

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4032943号
(P4032943)

(45) 発行日 平成20年1月16日(2008.1.16)

(24) 登録日 平成19年11月2日(2007.11.2)

(51) Int.Cl.	F I
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A
H05B 33/04 (2006.01)	H05B 33/04
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26 Z

請求項の数 20 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2002-343982 (P2002-343982)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成14年11月27日(2002.11.27)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2004-178986 (P2004-178986A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成16年6月24日(2004.6.24)	(74) 代理人	100100022
審査請求日	平成17年2月8日(2005.2.8)		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ELパネルおよびその修復方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下部電極(20)とA1膜の上部電極(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が、順バイアス電圧の印加時に前記発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に前記発光層が非発光状態となるものであり、

前記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おり、

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記上部電極の厚さを 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 $2.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上であることを特徴とする有機ELパネル。

10

【請求項2】

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 $2.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 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1に記載の有機ELパネル。

【請求項3】

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 $1.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上 $2.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 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ELパネル。

20

【請求項 4】

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が、順バイアス電圧の印加時に前記発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に前記発光層が非発光状態となるものであり、

前記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おり、

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記有機層の厚さを 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 $1.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以下であることを特徴とする有機ELパネル。

10

【請求項 5】

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ないし4のいずれか一つに記載の有機ELパネル。

【請求項 6】

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ないし5のいずれか一つに記載の有機ELパネル。

【請求項 7】

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 $3 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか一つに記載の有機ELパネル。

20

【請求項 8】

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 $3.4 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか一つに記載の有機ELパネル。

【請求項 9】

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8のいずれか一つに記載の有機ELパネル。

【請求項 10】

前記下部電極（20）の表面粗さとして、平均表面粗さ R_a が2nm以下であ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ELパネル。

30

【請求項 11】

下部電極（20）とA1膜の上部電極（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が、順バイアス電圧の印加時に前記発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に前記発光層が非発光状態となるものであり、

前記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有機ELパネルの修復方法であり、

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記上部電極の厚さを 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 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上とすることを特徴とする有機ELパネルの修復方法。

40

【請求項 12】

前記上部電極（40）の厚さ D_a を100nm以下に薄くすることにより、前記 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請求項11に記載の有機ELパネルの修復方法。

【請求項 13】

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 $1.4 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上 $2.4 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以下とすることを特徴とする請求項11または12に記載の有機ELパネルの修復方法。

50

【請求項 14】

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が、順バイアス電圧の印加時に前記発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に前記発光層が非発光状態となるものであり、

前記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有機ELパネルの修復方法であり、

前記逆バイアス電圧を V_r とし、前記有機層の厚さを 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 $1.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上 $2.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以下とすることを特徴とする有機ELパネルの修復方法。

10

【請求項 15】

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11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 16】

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11ないし15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 $3 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 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11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 $3.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 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11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。

【請求項 19】

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11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 20】

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11ないし19のいずれか一つに記載の有機ELパネルの修復方法。

【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。

40

【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。

【0003】

このような有機EL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。

50

【 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。

【 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。

10

【 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）

【 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。

20

【 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。

【 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。

30

【 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。

【 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。

40

【 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。

【 0 0 1 4 】

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。

【 0 0 1 5 】

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

50

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しながら、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。

10

【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A1膜の上部電極（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が、順バイアス電圧の印加時に発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に発光層が非発光状態となるものであり、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おり、逆バイアス電圧を V_r とし、上部電極の厚さを 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 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることを特徴とする。

20

【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。

30

【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。また、請求項1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 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることを特徴とする。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 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 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。

【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。

40

【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。

50

【 0 0 2 5 】

請求項 5 に記載の発明では、有機層 (3 0) 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。

【 0 0 2 6 】

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 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。

【 0 0 2 7 】

請求項 6 に記載の発明では、逆バイアス電圧は、有機層 (3 0) の耐圧の 1 / 2 以下であることを特徴とする。 10

【 0 0 2 8 】

逆バイアス電圧を有機層 (3 0) 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。

【 0 0 2 9 】

請求項 7 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、当該電界強度は $3 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

有機 E L 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 E L パネルとしては、上記電界強度が $3 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 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。 20

【 0 0 3 1 】

請求項 8 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 $3 . 4 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

有機 E L 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 3 0 n m 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。 30

【 0 0 3 3 】

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、 $3 . 4 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であるものにできる。

【 0 0 3 4 】

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。

【 0 0 3 7 】

請求項 2 に記載の発明では、上部電極 (4 0) の厚さ D a が 1 0 0 n m 以下に薄くなっていることにより、X a が $2 . 2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることが確保されていることを特徴とする。 40

【 0 0 3 8 】

上記請求項 1 に記載の 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。

【 0 0 3 9 】

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 D a を 1 0 0 n m 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 1 0 0 n m 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 50

で決めたものである。

【0040】

請求項4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が、順バイアス電圧の印加時に前記発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に前記発光層が非発光状態となるものであり、前記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しており、逆バイアス電圧を V_r とし、有機層の厚さを 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 が $1.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上 $2.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以下であることを特徴とする。

10

【0041】

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の厚さ D_y 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。

【0042】

その点、逆バイアス電圧 V_r と有機層の厚さ D_y との比 $V_r/D_y = Y_a$ を $1.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上 $2.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 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。

20

【0043】

請求項3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' が $1.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上 $2.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以下であることを特徴とする。

【0044】

請求項9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。

30

【0046】

請求項10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 R_a が2nm以下であることを特徴とする。

【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 R_a 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。

40

【0048】

また、請求項11に記載の発明では、下部電極(20)とA1膜の上部電極(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が、順バイアス電圧の印加時に発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に発光層が非発光状態となるものであり、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有機ELパネルの修復方法であり、逆バイアス電圧を V_r とし、上部電極の厚さを 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 を $2.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 以上とすることを特徴とする。

【0049】

50

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 5 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 1 に記載の修復方法においても、請求項 1 5 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。

【 0 0 5 2 】

請求項 1 6 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 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 5 4 】

請求項 1 7 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。

【 0 0 5 5 】

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 5 6 】

請求項 1 8 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 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。

【 0 0 6 0 】

請求項 1 2 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。

【 0 0 6 1 】

それによれば、請求項 2 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 4 に記載の発明では、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 パネルの修復方法において、使用時の電圧印加条件が、順バイアス電圧の印加時に発光層が発光し、逆バイアス電圧の印加時に発光層が非発光状態となるものであり、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有機 E L パネルの修復方法であり、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 】

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 6 4 】

10

20

30

40

50

請求項 13 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 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。

【0066】

請求項 19 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。

10

【0067】

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。

【0068】

請求項 20 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 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。

【0070】

20

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。

【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。

30

【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。

【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。

40

【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。

【0076】

また、上部電極 40 は Al 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

50

ができる。このような有機 E L パネル S 1 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。

【 0 0 7 7 】

そして、この有機 E L パネル S 1 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。

【 0 0 7 8 】

具体的に、本例のドットマトリクスタイプの有機 E L パネル S 1 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。

10

【 0 0 7 9 】

[本有機 E L 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 E L 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。

【 0 0 8 0 】

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しながら、発光しなくなる逆バイアス電圧を耐圧とする。

20

【 0 0 8 1 】

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。

【 0 0 8 2 】

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 10 V 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、20 V から 1 V 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。

30

【 0 0 8 3 】

さらに、本例の有機 E L パネル S 1 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 50 V）としている。

【 0 0 8 4 】

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 E L パネル S 1 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。

40

【 0 0 8 5 】

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ような過大な逆バイアス電圧の設定を防止できる。

【 0 0 8 6 】

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

50

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。

【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。

10

【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。

【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。

20

【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。

【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。

30

【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。

【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。

40

【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。

【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

50

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 4 0 の飛散にとどめ得ることが確実にできる。

【 0 0 9 7 】

さらに、上述したように、複数個の画素 5 0 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 3 0 の耐圧は分布を持っているため、実際には、複数個の画素 5 0 について有機層 3 0 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 3 0 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 4 0 が飛散しすぎるのを防止しやすい。

【 0 0 9 8 】

また、本実施形態の有機 E L パネル S 1 および修復方法においては、有機層 3 0 の耐圧を有機層 3 0 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 $3 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であるようにすることが好ましい。

【 0 0 9 9 】

本発明者らの検討によれば、有機 E L パネルにおいては、有機材料の種類にかかわらず有機層 3 0 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 1 0 参照）。有機 E L パネル S 1 としては、上記電界強度が $3 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 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。

【 0 1 0 0 】

さらに好ましくは、電界強度を計算する場合に有機層 3 0 から導電性の有機膜を除外し、当該電界強度は $3.4 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 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。

【 0 1 0 1 】

また、本実施形態の有機 E L パネル S 1 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 4 0 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 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上であることが好ましい。

【 0 1 0 2 】

逆バイアス電圧が小さすぎたり、上部電極 4 0 が厚すぎると、上部電極 4 0 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 E L パネル S 1 において、上記比 $V_r / D_a = X_a$ と上下電極 2 0、4 0 の短絡率との関係を調べた。その結果を図 7 に示す。

【 0 1 0 3 】

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 1 0 0 0 時間後すなわち有機 E L パネル S 1 を 1 0 0 0 時間駆動させた後において、上下電極 2 0、4 0 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。

【 0 1 0 4 】

図 7 から、上記比 $V_r / D_a = X_a$ が $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 未満の場合では、上部電極 4 0 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 4 0 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 $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上とすれば、適切に自己修復できることがわかる。

【 0 1 0 5 】

さらに、この比 $X_a (= V_r / D_a)$ を $2.2 \times 10^6 \text{ V / cm}$ 以上に確保することは、上部電極 4 0 の厚さ D_a を 1 0 0 nm 以下に薄くすることにより実現することが好ましい。

【 0 1 0 6 】

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 3 0 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。

【 0 1 0 7 】

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。

【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。

20

【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有する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。

【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。

40

【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 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 のパターン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】

50

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 R_a を 2 nm 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。

【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 R_a (nm)、有機層厚さ D_y (nm)、上部電極 (陰極) 厚さ D_a 、逆バイアス電圧 V_r (V)、
10 有機層の耐圧 V_d (V)、有機層の耐圧の電界強度 V_d / D_y (V/cm)、上記比 X_a 、比 Y_a 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 V_d を導電性の有機膜を除外した有機層厚さ D_y' (nm) で割ったときの有機層の単位厚さ当たりの電界強度 V_d / D_y' (V/cm)、および、逆バイアス電圧 V_r と導電性の有機膜を除外した有機層 30 の厚さ D_y' との比 V_r / D_y' である Y_a' (V/cm) も示した。

【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 150 nm 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、 $R_a = 1.2\text{ nm}$ にした。
20

【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 15 nm 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 50 nm 成膜し、発光層 33 として、クマリンを 1% ドープしたアルミキノリノールを 40 nm 成膜し、電子輸送層 34 として、アルミキノリノールを 30 nm 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 0.5 nm 、Al を 80 nm 積層蒸着した。そして、このパネルを露点が -70°C 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、 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、 50 V であった。なお、本例の有機層 30 の耐圧 50 V 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 V_d / D_y では $3.7 \times 10^6\text{ V/cm}$ である。

【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 15 nm を除外した場合、当該電界強度 V_d / D_y' は $4.2 \times 10^6\text{ V/cm}$ である。
40

【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 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 10 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 20 V の逆バイアスパルス印加した。

【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
50

$\times 10^6 \text{ V} / \text{cm}$ 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の耐压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。

【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。

10

【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 $2.5 \times 10^6 \text{ V} / \text{cm}$ 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($X_a = 1.6 \times 10^6 \text{ V} / \text{cm}$)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。

【0134】

20

変形例2では、本具体例1の有機層30の耐压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(耐压の1/2以上)で駆動($X_a = 3.1 \times 10^6 \text{ V} / \text{cm}$)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。

【0136】

変形例3では、本具体例1の $X_a (= V_r / D_a)$ である $2.5 \times 10^6 \text{ V} / \text{cm}$ 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($X_a = 1.53 \times 10^6 \text{ V} / \text{cm}$)した。

30

【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】

[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)。

40

【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。

【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

50

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トン誘導体を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、アダマント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、アルミニウムノリノールを10nm程度成膜した。

【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℃である乾燥窒素雰囲気に入れ、可燃性ガスとして1%の酸素を導入した後、封止缶を用いて封止した。

10

【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 $3.7 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 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 $4.1 \times 10^6 \text{ V/cm}$ である。

【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 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印加した。

20

【0147】

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

【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。

30

【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。

【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 $3.0 \times 10^6 \text{ V/cm}$ である。また、電界強度Vd/Dy'は $3.4 \times 10^6 \text{ V/cm}$ である。

40

【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る場合において16.5Vの逆バイアス電圧を印加しても、上記比Xa(=Vr/Da)が $2.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$ 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Daを60nmとした。また、本例では、Ya(=Vr/Dy)は $1.2 \times 10^6 \text{ V/cm}$

50

/ 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Raを0.6nmと小さくし、正孔注入層31の厚さは15nmのまま、正孔輸送層32の厚さを30nm、発光層33の厚さを30nm、電子輸送層34の厚さを10nmと薄くした。

【0156】

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、30V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 3.5×10^6 V / cmである。また、電界強度Vd/Dy'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120Hz、1/64のデューティ比で駆動する場合において14Vの逆バイアス電圧を印加しても、上記比Xa(= Vr / Da)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Daを60nmとした。また、本例では、Ya(= Vr / Dy)は 1.6×10^6 V / cmである。また、Ya'(= Vr / Dy')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、120Hz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46V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Vdは、有機層30の単位厚さ当たりの電界強度Vd/Dyでは 3.4×10^6 V / cmである。また、電界強度Vd/Dy'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8V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18Vの逆バイアスパルス(逆バイアス電圧)を印加した。

【0162】

このとき、上記比Xa(= Vr / Da)は 2.3×10^6 V / cmであり、Ya(= Vr / Dy)は 1.33×10^6 V / cmである。また、Ya'(= Vr / Dy')は 1.5×10^6 V / cmである。

【0163】

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

10

20

30

40

50

、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。

【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。

10

【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。

【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。

20

【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。

【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。

30

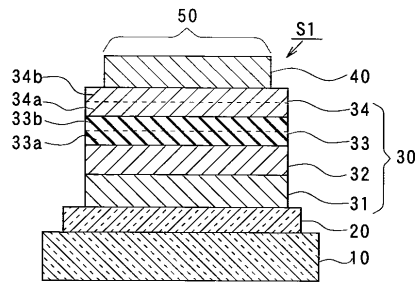
【図 9】上記実施形態の具体例に用いた有機 EL パネルの諸物性を示す図表である。

【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。

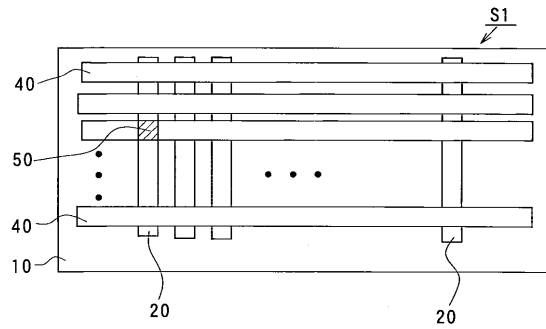
【符号の説明】

20 ... 下部電極、30 ... 有機層、33 ... 発光層、40 ... 上部電極、50 ... 画素。

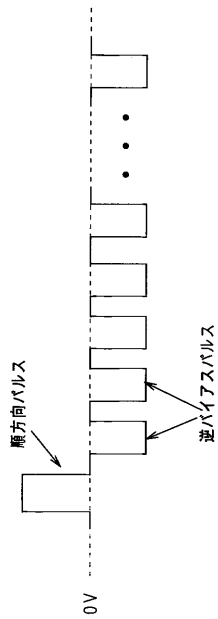
【図 1】



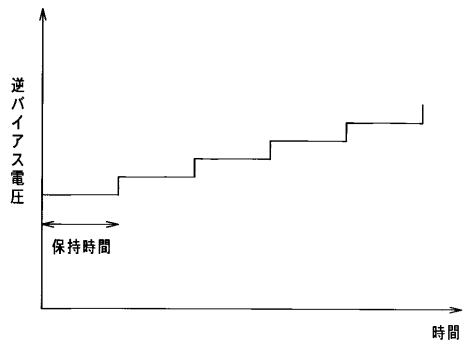
【図 2】



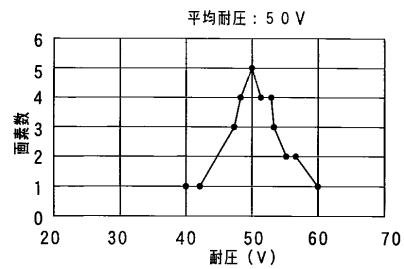
【図 3】



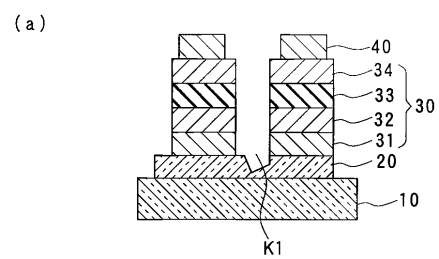
【図 4】



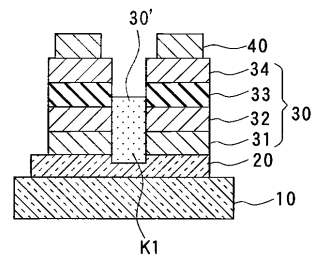
【図 5】



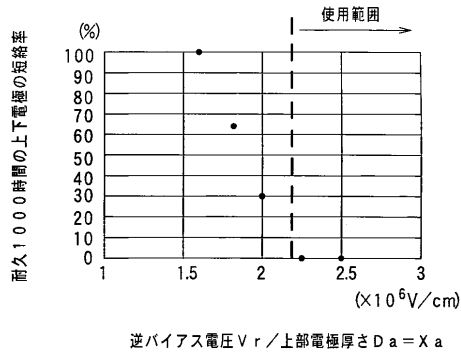
【図 6】



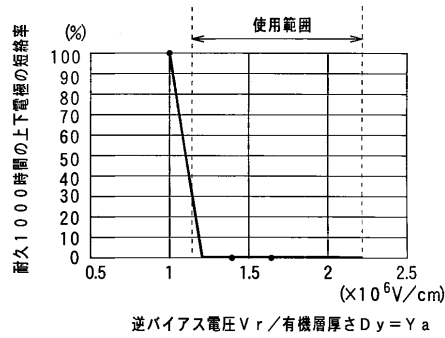
(b)



【図 7】



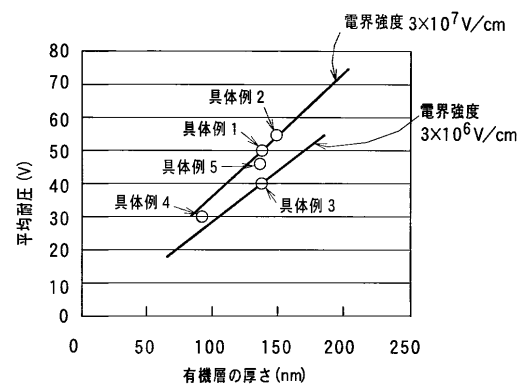
【図 8】



【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

審査官 森 竜介

(56)参考文献 特開平11-162637(JP,A)
特開2002-190390(JP,A)

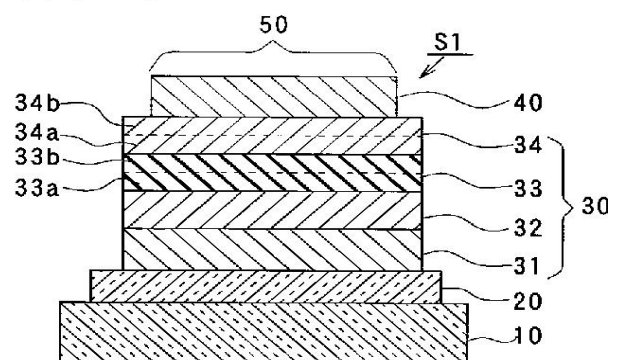
(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 33/04
H05B 33/26

专利名称(译)	有机EL面板及其修复方法		
公开(公告)号	JP4032943B2	公开(公告)日	2008-01-16
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		
当前申请(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 H05B33/26 H05B33/14		
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	JP2004178986A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：确实实现有机EL面板中像素的自修复。ŽSOLUTION：在具有像素50的有机面板中，该有机面板在下电极20和上电极40之间设置有包含发光层33的有机层30，反向偏压不大于有机电阻的耐受电压。在使用中的电压施加条件下的层30被施加到像素。优选地，施加不大于有机层30的耐受电压的1/2的反向偏压。因此，在用作电压施加条件的有机层的耐压作为指标的情况下，可以适当地确定用于自修复的反向偏压的值，并且可以自身修复像素50中的缺陷部分。。Ž

【 図 1 】



【 図 2 】