

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

TPU 之合成與薄膜加工

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2622-E-002-014-CC3

執行期間：92年06月01日至93年05月31日

執行單位：國立臺灣大學化學工程學系暨研究所

計畫主持人：謝國煌

共同主持人：葉正濤

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 93 年 9 月 6 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：高分子

計畫名稱：TPU 之合成與薄膜加工

計畫編號：NSC 92-2622-E-002-014-CC3

執行期間：92/06/01~93/05/31

執行單位：國立台灣大學高分子科學與工程學研究所

國立台灣科技大學纖維暨高分子工程研究所

主持人：謝國煌教授

葉正濤教授

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩士論文)	工作內容
林嘉彥	博士班		TPU 合成
蘇呈封	碩士班	動態硫化熱塑性彈性體之研究	TPU 合成
李忠穎	碩士班		TPU 合成
蔡芳昌	博士班	動態硫化熱塑性彈性體之研究	負離子加工
葉紫翊	碩士班	積層混成奈米阻隔容器最適化 配方開發研究	負離子加工
戎家宏	碩士班		負離子加工

合作企業簡介

1. 合作企業名稱：佳茂化學股份有限公司

計畫聯絡人：江美莉 專員

資本額：壹億參仟伍佰萬元

產品簡介：

佳茂化學主要生產聚氨酯樹脂，主要用於 PU 彈性輪、雷射印表機刮刀、PU 跑道等彈性體之製造，外銷比重占 99% 以上，近兩三年來進入 TPU 領域，除已在量產之射出級(用於鞋業及運動器材)及壓出級(用於電線電纜)TPU 外，仍再思突破進入 TPU 透溼防水薄膜之領域。然此一領域困難度較高，且敝公司暫無吹膜之技術及檢測設備，故擬與學界合作以開發此一對紡織界重要之原料，以期創造學界、業界、政府三贏。

電話：(02) 25080380

2. 合作企業名稱：順晉實業股份有限公司

計畫聯絡人：蔡添興 專員

資本額：6840 萬元

產品簡介：

順晉實業近年來已成功開發多種機能性紡織品並推銷至市場。公司以生產一般與機能性紡織品為，雖在國內不景氣之大環境下，公司目前營運狀況仍不錯，近幾年來每年仍以保持獲利。其產品內銷、外銷比率約為 7：3。近年來業者急欲開發高附加價值之紡織品，比如，獵裝、潛水衣、負離子紡織品、香氣紡織品、防蟲、璠紡織品等市場以拓展該公司之產品市場。日前已與中國紡織中心與紡拓會合作成功開發了高附加價值之獵裝、潛水衣及芳香氣紡織品，並推銷至市場。使公司獲利。順晉實業股份有限公司目前的研究開發重點，即為開發對人體健康之機能性保健紡織品，而目前進口市場上附加價值頗高的負離子紡織品更是公司目前急欲開發之高科技紡織品。

電話：(04) 7562181

研究摘要(500 字以內)：

本研究主要探討 TPU 薄膜 (Thermoplastic Polyurethane Film) 在各種不同組份下的透溼性質，並研究將微納米級電氣石粉末加入 TPU 材料，再以複合吹膜加工法製成薄膜後其釋放負離子之效果。本研究發現在不同的軟段(Soft Segment, Polyol)比例或組成下，TPU 薄膜會有不同的透溼度，在固定軟、硬段莫耳比下，軟段中有較高含量之 PEG(Polyethylene Oxide Glycol)，則透溼性質顯著增加，而在固定 PEG 含量下，改變軟硬段的莫耳比，則對透溼性影響較小。在負離子釋放效果方面，則對不同加工條件、電氣石含量，不同溫度與撞擊條件下其負離子釋放效果進行研究，從空氣負離子分析中，發現電氣石含量 5%時，其負離子施放量比其它比例高，而當測試溫度為 70 時，其負離子施放量也均比其它溫度高，且於拍打條件下的負離子施放量也比未拍打條件下來得好。本研究在透溼性質上可達到 10729 g/m²/day (JIS-1099 A1, 40、RH90%)，而空氣負離子施放量可高達 2000 個/cm³，結果成功地達到並超越當初計劃之目標值。

人才培育成果說明：

本計劃成功的培育在 TPU 領域的合成與薄膜加工的專業人才。主要分成兩個部份。第一部份是 TPU 的合成，主要以一步聚合法(One Step Polymerization)做實驗，先期找出合適的多元醇種類(哪類聚酯或聚醚和其不同的分子量)，及適合之比例(調整親水/疏水性以得到合格之 MVTR, Moisture Vapor Transmission Rate)，再各找出各多元醇合適之分子量以達到機械強度，最後再以各種預聚成度不同之預聚法和一步法做比較，找出最佳化之配方，且達預期成果，也培育出在 TPU 的合成中，從資料收集、實驗設計、合成設計、合成物的組成與結構來明確分析物性的專業人才。第二部份為將電氣石導入 TPU 薄膜中，使薄膜能夠釋放負離子，針對保健型 TPU 貼合膜材料製備與成膜機理做一有系統性之基礎探討，從電氣石的選擇、加工的製程、加工的影響條件到材料的分析，培育出從負離子的添加來分析其對透溼性及負離子釋放性影響的專業人才，當然培養在學之碩博士學生實用理論及解決創新之能力也是必然的。

技術研發成果說明：

本研究計畫成功的開發出高透氣性質及高釋放負離子的 TPU 薄膜。在 TPU 的合成部份，以一次聚合及二次聚合的方式，嘗試使用不同的多元醇種類及多元醇的分子量，在不

斷的嘗試與改質中，達到透氣性質與機械性質(抗張強度)兼具，成功的開發出透濕率高達 $10729 \text{ g/m}^2/\text{day}$ (JIS-1099 A1, 40% RH) 的 TPU 薄膜，且抗張強也達 32.9 MPa。在研究的過程當中，不斷的與業界某廠商所賣的 TPU 薄膜做比較，詳細的結果於完整報告中明確比較，此廠最佳化配方為透濕率 $4825 \text{ g/m}^2/\text{day}$ ，抗張強度為 21 MPa，由此結果，可明顯看出本研究在 TPU 的合成中，原料的製備，執行的相當成功，也大大的降低原料的成本。第二部份為負離子的添加，於複合吹膜之前添加電氣石，使 TPU 膜不但能具透氣性質，也兼具釋放負離子。在加工溫度與電氣石含量的選擇下，成功的開發出高釋放負離子的 TPU 薄膜，經此最適化加工條件所製備 TPU 之薄膜樣品於 70 度拍打條件下，空氣負離子釋放量已高達 2000 個/cm^3 。除此之外，經添加電氣石粉體以複合吹膜加工製程將其吹成多孔性貼合膜，其透濕性能甚至優於未經加工的 TPU 樣品。這是因為電氣石的添加導致了 TPU 薄膜中孔隙的增加，所以透濕性能大於純 TPU 薄膜。除此之外，也針對負離子成膜來做形態分析，發現當電氣石分散於 TPU 薄膜的程度越均勻，所釋放出負離子的程度及顯示出來的物性(機械性質)也越好。在導電度方面，因電氣石本身為熱電性質，使得其在升溫的情況下，電導率也隨之上升。另一方面，從廣角 X-ray 來分析結電氣石粉體於不同測試溫度下之廣角 X 光繞射，可清楚了解溫度的變化，並不會影響電氣石在 TPU 薄膜中的結構，而是由電氣石含量及粒徑的大小來決定，從此兩部份(TPU 的合成與負離子 TPU 膜)的研究結果來看，此計劃執行的相當成功。因此而如何將實驗室結果導入商業應用，將是下一個挑戰。

技術特點說明：

負離子材料目前在國際上所發展的保健型負離子功能性產品種類繁多，比如各式紡織品、鞋、跑步帶等，其中在鞋材、跑步帶所用之高分子材料常為 PVC 或其他熱固性橡膠彈性體，但由於近年來環保意識高漲，PVC 與傳統熱固性橡膠已逐步有被熱塑性聚氨酯(TPU)所取代。其中因 TPU 具有高強度、耐磨、彈性佳、耐候、環保無毒可回收及分解之特性，已廣泛應用在各種工業上，例如：鞋材、袋材、運動器材、汽車工業、紡織品貼合、成衣、手套、吹氣製品等，用途十分廣泛。且非常適合熱壓、高週波、車縫或以接著劑等加工方式接合。況且，將電氣石導入 TPU 薄膜，兼具透濕防水性與保健性的 TPU 薄膜，其特殊功能(釋放負離子)及對人體的卓越功效以詳附在完整報告中，尚且國內外尚無任何研究或論文，因此，本計劃成功的開發出高透濕性與高負離子釋放性的 TPU 薄膜，此一創新領域與應用，深具前瞻性與市場潛力。

可利用之產業及可開發之產品：

透氣防水的織物或用品近年來受到了業界極大的重視，因為其能排汗但卻又能防止外界液體進入，如雨水，血液，及細菌，病毒等等，所以被廣泛地應用於運動衣物，鞋子，醫療用手術手套，醫袍等功能性產品。雖然需求殷切，但國內紡織業所用之 TPU 透氣防水膜之原料全由國外進口，一則關鍵原料受國外宰制，二則紡織業者一些新的創新及點子(例如：能釋放出負離子或能防輻射的 TPU 膜)，在得不到國外大廠的奧援下往往無疾而終。然而國內的 TPU 薄膜公司，主要生產 Microporous Film 及 Monolithic Film 兩類。前者雖有高透氣性質，但在其他附加價值的功能上(如抗菌、抗病毒)，卻不及後者。親疏水性(Monolithic)的 TPU 薄膜，雖有高附加價值的功能，但原料仰賴國外進口，故原料合成及成本全操之於上游廠商。建立在本研究的基礎上，可將原料的合成技術導入 TPU 薄膜工廠的量化，此一關鍵技術，可大大的掌握原料的來源及降低成本，開發出高透氣性質的防水膜，應用於織物的表面處理。另一方面，導入負離子的 TPU 薄膜，因可釋放出負離子，對身體機能有著極大的幫助(穩定性)，且也能抗菌，故可廣泛的用於纖維織物上，包括衣服、襪子，窗簾等，不但使纖維之附加價值提高，更進一步可提高高機能性織物產業的發展。

推廣及運用的價值：

在所有科技紡織品中保健型紡織品在未來十年內被評估為最具成長潛力之產品；而負離子紡織品即為目前坊間經直銷所販售高附加價值之保健型紡織產品；其產品均由國外進口。而國內生產 TPU 的工廠其原料全仰賴國外進口，故成本及原料來源操之於上游廠商。本計劃的成功，若可使 TPU 導入量化，這樣一來，不但可使原料的來源技術掌握在國內的生產廠商，更進一步提高國內原料合成的競爭力，與國外大廠一同競爭。而透溼防水薄膜用於高單價紡織品已成趨勢，若國內能自行生產此關鍵材料，則一來增強紡織業之國際競爭力，二來可以此材料為平台，開發出釋放負離子、防輻射、防霉、等等的紡織品或透溼防水之醫用手套及衣物。