

氏名・（本籍）	<small>ダウエンドルファー アルノ アライン ジャン</small> Dauendorffer Arnaud Alain Jean（フランス）
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	生工博甲第187号
学位授与の日付	平成24年 9月30日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Study of Anisotropic Polymer Based Electronic Devices Made with the Floating Film Transfer Method (浮遊薄膜転写法 (FTM) を用いた異方特性有機半導体デバイスに 関する研究)
論文審査委員会	委員長 教授 花本剛士 " 白井義人 " 石黒博 " 早瀬修二 " 鳥井正史

学位論文内容の要旨

有機半導体はポストシリコン半導体材料として、今後の半導体産業の中核をなす重要な基盤材料と考えられている。特に高分子半導体は、高分子材料のもつ成膜性の良さを活かし、溶液プロセスで良質な有機半導体層を形成できることから、常温常圧での電子素子の形成が可能であり、プラスチックフィルム基板に損傷を与えることなく、フィルム上に電子素子を形成する「デバイスオンフィルム」の基本技術を提供する。

高分子半導体は、一般に直鎖状の分子構造を呈することから、半導体の特性を担う電子の輸送性能は大きな異方性が存在する。高分子半導体を電子素子に応用するにあたり、半導体層の中での異方性をどのように制御するかは、材料性能を活かすための重要な課題である。

本研究は、これまで当該研究室で開発された、高比重の親水性貧溶媒からなる液体基板上に高分子半導体の溶液をキャストして、センチメートルスケールの有機半導体の浮遊薄膜を形成する浮遊薄膜転写法に対して、均質に配向性した高分子半導体の薄膜を形成する技術を開発したことについて報告している。得られた配向膜は、原子間力顕微鏡観察によりナノスケールでの配向が、視認できるセンチメートルスケールまで均質配向していることを確認している。更にこの異方性膜について、光学的手法で解析するとともに、異方性膜を電子素子に適用し、電子輸送性能の異方性を電界効果トランジスタで評価し、光学的異方性を活用した偏向発光型の有機 EL 素子を開発している。

以下に、本論文に記述された各章の内容について、その概略を記す。

第一章では、序論として本研究の背景技術と研究方針など、本論文の概観について述べている。

第二章では、有機半導体の電子構造と物性の基本原理、液晶性高分子材料の物性、電界効果トランジスタの駆動原理と、伝達特性曲線から得られる半導体の各パラメータの評価方法、有機 EL 素子の駆動原理となる電子構造と発光特性などについて述べている。

第三章では、本論文で使用した高分子半導体の特徴と、合成された各高分子半導体材料の物性値、ならびに光学分析、素子形成プロセスに使用する機器、浮遊薄膜転写法の方法などについて述べている。

第四章では、浮遊薄膜転写法で作成したポリジオクチルフルオレン (PFO)、ポリ(ジオクチルフルオレンービチオフェン)コポリマー、ポリ(ジオクチルフルオレンーベンゾチアジアゾール)コポリマー、の光学異方性を評価している。またポリ(ジドデシルクォーターチオフェン) (PQT-12) については、見出された同心円配向膜について、膜内での配向度の変化、成膜時の温度による配向度の変化について詳細を明らかにしている。

第五章では、浮遊薄膜転写法により得られた高分子半導体の配向膜について、原子間力顕微鏡によるナノスケールでの配向状態の評価と、半導体薄膜を電界効果トランジスタに適用して得られた、半導体薄膜の電氣的異方性について議論している。

第六章では、浮遊薄膜転写法により得られた PFO 薄膜が、直接遷移に帰属される発光性を示す β 相が主鎖方向に成長していることを、光学的な異方性分析で明らかにしている。更に可溶性のホール輸送材であるポリビニルカルバゾール薄膜上に浮遊薄膜を転写した二層構造素子で明瞭な PFO の β 相を発光中心とする偏向有機 EL 素子の動作に成功している。このプロセスは、可溶性材料の積層技術として、浮遊薄膜転写法が高い応用性を有していることを示している。

第七章では、ここまで得られた知見を総括し、浮遊薄膜転写法の工学的応用性について述べている。

本論文は、液晶性の高分子半導体に浮遊薄膜転写法を適用して、大面積で均一配向した薄膜を形成する技法を見出し、異方性を活用した電子素子を試作して異方性薄膜の有用性を示す結果を得ており、有機半導体の産業応用に向けて工学的に価値ある成果と位置づけられる。

よって、本論文は、博士（工学）の学位論文に値するものと認める。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関して、調査委員から浮遊薄膜転写法により高分子半導体が配向性を示す理由、配向度を定める成膜の因子、低分子系半導体での配向薄膜形成の可能性、再現性や応用の可能性や問題点などについて日本語での質問がなされたが、全ての質問に対し著者から日

本語での明確かつ満足な回答が得られた。

また、公聴会においても、多数の出席者から種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。