

出國報告（出國類別：國際會議）

參加第十一屆表面、鍍膜及奈米材料國際研討會

服務機關：國立暨南國際大學

姓名職稱：林素霞 教授

派赴國家：葡萄牙

出國期間：民國 105 年 09 月 06 日至民國 105 年 09 月 12 日

報告日期：民國 105 年 11 月 24 日

摘要

由於薄膜材料具有特殊的材料性能，因此能成為現代材料科學各分支中發展最為快速的一支。二氧化鈦(TiO_2)薄膜具有相當好的光敏感特性，所以是很重要的科技材料，並且有氣體感測、抗反射鍍層、光觸媒、光電化學及太陽能轉換方面的應用。摻雜的薄膜材料通常具有非常穩定的光學特性，然而，國內外利用鈹離子或鎢離子來摻雜二氧化鈦薄膜的文獻報導尚少。所以，本研究採用射頻(RF)功率濺鍍二氧化鈦靶材及直流(DC)功率濺鍍鈹(Bi)或鎢(W)靶材進行共濺鍍，分別進行摻雜鈹於二氧化鈦薄膜($\text{TiO}_2:\text{Bi}$)及摻雜鎢於二氧化鈦薄膜($\text{TiO}_2:\text{W}$)的披覆，並探討氬氣氛對於具奈米結晶的 $\text{TiO}_2:\text{Bi}$ 薄膜及 $\text{TiO}_2:\text{W}$ 薄膜之光學性質影響。由於此國際研討會是每一年舉辦一次的表面、鍍膜及奈米材料之大型國際研討會，所以參加此國際會議，是一個發表本國學術近期研究的好機會，而且可與來自世界各地相關領域的學者專家們直接交流彼此的研究心得與鍍膜技術，則將有助於學術探討與科技發展，並且對於出國人員掌握國內外產業界、學界之脈動及個人研究方向之規劃，有相當大的助益，進而能強化出國人員的研究能量。

目次

一、前言.....	1
二、目的.....	1
三、過程.....	2
四、心得及建議.....	7
五、參考資料.....	7

一、前言

出國人員過去幾年來一直在學校從事光學鍍膜相關研究，亦曾在產業界從事光儲存媒體的研發，所研究的鍍層包括氧化銦錫(ITO)、氧化鋁(Al_2O_3)、 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Ti}$ 、氧化鋅(ZnO)、 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 、 $\text{ZnO}:\text{Ti}$ 、 ZnO/AlO_x 、Doped Ge-Sb-Te Phase-Change Materials、Bi-Ge-Sb-Sn-Te、Bi-Sb-Sn-Te、 TiO_2 、 $\text{TiO}_2:\text{Al}$ 、 $\text{TiO}_2:\text{Ti}$ 、 $\text{TiO}_2:\text{W}$ 、 $\text{TiO}_2:\text{Bi}$ 、 HfO_2 、 $\text{HfO}_2:\text{Hf}$ 、 $\text{HfO}_2:\text{W}$ 、 $\text{HfO}_2:\text{Al}$ 、 $\text{HfO}_2:\text{Bi}$ 、 SnO 、 SnO_2 等，雖然談不上有重大研究貢獻，但是在光電薄膜的領域中，具有實務和理論經驗，並且近五年來有相關的國科會專題研究計畫、科技部專題研究計畫及一些國際學術論文發表。此外，申請人以氧化鋅中介層增進氧化鋁薄膜的結晶性及光學性質之學術論文獲中國材料科學學會頒發 94 年度材料科學傑出論文獎；2009 年獲頒 98 年度國立暨南國際大學研究績優獎；2011 年獲國科會 100 年度補助大專校院特殊優秀研究人才獎勵；2015 年獲科技部 104 年度補助大專校院特殊優秀人才獎勵。以累積之光電鍍膜研究能量，並透過對國際研討會積極參與，進而與研究同儕的接觸討論，則對於出國人員掌握國內外產業界、學界之脈動及研究方向之規劃，有相當大的助益，未來當能因應學校推動「研究跨領域整合」的發展策略及提升學校的國際學術影響力。

二、目的

二氧化鈦(TiO_2)薄膜具有相當好的光敏感特性，所以是很重要的科技材料，並且有氣體感測、抗反射鍍層、光觸媒、光電化學及太陽能轉換方面的應用[1-5]。摻雜的薄膜材料通常具有非常穩定的光學特性，此外，磁控濺鍍法是最常被用來沈積薄膜的技術，此種技術不但符合環保，不造成污染而且製得的薄膜性質極佳。並可因外加磁控 (Magnetron)，經由其所建立的磁場而將電子限制在靶材附近作螺旋狀的運動，因此與氣體分子碰撞而離子化的機會大增，當工作氣體的解離率增加時，便有更多的離子撞擊靶材而濺射出更多的粒子沈積在基板上，而有效地提升濺鍍的速率及促進鍍層成份的均質化。所以，本研究採用射頻(RF)功率濺鍍二氧化鈦靶材及直流(DC)功率濺

鍍鉍(Bi)或鎢(W)靶材進行共濺鍍，分別進行摻雜鉍於二氧化鈦薄膜(TiO₂:Bi)及摻雜鎢於二氧化鈦薄膜(TiO₂:W)的披覆，並探討氬氣氛對於具奈米結晶的 TiO₂:Bi 薄膜及 TiO₂:W 薄膜之光學性質影響。由於國內外尚少有相似的研究報導，而且「表面、鍍膜及奈米材料國際研討會」是每一年舉辦一次的大型國際研討會，通常有超過 50 個國家的學者專家前來與會，所以參加此國際會議，是一個發表本國學術近期研究的好機會，而且可與來自世界各地相關領域的學者專家們直接交流彼此的研究心得與鍍膜技術，則將有助於學術探討與科技發展，並且對於出國人員掌握國內外產業界、學界之脈動及個人研究方向之規劃，有相當大的助益，進而能強化個人的研究能量。

三、過程

日期	行程重點	內容簡介
09/06(二) 09/07(三)	去程	高雄國際機場→香港國際機場→德國 法蘭克福國際機場→葡萄牙 波特國際機場→阿威羅
09/07(三)	上午: 報到、大會開幕 專題演講 (五場)	講者 1: Prof. Pulickel Ajayan, Rice University, USA 題目 1: Nano-Engineered Materials: Challenges and Opportunities 講者 2: Prof. Werner Blau, Trinity College Dublin, Ireland 題目 2: Fullerenes and beyond-the past, present and future of Nanocarbons 講者 3: Prof. Bill Milne, University of Cambridge, UK 題目 3: Graphene for field emission applications 講者 4: Prof. Stanislaw Mitura, Koszalin University of Technology, Poland 題目 4: Carbon from the Space 講者 5: Prof. Ana Paula Piedade, University of Coimbra, Portugal 題目 5: Carbon nanocoatings: the new antibiotic?
	下午第 1 部分議程子題: 催化作用 (Catalysis)	議程子題: Catalysis 主席: Prof. Giuseppe Fierro (Italy)
	下午第 2 部分議程子題: 石墨烯及奈米碳材料 (Graphene&NanoCarbons)	議程子題: Graphene & NanoCarbons 主席: Prof. W.I. Milne (UK), Prof. Diego Martinez Martinez (Portugal)

09/08(四)	上午: 專題演講 (四場)	<p>講者 1: Prof. M.J. Buehler, Massachusetts Institute of Technology, USA 題目 1: Multiscale materials by design-connecting simulation, design, synthesis</p> <p>講者 2: Prof. Jeff De-Hosson, University of Groningen, Netherlands 題目 2: Intrinsic and extrinsic size-effects in nanostructured metallic systems</p> <p>講者 3: Dr. Mercedes Vila Juarez, CTechNANO, Spain 題目 3: New Trends of Industrial Coatings: Atomic Layer Deposition</p> <p>講者 4: Prof. Jean Marie-Lehn, University of Strasbourg, France 題目 4: Towards Adaptive Functional Materials and Nanoarchitectures</p>
	下午第 1 部分議程子題: 薄膜及表面鍍膜 (Thin Films & Surface Coatings)	議程子題: Thin Films & Surface Coatings 主席: Prof. R. Polini (Italy), Prof. Abdelhafed Taleb (France)
	下午第 2 部分議程子題: 奈米科學與奈米技術 (Nanoscience & Nanotechnologies)	議程子題: Nanoscience & Nanotechnologies 主席: Prof. Mercedes Vila Juarez (Spain), Prof. António Jorge Silvestre (Portugal)
	下午第 3 部分議程子題: 表面科學與處理 (Surface Science & Treatments)	議程子題: Surface Science & Treatments 主席: Prof. Juan A. ZAPIEN (Hong Kong), Prof. Ahmed Ennaoui (Qatar)
	論文海報參展	作者: 林素霞 教授 題目: Effect of nitrogen atmosphere on optical properties of TiO ₂ :Bi and TiO ₂ :W nanoceramic films
	大會晚宴	晚宴舉辦地點: HOTEL MELIA (Aveiro)
09/09(五)	上午第 1 部分議程子題: 奈米工程 (NanoEngineering)	議程子題: NanoEngineering 主席: Prof. Lúcia Vieira (Brazil)
	上午第 2 部分議程子題: 奈米材料的合成、特性與應用 (Nanomaterials: Synthesis, Characterization & Applications)	議程子題: Nanomaterials: Synthesis, Characterization & Applications 主席: Prof. Juana Gervasoni (Argentina)

	下午第 1 部分議程子題: 奈米材料的合成、特性與應用 (Nanomaterials: Synthesis, Characterization & Applications)	議程子題: Nanomaterials: Synthesis, Characterization & Applications 主席: Prof. Jean Ebothe (France)
	下午第 2 部分議程子題: 奈米粒子 (Nanoparticles)	議程子題: Nanoparticles 主席: Prof. Giuseppe Fierro (Italy), Prof. Jeff Hosson (Netherlands)
09/10(六)	參觀阿威羅大學	步行風光
09/11(日)	回程	阿威羅→葡萄牙 波特國際機場→德國 法蘭克福國際機場→香港國際機場→高雄國際機場
09/12(一)		

【聽取報告議題之內容摘述及新知】

1. 「催化作用」此議題內容包含在室溫及周遭空氣裡所儲藏之 Co-Zn-Mn 燒結尖晶石上驚人形成的類菱錳礦(MnCO₃)相、以環狀葡聚糖充當多功能工具幫助 RuO₂/TiO₂ 複合材料之合成，並控制孔洞結構及加強催化功能、有助於多功能工具中的甲烷氧化之新奈米催化材料的發展、有助於乙醇燃料電池最佳化的 PdNiRu 電催化合成及特性、有助於強化光觸媒活性的石墨烯氧化物-CoS 異質接合的新奈米結構之介面-感應效應、採用物理氣相沈積法製備以鈷為根基的薄膜其靜態及動態磁特性。講者分別以最佳的合成技術及分析技術來做研究陳述及分享，從中得知催化作用的強化方法及重要性。
2. 「石墨烯及奈米碳材料」此議題內容包含在中子輻射下的碳奈米管特性、在周遭環境使用 Co 雷射的碳同素異形物之產物、在環氧胺複合物的固化運動上之石墨烯及石墨烯氧化物的效應、石墨烯對於擴充的聚苯乙烯產物之泡沫狀製程的影響、填充排列成直線的 CNT 之高分子複合物其熱導強化性。講者分別以最佳的製程技術及分析技術來做研究陳述及分享，其中令人最深刻的是填充排列成直線的 CNT 之高分子複合物其熱導強化性，因為該製程要控制到最佳化不容易。
3. 「薄膜及表面鍍膜」此議題內容包含披覆奈米鑽石薄膜的 PP 金屬薄片之機械性質、ALD 製程溫度對於 ZnO 薄膜結構的影響、低維度 MoSe₂ 的 CVD 合成及特性、以溶膠-

凝膠法製備 TiO₂ 及 TiO₂:Nb 薄膜的結構、表面型態及光學特性、奈米複合功能性薄膜:在大氣電漿-聚合薄膜中高效率合併奈米粒子的各種方法。講者分別以最佳的製程技術及材料選擇的源由來做研究陳述及分享，其中令人最深刻的是奈米複合功能性薄膜藉由奈米技術的整合，竟能呈現極佳的特性；而採用電漿方式來構築創新複合膜層的研究創意，令人佩服不已。

4. 「奈米科學與奈米技術」此議題內容包含碳化鎢的直接碳熱合成、以感應加熱 MOCVD 反應器製得的 Fe-TiO₂ 奈米線之研究、仿生的三維各異向性的奈米纖維 polycaprolactone-collagen 在軟骨薄紙化工程之應用、以雷射驅動中子束獲致高精密多晶奈米披覆物。講者分別以最佳的製程技術及分析技術來做研究陳述及分享，其中令人最深刻的是以雷射驅動中子束獲致高精密多晶奈米披覆物，其製程技術實屬精緻，而且實驗過程實屬不易。

5. 「表面科學與處理」此議題內容包含奈米結構的 TiO₂ 膜層在光致變色光滑化反應的衝擊、具生物靈感傾斜度的微米/奈米結構的濕潤性控制之表面、以銅為基底的固態溶液之表面相轉換、從 ZnO 奈米結構的光激發導致之電漿強化、以 TiO₂ 奈米棒為主的高敏感性 LPG 感測器。講者分別以最佳的製程技術來做研究陳述及分享，從中得知材料的表面及界面特性之研究深受製程技術所影響。

6. 「奈米材料的合成、特性與應用」此議題內容包含採用磁控濺鍍法與各種 O₂:Ar 比率製備二氧化鈦功能性薄膜的特性及複合分析、多段的 Ni/Co 奈米線配置之磁特性、表面各異方向性對磁奈米管中的磁壁運動之影響、以矩陣濺鍍製程製備發光的金奈米粒子、在不同加熱週期下的 Ni/Ti 奈米多層膜之相轉變。講者分別以最佳的合成技術及分析技術來做研究陳述及分享，從中得知做奈米材料的合成所需要花費的時間真的很長，而且失敗率也很高。

7. 「奈米粒子」此議題內容包含 azo dye orange II 的降解液裡鍍製 In 或 Mg 的 ZnO 奈米粒子之結構、光學特性及光催化效應、在反應狀態下的金屬奈米粒子活躍形狀之估算、電子自旋對於複合多鐵性奈米纖維之影響、以 PVD 沈積 AlTiN 鍍層於不鏽鋼基板之電化學特性及生醫移植之應用。講者分別以最佳的製程技術及分析技術來做研究

陳述及分享，從中得知製程的重要性，而且透過適當材料的搭配，方能做有效的應用。

【個人發表內容摘要】

以射頻(RF)功率濺鍍二氧化鈦靶材及直流(DC)功率分別濺鍍鉍(Bi)或鎢(W)靶材進行共濺鍍，分別進行摻雜鉍於二氧化鈦薄膜(TiO₂:Bi)及摻雜鎢於二氧化鈦薄膜(TiO₂:W)的披覆，TiO₂:Bi 薄膜及 TiO₂:W 薄膜皆為奈米單斜晶 β - TiO₂結構，而且其奈米結晶性皆與氮氣流量有著緊密關係；然而，TiO₂:Bi 薄膜及 TiO₂:W 薄膜則分別呈湖狀表面型態及個別島嶼狀表面型態。藉著增加氮氣流量，TiO₂:Bi 薄膜或 TiO₂:W 薄膜呈現較低的表面粗糙度、較高的可見光－近紅外光穿透率、較高的光能隙及較高的線性折射率，進而強化了光學方面的應用。

【現場討論交流情形】

利用摻雜金屬離子來強化二氧化鈦薄膜的特性是普遍使用的方法，而且可由不同的技術來製備，諸如：溶膠－凝膠法、電子束蒸鍍法、化學沈積法、磁控濺鍍法及原子層沈積法。近年來，磁控濺鍍系統是最常被用來沈積薄膜的技術，此種技術不但符合環保，不造成污染而且製得的薄膜性質極佳。濺鍍技術主要乃藉加速離子（工作氣體離子：Ar⁺）與靶材間動量的傳輸，從靶材濺射出中性原子、離子及化合物分子團；並可因外加磁控，經其所建立的磁場而將電子限制在靶材附近作螺旋狀的運動，因此與氣體分子碰撞而離子化的機會大增，當工作氣體的解離率增加時，便有更多的離子撞擊靶材而濺射出更多的粒子沈積在基板上，而有效地提升濺鍍的速率及促進鍍層成份的均質化。此外，國內外尚少有關 TiO₂:Bi 薄膜及 TiO₂:W 薄膜的研究報導。

【參訪機關介紹】

葡萄牙阿威羅大學成立於 1973 年，迅速成為最具活力及創新的大學之一，其建築物具當代葡萄牙建築特色，既有自然美景，又緊鄰市中心，故吸引了來自世界各地人士的參觀。該校亦是第十一屆表面、鍍膜及奈米材料國際研討會的場所，會議期間

有超過 30 個國家的學者專家前來與會，並進行學術交流及研究成果發表。

【建議事項】

希望下一屆的表面、鍍膜及奈米材料國際研討會訊息能儘早公告，而該大會也在研討會結束之後二個月內就公告相關訊息。

四、心得及建議

經由親身參加國際研討會，深刻感受到來自各國的不同年齡層之學者專家對科學研究的熱誠與專業，也為個人的未來研究思維注入一股熱流。參加「薄膜及表面鍍膜」此議程，從講者的敘述中學習到其他國家在表面及鍍膜方面的研究觀念及實驗設計，對於個人在薄膜材料研究之拓展有非常大的助益。此外，參加「催化作用」、「石墨烯及奈米碳材料」、「奈米科學與奈米技術」、「表面科學與處理」、「奈米工程」、「奈米材料的合成、特性與應用」、「奈米粒子」等議程，從講者的陳述及分享中得知許多寶貴訊息及參考經驗，豐富了個人許多思考面向，進而有助於未來因應學校推動「研究跨領域整合」的發展策略。希望以後還能有機會獲得出席國際學術會議差旅費的補助，能多參加國際學術會議，強化個人的研究能量，進而豐富研究內容。

五、參考資料

- [1] C.H. Han, D.W. Hong, S.D. Han, J. Gwak, K.C. Singh, *Sens. Actuators B: Chem.* 125 (2007) 224.
- [2] G.S. Vicente, A. Morales, M.T. Gutierrez, *Thin Solid Films* 391 (2001) 133.
- [3] N.N. Dinh, N.M. Quyen, D.N. Chung, M. Zikova, V.V. Truong, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 95 (2011) 618.
- [4] Y. Djaoued, K. Ozga, A. Wojciechowski, A.H. Reshak, J. Robichaud, I.V. Kityk, *J. Alloys Compd.* 508 (2010) 599.

[5] J. Preclikova, P. Galar, Fr. Trojanek, B. Rezek, Y. Nemcova, P. Maly, J. Appl. Phys. 109 (2011) 083528.