

(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  
2020年10月8日(08.10.2020)



(10) 国際公開番号

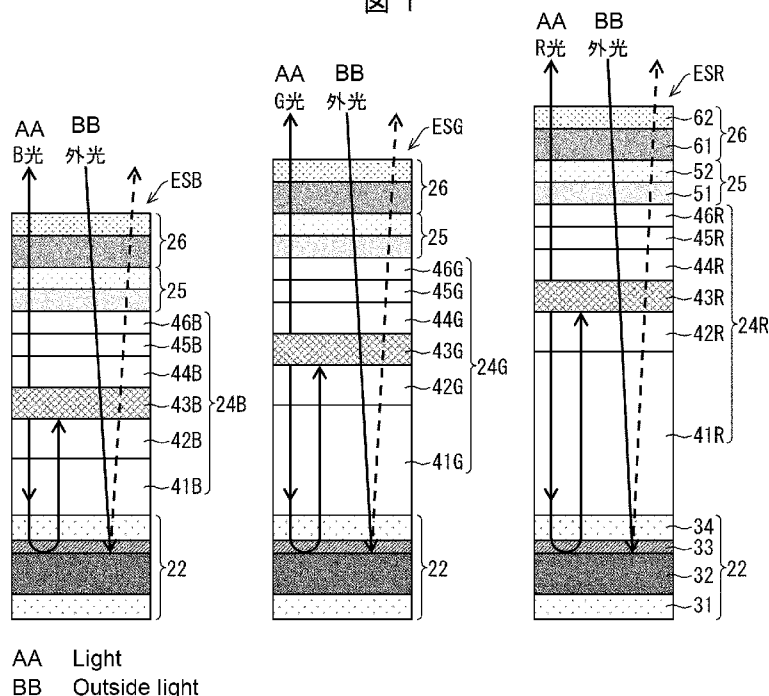
WO 2020/202284 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H05B 33/26* (2006.01)    *H01L 51/50* (2006.01)  
*G09F 9/30* (2006.01)    *H05B 33/28* (2006.01)  
*H01L 27/32* (2006.01)
- (74) 代理人: 特許業務法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/014098
- (22) 国際出願日: 2019年3月29日(29.03.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 二星 学(NIBOSHI, Manabu).
- (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 表示装置

図 1



AA Light  
BB Outside light

(57) Abstract: This display device comprises a light-emitting element layer that has a plurality of light emitting elements (ESR • ESG • ESB) for which a first electrode (22), a functional layer (24) including light emitting layers (43R • 43G • 43B), and a second electrode (25) are provided in the stated order from a thin-film transistor layer side. The first electrode (22) includes a first transparent electrode (31), a reflective metal layer (32), and a translucent metal layer (33) in the stated order from the opposite side to a light emitting layer (43).

WO 2020/202284 A1

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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : 表示装置は、薄膜トランジスタ層側から、第1電極 (22) と、発光層 (43R・43G・43B) を含む機能層 (24) と、第2電極 (25) とが、この順に設けられた発光素子 (ESR・ESG・ESB) を複数有する発光素子層を備え、第1電極 (22) は、発光層 (43) とは反対側から、第1透明電極 (31)、反射金属層 (32)、および半透明金属層 (33) を、この順に含む。

## 明 細 書

**発明の名称**：表示装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、円偏光板を使用せずに外光の反射を抑制することができる表示装置に関する。

### 背景技術

[0002] トップエミッション型の有機EL（エレクトロルミネッセンス）表示装置等の表示装置は、発光層の下層側に、例えば銀等の高反射金属からなる金属反射層を備えている。このため、このような表示装置は、外光反射率が高く、窓際や野外での使用時に、発光層から直接出射される光と、当該表示装置の内部で反射されて出射される光とが干渉してコントラストが低下したり、斜め方向から見たときに色付きが生じたりするという問題点を有している。

[0003] そこで、従来の有機EL表示装置等の表示装置では、外光反射を抑制するため、一般的に、表示面に、円偏光板を貼り合わせている。例えば、特許文献1には、可視光における広帯域波長領域を補償できる楕円偏光板を備えることで、有機EL装置等に組み込まれている金属電極において、広帯域波長領域の外部光の反射を防止することができることが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2004-226842号」

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、円偏光板は、発光強度を著しく低下させてしまう。また、このように可視光における広帯域波長領域を補償できる楕円偏光板は比較的高価であり、表示装置の製造単価の上昇を招く。

[0006] 本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、円偏光板を使用せずに外光の反射を抑制することができる表示装置を提供することに

ある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様にかかる表示装置は、薄膜トランジスタを含む薄膜トランジスタ層と、上記薄膜トランジスタ層上に、上記薄膜トランジスタ層側から、第1電極と、発光層を含む機能層と、第2電極とが、この順に設けられた発光素子を複数有する発光素子層と、上記発光素子層を覆う封止層と、を備え、上記第1電極は、上記薄膜トランジスタ層上に、第1透明電極、反射金属層、および半透明金属層を、この順に含む。

### 発明の効果

[0008] 本発明の一態様によれば、上記半透明金属層で光を吸収させることで反射率を抑制することができるため、従来は反射率の抑制に使用している円偏光板が不要になる。したがって、本発明の一態様によれば、円偏光板を使用せずに外光の反射を抑制することができる表示装置を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態1にかかる表示装置の発光素子層における各発光素子の概略構成を示す断面図である。

[図2]実施形態1にかかる表示装置の要部の概略構成を示す断面図である。

[図3]半透明金属層としてMoSiを用いたときの、半透明金属層の層厚と、円偏光板付きの表示装置の正面輝度に対する、各層厚を有する半透明金属層が設けられた表示装置の赤、緑、青の各正面輝度比との関係、並びに、上記半透明金属層の層厚と、円偏光板付きの表示装置の反射率に対する、各層厚を有する半透明金属層が設けられた表示装置の反射率の反射率比との関係を示すグラフである。

[図4]青色の発光素子における、発光層からの発光層反射率、並びに、半透明金属層として、層厚2nmまたは5nmのMoSiを設けた青色の発光素子における反射金属層からの反射率と、波長との関係を示すグラフである。

[図5]緑色の発光素子における、発光層からの発光層反射率、並びに、半透明金属層として、層厚2nmまたは5nmのMoSiを設けた緑色の発光素子

における反射金属層からの反射率と、波長との関係を示すグラフである。

[図6]赤色の発光素子における、発光層からの発光層反射率、並びに、半透明金属層として、層厚2 nmまたは5 nmのMoSiを設けた赤色の発光素子における反射金属層からの反射率と、波長との関係を示すグラフである。

[図7]半透明金属層が設けられていない、比較用の青色の発光素子および半透明金属層として、層厚2 nmまたは5 nmのMoSiを設けた青色の発光素子の角度依存性を示すグラフである。

[図8]半透明金属層が設けられていない、比較用の緑色の発光素子および半透明金属層として、層厚2 nmまたは5 nmのMoSiを設けた緑色の発光素子の角度依存性を示すグラフである。

[図9]半透明金属層が設けられていない、比較用の赤色の発光素子および半透明金属層として、層厚2 nmまたは5 nmのMoSiを設けた赤色の発光素子の角度依存性を示すグラフである。

[図10]実施形態2にかかる表示装置の発光素子層における各発光素子の概略構成を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] [実施形態1]

図2は、本実施形態にかかる表示装置1の要部の概略構成を示す断面図である。

[0011] 図2に示すように、本実施形態に係る表示装置1は、自発光型の表示装置であり、支持体2上に、発光素子層5が設けられた構成を有している。発光素子層5は、封止層6で覆われている。以下では、封止層6側を上側（上層側）とし、支持体2側を下側（下層側）として説明する。

[0012] なお、本実施形態では、支持体2が、以下で説明する構成を有するアクティブマトリクス基板である場合を例に挙げて説明する。しかしながら、支持体2は、薄膜トランジスタ（TFT）等のアクティブ素子を備えたアレイ基板であれば、特に限定されない。

[0013] 図2に示す支持体2は、下層側から順に、下面フィルム10、樹脂層12

、バリア層3（ベースコート膜）、および薄膜トランジスタ層4（駆動素子層）を備えている。

[0014] 発光素子層5は、薄膜トランジスタ層4上に設けられている。発光素子層5は、複数の発光素子ESを備えている。薄膜トランジスタ層4は、これら発光素子ESを駆動する複数の薄膜トランジスタTr（TFT）を備えている。以下に、より詳細に説明する。

[0015] 下面フィルム10は、マザーガラス等の支持基板を剥離した後に樹脂層12の下面に貼り付けることで柔軟性に優れた表示デバイスを実現するためのフィルムである。下面フィルム10としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、ポリカーボネート、アラミド等の、可撓性を有する樹脂からなるプラスチックフィルムが用いられる。なお、下面フィルム10および樹脂層12に代えて、ガラス基板等のソリッドな基板を用いても構わない。樹脂層12の材料としては、例えばポリイミド、エポキシ樹脂、ポリアミド等が挙げられる。バリア層3は、水、酸素等の異物が薄膜トランジスタ層4および発光素子層5に侵入することを防ぐ層である。バリア層3は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸窒化シリコン膜、またはこれらの積層膜等で形成することができる。

[0016] 薄膜トランジスタ層4には、発光素子層5における各発光素子ESを制御するサブ画素回路が形成されている。薄膜トランジスタ層4は、半導体膜15、無機絶縁膜16、ゲート電極GEを含む第1金属層、無機絶縁膜18、容量配線CEを含む第2金属層、無機絶縁膜20、ソース・ドレイン配線SHを含む第3金属層、および層間絶縁膜21（平坦化膜）を備えている。これらの層は、下層側からこの順に設けられている。

[0017] 表示装置1は、表示領域DAと、表示領域DAの周囲の額縁領域NAと、を備えている。薄膜トランジスタ層4における、表示領域DAに相当する領域には、半導体膜15、無機絶縁膜16、ゲート電極GE、無機絶縁膜18、無機絶縁膜20、およびソース・ドレイン配線SHを含む、複数の薄膜トランジスタTrが形成されている。さらに、薄膜トランジスタ層4における

、表示領域DAに相当する領域には、無機絶縁膜18の直上に形成された容量配線CEに含まれる容量電極（図示せず）と、無機絶縁膜18と、無機絶縁膜18の直下に形成され、ゲート電極GEを形成する第1金属層と同一層で、上記容量電極と重畳するように形成された容量対向電極（図示せず）とを含む複数の容量素子が形成されている。

[0018] 半導体膜15は、例えば低温ポリシリコン（LTPS）あるいは酸化物半導体（例えばIn-Ga-Zn-O系の半導体）で構成される。なお、図2では、トランジスタがトップゲート構造で示されているが、ボトムゲート構造でもよい。第1金属層、第2金属層、および第3金属層は、例えば、アルミニウム、タングステン、モリブデン、タンタル、クロム、チタン、および銅の少なくとも1つを含む金属の単層膜あるいは積層膜によって構成される。無機絶縁膜16・18・20は、例えば、CVD法によって形成された、酸化シリコン（SiO<sub>x</sub>）膜あるいは窒化シリコン（SiN<sub>x</sub>）膜またはこれらの積層膜によって構成することができる。層間絶縁膜21は、例えば、ポリイミド、アクリル等の塗布可能な有機材料によって構成することができる。

[0019] 発光素子層5は、下層側（すなわち、薄膜トランジスタ層4側）から順に、第1電極22、バンク23、機能層24、第2電極25、およびキャップ層26を備えている。第1電極22および第2電極25は、一方が陽極であり、他方が陰極である。以下では、第1電極22が陽極であり、第2電極が陰極である場合を例に挙げて説明する。図2に示す例において、第1電極22は、サブ画素SP毎に島状にパターン形成されたパターン電極（パターン陽極）であり、第2電極25は各サブ画素SPに共通して設けられた共通電極（共通陰極）である。

[0020] 発光素子ESは、第1電極22と、機能層24と、第2電極25と、キャップ層26と、を含む。本実施形態では、発光素子ESを構成する、第1電極22と第2電極25との間の層を総称して機能層24と称する。なお、発光素子ESの積層構造については、後でより詳細に説明する。発光素子層5

における、表示領域DAに相当する領域には、発光素子ESが複数設けられている。発光素子ESは、各色のサブ画素SPに対応して、サブ画素SP毎に形成されている。表示装置1は、発光素子ESとして、発光色が赤(R)色の発光素子ESRと、発光色が緑(G)色の発光素子ESGと、発光色が青(B)色の発光素子ESBと、を備えている。各サブ画素SPには、これら発光素子ESのうち、何れか1つの発光素子ESが設けられている。バンク23は、第1電極22の各端部を覆うエッジカバーとして機能するとともに、各サブ画素SPを仕切るサブ画素分離膜として機能する。バンク23には、サブ画素SP毎に開口部23aが設けられている。この開口部23aによる第1電極22の露出部が、各サブ画素SPの発光領域となっている。バンク23は、例えば、ポリイミド、アクリル等の絶縁性の有機材料を塗布した後、フォトリソグラフィによってパターニングすることで形成される。

[0021] また、発光素子層5には、第1電極22と同一層で形成された引き回し部22'が、表示領域DAと額縁領域NAとに跨がるように形成されている。

[0022] 第2電極25は、表示領域DAの全面に形成されている。額縁領域NAには、第2電極25の延設部25'が形成されている。キャップ層26は、この第2電極25と、第2電極25の延設部25'と、を覆うように形成されている。キャップ層26は、表示領域DAの全面に形成された第2電極25を覆うことで、表示領域DAの全面を覆うように設けられている。額縁領域NAは、引き回し部22'と第2電極25の延設部25'とがコンタクト部CTを形成するコンタクト領域CTAと、キャップ層26の端部より外側の封止領域FAとを含んでいる。

[0023] 封止層6は透光性を有し、例えば、下層側(つまり、発光素子層5側)から順に、第1無機封止膜27、有機封止膜28、および第2無機封止膜29を備えている。但し、これに限定されず、封止層6は、無機封止膜の単層、または、有機封止膜および無機封止膜の5層以上の積層体で形成されてもよい。発光素子ESが封止層6で封止されていることで、発光素子ESへの水、酸素等の浸透を防ぐことができる。

[0024] 第1無機封止膜27および第2無機封止膜29は、それぞれ、例えば、CVDにより形成される、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸窒化シリコン膜、またはこれらの積層膜で形成することができる。有機封止膜28は、第1無機封止膜27および第2無機封止膜29よりも厚い透光性有機膜であり、例えば、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂等の塗布可能な感光性樹脂で形成することができる。

[0025] 次に、発光素子ESの積層構造について、図1を参照してより詳細に説明する。

[0026] 図1は、本実施形態にかかる表示装置1の発光素子層5における各発光素子ESR・ESG・ESBの概略構成を示す断面図である。なお、以下では、各発光素子ESR・ESG・ESBを特に区別する必要がない場合、これら発光素子ESR・ESG・ESBを総称して単に発光素子ESと称する。

[0027] 機能層24は、前述したように、発光素子ESにおける第1電極22と第2電極25との間の層であり、少なくとも発光層を含んでいる。発光素子ESが、有機EL（エレクトロルミネッセンス）素子と称される、いわゆるOLED（有機発光ダイオード）である場合、機能層24は、有機EL層と称される有機層からなる。なお、機能層24は、発光層のみからなる単層型であってもよいし、発光層以外の機能層を含む多層型であってもよい。なお、上記発光素子ESは、OLEDに限定されるものではなく、例えば、QLED（量子ドット発光ダイオード）であってもよい。

[0028] 図1に示すように、発光素子ESRにおける機能層24は、例えば、第1電極22側から、正孔注入層41R、正孔輸送層42R、発光層43R、正孔ブロッキング層44R、電子輸送層45R、電子注入層46Rが、この順に積層された構成を有している。発光素子ESGにおける機能層24は、例えば、第1電極22側から、正孔注入層41G、正孔輸送層42G、発光層43G、正孔ブロッキング層44G、電子輸送層45G、電子注入層46Gが、この順に積層された構成を有している。発光素子ESBにおける機能層24は、例えば、第1電極22側から、正孔注入層41B、正孔輸送層42

B、発光層43B、正孔ブロッキング層44B、電子輸送層45B、電子注入層46Bが、この順に積層された構成を有している。

[0029] 以下、各発光素子ESにおける各正孔注入層41R・41G・41Bを特に区別する必要がない場合、これら正孔注入層41R・41G・41Bを総称して単に正孔注入層41と称する。同様に、正孔輸送層42R・42G・42Bを総称して正孔輸送層42と称し、発光層43R・43G・43Bを総称して発光層43と称し、正孔ブロッキング層44R・44G・44Bを総称して正孔ブロッキング層44と称する。また、電子輸送層45R・45G・45Bを総称して電子輸送層45と称し、電子注入層46R・46G・46Bを総称して電子注入層46と称する。

[0030] なお、上述した積層順は、第1電極22を陽極とし、第2電極25を陰極とした場合の例であり、第1電極22を陰極とし、第2電極25を陽極とした場合、機能層24を構成する各層の順序は反転する。また、機能層24の構成は上記例示の層構成に限定されるものではなく、要求される発光素子ESの特性に応じて所望の層構成を採用することができる。

[0031] 発光素子ESがサブ画素SP毎に異なる色の光を出射するように機能層24を塗り分け蒸着する場合、機能層24のうち少なくとも発光層43は、図2に示すバンク23によって囲まれた領域（サブ画素SP）毎に形成される。

[0032] また、図1に示すように、各発光素子ESにおける第1電極22は、下層側（つまり、薄膜トランジスタ層4側）から順に、第1透明電極31、反射金属層32、半透明金属層33、および第2透明電極34を備えている。

[0033] すなわち、本実施形態に係る第1電極22は、例えばそれぞれITO（インジウム錫酸化物）からなる第1透明電極31と第2透明電極34との間に、例えばAg（銀）からなる反射金属層32が挟持された、3層構造の反射電極において、反射金属層32と第2透明電極34との界面に、半透明金属層33が挿入された構成を有している。このように第2透明電極34が半透明金属層33上に設けられていることで、第2透明電極34が、プロセス耐

性（エッチング、剥離工程での安定性）が低い反射金属層 3 2 と半透明金属層 3 3 との保護層となり、プロセス耐性を確保できる。

[0034] なお、第 1 透明電極 3 1 および第 2 透明電極 3 4 は、ITO に限定されるものではなく、例えば、IZO（インジウム亜鉛酸化物）であってもよい。陽極である第 1 電極 2 2 の材料としては、機能層 2 4 に対して効率良く正孔を注入することができる、例えば仕事関数が 4.5 以上の電極材料を使用することが好ましい。また、第 2 透明電極 3 4 は、反射金属層 3 2 と発光層 4 3 との間の光路長を調整する光路長調整層として機能する。このため、少なくとも第 2 透明電極 3 4 には、発光層 EML からの光の輝度や発光特性等を極力低下させない材料を用いることが望ましい。したがって、第 1 透明電極 3 1 および第 2 透明電極 3 4 は、例えば、仕事関数が大きく、透明な電極材料である、ITO または IZO で構成されていることが好ましい。

[0035] また、反射金属層 3 2 としては、Ag に限定されるものではなく、例えば、Al（アルミニウム）であってもよい。このように、反射金属層 3 2 は、発光素子層 5 から射出された光の利用効率を高めるため、反射率が高い、例えば、Ag または Al で構成されていることが望ましい。

[0036] 半透明金属層 3 3 は、光学定数のうち吸収係数  $k$  がゼロではなく、光学的な吸収効果が確認できる材料からなる半金属層である。なお、ここで、光学定数のうち吸収係数  $k$  がゼロではないとは、光学定数の吸収係数  $k$  が、 $k > 0$  であることを示す。上記半透明金属層 3 3 は、透光性を有し、かつ、正孔注入が可能な仕事関数を有する材料からなることが望ましく、50 nm 以下の層厚を有し、仕事関数が 4 eV 以下であることがより望ましい。

[0037] 上記半透明金属層 3 3 は、例えば、MoSi（モリブデンシリサイド）、 $\text{MoO}_x$ （酸化モリブデン）、WSi（タングステンシリサイド）、WO（酸化タングステン）、および NiO（酸化ニッケル）からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む層であることが望ましい。なお、 $\text{MoO}_x$  中、 $x$  は、具体的には、 $x \geq 2$  であり、2 より大きいことがより好ましい。 $\text{MoO}_x$  としては、例えば、 $\text{MoO}_3$ （三酸化モリブデン）、 $\text{MoO}_2$ （二酸化モリブ

デン)、 $\text{MoO}_3$ と $\text{MoO}_2$ との間の中間酸化状態の酸化モリブデン(以下、 $\text{MoO}_{3-y}$ と記す)が挙げられる。ここで、 $\text{MoO}_{3-y}$ は、 $\text{MoO}_3$ と $\text{MoO}_2$ との間の中間酸化状態の酸化モリブデンの総称であり、 $\text{MoO}_{3-y}$ としては、例えば、 $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$ 、 $\text{Mo}_8\text{O}_{23}$ 、 $\text{Mo}_9\text{O}_{26}$ 、 $\text{Mo}_{17}\text{O}_{47}$ 等が挙げられる。

[0038] なお、これら例示の半透明金属層33は、仕事関数が大きく、機能層24に対して効率良く正孔を注入することができる。

[0039] 半透明金属層33の比抵抗は、表示装置1の動作電圧の上昇を回避するため、 $10^5 \sim 10^{-2} \Omega \text{m}$ の範囲内であることが望ましい。また、半透明金属層33の光学定数の吸収係数 $k$ は、表示装置1の表面反射率を低減するため、0ではないことが望ましく、半透明金属層33の吸収係数 $k$ を $k_{33}$ とし、第2透明電極34の光学定数の吸収係数 $k$ を $k_{34}$ とすると、反射率低減のために、 $k_{33}$ は、 $k_{34}$ よりも大きい( $k_{34} < k_{33}$ )ことが望ましい。また、半透明金属層33の光学定数の屈折率 $n$ を屈折率 $n_{33}$ とし、第2透明電極34の光学定数の屈折率 $n$ を $n_{34}$ とすると、上記と同様に反射率低減のため(つまり、屈折率の大きい層に光を閉じ込め易くなることから)、 $n_{33}$ は、 $n_{34}$ よりも大きい( $n_{34} < n_{33}$ )ことが望ましい。より具体的には、 $k_{33}$ は、反射率低減のため、0.1~10の範囲内であることが望ましく、 $k_{34}$ は、同じく反射率低減のため、0~0.1の範囲内であることが望ましい。また、 $n_{33}$ は、反射率低減のため、2~7の範囲内であることが望ましく、 $n_{34}$ は、反射率低減(半透明金属層33の材料との組合せ)のため、1~3の範囲内であることが望ましい。なお、後述するシミュレーションでは、一例として、第2透明電極34に、屈折率 $n_{34} = 2.1$ 、吸収係数 $k_{34} = 0$ のITOを使用し、半透明金属層33に、屈折率 $n_{33} = 4.67$ 、吸収係数 $k_{34} = 2.3$ の $\text{MoSi}$ を使用した。

[0040] 延設部25'を含めて、光を取り出す側の電極である第2電極25には、透明電極または半透明電極が使用される。第2電極25には、例えば、半透明の金属薄膜からなる半透明電極51を単体で用いてもよいし、図1に示すように半透明の金属薄膜からなる半透明電極51と透明電極52とを組み合

わせて用いてもよい。例えば、半透明電極 5 1 の抵抗が高く、発光輝度の均一性が損なわれる場合には、その上に、補助電極層として透明電極 5 2 が積層される。なお、陰極である第 2 電極 2 5 の材料（特に、半透明電極 5 1 の材料）としては、機能層 2 4 に対して効率良く電子を注入することができる、例えば仕事関数が 4.5 以下の電極材料が好ましい。上記半透明電極 5 1（金属薄膜）としては、例えば、Al（アルミニウム）、Ag（銀）、Au（金）、Mg（マグネシウム）、Ca（カルシウム）、Li（リチウム）、Cr（クロム）等の金属またはこれらの金属を含有する合金の薄膜が挙げられる。透明電極 5 2 としては、例えば、ITO、IZO等が挙げられる。

[0041] 前述したように、キャップ層 2 6 は、表示領域 DA の全面を覆うように設けられており、発光素子 ES から発せられる光を調整する光学調整層として機能するとともに、第 2 電極 2 5 を保護する保護層として機能する。キャップ層 2 6 には、発光素子 ES からの光の輝度や発光特性等を極力低下させない材料が用いられる。キャップ層 2 6 は、有機層 6 1 または無機層 6 2 の単層で形成されてもよく、図 1 に示すように有機層 6 1 と無機層 6 2 との積層体で形成されていてもよい。

[0042] キャップ層 2 6 を有機層 6 1 単層で形成する場合には、キャップ層 2 6 を、芳香族炭化水素を含む層で形成してもよい。なお、芳香族炭化水素を含む層における芳香族炭化水素は、N, N' - ジー 1 - ナフチル - N, N' - ジフェニルベンジジン ( $\alpha$ -NPD または NPB とも称する) であってもよい。一方、キャップ層 2 6 を無機層 6 2 単層で形成する場合には、キャップ層 2 6 を、LiF（フッ化リチウム）層で形成してもよい。キャップ層 2 6 を有機層 6 1 と無機層 6 2 との積層体で形成する場合には、有機層 6 1 は、芳香族炭化水素を含む層で、無機層 6 2 は、LiF 層であってもよい。

[0043] また、本実施形態のように、キャップ層 2 6 を、有機層 6 1 と無機層 6 2 との積層体で形成する場合、有機層 6 1 の可視光領域における屈折率は、無機層 6 2 の可視光領域における屈折率よりも高いことが好ましい。具体的には、有機層 6 1 の可視光領域における屈折率は、1.8 以上、2.1 以下で

あり、無機層 6 2 の可視光領域における屈折率は、1.2 以上、1.3 以下であることが好ましい。

[0044] 次に、発光素子 E S における上記各層の層厚について説明する。

[0045] 上記第 1 透明電極 3 1 の層厚は、例えば 5 ~ 30 nm の範囲内であることが好ましい。第 1 透明電極 3 1 の層厚が例えば 5 nm 以上であれば、配線抵抗が高くなることによって生じる駆動電圧の上昇を防ぐことができる。一方、第 1 透明電極 3 1 の層厚が例えば 30 nm 以下であれば、第 1 電極 2 2 を一括でウエットエッチング処理することができる。

[0046] また、反射金属層 3 2 の層厚は、例えば 60 ~ 120 nm の範囲内であることが好ましい。反射金属層 3 2 が例えば 60 nm 以上であれば、高い表面反射率を保持できる。一方、反射金属層 3 2 の層厚が例えば 120 nm 以下であれば、スループットを落とさずに、反射金属層 3 2 の作製並びに表示装置 1 の生産を行うことができる。

[0047] 第 2 透明電極 3 4 は、プロセス的な要因で、下層の反射金属層 3 2 と一括でウエットエッチングされる。このため、第 2 透明電極 3 4 の層厚は、例えば 5 ~ 30 nm の範囲内であることが好ましい。第 2 透明電極 3 4 の層厚が例えば 5 nm 以上であれば、膜厚管理が可能な成膜ができる。一方、第 2 透明電極 3 4 の層厚が例えば 30 nm 以下であれば、容易に、下層の反射金属層 3 2 と一括してウエットエッチングすることができるとともに、光の透過率を低下させることなく、輝度の低下を防ぐことができる。なお、半透明金属層 3 3 の層厚については後で説明する。

[0048] 第 2 電極 2 5 が金属薄膜からなる半透明電極 5 1 である場合、半透明電極 5 1 の層厚は、例えば 10 ~ 50 nm の範囲内であることが好ましい。半透明電極 5 1 の層厚が 10 nm 以上であれば、表面を段切れすることなく被覆して、電極として機能できる。また、半透明電極 5 1 の層厚が 50 nm 以下であれば、光の透過率を急激に低下させることがなく、輝度および発光効率の低下を防ぐことができる。また、半透明電極 5 1 上に透明電極 5 2 を設ける場合、透明電極 5 2 の層厚は、例えば 10 ~ 100 nm の範囲内であるこ

とが好ましい。透明電極52の層厚が例えば10nm以上であれば、配線抵抗が高くなることによって生じる駆動電圧の上昇を防ぐことができる。また、透明電極52の層厚が例えば100nm以下であれば、光の透過率を低下させることなく、輝度の低下を防ぐことができる。

[0049] キャップ層26の厚みは、キャップ層26を有機層61単層で形成する場合、例えば30~200nmの範囲内であることが好ましく、キャップ層26を無機層62単層で形成する場合、例えば5~50nmの範囲内であることが好ましい。また、キャップ層26を、有機層61と無機層62との積層体で形成する場合、有機層61の層厚は、無機層62の層厚より厚いことが好ましく、有機層61の層厚が50~100nmの範囲内で、かつ、無機層62の層厚が10~30nmの範囲内であることが好ましい。これにより、光学干渉効果を発現して光取り出しの改善を行うことができる。

[0050] 機能層24の層厚（言い換えれば、第1電極22と第2電極25との間の距離）は特に限定されるものではない。機能層24の層厚は、例えば、1~1000nmの範囲内で設定されるが、50~200nmの範囲であることがより好ましい。機能層24の層厚が例えば50nm以上であれば、ゴミ等の異物によって生じる画素欠陥を防ぐことができ、近接場光による発光効率の低下を抑制することができる。また、機能層24の層厚が例えば200nm以下であれば、機能層24の抵抗成分によって生じる駆動電圧の上昇を抑えることができる。なお、機能層24における各層の層厚は、その種類に応じて、要求される発光素子ESの特性が得られるように適宜設定すればよく、特に限定されない。マイクロキャビティー効果（干渉効果）によって色純度を向上させる場合には、所望の光路長が得られるように、各層の層厚を、発光色毎に、最適な層厚に調整すればよい。

[0051] 図1に示すように、各発光層43R・43G・43Bで発光した光のうち半分の50%の光は、第2電極25側から直接外部に出射される。一方、各発光層43R・43G・43Bで発光した光のうち残りの50%の光は、半透明金属層33または反射金属層32で反射されて各発光層43R・43G

・ 4 3 Bに戻り、各発光層 4 3 R・4 3 G・4 3 Bから外部に向かって出射される。このため、各発光層 4 3 R・4 3 G・4 3 Bから半透明金属層 3 3 を通って反射金属層 3 2に向かう光は、半透明金属層 3 3または反射金属層 3 2で反射させてできるだけ利用することが望ましい。一方、表示装置 1 内に外部から入射する外光の反射は、できるだけ抑制することが望ましい。

[0052] そこで、発光素子 E S から発光される発光色のピーク波長を  $\lambda$  とし、発光層 4 3 と反射金属層 3 2 との間の光学距離を  $L_1$  とし、発光層 4 3 と半透明金属層 3 3 との間の光学距離を  $L_2$  とすると、 $L_1 = (2m - 1) / 4 \times \lambda$  ( $m$  は 1 以上の整数) または  $L_2 = (2m - 1) / 4 \times \lambda$  ( $m$  は 1 以上の整数) となるように、光学距離  $L_1$  または  $L_2$  が設定されていることが望ましい。より具体的には、例えば、 $L_1 = 3 / 4 \times \lambda$  または  $L_2 = 3 / 4 \times \lambda$  となるように光学距離  $L$  が設定されていることが望ましい。

[0053] なお、各発光層 4 3 R・4 3 G・4 3 B と反射金属層 3 2 との間の光学的距離は、各発光層 4 3 R・4 3 G・4 3 B と反射金属層 3 2 との間の各層の屈折率  $n$  と層厚との積の総和で表される。

[0054] したがって、図 1 に示す例では、以下のように設定されることが望ましい。なお、以下では、各発光素子 E S から発光される発光色のピーク波長を区別するため、発光素子 E S B から発光される発光色である青色のピーク波長を  $\lambda_B$  とし、発光素子 E S G から発光される発光色である緑色のピーク波長を  $\lambda_G$  とし、発光素子 E S R から発光される発光色である赤色のピーク波長を  $\lambda_R$  とする。また、発光層 4 3 B と反射金属層 3 2 との間の光学距離を  $L_B$  とし、発光層 4 3 G と反射金属層 3 2 との間の光学距離を  $L_G$  とし、発光層 4 3 R と反射金属層 3 2 との間の光学距離を  $L_R$  とする。

[0055] このとき、本実施形態に係る表示装置 1 では、青色のサブ画素では、図 1 に示す発光素子 E S B における、発光層 4 3 B と反射金属層 3 2 との間の光学距離  $L_{B1}$  (すなわち、半透明金属層 3 3、第 2 透明電極 3 4、正孔注入層 4 1 B、および正孔輸送層 4 2 B、の各層の屈折率  $n$  と層厚との積の総和)、もしくは、発光層 4 3 B と半透明金属層 3 3 との間の光学距離  $L_{B2}$  (すな

わち、第2透明電極34、正孔注入層41B、および正孔輸送層42B、の各層の屈折率 $n$ と層厚との積の総和)が、 $(2m_B - 1) / 4 \times \lambda_B$  ( $m_B$ は1以上の整数)であり、例えば、 $3 / 4 \times \lambda_B$ となるように設定されていることが望ましい。また、緑色のサブ画素では、図1に示す発光素子ESGにおける、発光層43Gと反射金属層32との間の光学距離 $L_{G1}$  (すなわち、半透明金属層33、第2透明電極34、正孔注入層41G、および正孔輸送層42G、の各層の屈折率 $n$ と層厚との積の総和)、もしくは、発光層43Gと半透明金属層33との間の光学距離 $L_{G2}$  (すなわち、第2透明電極34、正孔注入層41G、および正孔輸送層42G、の各層の屈折率 $n$ と層厚との積の総和)が、 $(2m_G - 1) / 4 \times \lambda_G$  ( $m_G$ は1以上の整数)であり、例えば、 $3 / 4 \times \lambda_G$ となるように設定されていることが望ましい。赤色のサブ画素では、図1に示す発光素子ESRにおける、発光層43Rと反射金属層32との間の光学距離 $L_{R1}$  (すなわち、半透明金属層33、第2透明電極34、正孔注入層41R、および正孔輸送層42R、の各層の屈折率 $n$ と層厚との積の総和)もしくは、発光層43Rと半透明金属層33との間の光学距離 $L_{R2}$  (すなわち、第2透明電極34、正孔注入層41R、および正孔輸送層42R、の各層の屈折率 $n$ と層厚との積の総和)が、 $(2m_R - 1) / 4 \times \lambda_R$  ( $m_R$ は1以上の整数)であり、例えば、 $L_R = 3 / 4 \times \lambda_R$ となるように設定されていることが望ましい。これにより、各発光層43から、特定のピーク波長を有する光を効率良く取り出すことができる。

[0056] また、半透明金属層33と第2電極25との間の距離は、膜厚管理上、発光層43と反射金属層32との間の光学距離 $L$ に対して0.9~1.5倍の範囲内であることが好ましく、1.0~1.4倍の範囲内であることがより好ましく、1.0倍であることが特に好ましい。

[0057] また、入射光強度を $I_0$ とし、透過光強度を $I$ とし、反射率を $R (= I / I_0)$ とした場合、ランベルト・ベール (Lambert-Beer) の法則 $I = I_0 e^{-\alpha d}$ により、反射率 $R$ は、 $R = e^{-\alpha d}$ で表される。ここで、 $d$ は、発光素子ESの厚みを示し、 $\alpha$ は、発光素子ESの吸収係数を示す

。したがって、上記の式を用いることで、発光素子ESの厚みと発光素子ESの反射率との関係を決定することができる。このため、上記の式を用いることで、光学的な効果を試算することができる。

[0058] 半透明金属層33の層厚は、例えば1～5nmの範囲内であることが望ましく、2nm以上、5nm未満の範囲内であることがより望ましく、2nmであることが特に望ましい。以下に、この理由について、説明する。

[0059] 図3は、半透明金属層33としてMoSiを用いたときの、半透明金属層33の層厚と、リファレンスとして用いた、円偏光板付きの表示装置の反射率を100%としたときの、該円偏光板付きの表示装置の正面輝度に対する、各層厚を有する半透明金属層33が設けられた表示装置1の赤、緑、青の各正面輝度比との関係、並びに、上記半透明金属層33の層厚と、リファレンスとして用いた、円偏光板付きの表示装置の反射率（外光反射率、以下、「パネル反射率」と称する）を100%としたときの、該円偏光板付きの表示装置の反射率（パネル反射率）に対する、各層厚を有する半透明金属層33が設けられた表示装置1の反射率（パネル反射率）の反射率比との関係を示すグラフである。なお、表1に、半透明金属層33としてMoSiを用いたときの、半透明金属層33の層厚と、表示装置1の赤、緑、青の各正面輝度比との関係を示す。また、表2に、半透明金属層33としてMoSiを用いたときの、半透明金属層33の層厚と、表示装置1の反射率（パネル反射率）、並びに、比較用の表示装置の反射率（パネル反射率、表2中、「Ref」で示す）に対する反射率比との関係を示す。また、表3に、表示装置1において半透明金属層33を設けなかった場合の赤、緑、青の各色のサブ画素毎の反射率（サブ画素毎の外光反射率）、並びに、表示装置1における半透明金属層33の層厚と、赤、緑、青の各色のサブ画素毎の反射率（サブ画素毎の外光反射率）との関係を示す。

[0060] なお、上記パネル反射率（表示装置の外光反射率）とは、RGBの各色のサブ画素SPの開口部とバンク23とで構成される、表示装置の表示パネルの表面全体の反射率を意味し、上記各色のサブ画素SPの開口部とバンクと

におけるそれぞれの反射率と面積比率との積の総和で示される。また、サブ画素毎の反射率（サブ画素毎の外光反射率）とは、上記表示装置の表示パネルの表面全体の反射率において、各色のサブ画素SPの開口部の反射率が占める割合であり、上記各色のサブ画素SPの開口部とバンクとにおけるそれぞれの反射率と面積比率との積の総和に対する、各色のサブ画素SPの開口部の反射率と面積比率との積で示される。

[0061] 上記パネル反射率は、顕微分光測定装置（大塚電子社製の「OPTM series」）で測定した、RGBの各色のサブ画素SPの開口部とバンク表面とにおけるそれぞれの反射率と、それぞれが全体に占める面積比率とで試算することができ、RGBの各色のサブ画素SPにおける各色の発光素子ESの出射特性は、サイバネット社製のOLED素子のシミュレータ「SETFOS」で試算することができる。

[0062] なお、比較用の表示装置には、半透明金属層33が設けられていない、円偏光板付きの表示装置を使用した。また、表2の右欄の反射率比および図3の反射率比は、上記シミュレーションにより得られた、上記比較用の表示装置である円偏光板付きの表示装置の反射率を100%とし、円偏光板の代わりに半透明金属層33を、該半透明金属層33の層厚を1~10nmの範囲内で種々変更して設けたときの、上記円偏光板付きの表示装置の反射率に対する、各層厚を有する半透明金属層33が設けられた表示装置1の反射率の反射率比を示す。

[0063] なお、上記シミュレーションに用いた表示装置1の構成（以下、「構成A」と称する）は、以下の通りである。

[0064] 有機層61（キャップ層26、 $\alpha$ -NPD） 78nm  
透明電極52（第2電極25、Ag） 24nm  
半透明電極51（第2電極25、Mg-Ag合金） 1nm  
電子注入層46R（LiF） 0.5nm、電子注入層46G（LiF）  
0.5nm、電子注入層46B（LiF） 0.5nm  
電子輸送層45R（Bphen（4,7-ジフェニル-1,10-フェナ

ントロリン) ) 15 nm、電子輸送層45G (Bphen) 15 nm、  
電子輸送層45B (Bphen) 15 nm

正孔ブロッキング層44R (BCP (2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン) ) 40 nm、正孔ブロッキング層44G (BCP) 40 nm、正孔ブロッキング層44B (BCP) 25 nm

発光層43R (BeBq2 (ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)) : Ir(piq)3 (トリス(1-フェニルイソキノリン)イリジウム(III)) 20 nm、発光層43G (TCTA (4,4',4''-トリス-(N-カルバゾリル)-トリフェニルアミン) : Ir(ppy)3 (オルトメタル化イリジウム錯体) ) 20 nm、発光層43B (DPVBi (4,4'-ビス(2,2'-ジフェニルビニル)-ビフェニル) : BczVBi (4,4'-ビス(9-エチル-3-カルバゾビニレン)-1,1'-ビフェニル) 10 nm

正孔輸送層42R ( $\alpha$ -NPD (N,N'-ジ(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニルベンジジン) ) 10 nm、正孔輸送層42G ( $\alpha$ -NPD) 10 nm、正孔輸送層42B ( $\alpha$ -NPD) 10 nm

正孔注入層41R ( $\alpha$ -NPD : MoO<sub>3</sub>) 200 nm、正孔注入層41G ( $\alpha$ -NPD : MoO<sub>3</sub>) 145 nm、正孔注入層41B ( $\alpha$ -NPD : MoO<sub>3</sub>) 115 nm

第2透明電極34 (ITO、第1電極22) 19 nm

半透明金属層33 (MoSi、第1電極22) 1~10 nmの範囲内で変更

反射金属層32 (Ag、第1電極22) 100 nm

ガラス基板 0.7 mm

また、上記シミュレーションに用いた比較用の表示装置の構成(以下、「構成B」と称する)は、以下の通りである。

[0065] 円偏光板(透過率42.5%(全波長域))

有機層 6 1 ( キャップ層 2 6、 $\alpha$ -NPD) 78 nm  
透明電極 5 2 ( 第 2 電極 2 5、Ag) 24 nm  
半透明電極 5 1 ( 第 2 電極 2 5、Mg-Ag 合金) 1 nm  
電子注入層 4 6 R ( LiF) 0.5 nm、電子注入層 4 6 G ( LiF)  
0.5 nm、電子注入層 4 6 B ( LiF) 0.5 nm  
電子輸送層 4 5 R ( Bphen) 15 nm、電子輸送層 4 5 G ( Bphen)  
15 nm、電子輸送層 4 5 B ( Bphen) 15 nm  
正孔ブロッキング層 4 4 R ( BCP) 40 nm、正孔ブロッキング層 4  
4 G ( BCP) 40 nm、正孔ブロッキング層 4 4 B ( BCP) 25 nm  
m  
発光層 4 3 R ( BeBq2) : Ir ( piq) 3) 20 nm、発光層 4  
3 G ( TCTA : Ir ( ppy) 3) 20 nm、発光層 4 3 B ( DPVB  
i : BczVBi) 10 nm  
正孔輸送層 4 2 R ( $\alpha$ -NPD) 10 nm、正孔輸送層 4 2 G ( $\alpha$ -N  
PD) 10 nm、正孔輸送層 4 2 B ( $\alpha$ -NPD) 10 nm  
正孔注入層 4 1 R ( $\alpha$ -NPD : MoO<sub>3</sub>) 200 nm、正孔注入層 4 1  
G ( $\alpha$ -NPD : MoO<sub>3</sub>) 145 nm、正孔注入層 4 1 B ( $\alpha$ -NPD :  
MoO<sub>3</sub>) 115 nm  
第 2 透明電極 3 4 ( ITO、第 1 電極 2 2) 19 nm  
反射金属層 3 2 ( Ag、第 1 電極 2 2) 100 nm  
ガラス基板 0.7 mm

なお、表示装置 1 および比較用の表示装置における各サブ画素の開口率は、何れも、青色のサブ画素の開口率が 10%、緑色のサブ画素の開口率が 12%、赤色のサブ画素の開口率が 8%とした。

[表1]

【表1】

MoSiの 層厚 (nm)	正面輝度比 (%)		
	赤	緑	青
1	177	161	169
2	130	112	129
3	96	79	103
4	71	58	84
5	53	43	70
6	41	34	59
7	32	27	50
8	26	22	44
9	22	18	38
10	19	16	34

[表2]

【表2】

MoSiの層厚 (nm)	反射率 (%)	反射率比 (%)
0 (Ref)	5.3	100
1	24.2	461
2	22.9	436
3	22.0	418
4	21.2	403
5	20.6	392
6	20.1	383
7	19.7	375
8	19.4	369
9	19.1	346
10	18.9	360

[0066]

[表3]

【表3】

MoSiの 層厚 (nm)	反射率 (%)		
	赤	青	緑
0	91.5	85.4	84.5
1	85.9	78.8	77.0
2	82.4	74.6	71.5
3	79.7	71.7	67.2
4	77.5	69.6	63.9
5	75.6	68.0	61.3
6	73.9	66.7	59.3
7	72.4	65.7	57.8
8	71.0	64.8	56.6
9	69.7	64.2	55.8
10	68.6	63.7	55.3

表2および図3に示すように、半透明金属層33の層厚が7nm以上の場合の反射率比の低下率は、半透明金属層33の層厚が7nmの場合の反射率比の低下率よりも小さい。したがって、半透明金属層33の層厚が7nm付近に、半透明金属層33の層厚と上記反射率比との関数における変曲点があると考えられる。しかしながら、上述したように例えば、青のサブ画素の開口率が10%、緑のサブ画素の開口率が12%、赤のサブ画素の開口率が8%であるとする、表1および図3に示すように、正面輝度は、半透明金属層33の層厚が5nmで半減する。したがって、半透明金属層33の層厚は、5nm以下であることが望ましく、5nm未満であることがより望ましい。一方、表面反射率を低減させるため、半透明金属層33の層厚は、1nm以上であることが望ましい。また、半透明金属層33の層厚が2nmの場合、半透明金属層33の層厚が5nmの場合と比較して遜色ない反射率の低減効果を得ることができるとともに、正面輝度の目減りが少ない。このため、半透明金属層33の層厚は、2nm以上であることがより望ましく、2nmであることが特に望ましい。また、表3に示す結果から、半透明金属層33の層厚の範囲として、1~5nmの範囲が、各色の発光素子ESの反射率の

低減と正面輝度とのバランスのとれた範囲であることが判る。

[0067] なお、表2および図3において、反射率比が100%を越えていることは、表示装置1は円偏光板が設けられていないことで、円偏光板による光の吸収が抑えられ、その分、各発光層43R・43G・43Bから出射される光の利用効率が高いことを示す。すなわち、本実施形態によれば、円偏光板付きの表示装置と比較して、光の利用効率が高い表示装置1を提供することができる。

[0068] また、図4に、青色の発光デバイスである発光素子ESBにおける、発光層43Bからの発光層反射率、並びに、半透明金属層33として、層厚2nmまたは5nmのMoSiを設けた発光素子ESBにおける反射金属層32からの反射率と、波長との関係を示す。また、図5に、緑色の発光デバイスである発光素子ESGにおける、発光層43Gからの発光層反射率、並びに、半透明金属層33として、層厚2nmまたは5nmのMoSiを設けた発光素子ESGにおける反射金属層32からの反射率と、波長との関係を示す。図6に、赤色の発光デバイスである発光素子ESRにおける、発光層43Rからの発光層反射率、並びに、半透明金属層33として、層厚2nmまたは5nmのMoSiを設けた発光素子ESRにおける反射金属層32からの反射率と、波長との関係を示す。

[0069] なお、ここで、各発光層43R・43G・43Bからの発光層反射率とは、各発光層43R・43G・43Bからキャップ層26までの構成（つまり、各発光層43R・43G・43B、第2電極25、およびキャップ層26）の反射率を示す。また、各発光素子ESR・ESG・ESBにおける反射金属層32からの反射率とは、各発光素子ESR・ESG・ESBにおける反射金属層32で反射した光（外光、並びに、各発光層43R・43G・43Bで発光した光）の反射率を示す。

[0070] また、表4に、半透明金属層33が設けられていない、比較用の各発光素子ESR・ESG・ESB（表4中、「Ref」で示す）における、波長380~780nmでの反射率を単純に平均した平均の反射率と、半透明金属

層33として、層厚2nmまたは5nmのMoSiを設けた各発光素子ESR・ESG・ESBにおける、波長380～780nmでの反射率を単純に平均した、各発光素子ESR・ESG・ESBでの平均の反射率と、各発光素子ESR・ESG・ESBにおける、波長380～780nmでの発光層反射率を単純に平均した、各発光素子ESR・ESG・ESBでの平均の発光層反射率と、を併せて示す。

[0071] なお、上記反射金属層32からの反射率および発光層反射率は、それぞれ、以下の方法で試算した。また、反射金属層32からの平均の反射率および平均の発光層反射率は、それぞれサイバネット社製の前記「SETFOS」により試算した。

[0072] なお、上記反射金属層32からの反射率の試算（シミュレーション）に用いた層構成は、前記構成Aと同じ構成とした。

[0073] [表4]

【表4】

	ESR	ESG	ESB
平均の反射率 (Ref)	84.5%	85.4%	91.5%
平均の反射率 (MoSi 2nm)	71.5%	74.6%	82.4%
平均の反射率 (MoSi 5nm)	61.3%	68.0%	75.6%
平均の発光層反射率	56.4%	56.6%	54.6%

図4～図6に示す結果から、半透明金属層33（図4～図6に示す例では例えば層厚2nmまたは5nmの半透明金属層33）を設けることで、各発光素子ESR・ESG・ESBの発光色のピーク波長の光並びにその補色のピーク波長の光を吸収し、これらピーク波長の光の反射を抑制することができることが判る。また、表4に示す結果から、層厚2nmまたは5nmの半透明金属層33を設けることで、Refで示す比較用の各発光素子ESR・ESG・ESBと比較して、平均の反射率を約10～20%低下させることができることが判る。

[0074] このように、本実施形態によれば、各発光素子ESR・ESG・ESBの発光色のピーク波長の光並びにその補色のピーク波長の光の反射率を抑制す

ることで、各発光素子 ESR・ESG・ESB の発光色のコントラストを高めることができるとともに、各発光素子 ESR・ESG・ESB の発光色のピーク波長の光の透過率を高めることができる。また、反射率を抑制できるため、指向性も低下できる。また、上述したように半透明金属層 33 は薄いため、抵抗も問題にはならない。

[0075] また、このとき、半透明金属層 33 により、各サブ画素に入射する、各サブ画素における発光素子 ES の発光色のピーク波長と同じ波長の外光の反射率を抑制する一方、前述したように各サブ画素における発光素子 ES の発光層 43 と反射金属層 32 との間の光学距離  $L$  を  $L = 3/4 \times \lambda$  となるように設定して、各発光層 43 から第 1 電極 22 側に向かう、各発光層 43 から出射された光の利用効率を向上させることで、各発光素子 ESR・ESG・ESB の発光色のピーク波長の光の透過率をさらに高めることができる。

[0076] また、本実施形態によれば、上述したように外光の反射を抑制することができるので、発光層 43 から直接外部に出射される光と外光の反射光との干渉効果が減少する。このため、半透明金属層 33 が設けられていない場合と比較して、視野角特性を向上させることができる。

[0077] 図 7 は、半透明金属層 33 が設けられていない、比較用の発光素子 ESB (図 7 中、「Ref」で示す) および半透明金属層 33 として、層厚 2 nm または 5 nm の MoSi を設けた発光素子 ESB の角度依存性を示すグラフである。また、図 8 は、半透明金属層 33 が設けられていない、比較用の発光素子 ESG (図 7 中、「Ref」で示す) および半透明金属層 33 として、層厚 2 nm または 5 nm の MoSi を設けた発光素子 ESG の角度依存性を示すグラフである。図 9 は、半透明金属層 33 が設けられていない、比較用の発光素子 ESR (図 7 中、「Ref」で示す) および半透明金属層 33 として、層厚 2 nm または 5 nm の MoSi を設けた発光素子 ESR の角度依存性を示すグラフである。また、表 5 に、半透明金属層 33 での吸収率を考慮に入れた、各発光素子 ESR・ESG・ESB での正面輝度の低下率 (正面輝度比) を示す。

[0078] なお、図7～図9において、角度依存性とは、正面を0°とし、Refで示す発光素子の正面輝度を100%としたときの、角度と、正面輝度に対する輝度比との関係を示す。また、表5に示す正面輝度比とは、Refで示す発光素子の正面輝度を100%としたときの、各発光素子の正面輝度を示す。

[0079] なお、上記正面輝度および正面輝度比並びに角度依存性は、それぞれ、サイバネット社製の前記「SETFOS」を使用して、出射方向毎の発光輝度を試算して比較した。

[0080] また、上記正面輝度および正面輝度比並びに角度依存性の試算（シミュレーション）には、図4～図6に示す、反射金属層32からの反射率の試算（シミュレーション）に用いた層構成と同じ層構成を使用した。

[0081] [表5]

【表5】

	ESR	ESG	ESB
正面輝度比 (Ref)	100%	100%	100%
正面輝度比 (MoSi 2nm)	55%	38%	55%
正面輝度比 (MoSi 5nm)	8%	32%	8%

図7～図9に示すように、本実施形態によれば、半透明金属層33を設けることで、半透明金属層33を設けない場合と比較して、斜め方向での輝度の低下を抑制することができることが判る。例えば、各発光素子ESR・ESG・ESBを斜め30°～60°の方向から見たとき、半透明金属層33を設けない場合には正面輝度に対して輝度が半減ないし10%程度にまで低下するのに対し、半透明金属層33を設けた場合、半透明金属層33を設けない場合と比較して、5～50%高い輝度を得ることができる。

[0082] 斜め方向から見て色付く光は、下向きの光（つまり、第1電極22側に向かう光）であり、透過する光と反射する光とが干渉し、斜め方向から見たときに光路長に差が生じることで、干渉縞が発生し、色付きが生じる。しかしながら、本実施形態によれば、半透明金属層33により、上記下向きの光を

吸収し、外光による干渉効果を低減させて干渉縞の発生を抑制することができる。このため、上述したように、視野角特性を改善することができ、指向性を低下させる（全方位に光を出射させる）ことができる。

[0083] なお、図7～図9に示すように、角度依存性は、半透明金属層33の厚みが大きいほど緩和される。このため、斜めからの視認性は、挿入する半透明金属層33の厚みが大きい方がよい。但し、表5並びに前記表1に示すように、挿入する半透明金属層33の厚みが大きいほど、正面輝度比が低下する。したがって、輝度の低下を考慮すれば、前述したように、半透明金属層33の層厚は、1～5nmの範囲内であることが望ましく、2nm以上、5nm未満の範囲内であることがより望ましく、2nmであることが特に望ましい。

[0084] [実施形態2]

本実施形態では、実施形態1との相異点について説明する。なお、説明の便宜上、実施形態1で説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0085] 図10は、本実施形態にかかる表示装置1の発光素子層5における各発光素子ESR・ESG・ESBの概略構成を示す断面図である。

[0086] 本実施に係る表示装置1は、図10に示すように、各発光素子ESR・ESG・ESBにおいて、第2透明電極34が、反射金属層32と半透明金属層33との間に設けられていることを除けば、実施形態1に係る表示装置1と同じである。

[0087] すなわち、本実施形態に係る表示装置1は、各発光素子ESにおける第1電極22が、下層側（つまり、薄膜トランジスタ層4側）から、第1透明電極31、反射金属層32、半透明金属層33、および第2透明電極34を、この順に備えている。

[0088] このように第2透明電極34と半透明金属層33との順番が逆である場合にも、実施形態1と同じ効果を得ることができる。また、前述したように、MoSi等の半透明金属層33は、仕事関数が大きく、機能層24に対して

効率良く正孔を注入することができる。

[0089] <変形例 1>

なお、実施形態 1、2 では、半透明金属層 33 が 1 層設けられている場合を例に挙げて説明したが、本実施形態は、これに限定されるものではない。半透明金属層 33 は、反射金属層 32 と機能層 24 との間に少なくとも 1 層設けられていればよく、図示はしないが、半透明金属層 33 は、図 1 に示したように反射金属層 32 と第 2 透明電極 34 との間、並びに、図 10 に示したように第 2 透明電極 34 と機能層 24 との間に、それぞれ設けられていてもよい。つまり、半透明金属層 33 は、第 1 半透明金属層と第 2 半透明金属層とを含み、各発光素子 E S における第 1 電極 22 が、下層側（つまり、薄膜トランジスタ層 4 側）から、第 1 透明電極 31、反射金属層 32、第 1 半透明金属層、第 2 透明電極 34、第 2 半透明金属層を、この順に備えていても構わない。

[0090] <変形例 2>

また、実施形態 1、2 では、各発光素子 E S R ・ E S G ・ E S B で半透明金属層 33 の厚みが一定である場合を例に挙げて説明したが、各発光素子 E S R ・ E S G ・ E S B で半透明金属層 33 の厚みを変更してもよい。

[0091] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

## 符号の説明

- [0092]
- |   |           |
|---|-----------|
| 1 | 表示装置      |
| 2 | 支持体       |
| 4 | 薄膜トランジスタ層 |
| 5 | 発光素子層     |
| 6 | 封止層       |

2 2	第 1 電極	
2 4	機能層	
2 5	第 2 電極	
3 1	第 1 透明電極	
3 4	第 2 透明電極	
3 2	反射金属層	
3 3	半透明金属層	
4 3 R、4 3 G、4 3 B	発光層	
E S R · E S G · E S B	発光素子	
T r	薄膜トランジスタ	

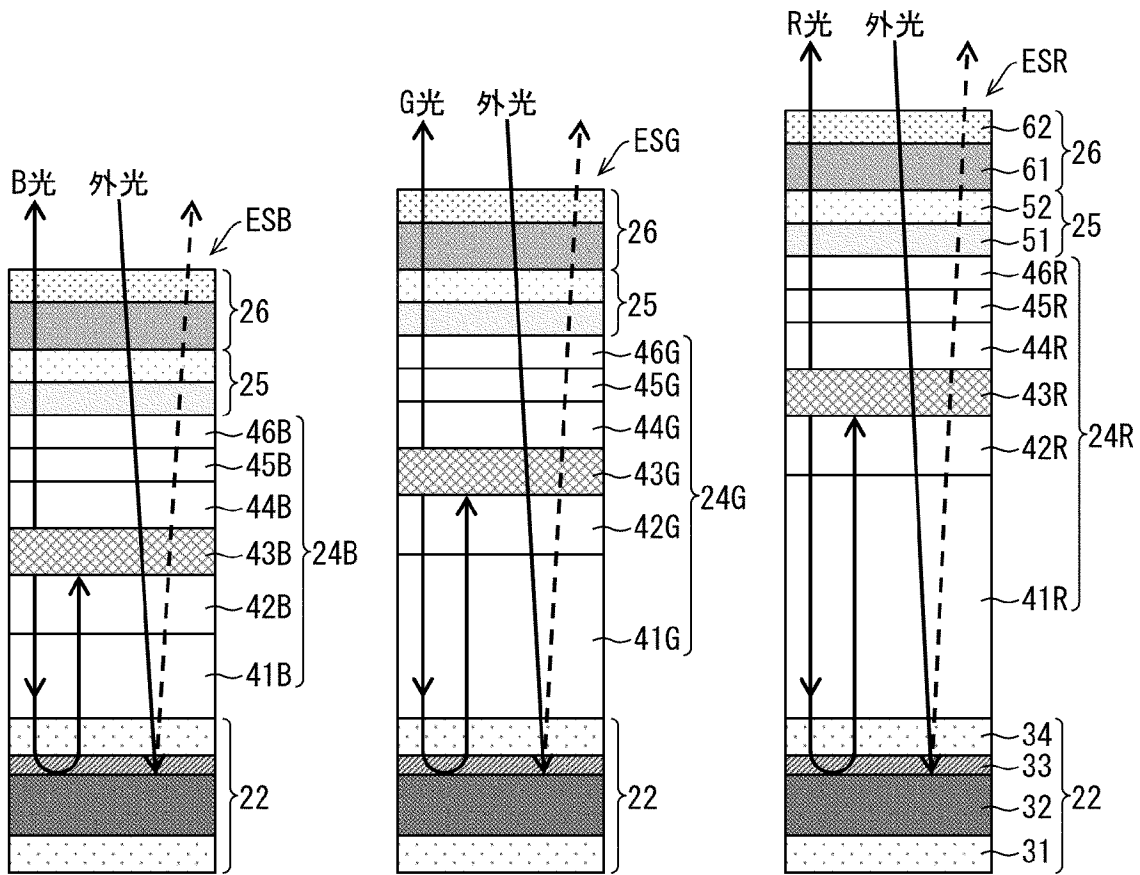
## 請求の範囲

- [請求項1] 薄膜トランジスタを含む薄膜トランジスタ層と、  
上記薄膜トランジスタ層上に、上記薄膜トランジスタ層側から、第1電極と、発光層を含む機能層と、第2電極とが、この順に設けられた発光素子を複数有する発光素子層と、  
上記発光素子層を覆う封止層と、を備え、  
上記第1電極は、上記薄膜トランジスタ層上に、第1透明電極、反射金属層、および半透明金属層を、この順に含むことを特徴とする表示装置。
- [請求項2] 上記半透明金属層は、光学定数の吸収係数  $k$  が  $k > 0$  である材料からなる半金属層であることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。
- [請求項3] 上記半透明金属層は、透光性を有し、かつ、正孔注入が可能な仕事関数を有する材料からなる半金属層であることを特徴とする請求項1または2に記載の表示装置。
- [請求項4] 上記半透明金属層は、50 nm以下の層厚を有し、仕事関数が4 eV以下であることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項5] 上記第1電極は、上記半透明金属層上に設けられた第2透明電極をさらに含むことを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項6] 上記第1電極は、上記反射金属層と上記半透明金属層との間に設けられた第2透明電極をさらに含むことを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項7] 上記半透明金属層の屈折率は、上記第2透明電極の屈折率よりも大きいことを特徴とする請求項5または6に記載の表示装置。
- [請求項8] 上記半透明金属層の吸収係数は、上記第2透明電極の吸収係数よりも大きいことを特徴とする請求項5～7の何れか1項に記載の表示装置。

- [請求項9] 上記第2透明電極は、ITOまたはIZOで形成されていることを特徴とする請求項5～8の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項10] 上記第2透明電極の層厚は、8～10nmの範囲内であることを特徴とする請求項5～9の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項11] 上記発光層から発光される発光色のピーク波長を $\lambda$ とし、上記発光層と上記反射金属層との間の光学距離を $L_1$ とし、上記発光層と上記半透明金属層との間の光学距離を $L_2$ とすると、 $L_1 = (2m - 1) / 4 \times \lambda$  ( $m$ は1以上の整数) または  $L_2 = (2m - 1) / 4 \times \lambda$  ( $m$ は1以上の整数) であることを特徴とする請求項1～10の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項12] 上記半透明金属層と上記第2電極との間の距離が、上記発光層と上記反射金属層との間の光学距離に対して0.9～1.5倍であることを特徴とする請求項1～11の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項13] 上記第1透明電極は、ITOまたはIZOで形成されていることを特徴とする請求項1～12の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項14] 上記反射金属層は、AgまたはAlで形成されていることを特徴とする請求項1～13の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項15] 上記半透明金属層は、モリブデンシリサイド、酸化モリブデン、タングステンシリサイド、酸化タングステン、および酸化ニッケルらなる群より選ばれる少なくとも一種を含む層であることを特徴とする請求項1～14の何れか1項に記載の表示装置。
- [請求項16] 上記半透明金属層の層厚が1～5nmの範囲内であることを特徴とする請求項1～15の何れか1項に記載の表示装置。

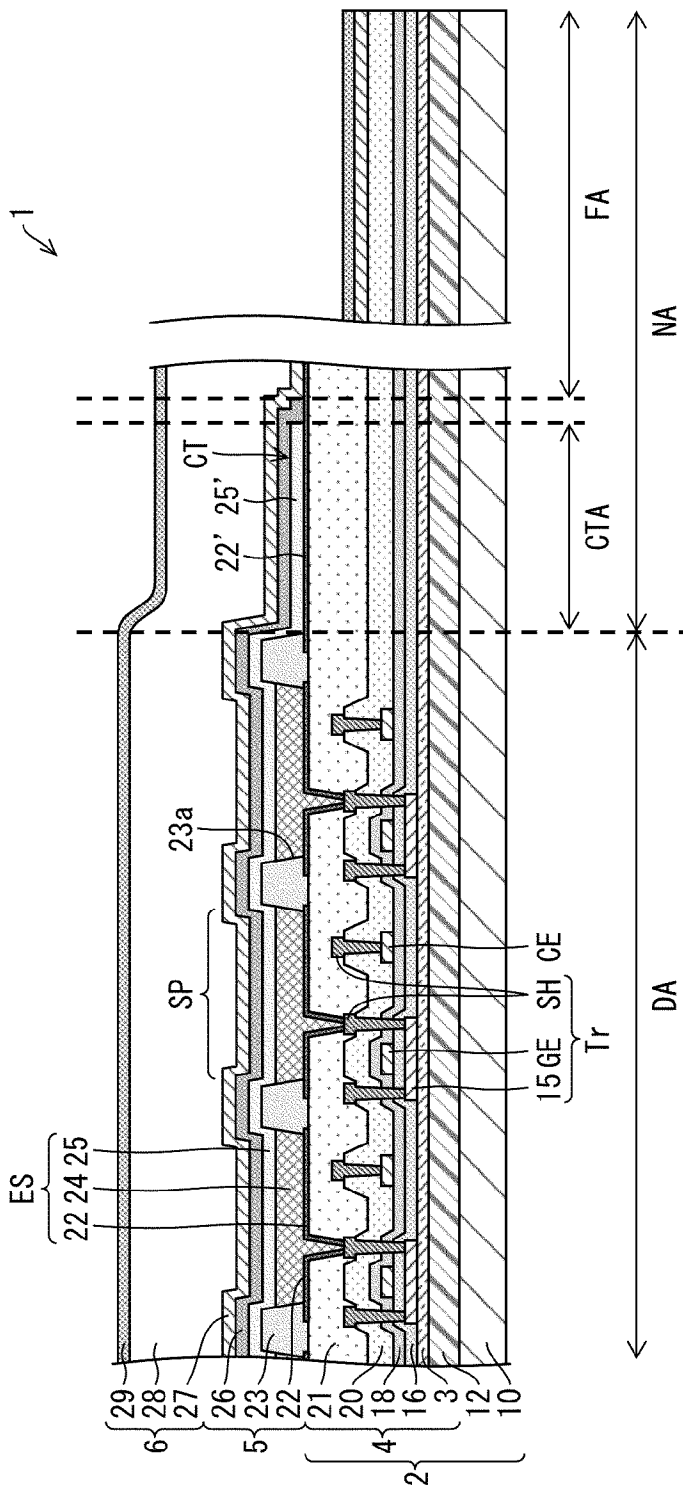
[図1]

図 1



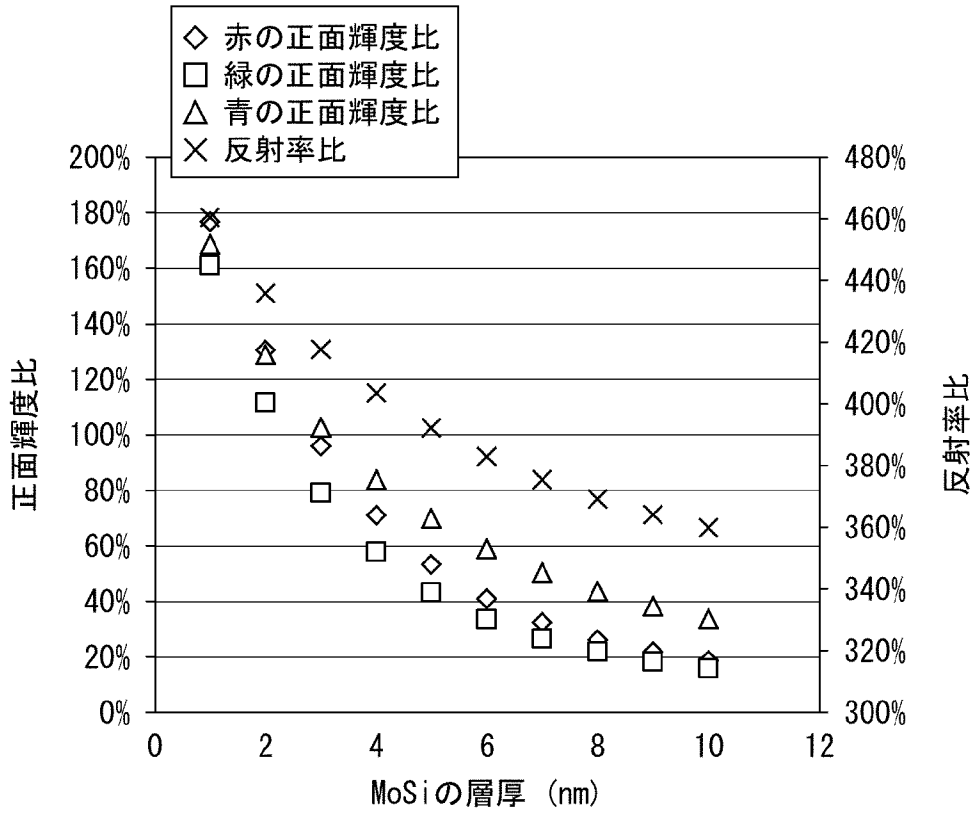
[図2]

図 2



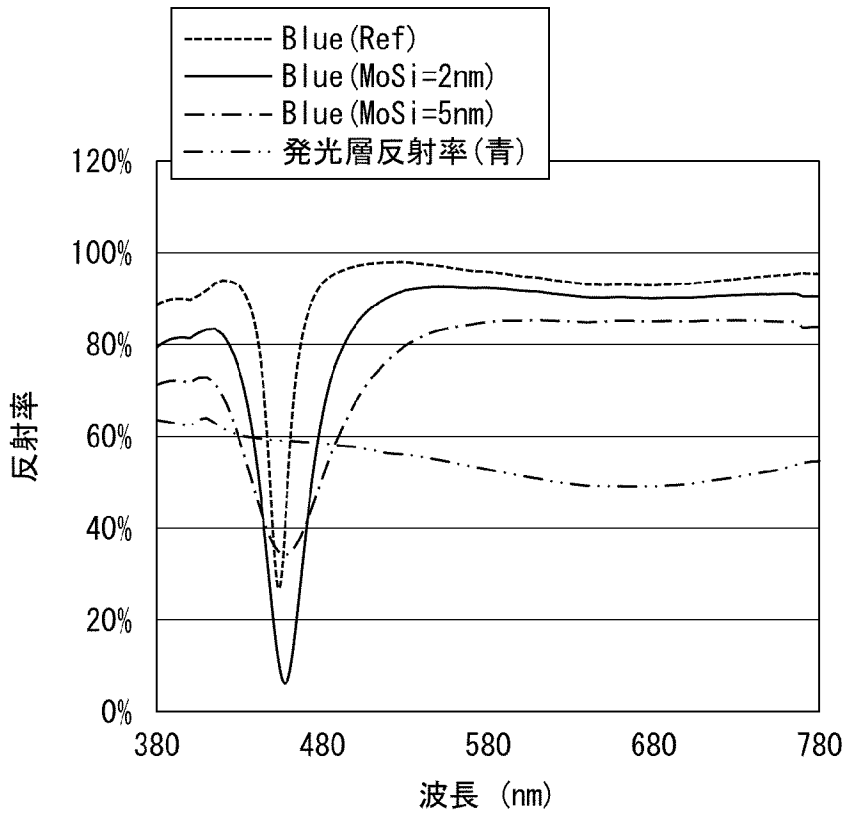
[図3]

図 3



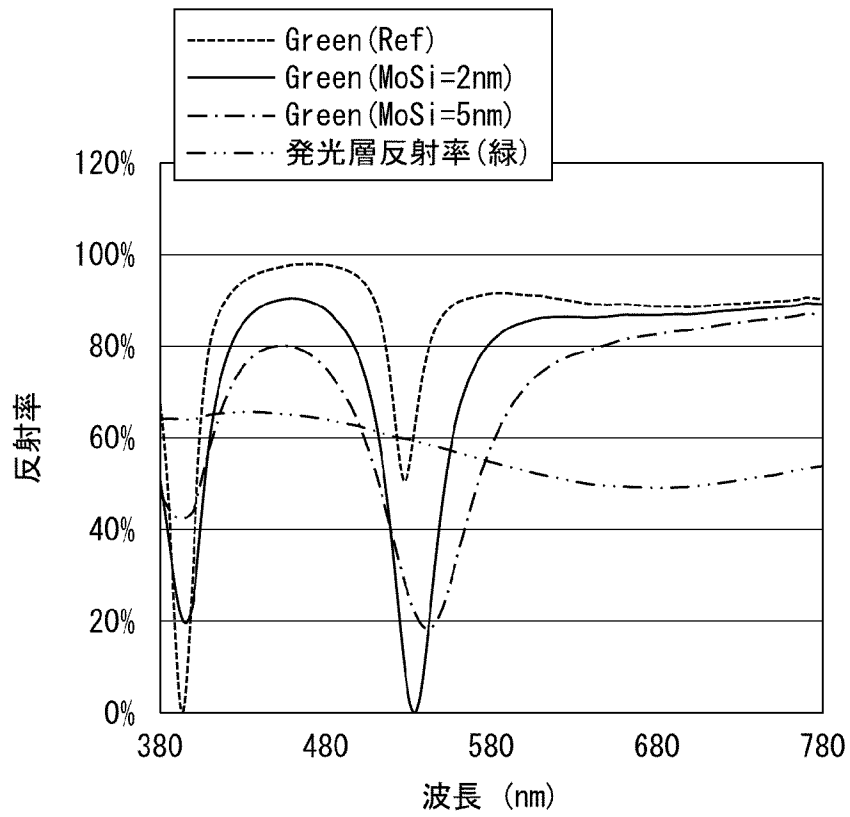
[図4]

図 4



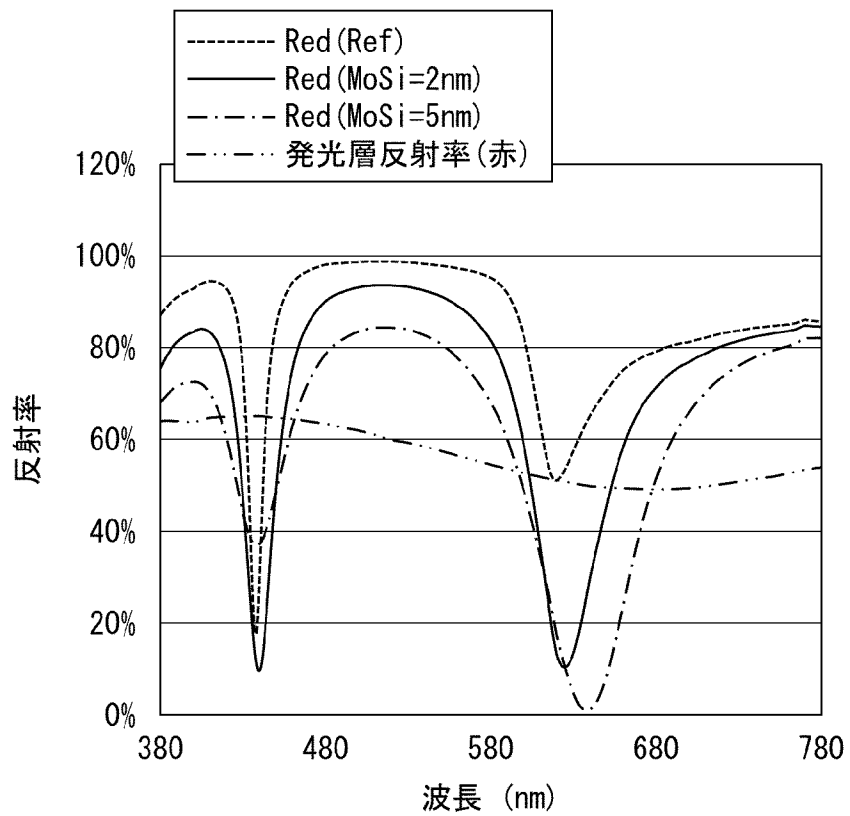
[図5]

図 5



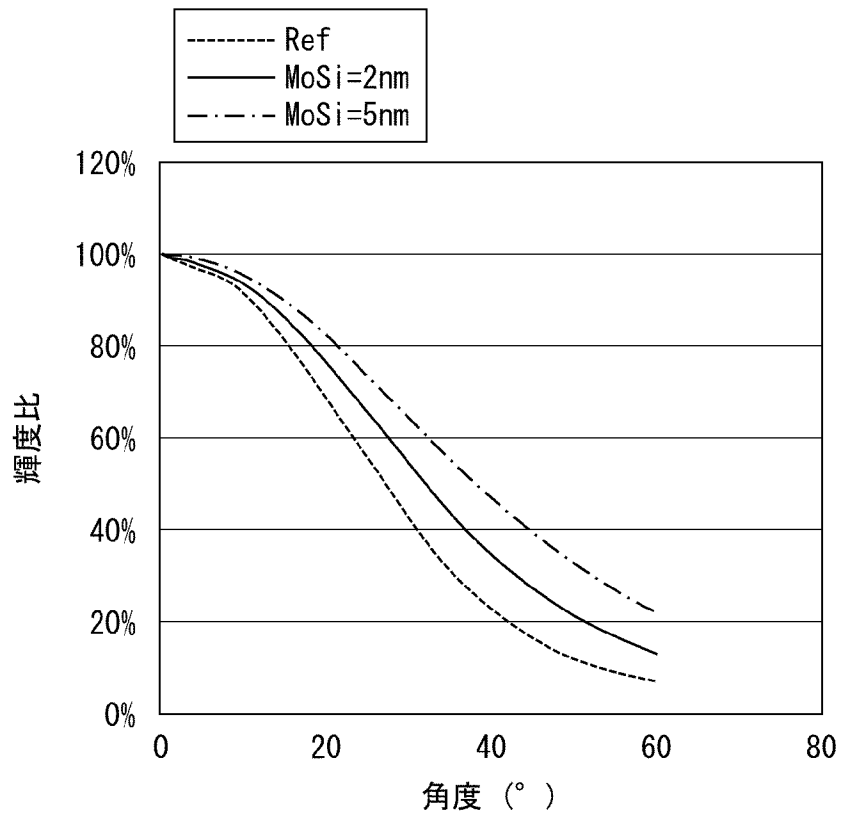
[図6]

図 6



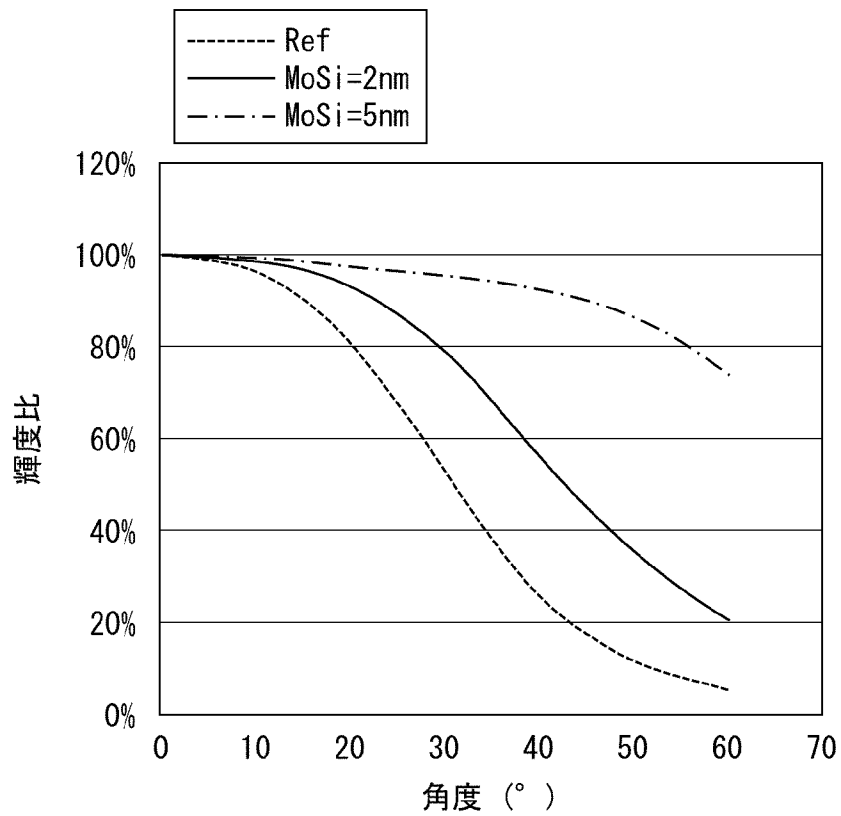
[図7]

図 7



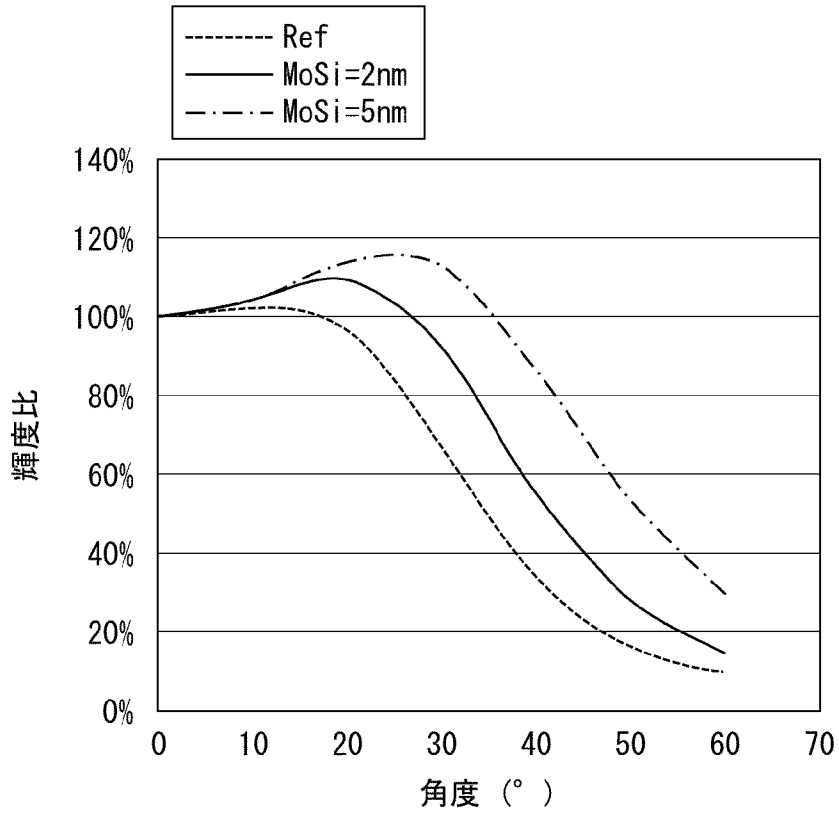
[図8]

図 8



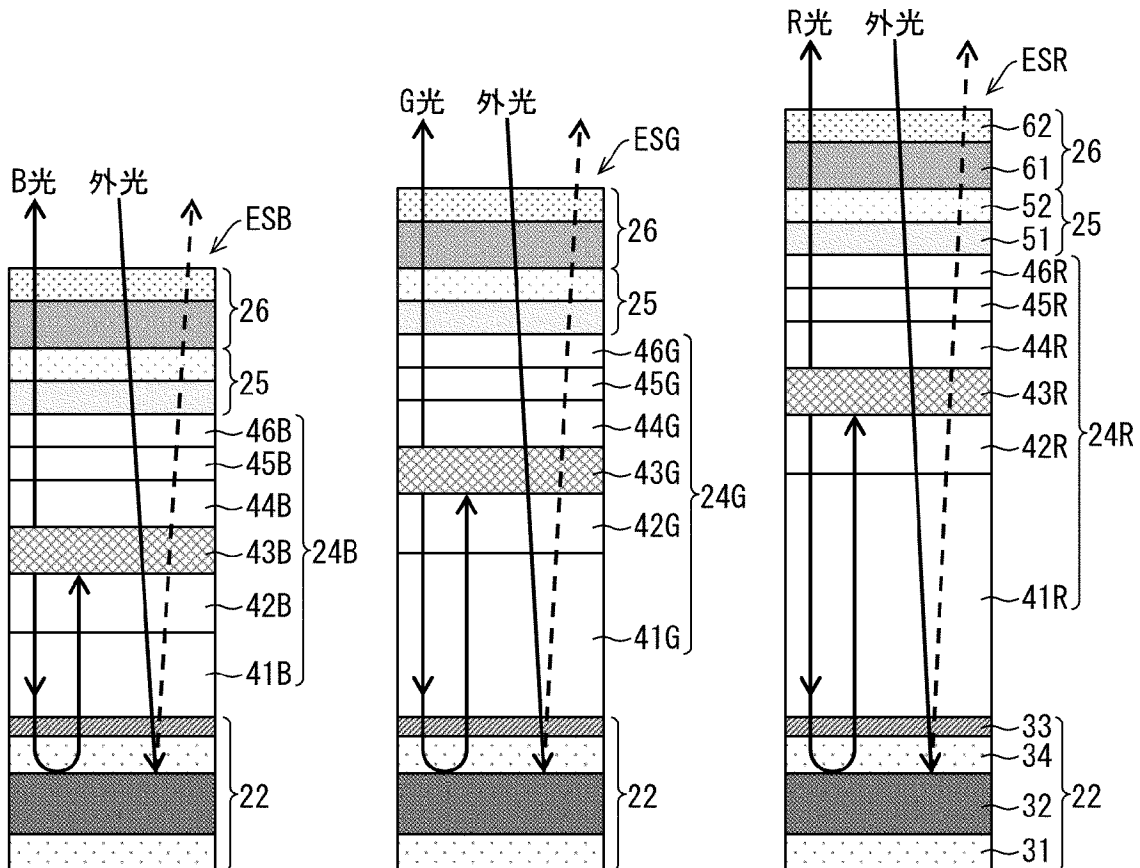
[图9]

图 9



[图10]

图 10



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/014098

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. H05B33/26(2006.01) i, G09F9/30(2006.01) i, H01L27/32(2006.01) i, H01L51/50(2006.01) i, H05B33/28(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)

Int. Cl. H05B33/26, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/28

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 A	JP 2013-157278 A (CANON INC.) 15 August 2013, paragraphs [0013]-[0055], fig. 1-3 & US 2013/0194477 A1, paragraphs [0021]-[0072], fig. 1-3 & CN 103227188 A	1-3, 11, 13-16 4-10, 12
Y A	JP 2018-170126 A (GEOMATEC CO., LTD.) 01 November 2018, paragraphs [0027]-[0045], [0060]-[0070], [0073], [0088], fig. 1, 3 & WO 2018/181573 A1 & TW 201841403 A	1-3, 5, 7-10, 13-16 4, 6, 11-12
Y	JP 2009-295538 A (SONY CORP.) 17 December 2009, paragraphs [0019]-[0024], [0027]-[0032], fig. 1-3 & US 2009/0302757 A1, paragraphs [0038]-[0043], [0046]-[0051], fig. 1-3 & CN 101604662 A & KR 10-2009-0127829 A & TW 201014449 A	1-3, 5, 7-10, 13-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 17.06.2019	Date of mailing of the international search report 02.07.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2019/014098

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-061951 A (CASIO COMPUTER CO., LTD.) 18 March 2010, paragraphs [0017]-[0032], fig. 1, 2 (Family: none)	1-3, 5, 7-10, 13-16
A	US 2018/0375057 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 27 December 2018, entire text, all drawings & EP 3422432 A1 & KR 10-2019-0001629 A & CN 109119546 A	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B33/26(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/28(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. H05B33/26, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/28

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2013-157278 A (キヤノン株式会社) 2013.08.15, 段落[0013]-[0055], 図 1-3	1-3, 11, 13-16
A	& US 2013/0194477 A1, 段落[0021]-[0072], 図 1-3 & CN 103227188 A	4-10, 12
Y	JP 2018-170126 A (ジオマテック株式会社) 2018.11.01, 段落[0027]-[0045], [0060]-[0070], [0073], [0088], 図 1, 3	1-3, 5, 7-10, 13-16
A	& WO 2018/181573 A1 & TW 201841403 A	4, 6, 11-12

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、一般的技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

17.06.2019

国際調査報告の発送日

02.07.2019

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
Y	JP 2009-295538 A (ソニー株式会社) 2009.12.17, 段落[0019]-[0024], [0027]-[0032], 図 1-3 & US 2009/0302757 A1, 段落[0038]-[0043], [0046]-[0051], 図 1-3 & CN 101604662 A & KR 10-2009-0127829 A & TW 201014449 A	1-3, 5, 7-10, 13-16
Y	JP 2010-061951 A (カシオ計算機株式会社) 2010.03.18, 段落[0017]-[0032], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-3, 5, 7-10, 13-16
A	US 2018/0375057 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 2018.12.27, 全文, 全図 & EP 3422432 A1 & KR 10-2019-0001629 A & CN 109119546 A	1-16