

目錄

目錄.....	I
表目錄.....	V
圖目錄.....	VII

第一章 緒論.....	1
1-1 前言	1
1-2 燃料電池主要原理	2
1-3 燃料電池分類	3
第二章 研究目的與內容	6
2-1 研究目的	6
2-2 研究內容	7
第三章 文獻回顧	9
3-1 雙極板材料與樹脂系統	9
3-1-1 石墨雙極板	9
3-1-2 金屬雙極板	10
3-1-3 複合材料雙極板	11
3-1-4 熱固性樹脂(Thermosetting Resin).....	12
3-1-5 熱塑性樹脂(Thermoplastic Resin).....	12
3-2 雙極板加工方式	13
3-2-1 射出成型	13
3-2-2 塊狀模造成型(Bulk Molding Compound).....	14
3-3 酚醛樹脂備製與性質	15
3-4 質子交換膜燃料電池用雙極板基本要求	17

3-5 奈米金屬	18
第四章 實驗流程	23
4-1 實驗材料	23
4-2 實驗設備及儀器	24
4-3 實驗流程與試片製備	28
4-4 實驗方法	29
第五章 結果與討論	34
5-1 試片製作	34
5-2 奈米氧化金屬複合材料性質比較	35
5-2-1 彎曲強度	35
5-2-2 耐衝擊強度	36
5-2-3 導電率	36
5-2-4 添加四種不同種類奈米氧化金屬粉末比較	37
5-3 彎曲強度	37
5-3-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅之彎曲強度	37
5-3-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫之彎曲強度	38
5-4 耐衝擊強度	38
5-4-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅之耐衝擊強度	39
5-4-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫之耐衝擊強度	39
5-5 靜態拉伸強度	40
5-5-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅靜態拉伸強度	40
5-5-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫粉末之靜態拉伸強度	40
5-6 導電率	41
5-6-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅導電率	41

5-6-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫導電率.....	42
5-7 腐蝕電流量測	42
5-7-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅之腐蝕電流.....	42
5-7-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫之腐蝕電流	43
5-8 氣體滲透測試	43
5-8-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅之氣體滲透測試.....	43
5-8-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫之氣體滲透測試 ...	44
5-9 空孔率測試	44
5-9-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅之氣體空孔率測試.....	45
5-9-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫之氣體空孔率測試	45
5-10 比重測試	46
5-10-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅之比重測試.....	46
5-10-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫之比重測試	46
5-11 溫溼效應	47
5-11-1 吸溼測試	47
5-11-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅粉末吸溼飽和之彎曲 強度.....	48
5-11-3 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫粉末吸溼飽和之彎 曲強度.....	48
5-12 熱循環作用	49
5-12-1 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化鋅粉末經熱循環後彎曲強 度.....	49
5-12-2 石墨/酚醛樹脂添加奈米氧化銦/錫粉末經熱循環後彎 曲強度.....	50
5-13 破壞斷面觀察	50

5-14 燃燒性質	52
第六章 結論.....	53
第七章 參考文獻	57
附表.....	63
附圖.....	72



表目錄

表 1-1 燃料電池分類	63
表 4-1 厚度修正表 [51]	64
表 4-2 尺寸修正表 [52]	64
表 4-3 標準垂直燃燒法	65
表 5-1 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之彎曲強度	65
表 5-2 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之彎曲強度	66
表 5-3 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之耐衝擊強度	66
表 5-4 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之耐衝擊強度	66
表 5-5 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之拉伸強度	66
表 5-6 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之拉伸強度	67
表 5-7 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之導電率	67
表 5-8 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之導電率	67
表 5-9 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之腐蝕電流	67
表 5-10 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之腐蝕電流	68
表 5-11 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之氣體滲透壓	68
表 5-12 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之氣體滲透壓	68
表 5-13 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之空孔率	69
表 5-14 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之空孔率	69
表 5-15 添加不同比例奈米氧化鋅粉末之比重	69
表 5-16 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之比重	69
表 5-17 添加不同比例奈米氧化鋅粉末吸溼後之彎曲強度	70
表 5-18 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末吸溼後之彎曲強度	70
表 5-19 添加不同比例奈米氧化鋅粉末經熱循環後之彎曲強度	70

表 5-20 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末經熱循環後之彎曲強度...	70
表 5-21 固定石墨含量 75 wt%，添加不同比例奈米氧化鋅粉末之難燃性質.....	71
表 5-21 固定石墨含量 75 wt% 添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之難燃性質.....	71



圖目錄

圖 1-1 燃料電池原理[21].....	72
圖 1-2 單燃料電池測試模組.....	72
圖 3-1 導電雙極板總類[5].....	73
圖 3-2 不鏽鋼導電雙極板在燃料電池長時間使用，產生腐蝕作用 [15].....	73
圖 3-3 石墨形成通路示意圖[19].....	74
圖 3-4 ®Sigracet PPG8 射出成型法[30].....	74
圖 3-5 ®Sigracet BBP4 射出成型法[30].....	75
圖 4-1 BMC 捏合機.....	75
圖 4-2 熱壓成型機.....	75
圖 4-3 鑽石切割機.....	76
圖 4-4 萬能材料試驗機.....	76
圖 4-5 Instron-8848 微拉伸試驗機.....	77
圖 4-6 擺錘式衝擊試驗機.....	77
圖 4-7 四點探針.....	78
圖 4-8 氣體滲漏儀.....	78
圖 4-9 溫濕循環試驗機.....	78
圖 4-10 熱循環試驗機.....	79
圖 4-11 場發射掃描式電子顯微鏡 (FE-SEM).....	79
圖 4-12 實驗流程圖.....	80
圖 4-13 左為 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 經熱壓成型雙極板，圖右為 $20 \times 20 \text{cm}^2$ 經熱壓 成型雙極板.....	80
圖 4-14 彎曲強度測試試片尺寸圖.....	81

圖 4-15 耐衝擊強度測試試片尺寸圖.....	81
圖 4-16 衝擊試驗校正圖.....	82
圖 4-17 拉伸試片尺寸圖.....	82
圖 4-18 四點探針儀[51].....	83
圖 4-19 四點探針之距離修正定義[51].....	83
圖 4-20 使用四點探針法測量體積電阻時使用之校正因數圖[51]	83
圖 4-21 氦氣測漏示意圖.....	84
圖 4-22 熱循環溫度和時間關係圖.....	84
圖 5-1 奈米氧化鈷粉末 FE-SEM 50000 倍.....	85
圖 5-2 奈米氧化鎳粉末 FE-SEM 50000 倍.....	85
圖 5-3 奈米氧化鋅粉末 FE-SEM 50000 倍.....	86
圖 5-4 奈米氧化銦/錫粉末 FE-SEM 50000 倍.....	86
圖 5-5 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加四種奈米等級 氧化金屬粉末在添加 5phr 之彎曲強度.....	87
圖 5-6 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、四種奈米等級氧化 金屬粉末在添加 5 phr 之耐衝擊強度.....	87
圖 5-7 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加四種奈米等級 氧化金屬粉末在添加 5phr 之導電度.....	88
圖 5-8 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米 氧化鋅粉末之彎曲強度.....	88
圖 5-9 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米 氧化銦/錫粉末之彎曲強度.....	89
圖 5-10 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、分別添加不同比 例奈米氧化鋅、奈米氧化銦/錫粉末之彎曲強度比較.....	89
圖 5-11 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈	

米氧化鋅粉末之彎曲強度.....	90
圖 5-12 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之耐衝擊強度.....	90
圖 5-13 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、分別添加不同比例奈米氧化鋅、奈米氧化銦/錫粉末之耐衝擊強度比較.....	91
圖 5-14 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化鋅粉末之拉伸強度.....	91
圖 5-15 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之拉伸強度.....	92
圖 5-16 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、分別添加不同比例奈米氧化鋅、奈米氧化銦/錫粉末之拉伸強度比較.....	92
圖 5-17 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化鋅粉末之導電率.....	93
圖 5-18 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之導電率.....	93
圖 5-19 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、分別添加不同比例奈米氧化鋅、奈米氧化銦/錫粉末之導電率比較.....	94
圖 5-20 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化鋅粉末之腐蝕電位圖.....	94
圖 5-21 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之腐蝕電位圖.....	95
圖 5-22 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化鋅粉末之空孔率.....	95
圖 5-23 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之空孔率.....	96

圖 5-24 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化鋅粉末之比重.....	96
圖 5-25 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末之比重.....	97
圖 5-26 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、無添加奈米氧化金屬粉末、添加 5 phr 奈米氧化鋅、添加 5 phr 奈米氧化銦/錫之吸溼率.....	97
圖 5-27 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化鋅粉末吸溼及未吸溼之彎曲強度.....	98
圖 5-28 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末吸溼及未吸溼之彎曲強度.....	98
圖 5-29 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化鋅粉末經熱循環及未經熱循環之彎曲強度.....	99
圖 5-30 固定石墨含量 75 wt%、短碳纖維 2 wt%、添加不同比例奈米氧化銦/錫粉末經熱循環及未經熱循環之彎曲強度.....	99
圖 5-31 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 0 phr 奈米氧化銦/錫 FE-SEM 斷面圖 (×500).....	100
圖 5-32 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 1 phr 奈米氧化銦/錫粉末 FE-SEM 斷面圖 (×500).....	100
圖 5-33 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 3 phr 奈米氧化銦/錫粉末 FE-SEM 斷面圖 (×500).....	101
圖 5-34 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 5 phr 奈米氧化銦/錫粉末 FE-SEM 斷面圖 (×500).....	101
圖 5-35 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 0 phr 奈米氧化金屬粉末 FE-SEM 斷面圖 (×5000).....	102

圖 5-36 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維、3 phr 奈米氧化金屬 粉末 FE-SEM 斷面圖	102
圖 5-37 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維、5 phr 奈米氧化金屬 粉末 FE-SEM 斷面圖 (×5000).....	103
圖 5-38 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維、3 phr 奈米氧化金屬 粉末 FE-SEM 斷面圖 (×5000).....	103
圖 5-39 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 5 phr 奈米氧化鈮/ 錫粉末 FE-SEM 斷面圖 (×20000).....	104
圖 5-40 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 3phr 奈米氧化鈮/ 錫粉末 FE-SEM 斷面圖 (×20000).....	104
圖 5-41 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 5 phr 奈米氧化鈮/ 錫粉末 FE-SEM 斷面圖 (×50000).....	105
圖 5-42 添加 75 wt% 石墨粉末、2 wt% 短碳纖維及 0 phr 奈米氧化鈮/ 錫粉末 FE-SEM 斷面圖 (×50000).....	105