冷間等方圧加圧を用いた有機薄膜の凝集状態制御

Control of condensed states of organic films by cold isostatic pressing

◦江崎 有[1], 松島 敏則[1,2], 安達千波矢[1,2] (1. 九州大学 OPERA, 2. JST ERATO)

◦Yu Esaki[1], Toshinori Matsushima[1,2], Chihaya Adachi[1,2] (1. OPERA, Kyushu Univ., 2. JST ERATO)

E-mail: esaki@opera.kyushu-u.ac.jp

有機薄膜中の粒界や電極/有機界面などに残された微細な空隙はキャリアトラップやキャリア散乱中心として働くために有機薄膜の電気伝導性を低下させる原因の一つとなる[1]。以前に我々は、結晶性材料である H_2PC 蒸着膜に冷間等方圧加圧(CIP)処理を行うと空隙が押し潰されるために膜厚が約 40% 圧縮され、ホール移動度が約 2000 倍に向上することを見出した[2]。CIP 処理による膜の圧縮と電気伝導性の向上は有機薄膜の凝集状態に大きく左右されると考えられる。そこで、本研究では様々な凝集状態の有機薄膜について CIP 処理を行った際の膜の圧縮と電気伝導性の関係について検討を行った。

H_2PC、ペンタセン、CuPc、F8BT、tris-PCz、α-NPD を用いてホールオンリーデバイス(HOD)を作製し、CIP 処理(200 MPa, 60 min)による膜厚と電流密度-電圧特性の変化を評価した。F8BT はスピンコート法で、他の材料は真空蒸着法で成膜した。

図 1 に CIP 処理による電流の増加率(J/J_0)と膜厚の減少率(d/d_0)の関係を示す。結晶性の薄膜を形成する H_2PC、ペンタセン、CuPc を用いた場合、大きな膜厚の減少と電流密度の増加が観測された。この結果は、結晶性の薄膜の粒界に存在するマクロな空隙が CIP 処理により押し潰されたことを示す。一方、tris-PCz とα-NPD はマクロな空隙がない緻密なアモルファス薄膜を形成するために、CIP 処理を行っても膜厚および電流密度に全く変化はなかった。興味深いことに、スピンコートで成膜した F8BT ポリマー薄膜に CIP 処理を行うと電流密度が約 5 倍に向上した。膜厚に変化が見られないことを考えるとバルクのキャリア移動度が向上したわけではなく、電極と F8BT の接触が改善したためにホール注入性が向上したと考えられる。J/J_0 と d/d_0 の間に相関があり、膜厚の減少が大きいほど電流密度が向上することを見出した。比較的大きな電流密度増加が観測された H_2PC を用いて有機 EL 素子、トランジスタ、太陽電池を作製した。CIP 処理を行うと有機 EL の 100 mA/cm^2 における駆動電圧が 2 V 減少し、外部量子効率が約 1.5 倍に増加した。トランジスタと太陽電池に関しては、ホール移動度が約 16 倍に増加し、変換効率が約 1.5 倍に増加した。つまり、本手法は結晶性薄膜を用いた有機デバイスを高性能化させるために有効であることが分かった。

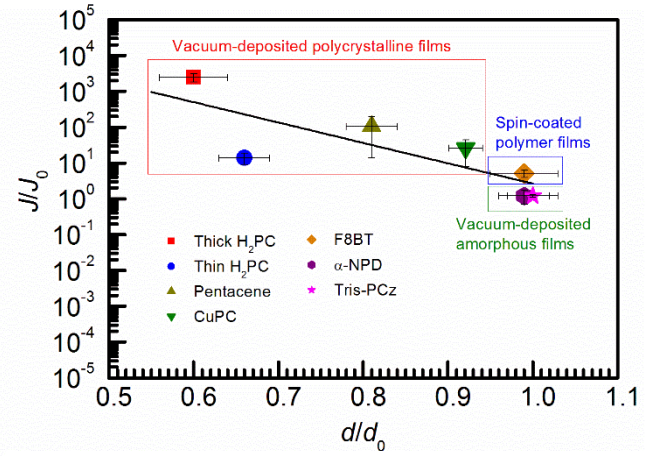

図 1. HOD に CIP 処理を行った際の J/J_0 と d/d_0 の関係

[1] *Appl. Phys. Lett.* **82**, 745 (2003).

[2] *Appl. Phys. Lett.* **105**, 243301 (2014).

© 2015年 応用物理学会