17p-A3-8

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分子配向依存性

Correlation of vibration generator characterization and molecular orientation of organic piezoelectric energy harvesters.

神戸大院工, ○梶原忠夫・上野慶和・辻浦裕一・
小柴康子・三崎雅裕・神野伊策・石田謙司

Kobe University　○T.Kajihara, Y.Ueno, Y.Tsujiura, Y.koshiba, M.Misaki, I.kanno, K.ishida

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

【研究背景】

近年、環境中に薄く広がるエネルギーを収穫し発電を行う環境発電（エナジーハーベスト）技術が注目を集めている。なかでも夜間や機器内部等の暗所における新たなエネルギー回収手法の技術開発が切望されている。我々は、比較的高い出力電圧が期待される圧電型振動発電に着目した。圧電型振動発電では素子の機械的変形が必須である。無機材料に比べ柔軟な有機材料は、大変形し、かつ比較的低い周波数帯でエネルギー回収が可能であり、効率的な振動発電が期待できる。しかし無機材料に比べて研究事例が少なく、材料の持つ物性値と発電量を関連させた報告は少ない。本研究では、有機圧電材料としては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))を用い、強誘電性の指標の一つである残留分極量（Pr）や圧電物性値(e)と発電量との関係や、また延伸処理し一軸配向させた有機振動発電素子の分子配向と振動発電特性の相関を通して、効率的な振動発電を実現する配向軸の決定を目指した。さらに、強誘電体キャパシタを積層し、振動発電特性の双極子の分極パターンや積層数依存性を評価した。

【実験方法】

下部電極として Al 80 nm を蒸着した PEN 基板上に、スピンコート法で膜厚約 2 μm の P(VDF/TrFE)薄膜を成膜し、130℃、2 時間の結晶化アニール処理後、上部電極として Al 80 nm を蒸着し、強誘電体キャパシタ構造を形成した。圧電定数 e および振動発電測定には片持ち梁カンチレバー素子を用いた。作製した素子に繰り返し三角波電圧を印加することで残留分極量(Pr) 15～70 mC/m^2 の値に制御した。Pr 制御したカンチレバー型 P(VDF/TrFE)素子に励振電圧を印加し、逆圧電効果により生じた膜厚方向の変位量をフリンジカウント干渉計で測定し、圧電定数(e_{31})を算出した(ユニモルフカンチレバー法)。同様に、加振器でカンチレバーを強制振動させ、素子の歪みから生じる発電量を測定した。また、延伸処理により一軸配向化した P(VDF/TrFE)フィルムを偏光フーリエ変換赤外分光法（FT-IR）にて評価した後、カンチレバー長手方向に延伸した膜(//)、および幅方向に延伸した膜(⊥)を用いて分子配向と発電特性との相関を調査した。

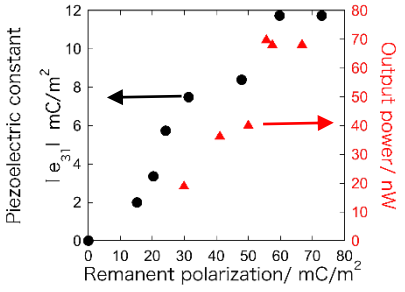


Fig. 1 Piezoelectric constant e_{31} and output power of the P(VDF/TrFE) film depending on Pr.

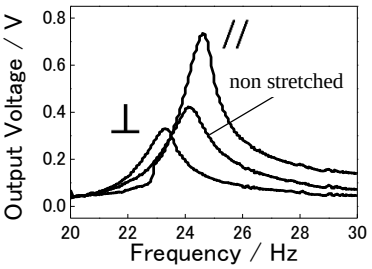


Fig. 2 Output voltage of P(VDF/TrFE) fimls as a function of frequency.

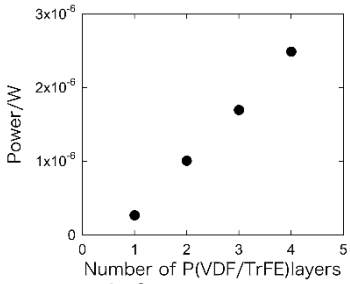


Fig. 3 The output power as a function of P(VDF/TrFE) layer.

【結果と考察】

Fig. 1 に各 Pr に対する圧電定数e_{31}及び発電量を示す。Pr 増加に伴って圧電定数e_{31}が増加し、発電量も同様に増加した。Fig. 2 に未延伸、//および⊥延伸 P(VDF/TrFE)膜にて測定した振動発電出力の加振周波数依存を示す。各素子とも共振周波数は約 25 Hz で同等であり、発生電圧はそれぞれ 400(未延伸)、700 (//)、300 mV(⊥)となった。また、最大出力は 61.2、97.9、22.4 nW となり、延伸方向による振動発電特性の異方性が確認された。これは分子鎖方向の変形と分子鎖間方向の変形による逆圧電特性の違いに起因しており、カンチレバー長手方向に分子軸が配列した方が発電効率が高いことがわかった。また、強誘電体キャパシタ構造の積層によって発電特性の向上を試みた。Fig 3 に発電量の強誘電体キャパシタ構造積層数依存性を示す。発電量は線形的に増加し、最大出力は 4 層積層した素子において 2.5 μW となった。

© 2014 年　応用物理学会