

英濟股份有限公司

超臨界流體微細發泡射出成型開發計畫

計畫執行目標

- 1.成功地將光碟機傳動機構成型件之塑膠材料取代原金屬材。
- 2.發泡成型件之平面度在 $\pm 0.15\text{mm}$ 。
- 3.發泡成型件之尺寸誤差量在 $\pm 0.2\text{mm}$ 。
- 4.發泡成型件之減重比在4%以上。
- 5.超臨界流體微細發泡比傳統射出成型製程之鎖模力減少10%以上。
- 6.產品良率可達80%。

新產品簡介

本計畫使用超臨界流體微細發泡射出成型技術導入於光碟機傳動機構成型件上，此技術是近幾年來一種新興的塑膠射出成型技術。超臨界微細發泡最早是在1980年代由MIT的Nam P. Suh [1,2]教授所研發之技術，後來美國Trexel公司將這項新技術商業化並稱為Mucell微細發泡技術。微細發泡射出成型製程是將惰性氣體（N₂或是CO₂）經由超臨界流體產生器在高壓的狀態下注入螺桿內，惰性氣體在螺桿內高溫高壓的【超臨界】狀態下與聚合物熔膠混合產生一個單相溶液，為了在射出之前維持單相溶液而快速促進氣體與聚合物熔膠的均質混合，背壓通常保持在8~20MPa之間，比傳統射出成型製程之背壓0.3~3MPa之間還高。射出成型期間，單相溶液流經射嘴注入模具內壓力突然的下降會引起熱力學之不穩定性而形成眾多數量的成核點（比傳統發泡之數量還更多），氣體開始從單相溶液形成眾多的微小氣泡，最後發泡製品經冷卻後而完成最終成品。微細發泡射出成型可以使用較低的射壓、較短的週期時間與較少的材料來生產塑膠製品，且具有優良的尺寸安定性。微細發泡之氣泡尺寸約在10~100 μm 之間比傳統發泡射出成型製程之氣泡尺寸250 μm 以上來的小。藉由氣體代替塑膠能夠節省材料和減輕製品重量。氣泡成長時由於氣體填充在聚合物分子之間空隙的位置且氣泡小於塑膠之缺陷和降低發泡時之內應力，故能有效改善翹曲、收縮和凹陷且不需保壓壓力。由於微細發泡製程可以改善傳統射出成型製程之缺陷，如改善製品的尺寸穩定性、收縮量與較穩定的機械性質，製程上可降低鎖模力等，故本計畫針對微細發泡與傳統射出成型製程並配合市面上常用的塑膠材料應用於光碟機之傳動機構成品上，以利於台灣傳統射出產業之升級。

計畫創新重點

本計畫主要利用超臨界流體微細發泡射出成型技術應用於光碟機之傳動機構成品上，此機構有一支撐架，負責雷射讀取頭移動方向之支撐，因讀取頭是極精密的裝置，對移動時的平穩度要求很高，所以這個框架目前大都是金屬材質製成，也有廠商使用射出成型來製作，但是有下列兩項問題存在：

- 1.因為支撐架屬於薄肉成型在成型時不易充填，而冷

卻過程中塑膠材料也易因冷卻收縮而導致產品平整度不佳，導致機構作動及組裝發生困擾。

- 2.許多地方有肋的設計而形成厚度不均一，造成縮水而導致變形問題。

因有上述問題存在而使得此成型件因變形問題而使得在組裝方面使得困難許多，故在射出成型界是業者一大挑戰。本計畫是利用超臨界流體之觀念，將氮氣或二氧化碳加壓變成超臨界流體狀態，然後和熔融之塑膠混合，此時狀態是單相溶液且仍在高壓下，當射出時此溶液碰到熱力學不穩定問題，而導致塑膠開始發泡，且此發泡是屬於氣泡很小的微細發泡，因它的製程是顛覆傳統射出概念(用壓縮原理)，它是用膨脹原理故能克服塑膠收縮繞曲問題並能節省材料。此傳動機構成型件因使用超臨界發泡技術作射出，比傳統金屬機構件可節省大筆材料費用並縮短成型時間，且發泡塑膠機構件的穩定度不亞於金屬機構件。除了應用於光碟機傳動機構之外，超臨界發泡技術也能應用於其它內裝機構件，例如：汽車組件、雷射印表機框架、連接器、IC Tray、電子零件等產品上面。

公司研究發展能量及研究發展制度之效益說明

- 1.R&D團隊人員學經歷的提昇：為提昇公司研發及專業能力，強化計劃執行新進高分子材料研究人員，博士一位、碩士二位，使公司研發更據理論與實物的結合，研發的水平更加提昇。

本年年資	博士	碩士	學士	專科	合計
2年以下	1	1	-	-	2
2~5年	-	-	2	5	7
6~10年	-	1	-	2	3
10年以上	-	1	1	3	5
合計	1	3	3	10	17

- 2.研發範圍的擴展：公司除了本計畫的執行，另外又投入了與本產業相關研發數項，不但大大提昇了產業競爭力，更加擴增公司未來的發展方向，例如針對產品外觀成型的IMF薄膜複合材料技術、超精密塑膠光學鏡頭鏡片、引進增加產量T-mold技術、成功開發T-mold特殊模具技術。

人才培訓及運用效益

- 1.外部教育訓練及研討會參與：

對於外部的教育訓練，工程人員除了積極參與外，對於現場實際操作機器設備的成型技師，也請總廠派員於清雲大學實際操作機器設備進行訓練，讓成型技師能夠在機器設備尚未設置完成前，就已經對於相關的操作及限制能夠提前熟悉，減少機器設備建置之後的適應期。此外部教育訓練包括射出機台與SCF

輸出系統之操作、Mucell製程參數之設定、Mucell製程中存在的問題與解決方案，像是成品的外觀問題、內泡、表面起泡與爆裂等。

此次「2006先進精密模具、成型與相關設計/分析、設備及檢測」系列研討會，為期三天於中原大學及清雲大學舉辦，對於超臨界流體微細發泡射出成型的相關技術，在研討會中也由清雲大學黃世欣教授發表相關的資料說明，包括微細發泡射出成型的背景與理論基礎、微細發泡射出成型之優點、微細發泡射出成型設備的主要構成等，本公司也派員參與本計畫的相關執行人員全程參與。針對微細發泡射出成型製程，研發人員在模具設計中，能將研討會中所學習到的模具設計相關知識（熱澆道與冷澆道的流道設計、模具的流動平衡、澆口設計與排氣等），實際導入於開發模具中而學以致用。

2.內部技術交流討論，納入人員考核項目：

人員年度考核的項目中，將技術交流的部分納入考核項目，讓每位參與人員能夠將自己的學習及實驗心得進行分享，同時累積相關資料，提升本計畫參與人員的本質學能。

● 產學研各界之技術移轉及合作效益說明

本次執行本計畫在技術移轉承接的效果有下列七項，致使本公司在未來承接新產品有很大的助益：

- 1.策略性品質改善。
- 2.產品尺寸更精確。
- 3.設計應用的彈性增加。
- 4.減少模具修改範圍。
- 5.節省材料。
- 6.注塑週期降低。
- 7.節省模具成本，增長模具壽命。

● 新產品創造之技術效益及市場效益說明

光碟機傳動機構成型件，因材質由塑膠取代金屬成型，加上微發泡射出成型技術，使聚合物與超臨界流體混合產生一單相溶液，射出壓力與成型件之重量均降低，鎖模力與成型週期也能夠降低10%以上，明顯地，材料用量的減少、成型件重量的降低、成型件質量的提高（尺寸穩定性高、較低的收縮與翹曲量、變形量少）與成型週期的縮短最終都轉化為成本的降低，使光碟機傳動機構成型件獲得許多效益。此一成型件之產出，其成型件所帶來的附加價值，勢必吸引產業界的興趣，進而推廣超臨界發泡射出技術，其應用範圍，將衍生於其它內裝機構件（列表機、掃描

器、齒輪等）、薄片（最薄可至0.3mm的厚度）、取代金屬元件或是3C產品等，進而提升台灣傳統射出產業之升級。

應用於光碟機讀寫頭支撐架，原始使用金屬件需多道製程結合約12元，以塑膠件取代成本約為9元，以兩穴塑膠成型模具生產為例，預估每月產量約10萬件，每月產值約110萬，每年產值約1080萬元，與原始金屬件比較每年約可省360萬。

● 計畫完成後對提升我國產業水準及競爭優勢說明

本計畫執行完成之後，本公司將會是台灣射出業界第一個引進超臨界流體微細發泡射出成型技術的製造商，也是台灣業界目前唯一擁有原廠專利授權的合法使用者，將會為台灣傳統射出產業成型技術帶來更進一步的提昇，同時也能讓未來的產品開發有更寬廣的設計空間。

● 專案執行重要心得

Trexel公司所開發的Mucell製程主要利用超臨界流體的概念，以N2或是CO2當作物理發泡劑，當溫度及壓力超過其臨界溫度及臨界壓力時，就進入所謂的超臨界流體狀態。超臨界流體之物理性質是介於氣、液相之間，黏度接近於氣體，密度接近於液體，因剪應力低，可輸送較氣體更多超臨界流體，因黏度低，輸送時所須之功率則較液體為低，擴散係數高於液體10至100倍，所以質量傳遞阻力遠較液體為小，因此在質量傳遞上較液體為快。利用超臨界流體之特性，導入至塑膠射出成型，此成型製程有四個階段：1.氣體溶解2.氣泡成核3.氣泡成長4.成型。

本計畫執行至目前為止，所遭遇到的困難點有下列幾項：(1)發泡過後的成型件外觀表面擁有氣泡流痕，不能拿來做外觀件，但是可以利用後製程（表面塗漆、IMD、IMF）來改善或掩蓋外觀不佳的情況，在未來可以利用急冷急熱的觀念應用此技術上，在填充與保壓過程中，模具表面溫度保持在高溫狀態，產品表面轉寫性會更佳，可以解決發泡件的縫合線、表面流痕與浮纖現象等缺陷。(2)發泡成型件之拉伸強度低於一般實體成型件，可視實際所需的功能特性，選擇適當的原物料，或是修正機構的設計，例如：增加受力處的結構厚度、增加輔助肋。(3)成型件有時發泡情況不良（內泡、表面起泡、爆裂），在製程上，將所學習到的Mucell製程問題解決方案將參數做調整：在模具上，將流道直徑與長度縮小，有利於發泡之成型。

