

## ポリ尿素薄膜を用いた焦電・圧電特性および振動発電評価

## Pyro-, Piezoelectric and Power Generation Properties of Polyurea Thin Films

神戸大院工 °森本勝大, 辻浦裕一, 小柴康子, 三崎雅裕, 神野伊策, 石田謙司

Kobe Univ. °M. Morimoto, Y. Tsujiura, Y. Koshiba, M. Misaki, I. Kanno, and K. Ishida

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

**背景** ポリ尿素は耐熱性・耐水性などの耐久性に優れるとともに、尿素基に由来する大きな双極子モーメントを有するため強誘電性・焦電性・圧電性の発現が期待される。これまでに我々は脂肪族ポリ尿素を用いて、電流密度-電界( $J$ - $E$ )曲線から  $17000 \text{ mC/m}^2$  の大きな電気変位量を測定し、その要因として薄膜中の結晶欠陥で生じた不純物電荷や残留溶媒の影響を報告してきた。本研究ではポーリング処理した脂肪族ポリ尿素薄膜を作製し、焦電・圧電係数の測定に加え圧電効果を利用した圧電型振動発電特性の評価を行った。

**実験** ポリ尿素には脂肪族ポリ尿素である polyundecylurea (PUA11:  $M_w = 13000$ ,  $M_n = 7000$ ) を用い、スピコート法による成膜後、表面平滑化のため  $260^\circ\text{C}$ ,  $30 \text{ s}$  で一旦融解し、液体窒素中で急冷させた。下部電極 Al ( $100 \text{ nm}$ ) / PUA11 ( $1.0\text{--}1.5 \mu\text{m}$ ) / 上部電極 Al ( $100 \text{ nm}$ ) からなるキャパシタ構造を作製し、薄膜中の不純物電荷や残留溶媒の影響を除くため  $150^\circ\text{C}$ ,  $2 \text{ hr}$  の熱処理を行った。ポーリング処理として  $160 \text{ V}$  印加後、三角波温度変調時の焦電電流測定から焦電係数を、励振電圧印加時の素子変位量から圧電定数を算出した。また、片持ち梁カンチレバー素子を強制振動させ、素子歪みから発生する圧電型振動発電量を測定した。

**結果・考察** Table 1 に作製したポリ尿素薄膜の焦電係数( $p$ )と圧電定数( $d_{31}$ ,  $d_{33}$ )の結果を示す。スピコート直後の焦電電流測定では、膜中トラップ電荷の影響で正確に焦電電流を観測できなかったが、熱処理後は明瞭な焦電電流が観測され、焦電係数は  $5.11 \mu\text{C/m}^2\text{K}$  と見積もられた。圧電定数は  $d_{31} = 0.0012$ ,  $d_{33} = 2.8 \text{ pC/N}$  と見積もられ、Fig. 2 に圧電型振動発電出力の加振周波数依存を示す。共振周波数は  $49.7 \text{ Hz}$  であり発生した最大電圧は  $2.23 \text{ mV}$  となった。発生電圧の加振周波数依存性と素子変位の共振曲線が良好な一致を示したことから、ポリ尿素薄膜の機械変形に伴う電圧出力であると確認できた。本発電測定系では発生電圧は圧電定数  $d_{31}$  に依存し、カンチレバー素子構造の影響を受けるため、構造最適化により発生電圧の増加が期待できる。

本研究で使用したポリ尿素はユニチカ(株)から提供を受けました。また研究の一部は JSPS 特別研究員奨励費、東電記念財団の助成を受けたものです。

| Table 1 Pyro- and piezoelectric coefficients of PUA11 films. |          |        |
|--------------------------------------------------------------|----------|--------|
| PUA11                                                        |          |        |
| pyroelectric coefficient<br>[ $\mu\text{C/m}^2\text{K}$ ]    | $p$      | 5.11   |
| piezoelectric coefficient<br>[ $\text{pC/N}$ ]               | $d_{31}$ | 0.0012 |
|                                                              | $d_{33}$ | 2.8    |

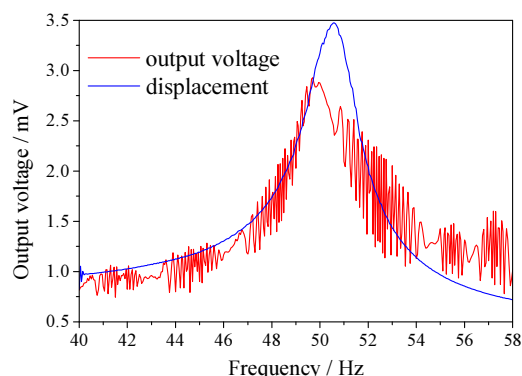


Fig. 2 Output voltage of PUA11 films as a function of frequency.