

ペンタセン薄膜の空状態電子構造の蒸着基板依存性

(京大化研) ○Richard MURDEY, 佐藤直樹

【序】 ペンタセンの蒸着薄膜については、調製時の基板温度の違いにより構造や電子構造が異なることが以前から注目されてきた [1,2]。とくに、低温基板上に蒸着した薄膜が非晶性の特徴を示すことは、電子スペクトル [1] や紫外光電子分光法 [2] でも確かめられてきた。今回は、同様の観点から空状態の電子構造と薄膜構造との相関を調べるために、蒸着基板温度依存性に着目しつつ、ペンタセン薄膜について下記のような実験を行った。

【実験】 厚さ 25 nm のペンタセン薄膜を自然酸化されたシリコンウェハ（ SiO_2 ）上に真空蒸着により作製した。超高真空下 ($< 3 \times 10^{-7}$ Pa) で蒸着速度は 0.7 nm min^{-1} に固定し、基板温度は 300 K と -100 K の二通りの温度で調製した。In situ で逆光電子分光法 (IPES) と低速電子透過分光法 (LEET) による電子構造の測定を行った後、薄膜構造を調べるために試料を大気中に取り出して室温で AFM と $\text{CuK}\alpha$ による X 線回折を行った。

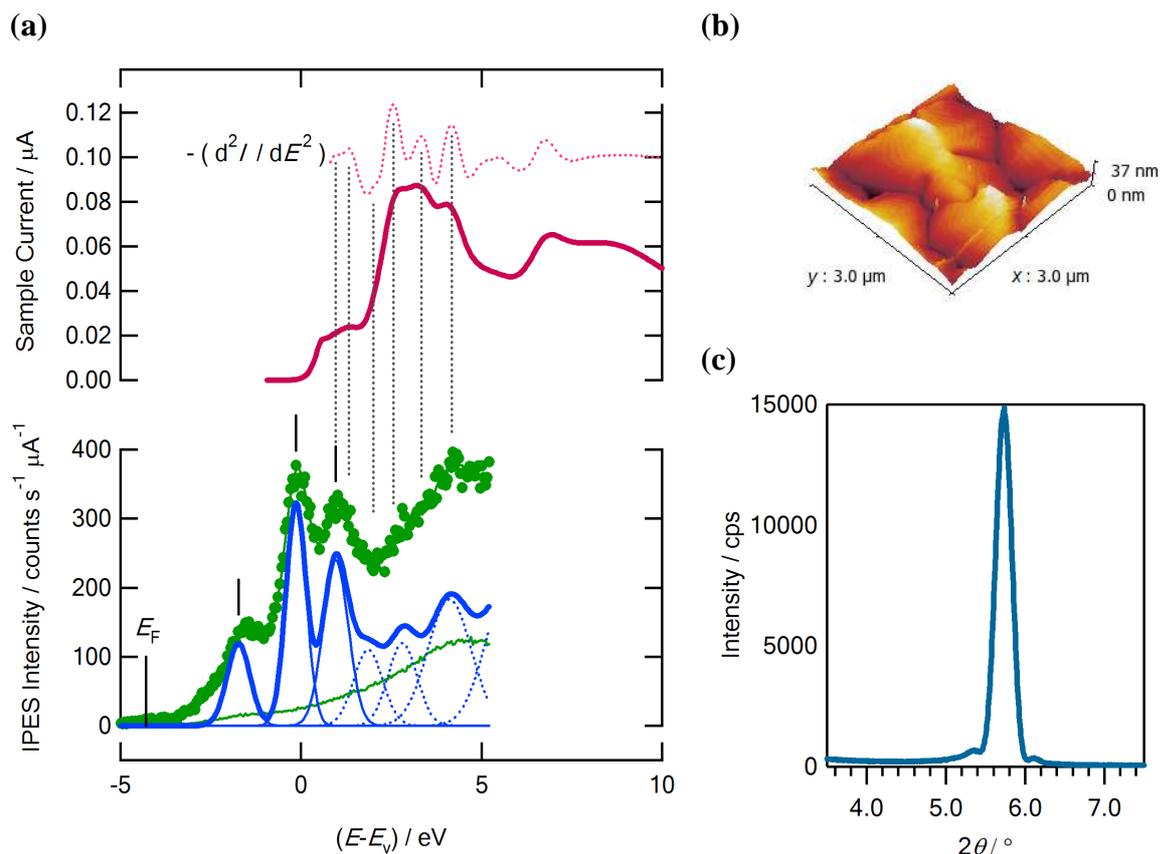


図1. 300 K の SiO_2 基板上に蒸着したペンタセン薄膜。(a) LEET(上)と IPES(下) スペクトル。(b) AFM 画像。(c) X 線回折パターン。

【結果と考察】 図1に、300 K の基板上に調製したペンタセン薄膜についての結果を示す。1(b) の AFM 画像には、表面が比較的平らで段状になった大きなドメインが観測されている。ペンタセン薄膜の X 線 ($\text{CuK}\alpha$) 回折については、 $2\theta = 5.75^\circ$ (層間距離 $d = 1.54 \text{ nm}$) の

「薄膜相」と $2\theta = 6.15^\circ$ (層間距離 $d = 1.44$ nm) の「バルク相」の構造がしばしば認められる [3]。1 (c) の回折パターンでは前者の強度が極めて強く、後者はかろうじて認められる程度である。したがって、今回 300 K の基板上に得たペンタセン薄膜は「薄膜相」の膜と考えられる。

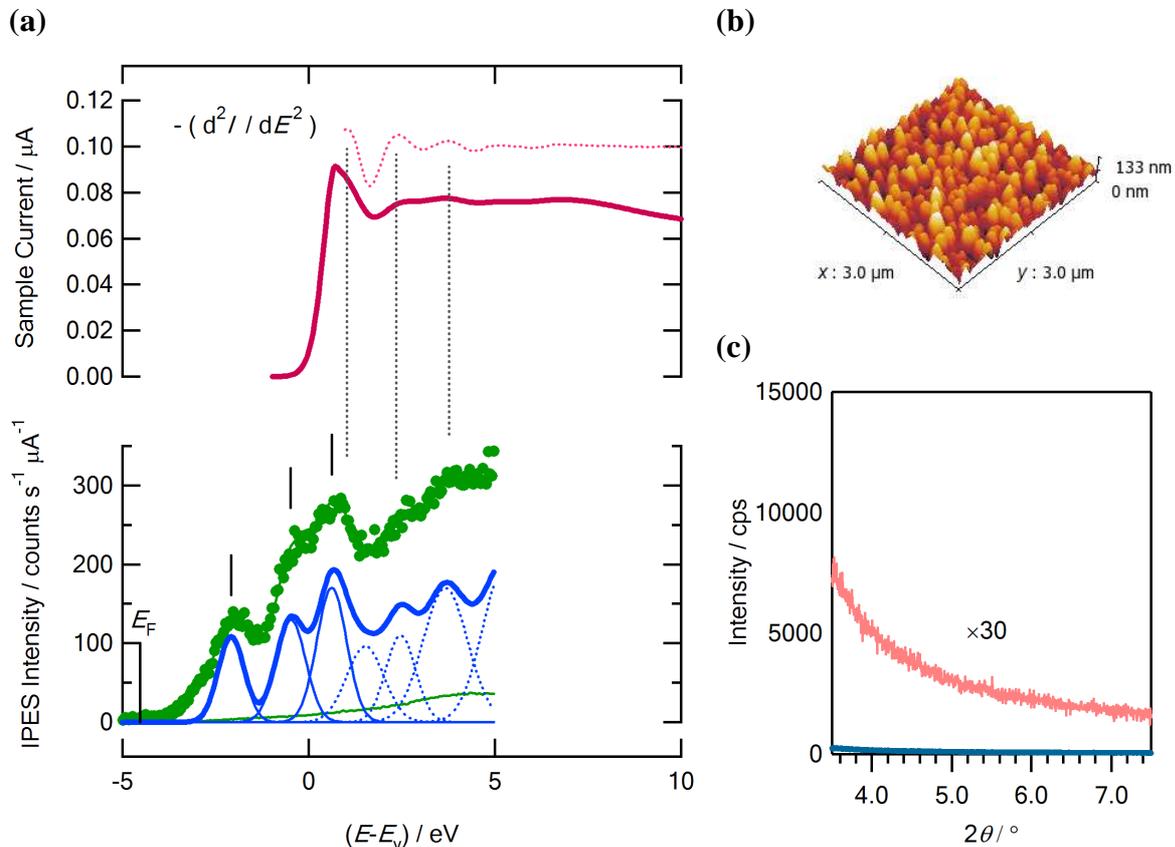


図2. -100 K の SiO_2 基板上に蒸着したペンタセン薄膜。(a) LEET(上)とIPES(下)スペクトル。(b) AFM 画像。(c) X線回折パターン。

図2(b) の AFM 画像から、 -100 K の基板上に調製したペンタセン薄膜は粗い粒子の集合体であり、膜表面の凸凹が著しいことが分かる。2(c) のX線回折パターンにはピークが認められないため、ペンタセン分子の長周期にわたる規則的配列は達成されていないと考えられる。

図1(a) と 2(a) の IPES スペクトルを比較すると、低温基板膜に対する電子親和力の閾値 2.8 eV は室温基板膜よりも 0.4 eV 大きく、ペンタセンの LUMO が導く準位は基板のフェルミ準位に対して室温基板膜の 1.9 eV から低温基板膜の 1.8 eV と少しだけ近づくことが分かった。しかし、観測された IPES の三つのスペクトル構造は両薄膜の間でエネルギーシフトが認められない。そのため、電子親和力の閾値の違いがそのまま電子輸送準位の違いを反映しているとは限らないが、今回の結果は膜の結晶性の違いが空状態の電子構造にも差異を導いていることを初めて直接明らかにした。

《引用文献》

- [1] Kamura, Y., Seki, K. and Inokuchi, H., *Chem. Phys. Lett.*, **30**, 35 (1975).
- [2] Sato, N., Seki, K., Inokuchi, H. and Harada, Y., *Chem. Phys.*, **109**, 157 (1986).
- [3] Mattheus, C. C., Dros, A. B., Baas, J., Oostergetel, G. T., Meetsma, A., de Boer, J. L. and Palstra, T. T. M., *Synth. Met.*, **138**, 475 (2003).