

## ITO 薄膜添加 Ag 對電磁波遮蔽之影響 The add Ag for ITO films impact of electromagnetic shielding effectiveness

戴峻昌, 鄭文達\*

Jun-chang Dai, Wern-Dare Jheng

國立勤益科技大學機械工程系  
Department of Mechanical Engineering,  
National Chin-Yi University of Technology  
E-mail: korec721@yahoo.com.tw

### 摘要

本實驗為利用真空磁控濺射機在塑膠板上製備兩種電磁波遮蔽薄膜，一種為 ITO 薄膜另一種則為 ITO/Ag/ITO 薄膜，比較兩種不同薄膜在相同濺射參數的情況下，有無添加 Ag 對電磁波遮蔽效能之影響。首先 PC(聚碳酸酯)板作為襯底將 ITO 及 Ag 作為濺射靶材，改變 ITO 之濺射功率並且固定 Ag 濺射功率之方式，製備出含量不同的 ITO 薄膜及 ITO/Ag/ITO 薄膜。利用多功能色相儀來量測其穿透率，藉以比較兩種不同薄膜在相同濺射參數下其穿透率之優劣。

本文利用改變 ITO 靶濺射功率(30 瓦、40 瓦、50 瓦、60 瓦)的方式來製備出不同含量的 ITO 薄膜及 ITO/Ag/ITO 薄膜，以無線網路數據機作為電磁波發射源並用毫高斯計測量電磁波遮蔽效益，發現在相同的 ITO 濺射參數下有多鍍上 Ag 的 ITO/Ag/ITO 薄膜比沒有濺鍍 Ag 的 ITO 薄膜，效能可提高 2 倍以上。

**關鍵字詞：**磁控濺射，電磁波遮蔽，ITO

### Abstract

This study made two electromagnetic wave shielding thin films, which were ITO thin film and the ITO / Ag / ITO thin films in the plastic panel preparation by vacuum magnetron sputtering machine, Comparing the electromagnetic shielding effectiveness with two different thin films the one coated Ag and the other one was not in the same sputtering parameters. First of PC board as a substrate would ITO and Ag as the sputtering target, Change of ITO sputtering power and the fixed Ag sputtering power in method. Manufacturing different content of the ITO thin film and the ITO / Ag / ITO thin films, use a multifunction color instrument measuring the transmittance. In order to compare the two different pros and cons of the transmittance of the thin film under the same sputtering parameters

In this article, the changed in the ITO target sputtering power (30 watts, 40 watts, 50 watts, 60 watts) was prepared different content of ITO thin film and ITO / Ag / ITO thin films, As the emission of electromagnetic waves is a Wi-Fi modem and use Milligauss table measured electromagnetic shielding performance, Found in the same ITO sputtering parameters,. coated Ag, ITO / Ag / ITO thin films than none of the ITO thin film of the Ag coated, performance can be improved more than twice.

**Keywords:** Magnetron sputtering, Electromagnetic shielding, ITO

### 1. 前言

近年來，由於通訊技術的蓬勃發展行動電話、網際網路使用日漸普遍及各種電子設備的數位化、高頻化，完全改變人類的生活型態，而隨著科技發展的同時，伴隨著與科技誕生的副產物

—電磁波干擾(EMI)對我們的影響越來越大，使我們生活環境中的電磁波干擾情況日益嚴重，而這些電磁輻射若無法有效隔離，長期暴露於看不見的電磁波環境中會也會對人體健康造成影響，這些影響包括(1)中樞神經系統(2)免疫系統(3)

生殖系統(4)心血管及血液系統...等，會使免疫能力降低或器官產生病變，因此如何發展電磁波遮蔽材料與技術是目前所面臨的重要課題[1]。

近年來商品數位化，手機、電腦、電視都有著大型面板，這些面板大多數是塑膠材料，塑膠材料有輕、薄、安全以及價格低廉等優點。

在塑膠基板鍍上一層透明導電膜，降低數位化產品產生電磁波干擾的問題[2]。使用 PC 塑膠板作為基材，由於 ITO 薄膜透明度良好所以作為主要的鍍膜材料[3]，金屬的導電性較 ITO 良好，不過透明度很差，而 Ag 在鍍膜厚度極薄的情況下透明度很高，所以使用 Ag 作為另一種鍍膜材料，將兩種材料結合提高薄膜整體的導電性，導電性越高電磁波遮蔽效果也會相對的提高。

本實驗用 ITO 及 Ag 作為濺射靶，用改變瓦特數的方式在塑膠板上製備 ITO 薄膜以及 ITO/Ag/ITO 薄膜[4]，比較兩種不同薄膜在相同濺射參數的情況下，有無添加 Ag 對低頻電磁波之影響。

## 2. 主要內容

本實驗使用真空磁控濺射機，在 5nm 的 PC 塑膠板上鍍膜，製作出 ITO 薄膜以及 ITO/Ag/ITO 薄膜兩種薄膜進行比較，ITO 濺射功率為(30 瓦、40 瓦、50 瓦、60 瓦)，Ag 濺射瓦數固定為 80 瓦，濺鍍時間如圖 1(a)、圖 1(b)所示，兩組試片 ITO 薄膜濺鍍時間都是 60 分鐘，Ag 濺鍍時間為 5 秒鐘，比較兩組試片 ITO 薄膜在相同的濺鍍時間下，有無添加 Ag 對低頻電磁波之影響。

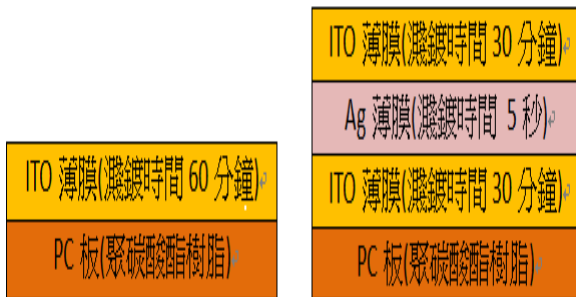


圖 1(a).ITO 薄膜

圖 1(b).ITO/Ag/ITO 薄膜

本研究做了穿透度實驗及電磁波遮蔽實驗，把 8 種不同參數的試片用多功能色差儀分析得到試片的穿透率再做成圖分析其結果，依照其結果分析出穿透率之優劣，並比較有無添加 Ag 對穿透度之影響。

將其 8 種不同參數試片使用無線網路數據機作為電磁波發射源並在距離發射源 10cm 的地方放置毫高斯計測量電磁波遮蔽效能，先量測出未

放置 PC 板以及未濺鍍薄膜的 PC 板兩者的無線網路數據機電磁波數據，依此數據做為依據，比較出 PC 板有無濺鍍薄膜跟在 PC 板濺鍍 ITO 薄膜以及 ITO/Ag/ITO 薄膜之間的差異度，最後計算出電磁波遮蔽效率，並比較有無添加 Ag 對電磁波遮蔽效率之影響

## 3. 結果與討論

### 3-1 穿透率實驗

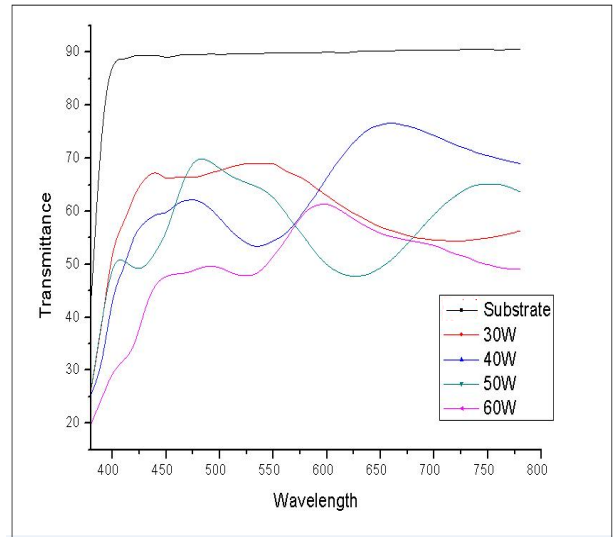


圖 2 不同濺射瓦數的 ITO 薄膜之穿透率

所使用的量測儀器為多功能色差儀，波常採用可見光 380~780nm 作為量測依據，圖中可以發現穿透率最高的為未濺鍍的 PC 板穿透率可接近 90%，其次為 ITO 濺射功率 40W 的試片穿透度最高可達 80%，最低的為 ITO 濺射功率為 60W 的試片穿透率只有 60%左右，從這可以看出 PC 板鍍上 ITO 穿透率會隨著濺射功率做改變，鍍膜瓦特數越高時穿透效果會明顯的降低。

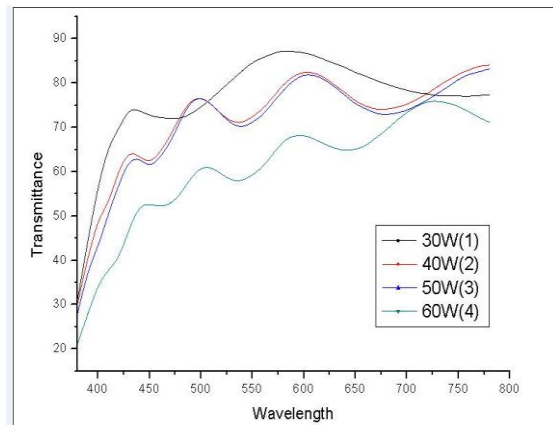


圖 3. 不同濺射瓦數的 ITO/Ag/ITO 薄膜之穿透率

圖 3 為各種不同濺射瓦數的 ITO/Ag/ITO 薄膜之穿透率，由圖中 3 我們可以明顯看出在波長 500~650nm，ITO 濺射功率為 30W 的情況下穿透率最高有 85%，最低則為濺射功率 60W 穿透率只有 65~70%，可以看出再添加了 Ag 後，ITO 薄膜濺射瓦數的提高會導致穿透率越來越低。

圖 3 與圖 2 相比能看出圖 3 並無因多添加了金屬 Ag 薄膜而導致穿透率整體下降，反而在濺射功率為 30w 的情況下穿透度還有所提升，所以在這我們能看出添加極薄的 Ag 薄膜並不會對透明度產生影響。

### 3-2 電磁波遮蔽實驗

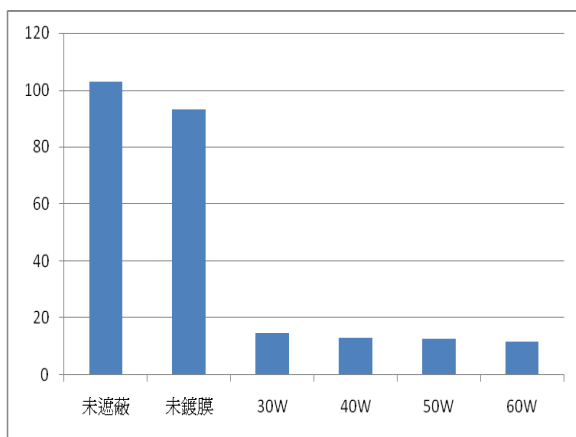


圖 4 不同濺射功率的 ITO 薄膜之電磁遮蔽效果

此實驗用毫高斯計測量電磁波遮蔽效能，所量測到的毫高斯數值越高時所遮蔽的效果就越差，由圖 4 可以看出一開始還未遮蔽時所量測數據為 103mg，以厚度 5nm PC 板遮蔽所測得的值為 93.2mg 所得到的遮蔽率只有 9% 可以說沒有遮蔽作用，把 PC 板濺鍍 60 分鐘 ITO 薄膜後，可以看出在 ITO 濺射功率 30W 時，所得到的數據為 14.6mg 遮蔽效果有 85.8%，ITO 濺射功率 60W 遮蔽效果達到 88.5% 效果為最佳，從這可以看出鍍上一層 ITO 薄膜就能對電磁波遮蔽效果產生很大的影響。

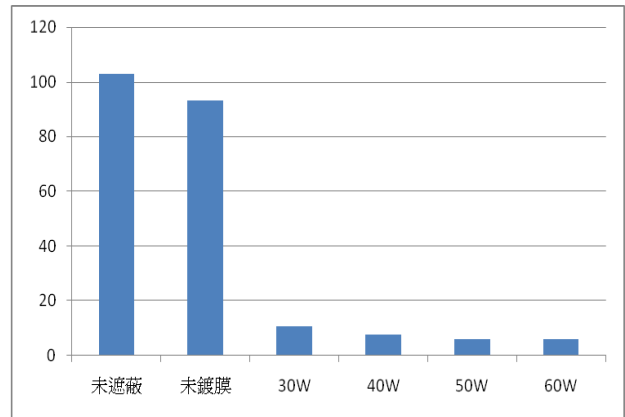


圖 5. 不同濺射功率的 ITO/Ag/ITO 薄膜之電磁遮蔽效果

圖 5 可以看出將 PC 板濺鍍 ITO/Ag/ITO 薄膜後，在 ITO 濺射功率 30W 時，所量測到的毫高斯為 10.65mg 遮蔽效果提升到 89.6%，ITO 濺射功率 40W 時所量測到的毫高斯明顯的比 30W 低上許多遮蔽效果達到 92.7%，ITO 濺射功率 60W 所量測到的毫高斯為 5.87 遮蔽率高達 94.4%。

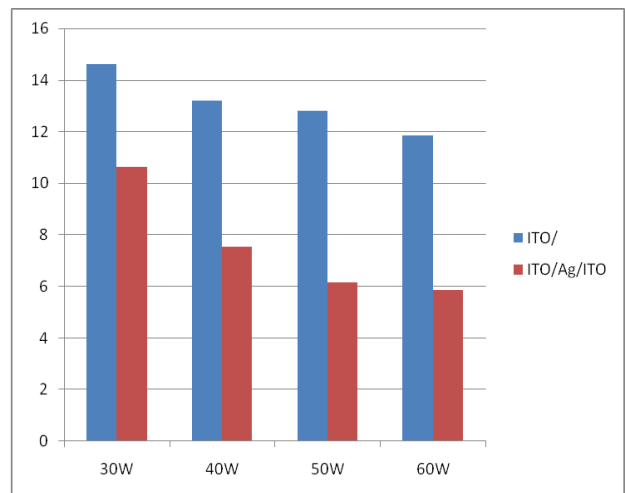


圖 6. 比較有無添加 Ag 電磁遮蔽效果之影響

將圖 4、圖 5 放在一起相比產生了圖 6，由圖 6 可以看出有添加 Ag 的 ITO/Ag/ITO 薄膜，電磁波遮蔽效能明顯的比沒有添加 Ag 的 ITO 薄膜好上許多，以同樣是濺射功率 30W 來看遮蔽效果提升了 1.37 倍，如果以 ITO 濺射功率 60W 來看，兩種試片都是 ITO 濺射功率 60W 效果最佳，兩者在相同的 ITO 濺射時間下有多濺鍍上 5 秒鐘 Ag 的 ITO/Ag/ITO 薄膜比沒有濺鍍 Ag 的 ITO 薄膜，效能提高了 2 倍以上，可以證實添加極薄的 Ag 薄膜能不降低試片的穿透率還有效的提升電磁遮蔽效果。

#### 4. 結論

經由實驗研究，可得以下幾項初步成果：

1. ITO 薄膜濺射瓦數的提高會導致穿透率越來越低。
2. 添加極薄的 Ag 薄膜並不會對透明度產生影響。
3. 添加極薄的 Ag 薄膜能不降低試片的穿透率還能有效的提升電磁遮蔽效果。
4. 未鍍膜狀態與鍍膜狀態相比，有鍍膜的 PC 板電磁遮蔽效果比未鍍膜狀態好上許多。
5. ITO 濺射功率在 60W 的狀況下 ITO/Ag/ITO 薄膜量測到的電磁波數值為最低，跟未遮蔽情形所量測到的數據相比遮蔽率達到 94.4%。
6. 在相同的 ITO 濺射參數下有多鍍上 Ag 的 ITO/Ag/ITO 薄膜比沒有濺鍍 Ag 的 ITO 薄膜，

效能可提高 2 倍以上。

#### 5. 參考文獻

1. 吳明杰，無電極鍍鎳聚酯梭織物熱固性樹脂複合材料對電磁波遮蔽之效果。
2. Sandra Greco ,Shielding performances of ITO transparent windows: Theoretical and experimental characterization,2008
3. Young-Sang Cho,Colloidal indium tin oxide nanoparticles for transparent and conductive films,2006 1864-1871
4. 楊峻銘，濺射成長 ITO/金屬/ITO 多層透明導電膜之特性研究. 2005