

## 水晶振動子マイクロバランス法を用いたペンタセン薄膜形成初期過程の解析 Analysis of initial stage of Pentacene thin film growth using quartz crystal microbalance

○羽生 大亮, 松原 亮介, 久保野 敦史 (静大院・総合)

○D. Hanyu, R. Matsubara and A. Kubono

(Department of Electronics and Materials Science, Grad Sch Sci & Technol, Shizuoka University)

E-mail: kubono.atsushi@shizuoka.ac.jp

**【緒言】** 真空蒸着法における薄膜作製において、薄膜構造は吸着・脱離・拡散といった薄膜形成初期過程に大きく影響される。我々はこれまでに非破壊かつ高感度で付着量の*in-situ*測定が可能な水晶振動子マイクロバランス(QCM)を用い、有機薄膜の形成初期過程の解析を行ってきた[1]。前回我々は、絶縁膜上のペンタセンの薄膜形成初期過程についての速度論的解析を行った[2]。本研究では、PMDA-ODA上のペンタセンの薄膜形成初期過程の温度依存性を評価した。

**【実験】** 水晶振動子金電極基板(鏡面, 5 MHz)をアセトン中で超音波洗浄をした後、30分間UVオゾン洗浄した。洗浄後のQCM 基板上にポリイミド(PMDA-ODA)前駆体のDMF溶液をスピコート法で成膜し、1時間焼成することでイミド化した。ペンタセンは圧力  $5.0 \times 10^{-4}$  Pa 以下の真空中で蒸着した。入射分子頻度は、チラーにより  $20^\circ\text{C}$  に温度制御した水晶振動子膜厚計でモニタし、 $0.2 \text{ \AA}/\text{min}$  に制御した。また、測定用QCM基板の温度はセラミックヒーターで  $53.0, 56.0, 59.0^\circ\text{C}$  に制御した。試料の付着量は測定用QCM基板の共振周波数変化から求め、その時間変化を測定した。

**【結果・考察】** Fig. 1(a), (b)に基板温度  $53.0, 56.0, 59.0^\circ\text{C}$  の場合のペンタセンの付着挙動を示す。両条件において付着速度が一旦低下してから再度立ち上がる挙動が見られた。これは準安定状態(2次元気体)→安定状態(安定サイト)への遷移→定常性長(安定核成長)の3つのステップに対応していると考えられる。これらの実験結果について再蒸発できない安定状態を考慮した物理吸着モデルで定常成長移行までの初期の付着量変化をフィッティングした結果を Table 1 に示す。ここで、 $\tau_1$  は準安定状態の平均基板滞在時間、 $\tau^*$  は準安定状態から安定状態への遷移時間である。平均基板滞在時間、安定状態への遷移時間のいずれも基板温度が高いほど短いという結果が得られた。この温度依存性から、絶縁膜上におけるペンタセンの吸着の活性化エネルギーおよび準安定状態から安定状態への遷移の活性化エネルギーを算出することができる。詳細な解析については当日報告する。

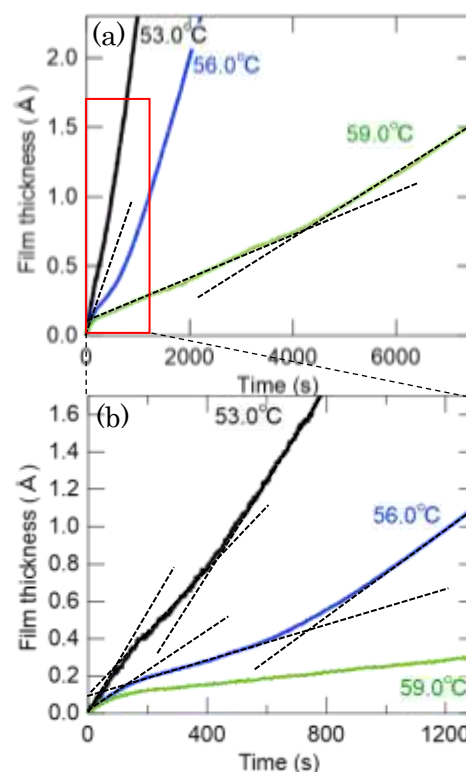


Fig. 1 (a), (b) Time evolution of adsorption of Pentacene molecules ( $T_{\text{sub}}=53.0, 56.0, 59.0^\circ\text{C}$ ).

Table 1 The average residence time of pentacene.

	$\tau_1$ (s)	$\tau^*$ (s)	$J$ ( $\text{\AA}/\text{min}$ )
基板温度 $53.0^\circ\text{C}$	380	876	0.24
基板温度 $56.0^\circ\text{C}$	110	650	0.10
基板温度 $59.0^\circ\text{C}$	50	600	0.10

[1] A. Kubono, Y. Minagawa and T. Ito : *Jpn. J. Appl. Phys.*, 48, 020211-1 (2009)

[2] 羽生大亮, 松原亮介, 久保野敦史, 第56回応用物理学会春季学術講演会, 東京, 2018年3月20日