

平成 30年 8月 31日

豊橋技術科学大学長 殿

機械工学専攻  
学位審査委員会  
委員長 福本昌宏 印



### 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Aye Myint Moh		学籍番号	第 159105 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学 専攻	
博士学位論文名	Study on Growth and Characteristics of Thermally Evaporated Organic Semiconductor Layers (加熱蒸着した有機半導体層の成長と特性に関する研究)			
論文審査の期間	平成 30年 7月 26日 ~ 平成 30年 8月 31日			
公開審査会の日	平成30年8月 8日	最終試験の実施日	平成30年8月 8日	
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格

#### 審査委員会(学位規程第6条)

学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。

委員長

戸高 義一



委員

伊崎 昌伸

安井 利明



小林 正和



印

印

印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

#### 豊橋技術科学大学学位規程

(審査委員会)

第6条 教授会は、前条の規定(学位論文審査等の付託)による審査付託があったときは、工学研究科担当の複数の教員で組織する審査委員会を設ける。

## 論文内容の要旨

本論文は、太陽電池をはじめとした電子・光学素子分野への応用が期待されている有機半導体層の性能を向上させることを目的として、真空蒸着法により形成した有機半導体層の成長過程と結晶方位を含む構造、光学的性質、電気的性質などの特性に関する研究を行ったものであり、全6章から構成されている。第1章では、電子・光学素子分野で期待されている有機半導体、ならびにその結晶方位と物性に関する成長過程の位置付け・動向・課題について記述し、本研究の背景と目的を述べている。第2章では、種々の方位を有する  $\text{Al}_2\text{O}_3$  および  $\text{MgO}$  単結晶基板上に形成した 2,7-dioctyl[1]benzothieno[3,2-b]benzothiophene (C8-BTBT)層の結晶方位と組織ならびに抵抗率におよぼす基板材料と方位の影響について報告している。第3章では、(0001)- $\text{Al}_2\text{O}_3$  単結晶基板上での C8-BTBT 層の結晶方位、成長過程、光吸収特性ならびに抵抗率におよぼす層厚と成膜温度の影響について報告し、成長モデルを提案している。第4章では、種々の方位を有する  $\text{Al}_2\text{O}_3$  および  $\text{MgO}$  単結晶基板上に形成した N,N'-dioctyl-3,4,9,10-perylenedicarboximide (PTCDI-C8)層の結晶方位と結晶粒組織におよぼす基板材料と方位の影響について報告している。第5章では、(0001)- $\text{Al}_2\text{O}_3$  単結晶基板上に C8-BTBT/PTCDI-C8 積層体を形成し、その結晶方位と表面状態におよぼす積層順の影響について報告している。第6章では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の課題と展望について述べている。

## 審査結果の要旨

電子・光学素子構成材料として期待されている有機半導体層の性能を向上させるための成長技術を開発させるために、単結晶において高い移動度を示す 2,7-dioctyl[1]benzothieno[3,2-b]benzothiophene (C8-BTBT)とN,N'-dioctyl-3,4,9,10-perylenedicarboximide (PTCDI-C8)において結晶方位と組織を制御するための成長過程と技術の提案・設計を行った。さらに、それらの技術を活用し、C8-BTBT/PTCDI-C8 積層体を形成し、結晶方位と表面状態を評価した結果、以下の成果を得た。

1) (11 $\bar{2}$ 0), (1 $\bar{1}$ 02), (0001)方位を有する $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ならびに(100), (111)方位を有する $\text{MgO}$ 単結晶基板上に形成したC8-BTBT層が、基板材料と方位によらず(001)-out-of-plane方位を示し、ほぼ同程度の抵抗率を示し、基板材料や方位がC8-BTBT層の結晶方位や抵抗率に影響を及ぼさないことが明らかとなった。2) (0001)方位を有する $\text{Al}_2\text{O}_3$ 単結晶基板上では、高さがほぼ一定のC8-BTBT島状粒子が基板表面に平行方向に成長し、均一層を形成した後、基板に垂直方向に成長すること、合体後のC8-BTBT層の抵抗率は成膜温度と関係するが、光照射によって著しく低下することを明らかにするとともに、単結晶基板上でのC8-BTBT層の成長過程と結晶方位から、有機半導体分子間の $\pi$ - $\pi$ 結合と基板表面の規則的ステップにより支配される成長モデルを提案した。3) (11 $\bar{2}$ 0), (1 $\bar{1}$ 02), (0001)方位を有する $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ならびに(100), (111)方位を有する $\text{MgO}$ 単結晶基板上に形成したPTCDI-C8層が、基板材料と方位によらず(001)-out-of-plane方位を示し、ニードル状粒子の集合体であることを示すと同時に、その成長過程がC8-BTBTにおいて提案した成長モデルにより説明できることを示した。4) (0001)方位を有する $\text{Al}_2\text{O}_3$ 単結晶基板上に形成したC8-BTBT/PTCDI-C8積層体は、積層順によらず、両層ともに(001)-out-of-plane方位を示すが、表面形態と表面均一性は積層順により大きく異なり、(001)-C8-BTBT/(001)-PTCDI-C8/(0001)- $\text{Al}_2\text{O}_3$ 積層体が平滑で均一な表面状態を有することを明らかにした。

このように、有機半導体の結晶方位と結晶粒子組織におよぼす基板材料とその方位の関係について系統的に、また成長過程を詳細に検討することによって、(001)-C8-BTBTならびに(001)-PTCDI-C8層を形成するとともに、平滑で均一な表面を有する(001)-C8-BTBT/(001)-PTCDI-C8積層体を形成した。以上の成果は関連分野に対する学術・技術的貢献とともに、産業応用上の高い貢献性を有するものである。以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)