

(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2006-278035

(P2006-278035A)

(43) 公開日 平成18年10月12日(2006.10.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	2G020
G01M 11/00 (2006.01)	G01M 11/00	T 2G065
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A 2G086
H05B 33/24 (2006.01)	H05B 33/24	3K007
G01J 3/28 (2006.01)	G01J 3/28	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-92414 (P2005-92414)
 (22) 出願日 平成17年3月28日 (2005.3.28)

(71) 出願人 000183646
 出光興産株式会社
 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
 (74) 代理人 100079083
 弁理士 木下 實三
 (74) 代理人 100094075
 弁理士 中山 寛二
 (74) 代理人 100106390
 弁理士 石崎 剛
 (72) 発明者 熊 均
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 (72) 発明者 細川 地潮
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 Fターム(参考) 2G020 AA04 BA20 CB43 CD04 CD14
 CD22 CD36
 最終頁に続く

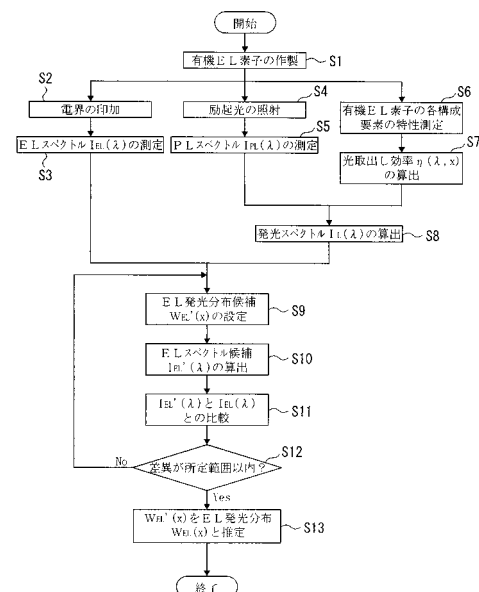
(54) 【発明の名称】 発光分布推定方法、発光分布推定装置、発光分布推定プログラム、記録媒体、表示素子、画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 有機EL素子における発光層内の発光分布を効率的かつ高精度に推定することができる発光分布推定方法を提供すること。

【解決手段】 十分に信頼できる各データ、例えば、ELスペクトルの測定データ $I_{EL}(\lambda)$ 、PLスペクトルの測定データ $I_{PL}(\lambda)$ 、光取出し効率の算出データ $\eta(\lambda, x)$ に基づいて、有機EL素子における発光層のEL発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定することができる。また、 $W_{EL}(x)$ の推定の際に有機EL素子に追加的な構成を添加する必要がないので、有機EL素子の本来の構成を生かして効率良く $W_{EL}(x)$ を推定することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

印加された電界に基づいて励起され所定の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第 1 電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられる第 2 電極と、を備える表示素子において、前記第 1 電極および前記第 2 電極によって電界を印加した場合における前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定方法であって、

前記第 1 電極および前記第 2 電極によって電界を印加して前記発光体を励起・発光させ、前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（以下、電界励起出射光スペクトル、という）を測定する電界励起出射光スペクトル測定工程と、

10

前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記発光体内において生成される光のうち前記第 1 電極を通して出射される光の割合（以下、光取出し効率、という）を、前記発光体内において光が生成される各位置ごと、および、当該各位置にて生成される光の各波長ごと、に算出する光取出し効率算出工程と、

前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定工程と、

が設けられることを特徴とする発光分布推定方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の発光分布推定方法において、

前記発光体を励起・発光させることが可能な励起光を照射して当該発光体を励起・発光させ、前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（以下、光励起出射光スペクトル、という）を測定する光励起出射光スペクトル測定工程と、

20

前記光励起出射光スペクトルおよび前記光取出し効率に基づいて前記発光スペクトルを算出する発光スペクトル算出工程と、

が設けられ、

前記発光分布推定工程では、前記発光スペクトル算出工程において算出された前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する、

ことを特徴とする発光分布推定方法。

【請求項 3】

30

請求項 2 に記載の発光分布推定方法において、

前記発光スペクトル算出工程では、前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記光励起出射光スペクトル測定工程での前記発光体内における前記励起光の強度分布を算出し、当該強度分布、前記光取出し効率、前記光励起出射光スペクトルに基づいて前記発光スペクトルを算出する、

ことを特徴とする発光分布推定方法。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の発光分布推定方法において、

前記発光分布推定工程では、

前記発光体内の発光分布の候補（以下、発光分布候補、という）を任意に設定する発光分布候補設定工程と、

40

前記発光体が前記発光分布候補に基づいて発光したと仮定した場合に前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（以下、電界励起出射光スペクトル候補、という）を、当該発光分布候補、前記発光スペクトル、前記光取出し効率に基づいて算出する電界励起出射光スペクトル候補算出工程と、

前記電界励起出射光スペクトル候補を、前記電界励起出射光スペクトルと比較し、両者の差異が所定範囲以内であるときは、当該電界励起出射光スペクトル候補の算出に用いた前記発光分布候補を、前記発光体内の発光分布であると推定するスペクトル比較工程と、

が設けられることを特徴とする発光分布推定方法。

【請求項 5】

50

請求項 4 に記載の発光分布推定方法において、

前記スペクトル比較工程では、複数のサンプル波長を設定し、前記電界励起出射光スペクトル候補における前記各サンプル波長に対する各強度データ、および、前記電界励起出射光スペクトルにおける前記各サンプル波長に対する各強度データ、の個々の差の二乗の総和が所定閾値以下であるときは、当該電界励起出射光スペクトル候補の算出に用いた前記発光分布候補を、前記発光体内の発光分布であると推定する、

ことを特徴とする発光分布推定方法。

【請求項 6】

印加された電界に基づいて励起され所定の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第 1 電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられる第 2 電極と、を備える表示素子において、前記第 1 電極および前記第 2 電極によって電界を印加した場合における前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定装置であって、

10

前記第 1 電極および前記第 2 電極によって電界を印加して前記発光体を励起・発光させる電界印加手段と、

前記電界印加手段による電界の印加の際に前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（電界励起出射光スペクトル）を測定する電界励起出射光スペクトル測定手段と、

前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記発光体内において生成される光のうち前記第 1 電極を通して出射される光の割合（光取出し効率）を、前記発光体内において光が生成される各位置ごと、および、当該各位置にて生成される光の各波長ごと、に算出する光取出し効率算出手段と、

20

前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定手段と、

を備えることを特徴とする発光分布推定装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の発光分布推定装置において、

前記発光体を励起・発光させることが可能な励起光を照射して当該発光体を励起・発光させる励起光照射手段と、

前記励起光照射手段による励起光の照射の際に前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（光励起出射光スペクトル）を測定する光励起出射光スペクトル測定手段と、

30

前記光励起出射光スペクトルおよび前記光取出し効率に基づいて前記発光スペクトルを算出する発光スペクトル算出手段と、

が設けられ、

前記発光分布推定手段は、前記発光スペクトル算出手段によって算出された前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する、

ことを特徴とする発光分布推定装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の発光分布推定装置において、

光のスペクトルを測定可能な単一のスペクトル測定手段が設けられ、

40

当該単一のスペクトル測定手段が、前記電界励起出射光スペクトル測定手段として機能し、かつ、前記光励起出射光スペクトル測定手段として機能する、

ことを特徴とする発光分布推定装置。

【請求項 9】

印加された電界に基づいて励起され所定の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第 1 電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられる第 2 電極と、を備える表示素子において、前記第 1 電極および前記第 2 電極によって電界を印加した場合における前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定プログラムであって、

前記第 1 電極および前記第 2 電極によって電界を印加して前記発光体を励起・発光させ

50

、前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（電界励起出射光スペクトル）を測定する電界励起出射光スペクトル測定工程と、

前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記発光体内において生成される光のうち前記第 1 電極を通して出射される光の割合（光取出し効率）を、前記発光体内において光が生成される各位置ごと、および、当該各位置にて生成される光の各波長ごと、に算出する光取出し効率算出工程と、

前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定工程と、

を発光分布推定装置に組み込まれたコンピュータに実行させる、

ことを特徴とする発光分布推定プログラム。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載の発光分布推定プログラムが記録され、発光分布推定装置に組み込まれたコンピュータによって読み取り可能である、

ことを特徴とする記録媒体。

【請求項 11】

印加された電界に基づいて励起され、波長 λ_0 において強度が最大の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第 1 電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられ光を反射可能な第 2 電極と、を備える表示素子であって、

当該表示素子は、前記波長 λ_0 の光に対する共振構造が前記第 1 電極および前記第 2 電極の間に形成されるように構成され、

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の発光分布推定方法に基づいて推定された前記発光体内の発光分布における最大発光位置と、前記共振構造において生じる前記波長 λ_0 の定在波形における腹の位置と、が互いに一致している、

ことを特徴とする表示素子。

20

【請求項 12】

複数の表示画素を有する画像表示装置であって、

前記個々の表示画素が、請求項 11 に記載の表示素子によって構成されている、

ことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光分布推定方法、発光分布推定装置、発光分布推定プログラム、記録媒体、表示素子、画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、印加された電界に基づいて励起され所定の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第 1 電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられ光を反射可能な第 2 電極と、を備える表示素子が知られている。このような表示素子としては、いわゆる LED（Light Emitting Diode：発光ダイオード）などが知られており、より具体的には、有機 EL（Electro Luminescence）素子や無機 EL 素子などが知られている。

40

【0003】

図 10 は、有機 EL 素子の構成を模式的に示す断面図である。

この図において、有機 EL 素子 1 は、ガラスなどの透明材料によって構成される透明基板 11 と、ITO（Indium tin oxide）などによって構成される透明な陽極 12（第 1 電極）と、正孔輸送層 13 と、発光層 14（発光体）と、電子輸送層 15 と、金属などによって構成され光を反射可能な陰極 16（第 2 電極）と、が順次積層されることによって構成されている。陽極 12 および陰極 16 は電源 2 に接続されており、陽極 12 から陰極 16 へ向かう電界 E が発生されるようになっている。このような電界 E の下、陽極 12 から

50

正孔輸送層 13 へと注入された正孔（図 10 では、「+」、によって表示する）は陰極 16 側に輸送され、陰極 16 から電子輸送層 15 へと注入された電子（図 10 では、「-」、によって表示する）は陽極 12 側に輸送される。そして、正孔および電子は発光層 14 内で再結合し、励起状態にある正孔 - 電子対（以下、励起子、という）が生成される。その後、励起子のエネルギーは発光層 14 を構成する発光材料に渡され、発光材料が励起して発光する。このときの発光スペクトルは主として発光材料の性質に応じて決まり、発光材料として Alq3 のみを用いた場合には、波長 $\lambda_0 = 530 \text{ nm}$ において強度が最大の発光スペクトルになることが知られている。なお、発光層 14 は、1 種類の発光材料のみによって構成することもできるし、また、2 種類以上の材料、例えば、ホスト材料とドーパント材料とによって構成することもできる。発光層 14 内において生成された光は、透明な陽極 12 および透明基板 11 を通して、有機 EL 素子 1 外に出射されるようになっている。

【0004】

以上のような構成の有機 EL 素子 1 において、表示性能を向上させるために、陽極 12 および陰極 16 との間にピーク波長 λ_0 の光に対する共振構造を形成してピーク波長 λ_0 の光を増幅する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。具体的には、陽極 12、正孔輸送層 13、発光層 14、電子輸送層 15 を併せた層の光学距離 L （ $= \sum n d$ ：但し、 n は各層の屈折率、 d は各層の厚み、を表す）と、陰極 16 によって光が反射される際の位相シフト ϕ と、を含む以下の式（1）を満たすように有機 EL 素子 1 を構成することによって、共振構造を形成することができる。

【0005】

【数 1】

$$\frac{2L}{\lambda_0} + \frac{\phi}{2\pi} = m \quad (m: \text{整数}) \quad \dots\dots (1)$$

【0006】

説明の簡素化のため、以下、陰極 16 が理想的な導電体であり、かつ、陰極 16 に接する電子輸送層 15 が理想的な透明体である場合を例にとって説明する。この場合、陰極 16 での位相シフトは $\phi = -\pi$ となる。したがって、式（1）を以下の式（2）に変形することができる。

【0007】

【数 2】

$$\frac{2L}{\lambda_0} - \frac{1}{2} = m \quad \dots\dots (2)$$

【0008】

さらに、式（2）を変形すると、以下の式（3）が得られる。

【0009】

【数 3】

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{2} \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda_0 \quad (m=0, 1, \dots\dots) \\ &= \frac{1}{4} \lambda_0, \frac{3}{4} \lambda_0, \dots\dots \end{aligned} \quad \dots\dots (3)$$

【0010】

このように、ピーク波長 λ_0 の光に対する共振構造を形成するためには、光学距離 L をピーク波長 λ_0 の $1/4$ 倍、 $3/4$ 倍、 $\dots$ にすればよいことがわかる。

【0011】

図 11 に、光学距離 L をピーク波長 λ_0 の $3/4$ 倍とした場合に形成される共振構造に

において生じるピーク波長 λ_0 の定在波形を模式的に示す。なお、説明の都合上、この図においては、正孔輸送層13, 発光層14, 電子輸送層15を一体的に図示している。実線の波形は陽極12側に進行する光を表し、破線の波形は陰極16側に進行する光を表す。陰極16の表面から光学距離 $\lambda_0/4$ だけ隔たった位置Aは定在波形の腹になっており、陰極16の表面から光学距離 $\lambda_0/2$ だけ隔たった位置Bは定在波形の節になっている。

【0012】

以上のようなピーク波長 λ_0 の光に対する共振構造を利用して有機EL素子1の表示性能を最大限に高めるためには、定在波形における腹の位置Aを含むように発光層14を形成することはもちろん、特に、発光層14内の発光分布における最大発光位置を定在波形における腹の位置Aに一致させることが好ましい。したがって、有機EL素子1の表示性能を高めるためには、発光層14内の発光分布に関する情報が不可欠である。

10

【0013】

発光層14内での発光は、前述したように、励起子(正孔・電子対)の生成が原因となって起こるので、発光層14内の発光分布は、発光層14内における励起子の生成分布とも解釈することができる。しかしながら、発光層14内の励起子の生成分布(発光層14内の発光分布)は、陽極12の仕事関数、陰極16の仕事関数、各層13, 14, 15を構成する物質のキャリア(正孔・電子)移動度、イオン化ポテンシャル、エネルギーギャップなどの様々な量に依存して決まるため、演算によって算出することは非常に困難である。また、発光層14内の発光分布を直接測定することも困難である。これは、透明な陽極12および透明基板11を通して有機EL素子1外に出射される光が、発光層14内の各位置において生成された光の混合光であるため、これを測定しても発光分布に関する情報を取得することが困難だからである。

20

【0014】

そこで、発光層14内の発光分布を演算や測定によって直接取得する代わりに、これを推定しようとする技術の開発が試みられており、現在、例えば以下の2つの発光分布推定方法が知られている。

【0015】

第1の発光分布推定方法では、陽極12の仕事関数、陰極16の仕事関数、各層13, 14, 15を構成する物質のキャリア移動度、イオン化ポテンシャル、エネルギーギャップなどの発光分布を決定する様々な量を予め測定しておき、これらの測定量に基づいて設定した物理モデルを用いて有機EL素子1の発光シミュレーションを行い、このシミュレーション結果に基づいて発光分布を推定する。

30

【0016】

第2の発光分布推定方法(例えば、非特許文献1参照)では、図12に示すように、発光層14内に微小な厚みを有するドーブ層17を添加し、有機EL素子1外に出射される光の強度を測定する。光強度の測定は、発光層14内におけるドーブ層17の位置を順次変えながら、複数回に渡って順次行われる。そして、発光層14内におけるドーブ層17の位置と、測定された光強度との間の相関関係に基づいて、(ドーブ層17が添加されていない)発光層14内の発光分布が推定される。

40

【0017】

【特許文献1】国際公開第01/039554号パンフレット

【非特許文献1】C.W.Tang, S.A.VanSlyke, and C.H.Chen, J.Appl.Phys. 65(9), 3610, (1989)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

しかしながら、現時点では有機EL素子1の発光層14の発光メカニズムが十分に解明されていないため、前記第1の発光分布推定方法における発光シミュレーションに用いる物理モデルの妥当性を十分な精度をもって判断することができない。そのため、推定された発光分布が正しいか否かを正確に検証することはできず、前記第1の発光分布推定方法

50

では十分な信頼性が確保されないという問題があった。

【0019】

また、前記第2の発光分布推定方法では、発光層14にドーブ層17を追加的に添加しているが、ドーブ層17を構成する物質は、エネルギーギャップが発光層14を構成するホスト材料よりも小さく、かつ、HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) 準位およびLUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 準位が、発光層14を構成するホスト材料の対応する準位よりも内側に存在することが多いので、ドーブ層17は正孔や電子の移動の障害になりやすい。そのため、前記第2の発光分布推定方法では、(ドーブ層17が添加されていない) 本来の発光層14の発光状態が正確に再現されないおそれがあり、推定精度に問題があった。また、発光層14内にドーブ層17を添加する煩雑な作業を、発光層14内においてドーブ層17を添加する位置を順次変えながら複数回に渡って繰り返し行わなくてはならないので、作業効率が悪く、コストがかかってしまうという問題も生じていた。

10

【0020】

本発明の目的は、表示素子における発光体内の発光分布を効率的かつ高精度に推定することができる発光分布推定方法、発光分布推定装置、発光分布推定プログラム、記録媒体、表示素子、画像表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明の発光分布推定方法は、印加された電界に基づいて励起され所定の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第1電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられる第2電極と、を備える表示素子において、前記第1電極および前記第2電極によって電界を印加した場合における前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定方法であって、前記第1電極および前記第2電極によって電界を印加して前記発光体を励起・発光させ、前記第1電極を通して出射される光のスペクトル(以下、電界励起出射光スペクトル、という)を測定する電界励起出射光スペクトル測定工程と、前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記発光体内において生成される光のうち前記第1電極を通して出射される光の割合(以下、光取出し効率、という)を、前記発光体内において光が生成される各位置ごと、および、当該各位置にて生成される光の各波長ごと、に算出する光取出し効率算出工程と、前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定工程と、が設けられることを特徴とする。

20

30

【0022】

まず、用語の意味について説明する。

「発光分布」は、発光体内の発光の分布を意味し、発光体内の位置 x についての関数 $W_{EL}(x)$ として表すことができる。前述したように、発光分布 $W_{EL}(x)$ は、発光体内における励起子の生成分布とも解釈することができる。なお、発光分布 $W_{EL}(x)$ が電界励起に基づくものであることを明示するために、以下の説明では、発光分布 $W_{EL}(x)$ を、特に、「EL発光分布 $W_{EL}(x)$ 」と表現することがある。

40

「発光スペクトル」は、発光体によって発光される光のスペクトルを意味し、光の波長 λ の関数としての光強度 $I_L(\lambda)$ として表すことができる。前述したように、発光スペクトルは、主として発光体を構成する材料の性質に応じて決まる。しかしながら、発光体が2種類以上の材料によって構成されている場合には、その材料組成によっても発光スペクトルは変化する。例えば、ホスト材料内にドーパント材料が分散されることにより発光体が構成されている場合には、ドーパント材料からの発光が主となるが、ホスト材料の誘電率や密度によってドーパント材料の発光スペクトルは変化する。また、ドーパント材料の添加濃度によっても、濃度消光や自己吸収の影響により発光スペクトルが変化する。

「光取出し効率」は、発光体内の位置 x において波長 λ の光が生成された場合に、そのうち第1電極を通して表示素子外に出射される光の割合を意味し、波長 λ および位置 x に

50

ついで関数 $\eta(\lambda, x)$ として表すことができる。

「電界励起出射光スペクトル」は、第1電極および第2電極によって電界を印加して発光体を励起・発光させた場合に第1電極を通して表示素子外に出射される光のスペクトルを意味し、光の波長 λ の関数としての光強度 $I_{EL}(\lambda)$ として表すことができる。

なお、添え字「EL (Electro Luminescence)」は、電界励起に関係することを意味する。

【0023】

続いて、表示素子の表示メカニズムを以上の用語を用いて説明する。

まず、第1電極および第2電極によって電界が印加されると、発光体は発光分布 $W_{EL}(x)$ (x) に応じて発光する。すなわち、発光体内の位置 x では、 $W_{EL}(x)$ に応じた数の励起子が生成され、 $W_{EL}(x)$ に応じた強度の光が生成される。 10

このとき、位置 x で生成される $W_{EL}(x)$ に応じた強度の光は、光強度 $I_L(\lambda)$ によって表される発光スペクトルを有している（発光スペクトルは、発光体を構成する物質に応じて決まり、発光体内の位置 x には無関係）。したがって、位置 x において生成される波長 λ の光の強度は、積 $W_{EL}(x) \cdot I_L(\lambda)$ に応じて決まる。

そして、この光（波長 λ , 生成位置 x ）は、光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ に応じて第1電極を通して表示素子外に出射される。このため、位置 x において生成された波長 λ の光のうち、第1電極を通して表示素子外に出射される光の強度は、積 $W_{EL}(x) \cdot I_L(\lambda) \cdot \eta(\lambda, x)$ に応じて決まる。

この積 $W_{EL}(x) \cdot I_L(\lambda) \cdot \eta(\lambda, x)$ を位置 x について積分すれば、第1電極を通して表示素子外に出射される波長 λ の光の強度に相当する量を算出することができる。そして、この算出量は、電界励起出射光スペクトルにおける波長 λ の光強度 $I_{EL}(\lambda)$ に相当する。 20

したがって、各項にかかるべき規格化定数などを無視すれば、以下の式(4)が成立する。

【0024】

【数4】

$$\int W_{EL}(x) \cdot I_L(\lambda) \cdot \eta(\lambda, x) \cdot dx = I_{EL}(\lambda) \quad \dots\dots (4)$$

30

【0025】

このように、電界励起出射光スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ は、発光分布 $W_{EL}(x)$, 発光スペクトル $I_L(\lambda)$, 光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ の3つの量に基づいて定まっているが、見方を変えれば、発光分布 $W_{EL}(x)$ を、その他の3つの量に基づいて推定することができることが分かる。

【0026】

本発明の発光分布推定方法によれば、電界励起出射光スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ を測定しており、かつ、光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を表示素子の各構成要素の特性に基づいて算出しているので、これら2つの量と発光スペクトル $I_L(\lambda)$ とに基づいて発光体内の発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定することができる。なお、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ は、発光体を構成する物質に応じて決まるので、当該構成物質を対象とする試験などによって予め測定しておくことも可能である。また、後述するように、光励起出射光スペクトルに基づいて発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出することも可能である。 40

【0027】

以上のような本発明の発光分布推定方法では、3つの量 $I_{EL}(\lambda)$, $\eta(\lambda, x)$, $I_L(\lambda)$ に基づいて発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定しているが、この際、式(4)に基づく演算処理を行えば十分であり、従来の第1の発光分布推定方法のように理論、実験面で十分確立されていない物理モデルを設定して発光シミュレーションを行う必要がない。したがって、本発明の発光分布推定方法によれば、十分に信頼できる前記3つの量に基づいて、発光分布 $W_{EL}(x)$ を高精度に推定することができる。 50

【 0 0 2 8 】

また、本発明の発光分布推定方法によれば、従来の第 2 の発光分布推定方法のように発光体にドーブ層のような追加的な構成を添加することなく、表示素子の本来の構成を生かして発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定することができるので、推定精度を向上させることができる。また、発光体にドーブ層のような追加的な構成を添加する煩雑な作業を行わなくて済むので、作業効率を向上させることができ、作業コストを低減させることができる。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の発光分布推定方法では、前記発光体を励起・発光させることが可能な励起光を照射して当該発光体を励起・発光させ、前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（以下、光励起出射光スペクトル、という）を測定する光励起出射光スペクトル測定工程と、前記光励起出射光スペクトルおよび前記光取出し効率に基づいて前記発光スペクトルを算出する発光スペクトル算出工程と、が設けられ、前記発光分布推定工程では、前記発光スペクトル算出工程において算出された前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する、ことが好ましい。

10

【 0 0 3 0 】

ここで、「光励起出射光スペクトル」は、励起光を照射して発光体を励起・発光させた場合に第 1 電極を通して表示素子外に出射される光のスペクトルを意味し、光の波長 λ の関数としての光強度 $I_{PL}(\lambda)$ として表すことができる。

なお、添え字「PL (Photo Luminescence)」は、光励起に関係することを意味する。

20

【 0 0 3 1 】

光励起の場合には、電界励起の場合の式 (4) と同様の以下の式 (5) が成り立つ。

【 0 0 3 2 】

【数 5】

$$\int W_{PL}(x) \cdot I_L(\lambda) \cdot \eta(\lambda, x) \cdot dx = I_{PL}(\lambda) \quad \dots\dots (5)$$

【 0 0 3 3 】

ここで、 $W_{PL}(x)$ は、光励起による発光体内の発光分布を意味する。なお、発光分布 $W_{PL}(x)$ が光励起に基づくものであることを明示するために、以下の説明では、発光分布 $W_{PL}(x)$ を、特に、「PL 発光分布 $W_{PL}(x)$ 」と表現することがある。

30

発光分布 $W_{PL}(x)$ は、発光体内における励起光の強度分布 $L(x)$ に応じて決まる。特に、強度分布 $L(x)$ が略一様であると仮定できる場合には、発光分布 $W_{PL}(x)$ も略一様である。そこで、 $W_{PL}(x) = W_{PL0}$ (定数) と置けば、式 (5) を以下の式 (6) に変形することができる。

【 0 0 3 4 】

【数 6】

$$W_{PL0} \cdot I_L(\lambda) \cdot \int \eta(\lambda, x) \cdot dx = I_{PL}(\lambda) \quad \dots\dots (6)$$

40

【 0 0 3 5 】

そして、以下の式 (7) のように、光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ の x についての積分値を $\eta_0(\lambda)$ と置いて、式 (6) を発光スペクトル $I_L(\lambda)$ についてとけば以下の式 (8) が得られる。

【 0 0 3 6 】

【数 7】

$$\eta_0(\lambda) = \int \eta(\lambda, x) \cdot dx \quad \dots\dots (7)$$

【 0 0 3 7 】

50

【数 8】

$$I_L(\lambda) = \frac{I_{PL}(\lambda)}{W_{PL0} \cdot \eta_0(\lambda)} \quad \dots\dots (8)$$

【0038】

このように、発光スペクトル算出工程では、光励起出射光スペクトル $I_{PL}(\lambda)$ および光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ に基づいて発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出することができる。

【0039】

以上のような発光分布推定方法によれば、表示素子に組み込まれた発光体の実際の発光状態に基づいて発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を高精度に算出することができるので、 E_L 発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定精度を向上させることができる。

【0040】

また、本発明の発光分布推定方法では、前記発光スペクトル算出工程では、前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記光励起出射光スペクトル測定工程での前記発光体内における前記励起光の強度分布を算出し、当該強度分布、前記光取出し効率、前記光励起出射光スペクトルに基づいて前記発光スペクトルを算出する、ことが好ましい。

【0041】

発光体内の強度分布 $L(x)$ が略一様であるとの前記仮定が成り立たない場合には、発光体内の発光分布 $W_{PL}(x)$ も略一様ではなく、ばらつきが生じる。

しかしながら、強度分布 $L(x)$ は、表示素子の各構成要素の特性（屈折率など）に基づいて正確に算出することが可能である。そのため、発光体内の発光分布 $W_{PL}(x)$ も正確に算出することが可能である。この場合、前記仮定の下での式（5）から式（8）までの式変形は成り立たないが、代わりに、式（5）を以下の式（9）に変形することができる。

【0042】

【数 9】

$$I_L(\lambda) = \frac{I_{PL}(\lambda)}{\int W_{PL}(x) \cdot \eta(\lambda, x) \cdot dx} \quad \dots\dots (9)$$

【0043】

ここで、右辺の各量 $I_{PL}(\lambda)$ 、 $W_{PL}(x)$ 、 $\eta(\lambda, x)$ は、いずれも測定あるいは算出されているので、式（9）によって発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出することができる。

【0044】

以上のような発光分布推定方法によれば、発光体内の強度分布 $L(x)$ のばらつきを加味した上で、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を高精度に算出することができるので、 E_L 発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定精度を向上させることができる。

【0045】

また、本発明の発光分布推定方法では、前記発光分布推定工程では、前記発光体内の発光分布の候補（以下、発光分布候補、という）を任意に設定する発光分布候補設定工程と、前記発光体が前記発光分布候補に基づいて発光したと仮定した場合に前記第1電極を通して出射される光のスペクトル（以下、電界励起出射光スペクトル候補、という）を、当該発光分布候補、前記発光スペクトル、前記光取出し効率に基づいて算出する電界励起出射光スペクトル候補算出工程と、前記電界励起出射光スペクトル候補を、前記電界励起出射光スペクトルと比較し、両者の差異が所定範囲以内であるときは、当該電界励起出射光スペクトル候補の算出に用いた前記発光分布候補を、前記発光体内の発光分布であると推定するスペクトル比較工程と、が設けられることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

発光分布候補設定工程において設定される E L 発光分布候補 (E L 発光分布 $W_{EL}(x)$) の候補) を $W_{EL}'(x)$ と置く。電界励起出射光スペクトル候補算出工程では、式 (4) の $W_{EL}(x)$ に $W_{EL}'(x)$ を代入することによって得られる以下の式 (1 0) にしたがって電界励起出射光スペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ を算出する。

【 0 0 4 7 】

【 数 1 0 】

$$\int W_{EL}'(x) \cdot I_L(\lambda) \cdot \eta(\lambda, x) \cdot dx = I_{EL}'(\lambda) \cdots \cdots (10)$$

10

【 0 0 4 8 】

スペクトル比較工程では、算出された $I_{EL}'(\lambda)$ を、測定された $I_{EL}(\lambda)$ と比較し、両者の差異が所定範囲以内であるときは、 $I_{EL}'(\lambda)$ の算出に用いた E L 発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ を、発光体内の E L 発光分布 $W_{EL}(x)$ であると推定する。

【 0 0 4 9 】

以上のような発光分布推定方法によれば、実際の E L 発光分布 $W_{EL}(x)$ に基づいて生成されるスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ に近いスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ を生成する E L 発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ を実際の E L 発光分布であると推定しているので、推定された E L 発光分布 (候補) $W_{EL}'(x)$ と実際の E L 発光分布 $W_{EL}(x)$ との差異を所定範囲以内に抑えることができ、高精度に E L 発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定することができる。

20

【 0 0 5 0 】

また、本発明の発光分布推定方法では、前記スペクトル比較工程では、複数のサンプル波長を設定し、前記電界励起出射光スペクトル候補における前記各サンプル波長に対する各強度データ、および、前記電界励起出射光スペクトルにおける前記各サンプル波長に対する各強度データ、の個々の差の二乗の総和が所定閾値以下であるときは、当該電界励起出射光スペクトル候補の算出に用いた前記発光分布候補を、前記発光体内の発光分布であると推定する、ことが好ましい。

【 0 0 5 1 】

スペクトル比較工程において N 個のサンプル波長 $\lambda_i = \lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_N$ ($i = 1, 2, \cdots, N$) を設定した場合、スペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ における各サンプル波長 λ_i に対する各強度データ $I_{EL}'(\lambda_i)$ 、および、スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ における各サンプル波長 λ_i に対する強度データ $I_{EL}(\lambda_i)$ 、の個々の差の二乗の総和 Δ

30

【 0 0 5 2 】

【 数 1 1 】

$$\Delta = \sum_{i=1}^N \left\{ I_{EL}'(\lambda_i) - I_{EL}(\lambda_i) \right\}^2 \cdots \cdots (11)$$

【 0 0 5 3 】

が算出されて閾値 Δ_0 と比較され、スペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ の算出に用いた発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ を発光分布 $W_{EL}(x)$ と推定してよいか否かが判定される。

40

なお、連続的なサンプル波長を設定した場合には、式 (1 1) の右辺を λ についての積分を用いて書き換えれば Δ を算出することができる。

【 0 0 5 4 】

以上のような発光分布推定方法によれば、数学的な手法に基づいて、安定した精度で発光分布を推定することができる。

【 0 0 5 5 】

また、本発明の発光分布推定装置は、印加された電界に基づいて励起され所定の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光

50

を透過可能な第1電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられる第2電極と、を備える表示素子において、前記第1電極および前記第2電極によって電界を印加した場合における前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定装置であって、前記第1電極および前記第2電極によって電界を印加して前記発光体を励起・発光させる電界印加手段と、前記電界印加手段による電界の印加の際に前記第1電極を通して出射される光のスペクトル（電界励起出射光スペクトル）を測定する電界励起出射光スペクトル測定手段と、前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記発光体内において生成される光のうち前記第1電極を通して出射される光の割合（光取出し効率）を、前記発光体内において光が生成される各位置ごと、および、当該各位置にて生成される光の各波長ごと、に算出する光取出し効率算出手段と、前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定手段と、を備えることを特徴とする。 10

【0056】

また、本発明の発光分布推定装置では、前記発光体を励起・発光させることが可能な励起光を照射して当該発光体を励起・発光させる励起光照射手段と、前記励起光照射手段による励起光の照射の際に前記第1電極を通して出射される光のスペクトル（光励起出射光スペクトル）を測定する光励起出射光スペクトル測定手段と、前記光励起出射光スペクトルおよび前記光取出し効率に基づいて前記発光スペクトルを算出する発光スペクトル算出手段と、が設けられ、前記発光分布推定手段は、前記発光スペクトル算出手段によって算出された前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する、ことが好ましい。 20

【0057】

また、本発明の発光分布推定装置では、前記発光分布推定手段は、前記発光体内の発光分布の候補（発光分布候補）を任意に設定する発光分布候補設定手段と、前記発光体が前記発光分布候補に基づいて発光したと仮定した場合に前記第1電極を通して出射される光のスペクトル（電界励起出射光スペクトル候補）を、当該発光分布候補、前記発光スペクトル、前記光取出し効率に基づいて算出する電界励起出射光スペクトル候補算出手段と、前記電界励起出射光スペクトル候補を、前記電界励起出射光スペクトルと比較し、両者の差異が所定範囲以内であるときは、当該電界励起出射光スペクトル候補の算出に用いた前記発光分布候補を、前記発光体内の発光分布であると推定するスペクトル比較手段と、を 30

【0058】

以上のような構成の本発明の発光分布推定装置は、前述した本発明の発光分布推定方法を実施するための構成を備えているので、本発明の発光分布推定方法と同じ各作用・効果を奏することができる。

【0059】

また、本発明の発光分布推定装置では、光のスペクトルを測定可能な単一のスペクトル測定手段が設けられ、当該単一のスペクトル測定手段が、前記電界励起出射光スペクトル測定手段として機能し、かつ、前記光励起出射光スペクトル測定手段として機能する、ことが好ましい。 40

【0060】

このような構成の発光分布推定装置によれば、電界励起出射光スペクトル測定手段および光励起出射光スペクトル測定手段として単一のスペクトル測定手段を設ければよいので、発光分布推定装置の部品点数および部品コストを低減させることができる。

【0061】

また、本発明の発光分布推定プログラムは、印加された電界に基づいて励起され所定の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第1電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられる第2電極と、を備える表示素子において、前記第1電極および前記第2電極によって電界を印加した場合における前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定 50

プログラムであって、前記第 1 電極および前記第 2 電極によって電界を印加して前記発光体を励起・発光させ、前記第 1 電極を通して出射される光のスペクトル（電界励起出射光スペクトル）を測定する電界励起出射光スペクトル測定工程と、前記表示素子の各構成要素の特性に基づいて、前記発光体内において生成される光のうち前記第 1 電極を通して出射される光の割合（光取出し効率）を、前記発光体内において光が生成される各位置ごと、および、当該各位置にて生成される光の各波長ごと、に算出する光取出し効率算出工程と、前記発光スペクトル、前記光取出し効率、前記電界励起出射光スペクトルに基づいて前記発光体内の発光分布を推定する発光分布推定工程と、を発光分布推定装置に組み込まれたコンピュータに実行させる、ことを特徴とする。

【0062】

10

また、本発明の記録媒体は、前記発光分布推定プログラムが記録され、発光分布推定装置に組み込まれたコンピュータによって読み取り可能である、ことを特徴とする。

【0063】

以上のような構成の本発明の発光分布推定プログラムおよび記録媒体は、前述した本発明の発光分布推定方法を実施するために利用されるので、本発明の発光分布推定方法と同じ各作用・効果を奏することができる。

【0064】

また、本発明の表示素子は、印加された電界に基づいて励起され、波長 λ_0 において強度が最大の発光スペクトルを有する光を発光可能な発光体と、当該発光体における一方の面側に設けられ光を透過可能な第 1 電極と、当該発光体における前記一方の面とは反対側の他方の面側に設けられ光を反射可能な第 2 電極と、を備える表示素子であって、当該表示素子は、前記波長 λ_0 の光に対する共振構造が前記第 1 電極および前記第 2 電極の間に形成されるように構成され、前記発光分布推定方法に基づいて推定された前記発光体内の発光分布における最大発光位置と、前記共振構造において生じる前記波長 λ_0 の定在波形における腹の位置と、が互いに一致している、ことを特徴とする。

20

【0065】

このような構成の表示素子によれば、発光体内の発光分布における最大発光位置が、ピーク波長 λ_0 の定在波形における腹の位置に一致しているので、ピーク波長 λ_0 の光に対する共振構造を利用して表示素子の表示性能を最大限に高めることができる。

【0066】

30

また、本発明の画像表示装置は、複数の表示画素を有する画像表示装置であって、前記個々の表示画素が、前記表示素子によって構成されている、ことを特徴とする。

【0067】

このような構成の画像表示装置によれば、前述した本発明の表示素子によって表示画素が構成されているので、表示性能を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0068】

次に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明に係る発光分布推定方法を実施するための構成を示すブロック線図である。

40

【0069】

有機 EL 素子 1 は、本発明の表示素子を構成している。有機 EL 素子 1 は、既に説明した図 10 に示される構成を備えている。ここでは、繰り返しになるので、説明を省略する。

【0070】

電界印加手段 2（図 10 では、電源 2 に相当する）は、陽極 12 および陰極 16 によって電界 E を正孔輸送層 13，発光層 14，電子輸送層 15 に印加して、発光層 14 を励起・発光させる。このとき、陽極 12 および透明基板 11 を通して有機 EL 素子 1 から出射される光のスペクトルが電界励起出射光スペクトル（以下、記載の簡略化のため、EL スペクトル、と略することがある） $I_{EL}(\lambda)$ である。

50

【0071】

励起光照射手段3は、図示しない光源と光ファイバ31とを備えて構成され、発光層14を励起・発光させることが可能な励起光を光ファイバ31の先端から照射して発光層14を励起・発光させる。このとき、陽極12および透明基板11を通して有機EL素子1から出射される光のスペクトルが光励起出射光スペクトル（以下、説明の簡略化のため、PLスペクトル、と略することがある） $I_{PL}(\lambda)$ である。

【0072】

なお、励起光としては、例えば、紫外領域および可視領域を含むブロードな連続スペクトル光を出射可能なランプ（例えば、キセノンランプ）の光から分光器によって抽出した単色光や、レーザ光を利用することができる。

10

【0073】

また、励起光の特性としては、半値幅が20nm以下であることが好ましく、さらには10nm以下であることがより好ましい。半値幅が20nmよりも広いと、励起光スペクトルとPLスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ との重なりが大きくなり、EL発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定精度に悪影響を及ぼす可能性があるからである。

【0074】

また、励起光は、発光層14のみを選択的に励起・発光させる波長を有することが好ましい。前述したように、電界励起時における発光層14の発光は、発光層14に含まれる発光材料が励起することによって起こるので、電界励起時と同等の発光状態を実現させるために発光材料のみを選択的に励起・発光させる波長の励起光を利用することが重要である。具体的には、発光材料および発光材料以外の材料（正孔輸送層13，電子輸送層15の構成材料）の光吸収スペクトルを測定し、発光材料の光吸収量が大きく、かつ、発光材料以外の材料の光吸収量が小さい波長を、励起光の波長とすればよい。さらに、発光材料がホスト材料およびそれに添加されるドーパント材料からなる場合には、ホスト材料の光吸収スペクトルも測定し、ドーパント材料の光吸収量が大きく、かつ、ホスト材料の光吸収量が小さい波長を、励起光の波長とすることが好ましい。

20

【0075】

スペクトル測定手段4は、分光放射輝度計や分光光度計など、波長 λ ごとの光の強度を測定可能な計器によって構成され、有機EL素子1から出射されるELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ およびPLスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ を測定する。このため、スペクトル測定手段4は、電界励起出射光スペクトル測定手段、および、光励起出射光スペクトル測定手段、を構成している。

30

【0076】

制御手段5は、光取出し効率算出手段51と、発光スペクトル算出手段52と、発光分布推定手段53と、を備えて構成されている。

【0077】

光取出し効率算出手段51は、有機EL素子1の各構成要素の特性に基づいて、発光層14内において生成される光のうち陽極12を通して出射される光の割合（光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ ）を、発光層14内において光が生成される各位置 x ごと、および、当該各位置 x にて生成される光の各波長 λ ごと、に算出する。

40

【0078】

発光スペクトル算出手段52は、スペクトル測定手段4によって測定されたPLスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ 、および、光取出し効率算出手段51によって算出された光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ 、に基づいて発光層14の発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出する。

【0079】

発光分布推定手段53は、発光スペクトル算出手段52によって算出された発光スペクトル $I_L(\lambda)$ 、光取出し効率算出手段51によって算出された光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ 、スペクトル測定手段4によって測定されたELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ に基づいて発光層内のEL発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定する。

発光分布推定手段53は、発光分布候補設定手段531と、電界励起出射光スペクトル

50

候補算出手段 5 3 2 と、スペクトル比較手段 5 3 3 と、を備えて構成されている。

【 0 0 8 0 】

発光分布候補設定手段 5 3 1 は、発光層 1 4 内の E L 発光分布の候補 (E L 発光分布候補 $W_{EL} (x)$) を任意に設定する。

【 0 0 8 1 】

電界励起出射光スペクトル候補算出手段 5 3 2 は、発光層 1 4 が E L 発光分布候補 $W_{EL} (x)$ に基づいて発光したと仮定した場合に陽極 1 2 および透明基板 1 1 を通して有機 E L 素子 1 から出射される光のスペクトル (電界励起出射光スペクトル候補 (以下、記載の簡略化のため、E L スペクトル候補、と略することがある) $I_{EL} (\lambda)$) を、発光分布候補設定手段 5 3 1 によって設定された E L 発光分布候補 $W_{EL} (x)$ 、発光スペクトル算出手段 5 2 によって算出された発光スペクトル $I_L (\lambda)$ 、光取出し効率算出手段 5 1 によって算出された光取出し効率 $\eta (\lambda, x)$ 、に基づいて算出する。 10

【 0 0 8 2 】

スペクトル比較手段 5 3 3 は、電界励起出射光スペクトル候補算出手段 5 3 2 によって算出された E L スペクトル候補 $I_{EL} (\lambda)$ を、スペクトル測定手段 4 によって測定された E L スペクトル $I_{EL} (\lambda)$ と比較し、両者の差異が所定範囲以内であるときは、E L スペクトル候補 $I_{EL} (\lambda)$ の算出に用いた E L 発光分布候補 $W_{EL} (x)$ を、発光層 1 4 内の E L 発光分布 $W_{EL} (x)$ であると推定する。

【 0 0 8 3 】

以上の構成において、電界印加手段 2、励起光照射手段 3、スペクトル測定手段 4、制御手段 5 は、陽極 1 2 および陰極 1 6 によって電界 E を印加した場合における発光層 1 4 内の E L 発光分布 $W_{EL} (x)$ を推定する発光分布推定装置を構成している。 20

【 0 0 8 4 】

続いて、このような発光分布推定装置を用いた E L 発光分布 $W_{EL} (x)$ の推定手順について図 2 のフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 8 5 】

S 1 (S は工程の意。以下同様) では、有機 E L 素子 1 を作成する。

【 0 0 8 6 】

[電界励起出射光スペクトル測定工程]

S 2 では、制御手段 5 の制御の下、電界印加手段 2 が陽極 1 2 および陰極 1 6 の間に電圧を印加し、陽極 1 2 から陰極 1 6 に向かう電界 E を発生させる。この電界 E の下で、発光層 1 4 が励起・発光する。 30

S 3 では、制御手段 5 の制御の下、スペクトル測定手段 4 が、有機 E L 素子 1 から出射される光のスペクトル (E L スペクトル $I_{EL} (\lambda)$) を測定する。なお、E L スペクトル $I_{EL} (\lambda)$ は、そのピーク強度によって規格化されている。

【 0 0 8 7 】

[光励起出射光スペクトル測定工程]

S 4 では、制御手段 5 の制御の下、励起光照射手段 3 が有機 E L 素子 1 に励起光を照射し、発光層 1 4 を励起・発光させる。

S 5 では、制御手段 5 の制御の下、スペクトル測定手段 4 が、有機 E L 素子 1 から出射される光のスペクトル (P L スペクトル $I_{PL} (\lambda)$) を測定する。なお、P L スペクトル $I_{PL} (\lambda)$ は、そのピーク強度によって規格化されている。 40

【 0 0 8 8 】

[光取出し効率算出工程]

S 6 では、有機 E L 素子 1 の各構成要素の特性を測定する。具体的には、各構成要素の材料の屈折率 n と吸収係数 k とを測定する。ここでは、特に、精度の高い発光分布推定を行うために、公知の測定方法を利用して屈折率 n および吸収係数 k の波長分散特性を測定する。ここで、公知の測定方法としては、例えば、エリプソメータを用いる方法、垂直反射スペクトル測定データを理論式にフィッティングして波長分散特性データを算出する方法を利用することができる。なお、以上の測定は、有機 E L 素子 1 とは別に予め用意され 50

ている各構成要素の各サンプルについて行えばよく、有機 E L 素子 1 自体を測定対象として測定を行う必要はない。

【 0 0 8 9 】

S 7 では、光取出し効率算出手段 5 1 が、各サンプルについて測定された屈折率 n および吸収係数 k の波長分散特性に基づいて、光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を算出する。この計算は、例えば、以下の 2 つの公知の計算方法によって行うことができる。

【 0 0 9 0 】

(1) 発光層 1 4 内で生成される光が平面波であると近似し、有機 E L 素子 1 を構成する各層間における多重反射を考慮した計算方法 (平面波近似法)

(2) 媒体中の電磁波 (光) の伝播を記述するマクスウェル方程式を時間および空間で差分化し、1 階偏微分により計算解析空間の電磁波 (光) 強度を求める方法 (F D T D 法) 10

【 0 0 9 1 】

ここでは、(1) の平面波近似法について概説する。この方法の概略は以下の通りである。

a) 波長 λ の光について、有機 E L 素子 1 を構成する各層 (第 j 層 : 但し、 $j = 1, 2, \dots, J$) の位相膜厚 δ_j を算出する。

b) 波長 λ の光について、以下の式 (1 2) によって定義される各層の光学インピーダンス Y_j を s 偏光、p 偏光のそれぞれについて算出する。

【 0 0 9 2 】

【 数 1 2 】

$$Y_j = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \cdot (n_j - i \cdot k_j) \cos \theta_j \quad \dots \dots \quad (12)$$

【 0 0 9 3 】

c) 波長 λ の光について、以下の式 (1 3) によって定義される各層の特性マトリクス M_j を s 偏光、p 偏光のそれぞれについて算出する。

【 0 0 9 4 】

【 数 1 3 】

$$M_j = \begin{pmatrix} \cos \delta_j & \frac{i \cdot \sin \delta_j}{Y_j} \\ i \cdot Y_j \cdot \sin \delta_j & \cos \delta_j \end{pmatrix} \quad \dots \dots \quad (13)$$

【 0 0 9 5 】

d) 発光層 1 4 において生成された波長 λ の光は、次の 3 通りのうちいずれか 1 通りの振る舞いを示す。

i) 透明基板 1 1 の空気と接する界面 (図 1 0 では、上面) を透過して有機 E L 素子 1 から出射される。

ii) 透明基板 1 1 の空気と接する界面において反射される。

iii) 陰極 1 6 の表面において反射される。

以上の 3 通りの振る舞い i) , ii) , iii) にそれぞれ対応する振幅透過率 t_1 , 振幅反射率 r_1 , 振幅反射率 r_2 を算出する。

【 0 0 9 6 】

e) 振幅透過率 t_1 , 振幅反射率 r_1 , 振幅反射率 r_2 に基づいて、発光層 1 4 内の位置 x において生成される光のうち多重干渉により有機 E L 素子 1 外に出射される光の振幅強度を算出する。

f) 発光層 1 4 内の位置 x において生成される波長 λ の光のポインティングベクトルの時間平均値、および、この光のうち有機 E L 素子 1 外に出射される光のポインティングベクトルの時間平均値を求め、当該 2 つの値の比を計算することにより、位置 x において生成される波長 λ の光に対する光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を算出する。 30

10

20

30

40

50

【 0 0 9 7 】

なお、ポインティングベクトルとは、電界ベクトル E 、磁界ベクトル H を有する電磁波が媒体中を進行するときのエネルギーを表しており、媒体の屈折率が n であるとき、その時間平均値は、次の式 (14) のように電界ベクトル E の 2 乗に比例する量になっている。

【 0 0 9 8 】

【 数 1 4 】

$$\langle E \times H \rangle = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} \cdot |E|^2 = n \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \cdot |E|^2 \quad \dots\dots (14)$$

10

【 0 0 9 9 】

[発光スペクトル算出工程]

S 8 では、発光スペクトル算出手段 5 2 が、S 5 において測定された P L スペクトル $I_{P L}(\lambda)$ と、S 7 において算出された光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ とに基づいて、発光層 1 4 の発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出する。

【 0 1 0 0 】

このとき、光励起による発光層 1 4 内の P L 発光分布を $W_{P L}(x)$ とすれば、前記式 (5) が成立する。P L 発光分布 $W_{P L}(x)$ は、S 4 および S 5 における発光層 1 4 内の励起光の強度分布 $L(x)$ に応じて決まる。有機 E L 素子 1 の外部から照射された励起光は、有機 E L 素子 1 の内部において発生する光と同様に、有機 E L 素子 1 内部における各層間の界面にて多重反射するので、有機 E L 素子 1 内部での励起光の強度分布 $L(x)$ は厳密には一様でない。しかしながら、有機 E L 素子 1 における発光層 1 4 の光学膜厚が励起光の波長 λ_e に比べて十分に小さい (例えば、 $\lambda_e \times 0.2$ よりも小さい) 場合には、励起光の強度分布 $L(x)$ を一様と近似することができる。この場合、P L 発光分布 $W_{P L}(x)$ も一様と近似することができるから、 $W_{P L}(x) = W_{P L 0}$ (定数) と置いて、前記式 (5) を、前記式 (6)、前記式 (7) を経て、前記式 (8) に変形することができる。発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出することができる。

20

【 0 1 0 1 】

一方、発光層 1 4 の光学膜厚が比較的大きい (例えば、 $\lambda_e \times 0.2$ よりも大きい) 場合には、励起光の強度分布 $L(x)$ を一様と近似することはできない。しかしながら、S 7 で利用したような公知の計算方法によって励起光の強度分布 $L(x)$ を正確に算出することが可能である。この場合、 $L(x)$ に基づく P L 発光分布 $W_{P L}(x)$ も正確に算出することが可能である。したがって、前記式 (5) を前記式 (9) に変形することができ、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出することができる。

30

【 0 1 0 2 】

[発光分布候補設定工程]

S 9 では、発光分布候補設定手段 5 3 1 が、ユーザの設定操作や、制御手段 5 のメモリ (図示せず) に予め記憶されている発光分布候補設定プログラムなどに基づいて、E L 発光分布候補 $W_{E L}'(x)$ を設定する。なお、E L 発光分布候補 $W_{E L}'(x)$ は、発光層 1 4 の厚み方向に沿って積分すると 1 になるように規格化されている。すなわち、 $W_{E L}'(x)$ は、次の式 (15) を満たすように設定される。なお、式 (15) における d は発光層 1 4 の厚みである。

40

【 0 1 0 3 】

【 数 1 5 】

$$\int_0^d W_{E L}'(x) \cdot dx = 1 \quad \dots\dots (15)$$

【 0 1 0 4 】

[電界励起出射光スペクトル候補算出工程]

50

S 1 0では、電界励起出射光スペクトル候補算出手段532が、E L発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ 、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ 、光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ に基づき、前記式(10)にしたがってE Lスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ を算出する。

なお、以下の式(16)によって、電界励起時に生成される光に対する平均的な光取出し効率 $\eta_{EL}'(\lambda)$ を定義すれば、前記式(10)を以下の式(17)に書き換えることができ、E Lスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ が、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ と平均的な光取出し効率 $\eta_{EL}'(\lambda)$ との積として表されることが分かる。

【0105】

【数16】

$$\eta_{EL}'(\lambda) = \int_0^d W_{EL}'(x) \cdot \eta(\lambda, x) \cdot dx \cdots \cdots (16)$$

10

【0106】

【数17】

$$I_L(\lambda) \cdot \eta_{EL}'(\lambda) = I_{EL}'(\lambda) \cdots \cdots (17)$$

【0107】

[スペクトル比較工程]

S 1 1では、スペクトル比較手段533がE Lスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ とE Lスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ とを比較し、S 1 2では、両者の差異が所定範囲以内であるか否かが判定される。

20

具体的には、スペクトル比較手段533は、N個のサンプル波長 $\lambda_i = \lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_N$ ($i = 1, 2, \cdots, N$)を設定し、E Lスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ における各サンプル波長 λ_i に対する各強度データ $I_{EL}'(\lambda_i)$ 、および、E Lスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ における各サンプル波長 λ_i に対する強度データ $I_{EL}(\lambda_i)$ 、の個々の差の二乗の総和 Δ を前記式(11)に基づいて算出し、所定の閾値 Δ_0 と比較する。そして、 $\Delta \leq \Delta_0$ であるとき(S 1 2においてYesと判定される)は、S 1 3へと進んで、スペクトル比較手段533は、S 1 0においてE Lスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ の算出に用いたE L発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ をE L発光分布 $W_{EL}(x)$ と推定する。また、 $\Delta > \Delta_0$ であるとき(S 1 2においてNoと判定される)は、S 9へと戻って、新たなE L発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ が設定される。

30

【0108】

< 実施形態の効果 >

以上のような実施形態によれば、以下の効果を奏することができる。

従来の第1の発光分布推定方法のように理論、実験面で十分確立されていない物理モデルを設定して発光シミュレーションを行う必要がなく、十分に信頼できるデータ($I_{EL}(\lambda)$ 、 $\eta(\lambda, x)$ 、 $I_L(\lambda)$ など)に基づく演算によって、E L発光分布 $W_{EL}(x)$ を高精度に推定することができる。

【0109】

また、従来の第2の発光分布推定方法のように発光層14にドープ層のような追加的な構成を添加することなく、有機E L素子1の本来の構成を生かしてE L発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定することができるので、推定精度を向上させることができる。また、発光層14にドープ層のような追加的な構成を添加する煩雑な作業を行わなくて済むので、作業効率を向上させることができ、作業コストを低減させることができる。

40

【0110】

また、発光層14を励起光によって励起・発光させた際に測定されるP Lスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ に基づいて発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出しているので、有機E L素子1に組み込まれた発光層14の実際の発光状態に基づいて発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を高精度に算出することができ、E L発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定精度を向上させることができる。

50

。

【0111】

また、PLスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ を測定する際における発光層14内の励起光の強度分布 $L(x)$ のばらつきを加味して発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を高精度に算出することができるので、EL発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定精度を向上させることができる。

【0112】

また、実際のEL発光分布 $W_{EL}(x)$ に基づいて生成されるELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ に近いELスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ を生成するEL発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ を実際のEL発光分布 $W_{EL}(x)$ であると推定しているので、推定されたEL発光分布(候補) $W_{EL}'(x)$ と実際のEL発光分布 $W_{EL}(x)$ との差異を所定範囲以内に抑えることができ、高精度にEL発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定することができる。

【0113】

また、スペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ における各サンプル波長 λ_i に対する各強度データ $I_{EL}'(\lambda_i)$ 、および、スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ における各サンプル波長 λ_i に対する強度データ $I_{EL}(\lambda_i)$ 、の個々の差の二乗の総和 Δ (式(11))と、閾値 Δ_0 との比較という数学的な手法に基づいて、安定した精度でEL発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定することができる。

【0114】

また、単一のスペクトル測定手段4によってELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ およびPLスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ の2つのスペクトルを測定することができるので、部品点数および部品コストを低減させることができる。

【0115】

<変形例>

本発明は、以上で説明した実施形態によって限定されるものではなく、この実施形態を、本発明の目的を達成できる範囲内において変形したものであれば、本発明の技術的範囲に含まれる。

【0116】

例えば、前記実施形態では、有機EL素子1を発光分布推定対象の表示素子としていたが、これに限らず、例えば、無機EL素子などのLEDを対象として発光分布を推定することも可能である。

【0117】

また、前記実施形態では、第2電極としての陰極16が光を反射可能に構成していたが、陽極12と同様に光を透過可能に構成してもよい。

【0118】

また、前記実施形態では、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を、測定されたPLスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ に基づいて算出していたが、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ は、発光層14を構成する物質に応じて決まるので、当該構成物質を対象とする試験などによって $I_L(\lambda)$ を予め測定しておくことも可能である。

【0119】

また、前記実施形態では、任意に設定したEL発光分布候補 $W_{EL}'(x)$ を利用したEL発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定方法について説明していたが、推定方法はこれに限られない。要するに、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ 、光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ 、ELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ に基づいた推定方法であれば、本発明の技術的範囲に含まれる。

【0120】

また、前記実施形態では、ELスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ とELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ との比較に当たって、 Δ と Δ_0 とを比較していたが、スペクトルの比較方法はこれに限られない。

【0121】

また、前記実施形態では、発光層14内のEL発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定方法について説明したが、当該推定方法をコンピュータに実行させる発光分布推定プログラムや、当

該発光分布推定プログラムが記録され、コンピュータによって読み取り可能な記録媒体も本発明の技術的範囲に含まれる。

【0122】

また、前記実施形態に記載された発光分布推定方法に基づいて推定された発光層14内のEL発光分布 $W_{EL}(x)$ における最大発光位置と、光を透過可能な陽極12および光を反射可能な陰極16の間に形成される発光層14の発光スペクトル $I_L(\lambda)$ におけるピーク波長 λ_0 の光に対する共振構造において生じるピーク波長 λ_0 の定在波形における腹の位置と、が互いに一致するように構成された表示素子(有機EL素子1)も本発明の技術的範囲に含まれる。このような構成の表示素子によれば、ピーク波長 λ_0 の光に対する共振構造を利用して表示素子の表示性能を最大限に高めることができる。

10

【0123】

また、このような構成の表示素子を表示画素として有する表示性能の高い画像表示装置も本発明の技術的範囲に含まれる。

【実施例】

【0124】

次に、本発明の実施例について説明する。

[装置の構成]

図1に示される装置の各構成要素を、以下の各部品を用いて構成した。

電界印加手段2：定電流発生器

励起光照射手段3：モノクロ光源SM-5(分光計器社製)。これは、300Wキセノンランプ、分光器、光ファイバによって構成される。キセノンランプの光を分光器によって分光して所望の波長を有する単色光(励起光：半値幅15nm)を抽出し、光ファイバの先端から有機EL素子1の面に対して45°の角度で照射する。

20

スペクトル測定手段4：分光放射輝度計CS1000A(コニカミノルタ社製)

制御手段5：平面波近似法によって光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を算出するプログラム、および、ELスペクトル候補 $I_{EL}'(\lambda)$ とELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ とを比較し、前記実施形態のS11~S13にしたがってEL発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定するプログラム、を格納

【0125】

[S1：有機EL素子の作成]

ガラス基板11上にITOをスパッタリングにより成膜して陽極12を形成し、さらにその上にNPD、Alq3、Alなどを順次真空蒸着法により成膜して正孔輸送層13(NPD)、発光層14(Alq3)、電子輸送層15(Alq3)、陰極16(Al)を形成して、NPD層およびAlq3層の厚みが互いに異なる以下の3つの有機EL素子1を作成する(以下、互いに区別するために3つの有機EL素子1を、それぞれ、素子 α 、素子 β 、素子 γ と表記する)。なお、以上の説明においては、発光層14と電子輸送層15とを互いに区別していたが、本実施例の素子構成では、発光層14および電子輸送層15はAlq3のみによって構成された一体的な層になっている。

30

【0126】

(1)素子 α ：基板(ガラス：0.7mm)/陽極(ITO：140nm)/正孔輸送層(NPD：40nm)/発光層および電子輸送層(Alq3：80nm)/陰極(Al：150nm)

40

(2)素子 β ：基板(ガラス：0.7mm)/陽極(ITO：140nm)/正孔輸送層(NPD：60nm)/発光層および電子輸送層(Alq3：60nm)/陰極(Al：150nm)

(3)素子 γ ：基板(ガラス：0.7mm)/陽極(ITO：140nm)/正孔輸送層(NPD：80nm)/発光層および電子輸送層(Alq3：40nm)/陰極(Al：150nm)

【0127】

[S2~S3：ELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ の測定]

50

電流密度が 10 mA/cm^2 となる条件下で定電流発生器（電界印加手段 2）によって、陽極 12（ITO）および陰極 16（Al）間に電界 E を印加したところ、素子 α , β , γ はいずれも緑色に発光した。そして、この緑色光を分光放射輝度計（スペクトル測定手段 4）によって測定し、素子 α , β , γ のそれぞれについて、EL スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ のデータを取得した（なお、 $I_{EL}(\lambda)$ は、そのピーク強度によって規格化されている）。図 3 に、 $I_{EL}(\lambda)$ を示す。素子 α , β , γ の順に、EL スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ のピーク波長が短くなっていることがわかる。

【0128】

[S4～S5：PL スペクトル $I_{PL}(\lambda)$ の測定]

励起光照射手段 3 を用いて、波長 430 nm 、半値幅 15 nm の励起光（図 4 参照）を、素子 α , β , γ のそれぞれの面に対して 45° の角度で照射したところ、電界励起時（S2～S3）と同様、緑色の発光が観測された。そして、この緑色光を、EL スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ の測定に用いたのと同じ分光放射輝度計によって測定し、素子 α , β , γ のそれぞれについて、PL スペクトル $I_{PL}(\lambda)$ のデータを取得した（なお、 $I_{PL}(\lambda)$ は、そのピーク強度によって規格化されている）。図 4 に、 $I_{PL}(\lambda)$ を示す。図 3 の EL スペクトル $I_{EL}(\lambda)$ と同様、素子 α , β , γ の順に、PL スペクトル $I_{PL}(\lambda)$ のピーク波長が短くなっていることがわかる。

【0129】

[S6～S7：光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ の算出]

ガラス基板上に、陽極 12 材料の ITO（ 140 nm ）、正孔輸送層 13 材料の NPD（ 40 nm ）、発光層 14 および電子輸送層 15 材料の Alq3（ 40 nm ）、陰極 16 材料の Al（ 10 nm ）の薄膜をそれぞれ作製した。そして、光学式屈折率測定装置 FilmTEK3000（SCI 社製）を用いて、それぞれの薄膜の屈折率 n と吸収係数 k を測定した。測定された屈折率 n と吸収係数 k を用いて、平面波近似法により光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を算出した。図 5, 図 6, 図 7 に、素子 α , β , γ の光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ をそれぞれ示す。なお、これらの図における A, B, C, D, E のデータは、発光層 14 を構成する Alq3 層を 5 等分したときの各面における光取出し効率を表している。

【0130】

[S8：発光スペクトル $I_L(\lambda)$ の算出]

図 4 の PL スペクトル $I_{PL}(\lambda)$ と、図 5～図 7 の光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ とに基づいて、素子 α , β , γ のそれぞれについて発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を算出した。図 8 に、算出された発光スペクトル $I_L(\lambda)$ を示す。素子 α , β , γ が同一のピーク波長を有していることがわかる。これは、前述したように、発光スペクトル $I_L(\lambda)$ のピーク波長が発光層 14 を構成する物質に応じて決まり、発光層 14 の厚みなどには無関係であるからである。逆に、図 8 の算出データから、測定された図 4 の PL スペクトル $I_{PL}(\lambda)$ が同一の物質（Alq3）からの発光であることがわかる。

【0131】

[S9～S13：EL 発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定]

以上の工程で取得された測定データおよび算出データに基づいて、EL 発光分布 $W_{EL}(x)$ を推定した。図 9 に、素子 α , β , γ のそれぞれについての EL 発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定結果を示す。この図の横軸は、陽極 12 としての ITO 層の表面（正孔輸送層 13 と接する面）からの距離（単位： nm ）を表している。また、この図中の A, B, C の各位置は、それぞれ、素子 α , β , γ における正孔輸送層 13（NPD）と発光層 14（Alq3）との境界面の各位置を表している。この推定結果により、発光層 14 を構成する Alq3 の膜厚が 80 nm のとき（素子 α ）は、EL 発光分布 $W_{EL}(x)$ が 20 nm 以上の幅に渡っており、Alq3 の膜厚が小さくなるほど（素子 $\alpha \rightarrow$ 素子 $\beta \rightarrow$ 素子 γ ）EL 発光分布 $W_{EL}(x)$ の幅が狭くなっていき、Alq3 の膜厚が 40 nm のとき（素子 γ ）は、EL 発光分布 $W_{EL}(x)$ の幅が 15 nm 程度になることなどが分かった。

【産業上の利用可能性】

【0132】

10

20

30

40

50

本発明は、自発光表示素子の発光体内の発光分布の推定に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0133】

【図1】本発明に係る発光分布推定方法を実施するための構成を示すブロック線図である。

【図2】EL発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定手順を示すフローチャートである。

【図3】有機EL素子 α 、 β 、 γ のそれぞれについてのELスペクトル $I_{EL}(\lambda)$ の測定データを示す図である。

【図4】有機EL素子 α 、 β 、 γ のそれぞれについてのPLスペクトル $I_{PL}(\lambda)$ の測定データを示す図である。

【図5】有機EL素子 α の光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を示す図である。

【図6】有機EL素子 β の光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を示す図である。

【図7】有機EL素子 γ の光取出し効率 $\eta(\lambda, x)$ を示す図である。

【図8】有機EL素子 α 、 β 、 γ のそれぞれについての発光スペクトル $I_L(\lambda)$ の算出データを示す図である。

【図9】有機EL素子 α 、 β 、 γ のそれぞれについてのEL発光分布 $W_{EL}(x)$ の推定結果を示す図である。

【図10】有機EL素子の構成を模式的に示す断面図である。

【図11】有機EL素子の共振構造において生じる定在波形を模式的に示す断面図である。

【図12】従来の発光分布推定方法を実施するための構成を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

【0134】

- 1 ... 有機EL素子
- 2 ... 電界印加手段
- 3 ... 励起光照射手段
- 4 ... スペクトル測定手段
- 5 ... 制御手段
 - 1 1 ... 透明基板
 - 1 2 ... 陽極
 - 1 3 ... 正孔輸送層
 - 1 4 ... 発光層
 - 1 5 ... 電子輸送層
 - 1 6 ... 陰極
 - 5 1 ... 光取出し効率算出手段
 - 5 2 ... 発光スペクトル算出手段
 - 5 3 ... 発光分布推定手段
 - 5 3 1 ... 発光分布候補設定手段
 - 5 3 2 ... 電界励起出射光スペクトル候補算出手段
 - 5 3 3 ... スペクトル比較手段

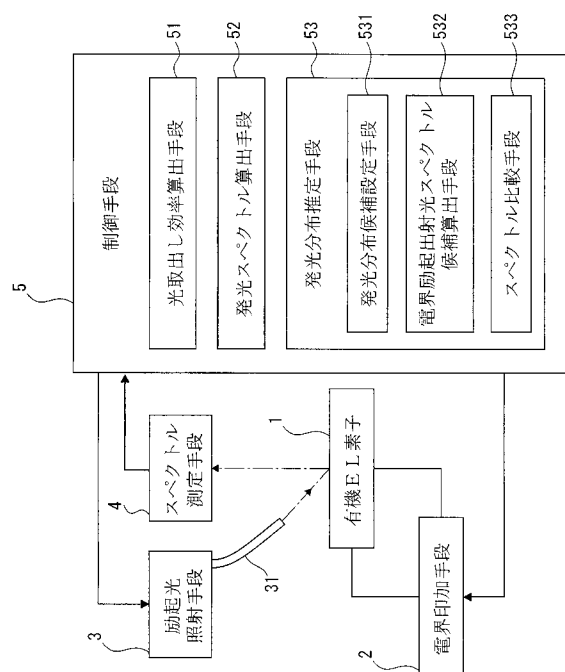
10

20

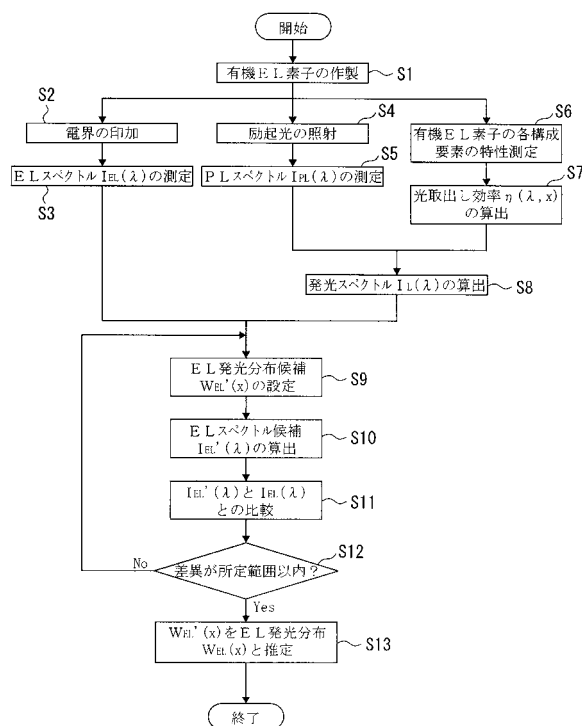
30

40

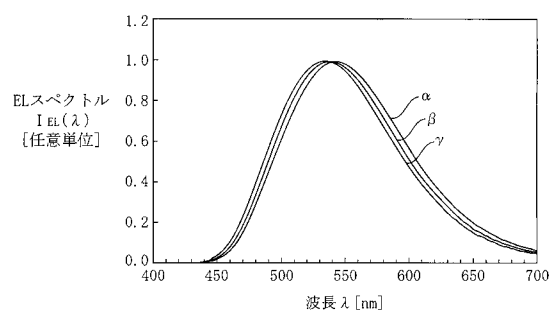
【圖 1】



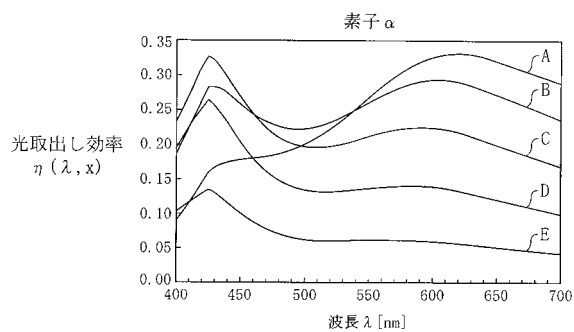
【 圖 2 】



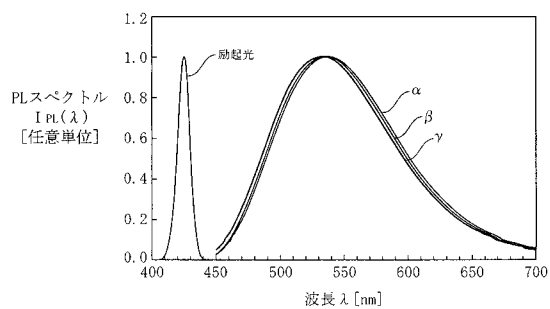
【 図 3 】



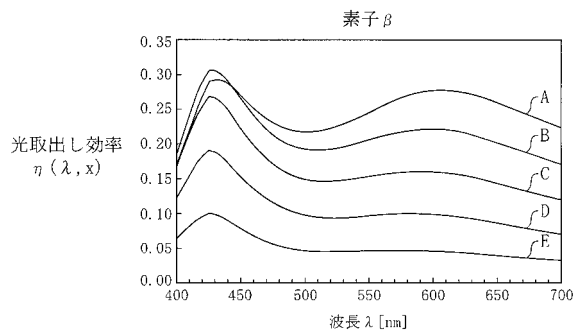
【 図 5 】



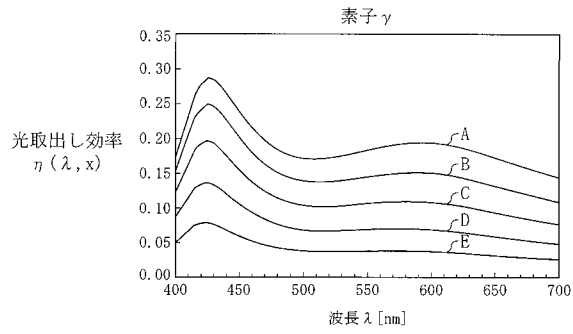
【 図 4 】



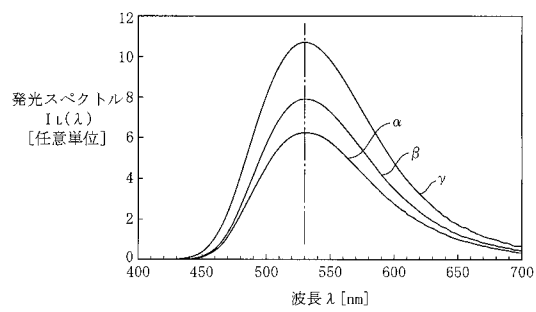
【 図 6 】



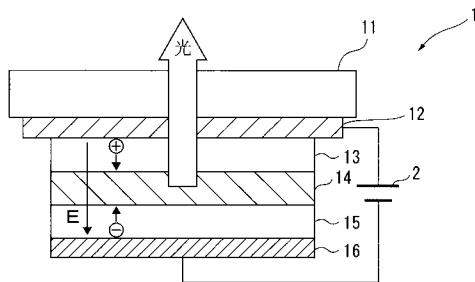
【図 7】



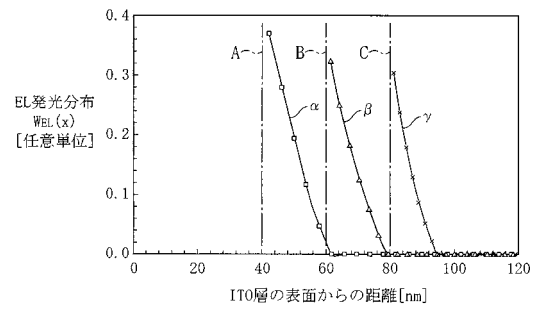
【図 8】



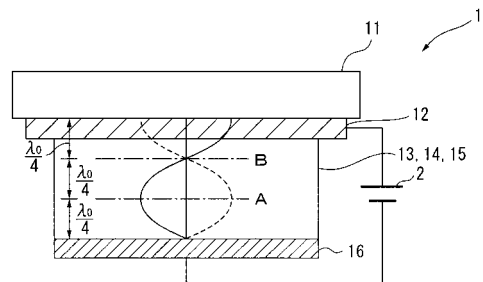
【図 10】



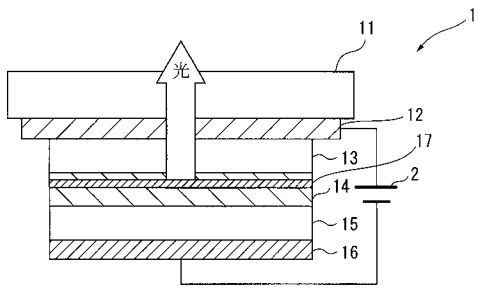
【図 9】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
G 0 1 J	1/00	(2006.01)	G 0 1 J	1/00	F

F ターム(参考) 2G065 AA10 AB04 AB28 AB30 BA40 BC13 BC14 DA05
2G086 EE03
3K007 DB03 EA04

专利名称(译)	发光分布估计方法，发光分布估计装置，发光分布估计程序，记录介质，显示元件，图像显示装置		
公开(公告)号	JP2006278035A	公开(公告)日	2006-10-12
申请号	JP2005092414	申请日	2005-03-28
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	熊均 細川地潮		
发明人	熊 均 細川 地潮		
IPC分类号	H05B33/10 G01M11/00 H01L51/50 H05B33/24 G01J3/28 G01J1/00		
FI分类号	H05B33/10 G01M11/00.T H05B33/14.A H05B33/24 G01J3/28 G01J1/00.F		
F-TERM分类号	2G020/AA04 2G020/BA20 2G020/CB43 2G020/CD04 2G020/CD14 2G020/CD22 2G020/CD36 2G065/AA10 2G065/AB04 2G065/AB28 2G065/AB30 2G065/BA40 2G065/BC13 2G065/BC14 2G065/DA05 2G086/EE03 3K007/DB03 3K007/EA04 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC00 3K107/CC33 3K107/CC45 3K107/DD22 3K107/GG56		
代理人(译)	刚石崎		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够高效且高精度地估计有机EL元件的发光层中的发光分布的发光分布估计方法。 解决方案：每个足够可靠的数据，例如，EL光谱测量数据 $I_{EL}(\lambda)$ ，PL光谱测量数据 $I_{PL}(\lambda)$ 和光提取效率计算数据 $\eta(\lambda, x)$ ，可以估计有机EL元件中的发光层的EL发射分布 $W_{EL}(x)$ 。此外，由于在估计 $W_{EL}(x)$ 时不必向有机EL元件添加附加配置，因此可以通过利用有机EL元件的原始配置来有效地获得 $W_{EL}(x)$ 。可以估计。[选择图]图2

