ユニモルフカンチレバー型有機圧電薄膜の振動発電特性

Vibration generator characterization of unimorph cantilever organic piezoelectric films

神戸大院工，○(M2)小林晃子・堀家匠平・小柴康子・福島達也・神野伊策・石田謙司

Kobe Univ., ○A. Kobayashi, S. Horike, Y. Koshiba, T. Fukushima, I. Kannno, K. Ishida

E-mail: kishida@crystal.kobe-u.ac.jp

【研究背景】

IoT 社会では、身の回りのあらゆるモノにセンサが埋め込まれるため、配置されるセンサ、無線デバイスの電源確保が問題となるが、その場にあるエネルギーを収穫し給電できるエナジーハーベスティング技術は有力な候補と考えられている。なかでも我々は環境中の微小な振動を電力に変換する振動発電に注目した。振動発電には従来無機圧電材料が用いられてきたが、大変形に対して脆性破壊しやすく共振周波数が高い（数百 Hz）ため、数十～百 Hz に存在する環境振動の周波数帯でのエネルギー回収が困難である。一方、有機強誘電体は柔軟であるため大変形が可能であり、環境振動域に共振周波数を持つが、実用化に必要な出力電力は得られておらず、発電量向上が課題である。有機圧電エネジーハーベスターの発電量向上には、発電量に寄与する有機圧電材料パラメータの影響を明らかにすることが欠かせない。そこで本研究では、圧電性を持つ有機強誘電体ポリマーを用いて、圧電振動発電性能を標準測定するため、ユニモルフカンチレバー型振動発電素子を作製し、その素子構造、圧電物性および振動発電特性との相関を調査した。

【実験方法と結果】

PEN フィルム上に下部電極として Al を蒸着し、スピンコート法により、膜厚 0.26～3 μm のポリフッ化ビニリデン三フッ化エチレンランダム共重合体(P(VDF-TrFE))薄膜を製膜し、上部電極として Al を蒸着した。この PEN/Al/P(VDF-TrFE)/Al のキャパシタ構造を、ユニモルフカンチレバー型に切り出し振動発電デバイスを作製した(Fig.1)。すべてのデバイスにおいて、振動面積、残留分極量、加振器の加速度を統一し、振動発電測定を行った。測定時の加速度は 7 m/s^2、周波数は 20 Hz とした。膜厚 3 μm における発電量は 31.3 nW であったが、膜厚 0.74 μm においては 84.8 nW となり、膜厚減少に伴って発電量が向上することが明らかとなった。ここで、発電量は次の式から求められる。

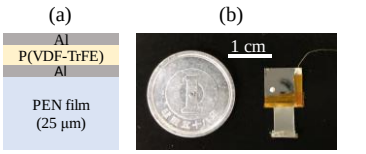

Fig.1 (a)Device structure and (b)image of cantilever device.

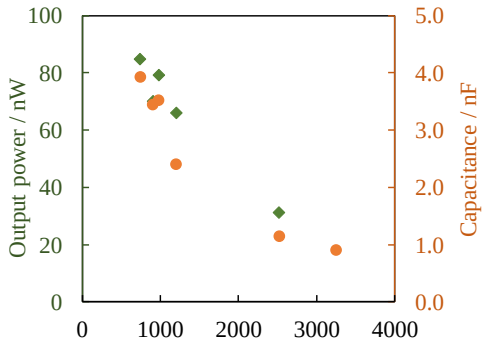

Fig.2 Output power and capacitance(C) of P(VDF-TrFE) films as a function of the film thickness.

$$P_{max} = \frac{V_{rms}^2}{R} = V_{rms}^2 \times \omega C$$

P_{max} は理論最大発電量(nW)、V_{rms} は実効電圧(V)、R は最適抵抗(Ω)、ω は共振周波数(Hz)、C は静電容量(F)を示す。P(VDF-TrFE)薄膜の FT-IR 測定より、膜厚による構造変化はなく、また P(VDF-TrFE)は柔軟であるため、共振周波数は膜厚によらず一定となった。発電量向上の要因を調査するため、上式より実効電圧および静電容量に注目した。出力電力と静電容量の P(VDF-TrFE)膜厚依存性を Fig.2 に示す。出力電力および静電容量が膜厚の減少に伴い大きく増加することが確認され、発電量には圧電材料の膜厚変化に伴う静電容量の変化が大きな影響を与えると考えられた。

謝辞：本研究の一部は CREST、JSPS 科研費の助成を受けたものである。

© 2018年 応用物理学会