

表面聲波元件在扭力感測器之應用

楊正宇、林海平

E-mail: 9607875@mail.dyu.edu.tw

摘要

表面聲波 (surface acoustic wave ; SAW) 元件是為於積體電路的時期所發展；隨著指叉型設計 (IDT) 的進步下，已可有效降低插入耗損 (IL)，而這使SAW除了通訊用零件的用途外，又因其壓電特性而近來常用在物理感測功能方面的研究上。本研究以先瞭解 SAW元件本身物理之特性，對壓電材料基本性質以及 IDT距離變化與中心頻率的關係做基本瞭解，再經由軟體模擬來設計可用於量測軸體受扭力而產生應變之雙 SAW模組，並對實體SAW模組做應變 / 頻率飄移的測試，而後在對於欲放置在軸體上的實驗設計製作以相對軸心正負 45度角量測的雙軸向SAW扭力感測器，最後進行雙SAW扭力感測器與應變規之間的比對。最後藉由外部控制掃頻控制的部份來取代網路分析儀量測SAW感測器的訊號，並測試在有線與無線的情況下訊號傳遞的差別，替 SAW扭力感測器模組未來在無線化做為初步的發展設計。

關鍵詞：表面聲波，扭力感測器

目錄

目錄封面內頁 簽名頁 博授權書 iii 中文摘要 iv ABSTRACT v 誌謝 vi 目錄 vii 圖目錄 x 表目錄 xv 第一章 序論 1 1.1前言 1
1.2文獻回顧 2 1.3 研究目的 4 第二章 表面聲波之理論分析 5 2.1 固體中的彈性波 6 2.2 表面聲波原理 7 2.3 壓電原理 9 2.3.1
正壓電效應 9 2.3.2 逆壓電效應 10 2.4 表面聲波元件壓電基材 11 2.5 基板參數 14 2.5.1 插入損失 (Insertion Loss, IL) 14 2.5.2
機電耦合係數Electromechanical Coupling Coefficient 15 2.5.3 溫度頻率係數 TCF 16 2.6 交插指狀轉換器(IDT) 17 2.7 感測
型SAW之種類 20 2.7.1 延遲線(delayline)型SAW元件 20 2.7.2 共振型SAW元件 23 第三章 SAW實體扭力量測 25 3.1架構及電
路測試 25 3.1.1 SAW頻率偏移現象 25 3.1.2 軸體的扭力量測 27 3.1.3 雙SAW電路模擬 28 3.1.4 實體SAW感測器設計 32 3.1.5
FR4板之電路製作 33 3.1.6 綁線與量測 35 3.2 SAW與扭力應變之關係 42 3.2.1 SAW基板受力 42 3.2.2 SAW之敏感度 43 3.2.3
SAW之應變 / 頻飄實測 44 3.3 SAW扭力量測 53 3.3.1 軸上直接量測 53 3.3.2 薄片型感測器 59 第四章 SAW與無線發射接收模
組測試 67 4.1 無線通訊原理及基本調變技術 67 4.1.2 主動式詢答系統模組硬體介紹 68 4.1.3 接收端RX電路架構 72 4.1.4 發
設端TX電路架構 73 4.1.5 耦合天線 73 4.2 雙極SAW詢答模組掃頻測試 75 第五章 結論與未來研究方向建議 81 5.1 結論 81
5.2 研究建議 83 參考文獻 84

參考文獻

- [1].D. Penunuri: " Recent progress in SAW filters at GHz frequencies ", IEEE MTT-S Digest, pp.169-172, 1997.
- [2].T. Shiba, A. Yuhara, M. Moteki, Y. Ota, K. Oda, and K. Tsubouchi: " Low loss SAW matched filters with low sidelobe sequences and spread spectrum applications ", IEEE 4th International Symposium on SpreadSpectrum Techniques and Applications Proceedings, Vol.2 pp.740-745,1996.
- [3].Lord Rayleigh: " On waves propagation along the plane surface of An elastic solid ", Proc. London Math. Soc. Vol.17, pp.4-11,1885.
- [4].R. M. White and F. M. Voltmer: " Direct piezoelectric coupling to surface elastic waves ", Appl. Phys. Lett., Vol.7, pp.314-316,1965.
- [5]. J.J Compbell and W.R. Jones, "IEEE Trans Son, Ultrason., Vol.15 P209,1968.
- [6].F.S. Hickernell and J.W Brewer, "surface-elastic-wave properties of dc-sputtered zine oxide films,"Appl Phys Lett., Vol,21,No.8,p389~391,1972.
- [7].A.H.Fahmy amd E.L. Adler, "propagationof acoustic surface waves in multilayers: A matrix description,"Appl Phys Lett., Vol,22,No.10,p495~497,1973.
- [8]. F.T,T.S.and A.K, "High coupling and high velocity surface acoustic wave using a c-axis oriented ZnO film on translucent Al2O3 ceramics,"Appl Phys Lett., Vol,43,No.1 ,p51~53, 1983.
- [9]. K.S.,M.S.,D.J.Beer, M.N. "Surface acoustic wave propagation on lead zirconate titanate thin films," Appl Phys Lett., Vol,7, p709~711, 1988.
- [10]. J.H. Visser and M.J. Vellekoop "Surface acoustic wave filter in ZnO-Sio2-Si layered structures,"IEEE P195~200,1989.
- [11]. H. Nakahata, K. Higaki "SAW devices on diamond " IEEE P361~371 1995.
- [12].Lonsdale, A., " A novel non-contact strain measurement technique utilising Rayleigh waves, " Sensing Via Strain, IEE Colloquium on, pp.1-6,22 Oct, 1993.
- [13].高國陞，表面聲波元件之頻率及溫度特性之研究，中山大學博士論文，2004。
- [14].朱夢傑、龔威菴、曹秀偉，The Study and Fabrications of GaAs Surface Acoustic Wave Sensors，NSC 91-2218-E-033-004，2002。

- [15].Joumi Knuuttila, " Physical Sensors, " Helsinki University Of Technology Materials physics Laboratory 24.5.2002.
- [16]. A., Lonsdale, " A novel non-contact strain measurement technique utilising Rayleigh waves, " Sensing Via Strain, IEE Colloquium on, 22 Oct, 1993, pp.1 – 6.
- [17].K., Hashimoto, " Surface Acoustic Wave Devices in Telecommunications: Modelling and Simulation, " Berlin:Springer,2000.
- [18].Supriyo, Datta, " Surface Acoustic Wave Devices, " Prentice-Hall,Englewood Cliffs,NJ:Prentice-Hall,1985.
- [19].蘇伯仰 " 無線式表面聲波感測器在轉動扭矩之應用 " 中正大學碩士論文, 2006。
- [20].Colin, Campbell, " Surface Acoustic Wave Devices and Their Signal Processing Applications, " Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.1999 [21].吳政樺 " 高速主軸的表面聲波扭力感測器之研究 " 中正大學碩士論文, 2005。
- [22].John D. Kraus and Ronald J. Marhefka, " Antennas For All Applications, " Third Edition, McGraw-Hill Companies, Inc. 2003.
- [23].張武正 " 無線,短距表面聲波扭力感測器詢答系統的研製 " 中正大學碩士論文, 2006。
- [24].Application Note, " Thermal Considerations of QFN and Other Exposed-Paddle Packages, " MAXIM 11/20/2001.
- [25].許伯涵 " 表面聲波感測器資料擷取系統的研製 " 成功大學碩士論文, 2003。
- [26]. Y. Takeuchi and K. Yamanouchi: " High data rate spread spectrum demodulators using low-loss SAW matched filters " , IEEE 4th International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications Proceedings, Vol.2, pp.725-729, 1996.
- [27].Campbell, Colin, " Surface acoustic wave devices for mobile and wireless communications, " San Diego: Academic Press,1998.
- [28].W. R. Smith, H. M. Gerard and H. H. Collins, IEEE Trans.Microwave Theory and Techniques, MTT-17, pp.856-864, 1969.
- [29].鐘建川 " IDT結構表面聲波元件特性之探討 " 成功大學碩士論文, 2003 [30].林匯豐 " 氮化鋁層狀結構表面聲波元件:設計 ; 模擬與研製 " 中原大學碩士論文, 2004