

出國報告（出國類別：出席國際學術會議）

2013 年國際微機電與微光機電設計 測試封裝研討會與會心得

服務機關：國立中正大學機械工程學系/前瞻製造系統頂尖研究中心

姓名職稱：任春平教授

派赴國家：西班牙

出國期間：2013.04.14~2013.04.19

報告日期：2013.11.01

摘要

本人於 2013 年四月赴西班牙巴塞隆納參加國際微機電與微光機電設計測試封裝研討會 (Symposium on Design, Test, Integration and Packaging of MEMS/MOEMS 2013)，並於會中發表兩篇本人研究成果。本會議為每年舉辦一次的國際性會議，為微機電系統領域相關會議中少數極重要會議之一，每年舉辦一次，今年投稿稿件來自 14 個國家共有 72 篇論文於該會議發表。近年來，該會議每年吸引數以百計之世界各地之專家學者參與，其國際地位及重要性與日俱增。本次會議於今年（2013 年）4 月 16 日至 18 日在 Barcelona, Spain (西班牙，巴塞隆納) Novotel Hotel Barcelona City(巴塞隆納市諾富特酒店)舉辦，三天的會議中，分為 14 個分項進行論文發表。參與此次會議，從各專家學者的演講中獲益匪淺，發表演講的都是在這個領域研究卓著、成績斐然之學者，透過他們的演講及學術交流中，使筆者對於此領域的研究有了更深的瞭解，對於相關研究在全世界各地的脈動。

目次

摘要	I
目次	II
一、與會目的及過程	1
二、與會心得	14
三、建議	15
四、攜回資料	15
五、活動照片	16

一、與會目的及過程

2013 年國際微機電與微光機電設計測試封裝研討會(Symposium on Design, Test, Integration and Packaging of MEMS/MOEMS 2013)，本次會議於今年（2013 年）4 月 16 日至 18 日在 Barcelona, Spain（西班牙，巴塞隆納）Novotel Hotel Barcelona City(巴塞隆納市諾富特酒店)舉辦，這次會議為每年舉辦一次的國際性會議，為微機電系統領域相關會議中少數極重要會議之一，每年舉辦一次，今年投稿稿件來自 14 個國家共有 72 篇論文於該會議發表。近年來，該會議每年吸引數以百計之世界各地之專家學者參與，其國際地位及重要性與日俱增。

會議開幕，由 Bernard Courtois (伯納德·庫爾圖瓦)教授主持開幕，接著由 Melanie W. Cole(梅勒妮 科爾)教授以 ” Electromagnetic Phenomena: Control Of Magnetic Properties Via Electrical Input (電磁現象：通過電輸入控制磁特性)”為題發表演說。接下來分為兩個平行的議題，MEMS DEVICES AND COMPONENTS (微機電裝置及元件) 以及 SENSORS (感測器)。本人挑選與自身研究相關性接近的 SENSORS (感測器) 前往聆聽。該場次分別有以下論文發表：

- (1) MULTIPARAMETRIC MEMS BIOSENSOR FOR CELL CULTURE MONITORING (用於細胞培養監測多參數微機電的生物感測器)
- (2) IONIC GEL BASED CARBON DIOXIDE GAS SENSOR(離子凝膠基二氧化碳氣體感測器)
- (3) ALGAAS/INGAAS THERMOPILES FOR INFRARED IMAGING USING SURFACE BULK MICROMACHINING TECHNOLOGY (鋁砷化鎵/砷化銦鎵熱電堆技術的紅外成像中表面體微機械加工技術)
- (4) DEVELOPING MEMS DC ELECTRIC CURRENT SENSOR FOR END-USE MONITORING OF DC POWER SUPPLY: PART III – INTEGRATION WITH ACTUATING AND SENSING ELEMENTS (開發微機電系統直流電流傳感器的直流電源最終用途監測：第三部分 - 一體化與驅動和感測元件)

(5) MEASUREMENT OF AN AIRFLOW VELOCITY CHANGE USING A CANTILEVER WITH $Pb(Zr, Ti)O_3$ (使用帶有鈣鈦礦懸臂測量氣流速度變化)

(6) PYROELECTRIC PZT SENSORS SCREEN PRINTED ON GLASS (印刷在玻璃上之熱釋電傳感器壓電陶瓷絲網)

分別介紹了，細胞培養監控感測器、氣體感測器，及溫度、電流及流速感測器與相關製程技術。感測器應用分類包含壓力感測器、溫濕度感測器、溫度感測器、流量感測器、液位感測器、超聲波感測器、浸水感測器、照度感測器、差壓變送器、加速度感測器、位移感測器、稱重感測器。一個感測器的輸入對輸出的影響被稱為感測係數或靈敏度。當一個感測器的輸入和輸出完全成線性關係的時候，這個感測器就是一個理想感測器。同時，理想感測器還應該遵守以下原則：只受被測因素的影響；不受其他因素的影響；感測器本身不會影響被測因素。感測器是接收信號或刺激並反應的器件，能將待測物理量或化學量轉換成另一對應輸出的裝置。用於自動化控制、安防設備等。流動方向感測器是一個新的結構完善的檢測氣流在任何方向和它的接口電路，實現了簡單的運算放大器電路也可用於檢測流向沒有任何的溫度補償流量檢測是非常重要的各個工業領域，和流量感測器進行了研究，為了準確和高效的測量。流量感測器，它有體積小，功耗低功耗的特性，不僅適用於流量測量在工業領域，而且也利用在日常生活中。

筆者於4月16號當天下午兩點及三點有兩場研究成果發表，分別為”Protein Preconcentration Using Nanofissures Generated By Nanoparticle-Facilitated Electric Breakdown At The Junction Gaps (使用奈米裂隙生成由奈米粒子促進的電擊穿交界處縫隙之蛋白質富集)”以及” Isolating Rare Cancerous Cells From Red Blood Cells In Sub-Milliliter Sample Volumes Utilizing Dielectrophoresis In Reversing Stepping Electric Fields (從紅血球細胞次毫升樣本量利用介電泳在逆向步進電場分離稀少癌細胞)”，發表於下午的IN-VITRO DIAGNOSTIC DEVICE (體外診斷設備)場次，該場次包含：

(1) FINITE ELEMENT ANALYSIS OF PIEZOELECTRIC MILLIMETER-SIZED

MASS SENSORS (有限元分析壓電毫米大小的質量感測器)

- (2) A HIGHLY SENSITIVITY BIOSENSOR BASED ON A 3D GOLD NANOSTRUCTURE MODIFIED SCREEN-PRINTED ELECTRODE FOR GLUCOSE DETECTION (基於三維金奈米結構修飾絲網印刷電極對葡萄糖檢測的一種高靈敏度生物感測器)
- (3) PROTEIN PRECONCENTRATION USING NANOFISSURES GENERATED BY NANOPARTICLE-FACILITAED ELECTRIC BREAKDOWN AT THE JUNCTION GAPS (使用奈米裂隙生成由奈米粒子促進的電擊穿交界處縫隙之蛋白質富集)
- (4) DETECTION OF BASE PAIRS IN SINGLE-NUCLEOTIDE POLYMORPHISMS (SNP) USING A NANOSTRUCTURED BIOSENSOR (在檢測單核苷酸多態性鹼基對的使用奈米結構生物感測器)
- (5) DIAMOND MICRO-ELECTRODE ARRAYS (MEAS): A NEW ROUTE FOR IN-VITRO APPLICATIONS (鑽石微電極陣列：用於體外應用的新途徑)
- (6) ISOLATING RARE CANCEROUS CELLS FROM RED BLOOD CELLS IN SUB-MILLILITER SAMPLE VOLUMES UTILIZING DIELECTROPHORESIS IN REVERSING STEPPING ELECTRIC FIELDS (從紅血球細胞次毫升樣本量利用介電泳在逆向步進電場分離稀少癌細胞)

本場次主題在於疾病診斷裝置，除了本人的兩篇論文外，還包含血糖檢測及奈米材料應用於生醫感測上之技術。會議當中和許多其他國家學者進行學術交流，於交流中增廣不少見解與啟發。

隨著社會的進步，生活品質的改善，現今已慢慢趨向老年化社會，因為醫療的改善，使我們可以提早發現及早治療。但近年來癌症(Cancer)仍為死亡率最高之病症，癌症又稱惡性腫瘤(Malignant neoplasm)，是由於人體的控制細胞分裂增殖機制失常而引起的疾病，而癌細胞除了分裂失控外，還會局部入侵周遭正常組織，甚至經由體內循環系統或淋巴系統轉移到身體其他部分，稱之為轉移

(Metastasis)；當癌症擴散到全身，且侵入到其他器官，對疾病的治療是相當困難的。任何細胞樣本低於每毫升一千顆細胞濃度下，可稱為稀少細胞，如：CTCs(循環腫瘤細胞)、循環胎兒細胞、幹細胞，其細胞濃度是高度可變的，取決因素有樣品的年齡、疾病階段和細胞結構皆會影響其細胞濃度。在 1896 年，Thomas Ashworth (托馬斯·阿什沃思)於癌症死亡患者外周血(Peripheral blood)中，發現了類似腫瘤的細胞，因此提出循環腫瘤細胞(Circulating tumor cells, CTCs)的概念，目前已有多種癌症可於 CTCs 中被檢測出來，像是乳癌、子宮頸癌、肺腺癌等，但由於 CTCs 在血液中的數量相對稀少，要在血液中檢測至少量 CTCs 有相對的難度，因此濃縮稀少細胞對於生物學及臨床研究占相當大的地位。若在癌症發生轉移初期於患者血液中捕捉或檢測到微量稀少的 CTCs，不僅可提高治療機率，並可防止癌細胞快速擴散，降低轉移風險機率，因此 CTCs 濃縮逐漸被重視且研發其檢測技術，而目前 CTCs 其檢測方法有免疫細胞化學(Immunocytochemistry, ICC)、聚合酶鏈反應(polymerase chain reaction, PCR)、逆轉錄-聚合酶反應(reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR)、流式細胞儀(flow cytometry, FCM)等方法。

過去檢測 CTCs 方法不僅耗時又相當不便，為了快速及有效檢測體內癌細胞的存在，體外檢測醫療器材(In vitro devices, IVD)日漸重要，目前普遍用於檢測的器材有血糖計、尿液試驗及懷孕試驗等。對於個人醫療(Point of care testing, POCT)而言，患者可直接使用 IVD 採樣檢體，馬上進行分析，可在最短時間內，快速對病患狀態進行了解且做出有效率的判斷。這些檢測器是基於微機電系統的發展，其中整合微流體裝置與生物和生化的應用，進而演化為生物感測器，而生物感測器目前融合生物、物理、化學、電子、機械、電腦科學領域為一體的新興產品，所以目前各國皆積極開發生物醫學產業，因此生物晶片的成功研發為未來趨勢。目前醫院檢測儀器體積都非常龐大且價格不菲，一個高靈敏度檢驗晶片的成功開發，不僅有利於節省成本更能縮短檢驗時間，其優勢對於未來有重大幫助。生物微粒子的操控是生物醫學的重要應用，像是在懸浮液體中濃縮、分離出

罕見癌細胞以及根據細胞的特性，將細胞進行誘捕或定位；在目前的微流體細胞濃縮研究中，其主要是朝向微量樣本之研究目標。另外在微機電系統的平臺上，整合電機、機械、材料等領域的技術，製作微小化的元件，常見的半導體晶片就是將複雜的電路經由多層的製造技術製造出來，而把不同功能的半導體晶片組合起來就成為手機、電腦等產品，電子產品的進步大多仰賴微機電技術的發展。而對於生醫技術來說，利用微機電系統製作微米大小的流道、幫浦、混合器、閥件等元件，經由流道的設計與各種元件的整合，可以在一塊晶片內進行各種化學、生物分析實驗，也就是所謂的實驗室晶片 (lab on a chip)，不僅取代大型儀器佔用的空間與高昂的價錢以外，微小化晶片的好處還有提高檢測靈敏度、降低樣本消耗量、提高其一致性等優勢，對於現有的檢測技術都有衝擊性的改善。

疾病的檢測是醫療系統中相當重要的一環，早期發現早期治療的目標全仰賴檢測技術的精進才有辦法達成，然而疾病在越早期的階段欲測的樣本濃度往往越少，檢測難度亦隨之提升，加上現有儀器存在著檢測極限 (Limit Of Detection, LOD) 及樣本需求量較大，疾病的早期發現難度不小。於是在檢測之前先將檢體進行濃縮，提高待測物的濃度將能更有效地提高檢測靈敏度，並且大幅度的提高檢測的準確性與成功率，由此可見，進行樣本濃縮是重要且必需的前置程序。蛋白質濃縮在檢測上更佔重要的部份，DNA(脫氧核糖核酸)檢體的放大可以藉由PCR (Polymer Chain Reaction, 聚合酶鏈鎖反應) 的過程複製，而樣本中的蛋白質由於難以純化及複製，因此近年來發展了很多種蛋白質的濃縮方法，如電場放大樣品堆積技術 (Field-Amplified Sample Stacking, FASS)、溫度梯度聚焦 (Temperature Gradient Focusing, TGF)、等速電泳 (Isotachopheresis, ITP)、等電聚焦 (Isoelectric Focusing, IEF)、多孔性材料過濾法 (porous filtering)]及排斥集中效應 (Exclusion-Enrichment Effect, EEE) 的濃縮方法等等，其中電場放大樣品堆積技術、等電聚焦法與等速電泳法的濃縮方法需要至少兩種的緩衝液進行，操作步驟較為複雜；溫度梯度聚焦法需要精準的溫度控制系統；多孔性材料過濾法需要在特定的位置固定材料，晶片製作上較為繁雜；相較之下，排斥集中效應的濃縮

方法僅需要一種緩衝溶液、操作的方式較為簡便、具有高濃縮倍率和能夠與其他檢測或分離的部分整合等等優點，適合發展在生醫檢測與樣本分析的應用上。

之後，便有另外兩個平行的議程進行：MODELING AND CHARACTERIZATION (建模和特徵)與 MATERIALS AND MANUFACTURING (材料和製造)。本人挑選 MODELING AND CHARACTERIZATION(建模和特徵)進場聆聽論文發表，所發表之論文有：

- (1) CHARACTERIZATION OF TEMPERATURE EFFECTS ON SINGLE-PHOTON AVALANCHE DIODES FABRICATED IN A HVCMOS CONVENTIONAL TECHNOLOGY (表徵溫度效應對單光子雪崩二極管編造一個高壓互補式金屬氧化物半導體的傳統技術)
- (2) DRIE PROCESS MODELLING (深反應式離子蝕刻製程建模)
- (3) WEARABLE FABRICS WITH INTEGRATED PIEZOELECTRIC MICROFIBERS FOR HUMAN BODY ENERGY HARVESTING: DESIGN AND CHARACTERIZATION (可穿式織物內置壓電式超細纖維對人體能量收集：設計和特性)
- (4) ACTIVE CONTROL OF EFFECTIVE MASS, DAMPING, AND STIFFNESS OF MEMS (微機電有效質量，阻尼和剛度的主動控制)
- (5) MINIMIZING THE EFFECT OF PROCESS VARIATION ON PERFORMANCE BY OPTIMIZING DESIGN PARAMETERS (通過優化設計參數之極小化過程的變化對性能的影響)
- (6) MODELING OF CHEMICAL MECHANICAL POLISHING PROCESSES BY CELLULAR AUTOMATA AND FINITE ELEMENT/MATLAB INTEGRATION METHODS (模擬化學機械拋光技術的元胞自動機和有限元/矩陣實驗室的集成方法)
- (7) HIGH PERFORMANCE NANOPILLARS ARRAY SILICON SOLAR CELLS (高性能奈米柱陣列矽太陽能電池)

演講中發表了製程中的相關特性及控制，及模擬技術。其中也包含國內目前十分重視的太陽能應用。近年來由於能源短缺，除了開發新能源，例如太陽能發電即為目前相當看好的能源來源。以 2004 年全球 65 億人口來估算，能源需求換算成發電裝置設置容量為 14.5TW (太瓦)，到 2050 年全世界人口至少要達到 100~110 億，按照每人每年 GDP 增長 1.6%，GDP 單位能耗按照每年減少 1%，則能源需求設置容量將是 30 到 60 TW(太瓦)，屆時主要需仰賴可再生能源來解決。然而，世界上潛在水能資源 4.6 TW(太瓦)，經濟可開採資源只有 0.9 TW(太瓦)；風能實際可開發資源 2TW(太瓦)；生質能 3 TW(太瓦)。只有太陽能是唯一能夠保證人類能源需求的能量來源，其潛在資源 120,000 TW(太瓦)，實際可開採資源高達 600 TW(太瓦)。太陽能因而成為新興的綠色能源，每年以 50%成長率大幅成長，使得太陽能電池各項技術日趨重要。由於太陽能電池必須於太陽光直接照射方能發電，除了吸收光子之外，電池模組也同時將太陽的熱量一併吸收，往往使得電池模組在中午時刻溫度增加至接近 100°C 或更高。太陽能電池模組在高溫下將會降低發電量外，同時也使得模組內的半導體薄膜因熱應力而加速劣化，使得電池模組的壽命減少，發電的單位成本上昇。目前的太陽能電池製造商並無於模組上加裝散熱裝備，電池模組於低緯度地區使用時備受溫度的考驗。散熱方式相當多元，但是不需要額外能源的則以散熱鰭片及熱管為主，在太陽能利用領域，熱管主要作為傳熱元件之應用，不但可以用於太陽集熱器提供生活熱水，還可以作為太陽能取暖、太陽能發電等動力設備的傳熱元件，且可根據其需求，將熱管設計為各式各樣之結構和尺寸。況且熱管具有輕薄之優勢，對於安裝在太陽能模組上不會產生過多的負荷，相當適合作為太陽能電池的散熱裝置。

隔天（4 月 17 日）一早，本人 MICROFLUIDICS（微流體）及 TEST AND RELIABILITY(試驗與可靠性)兩個平行議題中，挑選了 MICROFLUIDICS（微流體）參與，會中發表論文包含：

(1) OPERATION PLACEMENT FOR APPLICATION-SPECIFIC DIGITAL MICROFLUIDIC BIOCHIPS (實習操作應用專用的數字微流體生物晶片)

(2) MODELING AND SIMULATION FRAMEWORK FOR FLOWBASED MICROFLUIDIC BIOCHIPS (建模與模擬新框架流式微流體生物)

(3) PERFORMANCE EVALUATION OF PEMC LIQUID LEVEL DETECTION SENSORS SUBJECTED TO (聚合物電極薄膜電池液位檢測感測器的性能評估)

會中主要對於生醫晶片內的微流體技術，參與的學者提出了不同的設計及模擬方式，並討論與現有文獻中的優劣。

短暫休息後，大會安排由 SHIMOYAMA(下山)教授以 MEMS TACTILE SENSORS FOR ROBOTS (機器人的微機電觸覺傳感器)為題進行邀請演講。對於機器人的觸覺感測器進行介紹，日本對於機器人的研究十分專注並以從事多年，而機器人的觸覺感測也是十分重要的言就主題。演講過後，RF MEMS (射頻微機電) 與 CHARACTERIZATION (表徵化) 兩個主題的平行議程，本人挑選 CHARACTERIZATION (表徵化) 參與。會中發表了：

(1) THE EFFECT OF SENSING AREA POSITION ON THE MECHANICAL RESPONSE OF MASS DETECTING CANTILEVER SENSOR (感應區位置上大容量探測中懸臂梁感測器力學響應的影響)

(2) CHARACTERIZATION OF AN ALL POLYMER PIEZOELECTRIC FILM USING A REEL-TO-REEL CONTINUOUS FIBER PROCESS (表徵全高分子壓電薄膜的使用卷到卷盤連續纖維程序)

(3) CHARACTERIZATION OF THE PIEZOELECTRIC POWER GENERATION OF PZT CERAMICS UNDER MECHANICAL FORCE (在機械力作用下壓電陶瓷的壓電發電器之特性)

(4) INVESTIGATION OF NONLINEAR THERMAL PARAMETERS OF COMPOUND SEMICONDUCTOR DEVICES (化合物半導體器件的非線性熱學參數的研究)

會中對於感測器設計的面積、位置以及製程方式皆有著墨，聆聽後對於實際設計

並製作感測器，有相當多的助益。針對感測器的驅動方式之中，壓電驅動方式具有較高的機械能與電能之間互換能力，壓電材料具有較高的壓電及介電等性能，對於微感測器及微致動器而言是種優異材料。正壓電效應：當以機械應力或應變作用而使物體產生電荷或電壓的輸出，且當應力或應變方向相反時，電荷或電壓的極性亦隨之相反。逆壓電效應：當電場輸入物體時，使之產生機械能或應變的輸出，物體的形變隨電場的大小而改變，而當此電場的作用方向改變時，物體的形變方向也會隨之改變。

午餐後，舉行一特別之議程：RELIABILITY CRITERIA IN MEMS/NEMS DESIGN, MANUFACTURING AND TEST(在微/奈機電系統的設計，製造和測試的可靠性標準)。會中發表了：

- (1) RF-MEMS SWITCH DESIGN OPTIMIZATION FOR LONG-TERM RELIABILITY (射頻微機電切換器設計優化的長期可靠性)
- (2) FABRICATION OF LARGE AREA SUB-WAVELENGTH STRUCTURE FOR ANTI-REFLECTION AND SELF-CLEANING OPTICAL FILM (製造大面積的亞波長結構抗反射和自潔光學膜)
- (3) DESIGN AND SIMULATION OF A 1.78GHZ CMOS MEMS OSCILLATOR BASED ON MEMS SAW RESONATOR (設計了基於微機電的聲表面波諧振器的 1.78 千兆赫的微機電互補式金屬氧化物半導體振盪器與仿真)
- (4) MODEL AND MEASUREMENT TECHNIQUE FOR TEMPERATURE DEPENDENT ELECTROTHERMAL PARAMETERS OF MICROBOLOMETER STRUCTURES (模式與測量技術微測結構的溫度依賴電熱參數)
- (5) IMAGING AND RELIABILITY OF CAPACITIVE RF MEMS SWITCHES IN III-V TECHNOLOGY (成像和可靠性電容式射頻微機電切換器在三五族技術)
- (6) MEMS FOR SPACE: THE REAL STORY (用於太空的微機電：真實的故事)

會中對於各項微機電技術及製程中的可靠度的探究，例如：射頻微機電切換器(RF MEMS Switch)、大面積抗反射及自潔的光學薄膜、表面聲波元件等都有學者發表各自研究心得。

會議的最後一天(4月18日)，早上的 MEMS ACCELEROMETERS (微機電加速度計)及 DEVICES AND COMPONENTS (裝置與元件)兩平行議程，本人選擇 DEVICES AND COMPONENTS (裝置與元件)參加。會中發表以下論文：

- (1) DESIGN AND OPTIMIZATION OF A NOVEL BISTABLE POWER GENERATOR FOR AUTONOMOUS SENSOR NODES (設計與優化一種新型雙穩發電機的自主感測器節點)
- (2) A MULTI-CHANNEL INTEGRATED READOUT CIRCUIT CHIP FOR SMALL CAPACITANCE SENSORS (多通道集成讀出電路晶片研製小電容感測器)
- (3) SYNCHRONIZED OSCILLATION IN MICRO-MECHANICALLY COUPLED OSCILLATOR SYSTEM: PART II (同步振盪現象在微機械耦合振盪器系統：第二部分)
- (4) THERMAL MATCHING DESIGNED CMOS MEMS-BASED THERMOELECTRIC GENERATOR FOR NATURALLY COOLING CONDITION (熱匹配設計互補式金屬氧化物半導體微機電基熱電發生器自然的冷卻條件)
- (5) NEW ELECTRO-THERMALLY ACTUATED MICROMANIPULATOR WITH OPTIMIZED DESIGN AND FEM SIMULATIONS ANALYSES (新型電熱驅動進行優化設計和有限元模擬分析微操控器)

本議程中，大多與電子元件為主，包含電容感測器、熱電裝置，同時也有學者以有限元素法進行分析，而發表其研究所得。

會議最後以 PROCESS INTEGRATION (製程整合)及 ASSEMBLY AND PACKAGING (組裝及封裝)兩平行議程，作為本次會議的最後議程。本人選擇

PROCESS INTEGRATION (組裝及封裝) 參與，會中發表了：

- (1) GROWTH AND CHARACTERIZATION OF ANODIZED ALUMINUM OXIDE THIN FILM ON PAPER-BASED SUBSTRATE (陽極氧化鋁薄膜在紙類基材上之成長與特徵)
- (2) IC DESIGN OF AN ADAPTIVE ELECTROSTATIC VIBRATION ENERGY HARVESTER: FOCUS ON CLOCK GENERATOR (一種自適應靜電振動能量收集積體電路設計：著重於時鐘發生器)
- (3) NOVEL 3-DIMENSIONAL INTEGRATION TECHNIQUE OF CHIP-ON-WAFER (COW) FOR MEMS APPLICATIONS (微機電應用之晶片 - 晶圓上新型的三維整合技術)
- (4) USING UV PROXIMITY PRINTING TO FABRICATE ASYMMETRIC MICROLENS ARRAY FOR LIGHT CONTROL FILM (採用紫外光接近式曝光來製造非對稱微透鏡陣列光控膜)
- (5) DEVELOPMENT AND PROCESS OPTIMIZATION OF C2W SELF-ALIGNMENT & TEMPORARY BONDING SYSTEM (開發與晶片對晶圓自我對齊和臨時鍵合系統技術優化)

會中，學者將不同的製程技術做進一步的發展，例如將氧化鋁薄膜製作在試紙基材上，對於生醫檢測技術為一項有趣的創新技術。而在微奈米元件製作過程中，因為尺寸小於人為或傳統機械加工能力範圍，常需引入蝕刻製程來進行加工。濕蝕刻是常用的方式，指在材料表面加上腐蝕性溶液，透過化學反應移除不需要的部分以進行加工。其中對於需要的部分則以遮罩保護，待加工後再移除遮罩而獲得完整之設計裝置。在加工過程中於凸角部位常會出現底切缺陷，嚴重時影響裝置功能。因此在加工過程中常需要進行修正或補救的設計，不同材料對於蝕刻溶液有不同的反應條件和速率，選用蝕刻溶液可避免部分情況發生，但效果好的蝕刻溶液常需增加成本。修改製程也許能改善，但受限於設備能力或者須更新設備，也會增加額外成本。常被採用的方式為直接在遮罩做形狀變化，增加犧牲結

構用來在速率較快的方向爭取更多的蝕刻時間給速率較慢的方向，待最後保留完整凸角形狀。如此則不需增加額外製程和設備，僅是延長蝕刻加工的時間，以現有之製程及設備即可完成，故可節省成本。許多研究針對結晶體在不同晶面和溶液特性間之關係，分子間化學鍵結與反應速率之關聯等，探討角落補償的各種設計結構，提出實驗數據及導出經驗公式，以期能找出經濟又可行的最佳設計方式。雖然已有許多設計方式被提出，但想要達到理想的結果似乎仍有一段距離，所以想探討在這過程當中常遇到的凸角底切(convex corner undercutting)問題，遮罩補償結構設計的方式，從結晶體的觀點出發，在微米的尺度下瞭解製程中經常發生的缺陷，以及可能解決的方式。

參與各項議程中，對於個人研究較為接近的生醫檢測上，本人獲益良多，所見所聞皆有助於提昇研究能量，尤其在血糖檢測方面。糖尿病(Diabetes)是人類古老疾病之一，自西元前即以「多尿」疾病的文字記載於古埃及文獻中，並於西元初被亞里斯多德以 diabetes 之拉丁文記錄，直到西元 5~6 世紀時，陸續發現患者具有「甜尿」的病徵，因此於醫學上即被稱為糖尿病]。糖尿病是一種由於體內胰島素不足或對於胰島素的利用能力降低所導致的臨床綜合症狀，其發生機率與遺傳基因有其相密切的關聯；於臨床中，病患常具有多尿、多食、多飲與體重下降之行為，是由於病患除了血糖值異常提高外，當腎臟無法吸收多餘的糖份時，會透過尿液排出，使尿液中也會含有葡萄糖，即為「糖尿」的現象，且更進一步造成滲透性利尿，使排尿次數及尿量增加形成「多尿」及口渴所導致的「多飲」；再者，由於糖份不斷自尿液中排出，使身體改由脂肪及蛋白質作為能量來源，因而導致「體重下降」並產生飢餓感形成「多吃」的行為，即為糖尿病患常見的「三多一少」的現象。世界衛生組織(World Health Organization, WHO)於 2011 年的報告中指出[2]，全球約有 3.46 億人患有糖尿病，於 2004 年期間約有 340 萬人死於高血糖及其併發症，其中 80%之病患是屬於所得較低之國家，並預估 2005 年至 2030 年期間，其死亡人數將增加一倍。現今居家糖尿病監測共分為：血糖、尿糖、尿酮值檢測，目前診斷糖尿病，主要依據血糖值高低來判斷，其中以侵入

式血糖量測為目前糖尿病患主要監測之方法，一般而言健康者空腹時的血糖值為血液中低於 100mg/dL (毫克/分升)，現今常用的標準為美國糖尿病學會及 WHO 世界衛生組織所制訂之標準，以美國糖尿病學會的標準而言，正常成人空腹血糖值為<115 mg/dL (毫克/分升)，餐後兩小時血糖是<140 mg/dL (毫克/分升)；WHO 世衛組織針對血糖值制訂之標準如下：空腹血糖測試(Fasting Plasma Glucose Test, FPG)需至少 8 小時內未攝取任何卡路里，當空腹血糖值在 100~125 mg/dL(毫克/分升)之間，稱為空腹葡萄糖耐受不良(impaired fasting glucose, IFG)，屬於糖尿病前期(pre-diabetes)，即表示雖然尚未患病，但有很高的機率發展成二型糖尿病。此外，另一種測試方式是在空腹 8 小時後，給予病患喝下含有 75 克葡萄糖的液體，並於 2 小時後再測量一次血糖，稱之為口服葡萄糖耐受試驗(Oral Glucose Tolerance Test, OGTT)，2 小時後所測得之血糖值若為 140~199 mg/dL(毫克/分升)之間亦可視為葡萄糖耐受不良之糖尿病前期。當隨機血糖 \geq 200 mg/dL(毫克/分升)時，即可診斷為糖尿病並具備高血糖危機(hyperglycemic crisis)。糖尿病已成為現今常見之文明病之一，其相關的監測裝置的開發也成為居家醫療產品的重點發展方向之一，目前糖尿病患者監控血糖，主要是使用血糖機量測血液中葡萄糖含量，因此每天都必須針對指尖或其他部位進行多次的穿刺，其採血過程往往對於患者造成疼痛感而降低監控的意願；且由於患者之生活或工作型態所致，時常無法規律的進行採血及監控血糖，大大降低糖尿病控制之效果。因此，真正舒適、無痛且簡便的非侵入式(Non-invasive)糖尿病監測技術之發展，將可有效減少患者因採血而帶來的疼痛與壓力，更為近年來個人醫療裝置之重點發展項目之一。

二、與會心得

微機電系統(Microelectromechanical Systems, MEMS)是將微電子技術與機械工程融合到一起的一種工業技術，它的操作範圍在微米範圍內。比它更小的，在奈米範圍的類似的技術被稱為奈機電系統。一般是由類似於生產半導體的技術如表面微加工、體型微加工等技術製造的。其中包括更改的矽加工方法如壓延、電鍍、濕蝕刻、乾蝕刻、電火花加工等等。常見的應用像是於噴墨印表機的壓電元件、動態穩定控制系統、數字微鏡晶片、微型麥克風陣列，而微機電系統有多種材料和製造技術，其中大多以矽做為集成電路的主要原材料。隨著尺寸的減小，一系列的物理現象顯現出來。這其中包括統計力學效應和量子力學效應。並且，同宏觀系統相比，許多物理性質會改變。一個典型的例子是材料的表面體積比。奈米技術可以視作在傳統學科上對這些性質詳盡描述的發展。進一步講，傳統的學科可以被重新理解為奈米技術的具體應用。這種想法和概念上的互動對這個領域的發展起到了推動作用。廣義上講，奈米技術是科學和技術在理解和製造新材料新器械方向上的推演和應用。這些新材料和技術大體上就是物理性質在微尺度上的應用。

此次承蒙教育部經費支持得以前往與會並發表論文，於此深深表達感激之意，此舉對筆者本身的研究水準提升有絕對的正面效益，因為親身參與所得的各種新知學習及經驗交流是其它類型的學術活動所無法提供的。參與此次會議，從各專家學者的演講中獲益匪淺，發表演講的都是在這個領域研究卓著、成績斐然之學者，透過他們的演講及學術交流中，使筆者對於此領域的研究有了更深的瞭解，對於相關研究在全世界各地的脈動，以及目前國際上所希望發展的方面，都有更加深刻的體認。在發表會場和其他與會學者專家討論筆者所發表之論文，其所提供的建議裨益筆者之研究良多，使得筆者在未來的研究工作上會有更加完備的考量。

三、建議

目前我國積極規劃將台灣發展成科技中心，此舉使得研究人才的培養顯得更加重要。研究人才所必須具備的，除了優秀的研究能力之外，「國際觀」更是不可缺少的一環。從事研究是國際性的工作，需要開放討論，更需要在國際間進行各種交流活動。而我們想要發展科技，也必須走向國際，積極培育研究人才，並鼓勵更多的青年學子投入研究的行列。研究人才的養成，需要多方面的支持，需要各界的鼓勵，需要從政府到民間之全盤支持，才能真正培養出優秀的研究人才，方能利用人才之力量建設國家，並貢獻於社會。

由於參加這樣的國際會議，對於研究人員之視野、研究能力，以及國際觀，都有相當程度的助益。筆者深感幸運，能夠獲得貴會經費支持，出國與會後，也著實獲益良多，使得筆者在未來的研究工作上會有更加完備的考量，對於相關研究在全世界各地的脈動，以及目前國際上所希望發展的方面，都有更加深刻的認識。正當現階段很多國內的學術單位及其主管之政府行政單位在大力倡導追求卓越之學術水準，其經費編列補助之各種可行的學術活動固然很多，筆者認為補助學者出席重要的國際會議是一件很重要的項目。而全程的與會是完整收集資訊及經驗交流的前提，筆者建議對經審查通過的申請學者應給予全額的補助。然，報告格式過於繁瑣，建議簡化報告繳交流程。

四、攜回資料

會議論文光碟(因涉及著作權，未列於附錄)。

五、活動照片

編號1. 攝於2013年04月16日, 照片內容簡述: Melanie W. Cole(梅勒妮科爾)教授應邀演講。



編號2. 攝於2013年04月16日, 照片內容簡述: 本人論文發表後於會議廳外留影。



編號3. 攝於2013年04月18日, 照片內容簡述: 晚宴前台灣與會學者合影。



編號4. 攝於2013年04月18日, 照片內容簡述: 研討會晚宴, 與各國與會者聚餐。

