

# 目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
<b>第一章 前言</b> .....	1
1.1 研究緣起.....	1
1.2 研究目的與內容.....	3
<b>第二章 研究背景與文獻回顧</b> .....	4
2.1 鄰苯二甲酸酯類(Phthalate esters, PAEs).....	4
2.1.1 鄰苯二甲酸酯類特性.....	4
2.1.2 純水中鄰苯二甲酸酯類來源及對半導體製程影響 .....	5
2.1.3 鄰苯二甲酸酯類的分析方法.....	9
2.2 樣品前處理技術.....	12
2.2.1 前處理技術介紹.....	12
2.2.2 吸附劑以及實際應用有關的性質 .....	14
2.2.3 前處理技術與分析之水(汽)及干擾問題.....	17
2.3 奈米碳管的材料特性與應用 .....	19
2.3.1 奈米碳管的製備、結構與表面積 .....	19
2.3.2 奈米碳管的純化.....	23
2.3.3 奈米碳管的吸附特性.....	24
2.3.4 奈米碳管於分析及水處理之應用 .....	26
<b>第三章 實驗材料、設備與方法</b> .....	29
3.1 實驗材料與儀器.....	29
3.1.1 實驗材料.....	29
3.1.2 實驗設備.....	30
3.1.3 分析儀器.....	33
3.2 實驗流程與內容.....	34
3.2.1 研究設計流程.....	34
3.2.2 前處理設備單元.....	36

3.3 實驗與分析方法.....	37
3.3.1 分析條件.....	37
3.3.2 除水設計.....	39
3.3.3 奈米碳管純化設計.....	39
3.3.4 批次吸附實驗.....	40
<b>第四章 結果與討論</b> .....	<b>42</b>
4.1 鄰苯二甲酸酯類分析方法的建立.....	42
4.1.1 採樣流速之選定.....	42
4.1.2 除水流速與時間.....	43
4.1.3 脫附溫度影響.....	46
4.1.4 脫附時間測試.....	47
4.1.5 冷凍捕集阱溫度影響.....	48
4.1.6 劑量效應評估.....	50
4.1.7 吸附劑種類.....	50
4.1.8 標準水樣分析.....	53
4.2 樣品測試.....	56
4.2.1 採樣容器與儲存時間對於分析之影響.....	56
4.2.2 真實樣品分析.....	58
4.3 奈米碳管結構與特性.....	60
4.3.1 掃描式顯微鏡(SEM).....	60
4.3.2 熱分析儀(TGA).....	62
4.3.3 界達電位.....	64
4.3.4 比表面積分析(BET).....	65
4.3.5 傅立葉轉換紅外線光譜(FTIR).....	68
4.4 奈米碳管之吸附實驗.....	70
4.4.1 等溫吸附實驗.....	70
4.4.2 不同 pH 值之吸附平衡實驗.....	76
4.4.3 不同溫度下之吸附平衡實驗.....	77
4.4.4 分子結構對吸附之影響.....	80
<b>第五章 結論與建議</b> .....	<b>81</b>
5.1 結論.....	81
5.2 建議.....	82
<b>參考文獻</b> .....	<b>83</b>

## 表目錄

表 2-1 鄰苯二甲酸酯類之物化性質.....	7
表 2-2 製程線寬與超純水純度需求.....	8
表 2-3 水中鄰苯二甲酸酯類化合物相關之分析方法.....	10
表 2-4 台灣與美國方法所得鄰苯二甲酸酯類之方法偵測極限比較...	11
表 2-5 超純水中之有機汙染物成份.....	12
表 2-6 現存前處理技術差異比較.....	13
表 2-7 常見的固相捕集管.....	14
表 2-8 選擇固相吸附劑 (sorbent) 一般通則.....	15
表 2-9 市售分析半揮發性有機物之吸附劑性質.....	16
表 2-10 各分析流程水氣之影響.....	17
表 2-11 常見分析流程除水方式.....	17
表 2-12 奈米碳管於分析之應用.....	27
表 2-13 奈米碳管於水處理之應用.....	28
表 3-1 商用奈米碳管材料物性.....	30
表 3-2 粒狀活性碳材料物性.....	30
表 3-3 ATD-GC/MS 之儀器操作參數.....	38
表 4-1 不同冷凍捕集阱溫度對 DEHP 脫附率之關係.....	50
表 4-2 Phthalate Ester Mix 檢量線.....	54
表 4-3 Phthalate Esters Mix 之方法偵測極限(MDL).....	55
表 4-4 以 ATD/GC-MS 分析 PAEs 之再現性(RSD %)... ..	55
表 4-5 六種鄰苯二甲酸酯類水樣於不同裝填容器中之分析結果....	57
表 4-6 奈米碳管表面積與孔體積.....	68
表 4-7 等溫吸附模式參數值.....	74

## 圖目錄

圖 2-1 鄰苯二甲酸酯類分子結構.....	6
圖 2-2 奈米碳管的孔結構.....	20
圖 3-1 超純水設備流程(工研院能資所提供).....	32
圖 3-2 研究架構及實驗設計.....	35
圖 3-3 前處理設備單元.....	36
圖 3-4 有機物捕集濃縮.....	37
圖 3-5 除水流程.....	37
圖 3-6 熱脫附樣品導入.....	37
圖 3-7 除水確認流程設計.....	39
圖 3-8 酸洗加熱震盪實驗設計.....	40
圖 4-1 不同採樣流速對積分面積之關係.....	45
圖 4-2 除水條件.....	45
圖 4-3 不同脫附溫度與積分面積之關係.....	47
圖 4-4 不同脫附時間與積分面積之關係.....	48
圖 4-5 不同劑量對積分面積之關係.....	52
圖 4-6 不同吸附劑種類對積分面積之關係.....	52
圖 4-7 空白樣品圖譜.....	54
圖 4-8 六種鄰苯二甲酸酯類水樣於不同裝填容器中之影響.....	57
圖 4-9 自來水分析圖譜.....	58
圖 4-10 某半導體廠超純水分析圖譜.....	59
圖 4-11 純化奈米碳管(外徑 10-20 nm)之 SEM 影像.....	61
圖 4-12 純化奈米碳管(外徑 40-60 nm)之 SEM 影像.....	61
圖 4-13 商用與純化奈米碳管(外徑 10-20 nm)之 TGA.....	63
圖 4-14 商用與純化奈米碳管(外徑 40-60 nm)之 TGA.....	63
圖 4-15 奈米碳管之界達電位與 pH 之關係.....	64

圖 4-16 純化後奈米碳管(10-20 nm)之 BET 比表面積測定儀之結果..	66
圖 4-17 純化後奈米碳管(40-60 nm)之 BET 比表面積測定儀之結果..	66
圖 4-18 FTIR 分析奈米碳管(10-20 nm)表面官能基.....	69
圖 4-19 FTIR 分析奈米碳管(40-60 nm)表面官能基.....	69
圖 4-20 不同初始濃度對外徑為 10-20 nm 奈米碳管之吸附動力 曲線.....	71
圖 4-21 不同初始濃度對外徑為 40-60 nm 奈米碳管之吸附動力 曲線.....	72
圖 4-22 活性碳吸附 4.2 mg/L DEP 之吸附動力曲線.....	72
圖 4-23 商用奈米碳管與 GAC 吸附 DEP 之等溫吸附曲線.....	75
圖 4-24 酸氧化前後奈米碳管吸附 DEP 之等溫吸附曲線.....	76
圖 4-25 不同 pH 下 DEP 之濃度變化.....	77
圖 4-26 外徑 10-20 nm 商用奈米碳管在不同溫度吸附 DEP 之吸附 曲線.....	79
圖 4-27 外徑 40-60 nm 商用奈米碳管在不同溫度吸附 DEP 之吸附 曲線.....	79