



透明導電薄膜之應用概論



王慶鈞

工研院機械所
新興能源機械技術組
固態光源機械技術部
經理

王瑞豪

國立交通大學
材料科學與工程學系

連水養

明道大學
材料工程學系

陳家富

明道大學
材料工程學系

關鍵詞

- 透明導電氧化物 Transparent conductive oxide
- 導電率 conductivity
- 薄膜 Thin film

摘要

透明導電膜定義上是指在可見光波長在 380-760 nm 範圍內，具光穿透率 80% 以上且比電阻值 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 等特性的薄膜材料。透明導電電極主要可分為兩種，一種是金屬薄膜；另一種就是現在光電產品使用的透明導電氧化物 (Transparent conductive oxide, TCO)。由於金屬本身就是一種良導體而不具有透光性。但金屬

厚度為約 100Å 以下 ($\text{Å} = 1 \times 10^{-10} \text{m}$) 時，金屬薄膜即可以呈透明性，但是相對愈易形成不連續的薄膜，導致其導電率 (conductivity) 因而下降，所以不適作為透明電極之用。反之，透明導電氧化物 (目前商用約 8000Å) 在可見光區域 (約 380-760 nm) 有著高透光性且具適當的導電性，因此廣泛地被應用在商用光電產品中而成為高應用性的透明導電電極材料。

前言

1. 透明導電薄膜應用

隨著科技不斷的發展，各種技術發展日新月異，生活水準隨之提升，人們對物質生活的要求也越來越高，對於各種電子產品的要求，更是需要人性化與便利性，因此加速促使電子產業蓬勃



發展。由於透明導電氧化物薄膜(TCO)具有良好的導電性，可見光範圍內的高透光率及半導體特性，因而被廣泛的應用在各種光電產品上。透明導電氧化物(Transparent conductive oxide ,TCO)已被廣泛的運用在日常之光電產品；例如：(1)作為液晶顯示器(LCD)內的導電膜，此 LCD 使用於隨身攜帶型電腦、掌上型電腦資料本及手提電話或大型液晶電視等等；(2)觸控型顯示器(Touch panel)的運用亦急起直追，如工業用大型生產機台端之電腦顯示器、提款機、快餐販賣店的販賣機等；(3)CRT 的抗輻射線(EMI、RMI)高透光保護鏡亦被廣泛應用，如航空、軍用儀錶顯示器的保護鏡等；(4)環保節約能源及保護隱私用的開關式透光玻璃(SwitchGlazing)，亦使用於建築大樓及汽車窗戶上；(5)應用於表面感測器(Sensor)，如 Ozone, NO₂；(6)抗反射膜(Antireflection coating)；(7)寒帶地區除霧及加熱面板；(8)光電元件導電膜，如太陽能電池、發光二極體、光電晶體；(9)有機發光二極體電極等等，還有其他應用不斷被開發，其成為光電產品的關鍵材料之一。目前氧化銦錫薄膜(ITO)是光電產業上應用較為廣泛的材料，但氧化銦錫薄膜(ITO)在高溫應用上較不穩定，並且銦具有毒性、量稀少，另一方面氧化鋅(ZnO)薄膜在性質、資源及價格上具有潛在的優勢，摻雜異質的氧化鋅薄膜近年來已成為許多學者研究的主題，如摻雜鋁之氧化鋅薄膜(ZnO:Al, AZO)有逐漸取代 ITO 薄膜之趨勢。

透明導電材料介紹

約在 1980 年日本首先發展出以真空蒸鍍方式

量產 ITO 透明導電薄膜，因其具有易於光蝕刻加工、高可見光穿透率及導電性佳等優點，ITO 透明導電薄膜逐漸成為光電界的寵兒。依照 ITO 透明導電薄膜的導電性不同，其所應用的範圍從觸控面板、太陽電池到液晶、電漿顯示器而有所差異。透明導電薄膜已成為具有研究與經濟價值的熱門產物，無論是學術界或是工業界都積極投入其研究的行列，以期能夠改善其製程、降低生產成本、製備出高品質的透明導電薄膜。

1. 金屬薄膜

Au、Ag、Pt、Cu、Rh、Pd、Al、Cr 等金屬薄膜[1]，都是良好的紅外線反射體，同時反射可見光而不具有透明的效果。金屬的自由載子濃度約為 $10^{23}/\text{cm}^3$ ，使得金屬的電漿頻率落在近紫外光區(NUV)。由電磁學理論可知，頻率小於電漿頻率的光無法通過金屬，只有頻率大於電漿頻率的光才能穿透金屬，因此金屬在可見光區是不透明的。若要使金屬在可見光透明度，同時維持紅外光的高反射性，使其成為極薄薄膜為一方式，且理論上厚度低於 100\AA ，即金屬薄膜將成為高穿率的導電膜。但是實際上大部份金屬厚度於 100\AA 的薄膜時，會形成島狀不連續的金屬薄膜，而導致電阻值的增加。隨著島狀的結構變大時，它會散射入射的電磁波，而不是使電磁波穿透，導致穿透率降低。若要改善並提高導電率，島狀不連續性之金屬薄膜需隨之增加其厚度，同時將使光穿透率的下降。整體金屬薄膜而言其硬度低且穩定性差，因此學者開始研究氧化物、氮化物、氟化物等透明導電薄膜形成的方法及物性，金屬氧化物的透明導電薄膜(TCO)已成為透明導電薄膜的主流。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】338期・100年5月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw