

(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2005-85604  
(P2005-85604A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/10	H05B 33/10	3K007
H05B 33/14	H05B 33/14	A

審査請求 有 請求項の数 25 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2003-316501 (P2003-316501)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成15年9月9日(2003.9.9)	(74) 代理人	100107836 弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100101465 弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	高島 猛 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	森井 克行 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

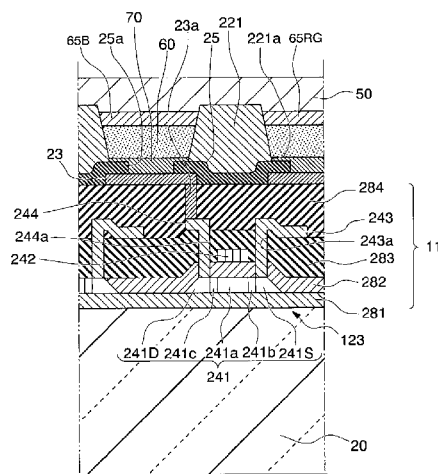
(54) 【発明の名称】 有機金属化合物の薄膜形成方法、有機金属化合物薄膜、およびこれを備えた有機電子デバイスの製造方法、有機電子デバイス、有機エレクトロルミネッセンスの製造方法、有機エレクトロルミ

(57) 【要約】

【課題】 有機金属化合物を安定して成膜することで、接合界面の密着力を増大させると共に、超薄膜化の実現が可能となる有機金属化合物の薄膜形成方法、有機金属化合物薄膜、およびこれを備えた有機電子デバイス（有機エレクトロルミネッセンス装置・有機太陽電池・有機薄膜トランジスタ）及び電子機器を提供する。

【解決手段】 基板20上に有機金属化合物65RGの薄膜を形成する方法であって、液相法によって有機物を形成する工程と、気相法によって金属を形成する工程とを具備し、有機物及び金属からなる有機金属化合物65RGの薄膜を形成することを特徴とする。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板上に有機金属化合物の薄膜を形成する方法であって、  
液相法によって有機物を形成する工程と、気相法によって金属を形成する工程とを具備し、前記有機物及び前記金属からなる有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする有機金属化合物の薄膜形成方法。

## 【請求項 2】

前記有機物を形成した後に、当該有機物上に前記金属を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする請求項 1 に記載の有機金属化合物の薄膜形成方法。

10

## 【請求項 3】

前記金属を形成した後に、当該金属上に前記有機物を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする請求項 1 に記載の有機金属化合物の薄膜形成方法。

## 【請求項 4】

前記液相法は、液滴吐出法であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機金属化合物の薄膜形成方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の方法で形成されたことを特徴とする有機金属化合物薄膜。

20

## 【請求項 6】

前記有機金属化合物薄膜の膜厚が 1 ナノメートル以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の有機金属化合物薄膜。

## 【請求項 7】

有機機能層を形成する有機機能層形成工程と、電荷輸送層を形成する電荷輸送層形成工程と、電極を形成する電極形成工程とを含む有機電子デバイス装置の製造方法であって、  
前記電荷輸送層形成工程は、液相法によって有機物を形成する工程と、気相法によって金属を形成する工程とを具備し、前記有機物及び前記金属からなる有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする有機電子デバイス装置の製造方法。

## 【請求項 8】

前記有機金属化合物が有機金属錯体であることを特徴とする請求項 7 に記載の有機電子デバイス装置の製造方法。

30

## 【請求項 9】

前記有機金属錯体の中心原子が前記電極の少なくとも 1 つの構成元素と同一の金属元素からなることを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の有機電子デバイス装置の製造方法。

## 【請求項 10】

前記有機金属錯体が  $\eta^5$ -ジケトン錯体であることを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 に記載の有機電子デバイス装置の製造方法。

## 【請求項 11】

前記電荷輸送層形成工程は、前記有機物を形成した後に当該有機物上に前記金属を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする請求項 7 から請求項 10 のいずれかに記載の有機電子デバイス装置の製造方法。

40

## 【請求項 12】

前記電荷輸送層形成工程は、前記金属を形成した後に当該金属上に前記有機物を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする請求項 7 から請求項 10 のいずれかに記載の有機電子デバイス装置の製造方法。

## 【請求項 13】

前記液相法は、液滴吐出法であることを特徴とする請求項 7 に記載の有機電子デバイス装置の製造方法。

50

## 【請求項 14】

請求項 7 から請求項 13 のいずれかに記載された有機電子デバイス装置の製造方法によって製造された有機電子デバイス装置。

## 【請求項 15】

請求項 14 に記載の有機電子デバイス装置を備えたことを特徴とする電子機器。

## 【請求項 16】

青の発光層と、緑の発光層と、赤の発光層とを形成する工程と、  
前記青の発光層上に第 1 電子注入層を形成する工程と、  
前記緑の発光層上に第 2 電子注入層及び前記赤の発光層上に第 3 電子注入層を形成する工程と、

10

を含み、

前記第 2 電子注入層及び前記第 3 電子注入層を形成する工程は、液相法によって有機物を形成する工程と、気相法によって金属を形成する工程とを具備し、

前記第 2 電子注入層及び前記第 3 電子注入層は、前記有機物及び前記金属からなる有機金属化合物であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 17】

前記有機金属化合物が有機金属錯体であることを特徴とする請求項 16 に記載の有機電子デバイス装置の製造方法。

## 【請求項 18】

前記有機金属錯体の中心原子が陰極の少なくとも 1 つの構成元素と同一の金属元素からなることを特徴とする請求項 17 に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

20

## 【請求項 19】

前記有機金属錯体が  $\eta^5$ -ジケトン錯体であることを特徴とする請求項 17 又は請求項 18 に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 20】

前記第 2 電子注入層及び前記第 3 電子注入層を形成する工程は、前記有機物を形成した後に当該有機物上に前記金属を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする請求項 16 から請求項 19 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

30

## 【請求項 21】

前記第 2 電子注入層及び前記第 3 電子注入層を形成する工程は、前記金属を形成した後に当該金属上に前記有機物を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴とする請求項 16 から請求項 19 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 22】

前記液相法は、液滴吐出法であることを特徴とする請求項 16 に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 23】

請求項 16 から請求項 22 のいずれかに記載の製造方法によって製造された有機エレクトロルミネッセンス装置。

40

## 【請求項 24】

請求項 23 に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置を備えたことを特徴とする電子機器。

## 【請求項 25】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の方法で形成された有機金属化合物薄膜を備えた有機電子デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は、有機金属化合物の薄膜形成方法、有機金属化合物薄膜、有機電子デバイス（有機エレクトロルミネッセンス装置・有機太陽電池・有機薄膜トランジスタ）の製造方法、有機電子デバイス、及び電子機器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、中心の金属原子に有機配位子が配位結合してできる有機金属化合物（有機金属錯体）は実に多種多様なものがあり、様々な分野で広く利用されている。近年では、キレート錯体が素子構造に組み込まれた有機エレクトロルミネッセンス装置（以下、有機EL装置という）、及び太陽電池が一般に知られている（例えば、非特許文献1、及び特許文献1参照。）。

10

有機ELや太陽電池などでは金属錯体を薄膜とした層を電極で挟んだ積層構造として利用される例が数多くある。そういった観点からも安定な薄膜の形成方法は重要である。

## 【0003】

このような薄膜の形成方法においては、予め配位子と金属を混ぜ合わせるなどして、既に錯体として合成された材料を用いて薄膜を形成していた。また、このような薄膜の形成方法としては、真空蒸着法などの気相プロセスだけでなく、溶液として塗布する液相プロセスが用いられていた。

【非特許文献1】Appl.Phys.Lett.,51,913(1987)

【特許文献1】特開平1-220380号公報

20

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、有機金属化合物（有機金属錯体）の中には、不安定な材料もあり、成膜の際に熱などの影響により分解してしまい、機能を失ってしまうことが実験事実としてある。特に積層構造の場合は層の接合界面が影響を受けやすい。

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、有機金属化合物を安定して成膜することで、接合界面の密着力を増大させると共に、超薄膜化の実現が可能となる有機金属化合物の薄膜形成方法、有機金属化合物薄膜、およびこれを備えた有機電子デバイス（有機エレクトロルミネッセンス装置・有機太陽電池・有機薄膜トランジスタ）及び電子機器を提供することを目的とする。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

本発明の有機金属化合物の薄膜形成方法は、基材上に有機金属化合物の薄膜を形成する方法であって、液相法によって有機物を形成する工程と、気相法によって金属を形成する工程とを具備し、前記有機物及び前記金属からなる有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴としている。

ここで、液相法とは、ウェットプロセスもしくは湿式塗布法とも呼ばれており、基板と液体材料とを接触状態にする方法であって、インクジェット（液滴吐出）法、スピンコート法、スリットコート法、ディップコート法、スプレー成膜法、印刷法、液体吐出法等を意味している。なお、液相法を施した後は、液体材料を乾燥・加熱するための加熱処理を施すのが一般的である。

40

また、気相法とは、真空雰囲気又は気相雰囲気内で基材上に所望の気体材料を定着させる方法であって、蒸着法、スパッタ法、CVD（化学気相成長）法等を意味している。

また、有機物とは、錯体における配位子等を意味し、更にこれに限定するものではなく、気相法によって分子の分解等が生じやすいために液相法による成膜が好適なものを意味する。また、金属とは、錯体における中心金属を意味しており、更にこれに限定するものではなく、気相法による成膜が好適なものを意味する。また、ここでは、有機物の形成工程、及び金属の形成工程の順番を限定するものではない。

50

## 【0006】

本発明によれば、所望の有機物を液相法によって成膜し、また、所望の金属を気相法によって成膜することにより、有機物と金属との接合界面に安定な有機金属錯体の層を形成することができる。従って、従来技術のように不安定な有機材料を用いた場合に、成膜の際の熱等の影響により分解することがなく、有機物の機能を失うこともない。更に、積層構造の場合における各層の接合界面が影響を受けることもない。従って、有機金属化合物を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。更に、接合界面のみに錯体層が形成されるために、例えば、1分子程度の超薄膜を作成できる。

また、有機物をAとし、金属をBとすると、有機物Aを液相法で塗布し、金属Mを気相法で形成することにより、成膜と同時に有機金属化合物 $MA_n$ （nは金属Mの価数）を形成することができる。

10

## 【0007】

また、前記有機金属化合物の薄膜形成方法においては、前記有機物を形成した後に、当該有機物上に前記金属を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することが好ましい。

このようにすれば、予め形成された有機物に応じて、前記有機金属化合物の薄膜を形成することができる。また、有機物を形成する液相法としてインクジェット法を用いた場合には、所定のパターンで有機物を形成することができるので、従って、所定のパターンの有機金属化合物の薄膜を形成することができる。

## 【0008】

20

また、前記有機金属化合物の薄膜形成方法においては、前記金属を形成した後に、当該金属上に前記有機物を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することが好ましい。

このようにすれば、予め形成された金属に応じて、前記有機金属化合物の薄膜を形成することができる。

## 【0009】

また、前記有機金属化合物の薄膜形成方法においては、前記液相法は液滴吐出法であることが好ましい。

このようにすれば、上記の有機物を液滴吐出法によって選択的に配置塗布することができる。また、複数種類の有機物を、液滴吐出対象物の種類に応じて塗り分けることができる。

30

## 【0010】

また、本発明の有機金属化合物は、先に記載した有機金属化合物の薄膜形成方法によって形成されたことを特徴としている。

従って、先に記載した同様の効果を奏する。

## 【0011】

また、本発明の有機金属化合物の膜厚が1ナノメートル以下であることが好ましい。

このようにすれば、1分子程度の超薄膜を作成できる。

## 【0012】

また、本発明の有機電子デバイス装置の製造方法は、有機機能層を形成する有機機能層形成工程と、電荷輸送層を形成する電荷輸送層形成工程と、電極を形成する電極形成工程とを含む有機電子デバイス装置の製造方法であって、前記電荷輸送層形成工程は、液相法によって有機物を形成する工程と、気相法によって金属を形成する工程とを具備し、前記有機物及び前記金属からなる有機金属化合物の薄膜を形成することを特徴としている。

40

## 【0013】

本発明によれば、所望の有機物を液相法によって成膜し、また、所望の金属を気相法によって成膜することにより、有機物と金属との接合界面に安定な有機金属錯体の層を形成することができる。従って、従来技術のように不安定な有機材料を用いた場合に、成膜の際の熱等の影響により分解することがなく、有機物の機能を失うこともない。更に、積層構造の場合における各層の接合界面が影響を受けることもない。従って、有機金属化合物

50

を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。更に、接合界面のみに錯体層が形成されるために、例えば、1分子程度の超薄膜を作成できる。

なお、本発明で「電荷輸送層」は、有機機能層に電子を供給する層膜として電子注入性や電子輸送性を有する「電子注入層」又は「電子輸送層」、あるいは正孔をブロックして有機機能層層に留める「正孔ブロック層」を意味する。又は、有機機能層に正孔を供給する層膜として、正孔注入性や正孔輸送性を有する「正孔注入層」又は「正孔輸送層」を意味する。

#### 【0014】

また、前記有機電子デバイス装置の製造方法においては、前記有機金属化合物が有機金属錯体であることが好ましく、有機金属錯体としては、その中心原子が前記電極の少なくとも1つの構成元素と同一の金属元素からなることが好ましく、有機金属錯体が - ジケトン錯体であることが好ましい。

10

ここで、有機金属錯体は、キレート錯体や環状のポリエーテルであるクラウンエーテル錯体等、種々の構造のものを用いることができる。中でも - ジケトン系の配位子を有する錯体（ - ジケトン錯体）は、酸性試薬であり、かつ、酸素原子による多座配位子であり、安定な金属錯体を形成できるため、好ましい。

#### 【0015】

また、錯体の中心原子が前記電極の構成元素と同一の構成にすることで、これらの界面の密着力は更に高まり、一段と高い電荷輸送効果が得られる。この場合、上記錯体は、電荷輸送層との界面近傍の電極の構成元素を中心原子として取り込んでいればよく、例えば、陰極が複数の薄膜の積層体からなる場合には、上記錯体の中心原子は、上記薄膜のうち最も電子注入層側に配置された薄膜の構成元素と同一のものであればよい。

20

#### 【0016】

また、電子デバイスとして、電子注入効率を高める必要がある場合には、陰極には低仕事関数の金属（例えば、アルカリ金属，アルカリ土類金属，マグネシウム，希土類元素）が構成元素として含まれることが望ましい。なお、このような金属元素は、少なくとも電子注入層との界面に存在すればよく、例えば、陰極が複数の薄膜の積層体からなる場合には、これらの薄膜の内、最も電子注入層側に配置された薄膜を上記の低仕事関数金属元素によって構成すればよい。また、この際、上記錯体の中心原子を、これと同一の低仕事関数の金属元素（例えば、アルカリ金属，アルカリ土類金属，マグネシウム，希土類元素）によって構成すれば、陰極 - 電子注入層間の密着性が高まり、又、電子の注入障壁も低下するので、発光効率は更に高まる。

30

#### 【0017】

また、前記有機電子デバイス装置の製造方法においては、前記電荷輸送層形成工程は、前記有機物を形成した後に当該有機物上に前記金属を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することが好ましい。

このようにすれば、予め形成された有機物に応じて、前記有機金属化合物の薄膜を形成することができる。また、有機物を形成する液相法としてインクジェット法（液滴吐出法）を用いた場合には、所定のパターンで有機物を形成することができるので、従って、所定のパターンの有機金属化合物の薄膜を形成することができる。

40

#### 【0018】

また、前記有機電子デバイス装置の製造方法においては、前記電荷輸送層形成工程は、前記金属を形成した後に当該金属上に前記有機物を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することが好ましい。

このようにすれば、予め形成された金属に応じて、前記有機金属化合物の薄膜を形成することができる。また、有機物を形成する液相法としてインクジェット法を用いた場合には、所定のパターンで有機物を形成することができるので、従って、所定のパターンの有機金属化合物の薄膜を形成することができる。

#### 【0019】

また、前記有機電子デバイス装置の製造方法においては、前記液相法は液滴吐出法であ

50

ることが好ましい。

このようにすれば、上記の有機物を液滴吐出法によって選択的に配置塗布することができる。従って、例えば所定種類の有機機能層上にのみに、有機物を選択的に形成することができる。また、液滴吐出対象物の種類に応じて複数種類の有機物を塗り分けることができる。

#### 【0020】

また、本発明の有機電子デバイス装置は、先に記載された有機電子デバイス装置の製造方法によって製造されたことを特徴としている。

本発明によれば、所望の有機物が液相法によって成膜され、また、所望の金属が気相法によって成膜されることにより、有機物と金属との接合界面に安定な有機金属錯体の層が形成される。従って、従来技術のように不安定な有機材料を用いた場合に、成膜工程における熱等の影響により分解することがなく、有機物の機能を失うこともない。更に、積層構造の場合における各層の接合界面が影響を受けることもない。従って、有機金属化合物を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。更に、接合界面のみに錯体層が形成されるために、例えば、1分子程度の超薄膜を作成できる。

10

#### 【0021】

また、本発明の電子機器は、上述の有機電子デバイス装置を備えたことを特徴としている。

これによって長寿命で且つ明るい表示が可能な電子機器を提供することができる。

#### 【0022】

また、本発明の有機EL装置の製造方法は、青の発光層と、緑の発光層と、赤の発光層とを形成する工程と、前記青の発光層上に第1電子注入層を形成する工程と、前記緑の発光層上に第2電子注入層及び前記赤の発光層上に第3電子注入層を形成する工程と、を含み、前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層を形成する工程は、液相法によって有機物を形成する工程と、気相法によって金属を形成する工程とを具備し、前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層は、前記有機物及び前記金属からなる有機金属化合物であることを特徴としている。

20

#### 【0023】

ここでは、有機EL装置におけるフルカラー表示を可能とするために、互いに発光色の異なる複数種類の有機発光層として、青、緑、赤の発光層が基板上に並置された構成とされている。しかし、このように複数の発光層を設けた場合には、各発光層に対して最適な錯体材料が異なる場合がある。このため、上述の構成を採る場合には、上記複数の発光層のそれぞれに対応して最適な錯体を選定し、選定された複数種類の錯体が電子注入層に混在した状態で含まれる構成とすることが好ましい。このように電子注入層内にそれぞれの発光層に最適な錯体を全て含ませることで、全ての発光素子に対して優れた電子注入効果を発揮する電子注入層を形成することができる。また、各錯体の混合比を変えることで、色バランスを調節することも可能となる。或いは、各発光層に対して電子注入層を個別に設け、それぞれの発光層に設けられた電子注入層に、この発光層に対応して選定された錯体を含ませる構成としてもよい。この構成では、発光層毎に最適な材料設計を行うことができ、又、各発光層の色バランス等を調節することも容易となる。

30

40

#### 【0024】

従って、本発明によれば、所望の有機物を液相法によって成膜し、また、所望の金属を気相法によって成膜することによって形成された有機金属化合物が、前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層になるので、当該有機物と当該金属との接合界面に安定な有機金属錯体の層を形成することができる。従って、従来技術のように不安定な有機材料を用いた場合に、成膜の際の熱等の影響により分解することがなく、有機物の機能を失うこともない。更に、積層構造の場合における各層の接合界面が影響を受けることもない。従って、有機金属化合物を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。更に、接合界面のみに錯体層が形成されるために、例えば、1分子程度の超薄膜を作成できる。従って、青、緑、赤の各発光層の発光効率が向上するので、高コントラスト、か

50

つ良好な諧調の発光色が実現可能となる。

【0025】

また、本発明の有機EL装置の製造方法は、前記有機金属化合物が有機金属錯体であることが好ましく、有機金属錯体としてはその中心原子が陰極の少なくとも1つの構成元素と同一の金属元素からなることが好ましく、有機金属錯体が - ジケトン錯体であることが好ましい。

ここで、有機金属錯体は、キレート錯体や環状のポリエーテルであるクラウンエーテル錯体等、種々の構造のものを用いることができる。中でも - ジケトン系の配位子を有する錯体（ - ジケトン錯体）は、酸性試薬であり、かつ、酸素原子による多座配位子であり、安定な金属錯体を形成できるため、好ましい。

10

【0026】

また、錯体の中心原子が前記第2陰極及び前記第3電極の少なくとも1つの構成元素と同一の構成にすることで、これらの界面の密着力は更に高まり、一段と高い電子注入効果を得られる。この場合、上記錯体は、電子注入層との界面近傍の陰極の構成元素を中心原子として取り込んでいればよく、例えば、陰極が複数の薄膜の積層体からなる場合には、上記錯体の中心原子は、上記薄膜の内、最も電子注入層側に配置された薄膜の構成元素と同一のものであればよい。

【0027】

また、本発明の有機EL装置の製造方法は、前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層を形成する工程は、前記有機物を形成した後に当該有機物上に前記金属を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することが好ましい。

20

このようにすれば、予め形成された有機物に応じて、前記有機金属化合物の薄膜を形成し、即ち、前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層を形成することができる。また、有機物を形成する液相法としてインクジェット法（液滴吐出法）を用いた場合には、所定のパターンで有機物を形成することができるので、従って、選択的に有機金属化合物の薄膜が形成され、所定のパターンの前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層を形成することができる。

【0028】

また、本発明の有機EL装置の製造方法は、前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層を形成する工程は、前記金属を形成した後に当該金属上に前記有機物を形成することにより、前記有機金属化合物の薄膜を形成することが好ましい。

30

このようにすれば、予め形成された金属に応じて、前記有機金属化合物の薄膜を形成することができる。また、有機物を形成する液相法としてインクジェット法を用いた場合には、所定のパターンで有機物を形成することができるので、従って、選択的に有機金属化合物の薄膜が形成され、所定のパターンの前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層を形成することができる。

【0029】

また、本発明の有機EL装置の製造方法は、前記液相法が液滴吐出法であることが好ましい。

このようにすれば、第1電子注入層、第2電子注入層、第3電子注入層を液滴吐出法によって選択的に形成することができる。

40

従って、青色の発光をなす発光層上にのみに対して第1電子輸送層を、また、緑色の発光をなす発光層上にのみに対して第2電子輸送層を、また、赤色の発光をなす発光層上にのみに対して第3電子輸送層を、それぞれ選択的に形成することができる。

【0030】

また、本発明の有機EL装置は、先に記載された有機EL装置の製造方法によって製造されたことを特徴としている。

本発明によれば、所望の有機物を液相法によって成膜し、また、所望の金属を気相法によって成膜することによって形成された有機金属化合物が、前記第2電子注入層及び前記第3電子注入層になるので、当該有機物と当該金属との接合界面に安定な有機金属錯体の

50

層を形成することができる。従って、従来技術のように不安定な有機材料を用いた場合に、成膜の際の熱等の影響により分解することがなく、有機物の機能を失うこともない。更に、積層構造の場合における各層の接合界面が影響を受けることもない。従って、有機金属化合物を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。更に、接合界面のみに錯体層が形成されるために、例えば、1分子程度の超薄膜を作成できる。従って、青、緑、赤の各発光層の発光効率が向上するので、高コントラスト、かつ良好な諧調の発光色が実現可能となる。

【0031】

また、本発明の電子機器は、上述の有機EL装置を備えたことを特徴としている。

これにより、高コントラスト、かつ良好な諧調の発光色が実現した表示が可能な電子機器を提供することができる。 10

【0032】

また、本発明の有機電子デバイスは、先に記載した有機金属化合物薄膜を備えたことを特徴としている。

従って、先に記載した同様の効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、図面を参照しながら、本発明の一実施形態に係る有機EL装置について説明する。

(有機EL装置)

20

図1は本実施形態の有機EL装置の配線構造を模式的に示す図である。

有機EL装置1は、スイッチング素子として薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor、以下ではTFTと略記する)を用いたアクティブマトリクス型の表示装置である。

【0034】

この有機EL装置(有機電子デバイス装置)1は、図1に示すように、複数の走査線101...と、各走査線101に対して直角に交差する方向に延びる複数の信号線102...と、各信号線102に並列に延びる複数の電源線103...とがそれぞれ配線された構成を有するとともに、走査線101...と信号線102...の各交点付近に、画素領域X...が設けられている。

信号線102には、シフトレジスタ、レベルシフト、ビデオライン及びアナログスイッチを備えるデータ線駆動回路100が接続されている。また、走査線101には、シフトレジスタ及びレベルシフトを備える走査線駆動回路80が接続されている。 30

【0035】

さらに、画素領域X各々には、走査線101を介して走査信号がゲート電極に供給されるスイッチング用TFT112と、このスイッチング用TFT112を介して信号線102から共有される画素信号を保持する保持容量113と、該保持容量113によって保持された画素信号がゲート電極に供給される駆動用TFT123と、この駆動用TFT123を介して電源線103に電氣的に接続したときに該電源線103から駆動電流が流れ込む画素電極(陽極)23と、この画素電極23と陰極50との間に挟持された機能層110とが設けられている。画素電極23と陰極50と機能層110により、発光素子(有機EL素子)が構成されている。 40

【0036】

この有機EL装置1によれば、走査線101が駆動されてスイッチング用TFT112がオン状態になると、そのときの信号線102の電位が保持容量113に保持され、該保持容量113の状態に応じて、駆動用TFT123のオン・オフ状態が決まる。そして、駆動用TFT123のチャンネルを介して、電源線103から画素電極23に電流が流れ、さらに機能層110を介して陰極50に電流が流れる。機能層110は、これを通る電流量に応じて発光する。

【0037】

次に、本例の有機EL装置1の具体的な構成を図2～図5を参照して説明する。 50

まず、図2に基づいて、本実施形態の有機ELの平面構造について説明する。

本例の有機EL装置1は、電気絶縁性を備えた基板20と、スイッチング用TF T（図示せず）に接続された画素電極が基板20上にマトリクス状に配置されてなる画素電極域（図示せず）と、画素電極域の周囲に配置されるとともに各画素電極に接続される電源線（図示せず）と、少なくとも画素電極域上に位置する平面視ほぼ矩形の画素部3（図2中一点鎖線枠内）とを具備して構成されている。なお、本発明においては、基板20と後述するようにこれの上に形成されるスイッチング用TF Tや各種回路、及び層間絶縁膜などを含めて、基体と称している。（図3、4中では符号200で示している。）

#### 【0038】

画素部3は、中央部分の実表示領域4（図2中二点鎖線枠内）と、実表示領域4の周囲に配置されたダミー領域5（一点鎖線および二点鎖線の間の領域）とに区画されている。 10

実表示領域4には、それぞれ画素電極を有する表示領域R、G、BがA-B方向およびC-D方向にそれぞれ離間してマトリクス状に配置されている。

また、実表示領域4の図2中両側には、走査線駆動回路80、80が配置されている。これら走査線駆動回路80、80は、ダミー領域5の下側に配置されている。

#### 【0039】

さらに、実表示領域4の図2中上側には、検査回路90が配置されている。この検査回路90は、有機EL装置1の作動状況を検査するための回路であって、例えば検査結果を外部に出力する検査情報出力手段（図示せず）を備え、製造途中や出荷時の表示装置の品質、欠陥を検査できるようになっている。なお、この検査回路90も、ダミー領域5の下側に配置されている。 20

#### 【0040】

走査線駆動回路80および検査回路90は、その駆動電圧が、所定の電源部から駆動電圧導通部310（図3参照）および駆動電圧導通部340（図4参照）を介して、印加される。また、これら走査線駆動回路80および検査回路90への駆動制御信号および駆動電圧は、この有機EL装置1の作動制御を行う所定のメインドライバなどから駆動制御信号導通部320（図3参照）および駆動電圧導通部350（図4参照）を介して、送信および印加されるようになっている。なお、この場合の駆動制御信号とは、走査線駆動回路80および検査回路90が信号を出力する際の制御に関連するメインドライバなどからの指令信号である。 30

#### 【0041】

次に、図3～図5に基づいて本有機EL装置の断面構造について説明する。図3、図4は、図2のA-B線に沿う断面図であり、図5はその要部を拡大して示す図である。

本有機EL装置1は、図3及び図4に示すように、基板20と封止基板30とが封止樹脂40を介して貼り合わされてなるものである。

#### 【0042】

基板20としては、いわゆるボトムエミッション型の有機EL装置の場合、基板20側から発光光を取り出す構成であるので、透明あるいは半透明のものが採用される。例えば、ガラス、石英、樹脂（プラスチック、プラスチックフィルム）等が挙げられ、特に、安価なソーダガラス基板が好適に用いられる。 40

また、いわゆるトップエミッション型の有機EL装置の場合には、この基板20の対向側である封止基板30側から発光光を取り出す構成であるので、基板20には透明基板及び不透明基板のいずれを用いることもできる。不透明基板としては、例えば、アルミナ等のセラミック、ステンレススチール等の金属シートに表面酸化などの絶縁処理を施したものの他に、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などが挙げられる。

#### 【0043】

封止基板30には、例えば、電気絶縁性を有する板状部材を採用することができる。特にトップエミッション型の場合には、この封止基板30として、ガラス、石英、樹脂等の透明基板が採用される。また、封止樹脂40は、例えば、熱硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂からなるものであり、特に熱硬化樹脂の一種であるエポキシ樹脂よりなることが好ま 50

しい。

【0044】

また、基板20上には、画素電極23を駆動するための駆動用TFT123などを含む回路部11が形成されており、その上に発光素子が設けられている。この発光素子は、図5に示すように、画素電極23と、発光層60を主体とする機能層110と、陰極50とが順に積層されてなるものである。

画素電極23は発光層60に対して正孔を供給する陽極として機能するものであり、この画素電極23には、例えばボトムエミッション型の場合、ITO（インジウム錫酸化物）や酸化インジウム・酸化亜鉛系アモルファス透明導電膜（Indium Zinc Oxide：IZO（登録商標））（出光興産社製）等の透明導電材料が用いられる。また、トップエミ

10

【0045】

発光層60には、蛍光あるいは燐光を発光することが可能な公知の発光材料を用いることができる。具体的には、（ポリ）フルオレン誘導体（PF）、（ポリ）パラフェニレンビニレン誘導体（PPV）、ポリフェニレン誘導体（PP）、ポリパラフェニレン誘導体（PPP）、ポリビニルカルバゾール（PVK）、ポリチオフェン誘導体、ポリジアルキルフルオレン（PDF）、ポリフルオレンベンゾチアジアゾール（PFBT）、ポリアルキルチオフェン（PAT）や、ポリメチルフェニルシラン（PMPS）などのポリシラン系などが好適に用いられる。

20

また、これらの高分子材料に、ペリレン系色素、クマリン系色素、ローダミン系色素などの高分子系材料や、ルブレン、ペリレン、9,10-ジフェニルアントラセン、テトラフェニルブタジエン、ナイルレッド、クマリン6、キナクリドン等の低分子材料をドーブして用いることもできる。

【0046】

なお、「高分子」とは、分子量が数百程度の所謂「低分子」よりも分子量の大きい重合体を意味し、上述の高分子材料には、一般に高分子と呼ばれる分子量10000以上の重合体の他に、分子量が10000以下のオリゴマーと呼ばれる低重合体が含まれる。

本実施形態では、フルカラー表示を行うべく、R（赤）、G（緑）、B（青）に対応した発光層が1画素内に並置されている。

30

【0047】

また、本実施形態では、必要に応じて画素電極23と発光層60との間に正孔注入/輸送層70（図5参照）を設けることができる。この正孔注入/輸送層を設けることにより、発光層60内を移動する電子が効率よくブロッキングされ、発光層内での電子と正孔との再結合確率が高まる。この正孔注入/輸送層70には、画素電極23からの注入障壁が低く、正孔移動度の高い材料が好適に用いられる。このような材料としては、例えばポリチオフェン誘導体、ポリピロール誘導体など、またはそれらのドーピング体などが用いられる。具体的には、3,4-ポリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンスルホン酸（PEDOT/PSS）[商品名；バイトロン-p（Bytron-p）：バイエル社製]の分散液、すなわち、分散媒としてのポリスチレンスルホン酸に3,4-ポリエチレンジオキシチオフェンを分散させ、さらにこれを水に分散させた分散液などが用いられる。

40

【0048】

陰極50は、図3～図5に示すように、実表示領域4およびダミー領域5の総面積より広い面積を備え、それぞれを覆うように形成されている。この陰極50としては、例えばトップエミッション型の場合、透明導電材料が用いられる。このような透明導電材料としては、バソクプロイン（BCP）とセシウム（Cs）の共蒸着膜を好適に用いることができる。この場合、さらに導電性を付与するためにITOを積層するといった構造が好適に採用される。なお、BCPとCsの共蒸着膜の代わりに、Caの超薄膜（例えば、膜厚が5nm程度の薄膜）を形成し、この上にITOを積層してもよい。また、ボトムエミ

50

導電材料を用いることもできる。

この際、電子注入効率を高めるために、陰極には、低仕事関数の金属元素（例えば、アルカリ金属，アルカリ土類金属，マグネシウム，希土類元素（Pmを除く））が構成元素として含まれることが望ましい。なお、このような金属元素は、少なくとも発光層60側の界面に存在すればよく、例えば、陰極が複数の薄膜の積層体からなる場合には、最も発光層60側に配置された薄膜が上述の低仕事関数金属元素によって構成されればよい。具体的には、Caを厚さ20nm程度に形成し、さらにその上にAlを厚さ200nm程度に形成することで、電子注入効率の高い陰極が得られる。この場合、Alは発光光を基板20側に出射させる反射層としての機能も有する。

#### 【0049】

また、本実施形態では、陰極50から発光層60への電子注入効率を高めるために、陰極50と発光層60との間に、赤（R）、緑（G）、青（B）をそれぞれ発光する発光層60毎に電子を注入／輸送する電子注入層（電荷輸送層）65B、65RGが形成されており、青（B）を発光する発光層60については電子注入層65Bが形成され、赤（R）及び緑（G）を発光する発光層60については電子注入層65RGが形成されている。

電子注入層65Bは、LiF（フッ化リチウム）によって形成されている。なお、LiF以外のものを用いてもよく、周期律表1A族と、周期律表2A族と、希土類との中から選択される金属元素、例えば、Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luから選択される金属元素を有した酸化物、フッ化物、塩化物等の化合物が好ましい。

また、電子注入層65RGは、有機金属錯体によって形成されており、この金属錯体は、金属元素からなる中心原子をM、有機材料からなるキレート配位子をA、有機材料からなる中性配位子をBとして一般式 $MA_nB_m$ （n：中心原子Mの価数、m：自然数）で示される有機金属化合物である。このような金属錯体としては、キレート錯体やクラウンエーテル錯体等、種々の構造の錯体を用いることができる。

#### 【0050】

具体的には、上記キレート配位子Aとして、アセチルアセトン（acac）、ジピパロイルメタン（dpm）、ヘキサフルオロアセチルアセトン（hfa）、2,2,6,6-テトラメチル-3,5-オクタンジオアセトン（TMOD）、テノイルトリフルオロアセトン（TTA）、1-フェニル-3-イソヘプチ-1,3-プロパンジオン（商品名LIX54、LIX51；ヘンケル社）等のβ-ジケトン系の配位子、8-キノリノール（オキシソリン）、2-メチル-8-キノリノール等のキノリノール系の配位子、トリオクチルホフフィンオキシド（TOPO）、リン酸トリブチル（TBP）、イソブチルメチルケトン（MBK）、ビス（2-エチルヘキシル）リン酸（D2EHPA）等のリン酸系の配位子、酢酸、安息香酸等のカルボン酸系の配位子、ジフェニルチオカルバゾン配位子等を好適に用いることができる。

中でもβ-ジケトン系の配位子を有する錯体（β-ジケトン錯体）は、酸性試薬であり、かつ、酸素原子による多座配位子であり、安定な金属錯体を形成できるのため好ましい。

#### 【0051】

また、上記中性配位子Bとしては、2,2'-ビピリジン（bpy）、1,10-フェナンスロリン（phen）、2,9-ジメチル-1,10-フェナンスロリン（dmp）、バソフェナンスロリン（b-phen）、バソクプロイン（bcp）、等の複素環式アミンやピリジン（py）等を好適に用いることができる。

#### 【0052】

ところで、この電子注入層65RGでは、電子注入層65RGと陰極50との密着力を高めるために、中心原子Mは、陰極50を構成する金属元素と同一の金属元素によって構成することができる。この場合、上記中心原子Mは、この電子注入層65RGとの界面近傍に位置する陰極の構成元素と同一であればよく、例えば陰極が複数の薄膜の積層体から

10

20

30

40

50

なる場合には、中心原子Mは、上記薄膜の内、最も電子注入層側に配置された薄膜の構成元素と同一のものであればよい。具体的には、陰極50がAlの単層膜からなる場合には、上記錯体として、これと同じ金属元素を中心原子とする $Al(acac)_2$ 等を用いる。また、陰極50がCaとAlの積層膜からなる場合には、より電子注入層側に配置されたCaを中心原子とする $Ca(acac)_2$ 等を用い、陰極50にBCPとCsの共蒸着膜を用いた場合には、上記錯体として $Cs(acac)$ 等を用いる。

なお、陰極50を低仕事関数の金属元素によって構成した場合には、錯体の中心原子Mはアルカリ金属、アルカリ土類金属、マグネシウム、希土類元素等の金属元素によって構成されることとなるが、このような錯体は電子親和力が高く、電子の注入障壁も小さいため、発光効率は更に高まる。

10

#### 【0053】

このように本実施形態では、電子注入層内にそれぞれの発光層に適した材料を混在させている。つまり、本実施形態のように1画素内にR、G、Bの複数種類の発光層が設けられた場合には、それぞれの発光層に対して最適な材料、例えば、電子注入層65Bに対してはLiF、電子注入層65RGに対しては、有機金属錯体を形成している。このように、電子注入層65B、65RG内にそれぞれの発光層に適した有機金属錯体を混在させて、それぞれの材料の間で機能を補完し合うようにすることで、発光効率を更に高めることが可能となる。なお、電子注入層65Bとしては、LiFを採用したが、Liを中心金属とする錯体を採用してもよい。

或いは、各発光層に対してそれぞれ最適な材料や、金属錯体を選定し、これに対応する発光層に対して選択的に設けてもよい。つまり、電子注入層を各発光層に対して個別に設け、それぞれの発光層に設けられた電子注入層には、その発光層に対応して選定された錯体のみが含まれるようにしてもよい。この構成では、発光層毎に最適な材料設計を行うことができる。また、この場合、各発光層の色バランスを調節することも容易となる。

20

#### 【0054】

また、上記の有機金属錯体はそれ自体単独で用いることもできるし、従来から知られている電子輸送性の材料に混合させて使用することもできる。このような公知の電子輸送性物質としては、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピススチリルベンゼン誘導体、p-フェニレン化合物、フェナントロリン誘導体、トリアゾール誘導体等が挙げられる。また、電子注入層65RGの膜厚は、導電性を確保するために、0.1nm

30

#### 【0055】

次に、図5に基づいて、この発光素子を駆動するために回路部の構成について説明する。

前記の発光素子の下方には、図5に示したように回路部11が設けられている。この回路部11は、基板20上に形成されて基体200を構成するものである。すなわち、基板20の表面には $SiO_2$ を主体とする下地保護層281が下地として形成され、その上にはシリコン層241が形成されている。このシリコン層241の表面には、 $SiO_2$ や $SiN$ を主体とするゲート絶縁層282が形成されている。

また、前記シリコン層241のうち、ゲート絶縁層282を挟んでゲート電極242と重なる領域がチャンネル領域241aとされている。なお、このゲート電極242は、図示しない走査線101の一部である。一方、シリコン層241を覆い、ゲート電極242を形成したゲート絶縁層282の表面には、 $SiO_2$ を主体とする第1層間絶縁層283が形成されている。

40

#### 【0056】

また、シリコン層241のうち、チャンネル領域241aのソース側には、低濃度ソース領域241bおよび高濃度ソース領域241Sが設けられる一方、チャンネル領域241aのドレイン側には低濃度ドレイン領域241cおよび高濃度ドレイン領域241Dが設けられて、いわゆるLDD(Light Doped Drain)構造となっている。これらのうち、高濃度ソース領域241Sは、ゲート絶縁層282と第1層間絶縁層283とにわたって開孔

50

するコンタクトホール 243a を介して、ソース電極 243 に接続されている。このソース電極 243 は、前述した電源線 103 ( 図 1 参照、図 5 においてはソース電極 243 の位置に紙面垂直方向に延在する ) の一部として構成されている。一方、高濃度ドレイン領域 241D は、ゲート絶縁層 282 と第 1 層間絶縁層 283 とにわたって開孔するコンタクトホール 244a を介して、ソース電極 243 と同一層からなるドレイン電極 244 に接続されている。

#### 【0057】

ソース電極 243 およびドレイン電極 244 が形成された第 1 層間絶縁層 283 の上層は、例えばアクリル系の樹脂成分を主体とする第 2 層間絶縁層 284 によって覆われている。この第 2 層間絶縁層 284 には、アクリル系の絶縁膜以外の材料、例えば、SiN、SiO<sub>2</sub> などの珪素化合物を用いることもできる。このように第 2 層間絶縁膜 282 にガスバリア性の高い珪素化合物、特に珪素窒素化合物を用いると、基板本体 20 を透湿性の高い樹脂基板とした場合でも、基板側から発光層 60 へ酸素や水分等が浸入することを防止でき、発光素子の寿命を長くすることができる。

10

そして、この第 2 層間絶縁層 284 の表面には ITO からなる画素電極 23 が形成されるとともに、この画素電極 23 は、該第 2 層間絶縁層 284 に設けられたコンタクトホール 23a を介してドレイン電極 244 に接続されている。すなわち、画素電極 23 は、ドレイン電極 244 を介して、シリコン層 241 の高濃度ドレイン領域 241D に接続されている。

#### 【0058】

なお、走査線駆動回路 80 および検査回路 90 に含まれる TFT ( 駆動回路用 TFT ) 、すなわち、例えばこれらの駆動回路のうち、シフトレジスタに含まれるインバータを構成する N チャネル型又は P チャネル型の TFT は、画素電極 23 と接続されていない点を除いて前記駆動用 TFT 123 と同様の構造とされている。

20

#### 【0059】

画素電極 23 が形成された第 2 層間絶縁層 284 の表面には、画素電極 23 と、前記した親液性制御層 25 及び有機バンク層 221 とからなるバンク構造体が設けられている。親液性制御層 25 は、例えば SiO<sub>2</sub> などの親液性材料を主体とするものであり、有機バンク層 221 は、例えばアクリルやポリイミドなどからなるものである。そして、画素電極 23 の上には、親液性制御層 25 に設けられた開口部 25a、および有機バンク 221 に囲まれてなる開口部 221a の内部に、正孔注入 / 輸送層 70 と発光層 60 とがこの順に積層されている。なお、本例における親液性制御層 25 の「親液性」とは、少なくとも有機バンク層 221 を構成するアクリル、ポリイミドなどの材料と比べて親液性が高いことを意味するものとする。

30

以上に説明した基板 20 上の第 2 層間絶縁層 284 までの層が、回路部 11 を構成するものとなっている。

#### 【0060】

( 有機 EL 装置の製造方法 )

次に、本発明の一実施形態として、前記有機 EL 装置 1 の製造方法の一例を、図 6 ~ 図 9 を参照して説明する。ここで、図 6 ~ 図 9 に示す各断面図は、図 2 中の A - B 線の断面図に対応している。

40

#### 【0061】

まず、図 6 ( a ) に示すように、基板 20 の表面に、下地保護層 281 を形成する。次に、下地保護層 281 上に、ICVD 法、プラズマ CVD 法などを用いてアモルファスシリコン層 501 を形成した後、レーザアニール法又は急速加熱法により結晶粒を成長させてポリシリコン層とする。

#### 【0062】

次いで、図 6 ( b ) に示すように、ポリシリコン層をフォトリソグラフィ法によりパターンニングし、島状のシリコン層 241、251 および 261 を形成する。これらのうちシリコン層 241 は、表示領域内に形成され、画素電極 23 に接続される駆動用 TFT 12

50

3を構成するものであり、シリコン層251、261は、走査線駆動回路80に含まれるPチャンネル型およびNチャンネル型のTFT（駆動回路用TFT）をそれぞれ構成するものである。

【0063】

次に、プラズマCVD法、熱酸化法などにより、シリコン層241、251および261、下地保護層281の全面に厚さが約30nm～200nmのシリコン酸化膜によって、ゲート絶縁層282を形成する。ここで、熱酸化法を利用してゲート絶縁層282を形成する際には、シリコン層241、251および261の結晶化も行い、これらのシリコン層をポリシリコン層とすることができる。

【0064】

また、シリコン層241、251および261にチャンネルドーピングを行う場合には、例えば、このタイミングで約 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ のドーピング量でボロンイオンを打ち込む。その結果、シリコン層241、251および261は、不純物濃度（活性化アニール後の不純物にて算出）が約 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の低濃度P型のシリコン層となる。

【0065】

次に、Pチャンネル型TFT、Nチャンネル型TFTのチャンネル層の一部にイオン注入選択マスクを形成し、この状態でリンイオンを約 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ のドーピング量でイオン注入する。その結果、パターニング用マスクに対してセルフアライン的に高濃度不純物が導入されて、図6(c)に示すように、シリコン層241及び261中に高濃度ソース領域241Sおよび261S並びに高濃度ドレイン領域241Dおよび261Dが形成される。

【0066】

次に、図6(c)に示すように、ゲート絶縁層282の表面全体に、ドーピングシリコンやシリサイド膜、或いはアルミニウム膜やクロム膜、タンタル膜という金属膜からなるゲート電極形成用導電層502を形成する。この導電層502の厚さは概ね500nm程度である。その後、パターニング法により、図6(d)に示すように、Pチャンネル型の駆動回路用TFTを形成するゲート電極252、画素用TFTを形成するゲート電極242、Nチャンネル型の駆動回路用TFTを形成するゲート電極262を形成する。また、駆動制御信号導通部320(350)、陰極電源配線の第1層121も同時に形成する。なお、この場合、駆動制御信号導通部320(350)はダミー領域5に配設するものとされている。

【0067】

続いて、図6(d)に示すように、ゲート電極242、252および262をマスクとして用い、シリコン層241、251および261に対してリンイオンを約 $4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ のドーピング量でイオン注入する。その結果、ゲート電極242、252および262に対してセルフアライン的に低濃度不純物が導入され、図6(d)に示すように、シリコン層241および261中に低濃度ソース領域241bおよび261b、並びに低濃度ドレイン領域241cおよび261cが形成される。また、シリコン層251中に低濃度不純物領域251Sおよび251Dが形成される。

【0068】

次に、図7(e)に示すように、Pチャンネル型の駆動回路用TFT252以外の部分を覆うイオン注入選択マスク503を形成する。このイオン注入選択マスク503を用いて、シリコン層251に対してボロンイオンを約 $1.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ のドーピング量でイオン注入する。結果として、Pチャンネル型駆動回路用TFTを構成するゲート電極252もマスクとして機能するため、シリコン層252中にセルフアライン的に高濃度不純物がドーピングされる。従って、低濃度不純物領域251Sおよび251Dはカウンタードーピングされ、P型チャンネル型の駆動回路用TFTのソース領域およびドレイン領域となる。

【0069】

次いで、図7(f)に示すように、基板20の全面にわたって第1層間絶縁層283を形成するとともに、フォトリソグラフィ法を用いて当該第1層間絶縁層283をパターニングすることによって、各TFTのソース電極およびドレイン電極に対応する位置にコン

10

20

30

40

50

タクトホールCを形成する。

【0070】

次に、図7(g)に示すように、第1層間絶縁層283を覆うように、アルミニウム、クロム、タンタルなどの金属からなる導電層504を形成する。この導電層504の厚さは概ね200nmないし800nm程度である。この後、導電層504のうち、各TFTのソース電極およびドレイン電極が形成されるべき領域240a、駆動電圧導通部310(340)が形成されるべき領域310a、陰極電源配線の第2層が形成されるべき領域122aを覆うようにパターンニング用マスク505を形成するとともに、当該導電層504をパターンニングして、図8(h)に示すソース電極243、253、263、ドレイン電極244、254、264を形成する。

10

【0071】

次いで、図8(i)に示すように、これらが形成された第1層間絶縁層283を覆う第2層間絶縁層284を、例えばアクリル系樹脂などの高分子材料によって形成する。この第2層間絶縁層284は、約1~2μm程度の厚さに形成されることが望ましい。なお、SiN、SiO<sub>2</sub>により第2層間絶縁膜を形成する事も可能であり、SiNの膜厚としては200nm、SiO<sub>2</sub>の膜厚としては800nmに形成することが望ましい。

【0072】

次いで、図8(j)に示すように、第2層間絶縁層284のうち、駆動用TFTのドレイン電極244に対応する部分をエッチングにより除去してコンタクトホール23aを形成する。

20

その後、基板20の全面を覆うように画素電極23となる導電膜を形成する。そして、この透明導電膜をパターンニングすることにより、図9(k)に示すように、第2層間絶縁層284のコンタクトホール23aを介してドレイン電極244と導通する画素電極23を形成すると同時に、ダミー領域のダミーパターン26も形成する、なお、図3、4では、これら画素電極23、ダミーパターン26を総称して画素電極23としている。

【0073】

ダミーパターン26は、第2層間絶縁層284を介して下層のメタル配線へ接続しない構成とされている。すなわち、ダミーパターン26は、島状に配置され、実表示領域に形成されている画素電極23の形状とほぼ同一の形状を有している。もちろん、表示領域に形成されている画素電極23の形状と異なる構造であってもよい。なお、この場合、ダミーパターン26は少なくとも上記駆動電圧導通部310(340)の上方に位置するものも含むものとする。

30

【0074】

次いで、図9(l)に示すように、画素電極23、ダミーパターン26上、および第2層間絶縁膜上に絶縁層である親液性制御層25を形成する。なお、画素電極23においては一部が開口する態様にて親液性制御層25を形成し、開口部25a(図3も参照)において画素電極23からの正孔移動が可能とされている。逆に、開口部25aを設けないダミーパターン26においては、絶縁層(親液性制御層)25が正孔移動遮蔽層となって正孔移動が生じないものとされている。

続いて、親液性制御層25において、異なる2つの画素電極23の間に位置して形成された凹状部にBMを形成する。具体的には、親液性制御層25の上記凹状部に対して、金属クロムを用いスパッタリング法にて成膜する。

40

【0075】

次いで、図9(m)に示すように、親液性制御層25の所定位置、詳しくは上記BMを覆うように有機バンク層221を形成する。具体的な有機バンク層の形成方法としては、例えばアクリル樹脂、ポリイミド樹脂などのレジストを溶媒に溶かしたものを、スピコート法、ディップコート法などの各種塗布法により塗布して有機質層を形成する。なお、有機質層の構成材料は、後述するインクの溶媒に溶解せず、しかもエッチングなどによってパターンニングし易いものであればどのようなものでもよい。

【0076】

50

次いで、有機質層をフォトリソグラフィ技術などにより同時にエッチングして、有機質物のバンク開口部 221a を形成し、開口部 221a に壁面を備えた有機バンク層 221 を形成する。なお、この場合、有機バンク層 221 は少なくとも上記駆動制御信号導通部 320 の上方に位置するものを含むものとされる。

【0077】

次いで、有機バンク層 221 の表面に、親液性を示す領域と、撥液性を示す領域とを形成する。本実施形態においてはプラズマ処理工程により、各領域を形成するものとしている。具体的には、該プラズマ処理工程は、予備加熱工程と、有機バンク層 221 の上面および開口部 221a の壁面ならびに画素電極 23 の電極面 23c、親液性制御層 25 の上面を親液性にする親インク化工程と、有機バンク層の上面および開口部の壁面を撥液性にする撥インク化工程と、冷却工程とを具備している。

10

【0078】

すなわち、基材（バンクなどを含む基板 20）を所定温度、例えば 70 ~ 80 程度に加熱し、次いで親インク化工程として大気雰囲気中で酸素を反応ガスとするプラズマ処理（ $O_2$  プラズマ処理）を行う。次いで、撥インク化工程として大気雰囲気中で 4 フッ化メタンを反応ガスとするプラズマ処理（ $CF_4$  プラズマ処理）を行い、その後、プラズマ処理のために加熱された基材を室温まで冷却することで、親液性および撥液性が所定箇所に付与されることとなる。

【0079】

なお、この  $CF_4$  プラズマ処理においては、画素電極 23 の電極面 23c および親液性制御層 25 についても多少の影響を受けるが、画素電極 23 の材料である ITO および親液性制御層 25 の構成材料である  $SiO_2$ 、 $TiO_2$  などはフッ素に対する親和性に乏しいため、親インク化工程で付与された水酸基がフッ素基で置換されることがなく、親液性が保たれる。

20

【0080】

次いで、正孔注入 / 輸送層 70 を形成するべく正孔注入 / 輸送層形成工程を行う。正孔注入 / 輸送層形成工程では、液滴吐出法として、特にインクジェット法が好適に採用される。すなわち、このインクジェット法により、正孔注入 / 輸送層形成材料を電極面 23c 上に選択的に配し、これを塗布する。その後、乾燥処理および熱処理を行い、画素電極 23 上に正孔注入 / 輸送層 70 を形成する。正孔注入 / 輸送層 70 の形成材料としては、例えば前記の PEDOT : PSS をイソプロピルアルコールなどの極性溶媒に溶解させたものが用いられる。

30

【0081】

ここで、このインクジェット法による正孔注入 / 輸送層 70 の形成にあたっては、まず、インクジェットヘッド（図示略）に正孔注入 / 輸送層形成材料を充填し、インクジェットヘッドの吐出ノズルを親液性制御層 25 に形成された前記開口部 25a 内に位置する電極面 23c に対向させ、インクジェットヘッドと基材（基板 20）とを相対移動させながら、吐出ノズルから 1 滴当たりの液量が制御された液滴を電極面 23c に吐出する。次に、吐出後の液滴を乾燥処理し、材料中に含まれる分散媒や溶媒を蒸発させることにより、正孔注入 / 輸送層 70 を形成する。

40

【0082】

このとき、吐出ノズルから吐出された液滴は、親液性処理がなされた電極面 23c 上で広がり、親液性制御層 25 の開口部 25a 内に満たされる。その一方で、撥液処理された有機バンク層 221 の上面では、液滴がはじかれて付着しない。したがって、液滴が所定の吐出位置からずれて、液滴の一部が有機バンク層 221 の表面にかかったとしても、該表面が液滴で濡れることがなく、弾かれた液滴が親液性制御層 25 の開口部 25a 内に引き込まれる。

なお、この正孔注入 / 輸送層形成工程以降では、各種の形成材料や形成した要素の酸化・吸湿を防止すべく、窒素雰囲気、アルゴン雰囲気などの不活性ガス雰囲気で行うことが好ましい。

50

## 【0083】

次いで、図10(n)に示すように、有機EL層60を形成すべく有機EL層形成工程を行う。この工程では、前記の正孔注入/輸送層70の形成と同様に、液滴吐出法であるインクジェット法が好適に採用される。すなわち、インクジェット法により、発光層形成材料を正孔注入/輸送層70上に吐出し、その後、乾燥処理および熱処理を行うことにより、有機バンク層221に形成された開口部221a内、すなわち画素領域上に発光層60を形成する。なお、この有機EL層形成工程では、正孔注入/輸送層70の再溶解を防止するために、有機EL層形成の際に用いる材料インクの溶媒として、正孔注入/輸送層70に対して不溶な無極性溶媒を用いる。また、発光層60の形成にあたっては、各色毎に行うようにする。

10

## 【0084】

次に、図10(o)に示すように、有機EL層60上に電子注入層65B、65RGを形成すべく電子注入層形成工程を行う。

ここで、電子注入層65Bとしては、マスク蒸着法や公知の液相法によりLiFを形成する。

また、電子注入層65RGにおいては、液相法によって有機金属錯体の配位子となるアセチルアセトナート(acac)を形成し、更に、当該アセチルアセトナート(acac)と接触するように気相法によって有機金属錯体の中心金属となるCaを形成している。このように、有機金属錯体(有機金属化合物)を形成するにあたり、液相法と気相法を用いるということを本発明の特徴点としている。

20

## 【0085】

詳述すると、上記のインクジェット法を用いることにより、アセチルアセトナートを発光層60上に形成した後に、蒸着法によりCaからなる薄膜を全面に形成する。このようにすれば、アセチルアセトナートとCaとの接合界面に安定な有機金属錯体の層を形成することができる。従って、従来技術のように不安定な有機材料を用いた場合に、成膜の際の熱等の影響により分解することがなく、有機物の機能を失うこともない。更に、積層構造の場合における各層の接合界面が影響を受けることもない。従って、有機金属化合物を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。更に、接合界面のみに錯体層が形成されるために、例えば、1分子程度の超薄膜の作成が可能となる。

なお、このようにCaを形成する際には、LiFからなる電子注入層65Bの上層に形成してもよい。当該Ca薄膜は、後述の陰極50の形成材料であるので、電子注入層形成工程においてCaを形成することにより、後の工程において改めてCa薄膜を形成する必要がなく、工程の簡素化を実現できる。

30

## 【0086】

続いて、図10(p)に示すように、陰極50を形成すべく蒸着法により陰極層形成工程を行う。この工程では、まず、蒸着法やスパッタ法により、低仕事関数の金属(例えば、Ca)を上記電子注入層の露出部の全面に成膜し、続いて、これよりも仕事関数の高い金属(例えば、Al)をこの上に成膜する。これにより、CaとAl(又はITO)との積層膜からなる陰極50が形成される。

## 【0087】

そして最後に、封止基板30を形成すべく封止工程を行う。この封止工程では、封止基板30の内側に乾燥剤45を挿入しつつ、封止基板30と基板20とを接着剤40にて封止する。なお、この封止工程は、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中で行うことが好ましい。

40

## 【0088】

上述したように、本実施形態においては、電子注入層65RGを形成するにあたり、アセチルアセトナートを液相法によって成膜し、更に、Caを気相法によって成膜することにより、カルシウムアセチルアセトナートCa(acac)<sub>2</sub>を形成することにより、接合界面に安定なCa(acac)<sub>2</sub>を形成することができる。従って、従来技術のように不安定な有機材料を用いた場合に、成膜の際の熱等の影響により分解することがなく、有

50

機物の機能を失うこともない。更に、積層構造の場合における各層の接合界面が影響を受けることもない。従って、有機金属化合物を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。更に、接合界面のみに錯体層が形成されるために、例えば、1分子程度の超薄膜の作成が可能となる。

#### 【0089】

また、発光色のR（赤）及びG（緑）、及びB（青）の発光層60に対して、発光特性が最適となるように電子注入層65RG、65Bが形成されているので、全ての発光素子に対して優れた電子注入効果を発揮する有機EL装置を形成することができる。また、各錯体の混合比を変えることで、色バランスを調節することも可能となる。或いは、各発光層に対して電子注入層を個別に設け、それぞれの発光層に設けられた電子注入層に、この発光層に対応して選定された錯体を含ませる構成としてもよい。この構成では、発光層毎に最適な材料設計を行うことができ、又、各発光層の色バランス等を調節することも容易となる。

10

#### 【0090】

また、本実施形態においては、電子注入層65RGの有機金属錯体として、ジケトン系の配位子を有する錯体（ジケトン錯体）を採用していることから、酸性試薬であり、かつ、酸素原子による多座配位子であり、安定な金属錯体を形成できる。

また、このような錯体の中心原子が陰極の構成元素と同一の構成にすることで、即ち、中心原子としてCaを採用することで、これらの界面の密着力は更に高まり、一段と高い電子注入効果が得られる。

20

#### 【0091】

なお、上記の実施形態は、電子注入層65RGを形成する工程において、アセチルアセトナートを発光層60上に形成した後にCaを形成しているが、先にCa薄膜を形成した後にアセチルアセトナートを形成してもよい。このようにすれば、上記と同様の効果をそうすると共に、リバース構造の有機EL装置を形成することができる。ここでいうリバース構造とは、陰極と陽極の位置関係が逆になった構造を意味しており、即ち、基板20側から陰極50、電子注入層65B、65RG、発光層60、正孔注入/輸送層70、画素電極23が順に積層された構造を意味する。このようにすれば、画素電極23側から発光光を取り出すトップエミッション型の有機EL装置を提供することが可能となる。従って、発光面積の開口率化を達成することができる。なお、この場合には、封止基板30と透明性材料を採用する必要がある。

30

#### 【0092】

また、上記の実施形態においては、有機EL装置、及び有機EL装置の製造方法について説明したが、本発明はこれに限定するものではない。

例えば、太陽電池等の光電化学電池が具備する有機金属化合物薄膜、及びその形成方法において本発明の適用が可能である。

このような光電化学電池を構成する単分子発色剤層等の有機化合物を形成するにあたり、上述の有機金属錯体（有機金属化合物）の形成方法を採用することにより、有機金属化合物を安定して成膜することが可能となり、接合界面の密着力を増大できる。

#### 【0093】

##### [電子機器]

次に、本発明の有機EL装置を備えた電子機器の具体例について説明する。本発明の電子機器は、前記の有機EL装置を表示部として有したものであり、具体的には図11に示すものが挙げられる。

図11は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図11において、符号1000は携帯電話本体を示し、符号1001は前記の有機EL装置を用いた表示部を示している。

図11に示す電子機器は、前記有機EL装置を有した表示部を備えているので、長寿命で且つ明るい表示が得られる。

#### 【0094】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない

50

範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、上記実施形態では発光層 60 に高分子材料を用いたが、この代わりに低分子材料を用いることもできる。また、上述の回路部 11 の構成はほんの一例であり、これ以外の構成を採ることも可能である。さらに、上記実施形態では本発明の有機 E L 装置を表示装置とした例について説明したが、基板全面に発光層をベタで形成し、これを透過型液晶装置等のバックライト（照明装置）として使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】本発明の有機 E L 装置の配線構造を示す模式図である。

【図2】本発明の有機 E L 装置の構成を模式的に示す平面図である。

【図3】図2の A - B 線に沿う断面図である。

【図4】図2の C - D 線に沿う断面図である。

【図5】図3の要部拡大断面図である。

【図6】有機 E L 装置の製造方法を工程順に説明する断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図8に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

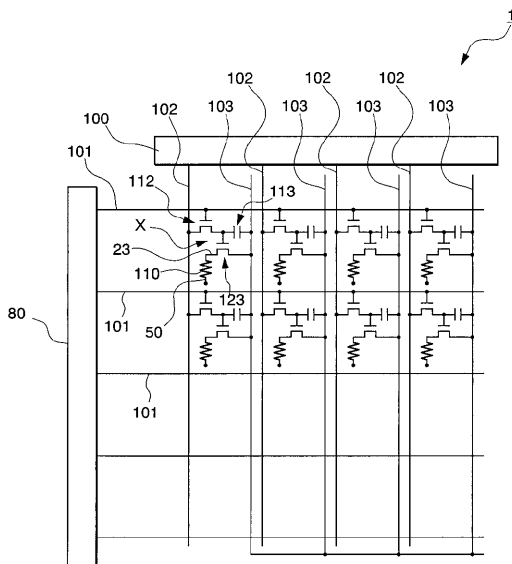
【図11】本発明の電子機器を示す斜視図である。

【符号の説明】

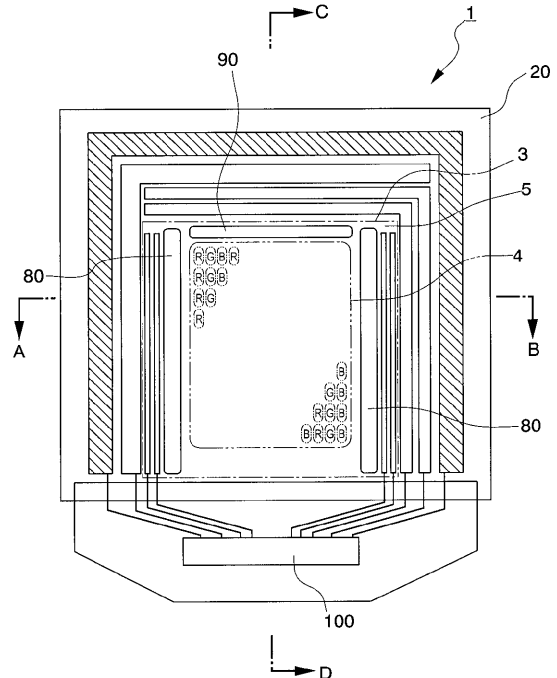
【0096】

1 ... 有機 E L 装置（有機電子デバイス装置、有機エレクトロルミネッセンス装置）、2 3 ... 画素電極（陽極）、5 0 ... 陰極、6 5 R G ... 電子注入層（有機金属化合物、有機金属錯体、電荷輸送層）、6 0 ... 有機発光層、1 0 0 0 ... 携帯電話（電子機器）

【図1】



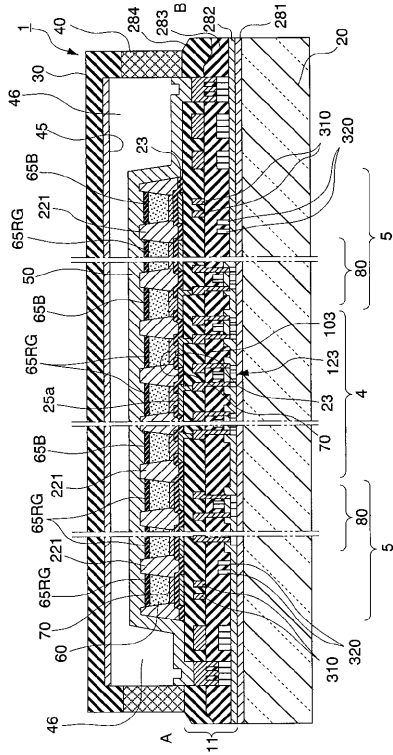
【図2】



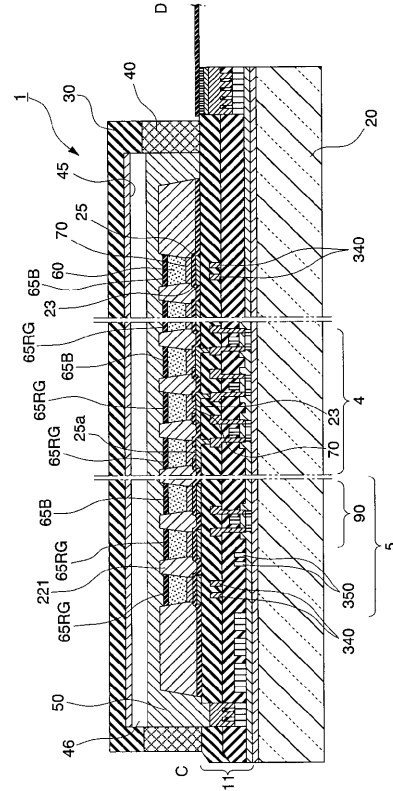
10

20

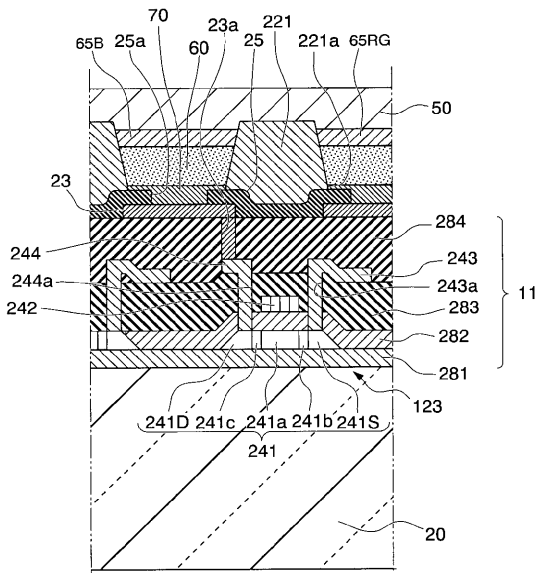
【 図 3 】



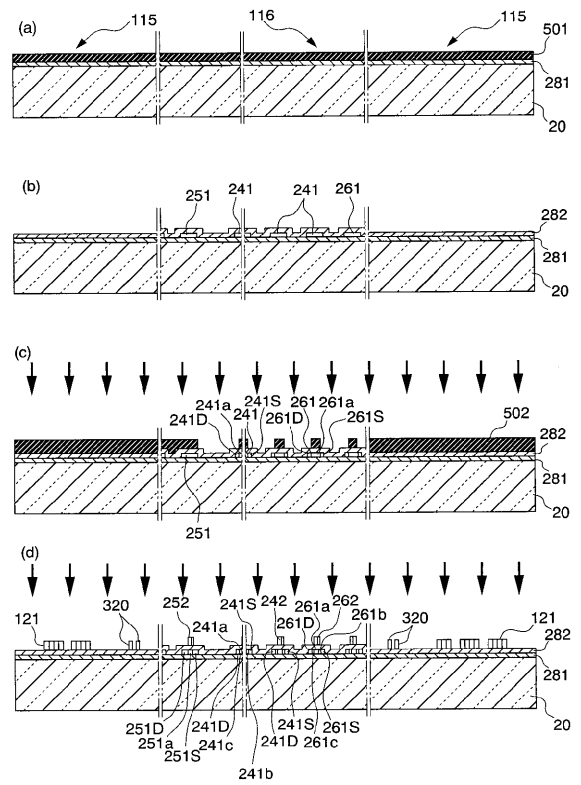
【 図 4 】



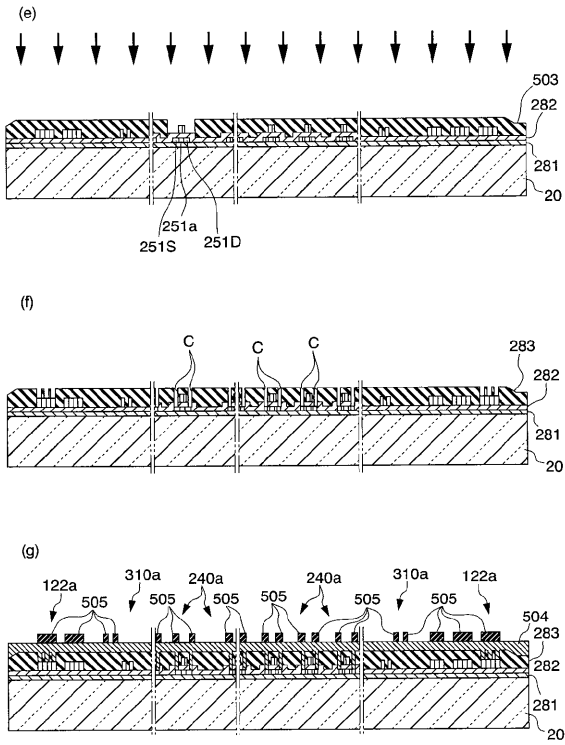
【 図 5 】



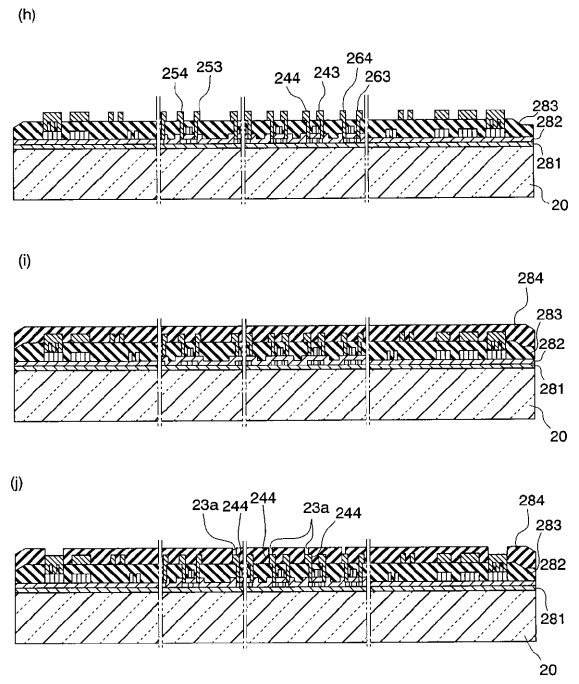
【 図 6 】



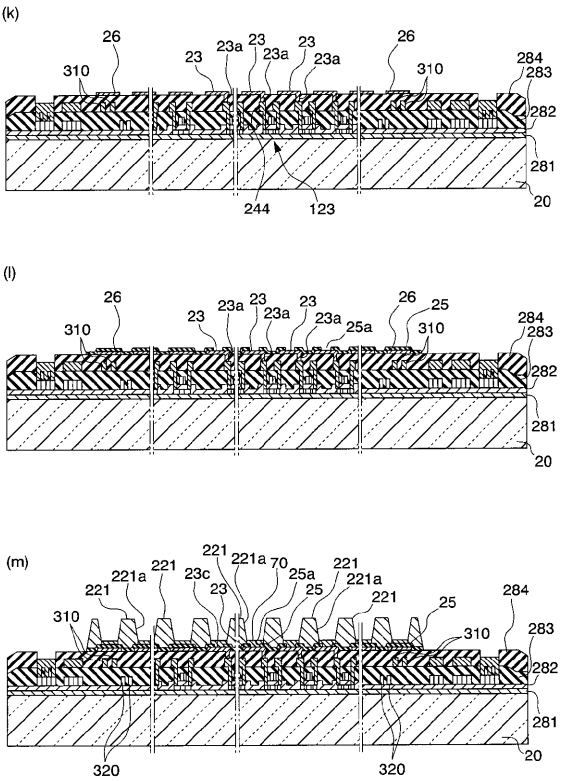
【 図 7 】



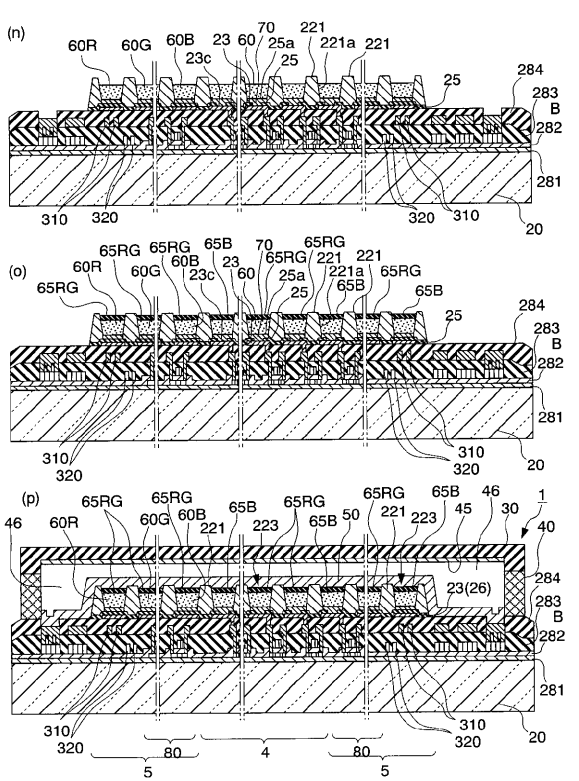
【 図 8 】



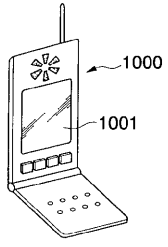
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 保刈 宏文

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 牧浦 理恵

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB15 AB18 DB03 FA00 FA01

(54)【発明の名称】有機金属化合物の薄膜形成方法、有機金属化合物薄膜、およびこれを備えた有機電子デバイスの製造方法、有機電子デバイス、有機エレクトロルミネッセンスの製造方法、有機エレクトロルミネッセンス、及び電子機器

专利名称(译)	形成有机金属化合物的薄膜的方法，生产有机金属化合物薄膜的方法，有机电子器件，有机电致发光生产方法，有机电致发光和电子器件		
公开(公告)号	<a href="#">JP2005085604A</a>	公开(公告)日	2005-03-31
申请号	JP2003316501	申请日	2003-09-09
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	高島猛 森井克行 保刈宏文 牧浦理惠		
发明人	高島 猛 森井 克行 保刈 宏文 牧浦 理惠		
IPC分类号	H05B33/10 H01L27/32 H01L51/00 H01L51/30 H01L51/40 H01L51/50 H01L51/52 H01L51/56 H05B33/14		
CPC分类号	H01L51/0002 H01L27/3211 H01L27/3223 H01L27/3246 H01L51/0021 H01L51/0077 H01L51/5092 H01L51/5221 H01L51/56 H01L2251/5315 Y02E10/549 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/10 H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K007/AB15 3K007/AB18 3K007/DB03 3K007/FA00 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC25 3K107/CC45 3K107/DD75 3K107/DD76 3K107/DD80 3K107/DD89 3K107/EE03 3K107/FF15 3K107/GG04 3K107/GG08		
代理人(译)	正和青山		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：形成有机金属化合物的薄膜，该薄膜可以通过稳定地沉积有机金属化合物，有机金属化合物薄膜及其类似物来增加在结合界面处的粘附力并实现超薄膜。提供一种有机电子器件（有机电致发光器件，有机太阳能电池，有机薄膜晶体管）和包括以上所述的电子设备。在基板20上形成有机金属化合物65RG的薄膜的方法，包括通过液相方法形成有机材料的步骤和通过气相方法形成金属的步骤。形成有机金属化合物65RG的薄膜。[选择图]图5

