

MEMS - Based Pressure Sensors

黃春偉、蔡耀文

E-mail: 9806433@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This study presents a novel fabrication process for a micro pressure sensor. The presented micro sensor not only has a smaller volume than a traditional sensor, but also can make more accurate measurement and higher sensitivity due to the miniaturized dimension. In this study, MEMS techniques are used to deposit a silicon nitride layer on a silicon wafer to create a piezoresistive structure. A platinum layer is deposited on the silicon nitride layer to form resistors and the structure is then etched to form a member. And the backside of chip is bonded with a microscope slide in a vacuum chamber to make sure the pressure sensor chamber pressure is subpressure. When a pressure changes in the vacuum chamber, a small deformation occurs. Variations in the pressure can therefore be determined by measuring the change in resistance caused by the member deformation using an LCR meter. Experimental data indicate that the proposed micro pressure sensor has a high sensitivity and a rapid response time.

Keywords : pressure sensor、piezoresistor、wet etch Si₃N₄ thin film

Table of Contents

封面內頁

簽名頁

授權書 iii

中文摘要 iv

英文摘要 v

誌謝 vi

目錄 vii

圖目錄 x

表目錄 xiv

第一章 緒論 1

1.1 前言 1

1.2 微機電系統 2

1.2.1 微感測器特性 2

1.2.1 元件應用 4

1.3 文獻回顧 5

1.4 研究動機與目的 7

1.5 本文架構 7

第二章 感測原理與設計

2.1 微機電式壓力感測器 9

2.1.1 研究背景 9

2.1.2 壓阻性在薄膜之應用 9

2.1.3 懸臂樑尺寸之設 13

2.2 惠斯同電橋式壓力感測器 12

2.2.1 懸臂樑尺寸之設 13

2.2.2 惠斯同電橋式微型壓力感測原理 13

2.2.3 惠斯同電橋式微型壓力感測器尺寸之設計 15

第三章 微機電式壓力感測器與惠斯同式壓力感測器製程技術

3.1 製程處理 17

3.1.1 晶圓潔淨 17

3.1.2 微影技術 19

3.1.3 薄膜製程 22

- 3.1.4 微機電系統技術加工 29
- 3.1.5 蝕刻 31
- 3.2 微機電式壓力感測器製程步驟 35
 - 3.2.1 前置準備與製程圖 35
 - 3.2.2 白金感測層圖形定義 36
 - 3.2.3 金導線圖形定義 38
 - 3.2.4 晶圓蝕刻孔圖形定義 39
 - 3.2.5 成型 41
- 3.3 惠斯同電橋式微型壓力感測器製程步驟 43
 - 3.3.1 惠斯同電橋式微型壓力感測器製程圖 43
 - 3.3.2 白金感測層圖形定義 44
 - 3.3.3 金導線圖形定義 46
 - 3.3.4 蝕刻孔圖形定義 46

3.4 感測器實體外觀 47

第四章 結果與討論

- 4.1 量測儀器介紹 49
- 4.2 微機電式壓力感測器 50
 - 4.2.1 量測模組建構 50
 - 4.2.2 氣壓對電阻值之響應 52
 - 4.2.3 溫度對感測器之影響 54
 - 4.2.4 反應時間 60
- 4.3 惠斯同電橋式微型壓力感測器 61
 - 4.3.1 惠量測模組建構 61
 - 4.3.2 氣壓對電阻值之響應 63

第五章 結論與未來展望

- 5.1 結論 68
- 5.2 未來展望 68
- 參考文獻 70

圖目錄

- 圖2.1 壓阻受力變形示意圖 12
- 圖2.2 微機電式壓力感測器白金電阻之尺寸 12
- 圖2.3 惠斯同電橋電路圖 14
- 圖2.4 惠斯同式微型壓力感測器白金電阻尺寸 16
- 圖3.1 E-beam Evaporator 25
- 圖3.2 VT1-10CE電子束蒸鍍機 26
- 圖3.3 化學氣相沉積之主要沉積機構 28
- 圖3.4 OMNI-RIE反應離子蝕刻機 32
- 圖3.5 <100>晶圓的蝕刻夾角 34
- 圖3.6 微機電式壓力感測器之製程圖 36
- 圖3.7 OAI 500-IR 單面光罩對準機 37
- 圖3.8 白金電阻成形示意圖 38
- 圖3.9 完成電子束蒸鍍之晶片外觀 39

圖3.10 乾式蝕刻完成後之外觀 41
圖3.11 濕蝕刻夾具剖面圖 42
圖3.12 蝕刻成形後之壓力感測器外觀與大小 42
圖3.13 成形後的壓力感測器之電子式掃描顯微鏡之外觀 43
圖3.14 白金電阻的定義 45
圖3.15 沉積完成的白金電極 45
圖3.16 金導線成形示意圖 46
圖3.17 背部蝕刻孔與切割線光罩圖 47
圖3.18 微機電式壓力感測器之完成實體 48
圖4.1 PG-100-103RP 壓力計 49
圖4.2 LCR-819 阻抗分析儀 50
圖4.3 壓力感測器量測架構圖 51
圖4.4 壓力感測器量測示意圖 52
圖4.5 LCR連接感測器示意圖 52
圖4.6 壓力與阻值的變化圖 53
圖4.7 改良薄膜尺寸後之感測器壓力與阻值的變化圖 54
圖4.8 25 環境下之電阻值變化 55
圖4.9 改良壓力計於25 環境下之電阻值變化 56
圖4.10 30 環境下之電阻值變化 57
圖4.11 改良壓力計於30 環境下之電阻值變化 57
圖4.12 35 環境下之電阻值變化 58
圖4.13 改良壓力計於35 環境下之電阻值變化 59
圖4.14 40 環境下之電阻值變化 60
圖4.15 改良壓力計於40 環境下之電阻值變化 60
圖4.16 壓力感測器反應時間圖 61
圖4.17 GPS-3303電源供應器 62
圖4.18 惠斯同電橋式壓力計量測模組建構圖 63
圖4.19 惠斯同電橋式壓力計量測模組建構 64
圖4.20 惠斯同電橋電路圖 65
圖4.21 惠斯同電橋式壓力感測器的壓力與電壓變化圖 65
圖4.22 LM324放大器 66
圖4.23 包含放大器之惠斯同電橋電路 67
圖4.24 含放大器惠斯同式壓力感測器壓力與電壓變化圖 67
表目錄

表3.1 製程上常用之光阻去除之方法 22
表3.2 電子束蒸鍍機靶材參數表 26
表3.3 不同CVD製程方式比較 27
表3.4 反應式離子蝕刻常用的氣體 33

REFERENCES

- [1]K. E. Peterson , “ Silicon as A Mechanical Material, ” Proceeding of the IEEE, 70.5, pp. 420, 1982.
[2]H. Guckel, and D. Burns, Planar Processed Polysilicon Sealed Cavitiesfor Pressure Transducers Array, pp. 223-225, IEDM, 1984[3]G. S. Chung, S. Kawahito, M. Ishida, and T. Nakamura, “ Novel Pressure Sensors with Multilayer SOI Structure , ” Electronics Letters, 26, pp. 775-777, 1990.
[4]S. Susumu, and K. Shimaoka, “ Surface Micromachined Micro-Diaphragm Pressure Sensors, ” Solid – State Sensors and Actuators, pp. 188-191, 1991.
[5]J. Fukang, Y. C. Tai, W. Walsh, T. Tom, G. B. Lee, and C. M. Ho, “ A Flexible MEMS Technology And Its First Application To Shear Stress Sensor Skin, ” IEEE, MEMS-97, pp. 465-470, 1997.
[6]E. Kalvesten, “ The First Surface Micromachined Pressure Sensor for Cardiovascular Pressure Measurements, ” IEEE, MEMS-98, pp. 574-579, 1998.
[7]Lee C.Y., Lee G.B., “ Micromachine-based humidity sensors with integrated temperature sensors for signal drift compensation, ” J.

Micromech. Microeng. 13, 620-627, 2003.

[8]Chi-Yuan Lee, Ying-Chou Cheng, Tsung-Tsong W, Yung-Yu Chen, Wen-Jong Chen, Shih-Yung Pao, Pei-Zen Chang, Ping-Hei Chen, Kai-Hsiang Yen, Fu-Yuan Xiao " A Novel Method for Evaluating the Thickness of Silicon Membrane Using a Micromachined Acoustic Wave Sensor, " Tamkang Journal of Science and Engineering, Vol. 7, No. 2, pp. 61-66 (2004).

[9]王禹翔，應用於高氣體流速微懸臂流量感測器，大葉大學，碩士論文，2006。

[10]張晃欣，可撻式微型感測器之設計與製造，大葉大學，機電自動化碩士論文，彰化、台灣，2007。

[11]薛子涵，微懸臂風速風向感測器，碩士?文，大葉大學，機械工程學系，彰化、台灣，2008。