

論文審査の結果の要旨

氏名 吉川 元起

本論文は7章からなる。第1章は序論であり、本論文の主題である「高度に制御されたヘテロ構造による新奇物性の発現」についての研究の意義が述べられている。また、本論文で着目した、異なる化学結合をもつ物質による二つのヘテロ構造系「イオン結晶/半導体」、「有機物/金属」について、分子線エピタキシー (MBE) によるヘテロエピタキシャル薄膜を中心に、その背景となるこれまで行われてきた様々なヘテロ構造の研究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、本研究で実際に測定などを行う際の詳細な実験手順・条件や、用いた装置の特徴、および検出限界などの性能評価も行っている。

第4章では、今後、光放出デバイスなどへの応用が期待できる CsCl 単結晶薄膜からの可視光による光電子放出現象について述べている。イオン結晶性の絶縁体である CsCl を、NaCl/GaAs (001) 上に成長させることにより、光電子分光測定において帯電の影響のない単結晶薄膜を作製することに成功した。この CsCl 薄膜は、UV 光照射後に、エネルギー的にみて本来起こりえない、可視光による光電子放出が確認された。詳細な光電子収率測定により、これは UV 光照射によって薄膜中に導入された欠陥に由来する現象であることが明らかになった。一方 NaCl 薄膜ではこのような現象が観測されなかったことから、この可視光光電子放出現象が発現するには、その物質が負の電子親和性を示すことが必要条件であることが、UPS 測定などにより明らかにされた。

第5章では、Ag (110)、Ag (111) 面上での α -sexithienyl (6T) 分子の配向およびその詳細な吸着構造を、偏光依存性 S 原子 K-edge 吸収端近傍 X 線吸収微細構造 (NEXAFS) と反射高速電子線回折 (RHEED) 測定によって調べた結果について述べている。本研究では、超高真空中でよく制御された金属規整表面上に 6T を成長させることにより、従来の多くの報告とは異なる、Flat-lying mode で 6T が成長することが明らかになった。また、6T/Ag (110) においては、基板に対して [001] 方向に伸びる、6T の一次元的構造の発現が、偏光依存性 NEXAFS を面内に適用することで明らかになった。また、詳細な RHEED 解析により、この特異な構造が、基板と 6T との整合性に由来するものであることが明らかになった。

第6章では、6T/Ag (110) 系について、その詳細な表面モルフォロジーや 6T 薄膜の成長様式について、AFM, STM を用いて調べた結果について述べている。6T は、100 nm 程度の

大きさのグレインが密集している比較的平坦な膜を形成することや、その上に比較的サイズの大きい多角形ドメインを形成する様子が明らかになった。

第7章では、6T 薄膜の電子状態を、X 線光電子分光 (XPS) や紫外光電子分光 (UPS) などを用いて測定した結果について述べている。S 原子 1s ピークのシフトや、6T の最高被占分子軌道 (HOMO) ピークシフトおよびフェルミ準位付近での状態密度の増加など、電荷移動や化学結合といった界面特有の電子状態を示唆する結果が得られた。また、角度分解光電子分光 (ARUPS) において観測された HOMO ピーク強度の出射角度依存性が、光電子の干渉によるものであることが、IAC 近似計算を行うことにより明らかになった。

以上述べたように、本論文では、高度に制御されたヘテロ構造における新奇物性を観測し、各種測定・解析によりその起源を明らかにした。これらの結果は、基礎科学的な知見を得るだけにとどまらず、今後の様々な応用の可能性を示唆するものであり、表面化学発展への寄与は大きい。

なお、本論文のうち第4-7章は、齊木幸一郎氏、木口学氏、小間篤氏、島田敏宏氏、上野啓司氏、池田進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。