

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 33/14

H05B 33/10



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03127839.6

[43] 公开日 2004 年 2 月 11 日

[11] 公开号 CN 1474637A

[22] 申请日 2003.8.11 [21] 申请号 03127839.6

[30] 优先权

[32] 2002.8.9 [33] JP [31] 233758/2002

[71] 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

[72] 发明人 濑尾哲史 山崎宽子

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

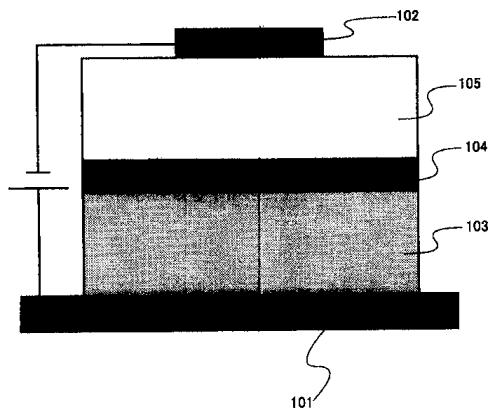
代理人 吴立明 梁永

权利要求书 7 页 说明书 26 页 附图 12 页

[54] 发明名称 电致发光元件以及采用它的发光器件

[57] 摘要

一种比常规 EL 元件更厚且驱动电压更低的无须掺入受主或施主的 EL 元件。其中，含有能够提供电致发光的有机化合物的电致发光膜 103、浮置电极 104、电子输运支持层 105、以及阴极 102，被依次重叠在阳极 101 上。电致发光膜 103 的膜厚度约为常规膜厚度量级(约为 100nm 量级)，且电子输运支持层 105 也可以具有约为电致发光膜 103 的膜厚度量级。借助于将空穴阻挡材料引入到电子输运支持层中，此 EL 元件能够在比常规 EL 元件更低的电压下被驱动。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种电致发光元件，它包含：
阳极；
阳极上的电致发光膜，它含有能够产生电致发光的有机化合物；
5 电致发光膜上的浮置电极；
浮置电极上的电子输运支持层；以及
电子输运支持层上的阴极，
其中，电致发光膜和电子输运支持层至少之一含有空穴阻挡材料。
- 10 2. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的导电膜。
3. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的半透明导电膜。
- 15 4. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料的电离电位为 5.8eV 或以上。
5. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料是含有菲咯啉骨架的有机化合物或以属于周期表 13 族的元素为中心金属的 5 配位型金属络合物。
- 20 6. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，阴极包含功函数为 3.5eV 或以上的导电材料。
7. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，电子输运支持层包含电子迁移率大于空穴迁移率的可输运电子材料。
8. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，浮置电极包含功函数为 3.5eV 或以下的导电材料。
- 25 9. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，浮置电极包含与电致发光膜接触形成的绝缘膜以及与电子输运支持层接触的导电膜。
10. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，电子输运支持层的膜厚度为 10 纳米到 1 微米。
- 30 11. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到发光器件中。
12. 根据权利要求 1 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到选自由个人计算机、摄像机、移动计算机、播放器、数码相机、

蜂窝电话、便携式图书、以及显示器组成的组的电器中。

13. 一种电致发光元件，它包含：
5 阴极；
 阴极上的电致发光膜，它含有能够产生电致发光的有机化合物；
 电致发光膜上的浮置电极；
 浮置电极上的电子输运支持层；以及
 电子输运支持层上的阳极，
 其中，电致发光膜和电子输运支持层至少之一含有空穴阻挡材料。
10 14. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的导电膜。
 15. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的半透明导电膜。
15 16. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料的电离电位为 5.8eV 或以上。
 17. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料是含有菲咯啉骨架的有机化合物或以属于周期表 13 族的元素为中心金属的 5 配位型金属络合物。
20 18. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，阴极包含功函数为 3.5eV 或以上的导电材料。
 19. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，电子输运支持层包含电子迁移率大于空穴迁移率的可输运电子材料。
 20. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，浮置电极包含功函数为 3.5eV 或以下的导电材料。
25 21. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，浮置电极包含与电致发光膜接触形成的绝缘膜以及与电子输运支持层接触的导电膜。
 22. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，电子输运支持层的膜厚度为 10 纳米到 1 微米。
30 23. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到发光器件中。
 24. 根据权利要求 13 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到选自由个人计算机、摄像机、移动计算机、播放器、数码相机、

蜂窝电话、便携式图书、以及显示器组成的组的电器中。

25. 一种电致发光元件，它包含：

阴极；

阴极上的电致发光膜，它含有能够产生电致发光的有机化合物；

5 电致发光膜上的浮置电极；

浮置电极上的电子输运支持层；以及

电子输运支持层上的阳极，

其中，电致发光膜和电子输运支持层至少之一含有空穴阻挡材料。

10 26. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的导电膜。

27. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的半透明导电膜。

28. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料的电
15 离电位为 5.8eV 或以上。

29. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料是含有菲咯啉骨架的有机化合物或以周期表 13 族元素为中心金属的 5 配位型金属络合物。

30. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，阴极包含功函数为
20 3.5eV 或以上的导电材料。

31. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，电子输运支持层包含电子迁移率大于空穴迁移率的电子输运材料。

32. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，浮置电极包含功函数为 3.5eV 或以下的导电材料。

25 33. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，浮置电极包含与电致发光膜接触形成的绝缘膜以及与电子输运支持层接触的导电膜。

34. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，电子输运支持层的膜厚度为 10 纳米到 1 微米。

35. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到发光器件中。

36. 根据权利要求 25 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到选自由个人计算机、摄像机、移动计算机、播放器、数码相机、

蜂窝电话、便携式图书、以及显示器组成的组的电器中。

37. 一种电致发光元件，它包含：

阳极；

阳极上的电致发光膜，它含有产生电致发光的有机化合物；

5 电致发光膜上的电子输运层

电子输运层上的浮置电极；

浮置电极上的电子输运支持层；

电子输运支持层上的阴极，

其中，电致发光膜和电子输运支持层至少之一含有空穴阻挡材料。
10

38. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的导电膜。

39. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的半透明导电膜。

15 40. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料的电离电位为 5.8eV 或以上。

41. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料是含有菲咯啉骨架的有机化合物或以属于周期表 13 族的元素为中心金属的 5 配位型金属络合物。

20 42. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，阴极包含功函数为 3.5eV 或以上的导电材料。

43. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，电子输运支持层包含电子迁移率大于空穴迁移率的可输运电子材料。

25 44. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，浮置电极包含功函数为 3.5eV 或以下的导电材料。

45. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，浮置电极包含与电致发光膜接触形成的绝缘膜以及与电子输运支持层接触的导电膜。

46. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，电子输运支持层的膜厚度为 10 纳米到 1 微米。

30 47. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到发光器件中。

48. 根据权利要求 37 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组

合到选自由个人计算机、摄象机、移动计算机、播放器、数码相机、蜂窝电话、便携式图书、以及显示器组成的组的电器中。

49. 一种电致发光元件，它包含：
 阴极；
 5 阴极上的电子输运支持层；
 电子输运支持层上的浮置电极；
 浮置电极上的电子输运层；
 电子输运层上的电致发光膜，它含有产生电致发光的有机化合物；以及
 10 电致发光膜上的阳极。
50. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的导电膜。
51. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的半透明导电膜。
15 52. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料的电离电位为 5.8eV 或以上。
53. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料是含有菲咯啉骨架的有机化合物或以属于周期表 13 族的元素为中心金属的 5 配位型金属络合物。
20 54. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，阴极包含功函数为 3.5eV 或以上的导电材料。
55. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，电子输运支持层包含电子迁移率大于空穴迁移率的可输运电子材料。
25 56. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，浮置电极包含功函数为 3.5eV 或以下的导电材料。
57. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，浮置电极包含与电致发光膜接触形成的绝缘膜以及与电子输运支持层接触的导电膜。
58. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，电子输运支持层的膜厚度为 10 纳米到 1 微米。
30 59. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到发光器件中。
60. 根据权利要求 49 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组

合到选自由个人计算机、摄象机、移动计算机、播放器、数码相机、蜂窝电话、便携式图书、以及显示器组成的组的电器中。

61. 一种电致发光元件，它包含：
 阴极；
 5 阴极上的电子输运支持层；
 电子输运支持层上的浮置电极；
 浮置电极上的电子输运层；
 电子输运层上的电致发光膜，它含有产生电致发光的有机化合物；以及
 10 电致发光膜上的阳极。
 其中，电致发光膜和电子输运支持层至少之一含有空穴阻挡材料。

62. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的导电膜。
15 63. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，阴极包含用溅射方法形成的半透明导电膜。
64. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料的电离电位为 5.8eV 或以上。
65. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，空穴阻挡材料是含有菲咯啉骨架的有机化合物或以属于周期表 13 族的元素为中心金属的 5 配位型金属络合物。
20
66. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，阴极包含功函数为 3.5eV 或以上的导电材料。
67. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，电子输运支持层包含电子迁移率大于空穴迁移率的可输运电子材料。
25
68. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，浮置电极包含功函数为 3.5eV 或以下的导电材料。
69. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，浮置电极包含与电致发光膜接触形成的绝缘膜以及与电子输运支持层接触的导电膜。
30
70. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，电子输运支持层的膜厚度为 10 纳米到 1 微米。
71. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组

合到发光器件中。

72. 根据权利要求 61 的电致发光元件，其中，电致发光元件被组合到选自由个人计算机、摄象机、移动计算机、播放器、数码相机、蜂窝电话、便携式图书、以及显示器组成的组的电器中。

电致发光元件以及采用它的发光器件

技术领域

5 本发明涉及到电致发光器件（以下称为 EL 元件），它具有借助于施加电场而发光的包含有机化合物的膜（以下称为电致发光膜）、阳极、以及阴极。更确切地说，本发明涉及到具有良好成品率、高可靠性、以及低电压驱动的 EL 元件；且涉及到包括此 EL 元件的发光器件。
10 本说明书中的发光器件包括：包括 EL 元件的图象显示器件，以及其中连接器、柔性印刷电路板（FPC）、TAB（带自动键合）、或 TCP（带载体封装件）被固定到 EL 元件的模块、或其中印刷电路板被固定到 TAB 或 TCP 末端的模块、或其中 IC（集成电路）被 COG（玻璃上芯片）方法直接安装在 EL 元件上的模块。

背景技术

15 EL 元件包括有机化合物作为借助于施加电场和电流而发光的发光体。其发光机制描述如下：借助于将电压施加到夹在电极之间的电致发光膜，从阴极注入的电子与从阳极注入的空穴在电致发光膜中重新组合，从而形成处于激发态的分子（以下称为“分子激子”）；当分子激子返回其基态时，就辐射能量。

20 由有机化合物形成的分子激子的种类可以是单重激子态或三重激子态。在本说明书中，发光可以基于二者中的任何一个。

在这种 EL 元件中，电致发光膜通常被形成为厚度约为 100nm 的薄膜。在此 EL 元件中，电致发光膜自发发光，因而不需要常规液晶显示器中使用的后照光。结果，EL 元件具有制造得薄而轻的巨大优点。

25 而且，例如，考虑到载流子的迁移率，从厚度约为 100nm 的电致发光膜的载流子注入到复合的周期，约为几十毫微秒。即使从载流子复合到光发射的过程被包括在此周期中，光也在约为微秒的时间内发射。于是，极高的响应速度就成了其特性之一。

而且，由于包括有机化合物作为发光体的 EL 元件是一种载流子注入型器件，故能够被直流电压驱动，从而很少产生噪声。就驱动电压而言，电致发光膜被制造成厚度约为 100nm 的均匀的超薄膜，电极材料被选择成使对电致发光膜的载流子注入势垒减小，并引入了异质结

构（双层结构）。于是，在 5.5V 下，已经得多了 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的足够的亮度（参考文献 1: C. W. Tang and S. A. VanSlyke, *Applied Physics Letters*, vol. 51, No. 12, pp. 913-915 (1987)）。

包括有机化合物作为发光体的 EL 元件具有下列特性：薄、重量轻、
5 高速响应、以及直流低压驱动。因此，EL 元件被认为是下一代平板显示器的发光器件。此外，由于 EL 元件是自发光型的，故具有宽广的视角，可视性比较好。于是认为 EL 元件作为车载电器或移动电器的显示屏是优选的。实际上，EL 元件已经被用于汽车音响的彩色显示屏。

参考 1 公开的 EL 元件适用于所谓“功能分割”，其中空穴输运层
10 输运空穴，而电子输运发光层输运电子并发光。功能分割的概念被发展为双异质结构（三层结构）的概念，其中发光层被夹在空穴输运层和电子输运层之间（参考文献 2: C. Adachi, S. Tokito, T. Tsuitsui and S. Saito, *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 27, No. 2, L. 269-271 (1988)）。

15 功能分割的一个优点是，无须对一种有机材料提供各种功能（发光、载流子输运、从电极注入载流子等），结果，能够大幅度扩展分子设计的自由度（例如不必寻找双极材料）。借助于组合具有良好发光特性和高的输运能力的材料，就能够容易地得到高的发光效率。

关于功能的分割，提出了阳极缓冲层或阴极缓冲层的概念，用来
20 注入载流子以降低驱动电压。例如，有报道称，借助于利用将减小能量势垒的材料插入到阴极与电致发光膜之间的界面中的方法而提高载流子的注入，能够降低驱动电压（参考文献 3: Takeo Wakimoto, Yoshinori Fukuda, Kenichi Nagayama, Akira Yokoi, Hitoshi Nakada and Masami Tsuchida, *IEEE Transactions on Electron Devices*, Vol. 44, No. 8, 1245-1248 (1997)）。在参考文献 3 中，
25 公开了 Wakimoto 等人利用 Li_2O 作为阴极缓冲层成功地降低了驱动电压。

关于缓冲层，包含聚合物的缓冲层（以下称为聚合物缓冲层）近年来吸引了特别的注意（参考文献 4: Yoshiharu Sato, *Molecular Electronics and Bioelectronics* (The Japan Society of Applied Physics), vol. 11, No. 1, 86-99 (2000)）。在参考文献 4 中，公开了用聚合物阳极缓冲层促进了较低的电压、较长的寿命、以及较高的

抗热性。可以说对防止短路有作用。

由于借助于将适当的受主或施主引入到其中而改善了聚合物缓冲层的导电性，故包括聚合物缓冲层的 EL 元件能够被制作成厚到不能发光，除非其厚度约为通常的 100nm。因此，在参考文献 4 中公开了电致发光膜能够被整平，减轻了电极上沾污或凸出的不利影响。于是，通常由于电极上的沾污或凸出而存在着短路的危险，但聚合物缓冲层能够减小这种危险。因此，还存在着可望改善成品率的优点。

因此，上述聚合物缓冲层能够同时解决加厚薄膜和降低驱动电压这二个已经成为 EL 元件严重难题的相互冲突的目的。

为了用聚合物缓冲层来加厚薄膜，常常用水作为溶剂。但对于具有有机化合物的 EL 元件来说，水溶剂不是优选的，因为有机化合物容易被潮气损伤。根据参考文献 4，可以采用某些有机溶剂，但只要采用湿法工艺，就不可避免产生杂质。这可能引起 EL 元件的退化。

当包括由这些材料组成的缓冲层的 EL 元件被用于显示器件矩阵中的各个象素时，出现串扰的问题。更详细地说，由于几乎聚合物缓冲层都具有导电性并通常被甩涂在整个表面上，故在聚合物缓冲层与布线之间（或在各个象素之间）引起泄漏电流。

例如，有报道称由于制造具有由聚亚乙基二氧化噻吩/聚苯乙烯磺酸盐（以下称为“PEDOT/PSS”）组成的是为掺有受主的导电聚合物的阳极缓冲层的无源矩阵显示器件而引起串扰（参考文献 5: A. Elschner, F. Jonas, S. Kirchmeyer, K. Wussow, Asia Display/IDW'01, 1427-1430(2001)）。在参考文献 5 中，报道了借助于有目的地提高 PEDOT/PSS 的电阻率而防止了串扰。但若电阻率被提高，则聚合物缓冲层不能做厚（亦即，电流变得难以施加到 EL 元件）。因此会丧失借助于电致发光膜加厚从而整平电极表面而防止短路的优点。此外，由于提高电阻率会引起高的驱动电压，故还会丧失驱动电压低的优点。

另一方面，报道了用协同蒸发方法在真空中从有机化合物和受主（或施主）协同制造厚的 EL 元件的装置（参考文献 6: J. Blochwitz, M. Pfeiffer, T. Fritz, and K. Leo, Applied Physics Letters, vol. 73, No. 6, pp. 729-731(1998)）。在参考文献 6 中，公开了能够用协同蒸发方法从作为空穴输运材料的 VoPc 和作为受主的 F4-TCNQ 制造低驱动电压下驱动的厚的 EL 元件。

利用此方法，能够减少杂质的产生，而且，由于能够用遮光掩模进行图形化而能够防止串扰问题。但存在着影响 EL 元件寿命的将要掺入的受主或施主的化学稳定性问题。在采用聚合物缓冲层的情况下，会出现受主或施主化学稳定性的问题。报道了一种与上述明显不同的 5 概念，即一种新颖的 EL 元件结构，其中膜的加厚引起电流效率提高（参考文献 7：J. Kido, J. Endo, T. Nakada, K. Mori, A. Yokoi, T. Matsumoto, 49th Japan Society of Applied Physics and Related Societies, p. 1308, 27p-YL-3, (March 2002)）。参考文献 7 公开的进行方法具有能够改善电流效率的优点，但与常规 EL 元件相比需要 10 施加更高的电压。

发明内容

若采用参考文献 7 公开的器件结构，则理论上有可能无限地改善 15 电流效率。但若电流效率被改善 2 倍、3 倍、或更多，则驱动电压也提高 2、3 倍、或更多。于是，参考文献 7 公开的器件结构对于照明用途 是优选的，但对于需要低压驱动的便携式电器用途不是优选的。

因此，希望用加厚的方法来制造具有良好成品率、高可靠性、以及在低压下驱动的 EL 元件。

考虑到上述情况，本发明的目的是提供一种比常规 EL 元件更厚的 20 在更低电压下驱动的不掺入受主或施主的 EL 元件。确切地说，本发明 的目的是提供一种具有良好成品率、长寿命、低压驱动的 EL 元件。本 发明的另一目的是利用 EL 元件来提供一种耐用的具有良好成品率的发 25 光器件。

本发明已经提出了上述目的的一种解决办法，即经过积极的研究 形成了一种新颖的器件结构。在图 1、2、12 中，示出了此新颖器件结 25 构的基本结构。

图 1 示出了一种 EL 元件，其中，包括能够产生电致发光的有机化 30 合物的电致发光膜 103、浮置电极 104、电子输运支持层 105、以及阴 极 102，被依次层叠在阳极 101 上。电致发光膜 103 的膜厚度约为常 规膜厚度（约为 100nm），而电子输运支持层 105 的膜厚度也可以约 为电致发光膜 103 的膜厚度。

利用这种器件结构，本发明人发现，有可能以与常规 EL 元件（亦 即，其中仅仅电致发光膜 103 被夹在阳极与阴极之间的一种结构）几

乎相同的驱动电压工作，或能够进一步降低驱动电压。这意味着即使不掺入受主或施主而制造 EL 元件，膜厚度厚的 EL 元件也以低的电压工作，亦即，导致器件寿命和驱动电压方面优异的且成品率良好的 EL 元件。

5 因此，根据本发明的 EL 元件的特征在于，阳极、包括能够产生电致发光的有机化合物的电致发光膜、浮置电极、电子输运支持层、以及阴极被依次层叠。

近年来，已经研究了用溅射方法来形成阴极膜的方法。但溅射时对有机化合物的损伤，具体地说是对发光区的损伤受到了关注（为了 10 防止此损伤，主要在形成 CuPc 膜之后执行溅射）。在图 1 的本发明中，由于电子输运支持层 105 的膜厚度能够被制作得比较厚，故对电致发光膜 103 几乎没有损伤。因此，本发明在用溅射方法形成阴极 102 的情况下是非常有效的。

因此，本发明的特征在于，在图 1 的结构中，阴极包括用溅射方法形成的导电膜。而且，正是本发明也适合于用溅射方法形成作为阴极的透明电极并从阴极侧出光的情况。因此，本发明的特征在于，在图 1 的结构中，具有透明性的阴极包括用溅射方法形成的导电膜。

而且，在图 1 的结构按反过来的反方向层叠的结构（图 2）中，亦即在电子输运支持层 205、浮置电极 204、电致发光膜 203、以及阳极 201 依次层叠在阴极 202 上的 EL 元件中，也能够得到本发明的效果。在此情况下，电致发光膜 203 的膜厚度约为常规膜厚度（约为 100nm），而电子输运支持层 205 的膜厚度也可以约为电致发光膜 203 的膜厚度。

因此，根据本发明的 EL 元件的特征在于，阴极、电子输运支持层、浮置电极、包括能够产生电致发光的有机化合物的电致发光膜、以及阳极被依次层叠。

此外，图 12 示出了一种 EL 元件，其中，包括能够产生电致发光的有机化合物的电致发光膜 603、电子输运层 606、浮置电极 604、电子输运支持层 605、以及阴极 602 被依次层叠在阳极 601 上。浮置电极 604 被夹在电子输运层与电子输运支持层 605 之间的这种结构可以被使用。当浮置电极 604 和电致发光膜 603 彼此被电子输运层 606 分隔时，有效地防止了浮置电极 604 造成的猝灭。当然，在图 12 的结构

按反过来的反方向层叠的结构中，也能够得到本发明的效果。

对于电致发光膜的结构，存在着各种变化，例如空穴输运层和电子输运层的叠层结构，聚合物的单层结构，利用来自三重激发态的发光的高效率器件。而且各个电子输运层和电子输运支持层可以具有单层结构和叠层结构中的任何一种结构。
5 层结构中的任何一种结构。

要指出的是，单重激发态和三重激发态被认为是形成在有机化合物中的分子激子，且本说明书包括这些激发态对光发射的任何贡献。

关于上述电子输运支持层，由于电子输运支持层概念上是用来仅仅使电子通过的层，故最好采用电子迁移率而不是空穴迁移率更大的
10 电子输运材料。

此外，根据本发明的一种更优选的结构具有包含在电致发光膜和电子输运支持层中至少一个内的空穴阻挡材料。利用这一结构，有可能用与常规 EL 元件（亦即其中仅仅电致发光膜 103 被夹在阳极与阴极之间的结构）几乎相同的或进一步降低的驱动电压来进行驱动。在此
15 情况下，空穴阻挡材料被包含在电子输运支持层中则更优选。

要指出的是，空穴阻挡材料最好具有大于 5.8eV 的电离电位。作为优选的材料，有包括菲咯啉骨架的有机化合物以及具有周期表 13 族元素作为中心金属的 5 配位金属络合物。

目前，通常必须采用功函数小的材料，亦即承受氧化的不稳定材料作为阴极。在按从阳极到阴极的顺序进行层叠的情况下，不稳定的阴极被暴露于大多数表面处（例如图 1）。但存在着以下优点，亦即，即使阴极由功函数大于 3.5eV 的导体组成，在将空穴阻挡材料涂敷到电子输运支持层的情况下，根据本发明的 EL 元件也充分起作用。因此，本发明的特征在于，在将空穴阻挡材料涂敷到电子输运支持层的情况下，
25 阴极由功函数大于 3.5eV 的导体组成。

而且，由于必须将电子注入到电致发光膜，故浮置电极最好由功函数小于 3.5eV 的导体组成。虽然功函数小于 3.5eV 的导体承受着氧化和不稳定，但由于浮置电极被浮置，亦即其外围被其它材料覆盖，故在本发明中有可能抑制退化。

30 而且，作为浮置电极的另一种结构，可以存在着由提供在与电致发光膜接触侧处的绝缘膜和提供在与电子输运支持层接触侧处的导电膜组成的结构。在此情况下，氟化锂和氟化钙可以作为绝缘膜。

在根据本发明的上述 EL 元件中，有可能将电子输运支持层制造成膜厚度大于 10nm 和小于 1 微米。因此，有可能有效地加厚 EL 元件本身的膜厚度。

尽管制造成厚的膜厚度而不掺入受主或施主，但根据本发明的上述 EL 元件以低的电压工作，且除了成品率良好之外，在器件寿命和驱动电压方面也是优异的。因此，采用根据本发明的 EL 元件的发光器件以及采用此发光器件的电器，具有良好的成品率和耐用的优点。

要指出的是，本发明包括采用根据本发明的 EL 元件的发光器件以及采用此发光器件的电器。

还要指出的是，在本说明书中，发光器件包括：包括 EL 元件的图象显示器件，以及其中连接器、柔性印刷电路板（FPC）、TAB（带自动键合）、或 TCP（带载体封装件）被固定到 EL 元件的模块、或其中印刷电路板被固定到 TAB 或 TCP 末端的模块、或其中 IC（集成电路）被 COG（玻璃上芯片）方法直接安装在 EL 元件上的模块。

15 附图说明

图 1 示出了本发明的基本结构；
图 2 示出了本发明的基本结构；
图 3A-3C 示出了本发明的工作机制；
图 4A-4C 示出了本发明的工作机制；
图 5 示出了 EL 元件以及采用 EL 元件的发光器件的制造系统；
图 6A-6C 示出了实施方案 1 和比较实施例 1 的数据；
图 7A-7C 示出了实施方案 2 和比较实施例 2 的数据；
图 8A 和 8B 示出了发光器件的俯视图和剖面图；
图 9A 和 9B 示出了发光器件的俯视图和剖面图；
图 10A-10E 示出了电器的具体例子；
图 11A-11C 示出了电器的具体例子；而
图 12 示出了本发明的基本结构。

具体实施方式

下面用工作机制和结构的具体例子来描述本发明的实施方案模式。EL 元件具有一个透明电极来出光就可能足够了。因此，有可能不仅采用常规的器件结构，其中透明电极形成在衬底上，用来从衬底侧出光，而且有可能采用从衬底侧的反侧出光的结构以及从电极二侧出

光的结构。

首先，参照图 3A-4C 来描述根据本发明的 EL 元件的工作机制。在图 3A 中，有机化合物层 303 被夹在电极 301 和 302 之间，且此处由电子输运材料组成。而且假设电极 301 和 302 被设计来仅仅使电子流流动，且当以有机化合物层 303 的膜厚度 d 来施加电压 V 时，电流密度为 J_1 的电流流动。
5

电流密度 J_1 是称为空间电荷限制电流 (SCLC) 的电流。SCLC 是当空间电荷从外部被注入并运动时流动的电流。SCLC 的电流密度由查尔定律亦即下列公式 1 表示。在公式 1 中， ϵ 表示相对介电常数， ϵ_0 表示真空中的介电常数，而 μ 表示载流子迁移率。
10

[公式 1]

$$J_1 = 9/8 \times \epsilon \epsilon_0 \mu \times V^2/d^3$$

当公式 1 被归纳时，得到下列公式 2。在公式 2 中， α 表示材料特定的常数：

15 [公式 2]

$$J_1 = \alpha \times V^2/d^3$$

此处假设完全相同的材料膜被形成为具有二倍厚度亦即 $2d$ ，且施加电压 V (图 3B)，此时，电流密度 J_2 由下列公式 3 表示：

[公式 3]

$$20 J_2 = \alpha \times V^2 / (2d)^3 = \alpha / 8 \times V^2 / d^3$$

从公式 1 和 2 可知 $J_1 = 8 \times J_2$ 。亦即，借助于简单地应用于 SCLC 的公式，可知当膜厚度增大时，流动的电流突然减小。

此处假设，如图 3C 所示，浮置电极 304 正好被夹在图 3B 的中心，从而将有机化合物层 303 分成第一有机化合物层 303a 和第二有机化合物层 303b。此时，若对第一有机化合物层 303a 几乎没有电子注入势垒，而对第二有机化合物层 303b 的空穴注入势垒非常高，则浮置电极 304 是一个仅仅使电子如图所示通过的层。
25

由于第一有机化合物层 303a 和第二有机化合物层 303b 由完全相同的材料组成，故在此情况下，电流密度 J_3 由下列公式 4 表示：

30 [公式 4]

$$J_3 = \alpha \times (V/2)^2 / d^3 = \alpha / 4 \times V^2 / d^3$$

如上所述，即使在考虑最简单模型的情况下，若仅仅浮置电极 304

被夹在中间，也有可能使二倍于图 3B 的电流流动。亦即，若在图 3A-3C 的各个结构中施加相同的电压 V ，则根据公式 2-4 而得到关系 $J_1 > J_2 > J_3$ 。

在图 4A-4C 中，根据这一概念对常规 EL 元件、膜厚度二倍于常规 5 EL 元件的 EL 元件、以及根据本发明的 EL 元件进行比较。图 4A 示出了常规 EL 元件，其中，空穴输运层 403、电子输运层 404、以及阴极 402 被层叠在阳极 401 上。空穴输运层 403 或电子输运层 404 都可以对光发射作出贡献。

另一方面，图 4B 中的 EL 元件具有二倍于图 4A 的膜厚度，唯一不同的是形成了另一个 100nm 的电子输运层 404，以便稍后与图 4C 作比较。由于图 4B 的膜厚度，故几乎没有电流流动，从而仅仅得到微弱的光发射（由于仅仅电子输运层变厚，故自然存在着载流子平衡消失即光路改变的现象，使光发射微弱，此处不考虑这种情况。一般认为流动电流的减小对光发射有严重的影响而不是上述现象）。

15 此处，图 4C 示出了根据本发明的 EL 元件（图 1 所示的结构），其中，浮置电极 405 被插入到要被分成第一电子输运层 404-1 和第二电子输运层 404-2 的图 4B 的电子输运层 404 中。换言之，在图 4A 的器件上进一步层叠了第二电子输运层和电极。

此时，当使浮置电极 405 具有与图 3C 所述浮置电极 304 相同的功能时，第二电子输运层 404-2 所做的唯一事情是输送电子，对光发射没有贡献。然后，根据对图 3C 所述内容的类比，使比图 4B 更多的电流流动。因此，若使膜厚度加厚，则有可能使电流有相当程度流动，从而确保光发射。此时，第二电子输运层 404-2 相当于本发明的电子输运支持层。

25 当然，在考虑最简单的模型的情况下，在根据本发明的图 4C 的器件中流动的电流量比在图 4A 的常规器件中流动的电流量小得多。因此，根据小的电流量，光发射就变得微弱。但实际上发现，如稍后实施方案所述，图 4C 的特性明显地接近图 4A，而不是接近图 4B。一般认为这是由于在实际 EL 元件中流动的电流不是根据简单的查尔定律的电流，而是更复杂化了的电流（具体地说是 TCLC，即由载流子陷阱所限制的陷阱电荷限制电流）。

要指出的是，这一概念被恰当地应用于空穴输运层侧，亦即成为

诸如阳极/空穴输运支持层/浮置电极/电致发光膜/阴极之类的结构。但由于通常更难以在有机化合物中输运电子，故根据本发明如图 4C 那样将浮置电极插入到电子输运层中更为有效。

利用根据上述机制的进一步改善，发现尽管图 4C 的器件的膜厚度
5 更厚，但有可能事实上出现相反的现象，即电流在图 4C 的器件中比在图 4A 的器件中更容易流动（亦即有可能以低电压工作）。这种现象的获得是借助于在图 4C 的器件结构中阳极 401 与阴极 402 之间的某处引入空穴阻挡材料。这正是在第二电子输运层 404-2（亦即本发明中的电子输运支持层）中引入空穴阻挡材料使驱动电压最低的情况。

10 虽然难以简单地解释这一现象，但本发明人认为如下。当空穴阻
挡材料被引入时，空穴载流子被有效地阻挡而就地聚集。具体地说，
在将空穴阻挡材料引入到电子输运支持层时，由于浮置电极 405 是导
电的，故大量空穴载流子被就地聚集。根据由聚集的空穴载流子引起的内电场，电子被有效地输运，即被注入到电致发光膜中。结果，即
15 使图 4C 的器件具有比图 4A 的常规器件更厚的膜厚度，也有可能使驱动电压进一步低于图 4A 的常规器件的驱动电压。

上面已经描述了本发明的基本工作机制。下面提供本发明中使用的用来组成电子输运支持层、浮置电极、以及电致发光膜的优选材料。要指出的是，本发明不局限于下面给出的材料。

20 首先，如上所述，电子输运材料是组成电子输运支持层的优选材料，且金属络合物常常被用作电子输运材料。其例子包括：具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属络合物，例如三(8-羟基喹啉)铝（缩写为 Alq）、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝（缩写为 Almq）、双(10-羟基苯并[h]-喹啉醇合)铍（缩写为 Bebq）；以及是为混合配位基络合物的双(2-甲基-8-羟基喹啉)-(4-羟基-联苯基)-铝（缩写为 BA1q）。这些例子还包括具有恶唑基或噻唑基配位基的金属络合物，例如双[2-(2-羟基苯基)-苯并恶唑醇合]锌（缩写为 Zn(BOX)₂）和双[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑醇合]锌（缩写为 Zn(BTZ)₂）。除了金属络合物之外，能够输运电子的其它材料是：恶二唑衍生物，例如 2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-恶二唑（缩写为 PBD）和 1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-恶二唑-2-基]苯（缩写为 OXD-7）；三唑衍生物，例如 3-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑（缩写为 TAZ）和

3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯类基)-1,2,4-三唑
(缩写为 p-EtTAZ)；以及菲咯啉衍生物，例如血管菲(缩写为 BPhen)
和血管亚铜试剂(缩写为 BCP)。

而且，作为组成电子输运支持层的材料，空穴阻挡材料是优选的，
5 且提供了上述材料，例如 PBD、OXD-7、TAZ、p-EtTAZ、Bphen、以及
BCP。特别是诸如 Bphen 和 BCP 之类的具有菲咯啉骨架的有机化合物具有
优良的空穴阻挡性质。此外，从膜质量稳定性的观点看，以上述 BA1q
为代表的以周期表 13 族元素作为中心金属的 5 配位金属络合物是优选的。

10 可以采用材料金属薄膜、金属氧化物薄膜、有机导电薄膜中的一
种、或它们的组合作为浮置电极。具体地说，因为必须将电子注入到
电致发光膜中，故浮置电极由功函数小于 3.5eV 的导体组成是优选的，
并且可以采用碱金属、碱土金属、以及稀土金属元素、或含有此金属
元素的合金。Mg:Ag 合金、Al:Li 合金、Ba、Ca、Yb、Er 是其例子。
15 浮置电极可以具有由诸如 Al 的金属膜和诸如氟化锂的无机介质薄膜、
诸如氧化锂的金属氧化物薄膜、或包括碱金属或碱土金属的有机薄膜
组成的结构。此外，浮置电极可以不是薄膜而是团簇。

对于电致发光膜，可以采用通常用于 EL 元件的结构和材料。对于
电致发光膜的结构存在着各种变化，具体地说，如参考文献 1 所述诸
20 如空穴输运层和电子输运层的叠层结构、聚合物的单层结构、利用来自
自三重激发态的发光的高效率器件。

若从阳极侧出光，则常常用诸如 ITO (氧化铟锡) 和 IZO (氧化铟
锌) 之类的透明导电无机化合物作为阳极的材料。可以采用诸如金的
25 超薄膜。在采用不透明材料的情况下，(在从阴极侧出光的情况下)，
可以采用诸如金属、合金、或功函数大到某种程度而不透光的导体之
类的材料，有 W、Ti、以及 TiN。而且，若采用熔点高的材料，则最好
用溅射方法来形成。

阴极最好由功函数小于 3.5eV 的导体组成，并可以用碱金属、碱
土金属、以及稀土金属中的一种元素、或含有此金属元素的合金作为
30 阴极的材料。Mg:Ag 合金、Al:Li 合金、Ba、Ca、Yb、Er 是其例子。
阴极可以具有由诸如 Al 的金属膜和诸如氟化锂的无机介质薄膜、
诸如氧化锂的金属氧化物薄膜、或包括碱金属或碱土金属的有机薄膜组

成的结构。在将空穴阻挡材料涂敷到电子输运支持材料的情况下，可以采用诸如 Al 的常用金属。此外，可以用溅射方法来形成阴极。

在从阴极侧出光的情况下，可以采用上述阴极材料的超薄膜，而且特别是在如图 1 那样作为阴极的薄膜最后被形成的结构中，可以采用用溅射方法形成的 ITO 膜。此时，虽然最好在形成 CuPc 膜之后再溅射 ITO，但由于电子输运支持层厚，故对没有 CuPc 的发光区没有什么损伤。

上面已经描述了用于根据本发明的 EL 元件的材料。接着将解释用能够自动进行从淀积到密封的所有工序的多工作室制造系统来制造 EL 元件或采用此 EL 元件的发光器件的具体例子。

图 5 示出了一种多工作室制造系统，它具有闸门 500a-500y，传送工作室 502、504a、508、514、518，交付工作室 505、507、511，预备室 501，第一淀积工作室 506H，第二淀积工作室 506B，第三淀积工作室 506G，第四淀积工作室 506R，第五淀积工作室 506E，其它淀积工作室 509、510、512、513、532，用来安置蒸发源的安置工作室 526R、526G、526B、526E、526H，预处理工作室 503a、503b，密封工作室 516，掩模储藏工作室 524，密封衬底储藏工作室 530，样品盒工作室 520a、520b，用来放置样品托 521 的平台，以及取出工作室 519。要指出的是，用来传送衬底 504c 的传送机构 504b 配备有传送工作室 504a，且传送机构同样配备有各个其它传送工作室。

下面用例子来解释将其中预先提供了阳极和用来覆盖阳极边沿部分的绝缘体（堤坝）的衬底载运到图 5 所示的制造系统中以及制造 EL 元件或采用 EL 元件的发光器件的手续。例如，其中预先提供了连接到阳极的多个薄膜晶体管（电流控制 TFT）、诸如开关 TFT 的其它多个晶体管、以及由薄膜晶体管组成的驱动电路的有源矩阵发光器件的衬底，可以被用作采用 EL 元件的发光器件的情况的例子。

首先，上述衬底被安置在样品盒工作室 520a 或样品盒工作室 520b 中。在大尺寸衬底（例如 300mm × 360mm）的情况下，衬底被安置在样品盒工作室 520a 中。在一般衬底（例如 127mm × 127mm）的情况下，30 在安置于样品盒工作室 520a 中之后，衬底被传送到用来放置样品托 521 的平台，以便在样品托（例如 300mm × 360mm）中安置多个衬底。

安置的衬底（其中提供了阳极和用来覆盖阳极边沿部分的绝缘

体)被传送到传送工作室 518。

为了减少点缺陷,最好在安置到样品盒工作中之前,用浸有表面活化剂(弱碱)的典型为PVA(聚乙烯醇)或尼龙之类的多孔海绵清洗阳极表面,以便清除表面上的尘埃。可以采用具有绕平行于衬底表面的轴旋转与衬底表面接触的PVA滚刷的清洗设备,或具有绕垂直于衬底表面的轴旋转与衬底表面接触的PVA盘刷的清洗设备作为清洗机构。而且,为了清除包含在上述衬底中的水和其它气体,最好在形成含有有机化合物的膜之前,在真空中执行退火,以便去气,可以在连接到传送工作室 518 的烘焙工作室 523 中执行退火。此外,UV辐射机构可以配备给烘焙工作室 523,以便执行紫外线辐照,作为阳极表面处理。

而且,可以在沉积工作室 512 中,用喷墨或甩涂方法来形成聚合物材料的空穴注入层。将衬底垂直放置,可以在真空中用喷墨方法形成空穴注入层。起空穴注入层(阳极缓冲层)作用的材料,例如聚亚乙基二氧基噻吩/聚苯乙烯磺酸(PEDOT/PSS)、聚苯胺中的樟脑磺酸(PANI/CSA)、PTPDES、Et-PTPDEK、或PPBA,可以整个涂敷在阳极上并被烘焙。最好在烘焙工作室 523 中进行烘焙。在用诸如甩涂之类的涂敷方法形成聚合物材料的空穴注入层的情况下,平整度得到了改善,从而有可能使其上形成的膜的覆盖和膜厚度均匀性较好。特别是由于发光层的膜厚度变得均匀,故能够得到均匀的光发射。在此情况下,在用涂敷方法形成空穴注入层之后,有可能在刚刚用蒸发方法沉积之前,在真空(100-200°C)中进行热处理。可以在预处理工作室 503b 中进行真空热处理。下面是一个例子:在用海绵清洗阳极表面之后,可以将衬底进入到样品盒室中,传送到沉积室 512 中,以便用甩涂方法整个地涂敷膜厚度为 60nm 的聚亚乙基二氧基噻吩/聚苯乙烯磺酸(PEDOT/PSS),传送到烘焙工作室 523 中,以便在 80°C 下预烘焙 10 分钟,并在 200°C 下烘焙 1 小时,传送到预处理工作室 503b 中,以便在刚刚要蒸发之前,在真空中进行热处理(在 170°C 下加热 30 分钟,并冷却 30 分钟),再传送到沉积工作室 506R、506G、506B 中,以便用蒸发方法形成发光层而不暴露于空气。特别是在采用 ITO 膜作为阳极材料,以致表面不平坦并在表面上存在少量颗粒的情况下,若 PEDOT/PSS 的厚度被设定为大于 30nm,则有可能降低影响。

由于涂敷在 ITO 膜上的 PEDOT/PSS 的浸润性不好，故一旦用甩涂方法第一次涂敷 PEDOT/PSS 溶液之后，最好用纯水进行清洗，以便改善浸润性，并用甩涂方法进行第二次涂敷 PEDOT/PSS，再烘焙以形成均匀的膜。要指出的是，当一旦第一次涂敷之后用纯水进行清洗时，
5 除了改善表面之外，有可能得到少量颗粒之类被清除的效果。

接着，衬底从配备有传送机构的传送工作室 518，被传送到预备工作室 501。在本实施方案模式的制造系统中，衬底翻转机构被提供在预备工作室 501 中，从而有可能适当地翻转衬底。

然后，衬底被传送到连接到预备工作室 501 的传送工作室 502。在
10 连接到真空处理工作室的预备工作室 501 进行抽空之后，最好引入惰性气体，以便成为大气压，从而将衬底传送到传送工作室 502 中。为了防止杂质被引入到设备内部，预先用气体纯化机进一步纯化了的诸如氮气或稀有气体的惰性气体，被用作引入到装置内部的气体。因此，
15 为了将高度纯化了的气体引入到设备中，必须提供气体纯化机。用上述方法，有可能预先清除包含在气体中的氧和水以及其它杂质，从而防止被引入到设备中。此外，为了尽可能减少水和氧，最好在传送工作室 502 中预先进行抽空并保持真空。

为上述抽空处理工作室提供了磁悬浮型涡轮分子泵、低温泵、或干泵。因此，有可能使连接到预备工作室的传送工作室中的真空度达到
20 10^{-5} - 10^{-6} Pa，并可以控制杂质从泵侧和排气系统反扩散。

在用甩涂方法形成空穴输运层的情况下，最好在预处理工作室 503a 中用氧烧蚀方法或激光方法选择性地清除衬底边沿和周边上、端子部分上、以及阴极与下方布线的连接区上的部分层。

而且，为了防止非发光区从象素的周边部分扩展（收缩）的现象，
25 在刚要蒸发电致发光膜之前，最好在真空中进行热处理，并将衬底传送到预处理工作室 503b，在低于 5×10^{-3} 托 (0.665Pa)，优选为 10^{-4} - 10^{-6} Pa 的真空中进行去气退火，以便彻底清除包含在上述衬底中的水和其他气体。在预处理工作室 503a 中，平板加热器（典型为加热器）被用来均匀地加热多个衬底。特别是在采用有机树脂膜作为层间绝缘膜或
30 堤坝的材料的情况下，由于水容易被吸附并存在着产生出气的危险，故在刚要形成电致发光膜之前在真空中进行热处理是有效的。在真空热处理中，借助于在 100 - 250°C 下，优选为 150 - 200°C 下加热 30 分钟

以上，然后例如进行自然冷却 30 分钟，吸附的水就被清除。

在于真空中执行上述热处理之后，可以将衬底传送到淀积工作室 506H，以便形成空穴注入层或空穴输运层的膜。

接着，衬底从传送工作室 502 被传送到交付工作室 505。然后从交付工作室 505 被传送到传送工作室 504a 而不暴露于空气。

然后，衬底被适当地传送到淀积工作室 506R、506G、506B、506E，以便形成有诸如发光层、电子输运层、以及电子注入层之类的各个层组成的电致发光膜。

此处将描述淀积工作室 506R、506G、506B、506E、以及 506H。

在各个淀积工作室 506R、506G、506B、506E、以及 506H 中，设立了多个可移动的蒸发源夹具。为各个多个可移动的蒸发源夹具适当地提供了坩埚，EL 材料被密封在其中。为了进行选择性淀积，衬底被面朝下，用 CCD 之类进行蒸发掩模的位置对准，并用电阻加热方法进行蒸发。蒸发掩模被储藏在掩模储藏工作室 524 中，并在进行蒸发时被适当地传送到淀积工作室。

最好采用下面所示的制造系统来将 EL 材料安置在这些淀积工作室中。亦即，最好用材料厂家预先放置了 EL 材料的容器（典型为坩埚）来进行淀积。此外，最好进行安装时不要暴露于空气，并将坩埚放在气密容器中从材料厂家输送到淀积工作室中。使连接到各个淀积工作室 506R、506G、506B、506H、506E 的具有抽空装置的安装工作室 526R、526G、526B、526H、526E 处于真空中或惰性气体气氛中。在安装工作室中，将坩埚从气密容器取出，安装在淀积工作室中。有可能防止坩埚和放置在坩埚中的 EL 材料被沾污。而且，金属掩模 可以被储藏在各个安装工作室 526R、526G、526B、526H、526E 中。

当适当地选择安装在各个淀积工作室 506R、506G、506B、506H、506E 中的 EL 材料时，有可能形成发射单色光（具体地说是白色光）或全色光（具体地说是红、绿、蓝光）。例如，在形成绿光的 EL 元件的情况下，可以依次层叠在淀积工作室 506H 中形成的空穴输运层或空穴注入层、在淀积工作室 506G 中形成的发光层 (G)、以及在淀积工作室 506E 中形成的电子输运层或电子注入层，然后可以形成阴极，从而得到绿光的 EL 元件。而且，在例如形成全色的 EL 元件的情况下，可以在淀积工作室 506R 中，利用用于红色的蒸发掩模，层叠空穴输运层

或空穴注入层、发光层 (R)、以及电子输运层或电子注入层，可以在淀积工作室 506G 中，利用用于绿色的蒸发掩模，层叠空穴输运层或空穴注入层、发光层 (G)、以及电子输运层或电子注入层，可以在淀积工作室 506B 中，利用用于蓝色的蒸发掩模，层叠空穴输运层或空穴注入层、发光层 (B)、以及电子输运层或电子注入层，然后可以形成阴极，从而得到全色 EL 元件。

在层叠用来发射不同颜色的发光层的情况下，发射白色光的电致发光层被分类成包含红、绿、蓝三原色的三波长型或采用诸如蓝/黄或蓝绿/橙之类的互补色关系的二波长型。有可能在一个淀积工作室中形成白色光的 EL 元件。例如，在得到三波长型的白色 EL 元件的情况下，在一个淀积工作室中准备了多个蒸发源夹具，且具有密封的 TPD 的第一蒸发源夹具、具有密封的 p-EtTAZ 的第二蒸发源夹具、具有密封的 Alq₃ 的第三蒸发源夹具、具有密封的 EL 材料（其中用来发射红光的颜料被加入到了 Alq₃）的第四蒸发源夹具、具有密封的 Alq₃ 的第五蒸发源夹具，被安置在淀积工作室中。然后，依次开始移动第一到第五蒸发源夹具，对衬底进行蒸发，从而层叠各个层。具体地说，TPD 被加热，并从第一蒸发源夹具升华，以便对整个衬底进行蒸发。然后，分别从第二到第五蒸发源夹具相似地升华 p-EtTAZ、Alq₃、Alq₃: 尼罗红、以及 Alq₃，以便对整个衬底进行蒸发。然后形成阴极，从而得到白色光的 EL 元件。

在根据上述工艺适当地层叠电致发光层之后，衬底从传送工作室 504a 被传送到交付工作室 507，并从交付工作室 507 被传送到传送工作室 508 而不暴露于空气。

接着，用安置在传送工作室 508 内的传送机构将衬底传送到淀积工作室 510，以便形成浮置电极，这是一种用电阻加热的蒸发方法形成的金属膜（诸如 MgAg、MgIn、CaF₂、LiF、或 Ca₃N₂ 之类的合金，由铝和周期表 1 族或 2 族元素的协同蒸发所形成的膜，或它们的叠层膜）。

而且，衬底被传送到淀积工作室 532，以便形成电子输运支持层。作为此时所用的材料，诸如 BCP 或 BA1q 之类的空穴阻挡材料是优选的。在形成电子输运支持层之后，形成作为阴极的膜。可以在上述淀积工作室 510 中用蒸发方法，或在淀积工作室 509 中用溅射方法，来形成阴极。

在制造顶部发光型发光器件的情况下，阴极最好是透明或半透明的，且上述金属膜的薄膜（1-10nm）或上述金属膜的薄膜（1-10nm）和透明导电膜的叠层是阴极。在此情况下，可以在沉积工作室 509 中用溅射方法形成透明导电膜的膜（ITO 即氧化铟和氧化锡的合金，
5 In₂O₃-ZnO 即氧化铟和氧化锌的合金，或 ZnO 即氧化锌）。

根据上述工艺，就形成了本发明的 EL 元件。

此外，衬底可以被传送到连接于传送工作室 508 的沉积工作室 513，以便形成用于密封的保护膜氧化硅膜或氮氧化硅膜。此处，在沉积工作室 513 中提供了硅靶、氧化硅靶、或氮化硅靶。例如，当采用
10 硅靶，且沉积工作室中的气氛是氮气或含有氮和氩的气氛时，就能够
在阴极上形成氮化硅膜。而且，含有碳作为其主要成分的薄膜（DLC
膜、CN 膜、或非晶碳膜）可以被形成为保护膜，并可以提供采用 CVD
方法的另一个沉积工作室。可以用诸如等离子体 CVD（典型为 RF 等离
子体 CVD、微波 CVD、电子回旋共振（ECR）CVD、或热灯丝 CVD）方法、
15 燃烧火焰方法、溅射防法、离子束蒸发方法、或激光蒸发方法之类的方法，
来形成类金刚石碳（也称为 DLC 膜），由氢气和碳氢化合物气体（例如 CH₄、C₂H₂、C₆H₆）组成的用于沉积的反应气体，被辉光放电离化，
离子被加速，与施加了负的自偏压的阴极碰撞，以便执行沉积。
可以用 C₂H₄ 气体和氮气作为反应气体来形成 CN 膜。要指出的是，DLC
20 膜和 CN 膜是对可见光透明或半透明的绝缘膜。对可见光透明指的是可
见光的透射率为 80-100%，而对可见光半透明指的是可见光的透射率为
50-80%。

接着，形成有 EL 元件的衬底从传送工作室 508 被传送到交付工作
室 511 而不暴露于空气，并从交付工作室 514 被传送到密封工作室
25 516。

密封衬底被安置在装载工作室 517 中以便制备。为了清除水之类的
杂质，最好预先在真空中进行退火。在用来键合到提供有 EL 元件的
衬底的密封衬底上形成密封材料的情况下，在密封工作室中形成密封
30 材料，且形成有密封材料的密封衬底被传送到密封衬底储藏工作室
530。可以在密封工作室中为密封衬底提供干燥剂。虽然此处示出了在
密封衬底上形成密封材料的例子，但不存在限制。密封材料也可以被
形成在形成有 EL 元件的衬底上。

接着，在密封工作室 516 中键合衬底和密封衬底，并用提供在密封工作室 516 中的紫外线辐照机构，将紫外线辐照到被键合的衬底对，以便固化密封材料。虽然此处可紫外线固化的树脂被用作密封材料，但本发明不受特别的限制，只要密封材料是一种粘合剂即可。

5 然后，被键合的衬底对从密封工作室被传送到传送工作室 514，并从传送工作室 514 被传送到卸载工作室 519，以便取出。

如上所述，由于图 5 所示的制造系统被用来避免使 EL 元件暴露于空气，直至在气密性空间内完全密封，故也可能制造可靠性高的发光器件。虽然在传送工作室 514 和 518 中反复处于真空和氮气大气压中，
10 但最好在传送工作室 502、504a、以及 508 中一直保持真空。

要指出的是，提供了此处图中未示出的控制设备，用来实现将衬底传送到各个处理工作室的路径的自动化。

利用图 5 所示的制造系统，若配备有透明导电膜或金属膜 (TiN) 作为阳极的衬底被传送，并在形成电致发光膜、浮置电极、以及电子
15 输运支持层之后形成透明或半透明的阴极（例如，诸如 Al 或 Ag 之类的薄金属膜和透明导电膜的叠层），则还有可能制作顶部发射（或双面发射）型 EL 元件。顶部发射型 EL 元件指的是其中在电致发光膜中产生的光发射透射通过阴极而出光的器件。

而且，利用图 5 所示的制造系统，若配备有透明导电膜作为阳极的衬底被传送，并在形成电致发光膜、浮置电极、以及电子输运支持层之后形成金属膜 (Al 或 Ag) 的阴极，则还有可能制作底部发射型 EL 元件。底部发射型 EL 元件指的是其中在电致发光膜中产生的光发射从阳极出光到 TFT 并传输到衬底的器件。
25

实施方案 1

在本实施方案中，将具体描述图 1 所示的根据本发明的 EL 元件。

首先，在其上淀积有 110nm 的 ITO 作为阳极 101 的衬底上，按此顺序，淀积厚度为 20nm 的作为空穴注入材料的酞菁铜（缩写为 CuPc），
30 淀积厚度为 30nm 的 4, 4'-双(N-(1-萘基)-N-苯基-氨基)-联苯（缩写为 α -NPD），以及淀积厚度为 50nm 的作为电子输运材料的 Alq。上面是电致发光膜 103。

其次，淀积厚度为 2nm 的氟化钙和厚度为 20nm 的铝，以便制造浮

置电极 104。此外，淀积厚度为 100nm 的 Alq 作为电子输运支持层 105。最后，淀积厚度为 2nm 的氟化钙和厚度为 100nm 的铝作为阴极 102。这样就能够完成根据本发明的 EL 元件。此器件相当于图 4C 所示的器件结构，故以下称为器件 C。而且，象素的尺寸为 2 毫米见方。

5 图 6A-6C 示出了器件 C 的初始特性（由上到下是亮度-电流密度；亮度-电压；以及电流-电压）。示出了尽管很厚，但能够对器件施加某种程度的电流，并能够发光。

比较例 1

10 为了与实施方案 1 进行比较，制造了二种器件。首先制造了常规 EL 元件，其结构是“ITO (110nm) , CuPc (20nm) , α -NPD (30nm) , Alq (50nm) , CaF₂ (2nm) , Al (100nm)”。此器件相当于图 4A 所示的器件结构，故以下称为器件 A。此外，象素的尺寸为 2 毫米见方。

15 制造了器件结构不同于根据实施方案 1 的其中没有淀积浮置电极的 EL 元件，其结构是“ITO (110nm) , CuPc (20nm) , α -NPD (30nm) , Alq (150nm) , CaF₂ (2nm) , Al (100nm)”。此器件相当于图 4B 所示的器件结构，故以下称为器件 B。此外，象素的尺寸为 2 毫米见方。

20 在图 6 中，除了器件 C 的初始特性之外，还示出了器件 A 和器件 B 的初始特性。与器件 B 相比，器件 C 能够大幅度改善其特性，但劣于元件 A。于是，根据本发明，可以理解根据本发明的器件尽管很厚，但能够在一定程度的电压下被驱动。

实施方案 2

在本实施方案中，将具体描述图 1 所示的根据本发明的 EL 元件。
25 本实施方案将讨论二个例子，即其中空穴阻挡材料被引入到电致发光膜中的根据本发明的 EL 元件（以下称为元件 D），以及其中空穴阻挡材料被引入到电子输运支持层中的根据本发明的 EL 元件（以下称为元件 E）。

30 元件 D 的结构是“ITO (110nm) , CuPc (20nm) , α -NPD (30nm) , Alq (40nm) , BCP (10nm) , CaF₂ (2nm) , Al (20nm) , Au (20nm) , Alq (100nm) , CaF₂ (2nm) , Al (100nm)”。元件 E 的结构是“ITO (110nm) , CuPc (20nm) , α -NPD (30nm) , Alq (50nm) , CaF₂ (2nm) ,

A₁ (20nm), BCP (100nm), A₁ (100nm)”。器件 D 和器件 E 的空穴阻挡材料是 BCP。此外，在二种器件中，象素的尺寸都为 2 毫米见方。

图 7A-7C 示出了这些初始特性（由上到下是亮度-电流密度；亮度-电压；以及电流-电压）。尽管二种器件都很厚，厚度约为 200nm，
5 但对其仍然能够施加足够的电流，并能够用足够低的驱动电压来发光。由于器件 E 的特性高于器件 D 的特性，故可以理解将空穴阻挡材料引入到电子输运支持层中比引入到电致发光膜中更好。

比较例 2

10 为了进行比较，在图 7 中示出了器件 A 的数据。从此图中可见，尽管厚度是常规 EL 元件的二倍，但借助于根据本发明将空穴阻挡材料引入到 EL 元件中，驱动电压仍然比常规 EL 元件降低了。特别是在高亮度侧降低的多。如电流-电压特性所示，二极管特性的梯度陡峭地上升（电流在高压区容易施加）。

15 于是，即使器件制作得厚，借助于实施本发明，也能够在比常规器件低的电压下被驱动。

实施方案 3

在本实施方案中，将具体描述图 2 所示的 EL 元件。

20 图 2 所示的器件基本上能够通过与图 1 工艺相反的工艺来制造。首先，在其上淀积了厚度为 100nm 的 A₁ 作为阴极 202 的衬底上，淀积厚度为 100nm 的 BCP 作为电子输运支持层，并在其上淀积厚度为 20nm 的 A₁:Li 合金作为浮置电极 204。

接着，按顺序淀积厚度为 50nm 的作为电子输运发光材料的 A_{1q}。
25 淀积厚度为 30nm 的作为空穴输运材料的 α -NPD，以及淀积厚度为 20nm 的作为空穴注入材料的 CuPc，从而形成电致发光膜 203。最后，淀积厚度为 20nm 的 Au 作为阳极，从而能够得到根据本发明的 EL 元件。在根据本实施方案的结构中，从顶部表面 (Au 侧) 出光。

实施方案 4

在本实施方案中，将描述底部发射结构的发光器件的例子。图 8A 和 8B 示出了其示意图。

图 8A 示出了发光器件的俯视图。图 8B 示出了沿图 8A 中 A-A' 线的剖面图。用虚线示出的参考号 801 是源信号线驱动电路，802 是象素部分，而 803 是栅信号线驱动电路。此外，参考号 804 是密封衬底，805 是包含用来保持气密性空间的间隙物的密封剂。用惰性气体（典型为 5 氮气）充满被密封剂 805 密封的内部空间。用干燥剂 807 消除被密封剂 805 密封的内部空间中的痕量潮气，以便内部足够干燥。

参考号 808 是用来传输输入到源信号线驱动电路 801 和栅信号线驱动电路 803 的信号的布线。它们接收来自 FPC（柔性印刷电路）809 的视频信号或时钟信号。

接着，参照图 8B 来描述剖面结构。驱动电路和象素部分被形成在衬底 810 上。此处，源信号线驱动电路 801 和象素部分 802 被示为驱动电路。此外，具有 n 沟道 TFT 823 和 p 沟道 TFT 824 的 CMOS 电路，被形成作为源信号线驱动电路 801。

象素部分 802 由包括开关 TFT 811、电流控制 TFT 812、以及由连接到电流控制 TFT 812 的漏的透明导电膜组成的第一电极（阳极）813 的多个象素组成。

此处，第一电极 813 被形成为与连接电极部分地重叠并经由连接电极电连接到 TFT 的漏区。第一电极 813 最好对光透明，并由功函数大的导电膜（氧化铟锡合金（ITO），氧化铟氧化锌合金（In₂O₃-Zn），氧化锌（ZnO）等）制造。

在第一电极（阳极）813 的二端，形成绝缘体 814（称为堤坝，势垒等）。为了改善覆盖性，绝缘体 814 的顶端部分或底端部分被制作成具有弯曲。可以用氮化铝膜、氮氧化铝膜、由碳化物为主要成分组成的薄膜、或由氮化硅膜组成的保护膜，来覆盖绝缘体 814。

利用气相沉积掩模的气相沉积方法或喷墨方法，在第一电极（阳极）813 上选择性地形成含有有机化合物的层 815。此外，根据本实施方案的含有有机化合物的层 815 由电致发光膜 103、浮置电极 104、以及电子输运支持层 105 制造。具体地说，可以形成实施方案 2 所述的结构。注意，为了防止串扰，浮置电极最好被图形化在各个象素上。

第二电极（阴极）816 被形成在含有有机化合物的层 815 上。功函数小的材料（Al，Ag，Li，Ca，或这些材料的合金，例如 MgAg，MgIn，AlLi，CaF₂，或 Ca₃N₂）可以被用于阴极。于是，能够形成本发明的 EL

元件 818，它包含第一电极（阳极）813、含有有机化合物的层 815、以及第二电极（阴极）816。EL 元件 818 沿图 8 所示箭头所示的方向向外发射光。EL 元件 818 是一种产生单色光 R、G、或 B 的元件。借助于将其中分别形成了发射 R、G、或 B 光的含有有机化合物的层的 3 种 5 器件制作在一起，就能够得到全色。

形成保护层 817 来密封 EL 元件 818。最好用溅射方法（DC 方法或 RF 方法）或 PCVD 方法，由以氮化硅或氮氧化硅作为主要成分的绝缘膜、薄膜（DLC 膜，CN 膜等）、或其叠层来制造保护层 817。若在含有氮或氩的气氛中，用硅靶来形成氮化硅膜，则能够形成对诸如潮气 10 或碱金属之类的杂质具有高度阻挡作用的氮化硅膜。此外，也可以采用氮化硅靶。而且，可以使用成膜系统，用远程等离子体方法来形成保护层。

在惰性气体气氛中，用密封剂 805 键合密封衬底 804 与保护层 817，以便密封 EL 元件。预先用喷沙方法在密封衬底 804 上形成凸出 15 部分。干燥剂被粘贴在其中。此外，密封剂 805 的优选材料是环氧树脂。密封剂 805 最好由尽可能不渗透潮气和氧的材料组成。

金属衬底、玻璃衬底、石英衬底、由 FRP（玻璃纤维加固的塑料）、PVF（聚氟乙烯）、Myler、聚酯、丙烯酸制成的塑料衬底等，能够被用作密封衬底 804 的材料。此外，有干燥剂涂浆的金属在其内表面上 20 能够被用来密封 EL 元件。

实施方案 5

在本实施方案中，将描述具有顶部发光结构的发光器件的例子。图 9 示出了其示意图。

图 9A 是发光器件的俯视图。图 9B 是沿图 9A 中 A-A' 线的剖面图。由虚线所示的参考号 901 是源信号线驱动电路，902 是像素部分，而 25 903 是栅信号线驱动电路。参考号 904 是透明密封衬底，905 是第一密封剂。用第二透明密封剂 907 充满被第一透明密封剂 905 包围的内部空间。间隔物被包含在第一密封剂 905 中，以便保持衬底之间的距离。

而且，参考号 908 是用来接收来自为外部输入端子的 FPC（柔性印刷电路）909 的视频信号或时钟信号并将此信号传输到源信号线驱动 30 电路 901 和栅信号线驱动电路 903 的布线。虽然此处仅仅示出了 FPC，

但印刷电路板（PWB）也可以被安装在 FPC 中。

参照图 9B 来描述剖面结构。驱动电路和像素部分被形成在衬底 910 上。此处示出了作为驱动电路的源信号线驱动电路 901 和像素部分 902。

由 n 沟道 TFT 923 和 p 沟道 TFT 924 组成的 CMOS 电路，被形成作为源信号线驱动电路 901。TFT 构成的驱动电路可以用熟知的 CMOS 电路、PMOS 电路、以及 NMOS 电路来组成。在本实施方案中，示出了在衬底上形成驱动电路的内建驱动器，但不是排他性的，驱动电路也可以被形成在外部。

像素部分 902 由包括开关 TFT 911、电流控制 TFT 912、以及连接到电流控制 TFT 912 的漏的第一电极（阳极）913 的多个像素组成。电流控制 TFT 912 可以是 n 沟道 TFT 或 p 沟道 TFT，但当被连接到阳极时，最好是 p 沟道 TFT。此外，最好适当地提供储存电容器（未示出）。此处，在大量提供的像素中，仅仅示出了一个像素作为例子来表示在一个像素中提供二个 TFT，但也可以适当地使用 3 个或更多个 TFT。

由于第一电极 913 直接接触 TFT 的漏，故第一电极 913 的底层由能够与硅组成的漏形成欧姆接触的材料组成。与含有有机化合物的层接触的第一电极 913 的表面，最好由功函数大的材料组成。当第一电极由三层结构，例如氮化钛膜、铝基膜、氮化钛膜组成时，第一电极能够抑制布线电阻，成为对漏的良好欧姆接触，起到阳极的作用。此外，第一电极 913 能够被形成为诸如氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn 膜、Pt 膜之类的单层，或三层或多层的叠层结构。

而且，在第一电极（阳极）913 的二端上，形成绝缘体（称为堤坝，势垒等）914。绝缘体 914 可以由有机树脂膜或含有硅的绝缘膜组成。此处，正光敏丙烯酸树脂膜被用来形成图 9 所示的绝缘体 914。

为了改善覆盖性，绝缘体 914 的上端部分或下端部分被制作成具有曲率半径的弯曲表面。例如，当正光敏丙烯酸树脂膜被用来形成绝缘体 914 时，最好仅仅绝缘体 914 的上端部分被形成为具有曲率半径（0.2-3 微米）的弯曲表面。可以采用不能根据光敏光而溶解于腐蚀剂中的负光敏丙烯酸树脂膜或根据光敏光而溶解于腐蚀剂中的正光敏丙烯酸树脂膜。

可以用氮化铝膜、氮氧化铝膜、由碳为主要成分组成的薄膜、或

由氮化硅膜组成的保护膜，来覆盖绝缘体 914。

借助于利用气相沉积掩模的气相沉积方法或喷墨方法，在第一电极（阳极）913 上选择性地形成含有有机化合物的层 915。根据本实施方案的含有有机化合物的层 915，是包含图 1 所示电致发光膜 103、浮置电极 104、以及电子输运支持层 105 的叠层。具体地说，含有有机化合物的层 915 可以被形成为具有实施方案 2 所示的结构。注意，为了防止串扰，浮置电极最好涂敷在各自的像素上。

第二电极（阴极）916 被形成在含有有机化合物的层 915 上。功函数小的材料（Al, Ag, Li, Ca, 或这些元素的合金，例如 MgAg, MgIn, AlLi, CaF₂, 或 Ca₃N₂），可以被用来形成阴极。此处，包含膜厚度小的薄的金属膜以及透明导电膜（ITO（氧化铟锡），In₂O₃-ZnO（氧化铟氧化锌合金），氧化锌（ZnO））的叠层，被用于第二电极（阴极）916，以便光通过其中。于是就完成了根据本发明的 EL 元件 918，它包含含有有机化合物的层 915 以及第二电极（阴极）916。此处，由于举例说明了 EL 元件 918 的白色发光，故形成了包含成色层 931 和遮光层（BM）932 的滤色器（一种涂层，为简化起见而未示出）。

此外，若分别形成发射 R、G、或 B 光的含有有机化合物的层，则能够显示全色显示而无需滤色器。

形成透明保护层 917 来密封 EL 元件 918。最好用溅射方法（DC 方法或 RF 方法）或 PCVD 方法，来沉积以氮化硅或氮氧化硅作为主要成分的绝缘膜、以碳作为主要成分的薄膜（类金刚石碳膜（DLC），氮化碳膜（CN 膜）等）、或包含这些膜的叠层，以便用作透明保护层 917。若在含有氮或氩的气氛中，用硅靶来形成，则能够形成对诸如潮气或碱金属之类的杂质具有高阻挡效率的氮化硅膜。而且，可以使用成膜系统，用远程等离子体方法来形成透明保护层。此外，透明保护膜的厚度最好被形成为尽可能薄，以便光通过其中发射。

用第一密封剂 905 和第二密封剂 907 键合密封衬底 904，以便密封 EL 元件 918。环氧树脂是第一密封剂 905 和第二密封剂 907 的优选材料。此外，第一密封剂 905 和第二密封剂 907 最好尽可能不渗透潮气和氧。

在本实施方案中，除了玻璃衬底或石英衬底之外，最好使用诸如 FRP（玻璃纤维加固的塑料）、PVF（聚氟乙烯）、Myler、聚酯、丙烯

酸之类来形成密封衬底 904。此外，可以在边沿周围使用第三密封剂，以便在用第一密封剂 905 和第二密封剂 907 键合密封衬底 904 之后，覆盖密封衬底的侧面（暴露的表面）

于是，能够用第一密封剂 905 和第二密封剂 907 将 EL 元件完全隔绝于外界，从而防止引起有机化合物层退化的潮气或氧的渗透。因此，能够得到高度可靠的发光器件。

若透明导电膜被用作第一电极 913，则能够制造顶部发光型和底部发光型发光器件。

10 实施方案 6

实施方案 4 和实施方案 5 上述的发光器件具有良好的成品率、长的寿命、以及低的驱动电压。因此，采用根据本发明的发光器件的电器具有成品率高和耐用的优点。特别是对于使用电池作为电源的便携式电电器，低的功耗直接导致便利（电池寿命加长）。于是，具有低的驱动电压的根据本发明的发光器件就极为有用。下列就是这种电器：摄像机；数码相机；头戴式显示器（风镜式显示器）；车辆导航系统；投影仪；汽车立体声；个人计算机；便携式信息终端（膝上计算机，蜂窝电话，或电子图书等）等。图 10A-10E 以及图 11A-11C 示出了其例子。

20 图 10A 是一种个人计算机，它包含：主体 1001；图象输入部分 1002；显示部分 1003；以及键盘 1004 等。

图 10B 是一种摄像机，它包含：主体 1101；显示部分 1102；声音输入部分 1103；操作开关 1104；电池 1105；以及图象接收部分 1106 等。

25 图 10C 是一种移动计算机，它包含：主体 1201；相机部分 1202；图象接收部分 1203；操作开关 1204；以及显示部分 1205 等。

图 10D 是一种采用其中记录有程序的记录媒质（以下称为记录媒质）的播放器，它包含：主体 1401；显示部分 1402；扬声器部分 1403；记录媒质 1404；以及操作开关 1405 等。这种电器采用 DVD（数字万能碟盘）、CD 等作为记录媒质，并能够欣赏音乐、电影、游戏、以及上网。

图 10E 是一种数码相机，它包含：主体 1501；显示部分 1502；取

景框 1503；操作开关 1504；以及图象接收部分（图中未示出）等。

图 11A 是一种蜂窝电话，它包含：主体 1601；声音输出部分 1602；声音输入部分 1603；显示部分 1604；操作开关 1605；天线 1606；以及图象输入部分（CCD，图象传感器等）1607 等。

5 图 11B 是一种便携式图书（电子图书），它包含：主体 1701；显示部分 1702 和 1703；记录媒质 1704；操作开关 1705；以及天线 1706 等。

图 11C 是一种显示器，它包含：主体 1801；支持部分 1802；以及显示部分 1803 等。

10 此外，图 11C 所示的显示器具有小尺寸、中等尺寸、以及大尺寸的，例如 5-20 英寸尺寸的屏幕。而且，最好采用边长 1 米的衬底，用大量印刷的方法来大规模生产制造这种尺寸的显示器部分。

如上所述，本发明的应用范围极为广泛，本发明能够被应用于各种领域的电器。

15 借助于实施本发明，能够提供比常规 EL 元件更厚的在低电压下驱动而无须掺入受主或施主的 EL 元件。于是，能够提供成品率良好、寿命长、以及能够在低电压下被驱动的 EL 元件。而且，利用此 EL 元件，能够提供成品率良好且耐用的发光器件。

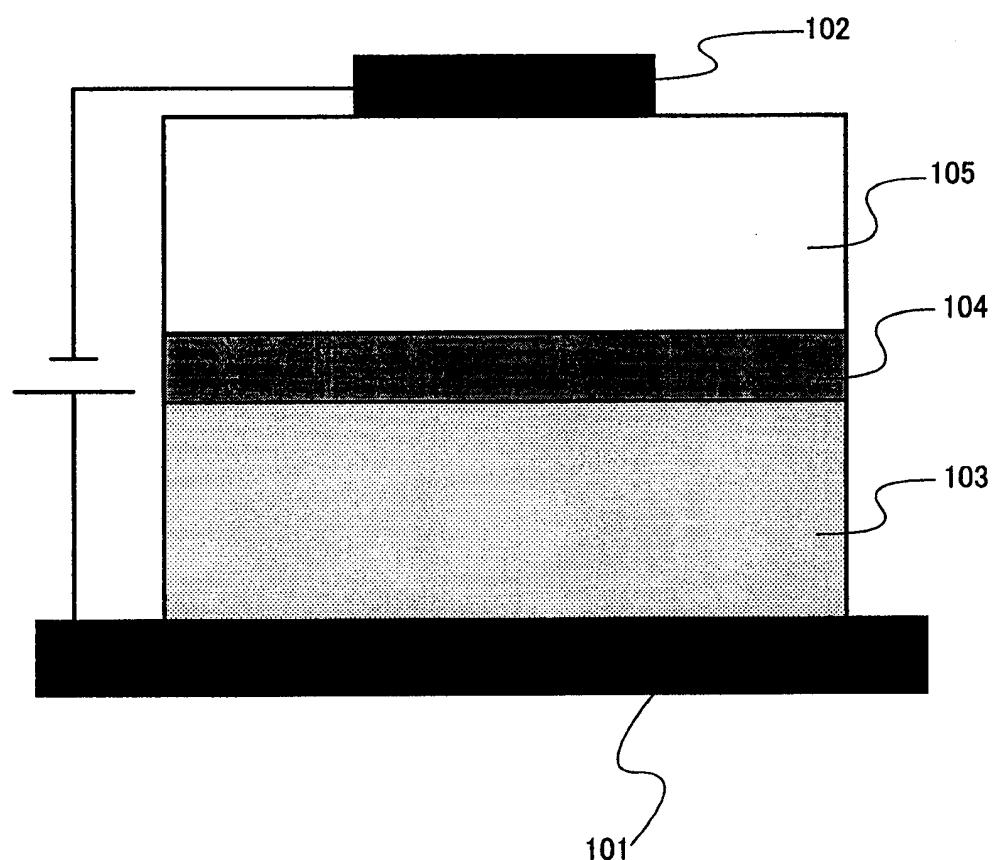


图 1

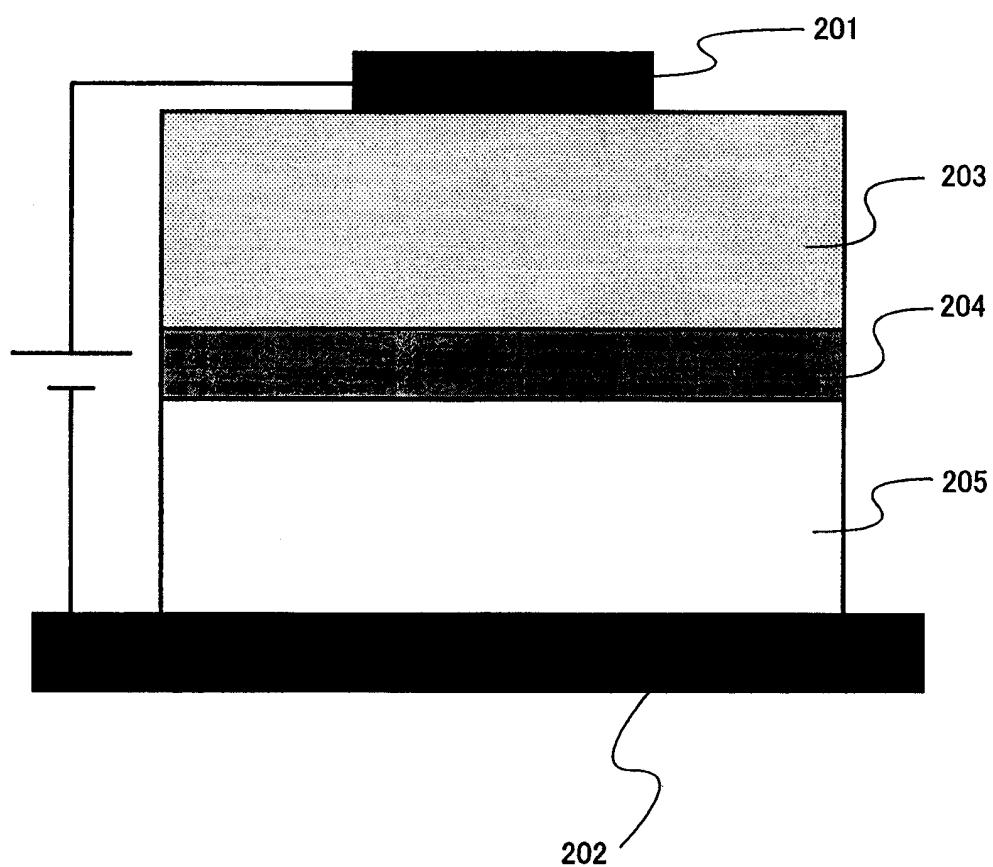


图 2

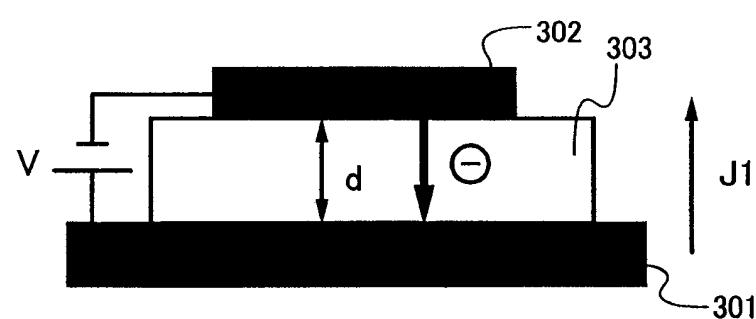


图 3A

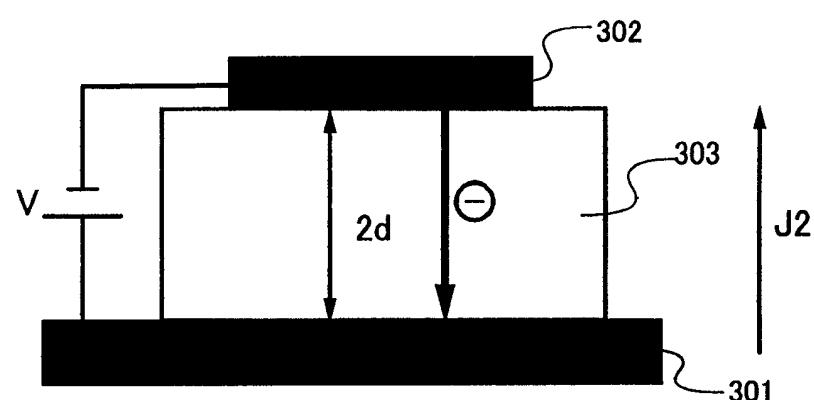


图 3B

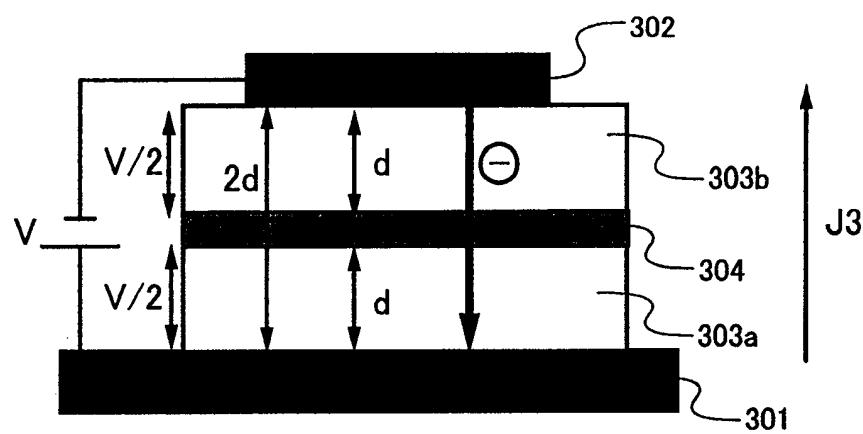


图 3C

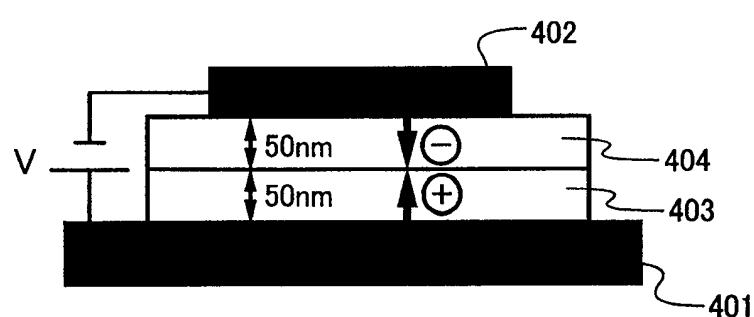


图 4A

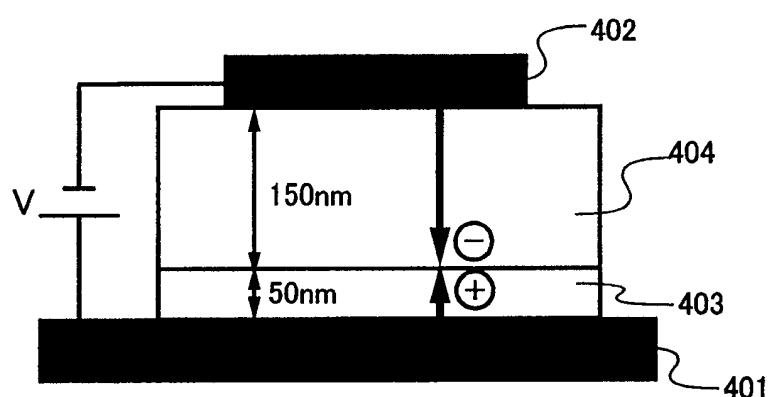


图 4B

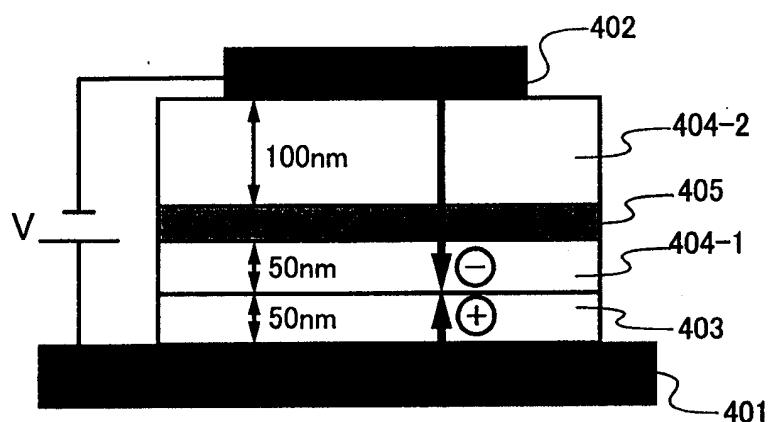


图 4C

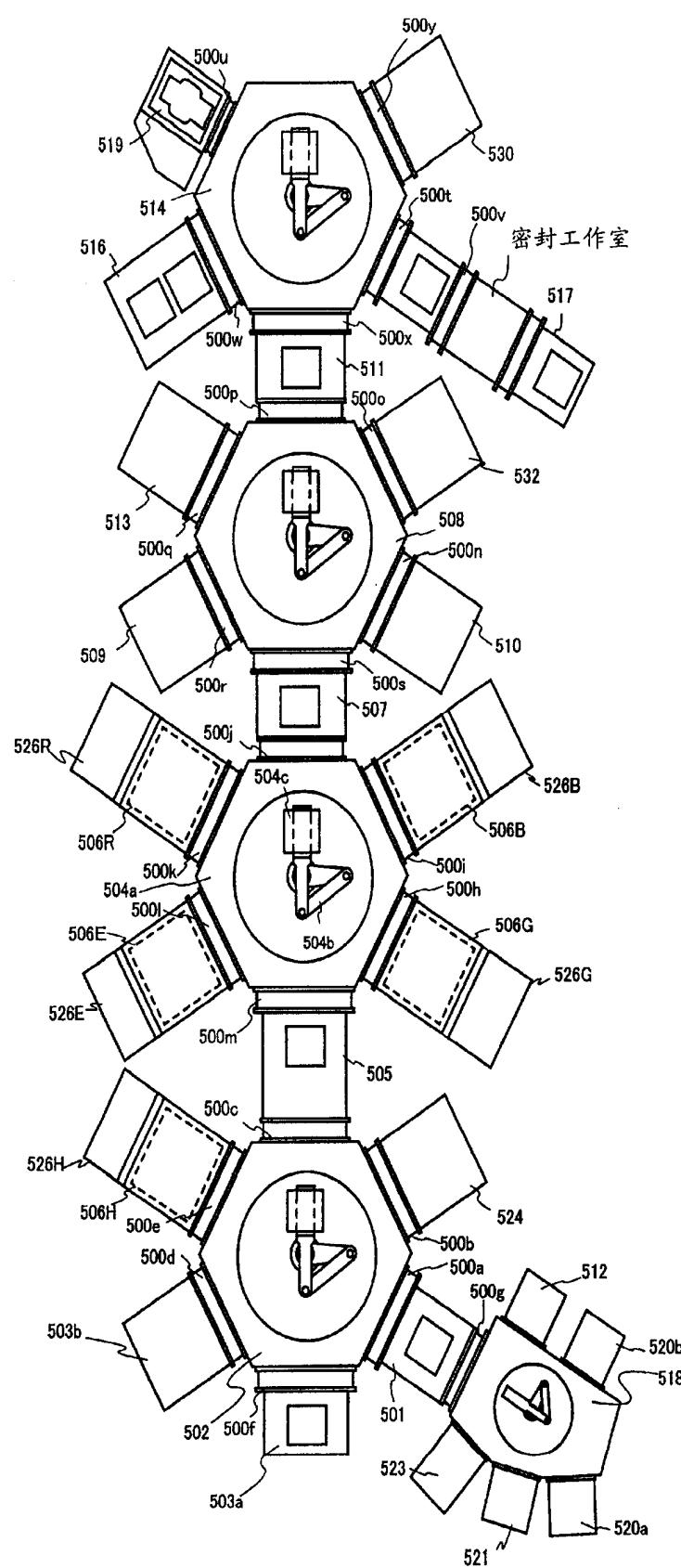


图 5

亮度-电流密度

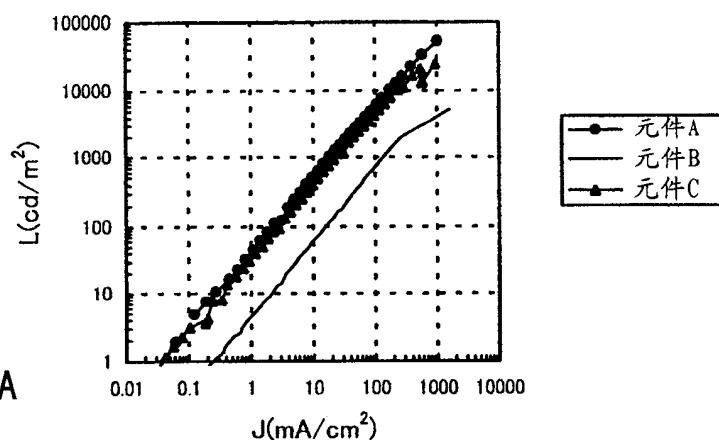


图 6A

亮度-电压

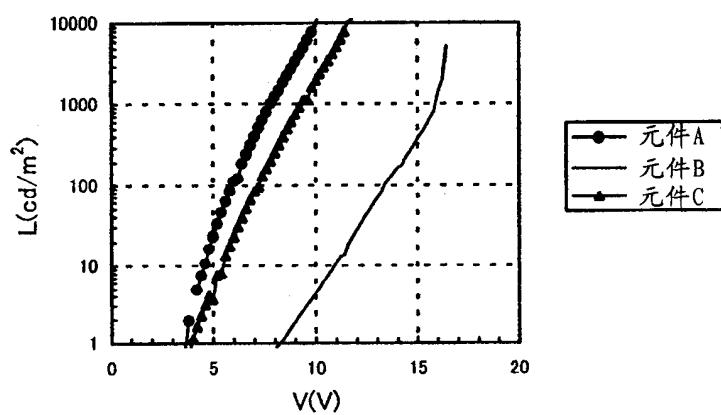


图 6B

电流-电压

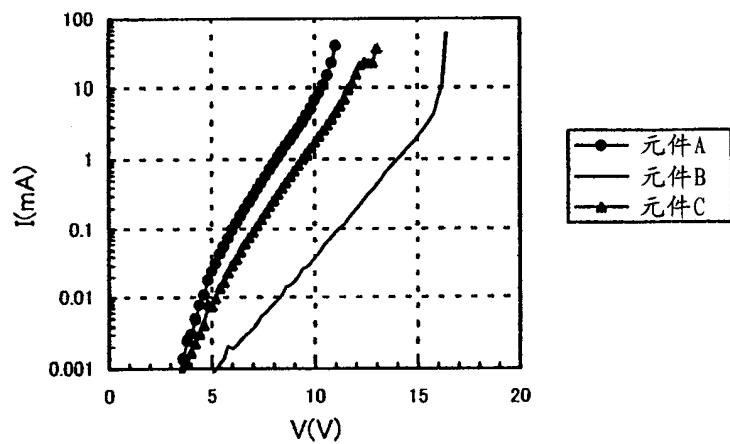


图 6C

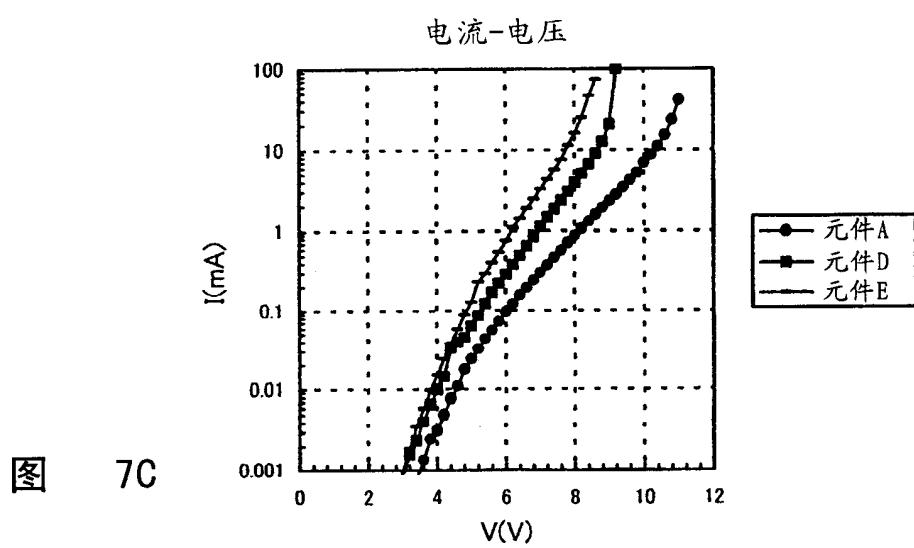
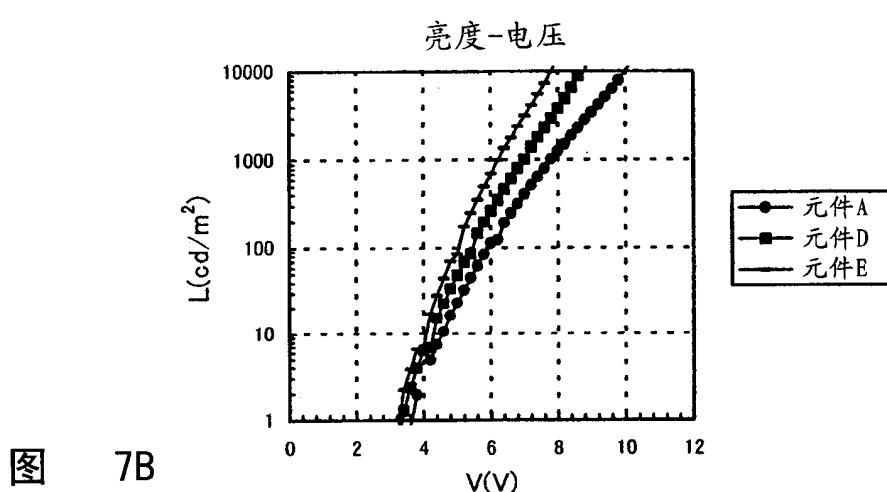
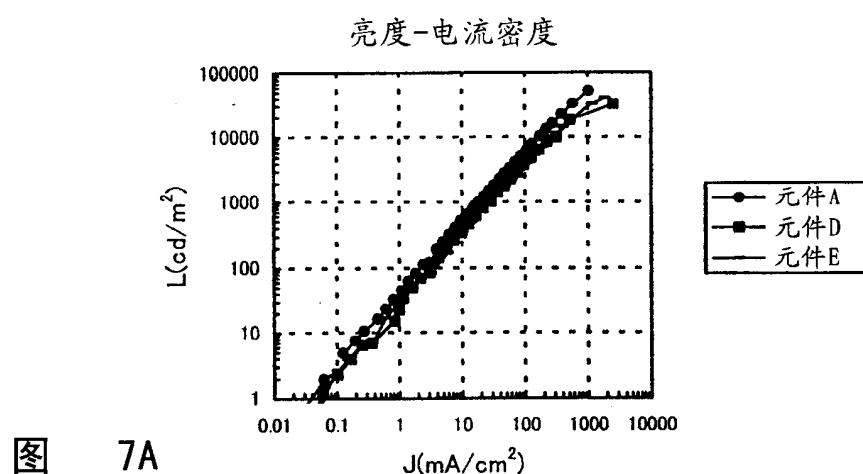


图 8A

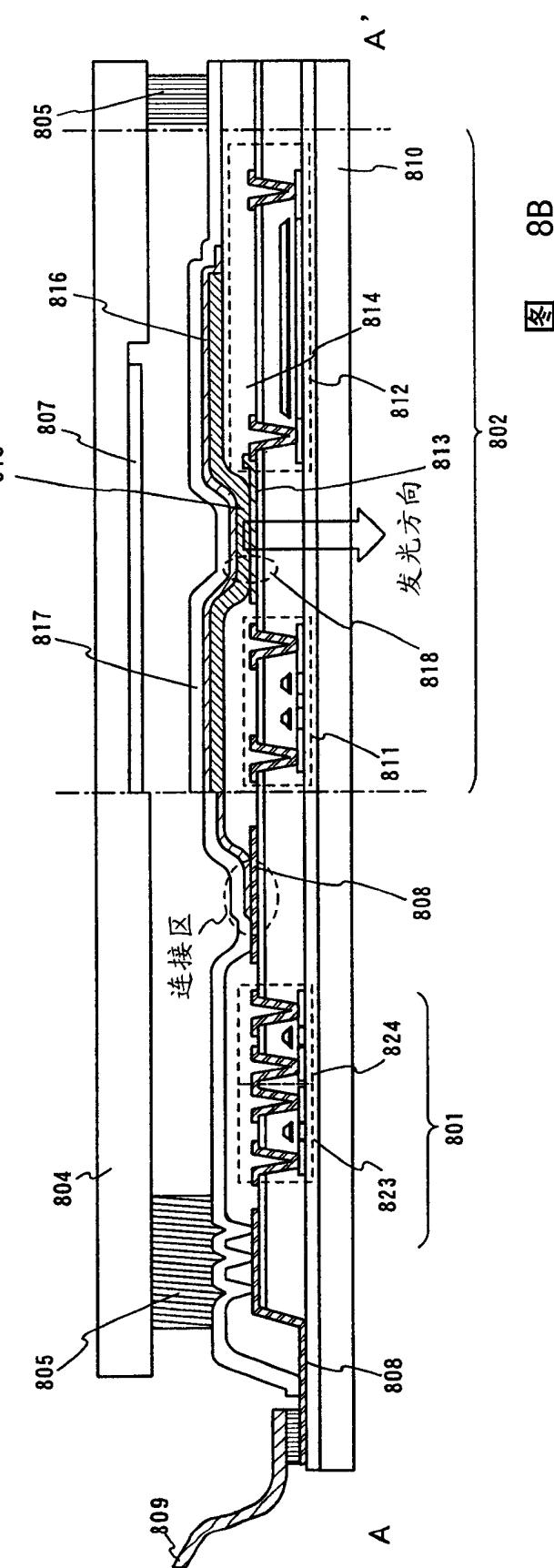
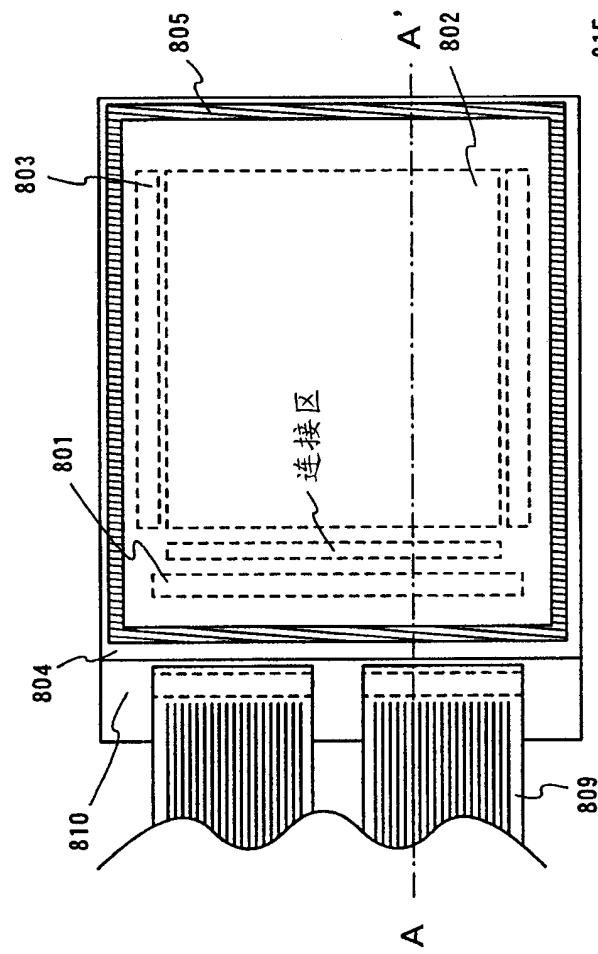
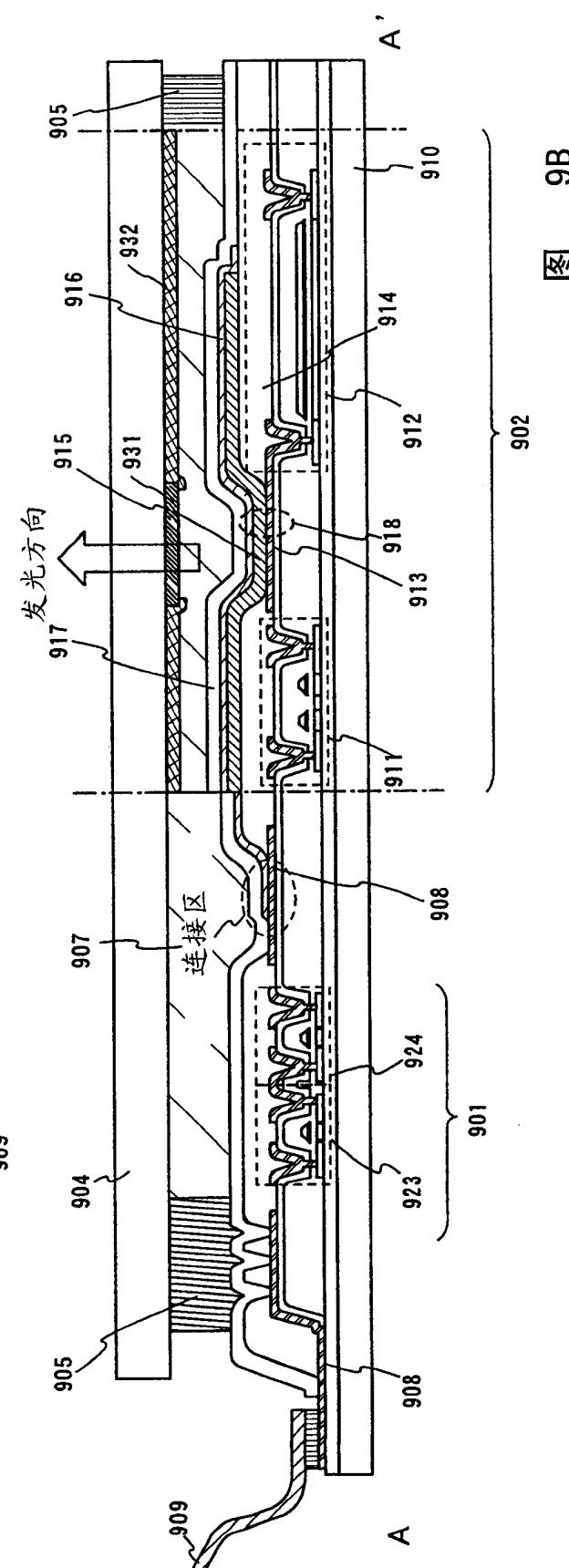
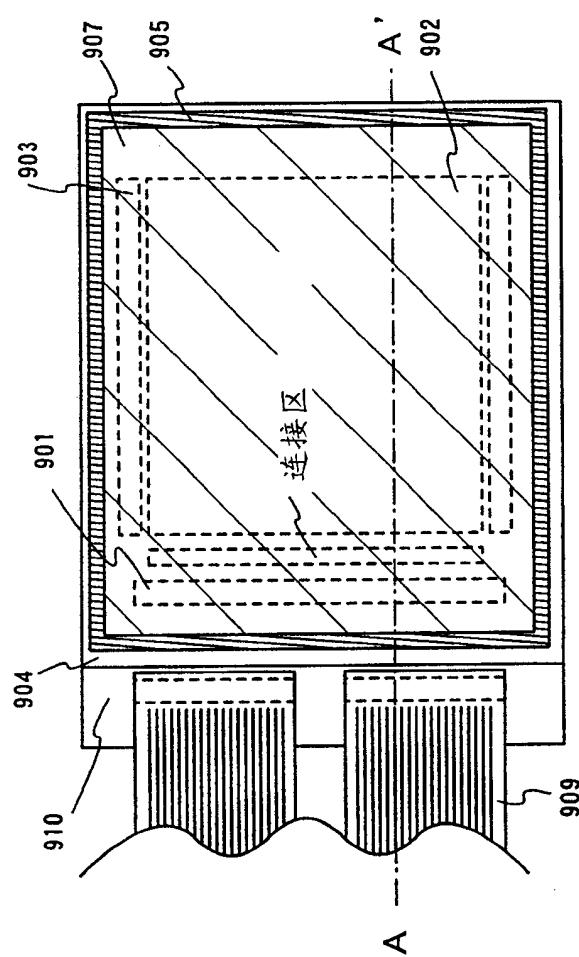


图 8B

图 9A



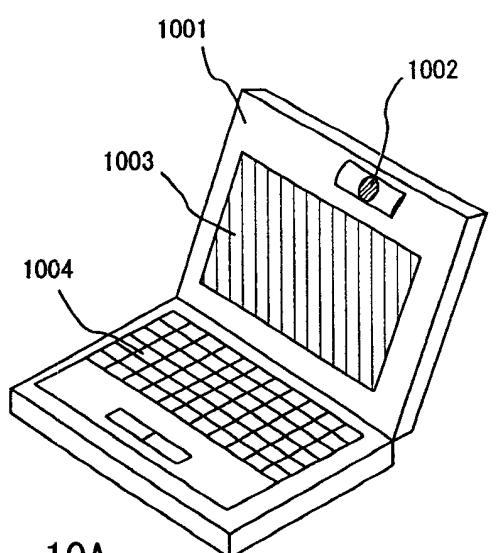


图 10A

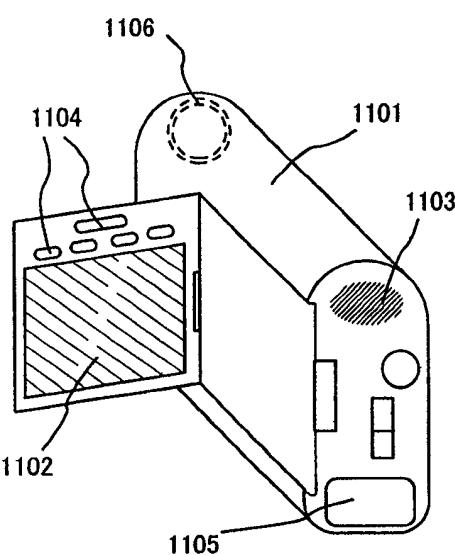


图 10B

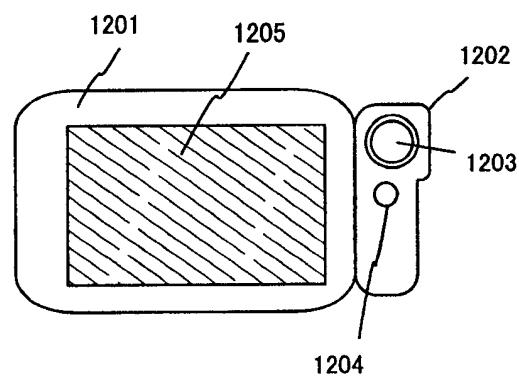


图 10C

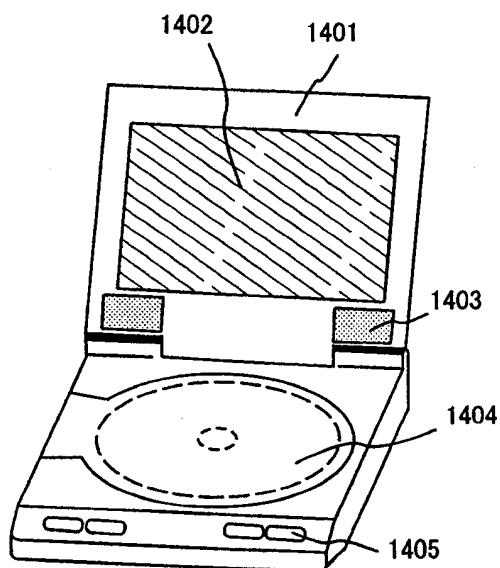


图 10D

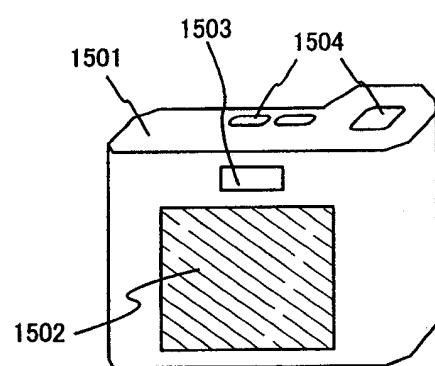


图 10E

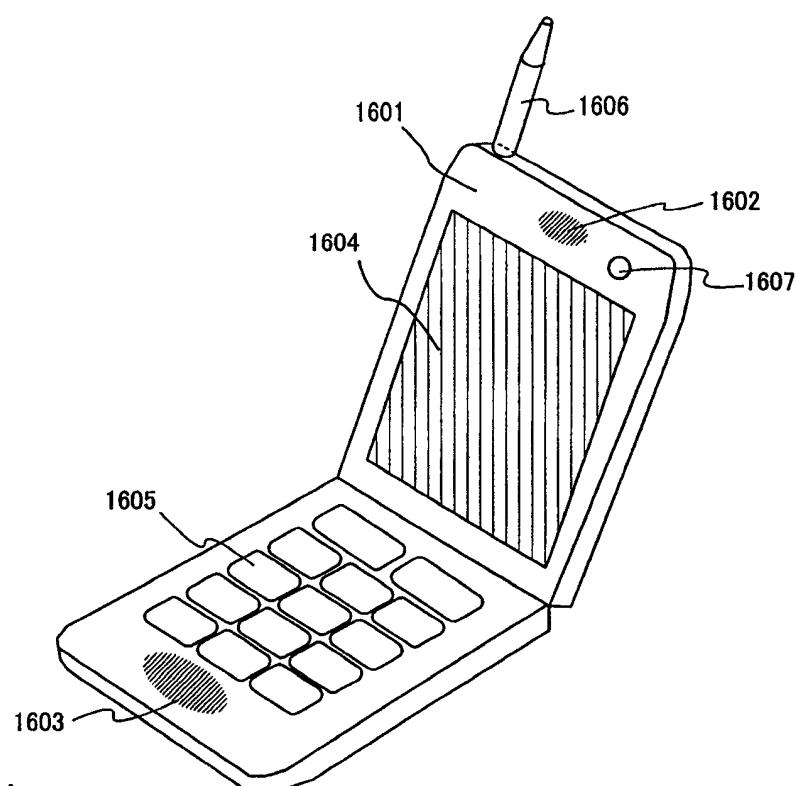


图 11A

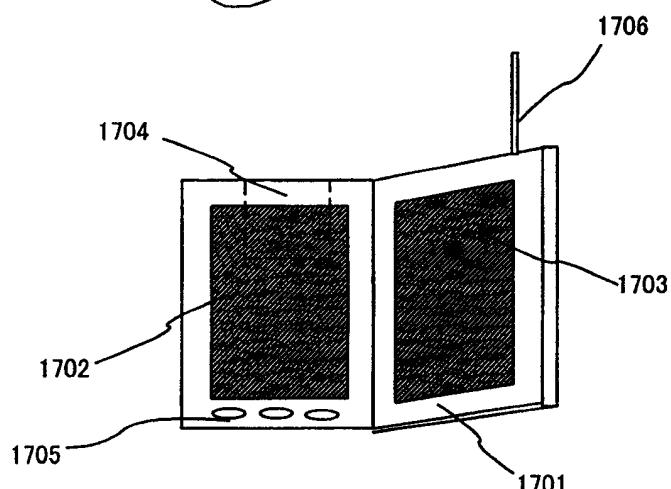


图 11B

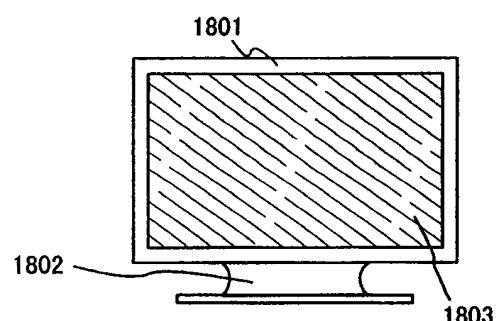


图 11C

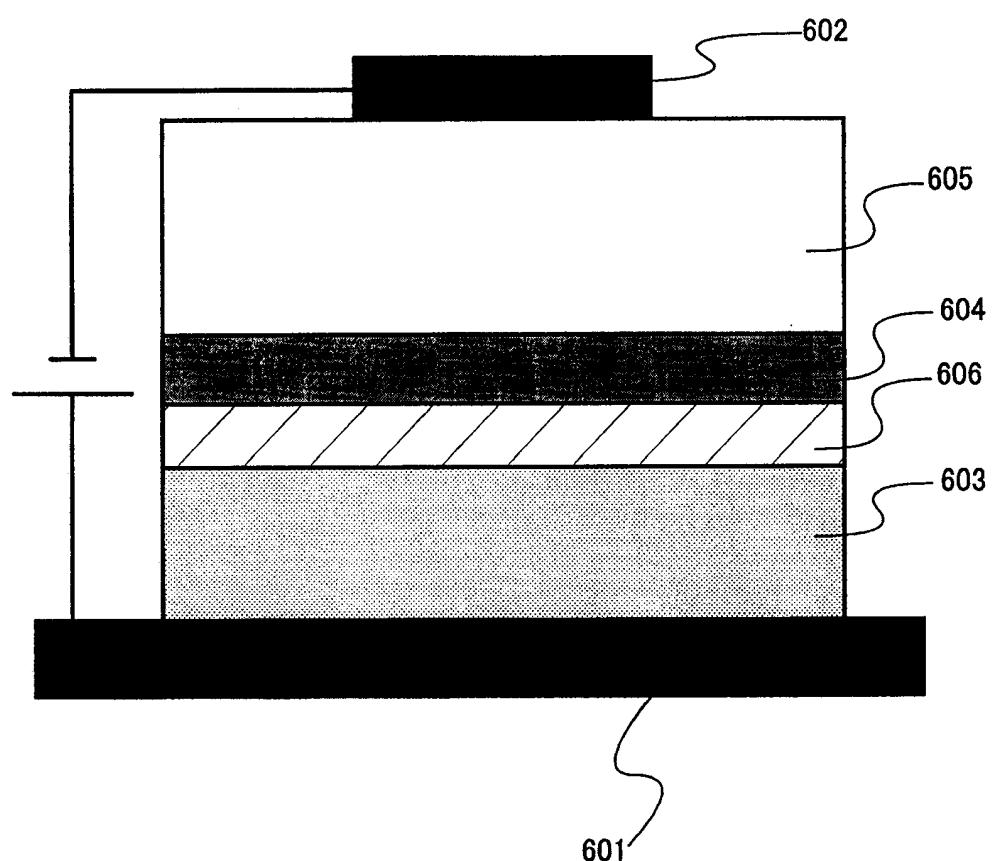


图 12