

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201993 A1

(51) 国際特許分類:

H05B 33/14 (2006.01) H10K 50/15 (2023.01)
G09F 9/30 (2006.01) H10K 50/17 (2023.01)
H05B 33/10 (2006.01) H10K 59/10 (2023.01)
H05B 33/20 (2006.01) H10K 71/13 (2023.01)
H10K 50/115 (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/013515

(22) 国際出願日: 2023年3月31日(31.03.2023)

(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: シャープディスプレイテクノロジー株式会社(SHARP DISPLAY TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒5190198 三重県亀山市白木町幸川4 6 4 番 Mic (JP).

(72) 発明者: 曲 陽(QU, Yang). 北川 真(KITAGAWA, Makoto). 上田 韵テイ(UEDA, Yunting).

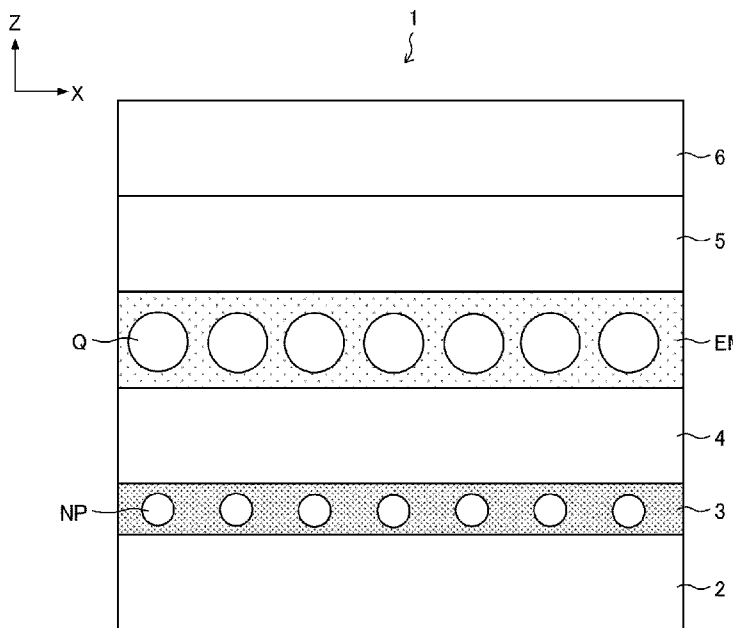
(74) 代理人: 弁理士法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: LIGHT-EMITTING ELEMENT, DISPLAY DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING LIGHT-EMITTING ELEMENT

(54) 発明の名称: 発光素子、表示装置、および発光素子の製造方法

図 1



(57) Abstract: A light-emitting element (1) is provided with: an anode (2) and a cathode (6); a light-emitting layer (EM) positioned between the anode (2) and the cathode (6) and containing quantum dots (Q); and an inorganic hole functional layer (3) positioned between the anode (2) and the light-emitting layer (EM) and containing NiO nanoparticles (NP) having a particle size of 2 nm or more and 5 nm or less.



PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 発光素子(1)は、アノード(2)およびカソード(6)と、アノード(2)とカソード(6)との間に位置しており、かつ、量子ドット(Q)を含む発光層(E M)と、アノード(2)と発光層(E M)との間に位置しており、かつ、2 nm以上かつ5 nm以下の粒径を有するNiOナノ粒子(NP)を含む無機正孔機能層(3)と、を備えている。

明 細 書

発明の名称：発光素子、表示装置、および発光素子の製造方法
技術分野

[0001] 本開示の一態様は、発光素子に関する。

背景技術

[0002] 下記の特許文献1には、発光素子の性能を向上させることを一目的とする技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特表2018-506857号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示の一態様は、発光素子の性能を従来よりも向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様に係る発光素子は、アノードおよびカソードと、上記アノードと上記カソードとの間に位置しており、かつ、量子ドットを含む発光層と、上記アノードと上記発光層との間に位置しており、かつ、2 nm以上かつ5 nm以下の粒径を有するNiOナノ粒子を含む無機正孔機能層と、を備えている。

[0006] また、本開示の一態様に係る発光素子の製造方法は、アノードおよびカソードと、量子ドットを含む発光層と、無機正孔機能層と、を有する発光素子の製造方法であって、上記無機正孔機能層は、2 nm以上かつ5 nm以下の粒径を有するNiOナノ粒子を含んでおり、上記製造方法は、上記NiOナノ粒子を形成する工程を含んでおり、上記NiOナノ粒子を形成する工程は、2.5 M以上かつ5 M以下の濃度を有する硝酸ニッケル水溶液と、水酸化ナトリウム水溶液とを混合させることにより、9以上かつ12以下のpHを

有する混合液を得る工程と、上記混合液内に生じた水酸化ニッケルのスラリーを乾燥させることにより、水酸化ニッケルの乾燥体を得る工程と、 230°C 以上かつ 300°C 以下の温度によって上記乾燥体を焼成する工程と、を含んでいる。

発明の効果

[0007] 本開示の一態様によれば、発光素子の性能を従来よりも向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態1における発光素子の層構造を模式的に示す。

[図2]NiO超ナノ粒子に対するXRD測定の結果の例を示す。

[図3]XRD測定の結果に基づいて導出された、NiO超ナノ粒子の結晶サイズの例を示す。

[図4]NiO超ナノ粒子のTEM画像の例である。

[図5]実施例および比較例のそれぞれにおける発光素子のSTEM画像の例である。

[図6]実施例および比較例のそれぞれにおける発光素子のEQE特性の例である。

[図7]実施形態2における発光素子の層構造を模式的に示す。

[図8]実施形態3における、NiO超ナノ粒子を形成する工程の流れを模式的に示す。

[図9]実施形態4の表示装置の構成例を模式的に示す。

[図10]実施形態4の表示装置の層構造を模式的に示す。

発明を実施するための形態

[0009] [実施形態1]

実施形態1について以下に説明する。説明の便宜上、実施形態1にて説明した構成要素（コンポーネント）と同じ機能を有する構成要素については、以降の各実施形態では同じ符号を付し、その説明を繰り返さない。簡潔化のため、公知の技術事項についても説明を適宜省略する。本明細書において述

べる各構成要素、各材料、および各数値は、特に矛盾のない限りいずれも単なる一例である。それゆえ、例えば、特に矛盾のない限り、各構成要素の位置関係は各図の例に限定されない。また、各図は必ずしもスケール通りに図示されていない。本明細書では、特に矛盾のない限り、2つの数AおよびBについての表記「A～B」は、「A以上かつB以下」を表す。

[0010] (発光素子1の構成例)

図1は、実施形態1における発光素子1の層構造を模式的に示す。発光素子1は、アノード2とカソード6と発光層EMと無機正孔機能層3とを有してよい。発光素子1は、正孔輸送層(Hole Transfer Layer, HTL)4と電子輸送層(Electron Transfer Layer, ETL)5とをさらに有してよい。図1の例では、アノード2、無機正孔機能層3、正孔輸送層4、発光層EM、電子輸送層5、およびカソード6が、下側から上側にこの順に位置している。アノード2の下方には、発光素子1の各部を支持する不図示の基板が位置してよい。

[0011] 図1における上下方向は、発光層EMの厚さ方向と言い換えることもできる。本明細書では、発光層EMの厚さ方向を、Z方向と称する。図1の例において、Z方向の正の向きは紙面内上方向である。上側は、表示側または鑑賞側と称されてもよい。Z方向の負の向きは紙面内下方向である。下側は、基板側と称されてもよい。図1のX方向は、Z方向と直交する方向の一例である。本開示の一態様に係る発光素子は、トップエミッション型であってもよいし、ボトムエミッション型であってもよい。

[0012] アノード2とカソード6とは、互いに対向するように位置していればよい。図1の例において、アノード2は下部電極であり、カソード6は上部電極である。アノード2は発光層EMに正孔を供給し、カソード6は発光層EMに電子を供給する。発光層EMは、アノード2から供給された正孔とカソード6から輸送された電子との再結合により発光する発光材料として、後述の量子ドットQを含んでいてよい。例えば、アノード2とカソード6との間に電圧を印加することにより、発光層EMにおける発光を生じさせることがで

きる。

[0013] アノード2およびカソード6の少なくとも一方は、透明電極であってよい。したがって、アノード2およびカソード6の少なくとも一方は、光透過性材料を含んでいてよい。光透過性材料は、任意の透明な導電性材料であってよい。

[0014] あるいは、アノード2およびカソード6の少なくとも一方は、光反射電極であってよい。したがって、アノード2およびカソード6の少なくとも一方は、光反射性材料を含んでいてよい。光反射性材料は、任意の金属材料であってよい。

[0015] 発光層EMは、アノード2とカソード6との間に位置していればよい。図1の例では、発光層EMは、正孔輸送層4と電子輸送層5との間に位置している。発光層EMは、複数の量子ドットQを含んでいる。図1では、量子ドットQの形状が球体である場合を例示している。ただし、当業者であれば明らかである通り、量子ドットQの形状は特に限定されない。量子ドットQは、任意の立体形状を有しうる。量子ドットQの形状についての上記の説明は、後述するNiOナノ粒子NPの形状についても当てはまる。

[0016] 量子ドットQは、エレクトロルミネセンスが生じるように一定のバンドギャップを有する半導体材料によって構成されていてよい。一例として、量子ドットQは、無機半導体ナノ結晶であってよい。エレクトロルミネセンスの波長域は、赤色域、緑色域、または青色域のいずれかであってよい。量子ドットQは、価電子帯準位の正孔と伝導帯準位の電子との再結合により発光する。量子ドットQから発せられた光は、量子閉じ込め効果によって狭いスペクトルを有するので、深い色度を有する。

[0017] 無機正孔機能層3は、アノード2と発光層EMとの間に位置していればよい。したがって、例えば、無機正孔機能層3は、アノード2と接していてよい。図1の例では、無機正孔機能層3は、アノード2と正孔輸送層4とに接している。

[0018] 無機正孔機能層3は、無機材料として複数のNiO（酸化ニッケル）ナノ

粒子NPを含んでいる。本明細書では、5nm以下の粒径を有するナノ粒子を超ナノ粒子と称し、5nmよりも大きい粒径を有するナノ粒子を非超ナノ粒子と称する。

[0019] 実施形態1では、無機正孔機能層3が、超ナノ粒子としてのNiOナノ粒子NP（以下、NiO超ナノ粒子とも称する）を含んでいる場合を例示する。実施形態1の例におけるNiO超ナノ粒子の粒径は、2nm～5nmであってよい。NiO超ナノ粒子の製造方法の例については後述する。図1では、NiO超ナノ粒子の粒径が、量子ドットQの粒径よりも小さい場合が例示されている。

[0020] 後述の通り、NiO超ナノ粒子を材料として用いることにより、無機正孔機能層3を薄く形成できる。例えば、200nm以下の厚さを有する無機正孔機能層3を実現できる。一例として、無機正孔機能層3の厚さは、10nm～200nmであってよい。

[0021] また、NiO超ナノ粒子を材料として用いることにより、平坦な表面を有する無機正孔機能層3を形成することもできる。例えば、無機正孔機能層3の表面粗さを示す指標であるRq（二乗平均平方根高さ）を10以下にできる。一例として、無機正孔機能層3の表面粗さは、Rq4～Rq10であってよい。

[0022] 本明細書における正孔機能層という文言は、正孔輸送層および正孔注入層を総称的に表す。実施形態1では、無機正孔機能層3が正孔注入層（Hole Injection Layer, HIL）である場合を例示する。本明細書では、正孔機能材料という文言によって、正孔輸送材料および正孔注入材料を総称的に表す。上述のNiOは、無機材料としての正孔機能材料の例である。

[0023] 実施形態1における正孔輸送層4は、正孔機能材料として任意の材料を含んでいてよい。正孔輸送層4は、無機正孔機能層3（実施形態1の例では、正孔注入層）と発光層EMとの間に位置している。図1の例では、正孔輸送層4は、無機正孔機能層3に比べて発光層EMのより近くに位置している。したがって、無機正孔機能層3は、発光層EMから離間している。図1

に示す通り、正孔輸送層 4 は、無機正孔機能層 3 と発光層 E M とに接している。

[0024] 本明細書では、電子機能層という文言によって、電子輸送層および電子注入層 (Electron Injection Layer, E I L) を総称的に表す。そして、電子機能材料という文言によって、電子輸送材料および電子注入材料を総称的に表す。本開示の一態様に係る電子機能層は、任意の電子機能材料を含んでよい。実施形態 1 における電子輸送層 5 は、電子機能層の一例である。電子輸送層 5 は、発光層 E M とカソード 6 との間に位置していればよい。

[0025] (N i O 超ナノ粒子の粒径についての測定結果の例)

本願の発明者ら (以下、「発明者ら」と略記) は、後述の実施形態 3 に示す製造方法によって得られた N i O 超ナノ粒子に対して X R D (X-ray Diffraction) 測定を行い、当該 N i O 超ナノ粒子の粒径を導出した。

[0026] 図 2 は、発明者らによって行われた X R D 測定の結果の例を示す。図 2 のグラフにおいて、横軸は X 線の回折角度である 2θ を示し、縦軸は回折された X 線の強度である回折強度を示す。

[0027] 図 3 は、X R D 測定の結果に基づいて導出された、N i O 超ナノ粒子の結晶サイズの例を示す。図 3 の例では、3 つのサンプルのそれぞれについて、所定の推定計算に基づいて N i O 超ナノ粒子の結晶サイズが導出されている。図 3 に示す通り、3 つのサンプルの結晶サイズの平均値は、3.6 nm であった。このように、製造した N i O 超ナノ粒子の粒径の推定値は 3.6 nm 程度であることが、X R D 測定を通じて明らかとなった。

[0028] 次いで、発明者らは、N i O 超ナノ粒子の T E M (Transmission Electron Microscopy, 透過型電子顕微鏡) 画像を撮像した。発明者らは、T E M 画像に映っている N i O 超ナノ粒子の寸法を測定することにより、当該 N i O 超ナノ粒子の粒径を導出した。

[0029] 図 4 は、発明者らによって撮像された T E M 画像の例を示す。T E M 画像による測定から、得られた N i O 超ナノ粒子の粒径は、2.4 nm ~ 2.8 nm 程度であることが確認された。すなわち、当該 N i O 超ナノ粒子は、実

際には、XRD測定による推定値よりも小さい粒径を有していることが、TEM画像によって明らかとなった。以上の通り、発明者らは、本開示の一態様に係る製造方法によってNiO超ナノ粒子が実際に得られることを、上記の測定結果を通じて裏付けた。

[0030] (発光素子のSTEM画像の例)

発明者らは、実施例として、発光素子1に係る発光素子を製造した。次いで、発明者らは、実施例との対比のために、比較例としての発光素子をさらに製造した。比較例は、無機正孔機能層の構成において実施例と相異している。具体的には、比較例における無機正孔機能層は、非超ナノ粒子としてのNiOナノ粒子（以下、NiO非超ナノ粒子とも称する）を含んでいる。したがって、比較例における発光素子は、従来の発光素子の例である。

[0031] 図5は、発明者らによって撮像された、発光素子の断面のSTEM (Scanning TEM, 走査透過型電子顕微鏡) 画像の例を示す。図5において、符号501は実施例におけるSTEM画像の例であり、符号502は比較例におけるSTEM画像の例である。図5の例における無機正孔機能層は、NiOナノ粒子によって構成されたNiOナノ粒子層である。

[0032] 図5に示す通り、NiO超ナノ粒子によれば、NiO非超ナノ粒子を使用した場合に比べて薄い無機正孔機能層を形成できる。また、NiO超ナノ粒子によれば、NiO非超ナノ粒子を使用した場合に比べて平坦な無機正孔機能層を形成することもできる。

[0033] (発光素子の性能評価結果の例)

発明者らは、実施例および比較例のそれぞれについて、発光素子の性能評価を行った。具体的には、発明者らは、実施例および比較例のそれぞれについて、発光素子のEQE (External Quantum Efficiency, 外部量子効率) 特性を測定した。EQE特性は、発光素子の光電気特性の一例である。

[0034] 図6は、発明者らによる測定によって得られた、発光素子のEQE特性の例を示す。図6において、符号601は実施例におけるEQE特性の例を示すグラフであり、符号602は比較例におけるEQE特性の例を示すグラフ

である。図6のグラフにおいて、横軸は電流密度であり、縦軸はEQEである。以下、電流密度が非零の範囲におけるEQEの最大値を、最大EQEと称する。

[0035] 図6に示す通り、実施例における最大EQEは6%よりも高い。その一方、比較例における最大EQEは2%よりも低い。このように、図6の例は、実施例における最大EQEは、比較例における最大EQEの3倍程度であることを示している。発明者らは、様々なサンプルについて図6の例と同様の評価をさらに行い、実施例によれば、比較例に比べて2～6倍程度高い最大EQEが得られることを確認した。

[0036] (発光素子1の効果)

以上の通り、実施形態1によれば、従来よりも高い性能を有する発光素子1を実現できる。具体的には、NiO超ナノ粒子を含む無機正孔機能層3を用いることにより、従来の発光素子に比べて高い発光効率を実現できる。

[0037] 上述の各実験結果からは、発光素子1における高い発光効率は、無機正孔機能層3内のNiO超ナノ粒子に由来していると考えることができる。例えば、5nm以下という極めて小さい粒径を有するNiOナノ粒子を用いることにより、NiO超ナノ粒子に特有の局在表面プラズモン共鳴が生じると考えられる。その結果、無機正孔機能層3の電気伝導度が向上することにより、高い発光効率を有する発光素子1が実現されることが考えられる。

[0038] 加えて、上述の図5に示す通り、NiO超ナノ粒子を用いることにより、例えば200nm以下という小さい厚さを有する無機正孔機能層3を実現できる。当該無機正孔機能層3によれば、発光素子1の光取り出し効率を高めることができるので、発光素子1の発光効率をより一層高めることができる。

[0039] また、NiO超ナノ粒子を用いることにより、例えばRq10以下という小さい表面粗さを有する無機正孔機能層3を実現できる。当該無機正孔機能層3によっても、発光素子1の光取り出し効率を高めることができるので、発光素子1の発光効率をより一層高めることができる。

[0040] 〔実施形態2〕

上述の通り、本開示の一態様に係る無機正孔機能層は、正孔注入層であってもよいし、あるいは正孔輸送層であってもよい。実施形態2では、当該無機正孔機能層が正孔輸送層である場合を例示する。

[0041] 図7は、実施形態2における発光素子1Aの層構造を模式的に示す。発光素子1Aは、実施形態1において述べた正孔注入層としての無機正孔機能層3に替えて、正孔輸送層としての無機正孔機能層3Aを有している。したがって、発光素子1Aは、図1の正孔輸送層4を有していなくともよい。このため、無機正孔機能層3Aは、アノード2と発光層EMとに接してよい。

[0042] 図7の構成によれば、図1の構成に比べて、本開示の一態様に係る発光素子の構成要素数を低減できる。それゆえ、例えば、発光素子の製造コストを低減できる。

[0043] 〔実施形態3〕

実施形態3では、アノードおよびカソードと、量子ドットを含む発光層と、NiO超ナノ粒子を含む無機正孔機能層と、を有する発光素子の製造方法の例について述べる。当該製造方法は、NiO超ナノ粒子を形成する工程を含んでよい。実施形態1にて述べた通り、当該工程によれば、例えば粒径2nm～5nmのNiO超ナノ粒子を形成できる。

[0044] 図8は、NiO超ナノ粒子を形成する工程の流れを模式的に示す。NiO超ナノ粒子を形成する工程では、所定の濃度のNi(NO₃)₂（すなわち、硝酸ニッケル）水溶液と、所定の濃度のNaOH（すなわち、水酸化ナトリウム）水溶液とを混合させることにより、所定のpHを有する混合液が得られてよい。

[0045] 一例として、濃度2.5M～5Mの硝酸ニッケル水溶液と、水酸化ナトリウム水溶液とを混合させることにより、pH9～12の混合液が得られてよい。この場合、例えば濃度10Mの水酸化ナトリウム水溶液が用いられてよい。濃度の単位Mは、mol/Lを表す。

- [0046] 次いで、NiO超ナノ粒子を形成する工程では、混合液内に生じたNi(OH)₂（すなわち、水酸化ニッケル）のスラリーを乾燥させることにより、水酸化ニッケルの乾燥体を得られてよい。
- [0047] 一例として、スラリーは、低温乾燥によって乾燥されうる。したがって、例えば、スラリーは、20℃～80℃にて乾燥されうる。ただし、低温乾燥以外の手法を用いてスラリーを乾燥させることもできる。例えば、スラリーは、0℃以下にて凍結乾燥されてもよい。
- [0048] 次いで、NiO超ナノ粒子を形成する工程では、所定の温度によって乾燥体が焼成されてよい。例えば、230℃～300℃にて乾燥体が焼成されてよい。この焼成を経て、結果物としてのNiO超ナノ粒子を得ることができる。
- [0049] 図8を参照し、NiO超ナノ粒子を形成する工程の流れの一例について述べる。まず、硝酸ニッケル水溶液と水酸化ナトリウム水溶液とを混合させることにより、上述のpHを有する混合液を得る。当該混合液内では、硝酸ニッケル水溶液と水酸化ナトリウム水溶液との反応により、水酸化ニッケルのコロイド粒子が生じる。
- [0050] 次いで、混合液を攪拌することにより、形成された水酸化ニッケルが混合液内に分散されることにより、水酸化ニッケルの懸濁液が得られる。その後、当該懸濁液内には、水酸化ニッケルのスラリーが沈殿物として生じる。スラリーは、懸濁液から取り出されてよい。そして、スラリーに対して複数回の遠心分離および水洗を施すことにより、当該スラリーから、(i)水溶性硝酸ナトリウムなどの副生成物と、(ii)硝酸ニッケルまたは水酸化ナトリウムの未反応原料と、が除去されてよい。副生成物と未反応原料とが除去された後のスラリーを乾燥させることにより、水酸化ニッケルの乾燥体を得られる。
- [0051] 次いで、例えば乳鉢を用いて水酸化ニッケルの乾燥体を粉砕することにより、水酸化ニッケルの微粒子（例：粉末）が得られる。そして、例えば270℃にて当該粉末を焼成することにより、NiO超ナノ粒子が得られる。実

施形態 1 において述べた各測定結果は、このようにして形成された NiO 超ナノ粒子について得られたものである。

[0052] 〔実施形態 4〕

図 9 は、実施形態 4 の表示装置 10 の構成例を模式的に示す。表示装置 10 は、複数のサブ画素 SP を含む表示部 DA と、複数のサブ画素 SP を駆動する第 1 ドライバ X1 および第 2 ドライバ X2 と、第 1 ドライバ X1 および第 2 ドライバ X2 を制御する表示制御部 DC とを備えていてよい。サブ画素 SP は、発光素子 7 と、発光素子 7 に接続された画素回路 PC とを有していてよい。

[0053] 表示装置 10 は、本開示の一態様に係る発光素子を、発光素子 7 として有していればよい。一例として、表示装置 10 は、発光素子 7 として、赤色光を発する赤色発光素子 7R と、緑色光を発する緑色発光素子 7G と、青色光を発する青色発光素子 7B とを有していてよい。

[0054] 画素回路 PC は、走査信号線 GL、データ信号線 DL、および発光制御線 EL に接続されていてもよい。一例として、走査信号線 GL および発光制御線 EL は、第 1 ドライバ X1 に接続されていてよい。データ信号線 DL は、第 2 ドライバ X2 に接続されていてよい。

[0055] 図 10 は、表示装置 10 の層構造を模式的に示す。表示装置 10 は、基板 11 および画素回路層 12 を含む画素回路基板 13 と、発光素子層 14 と、封止層 15 とを、下側から上側にこの順に備えていてよい。一例として、基板 11 は、ガラス基板または樹脂基板であってよい。別の例として、基板 11 は、フレキシブル基板であってもよい。

[0056] 画素回路層 12 は、マトリクス状に配置された複数の画素回路 PC を含んでいてよい。画素回路 PC は、階調信号が書き込まれる画素容量と、階調信号に応じて発光素子 7 の電流値を制御するトランジスタと、走査信号線 GL およびデータ信号線 DL に接続されたトランジスタと、発光制御線 EL に接続されたトランジスタとを含んでいてよい。

[0057] 発光素子層 14 は、下部電極 D1（例：アノード）と、第 1 機能層 F1（

例：正孔機能層）と、発光層 E M と、第 2 機能層 F 2（例：電子機能層）と、上部電極 D 2（例：カソード）とを、下側から上側にこの順に備えていてよい。第 1 機能層 F 1 は、本開示の一態様に係る無機正孔機能層であってよい。

[0058] 赤色発光素子 7 R における発光層 E M は、赤色光を発する赤色発光層 E M R であってよい。緑色発光素子 7 G における発光層 E M は、緑色光を発する緑色発光層 E M G であってよい。青色発光素子 7 B における発光層 E M は、青色光を発する青色発光層 E M B であってよい。表示装置 1 0 は、下部電極 D 1 のエッジを覆うエッジカバー膜 C A を有していてよい。

[0059] 封止層 1 5 は、窒化シリコンまたは酸化シリコンなどの材料によって形成された無機絶縁膜を含んでいてよい。封止層 1 5 は、水および酸素などの異物が、表示装置 1 0 の外部から発光素子層 1 4 へと侵入することを防ぐ。

[0060] [付記事項]

本開示の一態様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て得られる実施形態についても本開示の一態様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できる。

符号の説明

- [0061] 1、1 A、7 発光素子
2 アノード
3 無機正孔機能層（N i O 超ナノ粒子を含む正孔注入層）
3 A 無機正孔機能層（N i O 超ナノ粒子を含む正孔輸送層）
4 正孔輸送層（N i O 超ナノ粒子を含まない正孔輸送層）
6 カソード
E M 発光層
Q 量子ドット
N P N i O ナノ粒子（N i O 超ナノ粒子、粒径 5 n m 以下の N i O ナノ

粒子)

1 0 表示装置

D 1 下部電極 (アノード)

D 2 上部電極 (カソード)

F 1 第 1 機能層 (無機正孔機能層)

請求の範囲

- [請求項1] アノードおよびカソードと、
 上記アノードと上記カソードとの間に位置しており、かつ、量子ドットを含む発光層と、
 上記アノードと上記発光層との間に位置しており、かつ、2 nm以上かつ5 nm以下の粒径を有するNiOナノ粒子を含む無機正孔機能層と、を備えている、発光素子。
- [請求項2] 上記無機正孔機能層の厚さは、10 nm以上かつ200 nm以下である、請求項1に記載の発光素子。
- [請求項3] 上記無機正孔機能層の表面粗さは、Rq4以上かつRq10以下である、請求項1または2に記載の発光素子。
- [請求項4] 上記無機正孔機能層は、上記アノードと接している、請求項1から3のいずれか1項に記載の発光素子。
- [請求項5] 上記無機正孔機能層は、上記アノードと上記発光層とに接している正孔輸送層である、請求項4に記載の発光素子。
- [請求項6] 上記無機正孔機能層は、上記発光層から離間している正孔注入層である、請求項4に記載の発光素子。
- [請求項7] 上記正孔注入層に比べて上記発光層のより近くに位置している正孔輸送層をさらに備えている、請求項6に記載の発光素子。
- [請求項8] 上記正孔輸送層は、上記正孔注入層と上記発光層とに接している、請求項7に記載の発光素子。
- [請求項9] 請求項1から8のいずれか1項に記載の発光素子を備えている、表示装置。
- [請求項10] アノードおよびカソードと、量子ドットを含む発光層と、無機正孔機能層と、を有する発光素子の製造方法であって、
 上記無機正孔機能層は、2 nm以上かつ5 nm以下の粒径を有するNiOナノ粒子を含んでおり、
 上記製造方法は、上記NiOナノ粒子を形成する工程を含んでおり

、

上記NiOナノ粒子を形成する工程は、

2. 5 M以上かつ5 M以下の濃度を有する硝酸ニッケル水溶液と、水酸化ナトリウム水溶液とを混合させることにより、9以上かつ12以下のpHを有する混合液を得る工程と、

上記混合液内に生じた水酸化ニッケルのスラリーを乾燥させることにより、水酸化ニッケルの乾燥体を得る工程と、

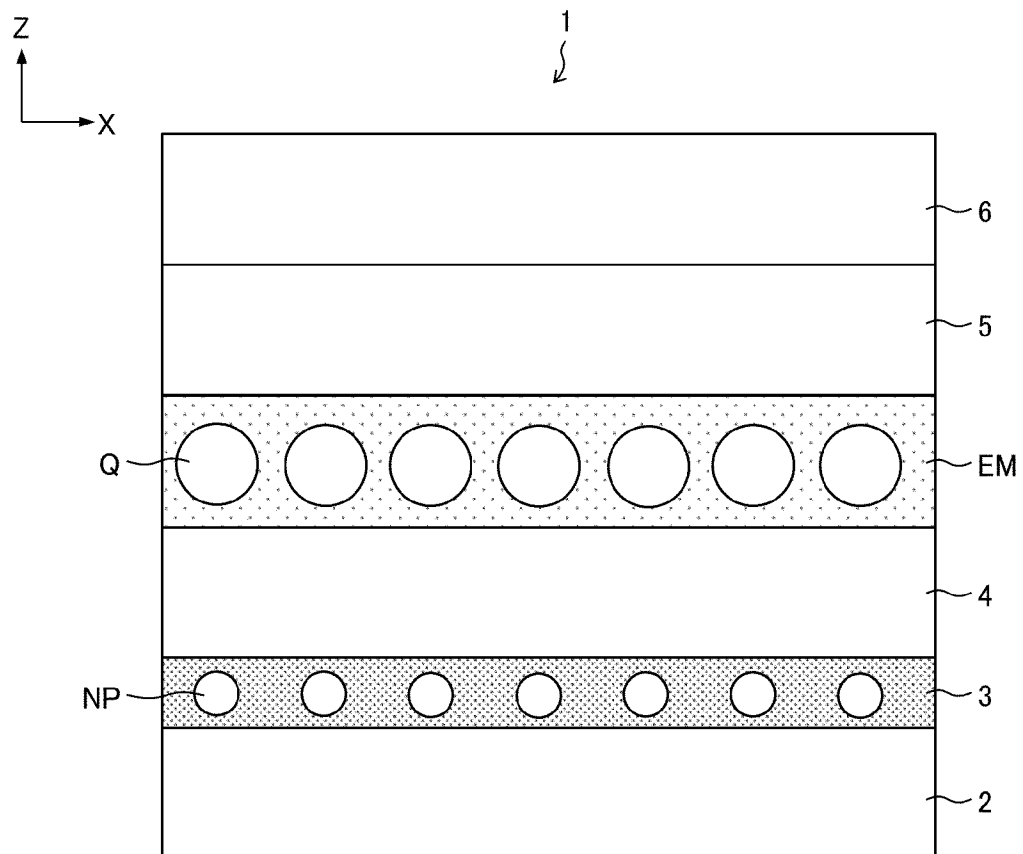
230℃以上かつ300℃以下の温度によって上記乾燥体を焼成する工程と、を含んでいる、発光素子の製造方法。

[請求項11] 上記乾燥体を得る工程では、20℃以上かつ80℃以下の温度によって上記スラリーを乾燥させる、請求項10に記載の発光素子の製造方法。

[請求項12] 上記乾燥体を得る工程では、0℃以下の温度によって上記スラリーを凍結乾燥させる、請求項10に記載の発光素子の製造方法。

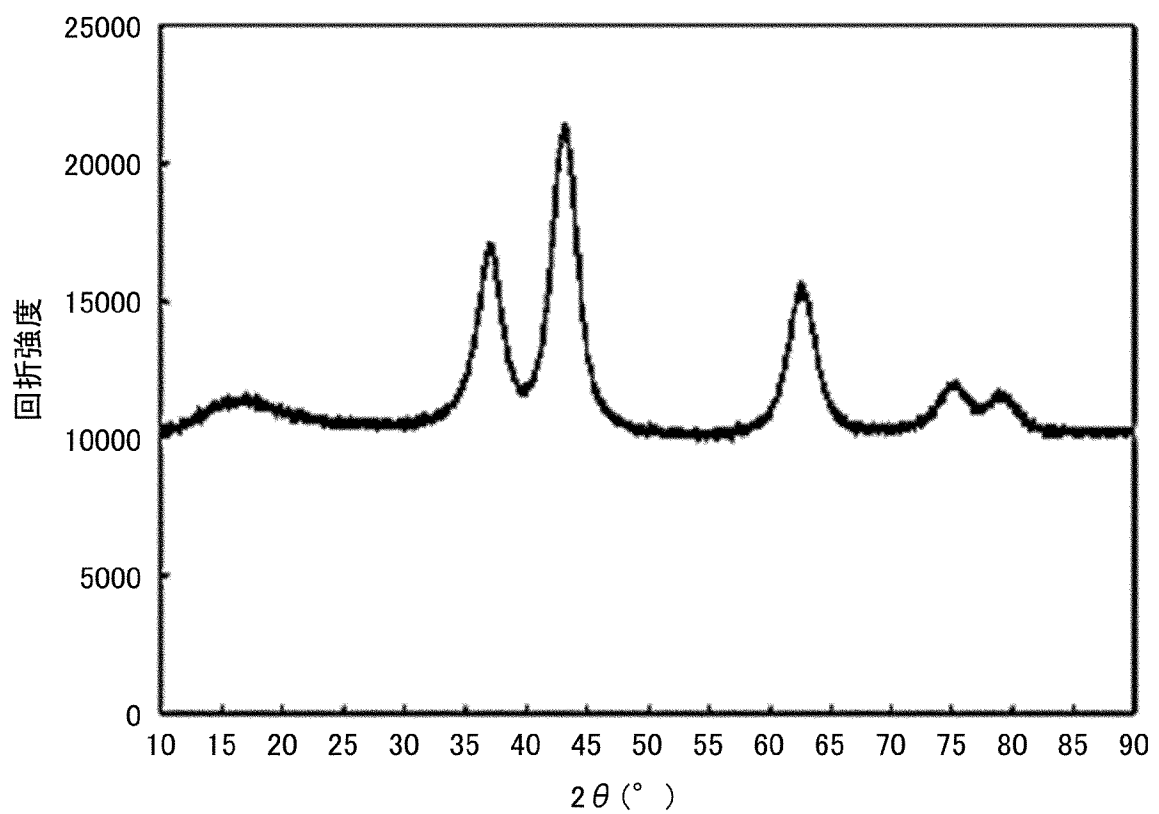
[図1]

図 1



[図2]

図 2



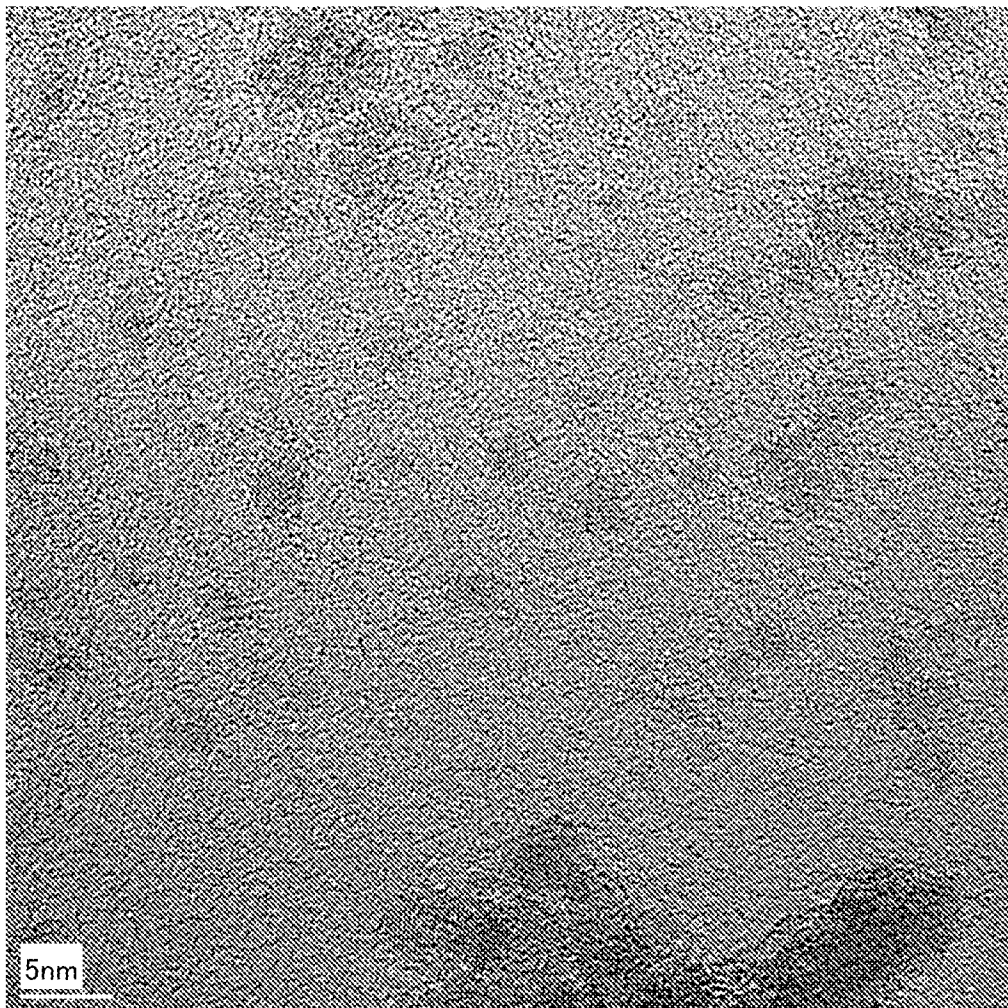
[図3]

図 3

サンプル番号	$2\theta (^{\circ})$	結晶サイズ (nm)
1	36.92	3.7
2	43.01	3.6
3	62.76	3.6
平均		3.6

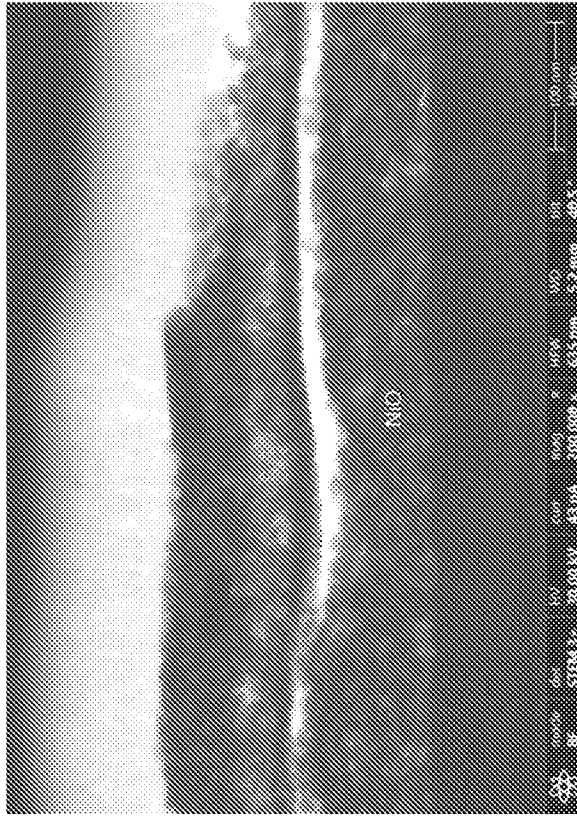
[図4]

図 4



[図5]

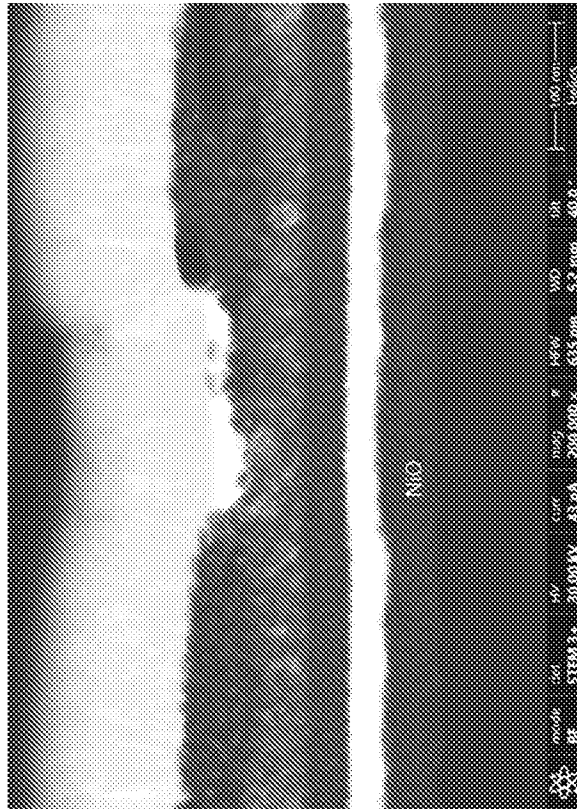
502
↓



比較例

図 5

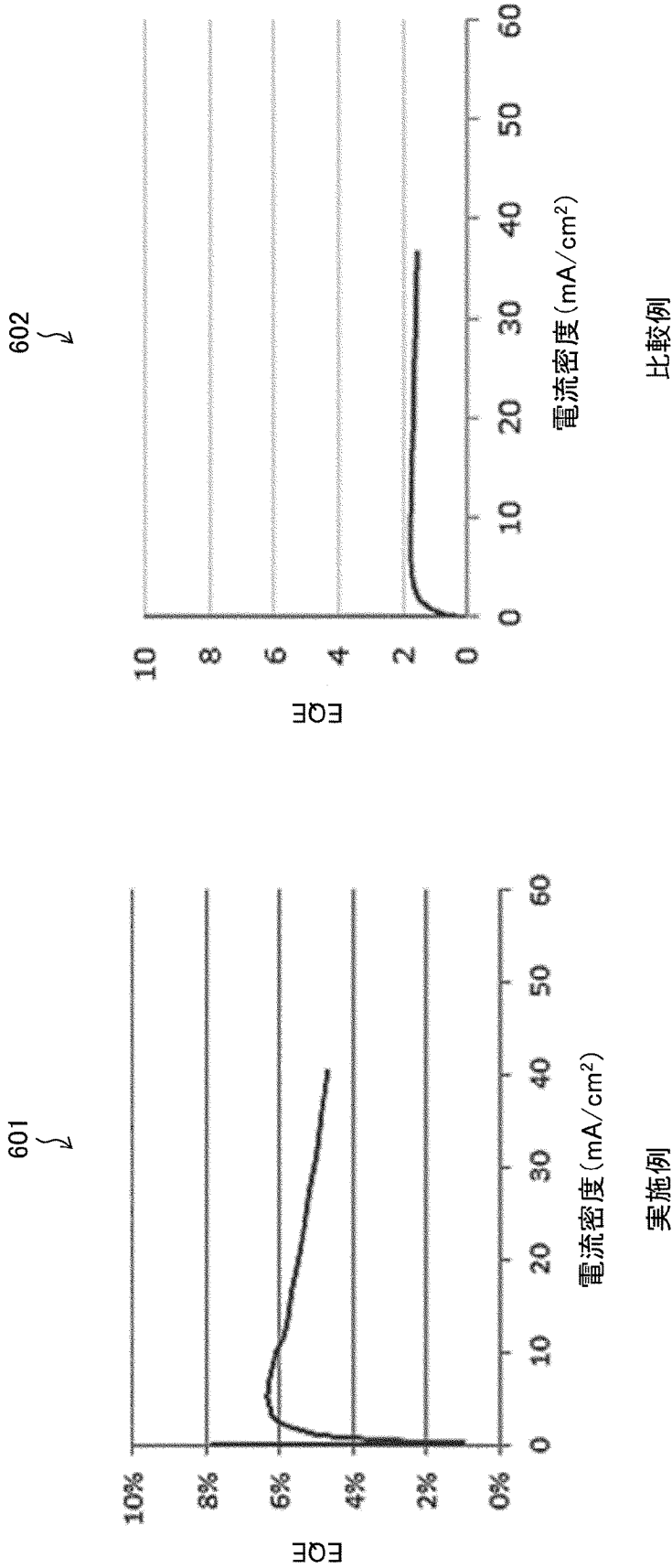
501
↓



実施例

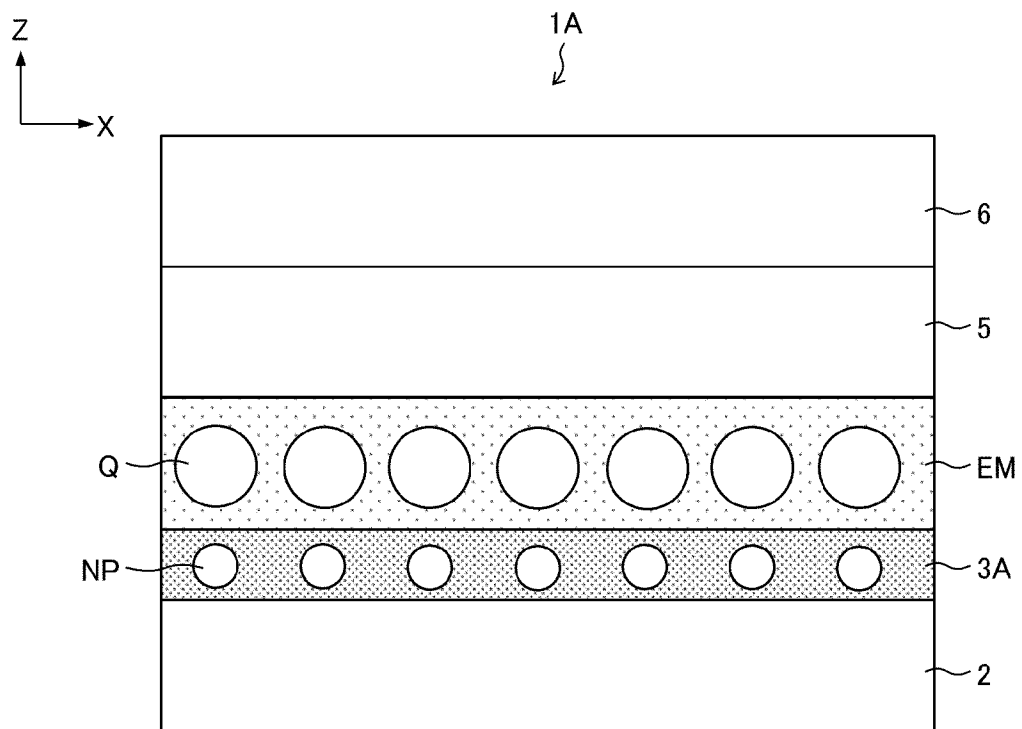
[図6]

図 6



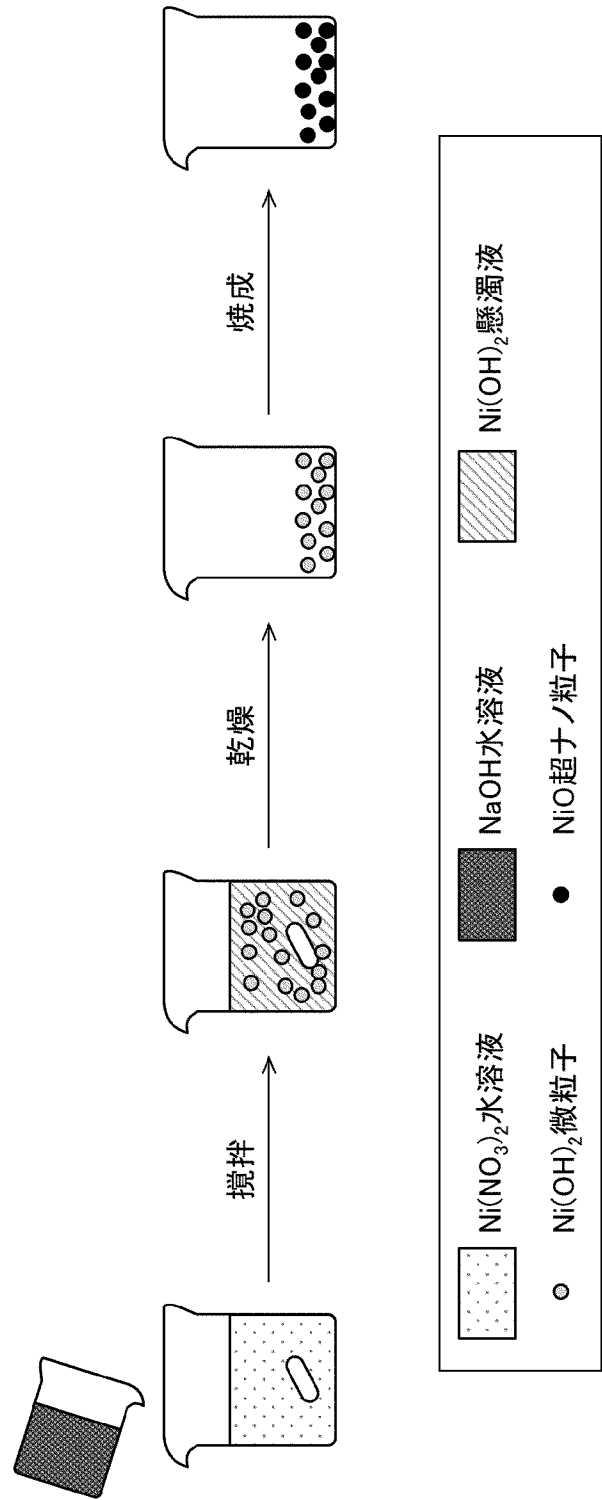
[図7]

図 7



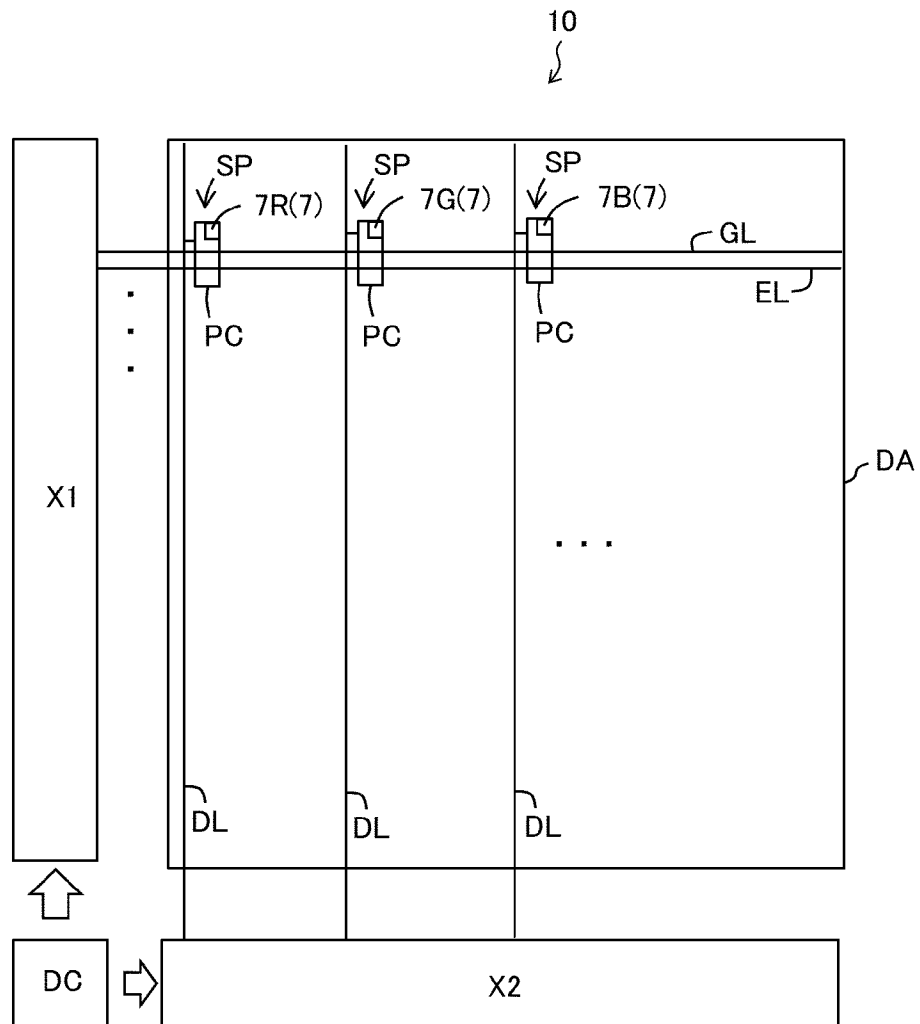
[図8]

図 8



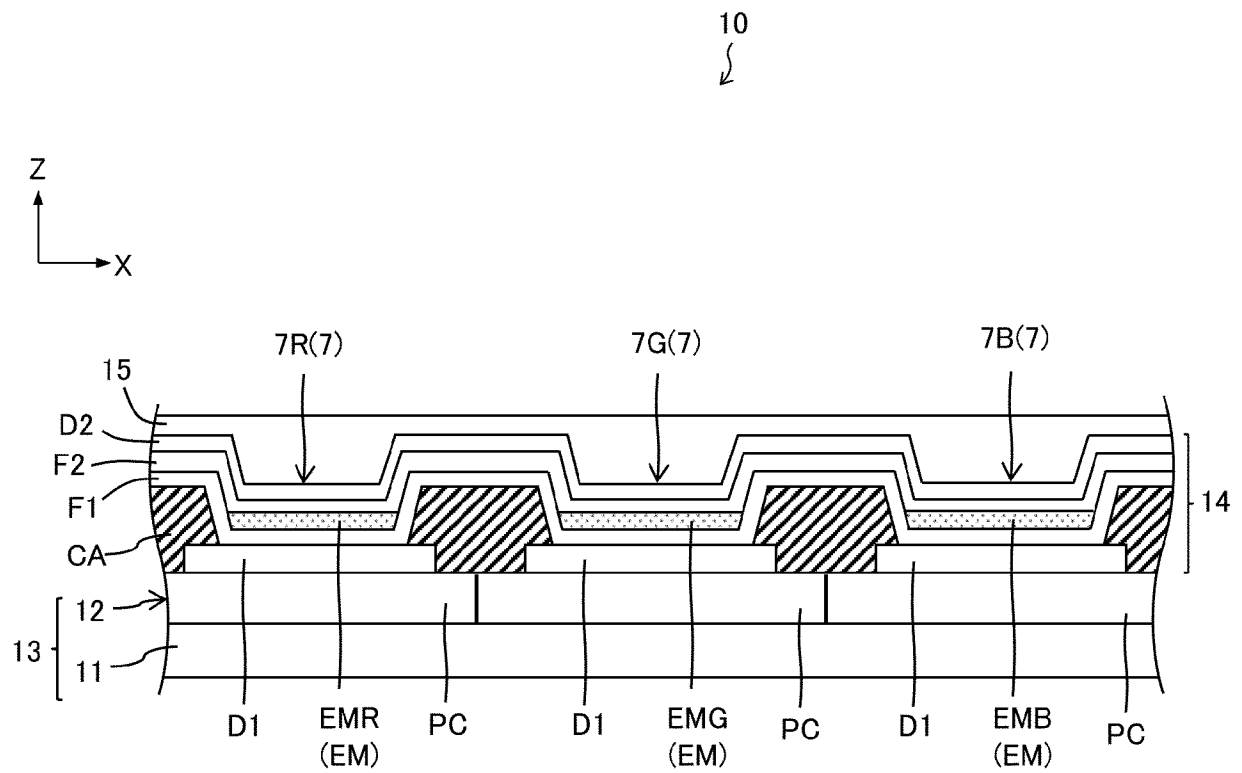
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/013515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 33/14(2006.01)i; **G09F 9/30**(2006.01)i; **H05B 33/10**(2006.01)i; **H05B 33/20**(2006.01)i; **H10K 50/115**(2023.01)i; **H10K 50/15**(2023.01)i; **H10K 50/17**(2023.01)i; **H10K 59/10**(2023.01)i; **H10K 71/13**(2023.01)i
 FI: H05B33/14 Z; G09F9/30 365; H05B33/10; H05B33/20; H10K50/115; H10K50/15; H10K50/17; H10K59/10; H10K71/13; H05B33/22 C

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)

H05B33/00-33/28; G09F9/30; H10K50/00-102/20; G02B5/20

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2012/161179 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29 November 2012 (2012-11-29) claims, paragraphs [0045]-[0047], [0084]-[0088], [0103]-[0206], fig. 1-8	1-9
Y		10-12
Y	CN 112397670 A (TCL CORPORATION) 23 February 2021 (2021-02-23) paragraphs [0035], [0060]-[0077]	10-12
Y	CN 112186107 A (WUHAN UNIVERSITY) 05 January 2021 (2021-01-05) paragraphs [0018]-[0034], [0077]-[0081], [0117]	10-12
A	JP 2012-023388 A (MASSACHUSETTS INST. OF TECHNOL.) 02 February 2012 (2012-02-02) entire text, all drawings	1-12
A	WO 2021/111556 A1 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 10 June 2021 (2021-06-10) entire text, all drawings	1-12



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

26 May 2023

Date of mailing of the international search report

06 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/013515

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2012/161179	A1	29 November 2012	(Family: none)	
CN	112397670	A	23 February 2021	(Family: none)	
CN	112186107	A	05 January 2021	(Family: none)	
JP	2012-023388	A	02 February 2012	US 2012/0238047 A1	
				US 2012/0292595 A1	
				WO 2006/088877 A1	
				EP 2546192 A2	
				CN 101213681 A	
				KR 10-2013-0007649 A	
				TW 200727514 A	
WO	2021/111556	A1	10 June 2021	US 2023/0006166 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05B 33/14(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; H05B 33/10(2006.01)i; H05B 33/20(2006.01)i; H10K 50/115(2023.01)i; H10K 50/15(2023.01)i; H10K 50/17(2023.01)i; H10K 59/10(2023.01)i; H10K 71/13(2023.01)i FI: H05B33/14 Z; G09F9/30 365; H05B33/10; H05B33/20; H10K50/115; H10K50/15; H10K50/17; H10K59/10; H10K71/13; H05B33/22 C																							
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）） H05B33/00-33/28; G09F9/30; H10K50/00-102/20; G02B5/20 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年													
日本国実用新案公報	1922-1996年																						
日本国公開実用新案公報	1971-2023年																						
日本国実用新案登録公報	1996-2023年																						
日本国登録実用新案公報	1994-2023年																						
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2012/161179 A1 (株式会社 村田製作所) 29.11.2012 (2012 - 11 - 29) [請求の範囲], 段落[0045]-[0047], [0084]-[0088], [0103]-[0206], 図1-8</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>10-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112397670 A (TCL CORPORATION) 23.02.2021 (2021 - 02 - 23) 段落[0035], [0060]-[0077]</td> <td>10-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112186107 A (WUHAN UNIVERSITY) 05.01.2021 (2021 - 01 - 05) 段落[0018]-[0034], [0077]-[0081], [0117]</td> <td>10-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-023388 A (マサチューセッツ インスティテュート オブ テクノロジー) 02.02.2012 (2012 - 02 - 02) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021/111556 A1 (シャープ株式会社) 10.06.2021 (2021 - 06 - 10) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2012/161179 A1 (株式会社 村田製作所) 29.11.2012 (2012 - 11 - 29) [請求の範囲], 段落[0045]-[0047], [0084]-[0088], [0103]-[0206], 図1-8	1-9	Y		10-12	Y	CN 112397670 A (TCL CORPORATION) 23.02.2021 (2021 - 02 - 23) 段落[0035], [0060]-[0077]	10-12	Y	CN 112186107 A (WUHAN UNIVERSITY) 05.01.2021 (2021 - 01 - 05) 段落[0018]-[0034], [0077]-[0081], [0117]	10-12	A	JP 2012-023388 A (マサチューセッツ インスティテュート オブ テクノロジー) 02.02.2012 (2012 - 02 - 02) 全文, 全図	1-12	A	WO 2021/111556 A1 (シャープ株式会社) 10.06.2021 (2021 - 06 - 10) 全文, 全図	1-12
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	WO 2012/161179 A1 (株式会社 村田製作所) 29.11.2012 (2012 - 11 - 29) [請求の範囲], 段落[0045]-[0047], [0084]-[0088], [0103]-[0206], 図1-8	1-9																					
Y		10-12																					
Y	CN 112397670 A (TCL CORPORATION) 23.02.2021 (2021 - 02 - 23) 段落[0035], [0060]-[0077]	10-12																					
Y	CN 112186107 A (WUHAN UNIVERSITY) 05.01.2021 (2021 - 01 - 05) 段落[0018]-[0034], [0077]-[0081], [0117]	10-12																					
A	JP 2012-023388 A (マサチューセッツ インスティテュート オブ テクノロジー) 02.02.2012 (2012 - 02 - 02) 全文, 全図	1-12																					
A	WO 2021/111556 A1 (シャープ株式会社) 10.06.2021 (2021 - 06 - 10) 全文, 全図	1-12																					
☐ 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抵触するものではなく、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 26.05.2023		国際調査報告の発送日 06.06.2023																					
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 横川 美穂 20 4749 電話番号 03-3581-1101 内線 3271																					

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/013515

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2012/161179	A1	29.11.2012	(ファミリーなし)			
CN	112397670	A	23.02.2021	(ファミリーなし)			
CN	112186107	A	05.01.2021	(ファミリーなし)			
JP	2012-023388	A	02.02.2012	US	2012/0238047	A1	
				US	2012/0292595	A1	
				WO	2006/088877	A1	
				EP	2546192	A2	
				CN	101213681	A	
				KR	10-2013-0007649	A	
				TW	200727514	A	
WO	2021/111556	A1	10.06.2021	US	2023/0006166	A1	