

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4977561号
(P4977561)

(45) 発行日 平成24年7月18日(2012.7.18)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int.Cl.

F 1

H05B	33/28	(2006.01)	H05B	33/28
H05B	33/06	(2006.01)	H05B	33/06
H05B	33/12	(2006.01)	H05B	33/12
H01L	51/50	(2006.01)	H05B	33/14
H05B	33/22	(2006.01)	H05B	33/22

請求項の数 2 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2007-229895 (P2007-229895)

(22) 出願日

平成19年9月5日(2007.9.5)

(65) 公開番号

特開2009-64612 (P2009-64612A)

(43) 公開日

平成21年3月26日(2009.3.26)

審査請求日

平成22年9月3日(2010.9.3)

(73) 特許権者 502356528

株式会社ジャパンディスプレイイースト
千葉県茂原市早野3300番地

(74) 代理人 110000350

ポレール特許業務法人

(73) 特許権者 506087819

パナソニック液晶ディスプレイ株式会社
兵庫県姫路市飾磨区妻鹿日田町1-6

(74) 代理人 110000350

ポレール特許業務法人

(74) 代理人 110000154

特許業務法人はるか国際特許事務所

(72) 発明者 田中 政博

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社
日立ディスプレイズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下部電極、有機EL層、上部電極を有する画素がマトリクス状に形成されて表示部が構成され前記下部電極間を画素毎に絶縁膜で分離して構成された表示部と、前記表示部の外側に形成された端子とを備えた有機EL表示装置であって、

前記下部電極と前記有機EL層の間に透明導電膜を有し、

前記透明導電膜は、第1の前記下部電極と前記第1の下部電極に隣接する第2の前記下部電極との間であって、前記絶縁膜の上にも連続して形成されており、

前記透明導電膜は第1の前記端子と第2の前記端子の間にも連続膜として形成され、

前記透明導電膜は膜厚が5~20nmであって、抵抗率が $1 \sim 10^5 \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする有機EL表示装置。

【請求項 2】

前記透明導電膜は膜厚が10~20nmであって、抵抗率が $1 \sim 10^5 \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は表示装置に係り、特に高画質を保ちつつ低コスト化が可能なトップエミッショング型有機EL表示装置に関する。

【背景技術】

10

20

【0002】

有機EL表示装置には、有機EL層から発光した光を、有機EL層等が形成されたガラス基板方向に取り出すボトムエミッション型と、有機EL層等が形成されたガラス基板と逆の方向に取り出すトップエミッション型がある。トップエミッション型は有機EL層の面積を多く取ることが出来るのでディスプレイの明るさを大きくすることが出来るという利点がある。

【0003】

有機EL表示装置では画素電極（下部電極）と上部電極との間に有機EL層を挟持し、上部電極に一定電圧を印加し、下部電極にデータ信号電圧を印加して有機EL層の発光を制御することによって画像を形成する。下部電極へのデータ信号電圧の供給は薄膜トランジスタ（TFT）を介して行われる。トップエミッション型有機EL表示装置では、このTFT等の上にも有機EL層を形成することが出来るので発光面積を大きくすることが出来る。

10

【0004】

トップエミッション型有機EL表示装置は上部電極側に光を放射するので、下部電極は光の反射率が高いAl、Ag等の金属を使用する必要がある。トップエミッション型の有機EL表示装置では、下部電極を陽極として使用する場合がある。この場合、Al等の金属は仕事関数が小さいために、陽極として用いるのは不適である。

【0005】

「特許文献1」には、下部電極の上にITOあるいはIZO等の透明導電膜をコートすることによって下部電極を陽極として機能させることが記載されている。「特許文献1」には、また、金属である下部電極の上に透明導電膜を比較的厚く形成し、その後研磨することによって透明導電膜の表面を平坦にし、かつ、透明導電膜の厚さを所定の値以下にすることが記載されている。

20

【0006】

【特許文献1】特開2007-35432号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のようにトップエミッション型有機EL表示装置用の陽極では反射層の上にITOあるいはIZOのような透明導電膜を形成している。この場合、光の干渉効果により発光色が微妙に変化するので、光学設計は必須である。3原色に共通な厚みの透明導電膜を使おうとすると、透明導電膜は薄いほど光学設計の自由度が高く、より原色に近い発光色を得ることが出来る。

30

【0008】

しかし、ITOやIZOを薄くするとピンホールが出来やすく、透明導電膜の加工時に下地の反射層を痛めやすいという問題があった。「特許文献1」に記載の技術では、ITOを比較的厚く被着し、その後、このITOを研磨して所望の厚さに形成することが記載されている。「特許文献1」に記載の技術では、ITOを被着したあと、各画素毎にITOをフォトリソグラフィによってパターニングする必要があり、コストが嵩む。また、ITOをパターニングすることによるエッティング残渣等が生じやすい。さらに、ITOを最短発光波長の1/4以下にまで研磨する必要があるが、この研磨工程のコスト、研磨工程による工程不良等も問題になる。

40

【0009】

本発明の他の課題は、下部電極にAlを使用する場合の、Alと透明電極のコンタクトの問題である。Alの表面は酸化しやすく、酸化アルミは高抵抗のために、Alと透明導電膜の接触抵抗が問題になる。

【0010】

本発明の課題は以上のような問題を解決し、優れた色純度を保ちつつ、製造歩留りよく、かつ、ITO等の加工工程の増加を抑制したトップエミッション型有機EL表示装置を

50

実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は上記課題を解決するために、下部電極上の透明導電膜の抵抗率を特定することによって、透明導電膜の加工を行わなくとも、該透明導電膜の必要な機能を維持できる構成を与えるものである。すなわち、透明導電膜は、スパッタリング時の酸素濃度を高くすると抵抗率が高くなる。しかし、仕事関数が大きくなるので、ホール注入特性は維持される。そして、透明導電膜に対し、膜厚方向には電流を流すに十分小さな抵抗とし、膜の横方向には抵抗が高く、ほとんど電流が流れないような、抵抗率と膜厚を選定する。こうすることによって、ITOを加工しなくとも、他の副作用の発生を防止しつつ、陽極のホール注入特性を維持することが出来る。

10

【0012】

本発明の他の課題は、Alと透明導電膜のコンタクトの問題である。Alと透明導電膜の接触抵抗を低減するには、Al表面の酸化膜を除去すればよい。塩化亜鉛浴にAlを浸すと表面酸化膜が溶け、亜鉛が若干析出する。亜鉛は酸化しても半導体なので、導電性は確保される。この亜鉛(Zn)、又は酸化亜鉛(ZnO)による表面被覆の上にITOあるいはIZOを形成することによって下部電極と透明導電膜の電気的接触を確保することが出来る。

20

【0013】

具体的な構成は下記のとおりである。

【0014】

(1) 下部電極、有機EL層、上部電極を有する画素がマトリクス状に形成されて表示部を形成し、前記表示部の外側に端子が形成された有機EL表示装置であって、前記下部電極と前記有機EL層の間には透明導電膜が形成され、前記透明導電膜は、第1の前記下部電極と第2の前記下部電極の間にも連続して形成されていることを特徴とする有機EL表示装置。

【0015】

(2) 前記透明導電膜は膜厚が5～20nmであって、抵抗率が $1 \sim 10^5 \text{ } \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする(1)に記載の有機EL表示装置。

30

【0016】

(3) 前記透明導電膜は膜厚が10～20nmであって、抵抗率が $1 \sim 10^5 \text{ } \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする(1)に記載の有機EL表示装置。

【0017】

(4) 前記透明導電膜は第1の前記端子と第2の前記端子の間に連続膜として形成されていることを特徴とする(2)に記載の表示装置。

【0018】

(5) 前記透明導電膜はITOであることを特徴とする(1)に記載の有機EL表示装置。

40

【0019】

(6) 前記透明導電膜はIZOであることを特徴とする(1)に記載の有機EL表示装置。

【0020】

(7) 前記画素電極はAl-Zn合金で形成されていることを特徴とする(1)に記載の有機EL表示装置。

【0021】

(8) 前記画素電極はAl-Ni合金で形成されていることを特徴とする(1)に記載の有機EL表示装置。

【0022】

(9) 前記画素電極はAl-Si合金で形成されていることを特徴とする(1)に記載の有機EL表示装置。

50

【0023】

(10) 下部電極、有機EL層、上部電極を有する画素がマトリクス状に形成されて表示部を形成し、前記表示部の外側に端子が形成された有機EL表示装置であって、前記下部電極と前記有機EL層の間には透明導電膜が形成され、第1の前記下部電極と第2の前記下部電極の間にはバンクが形成され、前記透明導電膜は、前記バンクの上にも連続して形成されていることを特徴とする有機EL表示装置。

【0024】

(11) 前記バンクの上には、前記有機EL層が連続して形成されていることを特徴とする(10)に記載の有機EL表示装置。

【0025】

(12) 下部電極、有機EL層、上部電極を有する画素がマトリクス状に形成されて表示部を形成し、前記表示部の外側に端子が形成された有機EL表示装置であって、前記下部電極と前記有機EL層の間には透明導電膜が形成され、前記透明導電膜と前記下部電極の間にはZnまたはZnOからなる薄膜が形成され、前記透明導電膜は、第1の前記下部電極と第2の前記下部電極の間にも連続して形成されていることを特徴とする有機EL表示装置。

【0026】

(13) 前記透明導電膜はIZOであることを特徴とする(12)に記載の有機EL表示装置。

【0027】

(14) 前記画素電極はAl-Si合金、Al-Nd合金、Al-Cu合金のいずれかで形成されていることを特徴とする(12)に記載の有機EL表示装置。

【発明の効果】**【0028】**

本発明により、下部電極上の透明導電膜のパターニングを不用とすることが出来るので、工数削減によって製造コストを低下させることが出来る。また、本発明により、下部電極上の透明導電膜のパターニングを不用とすることが出来るので、透明導電膜のパターニングに伴う下部電極の損傷を防止できるので、製造歩留りの低下を防止することが出来る。さらに本発明によれば、下部電極上の透明導電膜を薄く形成するため、有機EL層から発光する光の色純度の低下を抑えることが出来る。

【0029】

本発明の他の面によれば、下部電極の表面にZnまたはZnOnによる表面被覆を形成するので、下部電極と透明導電膜のコンタクト抵抗を小さくすることが出来、有機EL層を発光させるための印加電圧の上昇を抑えることが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】**【0030】**

有機EL表示装置では、下部電極である画素電極と有機EL層を上部電極から構成される画素がマトリクス状に形成されて表示領域を形成している。各画素は各々、赤発光、または緑発光、または青発光を分担している。そして、各画素への電圧の印加あるいは電流の供給は複数の薄膜トランジスタ(TFT)によって制御される。表示領域の外側には、画素に電力、あるいは信号を外部から供給するための端子部が形成されている。以下、実施例にしたがって、本発明の詳細な内容を開示する。

【実施例1】**【0031】**

図1は本発明によるトップエミッション型の有機EL表示装置の断面図である。図1において、ガラス基板1上にガラスからの不純物をブロックするための下地膜2が形成されている。この下地膜2はSiN膜等が一層形成されている場合もあるが、SiN膜とSiO₂膜の2層構造となっている場合もある。下地膜2の上にはTFTを構成するための半導体層3が形成され、半導体層3を覆ってゲート絶縁膜4が形成されている。本実施例では、半導体層3はa-Si膜をレーザーアニールによってpoly-Si膜に変換してい

10

20

30

40

50

る。ゲート絶縁 4 の上にはゲート配線 5 の一部であるゲート電極 5 が形成されている。図 1 の TFT はトップゲート型の TFT である。

【0032】

ゲート電極 5 を覆って層間絶縁膜 6 が形成され、層間絶縁膜 6 の上にはソース / ドレイン配線 (SD 配線 10) が形成されている。SD 配線 10 を覆って TFT 全体を保護するためのパッシベーション膜 11 が形成されている。パッシベーション膜 11 の上には樹脂による平坦化膜 12 が形成されている。平坦化膜 12 は 2 μm 程度と厚く形成される。TFT 等が形成された面は凹凸となっている。トップエミッション型有機 EL 表示装置では TFT 等の上にも有機 EL 層を形成するが、有機 EL 層は平坦な膜の上に形成する必要がある。樹脂を厚く形成することにより、有機 EL 層が形成される面を平坦にしている。

10

【0033】

平坦化膜 12 の上には下部電極 13 が形成される。下部電極 13 には ITO とのコンタクト抵抗が低い Al - Zn 合金を用いる。Al - Zn 合金をスパッタリングによって厚さ 120 nm に被着し、ホトレジストを用いてパターンを形成し、磷酸、酢酸、硝酸を用いてエッチングして下部電極 13 を形成する。

【0034】

その後、感光性アクリルで画素周辺を覆うパターンを形成する。この目的は、下部電極 13 の端部の段差を蒸着膜である有機 EL 層が被覆しきれずに、下部電極 13 と上部電極 19 が短絡することを防止するためである。以下この部分をバンク 8 と呼ぶ。

【0035】

バンク 8 を形成した後、バンク 8 を含む全面に、スパッタリングによって厚さ 20 nm の ITO 薄膜を形成した。ITO は基板全面に形成されるが、後に説明するように、問題は生じない。その後有機 EL 層をマスク蒸着によって形成する。有機 EL 層は通常は複数の層から形成される。その後、透明上部電極 19 である IZO を被着する。上部電極 19 は透明であればよく、ITO であってもよい。上部透明電極 19 の抵抗は小さいほどよいが、膜厚、あるいは抵抗率の制約から抵抗を十分に小さく出来ない場合がある。このために、有機 EL 層からの光の取り出しの妨げにならない、バンク 8 上に補助電極 20 を形成する。

20

【0036】

図 2 は図 1 の下部電極 13 付近を取り出した拡大模式図である。図 1 と図 2 とではコンタクトホール 18 に対する下部電極 13 の位置が逆になっている。図 2 においては、ガラス基板 1 上に SD 配線 10 が形成された形となっているが、これは図を単純にするためであり、実際には、SD 配線 10 の下には、層間絶縁膜 6、ゲート絶縁膜 4、下地膜 2 等が存在している。

30

【0037】

図 2において、SD 配線 10 を覆ってパッシベーション膜 11、平坦化膜 12 が形成されている。平坦化膜 12 の上には下部電極 13 が形成されている。下部電極 13 はホトリソグラフィによってパターニングされている。下部電極 13 は平坦化膜 12 およびパッシベーション膜 11 に形成されたコンタクトホール 18 を介して SD 電極と導通している。下部電極 13 の上には透明導電膜 14 である ITO が 20 nm 程度の厚さに薄くスパッタリングによって被着されている。

40

【0038】

A1 合金と透明導電膜 14 である ITO または IZO とのコンタクト抵抗を小さくする方法として、A1 合金の表面が酸化されても導電性を維持するようなものを用いるか、あるいは、A1 合金の表面を逆スパッタリングすることによって、自然酸化膜を除去し、その後、ITO あるいは IZO をスパッタリングする手段をとることが出来る。また、下部電極 13 として Ag を用いる場合は、Ag をパターニングした直後に ITO または IZO をスパッタリングする。

【0039】

ITO のスパッタリング条件としては、放電ガスは Ar であって、体積比 2 % の酸素を

50

導入する、このようなスパタリングによって形成されるITOの抵抗率は $5 \sim 200 \cdot \text{cm}$ である。抵抗率のバラつきはかなり大きいが、有機EL層の抵抗はこの値よりもはるかに大きいので、このバラつきが特性に影響を与えることは無い。一方、ITOの横方向の抵抗は極めて大きい。したがって、ITOは基板全面に被着されても、問題は生じない。

【0040】

ITO膜の上には有機EL層を蒸着によって形成し、その上に上部電極19をIZOによって形成する。有機EL層からの光の取り出しを妨げないバンク8上に補助電極20が形成される。補助電極20は上部電極19の導通を補助する役割とコンタクトホール部18からの導波光の放出を防止する役割をもっている。

10

【0041】

なお、図2において、下部電極13と下部電極13が分離している部分にバンク8が形成され、このバンク8上にも有機EL層が形成され、その一部は隣りの有機EL層とオーバーラップしている。このように、有機EL層をオーバーラップさせることによって、下部電極13と上部電極19のショートの危険をさらに防止することが出来る。この有機EL層のオーバーラップ部には下部電極13は存在していないので、この部分が発光することは無い。

【0042】

図2において、下部電極13を覆う透明導電膜14であるITOは基板全面に形成し、画素上にも画素間にも、また、端子上にも端子間にも、さらには封止部など、基板表面のあらゆる場所に被着されているが、特性上問題にはならない。

20

【0043】

図3は端子部の断面図である。図3において、端子配線50はSD配線10あるいはゲート配線5を基板端部に引き出したものである。端子部に流れる電流が多い場合は抵抗の小さいSD配線10が端子配線50として使用される。端子配線50を覆ってパッシベーション膜11、平坦化膜12が被着され、これらの膜に開口を設ける。その後、端子配線50を大気から保護するためにITOを薄く被着する。このITOの被着は画素部における下部電極13上の透明導電膜14と同時に進行する。

【0044】

端子部および端子部間にITO膜が被着されているが、ITO膜の厚さが $5 \sim 20 \text{ nm}$ であり、抵抗率が $1 \sim 10^5 \cdot \text{cm}$ の範囲であれば、端子部における抵抗が高すぎたり、あるいは、端子部間の抵抗が小さくなつて絶縁が保てないというような現象は生じない。この理由から本実施例では薄いITOを基板全面に被着している。なお、ITOの膜厚は $10 \sim 20 \text{ nm}$ であることがより好ましい。この範囲であれば、ITOが膜としてより安定に存在出来るからである。

30

【0045】

一方、端子と端子の間をマスクで覆ってスパッタリングすることで端子間にITO膜が付かないようにすることも出来る。この場合、ITO膜の抵抗率のマージンはさらに広くなつて、 $0.1 \sim 5 \times 10^6 \cdot \text{cm}$ の範囲であればよい。すなわち、ITOの抵抗率がこの範囲であれば、ITOの抵抗が大きすぎて発光電圧が上昇したり、抵抗が低すぎて隣りの画素が発光したりすることも無い。

40

【0046】

図2に戻り、薄く被着したITOの上に、有機EL層としてホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層をマスク蒸着によって形成する。その後上部電極19をIZOによつて形成し、補助配線20をコンタクトホール部18をカバーするように形成した。各膜は次のようにして形成する。すなわち、下部電極13となるAl-Zn合金は 120 nm 、その上のITOは 20 nm 、そして、ホール輸送層 120 nm を各色共通で形成する。その後、青色部分17は発光層を 40 nm 、緑色部分16はホール輸送層を 60 nm と発光層を 40 nm 、赤色部分15はホール輸送層を 130 nm 、発光層 30 nm をそれぞれ形成する。したがって、ホール輸送層の厚さは青色部分17では 120 nm 、緑色部分16では 60 nm 、赤色部分15では 130 nm である。

50

6は180nm、赤色部分15では250nmとなる。その上に各色共通で電子輸送層を10nm、電子注入層を60nm、上部電極19であるIZOを30nm被着した。

【0047】

各色毎に別々に形成したホール輸送層と発光層は、下部電極13と下部電極13の分離部に形成されたバンク8上で、オーバーラップして形成されている。そうすると、バンク8上の凹凸によって透明導電膜14であるITOと上部電極19がショートする危険は防止することが出来る。もっとも、前述のように、下部電極13の存在しない場所で透明導電膜14であるITOと上部電極19がショートしても、ITOの横方向の抵抗が大きいために、特性上は問題となることは無い。

【0048】

有機EL層は複数の層から成っているが、構成は次のとおりである。電子輸送層としては、電子輸送性を示し、アルカリ金属と共に蒸着することにより電荷移動錯体化しやすいものであれば特に限定は無く、例えばトリス(8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(4-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)-4-フェニルフェノラート-アルミニウム、ビス[2-[2-ヒドロキシフェニル]ベンゾオキサゾラート]亜鉛などの金属錯体や2-(4-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン等を用いることができる。

【0049】

電子注入層は電子輸送層に用いた物質に対して電子供与性を示す材料を共蒸着して形成した、例えば、リチウム、セシウムなどのアルカリ金属、マグネシウム、カルシウムなどのアルカリ土類金属、さらには希土類金属等の金属類、あるいはそれらの酸化物、ハロゲン化物、炭酸化物等から選択して電子供与性を示す物質として用いてもかまわない。

【0050】

ホール輸送層は、例えば、テトラアリールベンジン化合物(トリフェニルジアミン:TPD)、芳香族三級アミン、ヒドラゾン誘導体、カルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、アミノ基を有するオキサジアゾール誘導体、ポリチオフェン誘導体、銅フタロシアニン誘導体等を用いることができる。

【0051】

発光層材料としては電子、ホールの輸送能力を有するホスト材料に、それらの再結合により蛍光もしくはりん光を発するドーパントを添加したもので共蒸着により発光層として形成できるものであれば特に限定は無く、例えば、ホストとしてはトリス(8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(8-キノリノラート)マグネシウム、ビス(ベンゾ{f}-8-キノリノラート)亜鉛、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウムオキシド、トリス(8-キノリノラート)インジウム、トリス(5-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、8-キノリノラトリチウム、トリス(5-クロロ-8-キノリノラート)ガリウム、ビス(5-クロロ-8-キノリノラート)カルシウム、5,7-ジクロル-8-キノリノラトアルミニウム、トリス(5,7-ジブロモ-8-ヒドロキシキノリノラート)アルミニウム、ポリ[亜鉛(II)-ビス(8-ヒドロキシ-5-キノリニル)メタン]のような錯体、アントラセン誘導体、カルバゾール誘導体、等であっても良い。

【0052】

また、ドーパントとしてはホスト中で電子とホールを捉えて再結合させ発光するものであって、例えば赤ではピラン誘導体、緑ではクマリン誘導体、青ではアントラセン誘導体などの蛍光を発光する物質やもしくはイリジウム錯体、ピリジナート誘導体などりん光を発する物質であっても良い。

【0053】

上部電極19は光を取り出すための透明な導電膜であればよく、本実施例ではIZOとしたがITOであっても構わない。また、本実施例では上部電極19はカソードであるからAl、Ag、Au等の金属を薄く形成しても良い。この場合は、金属を光が透過する程

10

20

30

40

50

度に薄く被着する必要があるので、上部電極 19 の抵抗を下げるための補助電極 20 が必要である。

【実施例 2】

【0054】

図 4 は本発明の第 2 の実施例の断面図である。本実施例と実施例 1 との違いは、下部電極 13 間にバンク 8 が形成されていない点である。バンク 8 を形成することは、感光性のアクリル樹脂をフォトリソグラフィによってパターニングする必要があるので、工程数が増加する。また、アクリル樹脂のエッティング残渣が下部電極 13 上に残り、これが、有機 EL 層の発光特性に悪影響を与える。

【0055】

本実施例はこのような問題を除去するために、バンク 8 を必要としない構成であるが、このような構成であっても、下部電極 13 上の透明導電膜 14 に対してパターニングを行わない、本発明の構成を適用することが出来る。図 4 において、平坦化膜 12 の形成までは、図 1 に示す実施例 1 と同様である。

【0056】

平坦化膜 12 の上には下部電極 13 が形成される。下部電極 13 は反射率が高く、かつ、ITOとの接触抵抗が小さい Al-Ni 合金が使用される。下部電極 13 はコンタクトホール 18 を介して SD 配線 10 と接続する。SD 配線 10 から下部電極 13 にデータ信号が供給され、データ信号に応じた電圧が有機 EL 層に印加されることによって画像が形成される。下部電極 13 の上には、有機 EL 層とコンタクトするための透明導電膜 14 である ITO が被着される。そして、透明導電膜 14 の上には複数層からなる有機 EL 層が形成される。図 4 における有機 EL 層は赤色有機 EL 層 15 である。有機 EL 層の上には IZO からなる上部電極 19 が形成される。

【0057】

図 4 の構造は下部電極 13 がアノードで上部電極 19 がカソードとなるトップカソード構造である。下部電極 13 はホールを注入する必要があるので仕事関数の比較的小さい Al 合金のような金属は不適であるので、Al-Ni による下部電極 13 の上に ITO 層を被着して仕事関数を上げることによってアノードとしている。

【0058】

以上説明したように、本発明ではバンク 8 は形成されていない。バンク 8 を形成しない場合の問題点は図 4 における E 部および H 部である。従来構造のままバンク 8 を形成しない場合の E 部の問題点を図 5 に示す。図 5 において、平坦化膜 12 の上に下部電極 13 が形成されている。下部電極 13 は当該画素部分のみに形成されるのでホトリソグラフィによって、パターニングされ、エッジ部が形成されている。

【0059】

下部電極 13 の上有機 EL 層が蒸着される。蒸着層は総厚でも 100 nm から 300 nm と薄いため、下部電極 13 の端部において図 5 に示すような段切れを生じやすい。有機 EL 層の上に上部電極 19 が形成される。図 5 に示すように、下部電極 13 の端部において、有機 EL 層が段切れを生じていると、この段切れ部において上部電極 19 と下部電極 13 がショートしてしまう。そうすると有機 EL 層には電圧が印加されないことになり、有機 EL 層は発光しない。したがって、この画素は欠陥になる。

【0060】

バンク 8 を形成しない場合の他の問題点は、図 4 の H 部である。従来構造のまま、バンク 8 を形成しない場合の他の問題点を図 6 に示す。図 6 はコンタクトホール部 18 の拡大図である。図 6 において、SD 配線 10 の上にパッシベーション膜 11 が形成され、その上に平坦化膜 12 が形成されている。平坦化膜 12 に上には下部電極 13 が形成されている。下部電極 13 は SD 配線 10 と接続する必要があるので、パッシベーション膜 11 および平坦化膜 12 にコンタクトホール 18 を形成し下部電極 13 と SD 配線 10 の導通をとっている。

【0061】

10

20

30

40

50

下部電極 13 上に赤色有機EL層 15 が形成され、その上に上部電極 19 が形成される。ここで問題となるのは、平坦化膜 12 とパッシベーション膜 11 に形成されたコンタクトホール 18 は 2 μm 以上と非常に深いのに対して、有機EL層の厚さは総厚でも 100 nm から 300 nm 程度と薄いことである。したがって、図 6 に示すように、コンタクトホール部 18 において、有機EL層が段切れを起こしやすい。そうすると図 6 に示すように、下部電極 13 と上部電極 19 がコンタクトホール部 18 においてショートするという現象を生ずる。コンタクトホール部 18 でショートするとその画素は欠陥となる。

【0062】

図 4 に示す E 部における問題点に対しては、本実施例では図 4 に示すように、Al-Ni 合金である下部電極 13 の上に ITO を形成している。そして、Al-Ni 合金にテープエッチングをほどこすことによって、有機EL層の端部での段切れを防止している。また、図 4 の H 部における問題点に対しては、本実施例では、有機EL層を単色 1 層だけでなく、2 層あるいは 3 層をコンタクトホール部 18 に被着して有機EL層の厚さを大きくすることによって段切れを防止している。

【0063】

図 7 は図 1 の下部電極 13 付近を取り出した断面模式図である。図 4 と図 7 とではコンタクトホール 18 に対する下部電極 13 の位置が逆になっている。図 7 においては、ガラス基板 1 上に SD 電極が形成された形となっているが、これは図を単純にするためであり、実際には、SD 電極の下には、層間絶縁膜 6、ゲート絶縁膜 4、下地膜 2 等が存在している。

【0064】

図 7において、SD配線 10 を覆ってパッシベーション膜 11、平坦化膜 12 が形成されている。平坦化膜 12 の上には下部電極 13 が形成されている。下部電極 13 はホトリソグラフィによってパターニングされている。下部電極 13 は平坦化膜 12 およびパッシベーション膜 11 に形成されたコンタクトホール 18 を介して SD 電極と導通している。下部電極 13 の上には透明導電膜 14 である ITO が 20 nm 程度の厚さに薄くスパッタリングによって被着されている。本実施例はトップカソードであるので、ITO を下部電極 13 として使用すれば、金属である Al-Ni は不要であるが、下部電極 13 の端部をテーパ形状とするために、あえて金属の下部電極 13 を用いている。

【0065】

つまり、ITO でもテーパエッチングを行うことは出来る。しかしながら、ITO 等の金属酸化物による透明導電膜 14 は硬く脆いために、テーパを形成するとそのテーパ部が破壊してしまい、結局、シャープなエッジとなってしまう。本実施例では粘りのある Al 合金を下部電極 13 に使用することによってテーパエッジを安定して形成することができる。そして、下部電極 13 の上に ITO を薄く形成することによってアノードとしての役割を持たせている。

【0066】

ITO 膜の上には赤色有機EL層 15 を蒸着によって形成し、その上に上部電極 19 を IZO によって形成する。コンタクトホール 18 に対応する上部電極 19 の上には補助電極 20 が形成されている。補助電極 20 は上部電極 19 の導通を補助する役割とコンタクトホール部 18 からの導波光の放出を防止する役割をもっている。

【0067】

下部電極 13 には Al-Ni を使用しているが、これは Al-Ni の反射率が高いことのほかに ITO とのコンタクト抵抗が低いという理由からである。下部電極 13 は次のようにして形成される。すなわち、スパッタリングによって厚さ 120 nm の Al-Ni を形成し、ホトレジストを用いてパターンを形成し、磷酸、酢酸、硝酸の混酸を用いてエッチングする。

【0068】

下部電極 13 の端部の段差を蒸着膜である有機EL層が被覆しきれずに、下部電極 13 と上部電極 19 とがショートしてしまうことを防止するために、下部電極 13 の端部のテ

10

20

30

40

50

ーパ角 を 40 度以下に保った。一般には、ジャストエッチの状態では端部にはテーパがついている。そのテーパを保つためには、エッティング後の rinsing をすばやく行う必要がある。大量の水をシャワー状に吹き付けることにより、エッティング液をすばやく除去してテーパ角を保持した。

【 0 0 6 9 】

その上にスパッタリングによって厚さ 20 nm の ITO の薄膜を形成した。放電ガスは Ar に対し体積比で 2.5 % の酸素を導入し、抵抗率が 10 ~ 300 · cm の ITO 膜に調整した。抵抗値のばらつきはかなり大きいが、有機 EL 層の抵抗はこれよりはるかに大きいので、この範囲であれば問題にならない。

【 0 0 7 0 】

ITO は実施例 1 と同様、基板上の全て面に蒸着することが出来る。端子部および端子部間に ITO 膜が被着されても、ITO 膜の厚さが 5 ~ 20 nm であり、抵抗率が 1 ~ 10⁵ · cm の範囲であれば、端子部における抵抗が高すぎたり、あるいは、端子部間の抵抗が小さくなっている絶縁が保てないというような現象は生じない。さらに、端子間をマスクしてスパッタリングすることによって ITO 膜の抵抗率を 0.1 ~ 10⁶ · cm の範囲に広げることが出来ることも実施例 1 と同様である。なお、ITO の膜厚は、より好ましくは 10 ~ 20 nm である。この範囲では ITO が膜としてより安定に存在することが出来る。

【 0 0 7 1 】

図 7において、薄く被着した ITO の上に、有機 EL 層としてホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層をマスク蒸着によって形成する。その後上部電極 19 を IZO によって形成し、補助配線 20 をコンタクトホール部 18 をカバーするように形成した。各膜は次のようにして形成する。すなわち、下部電極 13 となる Al-Ni 層は 120 nm 、その上の ITO は 20 nm 、ホール輸送層 120 nm を各色共通で形成する。その後、青色部分 17 は発光層を 40 nm 、緑色部分 16 はホール輸送層を 60 nm と発光層を 40 nm 、赤色部分 15 はホール輸送層を 130 nm 、発光層 30 nm をそれぞれ形成する。したがって、ホール輸送層の厚さは青色部分 17 では 120 nm 、緑色部分 16 は 180 nm 、赤色部分 15 では 250 nm となる。その上に各色共通で電子輸送層を 10 nm 、電子注入層を 60 nm 、上部電極 19 である IZO を 30 nm 被着した。

【 0 0 7 2 】

各色毎に別々に形成したホール輸送層と発光層を各色の境界部分で重なりあうように形成し、この有機 EL 層の重なり部 21 にコンタクトホール 18 を設ける。そうすると、コンタクトホール部 18 における有機 EL 層が厚くなり、段切れが防止されて上部電極 19 と下部電極 13 の短絡を防ぐことが出来る。赤色有機 EL 層 15 、緑色有機 EL 層 16 、青色有機 EL 層 17 の有機 EL 層を重ねる場合は、中間に青色有機 EL 層 17 をおくと電流が流れにくくなるので、消費電力の増加を防止することが出来る。

【 0 0 7 3 】

有機 EL 層を重ねた場合の断面模式図を図 8 に、平面図を図 9 に示す。図 8 はコンタクトホール部 18 において、有機 EL 層が重なっていることを示している。図 8 において、有機 EL 層が青色だけの場合は厚さが 100 nm 程度であり、コンタクトホール 18 において容易に段切れを起こすが、3 色の有機 EL 層が重なると総厚は 600 nm 程度になり、段切れを生じない。ちなみに、各色の有機 EL 層の厚さは青色が 100 nm 程度、緑色が 200 nm 程度、赤色が 300 nm 程度である。このように、3 色の有機 EL 層を重ね合わせることにより、有機 EL 層の抵抗が大きくなっている、コンタクトホール 18 における電流が流れにくくなり、消費電力の増加を抑えることが出来る。なお、有機 EL 層は場所によっては 3 色を重ねることが出来るが、場所によっては 2 色のみの重なりとなる。この場合でも、1 色のみの場合に比較してコンタクトホール 18 における段切れの危険ははるかに小さくなる。

【 0 0 7 4 】

図 7 にもどり、コンタクトホール部 18 は有機 EL 層を重ねても平坦にできるわけでは

10

20

30

40

50

ない。コンタクトホール部 18 は平坦ではないために、発光層からの導波光が出射する。有機 EL 層からの発光のうち、上部電極 19 に向かう光は画像の形成に寄与する。しかし、上部電極 19 と平行方向に向かう光は画像形成に寄与しない。上部電極 19 と平行方向に向かう光を導波光と称するが、この導波光がコンタクトホール 18 において、屈折あるいは反射して視認されることになる。導波光は強度が強く、波長も異なるので、画質を劣化させる。この導波光を外部に出さないようにするために、コンタクトホール部 18 に補助配線 20 を設置している。

【0075】

図 9 は下部電極 13、有機 EL 層等の配置を示す平面図である。図 9 において、下部電極 13 および有機 EL 層はモザイク状に配置されている。有機 EL 層は下部電極 13 よりも大きく形成され、コンタクトホール 18 が存在する部分では複数の色の有機 EL 層が重なっている。コンタクトホール 18 3 の部分では 3 色の有機 EL 層が重なっており、コンタクトホール 18 2 の部分では 2 色の有機 EL 層が重なっている。コンタクトホール 18 は金属で形成される補助配線 20 によって覆われている。

10

【0076】

本実施例は図 9 のようなモザイク状の配置のみでなく、図 10 に示すように、ストライプ状の画素配置の場合にも適用することが出来る。図 10 において、コンタクトホール部 18 は有機 EL 層の重畠部 21 によって覆われている。そして、有機 EL 層の重畠部 21 は補助電極 20 によって覆われている。図 10 は 2 色分の有機 EL 層がコンタクトホール部 18 において重畠している場合である。この場合も、1 色分の有機 EL 層に比べて、下部電極 13 と上部電極 19 がショートする確率は、はるかに小さくなる。

20

【0077】

以上のように、本実施例では、バンク 8 を形成せずに、有機 EL 表示装置を実現することが出来る。そして、下部電極 13 上の透明導電膜 14 はパターニングをする必要がなく、薄く形成することができる。優れた色純度を維持しつつ、製造歩留まりの向上、製造コストの低下を実現することが出来る。

【実施例 3】

【0078】

図 11 は本発明の第 3 の実施例の画素部の断面図である。本実施例も実施例 2 と同様バンク 8 を形成していない。本実施例が実施例 2 と異なるところは下部電極 13 および、下部電極 13 の表面被覆 131 である。図 11 において、平坦化膜 12 の形成までは実施例 1 あるいは実施例 2 と同様である。本実施例においては、バンク 8 を形成していないので、下部電極 13 に端部に 40 度以下のテーパを形成すること、コンタクトホール部 18 において、有機 EL 層を複数オーバーラップして形成する点は実施例 2 と同様である。

30

【0079】

本実施例においては、下部電極 13 に Al - Si 合金を用いている。Al - Ni 合金は反射率が高いのに加え、ドライエッチング残渣が少ないのである。Al - Si 合金を 120 nm、スパッタリングによって被着し、BCl₃ と塩素ガスによってドライエッチングを行う。ドライエッチング条件は、10⁻² Pa の低圧力で放電させ、反応性イオンエッチングを行う。ホトレジストと Al - Si のエッチングレートをほぼ同等とすることによってレジストのテーパ角をそのまま Al - Si に受け継ぐ方法で約 40 度のテーパ角を形成した。

40

【0080】

Al - Si 合金と透明導電膜 14 のコンタクト抵抗を下げるために Al - Si の表面の改質を行う。すなわち、2 ~ 5 wt % の ZnCl₂ の溶液シャワーで基板を約 10 秒間処理し、純粋リーンスすることで、Al - Si 表面に極薄い表面被覆 131 を Zn または ZnO によって形成する。これによってコンタクト抵抗は低下し、かつ、安定化した。

【0081】

その上に、透明導電膜 14 として、スパッタリングによって厚さ 20 nm の IZO 薄膜を形成した。放電ガスは Ar に対し、体積比で 2 . 5 % の酸素を導入し、抵抗率が 10 ~

50

300 nmのIZO膜に調整した。抵抗値のバラつきはかなり大きいが、有機EL層の抵抗はこれよりもはるかに大きいので、この範囲であれば問題にならない。

【0082】

本実施例のIZOは実施例1および実施例2のITOと同様、基板上の全て面に蒸着することができる。端子部および端子部間にIZO膜が被着されても、IZO膜の厚さが5~20nmであり、抵抗率が $1 \sim 10^5$ nm⁻¹であるならば、端子部における抵抗が高すぎたり、あるいは、端子部間の抵抗が小さくなつて絶縁が保てないというような現象は生じない。さらに、端子間をマスクしてスパッタリングすることによってIZO膜の抵抗率を $0.1 \sim 10^6$ nm⁻¹の範囲に広げることが出来ることも実施例1と同様である。この場合も、IZOの膜厚は10~20nmであることがより望ましい。この膜厚の範囲であれば、IZO膜が膜としてより安定に存在できるからである。10

【0083】

この上に有機EL層のホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層を形成し、その上に、上部電極19としてIZOを形成する。さらに補助配線をコンタクトホール18を覆うように形成する。各層の構成は次のとおりである。すなわち、下部電極13としてのAl-Si層を120nm、透明導電膜14を20nm、ホール輸送層を120nm、各層共通で形成する。

【0084】

その後、青色部分は発光層40nm、緑色部分はホール輸送層60nmと発光層40nm、赤色部分はホール輸送層130nmと発光層30nmとをそれぞれ形成する。その上に、各層共通で、電子輸送層を10nm、電子注入層を60nm、上部IZOカソードを30nm形成した。20

【0085】

各色毎に別途形成したホール輸送層と発光層は各色の境界で重なり合うように形成し、コンタクトホール部18で、有機EL層が重なり合うようにして、コンタクトホール部18において下部電極13と上部電極19がショートしないようにした。下部電極13に正、上部電極19に負の電圧を印加することによって有機EL層は発光した。本実施例による画素配置の平面図は実施例2における図9および図10と同様である。

【0086】

本実施例では、下部電極13としてAl-Siを用いたが、Al-Nd、あるいはAl-Cuを用いても表面にZnあるいはZnO131の薄膜を形成することができる。また、本実施例では、下部電極13上の透明導電膜14をIZOとしたが、これに限らず、ITOであっても同様な効果を得ることが出来る。30

【0087】

以上のように、本実施例によれば、下部電極13上の透明導電膜14を基板全面に被着し、その後の透明導電膜14の加工を必要としないので、製造コストを低下させることができる。また、透明導電膜14の厚さが非常に薄いために、有機EL層から放出される光の色純度を劣化させることが無い。また、下部電極13と透明導電膜14を形成するIZOとのコンタクト抵抗を小さく、かつ安定化することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】実施例1の有機EL表示装置の断面図である。

【図2】実施例1の画素部の断面図である。

【図3】端子部の断面図である。

【図4】実施例2の有機EL表示装置の断面図である。

【図5】従来技術でバンクを省略したときの問題を示す模式図である。

【図6】従来技術でバンクを省略したときの他の問題を示す模式図である。

【図7】実施例2の画素部の断面図である。

【図8】実施例2のコンタクトホール部の断面図である。

【図9】実施例2における画素の配置図である。40

50

【図10】実施例2における画素の配置図の他の例である。

【図11】実施例3の画素部の断面図である。

【符号の説明】

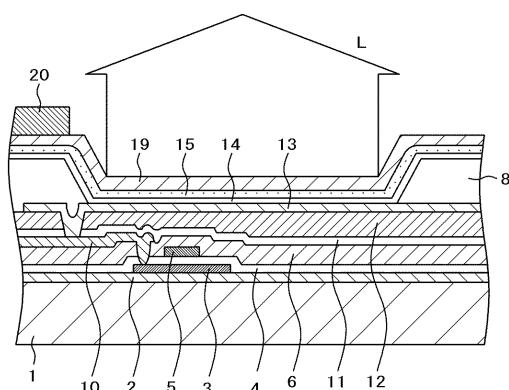
【0089】

1 … ガラス基板、 2 … 下地膜、 3 … 半導体層、 4 … ゲート絶縁膜、 5 … ゲート配線、 6 … 層間絶縁膜、 8 … バンク、 10 … S D配線、 11 … パッシベーション膜、 12 … 平坦化膜、 13 … 画素電極、 14 … 透明導電膜、 15 … 赤色有機EL層、 16 … 緑色有機EL層、 17 … 青色有機EL層、 18 … コンタクトホール、 19 … 上部電極、 20 … 補助電極、 21 … 有機EL層の重畠部、 50 … 端子配線、 131 … 表面被覆。

10

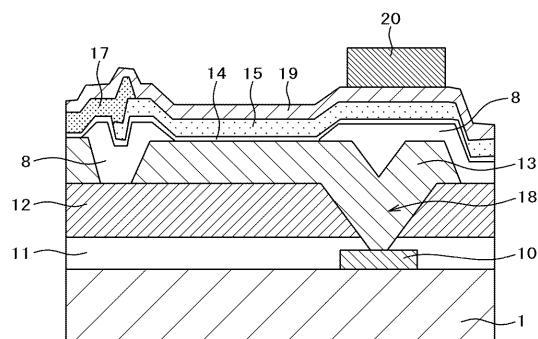
【図1】

図1



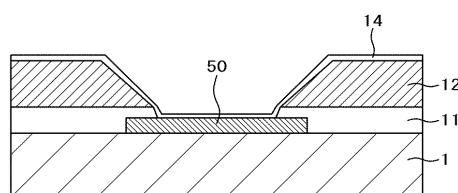
【図2】

図2



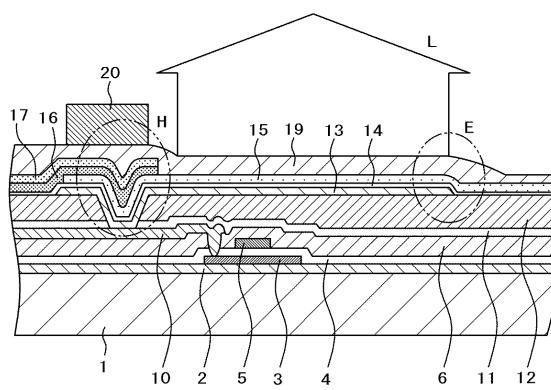
【図3】

図3



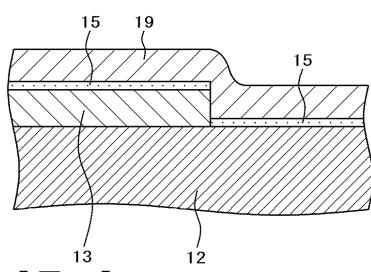
【図4】

図4



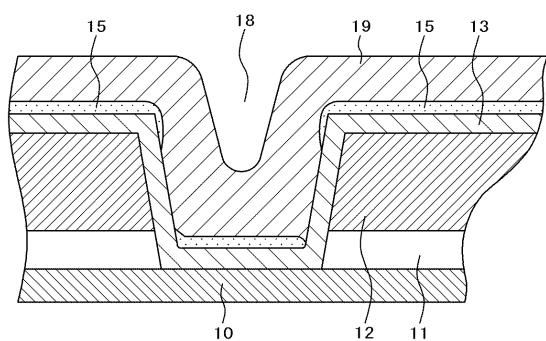
【図5】

図5



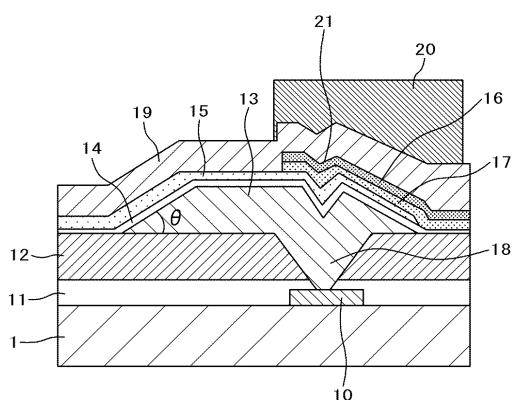
【図6】

図6



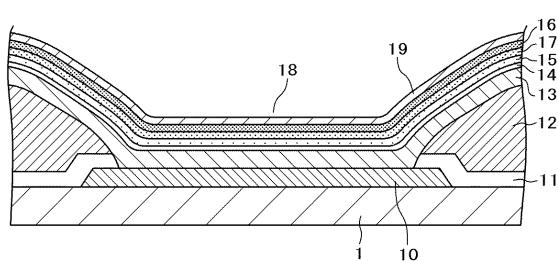
【図7】

図7



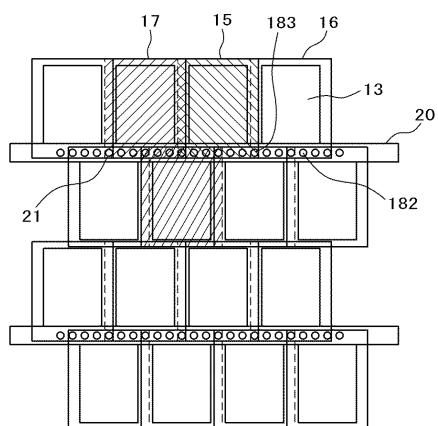
【図8】

図8



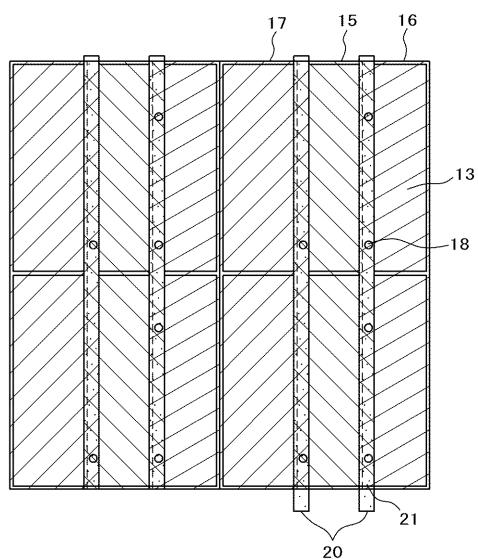
【図9】

図9



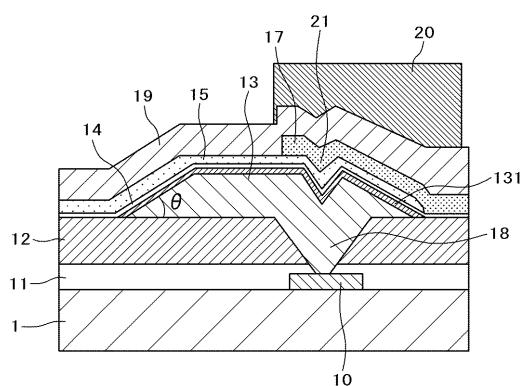
【図10】

図10



【図 1 1】

図 1 1



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 F 9/30 (2006.01) G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z
H 0 1 L 27/32 (2006.01)

(72)発明者 松浦 利幸
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社 日立ディスプレイズ内

審査官 本田 博幸

(56)参考文献 特開2003-178882(JP,A)
特開2006-302723(JP,A)
特開2009-026618(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 5 B 3 3 / 2 8
H 0 5 B 3 3 / 0 6
H 0 5 B 3 3 / 1 2
H 0 5 B 3 3 / 2 2
H 0 1 L 2 7 / 3 2
H 0 1 L 5 1 / 5 0
G 0 9 F 9 / 3 0