

(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2017-174955

(P2017-174955A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/22 A	3 K 1 O 7
	H O 5 B 33/14 A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-58847 (P2016-58847)	(71) 出願人	502356528
(22) 出願日	平成28年3月23日 (2016. 3. 23)		株式会社ジャパンディスプレイ
			東京都港区西新橋三丁目7番1号
		(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	牛窪 孝洋
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		(72) 発明者	豊田 裕訓
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		Fターム(参考)	3K107 AA01 BB01 CC22 DD27 DD75
			DD76 DD78 DD86 FF15

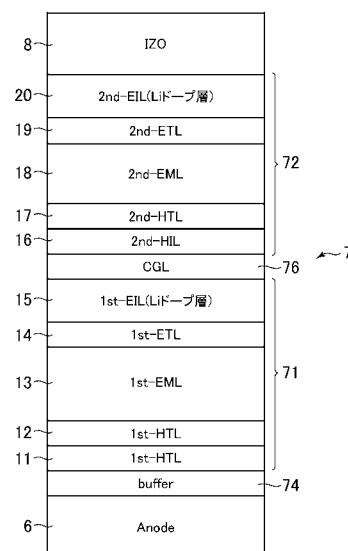
(54) 【発明の名称】 有機E L表示装置

(57) 【要約】

【課題】発光層の長寿命化を図ることが可能な有機E L表示装置を提供する。

【解決手段】有機E L表示装置は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極の間に配置された発光ユニットと、を備え、前記陰極は、前記発光ユニット上に形成された透明導電膜であり、前記発光ユニットは、発光層と、前記発光層と前記陰極の間に配置された電子輸送層と、前記電子輸送層と前記陰極の間に配置された、アルカリ金属がドーブされた電子注入層と、を備え、前記電子注入層の厚さは前記電子輸送層の2倍以上である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と、
陰極と、
前記陽極と前記陰極の間に配置された発光ユニットと、
を備え、
前記陰極は、前記発光ユニット上に形成された透明導電膜であり、
前記発光ユニットは、
発光層と、
前記発光層と前記陰極の間に配置された電子輸送層と、
前記電子輸送層と前記陰極の間に配置された、アルカリ金属がドーブされた電子注入層
と、
を備え、
前記電子注入層の厚さは前記電子輸送層の 2 倍以上である、
有機 E L 表示装置。

【請求項 2】

前記電子注入層の厚さは 3 5 n m 以上である、
請求項 1 に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 3】

前記電子輸送層の厚さは 2 0 n m 以下である、
請求項 1 に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 4】

前記電子注入層の厚さは前記陰極の 8 分の 1 以上である、
請求項 1 に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 5】

陽極と、
陰極と、
前記陽極と前記陰極の間に配置された発光ユニットと、
を備え、
前記陰極は、前記発光ユニット上に形成された透明導電膜であり、
前記発光ユニットは、
発光層と、
前記発光層と前記陰極の間に配置された、アルカリ金属がドーブされた電子注入層と、
を備え、
前記電子注入層の厚さは 3 5 n m 以上である、
有機 E L 表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、有機 E L 表示装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

トップエミッション方式の有機 E L 表示装置では、発光層を含む発光ユニット上に I Z O (indium zinc oxide) 等からなる透明導電膜が陰極として形成される (特許文献 1 を参照) 。こうした透明導電膜は、一般にスパッタ法によって形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

10

20

30

40

50

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 2 9 5 8 2 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、透明導電膜が形成された発光ユニットでは発光層の寿命が短い場合があり、本願の発明者らは、その原因が、透明導電膜の形成時に透明導電膜の材料が発光ユニットの内部に拡散して発光層にダメージを与えるためであることを見出した。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、発光層の長寿命化を図ることが可能な有機 EL 表示装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明の有機 EL 表示装置は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極の間に配置された発光ユニットと、を備える。前記陰極は、前記発光ユニット上に形成された透明導電膜である。前記発光ユニットは、発光層と、前記発光層と前記陰極の間に配置された電子輸送層と、前記電子輸送層と前記陰極の間に配置された、アルカリ金属がドーブされた電子注入層と、を備える。前記電子注入層の厚さは前記電子輸送層の 2 倍以上である。

【図面の簡単な説明】

【0007】

20

【図 1】本発明の実施形態に係る有機 EL 表示装置の断面構造例を模式的に示す図である。

【図 2】前記有機 EL 表示装置が備える有機膜の積層構造例を模式的に示す図である。

【図 3】有機膜の電流 - 電圧特性を示す図である。

【図 4】有機膜に含まれる第 1 の発光層の輝度の推移を示す図である。

【図 5】有機膜に含まれる第 2 の発光層の輝度の推移を示す図である。

【図 6】有機膜に所定の電流を流すために必要な電圧の増分の推移を示す図である。

【図 7】第 2 の電子注入層の厚さと第 2 の発光層の寿命との関係を示す図である。

【図 8】第 2 の電子注入層の厚さと有機膜に所定の電流を流すために必要な電圧との関係を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、本発明の各実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、開示はあくまで一例にすぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更について容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は説明をより明確にするため、実施の形態に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。

【0009】

40

図 1 は、本発明の実施形態に係る有機 EL 表示装置 1 の断面構造例を模式的に示す図である。同図では、断面構造を見易くするため、絶縁膜 2 3 , 2 5 等のハッチングを省略している。図 2 は、有機 EL 表示装置 1 が備える有機膜 7 (有機 EL 素子) の積層構造例を模式的に示す図である。

【0010】

有機 EL 表示装置 1 は、アレイ基板 2 と、アレイ基板 2 と対向する対向基板 3 とを備えている。アレイ基板 2 と対向基板 3 は、充填材 4 を介して貼り合わされている。有機 EL 表示装置 1 では、アレイ基板 2 に対して対向基板 3 の方向に光を出射するトップエミッション方式が採用されている。以下の説明では、アレイ基板 2 に対して対向基板 3 の方向を上方向とする。

50

【 0 0 1 1 】

アレイ基板 2 は、例えばガラス、又はポリイミド等の可撓性がある樹脂からなる透明基板 2 1 上に絶縁膜と導体層が積層された積層体である。下層電極 5 は、例えば画素を駆動するための不図示の T F T に接続された電極である。下層電極 5 1 は、例えばアルミニウム、銀、銅、ニッケル、チタンなどの導電性金属で形成されている。

【 0 0 1 2 】

下層電極 5 は、絶縁膜 2 3 によって覆われている。絶縁膜 2 3 上には、各画素に対応する陽極 6 が配置されている。絶縁膜 2 3 には、陽極 6 を下層電極 5 に接続するための開口が形成されている。絶縁膜 2 3 は、例えばアクリル樹脂などの有機絶縁材料で形成され、表面が平坦化されている。陽極 6 は、例えばアルミニウム、銀、銅、ニッケル、チタンなどの導電性金属で形成されており、反射面を有している。

10

【 0 0 1 3 】

絶縁膜 2 3 と陽極 6 は、絶縁膜 2 5 によって覆われている。絶縁膜 2 5 には、陽極 6 が底に露出する開口が形成されている。絶縁膜 2 5 は、画素分離膜、バンク又はリブとも呼ばれる。絶縁膜 2 5 は、例えばアクリル樹脂などの透明な有機材料で形成されている。絶縁膜 2 5 の開口の底に露出した陽極 6 は、発光層を含む有機膜 7 によって覆われている。有機膜 7 の詳細については後述する。

【 0 0 1 4 】

有機膜 7 は、陰極 8 によって覆われている。陰極 8 は、例えばインジウム亜鉛酸化物 (I Z O)、インジウムスズ酸化物 (I T O) 等の透明導電材料で形成される透明導電膜である。陰極 8 は、封止膜 2 7 によって覆われている。封止膜 2 7 は、例えば酸化シリコン又は窒化シリコンなどの無機絶縁材料で形成されている。

20

【 0 0 1 5 】

対向基板 3 では、例えばガラス、又はポリイミド等の可撓性がある樹脂からなる透明基板 3 1 に、各画素に対応する開口が形成されたブラックマトリクス 3 3 と、当該開口に充填されたカラーフィルタ 3 5 とが設けられている。なお、対向基板 3 は設けられなくてもよい。

【 0 0 1 6 】

図 2 に示されるように、有機膜 7 は、第 1 の発光ユニット 7 1 と、第 2 の発光ユニット 7 2 とを備えている。第 1 の発光ユニット 7 1 が陽極 6 に近い側に配置されており、第 2 の発光ユニット 7 2 が陰極 8 に近い側に配置されている。陽極 6 と第 1 の発光ユニット 7 1 の間にはバッファ層 7 4 が配置されている。第 1 の発光ユニット 7 1 と第 2 の発光ユニット 7 2 の間には分離層 7 6 が配置されている。

30

【 0 0 1 7 】

第 1 の発光ユニット 7 1 は、陽極 6 に近い側から順に、第 1 の正孔注入層 1 1 (1 s t - H I L)、第 1 の正孔輸送層 1 2 (1 s t - H T L)、第 1 の発光層 1 3 (1 s t - E M L)、第 1 の電子輸送層 1 4 (1 s t - E T L)、及び第 1 の電子注入層 1 5 (1 s t - E I L) を備えている。

【 0 0 1 8 】

第 2 の発光ユニット 7 2 は、陽極 6 に近い側から順に、第 2 の正孔注入層 1 6 (2 n d - H I L)、第 2 の正孔輸送層 1 7 (2 n d - H T L)、第 2 の発光層 1 8 (2 n d - E M L)、第 2 の電子輸送層 1 9 (2 n d - E T L)、及び第 2 の電子注入層 2 0 (2 n d - E I L) を備えている。

40

【 0 0 1 9 】

本実施形態では、有機膜 7 に 2 つの発光ユニット 7 1 , 7 2 が設けられているが、発光ユニットは 1 つであってもよい。また、本実施形態では、例えば第 1 の発光層 1 3 の発光色が黄色、第 2 の発光層 1 8 の発光色が青色とされ、全体として白色の光を発するように構成されているが、発光色はこれに限られない。

【 0 0 2 0 】

第 1 の発光層 1 3 及び第 2 の発光層 1 8 の材料としては、例えば、A l q 3 (トリス (8

50

-キノリノラト)アルミニウム)などの蛍光発光材料、或いは、「トリス(2-フェニルピリジナト-N, C2')イリジウム(I I I)」(Ir(ppy)3)や、「トリス(1-フェニルイソキノリン)イリジウム(I I I)」(Ir(piq)3)、「ビス[2-(4', 6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N, C2']イリジウム(I I I)ピコリナート」(FIrpic)などの燐光発光材料など、種々の発光材料を用いることができる。

【0021】

第1の正孔輸送層12及び第2の正孔輸送層17の材料としては、例えば、NPB(4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル)や、TPD(N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-N, N'-ジフェニル-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン)などの材料を用いることができる。

10

【0022】

第1の電子輸送層14及び第2の電子輸送層19の材料としては、例えば、Alq3やBCP(バソクプロイン)などの材料を用いることができる。

【0023】

第1の電子注入層15及び第2の電子注入層20の材料としては、例えば、アルカリ金属がドーブされた電子注入材料を用いることができる。電子注入材料としては、例えば、Alq3(トリス(8-キノリノラト)アルミニウム)やBCP(バソクプロイン)などの有機材料を用いることができる。アルカリ金属としては、Li, Na, K, Rb, Cs, Frが例示される。

20

【0024】

有機膜7に含まれる各層は、例えば真空蒸着法や塗布法、印刷法などの方法によって形成される。さらに、有機膜7の第2の発光ユニット72上、すなわち第2の電子注入層20上には、インジウム亜鉛酸化物(IZO)等の透明導電材料からなる陰極8がスパッタ法によって形成される。

【0025】

以下、本実施形態のより具体的な内容について説明する。

【0026】

一般に、発光ユニット上にIZO等の透明導電膜をスパッタ法により形成すると、発光ユニットに含まれる発光層の寿命が短い場合がある。発光層の寿命とは、例えば、発光層が発する光の輝度が所定の水準まで劣化する時間により表される。

30

【0027】

例えば図2の積層構造では、陰極8が形成された第2の発光ユニット72の第2の発光層18が発する青色の光が、第1の発光ユニット71の第1の発光層13が発する黄色の光よりも早く劣化して、白色の光が黄みがかかるように色ずれを起こすおそれがある。

【0028】

本願の発明者らは、発光層の寿命が短くなる原因が、発光ユニット上にIZO等の透明導電膜をスパッタ法により形成する際に、透明導電膜の材料であるインジウム(In)が発光ユニットの内部に拡散して発光層にダメージを与えるためであることを見出した。

【0029】

40

このようなインジウム(In)の拡散による発光層のダメージを抑制するために、本願の発明者らは、透明導電膜と発光層の距離を従来よりも大きくするという着想に思い至った。

【0030】

例えば図2の積層構造において、陰極8と第2の発光層18の距離を大きくしようとした場合、第2の電子輸送層19のみを厚くすること、第2の電子注入層20のみを厚くすること、第2の電子輸送層19と第2の電子注入層20の両方を厚くすること、の3通りが考えられる。

【0031】

しかしながら、層を厚くすることは電気抵抗の増加に繋がり、ひいては消費電力の増大

50

に繋がることから、第2の発光層18のダメージを抑制するために陰極8と第2の発光層18の距離を大きくする一方で、電気抵抗の増加はなるべく抑制したいという課題も生じる。

【0032】

そこで、本実施形態では、第2の電子輸送層19の厚さに対する第2の電子注入層20の厚さの比を比較的大きくしている。このように構成することで、第2の発光層18のダメージを抑制しつつ、電気抵抗の増加も抑制することが可能であるという効果が得られることが分かった。これは、第2の電子注入層20にはLi等のアルカリ金属がドーピングされており、第2の電子注入層20の電気抵抗が第2の電子輸送層19よりも小さいためであると考えられる。

10

【0033】

具体的には、第2の電子注入層20の厚さは第2の電子輸送層19の2倍以上であることが好ましく、また2.5倍以上であることがより好ましく、さらには3倍以上であることがより好ましい。このように構成することで、上記効果を得ることが可能である。一方で、第2の電子注入層20が厚すぎても上記効果は飽和するので、第2の電子注入層20の厚さは第2の電子輸送層19の6倍以下であることが好ましく、また5倍以下であることがより好ましい。

【0034】

また、第2の電子注入層20の厚さは35nm以上であることが好ましく、また45nm以上であることがより好ましく、さらには55nm以上であることがより好ましい。このように構成することで、上記効果を得ることが可能である。一方で、第2の電子注入層20が厚すぎても上記効果は飽和するので、第2の電子注入層20の厚さは120nm以下であることが好ましく、また100nm以下であることがより好ましい。

20

【0035】

また、第2の電子輸送層19の厚さは20nm以下であることが好ましく、また15nm以下であることがより好ましく、さらには10nm以下であることがより好ましい。このように構成することで、上記効果を得ることが可能である。一方で、第2の電子輸送層19の機能を発揮するためには、第2の電子輸送層19の厚さは5nm以上であることが好ましい。

【0036】

なお、第2の電子輸送層19、第2の電子注入層20及び陰極8の厚さは光学距離に基づいて定められるため、第2の電子注入層20を厚くする場合には、これに応じて陰極8の厚さを薄くすることが好ましい。このため、本実施形態では、陰極8の厚さに対する第2の電子注入層20の厚さの比と比較的大きくしている。

30

【0037】

具体的には、第2の電子注入層20の厚さは陰極8の8分の1以上であることが好ましく、また6分の1以上であることがより好ましく、さらには4分の1以上であることがより好ましい。このように構成することで、第2の電子注入層20と陰極8の合計の厚さを抑えつつ上記効果を得ることが可能である。一方で、第2の電子注入層20が厚すぎても上記効果は飽和するので、第2の電子注入層20の厚さは陰極8の2分の1以下であることが好ましく、また3分の1以下であることがより好ましい。

40

【0038】

また、陰極8の厚さは260nm以下であることが好ましく、また250nm以下であることがより好ましく、さらには240nm以下であることがより好ましい。このように構成することで、上記効果を得ることが可能である。また、陰極8を比較的に薄くすることで、陰極8の形成時間を短縮することが可能である。一方で、陰極8の機能を発揮するためには、陰極8の厚さは180nm以上であることが好ましく、また200nm以上であることがより好ましい。

【0039】

以下、図3～図8を参照しながら、実施例と参考例について説明する。

50

【0040】

ここで、実施例では、陰極8の厚さが240nm、第2の電子注入層20の厚さが60nm、第2の電子輸送層19の厚さが20nmであるとする。一方、参考例では、陰極8の厚さが280nm、第2の電子注入層20の厚さが20nm、第2の電子輸送層19の厚さが20nmであるとする。これら3層以外の各層の厚さは同じであり、各層の材料も同じであるとする。なお、第2の電子注入層20による電子注入の機能を発揮するには、第2の電子注入層20の厚さが20nmもあれば十分である。

【0041】

図3は、有機膜7の電流 - 電圧 (I - V) 特性を示す図である。これによると、実施例の電流 - 電圧特性曲線と、参考例の電流 - 電圧特性曲線は略同一である。特に、発光に使用される7 ~ 9Vの範囲において両者は略同一である。実施例では参考例と比較して第2の電子注入層20を厚くしているが、これによる電圧の増加は見られない。

10

【0042】

図4は、有機膜7に含まれる第1の発光層13の輝度の推移を示す図である。第1の発光層13が発する光の輝度は、例えば有機膜7からの光を分光して、第1の発光層13の発光色 (例えば黄色) に対応する成分を取り出すことによって測定される。これによると、実施例の輝度の劣化速度と、参考例の輝度の劣化速度は略同一である。これは、有機膜7上にIZO等の陰極8をスパッタ法により形成する際に、インジウム (In) が第1の発光層13までは拡散せずに、第1の発光層13にダメージが生じてないためと考えられる。

20

【0043】

図5は、有機膜7に含まれる第2の発光層18の輝度の推移を示す図である。第2の発光層18が発する光の輝度は、例えば有機膜7からの光を分光して、第2の発光層18の発光色 (例えば青色) に対応する成分を取り出すことによって測定される。これによると、実施例の輝度の劣化速度は、参考例の輝度の劣化速度と比較して緩やかである。すなわち、実施例の方が参考例よりも輝度の劣化が遅い。例えば輝度が95%まで劣化するまでの時間を比較すると、実施例は参考例よりも1.5倍程度長い。これは、実施例では参考例よりも第2の電子注入層20が厚いため、有機膜7上にIZO等の陰極8をスパッタ法により形成する際に、インジウム (In) が第2の発光層18まで拡散し難く、第2の発光層18がダメージを受け難いためと考えられる。

30

【0044】

図6は、有機膜7に所定の電流を流すために必要な電圧の増加分 ΔV の推移を示す図である。所定の電流は、例えば15mA/cm²である。これによると、実施例の電圧の増加分は、参考例の電圧の増加分と比較して小さい。すなわち、実施例では所定の電流を流すために必要な電圧が参考例ほど増加しない。言い換えると、実施例では電気抵抗が参考例よりも小さい。これは、実施例では参考例と比較して、第2の電子輸送層19を厚くせず、Li等のアルカリ金属がドーブされた電気抵抗が小さい第2の電子注入層20を厚くすることで、電気抵抗の増加が抑制されていることに加えて、第2の電子注入層20を厚くすることで第2の発光層18がダメージを受けることによる電気抵抗の増加も抑制されているためと考えられる。

40

【0045】

図7は、第2の電子注入層20の厚さと第2の発光層18の寿命との関係を示す図である。第2の電子注入層20の厚さは、20nm、60nm、100nmである。第2の発光層18の寿命は、例えば輝度が95%まで劣化するまでの時間とした。これによると、第2の電子注入層20の厚さが20nm (参考例) の場合には寿命が比較的短く、60、100nm (実施例) の場合には寿命が比較的長い。また、第2の発光層18の厚さが20 ~ 60nmの間において寿命が増加し、60 ~ 100nmの間において寿命が飽和している。

【0046】

図8は、第2の電子注入層20の厚さと有機膜7に所定の電流を流すために必要な電圧

50

との関係を示す図である。同図では、有機膜 7 に所定の電流を流すために必要な電圧を所定時間おきにプロットしている。所定の電流は、例えば $15 \text{ mA} / \text{cm}^2$ である。これによると、第 2 の電子注入層 20 の厚さが 20 nm (参考例) の場合には電圧の変化が比較的大きく、 $60, 100 \text{ nm}$ (実施例) の場合には電圧の変化が比較的小さい。

【0047】

本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。例えば、前述の各実施形態に対して、当業者が適宜、構成要素の追加、削除若しくは設計変更を行ったもの、又は、工程の追加、省略若しくは条件変更を行ったものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含まれる。

【符号の説明】

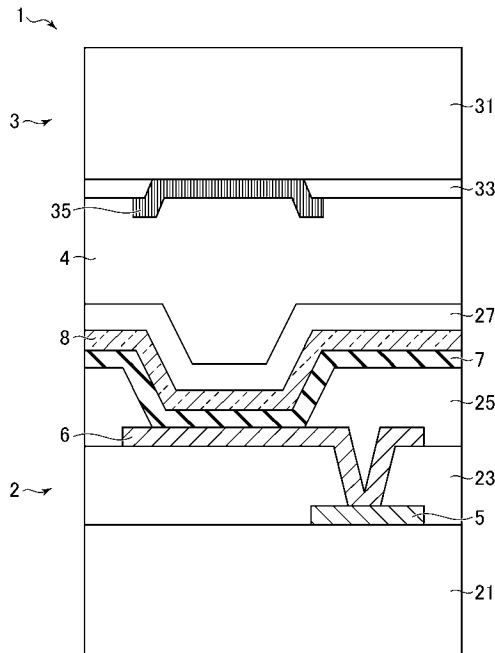
【0048】

1 有機 EL 表示装置、2 アレイ基板、3 対向基板、4 充填材、5 下層電極、6 陽極、7 有機膜、8 陰極、11 第 1 の正孔注入層、12 第 1 の正孔輸送層、13 第 1 の発光層、14 第 1 の電子輸送層、15 第 1 の電子注入層、16 第 2 の正孔注入層、17 第 2 の正孔輸送層、18 第 2 の発光層、19 第 2 の電子輸送層、20 第 2 の電子注入層、21 透明基板、23 絶縁膜、25 絶縁膜、27 封止膜、31 透明基板、33 ブラックマトリクス、35 カラーフィルタ、71 第 1 の発光ユニット、72 第 2 の発光ユニット、74 バッファ層、76 分離層。

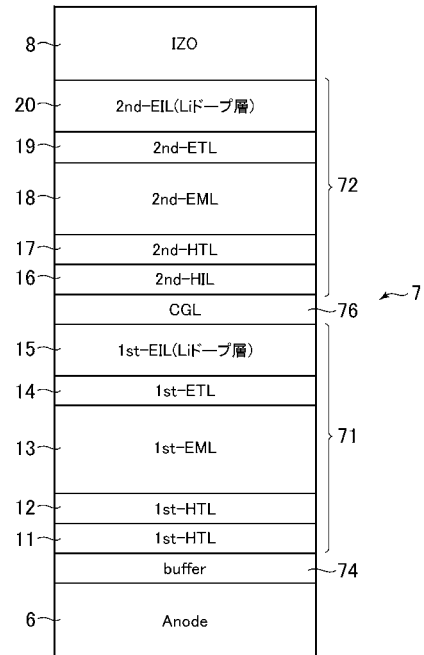
10

20

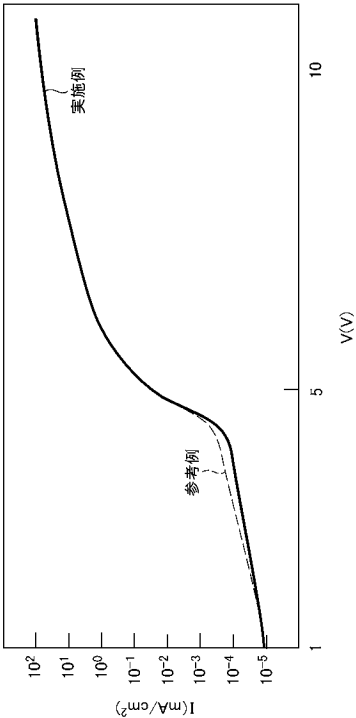
【図 1】



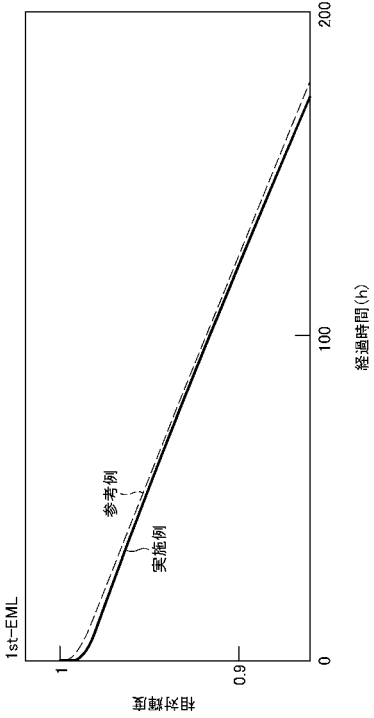
【図 2】



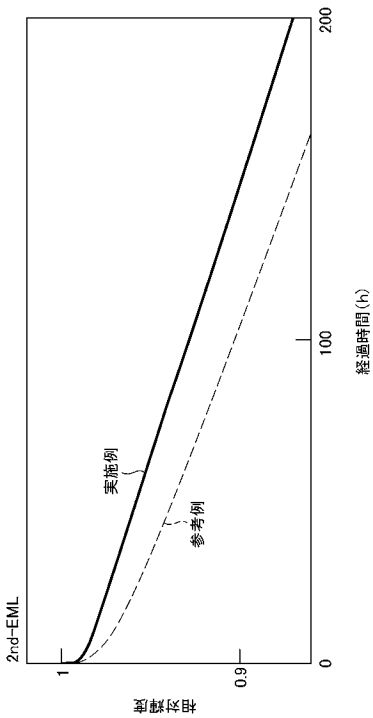
【 図 3 】



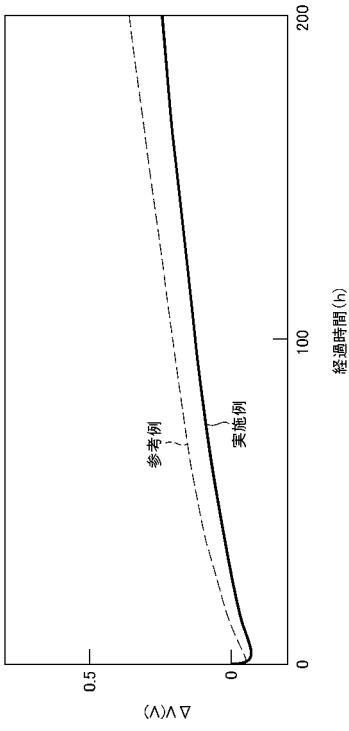
【 図 4 】



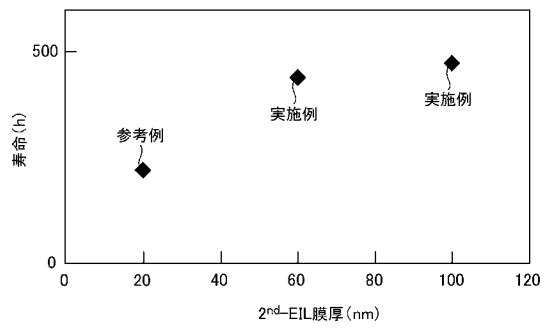
【 図 5 】



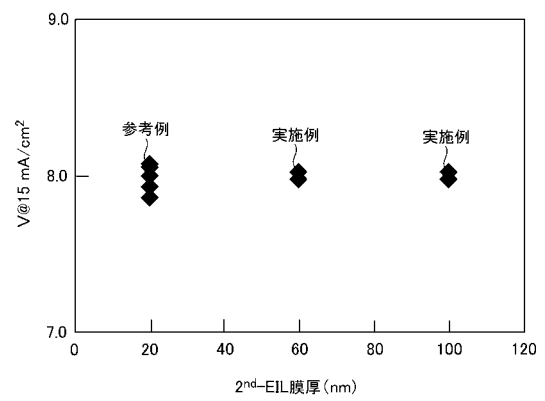
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



专利名称(译)	有机EL表示装置		
公开(公告)号	JP2017174955A	公开(公告)日	2017-09-28
申请号	JP2016058847	申请日	2016-03-23
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日本显示器		
申请(专利权)人(译)	有限公司日本显示器		
[标]发明人	牛窪孝洋 豊田裕訓		
发明人	牛窪 孝洋 豊田 裕訓		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5092 H01L27/322 H01L27/3244 H01L51/0097 H01L51/504 H01L51/5072 H01L51/5218 H01L51/5234 H01L51/5278 H01L51/5284 H01L2251/308 H01L2251/5315 H01L2251/5338 H01L2251/558		
FI分类号	H05B33/22.A H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC22 3K107/DD27 3K107/DD75 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD86 3K107/FF15		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供能够延长发光层的寿命的有机EL显示装置。解决方案：有机EL显示装置包括阳极，阴极和布置在阳极和阴极之间的发光单元，其中阴极是形成在发光单元上的透明导电膜其中发光单元包括发光层，设置在发光层和阴极之间的电子一种掺杂有碱金属的电子注入层，设置在电子传输层和阴极之间，其中电子注入层的厚度是电子传输层厚度的两倍或更多。

