

様 式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成 2 8 年度）

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 2 7 年度 ~ 平成 2 9 年度

5. 課題番号

1	5	K	1	3	9	5	4
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 高速分子線蒸着セルによる大面積有機デバイス的高速・低コスト作製への挑戦

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	静岡大学・工学部	助教

9. 研究実績の概要

本研究では、有機薄膜デバイスの作製における真空蒸着法のデメリットであるプロセス時間の長さや装置コストの高さを解消する手段として、代表者らが発案したホットキャピラリ出射口を持つ「高速分子線蒸着セル」の開発を進めている。また、単に低真空下での高速デバイス作製を可能とするだけでなく、高速分子線による成長中の薄膜の加熱効果によって、基板加熱なしに膜の結晶性を高め電気特性を犠牲にせずに短時間で有機薄膜デバイスが得られることを実証する。

H28年度は、まずH27年度に設計・製作した、汎用性の高い高速分子線蒸着源コンポーネントについて、加熱機構などの改良による加熱/冷却の迅速化、セル内温度分布の最適化などを行った。これを用いて、トランジスタ用有機半導体膜の成膜に要する総プロセス時間が、通常の真空蒸着法の1/3に短縮されることを実証した。ロール・ツー・ロール用装置や差動排気付きハッチ処理装置であれば、短縮効果はほぼ蒸着に要する時間のみで考えられ、1/50程度にまで短縮することが可能である。また、高速分子線蒸着の基礎実験ならびに今後開発する大面積用高速分子線セルに用いるための小型ブラックスマニタを設計・製作し、基礎的な知見を蓄積した。

さらに、高速分子線蒸着によって成長させたトランジスタ用有機半導体薄膜の性能を評価し、H27年度に見いだされた20 Angstrom/s以上の成長速度域において成長速度上昇とともにキャリア移動度が上昇する現象の起源を確認するための実験および熱シミュレーションを行った。その結果、この移動度上昇の主要因はセルからの一時的な輻射加熱であることが判明した。研究本来の目的から、装置コスト上昇やプロセス時間の増加を伴う基板加熱機構は無いほうが望ましいが、この効果を副次的に活用することで、コストや時間に影響なく従来の真空蒸着と同等のキャリア移動度が得られることが確認された。

10. キーワード

- | | | | |
|---------------|-----------|-----------|--------------|
| (1) 有機薄膜 | (2) 真空蒸着法 | (3) 高速分子線 | (4) 有機薄膜デバイス |
| (5) プロセスコスト削減 | (6) | (7) | (8) |

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

H27年度に、セルの各部パーツについての設計・試作・実験・解析サイクルに予想以上に時間を要し、高速分子線セルの開発がやや遅れていたが、別の大型汎用真空装置に実験を移すことで遅れは取り戻しつつある。一方、高速分子線セルを用いた高速成膜において移動度が向上する要因の特定にもやや時間を要したが、従来の成長速度で作成されたものをを超える性能が得られる見込みが得られつつあることから、こちらは当初計画以上の進行となっている。総合的には概ね順調と判断した。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

H29年度には、これまでの実験の過程で判明してきた問題点について高速分子線セル構造の最適化をより進めた上で、すでに着手しているカーテン状の高速分子線を放出するマルチキャピラリーセルの開発に重点を移す。これにより、幅広のフィルム状基板にロール・ツー・ロールで蒸着する装置での実験に発展させてゆく。また、平行して、OTFT用活性層の成膜において成膜速度を従来の50倍程度に高めた上で従来以上の性能を得ることを目指し、膜の性能最大値を高める研究を行う。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

マルチキャピラリーセルについて、共同研究先企業の協力を得て本格的なロール・ツー・ロール蒸着装置を用いて、その開発を行うこととなった。同装置の導入がH29年度になるため、それに合わせてマルチキャピラリーセル作成のための経費の一部をH28年度に使用することとなった。

(使用計画)

マルチキャピラリーセルについて、すでに予備的な検討実験と大まかな構造設計は行っていることから、H29年度前半にはロール・ツー・ロール蒸着装置に合わせてコンポーネントを設計・製作し、大面積への蒸着実験を進める。

(課題番号： 15K13954)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (0) 件 / うち査読付論文 計 (0) 件 / うち国際共著 計 (0) 件 / うちオープンアクセス 計 (0) 件

著者名		論文標題				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
オープンアクセス						

〔学会発表〕 計 (4) 件 / うち招待講演 計 (1) 件 / うち国際学会 計 (2) 件

発表者名		発表標題	
M. Nakamura, R. Matsubara, N. Ohashi, S.-G. Li		Mobility Limiting Factors in Practical Polycrystalline Organic Thin Films	
学会等名	発表年月日	発表場所	
International Conference on Electronic Materials (招待講演) (国際学会)	2016年07月04日 ~ 2016年07月08日	Suntec, Singapore	

発表者名		発表標題	
M. Nobunaga, T. Teraoka, T. Matsumoto, R. Matsubara, H. Kojima, M. Nakamura		Improvement of the High-velocity Molecular-beam Cell and Rapid Growth of Active Layers for Organic Thin-film Transistors	
学会等名	発表年月日	発表場所	
KJF-International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (国際学会)	2016年09月04日 ~ 2016年09月07日	ACROS Fukuoka, Fukuoka, Japan	

発表者名	発表標題	
信長賢輝, 松本拓也, 松原亮介, 小島広孝, 中村雅一	高速分子線セルによる薄膜成長 : 高流束化による移動度向上効果	
学会等名	発表年月日	発表場所
第77回応用物理学会秋季学術講演会	2016年09月13日 ~ 2016年09月16日	朱鷺メッセ (新潟県新潟市)

発表者名	発表標題	
松本 拓也, 信長 賢輝, 松原 亮介, 鄭 敏喆, 小島広孝, 辨天 宏明, 中村 雅一	高速分子線セル加熱機構の改良によるプロセス時間の短縮	
学会等名	発表年月日	発表場所
第64回応用物理学会春季学術講演会	2017年03月14日 ~ 2017年03月17日	パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市)

〔図書〕 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計(0)件

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

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	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究： -

17. 備考

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