19p-D1-5

(100)配向 $BiFeO_3$ 薄膜を用いた圧電 MEMS 振動発電素子の評価

Characterization of piezoelectric MEMS vibration energy harvesters using (100) orientated $BiFeO_3$ films

大阪府立大[1],大阪府立産技研[2] ○苅谷健人[1],吉村武[1],村上修一[2],若園佳佑[1],藤村紀文[1]

Osaka Pref. Univ.[1], TRI-Osaka[2]

○K. Kariya[1], T. Yoshimura[1], S. Murakami[2], K. Wakazono[1], N. Fujimura[1]

E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

[はじめに] 近年、ユビキタスな電力源として振動発電が注目されている。我々は、$BiFeO_3$ が振動発電応用において高い性能指数を有していること、多結晶 $BiFeO_3$ 薄膜を用いて作製したユニモルフ型 MEMS 振動発電素子が $2.8\mu W \cdot mm^{-3} \cdot G^{-2}$ (G:重力加速度)の発電特性を有していることを報告している[1)]。また、下部電極に(100)配向 $LaNiO_3$ 薄膜を用いることで SOI 基板上に(100)配向 $BiFeO_3$ 薄膜を作製し、$BiFeO_3$ エピタキシャル薄膜に匹敵する圧電特性を得ることにも成功している[2)]。本研究では(100)配向 $BiFeO_3$ 薄膜を用いて振動発電素子を作製し、その発電特性を評価した。

[実験及び結果] Sol-gel 法により膜厚 250nm の $BiFeO_3$ 薄膜を $LaNiO_3$/Pt/Ti/SOI 基板上に製膜し、MEMS プロセスを用いて長さ 3.2mm×幅 0.38mm×厚み 0.006mm のユニモルフカンチレバーを作製した。その先端に 0.4mg の錘を取り付けて振動発電特性を評価した。インピーダンス整合する 1MΩ の負荷抵抗を接続して測定した発電量の周波数依存性を Fig.1 に示す。印加加速度で規格化した最大発電量は $10.5\mu W \cdot mm^{-3} \cdot G^{-2}$ であった。解析モデル[1)]を用いて $BiFeO_3$ 薄膜の有効電気機械結合係数(K^2)及び性能指数を算出した結果、それぞれ 2.4%、5GPa となった。Roundy らは負荷抵抗に対する共振周波数の変化から K^2 を算出しているが[3)]、本研究で作製した素子では共振周波数は負荷抵抗によってほとんど変化しなかった。一方で、印加加速度 $0.009G_{rms}$ における発電量の共振曲線の半値幅から算出した Q 値は、負荷抵抗での消費電力が小さい時には約 280 であるのに対し、インピーダンス整合時には 268 まで減少することが分かった。この Q 値の減少は、カンチレバーの振幅の減少を示すものであり、錘の運動エネルギーが電気エネルギーに変換されたことを裏付ける結果と言える。

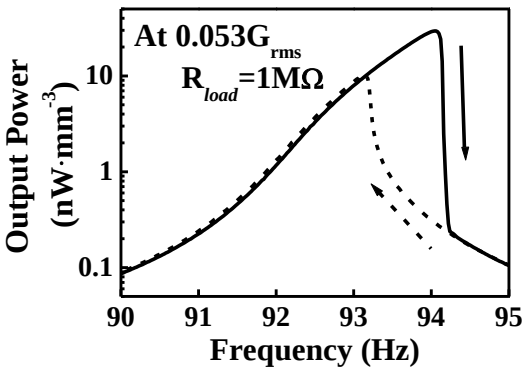

Fig.1 Frequency dependence of output power

[謝辞] 本研究は NEDO 平成 23 年度先導的産業技術創出事業の支援を受けている。

1) T. Yoshimura, *et al.* : Appl. Phys. Express **6** (2013) 051501.

2) 苅谷他 2013 春 応用物理学会 28p-D3-10.

3) S. Roundy, *et al.* : Smart Mater. Struct. **13** (2004) 1131.

© 2013 年　応用物理学会