T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	過渡光電流測定法を用いた有機半導体の電荷輸送特性に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	向後潤一
Author(English)	Junichi Kougo
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10112号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:石川 謙,森 健彦,松本 英俊,早水 裕平,飯野 裕明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10112号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	有機・高分子物質　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	向後　潤一	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	石川　謙
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

有機半導体は、軽量でフレキシブルな大面積の電子デバイスを作製することが出来る可能性に期待され、活発に研究がなされている電子材料である。デバイスへの応用、開発また評価を行う上で重要となる電気物性の一つに電荷キャリア易動度がある。一般的な有機半導体は、易動度に異方性を有するため、易動度の異方性を評価することも重要な意味をもつ。しかしながら、容易な測定手法が少ないことにより正確な異方性測定の報告例は少なく、易動度に密接する有機半導体中のキャリア輸送機構などに関して不明瞭な部分が多く残されている。

そこで本論文では、電荷注入などの影響が少ないとされる過渡電流測定(TOF)法を用いて易動度の異方性測定を試みた。易動度の測定は測定法により測定方向が決まってしまうことが多いが、異方的易動度を評価するためには同種測定法を用いることが望ましい。従って、平板試料における厚み方向の易動度のみが測定できる従来の TOF 法を平面方向の易動度が測定可能な手法へと拡張した新規横方向易動度測定法を提唱した。次に、シンプルな構造であり、今日まで易動度異方性における先行研究のあるペリレン単結晶に対して新規横方向易動度測定法を適用し、TOF 法のみを用いた易動度の異方性測定法の確立を試みた。c'軸方向を厚み方向に、ab 面を成長面とするような薄片単結晶を試料として用いた結果、従来の TOF 法による c'軸方向における易動度は電子、正孔易動度共に先行研究に近い値のそれぞれ 0.33、0.12 cm^2/Vs となり、ab 面においては新規測定法を適用し、ab 面内易動度が電子については先行研究と同程度の 2.0 cm^2/Vs が得られ、報告のない正孔易動度においては 0.6 cm^2/Vs であることを確認した。従って、本測定に適用した新規 TOF 法は異方的易動度測定における有効な測定手法であることを確認した。

さらに、異方的である有機分子が自己組織的に異方性の少ない凝集構造を形成するような液晶相に着目し、異方特性が減少するような新たな有機半導体材料としての展望を易動度評価から検討した。ここでは、チオフェン系骨格を有するポリカテナー誘導体が発現する 3 次元的に等方的となる双連続型キュービック液晶に焦点をあてた。この液晶相は光学的に等方であり、考え得るキャリア伝導パス領域も同様に 3 次元的に等方な構造をとる。そのためキャリア伝導は 3 次元伝導であることが予想され、不純物や欠陥などによる伝導パスの断裂等に対して有利であることが期待される。また、この相は配向制御なしに構造を形成するため、デバイス材料への応用に期待される材料の一つである。それに加え、まだ双連続型キュービック相の電気物性に関する知見はごく僅かであり、デバイス応用への模索だけでなく、この相におけるキャリア輸送機構などの電気特性の詳細な見識を深めるという観点からも本相を対象とした研究は意義深いものである。そこで本論においては、TOF 法を用いた易動度測定によってこの相における電気物性の評価を行い、その温度依存性より伝導機構についての考察を行った。双連続キュービック液晶相から等方相の間では常に易動度が熱活性型の傾向を示すことが分かり、さらに液晶相中の正孔輸送機構がホッピング伝導による電子伝導であることを示唆した。また等方相中におけるイオン伝導及びホッピング伝導に由来する光電流信号を観測した。しかし、等方相中における易動度の温度依存性が特異的な挙動を示す領域があり、その挙動となる原因の解明には未だ至っていない。

本論文構成としては、第一章で序論として、研究対象である有機半導体の研究史や特徴、分類などを述べ、電気物性研究を行う上で重要となる精製法について、また電気伝導に関するキャリア輸送の理論および提唱されてきたモデルの一部を紹介した。また電荷キャリア易動度に関する概念とその一般的な測定法について触れ、最後に本論文における目的を述べた。第二章では、平板状試料の厚さ方向測定に高い信頼性のある従来の TOF 法を拡張して、面内方向の易動度を平板状のまま測定可能にする新規 TOF 法の提唱、そのコンセプトや想定されうる現象及びモデルについて述べ、それに基づく数値解析シミュレーションを用いて新規 TOF 法について報告した。第三章では、従来の TOF 測定及び第二章で提唱した新規 TOF 測定を薄片状ペリレン単結晶に適用し、実際の測定手法、結果を述べ、先行研究結果と比較検討することで、新規測定法の検証を行った。また、一般的な過渡光電流測定法の実験上の経験的な注意点を並べて記述した。第四章では、双連続型キュービック相を形成する新規液晶分子における電荷キャリア易動度を従来の TOF 法を用いて測定し、その温度依存性から伝導機構に関して考察した。最後に第五章にて、本論文の総括を述べた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（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。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	有機・高分子物質　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	向後 潤一	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	石川 謙
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

Organic semiconductors are hopeful materials for large flexible devices. For the application to electronic devices, charge carrier mobility of the organic materials is one of the most important properties. Since the mobility of the organic materials often have anisotropy, investigation of anisotropy of the mobility should be important. The anisotropy of mobility should be measured by the same method since systematic error exists among measurement methods. However, few previous works measuring anisotropic mobility by the same method have been published because there were no easy methods for measuring anisotropic mobility.

In this thesis, we have measured anisotropic mobility by the Time of Flight (TOF) method. For the purpose, we developed a new method with numerical simulation for lateral mobility measurement. We confirmed the new method by applying it to the measurement of plate perylene single crystals. The results of the electron and the hole mobility of perylene single crystal by TOF method were 0.33 and 0.12 cm^2/Vs along the thickness direction and 2.0 and 0.60 cm^2/Vs along the lateral direction, respectively. These values were almost consistent with the previous works. Thus, we could assess the anisotropic mobility of plate sample by only the TOF method.

We focused on the carrier transport properties of optical and the structural isotropic liquid crystal phase composed of anisotropic organic molecules. This phase is known as a bicontinuous cubic phase. The phase has three-dimensional isotropic properties by a self-assembly process without an alignment treatment. Hence, this material was expected as a new electronic material. The electrical characters of this phase are unknown and it is important to investigate the electric properties of this phase to understand fundamental mechanisms of carrier transport in this kind of structure. We investigated the electric properties of this phase by TOF method and discussed the carrier transport mechanisms in the phase from the temperature dependence of mobility.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（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。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).