

18a-P1-4

Wake-up 処理電圧が微細加工した MPB,Tetra 組成 PZT 薄膜の 圧電特性に与える影響

Influence of high voltage application on the piezoelectric property of microfabricated MPB and tetragonal composition PZT thin films

産総研¹, 茨城大学², 東工大³, [○]牧本なつみ¹, 鈴木靖弘¹², 前田龍太郎¹,

及川貴弘³, 舟窪浩³, 小林健¹

AIST¹, Ibaraki Univ.², Tokyo Tech.³, [○]N. Makimoto¹, Y. Suzuki¹², R. Maeda¹, T. Oikawa³,
H. Funakubo³, T. Kobayashi¹, E-mail:natsumi-makimoto@aist.go.jp

【はじめに】

近年、PZT 薄膜を用いた様々な圧電 MEMS デバイスが開発されている[1]。実用上の材料としては、MPB-PZT 薄膜が主流であるが、Tetra-PZT 薄膜のセンサへの応用なども報告されている。前回我々は、PZT 薄膜に wake-up 処理(交流電圧印加)をすることにより、強誘電・圧電特性が向上することを、MPB 組成[2,3]、Tetra 組成[4,5]、それぞれについて報告した。本研究では、ドット状に微細加工した MPB-PZT 薄膜、Tetra-PZT 薄膜について、wake-up 電圧が圧電特性 d_{33} に与える影響を調査した。

【実験方法】

ゾルゲル法により膜厚 1.9 μ m の(100)/(001)配向した MPB-PZT 薄膜と Tetra-PZT 薄膜をそれぞれ(111)Pt/Ti/SiO₂/SOI 基板上に形成した。次に MEMS プロセスを用いて、上部電極が ϕ 300 μ m のドット状 PZT 薄膜を作製した。このドット状電極に 20V から 140V の交流電圧、1kHz で wake-up 処理を行った。ダブルビームレーザー干渉計を備えた Axact 社製圧電特性(d_{33})評価装置により測定したバタフライカーブの傾きから圧電特性 d_{33} を計算し、またインピーダンスアナライザーにより、誘電損失を測定した。

【結果および考察】

図 1 のように、wake-up 電圧を大きくすると MPB-PZT 薄膜の $2Pr$ は徐々に増大し、Tetra-PZT 薄膜は、30V で一段階目、60V で 2 段階目の大きな増大がみられた。図 2 は 50V wake-up の時のバタフライカーブを示したものである。この段階では Tetra-PZT 薄膜の変位がかなり大きいものとなっている。さらに wake-up 処理電圧を変えて測定し、 d_{33} の変化を示したのが図 3(a)である。圧電特性 d_{33} は、MPB-PZT 薄膜の場合は $2Pr$ と同様に増大したが、Tetra-PZT 薄膜は 50V wake-up の時をピークに、以降は減少した。図 3(b)の結果をみると、MPB-PZT 薄膜は 140V wake-up 処理の時も誘電損失は増大せず安定しているが、Tetra-PZT 薄膜は 2 段階目の $2Pr$ が増大した 60V 付近から、急激に増大している。これは前回の報告で Tetra-PZT 膜中にできたクラックの影響により d_{31} が減少した時と同様の現象と考えられる。

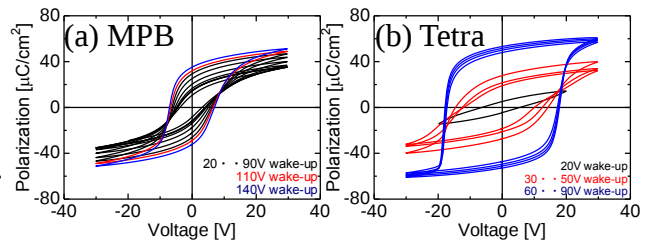


Fig.1. (a) P-E hysteresis of microfabricated MPB PZT thin films. (b) P-E hysteresis of microfabricated tetragonal PZT thin films.

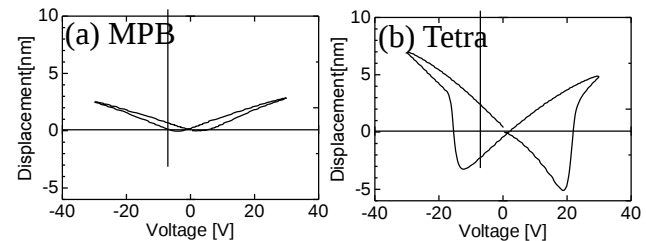


Fig.2. (a) Butterfly Loops of MPB PZT thin films. (b) Butterfly Loops of tetragonal PZT thin films.

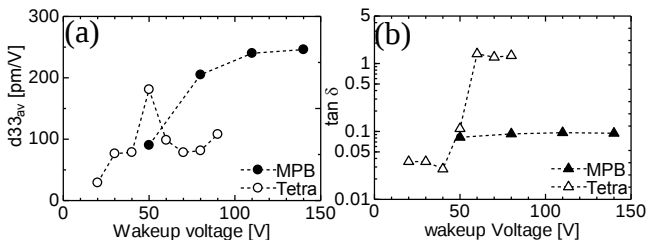


Fig.3. (a) Piezoelectric constant d_{33} as a function of wakeup voltage. (b) Permittivity and tan as a function of wakeup voltage.

【参考文献】

- [1] T. Kobayashi et al., *MEMS 2012*, pp. 527-531
- [2] 小林ら, 第 60 回春季応物, 28p-D3-8
- [3] 水寄ら, 第 60 回春季応物, 28p-D3-9
- [4] 牧本ら, 第 73 回秋季応物, 14a-C10-7
- [5] 牧本ら, 第 60 回春季応物, 28p-D3-7

【謝辞】

本研究は最先端研究開発支援プログラムマイクロシステム融合研究開発、および JSPS 科研費 25820339 の支援を受けた。