

## 薄膜 PZT -MEMS バイモルフ構造を用いた自励発振システム

### Self-oscillation system with thin-film PZT MEMS bimorph cantilevers

兵庫県大工<sup>1</sup> <sup>○(M)</sup>井上 純一<sup>1</sup>, 松田 貴文<sup>1</sup>, 神田 健介<sup>1</sup>, 藤田 孝之<sup>1</sup>, 前中 一介<sup>1</sup>

Univ. Hyogo<sup>1</sup>, <sup>○(M)</sup>J. Inoue<sup>1</sup>, T. Matsuda<sup>1</sup>, K. Kanda<sup>1</sup>, T. Fujita<sup>1</sup>, K. Maenaka<sup>1</sup>

E-mail: er13f005@steng.u-hyogo.ac.jp

#### 1. はじめに

我々はマグネトロンスパッタを用いた成膜により、MEMS デバイスを目的とした薄膜 PZT/PZT バイモルフ構造(図 1)の作製に成功した。単層膜厚は 2.7  $\mu\text{m}$  であり、上下層で十分な分極特性をもち、圧電定数  $d_{31}$  が -40 pm/V の特性をもつことを確認している[1]。バイモルフ圧電素子は片側を駆動層とし自励発振させる。残りの層を検出層とすることで振動型センサとして機能させることができる。自励発振を用いることで、高感度振動型センサが実現可能である[2]。

本研究では、作製した同構造カンチレバー(図 2)における自励発振のための基礎特性評価および PSoC を用いた自励発振システムの構築を行った。

#### 2. デバイス評価

自励発振のシステム構築のために、バイモルフ構造カンチレバーの諸特性について測定を行った。測定試料としては、長さ 1.0 mm、幅 0.1 mm、(共振周波数:3075 Hz)のカンチレバーの上層 PZT 層を駆動層とし、下層 PZT 層をセンサ層に用いている。駆動層への印加電圧(周波数:500 Hz)に対するセンサ層の出力電圧の特性を測定した。測定結果を図 3 に示す。測定結果より、駆動層への印加電圧に対し、センサ層の PZT が線形に電圧を出力していることを確認できる。また、駆動層に印加電圧 500 mV とした場合の周波数に対するセンサ層の出力電圧の関係を図 4 に示す。3075 Hz 付近で共振していることが確認できる。Q 値は 64 となり、共振周波数から電極層を無視してヤング率を見積もると、PZT のヤング率は 80 GPa となる。

#### 3. 自励発振回路

PZT/PZT バイモルフ構造カンチレバーを用い、図 5 に示すブロック図の回路での自励発振実験を行った。自励発振回路はデジタル PLL 回路となっており、入出力電圧の位相差を位相比較器に入力し、その位相差から共振点を検出し、共振点での駆動を保持するように遷移する。自励発振の制御には PSoC3(Programmable System on Chip)マイコンを用いている。PSoC3 を用いることで、ソフトウェアでアナログ回路の構成、特性を簡単に変更、調整が可能であり、接続する PZT 素子の特性に合わせて変更が容易である。このような回路を用いることで、バイモルフ素子の自励発振を確認した。

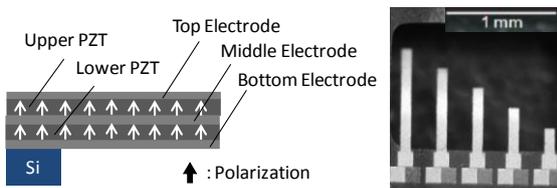


図 1 バイモルフ構造

図 2 カンチレバー

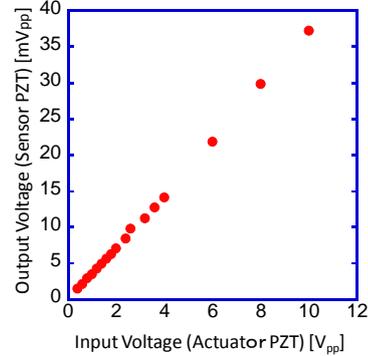


図 3 出力電圧特性

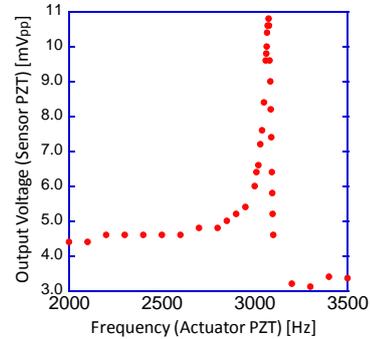


図 4 周波数特性

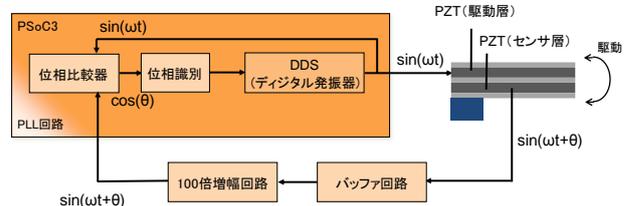


図 5 自励発振回路(ブロック図)

#### 4. まとめ

PZT/PZT バイモルフ構造を利用した自励発振型 MEMS カンチレバーの作製を行った。作製したカンチレバーから測定した結果、駆動層を共振周波数である 3075 Hz の 500 mV で駆動させた場合、センサ層より 11 mV<sub>pp</sub> が出力されることを確認した。作製した自励発振回路を用い、自励発振に成功していることは確認している。各種共振型センサへの応用、回路の集積化などを今後進めていく予定である。

#### 5. 参考文献

[1] J. Inoue, K. Kanda, T. Saito, T. Fujita, K. Maenaka, *Proc. Joint UFFC, EFTE and PFM Symp. 2013*, p. 260.  
 [2] K. Kanda et al., *Procedia Engineering*, Vol. 47, pp. 1141-1144(2012)

#### 6. 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 26420204 の助成を受けたものです。