

## ゴム包埋した有機強誘電体薄膜の圧電特性とセンサ応用

### Development of piezoelectric stress sensors using organic ferroelectric thin-film

神戸大院工 藤原 圭佑, 福島 達也, 小柴 康子, 堀家 匠平, ○石田 謙司

Kobe Univ. Keisuke Fujiwara, Tatsuya Fukushima, Yasuko Koshiba, Shohei Horike, and ○Kenji Ishida

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

【研究背景】人間工学的ものづくりにおいて、人の動きを計測するモーションセンサの存在は欠かせないデバイスのひとつである。しかし、ビデオカメラや光学的手法によるセンシングは計測時に特殊な環境または設備が必要となる。また、MEMS型ジャイロセンサによる手法は実際の動きとジャイロ信号との相関が複雑であるなどの課題が残されている。そこで、当研究グループでは有機圧電体を用いたセンシングに注目している。有機強誘電体は圧電性を有し、さらに軽量、柔軟といった有機材料の特長を持つことから、ウェアラブル化によるその場計測が期待される。本研究では、シューズ内への圧力センサの埋め込みを想定し、有機強誘電体薄膜センサのゴム包埋時における圧電特性の評価を行った。

【実験方法】ポリエチレンテレフタレート (PEN) フィルム基板上に、素子構造が Al/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))/Al の圧力センサを作製した。ゴム包埋に伴うセンサへの圧力印加を理解するため、センサのみ、またはセンサの上下、上下片方それぞれにシリコンゴム板を配置した状態で、先端が半球状の錘を用いた落錘試験を行い、その際の出力電圧を測定した。その際、測定対象と錘の距離（初期高さ）を種々変化させて測定した。同様に、同センサを 2 液混合シリコンゴムの硬化時に挿入し作製した包埋型圧電デバイスに対しても試験・測定を行った。

#### 【結果・考察】

ゴム硬化過程時において、P(VDF/TrFE)の強誘電特性評価を行なった結果を Fig. 1 に示す。 $J-E$  スイッチング曲線のピーク面積から強誘電性の指標である残留分極量( $P_r$ )、ピークトップを得る電界から抗電界( $E_c$ )がそれぞれ算出される。硬化開始から終了までほぼ一定の値( $P_r=74 \text{ mC/m}^2, E_c=58 \text{ MV/m}$ )が得られ、ゴム包埋後においても圧力センサとして応用可能であることが確認された。Fig. 2(a) に圧力センサのみで行った落錘試験の結果を示す。錘の落下に応じて電圧の出力が見られ、0.05 s 時のピークトップの出力電圧値は、落下させる距離が小さくなるほど線型的に小さくなることが確認された。次に包埋型圧電デバイス(Fig. 2(c))での測定結果を Fig. 2(b) に示す。センサを包埋することより、出力電圧が増大していることが確認された。これは上下に柔軟な物質が存在する事から圧電縦効果 ( $d_{33}$ ) だけでなく、ゴム全体の変形による圧電横効果 ( $d_{31}$ ) の寄与も含まれていると考えられ、ゴムの粘弾性に依存すると推測される。すなわちアプリケーションに応じた最適な材料の物性値の探索が必要である。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費、総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション総合プログラム)「革新的設計生産技術」(NEDO)により実施された。

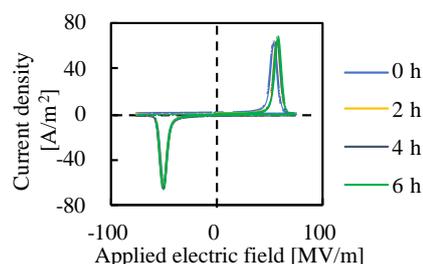


Fig. 1.  $J-E$  curves of P(VDF/TrFE) thin film.

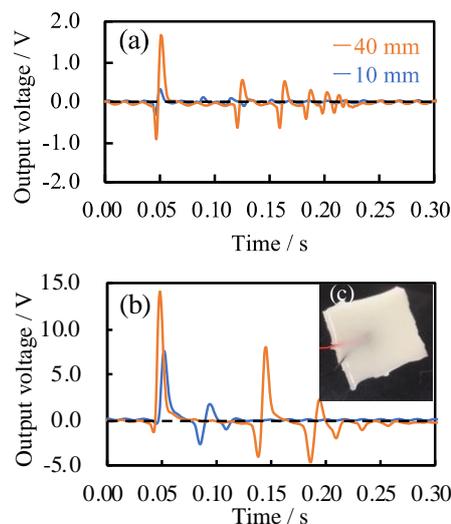


Fig. 2. Piezoelectric responses of P(VDF/TrFE)-based stress sensors: (a) only a sensor, (b) the sensor-embedded rubber plate, and (c) the image of module.