

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	単分子膜モット F E T の作製と室温動作
Title(English)	Fabrication and operation of monolayer Mott FET at room temperature
著者(和文)	楊帆
Author(English)	Fan Yang
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10694号, 授与年月日:2017年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:富田 育義,山本 浩史,真島 豊,小泉 武昭,稲木 信介,山下 敬郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10694号, Conferred date:2017/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		楊帆	
論文審査 審査員		氏名		職名		氏名	職名
	主査	富田 育義		教授	審査員	稲木 信介	准教授
	審査員	山本 浩史		特任教授		山下 敬郎	名誉教授
		真島 豊		教授			
		小泉 武昭		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「単分子膜モット FET の製作と室温動作」と題し、単分子膜によって構成されるモット絶縁体の電界効果トランジスタ(FET)動作に関する成果をまとめたものである。英文で記述され、6 章から構成されている。

第一章「Introduction」では、本論文の課題設定に至った背景と理由が述べられている。まず有機 FET について、その発展の歴史や動作原理が紹介され、FET 性能評価のための解析法についても解説している。次にモット絶縁体と呼ばれる特殊な半導体材料について記述しており、モット転移と呼ばれる相転移や、その超伝導との関係について述べている。さらに、電界効果を使ったモット転移の理論を紹介した後、有機伝導体の歴史と具体例が提示され、その中でも特に κ 型 BEDT-TTF (= bis(ethylenedithio) tetrathiafulvalene) と呼ばれる塩におけるモット転移と超伝導との関係や、FET 構造による電界誘起超伝導などの現象が述べられている。一方で、 κ 型 BEDT-TTF 塩の FET は室温動作が困難で、室温動作可能なモット FET として、単分子膜を使ったデバイスを申請者が着想することに至った経緯が記述されている。最後に、単分子膜作製法についていくつかの可能性が提示され、自己組織化膜(SAM)を最もふさわしい手法として選んだことが述べてられている。

第二章「Molecular design, synthesis, and monolayer fabrication」では、 κ 型 BEDT-TTF 塩に類似の電子状態を持つ SAM を得るための分子デザインとその合成法を報告している。さらに濃度を変えながら溶液法で SAM の作製を行い、膜質の評価を原子間力顕微鏡 (AFM) や X 線反射法 (XRR) によって行った結果が示されている。様々な条件検討の結果、比較的高い品質の SAM が得られることが明らかとなった。

第三章「FET property without doping」では、前章で作製された SAM の FET 動作について報告している。本来モット絶縁体を得るためには化学ドーピングを行う必要があるが、それをする前段階として、ドーピングする前の p 型 FET の性能を検証している。その結果、SAM 作製時には添加物などを使わない方が良質な膜が得られることが明らかとなった。

第四章「F4TCNQ Doping by spin coating method」では、SAM をモット絶縁体にするためにドーパントとして F4TCNQ (=2, 3, 5, 6-Tetrafluoro-7, 7, 8, 8-tetracyanoquinodimethane) を用いた実験が紹介されている。スピコートする F4TCNQ の濃度を少しずつ上げながら、FET 動作の変化を追い、ドーピングによって室温で両極性動作が得られることを明らかにした。このようなドーピングによる両極性動作は、他の有機 FET には見られない動作様式であり、ここで得られた FET がモット FET であることを示唆している。また、ドーピング濃度を変化させた時の閾値電圧のシフトについても、通常の有機 FET とはシフト方向が逆であり、モット絶縁体の存在を示唆する結果となった。

第五章「Temperature dependence」では、FET 動作の温度依存性について報告している。冷却しながら FET 動作を調べたところ、p 型領域では通常の FET と同じ Meyer-Neldel 則が成り立つが、n 型領域では同則が成り立たず、電界効果によってバンド構造が変化していることが示唆された。これは FET の界面でモット転移が起きていると考えると、説明のつく現象である。

第六章「Concluding remarks」では、実験結果と考察が総括され、今回作製したデバイスが室温動作する有機モット FET であることを再確認するとともに、今後の発展性について述べている。

これを要するに、本論文は、単分子膜モット FET についてその作製法と評価法の基礎を確立したものであり、理学上、貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。