

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Thin Film Transistors using Liquid Crystalline Organic Semiconductor and Silver Electrodes
著者(和文)	KangSabina
Author(English)	Sabina Kang
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12619号, 授与年月日:2023年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:飯野 裕明,梶川 浩太郎,間中 孝彰,大見 俊一郎,田口 大,長谷川 達生
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12619号, Conferred date:2023/12/31, 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

(博士課程)

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	Sabina Kang		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	飯野裕明	准教授		田口大	准教授
	審査員	梶川浩太郎	教授	審査員	長谷川達生	東京大学・教授 (学外審査員)
		間中孝彰	教授			
大見俊一郎		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on Thin Film Transistors using Liquid Crystalline Organic Semiconductor and Silver Electrodes」と題し英文6章より構成されている。

第1章「Introduction」では、大面積に溶液プロセスで安価に製造できる有機エレクトロニクス技術を概観し、Pチャネルの有機トランジスタ材料として液晶性有機半導体であるフェニル-ベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体(Ph-BTBT-10)の特徴を述べている。これまで報告されてきたPh-BTBT-10の多結晶薄膜を用いた有機トランジスタは、ソース・ドレイン電極に高価な金が用いられ、安価に製造できるという有機エレクトロニクスのメリットを活かしきれないことを述べている。有機トランジスタのソース・ドレイン電極として比較的安価な銀を用い、さらに印刷法により電極形成ができる印刷用銀インクを用いることで有機エレクトロニクスのメリットを活かすことができると述べている。しかしながら、仕事関数が金よりも低いため、有機半導体の最高被占軌道(HOMO)への正孔注入に大きな障壁を有し接触抵抗が大きくなることが課題であると述べている。そこで、本研究の目的が液晶性有機半導体Ph-BTBT-10の有機トランジスタにおいて、安価な銀電極を用いても特性の優れた有機トランジスタを実現する技術を見出すことであると述べている。

第2章「Experimental methods」では、本論文で検討した有機トランジスタのデバイス構造や素子の作製方法、デバイス特性の評価に加え、銀電極とPh-BTBT-10の接触界面について構造的および電気的な評価方法について述べている。

第3章「Study on the top contact Ph-BTBT-10 thin-film transistors using silver source-drain electrodes」では、Ph-BTBT-10の多結晶薄膜上に銀を真空蒸着することで、銀電極を用いたボトムゲート・トップコンタクト構造のPh-BTBT-10の有機トランジスタを評価している。銀電極を用いた有機トランジスタでも金電極と同程度の移動度(8 cm²/Vs)を示し、接触抵抗は0.49 kΩ cmと金電極を用いた有機トランジスタよりも5分の1ほどに低減していると述べている。飛行時間型二次イオン質量分析法や断面の電子顕微鏡観察、X線反射率法の評価により、液晶性を利用して製膜したPh-BTBT-10多結晶薄膜層に銀が大きく浸透し、ソース・ドレイン電極直下のアクセス抵抗が大きく低減することで接触抵抗が低減できることを明らかにしたと述べている。

第4章「Study on the bottom contact Ph-BTBT-10 thin-film transistors using silver source-drain electrodes」では、ボトムゲート・ボトムコンタクト構造のPh-BTBT-10の有機トランジスタにおいて、銀電極の接触抵抗(630 kΩ cm)を低減するために銀電極を自己組織化単分子膜(SAM)で表面修飾す

ることを検討している。SAM 膜として、Tetrafluoro-trifluoromethyl-benzenethiol (TTFP) を用いることで電極・有機半導体界面で分極が生じ 1.33 eV の準位のシフトが生じることを大気中光電子収量分光測定より明らかにし、銀電極から Ph-BTBT-10 の HOMO レベルへの正孔注入の障壁が低減することで接触抵抗が 2.1 k Ω cm と低減し、移動度 1.5 cm²/Vs を示す有機トランジスタの動作に成功したと述べている。

第 5 章「Study on OFETs using solution-processed silver source-drain electrodes」では、溶液プロセスで作製した銀電極を用いた有機トランジスタについて検討している。親液領域と撥液領域をパターン化することによる銀電極形成を試み、全面に塗布したフッ素系高分子の電極形成箇所を酸素プラズマアッシングで取り除くことで、ブレードコート法にて銀電極をパターンニングできることを示している。フッ素系高分子の膜厚を厚くし水系の印刷用銀インクを用いることで鮮明なソース・ドレイン銀電極の形成に成功している。しかし、チャンネル部は撥液性の非常に高いフッ素系高分子が存在するため Ph-BTBT-10 の膜をフッ素系高分子上に溶液プロセスで形成することが困難であり、電極形成後に撥液部を容易に除去するためにフッ素系高分子の代わりに感光性の SAM 膜を用いることで、チャンネル部の撥液性の除去、Ph-BTBT-10 の製膜を実現した。SAM 処理をしていない有機トランジスタでは、移動度が 10⁻³ cm²/Vs と小さいが、TTFP を SAM 処理した銀電極を用いたところ、接触抵抗が低減し移動度が 0.15 cm²/Vs と上昇したと述べている。

第 6 章「Conclusion and future works」では、本研究で得られた結果をまとめ、銀電極をソース・ドレイン電極とした液晶性有機半導体 Ph-BTBT-10 の有望性と今後の課題と展望について述べている。以上を要するに、本論文は安価な銀電極を用いても特性の高い有機トランジスタが作製できることを実証しており、工学上並びに工業上寄与するところが大きい。したがって、我々は本論文が博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」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。