

国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 独立行政法人科学技術振興機構
報道発表文

世界最薄かつ最軽量の有機太陽電池の実現に成功

研究成果の概要

有機半導体を用いた太陽電池は、印刷手法など液体プロセスによって高分子フィルムの上に容易に製造できるため、大面積・低コスト・軽量性を同時に実現できると期待されています。しかし、ガラス基板上と同程度の高エネルギー変換効率を有する有機太陽電池を柔軟性に富む薄膜の高分子フィルム上に液体プロセスを用いて作製することは困難であり、その解決策が求められていました。

東京大学大学院工学系研究科の染谷教授や関谷准教授らは、有機溶剤に p 型半導体と n 型半導体をブレンドして溶解したインクを用いて、厚さ 1.4 マイクロメートルという極薄の高分子フィルムに、有機半導体薄膜を均一に形成するプロセス技術を開発し、世界で最薄かつ最軽量の有機太陽電池を高分子フィルム上に作製することに成功しました(図 1)。この有機太陽電池 1g あたりの発電量は 10W に相当し、この値はあらゆる太陽電池と比較しても最軽量、最薄、最柔軟な太陽電池です(図 2)。また、この超薄型の有機太陽電池は、曲げ半径 35 ミクロンに折り曲げても、エネルギー変換効率 4.2%を維持しつつ機械的にも壊れません。さらに、この薄型有機太陽電池を応用して、300%伸縮させても電氣的・機械的な特性が劣化しない伸縮自在な太陽電池を実現しました。

太陽電池の超軽量化・超薄型化に達成されたことにより、今後、太陽電池の携帯用情報通信機器への応用や、身に着けても重さを感じさせないヘルスケアや医療用デバイス用の電力供給源など新たな用途が拡大するものと期待されます。本成果は、4 月 4 日午前 0 時(日本時間)に Nature Communications 誌のオンライン版で公開されました。

研究成果の背景

近年、環境エネルギーへの関心が高まり、既存の発電を補う再生可能なクリーンエネルギー、特に太陽電池の重要性が増しています。太陽電池の発電量は、基本的には面積に比例するため、太陽電池の大面積化を低コストに実現することが求められています。また、太陽電池の大面積化に伴って、軽量化、耐衝撃性の向上(柔軟化)も求められています。現在広く商用化されている太陽電池は、ガラス基板にシリコンを材料として作製されており、耐衝撃性が十分ではありません。また、ガラス基材を薄くすると、製造時や使用時に壊れてしまうため、太陽電池の軽量化を進める上での障害となっていました。

この背景の中、有機半導体を用いた太陽電池は、印刷手法など液体プロセスによって高分子フィルムの上に容易に製造できるため、大面積・低コスト・軽量性を同時に実現できると期待され、研究が活発に進められています。しかし、ガラス基板上と同程度の高エネルギー変換効率を有する有機太陽電池を柔軟性に富む薄膜の高分子フィルム上に液体プロセスを用いて作製することは困難であり、解決が待たれていた。

研究の成果

研究グループは、世界で最薄かつ最軽量の柔らかい有機太陽電池の実現に成功しました(図 1)。この超薄型の有機太陽電池は、高分子フィルム上に作製されています。曲げ半径 35 ミクロンに折り曲げ

ても、エネルギー変換効率 4.2%を維持しつつ機械的にも壊れません。実際に人間の髪の毛（半径は 100 ミクロン程度）に巻きつけることもできます。

この有機太陽電池 1g あたりの発電量は 10W に相当し、この値はあらゆる太陽電池と比較しても最軽量、最薄、最柔軟な太陽電池です（図 2）。

さらに、この薄型有機太陽電池を応用して、300%伸縮させても電氣的・機械的な特性が劣化しない伸縮自在な太陽電池を実現しました。

技術のポイント

この有機太陽電池を実現するための決め手は、有機溶剤に p 型半導体と n 型半導体をブレンドして溶解したインクを用いて、厚さ 1.4 マイクロメートルという極薄の高分子フィルムに、有機半導体薄膜を均一に形成するプロセス技術でした。さらに、あらかじめ伸ばしておいたゴム基板上にこの薄膜太陽電池を張り付けてから、もとの大きさまでゴム基材を緩和させるという手法で、300%引っ張っても壊れない伸縮自在な太陽電池に応用しました。

今後の展開

太陽電池の超軽量化・超薄型化に達成されたことにより、今後、太陽電池の携帯用情報通信機器への応用が促進されると期待されます。また、このような軽量・薄型の有機太陽電池をコンパクトに詰め込み、宇宙に打ち上げてから大きく広げて使う電力供給源、身に着けても重さを感じさせないヘルスケアや医療用デバイス用の電力供給源など新たな用途が拡大するものと期待されます。

（参考）

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（ERATO）の研究領域「染谷生体調和エレクトロニクス」（研究総括：染谷隆夫 東京大学 教授、バイオ印刷グループリーダー 関谷毅 東京大学 准教授）、ヨハネスケプラー大学リンツ校（Martin Kaltenbrunner 博士、Siegfried Bauer 教授、Niyazi Serdar Sariciftci 教授）との共同研究として行われました。

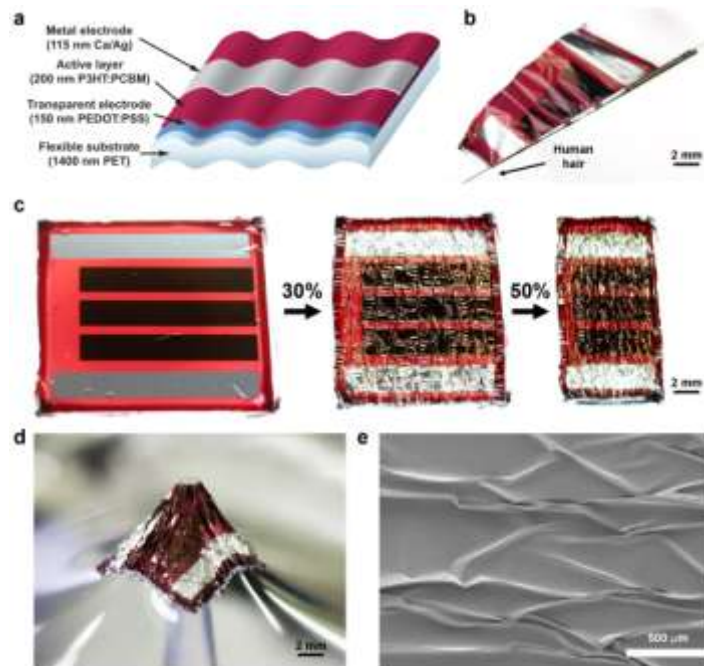


図1 薄膜フィルム上に作製された有機太陽電池。

独自に開発した有機薄膜成膜技術を用いることで極薄プラスチックフィルム（厚み 1.4 マイクロメートル）上に高効率な有機太陽電池を作製することに成功しました。薄く柔らかいため、ゴム基板上へ貼り付けることも可能です。その結果、伸縮自在な太陽電池を実現できました。

(a)太陽電池の断面模式図。(b)細さ 35 マイクロメートルの直径を持つ髪の毛に有機太陽電池を巻き付けた写真。(c)有機太陽電池を伸縮自在なゴム基板上に貼り付けて、圧縮歪みをかけた写真。(d)ゴム基板上においた有機太陽電池を先の細いガラスパイプで下から引き延ばした写真。(e)ゴム基板上においた有機太陽電池の電子顕微鏡写真。

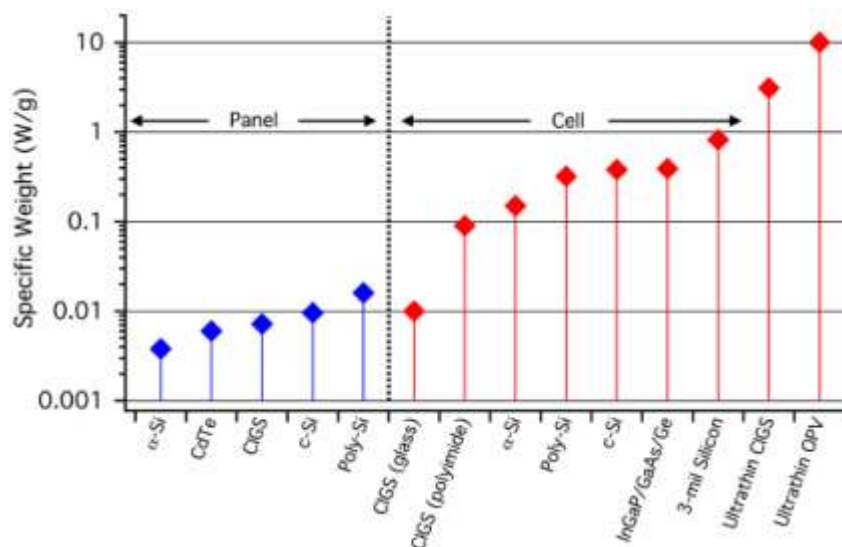


図2 様々な半導体材料を用いた太陽電池の単位グラムあたりの発電量（W/g）。Ultrathin OPV（一番右）が本研究の成果。

発表論文

英国 Nature Communications 誌オンライン版にて、日本時間 2012 年 4 月 4 日 0:00 (英国夏時間 2012 年 4 月 3 日 16:00) に出版されました。

論文題目 "Ultra-thin, -light, and -flexible organic solar cells"

著者 Martin Kaltenbrunner^{1,3,4}, Matthew S. White², Eric D. Głowacki², Tsuyoshi Sekitani^{3,4}, Takao Someya^{3,4}, Niyazi Serdar Sariciftci², Siegfried Bauer¹

所属

¹Johannes Kepler University, Soft Matter Physics, Altenbergerstrasse 69, 4040 Linz, Austria

²Johannes Kepler University, Physical Chemistry, Altenbergerstrasse 69, 4040 Linz, Austria

³The University of Tokyo, Electrical and Electronic Engineering and Information Systems, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

⁴Exploratory Research for Advanced Technology (ERATO), Japan Science and Technology Agency (JST), 2-11-16, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0032, Japan

内容梗概

Progress in electronic technology is driven by advances in materials science, processing capabilities, and ingenuity of form. Future application-specific requirements for lighting, displays, and photovoltaics will include large-area, low-weight, and mechanical resilience for dual-purpose uses such as electronic skin, textiles, and surface conforming foils. Here we demonstrate polymer based photovoltaic devices on plastic foil substrates less than two μm thick, with equal power conversion efficiency to their glass-based counterparts. They can reversibly withstand extreme mechanical deformation and have unprecedented solar cell specific weight. Instead of a single bend, we form a random network of folds within the device area. The processing methods are standard, so the same weight and flexibility should be achievable in LEDs, capacitors, and transistors to fully realize ultrathin organic electronics. These ultra-thin organic solar cells are over ten times thinner, lighter, and more flexible than any other solar cell of any technology to date.

本研究に関するお問い合わせ先

(研究についての問い合わせ)

染谷隆夫

東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻 教授

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

<http://www.ntech.t.u-tokyo.ac.jp/>

関谷毅

東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻 准教授

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

<http://www.ntech.t.u-tokyo.ac.jp/>

(報道担当)

東京大学 大学院工学系研究科 広報室

TEL : 03-5841-1790 FAX : 03-5841-0529