

分極制御有機圧電薄膜による振動発電素子

Piezoelectric Vibration Energy Harvesters with Organic Ferroelectric Films

神戸大院工 ○石田謙司、神野伊策

Kobe Univ., Kenji Ishida, Isaku Kanno

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

振動発電は微小な振動エネルギーを電気エネルギーに変換するエネルギーハーベスタの1つであり、IoT(Internet of Things)社会の構築に必要なセンサ群のバッテリーフリー、配線フリー化に向けた基盤技術として期待されている。振動発電素子としては、特に IoT 向けを意識した場合には小型・軽量であることが望ましく、現在 MEMS 技術を活用した電気機械変換素子の開発研究が継続的に進められている。振動発電には幾つかの方式が存在し、中でも素子構造が単純で小型化に有利な圧電型振動発電にその期待の1つが集まるが、圧電素材の中心であるジルコン酸チタン酸鉛(PZT)は有毒な鉛を含むため、併せて低環境負荷な無鉛圧電素材への材料転換も求められている。無機材料に比較して柔軟で鉛フリーな「有機圧電体」は、大変形しても破壊することなくかつ比較的低い周波数帯での振動発電特性を持つことが予想される。

本研究では、有機圧電材料として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、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、振動発電特性の積層数依存性を評価した研究成果について紹介する。

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 に多層化、平行(//)および垂直(⊥)延伸 P(VDF/TrFE)膜を用いたカンチレバー型振動発電素子の概略図を示す。各素子とも共振周波数は約 25 Hz と変化しないが、出力電力比はおよそ 3 : 10 : 1 (未延伸 : //延伸 : ⊥延伸)となり、延伸処理および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配列した方が高効率に発電することを示している。また、利用面積を変えずに発電特性を向上させるため、強誘電体キャパシタ構造を積層化して発電特性評価を試みた結果、積層数数層レベルであれば共振周波数は変化することなく、発電量は積層数に対して線形的に増加し、4 層積層した素子において約 2.5 μW となった。

本研究の一部は、JST-CREST(JPMJCR16Q4)の支援のもと実施されました。

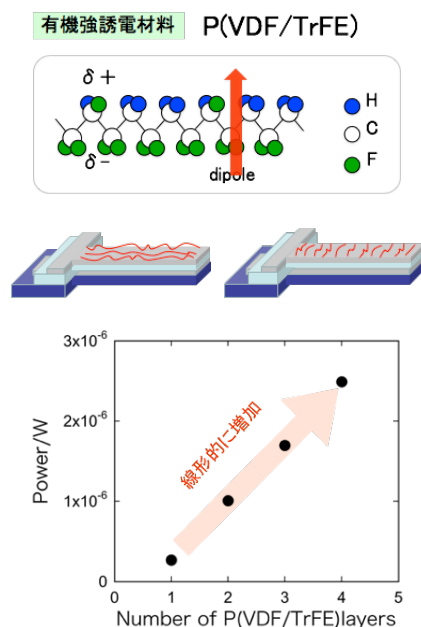


Fig. 1 典型的な有機強誘電体の分子構造と配向制御した振動発電素子