

【電子・情報通信分野(電子デバイス/家電)】

仮訳

真に白色の有機ELの実現に向かって(米国)

ユタ大学の物理学者が色調整可能なポリマーを開発

2013年9月13日

米・ユタ大学の物理学者らは、有機半導体に白金原子を入れることで、プラスチックの様なポリマーを「調整」して様々な色を発光できるようにした。これは将来の電球に利用できる、より効率的で、より安価な真に白色の有機 EL の実現化に向けた一歩となる。

「この新しい白金を豊富に含むポリマーは、白色の有機 EL やより効率的な新タイプの太陽電池への利用が期待できるものです。」と *Scientific Reports* オンライン版に論文が掲載された本ポリマー研究を率いた同大学の物理学者である Z. Valy Vardeny 氏は言う。

既存の白色電球には LEDs、つまり発光ダイオード (light-emitting diodes: LEDs) が、また電話機のディスプレイには有機 EL (organic light-emitting diodes: organic LEDs 又は OLEDs) が利用されている。しかし、どちらも真に白色の LEDs ではなく、それぞれが異なる色を発光する様々な材料から作られる LEDs を用いて、それらの発光色を組み合わせたり、変換したりして白色光を作っていると Vardeny 氏は説明する。

Vardeny 氏と同僚研究者らは、今回の新研究において、鎖状の有機ポリマーに様々な間隔で金属白金原子を挿入して発光色を調整する方法について報告している。これは一種類のポリマーから発する多くの色によって生成される、真に白色の有機 EL 実現化への一歩となるものだ。

最近の携帯電話で利用されている既存の白色有機 EL ディスプレイでは、様々な色を発光する異種類のポリマーを組み合わせ用いており、赤色、緑色そして青色(RGB)のピクセルを配列させて白色光を作っている、と著名な物理学者である Vardeny 氏は述べ、次のように続ける。「この新しいポリマーは、全ての色を同時に有しているため、小さなピクセルやその製作のための複雑なプロセスが不要なのです。」



(Ctrl+クリックで写真を拡大)

ユタ大学の物理学者、Z. Vally Vardeny 氏は、手袋が取り付けられた透明な密閉容器中で、清潔な環境下発光ポリマーの研究を実施している。同氏とその同僚研究者らは有機半導体に白金原子を挿入し、様々な色に発光するよう「調整」可能なポリマー材料を作った。これは、真に白色を発し将来電球で利用できる新たな有機 EL(OLED)開発の一歩となる。

写真提供: Lee J. Siegel, University of Utah

「このポリマーは、青色と赤色のスペクトルの範囲で発光し、調整により全可視スペクトルを網羅できます。」と同氏は言い添える。「そのため、一般的な電球に取って代わると言われている白色有機 EL のアクティブ層として機能します。」

Vardeny 氏によれば、この新しいポリマーは、より効率的にポリマーが太陽光を電気エネルギーに変換するのを白金が促進させる新しいタイプの太陽電池で利用することも可能だという。また、白金を豊富に含むポリマーであることから、研究者らが電子の「スピン」、つまり固有角運動量に蓄積された情報を「読む」ことができるようになるため、この新しいポリマーは、コンピュータのメモリとして利用できる可能性もある。

有機 EL 未満

この新研究では、研究者らは白金を豊富に含有する新しいポリマーを開発し、様々な光学的手法を用いてそれらの特性を明確化し、光の刺激によってどのように発光するかを示した。

このポリマーは光による刺激を受けて発光するため、完全な有機 EL ではない。有機 EL とは、電流による刺激を受けて発光するポリマーを指す。

「私たちは、このポリマーで有機 EL を完成させたわけではありません。この研究論文では、私たちが一種類のポリマーから多色の発光を同時に得られたことを明らかにしているのです。」と Vardeny 氏は説明するが、これにより単一ピクセルが白色に発光する有機 EL の開発の可能性が現れたのだ。

同氏は、光による刺激で白色発光するよう調整した「白金リッチのπ共役ポリマー」の開発まであと1年ほど、また白色発光の有機EL開発まであと2年ほどかかると予想している。

「このプロジェクトは、一般的な白色(白熱)電球の代替を目指す、米エネルギー省(Department of Energy)の支援を受けています。」と同氏は言う。

ユタ大学は、米ロスアラモス国立研究所と共同で本研究を実施した。本研究への追加的資金は、米国立科学財団の Materials Research Science and Engineering Center (MRSEC) プログラム (ユタ大学内)、中国国家自然科学基金および中国の Fundamental Research Funds for the Central Universities が提供した。

白金を利用してポリマーの発光色を調整

1960年代に登場した初期のLEDsでは、色の生成に無機半導体を使用していた。有機EL (organic LEDs 又は OLEDs) は、最近の携帯電話やデジカメのディスプレイ、ビッグスクリーンテレビの多くで利用される「プラスチック」の半導体である有機ポリマーにより発光する。

現在の白色LEDsの光は、本当の意味で白色ではない。白色とは全色のスペクトルを組み合わせた結果としてできるのであり、携帯電話ディスプレイで多く観られるように、RGBから構成されるLEDsではそれらを組み合わせることで白色を作る。その他の「白色」と言われるLEDsでは、青色LEDsを使用して青色発光の一部を黄色に「ダウンコンバート(周波数を低くする変換)」してから青色と黄色を混ぜて白色に見える光を作る。

白金をドーピングしたこの新しいポリマーは、白色の有機EL開発に期待できるものだが、現在開発中の他の有機ELに比べてより多くのエネルギーを光に変換することができるものと Vardeny 氏はいう。これは、ポリマーに白金を添加することで、ポリマー分子中に蓄積されたエネルギーへのアクセスがより容易になるからだ。

ポリマーには、次のような2種類の電子状態がある。

まず、光や電気による刺激を受けて高エネルギーの蛍光性の青色光を発する「一重項(singlet)」状態である。現在までのところ有機ELの光はこの状態のみから得られ、エネルギーの25%しか光に変換していない。これは白熱電球に比べて優れてはいるものの、完

壁ではない。

次に、理論的にはより低エネルギーのリン光性の赤色光を発するとされるが、それがまず起こることがなく、通常は利用できない「三重項(triplet)」状態では、ポリマー中に入る電気エネルギーの75%が光への変換に利用されないままとなっている。

「一般的な分子に重い原子を挿入すると、三重項状態が利用できるようになり、光の刺激を受けて発光するようになる」ということは周知の事実であったため、Vardeny氏を始め彼の同僚研究者らは白金原子をポリマーに添加することを決定したと、同氏は言う。

白色有機 EL は、理想的には真に白色の光を発するのみでなく、蛍光とリン光の両方を使うとされるため、はるかにエネルギー効率が高くなると、同氏は言い添える。



(Ctrl+クリックで写真を拡大)

白金を多く含有する黄色のポリマーPt-1のサンプルは、ユタ大学物理学実験室でレーザービームを照射し発光する。ポリマーが広範囲スペクトルの紫色と黄色を組み合わせで発光するため、光は白く見える。数種のポリマーは、より高効率な将来のLED電球で白色を発する新世代の有機EL(OLED)での利用に期待される。

写真提供: Tek Basel, University of Utah

研究者らは本研究において、同種のポリマーで2タイプを用意した。一つ目のタイプは鎖状の半導体ポリマー全ユニット、つまりその全結合部に白金原子を持つPt-1で、これは紫色と黄色の光を放つ。二つ目のタイプであるPt-3は、3結合部ごとに白金原子を持つもので、青色と橙色の光を放つ。

研究者らはポリマー中の白金原子量を変えることで、蛍光とリン光の発光を作成・調整し、ある色の他の色に対する相対強度を調整することに成功した。

「ここでの新発見は、ポリマー中の白金原子の量を変化させることで、ポリマーが発する光の色やこれらの色の相対強度を調整することができるようになったことです。」とVardeny氏は述べ、こう続ける。「私たちが最終的に目指しているのは、様々な白金量を有するポリマーのユニットを組み合わせ、全スペクトルを容易に網羅して白色光を作ることです。」

Vardeny 氏は、ユタ大学の前ポストドク研究者である Chuanxiang Sheng 氏(現在は中国、南京理工大学在籍)、米ロスアラモス研究所の Sergei Tretiak 氏、ユタ大学院生の Sanjeev Singh 氏、Alessio Gambetta 氏、Tomer Drori 氏、および Minghong Tong 氏と共同で本研究を実施した。同氏は化学者である Leonard Wojcik 氏に白金を含有するポリマーの合成を依頼した。

翻訳：NEDO（担当 広報部 松田 典子）

出典：本資料は、米国・ユタ大学 (University of Utah)の以下の記事を翻訳したものである。

“Toward a Truly White Organic LED

Utah Physicists Develop Polymer with Tunable Colors”

(http://unews.utah.edu/news_releases/toward-a-truly-white-organic-led/)

(Used with Permission of the University of Utah)