

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 F I 】 H 0 5 B 3 3 / 0 4

【技術名称】 2 - 3 - 2 - 1 ポリマー / 金属多層膜形成法 (PML 法 , LML 法)

【技術内容】

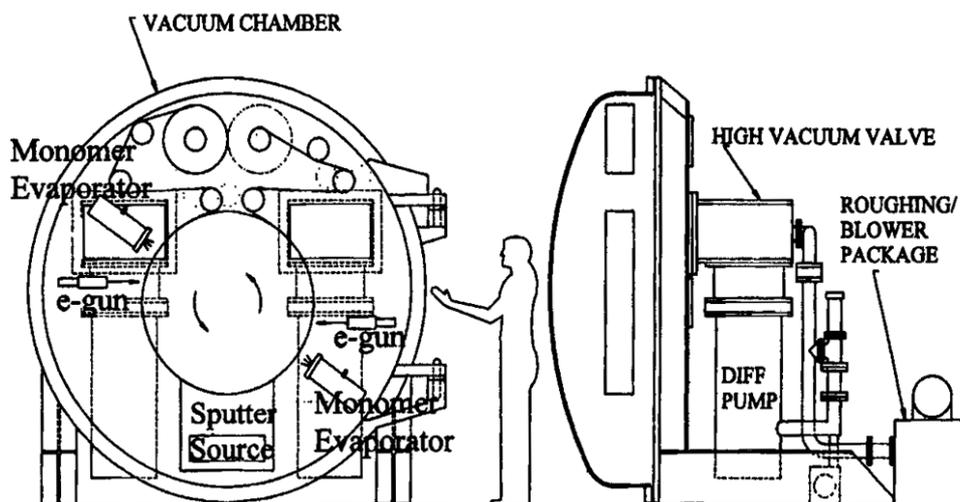
ポリエステルフィルムへの新しい真空蒸着法を開発した。第一の方法は、モノマー液体を真空フラッシュ蒸発させ、液体膜として凝縮させ、放射線による架橋をさせ固体膜を形成させるものである。この方法は、PML(polymer multi-layer)プロセスと名付けられた。第二の方法は、反応性の液体、混合物あるいはスラリーを基板の上に真空下で塗布し、ついで放射線による架橋をさせ固体膜を形成させるものである。塗布は、押し出しダイ、グラビアロール、スプレーまたはそのほかの大気中で行われるロールによる塗布の技術を使用することが出来る。この方法を LML(liquid multi-layer)と名付けた。PML 法、LML 法とも同一の装置で処理することが出来る。

PML 法により、ポリマー/銀/ポリマー反射鏡とタンタル/ポリマー/タンタルのファブリ・フェロー干渉フィルターが作成された。反射率は銀を直接ポリエステル基板上に形成するのに比べ、PML 法ではレベリング効果により良好な結果が得られている。架橋は電子線と紫外線による 2 方法で行われている。処理速度は 500m/分であり、スパッタリング、蒸着あるいはプラズマ化学蒸着(PECVD)法など従来の方法よりも速い処理を可能とした。またこの装置では連続処理が可能でありロール・ツー・ロールを実現している。LML 法では、基板フィルムと屈折率の一致した膜を形成している。

この技術の応用として、従来のスパッタリング、蒸着法に変わり、PML 法では反射板、窓などの赤外線遮蔽膜、反射防止膜、レーダー吸収膜、包装用バリア膜などが、LML 法では電池電極材料が、工業的に安価に製造することができるとしている。この技術は有機 EL 用フレキシブル基板のバリア膜形成に用いられている。

【図】

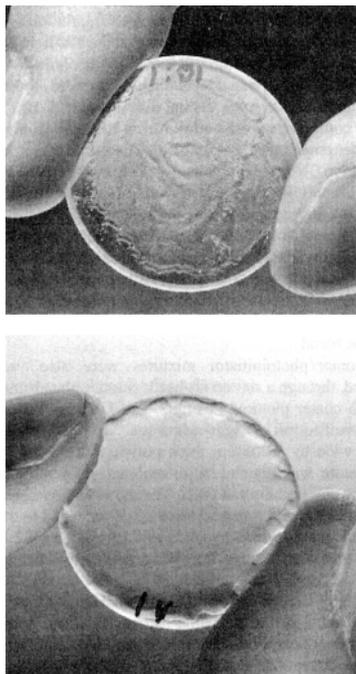
図 1 装置の概要



出典 : 【出典 / 参考資料】 と同一、45 頁 Fig.2 Schematic diagram of the new PML system shown in a configuration to make polymer/metal/polymer multilayers such as solar reflector or window film coatings. Reprinted with permission from Elsevier Science S.A.

図 1 の説明 : 処理速度 0-166m/分、処理方向は 2 方向が可である。

図2 LML法で作製されたサンプル(写真下)



出典：【出典 / 参考資料】と同一、45 頁 Fig.4 Comparison of non-index(top) and index matched(bottom) thin film polymer/CaF₂ composites. The films were UV polymerized from monomer/CaF₂ slurries that were 10%CaF₂ by volume. Reprinted with permission from Elsevier Science S.A.

図2の説明：LML法で作製された(写真下)は反射率をポリマーと合致させ、像の乱れがない膜が得られている。

【出典 / 参考資料】

「Vacuum deposited polymer/metal multilayer films for optical application」, 「Thin Solid Films Vol.270」, 1995 年、John Affinito、Peter Martin、Mark Gross、Chis Coronado、Eric Greenwell 著、Elsevier Science S.A.発行、43 - 48 頁

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 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

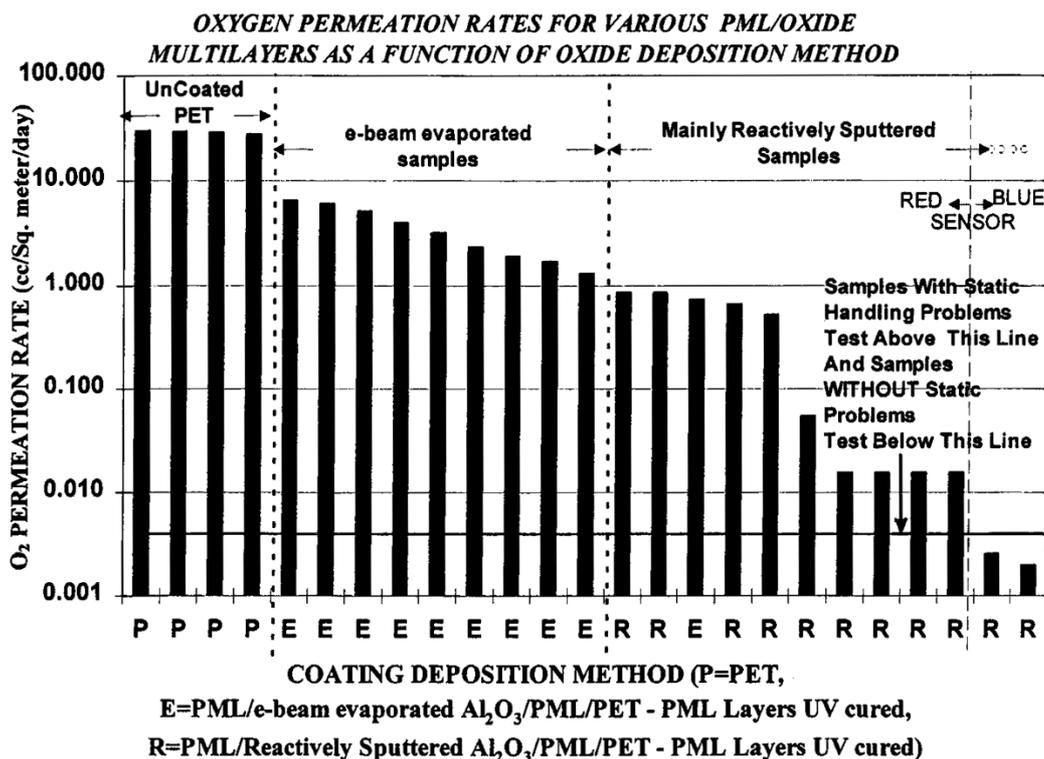
【技術名称】 2 - 3 - 2 - 2 フレキシブル基板の処理と性能

【技術内容】

50 μm と 100 μm 厚さのポリエチレンテレフタレート (PET) 基板上に、ポリエステル/酸化物/ポリエステルからなるバリア層のコーティングを行った。酸化物層は Al₂O₃ のスパッタまたは電子線蒸着により、またポリエステル層は PML 法により形成された。PML 法におけるモノマーの架橋硬化については、UV、電子線照射および UV 後の電子線照射の各方法に依存して架橋度が変わる。(PML 法については「2 - 3 - 2 - 1」を参照下さい) ポリエステル/酸化物/ポリエステルからなるバリア層の酸素と水蒸気の透過度は、PET 基板に対して 4 桁小さく、PET に酸化物単層を形成した PET に比較しても 3 桁小さい。スパッタで形成された Al₂O₃ 層を持つときは、PML 層が、電子線キュアに比べ UV キュアされた場合が良い結果が得られる。この場合の UV キュアされた表面は特に平滑であり、表面粗さは 8 ~ 15 RMS の低いレベルにある。電子線キュアの場合は新たな周期性のある表面形状を示しているが、UV キュア、電子線キュアともに元の基板の表面形状の影響は消えている。

【図】

図 1 PET 基板と PET 基板/PML/Al₂O₃/PML 層の各種処理法による酸素透過率の比較

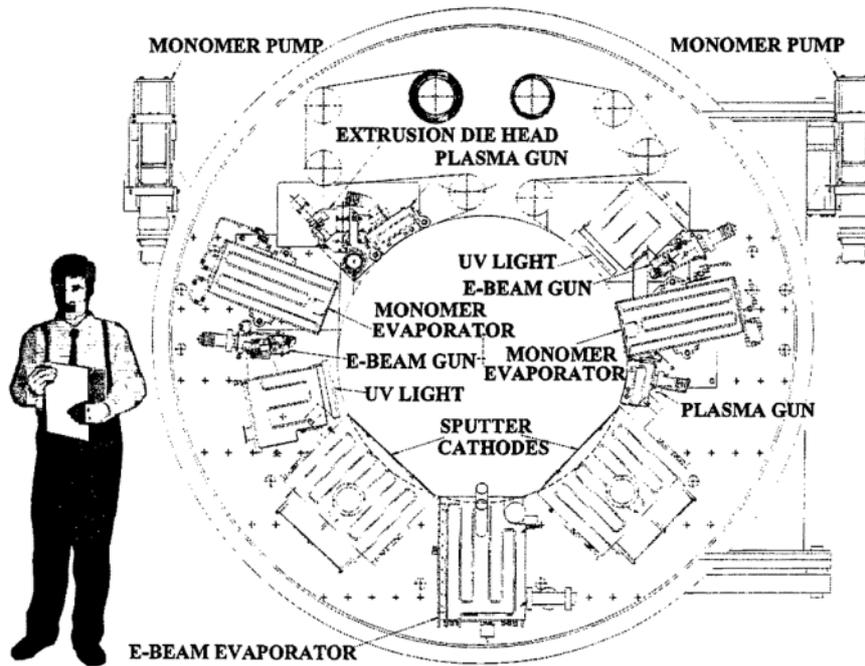


出典 : 【出典 / 参考資料】 と同一、20 頁 Fig.1 Previous work with PET/PML(1 μm)/ Al₂O₃ (250 μm)/PML(0.25 μm) barrier layers comparing O₂ permeation rate differences arising from variations in handling for both e-beam evaporated Al₂O₃ and sputtered Al₂O₃. Reprinted with permission from Elsevier Science S.A.

図 1 の説明 : PML/Al₂O₃/PML からなるバリア層の酸素透過度は、PET 基板の酸素透過度に対して 4 桁以上小さい

図2 PML コーターの模式的な図

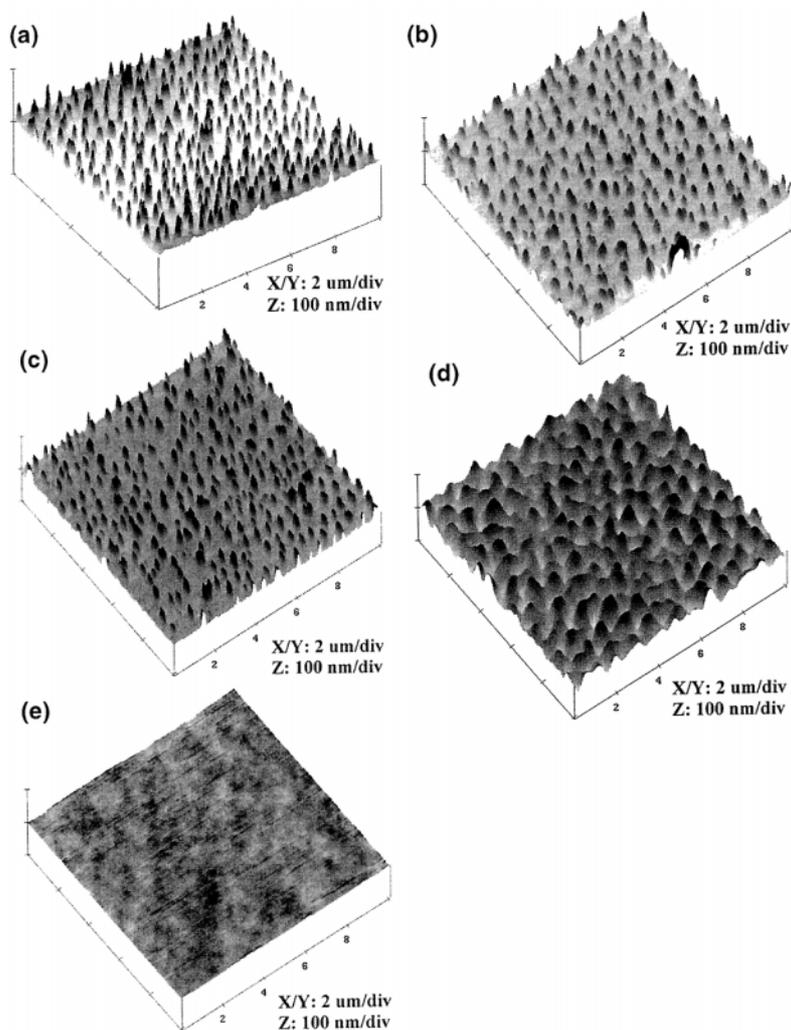
LAYOUT OF THE PML WEB COATER



出典：【出典 / 参考資料】と同一、20頁 Fig.2 Schematic layout of the vacuum web coater. The processing hardware can be moved to any location around the central chill drum. The central chill drum is 1.22m in diameter with a width of 17.75cm. The overall chamber diameter is 3.2m and the chamber depth is 76cm. Reprinted with permission from Elsevier Science S.A.

図2の説明:処理される条を巻きつけている中央の冷却ドラムは直径1.22m、幅は17.75cmである。外形寸法は直径3.2mであり、処理室の奥行きは76cmである。

図3 処理条件と表面形状



出典：【出典／参考資料】と同一、21頁 Fig.3 AFM scan of: a. virgin PET substrate material; b. PET/e-beam evaporated Al_2O_3 (200 \AA); c. PET/eb-cured PML(1 μm) /reactively sputtered Al_2O_3 (200 \AA); e. PET/UV-cured PML(1 μm) /reactively sputtered Al_2O_3 (200 \AA). Reprinted with permission from Elsevier Science S.A.

図3の説明：(e)のUVキュアされた表面は特に平滑であり、表面粗さは8～15 RMSの低いレベルにある。(d)の電子線キュアの場合は新たな周期性のある表面形状を示す。

【出典／参考資料】

「PML/oxide/PML barrier layer performance differences arising from use of UV or electron beam polymerization of the PML layers」, 「Thin Solid Films Vol.308-309」, 1997年、J.D.Affinito、Stephan Eufinger、M.E.Gross、G.L.Graff、P.M.Martin 著、Elsevier Science S.A.発行、19 - 25頁

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 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 - 3 - 2 - 3 有機 EL 用フレキシブル基板への要求性能

【技術内容】

とくに有機 EL 用の樹脂基板については、ガス・バリア性と水蒸気バリア性が要求される。酸素あるいは水蒸気に曝されたとき、有機 EL 素子はダークスポットを生成し短寿命化する。商業的に供給可能な樹脂あるいは処理された基板ではバリア性において不十分である。最近開発された Battelle-Delta V™ のポリマー多層コーティング技術による基板は、表 1 に示すように、標準的な測定方法の限界以下の酸素および水蒸気透過率を示す。

また、米国ディスプレイコンソーシアム(the United States Display Consortium, USDC)は、要求性能を、Proposal #98-37 としてまとめた。この内容は、本報告の付属資料 A として記載されている。ここでは表 2 として抜粋記載した。

【図】

表 1 PET と PML 法による処理を行った基板の酸素と水蒸気の透過率比較

Sample Description	OTR cc/m ² /day	WVTR g/m ² /day
PET (2 mil)	30.5	5.3
PET/Oxide	1.55	1.5
PET/Metallized	0.6	0.17
Battelle-Delta V (1-dyad)*	<0.005	.27
Battelle-Delta V (1-dyad/ITO)*	<0.005	0.01
Battelle-Delta V (2-dyad)*	<0.005	<0.005

出典：【出典 / 参考資料】に同一、457 頁 Table 2 Comparison of measured oxygen and water vapor transmission rates (OTR,WVTR) for standard films and Battelle-Delta V™s PML technology. Reprinted with permission from Society of Vacuum Coaters.

表 1 の説明：PML 法による Battelle-Delta V™ は、透過率が通常の測定法の検出限界以下のレベルにある。

表 2 付属資料 A からの抜粋

- (1) Barrier Properties...Targets; < 1 μ gH₂O/(m²day)@38 ,90%relative humidity (R.H.) ;10⁻³ccO₂/(m²day atm)
- (2) Transmittance and Haze... > 85% transmittance (> 90% without ITO) between 400 and 800nm with less than 0.5% haze. Must have a clear/neutral appearance.
- (3) Roughness...an rms roughness of less than 2.0nm by atomic force microscopy
- (4) Thickness Uniformity...省略
- (5) Inclusion Size/Density...省略
- (6) Chemical Resistance...省略
- (7) Heat Resistance...省略
- (8) Environmental Stability...省略
- (9) Flex Resistance...省略
- (10) UV resistance...省略

- (11) Available Sizes...Should be available in sizes of at least 300mmx360mm
 - (12) Cost Objective...Should be <\$60/m² in commercial quantities.
 - (13) Hardness...省略
 - (14) Electrical Resistivity...省略
 - (15) Film Adhesion...省略
 - (16) Abrasion Resistance...省略
 - (17) Thermal Expansion Coefficient...省略
 - (18) Index of Refraction: Should be index matched to base polymer
- 以下は、ITO 膜についてである；
- (19) Sheet Resistance...省略
 - (20) Film Adhesion...省略
 - (21) Abrasion Resistance...省略

出典：【出典 / 参考資料】に同一、458 - 459 頁 APPNDIX A

【出典 / 参考資料】

「Requirements of Flexible Substrates for Organic Light Emitting Devices in Flat Panel Display Applications」、 「Society of Vacuum Coaters 42nd Annual Technical Conference Proceedings」、1999年、J.K.Mahon、J.J.Brown、T.X.Zhou、P.E.Burrows、S.R.Forrest 著、Society of Vacuum Coaters 発行、456 - 459 頁

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 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

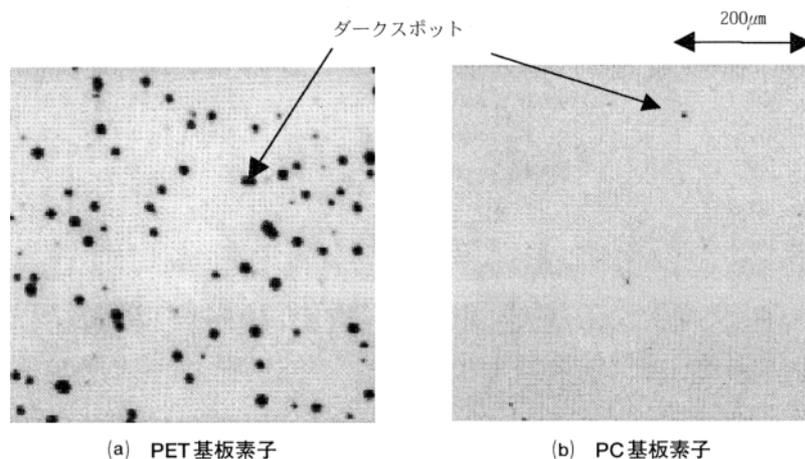
【技術名称】 2 - 3 - 2 - 4 PET/PC 基板と処理後の性能

【技術内容】

フレキシブル有機 EL ディスプレイにおいてプラスチックフィルム基板について、基板に求められる要件のうち、表面平滑性と防湿性について検証と検討を行った。表面平滑性については、PET(ポリエチレンテレフタレート)とPC(ポリカーボネート)上に形成した有機 EL 素子の発光状態を比較し、ダークスポット(素子の非発光点)の点から PC 基板が比較的良好な発光状態を示した。表面上の突起の有無の差が影響している。防湿性については、封止膜としてプラズマ CVD 法による SiN_x 膜(茶褐色を帯びる)を採用し、基板側の防湿膜としては SiO_xN_y 膜(無色透明)を採用し SiO_xN_y 膜組成の最適化を図った。一般的に用いられているモコン透湿度測定法で基板上に形成した膜の水分透過を測定し、その値が測定限界以下であっても、有機 EL 素子で評価すると防湿性に差が現れるので、有機 EL 素子を作成し保存試験に伴う発光面積の変化で防湿性を評価した。その結果、 SiO_xN_y 膜中において O/O+N 比が 40~80% で、90%以上の光線透過率を有し、かつ保存試験(60 / 95%RH/500h)後も初期発光面積を維持する防湿性を備えた膜を得ることができた。

【図】

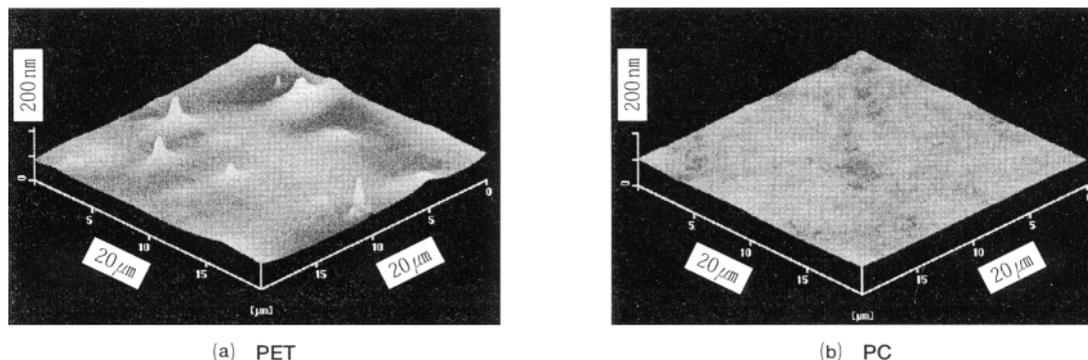
図 1 フィルム基板有機 EL 素子の顕微鏡写真(発光状態)



出典:【出典 / 参考資料】に同一、12 頁 写真 1 フィルム基板有機 EL 素子の顕微鏡写真(発光状態)

図 1 の説明 : PET 基板上の素子にはダークスポットが点在している。

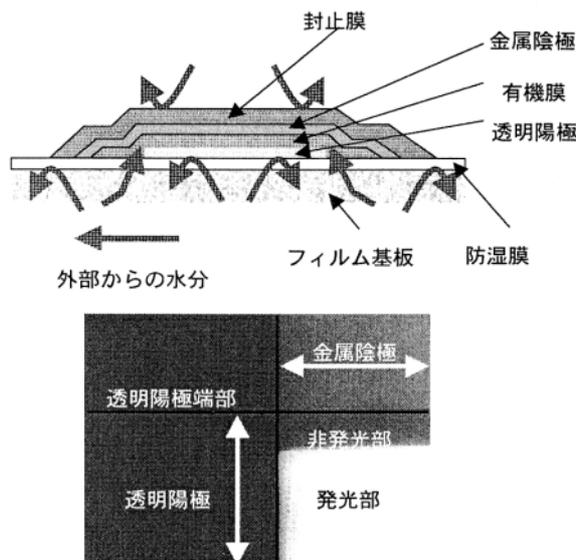
図 2 基板表面の AMF(Atomic Force Microscope : 原子間力顕微鏡)イメージ



出典：【出典 / 参考資料】に同一、12 頁 図2 基板表面の AMF イメージ

図2の説明：素子作成に用いたのは、二軸延伸法による PET と溶液キャスト法による PC である。
二軸延伸法による PET においては、製法上巻取りを容易にするため易滑剤のものと思われる突起が基板表面に点在している。その高さは数十～百数十 nm と有機 EL 薄膜の厚さと同等以上である。このため、その部分には良好な素子が形成されず、ダークスポットを呈していると推測される。

図3 防湿性評価用素子構造(上)と素子観察部位の光学顕微鏡写真(下)



出典：【出典 / 参考資料】に同一、14 頁 図3 防湿性評価用素子構造(上)と素子観察部位の光学顕微鏡写真(下)

【出典 / 参考資料】

「プラスチックフィルムベースの有機 EL ディスプレイ」,「月刊ディスプレイ Vol.7 No.7」, 2001 年 7 月、宮寺敏之、吉田綾子、杉本晃、宮口敏著、株式会社テクノタイムズ社発行、11 - 15 頁

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 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

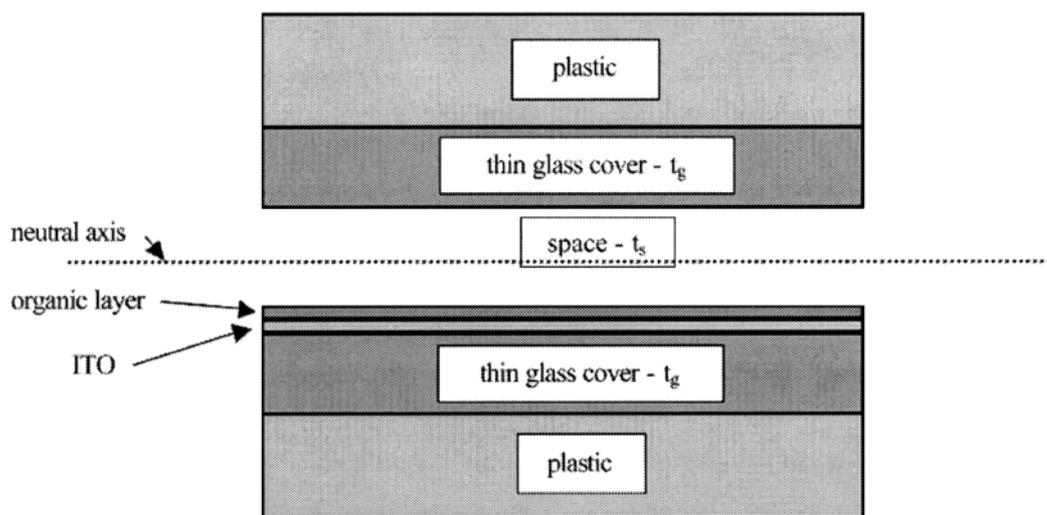
【技術名称】 2 - 3 - 2 - 5 極薄ガラス基板

【技術内容】

フレキシブル有機 EL 素子の基板としてプラスチックが用いられるが、透湿性と酸素透過性が高く問題がある。ガラスはバリア性は良好であるが、脆く、小さな歪みしか耐えられない。しかしながら極薄ガラス素材であればフレキシビリティを保てる。かつてシリコンチップを搭載したスマートカードで検討されていたと同様に、有機 EL 素子を搭載したスマートカードを目的に検討した結果、要求されるフレキシビリティは十分達成できること確認した。独国製の 50 μm 厚さの 2 種類のホウケイ酸ガラスで、22×11mm の大きさに切り出した試料を用いた。ガラス試料はまずシクロヘキサノン表面および端面に塗布し、225 × 1h の処理を行った。ガラス表面でのシクロヘキサノン層は 2~5 μm の厚さである。このシクロヘキサノン層によりガラスの微細なクラックを防止し、強度のばらつきが少なくなり、結果としてフレキシビリティも向上する。

【図】

図 1 有機 EL 素子を内部に包み込んだ多層構造の模式図



出典:【出典 / 参考資料】と同一、48 頁 Fig.1 Schematic multi layer structure of an encapsulated OLED. Reprinted with permission from Elsevier Science B.V.

表 1 22×11 mm D263 ガラスを用いた試料(図 1 の構造を持った)の曲げテスト結果

Condition	Number of specimens	Average fracture strain (%)
No coating	2	0.26
Surface coating	2	0.30
Thick edge coating	3	0.22
Thin edge coating	7	0.29

出典:【出典 / 参考資料】と同一、49 頁 Table 2 Fracture tests on 22×11 mm D263 specimens. Reprinted with permission from Elsevier Science B.V.

表 1 の説明 : D263 は、Schott 社(独)の高純度ホウケイ酸ガラスの製品グレード名である。

【出典 / 参考資料】

「Ultrathin glass for flexible OLED application」, 「Thin Solid Films Vol.417」, 2002 年、Mark Dai Joong Auch、Ong Kian Soo、Guenther Ewald、Chua Soo-Jin 著、Elsevier Science B.V. 発行、47 - 50 頁

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 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

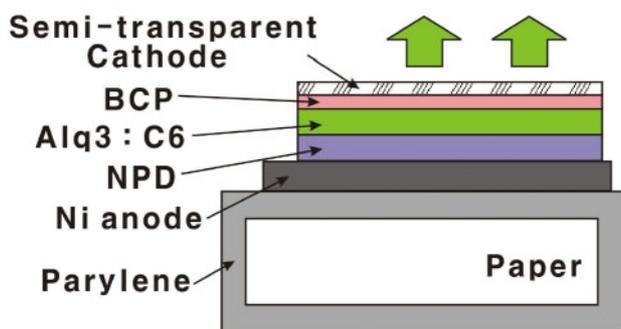
【技術名称】 2 - 3 - 2 - 6 紙基板

【技術内容】

紙基板上にトップエミッション型有機 EL 素子 (TEOLED: top emission organic light emitting device) を形成した。基板は商用のインクジェット用紙を採用した。紙は水分と気体の透過を防ぎ、表面の粗さを改善するために樹脂によりコーティングされた。樹脂はパリレン™であり、各種の厚さと酸化シリコン膜やポリイミド膜との複合構成も評価した。パリレン™樹脂は真空中でパリレンコーターにより紙基板の両面に塗布された。有機 EL 素子構造は、陽極として金属ニッケル、発光層はトリス (8-ヒドロキシキノリン) アルミニウム (Alq_3)、陰極は半透明のフッ化リチウム/アルミニウムである。5 μm 厚さのパリレン™を 2 回塗りしたサンプルにおいて良好な発光特性が得られ 19.5V、100mA/cm² で 342cd/m² の発光を示した。

【図】

図 1 商用のインクジェット紙上に形成した有機 EL 素子の構造



出典：【出典 / 参考資料】と同一、1005 頁 Fig.1 Fabricated TEOLED on the real ink-jet paper substrate. Reprinted with permission from Society for Information Display.

図 1 の説明：紙基板の両面にパリレン™樹脂を塗布した上に、形成されたトップエミッション型有機 EL 素子である。EL 素子としては、陽極として金属ニッケル、発光層はトリス (8-ヒドロキシキノリン) アルミニウム (Alq_3)、陰極は半透明のフッ化リチウム/アルミニウムである。

表 1 基板処理条件と Ni 電極の面抵抗率

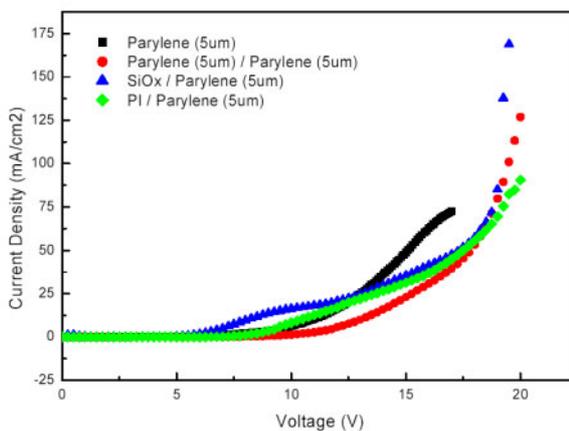
Substrate	Sheet resistance ($\Omega/sq.$)
Bare paper	25.7
Parylene (5 μm)	5.5
Parylene (20 μm)	2.4
Parylene (5 μm) / Parylene (5 μm)	4.7
SiOx / Parylene (5 μm)	9.2
Polyimide (100nm) / Parylene (5 μm)	34.2

出典：【出典 / 参考資料】と同一、1006 頁 Table 1 Sheet resistance of Nickel as a function

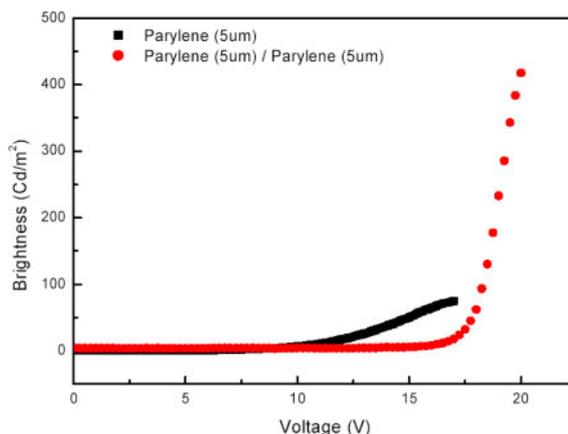
of substrate. Reprinted with permission from Society for Information Display.

表 1 の説明 : Ni 電極の面抵抗率への基板処理条件の影響。Ni 層は 150nm 厚さである。パリレン™の単層厚膜で面抵抗率は最小になるが、図 2 に示されるように得られる最大電流密度は $75\text{mA}/\text{cm}^2$ と低かった。

図 2 紙基板のトップエミッション型有機 EL 素子の電気特性と発光特性



(a)



(b)

出典 :【出典 / 参考資料】と同一、1006 頁 Fig.3 Electrical characteristic curve (a) and luminance curve (b) of TEOLED on paper. Reprinted with permission from Society for Information Display.

図 2 の説明 : $5\ \mu\text{m}$ 厚さのパリレン™を 2 回塗りしたサンプルにおいて良好な発光特性が得られ 19.5V、 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ で $342\text{cd}/\text{m}^2$ の発光を示した。

【出典 / 参考資料】

「Top Emission Organic EL Display on Paper Substrate」, 「SID '04 DIGEST」, 2004 年、Chan-Jae Lee、Dae-Gyu Moon、Jung-In Han 著、Society for Information Display 発行、1005 - 1007 頁

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 F I 】 H 0 5 B 3 3 / 1 4 @ B、C 0 9 K 1 1 / 0 6、H 0 5 B 3 3 / 2 2 @ D

【技術名称】 2 - 3 - 2 - 7 デンドリマーを用いたホール輸送層

【技術内容】

新規の精密金属集積能を有するフェニルアゾメチン(DPA)デンドリマー誘導体の合成とEL素子のホール輸送材料としての利用可能性の検討を行った。また有機EL素子の発光材料として検討するために、金属錯体形成能を有するDPAデンドロン基を側鎖に導入したポリフェニレンビニレン(PPV)誘導体を新規合成し、その錯形成能の検討と発光材料としての評価を行った。

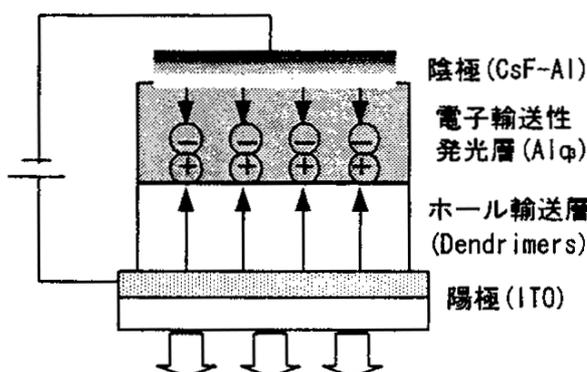
デンドリマーを用いたホール輸送層としての検討においては、用いた有機EL素子は図1のような2層構造(陽極/ホール輸送層/電子輸送層/陰極)を用い、ホール輸送層であるデンドリマー層はスピンキャスト法により製膜(約30nm)、電子輸送性の発光層であるAlq₃(50nm)および陰極としてCsF(0.3nm)-Al(100nm)は真空蒸着法により形成して作製した。今回新たに分子量が一万を越す(Mw;11190)第5世代のDPAデンドリマー(DPA-G5)の合成に成功し、改めて第1世代から第5世代までのDPAデンドリマーについてのEL素子特性と、金属錯体効果について第3,5世代を用いて検討した。その結果、第3世代のDPAデンドリマーにおいて最大素子特性(最大輝度550cd/m² at 11.0V、最大効率0.1181lm/Wat at 7.0V)を示した。

化学工業日報新聞によれば、「神奈川科学技術アカデミー(KAST)と大日本印刷は、高輝度化を図りながら低電圧駆動を実現する高分子系有機EL素子の開発に成功した。正孔輸送層にデンドリマー分子(錫金属錯体)を採用したもので10V以下の電圧で高輝度発光が得られる。今後、両者は印刷技術を組み合わせポスター、電子ペーパーなどへの適用を検討する。」

(本報告のフェニルアゾメチン(DPA)デンドリマー誘導体の発光材料としての利用可能性検討の部分については「2 - 3 - 1 - 7」にまとめる。)

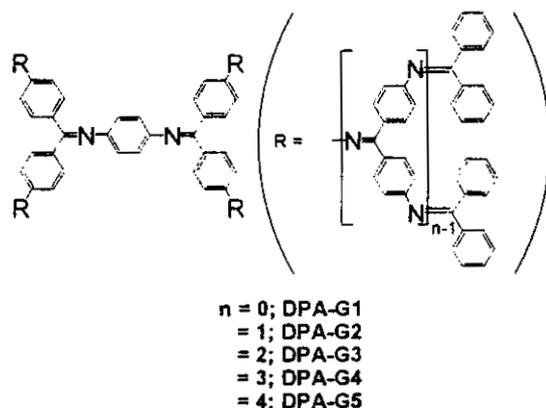
【図】

図1 二層構造の有機EL素子



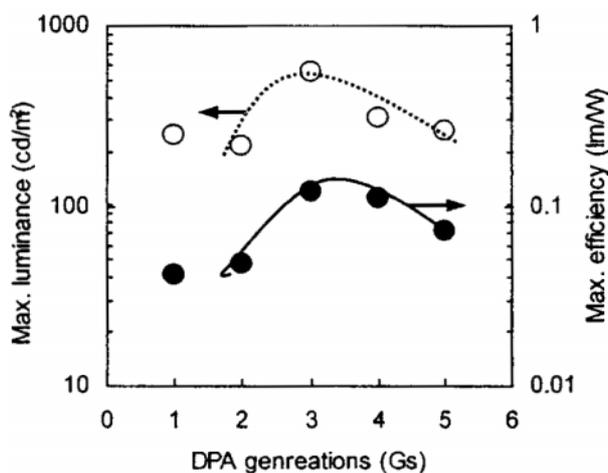
出典：【出典 / 参考資料】 (1)に同じ、9頁 図1 二層構造の有機EL素子

図2 DPA デンドリマーの構造



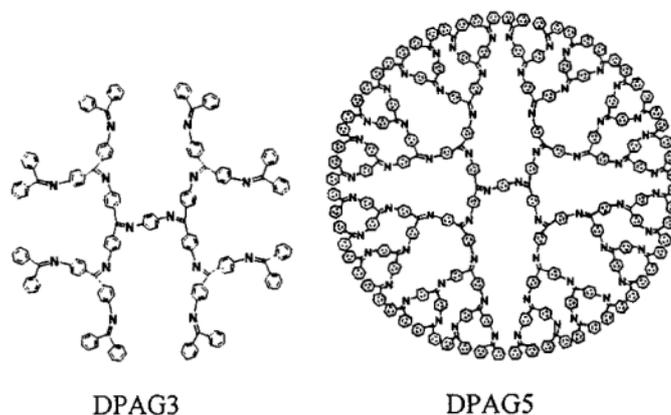
出典：【出典／参考資料】(1)に同じ、9頁 図2 DPA デンドリマーの構造

図3 DPA デンドリマーの世代による EL 素子の輝度(cd/m^2)、発光効率特性(lm/W)



出典：【出典／参考資料】(1)に同じ、9頁 図3 DPA デンドリマーの世代による EL 素子の輝度(cd/m^2)、発光効率特性(lm/W)

図4 第3世代および第5世代 DPA デンドリマー



出典：【出典／参考資料】(1)に同じ、10頁 図4 第3世代および第5世代 DPA デンドリマー

【出典／参考資料】

(1)「金属集積型 dendrimer を用いた有機 EL 素子」,「KAST 平成 15 年度研究概要」, 2004 年 9 月

7日、趙俊相、木本篤志著、神奈川科学技術アカデミー発行、9 - 16 頁

(2)「新有機 EL 素子、低電圧で高輝度化、新開発の dendritic 正孔輸送層に採用」化学工業日報、平成 16 年 9 月 15 日」

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 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 / 2 8

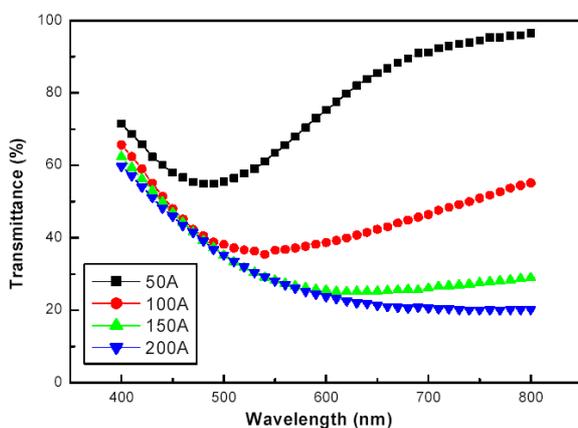
【技術名称】 2 - 3 - 2 - 8 透明電極 (Ca-Ag)

【技術内容】

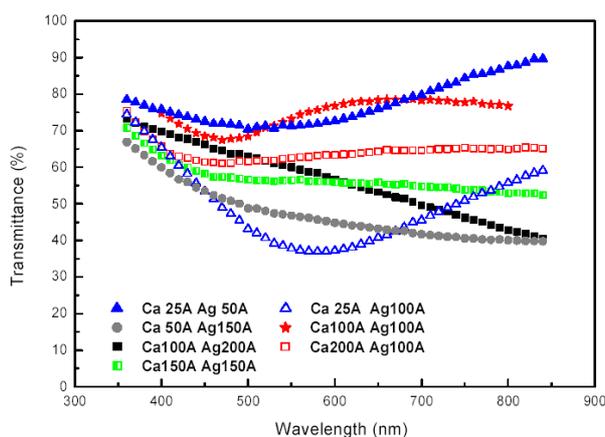
フレキシブル有機 EL ディスプレイにとって透明電極は重要である。透明導電性酸化物としては、ITO、インジウム酸化物、IZO などがある。この中で ITO がもっとも一般的に用いられる。しかしトップエミッション型の有機 EL 素子の場合、ITO プロセスは有機 EL デバイスに影響を及ぼしやすく、また変形に対して ITO 膜はクラックを生じやすいという欠点がある。本報告ではトップエミッション型の有機 EL 素子の陰極として、Ca-Ag の 2 層構造の膜について検討した。膜は真空熱蒸着法によって形成され、Ca 層 10nm 厚さ + Ag 層 10nm 厚さにおいて、高い光透過度である 75% および低抵抗である $12 \text{ } / \text{sq}$ 以下を示した。この形成プロセスは下の有機 EL 素子に影響を及ぼさず、機械的変形に対しても強い。

【図】

図 1



(a)



(b)

出典：【出典 / 参考資料】と同一、428 頁 Fig.1 Transmittance of (a) Ag films (b) Ca-Ag double layer films, deposited on glass substrates. Reprinted with permission from Society for Information Display.

図 1 の説明：全波長域に渡って光透過率に変動が少なく、高透過率であるのは Ca(25)-Ag(50)
次いで Ca(100)-Ag(100)である。

表 1 Ca/Ag 膜厚さと導電率

Thickness (Å) Ca/Ag	Sheet Resistance (Ω/sq)	Thickness (Å) Ca/Ag	Sheet Resistance (Ω/sq)
25/50	-	100/100	12
25/100	-	100/150	38
50/50	87	100/200	9.6
50/100	54	150/150	11
50/150	19.7	200/100	7.1

出典：【出典 / 参考資料】と同一、428 頁 Table 1 Sheet resistance as a function of each layer thickness. Reprinted with permission from Society for Information Display.

表 1 の説明：全波長域に渡って光透過率に変動が少なく、高光透過率と低抵抗率を兼ね備えているのは Ca(100)-Ag(100)である。

【出典 / 参考資料】

「High Transparent Metal Electrode for Flexible Displays」, 「SID '04 DIGEST P-48」, 2004 年、Chan-Jae Lee、Dae-Gyu Moon、Ramchandra Pode、Jung-In Han、Noh-Hoon Park、Sung-Ho Baik、Seung-Sam Ju 著、Society for Information Display 発行、427 - 429 頁

【技術分類】 2 - 3 - 2 フレキシブル有機 EL デバイス / 材料 / その他の材料

【 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 / 2 2 @ B、
H 0 5 B 3 3 / 2 8

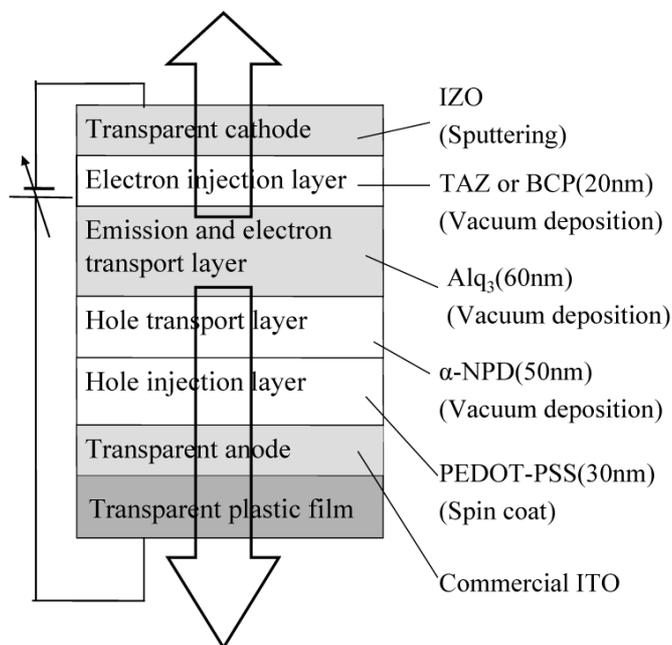
【技術名称】 2 - 3 - 2 - 9 透明有機 EL (透明陰極 / 透明陽極)

【技術内容】

フレキシブルで透明な有機 EL 素子 (FTOLED : flexible transparent organic light emitting devices) を試作し展示した。FTOLED は ITO がコーティングされたプラスチック基板の上に形成され、IZO (インジウム - 亜鉛酸化物) 膜を上部透明電極としている。電子注入層として BCP (2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) と TAZ (3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole) の比較およびガラス基板との比較を透過率と発光輝度、電流 - 電圧特性において検討を行っている。BCP を用いた素子において両面のトータル外部量子効率は、~0.32%であった。

【図】

図 1 プラスチック基板上的 FTOLED の断面図



出典 : 【出典 / 参考資料】 に同一、1379 頁 Fig.1 Schematic cross-sectional diagram of FTOLED on plastic substrate.

図 1 の説明: ITO : Indium tin oxide、PEDOT-PSS: Poly(styrenesulfonate) / poly(2,3-dihydrothieno (3,4-b) -1,4-dioxin)、α-NPD : 4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl、Alq₃ : Tris[8-hydroxyquinolino]aluminium、TAZ : 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole、BCP : 2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline、IZO : In₂O₃-ZnO

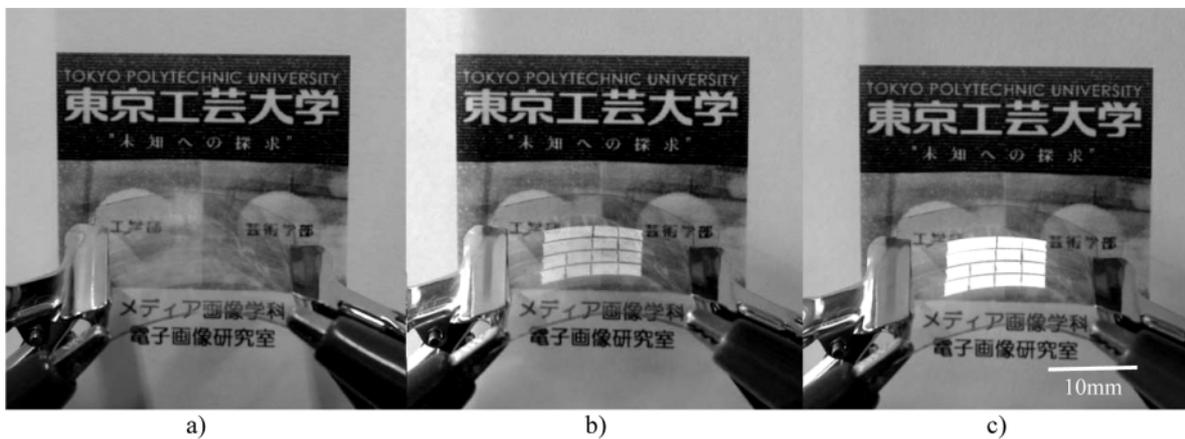
表 1 検討した素子の層構成

Device	Layer structure(thickness /nm)
Device A	Plastic subst. /ITO/PEDOT-PSS (30) / α -NPD(30) /Alq ₃ (40) /TAZ(10) /IZO(200)
DeviceB	Plastic subst. /ITO/PEDOT-PSS (30) / α -NPD (30) /Alq ₃ (40) / BCP(10) /IZO(200)
Device C	Glass subst. /ITO/PEDOT-PSS(30) / α -NPD (30) /Alq ₃ (40) / BCP:Cs(10) /IZO(200)

出典：【出典 / 参考資料】に同一、1380 頁 Table 2 Layer structure of device

表 1 の説明：Device C はガラス基板である。

図 2 試作 FTOLED (b) (c)が発光状態



出典：【出典 / 参考資料】に同一、1382 頁 Fig.7 a) FTOLED is turned off and b), c) FTOLED is turned on.

図 2 の説明：試作 FTOLED は、セル寸法 3mm x 3mm で 4 x 4 ライン構成である。曲げ半径約 2.5mm で曲げられた状態で発光している (b)、c))。発光オフの状態では背景が見えている (a))。

【出典 / 参考資料】

「Flexible transparent organic light emitting devices」, 「IDW '04 Proceedings of The 11th International Display Workshops OLEDp-19」, 2004 年、T. Uchida、S. Kaneta、M. Ichihara、M. Ohtsuka、S.Hoshi、S.Webster、R.Czerw、D.L.Carroll 著、Society for Information Display 発行、1379 - 1382 頁