

(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2014-236099

(P2014-236099A)

(43) 公開日 平成26年12月15日(2014.12.15)

(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 0 7
H O 5 B 33/12 (2006.01)	H O 5 B 33/12 C	
	H O 5 B 33/14 A	
	H O 5 B 33/22 B	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-116308 (P2013-116308)	(71) 出願人	502356528
(22) 出願日	平成25年5月31日 (2013. 5. 31)		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	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
		(72) 発明者	伊藤 雅人
			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	佐藤 敏浩
			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

最終頁に続く

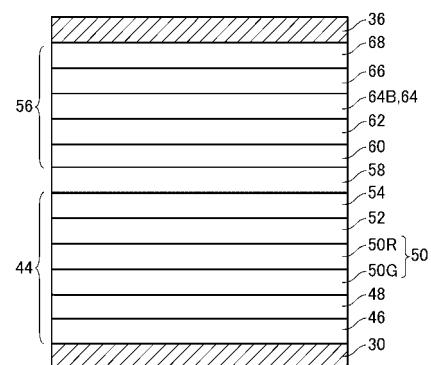
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス表示装置

(57) 【要約】

【課題】消費電力を低減して同じ電力で発光輝度を向上させることを目的とする。

【解決手段】有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、陰極36及び陽極30の間に積層された第1発光ユニット44及び第2発光ユニット56を有する。第1発光ユニット44は、積層された第1電子注入層54及び第1発光層50を含む。第1電子注入層54が第1発光層50よりも陰極36側に配置される。第2発光ユニット56は、積層された第2電子注入層68及び第2発光層64を含む。第2電子注入層68が第2発光層64よりも陰極36側に配置される。第1電子注入層54及び第2電子注入層68は、それぞれ、リチウムを含む化合物からなる。リチウムの粒子数が $0.1\text{mmol}/\text{cm}^3$ 以上 $0.86\text{mmol}/\text{cm}^3$ 以下である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陰極と、

陽極と、

前記陰極及び前記陽極の間に積層された第 1 発光ユニット及び第 2 発光ユニットと、

を有し、

前記第 1 発光ユニットは、積層された第 1 電子注入層及び第 1 発光層を含み、

前記第 2 発光ユニットは、積層された第 2 電子注入層及び第 2 発光層を含み、

前記第 1 電子注入層及び前記第 2 電子注入層は、それぞれ、リチウムを含む化合物からなり、前記リチウムの粒子数が 0.1 mmol/cm^3 以上 0.86 mmol/cm^3 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。 10

【請求項 2】

請求項 1 に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、

前記第 1 電子注入層及び前記第 2 電子注入層の前記リチウムの前記粒子数の差が 0.3 mmol/cm^3 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、

前記第 1 発光層は、赤色光を発する赤発光層及び緑色光を発する緑発光層が積層されており、

前記第 2 発光層は、青色光を発する青発光層からなり、 20

前記リチウムの粒子数を 0.63 mmol/cm^3 以上 0.86 mmol/cm^3 以下としたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、

前記第 1 発光層は、青色光を発する青色発光層からなり、

前記第 2 発光層は、黄色光を発する黄色発光層からなり、

前記リチウムの粒子数を 0.1 mmol/cm^3 以上 0.8 mmol/cm^3 以下としたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、 30

前記第 1 電子注入層及び前記第 2 電子注入層は、それぞれ、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム及び前記リチウムの化合物からなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】 40

有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、白色光源とカラーフィルタを用いてカラー表示を実現するものが知られている。例えば、異なる色の光を発する発光層を積層して光を混色することで白色光を作り出している。

【0003】

また、発光層に効率的に電子を注入するために、電子注入層にリチウムを含有させることが知られている。このような技術は、たとえば、特許文献 1 および特許文献 2 に記載されている。

【0004】

特許文献 1 によれば、電子注入層の膜厚を各色で異ならせ、電子注入層の膜厚が薄いほど電子注入層中の金属の濃度を高く構成することで、光取り出し効率を向上させることが 50

できる。

【0005】

引用文献2によれば、アルカリ金属を含む電子注入層の厚みを、各色毎に発光層から出る光を強めるように最適化することで、発光効率を向上できる。

【0006】

また、引用文献1および引用文献2は、異なる色の光を発する発光層が、面内でそれぞれ異なる領域に形成された有機EL表示装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

10

【特許文献1】特開2008-28371号公報

【特許文献2】特開2008-141174号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

青色光の発光層を含む発光ユニットと、赤色光の発光層及び緑色光の発光層が積層された発光ユニットからなる、所謂タンデム型素子の光学特性を評価したところ、電子注入層が含有するリチウムの濃度により電流効率及び駆動電圧が大きく変化することが分かった。また、リチウム濃度への依存性は、それぞれの発光ユニットで傾向が異なることが分かった。

20

【0009】

各発光ユニットの電子注入層ごとにリチウム濃度を調整するとそのための装置が別途必要となり、導入コスト及び管理コストが増加する。そこで、各発光ユニットのリチウム濃度依存性を考慮しながら、タンデム型素子の特性を最適化することが望まれる。

【0010】

特許文献1には、各色の有機発光素子の電子注入層の膜厚が異なり、電子注入層の膜厚が薄いほど同電子注入層中の金属又は金属化合物の濃度が高い構成が開示されている。特許文献2には、発光色の異なる複数の有機発光素子のそれぞれが発光層から出る光を強めるように、発光色毎に電子注入層の厚みを調節することが開示されている。しかし、いずれの文献にも、異なる色の光を混色することで白色光を生成するタンデム型素子についての記載はない。

30

【0011】

本発明は、消費電力を低減して同じ電力で発光輝度を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

(1) 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、陰極と、陽極と、前記陰極及び前記陽極の間に積層された第1発光ユニット及び第2発光ユニットと、を有し、前記第1発光ユニットは、積層された第1電子注入層及び第1発光層を含み、前記第2発光ユニットは、積層された第2電子注入層及び第2発光層を含み、前記第1電子注入層及び前記第2電子注入層は、それぞれ、リチウムを含む化合物からなり、前記リチウムの粒子数が 0.1 mmol/cm^3 以上 0.86 mmol/cm^3 以下であることを特徴とする。本発明の発明者は、消費電力を低減して同じ電力で発光輝度を向上させるために、第1電子注入層及び第2電子注入層のリチウムの粒子数について実験した。その結果、第1電子注入層と第2電子注入層とのリチウムの粒子数の差を所定範囲に収めて、かつ、消費電力が低くなる数値を見出した。

40

【0013】

(2) (1)に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、前記第1電子注入層及び前記第2電子注入層の前記リチウムの前記粒子数の差が 0.3 mmol/cm^3 以下であることを特徴としてもよい。

【0014】

50

(3) (1) 又は (2) に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、前記第 1 発光層は、赤色光を発する赤発光層及び緑色光を発する緑発光層が積層されており、前記第 2 発光層は、青色光を発する青発光層からなり、前記リチウムの粒子数を 0.63 mmol/cm^3 以上 0.86 mmol/cm^3 以下としたことを特徴としてもよい。

【0015】

(4) (1) または (2) に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、前記第 1 発光層は、青色光を発する青色発光層からなり、前記第 2 発光層は、黄色光を発する黄色発光層からなり、前記リチウムの粒子数を 0.1 mmol/cm^3 以上 0.8 mmol/cm^3 以下としたことを特徴としてもよい。

10

【0016】

(5) (1) 乃至 (4) のいずれか 1 項に記載された有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、前記第 1 電子注入層及び前記第 2 電子注入層は、それぞれ、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム及び前記リチウムの化合物からなることを特徴としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図 1】本発明の実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス表示装置の断面図である。

【図 2】図 1 に示す有機エレクトロルミネッセンス層の詳細を示す図である。

20

【図 3】図 3 (A) は、第 1 発光ユニットにおいて、第 1 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図であり、図 3 (B) は、第 1 発光ユニットにおいて、第 1 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。

【図 4】図 4 (A) は、第 2 発光ユニットにおいて、第 2 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図であり、図 4 (B) は、第 2 発光ユニットにおいて、第 2 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。

【図 5】図 5 (A) は、第 1 電子注入層及び第 2 電子注入層のリチウム濃度を同様に変えた場合の駆動電圧の変化を示す図であり、図 5 (B) は、第 1 電子注入層及び第 2 電子注入層のリチウム濃度を同様に変えた場合の発光効率の変化を示す図である。

【図 6】実験結果から算出した消費電力のリチウム濃度の依存性を示す図である。

30

【図 7】図 7 (A) は、第 1 発光ユニットにおいて、第 1 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図であり、図 7 (B) は、第 1 発光ユニットにおいて、第 1 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。

【図 8】図 8 (A) は、第 2 発光ユニットにおいて、第 2 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図であり、図 8 (B) は、第 2 発光ユニットにおいて、第 2 電子注入層のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。

【図 9】図 9 (A) は電子注入層のリチウム濃度を变化させた時の駆動電圧の変化を示す図であり、図 9 (B) は電子注入層のリチウム濃度を变化させた時の発光効率変化を示す図である。

【図 10】図 10 は、図 9 の結果を基に算出した消費電力の Li 濃度の依存性を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0019】

図 1 は、本発明の実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス表示装置の断面図である。有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、ガラスなどからなる光透過性の第 1 基板 10 を有する。第 1 基板 10 の上に半導体層 12 が形成されている。半導体層 12 を覆ってゲート絶縁膜 14 が形成されている。ゲート絶縁膜 14 の上にはゲート電極 16 が形成され、ゲート電極 16 を覆って層間絶縁膜 18 が形成されている。層間絶縁膜 18 を貫通

50

して、半導体層 12 に至るようにソース電極 20 及びドレイン電極 22 が設けられている。半導体層 12、ソース電極 20 及びドレイン電極 22 並びにゲート電極 16 は、薄膜トランジスタの構成要素となっている。

【0020】

ソース電極 20 及びドレイン電極 22 を覆うように、層間絶縁膜 18 上にパッシベーション膜 24 が形成され、その上に絶縁層 26 が設けられている。絶縁層 26 上に、光を反射するための光反射層 28 が形成されている。

【0021】

光反射層 28 の上に陽極 30（例えば画素電極）が設けられている。陽極 30 は、絶縁層 26 を貫通して、ソース電極 20 及びドレイン電極 22 の一方に電氣的に接続されている。複数の陽極 30 の下に絶縁層 26 があり、絶縁層 26 の下に複数の薄膜トランジスタがある。

10

【0022】

陽極 30 の少なくとも一部を囲むように、樹脂などの絶縁体からバンク 32 が設けられている。バンク 32 に囲まれた陽極 30 上に、有機エレクトロルミネッセンス層 34 が形成されている。有機エレクトロルミネッセンス層 34 の一部はバンク 32 にも載るようになっている。

【0023】

陽極 30 の上方からバンク 32 の上方に至るように、光透過性の陰極 36（例えば共通電極）が形成されている。陰極 36 は、全ての陽極 30 の全体を覆うように形成されている。陽極 30 と陰極 36 の間に有機エレクトロルミネッセンス層 34 が配置されている。陽極 30 及び陰極 36 に電圧をかけることにより各々から正孔と電子を有機エレクトロルミネッセンス層 34 に注入する。注入された正孔と電子が有機エレクトロルミネッセンス層 34 で結合して光を発する。

20

【0024】

有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、ガラスなどからなる光透過性の第 2 基板 38 を有する。第 2 基板 38 は、第 1 基板 10 と間隔をあけて対向するように配置されている。第 2 基板 38 の第 1 基板 10 側の面には、カラーフィルタ層 40 が設けられている。カラーフィルタ層 40 が、有機エレクトロルミネッセンス層 34 に重なる。有機エレクトロルミネッセンス層 34 とカラーフィルタ層 40 との間には、スペースが形成されている。つまり、中空封止が適用されている。変形例として樹脂をスペースに充填してもよい。第 2 基板 38 の第 1 基板 10 側の面には、ブラックマトリクス層 42 が形成されている。

30

【0025】

図 2 は、図 1 に示す有機エレクトロルミネッセンス層 34 の詳細を示す図である。有機エレクトロルミネッセンス層 34 は、陰極 36 及び陽極 30 の間に積層された第 1 発光ユニット 44 を有する。第 1 発光ユニット 44 は、積層された第 1 ホール注入層 46 及び第 1 ホール輸送層 48 を有する。第 1 発光ユニット 44 は、第 1 発光層 50 を含む。第 1 発光層 50 は、赤色光を発する赤発光層 50R と、緑色光を発する緑発光層 50G からなり、両者は積層されている。第 1 発光ユニット 44 は、第 1 発光層 50 の陰極 36 側に第 1 電子輸送層 52 を有する。第 1 発光ユニット 44 は、第 1 電子輸送層 52 の陰極 36 側に、第 1 電子注入層 54 を含む。第 1 電子注入層 54 は、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム及びリチウムの化合物からなる。第 1 電子注入層 54 は、第 1 発光層 50 に積層されている。第 1 電子注入層 54 は第 1 発光層 50 よりも陰極 36 の近くに配置されている。

40

【0026】

有機エレクトロルミネッセンス層 34 は、陰極 36 及び陽極 30 の間に積層された第 2 発光ユニット 56 を有する。第 1 発光ユニット 44 と第 2 発光ユニット 56 の間には分離層 58 が介在する。第 2 発光ユニット 56 は、積層された第 2 ホール注入層 60 及び第 2 ホール輸送層 62 を有する。第 2 発光ユニット 56 は、第 2 発光層 64 を含む。第 2 発光層 64 は、青色光を発する青発光層 64B からなる。第 2 発光ユニット 56 は、第 2 発光

50

層 6 4 の陰極 3 6 側に第 2 電子輸送層 6 6 を有する。第 2 発光ユニット 5 6 は、第 2 電子輸送層 6 6 の陰極 3 6 側に、第 2 電子注入層 6 8 を含む。第 2 電子注入層 6 8 は、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム及びリチウムの化合物からなる。第 2 電子注入層 6 8 は、第 2 発光層 6 4 に積層されている。第 2 電子注入層 6 8 は第 2 発光層 6 4 よりも陰極 3 6 の近くに配置されている。

【0027】

第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 には、陰極 3 6 からの電子注入を促進させるため、リチウムがドーピングされている。単位体積に含まれるリチウムの粒子数（モル濃度）により、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 の特性は異なる。モル濃度が低すぎると効果が見られず、逆にモル濃度が高すぎても電子の注入を妨げると考えられる。すなわち、モル濃度には最適な範囲が存在する。最適なモル濃度の範囲は、第 1 発光ユニット 4 4 と第 2 発光ユニット 5 6 とで異なるので、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 のモル濃度を別々に調整することが本来は望ましい。しかし、そのためには別々の装置を用意するか装置の再調整が必要となり、結果としてコストアップにつながる。したがって、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 のモル濃度は、設計上同じにすることが望ましい。

【0028】

本実施形態では、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 は、それぞれ、リチウムの粒子数が 0.1 mmol/cm^3 以上 0.8 mmol/cm^3 以下である。また、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 のリチウムの粒子数の差は、 0.3 mmol/cm^3 以下である。

【0029】

本実施形態によれば、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 のリチウムの粒子数の差が 0.3 mmol/cm^3 以下であるため、同一の装置を使用して、再調整をすることなく、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 を形成することができる。

【0030】

また、リチウムの粒子数を 0.1 mmol/cm^3 以上 0.8 mmol/cm^3 以下にすることで、消費電力を低減して同じ電力で発光輝度の向上が可能になる。このことは、本発明の発明者の実験によって見出された。以下、その実験について説明する。

【実施例 1】

【0031】

実験のために、図 2 に示す第 1 発光ユニット 4 4 及び第 2 発光ユニット 5 6 を別々に作成し、それぞれを別々に陽極及び陰極で挟んだ素子を用意した。第 1 発光ユニット 4 4 及び第 2 発光ユニット 5 6 は、それぞれ、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 を有しており、それぞれがリチウムを含んでいる。そこで、第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 に含まれるリチウム濃度をそれぞれ変えた際の特性変化の傾向を調査した。

【0032】

図 3 (A) は、第 1 発光ユニット 4 4 単独の素子において、第 1 電子注入層 5 4 のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図である。図 3 (B) は、第 1 発光ユニット 4 4 単独の素子において、第 1 電子注入層 5 4 のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。第 1 発光ユニット 4 4 では、第 1 電子注入層 5 4 のリチウム濃度が高いほど駆動電圧は低下し、発光効率は上昇する傾向が見られた。

【0033】

図 4 (A) は、第 2 発光ユニット 5 6 単独の素子において、第 2 電子注入層 6 8 のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図である。図 4 (B) は、第 2 発光ユニット 5 6 単独の素子において、第 2 電子注入層 6 8 のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。第 2 発光ユニット 5 6 では、第 2 電子注入層 6 8 のリチウム濃度が高いほど駆動電圧は増加し、発光効率は低下する傾向が見られ、第 1 発光ユニット 4 4 とは逆の傾向となった。このように第 1 電子注入層 5 4 及び第 2 電子注入層 6 8 は、異なるリチウム依存性を有するため、積層した場合に、局所的に特性が良化するリチウム濃度

の設定があることを予測した。なお、リチウムの濃度は、例えば誘導結合プラズマ発光分光法、誘導結合プラズマ質量分析法、原子吸光分析法、二次イオン質量分析法等により容易に調査することができる。

【0034】

次に、図2に示す有機エレクトロルミネッセンス層34を有する素子を用意した。この有機エレクトロルミネッセンス層34は、第1発光ユニット44及び第2発光ユニット56が積層された構造を有し、第1発光ユニット44及び第2発光ユニット56において、第1電子注入層54及び第2電子注入層68に含まれるリチウム濃度を同様に変えた際の特

10

【0035】

図5(A)は、第1電子注入層54及び第2電子注入層68のリチウム濃度を同様に変えた場合の駆動電圧の変化を示す図である。図5(B)は、第1電子注入層54及び第2電子注入層68のリチウム濃度を同様に変えた場合の発光効率の変化を示す図である。検証の結果、リチウム濃度が0.07wt%付近、0.56wt%付近で、電圧が極小となった。発光効率は、リチウム濃度が0.07~0.56wt%ではほぼ同じ値であるが、それよりも低いリチウム濃度、または高いリチウム濃度では向上することがわかった。

【0036】

図6は、実験結果から算出した消費電力のリチウム濃度の依存性を示す図である。消費電力は、リチウム濃度が0.07~0.56wt%の範囲ではほぼフラットである。また、消費電力は、Li濃度が0.07wt%より小さくなるとまたは0.56wt%より大きくなると急激に増加することが分かった。この結果、消費電力を小さくするためには、リチウム濃度を0.07~0.56wt%の範囲に設定すればよいことがわかった。

20

【0037】

リチウムの分子量を7g/molとし、リチウムをドーピングする前の、第1電子注入層54及び第2電子注入層68を構成する材料(有機材料)の密度を1g/cm³とした場合、重量パーセント濃度とモル濃度の間には、

$$1 \text{ wt \%} = 1.43 \text{ mmol / cm}^3$$

の関係式が成立する。この式を用いると、リチウム濃度は、

30

$$0.07 \sim 0.56 \text{ wt \%} = 0.1 \sim 0.8 \text{ mmol / cm}^3$$

であり、装置上の誤差の範囲は、

$$0.21 \text{ wt \%} = 0.3 \text{ mmol / cm}^3$$

である。

【0038】

以上のことから、リチウムの粒子数を0.1mmol/cm³以上0.8mmol/cm³以下とし、第1電子注入層54及び第2電子注入層68のリチウムの粒子数の差を0.3mmol/cm³以下とすることで、消費電力が最小になることが分かった。

【実施例2】

【0039】

実施例1では、第1発光ユニット44として赤と緑色発光ユニットを形成し、第2発光ユニット56として青色発光ユニットを形成した。一方、実施例2では、図2において、第1発光ユニット44として青色発光ユニットを形成し、第2発光ユニット56として黄色発光ユニットを形成した。

40

【0040】

第1発光層50は青色発光層であり、第2発光層64は黄色発光層であり、青色光と黄色光で白色光を得ている。

【0041】

本実施形態のように、複数の発光色を厚さ方向に積み重ねた場合、反射層28に近い位置での発光は視角依存性が小さく、反射層28から遠ざかると視角依存性が大きくなる。

50

そのため、視角による色変化を小さくしたい色を第1発光ユニットに配置することが望ましい。

【0042】

実施例1と同様に、第1発光ユニット44及び第2発光ユニット56を別々に作成し、それぞれを別々に陽極及び陰極で挟んだ素子を用意した。第1発光ユニット44及び第2発光ユニット56は、それぞれ、第1電子注入層54及び第2電子注入層68を有しており、それぞれがリチウムを含んでいる。

【0043】

図7(A)は、第1発光ユニット44において、第1電子注入層54のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図である。図7(B)は、第1発光ユニット44において、第1電子注入層54のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。

10

【0044】

第1ユニット44において、駆動電圧は、Li濃度が高いほど低下する傾向が見られた。また、発光効率は、Li濃度が0.007wt%~0.497wt%の範囲で上昇する傾向が見られ、Li濃度が0.497~1.16wt%で低下する傾向が見られた。

【0045】

図8(A)は、第2発光ユニット56において、第2電子注入層68のリチウム濃度を変えた場合の駆動電圧の変化を示す図である。図8(B)は、第2発光ユニット56において、第2電子注入層68のリチウム濃度を変えた場合の発光効率の変化を示す図である。

20

【0046】

第2発光ユニット56において、駆動電圧は、Li濃度が高いほど増加する傾向がみられた。また、発光効率は、Li濃度が高いほど低下する傾向が見られた。

【0047】

本実施例における第1発光ユニット44と第2発光ユニット56は、Li濃度の増加に伴い、駆動電圧および発光効率共に逆の特性傾向となった。

【0048】

図9は白色発光素子としてのリチウム濃度と駆動電圧または発光効率の変化を示す図である。図9(A)は電子注入層のリチウム濃度を变化させた時の駆動電圧の変化を示す図であり、図9(B)は電子注入層のリチウム濃度を变化させた時の発光効率変化を示す図である。この時測定した素子は、図2に示したように第1発光ユニット44上に第2発光ユニット56を積み重ねた構造である。また、図2の層構成を図1の素子構成に適用した。第1電子注入層及び第2電子注入層は同じ装置を用いて形成した。そのため、第1電子注入層と第2電子注入層のLi濃度のバラつきは、製造装置上のバラつきの範囲内(0.21wt%以下)である。

30

【0049】

検証の結果、電圧は、Li濃度が0.44~0.60wt%で最も小さくなり、発光効率は、Li濃度が0.44~0.60wt%で最大となった。

【0050】

図10は、図9の結果を基に算出した消費電力のLi濃度の依存性を示す図である。消費電力は、Li濃度0.44~0.60wt%の範囲ではほぼフラットである。また、消費電力は、Li濃度が0.44wt%よりも小さくなるまたは0.60wt%より大きくなると、急激に増加する。

40

【0051】

この結果、積層して白色光を放出するタンデム素子の消費電力を小さくするためには、Li濃度を0.44~0.60wt%の範囲に設定すればよい。

【0052】

上記の傾向は複数の発光ユニットを積層し、かつ、両ユニットのLi濃度を同一とした場合において特徴的に表れるものであり、単色素子の場合とは異なるLi濃度を設定する

50

ことで、積層素子における消費電力を最小にすることができる。

【0053】

また、実施例1と同様に、 $1 \text{ wt} \% = 1.43 \text{ mmol} / \text{cm}^3$
を用いると、Li濃度は、
 $0.44 \sim 0.60 \text{ wt} \% = 0.63 \sim 0.86 \text{ mmol} / \text{cm}^3$
であり、また装置上のバラつきの範囲は、
 $0.21 \text{ wt} \% = 0.3 \text{ mmol} / \text{cm}^3$
となる。

【0054】

これらより、複数の電子注入層のLiの数が特定の範囲、例えば $0.63 \sim 0.86 \text{ mmol} / \text{cm}^3$ の範囲にあり、また、複数の前記金属の数の差が $0.3 \text{ mmol} / \text{cm}^3$ 以内に合わせることで、積層素子における消費電力を最小にすることができる。

【0055】

上述の実施例1および実施例2からわかるように、発光ユニットを積層した有機EL発光素子において、リチウム粒子数は少なくとも、 $0.1 \text{ mmol} / \text{cm}^3 \sim 0.86 \text{ mmol} / \text{cm}^3$ の範囲にあればよい。

【0056】

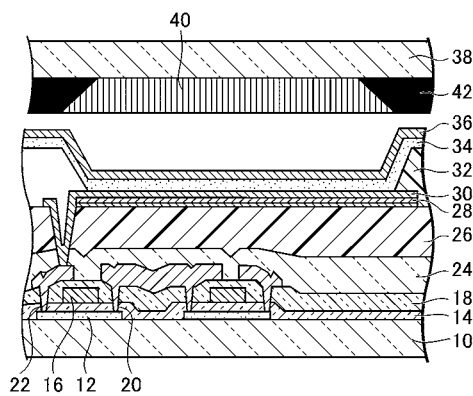
本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、実施形態で説明した構成は、実質的に同一の構成、同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成で置き換えることができる。

【符号の説明】

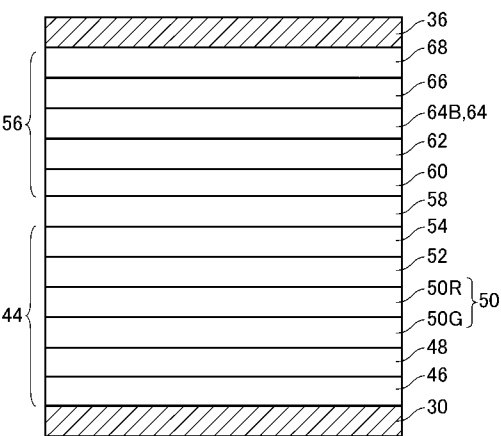
【0057】

10 第1基板、12 半導体層、14 ゲート絶縁膜、16 ゲート電極、18 層間絶縁膜、20 ソース電極、22 ドレイン電極、24 パッシベーション膜、26 絶縁層、28 光反射層、30 陽極、32 バンク、34 有機エレクトロルミネセンス層、36 陰極、38 第2基板、40 カラーフィルタ層、42 ブラックマトリクス層、44 第1発光ユニット、46 第1ホール注入層、48 第1ホール輸送層、50 第1発光層、50R 赤発光層、50G 緑発光層、52 第1電子輸送層、54 第1電子注入層、56 第2発光ユニット、58 分離層、60 第2ホール注入層、62 第2ホール輸送層、64 第2発光層、64B 青発光層、66 第2電子輸送層、68 第2電子注入層。

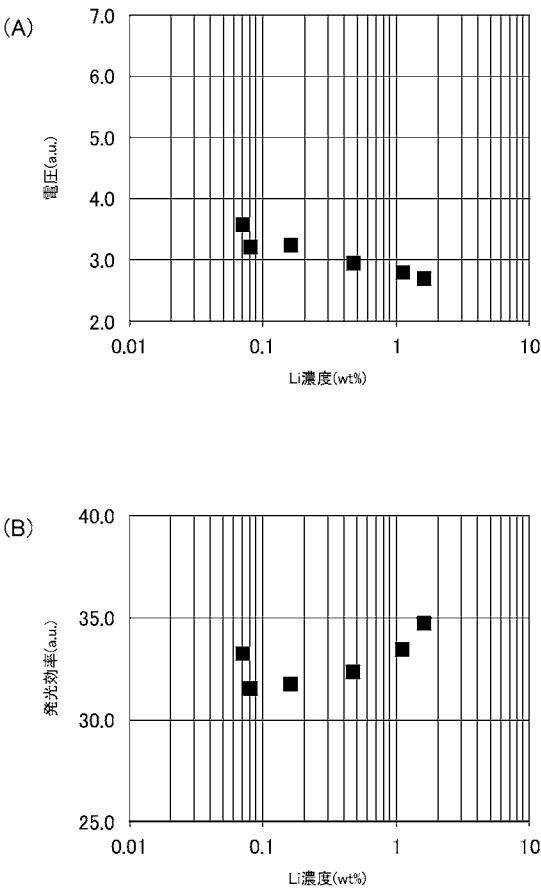
【図 1】



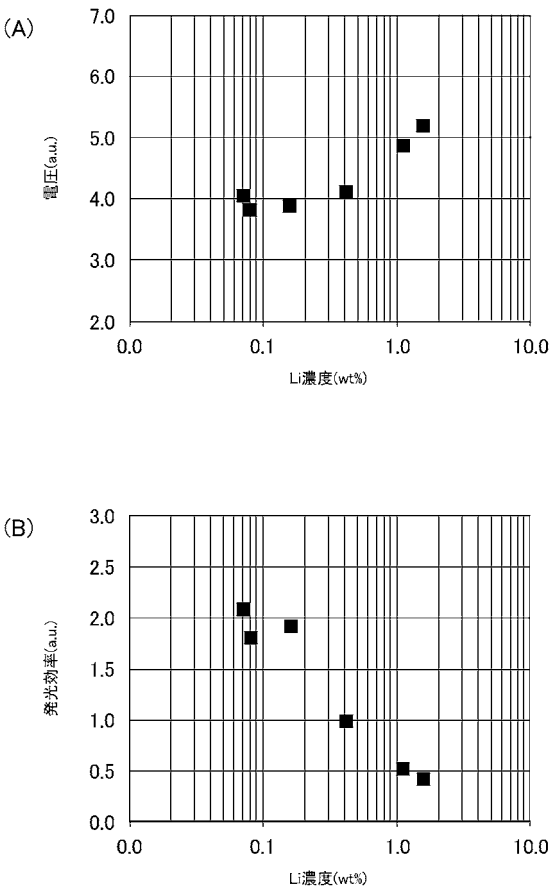
【図 2】



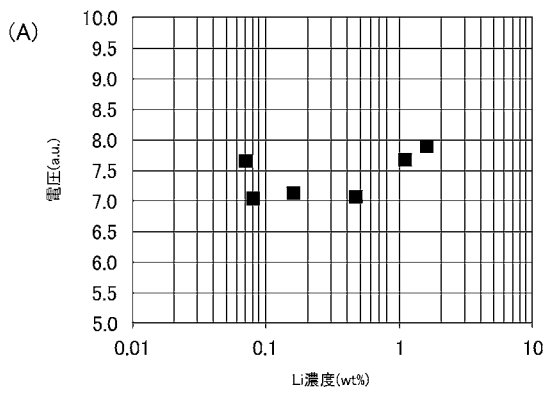
【図 3】



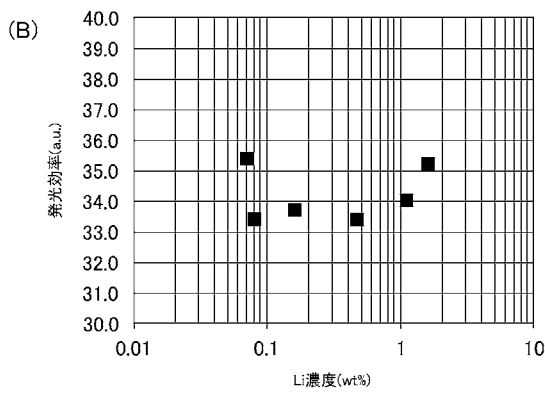
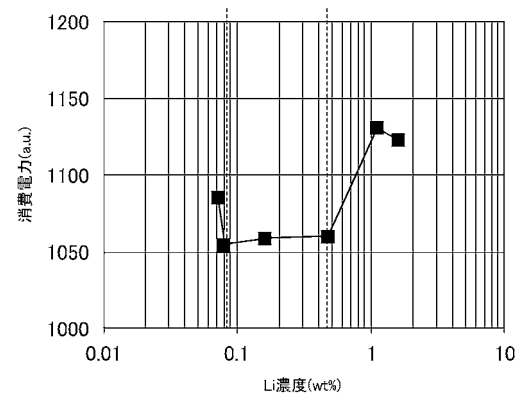
【図 4】



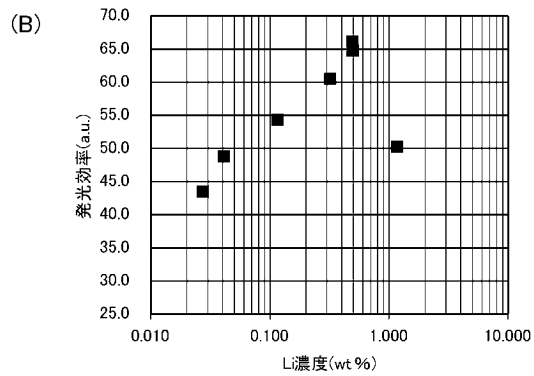
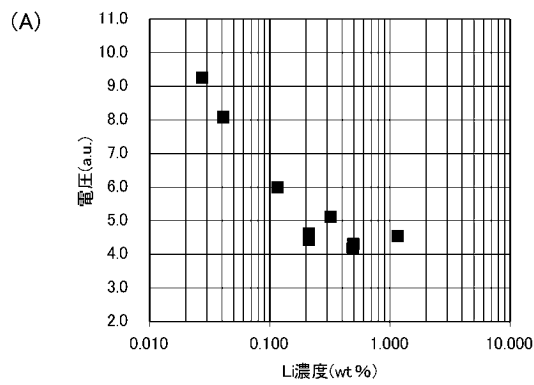
【図 5】



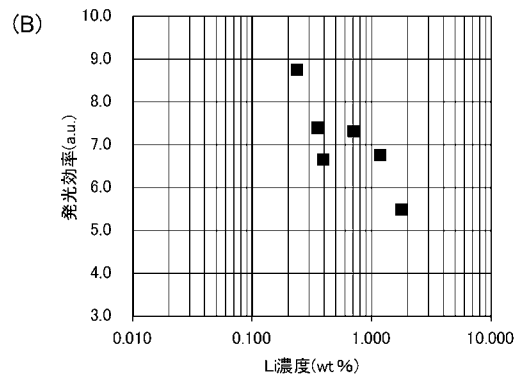
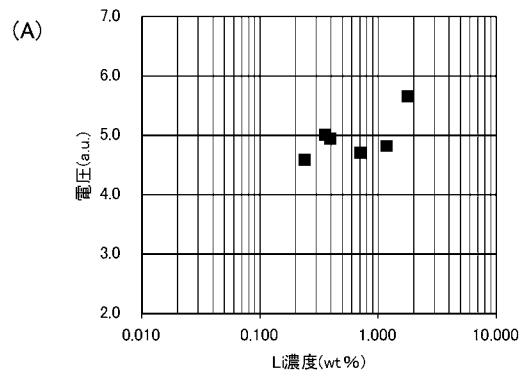
【図 6】



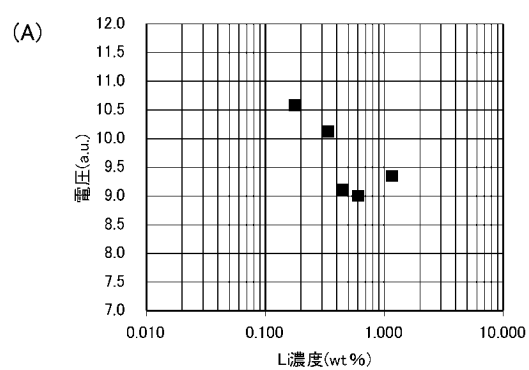
【図 7】



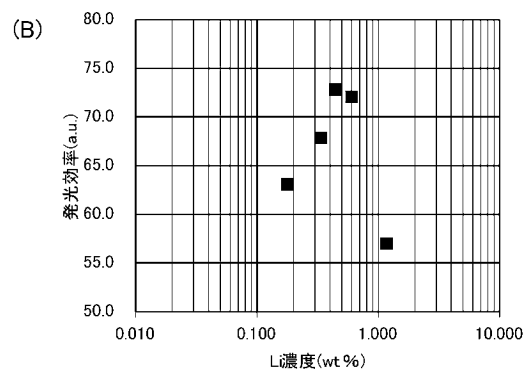
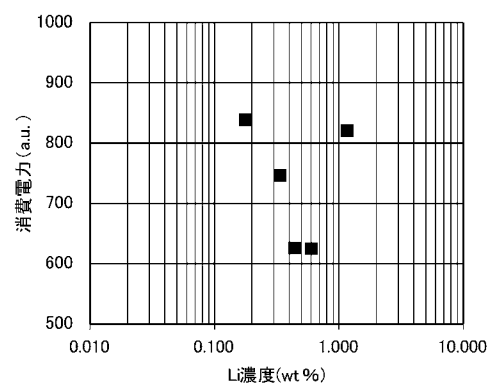
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC02 CC04 CC05 CC06 CC09 CC12 CC14 CC45
DD52 DD74 DD80 DD84 FF14

专利名称(译)	有机电致发光显示装置		
公开(公告)号	JP2014236099A	公开(公告)日	2014-12-15
申请号	JP2013116308	申请日	2013-05-31
[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	豊田裕訓 伊藤雅人 佐藤敏浩		
发明人	豊田 裕訓 伊藤 雅人 佐藤 敏浩		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/12		
CPC分类号	H01L51/5044 H01L51/0081 H01L51/5092		
FI分类号	H05B33/22.A H05B33/12.C H05B33/14.A H05B33/22.B H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC05 3K107/CC06 3K107/CC09 3K107/CC12 3K107/CC14 3K107/CC45 3K107/DD52 3K107/DD74 3K107/DD80 3K107/DD84 3K107/FF14		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是在相同功率下降低功耗并提高发光亮度。有机电致发光显示装置包括堆叠在阴极和阳极之间的第一发光单元和第二发光单元。第一发光单元44包括堆叠的第一电子注入层54和第一发光层50。第一电子注入层54布置成比第一发光层50更靠近阴极36。第二发光单元56包括堆叠的第二电子注入层68和第二发光层64。第二电子注入层68布置成比第二发光层64更靠近阴极36。第一电子注入层54和第二电子注入层68均由包含锂的化合物制成。锂粒子数为 $0.1\text{mmol} / \text{cm}^3$ 以上且 $0.86\text{mmol} / \text{cm}^3$ 以下。[选择图]图2

