

様 式 F - 7 - 2

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 挑戦的萌芽研究 4. 補助事業期間 平成23年度～平成25年度
5. 課題番号 

2	3	6	5	5	1	7	1
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 理想MIS界面の形成による有機FETの極限性能追求

## 7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
8 0 3 3 2 5 6 8	ナカムラ マサカズ 中村 雅一	物質創成科学研究科	教授

## 8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
6 0 6 1 1 5 3 0	マツバラ リョウスケ 松原 亮介	物質創成科学研究科	助教

## 9. 研究実績の概要

本研究では、有機電界効果トランジスタ（OFET）におけるキャリア輸送の極限性能を確認し、その阻害要因を明確にするために、原子スケールで平坦（原子フラット）なゲート絶縁層と有機半導体層の理想MIS界面を形成することを目指した。今年度は、まずチャネル電位分布評価法として用いているAFMポテンショメトリにおける測定精度を向上させることにより、OFETにおける電極接触部に生じる分布抵抗の影響を精密に調べ、以後の解析において接触抵抗の影響が無視できることを確認した。また、前年度までにエビタキシャル成長することを確認している原子スケールで平坦なマイカ基板上および平坦でないシリコン酸化膜基板上に成長したペンタセン薄膜について、その結晶構造を微小角入射X線回折法によって比較した。その結果、マイカ上のペンタセン薄膜は、分子/基板間相互作用が大きいことに起因すると考えられるa軸方向への格子定数の増大が確認された。

次に、マイカ基板を用いて理想的に平坦な半導体層/ゲート絶縁層界面を有するOFETを作製し、その電界効果移動度の温度依存性について独自に拡張した多結晶モデルに基づいて解析し、シリコン酸化膜基板上に作製された一般的なOFETとの比較を行った。その結果、マイカ上では、バンド端ゆらぎが増大するという性能向上を阻害する効果と、粒界などに起因する大きなキャリア輸送障壁を介さない電流経路の発生、および、エネルギー障壁がまったく無い場合の究極の移動度に相当するパラメータ（仮に「真の移動度」と呼ぶ）の増大という性能向上に貢献する効果が拮抗していることが判明した。真の移動度の増加は、理想的に平坦な界面の影響の他に、格子定数に現れている結晶内の分子パッキング変化が分子間トランスファー積分を増加させたことによる可能性も考えられる。

## 10. キーワード

- (1) 有機半導体 (2) 理想界面 (3) 半導体物性 (4) 有機トランジスタ  
 (5) 結晶工学 (6) (7) (8)

## 11.研究発表

(雑誌論文) 計(2)件 うち査読付論文 計(1)件 (最終年度分)

著者名		論文標題			
A. Risteska, K. Myny, S. Steudel, M. Nakamura, and D. Knipp		Scaling limits of organic digital circuits			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Org. Electron.	有	15	2 0 1 4	461-469	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
DOI: 10.1016/j.orgel.2013.11.028					

著者名		論文標題			
松原亮介, 中村峻介, 落合慧紀, 中村雅一		有機多結晶膜における移動度制限要因の新規解析方法			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
電子情報通信学会信学技報	無	113	2 0 1 3	39-43	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
なし					

(学会発表) 計(7)件 うち招待講演 計(2)件 (最終年度分)

発表者名		発表標題	
松原亮介, 中村雅一		AFMポテンショメトリによる有機薄膜トランジスタの評価	
学会等名	発表年月日	発表場所	
顕微鏡学会走査型プローブ顕微鏡分科会オープン研究会(招待講演)	2014年03月20日	物質・材料研究機構(茨城県つくば市)	

発表者名	発表標題	
松原亮介, 中村峻介, 小島広孝, 中村雅一	新規多結晶モデルによる有機多結晶膜における移動度制限要因の解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
第61回応用物理学会春季学術講演会	2014年03月17日～2014年03月20日	青山学院大学相模原キャンパス(神奈川県相模原市)

発表者名	発表標題	
中村峻介, 松原亮介, 中村雅一	新規多結晶モデルによる有機薄膜トランジスタにおける温度依存キャリア移動度の解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
第10回薄膜材料デバイス研究会	2013年10月30日～2013年11月02日	アバンティ響都ホール(京都市)

発表者名	発表標題	
松原亮介, 落合慧紀, 大橋昇, 中村俊介, 中村雅一	原子フラットなマイカ劈開面上にエピタキシャル成長したペンタセン多結晶膜における移動度制限要因の解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
応用物理学会関西支部 平成25年度第2回講演会	2013年10月09日	奈良先端科学技術大学院大学(生駒市)

発表者名	発表標題	
R. Matsubara, S. Ochiai, N. Ohashi, S. Nakamura, and M. Nakamura	Analysis of mobility limiting factors in epitaxially grown pentacene polycrystalline films on atomically flat mica surface	
学会等名	発表年月日	発表場所
2013 JSAP-MRS Joint Symposia	2013年09月16日～2013年09月20日	Kyoto, Japan

発表者名	発表標題	
R. Matsubara and M. Nakamura	A New Analytical Method of Mobility Limiting Factors in Polycrystalline Organic Films: Influence of Epitaxial Growth of Pentacene Crystals Using Atomically Flat Substrates	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 11th China-Japan Joint Symposium on Conduction and Photoconduction in Organic Solids and Related Phenomena (招待講演)	2013年09月01日 ~ 2013年09月04日	Changchun, China

発表者名	発表標題	
R. Matsubara, S. Ochiai, S. Nakamura, and M. Nakamura	Crystal structures and carrier transport properties of pentacene polycrystalline films grown on atomically flat mica surfaces	
学会等名	発表年月日	発表場所
9th International Conference on Organic Electronics	2013年06月17日 ~ 2013年06月20日	Grenoble, France

(図書) 計(1)件 (最終年度分)

著者名	出版社		
中村雅一	テクノシステム		
書名	発行年	総ページ数	
薄膜の評価技術ハンドブック: 第4章第6節第1項走査型プローブ顕微鏡による電荷/電位マッピング	2013	2	

## 12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

(出願) 計(0)件 (最終年度分)

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕計( 0 )件 (最終年度分)

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

## 13.備考

有機固体素子科学研究室 研究の具体例  
<http://mswebs.naist.jp/LABs/greendevic/research/example.html>