

フジシール財団 研究助成事業  
成果報告書

公益財団法人フジシール財団  
理事長 岡 崎 裕 夫 殿

報告日 2021年 5月 4日

研究課題	有機半導体—金属電極の界面修飾を利用した「簡便作製可能」な有機薄膜デバイス の開発		助成金額
			200万円
ふりがな	なかの まさひろ	研究助成申請年度	
研究者氏名	中野 正浩	2019年度 ・ 2020年度	
所属機関	金沢大学 理工研究域	研究期間	
		2020年4月1日—2021年3月31日	
役 職	助教		
連絡先	〒920-1192 石川県金沢市角間町（番地なし） TEL 076 (234) 4770 E-mail : masahiro-nakano@se.kaanzawa-u.ac.jp		

下記の通り、研究成果を報告いたします。

記

1.	<p>研究成果の概要（こちらに報告いただいた内容はそのまま当財団ホームページ上で公開します。）</p> <p>軽量、柔軟、かつ安価に作製可能な有機薄膜デバイスは、ウェアラブルデバイスやプリンタブル回路などの次世代型デバイス創成の観点から注目され、盛んに研究が行われている。</p> <p>有機薄膜デバイスは、「印刷法による大面積素子の大量生産が可能である」と謳われているものの、実際に印刷法を適用するためには様々な障害がある。本研究では、印刷法の適応が容易な有機薄膜デバイスの作製を目指したものである。具体的には、貼り付けによるデバイス作製が可能な「電極シール」の開発、および電極シール上の金薄膜修飾を利用した簡便作製可能な有機薄膜デバイスの作製を行った。</p> <p>有機薄膜デバイスの上部電極薄膜の成膜は、実験室レベルにおいて一般的には蒸着法によって行われるが、デバイスの印刷作製という観点からは望ましくない。また、もしくは銀ナノ粒子インクなどの塗布による電極作製も行われているものの、インクに用いている溶剤が有機活性層にダメージを与え得るといった点で問題がある。一方で、報告者の所属する金沢大学電気化学研究室では、金箔の貼り付けによって有機太陽電池デバイスを作製する手法をすでに見出していたものの、この手法で作製した素子は耐久性が極めて低い（10時間後の光電変換効率：初期値の70%程度）ことが明らかとなった。これは貼り付けた金薄膜（金箔）の剥離によるものである。なお、他の研究グループからも金箔の貼り付けによる有機太陽電池デバイスが報告されているが（Appl. Phys. Express 7, 111602, 2014）、耐久性は同様に高くはない（15時間後の光電変換効率：初期値の&lt;87%）。以上の結果を受け、報告者は耐久性に優れた金薄膜貼り付けによる有機太陽電池デバイスの実現を目指した。</p>
----	---

報告者は、有機太陽電池素子の被覆材と上部電極を剥離させ、駆動させた素子の発電層材料の劣化を直接評価するという手法を確立している(M. Nakano et al., Materials, 2021, 14, 2107.)。この被覆材・上部電極の剥離手法から着想を得て、被覆材・上部電極を貼り付けるという方法で耐久性に優れた太陽電池デバイスを作製することができるのではないかと考えた。すなわち、被覆材の貼り付きによって、金薄膜の剥離を阻止できることが期待できる。

報告者は、金薄膜を製膜した被覆材を「電極シール」とし、これを用いて有機太陽電池を作製した。発電層を製膜した基板に、作製した電極シールを熱圧着法で貼り付けることにより、目的とする太陽電池素子を作製した。「電極シール」の貼り付けによって作製した有機太陽電池は、Fig.1 に示すように良好な特性を示した（従来の方法で作製した有機太陽電池の約 8 割の性能）。さらに、デバイスの簡便作製を見据え、塗布電極(銀)を用いた電極シールを作製し、使用した場合も同様の特性を得ることができた。加えて、想定していた通り、このような電極シールを利用したデバイスの耐久性は、金薄膜を貼り付けただけのデバイスとは異なり、非常に良好であるという結果が得られた(100 時間後の光電変換効率：~100%, Fig.2)。

また、本研究で開発した電極シールを用いることで、蒸着法を用いては不可能であった有機半導体—金電極の界面の分子修飾を行うことが可能であった。正孔輸送の役割を持つチオール誘導体で修飾した電極シールを用いた素子では、性能が未修飾の素子に比べて向上した(Fig.3)。このことから、有機半導体—金電極の界面の分子修飾が有機デバイスの特性向上に有効であり、それを利用した簡便作製可能なデバイスの実現が期待できる結果となった。

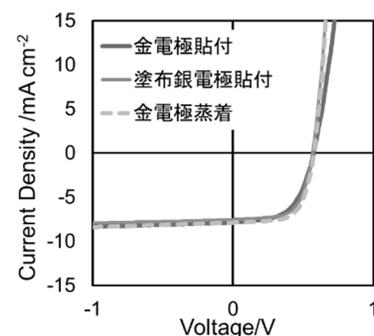


Fig.1. 素子性能比較

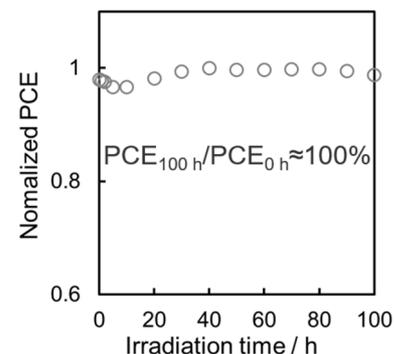


Fig.2. 電極シールを用いた素子

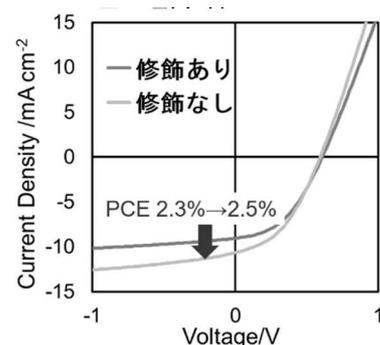


Fig.3. 界面修飾による素子特性の向上

2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性（こちらに報告いただいた内容はそのまま当財団ホームページ上で公開します。）

有機薄膜デバイスは軽量・柔軟・印刷可能であるという特徴からパッケージング技術と親和性が高く、包装材料などに電子機能性を持たせることができる。現在、宣伝用デモンストレーションとして、電子機能性を持った食品パッケージが市場に出始めている (<https://hypebeast.com/2019/12/coca-cola-sg-rise-of-skywalker-led-bottle>)。本研究は、そのような「包装材料の機能化」の可能性を広げることにもつながり、パッケージ(包装材料)の応用研究においても重要な意味を持つ。

3. 学会発表、学会誌等への論文掲載、産業財産権出願などの実績（現時点で未発表・未掲載・未出願のため、上記「1. 研究成果の概要」、「2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性」の当財団ホームページ上の公開の延期を希望される場合、その旨 記載してください。）

#### 論文発表

M. Nakano, A. Takahara, K. Genda, M. Shahiduzzaman, M. Karakawa, T. Taima, K. Takahashi, Materials, 2021, 14, 2107.

特許出願準備中のため、研究成果のHP上での掲載延期を希望する。

(2021年度中の出願および他1件の論文発表を予定)

(■2022年6月公開確認済み)