

## 「奈米技術平台建構與生物晶片技術整合應用」分項計劃 4

### (一) 計畫基本資料表

計畫類別	申請發展學校重點特色暨提升學生外語能力專案補助計畫				
申請項目	發展學校重點特色				
研究型別	整合型計畫				
計畫歸屬	教育部				
申請機構	東南技術學院				
計畫主持人姓名	陳坤男	職稱	副教授	學歷	博士
本計畫名稱	中文	微奈米機電之振動模態與應用			
	英文	The model of the micro/nano vibration and its application			
整合型總計畫名稱	奈米技術平台建構與生物晶片技術整合應用				
整合型總計畫主持人	蔡豐欽				
全程執行期限	自民國 92 年 04 月 11 日起至民國 92 年 12 月 10 日				
計畫連絡人	姓名：陳坤男 電話：(公) (02)8662-5917 (手機) 0922922207				
通訊地址	台北縣深坑鄉北深路三段 152 號 東南技術學院 機械工程系				
傳真號碼	(02) 86625919	E-MAIL	knchen@mail.me.tnit.edu.tw		

## (二) 背景及現況

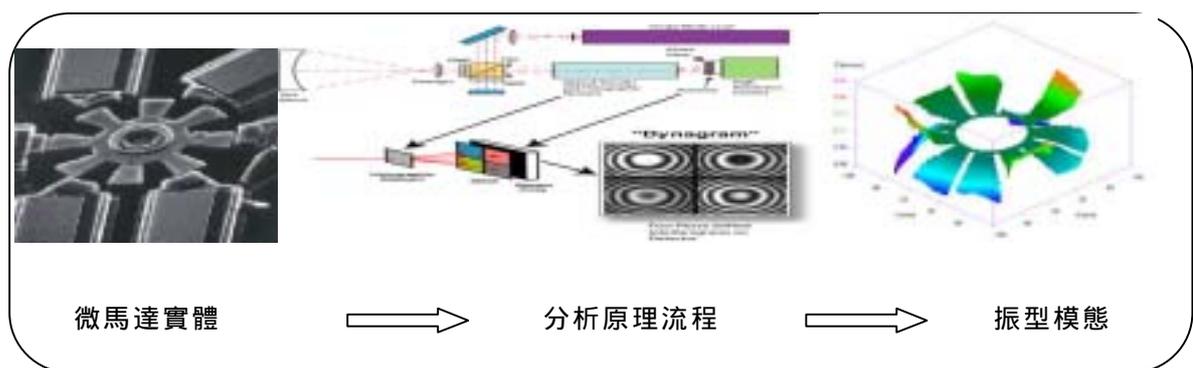
奈米科技是運用奈米尺寸特有的現象於材料和系統，在原子、分子、超分子層級探索其特性、控制其元件結構，其成功關鍵要素在於充分掌握材料及元件之製造及應用技術，並且要在微觀和巨觀的層次維持其介面的穩定性和奈米結構的整合性，故奈米科技為新材料的創出，提供新的方法，這些新材料不僅是更新、更強、更具彈性，而且材料本身更具交互作用、高靈敏度、多功能、及智慧化。在奈米科技產業化過程中，應充分應用物質本身特性於自組裝體系，達到過去經由設備和製程精密操控所達不到的精密結構。它的基本內涵是以奈米顆粒以及奈米管、奈米線為基本單元，在一維、二維和三維空間組裝排列成具有獨特的介觀性質的奈米結構體系，這些運用將為產業帶來便宜、可量產化之新特質、新產品及新機會。

微奈米機電是國際認定為廿一世紀主流核心製造技術之一，也是最具發展潛力與前瞻性的研究領域。由於微奈米機電製程的發展成本相當高，更使得電腦輔助工程應用益發重要，微奈米系統是一個結合機械、電子、光學、材料、物理、化學、生物、醫學等多重技術之領域，特別是強調整合各領域之特性，希望能達到積體化、高效率化、智慧化、低成本化、可量產化和高附加價值之目標。電腦輔助設計與分析工具充份運用，可以大幅縮短實體成品的開發時間，並降低成本、提高產品性能。微機電系統（MEMS：Micro Electro-Mechanical System），是專指那種外形輪廓尺寸在毫米量級以下，構成它的機械零件和半導體元件尺寸在微米/奈米量級( $10^{-6}$  米/ $10^{-9}$  米)，可對聲、光、熱、磁、運動等自然資訊進行感知、識別、控制和處理的微機電裝置。它是正在飛躍發展的微米/奈米技術的一項十分重要的成果。它將微電機、微型電路、微型感測器、微型執行器等等微型裝置和元件整合在矽晶片上，這種微機電系統不僅能夠搜集、處理與發送資訊或指令，還能夠按照所獲取的資訊自主地或根據外部的指令採取行動。

MEMS 發展前景廣闊，可應用於機械的生物高級維護系統、微型工廠、人體管腔診斷和檢查系統等需要微型、微細機械的場合。利用 MEMS 技術可製成突破通信瓶頸的全光交換機、準確檢測病變的基因晶片、比手掌還小的飛行器、重量僅有幾十克的微小衛星等。事實上，MEMS 是一項極具前途的軍民兩用技術。在過去十多年中，MEMS 技術已經應用于安全氣囊感測器（加速計）、壓力感測器、顯示器、自適應光器件、數位微鏡器件、掃描器、血壓測量感測器、圖像感測器、硬碟驅動器中的加速度感測器、蜂窩電話中應用的微繼電器、電視中應用的微型透鏡、噴墨印表機的噴頭以及資料記憶體

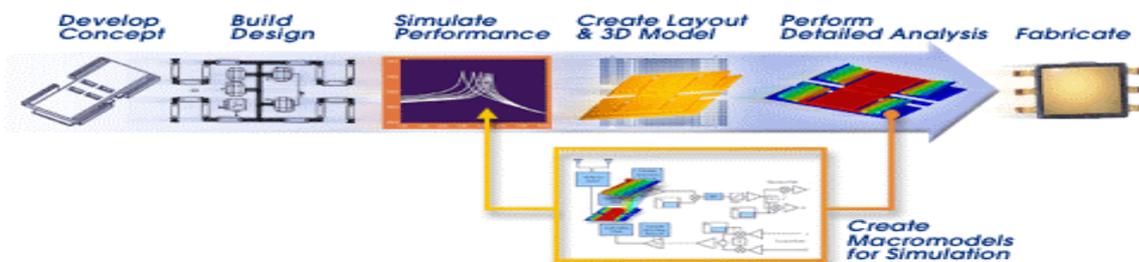
等。在通信方面，光通信正在向有光交換功能的全光通信網路方向發展，無線通信則要求增強功能（如聯網等）和減小功耗，MEMS 技術在這些方面有很大的優勢。

微奈米機電電腦輔助設計環境中一個的特質是全階層整合跨距式(Multi-Level)，由上而下的設計流程關點，最上層是系統初階 (System Level)，對象是由微奈米機電元件與相關搭配的應對電子電路所組成的微系統，在即欲探討此微系統整體的特性與性能。次一層是元件構造行為階層(Device Behavior Level)，是擷取微機電元件本身的構造作動行為，並轉換簡化的數學模型來描述，此數學模型是系統階層模擬所需的微元件模型基本構造。再一層是元件物理階層(Device Physical Level)，取樣是精確的模擬微元件各種性能與特性。最後底層是製程作業模擬，是付予二維光罩圖形及製程步驟與加工條件下，模擬所製作完成的元件幾何外觀。微奈米機電系統是九十年代的一個新興的科技。它整合了電子、機械、材料、物理、化學、化工、生醫等學門，以產生微細系統，以應用於提升目前許多系統的效能及精確度。這個新興領域被許多科技專家預期是下一個世紀的重要科技，目前在工業上及各種生活用品上常見的是各種生物感測器；如壓力計可應用於真空的量測，加速度計可應用於汽車之安全氣囊的碰撞時的加速度量測及引爆。以及其他各類溫度、濕度、流量、能量、生物的感測。尚有一些高精密的儀器；如磁碟機讀取頭及雷射印表機的噴嘴，都是極微小的機構。這些微小機構要進一步改良都可用微奈米機電系統科技來達成。



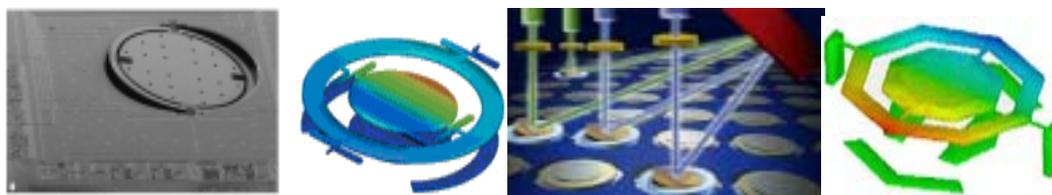
## 微奈米系統元件之設計與模擬分析

本計畫預定利用電腦輔助軟體來建立微奈米機電系統多領域耦合環境，並利用此平台環境，設計模擬元件與動態分析。初期則著重在建立微奈米機電耦合分析模擬的經驗及法則，再以實際元件分析模擬與動態分析，如下圖所示。



微奈米系統元件之設計與模擬分析<參考文獻 2>

現今利用電腦模擬的方法來縮短設計流程，減少雛型製作花費及預測未來量產可能面對的問題，如下圖所示，是現代工程設計追求的目標。由於傳統 IC 製程大部份用來製造靜態的電子電路元件，因此對於各種製程下材料特性的研究也大多偏重在導電特性、介電特性與熱傳特性，而對於各種製程下薄膜材料的機械特性、磨潤特性、結合特性及動態響應特性則並無深入的研究，因此發展系統初期，僅能利用雛型製作的方法來驗證產品的性能，而隨著微奈米機電系統應用材料的物理性質、機械性質都有一較清楚的輪廓，整合各種不同 IC 製程下產生出來材料的特性以呈現微奈米機電系統最終產品的動態表現與機械特性的具體實踐。

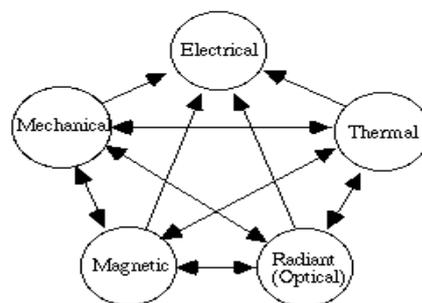


元件之設計與模擬分析<參考文獻 2>

MEMS 元件及系統的設計加工與傳統的設計加工不同。傳統的設計加工思路是從零件到裝配最後到系統，是自下而上的方法。MEMS 系統是採用微電子和微機械加工技術將所有的零件、電路和系統在通盤考慮下幾乎同時製造出來，零件和系統是緊密結

合在一起的，是一種自上而下的方法。因此要採用新觀念，站在系統高度來設計加工。由於這些困難的存在，研究人員及設計生產都非常需要一個功能強大易於使用的 MEMS 設計與分析電腦軟體工具。除了製造以外，良好的設計是所有系統的必備條件。為了提高設計之品質，分析模擬則是一個重要的過程。微奈米機電系統的分析模擬與巨觀系統的分析模擬仍有許多相通之處。不管在力學上、震動學上都是如此。所以有限元素分析模擬可以發揮很大的功用。

由於微奈米機電系統整合了多領域的原理，如下圖所示。所以其特性及性能也同時含括了多領域的物理原理及生化現象，也因此要瞭解此等系統的特性，便必須瞭解不同領域在耦合下的反應及效果。為此可利用有限元素法的耦合分析來進行，如此可更準確的模擬及預測此等系統的相關特性。利用電腦輔助軟體來建立微奈米機電系統多領域耦合模擬環境是本計畫的初步目標，之後利用此模擬實際元件耦合分析後，應用於微奈米系統元件之設計與產品特性分析則是結果的目的。初期本校元件設計和振動分析實驗室已經著重在建立此方面的能力。

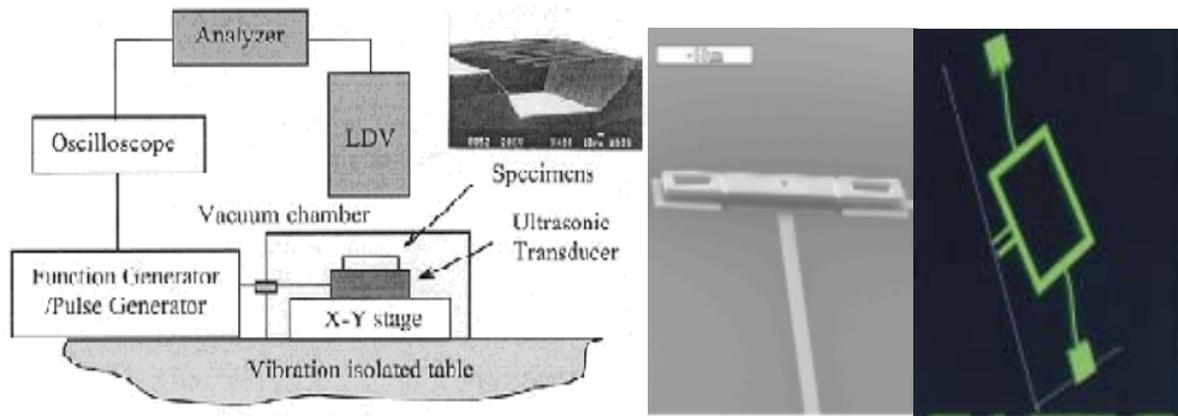


微奈米機電系統整合

### 微奈米系統元件之產品檢測與特性分析

目前微奈米機電系統的製作，仍偏向採用 IC 薄膜製程，但因 IC 薄膜製程產生的微奈米機電元件，能夠承受的機械應力極其有限，因此僅能發展不受力或承受微小應力的靜態產品，如加速規、力量感測器、物理量感測器與光學部品。未來微奈米機電系統在邁入真正的動態系統過程中，如何發展高強度的 IC 薄膜材料，或是結合超精密顯示出機械加工技術與 IC 製程技術，開發能夠承受適當機械力的微奈米機電元件，為微奈米機電系統能否成功的關鍵因素。而建立一套微奈米機電元件標準的測試方法，發展適切的測試設備與分析模型，則為評估微機電元件材料性質的基礎，這一方面的研究牽涉到

相當基本各階層組成微奈米機電全階層的架構，由上而下是微奈米系統的設計流程，從系統的規格定出後，找到合適的元件行為，再找到符合元件行為的元件細部設計，然後定出製造的方式；由下而上是驗證與分析流程，在實際的設計過程中，設計與驗證流程是不斷的交互運用，以決定出最後符合規格的设计，如下圖所示。



元件之產品檢測與特性分析<參考文獻 3>

### (三)計畫目標

此計畫擬建構完整之設計分析並建立動態量測之環境與應用，以做為微奈米機電研究開發者良好的虛擬設計與測試環境，同時也建立所需相關之設計與模擬技術。另外並嘗試開始建立自行開發整合的環境，逐漸完成微奈米技術平台之相關應用。目前計畫的重點在製程模擬與分析、微系統設計流程之建立與環境評估、測試模型結構整合、材料參數粹取方法、最佳化設計技術、撓性機構與動態量測之基本技術之建立。計畫目標分述如下：

1. 微奈米機電系統電腦輔助設計與模擬及實質的動態量測環境初步建立。

- 2.製程模擬及測試結構與參數粹取方法之初步建立。
- 3.系統模擬元件巨觀行為與動態量測分析方法之垂直整合與環境建立。
- 4.微奈米機電設計與動態量測之應用可同時累積相關之經驗與技術，以充分準備國內微奈米機電的研究開發與人才培育。
- 5.實質的動態量測環境初步建立亦是本計畫重要的觀點，即在建立微奈米機電完整的設計流程與環境、並利用相關之模擬設計技術與應用及性能測試，以達到加速與改善設計之目的。

#### **(四)具體內容及配套措施**

##### **1. 校內發展整合情況**

由於微奈米機電系統整合了多領域的原理，所以其特性及性能也同時含括了多領域的物理原理及現象，也因此要瞭解此等系統的特性，便必須瞭解不同領域在耦合下的反應及效果。為此可利用有限元素法的耦合分析來進行，如此才可準確的模擬及預測此等系統的相關特性。計畫的目的是集合本校電磁、光電、生物、環工、材料和機械的人才，從事微奈米機電系統技術應用在元件科技的研究，主要包含微結構機電平台和生物晶片微結構整合二部份。生物晶片微結構係應用在各式各樣自適應檢測件、數位微鏡器件、掃描器、血壓測量感測器、圖像感測器而整合了化工、材料、微機電與生醫領域相關技術的奈米生技，可以大略分為兩個研究取向，即「奈米級」的生物技術，與奈米材料在生技領域上的運用。研究的方法為充份利用本校跨系發展微奈米機電資源和大量設計模擬測試元件的人力資源特性，探究微奈米元件與生物生化結合後的整合製程，據此建立相關的資料庫，歸納出系統性知識，以提供設計元件和製程的經驗法則。

## 2. 現有設施及未來設施規劃

本校於去年重點發展計畫下成立振動分析實驗室，擁有振動分析台及 FFT 頻譜分析儀、振動分析儀等，但在奈米振動量測方面之儀器仍嫌不足，本計畫擬採購微奈米振動量測儀、設計與特性分析軟體來加強振動分析實驗室之教學及研發能力。

新購之微奈米振動量測儀、設計與特性分析軟體將置放於振動分析實驗室。

## 3. 課程規劃

本計畫規劃「微奈米振動量測與實習」、「微奈米元件設計與分析」兩門課程，內容如下表所示。

名稱	學分/小時	開課單位	開課學制	授課大綱
微奈米振動量測與實習	2/3	機械系 自動化系	二技、四技四年級 (含在職進修班)、研 究所	微奈米振動觀念之簡介、微奈米振動量測設備之介紹及實習
微奈米元件設計與分析	3/4	機械系 自動化系	二技、四技四年級 (含在職進修班)、研 究所	MEMS 元件及系統的設計加工、微電子和微機械加工技術設計與分析

## (五) 實施進度及分工

### 1. 實施進度

本計畫之實施進度如下表所示：

實施月份	實施內容
1-3 月	分項計畫書之撰寫
4-6 月	設備議價及採購
7-9 月	設備採購、設備組立及功能測試
10-12 月	課程規劃、完成核銷

### 2. 分工情形

本計畫之分工情形如下表所示：

類別	姓名	職稱	負責內容
主持人	陳坤男	副教授	計畫之掌握及規劃、設備之採購、實驗室之負責
協同主持人	陳之維	講師	協助計畫之執行、參與研習訓練事宜

(六) 經費需求及行政支援

金額單位：(新台幣)元

項次	類別	設備名稱	說明	數量	單價	金額	經費來源	
							申請補助款	本校配合款
1	儀器設備 (資本門)	雷射顯微振 動量測系統	雷射單元 含： • 氦氖雷射 • 壓電式 相位調解 單元 • 壓電式 相位步進 單元 • 波形產 生器 光學頭單元 含： • CCD照 相單元 • 點光式 或光斑式 照相單元 控制單元： • Matrox 影像擷取 卡 • 數位 - 類比轉換 器 量測系統軟 體： • 振動量 化量測分 析 • 2D 及 3D 影像顯 示 即時干涉條 紋顯示	1 台	2,700,000	2,700,000	2,700,000	
合 計							2,700,000	0

## (七) 預期成效及影響

### 1. 校內跨學術專業技術服務資源整合與人力養成

- 建立共同實驗室，依據重點計畫之需求，配合時程，建立微奈米科技之專業技術服務資源與能力，形成知識化微奈米網絡共同實驗室。
- 建立檢測分析與製程分析，規劃整體檢測/製程設計分析發展的需求。

### 2. 校內、外學術研究整合之接軌

奈米材料之表面效應、量子效應基礎研究與製程應用技術平行的發展，與在奈米科技產業化過程中，充分應用物質本身特性，研發零維至三維各種型態之奈米材料、製程技術與應用技術之開發。這些核心技術之開發與運用將為產業帶來更便宜、可量產化之新材料、新產品與新機會。未來將透過共同實驗室，在檢測分析、計量標準、製程設計方面，如生物科技、構裝、儲能，基礎產業等產業，都可透過分析與檢測的技術，分析物質在奈米級環境下新產生的結構（微結構、成分、鍵結）物性（粉體/薄膜物化、力學特性），並檢測磁、光、電的特性與提供相關的製程技術與國內接軌。

## 附件 1 參考文獻

1. Romig, A.D., et. al., “Opportunities and challenges in MEMS commercialization”, Vacuum technology & coating, pp.26-32, April 2001.
2. <http://www.coventor.com/>
3. E. Lawrence, K. Speller, D. Yu, “Laser Doppler vibrometry for optical MEMS”, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Vibration Measurements by Laser Techniques, Ancona, Italy, June 18-21, 2002