

SAWパッシブワイヤレスセンサシステム (062302002)

SAW passive wireless sensor system

研究代表者

江刺 正喜 国立大学法人東北大学
Masayoshi Esashi Tohoku University

研究分担者

小野 崇人[†] 田中 秀治[†] 戸津 健太郎^{††}
本間 孝治^{†††} 宮崎 勝^{†††} 守山 寛^{††††} 古屋 一彦^{†††††}
Takahito Ono[†] Shuji Tanaka[†] Kentaro Totsu^{††}
Koji Honma^{†††} Masaru Miyazaki^{†††} Hiroshi Moriyama^{††††} Kazuhiko Furuya^{†††††}
[†] 国立大学法人東北大学 大学院工学研究科
^{††} 国立大学法人東北大学 産学連携推進本部
^{†††} 株式会社メムス・コア
^{††††} 株式会社ユアテック
^{†††††} 株式会社関電工
[†]Tohoku University Graduate School of Engineering
^{††}Tohoku University Office of Cooperative Research and Development
^{†††} MEMS CORE Co., Ltd.
^{††††} Yurtec Corp.
^{†††††} Kandenko Co., Ltd.

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

概要

SAW (Surface Acoustic Wave)パッシブワイヤレスセンサを、MEMS(微小電気機械システム)技術を用いて開発した。方式としては、周波数掃引連続波を用いた FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave)を利用し、ウェハレベルでのパッケージングを適用して実用的なセンサシステムを実現した。電力系統の多点温度センシングシステムとして、1.6mW の 2.45GHz の電波を用い、1.4m の距離で、0.2°C の分解能、4 チャンネルのセンサデータを同時検出できた。ワイヤレスで回転体にセンサを取り付けられるため、タイヤ圧モニタへ発展させた。これに必要な圧力センサのダイアフラムを製作するため、ニオブ酸リチウム(LiNb₃)単結晶基板の選択エッチング技術を開発した。プログラマブル SAW デバイスを試作し、可変遅延素子やプログラマブル SAW センサとしての有用性を確認した。

Abstract

SAW (Surface Acoustic Wave) passive wireless sensors have been developed by applying MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) technology. FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) is used for the data acquisition in base stations. Wafer level packaging is applied for practically applicable sensor systems. Simultaneous 4 channel temperature monitoring with 0.2°C resolution is performed with 1.6mW, 2.45GHz and 1.4m distance for multi-site sensing systems in power lines. Tire pressure monitoring systems have been developed by taking advantage of the wireless system. Thin diaphragms in the LiNb₃ substrate is fabricated for the pressure sensor by applying a selective etching process. Programmable SAW devices have been fabricated for variable delay lines and programmable SAW sensors.

1. まえがき

電力系統や大型構造物などの保全、あるいはタイヤ圧モニタなどの目的で、電池無し(パッシブ)かつワイヤレスで温度や圧力などを計測できるシステムが求められている。本研究では、半導体微細加工を進展させて立体的な構造を作る MEMS 技術を用い、SAW(表面弾性波)デバイスによるパッシブワイヤレスセンサシステムを開発することを目的とした。これには高信頼性で小形低価格を可能にする封止技術や、基板の選択エッチング技術などの関連する技術開発も同時に行う必要がある。

2. 研究内容及び成果

SAW センサに MEMS を適用することで、以下のような研究成果をあげた。

① SAW ワイヤレス温度センサに関する研究開発を行い、半導電性を持つ 128° YXLiNbO₃ のチップに櫛歯電

- 極を形成し、動作を確かめた。(図 1) [誌上発表 2]
② SAW ワイヤレス圧力センサを完成し、タイヤ圧モニタに応用した。(図 2) [誌上発表 3]
③ 圧力センサを実現するためのニオブ酸リチウムの単結晶基板に、ダイアフラムを選択エッチングで形成する技術、およびニオブ酸リチウムの結晶異方性エッチング技術を開発した。(図 3) [誌上発表 1]
④ SAW デバイスに使える、ウェハレベルパッケージング技術を開発した。
⑤ FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) の原理によるセンサ情報収集ユニットの基本システムを製作した。測定精度を高めるために位相検出法を開発した。
⑥ MEMS によるプログラマブル SAW デバイスを試作し、可変遅延素子やプログラマブル SAW センサとしての有用性を確認した。

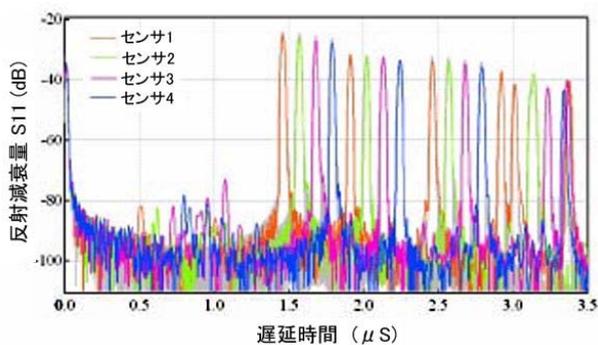
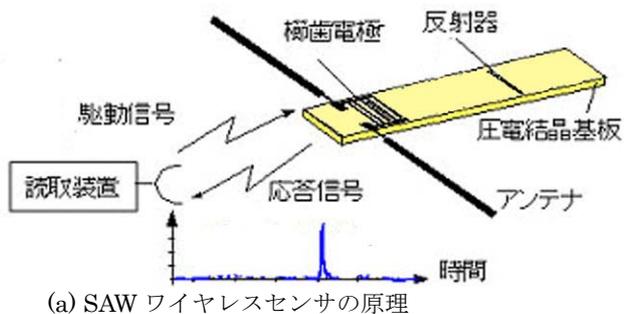
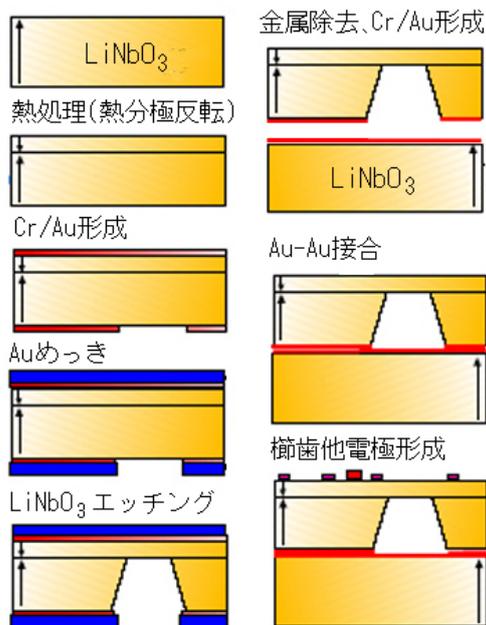
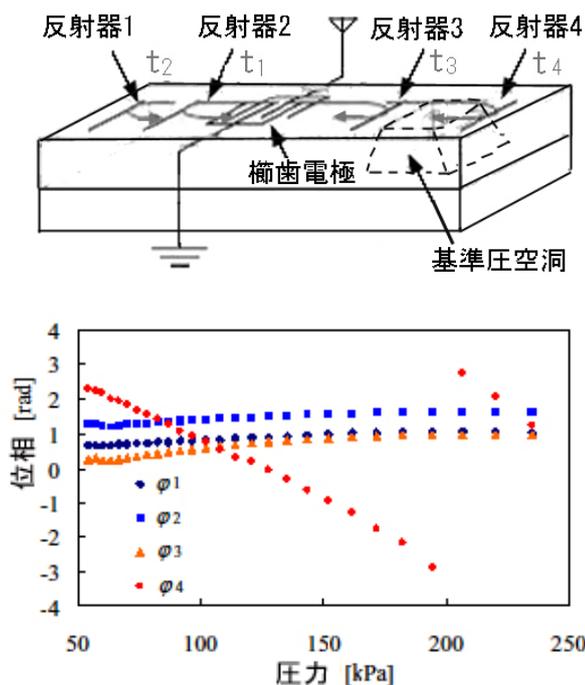


図1. 試作した SAW ワイヤレスセンサ



3. むすび

本研究では実際に SAW ワイヤレスパッシブセンサを実現し、許容される 1.6mW の 2.45GHz の電波を用い、1.4m の距離で、0.2℃の分解能、4 チャンネルのセンサデータを同時検出できた。またタイヤ圧モニタなどへの実用化に発展させた。ご支援いただいた本プログラムの関係者に謝意を表す。

【誌上发表リスト】

- [1] A. B. Randles, M. Esashi and S. Tanaka, " Etch Stop Process for Fabrication of Thin Diaphragms in Lithium Niobate", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 46 No. 45, pp.L1099-L1101 (2007)
- [2] J. H. Kuypers, L. M. Reindl, S. Tanaka and M. Esashi, "Maximum Accuracy Evaluation Scheme for Wireless SAW Delay Line Sensors", IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Vo.55, No.7, pp.1640-1652 (2008)
- [3] S.Hashimoto, J.H.Kuypers, S.Tanaka and M.Esashi, "Design and Fabrication of Passive Wireless SAW Sensor for Pressure Measurement", 電気学会論文誌 E, Vol.128-E, No.5, pp.231-234 (2008)

【申請特許リスト】

- [1] 橋本周平、田中秀治、江刺正喜、圧力センサおよびこれを備えた圧力測定装置、日本、2008年3月17日

【受賞リスト】

- [1] J. H. Kuypers, M. E. Schmidt, S. Tanaka and M. Esashi, Best paper Award, 2007 IEEE International Ultrasonic Symposium and Short Courses, "Phase Velocity Control of Surface Acoustic Waves Based on Surface Shorting and Electrical Field Application Using MEMS Switches", 2007年10月30日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

- [1] <http://www.mems.mech.tohoku.ac.jp/index.html>
http://www.mems.mech.tohoku.ac.jp/index_e.html
研究室紹介