

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580036112.1

[51] Int. Cl.

H01L 27/28 (2006.01)

H01L 51/05 (2006.01)

H01L 27/10 (2006.01)

G11C 13/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 9 月 26 日

[11] 公开号 CN 101044624A

[22] 申请日 2005. 10. 13

[21] 申请号 200580036112.1

[30] 优先权

[32] 2004. 10. 22 [33] JP [31] 308838/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/019253 2005. 10. 13

[87] 国际公布 WO2006/043611 英 2006. 4. 27

[85] 进入国家阶段日期 2007. 4. 20

[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 安部宽子 岩城裕司 汤川干央

山崎舜平 荒井康行 渡边康子

守屋芳隆

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王 岳 刘宗杰

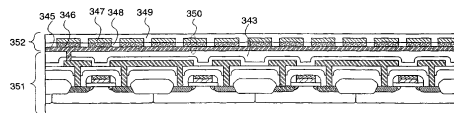
权利要求书 5 页 说明书 31 页 附图 26 页

[54] 发明名称

半导体器件

[57] 摘要

本发明的目的在于提供一种半导体器件，其中能够在制造半导体器件以外的时候写入数据，并且能够防止出现仿冒品。此外，本发明的另一个目的在于提供一种包括具有简单的结构的存储器的廉价半导体器件。所述半导体器件包括：形成于单晶半导体衬底之上的场效应晶体管，形成于所述场效应晶体管之上的第一导电层，形成于所述第一导电层之上的有机化合物层，以及形成于所述有机化合物层之上的第二导电层，一种存储元件包括：第一导电层、有机化合物和第二导电层。根据上述结构，可以通过设置天线提供一种能够执行非接触数据发射/接收的半导体器件。



1. 一种半导体器件，包括：

具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区的场效应晶体管；以及
设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述存储电路
包括：

第一导电层，

位于所述第一导电层之上的有机化合物层，以及
形成于所述有机化合物层之上的第二导电层。

2. 一种半导体器件，包括：

具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区的场效应晶体管；
设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述存储电路
包括：

第一导电层，

位于所述第一导电层之上的有机化合物层，以及
形成于所述有机化合物层之上的第二导电层；

以及

起着天线作用的第三导电层，并且

其中，所述起着天线作用的第三导电层和所述第一导电层设置于
同一层内。

3. 一种半导体器件，包括：

具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区的场效应晶体管；
设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述存储电路
包括：

第一导电层，

位于所述第一导电层之上的有机化合物层，以及
形成于所述有机化合物层之上的第二导电层；

以及

设置于所述存储电路之上的起着天线作用的第三导电层，

其中，将所述起着天线作用的第三导电层电连接到所述场效应晶
体管。

4. 一种半导体器件，包括：

具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区的场效应晶体管；

设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，
其中，所述存储电路包括有机存储元件，所述有机存储元件包括：
电连接到所述场效应晶体管的第一导电层，
被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层，
设置于所述第一导电层和所述绝缘层之上的有机化合物层，以及
设置于所述有机化合物层之上的第二导电层。

5. 一种半导体器件，包括：

具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区的场效应晶体管；

设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述存储电路包括：

有机存储元件，其具有电连接到所述场效应晶体管的第一导电层，

被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层，

设置于所述第一导电层和所述绝缘层之上的有机化合物层，以及
设置于所述有机化合物层之上的第二导电层；

以及

起着天线作用的第三导电层，

其中，所述起着天线作用的第三导电层和所述第一导电层设置于同一层内。

6. 一种半导体器件，包括：

第一场效应晶体管和第二场效应晶体管，其中每者均具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区；

设置于所述第一场效应晶体管 and 所述第二场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述存储电路包括：

有机存储元件，其具有电连接到所述第一场效应晶体管的第一导电层，

被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层，

设置于所述第一导电层和所述绝缘层之上的有机化合物层，以及
设置于所述有机化合物层之上的第二导电层；

以及

设置于所述存储电路之上的起着天线作用的第三导电层，

其中，将所述起着天线作用的第三导电层电连接到所述第二场效

应晶体管。

7. 一种半导体器件，包括：

具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区的场效应晶体管；

设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，

其中，所述存储电路包括有机存储元件，所述有机存储元件包括电连接到所述场效应晶体管的第一导电层，

被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层，

被设置为覆盖未被所述绝缘层覆盖的第一导电层和所述绝缘层的边缘部分的有机化合物层，以及

被设置为覆盖所述有机化合物层和未被所述有机化合物层覆盖的所述绝缘层的第二导电层。

8. 一种半导体器件，包括：

具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区的场效应晶体管；

设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述存储电路包括有机存储元件，所述有机存储元件包括：

电连接到所述场效应晶体管的第一导电层，

被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层，

被设置为覆盖未被所述绝缘层覆盖的第一导电层和所述绝缘层的边缘部分的有机化合物层，以及

被设置为覆盖所述有机化合物层和未被所述有机化合物层覆盖的所述绝缘层的第二导电层；

以及

起着天线作用的第三导电层，

其中，所述起着天线作用的第三导电层和所述第一导电层设置于同一层内。

9. 一种半导体器件，包括：

第一场效应晶体管和第二场效应晶体管，其中每者均具有形成于单晶半导体衬底内的沟道区；

设置于所述第一场效应晶体管 and 所述第二场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述存储电路包括有机存储元件，所述有机存储元件包括：

电连接到所述第一场效应晶体管的第一导电层，

被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层;

被设置为覆盖未被所述绝缘层覆盖的第一导电层和所述绝缘层的边缘部分的有机化合物层; 以及

被设置为覆盖所述有机化合物层和未被所述有机化合物层覆盖的所述绝缘层的第二导电层;

以及

设置于所述存储电路之上的起着天线作用的第三导电层,

其中, 将所述起着天线作用的第三导电层电连接到所述第二场效应晶体管。

10. 根据权利要求 3、权利要求 6 或权利要求 9 所述的半导体器件, 其中, 通过导电颗粒将所述起着天线作用的第三导电层电连接到所述场效应晶体管。

11. 根据权利要求 1 到 9 任意一个所述的半导体器件, 其中, 所述第二导电层具有透光特性。

12. 根据权利要求 1 到 9 任何一个所述的半导体器件, 其中, 通过施加电压的写入处理使所述有机存储元件的电阻发生不可逆的变化。

13. 根据权利要求 1 到 9 任何一个所述的半导体器件, 其中, 在向所述存储元件写入数据时, 所述有机存储元件的所述第一导电层和所述第二导电层之间的距离发生变化。

14. 根据权利要求 1 到 9 任何一个所述的半导体器件, 其中, 所述有机化合物层由电子输运材料或空穴输运材料形成。

15. 根据权利要求 1 到 9 任何一个所述的半导体器件, 其中, 所述有机化合物层的导电性大于等于 10^{-15} S/cm 小于等于 10^{-3} S/cm。

16. 根据权利要求 1 到 9 任何一个所述的半导体器件, 其中, 所述有机化合物层的膜厚度为 5nm 到 60nm。

17. 根据权利要求 1 到 9 任何一个所述的半导体器件, 其中, 所述有机化合物层包括电阻在发射光之前和之后发生变化的材料。

18. 根据权利要求 17 所述的半导体器件, 其中, 所述有机化合物层的导电性在发射激光之前和之后发生变化。

19. 根据权利要求 1 到 9 任何一个所述的半导体器件，

其中，所述半导体器件还包括从由电源电路、时钟发生器电路、数据解调器/调制器电路和接口电路构成的集合中选出的一种或多种电路。

半导体器件

技术领域

本发明涉及具有存储元件的半导体器件。更具体地说，本发明涉及包括作为存储元件的有机化合物层的半导体器件。

背景技术

近年来，采用有机材料的电子装置得到了广泛发展，作为发光元件的有机 EL 以及有机 TFT 等也得到了发展。此外，采用有机材料的存储元件，例如，掩模 ROM 以及采用有机二极管的类似器件也得到了研究（例如，专利文献 1：日本专利公开文本 No. 2001-516964）。在这些存储元件中，只有在制造存储元件时才能执行数据写入（一次写入，多次读取）；因此，这样的存储元件很不方便。

发明内容

本发明的目的在于提供一种半导体器件，其中能够在制造芯片以外的时候写入数据，并且能够防止出现仿冒品。此外，本发明的另一个目的在于提供一种包括具有简单的结构的存储元件的廉价半导体器件。

为了解决上述问题，本发明中采用了下述手段。

本发明的一个实施例为：一种半导体器件，其包括：形成于单晶半导体衬底之上的场效应晶体管；以及设置于所述场效应晶体管之上的存储电路，其中，所述场效应晶体管是采用所述单晶半导体衬底作为沟道区形成的，其中，所述存储电路包括其内依次叠置了第一导电层、有机化合物层和第二导电层的有机存储元件。这里，“有机存储元件”一词是指具有下述结构的元件：在至少一对导电层之间插入有机化合物层。

本发明的另一实施例为：一种半导体器件，其包括：采用单晶半导体衬底作为沟道区形成的场效应晶体管；设置于所述场效应晶体管之上的存储电路；以及起着天线作用的导电层，其中，所述存储电路包括其内依次叠置了第一导电层、有机化合物层和第二导电层的有机

存储元件，并且其中，所述起着天线作用的导电层和所述第一导电层设置于同一层内。

本发明的另一实施例为：一种半导体器件，其包括：采用单晶半导体衬底作为沟道区形成的场效应晶体管；设置于所述场效应晶体管之上的存储电路；以及设置于所述存储电路之上的起着天线作用的导电层，其中，所述存储电路包括其内依次叠置了第一导电层、有机化合物层和第二导电层的有机存储元件，并且其中，对所述起着天线作用的导电层涂胶，从而使之电连接到所述场效应晶体管。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件，其中，存储电路包括有机存储元件，所述有机存储元件具有电连接至场效应晶体管的第一导电层、被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层、设置于所述第一导电层和所述绝缘层之上的有机化合物层和设置于所述有机化合物层之上的第二导电层。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件，其中，存储电路包括有机存储元件，所述有机存储元件具有电连接至场效应晶体管的第一导电层、被设置为覆盖所述第一导电层的边缘部分的绝缘层、被设置为覆盖未被所述绝缘层覆盖的第一导电层和所述绝缘层的边缘部分的有机化合物层以及被设置为覆盖所述有机化合物层和未被所述有机化合物层覆盖的所述绝缘层的第二导电层。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件，其中，所述第一导电层和所述第二导电层中的一者或两者具有透光特性。在通过光学作用向存储电路内写入数据时（一次写入多次读取）需要这一结构。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件，其中，通过施加电压的写入处理使有机存储元件的电阻发生不可逆变化。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件，其中，在向存储电路内写入数据时，位于有机存储元件的第一导电层和第二导电层之间的距离发生变化。由写入数据导致的所述第一导电层和第二导电层之间的距离的变化根据有机存储元件的位置而不同，该距离在某一位置处宽，在另一位置处窄。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件，其

中,所述有机化合物层由电子输运材料或空穴输运材料形成。更具体地说,所述有机化合物层的导电性大于等于 10^{-15}S/cm 小于等于 10^{-3}S/cm 。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件,其中,所述有机化合物层的膜厚度为 5nm 到 60nm。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件,其中,包括从 DRAM (动态随机存取存储器)、SRAM (静态随机存取存储器)、FeRAM (铁电随机存取存储器)、掩模 ROM (只读存储器)、PROM (可编程只读存储器)、EPROM (电可编程只读存储器)、EEPROM (电可擦除只读存储器) 和闪速存储器中选出的一种或多种存储器作为存储电路以及有机存储元件。

发明的另一实施例提供了一种具有上述结构的半导体器件,其中,包括从电源电路、时钟发生器电路、数据解调器/调制器电路和接口电路中选出的一种或多种电路。

根据本发明,所述有机化合物层可以由气相淀积法、微滴释放法、丝网印刷法、旋涂法等形式形成。微滴释放法是一种在任意位置通过释放(喷射)含有诸如导体或绝缘体等的材料的化合物的液滴(也称为点)而形成膜层的方法,也可以根据该方法将其称为喷墨法。

根据本发明,提供了一种能够在制造存储电路之外的时候写入数据(一次写入多次读取)的半导体器件,其能够防止出现仿冒品。此外,根据本发明的半导体器件能够高速运行,因为其包括的晶体管采用了具有良好的迁移率和响应速度的单晶半导体层作为沟道部分。此外,根据本发明,能够形成一种具有简单结构的存储元件,因此,能够提供一种具有廉价的、高度集成存储元件的半导体器件。

附图说明

在附图中:

图 1 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示;

图 2A 和 2B 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示;

图 3 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图

示；

图 4A 和 4B 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示；

图 5A 和 5B 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示；

图 6A 和 6B 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示；

图 7 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示；

图 8 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示；

图 9A 到图 9C 是根据本发明的半导体器件及其驱动方法的示范性图示；

图 10A 和图 10B 是根据本发明的半导体器件及其驱动方法的示范性图示；

图 11A 到图 11C 是根据本发明的半导体器件及其驱动方法的示范性图示；

图 12 是示出了根据本发明的激光照射设备的例子的图示；

图 13 是根据本发明的半导体器件及其驱动方法的示范性图示；

图 14 是根据本发明的半导体器件的结构的一个例子的示范性图示；

图 15A 和 15B 是根据本发明的半导体器件的使用方式的一个例子的示范性图示；

图 16 是示出了根据本发明的半导体器件的有机存储元件的电流-电压特性的图示；

图 17 是示出了根据本发明的半导体器件的有机存储元件的电流-电压特性的图示；

图 18A 到 18C 是根据本发明的半导体器件的使用方式的一个例子的示范性图示；

图 19A 到 19H 是根据本发明的半导体器件的使用方式的一个例子的示范性图示；

图 20 是示出了根据本发明的半导体器件的使用方式的一个例子的

示范性图示；

图 21A 和 21B 是示出了根据本发明的半导体器件中的有机存储元件的电流密度-电压特性的图示；

图 22A 和 22B 是示出了根据本发明的半导体器件中的有机存储元件的电流密度-电压特性的图示；

图 23A 和 23B 是示出了根据本发明的半导体器件中的有机存储元件的电流密度-电压特性的图示；以及

图 24A 到 24F 是示出了根据本发明的半导体器件的有机存储元件的元件结构的图示。

具体实施方式

将参考附图详细描述根据本发明的实施模式。但是，本领域技术人员容易理解，在不背离本发明的目的和范围的情况下可以对文中公开的实施例和细节进行各种方式的修改。因此，应当注意，不应将下文给出的实施模式解释为对本发明进行限定。在根据本发明的实施例的所有附图中，均采用类似的附图标记标识类似的部件，因而将不再额外说明。

[实施模式 1]

在本实施模式中，将参考图 1 到 3 描述根据本发明的半导体器件的结构的一个例子。

根据本发明的半导体器件具有集成了多个电路的结构，其包括依次叠置的层 351 和层 352，前者包括多个场效应晶体管（FET），后者包括多个存储元件（见图 1）。由包括多个场效应晶体管的层 351 构造各种电路，包括多个存储元件的层 352 具有用户存储数据的存储电路。

接下来，说明具有上述结构的半导体器件的横截面结构。首先说明包括多个场效应晶体管的层 351 的横截面结构（图 2A）。

在单晶半导体衬底 302 上形成场效应晶体管。在单晶半导体衬底 302 内形成 n 阱 303 和 304 以及 p 阱 305 和 306，其中的每者均通过场氧化物膜 307 分隔。所述结构不局限于上述结构，可以采用这样的结构：在采用 n 型单晶半导体衬底时，仅设有 p 阱，或者在采用 p 型单晶半导体衬底时，仅设有 n 阱。

栅极绝缘膜 308 到 311 是通过热氧化法形成的薄膜。通过 CVD 法等, 利用具有厚度为 100nm 到 300nm 的膜的多晶硅层 312a 到 315a 以及具有厚度为 50nm 到 300nm 的膜的牺牲层 312b 到 315b 形成栅极 312 到 315。可以在衬底的整个表面上形成绝缘层之后, 通过各向异性刻蚀在栅极 312 到 315 的侧壁上保留绝缘层, 由此形成侧壁 324 到 327。

向 p 沟道 FET316 的源极区/漏极区 328 以及 p 沟道 FET318 的源极区/漏极区 330 添加赋予 p 型导电性的杂质元素。另一方面, 向 n 沟道 FET317 的源极区/漏极区 329 以及 n 沟道 FET319 的源极区/漏极区 331 添加赋予 n 型导电性的杂质元素。

向 p 沟道 FET316 的低浓度杂质区(LDD 区)320 以及 p 沟道 FET318 的低浓度杂质区(LDD 区)添加赋予 p 型导电性的杂质元素。向 n 沟道 FET317 的低浓度杂质区(LDD 区)321 和 n 沟道 FET319 的低浓度杂质区(LDD 区)323 添加赋予 n 型导电性的杂质元素。这些低浓度杂质区是利用离子注入法或离子掺杂方法以自对准的方式形成的区域。根据本发明的半导体器件并不局限于上述结构, 可以不需要提供侧壁和 LDD 区, 或者可以采用多晶硅化物(自对准多晶硅化物)。

提供覆盖 p 沟道 FET316 和 318 以及 n 沟道 FET317 和 319 的绝缘层 332 和 333。绝缘层 332 和 333 是用来使表面平坦的薄膜。

源极/漏极线路 334 到 341 是分别与源极区/漏极区 328 到 331 接触的, 填充了设置于绝缘层 332 和 333 内的接触孔的线路。提供覆盖源极/漏极线路 334 到 341 的绝缘层 342 和 343。绝缘层 342 和 343 也是使表面平坦的薄膜。

接下来, 将(参考图 2B)说明这样一种半导体器件的横截面结构, 其中, 包括多个存储元件的层 352 位于包括多个场效应晶体管的层 351 之上。

在绝缘层 343 上依次叠置第一导电层 345、有机化合物层 346 和第二导电层 347, 这一叠置体对应于存储元件 350。在有机化合物层 346 之间提供绝缘层 348。在多个存储元件 350 上提供绝缘层 349。如图 2B 所示, 通过在场效应晶体管上提供多个具有简单结构的存储元件(无源矩阵型), 能够容易地集成微细结构, 并且能够提供包括具有大容量的存储元件的半导体器件。

接下来, 参考图 3 解释与图 2B 不同的半导体器件的横截面结构。

在绝缘层 343 上提供第一导电层 361 到 364, 从而将每一第一导电层 361 到 364 连接至与场效应晶体管连接的源极/漏极线路, 提供分别与第一导电层 361 到 364 接触的有机化合物层 365 到 368。此外, 提供与有机化合物层 365 到 368 接触的第二导电层 369。可以由诸如铝 (Al)、铜 (Cu)、银 (Ag) 的已知导电材料或具有透光特性的氧化铟锡 (ITO) 形成第一导电层 361 到 364 或第二导电层 369。可以通过气相淀积法或微滴释放法形成有机化合物层 365 到 368。在通过微滴释放法形成的情况下, 由于可以在预期位置有选择地形成有机化合物层, 因而不需要掩模, 此外, 由于只需要非常少的材料, 因而还具有提高材料的利用率的优点。

第一导电层 361 到 364 之一与第二导电层 369 的叠置体对应于存储元件 371 到 374 之一。在有机化合物层 365 到 368 之间提供绝缘层 370。在多个存储元件 371 到 374 上设置绝缘层 375。在图 3 所示的半导体器件的结构中, 在对存储元件 371 到 374 执行写入或读取时, 设置于包括场效应晶体管的层 351 内的场效应晶体管起着开关元件的作用; 因此, 优选采用 p 沟道 FET 结构和 n 沟道 FET 结构之一提供设置于包括场效应晶体管的层 351 内的场效应晶体管。根据上述结构, 由于包含了采用具有良好的迁移率或响应速度的单晶半导体层作为沟道部分的晶体管, 因而能够提供高速运行的工作频率提高了的半导体器件。

接下来, 将在下文中参考图 4A 到 5B 说明具有非接触数据发射/接收功能的半导体器件的结构。

图 4A 和 4B 所示的半导体器件具有集成了多个电路的结构, 其中, 依次叠置包括多个场效应晶体管的层 401 和包括多个存储元件的层 402, 在包括多个存储元件的层 402 的外围提供起着天线作用的导电层 403 (图 4A 和图 4B)。图 4A 是顶视图, 图 4B 是透视图。

参考图 5A 说明具有上述结构的半导体器件的横截面结构。

在图 5A 中, 包括多个场效应晶体管的层 401 具有 p 沟道 FET316、n 沟道 FET317、p 沟道 FET318 和 n 沟道 FET319。图 2B 示出了这些 FET 的结构, 因此将省略对其的说明。

提供覆盖 p 沟道 FET316、n 沟道 FET317、p 沟道 FET318 和 n 沟道 FET319 的绝缘层 342 和 343, 并在绝缘层 343 之上提供包括多个存

储元件的层 402。在包括多个存储元件的层 402 的外围提供起着天线作用的导电层 403。

就包括多个存储元件的层 402 而言，在绝缘层 343 之上依次叠置第一导电层 445、有机化合物层 446 和第二导电层 447，这一叠置体对应于存储元件 450。在有机化合物层 446 之间提供绝缘层 448。

在与第一导电层 445 相同的层内提供起着天线的作用的导电层 403。在导电层 403 之上提供绝缘层 448 和 449。将起着天线的作用的导电层 403 链接至包含在整流电路或波形整形电路中的晶体管。在整流电路或波形整形电路中对通过非接触法从外部输入的交流信号进行处理，之后通过读取电路或写入电路与有机存储元件进行数据交换（写入数据和/或读出数据）。这里，将导电层 403 连接至 p 沟道 FET316 的源极/漏极线路 334 以及 n 沟道 FET319 的源极/漏极线路 341。可以由诸如铜（Cu）、铝（Al）、银（Ag）或金（Au）的材料形成导电层 403。此外，可以通过与制造第一导电层 445 相同的方法制造导电层 403。

接下来，将参考图 5B 解释与图 5A 所示的结构不同的半导体器件的横截面结构。下面，将对这样一种半导体器件的横截面结构进行更为详细的说明，其中，包括多个存储元件的层 402 具有与图 5A 中不同的结构。

在图 5B 中，可以采用与图 3 所示的结构类似的方式提供包括多个场效应晶体管的层 401。就包括多个存储元件的层 402 而言，提供分别连接至源极/漏极线路 336 和 338 的第一导电层 462 和 463，并提供分别与第一导电层 462 和 463 接触的有机化合物层 466 和 467。此外，提供与有机化合物层 466 和 467 接触的第二导电层 469。

第一导电层 462 和 463 中的任何一个、有机化合物层 466 和 467 中的任何一个以及第二导电层 469 的叠置体对应于存储元件 472 和 473 中的任何一个。在有机化合物层 466 和 467 之间提供绝缘层 470。此外，在多个存储元件 472 和 473 之上提供绝缘层 475。

在图 5B 所示的半导体器件的结构内，在对存储元件 472 和 473 执行写入或读取操作时，连接至第一导电层 462 和 463 的每场效应晶体管起着开关元件的作用；因此，优选采用 p 沟道 FET 结构和 n 沟道 FET 结构之一提供上述场效应晶体管。此外，可以采用 p 沟道 FET 和 n

沟道 FET 结构之一提供提供其他场效应晶体管，或者可以既采用 p 沟道 FET 又采用 n 沟道 FET 提供其他场效应晶体管，或者可以通过将 p 沟道 FET 与 n 沟道 FET 结合将其他场效应晶体管提供为 CMOS 电路。

如图 4A 到图 5B 所示，可以通过形成起着天线的作用的导电层提供具有非接触数据发射/接收功能的半导体器件。可以将这样的半导体器件用于执行非接触数据发射/接收的无线芯片等。此外，大多数无线芯片等都被要求具有微细结构；但是，可以利用图 5A 和图 5B 所示的结构提供具有高度集成的廉价存储元件的半导体器件。

接下来，将参考图 6A 到图 8 描述在执行非接触数据发射/接收的情况下与图 4A 到图 5B 中不同的半导体器件的结构。

根据本发明的半导体器件具有集成了多个电路的结构，并且具有由涂胶 (pasting) 衬底和设有起着天线作用的导电层 503 的衬底构成的结构，其中，所述涂胶衬底是通过依次叠置包括多个场效应晶体管的层 501 和包括多个存储元件的层 502 而提供的 (图 6A 和图 6B)。图 6A 是顶视图，图 6B 是透视图。

参考图 7 说明具有上述结构的根据本发明的半导体器件的横截面结构。

包括多个场效应晶体管的层 501 具有 p 沟道 FET316、n 沟道 FET317、p 沟道 FET318 和 n 沟道 FET319。图 2B 示出了这些 FET 的结构，因此将省略对其的说明。

可以通过与参考图 5A 描述的包括多个存储元件的层 402 类似的方式提供包括多个存储元件的层 502。

采用包括导电颗粒 506 的树脂 505 涂覆具有包括多个场效应晶体管的层 501 和包括多个存储元件的层 502 的衬底以及设有导电层 503 的衬底 504。作为一种通过涂胶形成元件的方法，例如，在对具有圆形的半导体衬底和设有多个导电层的衬底 504 涂胶之后，可以对相互胶粘到一起的具有圆形的半导体衬底和衬底 504 进行分割，以形成独立的元件。此外，可以在将预先分割的 Si 衬底胶粘到衬底 504 上之后，分割设有多个导电层的衬底 504，以形成独立元件，或者可以预先分割半导体衬底和衬底 504 中的每者，并使其胶结，以形成独立元件。

通过导电颗粒 506 将 p 沟道 FET316 的源极/漏极线路 334 和 n 沟道 FET319 的源极/漏极线路 341 电连接到导电层 503。这里，解释了

利用包括导电微颗粒的各向异性导电膜实现连接的情况；但是，也可以采用利用诸如 Ag 胶、Cu 胶或碳胶的导电粘合剂的方法，或者采用制作焊接接头的方法。

接下来，参考图 8 解释与图 7 所示的结构不同的半导体器件的横截面结构。下面，将对这样一种半导体器件的横截面结构进行更为详细的说明，其中，包括多个存储元件的层 502 具有与图 7 中不同的结构。

可以形成如图 5B 所示的包括多个场效应晶体管的层 501。包括多个存储元件的层 502 具有与参考图 5B 描述的包括多个存储元件的层 402 相同的结构。通过与图 7 所示的结构相同的方式，采用包括导电颗粒 506 的树脂 505 将具有层 501 和层 502 的衬底与衬底 504 胶粘起来，其中，层 501 包括多个场效应晶体管，层 502 包括多个存储元件，衬底 504 设有导电层 503。通过导电颗粒 506 将源极/漏极线路 334 和源极/漏极线路 341 电连接到导电层 503。

如图 6A 到图 8 所示，将通过依次叠置层 501 和层 502 得到的衬底与起着天线作用的导电层 503 粘结起来，其中，层 501 包括多个场效应晶体管，层 502 包括多个存储元件；相应地，与图 5A 相比，可以容易地将导电层 503 的区域形成为具有大尺寸。通过形成宽导电层区域，可以保持低传导电阻；因此，能够在非接触数据发射/接收当中扩展半导体器件的通信距离。

[实施例 2]

在本实施模式中，将在下文中描述实施模式 1 所示的存储元件的结构。

本发明的一个特征在于，上述实施模式所示的存储元件（在下文中也称为有机存储元件）包括有机化合物层。存储器可以只包括有机存储元件，或者还可以包括其他存储元件。包括有机存储元件的存储器（在下文中也称为有机存储器）采用有机化合物材料，并通过对所述有机化合物层的光作用或电作用使电阻变化。

将参考图 13 说明所述有机存储器的结构。所述有机存储器包括以矩阵的形式设有多个存储单元 21 的存储单元阵列 22、译码器 23 和 24、选择器 25 和读取/写入电路 26。图 13 所示的有机存储器的结构对应于图 2B 和图 5A 所示的包括多个存储元件的层 402 的结构或图 7

所示的包括多个有机存储元件的层 502 的结构（无源矩阵）。

存储单元 21 包括连接至位线 Bx ($1 \leq x \leq m$) 的第一导电层、连接至字线 Wy ($1 \leq y \leq n$) 的第二导电层和有机化合物层。在第一导电层和第二导电层之间提供有机化合物层。

接下来，将参考图 9A、9B-1 和 9B-2 描述存储单元阵列 22 的顶视结构和横截面结构。在包括上述实施模式所示的场效应晶体管的层（在下文中称为衬底 30）上，存储单元阵列 22 包括沿第一方向延伸的第一导电层 27、沿与第一方向不同的第二方向延伸的第二导电层 28 以及有机化合物层 29。将第一导电层 27 和第二导电层 28 形成为相互交叉，并具有条状。在相邻的有机化合物层 29 之间提供绝缘层 33。此外，提供与第二导电层 28 接触的起着保护层的作用的绝缘层 34。

第一导电层 27 和第二导电层 28 由诸如铝（Al）、铜（Cu）或银（Ag）的已知导电材料形成。可以通过气相淀积法或微滴释放法形成有机化合物层 29。就采用微滴释放法的情况下而言，由于能够有选择地在每一存储单元内提供有机化合物层，因此能够提高材料的利用率。

在通过光写入数据的情况下，形成具有透光特性的第二导电层 28。所述具有透光特性的导电层由诸如氧化铟锡（ITO）的透明导电材料形成，或者将其形成为具有能够透光的厚度，而不是采用透明导电材料。就在上述实施模式中在存储元件上设置起着天线作用的导电层的情况而言，为了提供发射光的开放窗口，在有待写入数据的存储元件部分之上将不设置所述导电层。优选提供光屏蔽膜，使得光不会发射到设置于存储元件之下的场效应晶体管上。具体而言，在通过向图 2B 所示的半导体器件施加光学作用而写入数据的情况下，由光屏蔽膜形成从绝缘层 332、333、342 和 343 中选出的至少一个层。优选由光屏蔽膜形成绝缘层 342 和 343 中的至少一个。

有机化合物层 29 可以由具有导电性（优选具有大于等于 10^{-15} S/cm 小于等于 10^{-3} S/cm 的导电性）的有机化合物材料和诸如基于芳香胺（即包括苯环-N 键）的化合物的高空穴输运材料形成，例如，所述基于芳香胺的化合物可以是 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]二苯基（简称为 α -NPD）、4,4'-双[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]二苯基（简称为 TPD）、4,4',4''-三(N,N-二苯胺)三苯胺（简称为 TDATA）、

4, 4', 4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]三苯胺(简称为MTDATA)或4, 4'-双(N-(4-(N,N-二-m-甲苯基胺基)苯基)-N-苯基胺基)二苯基(简称为DNTPD), 或者可以采用诸如酞菁(简称为H₂Pc)的酞菁化合物、铜酞菁(简称为CuPc)或氧钒酞菁(简称为VOPc)。

此外, 可以采用高电子输运材料作为有机化合物材料, 例如可以采用由具有喹啉架构或苯并喹啉架构的金属络合物等形成的材料, 例如, 三(8-quinolinolato)铝(简称为Alq₃)、三(4-甲基-8-quinolinolato)铝(简称为Almq₃)、双(10-羟基苯[h]-quinolinato)铍(简称为BeBq₂)或双(2-甲基-8-quinolinolato)-4-phenylphenolato-铝(简称为BA1q), 或者可以采用诸如具有基于恶唑或基于噻唑的配体的金属配合物的材料, 例如双[2-(2-羟苯基)benzoxazolato]锌(简称为Zn(BOX)₂)或双[2-(2-羟苯基)benzothiazolato]锌(简称为Zn(BTZ)₂)。此外, 除了金属络合物, 还可以采用化合物等, 例如, 2-(4-联二苯基)-5-(4-三元胺-丁基苯基)-1, 3, 4-氧二氮茂(简称为PBD)、1, 3-双[5-(p-三元胺-丁基苯基)-1, 3, 4-氧二氮茂-2-基]苯(简称为OXD7)、3-(4-三元胺-丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联二苯基)-1, 2, 4-三唑(简称为TAZ)、3-(4-三元胺-丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联二苯基)-1, 2, 4-三唑(简称为p-EtTAZ)、红菲绕啉(简称为BPhen)或bathocuproin(简称为BCP)。

此外, 作为其他有机化合物材料, 可以给出4-氰基亚甲基-2-甲基-6-[2-(1, 1, 7, 7-四甲基久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃(简称为DCJT)、4-氰基亚甲基-2-t-丁基-6-[2-(1, 1, 7, 7-四甲基久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃、periflanthene、2, 5-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'-二甲基喹吡啶酮(简称为DMQd)、香豆素6、香豆素545T、三(8-quinolinolato)铝(简称为Alq₃)、9, 9'-bianthryl、9, 10-二苯基蒽(简称为DPA)、9, 10-双(2-萘基)蒽(简称为DNA)、2, 5, 8, 11-四-t-丁基二萘嵌苯(简称为TBP)等。在形成其内散布了发光材料的层的情况下, 可以采用下述材料作为基础材料: 蒽衍生物, 例如9, 10-二(2-萘基)-2-三元胺-丁基蒽(简称为t-BuDNA); 咔唑衍生物, 例如4, 4'-双(N-咔唑基)二苯基(简称为CBP); 金属络合物, 例如双[2-(2-羟苯基)

pyridinato] 锌 (简称为 Znpp_2) 或双 [2- (2- 羟苯基) benzoxazolate] 锌 (简称为 ZnBOX) 等。可以采用三 (8-quinolinolato) 铝 (简称为 Alq_3) 、 9,10- 双 (2- 萘基) 蒽 (简称为 DNA) 或双 (2- 甲基-8-quinolinolato) -4- 苯基酚盐-铝 (简称为 BAIq) 等。可以以单层或叠层提供上述有机化合物, 具体可以由实施者任选。

此外, 可以采用通过光学作用或电学作用改变电阻的材料。例如, 可以采用共轭聚合物, 其掺有通过吸收光而生成酸的化合物 (光酸生成元) 。这里, 可以采用多炔、聚苯撑乙烯撑、聚噻吩、聚苯胺、聚苯撑乙炔撑等作为共轭聚合物。作为光酸生成元, 可以采用芳基铈盐、芳基三价碘盐、o- 硝基苄基甲苯磺酸盐、芳基磺酸 p- 硝基苄基醚、磺酰苯乙酮、Fe- 芳烃络合物 PF_6 盐等。

作为与上述结构不同的结构, 可以在第一导电层 27 与有机化合物层 29 之间, 或者在第二导电层 28 与有机化合物层 29 之间提供整流元件 (参考图 9C) 。所述整流元件是指肖特基二极管 PN 结二极管、PIN 结二极管或连接了栅电极和漏电极的晶体管。显然, 所述整流元件还可以是具有其他结构的二极管。这里, 在第一导电层与有机化合物层之间提供包括半导体层 44 和 45 的 PN 结二极管。半导体层 44 和 45 之一为 N 型半导体, 另一个为 P 型半导体。因而, 可以通过提供整流元件提高存储单元的选择性以及读取和写入的裕量。

如上所述, 这一实施模式所示的有机存储元件具有在一对导电层之间提供有机化合物层的简单结构; 因此, 其制造过程简单, 并且能够以低成本提供具有高度集成的有机存储元件的半导体器件。根据上述结构, 还能够在制造有机存储元件之外的时候写入数据; 因此, 能够在用户需要时适当地写入数据。此外, 根据本发明的有机存储器为非易失存储器; 因此, 不需要结合用于保持数据的电池, 因而能够提供尺寸小、重量轻的半导体器件。根据上述有机存储器, 尽管能够写入数据, 但是不能重复写入数据 (一次写入, 多次读取) 。因此, 能够利用所述有机存储器防止产生伪造品, 并提供具有可靠的安全性的半导体器件。

接下来, 将解释向所述有机存储器写入数据的操作。可以通过光学作用或电学作用执行数据的写入。首先将说明通过电学作用实现的数据写入 (参考图 13) 。在这一实施模式中, 通过改变存储单元的电

特性执行写入，存储单元的初始状态（没有施加电学作用的状态）为数据“0”，改变了电特性的状态为数据“1”。

在向存储单元 21 内写入数据“1”的情况下，通过译码器 23 和 24 以及选择器 25 选择存储单元 21。具体地，向通过译码器 24 连接至存储单元 21 的字线 W3 施加预定电压 V2。通过译码器 23 和选择器 25 将位线 B3 连接至读取/写入电路 26。之后，将写入电压 V1 从读取/写入电路 26 输出到位线 B3。由此，在包含在存储单元 21 内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 ，从物理或电的角度改变设置于导电层之间的有机化合物层 29，以写入数据“1”。具体地，在读操作电压中，可以改变位于第一导电层和第二导电层之间的处于数据“1”的状态下的电阻，使之与处于数据“0”的状态下的电阻相比急剧降低。例如，可以从 $(V1, V2) = (0V, 5V \text{ 到 } 15V)$ 或 $(3V \text{ 到 } 5V, -12V \text{ 到 } -2V)$ 的范围内适当选择电压。电势 V_w 可以是 5V 到 15V，或者 -5V 到 -15V。在这种情况下，有时可以改变一对导电层之间的距离，其中设置所述一对导电层的目的在于插置有机化合物层。

控制未选择的字线和未选择的位线，使得数据“1”不会被写入到连接至未选择的字线和未选择的位线上的存储单元。例如，所述未选择的字线和未选择的位线可以处于浮置状态。在包含在存储单元内的第一导电层和第二导电层之间需要诸如二极管特性的确保选择性的特性。

另一方面，在向存储单元 21 内写入数据“0”的情况下，所要做的只是不向存储单元 21 施加电学作用。例如，在电路操作中，尽管通过与写入数据“1”的情况相同的方式，通过译码器 23 和 24 以及选择器 25 选择了存储单元 21，但是可以将从读取/写入电路 26 输出至位线 B3 的电势设为等于所选的字线 W3 的电势或者未选的字线的电势，并且可以在包含在存储单元 21 内的第一导电层和第二导电层之间施加电压（例如，-5V 到 5V），其中，要求将该电压施加到不改变存储单元 21 的电特性的程度。

接下来，将说明通过光学作用实现的数据写入（参考图 9B 和 9C）。在这种情况下，从具有透光特性的导电层（这里为第二导电层 28）一侧，采用激光照射包含在有机存储元件内的有机化合物层 29。这里，

采用激光有选择地照射处于预定部分内的包含在有机存储元件内的有机化合物层 29，以破坏所述有机化合物层 29。被破坏的有机化合物层是绝缘的；因此与其他有机存储元件的电阻相比，提高了其电阻。通过激光照射改变两个导电层之间的电阻，并利用这一现象写入数据，其中，设置两个导电层的目的在于插入有机化合物层 29。例如，在令包含未经激光照射的有机化合物层的有机存储元件表示数据“0”的情况下，采用激光有选择地照射并破坏处于预定部分内的包含在有机存储元件内的有机化合物层，从而在写入数据“1”的情况下提高电阻。

在采用掺有通过吸收光而生成酸的化合物（光酸生成元）的共轭聚合物作为有机化合物层 29 的情况下，在采用激光照射有机化合物层时，只有受到激光照射的部分导电性才会增大，未受激光照射的部分不具有导电性。因此，通过采用激光照射处于预定部分内的包含在有机存储元件内的有机化合物层而改变有机存储元件的电阻，并利用这一现象写入数据。例如，在令未受激光照射的有机化合物层表示数据“0”的情况下，采用激光有选择地照射处于预定部分内的有机化合物层，从而在写入数据“1”的情况下提高导电性。

就激光照射而言，包含在有机存储元件内的有机化合物层的电阻的变化取决于存储单元 21 的尺寸；但是，所述变化是通过窄至具有微米尺寸的直径的激光照射实现的。例如，当具有 $1\mu\text{m}$ 的直径的激光束以 10m/sec 的线速度通过时，采用激光照射包含在一个存储单元 21 内的包括有机化合物的层的周期是 100nsec 。想要在 100nsec 的这样短的时间内改变相位，激光功率优选为 10mW ，功率密度优选为 10kW/mm^2 。在采用激光有选择地照射有机化合物层时，优选采用脉冲振荡激光照射设备。

这里，将参考图 12 说明激光照射设备的一个例子。激光照射设备 1001 配有：个人计算机（下文称为 PC 1002），其用于在发射激光时执行各种控制；用于发射激光的激光振荡器 1003；激光振荡器 1003 的电源 1004；用于衰减激光的光学系统（ND 滤波器）1005；用于调制激光的强度的声-光调制器（AOM）1006；光学系统 1007，其包括用于缩小激光的横截面的透镜、用于改变光路的反射镜等；具有 X 轴台和 Y 轴台的运动机构 1009；D/A 转换器，其用于将 PC 输出的控制数据从数字状态转化为模拟状态；驱动器 1011，其用于根据从 D/A 转换器输出

的模拟电压控制声-光调制器 1006；驱动器 1012，其输出用于驱动运动机构 1009 的驱动信号；以及自动聚焦机构 1013，其用于将激光会聚到想要照射的目标上（图 12）。

可以采用能够发射紫外线、可见光和红外线的激光振荡器作为激光振荡器 1003。作为所述激光振荡器，可以采用准分子激光振荡器，例如 KrF、ArF、XeCl 或 Xe；气体激光器，例如 He、He-Cd、Ar、He-Ne 或 HF；采用晶体的固体激光振荡器，例如掺有 Cr、Nd、Er、Ho、Ce、Co、Ti 或 Tm 的 YAG、GdVO₄、YVO₄、YLF 或 YAlO₃；或者半导体激光振荡器，例如 GaN、GaAs、GaAlAs 或 InGaAsP。注意，优选向固体激光振荡器施加基波或二次谐波到五次谐波。

接下来，将说明采用所述激光照射设备实现的照射方法。在将设有有机化合物层 29 的衬底 30 安装到运动机构 1009 上之后，PC 1002 通过照相机（图中未示出）探测将要通过激光照射的有机化合物层 29 的位置。之后，PC 1002 基于所探测的位置数据产生用于移动运动机构 1009 的移动数据。

此后，PC 1002 通过驱动器 1011 控制从声-光调制器 1006 发射的光的量，相应地，从激光振荡器 1003 发射的激光受到了光学系统 1005 的衰减。之后，控制光量，从而通过声-光调制器 1006 获得预定的光量。另一方面，通过光学系统 1007 改变从声-光调制器 1006 输出的激光的光路和束斑形状，并将激光会聚到透镜上。之后，采用激光照射衬底。

这时，控制运动机构 1009，使之根据由 PC 1002 产生的移动数据朝向 X 方向或 Y 方向移动。结果，采用激光照射了预定位置，并将激光的光能密度转化成了热能。因此，能够采用激光有选择地照射设置于衬底 30 之上的有机化合物层。应当注意，通过移动运动机构 1009 执行激光照射；但是，也可以通过调整光学系统 1007 使激光朝向 X 方向和 Y 方向移动。

如上所述，采用根据本发明的通过激光照射写入数据的上述结构，能够容易地大量制造半导体器件。因而，能够提供廉价的半导体器件。

接下来，将说明从有机存储器读取数据的操作（参考图 13 和图 10）。利用包含在存储单元内的第一导电层和第二导电层之间的电特

性执行数据读取，在带有数据“0”的存储单元与带有数据“1”的存储单元之间，所述电特性是不同的。例如，现在来说明利用电阻差异的读取方法，其中，在读取电压下，包含在存储单元内的第一导电层和第二导电层之间的有效电阻（下文也称为存储单元的电阻）在携带数据“0”时为 R_0 ，在读取电压下，存储单元的电阻在携带数据“1”时为 R_1 ($R_1 < R_0$)。就读取/写入电路而言，例如，可以将图 10A 所示的采用电阻元件 46 和差分放大器 47 的电路 26 设想为读取部分的结构。电阻元件 46 的电阻值为 R_r ($R_1 < R_r < R_0$)。可以采用晶体管 48 替代电阻元件 46，可以采用拍频倒相器 49 替代差分放大器（图 10B）。将在执行读取时为 Hi、不执行读取时为 Lo 的信号或反转信号输入到拍频倒相器 49 内。显然，不限于图 10A 和图 10B 的电路构造。

在从存储单元 21 读取数据的情况下，首先通过译码器 23 和 24 以及选择器 25 选择存储单元 21。具体地，向通过译码器 24 连接至存储单元 21 的字线 W_y 施加预定电压 V_y 。通过译码器 23 和选择器 25 将连接到了存储单元 21 的位线 B_x 连接至读取/写入电路 26 的端子 P。相应地，端子 P 的电势 V_p 是通过利用电阻元件 46（电阻值： R_r ）和存储单元 21（电阻值： R_0 或 R_1 ）划分 V_y 和 V_0 确定的值。因此，当存储单元 21 具有数据“0”时，保持等式 $V_{p0} = V_y + (V_0 - V_y) \times R_0 / (R_0 + R_r)$ 。或者，当存储单元 21 具有数据“1”时，保持等式 $V_{p1} = V_y + (V_0 - V_y) \times R_1 / (R_1 + R_r)$ 。结果，通过在图 10A 中选择处于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间的 V_{ref} ，或者在图 10B 中选择处于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间的拍频倒相器的变换点，根据数据“0”/“1”输出 Lo/Hi（或 Hi/Lo）的输出电势 V_{out} ，从而执行读取。

例如，假设使差分放大器在 $V_{dd} = 3V$ 下工作，并且 V_{ref} 分别为 0V、3V 和 1.5V。在 $R_0/R_r = R_r/R_1 = 9$ 的条件下，在存储单元具有数据“0”时，根据 $V_{p0} = 2.7V$ ，输出 Hi 作为 V_{out} ，在存储单元具有数据“1”时，根据 $V_{p1} = 0.3V$ ，输出 Lo 作为 V_{out} 。通过这种方式，能够执行对存储单元的读取。

根据上述方法，利用电阻值的差和电阻划分，以电压值的形式读取了有机存储元件的电阻状态。显然，读取方法并不局限于这种方法。例如，可以利用电流值的差，而不是利用电阻值的差来执行读取。当存储单元的电特性在携带数据“0”和数据“1”的情况下在阈值电压

方面具有不同的二极管特性时，可以利用阈值电压差执行读取。

因而，根据这一实施模式能够简单地提供有机存储元件的结构；因此，能够以低成本提供这样一种半导体器件，其设有具有微细结构，即具有大容量的有机存储元件。此外，就上述有机存储器而言，尽管能够对数据进行一次写入和多次读取，但是不能重复写入数据；因此，通过设有上述有机存储器的半导体器件能够有效防止仿冒品的产生。

可以将本实施模式与上述实施模式自由组合。

[实施模式 3]

如上所述，存储器是根据本发明的半导体器件中不可缺少的部件。在本实施模式中，将参考图 11A 到图 11C 描述具有与上述实施模式 2 不同的结构的存储器。

在图 11A 中，存储器 216 包括设有按矩阵的形式排列的存储单元 221 的存储单元阵列 222、译码器 223 和 224、选择器 225 以及读取/写入电路 226。这里的存储器 216 的结构只是一个例子，可以包括诸如读出放大器、输出电路和缓冲器等的其他电路。

存储单元 221 包括连接至位线 B_x ($1 \leq x \leq m$) 的第一线路、连接至字线 W_y ($1 \leq y \leq n$) 的第二线路、晶体管 240 和存储元件 241。存储元件 241 具有在一对导电层之间插置有机化合物层的结构。将晶体管的栅电极连接至字线，将源电极和漏电极之一连接至位线，将源电极和漏电极中的另一个连接至包含在存储元件内的两个端子之一。将包含在存储元件内的两个端子中的另一个连接至公共电极（电位： V_{com} ）。也就是说，图 11A 到图 11C 所示的有机存储器的结构对应于图 3 和图 5B 中的包括多个存储元件的层 402 或图 8 中的包括多个存储元件的层 502 的存储元件（有源矩阵型）的结构。

例如，就图 3 所示的半导体器件而言，在通过光学作用写入数据的情况下，第二导电层 369 由诸如氧化铟锡（ITO）的具有透光特性的材料形成，或者将其形成为具有能够透光的厚度。绝缘层 342、343 和 370 中的至少一个优选由光屏蔽材料形成，从而使光不会发射到场效应晶体管上。在提供如图 4 和图 8 所示的起着天线的作用的导电层的情况下，优选在将要写入数据的存储元件的部分内提供开放窗口，从而采用光照射存储单元。

另一方面，在通过电学作用写入数据的情况下，对第一导电层 361 到 364 和第二导电层 369 采用的材料没有特殊限制。

在上述实施模式中描述了有机化合物层 365 到 368，可以采用由任何上述材料形成的单层或叠层构成的结构。

在采用任何有机化合物材料作为有机化合物层的情况下，通过诸如激光照射的光学作用或电学作用执行数据写入。在采用掺有光酸生成元的共轭聚合物材料的情况下，通过光学作用执行数据写入。在任何情况下，通过电学作用执行数据读取都不依赖于有机化合物层的材料。

接下来，将说明向存储器 216 写入数据的操作（参考图 11A 到图 11C）。

首先，将说明通过电学作用写入数据的操作。通过改变存储单元的电特性执行写入，存储单元的初始状态（没有施加电学作用的状态）为数据“0”，改变了电特性的状态为数据“1”。

这里，将说明向处于第 n 行第 m 列的存储单元 221 内写入数据的情况。在向存储单元 221 内写入数据“1”的情况下，通过译码器 223 和 224 以及选择器 225 选择存储单元 221。具体地，向通过译码器 224 连接至存储单元 221 的字线 W_n 施加预定电压 V_{22} 。此外，将连接到了存储单元 221 上的位线 B_m 通过译码器 223 和选择器 225 连接至读取/写入电路 226。之后，将写入电压 V_{21} 从读取/写入电路 226 输入到位线 B_m 。

通过这种方式，导通包含在存储单元内的晶体管 240，并将存储元件 241 电连接至公共电极和位线，以施加约为 $V_w = V_{com} - V_{21}$ 的电压。通过适当选择电势 V_w ，从物理或电的角度改变设置于导电层之间的有机化合物层 29，从而执行数据“1”的写入。具体地，在读操作电压中，可以改变位于第一导电层和第二导电层之间的处于数据“1”的状态下的电阻，使之与处于数据“0”的状态下的电阻相比急剧降低，或者，可以简单地建立短路。可以从 $(V_{21}, V_{22}, V_{com}) = (5V \text{ 到 } 15V, 5V \text{ 到 } 15V, 0V)$ 或 $(-12V \text{ 到 } 0V, -12V \text{ 到 } 0V, 3V \text{ 到 } 5V,)$ 的范围内适当选择所述电势。电势 V_w 可以是 $5V \text{ 到 } 15V$ ，或者 $-5V \text{ 到 } -15V$ 。在这种情况下，有时可以改变一对导电层之间距离，设置所述一对导电层的目的在于插置有机化合物层。

控制未选择的字线和未选择的位线，使得数据“1”不会被写入到连接至未选择的字线和未选择的位线上的存储单元。具体而言，可以向未选择的字线上施加用于截止所要连接的存储单元内的晶体管的电势（例如，0V），未选择的位线可以处于浮置状态，或者可以向未选择的位线上施加等于 V_{com} 的电势。

另一方面，在向存储单元 221 内写入数据“0”的情况下，所要做的只是不向存储单元 221 施加电学作用。在电路操作中，例如，尽管采用与写入数据“1”的情况相同的方式通过译码器 223 和 224 以及选择器 225 选择了存储单元 221，但是将从读取/写入电路 226 输出至位线 B_m 的电势设置为等于 V_{com} ，或者将位线 B_m 设置为处于浮置状态。结果，向存储元件 241 施加了低压（例如，-5V 到 5V）或不向其施加电压；因此电特性未发生改变，实现了数据“0”的写入。

接下来，将解释如何通过光学作用进行数据写入操作。在这种情况下，采用激光照射设备 232 从具有透光特性的第二导电层一侧通过激光照射有机化合物层。

在将有机化合物材料用于有机化合物层时，通过激光照射使所述有机化合物层氧化或碳化，由此使之绝缘。这样，增大了受到激光照射的存储元件 241 的电阻值，而未受激光照射的存储元件 241 的电阻值则不变。就采用掺有光酸生成元的共轭聚合物材料的情况而言，通过激光照射为有机化合物层赋予导电性。也就是说，受到激光照射的存储元件 241 被赋予导电性，而未受激光照射的存储元件 241 则未被赋予导电性。

接下来，将说明通过电学作用实现的数据读取操作。利用存储元件 241 的电特性执行数据读取，所述电特性在带有数据“0”的存储单元与带有数据“1”的存储单元之间存在不同。例如，将说明利用电阻差的读取方法，假设在读取电压下，包含在带有数据“0”的存储单元内的存储元件的电阻为 R_0 ，在读取电压下，包含在带有数据“1”的存储单元内的存储元件的电阻为 R_1 ($R_1 \ll R_0$)。就读取/写入电路而言，例如，可以将图 11B 所示的采用电阻元件 246 和差分放大器 247 的电路 226 设想为读取部分的结构。所述电阻元件的电阻值为 R_r ($R_1 < R_r < R_0$)。可以采用晶体管 250 替代电阻元件 246，采用拍频倒相器 251 替代差分放大器（图 11C）。显然，电路构造不限于图 11A

到图 11C 所示。

在从位于第 n 行第 m 列的存储单元 221 内读取数据时，首先通过译码器 223 和 224 以及选择器 225 选择存储单元 221。具体而言，可以向通过译码器连接至存储单元 221 的字线 W_n 施加预定电压 V_{24} ，以导通晶体管 240。此外，将连接到了存储单元 221 上的位线 B_m 通过译码器 223 和选择器 225 连接至读取/写入电路 226 的端子 P。相应地，端子 P 的电势 V_p 是通过利用电阻元件 246（电阻值： R_r ）和存储元件 241（电阻值： R_0 或 R_1 ）划分 V_{com} 和 V_0 而确定的值。因此，在存储单元 221 具有数据“0”的情况下保持等式 $V_{p0} = V_{com} + (V_0 - V_{com}) \times R_0 / (R_0 + R_r)$ 。或者，当存储单元 221 具有数据“1”时，保持等式 $V_{p1} = V_{com} + (V_0 - V_{com}) \times R_1 / (R_1 + R_r)$ 。结果，通过在图 11B 中选择处于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间的 V_{ref} ，或者在图 11C 中选择处于 V_{p0} 和 V_{p1} 之间的拍频倒相器的变换点，根据数据“0”/“1”输出 Lo/Hi （或 Hi/Lo ）的输出电势 V_{out} ，从而执行读取。

例如，差分放大器在 $V_{dd}=3V$ 下工作，并且 V_{com} 、 V_0 和 V_{ref} 分别为 $0V$ 、 $3V$ 和 $1.5V$ 。在保持等式 $R_0/R_1 = R_r/R_1 = 9$ ，并且忽略晶体管 240 的导通电阻的条件下，在存储单元具有数据“0”时，根据 $V_{p0}=2.7V$ 输出 Hi 作为 V_{out} ，或者在存储单元具有数据“1”时，根据 $V_{p1}=0.3V$ ，输出 Lo 作为 V_{out} 。通过这种方式，能够执行对存储单元的读取。

根据上述方法，利用存储元件 241 中的电阻值的差和电阻划分，通过电压值执行读取。显然，读取方法不限于这种方法。例如，可以利用电流值的差而不是利用电阻差来执行读取。当存储单元的电特性在携带数据“0”和数据“1”的情况下在阈值电压方面具有不同的二极管特性时，可以利用阈值电压差执行读取。

此外，就上述有机存储器而言，尽管能够对数据进行一次性写入和多次读取，但是不能重复写入数据；因此，通过设有上述有机存储器的半导体器件能够有效防止仿冒品的产生。

可以将本实施模式与上述实施模式自由组合。

[实施模式 4]

在本实施模式中，将在下文中简要说明采用根据本发明的半导体器件作为无线芯片 3060 的通信过程（参考图 14）。

首先，包含在无线芯片 3060 中的天线 3050 从读取器/写入器 3070

接收电波。之后，通过发电机构 3030 中的谐振作用生成电动势。起动包含在无线芯片 3060 中的 IC 芯片 3040，并通过控制机构 3020 将存储机构 3010 内的数据转化为信号。

接下来，从包含在无线芯片 3060 中的天线 3050 发送信号。之后，读取器/写入器 3070 通过包含在读取器/写入器 3070 内的天线接收所发射的信号。通过包含在读取器/写入器 3070 内的控制器将接收到的信号传输至数据处理系统，并采用软件执行数据处理。在上述通信过程中，采用了线圈天线，并例举了电磁感应法，所述方法利用了通过无线芯片的线圈与读取器/写入器的线圈之间的感应生成的磁通量。但是，也可以采用电波法，该方法采用了微波波段的电波。

就本实施模式中的无线芯片而言，可以采用无源型或有源型，无源型是指在不安装电源（电池）的情况下通过电波向元件形成层提供电源电压，有源型是指通过安装电源（电池）而不是天线向元件形成层提供电源电压，或者可以通过电波和电源提供电源电压。

无线芯片 3060 的优点在于，使无接触通信成为了可能；使多次读取成为了可能；使数据写入成为了可能；使加工成各种形状成为了可能；方向性宽，并且根据所选的频率提供了宽识别范围等。在无接触无线通信中，可以将无线芯片 3060 应用于能够识别人或物的个体信息的 IC 标签、能够通过标号处理附着于目标上的粘胶标签或者用于赛事或娱乐活动的腕带等。此外，可以采用树脂材料处理无线芯片 3060，可以将其直接固定到阻碍无线通信的金属上。此外，可以将无线芯片 3060 用于系统的操作，例如所述系统可以是进出口管理系统或检查系统。

接下来，将说明在实践当中无线芯片的一种实际使用模式。在包括显示部分 3210 的便携式终端一侧提供读取器/写入器 3200，在物品 3220 一侧提供无线芯片 3230（参考图 15A）。在使读取器/写入器 3200 靠近包含在物品 3220 内的无线芯片 3230 时，将在显示部分 3210 内显示与产品相关的信息，例如物品的原料和原产地、每一生成过程中的测试结果、配销过程的历史或者产品的说明。此外，在采用皮带运输机运输产品 3260 时，可以利用读取器/写入器 3240 和设置于产品 3260 上的无线芯片 3250 检查产品 3260。通过这种方式，能够容易地获得信息，并且能够通过将无线芯片用于系统当中而实现高功能性和高附

加值。

可以将本实施模式与上述实施模式自由组合。

[实施模式 5]

在将根据本发明的半导体器件与有机存储器集成的情况下，优选具有下述特征。

读取周期优选为 1nsec 到 100 μ sec，从而以无线芯片中的逻辑电路的工作频率（典型地为 10kHz 到 1MHz）工作。在本发明中，不要求读取操作使有机化合物的特性发生改变；因此，能够实现 100 μ sec 或更短的读取周期。

显然，每一 bit 的写入周期越短越好；但是，可能无法将写入操作执行到这种程度，允许的范围为 100nsec/bit 到 10msec/bit，具体根据使用而定。例如，在写入 256bit 的情况下，当每 bit 的写入周期为 10msec/bit 时，需要 2.56 秒。在本发明中，需要在写入周期中使用有机化合物的特性发生变化，因而与读取操作相比写入操作需要更多的时间；但是，能够实现 10msec 或更短的写入周期。可以通过提高写入电压或并行写入缩短写入周期。

所述存储器的存储容量优选为 64bit 到 64Mbit 左右。作为无线芯片的一种使用方式，当在无线芯片中仅存储 UID（唯一标识符）和其他少量信息，并将主要数据存储在另一文件服务器内时，存储器的存储容量优选为 64bit 到 8Kbit 左右。当在无线芯片内存储诸如历史信息的数据时，存储器的存储容量优选较大，其优选处于 8kbit 到 64Mbit 的范围内。

无线芯片的通信距离与芯片的功耗紧密相关，通常，当功耗小时通信距离长。具体而言，在读取操作中，功耗优选小于等于 1mW。在写入操作中，存在这样的情况，即根据使用，通信距离可以短，并且允许功耗大于读取操作下的功耗，例如，功耗优选小于等于 5mW。在本发明中的读取操作中，能够实现 10 μ W 到 1mW 的有机存储器功耗，但是其显然要根据存储容量或工作频率而定。由于所需的电压高于读取操作的电压，因此增大了写入操作的功耗。在写入操作中，能够实现 50 μ W 到 5mW 的功耗，但是其还取决于存储容量或工作频率。

存储单元优选具有小面积，能够实现 100nm² 到 30 μ m² 的面积。在存储单元内不具有晶体管的无源类型中，根据线路宽度确定存储单元

的面积, 并且能够实现几乎具有最小的处理尺寸的小尺寸存储单元。在存储单元内具有一个晶体管的有源矩阵类型中, 尽管需要设置晶体管的面积, 但是与具有电容器元件的 DRAM 或采用多个晶体管的 SRAM 相比, 还是能够实现存储单元的小尺寸面积。通过实现小于等于 $30\mu\text{m}^2$ 的存储单元面积, 能够使 1kbit 存储器的存储单元阵列的面积小于等于 1mm^2 。通过实现大约 100nm^2 的存储单元面积, 能够使 64Mbit 存储器的存储单元阵列的面积小于等于 1mm^2 。结果, 能够使芯片的面积变小。

有机存储器的这些特征取决于存储元件的特性。作为存储元件的特性, 电写入所需的电压优选是低压, 该低压所处的范围使得在读取过程中不会发生写入, 所述范围可以是 5V 到 15V, 更优选为 5V 到 10V。在写入过程中, 存储元件内流过的电流值优选为 1nA 到 $30\mu\text{A}$ 左右。根据这样的值, 能够降低功耗, 并且能够通过使升压电路微型化降低芯片的尺寸。通过向存储元件施加电压改变特性所需的周期优选为 100nsec 到 10msec, 其对应于有机存储器内 1bit 的写入周期。存储元件的面积优选为 100nm^2 到 $10\mu\text{m}^2$ 。根据这样的值, 能够通过实现小尺寸存储单元降低芯片的面积。

可以将本实施模式与上述实施模式自由组合。

[实施模式 6]

根据本发明的半导体器件具有宽使用范围。例如, 可以将所述半导体器件用于存储和显示信息的电子设备。图 18A 到图 18C 示出了上述电子设备的具体例子。

图 18A 示出了电饭锅, 其包括外壳 2001、显示部分 2002 了、操作按钮 2003、盖 2004、手柄 2005 等。通过为电饭锅提供上述实施模式中所示的半导体器件, 能够存储各种数据并且能够利用显示部分 2002 显示所述数据。例如, 用户可以通过操作操作按钮 2003 容易地搜索想要知道的信息, 其中, 将制作白米、米粥以及米和可食用的野菜的技巧(水的量或米的量等)等预先存储在电饭锅内。此外, 用户可以针对, 例如米等的软硬度等根据自己的喜好写入数据(依次写入, 多次读取)。

图 18B 示出了微波炉, 其包括外壳 2101、显示部分 2102、操作按钮 2103、窗口 2104、手柄 2105 等。通过为微波炉提供上述实施模式

中所示的半导体器件，能够存储各种数据并且能够利用显示部分 2102 显示所述数据。例如，用户能够通过操作操作按钮 2103 容易地搜索想要了解的信息，其中，将有关各种食品的技巧或其材料的加热时间和解冻时间等存储预先存储在微波炉中。可以将未作为数据存储的用户原创技巧等作为数据写入。

图 18C 示出了洗衣机，其包括外壳 2201、显示部分 2202、操作键 2203、盖 2204、水管 2205 等。通过为洗衣机提供上述实施模式中所所示的半导体器件，能够存储各种数据并且能够利用显示部分 2202 显示所述数据。例如，用户可以通过操作操作按钮容易地搜索想要知道的信息，其中，将洗涤方法、针对衣物量的用水量、洗涤剂量等预先存储在洗衣机内。此外，用户可以将洗涤方法作为数据写入，以满足用户的喜好。

根据本发明的半导体器件的应用不限于图 18A 到图 18C 所示，可以将所述半导体器件用于电视接收机、诸如蜂窝电话的手持终端、数字照相机、摄影机、导航系统等。将参考图 20 解释将根据本发明的半导体器件应用于蜂窝电话的情况。所述蜂窝电话包括机壳 2700 和 2706、屏板 2701、机架 2702、印刷线路板 2703、操作按钮 2704、电池 2705 等。将屏板 2701 结合到机架 2702 内，以便对其自由拆卸/安装，并将机架 2702 安装到印刷线路板 2703 内。可以根据结合屏板 2701 的电子设备适当改变机架 2702 的形状和尺寸。在印刷线路板 2703 上安装了多个封装后的半导体器件，可以将根据本发明的半导体器件作为所述多个半导体器件中的一个。安装在印刷线路板 2703 上的多个半导体器件中的每一个起着控制器、中央处理单元（CPU）、存储器、电源电路、音频处理电路、发送/接收电路等中的任何一个的作用。

将屏板 2701 通过连接膜 2708 与印刷线路板 2703 集成。将屏板 2701、机架 2702 和上述印刷线路板 2703 连同操作按钮 2704 和电池 2705 放置到机壳 2700 和 2706 内。将包含在屏板 2701 内的像素区 2709 设置为能够从设置于机壳 2700 上的开放窗口对其进行可视确认。

根据本发明的半导体器件具有尺寸小、厚度薄和重量轻的特点。根据所述特点，能够有效利用电子设备的机壳 2700 和 2706 内部的有限空间。根据本发明的半导体器件具有包括结构简单的存储电路的特点，根据上述特点，能够提供一种采用了具有廉价的、高度集成的存

储电路的半导体器件的电子设备。此外，根据本发明的半导体器件还具有这样的特点，即其包括的存储电路是非易失的，并且能够一次写入多次读取，根据上述特点，能够提供一种实现了高功能和高附加值的电子设备。此外，根据本发明的半导体器件具有这样的晶体管，其中，采用具有良好的迁移率或良好的响应速度的单晶半导体层作为沟道部分；因此，能够提供一种电子设备，其采用的半导体器件能够高速运行，并且提高了工作频率。

可以将根据本发明的半导体器件用于无线芯片。例如，可以通过将其提供给纸币、硬币、有价证券、证书、无记名债券、包装容器、文件、记录介质、商品、交通工具、食品、衣物、卫生用品、生活用品、药品以及电子装置等而对所述半导体器件加以使用。将参考图 19A 到 19H 对这些例子予以说明。

纸币和硬币是市场上流通的货币，其包括诸如现金凭单的按照与货币相同的方式在某一范围内有效的通货和纪念币。有价证券是指支票、股权证书和期票等（参考图 19A）。证书是指驾驶证和居留证等（参考图 19B）。无记名债券是指邮票、增值（rise）礼券和各种商品礼券等（参考图 19C）。包装容器是指用于午餐的包装纸、塑料瓶等（参考图 19D）。文件是指书籍、书本等（参考图 19E）。记录介质是指 DVD 软件、录像带等（参考图 19F）。交通工具是指自行车等轮式车辆、船只等（参考图 19G）。商品是指包、眼镜等（参考图 19H）。食品是指食物、饮料等。衣物是指服装、鞋等。卫生用品是指医疗器械、卫生器械等。生活用品是指家具、照明设备等。药品是指医药产品、农药等。电子设备是指液晶显示设备、EL 显示设备、电视设备（电视机或平板电视）、蜂窝电话等。

可以通过向所述纸币、硬币、有价证券、证书、无记名债券等提供无线芯片而防止出现仿冒品。可以通过向包装容器、文件、记录介质、商品、食品、生活用品、电子装置等提供无线芯片而提高检查系统的效率或改进租赁店（rental shop）采用的系统。通过向每一交通工具、卫生用品、药品等提供无线芯片，能够防止仿冒品或盗窃，还能防止误服药。通过在其表面粘贴或在其内嵌入的方式为物品提供无线芯片。例如，就书本而言，可以在一张纸上嵌入无线芯片，就由有机树脂形成的封装而言，可以在有机树脂内嵌入无线芯片。就以后通

过光操作写入（一次写入，多次读取）的情况而言，优选采用透明材料，从而使光发射至设置于芯片上的存储元件。此外，采用在写入一次数据之后不能再重复写入的存储元件能够有效防止仿冒品的出现。可以提供用于擦除设置于无线芯片上的存储元件内的数据的系统，由此解决用户购买产品后的保密性等问题。

可以通过向（例如）包装容器、文件、记录介质、商品、食品、衣物、生活用品、电子装置等提供无线芯片而提高检查系统的效率或改进租赁办事处采用的系统。可以通过为交通工具提供无线芯片而防止出现仿冒品或盗窃。可以通过在动物等生物的体内植入无线芯片而容易地识别各个生物。例如，可以通过在诸如家畜等的生物体内置入无线芯片而容易地标识（例如）出生年份、性别、品种等。

如上所述，可以为所有的物品提供根据本发明的半导体器件，只要它们是存储数据的物品即可。可以将本实施模式与上述实施模式自由组合。

[实施例 1]

在这一实施例中，将说明通过电学作用向在衬底上制造的有机存储元件写入数据的结果。

一种有机存储元件是在衬底上一次叠置了第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层的元件。第一导电层由氧化硅和氧化铟锡的混合物形成；第一有机化合物层由 4,4'-双[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]二苯基（可以将这种材料简写为 TPD）形成；第二有机化合物层由 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]二苯基（可以将这种材料简写为 α -NPD）；第二导电层由铝构成。将第一有机化合物层形成为具有 10nm 的膜厚度；将第二有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度，元件尺寸为 2mm $\times$ 2mm。

首先，将参考图 16 说明在通过电学作用写入数据之前和通过电学作用写入数据之后有机存储元件的电流-电压特性的测量结果。在图 16 中，水平轴表示电压值，垂直轴表示电流值，曲线 261 表示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，曲线 262 表示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。通过从 0V 开始逐渐增大电压施加电学作用。如曲线 261 所示，电流值随着电压

的增大而增大，在大约 20V 的电压处，电流值急剧增大。也就是说，其表明能够在 20V 的电压处执行对该元件的写入。因此，曲线 261 的处于小于等于 20V 的范围内的曲线示出了未执行写入的存储单元的电流-电压特性，曲线 262 示出了执行写入后的存储单元的电流-电压特性。

图 16 示出了在写入数据之前和之后有机存储元件的电流-电压特性的显著变化。例如，在写入数据之前施加 1V 电压时电流值为 $4.8 \times 10^{-5} \text{mA}$ ，而在写入之后施加 1V 的电压时电流值为 $1.1 \times 10^2 \text{mA}$ ，因此在写入数据之前和之后电流值改变了 7 位数。

如上所述，在写入数据之前和之后有机存储元件的电阻值发生变化，在以电压值或电流值的形式读取这一有机存储元件的电阻值的变化时，所述有机存储元件能够起着存储电路的作用。

在采用上述有机存储元件作为存储电路的情况下，在每次执行数据的读取操作时，向有机存储元件施加预定电压值（足以防止短路（shortening）的电压值），之后读取电阻值。因此，要求上述有机存储元件的电流-电压特性具有即使重复执行读取操作（即重复施加预定电压值）也不发生变化的特点。

将参考图 17 说明在写入数据之后有机存储元件的电流-电压特性的测量结果。

在这一试验中，在每次执行数据读取操作时测量有机存储元件的电流-电压特性。总共执行五次数据读取操作，因此，对有机存储元件的电流-电压特性共进行五次测量。针对两个有机存储元件测量其电流-电压特性，其中一个电阻值发生变化的有机存储元件，另一个是电阻值未发生变化的有机存储元件，两种情况都是由通过电学作用进行数据写入而导致的。

在图 17 中，水平轴表示电压值，垂直轴表示电流值，曲线 272 表示通过电学作用下的数据写入改变了电阻值的有机存储元件的电流-电压特性，曲线 271 表示未改变电阻值的有机存储元件的电流-电压特性。

如曲线 271 所示，写入数据之前有机存储元件的电流-电压特性表现出了良好的可再现性，尤其是在大于等于 1V 的电压值处。类似地，如曲线 272 所示，通过写入数据改变了电阻值的有机存储元件的电流-

电压特性也表现出了良好的可再现性，尤其是在大于等于 1V 的电压值处。

从上述结果可见，即使多次重复执行读取操作也不会改变电流-电压特性。因此，可以采用上述有机存储元件作为存储电路。

[实施例 2]

就图 24A 到 24F 所示的在衬底上制造有机存储元件的样本 1 到 6 而言，图 21A 到图 23B 示出了在向有机存储元件内电写入时电流密度-电压特性的测量结果。这里，通过向有机存储元件施加电压并使有机存储元件缩短而执行写入。

在图 21A 到 23B 的每者当中，水平轴表示电压，垂直轴表示电流密度值，圆环曲线图表示在写入数据之前有机存储元件的电流密度-电压特性的测量结果，方块曲线图表示在写入数据之后有机存储元件的电流密度-电压特性的测量结果。在水平面内，样本 1 到 6 中的每者的尺寸均为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

样本 1 是依次叠置了第一导电层、第一有机化合物层和第二导电层的元件。这里，如图 24A 所示，第一导电层由含有氧化硅的 ITO 形成，第一有机化合物层由 TPD 形成，第二导电层由铝形成。将第一有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度。图 21A 示出了样本 1 的电流密度-电压特性的测量结果。

样本 2 是依次叠置了第一导电层、第一有机化合物层和第二导电层的元件。这里，如图 24B 所示，第一导电层由含有氧化硅的 ITO 形成，第一有机化合物层由添加了 2, 3, 5, 6-四氟代-7, 7, 8, 8-四氰代二甲基苯醌（可以将这种材料简写为 F4-TCNQ）的 TPD 形成，第二导电层由铝形成。将第一有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度，并且其是通过添加 0.01wt% 的 F4-TCNQ 形成的。图 21B 示出了样本 2 的电流密度-电压特性的测量结果。

样本 3 是依次叠置了第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层的元件。这里，如图 24C 所示，第一导电层由含有氧化硅的 ITO 形成，第一有机化合物层由 TPD 形成，第二有机化合物层由 F4-TCNQ 形成，第二导电层由铝形成。将第一有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度，将第二有机化合物层形成为具有 1nm 的厚度。图 22A 示出了样本 3 的电流密度-电压特性的测量结果。

样本 4 是依次叠置了第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层的元件。这里,如图 24D 所示,第一导电层由含有氧化硅的 ITO 形成,第一有机化合物层由 F4-TCNQ 形成,第二有机化合物层由 TPD 形成,第二导电层由铝形成。将第一有机化合物层形成为具有 1nm 的厚度,将第二有机化合物层形成为具有 50nm 的厚度。图 22B 示出了样本 4 的电流密度-电压特性的测量结果。

样本 5 是依次叠置了第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层的元件。这里,如图 24E 所示,第一导电层由含有氧化硅的 ITO 形成,第一有机化合物层由添加了 F4-TCNQ 的 TPD 形成,第二有机化合物层由 TPD 形成,第二导电层由铝形成。将第一有机化合物层形成为具有 40nm 的厚度,并且其是通过添加 0.01wt% 的 F4-TCNQ 形成的,将第二有机化合物层形成为具有 40nm 的厚度。图 23A 示出了样本 5 的电流密度-电压特性的测量结果。

样本 6 是依次叠置了第一导电层、第一有机化合物层、第二有机化合物层和第二导电层的元件。这里,如图 24F 所示,第一导电层由含有氧化硅的 ITO 形成,第一有机化合物层由 TPD 形成,第二有机化合物层由添加了 F4-TCNQ 的 TPD 形成,第二导电层由铝形成。将第一有机化合物层形成为具有 40nm 的厚度。将第二有机化合物层形成为具有 10nm 的膜厚度,并且其是通过添加 0.01wt% 的 F4-TCNQ 形成的。图 23B 示出了样本 6 的电流密度-电压特性的测量结果。

图 21A 到 23B 所示的试验结果还表明在使所述有机存储元件缩短之前和之后,有机存储元件的电流密度-电压特性发生了显著改变。在这些样本的此类有机存储元件中,在使每一有机存储元件缩短的电压中具有可再现性,其偏差处于 0.1V 的范围内。

接下来,表 1 示出了在写入之前和之后样本 1 到 6 的写入电压和特性。

[表 1]

	写入电压 (V)	R (1V)	R (3V)
样本 1	8.4	1.9E+0.7	8.4E+0.3
样本 2	4.4	8.0E+0.8	2.1E+0.2
样本 3	3.2	8.7E+0.4	2.0E+0.2
样本 4	5.0	3.7E+0.4	1.0E+0.1
样本 5	6.1	2.0E+0.5	5.9E+0.1
样本 6	7.8	2.0E+0.4	2.5E+0.2

在表 1 中, 写入电压 (V) 表明在使每一有机存储元件缩短时所施加的电压。R (1V) 是在写入之后向有机存储元件施加 1V 电压得到的电流密度除以在写入之前向有机存储元件施加 1V 的电压得到的电流密度得出的值。类似地, R (3V) 是在写入之后向有机存储元件施加 3V 电压得到的电流密度除以在写入之前向有机存储元件施加 3V 的电压得到的电流密度得出的值。也就是说, 表 1 示出了在向有机存储元件写入之前和之后电流密度的变化。在所施加的电压为 1V 的情况下, 可以发现, 与所施加的电压为 3V 的情况相比, 有机存储元件的电流密度的差高达 4-plex 或更大。

本申请以 2004 年 10 月 22 日在日本专利局提交的日本专利申请 No. 2004-308838 为基础, 在此引入其内容以供参考。

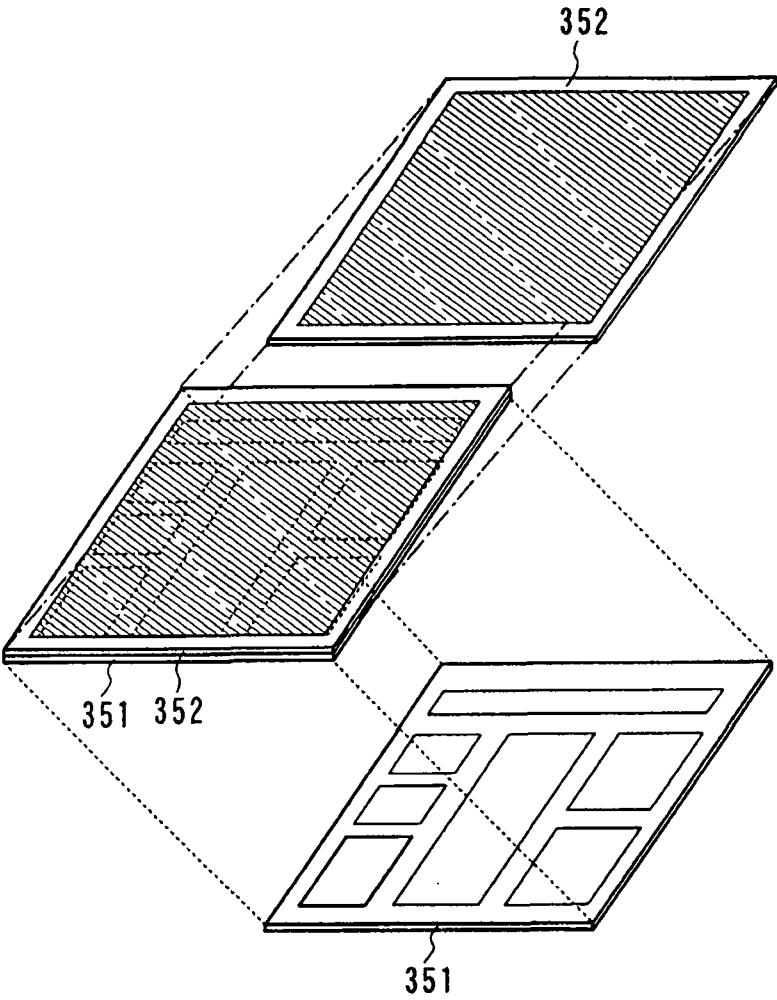
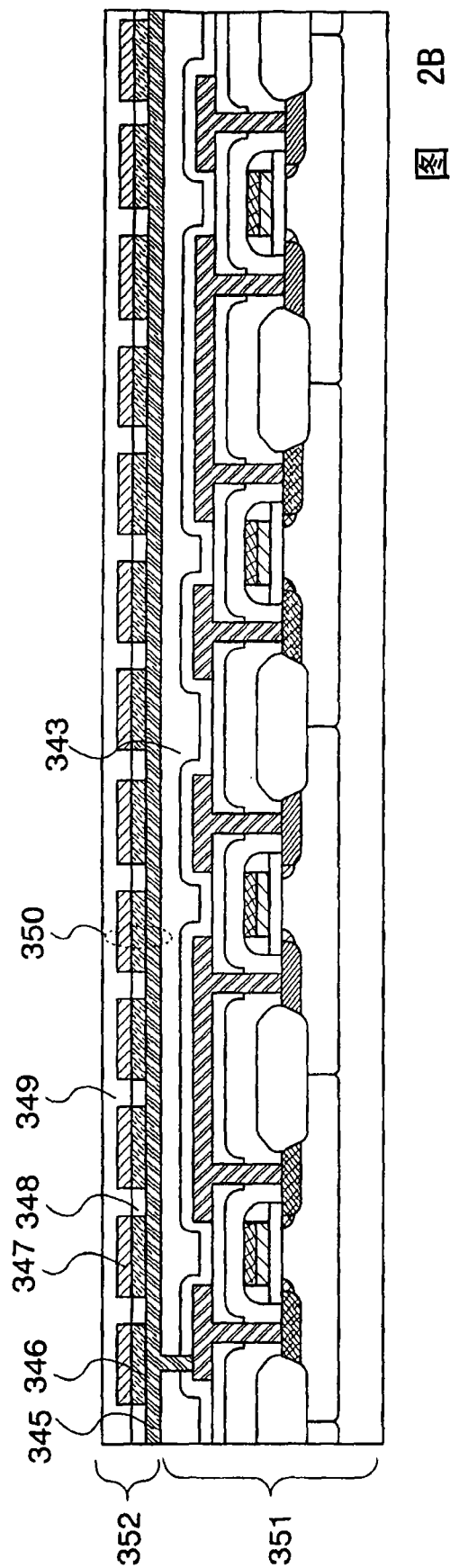
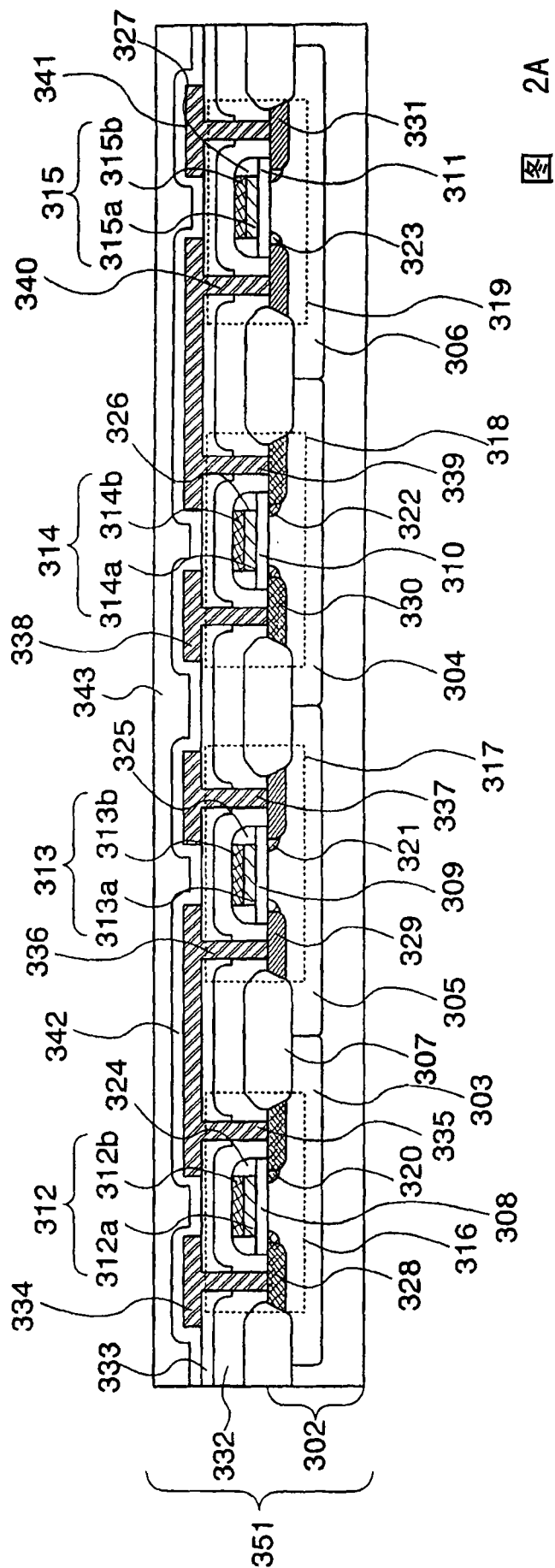


图 1



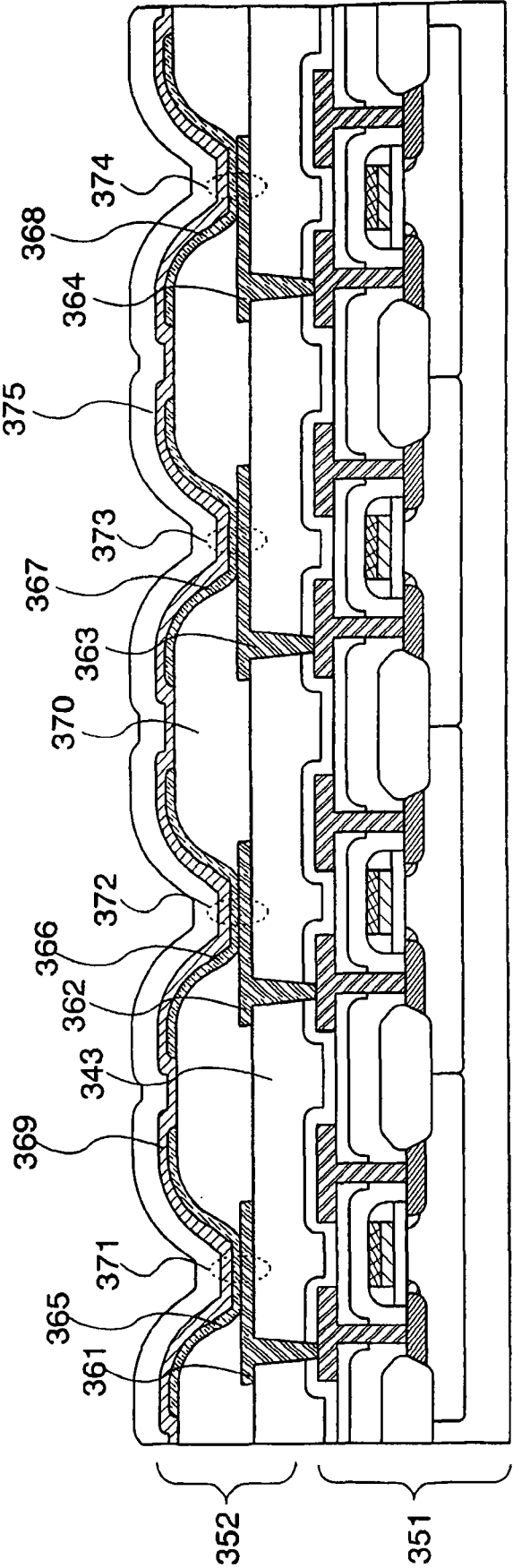


图 3

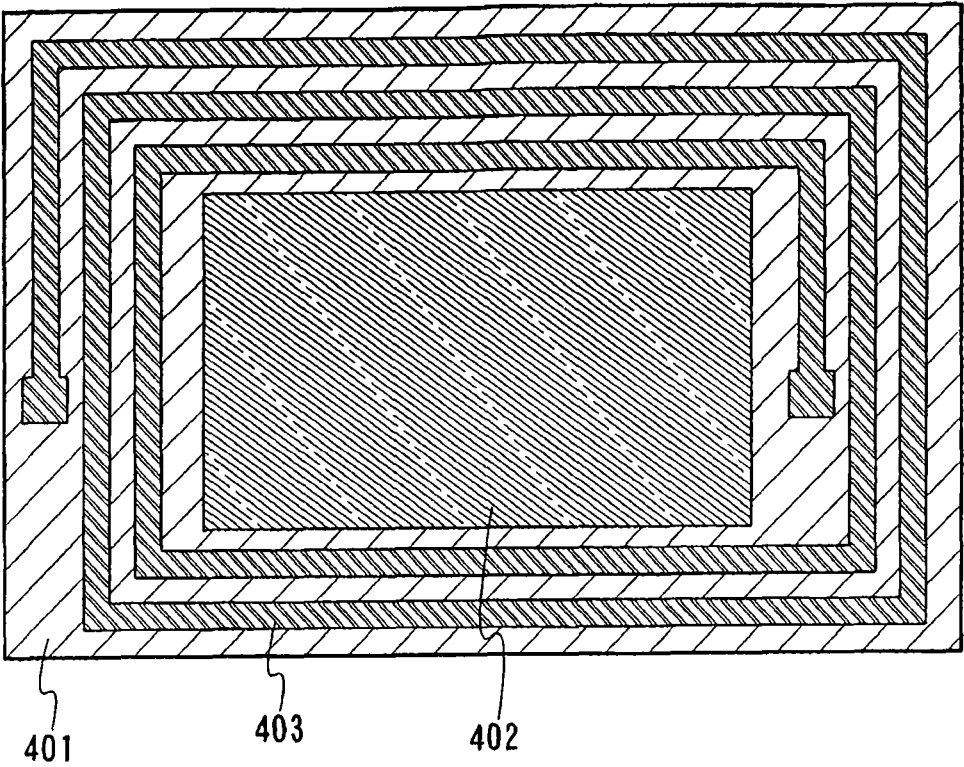


图 4A

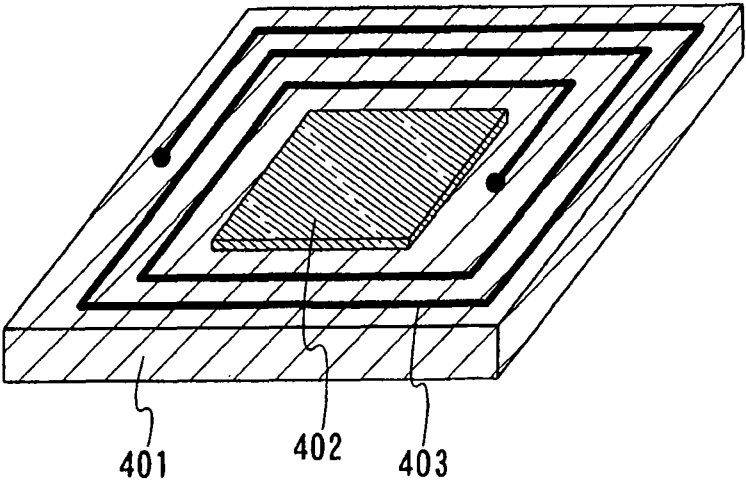


图 4B

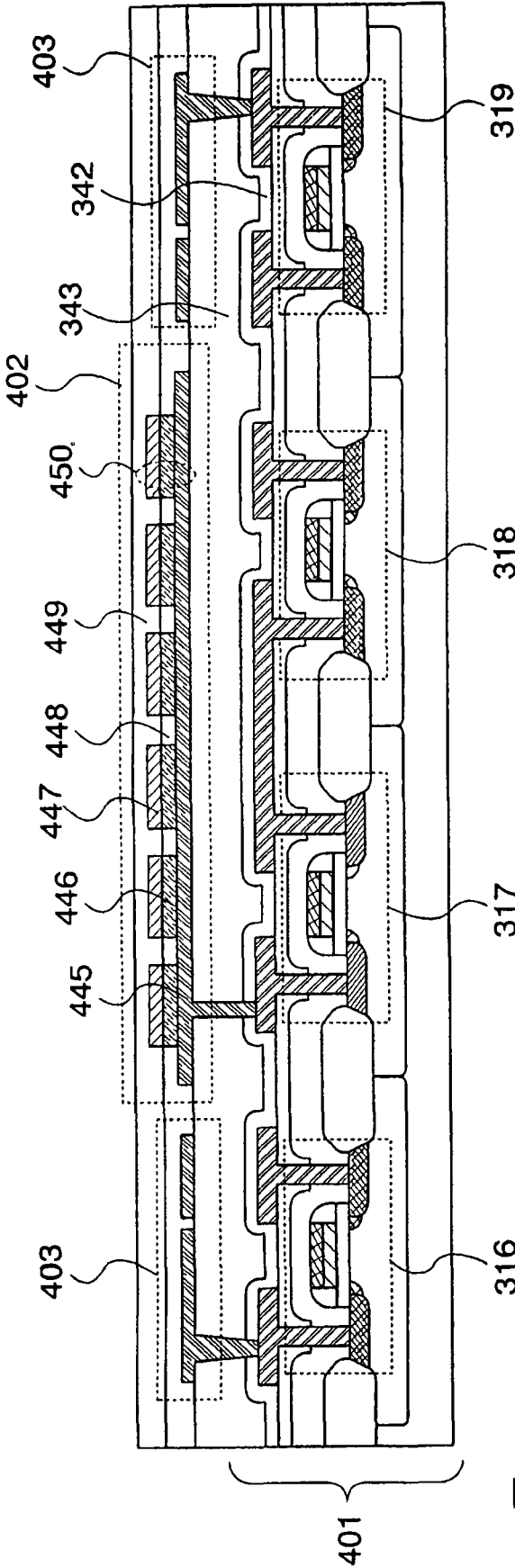


图 5A

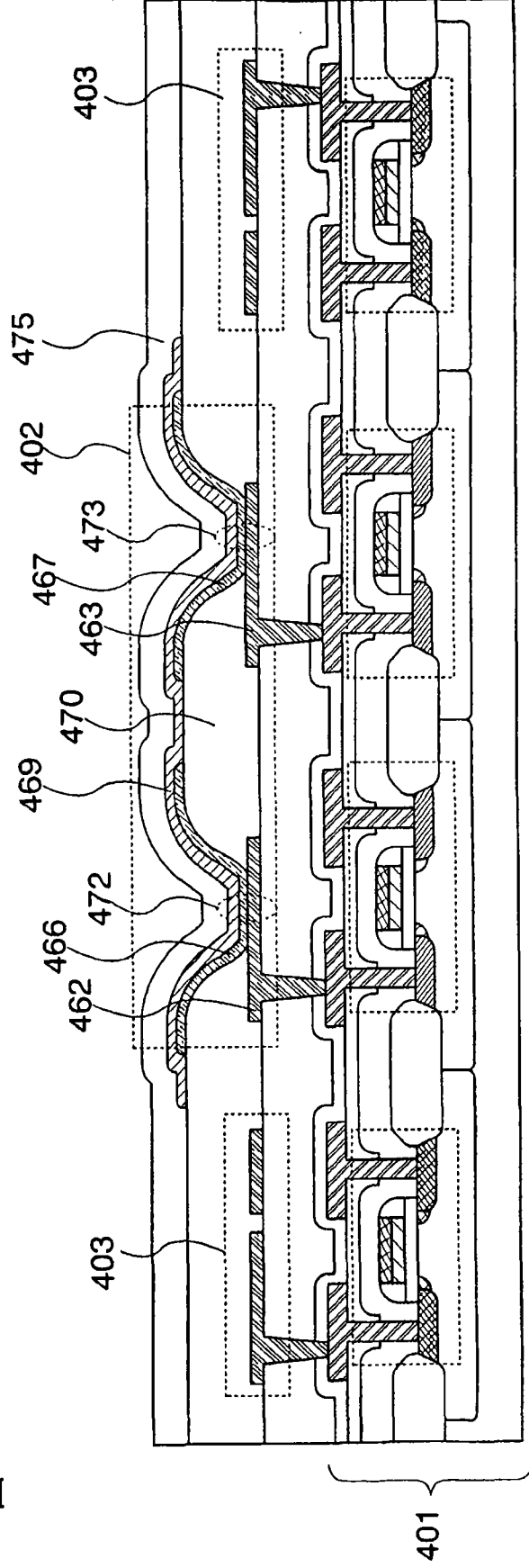


图 5B

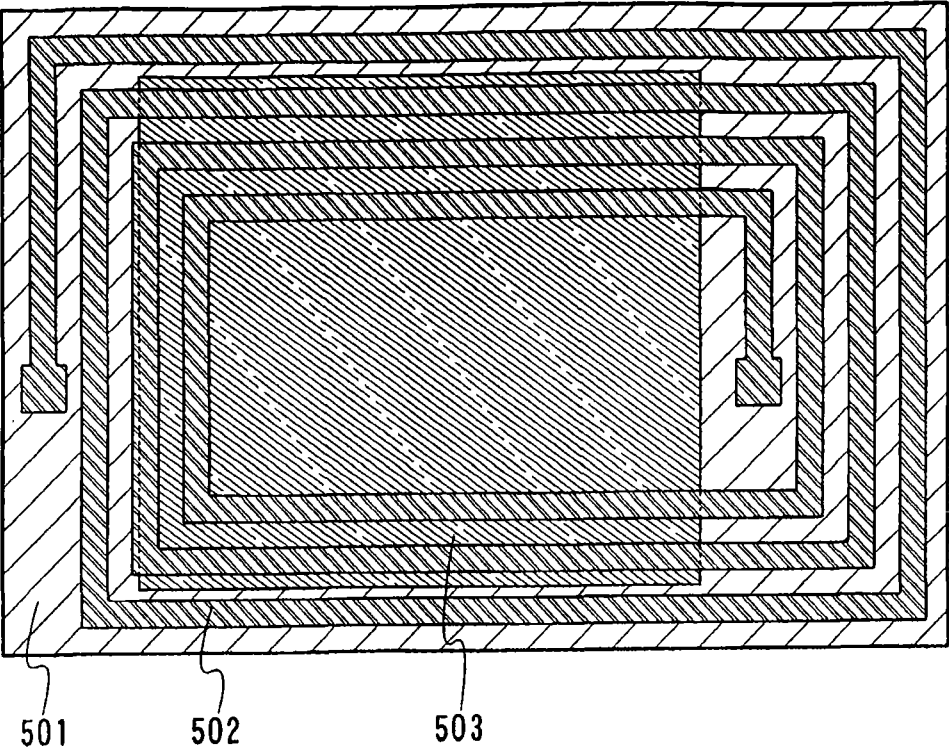


图 6A

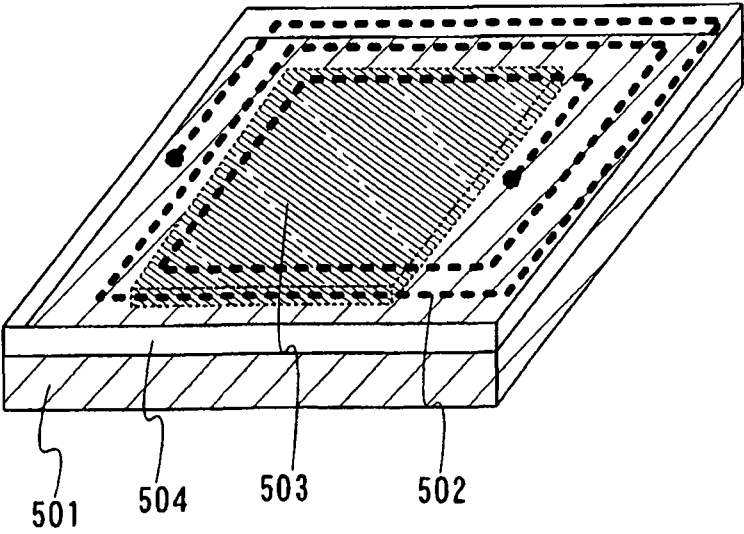


图 6B

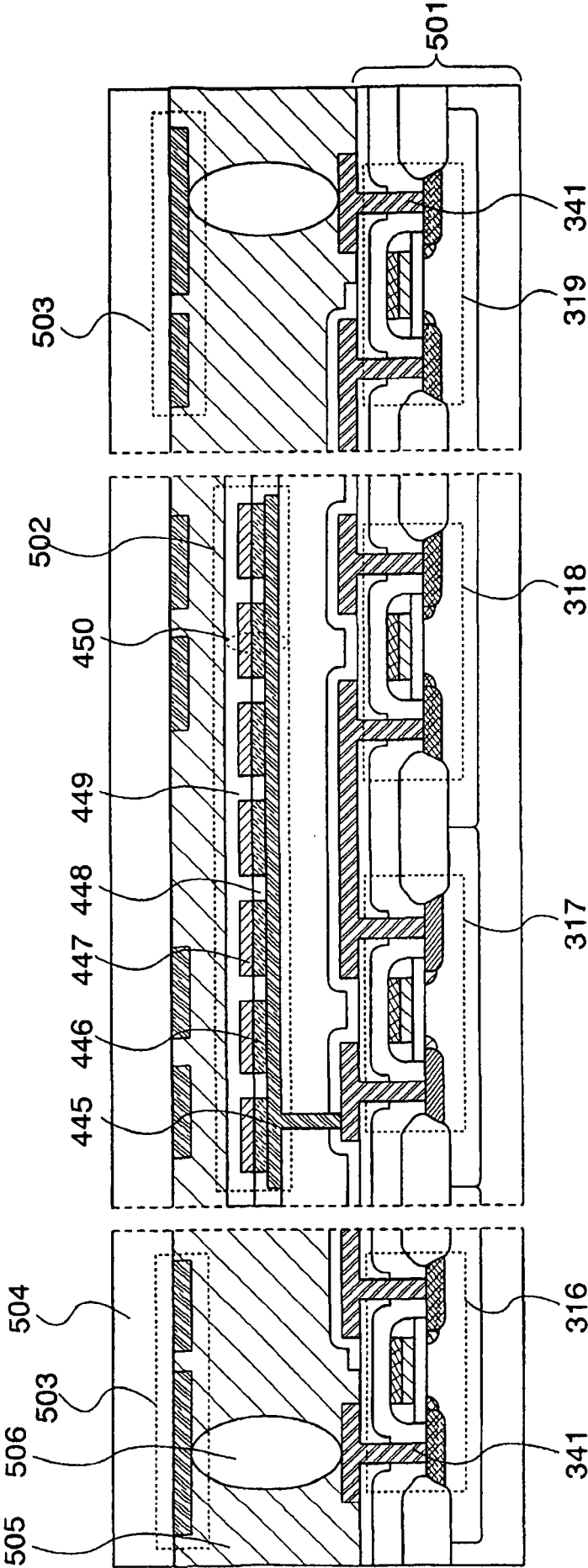
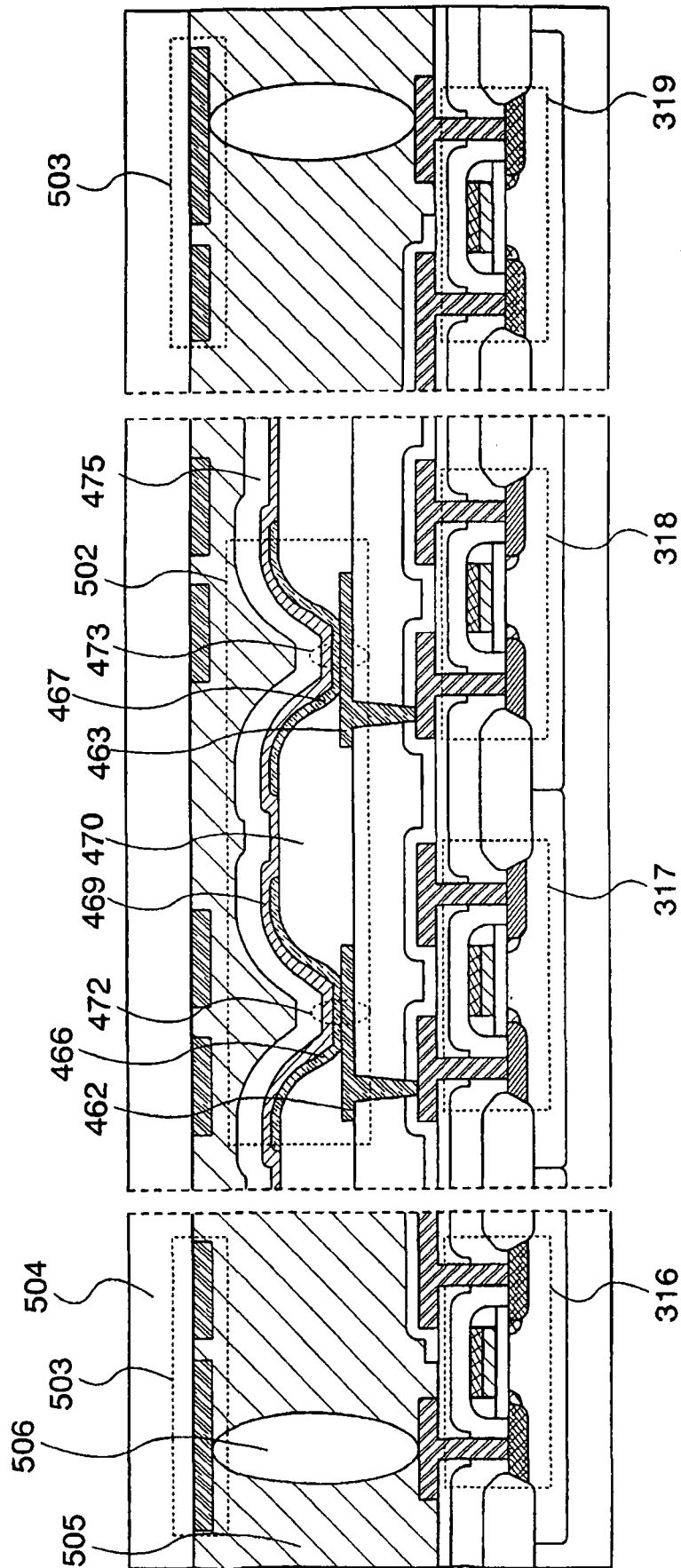


图 7



8

11

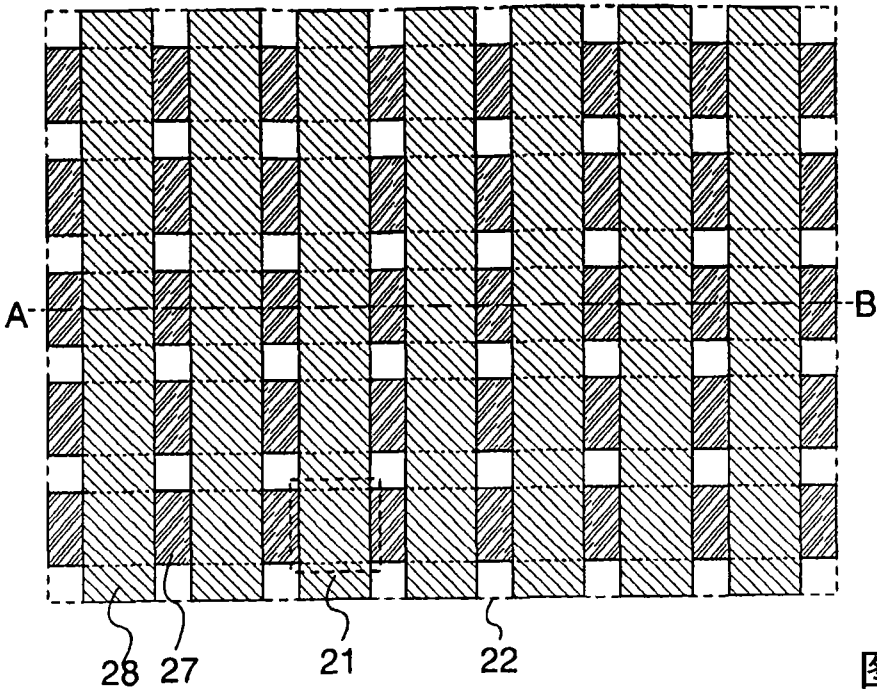


图 9A

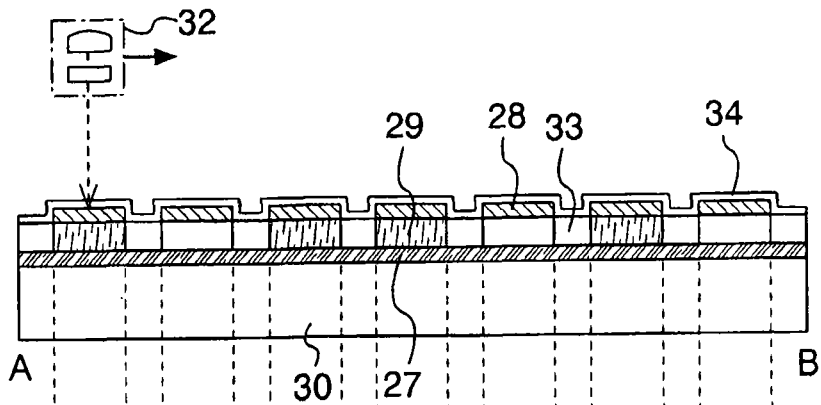


图 9B-1

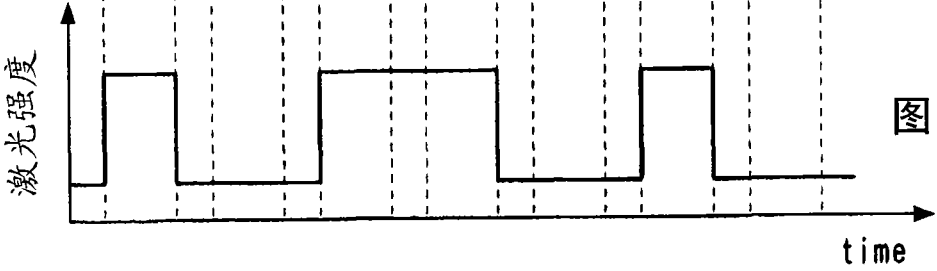


图 9B-2

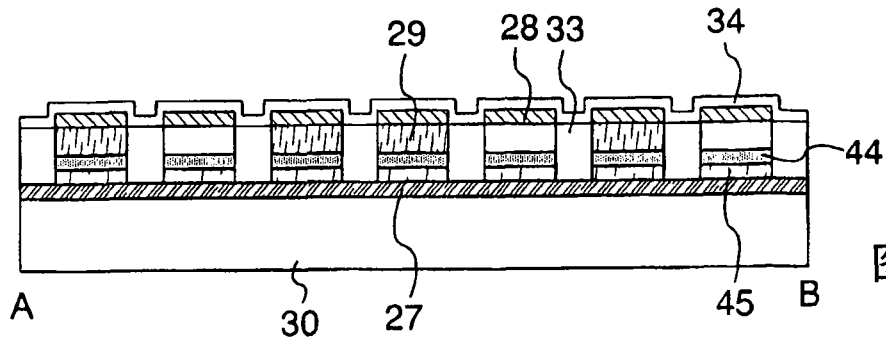


图 9C

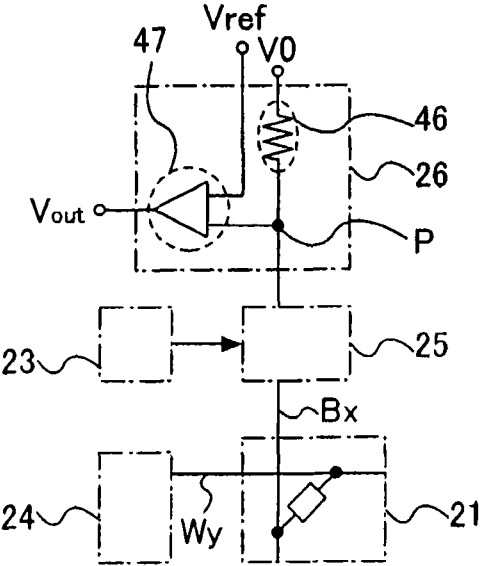


图 10A

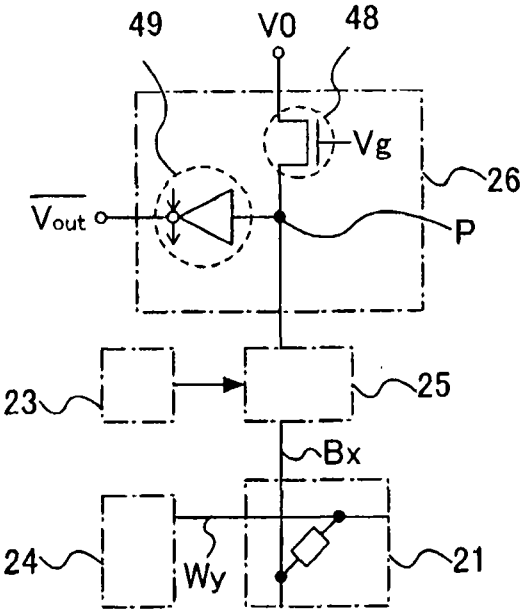
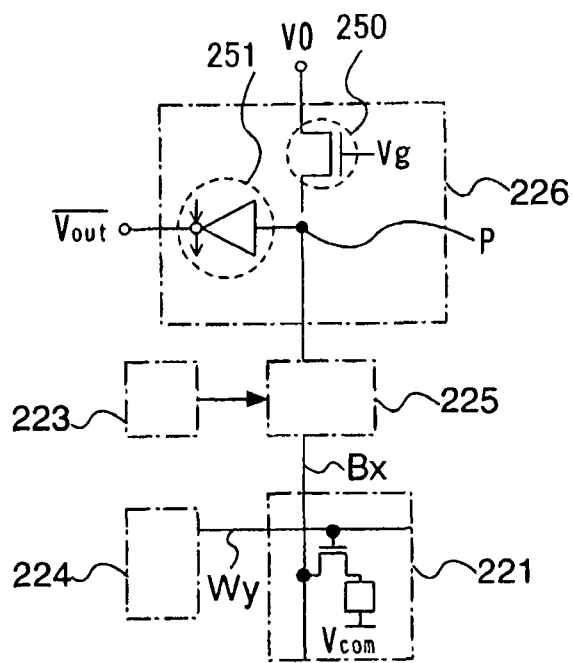
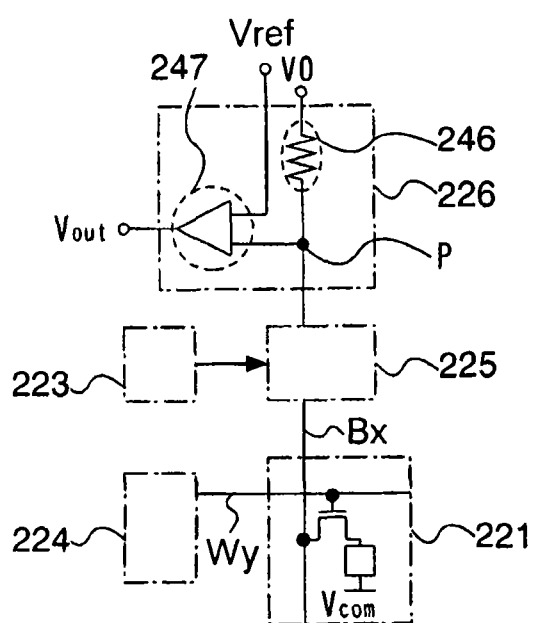
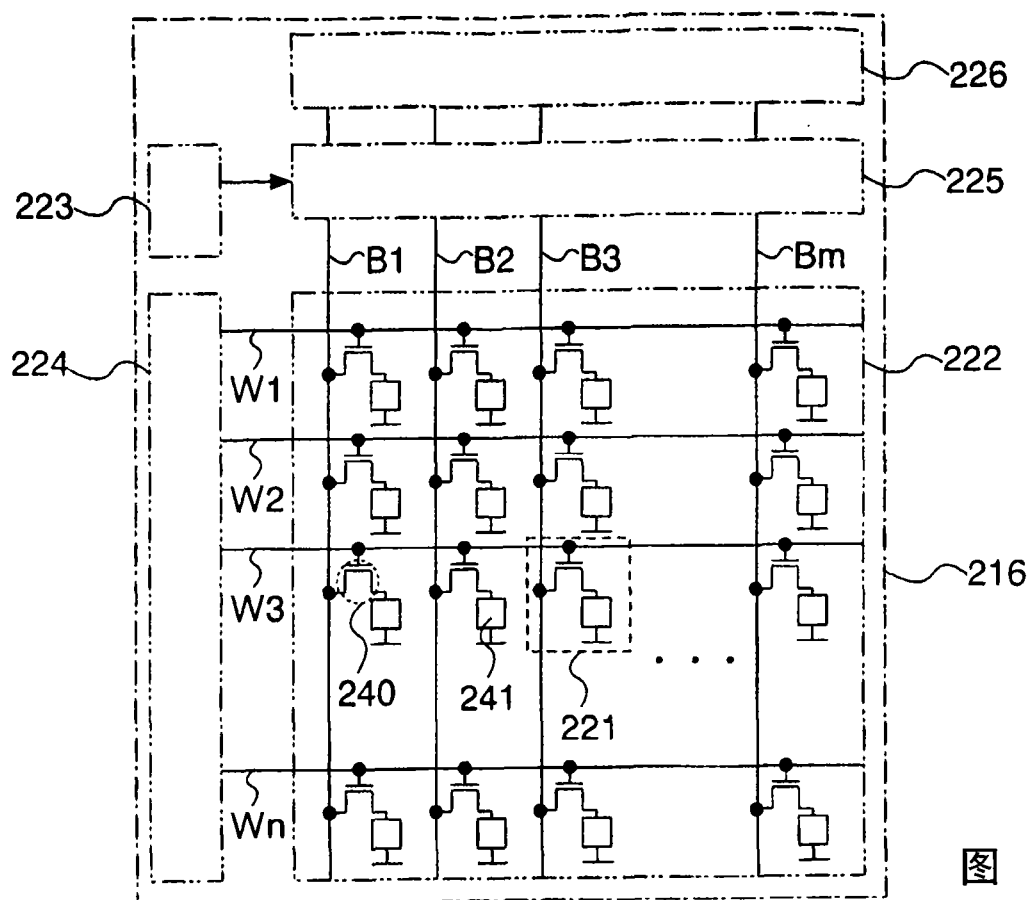


图 10B



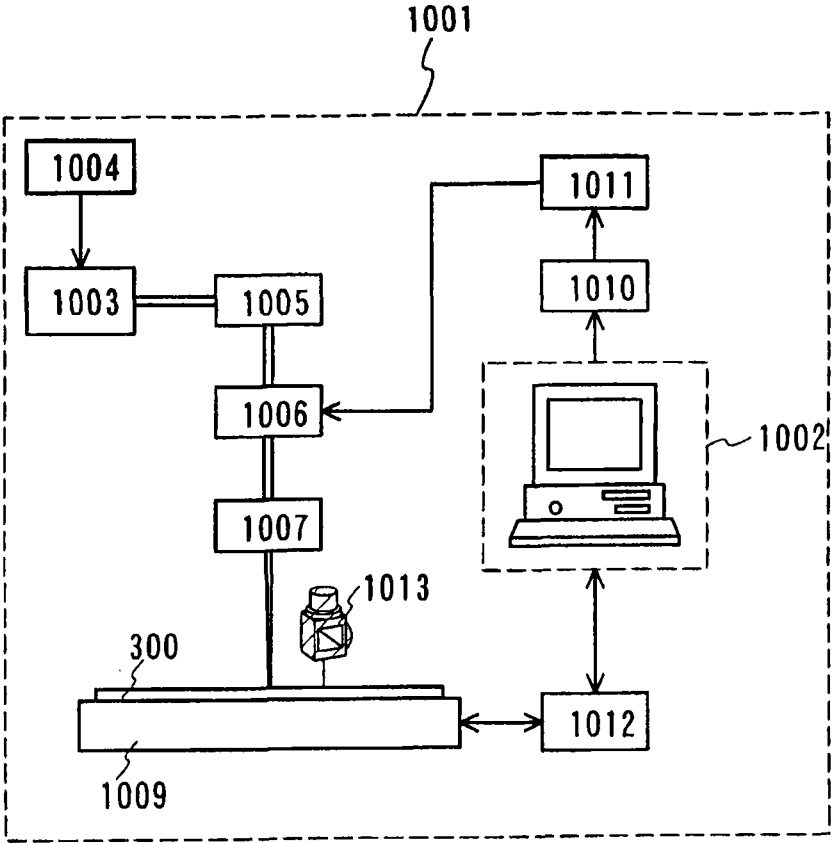


图 12

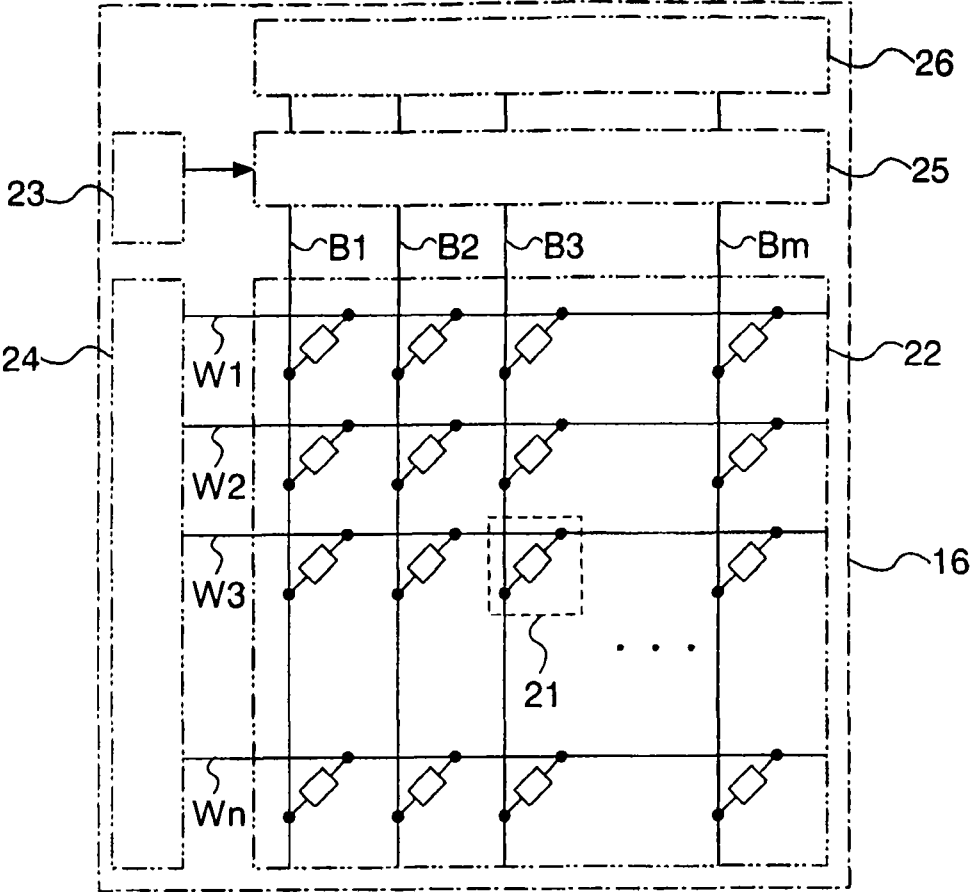


图 13

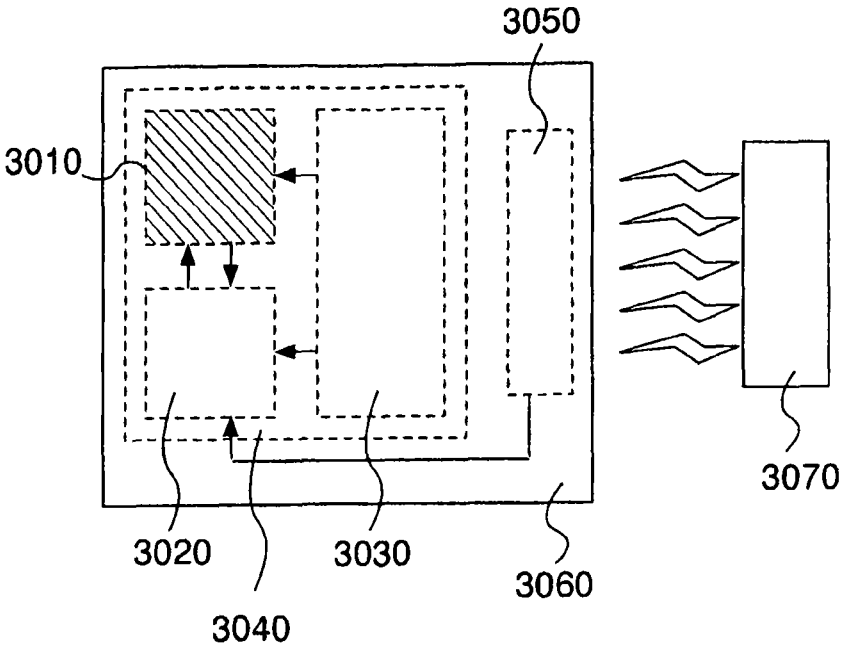


图 14

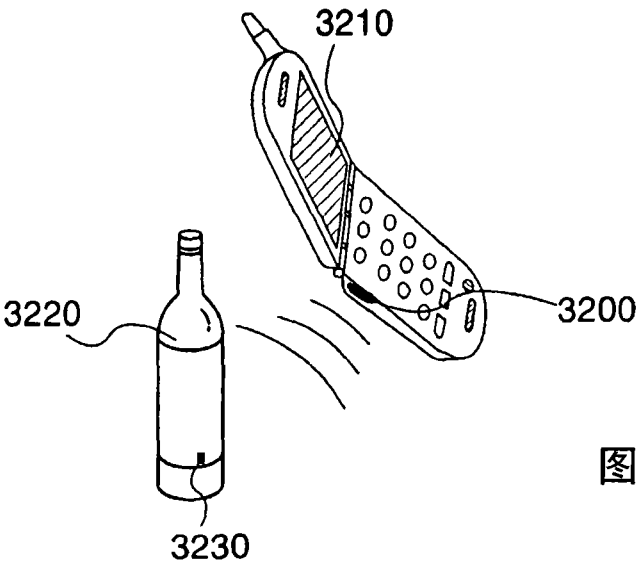


图 15A

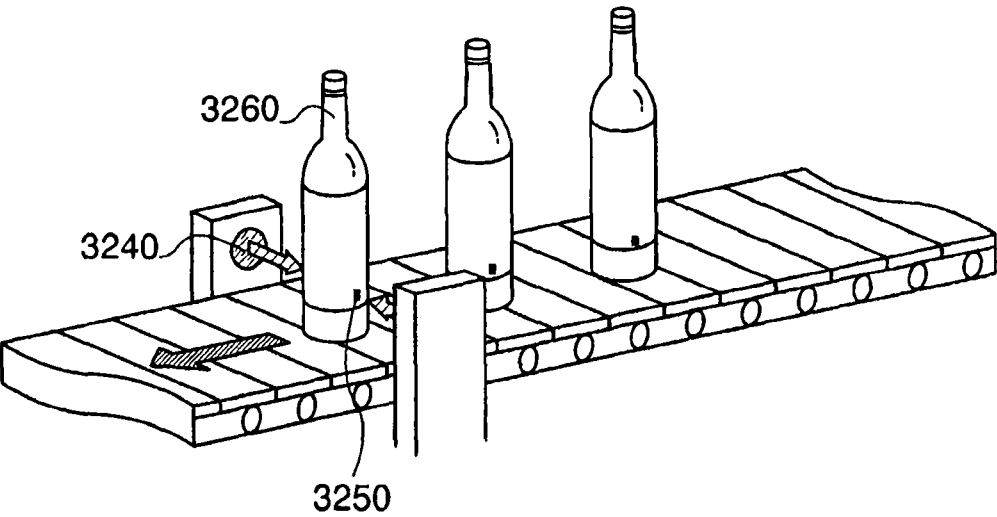


图 15B

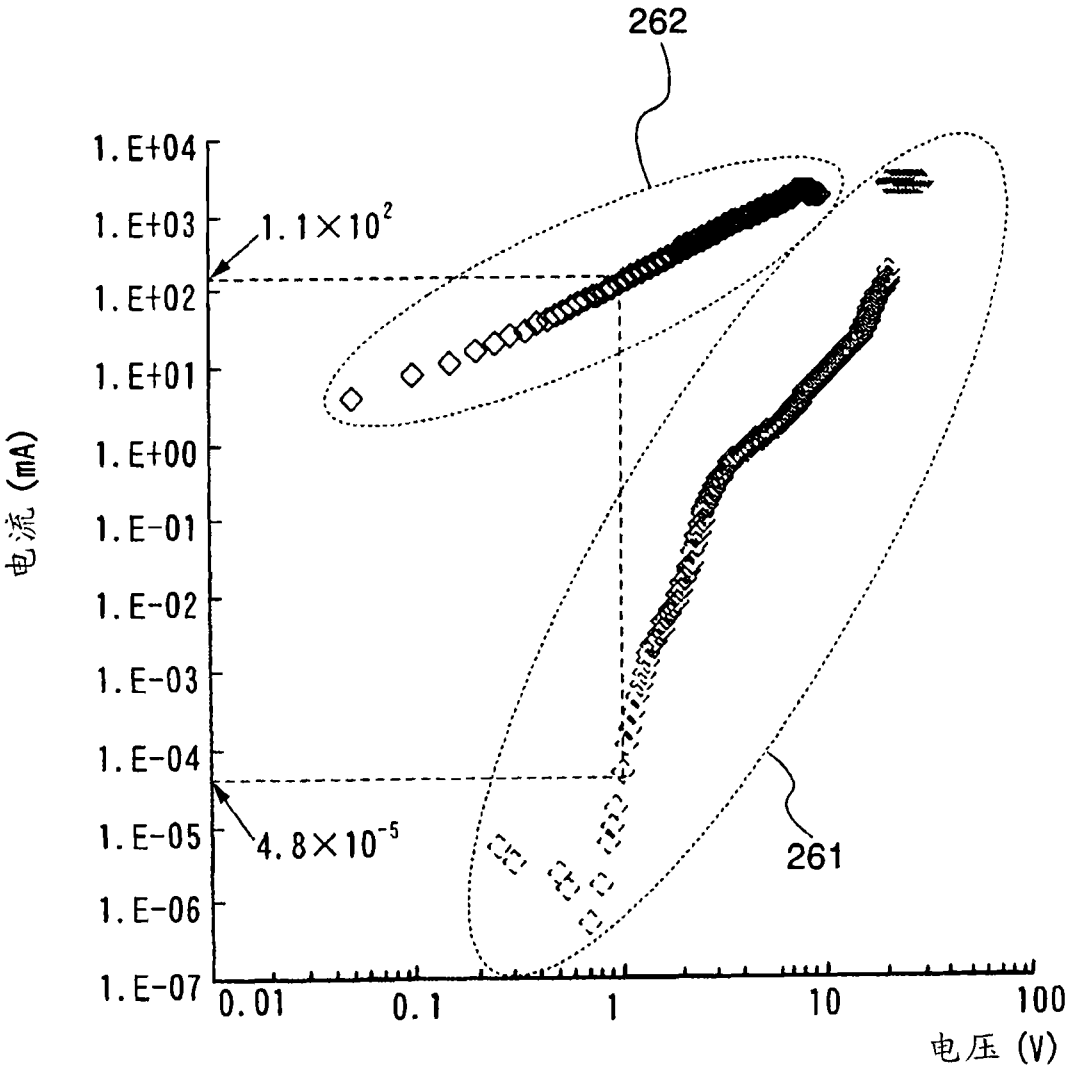


图 16

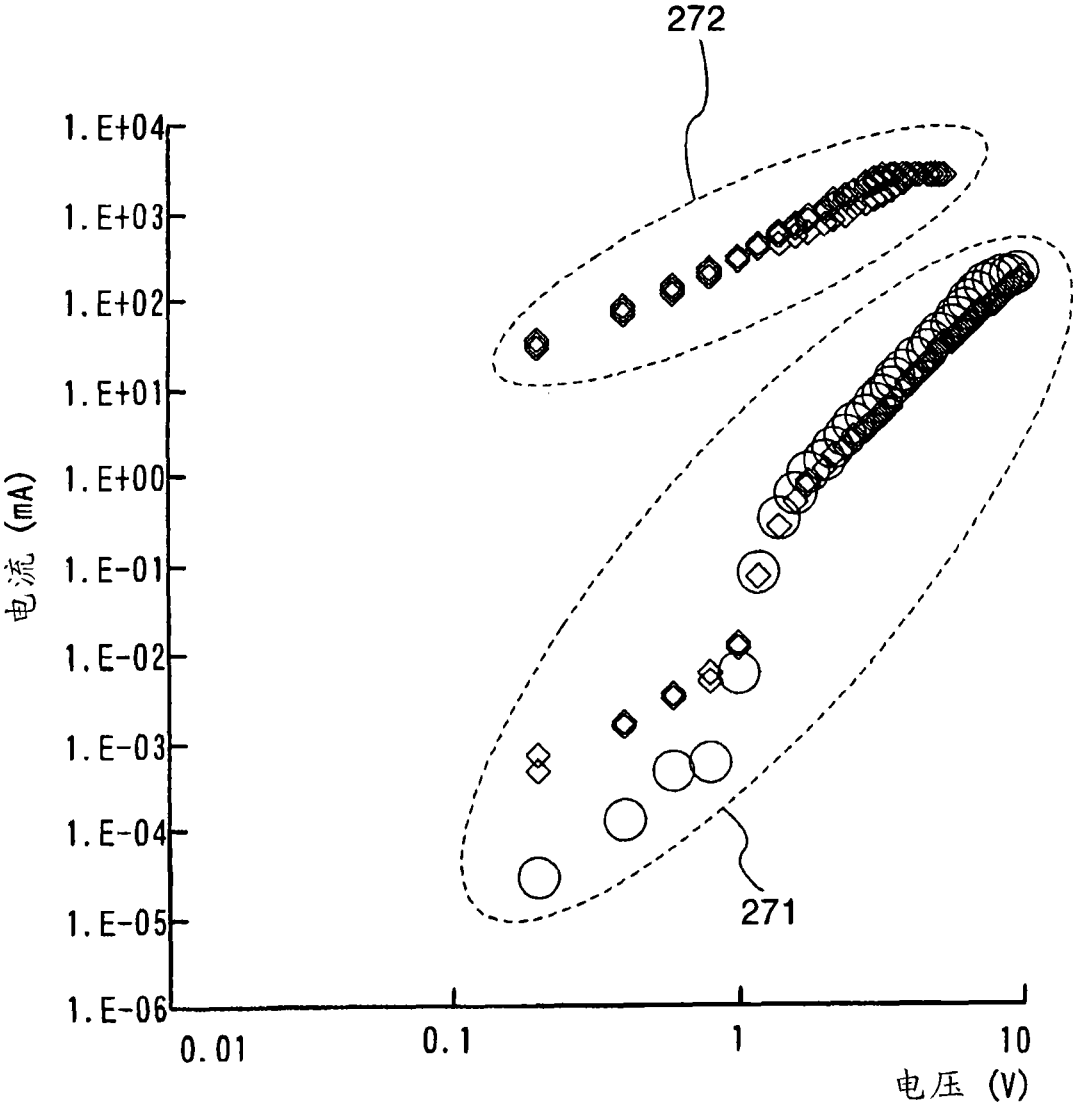


图 17

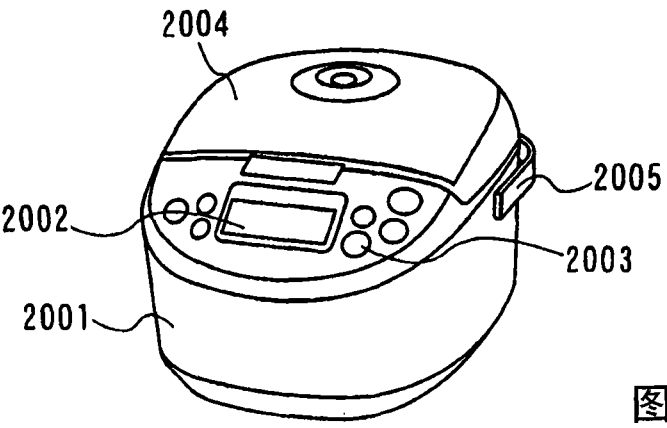


图 18A

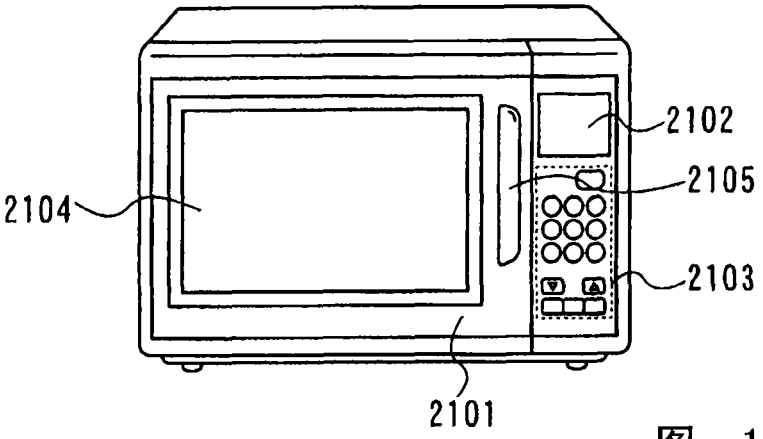


图 18B

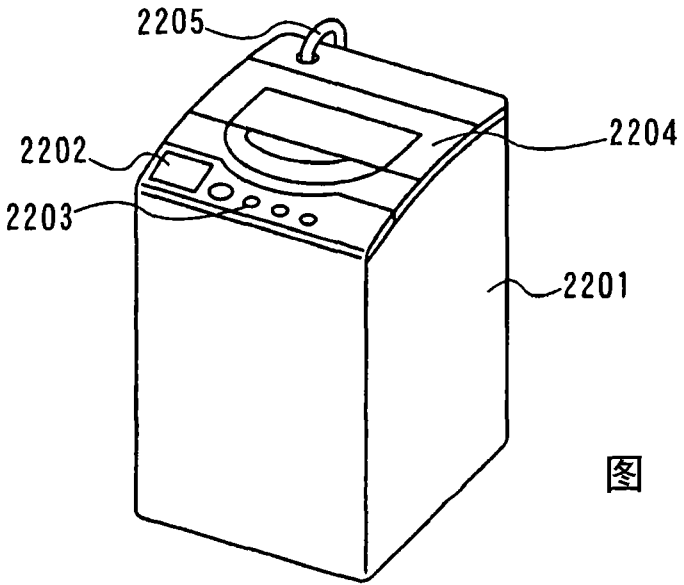


图 18C

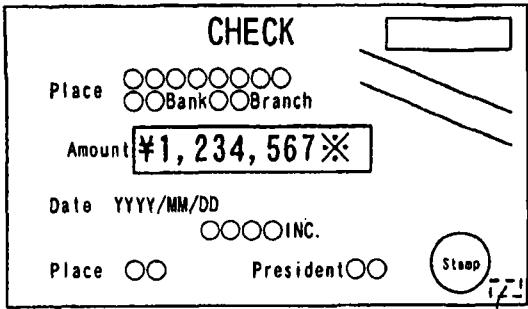


图 19A

20

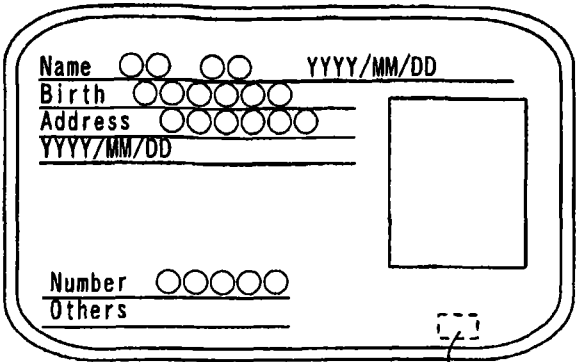


图 19B

20

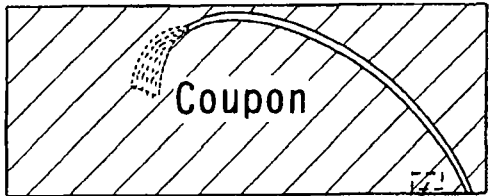


图 19C

20

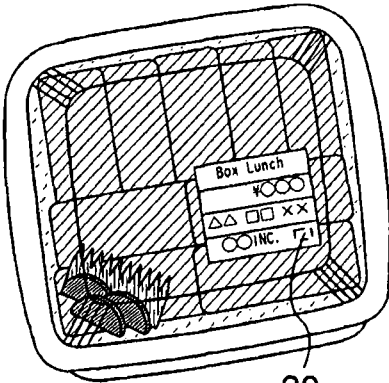


图 19D

20

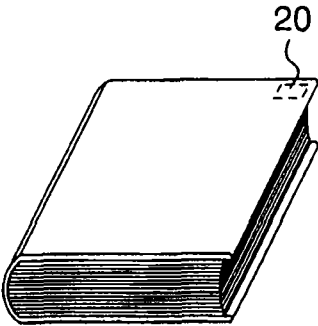


图 19E

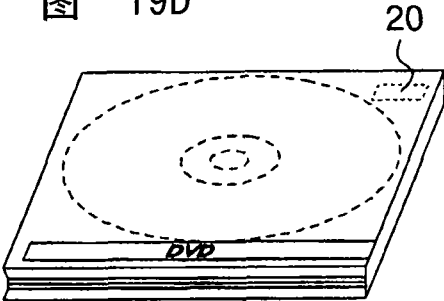


图 19F

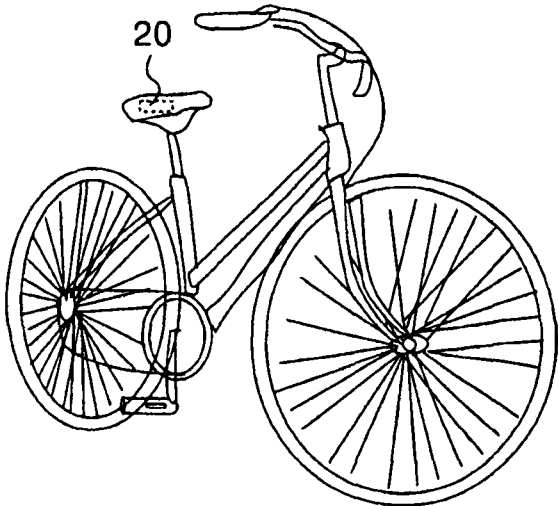


图 19G

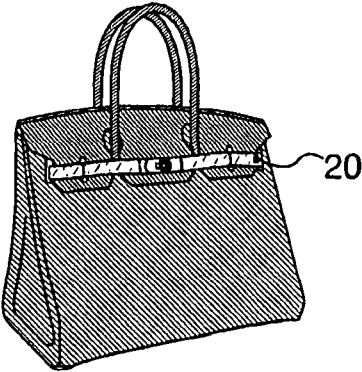


图 19H

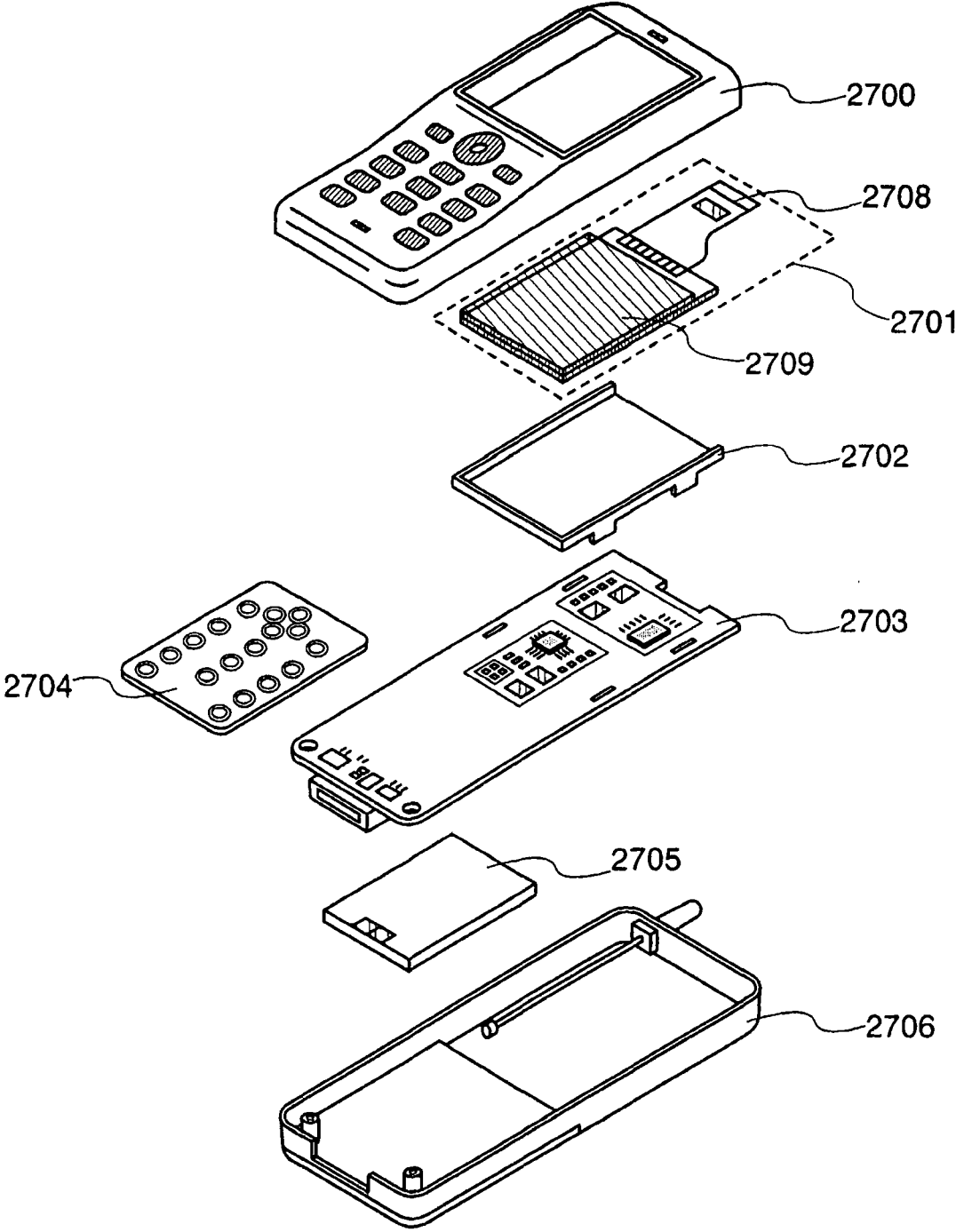


图 20

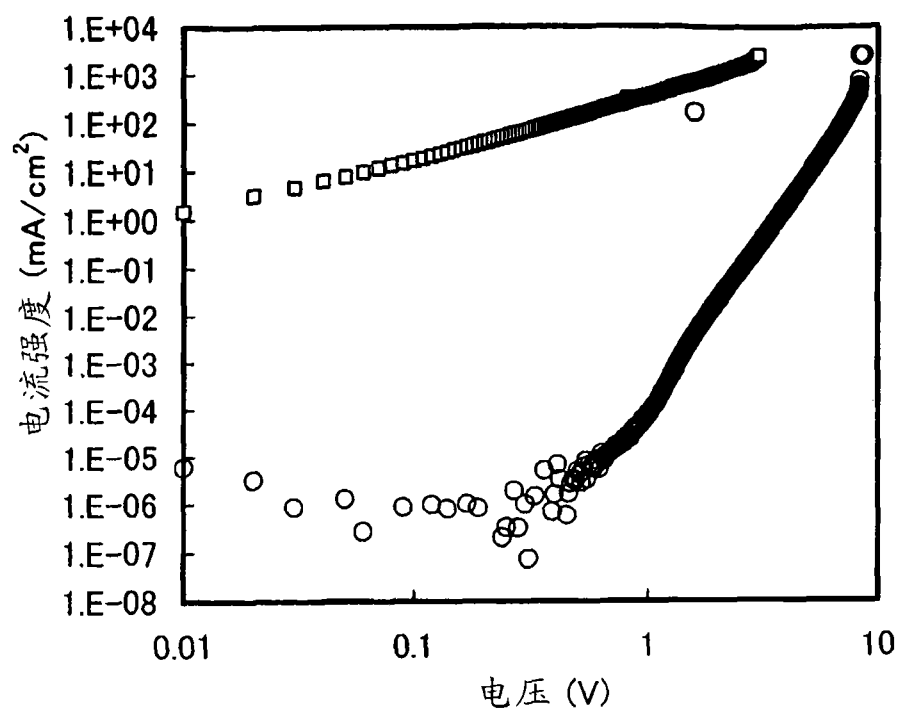


图 21A

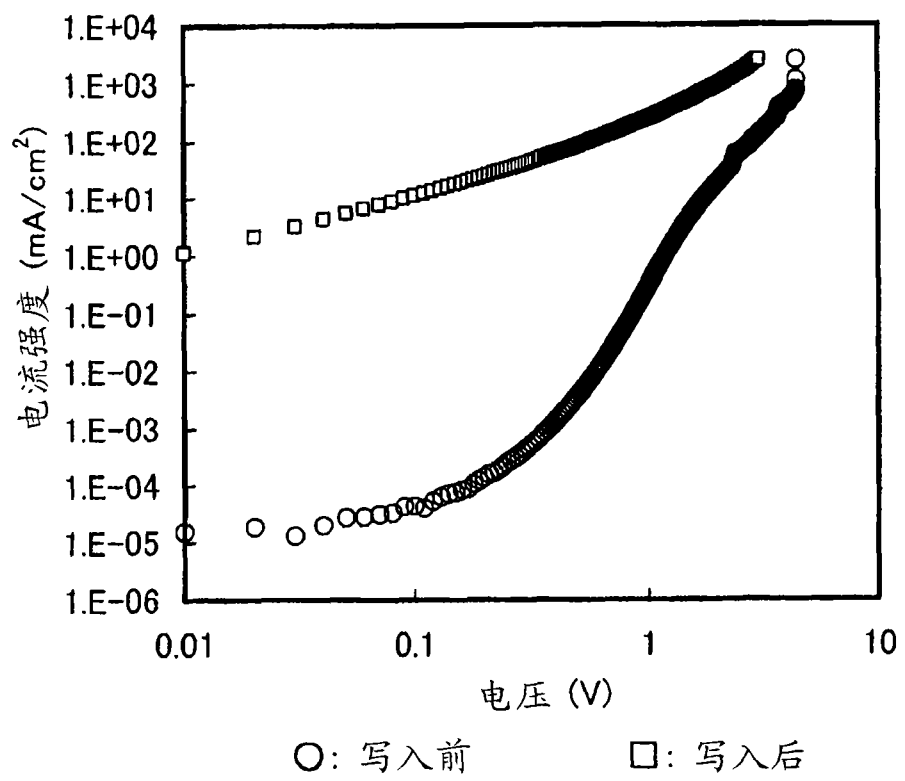


图 21B

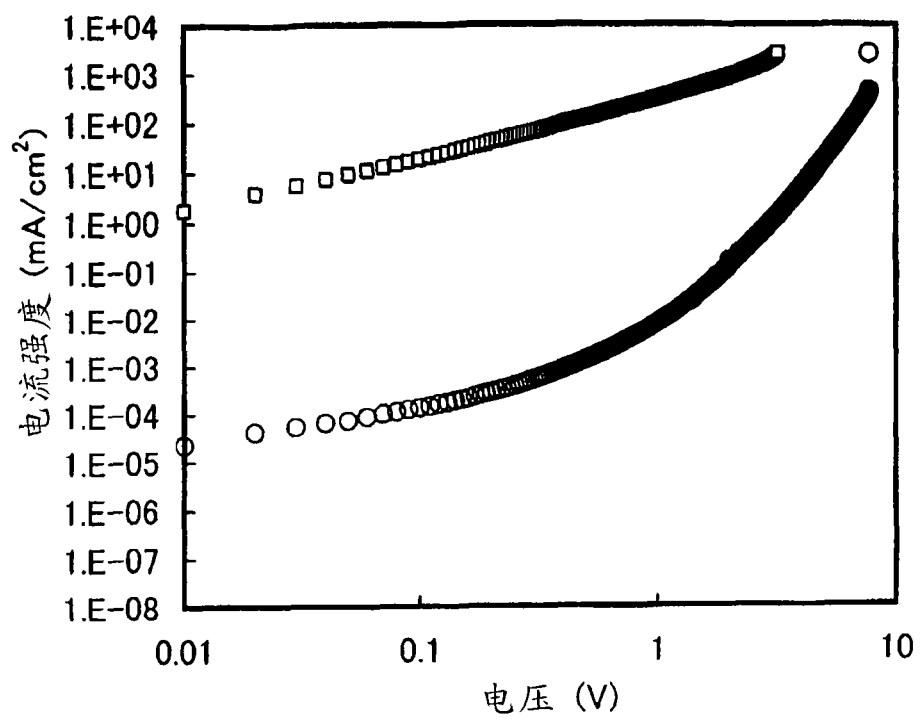
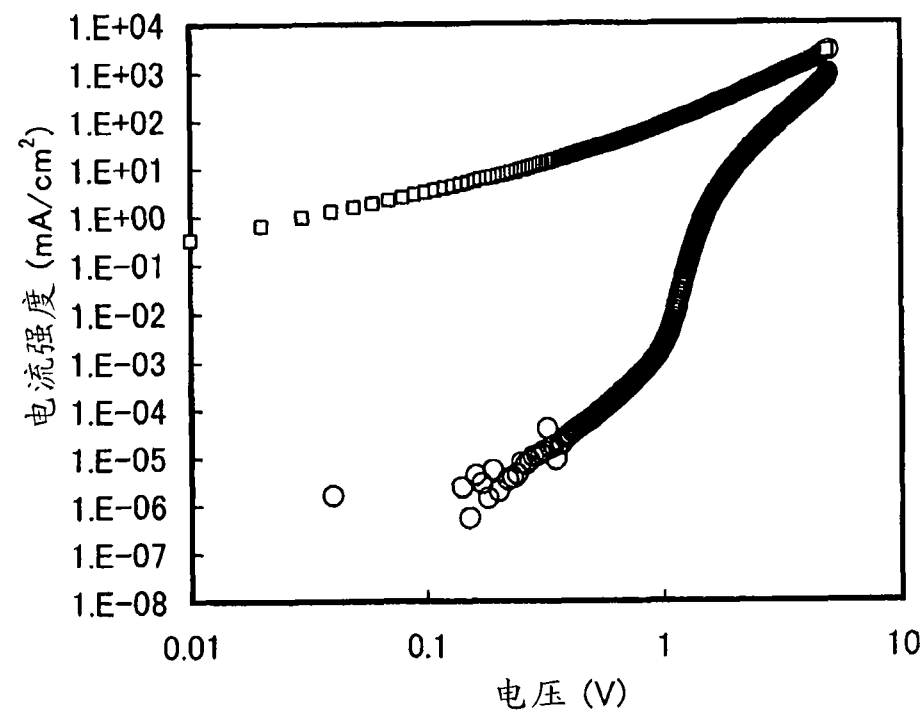


图 22A



○: 写入前 □: 写入后

图 22B

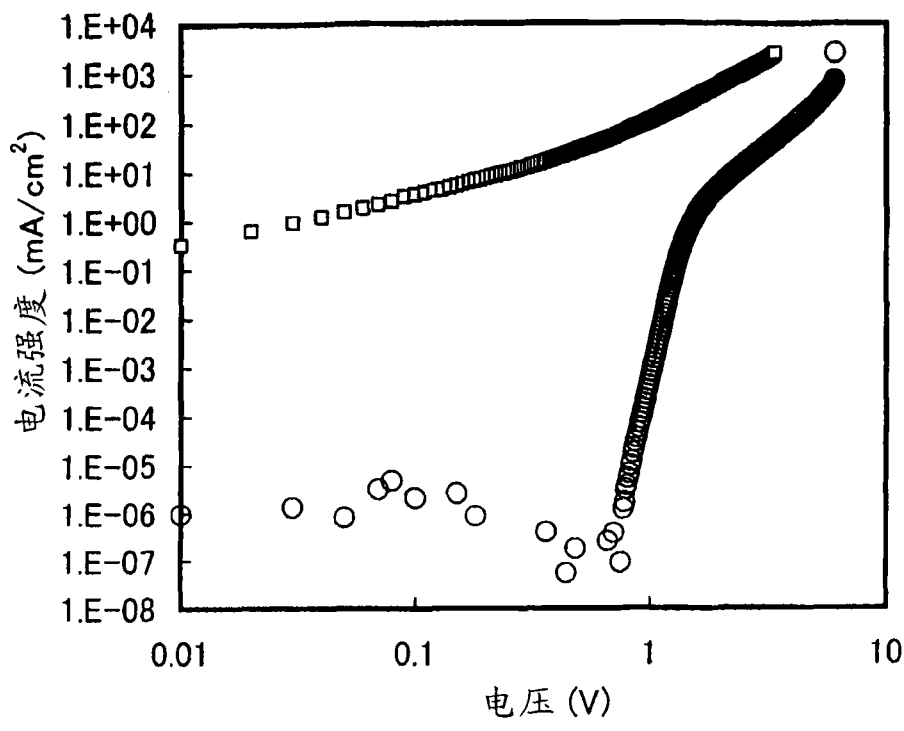
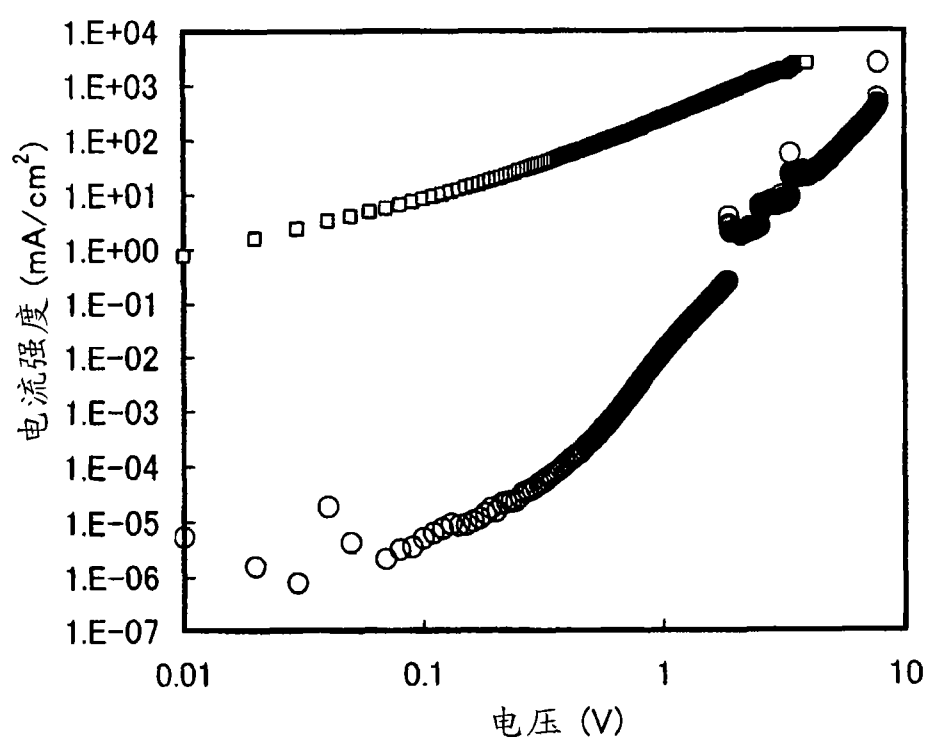


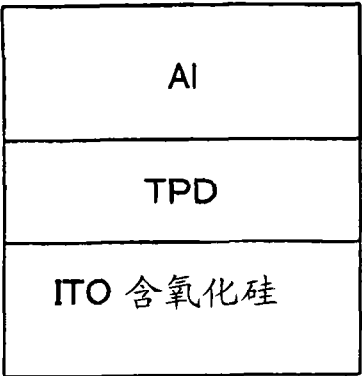
图 23A



○: 写入前 □: 写入后

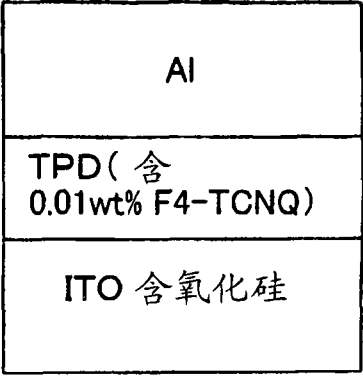
图 23B

图 24A



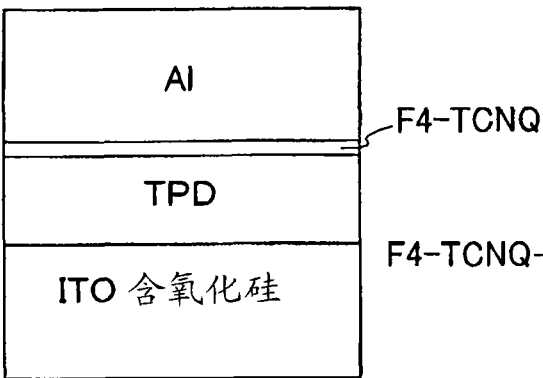
样本1

图 24B



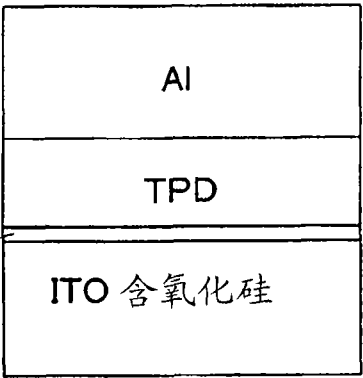
样本2

图 24C



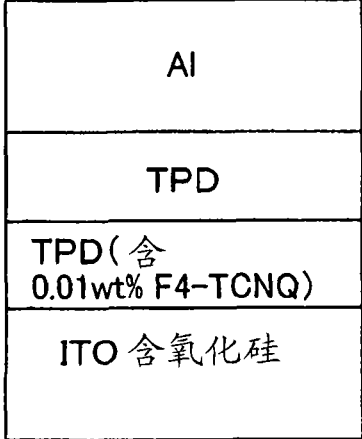
样本3

图 24D



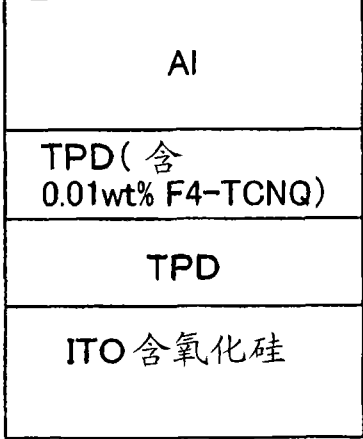
样本4

图 24E



样本5

图 24F



样本6

附图说明

302: 单晶半导体衬底, 303: n 阱, 304: n 阱, 305: p 阱, 306: p 阱, 307: 场氧化物膜, 308: 栅极绝缘膜, 309: 栅极绝缘膜, 310: 栅极绝缘膜, 311: 栅极绝缘膜, 312: 栅极, 312a: 多晶硅层, 312b: 硅化物层, 313: 栅极, 313a: 多晶硅层, 313b: 硅化物层, 314: 栅极, 314a: 多晶硅层, 314b: 硅化物层, 315: 栅极, 315a: 多晶硅层, 315b: 硅化物层, 316: p 沟道 FET, 317: n 沟道 FET, 318: p 沟道 FET, 319: n 沟道 FET, 320: 低浓度杂质区 (LDD 区), 321: 低浓度杂质区 (LDD 区), 322: 低浓度杂质区 (LDD 区), 323: 低浓度杂质区 (LDD 区), 324: 侧壁, 325: 侧壁, 326: 侧壁, 327: 侧壁, 328: 源极区/漏极区, 329: 源极区/漏极区, 330: 源极区/漏极区, 331: 源极区/漏极区, 332: 绝缘层, 333: 绝缘层, 334: 源极/漏极线路, 335: 源极/漏极线路, 336: 源极/漏极线路, 337: 源极/漏极线路, 338: 源极/漏极线路, 339: 源极/漏极线路, 340: 源极/漏极线路, 341: 源极/漏极线路, 342: 绝缘层, 343: 绝缘层, 345: 第一导电层, 346: 有机化合物层, 347: 第二导电层, 348: 绝缘层, 349: 绝缘层, 350: 存储元件, 351: 层, 352: 层, 361: 第一导电层, 362: 第一导电层, 363: 第一导电层, 364: 第一导电层, 365: 有机化合物层, 367: 有机化合物层, 368: 有机化合物层, 369: 第二导电层, 370: 绝缘层, 371: 存储元件, 372: 存储元件, 373: 存储元件, 374: 存储元件, 375: 绝缘层, 401: 层, 402: 层, 403: 导电层, 445: 第一导电层, 446: 有机化合物层, 447: 第二导电层, 448: 绝缘层, 449: 绝缘层, 450: 存储元件, 462: 第一导电层, 463: 第一导电层, 466: 有机化合物层, 467: 有机化合物层, 469: 第二导电层, 470: 绝缘层, 472: 存储元件, 473: 存储元件, 475: 绝缘层, 501: 层, 502: 层, 503: 导电层, 504 衬底, 505: 树脂, 506: 导电层, 21: 存储单元,

22: 存储单元阵列, 23: 译码器, 24: 译码器, 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, 33: 绝缘层, 34: 绝缘层, 44: 半导体层, 45: 半导体层, 46: 电阻元件, 47: 差分放大器, 216: 存储器, 221: 存储单元, 222: 存储单元阵列, 223: 译码器, 224: 译码器, 225: 选择器, 226: 读取/写入电路, 232: 激光照射设备, 240: 晶体管, 241: 存储元件, 246: 电阻元件, 247: 差分放大器, 261: 曲线, 262: 曲线, 271: 曲线, 272: 曲线: 1001: 激光照射设备, 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: 运动机构, 1011: 驱动器, 1012: 驱动器, 1013: 自动聚焦机构, 2001: 外壳, 2002: 显示部分, 2003: 操作按钮, 2004: 盖, 2005: 手柄, 2101: 外壳, 2102: 显示部分, 2103: 操作按钮, 2104: 窗口, 2105: 手柄, 2201: 外壳, 2202: 显示部分, 2203: 操作按钮, 2204: 盖, 2205: 水管, 2700: 外壳, 2701: 屏板, 2702: 机架, 2703: 印刷电路板, 2704: 操作按钮, 2705: 电池, 2706: 外壳, 2708: 连接膜, 2709: 像素区, 3010: 存储机构, 3020: 控制机构, 3030: 发电机构, 3040: IC 芯片, 3050: 天线, 3060: 无线芯片, 3070: 读取器/写入器, 3200: 读取器/写入器, 3210: 显示部分, 3220: 物品, 3230: 无线芯片, 3240: 读取器/写入器, 3250: 无线芯片, 3260: 产品