

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-303470

(P2006-303470A)

(43) 公開日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/22	C	3K007
C09K 11/06	(2006.01)	H05B 33/14	B	
		C09K 11/06	690	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 42 頁)

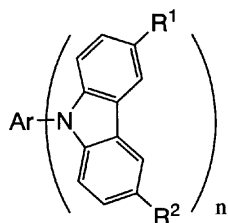
(21) 出願番号	特願2006-78171 (P2006-78171)	(71) 出願人	000153878
(22) 出願日	平成18年3月22日 (2006.3.22)		株式会社半導体エネルギー研究所
(31) 優先権主張番号	特願2005-85056 (P2005-85056)		神奈川県厚木市長谷398番地
(32) 優先日	平成17年3月23日 (2005.3.23)	(72) 発明者	岩城 裕司
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	瀬尾 哲史
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	熊木 大介
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		Fターム(参考)	3K007 AB03 AB05 AB06 DB03 FA01

(54) 【発明の名称】 複合材料、発光素子及び発光装置

(57) 【要約】

【課題】有機化合物と無機化合物とを複合した複合材料であって、キャリア輸送性および有機化合物へのキャリア注入性に優れ、かつ透明性にも優れた複合材料を提供することを課題とする。

【解決手段】上記課題を解決する為に、下記一般式で表される有機化合物と無機化合物との複合材料を用いる。無機化合物には遷移金属の酸化物、好ましくは周期表における4～8族に属する金属の酸化物、特にバナジウム酸化物、タンタル酸化物、モリブデン酸化物、タングステン酸化物、レニウム酸化物及びルテニウム酸化物を好適に用いることができる。



(1)

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アリールカルバゾール及び無機化合物を含むことを特徴とする複合材料。

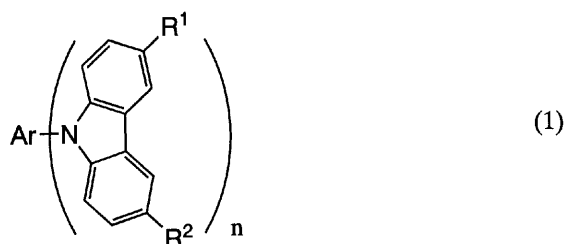
【請求項 2】

アリールアミン骨格を有さないアリールカルバゾール及び無機化合物を含むことを特徴とする複合材料。

【請求項 3】

一般式 (1) で表される有機化合物及び無機化合物を含むことを特徴とする複合材料。

【化 1】



10

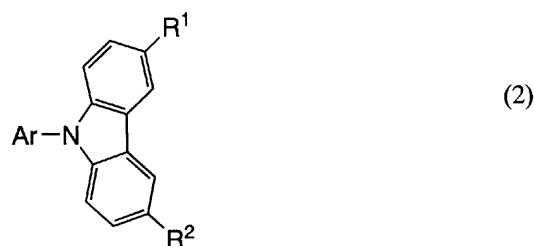
(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の芳香族炭化水素基を表し、n は 1 ~ 3 の自然数を表し、R¹、R² は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

20

【請求項 4】

一般式 (2) 乃至 (4) で表されるいずれか 1 つの有機化合物及び無機化合物を含むことを特徴とする複合材料。

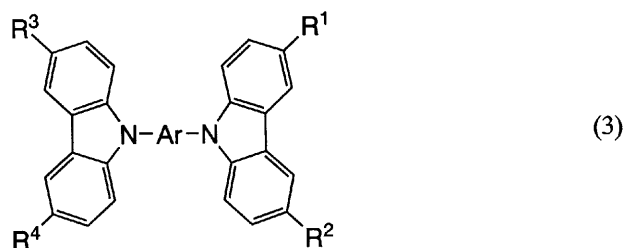
【化 2】



30

(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 1 価の芳香族炭化水素基を表し、R¹、R² は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

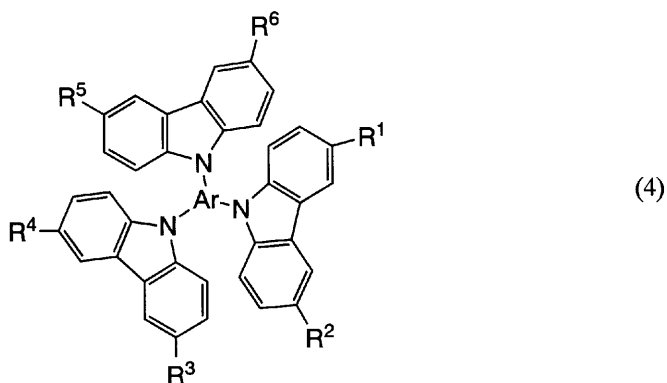
【化 3】



40

(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 2 価の芳香族炭化水素基を表し、R¹ ~ R⁴ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

【化 4】



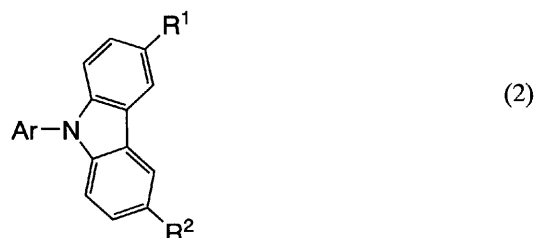
10

(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 3 価の芳香族炭化水素基を表し、 $R^1 \sim R^6$ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

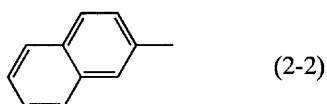
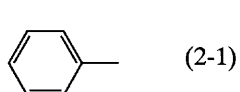
【請求項 5】

一般式 (2) 乃至 (4) で表されるいずれか 1 つの有機化合物及び無機化合物を含むことを特徴とする複合材料。

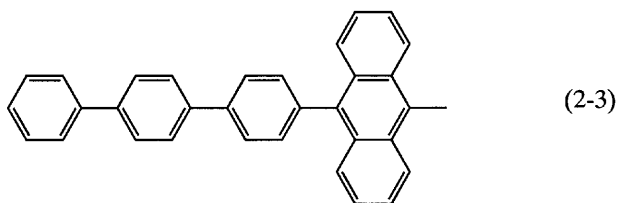
【化 5】



20

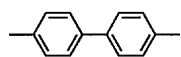
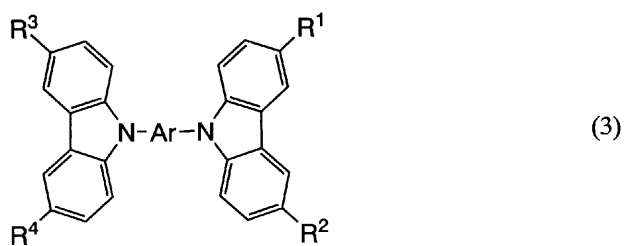


30

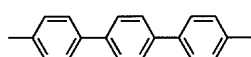


(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 1 価の芳香族炭化水素基を表し、 R^1 、 R^2 は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

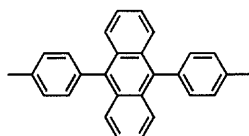
【化 6】



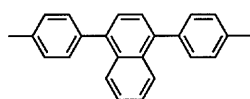
(3-1)



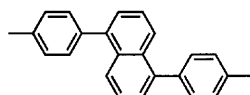
(3-2)



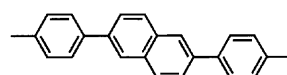
(3-3)



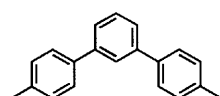
(3-4)



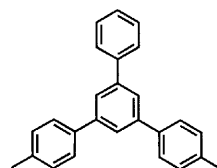
(3-5)



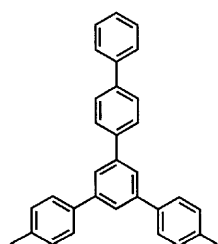
(3-6)



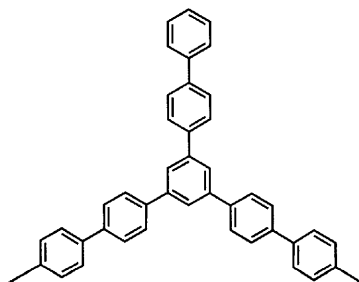
(3-7)



(3-8)



(3-9)



(3-10)

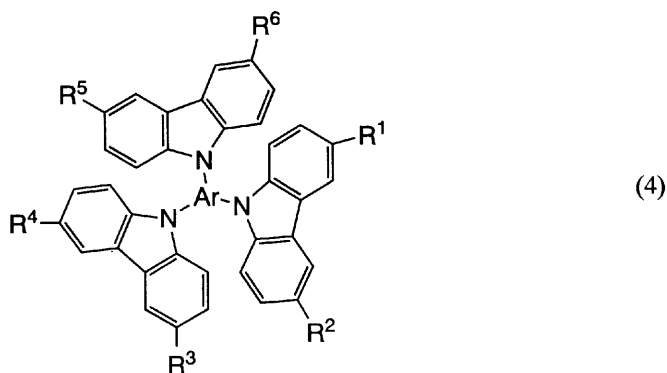
(但し、式中 Ar は構造式 (3-1) ~ (3-10) に示した芳香族炭化水素基のいずれかを表し、R¹ ~ R⁴ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

10

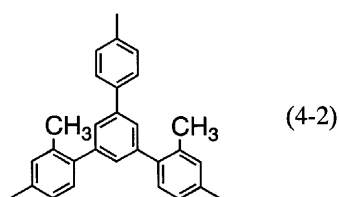
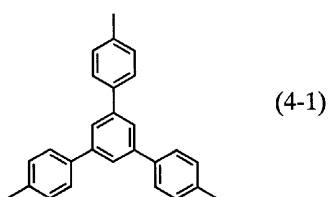
20

30

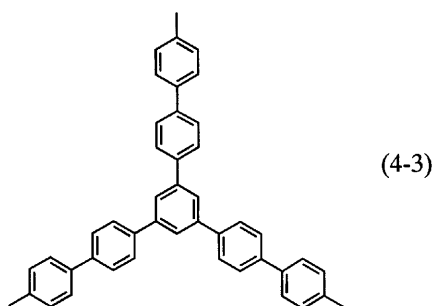
【化 7】



10



20



(但し、式中 Ar は構造式 (4-1) ~ (4-3) に示した芳香族炭化水素基のいずれかを表し、 $R^1 \sim R^6$ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、

前記無機化合物は、遷移金属の酸化物であることを特徴とする複合材料。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、

前記無機化合物は、元素周期表における 4 乃至 8 族に属する金属の酸化物であることを特徴とする複合材料。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、

前記無機化合物は、バナジウム酸化物、タンタル酸化物、モリブデン酸化物、タングステン酸化物、レニウム酸化物及びルテニウム酸化物のいずれかであることを特徴とする複合材料。

40

【請求項 9】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、

アリールカルバゾール及び無機化合物を含む層と、

発光物質を含む層と、

を有することを特徴とする発光素子。

【請求項 10】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、

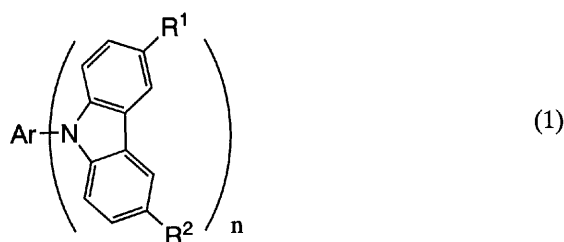
50

アリールアミン骨格を有さないアリールカルバゾール及び無機化合物を含む層と、
発光物質を含む層と、
を有することを特徴とする発光素子。

【請求項 11】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、
一般式 (1) で表される有機化合物及び無機化合物を含む層と、
発光物質を含む層と、
を有することを特徴とする発光素子。

【化 8】



10

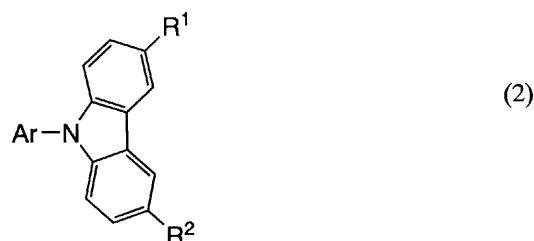
(但し式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の芳香族炭化水素基を表し、n は 1 ~ 3 の自然数を表し、
R¹、R² は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

20

【請求項 12】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、
一般式 (2) 乃至 (4) で表される有機化合物のいずれか 1 つ及び無機化合物を含む層と、
発光物質を含む層と、
を有することを特徴とする発光素子。

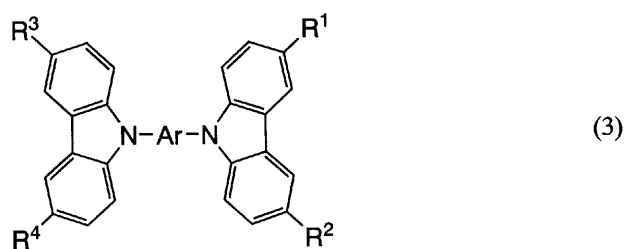
【化 9】



30

(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 1 価の芳香族炭化水素基を表し、R¹、R² は水素、
または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

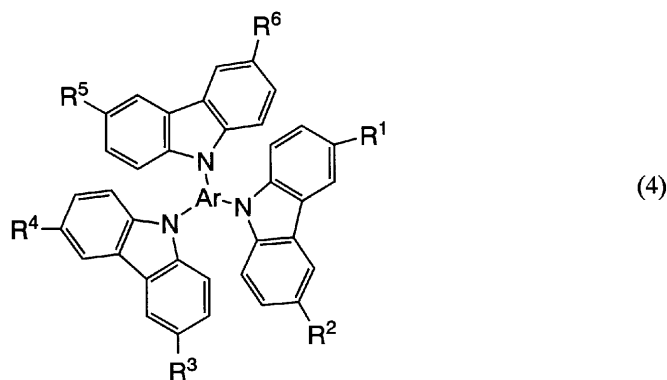
【化 10】



40

(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 2 価の芳香族炭化水素基を表し、R¹ ~ R⁴ は水素、
または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

【化 1 1】



10

(但し、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 3 価の芳香族炭化水素基を表し、 $R^1 \sim R^6$ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

【請求項 1 3】

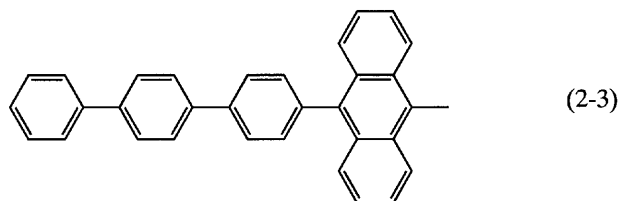
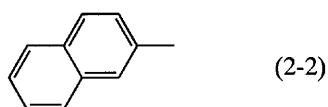
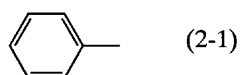
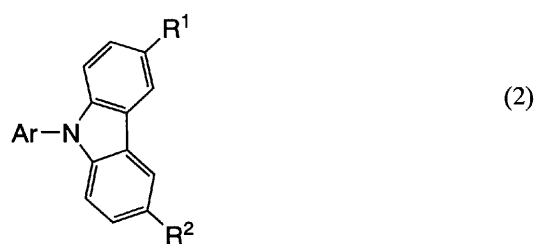
第 1 の電極と第 2 の電極との間に、
一般式 (2) 乃至 (4) で表されるいずれか 1 つの有機化合物及び無機化合物を含む層と、

発光物質を含む層と、

を有することを特徴とする発光素子。

20

【化 1 2】

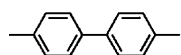
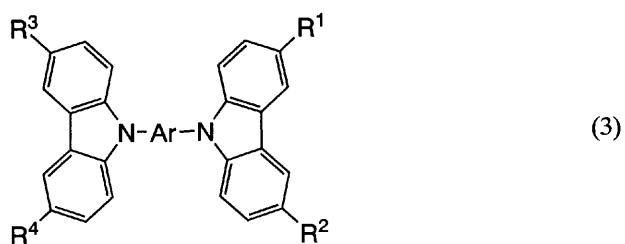


30

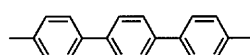
40

(但し、式中 Ar は構造式 (2-1) ~ (2-3) に示した芳香族炭化水素基のいずれかを表し、 R^1 、 R^2 は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

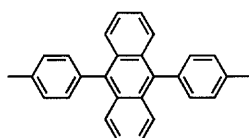
【化 1 3】



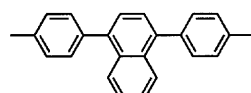
(3-1)



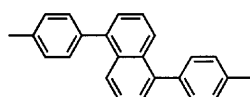
(3-2)



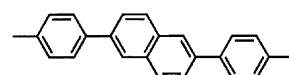
(3-3)



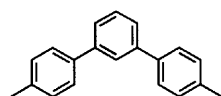
(3-4)



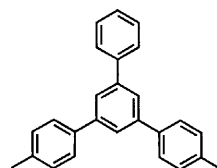
(3-5)



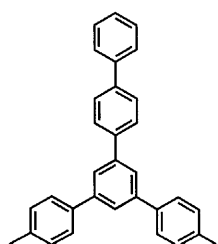
(3-6)



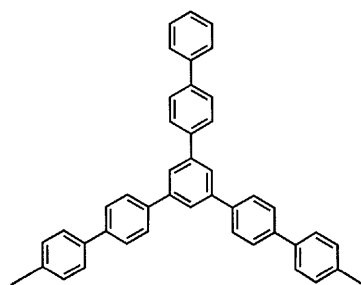
(3-7)



(3-8)



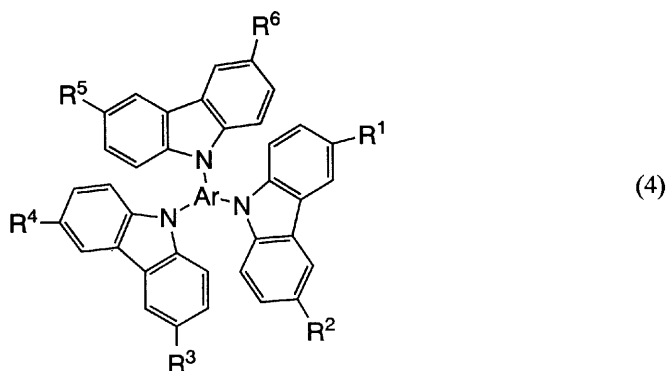
(3-9)



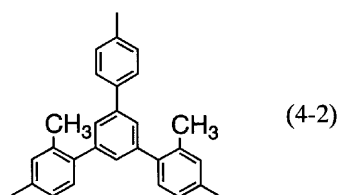
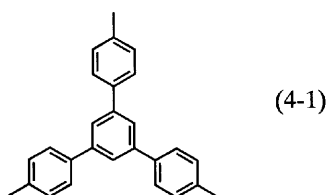
(3-10)

(但し、式中 Ar は構造式 (3-1) ~ (3-10) に示した芳香族炭化水素基のいずれかを表し、R¹ ~ R⁴ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

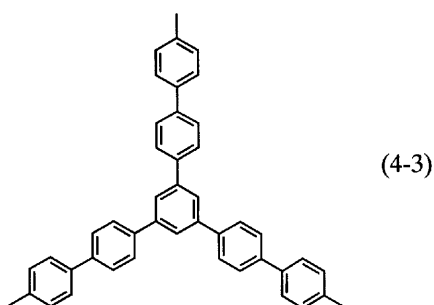
【化 1 4】



10



20



(但し、式中 Ar は構造式 (4-1) ~ (4-3) に示した芳香族炭化水素基のいずれかを表し、 $R^1 \sim R^6$ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。)

30

【請求項 1 4】

請求項 9 乃至請求項 1 3 のいずれか一項において、
前記無機化合物は、遷移金属の酸化物であることを特徴とする発光素子。

【請求項 1 5】

請求項 9 乃至請求項 1 3 のいずれか一項において、
前記無機化合物は、元素周期表における 4 乃至 8 族に属する金属の酸化物であることを特徴とする発光素子。

【請求項 1 6】

請求項 9 乃至請求項 1 3 のいずれか一項において、
前記無機化合物は、バナジウム酸化物、タンタル酸化物、モリブデン酸化物、タングステン酸化物、レニウム酸化物及びルテニウム酸化物のいずれかであることを特徴とする発光素子。

40

【請求項 1 7】

請求項 9 乃至請求項 1 6 のいずれか一項に記載の発光素子と、
前記発光素子の発光を制御する手段を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 1 8】

表示部を有し、
前記表示部は請求項 9 乃至請求項 1 6 のいずれか一項に記載の発光素子を有し、

50

前記発光素子の発光を制御する手段を備えたことを特徴とする電気機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機化合物と無機化合物とを有する複合材料に関する。また、本発明は前記複合材料を用いた電流励起型の発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光性の有機化合物を用いた発光素子の研究開発が盛んに行われている。これら発光素子の基本的な構成は、一対の電極間に発光性の有機化合物を含む層を挟んだものである。このような素子に電圧を印加することにより、一対の電極から電子およびホールがそれぞれ発光性の有機化合物を含む層に注入され、電流が流れる。そして、それらキャリア（電子およびホール）が再結合することにより、発光性の有機化合物が励起状態を形成し、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。このようなメカニズムから、このような発光素子は、電流励起型の発光素子と呼ばれる。

10

【0003】

なお、有機化合物が形成する励起状態の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であり、一重項励起状態からの発光が蛍光、三重項励起状態からの発光が燐光と呼ばれている。

【0004】

20

このような発光素子は通常、サブミクロン程度の薄膜で形成されるため、薄型軽量に作製できることが大きな利点である。また、キャリアが注入されてから発光に至るまでの時間はマイクロ秒程度あるいはそれ以下であるため、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。これらの特性は、フラットパネルディスプレイに用いられる素子として好適であると考えられている。

【0005】

また、これらの発光素子は膜状に形成されるため、大面積の素子を形成することにより、面状の発光を容易に得ることができる。このことは、白熱電球やLEDに代表される点光源、あるいは蛍光灯に代表される線光源では得難い特色であるため、照明等に応用できる面光源としての利用価値も高い。

30

【0006】

このように、発光性の有機化合物を用いた電流励起型の発光素子は、発光装置や照明等への応用が期待されているが、未だ課題も多い。その課題の一つとして、消費電力の低減が挙げられる。消費電力を低減するためには、発光素子の駆動電圧を低減することが重要である。そして、電流励起型の発光素子は流れる電流量によって発光強度が決まるため、駆動電圧を低減するためには、低い電圧で多くの電流を流すことが必要となってくる。

【0007】

これまで、駆動電圧を低減させるための手法として、バッファ層を電極と発光性の有機化合物を含む層との間に設けるという試みがなされている。例えば、カンファースルホン酸をドーブしたポリアニリン（PAni）からなるバッファ層をインジウム錫酸化物（ITO: indium tin oxide）と発光層との間に設けることにより、駆動電圧を低減できることが知られている（例えば、非特許文献1参照）。これは、PAniの発光層へのキャリア注入性が優れているためと説明されている。なお、非特許文献1では、バッファ層であるPAniも電極の一部と見なしている。

40

【0008】

しかしながら、非特許文献1に記載してある通り、PAniは膜厚を厚くすると透過率が悪くなるという問題点がある。具体的には、250nm程度の膜厚で、透過率は70%を切ると報告されている。すなわち、バッファ層に用いている材料自体の透明性に問題があるため、素子内部で発生した光を効率良く取り出すことができない。

【0009】

50

また、特許文献 1 によれば、発光素子（特許文献 1 では発光ユニットと記載されている）を直列に接続することにより、ある電流密度当たりの輝度、すなわち電流効率を高めようという試みがなされている。特許文献 1 においては、発光素子を直列に接続する際の接続部分に、有機化合物と金属酸化物（具体的には酸化バナジウムおよび酸化レニウム、）とを混合した層を適用しており、この層はホールや電子を発光ユニットへ注入できるとされている。

【0010】

しかしながら、特許文献 1 で開示されている有機化合物と金属酸化物との混合層は、実施例を見てもわかる通り、赤外領域だけでなく可視光領域（500nm 付近）にも大きな吸収ピークが見られ、やはり透明性に問題が生じている。したがって、やはり素子内部で発生した光を効率良く取り出すことができず、素子の発光効率が低下する。

10

【非特許文献 1】Y. Yang、他 1 名、アプライド フィジクス レターズ、Vol. 64 (10)、1245 - 1247 (1994)

【特許文献 1】特開 2003 - 272860 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

そこで本発明では、有機化合物と無機化合物とを有する複合材料であって、キャリア輸送性および有機化合物へのキャリア注入性に優れ、かつ透明性にも優れた複合材料を提供することを課題とする。

20

【0012】

また、本発明は前記複合材料を電流励起型の発光素子に適用することにより、駆動電圧および発光効率の双方に優れた発光素子を提供することを課題とする。さらに、前記発光素子を用いて発光装置を作製することにより、消費電力の小さい発光装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の複合材料は特定の骨格を有する有機化合物と無機化合物との複合材料であり、特定の骨格を有する有機化合物とはアリールアミン骨格を有さないアリールカルバゾールである。無機化合物は遷移金属の酸化物を用いることができ、好ましくは周期表における 4 ~ 8 族に属する金属の酸化物が望ましい。特にバナジウム酸化物、タンタル酸化物、モリブデン酸化物、タングステン酸化物、レニウム酸化物及びルテニウム酸化物を好適に用いることができる。

30

【0014】

本発明の発光素子は上記した複合材料よりなる層をその一部に含む。特に陽極として機能する電極と発光層の間に形成することが望ましい。また、その際、本発明の複合材料よりなる層を陽極として機能する電極に接して設けるとなおい。また、この場合は本発明の複合材料よりなる層を 60nm 以上の厚さとしても良い。

【0015】

本発明の発光装置は上記した発光素子を備えてなる発光装置である。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明を実施することで、有機化合物と無機化合物とを含む複合材料であって、キャリア輸送性および有機化合物へのキャリア注入性に優れ、かつ透明性にも優れた複合材料を提供することができる。

【0017】

また、前記複合材料を電流励起型の発光素子に適用することにより、駆動電圧および発光効率の双方に優れた発光素子を提供することができる。さらに、前記発光素子を用いて発光装置を作製することにより、消費電力の小さい発光装置を提供することができる。

【0018】

50

また、前記複合材料よりなる層は厚膜化しても駆動電圧が上昇しないことから光学設計を容易に行うことができ、また、発光素子の信頼性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0020】

(実施の形態1)

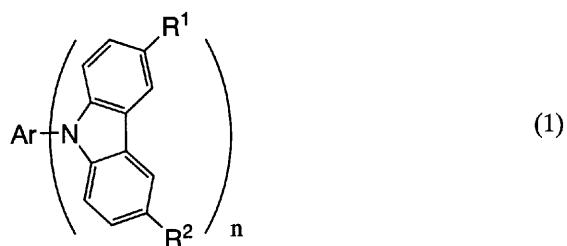
本発明の複合材料の構成について説明する。本発明の複合材料は特定の骨格を有する有機化合物と無機化合物との複合材料である。本発明の複合材料の作製方法には限定はないが、当該有機化合物と無機化合物を同時に蒸着する共蒸着法により形成することができる。本発明の有機化合物と無機化合物の混合比はモル比で1:0.1~1:10程度が好ましく、さらに望ましくは1:0.5~1:2である。混合比は複合材料を共蒸着法により形成する場合は有機化合物と無機化合物各々の蒸着レートを調節することによって制御することができる。

【0021】

本発明の複合材料に用いることが可能な有機化合物は下記一般式(1)~(4)で表される有機化合物である。

【0022】

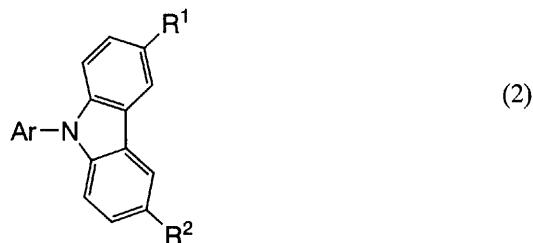
【化1】



式中Arは炭素数6~42の芳香族炭化水素基を表し、nは1~3の自然数を表し、R¹、R²は水素、または炭素数1~4のアルキル基、または炭素数6~12のアリール基を表す。

【0023】

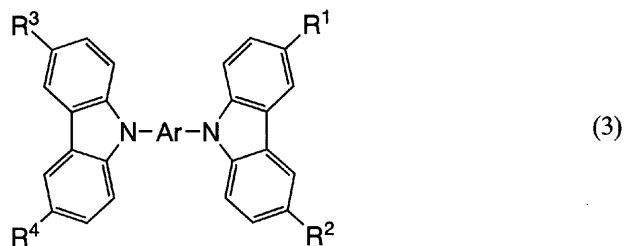
【化2】



ただし、式中Arは炭素数6~42の1価の芳香族炭化水素基を表し、R¹、R²は水素、または炭素数1~4のアルキル基、または炭素数6~12のアリール基を表す。

【0024】

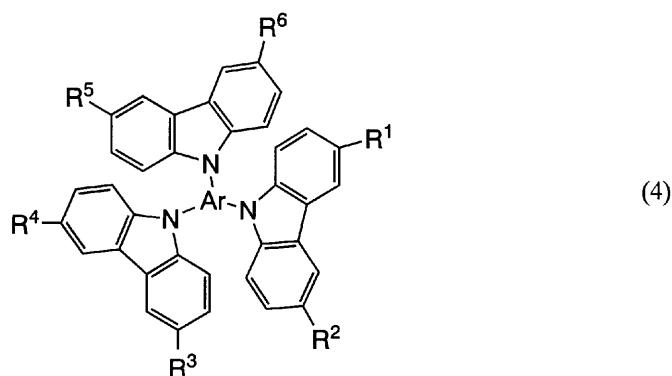
【化 3】



ただし、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 2 価の芳香族炭化水素基を表し、R¹ ~ R⁴ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。

【0025】

【化 4】



20

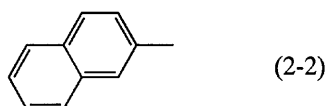
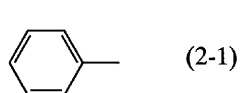
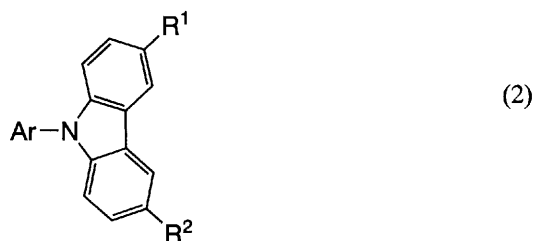
ただし、式中 Ar は炭素数 6 ~ 42 の 3 価の芳香族炭化水素基を表し、R¹ ~ R⁶ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。

【0026】

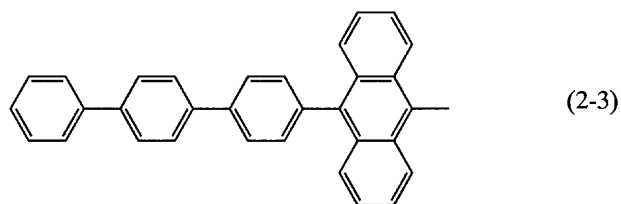
また、本発明の複合材料に用いることが可能な有機化合物としてより好ましくは、下記一般式 (2) ~ (4) で表される有機化合物である。

【化 5】

30



40



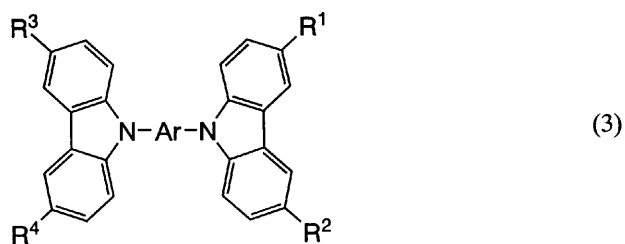
ただし、式中 Ar は構造式 (2-1) ~ (2-3) に示した芳香族炭化水素基のいずれ

50

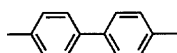
かを表し、 R^1 、 R^2 は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。

【 0 0 2 7 】

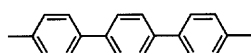
【 化 6 】



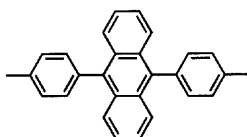
10



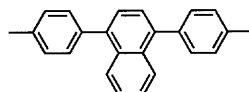
(3-1)



(3-2)

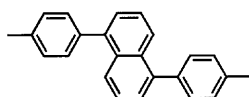


(3-3)

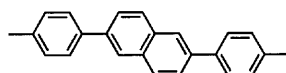


(3-4)

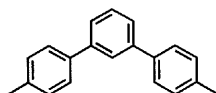
20



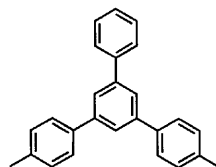
(3-5)



(3-6)

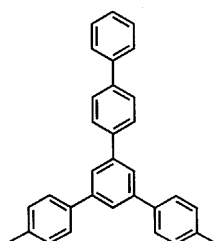


(3-7)

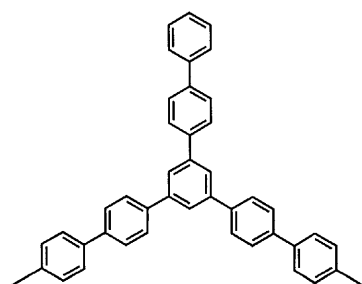


(3-8)

30



(3-9)



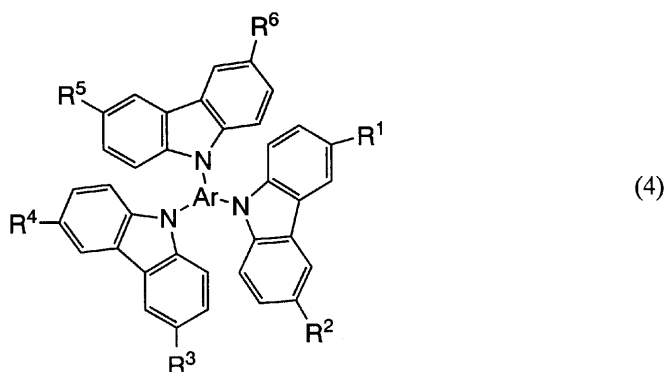
(3-10)

40

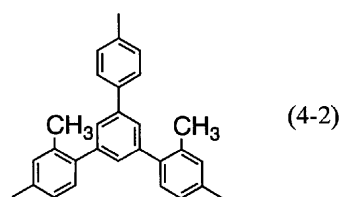
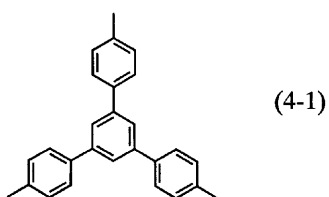
ただし、式中 Ar は構造式 (3-1) ~ (3-10) に示した芳香族炭化水素基のいずれかを表し、 R^1 ~ R^4 は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。

【 0 0 2 8 】

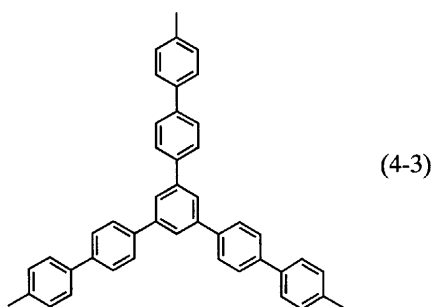
【化 7】



10



20



ただし、式中 Ar は構造式 (4-1) ~ (4-3) に示した芳香族炭化水素基のいずれかを表し、 $R^1 \sim R^6$ は水素、または炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 12 のアリール基を表す。 30

【0029】

なお、上述した一般式において、アルキル基として好ましくはメチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基であり、アリール基として好ましくは、フェニル基、トリル基、2-ピフェニル基、4-ピフェニル基である。

【0030】

なお、上記した一般式で表される有機化合物のうち、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ の正孔移動度を有する有機化合物を用いることが好ましい。

【0031】

以下の構造式 (5) ~ (23) に上記一般式で表される有機化合物の一部を具体例として示す。 40

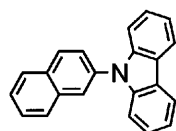
【0032】

【化 8】



【0033】

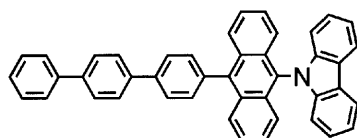
【化 9】



(6)

【 0 0 3 4 】

【化 1 0】

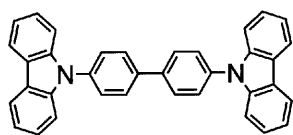


(7)

10

【 0 0 3 5 】

【化 1 1】

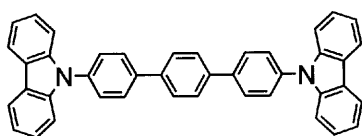


(8)

20

【 0 0 3 6 】

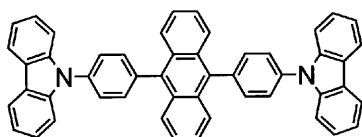
【化 1 2】



(9)

【 0 0 3 7 】

【化 1 3】

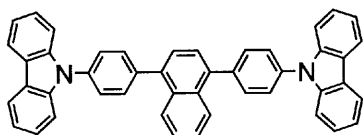


(10)

30

【 0 0 3 8 】

【化 1 4】

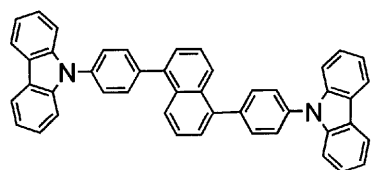


(11)

40

【 0 0 3 9 】

【化 1 5】

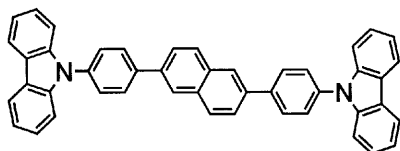


(12)

【 0 0 4 0 】

50

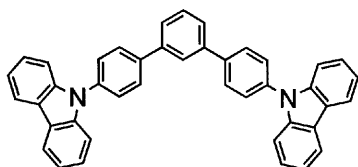
【化 1 6】



(13)

【 0 0 4 1】

【化 1 7】

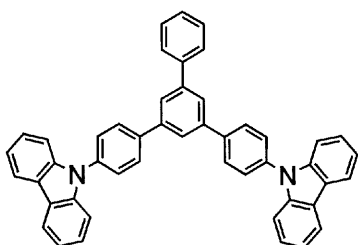


(14)

10

【 0 0 4 2】

【化 1 8】

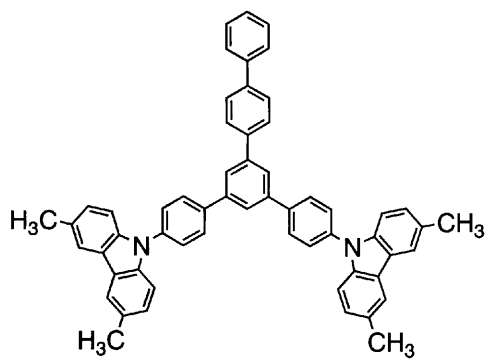


(15)

20

【 0 0 4 3】

【化 1 9】

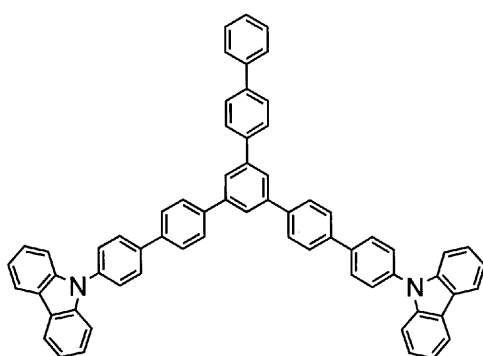


(16)

30

【 0 0 4 4】

【化 2 0】



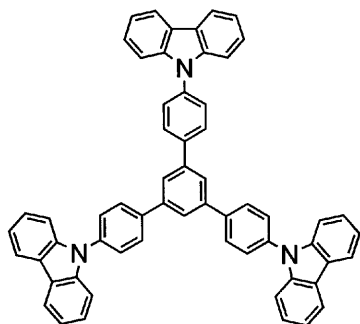
(17)

40

【 0 0 4 5】

50

【化 2 1】

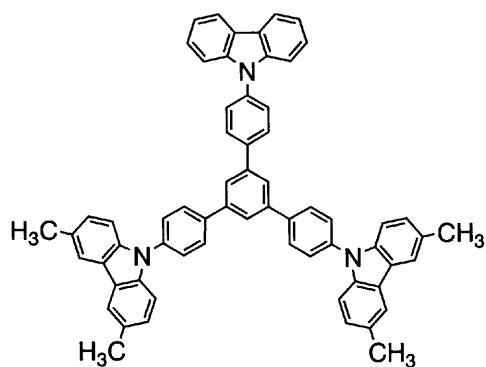


(18)

10

【 0 0 4 6】

【化 2 2】

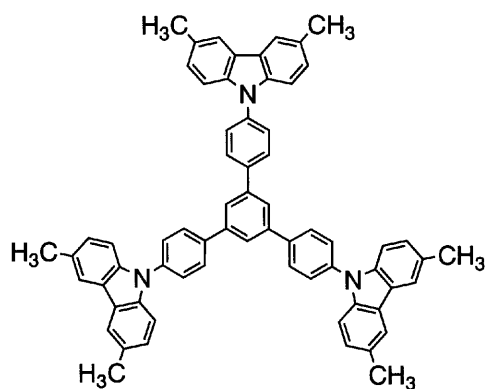


(19)

20

【 0 0 4 7】

【化 2 3】

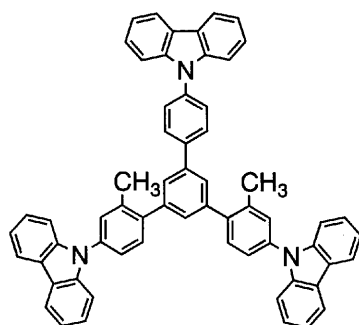


(20)

30

【 0 0 4 8】

【化 2 4】



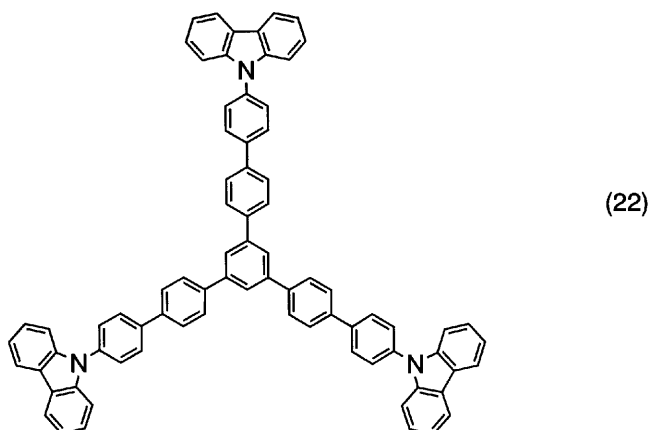
(21)

40

【 0 0 4 9】

50

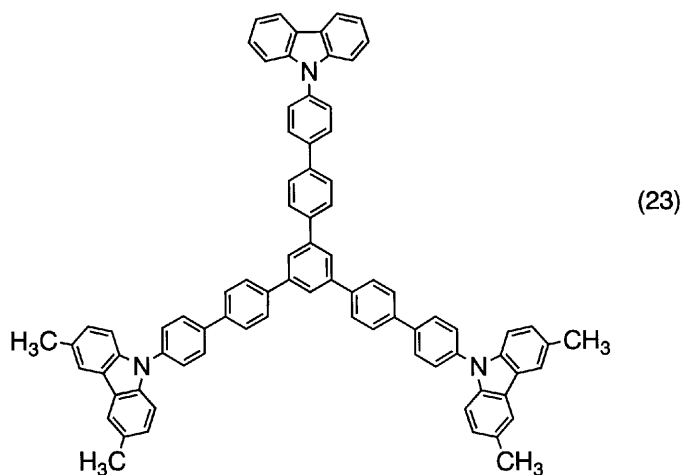
【化 2 5】



10

【 0 0 5 0】

【化 2 6】



20

【 0 0 5 1】

30

続いて、本発明の複合材料に用いることが可能な無機化合物について説明する。本発明の複合材料には遷移金属の酸化物を無機化合物として用いることができる。好ましくは元素周期表における 4 ~ 8 族に属する金属の酸化物が望ましい。特にバナジウム酸化物、タンタル酸化物、モリブデン酸化物、タングステン酸化物、レニウム酸化物及びルテニウム酸化物が好ましい。この中でもモリブデンの酸化物は蒸着がしやすく、安定であることから特に扱いやすい材料である。

【 0 0 5 2】

以上に述べた有機化合物と無機化合物とを含む本発明の複合材料は、キャリア輸送性および有機化合物へのキャリア注入性に優れ、かつ透明性にも優れた複合材料である。

【 0 0 5 3】

40

また、本発明の複合材料はキャリア輸送性および有機化合物へのキャリア注入性に優れることから、発光素子や、光電変換素子、薄膜トランジスタ等の半導体素子に用いることが可能である。

【 0 0 5 4】

また、本発明の複合材料を用いた発光素子は本発明の複合材料がキャリア輸送性および有機化合物へのキャリア注入性に優れることから、駆動電圧を低下させることが可能となる。

【 0 0 5 5】

また、本発明の複合材料を用いた発光素子及び光電変換素子は本発明の複合材料が透明性に優れることから、効率の良い素子とすることができる。

50

【 0 0 5 6 】

(実施の形態 2)

本発明の発光素子について説明する。本発明の発光素子は、一对の電極間に発光物質を含む層と複合材料でなる層とを含んでいる。なお、複合材料とは、実施の形態 1 で説明した本発明の複合材料である。

【 0 0 5 7 】

図 1 に本発明の発光素子の構造の一例を示す。第 1 の電極 1 0 1 と、第 2 の電極 1 0 2 との間に、発光積層体 1 0 3 は挟持されている構成となっている。本実施の形態では、第 1 の電極 1 0 1 は陽極として機能する電極であり、第 2 の電極 1 0 2 は陰極として機能する電極である場合について説明する。第 1 の電極 1 0 1 及び第 2 の電極 1 0 2 は金属、合金、電気伝導性化合物を用いることができる。例えば、アルミニウム (A l)、銀 (A g)、金 (A u)、白金 (P t)、ニッケル (N i)、タングステン (W)、クロム (C r)、モリブデン (M o)、鉄 (F e)、コバルト (C o)、銅 (C u)、パラジウム (P d)、リチウム (L i)、セシウム (C s)、マグネシウム (M g)、カルシウム (C a)、ストロンチウム (S r)、チタン (T i) などの導電性を有する金属、又はアルミニウムとシリコンの合金 (A l - S i)、アルミニウムとチタンの合金 (A l - T i)、アルミニウムとシリコンと銅の合金 (A l - S i - C u) 等の合金、または窒化チタン (T i N) 等の金属材料の窒化物、インジウム錫酸化物 (I T O : i n d i u m t i n o x i d e)、ケイ素を含有する I T O (I T S O)、酸化インジウムに酸化亜鉛 (Z n O) を混合した I Z O (i n d i u m z i n c o x i d e) 等の金属化合物などを用いることができるが、陽極として機能する電極には、その中でも、仕事関数の大きい (仕事関数 4 . 0 e V 以上) 材料を用いることが望ましく、また陰極として機能する電極にはその中でも、仕事関数の小さい (仕事関数 3 . 8 e V 以下) 材料を用いることが望ましい。

【 0 0 5 8 】

発光積層体 1 0 3 は、第 1 の層 1 1 1、第 2 の層 1 1 2 が積層された構成となっている。

【 0 0 5 9 】

第 1 の層 1 1 1 は、第 2 の層 1 1 2 に正孔を輸送する機能を担う層であり、実施の形態 1 に記載した本発明の複合材料よりなる層である。本発明の複合材料は優れた正孔注入性、正孔輸送性を示すため発光素子の駆動電圧を低減することができる。なお、本発明の複合材料を含む第 1 の層 1 1 1 は正孔輸送性、正孔注入性に優れているため、発光機能を担う層と陽極の間に設けることが好ましい。本実施の形態では、陽極として機能する第 1 の電極 1 0 1 に接するように第 1 の層 1 1 1 を設けた場合について説明する。

【 0 0 6 0 】

複合材料に含まれる有機化合物、無機化合物は、実施の形態 1 で述べたものを用いればよい。

【 0 0 6 1 】

また、上記の複合材料は、導電性が高いため、厚膜化した場合でも駆動電圧の上昇を抑制することができる。よって、駆動電圧の上昇を招くことなく第 1 の層 1 1 1 を厚くすることができるため、ゴミ等に起因する素子の短絡を抑制することができる。このような効果は第 1 の層 1 1 1 を 6 0 n m 以上とすると効果的である。

【 0 0 6 2 】

また、上記の複合材料は、無機化合物を含んでいるため、発光素子の耐熱性を向上させることができる。

【 0 0 6 3 】

第 2 の層 1 1 2 は、発光機能を担う層である。第 2 の層 1 1 2 は、単層で構成されていてもよいし、複数の層から構成されていてもよい。例えば、発光層以外に、電子注入層、電子輸送層、正孔ブロッキング層、正孔輸送層、正孔注入層等の機能性の層を自由に組み合わせ設けてもよい。また、第 2 の層 1 1 2 には、公知の材料を用いることができ、低分子系材料および高分子系材料のいずれを用いることもできる。なお、第 2 の層 1 1 2 を

形成する材料の構成としては、有機化合物材料のみから成るものだけでなく、無機化合物材料の一部を含む構成も含めるものとする。第2の層112にも無機化合物を含む構成とすることより、より耐熱性が向上するという効果を得ることができる。

【0064】

正孔注入層を形成する正孔注入性材料は、イオン化ポテンシャルが、正孔注入層に陽極として機能する電極の反対側に接して形成されている機能層のイオン化ポテンシャルよりも相対的に小さい正孔輸送性を有する物質を用いることができる。正孔注入性材料はイオン化ポテンシャルによって相対的に決定されるが、正孔注入層として良く用いられる物質の例としては、酸化バナジウムや酸化モリブデン、酸化ルテニウム、酸化アルミニウムなどの金属酸化物などが挙げられる。あるいは、有機化合物を用いる場合はポルフィリン系の化合物が有効であり、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅フタロシアニン（略称：CuPc）等を用いることができる。また、導電性高分子化合物に化学ドーピングを施した材料もあり、ポリスチレンスルホン酸（略称：PSS）をドーピングしたポリエチレンジオキシチオフェン（略称：PEDOT）や、ポリアニリン（略称：PAni）などを用いることができる。

10

【0065】

正孔輸送層を形成する正孔輸送性材料には特に限定は無く、具体例としては、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：NPB）、4,4'-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：TPD）、4,4',4''-トリス(N,N-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4,4'-ビス{N-[4-(N,N-ジ-m-トリルアミノ)フェニル]-N-フェニルアミノ}ビフェニル（略称：DNTPD）、1,3,5-トリス[N,N-ジ(m-トリル)アミノ]ベンゼン（略称：m-MTAB）、4,4',4''-トリス(N-カルbazolil)トリフェニルアミン（略称：TCDA）、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅フタロシアニン（略称：CuPc）、バナジルフタロシアニン（略称：VOPc）等が挙げられる。芳香族アミン系（すなわち、ベンゼン環-窒素の結合を有するもの）が特に好ましい化合物である。

20

【0066】

発光層は発光性の物質を含んでおり、ここで、発光性の物質とは、光効率が良好で、所望の発光波長の発光をし得る物質である。発光層について特に限定はないが、発光性の物質が、発光性の物質が有するエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを有する物質からなる層中に分散して含まれた層であることが好ましい。これによって、発光性の物質からの発光が、濃度に起因して消光してしまうことを防ぐことができる。なお、エネルギーギャップとはLUMO準位とHOMO準位との間のエネルギーギャップを言う。

30

【0067】

発光層を形成する発光性の物質について特に限定はなく、発光効率が良好で、所望の発光波長の発光をし得る物質を用いればよい。例えば、赤色系の発光を得たいときには、4-ジシアノメチレン-2-イソプロピル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチルジユロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン（略称：DCJTl）、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチル-9-ジユロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン（略称：DCJT）、4-ジシアノメチレン-2-tert-ブチル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチルジユロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン（略称：DCJTb）やベリフランテン、2,5-ジシアノ-1,4-ビス[2-(10-メトキシ-1,1,7,7-テトラメチルジユロリジン-9-イル)エテニル]ベンゼン等、600nmから680nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。また緑色系の発光を得たいときは、N,N'-ジメチルキナクリドン（略称：DMQd）、クマリン6やクマリン545T、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム（略称：Alq₃）等、500nmから550

40

50

n mに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。また、青色系の発光を得たいときは、9, 10 - ビス(2 - ナフチル) - tert - ブチルアントラセン(略称: t - BuDNA)、9, 9' - ビアントリル、9, 10 - ジフェニルアントラセン(略称: DPA)、9, 10 - ビス(2 - ナフチル)アントラセン(略称: DNA)、ビス(2 - メチル - 8 - キノリノラト) - 4 - フェニルフェノラト - ガリウム(略称: BGaq)、ビス(2 - メチル - 8 - キノリノラト) - 4 - フェニルフェノラト - アルミニウム(略称: BA1q)等、420 nmから500 nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。以上のように、蛍光を発光する物質の他、ビス[2 - (3, 5 - ビス(トリフルオロメチル)フェニル)ピリジナト - N, C²']イリジウム(III)ピコリナート(略称: Ir(CF₃ppy)₂(pic))、ビス[2 - (4, 6 - ジフルオロフェニル)ピリジナト - N, C²']イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: FIr(acac))、ビス[2 - (4, 6 - ジフルオロフェニル)ピリジナト - N, C²']イリジウム(III)ピコリナート(FIr(pic))、トリス(2 - フェニルピリジナト - N, C²')イリジウム(略称: Ir(ppy)₃)等の燐光を発光する物質も発光性の物質として用いることができる。

【0068】

また、発光性の物質を分散状態にするために用いる物質について特に限定はなく、例えば、9, 10 - ジ(2 - ナフチル) - 2 - tert - ブチルアントラセン(略称: t - BuDNA)等のアントラセン誘導体、または4, 4' - ビス(N - カルバゾリル)ビフェニル(略称: CBP)等のカルバゾール誘導体の他、ビス[2 - (2 - ヒドロキシフェニル)ピリジナト]亜鉛(略称: Znpp₂)、ビス[2 - (2 - ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称: ZnBOX)等の金属錯体等を用いることができる。

【0069】

電子輸送層を形成する電子輸送性材料としては、公知の材料を用いることができる。具体的には、トリス(8 - キノリノラト)アルミニウム(略称: Alq₃)、トリス(4 - メチル - 8 - キノリノラト)アルミニウム(略称: Almq₃)、ビス(10 - ヒドロキシベンゾ[h] - キノリナト)ベリリウム(略称: BeBq₂)、ビス(2 - メチル - 8 - キノリノラト) - (4 - ヒドロキシ - ビフェニル) - アルミニウム(略称: BA1q)、ビス[2 - (2 - ヒドロキシフェニル) - ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称: Zn(BOX)₂)、ビス[2 - (2 - ヒドロキシフェニル) - ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称: Zn(BTZ)₂)などの典型金属錯体が挙げられる。あるいは9, 10 - ジフェニルアントラセンや4, 4' - ビス(2, 2 - ジフェニルエテニル)ビフェニルなどの炭化水素系化合物なども好適である。あるいは、3 - (4 - tert - ブチルフェニル) - 4 - (4 - エチルフェニル) - 5 - (4 - ビフェニル) - 1, 2, 4 - トリアゾールなどのトリアゾール誘導体、バソフェナントロリンやバソキュプロインなどのフェナントロリン誘導体を用いても良い。

【0070】

電子注入層を形成する電子注入性材料としては、公知の材料を用いることができる。具体的には、フッ化カルシウムやフッ化リチウム、酸化リチウムや塩化リチウムなどのアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩などが好適である。あるいは、トリス(8 - キノリノラト)アルミニウム(略称: Alq₃)やバソキュプロイン(略称: BCP)などの、いわゆる電子輸送性の材料にリチウムなどのドナー性化合物を添加した層も用いることができる。

【0071】

なお、本実施の形態では、第1の層111が正孔注入層としての機能を担うため、第2の層112に正孔注入層を設けなくてもよい。

【0072】

また、本実施の形態では、発光層のみに発光に預かるドーパントが添加され、このドーパントからの発光だけが観測されるが、他の層、例えば電子輸送層や正孔輸送層に異なる発光を示すドーパントを添加しても構わない。発光層から得られる発光と、他の層に添加

10

20

30

40

50

されたドーパントの発光が互いに補色の関係にある場合、白色の発光が得られる。

【0073】

なお、第1の電極101や第2の電極102の少なくとも一方の種類を変えることで、本実施の形態の発光素子は様々なバリエーションを有する。その模式図を図3および図4に示す。なお、図3および図4では、図1の符号を引用する。また、100は、本発明の発光素子を担持する基板である。

【0074】

図3は、発光積層体103が、基板100側から第1の層111、第2の層112の順で構成されている場合の例である。この時、第1の電極101を光透過性、第2の電極を遮光性とすることで、図3(a)のように基板100側から光を射出する構成となる。また、第1の電極101に遮光性材料(特に反射性も有する材料)を用い、第2の電極102に光透過性材料を用いることで、図3(b)のように基板100の逆側から光を射出する構成となる。さらに、第1の電極101、第2の電極102の両方を光透過性とすることで、図3(c)に示すように、基板100側と基板100の逆側の両方に光を射出する構成も可能となる。

10

【0075】

図4は、発光積層体103が、基板100側から第2の層112、第1の層111の順で構成されている場合の例である。この時、第1の電極101に遮光性材料(特に反射性も有する材料)を用い、第2の電極102に光透過性材料を用いることで、図4(a)のように基板100側から光を取り出す構成となる。また、第1の電極101に光透過性材料を用い、第2の電極102に遮光性材料(特に反射性も有する材料)を用いることで、図4(b)のように基板100と逆側から光を取り出す構成となる。さらに、第1の電極101、第2の電極102の両方を光透過性とすることで、図4(c)に示すように、基板100側と基板100の逆側の両方に光を射出する構成も可能となる。

20

【0076】

本実施の形態の発光素子において、第1の層111は、実施の形態1に記載の複合材料により形成されているため、極めて高い正孔注入性、正孔輸送性を示す。したがって、第1の層111を厚くしても駆動電圧の上昇を抑制することができる。よって、駆動電圧の上昇を抑制し、かつ、発光素子の短絡を防止することができる。また、光学設計による色純度の向上のため、第1の層111の膜厚を自由に設定することが可能となる。また、本発明の発光素子は第1の層111が透明性の高い実施の形態1に記載の複合材料により形成されていることから、効率の良い発光素子とすることができる。また、本発明の複合材料による膜は厚膜化して形成したとしても透明性に優れているため、厚膜化したことによる当該膜の吸収の影響が小さく、短絡防止対策や光学設計を行った上で効率の良い発光素子とすることができる。短絡防止対策は第1の層111を60nm以上とすると効果的である。

30

【0077】

また、図3の構成のように、第2の電極102を形成し、第2の層112、第1の層111を順次形成し、第1の電極101をスパッタリングにより成膜する場合などは、発光性の物質が存在する第2の層112へのダメージを低減することもできる。

40

【0078】

(実施の形態3)

本実施の形態では、実施の形態2で示した発光素子の作製方法について説明する。

【0079】

まず第1の電極101を形成する。第1の電極101は実施の形態2に示したような材料を用いてスパッタリング法や蒸着法など公知の方法により適宜形成すればよい。

【0080】

次に、第1の層111を形成する。第1の層111の形成方法について特に限定は無いが、実施の形態1に記載された複合材料に用いることができる有機化合物と無機化合物を共蒸着することにより形成することができる。

50

【 0 0 8 1 】

次に、第 2 の層 1 1 2 を形成する。第 2 の層 1 1 2 は、公知の材料を用いることができ、公知の方法により形成することができるが、蒸着法による形成が一般的である。

【 0 0 8 2 】

第 2 の電極 1 0 2 は公知の材料を用いることができ、公知の方法により形成することができる。具体的には、実施の形態 2 に第 1 の電極 1 0 1 や第 2 の電極 1 0 2 の材料として列挙した材料を用いることができ、スパッタリング法や蒸着法など公知の方法により形成すればよい。蒸着法は特に第 2 の層へのダメージが少ないので好ましい方法である。第 1 の電極 1 0 1 および第 2 の電極 1 0 2 はそのいずれか一方、もしくは両方が透光性を有していればよい。

10

【 0 0 8 3 】

上記の方法に従い、本発明の発光素子を作製することができる。なお、本実施の形態では、第 1 の電極 1 0 1 から形成する方法について説明したが、第 2 の電極 1 0 2 から順次形成して発光素子を作製してもよい。

【 0 0 8 4 】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、複合材料よりなる層を、陽極と発光層の間、かつ、陽極と接しないように設ける場合について説明する。

【 0 0 8 5 】

図 2 に本発明の発光素子の構造の一例を示す。第 1 の電極 3 0 1 と、第 2 の電極 3 0 2 との間に、発光積層体 3 0 3 が挟持されている構成となっている。発光積層体 3 0 3 は、第 1 の層 3 1 1、第 2 の層 3 1 2、第 3 の層 3 1 3 が積層された構成となっている。本実施の形態では、第 1 の電極 3 0 1 が陽極として機能し、第 2 の電極 3 0 2 が陰極として機能する場合について説明する。

20

【 0 0 8 6 】

第 1 の層 3 1 1 は正孔を注入する機能を有する層である。正孔注入層を形成する正孔注入性材料としては公知の材料を用いることができる。具体的には、実施の形態 2 で示した正孔注入性材料を用いることができる。

【 0 0 8 7 】

第 2 の層 3 1 2 は、実施の形態 1 に記載の複合材料よりなる層である。実施の形態 2 で示した第 1 の層 1 1 1 と同様の構成を適用することができる。

30

【 0 0 8 8 】

第 3 の層 3 1 3 は、発光機能を担う層であり、実施の形態 2 で示した第 2 の層 1 1 2 と同様の構成を適用することができる。

【 0 0 8 9 】

本実施の形態の発光素子において、第 2 の層 3 1 2 は、実施の形態 1 に記載の複合材料により形成されているため、極めて高い正孔注入性、正孔輸送性を示す。したがって、第 2 の層 3 1 2 を厚くしても駆動電圧の上昇を抑制することができる。よって、駆動電圧の上昇を抑制し、かつ、発光素子の短絡を防止することができる。また、光学設計による色純度の向上のため、第 2 の層 3 1 2 の膜厚を自由に設定することが可能となる。また、本発明の発光素子は第 2 の層 3 1 2 が透明性の高い実施の形態 1 に記載の複合材料により形成されていることから、効率の良い発光素子とすることができる。また、本発明の複合材料による膜は厚膜化して形成したとしても透明性に優れているため、厚膜化したことによる当該膜の吸収の影響が小さく、短絡防止や光学設計を行った上で効率の良い発光素子とすることができる。短絡防止効果は第 2 の層 3 1 2 を 6 0 n m 以上とすると効果的である。

40

【 0 0 9 0 】

(実施の形態 5)

本実施の形態では、他に示した構成とは異なる構成を有する発光素子について、図 5 を用いて説明する。

50

【0091】

図5に本発明の発光素子の構造の一例を示す。第1の電極201と、第2の電極202との間に、発光積層体203は挟持されている構成となっている。発光積層体203は、第1の層211、第2の層212、第3の層213、第4の層214が順次積層された構成となっている。本実施の形態では、第1の電極201が陽極として機能し、第2の電極202が陰極として機能する場合について説明する。

【0092】

本実施の形態の発光素子は、次の様に動作する。まず、第2の電極202よりも第1の電極201の電位の方が高くなるように電圧を印加すると、第4の層214から第2の電極202へは正孔が注入され、第3の層213から第2の層212へは、電子が注入される。また、第1の電極201から第1の層211へは正孔が注入され、第1の層211から第2の層212へ正孔が注入される。第1の層211から注入された正孔と、第3の層213から注入された電子とは、第2の層212において再結合し、発光性の物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光性の物質は基底状態に戻るときに発光する。

【0093】

第1の電極201、第2の電極202、第1の層211、第2の層212は、実施の形態2における第1の電極101、第2の電極102、第1の層111、第2の層112とそれぞれと同じ構成を適用することができる。つまり、第1の電極は公知の材料を用いることができ、第1の層211は、実施の形態1に記載の複合材料よりなる層であり、第2の層212は発光機能を担う層である。

【0094】

第3の層213は、電子を発生するドナー準位を有する材料を含む層である。このような層としては、例えば、電子輸送性物質と、その物質に対して電子供与性を示す物質とを含む層が挙げられる。ここで、電子輸送性物質とは、正孔よりも電子の輸送性が高い物質である。電子輸送性物質について特に限定はなく、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称: Alq_3)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称: $Almq_3$)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト)ベリリウム(略称: $BeBq_2$)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称: $BAlq$)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称: $Zn(BOX)_2$)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称: $Zn(BTZ)_2$)等の金属錯体の他、2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称: PBD)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称: $OXD-7$)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ピフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ピフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: $p-EtTAZ$)、バソフェナントロリン(略称: $BPhen$)、バソキュプロイン(略称: BCP)等を用いることができる。また、電子輸送性物質に対して電子供与性を示す物質について特に限定はなく、例えば、リチウム、セシウム等のアルカリ金属、マグネシウム、カルシウム等のアルカリ土類金属、エルビウム、イッテルビウム等の希土類金属等を用いることができる。また、リチウム酸化物(Li_2O)、カルシウム酸化物(CaO)、ナトリウム酸化物(Na_2O)、カリウム酸化物(K_2O)、マグネシウム酸化物(MgO)等、アルカリ金属酸化物およびアルカリ土類金属酸化物の中から選ばれた物質を、電子輸送性物質に対して電子供与性を示す物質として用いても構わない。なお、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物等は、反応性が低く、取り扱いが容易である。また、第2の層312は、酸化亜鉛、硫化亜鉛、セレン化亜鉛、酸化スズ、酸化チタンのようなn型の半導体から成る層であってもよい。

【0095】

第4の層214は、有機化合物と、有機化合物に対して電子受容性を示す無機化合物と

を含む構成である。したがって、第４の層に含まれる無機化合物としては実施の形態１にて列挙した無機化合物と同様のものを用いることができる。ただし、第４の層２１４に含まれる無機化合物は、第１の層２１１に含まれる無機化合物と同じものを用いてもよいし、異なるものを用いてもよい。

【００９６】

また、第１の層２１１や第４の層２１４は、本発明の複合材料を用いて形成されている為高い正孔注入性、正孔輸送性を示す。したがって、第１の層２１１を厚くしても駆動電圧の上昇を抑制することができる。よって、本実施の形態の発光素子は、発光機能を担う第２の層２１２の両側の層を非常に厚くすることが可能となり、さらに発光素子の短絡を効果的に防止できる。また、光学設計による色純度の向上のため、第２の層２１２の両側の層の膜厚を自由に設定することが可能となる。また、発光積層体２０３を形成した後に、第１の電極２０１または第２の電極２０２をスパッタリングにより成膜する場合などは、発光性の物質が存在する第２の層２１２へのダメージを低減することもできる。さらに、第１の層２１１と第４の層２１４を同じ材料で構成することにより、発光積層体２０３の両側が同じ材料で構成されることになるため、応力歪みを抑制する効果も期待できる。また、第１の層２１１や第４の層２１４に透明性の高い本発明の複合材料を用いていることから、本実施の形態における本発明の発光素子は効率のよい発光素子である。

10

【００９７】

なお、本実施の形態の発光素子においても、第１の電極２０１や第２の電極２０２の種類を変えることで、様々なバリエーションを有する。その模式図を図６および図７に示す。なお、図６および図７では、図５の符号を引用する。また、２００は、本発明の発光素子を担持する基板である。

20

【００９８】

図６は、発光積層体２０３が、基板２００側から第１の層２１１、第２の層２１２、第３の層２１３、第４の層２１４の順で構成されている場合の例である。この時、第１の電極２０１に光透過性材料を用い、第２の電極２０２に遮光性材料（特に反射性も有する材料）を用いることで、図６（ａ）のように基板２００側から光を射出する構成となる。また、第１の電極２０１に遮光性材料（特に反射性も有する材料）を用い、第２の電極２０２に光透過性材料を用いることで、図６（ｂ）のように基板２００の逆側から光を射出する構成となる。さらに、第１の電極２０１、第２の電極２０２の両方を光透過性とする

30

【００９９】

図７は、発光積層体２０３が、基板２００側から第４の層２１４、第３の層２１３、第２の層２１２、第１の層２１１の順で構成されている場合の例である。この時、第１の電極２０１に遮光性材料（特に反射性も有する材料）を用い、第２の電極２０２に光透過性材料を用いることで、図７（ａ）のように基板２００側から光を取り出す構成となる。また、第１の電極２０１に光透過性材料を用い、第２の電極２０２に遮光性材料（特に反射性も有する材料）を用いることで、図７（ｂ）のように基板２００と逆側から光を取り出す構成となる。さらに、第１の電極２０１、第２の電極２０２の両方を光透過性とする

40

【０１００】

なお、本実施の形態における発光素子を作製する場合には、実施の形態３に示した方法に準じて作製することが可能である。

【０１０１】

また、第１の電極２０１を形成した後、第１の層２１１、第２の層２１２、第３の層２１３、第４の層２１４を順次積層し、第２の電極２０２を形成してもよいし、第２の電極２０２を形成した後、第４の層２１４、第３の層２１３、第２の層２１２、第１の層２１１を順次積層し、第１の電極２０１を形成してもよい。

50

【0102】

なお、電子を発生するドナー準位を有する材料を用いて第1の層211を形成し、本発明の複合材料を用いて第3の層213を形成し、電子を発生するドナー準位を有する材料を含む材料を用いて第4の層214を形成する構成にすることも可能である。この場合、第3の層213は、本発明の複合材料を用いて形成されているので、正孔輸送性に優れている。したがって、発光素子の駆動電圧を低減することができる。また、光学設計による色純度の向上のため、第3の層213の膜厚を自由に設定することができる。また、第3の層213は透明性の高い本発明の複合材料を用いていることから、効率のよい発光素子とすることができる。また、本発明の複合材料による膜は厚膜化して形成したとしても透明性に優れているため、厚膜化したことによる当該膜の吸収の影響が小さく、短絡防止対策や光学設計を行った上で効率の良い発光素子とすることができる。短絡防止効果は第3の層213を60nm以上とすると効果的である。

10

【0103】

(実施の形態6)

本実施の形態では、発光機能を担う層を複合材料よりなる層を挟んで複数有する発光素子の構成について説明する。

【0104】

図11に本発明の発光素子の構造の一例を示す。第1の電極401と、第2の電極402との間に発光積層体403が挟まれている構造となっている。発光積層体403は、第1の層411、第2の層412、第3の層413、第4の層414が積層された構成となっている。本実施の形態では第1の電極401が陽極として機能し、第2の電極402が陰極として機能する場合について説明する。

20

【0105】

本実施の形態の発光素子は、次の様に動作する。まず、第2の電極402よりも第1の電極401の電位の方が高くなるように電圧を印加すると、第1の電極401から第1の層411へ正孔が注入され、第2の層412から第1の層411へ電子が注入され、第3の層413から第4の層414へ正孔が注入され、第2の電極402から第4の層414へ電子が注入される。第1の電極401から注入された正孔と第2の層412より注入された電子は第1の層411において再結合し、発光性の物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光性物質が基底状態に戻るときに発光が得られる。また、第3の層413から注入された正孔と第2の電極402から注入された電子も第4の層414において再結合し、第4の層414における発光性の物質励起状態にし、発光を得ることができる。

30

【0106】

第1の層411は第1の発光機能を担う層であり、第4の層414は第2の発光機能を担う層である。第1の発光機能を担う層と第2の発光機能を担う層は実施の形態2で示した第2の層112と同様の構成を適用することができる。第1の発光機能を担う層と第2の発光機能を担う層における各々の層構造については、同じであっても良いし、異なっても良い。また、第1の発光機能を担う層における発光層の発光色と第2の発光機能を担う層における発光層の発光色は同じであっても良いし、異なっても良い。2層の発光色が同じであれば同じ電流密度において約2倍の輝度を得ることができる。また、2層の発光色を異ならせることで当該2色を混合した色の発光を得ることができる。

40

【0107】

第2の層412は、電子を発生するドナー準位を有する材料を含む層であり、実施の形態5で示した第3の層213と同様の構成を適用することができる。第3の層413は実施の形態1に記載の複合材料を用いて形成された層である。第3の層413は本発明の複合材料を用いて形成された層であるため透明性に優れ、第一の発光機能を担う層と第二の発光機能を担う層との間に挟まれていても発光の損失が少なく、より効率の良い発光素子とすることができる。

【0108】

なお、本実施の形態における発光素子を作製する場合には、実施の形態3に示した方法

50

に準じて作製することが可能である。

【0109】

尚、本実施の形態は実施の形態1乃至実施の形態5と適宜自由に組み合わせて用いることが可能である。

【0110】

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明の発光素子を有する発光装置について説明する。

【0111】

本実施の形態では、画素部に本発明の発光素子を有する発光装置について図9を用いて説明する。なお、図9(A)は、発光装置を示す上面図、図9(B)は図9(A)をA-A'およびB-B'で切断した断面図である。点線で示された601は駆動回路部(ソース側駆動回路)、602は画素部、603は駆動回路部(ゲート側駆動回路)である。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。

10

【0112】

なお、引き回し配線608はソース側駆動回路601及びゲート側駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)609からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基盤(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

20

【0113】

次に、断面構造について図9(B)を用いて説明する。素子基板610上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース側駆動回路601と、画素部602中の一つの画素が示されている。

【0114】

なお、ソース側駆動回路601はnチャネル型TFET623とpチャネル型TFET624とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路を形成するTFETは、公知のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその構造の必要はなく、基板上ではなく駆動回路を外部に形成することもできる。

30

【0115】

また、画素部602はスイッチング用TFET611と、電流制御用TFET612とそのドレインに電氣的に接続された第1の電極613とを含む複数の画素により形成される。なお、第1の電極613の端部を覆って絶縁物614が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより絶縁物を形成する。

【0116】

また、絶縁物614の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物614の材料としてポジ型の感光性アクリル樹脂を用いた場合、絶縁物614の上端部のみに曲率半径(0.2 μ m~3 μ m)を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物614として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型の感光性アクリル樹脂膜、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型の感光性アクリル樹脂膜のいずれも使用することができる。

40

【0117】

第1の電極613上には、発光積層体616、および第2の電極617がそれぞれ形成されている。ここで、本実施の形態において陽極として機能する第1の電極613に用いる材料としては、仕事関数の大きい材料を用いることが望ましい。例えば、ITO膜、ITSO膜、IZO膜、窒化チタン膜、クロム膜、タンゲステン膜、Zn膜、Pt膜などの単層膜の他、窒化チタンとアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアル

50

ミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造等を用いることができる。なお、積層構造とすると、配線としての抵抗も低く、良好なオーミックコンタクトがとれる。

【0118】

また、発光積層体616は、実施の形態1で示した正孔を発生する複合材料よりなる層を含んでいる。実施の形態1に示した複合材料は、優れたキャリア注入性、キャリア輸送性を有している。そのため、発光素子や発光装置の駆動電圧を低減することができる。

【0119】

さらに、発光積層体616上に形成される第2の電極617(陰極)に用いる材料としては、仕事関数の小さい材料(A1、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂、またはCa₃N₄)を用いることが好ましい。なお、発光積層体616(陰極)で生じた光が第2の電極617を透過させる場合には、第2の電極617として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜(ITO、IZO、ITSO、ZnO等)との積層を用いるのが良い。

10

【0120】

さらにシール材605で封止基板604を素子基板610と貼り合わせることで、素子基板610、封止基板604、およびシール材605で囲まれた空間607に発光素子618が備えられた構造になっている。なお、空間607には、不活性気体(窒素やアルゴン等)が充填される場合の他、シール材605で充填される構成も含むものとする。

【0121】

なお、シール材605にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板604に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics)、PVF(ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

20

【0122】

以上のようにして、本発明の発光素子を有する発光装置を得ることができる。

【0123】

本発明の発光装置は、実施の形態1に記載の複合材料を用いているため、駆動電圧を低減することができる。よって、消費電力を低減することが可能である。

【0124】

また、本発明の発光素子に含まれる実施の形態1に記載の複合材料は、導電性が高いため、駆動電圧の上昇を招くことなく発光積層体616を厚くすることができる。そのため、ゴミ等に起因する素子の短絡も抑制することができる。よって、より欠陥の少ない発光装置を提供することが可能となる。

30

【0125】

また、本発明の発光素子に含まれる実施の形態1に記載の複合材料は、透明性に優れていることから当該材料による膜を形成したことによる発光の損失が少なく効率の良い発光装置とすることが出来る。また、本発明の複合材料による膜は厚膜化して形成したとしても透明性に優れているため、厚膜化したことによる当該膜の吸収の影響が小さく、短絡防止対策や光学設計を行った上で効率の良い発光素子とすることができる。短絡防止効果は本発明の複合材料による層を60nm以上とすると効果的である。

40

【0126】

以上のように、本実施の形態では、トランジスタによって発光素子の駆動を制御するアクティブ型の発光装置について説明したが、この他、トランジスタ等の駆動用の素子を特に設けずに発光素子を駆動させるパッシブ型の発光装置であってもよい。図8には本発明を適用して作製したパッシブ型の発光装置の斜視図を示す。図8において、基板951上には、電極952と電極956との間には発光積層体層955が設けられている。電極952の端部は絶縁層903で覆われている。そして、絶縁層903上には隔壁層954が設けられている。隔壁層954の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層954の短辺方向

50

の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層 903 の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 903 と接する辺）の方が上辺（絶縁層 903 の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 903 と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層 954 を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。また、パッシブ型の発光装置においても、低駆動電圧で動作する本発明の発光素子を含むことによって、低消費電力で駆動させることができる。また、ゴミ等に起因する素子の短絡も抑制することができ、より欠陥の少ない発光装置を提供することが可能となる。また、効率の良い発光装置とすることが出来る。また、短絡防止対策や光学設計を行った上で効率の良い発光素子とすることができる。

【0127】

（実施の形態 8）

本実施の形態では、本発明の電気機器について説明する。

【0128】

本発明の電気機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ等のカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンボ等）、パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には Digital Versatile Disc (DVD) 等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうる表示装置を備えた装置）などが挙げられる。これらの電気機器の具体例を図 10 に示す。

【0129】

図 10 (A) はテレビ受像機であり、筐体 9101、支持台 9102、表示部 9103、スピーカー部 9104、ビデオ入力端子 9105 等を含む。実施の形態 2 乃至 6 いずれかに記載の発光素子を有する発光装置をその表示部 9103 に用いることにより作製される。これにより、低消費電力で、欠陥の少ない表示部を有するテレビ受像機を得ることができる。なお、テレビ受像機は、コンピュータ用、TV 放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用装置が含まれる。

【0130】

図 10 (B) はコンピュータであり、本体 9201、筐体 9202、表示部 9203、キーボード 9204、外部接続ポート 9205、ポインティングマウス 9206 等を含む。実施の形態 2 乃至 6 いずれかに記載の発光素子を有する発光装置をその表示部 9203 に用いることにより作製される。これにより、低消費電力で、欠陥の少ない表示部を有するコンピュータを得ることができる。

【0131】

図 10 (C) はゴーグル型ディスプレイ、本体 9301、表示部 9302、アーム部 9303 を含む。実施の形態 2 乃至 6 いずれかに記載の発光素子を有する発光装置をその表示部 9302 に用いることにより作製される。これにより、低消費電力で、欠陥の少ない表示部を有するゴーグル型ディスプレイを得ることができる。

【0132】

図 10 (D) は携帯電話であり、本体 9401、筐体 9402、表示部 9403、音声入力部 9404、音声出力部 9405、操作キー 9406、外部接続ポート 9407、アンテナ 9408 等を含む。実施の形態 2 乃至 6 いずれかに記載の発光素子を有する発光装置をその表示部 9403 に用いることにより作製される。これにより、低消費電力で、欠陥の少ない表示部を有する携帯電話を得ることができる。なお、表示部 9403 は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

【0133】

図 10 (E) はカメラであり、本体 9501、表示部 9502、筐体 9503、外部接続ポート 9504、リモコン受信部 9505、受像部 9506、バッテリー 9507、音声入力部 9508、操作キー 9509、接眼部 9510 等を含む。実施の形態 2 乃至 6 いずれかに記載の発光素子を有する発光装置をその表示部 9502 に用いることにより作製される。これにより、低消費電力で、欠陥の少ない表示部を有するカメラを得ることがで

10

20

30

40

50

きる。

【0134】

以上の様に、本発明適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気機器に適用することが可能である。本発明の電気機器は、低消費電力で、欠陥の少ない電気機器である。

【実施例1】

【0135】

本実施例では本発明の複合材料の吸収スペクトルについて説明する。図12に上記構造式(8)で表される有機化合物(4, 4'-ビス(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称: CBP))単独の膜及びCBPと酸化モリブデンからなる本発明の複合材料(重量比でCBP:酸化モリブデン=1:0.25、モル比ではCBP:酸化モリブデン=1:0.8)からなる膜の吸収スペクトルを示した。CBP単独の膜、CBPと酸化モリブデンからなる本発明の複合材料からなる膜はどちらも蒸着法により形成し、特にCBPと酸化モリブデンからなる本発明の複合材料からなる膜は共蒸着法により形成した。なお、CBPは同仁化学社製の「DCBP(昇華精製品)」、酸化モリブデンは高純度化学株式会社製、三酸化モリブデン、純度99.999%のものを用いた。

10

【0136】

図12より、CBPと酸化モリブデンからなる本発明の複合材料の吸収スペクトルは可視光領域に大きな吸収が無く、透明性に優れた材料であることが分かる。また、CBPと酸化モリブデンからなる本発明の複合材料の吸収スペクトルがCBPのスペクトルと異なる形状を有していることからCBPとは異なる材料であることが示唆される。

20

【実施例2】

【0137】

本実施例では本発明の複合材料を用いた本発明の発光素子の特性について説明する。

【0138】

測定に用いた本発明の発光素子の作製方法について説明する。まず、基板上に発光素子の陽極として機能する電極としてITOをスパッタ法で110nm成膜した。

【0139】

続いて、ITO上に本発明の複合材料を蒸着法により50nmの厚みで形成した。本実施例の複合材料は有機化合物としてCBP、無機化合物として酸化モリブデンを含み、質量比でCBP:酸化モリブデンが4:2となるようにした。なお、CBPは同仁化学社製の「DCBP(昇華精製品)」、酸化モリブデンは高純度化学株式会社製の三酸化モリブデン、純度99.999%を用いた。なお、CBPは、上述の一般式(3)で表されるように、2つのカルバゾリル基を有するアリールカルバゾールの一種である。

30

【0140】

次に、正孔輸送層としてNPBを蒸着法により10nm形成し、その上にAlq₃をホスト材料、クマリン6をゲスト材料に用いて発光層を40nmの厚みで形成した。Alq₃とクマリン6は共蒸着法により形成し、重量比で1:0.01となるように成膜した。

【0141】

その後、Alq₃を電子輸送層として蒸着法により10nm、正孔注入層としてAlq₃とLiを共蒸着法によって30nmの厚みで形成した。正孔注入層のAlq₃とLiは重量比で1:0.01となるように形成した。

40

【0142】

最後に発光素子の陰極として機能する電極としてAlを200nm形成し、本発明の発光素子を形成した。

【0143】

比較例として、実施例2における本発明の発光素子の本発明の複合材料でなる層の有機化合物をCBPとした場合の素子を測定したので、当該素子の作製方法について説明する。まず、基板上に発光素子の陽極として機能する電極としてITOをスパッタ法で110nm成膜した。

【0144】

50

続いて、ITO上にCBPを蒸着法により50nmの厚みで形成した。なお、CBPは同仁化学社製の「DCBP（昇華精製品）」を用いた。

【0145】

次に、正孔輸送層としてNPBを蒸着法により10nm形成し、その上にAlq₃をホスト材料、クマリン6をゲスト材料に用いて発光層を40nmの厚みで形成した。Alq₃とクマリン6は共蒸着法により形成し、重量比で1：0.01となるように成膜した。

【0146】

その後、Alq₃を電子輸送層として蒸着法により10nm、正孔注入層としてAlq₃とLiを共蒸着法によって30nmの厚みで形成した。正孔注入層のAlq₃とLiは重量比で1：0.01となるように形成した。

10

【0147】

最後に発光素子の陰極として機能する電極としてAlを200nm形成し、比較例の発光素子を形成した。

【0148】

本実施例における発光素子の構造と比較例の発光素子の構造を以下の表にまとめる。

【0149】

【表1】

実施例	基板	ITO	CBP:MoOx(4:2)	NPB	Alq:クマリン6 (1:0.01)	Alq	Al
比較例		110nm	CBP 50nm	10nm	10nm	30nm	200nm

20

【0150】

以上のように形成した本発明の発光素子と比較例の発光素子の電流 - 電圧特性と輝度 - 電圧特性を図14及び図13に示す。

【0151】

図14では、有機化合物としてCBPを用いた本発明の発光素子の方が、代わりにCBPのみを用いた発光素子より低い電圧でより多くの電流を流すことができることが示され、図13では、有機化合物としてCBPを用いた本発明の発光素子の方が、代わりにCBPのみを用いた発光素子より低い電圧でより高い発光輝度を得ることが出来ることが示されている。これにより本発明の複合材料を用いることによって発光素子を低電圧化することができることが分かる。また本発明の発光素子は、低電圧化された素子であることが分かる。

30

【実施例3】

【0152】

本実施例では、実施の形態5（図5）で示したように、本発明の複合材料を用いた層を、発光機能を担う層の両側に設けた発光素子について例示する。以下では、図5の符号を引用する。

【0153】

まず基板上に、発光素子の陽極として機能する第1の電極201として、ITOをスパッタ法で110nm成膜した。

40

【0154】

続いてITO上に、第1の層211として、本発明の複合材料を蒸着法により50nmの厚みで成膜した。該複合材料は、実施例2と同様、有機化合物としてCBP、無機化合物として酸化モリブデンを含み、質量比でCBP：酸化モリブデンが4：2となるようにCBPと三酸化モリブデンを共蒸着することにより形成した。

【0155】

次に、正孔輸送層、発光層、および電子輸送層を順次積層した発光機能を担う層212を形成した。なお、正孔輸送層は、NPBを10nm蒸着することにより形成した。また発光層は、Alq₃とクマリン6を質量比で1：0.01となるように共蒸着することにより形成した（すなわち、Alq₃がホスト材料、クマリン6がゲスト材料となる。）。

50

膜厚は40nmとした。また電子輸送層は、Alq₃を10nm蒸着することにより形成した。

【0156】

さらに、Alq₃とLiとを共蒸着することにより、Alq₃とLiからなる層を第3の層213として10nm形成した。この時、Alq₃とLiの割合は、質量比でAlq₃ : Li = 1 : 0.01となるように調節した。なお、Alq₃は電子輸送性物質として、Liは該電子輸送性物質に対して電子供与性を示す物質として、それぞれ機能する。

【0157】

次に、第4の層214として、本発明の複合材料を蒸着法により20nmの厚みで成膜した。該複合材料は、第1の層211と同様、有機化合物としてCBP、無機化合物として酸化モリブデンを含み、質量比でCBP : 酸化モリブデンが4 : 2となるようにCBPと三酸化モリブデンを共蒸着することにより形成した。

【0158】

最後に、陰極として機能する第2の電極202としてAlを200nm形成し、本実施例の発光素子を得た。

【0159】

以上のように形成した本発明の発光素子の電流 - 電圧特性および輝度 - 電圧特性を図16および図17にそれぞれ示す。このことから、本発明の複合材料を用いた層を、発光機能を担う層の両側に設けた図5のような発光素子に関しても、低い駆動電圧で動作することがわかった。

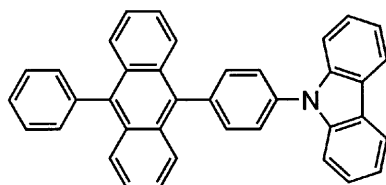
【実施例4】

【0160】

本実施例では、CBPに換えて下記構造式(24)で表されるCzPAを用いた以外は実施例2と同様にして、発光素子を作製した。なおCzPAは、上述した一般式(2)で表されるように、1つのカルbazolリル基を有するアリールカルbazolの一種である。

【0161】

【化27】



(24)

【0162】

作製した本発明の発光素子の電流 - 電圧特性および輝度 - 電圧特性を図18および図19にそれぞれ示す。このことから、本発明の複合材料を用いた発光素子は、低い駆動電圧で動作することがわかった。

【実施例5】

【0163】

本実施例では、CBPに換えてCzPAを用いた以外は実施例3と同様にして、発光素子を作製した。

【0164】

作製した本発明の発光素子の電流 - 電圧特性および輝度 - 電圧特性を図20および図21にそれぞれ示す。このことから、本発明の複合材料を用いた層を、発光機能を担う層の両側に設けた図5のような発光素子に関しても、低い駆動電圧で動作することがわかった。

【実施例6】

【0165】

本実施例では、本発明の複合材料を用いた本発明の発光素子の特性について説明する。本実施例における本発明の複合材料の有機化合物としては、下記構造式(25)で表され

10

20

30

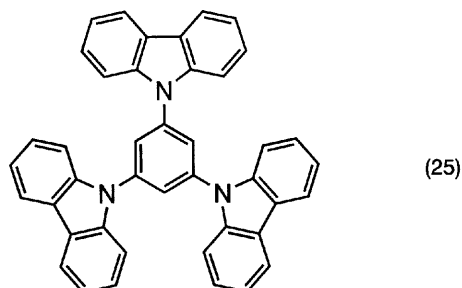
40

50

るTCzBを用いた。なおTCzBは、上述した一般式(4)で表されるように、3つのカルバゾリル基を有するアリールカルバゾールの一種である。

【0166】

【化28】



10

【0167】

まず基板上に、発光素子の陽極として機能する電極として、ITOをスパッタ法で110nm成膜した。

【0168】

続いてITO上に、本発明の複合材料を蒸着法により50nmの厚みで成膜した。該複合材料は、有機化合物としてTCzB、無機化合物として酸化モリブデンを含み、質量比でCBP:酸化モリブデンが4:2となるようにTCzBと三酸化モリブデンを共蒸着することにより形成した。

20

【0169】

次に、正孔輸送層としてTCzBを10nm蒸着した。その上に、青色に発光する発光層としてt-BuDNAを40nm蒸着した。さらに電子輸送層として、Alq₃を20nm蒸着した。最後に陰極として機能する電極としてAlを200nm蒸着し、本発明の発光素子を得た。

【0170】

以上のように形成した本発明の発光素子の電流-電圧特性および輝度-電圧特性を図2および図23にそれぞれ示す。このことから、本発明の複合材料を用いた発光素子は、低い駆動電圧で動作することがわかった。

30

【実施例7】

【0171】

本実施例では、本発明の複合材料からなる層を形成するための蒸着装置について説明する。蒸着装置の一例として、斜視図を図15(A)に示す。以下に蒸着装置の機構を簡略に示す。

【0172】

基板701は、予め蒸着マスク702と位置合わせされており、蒸着マスクと位置合わせされたままの状態では矢印706の方向に基板が搬送される。基板は搬送されて、防着シールド703aの上方を通過する。防着シールド703aは開口部703bを有しており、蒸着源704からの蒸着材料が開口部703bから昇華するようになっている。開口部703bから蒸着材料の昇華方向716を維持するために防着シールド703aは、防着シールド自体には蒸着材料が付着しないように加熱されている。

40

【0173】

蒸着源704は複数のルツボが設置できるようになっており、さらに蒸着源704は矢印705の方向に移動することが可能である。蒸着方法は、抵抗加熱法を用いる。また、蒸着源が移動する範囲は基板の幅Waよりも広いことが望ましい。また、防着シールドの幅Wbも基板の幅Waよりも広くすることが蒸着膜の膜厚均一性を向上させる。

【0174】

つまり、図15(A)に示す蒸着装置は、成膜室に蒸着材料の昇華方向を維持するために防着シールドが設けられており、開口部が複数設けられ、それらの開口部から蒸着材料

50

が昇華する機構となっている。防着シールドの下方には、基板の移動方向（搬送方向とも呼ぶ）とは垂直な方向に移動可能な蒸着源を有している。また、防着シールドの幅 W_b は、基板の幅 W_a よりも広くさせて、蒸着膜の膜厚均一性を向上させている。

【0175】

なお、図15(A)の蒸着装置において、開口部703bの形状や数は特に限定されない。

【0176】

また、蒸着源のルツボに蒸着材料を補給するため、成膜室にゲートを介して連結する設置室を設けてもよい。また、一つの成膜室に複数の蒸着源と防着シールドを設けてもよい。複数の蒸着源を設け、設置室を設けた場合の蒸着装置の上面図を図15(B)に示す。蒸着源の移動方向（矢印705の方向）に設置室707を設置し、蒸着材料を補給する際には、蒸着源を設置室まで移動させて補給を行えばよい。蒸着源が成膜室に固定されている場合には、蒸着源に蒸着材料を補給するためには成膜室内を大気圧としなければならない、再度蒸着するためには成膜室内を再度真空にするのに時間を要してしまう。設置室707を設ければ、成膜室700の真空度を維持したまま、設置室内のみを大気圧と真空とに切り替えればよい。短時間で蒸着材料の補給が可能となる。

10

【0177】

また、防着シールド703aと平行に別の防着シールド709を設け、基板の搬送方向と垂直方向に移動する2つ目の蒸着源708を設けてもよい。複数の蒸着源を一つの成膜室に設けることによって、連続的な積層成膜が可能となる。ここでは一つの成膜室に2つの蒸着源を設けた例を示したが、一つの成膜室にそれ以上の数の蒸着源を設けてもよい。

20

【0178】

つまり、一つの成膜室内に対して、基板の搬送方向とは垂直な方向に2つの防着シールドを設け、それぞれに蒸着源を設けて同じ蒸着材料を連続的に成膜してもよい。このような蒸着装置とすることで成膜速度を上げることができる。なお、2つの防着シールド同士は平行に設けられ、十分な間隔を有している。

【0179】

また、異なる蒸着材料を2つの蒸着源にセットして連続的に積層成膜してもよい。例えば、蒸着源704の2つのルツボに有機化合物と無機化合物とを別々にセットし、蒸着源704の上方に基板を通過させることで基板に本発明の複合材料からなる層を蒸着する。次いで、基板を移動させて別の蒸着源708のルツボに発光機能を担う層の材料となる有機化合物をセットし、別の蒸着源708の上方に基板を通過させることで本発明の複合材料からなる層上に発光層を蒸着することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0180】

【図1】本発明の発光素子について説明する図。

【図2】本発明の発光素子について説明する図。

【図3】本発明の発光素子について説明する図。

【図4】本発明の発光素子について説明する図。

【図5】本発明の発光素子について説明する図。

40

【図6】本発明の発光素子について説明する図。

【図7】本発明の発光素子について説明する図。

【図8】発光装置について説明する図。

【図9】発光装置について説明する図。

【図10】電気機器について説明する図。

【図11】本発明の発光素子について説明する図。

【図12】CBPとCBPを用いた本発明の複合材料の吸収スペクトル。

【図13】本発明の発光素子の電圧 - 電流特性。

【図14】本発明の発光素子の電圧 - 輝度特性。

【図15】蒸着装置を表す図。

50

【図 1 6】本発明の発光素子の電圧 - 電流特性。
 【図 1 7】本発明の発光素子の電圧 - 輝度特性。
 【図 1 8】本発明の発光素子の電圧 - 電流特性。
 【図 1 9】本発明の発光素子の電圧 - 輝度特性。
 【図 2 0】本発明の発光素子の電圧 - 電流特性。
 【図 2 1】本発明の発光素子の電圧 - 輝度特性。
 【図 2 2】本発明の発光素子の電圧 - 電流特性。
 【図 2 3】本発明の発光素子の電圧 - 輝度特性。
 【符号の説明】

【 0 1 8 1 】

10

1 0 0 基板

1 0 1 第 1 の電極

1 0 2 第 2 の電極

1 0 3 発光積層体

1 1 1 第 1 の層

1 1 2 第 2 の層

2 0 0 基板

2 0 1 第 1 の電極

2 0 2 第 2 の電極

2 0 3 発光積層体

20

2 1 1 第 1 の層

2 1 2 第 2 の層

2 1 3 第 3 の層

2 1 4 第 4 の層

3 0 1 第 1 の電極

3 0 2 第 2 の電極

3 0 3 発光積層体

3 1 1 第 1 の層

3 1 2 第 2 の層

3 1 3 第 3 の層

30

4 0 1 第 1 の電極

4 0 2 第 2 の電極

4 0 3 発光積層体

4 1 1 第 1 の層

4 1 2 第 2 の層

4 1 3 第 3 の層

4 1 4 第 4 の層

6 0 1 ソース側駆動回路

6 0 2 画素部

6 0 3 ゲート側駆動回路

40

6 0 4 封止基板

6 0 5 シール材

6 0 7 空間

6 0 8 配線

6 0 9 F P C (フレキシブルプリントサーキット)

6 1 0 素子基板

6 1 1 スイッチング用 T F T

6 1 2 電流制御用 T F T

6 1 3 第 1 の電極

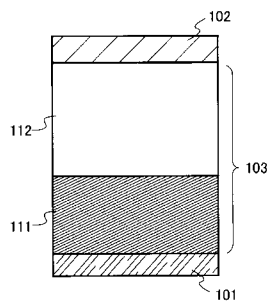
6 1 4 絶縁物

50

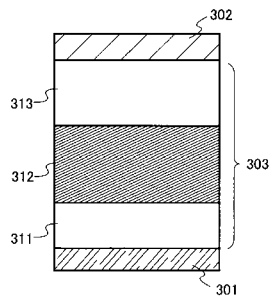
6 1 6	発光積層体	
6 1 7	第 2 の電極	
6 1 8	発光素子	
6 2 3	n チャネル型 T F T	
6 2 4	p チャネル型 T F T	
7 0 0	成膜室	
7 0 1	基板	
7 0 2	蒸着マスク	
7 0 3 a	防着シールド	
7 0 3 b	開口部	10
7 0 4	蒸着源	
7 0 5	矢印	
7 0 6	矢印	
7 0 7	設置室	
7 0 8	蒸着源	
7 0 9	防着シールド	
7 1 6	昇華方向	
9 5 1	基板	
9 5 2	電極	
9 0 3	絶縁層	20
9 5 4	隔壁層	
9 5 5	発光積層体層	
9 5 6	電極	
9 1 0 1	筐体	
9 1 0 2	支持台	
9 1 0 3	表示部	
9 1 0 4	スピーカ部	
9 1 0 5	ビデオ入力端子	
9 2 0 1	本体	
9 2 0 2	筐体	30
9 2 0 3	表示部	
9 2 0 4	キーボード	
9 2 0 5	外部接続ポート	
9 2 0 6	ポインティングマウス	
9 3 0 1	本体	
9 3 0 2	表示部	
9 3 0 3	アーム部	
9 4 0 1	本体	
9 4 0 2	筐体	
9 4 0 3	表示部	40
9 4 0 4	音声入力部	
9 4 0 5	音声出力部	
9 4 0 6	操作キー	
9 4 0 7	外部接続ポート	
9 4 0 8	アンテナ	
9 5 0 1	本体	
9 5 0 2	表示部	
9 5 0 3	筐体	
9 5 0 4	外部接続ポート	
9 5 0 5	リモコン受信部	50

9 5 0 6	受像部
9 5 0 7	バッテリー
9 5 0 8	音声入力部
9 5 0 9	操作キー
9 5 1 0	接眼部

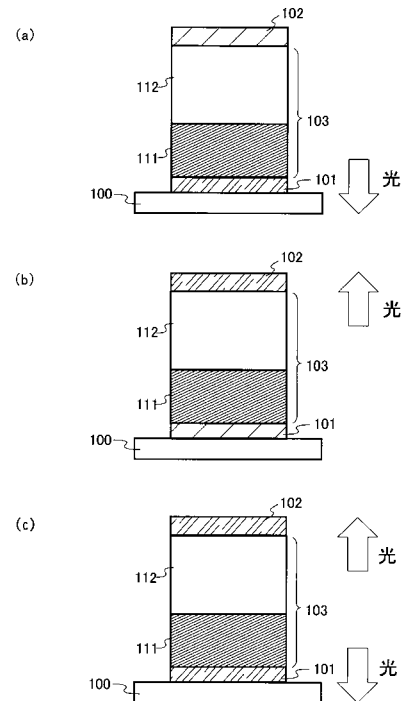
【図 1】



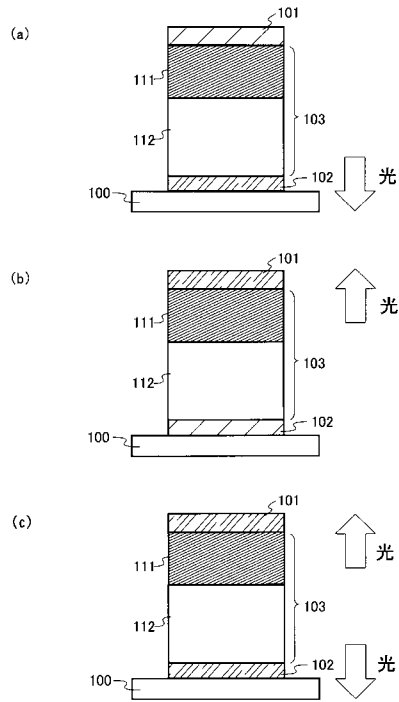
【図 2】



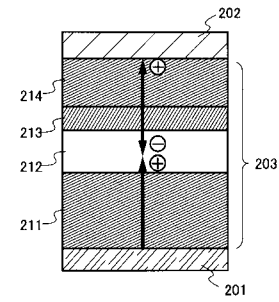
【図 3】



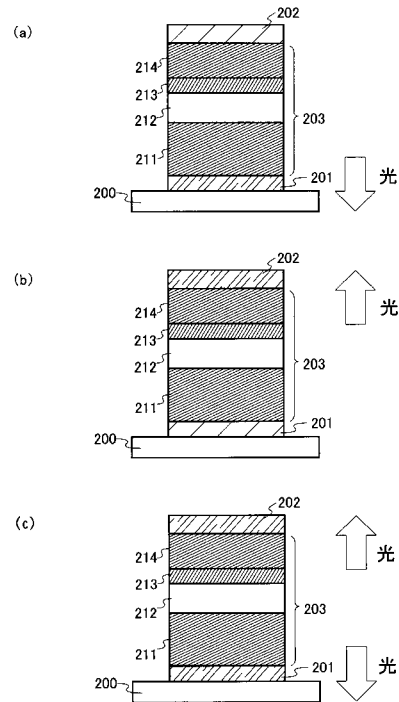
【 図 4 】



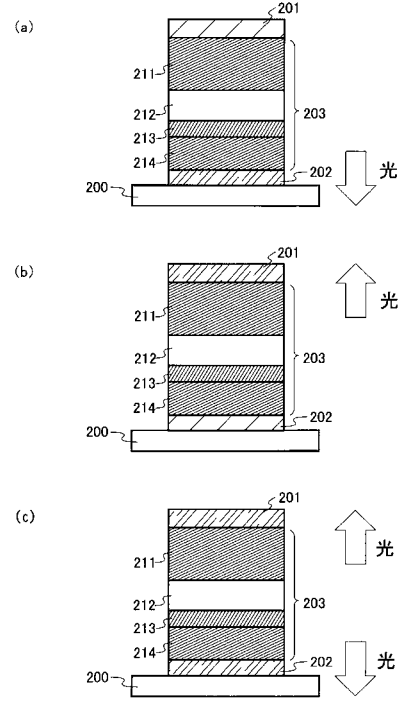
【 図 5 】



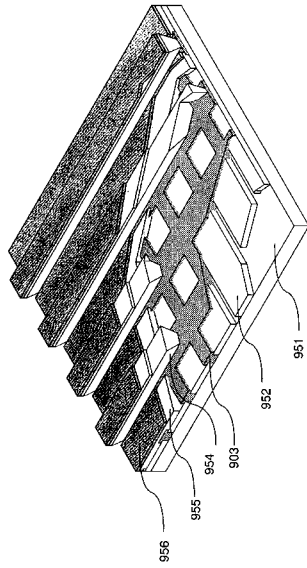
【 図 6 】



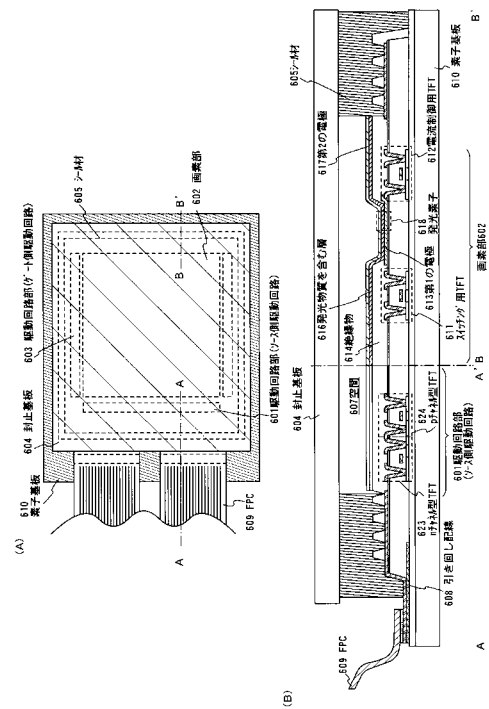
【 図 7 】



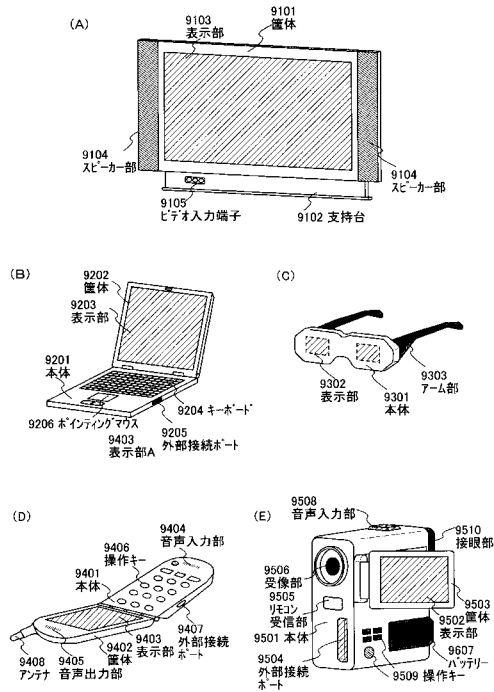
【図 8】



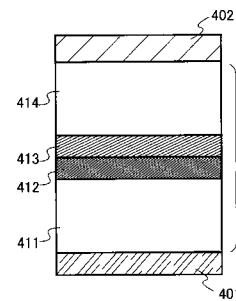
【図 9】



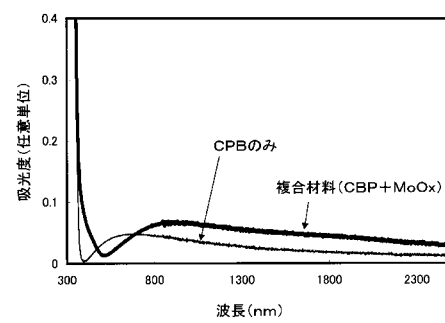
【図 10】



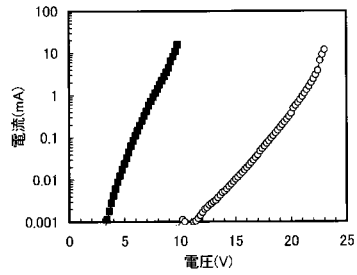
【図 11】



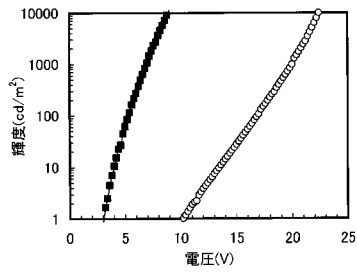
【図 12】



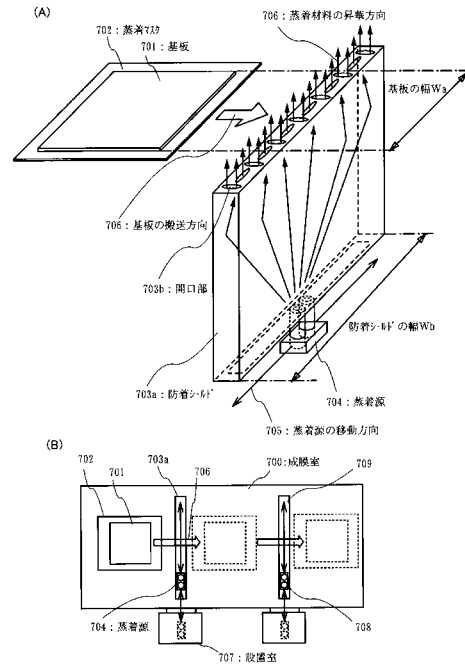
【図 13】



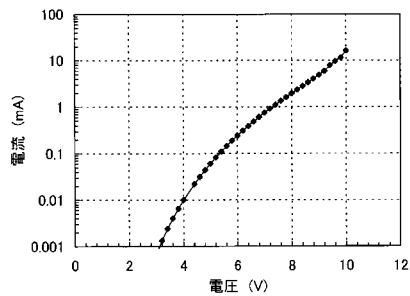
【図 14】



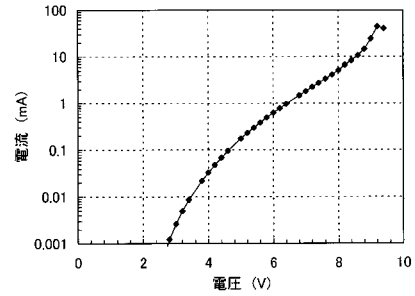
【図 15】



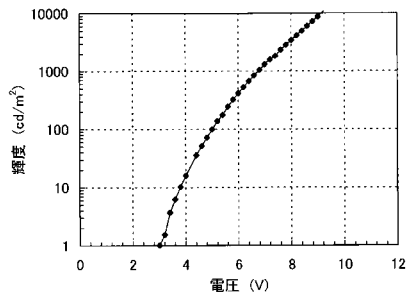
【図 16】



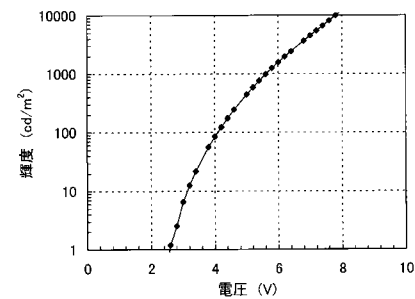
【図 18】



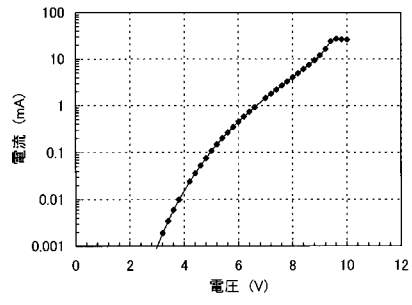
【図 17】



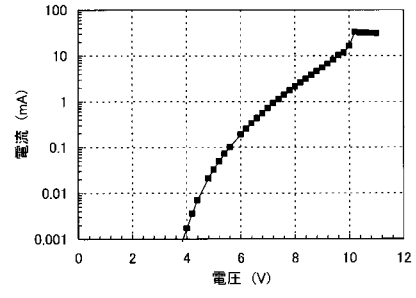
【図 19】



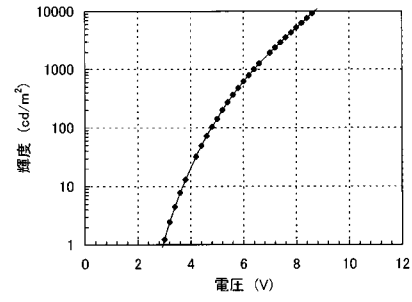
【図 2 0】



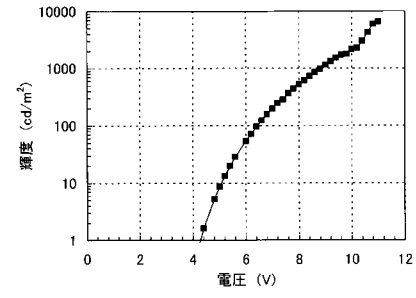
【図 2 2】



【図 2 1】



【図 2 3】



专利名称(译)	复合材料，发光元件，发光装置以及电气设备		
公开(公告)号	JP2006303470A5	公开(公告)日	2009-04-02
申请号	JP2006078171	申请日	2006-03-22
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	岩城裕司 瀬尾哲史 熊木大介		
发明人	岩城 裕司 瀬尾 哲史 熊木 大介		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06		
FI分类号	H05B33/22.C H05B33/14.B C09K11/06.690		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB05 3K007/AB06 3K007/DB03 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB08 3K107/CC05 3K107/CC12 3K107/CC14 3K107/DD73 3K107/DD78 3K107/DD85		
优先权	2005085056 2005-03-23 JP		
其他公开文献	JP2006303470A JP5878272B2		

摘要(译)

本发明的目的是提供一种复合材料，其中组合有机化合物和无机化合物，其载流子传输性和载流子注入有机化合物中是优异的，并且还具有优异的透明性。为了解决上述问题，使用由下列通式表示的有机化合物和无机化合物的复合材料。无机化合物是过渡金属的氧化物，优选属于元素周期表第4至8族金属的氧化物，尤其是氧化钒，氧化钽，氧化钼，氧化钨，氧化铌和氧化钇。可以适当使用。【选择图表】无