



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101676931 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 27

(21) 申请号 200910173652. 4

(22) 申请日 2005. 10. 12

(30) 优先权数据

2004-303595 2004. 10. 18 JP

(62) 分案原申请数据

200580035611. 9 2005. 10. 12

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川

(72) 发明人 野村亮二 安部宽子 岩城裕司

山崎舜平

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 屠长存

(51) Int. Cl.

G06K 19/07 (2006. 01)

G06K 19/077 (2006. 01)

B42D 15/10 (2006. 01)

H01L 27/28 (2006. 01)

G11C 13/02 (2006. 01)

B42D 109/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 0237500 A1, 2002. 05. 10, 说明书第 41 段到 44 段, 图 1 至图 6.

US 20040112964 A1, 2004. 06. 17, 说明书第 110 段到第 303 段.

US 20030183699 A1, 2003. 10. 02, 全文.

审查员 俞晨

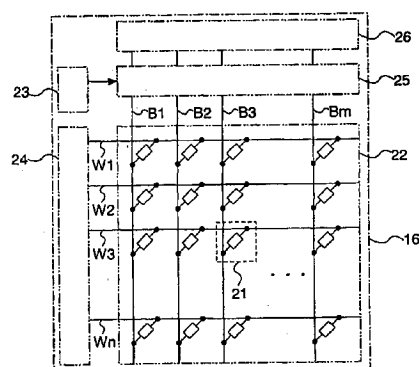
权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 28 页

(54) 发明名称

半导体器件以及防止用户伪造物体的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种半导体器件以及防止用户伪造物体的方法。该半导体器件包括：存储器，该存储器具有包括多个存储单元的存储单元阵列；控制该存储器的控制电路；和天线，其中存储单元阵列具有多个沿着第一方向延伸的位线和多个沿着不同于第一方向的第二方向延伸的字线，该多个存储单元中的每一个具有设置在位线和字线之间的有机化合物层。通过向该有机化合物层施加光学作用或电学作用来写入数据。



1. 一种其中植入了无线标签的纸张,所述无线标签包括:
柔性衬底上形成的存储元件;和
所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,
其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,并且
其中,所述存储元件被设置为当在所述一对电极之间施加电压时改变所述一对电极之间的距离。
2. 根据权利要求1的纸张,
其中,所述一对电极之间的距离的改变使得所述一对电极中的一个的一部分与所述一对电极中的另一个的一部分能够彼此接触。
3. 根据权利要求1的纸张,
其中,所述无线标签还包括电连接到所述存储元件的薄膜晶体管。
4. 根据权利要求1的纸张,
其中,所述一对电极包括从铝、铜、银、钛选择的导电材料。
5. 一种其中植入了无线标签的有机树脂,所述无线标签包括:
柔性衬底上形成的存储元件;和
所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,
其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,并且
其中,所述存储元件被设置为当在所述一对电极之间施加电压时改变所述一对电极之间的距离。
6. 根据权利要求5的有机树脂,
其中,所述一对电极之间的距离的改变使得所述一对电极中的一个的一部分与所述一对电极中的另一个的一部分能够彼此接触。
7. 根据权利要求5的有机树脂,
其中,所述无线标签还包括电连接到所述存储元件的薄膜晶体管。
8. 根据权利要求5的有机树脂,
其中,所述一对电极包括从铝、铜、银、钛选择的导电材料。
9. 一种其中植入了无线标签的包装材料,所述无线标签包括:
柔性衬底上形成的存储元件;和
所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,
其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,并且
其中,所述存储元件被设置为当在所述一对电极之间施加电压时改变所述一对电极之间的距离。
10. 根据权利要求9的包装材料,
其中,所述一对电极之间的距离的改变使得所述一对电极中的一个的一部分与所述一对电极中的另一个的一部分能够彼此接触。
11. 根据权利要求9的包装材料,

其中,所述无线标签还包括电连接到所述存储元件的薄膜晶体管。

12. 根据权利要求 9 的包装材料,

其中,所述一对电极包括从铝、铜、银、钛选择的导电材料。

13. 一种其中植入了无线标签的证件,所述无线标签包括:

柔性衬底上形成的存储元件;和

所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,

其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,并且

其中,所述存储元件被设置为当在所述一对电极之间施加电压时改变所述一对电极之间的距离。

14. 根据权利要求 13 的证件,

其中,所述一对电极之间的距离的改变使得所述一对电极中的一个的一部分与所述一对电极中的另一个的一部分能够彼此接触。

15. 根据权利要求 13 的证件,

其中,所述无线标签还包括电连接到所述存储元件的薄膜晶体管。

16. 根据权利要求 13 的证件,

其中,所述一对电极包括从铝、铜、银、钛选择的导电材料。

17. 一种其中植入了无线标签的纸币,所述无线标签包括:

柔性衬底上形成的存储元件;和

所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,

其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,并且

其中,所述存储元件被设置为当在所述一对电极之间施加电压时改变所述一对电极之间的距离。

18. 根据权利要求 17 的纸币,

其中,所述一对电极之间的距离的改变使得所述一对电极中的一个的一部分与所述一对电极中的另一个的一部分能够彼此接触。

19. 根据权利要求 17 的纸币,

其中,所述无线标签还包括电连接到所述存储元件的薄膜晶体管。

20. 根据权利要求 17 的纸币,

其中,所述一对电极包括从铝、铜、银、钛选择的导电材料。

21. 一种其中植入了无线标签的证券,所述无线标签包括:

柔性衬底上形成的存储元件;和

所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,

其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,并且

其中,所述存储元件被设置为当在所述一对电极之间施加电压时改变所述一对电极之间的距离。

22. 根据权利要求 21 的证券,

其中,所述一对电极之间的距离的改变使得所述一对电极中的一个的一部分与所述一对电极中的另一个的一部分能够彼此接触。

23. 根据权利要求 21 的证券,

其中,所述无线标签还包括电连接到所述存储元件的薄膜晶体管。

24. 根据权利要求 21 的证券,

其中,所述一对电极包括从铝、铜、银、钛选择的导电材料。

25. 一种防止用户伪造物体的方法,该方法包括向该物体提供无线标签的步骤,

其中,所述无线标签包括:

柔性衬底上形成的存储元件;和

所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,

其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,并且

其中,所述存储元件被设置为当在所述一对电极之间施加电压时改变所述一对电极之间的距离。

26. 根据权利要求 25 的方法,

其中,所述一对电极之间的距离的改变使得所述一对电极中的一个的一部分与所述一对电极中的另一个的一部分能够彼此接触。

27. 根据权利要求 25 的方法,

其中,所述无线标签还包括电连接到所述存储元件的薄膜晶体管。

28. 根据权利要求 25 的方法,

其中,所述一对电极包括从铝、铜、银、钛选择的导电材料。

29. 根据权利要求 25 的方法,

其中,所述物体是从钞票、硬币、证券、证件、包装容器、书籍、存储介质、交通工具、食品、衣物中选择的。

30. 一种半导体器件,包括:

具有天线的第二柔性保护层;

形成在所述第一柔性保护层和所述天线之上的第二柔性保护层;以及

包括多个薄膜晶体管和多个存储元件的一组元件,所述一组元件夹在所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层之间,

其中,所述天线电连接到所述一组元件,

其中,所述多个存储元件中的每一个包括设置在第一电极层和第二电极层之间的有机化合物层,并且被设置成当在所述第一电极层和所述第二电极层之间施加电压时,改变所述第一电极层和所述第二电极层之间的距离,并且

其中,所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层是由有机树脂材料形成的。

31. 根据权利要求 30 的半导体器件,

其中,所述半导体器件还包括所述第一柔性保护层和所述一组元件之间以及所述第二柔性保护层和所述一组元件之间的阻挡层。

32. 根据权利要求 30 的半导体器件,

其中,所述半导体器件还包括所述第一柔性保护层和所述一组元件之间以及所述第二

柔性保护层和所述一组元件之间的阻挡层,并且

其中,所述阻挡层包括氮化硅。

33. 根据权利要求 30 的半导体器件,

其中所述一组元件的厚度等于或大于 $0.1\mu\text{m}$ 并且等于或小于 $3\mu\text{m}$ 。

34. 一种半导体器件,包括:

第一柔性保护层;

形成在所述第一柔性保护层上的天线;

形成在所述第一柔性保护层之上的第二柔性保护层;以及

包括多个薄膜晶体管和多个存储元件的一组元件,所述一组元件夹在所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层之间,

其中,所述天线电连接到所述一组元件,

其中,所述多个存储元件中的每一个包括设置在第一电极层和第二电极层之间的有机化合物层,并且被设置成当在所述第一电极层和所述第二电极层之间施加电压时,改变所述第一电极层和所述第二电极层之间的距离,并且

其中,所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层是由有机树脂材料形成的。

35. 根据权利要求 34 的半导体器件,

其中,所述半导体器件还包括所述第一柔性保护层和所述一组元件之间以及所述第二柔性保护层和所述一组元件之间的阻挡层。

36. 根据权利要求 34 的半导体器件,

其中,所述半导体器件还包括所述第一柔性保护层和所述一组元件之间以及所述第二柔性保护层和所述一组元件之间的阻挡层,并且

其中,所述阻挡层包括氮化硅。

37. 根据权利要求 34 的半导体器件,

其中所述一组元件的厚度等于或大于 $0.1\mu\text{m}$ 并且等于或小于 $3\mu\text{m}$ 。

半导体器件以及防止用户伪造物体的方法

[0001] 本分案申请是基于申请号为 200580035611.9(国际申请号为 PCT/JP2005/019156),申请日为 2005 年 10 月 12 日,发明名称为“半导体器件及其驱动方法”的中国专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及半导体器件以及驱动该半导体器件的方法。

背景技术

[0003] 近年来个体识别技术吸引了很多注意力。例如,有一种技术用于制造和管理,其中通过向单个对象给予 ID(个体识别号)来表明诸如对象历史的信息。首先,利用电磁场或无线电波在不接触的情况下发送和接收数据的半导体器件的发展取得了进步。具体地说,作为这种半导体器件,无线芯片(也称为“ID 标签”、“IC 标签”和“IC 芯片”、“RF(射频)标签”、“无线标签”、“电子标签”或“RFID(射频标识)”)正开始被引入公司、市场等等。

[0004] 很多已经投入实用的半导体器件具有采用半导体衬底的电路(也称为“IC(集成电路)芯片”)和天线,该 IC 芯片包括存储器和控制电路。

[0005] 此外,根据设置在 IC 芯片中的存储器结构,诸如写入信息或读取信息的方式分为各种方法。例如在采用掩模 ROM 作为存储电路的情况下,除了在制造芯片时之外不能执行数据写入。在这种情况下,除了在制造芯片时之外不能执行数据写入,因此该芯片不是用户界面友好的。由此,需要可以在制造芯片时之外写入数据的 ID 芯片。

[0006] 另一方面,在采用 EEPROM 等作为存储电路的情况下,虽然用户可以自由地重新写入内容,但是也允许用户以外的其它人重写信息从而可能进行篡改(例如非专利文献 1)。因此,目前没有足够地实现安全措施,由此需要能够防止通过重写等进行篡改的措施。

[0007] 此外,也需要一种元件,并主动开展了积极的研究和开发。

[0008] (非专利文献 1)

[0009] <http://japan.cnet.com/news/sec/story/0,2000050480,20070122,00.htm>

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种半导体器件,其中可以在除了制造半导体器件时之外写入数据并防止通过重写进行篡改。此外,本发明的目的是提供容易形成并包括存储元件的低价半导体器件以及驱动该半导体器件的方法。

[0011] 为了达到该目的,本发明提供以下特征。

[0012] 根据本发明的一种半导体器件包括:多个沿着第一方向延伸的位线、多个沿着不同于第一方向的第二方向延伸的字线、包括多个设置在位线和字线的交叉部位的存储单元的存储单元阵列、和设置在存储单元中的有机存储元件,其中有机存储元件具有由位线、有机化合物层和字线构成的叠层结构。

[0013] 此外,根据本发明的另一种半导体器件包括:多个沿着第一方向延伸的位线、多个

沿着不同于第一方向的第二方向延伸的字线、包括多个设置在位线和字线的交叉部位的存储单元的存储单元阵列、设置在存储单元中的有机存储元件、和天线,其中有机存储元件具有由位线、有机化合物层和字线构成的叠层结构。

[0014] 此外,在根据本发明的各半导体器件中,位线和字线中的至少一个具有透光特性。

[0015] 此外,根据本发明的另一种半导体器件包括:多个沿着第一方向延伸的位线、多个沿着不同于第一方向的第二方向延伸的字线、和包括多个被位线和字线围绕的存储单元的存储单元阵列,其中该存储单元包括晶体管 and 与该晶体管电连接的有机存储元件,其中有机存储元件具有设置在一对导电层之间的有机化合物层。

[0016] 此外,根据本发明的另一种半导体器件包括:多个沿着第一方向延伸的位线、多个沿着不同于第一方向的第二方向延伸的字线、包括多个被位线和字线围绕的存储单元的存储单元阵列、和天线,其中该存储单元包括晶体管 and 与该晶体管电连接的有机存储元件,其中有机存储元件具有设置在一对导电层之间的有机化合物层。

[0017] 此外,在根据本发明的每种半导体器件中,所述一对导电层中的至少一个具有透光特性。

[0018] 此外,在根据本发明的每种半导体器件中,所述有机存储元件具有可通过写入而不可逆转地改变的电阻。

[0019] 此外,在根据本发明的每种半导体器件中,所述有机存储元件的电极之间的距离通过写入而改变。

[0020] 此外,在根据本发明的每种半导体器件中,所述有机化合物层包括电子传输材料和空穴传输材料之一。

[0021] 此外,在根据本发明的每种半导体器件中,所述有机化合物层具有大于等于 10^{-15}S/cm 且小于等于 10^{-3}S/cm 的电导率。

[0022] 此外,在根据本发明的每种半导体器件中,所述有机化合物层的膜厚度为 5 至 60nm。

[0023] 一种用于驱动根据本发明半导体器件的方法,其中该半导体器件包括:多个沿着第一方向延伸的位线、多个沿着不同于第一方向的第二方向延伸的字线、包括多个设置在位线和字线的交叉部位的存储单元的存储单元阵列、和设置在存储单元中的有机存储元件,其中有机存储元件包括设置在位线和字线之间的有机化合物层,其中通过在位线和字线之间施加电压以改变有机存储元件的电阻来写入数据,其中通过在位线和字线之间施加电压以读取有机存储元件的电阻来读取数据。

[0024] 另一种用于驱动根据本发明半导体器件的方法,其中该半导体器件包括:多个沿着第一方向延伸的位线、多个沿着不同于第一方向的第二方向延伸的字线、和包括多个被位线和字线围绕的存储单元的存储单元阵列,其中有机存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层,其中通过在所述一对电极之间施加电压以改变有机存储元件的电阻来写入数据,其中通过在所述一对电极之间施加电压以读取有机存储元件的电阻来读取数据。

[0025] 根据本发明,可以获得可以在除制造半导体器件之外的时间写入数据(一次写入多次读取)、而且可以防止通过重写进行篡改的半导体器件。此外,通过提供采用容易沉积的有机化合物作为材料的存储器或包括该存储器的半导体器件,可以提供廉价的半导体器

件和驱动该半导体器件的方法。

[0026] 另外,还可以提供一种包括可以以低功率写入数据的存储元件的半导体器件。

[0027] 此外,根据本发明,提供一种其中植入了无线标签的纸张,所述无线标签包括:柔性衬底上形成的存储元件;和所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层。

[0028] 此外,根据本发明,提供一种其中植入了无线标签的有机树脂,所述无线标签包括:柔性衬底上形成的存储元件;和所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层。

[0029] 此外,根据本发明,提供一种其中植入了无线标签的包装材料,所述无线标签包括:柔性衬底上形成的存储元件;和所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层。

[0030] 此外,根据本发明,提供一种其中植入了无线标签的证件,所述无线标签包括:柔性衬底上形成的存储元件;和所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层。

[0031] 此外,根据本发明,提供一种其中植入了无线标签的纸币,所述无线标签包括:柔性衬底上形成的存储元件;和所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层。

[0032] 此外,根据本发明,提供一种其中植入了无线标签的证券,所述无线标签包括:柔性衬底上形成的存储元件;和所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层。

[0033] 此外,根据本发明,提供一种防止用户伪造物体的方法,该方法包括向该物体提供无线标签的步骤,其中,所述无线标签包括:柔性衬底上形成的存储元件;和所述柔性衬底上形成的天线,所述天线能够接收和发送电磁场,并且能够提供用来操作所述存储元件的功率,其中,所述存储元件包括设置在一对电极之间的有机化合物层。

[0034] 此外,根据本发明,提供一种半导体器件,包括:具有天线的第一柔性保护层;形成在所述第一柔性保护层和所述天线之上的第二柔性保护层;以及包括多个薄膜晶体管 and 多个存储元件的一组元件,所述一组元件夹在所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层之间,其中,所述天线电连接到所述一组元件,其中,所述多个存储元件中的每一个包括设置在第一电极层和第二电极层之间的有机化合物层,并且被设置成当在所述第一电极层和所述第二电极层之间施加电压时,改变所述第一电极层和所述第二电极层之间的距离,并且其中,所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层是由有机树脂材料形成的。

[0035] 此外,根据本发明,提供一种半导体器件,包括:第一柔性保护层;形成在所述第一柔性保护层上的天线;形成在所述第一柔性保护层之上的第二柔性保护层;以及包括多

个薄膜晶体管 and 多个存储元件的一组元件,所述一组元件夹在所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层之间,其中,所述天线电连接到所述一组元件,其中,所述多个存储元件中的每一个包括设置在第一电极层和第二电极层之间的有机化合物层,并且被设置成当在所述第一电极层和所述第二电极层之间施加电压时,改变所述第一电极层和所述第二电极层之间的距离,并且其中,所述第一柔性保护层和所述第二柔性保护层是由有机树脂材料形成的。

附图说明

[0036] 在附图中:

[0037] 图 1A 和 1B 是示出根据本发明的半导体器件和驱动该半导体器件的方法的图;

[0038] 图 2A 至 2D 是示出根据本发明的半导体器件和驱动该半导体器件的方法的图;

[0039] 图 3A 和 3B 是示出根据本发明的半导体器件的图;

[0040] 图 4A 至 4D 是示出用于制造根据本发明的半导体器件的过程的图;

[0041] 图 5A 至 5D 是示出根据本发明的半导体器件的图;

[0042] 图 6A 至 6C 是示出根据本发明的半导体器件的图;

[0043] 图 7A 至 7H 是示出根据本发明的半导体器件的使用模式的图;

[0044] 图 8A 和 8B 是示出根据本发明的半导体器件的使用模式的图;

[0045] 图 9A 和 9B 是示出根据本发明的半导体器件和驱动该半导体器件的方法的图;

[0046] 图 10A 至 10C 是示出根据本发明的半导体器件和驱动该半导体器件的方法的图;

[0047] 图 11 是示出根据本发明的半导体器件和驱动该半导体器件的方法的图;

[0048] 图 12 是示出根据本发明的激光照射系统的例子的图;

[0049] 图 13 是测量根据本发明的半导体器件中的有机存储元件的电流 - 电压特性的图;

[0050] 图 14 是测量根据本发明的半导体器件中的有机存储元件的电流 - 电压特性的图;

[0051] 图 15 是示出根据本发明的半导体器件的图;

[0052] 图 16A 和 16B 分别是根据本发明的半导体器件的光学显微图像和图案 (pattern diagram);

[0053] 图 17 是示出根据本发明的半导体器件的写入特性;

[0054] 图 18A 和 18B 是示出根据本发明的半导体器件的电流 - 电压特性的图;

[0055] 图 19A 和 19B 是在写入数据之后根据本发明的有机存储元件的光学显微图像和横截面 TEM 图像;

[0056] 图 20A 和 20B 是在写入数据之后根据本发明的有机存储元件的横截面 TEM 图像;

[0057] 图 21 是在写入数据之后根据本发明的有机存储元件的光学显微图像;

[0058] 图 22A 和 22B 是在写入数据之后根据本发明的有机存储元件的横截面 TEM 图像;

[0059] 图 23 是在写入数据之前根据本发明的有机存储元件的横截面 TEM 图像;

[0060] 图 24A 和 24B 是示出根据本发明的有机存储元件的电流 - 电压特性的图;

[0061] 图 25A 和 25B 是示出根据本发明的有机存储元件的电流 - 电压特性的图;

[0062] 图 26A 和 26B 是示出根据本发明的有机存储元件的电流 - 电压特性的图;

- [0063] 图 27A 至 27F 是作为例子示出根据本发明的有机存储元件的结构图；
- [0064] 图 28A 和 28B 是示出根据本发明的半导体器件的图；
- [0065] 图 29A 至 29C 根据本发明的半导体器件的图；
- [0066] 图 30 是示出根据本发明的有机存储元件的电流 - 电压特性的图；以及
- [0067] 图 31 是示出在样品 1 至 6 的写入之前和之后的写入电压和特性的图。

具体实施方式

[0068] 下面参照附图描述本发明的实施方式。但是本发明不限于以下描述，很容易理解各种更改和修正对本发明的技术人员来说都是显而易见的，除非这种更改和修正脱离了本发明的范围。因此，本发明不应当解释为限制于在这些实施方式中描述的内容。要注意，在以下本发明的实施方式中，在不同附图中表示相同对象的附图标记是相同的。

[0069] (实施方式 1)

[0070] 在本实施方式中描述的半导体器件 20 具有无接触式数据交换的功能，并包括电源电路 11、时钟发生电路 12、数据解调 / 调制电路 13、控制其它电路的控制电路 14、接口电路 15、存储器 16、数据总线 17 和天线 18 (天线线圈) (图 1A)。电源电路 11 是基于从天线 18 输入的交流电信号产生提供给半导体器件 20 中各个电路的各种电源的电路。时钟发生电路 12 是基于从天线 18 输入的交流电信号产生提供给半导体器件 20 中各个电路的各种时钟信号的电路。数据解调 / 调制电路 13 具有对与读取器 / 写入器 19 交换的数据进行解调 / 调制的功能。控制电路 14 具有控制存储器 16 的功能。天线 18 具有发送和接收电磁场或无线电波的功能。读取器 / 写入器 19 控制与半导体器件 20 的通信和对数据的处理。要注意，半导体器件 20 不限于上面描述的，例如，可以向上述结构添加其它元件如电源电压限幅电路或只用于处理代码的硬件。

[0071] 此外在图 1A，存储器 16 具有这样的结构特征 (下面也称为“有机存储元件”)，其中在一对导电层之间设置包括有机化合物的层 (下面也称为“有机化合物层”)。存储器 16 不仅可以包括由有机存储元件构成的存储器，还可以包括其它存储器。其它存储器包括例如一个或多个从 DRAM、SRAM、FeRAM、掩模 ROM、PROM、EPROM、EEPROM 和闪存中选出的存储器。

[0072] 包括有机存储元件的存储器 (下面也称为“有机存储器”) 使用有机化合物材料，而且通过对有机化合物层进行光学或电学作用来改变有机存储元件的电阻。

[0073] 下面描述有机存储器的结构 (图 1B)。有机存储器包括存储单元阵列 22、解码器 23 和 24、选择器 25 和读取 / 写入电路 26，在存储单元阵列 22 中以矩阵形式设置了包括有机存储元件的存储单元 21。

[0074] 存储单元 21 包括与位线 Bx ($1 \leq x \leq m$) 连接的第一导电层、与字线 Wy ($1 \leq y \leq n$) 连接的第二导电层以及有机化合物层。该有机化合物层设置在第一导电层和第二导电层之间。

[0075] 接着，对于实际制造存储单元阵列 22 的情况，描述其顶视图结构和横截面结构 (图 2A 和 2B)。要注意，在具有绝缘表面的衬底 30 上的存储单元阵列 22 包括在第一方向上延伸的第一导电层 27、在垂直于第一方向的第二方向上延伸的第二导电层 28 以及有机化合物层 29。存储单元 21 设置在第一导电层 27 和第二导电层 28 的交叉部位。第一导电

层 27 和第二导电层 28 像条纹一样设置以互相交叉。绝缘层 33 设置在相邻的有机化合物层 29 之间。此外,提供用作保护膜的绝缘层 34 以和第二导电层 28 接触。

[0076] 作为衬底 30,使用玻璃衬底、柔性衬底、石英衬底、硅衬底、金属衬底、不锈钢衬底等等。柔性衬底是指柔软并且能弯曲的衬底,例如包括含有聚碳酸酯、polyallylate、聚醚砜等的塑料衬底。第一导电层 27 和第二导电层 28 是利用公知的导电材料如铝 (Al)、铜 (Cu) 和银 (Ag) 形成的。

[0077] 在通过光对有机存储器写入数据的情况下,第一导电层 27 和第二导电层 28 之一或两者都具有透光特性。透光导电层利用透明导电材料如铟锡氧化物 (ITO) 或者利用不透明的导电材料形成为具有能够透射光的厚度。

[0078] 对于有机化合物层 29,可以使用导电的(优选电导率为大于等于 10^{-15}S/cm 且小于等于 10^{-3}S/cm) 有机化合物材料,且可以使用高空穴传输材料,例如芳族胺(即具有苯环-氮键)化合物,如 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯胺基]-联苯(缩写: α -NPD)、4,4'-二[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺基]-联苯(缩写:TPD)、4,4',4''-三(N,N'-二苯胺基)-三苯胺(缩写:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺基]-三苯胺(缩写:MTDATA) 和 4,4'-二(N-(4-(N,N'-二-m-甲苯胺基)苯基)-N-苯胺基)联苯(缩写:DNTPD);酞菁化合物,如酞菁(缩写:H2Pc)、酞菁铜(缩写:CuPc) 和酞菁化氧砷(缩写:VOpc) 等等。

[0079] 此外,可以用高电子传输材料作为有机化合物材料,如包括具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属络合物的材料,如三(8-羟基喹啉)铝(缩写:Alq₃)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(缩写:Almq₃)、二(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(缩写:BeBq₂)、二(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基苯酚-铝(缩写:BA1q),还可以使用诸如具有唑配合基或噻唑配合基的金属络合物的材料,如二[2-(2-羟苯基)苯并噁唑]锌(缩写:Zn(BOX)₂)或二[2-(2-羟苯基)苯并噻唑]锌(缩写:Zn(BTZ)₂)。此外,除了金属络合物之外,还可以使用化合物如 2-(4-联苯基)-5-(4-tert-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(缩写:PBD)、1,3-二[5-(p-tert-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(缩写:OXD-7)、3-(4-tert-丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(缩写:TAZ)、3-(4-tert-丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(缩写:p-EtTAZ) 以及红菲绕啉(bathophenanthroline)(缩写:BPhen)。

[0080] 此外,有机化合物材料包括 4-二氰亚甲基-2-甲基-6[2(1,1,7,7-四甲基久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃(缩写:DCJT)、4-二氰亚甲基-2-tert-丁基-6-[2(1,1,7,7-四甲基久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃(缩写:DCJTb)、periflanthene、2,5-二氰基-1,4-双[2-(10-甲氧基-1,1,7,7-四甲基久洛尼定-9-基)乙烯基]苯、N,N'-二甲基喹吖啶酮(N,N'-dimethylquinacridone)(缩写:DMQd)、香豆素 6、香豆素 545T、9,9'-二蒽(9,9'-bianthryl)、9,10-联苯蒽(缩写:DPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:DNA)、以及 2,5,8,11-四-t-丁基二萘嵌苯(2,5,8,11-tetra-t-butylperylene)(缩写:TBP)。此外,作为形成散布了上述发光材料的层时用作基质(matrix)的材料,可以使用:蒽衍生物,如 9,10-二(2-萘基)-2-tert-丁基蒽(缩写:t-BuDNA);唑啉衍生物如 4,4'-二(N-唑啉基)联苯(缩写:CBP);金属络合物,如二[2-(2-羟苯基)吡啶]锌(缩写:Znpp₂) 和二[2-(2-羟苯基)苯并噁唑]锌(缩写:ZnBOX) 等等,此外,可以使用三(8-羟基喹啉)铝(缩写:Alq₃)、9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:DNA)、二(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基苯酚-铝(缩写:BA1q) 等等。

[0081] 此外,作为有机化合物层 29 的材料,可以使用通过施加光学或电学作用来改变有机存储元件的电阻的材料。例如,可以使用掺杂了通过吸收光来产生酸的化合物(光酸发生剂(photoacid generator))的共轭聚合物,其中可以用聚乙炔族、聚苯乙炔(polyphenylenevinylene)族、聚噻吩族、聚苯胺族、聚亚苯基乙烯(polyphenyleneethylene)族等等作为共轭聚合物。此外,作为光酸发生剂,可以使用芳基磺盐(arylsulfonium salt)、芳基碘盐(aryliodonium salt)、o-硝基苯甲基甲磺酸盐(o-nitrobenzyltosylate)、芳基磺酸 p-硝基苯甲基醚(arylsulfonic acid p-nitrobenzylether)、磺酰苯乙酮(sulfonylacetophenone)族、Fe-芳烃络合 PF_6 盐等等。

[0082] 此外,可以在第一导电层 27 和有机化合物层 29 之间或者在第二导电层 28 和有机化合物层 29 之间设置整流元件(参照图 2D)。整流元件典型地是肖特基二极管、PN 结二极管、PIN 结二极管或具有相互连接的栅电极和漏电极的晶体管。当然,也可以设置具有其它结构的二极管。图 2D 示出包括半导体层 44 和 45 的 PN 结二极管设置在第一导电层 27 和有机化合物层 29 之间的情况。半导体层 44 和 45 之一是 N 型半导体,而另一个是 P 型半导体。如上所述,可以通过提供整流元件来提高存储单元的选择性和读取与写入的操作特性。

[0083] 此外,如图 15 所示,包括设置在一对导电层之间的有机化合物层的存储器 282 可以设置在集成电路 281 上。也就是说,集成电路 281 可以设置在衬底 280 上,而存储器 282 可以形成在集成电路 281 上。

[0084] 如上所述,在本实施方式中描述的有机存储元件具有在一对电极之间设置有机化合物层的简单结构。因此,其制造过程是简单的,由此可以提供廉价的半导体器件。此外,在本实施方式中描述的有机存储器是非易失存储器。因此,不需要并入电池来用于保持数据,由此可以提供小、薄和轻的半导体器件。此外,由于有机存储元件的电阻通过写入而被不可逆转地改变,因此在可以写入数据(一次写入多次读取)的同时不能重写数据。由此,可以提供能防止篡改并保证安全性的半导体器件。

[0085] 下面描述将数据写入有机存储器的操作。数据的写入通过光学作用或电学作用来进行。首先,描述在通过电学作用执行数据写入的情况(参见图 1B)。要注意,该写入是通过改变存储单元的电子特性来实施的,而该存储单元的初始状态(没有施加电学作用的状态)是数据“0”,电子特性已改变的状态是数据“1”。

[0086] 在将数据“1”写入存储单元 21 的情况下,首先通过解码器 23、24 和选择器 25 选择存储单元 21。具体地说,通过解码器 24 向与存储单元 21 连接的字线 W3 施加预定电压 V2。此外,通过解码器 23 和选择器 25 将与存储单元 21 连接的位线 B3 连接到读取/写入电路 26。然后,将写入电压 V1 从读取/写入电路 26 输出给位线 B3。通过这种方式,在存储单元 21 中包含的第一导电层和第二导电层之间施加电压 $V_w = V1 - V2$ 。通过适当选择电位 V_w ,设置在导电层之间的有机化合物层 29 以物理或电的方式改变以执行数据“1”的写入。具体地说,在用于读取的操作电压下,第一和第二导电层之间在数据“1”的状态下的电阻优选改变为使得该电阻与在数据“0”的状态下的电阻相比小很多。例如, V1 和 V2 可以从 $(V1, V2) = (0V, 5 \text{ 至 } 15V)$ 或者 $(3 \text{ 至 } 5V, -12 \text{ 至 } -2V)$ 的范围内选择。电压 V_w 可以是 5 至 15V,或 -5 至 -15V。要注意,在这种情况下,夹着有机化合物层的这一对电极之间的距离可以改变。

[0087] 要注意,未选择的字线和未选择的位线被控制为使得数据“1”不写入与未选择的

字线和未选择的位线连接的存储单元中。例如,可以使未选择的字线和未选择的位线浮置。需要具有这样的特性,即能够保证构成存储单元的第一和第二导电层之间的选择性,如二极管特性。

[0088] 另一方面,在将数据“0”写入存储单元 21 的情况下,所需要的只是不对存储单元 21 施加电学作用。在例如按照与写入数据“1”的情况相同方式的电路操作中,通过解码器 23、24 和选择器 25 选择存储单元 21。但是,使从读取 / 写入电路 26 向位线 B3 输出的电位几乎等于 所选择的字线 W3 的电位或未选择的字线的电位,从而以不使存储单元 21 的电子特性变化的程度将电压(例如 -5 至 5V)施加在构成存储单元 21 的第一和第二导电层之间。

[0089] 下面描述通过光学作用执行数据写入的情况。在通过光学作用执行数据写入的情况下,用来自透光导电层(在此是第二导电层 28)的激光照射有机化合物层 29。在此,用激光选择性地照射包含在期望部位的有机存储元件中的有机化合物层 29,以破坏有机化合物层 29。由于被破坏的有机化合物层是绝缘的,因此当包括被破坏的有机化合物层的有机存储元件与其它有机存储元件相比时,被破坏的有机化合物层的电阻更大。通过这种方式,用其间夹着有机化合物层 29 的导电层之间的电阻由于激光照射而发生的变化来执行数据写入。例如,在使包括未被激光照射的有机化合物层的有机存储元件具有数据“0”的情况下,在写入数据“1”时,用激光选择性地照射并因此破坏包含在期望部位的有机存储元件中的有机化合物层,以增大电阻。

[0090] 此外,在采用掺杂了通过吸收光来产生酸的化合物(光酸发生剂)的共轭聚合物的情况下,在执行激光照射时,只有包含被激光照射的有机化合物层的有机存储元件的电导率才会增加。另一方面,包括未被激光照射的有机化合物层的有机存储元件没有导电性。因此,用激光选择性地照射包含在期望部位的有机存储元件中的有机化合物层,以改变包含被激光照射的有机化合物层的有机存储元件的电阻,这用于执行数据写入。例如,在使包含未被激光照射的有机化合物层的有机存储元件具有数据“0”的情况下,在写入数据“1”时,用激光选择性地照射包含在期望部位的有机存储元件中的有机化合物层,以提高电导率。

[0091] 在激光照射的情况下,有机存储元件的电阻变化取决于存储单元 21 的尺寸。但是,该变化通过用聚焦在直径为几 μm 到几百 μm 的范围内的激光进行照射来实现。例如,当直径为 $1\mu\text{m}$ 的激光束 1 以 10m/sec 的线性速度经过时,包含在一个存储单元 21 中的有机存储元件受到激光照射的时间是 100nsec 。为了在 100nsec 的短时间内改变相位,激光功率和功率密度优选分别是 10mW 和 10kW/mm^2 。此外,优选在选择性地执行激光照射时使用脉冲振荡激光照射系统。

[0092] 下面参照图 12 简要描述激光照射系统的例子。激光照射系统 1001 具有执行各种控制的计算机 1002(下面称为 PC 1002)、输出激光的激光振荡器 1003、该激光振荡器的电源 1004、用于衰减激光的光学系统 1005(ND 滤波器)、用于调制激光强度的声光调制器 1006(AOM)、包括用于改变光路的透镜和反射镜并用于减小激光的横截面的光学系统 1007、包括 X 轴台和 Y 轴台的移动机构 1009、对从 PC 1002 输出的控制数据进行数字模拟转换的 D/A 转换器 1010、根据从 D/A 转换器 1010 输出的模拟电压控制声光调制器 1006 的驱动器 1011、输出用于驱动移动机构 1009 的驱动信号的驱动器 1012、以及用于将激光聚焦在要照

射的物体上的自动聚焦机构 1013(图 12)。

[0093] 作为激光振荡器 1003,可以使用能够发射紫外线、可见光或红外光的激光振荡器。作为激光振荡器,可以采用使用 KrF、ArF、XeCl、Xe 等的受激准分子激光振荡器;使用 He、He-Cd、Ar、He-Ne、HF 等的气体激光振荡器;使用掺有 Cr、Nd、Er、Ho、Ce、Co、Ti 或 Tm 的晶体(YAG、GdVO₄、YVO₄、YLF、YALO₃等)的固体激光振荡器;使用 GaN、GaAs、GaAlAs、InGaAsP 等的半导体激光振荡器。要注意,在固体激光振荡器的情况下,优选应用基波和二次到五次谐波之一。

[0094] 下面描述采用激光照射系统的照射方法。当把具有有机化合物层 29 的衬底 30 装载到移动机构 1009 上时,PC 1002 通过 CCD 相机等检测要被激光照射的有机化合物层 29 的位置。然后,基于所检测的位置数据,PC 1002 产生用于移动该移动机构 1009 的移动数据。

[0095] 此后,当 PC 1002 通过驱动器 1011 控制声光调制器 1006 的输出光强度时,激光振荡器 1003 输出的激光被光学系统 1005 衰减,然后由声光调制器 1006 控制光强度以达到预定光强度。此外,由光学系统 1007 改变从声光调制器 1006 输出的激光的光路和聚光点形状,用透镜聚集该激光,然后选择性地用该激光照射衬底 30 上的有机化合物层 29。

[0096] 此时,根据通过 PC 1002 产生的移动数据,在 X 方向和 Y 方向上移动该移动机构 1009。于是,用激光照射预定位置,该激光的光能密度转换为热能,由此可以用激光选择性地照射设置在衬底 30 上的有机化合物层 29。要注意,尽管在此示出了通过移动该移动机构 1009 来执行激光照射的情况,但是也可以通过调整光学系统 1007 来使激光在 X 方向上和 Y 方向上移动。

[0097] 如上所述,根据本发明通过激光照射执行数据写入的方面使得可以容易地制造大量半导体器件。因此可以提供廉价的半导体器件。

[0098] 下面描述从有机存储器读取数据的操作(参照图 1B 和图 9A 和 9B)。数据读取是利用构成存储单元的第一导电层之间的电子特性来执行的,该电子特性在具有数据“0”的存储单元和具有数据“1”的存储单元之间有所不同。例如,将描述一种用于通过利用电阻的不同来读取的方法,其中在读取电压下构成具有数据“0”的存储单元的第一和第二导电层之间的有效电阻(下面简称为“存储单元的电阻”)为 R₀,在读取电压下具有数据“1”的存储单元的电阻为 R₁(R₁ << R₀)。至于读取/写入电路,可以考虑例如在图 9A 中示出的采用电阻元件 46 和差分放大器 47 的电路 26 作为读取部分的结构。电阻 46 的电阻值为 R_r(R₁ < R_r < R₀)。可以用晶体管 48 代替电阻元件 46,并且可以用定时反相器(clocked inverter)49 代替差分放大器 47(图 9B)。在执行读取时为 Hi 而在没有执行读取时为 Lo 的信号或反相信号输入定时反相器 49。当然电路配置不限于图 9A 和 9B。

[0099] 在从存储单元 21 读取数据时,首先通过解码器 23、24 和选择器 25 选择存储单元 21。具体地说,由解码器 24 向与存储单元 21 连接的字线 W_y 施加预定电压 V_y。此外,由解码器 23 和选择器 25 将与存储单元 21 连接的位线 B_x 连接到读取/写入电路 26 的端子 P。因此,端子 P 的电位 V_p 是由电阻元件 46(电阻值:R_r)和存储单元 21(电阻值:R₀或 R₁)对 V_y 和 V₀ 进行电阻分压确定的值。因此,当存储单元 21 具有数据“0”时, $V_{p0} = V_y + (V_0 - V_y) * R_0 / (R_0 + R_r)$ 。而且,当存储单元 21 具有数据“1”时, $V_{p1} = V_y + (V_0 - V_y) * R_1 / (R_1 + R_r)$ 。因此,在图 9A 中通过选择 V_{ref} 使其位于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间,或者在图 9B 中通过选择定时反相器 49 的变化点使其位于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间,将按照数据“0”/“1”输出 Lo/Hi(或 Hi/Lo)

的输出电位 V_{out} , 从而可以执行读取。

[0100] 例如, 假定差分放大器 47 在 $V_{dd} = 3V$ 下操作, 而且 V_y 、 V_0 和 V_{ref} 分别是 $0V$ 、 $3V$ 和 $1.5V$ 。在 $R_0/R_r = R_r/R_1 = 9$ 的条件下, 当存储单元具有数据“0”时, 根据 $V_{p0} = 2.7V$ 输出 H_i 作为 V_{out} , 或者当存储单元具有数据“1”时, 根据 $V_{p1} = 0.3V$ 输出 L_o 作为 V_{out} 。通过这种方式可以执行从存储单元读取。

[0101] 按照上述方法, 利用电阻值的差异和电阻分压以电压的形式读取有机存储元件的电阻状态。当然用于读取的方法不限于该方法。例如, 可以利用电流值的差异而不是电阻的差异来执行读取。另外, 当存储单元的电子特性在数据“0”和数据“1”的情况下具有阈值电压方面的不同二极管特性时, 可以利用阈值电压的差异来执行读取。

[0102] (实施方式 2)

[0103] 如上所述, 半导体器件具有存储器。下面参照附图描述不同于上述实施方式中的半导体器件的半导体器件。

[0104] 存储器 216 具有其中存储单元 221 以矩阵形式设置的存储单元阵列 222、解码器 223 和 224、选择器 225、读取 / 写入电路 226 (图 10)。要注意, 在此所示的存储器 216 的结构只是个示例, 还可以包括其它电路如读出放大器、输出电路或缓冲器。

[0105] 存储单元 221 包括与位线 B_x ($1 \leq x \leq m$) 连接的第一导电层、与字线 W_y ($1 \leq y \leq n$) 连接的第二导电层、晶体管 240 以及存储元件 241 (下面也称为“有机存储元件 241”)。该存储元件 241 具有这样的结构, 其中有机化合物层夹在一对电极之间。晶体管 240 具有与字线 W_y 连接的栅电极。晶体管 240 的源电极和漏电极之一与位线 B_x 连接, 而另一个则与存储元件 241 的两个端子之一连接。存储元件 241 的另一个端子与公共电极 (电位: V_{com}) 连接。

[0106] 下面描述具有上述结构的存储器 216 的横截面结构 (参照图 11)。

[0107] 在此示出包含在选择器 225 中的晶体管 240、有机存储元件 241 和 CMOS 电路 248 的横截面结构。晶体管 240 和 CMOS 电路 248 设置在衬底 230 上, 有机存储元件 241 形成为与晶体管 240 电连接。

[0108] 有机存储元件 241 形成为具有第一导电层 243、有机化合物层 244 和第二导电层 245 的叠层体, 绝缘层 249 设置在相邻有机存储元件 241 之间。绝缘层 249 形成为用于分离多个有机存储元件 241 的分割部。此外, 晶体管 240 的源极或漏极区与包含在有机存储元件 241 中的第一导电层 243 相互电连接。

[0109] 此外, 第一导电层 243 和第二导电层 245 都是利用诸如铝 (Al)、铜 (Cu)、银 (Ag) 或钛 (Ti) 的导电金属形成的。

[0110] 在通过光学作用执行数据写入时, 第一导电层 243 和第二导电层 245 之一或两者都利用诸如铟锡氧化物 (ITO) 的透光材料形成, 或者形成为具有可透射光的厚度。在通过电学作用执行数据写入时, 对用于第一导电层 243 和第二导电层 245 的材料没有什么特殊限制。

[0111] 按照实施方式 1 所描述的那样来形成有机化合物层 244, 其中可以使用包括上述任一种材料的单层或叠层结构。

[0112] 当采用有机化合物材料作为有机化合物层 244 时, 通过采用诸如激光的光学作用或电学作用来执行数据写入。此外, 在采用掺杂了光酸发生剂的共轭聚合物时, 通过光学作

用来执行数据写入。数据读取不依赖于有机化合物层 244 的材料,而是在任何情况下都通过电学作用来执行。

[0113] 下面描述将数据写入存储器 216 的操作(图 10A 至 10C 和图 11)。

[0114] 首先描述通过电学作用写入数据的操作(参照图 1B)。要注意,该写入是通过改变存储单元的电子特性来执行的,其中存储单元的初始状态(没有施加电学作用的状态)是数据“0”,电子特性已改变的状态是数据“1”。

[0115] 下面描述将数据写入第 n 行和第 m 列的存储单元 221 的情况。在将数据“1”写入存储单元 221 的情况下,首先通过解码器 223、224 和选择器 225 选择存储单元 221。具体地说,由解码器 224 向与存储单元 221 连接的字线 W_n 施加预定电压 V_{22} 。此外,由解码器 223 和选择器 225 将与存储单元 221 连接的位线 B_m 连接到读取/写入电路 226。然后,将写入电压 V_{21} 从读取/写入电路 226 输出给位线 B_m 。

[0116] 通过这种方式,构成存储单元 221 的晶体管 240 处于“导通”状态,因此公共电极和位线 B_m 与存储元件 241 电连接,从而使近似为 $V_w = V_{com} - V_{21}$ 的电压施加到存储元件 241 上。通过适当选择电位 V_w ,设置在导电层之间的有机化合物层 244 被以物理或电的方式改变以执行数据“1”的写入。具体地说,在用于读取的操作电压下,第一和第二导电层之间在数据“1”状态下的电阻优选改变为使得该电阻与在数据“0”状态下的电阻相比小很多,而且存储元件 241 可以简单地被短路。要注意,电位 V_{21} 、 V_{22} 以及 V_{com} 可以从 $(V_{21}, V_{22}, V_{com}) = (5 \text{ 至 } 15V, 5 \text{ 至 } 15V, 0)$ 或者 $(-12 \text{ 至 } 0V, -12 \text{ 至 } 0V, 3 \text{ 至 } 5V)$ 的范围内选择。电压 V_w 可以是 5 至 15V,或 -5 至 -15V。要注意,在这种情况下夹着有机化合物层的这一对电极之间的距离可以改变。

[0117] 要注意,未选择的字线和未选择的位线被控制为使得数据“1”不写入与未选择的字线和未选择的位线连接的存储单元中。具体地说,当使得在所连接的存储单元中的晶体管进入“断开”状态的电压(例如 0V)施加到未选择字线上时,可以使未选择的位线浮置,或者可以向未选择的位线上施加几乎等于 V_{com} 的电位。

[0118] 另一方面,在将数据“0”写入存储单元 221 的情况下,所需要的只是不对存储单元 221 施加电学作用。在例如按照与写入数据“1”的情况相同方式的电路操作中,通过解码器 223、224 和选择器 25 选择存储单元 221。但是,使从读取/写入电路 26 向位线 B_m 输出的电位几乎等于 V_{com} ,或者使位线 B_m 浮置。因此,很小的电压(例如 -5 至 5V)或没有电压被施加在存储元件 241 上,从而不会改变电特性并由此实现数据“0”的写入。

[0119] 下面描述通过光学作用执行数据写入的情况。在这种情况下,用来自透光导电层一侧(在此是第二导电层 245)的激光照射有机存储元件 241 中包括的有机化合物层 244。

[0120] 当采用有机化合物材料作为有机化合物层 244 时,有机化合物层 244 被激光照射氧化或碳化而变得绝缘。由此,用激光照射后的有机存储元件 241 的电阻值增加,而没有被激光照射的有机存储元件 241 的电阻值不变。此外,在采用掺杂了光酸发生剂的共轭聚合物时,通过激光照射为有机化合物层 244 赋予导电性。也就是说,被激光照射了的有机存储元件 241 被赋予导电性,而未被激光照射的有机存储元件 241 未被赋予导电性。

[0121] 下面描述通过电学作用读取数据的操作。数据读取是利用存储元件 241 的电子特性来执行的,该电子特性在具有数据“0”的存储单元和具有数据“1”的存储单元之间有所不同。例如,将描述一种用于利用电阻的不同来读取的方法,其中在读取电压下构成具有数

据“0”的存储单元的存储元件的电阻为 R_0 ，在读取电压下构成具有数据“1”的存储单元的存储元件的电阻为 R_1 ($R_1 \ll R_0$)。至于读取 / 写入电路，可以考虑如图 10B 所示的例如采用电阻元件 246 和差分放大器 247 的电路 226 作为读取部分的结构。电阻 246 电阻值为 R_r ($R_1 < R_r < R_0$)。可以用晶体管 250 代替电阻元件 246，并且可以用定时反相器 251 代替差分放大器 247 (图 10C)。当然该电路配置不限于图 10B 和 10C。

[0122] 在从第 n 行、第 m 列的存储单元 221 读取数据时，首先通过解码器 223、224 和选择器 225 选择存储单元 221。具体地说，由解码器 224 向与存储单元 221 连接的字线 W_n 施加预定电压 V_{24} ，以使晶体管 240 进入“导通”状态。此外，由解码器 223 和选择器 225 将与存储单元 221 连接的位线 B_x 连接到读取 / 写入电路 226 的端子 P。于是，端子 P 的电位 V_p 是由电阻元件 246 (电阻值： R_r) 和存储元件 241 (电阻值： R_0 或 R_1) 对 V_{com} 和 V_0 进行电阻分压而确定的值。因此，当存储单元 221 具有数据“0”时， $V_{p0} = V_{com} + (V_0 - V_{com}) * R_0 / (R_0 + R_r)$ 。同样，当存储单元 221 具有数据“1”时， $V_{p1} = V_{com} + (V_0 - V_{com}) * R_1 / (R_1 + R_r)$ 。于是，在图 10B 中通过选择 V_{ref} 使其位于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间，或者在图 10C 中通过选择定时反相器 251 的变化点使其位于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间，将按照数据“0”/“1”输出 Lo/Hi (或 Hi/Lo) 的输出电位 V_{out} ，从而可以执行读取。

[0123] 例如，假定差分放大器 47 在 $V_{dd} = 3V$ 下操作，而且 V_{com} 、 V_0 和 V_{ref} 分别是 $0V$ 、 $3V$ 和 $1.5V$ 。在 $R_0/R_r = R_r/R_1 = 9$ 以及晶体管 240 的“导通”电阻可忽略的条件下，当存储单元具有数据“0”时，根据 $V_{p0} = 2.7V$ 输出 Hi 作为 V_{out} ，或者当存储单元具有数据“1”时，根据 $V_{p1} = 0.3V$ 输出 Lo 作为 V_{out} 。通过这种方式，可以执行从存储单元的读取。

[0124] 按照上述方法，利用存储元件 241 的电阻值的差异和电阻划分以电压的形式读取存储元件 241 的电阻状态。当然，用于读取的方法不限于该方法。例如，可以利用电流值的差异而不是电阻的差异来执行读取。另外，当存储单元的电子特性在数据为“0”和“1”的情况下具有阈值电压方面的不同二极管特性时，可以利用阈值电压的差异来执行读取。

[0125] 要注意，本实施方式可以自由地与上述实施方式结合实施。

[0126] (实施方式 3)

[0127] 将数据写入包含在本发明的半导体器件 20 中的有机存储器中是通过光学作用或电学作用来执行的。当通过光学作用来执行数据写入时，在柔性衬底 31 上形成多个半导体器件 20，然后由激光照射装置 32 用激光照射，从而可以容易地连续执行数据写入。此外，在使用该制造过程时，半导体器件 20 可以容易地批量生产 (图 3A)。因此，可以提供廉价的半导体器件 20。

[0128] 此外，包含在有机存储元件中的有机化合物层可以有意地通过加热到熔点或更高来融化或破坏。也就是说，也可以通过热处理来执行数据写入，只要采用不同的加热温度。因此，还可以使用采用不同加热温度的制造过程。例如，形成具有多个半导体器件的柔性衬底 31 以做成卷筒 51 (图 3B)。然后，按照由加热装置 52 在热处理中使用不同温度的方式来执行数据写入。加热装置 52 由控制装置 53 控制。

[0129] 要注意，本实施方式可以自由地与上述实施方式结合实施。

[0130] (实施方式 4)

[0131] 作为根据本发明的半导体器件的应用例子，因为提供了有机存储元件，所以具有可以无接触地写入和读取数据的特征。数据传输方法宽泛地分为三类，即通过与在相对位

置设置的一对线圈的相互感应而进行通信的电磁耦合方法、通过感应电磁场进行通信的电磁感应方法、以及利用电波进行通信的电波方法,可以使用上述任一种方法。用于发送数据的天线 18 可以按照两种方式提供。一种方式是在其上形成了包括有机存储元件等等在内的多个元件的衬底 36 上设置天线 18 (图 4A 和 4C), 另一种方式使得天线 18 与其上形成了包括有机存储元件等等在内的多个元件的衬底 36 上设置的端子部分 37 连接 (图 4B 和 4D)。在此,将设置在衬底 36 上的多个元件称为“元件组 35”。

[0132] 在前一种结构的情况下 (图 4A 和 4C), 在衬底 36 上设置元件组 35 和用作天线 18 的导电层。在所示结构中, 用作天线 18 的导电层与第二导电层 28 设置在相同的层上。但是本发明不限于上述结构, 天线 18 还可以与第一导电层 27 设置在相同的层上。可替换地, 可以提供绝缘膜以覆盖元件组 35, 天线 18 可以设置在该绝缘膜之上。

[0133] 在后一种结构中 (图 4B 和 4D), 在衬底 36 上设置元件组 35 和端子部分 37。在所示结构中, 用与第二导电层 28 设置在相同层上的导电层作为端子部分 37。然后, 粘接其上设置了天线 18 的衬底 38, 以与端子部分 37 连接。在衬底 36 和衬底 38 之间设置导电颗粒 39 和树脂 40。注意, 用作天线 18 的导电层与设置在元件组 35 中并构成波整形电路或整流电路的晶体管连接。当数据在波整形电路或整流电路中经过调整之后, 从外部无接触地发送的数据被发送到有机存储元件, 并通过写入电路或读取电路执行数据的写入或读取。

[0134] 元件组 35 可以通过在大面积衬底上形成多个元件组然后分割开而廉价地提供。用于该情况的衬底可以是玻璃衬底、柔性衬底等等。

[0135] 包含在元件组 35 中的多个晶体管和有机存储元件等可以设置在多个层上, 也就是说可以用多个层来形成。当元件组 35 形成在多个层上时, 使用层间绝缘膜。对于层间绝缘膜, 优选使用诸如环氧树脂和丙烯酸树脂的树脂材料、诸如透光聚酰亚胺树脂的树脂材料、包括硅 氧烷材料如硅氧烷树脂的化合物材料、包含可溶于水的均聚物和可溶于水的共聚物的材料、以及无机材料。硅氧烷材料对应于包括 Si-O-Si 键的材料。硅氧烷具有通过硅 (Si) 和氧 (O) 之间的键接形成的框架结构, 其中包括至少用氢作为取代基的有机族 (例如烷基族和芳香族碳氢化合物)。但是, 可以使用氟族作为取代基, 或者可以使用至少包括氢和氟族的有机族作为取代基。

[0136] 对于层间绝缘膜, 优选使用具有低介电常数的材料以减小在层间产生的寄生电容。当减小寄生电容时, 可以实现高速操作以及低功耗。

[0137] 包含在元件组 35 中的多个晶体管可使用非晶半导体、微晶半导体、多晶半导体、有机半导体等等中的任一种来作有源层。但是, 优选使用通过用金属元素作为催化剂晶化的有源层或通过激光照射晶化的有源层, 以获得具有令人满意的特性的晶体管。此外, 优选使用通过使用 SiH_4/F_2 气体或 SiH_4/H_2 气体 (Ar 气体) 的等离子 CVD 形成的半导体层或者通过用激光照射半导体层获得的半导体层作为有源层。

[0138] 包含在元件组 35 中的多个晶体管可以使用在 200 至 600°C (优选 350 至 500°C) 的温度下晶化的晶体半导体层 (低温多晶硅层)、或者在 600°C 的温度或更高温度下晶化的晶体半导体层 (高温多晶硅层)。当在衬底上形成高温多晶硅层时, 则优选使用石英衬底, 这是因为玻璃衬底不耐热。

[0139] 优选使用氢或卤族元素以 1×10^{19} 至 1×10^{22} 个原子 / cm^3 的浓度, 优选 1×10^{19} 至 5×10^{20} 个原子 / cm^3 的浓度对包含在元件组 35 中的晶体管的有源层 (尤其是沟道区) 掺

杂。然后,可以获得几乎没有缺陷的并且很难产生裂纹的有源层。

[0140] 此外,优选设置用于阻挡诸如碱金属的污染物的阻挡膜以包裹包含在元件组 35 中的晶体管或元件组 35 本身。然后,可以提供没有受到污染而且提高了可靠性的元件组 35。要注意,可以用氮化硅膜、硅的氮化物氧化物膜、氮氧化硅膜等等作为阻挡膜。

[0141] 此外,包含在元件组 35 中的晶体管的有源层的厚度优选是 20 至 200nm,优选为 40 至 170nm,更为优选的是 45 至 55nm 和 145 至 155nm,还要更优选的是 50nm 和 150nm。由此,可以提供即使在弯曲的情况下也难以产生裂纹的元件组 35。

[0142] 此外,优选用于形成包含在元件组 35 中的晶体管的有源层的晶体形成为包括平行于载流子流动方向(沟道长度方向)延伸的晶界。该有源层优选利用连续振荡激光或者以 10MHz 或更高、优选 60 至 100MHz 的频率操作的脉冲激光来形成。

[0143] 此外,优选包含在元件组 35 中的晶体管具有 0.35V/dec 或更低(优选 0.09 至 0.25V/dec)的 S 值(子阈值)以及 $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 或更大的迁移率。这些特性可以在利用连续振荡激光或者以 10MHz 或更高频率操作的脉冲激光来形成有源层时实现。

[0144] 此外,通过环形振荡器测量,元件组 35 具有 1MHz 或更高、优选 10MHz 或更高(在 3 至 5V 下)的特性,或者每个栅极的频率特性是 100kHz 或更高,优选 1MHz 或更高(在 3 至 5V 下)。

[0145] 天线 18 优选利用包含金、银、铜等纳米颗粒(nanoparticle)的导电糊剂通过微滴释放方法来形成。该微滴释放方法是通过对释放微滴来形成图案的方法的通称,如喷墨方法和分配(dispenser)方法,并具有很许多优点,如可以更为有效地使用材料。

[0146] 上述结构使得可以制造具有非常小的面积($1\text{cm}\times 1\text{cm}$)的 RFID。

[0147] 在本实施方式所示的半导体器件中,可以在元件组 35 上安装利用 IC 芯片形成的集成电路。通过安装利用 IC 芯片形成的集成电路,存储元件的写入电压可以控制为 14V 或更大。此外,由于存储元件的写入电路、读取电路等的面积可以减小,因此安装了所有这些电路的 RFID 的尺寸(面积)可以小于 1 厘米见方($1\text{cm}\times 1\text{cm}$)。

[0148] 尽管设置了元件组 35 的衬底 42 可以照原样使用,但是可以将衬底 42 上的元件组 35 剥落(图 5A)并粘附到柔性衬底 43(图 5B)上以产生附加价值。

[0149] 可以通过以下方法将元件组 35 从衬底 42 上剥落:(1)在高度耐热的衬底 42 和元件组 35 之间设置金属氧化物膜,并通过晶化削弱金属氧化物膜的方法;(2)在高度耐热的衬底 42 和元件组 35 之间设置包含氢的非晶硅膜,并通过激光照射或蚀刻去掉该非晶硅膜的方法;或者(3)机械地或者通过用溶液或气体如 ClF_3 蚀刻来去掉其上形成了元件组 35 的高度耐热的衬底 42 的方法。

[0150] 除了上述方法之外,通过设置用作衬底 42 和元件组 35 之间的剥离层的金属层(例如钨(W)、钼(Mo)、钛(Ti)、钽(Ta)或钴(Co))、金属氧化物膜(例如氧化钨(WO_x)、氧化钼(MoO_x)、氧化钛(TiO_x)、氧化钽(TaO_x)或氧化钴(CoO_x))或由金属膜和金属氧化物膜(例如,W 和 WO_x 、Mo 和 MoO_x 、Ti 和 TiO_x 、或 Co 和 CoO_x)构成的叠层结构,可以通过物理力将衬底 42 和元件组 35 彼此分离。例如在图 11 的情况下,诸如晶体管 240、CMOS 电路 248 和有机存储元件 241 的元件组设置在衬底 230 上,其中在该元件组和衬底 230 之间设置有该剥离层,然后将该元件组从衬底 230 上剥落。要注意,通过在剥离之前用激光选择性地照射除晶体管 240、CMOS 电路 248 和有机存储元件 241 之外的部位来暴露剥离层,使该物理剥

离更容易。此外,还可以在选择性地形成开口以暴露剥离层然后用诸如卤素氟化物(例如 ClF_3) 的蚀刻剂去掉一部分剥离层之后,将元件组从衬底上物理地剥离。

[0151] 此外,可以用商业粘合剂如环氧树脂粘合剂以及使用树脂添加剂的粘合剂将被剥离的元件组 35 粘接到柔性衬底 43 上。

[0152] 如上所述,通过将元件组 35 粘接到衬底 43 上,可以提供薄、轻而且即使在掉落的情况下也不易破裂的半导体器件。而且,由于柔性衬底 43 具有柔韧性,所以该半导体器件可以粘接到弯曲的或奇特形状的表面,从而实现各种应用。例如,作为本发明半导体器件 20 的一种方式,无线标签可以紧密地粘接到诸如药瓶的弯曲表面上(图 5C 和 5D)。此外,如果可以再次利用衬底 42,则可以提供廉价的半导体器件。

[0153] 要注意,本实施方式可以自由地与上述实施方式结合实施。

[0154] (实施方式 5)

[0155] 在本实施方式中,描述通过剥离过程形成柔性半导体器件的情况(图 6A)。半导体器件包括柔性保护层 2301、包括天线 2304 的柔性保护层 2303 以及通过剥离过程形成的元件组 2302。形成在保护层 2303 上的天线 2304 与元件组 2302 电连接。在所示结构中,天线 2304 只形成在保护层 2303 上。但是,本发明不限于该结构,天线 2304 还可以形成在保护层 2301 上。要注意,优选在元件组 2302 和保护层 2301、2303 之间形成由氮化硅膜构成的阻挡膜。由此,可以提供元件组 2302 没有被污染的、提高了可靠性的半导体器件。

[0156] 优选利用银、铜或镀银或镀铜的金属来形成天线 2304。通过用各向异性导电膜执行 UV 处理或超声波处理将元件组 2302 和天线 2304 连接。但是本发明不限于该方法,还可以采用不同的方法。

[0157] 优选夹在保护层 2301 和 2303 之间的元件组 2302 形成为具有 $5\mu\text{m}$ 或更小的厚度,优选为 0.1 至 $3\mu\text{m}$ (图 6B)。当堆叠的保护层 2301 和 2303 的厚度是 d 时,保护层 2301 和 2303 中每一个的厚度优选为 $(d/2) \pm 30\mu\text{m}$,更为优选的是 $(d/2) \pm 10\mu\text{m}$ 。此外,优选保护层 2301 和 2303 中每一个的厚度为 10 至 $200\mu\text{m}$ 。另外,元件组 2302 的面积是 5 毫米见方 (25mm^2) 或更小,优选 0.3 至 4 毫米见方 (0.09 至 16mm^2)。

[0158] 保护层 2301 和 2303 分别利用有机树脂材料形成,由此高度地耐弯曲。本身通过剥离过程形成的元件组 2302 与单晶半导体相比也高度地耐弯曲。此外,由于元件组 2302 和保护层 2301、2303 可以紧密地粘接到一起而没有空隙,因此所完成的半导体器件本身也高度地耐弯曲。被这些保护层 2301 和 2303 围绕的元件组 2302 可以设置在另一个物体的表面或内部,或者植入纸张内。

[0159] 下面描述将通过剥离过程形成的元件组粘接到弯曲衬底上的情况(图 6C)。在该图中,示出了从通过剥离过程形成的元件组中选择一个晶体管。该晶体管在电流方向上线性地形成。也就是说,漏电极 2305、栅电极 2307 和源电极 2306 线性定位。然后,将电流方向和衬底划弧的方向设置为相互垂直。利用该设置,即使弯曲衬底以划出弧线,应力的影响也很小,而且也可以抑制包含在元件组中的晶体管的特性变化。

[0160] 为了防止诸如晶体管的有源元件由于应力而破裂,优选有源元件的有源区(硅岛部分)的面积占整个衬底面积的 1% 至 50% (优选 1% 至 30%)。在没有有源元件如 TFT 的区域中,主要提供基极绝缘膜材料、层间绝缘膜材料和布线材料。优选除晶体管有源区域等之外的面积是整个衬底面积的 60% 或更多。因此,可以提供高度集成同时又可以容易地

弯曲的半导体器件。

[0161] 要注意,本实施方式可以自由地与上述实施方式结合实施。

[0162] (实施方式 6)

[0163] 此外,当有机存储器集成在本发明的半导体器件中时,优选提供下述特征。

[0164] 为了以无接触地发送和接收数据的半导体器件如无线标签中的逻辑电路的操作频率(典型地为 10kHz 至 1MHz)操作,优选读取时间是 1nsec 至 100usec。在本发明中,可以达到 100usec 或更少的读取时间,因为在读取操作中不需要改变有机化合物的特性。

[0165] 当然,写入时间优选很短。但是,不太可能经常执行写入操作,因此写入时间的允许范围根据应用是 100nsec/位至 10msec/位。例如,在写入 256 位的情况下,在 10msec/位的速度下需要 2.56 秒的时间长度。在本发明中,尽管在写入操作中需要改变有机化合物的特性而且写入操作需要比读取操作更多的时间,但是也可以达到 10msec/位或更少的读取时间。可以通过增加写入电压或并行执行写入来减少写入时间。

[0166] 优选存储器的存储容量大约是 64 位至 64M 位(兆位)。当使用诸如无线芯片的半导体器件时,在只将 UID(唯一标识符)和其它少量信息存储在半导体器件中并使用其它文件服务器用于主数据的情况下,该存储器只需要具有大约 64 位至 8k 位(千位)的存储容量。在将诸如历史信息的数据存储到半导体器件中时,优选该存储器的存储容量更大,大约是 8k 位至 64M 位。

[0167] 此外,诸如无线芯片的半导体器件的通信距离与半导体器件的功耗密切相关。通常,功耗越小,可以获得的通信距离越大。具体地说,在读取操作中,优选功耗是 1mW 或更小。在写入操作中,通信距离根据应用可以很短,而可以允许功耗大于在读取操作中的功耗,例如优选为 5mW 或更低。在本发明中,有机存储器在读取操作中的功耗可以达到 10 μ W 至 1mW,尽管功耗当然取决于存储容量和操作频率。在写入操作中,因为需要比在读取操作中更高的电压,所以功耗增大。尽管写入操作中的功耗也取决于存储容量和操作频率,功耗仍然可以达到 50 μ W 至 5mW。

[0168] 优选用于存储单元的面积很小,可以达到 100nm 见方至 30 μ m 见方的面积。在存储单元没有晶体管的无源类型中,用于存储单元的面积由导线的宽度来确定,因此可以实现能与最小加工尺寸相媲美的小尺寸存储单元。此外,在存储单元具有一个晶体管的有源类型中,尽管增加了面积以设置该晶体管,但是与包括电容元件的 DRAM 和使用多个晶体管的 SRAM 相比,可以实现更小的用于存储单元的面积。实现 30 μ m 见方或更小的用于存储单元的面积使得在 1k 位存储器的情况下用于存储单元的面积可以为 1 毫米见方或更小。此外,实现大约 100nm 见方的用于存储单元的面积使得在 64M 位存储器的情况下用于存储单元的面积可以为 1 毫米见方或更小。因此,可以减小半导体器件的面积。

[0169] 要注意,有机存储器的这些特征取决于存储元件的特性。至于存储元件的特性,优选以电学方式写入的情况所需要的电压低到在读取时不执行写入的程度,该电压优选是 5 至 15V,更为优选的是 5 至 10V。此外,优选使写入时在存储元件中流动的电流值大约为 1nA 至 30 μ A。该给定值使得可以降低功耗并且使升压电路(boost circuit)更小,以减小半导体器件的面积。响应于有机存储器的写入时间,优选将电压施加在存储元件上以改变该存储元件的特性所需要的时间是 100nsec 至 10msec。优选存储元件的面积是 100nm 见方至 10 μ m 见方。该给定值使得可以实现小尺寸存储单元,并因此减小半导体器件的面积。

[0170] 要注意,本实施方式可以自由地与上述实施方式结合实施。

[0171] (实施方式 7)

[0172] 根据本发明的半导体器件的应用范围是很宽的。例如,可以提供 作为根据本发明的半导体器件 20 的一种方式的无线标签,并用于钞票、硬币、证券、证件、无记名债券、包装容器、书籍、存储介质、私人物品、交通工具、食品、衣物、健康产品、日常用品、药物、电子设备等等。

[0173] 钞票和硬币是在市场上流通的钱,包括可以按照与特殊区域中的钱(现金凭证)相同的方式使用的钱、纪念币等等。证券表示支票、单据、期票等(图 7A)。证件表示许可证、居民卡等(图 7B)。无记名债券表示邮票、粮票、各种礼券等(图 7C)。包装容器表示用于包装午餐等的包装盒、塑料瓶等(图 7D)。书籍表示杂志、字典等(图 7E)。存储介质表示 DVD 软件、录像带等(图 7F)。交通工具表示诸如自行车的有轮交通工具、轮船等(图 7G)。私人物品表示包、眼镜等(图 7H)。食品表示食物、饮料等。衣物表示衣服、鞋子等。健康产品表示医疗器械、健康用具等。日常物品表示家具、照明装置等。药物表示药品、化学农药等。电子设备表示液晶显示器、EL 显示器、电视机(电视接收器和薄的电视接收器)、蜂窝电话等。

[0174] 通过为钞票、硬币、证券、证件、无记名债券提供无线标签可以防止伪造。此外,通过为包装容器、书籍、存储介质、私人物品、衣物、日常用品、电子设备等等提供无线标签,可以帮助检查系统和出租店的系统。通过为交通工具、健康产品、药物等提供无线标签,可以防止伪造和偷盗,在药物的情况下可以防止用错药品。该无线标签可以通过粘接到物品的表面或植入物体内部来提供。例如,在书籍的情况下,无线标签可以植入纸张内,在由有机树脂构成的包装的情况下,可以植入有机树脂内。

[0175] 如上所述,通过采用无线标签来管理物品和分发系统可以获得功能强大的系统。例如存在这样一种情况:在包括显示部分 94 的便携式终端上设置读取器/写入器 95,而作为根据本发明的半导体器件的一种方式的无线标签 96 设置在产品 97 的侧面上(图 8A)。在这种情况下,当把无线标签 96 放在读取器/写入器 95 之上时,诸如主要材料、原产国和分发历史的产品 97 的数据显示在显示部分 94 上。此外,在其它 示例中,有在传送带旁边设置读取器/写入器 95 的情况(图 8B)。在这种情况下,可以容易地检查产品 97。

[0176] 要注意,本实施方式可以自由地与上述实施方式结合实施。

[0177] (实施例 1)

[0178] 在本实施例中,描述通过电学作用将数据写入制造在衬底上的有机存储元件的结果。

[0179] 该有机存储元件是第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层依次堆叠在衬底上的元件。第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层是分别利用氧化硅和铟锡氧化物、4,4'-二[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺基]-联苯(可以缩写为 TPD)、4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯胺基]-联苯(可以缩写为 α -NPD)以及铝形成的。第一有机化合物层和第二有机化合物层形成为分别具有 10nm 和 50nm 的膜厚度。该元件的尺寸是 2mm×2mm。

[0180] 首先,参照图 13 描述在通过电学作用写入数据之前和之后测量有机化合物元件的电流-电压特性的结果。

[0181] 在图 13 中, 水平轴表示电压值, 竖直轴表示电流值, 点图 261 展示出在通过电学作用写入数据之前有机存储元件的电流 - 电压特性, 点图 262 展示出在通过电学作用写入数据之后有机存储元件的电流 - 电压特性。该电学作用是通过将电压从 0V 开始逐渐增加来执行的。如点图 261 所示, 电流值随着电压增加而逐渐增加, 并确定电流值在大约 20V 时急剧增加。也就是说, 该急剧增加表明可以在 20V 下执行对该元件的写入。因此对于在 20V 或更小范围内的曲线即点图 261, 表示还没有执行写入的存储单元的电流 - 电压特性, 点图 262 展示了已对其执行了写入的存储单元的电流 - 电压特性。

[0182] 此外, 图 13 示出在写入数据之前和之后有机存储元件的电流 - 电压特性的实质性变化。例如, 在施加的电压为 1V 时, 写入数据之前的电流值是 4.8×10^{-5} mA, 而写入数据之后的电流值是 1.1×10^2 mA。因此, 写入数据引起电流值 7 位数的变化。

[0183] 如上所述, 有机存储元件的电阻值在写入数据之后改变, 当以电压或电流读出该有机存储元件的电阻值变化时, 该有机存储元件可以用作存储电路。

[0184] 此外, 在使用上述有机存储元件作为存储电路的情况下, 每当执行数据读取操作时都向有机存储元件施加预定电压值 (足以避免短路的电压值), 并读取该电阻值。因此, 有机存储元件的电流 - 电压特性需要是不变化的特性, 即使重复执行读取操作, 也就是说, 即使重复施加预定电压值。

[0185] 下面参照图 14 描述读取数据之后测量有机存储元件的电流 - 电压特性的结果。

[0186] 在该实验中, 每当执行一次数据读取操作时就测量有机存储元件的电流 - 电压特性。由于总共执行 5 次数据读取操作, 有机存储元件的电流 - 电压特性也总共测量 5 次。电流 - 电压特性的这一测量是对两个有机存储元件执行的, 即通过电学作用执行数据写入而改变了电阻值的有机存储元件以及具有未改变的电阻值的有机存储元件。

[0187] 在图 14 中, 水平轴表示电压值, 竖直轴表示电流值, 点图 271 展示出通过电学作用执行数据写入而改变了电阻值的有机存储元件的电流 - 电压特性, 点图 272 展示出具有未改变的电阻值的有机存储元件的电流 - 电压特性。

[0188] 从点图 271 看出, 在写入之前有机存储元件的电流 - 电压特性在 1V 或更大的电压值下展示出特别令人满意的可重复性。类似地, 从点图 272 看出, 通过电学作用执行数据写入而改变了电阻值的有机存储元件的电流 - 电压特性在 1V 或更大的电压值下展示出特别令人满意的可重复性。

[0189] 从上述结果中看出, 即使重复进行数据读取操作不止一次, 电流 - 电压特性也不会改变。因此, 上述有机存储元件可以用作存储电路。

[0190] (实施例 2)

[0191] 在本实施例中, 参照图 16A 和 16B 描述按照上述实施方式的半导体器件。图 16A 是用光学显微镜观察的半导体器件 6001 的照片, 图 16B 是图 16A 的图案。

[0192] 如图 16B 所示, 观察到半导体器件 6001 中的其中存储单元以矩阵排列的存储单元阵列 6002、列解码器部分 6003、行解码器部分 6004、选择器 6007 和 6008 以及读取 / 写入电路 6005。此外, 图 16B 所示的虚线 6009 表示有机存储元件的第二导电层。

[0193] 图 17 示出图 16A 和 16B 所示的半导体器件的写入特性, 其中存储单元在水平平面中的尺寸是 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$, 写入时间是 100ms。要注意, 在此, 以将电压施加给有机存储元件以使该有机存储元件短路的方式来执行写入。至于有机存储元件的结构, 分别利用钛、

α -NPD 和铝形成第一电极、有机化合物层和第二导电层。数据写入是通过向该有机化合物层施加 100ms 的脉冲电压来执行的。要注意,在此,有机存储元件包括薄膜晶体管和存储元件。

[0194] 在图 17 中,水平轴表示脉冲电压,竖直轴表示在该脉冲电压或更低电压下成功写入的比例(成功率)。当写入电压是 5V 时开始写入,并且可以对 64 个存储单元中的 6 个(9.38%)进行写入。尽管在此使用了 64 个存储单元,存储单元的个数不限于 64 个。例如,可以只有一个存储单元用作存储器。此外,当写入电压为 6V 时,可以对 64 个存储单元中的 33 个(52%)进行写入;当写入电压为 9V 时,可以对 64 个存储单元中的 45 个(70%)进行写入;当写入电压为 11V 时,可以对 64 个存储单元中的 60 个(93%)进行写入;当写入电压为 14V 时,可以对 64 个存储单元(100%)进行写入。

[0195] 要注意,当在这种情况下的写入时间为 10 至 100ms 时也可以进行写入。此外,根据存储单元的结构,10ms 或更低的短时间也可以写入。

[0196] 从上述结果中看出,在本实施例中示出的存储单元的写入可以在 5 至 14V 的写入电压下进行。

[0197] (实施例 3)

[0198] 在本实施例中,将参照图 18A 和 18B 描述在衬底上制造的有机存储元件中以电学方式执行数据写入时获得的电流-电压特性。要注意,在此,以将电压施加给有机存储元件以使该有机存储元件短路的方式执行写入。此外,在图 18A 和 18B 的每一个中,水平轴都表示施加给有机存储元件的电压,竖直轴都表示在有机存储元件中流动的电流值。

[0199] 在此,按照通过溅射在玻璃衬底上形成第一导电层、通过蒸镀在第一导电层上形成有机化合物层、并通过蒸镀在有机化合物层上形成第二导电层的方式来形成有机存储元件。在此形成的有机存储元件在水平面中的尺寸是 $20\mu\text{m}\times 20\text{mm}$ 。

[0200] 图 18A 示出了有机存储元件的电流-电压特性,其中第一导电层、有机化合物层、第二导电层分别利用钛、 α -NPD 和铝形成。要注意,第一导电层、有机化合物层、第二导电层的厚度分别是 100nm、10nm 和 200nm。

[0201] 图 18B 示出了有机存储元件的电流-电压特性,其中第一导电层、有机化合物层、第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、 α -NPD 和铝形成。要注意,第一导电层、有机化合物层、第二导电层的厚度分别是 110nm、10nm 和 200nm。

[0202] 在图 18A 中,点图 6011 示出写入数据之前有机存储元件的电流-电压特性,点图 6012 示出紧接数据写入之后有机存储元件的电流-电压特性,点图 6013 示出对以电学方式写入了数据的有机存储元件施加电压的情况下的电流-电压特性。在这种情况下下的写入电压是 8.29V,在该写入电压下写入电流是 0.16mA。

[0203] 在图 18B 中,点图 6015 示出在以电学方式写入数据之前有机存储元件的电流-电压特性,点图 6012 示出紧接数据写入之后有机存储元件的电流-电压特性,点图 6013 示出对以电学方式写入了数据的有机存储元件施加电压的情况下的电流-电压特性。在这种情况下下的写入电压是 4.6V,在该写入电压下写入电流是 0.24mA。如上所述,可以在低电压下对本发明公开的有机存储元件进行写入,写入时的电流值也很小。因此,可以降低用于向有机存储元件写入的功耗。

[0204] 在比较图 18A 和图 18B 时,如图 18A 所示,在小于特定电压(在此例中小于 8.29V)

时在由钛层形成第一导电层的有机存储元件中几乎没有电流流过。但是在超过 8.29V 时,有机存储元件的电流值急剧改变从而执行数据写入,由此确定写入和读取都很容易执行。

[0205] 相反地,在用包含氧化硅的 ITO 形成第一导电层的有机存储元件中,电流在 4.5V 左右逐渐开始流动。也就是说,甚至在写入之前就有电流流动。此外,写入之后的 I-V 曲线是非线性的,而且电阻值大于用钛形成第一导电层的有机存储元件在写入之后的电阻值。也就是说,用包含氧化硅的 ITO 形成第一导电层的有机存储元件在写入之前和之后电阻值的差异小,由此可以说存储特性差。

[0206] 为了提供存储特性优良的元件,优选第一导电层是金属层,典型地是钛层。

[0207] (实施例 4)

[0208] 在本实施例中,将参照附图描述用 TEM(透射电子显微镜)观察有机存储元件在写入之后的横截面的结果。要注意,在此,该写入是以向有机存储元件施加电压以使该有机存储元件短路的方式来执行的。

[0209] 首先,按照通过溅射在玻璃衬底上形成 110nm 厚的第一导电层、通过蒸镀在第一导电层上形成 35nm 厚的有机化合物层、并通过蒸镀在有机化合物层上形成 270nm 厚的第二导电层的方式来形成有机存储元件。这里,第一导电层、有机化合物层、第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、 α -NPD 和铝形成。注意有机存储元件在水平面中的尺寸是 2mm $\times$ 2mm。

[0210] 接着,向有机存储元件施加写入电压以便将数据写入该有机存储元件,并且用 TEM 观察该有机存储元件的横截面。注意用于 TEM 的样品通过用宽度为 0.1 μ m 的 FIB(聚焦离子束)进行处理来制备。对于 FIB,在 30kV 下使用 Ga 离子源。

[0211] 图 19A 示出对应于观察到的有机存储元件在写入数据之后的横截面的光学显微镜图像,图 19B 和图 20A、20B 示出对应于图 19A 的横截面 TEM 图像。此外,图 21A 示出对应于观察到的写入数据之后的横截面的光学显微镜图像,图 22A 和 22B 示出对应于图 21 的横截面 TEM 图像。此外,为了进行比较,图 23 示出有机存储元件在写入之前的横截面 TEM 图像,其中膜厚度是 34nm。图 19B 中的放大倍数是 30000 倍,图 20A 和 20B 中的放大倍数是 100000 倍,图 22A 和 22B、图 23 中的放大倍数是 200000 倍。

[0212] 如图 23 所示,有机化合物层在写入之前的膜厚度是均匀的,在此是 34nm。图 19B 是图 19A 中点 (i) 的 TEM 图像。如图 19A 所示,在使有机存储元件短路之后,在有机存储元件的一部分中观察到很多凸起。图 19B 示出观察包括该凸起的部位的结果。图 19B 的右面的部位对应于图 19A 中靠近凸起中心的部位。也就是说,在短路之后有机存储元件中的凸起可以说是由于该有机存储元件的有机化合物层的厚度发生变化而引起的。

[0213] 此外,图 20A 和 20B 示出针对乘以图 19B 中的放大倍数的情况的有机存储元件的观测结果。注意图 20A 和 20B 示出不同的被观察部位。图 20A 中左边缘的有机化合物层的膜厚度是 90nm,而图 20B 中在左边缘的有机化合物层的膜厚度是 15nm。如上所述,在写入了数据的有机存储元件的有机化合物层中,厚度局部改变,因此确定电极之间的距离也改变了。

[0214] 如图 20A 所示,相信图 19A 中写入数据之后有机存储元件中的凸起是由于有机存储元件的有机化合物层的膜厚度在向该有机存储元件施加电压时发生变化而导致的。如图 20A 所示,有机化合物层的膜厚度随着远离包含该凸起的部位而逐渐变薄。图 22A 和 22B 示出凸起之间的部位(是指图 21 中的点 (ii))的观测结果。

[0215] 如图 22A 和 22B 所示,确定有机存储元件在施加写入电压之后由于有机化合物层移动使得第一导电层和第二导电层互相接触而被短路。严格地说,从图 22A 和 22B 中的横截面 TEM 图像来看,可以说有机化合物层的膜厚度在第一导电层和第二导电层之间的边界处至少是 5nm 或更小。

[0216] (实施例 5)

[0217] 在本实施例中,对于图 27A 至 27F 所示的每个样品 1 至 6,即制造于衬底上的有机存储元件,图 24A 至 26B 示出在以电学方式向有机存储元件写入了数据时测量电流-电压特性的结果。注意在此该写入是按照向有机存储元件施加电压以使该有机存储元件短路的方式执行的。

[0218] 在图 24A 至 26B 的每一个中,水平轴都表示电压,垂直轴都表示电流密度值,圆形点图示出在写入数据之前测量有机存储元件的电流-电压特性的结果,方形点图示出在写入数据之后测量有机存储元件的电流-电压特性的结果。此外,每个样品 1 至 6 在水平面中的尺寸都是 2mm×2mm。

[0219] 样品 1 是第一导电层、第一有机化合物层和第二导电层依次堆叠而成的元件。在此,如图 27A 所示,第一导电层、第一有机化合物层和第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、TPD 和铝形成。此外,第一有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度。图 24A 示出测量样品 1 的电流-电压特性的结果。

[0220] 样品 2 是第一导电层、第一有机化合物层和第二导电层依次堆叠而成的元件。在此,如图 27B 所示,第一导电层、第一有机化合物层和第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、掺有 2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰代二甲基苯醌(tetracyanoquinodimethane)(可以缩写为 F4-TCNQ)的 TPD 和铝形成。此外,第一有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度并掺有 0.01wt%(重量百分比)的 F4-TCNQ。图 24B 示出测量样品 2 的电流-电压特性的结果。

[0221] 样品 3 是第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层依次堆叠而成的元件。在此,如图 27C 所示,第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、TPD、F4-TCNQ 和铝形成。此外,第一有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度,第二有机化合物层形成为具有 1nm 的厚度。图 25A 示出测量样品 3 的电流-电压特性的结果。

[0222] 样品 4 是第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层依次堆叠而成的元件。在此,如图 27D 所示,第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、F4-TCNQ、TPD 和铝形成。此外,第一有机化合物层形成为具有 1nm 的厚度,第二有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度。图 25B 示出测量样品 4 的电流-电压特性的结果。

[0223] 样品 5 是第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层依次堆叠而成的元件。在此,如图 27E 所示,第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、掺有 F4-TCNQ 的 TPD、TPD 和铝形成。此外,第一有机化合物层形成为具有 40nm 的厚度并掺有 0.01wt%的 F4-TCNQ,第二有机化合物层形成为具有 40nm 的厚度。图 26A 示出测量样品 5 的电流-电压特性的结果。

[0224] 样品 6 是第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层依次

堆叠而成的元件。在此,如图 27E 所示,第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层分别利用包含氧化硅的 ITO、TPD、掺有 F4-TCNQ 的 TPD 和铝形成。此外,第一有机化合物层形成为具有 40nm 的厚度,第二有机化合物层形成为具有 10nm 的厚度并掺有 0.01wt% 的 F4-TCNQ。图 26B 示出测量样品 6 的电流-电压特性的结果。

[0225] 图 24A 至 26B 所示的实验结果还示出有机存储元件在写入数据之前和使该有机存储元件短路之后的电流-电压特性的实质性变化。这些样品的有机存储元件还具有使每个有机存储元件短路的电压的可重复性,误差在 0.1V 之内。

[0226] 接着,在图 31 中示出样品 1 至 6 在写入之前和之后的写入电压及特性。

[0227] 在表 1 中,写入电压 (V) 表示在使每个有机存储元件短路时施加的电压。R(1V) 表示通过将写入之后向有机存储元件施加 1V 时的电流密度除以写入之前向有机存储元件施加 1V 时的电流密度所获得的值。类似地,R(3V) 表示通过将写入之后向有机存储元件施加 3V 时的电流密度除以写入之前向有机存储元件施加 3V 时的电流密度所获得的值。也就是说,R(1V) 和 R(3V) 表示在向有机存储元件写入之前和之后的电流密度变化。与施加的电压为 3V 的情况相比,确定在施加的电压为 1V 的情况下,有机存储元件的电流密度差异大,具体说来,达到 10 的 4 次方或更大。

[0228] (实施例 6)

[0229] 在本实施例中,参照图 28A 和 28B、图 29A 至 29C 描述具有柔韧性的半导体器件。

[0230] 如图 28A 所示,通过等离子 CVD 在玻璃衬底 6101 上形成膜厚度为 100nm 的 SiON 膜 6102。然后通过溅射形成膜厚度为 30nm 的钨膜 6103 作为剥离层。接着通过溅射形成膜厚度为 200nm 的 SiO₂ 膜 6104 来与作为剥离层的钨膜 6103 接触。通过等离子 CVD 连续形成膜厚度为 50nm 的 SiN 膜 6105、膜厚度为 100nm 的 SiON 膜 6106 以及膜厚度为 66nm 的非晶硅膜(未在图中示出)。

[0231] 接着,在电炉内将该玻璃衬底 6101 在 550℃ 下加热 4 个小时。通过加热,在用作剥离层的钨膜 6103 和 SiO₂ 膜 6104 之间的界面上形成氧化钨层(未在图中示出)。此外,使非晶硅膜晶化,由此形成晶体硅膜。

[0232] 接着,在对晶体半导体膜进行干蚀刻之后,以通过溅射堆叠膜厚度为 60nm 的 Ti 膜、膜厚度为 40nm 的 TiN 膜、膜厚度为 40nm 的 Al 膜、膜厚度为 60nm 的 Ti 膜以及膜厚度为 40nm 的 TiN 膜的方式来形成导电层。然后,通过光刻法形成抗蚀剂掩模并用该抗蚀剂掩模作为保护膜对该导电层进行蚀刻,从而形成布线 6107。

[0233] 接着,通过溅射在布线 6107 和 SiON 膜 6106 上形成膜厚度为 100nm 的 Ti 膜。然后,通过光刻法形成抗蚀剂掩模并通过用该抗蚀剂掩模作为保护膜利用 HF 进行湿蚀刻来对该 Ti 膜进行蚀刻,从而形成第一导电层 6108。

[0234] 然后,在施加和烘焙感光剂以形成膜厚度为 1.5 μm 的聚酰亚胺层之后,通过曝光和显影形成覆盖第一导电层 6108 的边缘部分的绝缘层 6109。此时,第一导电层 6108 的部分被暴露。接着,通过利用 NPB 进行蒸镀在绝缘层 6109 和暴露的第一导电层 6108 上形成厚度为 30nm 的有机化合物层 6110。然后,在此通过利用铝进行蒸镀形成膜厚度为 200nm 的第二导电层 6111。

[0235] 接着,涂敷环氧树脂 6112,然后,在 110℃ 下烘焙 30 分钟。接着,将柔性膜 6113 粘接到环氧树脂 6112 的表面上。然后,将胶带粘接到玻璃衬底 6101 上。通过在 120℃ 至 150℃

下加热将柔性膜 6113 与环氧树脂 6112 结合。接着,将玻璃衬底 6101 设置在平坦表面上,通过加压接合将胶粘筒 (adhesive roller) 粘接到柔性膜 6113 的表面,在用作剥离层的钨膜 6103 和 SiO_2 膜 6104 之间的界面上 (图 28A 中的箭头 6114) 剥离包含有机元件的层 (参照图 28B)。

[0236] 图 29A 至 29C 示出由此从玻璃衬底 6101 剥离下来的有机存储元件的照片和图案。

[0237] 图 29A 是形成在柔性膜 6113 上的有机存储元件的照片,这是从有机存储元件一侧拍摄的,也就是形成 SiO_2 膜的一侧。图 29B 是图 29A 的图案。第二导电层 6111、绝缘膜 6109、第一导电层 6108 堆叠在柔性膜 6113 上,形成了与第一导电层 6108 连接的布线 6107。注意在绝缘层 6109 和第二导电层 6111 的表面上的有机化合物层 6110 用虚线表示。由于有机化合物层 6110 没有着色而且具有很薄的膜厚度,因此无法在图 29A 或 29C 中从视觉上识别有机化合物层 6110。

[0238] 图 29C 是图 29A 所示的有机存储元件的照片,这是从柔性膜 6113 一侧拍摄的。

[0239] 如上所述,可以制造具有柔韧性的半导体器件 (存储器件或存储器),其中有机存储元件设置在柔性膜上。

[0240] (实施例 7)

[0241] 在本实施例中,图 30 示出在向有机存储元件的第一和第二导电层施加电压以使该有机存储元件绝缘从而执行写入的情况下测量有机存储元件的电流-电压特性的结果。

[0242] 该有机存储元件按照通过溅射在玻璃衬底上形成第一导电层、用聚乙烯醇基的多孔体清洁第一导电层的表面以消除该表面上的灰尘、通过蒸镀在第一导电层上形成厚度为 20nm 的有机化合物层以及通过蒸镀在有机化合物层上形成厚度为 200nm 的第二导电层的方式来形成。在此,第一导电层、有机化合物层和第二导电层分别利用钛、 Alq_3 和铝形成。此后,涂敷环氧树脂并加热以密封该有机存储元件。在这种情况下,有机存储元件在水平面中的尺寸是 $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 。

[0243] 在图 30,水平轴表示电压,垂直轴表示电流值,点图 6301 示出在写入数据之前测量有机存储元件的电流-电压特性的结果,点图 6302 示出在紧接写入之后测量有机存储元件的电流-电压特性的结果。在这种情况下下的写入电压是 12V,写入电流值是 $5 \times 10^{-4} \mu\text{A}$ 。此外,在写入之后电流值立即减小到 $5 \times 10^{-12} \mu\text{A}$ 至 $3 \times 10^{-11} \mu\text{A}$ 。该结果表示可以通过施加电压来写入数据,而且可以通过有机存储元件的电流值的改变来读取数据。

[0244] 本申请基于 2004 年 10 月 18 日向日本专利局提交的日本专利申请 2004-303595,通过引用将其内容合并于此。

[0245] 尽管参照附图通过举例完整地描述了本发明,应当理解对本领域的技术人员来说各种改变和修正将是显而易见的。因此,除非这些改变和修正脱离本发明的范围,否则这些改变和修正应当被解释为包括在本发明的范围中。附图标记

[0246] 11:电源电路,12:时钟发生电路,13:数据解调/调制电路,14:控制电路,15:接口电路,16:存储器,17:数据总线,18:天线,19:读取器/写入器,20:半导体器件,21:存储单元,22:存储单元阵列,23:解码器,24:解码器,25:选择器,26:读取/写入电路,27:第一导电层,28:第二导电层,29:有机化合物层,30:衬底,31:柔性衬底,32:激光照射装置,33:绝缘膜,34:绝缘膜,35:元件组,36:衬底,37:端子区域,38:衬底,39:导电颗粒,40:树脂,42:衬底,43:柔性衬底,44:半导体层,45:半导体层,46:电阻元件,47:差分放大器,

51 : 卷筒, 52 : 加热装置, 53 : 控制装置, 94 : 显示部分, 95 : 读取器 / 写入器, 96 : 无线标签, 97 : 物品, 216 : 存储器, 221 : 存储单元, 222 : 存储单元阵列, 223 : 解码器, 224 : 解码器, 225 : 选择器, 226 : 读取 / 写入电路, 232 : 激光照射系统, 240 : 晶体管, 241 : 有机存储元件, 243 : 第一导电层, 244 : 有机化合物层, 245 : 第二导电层, 246 : 电阻元件, 247 : 读出放大器, 248 : CMOS 电路, 249 : 绝缘层, 261 : 点图, 262 : 点图, 271 : 点图, 272 : 点图, 280 : 衬底, 281 : 集成电路, 282 : 存储器, 1001 : 激光照射系统, 1002 : PC, 1003 : 激光振荡器, 1004 : 电源, 1005 : 光学系统, 1006 : 声光调制器, 1007 : 光学系统, 1009 : 移动机构, 1011 : 驱动器, 1012 : 驱动器, 1013 : 自动聚焦机构, 2301 : 保护层, 2302 : 元件组, 2303 : 保护层, 2304 : 天线, 2305 : 漏电极, 2306 : 源电极, 2307 : 栅电极, 6001 : 半导体器件, 6002 : 存储单元阵列, 6003 : 列解码器部分, 6004 : 行解码器部分, 6005 : 读取 / 写入电路, 6007 : 选择器, 6008 : 选择器, 6009 : 虚线, 6011 : 点图, 6012 : 点图, 6013 : 点图, 6015 : 点图, 6016 : 点图, 6017 : 点图, 6101 : 玻璃衬底, 6102 : SiON 膜, 6103 : 钨膜, 6104 : SiO₂ 膜, 6105 : SiNO 膜, 6106 : SiON 膜, 6107 : 布线, 6108 : 第一导电层, 6109 : 绝缘层, 6110 : 有机化合物层, 6111 : 第二导电层, 6113 : 柔性膜, 6114 : 箭头, 6301 : 点图, 6302 : 点图

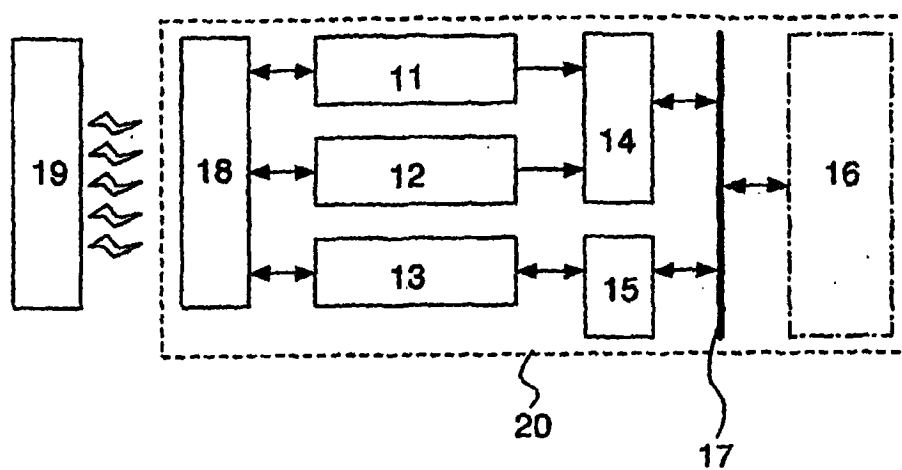


图 1A

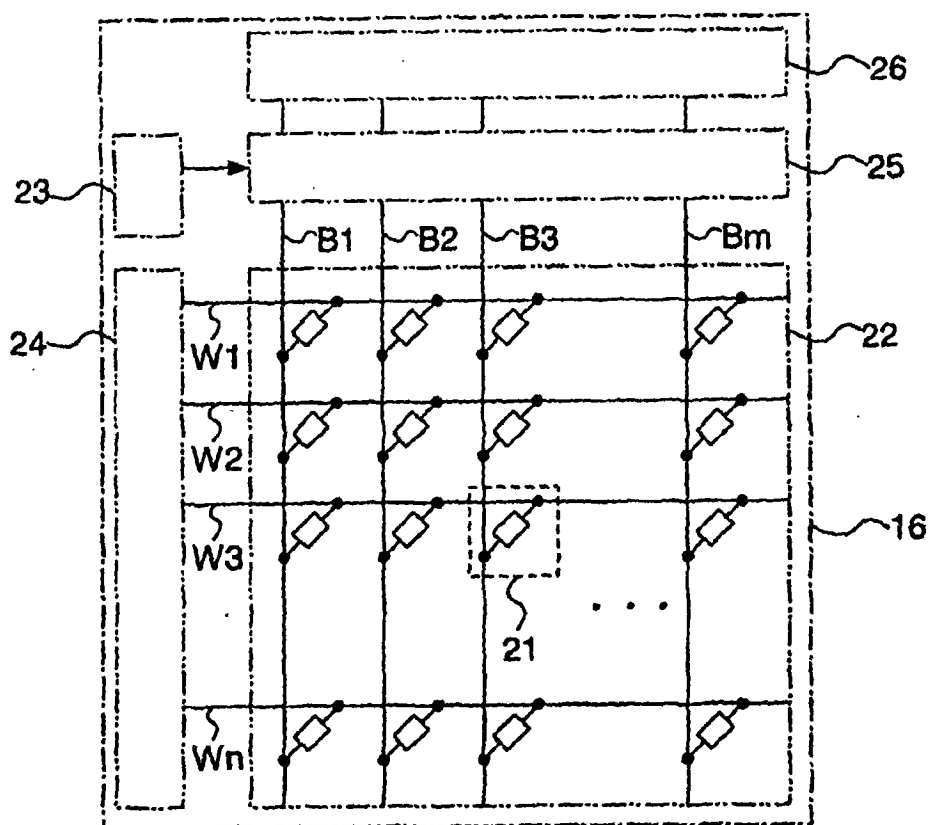


图 1B

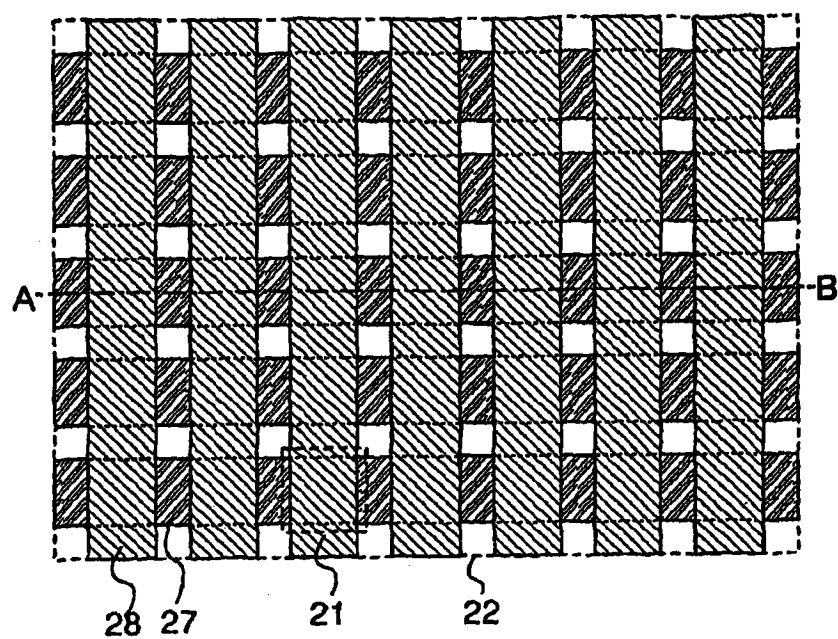
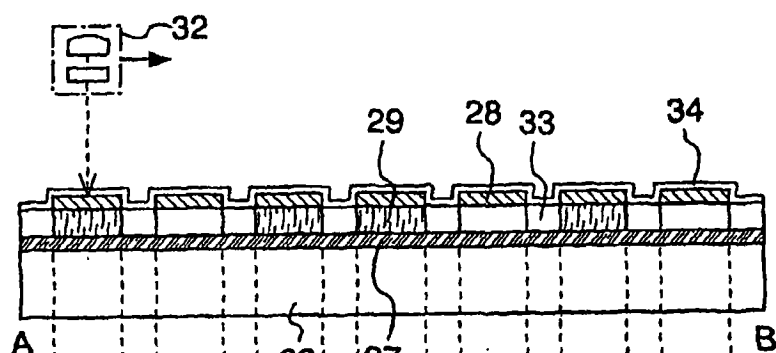
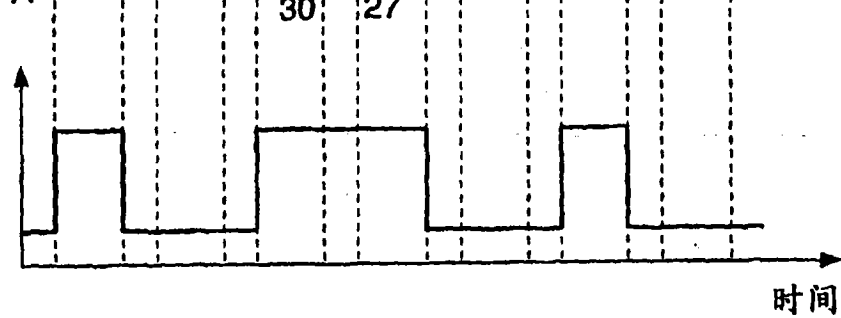


图 2A

图 2B

图 2C
输出

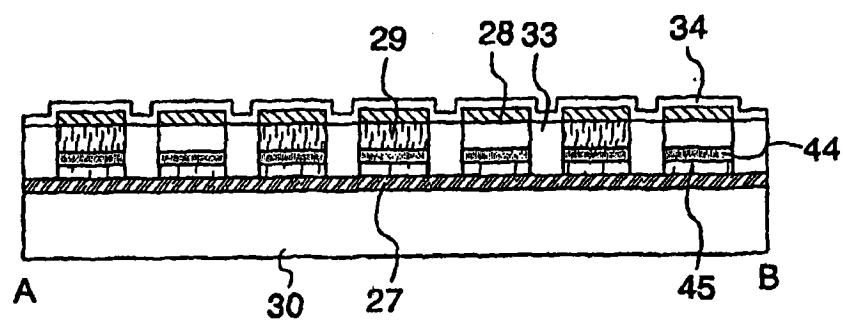


图 2D

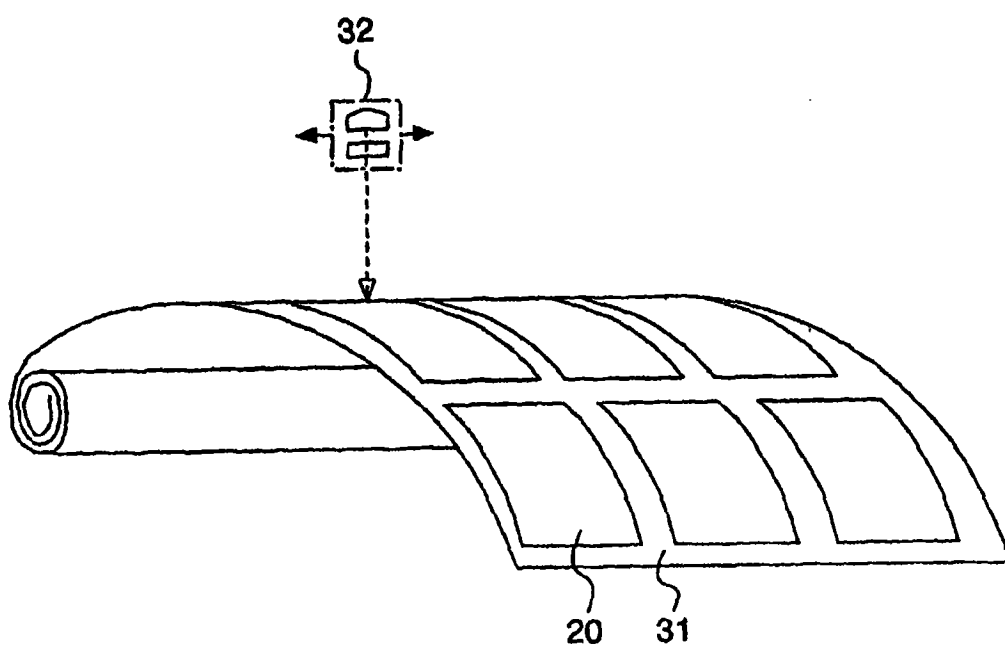


图 3A

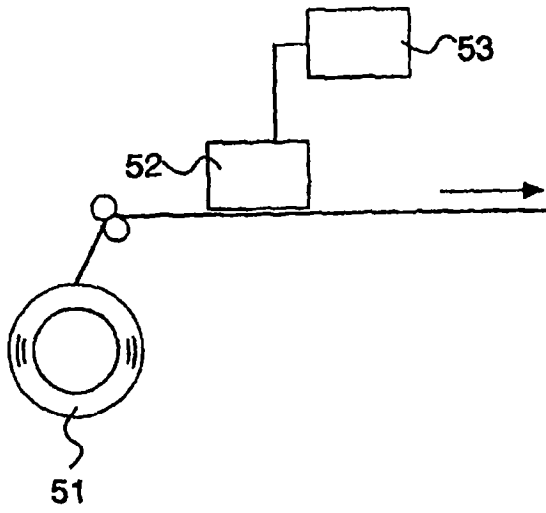


图 3B

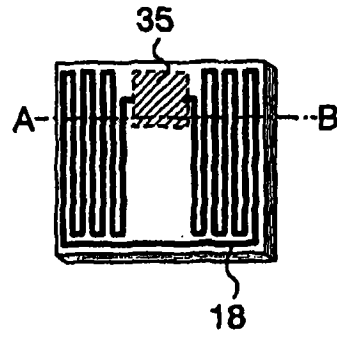


图 4A

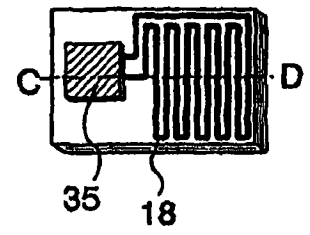


图 4B

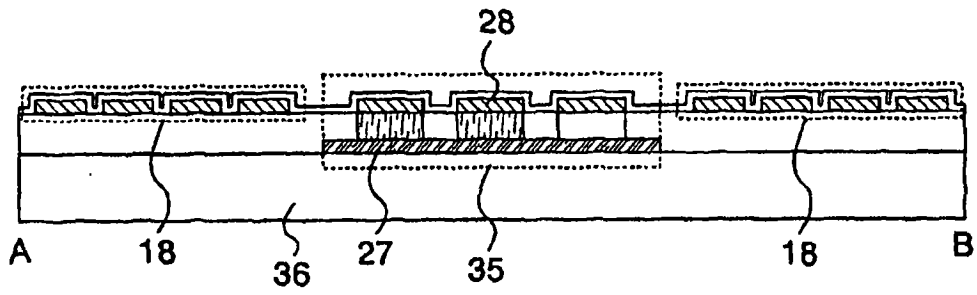


图 4C

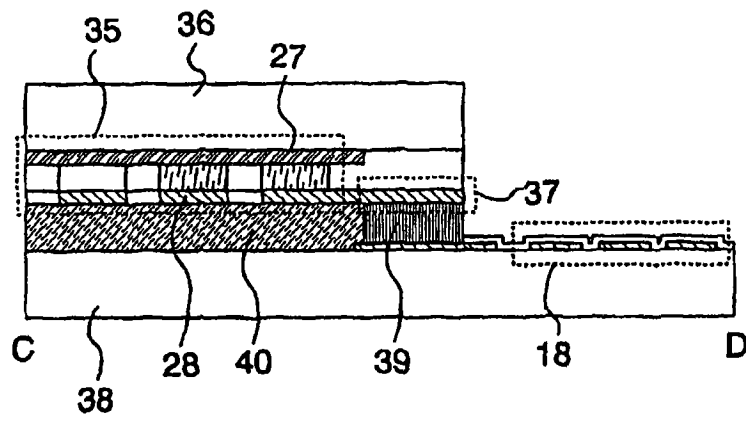


图 4D

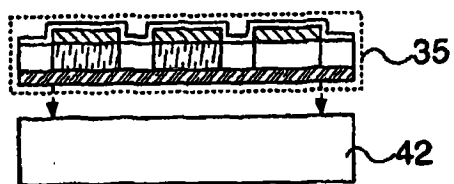


图 5A

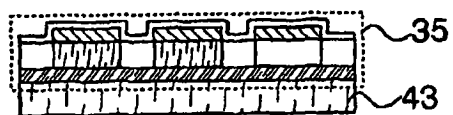


图 5B

图 5C

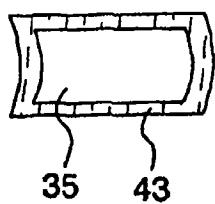


图 5D

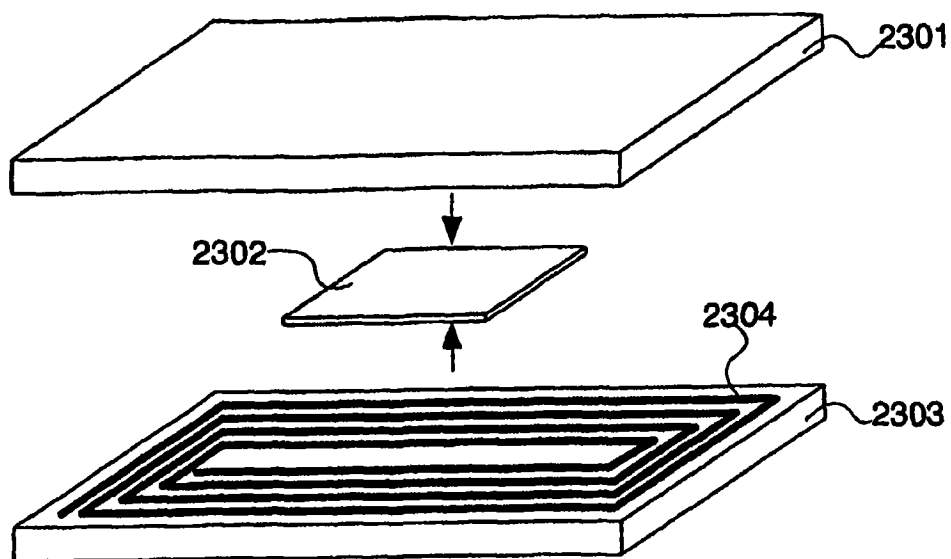
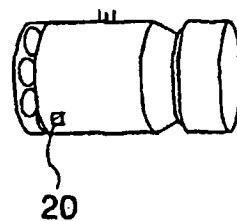


图 6A

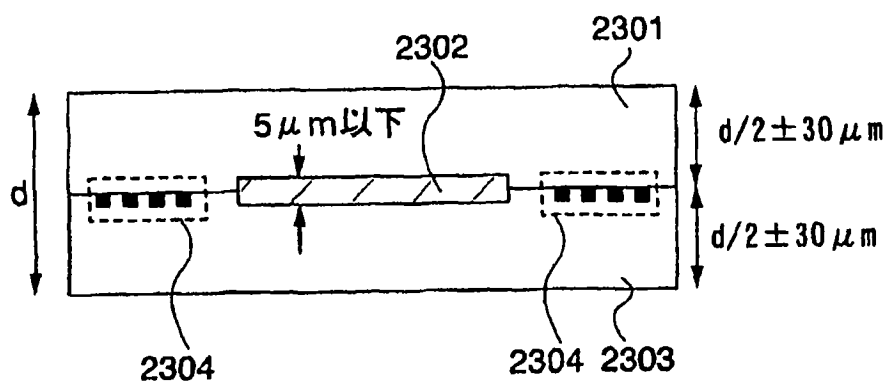


图 6B

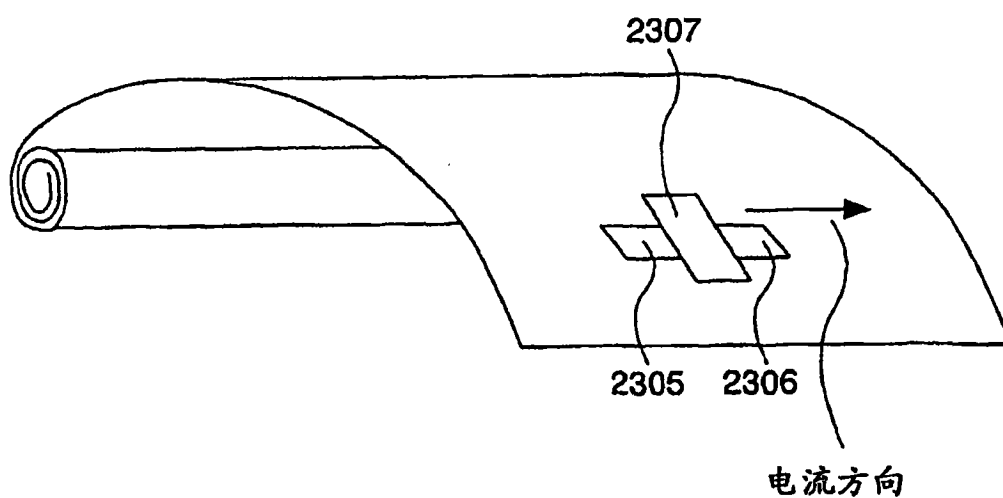


图 6C

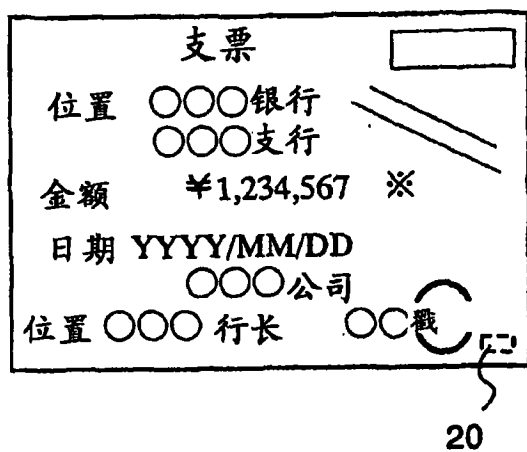


图 7A

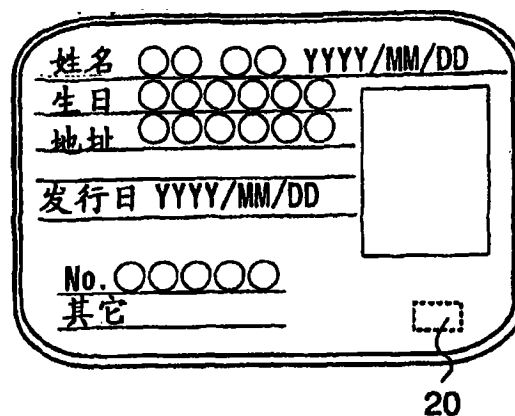


图 7B

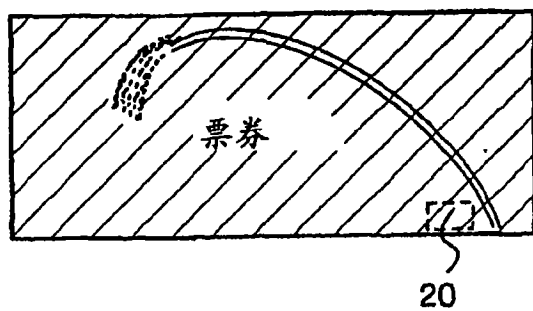


图 7C

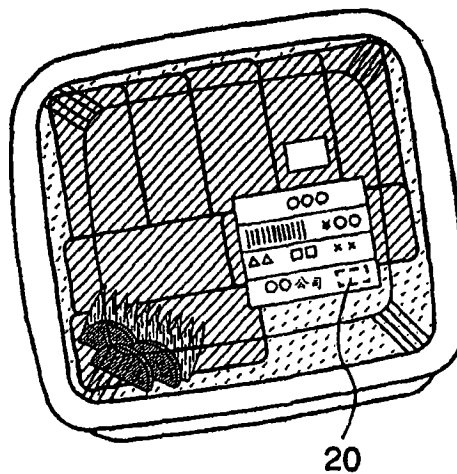


图 7D

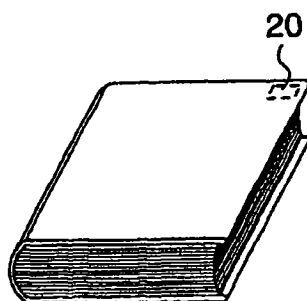


图 7E

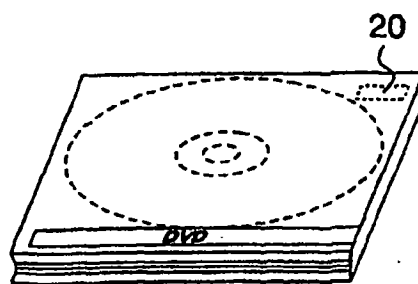


图 7F

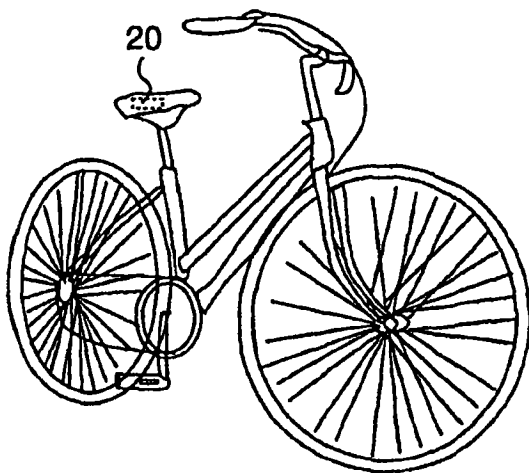


图 7G



图 7H

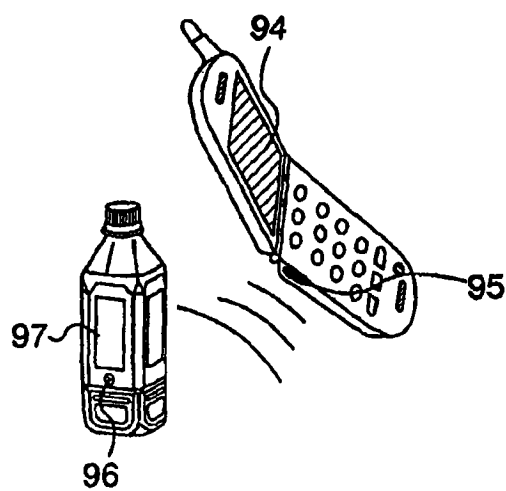


图 8A

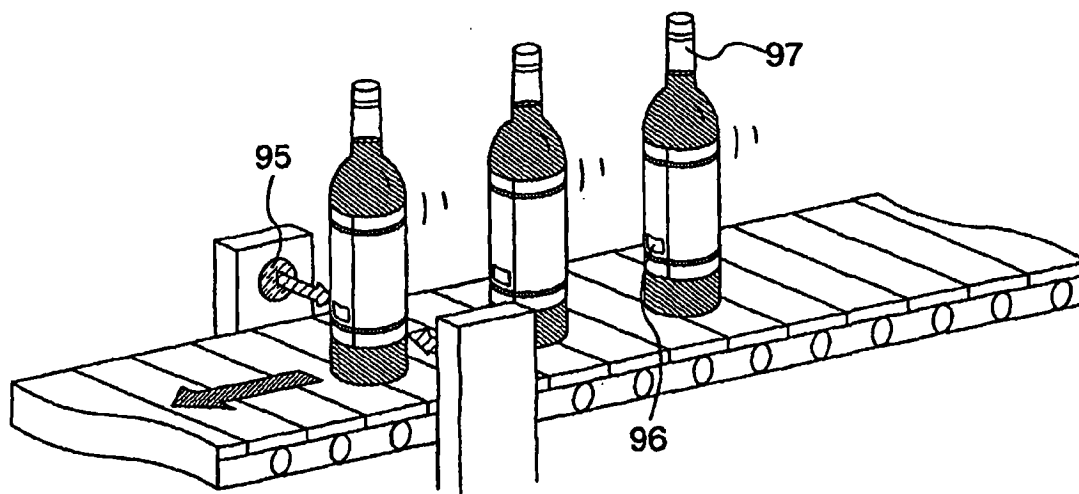


图 8B

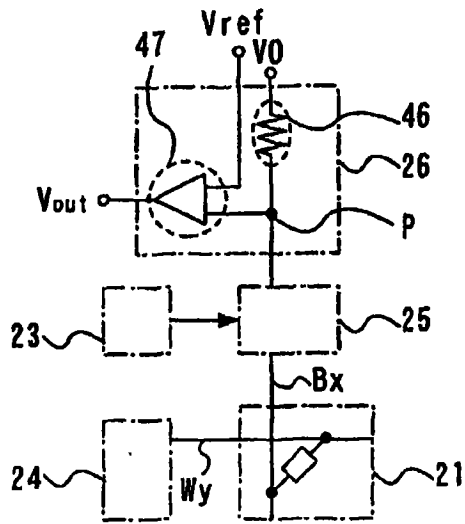


图 9A

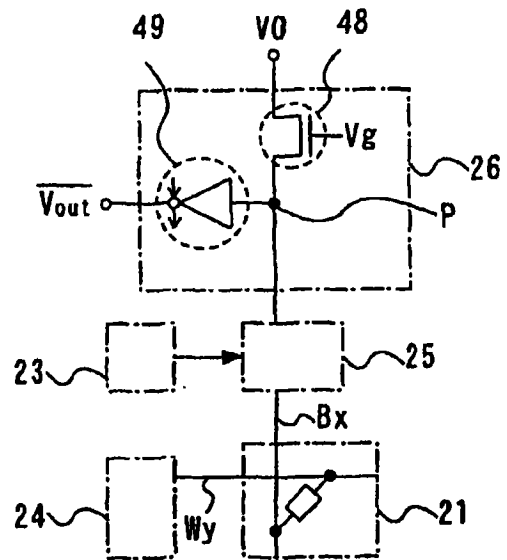


图 9B

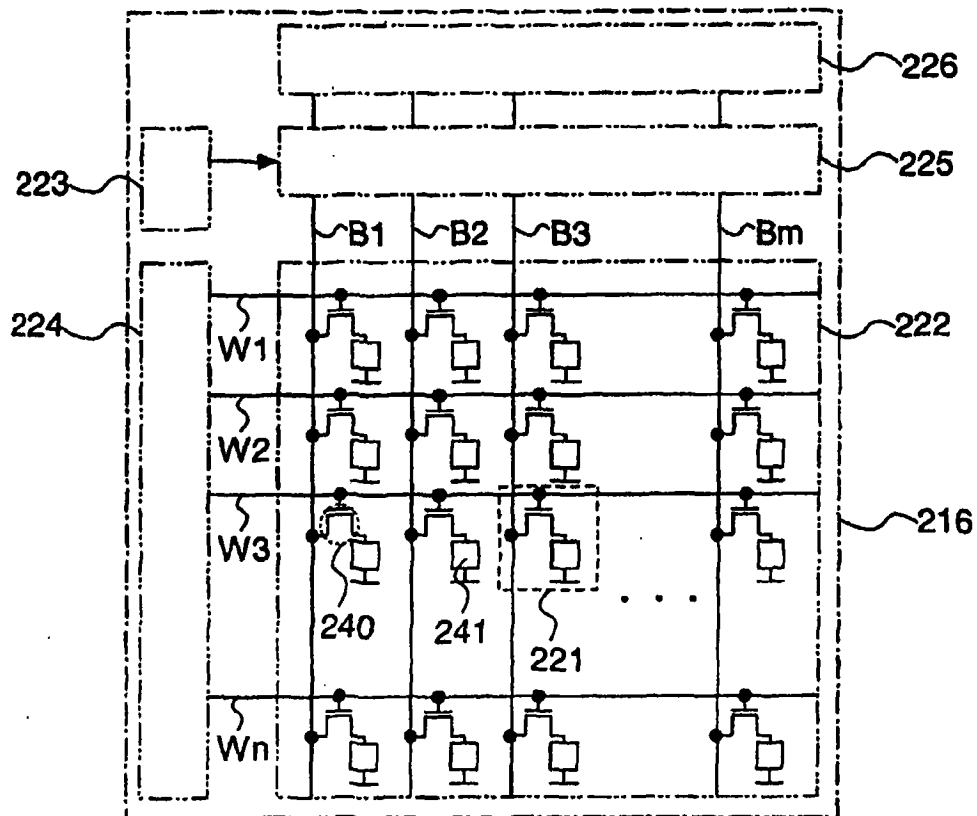


图 10A

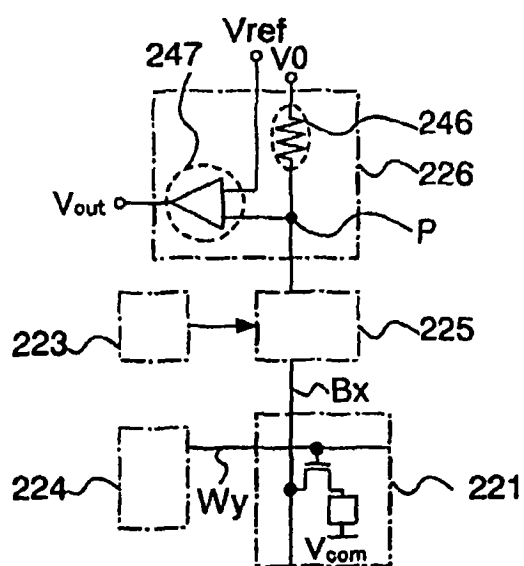


图 10B

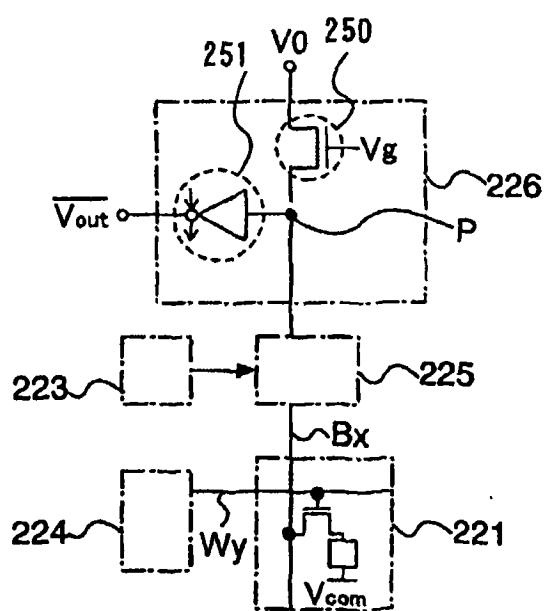


图 10C

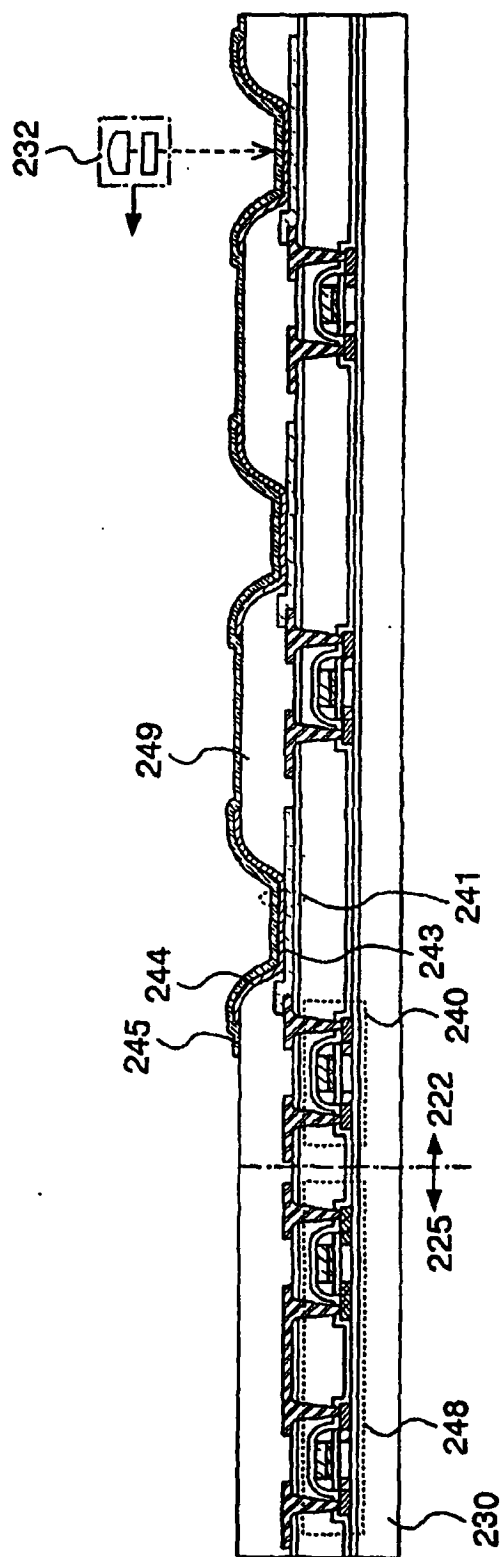


图 11

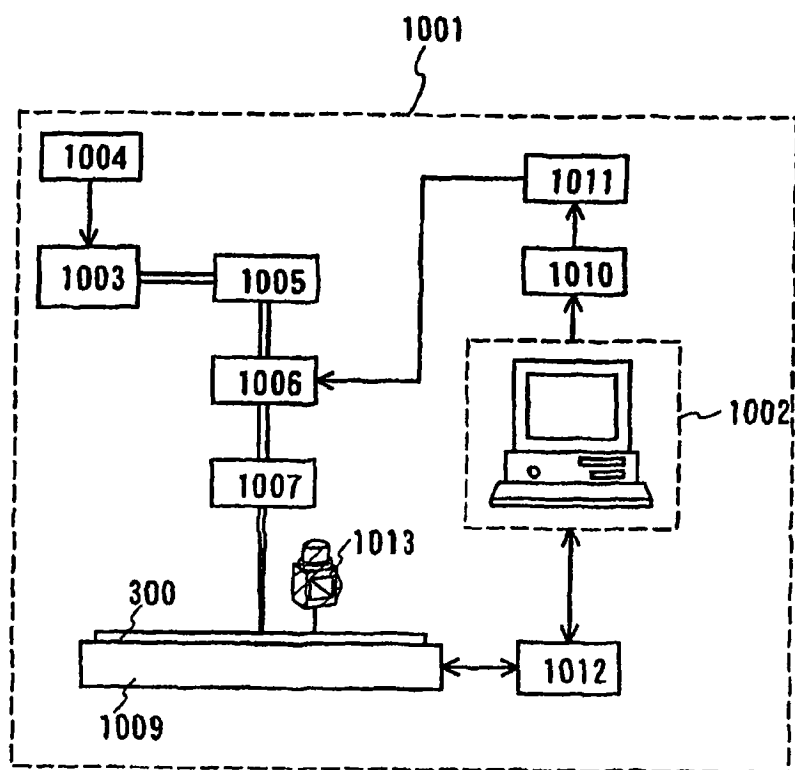


图 12

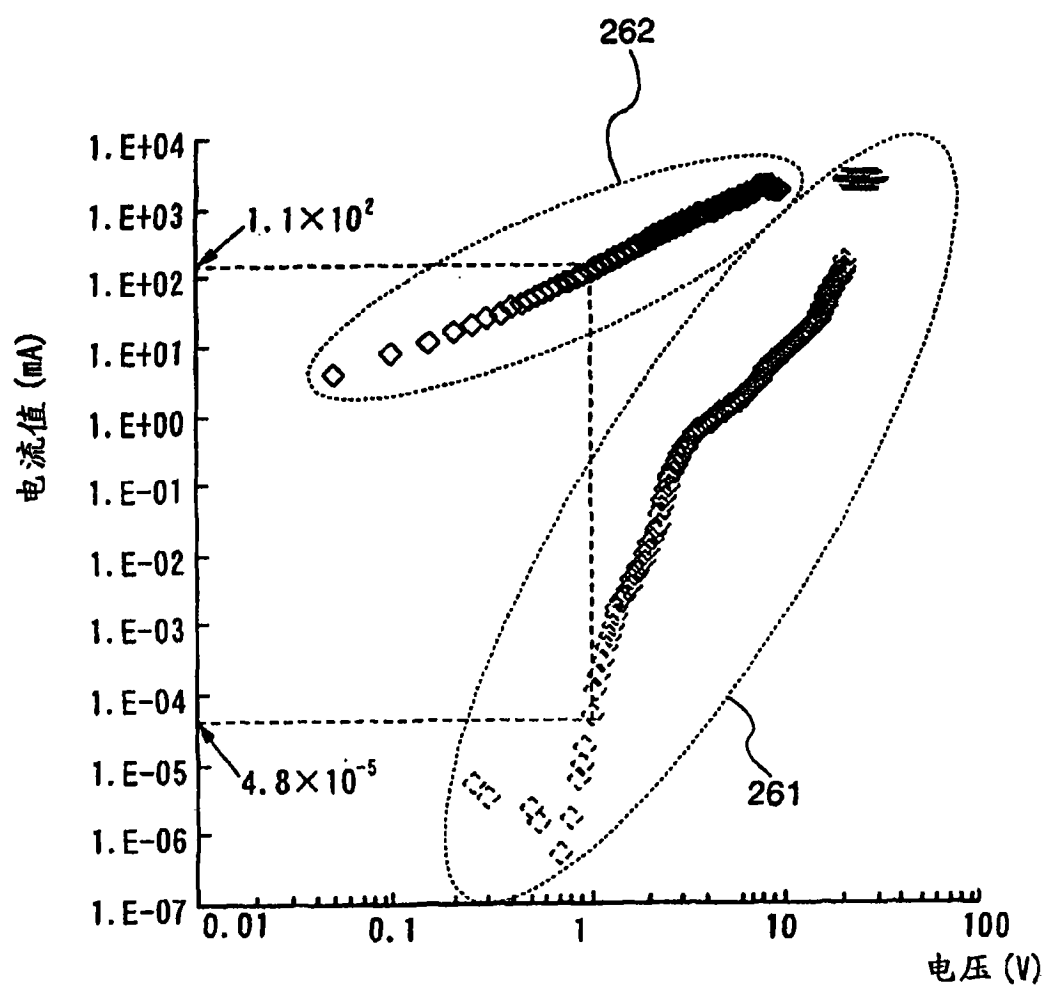


图 13

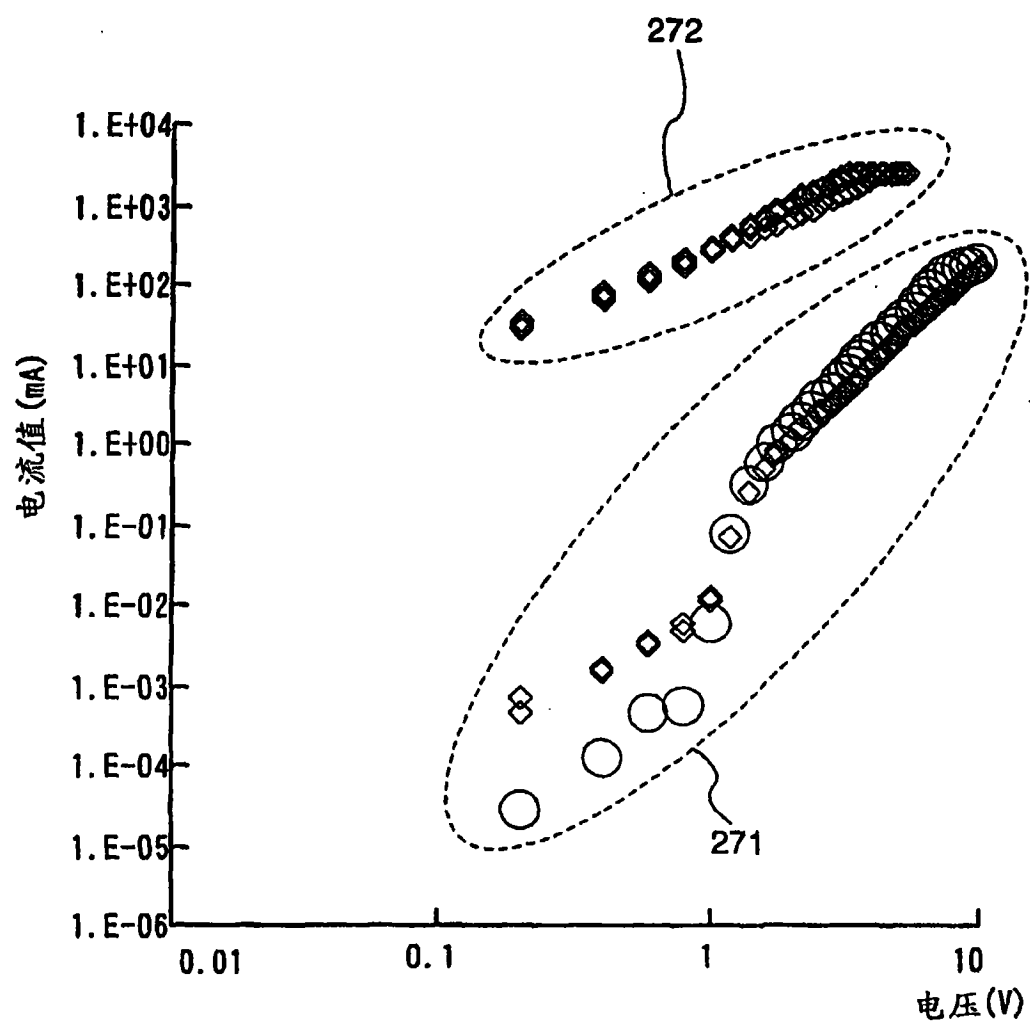


图 14

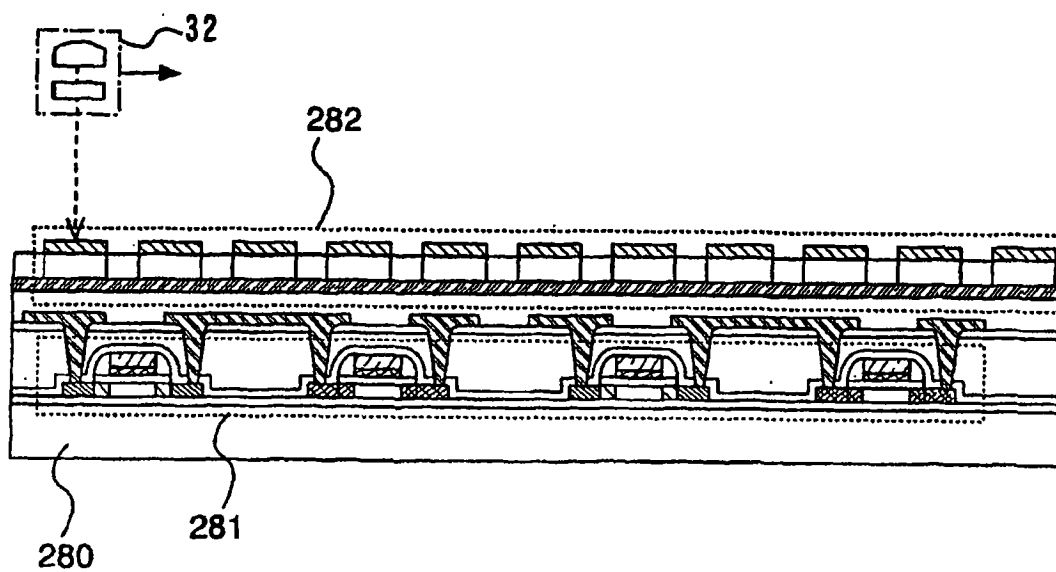
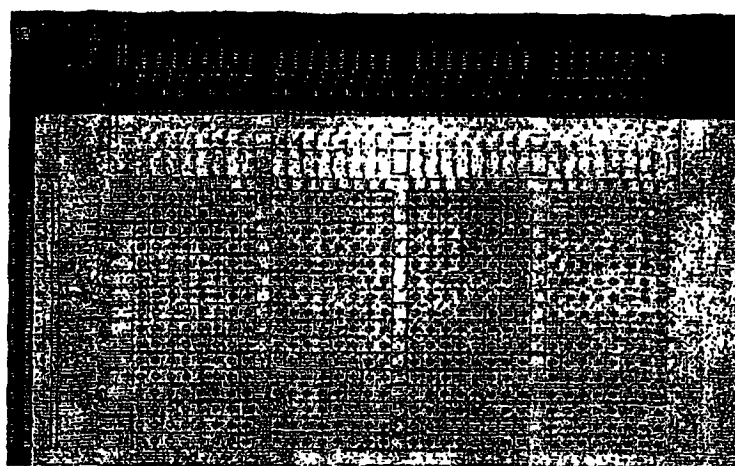


图 15



6001

图 16A

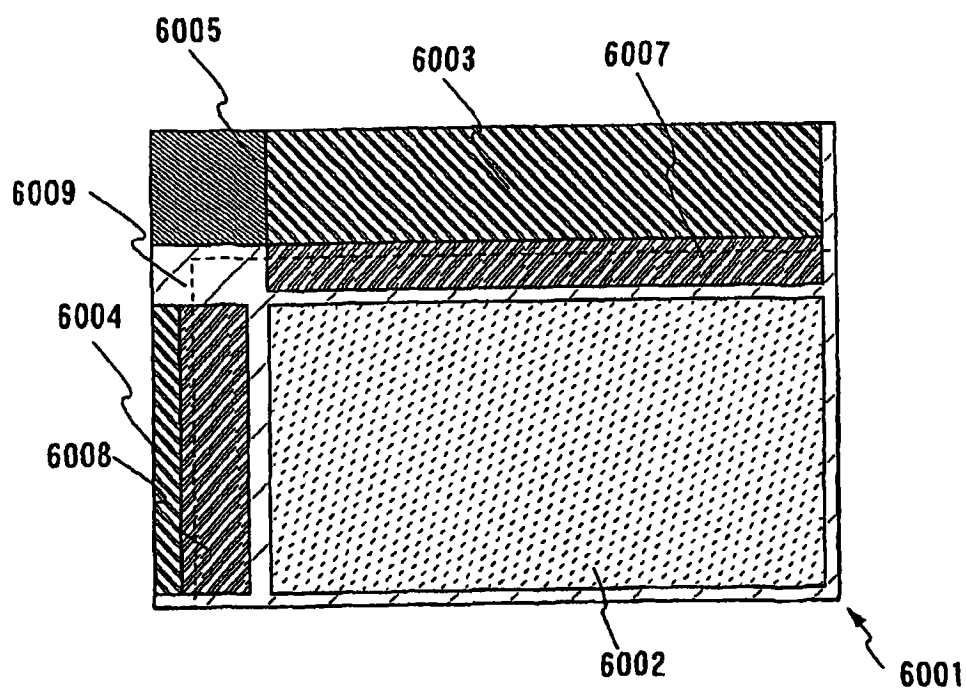


图 16B

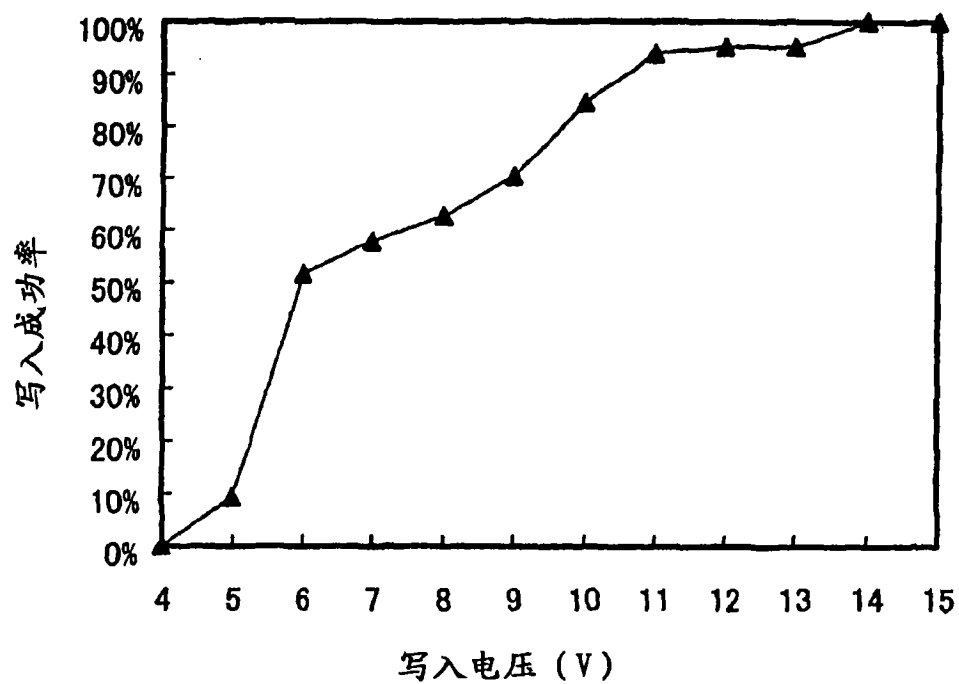


图 17

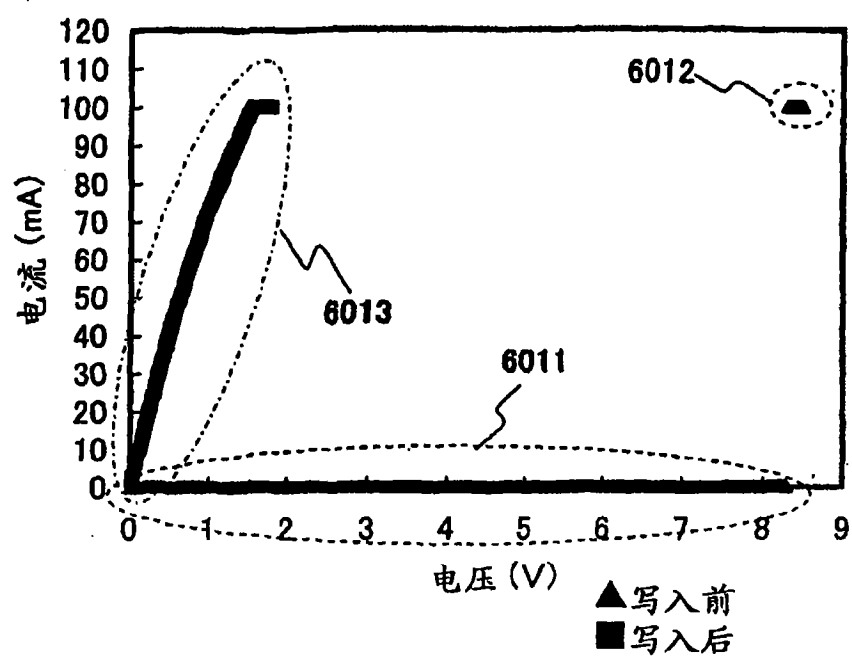


图 18A

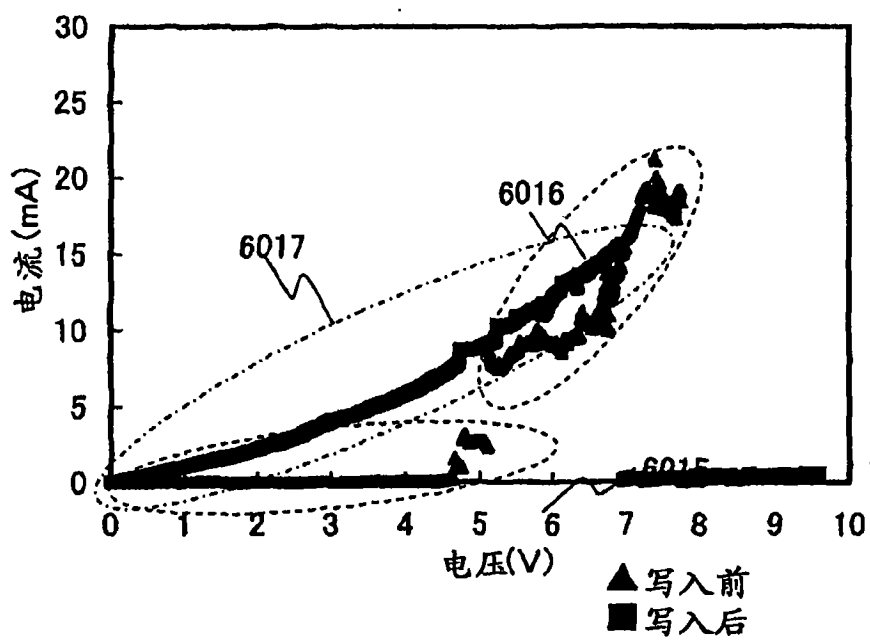


图 18B

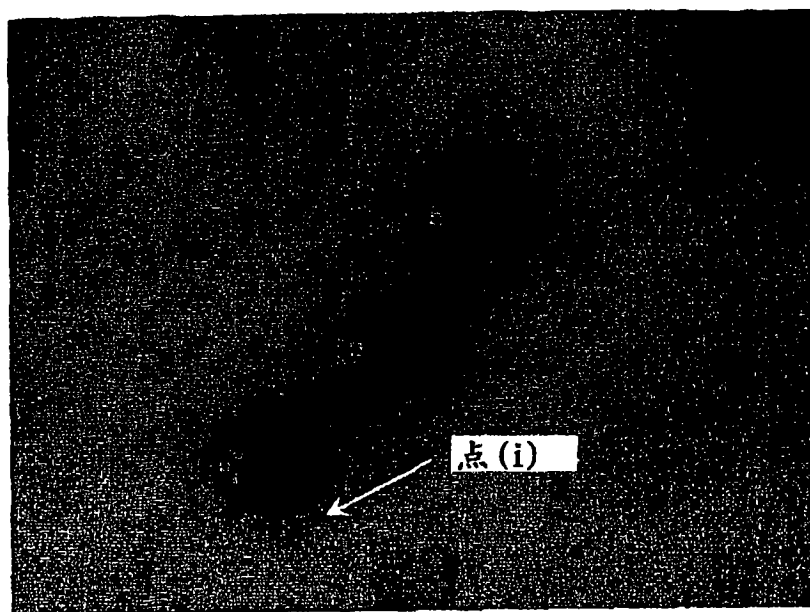


图 19A

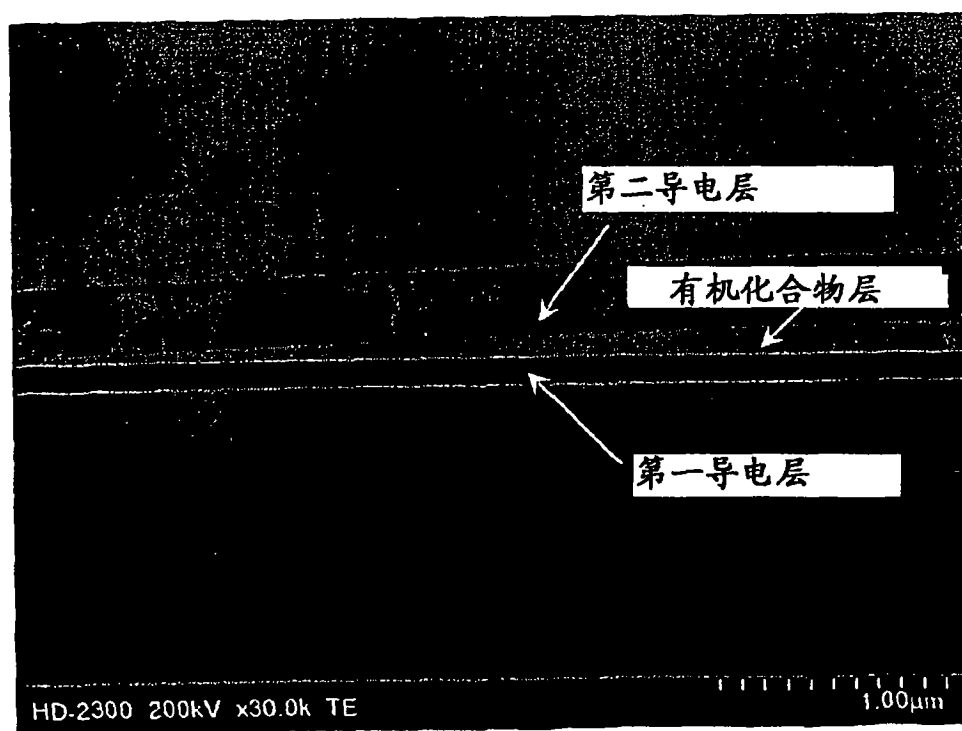


图 19B

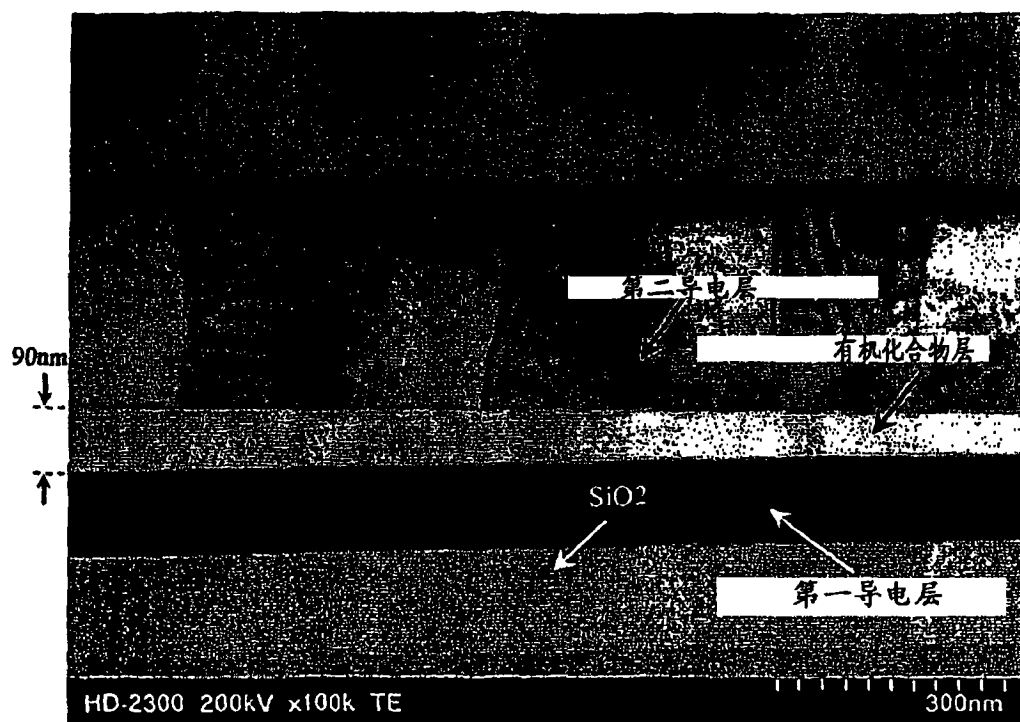


图 20A

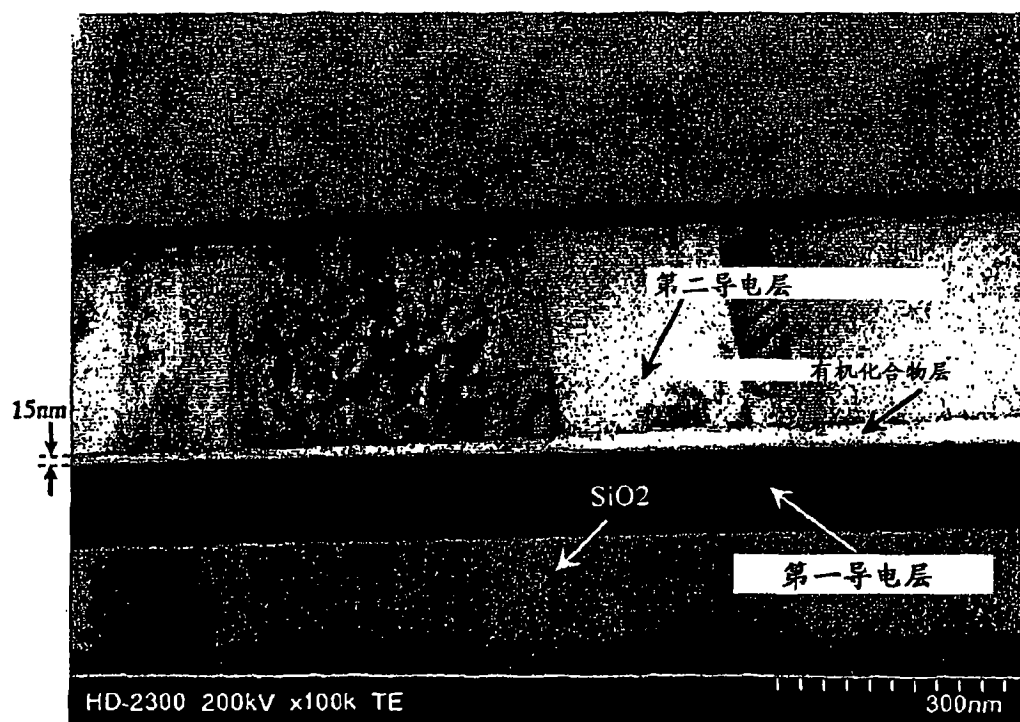


图 20B

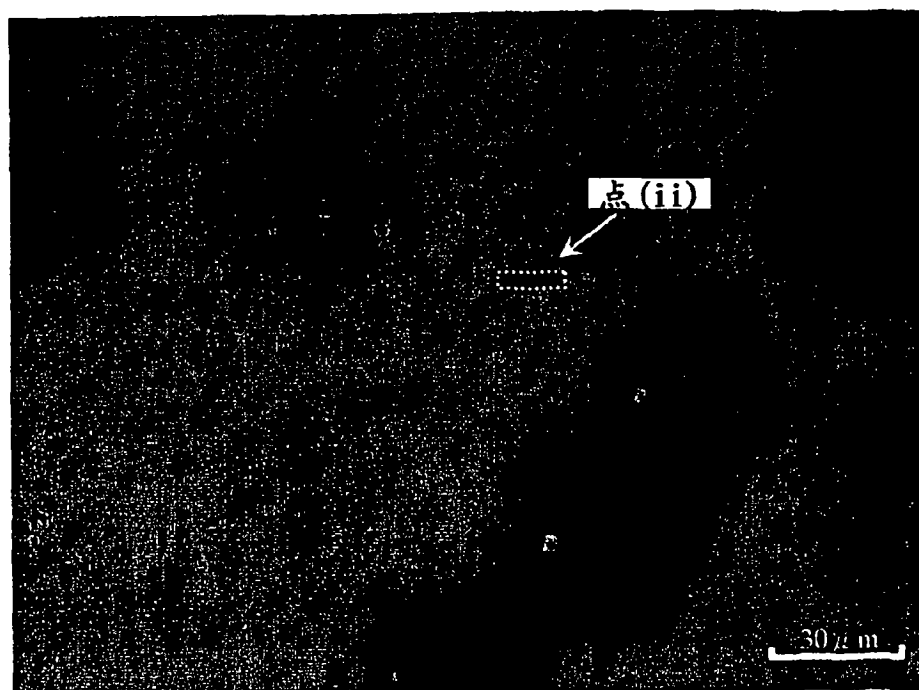


图 21

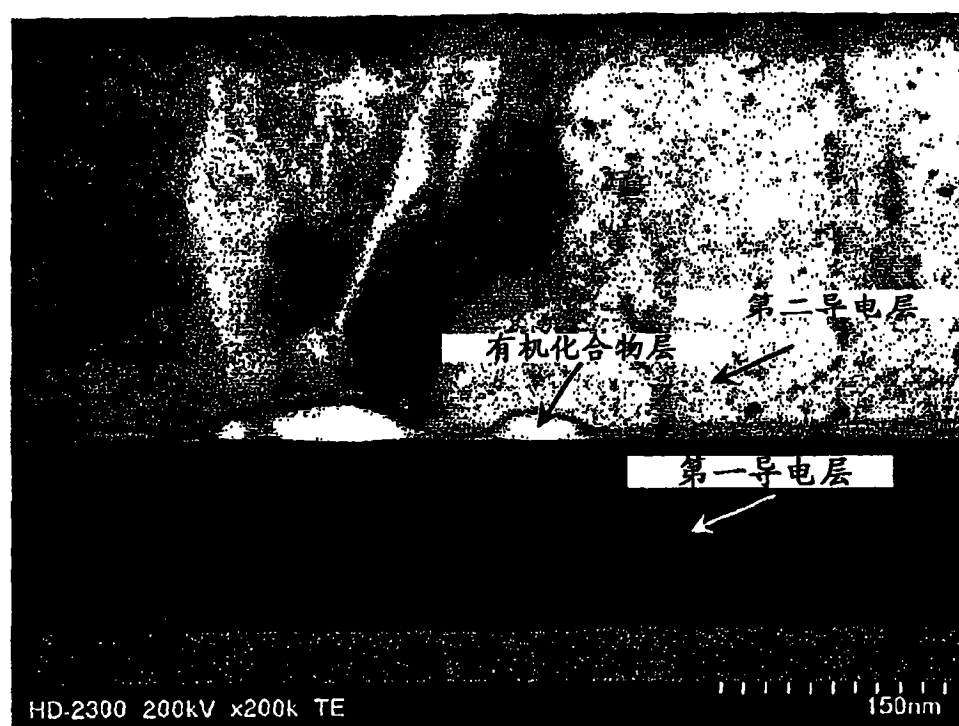


图 22A



图 22B

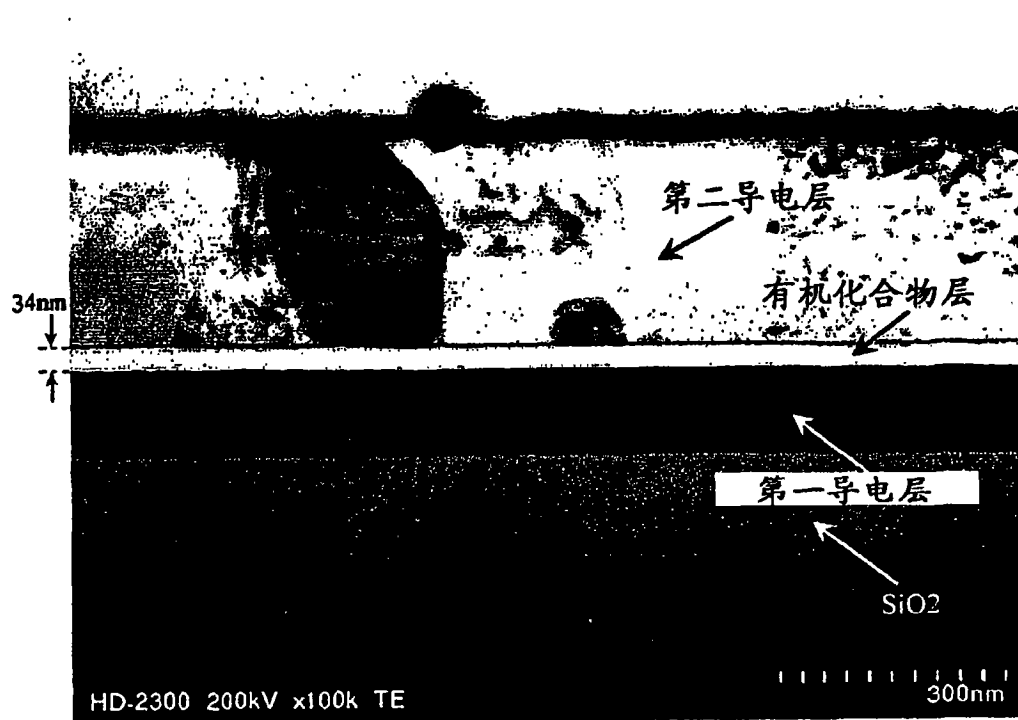


图 23

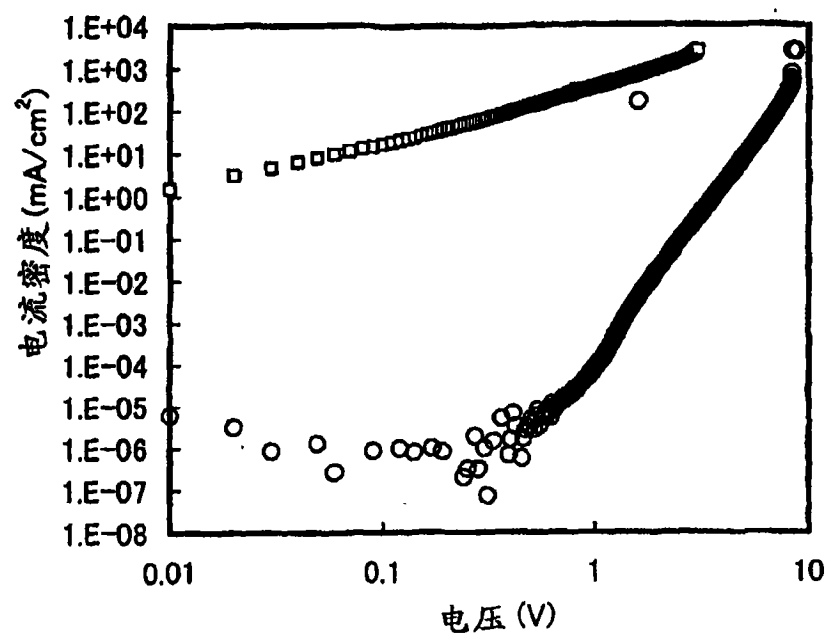


图 24A

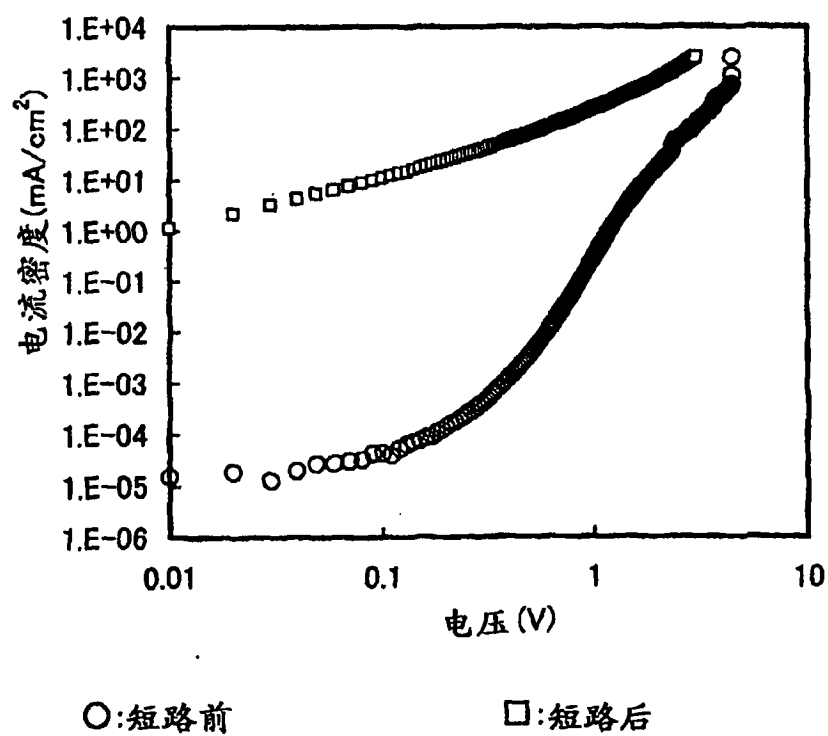


图 24B

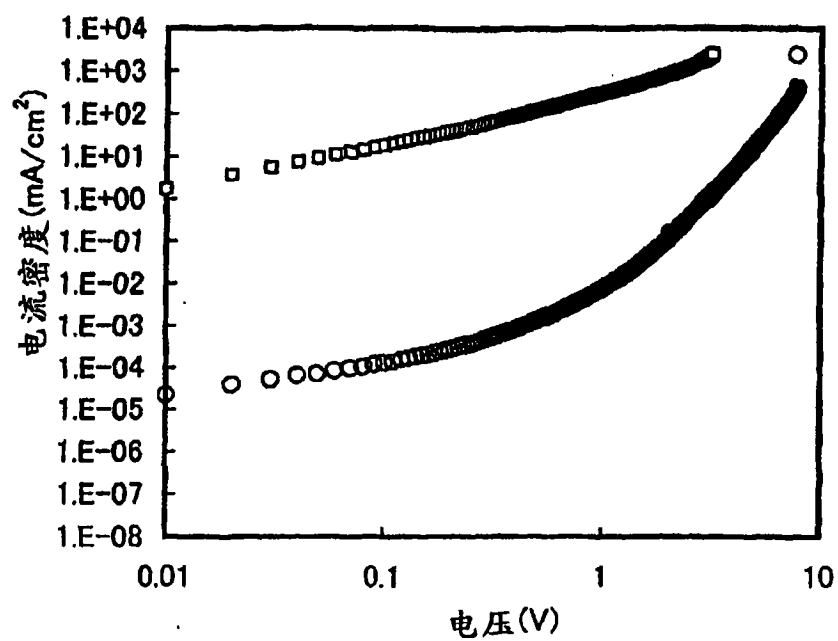
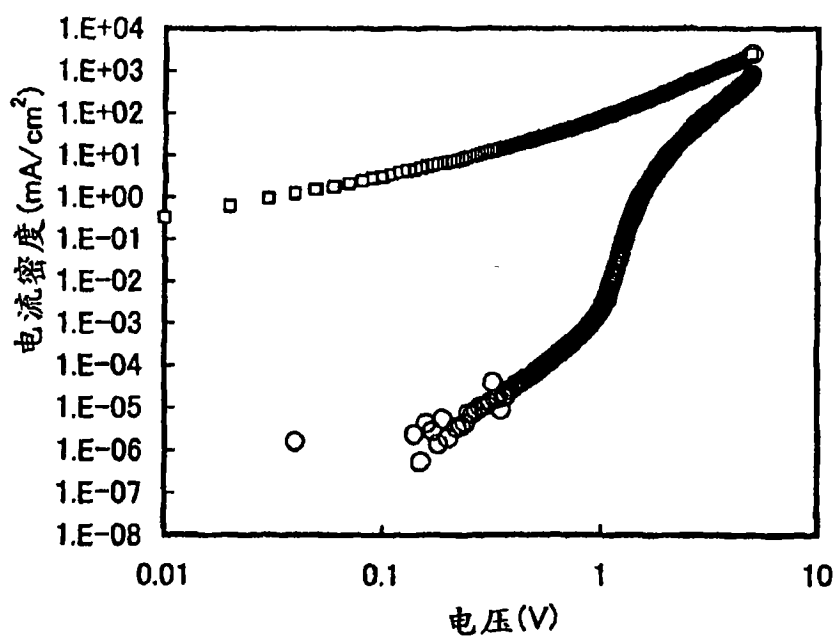


图 25A



○:短路前

□:短路后

图 25B

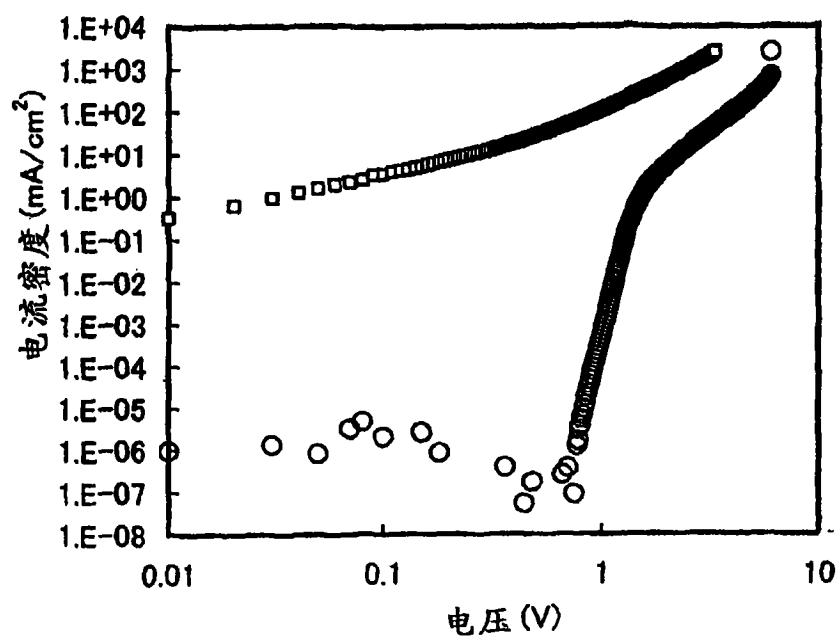


图 26A

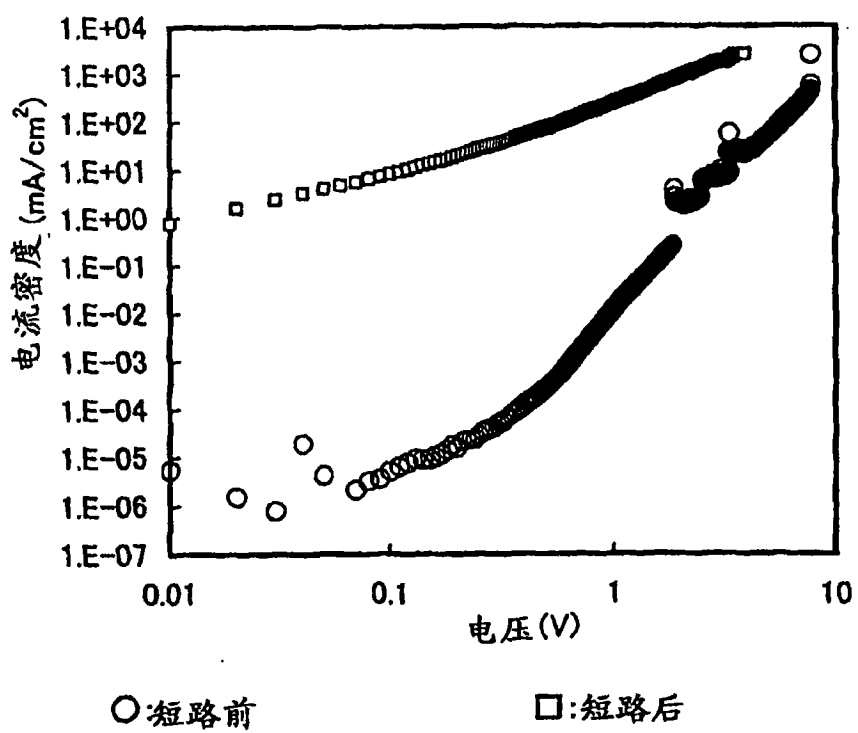


图 26B

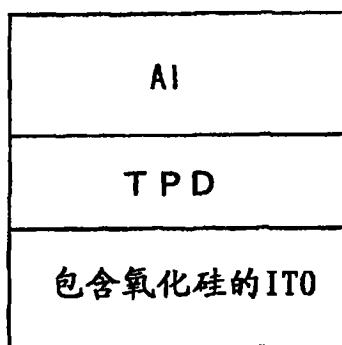


图 27A

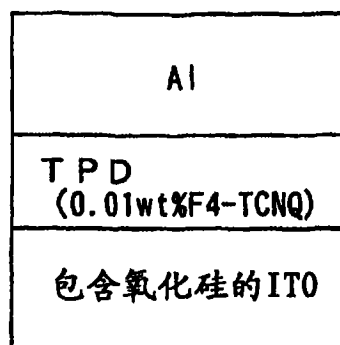


图 27B

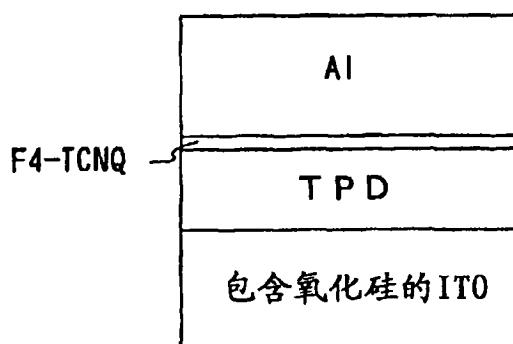


图 27C

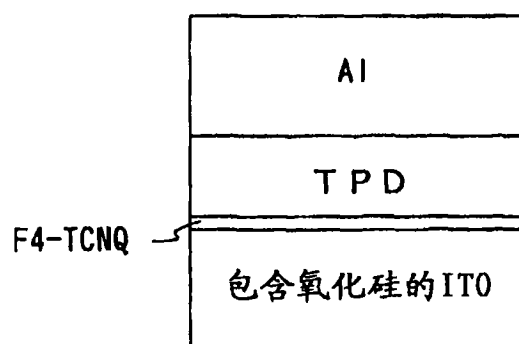


图 27D

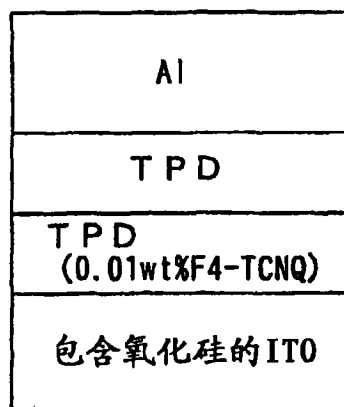


图 27E

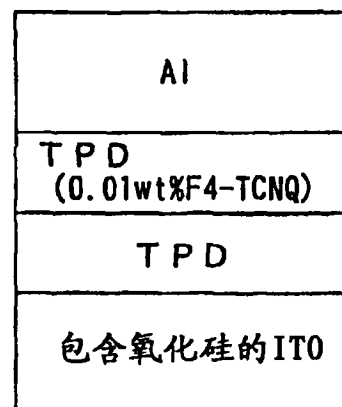


图 27F

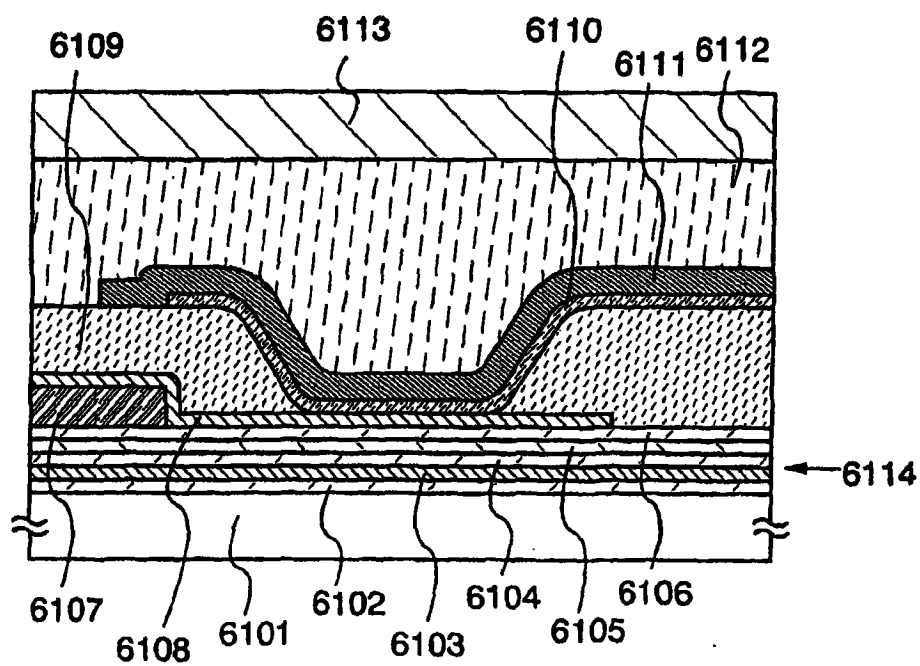


图 28A

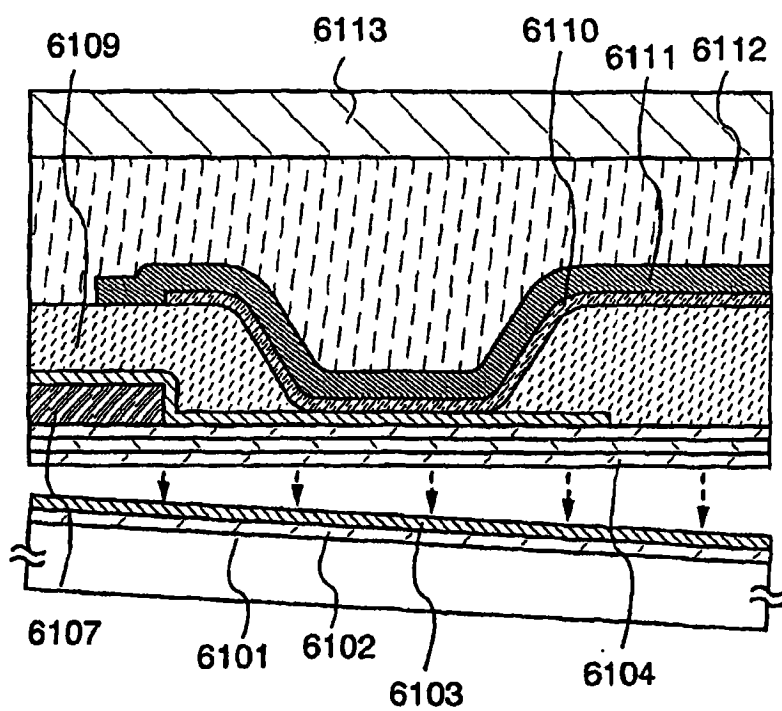


图 28B

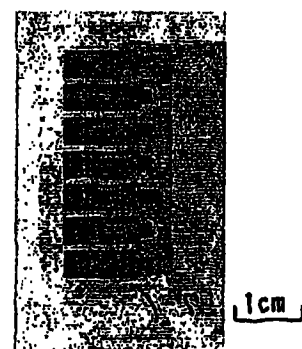


图 29A

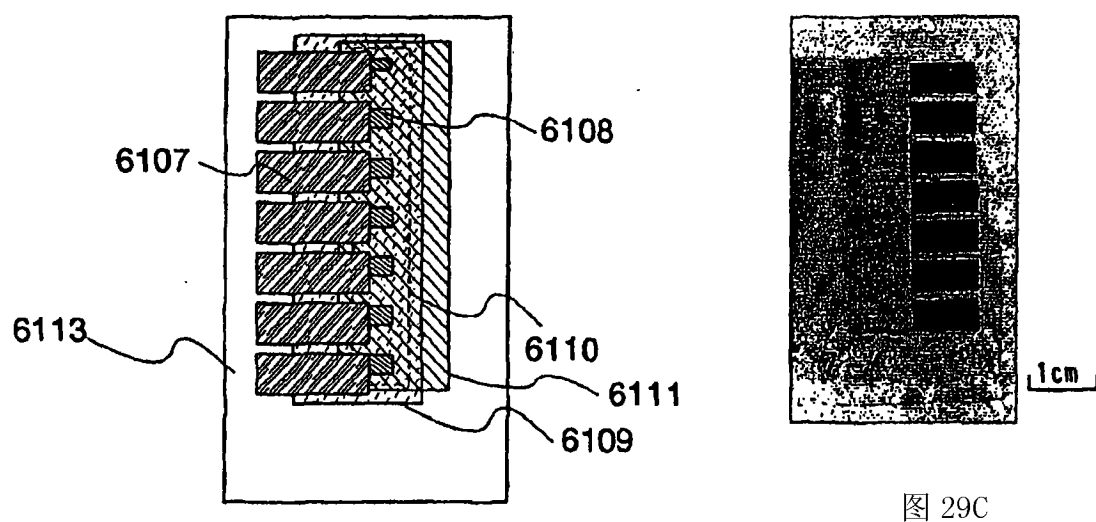


图 29B

图 29C

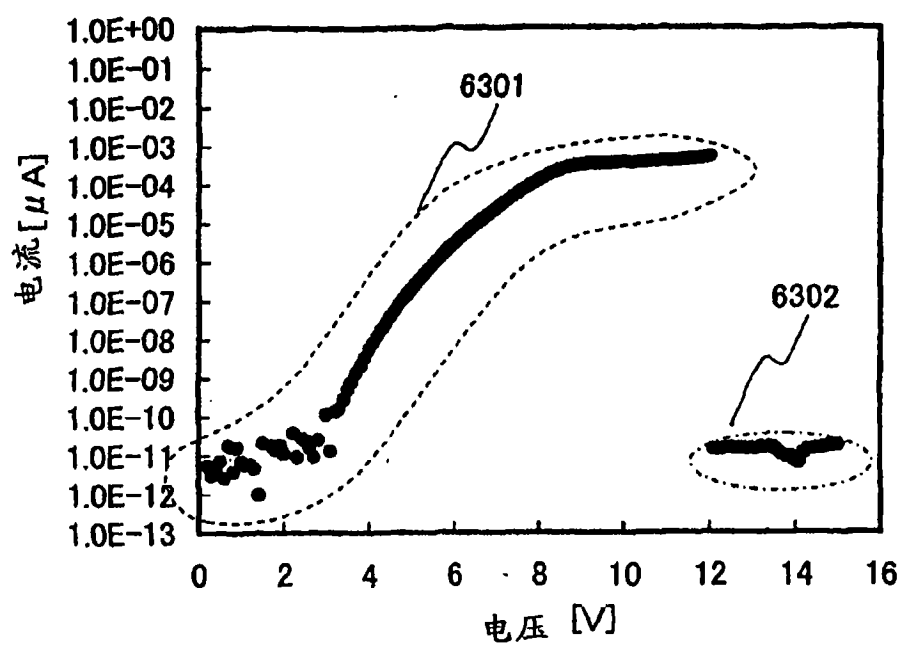


图 30

	写入电压 (V)	R(1V)	R(3V)
样品 1	8.4	1.9E+07	8.4E+03
样品 2	4.4	8.0E+08	2.1E+02
样品 3	3.2	8.7E+04	2.0E+02
样品 4	5.0	3.7E+04	1.0E+01
样品 5	6.1	2.0E+05	5.9E+01
样品 6	7.8	2.0E+04	2.5E+02

图 31