低速電子回折による In/Si(111)表面上のフタロシアニン分子の吸着状態の研究

Low-energy electron diffraction study of adsorption state of phthalocyanine molecules on In/Si(111)

京大院理　°八田 振一郎，綾 遥奈，奥山 弘，有賀 哲也

Kyoto Univ.　°Shinichiro Hatta, Haruna Aya, Hiroshi Okuyama, Tetsuya Aruga

E-mail: hatta@kuchem.kyoto-u.ac.jp

金属結晶表面上の有機分子の吸着状態は、有機薄膜の結晶成長や金属-有機界面の機能性制御の観点から盛んに研究されている。とくに単分子層レベルにおける薄膜の成長過程は多くの場合分子の吸着構造の均一性が良くないため走査トンネル顕微鏡（STM）による実空間観察が主要な研究手法となっている[1]。しかし、分子の吸着構造が動的に変化しているような系や相分離が起こる系ではマクロな領域における平均情報が得られる回折法が有用である。本研究では、表面敏感な回折法、低速電子回折法（LEED）を用いて金属表面に吸着したフタロシアニン分子の吸着構造について被覆率や温度を変えて調べた。

金属表面には、バルク金属結晶の表面ではなく、Si(111)基板上に作成したインジウム超薄膜（2原子層）を用いた。フタロシアニン分子（Pc）は超高真空中で、室温のインジウム超薄膜上に蒸着した。インジウム超薄膜の 2 次元格子は分子面を表面平行に吸着したフタロシアニン分子と整合性が高く、我々が行った H_2Pc、FePc および CuPc を用いた LEED 観察において、すべて同一の超格子をもつ単分子層の形成が確認された。一方、単分子層以下の CuPc について LEED の高感度観察を行ったところ、約 0.8 分子層以下ではリング状の回折パターンが観測された。リング上の強度分布に異方性は確認されず、これは吸着分子の配向秩序が失われていることを示している。また、被覆率の減少によってリングの中心半径が小さくなることも確認された。これは低被覆率（低密度）ほど分子間の平均距離が大きくなるよう、分子間に反発的相互作用が働いていることを示している。ここまでは室温での観察結果である。次に室温でリングパターンが観察されている試料を冷却すると単分子層と同じ超格子スポットが現れた。この超格子スポットが現れる温度は最も低い被覆率（約 0.1 ML）では 150 K 以下であり、被覆率の増加にしたがって 300 K まで大きく変化した。低い被覆率でなおかつ低温のときにも LEED で観察できるほど分子のドメインが成長することから、CuPc 分子は In 超薄膜表面で非常に動きやすいことが分かる。同様の現象は貴金属の(111)表面において報告されているが[1,2]、このように広い被覆率および温度範囲での観察はされていない。発表では温度による相転移の可逆性や高温での不可逆反応の解析および超薄膜の電子状態、電気伝導度への影響についても紹介する。

[1] J. M. Gottfried, Surface Science Report **70**, 259 (2015).

[2] B. Stadtmüller *et al*., Physical Review B **83**, 085416 (2011).

© 2018年 応用物理学会