

電子組

1. 寬能隙半導體(Wide Bandgap, WBG)材料及元件之研發：

有鑑於當前 5G/6G 通訊、電動車及快速充電等高效率電力電子技術的快速發展，使得寬能隙半導體相關技術受到重視。其中，氮化鎵(GaN)及碳化矽(SiC)是兩個相當具有代表性的寬能隙半導體材料，它們具有高崩潰電場、高電子移動率、高電子飽和速度及高導熱性等優勢，而被廣泛的應用在高功率、高頻及高溫電子方面。除了目前發展較為成熟的氮化鎵及碳化矽以外，更為新穎的極寬能隙半導體(Ultra-wide bandgap, UWBG)概念在近年被提出並應用於功率半導體元件，氧化鎵(Ga_2O_3)及鑽石(Diamond)是極寬能隙半導體的代表性材料，該等材料具備有更寬的能隙及更優異的電氣特性，相當具有潛力突破目前氮化鎵及碳化矽所達到的元件性能指標。以下列舉三項研究發展子題：

- (a) 碳化矽(SiC)製程技術及高速/高功率/光電半導體元件之研發。
- (b) 氮化鎵(GaN)製程技術及高速/高功率/光電半導體元件之研發。
- (c) 極寬能隙半導體(如:鑽石、氧化鎵)之製程/元件技術之研發。

2. 低維度電子材料

為提升半導體晶片速度、增加元件密度並降低功耗，半導體元件持續不斷的微縮，進而引發許多問題，諸如短通道效應、穿隧效應、熱效應以及量子侷限效應等…，使得半導體元件是否能依據摩爾定律持續微縮充滿挑戰。隨著電晶體元件尺度的微縮，元件通道層厚度也不斷的變薄。然而，當通道層厚度小於 3 nm 時，載子在傳統的矽鍺半導體通道中將無法有效的傳輸。由於傳統矽/矽鍺通道材料將面臨材料本身的物理極限，發展低維度電子通道技術已刻不容緩。低維度半導體材料，包含二維與一維半導體材料，是目前已知可解決 3 nm 以下技術節點元件技術之重要方案之一，也是國際間先進半導體產業爭相部屬的領域。同時，低維度材料亦具有新穎物理性質，對於開發新世代低耗能元件極具潛力，以下列舉三項研究發展子題：

- (a) 大面積低缺陷單晶二維半導體磊晶技術開發；
- (b) 新穎二維半導體生長技術探索；
- (c) 實現低金屬接觸電阻之策略與實作。

相關課程：

大學部：電子學（一）、（二）；半導體元件（一）、（二）；微電子技術

研究所：固態電子元件（一）、（二）；低維度電子材料；半導體薄膜技術；積體電路技術

3. 新興記憶體元件

人工智慧（AI）技術的開發已成為現今科技發展的主軸，其核心概念在於分辨資訊的演算法所採用的神經型態運算模式。而在固態電子元件領域當中，在神經型態運算電路中負責擔任神經突觸功能的突觸元件則成為了發展重點。此突觸元件在電子電路中是由記憶體負責，因此常用 SRAM 電路來擔任。然而由於考量到 SRAM 的電路面積太大以及較高功耗與較低能效，需要有新興的記憶體元件來替代 SRAM 作為新穎的突觸元件以應用於神經型態運算電路。以下列舉三項研究發展子題：

- (a) 電阻式記憶體（Resistive Random-Access Memory, RRAM）開發
- (b) 鐵電電晶體（Ferroelectric Field-Effect Transistor, FeFET）開發
- (c) 鐵電穿隧式記憶體（Ferroelectric Tunnel Junction, FTJ）開發

相關課程：

大學部：電子學（一）、（二）；半導體元件（一）、（二）；微電子技術

研究所：固態電子元件（一）、（二）；積體電路技術

4. 電化學感測器

隨著智慧型手機的普及，愈來愈多的功能與應用程式皆為改善使用者生活而問世。衍生的穿戴式裝置更能因應不同需求，針對多元的目的輔助完成任務。感測器若與穿戴式裝置結合，將為生活帶來更多的便利性。電化學感測器囊括氣態與液態待測物質，對於目標物進行分析與辨識。如丙酮氣體感測器，可偵測糖尿病患的呼氣成份。透過非侵入式的檢測方式判別病患的身體狀況。電化學感測器更可應用至智慧製造，結合物聯網提高產業價值，讓生產過程有更高品質的管控。以下列舉三項研究發展子題：

- (a) 金屬摻雜奈米材料丙酮氣體感測器之研製。
- (b) 低成本複合材料葡萄糖感測器之研製。
- (c) 高效能酒精氣體感測器之研製。

5. 半導覆絕緣（SOI）技術與元件研發

半導覆絕緣（SOI）發展方向與重點著重符合未來國際半導體技術藍圖之半導體微電子技術與元件之研究，可分為三方面：

- (a) 包含新式非傳統矽覆絕緣互補金氧半（SOI/CMOS）元件之設計、特性探討與模擬。例如十奈米以下之非傳統多閘極矽覆、鍺覆、和應力式矽鍺覆絕緣奈米元件之設計與研發；
- (b) 新式多位元快閃記憶體與 SONOS 之研發與特性探討，例如超過兩位元之多位元具縮小性和低漏電流之 SONOS 與快閃記憶體之開發與研製；
- (c) 新式負微分電阻結合互補金氧半之新靜態與動態隨機存取記憶體之開發和新式

單電晶體動態隨機存取記憶體之研發，例如利用跳躍式之超高速 NDR 邏輯單元與模組之設計與研發，超縮小性與超高速之單電晶體動態隨機存取記憶體之製作與設計。

6. 生醫／射頻微機電元件及電路之研發：

微機電系統(Micro-Electro-Mechanical System, MEMS)技術於生醫檢測之應用日益增加，主要的利基是產品可縮小化及可攜式化、檢測量與試劑量皆可大幅減少、可與 IC 結合成單一系統晶片，所以測試時間較短且精確度較高、製造成本較低及製程再現性提高。因為人類對於健康問題的重視與需求日益增加，導致生物科技與生醫檢測產業的快速發展，其中又以可以結合半導體 IC 產業科技的生物晶片(BioChips)或生醫微機電系統(BioMEMS)最引人注目，根據統計資料顯示其產值於 2006 年高達 10 億美元。常見的生物晶片或生醫微機電系統包含 DNA 晶片、晶片實驗室(lab-on-a-chip, LOC)、各種生醫或生化微感測器(biomedical & biochemical microsensors)、藥物投遞微系統(drug delivery microsystems)與植入式生醫微機電系統(biomems implants)等，本所未來將致力於各種智慧型生醫微感測器之研發，例如可應用於人類血清免疫球蛋白 E 檢測之彎曲平板波微感測晶片，可應用於血液 pH 值檢測之含積體化參考電極之氫離子選擇場效電晶體植入式微感測器以及智慧型溫濕度感測器等等；元件設計與製作主要運用的技術為 MEMS 與奈米科技。另一方面，本所亦將致力於運用微機電系統技術與電子陶瓷相關技術開發射頻微波通訊用關鍵零組件，以配合通訊產業之發展，其中將包括 0.2-10GHZ 之功率放大器、電壓控制震盪器、高頻帶通濾波器、射頻開關諧振器、微帶天線、類比／數位轉換器、積體式電容／電感／電阻、微波二極體、電晶體等元件及電路之研發。

國科會為了推動微機電產業之發展，已在北、中、南各成立一「奈米微機電中心」，本所未來將與南區奈米微機電中心密切合作，開發各種生醫與射頻微機電系統相關元件與製程技術。