

目錄

中文摘要.....	
英文摘要.....	
致謝.....	
目錄.....	
表目錄.....	
圖目錄.....	
符號說明.....	XII
第一章 前言.....	1
第二章 文獻回顧.....	3
2-1 燃料電池簡介.....	3
2-1-1 燃料電池各組件.....	4
2-1-2 PEMFC 水管理與熱移除.....	5
2-2 PEMFC 的熱水流分析文獻回顧.....	6
2-3 CFD-ACE+ 流體分析套裝軟體.....	7
2-4 研究目的.....	7
第三章 電熱流力傳輸的模擬理論與原理.....	9
3-1 多孔性介質中傳輸現象.....	9
3-2 電化學反應.....	10
3-3 水傳輸現象模擬.....	11
第四章 模擬結果.....	15
4-1 基本模組模擬.....	15

4-1-1 模擬說明與結果.....	15
4-1-2 質量、壓力與熱水流分佈.....	18
4-2 靈敏度分析.....	27
4-2-1 MEA 的熱傳係數更改.....	27
4-2-2 修改氣體性質參數.....	35
4-2-3 邊界條件的更改.....	44
4-2-4 等壓條件.....	53
第五章 結論.....	62
5-1 溫度場.....	62
5-2 質量分佈.....	63
5-3 液態水分佈.....	64
5-4 電流表現.....	65
參考文獻.....	67
附錄	



表目錄

表 2.1 電池內部模擬分析文獻發展.....	8
表 4.1 幾何形狀尺寸與物理參數表.....	17
表 4.2 各部分格點數.....	18
表 4.3 陽極陰極入口混和氣體分佈.....	18
表 5.1 改變參數對於產生的電流密度影響.....	65



圖目錄

第二章

圖 2.1	質子交換膜燃料電池操作示意圖.....	3
圖 2.2	電池內水分子移動示意圖.....	5

第三章

圖 3-1	液態水在水-空氣混合體中的毛細擴散係數比.....	14
-------	---------------------------	----

第四章

圖 4.1	基本案例電池配置示意圖.....	16
圖 4.2	基本案例電池格點分佈前視圖.....	16
圖 4.3	基本案例模擬出的性能曲線 (I-V 曲線).....	18
圖 4.4	基本案例流道和擴散層中 (a) 陽極氫氣與 (b) 陰極氧氣質量分率分佈圖... ..	20
圖 4.5	基本案例 $y=0.00581\text{m}$ (a) $x=0.00058\text{m}$ 氫氣由陽極入口到出口的質量分率遞減圖 (b) $x=0.00214\text{m}$ 氧氣由陰極入口到出口的質量分率遞減圖.....	21
圖 4.6	基本案例 $y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ (a) 氫氣質量分率分佈 (b) 氧氣質量分率分佈.....	22
圖 4.7	基本案例電池內 (a) 水蒸汽質量分率分佈 (b) 氫氣質量分率分佈.....	23
圖 4.8	基本案例 (a) 陽極流道和擴散層中的壓降 (b) 陰極流道和擴散層中的壓降.....	23
圖 4.9	基本案例流道中央 ($y=0.000581\text{m}$) (a) 陽極流道的速度分佈 (b) 陰極流道的速度分佈.....	24
圖 4.10	基本案例電池內 saturation 的分佈.....	24

圖 4.11	基本案例 $y=0.00581\text{m}$ X 軸方向 saturation 變化.....	25
圖 4.12	基本案例 (a) 陽極流道中段溫度分佈 (b) MEA 中段溫度分佈 (c) 陰極流道中段溫度分佈.....	25
圖 4.13	基本案例 $y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ 上溫度分佈.....	26
圖 4.14	基本案例電池內 X 軸方向電流密度分佈圖.....	26
圖 4.15	基本案例陰極流道入口到出口方向催化層上氧氣質量分率與 X 軸方向電流密度的關係圖.....	27
圖 4.16	流道和擴散層中 (a) 陽極氫氣與 (b) 陰極氧氣質量分率分佈 圖.....	29
圖 4.17	$y=0.00581\text{m}$ (a) $x=0.00058\text{m}$ 氫氣由陽極入口到出口的質量分 率遞減圖 (b) $x=0.00214\text{m}$ 氧氣由陰極入口到出口的質量分率 遞減圖.....	30
圖 4.18	$y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ (a) 氫氣質量分率分佈 (b) 氧氣質 量分率分佈.....	31
圖 4.19	電池內 (a) 水蒸汽質量分率分佈 (b) 氮氣質量分率分佈.....	32
圖 4.20	(a) 陽極流道和擴散層中的壓降 (b) 陰極流道和擴散層中的 壓降.....	32
圖 4.21	流道中央 ($y=0.000581\text{m}$) (a) 陽極流道速度分佈 (b) 陰極 流道速度分佈.....	33
圖 4.22	(a) 陽極流道中段溫度分佈 (b) MEA 中段溫度分佈 (c) 陰極 流道中段溫度分佈.....	33
圖 4.23	$y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ 上溫度分佈圖.....	34
圖 4.24	電池內 saturation 分佈.....	34
圖 4.25	$y=0.00581\text{m}$ X 軸方向 saturation 變化.....	35
圖 4.26	電池內 X 軸方向電流密度分佈圖.....	35
圖 4.27	流道和擴散層中 (a) 陽極氫氣與 (b) 陰極氧氣質量分率分佈 圖.....	37

圖 4.28	$y=0.00581\text{m}$ (a) $x=0.00058\text{m}$ 氫氣由陽極入口到出口的質量分率遞減圖 (b) $x=0.00214\text{m}$ 氧氣由陰極入口到出口的質量分率遞減圖.....	38
圖 4.29	$y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ (a) 氫氣質量分率分佈 (b) 氧氣質量分率分佈.....	39
圖 4.30	電池內 (a) 水蒸汽質量分率分佈 (b) 氮氣質量分率分佈..	40
圖 4.31	(a) 陽極流道和擴散層中的壓降 (b) 陰極流道和擴散層中的壓降.....	40
圖 4.32	流道中央 ($y=0.000581\text{m}$) (a) 陽極流道的速度分佈 (b) 陰極流道的速度分佈.....	41
圖 4.33	電池內 saturation 分佈.....	41
圖 4.34	$y=0.00581\text{m}$ X 軸方向 saturation 變化.....	42
圖 4.35	(a) 陽極流道中段溫度分佈 (b) MEA 中段溫度分佈 (c) 陰極流道中段溫度分佈.....	42
圖 4.36	$y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ 的溫度分佈曲線.....	43
圖 4.37	電池內 X 軸方向電流密度分佈圖.....	43
圖 4.38	流道和擴散層中 (a) 陽極氫氣與 (b) 陰極氧氣質量分率分佈圖.....	45
圖 4.39	$y=0.00581\text{m}$ (a) $x=0.00058\text{m}$ 氫氣由陽極入口到出口的質量分率遞減圖 (b) $x=0.00214\text{m}$ 氧氣由陰極入口到出口的質量分率遞減圖.....	46
圖 4.40	$y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ (a) 氫氣質量分率分佈 (b) 氧氣質量分率分佈.....	47
圖 4.41	電池內 (a) 水蒸汽質量分率分佈 (b) 氮氣質量分率分佈...	48
圖 4.42	$y=0.00581\text{m}$ $x=0.00058\text{m}$ 陽極流道中水蒸汽詳細質量分率分佈.....	48
圖 4.43	(a) 陽極流道和擴散層中的壓降 (b) 陰極流道和擴散層中的	

壓降.....	49
圖 4.44 流道中央 ($y=0.000581\text{m}$) (a) 陽極流道的速度分佈 (b) 陰極流道的速度分佈.....	49
圖 4.45 電池內 saturation 的分佈.....	50
圖 4.46 $y=0.00581\text{m}$ X 軸方向 saturation 變化.....	50
圖 4.47 電池出口處 saturation 分佈.....	51
圖 4.48 (a) 陽極流道中段溫度分佈 (b) MEA 中段溫度分佈 (c) 陰極流道中段溫度分佈.....	51
圖 4.49 $y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ 的溫度分佈曲線.....	52
圖 4.50 電池內 X 軸方向電流密度分佈圖.....	52
圖 4.51 流道和擴散層中 (a) 陽極中氫氣與 (b) 陰極中氧氣質量分率分佈圖.....	54
圖 4.52 $y=0.00581\text{m}$ (a) $x=0.00058\text{m}$ 氫氣由陽極入口到出口的質量分率變化圖 (b) $x=0.00214\text{m}$ 氧氣由陰極入口到出口的質量分率遞減圖.....	55
圖 4.53 $y=0.000581\text{m}$ $z=0.03556\text{m}$ (a) 氫氣質量分率分佈 (b) 氧氣質量分率分佈.....	56
圖 4.54 電池內 (a) 水蒸汽質量分率分佈 (b) 氫氣質量分率分佈....	57
圖 4.55 $y=0.00581\text{m}$ $x=0.00058\text{m}$ 陽極流道中水蒸汽的詳細質量分率分佈.....	57
圖 4.56 (a) 陽極流道和擴散層中的壓降 (b) 陰極流道和擴散層中的壓降.....	58
圖 4.57 流道中央 ($y=0.000581\text{m}$) (a) 陽極流道的速度分佈 (b) 陰極流道的速度分佈.....	58
圖 4.58 (a) 陽極流道中段溫度分佈 (b) MEA 中段溫度分佈 (c) 陰極流道中段溫度分佈.....	59
圖 4.59 $y=0.00581\text{m}$ (a) 4-2-5 模組質子交換膜中段的 water_content	

	分佈 (b) 4-2-2 模組質子交換膜中段的 water_content 分佈..	59
圖 4.60	Y 軸方向質子交換膜內 water_content 與集電板上電流密度關係圖.....	60
圖 4.61	電池內 saturation 的分佈.....	60
圖 4.62	y=0.00581m X 軸方向 saturation 變化.....	61
圖 4.63	電池內 X 軸方向電流密度分佈圖.....	61

第五章

圖 5.1	三個模組的溫度分佈比較.....	62
圖 5.2	邊界條件和等壓造成內部溫度分佈的差異.....	63
圖 5.3	壓力的改變下氮氣的質量分率分佈.....	64

