

出國報告（出國類別：參加國際研討會）

參加2013微機電設計、測試、整合與構
裝研討會報告

(2013 Symposium on Design, Test, Integration &
Packaging of MEMS/MOEMS, DTIP 2013)

服務機關：國防大學理工學院機電能源及航太學系

姓名職稱：羅本喆 教授

派赴國家：西班牙

出國期間：102年4月14日至21日

報告日期：102年5月3日

摘 要

「微機電設計、測試、整合與構裝研討會(DTIP, Symposium on Design, Test, Integration & Packaging of MEMS/MOEMS)」系列為歐洲地區在微機電系統(MEMS, Micro Electro-Mechanical Systems)及微光機電系統(MOEMS, Micro Optical Electro-Mechanical Systems)之設計、測試、整合、構裝方面，歷史相對悠久之國際研討會，本年度主辦單位為 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 國際電機電子工程師學會)及法國的 CMP(Circuits, Multi-Project)。DTIP 研討會自 1999 年起每年均在歐洲地區舉辦迄今未曾間斷，到了今年已是第 15 屆了。參與的專家學者均為各國相關領域一時之選，尤其以歐洲地區的學者為最多。承蒙國科會於個人年度執行之研究計畫「含矽通孔(TSV)電子構裝之射頻特性分析及其應力量測」(計畫編號 NSC 101-2221-E-606 -005)中編列預算，使個人得以於 102 年 4 月 14 日至 4 月 21 日赴西班牙巴塞隆納參加此次研討會並發表研究成果。以下就參加此次研討會之過程與心得分別報告之，最後提出個人建議提供相關單位或人士參考。

目次

一、目的	4
二、過程	4
三、心得	7
四、建議	9
五、致謝	10
六、攜回資料與附錄	10

一、目的

微電子構裝(Micro-Electronic Packaging)相關議題一直是個人研究所投入的方向，多年來除稍獲得了一些成果外也結交了不少國際友人。另一方面，個人從過去相關議題的接觸中早已知道微機電(MEMS)、微光機電(MOMES)等產品在開發製作時，構裝相關技術就將佔去一半以上的開發與製作成本，更是新產品成功開發不可或缺的一塊，因此個人過去在這些方面雖有興趣，也曾考慮投入相關研究，但卻都受環境或資源的影響而較少機會涉獵，遑論執行。由於歐洲一直是先進 MEMS/MOEMS 技術的發展重鎮，DTIP 研討會又是歐洲與全球同時並重於 MEMS/MOEMS 及其構裝技術的研討會，符合個人規劃之未來研究方向，所以此次決定赴西班牙巴塞隆納參加一年一次的 DTIP 研討會，以求拓視展野、吸收新知，特別是要了解 MEMS/MOEMS 及其構裝技術之最新發展，並與國際相關研究人員、工程師與專家學者們交流，以期從中獲得一些工具、材料、設計、模擬、製造、檢測、可靠度等相關技術面向的最新發展資訊。此外，會議期間個人發表研究成果一篇，也希望能獲得國際同儕的一些興趣及迴響，乃至對於後續研究提出建設性意見，作為未來研究規劃的方向。

二、過程

此次 DTIP 研討會議期為 4/16-4/18 三天於西班牙巴塞隆納舉行，本次研討會依照往年將研究主題概略分成 MEMS/MOEMS 之工具、設計與測試(CAD, Design, and Test)領域，以及微製作、MEMS/MOEMS 之整合與構裝(Microfabrication, Integration, and packaging)領域等二大面向，大會主席是來自法國 CMP 的 Dr. Bernard Courtois。DTIP 屬中型研討會，我國學者也一向積極參與，今年約有七、八人出席。本研討會今年報名人數為來自 18 個國家的百人左右；總論文數為 72 篇，其中以日本為最多，我國次之；研討會發表共有二篇受邀請

(Invited)論文，其他論文則依上述領域分成 12 個普通場次，以及試管生醫測試設計(In-Vitro Diagnostic Device)與 MEMS/MOEMS 可靠度等二個特別場次，我們的論文則是排在第二天的第一篇發表。除本人外，此次我國學者於會議中發表論文者包括中興大學楊錫航教授及王國禎教授等二位、中正大學仁春平教授、台科大林宗鴻教授及成功大學陳國聲教授，以及數位研究生等。經過冗長的申請程序後，個人終能有幸參與此次會議，過程詳述如下，心得則統整後敘述於下節：

第一天(4/16)

- 參加受邀論文「 Electromagnetic Phenomena: Control of Magnetic Properties via Electrical Input 」發表。
- 參加「 Sensor 」、「In-Vitro Diagnostic 」等場次論文發表。
- 與來自新加坡南洋理工大學(Nanyang Technological University, NTU)的工程師 Mr. Ang Kian Siong 交流研究內容，以及了解 NTU 在該國微機電領域的角色。次外，也從午餐的互動中了解新加坡在開放吸引國際人才政策下，內部貧富差距逐漸嚴重的現況。
- 準備次日論文發表的的報告事宜，包括練習及預演。

第二天(4/17)

- 發表論文「 Reliability of a Typical TSV Structure with Thermal Bias 」，內容主要在報告我們於過去一年對於矽穿孔(TSV, Through Silicon Via)技術製作之測試樣本在電流及電壓偏壓(bias)下，對其可靠度測試與特性分析的相關研究成果(論文摘要如附件)。簡報內容以投影片及口頭報告方式展現，發表過程順利，在場約 35 位人士聆聽，所有現場提出之問題本人均當場回答。發表後獲得了一些國際同儕的興趣及迴響，與會人士也提出簡單的內容討論，特別是對於實驗中電致遷移

(Electro-Migration)現象的好奇，以及對於後續研究提出的建設性意見。

- 論文發表後的休息時間與分組場次主持人，來自匈牙利的 Dr. Marta Rencz 互相討論彼此研究主題、兩國大學與教師概況，以及了解匈牙利在 MEMS 方面小有所成的發展。
- 參加受邀論文「MEMS Tactile Sensors for Robot」發表。
- 參加「Test and Reliability」、「Characterization」、「Reliability Criteria in MEMS/MOMES Design, Manufacturing and Test」等場次論文發表。
- 參加晚宴，並與來自美國 The University of Texas at San Antonio 的 Prof. Arturo Ayon 再次討論電致遷移問題，結論是二人一致認為這是半導體元件及其構裝面臨的一個重要議題，但因這個現象極為複雜且特性隨材料而異，故截至目前學、研界對此特性尚無定論或成功建立一致性的數學模型，所以電致遷移是一個未來值得投入更多精力研究的課題。

第三天(4/18)

- 參加「Device and Components」、「Assembly and Packaging」等場次論文發表。
- 與來自羅馬尼亞 National Institute for Research and Development in Micro-technologies 的 Dr. Ridica Voice 交流研究心得，並了解該國在微電子與微機電方面欠缺工業基礎以及面臨政府預算縮減的困境，以及研究人員仍力爭上游的現況。
- 參予閉幕討論(Closing Remark)。會中同儕提出關於下次研討會的建議，並討論明年會議的合適地點。

或許是受到歐洲人士嚴謹風格的影響，此次 DTIP 即使到最後一篇論文仍有六成以上人士在場。據悉這個現象是 DTIP 的一貫風格。相較於一般大型研討會，

此現象能夠持續維持多年實為不易。

本次出國參加研討會，返國後已於 2013 年 5 月 2 日本院半導體實驗室研究群的會議中提出報告，與師生分享心得。出國研討會及院內心得報告所拍攝之相片整理如附錄。

三、心得

此次出國參加會議較重要的收穫包括：

(1) 關於 DTIP 研討會：

本研討會是個中型研討會，成員來自各國微機電方面的好手，國際化足夠，研討會界定關於微機電的的二十大面向論文內容均堪稱技術新、水準夠、廣度也很好，值得推薦給國內從事微機電的產、學、研界相關人士。然而，此次研討會關於微機電的組裝與構裝方面只有一個場次的六篇論文發表，雖然也都有一定技術水準，但是數量實顯不足。然而論文篇數雖少，對於微積電構裝所最重要的密閉性(sealing)問題，以及避免造成晶片損壞所必須注意的控制構裝製程溫度等問題，也獲得了一些資訊。

經事後與同儕討論，認為微機電的構裝較屬於工程實務問題，並不一定適合撰寫成論文發表，因此如對相關議題有興趣除了 DTIP 研討會外，也需多加注意其他獲取資訊與新技術應用的機會。

(2) 微影技術造成新穎材料的演進開發，將促使微機電技術更上層樓的發展：

當微影技術發展到光波波長以下後，藉著新製程技術，原本並不存在的材料已逐漸被開發或受到極大注意中，某些材料甚至已被使用在微機電產品之上。如在本次研討會中受邀論文提及的 Metamaterial (有譯作「超材料」或「超穎材料」)研究，使得具有負折射率、負電容率(permittivity)的材料得以實現，也因此帶動在電磁學、光學等領域出現新的微機電產品，甚至未來光

學電腦(Optical Computer)的可能實現等等。

(3) 有感機器人的發展：

各式機器人(Robot)的應用在今天已經司空見慣了，但是它們都是一個指令一個動作，無法與環境互動。來自日本的學者在此次會中提出整合多個微感應器在機器人上形成「有感毛髮」的概念。由於這些「有感毛髮」是由對溫度極敏感的壓電材料製成，這些微感應器並能自動校正溫度等環境影響，達到專注於感測機器人的受力狀態的設計目的。有了這些新技術，機器人將不再只是接受命令，更能回饋其環境狀態給自己或是使用者，也使得具有智慧的機器人的出現指日可待。

(4) 新技術成形與發展對教學的挑戰：

因各種新技術如雨後春筍般出現，對於工程方面學生而言，在大學或研究所階段的課程究竟該是該精，還是該廣？又要包含到什麼樣的程度內容？這些都是我們在大學任教的老師該思考的課題。然而，無論技術再怎麼進步、發展，其實都並不出普物、普化及微積分的基本範圍，因此這些基礎科目的教學是否成功，尤其該是一個成功大學工程學科課程的基礎。

(5) 對於個人未來研究的展望：

參加 DTIP 前個人對於微型發電技術很有興趣，恰好此次研討會有數篇相關論文提到的技術發展可以供參考，如義大利學者 G. D. Pasquale 等提到的壓電纖維(piezo-fiber)技術、日本學者 S. Yamagishi 等發表的陶瓷壓電層最佳化研究、日本學者 Y. Suzuki 等發表的直流電流感應器、法國學者 A. Dudka 等討論靜電震動之能量收集等。相信這些研究成果應會對於個人未來研究具有參考價值。

(6) 巴塞隆納是個值得造訪的藝術之都：

第一次造訪南歐國家，雖然言語不通，只感覺人們都很合善、熱情，風

景美，可稱是個觀光客的天堂。雖然巴黎號稱藝術之都，但巴塞隆納的建築的兼具美術與實用、博物館的豐富收藏、古蹟的良好保存等等，都是值得驚艷之處，難怪它可以培養出畢卡索、達利、高地等等偉大的藝術家。看到雄偉的聖家堂(Sagrada Família)動工百餘年迄今仍無完工跡象，就知道做為一個偉大城市的堅持該是什麼。相形之下，三峽祖師廟當年為了求早日完工所引進的一批水準不佳的新柱子，真是敗筆。

(7) 經濟停滯失業率高，易引起社會安全問題：

根據統計，西班牙因經濟停滯造成高達六百萬的失業人口，所以出發前外交部將其列入灰色警戒區，提醒國人注意。到了該地，一時還無法看出其中端倪，但路邊咖啡座的老板娘早就已好心提醒隨身物品要顧慮周全，果然同行的某位老師照相機被偷了！有此經驗，漸漸體會失業率高，年輕人一正職難求之下深感前途茫然的心情，以及長期下來恐引起的社會問題。他山之石，我們的社會雖未曾經歷如此蕭條，但要步步為營，避免步入其後塵。

四、建議

1. DTIP 系列研討會在學術上及技術實用上多年來均能維持一定水準，值得推薦給國內從事微機電的產、學、研界相關人士參與。
2. 由於我國學者歷年在 DTIP 研討會中表現活躍深獲國際同儕肯定，未來可以考慮爭取 DTIP 每隔若干年移至國內主辦，甚至併同業界共同辦理技術發表或商品展覽等等。如此不但可以創造商機，更讓更多國內人士廣開視野，從而提升我國微機電技術水準。
3. 本次會議發表論文係由本人與研究生合力完成，惜行程太遠受限經費無法攜研究生同行，讓其感受到參與一流國際學術活動的激勵。建議相關單位增加預算經費，讓研究生多有參與國際學術會議的機會。
4. 軍校教師申請公費赴國外參加研討會之手續及管制如能適當鬆綁，將能讓出

國人更能全力專注於研討會相關事宜，使公帑及資源能夠最有效利用。

五、致謝

感謝國科會研究計畫 NSC 101-2221-E-606 -005 「含矽通孔(TSV)電子構裝之射頻特性分析及其應力量測」之經費支援，使此次出國行程得以順利成行。

六、攜回資料與附錄

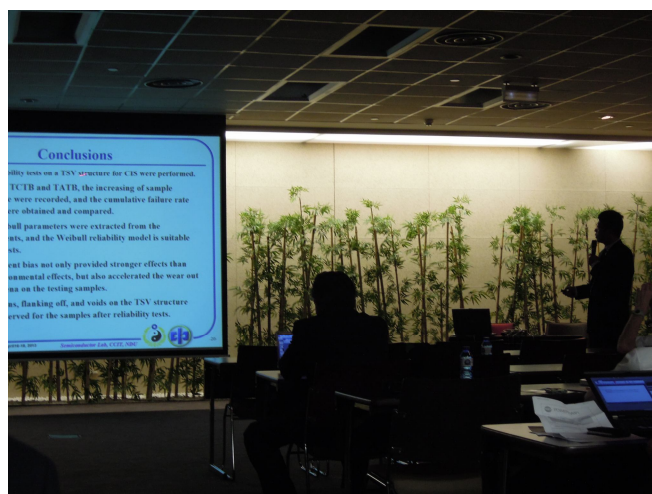
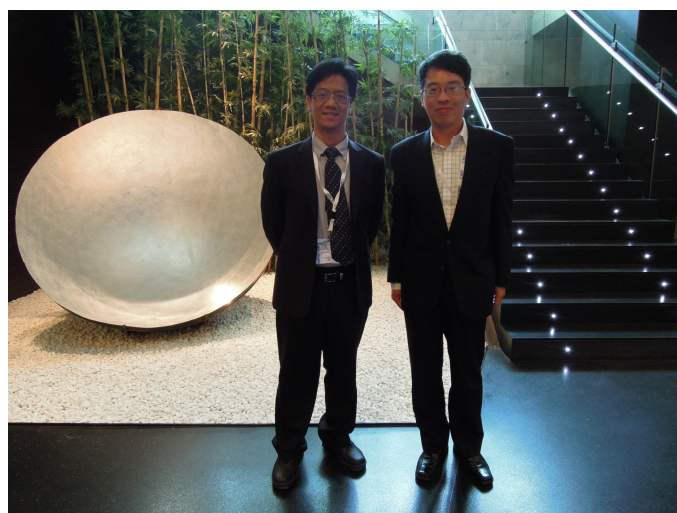
參加本次會議之攜回資料包括論文集一本、論文集光碟一個，以及會議手冊一冊。我們所發表的論文「Reliability of a Typical TSV Structure with Thermal Bias」被安排在論文集第 147 至 150 頁，論文摘要附於最末。隨附相片說明如后：



與(左)大會主席 Dr. Bernard Courtois ; (右) Mr. Ang Kian Siong 合影於會場



與(左) 楊錫航教授及 Mr. Ang Kian Siong ; (右)任春平教授合影於會場



論文發表現場



論文發表後之 Q&A 討論時段



回國後於 102.5.2.半導體實驗室會議中報告心得

Reliability of a Typical TSV Structure with Thermal Bias

Ben-Je Lwo*, Kuo-Hao Tseng**, and Kun-Fu Tseng***

Semiconductor Lab., Chung-Cheng Institute of Technology,
National Defense University, Ta-Shi, Tao-Yuan, Taiwan, R.O.C.
Email: *lwob@ndu.edu.tw, ** shock912@hotmail.com

***Department of Electronic Eng., Asia-Pacific Institute of Creativity,
Tao-Fan, Miao-Li, Taiwan, R.O.C.
Email: kftseng@ms.apic.edu.tw

ABSTRACT

TSV (Through Silicon Via) technology has been employed on packaging for CIS (CMOS Image Sensor) chips for many years. To assess the reliability behavior of a typical TSV design for CIS chips, the temperature humidity cycling tests (THCT) have been performed on self designed TSV samples but without current bias. Since the current bias lead electro-migration effects which are not neglect-able in actual CIS packaging applications, this study performs the thermal bias reliability tests on the same TSV chips. To this end, thermal aging and thermal cycling experiments with current bias were first performed, and resistance of the TSV samples were recorded continuously to identify the failure time of each sample. We next use the Weibull model for reliability analyses and the Weibull parameters were then extracted from the experimental data to predict lifetime performance of the samples. This paper finally compares the thermal biasing results in this study with the previous non-bias data.

Keywords—TSV technology, CMOS image sensor (CIS), thermal bias, reliability.