

論文審査の結果の要旨

氏名 小槻 賢志

本論文は 5 章から成る。

第 1 章は序論であり、本研究の意義が述べられている。まず本研究が対象とする有機トランジスタ研究の学術的背景、および有機トランジスタ作製における塗布法研究の現状についての説明がなされている。有機トランジスタ実用化への課題として配置制御と配向制御があり、従来の塗布法ではそれら配置・配向制御の両立が困難であることを指摘している。電界印加、光照射などの外場印加はその配置・配向制御を実現する手段として有用と考えられるが、従来の研究は気相成長法での試みに限られ、数マイクロメートルの微小結晶粒に対する効果に限定されているのに対し、溶液成長法での外場印加では数百マイクロメートルの結晶へも効果が期待されることが説明されている。さらに外場の中でも光照射は成膜後の特性向上の効果も期待されることが述べられている。続けて、本研究で得られた知見の概略、および本研究で使用した装置について述べられている。

第 2 章では、ペンタセン分子の溶液キャスト法における電界印加の研究について述べられている。従来の気相成長中の電界印加と異なり、本研究では溶液中での印加を行い、その中で溶液中のペンタセン結晶が正に帯電することを発見している。また実時間観察に基づく交流電場の最適化によってペンタセン単結晶の電極間配置を実現し、配置された結晶は移動度 $0.49 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と良好なトランジスタ特性を示すことを見出した。さらに、配置された結晶の方位に関する解析により、結晶が電場平行方向に配向する傾向にあること、およびその傾向は結晶形状のアスペクト比に強く依存することを見出している。以上のプロセスにより、溶液中電界印加によって有機結晶の配置制御・配向制御が可能で、本成果が有機トランジスタ作製に応用可能であることが示されている。

第 3 章では、C8-BTBT(dioctyl-benzothienobenzothiophene) 分子の溶媒蒸気アニール法における電界印加の研究について述べられている。第 2 章のキャスト法では成長後の結晶に対する電界印加であったのに対し、溶媒蒸気アニール法の採用により結晶成長中の印加を実現し、その様子の実時間観察の結果が示されている。その観察では結晶が負に帯電していること、および結晶が成長とともに徐々に電界平行方向に配向することを明らかとしている。そして第 2 章の結果との比較から、電界方向への配向の促進が結晶成長に伴うアスペクト比の増大によると考察を加えている。さらに、デバイス作製手法の最適化によって最高移動度 $1.9 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と有機トランジスタとしては高い特性を実現し、本手法による配置制御・配向制御が有機トランジスタ作製に有用であることが示されている。

第 4 章では、C8-BTBT トランジスタの光照射の研究について述べられている。成膜後の C8-BTBT 薄膜に対する光照射を行い、それにより平均移動度 $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と有機トランジスタとしては極めて高い特性への改善が可能であることを明らかとした。また光照射中の周囲雰囲気に関する考察から、本現象が酸素存在雰囲気下で起こることを見出すとともに、光照射後も酸素・窒素・真空雰囲気下では高移動度状態が維持されることを明らかとし、動作雰囲気の最適化によって本手法を実用デバイスへ応用することも可能であることを示している。光照射といった簡便な手法は汎用性が高く、この手法の応用展開が

期待される。

第 5 章では第 2, 3, 4 章の総括を行い，主要な結果を要約している。

以上のように，本論文では外場印加が有機単結晶の溶液成長に与える効果を明らかにし，その理解に基づいて有機トランジスタの新たな作製手法の知見が示されている。近年は多くの有機半導体分子が合成・報告されているが，本研究で明らかとなった外場印加の効果はそれら他分子への通用も十分に期待されるもので，今後の有機トランジスタの応用展開への貢献が期待される。加えて，有機結晶の外場印加下での挙動に関して得られた知見は，有機結晶の性質を理解するうえで学術的価値に富むものであると言える。

なお，本論文は斉木幸一郎氏（第 2, 3, 4 章）・小幡誠司氏（第 2, 3, 4 章）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）の学位を授けるのに十分な資格を有すると認める。