噸，因此各主要廠商皆計劃擴建產能，如業界領導者 Natureworks 將於 2010 年提升聚乳酸產能至 30 萬公噸，而德國的 Inventa Fisher 放大至 3 萬公噸。

現階段雖然生質材料的價格比傳統塑膠高出許多，然而因應 RoHS、WEEE 法令從原料到廢棄，全面性或全階段之產品綠色設計要求已成為必然趨勢，未來的綠色設計不單是製程、材料，更須考慮省能源、使用後的回收。因此建立功能性導向之綠色產品技術，可應用於一次性消耗性產品(如食品包裝、醫療用品等產品)，以及重複使用產品(如 3C 電子、汽車等產品)，一方面可符合國際綠色設計之環保訴求，另一方面也契合企業針對產品生命週期整體成本的經濟效益評估。是故，政府將朝向生質材料的綠色技術，發展新的塑膠產業供應鏈，以協助國內原始設備生產商(OEM, Original Equipment Manufacturer)或原始設計製造商(ODM, Original Design Manufacturer)突破生質材料應用限制，並提供材料改質、產品設計、加工技術輔導、檢測平台、品牌行銷等全方位服務，進而提高國際競爭力、有效拓展外銷以達到企業永續發展之最高境界。

### 參考文獻

廖健鴻、魏肇男、薄慧雲、倪國裕.2008 年 11 月.「顯示元件用銅合金靶材製作技術」，2008 鑄造學會年會論文集。

蕭庭哲、張雅婷、施修正、陳麗娟、左清宇.2008 年 11 月.「選用不同吸附材料對光電產業中的廢水進行銻回收」。中國材料年會論文集。

劉致中.(2008 年 12 月).「生質塑膠之市場發展現況」，工研院 IEK，  
<http://www.itis.org.tw/rptDetail.screen?rptidno=726612294>。

L. M. Sherman. 2007. “Carbon Nanotubes, Lots of Potential – If the Price is Right” *Plastics Technology*, Vol.53, no.7 : 68-83.

W. Shotyk, M. Krachler. 2007. “Contamination of bottled waters with antimony leaching from polyethylene terephthalate (PET) increases upon storage.” *Environ. Sci. Technol.* 41 : 1560-1563.