真空金屬鍍膜設備在潛伏指紋顯現之應用

Application of Vacuum Metal Deposition to Latent Fingerprint Development

陳錦民、王光全、廖哲賢、程曉桂
Chin-Min Chen, Kuang-Chuan Wang, Jeh-Shane Liao, Sheaw-Guey Cheng

真空金屬鍍膜技術常見運用於日常用品表面美觀處理及高科技光電奈米金屬薄膜產業，在國內金屬工業中屬技術成熟的產業。此技術可利用物表與殘留指紋紋線成分之不同，產生鍍膜上的差異來顯現潛伏指紋。為能使國內成熟之「真空金屬鍍膜」產業技術成功地推動運用在我國刑事鑑識之指紋採證工作，提升潛伏指紋採驗水準，刑事警察局與國立臺灣科技大學材料所技術合作，於國內自行研製真空金屬鍍膜設備，並利用此設備發展指紋顯現技術，建立適用顯現潛伏指紋之蒸鍍條件，提供標準方法流程等，以強化我國指紋採證技術及效能。

Vacuum metal deposition (VMD) techniques, well established and mature in Taiwan, are commonly used in nano-optoelectronics industry and in the surface treatment of commodities for both beautification and functionality purposes. Owing to the micro-structural differences between an object surface and the fingerprint residues left on it, and hence the different coating environments, the surface-specific VMD can be used to develop the individually unique latent fingerprints. In order to have the VMD techniques successfully applied in our country's latent fingerprint development and to promote the level of the specialty of our country, we have set up a homemade fingerprinting VMD equipment in our lab under a cooperation agreement with the Department of Materials Science and Engineering, National Taiwan University of Science and Technology (NTUST). The interdisciplinary collaborative project has been accomplished with the following achievements:establishment of the first forensic VMD equipment in Taiwan and its high performance in latent fingerprint development (which has in turn enhanced our ability in fingerprint identification), establishment of the methods for developing latent fingerprints on ordinary and special surfaces, optimization of experimental conditions for latent fingerprint development, standard operation procedures made available, *etc*.

圖 1. 指紋用金屬真空鍍膜設備。

一、前言

真空金屬鍍膜 (vacuum metal deposition) 技術，常見運用於日常用品表面美觀處理及高科技光電奈米金屬薄膜，近十年來在刑案現場指紋採證上亦成為新的技術，而且是繼多波域光源 (forensic light source) 外，最具代表性的突破發展。早在 1970 年初期開始潛伏指紋顯現上的研究，但技術並不成熟，也未受到重視[1]。到了 1990 年後陸續有一些研究發表，包括採用不同的金屬及蒸鍍的條件[2-6]，直到近幾年來，實務上的成功案例才逐步吸引大家的注目，成為關注的焦點。

由於真空鍍膜法在工業上的發展成熟，但在刑案現場指紋的處理上要適應證物的型態，例如包裝屍體用的垃圾袋或槍枝，所以在操作空間及設計上較無法仰賴現有的市售儀器，勢必要開拓合宜的儀器。因此，如何將學術、製作與實務結合是一項考驗，也是指紋採驗技術第一次的整合性研究。在臺灣科技大學與刑事警察局合作設計下，再由業界製成，經過多次試驗改良結果，終於能符合所需 (請見圖 1－3 所示)，也開啟國內鑑識科學研發的新模式。更重要的是，這項技術的效果顯著，值得進一步推廣，同時近來並有國外現場處理人員探詢，也顯示具有開發的潛勢。

二、真空金屬鍍膜法應用於指紋顯現的原理

金屬鍍膜 (metal deposition) 或物理鍍膜 (physical vapor deposition, PVD) 需要在一個真空狀態環境下進行，其蒸鍍環境需達 10^{-5}－10^{-7} Torr。由於一般機械式抽氣幫浦，只能抽到 10^{-3} Torr 的真空度，之後須再串接高真空幫浦，才能達到

圖 2. 指紋用金屬真空鍍膜設備內部設計。

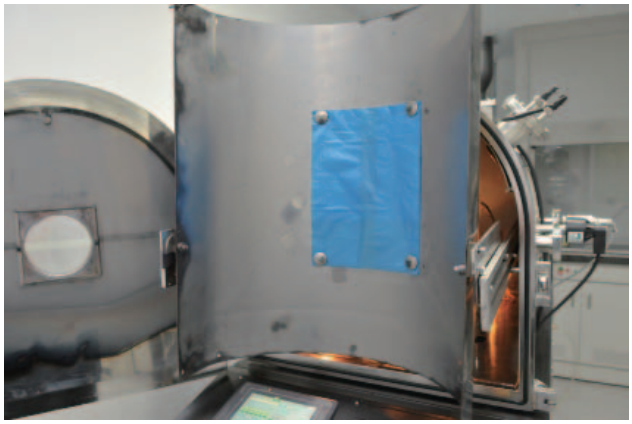


圖 3. 固定塑膠袋檢體，以利蒸鍍。

$10^{-5}-10^{-7}$ Torr，將所要蒸鍍的材料利用加熱方式達到熔化的溫度，使其原子蒸發，蒸發的原子再附著在基板表面證物上，故又稱為真空蒸鍍法。

潛伏指紋的顯現係採用電阻加熱蒸鍍法，利用金及鋅兩種金屬元素作靶材，進行兩段式蒸鍍。第一段鍍金，金在真空條件下被蒸鍍，高能量的金原子容易到達檢體的表面，進而附著及沉積在上面，而檢體上潛伏指紋的成分，可包埋金原子，有效地形成紋線及紋線間背景金原子差異。第二段蒸鍍選擇低毒性金屬鋅，金屬鋅呈灰黑色，可以與潛伏紋線間 (經過第一段金蒸鍍，其中未被潛伏指紋成分包埋部分) 的金結合；而指紋紋線的部分，因為其中的成分將金包埋，致於第二段蒸鍍時，鋅原子無法鍍上去，金為無色，鋅為灰黑色，利用這種金、鋅兩種金屬顏色對比，而顯現潛伏指紋 (圖 4)。

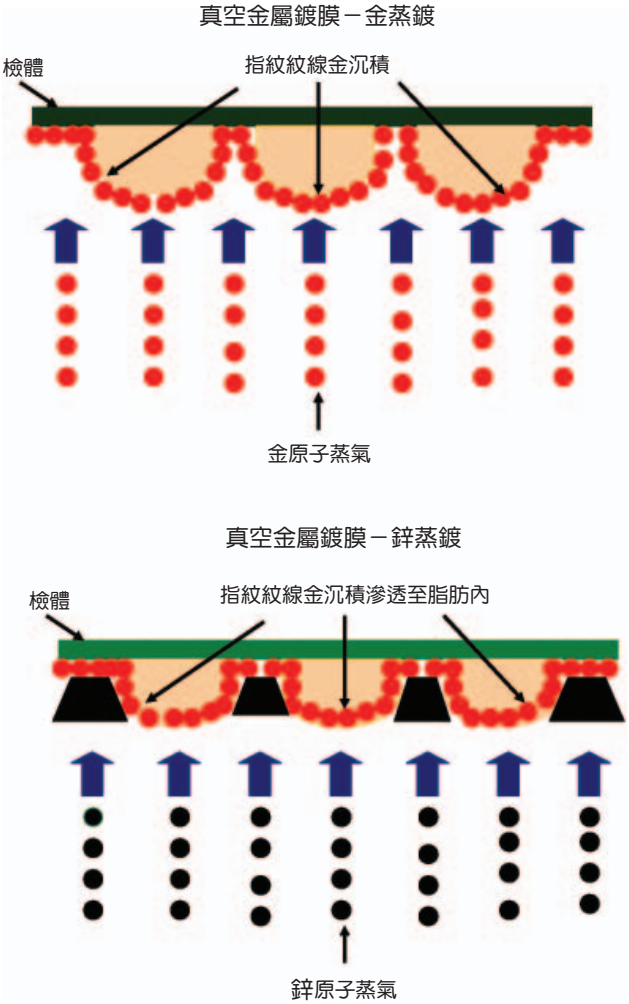


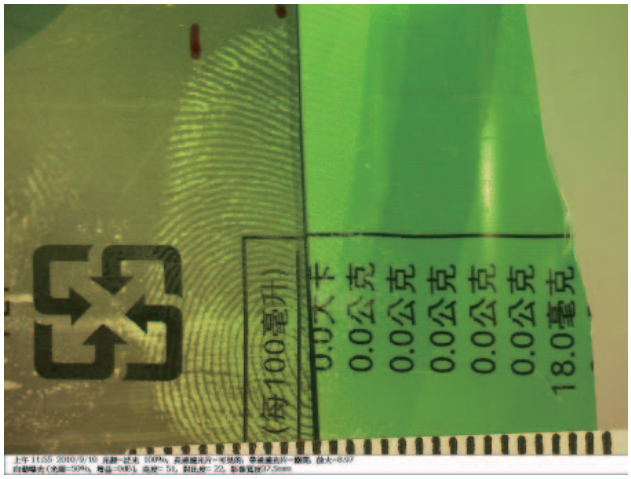
圖 4. 真空金屬鍍膜法二階段蒸鍍示意圖。第一段蒸鍍金，使金原子附著在證物表面 (上圖)；第二段蒸鍍鋅，鋅為過渡金屬，能有效地與潛伏紋線間所附著的金原子結合，而指紋紋線中的成分將金包埋致無法鍍上鋅 (下圖)。

三、真空金屬鍍膜法於指紋顯現適用的情況

刑案現場上的證物種類多樣化，而且材質特性不一，所以採用的技術也有所不同。而利用真空金屬鍍膜法可以適用在不吸水的物質表面，許多研究及實務經驗上發現對於塑膠類上證物效果顯著；甚至是曾經利用過傳統氰丙烯酸酯法顯現的指紋，當效果不佳時，還可以再試試這種方法加以補救。下列就是這種方法的效果。

1. 塑膠類

塑膠類上遺留下的指紋，可以直接以真空鍍膜法處理，也可以利用傳統氰丙烯酸酯法先行處理，萬一失敗，只要有一些紋線存在，也可以再用真空鍍膜的技術加以增顯。保特瓶外膜上的指紋紋線經處理後的結果 (圖 5)，左側的半枚指紋是直接蒸鍍，右側則以傳統的氰丙烯酸酯法處理，可以看到



左側　　右側

圖 5. 右側以氰丙烯酸酯法無指紋顯現；左側以真空金屬鍍膜法有指紋顯現。

圖 6. 右側以氰丙烯酸酯法無指紋顯現；再以真空金屬鍍膜法處理後，則有指紋顯現。

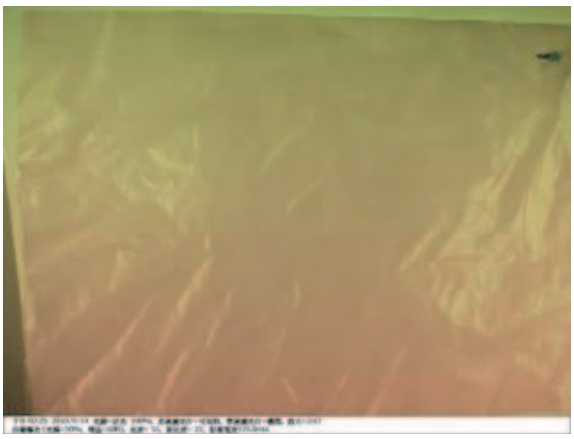


圖 7. 塑膠袋先使用氰丙烯酸酯法，只有白色痕跡。

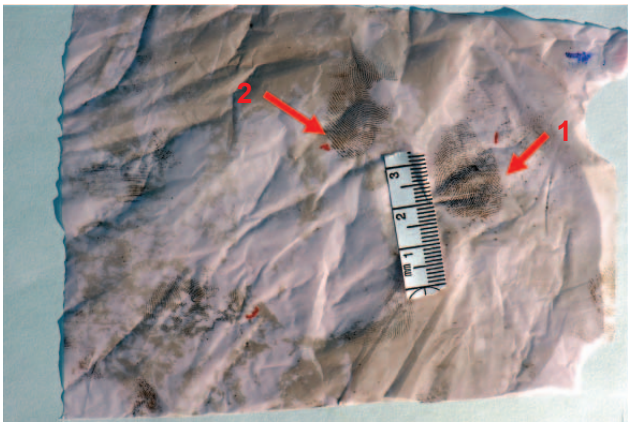


圖 8. 圖 7 塑膠袋先使用氰丙烯酸酯法，再續行使用真空金屬鍍膜法將潛伏指紋顯現。

圖 9. 圖 8 中編號 1 指紋放大圖。

圖 10. 圖 8 中編號 2 指紋放大圖。

(圖 5) 右側原先未見指紋顯現，經以真空金屬鍍膜法處理後，即可看到指紋紋線 (圖 6)。另外，垃圾袋及保特瓶上的指紋紋線經真空金屬鍍膜法處理後亦有相同的結果 (圖 7－12)。

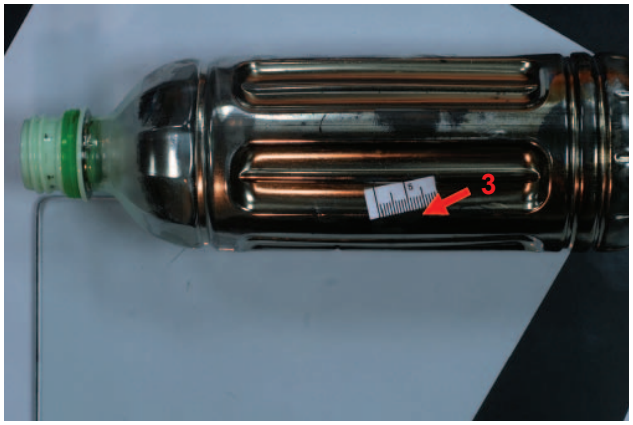


圖 11. 保特瓶使用真空金屬鍍膜法，可顯現潛伏指紋全景圖。

圖 12. 圖 11 中編號 3 潛伏指紋放大圖。

圖 13. 手指接觸鈔票，使用真空金屬鍍膜法顯現全景。

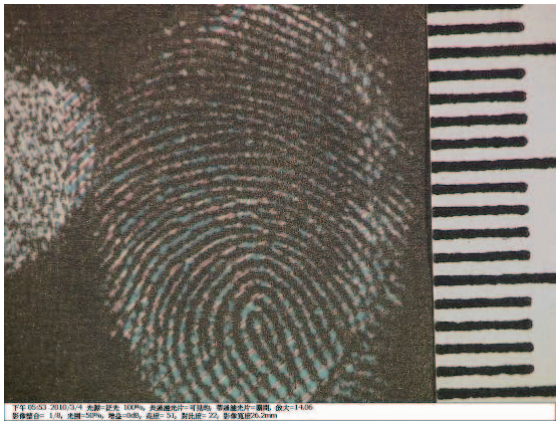


圖 14. 圖 13 中編號 A 指紋放大圖。

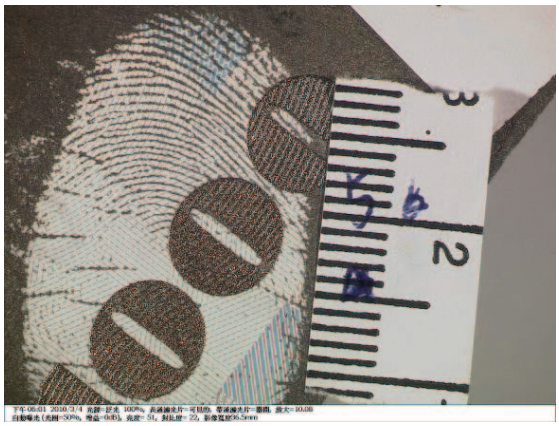


圖 15. 圖 13 中編號 B 指紋放大圖。

2. 千元鈔券

擄人勒贖案件中，歹徒可能接觸千元鈔券，由於這類鈔券的紙質具有類似塑膠的特性 (有些歐洲或澳洲等國家貨幣亦具有類似特性)，因此可以利用這項技術顯現出指紋；圖 13 至 15 即為處理指紋呈現的效果。

四、 結論

指紋採驗技術近十年來的發展突飛猛進，各種精密的方法陸續開發出來。金屬鍍膜法儘管在近年來才獲得重視，但是，植基於國內成熟的傳統鍍膜技術，目前對塑膠類的材質成效甚佳，可以針對常規處理上的不足進一步補救。也有愈來愈多的團隊

投入研究精進，例如近來即有研究團隊針對尼龍等不同材料的衣服進行實驗[7]，或許未來在實用性上會更具多元化，亦為指紋採證技術帶來更多契機。

參考文獻

1. T. Kent, G. L. Thomas, T. E. Reynoldson, and H. W. East, *J. Forensic Sci. Soc*., **16**, 93 (1976).
2. N. Masters and J. DeHann, *J. Forensic Ident*., **46**, 32 (1996).
3. N. Jones, M. Stoilovic, C. Lennard, and C. Roux, *Forensic Sci. Int*., **123**, 5 (2001).
4. A. H. Misner, *J. Forensic Ident*., **42** , 26 (1992).
5. N. Jones, D. Mansour, M. Stoilovic, C. Lennard, and C. Roux, *Forensic Sci. Int*. **124** , 167 (2001).
6. I. H. Yu, S. K. Jou, C. M. Chen, K. C. Wang, L. J Pang, and J. S. Liao, *Forensic Sci. Int*., **207**, 14 (2011).
7. J. Fraser, K. Sturrock, P. Deacon, S. Bleay, and D. H. Bremner; *Forensic Sci. Int*., **208**, 74 (2011).

陳錦民先生為刑事警察局指紋室巡官。

Chin-Min Chen is currently lieutenant of fingerprint office, Criminal Investigation Bureau .

王光全先生為刑事警察局指紋室組長。

Kuang-Chuan Wang is currently a section leader of fingerprint office, Criminal Investigation Bureau.

廖哲賢先生為刑事警察局指紋室主任。

Jeh-Shane Liao is currently the Director of Fingerprint Office, Criminal Investigation Bureau.

程曉桂女士為刑事警察局鑑識中心主任。

Ms. Sheaw-Guey Cheng is currently the Director of Forensic Science Center, Criminal Investigation Bureau.