

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/28

H01L 21/02 H05B 33/26

G06F 9/30



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410057835.7

[43] 公开日 2005 年 2 月 23 日

[11] 公开号 CN 1585100A

[22] 申请日 2004.8.18

[21] 申请号 200410057835.7

[30] 优先权

[32] 2003. 8. 19 [33] JP [31] 2003 - 207936

[32] 2003. 12. 19 [33] JP [31] 2003 - 423745

[32] 2004. 5. 31 [33] JP [31] 2004 - 162538

[71] 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 守谷壮一 川濑健夫 原田光明

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

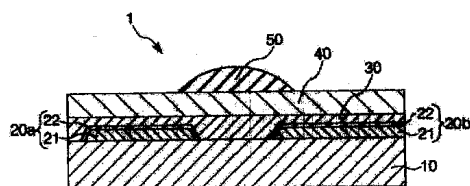
代理人 李香兰

权利要求书 3 页 说明书 45 页 附图 11 页

[54] 发明名称 电极及其形成方法、薄膜晶体管、
电子电路、显示装置

[57] 摘要

本发明提供一种能以低成本制造且空穴注入效率高的电极、并简单地制造这种电极的电极形成方法、可靠性高的薄膜晶体管、使用这种薄膜晶体管的电子电路、有机电致发光元件、显示装置和电子仪器。本发明的薄膜晶体管是顶部栅型薄膜晶体管，其结构中具有互相分离设置的源电极(20a)和漏电极(20b)，位于源电极(20a)和漏电极(20b)之间的有机半导体层(30)，和位于有机半导体层(30)和栅电极(50)之间的栅绝缘层(40)，并进一步搭载在基板(10)上。源电极(20a)和漏电极(20b)分别由基底电极层(21)和表面电极层(22)构成的。表面电极层(22)含有包含 Cu、Ni、Co、Ag 中至少一种元素的氧化物。



ISSN 1008-4274

1. 一种电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机
5 层注入空穴的电极，其特征在于

所述电极在该电极的至少所述有机层侧面上含有包含 Cu、Ni 和 Co
中的至少一种元素的氧化物。

2. 根据权利要求1所述的电极，其中，在含有所述氧化物的部
分中所述氧化物含量为 50 重量%以上。

- 10 3. 根据权利要求1或2的任何一项所述的电极，其中，所述氧化物除
Cu、Ni和Co以外，还含有Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和Cs中的至少一
种元素。

4. 一种电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机层
注入空穴的电极，其特征在于：

- 15 所述电极由多层构成，

在所述多层中与所述有机层最近的层含有包含 Cu、Ni 和 Co 中的至少
一种元素的氧化物。

5. 根据权利要求4所述的电极，其中，在与所述有机层最近的部分中，
所述氧化物含量为50重量%以上。

- 20 6. 根据权利要求4或5中任何一项所述的电极，其中，所述氧化物除
Cu、Ni和Co以外，还含有Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和Cs中的至少一
种元素。

7. 根据权利要求4~6中任何一项所述的电极，其中，在构成所述电极
的多层中，与所述有机层最近的层的功函数最大。

- 25 8. 根据权利要求7所述的电极，其中，所述电极由两层构成，所述两
层中，为所述有机层反侧的层主要由Cu、Ni、Co或含有它们的合金构成。

9. 一种电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机层
注入空穴的电极，其特征在于，

- 30 所述电极在该电极的至少所述有机层侧面上，含有金属硫化物和金属
氯化物中的至少一种物质。

10. 一种电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机层注入空穴的电极，其特征在于

所述电极由多层构成，在所述多层中与所述有机层最近的层含有金属硫化物和金属氯化物中的至少一种物质。

5 11. 根据权利要求9或10所述的电极，其中，所述金属硫化物主要是含Cu的硫化物。

12. 根据权利要求9或10所述的电极，其中，所述金属氯化物主要是含Ag的氯化物。

10 13. 一种电极的形成方法，是权利要求1~3中的任何一项所述电极的形成方法，其特征在于，其中具有：

主要由Cu、Ni、Co或含有它们的合金构成的金属膜形成工序，
通过对该金属膜实施氧化处理，使所述金属膜的表面氧化的工序。

14. 一种薄膜晶体管，其特征在于，其中具有：

15 由权利要求1~12的任何一项所述的电极构成的源电极，和
主要由p型有机半导体材料构成的有机半导体层作为所述有机层。

15. 一种薄膜晶体管，是具备：

20 主要由p型有机半导体材料构成的有机半导体层，和
向该有机半导体层注入空穴的源电极的薄膜晶体管，其特征在于，
其中所述源电极在该源电极的至少所述有机半导体层侧面上含有含
Ag的氧化物。

16. 一种薄膜晶体管，是具备：

25 主要由p型有机半导体材料构成的有机半导体层，和
向该有机半导体层注入空穴的源电极的薄膜晶体管，其特征在于，
其中所述源电极由多层构成，所述多层中与所述有机半导体层最近的
层含有含Ag的氧化物。

17. 根据权利要求14~16中任何一项所述的薄膜晶体管，
其中，所述有机半导体材料，以高分子系有机半导体材料作为主要成分。

18. 根据权利要求14~17中的任何一项所述薄膜晶体管，其中，所述
源电极与所述有机半导体层直接接触着。

30 19. 一种电子电路，其特征在于，其中具备权利要求14~18中的任何

一项所述的薄膜晶体管。

20. 一种有机电致发光元件，其特征在于，其中具有：
由权利要求1~12中任何一项所述电极构成的阳极，和
具备有机层的有机电致发光层。

5 21. 一种显示装置，其特征在于，其中具备权利要求19所述的电子电路。

22. 一种显示装置，其特征在于，其中具备权利要求20所述的有机电致发光元件。

10 23. 一种电子仪器，其特征在于，其中具备权利要求 21 或 22 所述的显示装置。

电极及其形成方法、薄膜晶体管、电子电路、显示装置

5

技术领域

本发明涉及电极、电极的形成方法、薄膜晶体管、电子电路、有机电致发光元件、显示装置及电子仪器。

10 背景技术

近年来，作为采用以硅为代表的无机材料的薄膜电场效果型晶体管取代的器件，使用有机半导体材料的有机薄膜电场效果型晶体管备受注目。

已有的典型的有机薄膜晶体管，具有使用金作为源漏电极的结构（例如参见非专利文献1）。

15 具体讲，非专利文献1记载的薄膜晶体管，其具有的结构是用光刻法等 在聚对苯二甲酸乙二醇酯基板上蚀刻ITO（铟锡氧化物）形成栅电极，使用有机硅氧烷和氮化硅作为栅绝缘层。

而且采用蒸镀法形成金薄膜，采用微区接触印刷法使其形成图案，形成源电极和漏电极。最后用蒸镀法形成有机半导体层（p型有机半导体层）。

20 然而，上述非专利文献记载的有机晶体管，借助于蒸镀高价的金薄膜来形成源电极和漏电极，再通过蚀刻形成，所以从降低成本角度来看尚有改进的余地。

针对此问题一旦采用成本低的铝等金属作电极时，就会出现因源电极和有机半导体层之间界面产生的屏障大，而不能高效进行载流子（空穴）
25 的注入和晶体管特性差的问题。

【非专利文献1】 Rogers等人《国家科学院院报》，2001年4月24日，u卷,98 u no. 948354840

发明内容

30 本发明目的在于提供一种能够低成本制造而且空穴注入效率高的电

极、能够简单制造这种电极的电极形成方法、可靠性高的薄膜晶体管、使用这种薄膜晶体管的电子电路、可靠性高的有机电致发光元件、显示装置和电子仪器。

这些发明目的可以由以下本发明所达成。

- 5 本发明的电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机层注入空穴的电极，其特征在于：

所述电极在该电极的至少所述有机层侧面上含有包含 Cu、Ni 和 Co 中的至少一种的氧化物。其中也能够不仅面上，而且电极全体上含有氧化物。

- 10 这样能够以低成本制造，而且空穴注入效率提高。

本发明的电极中，含有所述氧化物的部分内所述氧化物含量优选为 50 重量%以上。

这样可以使空穴注入的效率进一步提高。

- 15 本发明的电极中，所述氧化物除 Cu、Ni 和 Co 以外，优选还含有 Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb 和 Cs 中的至少一种。

这样可以提高导电率，使空穴注入更有效地进行。

本发明的电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机层注入空穴的电极，其特征在于：

所述电极由多层构成，

- 20 在所述多层中，与所述有机层最近的层含有包含 Cu、Ni 和 Co 中至少一种的氧化物。

这样能够以低成本制造，而且空穴注入效率提高。其中，所述多层既可以两层以上，也可以是三层或三层以上。此外还能够在多层的全部中含有氧化物。

- 25 本发明的电极，在与所述有机层最近的层中，所述氧化物含量优选为 50 重量%以上。

这样可以使空穴注入的效率进一步提高。

本发明的电极中，所述氧化物除 Cu、Ni 和 Co 以外，优选还含有 Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb 和 Cs 中的至少一种。

- 30 这样可以提高导电率，使空穴注入更有效地进行。

本发明的电极中，在构成所述电极的多层中，优选与所述有机层最近的层的功函数最大。

这样能以更高的效率向有机层注入空穴。

本发明的电极中，所述电极优选由两层构成，所述两层中，为所述有机层反侧的层主要由 Cu、Ni、Co 或含有它们的合金构成。

这样可以以低廉价格形成电极，而且还可以提高两层的密接性。

本发明的电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机层注入空穴的电极，其特征在于

所述电极，在该电极的至少所述有机层侧面上含有金属硫化物和金属氯化物中的至少一种物质。

这样能够以低成本制造，而且空穴注入效率提高。

本发明的电极，是对主要由有机材料构成、具有输送空穴功能的有机层注入空穴的电极，其特征在于

所述电极由多层构成，在所述多层中与所述有机层最近的层，含有金属硫化物和金属氯化物中至少一种物质。

这样能够以低成本制造，而且空穴注入效率提高。

本发明的电极，其中所述金属硫化物优选主要是含 Cu 的硫化物。

这样能够进一步提高空穴注入效率。

本发明的电极，其中所述金属氯化物优选主要是含 Ag 的氯化物。

这样能够进一步提高空穴注入效率。

本发明的电极形成方法，是形成本发明电极的电极形成方法，其特征在于其中具有：

主要由 Cu、Ni、Co 或含有它们的合金构成的金属膜形成工序，和通过对该金属膜实施氧化处理，使所述金属膜的表面氧化的工序。

这样可以容易而确实地形成在有机层中注入空穴效率高的电极。

本发明的电极形成方法中，所述氧化处理优选在含氧气氛中进行的等离子体处理。

这样可以使氧化物均匀存在于电极的表面附近。

本发明的电极形成方法中，所述等离子体处理优选在大气压下进行。

这样可以容易而在低成本下进行电极的形成。

本发明的电极形成方法中，优选采用电镀法形成所述金属层。

这样可以以更高精度形成电极。

本发明的电极形成方法中，所述电镀法优选无电场电镀法。

这样可以容易而确实地形成所需组成的电极。

- 5 本发明的薄膜晶体管，其特征在于其中具有：由本发明的电极构成的源电极，和主要由 p 型有机半导体材料构成的有机半导体层作为所述有机层。

这样可以得到可靠性高的薄膜晶体管。

- 10 本发明的薄膜晶体管，是备有：主要由 p 型有机半导体材料构成的有机半导体层，和向该有机半导体层注入空穴的源电极的薄膜晶体管，

其特征在于，其中所述源电极在该源电极的至少所述有机半导体层的侧面上含有含 Ag 的氧化物。

这样可以得到可靠性高的薄膜晶体管。

- 15 本发明的薄膜晶体管，是备有：主要由 p 型有机半导体材料构成的有机半导体层，和向该有机半导体层注入空穴的源电极的薄膜晶体管，

其特征在于，其中所述源电极由多层构成，所述多层中与所述有机半导体层最近的层含有含 Ag 的氧化物。

这样可以得到可靠性高的薄膜晶体管。

- 20 本发明的薄膜晶体管，其中所述有机半导体材料，优选以高分子系有机半导体材料作为主要成分。

这样可以进一步提高薄膜晶体管的特性（转换特性）。

本发明的薄膜晶体管，其中所述源电极与所述有机半导体层优选直接接触。

这样可以更有效地进行对有机半导体层注入空穴。

- 25 本发明的电子电路，其特征在于，其中具备本发明的薄膜晶体管。

这样可以得到可靠性高的电子电路。

本发明的有机电致发光元件，其特征在于，其中具有：由本发明的电极构成的阳极，和具备所述有机层的有机电致发光层。

这样可以得到可靠性高的有机电致发光元件。

- 30 本发明的显示装置，其特征在于，其中具备本发明的电子电路。

这样可以得到可靠性高的显示装置。

本发明的显示装置，其特征在于，其中具备本发明的有机电致发光元件。

这样可以得到可靠性高的显示装置。

5 本发明的电子仪器，其特征在于，其中具备本发明的显示装置。

这样可以得到可靠性高的电子仪器。

根据本发明，可以得到能以低成本得到制造而且空穴注入效率高的电极。

而且根据本发明可以制造可靠性高的薄膜晶体管、电子电路、有机电
10 致发光元件、显示装置和电子仪器。

附图说明

图1是表示本发明的薄膜晶体管中第一种实施方式的剖面示意图。

图2是为了说明图1所示的薄膜晶体管制造方法的图（纵剖面图）。

15 图3是为了说明图1所示的薄膜晶体管制造方法的图（纵剖面图）。

图4是表示本发明薄膜晶体管的第二种实施方式的剖面示意图。

图5是为了说明图4所示的薄膜晶体管制造方法的图（纵剖面图）。

图6是表示本发明薄膜晶体管的第三种实施方式的剖面示意图。

图7是表示本发明薄膜晶体管的第四种实施方式的剖面示意图。

20 图8是表示本发明有机EL元件的实施方式的剖面示意图。

图9是表示在电泳显示装置中适用了本发明的显示装置的实施方式的纵剖面图。

图10是表示具备图9所示的电泳显示装置的有源矩阵装置构成的方框图。

25 图11是表示在电子纸中使用本发明的电子仪器的实施方式的立体图。

图12是表示在显示器上适用了本发明的电子仪器的实施方式的图。

图中，

1…薄膜晶体管；10…基板；20a…源电极；20b…漏电极；20…金属膜；
21…基底电极层；22…表面电极层；220…覆膜；30…有机半导体层；40…
30 栅绝缘层；50…栅电极；100…有机EL元件；120…基板；130…阳极；140…

空穴输送层；150…发光层；160…电子注入层；170…阴极；180…密封构件；200…电泳显示装置；300…有源矩阵装置；301…数据线；302…扫描线；400…电泳显示部；401…像素电极；402…微晶胞；420…电泳分散液；421、422…电泳粒子；403…透明电极；404…透明基板；；405…粘结材料；500…基板；600…电子纸；601…主体；602…显示单元；800…显示器；801…主体部；802a、802b…输送辊对；803…孔部；804…透明玻璃板；805…插入口；806…端子部；807…插销；808…控制器；809…操作部。

10 具体实施方式

以下基于图示的优选实施方式，就本发明的电极、电极形成方法、薄膜晶体管、电子电路、有机电致发光元件（以下称为“有机EL元件”）、显示装置及电子仪器作详细说明。

15 <薄膜晶体管>

首先就使用本发明电极的薄膜晶体管进行说明。

<第一种实施方式>

首先说明本发明薄膜晶体管的第一种实施方式。

图1是表示本发明的薄膜晶体管的第一种实施方式的剖面示意图，图2和图3是分别表示为了说明图1所示的薄膜晶体管制造方法的图（纵剖面图）。

图1所示的薄膜晶体管1是掺杂栅型薄膜晶体管，并具有互相分离设置的源电极20a和漏电极20b、介于源电极20a和漏电极20b之间的有机半导体层30、和位于有机半导体层30和栅电极50之间的栅绝缘层40的结构，而且被搭载在基板10上。

以下依次就各部分的构成进行说明。

基板10是支持构成薄膜晶体管1各层（各部分）的构件。

基板10，可以使用例如玻璃基板，由聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚砜（PES）、芳香族聚醚（液晶聚合物）、聚酰亚胺（PI）等构成的塑料基板（树脂基板），石英基板，硅基板，

金属基板，镓砷基板等。

要使基板10具有柔性的情况下，基板10可以选择塑料基板或者薄的（厚度较小的）金属基板。

在基板10上设置着源电极20a和漏电极20b。

5 其中源电极20a，将构成对于后述的有机半导体层30注入空穴用的电极（本发明的电极）。

源电极20a和漏电极20b，可以分别由多层（本实施方式中，是基底电极层21和表面电极层22这两层）构成的。

10 基底电极层（基部）21，虽然可以用各种金属材料、或各种导电性氧化物材料等构成，但是优选主要由Cu、Ni、Co或含有它们的合金，或者由Ag或含有Ag的合金构成。这些金属材料因为价格较低，所以可以降低薄膜晶体管1的制造成本。

而且正如后述那样，表面电极层22是由含有Cu、Ni、Co中的至少一种的氧化物、或者由含银的氧化物而构成的情况下，通过主要由Cu、Ni、15 Co或含有它们的合金，或者主要由Ag或含Ag的合金构成基底电极层21，可以提高基底电极层21和表面电极层22之间的密接性。

此外，表面电极层22是由含有金属硫化物或金属氯化物构成的情况下，通过主要由所述金属硫化物或所述金属氯化物构成基底电极层21，也可以提高基底电极层21和表面电极层22之间的密接性。

20 可以设置表面电极层（距离有机半导体层30最近的层）22将基底电极层21覆盖。

表面电极层22，是由含有含Cu、Ni、Co中的至少一种的氧化物、或者由含银的氧化物、或者含有金属硫化物（以下简称为“硫化物”）和金属氯化物（以下简称为“氯化物”）的至少其中之一方而构成的。

25 作为氧化物的具体实例，可以举出用 $\text{Cu(II)}_{1-x}\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）、 $\text{Cu(I)}_{2(1-x)}\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Cu氧化物，用 Ni_{1-x}O （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Ni氧化物，用 Co_{1-x}O （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Co氧化物，用 $\text{Ag(II)}_{1-x}\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）、 $\text{Ag(I)}_{2(1-x)}\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Ag氧化物，或者除Cu、Ni、Co以外的元素（原子），其中还含有Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和30 Cs中的至少一种元素的复合氧化物等，这些复合氧化物中一种或两种以上

组合的氧化物。

其中功函数大的金属材料一般大多是高价的，反之廉价金属具有功函数低的倾向。而且氧化物（金属化合物），一般而言，相对于金属单质功函数大多增大。

5 因此，通过将表面电极层22制成含有上述氧化物的构成，基底电极层21不但可以使用廉价的金属材料，而且表面电极层（含氧化物层）22的功函数将容易设定得比基底电极层21的功函数大。其结果，不但可以防止成本增高，而且还可以获得在有机半导体层30中孔穴注入效率高的源电极20a。

10 而且氧化物与金属单质相比，对于有机材料的活性（使有机材料变质、劣化的作用）低。因此，可以适当防止或抑制使源电极20a与漏电极20b接触的有机层的变质、劣化，其结果可以提高薄膜晶体管1的耐久性。

 此外，除Cu、Ni、Co、Ag以外，其中含有Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和Cs中的至少一种元素的复合氧化物，可以提高和以高精度控制作载流子的空穴（空穴）的密度。因此，对于薄膜晶体管1而言，可以提高电导率，更加有效地注入空穴。

 而且以上虽然是以氧化物为代表说明的，但是对于硫化物和氯化物而言也可以说同样。因此，即使将表面电极层22制成含有硫化物和氯化物中至少一种物质的构成，也可以得到与含有上述氧化物的情况相同的效果。

20 作为硫化物，以含Cu硫化物为主的物质是适用的，而作为氯化物则以含Ag氯化物为主的物质是适用的。通过分别使用这些物质作为硫化物和氯化物，可以将源电极20a制成空穴注入效率更高的电极。

 作为含Cu硫化物的具体实例，可以举出 $\text{Cu(II)}_{1-x}\text{S}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）、 $\text{Cu(I)}_{2(1-x)}\text{S}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ），或者其中作为除Cu以外的元素（原子），至少含有Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和Cs中的至少一种的复合硫化物等中一种或两种以上组合的物质等。

 另一方面，作为含Ag氯化物的具体实例，可以举出 $\text{Ag(II)}_{1-x}\text{Cl}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）、 $\text{Ag(I)}_{2(1-x)}\text{Cl}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ），或者其中作为除Ag以外的元素（原子），至少含有Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和Cs中的至少一种元素的复合硫化物等中一种或两种以上组合的物质等。

而且对表面电极层22的厚度（平均厚度）并无特别限制，如上述的氧化物、硫化物和氯化物的电导率，与金属相比由于较低，所以应当是尽可能减薄（小）而且均匀的。

具体讲，表面电极层22的厚度（平均厚度）优选0.1~50微米，更优选0.5~10微米左右。表面电极层22一旦过薄，因氧化物、硫化物或氯化物的含量等对于空穴注入效率提高的效果、对于使源电极20a和漏电极20b接触的有机层变质、劣化的防止效果，就有不能得到充分发挥之虞。另一方面，表面电极层22一旦过厚，源电极20a和漏电极20b的导电性就会出现极端下降。

表面电极层22中，所述氧化物、硫化物或氯化物的含量优选尽可能多。具体讲，其含量优选为50重量%以上，更优选为75重量%以上。表面电极层22中氧化物、硫化物或氯化物的含量低于上述下限值的情况下，因氧化物、硫化物或氯化物的含量等对于空穴注入效率提高的效果、对于使源电极20a和漏电极20b接触的有机层变质、劣化的防止效果，就有不能得到充分发挥之虞。

另外，对于源电极20a和漏电极20b的厚度（平均厚度）虽然没有特别限制，但是分别优选为10~2000nm左右，更优选为50~1000nm左右。

将有机半导体层（具有空穴输送功能的有机层）30设置得使源电极20a和漏电极20b接触。

这种有机半导体层30主要由p型有机半导体材料构成的。而p型有机半导体材料能够使用聚合物有机半导体材料（高分子系有机半导体材料）、低分子系有机半导体材料中的任何材料。

作为聚合物有机半导体材料，例如可以举出聚（3-烷基噻吩）、聚（3-己基噻吩）（P3HT）、聚（3-辛基噻吩）、聚（2,5-亚噻吩基乙烯撑）（PTV）、聚（对苯撑乙烯撑）（PPV）、聚（9,9-二辛基芴）（PFO）、聚（9,9-二辛基芴-辅-双-N,N'-（4-甲氧基苯基）-双-N,N'-苯基-1,4-苯撑二胺）（PFMO）、聚（9,9-二辛基芴-辅-苯并噻二唑）（BT）、芴-三芳胺共聚物、三芳胺系聚合物、聚（9,9-二辛基芴-辅-二噻吩）（F8T2）之类的芴-二噻吩共聚物等。

作为低分子系有机半导体材料，例如可以举出C60，或者金属酞菁或其取代衍生物，或者蒽、丁省、戊省、己省等并苯分子材料，或者 α -低聚

噻吩类，具体讲有四分之一噻吩（4T）、六聚噻吩（6T）、八聚噻吩（8T）、二己基四分之一噻吩（DH4T）、二己基六聚噻吩（ジヘキルセキシ）（DH6T）等。

另外，以聚合物有机半导体材料为主要成分的材料作为p型有机半导体材料使用是适当的。通过使用以聚合物有机半导体材料为主要成分的材料作为p型有机半导体材料，可以容易而且在更低成本下进行有机半导体层30的形成（成膜）。

关于这种有机半导体层30的厚度（平均厚度）虽然没有特别限制，但是优选0.1～1000纳米，更优选1～500纳米，特别优选1～100纳米。

10 在有机半导体层30上可以设置有栅绝缘层40。

作为这种栅绝缘层40的构成材料，只要是公知的栅绝缘层材料就对其种类没有特别限制，能够使用有机材料和无机材料中的任何材料。

作为有机材料，可以举出聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯基苯酚、聚酰亚胺、聚苯乙烯、聚乙烯醇、聚乙烯基乙酸酯等，这些物质中可以使用一种或者两种以上组合使用。

另一方面，作为无机材料可以举出氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧化钽等金属氧化物，钛酸钡锶、锆钛酸铅等金属复合氧化物，这些物质中可以使用一种或者两种以上组合使用。

对于栅绝缘层40的厚度（平均厚度）并无特别限制，但是优选为10～5000nm左右，更优选为50～1000nm左右。通过将栅绝缘层40的厚度控制在上述范围内，不但可以确实使源电极20a和漏电极20b和栅电极50绝缘，而且还能降低薄膜晶体管1的工作电压。

而且，栅绝缘层40并不限于单层结构，也可以由多层层叠而成。

在栅绝缘层40的所定位置上，即与源电极20a和漏电极20b之间的区域对应的位置上，设置有栅电极50。

作为栅电极50的构成材料，只要是公知的电极材料就无特别限制。具体讲可以使用Cr、Al、Ti、Mo、Nb、Cu、Ag、Au、Pd、In、Ni、Nd、Co或含有它们的合金材料，及其氧化物等。

而且栅电极50也可以由导电性有机材料构成。

30 对于栅电极50的厚度（平均厚度）并无特别限制，但是优选为0.1～

2000nm 左右,更优选为1~1000nm左右。

对于这种薄膜晶体管1中,在源电极20a和漏电极20b之间为施加电压的状态下,一旦对栅电极50施加栅电压,在与有机半导体层30的栅绝缘层40的界面附近就会形成通道,通过载流子(空穴)在通道区域内移动,以
5 在源电极20a和漏电极20b之间就会流过电流。

也就是说,在栅电极50为未施加电压的关闭状态时,即使在源电极20a和漏电极20b之间施加电压,由于有机半导体层30中几乎不存在载流子,所以仅仅流过微小的电流。另一方面,对栅电极50为施加电压的开启状态时,在面对有机半导体层30的栅绝缘层40的部分就会感生电荷,形成通道
10 (载流子通路)。这种状态下一旦在源电极20a和漏电极20b之间施加电压,电流就会流过通道区域。

这种薄膜晶体管1例如可以用以下方法制造。

图1所示的薄膜晶体管1的制造方法(第一种制造方法)具有:在基板10上形成源电极20a和漏电极20b的工序(A1);形成有机绝缘层30将源电
15 极20a和漏电极20b覆盖的工序(A2);在有机半导体层30上形成栅绝缘层40的工序(A3);以及在栅绝缘层40上形成栅电极50的工序(A4)。

(A1) 源电极和漏电极形成工序

(A1-1) 基底电极层形成工序

在基板10上形成基底电极层21(参见图2(a))。

20 这种基底电极层21,例如可以用蚀刻法、光刻法等形成。

通过蚀刻法形成基底电极层21的情况下,I:首先例如采用溅射法、蒸镀法、电镀法等基板10的全面上使金属膜(金属层)以10nm~10微米膜厚范围成膜。II:接着例如用光刻法、微区接触印刷法等金属膜上(表面上)形成抗蚀剂层。III:然后利用掩模覆盖此抗蚀剂层,对金属膜实施
25 蚀刻,形成所定形状图案。

而且,通过光刻法形成基底电极层21的情况下,I:首先形成抗蚀剂层,以将形成基底电极层21以外的部分覆盖。II:接着例如用蒸镀法、电镀法等基板10的抗蚀剂层侧的全面上,使金属膜(金属层)以10nm~10微米膜厚范围成膜。III:然后除去抗蚀剂层。

30 (A1-2) 表面电极层形成工序

接着形成表面电极层（含氧化物层）22，以将基底电极层21的表面覆盖。

使表面电极层22的构成材料在基底电极层21上沉积，形成覆膜（覆盖层）220后，除去此覆膜220的不需要部分，可以形成表面电极层22。

5 首先在基板10的形成了基底电极层21侧的面上形成覆膜220（参见图2（B））。

形成覆膜220，例如可以采用激光烧蚀法、溅射法（例如活性DC磁控管溅射法）、CVD法、蒸镀法等。

例如在采用活性DC磁控管溅射法形成含有Cu氧化物、Ni氧化物、Co
10 氧化物或Ag氧化物的覆膜220的情况下，可以采用金属Cu、金属Ni、金属Co或金属Ag作靶，在以下条件下进行。

气体导入前腔室内的压力（达到的真空度）优选为 1×10^{-2} Pa以下，更优选为 1×10^{-3} Pa以下。

导入的气体优选采用氧气与惰性气体（例如氩气、氦气）的混合气体。

15 气体导入后腔室内的压力（成膜时的压力）优选为0.1~10Pa左右，更优选0.5~5Pa左右。

直流(DC)功率优选10~220瓦左右，更优选20~100瓦左右。

在以上条件下，通过适当设定氧气与惰性气体的混合比，可以在覆膜220（表面电极层22）中使氧化物与金属单质的比例达到所需值。

20 另外，通过采用硫化氢等含硫气体代替氧气，可以形成含有硫化物的覆膜220，而且通过采用氯化氢、氯气等含氯气体代替氧气，可以形成含有氯化物的覆膜220。

而且利用采用激光烧蚀法形成例如以 SrCu_2O_2 、 CuAlO_2 、 CuGaO_2 等复合氧化物为主要材料的覆膜220的情况下，使用与被沉积的复合氧化物对
25 应组成的复合氧化物烧结体作靶，可以一边供给氧气一边在以下条件下进行。

气体导入前腔室内的压力（达到的真空度）优选为 1×10^{-4} Pa以下，更优选为 1×10^{-6} Pa以下。

照射的激光，优选波长150~300nm左右，脉冲长度1~30ns左右的脉冲光，具体讲可以适当使用ArF激元激光器、KrF激元激光器。
30

这种激光光线的能量密度优选 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 以上，更优选 $2\sim 6\text{J}/\text{cm}^2$ 左右。

氧气导入后腔室内的压力（成膜时的压力）优选为 $0.1\sim 100\text{Pa}$ 左右，更优选 $1\sim 10\text{Pa}$ 左右。

而且含有氯化物的覆膜220，例如可以采用在氯化氢水溶液中，对基底电极层21通电进行电解处理，在基底电极层21的表面上析出氯化物的方法形成。

此外，作为基板10，采用塑料基板等柔性基板的情况下，优选利用光照射法等，对得到的覆膜220实施促进覆膜220结晶化的处理。

另外，作为基板10，采用石英基板等硬质基板的情况下，通过例如一边在 $200\sim 800^\circ\text{C}$ 左右加热基板10一边成膜的方法，可以得到结晶性能强的覆膜220。

接着由光刻法、微区接触印刷法等形成与源电极20a和漏电极20b对应形状的抗蚀剂层。使用这种抗蚀剂层作掩模，除去覆膜220的不需要的部分（参见图2（c））。这样可以在基底电极层21上形成表面电极层22，得到源电极20a和漏电极20b。

为了除去这种覆膜220，例如可以将等离子体蚀刻法、活性离子蚀刻法、电子束蚀刻法、光助（assist）蚀刻法等物理蚀刻法，湿法蚀刻法等化学蚀刻法中一种或两种以上方法组合使用。

这样通过形成源电极20a和漏电极20b，在对蒸发源和靶中所含的氧化物量，或导入成膜气体气氛中的氧气流量等进行控制的简单操作中，可以比较精确地控制表面电极层22中所含的氧化物量。而且在对导入成膜气体气氛中的含硫气体或含氯气体的流量等进行控制的简单操作中，可以比较精确地控制表面电极层22中所含的硫化物或氯化物的量。因此可以容易而精确地调整源电极20a和漏电极20b的功函数等特性。

25 （A2）有机半导体层的形成工序

然后形成有机半导体层30，以将源电极20a和漏电极20b覆盖（参见图2（d））。此时，可以在源电极20a和漏电极20b之间形成通道区域。

有机半导体层30由聚合物有机半导体材料（高分子系有机半导体材料）构成的情况下，可以采用旋涂法、浸涂法等涂布方法、喷墨法和丝网印刷法等印刷方式形成。

而且有机半导体层30由低分子有机半导体材料构成的情况下,利用蒸镀法,或者在使用前体制成可溶性情况下,采用旋涂或浸涂等涂布方法、喷墨法或丝网印刷法等印刷方式形成涂膜。对这种涂膜进行退火处理后,能够形成所需的层。

- 5 另外,有机半导体层30的形成区域,并不限于图示的构成,也可以仅在源电极20a和漏电极20b之间的区域(通道区域)形成。这样将多个薄膜晶体管(元件)1并列设置在同一基板上的情况下,通过独立形成各元件的有机半导体层30,可以抑制泄漏电流、各元件之间的串音。而且还可以减少有机半导体材料的用量,降低制造成本。

10 (A3) 栅绝缘层形成工序

接着在有机半导体层30上形成栅绝缘层40(参见图3(e))。

- 例如,用有机高分子材料构成栅绝缘层40的情况下,涂布含有有机高分子材料或者其前体的溶液,覆盖(供给)有机半导体层30之后,必要时通过对此涂膜实施后处理(例如加热、红外线照射、超声波处理等)可以
15 形成栅绝缘层40。

作为在有机半导体层30上涂布含有有机高分子材料或者其前体的溶液的方法,可以采用上述工序(A2)中列举的涂布方法、印刷法等。

- 另外,栅绝缘层40由无机材料构成的情况下,例如可以采用热氧化法、CVD法、SOG法形成栅绝缘层40。此外,当原材料使用聚硅氧烷的情况下,
20 作为栅绝缘层40能够用湿法使氧化硅膜。氮化硅膜成膜。

(A4) 栅电极形成工序

进而在栅绝缘层40上形成栅电极50(参见图3(f))。

首先形成金属膜(金属层)。

- 金属膜例如可以采用等离子体CVD、热CVD、激光CVD等化学蒸镀
25 法(CVD),真空蒸镀、溅射(低温溅射)、离子镀等干式电镀法,溶液喷射法、溶胶-凝胶法、MOD法、金属箔粘合法等而形成。

在这种金属膜上,涂布抗蚀剂材料后使之固化,形成与栅电极50的形状对应形状的抗蚀剂层。利用这种抗蚀剂层作掩模,除去不需要的金属膜部分。

- 30 为了除去金属膜,例如可以采用等离子体蚀刻法、活性离子蚀刻法、

电子束蚀刻法、光助蚀刻法等物理蚀刻法，湿法蚀刻法等化学蚀刻法中一种或将其两种以上方法组合使用。

然后除去抗蚀剂层得到栅电极50。

其中栅电极50，也可以采用在栅绝缘层40上涂布（供给）例如含有导电性粒子或导电性有机材料的导电性材料形成涂膜后，必要时对这种涂膜进行处理（例如加热、红外线照射、超声波处理）的方式形成。

作为含有导电性粒子的导电性材料，可以举出分散有金属微粒的溶液、含有导电性微粒的聚合物混合物等。

另外，作为含有导电性有机材料的导电性材料，可以举出导电性有机材料的溶液或分散液。

作为在栅绝缘层40上涂布（供给）导电性材料的方法，可以举出例如旋涂法、铸造法、显微照相凹印法、照相凹印法、棒涂法、辊涂法、布线棒涂法、浸涂法、喷涂法等涂布方法，丝网印刷法、苯胺印刷法、胶版印刷法、喷墨法、微接触印刷法等印刷方法，这些方法中可以使用一种或者两种以上组合使用。

经过以上工序后可以得到第一种实施方式的薄膜晶体管1。

另外，在本实施方式中，源电极20a和漏电极20b虽然分别由基底电极层21和表面电极层22等两层构成，但是在必要时为了任意目的（例如提高密接性等），本发明也可以在这些层21和层22之间，或在基底电极层21的基板10一侧增加一层或两层。

这种情况下，可以制成得使多层中与有机半导体层30距离最近层（最外层）的功函数最大。这样能以更高效率向有机半导体层30注入孔穴。

而且在本发明中，源电极20a只要具有上述构成，漏电极20b也可以构成得与源电极20a不同。其中，从降低制造成本的观点来看，源电极20a和漏电极20b优选制成具有相同构成的。

此外，本发明中在任意目的下，还可以在源电极20a和漏电极20b与有机半导体层30之间，在有机半导体层30与栅绝缘层40之间，在栅绝缘层40与栅电极50之间，分别增加一层或两层。

<第二种实施方式>

以下说明本发明的薄膜晶体管的第二种实施方式。

图4是表示本发明的薄膜晶体管的第二种实施方式的剖面示意图，图5是表示为了说明图4所示的薄膜晶体管制造方法的图（纵剖面图）。

以下关于第二种实施方式的薄膜晶体管1，将对与上述第一种实施方式的不同点作为中心进行说明，有关相同内容的说明将被省略。

第二种实施方式的薄膜晶体管1，源电极20a和漏电极20b的构成不同，除此以外，与第一种实施方式的薄膜晶体管1相同。

也就是说源电极20a和漏电极20b，分别构成单层，至少在其有机半导体层30的侧面（在图4的结构中包括表面的所定厚度部分，以下称“表面附近”），是由含有Cu、Ni、Co中的至少一种元素的氧化物、或者含银的氧化物、或者含有金属硫化物和金属氯化物中的至少一种氧化物构成的。

作为氧化物的具体实例，与上述第一种实施方式中列举的氧化物相同，用 $\text{Cu(II)}_{1-x}\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）、 $\text{Cu(I)}_2(1-x)\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Cu氧化物，用 Ni_{1-x}O （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Ni氧化物，用 Co_{1-x}O （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Co氧化物，用 $\text{Ag(II)}_{1-x}\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）、 $\text{Ag(I)}_2(1-x)\text{O}$ （其中 $0 \leq x < 1$ ）表示的Ag氧化物，或者作为除Cu、Ni、Co以外的元素，其中还含有Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和Cs中的至少一种元素的氧化物等，这些氧化物中的一种或两种以上的复合氧化物。

硫化物和氯化物也分别与上述第一种实施方式中列举的相同，即以含Cu硫化物为主的硫化物，和以含Ag氯化物为主的氯化物是适用的。

而且本实施方式的源电极20a和漏电极20b，在含有氧化物、硫化物和氯化物的部分（图中区域X）内，氧化物、硫化物或氯化物的含量分别优选为50重量%以上，更优选为75重量%左右。

这种按X区域的厚度（平均厚度）优选0.1~50nm左右，更优选0.5~10nm左右。

这种薄膜晶体管1例如可以制造如下。

（B1）源电极和漏电极形成工序

首先在基板10上形成由源电极20a和漏电极20b构成的金属膜20（参见图5（a））。

这种金属膜20的形成虽然可以与上述第一种实施方式中形成基底层

21时说明的方式同样进行，但是作为成膜方法却优选采用电镀法（湿式电镀法）。采用电镀法无需真空装置等大型装置，可以以高成膜精度使所需厚度的金属膜20成膜。

5 而且在电镀法中更优选采用无电解电镀法。这样可以以更高成膜精度使金属膜20成膜。

接着，对金属膜实施氧化处理（参见图5（b））。这样金属膜20的表面附近被氧化，生成与金属膜20的构成材料对应的氧化物。其结果，可以得到表面附近含有氧化物的源电极20a和漏电极20b。

10 这种氧化物由于优选上述的那些，所以金属膜20主要由Cu、Ni、Co或含有它们的合金，或者主要由Ag或含有Ag的合金构成。

作为合金，例如可以举出Cu-Ni合金、Cu-Co合金、Ni-Co合金，Cu、Ni、Co和Ag中的至少一种金属与Sr、Al、Ga、Li、Na、K、Rb和Cs中的至少一种元素的合金等。

15 通过采用无电解电镀法形成金属膜20，可以容易而确实地得到具有所需组成的膜。

而且氧化处理的方法可以举出例如在含氧气氛中进行等离子体处理的方法（氧等离子法）、热氧化法、阳极氧化法等，这些方法中可以使用一种或者两种以上组合使用。

20 这些方法中，对于氧化处理方法而言优选采用氧等离子体法。这样可以使源电极20a和漏电极20b，在其表面附近分别变成均匀含有氧化物的。而且可以在没有不均的情况下向有机半导体层30均匀注入（供给）空穴。

而且通过采用氧等离子体法，不仅金属膜20的氧化，而且在金属膜20表面上存在的有机物也可以同时除去。

25 正因为如此，可以得到一种向有机半导体层30中空穴注入效率更高的栅电极20a。

此外，这种氧等离子体处理虽然也可以在减压（真空）下进行，但是优选在大气压下进行。这样可以容易而且在低成本下进行金属膜20的氧化处理。

30 另外，在表面附近含有硫化物的源电极20a和漏电极20b，通过分别在例如含有硫化氢等含硫气体气氛中在所定条件下对金属膜20进行热处理

等的方法而得到。

而且在表面附近含有氯化物的源电极20a和漏电极20b，通过分别在例如含有氯化氢等含氯气体气氛中在所定条件下对金属膜20进行热处理等的方法得到。

5 (B2) 有机半导体层的形成工序
进行与上述工序(A2)同样的工序。

(B3) 栅绝缘层形成工序
进行与上述工序(A3)同样的工序。

10 (B4) 栅电极形成工序
进行与上述工序(A4)同样的工序。

经过以上工序，可以得到第二种实施方式的薄膜晶体管1。

借助于这种第二种实施方式的薄膜晶体管，也能获得与上述第一种实施方式的薄膜晶体管1同样的作用和效果。

15 <第三种实施方式>

以下说明本发明的薄膜晶体管的第三种实施方式。

图6是表示本发明的薄膜晶体管的第三种实施方式的剖面示意图。

以下关于第三种实施方式的薄膜晶体管，将对与上述第一种实施方式的不同点为中心进行说明，关于相同内容的说明将被省略。

20 第三种实施方式的薄膜晶体管1，总体构成不同，除此以外，与第一种实施方式的薄膜晶体管1相同。

也就是说，图6所示的薄膜晶体管1，是一种使栅电极50，借助于栅绝缘层40，与源电极20a和漏电极20b相比，更位于基板10一侧位置的底栅型的薄膜晶体管。

25 而且源电极20a和漏电极20b，分别制成与上述第一种实施方式的相同的构成。

这种薄膜晶体管1例如可以制造如下。

图6所示的薄膜晶体管1具有：在基板10上形成栅电极50的工序(C1)；形成栅绝缘层40将栅电极50覆盖的工序(C2)；在栅绝缘层40上形成源电
30 极20a和漏电极20b的工序(C3)；和形成有机半导体层30以将源电极20a、

漏电极20b和栅绝缘层40覆盖的工序（C4）。

（C1）栅电极形成工序

进行与上述工序（A4）相同的工序。

在与上述相同的理由下，例如采用蚀刻法、除去法等特别适用于形成
5 与上述第一种实施方式中说明的相同的金属膜。

（C2）栅绝缘层形成工序

进行与上述工序（A3）同样的工序。

在下一工序（C3）中，由于要在栅绝缘层40上形成例如主要由Cu、
Ni、Co或含有它们的合金，或者主要由Ag或含有Ag的合金（金属材料）
10 构成的基底电极层21，所以栅绝缘层40适宜采用上述第一种实施方式中列
举的无机材料构成。

（C3）栅绝缘层形成工序

进行与上述工序（A1）同样的工序。

（C4）有机半导体层形成工序

15 进行与上述工序（A2）同样的工序。

经过以上工序，能得到第三种实施方式的薄膜晶体管1。

这种第三种实施方式的薄膜晶体管，也能获得与上述第一种实施方式的
薄膜晶体管1同样的作用和效果。

此外，第三种实施方式的薄膜晶体管1由于是底栅型的，所以具有以
20 下优点。

也就是说，有机半导体材料与无机半导体材料相比，对于热、酸、碱
的耐性大多较低，所以采用本实施方式的这种底栅型结构，形成栅电极50、
栅绝缘层40、源电极20a和漏电极20b之后，形成有机半导体层30。因此，
在上述工序（C1）～（C3）中，可以选择更高温度下的处理方法、使用硫
25 酸等强酸的处理方法等，更适当的工艺条件。其结果，可以进一步提高所
得到薄膜晶体管1的特性（开关特性）。

<第四种实施方式>

以下说明本发明的薄膜晶体管的第四种实施方式。

30 图7是表示本发明的薄膜晶体管的第四种实施方式的剖面示意图。

以下关于第四种实施方式的薄膜晶体管1，将对与上述第一至第三种实施方式的不同点为中心进行说明，关于相同内容的说明将被省略。

第四种实施方式的薄膜晶体管1总体构成不同，除此以外，与第二种实施方式的薄膜晶体管1相同。

5 也就是说图7所示的薄膜晶体管1，是一种使栅电极50，借助于栅绝缘层40，与源电极20a和漏电极20b相比，为基板10一侧位置的底栅型的薄膜晶体管。

而且源电极20a和漏电极20b，分别制成与上述第二种实施方式的相同。

10 这种薄膜晶体管1例如可以制造如下。

(D1) 栅电极形成工序

进行与上述工序(C1)相同的工序。

(D2) 栅绝缘层形成工序

进行与上述工序(C2)同样的工序。

15 (D3) 源电极和漏电极形成工序

进行与上述工序(B1)同样的工序。

(D4) 有机半导体层形成工序

进行与上述工序(C4)同样的工序。

经过以上工序，可以得到第四种实施方式的薄膜晶体管1。

20 这种第四种实施方式的薄膜晶体管也能获得与上述第一～第三种实施方式的薄膜晶体管1同样的作用和效果。

<有机EL元件>

以下说明采用本发明电极的有机EL元件。

25 图8是表示本发明的有机EL元件的剖面示意图。

图8所示的本发明的有机EL元件100，具有基板120，在基板120上依次层叠的阳极130、空穴输送层140、发光层150、电子注入层160和阴极170，以及所设置的密封部分(保护构件)180，以将各层130～170覆盖。

30 这种有机EL元件100，是将来自发光层150的光线向阴极170一侧取出后进行辨认的一种顶部出射结构的元件。

而且本实施方式中，有机电致发光层（有机EL层）由空穴输送层140和发光层150构成。

基板120是有机EL元件的支持体。

5 基板120可以使用例如由聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚砜（PES）、芳香族聚酯（液晶聚合物）、聚酰亚胺（PI）、聚丙烯（PP）、聚酰胺（PA）、环烯烃聚合物（COP）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚碳酸酯（PC）、聚芳酯（PAR）等构成的塑料基板（树脂基板），玻璃基板，石英基板，硅基板，金属基板，镓砷基板等。

10 基板120的厚度（平均厚度）没有特别限制，但是优选0.1~30毫米左右，更优选0.1~10毫米左右。

其中要赋予有机EL元件以柔性的情况下，基板120可以选择塑料基板或者薄的（膜厚度较小的）金属基板。

阳极（本发明的电极）130是向孔穴输送层140注入空穴的电极。

15 这种阳极130可以采用与在上述的薄膜晶体管1的第一~第四种实施方式中列举的源电极20a同样的结构。

也就是说，在单层结构的情况下，阳极130至少在其表面（空穴输送层140的侧面）上含有Cu、Ni和Co中至少一种元素的氧化物、或者含有硫化物和氯化物中至少一种化合物，层叠而成的情况下，最外层（最靠近空穴输送层侧的层）含有Cu、Ni和Co中至少一种元素的氧化物、或者含有硫化物和氯化物中至少一种化合物。

这样通增加向空穴输送层140注入空穴的效率，可以得到发光亮度高的有机EL元件100，即可靠性高的有机EL元件100。

25 对于阳极130的厚度（平均厚度）虽然没有特别限制，但是优选为10~2000nm左右，更优选50~1000nm左右。阳极130的厚度一旦过薄，就有不能充分发挥作为阳极130的功能之虞，另一方面即使将阳极130加厚到厚度超过上述上限值，也不能获得其以上的效果。

空穴输送层140具有将从阳极130注入的空穴输送到发光层150的功能。

30 这种空穴输送层140，主要由p型有机半导体材料构成。而p型有机半导体材料也能够使用聚合物有机半导体材料（高分子系有机半导体材料）

和低分子系有机半导体材料中的任何材料。

作为这些有机半导体材料，除了分别在上述薄膜晶体管1中作为有机半导体材料层30的构成材料所列举的以外，例如还可以使用以下物质。

作为聚合物有机半导体材料，例如可以使用聚（3,4-亚乙基二氧噻吩/苯乙烯磺酸）（PEDOT/PSS）、聚噻吩、聚（噻吩乙烯醇）、聚（2,2'-噻吩基吡咯）、聚苯胺等。

作为低分子系有机半导体材料，例如可以使用1,1-双（4-二对三氨基苯基）环己烷、1,1-双（4-二对甲苯基氨基苯基）-4-苯基环己烷、4,4',4''-三甲基三苯基胺、N,N,N',N'-四苯基-1,1'-联苯基-4,4'-二胺、N,N'-二苯基-1,1'-双（3-甲基苯基）-1,1'-联苯基-4,4'-二胺（TPD1）、N,N'-二苯基-N,N'-双（4-甲氧基苯基）-1,1'-联苯基-4,4'-二胺（TPD2）、N,N,N',N'-四（4-甲氧基苯基）苯基-1,1'-联苯基-4,4'-二胺（TPD3）、N,N'-二（1-萘基）-N,N'-二苯基-1,1'-联苯基-4,4'-二胺（ α -NPD）、N,N,N',N'-四苯基-对苯撑二胺、N,N,N',N'-四（对甲苯撑）-对苯撑二胺、N,N,N',N'-四（间甲苯撑）-间苯撑二胺、咔唑、N-异丙基咔唑、N-苯基咔唑、4-二对甲苯基氨基均二苯乙烯、三苯基甲烷、1-苯基-3-（对二甲基氨基苯基）吡唑啉、1,3,4-噁二唑、2,5-二（4-二甲基氨基苯基）-1,3,4-噁二唑、9-（4-二乙基氨基苯乙烯基）蒽、9-芴酮、2,4,7-三硝基-9-芴酮、2,7-双（2-羟基-3-（2-氯代苯基氨基甲酰基）-1-萘基偶氮）芴酮、1,4-二硫酮基-3,6-二苯基-吡咯并（3,4-c）吡咯并吡咯、卟啉、金属四苯基卟啉、2,3-喹吖酮、萘酞菁铜、萘酞菁钒、一氯代萘酞菁镓、N,N'-二（萘基-1-基）-N,N'-二苯基联苯胺、N,N,N',N'-四苯基联苯胺等。

另外，p型有机半导体材料使用以聚合物有机半导体材料作为主要成分的。作为p型有机半导体材料，通过使用以聚合物有机半导体材料作为主要成分的，可以更加容易而且在低成本下进行空穴输送层140的形成（成膜）。

对于这种空穴输送层140的厚度（平均厚度）并无特别限制，但是优选使用0.1~1000nm左右的，更优选1~500nm左右的，特别优选为1~100nm左右的。空穴输送层140的厚度一旦过薄，就有生成针孔之虞，另一方面空穴输送层140的厚度一旦过厚，就会变成空穴输送层140的透过率恶

化的原因,就有使有机EL元件100的发光色的色度(色调)产生变化之虞。

一旦在阳极130与后述的阴极170之间通电(施加电压),就可以分别经由空穴输送层140和电子注入层160向发光层150注入空穴和电子。于是二者在发光层150中再结合。利用这种再结合时放出的能量生成激发子,这种激发子返回基态时释放(发光)出能量(荧光和磷光)。即发光层150发光。

这种发光的光线虽然从阴极170侧和阳极140侧发出,但是对于上述构成的阳极130而言,由于具有光反射性增高的倾向,所以从阳极130侧发出的光也被阳极130反射,变成从阴极170一侧照射的。因此,正如本实施方式那样,有机EL元件100的构成通过采用顶部出射结构,可以使发光效率变得更高。

作为这种发光层150的构成材料(发光材料),在施加电压时若能从阳极130一侧注入空穴,而且从阴极170一侧注入电子,提供空穴与电子再结合的场所,则任何材料均可。

这种发光材料也可以使用低分子系发光材料和聚合物发光材料(高分子系发光材料)中任何材料。

另外,通过使用以低分子系发光材料为主要成分的发光材料,可以得到致密的发光层150,所以可以提高发光层150的发光效率。另一方面,通过使用以聚合物发光材料作主要成分的发光材料,由于可以比较容易地使之在溶剂中溶解,所以可以利用喷墨印刷法等各种涂布方法容易使发光层150形成(成膜)。

作为低分子系发光材料,例如可以举出二苯乙烯基苯(DSB)、二氨基二苯乙烯基苯(DADSB)、蔡、尼罗红、菲、1,2-苯并菲、6-硝基-1,2-苯并菲、二蔡嵌苯、N,N'-双(2,5-二叔丁基苯基)-3,4,9,10-二蔡嵌苯-二羧基酰亚胺(BPPC)、晕苯、蒽、双苯乙烯基蒽、芘、4-(二氨基亚甲基)-2-甲基-6-(对二甲基氨基苯乙烯基)-4H-吡喃(DCM)、吡啶、1,2-二苯乙烯、2,5-二苯并噁唑噻吩、苯并噁唑、苯并咪唑、2,2'-(对苯撑二乙烯撑)双苯并噁唑、双苯乙烯基(1,4-二苯基-1,3-丁二烯)、四苯基丁二烯、蔡酰亚胺、香豆素、ペリノン、噁二唑、1,2,3,4,5-五苯基-1,3-环戊二烯(PPCP)、2,3-喹吡啶、喹吡啶红、吡咯并吡啶、噻二唑并吡啶、2,2',7,7'-

四苯基-9,9'-螺二芴、三(8-羟基喹啉)铝(Alq_3)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(Almq_3)、(8-羟基喹啉)锌(Znq_2)、(1,10-菲绕啉)-三-(4,4,4-三氟代-1-(2-噻吩基)丁烷-1,3-二酮)铕(III)($\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{phen})$)、フア
ク三(2-苯基吡啶)铱($\text{Ir}(\text{ppy})_3$)、(2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-
5 卟吩)铂(II)等。

作为聚合物发光材料,可以举出例如聚(9,9-二辛基芴)(F8)、聚(9,9-二辛基芴-辅-二噻吩)(F8T2)、聚(9,9-二辛基芴-辅-2,1,3-苯并噻唑)(F8BT)、聚(9,9-二辛基芴-辅-N-(4-丁基苯基)二苯基胺)(TFB)、反式聚乙炔、顺式聚乙炔、聚(二苯基乙炔)(PDPA)、聚(对苯乙烯撑)
10 (PPV)、聚(2,5-二烷氧基对苯撑乙烯撑)(RO-PPV)、氰基取代的聚(对苯乙烯撑)(CN-PPV)、聚(2-二甲基辛基甲硅烷基-对苯撑乙烯撑)(DMOS-PPV)、聚(2-甲氧基,5-(2'-乙基己氧基)-对苯撑乙烯撑)(MEH-PPV)、聚(羟基亚丙基)三醇(POPT)、 α , ω -双[N,N'-二(甲基苯基)胺基苯基]-聚[9,9-双(2-乙基己基)芴-2,7-二基](PF2/6am4)、聚
15 (9,9-二辛基-2,7-二乙烯撑芴基)-邻-辅(蒽-9,10-二基)、聚(对苯撑)(PPP)、聚(1,5-二烷氧基-对苯撑)(RO-PPP)、聚(N-乙烯基咔唑)(PVK)、聚(甲基苯基甲硅烷)(PMPS)、聚(蔡基苯基甲硅烷)(PNPS)、聚(联苯基苯基甲硅烷)(PBPS)等。

对于发光层150的厚度(平均厚度)并无特别限制,但是优选5~1000nm
20 左右,更优选10~100nm左右。通过使发光层的厚度为上述范围内,孔穴与电子再结合的效率将变得更高,可以进一步提高发光层150的发光效率。

电子注入层160是具有将从阴极170注入的电子输送到发光层150的功能的层。

作为这种电子注入层160的构成材料,可以适当使用功函数小的金属材料。例如可以举出Li、Mg、Ca、Sr、La、Ce、Er、Eu、Sc、Y、Yb、
25 Ag、Cu、Al、Cs和Rb或含有这些元素的合金,或者其氟化物。

本实施方式的有机EL元件100,由于是顶部出射结构(在阴极一侧,可辨认出从发光层150发光的方式)的,所以电子注入层160应当尽可能选择薄的。电子注入层160的厚度(平均厚度)虽然没有特别限制,但是优
30 选5~100nm左右,更优选20~50nm左右。电子注入层160的厚度一旦过薄,

就会产生针孔，因而有短路之虞。反之电子注入层160的厚度一旦过厚，阻抗值就会因其构成材料的种类等而有不同程度增高的缺点。

5 阴极170是向电子注入层160注入电子的电极。而且本实施方式的阴极170被制成实质上透明（无色透明、有色透明、半透明）得能辨认从发光层150发出的光。

由此观点来看，导电性优良、而且具有透明性的材料作为阴极170的构成材料。

10 作为这种阴极170的构成材料，例如可以适当使用ITO（氧化铟锡）、FTO（含氟ITO）、IZO（氧化铟锌）、ATO（氧化铋锡）、AZO（氧化铝锌）等透明导电性氧化物中的一种或者两种以上组合并用。

透明导电性氧化物因其导电性和透光性这两种特性特别优良，所以以透明导电性氧化物作为主要成分构成阴极170，可以得到发光效率更加优良的有机EL元件100。

15 阴极170的厚度（平均厚度）优选10纳米～1微米左右。阴极170的厚度过薄时，就不能充分发挥作为阴极170的功能，另一方面阴极170的厚度一旦过厚，就会使有机EL元件100的发光效率降低，或者因其构成材料的种类等使光线透过率显著降低，不能实际使用。

20 密封构件180将构成有机EL元件100的各层130～170气密密封，具有遮断（遮蔽）氧气或水份的功能。通过设置密封构件180,可以发挥提高有机EL元件100的可靠性的效果，以及具有防止各层130～170（特别是孔穴输送层140和发光层150）变质和劣化等的效果等。

而且也可以在密封构件180的内部充填例如氮气、各种稀有气体等惰性气体。这样，可以更加确实地防止各层130～170变质和劣化等的效果等。

25 作为密封构件180的构成材料，只要是具有透光性的就无特别限制，例如可以使用各种树脂材料和各种玻璃材料等。

另外，在本实施方式中，发光层150虽然是与空穴输送层140分开另外设置的，但是也可以制成兼有空穴输送层140和发光层150这两种功能的空穴输送发光层。这种情况下，空穴输送发光层与电子注入层160的界面附近，起着发光层150的作用。

30 另外，使用空穴输送发光层的情况下，从阳极130注入到空穴输送发

光层的空穴，由于电子注入层160被关闭而具有可以提高空穴与电子之间再结合效率的优点。

5 而且在阳极130与空穴注入层140之间，在空穴注入层140与发光层150之间，以及在发光层150与电子注入层160之间等，还可以分别设置任意目的层。

例如在阳极130与空穴注入层140之间设置空穴注入层，在发光层150与电子注入层160之间设置电子输送层等。此外，在有机EL元件100中还可以设置空穴阻挡层和电子阻挡层等。

10 <显示装置>

以下以电泳显示装置作为一个实例，说明具备上述那种薄膜晶体管的组装了有源矩阵装置的显示装置。

15 图9是表示在电泳显示装置中采用本发明显示装置的情况下，一种实施方式的纵剖面图，图10是表示图9所示的具备电泳显示装置的有源矩阵装置结构的方框图。

图9所示的电泳显示装置200,由在基板500上设置的有源矩阵装置（本发明的电子电路）300、与此有源矩阵装置300电连接的电泳显示部400所构成。

20 如图10所示，有源矩阵装置300具有互相正交的多个数据线301、多个扫描线302、被设置在這些数据线301和扫描302的各交点附近的薄膜晶体管1。

而且分别将具有薄膜晶体管1的栅电极50与扫描线302连接，将源电极20a与数据线301连接，将漏电极20B与后述的像素电极（个别电极）401连接的。

25 如图9所示，电泳显示部分400具有在基板500上依次层叠的像素电极401、微晶胞402、透明电极（公共电极）403和透明基板404。

而且微晶胞402是用粘结剂材料405被固定在像素电极401与透明电极403之间的。

像素电极401被分割成矩阵状，即正规纵横排列状。

30 在各晶胞402内，分别被封入特性各异的多种电泳粒子，在本实施方

式中被封入的是含有电荷和颜色（色调）不同的两种电泳离子421、422的电泳分散液420。

这种电泳显示装置200中，一旦向一条或多条扫描线302供给选择信号（选择电压），与供给这种选择信号（选择电压）的扫描线302连接的薄膜晶体管1就为开启状态。

这样将使与这种薄膜晶体管1连接的数据线301和像素电极301实质上导通。此时，若数据线301为供给了所需数据（电压）的状态下，则可以将这种数据（电压）供给像素电极401。

通过这种方式，在像素电极401与透明电极403之间就会产生电场，电泳粒子421、422就会根据这种电场的方向、强度、电泳粒子421、422的特性，朝着任何电极方向电泳。

另一方面，一旦停止向扫描线302供给选择信号（选择电压），薄膜晶体管1就会变成关闭状态，与这种薄膜晶体管1连接的数据线301和像素电极401成为非导通状态下。

因此通过对向扫描线302供给和停止供给选择信号，或者向数据线301供给和停止供给数据进行适当组合，可以在电泳显示装置200的显示面侧（透明基板404侧）显示所需的图像（信息）。

本实施方式电泳显示装置200，通过使电泳粒子421、422的颜色各异，由其能够显示多色调图像。

而且本实施方式电泳显示装置200，由于通过具有有源矩阵装置可以使与特定扫描线302连接的薄膜晶体管1选择性地开/关，所以很难出现串音问题，而且由于电路动作的高速化，所以可以获得高品质的图像（信息）。

此外，本实施方式电泳显示装置200，由于在低驱动电压下启动，所以能够节省电力。

另外，本发明的显示装置，并不限于采用这种电泳显示装置200，也可以采用使用上述有机EL元件100的有机EL显示装置、使用无机EL元件的无机EL显示装置、使用液晶显示元件的液晶显示装置等代替电泳显示部分400。

<电子仪器>

这种电泳显示装置200（本发明的显示装置）可以组装在各种电子仪器之中。以下就备有电泳显示装置200的本发明的电子仪器进行说明。

<<电子纸>>

5 首先就在电子纸中使用本发明的电子仪器的实施方式进行说明。

图11是表示在电子纸中使用本发明的电子仪器的实施方式的立体图。

本图所示的电子纸600中，备有与纸张具有相同质感和柔软性的可重写的薄片构成的主体601、和显示单元602。

这种电子纸600中，显示单元602由上述电泳显示装置所构成。

10 <<显示器>>

以下说明将本发明的电子仪器用于显示器的实施方式。

图12是表示将本发明的电子仪器用于显示器的实施方式的图，其中（a）是剖面图，（b）是平面图。

15 本图所示的显示器800备有主体部801、对于主体部801可装卸自由地设置的电子纸600。而且这种电子纸600为如上述的构成，即与图11所示的构成相同。

主体部801,在其侧部（图中右侧）形成可以插入电子纸600的插入口805，而且在其内部设有两组输送辊对802a、802b。通过插入口805一旦将电子纸600插入主体部801内,就能在被输送辊对802a、802b夹持的状态下将
20 电子纸600设置在主体部801中。

而且在主体部801的显示面侧（下图（b）中纸面的前侧），形成矩形孔部803，在此矩形孔部803上镶嵌有透明玻璃板804。这样就可以从主体部801的外部看到被设置在主体部801中状态下的电子纸600。也就是说，在这种显示器800中，被设置在主体部801状态下的电子纸600，使之能在透
25 明玻璃板804中辨认的情况下构成显示面。

而且在电子纸600插入方向的端部（图中左侧）事先设有端子部806，在主体部801的内部设有将电子纸600以被设置在主体部801的状态下与端子部806连接的插孔807。这种插孔807与控制器808和操作部809电连接着。

在这种显示器800中，电子纸被事先可装卸自由地设置在主体部上，
30 可以在从主体部801上取下的状态下携带使用。

而且这种显示器800中,电子纸600以如上述的电泳显示装置200构成的。

本发明的电子仪器并不限于在以上仪器中的应用,例如还可以举出电视机,取景器(view finder)、取景器直视型的磁带录像机、汽车驾驶导航装置、寻呼机、电子手册、计算器、电子报纸、文字处理机、个人计算机、
5 工作站、可视电话、POS终端、备有触摸屏的仪器等。这些各种电子仪器的显示部分,也能够采用以电泳显示装置作为本发明一例的本发明的显示装置。

以上虽然就本发明的电极、电极的形成方法、薄膜晶体管、电子电路、
10 有机电致发光元件、显示装置和电子仪器进行了说明,但是本发明并不受这些限制。

例如,本发明的电极也可以用于太阳能电池(光电变换元件)所备有的阳极、RF电缆终端所备有的电极等。

而且本发明的电极形成方法,必要时还可以在上述的工序中增加一个
15 或者两个以上为任意目的增加的工序。

此外本发明的薄膜晶体管、电子电路、有机电致发光元件、显示装置和电子仪器的各部分的构成,既可以用能发挥同样功能的任意结构所置换,也可以附加任意构成的部分。

20 实施例

以下说明本发明的具体实施例。

A1.薄膜晶体管的制造

(实施例1)

首先准备玻璃基板(NEC柯宁公司制造,“OA10”),采用乙醇洗涤法
25 进行了表面脱脂处理。

然后将玻璃基板干燥后,通过浸渍在浓硫酸中使玻璃表面粗化。这样试图改善下一工序中形成的电镀膜的密接性。接着用纯水将玻璃基板洗涤干净。

进而在感受化液中将玻璃基板浸渍15秒钟后,以用纯水洗涤的操作作
30 为一个循环,反复进行四个循环。

另外，感受液使用了添加了37重量%浓盐酸：1mL/L中有 SnCl_2 ：1g/L的溶液（氯化锡（II）溶液）。

然后在Ni电镀浴中将玻璃基板浸渍5分钟。其中Ni电镀浴的条件如下：

次亚磷酸钠溶液：0.15摩尔/升

5 硫酸铵溶液：0.50摩尔/升

枸橼酸钠溶液：0.20摩尔/升

硫酸镍溶液：0.10摩尔/升

将这四种溶液各以等量混合，用氢氧化钠水溶液调整pH至9.0

Ni电镀浴温度：90℃

10 以这种方法在玻璃基板上形成了平均厚度100纳米的镍镀膜。然后用纯水将玻璃基板洗净后，在50℃干燥。

然后向这种Ni镀膜上供给抗蚀剂材料（东京应化工业株式会社制造，“TSMR8900”），经过曝光和显影（光刻法）形成了与源电极和漏电极形状对应的抗蚀剂图案层。

15 其次在30～40℃下将玻璃基板浸渍在5～10重量%的氯化铁溶液中5～10分钟。这样除去未被抗蚀剂层覆盖的部分Ni镀膜，形成与源电极和漏电极对应的图案形状。

进而用抗蚀剂剥离液除去抗蚀剂层后，依次用水和乙醇洗涤。

20 接着对Ni镀膜实施了氧等离子体处理。其中氧等离子体处理条件如下。

等离子体处理装置：Samco International（サムコインタ-ナショナル）研究所制造，“PX1000”

功率：200W

处理时间：5分钟

25 氧气流量：100sccm

氩气流量：100sccm

这样得到了图4所示构成的源电极和漏电极。

然后利用旋涂法（2400rpm）在玻璃基板上涂布F8T2（聚（9,9-二辛基芴-辅-二噻吩））的1（重量/体积）%甲苯溶液后，在60℃下干燥10分钟。

30 这样得到了平均厚度50纳米的有机半导体层。

接着利用旋涂法（2400rpm）在有机半导体层上涂布聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）的5（重量/体积）%乙酸丁酯溶液后，在60℃下干燥10分钟。这样得到了平均厚度100纳米的栅绝缘层。

进而，通过喷墨法（液滴液量为20pL）将PEDOT（聚亚乙基二氧噻吩）的水分散液（粘度（常温）5cps），在栅绝缘层上的与源电极和漏电极之间的区域对应的部分涂布后，在80℃下干燥10分钟。这样得到了平均厚度100纳米的栅电极。

通过以上工序得到了薄膜晶体管。

10 （实施例A2）

除了在40℃下将玻璃基板在添加了作还原剂用的二甲基甲硅烷的0.1重量%氯化镍水溶液中浸渍5分钟，形成Ni镀膜以外，与实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

另外，所得到的Ni镀膜平均厚度为100纳米。

15

（实施例A3）

除了在形成源电极和漏电极时，形成Cu镀膜代替Ni镀膜以外，与上述实施例1同样得到了薄膜晶体管。

其中玻璃基板在Cu电镀浴中的浸渍时间为5分钟，Cu电镀的条件如下：

20

福尔马林 : 0.25摩尔/升

乙二胺四乙酸钠溶液 : 0.06摩尔/升

硫酸铜溶液 : 0.05摩尔/升

2,2'-双联吡啶 : 20毫克/升

25 六氨基铁（II）钾溶液：50毫克/升

将这五种溶液各以等量混合，并用氢氧化钠水溶液调整pH至12.5

Cu电镀浴温度 : 90℃

而且，得到的Cu镀膜平均厚度为100纳米。

30 （实施例A4）

除了在20℃下于添加了罗歇尔盐作为络合剂的0.5重量%硫酸铜水溶液中将玻璃基板浸渍10分钟，形成Cu镀膜以外，与上述实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

其中得到的Cu镀膜平均厚度为100纳米。

5

（实施例A5）

除了用除去法形成Cu膜代替Cu镀膜以外，与上述实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

也就是说，首先在玻璃基板上设置抗蚀剂图案，以使与源电极和漏电极对应的部分以外的部分覆盖，在整个表面上蒸镀100纳米Cu膜。

接着采用喷射剥离装置除去抗蚀剂图案，得到了与源电极和漏电极对应形状的Cu膜。

（实施例A6）

除了在氧等离子体处理时处理时间采用20分钟以外，与上述实施例A3同样得到了薄膜晶体管。

其中得到的Cu镀膜平均厚度为100纳米。

（实施例A7）

除了在90℃下于0.1重量%氯化钴水溶液中将玻璃基板浸渍5分钟，形成了Co镀膜以外，与上述实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

其中得到的Co镀膜平均厚度为100纳米。

（实施例A8）

首先准备玻璃基板（NEC柯宁公司制造，“OA10”），采用乙醇洗涤法进行了表面脱脂处理。

接着将玻璃基板干燥后，浸渍在浓硫酸中使玻璃基板的表面粗化。这样谋求改善下一工序中形成的电镀膜的密接性。接着用纯水将玻璃基板洗涤干净。

进而采用活性DC磁控管溅射法在玻璃基板上形成了含有平均厚度

100纳米的NiO的覆膜。

其中活性DC磁控管溅射法的条件如下：

靶：金属Ni

腔室内达到的真空度： 5×10^{-4} Pa

5 DC功率：60W

导入的气体：氧气和氩气的混合气体（氧气：氩气（摩尔比）=80：20）

成膜时腔室内的压力：0.65Pa

10 然后向这种镀膜上供给抗蚀剂材料（东京应化工业株式会社制造，“TSMR8900”），经过曝光和显影（光刻法）形成了与源电极和漏电极形状对应的抗蚀剂图案层。

进而，通过活性离子蚀刻法除去未被抗蚀剂层覆盖的部分的覆膜，形成与源电极和漏电极对应的图案形状。

这样得到了图4所示构成的源电极和漏电极。

15 以下与实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

（实施例A9）

除了将氧气与氩气的混合比改变为25：75以外，与实施例A8同样得到了薄膜晶体管。

20

（实施例A10）

除了将氧气与氩气的混合比改变为10：90以外，与实施例A8同样得到了薄膜晶体管。

25 （实施例A11～A13）

除了用金属Cu代替金属Ni作为靶以外，分别与上述实施例A8～A10同样得到了薄膜晶体管。

（实施例A14～A16）

30 除了用金属Co代替金属Ni作为靶以外，分别与上述实施例A8～A10

同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A17)

首先准备玻璃基板(NEC柯宁公司制造,“OA10”),采用乙醇洗涤法
5 进行了表面脱脂处理。

接着将玻璃基板干燥后,浸渍在浓硫酸中使玻璃基板的表面粗化。这样谋求改善下一工序中形成膜的密接性。然后用纯水将玻璃基板洗涤干净。

进而采用激光烧蚀法在玻璃基板上形成了平均厚度100纳米的由
10 SrCu_2O_2 构成的覆膜。

其中激光烧蚀法的条件如下:

靶 : SrCu_2O_2 烧结体

腔室内达到的真空度 : $5 \times 10^{-7} \text{Pa}$

激光器的种类 : ArF激元激光器(波长: 193nm, 脉冲长度:
15 20ns)

能量密度 : 5 J/cm^2

导入的气体 : 氧气

成膜时腔室内的压力 : 5Pa

玻璃基板的温度 : 250°C

20 然后向这种镀膜上供给抗蚀剂材料(东京应化工业株式会社制造,“TSMR8900”),经过曝光和显影(光刻法)形成了与源电极和漏电极形状对应的抗蚀剂图案层。

进而利用活性离子蚀刻法除去未被抗蚀剂层覆盖的部分的覆膜,形成与源电极和漏电极对应形状图案。

25 这样得到了图4所示构成的源电极和漏电极。

以下与实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A18)

除了用 CuAlO_2 烧结体代替 SrCu_2O_2 烧结体作为靶以外,与上述实施例
30 A17同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A19)

除了用 CuGaO_2 烧结体代替 SrCu_2O_2 烧结体作为靶以外,与上述实施例A17同样得到了薄膜晶体管。

5

(实施例A20)

首先准备玻璃基板(NEC柯宁公司制造,“OA10”),采用乙醇洗涤法进行了表面脱脂处理。

接着将玻璃基板干燥后,浸渍在浓硫酸中使玻璃基板的表面粗化。这样谋求改善下一工序中形成膜的密接性。然后用纯水将玻璃基板洗涤干净。

进而与上述实施例A3同样,形成了平均厚度80纳米的由Cu构成的基底电极层(功函数 4.7eV),然后与上述实施例A11同样形成了平均厚度20纳米的由 Cu(II)O 构成的表面电极层(功函数 5.4eV)。

这样得到了图1所示构成的源电极和漏电极。

以下与实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A21)

首先准备玻璃基板(NEC柯宁公司制造,“OA10”),采用乙醇洗涤法进行了表面脱脂处理。

接着将玻璃基板干燥后,浸渍在浓硫酸中使玻璃基板的表面粗化。这样谋求改善下一工序中形成膜的密接性。然后用纯水将玻璃基板洗涤干净。

进而与上述实施例A3同样,形成了平均厚度80纳米的由Cu构成的基底电极层(功函数 4.7eV),然后与上述实施例A17同样形成了平均厚度20纳米的由 SrCu_2O_2 构成的表面电极层(功函数 5.4eV)。

这样得到了图1所示构成的源电极和漏电极。

接着与实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A22~A124)

30

除了用金属Ag代替金属Ni作为靶以外，分别与上述实施例A8～A10同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A25)

- 5 除了用真空蒸镀法形成平均厚度100纳米的Cu蒸镀膜代替Cu镀膜以外，与上述实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A26)

- 10 除了用实施硫化处理代替氧等离子体处理以外，与上述实施例A25同样得到了薄膜晶体管。

其中硫化处理采用在硫化氢气体气氛中，于100℃下对Cu蒸镀膜热处理30分钟的方法进行。

(实施例A27)

- 15 除了用真空蒸镀法形成平均厚度100纳米的Ag蒸镀膜代替Cu镀膜以外，与上述实施例A1同样形成与源电极和漏电极对应形状图案。

然后对Ag蒸镀膜实施了氯化处理。这样得到了图4所示构成的源电极和漏电极。

- 20 另外，氯化处理采用在氯化氢气体气氛中，于100℃下对Ag蒸镀膜热处理30分钟的方法进行。

接着与上述实施例A1同样得到了薄膜晶体管。

(实施例A28)

- 25 除了改变氯化处理的方法以外，与上述实施例A27同样得到了薄膜晶体管。

也就是说，首先用3M的HNO₃对Ag蒸镀膜进行前处理后，进行了水洗。

然后将玻璃基板浸渍在0.1M的HCl水溶液中，采用0.8A/cm²电流密度对Ag蒸镀膜通电15分钟，进行了电解处理。

这样得到了图1所示的源电极和漏电极。

(比较例A1)

除了将氧气与氩气的混合比改变成0: 100以外, 与上述实施例A8同样得到了薄膜晶体管。

5 (比较例A2)

除了将氧气与氩气的混合比改变成0: 100以外, 与上述实施例A11同样得到了薄膜晶体管。

(比较例A3)

10 除了将氧气与氩气的混合比改变成0: 100以外, 与上述实施例A14同样得到了薄膜晶体管。

(比较例A4)

15 除了将氧气与氩气的混合比改变成0: 100以外, 与上述实施例A22同样得到了薄膜晶体管。

A2.评价

A2-1.氧化物含量的测定

20 对于各实施例和比较例得到的源电极和漏电极, 为了分别确认存在氧化物、硫化物和氯化物(以下将这些总称为“金属化合物”)的部分(区域), 测定了这部分中金属化合物的含量。

另外, 这种测定是采用X-射线微区分析法(EPMA)进行的。

A2-2.功函数的测定

25 对于各实施例和比较例得到的源电极和漏电极, 分别测定了功函数。这些测定中采用了简易的UPS装置(理研计器社制造, “AC-1”型)。

A2-3.晶体管特性的评价

对于各实施例和比较例得到的源电极和漏电极, 分别测定了载流子的移动度 μ 、阈值电压 V_{th} 和S值。

30 而且这些测定是采用Agilento社制造的“半导体参数分析仪4156C”进行的。

这里所述阈值电压 V_{th} 是指，当表示栅电压与 $I_d^{1/2}$ （ I_d ：漏电流值）之间关系的近似式（关系式）的数值为0时的栅电压，可以将其视为漏电流开始流动时所需的栅电压。

所述S值是指使漏电流数值上升一个数量级所需的栅电压值。

5 因此，载流子的移动度 μ 越大，阈值电压 V_{th} 越小，S值越小，则意味着是一种具有良好特性的薄膜晶体管。

其结果示于表1（表1-1和表1-2）之中。

表1-1

	源电极和漏电极				载流子移动度 (cm^2/Vs)	阈值电压 V_{th} (V)	s值 (V)
	平均厚度* (nm)	金属化合物的种类	金属化合物含量 (Wt%)	功函数 (eV)			
实施例A1	5	NiO	81	5.0	3.0×10^{-3}	0	1.0
实施例A2	6	NiO	75	5.0	3.0×10^{-3}	0	1.0
实施例A3	6	Cu (II) O	79	5.4	4.4×10^{-3}	-1	1.6
实施例A4	5	Cu (II) O	76	5.4	4.4×10^{-3}	0	1.5
实施例A5	7	Cu (II) O	80	5.4	4.4×10^{-3}	0	1.5
实施例A6	10	Cu (II) O	95	5.4	4.6×10^{-3}	0	1.4
实施例A7	5	CoO	85	5.0	2.8×10^{-3}	-1	1.7
实施例A8	100	NiO	100	5.0	3.0×10^{-3}	0	1.0
实施例A9	100	NiO	75	5.0	3.0×10^{-3}	0	1.0
实施例A10	100	NiO	50	5.0	3.0×10^{-3}	-1	1.2
实施例A11	100	Cu (II) O	100	5.4	4.4×10^{-3}	0	1.5
实施例A12	100	Cu (II) O	75	5.4	4.4×10^{-3}	0	1.5
实施例A13	100	Cu (II) O	50	5.3	4.4×10^{-3}	-1	1.6
实施例A14	100	CoO	100	5.0	2.8×10^{-3}	-1	1.7
实施例A15	100	CoO	75	5.0	2.8×10^{-3}	-1	1.8
实施例A16	100	CoO	50	5.0	2.8×10^{-3}	-3	1.8

10 *：源电极和漏电极表面存在金属化合物部分的平均厚度

表1-2

	源电极和漏电极				载流子移动度 (cm^2/Vs)	阈值电压 V_{th} (V)	S值 (V)
	平均厚度* (nm)	金属化合物的种类	金属化合物含量 (Wt%)	功函数 (eV)			
实施例A17	100	SrCu_2O_2	100	5.4	2.7×10^{-3}	0	1.5
实施例A18	100	CuAlO_2	100	5.4	2.5×10^{-3}	0	1.5
实施例A19	100	CuGaO_2	100	5.4	2.4×10^{-3}	0	1.5
实施例A20	20	Cu(II)O	100	5.4	4.4×10^{-3}	0	1.5
实施例A21	20	SrCu_2O_2	100	5.4	2.7×10^{-3}	0	1.5
实施例A22	100	$\text{Ag(I)}_2\text{O}$	100	5.3	3.0×10^{-3}	-1	1.7
实施例A23	100	$\text{Ag(I)}_2\text{O}$	75	5.3	3.0×10^{-3}	-1	1.7
实施例A24	100	$\text{Ag(I)}_2\text{O}$	50	5.3	3.0×10^{-3}	-1	1.7
实施例A25	7	$\text{Cu(I)}_2\text{O}$	80	5.4	4.4×10^{-3}	0	1.5
实施例A26	8	$\text{Cu(I)}_2\text{S}$	86	5.0	3.0×10^{-3}	0	1.5
实施例A27	7	$\text{Ag(I)}_2\text{Cl}$	90	5.2	2.7×10^{-3}	-3	1.7
实施例A28	5	$\text{Ag(I)}_2\text{Cl}$	95	5.2	2.7×10^{-3}	-3	1.7
比较例A1	不含金属化合物, 全体是Ni			5.0	3.0×10^{-3}	-7	2.0
比较例A2	不含金属化合物, 全体是Cu			4.7	0.5×10^{-3}	-8	3.2
比较例A3	不含金属化合物, 全体是Co			5.0	2.8×10^{-3}	-7	2.4
比较例A4	不含金属化合物, 全体是Ag			4.2	2.8×10^{-3}	-10	3.0

* : 源电极和漏电极表面存在金属化合物部分的平均厚度

- 5 正如表1-1和表1-2所示, 各实施例的薄膜晶体管阈值电压 V_{th} 的绝对值和S值均小, 而且载流子的移动度 μ 均大, 是特性优良的晶体管。

而且在源电极和漏电极中，晶体管特性具有随着氧化物（金属氧化物）含量的增加而提高的趋势。

与此相比，各比较例的薄膜晶体管阈值电压Vth的绝对值和S值均大，而且载流子的移动度μ均小。

5 A2-4.经时劣化的评价

将实施例A6和比较例A2中得到的薄膜晶体管，在25℃、水份浓度10ppm、氧浓度10ppm的环境下放置，放置3日后和放置57日后，再次测定了载流子的移动度μ、阈值电压Vth和S值。

结果示于表2之中。

10

表2

	经过的日数	载流子的移动度μ (cm ² /Vs)	阈值电压Vth (V)	S值 (V)
实施例A6	0日	4.6×10 ⁻³	0	1.4
	3日后	4.6×10 ⁻³	0	1.4
	57日后	4.5×10 ⁻³	0	1.4
比较例A2	0日	0.5×10 ⁻³	-6	2.6
	3日后	0.5×10 ⁻³	-6	2.7
	57日后	0.2×10 ⁻³	-8	3.5

如表2中所示数据说明，实施例A6的薄膜晶体管即使放置57日后仍能维持初期的晶体管特性。

15 与此相比，比较例A2的薄膜晶体管，晶体管特性显著经时劣化。

此结果暗示，通过使源电极和漏电极的表面附近含有氧化物（金属氧化物），可以获得能够防止有机层变质和劣化的效果。

以上结果说明，通过使源电极和漏电极的表面附近含有包含所定元素的氧化物，能够提高薄膜晶体管的特性，而且可以防止或抑制其经时变质和劣化。

20

B1.有机EL元件的制造

（实施例B1）

首先准备玻璃基板（NEC柯宁公司制造，“OA10”），采用乙醇洗涤法进行了表面脱脂处理。

进而将玻璃基板干燥后，通过在浓硫酸中浸渍使玻璃基板的表面粗
5 化。这样谋求改善下一工序中形成电镀膜的密接性。然后用纯水将玻璃基板洗涤干净。

进而在感受化液中将玻璃基板浸渍15秒钟后，以用纯水洗涤的操作作为一个循环，反复进行四个循环。

其中感受液使用添加了37重量%浓盐酸：1mL/L中有 SnCl_2 ：1g/L的溶
10 液（氯化锡（II）溶液）。

接着与上述实施例A1同样在玻璃基板上形成平均厚度100纳米的阳极。

然后通过旋涂法（2400rpm）在阳极上涂布PEDOT/PSS（聚（3,4-亚乙基二氧噻吩/苯乙烯磺酸））的1重量%的水分散液之后，在60℃下干燥
15 10分钟。这样得到了平均厚度50纳米的空穴输送层。

接着通过旋涂法（2400rpm）在空穴输送层上涂布F8T2（聚（9,9-二辛基芴-辅-二噻吩））1（重量/体积）%的甲苯溶液后，在60℃下干燥10分钟。这样得到了平均厚度60纳米的发光层。

进而用真空蒸镀法使钙在发光层上成膜。这样得到了平均厚度20纳米
20 的电子注入层。

再利用溅射法在电子注入层上使氧化铟锡（ITO）成膜。这样得到了平均厚度100纳米的阴极。

进而将由玻璃材料构成的密封构件结合在基板上，将阳极、空穴输送层、发光层和电子注入层密封。

25 通过以上工序得到了图8所示的有机EL元件。

（实施例B2）

除了与上述实施例A3同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

(实施例B3)

除了与上述实施例A7同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

5 (实施例B4)

除了与上述实施例A8同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

(实施例B5)

10 除了与上述实施例A11同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

(实施例B6)

15 除了与上述实施例A14同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

(实施例B7)

除了与上述实施例A17同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

20

(实施例B8)

除了与上述实施例A18同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

25 (实施例B9)

除了与上述实施例A19同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到了有机EL元件。

(实施例B10)

30 除了与上述实施例A25同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到

了有机EL元件。

（实施例B11）

除了与上述实施例A26同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到
5 了有机EL元件。

（实施例B12）

除了与上述实施例A28同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到
了有机EL元件。

10

（比较例B1）

除了与上述比较例A1同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到
了有机EL元件。

15

（比较例B2）

除了与上述比较例A2同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到
了有机EL元件。

（比较例B3）

20

除了与上述比较例A3同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样得到
了有机EL元件。

（参考例）

除了采用溅射法使氧化铟锡（ITO）成膜形成阳极以外，与上述实施
25 例B1同样得到了有机EL元件。

B2.评价

B2-1.氧化物含量的测定

与上述A2-1同样进行。

30

B2-2.功函数的测定

与上述A2-2同样进行。

B2-3.发光强度的测定

分别测定了对各实施例、各比较例和参考例中得到的有机EL元件，在阳极与阴极之间施加电压（6V）时的发光强度（亮度）。

5 结果示于表3之中。

另外，表3中的各发光强度，是以比较例B2中测定的发光强度为“1”时的相对值表示的。

表3

	阳极				发光强度 (相对值)
	平均厚度* (nm)	金属化合物的 种类	金属化合物含 量(Wt%)	功函数(eV)	
实施例B1	5	NiO	85	5.0	27
实施例B2	5	Cu(II)O	80	5.4	32
实施例B3	5	CoO	83	5.0	24
实施例B4	100	NiO	100	5.0	25
实施例B5	100	Cu(II)O	100	5.4	30
实施例B6	100	CoO	100	5.0	22
实施例B7	100	SrCu ₂ O ₂	100	5.4	28
实施例B8	100	CuAlO ₂	100	5.4	26
实施例B9	100	CuGaO ₂	100	5.4	27
实施例B10	6	Cu(I) ₂ O	76	5.4	30
实施例B11	8	Cu(I) ₂ S	81	5.0	30
实施例B12	5	Ag(I) ₂ Cl	90	5.2	29
比较例B1	不含金属化合物，全体为Ni			5.0	0.9
比较例B2	不含金属化合物，全体为Cu			4.7	1
比较例B3	不含金属化合物，全体为Co			5.0	0.7
参考例	100	ITO	100	4.8	20

10 *：阳极表面存在金属化合物部分的平均厚度

正如表3所示，各实施例有机EL元件的发光强度，都与参考例的发光强度一样不变，而且比参考例的发光强度高。

与此相比，各比较例的有机EL元件的发光强度，都显著低，不适于实用。

- 5 另外，这种结果对于备有由Ag组成的阳极的有机EL元件而言也同样。也就是说，除了与上述比较例A4同样形成阳极以外，与上述实施例B1同样制作了有机EL元件。而且关于这种元件与上述同样测定了发光强度，结果证明是相对于比较例B2的发光强度的0.1~0.5倍左右。

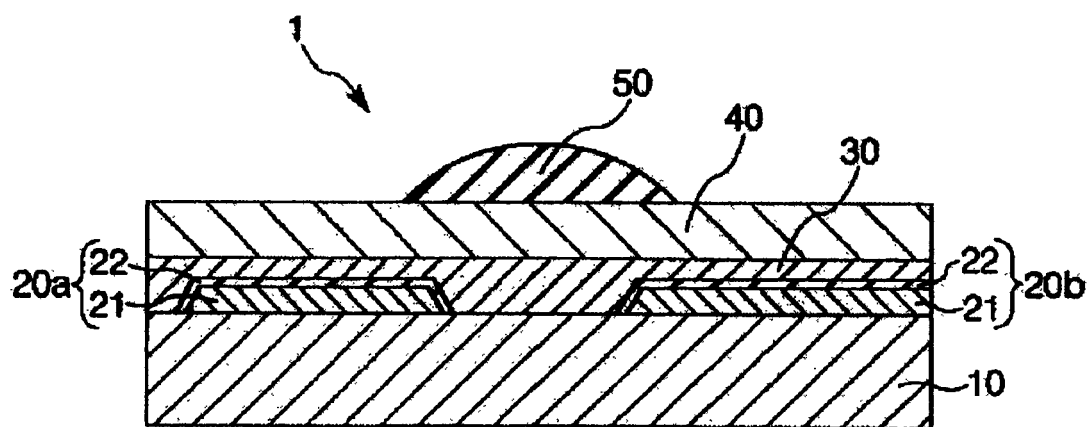


图 1

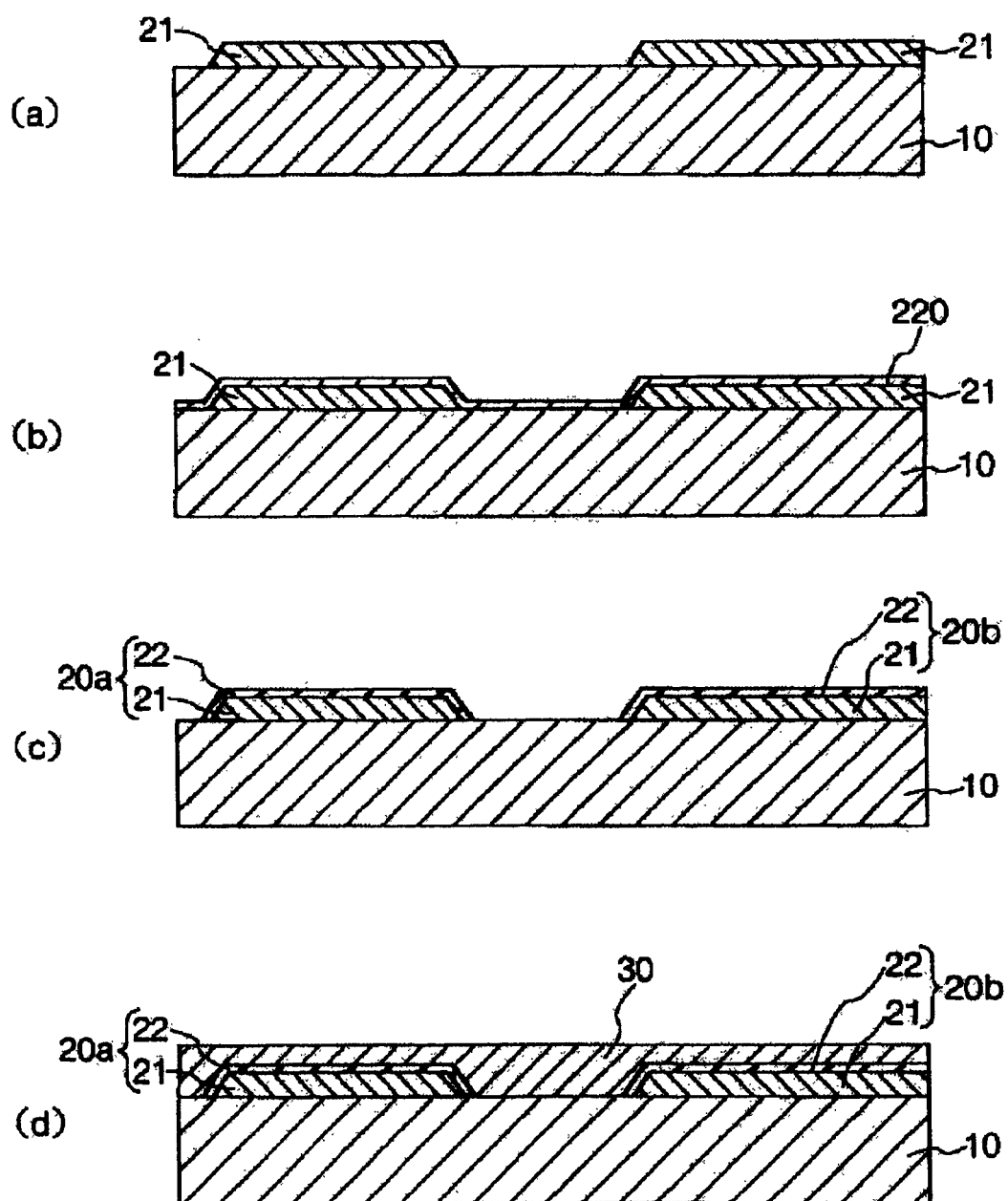


图 2

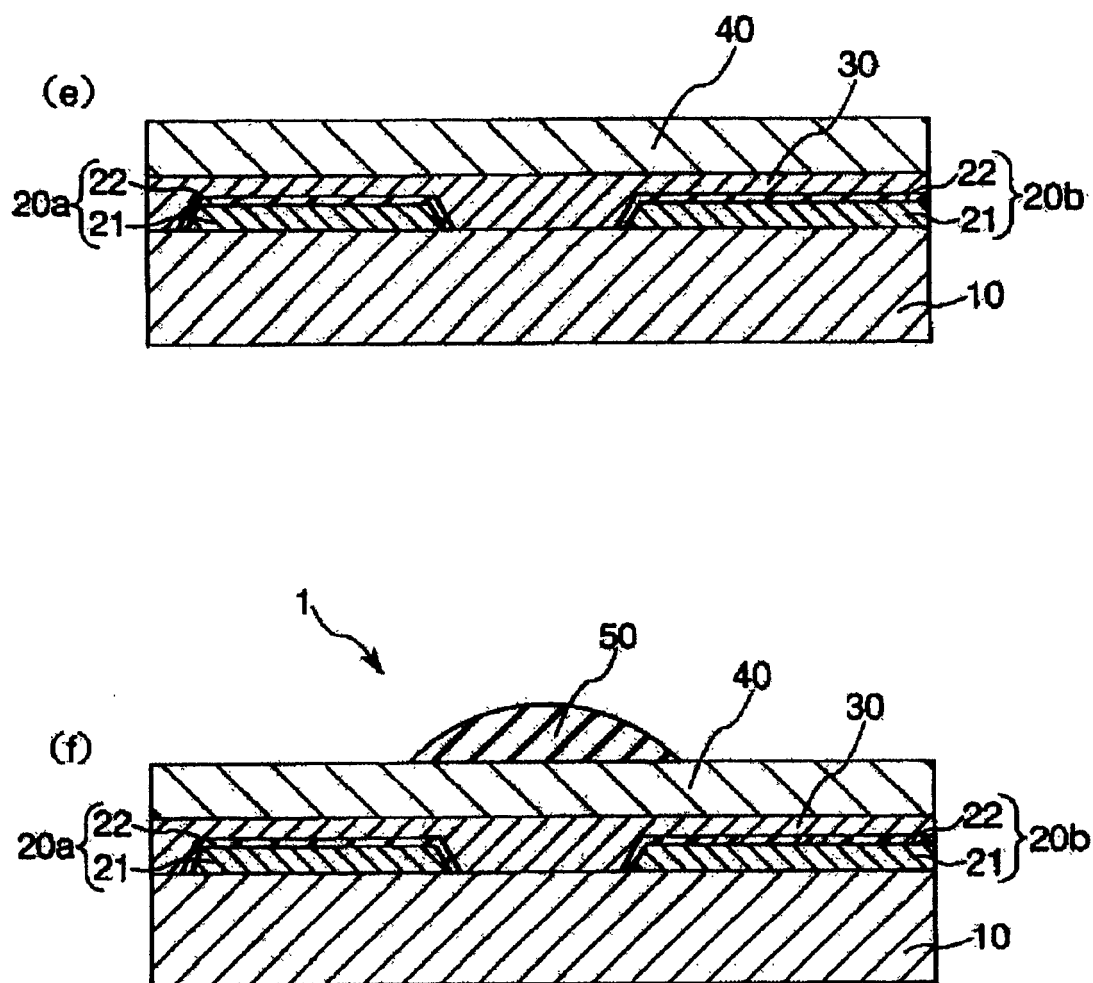


图 3

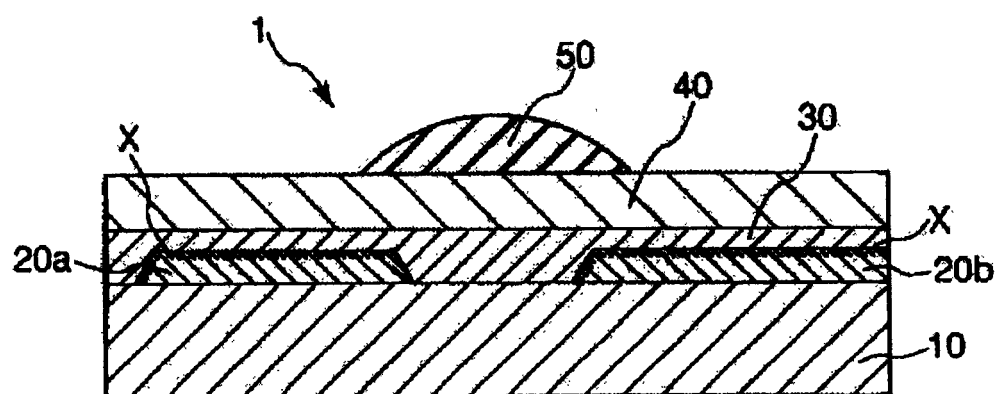


图 4

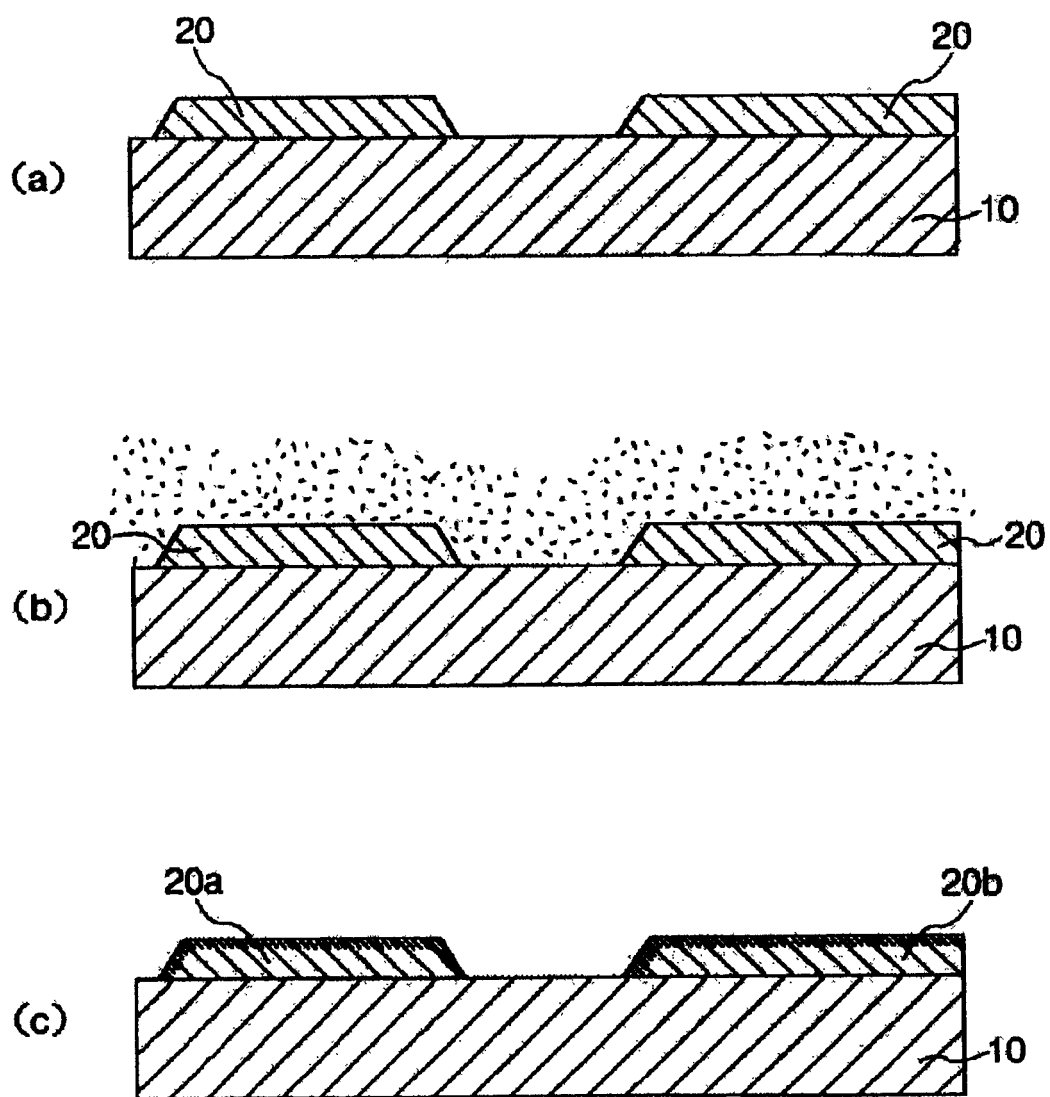


图 5

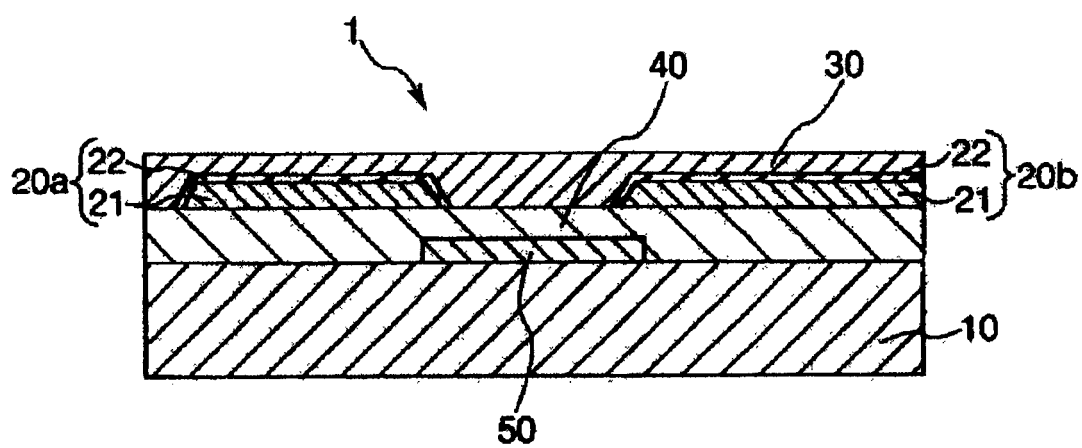


图 6

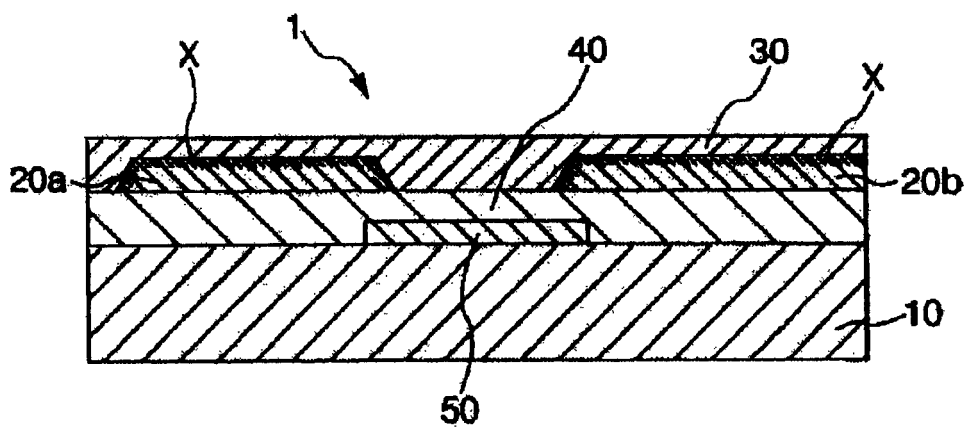


图 7

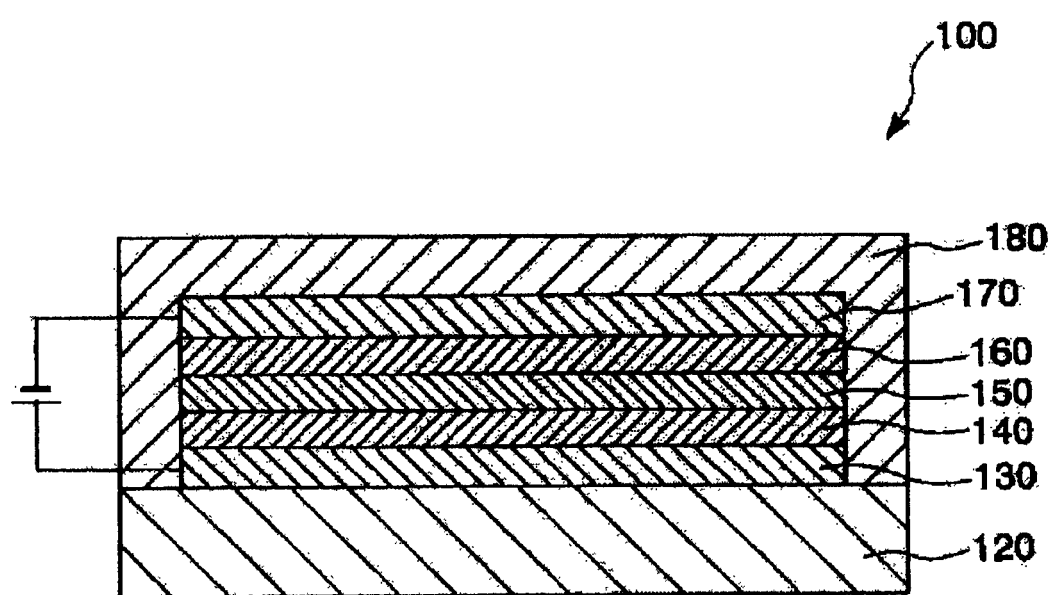


图 8

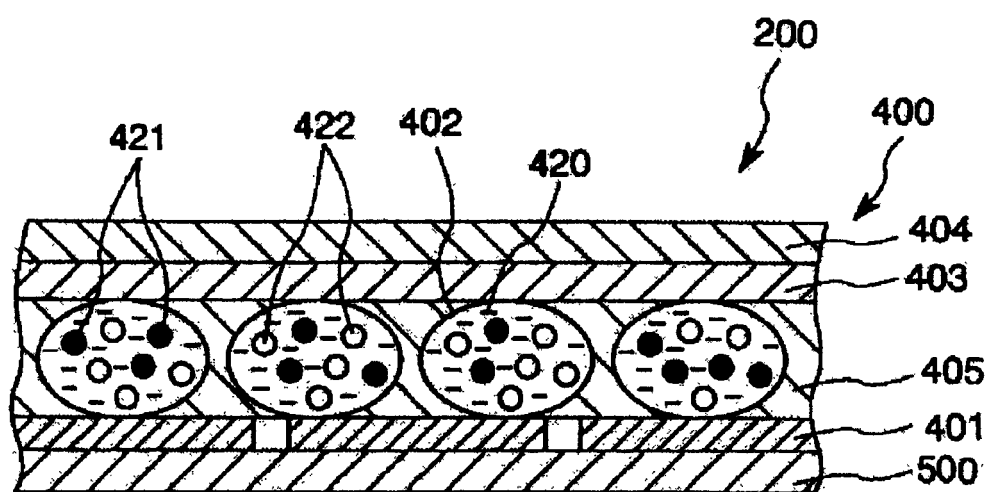


图 9

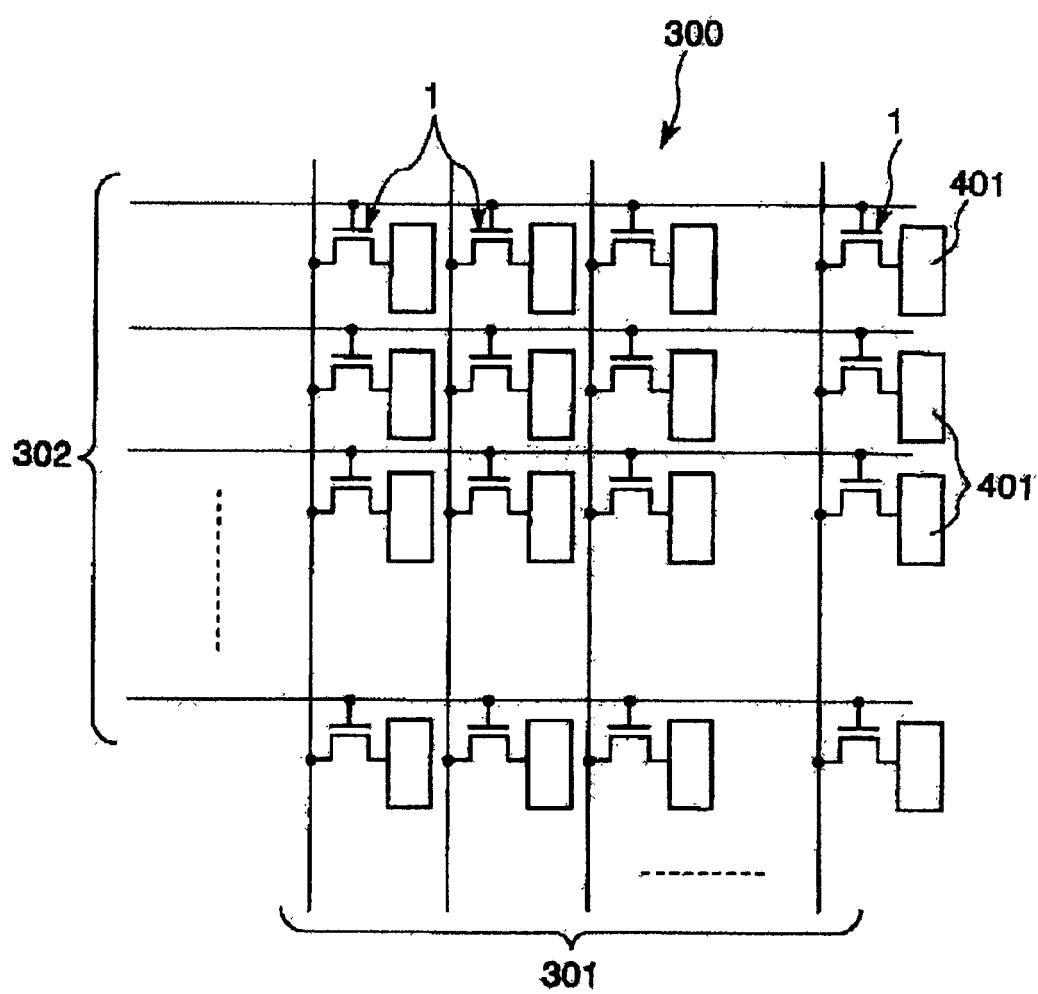


图 10

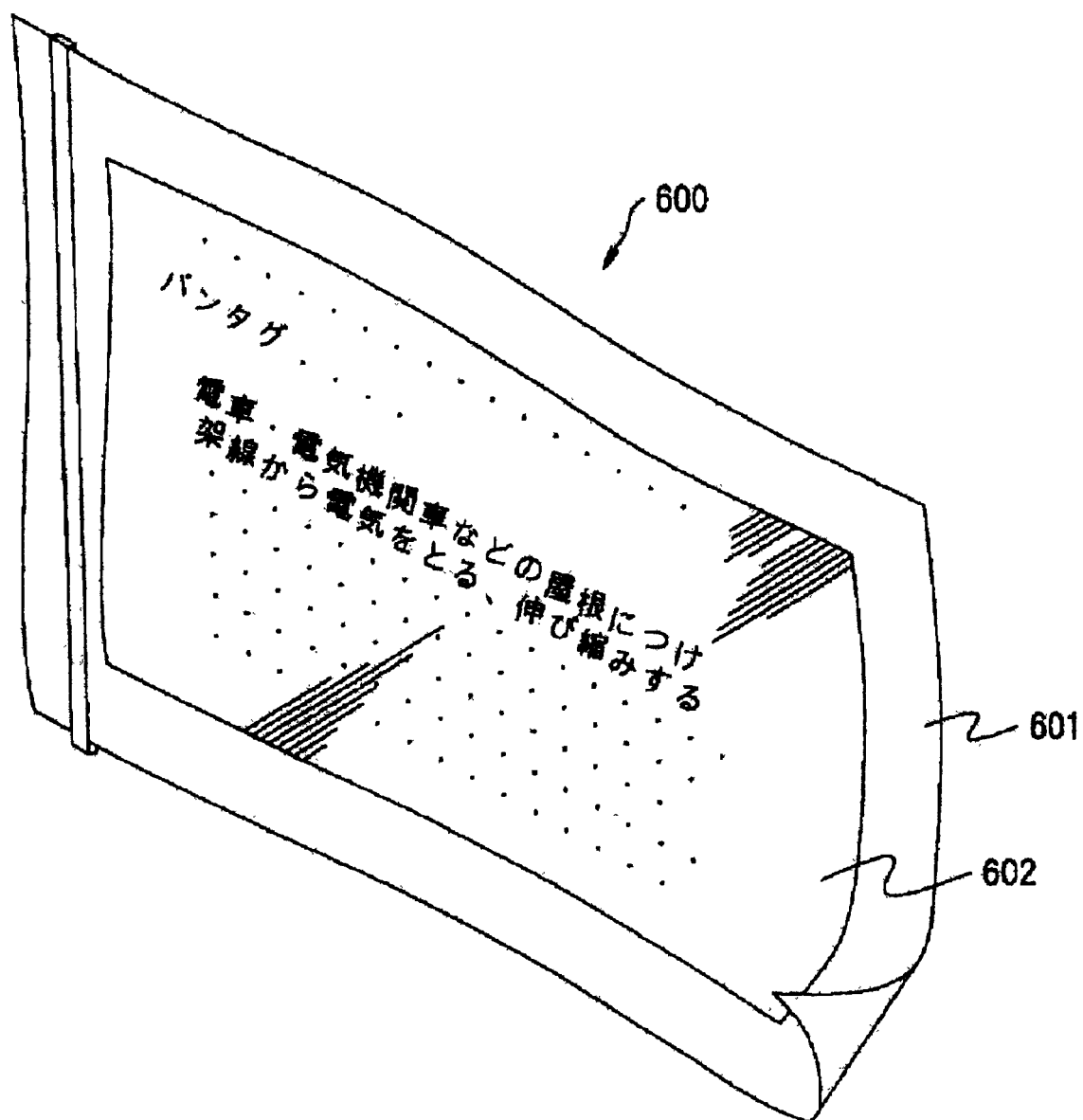


图 11

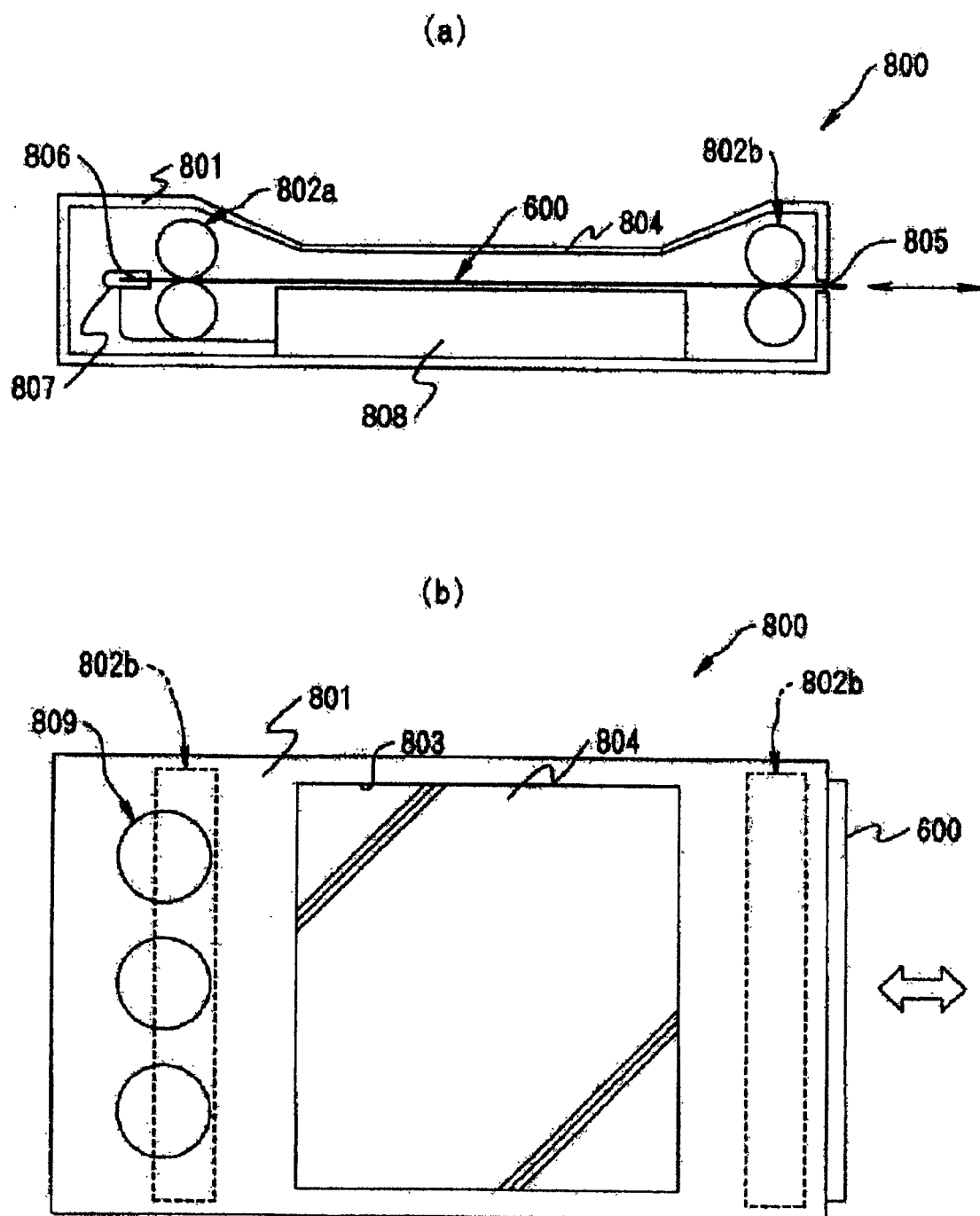


图 12

专利名称(译)	电极及其形成方法、薄膜晶体管、电子电路、显示装置		
公开(公告)号	CN1585100A	公开(公告)日	2005-02-23
申请号	CN200410057835.7	申请日	2004-08-18
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	守谷壮一 川濑健夫 原田光明		
发明人	守谷壮一 川濑健夫 原田光明		
IPC分类号	H01L51/50 H01L21/02 H01L21/28 H01L29/417 H01L29/43 H01L29/786 H01L51/00 H01L51/05 H01L51/10 H01L51/40 H05B33/00 H05B33/10 H05B33/26 G06F9/30		
CPC分类号	H01L51/0545 H01L51/105 H01L51/0541 H01L51/0021		
代理人(译)	李香兰		
优先权	2003423745 2003-12-19 JP 2003207936 2003-08-19 JP 2004162538 2004-05-31 JP		
其他公开文献	CN1333440C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种能以低成本制造且空穴注入效率高的电极、并简单地制造这种电极的电极形成方法、可靠性高的薄膜晶体管、使用这种薄膜晶体管的电子电路、有机电致发光元件、显示装置和电子仪器。本发明的薄膜晶体管是顶部栅型薄膜晶体管，其结构中具有互相分离设置的源电极(20a)和漏电极(20b)，位于源电极(20a)和漏电极(20b)之间的有机半导体层(30)，和位于有机半导体层(30)和栅电极(50)之间的栅绝缘层(40)，并进一步搭载在基板(10)上。源电极(20a)和漏电极(20b)分别由基底电极层(21)和表面电极层(22)构成的。表面电极层(22)含有包含Cu、Ni、Co、Ag中至少一种元素的氧化物。

