

印刷業界の新技术情報を三美印刷がお届けするメールニュース

sanbi-i-com 2011年10月号(No.133)

紙に近いディスプレイ「電子ペーパー」③

— 電子ペーパーの主な方式 その2 —

今回は、コレステリック液晶方式とエレクトロウェットティング方式をご紹介します。

■お詫びと訂正：電子ペーパーとは

前々回の8月号で「電子ペーパーの要件は以下の1)~3)である」と定義付けしましたが、これらを満たしていなくても電子ペーパーと呼ばれている方式もあることが、その後の調査で分かりました。

- 1) 外部の光(反射光)で表示し、発光しない
- 2) 表示は通電せずに保持できる=メモリ性あり
- 3) 液晶よりも薄くて軽い

例えば今回ご紹介するLiquavista社のエレクトロウェットティング方式にはメモリ性がなく、次回ご紹介予定のPixtronix社のMEMSシャッター方式は通常

時はバックライトを発光させます。従ってこれらは書き換え時だけでなく表示保持中も電気を使いますが、通常の液晶に比べれば低消費電力なので、電子ペーパーの一種とみなされています。

1)と2)が実態と合っていなかったことをお詫び申し上げますとともに、以下の1)'、2)'の通り、広めの定義に改めさせていただきます。

1)' 反射光で表示が可能。

バックライトを使う場合も、液晶より省電力。

2)' 通電なし、または僅かな電力で表示保持できる

■電子ペーパーの主な方式 その2

(1)コレステリック 液晶方式

世界で初めてカラー電子ペーパーを搭載した携帯情報端末である富士通フロンテックのFLEPia(フレップピア)が採用している方式です。同社は、昨年の展示会で、FLEPiaを軽量化して性能を向上させた改良版のFLEPia Liteも披露しています。

	FLEPia	FLEPia Lite
サイズ	8インチ	8インチ
重量	360g	280g
コントラスト比	4:1	7:1
反射率	26%	32%
書き換え速度	1.5秒	0.7秒
発売時期	2009年3月	未発売

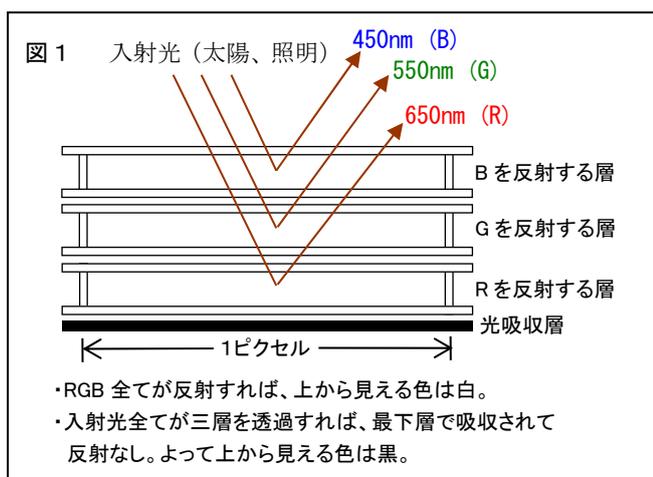
FLEPiaは推定数万台しか売れていませんが、これは書き換えの遅さと価格(99,750円)がネックとな

っているせいと考えられます。そこで富士通フロンテックは、1年前のやや古い発表ですが「Liteは5万円以下に抑えたい」との意向を表明しました。発売予定時期は不明ですが、5万円以下となれば、かなり手を出しやすい価格となります。

コレステリック液晶は、反射型、省電力、メモリ性あり、という電子ペーパーに望まれる事項を全て満たしている液晶です。液晶におけるメモリ性とは、電圧を切っても液晶分子の向きが維持される(よって表示が保持される)ことですが、通常の液晶にはこのような性質はありません。

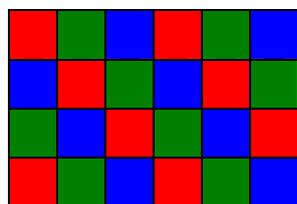
また、コレステリック液晶には、特定の波長の光のみを選択反射する性質があります。従って、RGBそれぞれの光を反射するコレステリック液晶3種類を用意すれば、通常の液晶ディスプレイに必要なカラーフィルタや偏光板などが無いシンプルな構造で、反射光によるフルカラー表示ができます。

富士通では、図1のように R(赤)、G(緑)、B(青)を反射するコレステリック液晶を三層重ねる方法でフルカラー化を実現しています。1ピクセルで1つの色を表現しますので、一般的な「RGB の3つのサブピクセルで1つの色を表現する」方法(下記*)と比べて、(ピクセルの面積が同じであれば)1色を表すための面積が三分の一で済みますので、高解像度化に有利です。ただし、より深い所まで光が行って帰ってくる分、反射率には不利です。



(*)

「RGB3つのサブピクセルで1つの色を表現する」とは、RGBの三層重ねではなく、例えば下図のようにRGBを1枚の平面上に分割配置して、3つのピクセルで1つの色を表現することです。通常の液晶ディスプレイは、液晶1層の上にこのようなカラーフィルタを被せています。



ちなみに、単なる「バックライトが無い反射型カラー液晶ディスプレイ」であれば、かつて NEC のノートPC、シャープのザウルス、任天堂の携帯ゲーム機が採用していたことがあります。これらにはメモリ性がないため、電子ペーパーとは呼ばれていません。

コレステリック液晶は、「電子書籍をカラーで高精細に読みたいが、動画表示までは求めない」というニーズに向いています。カラーなのに動画表示が要らない人がいるのかと思いきや、Kindle ユーザへのあるアンケート調査結果によれば、要望の第一位は高精細化(回答率 50%)、第二位がカラー表示(回答率 49%)なのに対し、動画表示は第五位(回答率 33%)に過ぎませんので、このようなニーズはあると言えます。Kindle の主な客層は、読書好きで、文字と静止画さえ見られれば十分という人達ですが、モノクロではさすがに寂しい(カラーの印刷物があるのだから、電子でもカラーを見たい)ということだろうと思われます。

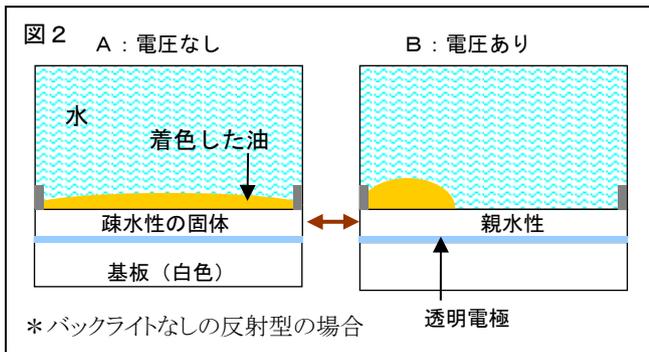
動画表示まで求めるとなると、通常の液晶(圧倒的な量産規模でコストが安く、色再現域等のカラー品質で高いレベルに達している)と戦わねばなりません。後述のエレクトロウェットティングや次回ご紹介するMEMS系の電子ペーパーは、「液晶より省電力で薄型軽量なのに、動画表示もできる」ことを武器に、現在の液晶の各種用途を奪うことまで狙っています。

(2)エレクトロウェットティング方式

オランダの Liquavista 社と米国の Gamma Dynamics 社が手掛けている方式です。応答が速く、動画もOKな方式なので、先述の通り、ターゲットとする市場は読書専用端末に止まりません。スマートフォン、タブレット、ノートPCなどのあらゆるモバイル機器の液晶の置き換えまでも狙っている方式です。ただし、まだ市販の搭載端末は見当たりません。

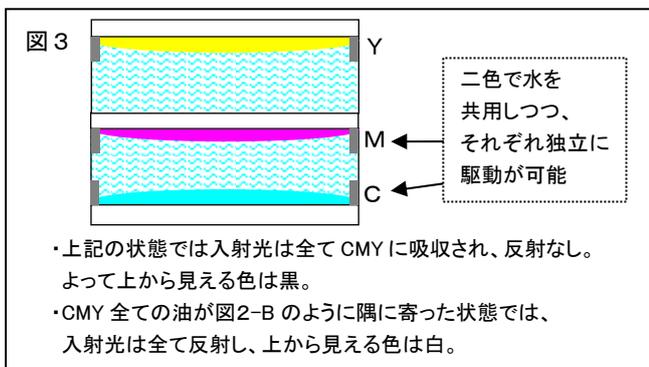
① Liquavista 社

水と油を使います。電圧なしの状態では疎水性(水と接する面積を小さくしようとする性質)の固体の表面が水を嫌うため、染料で着色した油が薄い膜状に広がり、上からは油の色が見えます(図2-A)。電圧をかけると固体表面は親水性に変化し、油は隅へ追いやられ、上からは基板の白色が見えます(図2-B)。メモリ性がないのが惜しい点です。



フルカラー化は、RGB 方式の他に、カラー印刷と同じ原理である CMY 方式でも実現できます。

CMY の場合は、「図2の構造を三層重ねするのだらう」と誰もが思う所ですが、面白いことに、図3のように水を二層で済ます構造にして薄型化ができます。



- ・上記の状態では入射光は全て CMY に吸収され、反射なし。よって上から見える色は黒。
- ・CMY 全ての油が図2-B のように隅に寄った状態では、入射光は全て反射し、上から見える色は白。

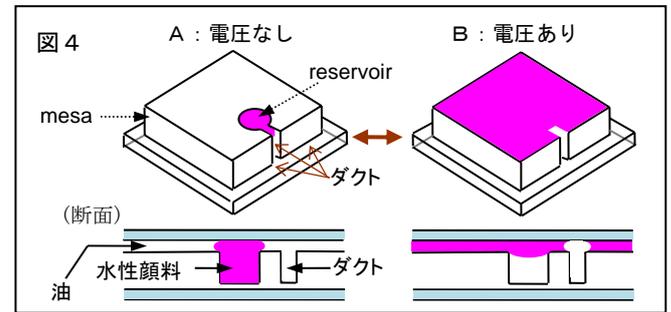
RGB の場合は、油を黒のみの一層にして、RGB のカラーフィルタ 1 枚で覆うのが、最も低コストで簡単なやり方です。これは通常の液晶のフルカラー化と基本的に同じ方法なので、生産に当たっては、既存の液晶パネル製造設備が転用できるメリットがあります。

Liquavista のディスプレイを搭載した市販製品はまだ無いようですが、同社は 2011 年 1 月に韓国 Samsung に買収されているため、第一弾として Samsung が自社のスマートフォンかタブレットあたりに搭載してくる可能性が出てきました。

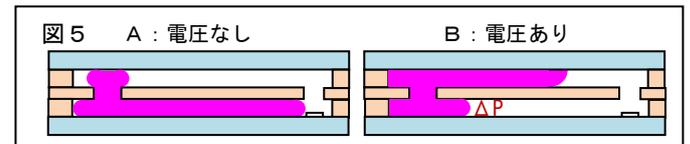
② Gamma Dynamics 社

エレクトロフルイディック (Electrofluidic) と称する方式ですが、これもエレクトロウェットティングの一種です。Liquavista とは水と油の役割が逆で、こちらは水性顔料、つまり水の方の色を見せます。電圧なし

の状態では顔料は reservoir (貯水池) と呼ぶ窪みに納まっていますが (図4-A)、電圧をかけると顔料は mesa と呼ぶ台の上に広がり、その色が上から見えるようになります (図4-B)。



特筆すべきは、上下二段の構造 (図5) にすることでメモリ性も実現できることです。表示保持の原理は、Gamma Dynamics が公表中の資料に殆ど説明がないため、詳しくは分かりませんが、「水性顔料の内と外との圧力差 (図5の ΔP) を利用して保持する」ということのようにです。



Gamma Dynamics いわく、「エレクトロフルイディックは、顔料、要するにインキを使ったディスプレイであり、紙とインキによる見え方に最も近い方式」とのことです。その顔料は印刷インキ大手として印刷業界ではお馴染みの Sun Chemical が開発しています。

メモリ性で Liquavista の一歩先を行っていて、しかも「紙とインキに最も近い」というのですから、ぜひ早く製品を見てみたいものです。搭載端末の早期発売が待たれる所です。

今回はリコーが手掛けるエレクトロクロミック方式と Qualcomm と Pixtronix が手掛ける MEMS (微小電気機械素子) を使った方式をご紹介します。

(第 133 回: 2011 年 11 月 2 日)