

強磁場を用いた有機半導体溶液の結晶成長制御

Solution growth of organic semiconductors controlled by high magnetic field

岩手大工¹ ○神谷亮輔¹, 寺本惇一¹, 細貝拓也¹, 藤代博之¹, 吉本則之¹

Iwate Univ.¹, ○Ryosuke Kamiya¹, Junichi Teramoto¹, Takuya Hosokai¹,

Hiroyuki Fujishiro¹, Noriyuki Yoshimoto¹

E-mail: t5512001@iwate-u.ac.jp

はじめに：可溶性有機半導体を活性層とする有機薄膜トランジスタは印刷法によって作製することができる。そのため、低コストかつ低環境負荷の製造プロセスが期待されることから近年盛んに研究が行われている。一般に、溶液から作製される有機半導体の薄膜は多結晶である。このことから、キャリア移動度の向上と素子特性のばらつきや安定性の改善が必要であり、有機半導体層の結晶性の向上が望まれている。今回われわれは、磁場を制御因子とする有機半導体溶液の結晶成長の制御を試みた。分子構造中に芳香環を有する有機化合物の多くは、反磁性を示すことが知られている。有機溶媒などの反磁性の液体を強磁場中に置くと、液体には磁場の外に出ようとする力(モーゼ効果)が生じ、液の中心が凹に変化する(Fig. 1)。外形が変化した状態で、溶質を含む溶液から溶媒をゆっくりと蒸発させると、液の最も薄い場所で局所的に溶質が濃縮され、磁石の位置により溶液中に高濃度領域を形成することができる。今回、雰囲気ガスの流量と基板温度を制御可能な溶液成長セルを作製し、最大 5 T の磁束密度を示すバルク超伝導マグネットを組み合わせ、強磁場による有機半導体溶液の結晶成長制御を試みた。

実験と結果：溶質として代表的な可溶性有機半導体である TIPS-pentacene を用い、溶媒にはモノクロロベンゼンを用いた。成膜には密封型のセルを用い、雰囲気ガスの流量を変化させることで溶媒の蒸発量を制御した。基板温度は恒温水で一定に保持した。基板として表面に自然酸化膜を持つシリコンウエハを用い、未飽和溶液を滴下し、磁場中と無磁場中で成膜を行った。バルク超伝導マグネットは、液滴の中心に磁束密度が最大となるように配置した。Figure 2 に磁場中と無磁場中の成膜結果の画像を示す。無磁場(Fig. 2 left)では溶液の表面で結晶化が始まり外側から内側に向かって結晶が成長するのに対し、磁場を用いた成膜(Fig. 2 right)では結晶が中心から放射状に広がる薄膜が得られた。Fig. 2 の赤枠部分の面内 X 線回折測定の結果、磁場中で作製した薄膜は面内方向によく配向していることがわかった。得られた薄膜を用いて有機薄膜トランジスタを作製し、結晶の配向性とホール移動度の関係を調べた。

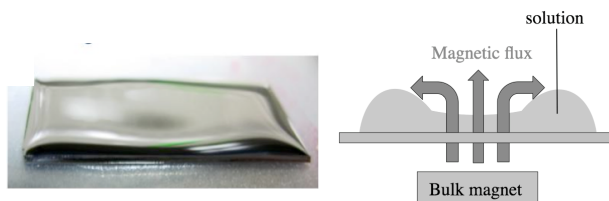


Fig. 1 Effect of magnetic field on morphology of solution on substrate.

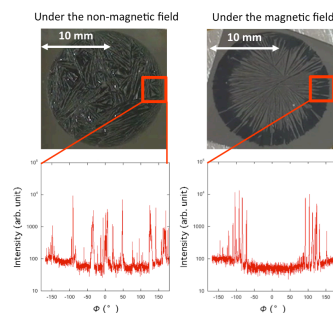


Fig. 2 Pictures and in-plane XRD rocking curve of TIPS-pentacene thin films.