

【技術分類】 2 - 4 フレキシブル有機 EL デバイス / 機能・特性

【 F I 】 H 0 5 B 3 3 / 1 4 @ A、H 0 5 B 3 3 / 0 2、H 0 5 B 3 3 / 0 4

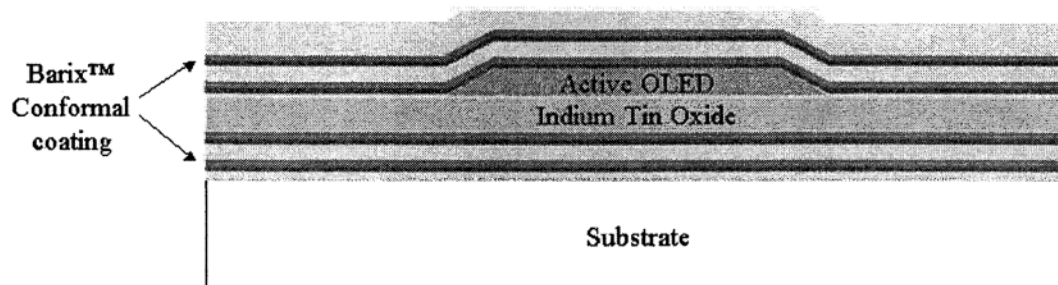
【技術名称】 2 - 4 - 1 発光特性

【技術内容】

商業的に入手可能である透明でフレキシブルなプラスチック基板の上に、フレキシブルで複合化したバリア膜を形成し、この上に有機 EL 素子を形成し、フレキシブル有機 EL ディスプレイを試作した。この基板は次世代の軽量でフレキシブルなディスプレイ用基板として製造されているものであり、透明導電性の薄膜 (ITO など) がバリア膜の上にコーティングされている。この基板上に形成されたフレキシブル有機 EL ディスプレイの構造、電流 - 電圧特性、電流 - 輝度特性および試作サンプル外観が示されている。

【図】

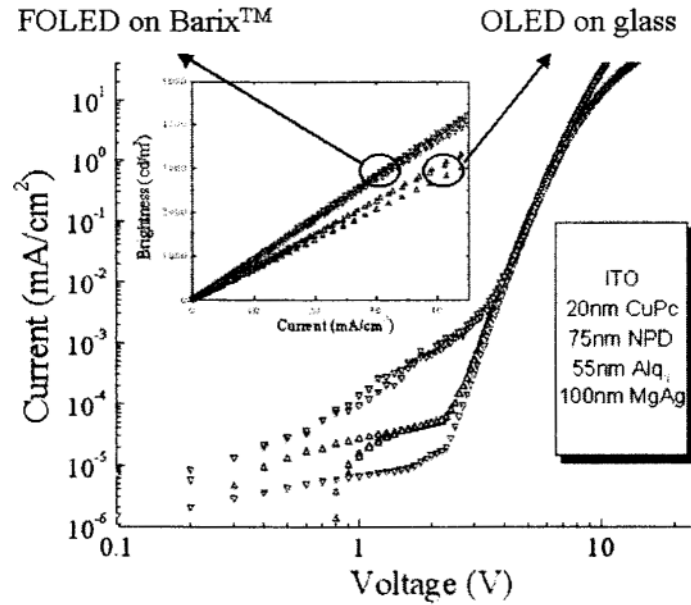
図 1 Barix™ を封止膜としたフレキシブルな有機 EL ディスプレイの模式的構造



出典 : 【出典 / 参考資料】 と同一、81 頁 Figure 5 Schematic cross section of a Barix™ encapsulated OLED. The substrate may be either rigid or flexible. Since the encapsulation is transparent across the visible spectral region, opaque substrates utilizing top-emitting OLEDs are also useable. Reprinted with permission from SPIE.

図 1 の説明 : 封止膜 Barix™ は可視光域で透明であるので、トップエミッション型の場合は不透明な基板材料でも使用し得る。

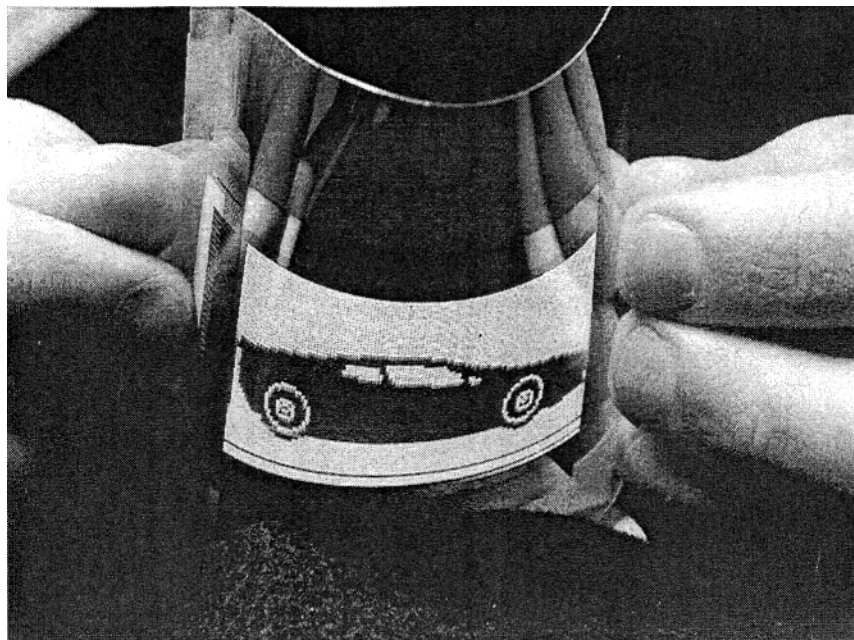
図2 有機EL素子の電流 - 電圧特性および発光輝度 - 動作電流特性



出典：【出典 / 参考資料】と同一、82 頁 Figure 7 Current-voltage characteristics of a vacuum-deposited FOLED™ grown on the engineered substrate. Inset: Brightness of the FOLED™ as a function of drive current. Reprinted with permission from SPIE.

図2の説明：有機EL素子の膜構成は、ITO/CuPc/NPD/Alq<sub>3</sub>/MgAgである。ガラス基板上よりもプラスチック基板上の素子が一定電流に対して高い輝度を示している

図3 試作サンプルの外観



出典：【出典 / 参考資料】と同一、79 頁 Figure 1 Photograph of a flexible OLED (FOLED™) display built in UDC's pilot line facility in Ewing, NJ. This passive matrix, 128x64 pixel display (400x500 micron pixel pitch), operating at a conventional video brightness of 100 nits, is fabricated on heat stabilized polyethylene terephthalate (PET) film (0.18 mm thick). Reprinted with permission from SPIE.

図3の説明：UDC社の試作ラインで製造されたものである。基板のPETフィルムの厚さは0.18mmである。

【応用分野】フレキシブル有機ELディスプレイ

【出典／参考資料】

「Gas Permeation and Lifetime Tests On Polymer-Based Barrier Coatings」, 「Proceedings of SPIE Vol.4105」, 2001年、P.E.Burrows、G.L.Graff、M.E.Gross、P.M.Martin、M.Hall、E.Mast、C.Bonham、W.Benett、L. Michalski、M.Weaver、J.J.Brown、D.Fogarty、L.S.Sapochak 著、SPIE 発行、75 - 83 頁

【技術分類】 2 - 4 フレキシブル有機 EL デバイス / 機能・特性

【 F I 】 H 0 5 B 3 3 / 1 4 @ A、H 0 5 B 3 3 / 0 2、H 0 5 B 3 3 / 0 4

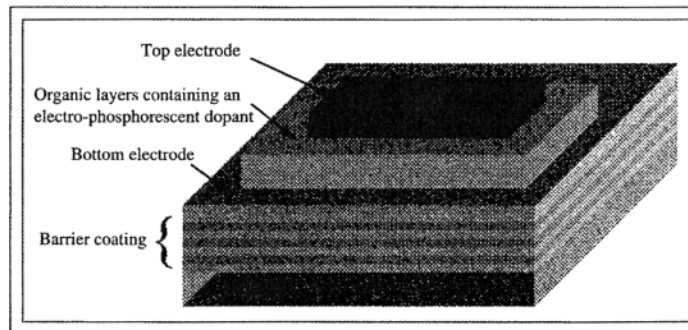
【技術名称】 2 - 4 - 2 曲げ性と発光

【技術内容】

有機 EL では、一重項による発光あるいは三重項による発光を利用するが、高効率の三重項の発光を利用した新しいタイプのフレキシブル有機 EL ディスプレイを開発した。このタイプの有機 EL ディスプレイは、従来のものに比し 4 倍の効率を持ち得る可能性がある。長寿命化のために、フィルム基板上に多層のバリア・コーティングを行った。構造は図 1 に示すようであり、0.175mm のフィルム基板の上に、ピクセル  $500 \times 400 \mu\text{m}$ 、モノカラー(緑色)パッシブ駆動のサンプルを作製した。図 2 に示すように、半径約 5mm で曲げられた状態でも発光した。

【図】

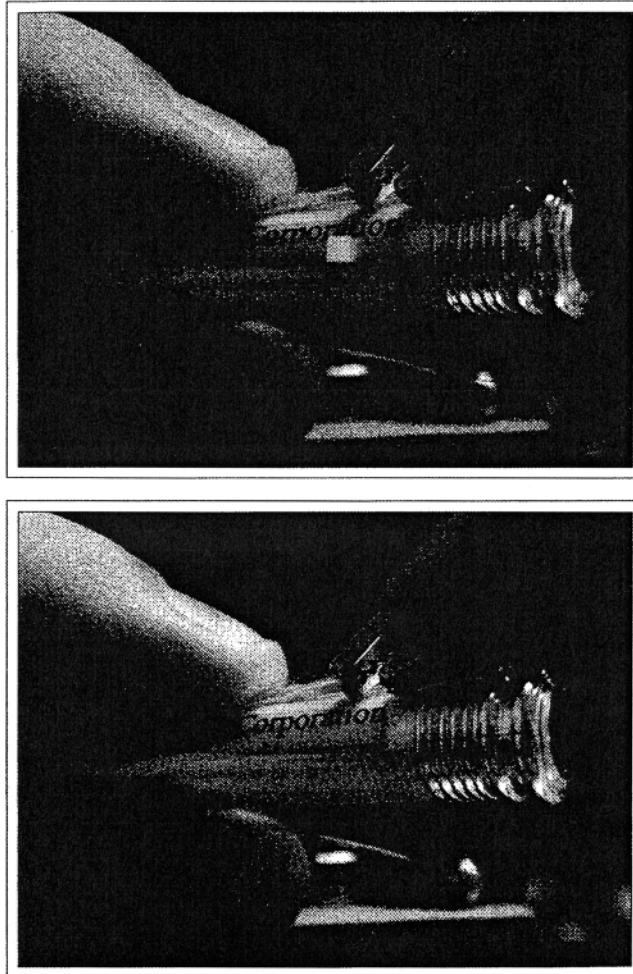
図 1 フレキシブル有機発光デバイス(FOLEDs™)の構造



出典：【出典 / 参考資料】と同一、26 頁 Fig.1 This FOLED™ was fabricated on a Barix™ flexible-substrate structure. Reprinted with permission from Society for Information Display.

図 1 の説明：バリア・コーティングは、Vitex 社の Barix™ を適用したものである

図 2 約 5mm 半径で曲げられた状態で発光



出典:【出典/参考資料】と同一、28頁 Fig.6 A flexible TOLED is shown here in both its ON(top) and OFF(bottom) state. The substrate has a radius of curvature of 5mm. Reprinted with permission from Society for Information Display.

図 2 の説明: 5mm<sup>2</sup> の発光領域を持った単一のトップエミッション型有機素子(TOLED)が半径約 5mm で曲げられた状態で発光した。上図は発光状態、下図はオフ状態。

【出典/参考資料】

「Flexible Organic LEDs」, 「Information Display 5&6/01 (SID2001)」, 2001年、Michael s.Weaver、J.J.Brown、R.H.Hewitt、S.Y.Mao、L.A.Michalski、T.Ngo、K.Rajan、M.A.Rothman、J.A.Sivernail、W.E.Bennet、C.Bonham、P.E.Burrows、G.L.Graff、M.E.Gross、M.Hall、E.Mast、P.M.Martin 著、Society for Information Display 発行、26 - 29 頁

【技術分類】 2 - 4 フレキシブル有機 EL デバイス / 機能・特性

【 F I 】 H 0 5 B 3 3 / 1 4 @ A、H 0 5 B 3 3 / 0 2、H 0 5 B 3 3 / 0 4

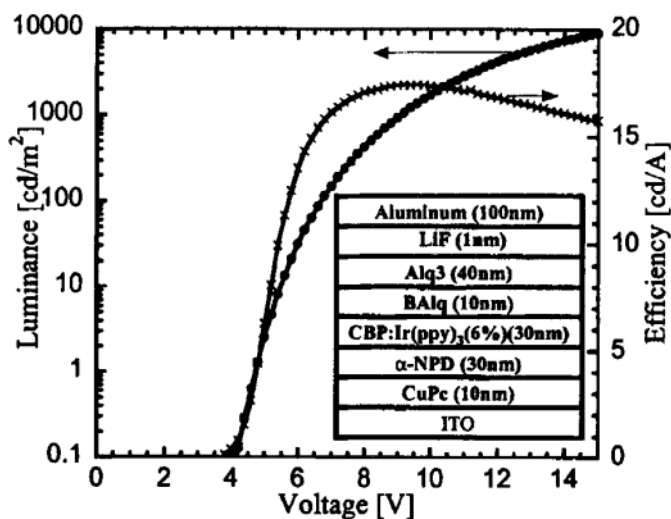
【技術名称】 2 - 4 - 3 長寿命化

【技術内容】

175  $\mu\text{m}$  厚さのポリエチレンテレフタレート (PET) 基板上に長寿命の有機 EL デバイスを形成した。PET 基板は有機 無機が多層のバリア膜がコーティングされている。寿命はガラス基板に形成されたデバイスに匹敵する。プラスチック基板の水蒸気の透過率は  $2 \times 10^{-6} \text{ g/m}^2/\text{day}$  と推定された。電流密度 2.5  $\text{mA/cm}^2$  で、初期輝度 425  $\text{cd/m}^2$ 、デバイスの寿命は 3800 時間であった。ガラス基板上では、10700 時間の報告もある。寿命は電流値に依存し初期輝度 100  $\text{cd/m}^2$  であればこのデバイスの寿命は 16000 時間に対応する。バリア層はポリアクリレート/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  の組み合わせを 5 回重ね合わせた上に、50nm 厚さの Ca 層と 1  $\mu\text{m}$  の Cu 層が蒸着されている。

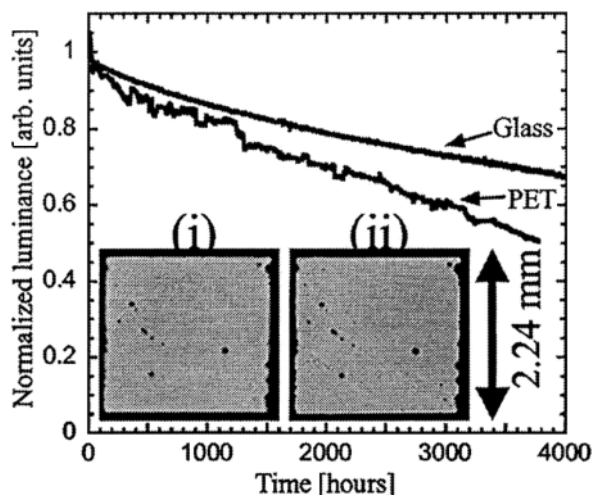
【図】

図 1 輝度、発光効率 - 電圧特性と有機 EL デバイスの構造



出典：【出典 / 参考資料】と同一、2930 頁 Fig.3 Typical luminance and luminance efficiency characteristics as a function of voltage for an OLED on barrier coated PET. The inset shows a schematic of the OLED architecture: ITO/CuPc (10 nm)/NPD (30 nm)/CBP:Irppy (6%) (30 nm)/BALq (10 nm)/Alq<sub>3</sub> (40 nm)/LiF (1 nm)/Al (100 nm). Reprinted with permission from American Institute of Physics.

図2 バリア層をコーティングしたPET基板上の、Ir(ppy)<sub>3</sub>がドーブされた有機ELデバイスの寿命



出典：【出典／参考資料】と同一、2931頁 Fig.4 Lifetime of an Ir(ppy)<sub>3</sub> doped OLED on barrier coated PET driven at 2.5 mA/cm<sup>2</sup>. An OLED with the same architecture on ITO coated glass driven at 2.6 mA/cm<sup>2</sup> is shown for comparison. The insets are images of the 5 mm<sup>2</sup> FOLED™ pixel at (i) 1200 and (ii) 3000 h. Reprinted with permission from American Institute of Physics.

図2の説明：PET基板上とガラス基板上に、同じ構造の有機ELを形成し寿命を比較した。PET基板上において、電流密度 2.5 mA/cm<sup>2</sup> で初期輝度 425cd/m<sup>2</sup> が半減する寿命は 3800 時間であった。挿入図に示されるように、1200 時間および 3000 時間後もダークスポットの発生は少ない。

【出典／参考資料】

「Organic light-emitting devices with extended operating lifetimes on plastic substrates」,  
「Applied Physics Letters Vol.81 Issue 16」,2002年10月14日、M. S. Weaver L. A. Michalski、  
K. Rajan、M. A. Rothman、J. A. Silvernail、J. J. Brown、P. E. Burrows、G. L. Graff、M. E. Gross、  
P. M. Martin、M. Hall、E. Mast、C. Bonham、W. Bennett、M. Zumhoff 著、American Institute of  
Physics 発行、2929 - 2931 頁

【技術分類】 2 - 4 フレキシブル有機 EL デバイス / 機能・特性

【 F I 】 H 0 5 B 3 3 / 1 4 @ A、H 0 5 B 3 3 / 0 2、H 0 5 B 3 3 / 0 4

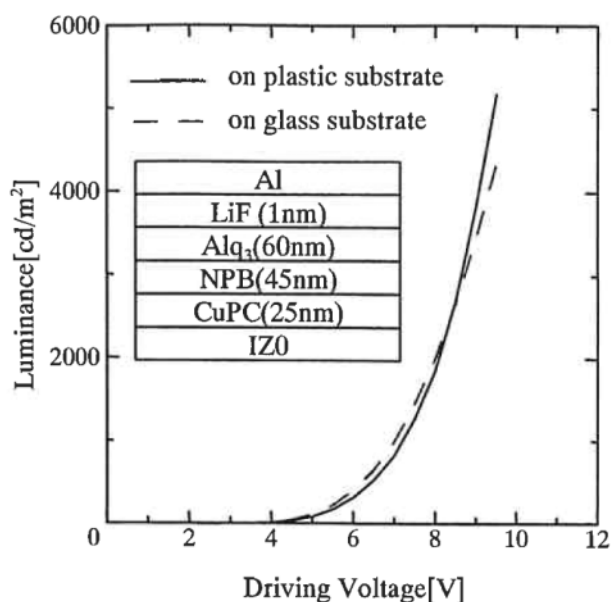
【技術名称】 2 - 4 - 4 発光特性、寿命、曲げ性

【技術内容】

フレキシブル有機 EL ディスプレイを開発した。プラスチック基板上の防湿膜としては SiON の多層構造を形成させた。封止膜としては、プラズマ化学気相成長法により形成した SiNx を使い、曲げ性改良のため UV 硬化型の樹脂をオーバーコートした。構造は、陽極 (IZO) / 正孔注入層 (CuPC) / 正孔輸送層 (NPB) / 発光層 (Alq<sub>3</sub>) / (LiF) / 陰極 (Al) / 封止膜 (SiNx) である。その結果、ガラス基板上の有機 EL ディスプレイとほぼ等しい特性が得られた。さらにこのフレキシブル有機 EL ディスプレイは曲げ性にも優れている、とくにプラスチック基板側が外側になる場合では直径 12mm までの曲げが可能であった。この構成による対角 3 インチのフルカラー・パネルを試作した。

【図】

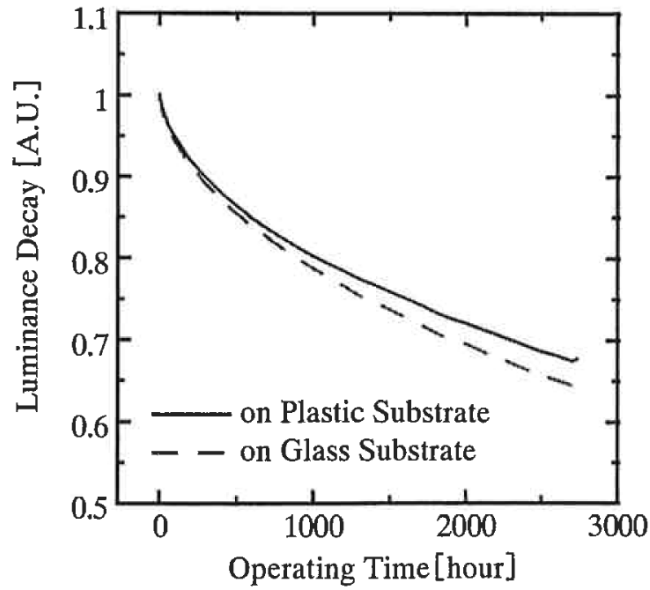
図 1 プラスチック基板とガラス基板の発光強度 / 電圧特性



出典：【出典 / 参考資料】と同一、1290 頁 Figure 3 Luminance versus voltage characteristics of OLED devices on a plastic substrate and a glass substrate.

図 1 の説明：プラスチック基板の有機 EL ディスプレイは、ガラス基板のものとほぼ等しい特性が得られた。

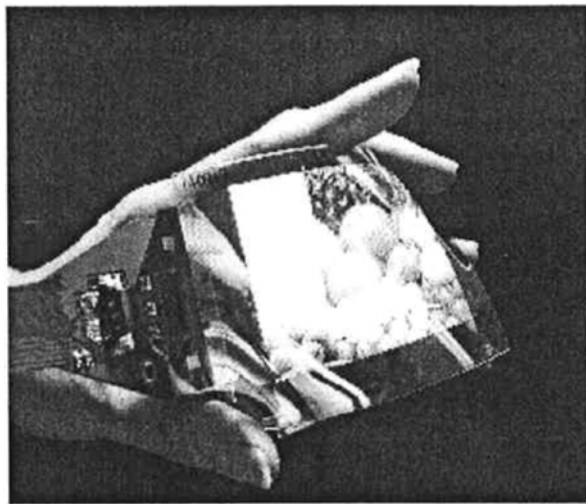
図2 プラスチック基板とガラス基板上的素子の発光強度の低下曲線



出典:【出典 / 参考資料】と同一、1290 頁 Figure 4 Luminance decay curves of devices fabricated on plastic and glass substrates.

図2の説明: 定常電流  $21.25\text{mA}/\text{cm}^2$  で、初期発光強度は  $1000\text{cd}/\text{m}^2$  であり、半値の発光強度には 6000 時間以上と推定された。ガラス基板と同等である。

図3 プラスチック基板上に試作された3インチフルカラーディスプレイ



出典:【出典 / 参考資料】と同一、1292 頁 Figure 7 Prototyped 3 inch full color display on a plastic substrate

表 1 試作パネルの仕様

<b>Size</b>	<b>3 inch diagonal</b>
<b>Resolution</b>	<b>160 x RGB x 120</b>
<b>Supply Voltage</b>	<b>9V</b>
<b>Duty</b>	<b>1/120</b>
<b>Gray Scale</b>	<b>256(8bits)</b>
<b>Thickness</b>	<b>0.2mm</b>
<b>Weight</b>	<b>3gr(Included IC)</b>
<b>Luminance</b>	<b>70cd/m<sup>2</sup></b>

出典：【出典 / 参考資料】と同一、1292 頁 Table 1 Specification of the prototyped panel

【出典 / 参考資料】

「Flexible OLED Display Using a Plastic Substrate」, 「Proceeding of the International Display Workshop (IDW '03)」, 2003 年、T.Miyake、A.Yoshida、T.Yoshizawa、A.Sugimoto、H.Kubota、T.Miyadera、M.Tsuchida、H.Nakada 著、Society for Information Display 発行、1289 - 1292 頁

【技術分類】 2 - 4 フレキシブル有機 EL デバイス / 機能・特性

【 F I 】 H 0 5 B 3 3 / 1 4 @ A、H 0 5 B 3 3 / 0 2、H 0 5 B 3 3 / 0 4、  
G 0 9 F 9 / 0 0 , 3 4 6 @ C

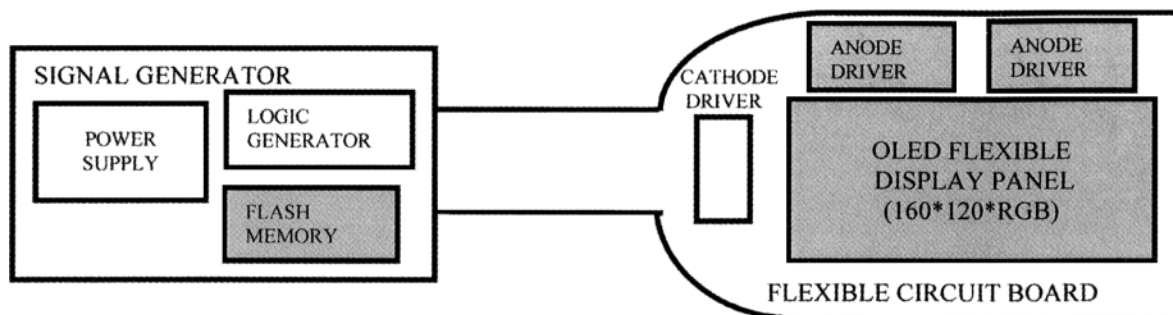
【技術名称】 2 - 4 - 5 駆動回路と発光

【技術内容】

フレキシブルフィルム基板に、有機 EL 素子を形成した。フィルム基板にバリア膜を、有機 EL 素子上には封止膜を形成している。バリア膜、封止膜ともに SiON 膜である。これにより有機 EL 素子は経時後も良好な発光特性を示し、ガラス基板に形成した素子と同等である。3 インチのフルカラー有機 EL ディスプレイを試作した。発光の際の各色別に発生する電圧の変動をなくすため、各色に独立したオフセット補償システムと輝度のバラツキをなくすため陽極駆動 IC を 2 つ使用するシステムを採用した。これによりフルカラー有機 EL ディスプレイにおいても輝度のバラツキを自動的に補償することが出来た。

【図】

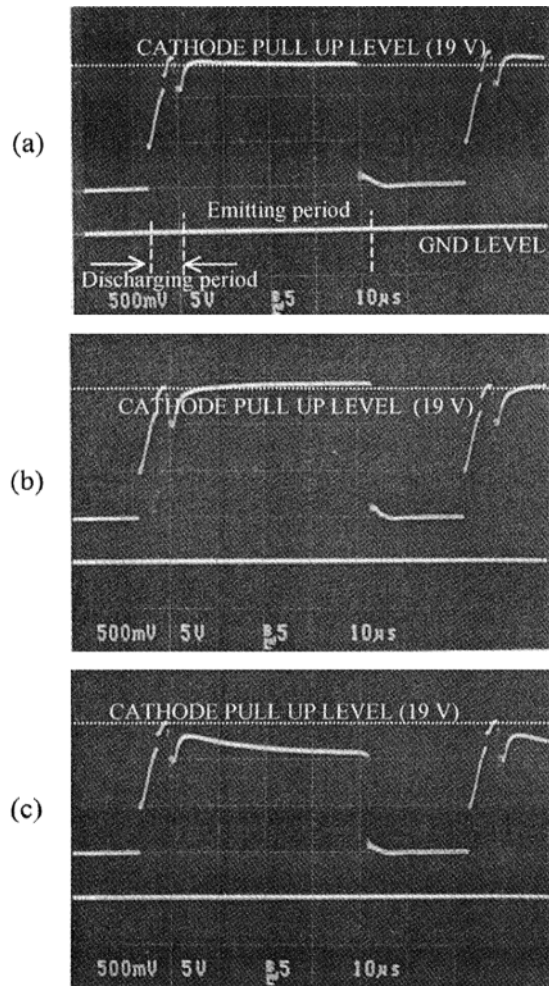
図 1 フレキシブル有機 EL ディスプレイの駆動システム



出典：【出典 / 参考資料】と同一、110 頁 Fig.12 Flexible OLED display system. Reprinted with permission from IEEE.

図 1 の説明：信号発生部はバッテリー駆動(DC7-15V)が可能であり、電源、ロジック発生、フラッシュメモリユニットからなる。駆動はパッシブ・マトリックス方式であり、陽極動作 IC は最大電圧 25V、最大電流  $620 \times 10^{-6}A$ 、ドライバー数は  $80 \times RGB$  である。陰極動作 IC は最大 35V、ドライバー数は 120 である。

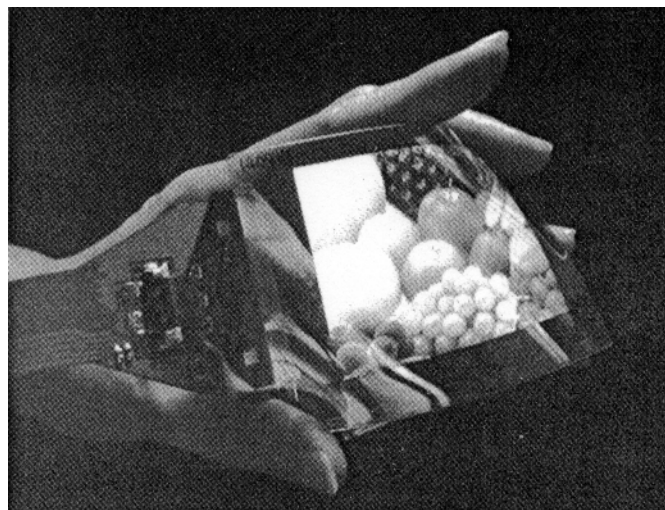
図2 各色別のオフセット法を採用しない場合の電圧波形



出典：【出典 / 参考資料】と同一、112 頁 Fig.15  $V_{OLED}$  waveform without individual offset potential (a) red, (b) green, and (c) blue. Reprinted with permission from IEEE.

図2の説明：定電流で発光させる有機EL素子内の寄生容量(parasitic capacitor)に起因する発光遅れがある。この電気容量をリセットするため同電圧を一度にかけると、フルカラーの場合、RGBによって陽極ポテンシャルが異なるため、電圧に変動を生じる。

図3 試作した3インチのフルカラー有機ELディスプレイ



出典：【出典 / 参考資料】と同一、110 頁 Fig.13 A 3-in full-color flexible OLED display.  
Reprinted with permission from IEEE.

図 3 の説明：解像度 160 × RGB、厚さ 0.2mm、重さ 3g(含む IC)、輝度 70cd/cm<sup>2</sup>である。

【応用分野】フレキシブル有機 EL ディスプレイ

【出典 / 参考資料】

「Flexible OLED Displays Using Plastic Substrates」、IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS Vol.10 Issue 1、2004 年、Akira Sugimoto、Hideo Ochi、Soh Fujimura、Ayako Yoshida、Toshiyuki Miyadera、Masami Tsuchida 著、IEEE 発行、107 - 114 頁