

論文審査の結果の要旨

氏名 宮寺 哲彦

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「有機電界効果トランジスタの動的輸送特性」についての研究の意義が述べられている。半導体全般に関する基礎的な事項について解説し、有機半導体と無機半導体の相違点についてまとめている。また、有機電界効果トランジスタ(OFET)の動作原理を説明し、研究の背景となる最近の研究例と問題点について述べ、本論文の目的を示している。

第2章では、本研究で用いた実験装置について述べている。システムの構成や用いた機器などについて解説している。特に、本研究で新たに開発した装置に関しては、材質や構造などについて詳細に説明している。

第3章では、有機半導体材料として C_{60} を用いたOFETの動的特性の一つとして、ステップ状にゲート電圧を印加したときのOFETの過渡電流解析について述べている。*In-situ*測定システムを用いて、薄膜を連続的に成長させながら膜厚、ゲート電圧をパラメータとしたデータを取得し、二種の時定数により過渡電流が説明できるとしている。緩和時間の短い現象については、FET構造における回路方程式を定式化し、シミュレーションにより解析した。長い緩和時間現象については、原子間力顕微鏡(AFM)による形態観察との比較から、基板上の第一層と第二層との界面に多く存在するトラップの寄与であることを明らかにした。

第4章では、 C_{60} を用いたOFETの周波数特性について述べている。従来、粒界を含む系の周波数応答は2端子系でCole-Coleプロットなどの手法を用いて解析がなされていたが、本研究ではOFETに適用するため3端子系に拡張した解析が行われている。*In-situ*測定システムを用いて、薄膜成長前後での周波数応答の差分をとることにより、装置や電極構造に依存しない、薄膜のみの寄与を抽出する手法を考案している。この手法を用いて複素インピーダンス測定を行い、OFETのチャネル容量が周波数の-0.3乗に比例するというこれまでに報告例のない新たな現象を見出している。これを説明するために、OFETのチャネルを抵抗、容量からなる分布定数回路で近似して微分方程式を求め、それを解析的に解くことによってチャネルの複素インピーダンスを定式化した。さらに粒界の効果を取り入れるために分布定数回路とCR並列回路を組み合わせた新規モデルを考案し、測定結果を定量的に再現することに成功した。この結果から、周波数応答特性から粒界抵抗などのOFETにおいて重要なパラメータを抽出する手法を与えている。

第5章では、現在最も着目されているペンタセンについて、OFETの伝導度、および周波数特性の温度依存性の結果について述べている。室温から60Kまで温度を下げると伝導度は単調に減少し、160Kを境に、高温側ではアレニウス型、低温側では3次元Variable range hopping型の温度特性を示すことを見出した。さらに伝導度の減少に伴うチャネル容量の減少を見出し、この現象に対する定性的な説明を与えている。

第6章では、有機無機複合系の分子デバイス実現のために重要な界面となる、メチル終端シリコン表面の熱的安定性について述べている。超高真空中での加熱に対して、750まで構造は変化せず、それ以上の温度ではSiC(111)とSi(111)表面が混在した表面となる

ことを反射高速電子線回折，紫外光電子分光を用いて見出した．

第7章は本論文の結論が述べられている．

以上のように，本論文では有機電界効果トランジスタを用い，これまでに報告例の少ない動的輸送特性に着目して研究がなされ，電気伝導と薄膜構造の関係を明らかにした．これらの成果は当該分野の基礎・応用の両方面に貢献しており，物質科学，デバイス応用に重要な寄与を与えている．

なお，本論文のうち第3 - 5章は，斉木幸一郎氏，池田進氏，中山学氏，第6章は斉木幸一郎氏，小間篤氏，島田敏宏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．