

奈米科技與檢測技術

工研院量測技術發展中心
國家度量衡標準實驗室

中華民國九十二年十二月

目 錄

第一章 導論	1
1.1 奈米科技概念的形成與演進.....	1
1.1.1 奈米科技的源起與定義.....	1
1.1.2 產業技術發展對奈米科技之需求.....	2
1.2 奈米計量標準的演進.....	3
1.2.1 奈米與計量單位.....	3
1.2.2 奈米尺寸標準比對要項.....	4
1.2.3 奈米科技量測項目之多樣性需求.....	5
1.3 奈米科技對檢測與計量標準的需求.....	5
1.3.1 量測技術對奈米科技之影響.....	5
1.3.2 國外奈米檢測與計量標準需求重點.....	6
1.4 建構國際奈米檢測與計量標準的完整體系.....	7
1.4.1 國際計量組織.....	7
1.4.2 國家度量衡標準實驗室（NML）.....	10
1.4.3 中華民國實驗室認證體系與財團法人全國認證基金會.....	13
第二章 奈米計量標準	17
2.1 國際單位制.....	17
2.1.1 源起.....	17
2.1.2 七個基本單位.....	18
2.1.3 國際單位制之特點.....	19
2.2 奈米科技計量標準.....	21
2.2.1 奈米科技概念.....	21
2.2.2 涵蓋範圍.....	21
2.2.3 量測追溯鏈.....	22
2.2.4 奈米技術計量標準計畫.....	22
2.3 尺寸參數量測追溯.....	24
2.3.1 奈米尺寸追溯之量測參數選擇.....	24

2.3.2	薄膜厚度量測	27
2.3.3	奈米粒徑尺寸量測	27
2.4	機械特性量測追溯	27
2.4.1	奈米元件機械性質量測	27
2.4.2	奈米探針施力標準量測	28
2.4.3	奈米元件寬頻振動標準量測	29
2.4.4	微流量量測標準	30
2.5	光電磁特性量測追溯	31
2.5.1	微影光功率量測標準	31
2.5.2	電性參數標準	35
2.5.3	磁場量測標準	36
第三章	奈米粒子	39
3.1	產業應用	39
3.2	粒子奈米特性	41
3.2.1	尺寸與表面積效應	41
3.2.2	熱力學特性之改變	41
3.2.3	催化方面之應用與光觸媒	42
3.2.4	生醫技術之應用	43
3.3	量測方法與設備	44
3.3.1	穿透式 / 掃描式電子顯微鏡 (TEM / SEM)	46
3.3.2	原子力顯微鏡 (AFM)	46
3.3.3	光繞射法 (Light Diffraction)	48
3.3.4	光散射法 (Light Scattering)	50
3.3.5	小角度 X 光 / 中子散射 (SAXS/SANS)	52
3.4	粒子標準參考物質與量測校正標準之追溯	53
3.4.1	粒子粒徑參考物質	54
3.4.2	差分流動分析法 (DMA)	54
3.4.3	量測儀器的追溯	55
3.4.4	100 nm 以下之粒子標準	56

3.5 結論.....	57
第四章 奈米薄膜.....	59
4.1 薄膜機械性質萃取技術.....	59
4.1.1 薄膜機械性質與微機電系統應用.....	59
4.1.2 薄膜楊氏係數萃取.....	60
4.1.3 薄膜蒲松比萃取.....	70
4.1.4 薄膜殘餘應力檢測.....	71
4.1.5 薄膜硬度值檢測.....	78
4.1.6 薄膜其他機械常數萃取.....	79
4.2 壓痕測試系統 (Indentation Testing System).....	80
4.2.1 薄膜機械性質量測方法.....	80
4.2.2 系統簡介.....	82
4.2.3 系統之組成.....	83
4.2.4 系統規格.....	84
4.3 薄膜厚度量測技術.....	89
4.3.1 簡介.....	89
4.3.2 膜厚度量測技術.....	89
4.4 薄膜表面波傳性質特性量測.....	91
4.4.1 簡介.....	91
4.4.2 脈衝雷射產生表面聲波之技術.....	92
4.4.3 光學干涉儀偵測超音波.....	92
4.4.4 從表面聲波的頻散解出材料特性之方法.....	93
4.4.5 結論.....	95
第五章 奈米電子元件.....	103
5.1 矽電晶體奈米元件.....	103
5.1.1 簡介.....	103
5.1.2 矽奈米元件結構與限制.....	104
5.1.3 CMOS 元件功能之改善方法.....	105

5.1.4 典型CMOS 特性量測	106
5.1.5 結論	107
5.2 量子點 (Quantum Dot)	108
5.2.1 簡介	108
5.2.2 InAs / GaAs 量子點雷射之發展沿革	108
5.2.3 量子點的形成機制—自我組裝機構	110
5.2.4 InAs 量子點雷射的磊晶成長與其特性	110
5.2.5 結語	113
5.3 單電子元件	115
5.3.1 原理	115
5.3.2 單電子計量元件	118
5.3.3 現階段發展與應用	119
5.4 自旋電子 (Spintronics)	120
5.4.1 簡介	120
5.4.2 基本原理	120
5.4.3 結論	124

第六章 奈米碳管

6.1 電性性質 (Electrical Property)	125
6.1.1 電性性質之重要性與產業需求應用	125
6.1.2 半導體性奈米碳管之元件與電性量測結果	126
6.1.3 金屬性奈米碳管之電性量測結果	130
6.1.4 專利探討	131
6.1.5 未來發展	132
6.2 磁性性質 (Magnetic Property)	133
6.2.1 前言	133
6.2.2 磁效應量測技術	133
6.2.3 磁效應實驗結果	134
6.2.4 磁效應未來展望	136

6.3 機械性質 (Mechanical Property)	137
6.3.1 前言	137
6.3.2 機械性質重要性與產業需求應用	137
6.3.3 機械性質量測技術	137
6.3.4 機械性質實驗結果	139
6.3.5 奈米碳管之製備	139
6.3.6 機械效應之未來展望	140
第七章 高密度儲存媒體	141
7.1 光碟儲存媒體與檢測技術	141
7.1.1 光碟紀錄點尺寸量測	141
7.1.2 相變化儲存媒體量測	142
7.2 磁碟儲存媒體與檢測技術	146
7.2.1 硬碟量測	147
7.2.2 磁頭量測	151
7.3 新近資料儲存方法與檢測技術	160
7.4 結論	161
第八章 奈米生物醫學	163
8.1 生物醫藥之應用	163
8.1.1 簡介	163
8.1.2 生化反應之標籤	163
8.1.3 利用奈米載體之投藥標識	165
8.1.4 量子點在生物醫學上之應用	165
8.2 奈米藥物檢測技術	166
8.2.1 簡介	166
8.2.2 奈米分子之檢測應用	166
8.2.3 攜帶藥物的奈米分子	168
8.2.4 奈米探測器	168
8.2.5 奈米粒子的其他應用	168

8.3 蛋白質檢測技術	169
8.3.1 簡介.....	169
8.3.2 蛋白質之功能.....	169
8.3.3 奈米矽球之應用.....	170
8.3.4 蛋白質生物馬達分子之設計.....	170
8.3.5 蛋白質生物晶片.....	171
8.4 細胞、微生物與病毒檢測	173
8.4.1 簡介.....	173
8.4.2 現行癌症篩檢方式.....	174
8.4.3 國內外發展現況.....	174
8.4.4 結論.....	177
8.5 去氧核醣核酸 (DNA) 檢測	177
8.5.1 簡介.....	177
8.5.2 膠體電泳法.....	178
8.5.3 原子力顯微鏡觀測.....	178
8.5.4 微陣列技術.....	178
8.5.5 奈米陣列晶片.....	179
8.5.6 DNA 與金箔奈米粒子.....	180
8.6 電子舌之液體基質檢測技術	181
8.6.1 簡介.....	181
8.6.2 技術發展.....	182
8.6.3 結論.....	186
8.7 電子鼻之氣體物質檢測技術	187
8.7.1 簡介.....	187
8.7.2 感測原理.....	188
8.7.3 電子鼻之技術發展.....	188
8.7.4 未來發展方向.....	193
中文名詞索引.....	195
英文名詞索引.....	207