

薄さ 2 mm のエレクトロクロミック表示デバイス

カラー電子ペーパーの薄型化へのブレークスルー

平成19年10月25日

独立行政法人物質・材料研究機構

概要

1. 独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：岸 輝雄）国際ナノアーキテクニクス研究拠点（拠点長：青野 正和）の樋口 昌芳 若手独立研究員らは、エレクトロクロミック特性を示す有機／金属ハイブリッドポリマーを用いて、薄さ約 2 mm のエレクトロクロミック表示デバイスの開発に成功した。
2. 電子ペーパーは、液晶、プラズマ、有機ELディスプレイの次に登場する表示デバイスとして、近年、研究開発が急速に盛んになってきている。従来のディスプレイと異なり、電源を切っても表示が続くため、新聞等の紙媒体の代わりを果たすと期待される。エレクトロクロミック方式は、電子ペーパーの駆動方式の中ではカラー化に最も適した方式として注目されているが、従来の有機エレクトロクロミック材料の低い耐久性や、薄膜デバイス化が困難であることなどから研究開発が遅れていた。
3. 今回開発したデバイスは、当機構で開発した優れたエレクトロクロミック特性を示す有機／金属ハイブリッドポリマーを用いて薄膜デバイス化を実現したものである。デバイス自体は約 2mm であるが、0.75mm のガラスを 2 枚使用しているために、実際のデバイス駆動部分は 0.5mm の薄さしかない。
4. 用いたポリマーは、金属イオンと有機分子が数珠（じゅず）つなぎになった新しいタイプの材料であり、従来の有機エレクトロクロミック材料と全く異なる発色機構により、材料劣化のない、高い繰り返し駆動安定性を示すことをこれまでに明らかにしている。しかし本材料を含め、一般にエレクトロクロミック物質は電解質溶液中でのみ駆動するため、固体デバイスは困難であった。今回、本ポリマーを用いた固体デバイス化に挑戦し、用いる固体電解質を工夫することで高速応答性や繰り返し安定性に優れた固体薄膜表示デバイスの開発に成功した。単三電池 2 個で駆動し、1 秒以内での書き込み（発色）と消去（消色）を安定かつ可逆に繰り返すことができる。また、デバイス作製法も簡便であることから、カラー電子ペーパーの開発に大きなインパクトを与える研究成果である。一方、本表示デバイスは、電子ペーパー以外にも、ポスターや看板への応用や調光ガラス等様々な用途への応用が可能であり、今後広く産業界に波及する技術として期待される。

本研究成果は、11 月 1 日に東京国際フォーラム（有楽町）で開催される NIMS フォーラムで発表する予定である。

研究の背景

近年、省資源・省エネルギータイプの次代表示デバイスとして「電子ペーパー」が注目されている。従来の液晶やプラズマディスプレイ、あるいは有機ELディスプレイと異なり、動画には対応しないが、電源を切っても表示が続くため、新聞等の紙（ペーパー）媒体の代わりとして期待されている。

現在「電子ペーパー」はモノクロ（白黒）表示が主流であり、マイクロカプセル法や、電子粉流体法など様々な様式が研究されている。しかし、今後、電子ペーパーのカラー化を目指す場合、多様な色を表現できるエレクトロクロミック方式は、有望な表示方式と言える。

一方、2000年にノーベル化学賞を受賞した白川教授らが開発した導電性ポリマーは、エレクトロクロミック特性を有する有機物質として知られているが、耐久性の問題からこれまで実用化は困難であった。我々は、有機物と金属イオンがナノサイズで複合化した「有機／金属ハイブリッドポリマー」を開発し、マルチカラー表示ができ、繰り返し安定性も高い、優れたエレクトロクロミック材料であることを見出している（2007年3月22日プレスリリース済、日本経済新聞等で報道（3月23日））。

研究成果の内容

樋口若手独立研究員らは、上述のハイブリッドポリマーをガラス透明電極上に塗布することで薄膜を作製し、ゲル電解質を介してもう一枚のガラス透明電極と重ねることで、デバイスの作製に成功した。デバイス自体は約2mmであるが、0.75mmのガラスを2枚使用しているために、実際のデバイス駆動部分は0.5mmの薄さである。得られたデバイスは、単三電池2個で駆動し、1秒以内での書き込み（発色）と消去（消色）を安定かつ可逆に繰り返せることを見出した。

波及効果と今後の展開

従来の紙媒体と競合する「電子ペーパー」の実用化と普及において、紙に匹敵する薄膜化・軽量化は極めて重要な克服課題である。また、簡素な素子作成技術の開拓と、低価格化も非常に重要といえる。

今回の成果は、特別なデバイス作製装置を用いることなく、大気下、塗布という簡便な方法によって薄層エレクトロクロミックデバイスを作製することに成功したものであり、電子ペーパーの研究の進展に大きく寄与するものである。

また、このエレクトロクロミックデバイスは、電子ペーパー以外でも、ポスターや看板等の表示媒体への応用や、住宅用等の調光材料等、様々な用途での応用も可能であることから、今後広く産業界に波及する技術として期待される。

問い合わせ先：

〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1
独立行政法人物質・材料研究機構
広報室 TEL:029-859-2026

研究内容に関すること：

独立行政法人物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
樋口 昌芳

T E L : 029-860-4744

F A X : 029-860-4721

E-mail : HIGUCHI.Masayoshi@nims.go.jp

【用語解説】

1) エレクトロクロミック材料

電気をかけることで、色が可逆的に変わる特性を持つ材料のこと。エレクトロクロミック特性 (Electrochromic functions) は 2000 年にノーベル化学賞を受賞した白川教授らが開発した導電性高分子や、生体内に存在するポルフィリンなど、 π 共役系が広がった有機分子において、比較的良く現れる。

2) 電子ペーパー (でんしペーパー : E-paper)

紙の長所とされる視認性や携帯性を保った表示媒体のうち、表示内容を電氣的に書き換えることができるものをいう。ある程度の折り曲げにも耐える。バックライトを用いないため、液晶パネルなど他のディスプレイに対して消費電力が少ない。電源の切断後も一定期間表示内容を維持できる。ただし応答時間が長いため、動画の表示には適さない。1970 年代に米国ゼロックス社のパロアルト研究所に所属していたニック・シェリドンが Gyricon と呼ばれる最初の電子ペーパーを開発した。Gyricon の構造は、半球を白、別の半球を黒に塗り分けた微小な球を多数ディスプレイに埋め込んだものである。球の一部は静電気を帯びており、電界によって球を回転させることで白地に黒い文字を浮かび上がらせることができ、数千回の書き換えにも耐えた。現在では複数の方式が提案されている。



図1 薄さ2mmのエレクトロクロミックデバイス

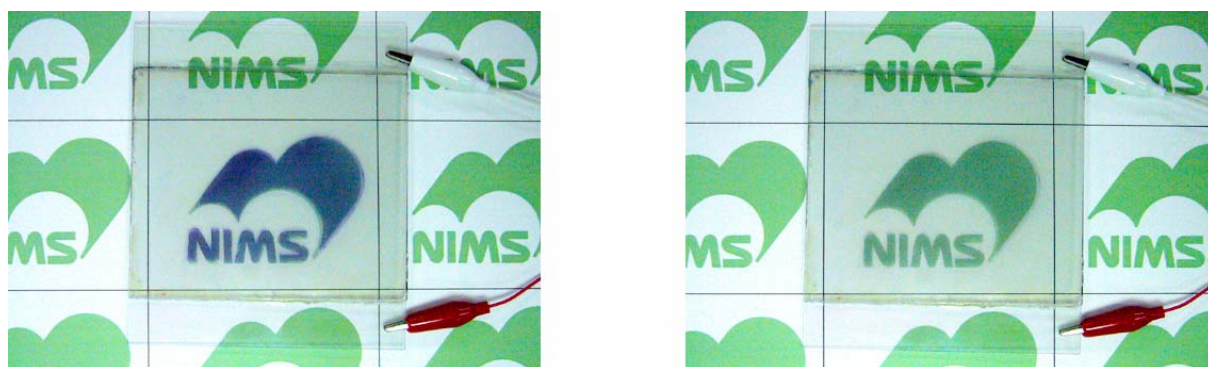


図2 エレクトロクロミック特性。(左) 初めの着色状態、(右) 乾電池でエレクトロクロミック物質を酸化した消色状態。乾電池の+と-をつなぎかえることで元の着色状態に戻る。