

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-178986
(P2004-178986A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H 0 5 B 33/14	H O 5 B 33/14	3 K O O 7
H 0 5 B 33/04	H O 5 B 33/04	
H 0 5 B 33/26	H O 5 B 33/26	Z

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2002-343982 (P2002-343982)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成14年11月27日 (2002.11.27)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
		(74) 代理人	100100022
			弁理士 伊藤 洋二
		(74) 代理人	100108198
			弁理士 三浦 高広
		(74) 代理人	100111578
			弁理士 水野 史博
		(72) 発明者	鈴木 晴視
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	森 薫
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
			最終頁に続く

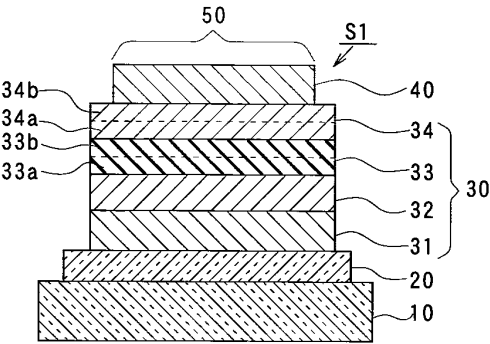
(54) 【発明の名称】 有機 E L パネルおよびその修復方法

(57) 【要約】

【課題】 有機 E L パネルにおいて画素の自己修復を確実に実現できるようにする。

【解決手段】 下部電極 2 0 と上部電極 4 0 との間に発光層 3 3 を含む有機層 3 0 を備えてなる画素 5 0 を有する有機 E L パネルにおいて、使用時の電圧印加条件における有機層 3 0 の耐圧以下の逆バイアス電圧を印加する、好ましくは有機層 3 0 の耐圧の 1 / 2 以下の逆バイアス電圧を印加する。それにより、使用時の電圧印加条件における有機層の耐圧を指標として、自己修復するための逆バイアス電圧の値を適度な大きさに決定することができ、画素 5 0 の欠陥部が自己修復できるようになっている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下部電極（20）と上部電極（40）との間に発光層（33）を含む有機層（30）を備えてなる画素（50）を有する有機 E L パネルにおいて、
使用時の電圧印加条件における前記有機層の耐圧以下の逆バイアス電圧を印加したときに、前記画素が自己修復できるようになっていることを特徴とする有機 E L パネル。

【請求項 2】

前記有機層（30）の耐圧は、使用時の電圧印加条件にて 1 分以下、駆動させたときの耐圧であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 E L パネル。

【請求項 3】

前記逆バイアス電圧は、前記有機層（30）の耐圧の $1/2$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機 E L パネル。

【請求項 4】

前記有機層（30）の耐圧を前記有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度は 3×10^6 V / cm 以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一つに記載の有機 E L パネル。

【請求項 5】

前記有機層（30）の耐圧を前記有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度を計算する場合に前記有機層から導電性の有機膜を除外し、当該電界強度は 3.4×10^6 V / cm 以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一つに記載の有機 E L パネル。

【請求項 6】

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記上部電極（40）の厚さを D_a とし、これら V_r と D_a との比 V_r / D_a を X_a としたとき、前記 X_a が 2.2×10^6 V / cm 以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか一つに記載の有機 E L パネル。

【請求項 7】

前記上部電極（40）の厚さ D_a が 100 nm 以下に薄くなっていることにより、前記 X_a が 2.2×10^6 V / cm 以上であることが確保されていることを特徴とする請求項 6 に記載の有機 E L パネル。

【請求項 8】

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記有機層（30）の厚さを D_y とし、これら V_r と D_y との比 V_r / D_y を Y_a としたとき、前記 Y_a が 1.2×10^6 V / cm 以上 2.2×10^6 V / cm 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか一つに記載の有機 E L パネル。

【請求項 9】

前記逆バイアス電圧を V_r とし、導電性の有機膜を除外した前記有機層（30）の厚さを $D_{y'}$ とし、これら V_r と $D_{y'}$ との比 $V_r / D_{y'}$ を $Y_{a'}$ としたとき、前記 $Y_{a'}$ が 1.4×10^6 V / cm 以上 2.4×10^6 V / cm 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか一つに記載の有機 E L パネル。

【請求項 10】

前記画素（50）は 0.5 % 以上の支燃性ガスを含有するガスにて封止されていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか一つに記載の有機 E L パネル。

【請求項 11】

前記下部電極（20）の表面粗さとして、平均表面粗さ R_a が 2 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか一つに記載の有機 E L パネル。

【請求項 12】

下部電極（20）と上部電極（40）との間に発光層（33）を含む有機層（30）を備えてなる画素（50）を有する有機 E L パネルの修復方法において、
使用時の電圧印加条件における前記有機層の耐圧以下の逆バイアス電圧を印加することにより、前記画素を自己修復させることを特徴とする有機 E L パネルの修復方法。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記有機層(30)の耐圧として、使用時の電圧印加条件にて1分以下、駆動させたときの耐圧を用いることを特徴とする請求項12に記載の有機ELパネルの修復方法。

【請求項 14】

前記逆バイアス電圧として、前記有機層(30)の耐圧の1/2以下の電圧を用いることを特徴とする請求項12または13に記載の有機ELパネルの修復方法。

【請求項 15】

前記有機層(30)の耐圧を前記有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度が 3×10^6 V/cm以上である有機ELパネルを用いることを特徴とする請求項12ないし14のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

10

【請求項 16】

前記有機層(30)の耐圧を前記有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度を計算する場合に前記有機層から導電性の有機膜を除外し、当該電界強度は 3.4×10^6 V/cm以上である有機ELパネルを用いることを特徴とする請求項12ないし14のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

【請求項 17】

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記上部電極(40)の厚さを D_a とし、これら V_r と D_a との比 V_a/D_a を X_a としたとき、前記 X_a を 2.2×10^6 V/cm以上とすることを特徴とする請求項12ないし16のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

20

【請求項 18】

前記上部電極(40)の厚さ D_a を100 nm以下に薄くすることにより、前記 X_a が 2.2×10^6 V/cm以上であることを確保するようにしたことを特徴とする請求項17に記載の有機ELパネルの修復方法。

【請求項 19】

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記有機層(30)の厚さを D_y とし、これら V_r と D_y との比 V_a/D_y を Y_a としたとき、前記 Y_a を 1.2×10^6 V/cm以上 2.2×10^6 V/cm以下とすることを特徴とする請求項12ないし18のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

【請求項 20】

前記逆バイアス電圧を V_r とし、導電性の有機膜を除外した前記有機層(30)の厚さを $D_{y'}$ とし、これら V_r と $D_{y'}$ との比 $V_r/D_{y'}$ を $Y_{a'}$ としたとき、前記 $Y_{a'}$ を 1.4×10^6 V/cm以上 2.4×10^6 V/cm以下とすることを特徴とする請求項12ないし18のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

30

【請求項 21】

前記画素(50)を0.5%以上の支燃性ガスを含有するガスにて封止した状態で、前記自己修復を行うことを特徴とする請求項12ないし20のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

【請求項 22】

前記下部電極(20)として、平均表面粗さ R_a が2 nm以下のものを用いることを特徴とする請求項12ないし21のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(EL)パネルおよびその修復方法に関し、特に、使用時に上下電極の短絡による画素欠陥およびラインなどの表示不良を抑制した発光安定性に優れた有機ELパネルに関する。

【0002】

【従来の技術】

有機ELパネルは、一对の電極すなわち下部電極と上部電極との間に有機EL材料からな

50

る発光層を含む有機層を備えた画素を有するものである。その駆動は、画素に対して、発光時には順バイアス電圧が印加され、非発光時には逆バイアス電圧が印加されるようなパルス電圧を加えることで行う。

【 0 0 0 3 】

このような有機 E L パネルは、自己発光のため、視認性に優れ、かつ数 V ~ 数十 V の低電圧駆動が可能のため駆動回路を含めた軽量化が可能である。そこで薄膜型ディスプレイ、照明、バックライトとしての活用が期待できる。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、この有機 E L パネルでは有機材料を使用しているために、電界や熱によって有機材料の変質や材料相互の拡散が起こりやすく、その結果として、上下電極の短絡が発生することがある。 10

【 0 0 0 5 】

この不具合の対策として、従来では、逆方向のパルス電圧（逆バイアス電圧）を加えることで電子注入電極である上部電極を陽極酸化させたり、上部電極を飛散させて自己修復させる方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。そして、この技術の基本的な概念は、逆バイアスパルスの電圧エネルギーによって、上部電極のみを飛散させるものとされている。

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】

特開平 1 1 - 1 6 2 6 3 7 号公報（第 3 - 6 頁、第 2 - 3 図） 20

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記した従来の上下電極の短絡防止対策においては、自己修復のために印加する電圧を決めるパラメータは、逆バイアス電圧の大きさとそのパルス幅等の条件と、上部電極である A 1 の厚さによって決まるとされている。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、本発明者らが上記従来技術について検証したところ、これらのパラメータのみでは、自己修復を有効に実現することが不可能であることがわかった。

【 0 0 0 9 】

具体的には、上記特許文献 1 の実施例にある 3 5 V の逆バイアス電圧を印加する場合、逆バイアスパルスの電圧エネルギーが大きすぎて、画素の欠陥部のみではなく上部電極の全部が飛散してしまう場合が生じた。逆に、1 5 V の逆バイアス電圧では、欠陥部にて上部電極の飛散が不十分となって自己修復が有効に起きず、上下電極の短絡が発生してしまう場合が生じた。 30

【 0 0 1 0 】

このように、従来では、上下電極の短絡を防止する目的で逆バイアス電圧を画素に対して印加する手法は提案されているものの、確実に自己修復できるような逆バイアス電圧の印加条件を決定することは困難であった。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明は上記問題に鑑み、画素の自己修復を確実に実現できるような有機 E L パネルおよびその修復方法を提供することを目的とする。 40

【 0 0 1 2 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するため、鋭意研究した結果、有機層の耐圧に着目して、その耐圧に対応した素子構造や逆バイアス電圧の印加方法を採用することで、自己修復作用を有効に発現させることが可能であることがわかった。いいかえれば、上部電極の飛散のメカニズムとして、有機層も関与しており、上部電極の飛散のみではないことがわかった。

【 0 0 1 3 】

有機層の耐圧は、次のように定義した。基本的には、使用時の電圧印加条件における有機層の耐圧とした。有機層の耐圧は、有機 E L パネルの原理から、逆バイアス電圧印加時の 50

耐圧である。そして、その有機層の耐圧は逆バイアス電圧の印加方法に依存する。

【0014】

そこで、その耐圧の評価においては、実際に駆動する場合のデューティ比、周波数などによって規定されるパルス幅と同一の状態で測定した電圧に基づいて、逆バイアス電圧の設定を行うべきである。

【0015】

このようなことから、有機層の耐圧の評価は、所定のデューティ比やパルス幅を持つパルス電圧を画素に印加し、順方向に電流を流すことで発光させつつ、非発光時には逆バイアス電圧を印加するという使用時の電圧印加条件にて行った(図3参照)。

【0016】

この操作において、順方向の電流は一定(つまり発光輝度はほぼ一定)のままで、逆バイアスの電圧を増加ながら、発光しなくなる逆バイアス電圧を耐圧とする。逆バイアス電圧の変え方は、各電圧毎に5秒以上1分以下の保持をしながら、数Vずつ上げていく方法とした(図4参照)。

【0017】

このようにして、逆バイアス電圧を上昇させていくと、画素中の上部電極の一部もしくは全部が飛散する。このときの逆バイアス電圧の値を有機層の耐圧として定義する。この方法によれば、使用時の電圧印加条件における有機層の耐圧としてほぼ一定の値が得られる。

【0018】

本発明は、上記したような有機層の耐圧を有機ELパネルにおいて求め、それを利用することで創出されたものである。

【0019】

請求項1に記載の発明では、下部電極(20)と上部電極(40)との間に発光層(33)を含む有機層(30)を備えてなる画素(50)を有する有機ELパネルにおいて、使用時の電圧印加条件における有機層の耐圧以下の逆バイアス電圧を印加したときに、画素が自己修復できるようになっていることを特徴とする。

【0020】

それによれば、使用時の電圧印加条件における有機層の耐圧を指標として、自己修復するための逆バイアス電圧の値を適度な大きさに決定することができる。つまり、使用時ににおいて印加する電圧において、非発光時に印加する逆バイアス電圧を有機層の耐圧以下の大きさにすることで、上部電極の全部が飛散してしまうような過大な逆バイアス電圧の設定を防止できる。

【0021】

また、有機層の耐圧を指標とするため、逆バイアス電圧の大きさは、その耐圧以下の大きさまでは許容される。そのため、逆バイアス電圧が小さすぎて自己修復が不十分になることも防止できる。

【0022】

このように、本発明によれば、使用時にて画素の自己修復を従来よりも確実に実現することができる有機ELパネルを提供することができる。

【0023】

ここで、本発明でいう自己修復とは、上部電極の一部、具体的には欠陥部の上に位置する上部電極の部分が飛散し、当該飛散した部分にて上下電極間が電氣的にオープンになり、それ以上、欠陥が拡がらなくなることである。

【0024】

つまり、画素として一部欠陥は残るものの、画素の耐圧は回復し、発光可能となることである。さらには、上記飛散の発生後に残った上部電極が酸化して不導体化されることで下部電極との短絡が防止される現象も含むものである。

【0025】

請求項2に記載の発明では、有機層(30)の耐圧は、使用時の電圧印加条件にて1分以

10

20

30

40

50

下、駆動させたときの耐圧であることを特徴とする。

【0026】

有機層の耐圧は、使用時間の経過に伴い低下していくが、使用時全般に渡って効果を発揮させるには、使用初期の耐圧を採用するのが良い。そのような初期的な耐圧として、使用時の電圧印加条件にて1分以下、有機ELパネルを駆動させたときの耐圧とすることができる。

【0027】

請求項3に記載の発明では、逆バイアス電圧は、有機層(30)の耐圧の1/2以下であることを特徴とする。

【0028】

上記請求項1に記載の逆バイアス電圧においても、素子構造によっては、画素全体の上部電極(40)を飛散させる場合がある。そこで、好ましくは、逆バイアス電圧を有機層(30)の耐圧の1/2以下とすれば、素子構造にかかわらず自己修復させたい部位のみの上部電極の飛散に確実に止め得ることが実験的にわかった。

【0029】

請求項4に記載の発明では、有機層(30)の耐圧を有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度は 3×10^6 V/cm以上であることを特徴とする。

【0030】

有機ELパネルにおいては、有機材料の種類にかかわらず有機層の耐圧は、そのトータル厚さで定義できることがわかった。そして、本発明の有機ELパネルとしては、上記電界強度が 3×10^6 V/cm以上であるものにできる。それによれば、上記手段の効果を有効に発揮することができる。

【0031】

請求項5に記載の発明では、有機層(30)の耐圧を有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度を計算する場合に有機層から導電性の有機膜を除外したとき、当該電界強度は 3.4×10^6 V/cm以上であることを特徴とする。

【0032】

有機ELパネルにおいては、銅フタロシアニンに代表されるポルフィリン系の導電性材料を用いた層の厚さが、比較するパネルで異なる場合は、特にその厚さが30nm程度以上と厚くなるほど、上記電界強度が一定にならない場合がある。

【0033】

電界強度をより正確に比較する場合には、有機層から導電性の有機膜を除外した方がより好ましいことがわかった。その場合、上記請求項4に記載の電界強度を見直すと、 3.4×10^6 V/cm以上であるものにできる。

【0034】

それによれば、上記手段の効果を有効に発揮することができる。ここで重要な概念は、銅フタロシアニンに代表されるポルフィリン系の導電性材料は、抵抗体として寄与し、耐圧を有する半導体(絶縁体)ではないことである。

【0035】

請求項6に記載の発明では、逆バイアス電圧を V_r とし、上部電極(40)の厚さを D_a とし、これら V_r と D_a との比 V_r/D_a を X_a としたとき、 X_a が 2.2×10^6 V/cm以上であることを特徴とする。

【0036】

逆バイアス電圧が小さすぎたり、上部電極が厚すぎると、上部電極が飛散しにくく、自己修復しにくい。その点、逆バイアス電圧 V_r と上部電極の厚さ D_a との比 $V_r/D_a = X_a$ を 2.2×10^6 V/cm以上とすれば、より適切に自己修復を行うことができるため(図7参照)、好ましい。

【0037】

請求項7に記載の発明では、上部電極(40)の厚さ D_a が100nm以下に薄くなっていることにより、 X_a が 2.2×10^6 V/cm以上であることが確保されていることを

10

20

30

40

50

特徴とする。

【0038】

上記請求項6に記載のXaの値を実現する手法として、逆バイアス電圧Vrを高くしすぎないほうが良い。つまり、上記請求項2に記載の発明のように、有機層の耐圧の1/2以下程度が好ましい。

【0039】

そのため、逆バイアス電圧を低めに設定し、上部電極の厚さDaを100nm以下に薄くすることで、上記Xaの値を実現することが好ましい。この厚さDaを100nm以下としたことは、自己修復時の上部電極の飛散形状をレーザー照射などで測定することで、当該飛散形状が小さく且つ効果的に電氣的にオープンになる形状となる厚さDaを調べることで決めたものである。 10

【0040】

請求項8に記載の発明では、逆バイアス電圧をVrとし、有機層(30)の厚さをDyとし、これらVrとDyとの比 Vr/Dy をYaとしたとき、Yaが 1.2×10^6 V/cm以上 2.2×10^6 V/cm以下であることを特徴とする。

【0041】

この比Yaの値が小さいとは、同じ逆バイアス電圧で考えると有機層の厚さDyが厚い場合を示し、比Yaの値が大きいとは有機層の厚さDyが薄い場合を示す。有機層が厚すぎると、有機層が飛散しにくいため自己修復が起きにくい。一方、有機層が薄すぎると、下部電極の凹凸などの影響から均一な有機層の厚さが実現できないため、有機層が飛散しすぎてしまい、表示品質の著しい低下を引き起こし、好ましくない。 20

【0042】

その点、逆バイアス電圧Vrと有機層の厚さDyとの比 $Vr/Dy = Ya$ を 1.2×10^6 V/cm以上 2.2×10^6 V/cm以下の範囲とすれば、より適切に自己修復を行うことができるため(図8参照)、好ましい。

【0043】

請求項9に記載の発明では、逆バイアス電圧をVrとし、導電性の有機膜を除外した有機層(30)の厚さをDy'とし、これらVrとDy'との比 Vr/Dy' をYa'としたとき、Ya'が 1.4×10^6 V/cm以上 2.4×10^6 V/cm以下であることを特徴とする。 30

【0044】

請求項10に記載の発明では、画素(50)は0.5%以上の支燃性ガスを含有するガスにて封止されていることを特徴とする。

【0045】

自己修復を効果的に発生させるためには、酸素などの支燃性ガスを用いるとよい。電極の飛散のみならず、電極の酸化作用(不導体化)によって、電氣的なオープン化をより確実に行うことができる。

【0046】

請求項11に記載の発明では、下部電極(20)の表面粗さとして、平均表面粗さRaが2nm以下であることを特徴とする。 40

【0047】

下部電極の表面粗さが粗いと、上下電極間の距離が部分的に小さくなり、有機層の耐圧も低下し、自己修復が発生しすぎて上部電極の断線などの不具合が生じやすい。その点、下部電極の表面粗さとして、平均表面粗さRaを2nm以下とすることで、そのような問題を回避しやすくでき、好ましい。

【0048】

また、請求項12に記載の発明では、下部電極(20)と上部電極(40)との間に発光層(33)を含む有機層(30)を備えてなる画素(50)を有する有機ELパネルの修復方法において、使用時の電圧印加条件における有機層の耐圧以下の逆バイアス電圧を印加することにより、画素を自己修復させることを特徴とする。 50

【 0 0 4 9 】

それによれば、請求項 1 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

【 0 0 5 0 】

請求項 1 3 に記載の発明では、有機層 (3 0) の耐圧として、使用時の電圧印加条件にて 1 分以下、駆動させたときの耐圧を用いることを特徴とする。

【 0 0 5 1 】

上記請求項 1 2 に記載の修復方法においても、請求項 1 3 に記載の発明のように、初期的な耐圧として、使用時の電圧印加条件にて 1 分以下、有機 E L パネルを駆動させたときの耐圧とすることができる。

10

【 0 0 5 2 】

請求項 1 4 に記載の発明では、逆バイアス電圧として、有機層 (3 0) の耐圧の 1 / 2 以下の電圧を用いることを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

それによれば、請求項 3 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

【 0 0 5 4 】

請求項 1 5 に記載の発明では、有機層 (3 0) の耐圧を有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度が $3 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上である有機 E L パネルを用いることを特徴とする。

20

【 0 0 5 5 】

それによれば、請求項 4 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

【 0 0 5 6 】

請求項 1 6 に記載の発明では、有機層 (3 0) の耐圧を有機層の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度を計算する場合に有機層から導電性の有機膜を除外したとき、当該電界強度は $3.4 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上である有機 E L パネルを用いることを特徴とする。

【 0 0 5 7 】

それによれば、請求項 5 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

30

【 0 0 5 8 】

請求項 1 7 に記載の発明では、逆バイアス電圧を V_r とし、上部電極 (4 0) の厚さを D_a とし、これら V_r と D_a との比 V_a / D_a を X_a としたとき、 X_a を $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上とすることを特徴とする。

【 0 0 5 9 】

それによれば、請求項 6 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

【 0 0 6 0 】

請求項 1 8 に記載の発明では、上部電極 (4 0) の厚さ D_a を 100 nm 以下に薄くすることにより、 X_a が $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることを確保するようにしたことを特徴とする。

40

【 0 0 6 1 】

それによれば、請求項 7 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

【 0 0 6 2 】

請求項 1 9 に記載の発明では、逆バイアス電圧を V_r とし、有機層 (3 0) の厚さを D_y とし、これら V_r と D_y との比 V_a / D_y を Y_a としたとき、 Y_a を $1.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以下とすることを特徴とする。

【 0 0 6 3 】

50

それによれば、請求項 8 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

【0064】

請求項 20 に記載の発明では、逆バイアス電圧を V_r とし、導電性の有機膜を除外した有機層 (30) の厚さを D_y' とし、これら V_r と D_y' との比 V_r / D_y' を Y_a' としたとき、 Y_a' を $1.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上 $2.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以下とすることを特徴とする。

【0065】

それによれば、請求項 9 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

10

【0066】

請求項 21 に記載の発明では、画素 (50) を 0.5% 以上の支燃性ガスを含有するガスにて封止した状態で、自己修復を行うことを特徴とする。

【0067】

それによれば、請求項 10 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

【0068】

請求項 22 に記載の発明では、下部電極 (20) として、平均表面粗さ R_a が 2 nm 以下のものを用いることを特徴とする。

【0069】

それによれば、請求項 11 に記載の発明と同様の効果を発揮することのできる修復方法を提供できる。

20

【0070】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0071】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。図 1 は本発明の実施形態に係る有機 EL パネル S1 の概略断面構成を示す図である。この有機 EL パネル S1 は、ガラスや樹脂等の絶縁性の基板 10 の上に、下部電極 20、発光層 33 を含む有機層 30、および上部電極 40 が順次積層形成されている。

30

【0072】

ここで、下部電極 20 および上部電極 40 が重なっている領域 50 における上下電極 20、40 および有機層 30 が、画素 50 として形成されている。ここで、図 2 は、図 1 に示す有機 EL パネル S1 の概略平面構成の一例を示す図である。

【0073】

本例では、図 2 に示すように、これら両電極 20、40 は互いに直交するストライプ形状をなし、両ストライプ状電極 20、40 の交差する部分が画素 50 となっている。そして、この画素 50 は、一つが 0.3 mm 角のサイズであり、 256×64 のドットマトリクスを構成したものとしている。

40

【0074】

下部電極 20 は、光学的に透明な ITO (Indium Tin Oxide) 膜等からなる。また、本実施形態では、有機層 30 は、正孔注入性有機材料等からなる正孔注入層 31、正孔輸送性有機材料等からなる正孔輸送層 32、正孔輸送性または電子輸送性の有機材料に発光色素を含有した材料等からなる発光層 33、電子輸送性有機材料からなる電子輸送層 34 が順次積層されてなる。

【0075】

なお、有機層 30 を構成する各層 31、32、33、34 は、材料の異なる複数の層からなるものでも良い。例えば、図 1 中に破線で区切って示すように、発光層 33 を 2 層 33a、33b、電子輸送層 34 を 2 層 34a、34b から構成しても良い。

50

【0076】

また、上部電極40はA1等の金属膜等からなる。これら画素50を構成する各層には、通常の有機ELパネルに採用される材料もしくは採用の可能性のある材料を適用することができる。このような有機ELパネルS1は、スパッタリング法や真空蒸着法等を用いて、基板10の上に各層20～40を順次形成することにより製造できる。

【0077】

そして、この有機ELパネルS1は、下部電極20を陽極、上部電極40を陰極として上下電極20、40間に電圧を印加することにより、駆動する。このとき、画素50に対して発光時には順バイアス電圧が印加されて発光し、非発光時にはクロストーク等による発光を抑えるため逆バイアス電圧が印加される。

10

【0078】

具体的に、本例のドットマトリクスタイプの有機ELパネルS1においては、一つの画素50に対して、図3に示すような所定のデューティ比やパルス幅を有する駆動波形のパルス電圧が印加される。順バイアス電圧（順方向パルス）の印加時には、発光層33が発光し、逆バイアス電圧（逆バイアスパルス）の印加時には、非発光状態となる。

【0079】

〔本有機ELパネルの自己修復作用〕

上記図3に示すような駆動波形が、有機ELパネルにおける使用時の電圧印加条件であり、本実施形態では、この使用時の電圧印加条件における有機層30の耐圧以下の逆バイアス電圧を印加したときに、画素50が自己修復できるようになっている。

20

【0080】

有機層の耐圧は、実際に駆動する場合のデューティ比、周波数などによって規定されるパルス幅と同一の状態に測定した電圧に基づいて決められる。つまり、図3に示す駆動波形において、順方向の電流は一定（つまり発光輝度はほぼ一定）のまま、逆バイアス電圧の大きさを増加ながら、発光しなくなる逆バイアス電圧を耐圧とする。

【0081】

ここで、逆バイアス電圧の変え方は、図4に示すように、各電圧毎の保持時間を5秒以上1分以下としながら、数Vずつ上げていく方法とする。このようにして、逆バイアス電圧を上昇させていくと、画素50中の上部電極40の一部もしくは全部が飛散する。この飛散が発生したときの逆バイアス電圧の値が有機層30の耐圧として定義される。

30

【0082】

この方法によれば、使用時の電圧印加条件における有機層の耐圧としてほぼ一定の値が得られる。限定するものではないが、本例では、順バイアス電圧を10Vに一定とし、各逆バイアス電圧において保持時間を5秒としながら、20Vから1Vずつ上昇させていくことにより、有機層30の耐圧を求めることができる。

【0083】

さらに、本例の有機ELパネルS1では、複数個の画素50を有するため、各画素50における有機層30の耐圧は、ある一定の分布を持っている。具体的には、本例において、複数個の画素50について有機層30の耐圧を調べた結果、図5に示すような分布を有するものとなった。そして、本例における有機層30の耐圧は、その平均値すなわち平均耐圧（図5では50V）としている。

40

【0084】

このようにして、使用時の電圧印加条件における有機層30の耐圧が定義された有機ELパネルS1において、本実施形態では、当該有機層30の耐圧以下の逆バイアス電圧を印加したときに、画素50が自己修復できるようになっている。

【0085】

それによれば、使用時の電圧印加条件における有機層30の耐圧を指標として、自己修復するための逆バイアス電圧の値を適度な大きさに決定することができる。つまり、使用時において印加する電圧条件（上記図3参照）において、非発光時に印加する逆バイアス電圧を有機層30の耐圧以下の大きさにすることで、上部電極40の全部が飛散してしまう

50

ような過大な逆バイアス電圧の設定を防止できる。

【0086】

そして、有機層30の耐圧以下の大きさの逆バイアス電圧であっても、自己修復は十分に行うことができる。これは、自己修復される画素50の部分は欠陥部であるため、有機層30の耐圧よりも低い逆バイアス電圧を印加しても、欠陥部の上の上部電極40を飛散させるのに十分な電圧エネルギーやジュール熱を発生させ得るためであると考えられる。

【0087】

また、有機層30の耐圧を指標とするため、逆バイアス電圧の大きさは、その耐圧以下の大きさまでは許容される。そのため、逆バイアス電圧が小さすぎて自己修復が不十分になることも防止できる。

10

【0088】

このように、本実施形態によれば、使用時における画素の自己修復を従来よりも確実に実現することのできる有機ELパネルおよびそのような有機ELパネルの修復方法を提供することができる。

【0089】

図6(a)、(b)は、本実施形態による自己修復の一例を模式的に示す断面図である。図6(a)は、欠陥部K1において上部電極40および有機層30に加えて下部電極20の一部まで飛散し、上下電極20、40間が電氣的にオープンになることで自己修復された例である。図6(b)は、有機層30の一部30'が残った状態で上下電極20、40が電氣的にオープンになることで自己修復された例である。

20

【0090】

この図6に示すような自己修復は、例えば、次のようにして行われる。使用中(駆動中)の画素50において、欠陥部K1として短絡による微小破壊点が発生した際、自己修復可能な逆バイアス電圧の印加によって、電圧エネルギーやジュール熱が欠陥部K1に発生する。

【0091】

それにより、上部電極40が上方向に吹き飛び、欠陥部K1の端部より外側へ後退するため、欠陥部K1の径よりも上部電極40の無くなった部分が大きくなる。このため、欠陥部K1の端部に上部電極40が存在しなくなり、その部分にて上下電極20、40間が電氣的にオープンになり、それ以上、欠陥が周囲に進行しない。

30

【0092】

つまり、画素50として一部欠陥は残るものの、画素50の耐圧は回復し、発光可能となることで自己修復がなされる。さらに、自己修復とは、図示しないが、飛散の発生後に残った上部電極40の表面が、酸化して不導体化されることで下部電極20との短絡が防止される現象も含むものである。この場合、多少、上部電極40の飛散が不十分であって下部電極20側へ上部電極40が垂れ下がってきても、短絡が防止される。

【0093】

また、図4を参照して上述したが、本実施形態において、有機層30の耐圧とは、使用時の電圧印加条件にて1分以下、駆動させたときの耐圧である。つまり、上記図4における保持時間を1分以下として、有機層30の耐圧を求めたことを意味している。

40

【0094】

有機層30の耐圧は、使用時間の経過に伴い低下していくため、使用の初期から長期の間すなわち使用時全般に渡って効果を発揮させるには、使用初期の耐圧を採用するのが良いことは明らかである。そのような初期的な耐圧として、使用時の電圧印加条件にて1分以下、有機ELパネルを駆動させたときの耐圧とすることができる。

【0095】

[好適手段]

次に、本実施形態における好ましい手段を挙げておく。本実施形態の有機ELパネルS1および修復方法においては、使用時の電圧印加条件における逆バイアス電圧が有機層30の耐圧の1/2以下である関係を有することが好ましい。

50

【0096】

有機層30の耐圧以下の逆バイアス電圧であっても、素子構造によっては、画素50全体の上部電極40を飛散させる場合がある。その点、逆バイアス電圧を有機層30の耐圧の1/2以下とすれば、素子構造にかかわらず自己修復させたい部位のみの上部電極40の飛散にとどめ得ることが確実にできる。

【0097】

さらに、上述したように、複数個の画素50間の製造ばらつきや製造ロット毎のばらつき等により、有機層30の耐圧は分布を持っているため、実際には、複数個の画素50について有機層30の耐圧を調べ、その平均耐圧を採用している。それに対して、逆バイアス電圧を有機層30の耐圧の1/2以下に低く抑えれば、平均値から外れた画素において上部電極40が飛散しすぎるのを防止しやすい。

【0098】

また、本実施形態の有機ELパネルS1および修復方法においては、有機層30の耐圧を有機層30の単位厚さ当たりの電界強度で表したとき、当該電界強度が 3×10^6 V/cm以上であるようにすることが好ましい。

【0099】

本発明者らの検討によれば、有機ELパネルにおいては、有機材料の種類にかかわらず有機層30の耐圧は、そのトータル厚さで定義できることがわかった（後述の図10参照）。有機ELパネルS1としては、上記電界強度が 3×10^6 V/cm以上であるものにすることができ、それによれば、上記した本実施形態の効果を有効に発揮することができる。

【0100】

さらに好ましくは、電界強度を計算する場合に有機層30から導電性の有機膜を除外し、当該電界強度は 3.4×10^6 V/cm以上であることを特徴とする。それによれば、上記した本実施形態の効果を有効に発揮することができる。

【0101】

また、本実施形態の有機ELパネルS1および修復方法においては、逆バイアス電圧を V_r とし、上部電極40の厚さを D_a とし、これら V_r と D_a との比 V_r/D_a を X_a としたとき、 $X_a (= V_r/D_a)$ の値が 2.2×10^6 V/cm以上であることが好ましい。

【0102】

逆バイアス電圧が小さすぎたり、上部電極40が厚すぎると、上部電極40が飛散しにくく、自己修復しにくい。つまり、 $X_a (= V_r/D_a)$ の値が小さすぎると自己修復しにくい。そこで、本発明者らは、有機ELパネルS1において、上記比 $V_r/D_a = X_a$ と上下電極20、40の短絡率との関係を調べた。その結果を図7に示す。

【0103】

図7では、上下電極の短絡率は、使用時間としての耐久時間が1000時間後すなわち有機ELパネルS1を1000時間駆動させた後において、上下電極20、40の短絡部が自己修復されなかった部分（例えばライン欠陥等）の発生率を表している。

【0104】

図7から、上記比 $V_r/D_a = X_a$ が 2.2×10^6 V/cm未満の場合では、上部電極40が厚すぎたり、逆バイアス電圧が小さすぎたりして上部電極40の飛散が不十分であって自己修復しにくい、上記比 $V_r/D_a = X_a$ を 2.2×10^6 V/cm以上とすれば、適切に自己修復できることがわかる。

【0105】

さらに、この比 $X_a (= V_r/D_a)$ を 2.2×10^6 V/cm以上に確保することは、上部電極40の厚さ D_a を100nm以下に薄くすることにより実現することが好ましい。

【0106】

これは、上記比 X_a の値を実現する手法として、逆バイアス電圧 V_r を高くしすぎないほ

うが良いためである。つまり、上述したように、なるべく有機層 30 の耐圧の $1/2$ 以下程度に逆バイアス電圧 V_r を抑えることが好ましいためである。

【0107】

そのため、逆バイアス電圧を低めに設定し、上部電極 40 の厚さ D_a を 100 nm 以下に薄くすることで、上記 X_a の値を実現することが好ましい。この厚さ D_a を 100 nm 以下としたことは、自己修復時の上部電極 40 の飛散形状をレーザ照射などで測定することで、当該飛散形状が小さく且つ効果的に電氣的にオープンになる形状となる厚さ D_a を調べることで決めたものである。

【0108】

また、本実施形態の有機 EL パネル S1 および修復方法においては、逆バイアス電圧を V_r とし、有機層 30 の厚さを D_y とし、これら V_r と D_y との比 V_r/D_y を Y_a としたとき、この比 Y_a が $1.2 \times 10^6\text{ V/cm}$ 以上 $2.2 \times 10^6\text{ V/cm}$ 以下であることが好ましい。 10

【0109】

この比 Y_a の値が小さいとは、同じ逆バイアス電圧で考えると有機層 30 の厚さ D_y が厚い場合を示し、比 Y_a の値が大きいとは有機層 30 の厚さ D_y が薄い場合を示す。

【0110】

有機層 30 が厚すぎると、有機層 30 が飛散しにくいため自己修復が起きにくい。一方、有機層 30 が薄すぎると、下部電極 20 の凹凸などの影響から均一な有機層 30 の厚さが実現できないため、有機層 30 が飛散しすぎてしまい、表示品質の著しい低下を引き起こし、好ましくない。 20

【0111】

そこで、本発明者らは、本実施形態の有機 EL パネル S1 において、上記比 $V_r/D_a = Y_a$ と上下電極 20、40 の短絡率との関係を調べた。その結果を図 8 に示す。

【0112】

図 8 では、上下電極の短絡率は、上記図 7 と同じ定義としている。図 8 から、上記比 $V_r/D_a = Y_a$ が $1.2 \times 10^6\text{ V/cm}$ 未満の場合では、有機層 30 が厚すぎたり、逆バイアス電圧が小さすぎたりして有機層 30 や上部電極 40 の飛散が不十分であって自己修復しにくいことがわかる。

【0113】

一方、上記比 $V_r/D_a = Y_a$ が $2.2 \times 10^6\text{ V/cm}$ よりも大きい場合では、有機層 30 が薄すぎて有機層 30 が飛散しすぎてしまい、表示品質の著しい低下を引き起こし、好ましくない。このような検討結果から、上記比 $V_r/D_a = Y_a$ を $1.2 \times 10^6\text{ V/cm}$ 以上 $2.2 \times 10^6\text{ V/cm}$ 以下とすれば、適切に自己修復できることがわかった。 30

【0114】

また、本実施形態の有機 EL パネル S1 および修復方法においては、画素 50 は 0.5% 以上の酸素等の支燃性ガスを含むガスにて封止されていることが好ましい。

【0115】

このことは、具体的には図示しないが、有機 EL パネル S1 の上部を 0.5% 以上の酸素等の支燃性ガスを含む乾燥窒素等のガスを充填した封止缶で密封すること等により実現することができる。 40

【0116】

自己修復を効果的に発生させるためには、酸素などの支燃性ガスを用いるとよい。それによれば、上部電極 40 の飛散のみならず、上部電極 40 の酸化作用（不導体化）によって、電氣的なオープン化をより確実に行うことができ、好ましい。

【0117】

また、本実施形態の有機 EL パネル S1 および修復方法においては、下部電極 20 の表面粗さとして、平均表面粗さ R_a が 2 nm 以下であるようにすることが好ましい。

【0118】

具体的には、下地となる下部電極 20 が ITO の場合、ITO の成膜後にバフ研磨等にて 50

ITOを研磨する等によって平滑化を図れる。さらに好ましくは、ITOのパターニング後に研磨するなど、下部電極20のエッジで有機層30が薄くなるのを防ぐ必要がある。

【0119】

下部電極20の表面粗さが粗いと、上下電極20、40間の距離が部分的に小さくなり、結果、有機層30の耐圧も低下し、自己修復が発生しすぎて上部電極40の断線などの不具合が生じやすい。その点、下部電極20の平均表面粗さRaを2nm以下とすることで、そのような問題を回避しやすくでき、好ましい。

【0120】

次に、本実施形態について、以下の実施例としての具体例1～5を参照して、より具体的に説明することとする。

10

【0121】

図9はこれら各具体例1～5に用いた有機ELパネルS1の下部電極表面粗さRa(nm)、有機層厚さDy(nm)、上部電極(陰極)厚さDa、逆バイアス電圧Vr(V)、有機層の耐圧Vd(V)、有機層の耐圧の電界強度Vd/Dy(V/cm)、上記比Xa、比Ya等を示した図表である。

【0122】

また、下記具体例中には、有機層(30)の耐圧Vdを導電性の有機膜を除外した有機層厚さDy'(nm)で割ったときの有機層の単位厚さ当たりの電界強度Vd/Dy'(V/cm)、および、逆バイアス電圧Vrと導電性の有機膜を除外した有機層30の厚さDy'との比Vr/Dy'であるYa'(V/cm)も示した。

20

【0123】

[具体例1]

本例では、基板10はガラス基板、下部電極(陽極)20はスパッタリング法にて形成された膜厚150nm程度のITO膜であり、正孔注入性電極すなわち陽極として構成されたものとした。また、下部電極20の表面を研磨することにより、Ra=1.2nmにした。

【0124】

本例の有機層30は、UVオゾンによるITO表面の前処理をした後、真空チャンバーに入れ、真空蒸着法にて形成した。まず、正孔注入層31として、銅フタロシアニン(CuPc)を15nm成膜し、その上に正孔輸送層32として、 α -ナフチル・フェニル・ベンゼンを50nm成膜し、発光層33として、クマリンを1%ドーブしたアルミキノリノールを40nm成膜し、電子輸送層34として、アルミキノリノールを30nm程度成膜した。この場合、発光色は緑色である。

30

【0125】

さらに、上部電極(陰極)40として、LiFを0.5nm、Alを80nm積層蒸着した。そして、このパネルを露点が-70℃である乾燥窒素雰囲気に入れ、支燃性ガスとして1%の酸素を導入した後、封止缶を用いて封止した。

【0126】

この有機ELパネルS1を、120Hzにて、1/64のデューティ比で駆動する場合の有機層30の耐圧Vdは、50Vであった。なお、本例の有機層30の耐圧50Vは、上記図5に示す平均耐圧に相当する。この有機層30の耐圧は、有機層30の単位厚さ当たりの電界強度Vd/Dyでは 3.7×10^6 V/cmである。

40

【0127】

また、導電性の有機膜である正孔注入層31の銅フタロシアニン(CuPc)の厚さ15nmを除外した場合、当該電界強度Vd/Dy'は 4.2×10^6 V/cmである。

【0128】

駆動としては、1/64のデューティ比となるように、順方向パルス(順バイアス電圧)は定電流駆動で、初期輝度が200cd/m²となるように調整した。そのときの順方向パルスの電圧は10V程度であった。順方向パルス以外の時は、逆バイアス電圧として20Vの逆バイアスパルスを印加した。

50

【0129】

このとき、上記比 $X_a (= V_r / D_a)$ は $2.5 \times 10^6 \text{ V/cm}$ であり、 $Y_a (= V_r / D_y)$ は $1.48 \times 10^6 \text{ V/cm}$ である。また、 $Y_a' (= V_r / D_y')$ は $1.7 \times 10^6 \text{ V/cm}$ である。

【0130】

この有機ELパネルS1を耐久評価したところ、80の高温作動でも1000時間以上、ライン欠陥等の上下電極20、40の短絡に至る不具合はまったく発生せず、自己修復が適切になされたことが確認された。ちなみに、比較例として、有機層30の耐圧50Vを超える逆バイアス電圧を印加して同様に駆動させ、耐久評価したが、100時間以内にライン欠陥が生じた。

10

【0131】

なお、本具体例1における封止缶中の酸素濃度は1%としたが、0.5%以上であれば上部電極40の酸化(不導体化)に効果があることは確認済みである。

【0132】

ここで、本具体例1の変形例を示しておく。この変形例1では、本具体例1の $X_a (= V_r / D_a)$ である $2.5 \times 10^6 \text{ V/cm}$ に対して、より低い X_a としたもので、具体例1と同じパネルS1を、逆バイアス電圧13Vで駆動 ($X_a = 1.6 \times 10^6 \text{ V/cm}$) した。

【0133】

その結果、高温作動において、200時間までは上下電極20、40の短絡によるライン欠陥が発生しなかった。これは、上記具体例1よりは自己修復の効果が小さいものの、上記比較例に比して自己修復の効果があったことを示す。

20

【0134】

変形例2では、本具体例1の有機層30の耐圧50Vに対する逆バイアス電圧20Vに比べて、より高い逆バイアス電圧としたもので、具体例1と同じパネルS1を、逆バイアス電圧30V(耐圧の1/2以上)で駆動 ($X_a = 3.1 \times 10^6 \text{ V/cm}$) した。

【0135】

その結果、高温作動において、700時間までは上下電極20、40の短絡によるライン欠陥が発生しなかった。これは、上記具体例1よりは自己修復の効果が小さいものの、上記比較例に比して自己修復の効果があったことを示す。

30

【0136】

変形例3では、本具体例1の $X_a (= V_r / D_a)$ である $2.5 \times 10^6 \text{ V/cm}$ に対して、より低い X_a としたもので、具体例1と同じパネルS1において上部電極40の厚さを130nmに薄くして、逆バイアス電圧20Vで駆動 ($X_a = 1.53 \times 10^6 \text{ V/cm}$) した。

【0137】

その結果、高温作動において、600時間までは上下電極20、40の短絡によるライン欠陥が発生しなかった。これは、上記具体例1よりは自己修復の効果が小さいものの、上記比較例に比して自己修復の効果があったことを示す。

【0138】

40

[具体例2]

本具体例2では、上記具体例1に比べて、白色発光素子とし、有機層30をより厚く、上部電極(陰極)をより薄くしたものである(図9参照)。

【0139】

ガラス基板10上に上部電極(陽極)20として320nm程度の厚さのITO膜を形成した。このITO膜の表面を研磨により、 $R_a = 1.2 \text{ nm}$ にした。その後、UVオゾンによるITO表面の前処理をした後、真空チャンバーに入れた。

【0140】

本例の有機層30は、まず、正孔注入層31として、銅フタロシアニン(CuPc)を15nm成膜し、その上に正孔輸送層32として、3級アミン4量体を57nm成膜した。

50

【0141】

発光層33としては、正孔輸送層32側から順に黄色発光層33a、青色発光層33bの2層構成とし、混色として白色発光させるものとした。本例では、黄色発光層33aとして、ルブレンを6%ドーブした3級アミン4量体を1nm成膜し、さらに青色発光層33bとして、ペリレンを5%ドーブしたアダマンタン誘導体を40nm成膜した。

【0142】

次に、本例では、電子輸送層34として、発光層33側から順に第1の電子輸送層34a、第2の電子輸送層34bの2層構成とした。第1の電子輸送層34aとして、アダマンタン誘導体のノンドープ層を20nm成膜し、第2の電子輸送層34bとして、アルミニノリノールを10nm程度成膜した。

10

【0143】

さらに、上部電極(陰極)40として、LiFを0.5nm、Alを70nm積層蒸着した。そして、このパネルを露点が-70である乾燥室素雰囲気に入れ、支燃性ガスとして1%の酸素を導入した後、封止缶を用いて封止した。

【0144】

この有機ELパネルS1を、120Hzにて、1/64のデューティ比で駆動する場合の有機層30の耐圧Vdは、53Vであった。この有機層30の耐圧は、有機層30の単位厚さ当たりの電界強度Vd/Dyでは 3.7×10^6 V/cmである。

【0145】

また、導電性の有機膜である正孔注入層31の銅フタロシアニン(CuPc)の厚さ15nmを除外した場合、当該電界強度Vd/Dy'は 4.1×10^6 V/cmである。

20

【0146】

駆動としては、1/64のデューティ比となるように、順方向パルス(順バイアス電圧)は定電流駆動で、初期輝度が200cd/m²となるように調整した。そのときの順方向パルスの電圧は11V程度であった。順方向パルス以外の時は、逆バイアス電圧として20Vの逆バイアスパルスを印加した。

【0147】

このとき、上記比Xa(=Vr/Da)は 2.85×10^6 V/cmであり、Ya(=Vr/Dy)は 1.4×10^6 V/cmである。また、Ya'(=Vr/Dy')は 1.6×10^6 V/cmである。

30

【0148】

この有機ELパネルS1を耐久評価したところ、80の高温作動でも1500時間以上、ライン欠陥等の上下電極20、40の短絡に至る不具合はまったく発生せず、自己修復が適切になされたことが確認された。本具体例2では、比Xaをより大きくしたことで、より自己修復機能が高くなったと考えられる。

【0149】

[具体例3]

本具体例3では、上記具体例1に比べて、下部電極20としてのITO膜の表面粗さをより大きく、上部電極40をより薄くしたものである(図9参照)。

【0150】

本例の有機ELパネルS1は、上記具体例1のパネルを基本として、ITO膜の表面粗さRaを1.8nmとした。

40

【0151】

下部電極20の表面粗さを粗くすることで有機層30の耐圧は低下すると考えられるが、実際に、この有機ELパネルS1を、120Hzにて、1/64のデューティ比で駆動する場合の有機層30の耐圧Vdは、40.5Vであった。この有機層30の耐圧は、有機層30の単位厚さ当たりの電界強度Vd/Dyでは 3.0×10^6 V/cmである。また、電界強度Vd/Dy'は 3.4×10^6 V/cmである。

【0152】

さらに、本例では、上記具体例1と同様の120Hz、1/64のデューティ比で駆動す

50

る場合において 1.6×10^6 V/cm の逆バイアス電圧を印加しても、上記比 $X_a (= V_r / D_a)$ が 2.2×10^6 V/cm 以上であることを確保できるように、上部電極（陰極）40 の厚さ D_a を 60 nm とした。また、本例では、 $Y_a (= V_r / D_y)$ は 1.2×10^6 V/cm である。また、 $Y_a' (= V_r / D_y')$ は 1.4×10^6 V/cm である。

【0153】

この有機 EL パネル S1 を耐久評価したところ、80 の高温作動でも 1000 時間以上、ライン欠陥等の上下電極 20、40 の短絡に至る不具合はまったく発生せず、自己修復が適切になされたことが確認された。

【0154】

[具体例 4]

本具体例 4 では、上記具体例 1 に比べて、下部電極 20 としての ITO 膜の表面粗さをより小さく、有機層 30 をより薄くしたものである（図 9 参照）。

【0155】

本例の有機 EL パネル S1 は、上記具体例 1 のパネルを基本として、ITO 膜の表面粗さ R_a を 0.6 nm と小さくし、正孔注入層 31 の厚さは 15 nm のまま、正孔輸送層 32 の厚さを 30 nm、発光層 33 の厚さを 30 nm、電子輸送層 34 の厚さを 10 nm と薄くした。

【0156】

この有機 EL パネル S1 を、120 Hz にて、1/64 のデューティ比で駆動する場合の有機層 30 の耐圧 V_d は、30 V であった。この有機層 30 の耐圧は、有機層 30 の単位厚さ当たりの電界強度 V_d / D_y では 3.5×10^6 V/cm である。また、電界強度 V_d / D_y' は 4.3×10^6 V/cm である。

【0157】

さらに、本例では、上記具体例 1 と同様の 120 Hz、1/64 のデューティ比で駆動する場合において 14 V の逆バイアス電圧を印加しても、上記比 $X_a (= V_r / D_a)$ が 2.2×10^6 V/cm 以上であることを確保できるように、上部電極（陰極）40 の厚さ D_a を 60 nm とした。また、本例では、 $Y_a (= V_r / D_y)$ は 1.6×10^6 V/cm である。また、 $Y_a' (= V_r / D_y')$ は 2.0×10^6 V/cm である。

【0158】

この有機 EL パネル S1 を耐久評価したところ、80 の高温作動でも 1000 時間以上、ライン欠陥等の上下電極 20、40 の短絡に至る不具合はまったく発生せず、自己修復が適切になされたことが確認された。

【0159】

[具体例 5]

本具体例 5 では、上記具体例 1 に比べて、駆動の印加電圧においてデューティ比を変えて有機層 30 の耐圧を変えたものである（図 9 参照）。

【0160】

上記具体例 1 と同一の有機 EL パネル S1 を用いて、120 Hz にて、1/32 のデューティ比で駆動した場合の有機層 30 の耐圧は 46 V であり、具体例 1 よりも小さくなった。この有機層 30 の耐圧 V_d は、有機層 30 の単位厚さ当たりの電界強度 V_d / D_y では 3.4×10^6 V/cm である。また、電界強度 V_d / D_y' は 3.8×10^6 V/cm である。

【0161】

駆動としては、1/32 のデューティ比となるように、順方向パルス（順バイアス電圧）は定電流駆動で、初期輝度 200 cd/m^2 となるように調整した。そのときの順方向パルスの電圧は 8 V 程度であった。順方向パルス以外の時は、逆バイアス電圧として 18 V の逆バイアスパルスを印加した。

【0162】

このとき、上記比 $X_a (= V_r / D_a)$ は 2.3×10^6 V/cm であり、 $Y_a (= V_r / D_y)$ は 1.33×10^6 V/cm である。また、 $Y_a' (= V_r / D_y')$ は 1.5

10

20

30

40

50

$\times 10^6 \text{ V/cm}$ である。

【0163】

この有機ELパネル51を耐久評価したところ、80 の高温作動でも1000時間以上、ライン欠陥等の上下電極20、40の短絡に至る不具合はまったく発生せず、自己修復が適切になされたことが確認された。

【0164】

また、以上の各具体例1～5ではいずれも、有機層30の耐圧として、有機層30の単位厚さ当たりの電界強度が $3 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上である。図10は、本発明者らが調べた有機層30の厚さ(nm)と有機層30の平均耐圧(V)との関係を示す図であり、各具体例1～5の電界強度もプロットしてある。

10

【0165】

この図10に示されるように、本発明者らの検討によれば、有機ELパネルにおいては、有機材料の種類にかかわらず有機層30の耐圧は、そのトータルの厚さで定義できることがわかった。そして、 $3 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上の電界強度とした具体例1～5にて、自己修復の効果が十分に発揮されている。

【0166】

(他の実施形態)

なお、有機ELパネルとしては、ドットマトリクスタイプのような複数個の画素50を有するもの以外にも、一つの画素で構成されたものでも良い。その場合、有機層の耐圧は、同一構成のパネルを複数個用いて、平均の耐圧として求めればよい。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る有機ELパネルの概略断面図である。

【図2】図1に示す有機ELパネルの概略平面構成の一例を示す図である。

【図3】有機ELパネルにおける使用時の電圧印加条件としての駆動波形の一例を示す図である。

【図4】有機層の耐圧を決めるために逆バイアス電圧を上昇させていく方法を示す図である。

【図5】複数個の画素について有機層の耐圧を調べた結果による耐圧分布の一例を示す図である。

【図6】上記実施形態による自己修復の一例を模式的に示す断面図である。

30

【図7】逆バイアス電圧 V_r と上部電極厚さ D_a との比 V_a/D_a と、上下電極の短絡率との関係を調べた結果を示す図である。

【図8】逆バイアス電圧 V_r と有機層厚さ D_y との比 V_r/D_y と、上下電極の短絡率との関係を調べた結果を示す図である。

【図9】上記実施形態の具体例に用いた有機ELパネルの諸物性を示す図表である。

【図10】本発明者らが調べた有機層の厚さと有機層の平均耐圧との関係を示す図である。

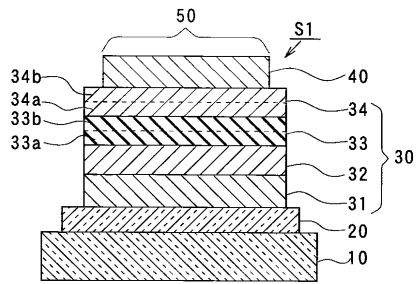
【符号の説明】

20 ... 下部電極、30 ... 有機層、33 ... 発光層、40 ... 上部電極、

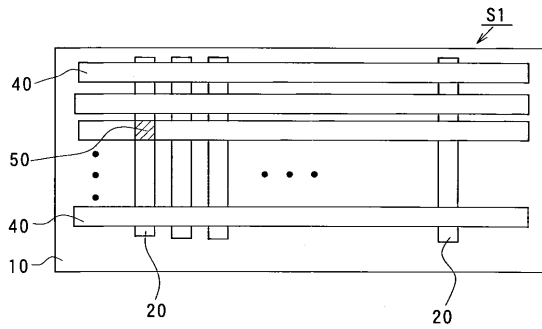
50 ... 画素。

40

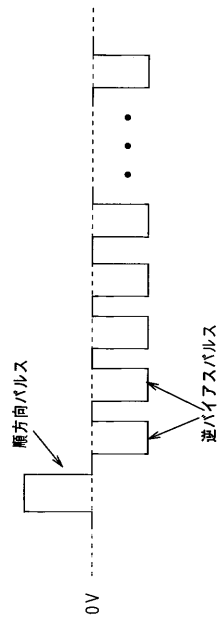
【図 1】



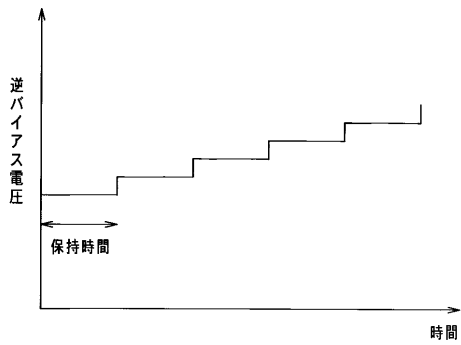
【図 2】



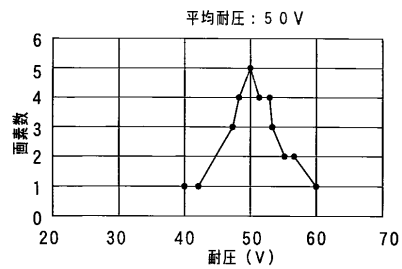
【図 3】



【図 4】

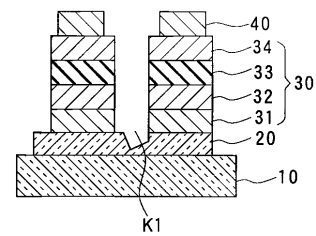


【図 5】

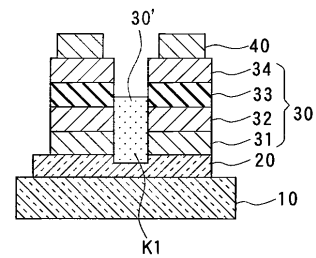


【図 6】

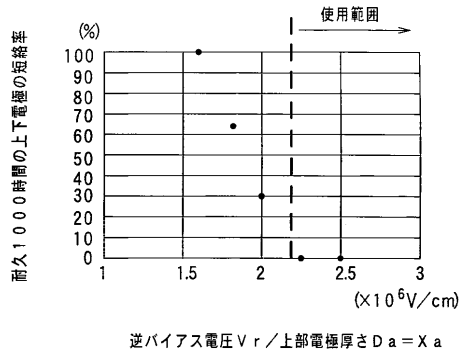
(a)



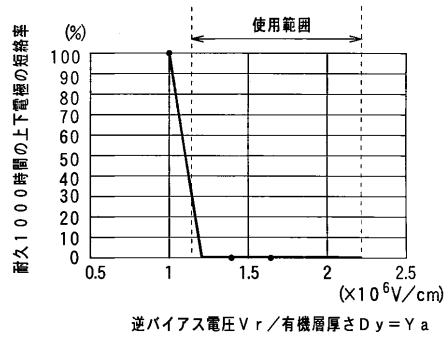
(b)



【図 7】



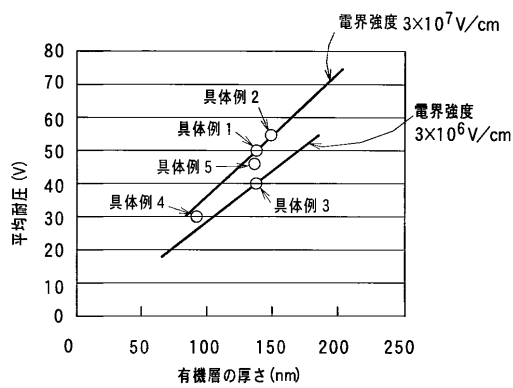
【図 8】



【図 9】

項目	好ましい範囲	具体例 1	具体例 2	具体例 3	具体例 4	具体例 5
下部電極表面粗さ: R_a (nm)	$R_a \leq 2.0$	1.2	1.2	1.8	0.6	1.2
有機層厚さ: D_y (nm)		135	143	135	85	135
上部電極厚さ: D_a (nm)		80	70	60	60	80
逆バイアス電圧: V_r (V)		20	20	17	14	18
有機層の耐圧: V_d (V)		50	53	405	30	46
電界強度: V_d/D_y (V/nm)	$V_d/D_y \geq 3 \times 10^6$	3.7×10^6	3.7×10^6	3.0×10^6	3.5×10^6	3.4×10^6
V_r/D_a : X_a (V/cm)	$X_a \geq 2.2 \times 10^6$	2.5×10^6	2.9×10^6	2.8×10^6	2.3×10^6	2.3×10^6
V_r/D_a : X_a (V/cm)	$X_a \geq 2.2 \times 10^6$	2.5×10^6	2.9×10^6	2.8×10^6	2.3×10^6	2.3×10^6
V_r/D_y : Y_a (V/cm)	$1.2 \times 10^6 \leq Y_a \leq 2.2 \times 10^6$	1.5×10^6	1.4×10^6	1.2×10^6	1.6×10^6	1.3×10^6

【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 博道

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

F ターム(参考) 3K007 AB08 AB18 BA06 BB01 BB05 CC00 DB03 FA02 GA02

专利名称(译)	有机EL面板及其修复方法		
公开(公告)号	JP2004178986A	公开(公告)日	2004-06-24
申请号	JP2002343982	申请日	2002-11-27
[标]申请(专利权)人(译)	日本电装株式会社		
申请(专利权)人(译)	Denso公司		
[标]发明人	鈴木晴視 森 薫 加藤博道		
发明人	鈴木 晴視 森 薫 加藤 博道		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/04 H05B33/14 H05B33/26		
FI分类号	H05B33/14.A H05B33/04 H05B33/26.Z		
F-TERM分类号	3K007/AB08 3K007/AB18 3K007/BA06 3K007/BB01 3K007/BB05 3K007/CC00 3K007/DB03 3K007/FA02 3K007/GA02 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC21 3K107/CC29 3K107/CC45 3K107/EE52 3K107/FF00 3K107/FF04 3K107/FF08 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/GG57 3K107/HH02		
代理人(译)	伊藤洋二 三浦贵大 水野 史博		
其他公开文献	JP4032943B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：确保在有机EL面板中实现像素的自我修复。在具有在下部电极（20）和上部电极（40）之间具有包括发光层（33）的有机层（30）的像素（50）的有机EL面板中，在使用期间在施加电压的条件下耐压等于或小于有机层（30）的耐压。施加反向偏置电压，优选地施加有机层30的击穿电压的1/2或更小的反向偏置电压。因此，可以通过在使用期间的电压施加条件下使用有机层的击穿电压作为指标来将用于自修复的反向偏置电压的值确定为适当的值，并且可以对像素50的缺陷部分进行自修复。已成为。[选型图]图1

