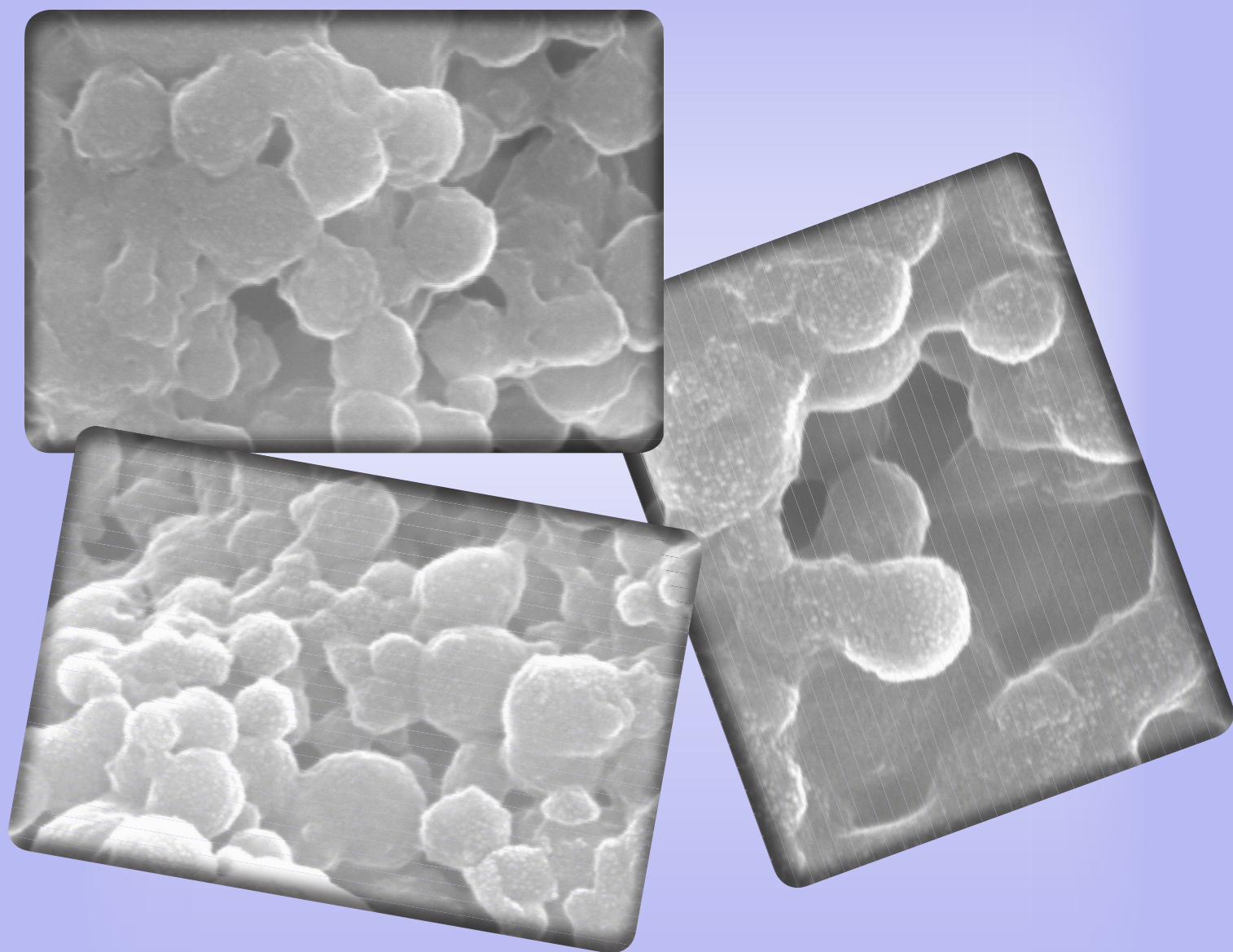


義大 研訊

Fall 2010

SEARCH & DISCOVERY

RESEARCH AT ISU & EDH



I-SHOU UNIVERSITY



E-DA HOSPITAL

02 消息報導

08 文摘

超疏水表面製備與特性

應用複合奈米微粒於辨識唾液中蛋白質指標分子

以奈米壓痕研究氮化鋁薄膜之機械性質與力學行為

VMI 供應商評估與遴選方法之研究

35 活動

39 機會

46 編輯室



2010全國船模大賽 義大飛翼船奪性能、設計、造型3大獎

2010全國學生自製船模大賽剛於5/29日落幕，首次參賽的義大機械與自動化學系學子風光奪下「特別設計組」（飛翼船）最佳性能獎第一名、最佳造型獎、設計獎等3項大獎，為校爭光。

全國學生自製船模大賽從2006年開辦迄今已有5年歷史，每年都會吸引各大專院校的好手參與，今年參賽隊伍更來自於全國30所大專院校，共182隊；700多人參與競賽。今年特別為了推廣先進的飛翼船技術，增加「特別設計組」（飛翼船）的競賽項目，讓學子們將用於飛行的翼面理論融入船舶設計，建造低耗能的新式交通船舶。

第一次參與競賽的義大機動系團隊就奪下大獎，指導製作飛翼船的機動系教授陳建霖表示，義守大學在全國學生自製船模大賽是得獎的常勝軍，主要的關鍵在於該系學長的「經驗傳承」。陳教授說，該系現正製作一本「船模製作寶典」，裡面彙整了本次參與比賽時的概念、設計圖、設計缺點、參賽經驗等資訊，讓學弟們能夠在良好的基礎上持續改良設計，並充分運用此知識於機械學理的驗證，預期未來能順利在相關大賽中脫穎而出。



義守電機雙傑 再獲中國電機工程學會授獎肯定

沈季燕、蔣榮生獲高雄市分會

頒發傑出電機教授獎與優秀電機工程師獎

繼

去年義大副校長柯明道獲得中國電機工程學會頒發「傑出電機工程教授獎」後，今年該校電機工程學系沈季燕、蔣榮生兩位教授獲得該會高雄市分會表揚，分別頒發「傑出電機工程教授獎」與「優秀電機工程師獎」殊榮。兩位教授獲獎時均表示會繼續強化研發能量，充實本質學能，以提供學子兼具深度廣度的教學課程。

義守大學電機系教授兼研發長沈季燕，主要以研究、教學及社會服務三方面的傑出表現獲得青睞。沈教授長期致力於聲波通訊元件、微感測器與生醫感測的研究，其所研製的氣體感測元件，最小可量測至ppb微量氨氣、二氧化氮和一氧化氮氣體濃度，

可應用於疾病檢測和環境精密監測，相關成果共發表31篇SCI國際學術期刊論文、58篇國內外學術會議論文、2項美國發明專利和4項中華民國發明專利。近一年來，沈教授利用石英晶體微量天平開發的感測技術，更可發展早期診斷退化性關節炎之生醫檢測系統，造福社會。除了在校服務績效傑出外，沈季燕教授還輔導高雄地區廠商執行聲波元件研發計畫，並規劃該校與鄰近五鄉鎮（大樹、燕巢、大社、仁武、鳥松）的社區服務，藉由學校與社區良性互動關係的建立，共同營造美好的未來。



義守大學電機系副教授蔣榮生則以近年來多項重要的指標性論文（2篇論文為SCI影響指數排行前2%，另有2篇論文約為排行前10%），擁有多項台灣、美國專利權，以及榮獲義守大學98學年度傑出教學獎等研究、科技、教學的亮眼表現，獲得中國電機工程學會的肯定。蔣教授於光電領域的表現除了前述四篇指標性論文此外，一篇創新提出「八邊形微週期結構光子晶體光纖」的論文發表至今受到熱烈關注，已被國際各研究團隊引用發表至國際重要期刊約計二十餘次。



揚威美國匹茲堡發明競賽 義大團隊奪下3金1銀 已獲得國內外數項大獎 學術研發能力不容小覷

由義守大學生科系教授楊智惠與醫工系教授黃耿祥所帶領的學術團隊，日前在美國匹茲堡國際發明展再度獲得肯定，拿下3金1銀的好成績！得獎作品「超均一粒徑微奈米級粒子微流製備技術」獲頒治療組（therapeutic）、科學組（science）兩座金獎，一座應用科學組(specialized technology)銀獎，另一項作品「載體微球之預固化方法及裝置」則拿下一座應用科學組(specialized technology)金獎。

「2010年第二十五屆美國匹茲堡國際發明展」已於美國時間6月18日在美國匹茲堡圓滿落幕，共有15國家參展，255件參賽作品，數萬人次與會。「美國匹茲堡國際發明展」為經濟部智慧財產局認可之世界七大國際發明展之一，其他6個包含瑞士日內瓦國際發明展、巴黎國際發明展、馬來西亞國際發明、莫斯科阿基米德國際發明展、德國紐倫堡國際發明展，以及韓國首爾國際發明展。



義守大學共獲得3金1銀的好成績，是台灣56件作品中最為亮眼之團隊，同時也讓國外產學界見證台灣的學術研究水平。除了美國匹茲堡國際發明展外，該團隊也屢屢在國內外大賽獲得大獎，曾參與過2009年台北國際發明展、2010年莫斯科阿基米德國際發明展等，在每次競賽中皆得到在場評審與觀眾高度評價，並均獲多樣獎項之榮耀。

獲2金1銀之作品為「超均一粒徑微奈米級粒子微流製備技術」，此項技術成功的結合微流體技術以及外部固化的方法有效的製備出粒徑均一，相對標準偏差值小於5%的高分子微粒，而合成出來的微粒具有生物相容性以及生物可降解性、可應用於口服以及皮下注射，具製造過程簡單、花費便宜、高再現性和高產率等優點。

獲1金之作品為「利用微流系統合成功能性微管」，此項技術是利用微流體晶片，只需單一製備過程即可產出均一的磁性微管，且無須使用傳統的界面活性劑，預期可開發成具有磁導向的藥物系統微管。此兩項技術皆提供高分子材料在生物醫學的研究與應用價值，也因其新穎性與未來性受評審高度肯定，所以得榮獲此佳績。

義大雷射針灸新技術 勇奪美國匹茲堡發明展銀獎

非侵入式、無痛的新式針灸 獲國外好評

被針插滿身體的傳統針灸治療，讓您感覺害怕嗎？義守大學醫工系教授王智昱與聖功醫院、大仁科技大學合作的「擬真型雷射針灸系統」，要用新科技造福那些害怕傳統針灸治療的患者。此系統具有無痛、無感染、非侵入式等特點，讓傳統的針灸療法有了新科技的加持，更為方便，這些特色也讓此系統，在日前（6/18）落幕的美國匹茲堡發明展中，從兩百五十幾件參賽作品脫穎而出，獲得不分類獎項的銀牌獎座！

義守大學醫工系教授王智昱表示，此套雷射針灸系統主要利用現代光學元件與技術，結合虛擬生醫儀表，用電腦軟體程式驅動的方式，打在人體穴位，模擬傳統針灸「提插捻轉」的手法的手法，達成治療的效果。

目前此套系統針對失眠、五十肩及婦女痛經都有良好的治療效果。針對婦女經痛治療，目前正與義大醫院進行之人體試驗。雷射針灸更可以讓許多痛經女性減少傳統針灸進針時的疼痛及痠脹麻的針感，使得傳統針灸在新科技的協助之下，能夠造福更多的患者。



超疏水表面製備與特性

王志逢

義守大學材料科學與工程學系

摘 要

超疏水表面（水滴接觸角 $> 150^\circ$ ，滾動角 $< 10^\circ$ ）由於其在工業與生活上的廣大應用性吸引了相當多的注意。固體表面的疏水特性與表面化學特性以及物理微結構有很大的關係。若一具低表面能特性的表面又有表面微結構的存在，它的水滴接觸角可能可以達到將近 180° 。在先前的文獻中有許多關於超疏水現象的研究。然而許多製備超疏水表面的方法，由於具有繁瑣的製程步驟、嚴苛的條件與昂貴的製造原料，大幅限制其應用性。目前有許多研究致力於以較低價的原料以及較簡易的製程方式製備超疏水表面以提高其應用性。超疏水表面之相關研究無論在學術探討上或工業應用上都引起相當廣泛的興趣。

前 言

固體表面的浸潤性是決定材料可應用於民生與工業領域的一個重要特性。具有特殊潤濕特性之功能性固體表面通常會因為他們良好的應用性而引起相當廣泛的研究興趣。固體表面浸潤性指當液體和固體表面接觸



王志逢 助理教授

時，液體可以漸漸滲入或附著在固體表面的特性。浸潤性是固體表面的重要性質之一。當液體濕潤固體表面時，原本氣/固的界面被液/固的界面所取代，此時氣/固界面與液/固界面的張力差稱為「濕潤張力」。當液體滴在固體表面上達熱力學平衡時，固體表面和液滴切線的夾角就是所謂的表面接觸角(圖1)。在理想的固體表面上(結構、組成均一)濕潤張力與表面接觸角的關係可用楊氏方程式

$$\gamma_{LV} \cos \theta = \gamma_{SV} - \gamma_{SL} \quad (1)$$

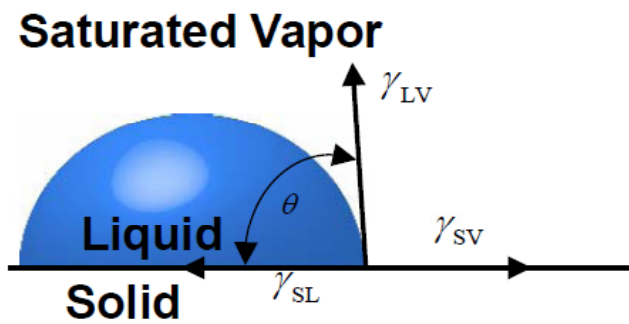


圖1 液滴表面張力示意圖

其中 γ_{LV} 表示液體與氣體之間的界面張力， γ_{SV} 表示固體與氣體之間的界面張力， γ_{SL} 表示固體與液體之間的界面張力，而 θ 為液體與平面的表面接觸角。

超疏水表面（水滴接觸角 $> 150^\circ$ ，滾動角 $< 10^\circ$ ）如圖2所示，可應用於預防寒天氣下物體表面結冰、紡織品沾污以及物體表面的腐蝕現象。要達到超疏水表面必須兩結合方面，一是改變物體表面的物理結構，藉由各種方法使疏水性物體表面產生粗糙的結構。另一則是改變物體表面的化學結構，在粗糙物體表面導入疏水性基團。

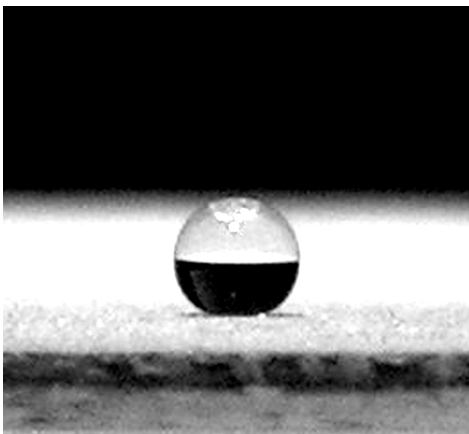


圖-2水滴置於超疏水表面

用來推算液體在粗糙基材表面之接觸角的主要理論有兩個，分別是Wenzel及Cassie理論。Wenzel 發現表面的粗糙結構可改變表面的浸潤性，其主張之理論如下：

$$\cos \theta_w = r \cos \theta \quad (2)$$

此理論在1936年由Wenzel發表，主在說明液滴完全接觸在粗糙表面而形成濕潤表面（Wetted Surface）的情形，其中 r 表示粗糙因子（Roughness Factor），為實際表面積與投影面積的比率（ $r > 1$ ）。 θ_w 表示遵循Wenzel's Theory表面的液滴接觸角， θ 表示在同一種材料但為平坦表面的表面接觸角。並可推測，當 θ 小於 90° ， θ_w 則會因為粗糙度增加而變小；若 θ 大於 90° ，那麼 θ_w 會因為粗糙度的增加而增大。液滴在遵循Wenzel's Theory的表面上是不容易滑動的(圖3)。



圖-3液體於符合Wenzel's Theory 的表面示意圖

另一推算液體在非均勻相表面之接觸角的方法是在1948年由Cassie所發表的理論（Cassie's Theory）：

$$\cos \theta_c = f_1 (\cos \theta + 1) - 1 \quad (3)$$

由蓮葉表面可知，超疏水表面多是由固體表面與被粗糙表面所侷限的空氣所組成的複合表面（Composite Surface），因此以 f_1 來表示液體與固體表面接觸之比例，其餘液體則接觸於空氣(圖4)， θ_c 表示遵循Cassie's Theory表面的液滴接觸角， θ 表示在同一種材料但為平坦表面的表面接觸角。

結果與討論

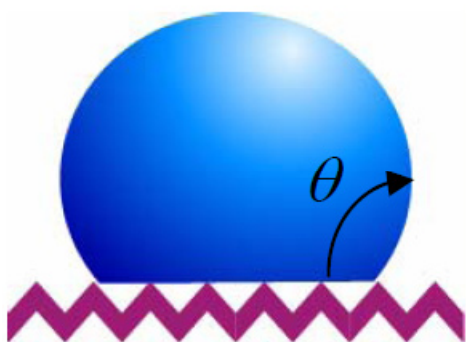


圖-4 液體於符合Cassie's Theory 的表面示意圖

超疏水現象發生於自然界中的例子不勝枚舉，許多植物葉面、水禽羽毛都具有超疏水特性。其中最著名的例子為蓮葉效應(Lotus Effect)從巨觀上來觀察蓮葉，從微觀的角度觀察蓮葉的表面物理結構及化學組成，會發現蓮葉的表面具有大小約5~9 微米細微突起的表皮細胞，表皮細胞上又覆蓋著一層纖毛狀盤交錯結的蠟質結晶。蠟質結晶本身的化學結構具有疏水性，所以當水與這類表面接觸時，會因表面張力而形成水珠，使得表面與污染物的接觸面積較少，作用力較弱；液滴滾動時，表面的污染物很容易被帶走，具有自清潔的效果。

文獻上有關表面粗糙度製備之方法有很多，但是大多數超疏水表面的製備過程中均涉及到使用較昂貴的低表面能物質，如含氟或矽烷的化合物來降低表面的表面能，而且許多方法涉及到特定的設備、苛刻的條件和較長的至程時間，難以用於大面積超疏水表面的製備，前述的缺點造成應用上很大的限制。因此，關於超疏水的研究還有許多的可努力的地方。

物體表面具自清潔之功能是奈米科技時代最被廣為討論的研究課題。物體表面之超疏水性質，將對未來各種不同領域應用造成極大的助益。我們曾報導利用電漿製造超疏水表面的研究。

首先我們利用旋轉塗佈法(spin-coated)於矽晶片塗佈一層氧代氮代苯并環己烷(benzoxazine)薄膜。接著利用氬氣(A_r)電漿對氧代氮代苯并環己烷薄膜進行表面改質，造成粗糙的表面結構生成。此粗糙之微結構同時具有微米與奈米等級之粗糙組織。接著將樣品利用加熱方式進行交聯反應，增加熱穩定性、機械性質與抗溶劑性。最後利用四氟化碳(CF_4)電漿進行表面化學改質，達到超疏水現象生成(圖5)。超疏水特性除了必須具有高的接觸角以外，亦可藉由前進角(Advancing Angle)與後退角(Receding Angle) 的量測得到更多有關於固體表面浸潤性的資訊。前述

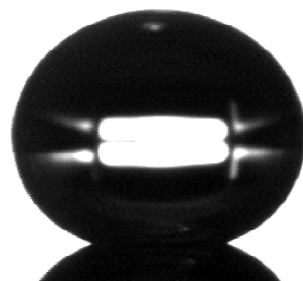
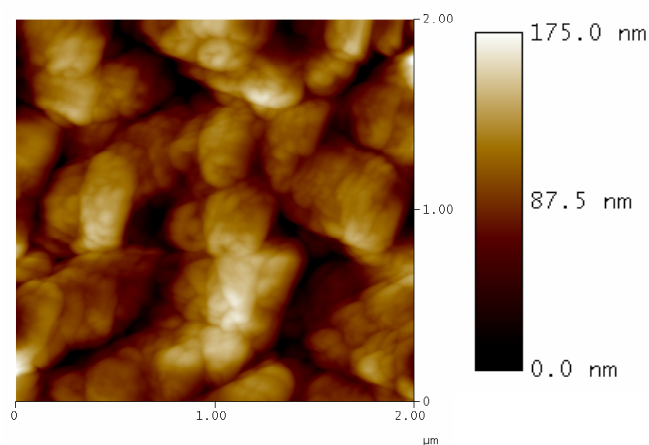


圖-5 超疏水表面之原子力顯微鏡影像與水滴於超疏水表面的照片

兩個角度的量測可藉由對於某一固體表面上已達平衡的水滴通過加水或抽水的方式來使接觸角增大或減小來進行，前進角 θ_a 之定義為接觸線開始前移時的臨界接觸角，而後退角 θ_r 之定義為接觸線收縮時的臨界接觸角，兩者的差值 $\theta_a - \theta_r$ 稱為接觸角遲滯 (Hysteresis)。接觸角遲滯很小或可忽略的時候，代表在沿著此表面上移動液滴所需要施加的力量很小，此時液滴在此表面溶液滾走或滑動。接觸角遲滯可作為評價表面潤濕性的另一重要指標。利用電漿改質的表面不但具有超疏水的特性，也具有超疏油的特性。由電子顯微鏡觀察此表面發現它具有奈米與微米等級的粗糙結構，與自然界最有名的超疏水表面；蓮葉相似。水滴與油滴在此表面皆很容易滾動。本研究利用電漿改質法製造了仿生的超雙疏表面，並結合理論探討此現象生成原因。

我們亦利用奈米粉體與聚氧代氮代苯并環己烷來製造超疏水表面。本研究利用熱固型高分子(polybenzoxazine)與奈米粉體(SiO_2)摻和，製造粗糙的表面。我們發現二氧化矽粉體加入量的提升可提高粗糙度。然而此表面並不具有超疏水特性，水的接觸角最高只有135度左右，出現此現象的原因為表面有許多的親水性奈米粉體(SiO_2)露出。因此我們在粗糙的固體基材上疊加不同厚度的疏水高分子(polybenzoxazine)薄膜，探討表面形貌對超疏水性質的影響。我們發現疊加的疏水高分子薄膜厚度增加時整體表面的粗糙度下降，水滴的接觸角也下降，此時水滴會沾黏於固體表面上，即使此時的水滴接觸角大於150度，此現象符合Wenzel發表的理論。當疊加的疏水高分子薄膜很薄時，樣品表面同時結合超疏水現象的兩大要件，具有奈米與微米等級

的粗糙結構(物理結構)與表面疏水特性(化學結構)，展現出相當良好的超疏水特性，水滴接觸角高達170度(圖6)。此超疏水表面不只在中性的水滴存在下展現超疏水特性，將不同酸鹼值(pH值)的水滴滴在此表面上亦可保持超疏水現象(圖6)。此現象大大增加了此種超疏水表面的應用性，以非含氟材料製造出可適用於各種pH值的超疏水表面之研究亦屬少見。此外，此超疏水膜經過熱處理與溶劑浸泡測試後仍保有超疏水特性。

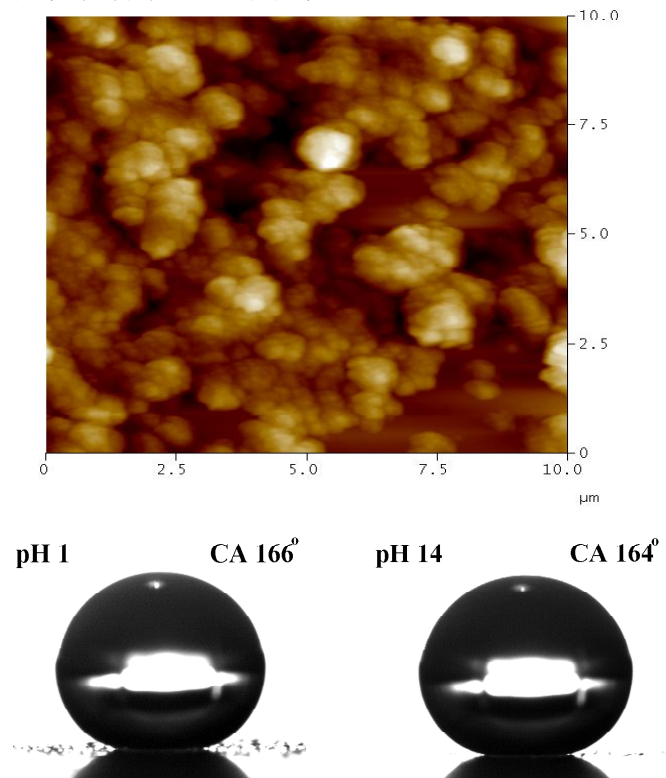


圖-6 超疏水表面之原子力顯微鏡影像與不同PH值水滴於超疏水表面的照片

結論

我們利用簡單且具經濟效益之方法製備超疏水薄膜。利用電漿處理法得到之超疏水薄膜兼具超疏油特性，具有少見的超雙疏特性。而利用塗佈法製備的超疏水薄膜，對於酸性與鹼性液滴亦保有超疏水特性。本研究對於學術研究與工業應用皆有重要影響。

1. "Contact angles of liquids on solid polymers" Wu, S. *Polymer Interface and Adhesion*; Marcel Dekker: New York, 1982; p 133
2. "Resistance of solid surfaces to wetting by water," Wenzel, R. N. *Ind. Eng. Chem.* **1936**, 28, 988.
3. "Wettability of porous surfaces," Cassie, A. B. D.; Baxter, S. *Trans. Faraday Soc.* **1944**, 40, 546.
4. "How plants keep dry: a physicist's point of view," Otten, A.; Herminghaus, S. *Langmuir* **2004**, 20, 2405.
5. "Water-repellent legs of water striders," Gao, X.; Jiang, L. *Nature* **2004**, 432, 36.
6. "Super-hydrophobic surfaces: from natural to artificial," Feng L.; Li S.; Li Y.; Li H.; Zhang L.; Zhai J.; Song Y.; Liu B. Jiang L.; Zhu D. *Adv. Mater.* **2002**, 14, 1857.
7. "Super-Water-Repellent Fractal Surfaces," T. Onda, S. Shibuichi, N. Satoh, K. Tsujii, *Langmuir* **1996**, 12, 2125.
8. "Contact angle hysteresis in oxygen plasma treated politetrafluoroethylene," M. Morra, E. Occhiello, F. Garbassi, *Langmuir* **1989**, 5, 872.
9. "Super-hydrophobic Surfaces Produced by Plasma Fluorination of Polybutadiene Films," I. Woodward, W. C. E. Schofield, V. Roucoules, J. P. S. Badyal, *Langmuir* **2003**, 19, 3432
10. "Super Oil-Repellent Surfaces," K. Tsujii, T. Yamamoto, T. Onda, S. Shibuichi, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1997**, 36, 1011.
11. "Transformation of a Simple Plastic into a Superhydrophobic Surface," H. Y. Erbil, A. L. Demirel, Y. Avci, O. Mert, *Science* **2003**, 299, 1377.
12. "Facile Creation of a Super-Amphiphobic Coating Surface with Bionic Microstructure," Q. Xie, J. Xu, L. Feng, L. Jiang, W. Tang, X. Luo, C. C. Han, *Adv. Mater.* **2004**, 16, 302.
13. "Superhydrophobic Carbon Nanotube Forests," K. K. S. Lau, J. Bico, K. B. K. Teo, M. Chhowalla, G. A. J. Amaratunga, W. I. Milne, G. H. McKinley, K. K. Gleason, *Nano. Lett.* **2003**, 3, 1701.
14. "Super-"Amphiphobic" Aligned Carbon Nanotube Films," H. Li, X. Wang, Y. Song, Y. Liu, Q. Li, L. Jiang, D. Zhu, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2001**, 40, 1743.
15. "Manipulation of Surface Wettability between Superhydrophobicity and Superhydrophilicity on Copper Films," S. Wang, L. Feng, H. Liu, T. Sun, X. Zhang, L. Jiang, D. Zhu, *ChemPhysChem*, **2005**, 6, 1475.
16. "Manipulation of surface wettability between superhydrophobicity and superhydrophilicity on copper films," Wang, S.; Feng, L.; Liu, H.; Sun, T.; Zhang, X.; Jiang, L.; Zhu, D. *ChemPhysChem*, **2005**, 6, 1475
17. "Flexible carbon nanotube-polymer composite films with high conductivity and superhydrophobicity made by solution process," Luo C.; Zuo X.; Wang L.; Wang E.; Song S.; Wang J.; Wang J.; Fan C.; Cao Y. *Nano Lett.* **2008**, 8, 4454.
18. "Fabrication of biomimetic super-amphiphobic surfaces through plasma

- modification of benzoxazine films," Wang, C. F.; Chiou, S. F.; Ko, F. H.; Chou, C. T.; Lin, H.C.; Huang, C. F.; Chang, F. C. *Macromol. Rapid Commun.* **2006**, 27, 333.
19. "Stable superhydrophobic polybenzoxazine surfaces over a wide ph range," Wang, C. F.; Wang, Y. T.; Tung, P. H.; Kuo, S. W.; Lin, C. H.; Sheen, Y. C.; Chang, F. C. *Langmuir* **2006**, 22, 8289.
 20. "Superhydrophobicity of nanostructured carbon films in a wide range of ph values," Feng, L.; Yang, Z.; Zhai, J.; Song, Y.; Liu, B.; Ma, Y.; Yang, Z.; Jiang, L.; Zhu, D. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2003**, 42, 4217.
 21. "Stable biomimetic super-hydrophobic engineering materials," Guo, Z.; Zhou, F.; Hao, J.; Liu, W. J. *Am. Chem. Soc.* **2005**, 127, 15670.
 22. "Stable, superhydrophobic, and conductive polyaniline/polystyrene films for corrosive environments," Zhu, Y.; Zhang, J.; Zheng, Y.; Huang, Z.; Feng, L.; Jiang L. *AdV. Funct. Mater.* **2006**, 16, 568.
 23. "Bioinspired superhydrophobic coatings of carbon nanotubes and linear π systems based on the "bottom-up" self-assembly approach," Srinivasan S.; Praveen V. K.; Philip R.; Ajayaghosh A. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, 47, 5750.
 24. "Superhydrophobic–superhydrophilic micropatterning on flowerlike alumina coating film by the sol–gel method," Tadanaga, K.; Morinaga, J.; Matsuda, A.; Minami, T. *Chem. Mater.* **2000**, 12, 590.
 25. "A super-hydrophobic and super-oleophilic coating mesh film for the separation of oil and water," Feng, L.; Zhang, Z.; Mai, Z.; Ma, Y.; Liu, B.; Jiang, L.; Zhu, D. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2004**, 43, 2012.
 26. "Nanoscale hydrophobic recovery: a chemical force microscopy study of uv/ozone-treated cross-linked poly(dimethylsiloxane)," Hillborg, H.; Tomczak, N.; Olah, A.; Schonherr, H.; Vancso, G. J. *Langmuir* **2004**, 20, 785.



應用複合奈米微粒於辨識唾液中蛋白質指標分子

李玫樺¹、林宏殷²、陳詠超²、何旻賢²

¹義守大學材料科學與工程學系、²國立高雄大學化學工程及材料工程學系

摘 要

分子拓印聚合物 (MIP) 已經長期使用於生物分子辨識與鍵結的應用，它比天然抗體更具有穩定性與成本的優勢。量子點(QDs) 的螢光穩定性常被應用於生物學上做為標示使用，而取代了傳統的螢光染劑。抗體包覆量子點外層去標定抗原的方式與使用分子拓印技術製備類似抗體位子去吸附目標分子的方式相似，因此，利用分子拓印高分子包覆量子點亦可具有模版孔洞與選擇性，本文以聚乙烯醇 (poly(ethylene-co-vinyl alcohol), EVAL) 混合不同放射波長的量子點加入沉澱槽，利用相轉換的方式進行快速製備分子拓印高分子複合奈米微粒，進行型態、再吸附性質分析，並藉由量子點的螢光穩定性與變化來檢測唾液中的澱粉酶、脂肪酶和溶菌酶，發現此三蛋白質之最高拓印效率，所使用的聚乙烯醇最佳的乙醇莫耳比率%，分別為市售商品的32、38和44 mol%，此三種唾液中的蛋白質可作為胰腺癌的生物標誌。最後，並以自製量子點/聚乙烯醇複合奈米微粒之分子模版以實際檢體檢測人體唾液中的溶菌酶，與商業Architect

ci 8200化學分析系統作一比較。

關鍵詞：分子拓印、量子點、唾液蛋白質、聚乙烯醇。

前 言

唾液是一種具有抗細菌、消化、潤滑、緩衝及組織塗層之特性多功能體液(biofluid)。唾液中參與消化的主要蛋白質成分包括： α -澱粉酶 (α -amylase)、脂肪酶(lipase)和溶菌酶(lysozyme)等，且在血液中的 α -澱粉酶和脂肪酶也被發現可當作偵測胰腺癌的生物標誌物(biomarker)的可行性很大。唾液與胰腺的 α -澱粉酶97%具有同源性，因此在沒有任何修飾下，亦可作為有效篩選 α -澱粉酶的生物感測方法[1]。由於胰腺癌、肝癌，卵巢癌發病症狀在晚期居多，經常被稱為無聲殺手，而胰腺癌患者中不到5%的確診病例其壽命高於5年，因此使用化學指標能早期發現胰腺癌疾病是非常重要的。

在體液中的消化性功能的蛋白質對於維持人體健康是非常重要的，唾液 α -澱粉酶已被用作內源性腎上腺素能活性及作為非侵入性

交感神經系統的生物標誌物之指標 [2]，最近的研究發現，使用全唾液總蛋白可作為無氧能源的生物標誌物[3]。Rohleder 和 Nater [4]回顧相關文獻指出， α -澱粉酶檢測在醫療用途的方法主要是酶動力學檢測，而其他更費時方法，包括酶聯免疫吸附法（ELISA）和放射免疫法（radio immunoassay, RIA）等[4]。

利用合成材料作為生物抗體和受體的替代品的應用範圍廣泛[7]，如分離純化、感測及藥物釋放等，分子拓印聚合物（MIP）比天然抗體具有更高的穩定性、具有辨識分子能力，在居家護理系統的應用具有一定的潛力。蛋白質拓印技術不同於小分子拓印，其發展較為緩慢，因為存在許多問題，例如：對目標蛋白結合位置、互補鍵結、可撓式結構以及其溶解度等必須加以考慮[8]。目前蛋白被作為拓印的指標分子，包括白蛋白[19]、溶菌酶[10]、核糖核酸酶[11]、血紅蛋白[12]和肌紅蛋白等[11, 13-15]。一般而言，在薄膜（二維）和塊狀膜（三維）表面上拓印，對應用於生物感測及分離比較有利，而在微粒表面上拓印目標分子可使用於管柱填充，磁性奈米粒子亦可當作感測或移除生物混合物中的蛋白質。另一個重要議題是蛋白質模版的價格，一般純化蛋白質的價格往往是相當昂貴，因此造成拓印蛋白質的發展緩慢。檢測與量化疾病中的生物標誌物時，特異性結合是只有一半的挑戰，之後分析生物標誌的方法，必須以光學或檢測酶的程序檢測其生物目標分子的濃度。因此，使用量子點在光學或檢測酶的檢測是具有吸引力，現今量子點[5]被發現可應用在生物/生物醫學、光致電壓和光電元件。因為，量子點比傳統螢光分子具有較低的光致退色（photobleaching）效應，因此被應用於生物影像和感測的螢光

標記[6]。此外，越來越多的證據證明量子點可以回應環境的影響，量子點與各種蛋白質直接相互作用可能造成螢光擾動（典型螢光消光）[16]。因此，如將量子點加入分子拓印粒子或薄膜中，其與目標分子結合量的多寡將導致螢光強度變化，而直接瞭解吸附目標分子的數量，作為一種有效檢測蛋白質的方法。

本研究利用分子模版仿似抗原-抗體的原理辨識唾液中的蛋白質分子，分別將澱粉酶、脂肪酶和溶菌酶分子拓印到生物相容性聚合物—聚乙烯醇上，將非拓印目標分子的高分子模版當作控制組，將目標分子拓印在高分子模版粒子上，清洗目標分子，再吸附目標分子，並與非拓印目標分子的高分子模版粒子作一比較，分析其目標分子其鍵結在高分子模版的特性。因為聚乙烯醇具有不同乙烯莫耳比率，初始為確定最佳聚乙烯醇的乙烯莫耳比率%對吸附目標分子最佳鍵結狀態，因此在最初研究中使用無量子點的拓印目標分子的高分子模版粒子作為探討。找出最適佳聚乙烯醇的乙烯莫耳比率，之後所合成或拓印製程中再將量子點嵌入在拓印目標分子的高分子模版粒子中，我們發現嵌進量子點的複合拓印目標分子的高分子模版粒子，吸附不同量的目標分子確實會造成量子點/拓印高分子複合粒子有顯著螢光（消光）的變化。此外，拓印目標分子比無拓印的複合拓印目標分子的高分子模版粒子的螢光（消光）的變化更加顯著，也代表量子點/拓印高分子複合粒子交叉反應是比較低。因為量子點/拓印高分子複合粒子互相干擾反應很低，因此可以分別嵌進數種不同激發顏色的量子點在不同的目標分子的量子點/拓印高分子複合粒子上，以螢光檢測分析

檢體。最後，檢測人體實際樣品進行唾液蛋白的檢測，使用檢量線得知唾液中蛋白的濃度，再與醫院內商用分析儀器測定結果作一比較，發現我們製備量子點/拓印高分子複合粒子的準確度極高，量子點/拓印高分子複合粒提供不同於以往更便利及成本更低的檢測方式。

實驗方法

將目標分子 α -澱粉酶(α -amylase)、脂肪酶(lipase)和溶菌酶(lysozyme)分別溶於

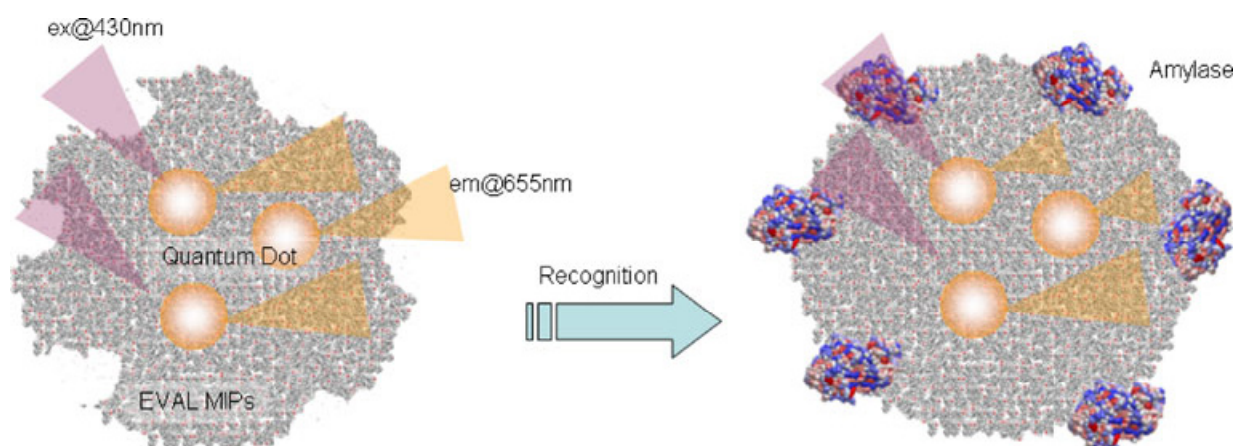


圖-1 以430 nm激發光拓印澱粉酶 (amylase) 分子之量子點/拓印高分子複合粒子以辨識澱粉酶 (amylase) 分子之示意圖

DMSO後加入聚乙烯乙二醇配置1wt%的聚乙烯乙二醇溶液。取0.5ml的1wt% 聚乙烯乙二醇溶液與0.01ml的量子點s在樣本瓶中混合。將聚乙烯乙二醇與量子點s混合液吸起後緩慢滴入恆溫5℃快速攪拌的10ml在去離水與異丙醇混和溶液中。未溶目標分子的聚乙烯乙二醇溶液即可製作出無分子拓印的高分子複合奈米微粒。接著使用SDS清洗。再使用去離子水清洗數次確保SDS能洗淨目標分子。使用PBS配置-澱粉酶(α -amylase)、脂肪酶(lipase)和溶菌酶(lysozyme)分檢量線。選取符合生理的濃度進行再吸附，靜置30分鐘。使用millipore

0.22m取過濾後的澄清液，以紫外光可見光光譜儀檢測，並記錄其吸光值。例如：將量子點包覆在聚乙烯乙二醇內，且微粒表面已經拓印澱粉酶 (amylase) 分子(圖1左邊量子點s/MIP複合粒子)，以430 nm激發光激發，發現在655 nm有一放射光強度 I_1 ；如果表面吸附澱粉酶 (amylase) 分子 (以圖1右邊量子點/拓印高分子複合粒子)，同樣以430 nm激發，亦同樣在655 nm有一放射光強度 I_2 ，因此可根據檢測線來計算量子點/拓印高分子複合粒子上所吸附澱粉酶之濃度。

結果與討論

首先，本研究針對每一種目標分子蛋白質如何選擇適當的乙烯莫耳比率%進行探討，目標分子的吸收從濃度0.1 mg /mL溶液以UV可見光分析儀進行檢測上澄清液，可偵測出每克拓印奈米複合微粒吸附目標分子之數量。其最佳拓印效率 (imprinting effectiveness, IF) 定義為目標分子被拓印及非拓印奈米複合微粒吸附量的比例，如表1所示，這三種目標蛋白質分子找到對應於最佳合適的乙烯莫耳比率%皆為不同乙烯莫耳比率%，根據最佳拓印效率結果顯示，最佳乙烯莫耳比率並非分

表 1. 非拓印和拓印目標分子之聚乙炔乙炔醇模板，分別對對澱粉酶(*amylase*)、脂肪酶(*lipase*)及溶菌酶 (*lysozyme*)目標分子之吸附量，並計算不同聚乙炔乙炔醇(EVAL)的乙炔莫耳比率之拓印效率。

EVAL (ethylene mole%)	Creatinine adsorption (mg/g)			Albumin adsorption (mg/g)			Lysozyme adsorption (mg/g)		
	MIP	NIP	IF	MIP	NIP	IF	MIP	NIP	IF
27	3.72± 0.14	1.51± 0.12	2.47	2.04± 0.23	1.51± 0.12	1.35	7.92± 1.63	5.10± 1.19	1.55
32	1.66± 0.05	1.17± 0.21	1.42	4.12± 0.13	0.67± 0.30	6.15	8.89± 0.67	8.29± 0.23	1.07
38	1.11± 0.08	0.72± 0.01	1.55	3.88± 0.77	3.35± 0.16	1.16	13.62± 2.51	9.06± 1.07	1.50
44	0.70± 0.12	0.55± 0.02	1.29	5.95± 0.63	4.35± 0.18	1.37	17.67± 0.70	7.28± 0.19	2.43

MIP:拓印目標分子之聚乙炔乙炔醇模板
NIP:非拓印目標分子之聚乙炔乙炔醇模板
IF:拓印效率

子模版對目標分子具有最高吸附量的，因為澱粉酶與溶菌酶對非分子模版具有鍵結力，而最佳拓印效率所對應的非分子模版不是一定是最高的吸附量。最佳乙炔莫耳比率 可能具有幾個因素，包括聚乙炔乙炔醇它本身的可撓性與活性、需符合所對應的目標分子具體目標、蛋白質分子模版的濃度在聚乙炔乙炔醇 拓印高分子 相轉化中的影響等。

如圖2所顯示，具有較高拓印濃度的蛋白質分子拓印聚乙炔乙炔醇複合微粒在目標分子移除前具有較小的平均粒徑，然而隨著目標分子的移除，複合粒子平均粒徑也會變

小，並且拓印更高的蛋白質分子含量會與微粒尺寸持續地增加有關。圖 2(a)顯示澱粉酶拓印聚乙炔乙炔醇奈米複合微粒拓印濃度變化範圍從0.003至0.1毫克/毫升，在這範圍內的平均粒徑（清洗前）從732下降到大約444 nm，而清洗後粒徑從212 nm到283 nm。脂肪酶拓印聚乙炔乙炔醇複合微粒大小是200 nm，比澱粉酶拓印聚乙炔乙炔醇複合粒子目標濃度在3.0微克/毫升（圖2（b））較小。無論如何，蛋白質模版洗後大小約為20 nm，非常相似。相較之下，溶菌酶分子拓印聚乙炔乙炔醇複合粒子平均粒徑，從洗滌前約476 nm下

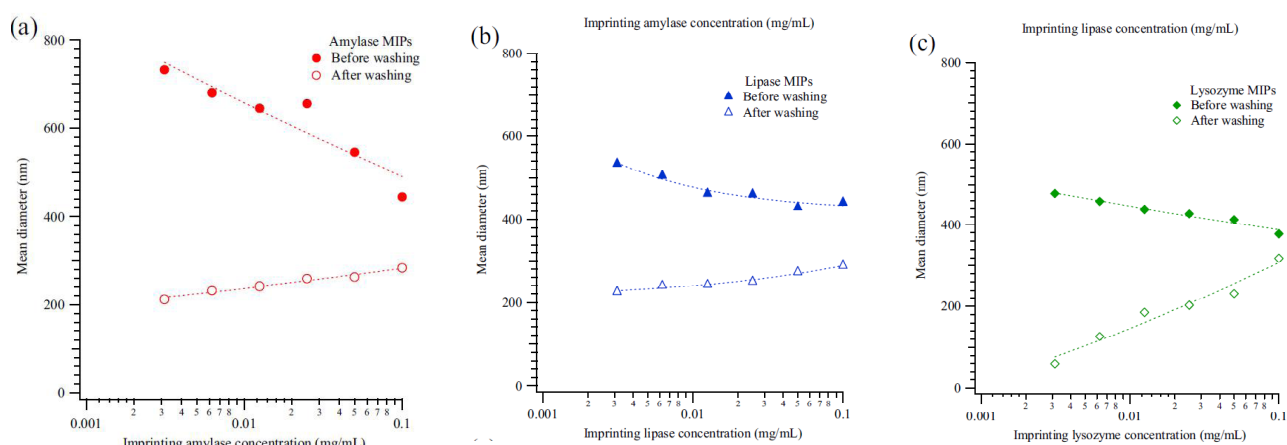


圖-2 拓印目標分子之聚乙炔乙炔醇的複合微粒分子模版之清洗前後平均粒徑之比較，其拓印目標分子分別為(a)澱粉酶（ *amylase* ）、(b) 脂肪酶(*lipase*) 及 (c) 溶菌酶(*lysozyme*)。

降至378 nm，但在拓印相同濃度範圍內，洗滌後平均粒徑從60 nm大幅增加至319 nm。在此對不尋常的粒徑趨勢作一討論，因為沒有拓印分子所以沒有分子被洗掉，顯然在無拓印濃度的清洗前大小和清洗後的粒徑收斂，有一極限值。我們懷疑動態光散射顯現未清洗MIP粒子微粒的聚集結果，造成動態光散射顯示粒徑為大。儘管洗滌前在顆粒表面吸附所產生空間位阻以及靜電障礙會導致粒子的聚集，但高濃度拓印蛋白質分子微粒的分散效果較好，導致粒徑隨濃度提高而降低。由於在清洗時加入了表面活性劑SDS洗滌，造成而清洗後的拓印蛋白質分子微粒粒徑隨拓印濃度增加而增加。

如藉光學外來物質來介紹螢光量子點，對於量子點/MIP複合微粒而言，動態光散射無法真實顯示出真正的粒徑。基於這個原因，需要以掃描電子顯微鏡來研究清洗後的量子點/MIP粒子複合量子點的粒徑。圖3的結果顯示製備不同濃度的澱粉酶拓印量子點/拓印高分子分子模板之奈米複合微粒，粒徑相當接近，因此利用動態光散射發現對有無嵌入量子點的拓印高分子，不會顯著改變奈米複合微粒的大小，且從脂肪酶(lipase)和溶菌酶

(lysozyme)兩個蛋白質分子模板也得到了類似的結果。

圖4顯示量子點/拓印高分子複合微粒的在吸附目標分子時會使螢光量子點強弱產生變化，當目標分子被添加到懸浮液中時螢光強度會產生下降，每一階梯的下降代表外加一等分的目標分子，會使螢光量子點強度減弱，因此蛋白質分子與環境中物質的結合對量子點強度變化的改變是息息相關，但對其螢光消光機制仍不明。因此，可知實驗中環境因素會影響量子點的螢光強度（通常是因為螢光產生消光現象）。如圖4所示，為了能區分此三種不同蛋白質，因此在製備含有目標分子的量子點/拓印高分子分子模版，所嵌入量子點之激發光波長皆不同，分別如下所示：溶菌酶為545 nm (QD545)、脂肪酶為605 nm (QD605)和澱粉酶為655 nm (QD655)。圖4(a)顯示，非拓印的分子模版微粒只有一個很小的螢光，螢光減少量約為澱粉酶分子模版之十分之一，這實驗結果優於初步預期，其中非拓印高分子的吸附量約為澱粉酶拓印高分子的四分之一，圖4(c)顯示在滴入脂肪酶或澱粉酶都無法對溶菌酶拓印高分子產生干擾。

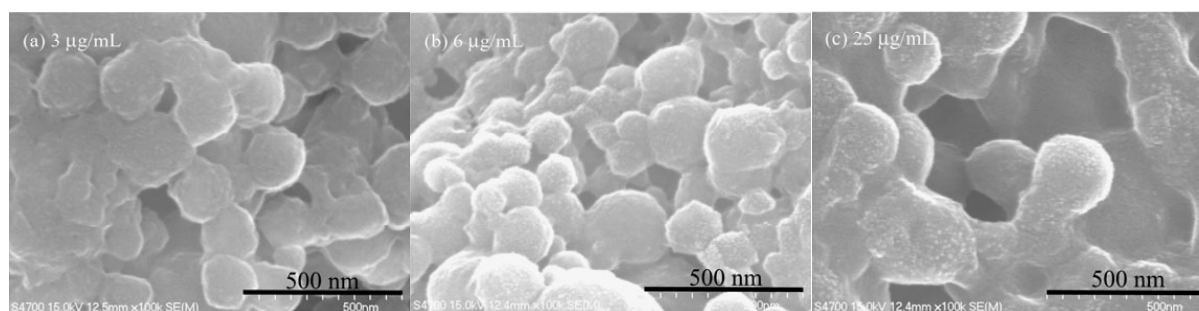


圖-3 澱粉酶拓印目標分子之聚乙烯醇的複合微粒分子模版之電子顯微鏡(SEM)照片，所使用聚乙烯醇之乙烯莫耳比率為32，澱粉酶 (amylase) 濃度分別為 (a) $3 \mu\text{g mL}^{-1}$; (b) $6 \mu\text{g mL}^{-1}$; (c) $25 \mu\text{g mL}^{-1}$ 。

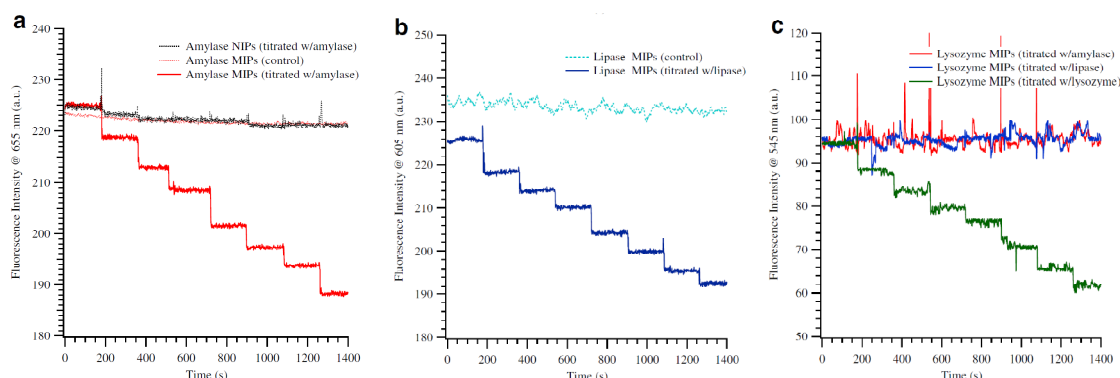


圖-4 顯示量子點/拓印高分子複合微粒的在吸附目標分子時，螢光量子點放射光強度的峰值。

圖5 顯示使用不同濃度的澱粉酶和脂肪酶，並使用醫院商用化學分析Architect ci 8200系統測量澱粉酶和脂肪酶活性，所作出校正

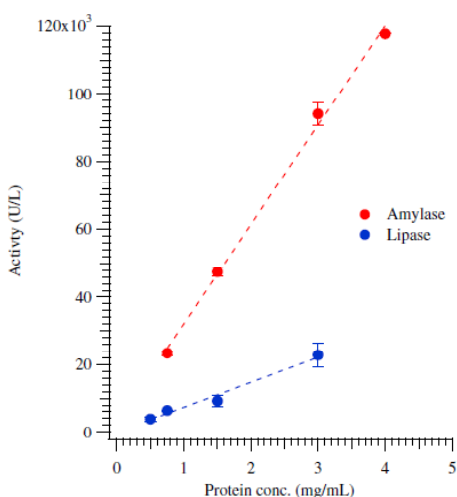


圖-5 使用義大醫院病理分析Architect ci 8200系統，測量澱粉酶和脂肪酶活性的校正曲線。

曲線。利用前所做的校正曲線，可知酵素（澱粉酶和脂肪酶）活性轉化為唾液中蛋白質的濃度，並利用所做的量子點/拓印高分子的複合奈米粒子來測量唾液樣品。表2和表3呈現的結果是使用醫用Architect ci 8200化學分析系統來量測作者們和他們研究團隊5位成員的唾液樣本，其量測的分析結果並對照圖5的校正曲線，其範圍分別如下所示：澱粉酶活性14570-81520UL⁻¹和脂肪酶活性3,860-5,274UL⁻¹，所對照澱粉酶和脂肪酶的濃度分別是1.01-2.75毫克/毫升和0.55-0.67毫克/毫升。另外，此一所合成的量子點/拓印高分子的複合奈米粒子至少可儲存6個月，而且該奈米複合微粒可以反覆洗滌和用於吸附測試上至少3次。

表2. 真實檢體以義大醫院病理分析Architect ci 8200系統，與以澱粉酶拓印之量子點/拓印高分子複合微粒感測結果之比較表

Sample no.	Architect ci 8200 system		MIP/QDots nanoparticles at 655nm		Accuracy (%)
	Amylase activity (U L ⁻¹)	Amylase (mg mL ⁻¹)	Intensity (a.u.)	Concentration (mg mL ⁻¹)	
1	14570	0.40	211.31±0.22	0.39	97.5
2	16210	0.46	210.53±0.16	0.43	94.78
3	74540	2.44	201.58±0.34	2.66	92.30
4	81520	2.68	210.34±0.19	2.60	97.07
5	54410	1.76	201.89±0.29	1.77	99.41

表3. 真實檢體以義大醫院病理分析Architect ci 8200系統，與脂肪酶拓印之量子點/拓印高分子複合微粒感測結果之比較表

Sample no.	Architect ci 8200 system		MIP/QDots nanoparticles at 605nm		Accuracy (%)
	Lipase activity (U L ⁻¹)	Lipase (mg dL ⁻¹)	Intensity (a.u.)	Concentration (mg mL ⁻¹)	
1	4715	0.65	207.47±0.24	0.62	96.49
2	3860	0.53	209.33±0.31	0.52	97.01
3	5274	0.72	205.30±0.25	0.76	94.67
4	4760	0.65	206.46±0.16	0.69	95.07
5	4660	0.64	207.48±0.27	0.62	97.50

結 論

本文介紹一種取代天然抗體的製備方法，可以依照所需的量測受體目標分子而量身訂作量子點/拓印高分子奈米複合微粒的簡便方法，而嵌入在聚乙烯醇高分子內的量子點提供訊號和生物應用的分析能力。本研究以澱粉酶、脂肪酶及溶菌酶三種蛋白質分別拓印在聚乙烯醇高分子，發現最高拓印效率最適商售品的乙基莫耳比率分別為32，38及44 mol%。根據電子顯微鏡觀察清洗後之拓印拓印高分子分子模版，顯示平均粒徑隨拓印蛋白質濃度增加而增加，此結果證實對於量子點/聚乙烯醇複合奈米粒子具有偵測的能力。此拓印蛋白質量子點/聚乙烯醇複合微粒以非侵入性進行分析偵測，對於口腔癌和胰腺癌是具有重要醫療應用之潛力。將量子點嵌入拓印高分子奈米複合微粒中之感測器，其表面與目標蛋白質產生吸附結合，而造成量子點消光（quenching）現象，以光學變化即可簡便讀出蛋白質吸附之濃度，提供一種便利檢測方式。

致 謝

本研究感謝行政院國科會提供研究經費(NSC 99-2220-E-390-001)的協助

參考資料

1. Lorentz K (2005) Approved recommendation on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes part 9. IFCC method for α -Amylase (1, 4- α -D-Glucan 4-Glucanohydrolase, EC 3.2.1.1). Clin Chem Lab Med 36:185–203.
2. Nater UM, Rohleder N (2009) Salivary alpha-amylase as a noninvasive biomarker for the sympathetic nervous system: current state of research. Psychoneuroendocrinology 34:486–496.
3. Bortolini MJS, De Agostini GG, Reis IT, Lamounier RPMS, Blumberg JB, Espindola FS (2009) Total protein of whole saliva as a biomarker of anaerobic threshold. Res Q Exerc Sport 80:604–610.
4. Rohleder N, Nater UM (2009) Determinants of salivary [alpha]- amylase in humans and methodological considerations. Psychoneuroendocrinology 34:469–485.
5. Rossetti R, Nakahara S, Brus LE (1983) Quantum size effects in the redox potentials, resonance Raman spectra, and electronic spectra of CdS crystallites in aqueous solution. J Chem Phys 79:1086–1088.

6. Alivisatos AP (1996) Semiconductor clusters, nanocrystals, and quantum dots. *Science* 271:933–937.
7. Ye L, Mosbach K (2008) Molecular imprinting: synthetic materials as substitutes for biological antibodies and receptors. *Chem Mater* 20:859–868.
8. Bossi A, Bonini F, Turner APF, Piletsky SA (2007) Molecularly imprinted polymers for the recognition of proteins: the state of the art. *Biosens Bioelectron* 22:1131–1137.
9. Lee M-H, Thomas JL, Tasi S-B, Liu B-D, Lin H-Y (2009) Formation and Recognition Characteristics of Albumin-Imprinted Poly(Ethylene-co-Vinyl-Alcohol) Membranes. *J Nanosci Nanotechnol* 9:3469–3477.
10. Huang C-Y, Tsai T-C, Thomas JL, Lee M-H, Liu B-D, Lin H-Y (2009) Urinalysis with molecularly imprinted poly(ethylene-covinyl alcohol) potentiostat sensors. *Biosens Bioelectron* 24:2611–2617.
11. Lin H-Y, Hsu C-Y, Thomas JL, Wang S-E, Chen H-C, Chou T-C (2006) The microcontact imprinting of proteins: The effect of cross-linking monomers for lysozyme, ribonuclease A and myoglobin. *Biosens Bioelectron* 22:534–543.
12. Xia Y-Q, Guo T-Y, Zhao H-L, Song M-D, Zhang B-H, Zhang B-L (2009) Protein recognition onto silica particles using chitosan as intermedium substrate. *J Biomed Mater Res* 90A:326–332.
13. Wang Y, Zhou Y, Sokolov J, Rigas B, Levon K, Rafailovich M (2008) A potentiometric protein sensor built with surface molecular imprinting method. *Biosens Bioelectron* 24:162–166.
14. Linares AV, Vandevelde F, Pantigny J, Falcimaigne-Cordin A, Haupt K (2009) Polymer films composed of surface-bound nanofilaments with a high aspect ratio, molecularly imprinted with small molecules and proteins. *Adv Funct Mater* 19:1299–1303.
15. Turan E, Özçetin G, Caykara T (2009) Dependence of protein recognition of temperature-sensitive imprinted hydrogels on preparation temperature. *Macromol Biosci* 9:421–428.
16. Gerhards C, Schulz-Drost C, Sgobba V, Guldi DM (2008) Conjugating Luminescent CdTe Quantum Dots with Biomolecules†. *J Phys Chem B* 112:14482–14491.



以奈米壓痕研究氮化鋁薄膜 之機械性質與力學行為

簡贍瑞¹ 楊秉豐² 賴逸少²

¹義守大學材料科學與工程學系 ²日月光集團研發中心核心實驗室

摘 要

本研究結合奈米壓痕、聚焦離子束與穿透式電子顯微技術，探討氮化鋁薄膜在承受局部應力所導致之力學行為與變形機制。氮化鋁薄膜是以迴旋濺鍍法沉積於矽(111)基板上。奈米壓痕儀是利用連續性勁度量測系統，量測氮化鋁薄膜之奈米機械性質。藉由聚焦離子束準確地定位壓痕位置並加以離子研磨，再搭配穿透式電子顯微鏡進行微結構觀察。實驗結果顯示：當氮化鋁薄膜在承受壓痕力量為100 mN時，雖然薄膜表面無破裂現象，但可由穿透式電子顯微影像圖發現在薄膜內部因局部應力所造成的徑向破裂行為，會沿著薄膜結構之圓柱狀晶粒邊界而產生剪向滑移。矽基板則可觀察出，因壓痕所產生之錯位滑移帶會在矽基板之{111}平面上呈現。此外，由壓痕所導致之相變轉換區可經由擇區繞射分析，鑑定證明含有亞穩態之Si-III 與Si-XII高壓相與非晶質之混合相存在。

關鍵字：氮化鋁薄膜、奈米壓痕技術、聚焦離子束、穿透式電子顯微鏡。



簡贍瑞 助理教授

1. 前言

隨著III-氮族材料廣泛地應用於半導體元件上，且氮化鋁在室溫下具有寬能帶(約6.2 eV)之特性，此極佳特性能夠運用於固態燈源，如應用於深紫外線光之雷射二極體或發光二極體[1-2]，因而引起相當多的研究學者對於其材料製程開發與光電特性作深入的研究探討。然而，氮化鋁薄膜所製備之元件除了要求光電性能必須良好外，其穩定製程中之

機械性質的要求亦是不可或缺的，因製作與後包裝過程所生之接觸應力問題與將影響整體薄膜之品質。

奈米壓痕技術在量測薄膜之機械性質，扮演著極為重要的角色。奈米壓痕技術可以在避免基板效應影響下，精確地量測出薄膜的硬度與楊氏模數值[3-4]。這些特性可透過奈米壓痕過程中，所產生之力與位移曲線而進一步研究可能對薄膜因接觸應力所造成之破壞行為[5-8]。然而，奈米壓痕技術本身無法提供並觀察此壓痕行為所產生之薄膜變形機制與基板上之差排衍生之現象。這方面，聚焦離子束技術[9]提供了在準備穿透式電子顯微試片觀察的工具。尤其是試片特定區域之定點離子研磨並作進一步的顯微觀察。

由此，本論文利用聚焦離子束與穿透式電子顯微技術，研究氮化鋁薄膜在承受奈米壓痕所導致之局部應力下所產生的力學行為與變形機制。以Berkovich探針進行奈米壓痕實驗不僅能反映出元件可能遭遇之真實狀況，且能夠研究某區域以特定力量下所產生之局部高壓應力，此研究將有助於瞭解因應力釋放所誘發相轉變之物理機制。

2. 實驗細節

本研究利用迴旋濺鍍法成長高品質之氮化鋁薄膜於矽(111)基板上。而迴旋濺鍍方法包括磁控濺鍍系統以增加感應耦合射頻電漿，主要有效提升與線圈電壓間之濺鍍原子離子化，且電漿較一般磁控濺鍍系統在低氣體壓力下來的穩定。因原子的平均自由路徑比靶材至基板距離為大，因此平整之表面與良好之結晶結構能於較低溫之成長條件下獲得。以2英寸直徑長的99.99%純度的鋁板作為靶材，濺鍍腔室抽真空低於 10^{-7} Torr，濺鍍壓

力為1 mTorr，射頻磁控之電壓為150 W，氬氣與氮氣比為1:3，線圈電壓為50 W，基板溫度控制在500 °C之條件下成長氮化鋁薄膜。

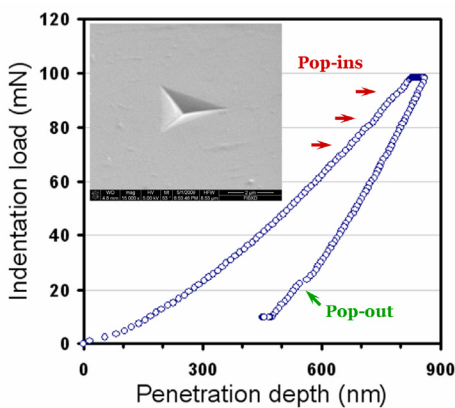
奈米壓痕實驗為即時深度感應以獲得機械相關特性如硬度與楊氏模數，以近似半徑為50 nm之Berkovich探針(從垂直軸之面角為65.3°)，奈米壓痕設備為XP-NanoIndenter (MTS Cooperation, Nano Instruments Innovation Center, TN, USA)使用連續勁度量測系統。系統設定藉由針對在力量訊號之微小共振與位移之量測以疊加方式為75Hz之相同頻率下進行。首先，以探針進行負載與卸載三次以確定探針是否完全與試片接觸，並避免任何實驗過程中之其他材料因素之影響，再以 0.05 s^{-1} 之固定應變率進行壓痕實驗。在最大壓痕力量下持續60秒後，採用Oliver與Pharr[10]方法，計算壓痕過程中之力與位移曲線以得到氮化鋁薄膜之硬度與楊氏模數值。為觀察因應力所導致之力學行為與現象，以聚焦離子束(型號為Nova 220)與穿透式電子顯微鏡(型號為FEI TECNAI G²)之技術進行微結構之製備與分析。

壓痕過程中設定 10×5 陣列以100 mN力量進行實驗。壓痕點與點之間距保持50 μm 以避免相互影響。以Berkovich鑽石探針進行壓痕實驗並搭配相同負載率與卸載率(10 mN/s)，且在最大力量時持續30秒。另外，以聚焦離子束技術作壓痕點之定位並作離子研磨至可供穿透式電子顯微鏡觀察用之試片厚度。在進行離子研磨前須在該壓痕點上鍍上約1 μm 厚之白金薄膜於氮化鋁薄膜上，以避免研磨過程中試片遭到破壞[9]。

3. 結果與討論

氮化鋁薄膜之奈米機械性質是採用Oliver與Pharr[10]學者之方法，計算得知。本研究之奈米壓痕實驗是以連續性勁度量測方法量測氮化鋁薄膜之硬度與楊氏模數之值，分別為 24.8 ± 0.3 GPa 與 223.9 ± 5.3 GPa。

在氮化鋁薄膜上，以壓痕力量為100 mN作壓痕實驗，其對應之壓痕深度為約900 nm左右(如圖一所示)。因較大壓痕力量下，其擷取數據之精準度會些微粗糙；然而，在如此的壓痕曲線範圍下，其負載部分所出現多數個斷點或轉折現象(pop-in)則說明了氮化鋁薄膜塑性變形之真實性。



圖一：以壓痕力量為100 mN施於氮化鋁薄膜，其力與位移曲線之負載部分顯示了多數個斷點與轉折處(pop-in)，以及卸載部分之斷點(pop-out)。插圖：以掃描式電子顯微鏡所拍攝之壓痕形狀。

可從圖一中觀察出，這些斷點或轉折現象於負載過程是任意分佈的，且每一條負載曲線與應力及壓痕力量的增加而相互關連著，可知負載曲線所出現的第一個斷點或轉折現象發生並非因熱效應所致，而是差排成核效應或負載過程時的錯位滑移現象[8-9,11]。因此，明確地得知此現象乃是由彈性轉變為塑性變形之過渡時期，亦是氮化鋁薄

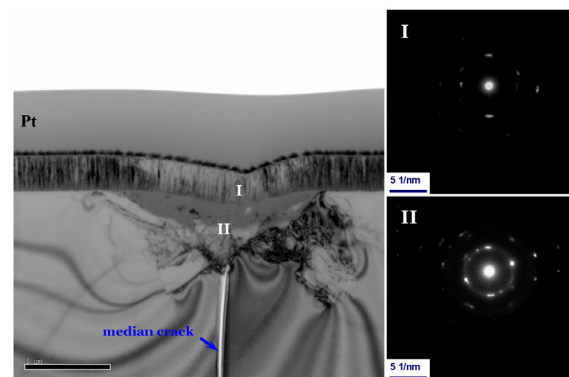
膜本質所表現之塑性行為。可藉由以下公式決定氮化鋁薄膜之剪應力[12]:

$$\tau_{\max} = 0.3 \left(\frac{6P_c E^*}{\pi^3 R^2} \right)^{1/3} \quad (1)$$

上式中 R 是探針半徑、 E 是楊氏模數。將所量測之實驗值代入公式(1)中，即可計算出氮化鋁薄膜之最大剪應力， $\tau_{\max}$ ，為8.3 GPa。

此外，在圖一可清楚觀察到很特殊的現象，其力與位移曲線之卸載過程所呈現斷點現象(pop-out)。從掃描電子顯微鏡之影像圖，無法看出氮化鋁薄膜表面受壓痕力(100 mN)時，位於探針壓痕處是否有發生錯位差排或是材料的相變化行為。因此，需借助穿透式電子顯微技術，研究並觀察氮化鋁薄膜因奈米壓痕所導致之材料變形行為與機制。

圖二為氮化鋁薄膜於100 mN的壓痕實驗之穿透式電子顯微影像圖，結果顯示薄膜與基板之間並無分層與剝落現象，可判斷薄膜與基板間具有良好之附著性。另外，擇區繞射圖形結果顯示：區域(I)與區域(II)，因壓痕實驗而造成材料之結構相變化現象。在區域(I)之擇區繞射圖形中並無發現中空環狀現象，



圖二：左圖為穿透式電子顯微鏡所拍攝氮化鋁薄膜經壓痕100 mN力量下，其材料結構變形之橫截面影像圖。右圖分別為左圖(I)與(II)區域之擇區繞射圖案。

此結果意指著氮化鋁薄膜在承受局部高應力下，材料結構本身不會因此而轉變非晶質相。此外，其擇區繞射圖案中之亮點呈現延展斑紋形狀，亦可說明此薄膜結構已經產生扭曲變形。區域(II)之擇區繞射圖案中所呈現之環狀與亮點則證明了，矽基板在承受局部高應力下，在壓痕所導致之相變轉換區會產生非結晶相以及Si-III (BC8)與Si-XII (R8)之高壓混合相[8, 15]。此現象與圖一中在卸載過程所呈現之斷點特徵是相符合的。

在矽基板內部之相變轉換區附近，可明顯地觀察出在{111}平面上所呈現之差排滑移帶，如圖二所示。此外，位於相變轉換區之底部所形成約1.5 μm 的破裂長度，是因斷裂處靠近滑移帶頂部，其壓痕導致之局部高應力大量地增加；同時累積聚集之差排亦造成剪應力的集中效應，進而產生破裂現象[16]。

從圖三可更細部地觀察出，位於氮化鋁薄膜與矽基板之界面處呈現的徑向破裂行為，是因局部應力集中效應所致。特別的是，薄膜與基板之界面因壓痕所產生的圓柱狀間之剪切階梯狀現象。在此變形區域，其應力分布可預期是壓縮模式；相反的，位於

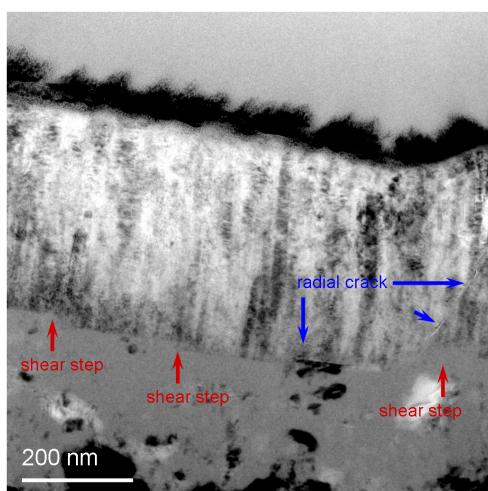
基板界面處則屬於張應力情況[12]。在壓痕過程中，壓痕所導致之剪切之正切方向則發生於垂直位移方向與形成剪切階梯狀之鄰近圓柱狀表面。因此，在高壓縮區域的剪切階梯狀之滑移行為，相當於正向斷裂之縱軸圓柱狀邊界之剪力方向[17]。

奈米壓痕所產生之永久塑性變形，由負載過程中所呈現的多數個斷點或轉折現象，可由兩種物理機制來說明之。一為薄膜材料結構的界面圓柱狀之剪向滑移行為，以及薄膜與基板界面之徑向破裂現象。亦有可能是薄膜經壓痕後，其應力延伸至基板，進而造成矽結構由Si-I 轉變為Si-II相，而導致在負載曲線呈現多數個斷點與轉折現象。當壓痕力量為100 mN時，氮化鋁薄膜之壓縮塑性應變增加約40%，造成薄膜與基板之界面彎曲，而導致薄膜結構產生徑向破裂行為，以及界面處所呈現之剪切階梯狀現象。壓痕行為在矽基板中所導致形成之相變轉換區域，則包含了亞穩態之Si-III與Si-XII之高壓混合相與非晶質相。

4. 結論

本研究結合奈米壓痕技術、聚焦離子束以及穿透式電子顯微技術，探討氮化鋁薄膜之奈米機械性質與力學行為。

氮化鋁薄膜以迴旋濺鍍法沉積於矽(111)基板上。由穿透式電子顯微鏡之實驗結果所示，氮化鋁薄膜因壓痕應力造成材料內部鄰近之界面圓柱狀結構的剪向滑移行為，以及薄膜與基板界面之徑向破裂現象。而在矽基板中的相變轉換區，經由擇區繞射圖形分析，可鑑定證明亞穩態之Si-III與Si-XII高壓混合相以及非晶質相的存在。此外，奈米壓痕之連續勁度量測系統可精準地量測氮化鋁薄膜之硬



圖三：穿透式電子顯微影像圖：氮化鋁薄膜內部因壓痕所形成之鄰近界面圓柱狀結構的剪向滑移行為，以及薄膜與基板界面之徑向破裂現象。

度與楊氏模數分別為 24.8 ± 0.3 GPa 與 223.9 ± 5.3 GPa。

致 謝

本研究感謝國科會NSC 97-2218-E-214-003與NSC 97-2112-M-214-002-MY2及義守大學ISU97-07-01-01、ISU97-07-01-04與ISU 97-S-02研究計畫之資助，使研究得以順利完成。作者亦要感謝中原大學電子系高慧玲教授提供氮化鋁薄膜，以及義守大學材料系陳國駒教授、國立中央大學機械系鄭憲清教授與國立交通大學電子物理系莊振益教授對本文提供協助與討論。

參考文獻

- [1] Y. Taniyasu, M. Kasu, T. Makimoto, Nature 441 (2006) 325.
- [2] J. Li, Z.Y. Fan, R. Dahal, M.L. Nakarmi, J.Y. Lin, H.X. Jiang, Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 213510.
- [3] X.D. Li, B. Bhushan, Thin Solid Films 377-378 (2000) 401.
- [4] S.R. Jian, J.S.C Jang, G.J. Chen, H.G. Chen, Y.T. Chen, J. Alloys Compd. 479 (2009) 348.
- [5] X.D. Li, L. Zhang, H.S. Gao, J. Phys. D: Appl. Phys. 37 (2004) 753.
- [6] B. Haberl, J.E. Bradby, S. Ruffell, J.S. Williams, P. Munroe, J. Appl. Phys. 100 (2006) 013520.
- [7] S.R. Jian, Appl. Surf. Sci. 254 (2008) 6749.
- [8] S.R. Jian, J.S.C Jang, J. Alloys Compd. 482 (2009) 498.
- [9] C.H. Chien, S.R. Jian, C.T. Wang, J.Y. Juang, J. C. Huang, Y.S. Lai, J. Phys. D: Appl. Phys. 40 (2007) 3985.
- [10] W.C. Oliver, G.M. Pharr, J. Mater. Res. 7 (1992) 1564.
- [11] D.F. Bahr, D.E. Kramer, W.W. Gerberich, Acta Mater. 46 (1998) 3605.
- [12] K.L. Johnson, Contact Mechanics (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1985)
- [13] X. Q. Yan, X. M. Huang, S. Uda, and M. W. Chen, Appl. Phys. Lett. 87 (2005) 191911.
- [14] Vladislav Domnich and Yury Gogotsi, Appl. Phys. Lett. 76 (2000) 2214.
- [15] I. Zarudi, L.C. Zhang, W.C.D. Cheong, T.X. Yu, Acta Mater. 53 (2005) 4795.
- [16] A.N. Stroh, Proc. R. Soc. London, Ser. A 223 (1954) 404.
- [17] S. Bhowmick, A.N. Kale, V. Jayaram, S.K. Biswas, Thin Solid Films 436 (2003) 250.



VMI供應商評估與遴選方法之研究

劉浩天、魏乃捷

義守大學工業工程與管理學系

摘 要

本研究針對VMI供應商評估與遴選做詳細分析，主要是結合模糊品質機能展開與模糊決策方法，發展一系統的VMI供應商評估與遴選方法。首先將找出的VMI機能轉換為供應商遴選時的評估因素，再使用模糊品質機能展開法求得評估因素之權重，其次使用本研究發展的模糊線性指派法，遴選最佳的VMI供應商。為評估本研究的實用性與正確性，本研究以台灣南部一間知名電子代工廠為例，分析其遴選最佳VMI供應商之過程。

關鍵詞：供應商管理存貨、模糊品質機能展開、模糊線性指派

一、緒論

為了減少長鞭效應的產生，企業紛紛提出一些有效的供應鏈管理策略，例如供應商管理存貨(Vendor Managed Inventory, VMI)，第三方物流、配銷商整合等策略，試圖降低存貨成本與提升顧客服務水準。其中供應商管理存貨(VMI)由於能有效的減少長鞭效



(由左至右) 劉浩天副教授、魏乃捷副教授

應、降低存貨成本、提升供應商服務品質、降低整體系統成本、改善全面服務水準等效益(Waller, Johnson與Davis, 1999; Dong與Xu, 2002; Yao, Evers與Dresner, 2007)。因此，本研究以VMI為主要的研究對象。

雖然目前已有不少VMI的相關文獻，但

探討的主題各不相同。例如：VMI供應鏈整合之研究(Vlist, Kuik與Verheijen, 2007；Yao, Evers與Dresner, 2007)；導入VMI之效益探討(Waller, Johnson與Davis, 1999)；VMI對供應商與零售商之影響分析(Achabal, McIntyre, Smith與Kalyanam, 2000)；VMI構成因素之探討(Chaouch, 2001)；VMI存貨管理的研究(Aviv, 1998；Fry, Kapuscinski與Olsen, 2001；Piplani與Viswanathan, 2003；Yao, Evers與Dresner, 2007)等。但鮮少有關VMI供應商評估與遴選方面的研究，但合適的供應商對於VMI運作成功與否，扮演著關鍵性的角色，其重要性不可輕忽。因此本研究將以VMI供應商評估與遴選作為本論文之研究主題，做深入的探討與分析。

本研究擬發展一VMI供應商評估與遴選方法。本研究從供應商評估因素的建立至最佳的VMI供應商遴選，提出一系統的決策分析方法。除此，本研究將以台灣南部一間知名電子代工廠為例，分析其遴選最佳VMI供應商之過程。

二、研究方法

本研究主要是發展一完整的VMI供應商評估與遴選方法，幫助企業遴選最佳VMI機制的供應商。本研究可分為以下兩個階段：品質機能展開與VMI供應商遴選階段。以下將逐一討論各階段與其研究步驟。

2.1 品質機能展開

本階段目的主要是將VMI的主、次要機能轉換為供應商遴選時的評估因素，再使用模糊品質機能展開法求得評估因素的權重，其詳細步驟如下：

步驟1：找出VMI機制之主要機能及次要機能

本研究試圖使用文獻分析以獲得VMI機

制之主要機能及次要機能。目前已有不少的文獻探討有關VMI所需具備的機能，例如：Tyan & Wee (2003)，Kuk (2004)，Gronalt & Rauch (2007)，Claaseen et al.(2008)，Yu et.(2009)等。在整理分析相關文獻後，本研究歸納出4項主要機能及12項次要機能。

步驟2：建立評估因素項目

由於決策專家較不易直接評估各供應商在每個次要機能下的表現值，因此本研究將次要機能轉換為供應商遴選時的評估因素。目前已有不少探討供應商遴選準則方面的文獻，例如：Liu、Hsu 與Lee(2005)，Haq與Kannan(2006)，Chen(2006)，Sanayei與Mousavi (2008)，Ku與Chang (2009)等。在整理分析相關文獻後，本研究找出14項與VMI次要機能較有關聯的評估因素，如表1所示。

表-1 供應商遴選評估因素

	評估因素
C ₁	品質
C ₂	交期
C ₃	價格
C ₄	生產規劃
C ₅	電子資訊交換能力
C ₆	財務管理
C ₇	溝通系統
C ₈	管理組織
C ₉	管理控制
C ₁₀	服務品質
C ₁₁	即時裝運
C ₁₂	地理位置
C ₁₃	快速回應
C ₁₄	相互間協商

步驟3：建立品質機能展開表

根據先前找出的VMI次要機能與供應商遴選評估因素，即可建立一品質機能展開

表。這裡VMI次要機能可視為品質屋中的顧客要求品質，而評估因素則視為品質要素，所建立的品質機能展開表如圖1所示。

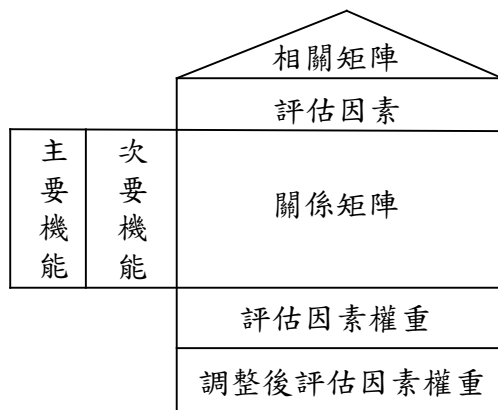


圖-1 品質機能展開表

這裡本研究將採用模糊品質機能展開法，計算調整後的評估因素權重，首先本研究將根據公司專家之評比，找出次要機能與評估因素間的相關程度，進而建立關係矩陣。由於次要機能與評估因素之間有不同的相關程度，需依其強弱程度填入符號◎(強相關)、○(中相關)或△(弱相關)的符號，若無相關則不需作記號，再將填入的符號轉換為對應的模糊數。

接著，本研究採用獨立配點法計算每項評估因素的權重，其公式如下：

$$C\tilde{W}_j = \sum_{i=1}^s (\tilde{W}_i \otimes \tilde{R}_{ij}) \quad (1)$$

$C\tilde{W}_j$ ：第 j 項評估因素之權重， $j=1, 2, \dots, n$ 。

$\tilde{W}_i^*$ ：第 i 項次要機能之權重， $i=1, 2, \dots, s$ 。

$\tilde{R}_{ij}$ ：第 i 項次要機能與第 j 項評估因素之相關程度。

由於各評估因素可能會彼此影響，為了使計算結果更加準確，本研究將評估因素彼此間的相關程度也考慮在內。因此，需將上

一步驟求得的評估因素權重進行調整。如果評估因素彼此間有相關聯的情形，則需依其強弱的關聯度分別填入◎(強相關)、○(中相關)或△(弱相關)的符號，若彼此無相關則不給予任何符號。

根據所求得的「評估因素權重」與「評估因素間之相關程度」，即可計算評估因素調整後的權重。這裡，本研究採用Khoo與Ho (1996)所提出的調整品質要素權重之公式，計算調整後的各項評估因素權重，其公式如下：

$$C\tilde{W}_j^* = C\tilde{W}_j \oplus \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j, j=1}^n (C\tilde{W}_j \otimes \tilde{r}_{ij}) \quad (2)$$

$C\tilde{W}_j^*$ ：第 j 項評估因素調整後的權重。

$\tilde{r}_{ij}$ ：第 i 項與第 j 項評估因素間之關聯度， $i \neq j$ 。

2.2 VMI供應商遴選

根據前節找出的評估因素與其權重，和候選的供應商，即可形成一多屬性決策分析問題。這裡，本研究發展一模糊線性指派法，遴選最佳的VMI供應商。其步驟如下：

步驟4：建立模糊決策矩陣

首先，公司的決策專家需對每個供應商在各個評估因素下給予適當的語意評估值，再將語意評估值轉換成對應的模糊數，進而建立一模糊決策矩陣，如下所示：

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \cdots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_r \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{r1} & \tilde{x}_{r2} & \cdots & \tilde{x}_{rn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

A_i ：候選後的供應商 i ， $i=1, 2, \dots, r$ 。

C_j ：評估因素 j ， $j=1, 2, \dots, n$ 。

$\tilde{x}_{ij}$ ：供應商 i 在評估因素 j 下之評估值。

步驟5：將評估因素權重導入決策矩陣

由於各評估因素的權重皆不相同，為考慮此項因素，本研究將各評估因素權重導入至決策矩陣，其公式如下

$$\tilde{F}_{ij} = C\tilde{W}_j^* \otimes \tilde{x}_{ij} \quad (3)$$

$\tilde{F}_{ij}$ ：供應商 i 在評估因素 j 下之權重值。

步驟6：建立權重排名矩陣

本研究採用Deng、Zhenfu與Qi (2006)所提出的模糊排序法，決定各供應商在每個評估因素下的優劣順序。假設排序結果如下：

$$\begin{matrix} & 1st & 2nd & \cdots & rth \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} A_2 & A_r & \cdots & A_1 \\ A_r & A_1 & \cdots & A_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_1 & A_2 & \cdots & A_r \end{bmatrix} \end{matrix}$$

以 C_1 評估因素為例，表示供應商 A_2 排名第1，供應商 A_r 排名第2，供應商 A_1 排名第 r 名。再將此排名矩陣中的各供應商轉換為其相對應的權重值，即可建立權重排名矩陣，其矩陣如下：

$$\begin{matrix} & 1st & 2nd & \cdots & rth \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{F}_{21} & \tilde{F}_{r1} & \cdots & \tilde{F}_{11} \\ \tilde{F}_{r2} & \tilde{F}_{12} & \cdots & \tilde{F}_{22} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{F}_{1n} & \tilde{F}_{2n} & \cdots & \tilde{F}_{rn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

步驟7：將權重排名矩陣轉換為最終評比矩陣

根據權重排名矩陣，將每個供應商在各排名下的權重值加總，即可轉換為最終的評比矩陣。舉例而言，供應商 A_1 排名第一的總權重 ($\widetilde{AD}_{11}$)，等於供應商 A_1 在權重排名矩陣中，所有第一名的權重值加總而得，其餘依此類推。最終的評比矩陣如下：

$$\begin{matrix} & 1st & 2nd & \cdots & rth \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_r \end{matrix} & \begin{bmatrix} \widetilde{AD}_{11} & \widetilde{AD}_{12} & \cdots & \widetilde{AD}_{1r} \\ \widetilde{AD}_{21} & \widetilde{AD}_{22} & \cdots & \widetilde{AD}_{2r} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{AD}_{r1} & \widetilde{AD}_{r2} & \cdots & \widetilde{AD}_{rr} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$\widetilde{AD}_{ij}$ 表示供應商 A_i 在第 j 名時的總權重值。

步驟8：建立模糊線性指派模式

上述的最終評比矩陣可應用線性指派的原理，轉換為模糊線性指派模式。其模式如下：

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \widetilde{AD}_{ij} t_{ij} \\ \text{S.T.} \quad & \sum_{i=1}^r t_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, r \\ & \sum_{j=1}^r t_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, r \\ & \forall t_{ij} = 0 \text{ or } 1 \end{aligned}$$

當 $t_{ij} = 1$ 時，代表供應商 A_i 指派至排名 j ；若 $t_{ij} = 0$ ，則供應商 A_i 不指派至排名 j 。

步驟9：求解模糊線性指派模式

由於模糊線性指派模式屬於模糊線性規劃的一種特例，故可使用模糊線性規劃的方法求解。本研究擬採用Rommelfanger (1989)所提出的方法，求解上述模糊線性指派的問題。依據Rommelfanger的求解方法，可將模糊線性指派模式轉換如下：

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & 0.5 \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \widetilde{AD}_{ij}^L t_{ij} + 0.5 \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \widetilde{AD}_{ij}^R t_{ij} \\ \text{S.T.} \quad & \sum_{i=1}^r t_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, r, \\ & \sum_{j=1}^r t_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, r, \\ & \forall t_{ij} = 0 \text{ or } 1, \end{aligned}$$

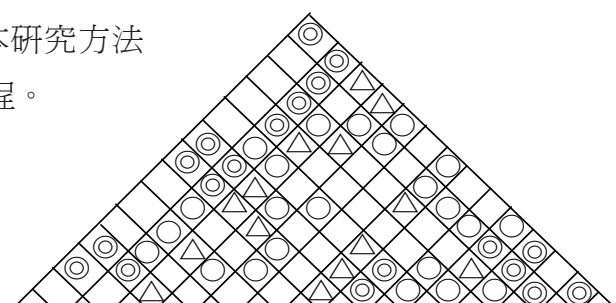
$AD_{ij\alpha}^L$ 與 $AD_{ij\alpha}^R$ 分別代表 $\widetilde{AD}_{ij}$ 之 α -截集的下限與上限， $\alpha \in [0,1]$ 。轉換後的數學模式即可運用數學規劃軟體(如LINGO)求解，即可找出最佳的VMI供應商。

三、實例分析

本節介紹台灣南部一家大型電子代工公司，應用本研究方法遴選其VMI供應商之過程與分析。該公司主要是以電子製造業代工為主，包括的領域有電腦、通訊、消費電子等品。其產品大部份外銷至歐美國家、日本與中國大陸。這裡，本研究將以該公司外購工程塑膠原料為例，展示如何應用本研究方法遴選該公司適合的VMI供應商之過程。

3.1 供應商評估與遴選過程

該公司首先成立一VMI供應商遴選小組，其組員包含倉管人員、物流部經理、生產排程師、製程工程師、資訊管理人員等。由於遴選小組不易直接評估供應商在各次要機能的表現情形，因此需將次要機能轉換為較易評估的供應商遴選評估因素。這裡，根據2.1節所建立的14項評估因素，遴選小組選用適當的符號（◎、○或△），評估次要機能與評估因素間的相關程度，與評估因素間彼此的相關程度，進而建立一完整的品質機能展開表如圖2所示。



		品質	交期	價格	生產規劃	電子資訊交換能力	財務管理	溝通系統	管理組織	管理控制	服務品質	即時裝運	地理位置	快速回應	相互間協商
供應管理	存貨資料共享	△	◎	△	○	△		○				○	○	○	◎
	配送時機規劃	○	◎			◎		○	○	○		○	○	○	△
	銷售資料共享	○		◎				△							△
	需求資料共享	△		△				△							◎
顧客回應	建議補貨量		◎	△		○		△				△	○		△
	運送規劃	△	◎	○				△				○	◎		△
存貨管理	電子訂購系統		△			◎							○		
	商品條碼		△			◎									
倉儲管理	銷售點資料系統		◎			△							◎		
	規劃補貨計畫		◎					△	◎	△		○			
管理	存貨控制	○	◎				○		△	◎	△		○		
	通知出貨信息		◎			△			△	○	△				

圖-2 品質機能展開表

將圖2中的符號轉換為對應的三角模糊數，再使用公式(1-2)即可求得評估因素調整後的權重，如表2所示。

表-2 評估因素調整後的權重

評估因素	調整後模糊權重
C ₁	(0.062,0.241,0.737)
C ₂	(0.141,0.461,1.314)
C ₃	(0.076,0.294,0.889)
C ₄	(0.024,0.115,0.357)
C ₅	(0.166,0.491,1.332)
C ₆	(0.013,0.055,0.193)
C ₇	(0.061,0.268,0.841)
C ₈	(0.027,0.112,0.386)
C ₉	(0.039,0.131,0.413)
C ₁₀	(0.024,0.121,0.384)
C ₁₁	(0.048,0.202,0.609)
C ₁₂	(0.11,0.426,1.003)
C ₁₃	(0.038,0.173,0.489)
C ₁₄	(0.094,0.36,0.811)

其次，遴選小組尋找可能的候選VMI供應商，經由網路搜尋、業界推薦、與聯絡知名供應商的方式，共有四家候選供應商(A₁ - A₄)適合。遴選小組對這四家供應商在各個評估因素下的表現狀況，給予適當的語意評估值，再將語意評估值轉換成對應的模糊數，進而建立一模糊決策矩陣如下所示。

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	(0.8,1,1)	(0.8,1,1)	(0.7,0.85,1)	(0.7,0.85,1)	(0.8,1,1)	(0.8,1,1)	(0.7,0.85,1)
A ₂	(0.7,0.85,1)	(0.7,0.85,1)	(0.5,0.65,0.8)	(0,0.15,0.3)	(0.7,0.85,1)	(0.7,0.85,1)	(0.8,1,1)
A ₃	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.65,0.8)	(0.3,0.5,0.7)	(0.8,1,1)	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.65,0.8)	(0.3,0.5,0.7)
A ₄	(0.5,0.65,0.8)	(0.3,0.5,0.7)	(0.8,1,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.2,0.35,0.5)

	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄
	(0.7,0.85,1)	(0,0.15,0.3)	(0.7,0.85,1)	(0.7,0.85,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.8,1,1)
	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.65,0.8)	(0.8,1,1)	(0.5,0.65,0.8)	(0.7,0.85,1)	(0.7,0.85,1)	(0.7,0.85,1)
	(0.8,1,1)	(0.2,0.35,0.5)	(0.5,0.65,0.8)	(0.3,0.5,0.7)	(0.2,0.35,0.5)	(0.2,0.35,0.5)	(0.5,0.65,0.8)
	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.8,1,1)	(0.8,1,1)	(0.5,0.65,0.8)	(0.2,0.35,0.5)

根據此模糊決策矩陣，再使用公式(3-5)並應用數學規劃軟體LINGO求解，其求解結果如下列矩陣所示。

	1st	2nd	3rd	4th
A ₁	1	0	0	0
A ₂	0	1	0	0
A ₃	0	0	0	1
A ₄	0	0	1	0

由上述矩陣得知遴選優先順序應為A₁>A₂>A₄>A₃，故供應商A₁為該案例公司遴選的最佳VMI供應商。

3.2 案例分析與討論

上一節敘述如何應用本研究方法，輔助一家電子代工公司，遴選其VMI供應商之過程，但在其遴選過程中，下列兩點值得加以討論與分析。(1)在表2中遴選評估因素排序方面，前五項較重要的評估因素分別為電子資訊交換能力(C₅)、交期(C₂)、地理位置(C₁₂)、相互間協商(C₁₄)與價格(C₃)，但在一般的供應商遴選文獻中較重視的服務品質(C₁₀)、及時裝運(C₁₁)與快速回應(C₁₃)，卻不在此前五名中，這可能是由於個案公司本身的營運性質與需求不同所造成

的。(2)由於各家公司的性質與需求大不相同，前面所獲得的結論僅適用於個案公司，不適用於其他公司。但其他公司仍可使用本研究方法，找出自家公司在遴選其VMI供應商時重要的評估因素。

四、結論

由於目前鮮少有關VMI供應商遴選方面的研究，針對此主題，本研究主要是結合品質機能展開與模糊決策方法，建立一系統化的VMI供應商評估與遴選方法。本論文的主要貢獻如下：(1)運用模糊理論的方法，解決決策者在供應商評估與遴選過程時，主觀、模糊與不確定評估值的問題，提升遴選結果的正確性。(2)本研究發展的VMI供應商遴選方法，能提供決策者許多有用的參考資訊，例如：供應商評選因素的建立、最佳VMI供應商的遴選、評估因素權重的排序等。(3)所發展的模糊線性指派模式，除可使用在VMI供應商遴選模式外，更可運用在不同的決策領域裡，例如方案遴選、廠址選擇、股票選擇等一般決策問題。(4)所發展的VMI評估與遴選架構，稍做修改即可應用於相關供應商遴選領域中(如第三方物流業者之遴選)。

五、參考文獻

1. Achabal, D.D., McIntyre, S.H., Smith, S.A. & Kalyanam, K. (2000), A decision support system for vendor managed inventory, Journal of Retailing, 76(4), 430-454.
2. Aviv, Y., Planning Models for the Design of Capacitated Multi-Stage Production and Distribution Systems (Demand, Inventory, Vendor Managed Inventory), Operations Research, 30-34.
3. Chaouch, A.B. (2001), Stock levels and delivery rates in vendor-managed inventory programs, Production and Operations Management, 10(1), 31-44.
4. Chen, C.T., Lin, C.T. & Huang, S.F. (2006), A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management, International Journal of Production Economics, 102(2), 289-301.
5. Claassen, M.J.T., Weele, A.J.V. & Raaij, E.M.V. (2008), Performance outcomes and success factors of vendor managed inventory (VMI), Supply Chain Management: An International Journal, 13(6), 406-414.
6. Deng, Y., Zhenfu, Z. & Qi, L. (2006), Ranking fuzzy number with an area method using Radius of Gyration, Computers and Mathematics with Applications, 51, 1127-1136.
7. Fry, M.J., Kapuscinski, R. & Olsen, T.L. (2001), Coordinating Production and Delivery Under a (z, Z)-Type Vendor-Managed Inventory Contract, Manufacturing & Service Operations Management, 3(2), 151-173.
8. Gronalt, M. & Rauch, P. (2008), Vendor managed inventory in wood processing industries-a case study, Silva Fennica, 42(1), 101-104.
9. Haq, A.N. & Kannan, G. (2006), Fuzzy analytical hierarchy process for evaluating and selecting a vendor in a supply chain model, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 29(7-8), 826-835.
10. Khoo, L.P. & Ho, N.C. (1996), Framework of a fuzzy quality function deployment system,

- International Journal of Production Research, 34(2), 299-311.
11. Ku, C.Y., Chang, C.T. & Ho, H.P. (2009), Global supplier selection using fuzzy analytic hierarchy process and fuzzy goal programming, Quality and Quantity.
12. Kuk, G. (2004), Effectiveness of vendor-managed inventory in the electronics industry: determinants and outcomes, Information & Management, 41, 645-654.
13. Liu, C.M., Hsu, H.S. & Lee, H.K.(2005), A Performance evaluation model based on AHP and DEA, Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, 22(3), 243-251.
14. Piplani, R. and Viswanathan, S.(2004), Supply Chain Inventory Co-Ordination Through Multiple, Common Replenishment Epochs and Selective Discount, International Journal of Logistics Research and Applications, 7(2), 109-118.
15. Rommelfanger, H. (1989), Interactive Decision Making in Fuzzy Linear Optimization Problems, European Journal of Operational Research, 41(2), 210-217.
16. Sanayei, A., Mousavi, S.F., Abdi, M.R. & Mohaghar, A.(2008), An integrated group decision-making process for supplier selection and order allocation using multi-attribute utility theory and linear programming, Journal of the Franklin Institute, 345(7), 731-747.
17. Tyan, J. & Wee, H.M.(2003), Vendor Managed Inventory : A Survey of the Taiwanese Grocery Industry, Journal of Purchasing and Supply Management, 9(1), 11-18.
18. Vlist, P.V.D., Kuik, R. & Verheijen, B.(2007), Note on supply chain integration in vendor-managed inventory, Decision Support Systems, 44(1), 360-365.
19. Waller, M.A., Johnson, M.E., Davis, T. (1999), Vendor-managed inventory in the retail supply chain, Journal of Business Logistics, 20(1), 183-203.
20. Yao, Y., Evers, P.T. & Dresner, M.E. (2007), Supply Chain Integration in Vendor-Managed Inventory, Decision Support Systems, 43(2), 663-674.
21. Yu, H., Zeng, Z.A. & Zhao, L.(2009), Analyzing the evolutionary stability of the vendor-managed inventory supply chains, Computers & Industrial Engineering, 56, 274-282.





義守大學、義大醫院近期活動

【研討會】

• 第七屆傳播與媒體生代學術研討會

主辦單位: 義守大學大眾傳播學系

會議日期: 2010年11月04、05日

會議時間: 義守大學行政大樓十樓

訊息相關網址: <http://www.dmc.isu.edu.tw/site/84202/12>



【演講】

• 講題：生科系學術演講

主講人：彭紹恩

日期：2010年10月06日

地點：義大大學燕巢分部教學大樓A0102

• 講題：醫療院所性騷擾事件之預防處理

主講人：焦興鎧 教授 (中央研究院)

日期：2010年10月09日

時間：07:30-08:30

地點：義大醫院六樓會議廳

• 講題：生科系學術演講

主講人：黃志揚

日期：2010年10月13日

地點：義大大學燕巢分部教學大樓A0102

• 講題：飯店服務與管理

主講人：春野智毅 副總裁（義大天悅飯店）

日期：2010年10月18日

地點：義守大學綜合教學大樓50917

• 講題：金融知識宣導活動

主講人：金管會

日期：2010年10月20日

地點：義守大學綜合教學大樓50201

• 講題：生科系學術演講

主講人：楊裕雄

日期：2010年10月20日

地點：義大大學燕巢分部教學大樓A0102

• 講題：財務研習營-公司治理

主講人：葉銀華 教授

(輔仁大學金融研究所教授兼所長兼公司治理與企業倫理研究中心主任)

日期：2010年10月29日

地點：義守大學綜合教學大樓50201

• 講題：財務研習營-波動模型的新領域

主講人：周雨田 教授（中研院經濟所研究員暨交大經管所教授）

日期：2010年11月05日

地點：義守大學綜合教學大樓50201

• 講題：醫學倫理相關

主講人：陳順勝 副院長（高雄長庚醫院）

日期：2010年11月11日

地點：義大醫院六樓會議廳

• 講題：病人安全相關

主講人：詹廖明義 總顧問（大里仁愛醫院）

日期：2010年11月13日

地點：義大醫院六樓會議廳



- **講題：財務研習營-Political Connection, Corporate Finance, Investment and Banking**

主講人：沈中華 教授（國立台灣大學財務金融系）

日期：2010年11月19日

地點：義守大學綜合教學大樓50201

- **講題：川柳@台灣**

主講人：涂世俊 會長（台灣川柳學會）

日期：2010年12月01日

地點：義守大學綜合教學大樓50917

- **講題：病歷寫作**

主講人：劉自嘉 顧問（萬芳醫院）

日期：2010年12月04日

地點：義大醫院六樓會議廳

- **講題：肺結核診斷與感染管制措施**

主講人：許榮達 醫師（義大醫院胸腔內科）

日期：2010年12月18日

地點：義大醫院六樓會議廳

- **講題：國際禮儀**

主講人：林燈燦 名譽理事長（中華民國觀光導遊協會）

日期：2010年12月20日

地點：義守大學綜合教學大樓50919

- **講題：日本企業と日本人の思考**

主講人：蒔田恭雄 講師（義守大學應用日語學系(所)）

日期：2010年12月24日

地點：義守大學綜合教學大樓50920

國科會消息

• 2011/2012台俄（NSC-RFH）人文社會領域雙邊共同合作研究計畫

國科會為推動國內學術發展暨促進與俄羅斯在人文及社會領域之學術合作，於2007年5月與俄羅斯人文科學基金會（Russian Foundation for Humanities, RFH）達成協議，雙方同意以共同補助雙邊研討會及合作研究計畫來促進兩國科技交流；2008、2009及2010三年度已補助9項計畫。

訊息相關網址：<http://web1.nsc.gov.tw/>

計畫截止日：A型合作計畫－2010年9月30日

B型合作計畫－隨到隨審，活動開始前2個月

雙邊研討會－2010年9月30日

• 2011年與東歐國家地區之PPP計畫

為增進我國年輕學者及研究人員國際學術合作經驗，國科會自87年起分別與、匈牙利科學院(HAS)、保加利亞科學院(BAS)、波蘭科學院(PAS)及捷克科學院(ASCR)簽署以計畫為基礎之人員交流計畫(Project-based Personnel Exchange Program, PPP)，期促進與上述國家之合作研究團體，因計畫所需之人員交流，同時作為雙方研究團體共同發展大型研究計畫之育成階段。

訊息相關網址：<http://www.nsc.gov.tw/int/>

計畫截止日：保加利亞－2010年9月30日

波蘭－2010年9月30日

捷克－2010年9月30日

匈牙利－2011年2月15日

• 100年度人文及社會科學經典譯注研究計畫

國科會為鼓勵譯注人文及社會科學經典，以厚植相關領域研究基礎，特徵求「100年度人文及社會科學經典譯注研究計畫」。

訊息相關網址：<http://web1.nsc.gov.tw/>

計畫截止日：構想簡表－2010年9月30日

計畫書－2010年12月31日

• 臺灣西班牙「福爾摩沙計畫」—2011/2013雙邊優先領域合作研究計畫

國科會與西班牙最重要的科技機構-西班牙國家高等科學研究委員會(CSIC)於2006年首次簽訂雙邊合作協議，以促進兩國科技交流，並以合作研究計畫、人員互訪交流及雙邊學術研討會為主要合作項目。

訊息相關網址：<http://www.nsc.gov.tw/int/>

計畫截止日：2010年10月15日

• 2011~2012臺灣-義大利雙邊合作研究計畫

國科會為推動與南歐國家之科技合作，於2007年10月26日與義大利國家研究委員會(The National Research Council of Italy, CNR)簽署雙邊科學合作協議(Agreement on Scientific Cooperation)，雙方同意促進兩國科技交流，而以共同合作計畫、研究人員互訪及雙邊學術研討會為主要合作活動；並於同日簽訂合作計畫(Cooperative Programme of the Agreement on Scientific Cooperation)，以作為未來四年共同推動合作之作業準則。

訊息相關網址：<http://www.nsc.gov.tw/int/>

計畫截止日：2010年10月15日

• 100年度「卓越領航研究」構想書

為塑造世界一流的自然科學研究學者與團隊，特徵求100年度「卓越領航研究」構想書。

訊息相關網址：<http://www.nsc.gov.tw/nat/ct.asp?xItem=18475&ctNode=1796>

計畫截止日：構想書—2010年10月18日

• 2011年台菲雙邊科技合作計畫

依據第二屆台菲部長級科技會議協議、99年4月及6月之台菲雙邊研討會及會議決議於99年7月台菲雙邊公開徵求台菲2011年雙邊科技合作計畫書，共同加強與鼓勵台菲雙邊學者在科技互惠下共同參與研究與加強兩國學術界的互動。

訊息相關網址：<http://www.nsc.gov.tw/int/>

計畫截止日：2010年10月30日

• 100年度「基礎前瞻性農業生物及相關科技研究」計畫

爲了落實農業生物科技之研發，實有必要對農業生物進行瞭解，並做深入、創新前瞻與長期性之基礎研究，以促進生物科學及農業科技有突破性及創新性之研究發展。因此，國科會規劃推動「基礎前瞻性農業生物及相關科技研究」，其主要任務在選定並推動執行具有本土利基性、前瞻性農業生物以及有發展潛力成爲應用可能之農業生技項目。工作重心定位於「創新性基礎研究」方面，是屬於較上游之基礎應用研究。藉由本研究計畫之推動，期能開創、聚焦及強化基礎農業生物及相關生物科技之研究，並促成農業生物科學與技術之突破發展以及發表國際上重要期刊論文，提升我國相關學術領域及人才之國際地位。

訊息相關網址：<http://web1.nsc.gov.tw/>

計畫截止日：構想書－2010年9月20日

計畫書－2011年1月21日

• 台法(NSC-ANR)合作研究計畫--雙邊協議專案型國際合作計畫

國科會與法國國家科學研究中心(CNRS)及國家醫藥研究院(INSERM)等二單位所簽訂雙邊科技協議下之合作研究計畫，亦屬於「雙邊協議專案型國際合作計畫(Joint Call)」。

訊息相關網址：<http://web1.nsc.gov.tw/>

計畫截止日：每年12月31日

● 經濟部工業局 ---- 「工業區廠商轉型再造升級計畫」

1. 為協助廠商競爭力提升診斷輔導計畫係以協助工業局所編定超過15年之54處工業區廠商，藉由豐沛學界研發能量之導入，協助廠商解決即時技術問題、診斷與輔導並有效應用政府研發資源，達到工業區廠商轉型升級之目標。
2. 申請資格：台灣地區依中華民國大學法設立之公私立大學。
3. 受理期間：本案自即日起至99年10月25日受理第一階段申請。
4. 訊息相關網址：http://www.isu.edu.tw/interface/shownews.php?id=35525&dept_id=9&dept_mno=27

● 鼓勵中小企業開發新技術 - SBIR（經濟部技術處）

1. SBIR計畫就是「小型企業創新研發計畫（Small Business Innovation Research）」，它是經濟部為鼓勵國內中小企業加強創新技術或產品的研發，依據「經濟部促進企業開發產業技術辦法」所訂定的計畫，期望能以此協助國內中小企業創新研發，加速提升中小企業之產業競爭力，以迎接面臨之挑戰。
2. 申請資格：依公司法設立之中小企業
3. 受理期間：計畫為政府持續推動與支持之計畫，廠商可隨時提出申請，並無特定的申請截止日期。
4. 訊息相關網址：<http://www.sbir.org.tw/SBIR/Web/Default.aspx>

● 主導性新產品開發輔導計畫（經濟部工業局）

1. 政府為鼓勵民營事業研究開發主導性新產品，發展高科技之新興產業，提升技術層次，調整工業結構，提高國際競爭力，促進經濟成長，依據行政院「加速製造業升級及投資方案」第三項措施「加速資本及技術密集工業之發展」，訂定「主導性新產品開發輔導辦法」，以提供研究開發補助經費方式，鼓勵國內新興高科技工業具有研究發展潛力之廠商，參與本項輔導計畫。
2. 申請資格：依公司法設立之公司(詳細資格條件請參閱網站)
3. 受理期間：計畫為政府持續推動與支持之計畫，廠商可隨時提出申請，並無特定的申請截止日期。
4. 訊息相關網址：<http://leading.itnet.org.tw/index.php>

● 高雄市政府地方型SBIR計畫

1. 為協助各直轄市、縣(市)政府，經濟部特配合匡列相對經費，俾利各直轄市、縣(市)政府擁有加倍之經費得以辦理地方特色產業創新研發計畫之推動，帶動中小企業積極投入地方特色產業之研發，而提升具地方特色產業聚落創新研發之能量，以鼓勵中小企業創新研發之政策得以在地方紮根。基此，特規劃由各直轄市、縣(市)政府辦理「地方產業創新研發推動計畫」（地方型SBIR）。
2. 申請資格：依公司法設立之中小企業，且其本公司住所設於高雄市並取得高雄市政府核發之營利事業登記證者；或依法取得高雄市政府核發工廠登記證之工廠。（詳細資格條件請參閱網站）
3. 受理期間：約為每年8-9月（依網站公告為主）
4. 訊息相關網址：<http://sbir.sid.iii.org.tw/main.php>

● 經濟部「業界科專計畫」（經濟部技術處）

1. 為鼓勵企業從事技術創新及應用研究，建立研發能量與制度，經濟部開放企業界申請「業界科專」計畫，藉以政府的部分經費補助，降低企業研發創新之風險與成本，且研發成果歸廠商所有，以積極鼓勵業者投入產業技術研發工作，在業界提出申請及執行計畫過程中，輔導業界建立研發管理制度、強化研發組織、培育及運用科技人才、誘發廠商自主研發投入與後續投資，並促進產、學、研之間的交流與合作，健全業界整體發展能力，達到政府「藏技於民」的美意
2. 申請資格：依公司法設立之本公司或從事與創新服務研究發展活動相關具稅籍登記之事務所及醫療法人、財務健全、其專業團隊具從事提供知識之創造、流通或加值之工作經驗且有實績者，均可提出計畫申請。
3. 受理期間：計畫為政府持續推動與支持之計畫，廠商可隨時提出申請，並無特定的申請截止日期
4. 訊息相關網址：

http://www.isu.edu.tw/interface/showdoc.php?dept_id=4&levelid=5358&dept_mno=27

• 國科會補助「高科技設備前瞻技術發展計畫」

1. 為激勵廠商投入高科技設備前瞻技術之研究發展，有系統地推動製程設備產業上下游自發性整合與投入提升製程零組件前瞻技術，促進產業轉型與技術升級及提昇機械設備價值，進而提升國內製程設備之接受度與使用率，增加設備與關鍵零組件產值，並引進學術界力量，強化產學合作資源整合，協助推動高科技設備之前瞻技術發展，提升國家產業競爭力。
2. 申請資格：依公司法設立之公司(詳細資格條件請參閱網站)。
3. 受理期間：即日起至101年底
4. 訊息相關網址：

http://www.hted.ncnu.edu.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=425&catid=107

• 經濟部「學界開發產業技術計畫」TDPA ---- 「在地型產業加值學界科專計畫」

1. 基於政策推動延續性之考量，並因應在地產學合作之趨勢，經濟部技術處持續開放「在地型產業加值學界科專計畫」受理申請，期能利用學界研發能量扶植特定產業技術或帶動區域產業發展，強化產學合作之連結，達到以產助學、以學輔產之目的。
2. 申請資格：台灣地區依中華民國大學法設立之公私立大學
3. 受理期間：本案自97年1月1日起受理申請，視計畫收件及預算使用情形再公告截止收件日期。
4. 訊息相關網址：

http://www.isu.edu.tw/interface/showdoc.php?dept_id=4&levelid=5359&dept_mno=27

● 國科會「補助產學合作研究計畫」

1. 整併原有的大產學、小產學及數位產學相關補助要點，並建構產業需求導向之產學合作模式，以整合運用研發資源，發揮大學及研究機構之研發力量，以期能透過產學的團隊合作與相互回饋的機制，提升國內科技研發的競爭力。分為「先導型」、「應用型」及「開發型」計畫。
2. 申請資格：
申請機構（以下稱計畫執行機構）：係指公私立大專校院、公立研究機構及經本會認可之財團法人學術研究機構。
合作企業：係指依我國相關法律設立之獨資事業、合夥事業及公司，或以營利為目的，依照外國法律組織登記，並經中華民國政府認許，在中華民國境內營業之公司，並以全程參與本會產學合作研究計畫為原則。
3. 受理期間：
先導型產學合作計畫，申請日期約為每年2月15日至4月15日止。
應用型產學合作計畫，申請日期為99年8月2日
開發型產學合作計畫自97年2月15日起，得隨時於預計開始執行之3個月前向國科會提出申請。
4. 訊息相關網址：
http://www.isu.edu.tw/interface/showdoc.php?dept_id=4&levelid=4473&dept_mno=27

● 國科會補助「跨國產學合作交流及專業人才培訓計畫」

1. 為推動國內學術界與國外產業合作研究，進行研究人員實質互訪交流，並選送國內優秀學生赴國外產業機構或應用研究機構（以下簡稱國外合作機構），進行新技術研習及專業培訓，以作為國內發展新興產業時之種子部隊。
2. 申請資格：符合國科會專題研究計畫申請人資格之公私立大專院校或其他經過本會認可之研究機構之專職人員得為計畫主持人，並得以其執行中之專題研究計畫為基礎申請本計畫。國外合作機構以外國合法公司並設有研發部門者，或與產業相關應用研究機構為限。
3. 受理期間：隨時受理
人員互訪：預定出/來訪前2個月提出
人才培訓：預定研習前3個月提出
4. 訊息相關網址：<http://www.nsc.gov.tw/int/ct.asp?xItem=10763&ctNode=1213>





義守大學 研究發展處

高雄縣大樹鄉學城路1段1號

電話：07-657-7711

傳真：07-657-7471

Mail : research@isu.edu.tw



義大醫院 醫學研究部

醫學教育部

高雄縣燕巢鄉角宿村義大路1號

電話：07-615-0011

傳真：07-615-5352

Mail : ed103390@edah.org.tw/

ed100075@edah.org.tw

發行人： 傅勝利 校長

杜元坤 院長

總編輯： 柯明道 副校長

蔡淳娟 副院長

沈季燕 研發長

沈德村 特別助理

編輯部： 黃克穠組長、林文祥組長、
劉孟雯小姐、王依雯小姐、
朱敏慈小姐

方怡月課長、鄭靜茹小姐、
陳麗芬小姐

