

高分子球的應用

顏巨倫

透過功能設計的合成技術並結合交聯反應、無電電鍍及表面修飾獲得的高分子球，已成為高附加價值的尖端工業材料，並應用於電子、顯示照明、藥物、生醫等領域。

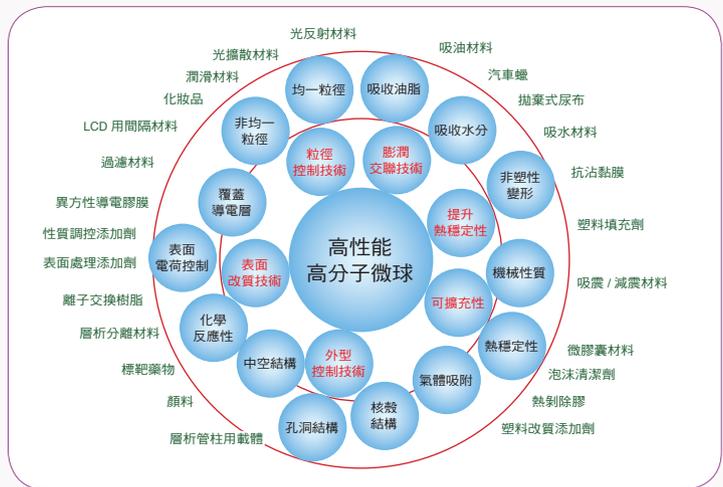
高分子球

高分子是指分子量很大的分子，如蛋白質、纖維素、澱粉等，主要由單體聚合而成。不同單體以排列組合方式進行聚合反應，可以產生不同功能的高分子。

高分子球是許多高分子鏈彼此纏繞堆疊後，以球狀結構呈現的物質。不同組成、粒徑、外觀與結構的高分子球，具有各自獨特的性能，而可以廣泛應用在日常生活中。

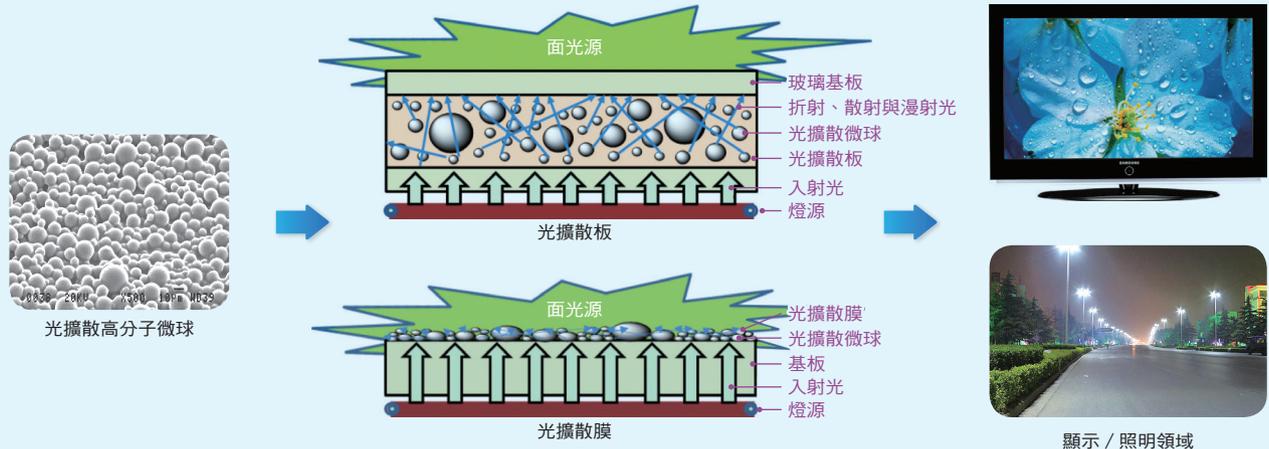
高分子球的起源非常久遠，最早天然高分子球來自橡膠樹的樹液，稱為乳膠球。而最早合成的高分子球都是由具有彈性的聚合物如聚丁二烯所組成，主要應用於橡膠製品的添加劑。80年代開始，隨著高分子球合成技術的進步，引入高分子球結合功能設計的概念，包含形狀、異相結構、粒徑分布及修飾官能基的控制手段，使其廣泛應用於塗料、材料表面加工、黏著劑、塑膠添加劑、建築材料等。

近年，高分子球結合交聯反應、無電電鍍與表面修飾等化學手段，賦予高分子球耐熱、高支撐性、藥物載體、導電、光擴散性、磁性等功能，可應用於電子、顯示照明、藥物、生醫領域，成為具備高附加價值的先端工業材料。



高性能高分子球的應用領域（圖片來源：工研院材化所）

高分子球是許多高分子鏈彼此纏繞堆疊後，以球狀結構呈現的物質。不同組成、粒徑、外觀與結構的高分子球，具有各自獨特的性能，而可以廣泛應用在日常生活中。



光擴散高分子微球在顯示與照明領域的應用

化妝品領域

高分子球具有極佳的觸感、展延性與通透感，是高級化妝品所使用的添加劑。另外，透過粉體表面處理、反應單體選擇、反應條件控制等加工技術，可使高分子球衍生出許多功能性產品，提升其附加價值。利用壓克力高分子球的通透感與光擴散效果，可以使肌膚容光煥發；利用不同反應單體控制高分子球親油與親水的能力，可產生吸油與控油功能的化妝品。

調整高分子球與無機粉體的配方，可以提升彩妝持久性；透過高分子官能基修飾技術可開發出抗水或親水性的高分子球。前者結合吸紫外光材料，可衍生出防水、防曬與抗 UV 美妝產品，而後者結合易吸收膠原蛋白的功能，可衍生出保溼精華液產品。此外，隨光線強弱而改變顏色的光變色粉體，也可借助光學效應來模糊皺紋的紋路並減低彩度，衍生出遮瑕、抗皺與抗老化產品。

顯示與照明領域

高分子微球是一種光擴散材料，把它與透明光學級樹脂經混練、抽絲、造粒等

程序後，可形成光擴散塑膠粒，透過塗布、射出、押出等高分子加工製程，可製造光擴散板、光擴散膜等產品。

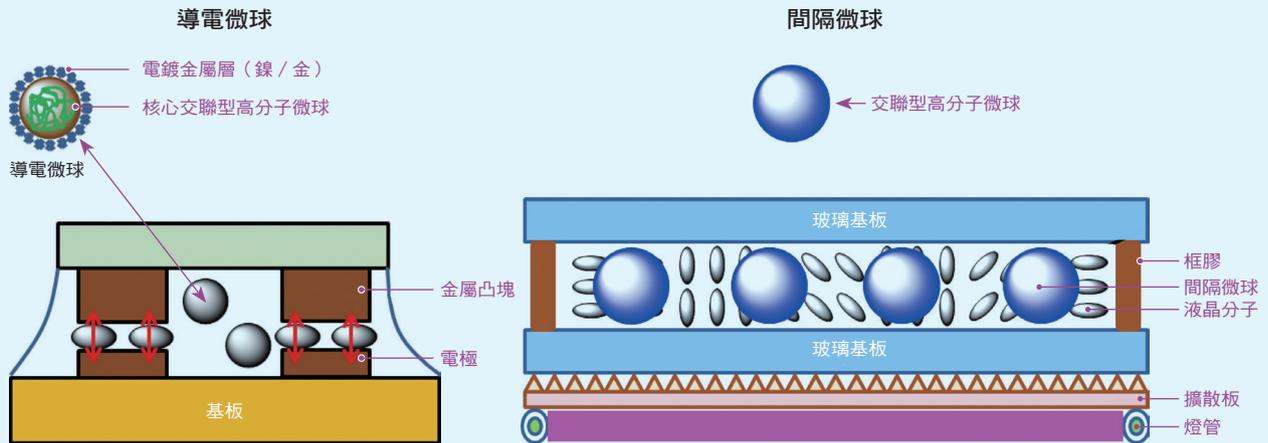
現今顯示器的燈源主要有兩種，舊式的是冷陰極螢光燈，新式的則是 LED 燈管，不論何種燈源都具有高指向性，需要光擴散元件把點與線光源轉為面光源，增加閱讀與目視的舒適性。光擴散元件主要是光擴散板與光擴散膜，其中功能性材料都是光擴散高分子微球，其餘是透明光學級樹脂。光擴散膜則利用塗布技術把光擴散高分子微球均勻分布在元件上，藉由光漫射原理達到光擴散的效果。

光擴散高分子微球在照明領域應用的元件是燈源外圍的燈殼與燈罩，其經模具成型後在外觀上是白霧色，同時具有把燈源霧化的能力。

電子材料領域

高分子微球在電子材料領域的產品主要有兩種，一是異方性導電膠膜，二是液晶螢幕用間隔高分子微球。

異方性導電膠膜外觀如同膠捲，用以驅動 IC 與基板上細微線路的單方向電導與黏著，其組成是導電微球與可熱硬化樹脂。導電微球的結構分為核心交聯型高分子微球與表面金屬層。



導電微球與間隔微球的應用

另外，在生產過程中需透過交聯處理，提升高分子微球的機械強度、耐熱與耐溶劑性質。由於微球最終應用時需要具備導電性質，因此透過無電電鍍技術在高分子微球表面上披覆金屬層形成導電微球。

間隔高分子微球主要應用在顯示器產業，把它置於充滿液晶材料的兩塊基板之間，提供支撐液晶單元所需的間隙，可控制基板及液晶厚度。若液晶層厚度不均，會造成液晶畫面模糊、顏色不均、彩虹與影響視角大小，因此這材料是影響液晶螢幕良率的主要因素。由於需要液晶層厚度均勻與耐承重，間隔高分子微球需要很高的粒徑均一度，平均粒徑介於3~7微米，且需要高彈性與高機械強度，生產技術門檻較高。

醫學材料領域

許多藥物無法直接使用或直接使用時藥效不理想，就可透過高分子球或微膠囊

做為藥物載體，並藉由微球與微膠囊尺寸、表面性質、結構、緩釋效能等的合理設計來控制藥物釋放的時間、速率與位置，也就是標靶藥物載體。

最常見的標靶藥物是癌症用藥，由於其藥品毒性較強，若不透過藥物載體，恐怕在治療過程中會對身體造成巨大傷害。利用標靶藥物載體可有效把藥品傳輸至癌細胞周圍，再透過適當刺激方法如加熱或紅外光照射等，讓藥物在腫瘤周圍緩釋，集中消滅癌細胞達到療效。

塗料材料領域

近年來，由於環境汙染問題嚴重，水性漆料的研發受到重視。研究發現，添加交聯型高分子球可以提升塗料的黏著性，在垂直面粉刷時能有效防止塗料下垂，方便人員施工。而中空高分子球添加到塗料中，藉由空氣比熱較大的因素可以有效保溫，這類塗料常施作於工廠加熱爐表面。

藥物若無法直接使用或直接使用時藥效不理想，就可透過高分子球做為藥物載體，並藉由微球特性的合理設計來控制藥物的釋放。

**在塑膠中添加橡膠高分子球，
不僅能維持塑膠本身的優點，又能藉由橡膠球的高彈性提升塑膠的耐衝擊性。**

一般水泥建築物常常希望表面的塗料能讓水泥中的水分釋放至外界，但又能夠防止水分與二氧化碳從外部進入，因此需要既能防水又能釋放水分的特殊塗料。研究指出，把親水基修飾上高分子球形成獨特的微凝膠，把這凝膠加入塗料內後施工於建築物表面，就可形成既能防止水分和二氧化碳侵入又具排溼性的塗膜。

膠黏材料領域

透過高分子球結構與單體材料的選擇，可發展出各式各樣特殊用途的膠黏劑，其中又以核殼型球的使用最多。例如，核是聚氨酯樹脂，殼是聚丙烯酸酯的膠黏劑，核的部分提供塗膜的強度，殼的部分則表現黏著性。

可重複黏貼標籤紙也是高分子球應用的例子，其結構底層是標籤紙，中間層是膠黏材料，最上層是均一粒徑高分子球。黏貼時，透過施壓使高分子球變形，同時增加高分子球與被黏貼物的接觸面積，以提升接著的效果。當剝離時，由於與被黏

貼物只有一接觸點，黏性很弱，不會對被黏貼物造成損害，也可重複使用。

塑膠添加劑領域

高分子球做為塑膠添加劑是屬於較傳統的應用，如在塑膠中添加橡膠高分子球，不僅能維持塑膠本身的優點，又能藉由橡膠球的高彈性提升塑膠的耐衝擊性。例如AS樹脂是由丙烯腈與苯乙烯單體聚合而成，具有耐磨性、良好光澤性與高剛性的特色，但其耐衝擊性很弱，因此添加聚丁二烯橡膠球於其中，可以有效提升產品的耐衝擊性，且能保持原先的優點。

高分子球材料已深入到每個人的日常生活中，隨著科技的進步，高分子球的功能設計技術將更成熟與多樣化，未來的應用會更廣泛。

顏巨倫

台灣中油股份有限公司煉製研究所
