

(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2012-36227

(P2012-36227A)

(43) 公開日 平成24年2月23日(2012.2.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06 660	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/22 B	
	H05B 33/14 B	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-174490 (P2010-174490)	(71) 出願人	508123445
(22) 出願日	平成22年8月3日 (2010.8.3)		有限会社 緒方材料科学研究所
			北海道千歳市柏台南1-3-1 千歳アル
			カディア・プラザ3F
		(71) 出願人	000135209
			株式会社ニフコ
			神奈川県横浜市戸塚区舞岡町184番地1
		(74) 代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100099025
			弁理士 福田 浩志

最終頁に続く

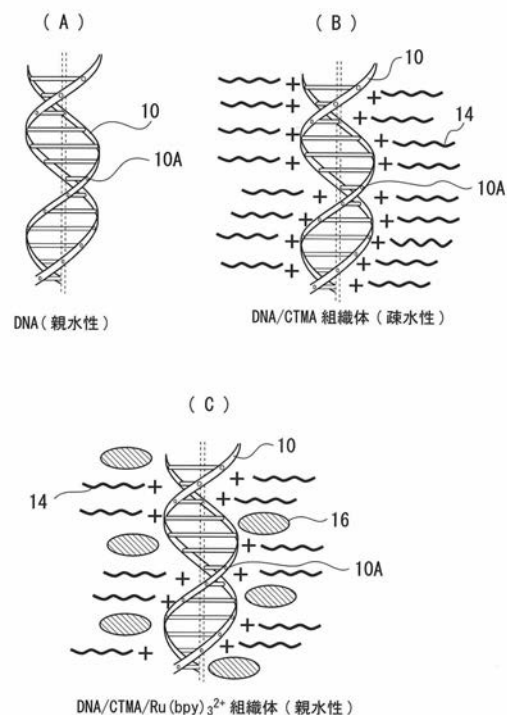
(54) 【発明の名称】 発光材料及びその製造方法並びに有機発光素子

(57) 【要約】

【課題】蛍光物質をDNAに挿入した従来のDNA複合体に比べ、純度が高く成膜性に優れた発光材料を提供する。また、本発明の発光材料を用いて成膜された発光層を備えることで、従来のDNA複合体を発光層に用いた有機発光素子に比べて、耐電圧特性に優れた有機発光素子を提供する。

【解決手段】発光材料は、デオキシリボ核酸(DNA)と、DNAのリン酸基の一部に結合するカチオン性官能基を有する脂質化合物と、DNAのリン酸基の残部に結合する蛍光発光性の金属錯体と、を含む。有機発光素子は、この発光材料を含む発光層と、発光層に正孔を注入する陽極と、発光層に電子を注入する陰極と、を含む。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

デオキシリボ核酸 (DNA) と、
前記 DNA のリン酸基の一部に結合するカチオン性官能基を有する脂質化合物と、
前記 DNA のリン酸基の残部に結合する蛍光発光性の金属錯体と、
を含む発光材料。

【請求項 2】

水溶性である請求項 1 に記載の発光材料。

【請求項 3】

前記金属錯体が、前記脂質化合物との疎水性相互作用により保持される請求項 1 又は 2
に記載の発光材料。 10

【請求項 4】

リン酸基のモル数で規定される DNA のモル数と金属錯体とのモル数との比が、10 :
8 ~ 10 : 2 である請求項 1 又は 2 に記載の発光材料。

【請求項 5】

前記脂質化合物が、脂肪族又は芳香族の炭化水素基を有する炭素数が 10 以上の四級ア
ンモニウム塩である請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の発光材料。

【請求項 6】

前記脂質化合物は、ヘキサデシルトリメチルアンモニウム塩 (CTMA) である請求項
1 から 5 のいずれか 1 項に記載の発光材料。 20

【請求項 7】

前記金属錯体は、ルテニウム錯体、ロジウム錯体、オスミウム錯体、イリジウム錯体、
レニウム錯体を少なくとも含む遷移金属錯体、及び亜鉛錯体からなる群から選択される少
なくとも 1 種である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の発光材料。

【請求項 8】

前記金属錯体は、トリス (2, 2 - ビピリジル) ルテニウム (II) 錯体 ($Ru(bpy)_3^{2+}$) である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の発光材料。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の発光材料を製造する発光材料の製造方法であっ
て、 30

DNA の水溶液に脂質化合物の水溶液を加え、DNA - 脂質化合物の複合体を不溶化し
て単離する工程と、

前記 DNA - 脂質化合物の複合体の非水溶媒溶液に、金属錯体の非水溶媒溶液を加え、
DNA - 脂質化合物 - 金属錯体の複合体を不溶化して単離する工程と、
を含む発光材料の製造方法。

【請求項 10】

前記非水溶媒が、DNA - 脂質化合物の複合体及び金属錯体の各々を溶解すると共に、
単離される DNA - 脂質化合物 - 金属錯体の複合体を沈殿させる溶媒である請求項 10 に
記載の発光材料の製造方法。

【請求項 11】

前記非水溶媒が、エタノールである請求項 9 又は 10 に記載の発光材料の製造方法。 40

【請求項 12】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の発光材料を含む発光層と、
前記発光層に正孔を注入する陽極と、
前記発光層に電子を注入する陰極と、
を含む有機発光素子。

【請求項 13】

前記発光層と前記陰極との間に、前記金属錯体とは異なる波長で発光する蛍光発光性の
金属錯体を含む電子輸送層を更に備えた請求項 12 に記載の有機発光素子。

【請求項 14】

前記電子輸送層は、トリス(8-オキソキノリン)アルミニウム(III)錯体(A1q₃)を有する請求項13に記載の有機発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光材料及びその製造方法並びに有機発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デオキシリボ核酸(DNA)を光電子デバイスの材料に応用する研究が進められている。しかしながら、材料としてのDNAは、多数のリン酸基を有する水溶性の高分子であり、通常はナトリウム(Na⁺)塩として製造されている。自己組織化という特性を除けば、元来は光電子デバイスの材料には不向きである。このため、DNA複合体を光電子デバイスの材料に応用するには、疎水化して成膜性を高める必要がある。

10

【0003】

例えば、リン酸基のカウンターイオンであるNa⁺を、疎水基を有する四級アンモニウム(脂質化合物)でイオン交換する等して、疎水性のDNA-脂質複合体を生成し、DNAの二重らせん構造内に金属錯体などの発光物質を挿入(インターカレーション)した「DNA複合体」を発光材料として用いて、室温で燐光発光が得られるようにした有機発光素子が提案されている(特許文献1)。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-3165号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、イオン交換によりカチオン性化合物が導入された「DNA複合体」には、リン酸基のカウンターイオン等に起因する不純物が含まれることになる。例えば、Na⁺を四級アンモニウム塩でイオン交換する場合には、Na塩が副生して不純物となる。また、四級アンモニウムを他のカチオン性化合物でイオン交換する場合には、四級アンモニウム塩が副生して不純物となる。

30

【0006】

「DNA複合体」を光電子デバイスの材料として成膜して用いる場合には、材料に残存している不純物は、その膜の防湿性・平滑性を低下させる。即ち、「DNA複合体」に含まれる不純物は、複合体膜の成膜性を低下させる。また、「DNA複合体」を光電子デバイスの材料として用いる場合には、不純物が光電子特性を阻害する。例えば、有機発光素子の発光材料として用いた場合には、電圧印加によりデバイスが破壊される等、耐電圧特性を低下させる要因となる。

【0007】

本発明の目的は、蛍光物質をDNAに挿入した従来のDNA複合体に比べ、純度が高く成膜性に優れた発光材料を提供することにある。また、本発明の他の目的は、本発明の発光材料を用いて成膜された発光層を備えることで、従来のDNA複合体を発光層に用いた有機発光素子に比べて、耐電圧特性に優れた有機発光素子を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために本発明の発光材料は、デオキシリボ核酸(DNA)と、前記DNAのリン酸基の一部に結合するカチオン性官能基を有する脂質化合物と、前記DNAのリン酸基の残部に結合する蛍光発光性の金属錯体と、を含んでいる。

【0009】

上記の発光材料は水溶性であることが好ましい。また、前記金属錯体が、前記脂質化合

50

物との疎水性相互作用により保持されることが好ましい。両者の条件を満たすためには、リン酸基のモル数で規定されるDNAのモル数と金属錯体とのモル数との比が、10 : 8 ~ 10 : 2であることが好ましい。金属錯体が $Ru(bpy)_3^{2+}$ の場合には、DNA : $Ru(bpy)_3^{2+}$ = 10 : 5であることが特に好ましい。

【0010】

前記脂質化合物としては、脂肪族又は芳香族の炭化水素基を有する炭素数が10以上の四級アンモニウム塩を用いてもよい。前記脂質化合物としては、ヘキサデシルトリメチルアンモニウム塩(CTMA)を用いることができる。

【0011】

前記金属錯体としては、ルテニウム錯体、ロジウム錯体、オスミウム錯体、イリジウム錯体、レニウム錯体を少なくとも含む遷移金属錯体、及び亜鉛錯体からなる群から選択される少なくとも1種であることが好ましく、トリス(2,2'-ビピリジル)ルテニウム(II)錯体($Ru(bpy)_3^{2+}$)が特に好ましい。

10

【0012】

また、上記目的を達成するために本発明の発光材料の製造方法は、本発明の発光材料を製造する発光材料の製造方法であって、DNAの水溶液に脂質化合物の水溶液を加え、DNA-脂質化合物の複合体を不溶化して単離する工程と、DNA-脂質化合物の複合体の非水溶媒溶液に、金属錯体の非水溶媒溶液を加え、DNA-脂質化合物-金属錯体の複合体を不溶化して単離する工程と、を含んでいる。

【0013】

20

上記の発光材料の製造方法において、前記非水溶媒としては、DNA-脂質化合物の複合体及び金属錯体の各々を溶解すると共に、単離されるDNA-脂質化合物-金属錯体の複合体を沈殿させる溶媒を用いてもよい。例えば、エタノールが好ましい。

【0014】

また、上記目的を達成するために本発明の有機発光素子は、本発明の発光材料を含む発光層と、前記発光層に正孔を注入する陽極と、前記発光層に電子を注入する陰極と、を含んでいる。

【0015】

前記発光層と前記陰極との間に、前記金属錯体とは異なる波長で発光する蛍光発光性の金属錯体を含む電子輸送層を更に備えていてもよい。この場合、前記電子輸送層は、トリス(8-オキソキノリン)アルミニウム(III)錯体(Alq_3)を有していてもよい。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明の発光材料及びその製造方法によれば、蛍光物質をDNAに挿入した従来のDNA複合体に比べ、純度が高く成膜性に優れる発光材料を提供することができる。また、本発明の有機発光素子によれば、本発明の発光材料を用いて成膜された発光層を備えることで、従来のDNA複合体を発光層に用いた有機発光素子に比べて、優れた耐電圧特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

40

【図1】(A)~(C)は本実施の形態に係る発光材料(組織体)の分子構造を模式的に示す図である。

【図2】(A)及び(B)は発光材料の溶液の調整手順を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る有機EL素子の積層構造の一例を示す断面図である。

【図4】図3に示す構造の有機EL素子の製造方法の一例を示す概略図である。

【図5】DNA/CTMA組織体のエタノール溶液に、 $Ru(bpy)_3^{2+}$ エタノール溶液を加えた場合の上澄み液のUVスペクトルを示す図である。

【図6】DNA/CTMA組織体と $Ru(bpy)_3^{2+}$ のUVスペクトルを示す図である。

【図7】沈殿物の水溶液のUVスペクトルを示す図である。

50

【図 8】DNA / CTMA 組織体のエタノール溶液に $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ エタノール溶液を加えた場合（モル比で 10 : 10）の沈殿物（単離後）の IR スペクトルを示す図である。

【図 9】DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜の L - V 特性を測定した結果を示すグラフである。

【図 10】(A) は DNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜の表面の AFM 像を示す図であり、(B) は DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜の表面の AFM 像を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

10

以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。

< 発光材料の組成 >

まず、発光材料について説明する。

本発明の実施の形態に係る発光材料は、デオキシリボ核酸（DNA）と、DNA のリン酸基の一部に結合するカチオン性官能基を有する脂質化合物と、DNA のリン酸基の残部に結合する蛍光発光性の金属錯体と、を含んでいる。

【0019】

- 模式的な分子構造 -

図 1 (A) ~ (C) は本実施の形態に係る発光材料（組織体）の分子構造を模式的に示す図である。なお、以下では、複数の成分からなる発光材料を、「complex」の意味で「複合体」又は「組織体」と称する。図 1 (A) に示すように、DNA 10 は 2 重らせん構造を有し、DNA 鎖を形成する各糖にはアニオン部 10A としてリン酸基が結合されている。また、図 1 (B) に示すように、カチオン性官能基を有する脂質化合物 14 は、DNA 10 のアニオン部 10A に、そのカチオン性官能基を介して結合している。これにより、DNA 10 の外側には、長鎖アルキル基などの脂質化合物 14 の疎水部が配置されて、DNA 10 を疎水化している。

20

【0020】

更に、図 1 (C) に示すように、DNA 10 のアニオン部 10A に結合された脂質化合物 14 の一部が、蛍光発光性の金属錯体 16 によりイオン交換により置換されている。換言すれば、蛍光発光性の金属錯体 16 は、脂質化合物 14 が結合していない DNA 10 のアニオン部 10A に、静電相互作用により結合されている。例えば、DNA 10 のアニオン部 10A は、金属錯体 16 の配位子の一部となり、錯体金属に配位している。

30

【0021】

金属錯体 16 は、脂質化合物 14 との疎水性相互作用により、DNA 10 のアニオン部 10A に結合された脂質化合物 14 の間に規則的に分散配置されている。即ち、脂質化合物 14 の結合の増加は DNA 10 の疎水性を向上させ、金属錯体 16 の結合の増加（即ち、脂質化合物 14 の結合の減少）は DNA 10 の疎水性を低下させる。従って、金属錯体 16 の結合の割合が増加することにより、DNA 10 を含む発光材料は疎水性が低下して水溶性となる。即ち、本実施の形態に係る発光材料は、非水溶媒に不溶となつて、非水溶媒により沈殿させることができる。

40

【0022】

以上の通り、本実施の形態に係る発光材料（DNA / 脂質化合物 / 金属錯体の複合体）は、上記の分子構造を形成することで非水溶媒に不溶となつて、非水溶媒により沈殿され、不純物として残存している成分が除去されて高純度化する。また、金属錯体が凝集せずに発光材料中に均一に分散される。従って、本実施の形態に係る発光材料を薄膜形成した場合に、平滑性に優れる発光材料膜を成膜することができる。即ち、本実施の形態では、純度が高く成膜性に優れる発光材料を得ることができる。

【0023】

また、本実施の形態に係る発光材料では、光電子特性を阻害する不純物が除去されている。従って、本実施の形態に係る発光材料を成膜して有機発光素子の発光層を形成した場

50

合に、耐電圧特性に優れた有機発光素子を得ることができる。

【0024】

- 発光材料の各成分 -

次に、発光材料に含まれる各成分について説明する。

(1) DNA

本実施の形態に係るデオキシリボ核酸(DNA)は、2本のポリヌクレオチド鎖が二重らせん構造を形成した高分子である。また、二重らせん構造を形成可能であればよく、リボ核酸(RNA)を含む構造でもよい。以下では、DNAとRNAとを特に区別する必要がない場合には、DNAの代わりにRNAを用いてもよい。

【0025】

DNAは、通常は、ナトリウム塩であり水溶性の高分子である。ポリヌクレオチド鎖は、糖、リン酸基、核酸塩基からなるヌクレオチドを単位とする鎖状重合体である。糖はデオキシリボース又はリボースであり、核酸塩基はアデニン(A)、グアニン(G)、ウラシル(U)、シトシン(C)、チミン(T)の5種類から選択される。本実施の形態に係るDNAは、二重らせん構造を形成可能であればよく、DNAの塩基配列自体に特に意味はない。従って、DNAの塩基配列は、同じでも異なってもよく、ランダムでも均一でもよい。

【0026】

本実施の形態のDNAとしては、天然DNA及び合成DNAのいずれも使用することができる。天然DNAとしては、細菌ウイルスのλファージDNA、大腸菌染色体DNA、仔牛胸腺DNA、サケ精子DNAを挙げることができる。また、合成DNAとしては、ポリ(dA)、ポリ(dT)、ポリ(dG)、ポリ(dC)、ポリ(dA-dT)、ポリ(dG-dC)などを用いて合成装置によって合成可能な合成DNAを挙げることができる。また、塩基配列の異なる種々の合成RNA、相補的塩基対を有するDNA/RNAハイブリッドも含むことができる。

【0027】

また、DNAのサイズ(長さ)は、成膜性の観点から、塩基対数100~100万の範囲が好ましく、1000~20万の範囲がより好ましい。なお、DNAの長さ(塩基対数)は、DNAの分子量に換算可能であり、DNAの分子量と略同じ値となる。

【0028】

(2) 脂質化合物

本実施の形態に係る脂質化合物は、カチオン性官能基を有する脂質化合物である。カチオン性官能基を有する脂質化合物は、DNAを含む発光材料を疎水化できるものであれば特に制限はない。カチオン性官能基を有する脂質化合物としては、基本的に疎水性の官能基を有する四級アンモニウム塩が用いられる。DNAのアニオン部であるリン酸基は、通常はナトリウム塩であるが、四級アンモニウム塩の添加により、ナトリウムイオン(Na⁺)と四級アンモニウムイオンとのイオン交換が起こり、DNAを疎水化することが知られている。

【0029】

例えば、成膜性を向上させるとの観点からは、脂肪族又は芳香族の炭化水素基を有する炭素数が10以上の四級アンモニウム塩が好ましく、炭素数12~20の脂肪族炭化水素基及び炭素数5~20の芳香族炭化水素基からなる群より選択された炭化水素基を少なくとも1つ有する四級アンモニウム塩が好ましい。また、キャリア輸送性を向上させるとの観点からは、例えば芳香族の炭化水素基のように、少なくとも1つの共役系を有する炭化水素基を有する四級アンモニウム塩が好ましい。疎水性の官能基に電子共役系を導入することにより、発光材料の導電性(即ち、キャリア輸送性)が改善される。

【0030】

四級アンモニウムとしては、例えば、下記一般式(1)で示される界面活性剤を用いることができる。式中、m、n、及びyは、0~20までの整数を示す。なお、第四級アンモニウムは、通常、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲンイオン(Cl⁻、Br⁻、I⁻)と

10

20

30

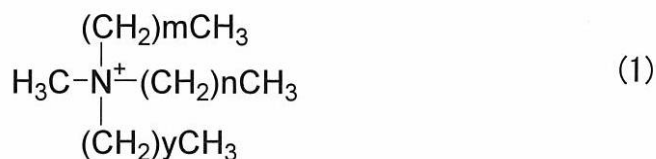
40

50

の塩として提供される。

【 0 0 3 1 】

【 化 1 】



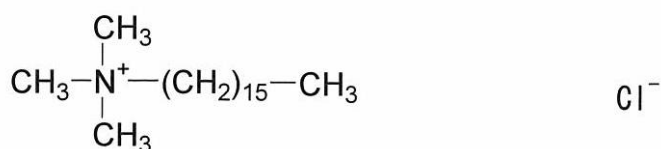
【 0 0 3 2 】

10

上記一般式 (1) で示される界面活性剤の具体例としては、下記式で表されるヘキサデシルトリメチルアンモニウム塩があげられる。ヘキサデシルトリメチルアンモニウムの塩化物は、塩化セチルトリメチルアンモニウムとも称され、C T M A と略記される。

【 0 0 3 3 】

【 化 2 】



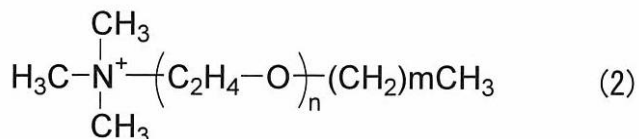
20

【 0 0 3 4 】

また、第四級アンモニウムとしては、下記一般式 (2) で示されるポリエチレングリコールを含む界面活性剤を用いることもできる。式中、n 及び m は、0 ~ 20 までの整数を示す。

【 0 0 3 5 】

【 化 3 】



30

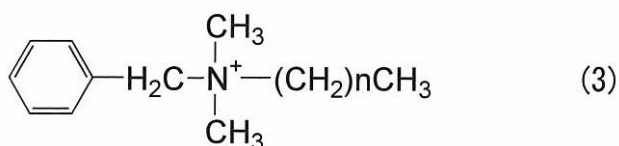
【 0 0 3 6 】

更に、第四級アンモニウムとしては、下記一般式 (3) で示される芳香環を含む界面活性剤を用いることもできる。式中、n は 0 ~ 30 までの整数を示す。下記一般式 (3) で示される界面活性剤の具体例としては、ベンジルトリメチルアンモニウム塩を挙げることができる。

【 0 0 3 7 】

【 化 4 】

40



【 0 0 3 8 】

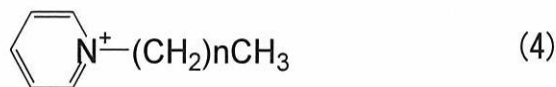
芳香環を含む前記構造式において、芳香環の種類は特に問わず、例えば一般式 (4) に示したような、ピリジンの誘導体を用いることもできる。式中、n は 0 ~ 20 までの整数を示す。下記一般式 (4) で示される界面活性剤の具体例としては、N - ヘキサデシルピ

50

リジニウム塩を挙げることができる。

【 0 0 3 9 】

【 化 5 】



【 0 0 4 0 】

また、上記のピリジニウム塩の外に、キノリニウム、イソキノリニウム、アクリジニウムの四級アルキルアンモニウム塩などを用いてもよい。なお、カチオン性官能基を有する脂質化合物は、上記の例示に拘わらず、四級化 L - アラニン、四級化 L - フェニルアラニン、四級化 L - グルタミン酸、四級化ヒスチジン誘導体等のキラリティを有するカチオン性官能基を備えた四級アンモニウム塩でもよい。また、カチオン性官能基は、四級アンモニウムに限らず、リン酸基の負電荷と強い親和性を有する陽電荷を有するものであれば特に制限はない。

10

【 0 0 4 1 】

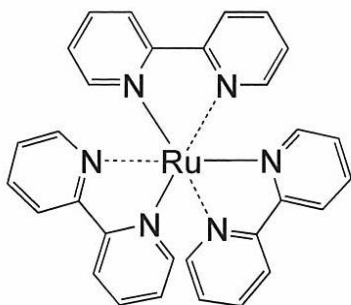
(3) 金属錯体

本実施の形態に係る金属錯体は、蛍光発光性の金属錯体である。本実施の形態に係る金属錯体としては、例えば、遷移金属錯体及び亜鉛錯体から選択される少なくとも 1 種が好ましく、ルテニウム錯体、ロジウム錯体、オスミウム錯体、イリジウム錯体、レニウム錯体及び亜鉛錯体から選択されるのがより好ましく、これらの中でも、ルテニウム錯体により好ましい。また、金属錯体の配位子としては、脂質化合物との疎水性相互作用に優れた配位子が好ましい。具体的には、蛍光発光性のルテニウム錯体としては、下記式で表されるトリス (2 , 2 - ビピリジル) ルテニウム (II) 錯体 ($Ru(bpy)_3^{2+}$) が特に好ましい。

20

【 0 0 4 2 】

【 化 6 】



30

【 0 0 4 3 】

上記のトリス (2 , 2 - ビピリジル) ルテニウム (II) 錯体 ($Ru(bpy)_3^{2+}$) は、中心金属であるルテニウムから配位子への電子移動遷移 (M L C T) に起因する第一吸収体の極大波長が 4 5 0 n m ($\epsilon = 1 . 3 8 \times 1 0 ^ 4$) 付近に存在する。この極大波長は太陽光の中で最も強度が高いスペクトルとほぼ一致するため、当該錯体は、可視光により容易に励起されて蛍光発光する。

40

【 0 0 4 4 】

(4) 組成比

本発明の実施の形態に係る発光材料では、各成分の組成比 (モル比) は以下の範囲とすることが好ましい。ここで、DNA のモル数はリン酸基のモル数で表される。脂質化合物のモル数はカチオン性官能基のモル数で表される。また、金属錯体のモル数は金属イオンのモル数で表される。

【 0 0 4 5 】

50

DNA：脂質化合物は、10：1～10：20の範囲が好ましく、10：3～10：12の範囲がより好ましく、脂質化合物がCTMAの場合には、DNA：CTMA＝1：1が好ましい。脂質化合物は、組織体膜の防湿性及び平滑性を向上させて成膜性を高める成分である。従って、脂質化合物の組成比が、低くなり過ぎないようにする。

【0046】

DNA：金属錯体は、発光材料を水溶性とするために、10：20～30：1の範囲が好ましく、10：8～10：2の範囲がより好ましい。2価の金属錯体を用いる場合には、DNA：金属錯体は、10：20～30：1の範囲が好ましく、10：8～10：2の範囲がより好ましい。金属錯体が $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の場合には、DNA： $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ ＝10：5が好ましい。

10

【0047】

< 発光材料の成膜方法 >

次に、上記発光材料を用いた成膜方法について説明する。上記発光材料の成膜は、基本的には「溶液キャスト法」により行われる。溶液キャスト法とは、成膜材料を溶媒に溶解した溶液を、基板表面にキャスト（流延）し、溶媒を除去（乾燥）して成膜する方法である。

【0048】

- 発光材料溶液の調整 -

図2（A）及び（B）は発光材料の溶液の調整手順を示す図である。図2では、発光材料であるDNA/脂質化合物/金属錯体が、DNA/CTMA/ $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の組合せで構成された例に関して調整手順を説明するが、他の材料を用いた場合にも基本的には同様の手順で、発光材料の溶液を調整することができる。なお、各成分の組成比に関しては上述した通りであり、具体的な濃度等に関しては実施例で説明する。

20

【0049】

まず、図2（A）に示すように、DNAの水溶液に、脂質化合物の水溶液を加える。脂質化合物の結合によりDNAが疎水化されて、（DNA/脂質化合物）組織体が沈殿する。沈殿した（DNA/脂質化合物）組織体を、ろ過・乾燥する。この際に、イオン交換で生じた塩（例えば、 NaCl ）、水分、その他の水溶性の不純物が除去されて、（DNA/脂質化合物）組織体が高純度で単離される。

【0050】

次に、図2（B）に示すように、疎水性の（DNA/脂質化合物）組織体を、エタノール等の非水溶媒に溶解して、（DNA/脂質化合物）組織体の非水溶媒溶液を得る。（DNA/脂質化合物）組織体の非水溶媒溶液に、同じ非水溶媒を用いた金属錯体の非水溶媒溶液を特定の割合で加えることで、脂質化合物が金属錯体により置換（イオン交換）されてDNA又は（DNA/脂質化合物）組織体の疎水性が低下し、（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体が、非水溶媒により沈殿する。

30

【0051】

再沈殿した（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体を、ろ過・乾燥する。非水溶媒に溶解している（DNA/脂質化合物）組織体、金属錯体は、非水溶媒と共に除去されて、沈殿物である（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体が高純度で単離される。この際に、イオン交換で生じた塩（例えば、四級アンモニウム塩）、溶媒、その他の溶媒可溶性の不純物が除去されて、（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体が高純度で単離される。

40

【0052】

上述した通り、本実施の形態では、沈殿及びろ過の精製工程を2回行うことで不純物が除去され、高純度の発光材料、即ち（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体を得ることができる。なお、（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体が非水溶媒により沈殿するように、非水溶媒の種類と、（DNA/脂質化合物）組織体溶液と金属錯体溶液との混合比とを、適宜選択する必要がある。（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体の具体的な作製例については、後述する実施例で詳細に説明する。

【0053】

50

- その他の成分 -

本実施の形態に係る発光材料の溶液は、上記以外の成分（添加物）として、電荷輸送性及び発光量子収率を向上させる観点から、単核又は多核の芳香族化合物や、単核又は多核のヘテロ芳香族化合物等を含んでいてもよい。

【0054】

- 成膜 -

上述した通り、発光材料の成膜は、基本的には最も簡単な「溶液キャスト法」により行われる。上記調整で得られた発光材料溶液を、基板上にキャストした後で、風乾、熱乾燥、真空乾燥等の乾燥方法により溶媒を除去して乾燥する。発光材料溶液は、所望の膜厚が得られるように、所定の粘度や濃度に調整されてキャストされる。キャストには、カンマコーター、リップコーター、ドクターブレードコーター、バーコーター、ロールコーター等を用いてもよい。なお、成膜方法は、溶液キャスト法に限定される訳ではない。発光材料の成膜性や所望の膜厚に応じて、ディップコート法、スピンコート法など他の成膜方法を用いてもよい。例えば、薄膜の形成には、溶液キャスト法よりも、遠心力を利用したスピンコート法の方が好適である。

【0055】

< 有機発光素子 >

次に、本発明の有機発光素子の実施の形態に係る有機EL素子について説明する。

本発明の実施の形態に係る有機EL素子は、上記の発光材料を含む発光層と、発光層に正孔を注入する陽極と、発光層に電子を注入する陰極と、を含んでいる。即ち、本発明の実施の形態に係る有機EL素子は、上記の（DNA/脂質化合物/金属錯体）組織体を発光材料とする発光層を備える以外に特に制限はなく、公知の構成を採用することができる。

【0056】

有機EL素子は、一般に、正孔を注入可能な陽極及び電子を注入可能な陰極による一対の電極間に、該正孔と該電子とを再結合させる際に生ずる再結合エネルギーによって発光中心が励起されて発光を生ずる発光物質を含有する発光層を含む有機化合物層を有している。有機化合物層は、発光層の外に、正孔を輸送する正孔輸送層、電子を輸送する電子輸送層、保護層等を、適宜、含んでいてもよい。

【0057】

- 積層構造の一例 -

図3は本発明の実施の形態に係る有機EL素子の積層構造の一例を示す断面図である。本実施の形態に係る有機EL素子は、図3に示すように、基板20、基板20上に積層された陽極22、基板20及び陽極22上に積層された発光層24、発光層24上に積層された電子輸送層26、及び電子輸送層26上に積層された陰極28を備えている。陽極22と陰極28とは、発光層24に電界を印加するための電源に接続されている。陽極22は、基板20の一部の表面を覆うように設けられている。発光層24は、陽極22の表面の一部と、陽極22で覆われていない基板20の表面とを覆うように、基板20及び陽極22上に設けられている。陰極28は、電子輸送層26の一部の表面を覆うように設けられている。

【0058】

上記の有機EL素子では、陽極22と陰極28との間に電圧が印加されると、陽極22から発光層24に正孔が注入されると共に、陰極28から電子輸送層26を介して発光層24に電子が注入される。発光層24では、正孔と電子とが再結合して、再結合エネルギーによって発光層24に含まれる蛍光体を励起する。励起された蛍光体が、励起状態から基底状態に戻る際に光（フォトン）を放出することで、発光層24で蛍光発光が発生する。発光層24で生じた光は、基板20側から取り出される。

【0059】

(1) 基板

基板20は、有機EL素子の発光波長の光に対して透明な基板である。基板20としては、通常、石英基板、ガラス基板、樹脂基板等が用いられる。基板20の厚みとしては、

10

20

30

40

50

機械的強度を保つのに十分な厚みであれば特に制限はないが、石英基板、ガラス基板を用いる場合には、通常 0.2 mm 以上であり、0.7 mm 以上が好ましい。

【0060】

(2) 陽極

陽極 22 は、発光層 24 に正孔を注入できれば特に制限はなく、公知の陽極の構成を適宜選択することができる。陽極 22 の材料としては、金属、合金、金属酸化物等が挙げられる。例えば、金、銀、クロム、ニッケル等の金属及びこれらの合金、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ (ITO) 等の金属酸化物等が挙げられる。これらの中でも、生産性、高伝導性、透明性などの観点からは ITO が特に好ましい。陽極 22 の厚みとしては、材料等により適宜選択可能であるが、通常は 10 nm ~ 5 μm である。ITO で構成される陽極 22 は、電子ビーム法、スパッタリング法等により形成することができる。

10

【0061】

(3) 陰極

陰極 28 は、発光層 24 に電子を注入できれば特に制限はなく、公知の陰極の構成を適宜選択することができる。陰極 28 の材料としては、金属、合金、金属酸化物等が挙げられる。例えば、金、銀、鉛、アルミニウム、ナトリウム - カリウム合金、リチウム - アルミニウム合金等が挙げられる。これらの中でも、仕事関数が 4 eV 以下の材料が好ましく、アルミニウムが特に好ましい。陰極 28 の厚みとしては、材料等に応じて適宜選択することができるが、通常は 10 nm ~ 5 μm である。アルミニウム等の金属、合金で構成される陰極 28 は、電子ビーム法、スパッタリング法等により形成することができる。

20

【0062】

(4) 発光層

発光層 24 は、電界印加時に陽極 22 から正孔を注入することができ、陰極 28 から電子を注入することができ、更に正孔と電子との再結合の場を提供し、再結合の際に生ずる再結合エネルギーにより蛍光を発光させる機能を有していればよい。本実施の形態では、上記の (DNA / 脂質化合物 / 金属錯体) 組織体を発光材料とする発光層 24 を備えることにより、上記の機能を発現することができる。発光層 24 は、発光材料の成膜方法として説明した上記の方法で、成膜することが可能である。発光層 24 の厚みとしては、発光効率や電荷輸送特性の観点から、100 nm 以下とすることができ、10 nm ~ 60 nm が好ましく、30 nm ~ 50 nm がより好ましい。

30

【0063】

(5) 電子輸送層

電子輸送層 26 は、電界印加時に陰極 28 から電子を注入する機能、該電子を輸送する機能、陽極 22 から注入された正孔を障壁する機能のいずれかを有しているものであればよい。電子輸送層 26 の材料としては、例えば、トリアゾール、トリアジン、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、アントラキノジメタン、アントロン、ジフェニルキノン、チオピランジオキシド、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン、ジスチリルピラジン、ナフタレンペリレン等の芳香環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン、8 - キノリノール誘導体の金属錯体、メタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体等の各種金属錯体、などが挙げられる。

40

【0064】

これらの中でも、電子輸送性や発光特性の観点から、トリス (8 - オキソキノリン) アルミニウム (III) 錯体 (Alq_3) が特に好ましい。電子輸送層 26 の厚みとしては、材料等に応じて適宜選択することができるが、通常は 10 nm ~ 500 nm である。電子輸送性や発光特性の観点から、100 nm ~ 10 nm が好ましく、50 nm ~ 30 nm がより好ましい。 Alq_3 等の金属錯体で構成される電子輸送層 26 は、真空蒸着法、電子ビーム法、スパッタリング法等により形成することができる。

【0065】

また、電子輸送層 26 に、上記の Alq_3 等、発光層 24 に含まれる金属錯体とは異なる

50

る波長で発光する蛍光発光性の金属錯体を含むことで、多色発光が可能な有機EL素子を構成することができる。例えば、発光層24の金属錯体である $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の発光は610nm(橙色)にピークを有するのに対し、 Alq_3 の発光は540nm(緑色)にピークを有する。従って、発光層24の厚さ、電子輸送層26の厚さ、印加電圧を適宜変化させることにより、 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ と Alq_3 とが異なる強度で発光して多色発光が可能となる。

【0066】

- 製造方法の一例 -

本発明の実施の形態に係る有機EL素子の製造方法は、発光層24を上記の発光材料を用いて成膜する以外には特に制限はなく、目的に応じて適宜選択した方法により製造することができる。例えば、以下に述べる有機EL素子の製造方法により好適に製造することができる。

【0067】

図4は図3に示す構造の有機EL素子の製造方法の一例を示す概略図である。図4に示すように、石英基板等の基板20上に、ITO電極等の陽極22がストライプ状に形成されたITO基板を用意する。このITO基板の表面の一部に、上記の発光材料の有機溶媒溶液をスピコートして、(DNA/脂質化合物/金属錯体)組織体からなる発光層24を成膜する。成膜後に真空乾燥して、発光層24から溶媒や水分を除去する。この発光層24上に、 Alq_3 等を蒸着して電子輸送層26を形成する。最後に、アルミニウム(Al)等を蒸着して、ストライプ状の陰極28を形成する。

【実施例】

【0068】

以下に本発明を、実施例を挙げてより具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0069】

種々の条件でDNA/CTMA/ $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体を作製して、 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の含有率が最も高いと思われる組織体について、各成分の相互作用の様子を解析すると共に、当該組織体の電荷輸送性能(と成膜性と)を評価した。組織体の電荷輸送性能の評価は、組織体で発光層を構成したセル(有機EL素子)を作製し、その電界印加時の発光輝度を測定することにより行った。また、組織体の成膜性の評価はATM像の観察により行った。

【0070】

- 使用した試料及び条件 -

(A) DNA

鮭の精巢より得たNa塩タイプのDNAを使用した。DNA1本あたりの平均塩基対数は10kbpの高分子DNAを用いた。なお、DNA濃度(モル濃度)は、全てリン酸基濃度とした。DNA0.0368gを水10mlに溶解することで、10mMのDNA水溶液を得た。

【0071】

(B) 塩化n-ヘキサデシルトリメチルアンモニウム(CTMA)

関東化学社製の塩化n-ヘキサデシルトリメチルアンモニウム粉末を使用した。なお、CTMA濃度(モル濃度)は、全てモノマーユニット濃度とした。CTMA0.032gを水10mlに溶解することで、10mMのCTMA水溶液を得た。

【0072】

(C) トリス(2,2'-ビピリジル)ルテニウム(II)錯体($\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$)

アルドリッチ(Aldrich)社製のトリス(2,2'-ビピリジル)ルテニウム(II)6水和物($\text{Tris}(2,2'\text{-bipyridyl})\text{dichlororuthenium(II) hexahydrate}$)を使用した。当該化合物0.0749gをエタノール10mlに溶解することで、10mMの $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ のエタノール溶液を得た。また、当該化合物0.0749gを水10mlに溶解することで、10mMの $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の水溶液を得た。

【 0 0 7 3 】

- DNA 組織体溶液の調製 -

(A) DNA / CTMA 組織体溶液の調製

DNA 水溶液に対し CTMA 水溶液を 10 : 10 の割合 (以下、モル比) で混合することにより、DNA / CTMA 組織体の沈殿物を得た。この沈殿物を濾過によって採取し、真空下で乾燥することで固体状の DNA / CTMA 組織体を得た。この固体状の DNA / CTMA 組織体をエタノールに溶解することで、DNA / CTMA 組織体のエタノール溶液を得た。

【 0 0 7 4 】

(B) DNA / CTMA / Ru (b p y) ₃ ^{2 +} 組織体溶液の調製

10

DNA / CTMA 組織体のエタノール溶液に対し、Ru (b p y) ₃ ^{2 +} のエタノール溶液を、DNA に対し濃度比 10 : 3、10 : 5、10 : 8、10 : 10 の各々で混合することにより、4 種類の混合物を得た。4 種類の混合物の各々において、沈殿が発生していることが確認された。また、これらの混合物を半日放置した後に、上澄み液を採取して、220 nm ~ 400 nm の波長域の紫外線吸収スペクトル (UV スペクトル) を測定した。

【 0 0 7 5 】

図 5 は DNA / CTMA 組織体のエタノール溶液に、Ru (b p y) ₃ ^{2 +} のエタノール溶液を加えた場合の上澄み液の UV スペクトルを示す図である。また、図 6 は DNA / CTMA 組織体と Ru (b p y) ₃ ^{2 +} の UV スペクトルを示す図である。横軸は波長 (単位 : ナノメートル (nm)) を示す。縦軸は吸収強度 (任意単位 (a . u .)) を示す。

20

【 0 0 7 6 】

図 6 に示すように、DNA / CTMA 組織体は 260 nm 付近に DNA に起因するピークを有し、Ru (b p y) ₃ ^{2 +} は 280 nm 付近に Ru (b p y) ₃ ^{2 +} に起因するピークを有する。図 5 に示すように、濃度比 10 : 3 では、260 nm 付近にショルダーが確認された。一方、濃度比 10 : 5、10 : 8、10 : 10 では、260 nm 付近に同様のショルダーは確認されなかった。即ち、濃度比 10 : 3 では上澄み液中に DNA が存在するのに対し、濃度比 10 : 5、10 : 8、10 : 10 では上澄み液中に DNA が殆ど存在していないことを示す。

30

【 0 0 7 7 】

Ru (b p y) ₃ ^{2 +} のエタノール溶液の混合量が増加するに従い、DNA のリン酸基にイオン結合している CTMA が Ru (b p y) ₃ ^{2 +} とカチオン交換を起こし、Ru (b p y) ₃ ^{2 +} により DNA の疎水性が低下して、エタノールに不溶な DNA / CTMA / Ru (b p y) ₃ ^{2 +} 組織体が沈殿したことを示している。即ち、DNA を中心に考えると、DNA に疎水性を付与していた CTMA が Ru (b p y) ₃ ^{2 +} に置き換わることで、DNA の疎水性が低下し、エタノールに溶解できなくなって、沈殿物が生じたのである。

【 0 0 7 8 】

4 種類の混合物の各々から採取した沈殿物を、十分に乾燥させた後、再度水へ溶解させ、それぞれの溶液の吸収スペクトルを測定した。図 7 は沈殿物の水溶液の UV スペクトルを示す図である。横軸は波長 (単位 : ナノメートル (nm)) を示す。縦軸は吸収強度 (任意単位 (a . u .)) を示す。図 7 に示すように、Ru (b p y) ₃ ^{2 +} のエタノール溶液の混合量が増加するに従い、DNA に起因する 260 nm 付近の吸収ピークの強度が増大することが確認された。これは、Ru (b p y) ₃ ^{2 +} のエタノール溶液の混合量が増加するに従い、CTMA と Ru (b p y) ₃ ^{2 +} とのカチオン交換の比率が高まり、DNA / CTMA / Ru (b p y) ₃ ^{2 +} 組織体として沈殿する DNA の量が増えたことを示している。換言すれば、沈殿物である組織体において、DNA の含有量が増加したことを示すものである。

40

【 0 0 7 9 】

50

そこで、DNA / CTMA 組織体のエタノール溶液に対し、 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ のエタノール溶液を、DNA に対し濃度比 10 : 10 で混合することにより、DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体の沈殿物を得た。この沈殿物を濾過によって採取し、真空下で乾燥することで固体状の DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体を得た。また、この固体状の DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体を水に溶解することで、DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体の水溶液を得た。なお、以下では、この濃度比 10 : 10 の混合物から得られた DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体水溶液をサンプルとして、組織体の各成分の相互作用の解析及び組織体の評価を行った。

【0080】

- 組織体の解析及び評価方法 -

(A) 赤外吸収スペクトル (IR スペクトル) の測定

調製した DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体水溶液をクリーンベンチ内で石英基板上にキャストし、そのまま大気下で自然乾燥させた。日本分光社製の測定装置 FTIR 660 を用いて、作製したセルについて $4000\text{ cm}^{-1} \sim 500\text{ cm}^{-1}$ の波数域の IR スペクトルを測定した。

【0081】

(B) 輝度 - 電圧 (L - V) 特性の測定

調製した DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体水溶液を発光層の材料として用いて、図 3 に示す構造から電子注入層を除いた構造の有機 EL 素子を作製し、L - V 特性を測定した。具体的には、ITO 基板上的 ITO を一部取り除いた後、それぞれ調製した DNA 組織体溶液をスピンコート法によって成膜し、真空乾燥機内で 1 日乾燥させた。発光層である組織体膜の上に電極として Al を蒸着し、セルを作製した。作製したセルの素子面積は 9 mm^2 である。L - V 特性の測定は全て真空下で行った。また、電圧印加時に観測された発光の発光強度を、輝度計によって測定した。

【0082】

(C) 原子間力顕微鏡 (AFM) による表面形状観測

調製した DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体水溶液を ITO 基板の上にスピンコート法によって成膜し、真空下で乾燥させた。SII 社製の測定装置 SPA 400 を用いて AFM 像を観察した。測定は大気下で行った。また、測定モードはタッピングモードとした。

【0083】

- 組織体の解析及び評価の結果 -

(A) DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体における各成分の相互作用

図 8 は DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜の IR スペクトルを示す図である。横軸は波長 (単位: ナノメートル (nm)) を示す。縦軸は吸収強度 (任意単位 (a. u.)) を示す。組織体膜の IR スペクトルは、沈殿物 (precipitate) として図示されている。また、比較のために、DNA 水溶液を成膜して得られた DNA 膜 (DNA-film)、上記 (A) で調整された DNA / CTMA 組織体のエタノール溶液を成膜して得られた DNA / CTMA 組織体膜 (DNA / CTMA-film)、 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の IR スペクトルを併せて示す。

【0084】

$\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の IR スペクトルは、 1400 cm^{-1} から 1500 cm^{-1} にかけて 3 つのピークを有している。組織体膜 (precipitate) の IR スペクトルにおいても、同様に 3 つのピークが確認された。このことから、組織体膜には $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ が含有されていることが分かる。

【0085】

また、DNA 膜の IR スペクトルは、 1089 cm^{-1} にリン酸基の対称伸縮に起因するピークを有している。DNA / CTMA 組織体膜の IR スペクトルでは、このピークの強度が低下していることを確認できる。これは、CTMA が作用することにより、DNA

10

20

30

40

50

のリン酸基の対称伸縮の振動形態が変化し、極性が低下した結果である。

【0086】

組織体膜 (precipitate) の I R スペクトルにおいても、DNA / CTMA 組織体膜の場合と同様に、 1089 cm^{-1} のピーク強度の低下が確認できる。このことから、組織体膜には CTMA が存在していることが分かる。即ち、DNA / CTMA 組織体のエタノール溶液に対し、 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ のエタノール溶液を混合することにより、CTMA の一部が $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ とカチオン交換されて、CTMA と $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の両方を含む DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体が生成していることが分かる。

【0087】

(B) DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体の成膜性

図10(A)はDNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜の表面のAFM像を示す図であり、図10(B)はDNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜の表面のAFM像を示す図である。これらのAFM像を比較すれば分かるように、図10(B)に示すDNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜では、図10(A)に示すDNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜に比べて、組織体膜の表面において $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ の凝集に起因すると考えられる凹凸が小さくなっていることが確認された。これにより、DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜では、CTMA により成膜性が向上していることが分かる。

【0088】

(C) DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜を用いたセルの L - V 特性

上述した通り、DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体水溶液をITO基板上にスピンコート法で成膜した後、Al電極を真空蒸着し、ITO / (DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体) / Alをこの順に積層したセル(有機EL素子)を作製した。このセルについて真空下で、L - V特性を測定した。比較のために、DNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜を有するセル(有機EL素子)のL - V特性を測定した結果を併せて示す。

【0089】

なお、比較用のセルは、DNA水溶液に対し $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 水溶液を10 : 10の割合(以下、モル比)で混合することにより得られたDNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体の水溶液を、ITO基板上にスピンコート法で成膜した後、Al電極を真空蒸着し、ITO / (DNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体) / Alをこの順に積層して作製した。

【0090】

図9はDNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体膜のL - V特性を測定した結果を示すグラフである。横軸は印加電圧(単位:ボルト(V))を示す。縦軸(左側)は蛍光強度(単位:カンデラ/平方メートル(cd/m^2))を示す。●はITO / (DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体) / Alセルの測定結果のプロットを示す。ここでも、(DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体)は、沈殿物(precipitate)として図示されている。また、■はITO / (DNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体) / Alセルの測定結果のプロットを示す。

【0091】

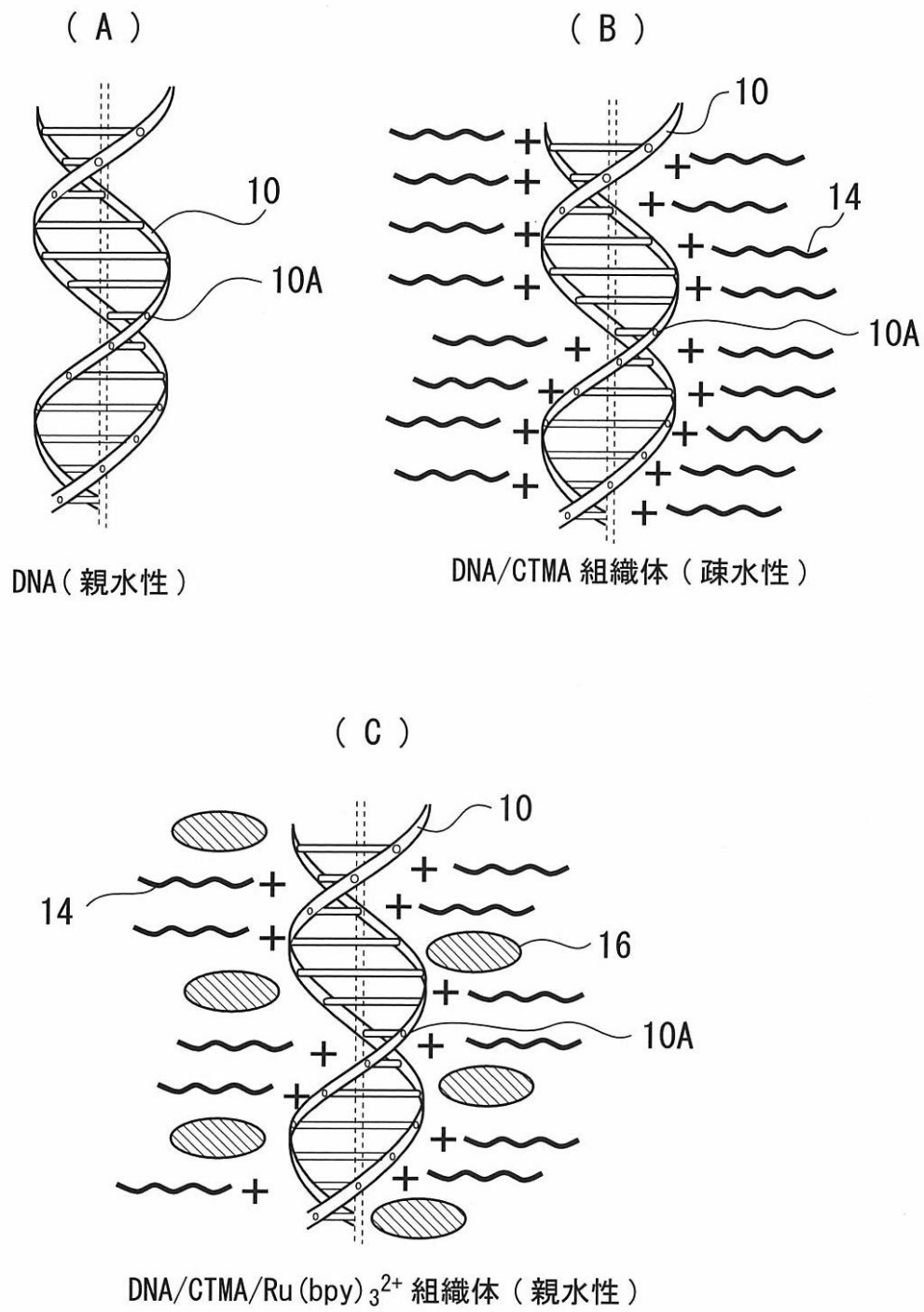
図9から分かるように、■でプロットされたITO / (DNA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体) / Alセルでは、約7Vの電圧で $0.4\text{ cd}/\text{m}^2$ 以下の輝度しか得られない。これに対し、●でプロットされたITO / (DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体) / Alセルでは、15V以上の高電圧をかけた際にも、デバイスは破壊されず、 $0.5\text{ cd}/\text{m}^2$ まで輝度が上昇した。このデバイスの安定性の向上は、DNA / CTMA / $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 組織体から不純物イオンが除去されたことにより、組織体の純度が高くなり、組織体の成膜性とデバイスの耐電圧性が向上したことによる。

【符号の説明】

【0092】

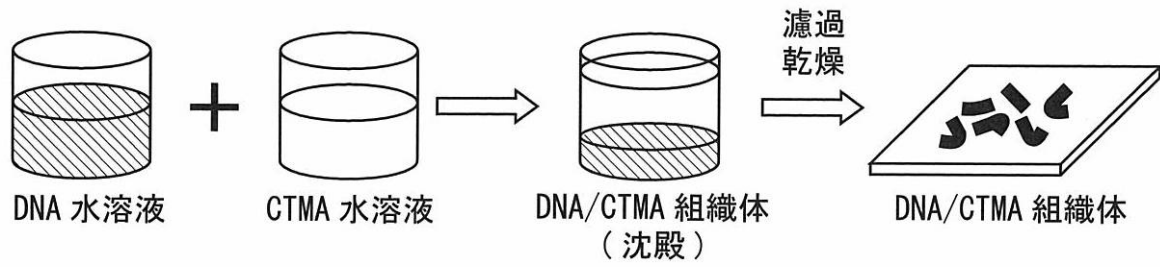
1 0 D N A
1 0 A アニオン部
1 4 脂質化合物
1 6 金属錯体
2 0 基板
2 2 陽極
2 4 発光層
2 6 電子輸送層
2 8 陰極

【図 1】

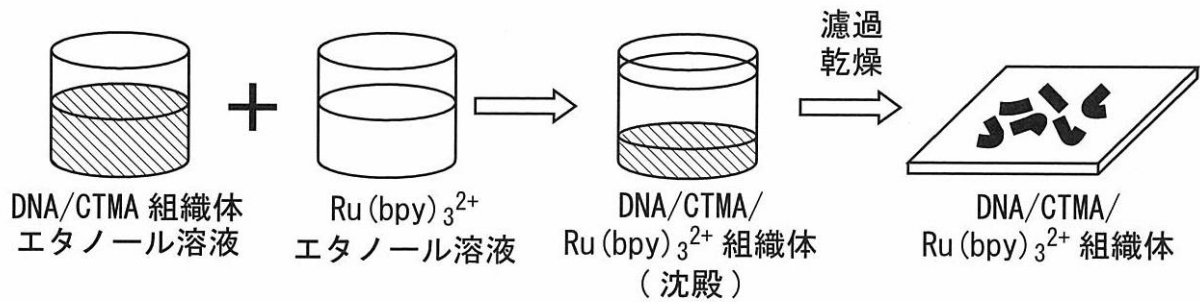


【図 2】

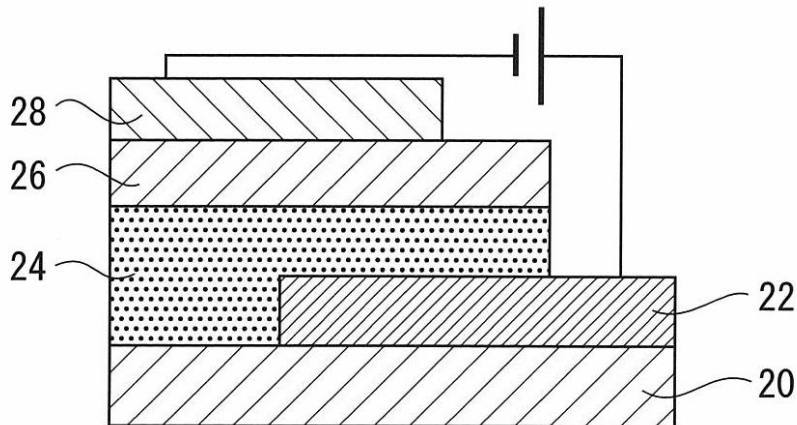
(A)



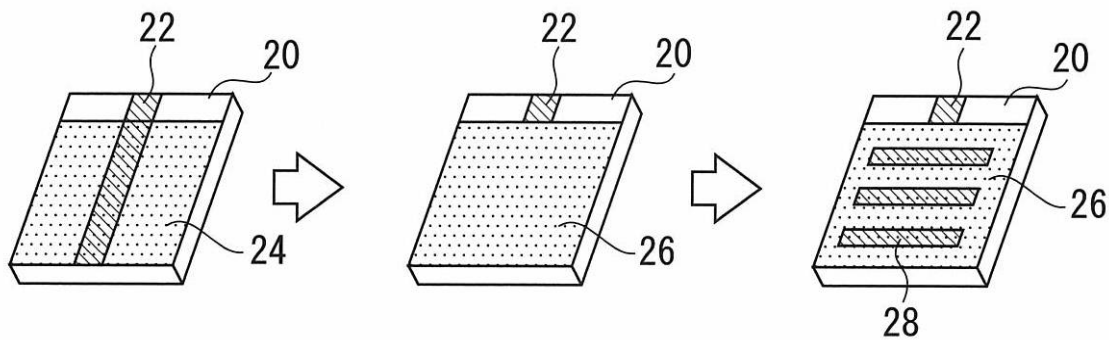
(B)



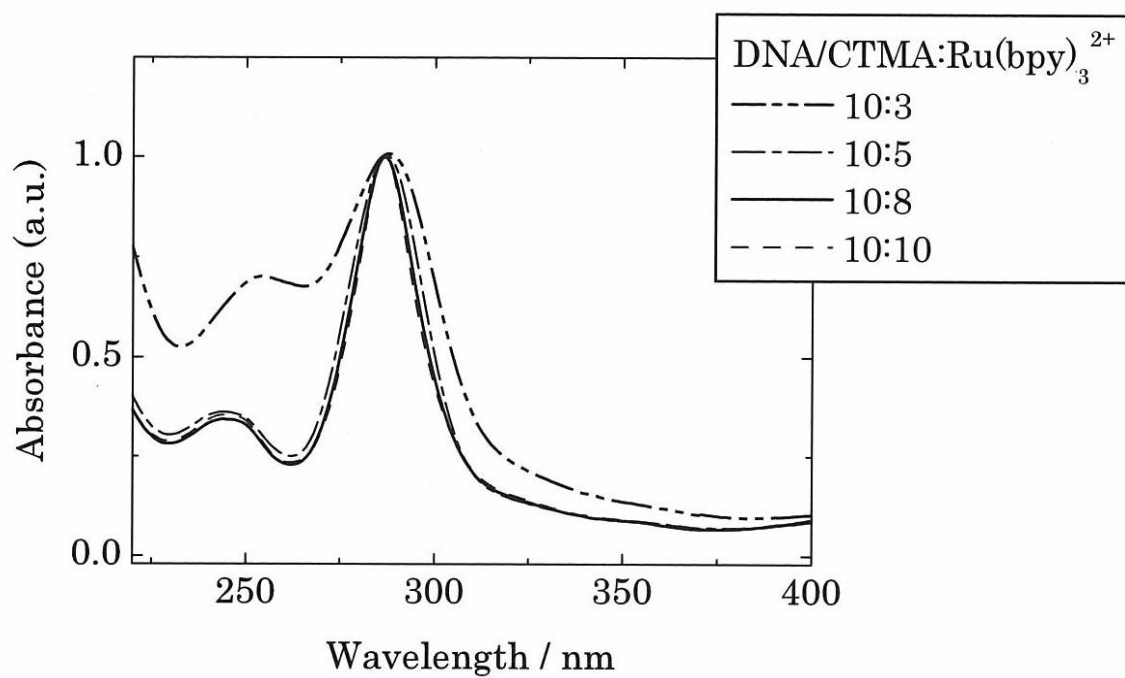
【図 3】



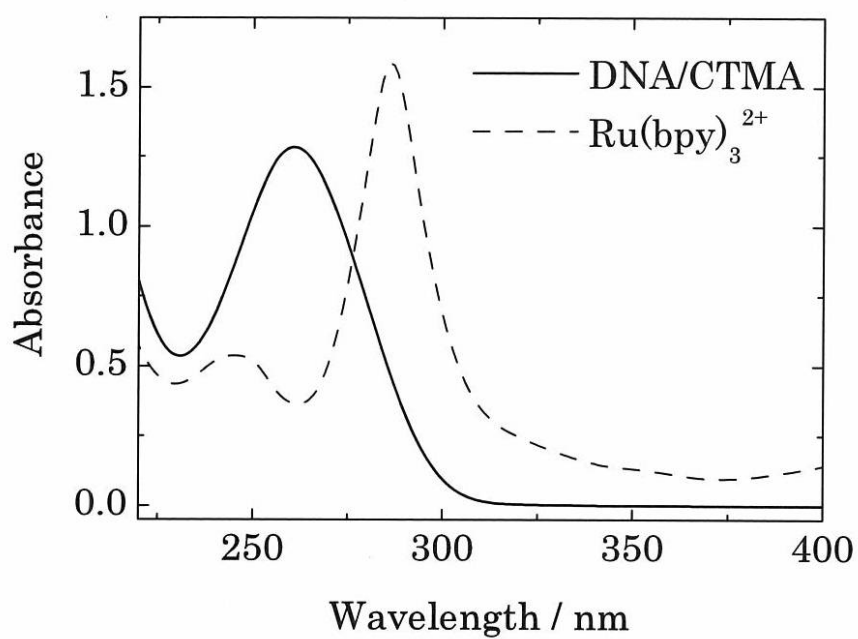
【図 4】



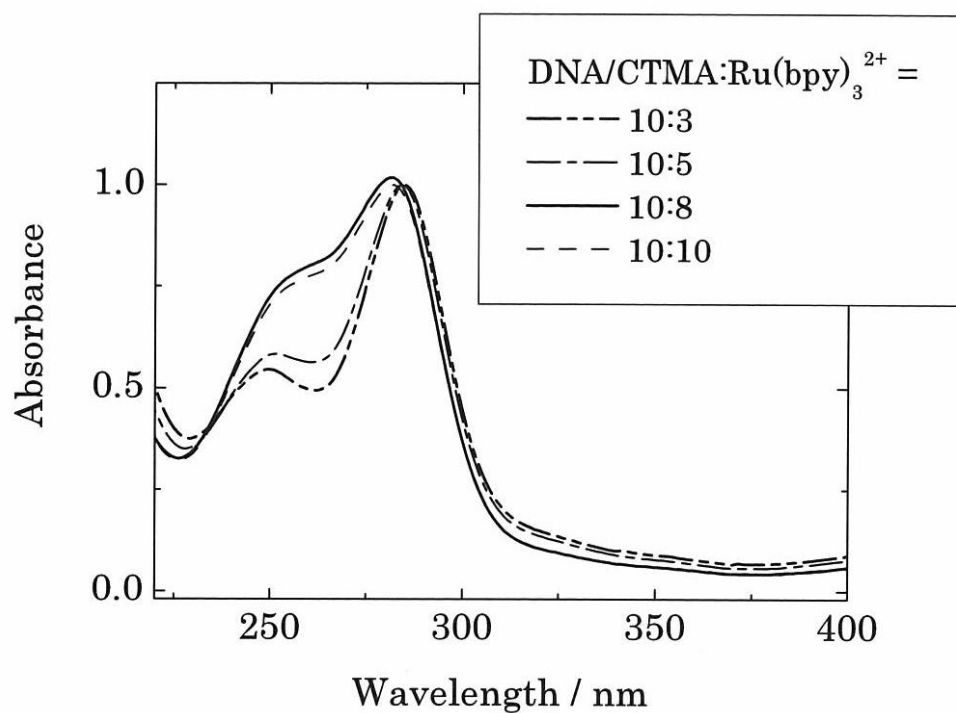
【図 5】



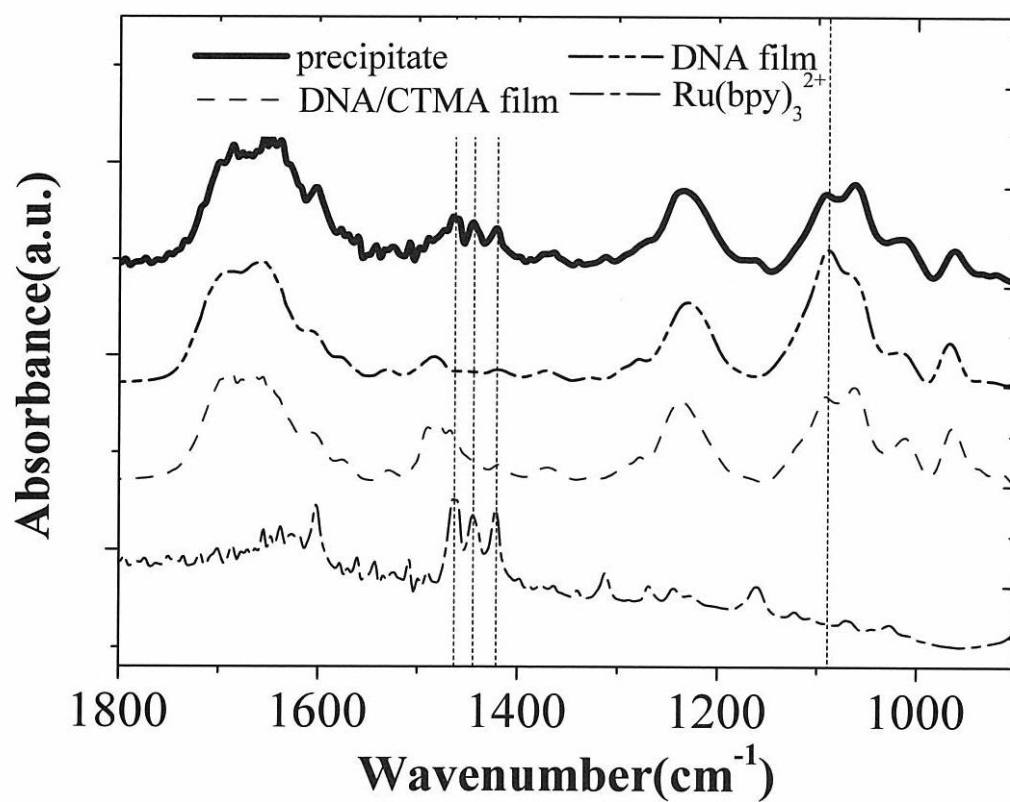
【図 6】



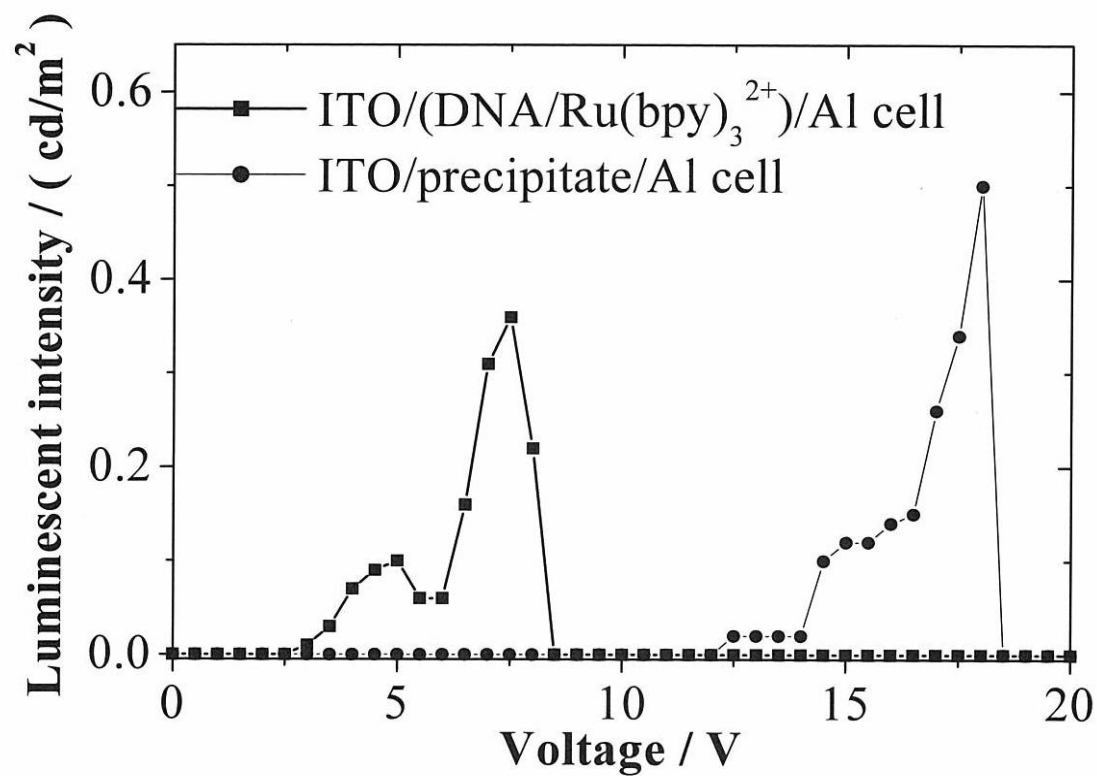
【 図 7 】



【 図 8 】

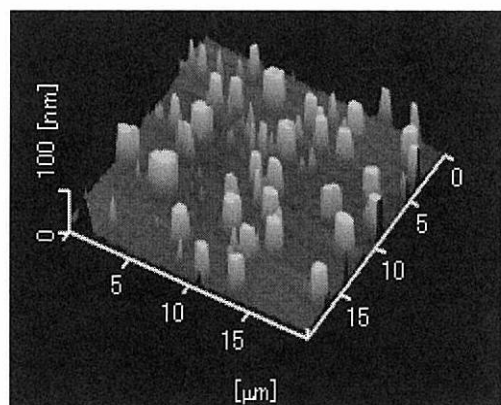


【図 9】

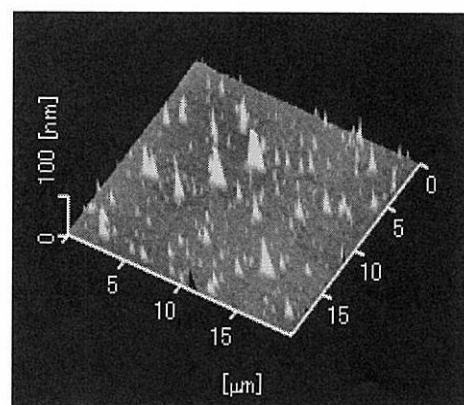


【図 10】

(A)



(B)



フロントページの続き

(72)発明者 小林 範久

千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学大学院 融合科学研究科内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC13 CC45 DD64 DD66 DD70 DD74 DD80 FF14

专利名称(译)	发光材料，其制造方法和有机发光元件		
公开(公告)号	JP2012036227A	公开(公告)日	2012-02-23
申请号	JP2010174490	申请日	2010-08-03
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社利富高		
申请(专利权)人(译)	有限会社 绪方材料科学研究所 株式会社二フコ		
[标]发明人	小林 範久		
发明人	小林 範久		
IPC分类号	C09K11/06 H01L51/50		
FI分类号	C09K11/06.660 H05B33/22.B H05B33/14.B		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC13 3K107/CC45 3K107/DD64 3K107/DD66 3K107/DD70 3K107/DD74 3K107/DD80 3K107/FF14		
代理人(译)	中岛敦 福田浩		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过将荧光物质插入DNA中，与常规DNA复合物相比，提供具有高纯度和成膜性能的发光材料，并提供具有优异的耐压特性的有机发光元件。通过提供使用上述发光材料形成的发光层，使用常规DNA复合物的发光层的有机发光元件。溶剂：发光材料含有脱氧核糖核酸（DNA），具有与DNA的磷酸基团的一部分键合的阳离子官能团的脂质化合物，和与DNA的磷酸基团的其余部分键合的荧光发光金属络合物。有机发光元件包括含有上述发光材料的发光层，用于向发光层注入空穴的阳极，和用于将电子注入发光层的阴极。

