

有機薄膜太陽電池モジュールの研究

製品・機能評価課 寺澤孝志

1. 緒言

有機薄膜太陽電池(OPV : Organic thin-film Photovoltaics)は、軽量、フレキシブル、プリンタブルの特徴から、ウェアラブル機器の電源として期待が寄せられている。一方で、再生可能エネルギーの活用、温暖化効果ガス削減、循環型社会の構築の観点から、OPVは高効率と動作の安定性が求められている。

本研究では、OPVの動作の安定性をめざし3層化の検討を行い、さらに電池起電力の向上をめざしてモジュール化を行った。

2. 実験方法

2.1 有機薄膜太陽電池の構造 (3層構造 OPV)

OPVの原理を示すために試作されるOPVは、p型半導体材料であるポリ(3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル)(P3HT)とn型半導体材料である[6,6]-フェニルC61 酪酸メチルエステル(PCBM)の混合ジクロロエチレン溶液を、スピコートして作製する1層のバルクヘテロ層(ナノレベルのpn接合がランダムに配置された層)を、電極で挟んだ構造である。バルクヘテロ層が形成される過程で溶媒の揮発速度、乾燥温度が、OPVの特性に影響を与え、動作の不安定性の要因となる²⁾。

本研究では、図1に示すように、バルクヘテロ層をp型の正孔輸送層とn型の電子輸送層で挟んだ3層構造のOPVを開発し、起電力の安定化を図った。正孔輸送層にはポリアニリン(PAn)を、電子輸送層にはフラレン(C₆₀)を用いた。

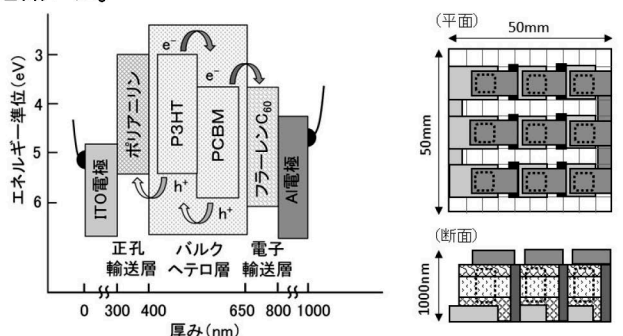


図1 OPVの構造とエネルギー準位

図2 3層型OPVモジュール

2.2 モジュールの作製 (9セル-モジュール)

3層構造OPVを基本セル(面積 0.56 cm²)として、モジュール化を行った。図2に示すように、基本セルを3段直列接続したものを、3列並列接続した9セル-モジュールを設計、試作した。太陽電池特性(J-E特性)はソーラーシミュレータ(CEP-25、分光計器株)で測定した。

3. 結果および考察

3層構造のOPVの開発は以下のとおりである。透明電極は、インジウム錫複合酸化物(ITO)をマグネトロンスパッタリングで成膜 [300nm、10Ω/sq.] した。正孔輸送層は、ポリアニリン(PAn)のNMP溶液をスピコートで成膜 [100nm] した。抵抗率を下げるため、よう素ドーピングしたもの [PAn(I₂)、10⁻¹Ωcm] を用いた。バルクヘテロ層は、P3HTとPCBMの混合膜 [250nm] を用いた。電子輸送層は、フラレン(C₆₀)を真空蒸着で成膜 [150nm] した。抵抗率を下げるため、窒素暴露したもの(C₆₀(N₂))を用いた。対向電極は、Alを真空蒸着で成膜 [200nm、1Ω/sq.] した。

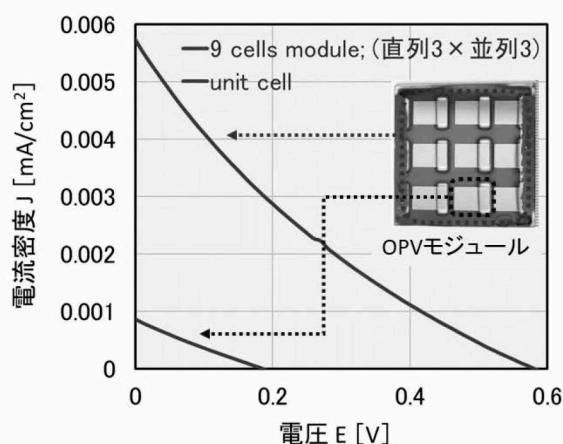


図3 OPVモジュールのJ-E特性

3層構造のOPVを用いて作製した、9セル-モジュールのJ-E特性を図3に示す。9セル-モジュールの特性は、基本セルに比べ、開放電圧で約3倍、短絡電流密度で約6倍であり、起電力は直列接続で稼げ、電流は並列接続(または大面積化)が有効であることを実証した。

4. 結言

有機薄膜太陽電池の安定な動作をめざし、3層構造のOPVを開発した。さらにウェアラブル機器の電源を目標にOPVのモジュール化を行った結果、良好な太陽電池特性を得ることができた。

参考文献

- 1) 若い研究を育てる会研究論文集 No.31, 36-42 (2017)
- 2) 富山県産業技術研究開発センター研究報告 33, 87-88 (2019)

謝辞

本研究は、公益財団法人タナカ財団から研究助成金(2020)を受けて行ったことを記して謝意を表す。