

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|--|
| 題目(和文) | 液晶物質の多結晶薄膜の電子デバイスへの展開 |
| Title(English) | |
| 著者(和文) | 中野恭兵 |
| Author(English) | Kyohei Nakano |
| 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9317号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:半那 純一,宗片 比呂夫,梶川 浩太郎,岩本 光正,飯野 裕明, 尾崎 雅則 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9317号, Conferred date:2013/9/25, 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 |

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 | | 中野 恭兵 | |
|-------------|-----|--------|---------|-----|-------|--------|
| | | 氏名 | 職名 | | 氏名 | 職名 |
| 論文審査 審査員 | 主査 | 半那 純一 | 教授 | 審査員 | 飯野 裕明 | 准教授 |
| | 審査員 | 宗片 比呂夫 | 教授 | | 尾崎 雅則 | 教授(学外) |
| | | 梶川 浩太郎 | 教授 | | | |
| | | 岩本 光正 | 教授 | | | |

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「液晶物質の多結晶薄膜の電子デバイスへの展開」と題し、6章より成っている。

第1章「序章」では、半導体デバイスの現状を概観し、本研究の背景を述べるとともに、フレキシブルな有機半導体の有用性を指摘した上で、有機物の特質を活かした大面積有機半導体デバイスを実現するためには材料として多結晶薄膜材料が有望であること、そのデバイス応用にあたり克服すべき課題として粒界の影響の軽減、分子配向の制御をあげ、その実現には液晶相を経由して液晶物質の多結晶薄膜を作製することが有効であることを考察し、本研究の目的がデバイスの作製を通じてそれを実証し、液晶物質の多結晶薄膜のデバイス応用への展開を図ることであると述べている。

第2章「デバイス作製プロセスと各種評価法」では、本研究で用いる材料の特性評価の方法、試作するデバイス一般的な作製プロセス、および、試作したデバイス特性の評価法について述べている。

第3章「薄膜トランジスタへの展開」では、Dialkylquaterthiophene 誘導体をモデル物質に用いて、液晶相温度でスピコート法により作製した多結晶薄膜を半導体層、SiO₂を形成した c-Si 基板をそれぞれゲート絶縁膜、ゲート電極とする薄膜トランジスタを試作し、その特性評価を行なうとともに、別途、ガラスセルを利用し液晶相を経由して作製した多結晶薄膜を用いて、Time-of-flight (TOF)法による測定から電荷輸送特性を評価した結果をまとめている。それによると、試作した薄膜トランジスタの特性は真空蒸着法により作製された多結晶薄膜を用いたトランジスタと同等の 0.14cm²/Vs の高い移動度を示し、TOF 法による移動度と良い一致が見られること、また、この特性はモデル物質に用いた 5 種類の Quaterthiophene 誘導体に共通に見られることから、液晶相を経由して作製された多結晶薄膜では液晶物質は結晶粒界の影響が抑制されており、薄膜トランジスタ材料として有用であると述べている。

第4章「発光ダイオードへの展開」では、液晶性 2-Phenylanthracene 誘導体、および、非液晶性の 2-Phenylanthracene をモデル物質に用いて、ガラスセル内に形成した多結晶薄膜の X 線回折、および、その電流-電圧特性の評価、さらに、Perylenediimide 誘導体を発光色素とするガラスセル構造を用いた発光ダイオードを試作し、特性評価を行なった結果をまとめている。それによると、非液晶物質である 2-phenylanthracene ではガラスセル内において分子が基板に対して垂直に配向するのに対して、液晶相を経由して作製した多結晶薄膜では分子は基板に対して水平に配向制御されており、このため、非液晶性物質の多結晶薄膜に比べて同一測定条件下で電流も 2 桁高く、また、試作した発光素子では 1.7μm の厚い膜にもかかわらず 65cd/m² の発光輝度が得られたことを示し、この結果が液晶相を経由して多結晶薄膜を作製することにより、分子配向の制御、および、結晶粒界の影響を抑制できたことによるものであることを述べている。

第5章「薄膜太陽電池への展開」では、液晶性 pyrrolopyrrole 誘導体をドナー、C₆₁PCBM をアクセプタとするバルクヘテロ接合型薄膜太陽電池を試作し、特性の評価を行なうとともに、熱処理による特性改善について検討した結果をまとめている。それによると、試作した素子の特性は熱処理前に比べて飛躍的に最善し、短絡電流 3.8mA/cm²、開放端電圧 0.84V、曲線因子 0.39、電力変換効率 1.2% が得られたこと、さらに、熱処理による特性の改善がキャリア収集効率の改善によるものであることを明らかにし、これが液晶性 Pyrrolopyrrole の分子配向をもつ自己組織的な相分離構造の形成によるものであることを結論している。

第6章「終章」では、本研究を通じて得られた液晶物質の多結晶薄膜を用いた薄膜トランジスタ、発光ダイオード、薄膜太陽電池の試作、及び、そのデバイス特性の結果を総括するとともに、有機多結晶薄膜の将来のデバイス応用における液晶物質の今後の展望と課題をまとめている。

これを要するに、本論文は液晶相を経由して作製される液晶物質の多結晶薄膜の有機半導体デバイス材料としての有用性を初めて明らかにしたもので、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認める。