# 有機圧電エナジーハーベスターにおける振動発電特性の膜厚依存性

## Correlation of vibration generator characterization and thickness of organic piezoelectric energy harvesters

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. Kanno, K. Ishida

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

【研究背景】

IoT 社会の構築に向けて、多数存在するセンサに電力を供給する小型発電デバイスが求められており、環境中に存在する従来は捨てられている微小エネルギーを収穫し発電するエナジーハーベスト技術が注目されている。なかでも我々は環境中の微小な振動を電力変換する振動発電に注目した。有機強誘電体は柔軟であるため大変形が可能かつ、環境振動域である低周波数帯に共振周波数を持つため、振動発電への応用が期待される。しかし、実用化に向けては、発電量向上が課題である。発電量向上には、発電量に寄与する圧電材料としての基礎データを明らかにする必要がある。本研究では、有機強誘電体を用いた振動発電デバイスを作製し、強誘電材料の膜厚を変化させ構造評価、圧電物性評価および振動発電測定を行い、物性と発電量との相関を調査した。

【実験方法と結果】

有機圧電体として膜厚 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))薄膜を用い、PEN film/Al/P(VDF-TrFE)/Al のキャパシタ構造を作製した。これを片持ち梁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、デバイス面積、残留分極量、加速度を統一し、振動発電測定を行った。

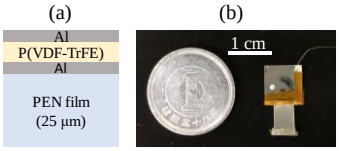


Fig.1 (a)Device structure and (b)image of cantilever device.

Fig.2 に発電量および実効電圧の膜厚依存性を示す。膜厚 0.6 μm における発電量は 202.8 nW であったが、膜厚 2.7 μm においては 713.6 nW となり、膜厚の増加に伴い発電量が向上することが明らかとなった。P(VDF/TrFE)薄膜の FT-IR 測定より、膜厚による構造の変化は観測されず、また、逆圧電測定により、圧電定数 $e_{31}$ は膜厚変化によらずほぼ一定値であった。膜厚増加に伴って実効電圧は増加し、出力電力は向上するが、P(VDF/TrFE)の抗電界は一般的な無機強誘電体に比べ高く膜厚が厚いほど分極処理が困難となる。そこで、適度な膜厚の P(VDF/TrFE)薄膜を積層し、発電面積を増加させることで発電量向上を試みた。0.6 μm の P(VDF/TrFE)薄膜を 1～4 層に積層し、振動発電測定を行った。Fig.3 に各積層数における実効電圧の周波数依存性および出力電力を示す。1 層素子の共振周波数は 20 Hz、4 層素子の共振周波数は 23.8 Hz となり、積層数を増やしても共振周波数は大きく変化しないが、積層化により出力電力は向上し、4 層積層素子において出力電力 752 nW が観測された。

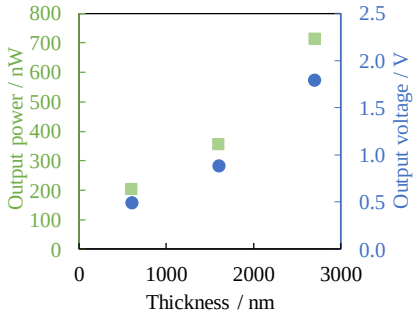


Fig.2 Output power and output voltage of P(VDF/TrFE) films as a function of the film thickness.

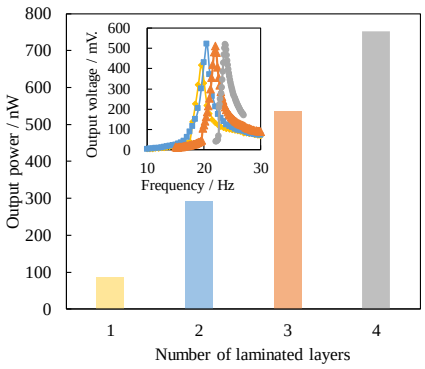


Fig.3 Output power of P(VDF/TrFE) films as a function of the number of laminated layers.

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。