

# 目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	III
第一章 緒論.....	1
1-1 前言.....	1
1-2 文獻回顧.....	2
1-2.1 整合電極與傳導線結構—微電極陣列.....	2
1-2.2 整合平板與彈簧結構—微力感測器.....	4
1-3 研究動機與目標.....	6
第二章 整合電極與導線結構實例—微電極陣列.....	14
2-1 元件設計考量.....	14
2-2 製程與實驗.....	15
2-2.1 製程規劃.....	15
2-2.2 製程步驟.....	16
2-2.3 製程結果.....	18
2-3 測試與討論.....	19
2-3.1 絕緣性證明.....	19
2-3.2 電性討論.....	20
2-3.3 人工刺激訊號實驗.....	21
2-3.4 整合前級放大器微電極陣列實驗.....	21
2-3.5 光反應測試.....	22
第三章 整合平板與彈簧結構實例—微力感測器.....	40
3-1 設計與分析.....	41
3-1.1 系統介紹.....	41
3-1.2 彈簧剛性分析.....	41
3-1.3 壓痕作用力推算.....	42
3-1.4 靜電驅動分析與模擬.....	43
3-2 製程與實驗.....	43

3-2.1 製程步驟 .....	44
3-2.2 製程結果 .....	46
3-2.3 製程問題與討論 .....	47
3-4 量測與實驗架設 .....	49
3-4.1 靜態觀測 .....	50
3-4.2 動態量測與實驗架設 .....	50
<b>第四章 結論與未來工作 .....</b>	<b>75</b>
<b>第五章 文獻回顧 .....</b>	<b>77</b>



# 圖目錄

圖 1-1 熱擴散製作之三維微電極[29] .....	8
圖 1-2 製作於玻璃基材上之三維微電極[33].....	8
圖 1-3 非等向性蝕刻加上厚膜光阻製作之三維微電極[35].....	9
圖 1-4 三維微電極[37].....	9
圖 1-5 微組裝之三維微電極陣列[38] .....	10
圖 1-6 磁自組裝之三維微電極陣列[41].....	10
圖 1-7 平衡式差動電容法[53].....	11
圖 1-8 利用平衡式差動電容法感測之微力感測器[54].....	11
圖 1-9 Be-Cu 合金製作之微力感測器[55] .....	12
圖 1-10 控制迴路示意圖[55].....	12
圖 1-11 微力感測器組裝示意圖[56].....	13
圖 1-12 利用光槓桿量測之微力感測器系統圖[56].....	13
圖 2-1 三維微電極設計考量示意圖 .....	25
圖 2-2 本文之三維微電極元件示意圖 .....	25
圖 2-3 三維微電極陣列製程流程圖[58].....	26
圖 2-3(續) 三維微電極陣列製程流程圖[58].....	27
圖 2-4 元件封裝示意圖 .....	28
圖 2-5 具整合放大器 IC 功能之三維微電極陣列佈局圖[51] .....	28
圖 2-6 具整合前級放大器功能之 $2 \times 2$ 三維微電極陣列 SEM 照片.....	29
圖 2-7 具整合前級放大器之 $4 \times 4$ 三維微電極陣列 SEM 照片.....	29
圖 2-8 具整合前級放大器功能之三維微電極陣列細部說明 .....	30
圖 2-9 前級放大器之電路透過鐸線連結至電路板 .....	30
圖 2-10 (a) $4 \times 4$ 三維微電極陣列以缺氧膠保護打線部分，(b)以環氧樹脂保護具整合前級放大器功能之 $2 \times 2$ 三維微電極陣列的打線部分 .....	31
圖 2-11 以矽膠黏貼特製培養皿完成封裝 .....	31
圖 2-12 (a)電鍍前之結構，(b)電鍍後電流可通過部分附著金屬之情形 .....	32
圖 2-13 微電極阻抗量測架構示意圖 .....	33
圖 2-14 大氣中給予人工刺激訊號示意圖 .....	33

圖 2-15 放大電路接法 .....	34
圖 2-16 於電解液中給予人工刺激之示意圖 .....	34
圖 2-17 示波器顯示放大倍率 .....	35
圖 2-18 示波器顯示放大倍率 .....	35
圖 2-19 量測實驗儀器架設圖 .....	36
圖 2-20 實驗中剪裁成 $1\text{cm}^2$ 之紐西蘭家兔視網膜細胞近照 .....	36
圖 2-21 供給細胞養分並維持恆溫與 PH 值之系統 .....	37
圖 2-22 視網膜細胞與微電極陣列穿刺深度示意圖 .....	37
圖 2-23 給光刺激之鏡頭與壓合視網膜細胞輔助裝置近照 .....	38
圖 2-24 單一區塊之給光的訊號 .....	38
圖 2-25 施加壓力以確保接觸良好之示意圖 .....	39
圖 3-1 整合平板之微力感測器結構示意圖 .....	52
圖 3-2 高靈敏度微型化微力壓痕測試系統示意圖 .....	52
圖 3-3 感測示意圖 .....	53
圖 3-4 整合平板之微力感測器背面預留光纖鑽孔位置示意圖 .....	53
圖 3-5 雙端固定之面鏡尺寸設計之示意圖 .....	54
圖 3-6 ANSYS 位移變化模擬 .....	54
圖 3-7 Coventor 模擬施加電壓時之(a)位移變化量，(b)應力分佈 .....	55
圖 3-8 完成接合之元件照片(a)探針整合運動大型平板加上 V 型彈簧，(b)探針整合細長運動平板之環狀陣列設計.....	56
圖 3-9 矽基材部分實驗製程流程示意圖 .....	57
圖 3-9(續) 矽基材部分實驗製程流程示意圖.....	58
圖 3-10 玻璃基材部份實驗製程流程與接合步驟示意圖 .....	58
圖 3-12 (a)製作完成矽基材部分，(b)製作完成之玻璃部份 .....	60
圖 3-13 (a)完成之玻璃部份鑽孔近照，(b)下極板整體佈局示意圖 .....	61
圖 3-14 蝕刻阻擋之氧化層與探針斜面 SEM 照片 .....	62
圖 3-15 蝕刻過程中阻擋之氧化層遭破壞之 SEM 照片 .....	62
圖 3-16 舊製程缺失之一：蝕刻罩幕過小之蝕刻示意圖 .....	63
圖 3-17 舊製程缺失之二：蝕刻罩幕過大之蝕刻示意圖 .....	63
圖 3-18 蝕刻罩幕大小與探針成型之關係示意圖 .....	64

圖 3-19 改良之製程探針與平板於不同蝕刻時間下之關係示意圖 .....	64
圖 3-20 大尺寸設計於封裝後整體 SEM 照片 .....	65
圖 3-21 運動平板、扭轉彈簧與下電極間距 SEM 近照 .....	65
圖 3-22 運動平板上之微探針 SEM 照片 .....	66
圖 3-23 完整定義之探針 SEM 近照 .....	66
圖 3-25 側壁定義不全之彈簧結構 SEM 近照 .....	67
圖 3-29 另一種整合平板與彈簧設計之 SEM 照片 .....	69
圖 3-30 靜態量測實驗架設圖 .....	70
圖 3-31 利用 CCD 觀測元件於靜態測試下之照片 .....	70
圖 3-32 靜態驅動下三次元表面干涉儀之位移量 .....	71
圖 3-33 以壓電片作為激振源之量測架設圖 .....	71
圖 3-34 大型運動平板動態量測元件之照片 .....	72
圖 3-35 動態掃描頻率獲得之頻譜響應 .....	72
圖 3-36 細長型運動平板動態量測元件之照片 .....	73
圖 3-37 動態掃描頻率獲得之頻譜響應 .....	73
圖 3-38 ANSYS 模態分析模擬圖 .....	74