

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

H01L 51/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01130274.7

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1268008C

[22] 申请日 2001.12.28 [21] 申请号 01130274.7

[30] 优先权

[32] 2000.12.28 [33] JP [31] 400730/00

[32] 2001.2.21 [33] JP [31] 45847/01

[71] 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 濑尾哲史 山崎舜平

审查员 高 伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 梁 永

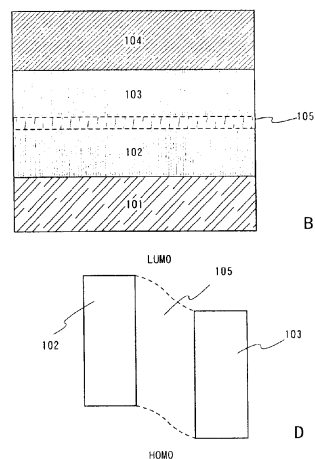
权利要求书 7 页 说明书 58 页 附图 37 页

[54] 发明名称

发光器件及其制造方法

[57] 摘要

提供了一种发光器件，它具有用来降低有机化合物叠层的各个层之间的界面处的能量势垒的结构。由构成有机化合物层(1)(102)的材料以及构成有机化合物层(2)(103)组成的混合层(105)，被形成在有机化合物层(1)(102)与有机化合物层(2)(103)之间的界面处。于是就能够降低形成在有机化合物层(1)(102)与有机化合物层(2)(103)之间的能量势垒。



1. 一种包含有机发光元件的发光器件，它包含：

包含第一有机化合物的与阳极接触的空穴注入层；以及

包含第二有机化合物的空穴输运层，

5 其中空穴注入层与空穴输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

2. 根据权利要求1的发光器件，其中该区域中的第一有机化合物的浓度从空穴注入层到空穴输运层是下降的。

3. 根据权利要求1的发光器件，其中该区域是混合层。

10 4. 根据权利要求3的发光器件，其中混合层中的第一有机化合物的浓度从空穴注入层到空穴输运层是下降的。

5. 一种包含有机发光元件的发光器件，它包含：

包含第一有机化合物的与阴极接触的电子注入层；以及

包含第二有机化合物的电子输运层，

15 其中电子注入层与电子输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

6. 根据权利要求5的发光器件，其中该区域中的第一有机化合物的浓度从电子注入层到电子输运层是下降的。

7. 根据权利要求5的发光器件，其中该区域是混合层。

20 8. 根据权利要求7的发光器件，其中混合层中的第一有机化合物的浓度从电子注入层到电子输运层是下降的。

9. 一种包含有机发光元件的发光器件，它包含：

包含第一有机化合物的发光层；以及

包含第二有机化合物的空穴输运层，

25 其中发光层与空穴输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

10. 根据权利要求9的发光器件，其中该区域中的第一有机化合物的浓度从发光层到空穴输运层是下降的。

11. 根据权利要求9的的发光器件，其中该区域是混合层。

30 12. 根据权利要求11的发光器件，其中混合层中的第一有机化合物的浓度从发光层到空穴输运层是下降的。

13. 一种包含有机发光元件的发光器件，它包含：

包含第一有机化合物的发光层；以及
包含第二有机化合物的电子输运层，
其中发光层与电子输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

5 14. 根据权利要求 13 的发光器件，其中该区域中的第一有机化合物的浓度从发光层到电子输运层是下降的。

15. 根据权利要求 13 的发光器件，其中该区域是混合层。

16. 根据权利要求 15 的发光器件，其中混合层中的第一有机化合物的浓度从发光层到电子输运层是下降的。

10 17. 一种包含有机发光元件的发光器件，它包含：

包含第一有机化合物的发光层；以及

包含第二有机化合物的空穴输运层；

包含第三有机化合物的电子输运层；

15 处在发光层与空穴输运层之间的包含第一有机化合物和第二有机化合物的第一区；以及

处在发光层与电子输运层之间的包含第一有机化合物和第三有机化合物的第二区。

18. 根据权利要求 17 的发光器件，

20 其中第一区中的第一有机化合物的第一浓度从发光层到空穴输运层是下降的，且

其中第二区中的第一有机化合物的第二浓度从发光层到电子输运层是下降的。

19. 根据权利要求 17 的发光器件，其中第一区是第一混合层，第二区是第二混合层。

25 20. 根据权利要求 19 的发光器件，

其中第一混合层中的第一有机化合物的第一浓度从发光层到空穴输运层是下降的，且

其中第二混合层中的第一有机化合物的第二浓度从发光层到电子输运层是下降的。

30 21. 根据权利要求 17 的发光器件，其中第一有机化合物的最高被占据分子轨道与最低未被占据的分子轨道之间的能量差小于第二有机化合物的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的

能量差,并小于第三有机化合物的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的能量差。

22. 根据权利要求 19 的发光器件, 其中第一有机化合物的最高被占据分子轨道与最低未被占据的分子轨道之间的能量差小于第二有机化合物的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的能量差,并小于第三有机化合物的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的能量差。

23. 根据权利要求 17 的发光器件,

其中发光层包含母体材料以及一种其最高被占据分子轨道与最低未被占据的分子轨道之间的能量差小于母体材料的发光材料, 且

其中发光材料的最高被占据分子轨道与最低未被占据的分子轨道之间的能量差小于第二有机材料的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的能量差,并小于第三有机材料的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的能量差。

24. 根据权利要求 19 的发光器件,

其中发光层包含母体材料以及一种其最高被占据分子轨道与最低未被占据的分子轨道之间的能量差小于母体材料的发光材料, 且

其中发光材料的最高被占据分子轨道与最低未被占据的分子轨道之间的能量差小于第二有机材料的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的能量差,并小于第三有机材料的最高被占据分子轨道与最低未被占据分子轨道之间的能量差。

25. 根据权利要求 1 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

26. 根据权利要求 3 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

27. 根据权利要求 5 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

28. 根据权利要求 7 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

29. 根据权利要求 9 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

30. 根据权利要求 11 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重

激发态发光。

31. 根据权利要求 13 的发光器件，其中的有机发光元件由三重激发态发光。

5 32. 根据权利要求 15 的发光器件，其中的有机发光元件由三重激发态发光。

33. 根据权利要求 17 的发光器件，其中的有机发光元件由三重激发态发光。

34. 根据权利要求 19 的发光器件，其中的有机发光元件由三重激发态发光。

10 35. 一种包含根据权利要求 1 的发光器件的电器。

36. 一种包含根据权利要求 3 的发光器件的电器。

37. 一种包含根据权利要求 5 的发光器件的电器。

38. 一种包含根据权利要求 7 的发光器件的电器。

39. 一种包含根据权利要求 9 的发光器件的电器。

15 40. 一种包含根据权利要求 11 的发光器件的电器。

41. 一种包含根据权利要求 13 的发光器件的电器。

42. 一种包含根据权利要求 15 的发光器件的电器。

43. 一种包含根据权利要求 17 的发光器件的电器。

44. 一种包含根据权利要求 19 的发光器件的电器。

20 45. 一种包含有机发光元件的发光器件，它包含插入在阳极与阴极之间的有机化合物膜，

其中的有机化合物膜包含空穴输运材料、电子输运材料、和发光材料，

25 其中的有机化合物膜包含空穴输运区、第一混合区、发光区、第二混合区、以及电子输运区，它们被连接成这样的顺序，以便使空穴输运区最靠近阳极而电子输运区最靠近阴极，且

其中的空穴输运区包含空穴输运材料，第一混合区包含空穴输运材料和发光材料二者，发光区包含发光材料，第二混合区包含电子输运材料和发光材料二者，电子输运区包含电子输运材料。

30 46. 根据权利要求 45 的发光器件，其中空穴注入区与阳极接触。

47. 根据权利要求 45 的发光器件，其中电子注入区与阴极接触。

48. 根据权利要求 45 的发光器件，其中空穴注入区与阳极接触，

电子注入区与阴极接触。

49. 一种包含有机发光元件的发光器件，它包含：

插入在阳极与阴极之间的有机化合物膜，

5 其中的有机化合物膜包含空穴输运材料、电子输运材料、发光材料、以及发光材料的母体材料，

其中的有机化合物膜包含空穴输运区、第一混合区、发光区、第二混合区、以及电子输运区，它们被连接成这样的顺序，从而使空穴输运区最靠近阳极而电子输运区最靠近阴极，且

10 其中的空穴输运区包含空穴输运材料，第一混合区包含空穴输运材料和母体材料二者，发光区包含用发光材料掺杂的母体材料，第二混合区包含电子输运材料和母体材料二者，电子输运区包含电子输运材料。

50. 根据权利要求 49 的发光器件，其中空穴注入区与阳极接触。

51. 根据权利要求 49 的发光器件，其中电子注入区与阴极接触。

15 52. 根据权利要求 49 的发光器件，其中空穴注入区与阳极接触，电子注入区与阴极接触。

53. 根据权利要求 46 的发光器件，其中的空穴注入区包含用路易斯酸掺杂的共轭系有机化合物。

20 54. 根据权利要求 48 的发光器件，其中的空穴注入区包含用路易斯酸掺杂的共轭系有机化合物。

55. 根据权利要求 50 的发光器件，其中的空穴注入区包含用路易斯酸掺杂的共轭系有机化合物。

56. 根据权利要求 52 的发光器件，其中的空穴注入区包含用路易斯酸掺杂的共轭系有机化合物。

25 57. 根据权利要求 53 的发光器件，其中的共轭系有机化合物是聚合化合物。

58. 根据权利要求 54 的发光器件，其中的共轭系有机化合物是聚合化合物。

30 59. 根据权利要求 55 的发光器件，其中的共轭系有机化合物是聚合化合物。

60. 根据权利要求 56 的发光器件，其中的共轭系有机化合物是聚合化合物。

61. 根据权利要求 53 的发光器件, 其中的路易斯酸是包含卤素元素的化合物。

62. 根据权利要求 54 的发光器件, 其中的路易斯酸是包含卤素元素的化合物。

5 63. 根据权利要求 55 的发光器件, 其中的路易斯酸是包含卤素元素的化合物。

64. 根据权利要求 56 的发光器件, 其中的路易斯酸是包含卤素元素的化合物。

10 65. 根据权利要求 47 的发光器件, 其中的电子注入区包含用路易斯碱掺杂的共轭系有机化合物。

66. 根据权利要求 48 的发光器件, 其中的电子注入区包含用路易斯碱掺杂的共轭系有机化合物。

67. 根据权利要求 51 的发光器件, 其中的电子注入区包含用路易斯碱掺杂的共轭系有机化合物。

15 68. 根据权利要求 52 的发光器件, 其中的电子注入区包含用路易斯碱掺杂的共轭系有机化合物。

69. 根据权利要求 65 的发光器件, 其中的路易斯碱是包含碱金属元素的化合物。

20 70. 根据权利要求 66 的发光器件, 其中的路易斯碱是包含碱金属元素的化合物。

71. 根据权利要求 67 的发光器件, 其中的路易斯碱是包含碱金属元素的化合物。

72. 根据权利要求 68 的发光器件, 其中的路易斯碱是包含碱金属元素的化合物。

25 73. 根据权利要求 45 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

74. 根据权利要求 46 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

30 75. 根据权利要求 47 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

76. 根据权利要求 48 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

77. 根据权利要求 49 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

78. 根据权利要求 50 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

5 79. 根据权利要求 51 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

80. 根据权利要求 52 的发光器件, 其中的有机发光元件由三重激发态发光。

10 81. 根据权利要求 45 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

82. 根据权利要求 46 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

83. 根据权利要求 47 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

15 84. 根据权利要求 48 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

85. 根据权利要求 49 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

20 86. 根据权利要求 50 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

87. 根据权利要求 51 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

88. 根据权利要求 52 的发光器件, 其中第一混合区和第二混合区中的至少一个具有浓度梯度。

25 89. 一种包含根据权利要求 45 的发光器件的电器。

90. 一种包含根据权利要求 46 的发光器件的电器。

91. 一种包含根据权利要求 47 的发光器件的电器。

92. 一种包含根据权利要求 48 的发光器件的电器。

93. 一种包含根据权利要求 49 的发光器件的电器。

30 94. 一种包含根据权利要求 50 的发光器件的电器。

95. 一种包含根据权利要求 51 的发光器件的电器。

96. 一种包含根据权利要求 52 的发光器件的电器。

发光器件及其制造方法

技术领域

5 本发明涉及到采用有机发光元件的发光器件，此有机发光元件具有一种薄膜，此薄膜含有当施加电场时发光的有机化合物（以下称为有机化合物层）以及阳极和阴极。具体地说，本发明涉及到一种驱动电压比以前更低而寿命更长的采用有机发光元件的发光器件。本说明书中的术语发光器件指的是一种采用有机发光元件作为发光元件的
10 图象显示器件或发光器件。包括在此发光器件定义中的还有：一种模块，其中诸如各向异性导电膜（FPC：柔性印刷电路）、TAB（带自动键合）带、或 TCP（带载体封装件）等的连接体被固定到有机发光元件；一种模块，其中印刷电路板被提供在 TAB 带或 TCP 的末端上；以及一种模块，其中用 COG（玻璃上芯片）方法将 IC（集成电路）直接
15 安装到有机发光元件。

背景技术

有机发光元件是一种施加电场时发光的元件。其发光机制被认为如下。电压被施加到夹在电极之间的有机化合物层，从而引起从阴极注入的电子与从阳极注入的空穴在有机化合物层的发光中心处复
20 合，形成的分子激子在返回基态时以发光的形式释放能量。

有机化合物有二种分子激子：一种是单重态激子，另一种是三重态激子。本说明书包括单重态激发引起发光和三重态激发引起发光的二种情况。

在上述的有机发光元件中，其有机化合物层通常是一种厚度小于
25 1 微米的薄膜。此外，由于是自发光元件且有机化合物层本身发光，故有机发光元件不需要常规液晶显示器中所用的后照光。因此，有机发光元件的很大优点是能够被制造成非常薄而轻的器件。

当有机化合物层的厚度约为 100-200nm 时，基于载流子在有机化合物层中的迁移率，复合例如在几十毫微秒内就会发生。即使考虑从
30 载流子复合到发光的过程，有机发光元件也可以在约为微秒量级的时间之内发光。因此，快速响应也是有机发光元件的一个特点。

由于有机发光元件是载流子注入型的，故能够用直流电压来驱

动, 并不容易产生噪声。关于驱动电压, 有报道指出, 利用均匀厚度约为 100nm 的非常薄的有机化合物层薄膜, 选择能够降低载流子对有机化合物层的注入势垒的电极材料, 并引入异质结构 (叠层结构), 在 5.5V 下获得了 100cd/m^2 的足够的亮度 (参考文献 1: C.W.Tang and S.A.VanSlyke, “有机电致发光二极管 (Organic Electroluminescent diodes)”, Applied Physics Letters, vol.51, no.12, 913-915(1987))。

有了这些特点, 包括薄而轻、响应快速、以及直流低电压驱动, 有机发光元件作为下一代平板显示元件受到了注意。此外, 由于是视角宽广的自发光器件, 故有机发光元件具有更好的可视性, 并被认为是能够用作电子设备的显示屏。

在参考文献 1 所公开的有机发光元件中, 利用 Mg:Ag 合金降低了载流子注入势垒, Mg:Ag 合金的功函数低且作为阴极比较稳定, 致使更多的电子被注入。这使得有可能将大量的载流子注入到有机化合物层中。

而且, 为了按指数地改善载流子复合效率, 采用了单个异质结构, 其中由双胺化合物构成的空穴输运层和由三(8-喹啉)铝复合物 (以下称为 Alq₃) 构成的电子输运层, 被叠层成有机化合物层。其解释如下。

在有机化合物层由例如单层 Alq₃ 组成的有机发光元件的情况下, 从阴极注入的大部分电子到达阳极而不与空穴复合, 发光效率因而很低。简而言之, 为了使单层有机发光元件能够有效地发光 (亦即为了在低电压下驱动), 必须使用能够以平衡的数量输运电子和空穴二者的材料 (以下称为双极材料), 而 Alq₃ 不满足这一要求。

另一方面, 当采用参考文献 1 所述的单个异质结构 (二层结构) 时, 从阴极注入的电子被阻挡在空穴输运层与电子输运发光层之间的界面处, 并被捕获在电子输运发光层中。载流子于是在电子输运发光层中发生高效率复合, 引起有效的发光。

将载流子阻挡功能的这一概念加以扩展, 就有可能控制载流子复合区域。作为一个例子, 有报道指出, 借助于在空穴输运层与电子输运层之间插入一个能够阻挡空穴的层 (空穴阻挡层), 并将空穴捕获在空穴输运层中, 成功地使空穴输运层发光了。 (参考文献 2:

Yasunori KUJIMA, Nobutoshi ASAI and Shin-ichiro TAMURA, “蓝有机光发射二极管 (A Blue Organic Light Emitting Diode)”, Japanese Journal of Applied Physics, vol.38, 5274-5277(1999)。由参考文献 2 所示的材料构成的空穴阻挡层的激发能
5 大于发光层的激发能, 因此还防止了分子激子的扩散。

可以认为, 参考文献 1 中的有机发光元件的特征是各种功能的分离, 其中空穴输运层被指定来输运空穴, 而电子输运发光层被指定来输运电子并发光。此分离功能的概念已经被扩展, 直至提出了一种方法, 其中由三种不同的材料来进行空穴输运、电子输运和发光这三种
10 功能。利用这一方法, 在载流子输运方面表现很差但发光效率高的材料, 能够被用作发光材料, 从而改善了有机发光元件的发光效率。

其典型的方法是颜料掺杂(参考文献 3: C.W. Tang, S.A. VanSlyke and C.H. Chen, “掺杂的有机薄膜的电致发光 (Electroluminescence of doped organic thin films)”, Journal of Applied Physics,
15 vol. 65, no. 9, 3610-3616(1989))。如图 13A 所示, 在空穴输运层 1101 和电子输运层 1102 (1102 还用作发光层) 提供的单个异质结构中, 电子输运层 1102 用颜料 1103 掺杂, 以便提供颜料 1103 颜色的发光。空穴输运层 1101 侧可以代替用颜料 1103 掺杂。

与此相反, 存在着双重异质结构 (三层结构), 其中, 如图 13B
20 所示, 发光层被夹在空穴输运层与电子输运层之间 (参考文献 4: Chihaya ADACHI, Shizuo TOKITO, Tetsuo TSUTSUI and Shogo SAITO, “带有三层结构的有机薄膜的电致发光 (Electroluminescence in Organic Films with Three-layered Structure)”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.27, No.2, L269-L271(1988))。在此方法中, 空穴从空穴输运层 1101 被注入到发光层 1104, 而电子
25 从电子输运层 1102 被注入到发光层 1104。因此, 载流子在发光层 1104 中发生复合, 从而发射用作发光层 1104 的材料的颜色的光。

分离功能的一个优点是, 由于功能的分离使一种有机材料无须同时起不同的功能 (诸如发光、载流子输运、以及从电极注入载流子)
30 (例如, 功能的分离使得无须寻找双极材料)。换言之, 借助于简单地组合发光特性优良的材料与载流子输运能力优良的材料, 就能够容易地获得高的发光效率。

由于这些优点,参考文献 1-4 所述的叠层结构概念(载流子阻挡功能或功能分离)本身继续被广泛地利用。

然而,上述叠层结构被加入不同的物质,因而无法避免在界面处形成能量势垒。这些能量势垒阻挡着载流子在界面处的运动,从而引起下列二个問題。

一个问题是能量势垒阻碍进一步降低驱动电压。实际上,有报道指出,对于目前的有机发光元件,就驱动电压而言,具有采用共轭系聚合物的单层结构的元件优于具有叠层结构的元件,并保持着最高的功率效率(单位为 lm/w) (注意文章中的比较是对单重态激发发光进行的,且此文章不涉及到三重态激发发光) (参考文献 5: Tetsuo Tsutsui, “日本应用物理学会的有机分子电子学和双电子学分部杂志 (Journal of Organic Molecular Electronics and Bioelectronics Division of The Japan Society of Applied Physics)”, vol.11, no.1, p.8(2000))。

参考文献 5 所指出的共轭系聚合物是双极材料,可以提供与叠层结构材料相同水平的载流子复合效率。因此,若利用双极材料或利用不使用叠层结构的其它方法,单层结构能够提供相同水平的载流子复合,则在界面比叠层结构更少的单层结构中,驱动电压实际上更低。

例如,借助于在电极界面处插入能够降低能量势垒的材料,以便能够注入更多的载流子,就能够降低驱动电压(参考文献 6: Takeo Wakimoto, Yoshinori Fukuda, Kenichi Nagayama, Akira Yokoi, Hitoshi Nakada, and Masami Tsuchida, “利用碱金属化合物作为电子注入材料的有机 EL 单元 (Organic EL Cells Using Alkaline Metal Compounds as Electron Injection Materials)”, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, vol.44, no.8, 1245-1248(1997))。在参考文献 6 中,利用 LiO_2 作为电子注入层,已经成功地降低了驱动电压。

然而,关于有机材料之间(例如在空穴输运层与发光层之间,以下称为“在有机层之间”)的载流子迁移率的问题仍然没有解决,并被认为是获得单层结构的低驱动电压的关键。

能量势垒引起的其它问题是对有机发光元件寿命的影响。换言之,由于禁止载流子注入和引起的电荷积累,故降低了亮度。

虽然尚不存在能清楚地解释这种退化的理论，但有报道指出，借助于在阳极与空穴输运层之间插入空穴注入层以及借助于以方波交流驱动代替直流驱动，能够限制亮度的降低（参考文献 7：S. A. VanSylke, C. H. Chen, and C. W. Tang, “具有改进的稳定度的有机电致发光器件（Organic electroluminescent devices with improved stability）”, Applied Physics Letters, Vol. 69, No. 15, 2160-2162(1996)）。实验证实，借助于通过插入空穴注入层以及交流驱动而避免电荷积累，能够限制亮度降低。

从上面得到的结论是，从功能分离的观点看，叠层结构能够容易地增强载流子复合效率并能够扩大材料的选择，但在另一方面，由于在多个有机层之间存在着多个界面而阻碍了载流子运动并影响驱动电压和亮度降低。

发明内容

根据上面所述提出了本发明，本发明的目的因而是提供这样一种有机发光元件，借助于降低有机层之间的能量势垒，同时利用常规使用的叠层结构的优点（载流子阻挡功能或功能的分离），此有机发光元件的驱动电压比常规元件更低，且元件寿命更长。

本发明的另一目的是提供这样一种发光器件，借助于采用这种有机发光元件，此有机发光器件的驱动电压比常规器件更低，且寿命更长。本发明的又一目的是提供一种用这种发光器件制作的较现有技术功耗少和更经久耐用的电子设备。

图 13A 所述的颜料 1103 的掺杂方法具有使有机发光元件能够使用一种当为固体时不发光但仅仅当以低浓度分散在溶液中时被观察到发光的材料（例如喹吖啶）的优点。因此，此方法能够被认为对易于浓度淬火的发光材料有效。

此方法的缺点是，用来掺杂的颜料的量通常非常少（某些情况下少于 1%重量比），而且若采用广泛使用的真空蒸发方法来制造有机发光元件，则难以控制蒸发量。发光效率对用来掺杂的颜料的量特别敏感，可以想象用真空蒸发制造的元件之间发光效率会有起伏。

而且，在颜料掺杂方法中，颜料是客体。在这种情况下，母体材料的最高被占据分子轨道（HOMO）与最低未被占据分子轨道（LUMO）之间的能量差（以下称为激发能级）必须大于客体的激发能级。此外，

母体必须擅长输运载流子。为了增强发光效率,更希望母体的最大发射波长与客体的最大吸收波长匹配。

然而,例如与蓝色客体有关的母体被要求具有远大于诸如蓝光的短波可见光的激发能级,因此母体材料的选择余地是非常有限的。关于红色客体的母体,尚未找到满足所有上述要求的材料。颜料掺杂的另一个缺点是,必须选择掺杂所用的颜料的最佳母体材料。

考虑到上述情况,图 13B 所述的双异质结构(空穴输运层+发光层+电子输运层)可能较好。虽然甚至在固体状态下能够发光的欲选择(换言之,不能使用浓度淬火材料)为发光层材料,但不必总是能够输运大量载流子。因此,材料的选择余地比较大。

然而,图 13B 所述的双异质结构加入三种不同的物质,并在每二个层之间(空穴输运层 1101 与发光层 1104 之间以及电子输运层 1102 与发光层 1104 之间)存在着界面(以下称为有机界面)。因此,此结构遭遇到由于有机界面引起的上述二个问题。

总而言之,图 13B 所述的双异质结构具有一个很到的优点,亦即能够分离功能而无须使用颜料掺杂方法,然而另一方面,在发光层的两边具有有机界面,阻碍载流子运动进入发光层,从而强烈地影响驱动电压和元件寿命。

因此,本发明的目的是借助于清除常规使用的双异质结构中的有机界面来特别增强载流子的迁移率,并同时利用双异质结构中功能分离的概念来表示各个功能(以下称为功能表示)。本发明的另一目的是从而提供一种有机发光元件,此有机发光元件的驱动电压比常规元件更低,且元件寿命更长。

本发明的又一目的是提供一种发光器件,借助于采用这种有机发光元件,此发光器件的驱动电压比常规器件更低,且寿命更长。本发明的再一目的是提供一种电器,借助于用这种发光器件来加以制造,此电器比现有技术消耗的功率更少,且使用寿命更长。

本发明人曾经考虑下面二种机制作为有机界面对载流子运动进行阻挡的模型。

一种机制涉及到有机界面的形貌。有机发光元件中的有机化合物薄膜通常是一种非晶薄膜,它是由被分子间力(主要是偶极子相互作用)聚集的有机化合物分子构成的。然而,当用这种分子聚集建立异

质结构时,各个分子的尺寸和性质方面的差异能够强烈地影响叠层结构的各个界面(亦即有机界面)。

若用分子尺寸有大的差异的材料建立叠层结构,则有机界面中的连接一致性可能很差。图 14 示出了其概念图。在图 14 中,由小分子 1401 组成的第一层 1411 和由大分子 1402 组成的第二层 1412 被叠层。在此情况下,在层 1411 与 1412 之间的有机界面 1413 处就形成一致性很差的区域 1414。

图 14 所示的很差的一致性区域 1414 可以起势垒(即能量势垒)的作用,此势垒阻挡载流子的运动,因而可以成为降低驱动电压的障碍。而且,无法跨越此能量势垒的载流子积累成为电荷,能够引起上述的亮度降低。

另一个机制涉及到建立叠层结构(亦即形成有机界面)的工艺。为了避免在各个层的制作过程中的沾污,具有叠层结构的有机发光元件通常是用图 15 所示的多工作室类型(在线类型)蒸发设备来制造的。

图 15 所示的例子是用来制作双异质结构的蒸发设备的概念图,此双异质结构由空穴输运层、发光层、和电子输运层组成。首先,具有阳极的衬底(例如由氧化铟锡(以下称为 ITO)构成)被送入装料工作室。在紫外线辐照工作室中的真空气氛中,用紫外线辐照衬底,以便清洗阳极表面。特别是当阳极是 ITO 之类的氧化物时,在预处理工作室中进行氧化处理。然后制作叠层结构的各个层。在蒸发工作室 1501 中制作空穴输运层,在蒸发工作室 1502-1504 中制作发光层(图 15 中的红、绿、蓝层),并在蒸发工作室 1505 中制作电子输运层。借助于在蒸发工作室 1506 中进行蒸发而制作阴极。最后,在密封工作室中进行密封,并将衬底取出卸料工作室,从而得到有机发光元件。符号 1511-1516 表示各个蒸发源。

上述在线类型蒸发设备的特征是借助于在不同的工作室 1501-1505 中进行蒸发而制作不同的层。换言之,此设备被构造成使得几乎完全避免了各个层的材料发生混合。

虽然蒸发设备内部的压力通常被降低到大约 10^{-4} - 10^{-5} 帕,但仍然存在少量的气体成分(诸如氧和水)。一般认为,以这种程度的真空,这些少量的气体成分能够在几秒钟之内轻易地形成单分子吸收层。

因此，当使用图 15 所示的设备来制造具有叠层结构的有机发光元件时，问题是一个层的制作与另一个层的制作之间的大的间隔时间。换言之，在各个层的制作之间的间隔时间内，可能形成少量气体成分造成的不希望有的吸附层（以下称为杂质层），特别是当衬底通过第二转移工作室被转移时更是如此。

图 16 示出了其概念图。在图 16 中，当第二层被层叠在第一层上时，少量的杂质 1603（诸如水和氧）在由第一有机化合物 1601 构成的第一层 1611 与由第二有机化合物 1602 构成的第二层 1612 之间形成杂质层 1613。

杂质层以这种方式被形成在各个层之间（亦即有机界面），并在完成有机发光元件之后起捕获载流子的杂质区的作用，从而阻挡载流子的运动并提高驱动电压。而且，捕获载流子的杂质区的存在导致电荷的积累，因而能够引起上述的亮度降低。

考虑到这种结构，本发明人曾经设计了一种图 1B 和 1D 所示的措施作为解决上述问题的方法。此措施是，在有机化合物层（1）102 和有机化合物层（2）103 被层叠在有机发光元件的阳极 101 与阴极 104 之间的情况下，在有机化合物层（1）102 和有机化合物层（2）103 之间制作一个结构（图 1B），其中混合层 105 含有组成有机化合物层（1）102 的材料以及组成有机化合物层（2）103 的材料二者。此结构（图 1B）是其中存在确定界面的常规叠层结构（图 1A）的一种替换。此处的术语混合层包括含有组成有机化合物层（1）102 的材料以及组成有机化合物层（2）103 的材料二者的区域，即使与有机化合物层（1）102 的界面以及与有机化合物层（2）103 的界面不清楚也是这样。

这种元件基本上没有上述常规叠层结构的有机界面。因而能够解决有机界面引起的上述问题（退化的有机界面形貌以及杂质层的形成）。

首先，参照图 20 来解释如何解决有机界面形貌的退化。图 20 是由区域 1811、区域 1812、混合区域 1813 组成的有机化合物薄膜的剖面图。区域 1811 由小分子 1801 组成。区域 1812 由大分子 1802 组成。混合区域 1813 含有小分子 1801 和大分子 1802 二者。如从图 20 可见，图 14 中不存在有机界面 1413，也不存在一致性很差的区域

1414.

如何解决形成杂质层的问题是简单而明显的。当要制造图 17 所示的有机发光元件时，用蒸发方法将空穴输运材料淀积在阳极上，并用协同蒸发方法额外淀积发光材料以便在完成淀积之前形成第一混合区。在完成第一混合区之后，停止用蒸发方法淀积空穴输运材料而仅仅继续用蒸发方法淀积发光材料。后续的各个步骤与此相似，用蒸发方法连续淀积一种或二种材料而不形成有机界面，直至完成电子输运区域。因此，当用图 15 所示的蒸发设备制造有机发光元件时，不存在通常出现的间隔时间。简而言之，不存在形成杂质层的时间。

利用图 1B 所示的结构，比之图 1A 所示的常规结构，有机层之间的能量势垒被降低了，从而能够注入更多的载流子。具体地说，图 1A 的结构的能带图如图 1C 所示，而图 1B 的能带图如图 1D 所示，其中一个混合层被提供在有机层之间。图 1C 和 1D 表明，借助于建立连续的连接结构从而产生连续的能量变化，能够降低有机层之间的能量势垒。因此，能够降低驱动电压，并能够防止亮度降低。

从上面所述，根据本发明的发光器件具有一种有机发光元件，它包括至少一个由有机化合物组成的第一层和一个由不同于组成第一层的有机化合物的有机化合物组成的第二层，其特征是，含有组成第一层的有机化合物和组成第二层的有机化合物二者的混合层被提供在第一层与第二层之间。

表 1 示出了上述第一层与第二层的组合。可以由组合 A-E 得到单个组合（例如仅仅组合 A）或多个组合（例如组合 A 和 B 二者）。

表 1

组合	第一层	第二层
A	空穴注入层	空穴输运层
B	电子注入层	电子输运层
C	空穴输运层	发光层
D	电子输运层	发光层
E	电子输运层	空穴阻挡层

若组合 C 和 D 都被引入（换言之，若发光层在其二侧上都具有混合层），则由于防止了发光层中形成的分子激子的扩散而能够进一步

提高发光效率。因此，发光层的激发能最好低于空穴输运层的激发能并低于电子输运层的激发能。在此情况下，载流子输运能力很差的发光材料能够被用作发光层，以有利地扩大材料的选择余地。本说明书中的术语激发能指的是分子的最高被占据分子轨道（HOMO）与最低未被占据分子轨道（LUMO）之间的能量差。

更可取的是，发光层由母体材料以及激发能低于母体材料的发光材料（掺杂剂）组成，致使空穴输运层的激发能和电子输运层的激发能各自超过掺杂剂的激发能。这就防止了掺杂剂的分子激发的扩散，并使掺杂剂有效地发光。若掺杂剂是载流子捕获型材料，则载流子复合效率也被提高。

在上述的本发明中，连续地连接混合层被认为是进一步提高载流子迁移率的一种有效措施。混合层最好被制作成具有浓度梯度。因此，本发明的特征是混合层具有浓度梯度。

本发明人还设计了一种措施来提供有机发光元件，其中清除了双异质结构的有机界面，同时使功能表示有可能。图 17 示出了其概念图。虽然在图 17 中阳极 1702 位于衬底 1701 上，但此结构可以翻转过来，使阴极 1704 位于衬底上。

在图 17 的元件中，含有空穴输运材料、发光材料、电子输运材料的有机化合物薄膜 1703，配备有空穴输运区域 1705、发光区域 1706、以及电子输运区域 1707。空穴输运区域 1705 由空穴输运材料组成。发光区域 1706 由发光材料组成。电子输运区域 1707 由电子输运材料组成。作为本发明的一个特征，有机化合物薄膜还配备有第一混合区域 1708 和第二混合区域 1709。空穴输运材料和发光材料在第一混合区域 1708 中被混合，电子输运材料和发光材料在第二混合区域 1709 中被混合。

图 18 和 19 示出了图 17 的元件中沿薄膜厚度方向的浓度分布的例子。图 18 所示的是第一混合区域 1708 中的空穴输运材料与发光材料的组分比为 $x:z_1$ 且恒定，而第二混合区域 1709 中的电子输运材料与发光材料的组分比为 $y:z_2$ 且恒定时分布。图 19 示出了第一混合区域 1708 和第二混合区域 1709 具有浓度梯度时的分布。

图 17 的元件也不存在有机界面，因而载流子平稳地运动，且如上所述，驱动电压以及元件寿命不受影响。而且，由于如常规双异质

结构中那样的功能分离，就发光效率而言，此元件也没有问题。

与简单地连接各种不同的物质（异质结）的常规异质结构（叠层结构）相反，本发明的结构是一种能够称为混合结的结构，它基于一种新颖的概念而提供有机发光元件。

- 5 因此，根据本发明的发光器件具有有机发光元件，此有机发光元件具有插入在阳极和阴极间的有机化合物薄膜。此有机化合物薄膜包含空穴输运材料、电子输运材料和发光材料，且此发光器件的特征是有机化合物薄膜由顺序连接的空穴输运区域、第一混合区域、发光区域、第二混合区域、和电子输运区域组成，空穴输运区域最靠近阳极，
10 而电子输运区域最靠近阴极，空穴输运区域包含空穴输运材料，第一混合区域包含空穴输运材料和发光材料二者，发光区域包含发光材料，第二混合区域包含电子输运材料和发光材料二者，电子输运区域包含电子输运材料。

- 如图 21A 所示，由提高被注入的空穴的数目的材料（以下称为空
15 穴注入材料）组成的空穴注入区域 1710，可以被插入在阳极 1702 与有机化合物薄膜 1703 之间。作为变通，如图 21B 所示，由提高被注入的电子的数目的材料（以下称为电子注入材料）组成的电子注入区域 1711，可以被插入在阴极 1704 与有机化合物薄膜 1703 之间。可以同时使用空穴注入区和电子注入区二者。

- 20 在这种情况下，空穴注入材料或电子注入材料是一种用来在将载流子从电极注入到有机化合物薄膜的过程中降低势垒的材料，因而具有使载流子从电极平稳地运动到有机化合物薄膜并避免电荷积累的效果。然而，从避免形成如上所述的杂质层的观点看，注入材料在形成有机化合物薄膜之前或之后被制作成薄膜而不要有时间间隔。

- 25 上述的本发明的有机发光元件可以具有母体材料被发光材料掺杂的发光区。具体地说，如图 22 所示，有机化合物薄膜 11003 包含空穴输运材料、电子输运材料、发光材料、以及用作发光材料母体的母体材料，并配备有空穴输运区 11005、发光区 11006 和电子输运区 11007。空穴输运区由空穴输运材料组成。发光区由掺有发光材料
30 11012 的母体材料组成。电子输运区由电子输运材料组成。作为本发明的一个特征，有机化合物薄膜还配备有第一混合区 11008 和第二混合区 11009。空穴输运材料与母体材料在第一混合区 11008 中被混

合，而电子输运材料与母体材料在第二混合区 11009 中被混合。

如参照图 13A 所解释的那样，此元件的缺点是难以控制掺杂过程中使用的发光材料 11012 的数量。然而，由于比之图 13A 的结构，输运大量载流子的能力不那么必要，故具有母体材料选择余地宽广的优点。由于母体材料被发光材料 11012 掺杂，故此元件也能够有效防止载流子不停地通过发光区，当为了降低驱动电压而减小发光区 11006 的厚度时，这一现象通常是可能出现的。

在图 22 的元件中，由空穴注入材料组成的空穴注入区 11010，可以被插入在阳极 11002 与有机化合物薄膜 11003 之间。作为变通，由电子注入材料组成的电子注入区 11011，可以被插入在阴极 11004 与有机化合物薄膜 11003 之间。也可以同时使用空穴注入区和电子注入区二者。图 22 所示的是制作空穴注入区 11010 和电子注入区 11011 二者的例子。

当空穴注入区被提供在上述的有机发光元件中时，最好采用 p 型导电的材料。作为其一个例子，可以采用这样一种方法，其中用路易斯酸对 δ 电子共轭系有机化合物进行掺杂以改善电导率。从薄膜制作方法的观点看，最好使用能够用湿法制作成薄膜的聚合物化合物。优选的路易斯酸是含有诸如碘的卤素的化合物。

当电子注入区被提供在上述的有机发光元件中时，最好采用 n 型导电的材料。作为其一个例子，可以采用这样一种方法，其中用路易斯碱对 δ 电子共轭系有机化合物进行掺杂以改善电导率。优选的路易斯碱是含有诸如铯的碱金属的化合物。

近年来，能够将从三重态返回到基态时放出的能量（以下称为三重态激发能）转换成光发射的有机发光元件，由于其高的发光效率而受到了注意（参考文献 8: D.F.O'Brien, M.A.Baldo, M.E.Thompson and S.R.Forrest, “改进电致发光器件中的能量传送（Improved energy transfer in electrophosphorescent devices）”, Applied Physics Letters, vol.74, no.3, 442-444(1999)）（参考文献 9: Tetsuo TSUTSUI, Moon-Jae YANG, Masayuki YAHIRO, Kenji NAKAMURA, Teruichi WATANABE, Taishi TSUJI, Yoshinori FUKUDA, Takeo WAKIMOTO and Satoshi MIYAGUCHI, “在带有作为三重态发射中心的络合物的有机光发射器件中的高量子效率（High Quantum

Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center)”, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 38, L1502-L1504(1999))。

在参考文献 8 中采用了以铂作为中心金属的金属络合物,而在参考文献 9 中采用了以铱作为中心金属的金属络合物。这些能够将三重态激发能转换成光发射的有机发光元件(以下称为三重态发光元件)能够以高于常规元件的亮度和发光效率发光。

然而,根据参考文献 9 的报道,当起始亮度被设定为 500cd/m² 时,亮度的半衰期约为 170 小时,这一元件寿命是不能令人满意的。三重态发光元件的元件寿命短的原因可能是必须有适当的发光材料的母体材料以及用来防止分子激子扩散导致形成多层结构和多个有机界面的阻挡材料。

然后将本发明的概念亦即在各个有机层之间引入混合层的概念应用于三重态发光元件。这样得到的元件由三重态激发发光,不仅亮度和发光效率高,而且元件寿命长,能够构成功能极强的发光元件。

三重态分子激子的扩散长度比单重态分子激子的更大,因此,需要一种作用相似于阻挡材料的材料(通常,激发能级大于发光颗粒的分子激子的激发能级的材料是合适的)。考虑到元件结构,电子输运材料最好起此作用。

上述本发明的有机发光元件使用的第一混合层和第二混合层,可以具有图 19 所示的浓度梯度。由于希望浓度梯度能够几乎完全清除发光区二个边界处对载流子的能量势垒,故这是更可取的。

本发明的一个目的是提供一种包含有机发光元件的发光器件,它包含:包含第一有机化合物的与阳极接触的空穴注入层;以及包含第二有机化合物的空穴输运层,其中空穴注入层与空穴输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

本发明的又一个目的是提供一种包含有机发光元件的发光器件,它包含:包含第一有机化合物的与阴极接触的电子注入层;以及包含第二有机化合物的电子输运层,其中电子注入层与电子输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

本发明的又一个目的是提供一种包含有机发光元件的发光器件,它包含:包含第一有机化合物的发光层;以及包含第二有机化合

物的空穴输运层,其中发光层与空穴输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

本发明的又一个目的是提供一种包含有机发光元件的发光器件,它包含:包含第一有机化合物的发光层;以及包含第二有机化合物的电子输运层,其中发光层与电子输运层之间的区域包含第一有机化合物和第二有机化合物。

本发明的又一个目的是提供一种包含有机发光元件的发光器件,它包含:包含第一有机化合物的发光层;以及包含第二有机化合物的空穴输运层;包含第三有机化合物的电子输运层;处在发光层与空穴输运层之间的包含第一有机化合物和第二有机化合物的第一区;以及处在发光层与电子输运层之间的包含第一有机化合物和第三有机化合物的第二区。

本发明的又一个目的是提供一种包含上述类型的发光器件的电器。

本发明的又一个目的是提供一种包含有机发光元件的发光器件,它包含插入在阳极与阴极之间的有机化合物膜,其中的有机化合物膜包含空穴输运材料、电子输运材料、和发光材料,其中的有机化合物膜包含空穴输运区、第一混合区、发光区、第二混合区、以及电子输运区,它们被连接成这样的顺序,以便使空穴输运区最靠近阳极而电子输运区最靠近阴极,且其中的空穴输运区包含空穴输运材料,第一混合区包含空穴输运材料和发光材料二者,发光区包含发光材料,第二混合区包含电子输运材料和发光材料二者,电子输运区包含电子输运材料。

本发明的又一个目的是提供一种包含有机发光元件的发光器件,它包含:插入在阳极与阴极之间的有机化合物膜,其中的有机化合物膜包含空穴输运材料、电子输运材料、发光材料、以及发光材料的母体材料,其中的有机化合物膜包含空穴输运区、第一混合区、发光区、第二混合区、以及电子输运区,它们被连接成这样的顺序,从而使空穴输运区最靠近阳极而电子输运区最靠近阴极,且其中的空穴输运区包含空穴输运材料,第一混合区包含空穴输运材料和母体材料二者,发光区包含用发光材料掺杂的母体材料,第二混合区包含电子输运材料和母体材料二者,电子输运区包含电子输运材料。

本发明的又一个目的是提供一种包含上述发光器件的电器。

附图说明

- 图 1A-1D 示出了本发明的混合层；
图 2A 和 2B 示出了混合层中的浓度梯度；
5 图 3A-3D 示出了混合层的制作；
图 4 示出了根据本发明的有机发光元件中的元件结构；
图 5 示出了根据本发明的有机发光元件中的元件结构；
图 6 示出了根据本发明的有机发光元件中的元件结构；
图 7A-7D 示出了制造工艺；
10 图 8A-8C 示出了制造工艺；
图 9A-9C 示出了制造工艺；

图 10A 和 10B 示出了发光器件的密封结构;

图 11 的剖面图示出了发光器件;

图 12A-12H 示出了电器的例子;

图 13A 和 13B 示出了常规有机发光元件;

5 图 14 示出了有机界面的状态;

图 15 示出了蒸发设备;

图 16 示出了杂质层的形成;

图 17 示出了有机发光元件的结构;

图 18 示出了浓度分布;

10 图 19 示出了浓度分布;

图 20 示出了混合层的状态;

图 21A 和 21B 示出了有机发光元件的结构;

图 22 示出了有机发光元件的结构;

图 23A 和 23B 示出了蒸发设备;

15 图 24A 和 24B 示出了发光器件的剖面结构;

图 25 示出了发光器件的剖面结构;

图 26A 和 26B 示出了发光器件的剖面结构;

图 27A 和 27B 分别示出了发光器件的俯视结构和剖面结构;

图 28 示出了发光器件的俯视结构和剖面结构;

20 图 29A-29C 是发光器件图, 其中图 29A 示出了其俯视结构, 而图 29B 和 29C 示出了其剖面结构;

图 30A 和 30B 示意地示出了采用滤色片的发光器件;

图 31A 和 31B 示意地示出了采用彩色转换层的发光器件;

图 32A 和 32B 示出了发光器件的结构;

25 图 33A 和 33B 示出了发光器件的结构;

图 34A-34C 示出了发光器件的结构;

图 35A-35F 示出了电器的具体例子;

图 36A 和 36B 示出了电器的具体例子; 而

图 37 示出了有源矩阵型恒流驱动电路的例子。

30 具体实施方式

下面参照图 2A 和 2B 以及图 3A-3D 来描述根据本发明的有机发光元件的制造方法。

首先,用溅射或蒸发方法在衬底 200 上制作阳极 201。在阳极 201 上制作有机化合物层 (1) 202。有机化合物层 (1) 202 是利用真空蒸发方法用有机化合物 1 制作的。

接着制作混合层 205。混合层 205 是用构成有机化合物层 (1) 202 的材料 (有机化合物 1) 以及构成有机化合物层 (2) 203 的材料 (有机化合物 2) 在真空下协同蒸发而形成的。协同蒸发是一种蒸发的方法,其中各个蒸发器被同时加热以便在薄膜制作过程中混合不同的物质。

当利用同时蒸发方法用多个有机化合物制作混合层时,混合层中所含各个有机化合物的浓度能够被控制。图 2B 示出了混合层 205 中所含的有机化合物 1 和有机化合物 2 具有浓度梯度的情况。

图 2B 所示的是混合层中的多个有机化合物的比率(浓度为%)与混合层到接触该混合层的有机化合物层的距离之间的关系。在图 2B 中,横轴表示混合层 205 中所含有机化合物的浓度(%),而纵轴表示从混合层到与此混合层接触的有机化合物层 (1) 202 和有机化合物层 (2) 203 的距离。

在图 2B 所示的混合层 205 中,用来形成有机化合物层 (1) 202 的有机化合物 1 的浓度在混合层 205 与有机化合物层 (1) 202 之间的界面附近几乎是 100%。这一浓度随到有机化合物层 (1) 202 的距离的增大而下降,并在混合层 205 与有机化合物层 (2) 203 之间的界面附近达到几乎 0%。用来形成有机化合物层 (2) 203 的有机化合物 2 的浓度的行为相反,随到有机化合物层 (1) 202 的距离的增大而上升,在混合层 205 与有机化合物层 (2) 203 之间的界面附近接近 100%。

借助于如上所述引入构成混合层 205 的材料的浓度梯度,混合层 205 能够降低各个有机层之间的能量势垒。因而能够改善载流子的迁移率。

在混合层 205 上制作有机化合物层 (2) 203。有机化合物层 (2) 203 的材料是有机化合物 2,且此化合物被用真空下的蒸发方法制作成薄膜。

通过上述各个步骤就完成了有各个有机化合物组成的叠层结构。随后用蒸发或溅射方法制作阴极以完成有机发光元件。

现参照图 3A-3D 来详细描述如何制作各个有机化合物层(有机化合物层(1) 202 和有机化合物层(2) 203) 以及混合层。在图 3A-3D 中, 用相同的符号表示与图 2A 和 2B 完全相同的元件。

在图 3A 中, 阳极 201 被制作在衬底 200 上, 并在阳极 201 上由有机化合物 1 形成有机化合物层(1) 202。在图 3D 所示的薄膜制作工作室中, 用蒸发方法制作有机化合物层(1) 202。在薄膜制作工作室 310 中其上要制作薄膜的衬底被置于固定的基座 311 上, 并在固定或旋转的情况下在衬底上进行蒸发。

在图 3D 中, 薄膜制作工作室 310 配备有多个样品腔。每个样品腔含有用来形成有机化合物层的有机化合物。图 3D 所示的是其中有二个样品腔的情况, 但样品腔的数目也可以是 3 或更多。

图 3D 中的样品腔(a) 312 含有有机化合物 1(316)。亦即, 当提供在样品腔(a) 312 中的快门(a) 314 打开时, 有机化合物 1(316) 用作蒸发源以形成有机化合物层(1) 202。

接着, 如图 3B 所示制作混合层 205。用作混合层 205 蒸发源的有机化合物 1(316) 包含在样品腔(a) 312 中, 而有机化合物 2(317) 包含在样品腔(b) 313 中。提供在样品腔(a) 312 中的快门(a) 314 以及提供在样品腔(b) 313 中的快门(b) 315 被打开, 并用协同蒸发方法将用作蒸发源的有机化合物 1(316) 和有机化合物 2(317) 制作成薄膜。

若要如上所述控制混合层中的有机化合物的浓度, 则调整快门(a) 314 和快门(b) 315 的开启以获得图 2B 所示的混合层浓度梯度。

接着, 关闭样品腔(a) 312 的快门(a) 314, 同时保持样品腔(b) 313 的快门(b) 315 开启。于是由作为蒸发源的有机化合物 2 形成有机化合物层(2) 203(图 3C)。

有机发光元件的有机化合物层被制作成由诸如空穴注入层、空穴输运层、发光层、空穴阻挡层、电子输运层、电子注入层之类的多个有机化合物层组成的叠层, 以便处置不同的功能。若混合层要制作在各个有机化合物层之间的界面处, 则由于各个有机发光元件中间的叠层结构有变化, 故在设计有机发光元件的元件结构的过程中, 待要制作的混合层的位置是重要的。下面将给出有关具有具体元件结构的有机发光元件的详细描述。

[实施方案模式 1]

实施方案模式 1 描述了在有机发光元件中的有机化合物层与发光层的界面处形成混合层的情况,此有机发光元件在阳极 401 与阴极 402 之间具有有机化合物层 403,如图 4 所示。

- 5 在此实施方案模式中,有机化合物层 403 具有由多个有机化合物层组成的叠层结构。具体地说,用来改善空穴从阳极的注入的空穴注入层 404 被制作在阳极 401 上,而用来改善被注入的空穴的运输的空穴运输层 405 被制作在空穴注入层 404 上。

10 利用协同蒸发方法,用构成空穴运输层 405 的材料以及构成发光层 406 的材料,来制作混合层(1) 407。协同蒸发是用上述的方式进行的。此时,混合层(1) 407 可以具有浓度梯度。

借助于提供混合层(1) 407,能够降低空穴运输层 405 与发光层 406 之间的能量势垒。更多的空穴因而能够从空穴运输层 405 被注入到发光层 406。

- 15 发光层 406 被制作在混合层(1) 407 上。在实施方案模式 1 所示的有机化合物层的叠层结构的情况下,形成发光层的有机化合物的激发能最好分别低于形成空穴运输层 405 的材料和形成电子运输层 408 的材料的激发能。这是因为借助于在发光层与有机化合物层之间的界面处提供混合层而改善了载流子到发光层的注入,结果是载流子容易通过发光层。除了采用激发能低的有机化合物作为发光层之外,
- 20 也可以使用激发能低的掺杂剂。

利用协同蒸发方法,用形成发光层 406 的材料和形成电子运输层 408 的材料,在发光层 406 上制作混合层(2) 409。混合层(2) 409 最好具有相似于混合层(1) 407 的浓度梯度。

- 25 利用蒸发方法,在混合层(2) 409 上制作电子运输层 408,然后用蒸发或溅射方法制作阴极 402,从而完成有机发光元件。

上述的有机发光元件具有这样一种结构,其中的混合层被提供在有机化合物层与发光层的界面(具体地说是发光层与空穴运输层之间的界面以及发光层与电子运输层之间的界面)处。借助于提供具有这种结构的有机发光元件,改善了空穴从空穴运输层到发光层的注入以及电子从电子运输层到发光层的注入,从而增强了发光层中载流子的复合。

30

[实施方案模式 2]

实施方案模式 2 描述了制造元件结构不同于实施方案模式 1 所示的有机发光元件的情况。

5 实施方案模式 2 描述的是当有机发光元件为三重态发光元件时，混合层被制作在具有叠层结构的有机化合物层的界面处的情况。

在实施方案模式 2 中，如图 5 所示，具有多个有机化合物层的叠层有机化合物层 503 被制作在阳极 501 与阴极 502 之间。具体地说，用来改善空穴从阳极 501 的注入的空穴注入层 504 被制作在阳极 501 上，而用来改善被注入的空穴的输运的空穴输运层 505 被制作在空穴
10 注入层 504 上。

利用协同蒸发方法，用构成空穴输运层 505 的材料以及构成发光层 506 的材料，来制作混合层 (1) 507。协同蒸发是用上述的方式进行的。此时，混合层 (1) 507 可以具有浓度梯度。

借助于提供混合层 (1) 507，能够降低空穴输运层 505 与发光层
15 506 之间的能量势垒。更多的空穴因而能够从空穴输运层 505 被注入到发光层 506。

发光层 506 被制作在混合层 (1) 507 上。在实施方案模式 2 所示的有机化合物层的叠层结构的情况下，形成发光层的有机化合物由利用从三重态激发返回基态过程中释放的能量而发光的材料组成。因此，利用母体材料和激发能低于母体材料的三重态发光材料（掺杂
20 剂）的协同蒸发，来形成发光层。

在发光层 506 上制作空穴阻挡层 508。空穴阻挡层 508 具有防止从空穴输运层 505 注入到发光层 506 的空穴通过发光层以及防止空穴与电子在发光层 506 中的复合所产生的分子激子从发光层 506 扩散的
25 作用。

利用协同蒸发方法，用形成空穴阻挡层 508 的材料和形成电子输运层 509 的材料在空穴阻挡层 508 上制作混合层 (2) 510。混合层 (2) 510 最好具有相似于混合层 (1) 507 的浓度梯度。

在混合层 (2) 510 上，用蒸发方法制作电子输运层 509，然后用
30 蒸发或溅射方法制作阴极 502，从而完成有机发光元件。

上述的有机发光元件具有这样一种结构，其中的混合层被提供在各个有机化合物层的界面（具体地说是发光层 506 与空穴输运层 505

之间的界面以及空穴阻挡层 508 与电子输运层 509 之间的界面)处。借助于提供具有这种结构的有机发光元件,改善了空穴从空穴输运层 505 到发光层 506 的注入以及电子从电子输运层 509 到空穴阻挡层 508 的注入,从而增强了发光层中载流子的复合。

- 5 具有实施方案模式 2 所示结构的有机发光元件适合于发光层中使用三重态发光材料的情况。然而,不必局限于此,当采用利用单重态激发能发光的有机化合物时,也能够采用它。适当的三重态发光材料是参考文献 7 介绍的以铂作为中心金属的金属络合物、参考文献 8 介绍的以铱作为中心金属的金属络合物等等。

10 [实施方案模式 3]

实施方案模式 3 参照图 6 描述了制造元件结构不同于实施方案模式 1 或实施方案 2 所示的有机发光元件的情况。

- 15 实施方案模式 3 描述的是有机发光元件在阳极 601 与阴极 602 之间具有有机化合物层 603 且混合层被制作在有机化合物层中的注入层与输运层之间的界面处的情况。

在实施方案模式 3 中,有机化合物层 603 具有这样的结构,其中多个有机化合物层被层叠。具体地说,用来改善空穴从阳极 601 的注入的空穴注入层 604 被制作在阳极 601 上。

- 20 利用协同蒸发方法,用构成空穴注入层 604 的材料以及构成空穴输运层 605 的材料,来制作混合层(1) 606。空穴输运层 605 被制作在混合层(1) 606 上。

借助于提供混合层(1) 606,能够降低空穴注入层 604 与空穴输运层 605 之间的能量势垒。更多的空穴因而能够从空穴输运层 605 被注入到发光层 607。此时,混合层(1) 606 可以具有浓度梯度。

- 25 发光层 607 被制作在空穴输运层 605 上。而且,电子输运层 608 被制作在发光层 607 上。

- 30 利用协同蒸发方法,用形成电子输运层 608 的材料和形成电子注入层 609 的材料,来制作混合层(2) 610。混合层(2) 610 最好具有相似于混合层(1) 606 的浓度梯度。电子注入层 609 被制作在混合层(2) 610 上。

在用蒸发方法制作电子注入层 609 之后,利用蒸发或溅射方法制作阴极 602,从而完成有机发光元件。

上述的有机发光元件具有这样一种结构，其中的混合层被提供在注入层与输运层之间的界面（具体地说是空穴注入层与空穴输运层之间的界面以及电子输运层与电子注入层之间的界面）处。借助于提供具有这种结构的有机发光元件，改善了被注入在有机化合物层中的载流子的迁移率，而混合层降低了能量势垒，从而明显地减少了界面。因此，上述结构在增强载流子复合方面是有优点的。

下面将进一步描述实施本发明过程中所需的模式。在一种有机发光元件中，为了将发射的光引出到外面，阳极与阴极中的至少一个是透明的。根据这一实施方案模式的元件结构，透明阳极被制作在衬底上，以便从阳极引出光。然而，本发明也能够采用从阴极引出光的结构以及从衬底反面引出光的结构。

在实施本发明的过程中，为了避免形成杂质层，制造有机发光元件的工艺变得重要。因此，首先描述根据本发明的有机发光器件的制造方法。

图 23A 是蒸发设备的俯视图。此设备是单工作室型的，其中一个真空容器 1110 被建立成蒸发工作室，多个蒸发源被提供在真空容器中。分别存储在多个蒸发源中的是具有不同功能的材料，包括空穴注入材料、空穴输运材料、电子输运材料、电子注入材料、阻挡材料、发光材料、以及形成阴极的材料。

在具有蒸发工作室的蒸发设备中，具有阳极的衬底（由 ITO 之类制成）被放置到装料工作室中。若阳极是 ITO 之类的氧化物，则在预处理工作室中进行氧化处理（虽然在图 23A 中未示出，但此设备可以配备有紫外线辐照工作室以便清洗氧化物表面）。在真空容器 11110 中，对形成有机发光元件的所有材料进行蒸发。阴极可以在真空容器 11110 中制作，或也可以在分离的蒸发工作室中制作。简而言之，在制作阴极之前，在单真空容器 11110 中用蒸发方法制作各个层就足够了。最后，在密封工作室中进行密封，并将衬底取出卸料工作室，从而得到有机发光元件。

下面将参照图 23B（真空容器 11110 的剖面图）来描述这种用单工作室型蒸发设备制造根据本发明的有机发光元件的过程。作为最简单的例子的图 23B 所示的，是一种用真空工作室 11110 制作有机化合物薄膜的工艺，此薄膜包含空穴输运材料 11121、电子输运材料

11122、和发光材料 11123，此真空工作室具有 3 个蒸发源（有机化合物蒸发源 a 11116、有机化合物蒸发源 b 11117、以及有机化合物蒸发源 c 11118）。

5 首先，具有阳极 11102 的衬底 11101 被放置到真空容器 11110 中，并被固定基座 11111 固定（在蒸发过程，衬底通常被旋转）。接着，真空容器 11110 的压力被降低（最好达到 10^{-4} 帕或更低），然后将容器 11112 加热，以便蒸发空穴输运材料 11121。当达到给定的蒸发速率（单位为 $\text{\AA} / \text{s}$ ）时，打开快门 a 11114，以使用蒸发方法开始淀积。

10 在空穴输运区 11103 达到给定厚度之后，开始蒸发发光材料 11123，同时继续蒸发空穴输运材料 11121，以便形成第一混合区 11105（对应于图 23B 所示的状态）。若第一混合区 11105 要具有浓度梯度，则逐渐地关闭快门 a 11114，以便降低空穴输运材料的蒸发速率。

15 然后完全关闭快门 a 11114，以终止空穴输运材料 11121 的蒸发并形成由发光材料 11123 组成的发光区。此时，在关闭快门 a 11115 的情况下加热容器 b 11113。

20 在发光区达到给定厚度之后，打开快门 a 11115，开始蒸发电子输运材料 11122，以便形成第二混合区。若第二混合区要具有浓度梯度，则逐渐地降低发光材料 11123 的蒸发速率。

最后，终止发光材料 11123 的蒸发，从而形成由电子输运材料 11122 组成的电子输运区。上述的操作被连续地进行而不能有任何的间隔时间，从而在任何区域中都不形成杂质层。

25 利用此方法，能够制造“发明内容”中所述的所有有机发光元件。例如，在图 22 所述的包括作为与母体材料相关的客体的发光材料的元件的制造过程中，用来蒸发母体材料的蒸发源被增加到图 23B 的组成部分中。母体材料被用来形成混合区和形成发光区，而在蒸发母体材料的过程中（严格地说是在形成发光区的过程中），发光材料被少量蒸发，以便对母体材料进行掺杂。

30 在制作空穴注入区或电子注入区的情况下，注入材料的蒸发源被建立在同一个真空容器 11110 中。例如，若利用蒸发方法在图 23B 中的阳极 11102 与空穴输运区 11105 之间形成空穴注入区，则在用蒸

发方法在阳极 11102 上淀积空穴注入材料之后,立即蒸发空穴输运材料 11121。从而避免了杂质层的形成。

现列出的是优选的空穴注入材料、空穴输运材料、电子输运材料、电子注入材料、以及发光材料。但可用于本发明有机发光元件的材料不局限于此。

在有机化合物的范围内,有效的空穴注入材料是卟啉基化合物,常常使用酞菁(以下称为 H_2Pc)和酞青铜(以下称为 $CuPc$)。在聚合物中,聚乙烯吡啶(以下称为 PVK)以及借助于在共轭系导电聚合物上进行化学掺杂得到的上述材料是有用的。这些聚合物的例子包括用聚磺基苯乙烯(polystyrene sulfonic)(以下称为 PSS)掺杂的聚乙烯二氧噻吩(以下称为 PEDOT)以及用碘或其它路易斯酸掺杂的聚苯胺或聚吡咯。就阳极整平而言,绝缘体聚合物也是有用的,常常使用聚酰亚胺(以下称为 PI)。在无机化合物中也可找到有用的材料,其例子包括金、铂或相似的其它金属的薄膜以及非常薄的氧化铝薄膜(以下称为氧化铝)。

最广泛地用作空穴输运材料的是芳香族胺基(亦即具有苯环氮键者)化合物。其中使用得特别广泛的是:4,4'-二(二苯基氨基)-联苯(以下称为 TAD);其衍生物亦即 4,4'-二[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]-联苯(以下称为 TPD);以及 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]-联苯(以下称为 α -NPD)。还被使用的是星球爆炸芳香族胺化合物,包括:4,4',4''-三(N,N-二苯基-氨基)-三苯基胺(以下称为 TDATA);以及 4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]-三苯基胺(以下称为 MTDATA)。

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,例如前述的 Alq、三(4-甲基-8-喹啉醇化物)铝(以下称为 Almq)和二(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍(以下称为 Bebq);以及混合的配合基络合物二(2-甲基-8-喹啉醇化物)-(4-羟基-联苯基)-铝(以下称为 BA1q)。例子还包括具有噻唑基和噻唑基配合基的金属络合物,例如二[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑]锌(以下称为 $Zn(BOX)_2$)以及二[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑]锌(以下称为 $Zn(BTZ)_2$)。金属络合物之外的能够输运电子的材料是:噻二唑衍生物,例如 2-(4-联苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-噻二唑

(以下称为 PBD) 以及 1,3-二[5-(p-叔-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-yl]苯(以下称为 OXD-7); 三唑衍生物, 例如 5-(4-联苯基)-3-(4-叔-丁基苯基)-4-苯基-1,2,4-三唑(以下称为 TAZ) 和 5-(4-联苯基)-3-(4-叔-丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-1,2,4-三唑(以下称为 p-EtTAZ); 以及菲咯啉衍生物, 例如红菲绕啉(以下称为 Bphen) 和浴铜灵(bathocuproin)(以下称为 BCP)。

上面提出的电子输运材料可以被用作电子注入材料。除了这些以外, 常常使用由包括诸如氟化锂的碱金属卤化物和诸如氧化锂的碱金属氧化物的绝缘体组成的非常薄的薄膜。诸如乙酰丙酮锂(以下称为 Li(acac)) 和 8-喹啉锂(以下称为 Liq) 之类的碱金属络合物也有用。

除了包括 Alq、BeBq、Balq、Zn(BOX)₂ 和 Zn(BTZ)₂ 的上述金属络合物之外, 可用作发光材料的材料是各种荧光颜料。荧光颜料的例子包括蓝色 4,4'-二(2,2-联苯-乙烯基)-联苯(以下称为 DPVBi) 以及橘红色 4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(p-甲二基氨基 stylyl)-4H-吡喃(以下称为 DCM)。也可以使用三重态发光材料主要是以铂或铱作为中心金属的络合物。已知的三重态发光材料包括三(2-苯基吡啶)铱(以下称为 Ir(ppy)₃) 以及 2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉-铂(以下称为 PtOEP)。

各个功能的上述材料被组合来构成本发明的有机发光元件, 从而能够制造驱动电压比常规发光元件更低而寿命更长的有机发光元件。

[实施方案 1]

此实施方案描述了制作实施方案模式 1 所示结构的有机发光元件的情况。参照图 4 来对此实施方案进行描述。

用混合 2-20%氧化锌(ZnO) 和氧化铟得到的氧化铟锡(ITO) 薄膜, 即透明导电膜, 被用于作为有机发光元件组成部分的阳极 401。在此实施方案中, 阳极 401 的厚度最好是 80-200nm。

在阳极 401 上制作空穴注入层 404。诸如酞青铜(CuPc) 或酞青非金属(H₂Pc) 的酞青基材料被用于空穴注入层 404。在此实施方案中, 空穴注入层 404 由酞青铜制作。空穴注入层 404 的厚度最好是 10-30nm。

在制作空穴注入层 404 之后, 制作空穴输运层 405。诸如 4, 4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]-联苯 (α -NPD) 或 1, 1-二[4-二(4-甲基苯基)-氨基-苯基]环己烷 (TPAC) 或 4, 4', 4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]-三苯基胺 (MTDATA) 的芳香族胺基材料, 可以被
5 用作此实施方案的空穴输运层 405。在此实施方案中, 空穴输运层 405 由 α -NPD 制作成厚度为 30-60nm。

接着制作混合层 (1) 407。利用蒸发方法, 用形成空穴输运层 405 的 α -NPD 和形成发光层 406 的 Alq_3 来制作混合层 (1) 407。混合层 (1) 407 的厚度最好为 1-10nm。

10 接着, 制作发光层 406。用蒸发方法由 Alq_3 制作发光层 406。发光层 406 的厚度最好为 30-60nm。

根据此实施方案中的有机发光元件的结构, 发光层必须由激发能低于空穴输运层 405 材料和电子输运层 408 材料的制作。否则, 必须用激发能低的掺杂剂对发光层材料进行掺杂。

15 除了 Alq_3 之外, 借助于将苯基原子团引入 Alq_3 而得到的 $Alpq_3$ 也是适合于制作此实施方案的发光层 406 的材料。包括茈、红荧烯、香豆素、4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(p-二甲基氨基)-4H-吡喃 (DCM) 和奎吡啉酮的已知材料, 可以被用作对发光层的掺杂剂。

接着制作混合层 (2) 409。利用协作蒸发方法, 用形成发光层
20 406 的 Alq_3 或 $Alpq_3$ 以及形成电子输运层 408 的材料, 来制作混合层 (2) 409。混合层 (2) 409 的厚度最好为 1-10nm。

接着, 制作电子输运层 408。此处可以使用 1, 3, 4-噁二唑衍生物、1, 2, 4-三唑衍生物等。具体地说, 可用作电子输运层的材料包括:
25 2-(4-联苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1, 3, 4-噁二唑 (PBD); 2, 5-(1-1'-二萘基)-1, 3, 4-噁二唑 (BND); 1, 3-二[5-(p-叔-丁基苯基)-1, 3, 4-噁二唑-2-yl] 苯 (OXD-7); 以及 3-(4-叔-丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1, 2, 4-三唑 (TAZ)。电子输运层 408 的厚度最好是 30-60nm。

在制作所有上述膜之后, 用蒸发方法制作有机发光元件的阴极。在此实施方案中, $MgAg$ 被用作构成有机发光元件阴极的导电膜。然
30 而, 也可以使用 Al 膜、 Yb 膜、以及 $Al:Li$ 合金膜 (由铝和锂组成的合金膜) 或借助于协同蒸发铝和周期表 1 族或 2 族元素得到的膜。

[实施方案 2]

此实施方案描述了制作实施方案模式 2 所示结构的有机发光元件的情况。参照图 5 来对此实施方案进行描述。

- 用混合 2-20%氧化锌 (ZnO) 和氧化铟得到的氧化铟锡 (ITO) 薄膜, 即透明导电膜, 被用于作为有机发光元件组成部分的阳极 501。
- 5 在此实施方案中, 阳极 501 的厚度最好是 80-200nm。

在阳极 501 上制作空穴注入层 504。诸如酞青铜 (CuPc) 或酞青非金属 (H_2Pc) 的酞青基材料被用于空穴注入层 504。在此实施方案中, 空穴注入层 504 由酞青铜制作。空穴注入层 504 的厚度最好是 10-30nm。

- 10 在制作空穴注入层 504 之后, 制作空穴输运层 505。诸如 α -NPD、TPAC 或 MTDATA 的芳香族胺基材料, 可以被用作此实施方案的空穴输运层 505。在此实施方案中, 空穴输运层 505 由层叠 MTDATA 与 α -NPD 到厚度为 30-60nm 而制作。MTDATA 膜 (下层) 被制作在空穴输运层 505 上, 厚度为 10-20nm, 然后在其上制作 α -NPD 膜 (上层), 厚度
- 15 为 5-20nm。

接着制作混合层 (1) 507。利用协同蒸发方法, 用形成空穴输运层 505 的上层的 α -NPD 以及形成发光层 506 的 4,4'-N,N'-二咔唑-联苯 (CBP) 和三 (2-苯基吡啶) 铱 ($\text{Ir}(\text{ppy})_3$), 来制作混合层 (1) 507。混合层 (1) 507 的厚度最好为 1-10nm。

- 20 接着, 制作发光层 506。用协同蒸发方法由作为掺杂剂的 CBP 和作为母体材料的铱络合物 ($\text{Ir}(\text{ppy})_3$), 来制作发光层 506。可用铂络合物替代铱络合物为母体材料。发光层 506 的厚度最好为 10-30nm。

- 在发光层 506 上制作空穴阻挡层 508。在此实施方案中, 空穴阻挡层由 BCP 制作成厚度为 10-30nm。
- 25

接着制作混合层 (2) 510。利用协同蒸发方法, 用形成空穴阻挡层 508 的 BCP 以及形成电子输运层 509 的 Alq_3 , 来制作混合层 (2) 510。混合层 (2) 510 的厚度最好为 1-10nm。

- 接着, 制作电子输运层 509。此处可以使用 Alq_3 、 Alpq_3 之类。
- 30 在此实施方案中, 电子输运层 509 由 Alq_3 制作成厚度为 30-60nm。

在制作所有上述膜之后, 用蒸发方法制作有机发光元件的阴极 502。在此实施方案中, MgAg 被用作构成有机发光元件阴极 502 的导

电膜。然而,也可以使用 Al 膜、Yb 膜、以及 Al:Li 合金膜(由铝和锂组成的合金膜)或借助于协同蒸发铝和周期表 1 族或 2 族元素得到的膜。此实施方案中的阴极 502 的厚度为 100-500nm。

5 在根据此实施方案的元件结构的情况下,最好使用三重态发光材料作为发光层。

[实施方案 3]

此实施方案描述了制作实施方案模式 3 所示结构的有机发光元件的情况。参照图 6 来对此实施方案进行描述。

10 用混合 2-20%氧化锌(ZnO)和氧化铟得到的氧化铟锡(ITO)薄膜,即透明导电膜,被用于有机发光元件的阳极 601。在此实施方案中,阳极 601 的厚度最好是 80-200nm。

在阳极 601 上制作空穴注入层 604。诸如酞青铜(CuPc)或酞青非金属(H₂Pc)的酞青基材料,被用于空穴注入层 604。在此实施方案中,空穴注入层 604 由酞青铜制作。在此实施方案中,空穴注入层
15 604 的厚度最好是 10-30nm。

接着制作混合层(1) 606。利用协同蒸发方法,用形成空穴注入层 604 的酞青铜以及形成空穴输运层 605 的 α -NPD,来制作混合层(1) 606。混合层(1) 606 的厚度最好为 1-10nm。

20 在制作混合层(1) 606 之后,制作空穴输运层 605。诸如 α -NPD、TPAC 或 MTDATA 的芳香族胺基材料,可以被用作此实施方案的空穴输运层 605。在此实施方案中,空穴输运层 605 由 α -NPD 制作成厚度为 30-60nm。

接着,制作发光层 607。用蒸发方法由 Alq₃制作发光层 607。此处发光层 607 的厚度最好为 30-60nm。

25 接着,制作电子输运层 608。此处可以使用 1,3,4-噁二唑衍生物、1,2,4-噻唑衍生物之类。具体地说,可用作电子输运层的材料包括 PBD、BND、OXD-7 和 TAZ。电子输运层 608 的厚度为 30-60nm。

接着制作混合层(2) 610。利用协同蒸发方法,用形成电子输运层 608 的 TAZ 以及形成电子注入层 609 的材料,来制作混合层(2)
30 610。混合层(2) 610 的厚度最好为 1-10nm。

在混合层(2) 610 上制作电子注入层 609。此处可以使用 Alq₃、Alpq₃之类。在此实施方案中,电子注入层 609 的厚度为 30-60nm。

在制作所有上述膜之后，用蒸发方法制作有机发光元件的阴极。在此实施方案中，MgAg 被用作构成有机发光元件阴极的导电膜。然而，也可以使用 Al 膜、Yb 膜、以及 Al:Li 合金膜（由铝和锂组成的合金膜）或借助于同时蒸发铝和周期表 1 族或 2 族元素得到的膜。

5 [实施方案 4]

接着描述同时在一个衬底上制造具有本发明的有机发光元件的像素部分的 TFT 以及提供在像素部分周围的驱动电路的 TFT（n 沟道 TFT 和 p 沟道 TFT）的方法的例子。此描述将参照图 7A-9C 来进行。

首先，此实施方案使用由钡硼硅酸盐玻璃，典型是 Corning #7059 玻璃（Corning 公司生产）或铝硼硅酸盐玻璃制成的衬底 900。对衬底材料没有限制，只要透光即可，可以使用石英衬底。塑料衬底若能够承受住此实施方案工艺温度的热，则也可以使用。

接着，如图 7A 所示，在衬底 900 上制作诸如氧化硅膜、氮化硅膜、和氮氧化硅膜之类的绝缘膜作为基底膜 901。在此实施方案中，基底膜 901 具有二层结构，但也可以是单层或由上述绝缘膜组成的叠层。基底膜 901 的第一层是用等离子体 CVD 方法，用 SiH_4 、 NH_3 和 N_2O 作为反应气体制作的氮氧化硅膜 901a，其厚度为 10-200nm（最好是 50-100nm）。在此实施方案中，氮氧化硅膜 901a（组分为：Si=32%，O=27%，N=24%，H=17%）的厚度为 50nm。基底膜 901 的第二层是用等离子体 CVD 方法，用 SiH_4 和 N_2O 作为反应气体制作的氮氧化硅膜 901b，其厚度为 50-200nm（最好是 100-150nm）。在此实施方案中，氮氧化硅膜 901b（组分为：Si=32%，O=59%，N=7%，H=2%）的厚度为 100nm。

在基底膜 901 上制作半导体层 902-905。借助于将结晶半导体膜图形化成所希望的形状，来制作半导体层 902-905，此结晶半导体膜是借助于通过已知的方法（溅射、LPCVD、或等离子体 CVD）形成非晶结构半导体膜，然后对非晶膜进行已知的晶化处理（激光晶化、热晶化、或使用镍或其它催化剂的热晶化）而得到的。半导体层 902-905 的厚度各为 25-80nm（最好是 30-60nm）。虽然对结晶半导体膜的材料没有限制，但最好是硅、硅锗（ $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ （ $x=0.0001-0.02$ ））合金等。在此实施方案中，用等离子体 CVD 方法来制作厚度为 55nm 的非晶硅膜，然后将含有镍的溶液置于非晶硅膜顶面上。非晶硅膜被

脱水（500℃下1小时），然后承受热晶化（550℃下4小时），再承受激光退火处理以改善结晶性，从而获得结晶硅膜。此结晶硅膜接受光刻图形化处理，以便形成半导体层 902-905。

- 在制作半导体层 902-905 之后，可以用少量杂质元素（硼或磷）
5 对半导体层 902-905 进行掺杂，以便控制 TFT 的阈值。

- 若使用激光晶化来形成结晶半导体膜，则可以使用脉冲振荡型或连续波型准分子激光器、YAG 激光器、或 YVO₄ 激光器。当使用这些激光器时，在辐照半导体膜之前，使用光学系统将激光振荡器发射的激光收集成线状束是恰当的。虽然晶化条件可以由操作人员适当地选择，但优选条件如下。当使用准分子激光器时，脉冲振荡频率被设定为 300Hz，而激光能量密度被设定为 100-400mJ/cm²（典型为 200-300mJ/cm²）。当使用 YAG 激光器时，利用其二次谐波，脉冲振荡频率被设定为 30-300Hz，而激光能量密度被设定为 300-600mJ/cm²（典型为 350-500mJ/cm²）。收集成线状束形状的激光的宽度为 100-1000μm，例如 400μm，衬底整个表面被光束辐照。辐照过程中线状激光的重叠比被设定为 50-90%。
10
15

- 接着，制作栅绝缘膜 906，以便覆盖半导体层 902-905。此栅绝缘膜 906 是用等离子体 CVD 或溅射方法制作的厚度为 40-150nm 的含硅的绝缘膜。在此实施方案中，用等离子体 CVD 方法制作厚度为 110nm 的氮氧化硅膜（组分为：Si=32%，O=59%，N=7%，H=2%）。当然，栅绝缘膜不局限于氮氧化硅膜，也可以是其它含硅绝缘膜组成的单层或叠层。
20

- 当使用氧化硅膜时，则采用等离子体 CVD，其中用 TEOS（原硅酸四乙酯）与 O₂ 的混合物形成放电，并将反应压力设定为 40Pa，衬底温度为 300-400℃，而高频（13.56MHz）功率密度为 0.5-0.8W/cm²。这样制作的氧化硅膜若在 400-500℃下接受后续的热退火，则能够提供极好的栅绝缘膜特性。
25

- 在栅绝缘膜 906 上，制作厚度为 200-400nm（最好是 250-350nm）用来形成栅电极的抗热导电层 907。此抗热导电层 907 可以是单层或具有多个层的叠层结构，如有需要，例如二层结构或三层结构。抗热导电层包含选自 Ta、Ti、W、或以上述元素作为其组成部分的合金、或上述元素组合成的合金膜。用溅射或 CVD 方法来制作抗热导电层。
30

为了降低电阻,最好减少此层中所含的杂质的浓度。特别是氧浓度最好是 30ppm 或更低。在此实施方案中,制作了厚度为 300nm 的 W 膜。借助于用 W 作为靶进行溅射,或利用六氟化钨 (WF_6) 的热 CVD 方法,可以制作 W 膜。无论如何, W 膜的电阻必须低,以便用作栅电极,且 W 膜的电阻率最好被设定为 $20\mu\Omega\text{cm}$ 或更低。借助于增大晶粒尺寸,能够降低 W 膜的电阻率,但若 W 膜中的诸如氧之类的杂质元素太多,则晶化受阻,提高了电阻率。因此,当利用溅射方法来制作 W 膜时,使用纯度为 99.9999% 的 W 靶,并要特别注意不使空气中的杂质混入到正在制作的 W 膜中。结果, W 膜能够具有 $9\text{--}20\mu\Omega\text{cm}$ 的电阻率。

抗热导电层 907 也可以是 Ta 膜,同样能够用溅射方法制作。当制作 Ta 膜时,用 Ar 作为溅射气体。若将适当数量的 Xe 或 Kr 加入到溅射气体中,则可减弱待要形成的膜的内应力,从而防止膜剥离。 α 相 Ta 膜的电阻率约为 $20\mu\Omega\text{cm}$,因而可用作栅电极。另一方面, β 相 Ta 膜的电阻率约为 $180\mu\Omega\text{cm}$,因而不适合于用作栅电极。由于 TaN 膜的晶格结构接近 α 相 Ta 膜的晶格结构,故借助于形成一个 TaN 膜作为 Ta 膜的基底,能够容易地获得 α 相 Ta 膜。虽然图中未示出,但可以在抗热导电层 907 下方制作厚度约为 2-20nm 的掺磷(P)的硅膜。这改善了制作在其上的导电膜的粘附性并防止了导电膜的氧化,同时,防止了抗热导电层 907 中所含少量碱金属元素扩散进入第一形状栅绝缘膜 906。在任何一种情况下,抗热导电层 907 的电阻率最好被设定为 $10\text{--}50\mu\Omega\text{cm}$ 。

接着,用光刻技术制作抗蚀剂掩模 908。然后进行第一腐蚀处理。在此实施方案中,,使用 ICP 腐蚀器件, CF_4 和 Cl_2 被混合作为腐蚀气体,并在 1Pa 的压力下提供 $3.2\text{W}/\text{cm}^2$ 的 RF (13.56MHz) 功率,以便产生等离子体。衬底侧(样品台)也接收 $224\text{mW}/\text{cm}^2$ 的 RF (13.56MHz) 功率,致使施加基本上负的自偏压。在这些条件下, W 膜的腐蚀速率约为 $100\text{nm}/\text{min}$ 。根据这一腐蚀速率,来估计腐蚀 W 膜所需的时间。估计的时间被延长 20%,就成为第一腐蚀处理的腐蚀时间。

通过第一腐蚀处理,形成第一锥形导电层 909-912。导电层 909-912 的锥形部分的角度为 15-30 度。为了腐蚀导电膜而不留下任何残留物,采用过度腐蚀,其中腐蚀时间被延长大约 10-20%。W 膜对氮氧化硅膜(栅绝缘膜 906)的选择比是 2-4(典型为 3),因而氮

氧化硅膜被暴露的区域被过度腐蚀处理腐蚀掉大约 20-50nm (图 7B)。

接着, 进行第一掺杂处理, 用一种导电类型的杂质元素对半导体层进行掺杂。提供 n 型电导率的杂质元素被用于这一掺杂步骤中。已经被用来形成第一形状导电层的掩模 908 被保留原封不动, 并用离子掺杂方法, 以自对准方式, 用第一锥形导电层 909-912 作为掩模, 用提供 n 型电导率的杂质元素对半导体层进行掺杂。在掺杂过程中, 剂量被设定为 1×10^{13} - 5×10^{14} 原子/cm², 而加速电压被设定为 80-160keV, 以便提供 n 型电导率的杂质元素通过锥形部分和栅绝缘膜, 到达栅电极边沿处锥形部分下方以及栅绝缘膜 906 下方的半导体层。用作提供 n 型电导率的杂质元素的是 V 族的元素, 典型的是磷(P)或砷(As)。此处采用磷(P)。通过这一离子掺杂, 第一杂质区 914-917 被制作成包含浓度为 1×10^{20} - 1×10^{21} 原子/cm³ 的提供 n 型电导率的杂质元素 (图 7C)。

在这一步骤中, 依赖于掺杂条件, 杂质可以到达第一形状导电层 909-912 下方, 致使第一杂质区 914-917 与第一形状导电层 909-912 重叠。

接着, 如图 7D 所示, 进行第二腐蚀处理。第二腐蚀处理也使用 ICP 腐蚀器件, 用 CF₄ 和 Cl₂ 组成的混合气体作为腐蚀气体, 在 1.0Pa 的压力下, 以 3.2W/cm² 的 RF 功率 (13.56MHz), 45mW/cm² 的偏置功率 (13.56 MHz) 进行腐蚀。在这些条件下, 形成第二形状导电层 918-921。导电层 918-921 的边沿处具有锥形部分, 且层的厚度从边沿到内部逐渐增加。第二腐蚀处理过程中施加到衬底侧的偏置功率比第一腐蚀处理的小, 且各向同性腐蚀比率被提高到使锥形部分的角度设定为 30-60 度。掩模 908 被腐蚀至失去边沿并成为掩模 922。在图 7D 的步骤中, 栅绝缘膜 906 的表面被腐蚀大约 40nm。

然后, 用提供 n 型电导率的杂质元素, 在小于第一掺杂处理的剂量下, 以高的加速电压, 对半导体层进行掺杂。例如, 加速电压被设定为 70-120keV, 而剂量被设定为 1×10^{13} 原子/cm², 以便形成杂质浓度提高了的第一杂质区 924-927 以及与第一杂质区 924-927 接触的第二杂质区 928-931。在这一步骤中, 依赖于掺杂条件, 杂质可以到达第二形状导电层 918-921 下方, 致使第二杂质区 928-931 与第二形状

导电层 918-921 重叠。第二杂质区中的杂质浓度被设定为 $1 \times 10^{16} - 1 \times 10^{18}$ 原子/cm³ (图 8A)。

然后如图 8B 所示, 在要形成 p 沟道 TFT 的半导体层 902 和 905 中, 分别制作各自均包含二个相反的导电类型区的杂质区 933 (933a 和 933b) 以及 934 (934a 和 934b)。在这种情况下, 用第二形状导电层 918 和 921 作为掩模, 用提供 p 型电导率的杂质元素, 也对半导体层进行掺杂, 以便以自对准的方式形成杂质区。在这一掺杂过程中, 要形成 n 沟道 TFT 的半导体层 903 和 904 被抗蚀剂掩模 932 完全覆盖。此处利用离子掺杂方法, 用双硼烷 (B₂H₆) 来形成杂质区 933 和 934。在杂质区 933 和 934 中提供 p 型电导率的杂质元素的浓度被设定为 $2 \times 10^{20} - 2 \times 10^{21}$ 原子/cm³。

当更仔细地观察时, 杂质区 933 和 934 可以被分成含有提供 n 型电导率的杂质元素的二个区域。第三杂质区 933a 和 934a 包含浓度为 $1 \times 10^{20} - 1 \times 10^{21}$ 原子/cm³ 的提供 n 型电导率的杂质元素。第四杂质区 933b 和 934b 包含浓度为 $1 \times 10^{17} - 1 \times 10^{20}$ 原子/cm³ 的提供 n 型电导率的杂质元素。然而, 若杂质区 933b 和 934b 中提供 p 型电导率的杂质元素的浓度被设定为 1×10^{19} 原子/cm³ 或更高, 且若第三杂质区 933a 和 934a 包含的提供 p 型电导率的杂质元素的浓度比提供 n 型电导率的杂质元素的浓度高 1.5-3 倍, 则第三杂质区作为 p 沟道 TFT 的源区和漏区不成问题。

然后, 如图 8C 所示, 在第二形状导电层 918-921 以及栅绝缘膜 906 上, 制作第一层间绝缘膜 937。第一层间绝缘膜 937 可以是氧化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、或这些膜组合的叠层。在每一种情况下, 第一层间绝缘膜 937 都由无机绝缘材料制作。第一层间绝缘膜 937 的厚度为 100-200nm。当氧化硅膜被用作第一层间绝缘膜 937 时, 采用等离子体 CVD, 其中用 TEOS 与 O₂ 的混合物来产生放电, 并设定反应压力为 40pa, 衬底温度为 300-400℃, 高频 (13.56MHz) 功率密度为 0.5-0.8W/cm²。当氮氧化硅膜被用作第一层间绝缘膜 937 时, 选择用等离子体 CVD 由 SiH₄、N₂O 和 NH₃ 来制作或用等离子体 CVD 由 SiH₄、N₂O 来制作。此时的薄膜制作条件包括设定反应压力为 20-200Pa, 衬底温度为 300-400℃, 而高频 (60MHz) 功率密度为 0.1-1.0W/cm²。由 SiH₄、N₂O 和 H₂ 形成的含氢氮氧化硅膜还被用作第一层

间绝缘膜 937。同样，可以用等离子体 CVD 方法，由 SiH_4 和 NH_3 来制作氮化硅膜作为第一层间绝缘膜。

用于以各自浓度提供 n 型和 p 型电导率的掺杂过程中的各个杂质元素被激活。利用热退火方法，用退火炉来执行激活步骤。可以使用的其他激活方法包括激光退火和快速热退火 (RTA)。热退火是在氮气气氛中进行的，氮中含有氧浓度为 1ppm 或更低，最好是 0.1ppm，温度为 400-700℃，典型为 500-600℃。在此实施方案中，在 550℃ 的温度下对衬底进行热处理 4 个小时。但若使用抗热性差的塑料衬底作为衬底 900，则激光退火较好。

激活步骤之后，气氛被改变为包含 3-100% 的氢气，并在 300-450℃ 下进行热处理 1-12 小时，从而使半导体层氢化。氢化步骤是为了用热激发的氢来终止半导体层中所含的浓度为 10^{16} - 10^{18} 原子/ cm^3 的悬挂键。也可以使用等离子体氢化方法 (使用等离子体激发的氢)。无论在哪种情况下，半导体层 902-905 中的缺陷密度都如所希望的那样被降低到 10^{16} 原子/ cm^3 或更低，而为了将密度降低到这一水平，提供了大约 0.01-0.1 原子百分比的氢。

接着，由有机绝缘材料制作平均厚度为 1.0-2.0 μm 的第二层间绝缘膜 939。可以使用诸如聚酰亚胺、丙烯酸酯、聚酰胺、聚酰亚胺酰胺、BCB (苯并环丁烯) 之类的有机树脂材料。例如，若采用涂敷到衬底之后热聚合这种类型的聚酰亚胺，则利用在 300℃ 洁净炉子中燃烧衬底的方法来形成此膜。若采用丙烯酸酯，则选择双包型。在主要成分与固化剂混合之后，用甩涂机将树脂涂敷到衬底的整个表面，然后在 80℃ 的热板上预热衬底 60 秒钟，在洁净炉子中于 250℃ 下燃烧 60 分钟，从而形成绝缘膜。

当这样从有机绝缘材料制作第二层间绝缘膜 939 时，能够满意地匀平表面。由于有机树脂材料通常具有低的介电常数，故还能够减小寄生电容。然而，有机树脂材料是吸湿的，因此，如在此实施方案中那样，最好是将有机树脂膜与制作成第一层间绝缘膜 937 的氧化硅膜，或氮氧化硅膜，或氮化硅膜组合起来。

然后，制作具有给定图形的抗蚀剂掩模，并制作达及作为各个半导体层中的源区与漏区的杂质区的各个接触孔。这些接触孔是用干法腐蚀方法形成的。在这种情况下，首先用作为腐蚀气体的由 CF_4 、 O_2

和 He 组成的混合气体来腐蚀由有机树脂材料组成的第二层间绝缘膜 939。然后, 腐蚀气体被改变为 CF_4 、 O_2 , 以便腐蚀第一层间绝缘膜 937。腐蚀气体被进一步转换成 CHF_3 , 以便提高相对于半导体层的选择比, 并腐蚀栅绝缘膜 906 以形成接触孔。

5 然后, 利用溅射或真空蒸发方法, 制作为导电金属膜的布线层 940。在布线层 940 上, 由提高腐蚀过程中相对于布线层和腐蚀剂的选择比的材料制作分隔层 941。分隔层 941 可以由诸如氮化物膜和氧化物膜之类的无机材料或诸如聚酰亚胺、聚酰胺、BCB (苯并环丁烯) 之类的有机材料来制作。

10 利用掩模, 对分隔层 941 进行图形化, 然后腐蚀以形成源布线 942-945、漏布线 946-948、以及分隔部分 942b-948b。在此说明书中, 由分隔层和布线组成的结构被称为分隔壁。虽然图中未示出, 但此实施方案中的布线是由厚度为 50nm 的 Ti 膜与厚度为 500nm 的合金膜 (Al 和 Ti 组成的合金膜) 组成的。

15 接着, 在其上制作厚度为 80-120nm 的透明导电膜, 并对其进行图形化以形成像素电极 949 (图 9B)。在此实施方案中, 氧化铟锡 (ITO) 膜或借助于在氧化铟中混合 2-20% 的氧化锌 (ZnO) 而得到的透明导电膜, 被用作透明电极。

20 像素电极 949 与电连接到漏布线 946a 的接触布线 923 重叠并相接触。这样就形成了像素电极 949 与电流控制 TFT 963 的漏区之间的电连接。

25 接着, 如图 9B 所示, 利用蒸发方法制作有机化合物层 950、阴极 951 和钝化膜 952。在制作有机化合物层 950 之前, 最好对像素电极 947 进行热处理, 以便完全清除潮气。在此实施方案中, 有机发光元件的阴极是 MgAg 电极。但其它已知的材料也可以用于阴极。

除了发光层之外, 有机化合物层 950 还具有多个层, 例如空穴注入层、空穴输运层、电子输运层、电子注入层、以及缓冲层的组合。下面将对此实施方案使用的有机化合物层的结构进行详细的描述。

30 在此实施方案中, 酞青铜被用于空穴注入层, 而 α NPD 被用于空穴输运层, 这些层都用蒸发方法制作。用协同蒸发方法, 在空穴注入层与空穴输运层之间的界面处形成由酞青铜与 α NPD 组成的混合层。此处形成的混合层希望具有浓度梯度。

接着制作发光层。在此实施方案中，发光层由不同的材料制作，以便形成发光颜色不同的各个有机化合物层。此实施方案中制作的有机化合物层分别发射红光、绿光和蓝光。

发射红光的发光层由掺 DCM 的 Alq_3 制作。但也可以采用掺 Eu 的络合物 (1, 10-菲咯啉)-三 (1, 3-二苯基丙烷-1, 3-dionato) 铕 (■) (Eu(DBM)₃(Phen)) 的 N, N'-二水杨酸亚基-1, 6-hexanediaminato) 锌 (■) (Zn(salhn))。也可采用其它已知材料。

发射绿光的发光层用协同蒸发方法，由 CBP 和 Ir(ppy)₃ 制作。此时最好由 BCP 制作空穴阻挡层。也可以使用喹啉铝络合物 (Alq_3) 和苯并喹啉醇铍 (BeBq)。可以用香豆素 6、喹吖啶等作为掺杂剂，由喹啉铝络合物 (Alq_3) 制作此层。也可以使用其它已知的材料。

发射蓝光的发光层可以由 distylyl 衍生物 DPVBi、以甲亚胺化合物作为配合基的锌络合物 N, N'-二水杨酸亚基-1, 6-hexanediaminato) 锌 (■) (Zn(salhn))、或掺二萘嵌苯的 4, 4'-二 (2, 2-联苯-乙烯基)-联苯 (DPVBi)。也可以使用其它已知的材料。

在此实施方案中，利用以前制作空穴输运层的材料 α NPD 以及上述发光层各个材料的协同蒸发，在空穴输运层与发光层之间的界面处形成混合层。希望此处制作的混合层具有浓度梯度。

在制作混合层之后，制作电子输运层。1, 3, 4-噁二唑衍生物、1, 2, 4-三唑衍生物 (例如 TAZ) 等能够被用于电子输运层。在此实施方案中，用蒸发方法将 1, 2, 4-三唑衍生物 (TAZ) 制作成厚度为 30-60nm。

利用协同蒸发方法，由发光层的上述材料和 1, 2, 4-三唑衍生物 (TAZ)，在发光层与电子输运层之间的界面处形成另一个混合层。希望此处形成的混合层具有浓度梯度。

通过上述各个步骤，完成了具有混合层位于界面处的叠层结构的有机化合物层。在此实施方案中，有机化合物层 950 的厚度 (包括层叠的有机化合物层和混合层) 为 10-400nm (典型为 60-150nm)，而阴极 951 的厚度为 80-200nm (典型为 100-150nm)。

在制作有机化合物层之后，用蒸发方法制作有机发光元件的阴极。在此实施方案中，MgAg 被用于构成有机发光元件阴极的导电膜。但也可以使用 Al:Li 合金膜 (由铝和锂组成的合金膜) 以及借助于协

同蒸发铝和周期表 1 族或 2 族元素而得到的膜。在制作阴极 951 之后，制作钝化膜 952。借助于提供钝化膜 952，能够保护有机化合物层 950 和阴极 951 免受潮气和氧的影响。在此实施方案中，厚度为 300nm 的氮化硅膜被制作为钝化膜 952。钝化膜 952 可以在制作阴极 951 之后连续地制作而不使衬底暴露于空气。

这样完成的是具有图 9C 所示结构的发光器件。像素电极 949、有机化合物层 950、阴极 951 重叠的部分 954 对应于有机发光元件。

P 沟道 TFT 960 和 n 沟道 TFT 961 是驱动电路的 TFT，并构成一个 CMOS。开关 TFT 962 和电流控制 TFT 963 是像素部分的 TFT。驱动电路的各个 TFT 与像素部分的各个 TFT 可以被制作在同一个衬底上。

在采用有机发光元件的发光器件的情况下，其驱动电路可以用电压为 5-6V，最高为 10V 的电源来工作。因此，热电子造成的 TFT 退化不是严重问题。由于驱动电路需要高速工作，故较小的栅电容对 TFT 较好。因此，在如本实施方案那样采用有机发光元件的发光器件的驱动电路中，TFT 的半导体层的第二杂质区 929 和第四杂质区 933b 最好分别不重叠栅电极 918 和栅电极 919。

如图 9C 所示，这样就制作了具有形成在衬底上的有机发光元件的发光平板。

在制作发光平板之后，平板被密封，并通过 FPC 被电连接到外部电源，从而完成本发明的发光器件。

此实施方案中的结构可以与实施方案 1-3 中的任何一种元件结构进行组合。

[实施方案 5]

此实施方案详细描述了完成发光平板的方法，此发光平板作为发光器件已经通过实施方案 4 中直到图 9C 的步骤而结束制造。此描述将参照图 10A 和 10B 来进行。

图 10A 是俯视图，示出了已经完成到密封步骤的有机发光元件。图 10B 是沿图 10A 中 A-A' 线的剖面图。被虚线包围并由 1001、1002 和 1003 表示的分别是源侧驱动电路、像素部分、和栅侧驱动电路。1004 表示覆盖元件，而 1005 表示密封元件。间隔 1007 被提供在密封元件 1005 内。

1008 是布线，用来将输入信号送到源侧驱动电路 1001 和栅侧驱动电路 1003。布线 1008 从作为外部输入端的 FPC（柔性印刷电路）接收视频信号和时钟信号。虽然此处单独示出了 FPC，印刷布线板是与 FPC 相连的。在此说明书中，术语发光器件不仅包括具有与发光平
5 板相连的 FPC 或 PWB 的发光模块，而且包括具有 IC 的发光模块。

接着，参照图 10B 来描述剖面图。在衬底 1000 上制作像素部分 1002 和栅侧驱动电路 1003。像素部分 1002 由多个像素组成，每个像素包括电流控制 TFT 1011 和电连接到 TFT 的漏的透明电极 1012。栅侧驱动电路 1003 由 CMOS 电路构成（见图 9C），n 沟道 TFT 1013 和
10 p 沟道 TFT 1014 被组合在 CMOS 中。

透明电极 1012 起有机发光元件的阳极的作用。层间绝缘膜 1006 被制作在透明电极 1012 的各侧。在透明电极 1012 上，制作有机化合物层 1016 和有机发光元件的阴极 1017。

阴极 1017 还用作多个像素的公共布线，并通过连接布线 1009 被
15 电连接到 FPC 1010。包括在像素部分 1002 中的所有元件以及栅侧驱动电路 1003，都被钝化膜 1018 覆盖。

覆盖元件 1004 被密封元件 1005 键合。可以提供由树脂膜组成的间隔，以便确保覆盖元件 1004 与有机发光元件之间的距离。气密性间隔被提供在密封元件 1005 内部，并充以氮气和氩气之类的惰性气
20 体。在这一气密性间隔中放置典型为氧化钡的吸气剂也是有效的。

覆盖元件可以是玻璃、陶瓷、塑料、或金属。但当向着覆盖元件侧发射光时，覆盖元件的材料必须是透光的。可以用作覆盖元件的塑料包括 FRP（玻璃纤维加固的塑料）、PVF（聚乙烯氟化物）、Mylar、聚酯、和丙烯酸酯。

25 借助于用覆盖元件和密封元件以上述方式密封发光平板，有机发光元件被完全隔绝于外界，诸如潮气和氧之类的借助于氧化而加速有机化合物层退化的外部物质被防止进入元件。因而能够得到高可靠性的发光器件。

30 此实施方案中的结构能够与实施方案 1-4 中的任何一种结构自由组合。

[实施方案 6]

此实施方案示出了一个具体例子，其中图 17 所示的有机发光元

件的第一混合区 1708 和第二混合区 1709 具有浓度梯度。

首先，用溅射方法将 ITO 制作成厚度为大约 100nm，以便形成玻璃衬底 1701 上的阳极 1702。将具有阳极 1702 的玻璃衬底 1701 置于图 23A 和 23B 所示的真空容器中。在此实施方案中，为了用蒸发方法淀积 4 种材料（3 种有机化合物和一种形成阴极的金属），必须有 4 个蒸发源。

首先，以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率，制作厚度为 30nm 的仅仅由 TAD 的螺旋二聚物（以下称为 S-TAD）组成的空穴输运区 1705。然后开始蒸发发光材料 DPVBi 的螺旋二聚物（以下称为 S-DPVBi），并逐渐地提高其蒸发速率。

在开始蒸发 S-DPVBi 之后，立即逐渐地降低 S-TAD 的蒸发速率，从而形成具有浓度梯度的第一混合区 1708。第一混合区 1708 要具有 10nm 的厚度。S-TAD 和 S-DPVBi 的蒸发速率的改变速率被调节成使当完成第一混合区的制作时，S-TAD 结束蒸发而 S-DPVBi 的蒸发达到 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的速率。

在制作厚度为 20nm 的由 S-DPVBi 组成的发光区 1706 之后，开始蒸发电子输运材料 Alq，其蒸发速率被逐渐地提高。在开始蒸发 Alq 之后，立即逐渐地降低 S-DPVBi 的蒸发速率，从而形成具有浓度梯度的第二混合区 1709。第二混合区 1709 要具有 10nm 的厚度。S-DPVBi 和 Alq 的蒸发速率的改变速率被调节成使当完成第二混合区的制作时，S-DPVBi 结束蒸发而 Alq 的蒸发达到 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的速率。

然后仅仅继续 Alq 的蒸发，以便形成电子输运区 1707。此区域的厚度为 30nm。最后，用蒸发方法淀积厚度约为 150nm 的 Al:Li 合金作为阴极。这样完成的是用来发射来自 S-DPVBi 的蓝光的有机发光元件。

[实施方案 7]

此实施方案示出了图 21B 所述的有机发光元件的一个具体例子。

首先，用溅射方法将 ITO 制作成厚度为大约 100nm，以便形成玻璃衬底 1701 上的阳极 1702。将具有阳极 1702 的玻璃衬底 1701 置于图 23A 和 23B 所示的真空容器中。在此实施方案中，为了用蒸发方法淀积 5 种材料（3 种有机化合物和二种金属），必须有 5 个蒸发源。

首先，以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率，制作厚度为 30nm 的仅仅由 $\alpha\text{-NPD}$ 组成的空穴输运区 1705。在保持 $\alpha\text{-NPD}$ 的蒸发速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的情况下，开始以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率蒸发发光材料 Alq。换言之，用蒸发方法制作含有 1:1 比率的 $\alpha\text{-NPD}$ 和 Alq 的第一混合区 1708。第一混合区的厚度为 10nm 。

在完成第一混合区 1708 时， $\alpha\text{-NPD}$ 结束蒸发，但继续蒸发 Alq，以便形成发光区 1706。发光区的厚度为 20nm 。进一步继续蒸发 Alq，开始以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率蒸发电子输运材料 Bphen。换言之，用协同蒸发方法制作含有 1:1 比率的 Alq 和 BPhen 的第二混合区 1709。第二混合区的厚度为 10nm 。

在完成第二混合区 1709 时，Alq 结束蒸发，但继续蒸发 BPhen，以便形成厚度为 30nm 的电子输运区 1707。进一步继续蒸发 Bphen，加入大约 1%重量比的 Li，以便形成电子注入区 1711。电子注入区的厚度为 10nm 。

最后，用蒸发方法淀积厚度约为 150nm 的 Al:Li 合金作为阴极。这样完成的是用来发射来自 Alq 的绿光的有机发光元件。

[实施方案 8]

此实施方案示出了图 22 所述的有机发光元件的一个具体例子。

首先，用溅射方法将 ITO 制作成厚度为大约 100nm ，以便形成玻璃衬底 11001 上的阳极 11002。将具有阳极 11002 的玻璃衬底 11001 置于图 23A 和 23B 所示的真空容器中。在此实施方案中，为了用蒸发方法淀积 7 种材料（5 种有机化合物和二种金属），必须有 7 个蒸发源。

首先，用蒸发方法淀积厚度为 20nm 的 CuPC 作为空穴注入材料，从而形成空穴注入区 11010。当 CuPC 膜达到 20nm 时，结束蒸发 CuPC，不间断地开始以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率蒸发空穴输运材料 $\alpha\text{-NPD}$ 。如上所述，不允许间断的理由是必须避免形成杂质层。

在仅仅由 $\alpha\text{-NPD}$ 组成的空穴输运区 11005 被制作成厚度为 20nm 之后，在保持 $\alpha\text{-NPD}$ 的蒸发速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的情况下，开始以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率蒸发与发光材料有关的母体材料。换言之，用协同蒸发方法制作含有 1:1 比率的 $\alpha\text{-NPD}$ 和 Alq 的第一混合区 11008。第一混合区的厚度为 10nm 。

在完成第一混合区 11008 时, α -NPD 结束蒸发, 但继续蒸发 Alq, 以便形成发光区 11006。发光区的厚度为 20nm。此时, 用 1%重量比的作为发光材料 11012 的荧光颜料 DCM, 对发光区 11006 进行掺杂。

在完成发光区 11006 时, DCM 结束蒸发, 但进一步继续蒸发 Alq。
5 同时, 开始以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率蒸发电子输运材料 Bphen。换言之, 用协同蒸发方法制作含有 1:1 比率的 Alq 和 BPhen 的第二混合区 11009。第二混合区的厚度为 10nm。

在完成第二混合区 11009 时, Alq 结束蒸发, 但继续蒸发 BPhen, 以便形成厚度为 30nm 的电子输运区 11007。进一步继续蒸发 BPhen,
10 加入大约 1%重量比的 Li, 以便形成电子注入区 11011。电子注入区的厚度为 10nm。

最后, 用蒸发方法淀积厚度约为 150nm 的 Al:Li 合金作为阴极。这样完成的是用来发射来自 DCM 的红光的有机发光元件。

[实施方案 9]

15 此实施方案示出了一个具体例子, 其中三重态发光材料被用作图 22 所述有机发光元件的发光材料 11012。

首先, 用溅射方法将 ITO 淀积成厚度约为 100nm, 以便在玻璃衬底上形成 ITO 电极(阳极)。在玻璃衬底上, 用甩涂方法将碘掺杂的聚(3-己基)噻吩制作成厚度为 20nm 的膜作为空穴注入区。苯被用作
20 溶剂, 而碘被溶解在同一个溶剂中用来掺杂。在制作此膜之后, 用加热的方法清除用作溶剂的碘。

将这样用导电聚合物材料涂敷的具有 ITO 电极的衬底置于图 23A 和 23B 所示的真空容器中。在此实施方案中, 为了用蒸发方法淀积 6 种材料(5 种有机化合物和一种形成阴极的金属), 必须有 6 个蒸发
25 源。

首先, 以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率制作厚度为 40nm 的仅仅由 α -NPD 组成的空穴注入区。然后, 在保持 α -NPD 的蒸发速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的情况下, 开始以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率蒸发与发光材料有关的母体材料 BAlq。换言之, 用协同蒸发方法制作含有 1:1 比率的 α -NPD 和 BAlq 的第一混合
30 区 11008。第一混合区 11008 的厚度为 10nm。

在完成第一混合区 11008 时, α -NPD 结束蒸发, 但继续蒸发 BAlq, 以便形成发光区 11006。发光区的厚度为 20nm。此时, 用 5%

重量比的作为发光材料 11012 的三重态发光材料 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ ，对发光区 11006 进行掺杂。

在完成发光区 11006 时， $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 结束蒸发，但进一步继续蒸发 BAIq 。同时，开始以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率蒸发电子输运材料 Alq 。换言之，用协同蒸发方法制作含有 1:1 比率的 BAIq 和 Alq 的第二混合区 11009。第二混合区 11009 的厚度为 10nm 。

在完成第二混合区 11009 时， BAIq 结束蒸发，但继续蒸发 Alq ，以便形成厚度为 30nm 的电子输运区。然后，用蒸发方法淀积厚度为 2nm 的 $\text{Li}(\text{acac})$ 作为电子注入区。

最后，用蒸发方法淀积厚度约为 150nm 的 Al 作为阴极。这样完成的是用来发射来自 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 的绿光的有机发光元件。

[实施方案 10]

此实施方案描述一种发光器件，它包括根据本发明的有机发光元件。图 24A 和 24B 是采用本发明的有机发光元件的有源矩阵发光器件的剖面图。

此处，薄膜晶体管（以下称为 TFT）被用作有源元件，但有源元件也可以是 MOS 晶体管。示为例子的 TFT 是一种顶部栅极 TFT（具体地说是平面 TFT），但也可以使用底部栅极 TFT（典型是倒置 TFT）。

在图 24A 中，11201 表示衬底。此处使用的衬底能够透过可见光，使光从衬底侧被送到外部。具体地说，能够使用玻璃衬底、石英衬底、晶体玻璃衬底、或塑料衬底（包括塑料膜）。衬底 11201 指的是衬底加上制作在衬底表面上的绝缘膜。

像素部分 11211 和驱动电路 11212 被提供在衬底 11201 上。首先描述像素部分 11211。

像素部分 11211 是用来显示图象的区域。多个像素被置于衬底上，且每个像素配备有用来控制有机发光元件中流动的电流的 TFT 11202（以下称为电流控制 TFT）、像素电极（阳极）11203、有机化合物膜 11204、以及阴极 11205。虽然图 24A 仅仅示出了电流控制 TFT，但每个像素还具有用来控制施加到电流控制 TFT 的栅的电压的 TFT（以下称为开关 TFT）。

此处的电流控制 TFT 最好是 p 沟道 TFT。虽然也可以采用 n 沟道 TFT，但若如图 24A 和 24B 所示，电流控制 TFT 被连接到有机发光元

件, 则 p 沟道 TFT 作为电流控制 TFT 在降低电流消耗方面更为成功。注意, 开关 TFT 可以由 n 沟道 TFT 或 p 沟道 TFT 中的任何一种来形成。

5 电流控制 TFT 11202 的漏被电连接到象素电极 11203。在此实施方案中, 功函数为 4.5-5.5eV 的导电材料被用作象素电极 11203, 象素电极 11203 因而起有机发光元件阳极的作用。透光的材料, 典型是氧化铟、氧化锡、氧化锌、或它们的化合物 (例如 ITO), 被用于象素电极 11203。在象素电极 11203 上制作有机化合物膜 11204。

10 阴极 11205 被提供在有机化合物膜 11204 上。阴极 11205 的材料最好是功函数为 2.5-3.5eV 的导电材料。典型地说, 阴极 11205 由含有碱金属或碱土金属元素的导电膜, 或含铝的导电膜, 或借助于在上述一种导电膜上层叠铝膜或银膜而得到的叠层而组成。

15 用保护膜 11206 覆盖由象素电极 11203、有机化合物膜 11204 和阴极 11205 组成的层。保护膜 11206 被提供来保护有机发光元件免受氧和潮气的影响。可用于保护膜 11206 的材料包括氮化硅、氮氧化硅、氧化铝、氧化钽、和碳 (具体地说是类金刚石碳)。

20 接着描述驱动电路 11212。驱动电路 11212 是用来控制待要送到象素部分 11211 的信号 (栅信号和数据信号) 的定时的区域, 并配备有移位寄存器、缓冲器、锁存器、以及模拟开关 (传送门) 或电平移位器。在图 24A 中, 这些电路的基本单元是由 n 沟道 TFT 11207 和 p 沟道 TFT 11208 组成的 CMOS 电路。

已知的电路结构能够被用于移位寄存器、缓冲器、锁存器、和模拟开关 (传送门) 或电平移位器。虽然象素部分 11211 和驱动电路 11212 被提供在图 24A 和 24B 中的同一个衬底上, 但 IC 或 LSI 可以被电连接到衬底而不是将驱动电路 11212 置于衬底上。

25 在图 24A 和 24B 中, 象素电极 (阳极) 11203 被电连接到电流控制 TFT 11202, 但也可以将阴极连接到电流控制 TFT。在这种情况下, 象素电极由阴极 11205 的材料制作, 而阴极由象素电极 (阳极) 11203 的材料制作。此时的电流控制 TFT 最好是 n 沟道 TFT。

30 图 24A 所示的发光器件用这样一种工艺制造, 其中象素电极 11203 的制作先于布线 11209 的制作。然而, 这一工艺会使象素电极 11203 的表面变粗糙。由于有机发光元件是电流驱动型元件, 故象素电极 11203 的变粗糙了的表面可能使其特性退化。

因此在制作布线 11209 之后,制作像素电极 11203,以便获得图 24B 所示的发光器件。在这种情况下,比之图 24A 的结构,能够改善从像素电极 11203 的电流注入。

在图 24A 和 24B 中,正锥形堤坝结构 11210 将位于像素部分 11211 中的各个像素彼此分隔开。若这一堤坝结构是反锥形的,则能够避免堤坝结构与像素电极之间发生接触。图 25 示出了其例子。

在图 25 中,布线还用作分隔部分,形成布线和分隔部分 11310。借助于层叠构成布线的金属和腐蚀速率低于此金属的材料(例如金属氮化物),然后腐蚀此叠层,得到了图 25 所示的布线与分隔部分 11310 的形状(亦即一种具有屋檐的结构)。这一形状能够防止阴极 11305 与像素电极 11303 或布线之间的短路。与通常的有源矩阵不同,像素上的阴极 11305 在图 25 的器件中成条形(相似于无源矩阵器件中的阴极)。

图 26A 示出了一个例子,其中当导电聚合物材料被用于空穴注入区并被引入到有源矩阵发光器件时实施了一种电极结构。图 26A 示出了其剖面图。图 26B 示出了各个像素中的电极结构的俯视图。根据所示的结构,各个像素 11413 中的阳极不制作在整个表面上,而是成条形,并在条形电极 11403 的各个条之间形成缝隙。

当有机化合物膜被直接制作在这一结构上时,没有光从不存在电极的缝隙发射。然而,若如图 26A 所示放置一个由导电聚合物 11414 组成的涂层,则像素的整个表面发光。换言之,导电聚合物 11414 形成一个空穴注入区并同时用作电极。

图 26A 和 26B 那样的发光器件的优点是不必使用透明材料作为阳极 11403。若缝隙的孔径比为 80-90%,则能够取出足够量的发射光。而且,导电聚合物 11414 形成一个平坦的表面,因而均匀的电场被施加到有机化合物膜,从而减小了击穿的危险。

图 27A 和 27B 示出了图 24B 所示有源矩阵发光器件的外部。图 27A 是其俯视图,而图 27B 是沿图 27A 的 P-P' 线的剖面图。图 24A 和 24B 中的符号被用于图 27A 和 27B 中。

在图 27A 中,11501 表示像素部分,11502 表示栅信号侧驱动电路,而 11503 表示数据信号侧驱动电路。待要送到栅信号侧驱动电路 11502 和数据信号侧驱动电路的信号,通过输入布线 11504,从 TAB

(带自动键合)带 11505 被输入。虽然图中未示出,但可以用借助于提供具有 IC(集成电路)的 TAB 带而得到的 TCP(带载体封装件)来取代 TAB 带 11505。

11506 所示的是提供在图 24B 所示发光器件上部并与树脂构成的密封元件 11507 键合的覆盖元件。此覆盖元件 11506 可以是任何材料,只要不透氧和水即可。在此实施方案中,如图 27B 所示,覆盖元件 11506 由塑料元件 11506a 以及分别制作在塑料元件 11506a 的正面和反面上的碳膜(具体地说是类金刚石碳膜)11506b 和 11506c 组成。

如图 27B 所示,密封元件 11507 被树脂制成的密封元件 11508 覆盖,致使有机发光元件被完全密封在气密性空间 11509 中。此气密性空间 11509 被惰性气体(典型的是氮气或稀有气体)、树脂、或惰性液体(例如液态碳氟化合物,其典型例子是全氟烷)。将吸气剂或去氧剂放置到此空间中也是有效的。

可以在此实施方案所示的发光器件的显示面(其上显示观看者待要观察的图象的面)上提供偏振片。此偏振片具有降低来自外部的入射光的反射的作用,从而防止显示面显示出观察者的反射影象。通常使用圆形偏振片。但偏振片最好借助于调整折射率而具有内反射较小的结构,以便防止有机化合物膜发射的光在偏振片处被反射并反向行进。

根据本发明的任何一种有机发光元件,都能够被用作包括在此实施方案的发光器件中的有机发光元件。

[实施方案 11]

此实施方案示出了一种有源矩阵发光器件作为包括根据本发明的有机发光元件的发光器件的例子。与实施方案 5 不同,在此实施方案的发光器件中,光从其上制作有源元件的衬底反侧取出(以下称为向上发射)。图 28 是其剖面图。

此处用薄膜晶体管(以下称为 TFT)作为有源元件,但有源元件也可以是 MOS 晶体管。示作例子的 TFT 是顶部栅极 TFT(具体地说是平面 TFT),但也可以采用底部栅极 TFT(典型地说是倒置 TFT)。

此实施方案的衬底 11601、制作在象素部分的电流控制 TFT 11602、以及驱动电路 11612,具有与实施方案 5 相同的结构。

5 连接到电流控制 TFT 11602 的漏的第一电极 11603 被用作此实施方案中的阳极，因而最好由功函数大的导电材料制作。此导电材料的典型例子包括诸如镍、钼、钨、金、和银之类的金属。在此实施方案中，第一电极 11603 最好不透光。用反光强的材料来制作此电极更好。

10 在第一电极 11603 上制作有机化合物膜 11604。提供在有机化合物膜 11604 上的是作为此实施方案中的阴极的第二电极 11605。因此，第二电极 11605 的材料最好是功函数为 2.5-3.5eV 的导电材料。典型地说，最好是含有碱金属或碱土金属元素的导电膜，或含有铝的导电膜，或借助于在上述一种导电膜上层叠铝膜或银膜而得到的叠层。但第二电极 11605 的材料要透光是必不可少的。因此，当用于第二电极时，最好将金属制作成厚度约为 20nm 的非常薄的膜。

15 用保护膜 11606 覆盖由第一电极 11603、有机化合物膜 11604 和第二电极 11605 组成的层。保护膜 11606 被提供来保护有机发光元件免受氧和潮气的影响。在此实施方案中，任何材料都可用于保护膜，只要透光即可。

20 第一电极（阳极）11603 被电连接到图 28 中的电流控制 TFT 11602，但也可以将阴极连接到电流控制 TFT。此时，第一电极由阴极材料制作，而第二电极由阳极材料制作。此时，电流控制 TFT 最好是 n 沟道 TFT。

25 11607 所示的是与由树脂构成的密封元件 11608 键合的覆盖元件。此覆盖元件 11607 可以是任何材料，只要透光但不透氧和水即可。在此实施方案中采用玻璃。气密性空间 11609 被惰性气体（典型的是氮气或稀有气体）、树脂、或惰性液体（例如液态碳氟化合物，其典型例子是全氟烷）填充。也可以将吸气剂或去氧剂放置到此空间中。

30 待要送到栅信号侧驱动电路和数据信号侧驱动电路的信号，通过输入布线 11613，从 TAB（带自动键合）带 11614 被输入。虽然图中未示出，但可以用借助于提供具有 IC（集成电路）的 TAB 带而得到的 TCP（带载体封装件）来取代 TAB 带 11614。

可以在此实施方案所示的发光器件的显示面（其上显示观看者待要观察的图象的面）上提供偏振片。此偏振片具有降低来自外部的入

射光的反射的作用，从而防止显示面显示出观察者的反射影象。通常使用圆形偏振片。但偏振片最好借助于调整折射率而具有内反射较小的结构，以便防止有机化合物膜发射的光在偏振片处被反射并反向行进。

- 5 根据本发明的任何一种有机发光元件，都能够被用作包括在此实施方案的发光器件中的有机发光元件。

[实施方案 12]

- 10 此实施方案描述将本发明应用到无源（简单矩阵）发光器件的情况。参照图 11 来进行描述。在图 11 中，1301 表示玻璃衬底，而 1302 表示由透明导电膜制作的阳极。在此实施方案中，透明导电膜是用蒸发方法淀积的氧化铟和氧化锌的化合物。虽然图 11 中未示出，但沿垂直于图面的方向安排了多个阳极条，以形成条形图形。

- 15 制作堤坝（1303a 和 1303b），以便填充安排形成条形图形的各个阳极 1302 之间的间隙。堤坝（1303a 和 1303b）在垂直于图面的方向沿阳极 1302 制作。

接着制作具有叠层结构的有机化合物层。在此实施方案中，首先用蒸发方法淀积厚度为 30-50nm 的酞青铜作为第一有机化合物层 1304。

- 20 然后用蒸发方法淀积厚度为 30-60nm 的 α -NPD 作为第二有机化合物层 1305。

再制作第三有机化合物层 1306。为了形成此实施方案的第三有机化合物层，分别制作发射红光的像素 1306a、发射绿光的像素 1306b、以及发射蓝光的像素 1306c。

- 25 首先制作发射红光的像素 1306a。借助于通过用金属掩模协同蒸发 Alq_3 和 DCM，形成厚度为 30-60nm 的膜，从而得到发射红光的像素 1306a。

接着制作发射绿光的像素 1306b。借助于通过用金属掩模蒸发 Alq_3 ，形成厚度为 30-60nm 的膜，从而得到发射绿光的像素 1306b。

- 30 接着制作发射蓝光的像素 1306c。借助于通过用金属掩模蒸发 BCP，形成厚度为 30-60nm 的膜，从而得到发射蓝光的像素 1306c。此时可以将 Alq_3 膜层叠在 BCP 膜上。

在此实施方案中，也在各个有机层之间形成混合层。具体地说，

第一混合层被形成在第一有机化合物层与第二有机化合物层之间的界面处，而第二混合层被形成在第二有机化合物层与第三有机化合物层之间的界面处。可以用各个实施方案模式所示的方法来形成混合层。

- 5 通过上述各个步骤得到了发射不同颜色的光的有机发光元件。由于这些有机化合物层是沿堤坝（1303a 和 1303b）确定的沟槽制作的，故各个层被排列形成沿垂直于图面方向的条形图形。

10 然后，虽然未示出，但安排了多个阴极条 1307，其方向平行于图面纵向，以便形成与阳极 1302 相交成直角的条形图形。此实施方案中的阴极 1307 是用蒸发方法由 MgAg 制作的。虽然未示出，但布线从阴极 1307 被引出至达及稍后固定 FPC 的部分，使给定的电压被施加到阴极。

在制作阴极 1307 之后，可以制作氮化硅膜作为钝化膜（未示出）。

- 15 以上述方式在衬底 1301 上制作了有机发光元件。在此实施方案中，下电极用作透光的阳极，因此，有机化合物层产生的光向下（向着衬底 1301）发射。然而，有机发光元件可以具有相反的结构，下电极可以用作遮光的阴极。在这种情况下，有机化合物层产生的光向上（向着与衬底 1301 的反侧）发射。

- 20 接着，制备陶瓷衬底作为覆盖元件 1308。在此实施方案的结构中，覆盖元件不必透光，因而采用陶瓷衬底。当有机发光元件具有上述的相反的结构时，覆盖元件最好是透光的，因而采用塑料或玻璃衬底。

- 25 用可紫外固化的树脂形成的密封元件 1310 来键合这样制备的覆盖元件 1308。气密性空间 1309 被提供在密封元件 1310 内部，并充以氮气和氩气之类的惰性气体。也可以将吸气剂，典型地说是氧化钡置于气密性空间 1309 中。最后，固定各向异性膜（FPC）1311，从而完成无源发光器件。

- 30 借助于自由组合本发明公开的有机发光元件的任何一种结构，能够实施此实施方案。

[实施方案 13]

此实施方案示出了一种无源矩阵发光器件，作为包括本发明公开

的有机发光元件的发光器件的例子。图 29A 是其俯视图，而图 29B 是沿图 29A 中的 P-P'线的剖面图。

在图 29A 中，11701 表示的是衬底，此处由塑料材料组成。能够使用的塑料材料是聚酰亚胺、聚酰胺、丙烯酸树脂、环氧树脂、PES
5 (聚乙烯 sulfide)、PC(聚碳酸酯)、PET(聚苯二甲酸乙二醇酯)、或 PEN(聚萘二甲酸乙二醇酯)组成的片或膜。

11702 表示由导电氧化物膜组成的扫描线(阳极)。在此实施方案中，此导电氧化物膜是借助于用氧化镓对氧化锌进行掺杂而获得的。11703 表示数据线(阴极)，在此实施方案中由金属膜、铋膜组
10 成。11704 表示由丙烯酸树脂组成的堤坝。这些堤坝起分隔壁的作用，使各个数据线 11703 彼此分隔开。扫描线 11702 和数据线 11703 分别形成条形图形，且这些图形以直角彼此交叉。虽然图 29A 中未示出，但有机化合物膜被夹在扫描线 11702 与数据线 11703 之间，交叉的部分 11705 用作像素。

15 扫描线 11702 与数据线 11703 通过 TAB 带 11707 被连接到外部驱动电路。11708 表示包括大量扫描线 11702 的一组布线。11709 表示包括大量连接到数据线 11703 的连接布线 11706 的一组布线。虽然未示出，但可以用借助于提供具有 IC 的 TAP 带而得到的 TCP 来代替 TAB 带 11707。

20 在图 29B 中，11710 表示密封元件，而 11711 表示用密封元件 11710 键合到塑料元件 11701 的覆盖元件。可光固化的树脂能够被用作密封元件 11710。密封元件的优选材料是能够少量漏气和吸收少量潮气的材料。覆盖元件最好由与衬底 11701 相同的材料制成，可以使用玻璃(包括石英玻璃)或塑料。此处用塑料材料作覆盖元件。

25 图 29C 是像素区 11712 的结构的大图。11713 表示有机化合物膜。堤坝 11704 的下层比上层窄，因此，堤坝能够将各个数据线 11703 物理上彼此分隔开。密封元件 11710 环绕的像素部分 11714，被树脂制成的密封元件 11715 隔绝于外界空气。于是防止了有机化合物膜的退化。

30 在根据本发明如上构成的发光器件中，像素部分 11714 由扫描线 11702、数据线 11703、堤坝 11704、以及有机化合物膜 11713 组成。因此，能够用非常简单的工艺来制造发光器件。

可以在此实施方案所示的发光器件的显示面(其上显示观看者待
要观察的图象的面)上提供偏振片。此偏振片具有降低来自外部的入
射光的反射的作用,从而防止显示面显示出观察者的反射影象。通常
使用圆形偏振片。但偏振片最好借助于调整折射率而具有内反射较小
5 的结构,以便防止有机化合物膜发射的光在偏振片处被反射并反向行
进。

根据本发明的任何一种有机发光元件,都能够被用作包括在此实
施方案的发光器件中的有机发光元件。

[实施方案 14]

10 此实施方案示出了全色发光器件的例子。此实施方案中的全色发
光器件指的是能够用光的原色亦即红、绿、蓝来表现各种各样色彩的
器件。

获得全色显示的大多数典型方法是用常规的遮挡掩模技术分别
制作发射红光的有机发光元件、发射绿光的有机发光元件、以及发射
15 蓝光的有机发光元件。为明了起见,如实施方案 6-8 所述那样的红、
绿、蓝有机发光元件被制作在如实施方案 10、11 和 13 所述那样的发
光器件的衬底上。

获得全色显示的另一种方法是使用彩色滤光器。在此方法中,如
图 30A 所示,发射白光的有机发光元件被制作在具有彩色滤光器的衬
20 底上。在衬底上,彩色滤光器被图形化,并形成如实施方案 10、11
和 13 所示的电路。图 30B 示出了根据本发明的白色发光元件的例子。

还有可能用彩色转换方法来获得全色显示。在此方法中,发射蓝
光的有机发光元件被制作在具有彩色转换层的衬底上。彩色转换层是
由荧光颜料或吸收可见光而发射波长比吸收的可见光的波长更长的
25 光的材料组成的膜。在衬底上,彩色转换层被图形化,并形成如实施
方案 10、11 和 13 所示的电路。图 31B 示出了根据本发明的蓝光发
光元件的例子。

除了这些典型的方法之外,若选择适当的材料,则利用光漂白的
彩色转换方法也能够被用于本发明。

30 [实施方案 15]

此实施方案示出了将印刷布线板固定到实施方案 13 所示发光器
件以便将器件做成模块的例子。

在图 32A 所示的模块中, TAB 带 12004 被固定到衬底 12001 (此处包括象素部分 12002 以及布线 12003a 和 12003b), 而印刷布线板 12005 通过 TAB 带 12004 被固定到衬底。

图 32B 示出了印刷布线板 12005 的功能方框图。用作至少 I/O 5 端口(输入或输出部分)12006 和 12009、数据信号侧驱动电路 12007、以及栅信号侧驱动电路 12008 的 IC, 被提供在印刷布线板 12005 中。

在本说明书中, 借助于如上所述将 TAB 带固定到其表面上制作有象素部分的衬底以及借助于将用作驱动电路的印刷布线板通过 TAB 带固定到衬底而构成的模块, 被特别称为具有外部驱动电路的模块。

10 本发明公开的任何一种有机发光元件, 都能够被用作包括在此实施方案的发光器件中的有机发光元件。

[实施方案 16]

此实施方案示出了将印刷布线板固定到实施方案 10、11、或 13 所示发光器件以便将器件做成模块的例子。

15 在图 33A 所示的模块中, TAB 带 12105 被固定到衬底 12102 (此处包括象素部分 12102、数据信号侧驱动电路 12103、栅信号侧驱动电路 12104、以及布线 12103a 和 12104a), 而印刷布线板 12106 通过 TAB 带 12105 被固定到衬底。图 33B 示出了印刷布线板 12106 的功能方框图。

20 如图 33B 所示, 用作至少 I/O 端口 12107 和 12110 以及控制单元 12108 的 IC, 被提供在印刷布线板 12106 中。此处提供了存储器单元 12109, 但它不总是必须的。控制单元 12108 是具有控制驱动电路和图象数据修正功能的部分。

25 在本说明书中, 借助于如上所述将用作控制器的印刷布线板固定到其上制作有机发光元件的衬底而构成的模块, 被特别称为具有外部控制器的模块。

本发明公开的任何一种有机发光元件, 都能够被用作包括在此实施方案的发光器件中的有机发光元件。

[实施方案 17]

30 此实施方案示出了发光器件的例子, 其中的有机发光元件根据数字时间灰度显示被驱动。本发明的发光器件能够以数字时间灰度显示方式提供均匀的图象, 因而非常有用。

图 34A 示出了采用有机发光元件的像素的电路结构。Tr 表示晶体管，而 Cs 表示存储电容器。在此电路中，当栅线被选择时，电流从源线流入到 Tr1 中，而对应于信号的电压积累在 Cs 中。然后，Tr2 的被栅-源电压 (V_{gs}) 控制的电流流入到 Tr2 和有机发光元件。

5 在 Tr1 被选择之后，Tr1 被关闭以保持 Cs 的电压 (V_{gs})。因此，电流继续流动，其电流量取决于 V_{gs} 。

图 34B 示出了根据数字时间灰度显示来驱动此电路的示意图。在数据时间灰度显示中，一帧被分成多个子帧。图 34B 示出了 6 位灰度，其中一帧被分成 6 个子帧。在此情况下，各个子帧的发光周期比为
10 32:16:8:4:2:1。

图 34C 示意地示出了此实施方案中 TFT 衬底的驱动电路。栅驱动器和源驱动器被提供在同一个衬底上。在此实施方案中，像素电路和驱动器被设计成数字驱动。因此，TFT 特性的起伏不影响器件，器件从而能够显示均匀的图象。

15 [实施方案 18]

由于是自发光器件，故比之液晶显示器件，采用有机发光元件的发光器件在明亮处具有更好的可识别性和更宽广的视角。因此，这种发光器件能够被用于各种各样电器的显示单元。

作为采用根据本发明制造的发光器件的电器的例子，有摄象机、
20 数码相机、风镜式显示器（头戴显示器）、导航系统、声音重放装置（诸如汽车音响和音响组成部分）、笔记本电脑、游戏机、便携信息终端（诸如移动计算机、蜂窝电话、便携游戏机、和电子记事本）、以及配备有记录媒质的放象设备（具体地说是诸如数字视频盘机（DVD）之类的具有能够重放记录媒质中的数据以显示数据的图象的
25 显示器件的装置）。对于便携信息终端来说，由于其屏幕在观察时常常被倾斜，故宽广的视角是特别重要的。因此，便携信息终端最好采用有机发光元件的发光器件。图 12A-12H 示出了这些电器的具体例子。

图 12A 示出了一种显示器件，它包含机壳 2001、支座 2002、显示单元 2003、扬声器单元 2004、视频输入端子 2005 等。根据本发明制造的发光器件可以用于显示单元 2003。由于具有有机发光元件的发光器件是自发光的，故此器件无需后照光，且显示单元能够制得比
30

液晶显示器更薄。此显示器件指的是用来显示信息的所有显示器件，包括个人计算机、电视广播接收机以及广告的显示器。

图 12B 示出了一种数码静止摄影机，它包含主体 2101、显示单元 2102、图象接收单元 2103、操作开关 2104、外部连接端口 2105、快门 2106 等。根据本发明制造的发光器件可以用于显示单元 2102。

图 12C 是一种笔记本个人计算机，它包含主体 2201、机壳 2202、显示部分 2203、键盘 2204、外部连接端口 2205、鼠标 2206 等。根据本发明制造的发光器件可以用于显示单元 2203。

图 12D 示出了一种移动计算机，包含主体 2301、显示单元 2302、开关 2303、操作键 2304、红外端口 2305 等。根据本发明制造的发光器件可用于显示单元 2302。

图 12E 示出了一种配备有记录媒质的便携式放象机（具体地说是 DVD 放象机），此装置包含主体 2401、机壳 2402、显示单元 A 2403、显示单元 B 2404、记录媒质（DVD 等）读出单元 2405、操作键 2406、扬声器单元 2407 等。显示部分 A 2403 主要显示图象信息，而显示部分 B 2404 主要显示文本信息。根据本发明制造的发光器件可以用于显示单元 A 2403 和 B 2404。配备有记录媒质的放象机还包括家用视频游戏机。

图 12F 示出了一种风镜式显示器（头戴显示器），它包含主体 2501、显示单元 2502、镜臂单元 2503。根据本发明制造的发光器件可以用于显示单元 2502。

图 12G 示出了一种录象机，包含主体 2601、显示单元 2602、机壳 2603、外部连接端口 2604、遥控接收单元 2605、图象接收单元 2606、电池 2607、声音输入单元 2608、操作键 2609 等。根据本发明制造的发光器件可以用于显示单元 2602。

图 12H 示出了一种蜂窝电话，它包含主体 2701、机壳 2702、显示单元 2703、声音输入单元 2704、声音输出单元 2705、操作键 2706、外部连接端口 2707、天线 2708 等。根据本发明制造的发光器件可以用于显示单元 2703。若显示单元 2703 在黑色背景上显示白色字，则蜂窝电话消耗较少的功率。

如果从有机材料发射的光的亮度将来得到提高，则借助于通过棱镜等增强含有图象信息的输出光而投射光，发光器件能够被用于正面

或背面投影仪。

这些电器目前显示着通过诸如互连网和 CATV（有线电视）之类的电子通信线路传送的频率越来越高的信息，特别是动画信息。由于有机材料具有非常快的响应速度，故发光器件适合于动画显示。

5 在发光器件中，发光部分消耗功率，因此，最好以要求较少的发光部分的方式来显示信息。当在便携式信息终端，特别是主要显示文本信息的蜂窝电话和声音重放装置的显示单元中使用发光器件时，最好将器件驱动成没有发光部分形成背景，发光部分仅仅形成文本信息。

10 如上所述，根据本发明制造的发光器件的应用范围是如此之广，以至于可应用于任何领域的电器。此实施方案的电器能够采用具有本发明公开的有机发光器件的任何发光器件作为其显示单元。

[实施方案 19]

上述各个实施方案中已经描述过的本发明的发光器件具有功耗
15 低和寿命长的优点。因此，包含这些发光器件作为其显示单元的电器能够以低于常规电器的功耗而工作，且更耐用。特别是对于诸如便携式设备的采用电池作为电源的电器，由于低功耗直接导致便利（电池的持续更长），这些优点是非常有用的。

由于发光器件是自发光的，故无需液晶显示器中那样的后照光，
20 并具有厚度小于 1 微米的有机化合物膜。因此，发光器件能够做得薄而轻。包括发光器件作为其显示单元的电器因而比常规电器更加薄而轻。这也直接导致便利（在随处携带它们时轻而紧凑），特别对于便携式设备等其它电器，是非常有用的。而且，对于所有的电器，就运输（能够大批量运输大量电器）和安装（节省空间）而言，薄（不占
25 体积）无疑是有益的。

由于发光器件是自发光的，故发光器件的特征是具有比液晶显示器更好的清晰度和宽广的视角。因此，包括发光器件作为其显示单元的电器就观看显示容易而言也是有利的。

30 总之，采用本发明的发光器件的电器除了具有常规有机发光元件的优点亦即薄而轻以及高的清晰度之外，还具有功耗低和寿命长的新特点，因而非常有用。

此实施方案示出了包括本发明的发光器件作为显示单元的电器

的例子。图 35A-36B 示出了其具体例子。包括在此实施方案的电器中的有机发光元件可以是根据本发明的任何元件。包括在此实施方案的电器中的发光器件可以具有图 24A-34C 所述的任何结构。

图 35A 示出了一种采用有机发光元件的显示器件，此显示器包含
5 机壳 12301a、支座 12302a、和显示单元 12303a。采用本发明的发光器件作为显示单元 12303a，此显示器可以薄而轻，而且耐用。因此，简化了运输，节省了安装空间，而且寿命长。

图 35B 是摄象机，它包含主体 12301b、显示单元 12302b、声音
10 输入单元 12303b、操作开关 12304b、电池 12305b、以及图象接收单元 12306b。利用本发明的发光器件作为显示单元 12302b，此摄象机能够薄而轻，且消耗较少的功率。因此，降低了电池消耗且携带摄象机更方便。

图 35C 示出了一种数码相机，它包含主体 12301c、显示单元
12302c、目镜单元 12303c、以及操作开关 12304c。利用本发明的发
15 光器件作为显示单元 12302c，此数码相机能够薄而轻，且消耗较少的功率。因此，降低了电池消耗且携带数码相机更方便。

图 35D 示出了一种配备有记录媒质的放象机。此装置包含主体
12301d、记录媒质（诸如 CD、LD、或 DVD）12302d、操作开关 12303d、
显示单元（A）12304d、显示单元（B）12305d。显示单元（A）12304d
20 主要显示图象信息，而显示单元（B）12305d 主要显示文本信息。利用本发明的发光器件作为显示单元（A）12304d 和显示单元（B）12305d，此放象机消耗较少的功率，并能够薄而轻，以及耐用。配备有记录媒质的放象机还包括 CD 机和游戏机。

图 35E 示出了一种（便携式）移动计算机，包含主体 12301e、
25 显示单元 12302e、图象接收单元 12303e、开关 12304e、以及存储器插口 12305e。利用本发明的发光器件作为显示单元 12302e，此便携式计算机能够薄而轻，且消耗较少的功率。因此，降低了电池消耗且携带此计算机更方便。此便携式计算机能够将信息存储在快速存储器中或借助于集成非易失存储器而得到的记录媒质中，并能够重现存储
30 的信息。

图 35F 是一种个人计算机，它包含主体 12301f、机壳 12302f、
显示单元 12303f、以及键盘 12304f。利用本发明的发光器件作为显

示单元 12303f, 此个人计算机能够薄而轻, 且消耗较少的功率。就电池消耗以及重量轻而言, 此发光器件是一个很大的优点, 特别是对于随处携带的笔记本个人计算机或其它个人计算机更是如此。

5 这些电器目前显示着通过诸如互联网的电子通信和诸如无线电波的无线通信传送的频率越来越高的信息, 特别是动画信息。由于有机材料具有非常快的响应速度, 故此发光器件适合于动画显示。

图 36A 示出了一种蜂窝电话, 它包含主体 12401a、声音输出单元 12402a、声音输入单元 12403a、显示单元 12404a、操作开关 12405a、以及天线 12406a。利用本发明的发光器件作为显示单元 10 12404a, 此蜂窝电话能够薄而轻, 且消耗较少的功率。因此, 降低了电池消耗, 携带此蜂窝电话方便, 且主体紧凑。

图 36B 示出了音响(具体地说是汽车音响)设备, 它包含主体 12401b、显示单元 12402b、操作开关 12403b 和 12404b。利用本发明的发光器件作为显示单元 12402b, 此音响能够薄而轻, 且消耗较 15 少的功率。虽然在此实施方案中以汽车音响作为例子, 但此音响也可以是家用音响。

借助于提供具有光传感器作为探测周围亮度的装置的电器, 可以为图 35A-36B 所示的电器提供根据该电器被使用场所周围的亮度而调制发射光的亮度的功能。若发射光的亮度对周围亮度的反差比为 20 100-150, 则用户能够识别图象或文本信息而不遇到困难。利用这一功能, 当周围明亮时, 为了更好观看, 可以提高图象的亮度, 而当周围黑暗时, 可以降低图象的亮度以减少功耗。

采用本发明的发光器件作为光源的各种各样的电器也是薄而轻的, 并能够在消耗较少功率的情况下工作, 使之成为非常有用的电 25 器。诸如后照光或前照光的液晶显示器光源, 或照明装置的光源, 是本发明的发光器件作为光源的典型应用。

当液晶显示器被用作根据此实施方案的图 35A-36B 的电器的显示单元时, 若这些液晶显示器采用本发明的发光器件作为后照光或前照光, 则此电器能够薄而轻, 且消耗较少的功率。

30 [实施方案 20]

在此实施方案中, 描述了有源矩阵型恒流驱动电路的例子, 借助于在本发明的有机发光元件中流过恒定的电流而驱动此电路。图 37

示出了其电路结构。

图 37 所示的像素 1810 具有信号线 Si、第一扫描线 Gj、第二扫描线 Pj、以及电源线 Vi。此外，像素 1810 具有 Tr1、Tr2、Tr3、Tr4、混合结型有机发光元件 1811、以及保持电容器 1812。

5 Tr3 和 Tr4 的栅都被连接到第一扫描线 Gj。至于 Tr3 的源和漏，一个被连接到信号线 Si，另一个被连接到 Tr2 的源。而且，Tr4 的源和漏，一个被连接到 Tr2 的源，另一个被连接到 Tr1 的栅。于是，T3 的源和漏中的任何一个以及 Tr4 的源和漏中的任何一个被彼此连接。

10 Tr1 的源被连接到电源线 Vi，漏被连接到 Tr2 的源。Tr2 的栅被连接到第二扫描线 Pj。而且，Tr2 的漏被连接到有机发光元件 1811 中的像素电极。有机发光元件 1811 具有像素电极、反电极、以及提供在像素电极与反电极之间的有机发光层。有机发光元件 1811 的反电极被提供在发光平板外部的电源施加恒定的电压。

15 Tr3 和 Tr4 可以采用 n 沟道 TFT 和 p 沟道 TFT 二者。但 Tr3 和 Tr4 的极性是相同的。而且 Tr1 可以采用 n 沟道 TFT 和 p 沟道 TFT 二者。Tr2 可以采用 n 沟道 TFT 和 p 沟道 TFT 二者。关于极性，在发光电极的像素电极和反电极的情况下，一个是阳极，另一个是阴极。在 Tr2 是 n 沟道 TFT 的情况下，最好用阴极作为像素电极，而阳极作为反电
20 极。

保持电容器 1812 被制作在 Tr1 的栅与源之间。保持电容器 1812 被用来更确定地保持 Tr1 的栅与源之间的电压 (V_{GS})。但这不总是必须提供的。

25 在图 37 所示的像素中，馈送到信号线 Si 的电流在信号线驱动电路的电流源处被控制。

利用上述电路结构，能够实现恒流驱动，藉此，借助于使恒定的电流在有机发光元件中流动，能够保持亮度。具有本发明的混合区的有机发光元件，具有比现有技术有机发光元件更长的寿命。由于借助于实现上述恒流驱动能够实现更长的寿命，故这种有机发光元件是有
30 效的。

如上所述，借助于在具有叠层结构的有机化合物层中各有机层之间的各界面中放入由构成一有机层的有机化合物和构成另一有机层

的有机化合物组成的混合层，能够降低上述各有机层之间界面处的能量势垒。这改善了载流子在各个有机层之间的注入，因而能够获得驱动电压低且元件寿命长的有机发光元件。

- 而且，借助于实施本发明，能够获得功耗更小而寿命更长的发光器件。而且，采用这种发光器件作为光源或显示单元，得到了功耗更小且更耐用的电器（且若用此发光器件作为光源，则可使电器明亮）。
- 5

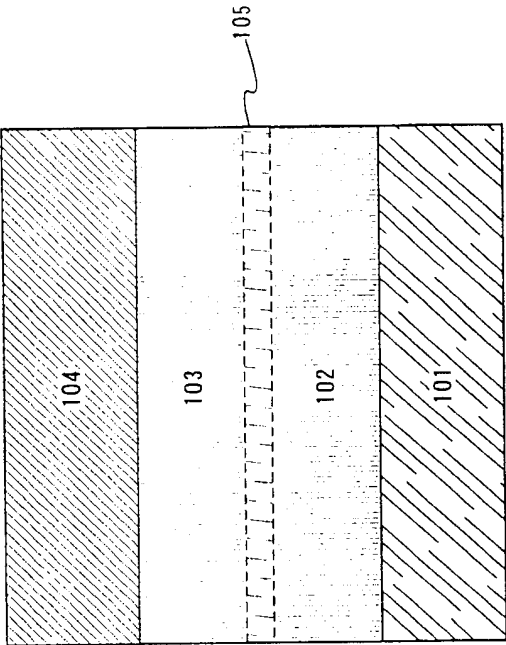


图 1A

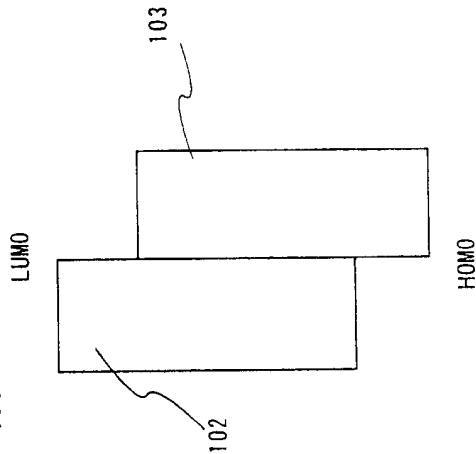


图 1C

图 1B

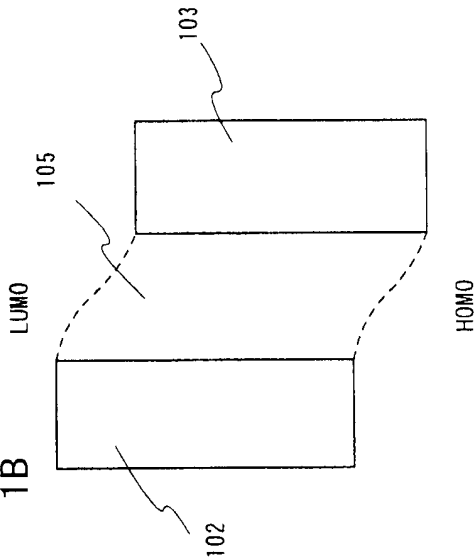


图 1D

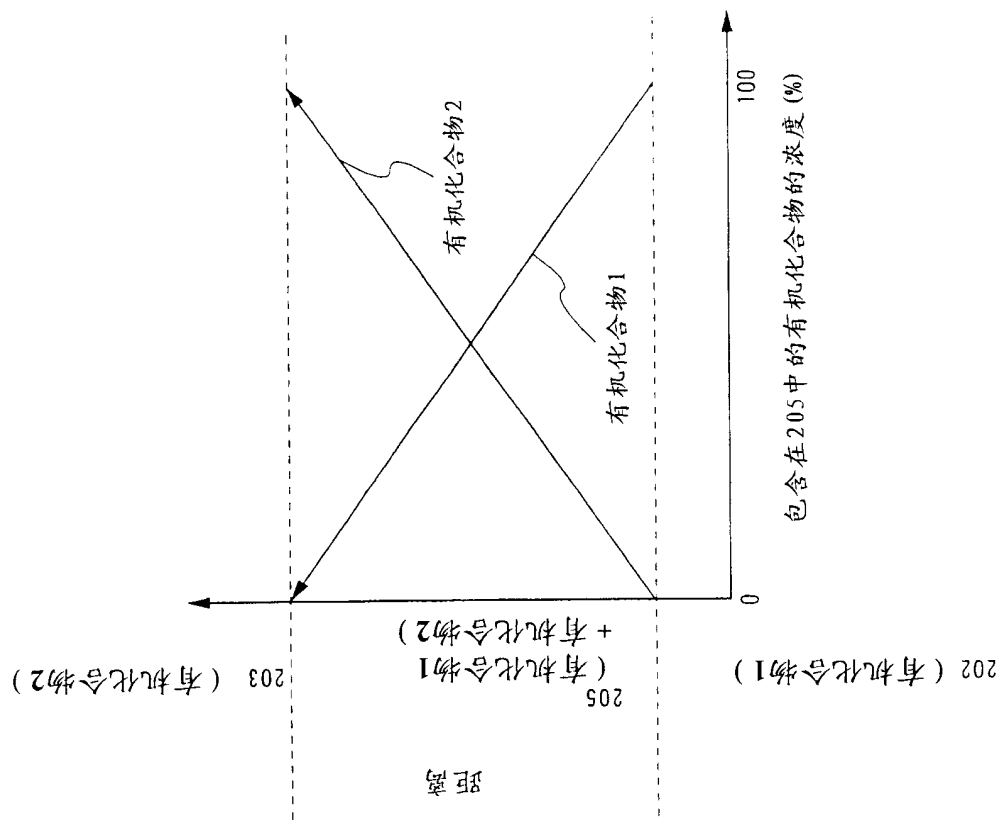


图 2B

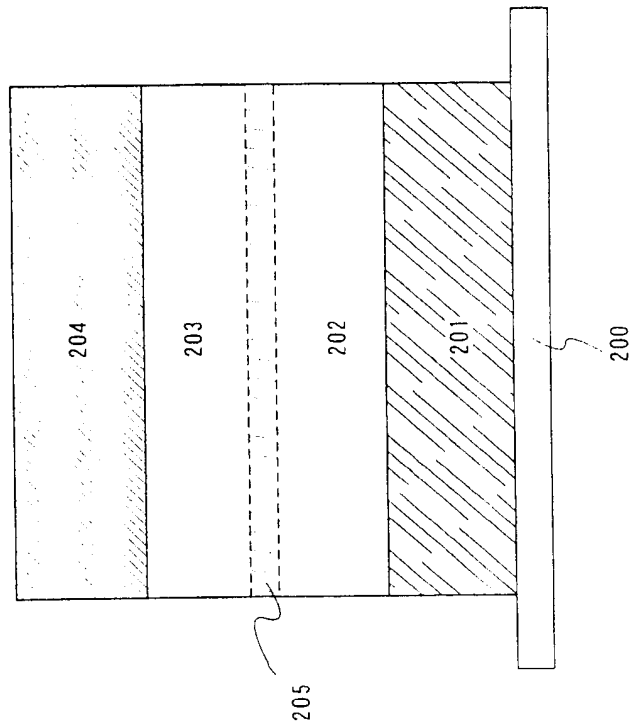


图 2A

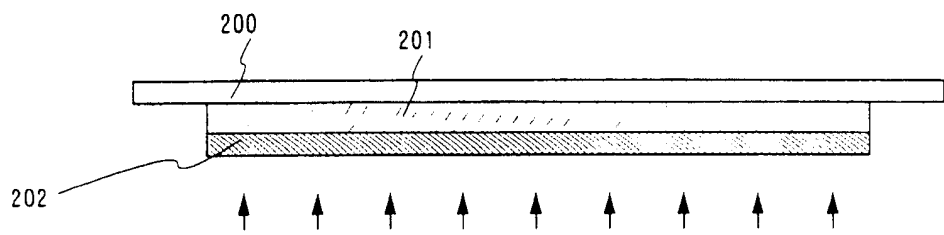


图 3A

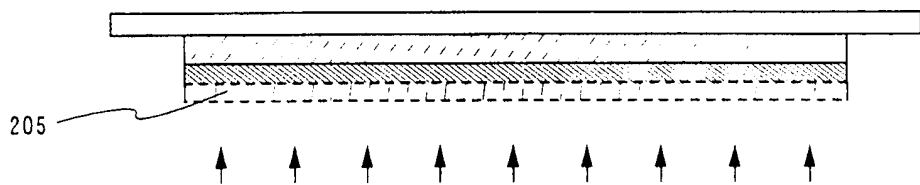


图 3B

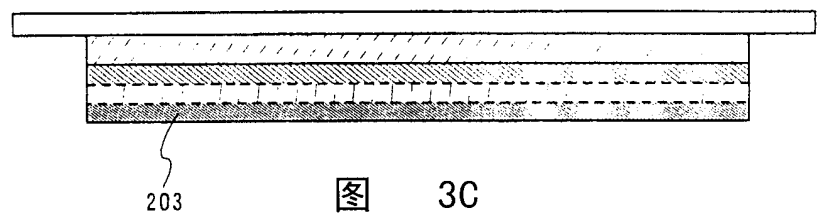


图 3C

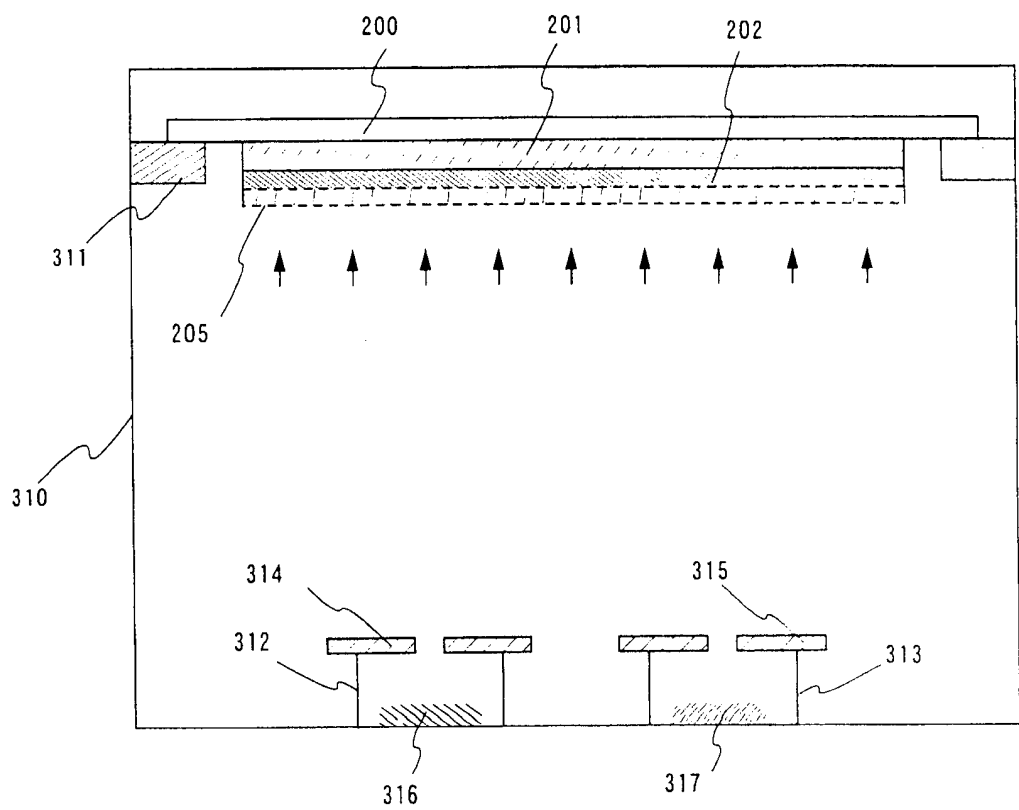


图 3D

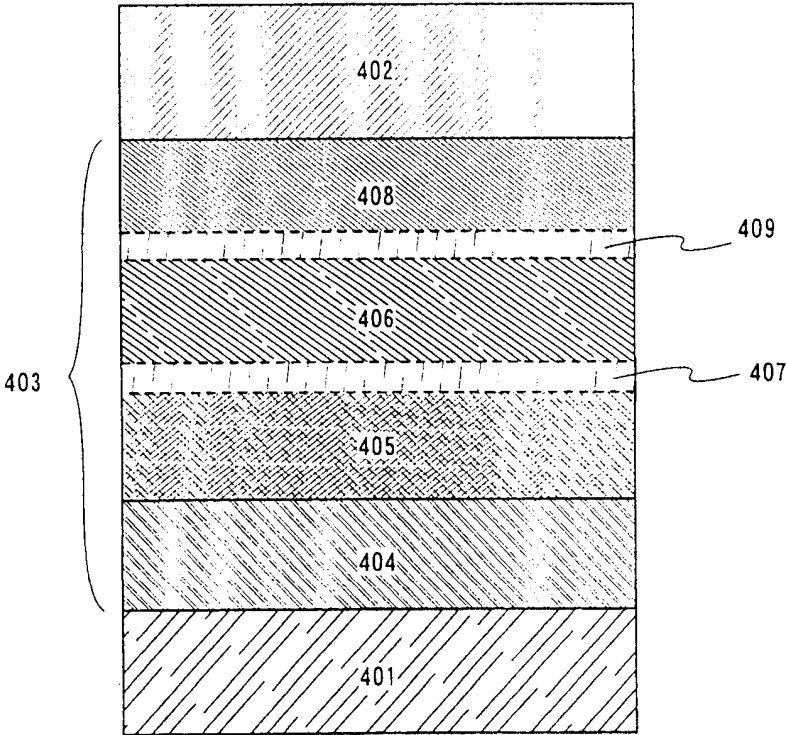


图 4

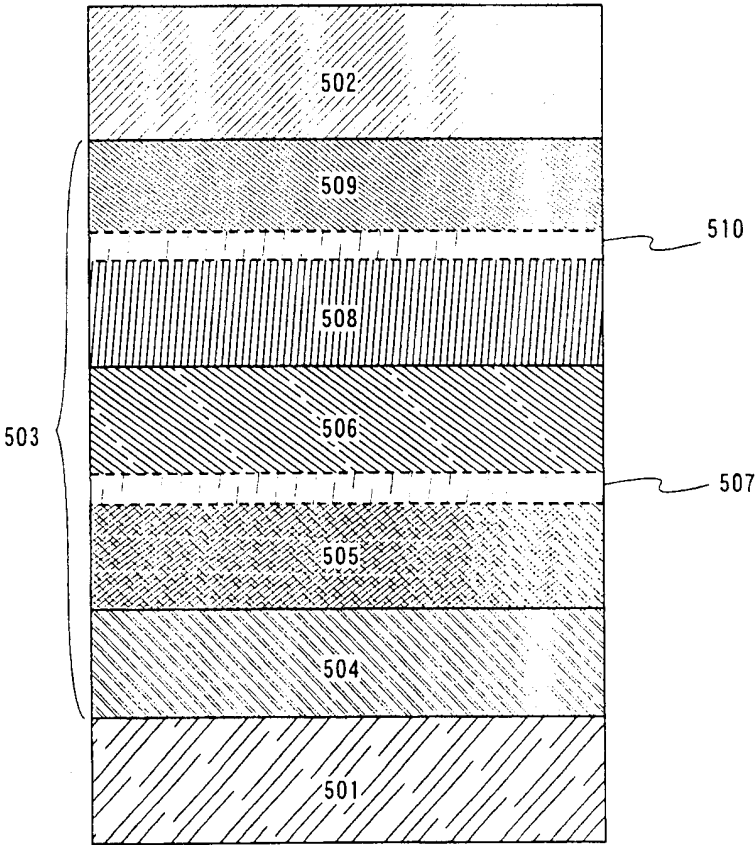


图 5

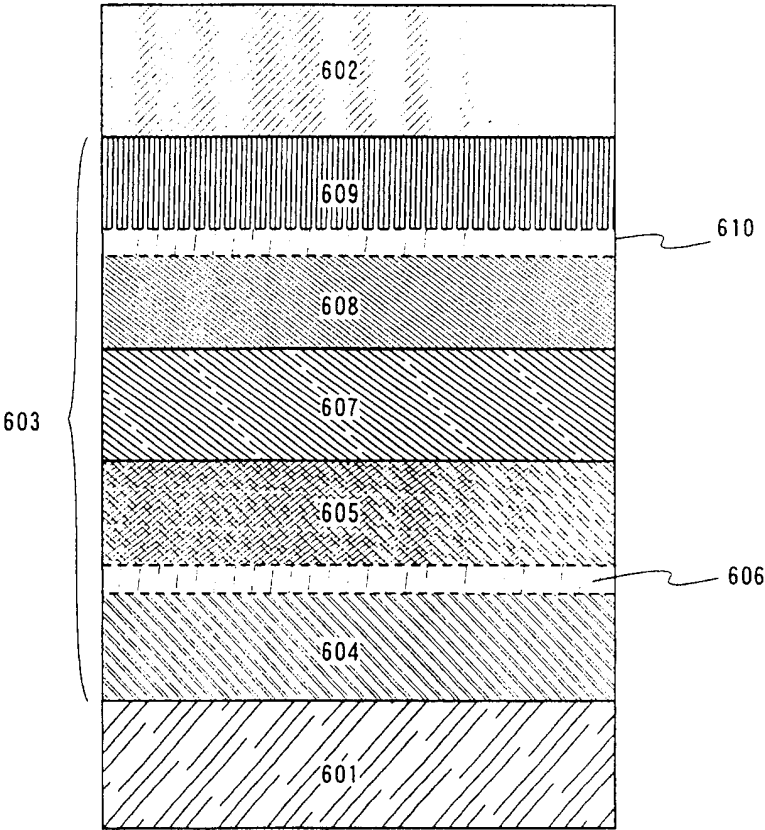
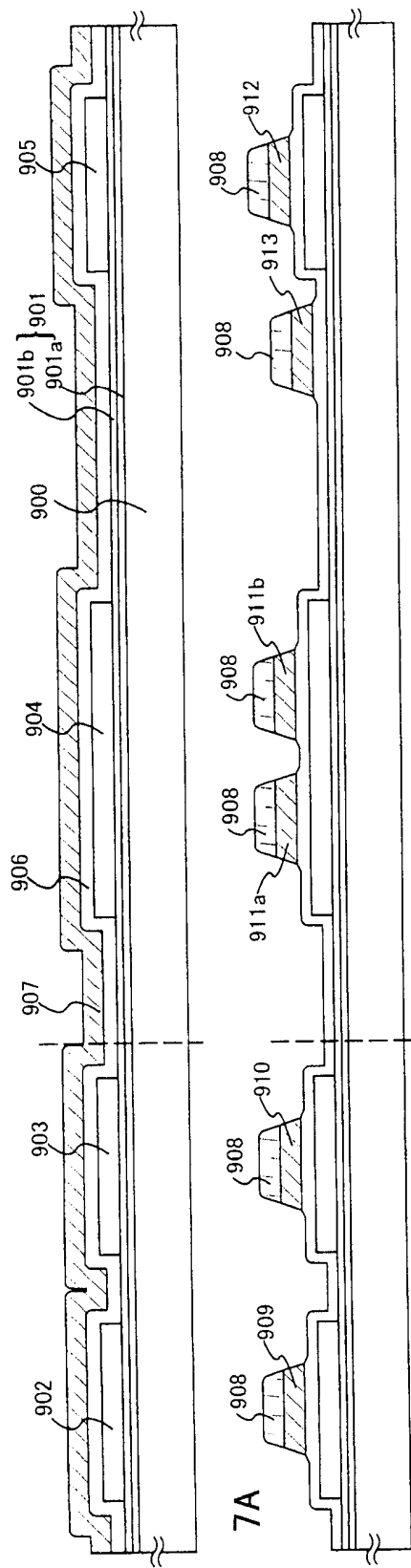
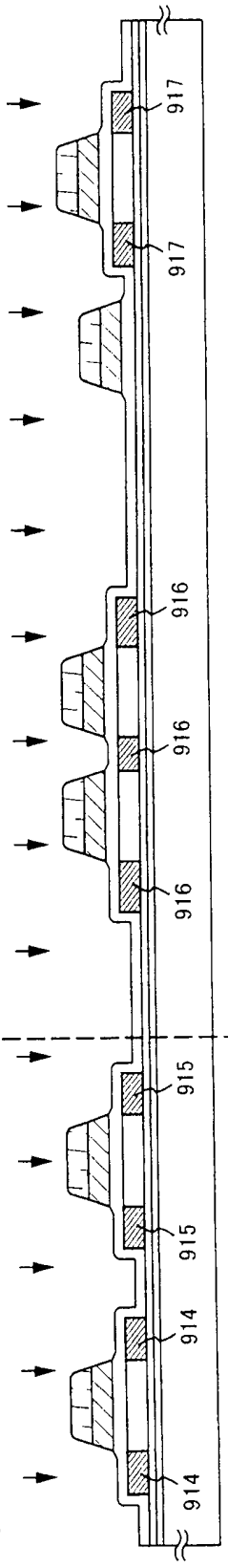


图 6



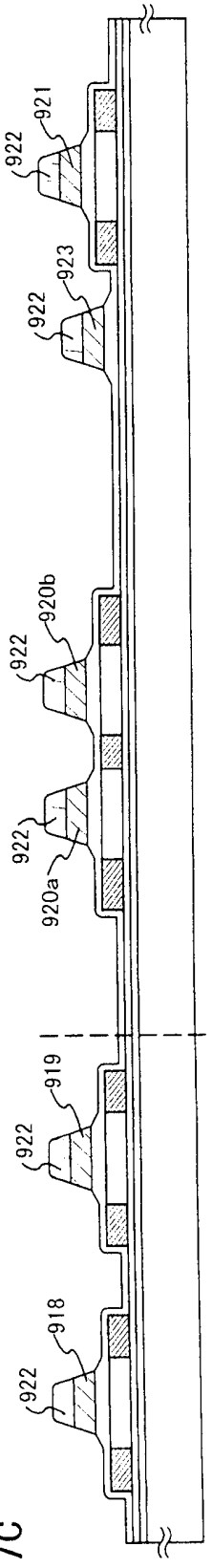
7A

图



7B

图



7C

图



7D

图

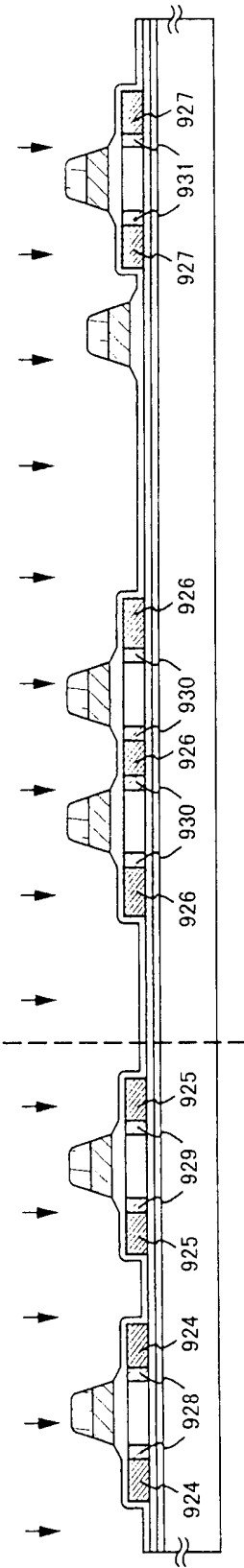


图 8A

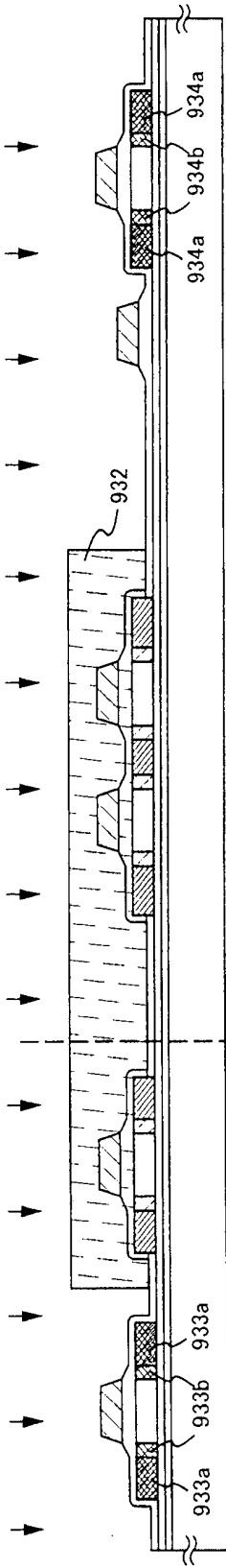


图 8B

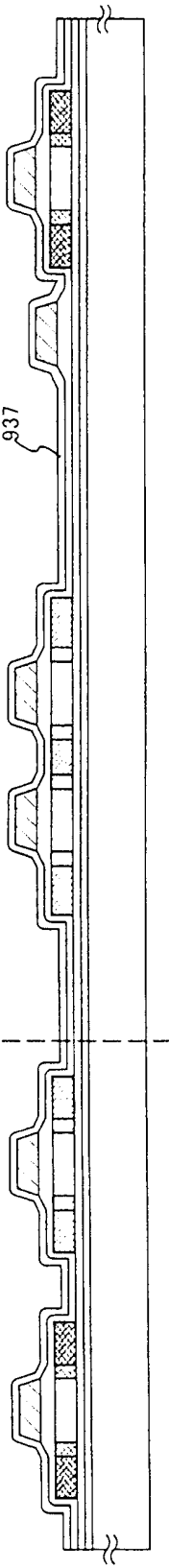


图 8C

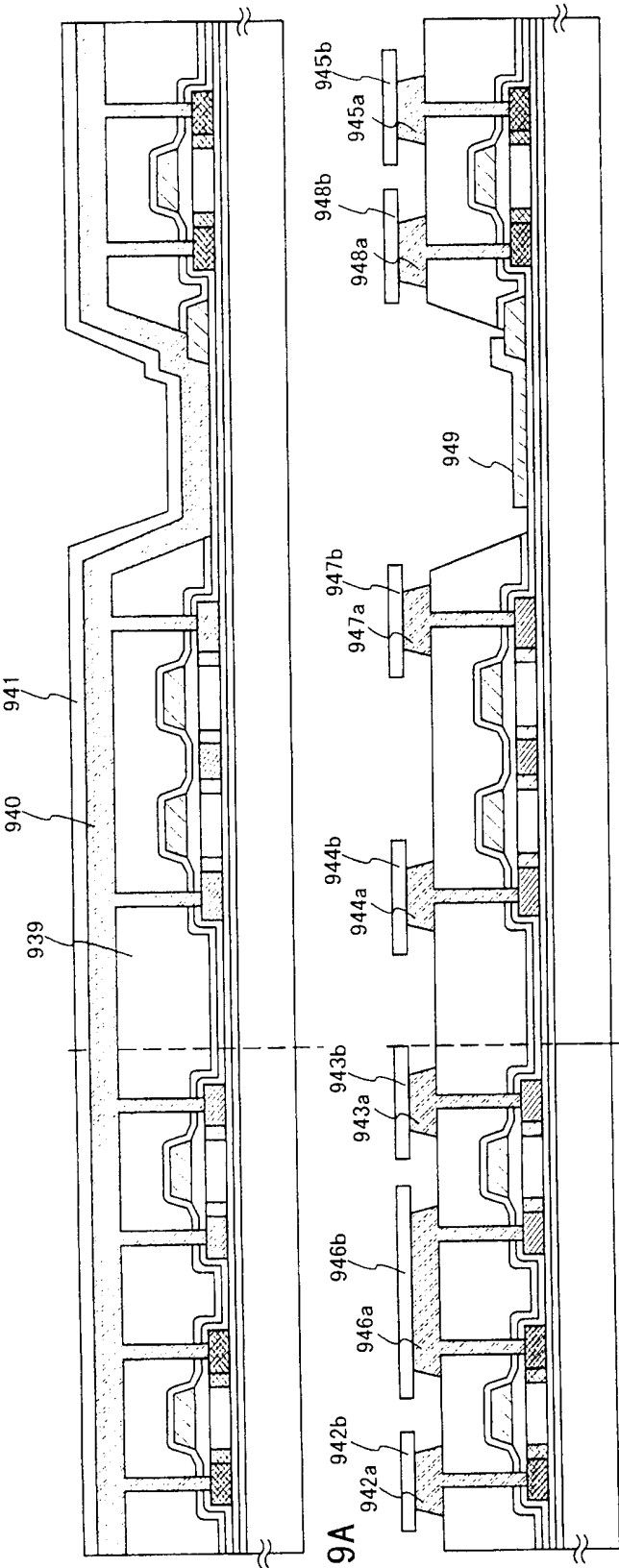


图 9A

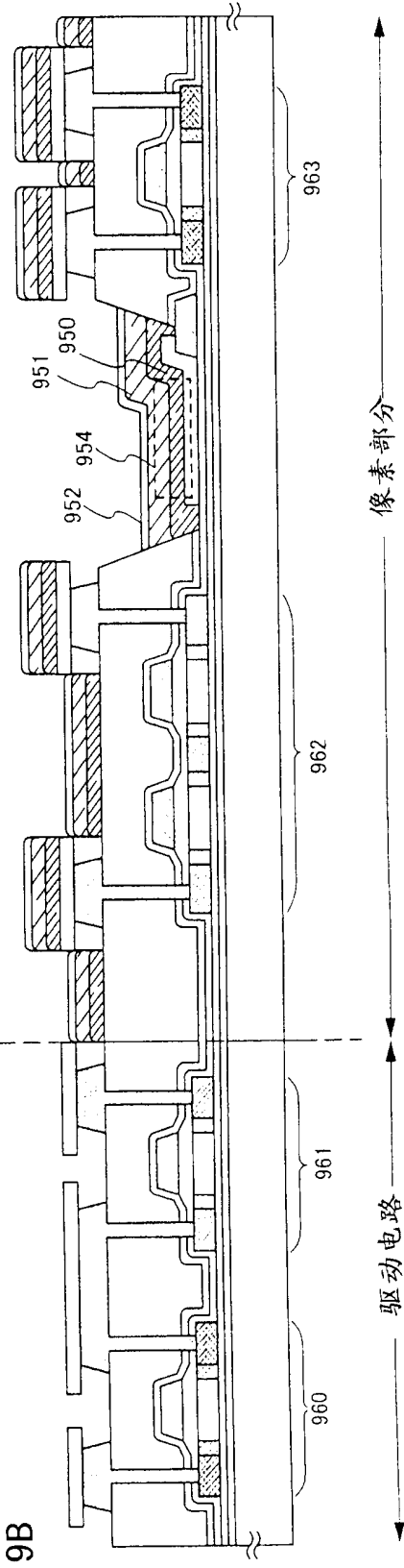


图 9B



图 9C

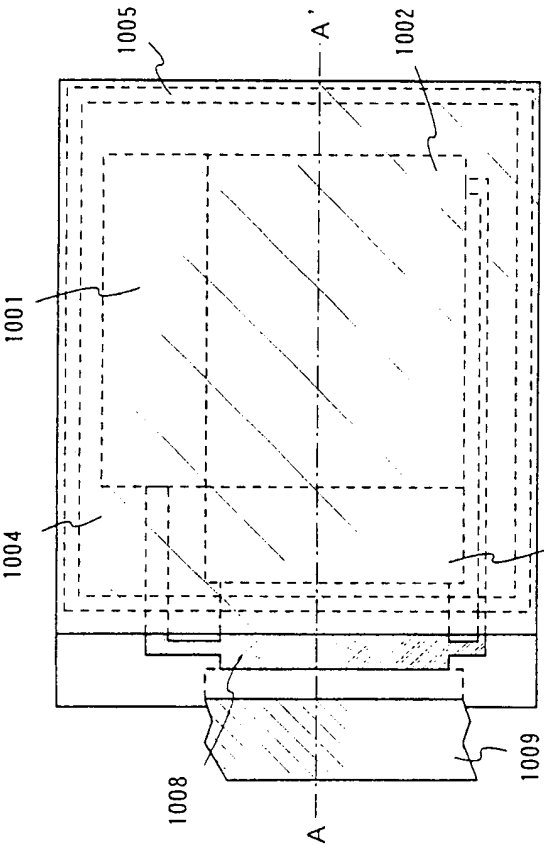


图 10A

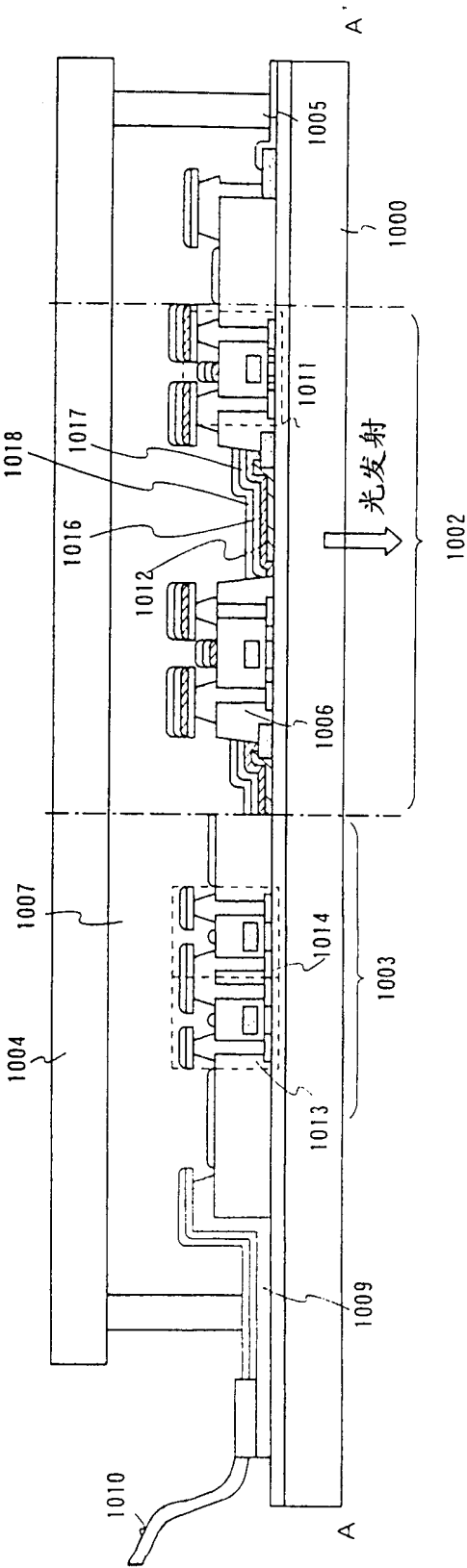


图 10B

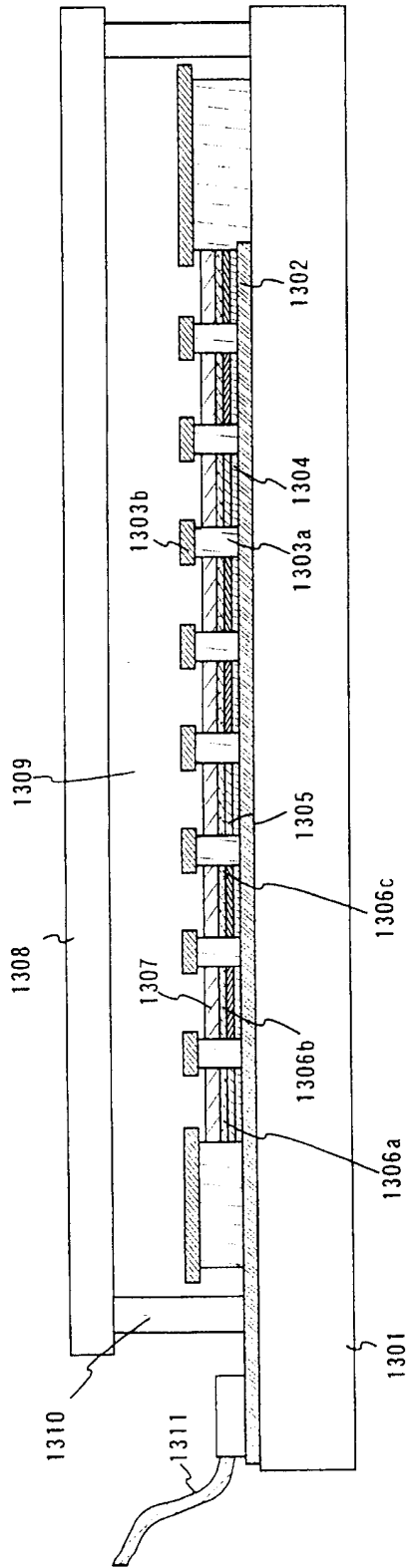
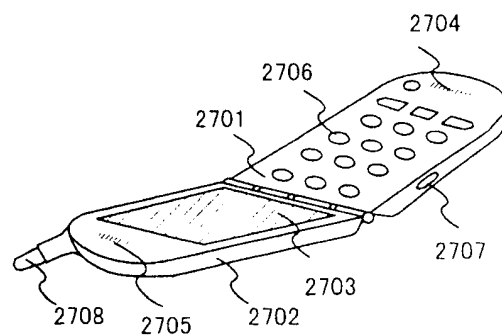
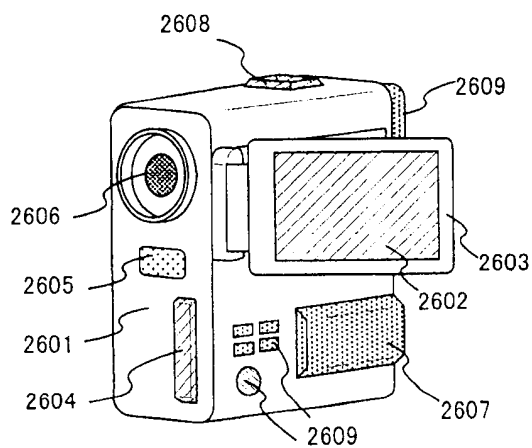
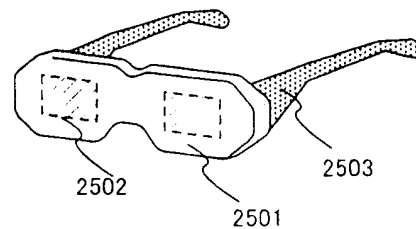
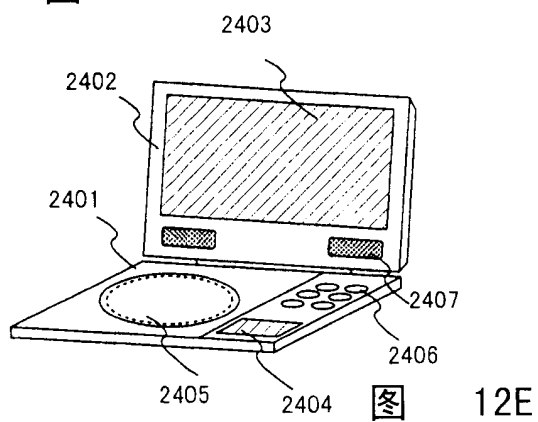
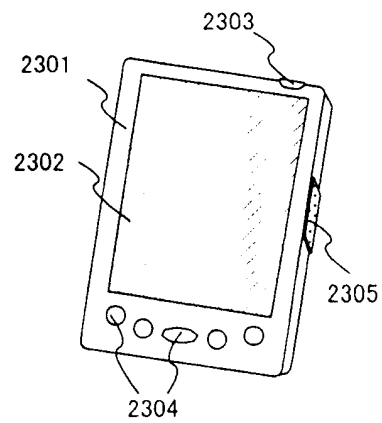
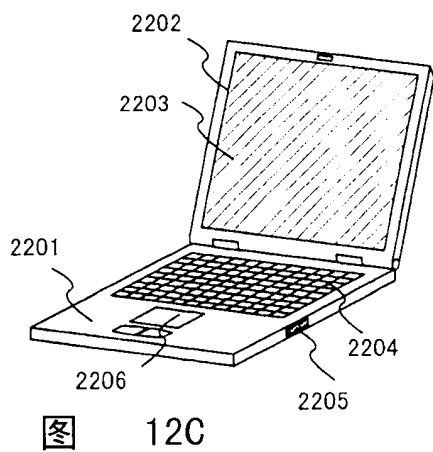
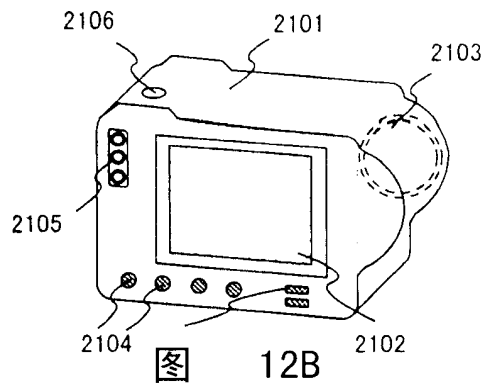
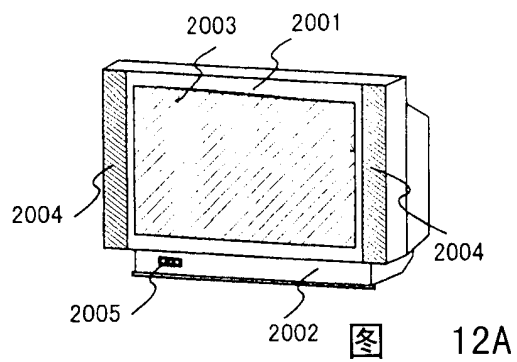


图 11



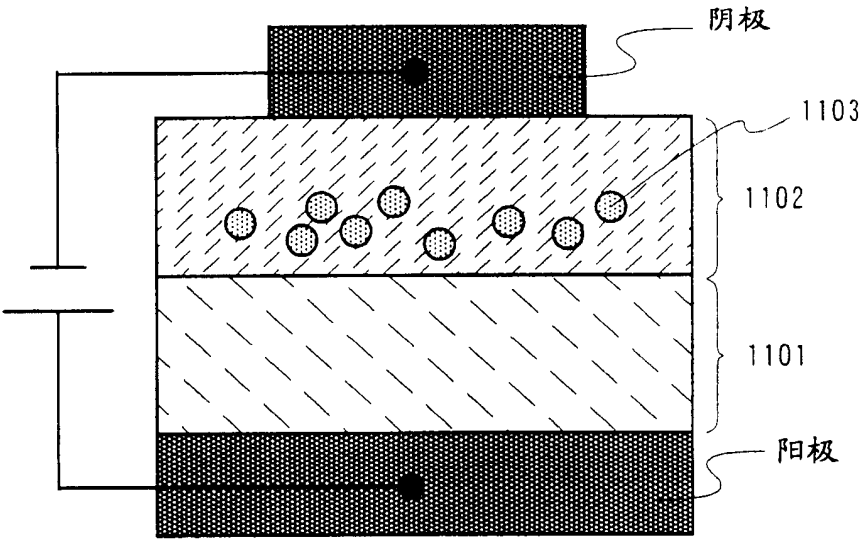


图 13A

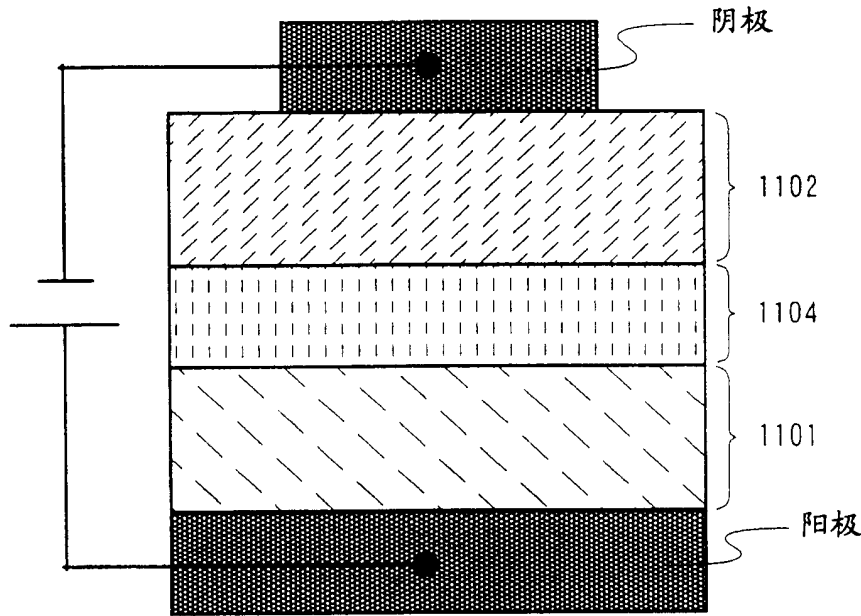


图 13B

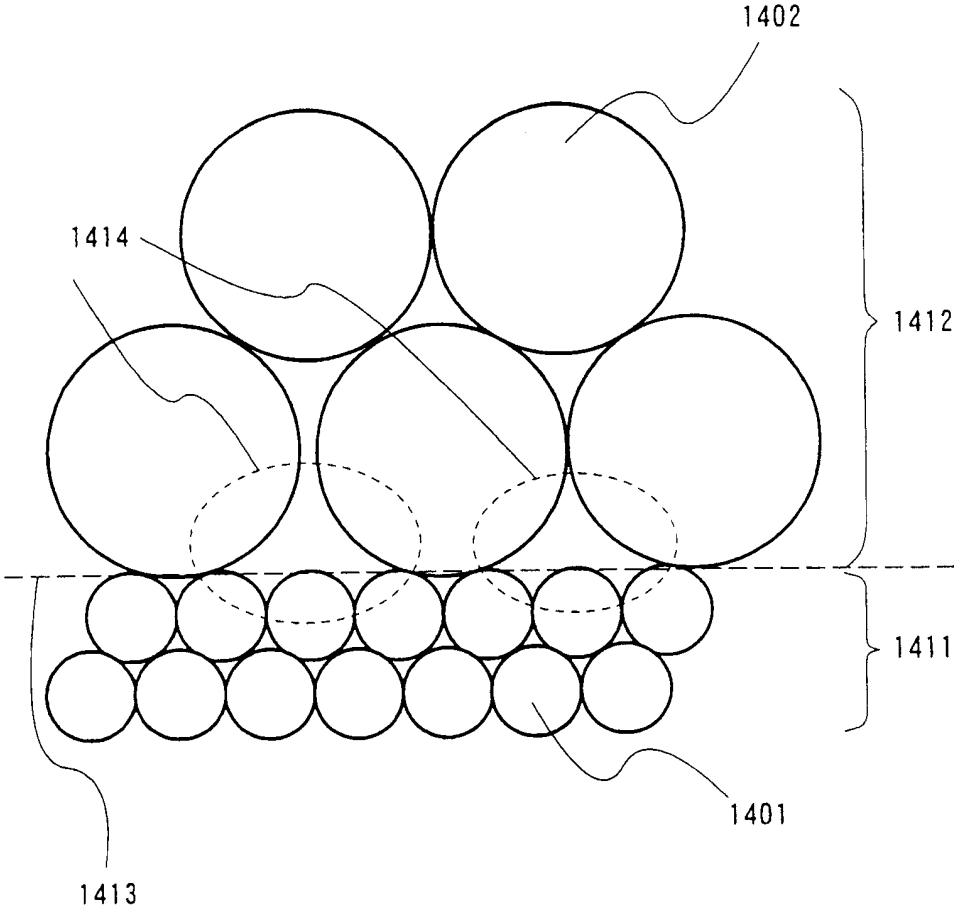


图 14

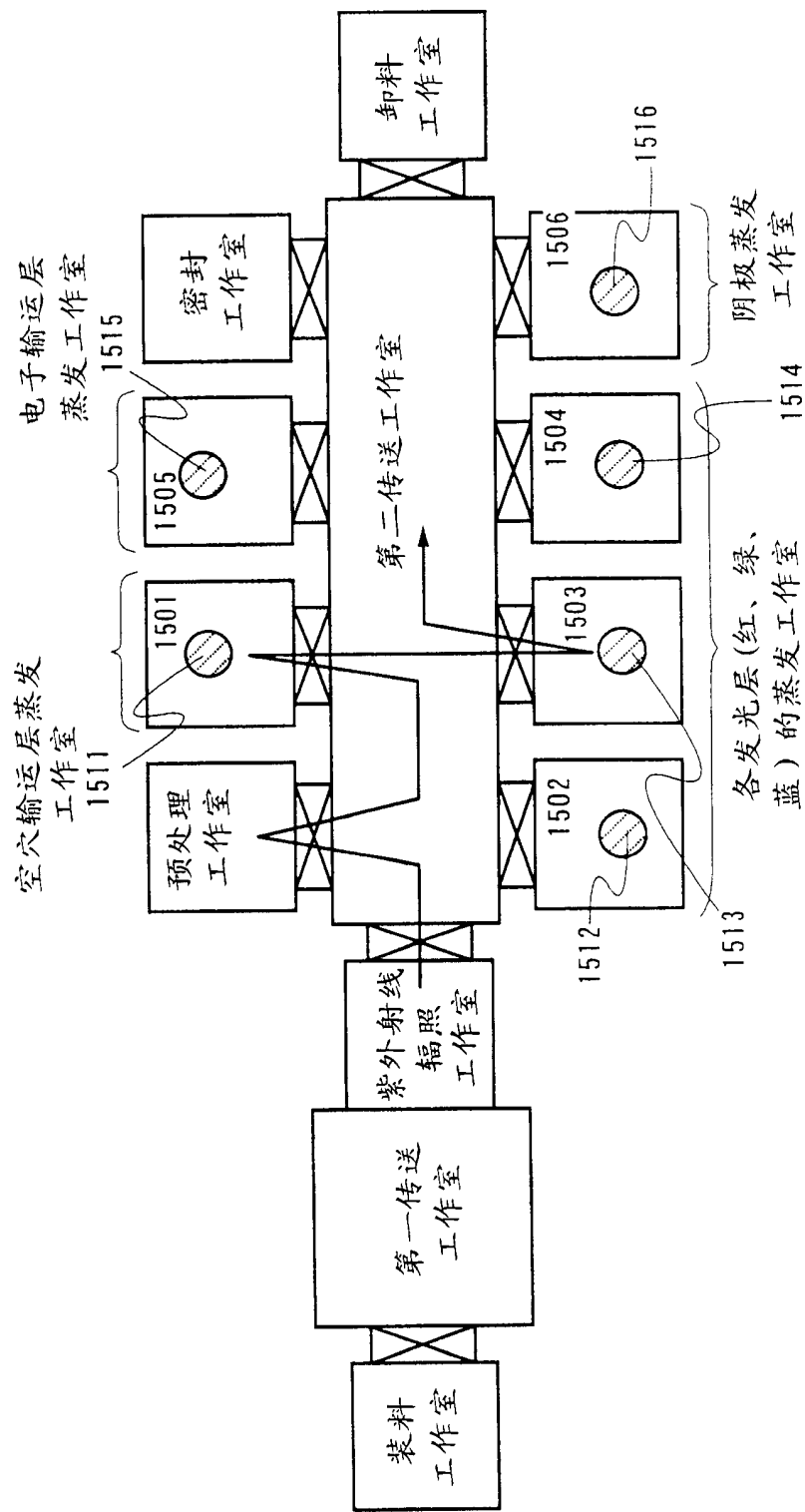


图 15

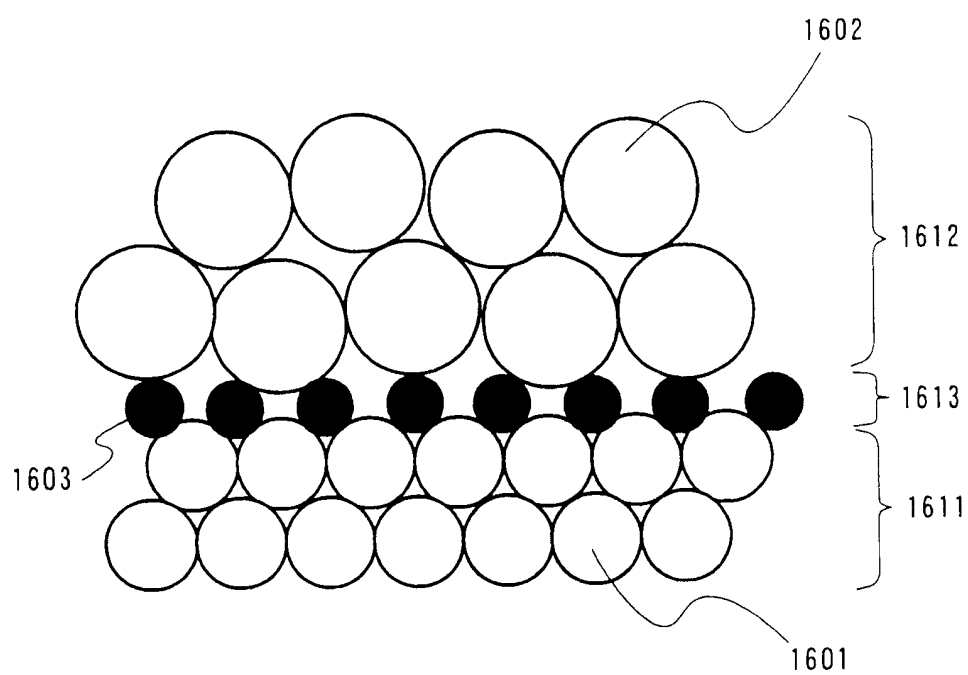


图 16

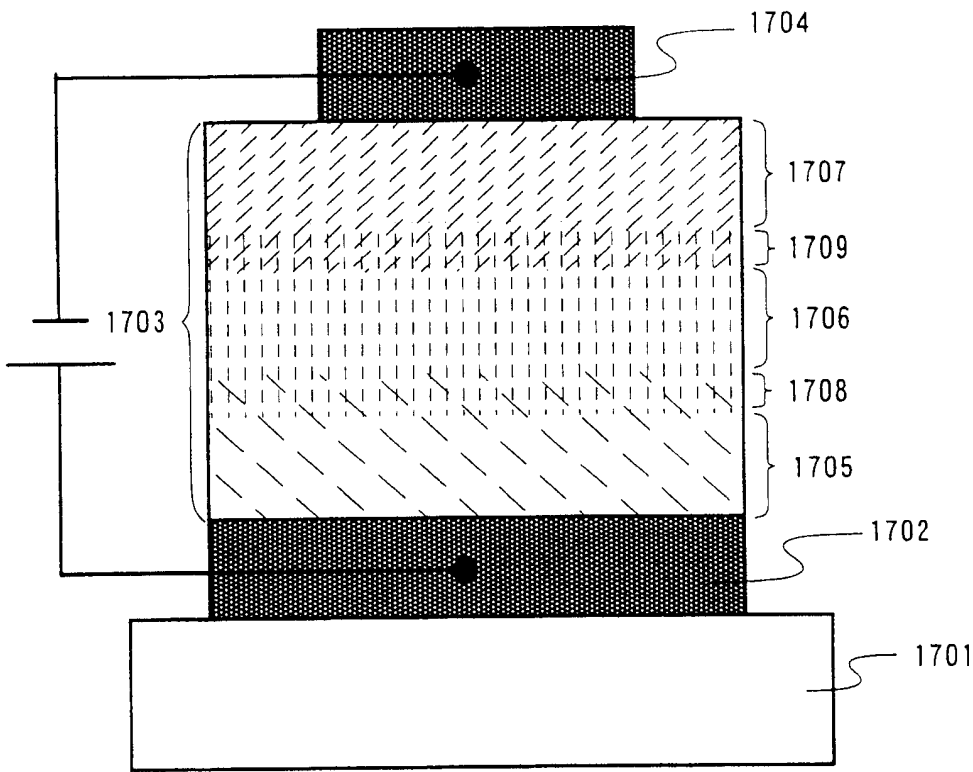


图 17

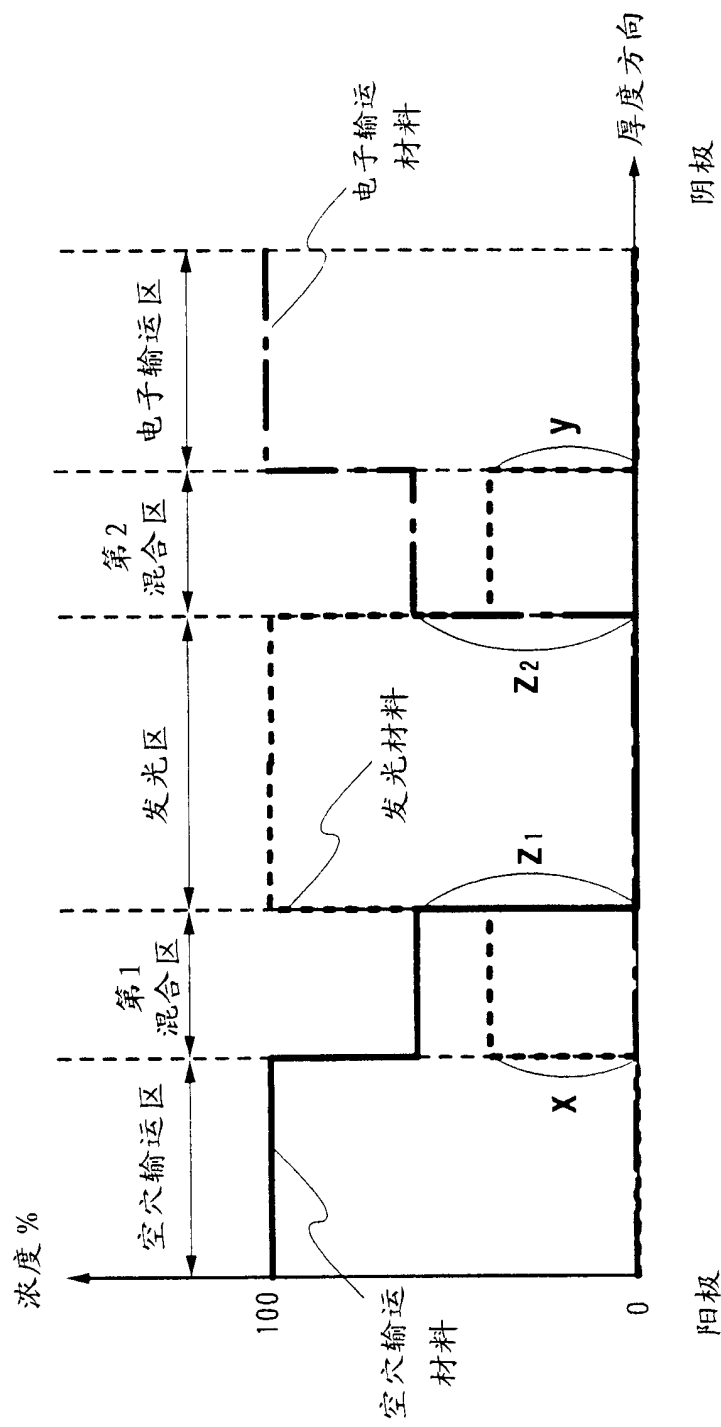


图 18

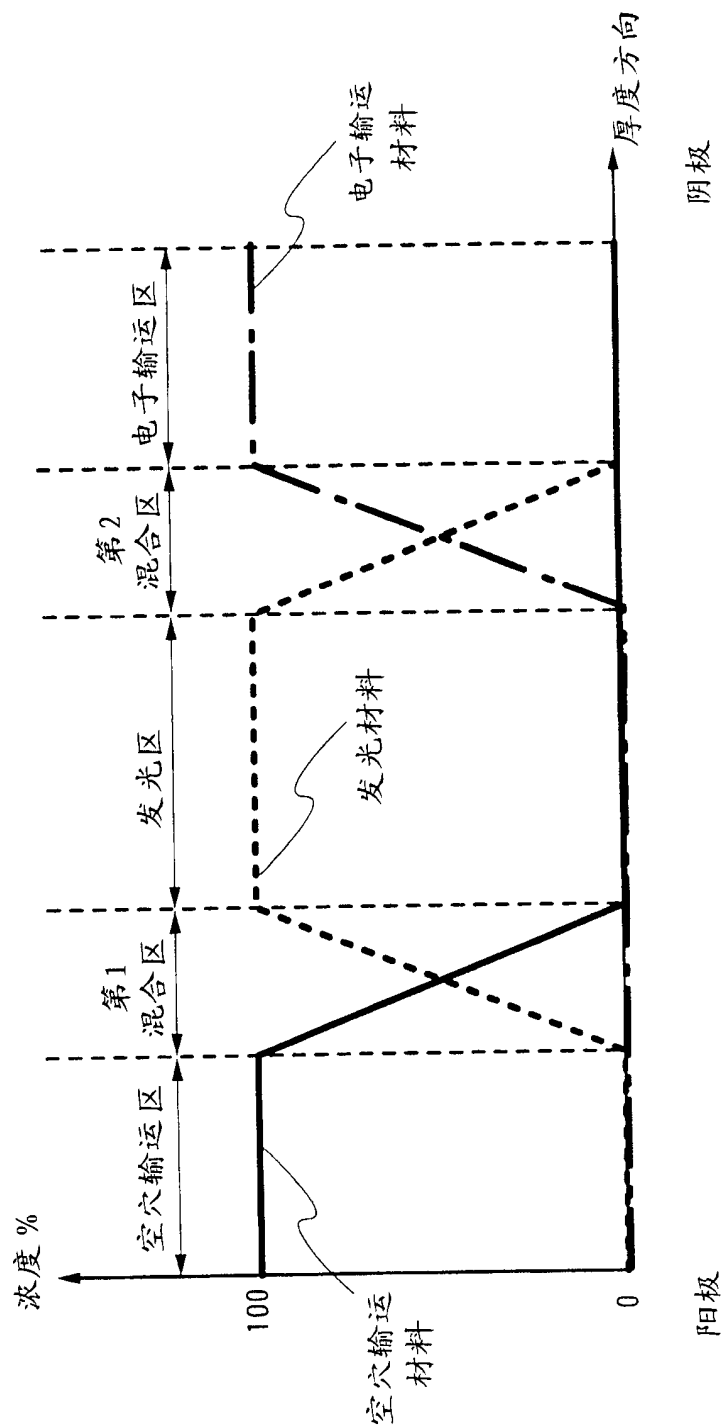


图 19

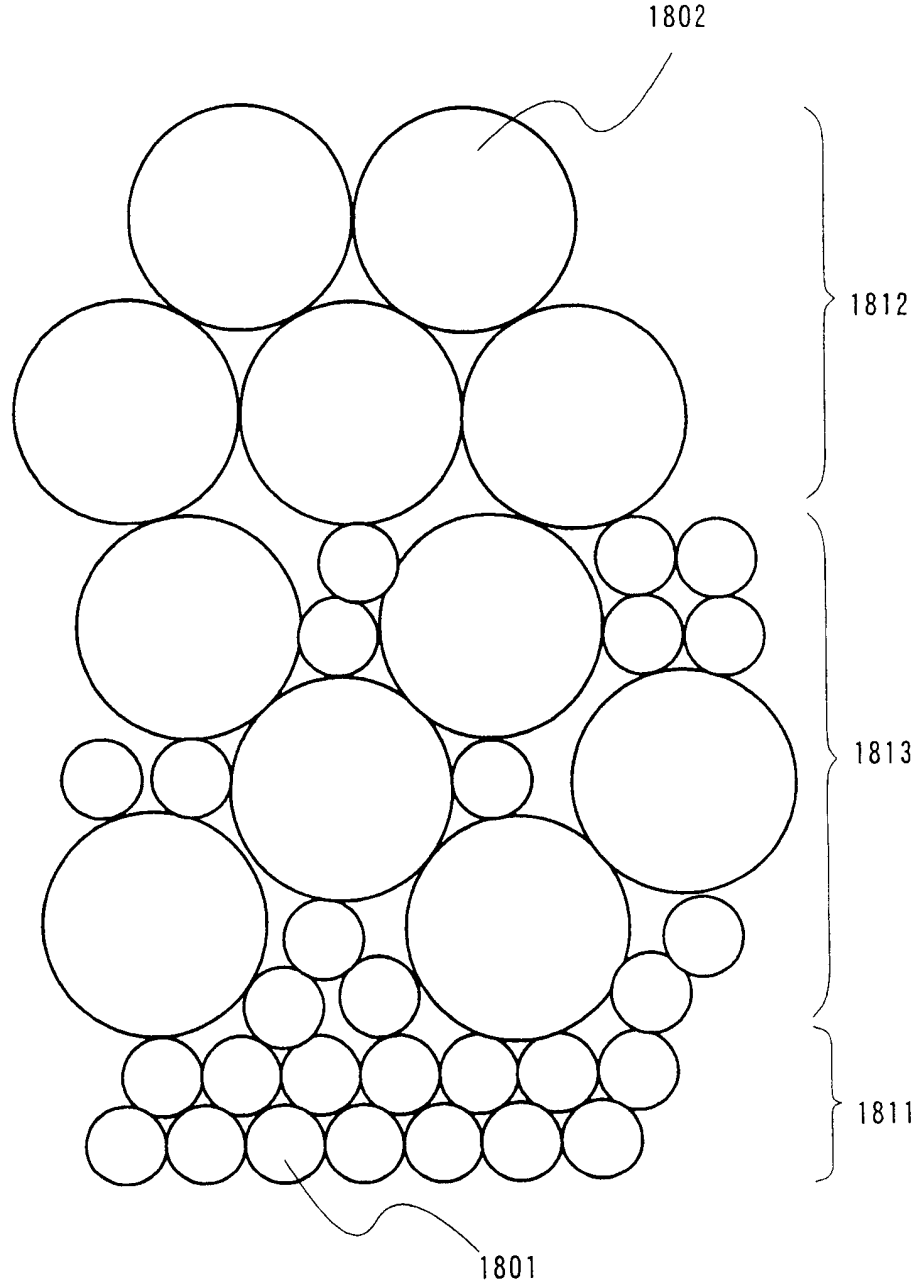


图 20

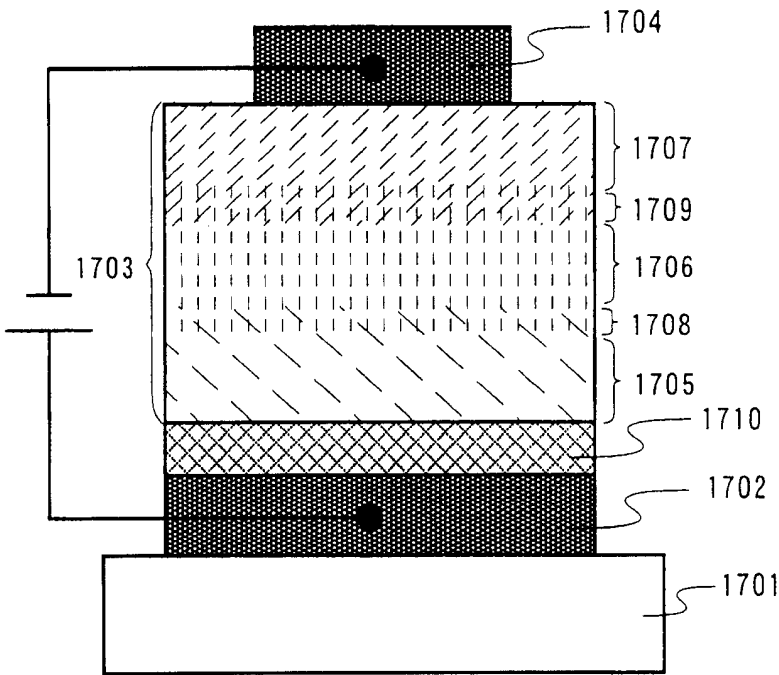


图 21A

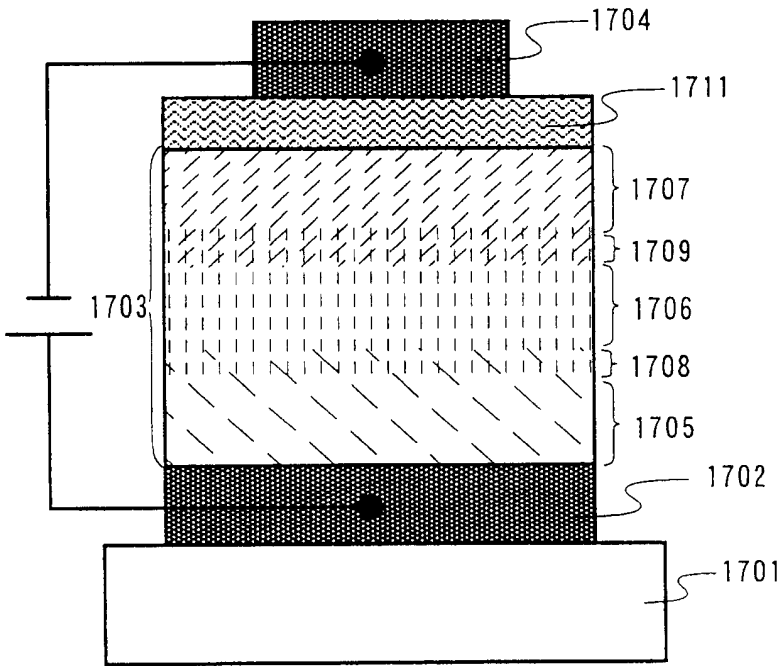


图 21B

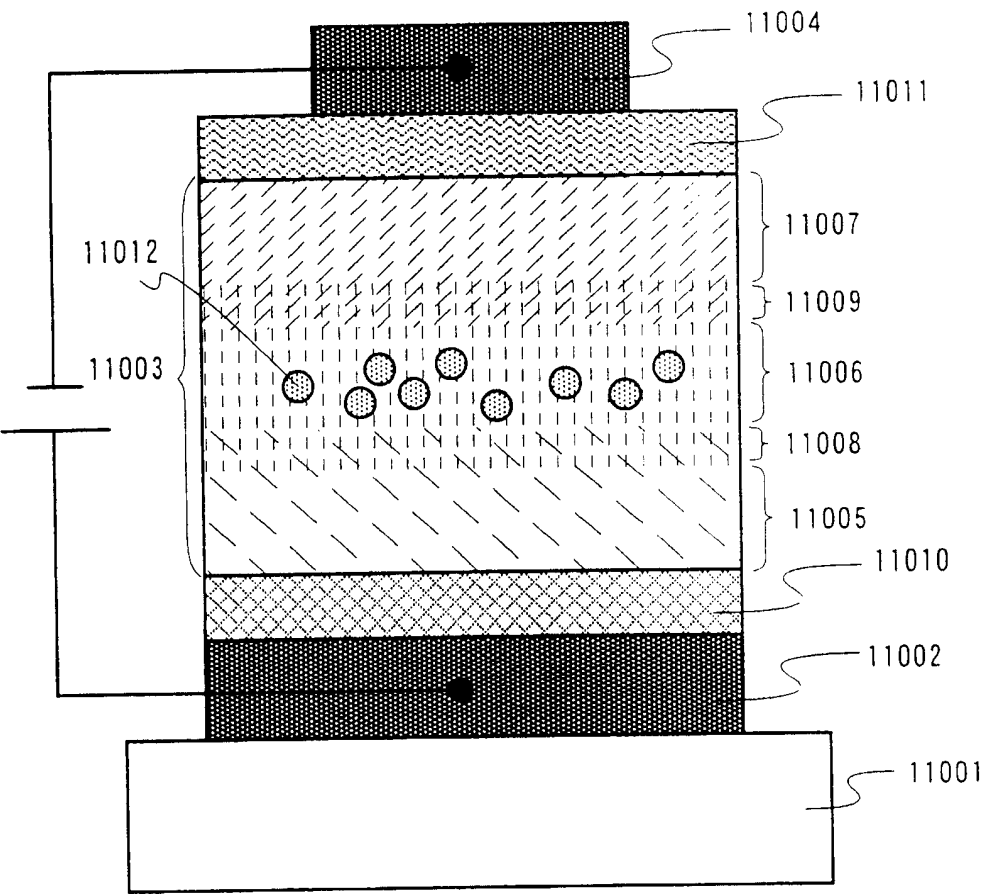


图 22

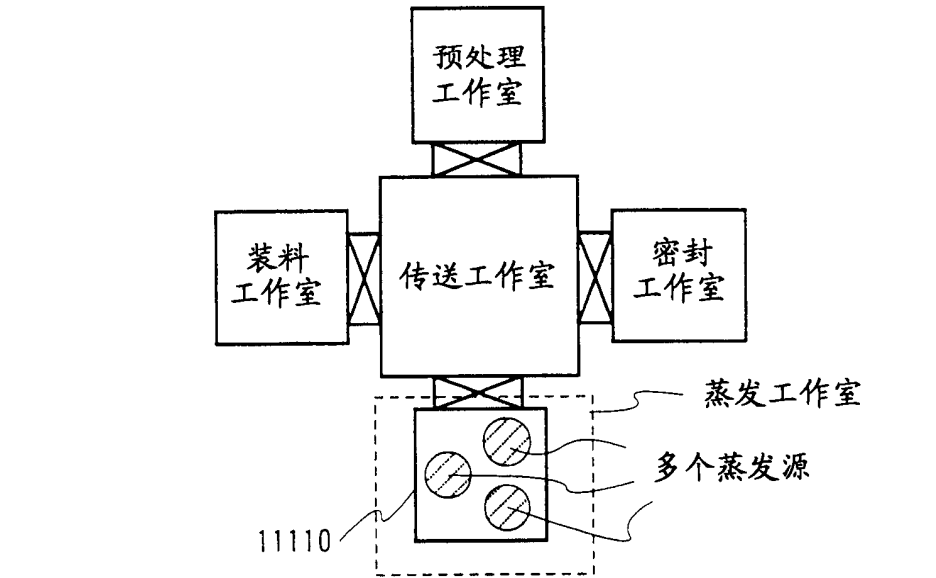


图 23A

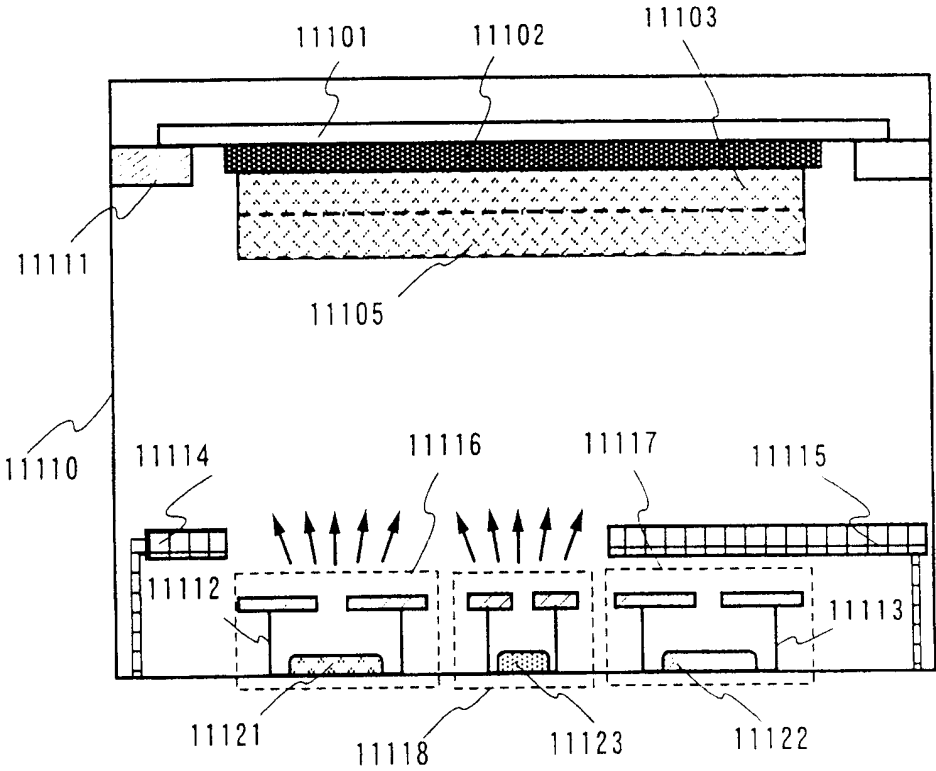


图 23B

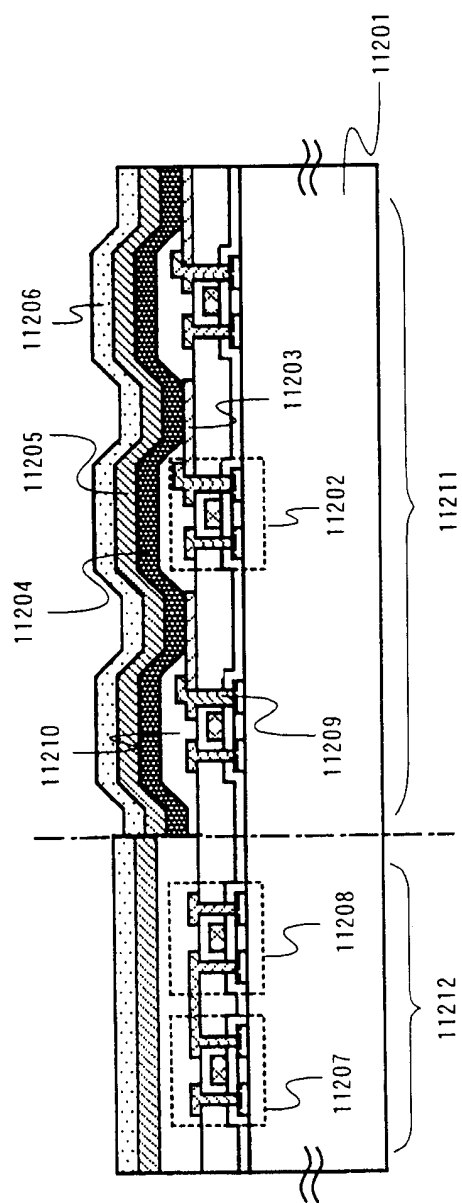


图 24A

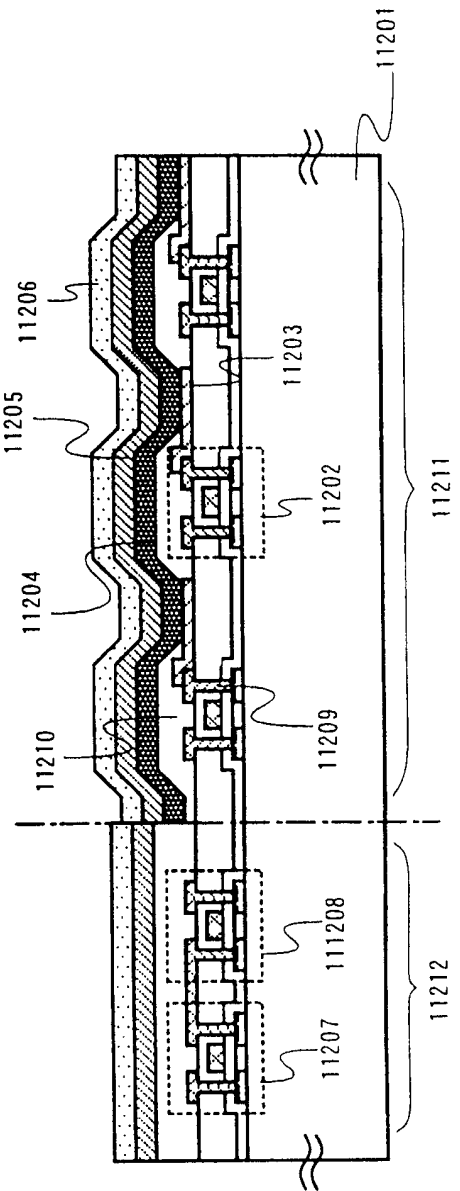


图 24B

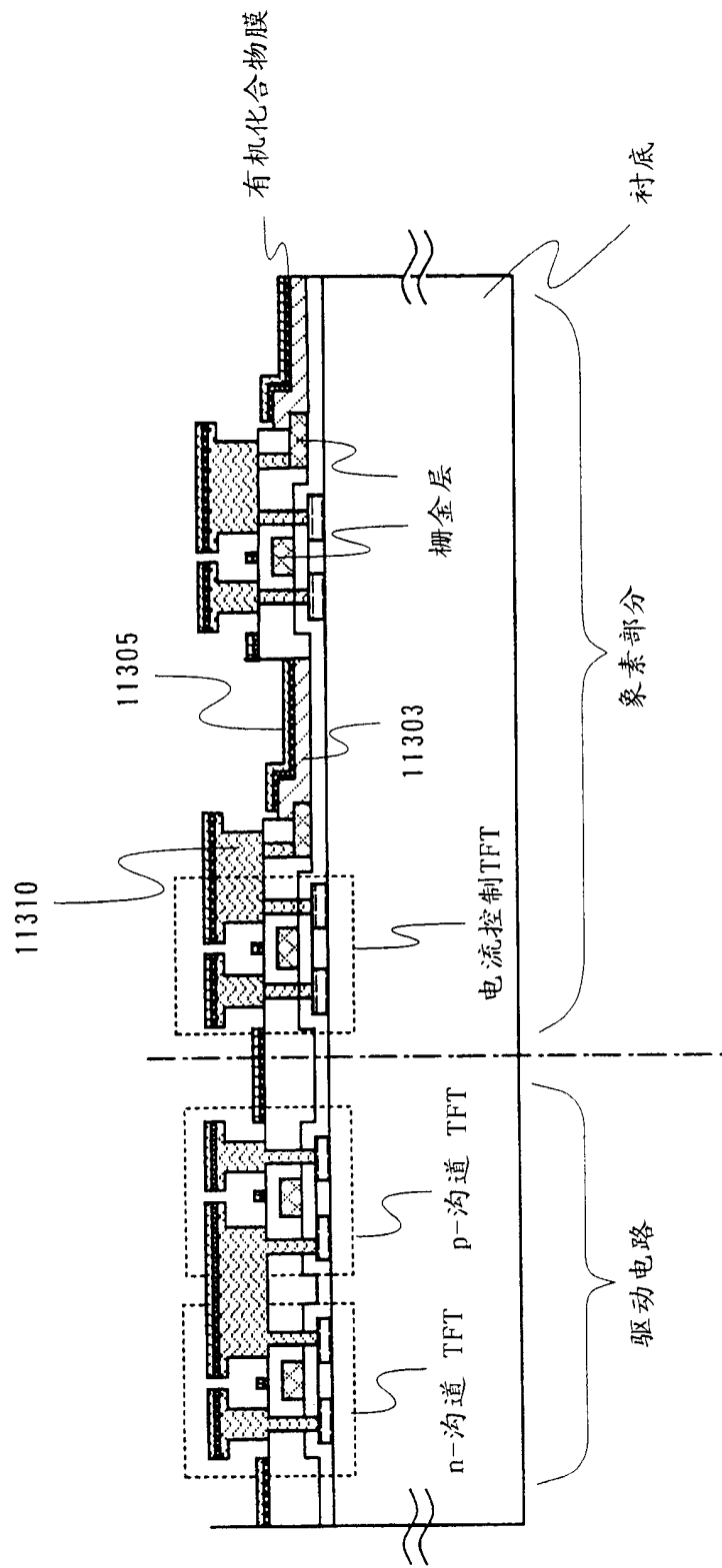


图 25

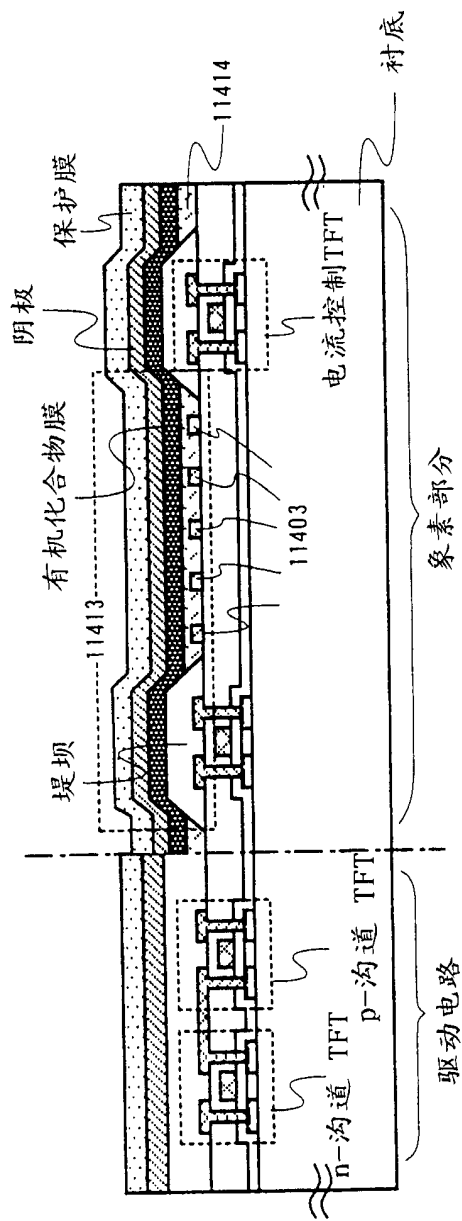


图 26A

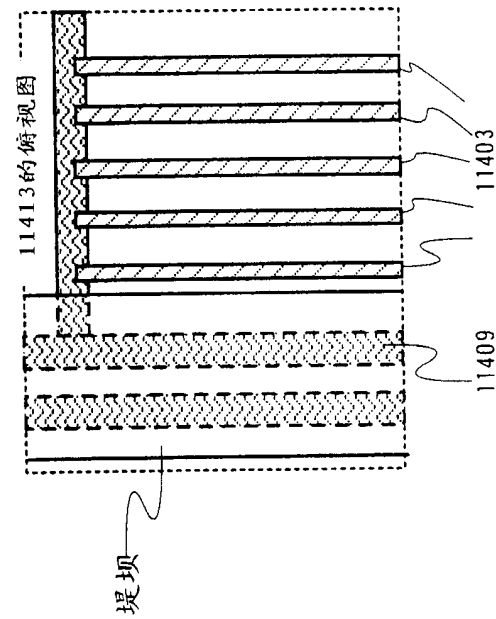


图 26B

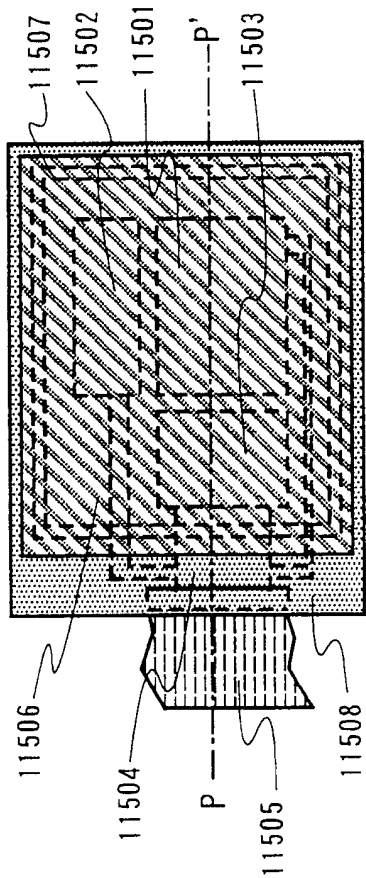


图 27A

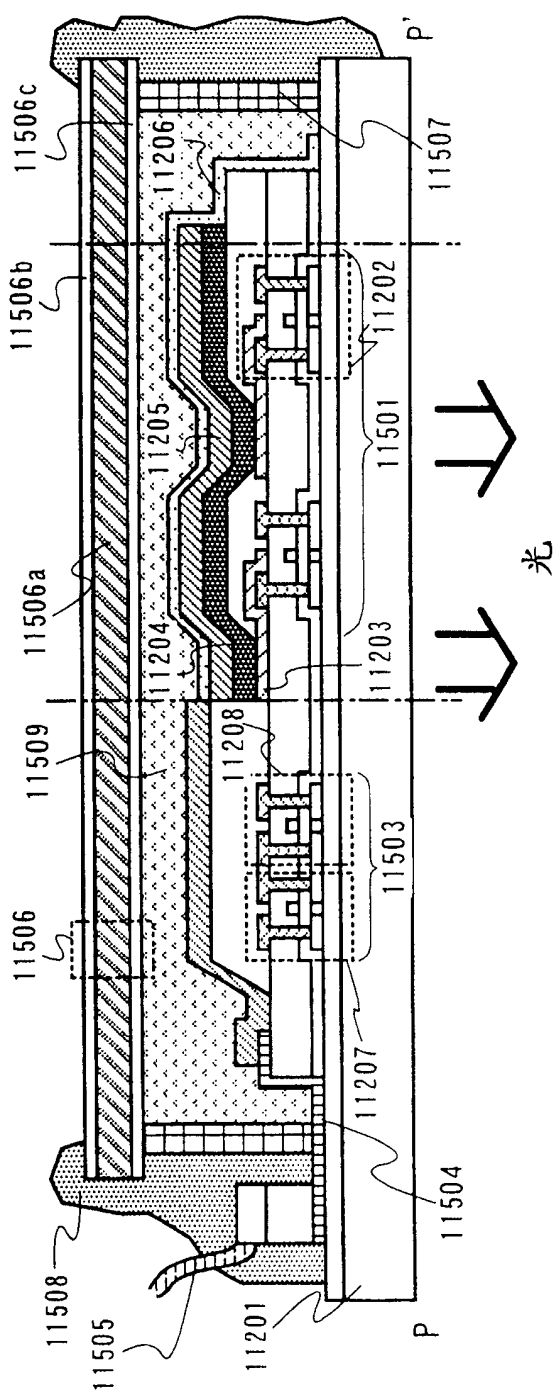


图 27B

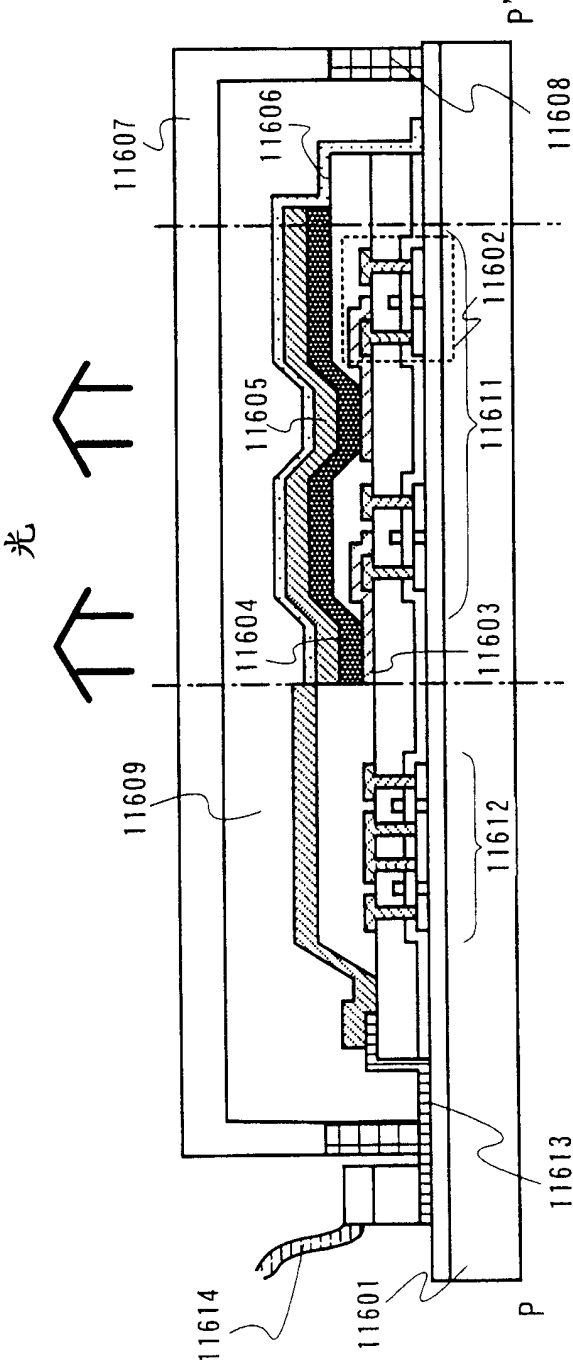


图 28

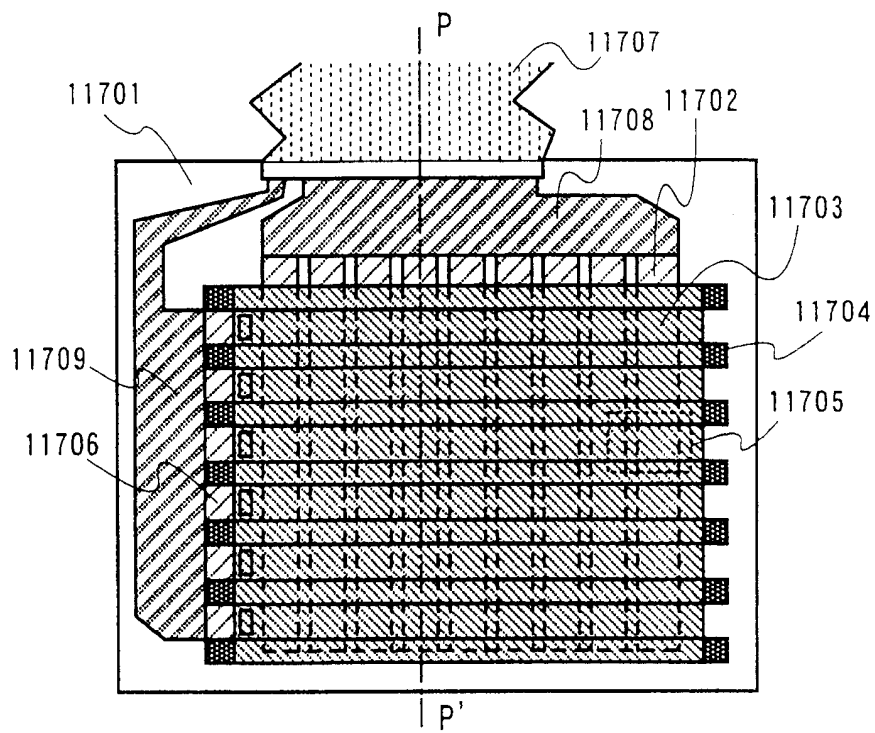


图 29A

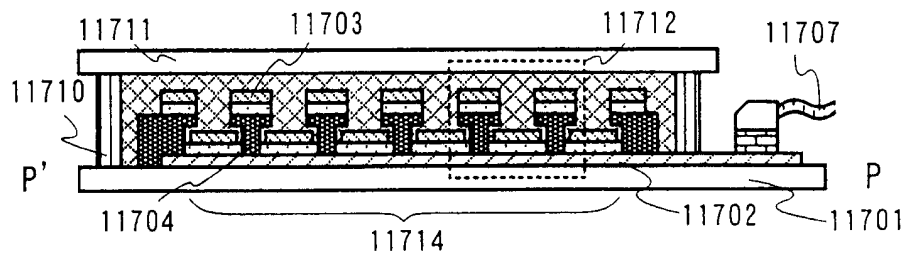


图 29B

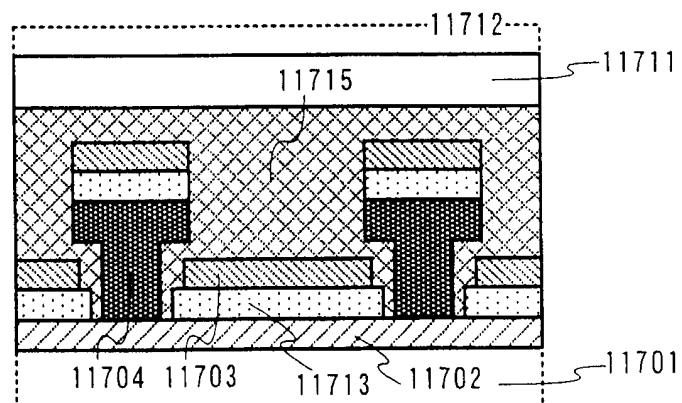


图 29C

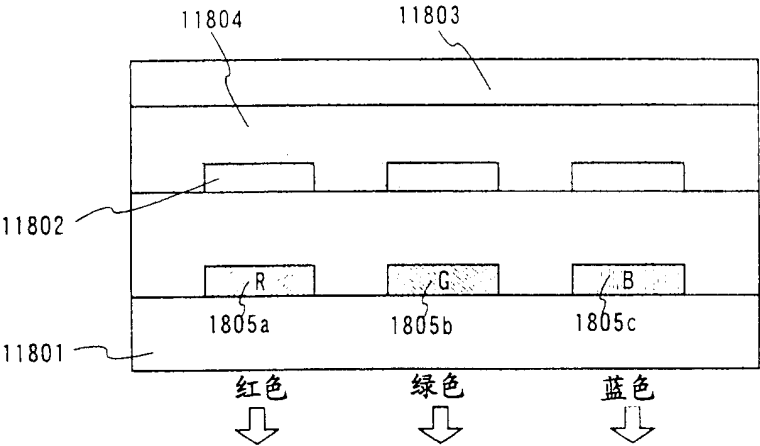


图 30A

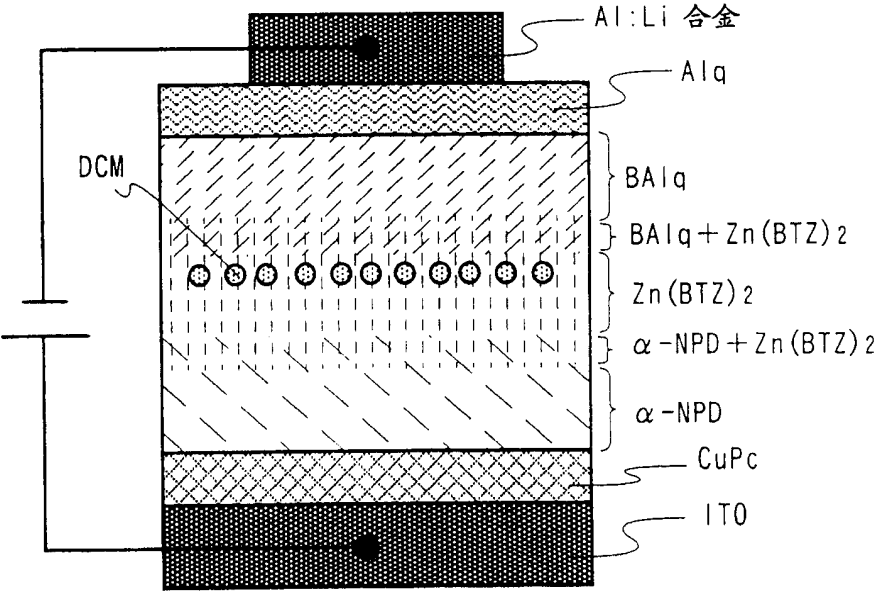


图 30B

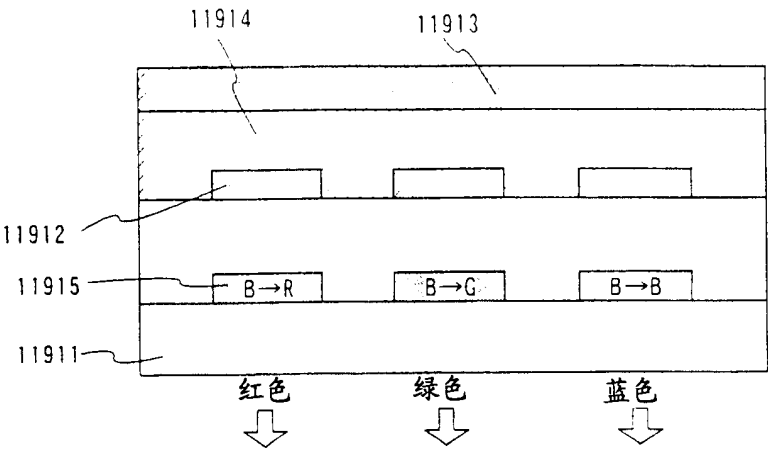


图 31A

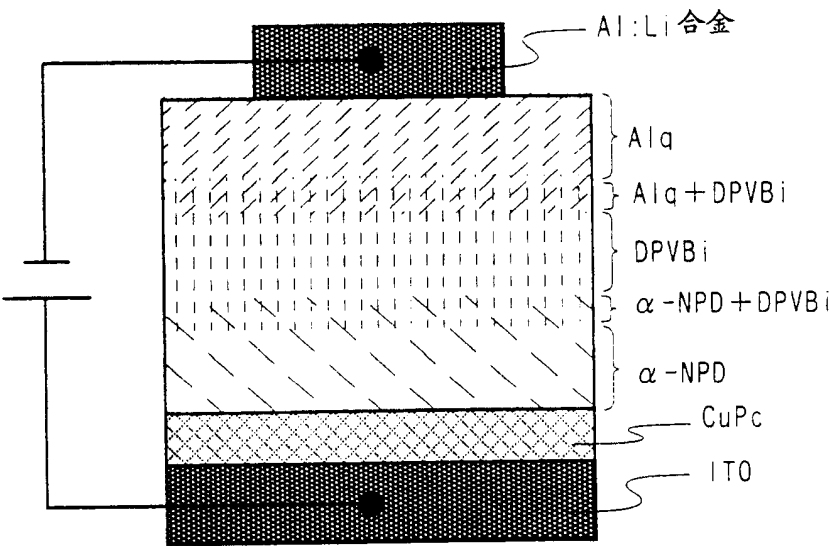


图 31B

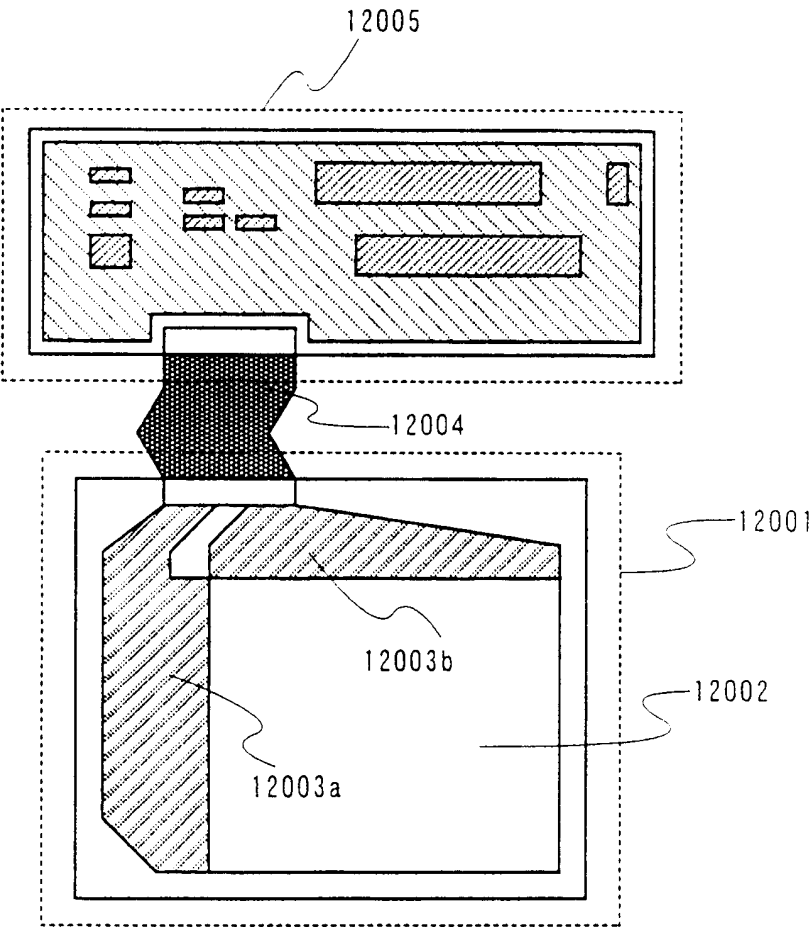


图 32A

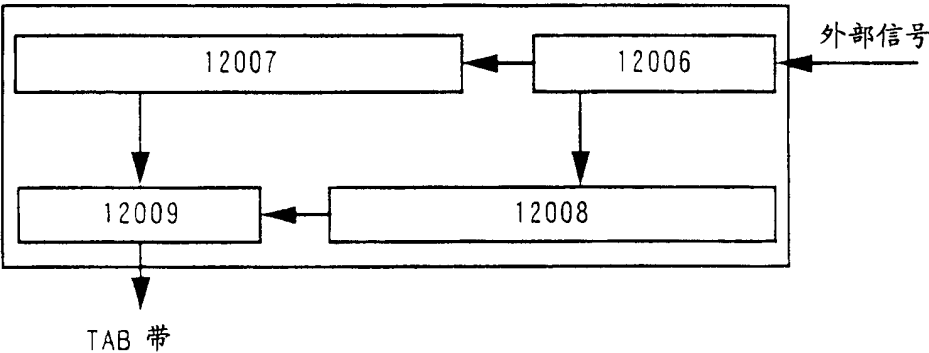


图 32 B

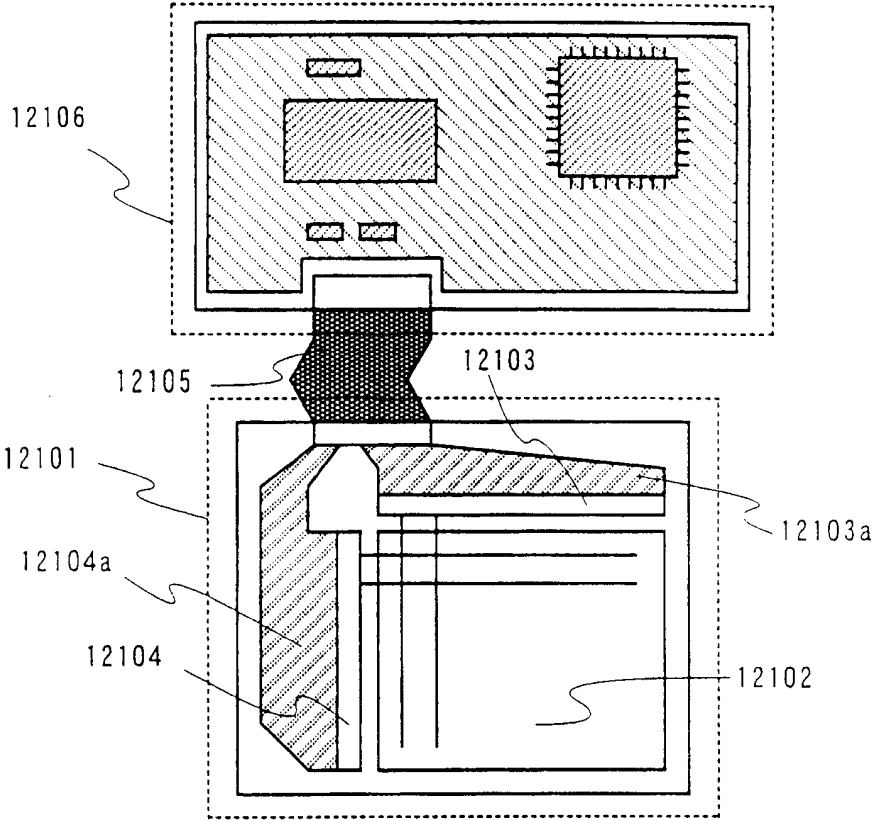


图 33A

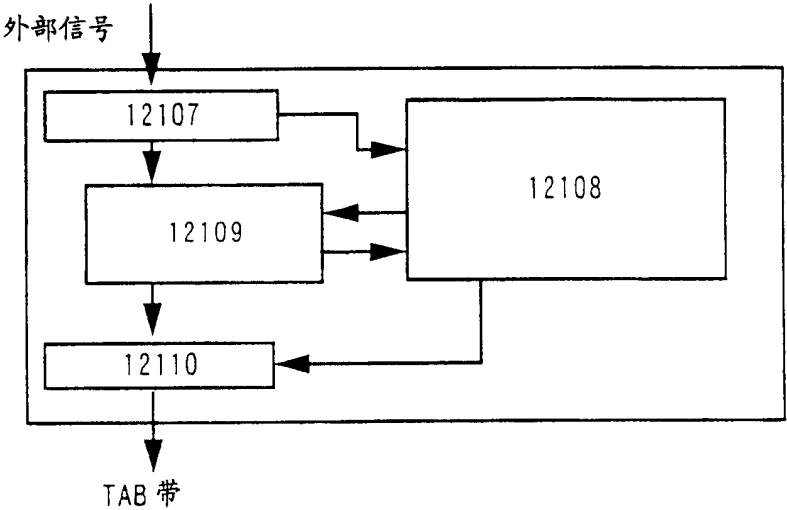


图 33B

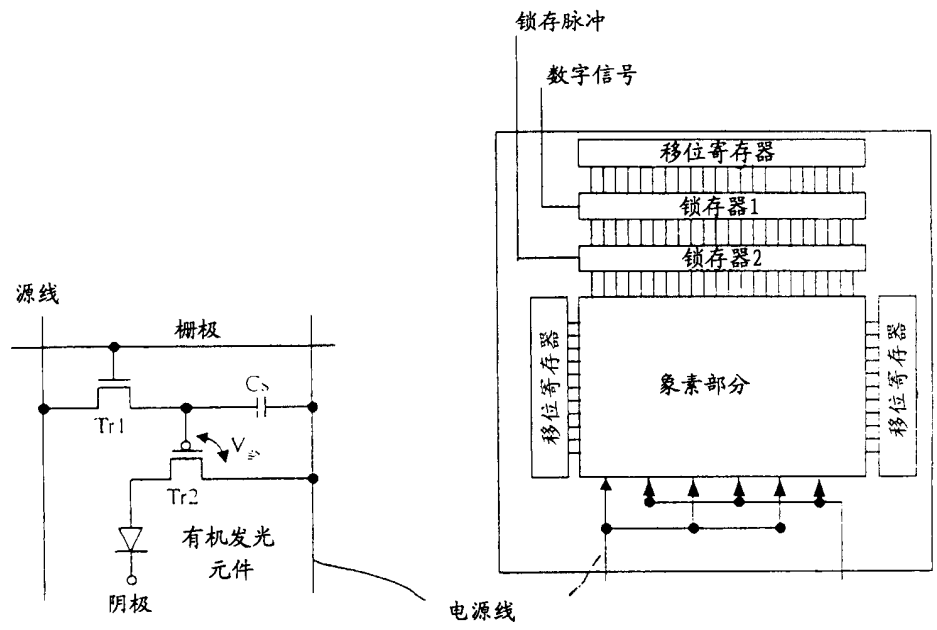


图 34A

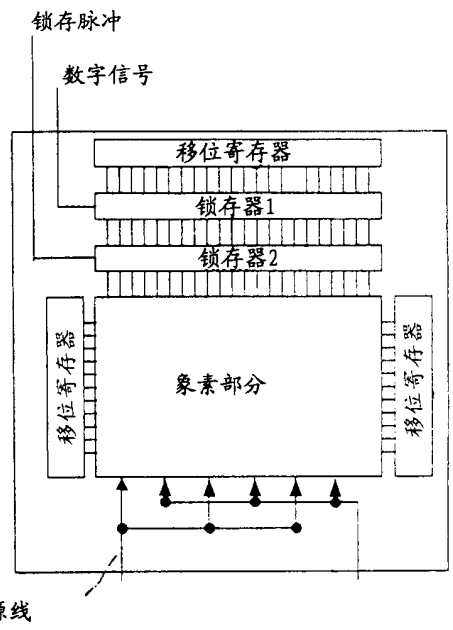
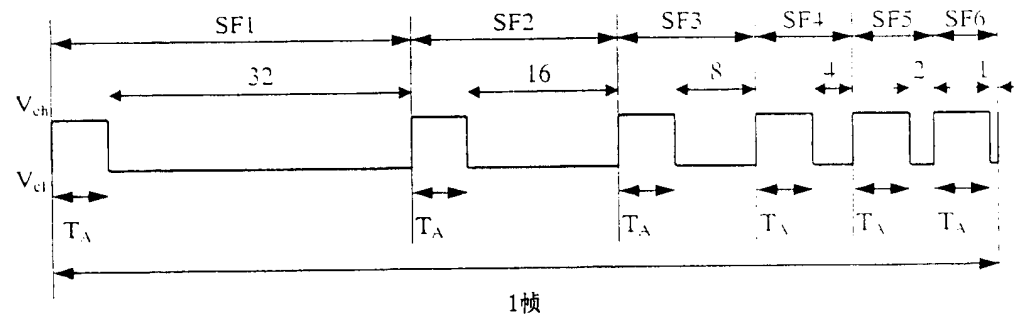


图 34B



SF1-SF6:子帧, T_A: 写入时间

图 34C

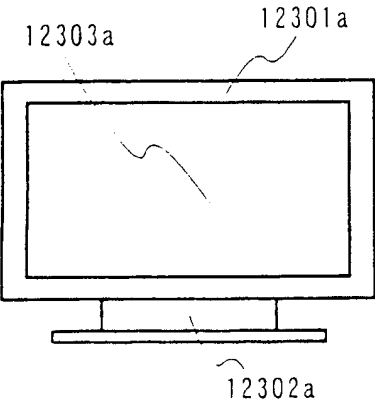


图 35A

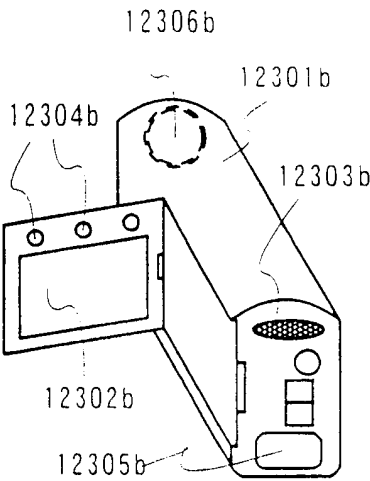


图 35B

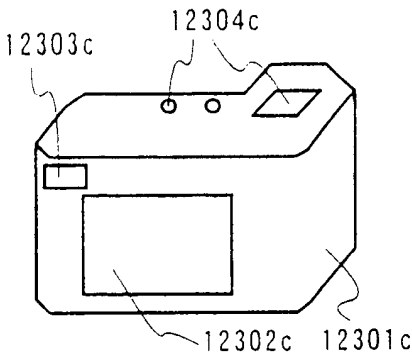


图 35C

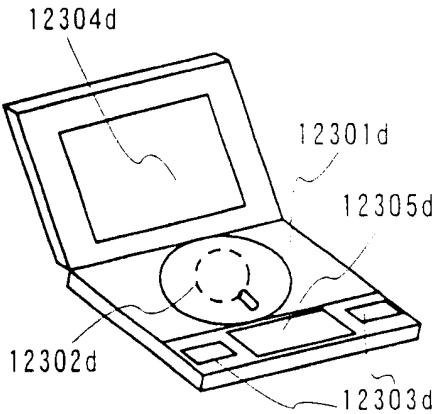


图 35D

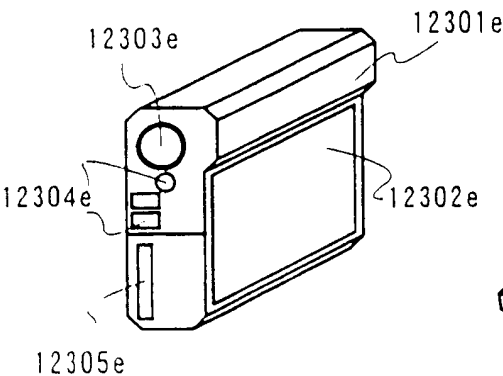


图 35E

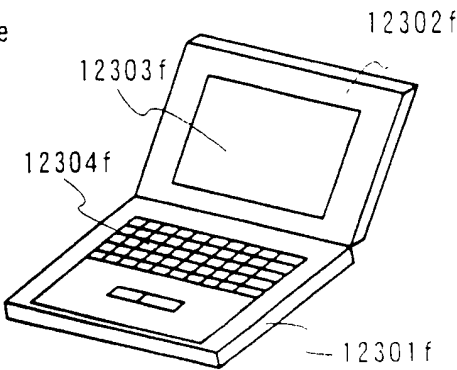


图 35F

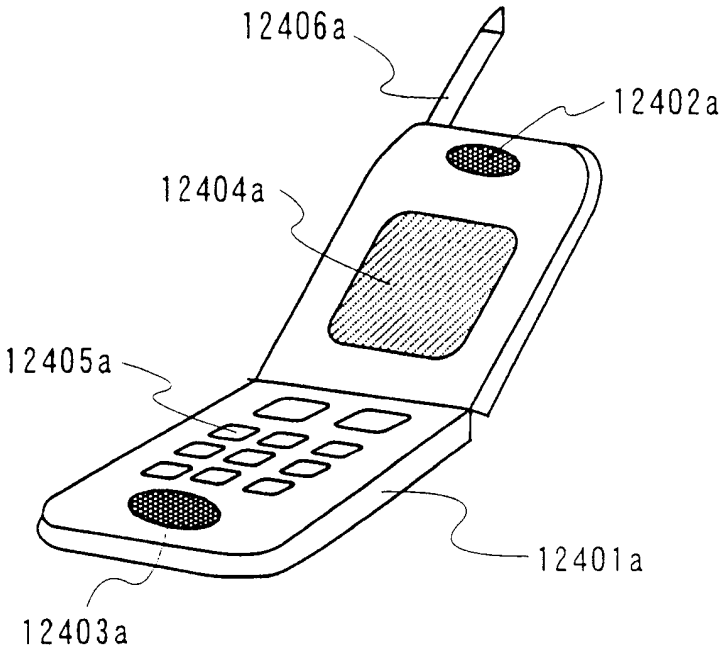


图 36A

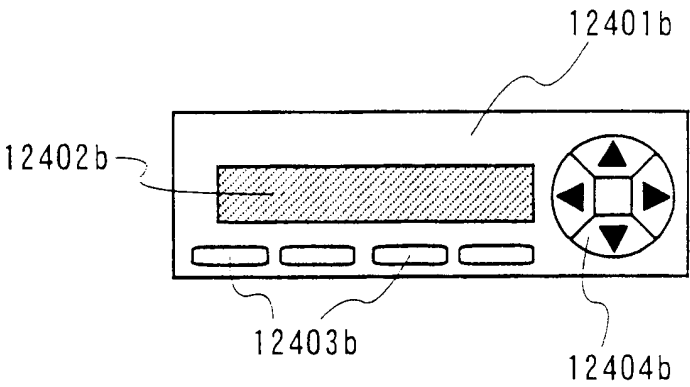


图 36B

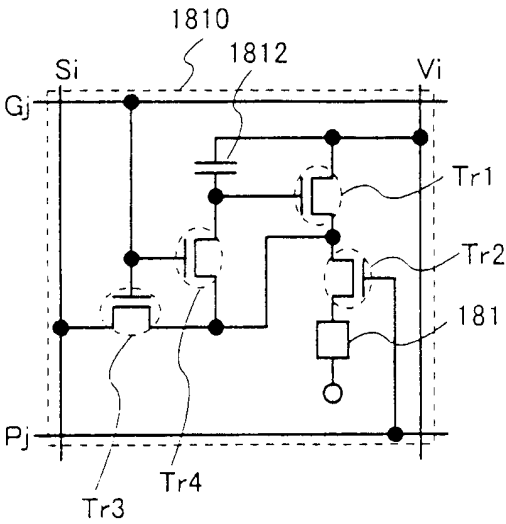


图 37