

【序論】 tris(8-hydroxyquinolinato) aluminum( ) Alq<sub>3</sub>(fig.1)は、電気双極子を持ち、有機 EL 素子において非常に重要な材料である。Alq<sub>3</sub> 薄膜はアモルファス構造をとると一般的に考えられている [1]が、多結晶金基板上で電気双極子の配列によると考えられる巨大表面電位を示すことが報告されている[2]。そのため単純な系を作製し、電気双極子の配列を調べることは重要である。そこで、本研究では結晶性の高い膜を得るため、不活性基板である GeS と MoS<sub>2</sub> の単結晶基板上に Alq<sub>3</sub> 超薄膜を作製し、低速電子回折(LEED)測定を行った。その結果、Alq<sub>3</sub> のような立体構造を持つ有機分子が、製膜条件により超薄膜において分子が配向し、秩序だった二次元構造を形成することを見出した。

【実験方法】GeS、MoS<sub>2</sub> 基板を大気中で劈開後、超高真空中( $\sim 10^{-9}$ Torr)で加熱クリーニング(200℃、20時間)を行った。基板の清浄性は LEED により確認した。試料は真空蒸着法により、蒸着速度 $\sim 0.10$  Å/min(蒸着時圧力 $\sim 10^{-9}$ Torr)で作製した。

【結果と考察】室温(約 20℃)の GeS 基板上に Alq<sub>3</sub> を 3 Å 蒸着した場合、LEED スポットは確認できなかった。しかし、120℃の基板に Alq<sub>3</sub> を 3 Å 蒸着し、室温に冷却してから LEED 測定を行ったところ、鮮明な LEED スポットが得られた (fig.2)。この結果から GeS 基板では基板温度などの製膜条件により、秩序性の高い Alq<sub>3</sub> 薄膜が得られることがわかった。この LEED 像を解析した結果、fig.3 に示す様に、Alq<sub>3</sub> 分子は格子定数が長軸 16.9 Å、短軸 6.6 Å の平行四辺形の斜方格子を形成し、基板の結晶軸に対し 30 度傾いた 2 ドメイン構造をとることがわかった。巨大表面電位が形成される場合、真空側が正に帯電する[2]ため、このユニットセルに Alq<sub>3</sub> 分子の双極子モーメントの向きが、基板に対し垂直に真空側を向くよう考慮し、また、分子のファンデルワールス半径を考慮した GeS 上の Alq<sub>3</sub> 薄膜の二次元配列構造を Fig.4 に示す。このユニットセルの格子点に分子を配置するだけでは膜が密にパッキングされているとは言えない。そこで、2つの分子を入れることで膜が密にパッキングされると考えた。

一方、室温の MoS<sub>2</sub> 基板上に

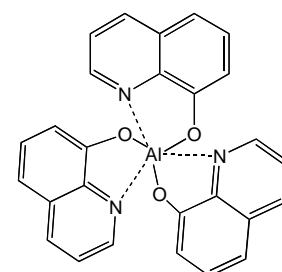


fig.1 Alq<sub>3</sub> の分子構造

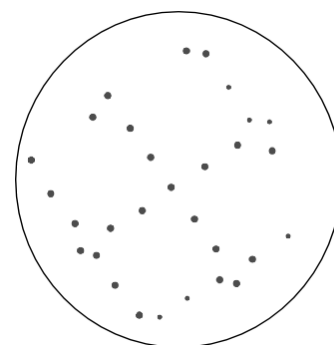
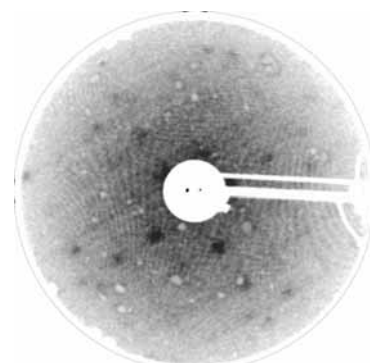


fig.2 上: Alq<sub>3</sub>(3Å)/GeS の LEED 像  
下: LEED 像の模式図

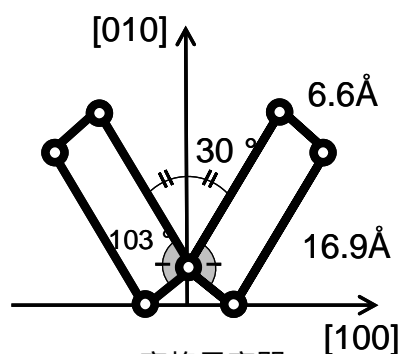


fig.3 実格子空間

Alq<sub>3</sub>分子を3蒸着した場合、鮮明なLEEDスポットが得られた (fig.5)。この結果から MoS<sub>2</sub>基板上では GeS 基板と異なり、室温において蒸着直後から秩序性の高い Alq<sub>3</sub> 薄膜が得られることがわかった。このLEED像を解析した結果、fig.6に示す様に、Alq<sub>3</sub>分子は格子定数が長軸 18.3、短軸 9.7 の長方格子を形成し、基板の結晶軸に対し 90度傾いたシングルドメイン構造をとることがわかった。このユニットセルに Alq<sub>3</sub>分子の双極子モーメントの向きが、基板に対し垂直に真空側を向くよう考慮し、また、分子のファンデルワールス半径を考慮した MoS<sub>2</sub>上の Alq<sub>3</sub>薄膜の二次元配列構造を Fig.7 に示す。MoS<sub>2</sub>基板の場合も GeS 基板と同様に、ユニットセルに2つの分子を入れることで膜が密にパッキングされると考えた。

さらに、準安定励起原子電子分光法と紫外光電子分光法による上記製膜条件での Alq<sub>3</sub> 超薄膜の電子状態や分子配向に関する知見を講演当日報告する。

[1] M.Brinkman et.al.,J.Am.Chem.Soc., **122** (2000) 5147.

[2] E.Ito et.al.,J.Appl.Phys., **92** (2002) 7306.

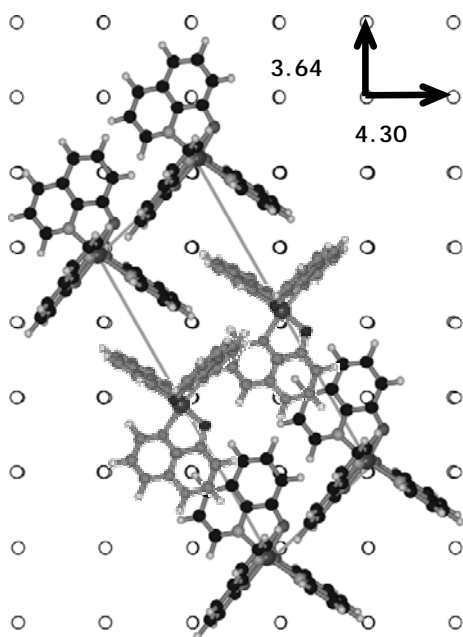


Fig.4 GeS 基板上的二次元配列構造  
:GeS(001)の原子配列

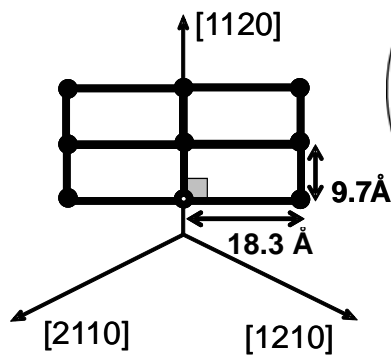


fig.6 実格子空間

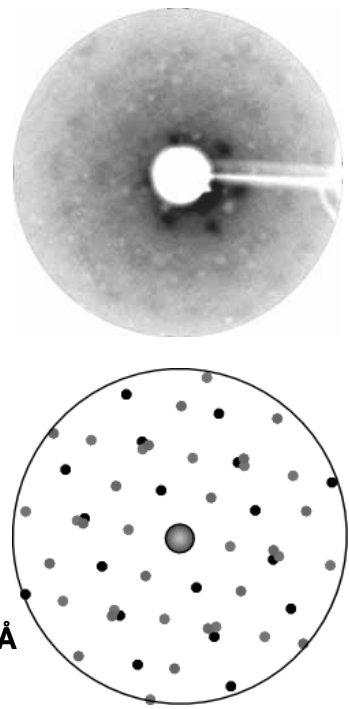


fig.5 上: Alq<sub>3</sub>(3) / MoS<sub>2</sub>  
のLEED像  
下: LEED像  
の模式図

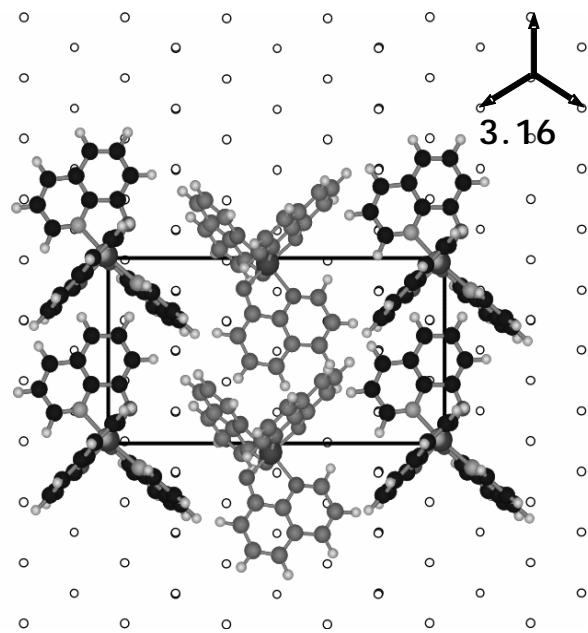


fig.7 MoS<sub>2</sub> 基板上的2次元配列構造  
:MoS<sub>2</sub>(0001)の原子配列