有機半導体材料の配向分極現象を利用したエレクトレットの作製と静電誘導型振動発電器への展開

Development of an electret using orientation polarization of organic semiconductor materials and its application to vibration energy harvester

千葉大先進 [1]，JST さきがけ [2]，千葉大工 [3]，千葉大 MCRC[4]
○田中 有弥 [1,2,3]，松浦 寛恭 [3]，石井 久夫 [1,2,4]
CFS, Chiba Univ. [1], JST PRESTO [2], FE, Chiba Univ.[3], MCRC, Chiba Univ. [4]
°Yuya Tanaka[1,2,3], Noritaka Matsuura[3], Hisao Ishii[1,2,4]
E-mail: y-tanaka@chiba-u.jp

エレクトレット（半永久的に電気分極を保持する物質）を備えた振動発電器（VEH）は振動から電力を得ることができる有力なデバイスである．しかしながら出力が低い，エレクトレットの成膜プロセスが煩雑という課題が残されている．我々はこれまでケルビンプローブ（KP）を用いて様々な有機蒸着膜の表面電位（SP）を測定し，極性分子からなる薄膜の場合には SP が膜厚に比例して増加し続け，100 nm 程度の膜厚で数千 mV にも達することを報告してきた[1,2]．これは極性分子の自発的配向に起因しており，本薄膜は一種のエレクトレットとみなすことができる（Inset of Fig. 1(a)）．そこで本研究では極性分子の自発的配向現象を利用することで，上記課題を解決しうるエレクトレットを提案する．

実験では有機発光ダイオード用材料である TPBi（1,3,5-tris(1-phenyl-1H-benzimidazol-2-yl)benzene）を用いた．蒸着速度は 100 nm まで 0.5 Å/s，それ以降 2.0 Å/s で行った．

SP の膜厚依存性を Fig. 1(a)に示す．SP は膜厚に比例し，100 nm までは 26.8 mV/nm，それ以降 72.7 mV/nm で増加することが分かった．これは配向度が蒸着速度に依存することを示している．Figure 1(b)は SP の時間依存性を示しており，暗状態の真空中では SP ほぼ安定であるが，白色 LED 照射（~3000 lx）し続けることで減少した．これはフォトキャリアにより分極電荷が補償されることを示唆している[1]．その後装置を大気開放して暗状態中でサンプルを保持し，9 時間後に測定を行ったが SP はほぼ変化しなかった（図中の“□”）．最後に KP のプローブ振動を利用し，この薄膜の発電特性を評価した．その結果を Fig. 1(b)の挿入図に示す．振動に伴う明瞭な交流の出力電流が観測でき，極性分子の自発的な配向を利用したエレクトレットの有用性を実証できた．

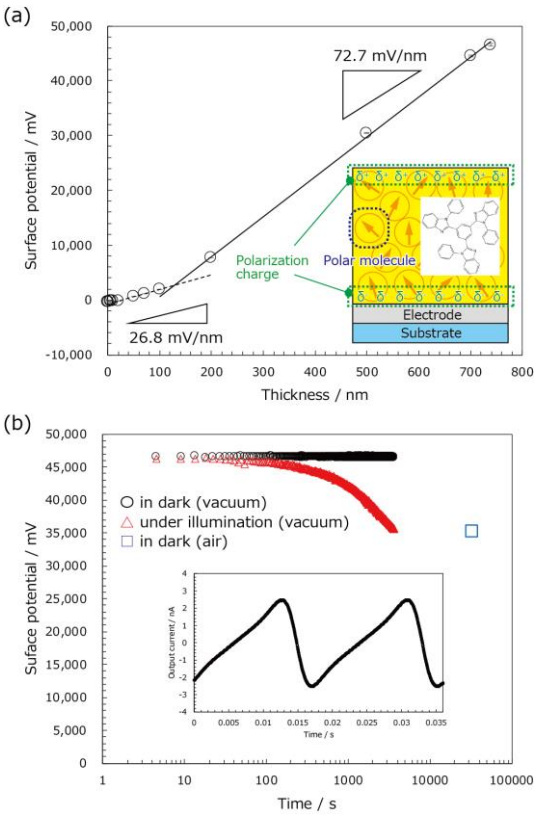

Fig. 1(a) Variation in surface potential of TPBi film as a function of film thickness. Inset: Sample structure. (b) Surface potential in dark and under illumination as a function of time. Inset: Output property of VEH model device.

本研究は JST さきがけ（JPMJPR17R6）の支援を受けたものである．

[1] E. Ito *et al.*, J. Appl. Phys. **92**, 7306 (2002).
[2] Y. Noguchi *et al.*, J. Appl. Phys. **111**, 114508 (2012).