

インプラントブルデバイスに向けたフレキシブル有機圧電薄膜の パリレン封止とセンサー/発電特性

Sensor and power generation properties of flexible organic piezoelectric thin films
encapsulated by parylene for implantable device

神戸大院工¹, 産総研², JST さきがけ³ ○近藤佑哉¹, 堀家匠平^{1,2,3}, 小柴康子¹, 福島達也¹,
石田謙司¹

Kobe Univ.¹, AIST², JSR PRESTO³ ○Yuya Kondo¹, Shohei Horike^{1,2,3}, Yasuko Koshiba¹,

Tatsuya Fukushima¹, Kenji Ishida¹

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

【緒言】生体内に係留する医療器具やセンサーは、患者の継続的な利用や利便性といった観点から注目されている。例えば、パーキンソン病において脳内に埋め込まれた電極から電気刺激を与えることで手足の震えや運動障害を抑制する症例は既に 14 万件を超える。これら生体内デバイスの電源確保は重要課題であり、我々は体組織の動きを利用した圧電型発電に取り組んでいる。本研究では、振動源として心臓に注目し、3D 心臓モデルとフレキシブル有機圧電薄膜を用いた心臓拍動検出と圧電発電の特性向上に加え、生体内係留に必要な封止技術として柔軟で生体適合性のあるパリレンにて素子の封止を行った。封止前後での圧電応答波形や出力エネルギーを比較した。

【結果と考察】圧電性有機薄膜としては、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)) を用いた。フレキシブル基板上に圧電キャパシタ構造 (Al/P(VDF/TrFE)/Al) を作製した後、気相重合法にてパリレン薄膜を形成し、デバイス封止した。分極制御のためのポーリング処理後、まず生理食塩水中で素子の加圧/湾曲実験を行ったところ、圧電性に由来する明確な信号を確認した。その後、心臓モデルの右心室上に素子を固定した。心臓モデルを 60 回/分で拍動させると、それに応じた圧電応答が得られ、出力エネルギーはおよそ 5 nJ/mm^2 と算出された。封止前(約 8 nJ/mm^2)と比較すると、出力エネルギーがわずかに低下したものの電圧波形に大きな差は見られず(図 1)、パリレン封止による圧電特性への影響は小さいことが示された。続いて、電極と圧電層を交互に製膜し、圧電層が 2、3 層の積層素子を作製した。それぞれの圧電層を並列接続し、分極処理をした後、心臓モデルの右心室表に固定した。積層を行っても、素子の機械共振は変化せず、素子の柔軟性はほとんど変化しなかった。試作した有機圧電素子の出力エネルギーと積層数の関係を図 2 に示す。積層数の増加に従ってほぼ線形的に増加し、3 層積層素子ではおよそ 40 nJ/mm^2 のエネルギーが得られ、圧電薄膜の積層化によって素子の柔軟性を変化させずに単位面積当たりの出力エネルギー向上に成功した。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費と CREST により行われた。

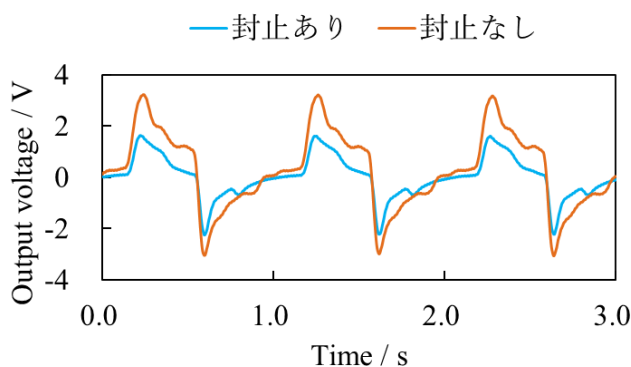


Fig. 1. Comparison of the output voltage curves before and after sealing by parylene.

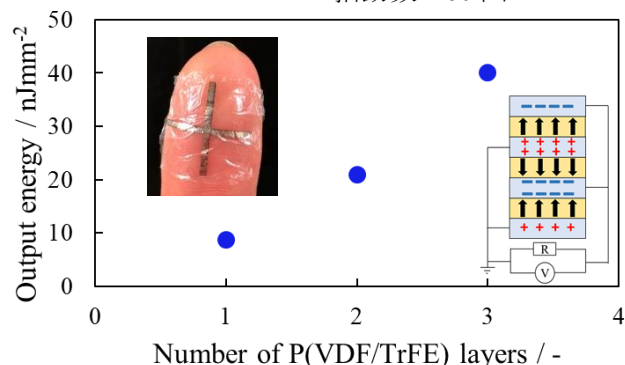


Fig. 2. Output energy vs number of multistacked layers, the device photograph (inset left) and the device structure (inset right).