

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年4月7日(07.04.2011)

PCT

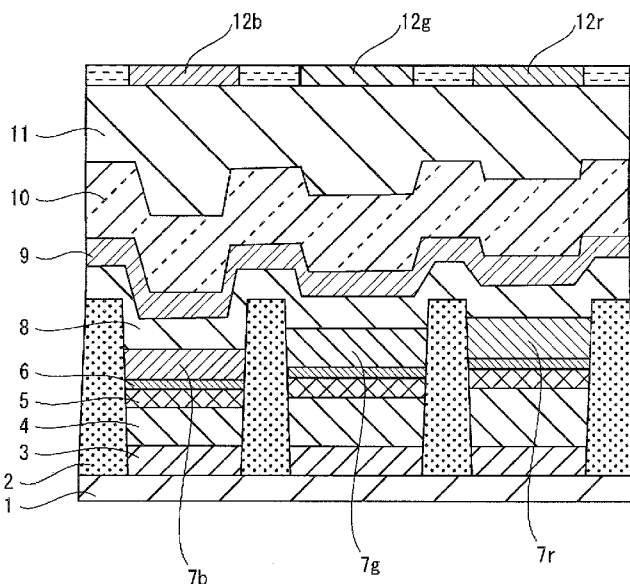
(10) 国際公開番号  
WO 2011/039950 A1

- (51) 国際特許分類:  
H05B 33/24 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)  
G09F 9/30 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)  
H01L 27/32 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/005520
  - (22) 国際出願日: 2010年9月9日(09.09.2010)
  - (25) 国際出願の言語: 日本語
  - (26) 国際公開の言語: 日本語
  - (30) 優先権データ:  
特願 2009-225110 2009年9月29日(29.09.2009) JP
  - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
  - (72) 発明者; および
  - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 倉田 恵子(KURATA, Keiko). 西山 誠司(NISHIYAMA, Seiji). 磯部 孝(ISOBE, Takashi).
  - (74) 代理人: 中島 司朗, 外(NAKAJIMA, Shiro et al.); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号淀川5番館6F Osaka (JP).
  - (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
  - (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: LIGHT-EMITTING ELEMENT AND DISPLAY DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: 発光素子およびそれを用いた表示装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a light-emitting element which has both improved light extraction efficiency and improved color purity of emitted light. Specifically disclosed is a light-emitting element which comprises a reflective electrode (3), a transparent electrode (9) that is arranged so as to face the reflective electrode (3) and transmits the incident light, a light-emitting layer (7b) that is arranged between the reflective electrode (3) and the transparent electrode (9) and emits blue light, a functional layer that is arranged between the reflective electrode (3) and the light-emitting layer (7b) and composed of one or more layers, and a color filter (12b) that is arranged on the opposite side of the light-emitting layer (7b) with the transparent electrode (9) being interposed therebetween. The optical film thickness of the functional layer is 218-238 nm (inclusive).

(57) 要約: 光取り出し効率および発光色の色純度の両方を向上させる。反射電極3と、反射電極3に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極9と、反射電極3と透明電極9との間に配置され、青色光を発光する発光層7bと、反射電極3と発光層7bとの間に配置された、1または2以上の層からなる機能層と、透明電極9を挟んで発光層7bの反対側に配置されたカラーフィルタ12bとを備え、機能層の光学膜厚が、218 [nm] 以上238 [nm] 以下である。

電極9との間に配置され、青色光を発光する発光層7bと、反射電極3と発光層7bとの間に配置された、1または2以上の層からなる機能層と、透明電極9を挟んで発光層7bの反対側に配置されたカラーフィルタ12bとを備え、機能層の光学膜厚が、218 [nm] 以上238 [nm] 以下である。

WO 2011/039950 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：発光素子およびそれを用いた表示装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、有機材料の電界発光現象を利用した発光素子およびそれを用いた表示装置に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、研究・開発が進んでいる有機エレクトロルミネッセンス素子は、有機材料の電界発光現象を利用した発光素子である。この発光素子を用いた表示装置としては、基板上に青、緑、赤の各色の発光素子を配列した構成が提案されている。

[0003] 発光素子に関しては、消費電力を低減する等の観点から、光取り出し効率を向上させることが重要である。そこで、従来、発光素子に共振器構造を採用することにより、光取り出し効率を向上させる技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1には、下部電極（ミラー）、透明導電層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、上部電極（ハーフミラー）を積層した発光素子において、青、緑、赤の光取り出し効率が極大となるようにミラーとハーフミラーとの間の光学的距離を調整することが開示されている（段落0012）。

[0004] また、表示装置に関しては、光取り出し効率の向上に加えて、優れた色再現性を実現することも重要である。色再現性を向上させるには、各色の発光素子の色純度を向上させる必要がある。そこで、発光素子にカラーフィルタを設けることで、不要な波長成分をカットし、その結果、発光色の色純度を向上させる技術が提案されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-116516号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、発明者らの研究により、単純に共振器構造とカラーフィルタとを組み合わせただけでは、光取り出し効率の向上と発光色の色純度の向上とを両立させることが困難なことが判明した。
- [0007] 本発明は、光取り出し効率および発光色の色純度の両方を向上させることができる発光素子、およびそれを用いることで優れた色再現性を実現することができる表示装置を提供することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の一態様である発光素子は、入射された光を反射する反射電極と、前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、青色光を発光する発光層と、前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1または2以上の層からなる機能層と、前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、を備え、前記発光層から出射された青色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、前記発光層から出射された青色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、前記機能層の光学膜厚が、218 [nm] 以上238 [nm] 以下である。

## 発明の効果

- [0009] 発明者らの研究により、上記構成を採用することで、光取り出し効率の向上と発光色の色純度の向上とを両立することができることが判明した。詳細については、あとで実験結果を用いて詳しく説明する。

## 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の一態様に係る表示装置の画素構造を模式的に示す断面図

[図2]青色の発光素子の設計条件を示し、(a)は各層の屈折率 $n$ 、消衰係数 $k$ および膜厚 $d$ を示し、(b)は透明導電層の膜厚を変化させたときの光学膜厚の合計 $L$ と共振波長 $\lambda$ を示す。

[図3]赤色の発光素子の設計条件を示し、(a)は各層の屈折率 $n$ 、消衰係数 $k$ および膜厚 $d$ を示し、(b)は透明導電層の膜厚を変化させたときの光学膜厚の合計 $L$ と共振波長 $\lambda$ を示す。

[図4]各色の発光素子の光取り出し効率および色度を、色度重視で設計した場合と効率重視で設計した場合とで比較するための図

[図5]各色の発光素子において透明導電層の膜厚と光取り出し効率との関係を示す図であり、(a)は青色の発光素子、(b)は緑色の発光素子、(c)は赤色の発光素子について示している。

[図6]青色の発光素子についてスペクトル強度と波長との関係を示し、(a)は発光材料のスペクトル強度、(b)は色度重視で設計した場合のスペクトル強度、(c)は効率重視で設計した場合のスペクトル強度を示す。

[図7]緑色の発光素子についてスペクトル強度と波長との関係を示し、(a)は発光材料のスペクトル強度、(b)は色度重視で設計した場合のスペクトル強度、(c)は効率重視で設計した場合のスペクトル強度を示す。

[図8]赤色の発光素子についてスペクトル強度と波長との関係を示し、(a)は発光材料のスペクトル強度、(b)は色度重視で設計した場合のスペクトル強度、(c)は効率重視で設計した場合のスペクトル強度を示す。

[図9]青色の発光素子を色度重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が50 [nm]、(b)は透明導電層の膜厚が55 [nm]、(c)は透明導電層の膜厚が60 [nm]の場合を示す。

[図10]青色の発光素子を効率重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が95 [nm]、(b)は透明導電層の膜厚が100 [nm]、(c)は透明導電層の膜厚が105 [nm]の場合を示す。

[図11] 緑色の発光素子を色度重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図である。

[図12] 緑色の発光素子を効率重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図である。

[図13] 赤色の発光素子を色度重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が141 [nm]、(b)は透明導電層の膜厚が144 [nm]、(c)は透明導電層の膜厚が149 [nm]の場合を示す。

[図14] 赤色の発光素子を効率重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が131 [nm]、(b)は透明導電層の膜厚が136 [nm]の場合を示す。

[図15] 本発明の一態様に係る表示装置の機能ブロックを示す図

[図16] 本発明の一態様に係る表示装置の外観を例示する図

[図17] 本発明の一態様に係る表示装置の製造方法を説明するための図

[図18] 本発明の一態様に係る表示装置の製造方法を説明するための図

## 発明を実施するための形態

[0011] [本発明の一態様の概要]

本発明の第1の態様に係る発光素子は、入射された光を反射する反射電極と、前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、青色光を発光する発光層と、前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1または2以上の層からなる機能層と、前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、を備え、前記発光層から出射された青色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、前記発光層から出射された青色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と

、が形成され、前記機能層の光学膜厚が、218 [nm] 以上238 [nm] 以下である。この構成により、青色光を発光する発光素子において、光取り出し効率の向上と発光色の色純度の向上を両立することができる。

[0012] 本発明の第2の態様に係る発光素子は、入射された光を反射する反射電極と、前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、青色光を発光する発光層と、前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1または2以上の層からなる機能層と、前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、を備え、前記発光層から出射された青色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、前記発光層から出射された青色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、前記機能層の光学膜厚L [nm] が、以下の関係式を満たす。

[0013] [数1]

$$\frac{2L}{\lambda} + \frac{\Phi}{2\pi} = m$$

ただし、波長λが256 [nm] 以上280 [nm] 以下の値、Φが前記反射電極での位相シフト、mが整数である。この構成により、青色光を発光する発光素子において、光取り出し効率の向上と発光色の色純度の向上を両立することができる。

[0014] さらに、前記カラーフィルタは、前記透明電極から入射した青色光のスペクトル強度が極大値を示す第1の波長領域において、その透過のスペクトル

強度が極大値を示し、その一方、前記第 1 の波長領域より長波長側にある第 2 の波長領域、および、前記第 1 の波長領域より短波長側にある第 3 の波長領域において、その透過のスペクトル強度が前記極大値よりも小さい値を取り、かつ、前記透明電極から入射した青色光について、前記第 2 の波長領域に存在し、目標色度を得るために不要となる光成分であって、そのスペクトル強度が極大値よりも小さい値を示す光成分の透過を抑制し、前記第 1 の波長領域および第 3 の波長領域の両領域に存在する光成分の透過を許容するものであることとしてもよい。これにより、透明電極からカラーフィルタに入射した青色光のうち、不要な光成分はカラーフィルタによって透過が抑制され、かつ、不要な光成分を除く光成分がカラーフィルタを介して外部に取り出される。特に、スペクトル強度が極大値となる光成分が効率よく取り出されるので、目標色度に調整された青色光を効率良く外部に取り出すことができる。

[0015] 本発明の第 3 の態様に係る発光素子は、入射された光を反射する反射電極と、前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、赤色光を発光する発光層と、前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1 または 2 以上の層からなる機能層と、前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、を備え、前記発光層から出射された赤色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第 1 光路と、前記発光層から出射された赤色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第 2 光路と、が形成され、前記機能層の光学膜厚が、384 [nm] 以上 400 [nm] 以下である。この構成により、赤色光を発光する発光素子において、光取り出し効率の向上と発光色の色純度の向上を両立することができる。

[0016] 本発明の第 4 の態様に係る発光素子は、入射された光を反射する反射電極

と、前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、赤色光を発光する発光層と、前記反射電極と前記発光層との間に配置され、1または2以上の層からなる機能層と、前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、を備え、前記発光層から出射された赤色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、前記発光層から出射された赤色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、前記機能層の光学膜厚L [nm] が、以下の関係式を満たす。

[0017] [数1]

$$\frac{2L}{\lambda} + \frac{\Phi}{2\pi} = m$$

ただし、波長 $\lambda$ が452 [nm] 以上470 [nm] 以下の値、 $\Phi$ が前記反射電極での位相シフト、 $m$ が整数である。この構成により、赤色光を発光する発光素子において、光取り出し効率の向上と発光色の色純度の向上を両立することができる。

[0018] 本発明の第5の態様に係る表示装置は、基板上に、青、緑、赤に発光する発光素子が配列された表示装置であって、前記青に発光する発光素子が、前記第1の態様に係る発光素子である。この構成により、青色光の光取り出し効率が向上するので表示装置の消費電力を低減させることができるとともに、青色光の色純度が向上するので画像の色再現性を向上させることができる。

[0019] さらに、前記赤に発光する発光素子が、前記第3の態様に係る発光素子で



あることとしてもよい。この構成により、赤色光の光取り出し効率および色純度が向上するので、表示装置の消費電力の低減と画像の色再現性をさらに向上させることができる。

[0020] 本発明の第6の態様に係る表示装置は、基板上に、青、緑、赤に発光する発光素子が配列された表示装置であって、前記青に発光する発光素子が、前記第2の態様に係る発光素子である。この構成により、青色光の光取り出し効率が向上するので表示装置の消費電力を低減させることができるとともに、青色光の色純度が向上するので画像の色再現性を向上させることができる。

[0021] さらに、前記赤に発光する発光素子が、前記第4の態様に係る発光素子であることとしてもよい。この構成により、赤色光の光取り出し効率および色純度が向上するので、表示装置の消費電力の低減と画像の色再現性をさらに向上させることができる。

[表示装置および発光素子の構成]

以下、本発明の一態様の具体例を、図面を参照して詳細に説明する。

[0022] 図1は、本発明の一態様に係る表示装置の画素構造を模式的に示す断面図である。表示装置は、青(B)、緑(G)および赤(R)の各画素が行方向及び列方向にマトリックス状に規則的に配置されてなる有機ELディスプレイである。各画素は有機材料を用いた発光素子で構成されている。

[0023] 青色の発光素子は、基板1、反射電極3、透明導電層4、正孔注入層5、正孔輸送層6、発光層7b、電子輸送層8、透明電極9、薄膜封止層10、樹脂封止層11、カラーフィルタ12bをこの順に積層したものである。すなわち、反射電極3と透明電極9との間に、発光層7bが配置されている。反射電極3と発光層7bとの間には、3つの層(透明導電層4、正孔注入層5、正孔輸送層6)からなる機能層が配置されている。

[0024] 緑色の発光素子は、発光層7gおよびカラーフィルタ12gを除き、青色の発光素子と同様の構成を有する。赤色の発光素子も、発光層7rおよびカラーフィルタ12rを除き、青色の発光素子と同様の構成を有する。この例

では、各色の発光素子において、基板 1 が共通に用いられ、電子輸送層 8、透明電極 9、薄膜封止層 10、樹脂封止層 11 はそれぞれ共通に形成されている。

[0025] また、各色の発光素子では、反射電極 3 と透明電極 9 の存在により、片側反射方式の共振器構造が実現されている。発光素子には、発光層 7 b, 7 g, 7 r から出射された光の一部が、機能層を通じて反射電極 3 に入射され、反射電極 3 により反射された後、機能層、発光層 7 b, 7 g, 7 r、透明電極 9 を通じて外部に出射される第 1 光路と、発光層 7 b, 7 g, 7 r から出射された光の残りの一部が、反射電極 3 側に進行することなく、透明電極 9 側に進行し、透明電極 9 を通じて外部に出射される第 2 光路とが形成される。透明電極 9 を透過して外部に出射される光には、第 1 光路を辿る光（以下、「反射光」という）と第 2 光路を辿る光（以下、「直接光」という）の両方の成分が含まれている。この直接光と反射光とが干渉効果で強め合うように発光層 7 b, 7 g, 7 r と反射電極 3 との間の距離を調整することで、発光素子の光取り出し効率を高めることができる。距離の調整は、発光層 7 b, 7 g, 7 r と反射電極 3 との間に配置された機能層の膜厚を調整することにより実現できる。

[0026] 具体的には、青色の発光素子では、透明導電層 4 の膜厚を 50 [nm] 以上 60 [nm] 以下とし、正孔注入層 5 の膜厚を 40 [nm] とし、正孔輸送層 6 の膜厚を 20 [nm] とすることにより、これらの光学膜厚の合計 L を 218 [nm] 以上 238 [nm] 以下としている。光学膜厚とは、各層の膜厚 d と各層の屈折率 n との積により得られる物理量である。なお、青色の発光素子では、透明導電層 4 の膜厚を 55 [nm] にするのが好ましい。上記の 50 [nm] 以上 60 [nm] 以下という範囲は、設計値 55 [nm] に対して製造誤差が -5 [nm] から +5 [nm] までの範囲で生じることを見越して得られたものである。

[0027] 緑色の発光素子では、透明導電層 4 の膜厚を 90 [nm] とし、正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 の膜厚については青色の発光素子と同じにしている

。

[0028] 赤色の発光素子では、透明導電層4の膜厚を141 [nm] 以上149 [nm] 以下とし、正孔注入層5および正孔輸送層6の膜厚については青色の発光素子と同じにすることにより、これらの光学膜厚の合計Lを384 [nm] 以上400 [nm] 以下としている。なお、赤色の発光素子では、透明導電層4の膜厚を144 [nm] にするのが好ましい。上記の141 [nm] 以上149 [nm] 以下という範囲は、設計値144 [nm] に対して製造誤差が-3 [nm] から+5 [nm] までの範囲で生じることを見越して得られたものである。

[0029] このように、各色の発光素子において機能層の膜厚を上記の製造誤差を含めた範囲に調整することにより、発光色の色純度を向上させつつ、光取り出し効率を向上させることができる。以下に、その理由について説明する。

[実験およびシミュレーション]

発明者らは、各色の発光素子の光取り出し効率および色度を、色度重視で設計した場合と効率重視で設計した場合とで比較した。

[0030] 表示装置では、色毎に目標色度が定められている。色度重視とは、出射光の色度が目標色度に近づくように発光層と反射電極との間の距離を設定し、その上で、さらに目標色度に近づくようにカラーフィルタの特性を設定するという設計手法である。一方、効率重視とは、出射光の強度が最大となるように発光層と反射電極との間の距離を設定し、その上で、出射光の色度が目標色度に近づくようにカラーフィルタの特性を設定するという設計手法である。

[0031] 発光素子の光取り出し効率を高めるには、効率重視で設計するほうが得策のように思われる。ところが、色度重視と効率重視とを比較してみたところ、予想に反し、色度重視で設計したほうが結果的に光取り出し効率が高くなることが判明した。

<条件>

図2は、青色の発光素子の設計条件を示し、(a)は各層の屈折率n、消

衰係数  $k$  および膜厚  $d$  を示し、(b) は透明導電層の膜厚を変化させたときの光学膜厚の合計  $L$  と共振波長  $\lambda$  を示す。ここでは、透明導電層 4 の材料を ITO (Indium Tin Oxide) とし、発光層 7 b の材料を、サメイション (SUMATION) 社製の BP105 としている。

[0032] 図 2 に示すように、青色の発光素子では、色度重視で設計した場合には、透明導電層 4 の膜厚  $d$  が 50 [nm] 以上 60 [nm] 以下となり、そのときの光学膜厚の合計  $L$  が 218 [nm] 以上 238 [nm] 以下となる。一方、効率重視で設計した場合には、透明導電層 4 の膜厚  $d$  が 95 [nm] 以上 105 [nm] 以下となり、そのときの光学膜厚の合計  $L$  が 310 [nm] 以上 330 [nm] 以下となる。

[0033] 図 3 は、赤色の発光素子の設計条件を示している。赤色の発光素子では、発光層 7 r の材料と透明導電層 4 の膜厚だけが青色の発光素子と異なる。ここでは、発光層 7 r の材料を、サイメイション社製の RP158 としている。また、緑色の発光素子の設計条件は特に図示していないが、発光層 7 g の材料を、サイメイション社製の GP1200 としている。

[0034] 図 3 に示すように、赤色の発光素子では、色度重視で設計した場合には、透明導電層 4 の膜厚  $d$  が 141 [nm] 以上 149 [nm] 以下となり、そのときの光学膜厚の合計  $L$  が 384 [nm] 以上 400 [nm] 以下となる。一方、効率重視で設計した場合には、透明導電層 4 の膜厚  $d$  が 131 [nm] 以上 136 [nm] 以下となり、そのときの光学膜厚の合計  $L$  が 365 [nm] 以上 375 [nm] 以下となる。

#### <光取り出し効率および色度の比較>

図 4 は、各色の発光素子の光取り出し効率および色度を、色度重視で設計した場合と効率重視で設計した場合とで比較するための図である。

[0035] 青色の発光素子では、色度重視の場合の透明導電層 4 の膜厚を 55 [nm] とし、効率重視の場合の透明導電層 4 の膜厚を 100 [nm] としている。

[0036] まず、カラーフィルタを設けていない場合で比較すると、色度 ( $x, y$ )

は、色度重視の場合では(0.13, 0.13)となるのに対し、効率重視の場合では(0.13, 0.31)となる。ここで、色度(x, y)は、CIE色度図上の位置を示す。表示装置では青色の目標色度が(0.15, 0.06~0.09)近傍に設定されるので、色度重視の場合が効率重視の場合よりも目標色度に近くなる。また、光取り出し効率は、色度重視の場合では $1.9 [cd/A]$ となるのに対し、効率重視の場合では $4.9 [cd/A]$ となる。すなわち、効率重視の場合が色度重視の場合よりも光取り出し効率が高くなる。

[0037] 次に、出射光の色度を目標色度にさらに近づけるためのカラーフィルタを設けた場合で比較すると、色度(x, y)は、色度重視の場合では(0.13, 0.09)となり、効率重視の場合では(0.12, 0.09)となる。このように、カラーフィルタを設けることで、色度重視も効率重視も目標色度に近づけることができ、その結果、発光色の色純度を高めることができる。一方、光取り出し効率は、色度重視の場合では $1.1 [cd/A]$ となるのに対し、効率重視の場合では $0.37 [cd/A]$ となる。すなわち、カラーフィルタを設けると、効率重視の場合が色度重視の場合よりも、結果的に光取り出し効率が低下してしまう。

[0038] 図4におけるカラーフィルタ(CF)透過率とは、カラーフィルタを設けない場合の光取り出し効率に対するカラーフィルタを設けた場合の光取り出し効率の比である。青色の発光素子において、色度重視ではCF透過率が56[%]であるのに対し、効率重視ではCF透過率が7.6[%]である。これは、色度重視ではカラーフィルタを設けてもそれほど光取り出し効率が低下しないが、効率重視ではカラーフィルタを設けると光取り出し効率が大幅に低下してしまうことを示している。図2に示すように、青色の発光素子ほど顕著ではないが、緑色および赤色の発光素子についても同様の傾向が見られる。

[0039] 図5は、各色の発光素子において透明導電層の膜厚と光取り出し効率との関係を示す図であり、(a)は青色の発光素子、(b)は緑色の発光素子、

(c) は赤色の発光素子について示している。

[0040] 図5(a)に示すように、青色では、カラーフィルタを設けなければ、95[nm]から105[nm]までの膜厚の範囲で光取り出し効率が最大となる。一方、カラーフィルタを設ければ、50[nm]から85[nm]までの膜厚の範囲で光取り出し効率が最大となり、100[nm]の膜厚で光取り出し効率が最小となる。この結果から、効率重視で設計したとしても、目標色度に近づけるためにカラーフィルタを設けると、光取り出し効率が大幅に低下してしまうことが分かる。逆に、色度重視で設計した場合(膜厚が50[nm]から60[nm]までの範囲)には、カラーフィルタを設けても光取り出し効率の低下が少ないことが分かる。

[0041] 図5(b)に示すように、緑色では、カラーフィルタを設けなければ、107[nm]付近の膜厚の範囲で光取り出し効率が最大となる。一方、カラーフィルタを設ければ、90[nm]付近の膜厚の範囲で光取り出し効率が最大となり、107[nm]の膜厚で光取り出し効率が若干低下している。これから、色度重視で設計した場合(膜厚が90[nm]付近の範囲)には、カラーフィルタを設けても光取り出し効率の低下が少ない。

[0042] 図5(c)に示すように、赤色では、カラーフィルタを設けなければ、131[nm]から136[nm]までの膜厚の範囲で光取り出し効率が最大となる。一方、カラーフィルタを設ければ、141[nm]から149[nm]までの膜厚の範囲で光取り出し効率が最大となる。これから、効率重視で設計したとしても、目標色度に近づけるためにカラーフィルタを設けると、結果的に光取り出し効率が大幅に低下してしまうことが分かる。逆に、色度重視で設計した場合(膜厚が141[nm]から149[nm]までの範囲)には、カラーフィルタを設けても光取り出し効率の低下が少ないことが分かる。

[0043] 図6は、青色の発光素子についてスペクトル強度と波長との関係を示し、(a)は発光材料のスペクトル強度、(b)は色度重視で設計した場合のスペクトル強度、(c)は効率重視で設計した場合のスペクトル強度を示す。

これによると、カラーフィルタを設けない場合において、色度重視の場合は効率重視の場合に比べてスペクトルの半値幅が狭くなっており、その分だけ不要な波長成分が少ないことが分かる。そのため、目標色度に近づける（発光色の色純度を高める）のに弱いスペクトルの矯正で足り、それだけ透過率の高いカラーフィルタを利用することができる。効率重視の場合は、逆に、目標色度に近づけるのにスペクトルを強く矯正しなければならず、透過率の低いカラーフィルタを利用せざるを得ない。このことが、色度重視で設計したほうが効率重視で設計する場合に比べて、発光色の色純度を高めながら光取り出し効率を高めることができることの原因になっていると考えられる。図7および図8に示すように、緑色の発光素および赤色の発光素子についても、青色の発光素子ほど顕著ではないが、同様の傾向が見られる。

[0044] なお、図6（b）に示すように、色度重視の場合のカラーフィルタの特性に着目すると、以下のことが言える。

（1）透明電極9から入射した青色光のスペクトル強度が極大値を示す第1の波長領域（460nm以上480nm以下）において、カラーフィルタの透過のスペクトル強度が極大値を示す。その一方で、第1の波長領域よりも長波長側にある第2の波長領域（480nm超）、および、第1の波長領域よりも短波長側にある第3の波長領域（460nm未満）において、カラーフィルタの透過のスペクトル強度がその極大値よりも小さい値を取る（図6（b）の一点鎖線参照）。

（2）透明電極9から入射した青色光について、第2の波長領域（480nm超）に存在し、目標色度を得るために不要となる光成分であって、そのスペクトル強度が極大値よりも小さい値を示す光成分（スペクトル強度が略0.6未満）の透過を抑制している（図6（b）の破線と実線の差分参照）。また、第1の波長領域（460nm以上480nm以下）および第3の波長領域（460nm未満）の両領域に存在する光成分の透過を許容している（図6（b）の破線と実線の差分参照）。

[0045] これらにより、透明電極からカラーフィルタに入射した青色光のうち、不

要な光成分はカラーフィルタによって透過が抑制され、かつ、不要な光成分を除く光成分がカラーフィルタを介して外部に取り出される。特に、スペクトル強度が極大値となる光成分が効率よく取り出されるので、目標色度に調整された青色光を効率良く外部に取り出すことができる。

<結論>

以上より、青色の発光素子では、透明導電層4の膜厚 $d$ を、50 [nm]以上60 [nm]以下とすることにより、発光色の色純度を高めながら光取り出し効率を高めることができる。なお、この効果は、直接光と反射光の干渉の影響により得られるものと考えられる。そうすると、透明導電層4の膜厚 $d$ が50 [nm]以上60 [nm]以下であることが重要なのではなく、そのときの透明導電層4、正孔注入層5および正孔輸送層6の光学膜厚の合計 $L$ が重要であると言える。したがって、青色の発光素子では、透明導電層4、正孔注入層5および正孔輸送層6の光学膜厚の合計 $L$ を、218 [nm]以上238 [nm]以下とすればよく、この条件を満たす限り、同様の効果を得ることができる。

[0046] また、緑色の発光素子では、透明導電層4の膜厚 $d$ を、90 [nm]とすることにより葉光色の色純度を高めながら光取り出し効率を高めることができる。

[0047] また、赤色の発光素子では、透明導電層4の膜厚 $d$ を、141 [nm]以上149 [nm]以下とすることにより、発光色の色純度を高めながら光取り出し効率を高めることができる。青色の発光素子と同様の理由により、赤色の発光素子でも、透明導電層4、正孔注入層5および正孔輸送層6の光学膜厚の合計 $L$ を、384 [nm]以上400 [nm]以下とすればよく、この条件を満たす限り、同様の効果を得ることができる。

[0048] そして、これらの発光素子を用いた表示装置では、各色の発光素子の光取り出し効率が高く、かつ、発光色の色純度が高いことから、消費電力の低減と画像の色再現性の向上を実現することができる。

[0049] なお、図1の構成では、発光層7b, 7g, 7rと反射電極3との間に、



透明導電層 4、正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 の 3 つの層からなる機能層が配置されているが、発光素子にはこれ以外の構成もありえる。その場合でも、発光層 7 b, 7 g, 7 r と反射電極 3 との間に配置される機能層の光学膜厚  $L$  が上記範囲であれば、同様の効果を得ることができる。

[0050] また、共振器構造の一般的な分析手法により、上記結果から次の事項も導き出すことができる。共振器構造では、透明導電層 4、正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 の光学膜厚の合計  $L$  [nm]、共振波長  $\lambda$  [nm]、位相シフト  $\Phi$  [ラジアン] が、以下の数 1 を満たす。

[0051] [数1]

$$\frac{2L}{\lambda} + \frac{\Phi}{2\pi} = m$$

ただし、 $m$  は整数である。

[0052] 反射電極 3 での位相シフト  $\Phi$  は、以下の数 2 で求めることができる。

[0053] [数2]

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{2n_1 k_0}{n_1^2 - n_0^2 - k_0^2} \right)$$

ただし、 $n_1$  は透明導電層 4 の屈折率、 $n_0$  は反射電極 3 の屈折率、 $k_0$  は反射電極 3 の消衰係数である。

[0054] 図 2 (b) には、青色の発光素子における共振波長  $\lambda$ 、図 3 (b) には、赤色の発光素子における共振波長  $\lambda$  が示されている。これらの共振波長  $\lambda$  は、上記数 1、数 2 を用いて求めたものである。ここでは、 $\Phi / 2\pi = -0.7$ 、 $m = 1$  としている。

[0055] 図2(b)は、青色光の波長を256[nm]以上280[nm]以下とみなすことにより、色度重視の設計ができることを示している。すなわち、光学膜厚の合計L[nm]が、数1を満たすように設計することで、発光色の色純度を高めながら光取り出し効率を高めることができる。ただし、そのときの波長 $\lambda$ を256[nm]以上280[nm]以下の値、mを整数とする。

[0056] また、同様に、図3(b)は、赤色光の波長を452[nm]以上470[nm]以下とみなすことにより、色度重視の設計ができることを示している。すなわち、光学膜厚の合計L[nm]が、数1を満たすように設計することで、発光色の色純度を高めながら光取り出し効率を高めることができる。ただし、そのときの波長 $\lambda$ を452[nm]以上470[nm]以下の値、mを整数とする。

#### <色度の角度依存性の比較>

発明者らは、さらに、発光素子の色度の角度依存性を、色度重視で設計した場合と効率重視で設計した場合とで比較した。

[0057] 図9は、青色の発光素子を色度重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が50[nm]、(b)は透明導電層の膜厚が55[nm]、(c)は透明導電層の膜厚が60[nm]の場合を示す。一方、図10は、青色の発光素子を効率重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が95[nm]、(b)は透明導電層の膜厚が100[nm]、(c)は透明導電層の膜厚が105[nm]の場合を示す。角度は発光素子を正面から見たときを0[deg]としている。図9、図10では、角度が0[deg]のときの色度を基準とし、それからの色度のずれ $\Delta CIE$ を示している。

[0058] 図9、図10に示すように、青色の発光素子において、カラーフィルタを設けない場合、効率重視では色度のずれが大きい、色度重視では色度のずれが小さい。そのため、効率重視ではカラーフィルタにより色度を強く矯正しなければならず、このことが透過率の低いカラーフィルタを利用せざるを

得ない理由になっている。また、カラーフィルタを設けた場合でも、依然として、効率重視の場合よりも色度重視の場合のほうが色度のずれが小さい。このように、透明導電層4の膜厚 $d$ を50 [nm] 以上60 [nm] 以下、すなわち、透明導電層4、正孔注入層5および正孔輸送層6の光学膜厚の合計 $L$ を218 [nm] 以上238 [nm] 以下とすることで、青色の発光素子の色度の角度依存性を小さくすることができる。

[0059] 図11は、緑色の発光素子を色度重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図である。一方、図12は、緑色の発光素子を効率重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図である。図11、図12に示すように、緑色の発光素子においても、透明導電層4の膜厚 $d$ を90 [nm] とすることで、緑色の発光素子の色度の角度依存性を小さくすることができる。

[0060] 図13は、赤色の発光素子を色度重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が141 [nm]、(b)は透明導電層の膜厚が144 [nm]、(c)は透明導電層の膜厚が149 [nm] の場合を示す。一方、図14は、赤色の発光素子を効率重視で設計した場合の色度の角度依存性を示す図であり、(a)は透明導電層の膜厚が131 [nm]、(b)は透明導電層の膜厚が136 [nm] の場合を示す。図13、図14に示すように、赤色の発光素子においても、透明導電層4の膜厚 $d$ を141 [nm] 以上149 [nm] 以下、すなわち、光学膜厚の合計 $L$ を384 [nm] 以上400 [nm] 以下とすることで、赤色の発光素子の色度の角度依存性を小さくすることができる。なお、カラーフィルタを設けない場合、透明導電層4の膜厚 $d$ が149 [nm] では、色度のずれが比較的大きい。そのため、透明導電層4の膜厚 $d$ を141 [nm] 以上144 [nm] 以下、すなわち、光学膜厚の合計 $L$ を384 [nm] 以上390 [nm] 以下とするのがより好ましい。

[0061] 以上より、色度重視で設計した場合、効率重視で設計した場合に比べて、色度の角度依存性を小さくすることができる。このような色度重視で設計した発光素子を用いることで、視野角の広い表示装置を実現することができる

。

[各層の具体例]

<基板>

基板 1 は、例えば、T F T (Thin Film Transistor) 基板である。基板 1 の材料は、例えば、ソーダガラス、無蛍光ガラス、燐酸系ガラス、硼酸系ガラスなどのガラス板及び石英板、並びに、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、シリコン系樹脂などのプラスチック板又はプラスチックフィルム、並びに、アルミナなどの金属板又は金属ホイルなどである。

[0062] <バンク>

バンク 2 は、絶縁性材料により形成されていれば良く、有機溶剤耐性を有することが好ましい。また、バンク 2 はエッチング処理、ベーク処理などされることがあるので、それらの処理に対する耐性の高い材料で形成されることが好ましい。バンク 2 の材料は、樹脂などの有機材料であっても、ガラスなどの無機材料であっても良い。有機材料として、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック型フェノール樹脂などを使用することができ、無機材料として、シリコンオキサイド ( $\text{SiO}_2$ )、シリコンナイトライド ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) などを使用することができる。

[0063] <反射電極>

反射電極 3 は、基板 1 に配された T F T に電氣的に接続されており、発光素子の正極として機能すると共に、発光層 7 b, 7 g, 7 r から反射電極 3 に向けて出射された光を反射する機能を有する。反射機能は、反射電極 3 の構成材料により発揮されるものでもよいし、反射電極 3 の表面部分に反射コーティングを施すことにより発揮されるものでもよい。反射電極 3 は、例えば、A g (銀)、A P C (銀、パラジウム、銅の合金)、A R A (銀、ルビジウム、金の合金)、M o C r (モリブデンとクロムの合金)、N i C r (ニッケルとクロムの合金) 等で形成されている。

<透明導電層>

透明導電層 4 は、反射電極 3 と正孔注入層 5 との間に介在してこれらの接合性を良好にすると共に、製造過程において反射電極 3 の形成直後に反射電極 3 が自然酸化するのを防止する保護層として機能する。透明導電層 4 の材料は、発光層 7 b, 7 g, 7 r で発生した光に対して十分な透光性を有する導電性材料により形成されればよく、例えば、ITO や IZO (Indium Zinc Oxide) などが好ましい。室温で成膜しても良好な導電性を得ることができるからである。

#### <正孔注入層>

正孔注入層 5 は、正孔を発光層 7 b, 7 g, 7 r に注入する機能を有する。例えば、酸化タングステン ( $WO_x$ )、酸化モリブデン ( $MoO_x$ )、酸化モリブデンタングステン ( $Mo_xW_yO_z$ ) などの遷移金属の酸化物で形成される。遷移金属の酸化物で形成することで、電圧-電流密度特性を向上させ、また、電流密度を高めて発光強度を高めることができる。なお、これ以外に、従来から知られている PEDOT (ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物) などの導電性ポリマー材料を用いてもよい。

#### <正孔輸送層>

正孔輸送層 6 の材料は、例えば、特開平 5-163488 号に記載のトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、ブタジエン化合物、ポリスチレン誘導体、ヒドラゾン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、テトラフェニルベンジン誘導体である。特に好ましくは、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物である。

#### <発光層>

発光層 7 b, 7 g, 7 r の材料は、例えば、特開平 5-163488 号公

報に記載のオキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノロン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、アンスラセン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8-ヒドロキシキノリン化合物の金属鎖体、2-ビピリジン化合物の金属鎖体、シッフ塩とI I I族金属との鎖体、オキシシ金属鎖体、希土類鎖体等の蛍光物質である。

#### <電子輸送層>

電子輸送層8の材料は、例えば、特開平5-163488号公報のニトロ置換フルオレノン誘導体、チオピランジオキサイド誘導体、ジフェキノン誘導体、ペリレンテトラカルボキシル誘導体、アントラキノジメタン誘導体、フルオレニリデンメタン誘導体、アントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリノン誘導体、キノリン錯体誘導体である。

#### <透明電極>

透明電極9は、発光素子の負極として機能する。透明電極9の材料は、発光層7b, 7g, 7rで発生した光に対して十分な透光性を有する導電性材料により形成されればよく、例えば、ITOやIZOなどが好ましい。

#### <薄膜封止層>

薄膜封止層10は、基板1との間に挟まれた各層が水分や空気に晒されることを防止する機能を有する。薄膜封止層10の材料は、例えば、窒化シリ

コン（SiN）、酸化シリコン（SiON）や樹脂等である。

#### <樹脂封止層>

樹脂封止層 11 は、基板 1 から薄膜封止層 10 までの各層からなる背面パネルと、カラーフィルタ 12b, 12g, 12r が形成された前面パネルとを貼り合わせるとともに、各層が水分や空気に晒されることを防止する機能を有する。樹脂封止層 11 の材料は、例えば、樹脂接着剤等である。

#### <カラーフィルタ>

カラーフィルタ 12b, 12g, 12r は、発光素子から出射された光の色度を矯正する機能を有する。

#### [表示装置]

図 15 は、本発明の一態様に係る表示装置の機能ブロックを示す図である。図 16 は、本発明の一態様に係る表示装置の外観を例示する図である。表示装置 15 は、有機 EL パネル 16 と、これに電氣的に接続された駆動制御部 17 とを備える。有機 EL パネル 16 は、図 1 に示す画素構造を有するものである。駆動制御部 17 は、各発光素子の反射電極と透明電極との間に電圧を印加する駆動回路 18 ~ 21 と、駆動回路 18 ~ 21 の動作を制御する制御回路 22 とからなる。

#### [表示装置の製造方法]

次に、表示装置の製造方法を説明する。図 17、図 18 は、本発明の一態様に係る表示装置の製造方法を説明するための図である。

[0064] まず、基板 1 上に反射電極 3 を蒸着法やスパッタ法によって形成する（図 17（a））。次に、反射電極 3 上に、蒸着法やスパッタ法により透明導電層 4 を形成する（図 17（b））。このとき、透明導電層 4 の膜厚を R, G, B 各色で適宜異ならせる。

[0065] 次に、透明導電層 4 上に、例えば、蒸着法やスパッタ法により正孔注入層 5 を形成し、バンク 2 を形成し、さらに、正孔注入層 5 上に、例えば、インクジェット法などの印刷法により正孔輸送層 6 を形成する（図 17（c））。このとき、正孔注入層 5 および正孔輸送層 6 の膜厚を R, G, B 各色で同

一とする。

- [0066] 次に、正孔輸送層 6 上に、例えば、インクジェット法などの印刷法により発光層 7 b, 7 g, 7 r を形成する (図 17 (d))。このとき、有機発光層 7 b, 7 g, 7 r の膜厚を R, G, B 各色で適宜異ならせる。
- [0067] 次に、発光層 7 b, 7 g, 7 r 上に蒸着法やスパッタ法により電子輸送層 8 を形成する (図 18 (a))。このとき、電子輸送層 8 の膜厚を R, G, B 各色で同一にする。
- [0068] 次に、電子輸送層 8 上に、蒸着法やスパッタ法により透明電極 9 を形成する (図 18 (b))。透明電極 9 の膜厚は、例えば、90 nm 以上 110 nm 以下とする。
- [0069] 次に、透明電極 9 上に蒸着法やスパッタ法により薄膜封止層 10 を形成し、カラーフィルタ 12 b, 12 g, 12 r が形成された基板を、樹脂封止層 11 を用いて貼り合わせる (図 18 (c))。これらの封止層の膜厚は、例えば、900 nm 以上 1100 nm 以下とする。
- [0070] 以上の工程により、表示装置を製造することができる。

### 産業上の利用可能性

- [0071] 本発明は、例えば、有機 EL ディスプレイに利用可能である。

### 符号の説明

- [0072]
- |               |       |
|---------------|-------|
| 1             | 基板    |
| 2             | バンク   |
| 3             | 反射電極  |
| 4             | 透明導電層 |
| 5             | 正孔注入層 |
| 6             | 正孔輸送層 |
| 7 b, 7 g, 7 r | 発光層   |
| 8             | 電子輸送層 |
| 9             | 透明電極  |
| 10            | 薄膜封止層 |



1 1 樹脂封止層

1 2 b, 1 2 g, 1 2 r カラーフィルタ

1 5 表示装置

## 請求の範囲

[請求項1]

入射された光を反射する反射電極と、  
前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、  
前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、青色光を発光する発光層と、  
前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1または2以上の層からなる機能層と、  
前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、  
を備え、  
前記発光層から出射された青色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、  
前記発光層から出射された青色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、  
前記機能層の光学膜厚が、218 [nm] 以上238 [nm] 以下であること  
を特徴とする発光素子。

[請求項2]

入射された光を反射する反射電極と、  
前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、  
前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、青色光を発光する発光層と、  
前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1または2以上の

層からなる機能層と、

前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、

を備え、

前記発光層から出射された青色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、

前記発光層から出射された青色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、

前記機能層の光学膜厚  $L$  [nm] が、  
[数1]

$$\frac{2L}{\lambda} + \frac{\Phi}{2\pi} = m$$

ただし、波長  $\lambda$  が 256 [nm] 以上 280 [nm] 以下の値、 $\Phi$  が前記反射電極での位相シフト、 $m$  が整数、

を満たすことを特徴とする発光素子。

[請求項3]

前記カラーフィルタは、

前記透明電極から入射した青色光のスペクトル強度が極大値を示す第1の波長領域において、その透過のスペクトル強度が極大値を示し、その一方、前記第1の波長領域より長波長側にある第2の波長領域、および、前記第1の波長領域より短波長側にある第3の波長領域において、その透過のスペクトル強度が前記極大値よりも小さい値を取

り、

かつ、

前記透明電極から入射した青色光について、

前記第2の波長領域に存在し、目標色度を得るために不要となる光成分であって、そのスペクトル強度が極大値よりも小さい値を示す光成分の透過を抑制し、

前記第1の波長領域および第3の波長領域の両領域に存在する光成分の透過を許容するものであること

を特徴とする請求項1または2に記載の発光素子。

[請求項4]

入射された光を反射する反射電極と、

前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、

前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、赤色光を発光する発光層と、

前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1または2以上の層からなる機能層と、

前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、

を備え、

前記発光層から出射された赤色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、

前記発光層から出射された赤色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、

前記機能層の光学膜厚が、384 [nm] 以上400 [nm] 以下

であること

を特徴とする発光素子。

[請求項5]

入射された光を反射する反射電極と、

前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、

前記反射電極と前記透明電極との間に配置され、赤色光を発光する発光層と、

前記反射電極と前記発光層との間に配置され、1または2以上の層からなる機能層と、

前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、

を備え、

前記発光層から出射された赤色光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第1光路と、

前記発光層から出射された赤色光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、

前記機能層の光学膜厚L [nm] が、

[数1]

$$\frac{2L}{\lambda} + \frac{\Phi}{2\pi} = m$$

ただし、波長λが452 [nm] 以上470 [nm] 以下の値、Φ

が前記反射電極での位相シフト、 $m$ が整数、  
を満たすことを特徴とする発光素子。

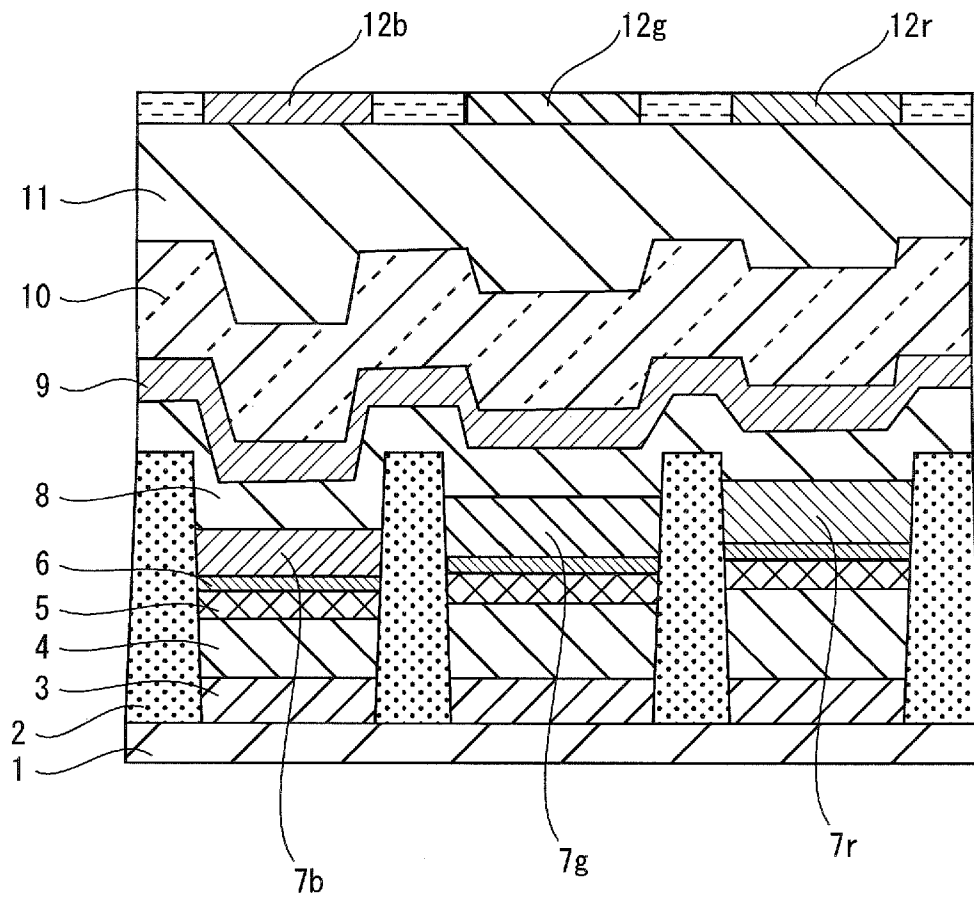
[請求項6] 基板上に、青、緑、赤に発光する発光素子が配列された表示装置であって、  
前記青に発光する発光素子が、請求項1に記載の発光素子であること  
と  
を特徴とする表示装置。

[請求項7] さらに、前記赤に発光する発光素子が、請求項4に記載の発光素子  
であること  
を特徴とする請求項6に記載の表示装置。

[請求項8] 基板上に、青、緑、赤に発光する発光素子が配列された表示装置であって、  
前記青に発光する発光素子が、請求項2に記載の発光素子であること  
と  
を特徴とする表示装置。

[請求項9] さらに、前記赤に発光する発光素子が、請求項5に記載の発光素子  
であること  
を特徴とする請求項8に記載の表示装置。

[図1]



[図2]

(a)

	n	k	膜厚d [nm]
透明電極	2.035	0.000	100
電子輸送層	1.882	0.026	30
発光層(B)	1.730	0.030	60
正孔輸送層	1.790	0.002	20
正孔注入層	2.010	0.000	40
透明導電層	2.035	0.000	x
反射電極	0.138	2.640	150

\* 470nmでの値

(b)

	x	光学膜厚の合計L [nm]	共振波長λ [nm]
色度重視	50	218	256
	55	228	268
	60	238	280
効率重視	95	310	364
	100	320	376
	105	330	388



[図3]

(a)

	n	k	膜厚d[nm]
透明電極	2.035	0.000	100
電子輸送層	1.794	0.003	30
発光層(R)	1.683	0.009	80
正孔輸送層	1.680	0.033	20
正孔注入層	1.930	0.000	40
透明導電層	1.940	0.000	x
反射電極	0.131	3.880	150

\* 625nmでの値

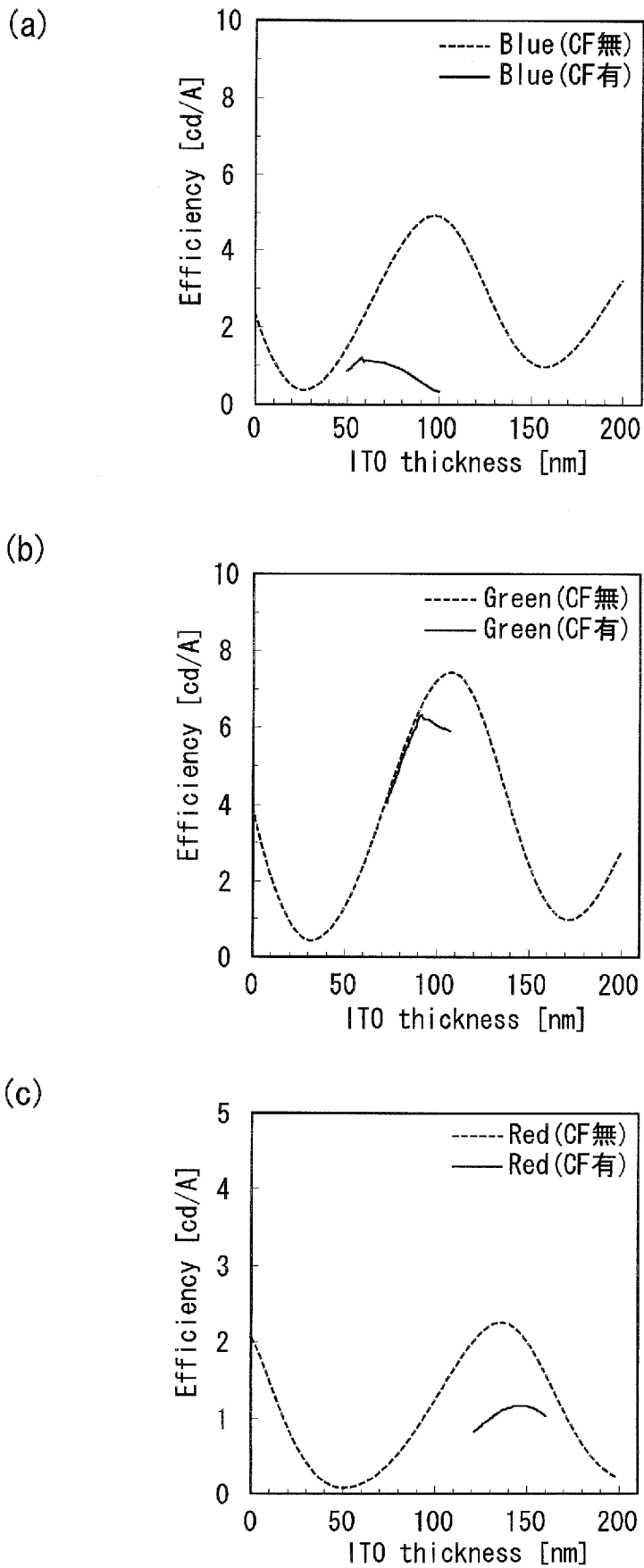
(b)

	x	光学膜厚の合計L[nm]	共振波長λ[nm]
色度重視	141	384	452
	144	390	459
	149	400	470
効率重視	131	365	429
	136	375	441

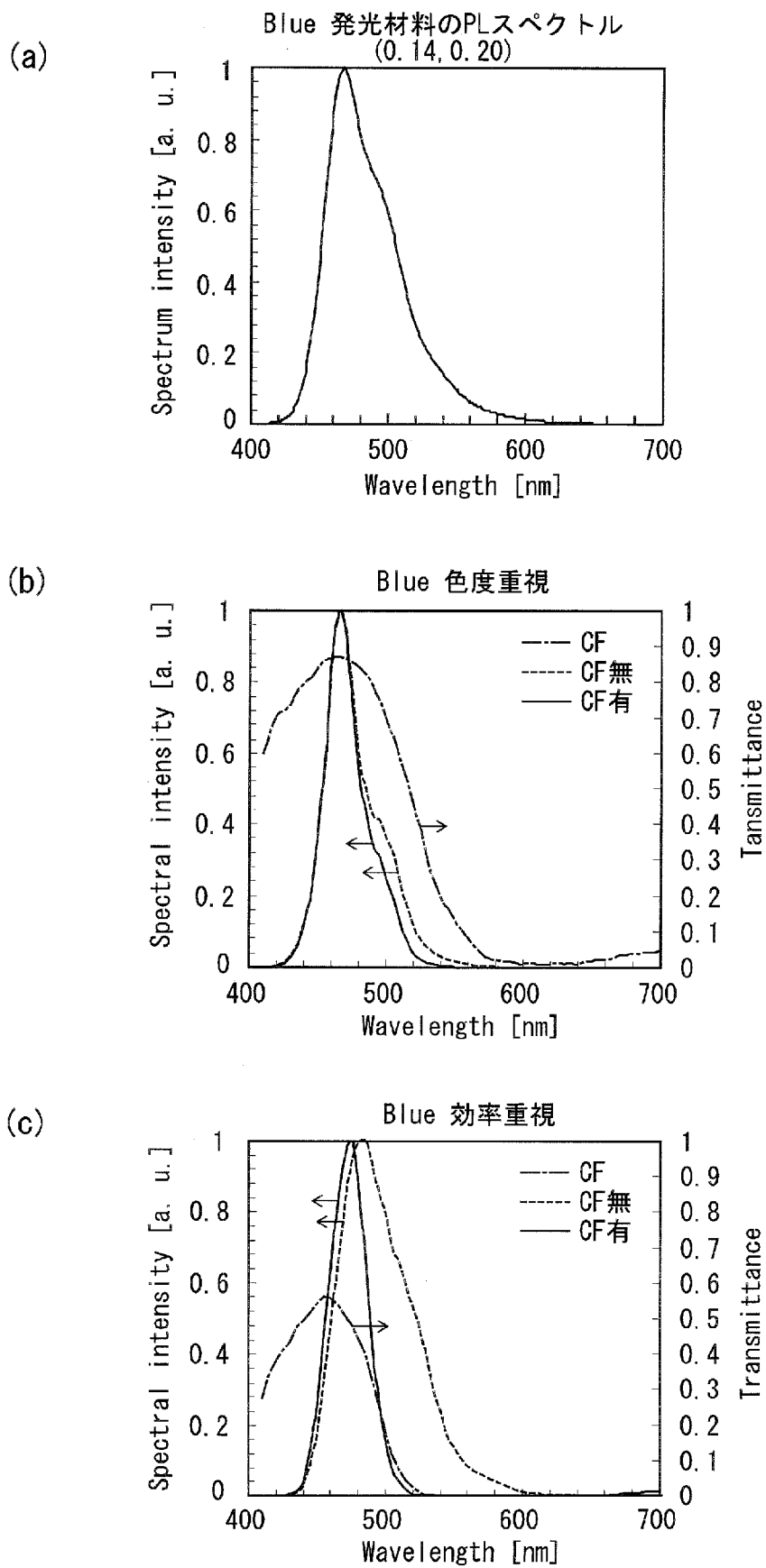
[図4]

	ITO (nm)	CF無			CF有			CF透過率 (%)	
		効率 (cd/A)	色度		効率 (cd/A)	色度			
			x	y		x	y		
Red	色度重視	144	2.2	0.62	0.38	1.2	0.67	0.33	54
	効率重視	136	2.3	0.61	0.39	1.1	0.67	0.33	48
Green	色度重視	90	6.4	0.29	0.65	6.2	0.29	0.65	97
	効率重視	107	7.4	0.34	0.63	5.9	0.29	0.67	80
Blue	色度重視	55	1.9	0.13	0.13	1.1	0.13	0.09	56
	効率重視	100	4.9	0.13	0.31	0.37	0.12	0.09	7.6

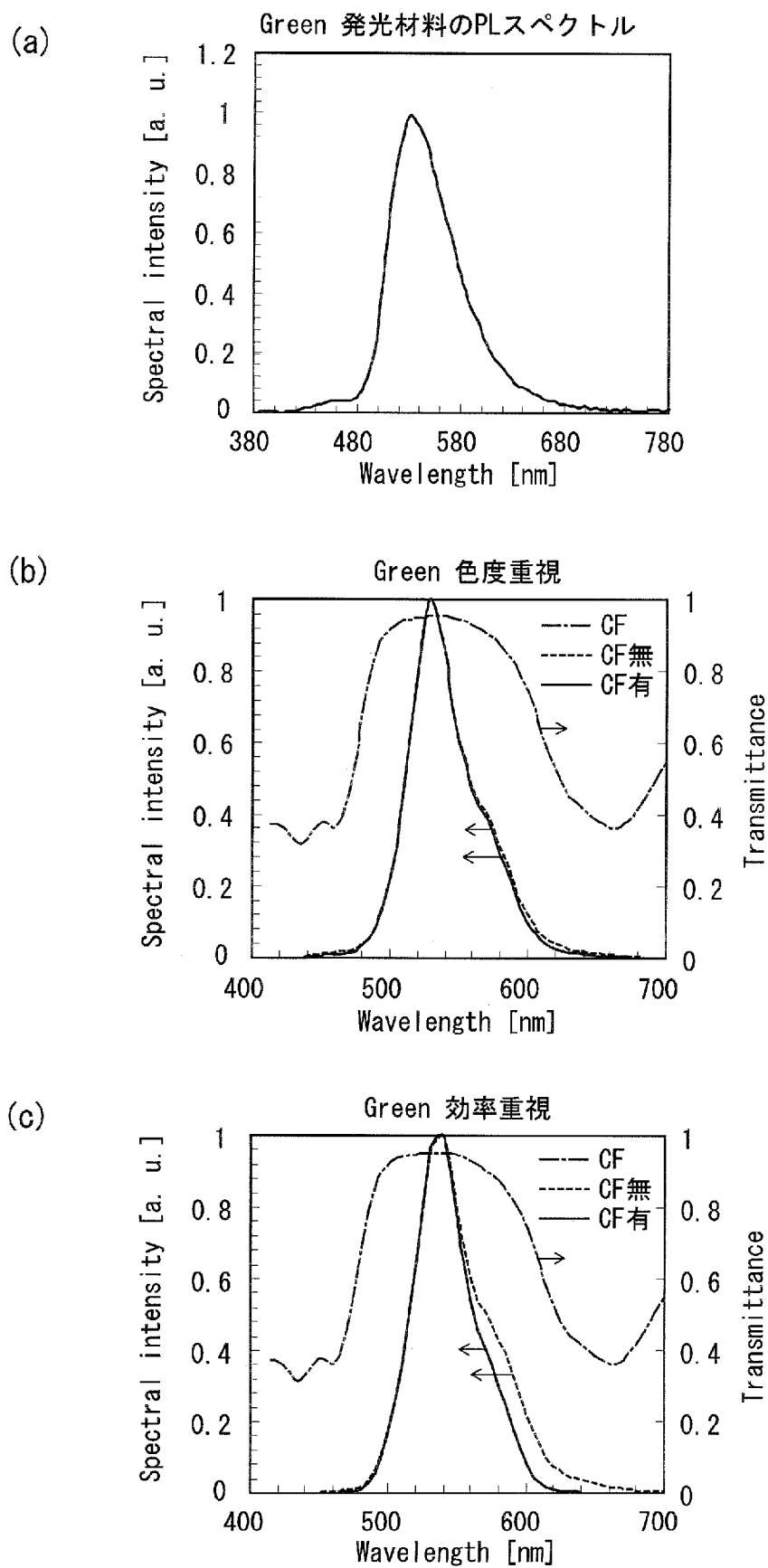
[図5]



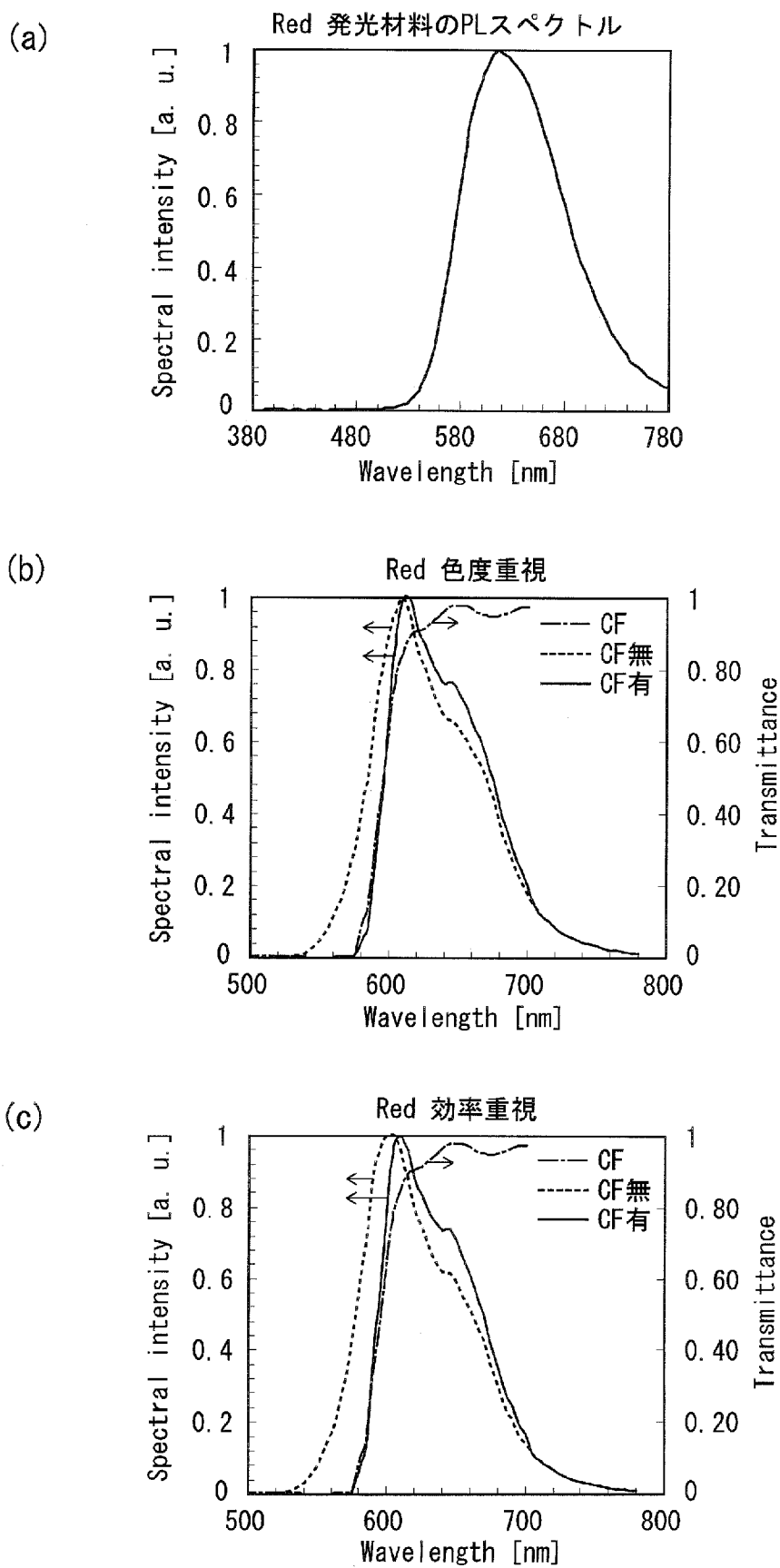
[図6]



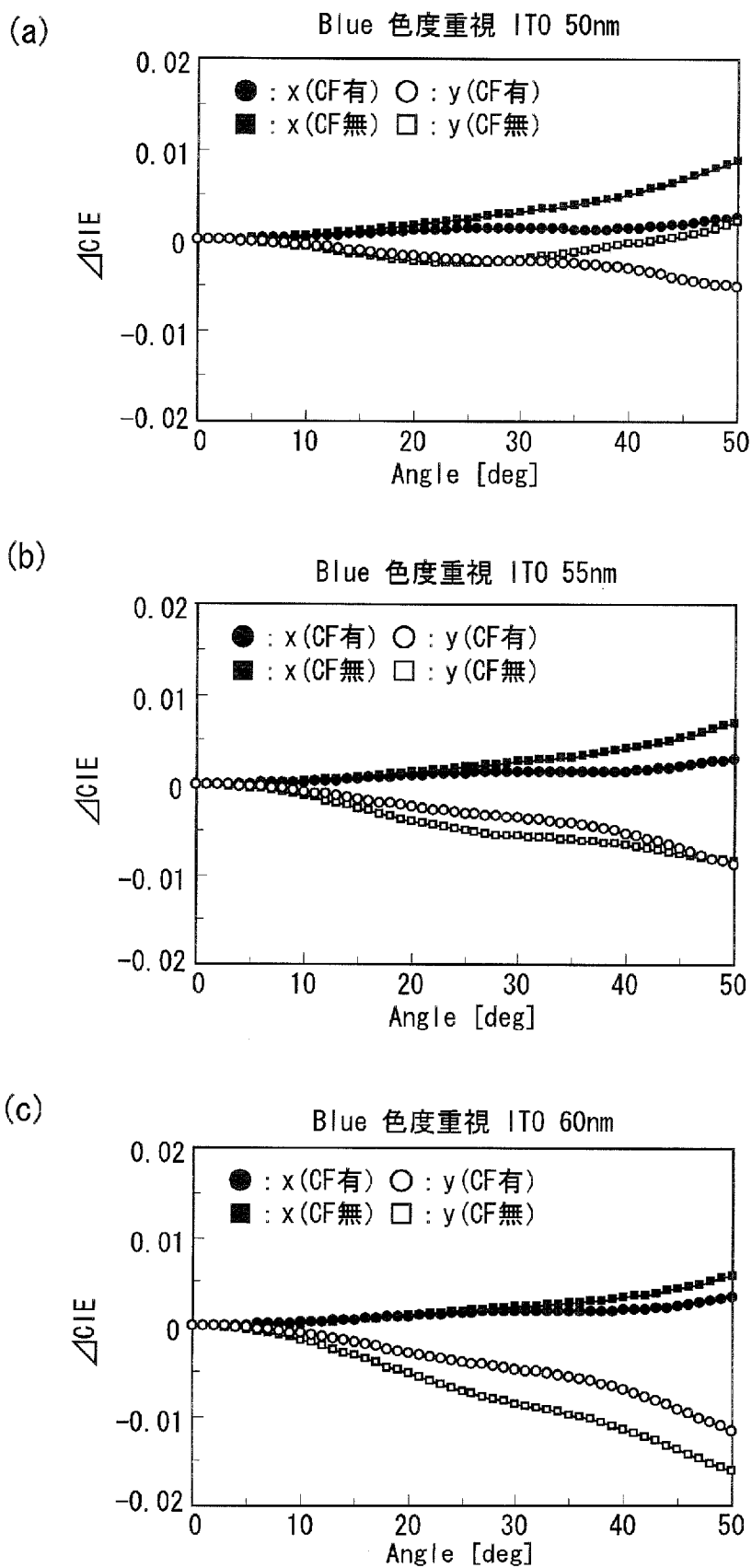
[図7]



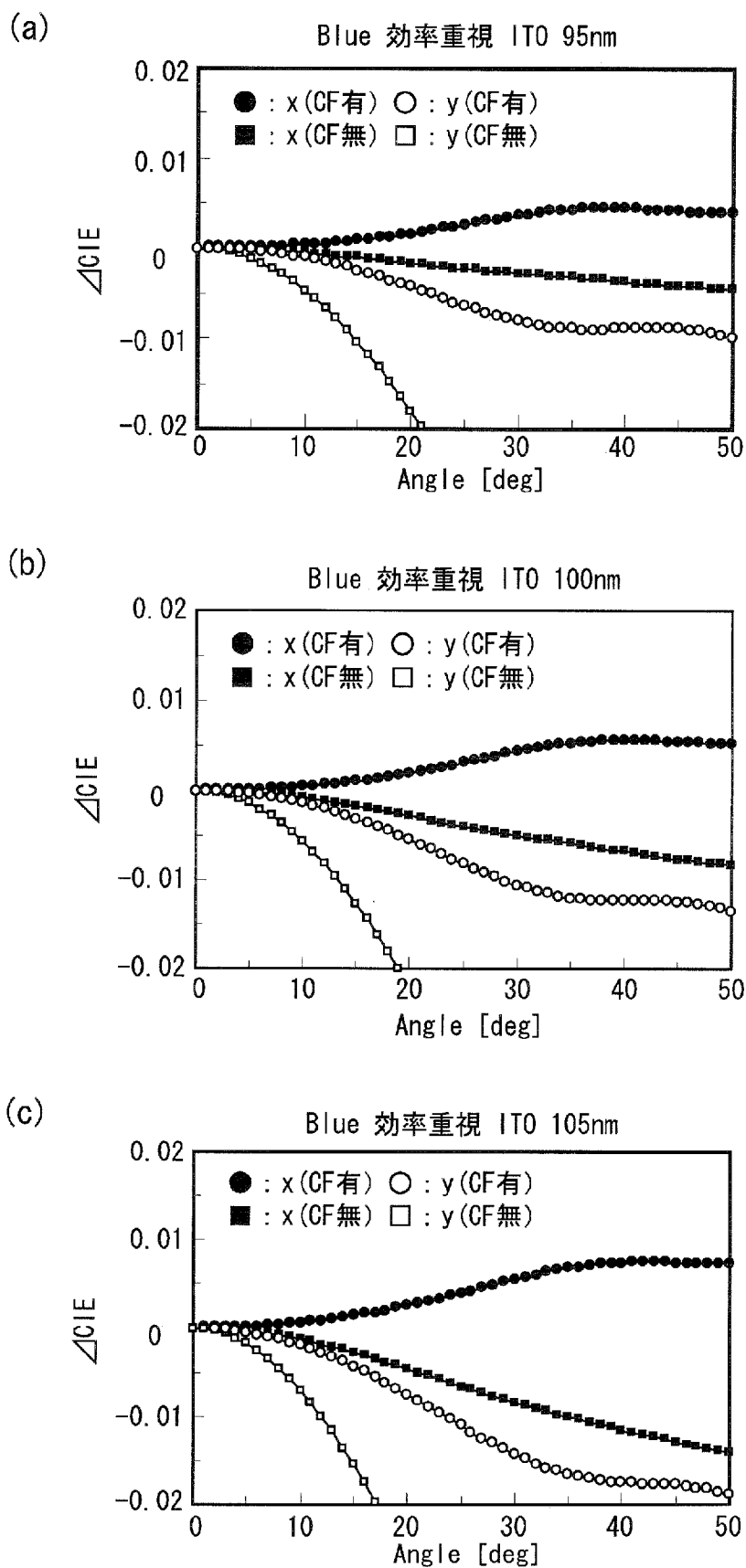
[図8]



[図9]

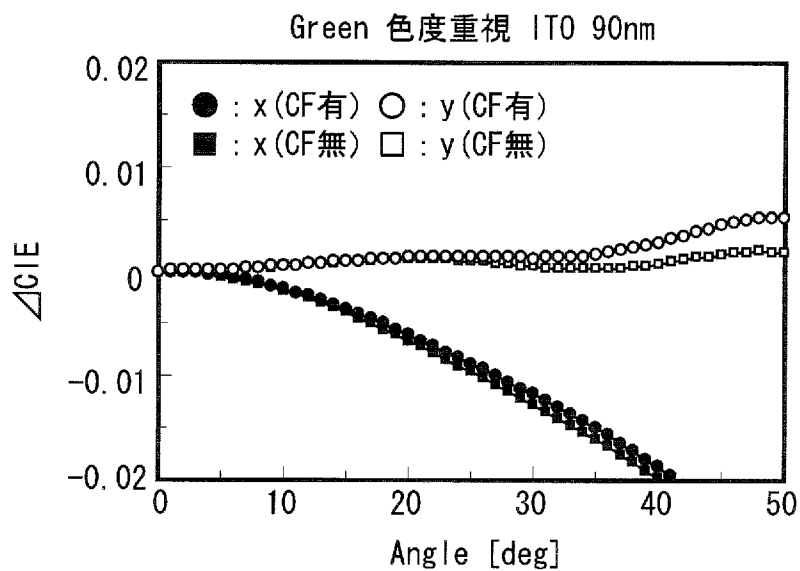


[図10]

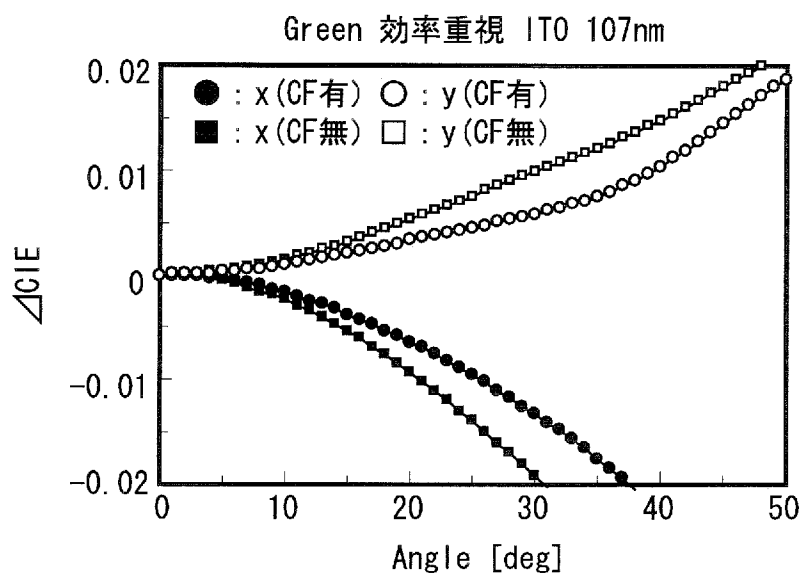




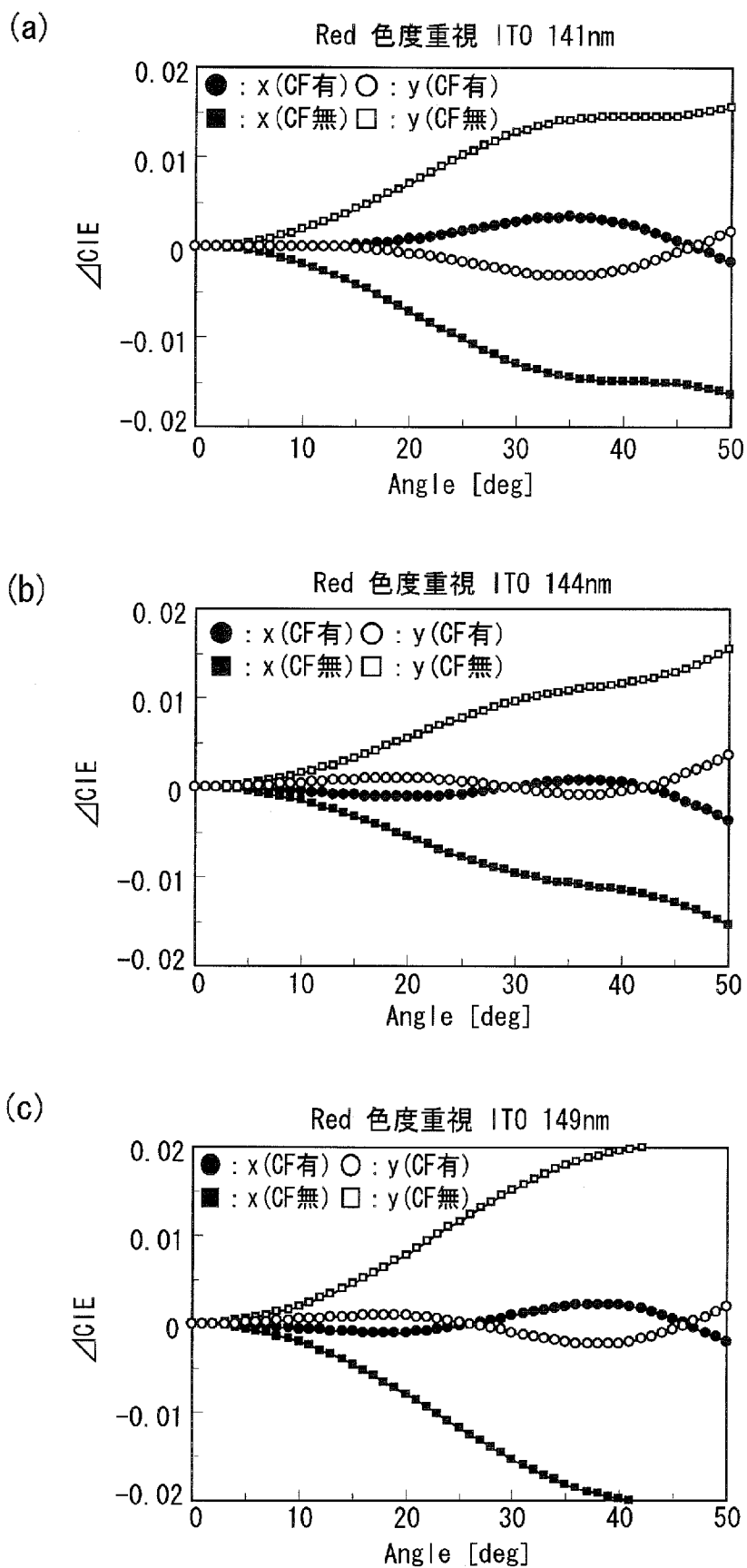
[図11]



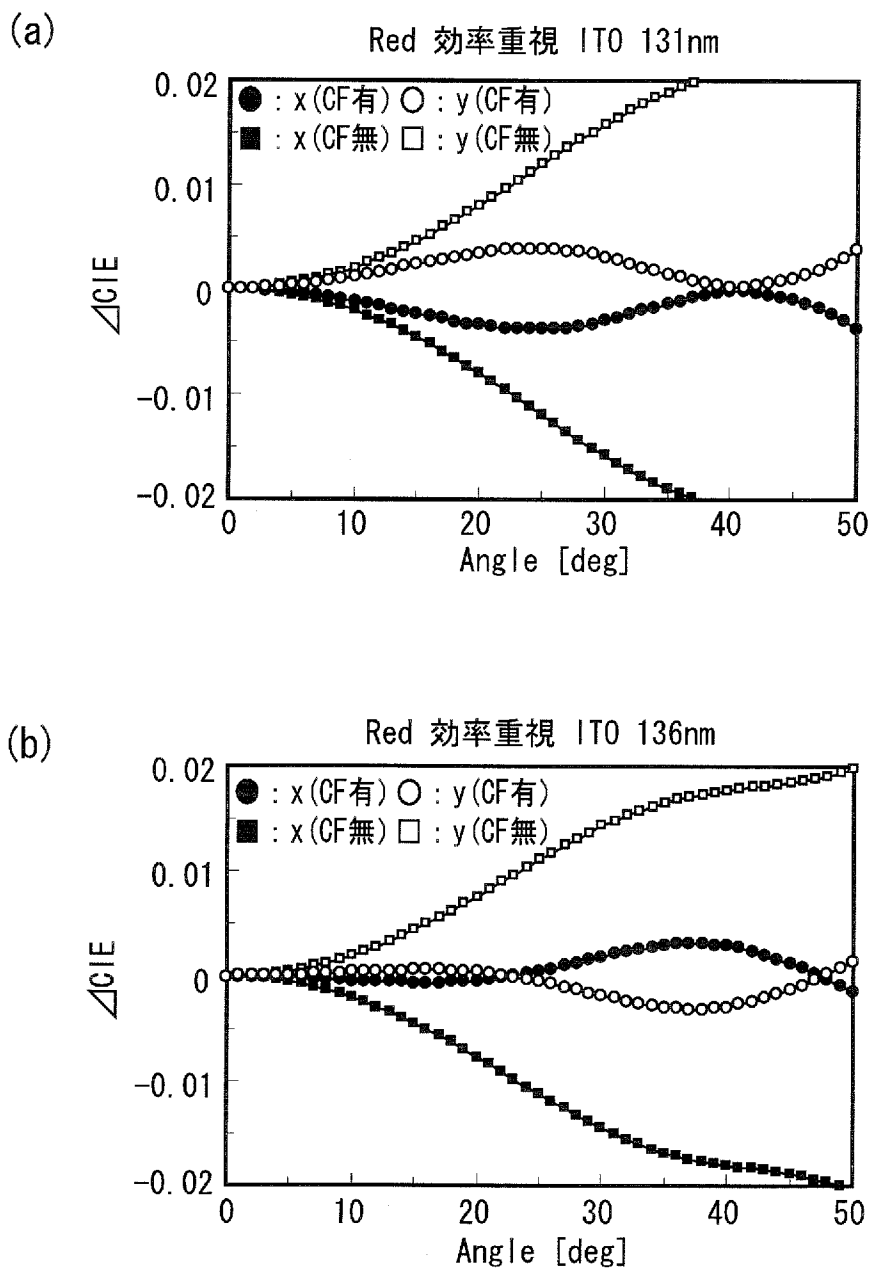
[図12]



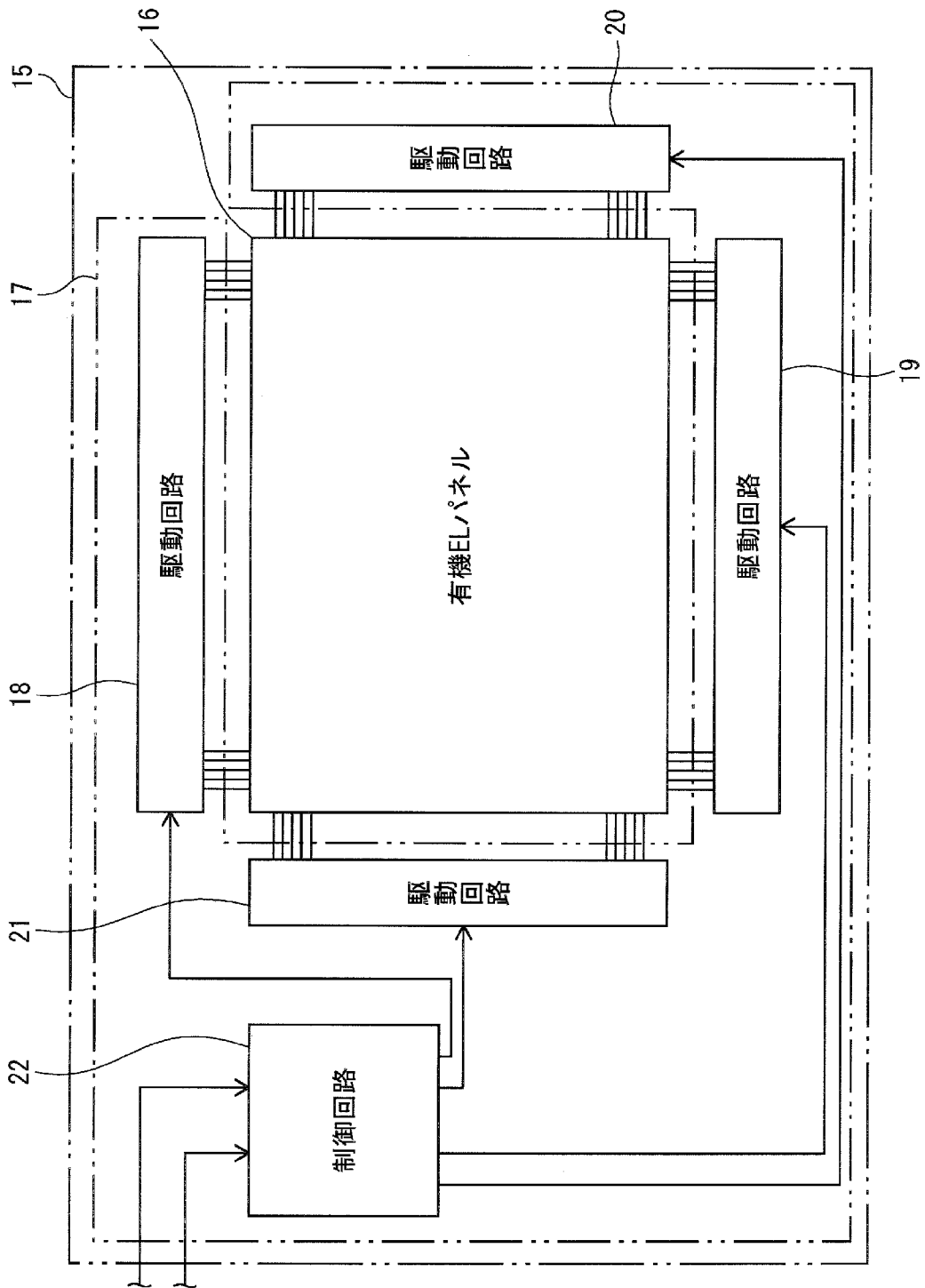
[図13]



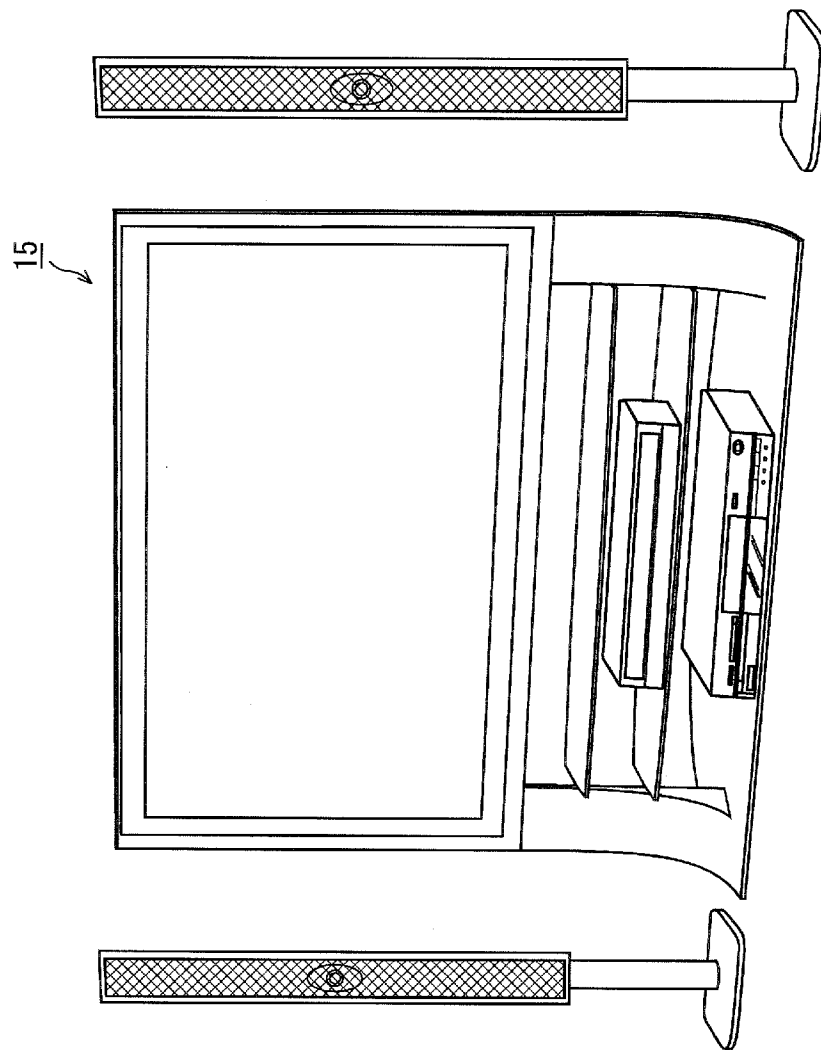
[図14]



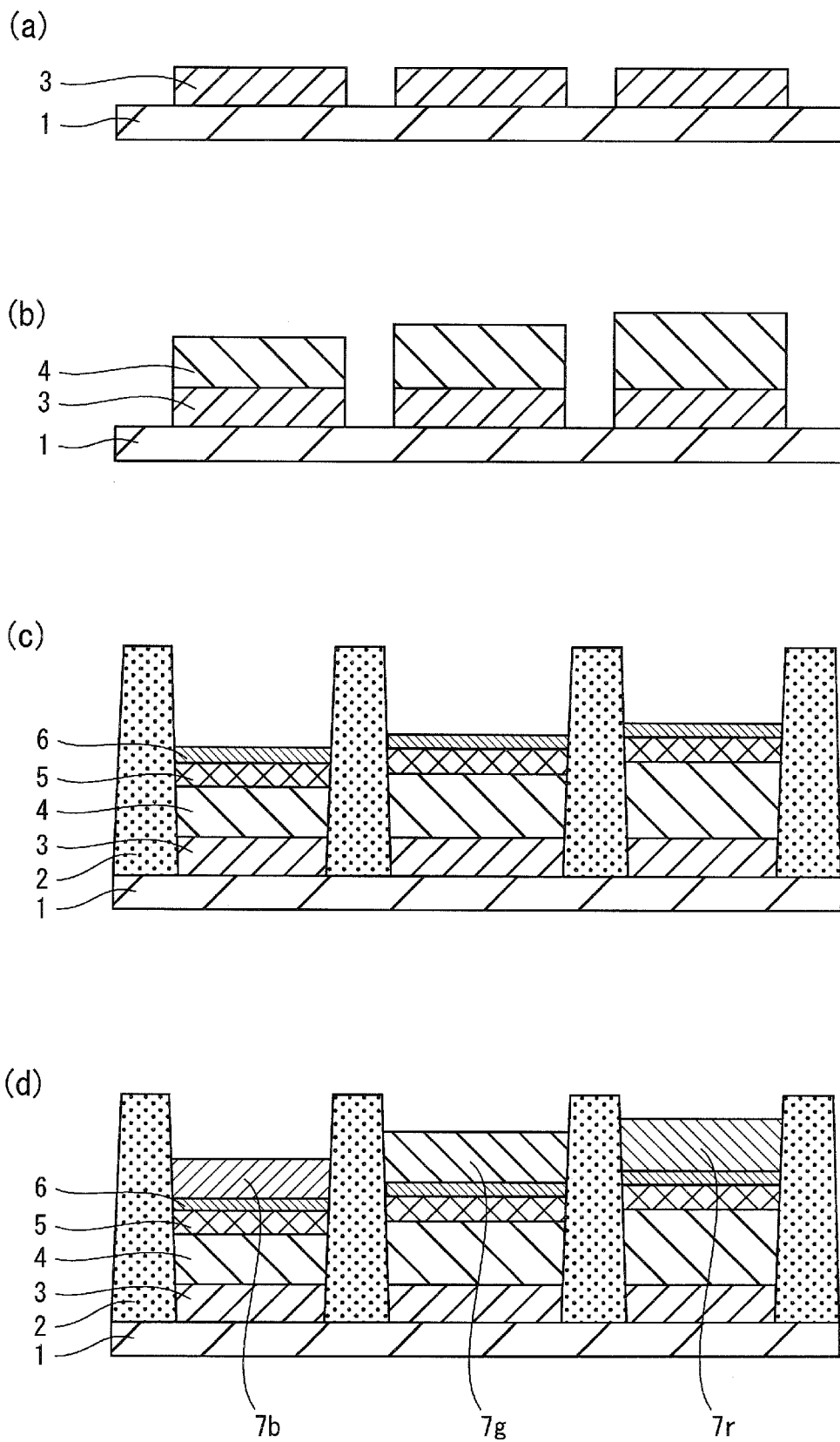
[図15]



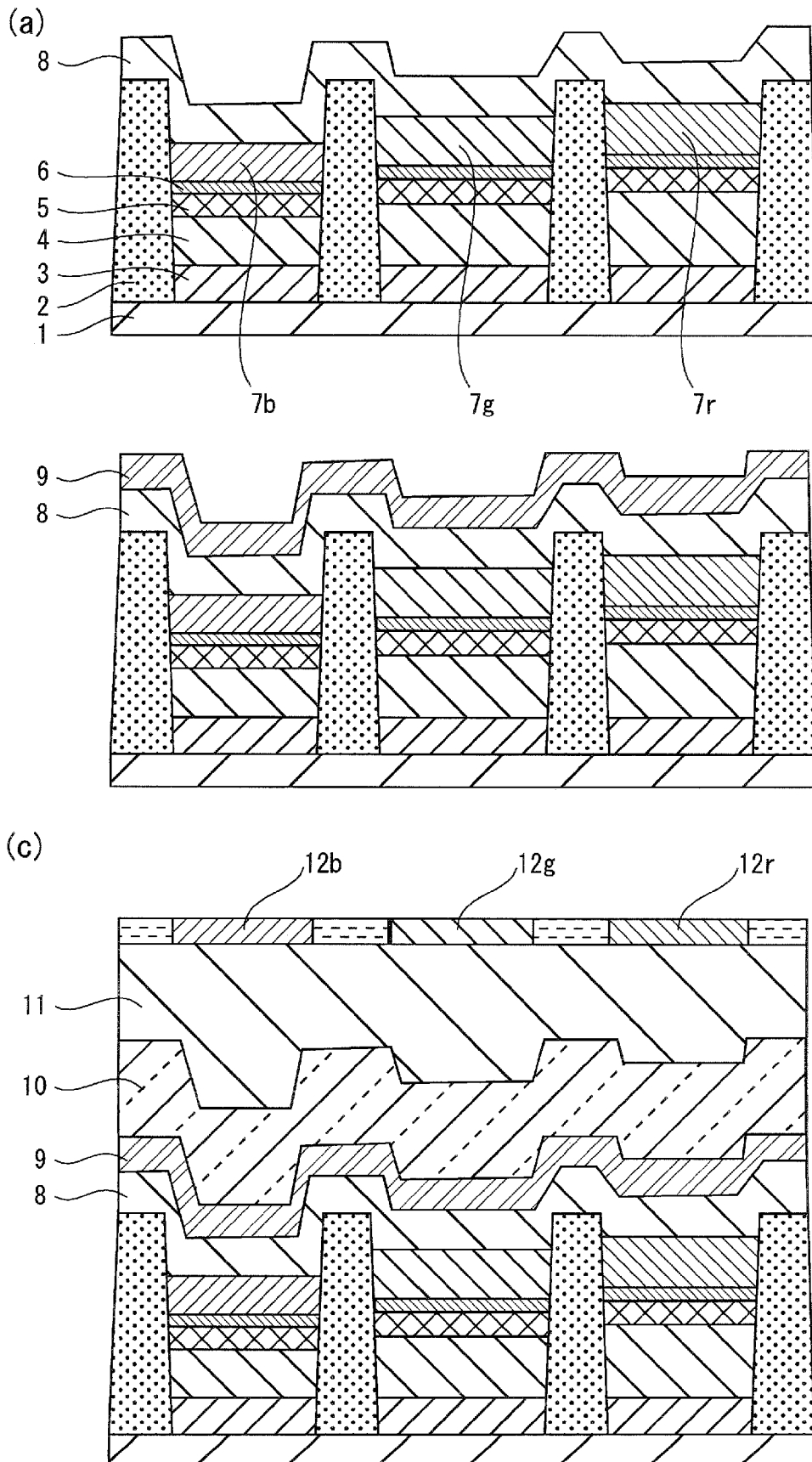
[図16]



[図17]



[図18]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/005520

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/24(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/24, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-157514 A (Sony Corp.), 21 June 2007 (21.06.2007), paragraphs [0014] to [0040], [0056] to [0068]; fig. 1, 3 & US 2007/0145350 A1	1, 6
A	JP 9-92466 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 04 April 1997 (04.04.1997), paragraphs [0081] to [0085] (Family: none)	1
A	JP 2005-116516 A (Sony Corp.), 28 April 2005 (28.04.2005), paragraphs [0023] to [0043]; fig. 1 & US 2007/0102737 A1 & EP 1672962 A1 & WO 2005/039248 A1 & TW 255669 B & KR 10-2006-0079225 A & CN 1868240 A	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
07 December, 2010 (07.12.10)

Date of mailing of the international search report  
14 December, 2010 (14.12.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/005520

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP 2010-251156 A (Panasonic Corp.), 04 November 2010 (04.11.2010), paragraphs [0027] to [0057]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/005520

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
See extra sheet.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The inventions of claims 1-9 have a common technical feature of "comprising a reflective electrode for reflecting an incident light, a transparent electrode arranged to face said reflective electrode for transmitting the incident light, a light emitting layer arranged between said reflective electrode and said transparent electrode, functional layers comprising one or more layers arranged between said reflective electrode and said light emitting layer, and a color filter arranged on the opposite side of said light emitting layer across said transparent electrode, wherein there are formed: a first optical path, along which a portion of light emitted from said light emitting layer enters said reflective electrode through said functional layers and is reflected by said reflective electrode so that the light is then emitted to the outside through said functional layers, said light emitting layer, said transparent electrode and said color filter; and a second optical path, along which a portion of the remainder of the light emitted from said light emitting layer advances not to the side of said reflective electrode but to the side of said transparent electrode so that the light is emitted to the outside through said transparent electrode and said color filter". In the light of the disclosed contents of document of JP 2005-116516 A, however, said technical feature cannot be a special technical feature, since the same makes no contribution over the prior art.

Moreover, document JP 2007-157514 A discloses a light emitting element and a display device having the invention specifying matter disclosed in claims 1 and 6. Thus, the invention of claims 1 and 6 is not admitted to involve any novelty to and any special technical feature over the invention disclosed in document JP 2007-157514 A.

Hence, the claims contain the five invention (groups) having the following special technical features.

Incidentally, the invention of claims 1 and 6 having no special technical feature is grouped into invention 1.

(Invention 1) Invention of claims 1 and 6 and invention of claim 3 and having the following special technical features

A light emitting element having "the invention specifying matter disclosed in claim 1 and the invention specifying matter disclosed in claim 3".

(Invention 2) Invention of claims 2, 8 and 9 and invention of claim 3 and having the following special technical features

A light emitting element or a display device having "the invention specifying matter disclosed in claim 2".

(Invention 3) Invention of claim 4

A light emitting element having "the invention specifying matter disclosed in claim 4".

(Invention 4) Invention of claim 5

A light emitting element having "the invention specifying matter disclosed in claim 5".

(Invention 5) Invention of claim 7

A display device having "the invention specifying matter disclosed in claim 7".

Here, the inventions which can be divided into a plurality of the aforementioned invention groups are assumed to belong to the first group.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/24(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/24, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	J P 2 0 0 7 - 1 5 7 5 1 4 A (ソニー株式会社) 2 0 0 7 . 0 6 . 2 1, 【0 0 1 4】 - 【0 0 4 0】, 【0 0 5 6】 - 【0 0 6 8】, 【図1】, 【図3】 & U S 2 0 0 7 / 0 1 4 5 3 5 0 A 1	1, 6
A	J P 9 - 9 2 4 6 6 A (出光興産株式会社) 1 9 9 7 . 0 4 . 0 4, 【0 0 8 1】 - 【0 0 8 5】 (ファミリーなし)	1

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.12.2010

国際調査報告の発送日

14.12.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本田 博幸

20

2905

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-116516 A (ソニー株式会社) 2005. 04. 28, 【0023】 - 【0043】, 【図1】 & US 2007/0102737 A1 & EP 1672962 A1 & WO 2005/039248 A1 & TW 255669 B & KR 10-2006-0079225 A & CN 1868240 A	1-9
E, A	JP 2010-251156 A (パナソニック株式会社) 2010. 11. 04, 【0027】 - 【0057】, 【図1】 - 【図4】 (ファミリーなし)	1-9

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。  
特別ページ参照。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 - 9 に係る発明は、「入射された光を反射する反射電極と、前記反射電極に対向して配置され、入射された光を透過する透明電極と、前記反射電極と前記透明電極との間に配置される発光層と、前記反射電極と前記発光層との間に配置された、1 または 2 以上の層からなる機能層と、前記透明電極を挟んで前記発光層の反対側に配置されたカラーフィルタと、を備え、前記発光層から出射された光の一部が、前記機能層を通じて前記反射電極に入射されて前記反射電極により反射された後、前記機能層、前記発光層、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第 1 光路と、前記発光層から出射された光の残りの一部が、前記反射電極側に進行することなく、前記透明電極側に進行し、前記透明電極および前記カラーフィルタを通じて外部に出射される第 2 光路と、が形成されている」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献 J P 2 0 0 5 - 1 1 6 5 1 6 A の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。

また、文献 J P 2 0 0 7 - 1 5 7 5 1 4 A には、請求項 1, 6 に記載された発明特定事項を有する発光素子及び表示装置が記載されており、請求項 1, 6 に係る発明は、文献 J P 2 0 0 7 - 1 5 7 5 1 4 A に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

したがって、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する 5 つの発明（群）が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1, 6 に係る発明は、発明 1 に区分する。

（発明 1）請求項 1, 6 に係る発明及び請求項 3 に係る発明のうち以下の特別な技術的特徴を有する発明

「請求項 1 に記載された発明特定事項及び請求項 3 に記載された発明特定事項」を有する発光素子。

（発明 2）請求項 2, 8, 9 に係る発明及び請求項 3 に係る発明のうち以下の特別な技術的特徴を有する発明

「請求項 2 に記載された発明特定事項」を有する発光素子あるいは表示装置。

（発明 3）請求項 4 に係る発明

「請求項 4 に記載された発明特定事項」を有する発光素子。

（発明 4）請求項 5 に係る発明

「請求項 5 に記載された発明特定事項」を有する発光素子。

（発明 5）請求項 7 に係る発明

「請求項 7 に記載された発明特定事項」を有する表示装置。

ただし、上記発明区分の複数に区分されうる発明は、そのうちの最初の区分に属するものとする。