

Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-HfO<sub>2</sub> 強誘電体薄膜を搭載した  
MEMS ユニモルフカンチレバーの作製と特性評価

Fabrication and Characteristics of MEMS Unimorph Cantilever with Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-HfO<sub>2</sub>  
Ferroelectric Thin Film

東北大工<sup>1</sup>, 東工大物工院<sup>2</sup>

○(M2) 海老原 凌<sup>1</sup>, 吉田 慎哉<sup>1</sup>, 志村 礼司郎<sup>2</sup>, 舟窪 浩<sup>2</sup>, 田中 秀治<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, Tokyo Tech. SMCT<sup>2</sup>,

○Ryo Ebihara<sup>1</sup>, Shinya Yoshida<sup>1</sup>, Reijirou Shimura<sup>2</sup>, Hiroshi Funakubo<sup>2</sup>, Shuji Tanaka<sup>1</sup>

E-mail: ebihara@mems.mech.tohoku.ac.jp

**【緒言】**近年、厚さ数十 nm の HfO<sub>2</sub> 系強誘電性薄膜の圧電定数は、AlN 薄膜の 2~3 倍に達することが報告された [1]。また、Y 添加によって強誘電性膜の厚膜化も達成され [2]、HfO<sub>2</sub> 系薄膜の微小電気機械システム (MEMS) への応用が期待されている。しかし、その微細加工性や圧電特性などの基礎検討は十分にされていない。本研究では、Y 添加 HfO<sub>2</sub> 薄膜を搭載した MEMS ユニモルフカンチレバーを試作し、その圧電特性を評価した。

**【実験】**まず、(100)SOI 基板(20/1/250 μm)を熱酸化し、Pt/Ti 下部電極をスパッタ成膜した。次に、高周波マグネトロンスパッタ法を用いて、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-HfO<sub>2</sub> (YHO) 薄膜 (膜厚約 450 nm) を Pt 上に室温 (試料ステージは非加熱) にて成膜した。スパッタターゲットには 0.07YO<sub>1.5</sub>-0.93HfO<sub>2</sub> 焼結体を用いた。Cr/Pt 上部電極を作製した後、Ar ガスを用いたイオンミリングによって、YHO 層および下地電極層をパターンニングした。その後、深堀反応性イオンエッチングとフッ酸によって、Si デバイス層と SiO<sub>2</sub> 膜をそれぞれエッチングした。最後に、Si ハンドリング層をエッチングし、MEMS 圧電ユニモルフカンチレバーを作製した。そして、上下電極間に 200 Hz の駆動電圧を印可してカンチレバーを振動させ、レーザードップラー計を用いて駆動特性を評価した。

**【結果と考察】**図 1 に、試作した代表的なカンチレバーの写真を示す。Ar ミリング (アーク電圧 200 V、ビーム電圧 500 V、ビーム電流 80 mA) によって、YHO 薄膜は残差なくエッチングでき、エッチレートは 22 nm/min であった。図 2 に、YHO-MEMS カンチレバー (長さ 1 mm) の電界-変位曲線を示す。この電界の範囲内での圧電定数  $|e_{31}|$  は、最大で約 0.85 C/m<sup>2</sup> であった。これは AlN と同程度である。また、図より、0.03~0.04 MV/cm にて分極反転していることがわかる。YHO 薄膜の抗電界は通常 1.3~1.6 MV/cm であるので [2]、この測定範囲では一部のドメインしか分極反転していない可能性がある。すなわち、より高電界を印可することで分極を誘起できれば、より大きな圧電特性を得られる可能性がある。高電界を印加した際の特性などは、講演当日に報告する予定である。

**【参考文献】**

[1] M. Ghatge *et al.*, *Proc. IEEE Int. Conf. Micro Electro Mech. Syst.*, 19128227 (2019)

[2] T. Mimura *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 115, 032901 (2019)

**【謝辞】**本研究の一部は JSPS 科研費 19K05231 の助成を受けたものです。

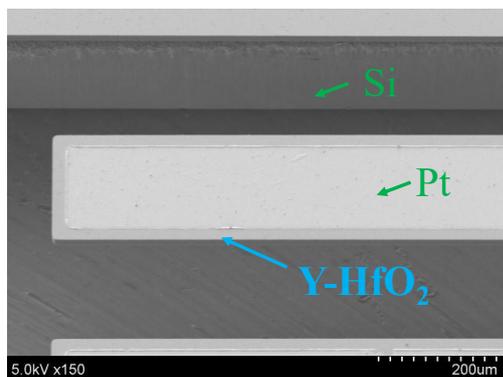


図 1. MEMS カンチレバーの電子顕微鏡像

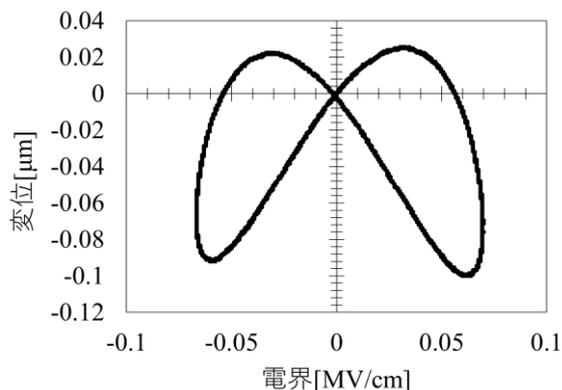


図 2. YHO-MEMS カンチレバー (長さ 1 mm) の電界-変位曲線