

# 薄いプラスチック・フィルム上に印刷技術でマイクロパターンを加工し それを貼り合わせて色味を変えられるシートを開発 画像ディスプレイとしての応用と新たな広告媒体としての展開に期待が高まる

ロール・ツー・ロール印刷技術によって製造コストを抑え、1平方メートルあたり数百円程度と低価格で透過光型フレキシブルディスプレイが実現。色再現性と解像度、表示速度は従来の液晶ディスプレイにまだ劣るが、安価な広告媒体用ディスプレイとしての積極的活用が見込まれる。

- 太陽光や蛍光灯をバックライトとした電子ポスターや電子看板としての実用化を目指します。静電気によって色味を制御するので、電気的に表示内容の書き換えが容易にできます。
- さらにディスプレイは曲げることもできるので、大きな柱の周りや電車やビル窓などに貼って、どこにでもスペースを見出せる新しい広告媒体となる可能性を秘めています。

## 競合技術への強み

	原理と構造	製法	デバイスサイズ	用途	特徴
iMoD® (QUALCOMM社) 【従来技術】 【商用レベル】	・光干渉反射型 ・比較的簡単で、ガラス基板上に金属薄膜でMEMS構造	半導体プロセス	△ 数cm	ゲーム機器、携帯機器、カーナビなど	光の反射により波長を相互に干渉させるので、バックライトが不要。
接触光散乱シート (UNIPixel社) 【従来技術】 【商用レベル】	・光散乱ガラス板の側面から光を導入し、表面に微小物体を接触させることで散乱光を表示	プラスチック成型	○ 数十cm	大型テレビ	光散乱ガラスの側面から導入する光によって容易に照明光を交互に変更する時分割(ときぶんかつ)カラー表示が可能。
フレキシブル液晶ディスプレイ 【本技術】 【商用レベル】	・光干渉透過型 ・非常に簡単な構造	ロール・ツー・ロール印刷	○ 数十cm以上	広告媒体、電子シェードなど	・簡単に曲げられる。 ・ロール・ツー・ロール印刷によって、安価で大量の製品を製造できる。

▲一般的な液晶ディスプレイとは異なる大面積ディスプレイの製造技術に関する従来技術と本技術との比較表

- ① 簡単な構造をしているので製造が容易：液晶ディスプレイが10層程度のパタニングした膜で構成されるのに対し、本研究の構造は最小6層で構成が可能で、比較的簡単な方法で製造できます。
- ② 大きな面積が期待でき、かつ安価で供給：半導体プロセスを用いた製法では直視のディスプレイ面積は数インチに限られるのに対し、本研究の手法は印刷機のウェブ幅(紙送り機構の幅)まで拡大できます。すなわち、ポスターを印刷する感覚で、電子書き換え型の大型画像ディスプレイに应用が可能になります。
- ③ 広い応用範囲：構造が単純であり、低価格で製造できるので、従来には見られない方面への応用が期待できます。例えば大型の電子広告(サイネージ)はもとより、可変色ステンドグラスや可変色照明、3次元画像ディスプレイの着色機構などへの応用を想定しています。

## ここがポイント

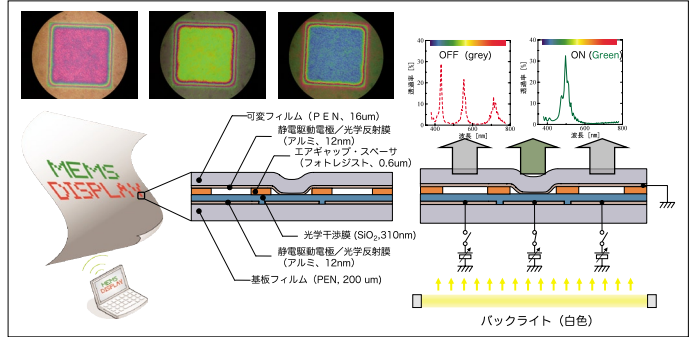
このデバイスは図の断面模式図(ディスプレイ側左)が示すように、厚さ0.2mm程度の薄いPENプラスチック基板の上に光学反射膜(厚さ12nmのアルミ)と光学干渉膜(厚さ210~370nmのシリコン酸化膜)を形成し、エアギャップ・スペーサ(厚さ0.6μm)内の空気層を挟んで光学反射膜付きの上部フィルム(厚さ16μm)と貼り合わせることで、透過型カラーフィルターとして機能します。光の反射にも利用する金属反射膜を静電駆動用の電極として電圧を印加すると、上部の薄いフィルムがエアギャップ内の空気を押しつぶしながら下部電極方向にたわみます。このとき、光の波長を選んだ

めの上下の金属反射膜の間隔(ファブリ・ペロ干渉長)が変化するため、透過光の色味が変化します。本方式では、駆動電圧を印加しないときの透過光は灰色に、駆動時には干渉膜の色(赤、緑、青)が見えるように、シリコン酸化膜による光学干渉膜の厚みを設計しました。なお、本研究は、産業技術研究助成事業インターナショナル分野の採択研究として、東京大学生産技術研究所とフィンランドVTTとの国際共同研究による成果です。

## ブレイクスルーへの道のり

**1996年**：東京大学生産技術研究所に講師として就職し、マイクロマシン、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)の研究を開始。おもに、シリコン基板を半導体プロセスで加工して、微小機械を作る方式を研究していた。  
**1999年**：4月から米国に2年間留学し、MEMS技術の光応用(Optical MEMS)に従事。  
**2002年**：3月に帰国。微小機械で光を操作するという概念そのものは、従来からのSolid-State型の電子光学素子には無い優れた特性があると考え、引き続き、待ち伏せ型の研究を続ける。特に、光通信以外の分野へのMEMS応用を検討する。  
**2004年**：大学院生の修士論文研究テーマとして、大学院生本人の希望により、今までにないチャレンジングな光MEMSデバイスの研究を選び、研究を開始した。すなわち、ファブリ・ペロ干渉計をプラスチック・フィルムで構成して、透過光の色味を制御する新しいデバイスの開発である。イカの皮膚のように色味が変わるデバイスという意味で、通称「イカ・プロジェクト」と呼ぶことに。もともとディスプレイを開発していたので、新しいディスプレイを作りたいとの気持ちもあり、年吉氏自身もこの開発に力を注ぐ。  
**2006年**：デバイス構造が比較的簡単なので、短期間で原理検証デバイスを作成できた。また、試作してからのデータが色々と出てきた。6月にシンガポールで開催されたMEMS系の国際会議APCOTで、学生論文賞を受賞。  
**2007年**：以前から研究交流のあったフィンランドVTTエレクトロニクスの研究者から、「イカ・プロジェクト」に関する共同研究の打診があり、NEDOの公募に応募。11月から共同研究を開始。  
**2008年**：VTTとの共同研究により、ロール・ツー・ロール印刷技術を用いて一枚のプラスチックシート上に赤、緑、青の3色のピクセルを実現した。

■サクセス・キー  
 まずは、従来のMEMS技術や製作方法にとらわれ



▲MEMS技術を用いた大面積フレキシブルディスプレイの構造(左)と発色の原理(右) 左上は本技術で制作したカラーピクセル。左より赤・緑・青

ないアイデアにチャレンジしたことです。これまで光通信用のマイクロミラー(2~3ミリ角)やディスプレイ・内視鏡等の小さなデバイスを半導体プロセスで製作していましたが、本研究ではA4判サイズのディスプレイを印刷技術で作製できました。次に、実験に先立って原理を検証するための解析を十分に行ったことが良かったと思います。そして、国際分野部門なので、共同研究相手先との連絡を密に取るように努めました。メールよりも、コンファレンス・コール(会議形式の国際電話)で意思の疎通をはかりました。

## ■ネクスト・ストーリー

静電気で駆動するMEMSファブリ・ペロ干渉計の原理を応用し、印刷技術によってピクセル単位で集積化することに成功しました。今後は発色の場所をコントロールするために、アドレッシング用のエレクトロニクス回路を同じく印刷技術で作製していきたいと思っています。また、2枚のシートで空気層を形成し、その厚さを変えることができるという世界初の本技術は、いろいろな用途が考えられるのではないかと思います。例えば、光の波長を静電気によって変えることができるという特長を生かして、紫外線をシャットアウトする電子シェードなど、さまざまな派生商品を開発できるのではと期待しています。

(注1) ロール状に巻いた印刷用紙・フィルムに、シリンドラに刻み込まれている模様をインクで印刷し、その紙を別のロールに巻き取る印刷技術。効率良く量産できるため、近年は電子デバイスの作製などへの応用が期待されている。  
 (注2) MEMS(メムス)はMicro Electro Mechanical Systemsの略で、電子回路(制御部)と微細な機械構造(駆動部)を1つのシリコン基板上に集積した部品。最近ではシリコン以外にもプラスチック系のMEMS技術が目立っており、本研究では大型の画像ディスプレイへの応用技術を開発した。



06D48522d「ロール・ツー・ロール印刷技術による大面積MEMS画像ディスプレイの開発」(平成18年度第2回公募)

代表研究者・所属機関・所属部署名・役職名

年吉 洋 東京大学生産技術研究所 准教授