

等方加圧処理により高密度化された Alq<sub>3</sub> 低分子有機半導体薄膜の力学的性質  
 Mechanical properties of Alq<sub>3</sub> low molecular organic semiconducting films densified using cold  
 isostatic press

寺田 有汰<sup>1</sup>, 長野 陽平<sup>1</sup>, 若松 孝<sup>1</sup>, 井原 郁夫<sup>2</sup>, 金成 守康<sup>1</sup>

Ibaraki National College of Technology,<sup>1</sup> Nagaoka University of Technology<sup>2</sup>,

E-mail: ac13104@gm.ibaraki-ct.ac.jp

### 1. はじめに

有機半導体<sup>(1)</sup>は、曲げ強度が高いこと、多様な材料選択が可能で、等価のメリットに加えて、ロール-ロールのような連続工程で適用できることから、既存の無機半導体に比べて低製造コスト化が期待されている。Kanari ら<sup>(2)</sup>は、無水フッ化アンチモン(降伏強度 54MPa)やペンタセン(同 215MPa)に冷間等方加圧(CIP)処理を施すことで、有機半導体薄膜中の空孔を圧壊し、膜の弾性率および曲げ強度が、それぞれ最大で 2.3 倍、26%改善することを示している。また、アズコート膜の気孔率は、結晶粒の形状とその配置構造に起因していると結論付けている。本研究では、高降伏強度(180MPa)を有する Alq<sub>3</sub> 薄膜の力学的特性改善に及ぼす CIP の影響を調べた。また、同薄膜の表面モルフォロジーを測定し、膜の表面モルフォロジーと力学的特性の関係を検討した。

### 2. 実験方法

供試材には、真空蒸着法によって基板上にコーティングした Alq<sub>3</sub> 薄膜を用いた。試料は、加圧水との接触を防ぐために予めポリエチレン袋で真空パックした後、室温(約 25°C)に保持した圧力容器中で等方加圧(圧力 200MPa)した。膜厚、および力学的性質は、自製の変位制御型ナノインデントーション(NI)試験機を用いて、それぞれ表面上の 3 点、および 5 点において測定した。表面モルフォロジーおよび算術平均粗さ(Ra)の測定は、走査型プローブ顕微鏡(SPM, 日立ハイテック AFM5100N)を用いて測定した。

### 3. 結果および考察

加圧前(a)と後(b)に測定した Alq<sub>3</sub> 薄膜表面の SPM 像を Fig.1 に示す。Alq<sub>3</sub> 薄膜は大きさ 24~30nm の球状結晶粒を示し、H<sub>2</sub>Pc 等の粒径 50~100nm に比べて微細である。降伏強度は、材料の結晶粒径に反比例すること(ハッチの関係<sup>(3)</sup>)が経験的に分かっていることから、Alq<sub>3</sub> 薄膜の高硬度は、微細な結晶粒径に起因しているといえる。また、加圧前後の結晶粒径は変

わらない一方、断面プロファイルから測定される算術平均粗さは、それぞれ、1.12nm(アズコート)、1.40nm(CIP)となった。また、NI 試験より、Alq<sub>3</sub> 薄膜の膜厚は、1150nm(As-coated)、576nm(CIP)と測定され、圧密度が 50%だった。これらの結果から、Alq<sub>3</sub> 薄膜は、結晶粒間の空孔が押しつぶされたことにより、膜厚が減少し表面凹凸が増加したと推測できる。結晶粒の配置構造を単純立方と仮定した場合の空孔率 47.6%が実測値に最も近いことから、Alq<sub>3</sub> 結晶粒は単純立方構造に配置していると推測できる。Alq<sub>3</sub> 薄膜の力学的特性変化については、発表において報告する。

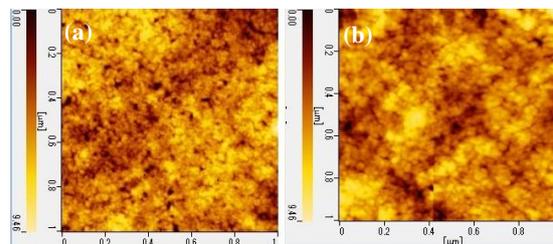


Fig.1 SPM images of (a) Alq<sub>3</sub> (as-coated), (b) Alq<sub>3</sub> (CIP)

### 4. 結論

Alq<sub>3</sub> 薄膜の密度および力学的性質に及ぼす CIP 処理の影響を調べた。CIP 処理した Alq<sub>3</sub> 薄膜は、膜厚が 50%減少し高密度化した。その結晶粒は、単純立方構造に配置していると結論付けられた。

### 謝辞

本研究の一部は、H22-24 年科学研究費補助金(基盤 C: No. 26420033)を用いて実施した。

### 参考文献

- (1): 例えば、筒井哲夫: 応用物理, 第 78 巻, 5 号, pp.447-455(2009)
- (2): M. Kanari, T. Wakamatsu, R.G. G. Fatt, and I. Ihara: Appl. Phys. Express 4(2011)111603.
- (3): 例えば、日本材料学会編, “材料強度学”, 日本材料学会, p.49(1896).