

感測器專題

4 單光子偵測器原理與其光學雷達應用

林聖迪, 蔡嘉明, 黃煒勳, 劉泰祥, 吳岱融

低成本的 CMOS 單光子崩潰二極體在弱光偵測的優異元件性能，與其能與電路整合成單一晶片的特性，吸引了各種相關應用，從生醫檢測、物質檢定、光學測距、到量子通訊等的研究。本文從該元件的操作原理出發，並藉以說明該元件的各種性能參數，最後簡述其在車用光學雷達上的應用優勢與我們的初步研究成果。

13 磁感應式生乳品質檢測晶片

李璋晨, 鄒慶福

生乳中的體細胞數 (Somatic cell count, SCC) 目前在國際上被視為生乳等級評量的重要標準之一，其含量的多寡會直接影響生乳的價格、品質風味以及保存期限。因此，如何精確的檢測出生乳的體細胞數含量，對於酪農、生乳加工廠及消費者之間均具有相當重要的參考價值。有鑒於此，本研究提出一種磁感應式的生乳品質檢測晶片，其元件係利用微機電系統 (MEMS) 技術於矽基板上製作出兩個微型的共平面線圈，因此當施加一個特定頻率的交流訊號於激勵線圈時，由於待測物 (生乳) 感應的渦電流效應，便會造成感應線圈的輸出相位差產生變化，藉由上述的方式，便可直接量測生乳的體細胞數並達到及時檢測的功能。在本研究中，共平面雙線圈的磁感應特性及其感測效能，已分別利用模擬軟體 COMSOL 以及實驗的方式進行定性與定量的評估；此外，針對相同的生乳檢測樣本，也透過商用的體細胞數檢測儀進行量測，以作為檢測結果的對照數據。根據初步的實驗結果顯示，生乳的體細胞數含量越多，產生的相位差越大，兩者之間大約呈對數的變化關係；當施加 9 MHz 的激勵頻率在 25 環的線圈結構時，其量測靈敏度可達 $3^\circ/\log(\text{SCC})$ 。相較於現有的體細胞數檢測技術，本研究開發的雙線圈磁感應檢測晶片能夠有效的減少尺寸與降低成本，並能達到即時檢測之目的，使其具有較佳的生乳品質檢測效率。

26 電容與電阻感測器與讀取電路系統整合設計

蔡宗亨, 曹育齊

本文介紹電容式、電阻式感測器與讀取電路之整合設計，並實現於單一 CMOS 晶片上之技術與研究成果。本文架構主要分四部份，首先是感測器簡介，說明電阻式、電容式感測器的運作原理；感測器與讀取電路整合製作技術於第二部份介紹，可透過微機電 (micro-electro-mechanical systems, MEMS) 技術進行感測器製作，而讀取電路則是由互補式金屬氧化物半導體 (complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS) 技術完成，將兩者整合則為 CMOS-MEMS 技術，用於將感測器和讀取電路同時製作於同一晶片上；第三部份則是說明電容式、電阻式感測晶片的設計與製作流程；最後則是一電容式感測系統的實踐與研究成果。

40 負載效應所誘發之單層結構金屬薄膜寬波段完美吸收體

林耕德, 陳學禮, 賴宇紳, 游振傑, 李仰淳, 蘇寶勻, 顏好庭, 陳博義

本文中將介紹一個由負載效應所誘發的單層溝槽狀薄層金屬結構來達成寬波段之光能回收。於本研究中，此種由負載效應所誘發的單層溝槽狀薄層金屬結構將可利用表面電漿現象 (SPR phenomenon) 與三維共振腔效應 (3D cavity effects) 於紫外光至近紅外光波段提供高吸收、可輕易調控吸收波段且對於光的極化偏振方向不敏感等光學特性，且此結構之最佳化參數大小約為所欲設計波長的一半，如此縱使所欲設計之波長於紫外光或可見光波段，此結構之大小仍可維持數百奈米的尺度，相較於過去研究中所提出的超材料吸收體 (metamaterial absorbers)，將可大幅地降低於製程上之難度。此外，本研究亦已證實此種由負載效應所誘發的單層溝槽狀薄層金屬結構具有極佳的光熱轉換表現 (photothermal performance)，並觀察到此結構於紅外光波段下具有極低的放射率 (emissivity)，因而使得所產生之熱能不易藉由熱輻射 (thermal radiation) 之形式散失。因此，此結構將可充分的吸收具有高光子能量之紫外光、可見光與近紅外光以產生熱能，而後可藉由連續金屬薄膜層將熱能有效的傳導與收集熱能，並防止所產生的熱能藉由熱輻射之方式而散失，如此便可充分的回收與利用光能，以期可於能源回收利用等相關領域應用上有所助益。

54 三維原子分辨電子成像學之研發與應用

陳柳谷, 陳福榮

此文章中，我們展示由像差修正之高分辨電子顯微鏡得到全息像進而重構材料表面形貌與內部三維原子結構的分析法。目前穿透式電子顯微鏡 (transmission electron microscopy, TEM) 因球面像差修正器 (Cs corrector) 的發展，其穿透式電子顯微影像已經能達到次埃 (sub-Å) 等級的空間解析度，進一步提升分析原子結構的能力。然而，傳統穿透式電子顯微鏡影像分析受限投影於二維尺度，無法真實反映待測樣品的形狀與結構，而材料性質又與原子間的排列及交互作用有關，因此電子顯微術發展的最終目標將扮演材料性質與材料結構的重要分析橋樑，而如何從二維影像找回材料之三維資訊是極為重要的課題，本文中以模擬的雙層石墨烯 (bilayer graphene)、油酸單分子 (oleic acid molecule) 以及實驗的鍍奈米晶粒 (Ge nanocrystal)、氧化鎂 (MgO) 晶粒與奈米金橋 (nano Au bridge) 全息像重構回三維原子結構為例。

66 Ag/graphene/TiO₂ 複合奈米棒應用於表面電漿光觸媒反應

黃鴻基, 鄭仕元, 李秉宇, 曾賢德, 江海邦

在銀 - 石墨烯 - 二氧化鈦奈米複合粒子上，外加光激發高能量熱電子的流向會影響光觸媒的水處理反應效率。高能量熱電子會把水中的氧氣 O₂ 轉換產生 *O₂⁻ 活性基，而 *O₂⁻ 是氧化降解水中有機物的重要活性基，其導引傳輸至水中的輸出效率會影響光觸媒反應之操作效率。外加激發光會在二氧化鈦上誘發產生分離的高能量熱電子與熱電洞，但是因為電性互相吸引，容易產生電子電洞複合而轉變成其他形式能量散失。石墨烯中介層的能階位置低於奈米銀粒子與二氧化鈦，因此可以強化導引外加照射光所轉換產生的高能量熱電子，使甲基藍在此光觸媒降解之反應效率提高。

73 可變焦式透鏡於距離量測系統之應用

藍子賢, 葉政傑, 盧柏榕, 鄭璧瑩, 翁俊仁

本文基於雷射共焦理論探討在距離量測應用上的設計與評估。本研究在距離量測系統中加入可變焦式透鏡，成為一個具有可變焦功能的共焦距離量測系統；利用此可變焦式透鏡快速變焦之特性，取代一般傳統共焦測距法所需的 Z 軸方向垂直移動機制，藉此建立精確快速的距離量測系統，如此不僅能節省系統元件的複雜度及降低成本，還能避免 Z 軸方向運動時造成的各種誤差或干擾。量測系統最前端設計可容易置換不同倍率的物鏡，經實驗證實提高物鏡倍率可以加強整個系統對入射光源的聚焦能力以達到更穩定精準的距離量測效果。本研究也利用不同材質物件的量測結果比較確認此距離量測系統的可行性與實用性在大部分的材料中都可以有一定程度的量測效果，有利於未來的各項應用。

85 原子級電子斷層顯微術之簡介與發展

陳健群

電子顯微鏡的在二維影像的高解析度已廣泛應用在材料科學和結構生物學領域。斷層掃描也因可非破壞性地顯現內部三維結構，為臨床醫學成像領域帶來革命性的影響。訊號處理廣泛的用於電機資訊工程，將訊號與噪音分離，從而提取真實資訊。在過去的半個世紀裡，晶體結構內部的缺陷由於能顯著改變材料的物理化學性質，吸引了材料科學家的注意。通過組合幾種全新技術：一、掃描透射電子顯微鏡搭配環形暗場偵測器，獲得原子解析度二維投影圖像。二、質心校準法解決投影對應共同轉軸的問題。三、等斜率斷層重組技術減輕資料遺失問題並實現最佳的三維解析度。四、三維傅立葉維納濾波提升三維重組訊噪比。通過這些組合，在三維斷層重組中達到 2.4 埃的解析度。觀察到在鉑奈米顆粒內晶界處的原子台階與差排錯位。在最近的發展中，更獲得奈米材料中每個原子的三維座標與化學元素，並用來計算材料的應力和磁性。這個強大的技術為結構與功能材料領域的應用提供了一個獨一無二的工具。