

石油暨石化產業科技學術合作 八十八年度期中報告

功能性高分子應用技術開發之子計劃十五
金屬化塑膠/橡膠粒暨其射出成型製品之研製

計劃編號：NSC88-CPC-E-032-004

執行期間：87年8月1日至88年7月31日

委託單位：中國石油股份有限公司

計劃主持人：林雲山 教授

共同主持人：林清彬 副教授

執行單位：淡江大學

中華民國 88 年 5 月 28 日

目 錄

中文摘要	1
英文摘要	2
前言	3
目標	4
理論背景與研究範圍	4
研究內容	9
技術成果及效益說明	11
結論與建議	17
參考文獻	20

中文摘要(關鍵字:金屬化塑膠;射出成型;電磁波干擾;拉伸;衝擊;遮蔽效應; 體電阻

近年來，高密度電磁波來自許多電子設備，而電磁波會影響或破壞電子設備或電子元件之正常運作，因此，為了防止電子設備被電磁波干擾，其設備外殼須作適當處理方有遮蔽效果。

本研究乃解決上述問題而作者，計劃中提出一種可量產防電磁波干擾之金屬化塑膠粒及金屬化橡膠粒之設備及製程，此金屬化塑膠及橡膠內含鋁鱗片之填充物，藉此設備及製程製得 ABS+20%PC/Al flake 之金屬化塑膠粒及 SEBS/Al flake 之金屬化橡膠粒，使用這些原料利用射出成型製得金屬化製品包括電腦用風扇蓋，CD-ROM 遮飾版，CD-ROM 前面板及無線電池蓋等。並探討鋁鱗片對拉伸，衝擊，遮蔽效應，熱變形溫度及體電阻之影響。

英文摘要(Keyword: Metallized plastic ; Injection Molding ; EMI ; Vensile ; Impact ; Shielding Effectness ; Volume resistance

In recent years, the high-density electromagnetic waves produced from electronic equipment have the potential to damage or adversely affect the performance of other equipment or components. Therefore, an electrically conductive outer shell is needed to shield electromagnetic interference (EMI) produced from electronic equipment.

An object of the present research is to solve the above-mentioned problems and to design a novel kind of aluminum filled plastic or rubber pellets and a process and apparatus for manufacturing the ABS+20%PC/Al flake metallized plastic pellets and SEBS/Al flake metallized rubber pellets. Using the injection molding to get the metallized products, including computer fan holder cover , CD-ROM panel , CD-ROM front panel and GPS2 cover . The effect of Al flake on the tensile, impact, shielding effectness, heat distorsion temperature (HDT) and volume resistance properties are presented.

一、前言

當電機，電子及通訊裝置中，若有不需要之電壓或電流存在且影響裝置之性能時，則會產生電磁波干擾(Electromagnetic interference;EMI)，而這些電磁波干擾可分為兩大類[1, 2]：

- (1)傳導性放出—指電子產品經電線傳輸干擾波，這種干擾波可藉由線性阻抗穩定網路測出；
- (2)輻射性放出—即以無線電磁波方式放出，使用電磁干擾波接收器可測出一萬赫茲至三千萬赫茲的磁力場；

電磁波干擾的結果，不僅使這些功能設備受損，更會縮短產品壽命，因此世界各國均以訂定電磁輻射量之管制標準[3]，見表 1。因此，我國有關工業設備，醫療設備、科學設備，資訊設備，家用電子設備，航太與海事無線設備，教育用電子設備及電燈與日光燈均需符合規定，外銷時才不至於產生入關檢驗不合格之問題。而我國產業以外銷為主，其中電子資訊產品更占大部分，其代表性產品見表 2，因此，這些電磁輻射劑量之管制，對我國外銷產業影響甚鉅，另外，電子資訊產品未來趨勢，更朝小型化，高速化，低功率及功能複雜化，如此更易受電磁波干擾，加上國外現行防 EMI 標準不斷提高，在技術上已難於應付外，於 1997 年更將面臨歐洲共同體所訂定之 EMC 嚴苛新標準，因此，如何有效防止電磁波干擾之技術研究，是值得重視之課題。本研究計畫所研發之產品則鎖定資訊設備中之電腦外殼，有關此類產品之市場分析得知，其年產值高達 186 億台幣，故值得開發研製。國內電腦外殼製造方法係採用塑膠外殼內襯一層馬口鐵，雖然金屬之遮蔽率(Shielding Effectiveness)良好，但其質重，複雜形狀不易製造，需做表面防蝕處理及加工繁瑣等缺點，且近來國內製造成本不斷提昇，使國內電腦外殼在市場競

爭力下跌。因此,需有效提昇其技術及產品附加價值,才可保有其市場競爭性。目前這些電子,資訊及通訊設備均朝向高密度,輕量化,因此外殼漸大量採用塑膠材質,塑膠外殼具有下列優點:質輕,低成本,抗腐蝕,易配色,可製得複雜形狀且可大量生產。但塑膠為絕緣體物質,不具隔離電磁波功能,因此需作處理,使其具導電性才能符合遮蔽電磁波之要求。因此本研究計劃係開發可防電磁波干擾之金屬化塑膠電腦外殼。

二、目標

本研究將自行研製可量產之金屬化塑膠粒(ABS+PC/Al flake, ABS/Al flake, 等)及金屬化橡膠粒(SEBS or SBS/Al flake),發展可防電磁波干擾之金屬化塑膠 3C 外殼產品研製,並採用雙層射出成型之製程以解決金屬化塑膠鋁鱗片浮纖問題。其主要目標在於了解並掌握相關於金屬化塑膠之射出成型製程中的多項參數,熟悉其技術應用,並建立此種製程之產品設計,模具設計,製程條件最佳化的指導法則。以期將可防電磁波干擾 3C 產品外殼射出成型,雙層射出成型及金屬化塑膠粒相關的整體製程技術作整合,以應未來產業的需求,達到技術生根與產業升級的目標。

三、理論背景與研究範圍

目前塑膠使其具導電性之方法有三大類[4]:

(1)塑膠成形作二次加工[5]:

(a)噴塗導電性塗料(conductive paint)

(b)無電解電鍍(electroless plating)

(c)真空蒸鍍(vacuum deposition)

(d)濺鍍(sputtering)

(e)貼金屬箔(foil)

(2)塑膠內部添加導電填充料(金屬化塑膠)[6-10]:

(a)導電碳黑(conductive carbon black);

(b)碳纖維(carbon fiber)，如碳纖維鍍鎳;

(c)表面鍍金屬之纖維(metallized fiber)，如金屬塗層於雲母片(mica)上，金屬塗層於玻璃球及中空玻璃球上，金屬塗層於玻璃纖維上及金屬塗層於有機纖維上;

(d)金屬纖維(metal fiber)，如不銹鋼纖維、銅纖維、鋁纖維。

(e)金屬粉、片(powder, flake)，如銅、鋁纖維、鋁粉末、鋁鱗片。

(3)導電性高分子(註:由於目前所開發之導電高分子與塑膠基材的相容性普遍不好及加工性不佳，因此不常被使用，到目前為止尚未大量被商業化)[6]。

上述塑膠使其俱導電性之方法，其優缺點比較如下:

(a)噴塗導電性塗料:設備投資少，任何塑膠基材均可適用，價格便宜，但易剝落 EMI 遮蔽值較低，且有環保問題，對複雜形狀成品之外殼其塗料層較不均勻，塗料層一般為 40~50 μm 厚，對外殼之接合較困難。

(b)電鍍及無電解電鍍:金屬層 1.5~2.0 μm 遮蔽效果佳，電鍍液可深入達到外殼狹縫部份，可適用於複雜形狀，外殼嵌合較易，但費時費工，設備昂貴，導電層易摩擦脫落後產生漏波現象，而且若導電

屑落於印刷電路板後易造成線路損壞。另外目前雖使用單面電鍍但也有環保問題。

- (c)用電弧熔射噴塗，真空蒸鍍及濺鍍:設備昂貴(如濺鍍設備約新台幣兩億元)，成本較高，依目前台灣為 NoteBook 之 OEM 製造立場而言，此成本對目前而言沒有市場競爭性。
- (d)貼金屬箔:成本便宜，但系統空間設計被限制，系統之安裝彈性較差。
- (e)導電碳黑、金屬粉填充於塑膠之金屬化塑膠:其成本便宜，可回收，不需二次加工，但防電磁波干擾效果及機械性質較差。
- (f)金屬纖維填充於塑膠之金屬化塑膠:防電磁波干擾佳，可回收。但不銹鋼纖維及銅纖維易在射出成型過程中將模具磨損，使得製造成本提高，如 NoteBook 模具一組約一千萬，模具壽命之長短將影響成本。
- (g)碳纖維鍍鎳填充於塑膠之金屬化塑膠:防電磁波干擾佳，成本太高，可回收。
- (h)鋁鱗片填充於塑膠之金屬化塑膠:成本低，模具壽命較使用金屬纖維長。且防電磁波干擾佳，可回收。

各種常用導電填充料價格及遮蔽效果見表 3，基於性質及成本考量。由表中可以知道上述之方法以加入鋁鱗片之金屬化塑膠為最佳選擇。因此本研究之防電磁干擾塑膠係採用 ABS+PC/鋁鱗片之金屬化塑膠，另外，也開發 SEBS (SBS) /鋁鱗片之金屬化橡膠當雙層射出成型料之內層或外層材料。

有關金屬化塑膠粒之製造，在國內剛處於萌芽階段，主要的廠商有昱 (PA66/不銹鋼纖維)、合泰(PC/ABS/不銹鋼纖維)、旭化成(PP/碳纖維)大同公司(ABS/碳纖維)。因此，為因應市場要求，國內必須加緊研發，以保有現

在的電腦外殼輸出量之優勢。另外，金屬化橡膠之研製則更加闕如。

目前開發及應用較多的金屬填充料是黃銅纖維、不銹鋼纖維、碳纖維鍍鎳及鋁鱗片等。日本日立化工公司製造的黃銅纖維其長度 2~15mm，直徑 40~120 μm，很容易與樹脂混練，填充量為 10%時，體電阻小於 $10^{-2} \Omega \text{ cm}$ ，遮蔽效果可達 60dB，與 ABS 複合製成的導電性塑膠，不但衝擊強度及高剛性，導電性能及遮蔽效果優，而且由於丙烯酸取代丁二烯，改善對氧的穩定性，並且有良好的穩定性與耐熱性，其中日本鐘紡公司使用微震動切割技術製得的黃銅纖維，加入適量的填充量即可得到較好的導電性及遮蔽效應，將其填充於 PA、ABS、PP 和 PC 等塑膠中可得各種導電性塑膠複合材料，另外，隨著黃銅纖維填充量的增加，遮蔽效果還會提高，可惜的是成本較高。不銹鋼纖維強度大，在形成過程中不易折斷，能保持較大之展弦比，而且抗氧化性良好，能保持導電性持久穩定。美國 Brunswick 公司目前大量生產這種不銹鋼纖維填充料製成之導電性塑膠複合材料，其缺點是不銹鋼的價格較貴，且易磨損模具及螺桿使得成本大大提高。日本鐘紡公司也開發出鐵纖維與 PA66、PP 和 PC 等塑膠複合成導電性材料，鐵纖維的填充量為 20%~27%時，體電阻為 $10^{-3} \sim 10^0 \Omega \text{ cm}$ 遮蔽效應可達到 60~80dB。另外，美國 Mobay Chemical 公司還推出鋁鱗片 PC/ABS 塑膠製成之導電性塑膠，產品牌號有通用型 ME-2540 和阻燃型 ME-6540 兩種。在 1~960MHz 頻率範圍內，前者遮蔽效果為 65~54dB，而後者為 50~45dB，阻燃性達到 UL94V-0 級，目前用於電腦外殼。金屬纖維填充料之導電性塑膠複合材料的其他產品還有許多，如日本東京油墨公司開發的黃銅纖維填充於 PA66、ABS 和 PP。美國 Wilson 微纖維國際公司研製的不銹鋼纖維填充 PC 導電性塑膠填充量為 2%時，體電阻為 $10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 。日本 LNP 公司則使用另一種新的不銹鋼纖維加入 PA 中，所製得的導電性塑膠替代金屬用於製造汽車零件。東芝化學公司正把填充料為黃銅纖維的導電

性塑膠用於生產高級計算機，精密文字處理機和手提電視等。

金屬化塑膠外殼藉由射出成型方法製得時，其射出條件，射出成型結構及模具設計均異於一般的單純塑膠作法：

如 D. D. L. Chung 等人[7]在報告中提出在塑膠 polyimidesiloxane(PISO) 加入導電物質發現其黏滯性會影響其性質，其中電磁波遮蔽效應及導電係數係隨黏滯性增加而上升。Chen-Chi M. Ma 等人[8]在研究中提出，當 Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 塑膠混煉碳黑及 Al flake 時，發現其黏滯性變得很高，尤其在低剪應變速率(shear rate)，另外，在文中同時提到拉伸強度及衝擊強度隨碳黑及 Al flake 含量增加而下降。J. Martinsson 等人及 L. A. Gettler 等人[9-10]在研究中提出 ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)內含有鋁鱗片，若經射出成型後發現鋁鱗片會沿射出方向作優選方位(orientation)排列，而且具較高導電異向性，這種現象對於產品設計須特別注重其方向時，尤其必須留意。

J. Martinsson 等人[9]在報告中同時指出，ABS/Al flake 在射出成型過程，其模具入口流路圖案(flow patterns)會隨不同剪應變率(shear rate)及 Al flake 含量有所不同，且在模具入口處發現 Al flake 含量會有不正常增加。這種原因是由於有不穩定之壓力降(pressure drop)所致，這種現象也見於其它報告[11-12]。另外，在文中也提到 Al flake 的優選方位排列在模具入口處最明顯，而遠離模具口則較少。J. L. White 等人[13]則提出 Al flake 在 ABS 射出成型過程中會產生偏析(segregation)的現象，這不僅和模具的設計有關，同時和模溫，保壓均有關係。因此，由上述這些文獻知道 Al flake 在 ABS 中，雖然可防電磁波干擾及具導電性，但為了維持其機性，其添加量及展弦比大小之選擇相當重要，另外 Al flake 在射出過程中一直維持固態的形式，所以在射出成型過程中會產生優選方位，Al flake 斷裂

及偏析諸現象，這樣的現象對需防電磁波干擾的電腦外殼、其機性、物性及化性需要均向性之要求是不好的影響，而如何解決這些問題，牽涉的製程參數極多。因此需要在模具設計，射出機結構及成形條件之選擇作適當之修正，而這些工作重點正為本研究計畫所要探討的內容之一。

雖然使用 ABS+PC/鋁鱗片之金屬化塑膠射出 3C 產品外殼以防電磁波干擾，但此金屬化塑膠射出的銀白色鋁鱗片係以均勻分散方式陳列出於外殼表面，因而破壞 3C 產品外殼之外觀性及質感，同理上述金屬化塑膠不管加入不銹鋼纖維，或碳纖維鍍鎳均會產生浮纖現象，因此，這些表面浮纖問題均需解決。基於如此本研究乃採雙層射出成型及靜電塗裝以解決表面浮纖問題，前者較無環保問題，但後者為表面美觀之塗裝，雖無導電漆之高污染，但採靜電塗裝可處理射出後一些表面流紋，因而提升其良率，但也具有環保問題。目前 NoteBook 的市場上還是有一部份採用導電漆塗裝，因此，本研究之靜電塗裝可較簡易處理金屬化塑膠外殼表面浮纖問題。基於市場考量下，也值得作進一步探討。但未來的市場需求係講求污染性較少的製程，尤其電腦產品。基於此考量，本研究乃研製金屬化塑膠及金屬化橡膠之雙層射出成型以解決表面之浮纖問題。

四、研究內容

(一) 實驗材料

1. 採用美國奇異公司生產之耐燃級 ABS+20wt%PC
2. 鋁條
3. 採用和泰股份有限公司生產之氫化橡膠