

審査の結果の要旨

論文提出者 康 宇建

塗布工程による有機トランジスタは従来の工程に比べ、飛躍的なコストダウンが実現可能である事から注目を集めている。しかしまだ実用化まではそのトランジスタ性能が劣っているため、化学から電子工学まで様々な分野からの研究が行われている。本論文は「**Study on Solution Process for High Performance Organic Thin-Film Transistors**」(塗布工程による高性能有機薄膜トランジスタに関する研究)と題して、主に高性能有機トランジスタの作製プロセスについて論じている。

第1章では、「**General Introduction**」と題して、有機トランジスタを含む幅広いトランジスタ材料について概説している。

第2章では、「**C₆₀ Fullerene as a Channel Material of Thin-Film Transistors**」と題して、概略的に C₆₀ の物性や電気的な性質を述べている。なぜ C₆₀ が有望なチャンネル材料であるかを主に技術している。また今まで報告された C₆₀ TFTs を紹介している。

第3章では、「**Fullerene Thin-Film Transistors Fabricated from a Solution of C₆₀ Blended with Polymer Dielectric**」と題して、高分子の中に C₆₀ を分散させ薄膜化した層を利用した TFTs について述べている。C₆₀ の強い結晶性のため均一な分散膜を得るためには高い高分子比率が必要である事が明らかになった。性能は低いものの、トランジスタ動作は確認され、溶液プロセスの可能性を確認出来た。

第4章では、「**Solution-Processed C₆₀ Single Crystal Field-Effect Transistors**」と題して、単結晶 C₆₀ を基板上に成長させ、トランジスタ特性を評価した。一般的な液相結晶成長は選択成長が難しいが、自己組織化単分子膜による濡れ性調整によって選択的に決勝をパターンニングすることに成功した。液相法によって成長された C₆₀ は結晶中に規則的に溶媒が位置し、真空工程の際に結晶から抜けられることを結晶構造分析から明らかにした。しかしトリクロロベンゼン溶液から成長された結晶は溶媒が抜けられる際に結晶構造が壊れにくく、最終的に面心立法の高い結晶度を示すことが分かった。それによって液相法によって作製されたトランジスタとしては非常に高い移動度である 1.4 cm²/Vs が得られた。

第5章では、「**Vacuum Drying Process for Uniform C₆₀ Thin Films and their Transistor Characteristics**」と題して、新規的な有機薄膜作製法を提案し、高性能なトランジスタの作製に成功した。一般的に低分子の高い結晶性のため、溶液プロセスでは均一な薄膜が得られないのに対して、新規真空乾燥法を用いると非常に均一な薄膜が得られることを明らかにした。C₆₀ 溶液を大気下で乾燥させると5章で述べたように溶媒を含んだ単結晶を形成するが、真空環境で急速に乾燥させると結晶を形成せず、非晶質の薄膜になることを発見した。形成される薄膜は広い面積に当たって均一性を保つためトランジスタ作製に容易であり、そとトランジスタ特性も真空蒸着法によって作製されたトランジスタとほぼ同程度

の性能が得られた。

第6章では、「Solvent Dependence of the Vacuum-Dried C₆₀ Thin-Film Transistors」と題して、前章で紹介した真空乾燥法によって作製されたトランジスタの溶媒依存性を調べた。同じ真空乾燥条件でも溶媒の沸点が膜質に大きく影響を及ぼすことが分かった。沸点が低い溶媒は薄膜の表面が粗く、横方向のみに完全に繋がれてないことから高い移動度は得られなかった。しかし高い沸点の溶媒は乾燥過程がコントロールされ、ナノスケールで薄膜がパッキングされていることが分かった。それによって電子の移動が容易であり、高い移動度が得られた。

第7章では、「Inkjet-Printed C₆₀ Thin-Film Transistors with a High Reproducibility and Stability」と題して、インクジェットを使いC₆₀トランジスタを作製し、有機トランジスタとしては非常に高い移動度を実現した。この章ではインクジェットによってC₆₀溶液を正確に制御し、様々な高分子表面で製膜することによって、真空乾燥法のメカニズムをより明らかにした。作製されたトランジスタは2.4 cm²/Vs以上の移動度を示し、溶液プロセスによって作製されたn型薄膜トランジスタの中で最も高い移動度を示した。またインクジェットによって正確にコントロールすることによってトランジスタのばらつきを大きく抑えることに成功した。薄膜の乾燥インクジェットを用いることで有機膜をパターンニングすることができ、これからの応用が期待される。

8章では、「Conclusion and Prospect」と題して、各章の主要な成果をまとめて総括し、世界の他のグループの研究成果と比較するとともに、これからの将来展望について述べている。

以上これを要するに、本論文は、真空環境でC₆₀溶液を急速に乾燥させると均一な非晶質薄膜が形成されることを見出すことにより、新たな有機低分子製膜法を開発するとともに、溶液プロセスにより作製されたトランジスタとしては最高の移動度を有するn型薄膜トランジスタを実現したものであり、電子工学に貢献するところが少なくない。

よって、本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。