



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103688385 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201280035417. 0
 (22) 申请日 2012. 07. 03
 (30) 优先权数据
 2011-157418 2011. 07. 19 JP
 2011-157417 2011. 07. 19 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2014. 01. 17
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2012/066996 2012. 07. 03
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02013/011833 JA 2013. 01. 24
 (73) 专利权人 株式会社日立制作所
 地址 日本东京
 (72) 发明人 佐久间广贵 荒谷介和
 信木俊一郎 石原慎吾
 (74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
 利商标事务所 11038
 代理人 王永红

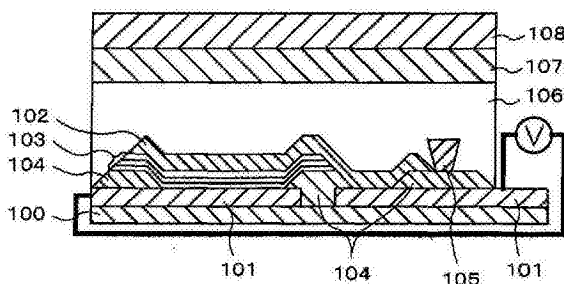
(51) Int. Cl.
H01L 51/50(2006. 01)
H05B 33/10(2006. 01)
H05B 33/26(2006. 01)
 (56) 对比文件
 US 2002061418 A1, 2002. 05. 23,
 US 2005001543 A1, 2005. 01. 06,
 CN 1370034 A, 2002. 09. 18,
 WO 2010109877 A1, 2010. 09. 30,
 CN 1340865 A, 2002. 03. 20,
 审查员 程健

权利要求书5页 说明书28页 附图4页

(54) 发明名称
 有机发光元件、光源装置及有机发光元件的
 制造方法

(57) 摘要

本发明提供有机发光元件,有机发光元件的高效率化需要减少表面等离子体激元的激励以外的电子-空穴对的非发光复合的影响,将激子能量的大部分转换为可视光,并大幅提高有机发光元件的发光效率。本发明的有机发光元件具有反射电极、透明电极、以及于所述反射电极和所述透明电极之间配置的发光层,其具有如下构成:所述发光层中含有主体、第一掺杂剂,关于所述第一掺杂剂,相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分、水平方向成分的一个比另一个大。



1. 有机发光元件, 其具有:

反射电极、

透明电极、以及

于所述反射电极和所述透明电极之间配置的发光层;

所述发光层中含有主体、第一掺杂剂,

关于所述第一掺杂剂, 相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大,

在所述反射电极的所述发光层侧具有凹凸构造,

所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团,

关于所述第一掺杂剂的浓度, 所述发光层中所述反射电极存在的一侧的区域比所述透明电极存在的一侧的区域高,

所述第一功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂ 及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上。

2. 如权利要求 1 所述的有机发光元件, 其中,

所述发光层中含有第二掺杂剂,

所述第二掺杂剂的发光色与所述第一掺杂剂不同,

所述第二掺杂剂中含有第二功能性基团,

关于所述第二掺杂剂, 相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大,

所述第二功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂ 及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上。

3. 如权利要求 2 所述的有机发光元件, 其中,

所述发光层中含有第三掺杂剂,

所述第三掺杂剂的发光色与所述第一掺杂剂及第二掺杂剂不同,

所述第三掺杂剂中含有第三功能性基团,

关于所述第三掺杂剂, 相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大,

所述第三功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂ 及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上。

4. 如权利要求 1 所述的有机发光元件, 其中,

关于所述第一掺杂剂,相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分为60%以上。

5. 如权利要求1所述的有机发光元件,其中,
所述发光层中含有的掺杂剂中任一个为平面状分子,
相对于所述平面状分子的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大。

6. 如权利要求1所述的有机发光元件,其中,
所述发光层中含有的掺杂剂中任一个为棒状分子,
相对于所述棒状分子的长轴的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大。

7. 如权利要求1所述的有机发光元件,其中,
所述凹凸构造以Ag、Au、Cu或者Al的任一个为主成分。

8. 如权利要求1所述的有机发光元件,其中,
所述凹凸构造的凹凸的高度、宽度及间距比发光波长小。

9. 如权利要求1所述的有机发光元,其中,
所述凹凸的高度在40~120nm的范围。

10. 有机发光元件,其具有:

上部电极、

下部电极、以及

于所述上部电极和所述下部电极之间配置的发光层;

所述发光层中含有主体、第一掺杂剂,

所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团,

关于所述第一掺杂剂的浓度,所述发光层中所述上部电极存在的一侧的区域和所述下部电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高,

关于所述第一掺杂剂,相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大,

所述第一功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C的个数为10以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的-OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上。

11. 如权利要求10所述的有机发光元件,其中,

所述发光层中含有第二掺杂剂,

所述第二掺杂剂的发光色与所述第一掺杂剂不同,

所述第二掺杂剂中含有第二功能性基团,

关于所述第二掺杂剂的浓度,所述发光层中所述上部电极存在的一侧的区域和所述下部电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高,

关于所述第二掺杂剂,相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大,

所述第二功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C的个数为10以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧

烷基、

与基底层的相互作用大的 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-COOH$ 、 $-SO_3H$ 、 I 、 Br 、 Cl 、 F 、 SCN 、 CN 、 NH_2 、 NO_2 及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及脞部位中的一个以上。

12. 如权利要求 11 所述的有机发光元件, 其中,

所述发光层中含有第三掺杂剂,

所述第三掺杂剂的发光色与所述第一掺杂剂及第二掺杂剂不同,

所述第三掺杂剂中含有第三功能性基团,

关于所述第三掺杂剂的浓度, 所述发光层中所述上部电极存在的一侧的区域和所述下部电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高,

关于所述第三掺杂剂, 相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大,

所述第三功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-COOH$ 、 $-SO_3H$ 、 I 、 Br 、 Cl 、 F 、 SCN 、 CN 、 NH_2 、 NO_2 及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及脞部位中的一个以上。

13. 如权利要求 10 所述的有机发光元件, 其中,

关于所述第一掺杂剂, 相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的水平方向成分为 60% 以上。

14. 如权利要求 10 所述的有机发光元件, 其中,

所述发光层中含有的掺杂剂中任一个为平面状分子,

相对于所述平面状分子的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大。

15. 如权利要求 10 所述的有机发光元件, 其中,

所述发光层中含有的掺杂剂中任一个为棒状分子,

相对于所述棒状分子的长轴的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大。

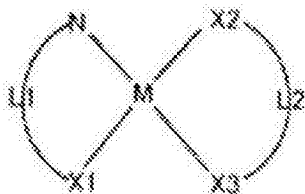
16. 如权利要求 1 ~ 15 中任一项所述的有机发光元件, 其中,

所述第一掺杂剂为包含四配位的中心金属的金属络合物。

17. 如权利要求 16 所述的有机发光元件, 其中,

所述第一掺杂剂为通式 (1) 所示:

[化 1]



... 通式(1)

式中、 $N-L1-X1$ 及 $X2-L2-X3$ 分别表示双齿配体, $X1$ 、 $X2$ 、 $X3$ 分别独立表示碳原子、氧原子或者氮原子, $L1$ 及 $L2$ 表示与 N 、 $X1$ 及 $X2$ 、 $X3$ 一同形成双齿配体的原子团, 中心金属 M 表示 Ni 、 Pd 、 Pt 、 Au 、 Ag 、 Rh 、 Ir 。

18. 光源装置, 其具备如权利要求 1 ~ 15 中任一项所述的有机发光元件。

19. 有机发光元件的制造方法, 该有机发光元件具有: 反射电极、透明电极、以及于所

述反射电极和所述透明电极之间配置的发光层；

所述发光层中含有主体、第一掺杂剂，

关于所述第一掺杂剂，相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大，

涂布所述发光层进行制造，

在所述反射电极的所述发光层侧形成凹凸构造，

所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团，

关于所述第一掺杂剂的浓度，所述发光层中所述反射电极存在的一侧的区域和所述透明电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高，

所述第一功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂ 及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上。

20. 光源装置，其具备第一有机发光元件及第二有机发光元件，其中，

所述第一有机发光元件及第二有机发光元件分别具有反射电极、透明电极、以及于所述反射电极和所述透明电极之间配置的发光层；

所述第一有机发光元件的发光层中含有第一主体及第一掺杂剂，

所述第二有机发光元件的发光层中含有第二主体、第二掺杂剂及第三掺杂剂，

关于所述第一掺杂剂、第二掺杂剂及第三掺杂剂，相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大，

在所述反射电极的所述发光层侧具有凹凸构造，

所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团，

关于所述第一掺杂剂的浓度，所述发光层中所述反射电极存在的一侧的区域和所述透明电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高，

所述第一功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂ 及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上。

21. 有机发光元件的制造方法，该有机发光元件具有：上部电极、下部电极、以及于所述上部电极和所述下部电极之间配置的发光层；

所述发光层中含有主体、第一掺杂剂，

所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团，

关于所述第一掺杂剂的浓度，所述发光层中所述上部电极存在的一侧的区域和所述下部电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高，

关于所述第一掺杂剂，相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大，

所述第一功能性基团为选自

表面能量比苯环低的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上，

涂布所述发光层进行制造。

22. 光源装置，其具备第一有机发光元件及第二有机发光元件，其中，

所述第一有机发光元件及第二有机发光元件分别具有：上部电极、下部电极、以及于所述上部电极和所述下部电极之间配置的发光层，

所述第一有机发光元件的发光层中含有主体及第一掺杂剂，

所述第二有机发光元件的发光层中含有主体、第二掺杂剂及第三掺杂剂，

所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团，

所述第二掺杂剂中含有第二功能性基团，

所述第三掺杂剂中含有第三功能性基团，

关于所述第一掺杂剂、第二掺杂剂及第三掺杂剂的浓度，所述发光层中所述上部电极存在的一侧的区域和所述下部电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高，

关于所述第一掺杂剂、第二掺杂剂及第三掺杂剂，相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大，

所述第一功能性基团、第二功能性基团以及第三功能性基团为选自

表面能量比苯环小的氟烷基、全氟烷基、C 的个数为 10 以上的烷基、全氟聚醚基及硅氧烷基、

与基底层的相互作用大的 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂及联吡啶基、苯氨基、噁唑基、咪唑基及腺部位中的一个以上。

23. 如权利要求 20 或 22 所述的光源装置，其中，

所述第一掺杂剂为蓝色掺杂剂，

所述第二掺杂剂及第三掺杂剂的一个为红色掺杂剂，另一个为绿色掺杂剂。

有机发光元件、光源装置及有机发光元件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及有机发光元件、光源装置及有机发光元件的制造方法。

背景技术

[0002] 作为现有例,专利文献 1 公开了如下技术。即,以提供一种“使构成发光层的有机分子平行于发光面进行取向”而提高了发光效率的有机电致发光元件为目的,提供一种有机电致发光元件,其利用阳极电极层和阴极电极层夹持由有机化合物构成的发光层而形成,所述发光层通过真空中的干法工艺形成,且构成所述发光层的有机化合物分子相对于发光层的面方向平行地取向。

[0003] 还有,专利文献 2 公开了如下技术。即,为了提高有机发光元件的课题即可靠性(长寿命化)而降低或除去各种不良模式的发生为目的,提供一种有机薄膜 EL 装置,其特征在于,“使构成发光层的有机分子垂直于发光面取向”,换言之,吻合电流的流动方向,使有机化合物分子进行取向。

[0004] 还有,非专利文献 1 公开了如下技术。即,以提高有机发光元件的发光效率为目的,提供一种有机薄膜 EL 装置,其特征在于,通过在邻接于“未特别进行取向控制的发光层”的金属电极形成二维的纳米结构,将表面等离子体激元的能量转换为可视光。

[0005] 还有,专利文献 3 公开了如下技术。即,以将来自发光层的光高效率地取出至外部为目的,提供一种有机薄膜 EL 装置,其构成为:至少含有一层由有机 EL 材料构成的发光层的有机材料层配置于第一电极层盒第二电极层之间,将所述有机材料层发出的光取出至所述第一电极层和所述第二电极层的至少任意一个的所述电极层侧,其特征在于,还具备金属微粒子分散于电介质内部的金属微粒子层,通过在所述金属微粒子层内传输所述光,所述金属微粒子层的所述金属微粒子激励等离子体激元共振。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献 1: 特开平 11-102783 号公报

[0009] 专利文献 2: 特开 2004-342336 号公报

[0010] 专利文献 3: 特开 2007-35430 号公报

[0011] 非专利文献

[0012] 非专利文献 1: OPTICS LETTERS VOL. 30、NO. 17、p2302 (2005).

发明内容

[0013] 发明所要解决的课题

[0014] 但是,在专利文献 1 所述的构成及取向控制法中,存在制造步骤复杂、成膜速度低的课题。另外,即使增加水平取向的有机分子,也不能减少除去表面等离子体激元的激励的电子空穴对的非发光复合,因此,内部量子效率的提高有限,最终的发光效率的提高也有限。

[0015] 另外,在专利文献 2 所述的构成中,使构成发光层的有机分子垂直于发光面取向,因此,一般与发光面垂直的方向上带电粒子的波动函数的重叠增大,能够使电流易于流动。但是,垂直取向的有机分子中的激励有机分子能量的大部分被表面等离子体激元的激励所消耗。因此,使用相对于发光面垂直取向的有机分子来提高最终的发光效率是非常难的。

[0016] 另外,在非专利文献 1 所述的构成中,能够将被表面等离子体激元的激励所消耗的能量的一部分转换为可视光,但未特别进行发光层的有机分子的取向控制,因此,水平取向的有机分子的能量不向表面等离子体激元转移,因此,几乎不能取出。进而,水平取向的有机分子的能量其一部分被除去表面等离子体激元的激励的电子-空穴对的非发光复合耗费。由以上所述可知,发光效率的提高效果有限。

[0017] 进而,专利文献 3 的构成中,在电极间夹持有高电阻的电介质层,难以进行高效的电流注入,因此,发光效率的提高有限。

[0018] 鉴于以上所述,本发明的目的在于,减少表面等离子体激元的激励以外的电子-空穴对的非发光复合的影响,提高内部量子效率,即,将激子能量的大部分转换为可视光,大幅提高有机发光元件的发光效率。

[0019] 另外,在现有的取向控制法中,存在制造步骤复杂、成膜速度慢的课题,本发明提供具备有效的取向控制方法的有机发光元件的制造方法。

[0020] 为了解决课题的手段

[0021] 为了解决上述课题,从各个观点出发创造的本发明的一方面如下所述。

[0022] 本发明的有机发光元件具有下部电极和上部电极,一个为反射电极,另一个为透明电极,具有于所述下部电极和所述上部电极之间配置的、含有主体及第一掺杂剂的发光层,所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团,关于所述第一掺杂剂,相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分和水平方向成分中的一个比另一个大,关于所述第一掺杂剂的浓度,所述发光层中所述上部电极存在的一侧的区域和所述下部电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高。

[0023] 另外,为了解决上述课题,从各个观点出发创造的本发明的另一个方面如下所述。

[0024] 本发明的有机发光元件具有反射电极、透明电极、配置于所述反射电极和所述透明电极之间的发光层,其中,所述发光层中含有主体、第一掺杂剂,关于所述第一掺杂剂,相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分大,在所述反射电极的所述发光层侧具有凹凸构造。

[0025] 另外,为了解决上述课题,从各个观点出发创造的本发明的又一个方面如下所述。

[0026] 本发明的有机发光元件具有上部电极、下部电极、以及于所述上部电极和所述下部电极之间配置的发光层;所述发光层中含有主体、第一掺杂剂,所述第一掺杂剂中含有第一功能性基团,关于所述第一掺杂剂的浓度,所述发光层中所述上部电极存在的一侧的区域和所述下部电极存在的一侧的区域中的任一个比另一个区域高,关于所述第一掺杂剂,相对于过渡偶极子力矩的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分大。

[0027] 发明效果

[0028] 本发明的效果为能够减少表面等离子体激元的激励以外的电子-空穴对的非发光复合的影响,将激子能量的大部分转换为可视光,大大提高有机发光元件的发光效率。

[0029] 本发明的其它效果为能够通过提供以简便的方法控制掺杂剂分子的取向而得到

高效率的发光的、有机发光元件、光源装置及有机发光元件的制造方法。

附图说明

- [0030] 图 1 是本发明的光源装置的光源部的一个实施方式中的剖面图。
[0031] 图 2 是本发明的有机发光元件的一个实施方式中的剖面图。
[0032] 图 3 是本发明的光源装置的一个实施方式中的立体模式图。
[0033] 图 4 是本发明的第一实施例的构造的白色发光元件。
[0034] 图 5 是比较例的有机发光元件的实施方式中的剖面图。
[0035] 图 6 是调查本发明的有机发光元件中对应于垂直成分的比例的发光效率的变化的结果。
[0036] 图 7 是本发明的光源装置的构成图。
[0037] 图 8 是调查本发明的有机发光元件中对应于水平成分的比例的发光效率的变化的结果。

具体实施方式

- [0038] 以下,对本发明的实施方式进行说明。
- [0039] 《本发明的实施方式的说明 I》
- [0040] < 等离子体激元吸收导致的有机发光装置的发光效率降低 >
- [0041] 有机发光装置作为显示器、光源、照明用装置,是很有前途的技术。有机发光装置中,从外部电源得到的电能在有机发光装置中的发光层的有机分子形成激子(电子-空穴对),激子缓和(电子-空穴对结合)时的剩余能量成为可视光,该可视光从装置向空气射出。但是,有机发光装置内,有机分子的能量未能高效地转换为光,因此,使向外部的光取出效率降低。妨碍从该激励有机分子向可视光的转换的机制如下所述。
- [0042] 在一般的有机发光装置中,大多在距离金属电极 250nm 以内存在发光层。这时,在金属电极表面附近存在激子、即电偶极子。这样的状况下,电偶极子的辐射场和金属表面上的反射场中含有的渐逝波彼此进行近场相互作用。通过该近场相互作用,电偶极子的能量作为隧道能量向金属流入,并被金属表面等离子体激元的激励能量消耗。表面等离子体激元的激励能量为了表面等离子体激元的有限的寿命而作为焦耳热进行散逸。通过以上的机构,从激励有机分子向可视光的转换受到阻碍(内部量子效率降低)。
- [0043] 例如,将金属电极和发光层中的发光位置的距离设为 75nm 的情况下,表面等离子体激元的激励所消耗的能量为激子能量的大约 25%。
- [0044] < 过渡偶极子力矩的方向控制 >
- [0045] 在上述的讨论中,假设发光层内的有机分子中的过渡偶极子力矩的方向为随机(各向同性的)。但是,对于表面等离子体激元极化声子的激励所消耗的能量,有机分子中的过渡偶极子力矩的方向相对于基板为水平的情况下的一方比相对于基板为垂直的情况少。例如,设金属电极和发光层中的发光位置的距离为 75nm 的情况下,对于表面等离子体激元的激励所消耗的能量,有机分子中的过渡偶极子力矩的方向为垂直的情况下,达到激子能量的 80%,而有机分子中的过渡偶极子力矩的方向为水平的情况下,为 5% 以下。
- [0046] 在此,有机分子内的过渡偶极子力矩的方向能够通过分子骨架进行控制。例如,如

果构成分子的原子全部都在同一平面内（平面上），则过渡偶极子力矩也在分子面内具有方向。另外，通过将分子内的、与过渡相关的电子-空穴对所分布的一部分的原子的配置设 在同一面内，也能够控制过渡偶极子力矩的方向。该情况下，不需要构成分子的原子全部都位于同一平面内。这样，通过在分子内控制过渡偶极子力矩的方向，控制这些有机分子的取向（设为垂直（水平）），能够控制发光层的平均的过渡偶极子力矩的方向（设为垂直（水平））。

[0047] 予以说明，在上述的讨论中，为了简单化，作为激子能量的转换途径，仅考虑电子-空穴对的发光复合及表面等离子体激元的激励，未考虑除表面等离子体激元的激励以外的电子-空穴对的非发光复合。

[0048] 另外，在构成分子的电偶极子过渡的过渡偶极矩阵元素中，过渡偶极子力矩表示非对角要素即过渡力矩，其绝对值与振荡器强度成正比，其方向规定为光的放射方向或偏光方向。更具体而言，电偶极子表示处于以某个距离隔开的位置的异号的电荷对（现在的情况为电子-空穴对），过渡偶极矩阵元素是以计算伴随偶极放射的量子状态间的过渡可能性时出现的量表示作为算子的偶极子力矩 p 的初始状态 ψ_i 和最终状态 ψ_f 的矩阵元素 $P_{fi} = \langle \psi_f | p | \psi_i \rangle$ ，其中，初始状态和最终状态以不同的电子状态间的过渡（即， $\psi_i \neq \psi_f$ ）为过渡力矩。尤其是，本发明中的过渡偶极子力矩是指有机发光装置的发光所涉及的过渡的平均的过渡偶极子力矩。

[0049] 以下，通过附图等对具有本发明的第一特征的发明进行详细说明。

[0050] 以下的说明表示本申请发明的内容的具体例，本申请发明并不限于这些说明，在本说明书所公开的技术思想的范围内，本领域技术人员可进行各种变更及修改。

[0051] 另外，在用于说明本发明的所有附图中，具有相同功能的部件标注同一符号，且有时会省略其重复说明。

[0052] 为了大幅提高有机发光元件的发光效率，经过潜心研究，结果得到如下见解。即，通过使发光层的有机分子垂直取向，大部分的能量被表面等离子体激元的激励所消耗。仅此一点，内部量子效率降低，因此，向外部的光取出效率没有提高。因此，通常考虑使用使有机分子水平取向的工艺。但是，通常，在水平取向后的有机分子内，表面等离子体激元激励以外的非发光复合可能性（速度）为有限的值，因此，内部量子效率及发光效率的提高有限。

[0053] 在此，可知通过故意使发光层的有机分子垂直取向，在引起表面等离子体激元激励以外的非发光复合之前，在表面等离子体激元激励散逸能量，且在此基础上形成使表面等离子体激元能量转换为可视光的纳米凹凸构造，结果与现有方法相比，发光效率显著提高。即，未设置使表面等离子体激元能量转换为可视光的纳米凹凸构造的情况下，若形成发光效率反而降低（将发光层的有机分子垂直取向）的元件构成，并设置使表面等离子体激元能量转换为可视光的纳米凹凸构造，则可得到如下所述有机电致发光元件，即，超过了在目前的（发光层的有机分子进行各向同性（随机）取向）元件构成上设置使表面等离子体激元能量转换为可视光的纳米凹凸构造的情况下的限度，进一步大大提高了发光效率。这是因为有机分子各向同性地取向的情况下，水平取向后的有机分子的能量在一部分表面等离子体激元激励以外的非发光复合消失，而与此相对，在本发明的构成中，没有将全部的激励有机分子的能量耗费在表面等离子体激元激励以外的非发光复合且能够转换为可视光。

[0054] 这样大幅的发光效率的提高在目前的垂直取向发光层的有机分子的构成、以及在与未进行取向控制的发光层邻接的金属电极形成了纳米结构的构成中绝不能得到。

[0055] 以下,进行详细叙述。

[0056] 图 1 是本发明中的光源装置的光源部的一个实施方式中的剖面图。

[0057] 图 1 为从上部电极 102 侧取出光的顶部发光型的光源装置。图 1 中,在基板 100 上依次配置有下部电极 101、第一触排 104、第二触排 105、有机层 103、上部电极 102、树脂层 106、密封基板 107、光取出层 108。具备图 1 中未图示的驱动电路及筐体等而成为光源装置。有机发光元件为具有上部电极 102、下部电极 101 及有机层 103 的部分。

[0058] 予以说明,下部电极 101 为阳极,作为下部电极 101,也可以是阴极。下部电极 101 通过光刻法进行构图而形成。

[0059] 在下部电极 101 为阳极的情况下,上部电极 102 为阴极。在下部电极 101 为阴极的情况下,上部电极 102 为阳极。上部电极 102 为 ITO 或者 IZO 时,以溅射法形成 ITO 或者 IZO 时,为了缓和溅射导致的损伤,有时在有机层 103 及上部电极 102 之间设置缓冲层。在缓冲层使用酸化钼、酸化钒等金属氧化物。上部电极 102 与邻接的发光部的下部电极 101 连接。由此,能够串联发光部。

[0060] 形成于有机发光元件的侧面的第一触排 104 为正锥形状,覆盖构图的下部电极 101 的端部,防止发光部的部分的短路故障。涂布触排形成材料后,通过使用规定的光掩模进行显影曝光,形成第一触排 104。也可以在第一触排 104 的有机层 103 存在的一侧的表面上实施了防水处理。例如,在第一触排 104 的表面进行氟系气体的等离子处理,通过使第一触排 104 的表面氟化来进行防水处理。由此,在第一触排 104 的表面形成防水层。作为第一触排 104,优选感光性聚酰亚胺。另外,作为第一触排 104,也可以使用丙烯酸树脂、酚醛清漆树脂、酚醛树脂、非感光性材料等。

[0061] 第二触排 105 形成于第一触排 104 之上。第二触排 105 为倒锥形状,用于使邻接的发光部的上部电极 102 不导通。涂布触排形成材料后,通过使用规定的光掩模进行显影曝光,形成第二触排 105。也可以在第二触排 105 的有机层 103 存在的一侧的表面上实施防水处理。例如,在第二触排 105 的表面上进行氟系气体的等离子处理,通过使第二触排 105 的表面氟化来进行防水处理。由此,在第二触排 105 的表面形成防水层。作为第二触排 105,优选使用负光致抗蚀剂。另外,作为第二触排 105,也可以使用丙烯酸树脂、酚醛清漆树脂、酚醛树脂、非感光性材料等。

[0062] 树脂层 106 形成于上部电极 102 及第二触排 105 之上。树脂层 106 密封发光部,用于防止导致所述发光元件劣化的气体或水分的浸入。作为树脂层 106,可以使用环氧树脂等各种聚合物。为了提高密封性能,作为树脂层 106 可以使用上部电极 102 上的无机钝化膜。

[0063] 密封基板 107 形成于树脂层 106 之上。密封基板 107 为玻璃基板。但是,除了玻璃基板以外,也可以使用适当的具有气体阻隔膜的塑料基板。

[0064] 光取出层 108 形成于密封基板 107 上。光取出层 108 用于高效地取出有机层 103 所发出的光。作为光取出层 108,例如,使用具有微透镜等构造体、或散射性、漫射反射性的薄膜。

[0065] 在此使用的有机发光元件是单一元件也可以,分割成多个的元件也可以。连接多

个元件的方法可例举将各元件串联、并联或者将它们组合的方法。另外,将有机发光元件分割成多个的情况下,可考虑如下方式。对第一掺杂剂、第二掺杂剂及第三掺杂剂进行后述。

[0066] (1) 存在多个含有第一掺杂剂、第二掺杂剂及第三掺杂剂的单一的有机发光元件。

[0067] (2) 存在含有第一掺杂剂及第二掺杂剂的有机发光元件、含有第三掺杂剂的有机发光元件。

[0068] (3) 存在含有第一掺杂剂的有机发光元件、含有第二掺杂剂的有机发光元件、含有第三掺杂剂的有机发光元件。

[0069] 上述(2)中,将含有红色掺杂剂及绿色掺杂剂的有机发光元件、含有蓝色掺杂剂的有机发光元件进行组合的情况下,能够将能量移动的影响降低到最小,并使含有蓝色掺杂剂的有机发光元件高效率地发光。上述(3)中,如果将第一掺杂剂、第二掺杂剂及第三掺杂剂设为红色掺杂剂、绿色掺杂剂及蓝色掺杂剂,则来自多个有机发光元件光混合,而射出白色光。

[0070] 图2为本发明中的有机发光元件的一个实施方式中的剖面图。有机层103为仅发光层303的单层构造,或者也可以是包含电子注入层305、电子输送层304、空穴输送层302及空穴注入层301的任意一层以上的多层构造。电子注入层305及电子输送层304、电子输送层304及发光层303、发光层303及空穴输送层302、空穴输送层302及空穴注入层301分别连接也可以,也可以在各层之间夹设上述其它层。另外,发光层303含有主体分子(以下称为主体)及掺杂剂分子(以下称为掺杂剂)。通过在含有图1中的有机发光元件的光源部具备驱动电路及筐体等,而成为光源装置。

[0071] 图3为本发明中的光源装置的一个实施方式中的立体模式图。第一有机发光元件202及第二有机发光元件203被第二触排105分割。取出来自第一有机发光元件202及第二有机发光元件203的光的方向上配置有漫射板201。使用上述(2)的构成的情况下,图3中,第一有机发光元件202为含有红色掺杂剂及绿色掺杂剂的有机发光元件,第二有机发光元件203为含有蓝色掺杂剂的有机发光元件。使用上述(3)的构成的情况下,图3中,第一有机发光元件202及第二有机发光元件203为含有红色掺杂剂有机发光元件、含有绿色掺杂剂的有机发光元件、含有蓝色掺杂剂的有机发光元件的任意一个。各有机发光元件的配置除了如图3所示的条纹状,也可以是锯齿状。通过涂布制造有机发光元件的情况下,如图3所示,将有机发光元件配置为条纹状较容易制造。

[0072] 组合不同颜色的元件的情况下,为了得到良好的白色光,如图3所示,也可以在有机发光元件的光取出面的上部安装漫射板201。作为漫射板201,可考虑在树脂或玻璃中分散了散射体的漫射板、或者在表面形成了凹凸构造的漫射板。

[0073] < 发光掺杂剂 >

[0074] 蓝色掺杂剂在400nm~500nm间存在室温(25℃)中的PL光谱的最大强度。绿色掺杂剂在500nm~590nm间存在室温中的PL光谱的最大强度。红色掺杂剂在590nm~780nm间存在室温中的PL光谱的最大强度。

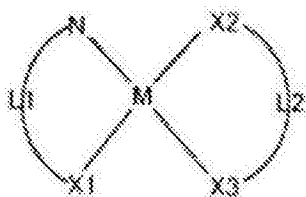
[0075] 作为本发明的发光掺杂剂,可以使用在荧光掺杂剂及磷光掺杂剂骨架附加了功能性基团的发光掺杂剂。

[0076] 作为荧光掺杂剂骨架,可举出二萘嵌苯、萘、蒽、芘、菲、并五苯、并四苯、屈、邻吡喃酮、六苯并苯、芘酮、及这些衍生物等的缩合多环芳香族化合物的平面分子等。

[0077] 作为磷光掺杂剂骨架,可例举金属卟啉衍生物、(化1)的通式(1)所示的4配位金属络合物。

[0078] [化1]

[0079]

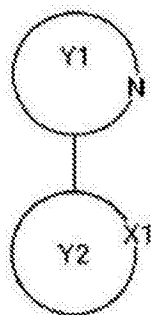


... 通式(1)

[0080] (式中,N-L1-X1及X2-L2-X3分别表示双齿配体,X1、X2、X3分别独立表示碳原子、氧原子或者氮原子。L1及L2表示与N、X1及X2、X3一同形成双齿配体的原子团。中心金属M表示Ni、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Ir)。一般式(1)中的L1为苯并喹啉、二氮杂菲等缩合多环芳香族衍生物、(化2)的通式(2)所表示的化合物。

[0081] [化2]

[0082]



... 通式(2)

[0083] 作为Y1所表示的芳香族杂环,可举出喹啉环、异喹啉环、吡啶环、喹喔啉环、噻唑环、吡唑环、嘧啶环、苯并噻唑环、咪唑环、苯并咪唑环、吡啶环、异吡啶环等。作为Y2所表示的芳香族烃环或者芳香族杂环,除了存在于Y1上的芳香族杂环,可例举苯环、萘环、蒽环、噻吩环、苯并噻吩环、呋喃环、苯并呋喃环、茚环、苯并吡喃环等。也可以在所述芳香族杂环或芳香族烃环附加功能性基团以外的取代基。取代基例如为烷基(甲基、乙基)、取代烷基(三氟甲基)、烷氧基(甲氧基)、卤素原子(氟、氯)、氨基、苯基等。

[0084] 通式(1)中的L2也可以是L1所含有的物质,除此之外,乙酰丙酮衍生物、吡啶甲酸衍生物、四吡唑硼酸盐衍生物。

[0085] 蓝色掺杂剂的固态成分的浓度优选为10wt%以上30wt%以下,绿色掺杂剂的固态成分的浓度优选为小于10wt%,另外,红色掺杂剂的固态成分的浓度优选为小于10wt%。发光掺杂剂的重均分子量优选为500以上3000以下。

[0086] <功能性基团>

[0087] 发光掺杂剂的分子中,存在平面状、棒状、正四面体状、正八面体状、球状等各种形状分子。通过向这些分子附加合适的功能性基团,能够使其相对于基板面大致垂直地取向。通过使分子取向,来控制过渡偶极子力矩的取向。

[0088] “大致垂直地取向”是指相对于分子的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分变大。这时,例如,着眼于平面状分子的情况下,相对于平面状分子的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分变大。另外,着眼于棒状分子的情况下,相对于棒状分子

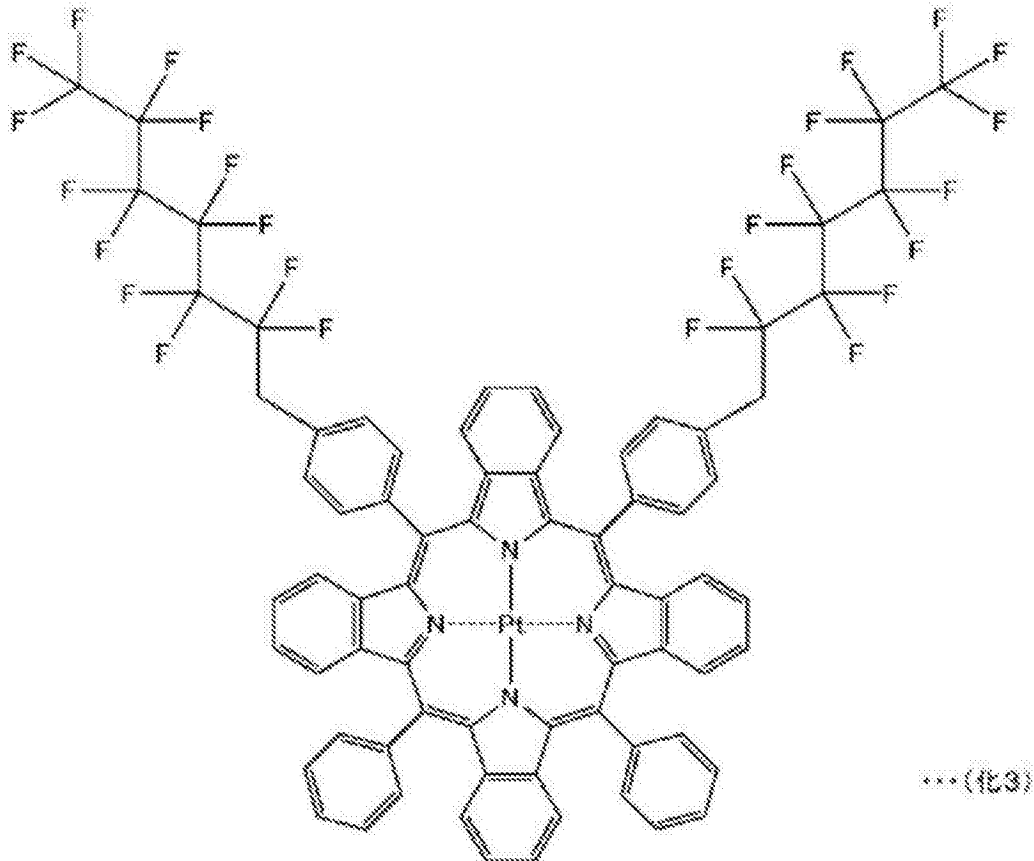
的长轴的平均值的基板面的垂直方向成分比水平方向成分变大。予以说明,平面状分子是指例如所述的缩合多环芳香族化合物、通式(1)所示的4配位金属络合物,另外,棒状分子是指短边长和长边长的长宽比(短边/长边)在0.05~0.3的范围内。

[0089] 通过向发光掺杂剂的平面分子或者棒状分子附加合适的功能性基团,能够使其相对于基板面大致垂直地取向。

[0090] 通式(1)所示的金属络合物中,向2齿配体L1、L2的任一个或者两者附加功能性基团。作为功能性基团,优选为表面能量小的或者与基底层的相互作用大的功能性基团。在使用表面能量小的功能性基团的情况下,在成膜中,作为功能性基团,可列举表面能量小的氟烷基、全氟烷基、烷基(其中,C的数量为10以上)、全氟聚醚基、硅氧烷基(-Si-O-Si-)。如果考虑表面能量,则优选氟烷基、全氟聚醚基,更优选全氟烷基。具有氟的取代基中,氟的数量越多,向膜表面移动的作用越强。具体而言,优选取代基中存在的氟的数量为7以上。如这些基团(化3),可以直接导入主骨架,若考虑键角,则如(化4),更优经由酰胺键或酯键等进行导入。

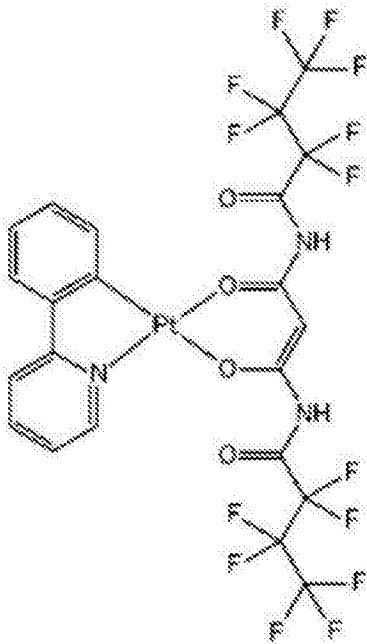
[0091] [化3]

[0092]



[0093] [化4]

[0094]

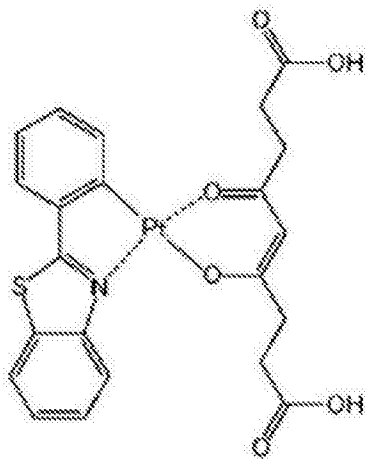


*** (化4)

[0095] 另外,作为与基底层的相互作用大的功能性基团,可例举苯氨基、咪唑基、咪唑基、腺部位这样的基底层(例如,空穴输送层或电子输送层等)类似的构造的基团、或羟基(-OH)、巯基(-SH)、羧基(-COOH)、磺基(-SO₃H)、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂、联吡啶基。这些基团可以如(化5)那样直接导入主骨架,但考虑到分子的大小及键角,优选经由烷基链等进行导入。

[0096] [化5]

[0097]

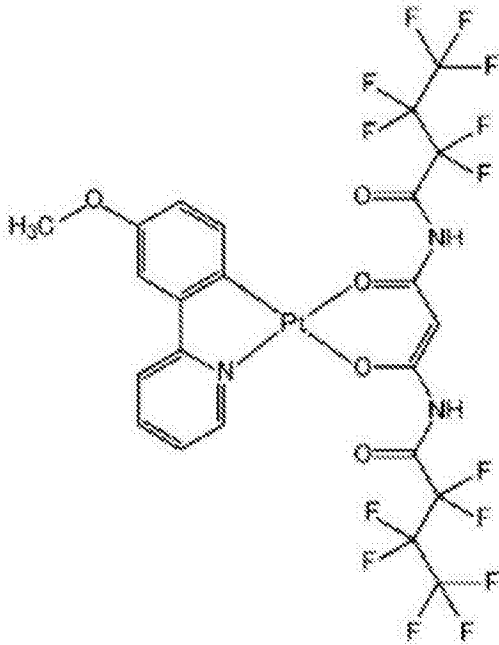


*** (化5)

[0098] 需要向掺杂剂附加一个以上的上述功能性基团。在为棒状分子的情况下,向分子的一个末端附加功能性基团。在为平面分子的情况下,例如,如(化6)那样仅向一个配体附加功能性基团。为了更加垂直地取向,优选在棒状分子中向一个末端附加表面能量低的功能性基团,向另一个末端附加与基底层的相互作用强的功能性基团。另外,在平面分子中,优选如(化7)那样,向一个配体附加表面能量低的功能性基团,向另一个配体附加与基底层的相互作用强的功能性基团。

[0099] [化6]

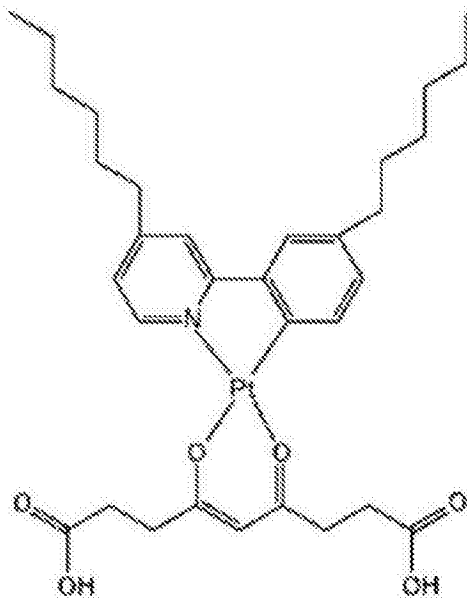
[0100]



... (化6)

[0101] [化7]

[0102]



... (化7)

[0103] < 取向控制原理 >

[0104] 物质的表面一般与内部（容积）不同，在一侧不存在同一种类的分子，因此，引力不发挥作用，能量高而不稳定。因此，为了降低表面能量，以表面积变小的方式使其变形的力（表面张力）发挥作用。另外，在物质内存在具有表面能量低的官能基的分子的情况下，通过将该官能基引出至表面，使表面能量降低并使其稳定化。例如，水和表面活性剂（两亲性介质分子）的情况下，表面活性剂在分子内具有表面能量低的官能基即疏水基，以将该疏水基从水面引出的形式，在水面形成单分子膜，由此，使水面的表面能量降低。

[0105] 本发明的分子在分子内具有氟烷基等的表面能量低的官能基。苯环等部位与其相比表面能量高。形成膜时，为了减小表面能量，力以将上述表面能量低的官能基引出至表面的方式发挥作用。如（化4），在附加了功能性基团的分子中，通过以该作用使表面能量低的官能基移动至膜表面，能够使分子面相对于基板面大致垂直地取向。

[0106] 另外,在利用与基底层相互作用的情况下,通过在基底层和功能性基团之间发挥作用的分子间力、氢键、配位键的作用,将功能性基团拉到基底层。如(化5),在附加功能性基团的情况下,通过该作用能够使分子面相对于基板面大致垂直地取向。

[0107] 另外,如(化7)所示,通过附加表面能量低的功能性基团和与基底层的相互作用强的基这两者,能够垂直地取向。

[0108] 取向状态可通过一边变化入射角一边测定 IR 光谱、或者拉曼光谱进行调查。

[0109] 有机分子的取向状态可通过一边变化入射角一边测定 IR 光谱、或者拉曼光谱进行调查。

[0110] 另外,过渡偶极子力矩的方向可用公知的方法进行评价。例如(APPLIED PHYSICS LETTERS96,073302(2010).)、在使用与有机发光装置进行光学接触的半球形透镜、柱面透镜除去薄膜器件的干涉效应的基础上,实验测定光致发光的 P 偏光成分的放射角度依赖性,通过与计算机模拟进行比较,能够求出过渡偶极子力矩中的水平方向成分和垂直方向成分各自的比例。这是因为 P 偏光强度的角度依赖性由水平成分和垂直成分的比例决定(S 偏光仅由水平成分构成)。构成通常的发光层的有机分子的取向是随机(各向同性的)的,因此,过渡偶极子力矩的构成成分的比例为水平成分、垂直成分均为 50%。

[0111] <主体>

[0112] 作为主体,优选使用咪唑衍生物、茚衍生物或者芳基硅烷衍生物等。为了得到高效率的发光,优选与蓝色掺杂剂的激励能量相比,主体的激励能量足够大。予以说明,激励能量使用发出的光谱进行测定。

[0113] <空穴注入层>

[0114] 空穴注入层 301 以改善发光效率及寿命为目的而使用。另外,虽然不是必须的,但以缓和阳极的凹凸为目的而使用。可以设置单层或者多层空穴注入层 301。空穴注入层 301 优选 PEDOT(聚 3,4-二氧乙基噻吩):PSS(聚磺苯乙烯)等的导电性高分子。此外,多吡咯系或三苯胺系的聚合物材料。另外,也可使用常与低分子(重均分子量 10000 以下)材料系组合使用的、酞菁类化合物或星爆胺(starburst amine)系化合物。

[0115] <空穴输送层>

[0116] 空穴输送层 302 由具有输送空穴的功能的材料构成,广义上来说,空穴注入层 301、电子阻止层也包含于空穴输送层。可以设置单层或多层空穴输送层 302。作为空穴输送层 302,可以使用星爆胺系化合物或均二苯代己烯衍生物、茚衍生物、噻吩衍生物等。另外,并不限于这些材料,也可以并用两种以上的这些材料。

[0117] <电子输送层>

[0118] 电子输送层 304 是向发光层 303 供给电子的层。广义上来说,电子注入层 305、空穴阻止层也包含于电子输送层 304。可以设置单层或多层电子输送层 304。作为该电子输送层 304 的材料,例如可使用:双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-(苯基苯酚)铝(以下称为 BA1q)、三(8-羟基喹啉)铝(以下称为 Alq3)、三[2,4,6-三甲基-3-(吡啶-3-yl)苯基]-硼烷(以下称为 3TPYMB)、1,4-双(三苯基硅)苯(以下称为 UGH2)、噻二唑衍生物、三唑衍生物、富勒烯衍生物、菲咯啉衍生物、喹啉衍生物等。

[0119] <电子注入层>

[0120] 电子注入层 305 使从阴极向电子输送层 304 的电子注入效率提高。具体而言,优

选为氟化锂、氟化镁、氟化钙、氟化锶、氟化钡、氧化镁、氧化铝。另外,当然并不限定于这些材料,另外,也可以并用两种以上这些。

[0121] < 基板 >

[0122] 作为基板 100,可例举出玻璃基板、金属基板、形成有 SiO_2 、 SiN_x 、 Al_2O_3 等无机材料的塑料基板等。作为金属基板材料,不锈钢、42 合金等合金。作为塑料基板材料,可例举聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚砜、聚碳酸酯、聚酰亚胺等。

[0123] < 阳极 >

[0124] 作为阳极材料,如果使具有透明性和高功函数的材料即可使用。具体而言,可例举 ITO、IZO 等导电性氧化物、或薄的 Ag 等功函数大的金属。电极的图案形成一般可以在玻璃等基板上使用光刻法等进行。

[0125] < 包含等离子体激元取出纳米结构的阴极 >

[0126] 另外,阴极需要具有可诱发、散射表面等离子体激元的凹凸构造。凹凸的最大高度、宽度及间距只要是比发光波长小的大小即可,因此优选为 5nm 以上、800nm 以下。发光波长为可视光,因此,为 380nm ~ 800nm 的范围。另外,若凹凸的尺寸比 10nm 小,则会出现制造困难、高成本化、与可视区域相比放大短波长侧等问题。另外,若大于 800nm,则难以散射可视光。本说明书中将这样的膜称为等离子体激元取出纳米结构。具体而言,合适的是表面为粒状的粒状膜、或者将金属微粒子膜状地分散成非周期的或者周期的序列图案状、在微粒子间存在空隙的岛状构造膜。由于阴极为岛状构造膜,通过发出的光被阴极诱发的表面等离子体激元再一次转换为可视光,内部量子效率及发光效率提高。

[0127] 作为阴极材料,适合使用 Al、Ag、Au、Cu 以及 LiF 和 Al 的层压体或 Mg:Ag 合金等。另外,不限于这些材料,例如,作为 LiF 的代替品,可以使用 Cs 化合物、Ba 化合物、Ca 化合物等。另外,关于等离子体激元取出纳米结构的高度,为了强烈产生激励有机分子所制造的近场和表面等离子体激元共振,优选为 40nm ~ 120nm。在材料方面,如果是强烈产生激励有机分子制造的近场和表面等离子体激元共振的材料则更优选,可适用 Ag、Au、Cu 及 Al 的金属的任一个为主成分(80% 以上)的合金。予以说明,如果发出的光为可视域波长,则更优选 Ag。这是因为从等离子体周波数来看,Ag 能够引起可视域上的表面等离子体激元共振。如果发出的光为可视域以外的波长,例如红外,则优选 Au。

[0128] 予以说明,如上所述的有机发光元件构成为,例如在基板上从阴极侧依次层压、从阳极侧取出光。阴极可以例如使用溅射法、真空蒸镀法等形式。另外,等离子体激元取出纳米结构可通过在阴极实施使用了公知的光刻法或辊的压花加工等来进行制造。另外,通过在基底基板上又形成与等离子体激元取出纳米结构同程度的尺寸的凹凸,并在其上形成发光层等,也能够以将基础的凹凸反映在上层的形式形成等离子体激元取出纳米结构。另外,也可以将能够进行等离子体激元取出那样的尺寸的金属纳米粒子涂布于平坦的金属电极上而形成。另外,也可以使用 SAM(自组织化单分子膜)使金属纳米粒子在金属电极上固定化。另外,可以使用蒸镀金属电极薄膜后在大气压或者还原气氛中加热的方法、对金属电极薄膜进行蒸镀时自发形成不均一的岛状构造的现象。另外,也可以通过在基板上涂布堆积聚苯乙烯等直径 100nm 程度的纳米球,并在其上蒸镀金属,制造在纳米球上部帽子状地堆积金属薄膜的构造。

[0129] 予以说明,表面等离子体激元的激励及可视光的散射的寿命一般大多比通常的发光复合速度及非发光复合速度快,因此,通过测定发光寿命,能够确认为经由表面等离子体激元的发光。

[0130] <上部电极和下部电极以及透明电极和反射电极的关系>

[0131] 在有机发光元件中,有作为基板/透明电极(阳极)/有机层/反射电极(阴极)将来自有机层的发光从基板侧(有透明电极的一侧)取出的底部发射型、和作为基板/反射电极(阴极)/有机层/透明电极(阳极)将来自有机层的发光从基板的相反侧(有透明电极的一侧)取出的顶部发光型。底部发射型的情况下,透明电极(阳极)为下部电极、反射电极(阴极)为上部电极。另外,顶部发光型的情况下,反射电极(阴极)为下部电极、透明电极(阳极)为上部电极。本发明中,为底部发射型时,在上部电极设置等离子体激元取出纳米结构很重要。另外,为顶部发光型时,在下部电极设置等离子体激元取出纳米结构很重要。无论是那种情况,在反射电极的发光层侧的表面设置等离子体激元取出纳米结构很重要。

[0132] <涂布液>

[0133] 涂布液是将形成发光层 303 的材料溶解在合适的溶剂中得到的液体。以下的说明中,作为形成发光层 303 的材料,对可包含主体、红色掺杂剂、绿色掺杂剂及蓝色掺杂剂的情况进行叙述。

[0134] 在此使用的溶剂例如只要是甲苯等芳香族烃系溶剂、四氢呋喃等醚系溶剂、醇类、氟系溶剂等各材料可溶解的溶剂即可。另外,为了进行各材料的溶解度、干燥速度的调整,也可以是混合了多个前述溶剂的混合溶剂。例如,准备两种沸点不同的溶剂(第一溶剂及第二溶剂),其中,通过相对于绿色或者蓝色掺杂剂将高沸点的第二溶剂作为溶剂,能够促进绿色掺杂剂或者蓝色掺杂剂向膜表面的移动。溶剂的溶解度通过液体色谱法进行测定。

[0135] 对于发光层 303,作为成膜法,在干式法中可例举真空蒸镀法等,作为湿式法(涂布法),可例举旋涂法、浇铸法、浸涂法、喷涂法、丝网印刷法、喷墨印刷法、狭缝式涂布法、凹版涂布法、棒涂法等。使用这些方法中的一种形成发光层 303。

[0136] 涂布法与干式法相比,具有容易进行大面积的成膜、材料的利用效率高等优点。

[0137] 接着,对本发明的具体实施例进行说明。如上所述,本发明不限于以下的实施例。

[0138] 实施例 1

[0139] 作为本发明的第一实施例,制作了图 4 所示的构造的白色发光元件。

[0140] 基板 100 如下所述进行制造。在石英基板上涂布光致抗蚀剂(东京应化制:THMR-iP3300),将 He-Cd 激光(波长:325nm)带来的双光子干涉条纹改变 60° 角度进行双重曝光后进行显影,通过反应性离子刻蚀对基板进行蚀刻后,除去光致抗蚀剂,在基板上形成凹凸。这时的凹凸的深度为 70nm,凹凸的间距为 420nm。如下所述,通过在该基板的上方进行成膜,保持基板的凹凸的同时能够给形成有机发光元件,能够制造最终蒸镀的 Al 膜也反映了基础的凹凸的等离子体激元取出纳米结构。

[0141] 作为下部电极(透明电极),通过溅射形成了 ITO 电极。在空穴注入层 301 通过旋涂法形成了 PEDOT。在空穴输送层 302 上使用聚合物系的材料。发光层 303 作为主体使用 mCP(1,3-二(咔唑-9-基)苯)、在蓝色掺杂剂中使用了(化 7)、在红色掺杂剂中使用了

(化 3)、在绿色掺杂剂中使用了(化 6)。蓝色掺杂剂的发光波长为 460nm。各个材料的重量比为 100:10:0.5:0.5。将这些主体、蓝色、红色、绿色掺杂剂溶解于甲苯制造涂布液。涂布液的固形成分浓度设定为 1wt%。使用该涂布液,通过旋涂法形成了有机发光层。接着,作为电子输送层 304,用真空蒸镀法形成了 UGH2 及 3TPYMB 的层。接着,作为上部电极(反射电极)形成 LiF 和 Al 的层压体。如上所述,上部电极(反射电极)保持基板的凹凸,因此,能够形成等离子体激元取出纳米结构。这样,制造底部发射型的有机发光元件。发光位置与各色掺杂剂都距离上部电极(反射电极)75nm 附近。

[0142] 向制造的有机发光元件施加电压,结果,从 EL 光谱确认到了来自三个掺杂剂的发光,能够确认出为白色发光。另外,作为比较例 1-1,制造使用未附加功能性基团的掺杂剂的元件,作为比较例 1-2,制造在石英基板上未制造等离子体激元取出纳米结构的元件。图 5 中表示比较例 1-2 的构成。若将比较例 1-1 的发光效率设为 1,则实施例 1 显示 1.31 倍的高的发光效率,另外,比较例 1-2 的发光效率为比较例 1-1 的 0.15 倍。

[0143] 予以说明,通过其它途径试制与实施例 1 相同构成的发光层,在光致发光测定中,测定 P 偏光强度的角度依赖性,调查各色掺杂剂的过渡偶极子力矩的构成成分的比例,结果,各色的垂直成分都为 95%。另一方面,比较例 1-1 中,各色的水平成分都为 50%。比较例 1-2 使用附加了功能性基团的掺杂剂,与实施例 1 相同,各色的垂直成分都为 95%。

[0144] 予以说明,如本说明书的前半部份中所说明的,过渡偶极子力矩的方向为各向同性的情况下,激子能量的约 75% 转换为可视光,25% 会由于表面等离子体激元极化声子而损失。因此,相对于过渡偶极子力矩的方向为各向同性的比较例 1-1,过渡偶极子力矩的方向为大致垂直,且具有等离子体激元取出纳米结构的实施例 1 的发光效率为 1.31 ($\ll (25+75)/75 \approx 1.33$) 倍,认为是因为表面等离子体激元极化声子造成的损失的大部分通过等离子体激元取出纳米结构转换为可视光,作为效率提高,为接近上限的足够大的值。另一方面,比较例 2 中,发光效率大幅下降。这是为了通过功能性基团使各色的掺杂剂的过渡偶极子力矩的方向大致垂直,由于表面等离子体激元而损失了大部分的激子能量。

[0145] 另外,如下所述测定了发光寿命。将氮激光(波长 337nm、脉宽 1ns)作为激励光照射各元件,通过条纹相机(Hamamatsu Photonics K. K. 制 C4334)测定来自各个发光材料的发光寿命。其结果,相对于实施例 1 的发光寿命为 24ns,比较例 1-1 的发光寿命为 30ns,比较例 1-2 的发光寿命为 624ns。因此,实施例 1 及比较例 1-2 中,认为确实观测到经由表面等离子体激元的发光。另外,尤其在实施例 1 中,等离子体激元取出纳米结构带来的发光效率的提高效果比比较例 1-2 更大。

[0146] 实施例 2

[0147] 作为本发明的第二实施例,制造了连接多个有机发光元件的光源装置。制造的元件利用与实施例 1 相同的基板、层构成,在面内单独形成在发光层中作为主体和红色掺杂剂含有(化 3)、作为绿色掺杂剂含有(化 5)的元件(RG 元件)和在发光层中作为主体和蓝色掺杂剂含有(化 4)的元件(B 元件),并将各元件串联及并联地连接。蓝色掺杂剂的发光波长为 450nm。涂布膜的作制使用喷墨法。发光位置与各色掺杂剂都距离上部电极(反射电极)75nm 附近。为了得到均质的白色光,在制造的元件的发光面安装了漫射板。制造的光源装置得到了良好的白色光。另外,作为比较例 2 制造了使用未附加功能性基团的掺杂剂的元件。实施例 2 与比较例 2 比较显示出 1.18 倍的较高的发光效率。予以说明,利用

其它途径试制与实施例 2 相同构成的发光层,光致发光测定中,测定 P 偏光强度的角度依赖性,调查各色掺杂剂的过渡偶极子力矩的构成成分的比例,结果,各色的垂直成分都为 84% 以上。另一方面,比较例 2 中,各色的垂直成分均为约 50%。

[0148] 与实施例 1 同样,发光效率为 1.18 倍,认为这是因为表面等离子体激元导致的损失的相当大的比例通过等离子体激元取出纳米结构转换为可视光,作为效率提高,为足够大的值。

[0149] 另外,通过安装漫射板,在发光层中,能够从激子能量将经由等离子体激元取出纳米结构产生的可视光内的更多取出至外部(空气)。因此,过渡偶极子力矩的方向为大致垂直,由于具有等离子体激元取出纳米结构而带来的效果提高效果进一步扩大,能够得到发光效率更高的光源装置。

[0150] 实施例 3

[0151] 作为本发明的第三实施例,制造连接多个有机发光元件的光源装置。制造的元件利用与实施例 1 相同的基板、层构成,在面内单独形成在发光层中作为主体和红色掺杂剂含有(化 3)的元件(R 元件)、在发光层中作为主体材料和绿色掺杂剂含有(化 6)的元件(G 元件)和在发光层中作为主体和蓝色掺杂剂含有(化 4)的元件(B 元件),并将各元件串联及并联地连接。蓝色掺杂剂的发光波长为 455nm。涂布膜的制造使用喷墨法。发光位置与各色掺杂剂都距离上部电极(反射电极)75nm 附近。为了得到均质的白色光,在制造的元件的发光面安装了漫射板。制造的光源装置得到了良好的白色光。另外,作为比较例 3 制造了使用未附加功能性基团的掺杂剂的元件。实施例 3 与比较例 3 比较显示出 1.23 倍的较高的发光效率。予以说明,利用其它途径试制与实施例 3 相同构成的发光层,光致发光测定中,测定 P 偏光强度的角度依赖性,调查各色掺杂剂的过渡偶极子力矩的构成成分的比例,结果,各色的垂直成分都为 90% 以上。另一方面、比较例 3 中,各色的垂直成分均为约 50%。

[0152] 与实施例 1 同样,发光效率为 1.23 倍,认为这是因为表面等离子体激元导致的损失的相当大的比例通过等离子体激元取出纳米结构转换为可视光,作为效率提高,为足够大的值。

[0153] 另外,通过安装漫射板,在发光层中,能够从激子能量将经由等离子体激元取出纳米结构产生的可视光内的更多取出至外部(空气)。因此,过渡偶极子力矩的方向为大致垂直,由于具有等离子体激元取出纳米结构而带来的效果提高效果进一步扩大,能够得到发光效率更高的光源装置。

[0154] 实施例 4

[0155] 制造与实施例 1 同样的基板、层构成的白色发光元件。需要说明的是,作为发光层的掺杂剂,在具有功能性基团的蓝色掺杂剂中使用了(化 7)、在红色掺杂剂中使用了(化 3)、在绿色掺杂剂中使用了(化 6)、以及使用了与这些相对应而未附加功能性基团的各色的掺杂剂(比较例 1-1 中使用)。通过以合适的比例混合上述掺杂剂,能够改变垂直成分的比例。例如加了 50%(a) 具有功能性基团的掺杂剂、50%(b) 没有功能性基团的掺杂剂的情况下,前者((a))的垂直成分为 95%(水平成分为 5%),后者((b))为各向同性,因此,垂直成分为 50%(水平成分也为 50%),因此,能够使垂直成分和水平成分的比为 $(95+50):(5+50)=145:55=72.5:27.5$ 。即,能够使垂直成分为 72.5%(水平成分为 27.5%)。

[0156] 这样,在实施例 1 的元件(具有等离子体激元取出纳米结构)中,改变垂直成分的比例时,调查发光效率的变化,将其结果示于图 6。予以说明,即使在不使用功能性基团的情况下,垂直成分存在 50%,因此,使垂直成分少于 50% 就不可能在上述掺杂剂的混合中完成,因此,显示了垂直成分为 50% 的情况至 95% 的情况。

[0157] 由图 6 可知,将垂直成分为 50% 时的发光效率的值设为 1,则在垂直成分大于 50%(优选 60% 以上)的情况下,单调增加至垂直成分为 95%。该情况从带来垂直成分的过渡偶极子力矩的电偶极子辐射场强力激励表面等离子体激元且该能量通过等离子体激元取出纳米结构高效率地取出这一点来看也是恰当的结果。

[0158] 若改变发光位置(距金属电极的距离为 0nm ~ 250nm)及波长(380nm ~ 780nm),则在垂直成分为 50% 时的发光效率的值发生增减,但任何情况下垂直成分都大于 50%(优选 60% 以上)的情况下,发光效率单调增加至垂直成分成为 95%。100% 的情况下,从上述的原理可容易地推测发光效率进一步上升,垂直成分大于 50%(优选为 60% 以上)对于效率提高来说优选。

[0159] 予以说明,再实施例 1 ~ 实施例 4 中,发光层 303 的掺杂剂具有选自例如氟烷基、全氟烷基、烷基(C 的个数为 10 以上)、全氟聚醚基及硅氧烷基中的一个以上的功能性基团,由此,关于发光层 303 的掺杂剂的浓度,相较于不存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧,存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧变高。该情况由于掺杂剂向存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧移动而产生。

[0160] 另外,实施例 1 ~ 实施例 4 中,发光层 303 的掺杂剂具有选自例如 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂ 及联吡啶基、苯氨基、咪唑基、咪唑基及脒部位中的一个以上的功能性基团,由此,关于发光层 303 的掺杂剂的浓度,相较于不存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧,存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧变高。该情况由于掺杂剂向存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧移动而产生。

[0161] 在此,存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧是指分别朝向电子输送层 304 及上部电极 102 所在的方向从中央到端部的区域。不存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧是指分别朝向电子输送层 304 及上部电极 102 所在的方向的相反方向从中央到端部的区域。

[0162] 另外,存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧是指分别朝向空穴输送层 302 及下部电极 101 所在的方向从中央到端部的区域。另外,不存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧是指分别朝向空穴输送层 302 及下部电极 101 所在的方向的相反方向从中央到端部的区域。

[0163] 实施例 5

[0164] 作为本发明的实施例,制造图 7 所示的光源装置。光源装置的构成要素的有机发光元件由与实施例 1 同样的基板 100、下部电极 101、有机层 103、上部电极 102 构成。有机发光元件以有机层 103 与外部大气遮断的方式被带有干燥剂的密封管玻璃 501 密封。另外,下部电极 101 及上部电极 102 分别通过配线 502 与驱动电路 503 连接。而且,带有密封管玻璃 501 的有机发光元件及驱动电路 503 由筐体 505 覆盖,整体上成为光源装置 506。予以说明,通过驱动电路 503 通过插件 504 与外部电源连接,进行点亮。制造使用实施例 1 的有

机发光元件的光源装置 A 及使用比较例 1 的有机发光元件的光源装置 B, 结果, 光源装置 A 相对于光源装置 B 能够节省 22% 的耗电量。

[0165] 《本发明的实施方式的说明 II》

[0166] 在以下的说明中, 前述的《本发明的实施方式的说明 I》中已说明的关于下述的说明相同, 因此, 将其省略, 本项中对不同的部分进行说明。〈空穴注入层〉、〈空穴输送层〉、〈电子输送层〉、〈电子注入层〉、〈基板〉、〈阳极〉、〈涂布液〉、〈等离子体激元吸收导致的有机发光装置的发光效率降低〉〈空穴注入层〉、〈空穴输送层〉、〈电子输送层〉、〈电子注入层〉、〈基板〉、〈阳极〉、〈涂布液〉

[0167] 予以说明, 即使是与前述的说明相同的项目, 对于再次说明则更容易理解的项目进行了再一次说明。

[0168] 〈过渡偶极子力矩的方向控制带来的等离子体激元吸收损失的减少〉

[0169] 如上所述, 关于表面等离子体激元的激励所消耗的能量, 有机分子中的过渡偶极子力矩的方向相对于基板为水平的情况比相对于基板为垂直的情况少。例如, 将金属电极和发光层中的发光位置的距离设为 75nm 的情况下, 关于表面等离子体激元的激励所消耗的能量, 有机分子中的过渡偶极子力矩的方向为垂直的情况下可达到激元能量的 80%, 有机分子中的过渡偶极子力矩的方向为水平的情况下为 5% 以下。

[0170] 在此, 有机分子内的过渡偶极子力矩的方向能够通过分子骨架进行控制。例如, 如果构成分子的原子全部位于同一平面内 (平板上), 那么过渡偶极子力矩也在分子面内具有方向。另外, 通过将分子内的、分布与过渡相关的电子-空穴对的一部分的原子的配置设在同一面内, 也能够控制过渡偶极子力矩的方向。该情况下, 不需要构成分子的原子全部位于同一平面内。这样, 通过在分子内控制过渡偶极子力矩的方向、控制这些有机分子的取向 (设为水平 (垂直)), 能够控制发光层的平均过渡偶极子力矩的方向 (设为水平 (垂直))。

[0171] 基于上述, 为了将发光层的平均过渡偶极子力矩设为水平, 例如, 将平板上的有机分子的取向设为水平, 通过将表面等离子体激元的激励所消耗的能量更多地转换为可视光, 也能够实现有机发光装置的高效率化。

[0172] 以下, 对此进行详细叙述。

[0173] 〈发光掺杂剂〉

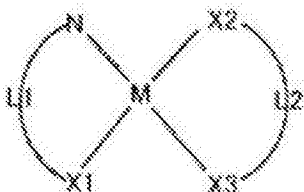
[0174] 蓝色掺杂剂在 400nm ~ 500nm 之间存在室温 (25℃) 中的 PL 光谱的最大强度。绿色掺杂剂在 500nm ~ 590nm 之间存在室温中的 PL 光谱的最大强度。红色掺杂剂在 590nm ~ 780nm 之间存在室温中的 PL 光谱的最大强度。

[0175] 作为本发明的发光掺杂剂, 能够使用在荧光掺杂剂及磷光掺杂剂骨架附加了功能性基团的发光掺杂剂。

[0176] 作为荧光掺杂剂骨架, 可例举二萘嵌苯、萘、蒽、芘、菲、并五苯、并四苯、屈、邻吡喃酮、六苯并苯、芘酮、及它们的衍生物等的缩合多环芳香族化合物的平面分子等。

[0177] 作为磷光掺杂剂骨架, 可例举金属卟啉衍生物、(化 1) 的通式 (1) 所示的 4 配位金属络合物。

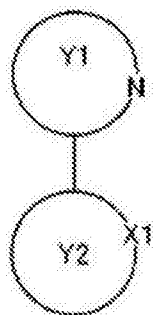
[0178]



... 通式(1)

[0179] (式中、N-L1-X1 及 X2-L2-X3 分别表示双齿配体, X1、X2、X3 分别独立表示碳原子、氧原子或者氮原子。L1 及 L2 表示与 N、X1 及 X2、X3 一同形成双齿配体的原子团。中心金属 M 表示 Ni、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Ir。)一般式 (1) 中的 L1 为苯并咪唑、二氮杂菲等缩合多环芳香族衍生物、或 (化 2) 的通式 (2) 所表示的化合物。

[0180]



... 通式(2)

[0181] 作为 Y1 所表示的芳香族杂环, 可例举咪唑环、异咪唑环、吡啶环、喹啉环、噻唑环、吡唑环、嘧啶环、苯并噻唑环、~~噻~~唑环、苯并~~噻~~唑环、吡啶环、异吡啶环等。作为 Y2 所表示的芳香族烃环或者芳香族杂环, 除了位于 Y1 的芳香族杂环, 可例举苯环、萘环、蒽环、噻吩环、苯并噻吩环、呋喃环、苯并呋喃环、茚环、苯并吡喃环等。也可以向所述芳香族杂环或芳香族烃环附加功能性基团以外的取代基。取代基例如为烷基(甲基、乙基)、取代烷基(三氟甲基)、烷氧基(甲氧基)、卤素原子(氟、氯)、氨基、苯基等。

[0182] 通式 (1) 中的 L2 可以是 L1 所含有的, 除此之外, 可例举乙酰丙酮衍生物、吡啶甲酸衍生物、四吡唑硼酸盐衍生物。

[0183] 优选蓝色掺杂剂的固态成分的浓度为 10wt% 以上 30wt% 以下, 优选绿色掺杂剂的固态成分的浓度不足 10wt%, 另外, 优选红色掺杂剂的固态成分的浓度不足 10wt%。优选发光掺杂剂的重均分子量为 500 以上 3000 以下。

[0184] < 功能性基团 >

[0185] 在发光掺杂剂的分子中存在平面状、棒状、正四面体状、正八面体状、球状等各种形状分子。通过向这些分子附加合适的功能性基团, 能够使其相对于基板面大致水平地取向。通过使分子取向, 控制过渡偶极子力矩的取向。

[0186] “大致水平地取向”是指相对于分子的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分变大。这时, 例如, 着眼于平面状分子的情况下, 相对于平面状分子的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分变大。另外, 着眼于棒状分子的情况下, 相对于棒状分子的长轴的平均值的基板面的水平方向成分比垂直方向成分变大。予以说明, 平面状分子是指例如所述的缩合多环芳香族化合物、通式 (1) 所示的 4 配位金属络合物, 另外, 棒状分子是指短边长和长边长的长宽比(短边/长边)在 0.05 ~ 0.3 的范围内。

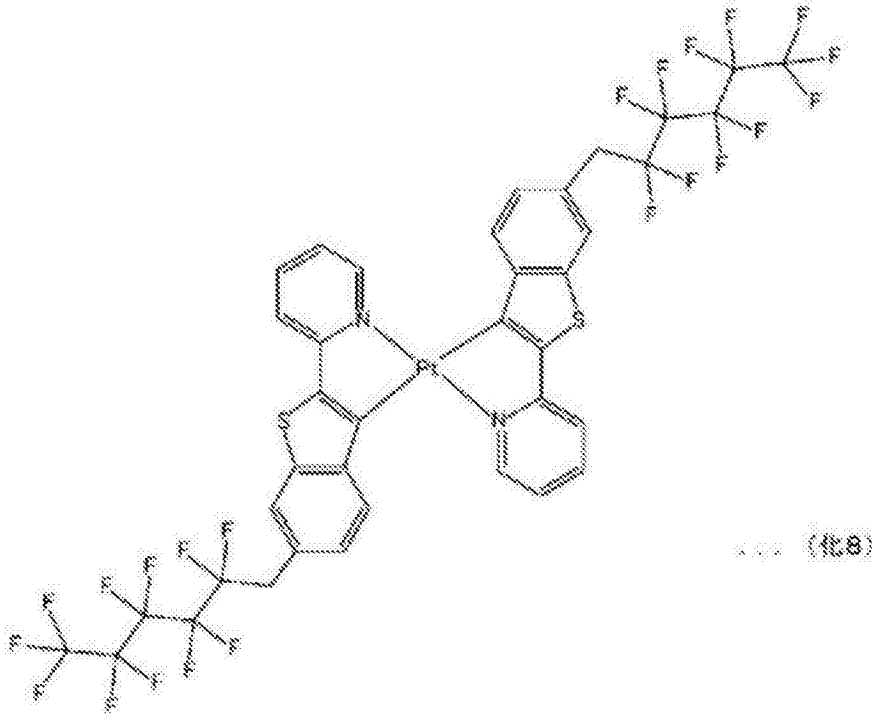
[0187] 通过向发光掺杂剂的平面分子或者棒状分子附加合适的功能性基团, 能够使其相

对于基板面大致水平地取向。

[0188] 通式 (1) 所示的金属络合物中,向 2 齿配体 L1、L2 的任一个或者两者附加功能性基团。作为功能性基团,优选表面能量小的或者与基底的相互作用大的功能性基团。使用表面能量小的功能性基团的情况下,在成膜中,作为功能性基团,可列举表面能量小的氟烷基、全氟烷基、烷基(其中,C的数量为 10 以上)、全氟聚醚基、硅氧烷基(-Si-O-Si-)。如果考虑表面能量,则优选氟烷基、全氟聚醚基,更优选全氟烷基。在具有氟的取代基中,氟的数量越多,向膜表面移动的作用越强。具体而言,优选取代基中存在的氟的数量为 7 以上。如这些基团(化 8),可以直接导入主骨架,若考虑键角,则如(化 9),更优选经由酰胺键或酯键等进行导入。

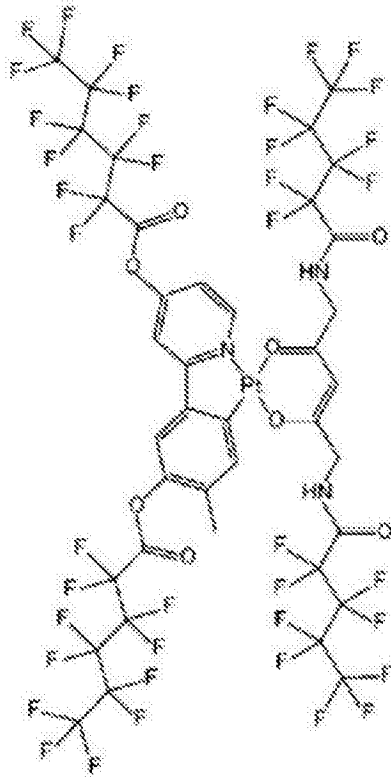
[0189] [化 8]

[0190]



[0191] [化 9]

[0192]

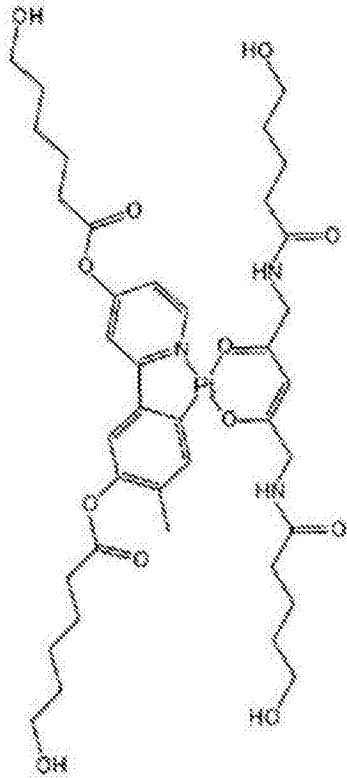


... (化9)

[0193] 另外,作为与基底层的作用大的功能性基团,可例举苯氨基、咪唑基、咪唑基、腺部位这样的基底层(例如空穴输送层或电子输送层等)类似的构造的基团、或羟基(-OH)、巯基(-SH)、羧基(-COOH)、磺基(-SO₃H)、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂、联吡啶基。这些基团可以直接导入主骨架,但考虑到分子的大小及键角,优选如(化10)那样经由烷基链等进行导入。

[0194] [化10]

[0195]

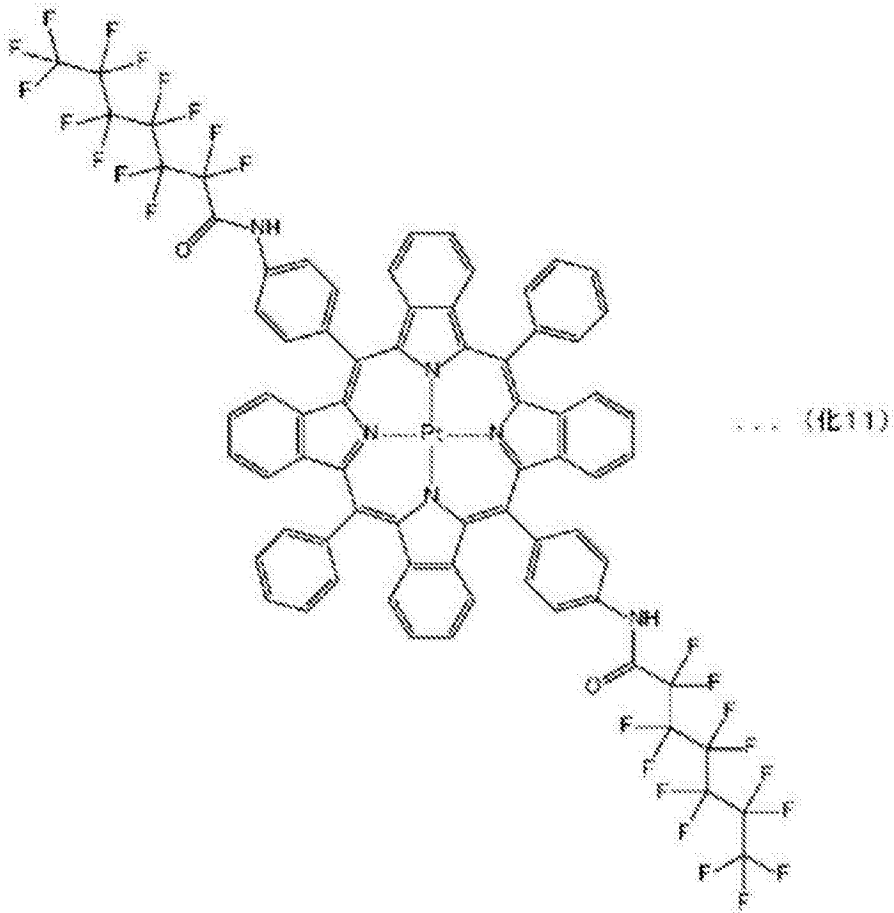


... (化10)

[0196] 需要向掺杂剂附加两个以上的上述功能性基团。在为平面状分子的情况下,优选附加四个。在为棒状分子的情况下,向分子的两末端附加功能性基团。为平面分子的情况下,例如,如(化11)所示向通过分子的重心的直线的两端附加。为平面分子的情况下,通过如(化12)所示附加四个功能性基团,能够进一步水平地取向。

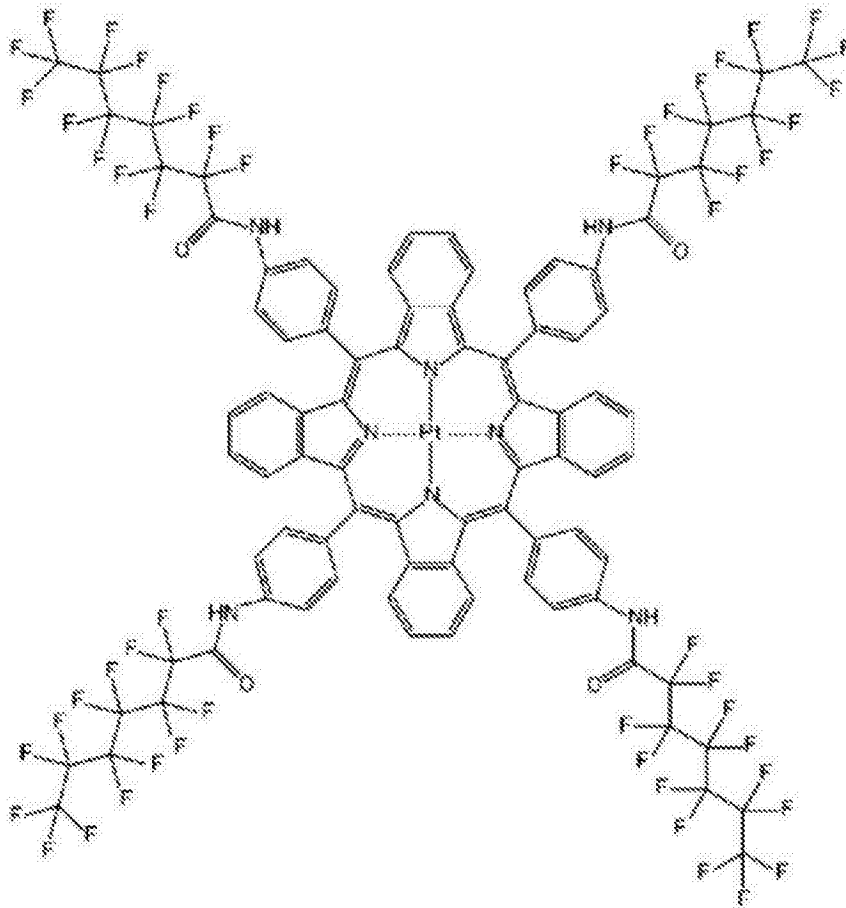
[0197] [化11]

[0198]



[0199] [化 12]

[0200]



(化12)

[0201] < 取向控制原理 >

[0202] 物质的表面一般与内部（容积）不同，在一侧不存在同一种类的分子，因此，引力作用的能量高而不稳定。因此，为了降低表面能量，以表面积变小的方式使其变形的力（表面张力）发挥作用。另外，物质内存在具有表面能量低的官能基的分子的情况下，通过将该官能基引出至表面，使表面能量降低并使其稳定化。例如，水和表面活性剂（两亲性介质分子）的情况下，表面活性剂在分子内具有表面能量低的官能基即疏水基，以将该疏水基从水面引出的形式，在水面形成单分子膜，由此，使水面的表面能量降低。

[0203] 本发明的分子在分子内具有氟烷基等的表面能量低的官能基。苯环等部位与其相比表面能量高。在形成膜时，为了减小表面能量，力以将上述表面能量低的官能基引出至表面的方式发挥作用。如（化12），在附加了功能性基团的分子中，通过以该作用使表面能量低的官能基移动至膜表面，能够使分子面相对于基板面大致水平地取向。

[0204] 另外，在利用与基底层的相互作用的情况下，通过在基底层和功能性基团之间发挥作用的分子力、氢键、配位键的作用，将功能性基团拉到基底层。如（化5），在附加了功能性基团的情况下，通过该作用能够使分子面相对于基板面大致水平地取向。

[0205] 有机分子的取向状态可通过一边变化入射角一边测定 IR 光谱、或者拉曼光谱进行调查。

[0206] 另外，过渡偶极子力矩的方向可用公知的方法进行评价。例如（APPLIED PHYSICS LETTERS96、073302(2010).）、在使用与有机发光装置进行光学接触的半球形透镜、柱面透镜除去薄膜器件的干涉效应的基础上，实验测定光致发光的 P 偏光成分的放射角度依赖

性,通过与计算机模拟进行比较,能够求出过渡偶极子力矩中的水平方向成分和垂直方向成分各自的比例。这是因为P偏光强度的角度依赖性由水平成分和垂直成分的比例决定(S偏光仅由水平成分构成)。构成通常的发光层的有机分子的取向是随机(各向同性的)的,因此,过渡偶极子力矩的构成成分的比例为水平成分、垂直成分均为50%。

[0207] 图8表示过渡偶极子力矩的方向(水平成分的比例)(%)和激子能量内、转换为可视光的比例(%)的关系的计算结果。计算使用制作的有机装置模拟器,因此,其考虑了光学薄膜干涉效应及表面等离子体激元等的电偶极子和金属界面的近场相互作用。构造为铝反射电极(上部电极、膜厚150nm)、有机发光层(膜厚250nm)、ITO透明电极(下部电极、膜厚150nm)、玻璃基板(BK7、厚度0.7mm)。上部电极、下部电极、玻璃基板的折射率使用实测值,有机发光层的折射率加上典型的发光层的折射率为1.8。另外,发光位置设定在距离上部电极75nm的位置,发光波长设为550nm。

[0208] 由图8可知,在水平成分为50%时的激子能量内、转换为可视光的比例的值以水平成分大于50%(优选为60%以上)的情况下,单调增加至水平成分为100%。从带来水平成分的过渡偶极子力矩的电偶极子辐射场几乎不能激励表面等离子体激元这一点来看,也是恰当的结果。

[0209] 若改变发光位置(距金属电极的距离为0nm~250nm)及波长(380nm~780nm),则在水平成分为50%时的激子能量内、转换为可视光的比例的值从75%进行增减,但任何情况下水平成分都大于50%(优选60%以上)的情况下,激子能量内、转换为可视光的比例(%)单调增加至水平成分为100%。

[0210] <主体>

[0211] 作为主体,优选使用咪唑衍生物、茚衍生物或者芳基硅烷衍生物等。为了得到高效率的发光,优选与蓝色掺杂剂的激励能量相比,主体的激励能量足够大。予以说明,激励能量使用发出的光谱进行测定。

[0212] <阴极>

[0213] 阴极材料为用于反射来自发光层303的光的反射电极。具体而言,适合使用LiF和Al的层压体或Mg:Ag合金等。另外,并不限于这些材料,例如,作为LiF的替代品,可以使用Cs化合物、Ba化合物、Ca化合物等。

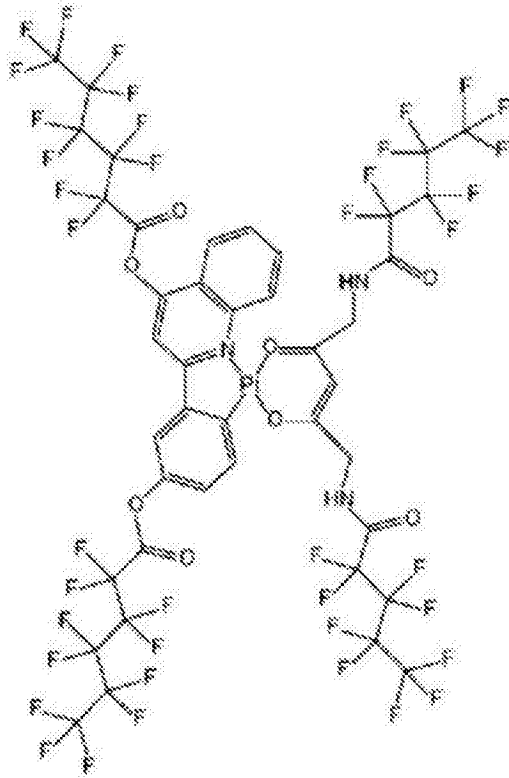
[0214] 接着,对本发明的具体实施例进行说明。如上所述,本发明不限于以下的实施例。

[0215] 实施例6

[0216] 作为本发明的第六实施例,制造图3所示的构造的白色发光元件。在下部电极中在ITO电极、空穴注入层通过旋涂法形成了PEDOT。在空穴输送层中使用了聚合物系的材料。有机发光层作为主体使用了mCP(1,3-二(咪唑-9-基)苯)、在蓝色掺杂剂中使用了(化10)、在红色掺杂剂中使用了(化12)、在绿色掺杂剂中使用了(化13)。

[0217] [化13]

[0218]



(化13)

[0219] 各个材料的重量比为 100:10:0.5:0.5。将这些的主体、蓝色、红色、绿色掺杂剂溶解于甲苯制造涂布液。使用该涂布液,通过旋涂法形成了有机发光层。接着,作为电子输送层,用真空蒸镀法形成了 UGH2 及 3TPYMB 的层。接着,作为上部电极形成 LiF 和 Al 的层压体,制造目的的有机发光元件。发光位置与各色掺杂剂都在距离上部电极 75nm 附近。

[0220] 向制造的有机发光元件施加电压,结果,从 EL 光谱确认到了来自三个掺杂剂的发光,能够确认出为白色发光。另外,作为比较例 6,制造使用未附加功能性基团的掺杂剂的元件。实施例 6 与比较例 6 比较显示出 1.30 倍的高的发光效率。予以说明,利用其它途径试制与实施例 6 同样构成的发光层,光致发光测定中,测定 P 偏光强度的角度依赖性,调查各色掺杂剂的过渡偶极子力矩的构成成分的比例,结果,各色的水平成分都为 85% 以上。另一方面,比较例 6 中,各色的水平成分均为约 50%。

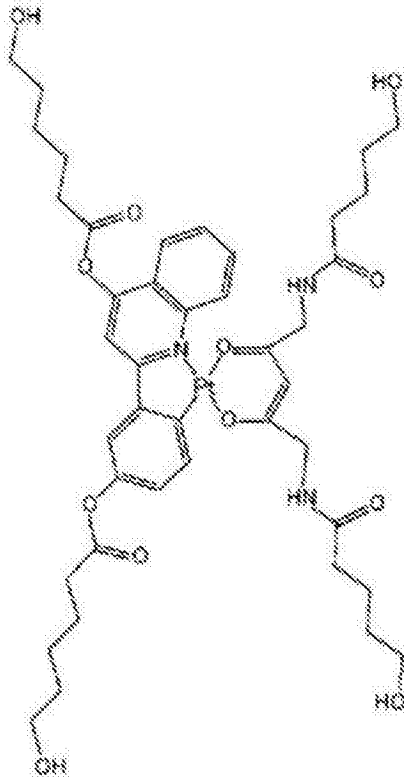
[0221] 予以说明,如本说明书的前半部分所说明的,过渡偶极子力矩的方向为各向同性的情况下,激子能量的约 75% 转换为可视光,25% 会有表面等离子体激元而损失。因此,相对于过渡偶极子力矩的方向为各向同性的比较例 1,过渡偶极子力矩的方向为大致水平的实施例 6 的发光效率为 1.30 ($\ll (25+75)/75 \approx 1.33$) 倍,认为是因为表面等离子体激元造成的损失的大部分转换为可视光,作为效率提高,为接近上限的足够大的值。

[0222] 实施例 7

[0223] 作为本发明的第七实施例,制造连接多个有机发光元件的光源装置。制造的元件利用与实施例 1 同样的层构成,在面内单独形成在发光层中作为主体和红色掺杂剂含有 (化 12)、作为绿色掺杂剂含有 (化 14) 的元件 (RG 元件) 和在发光层中作为主体和蓝色掺杂剂含有 (化 9) 的元件 (B 元件),并将各元件串联及并联地连接。涂布膜的制造使用喷墨法。发光位置与各色掺杂剂都在距离上部电极 75nm 附近。

[0224] [化 14]

[0225]



... (化14)

[0226] 为了得到均质的白色光,在制造的元件的发光面安装了漫射板。制造的光源装置得到了良好的白色光。另外,作为比较例 7 制造了使用未附加功能性基团的掺杂剂的元件。实施例 7 与比较例 7 比较显示出 1.22 倍的高的发光效率。予以说明,利用其它途径试制与实施例 2 同样构成的发光层,光致发光测定中,测定 P 偏光强度的角度依赖性,调查各色掺杂剂的过渡偶极子力矩的构成成分的比例,结果,各色的水平成分都为 83% 以上。另一方面,比较例 7 中,各色的水平成分均为约 50%。

[0227] 与实施例 6 同样,发光效率为 1.22 倍,认为这是因为表面等离子体激元导致的损失的相当大的比例转换为可视光,作为效率提高,为接近上限的足够大的值。

[0228] 另外,通过安装漫射板,在发光层中,能够从激子能量转换、产生的可视光内的更多取出至外部(空气)。因此,由于过渡偶极子力矩的方向大致为水平而带来的效率提高效果进一步扩大,能够得到发光效率更高的光源装置。

[0229] 实施例 8

[0230] 作为本发明的第八实施例,制造连接多个有机发光元件的光源装置。制造的元件利用与实施例 6 同样的层构成,在面内单独形成在发光层中作为主体和红色掺杂剂含有(化 12)的元件(R 元件)、和在发光层中作为主体材料和绿色掺杂剂含有(化 13)的元件(G 元件)以及在发光层中作为主体和蓝色掺杂剂含有(化 9)的元件(B 元件),并将各元件串联及并联地连接。涂布膜的制造使用喷墨法。发光位置与各色掺杂剂都在距离上部电极 75nm 附近。为了得到均质的白色光,在制造的元件的发光面安装了漫射板。制造的光源装置得到了良好的白色光。另外,作为比较例 8 制造了使用未附加功能性基团的掺杂剂的元件。实施例 8 与比较例 8 比较显示出 1.20 倍的高的发光效率。予以说明,利用其它途径试制与实施例 8 同样构成的发光层,光致发光测定中,测定 P 偏光强度的角度依赖性,调查各色掺杂剂的过渡偶极子力矩的构成成分的比例,结果,各色的水平成分都为 88% 以上。另

一方面、比较例 8 中, 各色的水平成分均为约 50%。

[0231] 与实施例 6 同样, 发光效率为 1.20 倍, 认为这是因为表面等离子体激元造成的损失的相当大的比例转换为可视光, 作为效率提高, 为足够大的值。

[0232] 另外, 通过安装漫射板, 在发光层中, 能够将激子能量转换、发生的可视光内的更多取出至外部(空气)。因此, 由于过渡偶极子力矩的方向为大致水平而带来的效率提高效果进一步扩大, 能够得到发光效率更高的光源装置。

[0233] 予以说明, 实施例 6 ~ 实施例 8 中, 通过发光层 303 的掺杂剂具有选自例如氟烷基、全氟烷基、烷基(C 的个数为 10 以上)、全氟聚醚基及硅氧烷基中的一个以上的功能性基团, 关于发光层 303 的掺杂剂的浓度, 相较于不存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧, 存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧变高。该情况由于掺杂剂向存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧移动而产生。

[0234] 另外, 实施例 6 ~ 实施例 8 中, 发光层 303 的掺杂剂具有选自例如 -OH、-SH、-COOH、-SO₃H、I、Br、Cl、F、SCN、CN、NH₂、NO₂ 及联吡啶基、苯氨基、咪唑基、咪唑基及脒部位中的一个以上的功能性基团, 由此, 关于发光层 303 的掺杂剂的浓度, 相较于不存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧, 存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧变高。该情况是由于掺杂剂向存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧移动而产生。

[0235] 在此, 存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧是指分别朝向电子输送层 304 及上部电极 102 所在的方向从中央到端部的区域。不存在发光层 303 中的电子输送层 304 及上部电极 102 的一侧是指分别朝向电子输送层 304 及上部电极 102 所在的方向的相反方向从中央到端部的区域。

[0236] 另外, 存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧是指分别朝向空穴输送层 302 及下部电极 101 所在的方向从中央到端部的区域。另外, 不存在发光层 303 中的空穴输送层 302 及下部电极 101 的一侧是指分别朝向空穴输送层 302 及下部电极 101 所在的方向的相反方向从中央到端部的区域。

[0237] 实施例 9

[0238] 作为本发明的实施例, 制造图 5 所示的光源装置。光源装置的构成要素的有机发光元件由与实施例 1 同样的基板 100、下部电极 101、有机层 103、上部电极 102 构成。有机发光元件以有机层 103 与外部大气遮断的方式被带有干燥剂的密封管玻璃 501 密封。另外, 下部电极 101 及上部电极 102 分别通过配线 502 与驱动电路 503 连接。而且, 带有密封管玻璃 501 的有机发光元件及驱动电路 503 由筐体 505 覆盖, 整体上成为光源装置 506。予以说明, 通过驱动电路 503 通过插件 504 与外部电源连接, 进行点亮。制造使用实施例 1 的有机发光元件的光源装置 A 及使用比较例 1 的有机发光元件的光源装置 B, 结果, 光源装置 A 相对于光源装置 B 能够节省 23% 的低耗电量。

[0239] 符号说明

[0240] 100 基板

[0241] 101 下部电极

[0242] 102 上部电极

[0243] 103 有机层

- [0244] 104 第一触排
- [0245] 105 第二触排
- [0246] 106 树脂层
- [0247] 107 密封基板
- [0248] 201 漫射板
- [0249] 202 第一有机发光元件
- [0250] 203 第二有机发光元件
- [0251] 301 空穴注入层
- [0252] 302 空穴输送层
- [0253] 303 发光层
- [0254] 304 电子输送层
- [0255] 305 电子注入层
- [0256] 501 密封管玻璃
- [0257] 502 配线
- [0258] 503 驱动电路
- [0259] 504 插件
- [0260] 505 筐体
- [0261] 506 光源装置

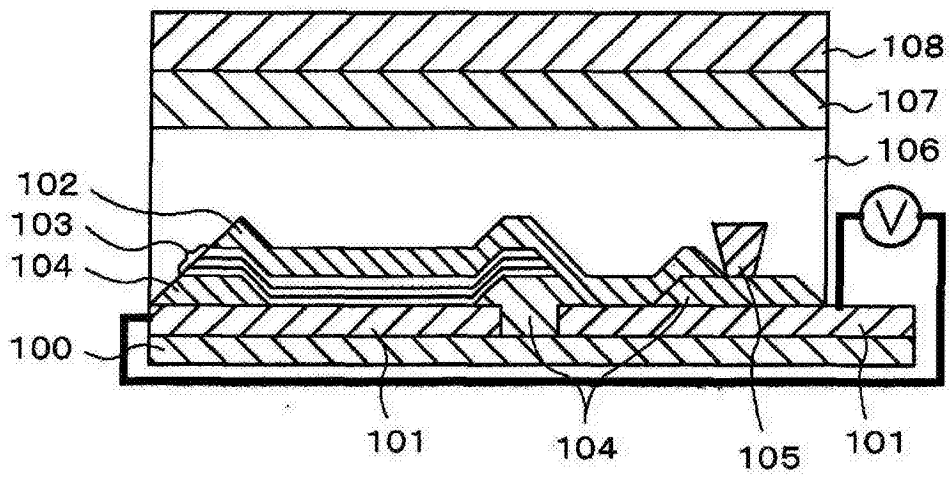


图 1

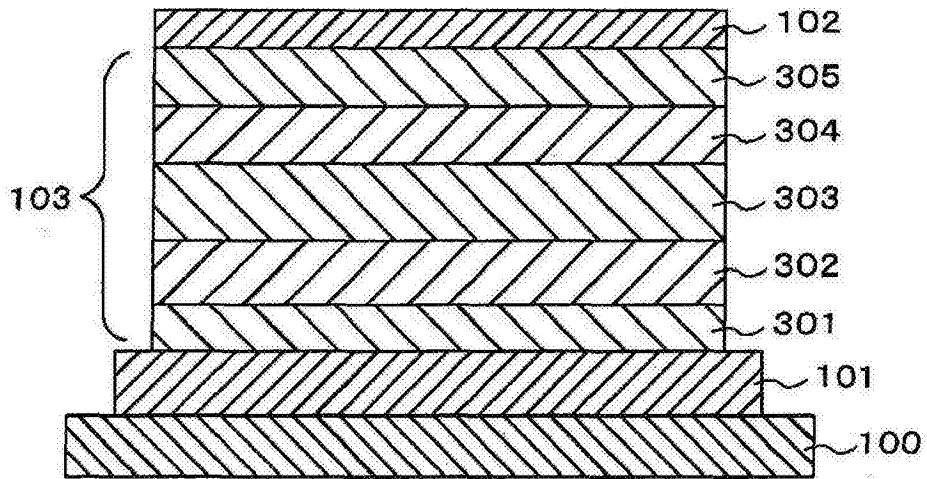


图 2

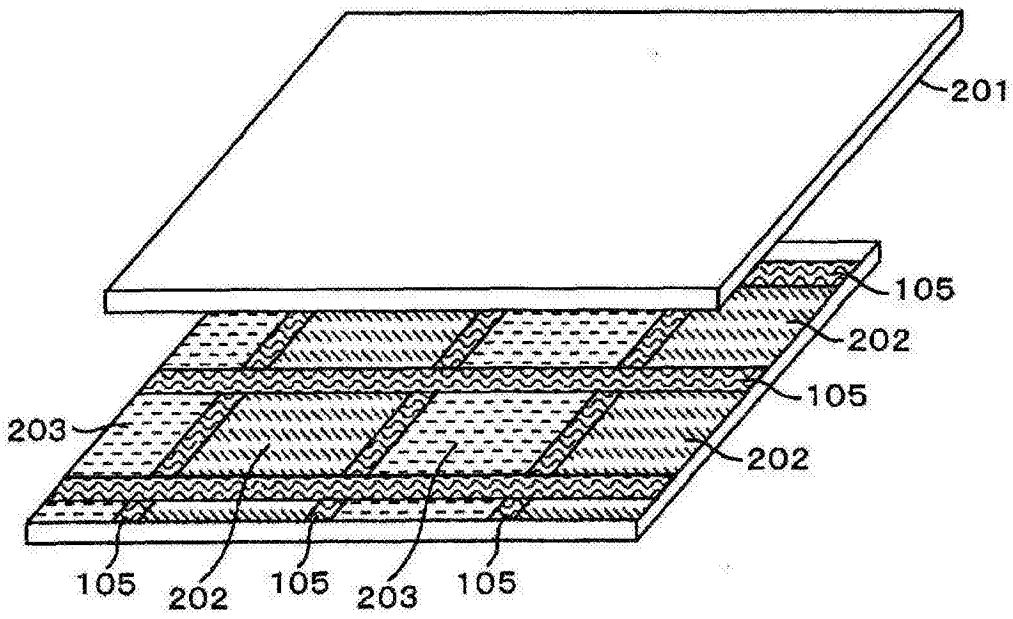


图 3

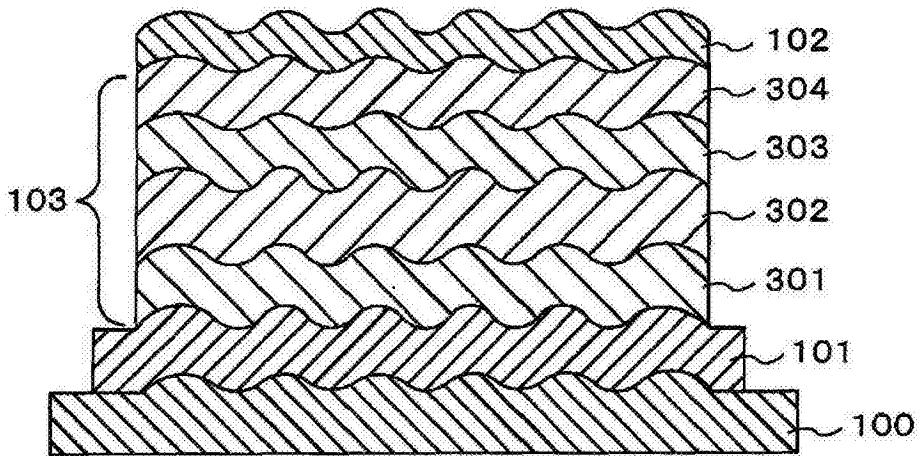


图 4

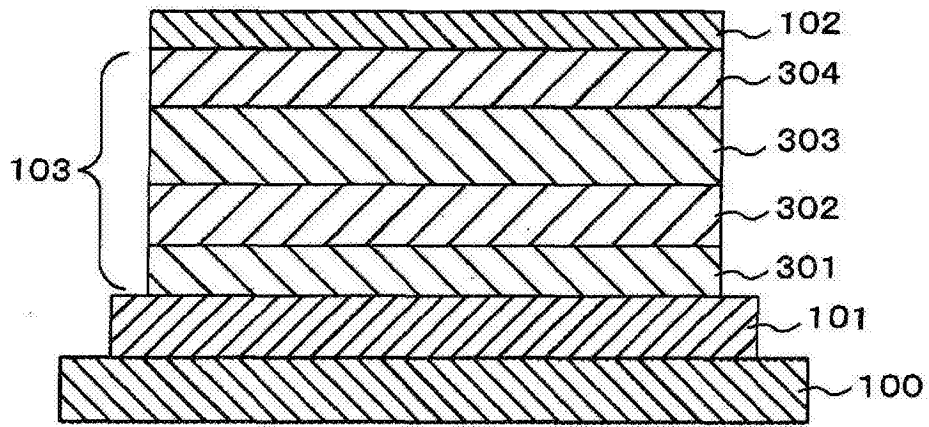


图 5

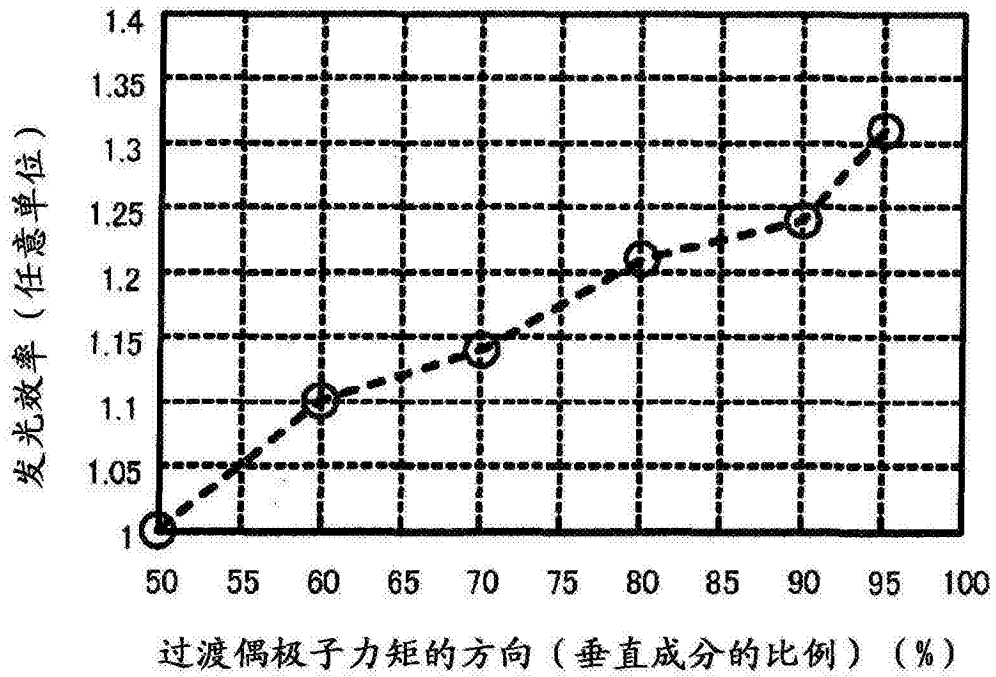


图 6

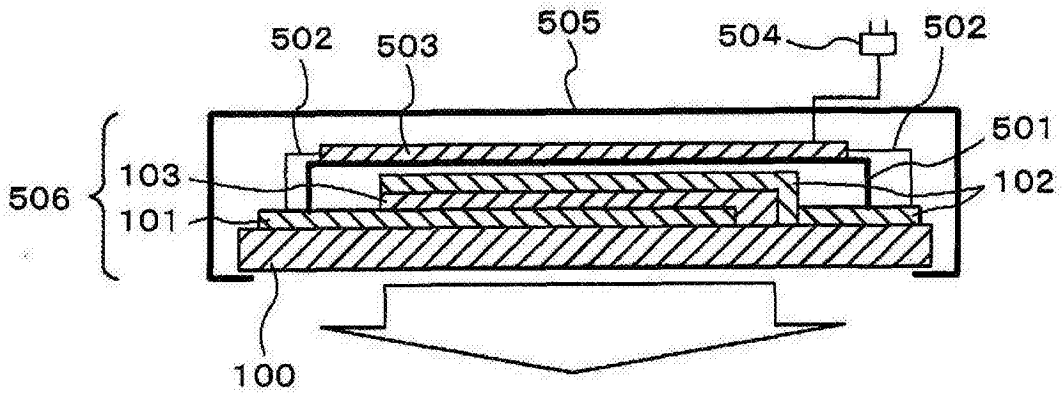


图 7

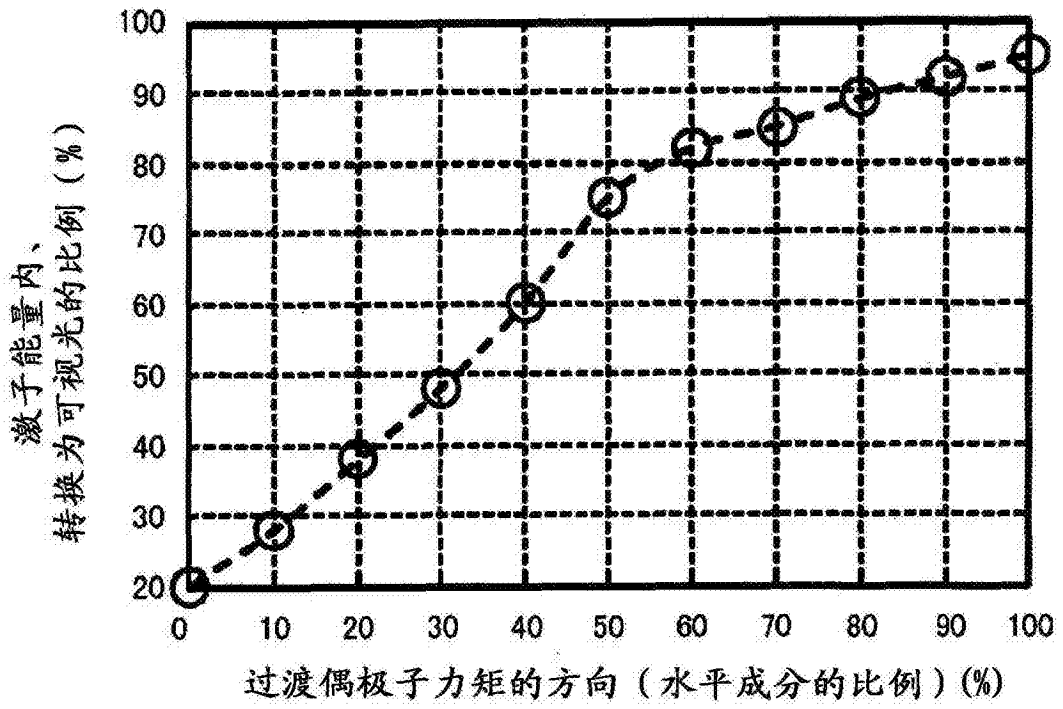


图 8