



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02142069.6

[43] 公开日 2003 年 4 月 2 日

[11] 公开号 CN 1407836A

[22] 申请日 2002.8.26 [21] 申请号 02142069.6

[30] 优先权

[32] 2001.8.24 [33] JP [31] 255262/2001

[71] 申请人 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 今井馨太郎

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

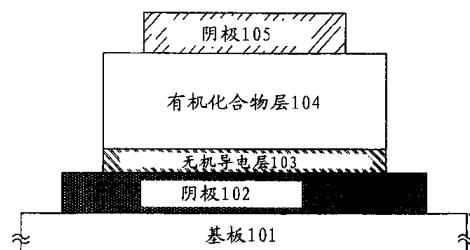
代理人 郑立柱 梁 永

权利要求书 11 页 说明书 33 页 附图 19 页

[54] 发明名称 发光装置

[57] 摘要

提供了一种用于提高从发光元件中阴极注入电子的能力并解决其制作过程中有关问题的装置。在本发明中，采用比阴极材料具有较小逸出功的材料来形成阴极与有机化合物层之间的无机导电层。以此方式，可以提高从阴极注入电子的能力。另外，其薄膜可以比采用绝缘材料形成的传统阴极缓冲层的薄膜更厚。因此，可以容易地控制膜厚，并且可以实现制作成本的降低和生产率的提高。



1. 一种发光装置，包括：

一阳极；

一阴极；

5 一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和

一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有比所述阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料。

10 2. 如权利要求 1 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

3. 如权利要求 1 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

15 4. 如权利要求 1 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

5. 如权利要求 1 所述的装置，

20 其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

6. 一种发光装置，包括：

一阳极；

25 一阴极；

一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和

一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m

30 以上电导率的材料。

7. 如权利要求 6 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

8. 如权利要求 6 所述的装置，
其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。
9. 如权利要求 6 所述的装置，
其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。
10. 如权利要求 6 所述的装置，
其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。
11. 一种发光装置，包括：
一阳极；
一阴极；
一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和
一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，
其中所述导电膜含有比所述阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料，
其中所述阴极具有 1 至 20 nm 的厚度，并且
其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度。
12. 如权利要求 11 所述的装置，
其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。
13. 如权利要求 11 所述的装置，
其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。
14. 如权利要求 11 所述的装置，
其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。
15. 如权利要求 11 所述的装置，
其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示

装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

16. 一种发光装置，包括：

一阳极；

5 一阴极；

一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和

一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有比所述阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10}

10 S/m 以上电导率的材料，

其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度，并且

其中所述阴极和所述导电膜具有具有 70% 以上的透射率。

17. 如权利要求 16 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

15 18. 如权利要求 16 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氯化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

19. 如权利要求 16 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氯化钙、氯化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

20. 如权利要求 16 所述的装置，

其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

21. 一种发光装置，包括：

一阳极；

一阴极；

一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和

30 一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m

以上电导率的材料，

其中所述阴极具有 1 至 20 nm 的厚度，并且
其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度。

22. 如权利要求 21 所述的装置，

5 其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

23. 如权利要求 21 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

24. 如权利要求 21 所述的装置，

10 其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

25. 如权利要求 21 所述的装置，

其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示
15 装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录
介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

26. 一种发光装置，包括：

一阳极；

一阴极；

20 一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和
一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合
物，

其中所述导电膜含有具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m
以上电导率的材料，

25 其中所述阴极和所述导电膜具有 70% 以上的透射率，并且

其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度。

27. 如权利要求 26 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

28. 如权利要求 26 所述的装置，

30 其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮
化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

29. 如权利要求 26 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

30. 如权利要求 26 所述的装置，

5 其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

31. 一种发光装置，包括：

TFT，设在一个基板的绝缘表面之上；和

10 发光元件，电连接至所述 TFT，所述发光元件包括一阳极；一阴极；一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有比所述阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料。

15 32. 如权利要求 31 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

33. 如权利要求 31 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

20 34. 如权利要求 31 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

35. 如权利要求 31 所述的装置，

25 其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

36. 一种发光装置，包括：

TFT，设在一个基板的绝缘表面之上；和

30 发光元件，电连接至所述 TFT，所述发光元件包括一阳极；一阴极；一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料。

37. 如权利要求 36 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

5 38. 如权利要求 36 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

39. 如权利要求 36 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、
10 硅酸锶和硅酸钡。

40. 如权利要求 36 所述的装置，

其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示
15 装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录
介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

41. 一种发光装置，包括：

TFT，设在一个基板的绝缘表面之上；和

发光元件，电连接至所述 TFT，所述发光元件包括一阳极；一阴极；
20 一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和一导电膜，含有
设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有比所述阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料，

其中所述阴极具有 1 至 20 nm 的厚度，并且

其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度。

25 42. 如权利要求 41 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

43. 如权利要求 41 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

30 44. 如权利要求 41 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、

硅酸锶和硅酸钡。

45. 如权利要求 41 所述的装置，

其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录 5 介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

46. 一种发光装置，包括：

TFT，设在一个基板的绝缘表面之上；和

发光元件，电连接至所述 TFT，所述发光元件包括一阳极；一阴极；一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和一导电膜，含有 10 设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有比所述阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料，

其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度，并且

其中所述阴极和所述导电膜具有具有 70% 以上的透射率。

47. 如权利要求 46 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

48. 如权利要求 46 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

49. 如权利要求 46 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

50. 如权利要求 46 所述的装置，

其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录 25 介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

51. 一种发光装置，包括：

TFT，设在一个基板的绝缘表面之上；和

发光元件，电连接至所述 TFT，所述发光元件包括一阳极；一阴极；一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和一导电膜，含有 30 设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料，

其中所述阴极具有 1 至 20 nm 的厚度，并且

其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度。

5 52. 如权利要求 51 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

53. 如权利要求 51 所述的装置，

其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

10 54. 如权利要求 51 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

55. 如权利要求 51 所述的装置，

15 其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。

56. 一种发光装置，包括：

TFT，设在一个基板的绝缘表面之上；和

20 发光元件，电连接至所述 TFT，所述发光元件包括一阳极；一阴极；一有机化合物层，设在所述阳极与所述阴极之间；和一导电膜，含有设在所述有机化合物层与所述阴极之间的无机化合物，

其中所述导电膜含有具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料，

25 其中所述导电膜具有 1 至 20 nm 的厚度，并且

其中所述阴极和所述导电膜具有 70% 以上的透射率。

57. 如权利要求 56 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自元素周期表中第 II 族的元素。

58. 如权利要求 56 所述的装置，

30 其中所述导电膜包括含有选自属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。

59. 如权利要求 56 所述的装置，

其中所述导电膜含有选自如下组的材料，该组包括氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡。

60. 如权利要求 56 所述的装置，
5 其中所述发光装置设置在选自如下组的一个装置中，该组包括显示装置、数字静态相机、笔记本式个人计算机、移动计算机、具有记录介质的移动图象再现装置、护目镜式显示器、摄像机和移动电话。
61. 如权利要求 1 所述的装置，
其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。
10 62. 如权利要求 1 所述的装置，
其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的材料。
63. 如权利要求 6 所述的装置，
其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。
15 64. 如权利要求 6 所述的装置，
其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的材料。
65. 如权利要求 11 所述的装置，
其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。
20 66. 如权利要求 11 所述的装置，
其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的材料。
67. 如权利要求 16 所述的装置，
其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。
25 68. 如权利要求 16 所述的装置，
其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的材料。
69. 如权利要求 21 所述的装置，
其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。
30 70. 如权利要求 21 所述的装置，
其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的材料。

71. 如权利要求 26 所述的装置，

其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。

72. 如权利要求 26 所述的装置，

其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的

5 材料。

73. 如权利要求 31 所述的装置，

其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。

74. 如权利要求 31 所述的装置，

其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的

10 材料。

75. 如权利要求 36 所述的装置，

其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。

76. 如权利要求 36 所述的装置，

其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的

15 材料。

77. 如权利要求 41 所述的装置，

其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。

78. 如权利要求 41 所述的装置，

其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的

20 材料。

79. 如权利要求 46 所述的装置，

其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。

80. 如权利要求 46 所述的装置，

其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的

25 材料。

81. 如权利要求 51 所述的装置，

其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。

82. 如权利要求 51 所述的装置，

其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的

30 材料。

83. 如权利要求 56 所述的装置，

其中所述导电膜含有具有稀土元素的硼化物。

84. 如权利要求 56 所述的装置，
其中所述导电膜含有从具有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出的
材料。

具有约 100 nm 均匀厚度的超薄薄膜，选择电极材料以使载流子向有机化合物层的注入势垒较低，并且进一步引入异质结构（双层结构），可以在 5.5 V 获得 100 cd/m² 的足够亮度（文献 1：C. W. Tang 和 S. A. VanSlyke，“Organic electroluminescent diodes”，Applied Physics letters, vol. 51, No. 12, 913–915 (1987)）。

考虑到比如薄且轻、高速响应以及 DC 低电压可驱动性等特性，应注意比如下一代平板显示元件等发光元件。由于该发光元件为自发发光型并且具有较宽的视场角，所以该发光元件相对易于观看。因此，可以认为，该发光元件能有效用作用在便携设备显示屏中的元件。

在将这种发光元件设置成矩阵形式的发光装置中，可以采用所谓无源矩阵驱动（简单矩阵型）和有源矩阵驱动（有源矩阵型）的驱动方法。然而，在其中象素密度增加的情况下，一般认为其中为每个象素（或每个点）设置一个开关的有源矩阵型驱动方法因为可以实现低电压驱动而更为适合。

附带指出，在这种发光元件中，由于便于电子注入，所以采用具有较低逸出功的金属材料作为阴极。迄今为止，已经验证如下材料为满足实用特性的材料：镁合金比如 Mg 和 Ag 的合金，以及铝合金比如 Al 和 Li 的合金。所有这些材料系统都易于由空气中的水分氧化，从而产生暗斑成为该元件的发光缺陷，或者导致电压上升。因此，采用某些保护膜或某些密封结构的形式对于元件的最后形成是必需的。

考虑到上述合金电极的背景技术，需要研制出更为稳定的阴极。近年来已有报导，通过插入由氟化锂 (LiF) 等制成的阴极缓冲层作为超薄绝缘层 (0.5 nm)，即使铝阴极也可以产生相当于或大于 Mg 和 Ag 合金或类似合金的发光特性（文献 2：L. S. Hung, C. W. Tang 和 M. G. Mason: Appl. Phys. Lett., 70(2), 1997 年 1 月 13 日）。

通过插入该阴极缓冲层改善特性的机理如下：当构成阴极缓冲层的 LiF 形成为接触构成有机化合物层的电子输运层的 Alq₃ 时，Alq₃ 的能带弯曲至低于电子注入势垒。

如上所述，在由阳极、阴极和有机化合物层构成的发光元件中，本发明根据发光元件的元件特性，用以提高从电极注入载流子的能力。

迄今为止，已经采用选自属于元素周期表中第 I 族或第 II 族元素的简单物质或含有该物质的化合物作为具有低逸出功的材料，以在阴

发光装置

技术领域

5 本发明涉及一种采用如下发光元件的发光装置，其中的发光元件在一对电极之间具有含有有机化合物的薄膜（以下称作“有机化合物层”），并且通过接收电场可以发出荧光或冷光。本说明书中所称发光装置为图像显示装置、荧光装置或光源。另外，在发光装置的实例中包括下述组件：一个其中将连接器例如弹性印刷电路（FPC）或磁带自动粘结（tape automated bonding, TAB）盒带或者磁带承载包（tape carrier package, TCP）设置在发光元件上的组件；一个其中印刷线路板设置在 TAB 盒带或 TCP 顶端的组件；和一个其中集成电路（IC）直接以玻璃上芯片（COG）的方式设在发光元件上的组件。

背景技术

15 发光元件是通过接收电场发出光束的元件。据称其发光机理如下：通过将电压施加至夹在电极之间的有机化合物层上，从阴极注入的电子和从阳极注入的空穴在有机化合物层中复合从而形成激发态分子（以下称作“分子激发物（molecular excimer）”）；当分子激发物返回其基态时发出能量。

20 由有机化合物层构成的这种分子激发物可以是单激发态激发物或三激发态激发物。在本说明书中，发光（也即光发射）可以是基于这两者的任何一个的贡献。

在这种发光元件中，其有机化合物层通常由 $1\mu\text{m}$ 以下厚度的薄膜构成。该发光元件为自发发光型元件，其中有机化合物层本身发光。25 因此，通常用在传统液晶显示器中的背光是不必要的。其结果是，该发光元件在能够制成薄且轻的形式方面具有很大的优势。

考虑到有机化合物层中载流子的迁移率，在厚度约 100 至 200 nm 的有机化合物层中，从载流子注入到其复合的时间为大约数十纳秒。直到发光的时间，包括从载流子复合到发光的步骤，为微妙以下量级 30 的时间。因此，该发光元件还具有其响应非常迅速的优点。

由于发光元件是载流子注入型的，所以该发光元件可以由 DC 电压驱动，并且不易产生噪声。关于驱动电压，通过将有机化合物层制成

极和有机化合物层之间形成阴极缓冲层。

然而，在单独采用选自属于元素周期表第Ⅰ族和第Ⅱ族碱金属和碱土金属的任何金属用于阴极缓冲层的情况下，会存在金属扩散从而对连接至发光元件的TFT特性产生不利影响的问题。

5 另一方面，在采用含有选自属于元素周期表第Ⅰ族和第Ⅱ族元素的任何元素的化合物用于阴极缓冲层的情况下，通常会采用具有较大负电性的属于元素周期表中第XVI或XVII族的元素和氧、氟等的化合物以使逸出功较小。然而，这种化合物是不导电的，因此提高了其电子注入性能。然而，为使元件特性不致恶化，必须使阴极缓冲层的膜
10 厚薄至1nm以下。因此，在相应的象素中易于产生膜厚的离散，从而难以控制膜厚。

发明内容

因此，为了解决在发光元件的制作过程中传统上形成阴极缓冲层时出现的问题，本发明的目的在于形成替代它的一个新层，以便提高从
15 阴极注入电子的能力并进一步提供用于解决制作问题的手段。

在本发明中，替代传统的阴极缓冲层，在阴极与有机化合物层之间形成如下层：无机导电层，由比阴极材料具有较小逸出功并且具有导电性的无机化合物制成。

20 本发明形成的无机导电层采用含有属于元素周期表中第Ⅱ族元素并且比阴极材料具有较小逸出功的导电无机化合物制成。以此方式，可以降低阴极与有机化合物层之间的能量势垒。因此，可以提高从阴极注入电子的能力。

通过形成由具有导电性的无机化合物制成的无机导电层，与采用含有属于元素周期表第Ⅰ或Ⅱ族元素的单一物质制成的阴极缓冲层的情况相比，本发明中采用了主要具有共价键的更为稳定的化合物。因此，
25 可以防止采用单一元件时产生的扩散问题。即使本发明中比形成由绝缘无机化合物制成的阴极缓冲层的情况下无机导电层作得更厚，也可以获得更为充分的亮度。因此，其膜厚可以容易地加以控制，从而可以实现制造成本的降低和产量的提高。

30 本发明的第一方面是一种发光装置，包括一个阳极，一个阴极和一个有机化合物层，该装置进一步包括一个导电膜，由无机化合物制成，形成在有机化合物层与阴极之间，其中有机化合物层形成为接触阳

极，导电膜由比阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料制成。

由于用于在阴极与有机化合物层之间形成的阴极缓冲层的无机化合物通常具有较低的电导率，所以该发光元件如果其膜厚设在 1 nm 以下则不能发出足够的荧光。然而在本发明中，通过采用具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的无机化合物作为导电膜，可以控制其膜厚。为此原因，所形成的发光元件可以发出足够的荧光。

本发明的第二方面是一种发光装置，包括一个阳极，一个阴极和一个有机化合物层，该装置进一步包括一个导电膜，由无机化合物制成，形成在有机化合物层与阴极之间，其中有机化合物层形成为接触阳极，导电膜由具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料制成。

由于构成有机化合物层的有机化合物比金属等具有较小的电子吸引力，所以必须采用具有低逸出功的电极作为电极以提高注入电子的能力。例如，Mg:Ag 合金，已证明是满足实用性能的阴极材料，具有 3.7 eV 的逸出功（文献 3: M. A. Baldo, S. Lamansky, P. E. Burrows, M. E. Thompson, S. R. Forrest; Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence; Applied Physics Letters, vol. 75, No. 1, 4-6 (1999)）。

在本发明中通过在阴极与有机化合物层之间形成具有 3.5 eV 以下逸出功的无机导电膜，即使阴极本身逸出功不是很小也可以降低阴极与有机化合物层之间能量势垒。因此，可以提高从阴极注入电子的能力。

第三方面的发光装置包括一个阳极，一个阴极和一个有机化合物层，该装置进一步包括一个导电膜，由无机化合物制成，形成在有机化合物层与阴极之间，其中有机化合物层形成为接触阳极，阴极与导电膜都具有 20 nm 以下的厚度，导电膜由比阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料制成。

本发明的第四方面是一种发光装置，包括一个阳极，一个阴极和一个有机化合物层，该装置进一步包括一个导电膜，由无机化合物制成，形成在有机化合物层与阴极之间，其中有机化合物层形成为接触阳

极，阴极与导电膜具有 70% 以上的透射率，导电膜由比阴极具有较小逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料制成，以具有 1 至 20 nm 的厚度。所述透射率指的是可见光透射率为 70-100%。

本发明的第五方面是一种发光装置，包括一个阳极，一个阴极和一个有机化合物层，该装置进一步包括一个导电膜，由无机化合物制成，形成在有机化合物层与阴极之间，其中有机化合物层形成为接触阳极，阴极与导电膜都具有 20 nm 以下的厚度，并且导电膜由具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料制成。

本发明的第六方面是一种发光装置，包括一个阳极，一个阴极和一个有机化合物层，该装置进一步包括一个导电膜，由无机化合物制成，形成在有机化合物层与阴极之间，其中有机化合物层形成为接触阳极，阴极与导电膜具有 70% 以上的透射率，导电膜由具有 3.5 eV 以下逸出功并且具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料制成，以具有 1 至 20 nm 的厚度。

在上述各个方面中，导电膜含有属于元素周期表中第 II 族的一种元素或多种元素。

在上述各个方面中，导电膜由选自含有属于元素周期表中第 II 族元素的氮化物、硫化物、硼化物或硅酸盐的一种或多种制成。

在上述各个方面中，导电膜含有选自氮化钙、氮化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶和硅酸钡的一种或多种。另外在上述的方面，导电膜含有一个或者多个从含有稀土元素的硼化物中选出的材料。另外在上述的方面，导电膜含有一个或者多个材料，该材料从含有硼化镧、硼化钇和硼化铈的组中选出。

在上述各个方面中，无机导电层主要通过汽相沉积形成。在具有高熔点材料的情况下，例如稀土元素的硼化物，可以通过溅射构成。在采用溅射形成有机化合物层继而形成无机导电层的情况下，最好设置阻挡层 (barrier layer) 用于防止溅射时对有机化合物层的损害。作为制作阻挡层的材料，特别地可以采用铜酞菁 (以下称作 Cu-Pc)。

在传统形成由绝缘材料制成的阴极缓冲层的情况下，其薄膜不能作得较厚。然而，上述本发明使得可以将无机导电层薄膜作得厚于阴极缓冲层；因此，可以容易地控制相应象素的膜厚。其结果是，可以解决制作过程中的问题。

本发明的发光装置可以是具有电连接至 TFT 的发光元件的有源矩阵型发光装置，或者是无源矩阵型发光装置。

从本发明发光装置发出的荧光可以是基于单激发态或者三激发态或者两者都有的荧光。

5 附图描述

图 1A 和 1B 表示本发明发光装置的元件结构。

图 2A 至 2C 表示本发明发光装置的元件结构。

图 3A 和 3B 表示本发明发光装置的元件结构。

图 4 表示本发明发光装置的元件结构。

10 图 5A 至 5C 表示本发明发光装置的制作方法。

图 6A 至 6C 表示本发明发光装置的制作方法。

图 7A 和 7B 表示本发明发光装置的制作方法。

图 8A 和 8B 表示本发明发光装置的制作方法。

图 9A 至 9D 表示本发明发光装置的元件结构。

15 图 10A 和 10B 为发光装置象素部分的顶视图及其剖视图。

图 11A 和 11B 表示本发明发光装置的元件结构。

图 12A 和 12B 表示反向交错型 TFT 的结构。

图 13 表示无源矩阵型发光装置。

图 14A 至 14H 表示电子设备的例子。

20 图 15A 和 15B 表示通过测量传统发光装置的元件特性所得结果的曲线图。

图 16A 和 16B 表示通过测量传统发光装置的元件特性所得结果的曲线图。

25 图 17A 和 17B 表示通过测量本发明发光装置的元件特性所得结果的曲线图。

图 18A 和 18B 表示通过测量本发明发光装置的元件特性所得结果的曲线图。

图 19A 和 19B 表示通过测量本发明发光装置的元件特性所得结果的曲线图。

30 具体实施方式

下面结合图 1 和 2 说明本发明的实施例。本发明的发光装置包括一个具有图 1A 中所示元件结构的发光元件。

如图 1A 中所示，阴极 102 形成在基板 101 上，无机导电层 103 形成为接触阴极 102。

无机导电层 103 由比阴极材料具有较小逸出功的材料制成，优选由具有 3.5 eV 以下逸出功的材料制成。无机导电层 103 由具有 1×10^{-10} S/m 以上电导率的材料制成。由于本发明的无机导电层 103 具有导电性，所以其薄膜可以较厚。然而从提高光输出效率的角度来看最好将膜厚设置在大约 1 至 30 nm。

另外，有机化合物层 104 形成为接触无机导电层 103。有机化合物层 104 可以形成为接触无机导电层 103。有机化合物层 104 可以形成为具有仅一个发光层的单层结构，或者可以通过将一个发光层与对载流子具有不同作用的一个或多个层例如空穴注入层、空穴输运层、空穴阻挡层、电子输运层和电子注入层加以结合而形成。

接着，将阳极 105 形成为接触有机化合物层 104。

图 1B 表示具有图 1A 所示元件结构的发光元件的能带。形成在阴极 102 与阳极 105 之间的有机化合物层 104 具有电子输运层 106、发光层 107、空穴输运层 108 和空穴注入层 109。其逸出功幅值的关系如图 1B 中所示。

通过采用具有的能级在构成部分有机化合物层 104 的电子输运层 106 与阴极 102 的能级之间的材料制作本发明的无机导电层 103，可以降低从阴极 102 注入电子时产生的能量势垒 110。以此方式，可以提高发光元件的电子注入能力。

在图 1A 中，画出了其中阴极 102 形成为接触基板 101 的元件结构。然而，本发明并不限于此结构，也可以采用其中阳极形成为接触基板 101 的结构。在此情况下，采用下述元件结构：其中阳极形成为接触基板 101 的结构，有机化合物层形成为接触阳极，并且无机导电层形成在有机化合物层与阴极之间。

下面参照图 2 说明具有上述元件结构的有源矩阵型发光装置的实施例 1 至 3。

实施例 1

下面参照图 2A 说明作为本发明实施例 1 的发光装置要素部分的剖面结构。

在图 2A 中，半导体元件形成在基板 201 上。作为基板 201，可以

采用具有透明性的玻璃基板。然而也可以采用石英基板。作为半导体元件，采用 TFT。每个 TFT 的有源层具有至少一个形成沟道的区域 202，一个源极区 203 和一个漏极区 204。

每个 TFT 的有源层覆盖有一个栅极绝缘膜 205，并且形成有一个横过栅极绝缘膜 205 与沟道形成区重叠的栅极 206。淀积有一个覆盖栅极 206 的层间绝缘膜 207，并且在该层间绝缘膜 207 上形成有一个电连接至源极区或漏极区的电极。到达为 n 沟道型 TFT 的电流控制 TFT 222 漏极区 204 的电极成为发光元件的阴极 208。淀积一个具有开口的绝缘层 209，用以覆盖阴极 208 的边缘部分并且具有一个锥形边缘。无机导电层 210 形成在阴极 208 上。有机化合物层 211 淀积于其上。阳极 212 形成在有机化合物层 211 上以形成发光元件。在空间 213 保留的状态下用密封板 214 将该发光元件加以密封。

在本实施例中，无机导电层 210 形成为接触电连接至 TFT 的阴极 208，有机化合物层 211 形成为接触该层 210。

另外，由于无机导电层 210 具有导电性，所以无机导电层 210 可以形成为具有 1 至 30 nm 的膜厚。因此，易于控制膜厚。

在本实施例 1 中，通过采用透明的导电膜作为阳极 212，由有机化合物层 211 中载流子复合产生的光束可以从阳极 212 一侧发出。

在本实施例 1 中，无机导电层 210 含有属于元素周期表中第 II 族的元素，或者含有此元素的氯化物、硫化物、硼化物或硅酸盐。该无机导电层 210 可以含有稀土元素的硼化物。

具体地说，无机导电层 210 可以由下述材料制成：氯化钙、氯化镁、硫化钙、硫化镁、硫化锶、硫化钡、硼化镁、硅酸镁、硅酸钙、硅酸锶、硅酸钡等等。另外无机导电层 210 能够由含有稀土元素(Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) 的硼化物构成，优选是由硼化镧、硼化钇和硼化铈构成。通过采用主要具有共价键的稳定化合物，可以防止掺杂离子（一般为碱金属离子或碱土金属离子）的扩散，而这种扩散在采用碱金属或碱土金属的单一元素时会成为问题。因此，可以提高从阴极 208 注入电子的能力。

用于制作有机化合物层 211 的材料可以是公知的高分子有机化合物或公知的低分子有机化合物。

在本实施例 1 中，通过溅射形成有机化合物层 211 继而形成由透明

导电膜制成的阳极 212；因此，优选形成阻挡层（未画出），用于防止在形成阳极 212 时对有机化合物层 211 的损害。通过形成构成有机化合物层 211 一部分的空穴注入层，可以使空穴注入层具有阻挡层的功能；因此，可以形成空穴注入层。至于空穴注入层，可以采用铜酞菁
5 (以下称作 Cu-Pc)。

这里，作为例子已经说明了顶部栅极型 TFT。然而，TFT 的类型并不特别局限，本发明也可以适用于底部栅极型 TFT，前向交错型 TFT 及类似类型的 TFT。

实施例 2

10 下面参照图 2B 说明作为本发明实施例 2 的发光装置要素部分的剖面结构。直至层间绝缘膜 207 形成而形成的结构与实施例 1 中相同，除了其电流控制 TFT 形成为 p 沟道型之外。因此，其详细说明加以省略。

15 在层间绝缘膜 207 上形成有电极，电连接至每个 TFT 的源极区或漏极区。到达为 p 沟道型 TFT 的电流控制 TFT 222 漏极区 204 的电极电连接至发光元件的阳极 231。淀积用于覆盖阳极 231 边缘部分并且具有锥形边缘的具有开口的绝缘层 232。

20 有机化合物层 233 淀积在阳极 231 上。无机导电层 234 淀积其上。阴极 235 设在无机导电层 234 上以形成发光元件。以与实施例 1 中相同的方式，在空间 213 保留的状态下用密封板 214 将该发光元件加以密封。

在本实施例 2 中，有机化合物层 233 形成为接触电连接至 TFT 的阳极 231。无机导电层 234 形成在有机化合物层 233 与阴极 235 之间以与两者都接触。

25 在本实施例 2 中，通过采用透明导电膜用于阳极 231，使得载流子在有机化合物层 233 中复合产生的光束能够从阳极 231 一侧发出。在本实施例 2 中，穿过阳极 231 的光束也穿过基板 201 从而向外发出。为此原因，必须采用透明材料作为基板 201 所用材料。具体地说，采用比如玻璃、石英或塑料等材料。

30 在本实施例 2 中，通过溅射形成有机化合物层 233 继而形成无机导电层 234；因此，可以形成阻挡层（未画出）用于防止在形成层 234 时对有机化合物层 233 的损害。至于阻挡层，可以采用 Cu-Pc 等。

实施例 3

下面参照图 2C 说明本发明实施例 3 的发光装置要素部分的剖面结构。直至层间绝缘膜 207 形成而形成的结构与实施例 1 中相同，除了其电流控制 TFT 形成为 n 沟道型之外。因此，其详细说明加以省略。

5 在本实施例 3 中，第一电极 241 形成为电连接至各 TFT。用于形成第一电极 241 的材料优选是任意一种具有高遮光性能和高反射率的导电材料比如铝、钛或钨等。优选采用由任意一种上述导电材料构成的单层或者两种以上导电材料构成的层叠结构。

10 由具有大逸出功的材料构成的第二电极 242 形成在第一电极 241 上。最好采用具有较小逸出功的材料比如 ITO。淀积用于覆盖第二电极 242 边缘部分并且为锥形的具有开口的绝缘层 242。在本实施例 3 中，由具有遮光特性和反射率的第一电极和具有小逸出功的第二电极构成的层叠结构用作单个发光元件的阳极 244。

15 有机化合物层 245 淀积在阳极 244 上。无机导电层 246 淀积其上。阴极 247 设置在无机导电层 246 上以形成发光元件。以与实施例 1 和 2 中相同的方式，在空间 213 保留的状态下用密封板 214 将该发光元件加以密封。

20 本实施例 3 具有如下结构：阳极 244 通过将电连接至 TFT 的第一电极 241 与第二电极 242 层叠而形成；有机化合物层 245 形成为接触阳极 244；无机导电层 246 形成在有机化合物层 245 与阴极 247 之间以与两者都接触。

通过采用这种结构，由有机化合物层 245 中载流子复合所产生的荧光可以有效地从阴极 247 一侧出射而不从阳极 242 一侧出射。

25 在本实施例 3 中，无机导电层 246 在形成有机化合物层 245 之后通过溅射形成。因此可以淀积阻挡层（未画出）用于防止在形成层 246 时对有机化合物层 245 的损害。至于阻挡层，可以采用 Cu-Pc 等材料。

为了从本实施例 3 中阴极 247 一侧发出有机化合物层 245 中产生的荧光，优选将无机导电层 246 的膜厚设定为 1 至 20 nm。另外，阴极 247 优选形成为具有 1 至 20 nm 的膜厚以使光束透过阴极 247。

30 下面以实例方式更详细地说明具有上述结构的本发明。

实例

下面说明本发明的实例。

实例 1

在本实例中，将详细说明具有实施例 1、2 和 3 中元件结构的发光装置。

图 3A 表示实施例 1 中所述发光元件的结构。也就是说，其结构为
5 无机导电层 302 形成在阴极 301 上，有机化合物层 303 形成在无机导电层 302 上，以及阳极 307 形成在有机化合物层 303 上，并且为上发光型元件结构，其中由有机化合物层 303 产生的光束透过阳极 307 向外发出。在该元件结构的情况下，通过溅射将作为透明导电膜的 ITO
10 薄膜形成在有机化合物层 303 上。因此，为了防止在溅射时对有机化
合物层 303 的损害，最好设置通过汽相沉积形成的阻挡层 306。

如图 2A 中所示，在本实例中，阴极 301 为电连接至电流控制 TFT
222 的电极，并且由具有 120 nm 厚度的 Al 制成。

阴极 301 上的无机导电层 302 通过用 CaN 汽相沉积制成，具有 30 nm
的厚度。

15 在本实例中，形成在无机导电层 302 上的有机化合物层 303 具有
发光层 304 和空穴输运层 305 的层叠结构。本实例中的有机化合物层
303 是用其中层 303 由高分子有机化合物制成的例子说明的。然而，层
303 可以由低分子化合物的单层或多层构成。

20 发光层 304 可以由聚对亚苯基乙烯类型、聚对亚苯基类型、聚噻吩
类型、或聚芴类型的材料制成。

作为聚对亚苯基乙烯类型材料，可以采用下述材料：聚(对亚苯基
乙烯)，以下称作 PPV，或聚(2-(2'-乙氧基)-5-甲氧基-1,4-对亚苯基
乙烯)，以下称作 MEH-PPV，其都可以发出橙色荧光；聚[2-(二烷氧苯
基)-1,4-对亚苯基乙烯]，称作 ROPh-PPV，其可以发出绿色荧光；等
25 等。

作为聚对亚苯基类型材料，可以采用下述材料：聚(2,5-二烷氧基
-1,4-亚苯基)，以下称作 RO-PPP，聚(2,5-二己氧基-1,4-亚苯基)，
其都可以发出蓝色荧光；等等。

30 作为聚噻吩类型材料，可以采用下述材料：聚(3-烷基噻吩)，以
下称作 PAT，聚(3-己基噻吩)，以下称作 PHT，聚(3-环己基噻吩)，以
下称作 PCHT，聚(3-环己基-4-甲基噻吩)，以下称作 PCHMT，聚(3,4-
二环己基噻吩)，以下称作 PDCHT，聚[3-(4-辛基苯基)-噻吩]，以下

称作 POPT，或者聚[3-(4-辛基苯基)-2,2-二噻吩]，以下称作 PTOPT，其都可以发出红色荧光；等等。

作为聚芴类型材料，可以采用下述材料：聚(9,9-二烷基芴)，以下称作 PDAF，或者聚(9,9-二辛基芴)，以下称作 PDOF 其都可以发出
5 蓝色荧光；等等。

将能够形成发光层的上述材料溶解在有机溶液中，然后用任何涂布方法施加此溶液。此处所用有机溶液的例子包括甲苯、苯、氯苯、二氯苯、氯仿、蔡满、二甲苯、二氯甲苯、环己烷、NMP(N-甲基-2-吡咯烷酮)、二甲基亚砜、环己酮、二恶烷，和 THF(四氢呋喃)。

10 用聚(3,4-亚乙基二氧化噻吩)，以下称作 PEDOT，和作为接受体材料的聚苯乙烯磺酸，以下称作 PSS，或者用聚苯胺，以下称作 PANI，和樟脑磺酸，以下称作 CSA，形成空穴输运层 305。由于所述材料是可溶于水的，所以将其制成水溶液，然后用任何涂布方法施加该水溶液以形成薄膜。

15 在本实例中，由 PPV 制成的薄膜形成为发光层 304，具有 80 nm 的厚度，并且由 PEDOT 和 PSS 制成的薄膜形成为空穴输运层 305，具有 30 nm 的厚度。

在有机化合物层 303 上形成阻挡层 306。作为制成阻挡层 306 的材料，可以采用具有较大逸出功的材料比如金或银、Cu-Pc 等。在本实例
20 中，采用金通过汽相沉积形成具有 20 nm 厚度的阻挡层 303。

接着，形成阳极 307。作为构成阳极 307 的材料，采用透明材料比如 ITO(铟锡氧化物)或 IZO(铟锌氧化物)。在本实例中，通过溅射用 ITO 形成 110 nm 的阳极 307。

如上所述，可以获得实施例 1 中所述的上发光型发光元件。

25 图 3B 中画出了实施例 2 中所述发光元件的结构。也就是说，该结构为有机化合物层 312 形成在阳极 311 上，无机导电层 316 形成在有机化合物层 312 上，并且阴极 317 形成于其上，为下发光型元件结构，其中在有机化合物层 312 中产生的光束透过阳极 311 向外发出。

在本实例中，如图 2B 所示，阳极 311 为电连接至电流控制 TFT 222
30 的透明电极，并且由具有 110 nm 厚度的 ITO 制成。

形成在阳极 311 上的有机化合物层 312 具有空穴输运层 313 和发光层 314 的层叠结构，如图 3A 中所示。作为构成空穴输运层 313 和发

光层 314 的材料，可以采用上述相同的材料。以与图 3A 中相同的方式，形成具有 30 nm 厚度的由 PEDOT 和 PSS 制成的空穴输运层 313，并且形成具有 80 nm 厚度的由 PPV 制成的发光层 314。

5 以与图 3A 中相同的方式，有机化合物层 312 上的无机导电层 316 通过用 CaN 进行汽相沉积形成为具有 30 nm 的厚度。

阴极 317 形成在无机导电层 316 上。用作为此处阴极材料的 Al 形成阴极 317，使之具有 120 nm 的厚度。

如上所述，可以获得实施例 2 中所述的下发光型发光元件。

10 图 4 中画出了实施例 3 中所述发光元件的结构。也就是说，该结构为其中有机化合物层 402 形成在阳极 401 上，无机导电层 406 形成在有机化合物层 402 上，并且阴极形成于其上，为上发光型元件结构，其中在有机化合物层 402 中产生的光束透过无机导电层 406 和阴极 407 向外发出。

15 如图 2C 中所示，阳极 401 由第一电极 241 和电连接至电流控制 TFT 222 的第二电极 242 的层叠结构构成。在本实例中，阳极 401 由形成 100 nm 厚度第一电极 241 的 Al 和形成 50 nm 厚度第二电极 242 的 ITO 构成。

20 形成在阳极 401 上的有机化合物 402 由空穴输运层 403 和发光层 404 的层叠结构以图 3A 中所示相同方式构成。制成空穴输运层 403 和发光层 404 的材料可以选自并采用上述材料。以与图 3A 中相同的方式，形成具有 30 nm 厚度的由 PEDOT 和 PSS 制成的空穴输运层 403，并且形成具有 80 nm 厚度的由 PPV 制成的发光层 404。

25 以与图 3A 中相同的方式，形成在有机化合物层 402 上的无机导电层 406 通过用 CaN 进行汽相沉积形成。此处无机导电层 406 形成为具有 10 nm 的厚度，其方式使得在有机化合物层 402 中产生的光束能够透过无机导电层 406。

阴极 407 形成在无机导电层 406 上。考虑到光透射率，此处采用 Al 作为阴极材料以形成阴极 407，使之具有 20 nm 的厚度。

如上所述，可以获得实施例 3 中所述的上发光型发光元件。

30 实例 2

在本实例中，下面参照图 5 至 8 详细说明在形成元件基板时在相同基板上同时形成像素部分和驱动电路的 TFT(n 沟道 TFT 和 p 沟道 TFT)

并且形成发光元件的方法，其中驱动电路形成在像素部分的外围，发光元件在其像素部分连接至 TFT。注意在本实例中，形成具有实例 1 中所述结构的发光元件。

首先，在本实例中，采用由玻璃比如硼硅酸钙玻璃或硼硅酸铝制成的基板 600，由比如 Corning #7059 和#1737 代表。注意对于基板 600，可以用其上形成有绝缘膜的石英基板作为替代。也可以采用具有耐受本实例处理温度的塑料基板。

然后，由绝缘膜比如二氧化硅薄膜、氮化硅薄膜或氮氧化硅薄膜制成基底薄膜 601。在本实例中，采用两层结构作为基底薄膜 601。然而，也可以采用单层薄膜或者由两层以上绝缘膜构成的层叠结构。作为基底薄膜 601 的第一层，采用 SiH₄、NH₃ 和 N₂O、作为反应气体用等离子体 CVD 方法将氮氧化硅薄膜 601a 形成为 10 至 200 nm（优选为 50 至 100 nm）的厚度。在本实例中，形成具有 50 nm 膜厚的氮氧化硅薄膜 601a（组分比 Si = 32%，O = 27%，N = 24% 以及 H = 17%）。

然后，作为基底薄膜 601 的第二层，采用 SiH₄ 和 N₂O、作为反应气体用等离子体 CVD 方法将氮氧化硅薄膜 601b 层叠其上形成为 50 至 200 nm（优选为 100 至 150 nm）的厚度。在本实例中，形成具有 100 nm 膜厚的氮氧化硅薄膜 601b（组分比 Si = 32%，O = 59%，N = 7% 以及 H = 2%）。

接着，将半导体层 602 至 605 形成在基底薄膜 601 上。通过公知方法（溅射方法、LPCVD 方法或等离子体 CVD 方法）由具有非晶态结构的半导体薄膜制成半导体层 602 至 605，并使其经受公知的结晶处理（激光结晶方法、热结晶方法、或者使用催化剂比如镍的热结晶方法）。如此获得的晶态半导体薄膜被模制成所需的形状以获得半导体层。将半导体层 602 至 605 形成为 25 至 80 nm（优选为 30 至 60 nm）的厚度。晶态半导体薄膜的材料并不特别局限于而是优选采用硅、硅锗（Si_{1-x}Ge_x (x=0.01 至 0.02)）合金等形成薄膜。

在本实例中，用等离子体 CVD 方法形成 55 nm 厚的非晶硅薄膜，然后将含镍溶液保持在该非晶硅薄膜上。对该非晶硅薄膜进行脱氢处理（500°C 下一个小时），然后对其进行热结晶处理（550°C 下四个小时）。此外，为了提高其结晶度，进行激光退火处理以形成晶体硅薄膜。然后，用光刻法对该晶体硅薄膜进行构图处理，以获得半导体层

602 至 605。

此外，在形成半导体层 602 至 605 之前或之后，可以掺杂微量的杂质元素（硼或磷）以控制 TFT 的阈值。

另外，在用激光结晶方法制作晶态半导体薄膜的情况下，可以采用脉冲振荡型或连续波型气态激光器或固态激光器。至于气态激光器，可以采用受激准分子激光器、Ar 激光器或 Kr 激光器。至于固态激光器，可以采用 YAG 激光器、YVO₄ 激光器、YLF 激光器、Y_{Al}O₃ 激光器、玻璃激光器、红宝石激光器、Ti：蓝宝石激光器。

在采用这些激光器的情况下，适于采用如下方法，其中从激光振荡器发出的激光束由一个光学系统会聚成线光束，并且照射至半导体薄膜上。尽管结晶条件应当由操作者适当地加以选择，但是在采用受激准分子激光器的情况下，将脉冲振荡频率设定在 300 Hz，将激光能量密度设定在 100 至 400 mJ/cm²（通常为 200 至 300 mJ/cm²）。在采用 YAG 激光器的情况下，适于采用第二谐波将脉冲振荡频率设定在 30 至 300 Hz，将激光能量密度设定在 300 至 600 mJ/cm²（通常为 350 至 500 mJ/cm²）。然后，会聚成宽度为 100 至 1000 μm 例如 400 μm 直线形状的激光束照射在基板的整个表面，此时线形激光束的占空比可以设定为 50 至 90%。

然后形成栅极绝缘膜 607 用以覆盖半导体层 602 和 605。用含硅的绝缘膜通过等离子体 CVD 或溅射方法将栅极绝缘膜 607 形成为具有 40 至 150 nm 的薄膜厚度。在本实例中，用氮氧化硅薄膜通过等离子体 CVD 方法将栅极绝缘膜 607 形成为具有 110 nm 的厚度（组分比 Si = 32%，O = 59%，N = 7% 以及 H = 2%）。当然，栅极绝缘膜 607 并不限于氮氧化硅薄膜，也可以将含有其他硅的绝缘膜形成为单层的层叠结构。

此外，当采用二氧化硅时，栅极绝缘膜 607 可以用等离子体 CVD 方法形成，其中将 TEOS（原硅酸四乙酯）和 O₂ 混合，用 40 pa 的反应气压、300 至 400℃ 的基板温度，以 0.5 至 0.8 W/cm² 的功率密度进行高频（13.56 MHz）放电。如此制造的二氧化硅薄膜通过随后在 400 至 500℃ 的热退火可以获得作为栅极绝缘膜的良好特性。

接着，如图 5A 中所示，在栅极绝缘膜 607 上，将第一导电膜 608 和第二导电膜 609 形成为分别具有 20 至 100 nm 以及 100 至 400 nm 膜厚的层叠结构。在本实例中，将由 TaN 薄膜制成的膜厚为 30 nm 的

第一导电膜 608 和由 W 薄膜制成的膜厚为 370 nm 的第二导电膜 609 形成为层叠结构。TaN 薄膜用 Ta 靶在含氮气氛下通过溅射而形成。另外，W 薄膜用 W 靶通过溅射方法而形成。W 薄膜可以用六氟化钨 (WF₆) 通过热 CVD 方法形成。

5 不管采用什么方法，都必须使材料具有低电阻以用作栅极电极，优选将 W 薄膜的电阻率设定为小于或等于 20 $\mu\Omega\text{cm}$ 。通过使晶粒较大，可以使 W 薄膜具有较低的电阻率。然而，在 W 薄膜中含有许多杂质元素比如氧的情况下，其结晶过程受到抑制从而电阻变大。因此，在本实例中，通过用具有 99.9999 % 纯度的靶以溅射方法形成具有高纯度的 W 薄膜，并且通过充分考虑防止气相中的杂质在薄膜形成过程中混入，可以实现 9 至 20 $\mu\Omega\text{cm}$ 的电阻率。
10

注意在本实例中，第一导电膜 608 由 TaN 制成，第二导电膜 609 由 W 制成，但是所述材料并不局限于此，每一薄膜都可以由选自 Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr 和 Nd 的元素或合金材料或者含有上述元素作为 15 其主要充分的化合物材料制成。此外，可以采用以掺杂以杂质元素比如磷的多晶硅薄膜为代表的半导体薄膜。而且，可以采用含有 Ag、Pd、Cu 的合金。

另外，可以采用任何组合比如其中第一导电膜 608 由钽 (Ta) 制成而第二导电膜 609 由 W 制成的组合，其中第一导电膜 608 由氮化钛 (TiN) 制成而第二导电膜 609 由 W 制成的组合，其中第一导电膜 608 由氮化钽 (TaN) 制成而第二导电膜 609 由 Al 制成的组合，或者其中第一导电膜 608 由氮化钽 (TaN) 制成而第二导电膜 609 由 Cu 制成的组合，或者其中第一导电膜 608 由 W、Mo 或 W 和 Mo 结合制成而第二导电膜 609 由 Al 和 Si 或者 Al 和 Ti 或者 Al 和 Sc 或者 Al 和 Nd 制成的组合，此外，第三导电膜 (未画出) 由 Ti、TiN 或者 Ti 和 TiN 结合制 25 成。

接着，用光刻法形成由抗蚀剂制成的掩模 610 和 613，并且对进行第一刻蚀处理以形成电极和导线，如图 5B 中所示。用第一和第二刻蚀条件进行该第一刻蚀处理。在本实例中，作为第一刻蚀条件，采用 ICP (电感耦合等离子体) 刻蚀方法，采用 CF₄、Cl₂ 和 O₂ 的混合气体作为 30 刻蚀气体，气体流速设定在 25/25/10 sccm，并且通过在 1 Pa 下向线圈形电极施加 500 W RF (13.56 MHZ) 功率来产生等离子体此处采用

Matsushita Electric Industrial Co. Ltd 生产的具有 ICP (型号 E645- ICP) 的干刻装置。同时向基板一侧 (测试件工作台) 施加 150 W RF (13.56 MHZ) 功率。

用第一刻蚀条件对 W 薄膜进行刻蚀，将第二导电层的端部形成为锥形。在第一刻蚀条件下，对 W 的刻蚀速度为 200.39 nm/min，对 TaN 的刻蚀速度为 80.32 nm/min，W 对 TaN 的选择度为大约 2.5。另外，用第一刻蚀条件时 W 的圆锥角为大约 26°。

然后，如图 5B 中所示，将第一刻蚀条件改成第二刻蚀条件而不去除由抗蚀剂制成的掩模 610 至 613，采用 CF₄ 和 Cl₂ 的混合气体作为刻蚀气体，气体流速设定在 30/30 sccm，并且通过在 1 Pa 下向线圆形电极施加 500 W RF (13.56 MHZ) 功率来产生等离子体，由之进行刻蚀约 15 秒。同时向基板一侧 (测试件工作台) 施加 20 W RF (13.56 MHZ) 功率以有效施加负自偏压。用其中 CF₄ 和 Cl₂ 混合的第二刻蚀条件以相同的顺序对 W 薄膜以及 TaN 薄膜进行刻蚀。

在第二刻蚀条件下，对 W 的刻蚀速度为 58.97 nm/min，对 TaN 的刻蚀速度为 66.43 nm/min。注意刻蚀时间可以增加大约 10 至 20%，以便进行刻蚀使得栅极绝缘膜上没有任何残余。

在第一刻蚀处理中，通过采用具有适当形状抗蚀剂的掩模，使第一和第二导电层的端部由于施加在基板一侧偏压的作用而形成为锥形。锥形部分的角度可以设为 15° 至 45°。因此，用第一刻蚀条件形成了由第一导电层和第二导电层构成的第一形状导电层 615 至 618 (第一导电层 615a 至 618a 和第二导电层 615b 至 618b)。数标 620 表示栅极绝缘膜，栅极绝缘膜未被第一形状导电层 615 至 618 覆盖的区域通过刻蚀变薄大约 20 至 50 nm。

接着，进行第一掺杂处理，以便将产生 n 型导电型的杂质元素加入半导体层中而不去除抗蚀剂制成的掩模 (图 15B)。可以通过离子掺杂方法或离子注入方法进行掺杂。离子掺杂方法的条件是，掺杂量为 1×10^{13} 至 5×10^{15} 原子/cm²，加速电压为 60 至 100 keV。在本实例中，掺杂量为 1.5×10^{15} 原子/cm²，加速电压为 80 keV。

作为用于产生 n 型导电型的杂质元素，采用属于元素周期表中第 15 族的元素一般为磷 (P) 或砷 (As)，此处采用磷。在此情况下，导电层 615 至 618 变为产生 n 型导电型杂质元素的掩模，从而以自对准

方式形成高浓度的杂质区 621 至 624。将产生 n 型导电型的杂质元素以 1×10^{20} 至 1×10^{21} 原子/ cm^3 的浓度加入高浓度杂质区 621 至 624。

然后，进行第二刻蚀处理而不去除抗蚀剂制成的掩模，如图 15C 中所示。用第三或第四刻蚀条件进行第二刻蚀处理。此处，采用 CF_4 和 Cl_2 的混合气体作为刻蚀气体，气体流速设定在 30/30 sccm，并且通过在 1 Pa 下向线圆形电极施加 500 W RF (13.56 MHZ) 功率来产生等离子体，由之进行刻蚀约 60 秒。同时向基板一侧（测试件工作台）施加 20 W RF (13.56 MHZ) 功率以有效施加负自偏压。用其中 CF_4 和 Cl_2 混合的第三刻蚀条件以相同的顺序对 W 薄膜以及 TaN 薄膜进行刻蚀。

在第二刻蚀条件下，对 W 的刻蚀速度为 58.97 nm/min，对 TaN 的刻蚀速度为 66.43 nm/min。注意刻蚀时间可以增加大约 10 至 20%，以便进行刻蚀使得栅极绝缘膜上没有任何残余。

然后，如图 5C 中所示，将第三刻蚀条件改成第四刻蚀条件。不¹⁵去¹⁵除由抗蚀剂制成的掩模 610-613，采用 CF_4 、 Cl_2 和 O_2 的混合气体作为刻蚀气体，气体流速设定在 20/20/20 sccm，并且通过在 1 Pa 下向线圆形电极施加 500 W RF (13.56 MHZ) 功率来产生等离子体，由之进行刻蚀约 20 秒。同时向基板一侧（测试件工作台）施加 20 W RF (13.56 MHZ) 功率以有效施加负自偏压。

在第四刻蚀条件下，对 TaN 的刻蚀速度为 14.83 nm/min。因此，W 薄膜被选择性地刻蚀。用第四刻蚀条件，形成第二导电层 626-629（第一导电层 626a-629a 和第二导电层 626b-629b）。

接着，如图 6A 中所示进行第二掺杂处理。采用第一导电层 626a 至 629a 和第二导电层 626b 至 629b 作为杂质元素的掩模，进行掺杂使得杂质元素加入第一导电层锥形部分下面的半导体层。在本实例中，采用磷 (P) 作为杂质元素，用 1.5×10^{14} 原子/ cm^2 的掺杂量、0.5 A 的电流密度和 90 keV 的加速电压进行等离子体掺杂。

这样，以自对准方式形成低浓度杂质区 631a 至 634a，与第一导电层和低浓度杂质区 631b 至 634b 重叠，而低浓度杂质区 631b 至 634b 与第一导电层不重叠。低浓度杂质区 631 至 634 中磷 (P) 的浓度为 1×10^{17} 至 5×10^{18} 原子/ cm^3 。此外，将杂质元素加入高浓度杂质区 621-624 并且形成高浓度杂质区 635-638。

用抗蚀剂制成新掩模 639 和 640，并进行第一刻蚀处理。用第三掺杂处理在半导体层上形成向其加入用于产生与单导电型（n 型）相反导电型（p 型）的杂质元素的杂质区 641 至 642，使之成为 p 沟道 TFT 的有源层（参见图 6B）。采用第一导电层 627a 和第二导电层 627b 作为 5 阻挡杂质元素的掩模，加入产生 p 型导电型的杂质元素，以自对准方式形成杂质区。

实例 2 中通过离子掺杂方法用乙硼烷 (B_2H_6) 形成杂质区 641 至 642。分别用第一掺杂处理和第二掺杂处理将磷以不同的浓度加入杂质区 641 至 642。然而，掺杂的进行使得在各区域产生 p 型导电型的杂质 10 元素浓度由 2×10^{20} 变为 2×10^{21} 原子/ cm^3 ，因此在用作 p 沟道 TFT 源极区和漏极区的区域中不会产生任何问题。

接着去除抗蚀剂掩模 639 和 640，形成第一层间绝缘膜 643。在本实例中，作为第一层间绝缘膜 643，由含硅和氮化物的第一绝缘膜 643a 以及含硅和氧化物的第二绝缘膜 643b 形成层叠薄膜。

15 用等离子体 CVD 或溅射方法形成具有 100 至 200 nm 厚度的含硅绝缘膜作为第一层间绝缘膜 643a。在实例 2 中用等离子体 CVD 方法形成具有 100 nm 膜厚的氮氧化硅薄膜。第一层间绝缘膜 643a 当然并不限于氮氧化硅薄膜，在单层或层叠结构中可以采用其他含硅绝缘膜。

接着，进行将加入各半导体层的杂质元素加以活化的处理。使用退 20 火炉进行热退火用于该活化处理。可以在 400 至 700°C，一般在 500 至 550°C，在具有 1 ppm 以下优选为 0.1 ppm 以下氧气浓度的氮气气氛中进行热退火。在实例 2 中通过在 550°C 热处理四个小时进行活化处理。注意在热退火之外，也可以采用激光退火和快速热退火 (RTA)。

还应注意在实例 2 中，在进行上述活化处理的同时，用作结晶过程 25 催化剂的镍被吸收进入含高浓度磷的杂质区 635、636、637 和 638 中。如此降低主要成为沟道形成区的半导体层中的镍浓度。对于具有如此形成的沟道形成区的 TFT，降低其截止电流的值，并且由于其良好的结晶度而获得高电场作用迁移率。如此可以实现良好的特性。

此外，还可以在形成第一层间绝缘膜之前进行该活化处理。然而， 30 当采用在热性质方面较弱的导线材料时，优选在形成层间绝缘膜（含有硅作为其主要成分的绝缘膜，例如氮氧化硅薄膜）之后进行活化处理以便保护其导线等，如实例 2 中那样。

可以进行掺杂处理，第一层间绝缘膜可以在进行活化处理之后形成。

另外，在300至550°C下在含有3至100%的氢气的气氛中进行热处理1至2个小时，以进行对半导体层的加氢处理。在实例2中在410°C下在含有大约3%氢气的气氛中进行热处理1个小时。该处理用于通过层间绝缘膜中含有的氢气来终止半导体层的不饱和键。等离子体加氢（用等离子体激励的氢）可以作为另一种加氢方式来进行。

此外，当采用激光退火方法用作活化处理时，优选在进行上述加氢处理之后照射激光束比如由受激准分子激光器或YAG激光器发出的激光束。

通过等离子体CVD方法或溅射方法紧接着在第一层间绝缘膜643a上用含硅绝缘膜形成具有1-2 μm厚度的第二层间绝缘膜643b。在实例2中形成具有1.2 μm膜厚的二氧化硅薄膜。当然，第二层间绝缘膜643b并不局限于上述薄膜，也可以采用含有其他硅的绝缘膜形成为单层或层叠结构。

然后可以形成由第一绝缘膜643a和第二绝缘膜643b构成的第一层间绝缘膜643。

接着，进行构图以形成接触孔用于达到杂质区635、636、637和638。

另外，第一绝缘膜643a和第二绝缘膜643b是用等离子体CVD方法形成的含硅绝缘膜，因而可以采用干刻方法或湿刻方法用于形成接触孔。然而，在本实施例中，采用湿刻方法用于刻蚀第一绝缘膜，采用干刻方法用于刻蚀第二绝缘膜。

首先，刻蚀第二绝缘膜643b。此处，采用含有7.14%氟化氢铵(NH₄HF₂)和15.4%氟化铵(NH₄F)的混合溶液(Stella chemifa Inc., 商标名称为LAL 500)作为蚀刻剂在20°C下进行湿法刻蚀。

接着，刻蚀第一绝缘膜643a。采用CHF₄作为刻蚀气体，将气体流速设在35 sscm。在1 Pa气压下施加800 W RF电功率，进行干法刻蚀。

将导线645至651以及阴极652分别形成为与高浓度杂质区635、636、637和638电连接。在本实施例中，这些导线用500 nm厚的Al薄膜模制而成。另外，也可以采用由Ti、TiN、Al:Si等构成的单层或

者依次层叠以 Ti、TiN、Al:Si 和 Ti 而构成的层叠结构。

在本实施例中，阴极 652 与形成导线同时形成，用作高浓度杂质区 638 的导线。

绝缘膜形成为具有 $1 \mu\text{m}$ 的厚度。作为形成绝缘膜的材料，在本实施例中采用了含有二氧化硅的薄膜。也可以采用含有氮化硅、或氮氧化硅、有机树脂薄膜、聚酰亚胺、聚酰胺、丙烯酸树脂（包括光敏丙烯酸树脂）、BCB（苯并环丁烯）等的另一种薄膜。

对应于该绝缘膜的阴极 652 形成开口部分，并且形成绝缘膜 653（图 7B）。

具体地说，通过用光敏丙烯酸树脂形成 $1 \mu\text{m}$ 厚的绝缘膜，然后用光刻法对其进行构图并进行刻蚀处理，由此制成绝缘膜 653。

在绝缘膜 653 开口部分处的暴露阴极 652 上，通过蒸发方法形成无机导电层 654。在本实施例中，作为形成无机导电层 654 的材料，可以采用由元素周期表第二族元素构成的氮化物、碳化物、氧化物、硼化物以及硅化物。然而，用氮化钙 (CaN) 形成无机导电层 654。

在本实施例中，用真空蒸发方法将无机导电层 654 形成为保持 1 至 50 nm （优选为 10 至 20 nm ）的厚度。在本实施例中，无机导电层 654 形成为保持 30 nm 的厚度。

如图 8 中所示，用蒸发方法在无机导电层 654 上形成有机化合物层 655。在本实施例中，显示了由发出红、绿和蓝三种荧光的有机化合物所构成的有机化合物层制成一种有机化合物层的情况。参照图 9 说明构成三种有机化合物层的有机化合物层的组合。

图 9A 中所示的发光元件由阴极 901、无机导电层 902、有机化合物层 903、阻挡层 908 和阳极 909 构成。有机化合物层 903 具有由电子输运层 904、隔离层（blocking layer）905、发光层 906 和正空穴输运层 907 构成的层叠结构。图 9B 中画出了构成红色荧光发光元件的材料和厚度，图 9C 中画出了构成绿色荧光发光元件的材料和厚度，以及图 9D 中画出了构成蓝色荧光发光元件的材料和厚度。

首先，形成发出红光的有机化合物层。具体地说，将作为电子输运有机化合物的三(8-羟基喹啉)铝 (tris(8-quinolinolato))（以下称作 Alq₃）形成为具有 40 nm 膜厚的电子输运层 904。将作为隔离有机化合物的铜基菁 (basocuproin，以下称作 BCP) 形成为具有 10 nm 膜

厚的隔离层 905。将作为荧光有机化合物的 2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-八乙基-21H, 23H-卟啉铂（以下称作 PtOEP）与用作基质的 4, 4'-二咔唑联苯基（CBP）共同淀积以形成为具有 30 nm 膜厚的发光层 906。将作为正空穴输运有机化合物的 4, 4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]联苯基（以下称作 α -NPD）形成为具有 40 nm 膜厚的空穴输运层 907。由此可以形成红色荧光有机化合物层。

尽管此处说明了用 5 种具有不同作用的有机化合物形成红色荧光有机化合物层的情况，但是本发明并不局限于此，也可以采用公知的材料作为显示红色荧光的有机化合物。

10 形成绿色荧光有机化合物层。具体地说，将作为电子输运有机化合物的 Alq₃ 形成为具有 40 nm 膜厚的电子输运层 904。将作为隔离有机化合物的 BCP 形成为具有 10 nm 膜厚的隔离层 905。通过将用作正空穴输运基质材料的 CBP 与三(2-苯基噁唑)铱 (Ir(ppy)₃) 共同淀积以形成具有 30 nm 膜厚的发光层 906。将作为正空穴输运有机化合物的 α -NPD 形成为具有 40 nm 膜厚的空穴输运层 907。由此可以形成绿色荧光有机化合物层。

尽管此处说明了用 4 种具有不同作用的有机化合物形成绿色荧光有机化合物层的情况，但是本发明并不局限于此，也可以采用公知的材料作为显示绿色荧光的有机化合物。

20 形成蓝色荧光有机化合物层。具体地说，将作为电子输运有机化合物的 Alq₃ 形成为具有 40 nm 膜厚的电子输运层 904。将作为隔离有机化合物的 BCP 形成为具有 10 nm 膜厚的隔离层 905。将作为荧光有机化合物和正空穴输运有机化合物的 α -NPD 形成为具有 40 nm 膜厚的发光层 906。由此可以形成蓝色荧光有机化合物层。

25 尽管此处说明了用 3 种具有不同作用的有机化合物形成蓝色荧光有机化合物层的情况，但是本发明并不局限于此，也可以采用公知的材料作为显示蓝色荧光的有机化合物。

通过在阴极上形成上述有机化合物，可以在象素部分形成发出红色荧光、绿色荧光和蓝色荧光的有机化合物层。

30 在本实施例的发光结构中，在形成有机化合物层 903 之后通过溅射形成由透明导电膜构成的阳极 909。由此，在形成阳极 909 时会损害有机化合物层 903 的表面。在本实施例中，在有机化合物层 903 上设有

阻挡层 903 以防止有机化合物层 908 受到损害。

作为形成阻挡层 908 的材料，可以采用具有较大逸出功的材料比如金和银、以及 Cu-Pc。在本实施例中，通过形成具有 10 nm 厚度的金来形成阻挡膜 908（图 9A）。

5 接着，形成由透明导电膜制成的阳极 656 以覆盖有机化合物层 655 和绝缘层 653，如图 8B 中所示。在本实施例中，作为形成阳极 656 的材料，采用氧化铟-锡（ITO）薄膜或者通过将 2-20[%] 的氧化锌（ZnO）加入氧化铟形成的具有 80 nm 至 120 nm 厚度的透明导电膜。当透明导电膜具有较大的逸出功时，可以采用其他的公知材料来制成阳极 656。

10 如图 8B 中所示，可以形成具有发光元件 657 的元件基板，由电连接至电流控制 TFT 704 的阴极 652、形成在阴极 652 与下一像素中所含第一电极（未画出）之间的绝缘层 653、形成在阴极 652 上的无机导电层 654、形成在无机导电层 654 上的有机化合物层 655，以及形成在有机化合物层 655 和绝缘层 653 上的阳极 656 构成。

15 注意，在本实施例发光装置的制造过程中，尽管源极信号线由形成栅极电极的材料制成，并且尽管栅极信号线由形成源极和漏极电极的导线材料制成，相对于电路结构和工艺，也可以采用其他材料。

另外，可以在相同基板上形成具有 n 沟道 TFT 701 和 p 沟道 TFT 702 的驱动电路 705，具有开关 TFT 703 和电流控制 TFT 704 的像素部分 20 706。

驱动电路 705 的 n 沟道 TFT 701 具有沟道形成区 501、与形成栅极电极部分的第一导电层 626a 重叠的低浓度杂质区 631（GOLD 区域），以及用作源极区或漏极区的高浓度杂质区 635。p 沟道 TFT 702 具有沟道形成区 502 和用作源极区或漏极区的杂质区 641 和 642。

25 像素部分 706 的开关 TFT 703 具有沟道形成区 503、与第一导电层 628a 重叠的低浓度杂质区 633a（LDD 区域），不与第一导电层 628a 重叠的低浓度杂质区 633b（LDD 区域），以及用作源极区或漏极区的高浓度杂质区 637。

30 像素部分 706 的电流控制 TFT 704 具有沟道形成区 504、与第一导电层 629a 重叠的低浓度杂质区 634a（LDD 区域），不与第一导电层 628a 重叠的低浓度杂质区 634b（LDD 区域），以及用作源极区或漏极区的高浓度杂质区 638。

在本实施例中，TFT 的驱动电压为 1.2 至 10V，优选为 2.5 至 5.5V。

当像素部分的显示激活时（电影显示的情况），背景由其中发光元件发出光束的像素显示，字符由其中发光元件不发出光束的像素显示。然而，在像素部分电影显示对于一定期间以上（在本说明书中称 5 作待机时间）为静止的情况下，为了省电的目的，适于改变显示方法（反转）。具体地说，字符由其中 EL 元件发出光束的像素显示（也称作字符显示），背景由其中发光元件不发出光束的像素显示（也称作背景显示）。

图 10A 中画出了像素部分的详细顶面结构，图 10B 中画出了其电 10 路图。图 10A 和图 10B 用相同的数标显示。

在图 10A 和图 10B 中，用图 8 的开关 TFT（n 沟道型 TFT）703 在基板上形成开关 TFT 1000。因此，可以参照开关（n 沟道型）TFT 703 的说明来说明其结构。另外，数标 1002 表示的导线为栅极导线，电连接至开关 TFT 1000 的栅极电极 1001（1001a 和 1001b）。

15 注意在本实施例中，采用了其中形成有两个沟道形成区的双栅极结构，但是也可以采用其中形成有一个沟道形成区的单栅极结构或者其中形成有三个沟道形成区的三栅极结构。

另外，开关 TFT 1000 的源极连接至源极导线 1003，其漏极连接至漏极导线 1004。漏极导线 1004 电连接至电流控制 TFT 1005 的栅极电极 20 1006。注意，用图 8 的电流控制（n 沟道型 TFT）704 形成电流控制 TFT 1005。因此，可以参照电流控制（n 沟道型）TFT 704 的说明来说明其结构。注意尽管本实施例中采用了单栅极结构，但是也可以采用双栅极结构或三栅极结构。

另外，电流控制 TFT 1005 的源极电连接至电流供给线 1007，其漏极电连接至漏极导线 1008。此外，漏极导线 1008 电连接至由虚线表示的阴极 1009。

数标 1010 表示的导线为栅极导线，电连接至擦除 TFT 1011 的栅极电极 1012。另外，擦除 TFT 1011 的源极电连接至电流供给线 1007，其漏极电连接至漏极导线 25 1004。

擦除 TFT 1011 与图 8 中的电流控制 TFT（n 沟道型）704 类似形成。因此，可以参照电流控制（n 沟道型）TFT 704 的说明来说明其结构。在本实施例中，尽管采用了单栅极结构，但是也可以采用双栅极结构

或三栅极结构。

此时，在数标 1013 表示的区域形成存储电容器（电容器）。电容器 1013 由电连接至电流供给线 1007 的半导体薄膜 1014、与栅极绝缘膜为同一层的绝缘膜（未画出）以及栅极电极 1006 构成。另外，也可以采用由栅极电极 1006、作为第一层间绝缘膜的相同层（未画出）以及电流供给线 1007 构成的电容器作为存储电容器。

图 10B 中所示的发光元件 1015 由阴极 1009、形成在阴极 1009 上的有机化合物层（未画出）以及形成在有机化合物层上的阳极（未画出）构成。在本发明中，阴极 1009 与电流控制 TFT 1005 的源极区和漏极区相连。

向发光元件 1005 的阳极提供反向电压。另外，向电源供给线 1007 提供电源电压。将该反向电压与电源电压之间的电压差总是保持在使得发光元件在电源电压施加至像素电极时发出光束的水平。电源电压和反向电压通过外置 IC 芯片等提供的电源提供给本发明的发光装置。

在本说明书中，提供反向电压的电源称作反向电源 1016。

实例 3

参照图 11，在本实例中将说明本发明的有源矩阵型荧光装置的外观。

图 11A 为荧光装置的顶视图，图 11B 为沿图 11A 的线 A-A' 所取的剖面图。数标 1101 表示源极一侧驱动电路，由虚线表示；1102，像素部分；1103，栅极一侧驱动电路；1104，覆盖材料；以及 1105，密封剂。密封剂 1105 围绕有一个空间。

数标 1108 表示一个互连端，用于将输入信号传送至源极信号线驱动电路 1101 和栅极信号线驱动电路 1103。互连端 1108 接收来自弹性印刷电路（FPC）1109 的视频信号或时钟信号，为一个外部输入端子。仅画出了 FPC，但是印刷线路板（PWB）也可以连接至该 FPC。本说明书中所称的荧光装置可以是荧光装置的主体，也可以是其中 FPC 或 PWB 连接至该主体的产品。

下面参照图 11B 说明其剖面结构。驱动电路和像素部分形成在基板 1110 上，但是图 11B 中画出了作为驱动电路和像素部分 1102 之一的源极一侧驱动电路 1101。

在源极一侧驱动电路 1101 中，形成有 CMOS 电路，其中结合有 n

沟道型 TFT 1113 和 p 沟道型 TFT 1114。构成驱动电路的 TFT 可以由公知的 CMOS 电路、PMOS 电路、或 NMOS 电路构成。在本实例中，画出了其中驱动电路形成在基板上的驱动集成型，但是并非必须采用驱动集成型。驱动电路可以不设置在基板上而是设置在外部。

5 象素部分 1102 由多个象素构成，包括电流控制 TFT 1111 和电连接至 TFT 1111 漏极的阳极 1112。

在阳极 1112 的两侧，形成有绝缘体 1113，并且在阳极 1112 上形成有有机化合物层 1114。另外，在有机化合物层 1114 上形成非有机导电层 1116，并且在非有机导电层 1116 上形成阴极 1117。以此方式，
10 形成由阳极 1112、有机化合物层 1114 和阴极 1117 构成的荧光元件。

阴极 1117 还用作所有象素共同的互连端，并且通过互连端 1108 电连接至 FPC 1109。

为了气密地限定形成在基板 1110 上的荧光元件 1118，用密封剂 1105 粘结覆盖材料 1104。可以设置由树脂薄膜构成的垫片以使覆盖材料 1104 与荧光元件 1018 之间保持给定的间隔。将惰性气体比如氮气充入密封剂 1105 内部的空间 1107。作为密封剂 1105，优选采用环氧树脂。密封剂 1105 最好由其中尽可能少地透过水分或氧气的材料制成。另外，也允许在空间 1107 中加入具有吸水效果的材料或者具有抗氧化效果的材料。
15

20 在本实例中，作为制成覆盖材料 1104 的材料，可以采用玻璃基板、石英基板，或者由玻璃纤维增强塑料（FRP）、聚氟乙烯（PVF）、聚脂薄膜、聚酯或聚丙烯酸树脂制成的塑料基板。

在用密封剂 1105 将覆盖材料 1104 粘结至基板 1110 之后，施加密封剂使之覆盖端面（暴露表面）。

25 如上所述，荧光元件被气密地置入空间 1107 中，从而该荧光元件可以完全与外部封闭，可以防止促进有机化合物层腐蚀的材料比如水分和氧气由外部侵入该层中。因此，可以使荧光装置高度可靠。

本实例的结构可以与实例 1 或 2 的结构自由组合。

实例 4

30 实例 1 至 3 说明了具有顶部栅极晶体管的有源矩阵型荧光装置。然而，本发明的晶体管结构并不局限于此，也可以采用底部栅极晶体管（一般为反向交错晶体管）来实施本发明，如图 12 中所示。反向交错

晶体管可以用任何方法形成。

图 12A 为采用底部栅极晶体管的发光装置的顶视图。注意并没有通过密封基板进行密封。源极一侧驱动电路 1201、栅极一侧驱动电路 1202 和像素部分 1203 形成于其中。图 12B 以剖面形式画出了像素部分 1203 的区域 a 1204。该剖面图通过沿图 12A 的线 x-x' 切割发光装置而获得。

图 12B 在构成像素部分 1203 的晶体管中只画出了一个电流控制晶体管。数标 1211 表示基板，1212 表示用作基底的绝缘膜（以下称作基底薄膜）。采用透明基板作为基板 1211，一般为玻璃基板、石英基板、玻璃陶瓷基板或晶化玻璃基板。然而，必须选用能够承受制造过程中最高处理温度的基板。

基底薄膜 1212 在采用含有可移动离子的基板或导电基板时特别有效。如果采用石英基板，则可以省略基底薄膜。采用含硅绝缘膜作为基底薄膜 1212。此处术语含硅绝缘膜指的是相对于硅含量含有给定比率的氧或氮，具体地说，如二氧化硅薄膜、氮化硅薄膜、或氮氧化硅薄膜 (SiO_xNy : x 和 y 为任意整数)。

数标 1213 表示电流控制晶体管也即 p 沟道晶体管。注意，在本实例中，荧光元件 1229 的阴极 1223 连接至电流控制晶体管 1213。因此，阴极 1223 优选由 p 沟道 TFT 制成但是也可以由 n 沟道 TFT 制成。

电流控制晶体管 1213 由包括源极区 1214、漏极区 1215 和沟道形成区 1216 的有源层、栅极绝缘膜 1217、栅极电极 1218、层间绝缘膜 1219、源极导线 1220 和漏极导线 1221 构成。本实例中的电流控制晶体管 1213 为 p 沟道晶体管。

开关晶体管具有连接至电流控制晶体管 1213 的栅极电极 1218 的漏极区。电流控制晶体管 1213 的栅极电极 1218，精确地说通过漏极导线（未画出），电连接至开关晶体管的漏极区（未画出）。栅极电极 1218 具有单栅极结构，但是也可以采用多栅极结构。电流控制晶体管 1213 的源极导线连接至电流供给线（未画出）。

电流控制晶体管 1213 为用于控制提供给 EL 元件的电流量的元件，有相当大量的电流流经该晶体管。因此，优选将电流控制晶体管设计为具有比开关晶体管沟道宽度宽的沟道宽度 (W)。还优选将电流控制晶体管设计为具有相当长的沟道长度 (L)，以避免过量电流在电

流控制晶体管 1213 中流过。优选将其长度设置成使得每个象素的电流为 0.5 至 2 μA (优选为 1 至 1.5 μA)

如果电流控制晶体管 1213 的有源层 (特别是沟道形成区) 作得较厚 (优选为 50 至 100 nm, 更优选为 60 至 80 nm), 则可以减缓晶体
5 管的退化。

在形成电流控制晶体管 1213 之后, 形成层间绝缘膜 1219 并且形成电连接至电流控制晶体管 1213 的阴极 1223。在本实例中, 同时并且以相同材料制成电流控制晶体管 1213、电连接至阴极 1223 的导线以及阴极 1223。作为阴极 1223 的材料, 优选采用具有较小逸出功的
10 导电膜。在本实例中, 阴极 1223 由 Al 制成。

在形成阴极 1223 之后, 形成绝缘膜 1224。绝缘膜 1224 用作所谓的堤岸 (bank)。

接着形成非有机导电层 1225。注意在本实例中, 荧光元件具有与实例 1 中所述相同的结构。在有机化合物层 1226 上形成阻挡层 1227,
15 在非有机导电层 1225 形成有机化合物层 1226。注意, 作为非有机导电层 1225、有机化合物层 1226 和阻挡层 1227 的材料, 可以采用实例 1 中所述的材料。

接着, 在阻挡层 1227 上形成阳极 1228。作为阳极 1228 的材料, 采用透明导电膜。注意在本实例中, 用 ITO 形成具有 110 nm 的阳极
20 1228。

然后, 完成具有反向交错晶体管结构的发光装置。根据本实例制造的发光装置沿着图 12B 中箭头所示的方向 (向上面) 发出光束。

可以用比制造顶部栅极晶体管所需步骤较少的制造步骤来制造反向交错晶体管。因此它在降低成本方面非常有利, 这正是本发明的目的之一。
25

本实例说明了具有反向交错型 TFT 元件结构的发光装置, 光束从荧光元件的阴极一侧发出。但是本实例的反向交错型 TFT 也可以与实例 1 所示的各种荧光元件组合。另外, 本实例可以与实例 2 的任一制造方法或材料以及实例 3 的密封结构自由组合。

30 实例 5

在本实例中, 将参照图 13 说明制造具有本发明元件结构的无源型 (简单矩阵型) 发光装置的情况。在图 13 中, 数标 1301 和 1302 分别

表示玻璃基板和由透明导电膜制成的阳极。在本实例中，通过蒸发淀积将氧化铟和氧化锌的化合物形成为透明导电膜。以与纸面平行的条纹形式设置多个阳极 1302，图 13 中没有画出。

由绝缘材料制成的堤岸 1303 形成为横穿以条纹形式设置的阳极 5 1302。堤岸 1303 形成为垂直于纸面与阳极 1302 接触。

接着，形成有机化合物层 1304。作为形成有机化合物层 1304 的材料，可以采用能够发出荧光的材料以及实例 1 和 2 中所述的材料。

例如，通过形成发出红色荧光的有机化合物层、发出绿色荧光的有机化合物层，和发出蓝色荧光的有机化合物层，可以形成发出三种类型 10 荧光的发光装置。由于由三层构成的有机化合物层 1304 沿着堤岸 1303 形成的沟而形成，所以层 1304 设置成垂直于纸面的条纹形式。

在本实例的发光元件结构中，无机导电层 1306 在形成有机化合物层 1304 之后通过真空蒸发淀积而形成。

接着形成阴极 1307。用金属掩模通过蒸发淀积将阴极 1307 形成在 15 无机导电层 1306 上。

由于下电极（阳极 1302）在本实例中为透明电极，所以有机化合物层中产生的光束（从基板 1301）向下发出。

接着将陶瓷基板制成密封基板 1309。由于在本实例的结构中密封基板 20 1309 具有遮光特性，所以采用陶瓷基板。然而，也可以采用由塑料或玻璃制成的基板。

用紫外固化树脂制成的密封剂 1310 将如此制备的密封基板 1309 粘结至基板 1301。密封剂 1310 的内部 1308 为气密密封空间，其内部填充以惰性气体比如氮气或氩气。最好在该气密密封空间 1308 中加入水分吸收剂，其典型例子为氧化钡。最后，将弹性印刷电路（FPC）1311 固定至阳极以制成无源型发光装置。实例 1 和 2 中所述的材料在本实例中可以自由组合以形成有机化合物层，或者将事例中所述的密封结构应用于本实例，在此状态下实施本实例。

实例 6

由于自主发光，采用发光元件的发光装置比液晶显示装置具有在明 30 亮场所更好的可视度和更宽的视角。因此，可以用本发明的发光装置来制成各种电子设备。

采用根据本发明制造的发光装置的电子设备的例子有，摄像机、数

字相机、护目镜式显示器（头戴显示器）、导航系统、音频再现装置（比如汽车音响和音响组件）、笔记本计算机、游戏机、移动信息终端（比如移动计算机、蜂窝电话、移动游戏机和电子图书），以及设有记录介质的图象再现装置（具体地说，带有能够再现记录介质比如数字视频光盘（DVD）中数据以显示数据图象的装置）。对于移动信息终端，由于其屏幕在观看时经常倾斜，所以较宽的视角特别重要。因此，移动信息终端最好采用使用发光元件的发光装置。这些电子设备的具体例子显示在图 14A 至 14H 中。

图 14A 表示一个显示装置，由一个机壳 2001、支座 2002、显示单元 2003、扬声器单元 2004、视频输入端子等构成。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 2003。由于具有发光元件的发光装置为自主发光的，所以该装置不需要背光，并且能够比液晶显示装置作得更薄。该显示装置指用于显示信息的所有显示装置，包括用于个人计算机的显示装置，用于 TV 广播接收机的显示装置和用于广告的显示装置。

图 14B 表示一个数字静态相机，由主体 2101、显示单元 2102、图象接收单元 2103、操作按键 2104、外部连接端口 2105、快门 2106 等构成。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 2102。

图 14C 表示一个笔记本个人计算机，由主体 2201、机壳 2202、显示单元 2203、键盘 2204、外部连接端口 2205、定位鼠标 2206 等构成。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 2203。

图 14D 表示一个移动计算机，由主体 2301、显示单元 2302、开关 2303、操作按键 2304、红外接口 2305 等构成。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 2302。

图 14E 表示一个设有记录介质的移动图象再现装置（具体说来，DVD 播放器）。该装置由一个主体 2401、机壳 2402、显示单元 A 2403、显示单元 B 2404、记录介质（DVD 等）读取单元 2405、操作按键 2406、扬声器单元 2407 等构成。显示单元 A 2403 主要显示图象信息，而显示单元 B 2404 主要显示文本信息。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 A 2403 和 B 2404。设有记录介质的移动图象再现装置还包括家用视频游戏机。

图 14F 表示一个护目镜式显示器（头戴显示器），由主体 2501、

显示单元 2502 和镜架单元 2503。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 2502。

图 14G 表示一个摄像机，由主体 2601、显示单元 2602、机壳 2603、外部连接端口 2604、远程控制接收单元 2605、图象接收单元 2606、
5 电池 2607、音频输入单元 2608、操作按键 2609、目镜部分 2610 等构成。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 2602。

图 14H 表示一个蜂窝电话，由主体 2701、机壳 2702、显示单元 2703、音频输入单元 2704、音频输出单元 2705、操作按键 2706、外部连接端口 2707、天线 2708 等构成。根据本发明制造的发光装置可以应用于显示单元 2703。如果显示单元 2703 在黑背景上显示白色字母，
10 则该蜂窝电话消耗较少的电能。

如果将来能够提高从有机材料发出光束的亮度，则该发光装置通过由透镜等放大含有图象信息的输出光束并投射光束而可以用在前或后投影仪中。

15 这些电子设备现在越来越经常地显示通过电子通信比如因特网和 CATV（有线电视）发送的信息，特别是动画信息。由于有机材料具有非常快的响应速度，所以所述发光装置适用于动画显示。

在该发光装置中，发光部分消耗电能，因此，优选以需要较少发光部分的方式显示信息。当在移动信息终端特别是主要显示文本信息的
20 蜂窝电话和音频再现装置中采用该发光装置时，优选驱动该装置使得不发光部分形成背景而使发光部分形成本文信息。

如上所述，采用本发明淀积装置制造的发光装置的应用范围很宽，从而它适用于任何领域的电子设备。本实施例中的电子设备可以采用实施例 1 至 5 中所示任一发光装置作为其显示单元，它是
25 由实施例 1 至 3 中所示淀积方法制成的。

实例 7

在本实例中，将说明通过测量如下结构的元件特性所获得的结果：

(1) 传统的发光元件结构，其中采用具有较小逸出功的含有碱金属的合金作为其阴极；(2) 传统的发光结构，其中在其阴极与其有机化合物层之间设有传统的阴极缓冲层（绝缘材料）；以及(3) 本发明的结构，其中采用无机导电层作为其发光元件的一部分以形成该元件。
30

关于其中采用具有较小逸出功的含有碱金属的合金作为其阴极的

发光元件结构（1）的元件特性，采用铝和锂的合金（Al:Li 合金）作为发光元件的阴极来制作发光元件。图 15A 和 15B 中分别画出了此情况下的电流特性和电压特性。所制作元件的结构如下：Al:Li (100 nm) (阴极) / Alq₃ (50 nm) / α-NPD (30 nm) / Cu-Pc (20 nm) / ITO (阳极)。

至于其电流特性，在 20 mA/cm² 时获得 1000 cd/m² 的亮度。至于其电压特性，在 7 V 时获得 1000 cd/m² 的亮度。

关于其中在其阴极与其有机化合物层之间设有传统阴极缓冲层（绝缘材料）的发光元件结构（2）的元件特性，在发光元件的阴极与有机化合物层之间设有阴极缓冲层（LiF）来制作该元件。图 16A 和 16B 中分别画出了此情况下的电流特性和电压特性。所制作元件的结构如下：Al (100 nm) (阴极) / LiF (1 nm) (阴极缓冲层) / Alq₃ (50 nm) / α-NPD (30 nm) / Cu-Pc (20 nm) / ITO (阳极)。

其电流特性与采用 Al:Li 合金作为阴极的情况下基本相同，在 25 mA/cm² 时获得 1000 cd/m² 的亮度。至于其电压特性，以相同方式在 7 V 时获得 1000 cd/m² 的亮度。

关于其中采用无机导电层作为发光元件一部分来制作元件的结构（3）的元件特性，在发光元件的阴极与无机导电层之间形成由无机化合物（Ca₃N₂、Mg₃N₂ 和 MgB₂）之一制成的导电膜。图 17 至 19 中画出了具有本发明结构的这些发光元件的电流特性和电压特性。所制作发光元件的结构如下：Al (100 nm) (阴极) / 导电膜 (Ca₃N₂、Mg₃N₂ 或 MgB₂) (100 nm) / Alq₃ (50 nm) / α-NPD (30 nm) / Cu-Pc (20 nm) / ITO (阳极)。

在采用具有上述结构的无机导电膜作为其一部分的发光元件中，即使采用任一种无机材料也可以在 25 mA/cm² 时获得 1000 cd/m² 的亮度。至于其电压特性，在 6.5 V 时获得 1000 cd/m² 的亮度。这与传统的发光元件（（1）传统的发光元件结构，其中采用具有较小逸出功的含有碱金属的合金作为其阴极；和（2）传统的发光结构，其中在其阴极与其有机化合物层之间设有传统的阴极缓冲层（绝缘材料））中相同，并且表明本发明的无机导电层在与传统元件结构相比时对于元件特性没有任何不利影响。

关于氮化钙、氮化镁和硼化镁三种材料，测量其电阻率和逸出功。通过以 1.9 cm 的间隔形成铝电极，在电极之间形成具有 3 cm 厚度的由上述三种材料之一制成的薄膜（膜厚：在 Ca₃N₂、Mg₃N₂ 和 MgB₂ 的情况

下分别为 70 nm、30 nm 和 40 nm），然后用测试仪测量其电阻值，由此获得其电阻率。

用接触电压测量方法（测量装置：费米级测量装置 FAC-1（由 Riken Keiki Co., Ltd. 制造））测量其逸出功。结果显示在表 1 中。

5

表 1

	$\rho [10^{-6} \Omega\text{cm}]$	$\Phi [\text{eV}]$
Ca_3N_2	7.7	小于 3.1
Mg_3N_2	230	3.7
MgB_2	150	3.8

本发明的无机导电层是由含有属于元素周期表第 II 族元素比如氮、硫或硼的有机化合物制成的导电膜。因此，在本发明中，与其中采用具有较小逸出功的含有碱金属的合金作为其阴极材料的情况相比，可以进一步防止据认为对 TFT 的特性产生不利影响的碱金属的扩散。另外，在本发明中，导电层由具有导电性的材料的制成。因此，本发明可以克服在采用由传统绝缘材料制成的阴极缓冲层时该层变薄的问题，而不对元件特性产生任何影响。换句话说，通过在本发明的发光元件中采用无机导电层，可以获得上述有利效果，同时保持与采用传统阴极材料和传统阴极缓冲层情况下相同的特性。

15 在本发明中，在阴极与有机化合物层之间形成由具有较小逸出功和电导率的无机化合物制成的无机导电层，从而不必将该薄膜作得极薄。因此，可以容易地控制膜厚并且可以解决元件之间散射的问题。

另外，在本发明中，采用含有属于元素周期表第 II 族元素的导电无机化合物来形成无机导电层；因此，当本发明与其中采用属于元素周期表第 II 族的元素作为单一物质的情况下相比，可以进一步减小其向发光元件中扩散。另外，由于无机化合物比所述单一物质具有较低的与氧反应性，所以可以制成具有较强抗氧致腐蚀特性的发光元件。

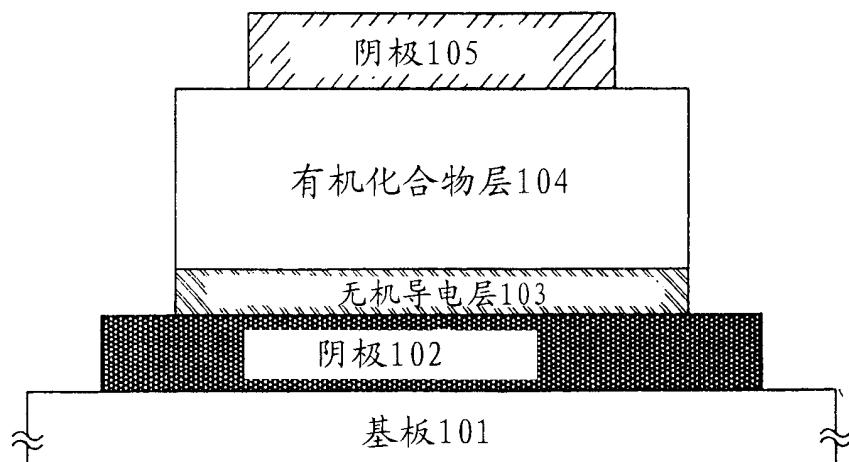


图 1A

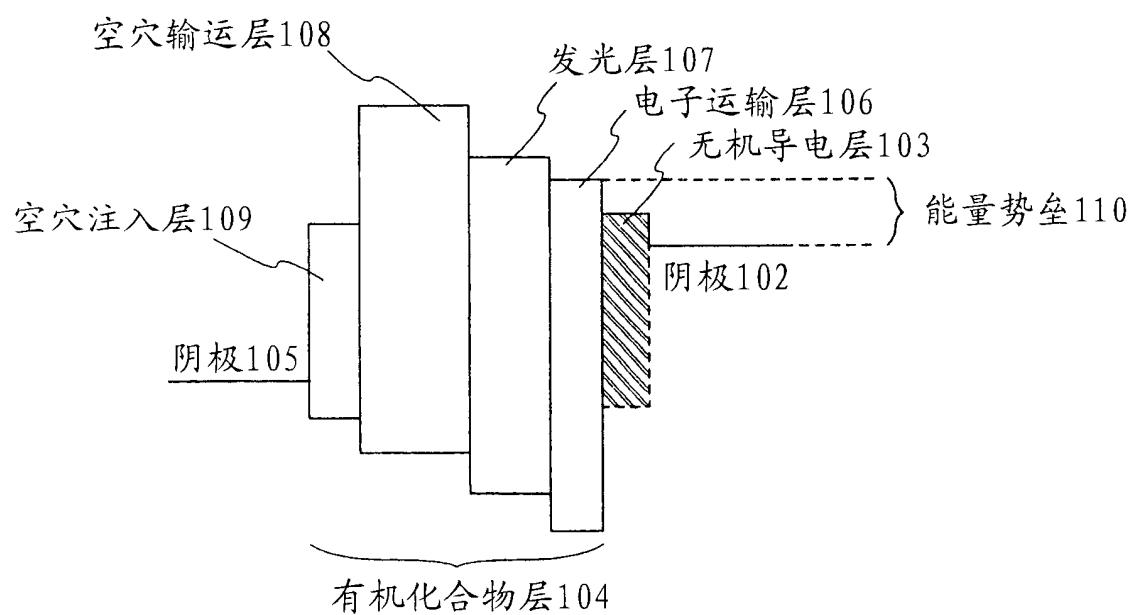


图 1B

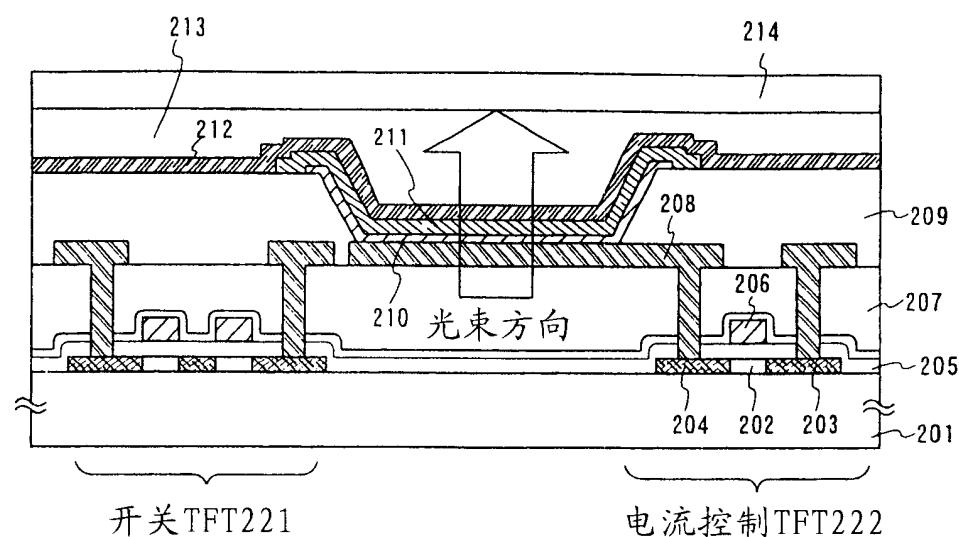


图 2A

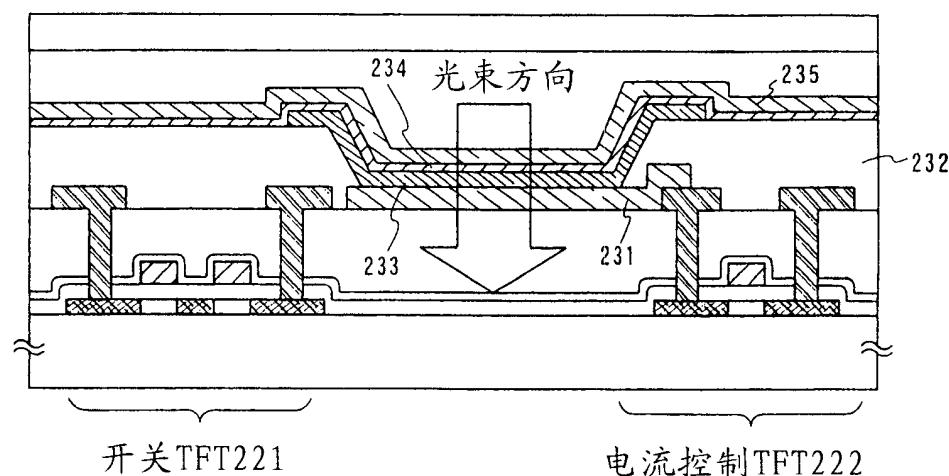


图 2B

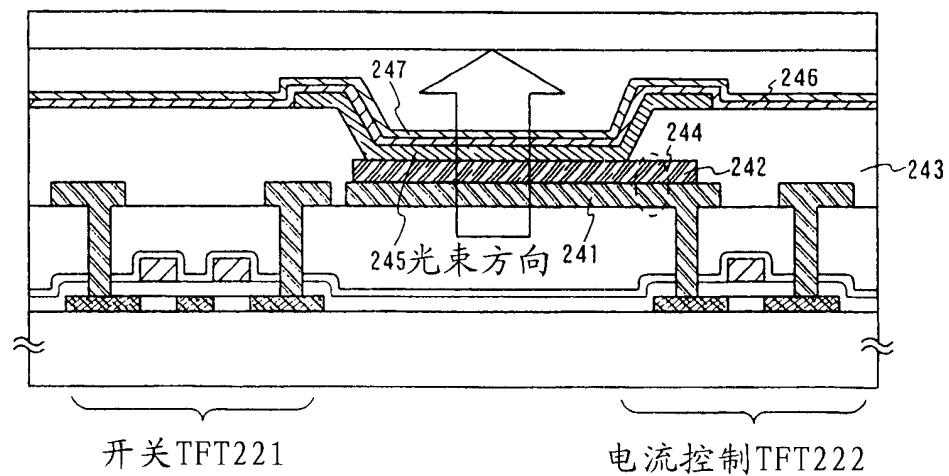


图 2C

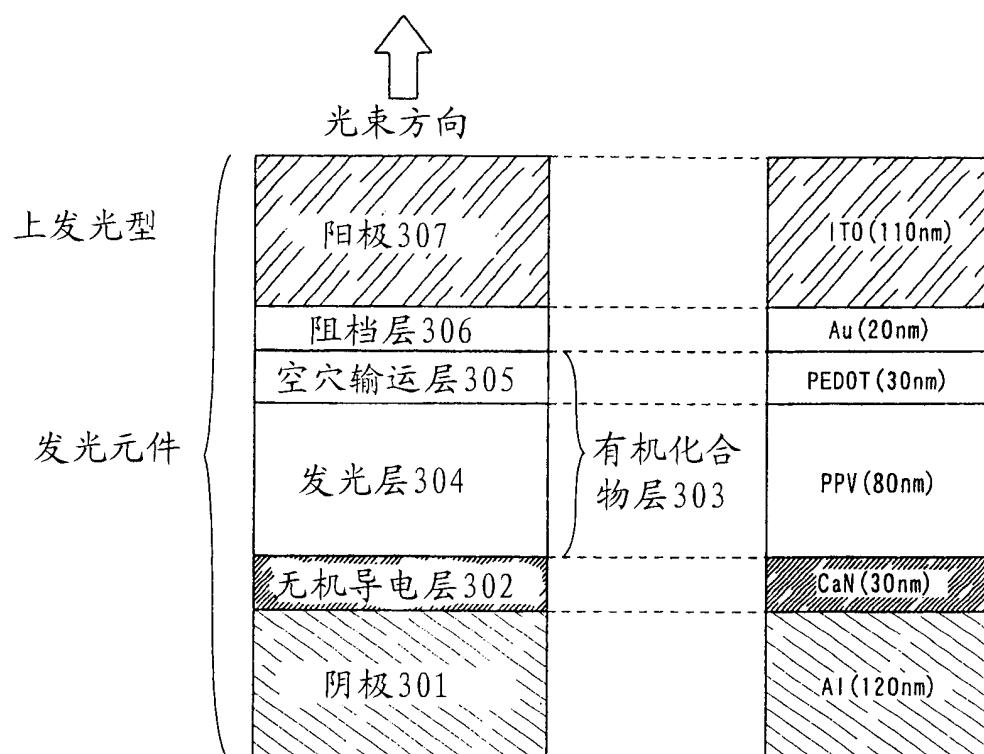


图 3A

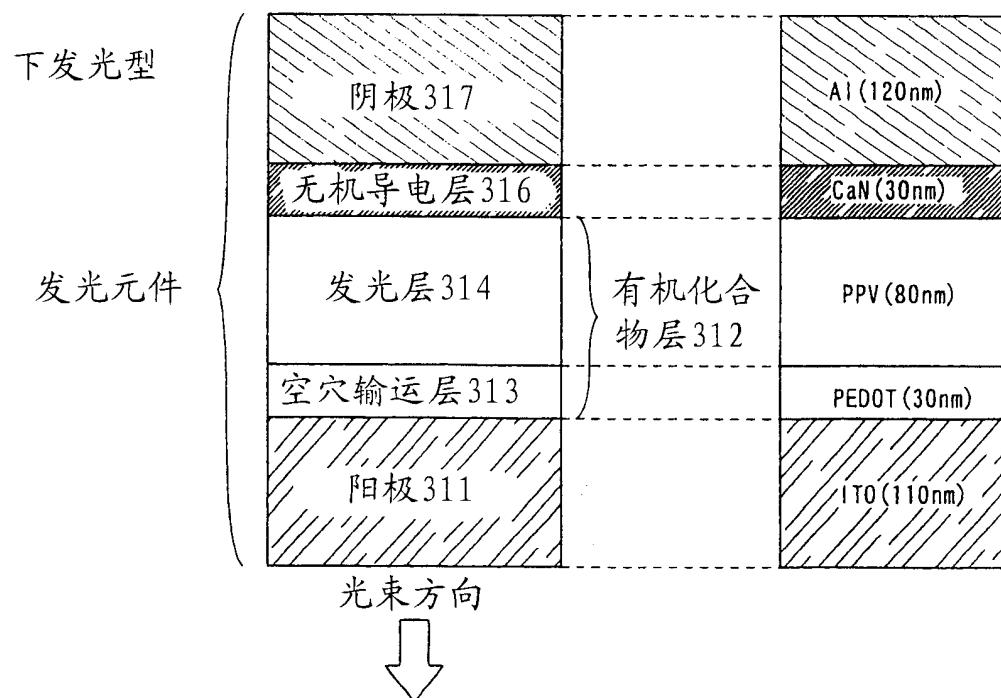


图 3B

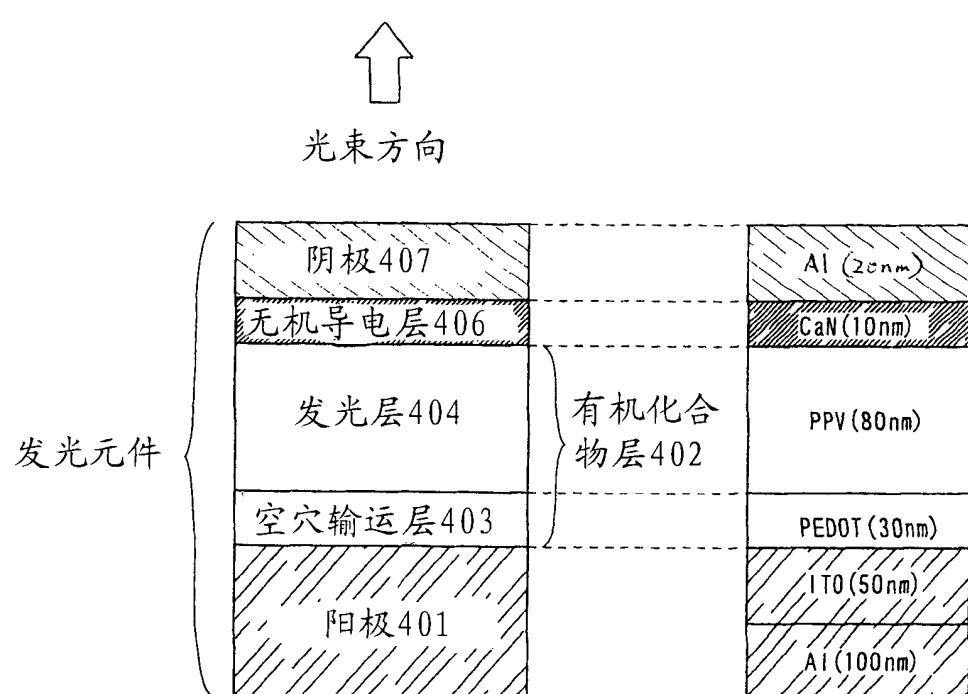


图 4

形成半导体层/形成绝缘膜/形成第一导电膜和第二导电膜

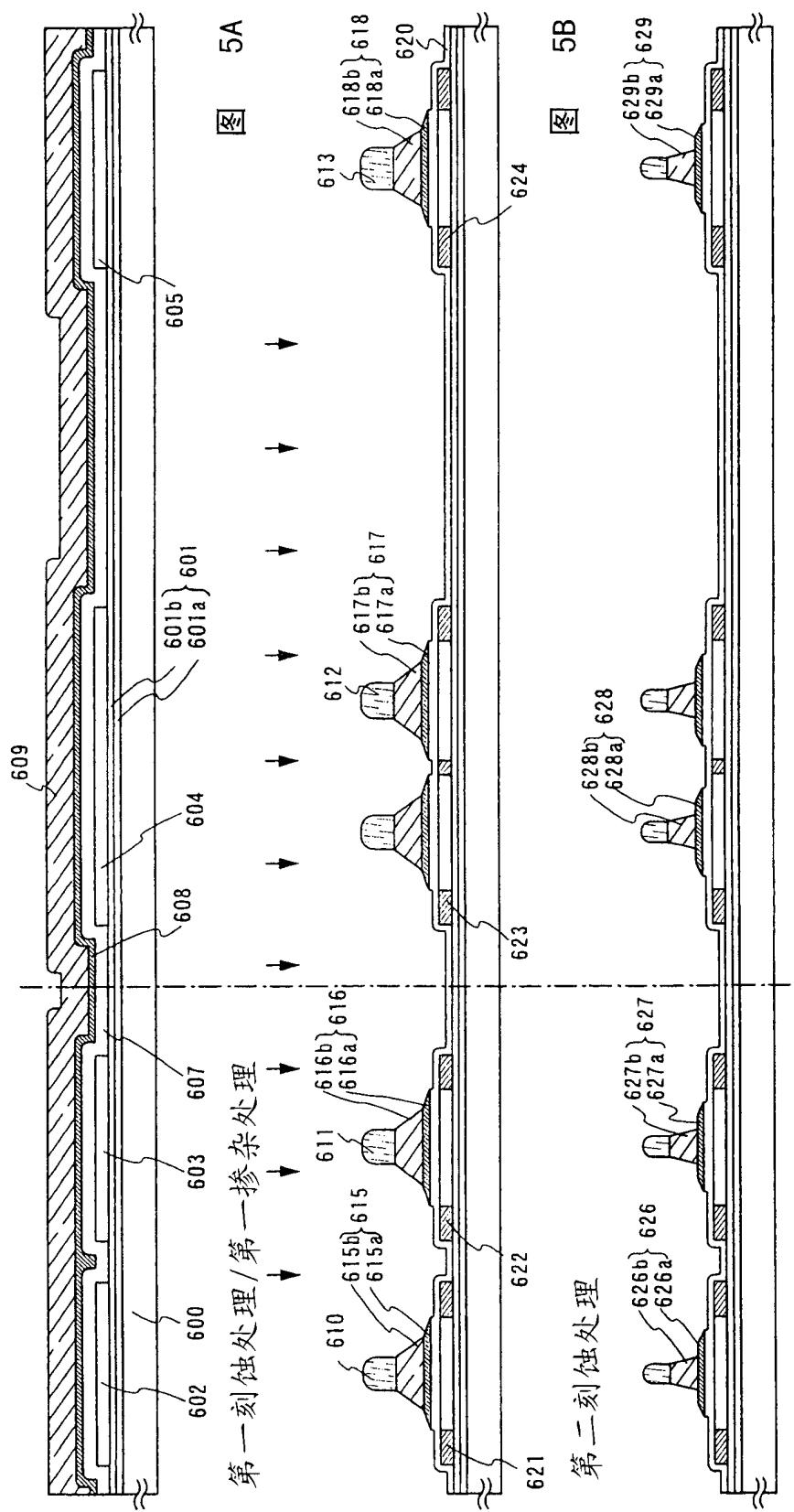


图 5A

第二刻蚀处理

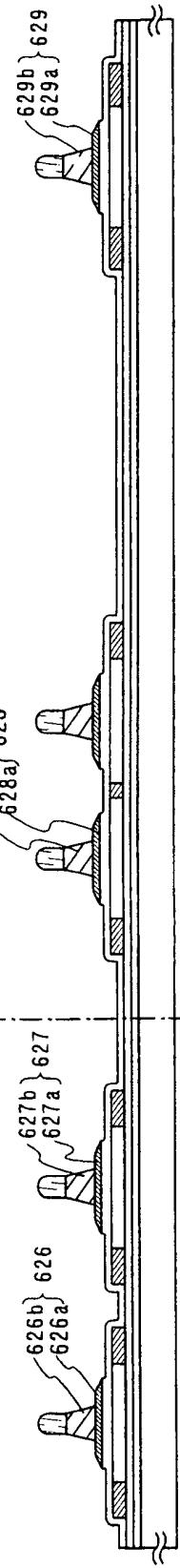
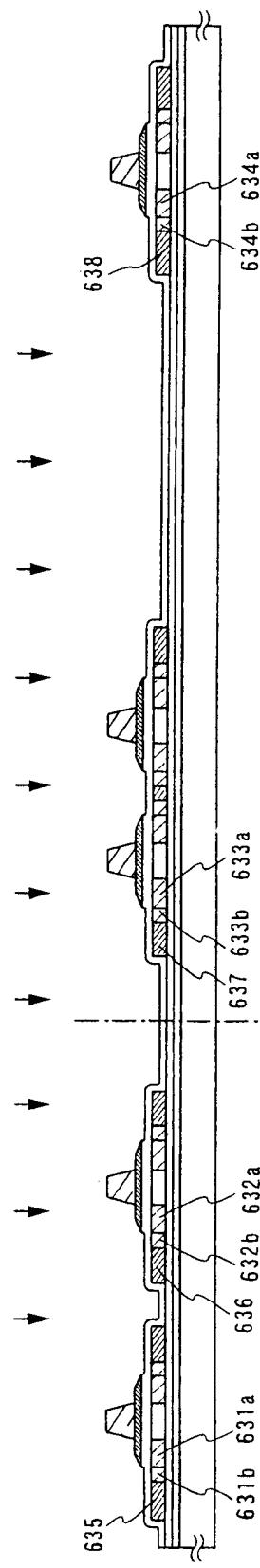


图 5B

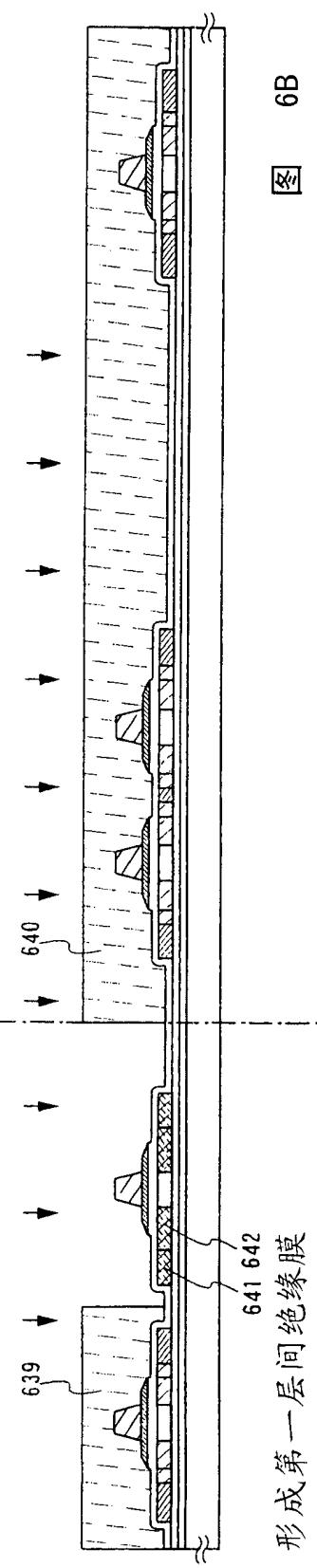
图 5C

600: 基板 601(601a, 601b): 基板薄膜 602-605: 半导体层 607: 棚极绝缘膜
 608: 第一导电膜 609: 第二导电膜 610-613: 抗蚀剂掩膜
 615-618: 导电层 615a-618a: 第一导电层 615b-618b: 第二导电层
 620: 棚极绝缘膜 621-624: 高浓度杂质区
 626-629: 导电层 (626a-629a: 第一导电层, 626b-629b: 第二导电层)

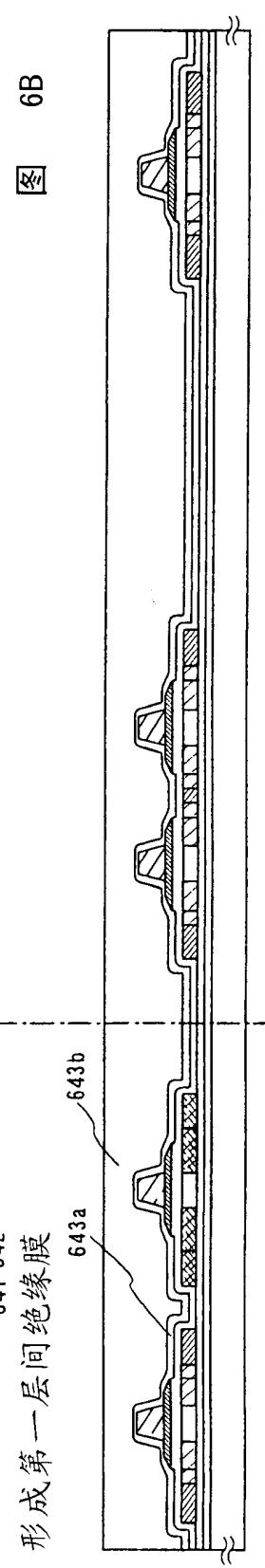
第二掺杂处理



第三掺杂处理



形成第一层间绝缘膜



631 - 634: 低密度杂质区 641 - 642: 杂质区

635 - 638: 高密度杂质区

639 - 940: 抗蚀剂掩膜

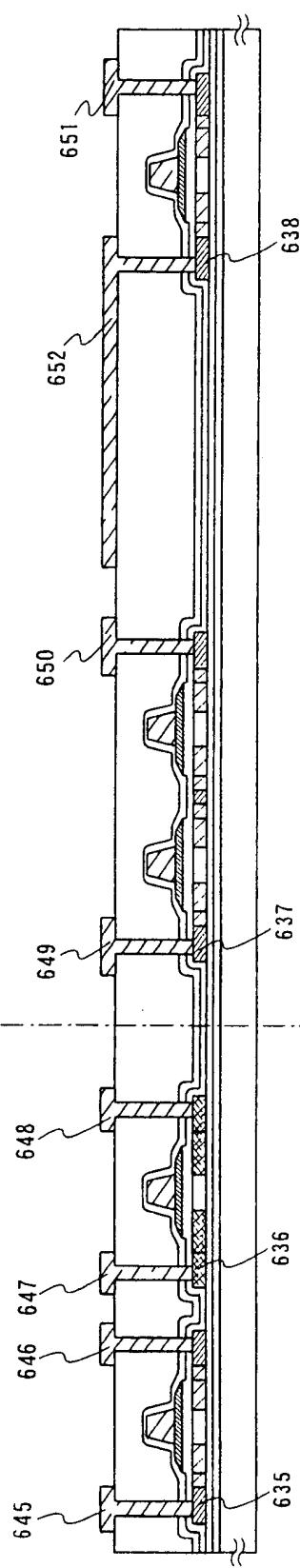
634a, 643b: 第一层间绝缘膜

图 6C

图 6B

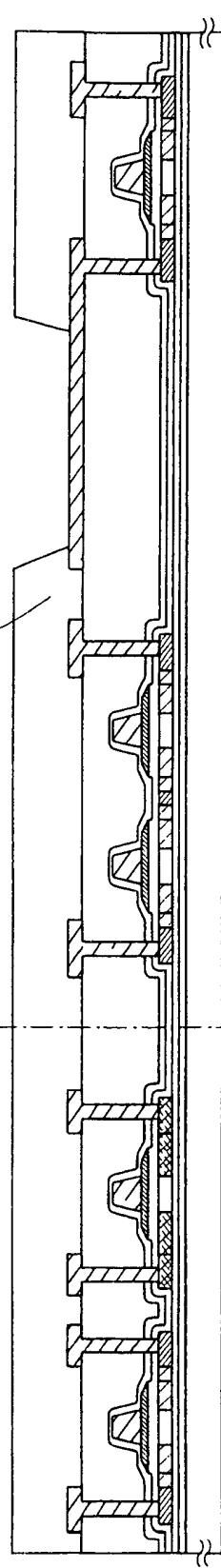
图 6A

形成导线和第一电极



形成第一绝缘膜

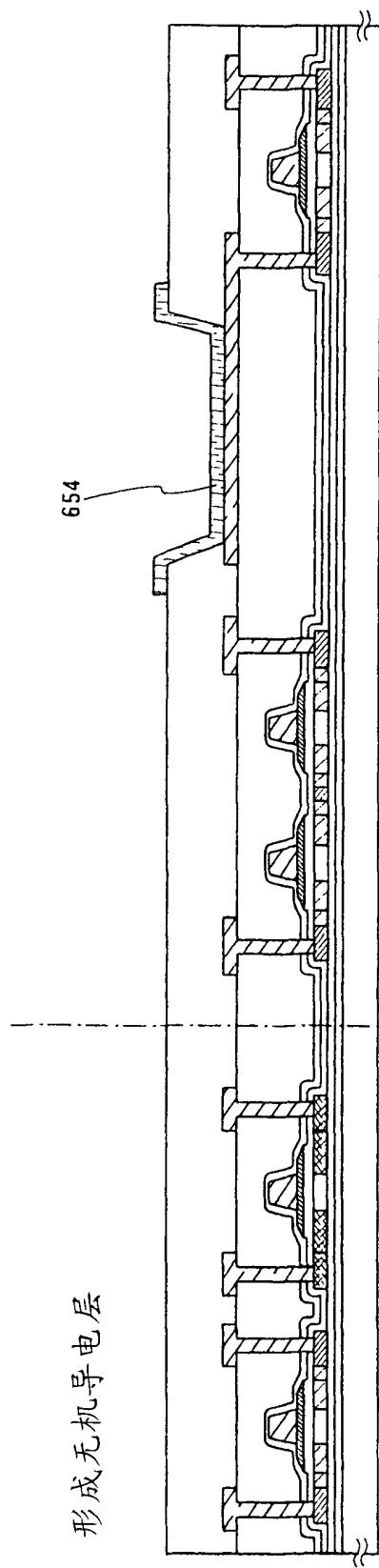
图 7A



635 - 638: 高浓度杂质区
645 - 651: 导线
652: 阴极
653: 绝缘层

图 7B

形成无机导电层



形成有机化合物层和第二电极

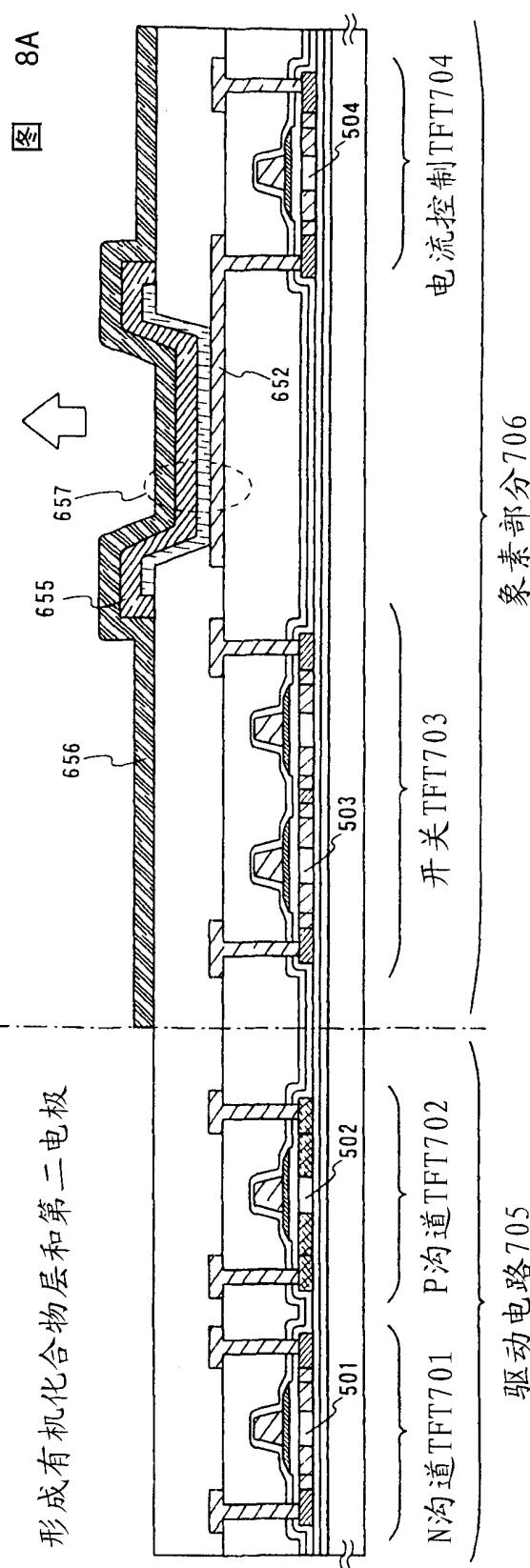


图 8B

图

501 - 504: 沟道形成区 652: 阴极 654: 无机导电层
655: 有机化合物层 656: 阴极 657: 发光元件

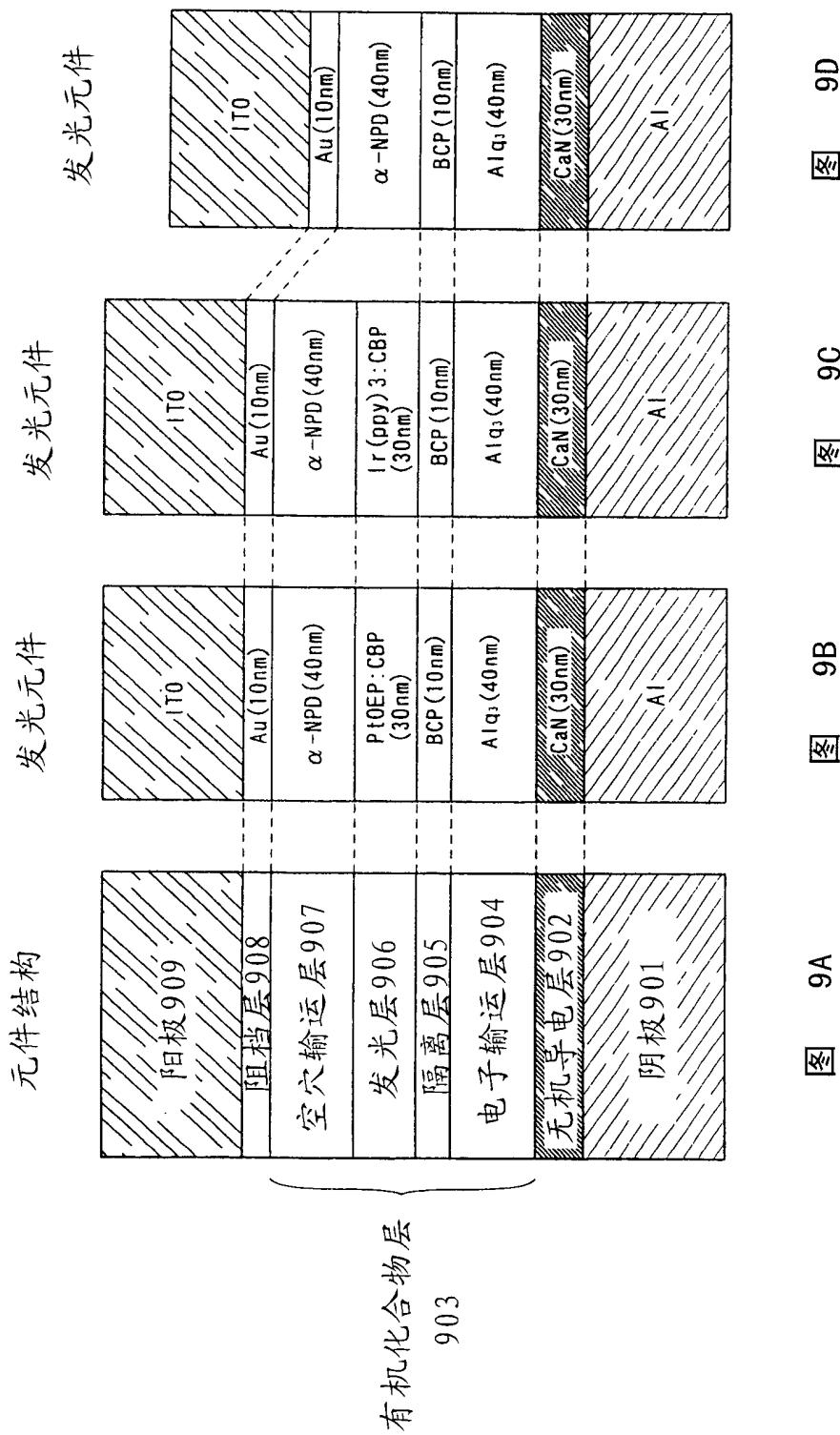


图 9A 图 9B 图 9C 图 9D

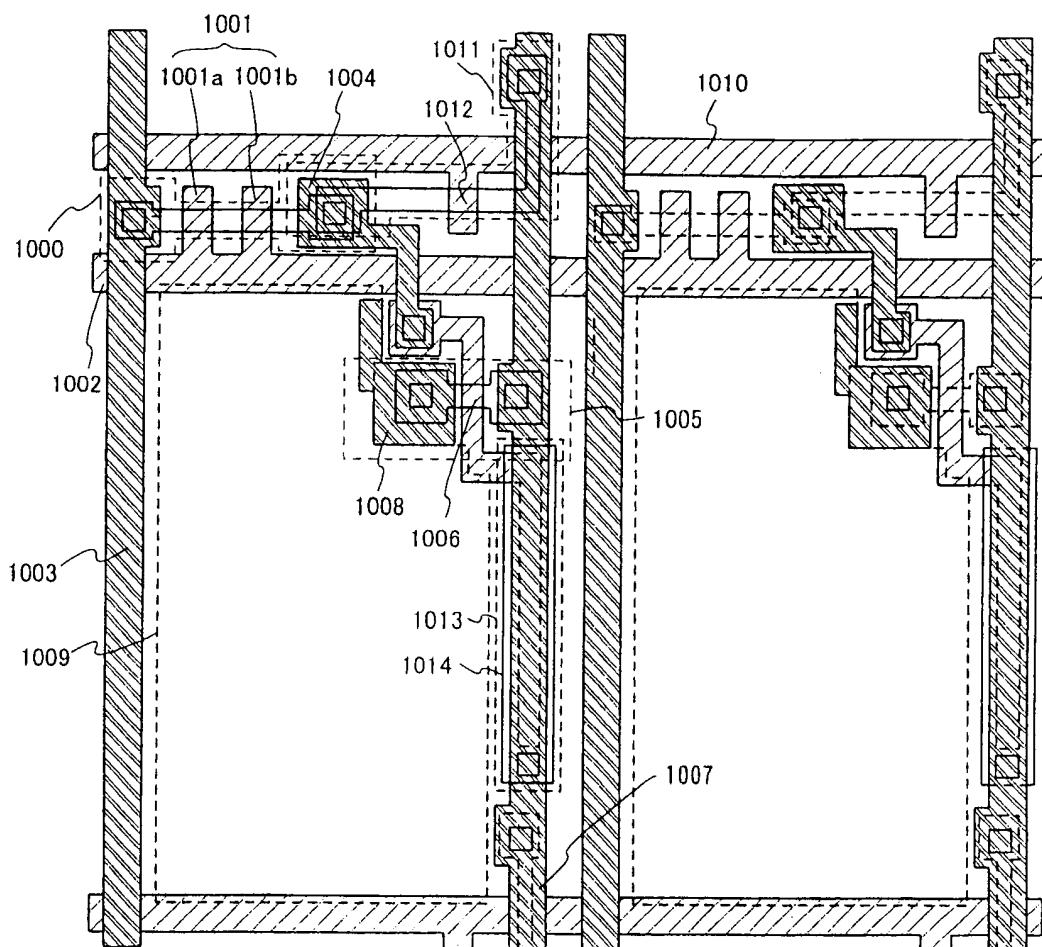


图 10A

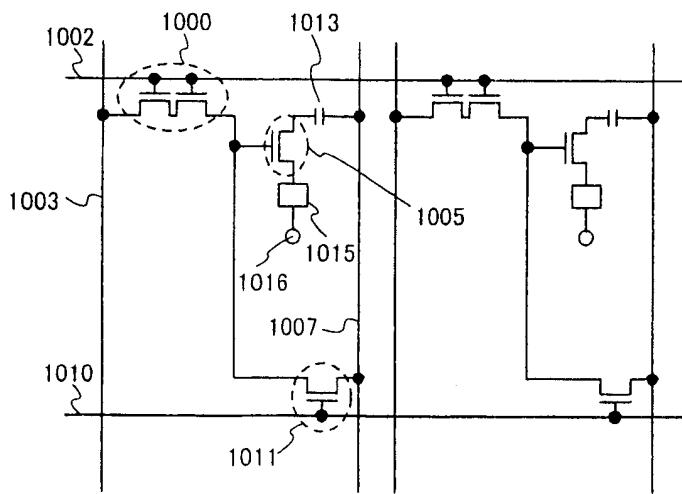
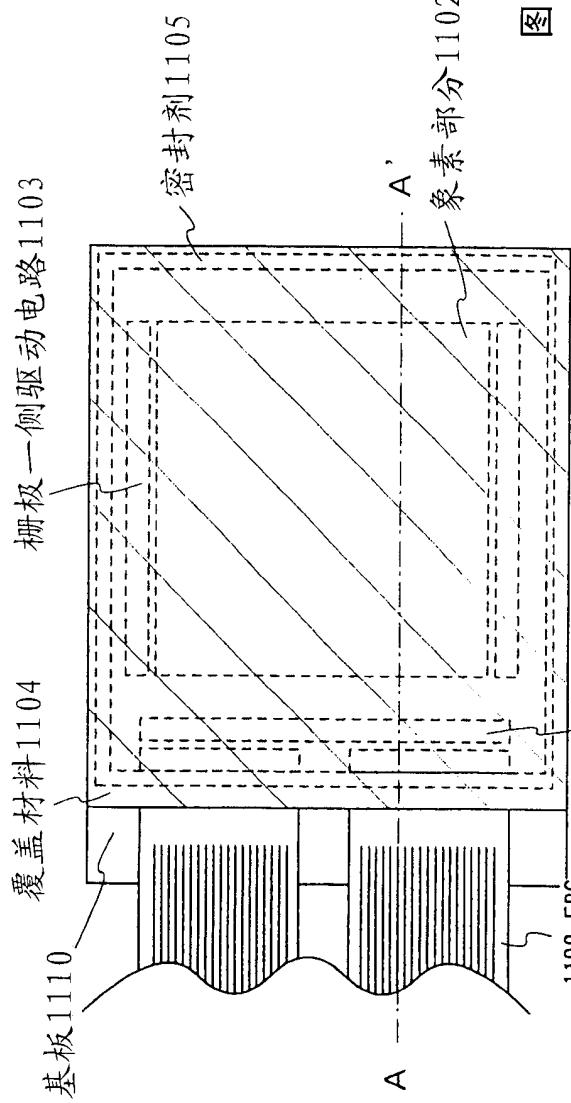
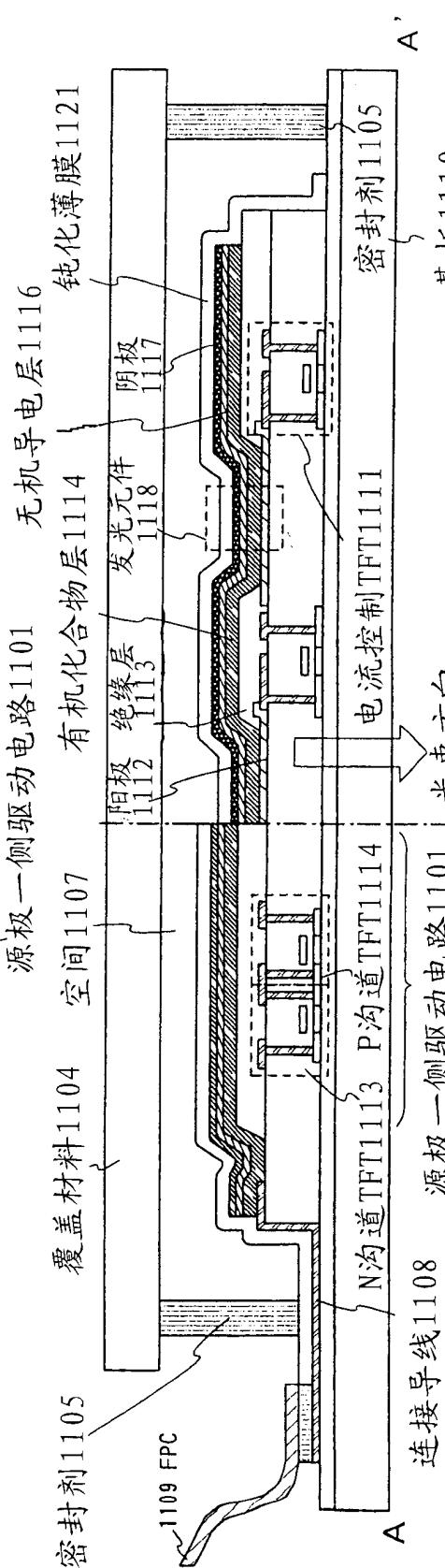


图 10B

1000: 开关TFT
 1001(1001a, 1001b) : 棚极电极
 1002: 棚极导线
 1003: 源极导线
 1004: 漏极导线
 1005: 电流控制TFT
 1006: 棚极导线
 1007: 电流供给线
 1008: 漏极导线
 1009: 阴极
 1010: 棚极导线
 1011: 擦除TFT
 1012: 棚极电极
 1013: 电容器
 1014: 半导体薄膜
 1015: 发光元件
 1016: 反向电源



11A
冬



11B
冬

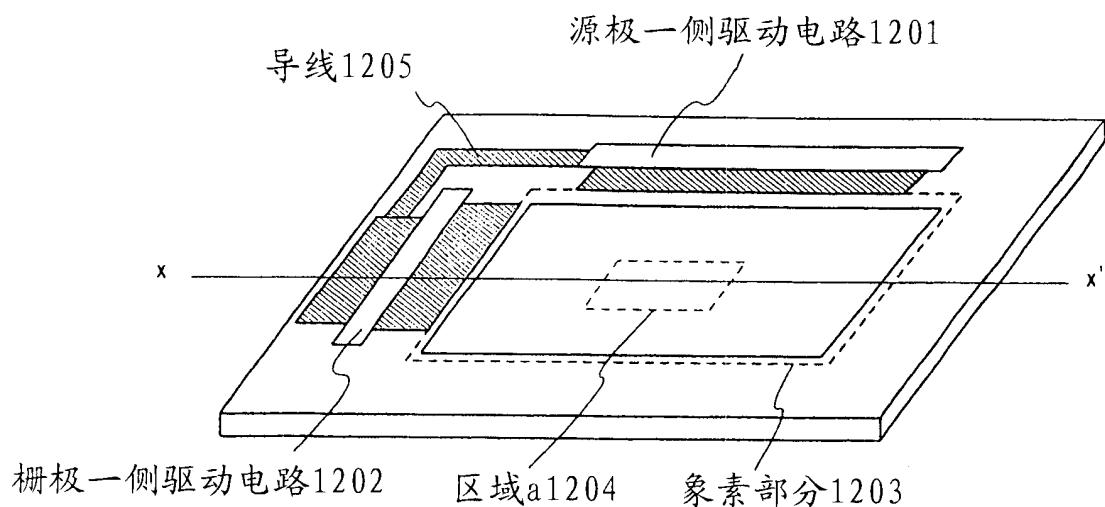


图 12A

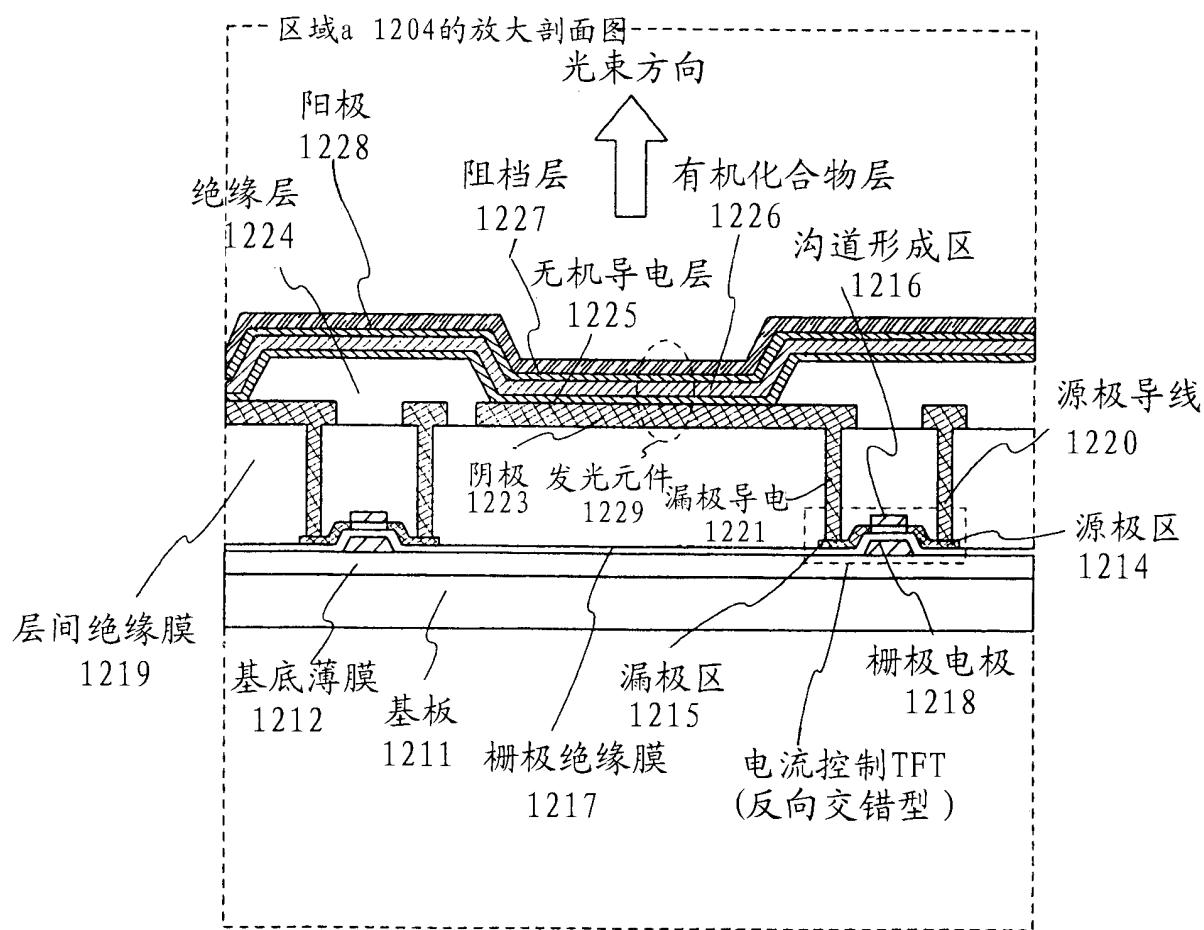


图 12B

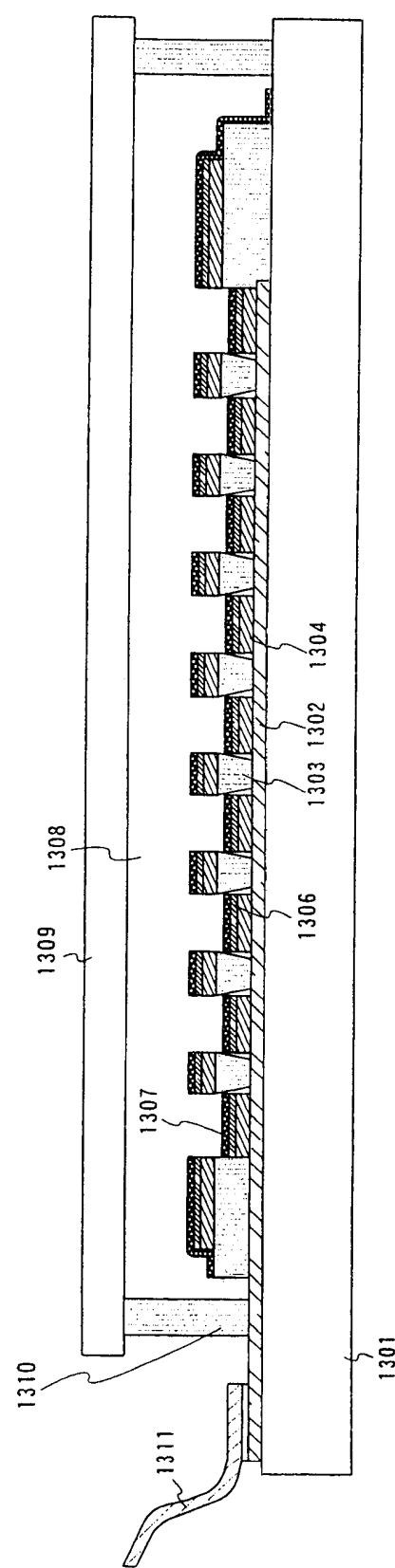


图 13

1301: 基板 1302: 阳极 1303: 提岸 1304: 有机化合物层

1306: 无机导电层 1307: 阴极 1308: 空间

1309: 密封基板 1310: 密封剂 1311: 阴极

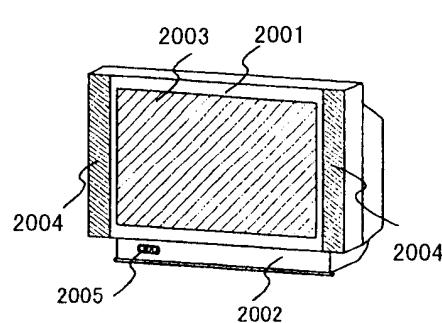


图 14A

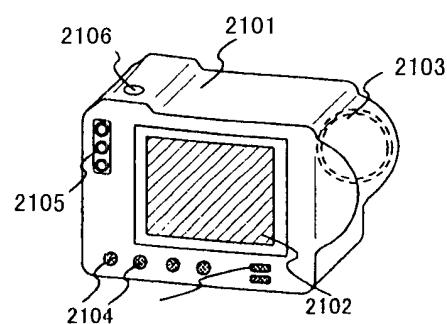


图 14B

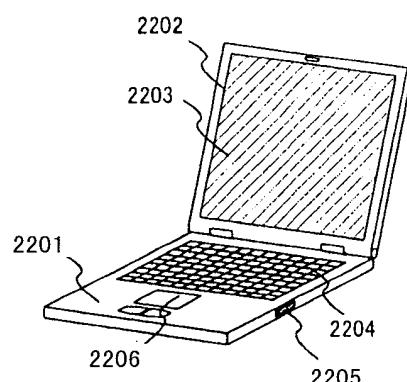


图 14C

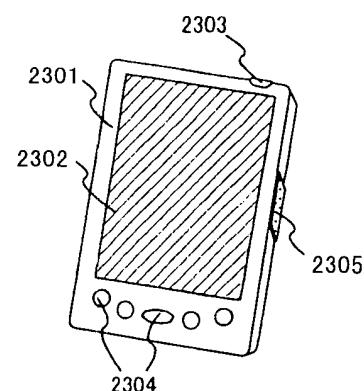


图 14D

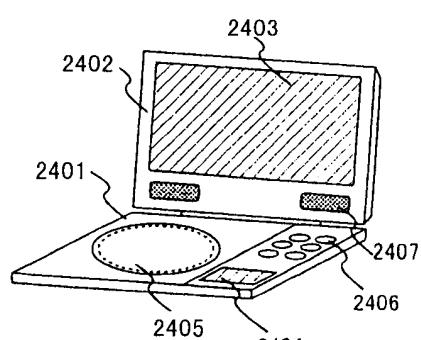


图 14E

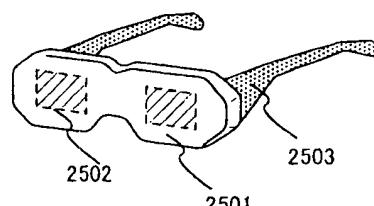


图 14F

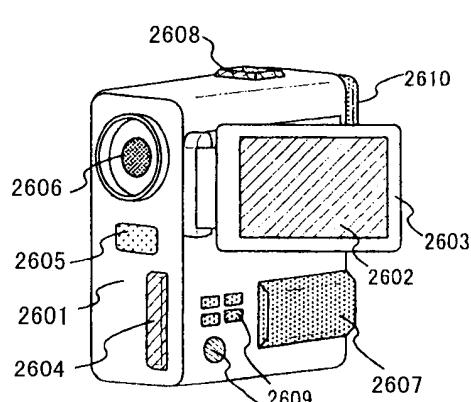


图 14G

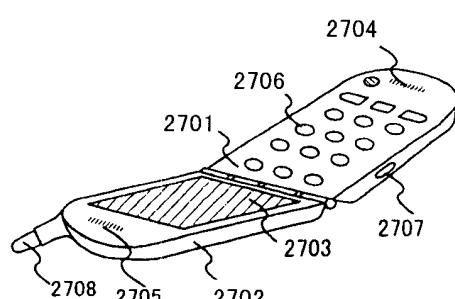


图 14H

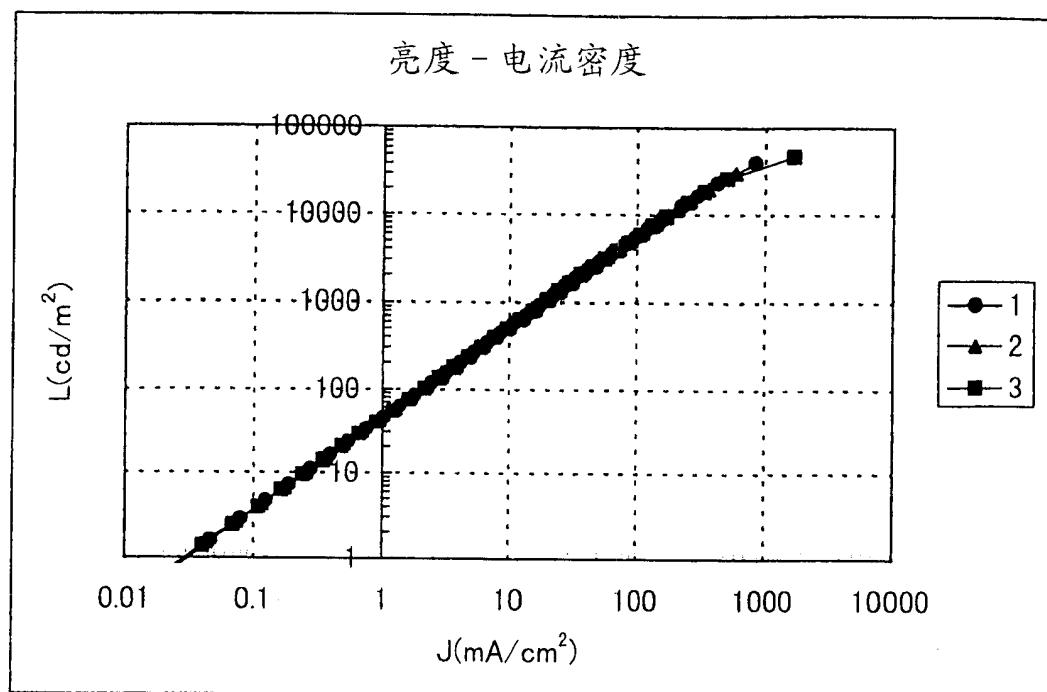


图 15A

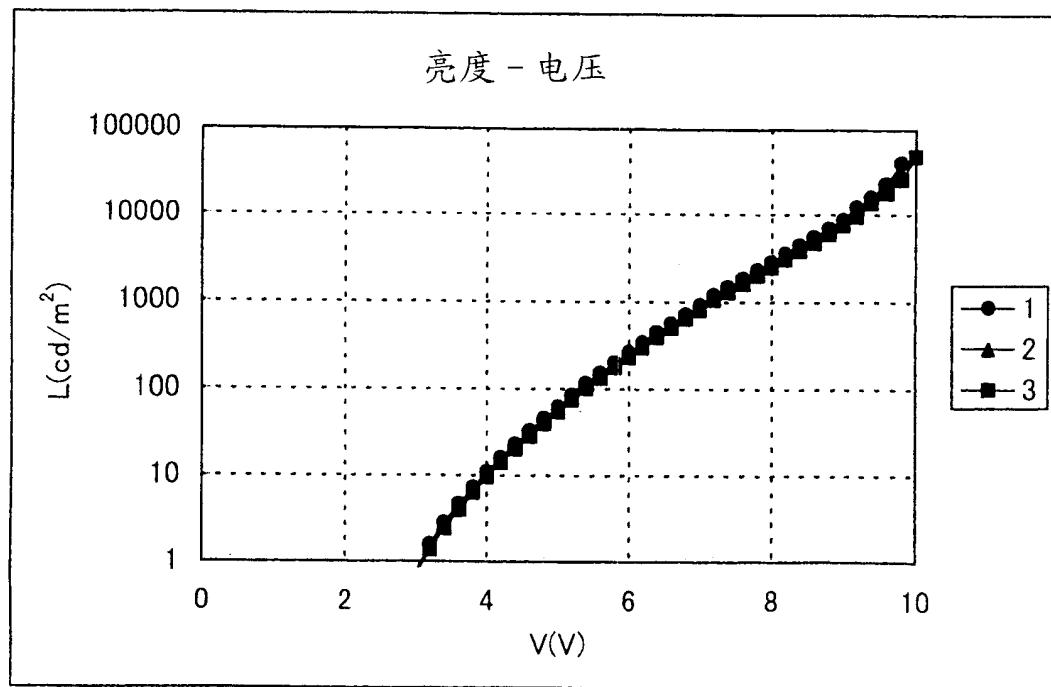


图 15B

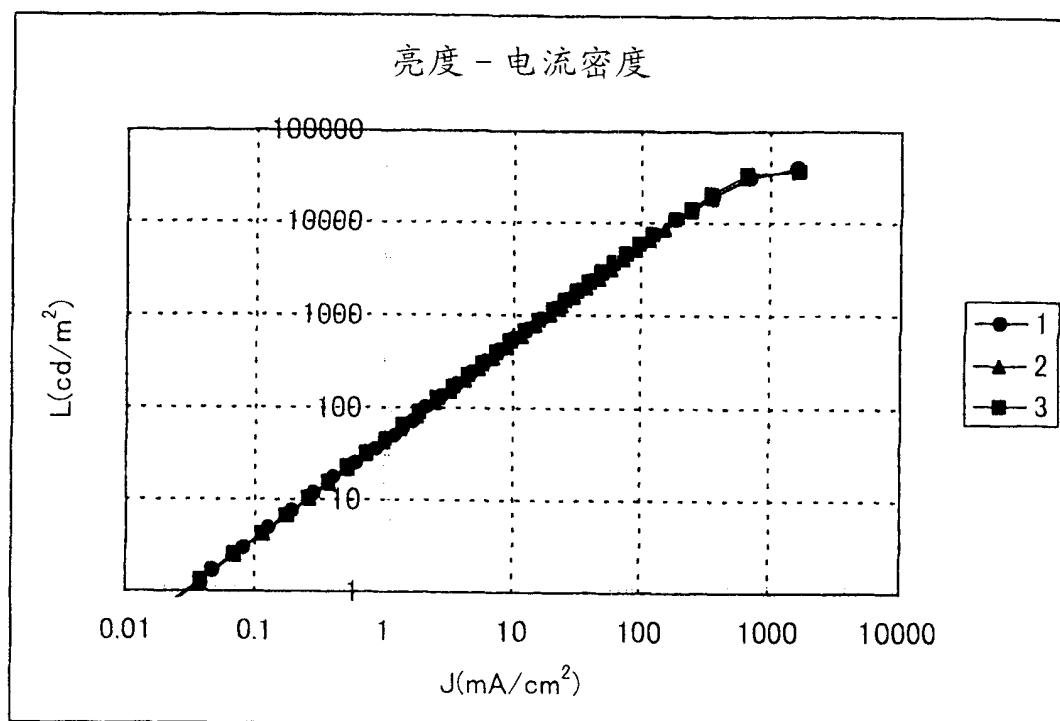


图 16A

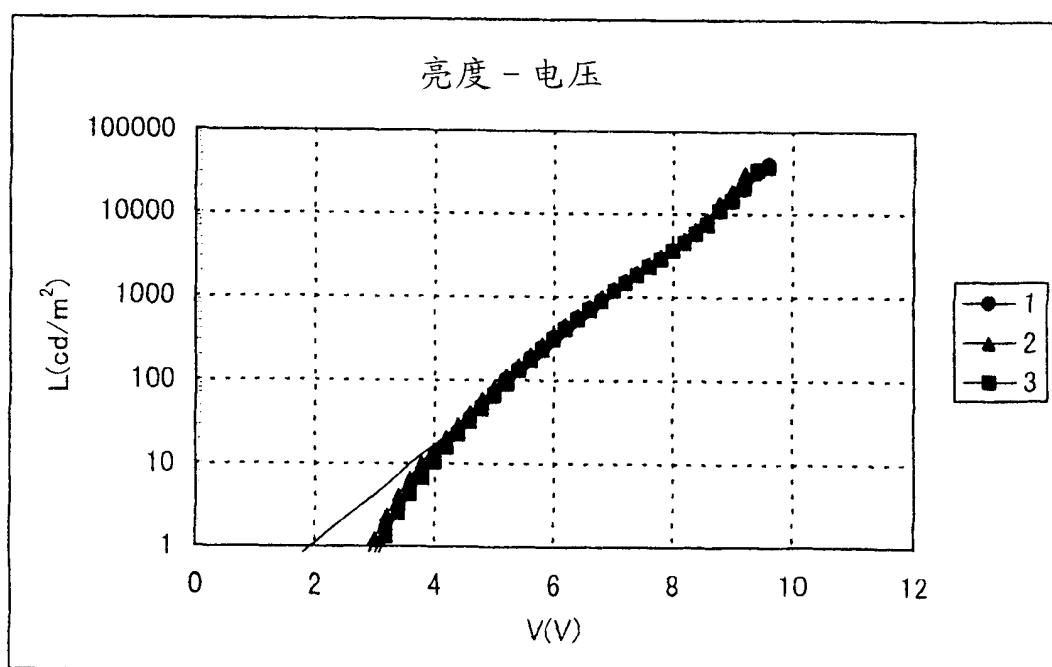


图 16B

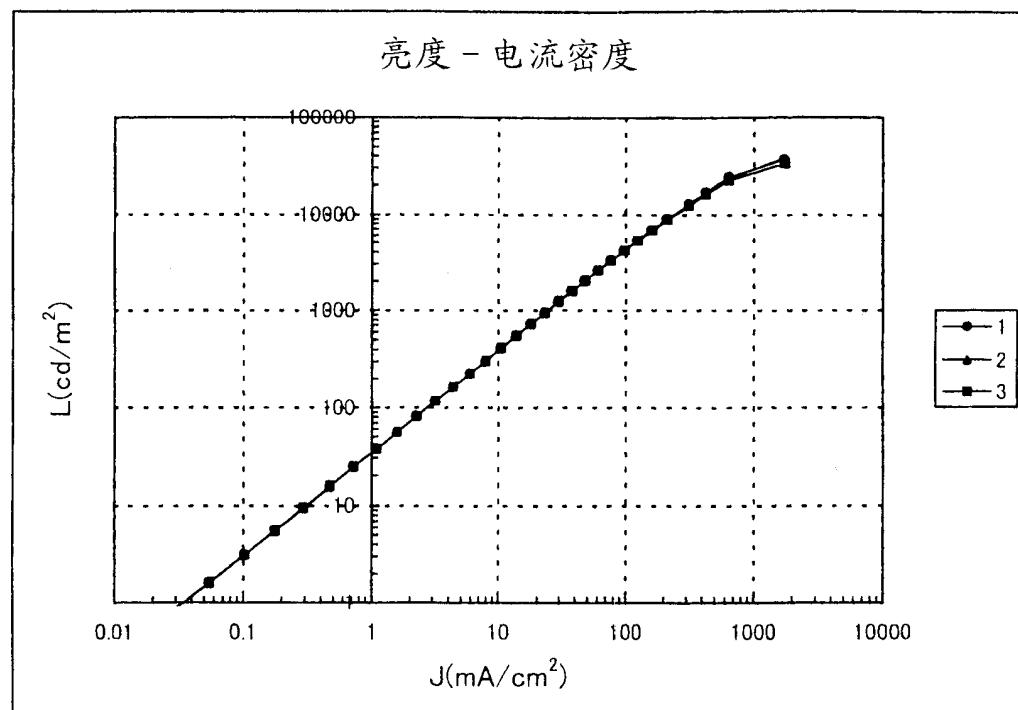


图 17A

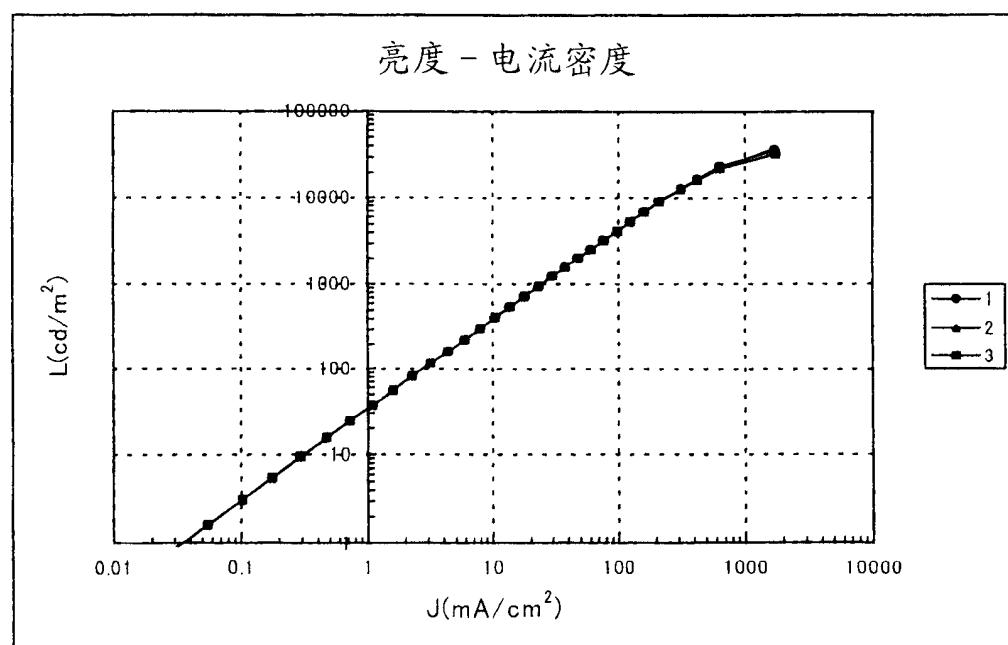


图 17B

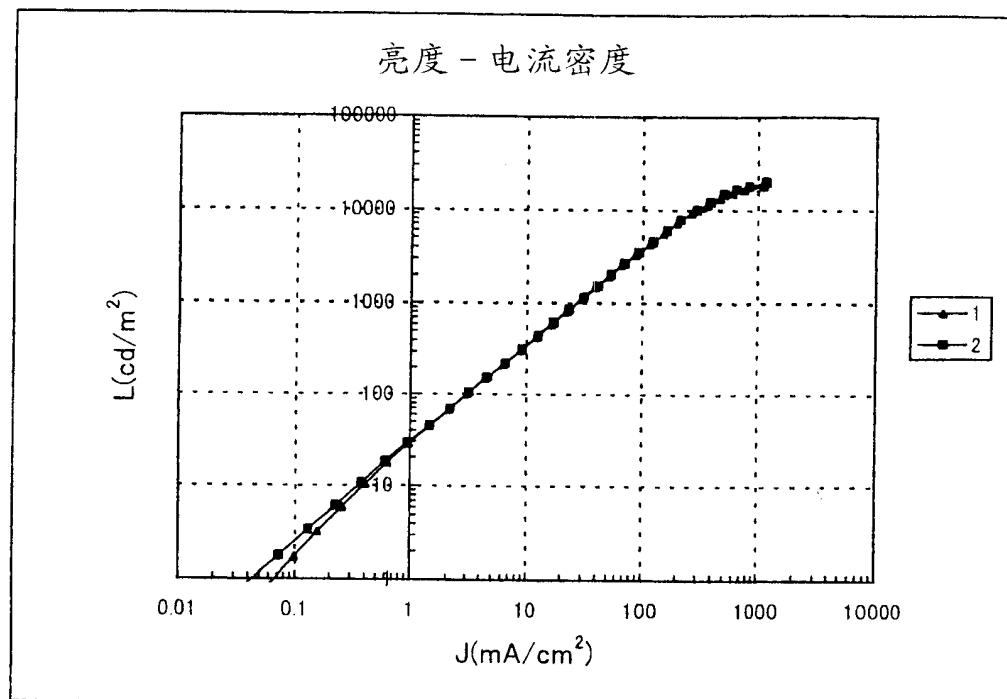


图 18A

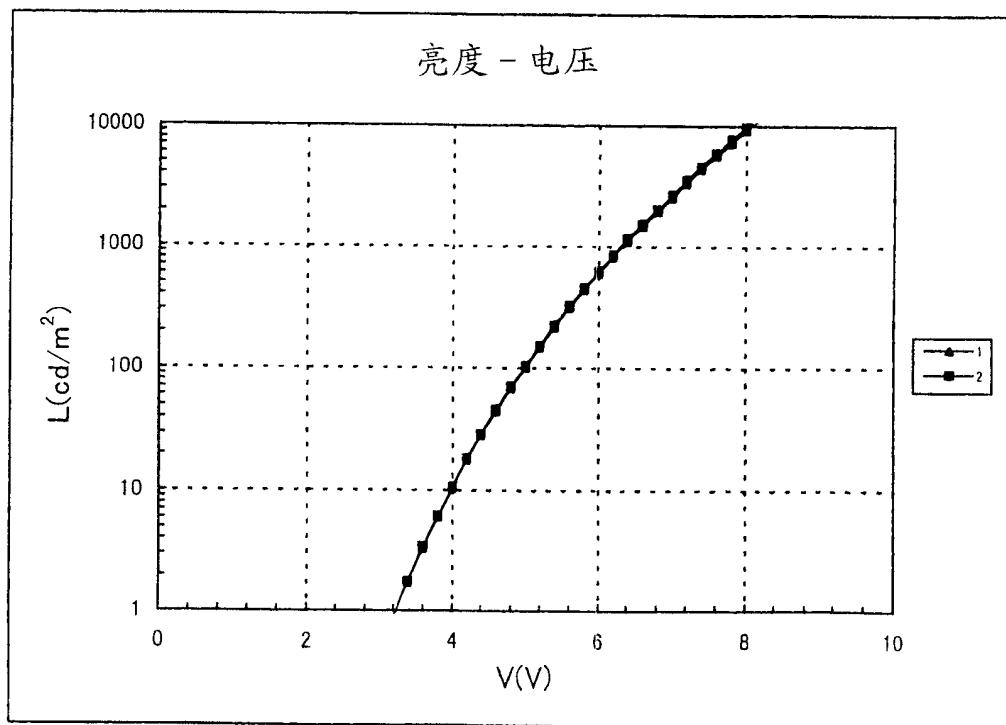


图 18B

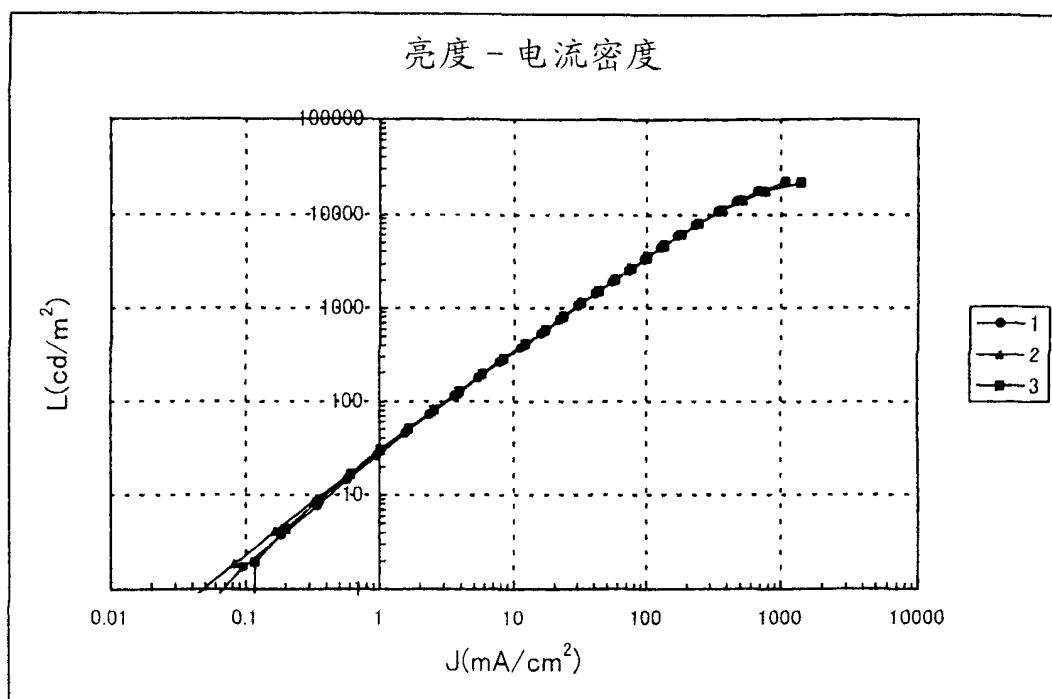


图 19A

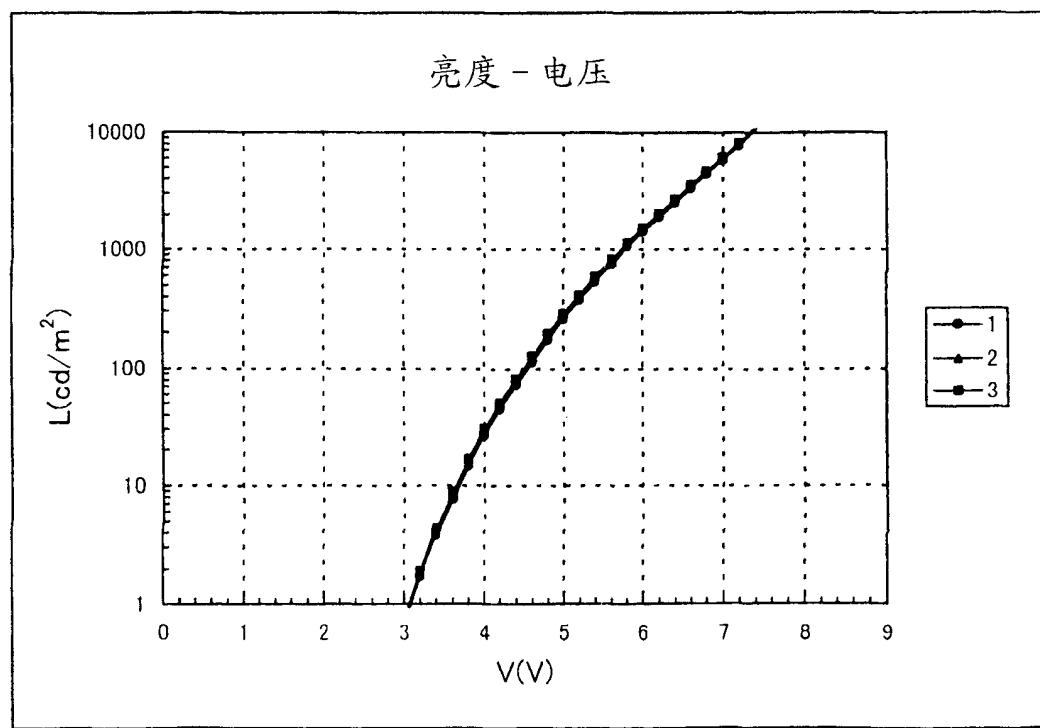


图 19B