

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3803015号
(P3803015)

(45) 発行日 平成18年8月2日(2006.8.2)

(24) 登録日 平成18年5月12日(2006.5.12)

(51) Int. Cl.	F I
HO5B 33/14 (2006.01)	HO5B 33/14 Z
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/14 B
CO9K 11/06 (2006.01)	CO9K 11/06 660

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2000-205146 (P2000-205146)	(73) 特許権者	390009531
(22) 出願日	平成12年7月6日(2000.7.6)		インターナショナル・ビジネス・マシー ズ・コーポレーション
(65) 公開番号	特開2001-60497 (P2001-60497A)		INTERNATIONAL BUSIN ESS MASCHINES CORPO RATION
(43) 公開日	平成13年3月6日(2001.3.6)		アメリカ合衆国10504 ニューヨーク 州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
審査請求日	平成12年7月6日(2000.7.6)	(74) 代理人	100086243
審判番号	不服2003-19910 (P2003-19910/J1)		弁理士 坂口 博
審判請求日	平成15年10月9日(2003.10.9)	(74) 代理人	100091568
(31) 優先権主張番号	09/349345		弁理士 市位 嘉宏
(32) 優先日	平成11年7月8日(1999.7.8)	(74) 復代理人	100110607
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 間山 進也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機-無機ハイブリッド材料を発光層として有するエレクトロルミネセンス素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極、陰極、および発光層を含むエレクトロルミネセンス素子であって、前記発光層は、前記陽極と前記陰極の間に配置されており、有機成分および無機成分を含む自己集合性有機-無機ハイブリッド材料を含み、前記有機成分が 5, 5'''-ピス(アミノエチル)-2, 2': 5', 2'': 5'', 2'''-クアテルチオフエン(AEQT)および1, 6-ピス(5'-(2''アミノエチル)-2'-チエニル)ヘキサ(ETH)を含み、

前記有機-無機ハイブリッド材料が一般式 $AEQT_x AETh_1-x PbBr_4$ で示されるペロブスカイト構造であり、

前記AEQTが、前記有機成分中の0モル%より多く10モル%未満である素子。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機発光ダイオードの分野に関する。より詳細には、本発明は、蛍光有機-無機ハイブリッド材料を含有するエレクトロルミネセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

フラット・パネル・ディスプレイ用のエレクトロルミネセンス素子として有機発光ダイオード(OLED)の分野に多くの関心が持たれている。有機発光ダイオードをフラット・パネル・ディスプレイに使用できるようになるには、(1)高輝度(屋内使用の場合10

20

0 cd/m²)、(2)十分な彩度、(3)高効率(約15V未満の低い動作電圧と電流に関する)、および(4)長寿命(約50,000時間よりも長い)という要件を満たさなければならない。

【0003】

ほとんどのエレクトロルミネセンス有機材料は電氣的輸送特性が不十分なので、これらの要件の多くを満たすことができない。例えばこれらの材料の電荷伝導には、3~5MV/cmの範囲の電界が必要である。この高電界のために所要電力が増大し、素子の寿命が短縮する(例えばエレクトロマイグレーションによって)。さらに、素子全体を通して電子と正孔の輸送のバランスをとることが困難なので、しばしば効率が低下する。

【0004】

フラット・パネル・ディスプレイの最近の進歩により、エレクトロルミネセンス素子用の有機-無機膜が開発されるようになった。この素子では、有機-無機化合物の薄膜は、電流がその薄膜に供給されると可視光を発する。励起状態から基底状態への遷移があるとき、有機化合物の特性波長で照射が行われる。

【0005】

米国特許第5783292号明細書(Tokito)は、無機および有機化合物の混合物を含む有機-無機エレクトロルミネセンス素子を開示している。有機-無機混合物は、真空蒸着により基板上に付着されて、薄膜を形成する。この無機-有機薄膜は、エレクトロルミネセンス素子における正孔輸送層、電子輸送層、または発光層、あるいはこれらの組合せに使用することができる。

【0006】

発光層としてTokito特許に開示されている有機-無機混合物を使用する場合、多くの問題がある。例えば、有機化合物がその中にランダムに分散されている、金属フッ化物や金属酸化物、金属カルコゲナイドなどの広いバンドギャップの絶縁性無機材料が使用される。これらの絶縁性無機材料は有機化合物への電荷伝導を妨げ、その結果、所要電力がより高くなり、蛍光の強度がより低くなる。そのうえ有機化合物は、無機化合物中にランダムに分散している。したがって、個々の有機分子、または分子のクラスターが薄膜中に形成される可能性がある。有機分子のランダムな配向とクラスタリングによって蛍光のばらつきが大きくなり、電荷の輸送が妨げられる。電荷伝導の問題は、非常に薄い発光層(500オングストローム未満)を使用することによって対処できるが、これには非常に冗長な層付着の制御が必要であり、素子が短絡や電氣的破壊などの不良が生じやすくなる。さらに、有機-無機薄膜を付着させるためにTokito特許で使用された高真空蒸着法は、大量生産するには非常に費用がかかる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、有機-無機発光層を含むエレクトロルミネセンス素子であって、その有機-無機発光層がランダムではなく予測可能な配置に配向する素子を提供することである。これにより蛍光のばらつきが小さくなり、無機成分と有機成分の間の電荷伝導が増大する。その結果、所要電力がより低くなり、素子の劣化が減少し、蛍光強度がより増大する。また、より厚い被膜層を付着することもでき、その結果、短絡および電氣的破壊が生じにくい素子が得られる。

【0008】

本発明の別の目的は、簡単で費用のかからない方法によって基板上に容易に付着する、有機-無機材料を含むエレクトロルミネセンス素子を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、陽極、陰極、および発光層を含むエレクトロルミネセンス素子に関する。発光層は、有機成分および無機成分を含む、自己集合性有機-無機ハイブリッド材料を含む。有機成分は、可視域で蛍光を発する色素を含む。さらに、光学的に不活性な成分で有機色素成分の一部を置き換えることができ、それによって、有機色素を十分に含むハイブリ

10

20

30

40

50

ッド材料よりも発光強度が高い有機 - 無機ハイブリッド材料が得られる。

【 0 0 1 0 】

【 発明の実施の形態 】

本発明は、陽極、陰極、および発光層を含むエレクトロルミネセンス素子に関する。発光層は、可視域で蛍光を発する色素を含有する有機 - 無機ハイブリッド材料を含む。

【 0 0 1 1 】

本発明の発光層は、無機結晶質材料の利点と有機材料の利点を兼ね備える。色素を含む有機成分は発光体の中心として働き、またこの材料が結晶質様構造へと自己集合するのを容易にする。無機成分は、金属性、半導性、または絶縁性でよい拡張 1 次元、2 次元、または 3 次元網状構造を形成する。さらにこの無機成分は、分子複合体の熱安定性を高める。半導性の無機の枠組の場合、無機網状構造に関連する励起子は有機色素に移動することができ、特に色素が励起子の波長域内で吸収するように調整されているときに、その発光が増大する。

10

【 0 0 1 2 】

本発明のハイブリッド材料は、従来技術の有機 - 無機膜に関連する問題の多くを解決する。本発明の無機成分は、より低いバンドギャップの材料で構成することができ、それによって電荷伝導が増大し、したがってより低い動作電界が可能になる。動作電界がより低いと、作動時間が長くなりコストが下がる。導電性がより高いということは、本発明の有機 - 無機膜をより厚くできることを意味し、それによって、素子が短絡および電氣的破壊が生じにくくなる。あるいは、キャリアを選択的にブロックすることによって電荷の再結合を増加させることが可能な、より高いバンドギャップの無機成分を使用することができる。さらに本発明の有機 - 無機膜は、材料が自己集合性であることから、スピン・コーティングや単一源融除などの費用のかからない方法を使用して付着させることができる。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の目的では、有機 - 無機ハイブリッド材料は、分子レベルで一緒に混合される有機成分および無機成分から構成される材料であって、(i) この材料は各有機成分と各無機成分の比が実質的に一定であることを特徴とし、(i i) 有機成分と無機成分が共に、それらの間で自己集合して予測可能な配置をとることができる効果 (forces) を示す材料を意味する。

【 0 0 1 4 】

有機 - 無機ハイブリッド材料の一例は、有機 - 無機ペロブスカイト構造の形をとる。層状ペロブスカイトは、角を共用する金属ハロゲン化物八面体の 2 次元半導体層と有機層とが交互に積み重ねられている量子井戸構造を、自然に形成する。

30

【 0 0 1 5 】

多くの有機 - 無機ペロブスカイトは従来の水性溶媒または有機溶媒に可溶であるので、このような有機 - 無機ハイブリッド材料を調製するためにはスピン・コーティング技法が適切である。この方法を使用することにより、高品質で高度に配向された層状ペロブスカイトの薄膜が得られた。層状ペロブスカイトの被膜を成長させるために、真空蒸着技法も使用されている。本願と同じ譲受人に譲渡されており、いずれの文書も有機 - 無機ハイブリッド材料に関する代替付着方法について述べている同時係属の米国特許出願第 0 9 / 1 9 2 1 3 0 号および米国特許第 5 8 7 1 5 7 9 号は、有機 - 無機ハイブリッド材料に関する代替付着方法を教示している。前記文書の開示を参照により本明細書に組み込む。

40

【 0 0 1 6 】

図 1 は、3 次元ペロブスカイト構造 ABX_3 をベースとする有機 - 無機ハイブリッド材料 1 0 の一例を示す。このペロブスカイト構造は、角を共用する BX_6 八面体 1 2 を含む。各八面体 1 2 は、頂点にある 6 個の X 陰イオンと、中心にある 1 個の B 陽イオンによって画定される (結晶概略図の符号 1 8 参照)。A 陽イオンは、八面体 1 2 の間の大きい隙間に位置している。

【 0 0 1 7 】

3 次元ペロブスカイト構造をベースとする層状無機化合物は、ペロブスカイトの < 1 0 0

50

>または< 1 1 0 >平面に沿ってn層 (n = 1 から無限大) の厚さで切り出すことにより視覚化することができる。有機 - 無機ハイブリッド材料では、ペロブスカイト・シートの陰イオン性無機 $B X_6$ 八面体は、陽イオン性有機分子 2 0 と電荷のバランスがとれており、これらは互い違いになった層を形成し、またはA陽イオン隙間部位に位置し、あるいはその両方である。これらの材料の例では、Bとして第4族、遷移金属、および希土類元素を、Xとしてハロゲン (Cl、Br、またはI) を、Aとして有機アンモニウムまたは二アンモニウム陽イオンを含む。本発明において、有機アンモニウムまたは二アンモニウム陽イオンが、可視域で蛍光を発する色素誘導体含有する。

【 0 0 1 8 】

無機ペロブスカイト・シート 1 2 と有機層 2 0 は、強力なイオン結合および水素結合によって結合している。このイオン結合は、有機 - 無機化合物が特定の化学量論値を有し、かつ有機分子が明確な結晶学的部位に位置することを必要とする。有機層と無機層の間の結合により、これらのハイブリッド材料は、局所的に配列された薄膜または結晶質の薄膜として付着され、あるいは単結晶として成長するようになる。

10

【 0 0 1 9 】

これらの層状ペロブスカイト化合物の多くでは、結合エネルギーが大きく (> 3 0 0 m e V) 振動子強度が大きい励起子形成が、この構造の無機成分中で観察される。これらの励起子からは、室温での強度のフォトルミネセンス、第3高調波発生、ポラリトン吸収などの興味深い物理的性質が生じる。フォトルミネセンスが強く、異なる金属またはハロゲン原子を組み込むことによって波長を調整できることから、ペロブスカイト材料はエミッタ

20

【 0 0 2 0 】

図2に示す好ましいペロブスカイト材料は、一般式 $(R N H_3)_2 (C H_3 N H_3)_{n-1} M_n X_{3n+1}$ を有し、上式で、Rは有機基であり、Mは2価の金属であり、Xはハロゲンであり、nは1以上である。金属原子1は、八面体配位をとることのできる2価の金属である。有機成分6は、アンモニウム陽イオン4と有機基3の2成分から構成される。アンモニウム陽イオン4は無機ハロゲン2と水素結合し、有機基3が層間の空間内に延びてファン・デル・ワールス相互作用によりその構造を緊密に保持する。

【 0 0 2 1 】

図3に示すその他の好ましいペロブスカイトは、一般式 $(N H_3 - R - N H_3) (C H_3 N H_3)_{n-1} M_n X_{3n+1}$ を有し、上式でn = 1であり、Rは上述のものである。この場合、有機成分6は、無機ハロゲン2に結合する2つのアンモニウム陽イオン4を有する。

30

【 0 0 2 2 】

有機成分は、可視域で蛍光を発する色素の誘導体であることが好ましい。好ましい色素誘導体の例には、トラン、チオキサントン、クマリン、ペリレン、オキサジアゾール、ポリエン、オリゴチオフェン、オリゴフェニレン、フェニレンビニレン、チオフェンビニレン、およびこれらの混合物が含まれる。より好ましい有機色素成分は、5, 5''' - ビス (アミノエチル) - 2, 2' : 5', 2'' : 5''', 2''' - クアテルチオフェン (A E Q T) である。

【 0 0 2 3 】

有機成分を変える他、無機成分に様々な変更を加えることができる。金属およびハロゲン原子を適切に選択することによって励起子の位置を変え、光スペクトルの様々な領域に合わせることができる。例えば、式 $(R N H_3)_2 P b X_4$ 、(R = アルキル) のペロブスカイトでは、XがCl、Br、およびIであるとき、励起子はそれぞれ332 nm、405 nm、および504 nmに位置する。色素から最適な蛍光を得るために、有機色素成分は、励起子が位置するエネルギー域内で、またはより低いエネルギーで吸収するように選択される。

40

【 0 0 2 4 】

同様に、無機シートの厚さを変化させることによって、この被膜の導電性を変えることができる。例えば $(C_4 H_9 N H_3)_2 (C H_3 N H_3)_{n-1} S n_n I_{3n+1}$ のペロブスカイト族の場合

50

合、シートの厚さ n が増大するにつれて室温抵抗率が減少し、 n が 3 よりも大きいときには金属的な性質さえもたらされる。

【0025】

本発明の別の実施形態では、有機 - 無機ハイブリッド材料中の有機色素成分の一部を、光学的に不活性な材料成分で置き換える。光学的に不活性な成分とは、可視域で蛍光を発しないまたは吸収しない成分である。濃度が高いと自己消光する色素もあるので、光学的に不活性な材料成分を組み込むことによって、実際に蛍光を増大させることができる。色素濃度は、有機 - 無機ハイブリッド材料中の全有機成分に対して 70 モル%未満であるべきであり、好ましくは 50 モル%未満、より好ましくは 20 モル%未満、さらに好ましくは 10 モル%未満であり、さらに好ましくは 5 モル%未満である。無機成分に結合してハイブリッド材料の予測可能な性質を保つ限り、いかなる適当な光学的に不活性な材料も使用することができる。好ましい光学的に不活性な材料は、1,6-ビス(5'-(2''アミノエチル)-2'-チエニル)ヘキサ(アETH)、フェネチルアミン(PEA)、ブチルジアミン(BDA)、またはその他のアルキルアミンである。さらに、その他の不活性分子は、色素分子を発光しないように改変することによって調製することができる。これは、例えば共役を壊すこと(すなわち、交互になった二重(三重)結合と単結合を壊すこと)によって実現することができる。

10

【0026】

前述の無機 - 有機ハイブリッド材料は、エレクトロルミネセンス素子に使用することができる。一般的なエレクトロルミネセンス素子を図4に示す。光学的に平滑な透明板30上に、透明電極32を付着する。透明陽極の厚さは、典型的には約1000~2000オングストロームであり、酸化インジウムスズ(ITO)や酸化インジウム亜鉛(IZO)、またはポリアニリンなどの有機材料など、任意の適切な透明導電材料で作製される。

20

【0027】

透明陽極32の上面に素子領域36(図5)を画定するため、二酸化ケイ素などの絶縁材料34を付着する。次いで本発明の有機 - 無機ハイブリッド材料を含む発光層38を、任意の適切な手段を使用して約200~4000オングストロームの厚さで付着する。この材料を約180で約10分間アニールする。発光層の上面に、薄い電子輸送材料40を約100~500オングストロームの厚さで付着させる。電子輸送材料40として、オキサジアゾール、トリアゾール、ビスベンズイミドアゾ(2,1-a:2',1'-a')アントラ(2,1,9-def:6,5,10-d'e'f')ジイソキノリン-10,21-ジオン(PTCBI)などの誘導体など、任意の適切な材料を使用することができる。陰極42を約300~3000オングストロームの厚さで付着すると、素子は完成する。仕事関数が低い金属(Mg、Ca、Inなど)やその混合物など、任意の適切な陰極材料42を使用することができる。

30

【0028】

酸化を防止するための金や銀などの不活性な導電材料44で、陰極42を覆ってもよい。

【0029】

【実施例】

実施例1

発光層として式(AEQT)PbBr₄のペロブスカイトを使用して、エレクトロルミネセンス素子を調製した。透明陽極は、平滑な水晶基板の上面に蒸着した1500オングストロームの酸化インジウムスズ層からなる。接触マスクを通して厚さ1200オングストロームの二酸化ケイ素層を蒸着させて、素子領域を画定した。次いで単一源熱融除を使用して、ペロブスカイト発光層を400オングストロームの厚さで付着させた。次に、OXD7(1,3-ビス((4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾリル)フェニレン)の薄い電子輸送層を、300オングストロームの厚さで熱により付着した。マグネシウム - 銀合金(25:1)からなる仕事関数が低い陰極を付着し、1200オングストロームの純銀で覆った。

40

【0030】

50

素子に電圧をかけると、標準の照明条件下、室温で、緑色蛍光が観察された。この素子の特性データを図6ないし8に示す。この素子は最適化されていないが、非常に低い駆動電圧(5V未満)を示した。図8のスペクトルは、発光が有機成分から生じて無機成分からは本質的に発光が生じないことを示す、式(AEQT)・HBrの有機塩によって示されたフォトルミネセンスのスペクトルと非常に類似している。

【0031】

さらに、上述の手順を使用して、厚さ800オングストロームの発光体素子を準備した。これは、400オングストロームの発光体素子に非常に類似した状態で動作し、動作電圧に約1Vのわずかな増加があるだけであった。これは、発光体の層の厚さが2倍になっても電荷伝導が良好であることを示す。

10

【0032】

素子が室温でうまく動作することは、有機-無機ハイブリッド材料の有機成分から発光が生じる原理を実証している。

【0033】

実施例2

色素成分の一部を光学的に不活性な材料で置き換える手法を試験するため、2つの成分の比が異なる被膜を熱融除によって調製した。有機色素成分はAEQTであり、光学的に不活性な材料はAETHまたはビス(5'-(2'アミノエチル)-2'-チエニル)ヘキサチオンであった。被膜材料は、一般式 $AEQT_x AETH_{1-x} PbBr_4$ を有していた。フォトルミネセンスの量子収率対色素濃度の測定値を、図9に示す。このデータは、不活性材料に対する色素の量が減少するにつれて量子収率が増加することを明示している。色素の濃度が約2モル%のとき、最も高い収率が測定された。このような色素でドーブしたハイブリッドを有機発光ダイオードに組み込むことによって、素子の効率が高まると予想される。

20

【0034】

まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0035】

(1)陽極、陰極、および発光層を含むエレクトロルミネセンス素子であって、前記発光層は、前記陽極と前記陰極との間に配置されており、有機成分および無機成分を含む自己集合性有機-無機ハイブリッド材料を含み、前記有機成分が色素成分を含む素子。

30

(2)前記有機-無機ハイブリッド材料が、金属ハロゲン化物の枠組からなる無機成分を有する上記(1)に記載の素子。

(3)前記有機-無機ハイブリッド材料がペロブスカイトである上記(1)に記載の素子。

(4)前記色素材料が可視域で蛍光を発する上記(1)に記載の素子。

(5)前記ペロブスカイトが一般式 $(RNH_3)_2(CH_3NH_3)_{n-1}M_nX_{3n+1}$ および $(NH_3-R-NH_3)(CH_3NH_3)_{n-1}M_nX_{3n+1}$ からなる群から選択される構造を有し、上式で、Rは有機基であり、Mは2価の金属であり、Xはハロゲンであり、nは1以上である上記(3)に記載の素子。

(6)前記色素成分が、トラン、チオキサントン、クマリン、ペリレン、オキサジアゾール、ポリエン、オリゴチオフエン、オリゴフェニレン、フェニレンビニレン、チオフエンビニレンの誘導体、およびそれらの混合物からなる群から選択される上記(4)に記載の素子。

40

(7)前記色素成分が、5,5'''-ビス(アミノエチル)-2,2':5',2''':5'',2'''-クアテルチオフエン(AEQT)である上記(4)に記載の素子。

(8)陽極、陰極、および発光層を含むエレクトロルミネセンス素子であって、前記発光層は、前記陽極と前記陰極の間に配置されており、有機成分および無機成分を含む自己集合性有機-無機ハイブリッド材料を含み、前記有機成分が色素成分および光学的に不活性な成分を含む素子。

(9)前記有機-無機ハイブリッド材料が、金属ハロゲン化物の枠組からなる無機成分を

50

有する上記(8)に記載の素子。

(10) 前記有機-無機ハイブリッド材料がペロブスカイトである上記(8)に記載の素子。

(11) 前記色素材料が可視域で蛍光を発する上記(8)に記載の素子。

(12) 前記ペロブスカイトが一般式 $(RNH_3)_2(CH_3NH_3)_{n-1}M_nX_{3n+1}$ および $(NH_3-R-NH_3)(CH_3NH_3)_{n-1}M_nX_{3n+1}$ からなる群から選択される構造を有し、上式で、Rは有機基であり、Mは2価の金属であり、Xはハロゲンであり、nは1以上である上記(10)に記載の素子。

(13) 前記色素成分が、トラン、チオキサントン、クマリン、ペリレン、オキサジアゾール、ポリエン、オリゴチオフェン、オリゴフェニレン、フェニレンビニレン、チオフェンビニレンの誘導体、およびそれらの混合物からなる群から選択される上記(11)に記載の素子。

10

(14) 前記色素成分が、5, 5'''-ビス(アミノエチル)-2, 2': 5', 2'': 5', 2'''-クアテルチオフェン(AEQT)である上記(11)に記載の素子。

(15) 前記色素成分が、前記有機成分中の0%よりも多く10%未満である上記(8)に記載の素子。

(16) 前記色素成分が、前記有機成分中の0%よりも多く5%未満である上記(8)に記載の素子。

(17) 前記不活性材料が、1, 6-ビス(5'-(2''アミノエチル)-2'-チエニル)ヘキサン(AETH)、フェネチルアミン(PEA)、ブチルジアミン(BDA)、アルキルアミン、並びに、トラン、チオキサントン、クマリン、ペリレン、オキサジアゾール、ポリエン、オリゴチオフェン、オリゴフェニレン、フェニレンビニレン、およびチオフェンビニレンの変性(非共役)色素分子誘導体からなる群から選択される上記(8)に記載の素子。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】3次元ペロブスカイト構造、 ABX_3 をベースとする有機-無機ハイブリッド材料の一例を示す図である。

【図2】一般式 $(RNH_3)_2(CH_3NH_3)_{n-1}M_nX_{3n+1}$ を有する好ましいペロブスカイト構造を示す図である。

【図3】一般式が $(NH_3-R-NH_3)(CH_3NH_3)_{n-1}M_nX_{3n+1}$ であり、 $n=1$ である好ましいペロブスカイト構造を示す図である。

30

【図4】エレクトロルミネセンス素子の断面図である。

【図5】エレクトロルミネセンス素子の底面図である。

【図6】式 $(AEQT)PbBr_4$ のペロブスカイト発光層を有する素子の、エレクトロルミネセンスを駆動電圧に対してプロットした図である。

【図7】式 $(AEQT)PbBr_4$ のペロブスカイト発光層を有する素子の、電流を駆動電圧に対してプロットした図である。

【図8】式 $(AEQT)PbBr_4$ のペロブスカイト発光層を有する素子の、エレクトロルミネセンスのスペクトルを示す図である。

【図9】式 $AEQT_xAETH_{1-x}PbBr_4$ を有する材料のフォトルミナンス量子収率と色素濃度の関係を示すグラフである。

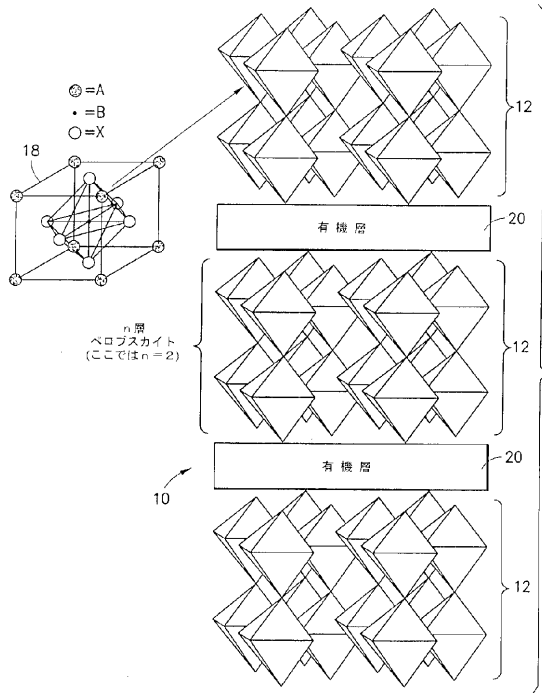
40

【符号の説明】

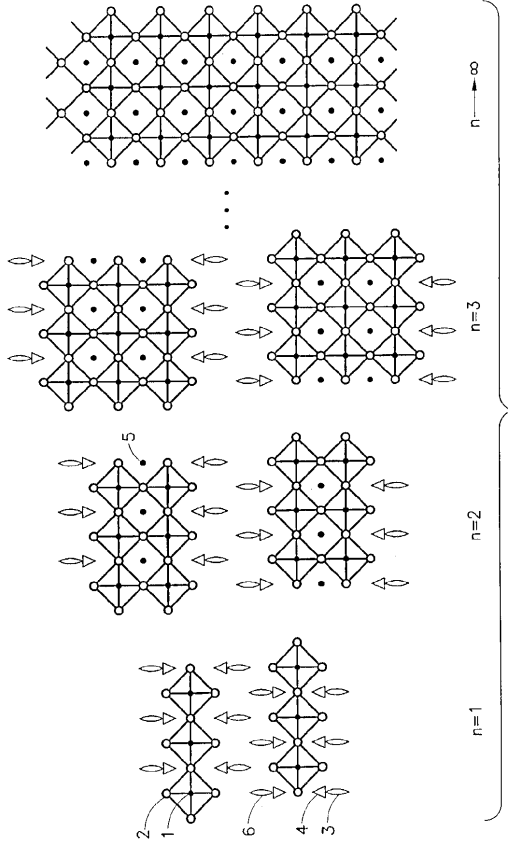
- 30 透明板
- 32 透明陽極
- 34 絶縁材料
- 36 素子領域
- 38 発光層
- 40 電子輸送材料
- 42 陰極
- 44 導電材料

50

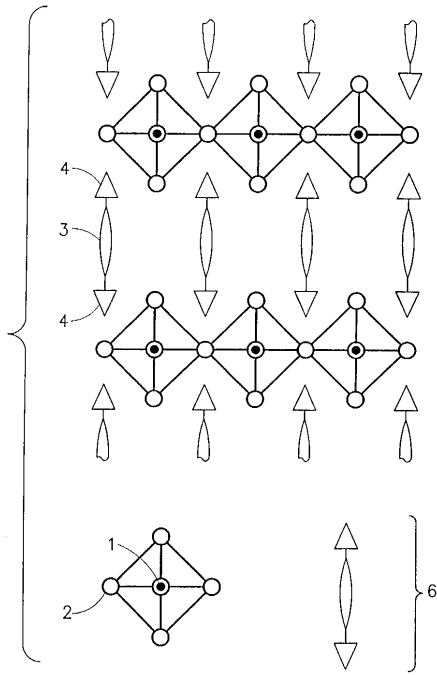
【 図 1 】



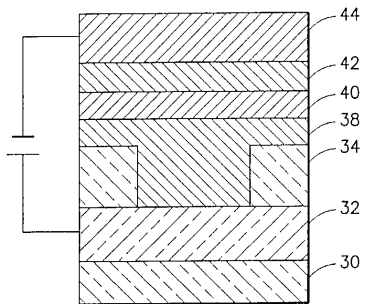
【 図 2 】



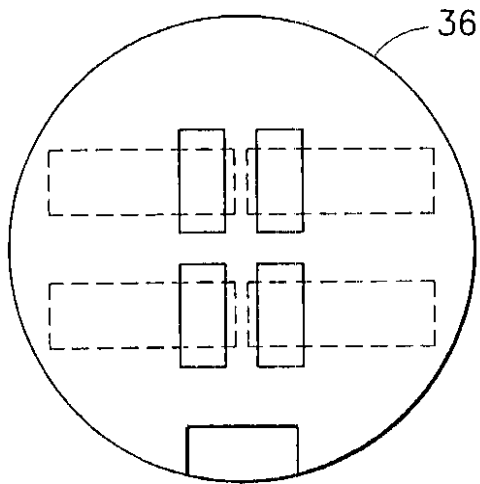
【 図 3 】



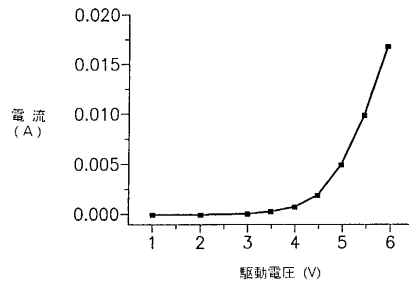
【 図 4 】



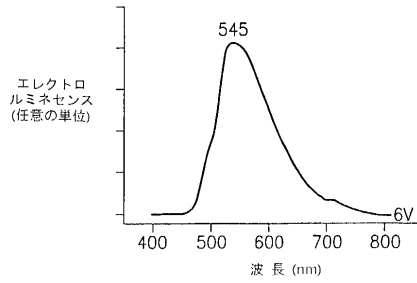
【 図 5 】



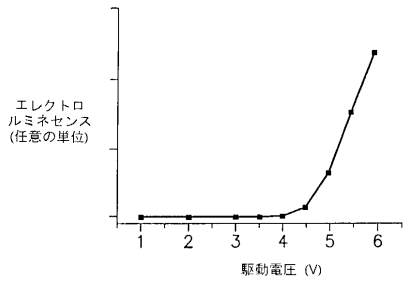
【 図 7 】



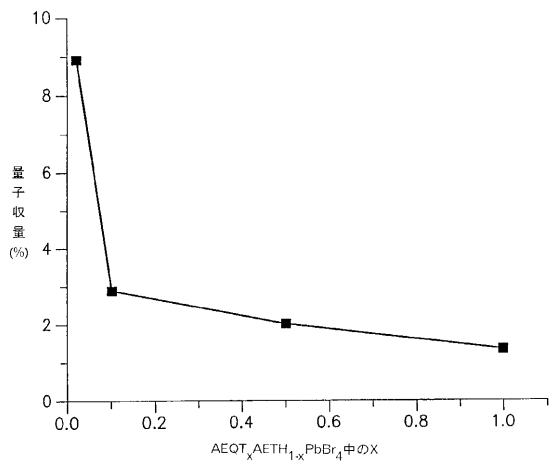
【 図 8 】



【 図 6 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 コンスタンティノス・ホンドルディス
アメリカ合衆国94086 カリフォルニア州サニーベール ファーロツホ・アベニュー 542
アパートメント3
- (72)発明者 デービッド・ブライアン・ミツイ
アメリカ合衆国10514 ニューヨーク州ウェストチェスター チャパクア スプリング・レー
ン 58

合議体

審判長 末政 清滋
審判官 井口 猶二
審判官 伏見 隆夫

- (56)参考文献 特開平2-261889(JP,A)
特開平7-86634(JP,A)
特開昭63-264692(JP,A)
特開平4-178487(JP,A)
1. 江良正直, 「層状ペロブスカイト化合物の自己組織性を用いた有機/無機超格子の創成と光デバイスへの応用」, 分子系超構造の設計・創成 第2回全体会議, 1996年, PP. 33-36
 2. 北沢信章他, 「自己組織化性有機無機層状ペロブスカイト薄膜の光学的性質」, マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集(MES'98), 財団法人エレクトロニクス実装学会, 1998年, PP. 77-80
 3. Masanao ERA, 「Construction of organic-inorganic superlattice materials based on self-organizing nature of metal~」, "Molecular Superstructure-Design and Creation-" Collected Papers 1995 Apr. - 1998 Mar., 1998年, pp. 279-301