

論文審査の結果の要旨

氏名 市川 央

本論文は6章からなる。第1章は序論であり、本論文の主題である「有機分子薄膜成長」についての研究の意義が述べられている。また、ヘテロエピタキシャル薄膜成長に關与する因子を整理し、本論文で着目した有機分子薄膜成長を制御する新しい因子について、それを評価する必要性、および制御機構の位置づけについて述べている。

第2章では、本研究で用いられた実験手法の原理について述べており、各手法によって得られる情報などについて、その基になる理論とともに述べている。また第3章では、本研究で主たる実験手法の一つとなった変調分子線散乱法について、その背景となるこれまで行われてきた基板-分子相互作用の研究について述べ、それらと比較した本研究手法の特徴について述べている。更に実験装置の詳説、および有機分子の基板表面上での滞在時間を導出するまでの、データ解析手法の解説なども行っている。

第4章と第5章では、前章で述べた変調分子線散乱法を実際に用いて基板-分子間相互作用の観測を行っている。第4章では、シリコン(001)酸化膜基板上のペンタセン分子について研究を行っている。シリコン(001)酸化膜基板表面を別の有機分子OTSとHMDSで化学修飾処理してペンタセン分子の表面滞在時間の変化について述べ、基板表面温度に対する表面滞在時間のアレニウスプロットから拡散に伴う活性化エネルギーを導出した。その結果、HMDS表面処理基板では活性化エネルギーが小さくなり表面滞在時間が短くなっていることが明らかになり、薄膜成長実験で核形成密度が小さいことをよく説明した。またOTS修飾基板表面で滞在時間が変化しなかったことから、ペンタセン分子が表面上の局所吸着サイトをホッピングで移動している描像を示した。

第5章では、微傾斜基板上的水素フタロシアニン分子に対して変調分子線散乱法を用いた基板-分子間相互作用観測実験を行っている。微傾斜基板の方位を変化させた滞在時間の観測から、水素フタロシアニン分子がステップ下端に吸着され、ステップ上端からの脱離には異方性があり、さらにステップ近傍がポテンシャル障壁となっているというモデル

が提示された。加えて頻度因子が H-Si 結合のストレッチングモードフォノンに由来することが示唆された。第 4 章と第 5 章の変調分子線散乱実験から、有機分子の表面上での拡散には、その間の吸着ポテンシャルや特定の吸着サイト・脱離サイトの存在など、他の研究手法からは推測できない要素が関与していることが明らかになった。

第 6 章では、KCl 基板上的 Alq₃ の系においてレーザー光によるその針状結晶成長の配向制御手法を新たに開発している。結晶成長初期にレーザー照射を行うことによって、レーザーの偏光方向と平行に針状結晶を成長できることが明らかとなった。基板方位と偏光方向の関係や膜厚依存性などの結果から、キナクリドン薄膜などの配向機構とは異なり、光照射によって生じた巨大光起電力により配向成長が起きることが述べられている。

以上述べたように、本論文では、有機分子薄膜成長に関与する因子を変調分子線散乱法という新規な手法により観測して、有機分子の表面上での拡散モデルを提示し、さらにその新たな制御手法を開発した。これらの結果は、化学的な視点から薄膜成長因子の解明手法および制御について新たな可能性を提示するものであり、表面化学の発展に寄与するものである。

なお、本論文のうち第 3-5 章は、小間篤氏、島田敏宏氏、斉木幸一郎氏との共同研究、第 6 章は島田敏宏氏、斉木幸一郎氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験、解析、考察を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、博士(理学)の学位を受けるのに十分な資格を有すると認める。