



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102782858 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 14

(21) 申请号 201080064709. 8	<i>C01F 17/00</i> (2006. 01)
(22) 申请日 2010. 12. 22	<i>G02F 1/1368</i> (2006. 01)
(30) 优先权数据	<i>G02F 1/15</i> (2006. 01)
2009-295425 2009. 12. 25 JP	<i>G02F 1/167</i> (2006. 01)
2010-062244 2010. 03. 18 JP	<i>G02F 1/17</i> (2006. 01)
2010-270240 2010. 12. 03 JP	<i>G09G 3/30</i> (2006. 01)
2010-271980 2010. 12. 06 JP	<i>G09G 3/34</i> (2006. 01)
(85) PCT申请进入国家阶段日	<i>G09G 3/36</i> (2006. 01)
2012. 08. 24	<i>G09G 3/38</i> (2006. 01)
(86) PCT申请的申请数据	<i>H01L 21/316</i> (2006. 01)
PCT/JP2010/073846 2010. 12. 22	<i>H01L 21/8234</i> (2006. 01)
(87) PCT申请的公布数据	<i>H01L 21/8242</i> (2006. 01)
W02011/078398 EN 2011. 06. 30	<i>H01L 21/8247</i> (2006. 01)
(71) 申请人 株式会社理光	<i>H01L 27/06</i> (2006. 01)
地址 日本东京都	<i>H01L 27/108</i> (2006. 01)
(72) 发明人 曾根雄司 植田尚之 中村有希	<i>H01L 27/115</i> (2006. 01)
安部由希子	<i>H01L 29/78</i> (2006. 01)
(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所	<i>H01L 29/788</i> (2006. 01)
11105	<i>H01L 29/792</i> (2006. 01)
代理人 张丽新	<i>H01L 51/50</i> (2006. 01)
(51) Int. Cl.	<i>H05B 33/02</i> (2006. 01)
<i>H01L 29/786</i> (2006. 01)	

权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 34 页

(54) 发明名称

场效应晶体管、半导体存储器、显示元件、图像显示设备和系统

(57) 摘要

场效应晶体管包括：基板；在该基板上形成的源极电极、漏极电极和栅极电极；半导体层，当向栅极电极施加预定电压时，通过该半导体层在该源极电极和漏极电极之间形成沟道；以及栅极绝缘层，提供在该栅极电极和该半导体层之间。该栅极绝缘层由包括一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的组中选择的一种或两种或更多种元素的非晶复合金属氧化物绝缘膜形成。

1. 一种场效应晶体管,包括:
基板;
在该基板上形成的源极电极、漏极电极和栅极电极;
半导体层,当向栅极电极施加预定电压时,通过该半导体层在该源极电极和漏极电极之间形成沟道;以及
栅极绝缘层,提供在该栅极电极和该半导体层之间,其中
该栅极绝缘层由包括一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的组中选择的一种或两种或更多种元素的非晶复合金属氧化物绝缘膜形成。
2. 根据权利要求 1 的场效应晶体管,其中
该半导体层是氧化物半导体。
3. 根据权利要求 1 的场效应晶体管,其中
该基板是绝缘基板。
4. 根据权利要求 1 的场效应晶体管,其中
该基板是半导体层基板。
5. 一种易失性半导体存储器,包括:
根据权利要求 1 的场效应晶体管;
第一电容器电极,连接到漏极电极;
第二电容器电极;以及
电容器电介质层,提供在第一电容器电极和第二电容器电极之间。
6. 根据权利要求 5 的易失性半导体存储器,其中
该电容器电介质层由包括一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的组中选择的一种或两种或更多种元素的非晶复合金属氧化物绝缘膜形成。
7. 一种非易失性半导体存储器,包括:
根据权利要求 1 的场效应晶体管,其中
第二栅极绝缘层和浮置栅极电极被提供在该半导体层和该栅极绝缘层之间。
8. 一种显示元件,包括:
光学控制元件,根据驱动信号控制其光学输出;以及
驱动电路,其驱动该光学控制元件,该驱动电路包括根据权利要求 1 的场效应晶体管。
9. 根据权利要求 8 的显示元件,其中
该光学控制元件包括有机电致发光元件。
10. 根据权利要求 8 的显示元件,其中
该光学控制元件包括液晶元件。
11. 根据权利要求 8 的显示元件,其中
该光学控制元件包括电致变色元件。
12. 根据权利要求 8 的显示元件,其中,
该光学控制元件包括电泳元件。
13. 根据权利要求 8 的显示元件,其中

该光学控制元件包括电湿润元件。

14. 一种根据图像数据显示图像的图像显示设备,包括:

以矩阵形式布置的多个根据权利要求 8 的显示元件;

多条布线,分别向多个显示元件中包括的场效应晶体管施加栅极电压;以及

显示控制设备,根据该图像数据经由多条布线分别控制场效应晶体管的栅极电压。

15. 一种系统,包括:

根据权利要求 14 的图像显示设备;以及

图像数据创建设备,基于要显示的图像信息创建图像数据,并将该图像数据输出到图像显示设备。

场效应晶体管、半导体存储器、显示元件、图像显示设备和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及场效应晶体管、半导体存储器、显示元件、图像显示设备和系统,更具体地,涉及具有由电介质氧化物制成的绝缘膜的场效应晶体管以及包括该场效应晶体管的半导体存储器、显示元件、图像显示设备和系统。

背景技术

[0002] 场效应晶体管(FET)是一种通过向栅极电极施加电压以依赖于沟道的电场提供用于电子或空穴流的闸门(gate),来控制源极电极和漏极电极之间的电流的半导体设备。

[0003] FET 由于其特性而被用作切换元件和放大元件。因为 FET 示出小的栅极电流并且具有平坦外形,与双极性晶体管相比,其能够容易地制造或集成。因此,FET 现在是在电子设备中使用的集成电路中不可或缺的元件。

[0004] 存在包括其基本结构是 MIS(金属绝缘体半导体)结构的 FET 的电子设备。这些设备的例子是切换元件、存储器、逻辑电路;其他例子是 LSI(大规模集成电路)和 AM-TFT(有源矩阵薄膜晶体管),它们通过集成上述元件而形成。在 FET 中,二氧化硅、氮化物和氮化物已被用作栅极绝缘膜和电容器绝缘膜达很长时间。这些硅化合物的绝缘膜不仅作为绝缘膜非常优异,而且还具有与 MIS 工艺的高亲和性。

[0005] 但是,近年来并且持续地,存在对于更高集成并且消耗更少功率的电子设备的需要。因此,已经提出使用具有比 SiO_2 明显更高的相对电容率的所谓的高 k 绝缘膜作为绝缘膜的技术。

[0006] 例如,在具有小于或等于 $0.1\ \mu\text{m}$ 的栅极长度的微小 MOS(金属氧化物半导体)设备中,当 FET 的栅极绝缘层由 SiO_2 制成时,基于比例规则,膜厚度需要小于或等于 2nm 。但是,在此情况下,由隧穿电流(tunnel current)引起的栅极漏电流变成大问题。降低栅极漏电流的一种方法是通过使用高 k 绝缘膜作为栅极绝缘层来增加栅极绝缘层的厚度。

[0007] 易失性或者非易失性半导体存储器是使用场效应晶体管的半导体设备的例子。

[0008] 在易失性存储器中,场效应晶体管的漏极电极和电容器串联。通过使用高 k 绝缘膜,可以降低功耗,并且能够高度集成。目前,电容器的电介质层主要由 $\text{SiO}_2/\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$ 的层压(laminated)层制成。因此,存在对具有更高相对电容率的绝缘膜的进一步需求。

[0009] 可以降低包括作为在半导体层和浮置栅极电极之间提供的绝缘膜的第一栅极绝缘层以及作为在浮置栅极电极和控制栅极电极之间提供的绝缘膜的第二栅极绝缘层的非易失性半导体存储器中的写/擦除电压。具体地,由于通过使用高 k 绝缘膜作为非易失性半导体存储器的第二栅极绝缘膜而增加了耦合比(coupling ratio),可以降低写/擦除电压。目前,第二栅极绝缘层主要由 $\text{SiO}_2/\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$ 的层压层制成。因此,存在对于具有更高相对电容率的绝缘膜的进一步需求。

[0010] 在显示器中使用的 AM-TFT 中,如果在栅极绝缘膜中使用高 k 绝缘膜,则可以达到高饱和电流,并且可以通过低栅极电压控制接通/断开操作,因此可以降低功耗。

[0011] 通常,作为高k绝缘膜的材料,已经讨论了诸如Hf、Zr、Al、Y和Ta的金属的金属氧化物。具体例子是 HfO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Ta_2O_5 ;这些元素的硅酸盐(HfSiO 、 ZrSiO);这些元素的铝酸盐(HfAlO 、 ZrAlO)以及这些元素的氮化物(HfON 、 ZrON 、 HfSiON 、 ZrSiON 、 HfAlON 、 ZrAlON)。

[0012] 同时,关于铁电存储器材料,已经讨论了钙钛矿结构和相关物质。钙钛矿结构由 ABO_3 表达,其通常是二价金属离子(A位置)和四价金属离子(B位置)的组合,或者与A位置和B位置两者对应的三价金属离子的组合。例子是 SrTiO_3 、 BaZrO_3 、 CaSnO_3 和 LaAlO_3 。此外,存在许多其中B位置被两种离子占据的晶体,比如 $\text{SrBi}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_3$ 和 $\text{BaSc}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ 。

[0013] 此外,存在称为层类型钙钛矿结构的一系列晶体。这由 $(\text{AO})_m(\text{BO}_2)_n$ 表达,其中m个AO层和n个 BO_2 层被层压。例如,相对于 SrTiO_3 ($m=n=1$)的基本结构,存在 Sr_2TiO_4 、 $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$ 和 $\text{Sr}_4\text{Ti}_3\text{O}_{10}$ 。根据这样的晶体结构,A离子和B离子的组成比例可以变化。因而,可以出现广阔范围的晶体组,包括B位置离子的组合。在本申请中,“钙钛矿结构有关的晶体”意味着具有钙钛矿结构或者层类型钙钛矿结构的晶体。

[0014] 顺便提及,当多晶材料被用作栅极绝缘层时,大的漏电流在晶体颗粒边界的交界处流动。此外,因而,栅极绝缘膜的功能降低。当晶体系统具有各向异性时,晶体管的特性可能由于介电常数各向异性而变得不规则。

[0015] 专利文献1和2公开了通过使用由高介电常数硅酸盐制成的非晶绝缘膜作为栅极绝缘层来降低栅极绝缘层中的漏电流的方法。

[0016] 专利文献3公开了通过使用主要由具有烧绿石结构的 $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_7$ 制成的非晶绝缘膜作为栅极绝缘层来降低栅极绝缘层中的漏电流的方法。

[0017] 专利文献4、5、6公开了通过使用包括高介电常数膜的层压膜作为栅极绝缘层来降低栅极绝缘层中的漏电流的方法。专利文献7公开了通过在基板上形成外延生长的高介电常数膜并进行热处理以便基板中的元素和栅极绝缘膜中的金属氧化物元素混合在一起降低栅极绝缘层中的漏电流的方法。

[0018] 此外,专利文献8公开了其中包括具有高介电常数的无机氧化物膜和有机聚合物膜的层压膜被用作栅极绝缘层的TFT设备。

[0019] 但是,在专利文献1和2中公开的绝缘膜的问题是,不能充分增加相对电容率,因为绝缘膜具有大量 SiO_2 含量。

[0020] 利用专利文献3中公开的材料,栅极绝缘层包括晶相。因此,在极其狭窄的工艺条件的区域中形成非晶相。因而,在制造工艺中存在问题。

[0021] 专利文献4到8中公开的方法的问题是制造工艺复杂并且制造成本高。

[0022] 因而,存在对于包括通过简单方法并以低成本形成的具有高相对电容率和少量漏电流绝缘膜的场效应晶体管、半导体存储器、显示元件、图像显示设备和系统的需要。

[0023] 专利文献1:日本公开专利申请 No. H11-135774

[0024] 专利文献2:日本专利 No. 3637325

[0025] 专利文献3:日本公开专利申请 No. 2002-270828

[0026] 专利文献4:日本公开专利申请 No. 2002-134737

[0027] 专利文献5:日本专利 No. 3773448

[0028] 专利文献6:日本公开专利申请 No. 2003-258243

- [0029] 专利文献 7 :日本专利 No. 3831764
[0030] 专利文献 8 :日本公开专利申请 No. 2008-16807
[0031] 专利文献 9 :日本公开专利申请 No. 2001-319927
[0032] 专利文献 10 :日本公开专利申请 No. 2002-367980
[0033] 专利文献 11 :日本公开专利申请 No. 2004-241751
[0034] 专利文献 12 :日本公开专利申请 No. 2007-165724
[0035] 专利文献 13 :日本公开专利申请 No. 2008-91904

发明内容

[0036] 本发明的方面提供了解决或减小由现有技术的限制和缺点引起的一个或多个问题的半导体设备、图像显示设备、系统、绝缘膜形成墨水、制造绝缘膜形成墨水的方法以及制造半导体设备的方法。

[0037] 本发明的一个方面提供了一种场效应晶体管,包括:基板;在该基板上形成的源极电极、漏极电极和栅极电极;半导体层,当向栅极电极施加预定电压时,通过该半导体层在该源极电极和漏极电极之间形成沟道;以及栅极绝缘层,提供在该栅极电极和该半导体层之间,其中该栅极绝缘层由包括一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的组中选择的一种或两种或更多种元素的非晶复合金属氧化物绝缘膜形成。

[0038] 利用此配置,可以通过简单方法形成具有高相对电容率和小漏电流量的绝缘膜,因此可以以低成本提供低电压驱动的、高度集成的、高分辨率且高亮度的场效应晶体管、半导体存储器、显示元件、图像显示设备和系统。

附图说明

- [0039] 图 1 例示本发明的第一实施例的场效应晶体管;
[0040] 图 2 例示根据本发明的第一实施例场效应晶体管的另一例子(1);
[0041] 图 3 例示根据本发明的第一实施例的场效应晶体管的另一例子(2);
[0042] 图 4 例示根据本发明的第一实施例的场效应晶体管的另一例子(3);
[0043] 图 5 例示根据本发明的第二实施例的场效应晶体管;
[0044] 图 6 例示根据本发明的第三实施例的易失性存储器;
[0045] 图 7 例示根据本发明的第三实施例的易失性存储器的另一例子(1);
[0046] 图 8 例示根据本发明的第三实施例的易失性存储器的另一例子(2);
[0047] 图 9 例示根据本发明的第三实施例的易失性存储器的另一例子(3);
[0048] 图 10 例示根据本发明的第四实施例的易失性存储器;
[0049] 图 11 例示根据本发明的第五实施例的非易失性存储器;
[0050] 图 12 例示根据本发明的第五实施例的非易失性存储器的另一例子(1);
[0051] 图 13 例示根据本发明的第五实施例的非易失性存储器的另一例子(2);
[0052] 图 14 例示根据本发明的第五实施例的非易失性存储器的另一例子(3);
[0053] 图 15 例示根据本发明的第六实施例的非易失性存储器;
[0054] 图 16 例示根据本发明的第七实施例的有机电致发光显示元件;

- [0055] 图 17 例示根据本发明的第七实施例的有机电致发光显示元件的另一例子；
- [0056] 图 18 例示用作根据本发明的第七实施例的显示元件的液晶元件；
- [0057] 图 19 例示用作根据本发明的第七实施例的显示元件的电致变色元件；
- [0058] 图 20 例示用作根据本发明的第七实施例的显示元件的电泳元件；
- [0059] 图 21 例示用作根据本发明的第七实施例的显示元件的电湿润元件(1)；
- [0060] 图 22 例示用作根据本发明的第七实施例的显示元件的电湿润元件(2)；
- [0061] 图 23 是根据本发明的第八实施例的电视设备的框图；
- [0062] 图 24 用于描述根据本发明的第八实施例的电视设备(1)；
- [0063] 图 25 用于描述根据本发明的第八实施例的电视设备(2)；
- [0064] 图 26 用于描述根据本发明的第八实施例的电视设备(3)；
- [0065] 图 27 用于描述根据本发明的第八实施例的显示元件；
- [0066] 图 28 用于描述根据本发明的第八实施例的有机 EL 元件；
- [0067] 图 29 用于描述根据本发明的第八实施例的电视设备(4)；
- [0068] 图 30 用于描述根据本发明的第八实施例的显示元件的另一例子(1)；
- [0069] 图 31 用于描述根据本发明的第八实施例的显示元件的另一例子(2)；
- [0070] 图 32 指示根据例子 1 和比较例子 1 的场效应晶体管的晶体管特性；
- [0071] 图 33 例示根据例子 3 的易失性存储器；
- [0072] 图 34 例示根据例子 7 和 8 以及比较例子 2 形成的电容器；
- [0073] 图 35 指示根据例子 7 的电容器的特性；
- [0074] 图 36 指示根据例子 8 的电容器的特性；
- [0075] 图 37 指示根据比较例子 2 的电容器的特性；
- [0076] 图 38 指示根据例子 9 和比较例子 3 的场效应晶体管的特性；以及
- [0077] 图 39 是制造根据例子 7 的有机 EL 显示元件的方法的流程图。

具体实施方式

[0078] 以下参考附图描述本发明的实施例。

[0079] 本发明是基于本发明的发明人进行的深刻研究的结果。具体地，本发明人已经制成了作为单层膜、具有高介电常数并且具有小漏电流量的由氧化物构成的绝缘材料。此外，本发明人已经使用此绝缘材料形成了电子设备。

[0080] 也就是说，本发明是基于以下发现：在包括从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素的复合金属氧化物膜中稳定地指示非晶相，其中 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素是 Ga、Sc、Y、La、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb 和 Lu。

[0081] 碱土金属氧化物趋向于与大气中的水分和二氧化碳起反应，并且易于变为氢氧化物和碳酸盐。因此，碱土金属氧化物独自不适合应用于电子设备。此外，简单的金属氧化物、比如 Ga_2O_3 、 Sc_2O_3 、 Y_2O_3 和 Ln_2O_3 容易结晶，因此出现上述的漏电流问题。但是，本发明的发明人已经发现，利用包括从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一

种或两种或更多种元素这两者的复合氧化物,非晶绝缘膜可以按稳定的方式并在广阔的组成区域 (composition area) 中在大气中形成。在镧系元素中,Ce 特别地变为四价的,并且在 Ce 和碱土金属之间形成具有钙钛矿结构的晶体。因此,为了实现非晶相,优选从除了 Ce 的镧系元素中选择元素。

[0082] 在碱土金属和 Ga 氧化物之间,存在诸如针状 (spine) 结构的晶相。与钙钛矿结构晶体相比,这些晶体不析出,除非温度极高(通常等于或大于 1000°C)。此外,在碱土金属氧化物和由 Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的氧化物之间没有报告存在稳定的晶相。即使在高温下进行的后处理之后,晶体也很少从非晶相析出。此外,当碱土金属元素和从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的元素的复合氧化物由大于或等于三种金属元素形成时,非晶相甚至更稳定。

[0083] 考虑到形成高介电常数膜,优选增加诸如 Ba、Sr、Lu 和 La 的组成比。

[0084] 根据本发明的实施例的复合金属氧化物膜可以在广阔组成范围上形成非晶膜,因此可以在广阔范围上控制物理特性。例如,相对电容率近似为 6 到 20,这充分高于 SiO_2 。可以通过选择组成根据目的将相对电容率调整到适当的值。

[0085] 此外,复合金属氧化物的热膨胀系数类似于 10^{-6} 到 10^{-5} 的典型布线材料和半导体材料的热膨胀系数。因此,即使在对根据本发明的实施例的复合金属氧化物膜重复热处理之后,与具有 10^{-7} 的热膨胀系数的 SiO_2 的情况相比,该膜也更不太可能脱落。具体地,该复合金属氧化物膜与诸如 a-IGZO (非晶铟镓锌氧化物) 的氧化物半导体之间形成高质量界面。

[0086] 因此,通过在 FET 的绝缘膜中使用该复合金属氧化物膜,可以实现高性能半导体设备。

[0087] 可以通过诸如 CVD (化学气相沉积)、ALD (原子层沉积) 和溅射的真空工艺来形成上述复合金属氧化物膜。

[0088] 还可以通过准备用于形成上述复合金属氧化物膜的墨水、将该墨水涂敷于或者印刷在基板上、然后燃烧 (fire) 基板来形成该膜。

[0089] 用于形成该复合金属氧化物膜的第一种类型的绝缘膜形成墨水是利用包括一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和 (除了 Ce 之外的) 镧系元素构成的组中选取的一种或两种或更多种元素的溶液而形成的。

[0090] 第二种类型的绝缘膜形成墨水包括添加到第一种类型的墨水的从由 Al、Ti、Zr、Hf、Ce、Nb 和 Ta 构成的组中选取的一种或两种或更多种金属元素。

[0091] 绝缘膜形成墨水包括以上金属的金属有机酸式盐和金属有机络合物 (complex) 中的至少一个。在本申请中,词语“金属有机络合物”包括具有金属 - 碳键的有机金属化合物和具有配位键的金属络合物两者。

[0092] 金属有机酸式盐是取代的或者非取代的羧酸盐。例子是乙基丁酸镁、丙酸钙、新癸酸锶 (strontium neodecanoate)、辛酸钡 (barium octylate)、二乙基己酸镧、新癸酸钇、二乙基己酸铈、环烷酸锆以及二乙基己酸铈,尽管不限于此。

[0093] 金属有机络合物包括乙酰丙酮衍生物、取代的或者非取代的苯基组或者取代的或非取代的烷氧基组。例子是乙酰丙酮锶水合物、三 (2, 2, 6, 6- 四甲基 -3, 5 庚二酮酸) 钪、四乙氧基乙酰丙酮钪、水杨酸镁、丁氧钛和二 (均丁醇) 乙酰乙酸酯铝螯合物 (aluminum di(s-butoxide)acetoacetic ester chelate), 尽管不限于此。

[0094] 此外,金属有机络合物可以包括羰基组、取代的或者非取代的烷基组或者取代的或非取代的环戊二烯基。例子是五羰基铌、三(环戊二烯基)钪、二(环戊二烯基)二羰基titan(II)、四苯甲基铅和二乙基铝,尽管不限于此。

[0095] 此外,绝缘膜形成墨水包括上述金属的无机盐。例子是碳酸铈、硝酸铈水合物、硫酸镓和二氯化钪(IV)八水合物,尽管不限于此。

[0096] 作为在绝缘膜形成墨水中使用的溶剂,可以适当地选择其中以上金属原材料化合物可以稳定溶解或扩散的溶剂。例子是甲苯、二甲苯、乙酰丙酮、异丙醇、苯甲酸乙酯、N、N-二甲基甲酰胺、碳酸丙烯、2-乙基己酸、石油醚、二甲基吡啶丙烯脒、4-丁内酯、2-甲氧基乙醇、乙二醇和水,尽管不限于此。

[0097] 将绝缘膜形成墨水涂敷于基板上的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂覆、喷嘴印刷、凹版印刷和微接触印刷的传统方法。诸如粘性的绝缘膜形成墨水的溶液的物理特性优选被调整为适合于涂覆工艺的值。作为用于调整粘性的手段的例子,可以将乙二醇或二丙二醇甲醚添加到溶剂作为增稠剂,尽管不限于此。通过使用适当的印刷方法,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便无需随后进行图案化(patterning)过程。

[0098] 接下来,通过对涂敷在基板上的绝缘膜形成墨水进行热处理,墨水可以转换为氧化绝缘膜。可以通过诸如电阻加热、红外加热和激光束辐射的传统方法进行热处理。为了将金属原材料化合物转换为氧化物,需要断开金属原材料化合物中的金属-氧-碳键的金属-碳和氧-碳键。为了实现此,可以使用适当的方法来应用利用热、光等的分解反应所需的能量。存在用于促进转换为氧化绝缘膜的方法,比如通过照射紫外(UV)光断开金属-有机络合物中的化学键的方法或者通过将大气变为臭氧大气而促进氧化的方法。此外,为了形成高密度膜,优选适当地选择金属原材料化合物的反应条件和溶剂的沸点,以便达到包括碳、氢、氧和氮的反应中间产物和过度反应产物的流动性。

[0099] 根据以上过程,可以形成根据本发明的实施例的绝缘膜。根据本发明的实施例的绝缘膜具有非晶结构,并且当施加电场时漏电流相当低。

[0100] [第一实施例]

[0101] 参考图1给出根据本发明的第一实施例的场效应晶体管的描述。

[0102] 根据第一实施例的场效应晶体管包括绝缘基板11、栅极电极12、栅极绝缘层13、源极电极14、漏极电极15和半导体层16。

[0103] 首先,准备绝缘基板11。绝缘基板11可以由已经广泛用在平板显示器中的无碱玻璃或者石英玻璃制成。此外,由诸如聚碳酸酯(PC)、聚酰亚胺(PI)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)以及聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)的材料制成的塑料基板也可以适当地用作绝缘基板11。为了清洁基板并改善粘附性,优选通过氧等离子体、UV臭氧、UV辐射和清洁等进行预处理。

[0104] 接下来,在绝缘基板11上形成栅极电极12。各种材料和工艺可以用于形成栅极电极12。材料的例子是诸如Mo、Al和Cu的金属和合金、诸如ITO和ATO的透明导电氧化物以及诸如聚乙撑二氧噻吩(PEDOT)和聚苯胺(PANI)的有机导电材料。工艺的例子包括通过溅射、旋涂或者浸渍涂敷来形成膜,然后通过照相平版印刷(photolithography)或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷(nano-in-printing)和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0105] 接下来,形成栅极绝缘层 13。在本实施例中,栅极绝缘层 13 是由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜。

[0106] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的场效应晶体管要求的各自特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0107] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法和 ALD 方法的真空膜形成工艺或者溅射方法形成膜,然后进行照相平版印刷处理以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧 (fire) 基板来形成该膜。涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0108] 接下来,形成源极电极 14 和漏极电极 15。可以使用各种材料和工艺。材料的例子是诸如 Mo、Al 和 Cu 的金属和合金、诸如 ITO 和 ATO 的透明导电氧化物以及诸如聚乙撑二氧噻吩 (PEDOT) 和聚苯胺 (PANI) 的有机导电材料。工艺的例子包括通过溅射、旋涂或者浸渍涂敷形成膜,然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷 (nano-in-printing) 和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0109] 接下来,形成半导体层 16 以便形成源极电极 14 和漏极电极 15 之间的沟道。半导体层 16 的例子是诸如多晶硅 (p-Si)、非晶硅 (a-Si) 和 In-Ga-Zn-O 的氧化物半导体以及诸如并五苯的有机半导体,尽管不限于此。在这些之中,考虑到栅极绝缘层 13 和半导体层 16 的界面的稳定性,氧化物半导体是优选的。

[0110] 不特别限制工艺。工艺的例子包括诸如溅射、激光束沉积 (PLD) 方法、CVD 方法和 ALD 方法的真空膜形成工艺和诸如旋涂和浸渍涂敷的溶液处理以及然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0111] 根据以上过程,形成场效应晶体管。

[0112] 在根据本实施例的场效应晶体管中,形成栅极绝缘层 13 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,并且具有近似大于或等于 6 的相对电容率,这高于 SiO_2 的相对电容率。因此,降低了漏电流,并且可以以低电压驱动场效应晶体管。

[0113] 图 1 所示的场效应晶体管是所谓的底部栅极 / 底部接触型。但是,根据本发明的本实施例的场效应晶体管可以是例如如图 2 所示的底部栅极 / 顶部接触型、如图 3 所示的顶部栅极 / 底部接触型或者如图 4 所示的顶部栅极 / 顶部接触型。

[0114] 具体地,图 2 所示的底部栅极 / 顶部接触型如下形成。由金属材料制成的栅极电极 22 形成在绝缘基板 21 上。形成栅极绝缘层 23 以便覆盖栅极电极 22。半导体层 24 形成在栅极绝缘层 23 上。形成源极电极 25 和漏极电极 26 以便在栅极绝缘层 23 上形成沟道。

[0115] 图 3 所示的顶部栅极 / 底部接触型如下形成。源极电极 32 和漏极电极 33 形成在绝缘基板 31 上。形成半导体层 34 以便在源极电极 32 和漏极电极 33 之间形成沟道。形成栅极绝缘层 35 以便覆盖源极电极 32、漏极电极 33 和半导体层 34。在栅极绝缘层 35 上形成栅极电极 36。

[0116] 图 4 所示的顶部栅极 / 顶部接触型如下形成。在绝缘基板 41 上形成半导体层 42。形成源极电极 43 和漏极电极 44 以便在半导体层 42 上形成沟道。以覆盖源极电极 43、漏极电极 44 和半导体层 42 这样的方式形成栅极绝缘层 45。在栅极绝缘层 45 上形成栅极电极 46。

[0117] 根据本实施例的场效应晶体管可以用作例如半导体存储器、TFT 或者显示器(显示元件)中的驱动电路。

[0118] [第二实施例]

[0119] 参考图 5 给出根据本发明的第二实施例的场效应晶体管的描述。

[0120] 根据第二实施例的场效应晶体管包括半导体基板 51、栅极绝缘层 52、栅极电极 53、栅极侧壁绝缘膜 54、源极区域 55、漏极区域 56、层间绝缘膜 57、源极电极 58 和漏极电极 59。

[0121] 首先,准备半导体基板 51。不特别限制半导体基板 51 的材料,只要其是半导体材料即可。例如,可以适当地使用其中添加了指定的杂质的 Si (硅) 或 Ge (锗)。

[0122] 接下来,在绝缘基板 51 上形成栅极绝缘层 52。在本实施例中,栅极绝缘层 52 是由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜。

[0123] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的场效应晶体管要求的各种特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0124] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法和 ALD 方法或者溅射方法的真空膜形成工艺形成膜,然后进行照相平版印刷方法以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0125] 接下来,形成栅极电极 53。不特别限制材料和工艺。材料的例子是多晶硅、诸如 Al 的金属材料以及可以通过层压在这些材料上层压的诸如 TiN 和 TaN 的阻挡金属而形成的层压体。工艺的例子是诸如 CVD 和溅射的真空膜形成工艺。此外,尽管未示出,为了降低电阻的目的,可以在栅极电极 53 的表面上形成诸如 NiSi、CoSi 和 TiSi 的硅化物层。

[0126] 不特别限制对栅极绝缘层 52 和栅极电极 53 图案化的方法。例如,可以进行照相平版印刷方法,其中利用光致抗蚀剂形成掩膜,然后进行干法刻蚀以从未被掩膜覆盖的区域中去除栅极绝缘层 52 和栅极电极 53 的部分。

[0127] 接下来,在栅极绝缘层 52 和栅极电极 53 的侧壁上形成栅极侧壁绝缘膜 54。不特

别限制材料和工艺。材料的例子是诸如 SiON 和 SiO₂ 的绝缘材料。工艺的例子是诸如 CVD 和溅射的真空膜形成工艺。不特别限制对栅极侧壁绝缘膜 54 图案化的方法。在一个例子中,在整个基板上形成栅极侧壁绝缘膜 54,然后通过干法刻蚀深腐蚀(etch back)整个表面。

[0128] 接下来,选择性地将离子注入半导体基板 51 中,以形成源极区域 55 和漏极区域 56。尽管未示出,但是为了降低电阻的目的,可以在源极区域 55 和漏极区域 56 的表面上形成诸如 NiSi、CoSi 和 TiSi 的硅化物层。

[0129] 接下来,形成层间绝缘膜 57。不特别限制材料和工艺。材料的例子是诸如 SiON 和 SiO₂ 的绝缘材料。工艺的例子是诸如 CVD 和溅射的真空膜形成工艺。不特别限制对层间绝缘膜 57 图案化的方法。在一个例子中,可以通过照相平版印刷形成要求的图案,形成如图 5 所示的通孔。

[0130] 接下来,形成源极电极 58 和漏极电极 59。通过填充在层间绝缘膜 57 中形成的通孔来形成源极电极 58 和漏极电极 59 以便分别与源极区域 55 和漏极区域 56 连接。

[0131] 不特别限制材料和工艺。材料的例子是诸如 Al 和 Cu 的金属材料。工艺的例子是通过诸如溅射的真空膜形成工艺来填充通孔,然后通过照相平版印刷进行图案化,或者通过 CVD 或涂敷方法填充通孔,然后通过 CMP (化学机械研磨)对各部分平坦化。可以通过在金属材料上层压诸如 TiN 和 TaN 的阻挡金属来形成层压体。可以进行 CVD 方法以通过用 W 填充通孔来形成 W 孔塞(plug)。

[0132] 根据以上过程,形成场效应晶体管。在根据本实施例的场效应晶体管中,形成栅极绝缘层 52 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,并且相对电容率大于或等于 6,这大于 SiO₂ 的相对电容率。因此,可以降低漏电流,并且可以以低电压驱动场效应晶体管,并且场效应晶体管可以高度集成。

[0133] 在根据图 5 所示的第二实施例的场效应晶体管中,半导体基板 51 对应于在源极区域 55 和漏极区域 56 之间形成沟道的半导体层。

[0134] 此外,尽管未示出,但是可以在由 Si 制成的半导体基板 51 和栅极绝缘层 52 之间形成由 SiGe 制成的半导体层。此外,图 5 例示了顶部栅极结构,但是,该栅极绝缘层 52 可以用在所谓的双栅极结构或者鳍型 FET 中。

[0135] 根据本实施例的场效应晶体管可以用在半导体存储器等中。

[0136] [第三实施例]

[0137] 参考图 6 给出根据本发明的第三实施例的易失性半导体存储器设备(第一例子)的描述。

[0138] 根据本实施例的易失性半导体存储器设备(第一例子)包括绝缘基板 61、栅极电极 62、栅极绝缘层 63、源极电极 64、漏极电极 65、半导体层 66、第一电容器电极 67、电容器电介质层 68 和第二电容器电极 69。

[0139] 首先,准备绝缘基板 61。材料与第一实施例的基板 11 的材料相同。

[0140] 接下来,在绝缘基板 61 上形成栅极电极 62。材料和工艺与第一实施例的栅极电极 12 的相同。

[0141] 接下来,形成第二电容器电极 69。可以使用各种材料和工艺来形成第二电容器电极 69。材料的例子是合金、诸如 Mo、Al、Cu 和 Ru 的金属、诸如 ITO 和 ATO 的透明导电氧化

物以及诸如聚乙撑二氧噻吩(PEDOT)和聚苯胺(PANI)的有机导电材料。工艺的例子包括通过溅射、旋涂或者浸渍涂敷形成膜,然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0142] 栅极电极 62 和第二电容器电极 69 如果利用相同的材料和工艺制成则可以同时形成。

[0143] 接下来,形成栅极绝缘层 63。在本实施例中,栅极绝缘层 63 是由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜。

[0144] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的易失性半导体存储器设备要求的各种特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0145] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法、ALD 方法和溅射方法的真空膜形成工艺形成膜,然后进行照相平版印刷方法以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0146] 接下来,在第二电容器电极 69 上形成电容器电介质层 68。不特别限制电容器电介质层 68 的材料。例如,可以使用包括 Hf、Ta 和 La 的高电介质氧化物材料和诸如铅锆钛(PZT)和锶铋钽(SBT)的铁电材料。电容器电介质层 68 可以由根据本发明的实施例的绝缘膜、即由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜而制成。

[0147] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的场效应晶体管要求的各种特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0148] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法、ALD 方法和溅射方法的真空膜形成工艺形成膜,然后进行照相平版印刷处理以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0149] 栅极绝缘层 63 和电容器电介质层 68 如果利用相同的材料和工艺制成则可以同时形成。

[0150] 接下来,形成源极电极 64 和漏极电极 65。材料和工艺与用于第一实施例的源极电极 14 和漏极电极 15 的相同。

[0151] 接下来,形成第一电容器电极 67。可以使用各种材料和工艺来形成第一电容器电极 67。材料的例子是合金、诸如 Mo、Al、Cu 和 Ru 的金属、诸如 ITO 和 ATO 的透明导电氧化物以及诸如聚乙撑二氧噻吩(PEDOT)和聚苯胺(PANI)的有机导电材料。工艺的例子包括通过溅射、旋涂或者浸渍涂敷形成膜,然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0152] 源极电极 64、漏极电极 65 和第一电容器电极 67 如果利用相同的材料和工艺制成则可以同时形成。

[0153] 接下来,形成半导体层 66。半导体层 66 的例子是多晶硅(p-Si)、非晶硅(a-Si)、诸如 a-IGZO 的氧化物半导体以及诸如并五苯的有机半导体,尽管不限于此。在这些之中,考虑到栅极绝缘层 63 和半导体层 66 的界面的稳定性,氧化物半导体是优选的。不特别限制工艺。工艺的例子包括通过诸如溅射、激光束沉积(PLD)方法、CVD 方法和 ALD 方法的真空膜形成工艺和诸如旋涂和浸渍涂敷的溶液处理来形成膜,以及然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0154] 根据以上过程,形成易失性存储器。

[0155] 根据第一观点,在根据本实施例的易失性存储器中,形成栅极绝缘层 63 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,且相对电容率大于或等于 6,这高于 SiO₂ 的相对电容率。因此,可以降低漏电流,并且可以以低电压驱动该易失性存储器。

[0156] 根据第二观点,在根据本实施例的易失性存储器中,形成栅极绝缘层 63 和电容器电介质层 68 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,且相对电容率大于或等于 6,这高于 SiO₂ 的相对电容率。因此,可以减少漏电流,并且可以以低电压驱动该易失性存储器。

[0157] 在图 6 所示的易失性存储器(第一例子)中,栅极电极 62、栅极绝缘层 64、源极电极 64、漏极电极 65 和半导体层 66 的位置关系对应于所谓的底部栅极 / 顶部接触型。但是,根据本实施例的易失性存储器可以是例如如图 7 所示的底部栅极 / 顶部接触型、如图 8 所示的顶部栅极 / 底部接触型或者如图 9 所示的顶部栅极 / 顶部接触型。

[0158] 此外,在图 6 所示的易失性存储器(第一例子)中,第一电容器电极 67、电容器电介质层 68 和第二电容器电极 69 具有平面结构;但是,这些元件可以具有三维结构以增加电容器的容量。

[0159] [第四实施例]

[0160] 参考图 10 给出根据本发明的第四实施例的易失性半导体存储器设备(第二例子)的描述。

[0161] 根据本实施例的易失性半导体存储器设备(第二例子)包括半导体基板 71、栅极绝缘层 72、栅极电极 73、栅极侧壁绝缘膜 74、源极区域 75、漏极区域 76、第一层间绝缘膜 77、位线电极 78、第二层间绝缘膜 79、第一电容器电极 80、电容器电介质层 81 和第二电容器电极 82。

[0162] 半导体基板 71、栅极绝缘层 72、栅极电极 73、栅极侧壁绝缘膜 74、源极区域 75、漏极区域 76 和第一层间绝缘膜 77 可以利用与第二实施例的半导体基板 51、栅极绝缘层 52、栅极电极 53、栅极侧壁绝缘膜 54、源极区域 55、漏极区域 56 和层间绝缘膜 57 相同的材料和工艺制成。

[0163] 在本实施例中,栅极绝缘层 72 是由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜。

[0164] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的易失性半导体存储设备要求的各种特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0165] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法、ALD 方法和溅射方法的真空膜形成工艺形成膜,然后进行照相平版印刷处理以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0166] 如上所述,在半导体基板 71 上,形成栅极绝缘层 72、栅极电极 73、栅极侧壁绝缘膜 74、源极区域 75、漏极区域 76 和第一层间绝缘膜 77,然后形成位线电极 78。不特别限制材料和工艺。材料的例子是 Al 和 Cu。工艺的例子是通过诸如溅射和 CVD 的真空膜形成工艺填充通孔,然后通过照相平版印刷进行图案化,或者通过 CVD 或涂敷方法填充通孔,然后通过 CMP (化学机械研磨) 对各元素平坦化。可以通过在金属材料上层压诸如 TiN 和 TaN 的阻挡金属来形成层压层。可以进行 CVD 方法以通过用 W 填充通孔来形成 W 孔塞。

[0167] 接下来,形成第二层间绝缘膜 79。材料和工艺与第二实施例的层间绝缘膜 75 的相同。

[0168] 接下来,形成第一电容器电极 80。不特别限制材料和工艺。材料的例子是诸如 Al、Cu 和 Ru 的金属材料和多晶硅。工艺的例子是通过诸如溅射和 CVD 的真空膜形成工艺填充通孔,然后通过照相平版印刷进行图案化,或者通过 CVD 或涂敷方法填充通孔,然后通过 CMP (化学机械研磨) 对各元素平坦化。可以通过在金属材料上层压诸如 TiN 和 TaN 的阻挡金属来形成层压层。可以进行 CVD 方法以通过用 W 填充通孔来形成 W 孔塞。

[0169] 接下来,形成电容器电介质层 81。不特别限制电容器电介质层 81 的材料。例如,可以使用包括 Hf、Ta 和 La 的高电介质氧化物材料和诸如铅锆钛 (PZT) 和锶铋钽 (SBT) 的铁电材料。电容器电介质层 81 可以由根据本发明的实施例的绝缘膜、即由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜而制成。

[0170] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的易失性半导体存储器设备要求的各种特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0171] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法、ALD 方法和溅射方法的真空膜形成工艺形成膜,然后进行照相平版印刷处理以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。

涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0172] 接下来,形成第二电容器电极 82。不特别限制材料和工艺。材料的例子是诸如 Al、Cu 和 Ru 的金属材料和多晶硅。工艺的例子是通过诸如溅射和 CVD 的真空膜形成工艺形成膜,然后通过照相平版印刷进行图案化。可以通过在金属材料上层压诸如 TiN 和 TaN 的阻挡金属来形成层压层。

[0173] 根据以上过程,形成易失性存储器。

[0174] 根据第一观点,在根据本实施例的易失性存储器中,形成栅极绝缘层 72 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,且相对电容率大于或等于 6,这高于 SiO₂ 的相对电容率。因此,可以降低漏电流,并且该易失性存储器可以高度集成并且可以以低电压驱动。

[0175] 根据第二观点,在根据本实施例的易失性存储器中,形成栅极绝缘层 72 和电容器电介质层 81 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,且相对电容率大于或等于 6,这高于 SiO₂ 的相对电容率。因此,可以减少漏电流,并且该易失性存储器可以高度集成并且可以以低电压驱动。

[0176] 本实施例描述了具有堆叠类型结构的易失性存储器,其中电容器被放置在场效应晶体管的顶部;但是,易失性存储器不限于此。例如,易失性存储器可以具有沟槽型结构,其中通过在半导体基板中形成槽(未示出)而将电容器放置在场效应晶体管的底部。

[0177] 此外,在图 10 所示的易失性存储器(第二例子)中,第一电容器电极 80、电容器电介质层 81 和第二电容器电极 82 具有平面结构;但是,这些元件可以具有三维结构以增加电容器的容量。

[0178] [第五实施例]

[0179] 参考图 11 给出根据本发明的第五实施例的非易失性半导体存储器(第一例子)的描述。

[0180] 根据本实施例的非易失性半导体存储器(第一例子)包括绝缘基板 91、栅极电极 92、第一栅极绝缘层 93、浮置栅极电极 94、第二栅极绝缘层 95、源极电极 96、漏极电极 97 和半导体层 98。

[0181] 第一栅极绝缘层 93 是所谓的栅极电极间绝缘层,第二栅极绝缘层 95 是所谓的隧道绝缘层,并且栅极电极 92 是所谓的控制栅极电极。基于对源极电极 96、漏极电极 97 和栅极电极 98 的电压施加的条件,根据隧穿效应,电子可以经由作为隧道绝缘层的第二栅极绝缘膜被输入到浮置栅极电极 94/ 从浮置栅极电极 94 输出,因此起着存储器的作用。

[0182] 以下描述形成根据本实施例的非易失性半导体存储器的方法。

[0183] 首先,准备绝缘基板 91。材料与第一实施例的绝缘基板 11 的相同。

[0184] 接下来,在绝缘基板 91 上形成栅极电极 92。材料和工艺与第一实施例的栅极电极 12 的相同。

[0185] 接下来,形成第一栅极绝缘层 93 以便覆盖栅极电极 92。在本实施例中,第一栅极绝缘层 93 是由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜。

[0186] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的非易失性半导体存储器设备要求的各种特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0187] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法、ALD 方法和溅射方法的真空膜形成工艺形成膜,然后进行照相平版印刷处理以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0188] 接下来,在第一栅极绝缘层 93 上形成浮置栅极电极 94。可以使用各种材料和工艺来形成浮置栅极电极 94。材料的例子是合金、诸如 Mo、Al、Cu 和 Ru 的金属、诸如 ITO 和 ATO 的透明导电氧化物以及诸如聚乙撑二氧噻吩(PEDOT)和聚苯胺(PANI)的有机导电材料。工艺的例子包括通过溅射、旋涂或者浸渍涂敷形成膜,然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0189] 接下来,形成第二栅极绝缘层 95 以便覆盖浮置栅极电极 94。不特别限制材料;可以适当地选择最佳材料。为了增加耦合比的目的,优选使用诸如 SiO₂ 或者含氟聚合物的具有低介电常数的绝缘材料。不特别限制工艺。例如,可以适当地使用诸如溅射、CVD 和 ALD 的真空膜形成工艺和用于应用包括金属醇盐和金属络合物的液体和包括聚合物的液体的诸如旋涂、染料涂敷、喷嘴涂敷和喷墨印刷的溶液方法。此外,可以通过进行照相平版印刷或者印刷来形成要求的图案。

[0190] 接下来,在第二栅极绝缘层 95 上形成源极电极 96 和漏极电极 97。材料和工艺与第一实施例的源极电极 14 和漏极电极 15 的相同。

[0191] 接下来,形成半导体层 98。不特别限制材料。半导体层 98 的例子是诸如多晶硅(p-Si)、非晶硅(a-Si)和 In-Ga-Zn-O 的氧化物半导体以及诸如并五苯的有机半导体,尽管不限于此。在这些之中,氧化物半导体是优选的。不特别限制工艺。工艺的例子包括通过诸如溅射、激光束沉积(PLD)方法、CVD 方法和 ALD 方法的真空膜形成工艺和诸如旋涂和浸渍涂敷的溶液处理形成膜以及然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0192] 根据以上过程,形成非易失性存储器(第一例子)。

[0193] 在根据本实施例的非易失性半导体存储器中,形成第一栅极绝缘层 93 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,并且具有近似大于或等于 6 的相对电容率,这高于 SiO₂ 的相对电容率。因此,降低了漏电流,并且可以降低用于写/擦除操作的电压。

[0194] 在图 11 所示的非易失性存储器(第一例子)中,栅极电极 92、源极电极 96、漏极电极 97 和半导体层 98 的位置关系对应于所谓的底部栅极/底部接触型。但是,本实施例的非易失性存储器可以是例如如图 12 所示的底部栅极/顶部接触型、如图 13 所示的顶部栅极/底部接触型或者如图 14 所示的顶部栅极/顶部接触型。

[0195] 此外,在图 11 到图 14 中,栅极电极 92、第一栅极绝缘层 93 和浮置栅极电极 94 具

有平面结构;但是,这些元件可以具有三维结构以增加电容器的容量。

[0196] [第六实施例]

[0197] 参考图 15, 给出根据本发明的第六实施例的非易失性半导体存储器(第二例子)的描述。

[0198] 根据本实施例的非易失性半导体存储器(第二例子)包括半导体基板 101、第一栅极绝缘层 102、栅极电极 103、第二栅极绝缘层 104、浮置栅极电极 105、栅极侧壁绝缘膜 106、源极区域 107 和漏极区域 108。

[0199] 第一栅极绝缘层 102 是所谓的栅极电极间绝缘层, 第二栅极绝缘层 104 是所谓的隧道绝缘层, 并且栅极电极 103 是所谓的控制栅极电极。基于对源极区域 107、漏极区域 108 和栅极电极 103 的电压施加的条件, 根据隧穿效应, 电子可以经由作为隧道绝缘层的第二栅极绝缘膜 104 被输入到浮置栅极电极 105/ 从浮置栅极电极 105 输出, 因此起着存储器的作用。

[0200] 以下描述形成根据本实施例的非易失性半导体存储器的方法。

[0201] 首先, 准备半导体基板 101。材料与第二实施例的半导体基板 51 的相同。

[0202] 接下来, 形成第二栅极绝缘膜 104。不特别限制材料; 一个例子是诸如 SiO_2 的具有低介电常数的绝缘材料。不特别限制工艺; 例子是热氧化方法和诸如溅射、CVD 和 ALD 的真空膜形成方法。

[0203] 接下来, 形成浮置栅极电极 105。不特别限制材料和工艺。材料的例子是多晶硅、诸如 Al 的金属材料以及层压体, 该层压体可以通过在那些材料上层压诸如 TiN 和 TaN 的阻挡金属而形成。工艺的例子是诸如 CVD 和溅射的真空膜形成工艺。

[0204] 接下来, 形成第一栅极绝缘层 102。在本实施例中, 第一栅极绝缘层 102 是由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜。

[0205] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的非易失性半导体存储器设备要求的各种特性, 比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成, 因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0206] 不特别限制工艺。例如, 通过诸如 CVD 方法、ALD 方法和溅射方法的真空膜形成工艺形成膜, 然后进行照相平版印刷方法以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件, 墨水可以仅印刷在指定的区域中, 以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0207] 不特别限制对第一栅极绝缘层 102、栅极电极 103、第二栅极绝缘膜 104 和浮置栅极电极 105 图案化的方法; 例如, 可以通过照相平版印刷形成要求的图案。

[0208] 接下来, 形成栅极侧壁绝缘膜 106。材料和工艺与第二实施例的栅极侧壁绝缘膜 54 的相同。接下来, 将离子选择性地注入半导体基板 101 中, 以形成源极区域 107 和漏极区域 108。尽管未示出, 为了降低电阻的目的, 可以在源极区域 107 和漏极区域 108 的表面上

形成诸如 NiSi、CoSi 和 TiSi 的硅化物层。

[0209] 根据以上过程,形成非易失性存储器(第二例子)。在根据本实施例的非易失性半导体存储器中,,形成第一栅极绝缘层 102 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,并且具有近似大于或等于 6 的相对电容率,这大于 SiO₂ 的相对电容率。因此,降低了漏电流,并且可以降低用于写/擦除操作的电压。

[0210] 此外,在图 15 中,第一栅极绝缘层 102、栅极电极 103 以及浮置栅极电极 105 具有平面结构;但是,这些元件可以具有三维结构以增加电容器的容量。

[0211] [第七实施例]

[0212] 参考图 16 到 22 给出根据本发明的第七实施例的显示元件的描述。根据本实施例的显示元件是有机电致发光(有机 EL)显示元件。

[0213] 参考图 16 给出根据本实施例的有机 EL 显示元件的描述。根据本实施例的有机 EL 显示元件包括绝缘基板 201、第一栅极电极 202、第二栅极电极 203、栅极绝缘层 204、第一源极电极 205、第一漏极电极 206、第二源极电极 207、第二漏极电极 208、第一半导体层 209、第二半导体层 210、第一保护层 211、第二保护层 212、分隔壁(partition wall) 213、有机 EL 层 214、上部电极 215、密封层 216、粘附层 217 和相对绝缘基板 218。

[0214] 根据本实施例的有机 EL 显示元件包括作为光学控制元件的有机 EL 元件 250 以及包括第一场效应晶体管 260 和第二场效应晶体管 270 的像素驱动电路 280。第一场效应晶体管 260 包括第一栅极电极 202、栅极绝缘层 204、第一源极电极 205、第一漏极电极 206、第一半导体层 209 和第一保护层 211。第二场效应晶体管 270 包括第二栅极电极 203、栅极绝缘层 204、第二源极电极 207、第二漏极电极 208、第二半导体层 210 和第二保护层 212。

[0215] 像素驱动电路 280 具有包括两个晶体管和一个电容器的结构,并且第一漏极电极 206 连接到第二栅极电极 203。在图 16 中,为了方便起见,在第二源极电极 207 和第二栅极电极 203 之间形成电容器;但是,形成电容器的位置实际上不限于此。可以在要求的位置适当地设计/形成具有要求的电容的电容器。根据本发明的实施例的复合金属氧化物绝缘膜可以用作电容器电介质膜。从工艺设计的观点看,期望同时利用相同的材料形成电容器电介质膜和两个晶体管的栅极绝缘膜。

[0216] 接下来,给出形成根据本实施例的有机 EL 显示元件的方法的描述。

[0217] 可以通过与根据第一实施例的场效应晶体管相同的材料和工艺来形成第一场效应晶体管 260 和第二场效应晶体管 270。

[0218] 在本实施例中,栅极绝缘层 204 是由从由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba 和 Ra 构成的组中选取的一种或两种或更多种碱土金属元素以及从由 Ga、Sc、Y 和除了 Ce 之外的镧系元素构成的另一组中选取的一种或两种或更多种元素制成的复合金属氧化物绝缘膜。

[0219] 不特别限制在该复合金属氧化物绝缘膜中包括的元素量。可以确定组成以便满足要制造的有机 EL 显示器要求的各种特性,比如介电常数、介电损失、热膨胀系数、工艺兼容性和成本。根据本发明的实施例的栅极绝缘膜可以具有从广阔范围中选择的组成,因此可以满足广阔范围的所要求的规范。

[0220] 不特别限制工艺。例如,通过诸如 CVD 方法、ALD 方法和溅射方法的真空膜形成工艺形成膜,然后进行照相平版印刷方法以形成要求的图案。可以通过准备用于形成以上复合金属氧化物膜的墨水、将墨水涂敷于基板上、然后在适当的条件下燃烧基板来形成该膜。

涂敷墨水的方法可以是诸如旋涂、喷墨印刷、窄缝涂敷、喷嘴印刷、照相凹版印刷和微接触印刷的传统方法。通过使用适当的印刷方法和条件,墨水可以仅印刷在指定的区域中,以便不需要随后进行图案化过程。可以通过这些膜形成方法的任意一种来形成非晶膜。

[0221] 可以使用各种材料和工艺来形成第一保护层 211 和第二保护层 212。材料的例子是诸如 SiO_2 、 SiON 和 SiN_x 的无机氧化物和氮化物以及诸如氟化聚合物的绝缘材料。工艺的例子包括通过溅射、CVD 和旋涂形成膜,然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理来进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0222] 可以使用各种材料和工艺来形成分隔壁 213。材料的例子是诸如 SiO_2 、 SiON 和 SiN_x 的无机氧化物和氮化物以及诸如丙烯酸树脂和聚酰亚胺的绝缘材料。工艺的例子包括通过溅射、CVD 和旋涂形成膜,然后通过照相平版印刷或者通过进行诸如喷墨印刷、纳米印刷和照相凹版印刷的印刷处理来进行图案化,以便直接形成具有要求的形状的膜。

[0223] 接下来,给出有机 EL 元件 250 的描述。根据本实施例的有机 EL 元件 250 包括有机 EL 层 214、上部电极 215 和第二漏极电极 208 (下部电极)。

[0224] 例如,第二漏极电极 208 由 ITO 制成。第二漏极电极 208 可以由诸如 In_2O_3 、 SnO_2 、 ZnO 的透明导电氧化物或者银 (Ag) - 钕 (Nd) 合金制成。

[0225] 有机 EL 层 214 包括电子传输层、发光层和空穴传输层。上部电极 215 连接到电子传输层并且第二漏极电极 208 连接到空穴传输层。当在第二漏极电极 208 和上部电极 215 之间施加预定电压时,从第二漏极电极 208 和上部电极 215 注入的空穴和电子在发光层中重新组合,以便发光中心在该层中发光。

[0226] 例如,上部电极 215 由铝 (Al) 制成。上部电极 215 可以由镁 (Mg) - 银 (Ag) 合金、铝 (Al) - 锂 (Li) 合金和 ITO (氧化铟锡) 制成。

[0227] 不特别限制形成有机 EL 元件的方法,并且其可以是传统方法。例如,通过诸如真空气相沉积方法和溅射方法的真空膜形成工艺以及通过诸如喷墨印刷和喷嘴印刷的溶液处理来形成膜。

[0228] 在形成像素驱动电路 280 和有机 EL 元件 250 之后,形成密封层 216。可以使用各种材料和工艺来形成密封层 216。材料的例子是诸如 SiO_2 、 SiON 和 SiN_x 的无机氧化物和氮化物。工艺的例子包括诸如 CVD 和溅射的真空膜形成方法。

[0229] 最后,经由诸如环氧树脂和丙烯酸 (类) 树脂的材料制成的粘附层 217 粘附相对绝缘基板 218,以便完成有机 EL 显示元件。

[0230] 在根据本实施例的有机 EL 显示元件中,当第一和第二场效应晶体管导通时,有机 EL 层 214 发光,以便从绝缘基板 201 侧显示图像,如箭头 A 所示。在此情况下,绝缘基板 201、第二漏极电极 208 和栅极绝缘层 204 需要由透明材料 (ITO、 SiO_2 等) 制成。

[0231] 在本实施例中,给出了“底部发射”型的描述,其中从绝缘基板 201 发光;但是本实施例不限于此。有机 EL 显示元件可以是“顶部发射”型,其中从在与箭头 A 相对的一侧的相对绝缘基板 218 发光。例如,在此情况下,使用诸如银 (Ag) - 钕 (Nd) 合金的高反射率电极作为第二漏极电极 208,并且使用诸如镁 (Mg) - 银 (Ag) 合金薄膜的半透明电极作为上部电极 215。

[0232] 在本实施例中,有机 EL 元件定位为邻近像素驱动电路 280;但是,本实施例不限于

此。例如,如图 17 所示,有机 EL 元件 250 可以位于像素驱动电路 280 以上。

[0233] 在图 17 所示的有机 EL 显示元件中,在绝缘基板 221 上,形成第一场效应晶体管 260 和第二场效应晶体管 270。第一场效应晶体管 260 包括第一栅极电极 222、栅极绝缘层 224、第一源极电极 225、第一漏极电极 226、第一半导体层 229 和第一保护层 231。第二场效应晶体管 270 包括第二栅极电极 223、栅极绝缘层 224、第二源极电极 227、第二漏极电极 228、第二半导体层 230 和第二保护层 232。形成层间绝缘膜 233 以便覆盖第一场效应晶体管 260 和第二场效应晶体管 270。在层间绝缘膜 233 上形成分隔壁 234。同时,在包括第一场效应晶体管 260 和第二场效应晶体管 270 的像素驱动电路 280 上形成的有机 EL 元件包括下部电极 235、有机 EL 层 236 和上部电极 237。第二漏极电极 228 和下部电极 235 通过在层间绝缘膜 233 中形成的通孔而连接。密封层 238、粘附层 239 和相对绝缘基板 240 与图 16 中所示的密封层 216、粘附层 217 和相对绝缘基板 218 相同。

[0234] 在本实施例中,有机 EL 层包括电子传输层、发光层和空穴传输层;但是,本实施例不限于此。例如,电子传输层和发光层可以合并为单个层。在另一例子中,可以在电子传输层和上部电极 215 之间提供电子注入层。此外,可以在空穴传输层和第二漏极电极之间提供空穴注入层。

[0235] 在根据本实施例的有机 EL 显示元件中,形成栅极绝缘膜 204 的复合金属氧化物绝缘膜具有非晶结构,并且具有近似大于或等于 6 的相对电容率,这大于 SiO_2 的相对电容率。因此,抑制了漏电流,并且可以低功耗操作有机 EL 显示元件。

[0236] 在以上描述中,驱动显示元件的像素驱动电路具有包括两个晶体管和一个电容器的结构;但是,本实施例不限于此。像素驱动电路可以具有优化的结构,例如四个晶体管和一个电容器或者五个晶体管 and 两个电容器,等等。在这些情况的任意一个中,根据本发明的实施例的复合金属氧化物绝缘膜可以用在晶体管的栅极绝缘膜以及电容器的电介质膜两者中。

[0237] 以上描述了其中有机 EL 元件被用作光学控制元件的有机电致发光显示设备。但是,通过使用液晶显示元件作为光学控制元件,该图像显示设备可以是液晶显示器设备。图 18 所示的液晶显示元件的例子包括偏光板 302、玻璃基板 303、透明电极 304、对准膜 305、对准膜 307、透明电极 308、滤色器 (color filter) 309、玻璃基板 310 和偏光板 311。此外,填充有液晶材料的液晶层 306 被提供在液晶元件中。此外,为液晶元件提供背光系统 301。电源 312 在透明电极 304 和透明电极 308 之间施加电压以控制液晶材料的对准,并控制从背光系统 301 进入的光的透射率。液晶元件通过电压驱动,因此像素驱动电路包括一个晶体管和一个电容器。同样,在此情况下,根据本发明的实施例的复合金属氧化物绝缘膜可以用在晶体管的栅极绝缘膜和电容器的电介质膜两者中。

[0238] 在本实施例中,通过使用电致变色元件、电泳元件和电湿润元件作为光学控制元件(显示元件),显示设备可以是反射显示设备。

[0239] 图 19 所示的电致变色元件的例子包括玻璃基板 321、底部电极 322、白色反射层 323、电解质溶液或者固态电解质 324、电致变色层 325、顶部透明电极 326 和玻璃基板 327。当电源 328 在底部电极 322 和顶部透明电极 326 之间施加预定电压时,电致变色材料可逆地氧化或还原(reduce),以便产生或擦除颜色。因而,电致变色元件起着显示元件的作用。

[0240] 此外,图 20 所示的电泳元件的例子包括玻璃基板 331、底部电极 332、显示层 333、

顶部透明电极 334 和玻璃基板 335。在显示层 333 中,已被充电的白色粒子和黑色粒子分散在溶剂中。当电源 336 在底部电极 332 和顶部透明电极 334 之间施加预定电压时,充电的粒子根据电场而移动。因而,电泳元件起着显示元件的作用。

[0241] 此外,图 21 所示的电湿润元件的例子包括白色基板 341、底部透明电极 342、疏水(hydrophobic)绝缘层 343、油层 344、水溶液层 345、顶部透明电极 346 和玻璃基板 347。油层 344 被着色,并且水溶液层 345 是透明的。当电湿润元件被断开时,显示油层 344 的颜色,因为水溶液层 345 是透明(translucent)层。然后,如图 22 所示,当电源 348 在底部透明电极 342 和顶部透明电极 346 之间施加预定电压时,在疏水绝缘层 343 的表面上产生电荷,使得疏水绝缘层 343 的表面变为亲水表面。也就是说,疏水绝缘层 343 相对于油层 344 的亲水性降低,而相对于水溶液层 345 的亲水性增加。从而,降低了整体能量,使得油层 344 在使得油层 344 和疏水绝缘层 343 之间的接触面积最小化的方向上移动。因此,显示白色基板 341 的颜色。根据此原理,电湿润元件起着显示元件的作用。

[0242] 上述电致变色元件、电泳元件和电湿润元件可以与滤色器组合以起着反射型彩色显示器的作用。

[0243] 上述电致变色元件是电流驱动元件,因此,类似于有机 EL 显示元件,像素驱动电路需要具有两个或多个晶体管以及一个或多个电容器。电泳元件和电湿润元件是电压驱动元件,因此可以仅包括一个晶体管和一个电容器。同样,在这些情况下,根据本发明的实施例的复合金属氧化物绝缘膜可以用在晶体管的栅极绝缘膜和电容器的电介质膜两者中。

[0244] [第八实施例]

[0245] 接下来,参考图 23 到 31 给出根据本发明的第八实施例的图像显示设备和系统的描述。图 23 是作为根据第八实施例的系统的电视设备 500 的示意图。图 23 中的连接线指示主要信号和信息流,不表示块之间的所有连接关系。

[0246] 根据第八实施例的电视设备 500 包括主控制设备 501、调谐器 503、AD 转换器(ADC) 504、解调电路 505、TS(传输流)解码器 506、音频解码器 511、DA 转换器(DAC) 512、音频输出电路 513、扬声器 514、视频解码器 521、视频 OSD 合成电路 522、视频输出电路 523、图像显示设备 524、OSD 呈现电路 525、存储器 531、操作设备 532、驱动接口(驱动器 IF)541、硬盘设备 542、光盘设备 543、IR 光学接收器 551 以及通信控制设备 552。

[0247] 主控制设备 501 控制整个电视设备 500,并且包括 CPU、快闪 ROM 和 RAM。快闪 ROM 包括由可以被 CPU 解码的代码描述的程序以及用于 CPU 进行的处理的各种数据。此外,RAM 是工作存储器。

[0248] 调谐器 503 从利用天线 610 接收的广播波中选择以广播预先设置的频道。

[0249] ADC 504 将来自调谐器 503 的输出信号(模拟信息)转换为数字信息。

[0250] 解调电路 505 对来自 ADC504 的数字信息解调。

[0251] TS 解码器 506 对来自解调电路 505 的输出信号进行 TS 解码,并将音频信息与视频信息分离。

[0252] 音频解码器 511 解码来自 TS 解码器 506 的音频信息。

[0253] DA 转换器(DAC) 512 将来自音频解码器 511 的输出信号转换为模拟信号。

[0254] 音频输出电路 513 将来自 DA 转换器(DAC) 512 的输出信号输出到扬声器 514。

- [0255] 视频解码器 521 解码来自 TS 解码器 506 的视频信息。
- [0256] 视频 OSD 合成电路 522 将来自视频解码器 521 的输出信号与来自 OSD 呈现电路 525 的输出信号解码。
- [0257] 视频输出电路 523 将来自视频 OSD 合成电路 522 的输出信号输出到图像显示设备 524。
- [0258] OSD 呈现电路 525 包括字符产生器,用于在图像显示设备 524 的显示屏幕上显示字符和数字,并且 OSD 呈现电路 525 根据来自操作设备 532 和 IR 光学接收器 551 的指令产生包括显示信息的信号。
- [0259] 存储器 531 用于临时存储 AV (音频 - 视觉) 数据。
- [0260] 操作设备 532 包括诸如控制面板的输入介质(未示出),并且接收由用户输入的各种信息项并向主控制设备 501 报告各种信息项。
- [0261] 驱动器 IF 是双向通信接口,并且符合例如 ATAPI (AT 附连分组接口)。
- [0262] 硬盘驱动器 542 包括硬盘和用于驱动该硬盘的驱动设备。驱动设备在硬盘中记录数据并且再现该硬盘中记录的数据。
- [0263] 光盘设备 543 在光盘(例如 DVD)中记录数据,并且再现光盘中记录的数据。
- [0264] IR 光学接收器 551 从远程控制发射器 620 接收光学信号,并向主控制设备 501 报告该光学信号。
- [0265] 通信控制设备 552 控制与因特网的通信。通信控制设备 552 可以经由因特网获取各种信息项。
- [0266] 图像显示设备 524 包括指示器 (indicator) 700 和显示控制设备 780,如图 24 所示。
- [0267] 如图 25 所示,指示器 700 包括显示器 710,其中以矩阵形式布置多个($n \times m$)个显示元件 702。
- [0268] 如图 26 所示,显示器 710 包括沿着 X 轴方向等距离地布置的 n 条扫描线(X_0 、 X_1 、 X_2 、 X_3 、 \dots 、 X_{n-2} 、 X_{n-1})、沿着 Y 轴方向等距离地布置的 m 条数据线(Y_0 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 \dots 、 Y_{m-1})、以及沿着 Y 轴方向等距离地布置的 m 条电流供应线(Y_{0i} 、 Y_{1i} 、 Y_{2i} 、 Y_{3i} 、 \dots 、 Y_{m-1i})。可以通过使用扫描线和数据线来标识显示元件 702。
- [0269] 如图 27 所示,每个显示元件 702 包括有机 EL (电致发光) 元件 750 以及用于致使有机 EL 元件 750 发光的像素驱动电路 720。也就是说,显示器 710 是所谓的有源矩阵型有机 EL 显示器。此外,显示器 710 是彩色 32 英寸显示器。但是,显示器 710 的尺寸不限于此。
- [0270] 如图 28 所示,有机 EL 元件 750 包括有机 EL 薄膜层 740、阴极 712 和阳极 714。
- [0271] 阴极 712 由铝(Al)制成。阴极 712 也可以由镁(Mg) - 银(Ag)合金、铝(Al) - 锂(Li)合金和 ITO (氧化铟锡)制成。
- [0272] 阳极 714 由 ITO 制成。阳极 714 也可以由诸如 In_2O_3 、 SnO_2 和 ZnO 的透明导电氧化物和银(Ag) - 钕(Nd)合金制成。
- [0273] 有机 EL 层 740 包括电子传输层 742、发光层 744 和空穴传输层 746。阴极 712 连接到电子传输层 742,并且阳极 714 连接到空穴传输层 746。当在阳极 714 和阴极 712 之间施加预定电压时,发光层 744 发光。
- [0274] 此外,如图 27 所示,像素驱动电路 720 包括两个场效应晶体管 810 和 820 以及电

容器 830。

[0275] 场效应晶体管 810 操作为开关元件。栅极电极 G 连接到预定扫描线,源极电极 S 连接到预定数据线。此外,漏极电极 D 连接到电容器 830 的端子之一。

[0276] 电容器 830 用于记录与场效应晶体管 810 的状态有关的数据。电容器 830 的另一端子连接到预定电流供应线。

[0277] 场效应晶体管 820 用于向有机 EL 元件 750 供应大电流。场效应晶体管 820 的栅极电极 G 连接到场效应晶体管 810 的漏极电极 D。场效应晶体管 820 的漏极电极 D 连接到有机 EL 元件 750 的阳极。场效应晶体管 820 的源极电极 S 连接到预定电流供应线。

[0278] 当场效应晶体管 810 导通时,由场效应晶体管 820 驱动有机 EL 元件 750。

[0279] 如图 29 所示,显示控制设备 780 包括图像数据处理电路 782、扫描线驱动电路 784 和数据线驱动电路 786。

[0280] 图像数据处理电路 782 基于来自视频输出电路 523 的输出信号确定显示器 710 中的多个显示元件 702 的亮度。

[0281] 扫描线驱动电路 784 响应于来自图像数据处理电路 782 的指令分别向 n 条扫描线中的每条施加电压。

[0282] 数据线驱动电路 786 响应于来自图像数据处理电路 782 的指令分别向 m 条数据线中的每条施加电压。

[0283] 如从以上描述显而易见,根据本实施例的电视设备 500 具有包括视频解码器 521、视频 OSD 合成电路 522、视频输出电路 523 和 OSD 呈现电路 525 的图像数据创建设备。

[0284] 在以上描述中,光学控制元件是有机 EL 元件;但是,本发明不限于此。光学控制元件可以是液晶元件、电致变色元件、电泳元件和电湿润元件。

[0285] 例如,当光学控制元件是液晶元件时,有源矩阵方法的液晶显示器被用作显示器 710。在此情况下,液晶元件是电压驱动的元素,因此不需要具有如图 30 所示的电流供应线。

[0286] 这样的显示元件的例子示出在图 31 中。具体地,像素驱动电路 730 可以包括仅一个场效应晶体管 840 和仅一个电容器 760。在场效应晶体管 840 中,栅极电极 G 连接到预定扫描线,并且源极电极 S 连接到预定数据线。此外,漏极电极 D 连接到液晶元件 770 的像素电极以及电容器 760。在图 31 中,762 和 772 分别表示电容器 760 和液晶元件 770 的相对电极(公共电极)。

[0287] 根据第一实施例的场效应晶体管被用作本实施例中的场效应晶体管 810、820 和 840。因此,获得了低功耗和高性能的电视设备。

[0288] 根据本实施例的电容器 760 和 830 的电介质膜优选通过与根据本发明的实施例的栅极绝缘膜相同的工艺并在同时形成。在此情况下,电容器绝缘膜的相对电容率高,因此即使面积小,也能够获得与其中使用传统绝缘膜相同的电容。因而,能够提供其中像素面积减小并且显示分辨率增加的显示器或者其中像素的孔径比增加并且亮度增加的显示器。

[0289] 此外,根据第一实施例的场效应晶体管以及根据第三实施例的易失性存储器可以用在显示控制设备 780 中所包括的图像数据处理电路 782、扫描线驱动电路 784 和数据线驱动电路 786 中。因而,能够在相同的平面上形成包括其中显示元件 702 以矩阵布置的显示器 710 的指示器 700 和显示控制设备 780,并且因此可以提供低成本电视设备。

[0290] 在上述实施例中,系统是电视设备;但是,本实施例不限于此,只要包括图像显示设备 524 作为用于显示图像和信息的设备即可。例如,系统可以是计算机系统,其中计算机(可以是个人计算机)和图像显示设备 524 相互连接。

[0291] 此外,图像显示设备 524 可以被用作诸如移动电话、移动音乐播放器、移动视频播放器、电子书和 PDA (个人数字助理)的可携式信息设备中或者诸如照相机和摄像机的成像设备中的显示部件。此外,图像显示设备 524 可以被用作车辆、飞机、火车和轮船的移动系统中的各种信息项的显示部件。此外,图像显示设备 524 可以被用作测量设备、分析设备、医疗设施和广告媒介中的各种信息项的显示部件。

[0292] 根据第一到第六实施例的场效应晶体管、易失性存储器和非易失性存储器也可以应用于除了显示设备或图像显示设备之外的设备(例如 IC 卡和 ID 标签)。

[0293] [例子]

[0294] (例子 1)

[0295] 作为例子 1,给出根据本发明的实施例的场效应晶体管的描述。参考图 2,给出制造根据例子 1 形成的场效应晶体管的方法的描述。

[0296] 首先,在由无碱玻璃制成的绝缘基板 21 上,经由金属掩膜通过 DC 磁电管溅射方法形成栅极电极 22,以沉积钼(Mo)膜。膜的厚度是 100nm。

[0297] 接下来,形成栅极绝缘层 23。通过 CVD 方法沉积镁镧复合氧化物绝缘膜。通过分别在四乙二醇二甲醚(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)的溶剂中溶解 $\text{La}(\text{thd})_3$ 和 $\text{Mg}(\text{thd})_2$ ($\text{thd}=2,2,6,6\text{-四甲基-3,5-庚二酮}$)制成原材料。绝缘膜的厚度是 200nm。

[0298] 接下来,在室温下通过 DC 磁电管溅射方法在栅极绝缘体上经由金属掩膜形成作为半导体层 24 的镁镧氧化物膜。目标是 MgIn_2O_4 烧结体,并且溅射气体是氩气和氧气的混合物。形成的半导体层 24 的厚度近似是 100nm。

[0299] 接下来,利用金属掩膜通过真空气相沉积形成作为源极电极 25 和漏极电极 26 的铝膜。因而,仅在预定区域中形成源极电极 25 和漏极电极 26。此外,源极电极 25 和漏极电极 26 的厚度近似是 100nm,以便沟道长度近似是 $50\ \mu\text{m}$,并且沟道宽度近似是 $400\ \mu\text{m}$ 。

[0300] 接下来,该半导体层在 300°C 下在空气中经历热处理达一个小时。

[0301] 因而,形成例子 1 的场效应晶体管。

[0302] (比较例子 1)

[0303] 接下来,作为比较例子 1,参考图 2 给出具有传统结构的场效应晶体管的描述。根据例子 1 的场效应晶体管和根据比较例子 1 的场效应晶体管之间的差别在于形成栅极绝缘层 23 的方法不同;至于其它层,使用相同的制造方法和材料。

[0304] 通过与例子 1 相同的方法在绝缘基板 21 上形成栅极电极 22。接下来,在传统条件下通过 RF 溅射方法形成具有 200nm 厚度的 SiO_2 膜,以形成栅极绝缘层 23。接下来,通过与例子 1 相同的方法,形成半导体层 24、源极电极 25 和漏极电极 26 并随后对它们退火,由此形成根据比较例子 1 的场效应晶体管。

[0305] (例子 1 和比较例子 1)

[0306] 图 32 指示根据例子 1 的场效应晶体管和根据比较例子 1 的场效应晶体管的晶体管特性。根据例子 1 的场效应晶体管和根据比较例子 1 的场效应晶体管两者均具有大于或等于 7 数位(digit)的开/关比,因此实现良好的切换特性。具体地,开/关比是在导通状

态下流动的电流和在截止状态下流动的电流的电流比。此外,在根据例子 1 的场效应晶体管中,当栅极电压 V_g 近似是 0V 时,电流 I_d 开始增加,类似于根据比较例子 1 的场效应晶体管。因而,根据例子 1 的场效应晶体管指示良好的晶体管特性。此外,如上所述,根据例子 1 的场效应晶体管的栅极绝缘层具有比根据比较例子 1 的场效应晶体管更高的相对电容率。因此,在根据例子 1 的场效应晶体管中,在导通状态下流动的电流 I_{ds} 高于根据比较例子 1 的场效应晶体管在导通状态下流动的电流。

[0307] 此外,在例子 1 中形成栅极绝缘层 23 的镧钽复合氧化物表现出近似 9 的相对电容率。这比比较例子 1 中的 SiO₂ 膜的近似 3.9 的相对电容率高得多。此外,证实了低漏电流特性。此外,在 X 射线衍射实验中,即使在 400° C 下加热栅极绝缘层 23 达一个小时,也不会观察到衍射峰值。因而,证实了非晶状态。

[0308] (例子 2)

[0309] 参考图 5 给出根据例子 2 的场效应晶体管(MOS-FET)的描述。根据例子 2 的 MOS-FET 如下形成。通过分别在四乙二醇二甲醚(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)中溶解 La(thd)₃ 和 Sr(thd)₂ (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)制成液态原材料。通过 CVD 方法将此液态原材料涂敷于 p 型 Si 基板 51 上以形成具有 5nm 厚度的镧钽复合氧化物绝缘膜。此外,进行 CVD 方法以形成多晶硅膜,并且进行平版照相印刷过程以对多晶硅膜和镧钽复合氧化物绝缘膜图案化,由此形成栅极绝缘层 52 和栅极电极 53。接下来,进行 CVD 方法以沉积 SiO_N。然后,整个表面经历干法刻蚀,以便形成栅极侧壁绝缘膜 54。接下来,栅极电极 53 和栅极侧壁绝缘膜 54 被用作自对准掩膜以将磷离子注入 p 型 Si 基板 51 中。根据离子扩散,形成源极区域 55 和漏极区域 56。接下来,进行 CVD 方法以沉积 SiO₂,并且进行照相平版印刷过程以形成具有接触孔(contact hole)的层间绝缘膜 57。最后,进行溅射方法以沉积 Al 层,用它填充接触孔。然后,通过照相平版印刷过程进行图案化,以便形成源极电极 58 和漏极电极 59。通过进行以上过程,形成场效应晶体管(MOS-FET)。

[0310] 在例子 2 中形成的场效应晶体管表现出良好的晶体管特性和低漏电流特性。形成在例子 2 中形成的栅极绝缘层 52 的镧钽复合氧化物表现出近似 10 的相对电容率,证实了低漏电流特性。此外,在 X 射线衍射实验中,发现达到了非晶状态。

[0311] (例子 3)

[0312] 作为例子 3,给出根据本发明的实施例的易失性存储器的描述。参考图 33,给出制造根据例子 3 形成的易失性存储器的方法的描述。

[0313] 首先,在由无碱玻璃制成的基板 111 上形成栅极电极 112 和第二电容器电极 113。具体地,通过 DC 溅射方法在玻璃基板 111 上形成具有近似 100nm 厚度的钼(Mo)膜,涂敷光刻胶(photoresist),并经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机(stepper)曝光、并且显现,以便形成具有与栅极电极 112 和第二电容器电极 113 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE(反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除钼膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成栅极电极 112 和第二电容器电极 113。

[0314] 接下来,形成栅极绝缘层 114。具体地,通过分别在四乙二醇二甲醚(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)中溶解 La(thd)₃ 和 Ba(thd)₂ (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)制成液态原材料。通过 CVD 方法将此液态原材料涂敷于栅极电极 112 和玻璃基板 111 上以形成具有 200nm 厚度的钽镧复合氧化物绝缘膜,以便形成栅极绝缘层 114。随后,涂敷光刻

胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、并且显现,以便形成具有与栅极绝缘层 114 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除钽镧复合氧化物绝缘膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成栅极绝缘层 114。

[0315] 接下来,形成电容器电介质层 115。具体地,通过分别在四乙二醇二甲醚(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)中溶解 $\text{La}(\text{thd})_3$ 和 $\text{Ba}(\text{thd})_2$ (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)制成液态原材料。通过 CVD 方法将此液态原材料涂敷于栅极电极 112 和玻璃基板 111 上以形成具有 50nm 厚度的钽镧复合氧化物绝缘膜,以便形成电容器电介质层 115。随后,涂敷光刻胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光,以便形成具有与电容器电介质层 115 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除钽镧复合氧化物绝缘膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成电容器电介质层 115。

[0316] 接下来,形成源极电极 116 和漏极电极 117。在例子 3 中,漏极电极 117 还担当第三实施例中的第一电容器电极,并且与电容器电介质层 115 和第二电容器电极 113 一起形成电容器。

[0317] 具体地,通过 DC 溅射方法在栅极绝缘层 114 和电容器电介质层 115 上形成作为透明导电膜的 ITO 膜,以便 ITO 膜具有近似 100nm 的厚度。随后,在 ITO 膜上涂敷光刻胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与源极电极 116 和漏极电极 117 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除 ITO 绝缘膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成由 ITO 膜制成的源极电极 116 和漏极电极 117。

[0318] 接下来,形成半导体层 118。具体地,通过 DC 溅射方法形成具有近似 100nm 厚度的镁铟氧化物膜。随后,在该镁铟氧化物膜上涂敷光刻胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与半导体层 118 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除镁铟膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成半导体层 118。因而,形成半导体层 118 以便在源极电极 116 和漏极电极 117 之间形成沟道。

[0319] 根据以上过程,形成易失性存储器。形成例子 3 中的易失性存储器的栅极绝缘层 114 和电容器电介质层 115 的钽镧复合氧化物表现出近似 11 的相对电容率,并且证实了低漏电流特性。此外,在 X 射线衍射实验中,发现达到了非晶状态。

[0320] (例子 4)

[0321] 参考图 10 给出根据例子 4 的易失性半导体存储器的描述。根据例子 4 的易失性半导体存储器如下形成。通过分别在四乙二醇二甲醚(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)中溶解 $\text{Y}(\text{thd})_3$ 和 $\text{Sr}(\text{thd})_2$ (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)制成原材料。通过 CVD 方法将此液态原材料涂敷在 p 型 Si 基板 71 上以形成具有 5nm 厚度的铪锆复合氧化物绝缘膜。此外,进行 CVD 方法以形成多晶硅膜,并且进行照相平版印刷过程以对多晶硅膜和铪锆复合氧化物绝缘膜图案化,由此形成栅极绝缘层 72 和栅极电极 73。接下来,进行 CVD 方法以沉积 SiON 。然后,整个表面经历干法刻蚀,以便形成栅极侧壁绝缘膜 74。接下来,栅极电极 73 和栅极侧壁绝缘膜 74 被用作自对准掩膜以将磷离子注入 p 型 Si 基板 71 中。根据离子扩散,形成源极区域 75 和漏极区域 76。接下来,进行 CVD 方法以沉积 SiO_2 ,并且进行照

相平版印刷过程以形成具有接触孔的层间绝缘膜 77。然后,进行 CVD 方法以沉积多晶硅膜,该接触孔用多晶硅膜填充。然后进行照相平版印刷过程以形成位线电极 78。接下来,进行 CVD 方法以沉积 SiO₂,并且进行照相平版印刷以在漏极区域 76 之上形成具有接触孔的层间绝缘膜 79。接下来,进行 CVD 方法以形成多晶硅膜,以及进行照相平版印刷过程以形成第一电容器电极(电容器下部电极)80。接下来,通过分别在四乙二醇二甲醚(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)中溶解 Y(thd)₃ 和 Sr(thd)₂ (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)制成原材料。此原材料用于通过 CVD 方法形成具有 30nm 厚度的钇锶复合氧化物绝缘膜,以便形成电容器电介质层 81。随后,通过 CVD 方法形成多晶硅膜,以便形成第二电容器电极(电容器上部电极)82。

[0322] 根据以上过程,形成易失性存储器。形成在例子 4 中形成的易失性存储器的栅极绝缘层 72 和电容器电介质层 81 的钇锶复合氧化物绝缘膜表现出近似 7 的相对电容率,并且证实了低漏电流特性。此外,在 X 射线衍射实验中,发现达到了多晶状态。

[0323] (例子 5)

[0324] 作为例子 5,给出根据本发明的实施例的非易失性存储器的描述。参考图 11,给出制造根据例子 5 的非易失性存储器的方法的描述。

[0325] 首先,在由无碱玻璃制成的基板 91 上形成栅极电极 92。具体地,通过 DC 溅射方法在玻璃基板 91 上形成具有近似 30nm 厚度的钼(Mo)膜。随后,涂敷光刻胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与栅极电极 92 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除钼膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成栅极电极 92。

[0326] 接下来,形成栅极绝缘层 93。具体地,通过分别在四乙二醇二甲醚(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)中溶解 La(thd)₃ 和 Ca(thd)₂ (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)制成液态原材料。通过 CVD 方法将此液态原材料涂敷于栅极电极 92 和玻璃基板 91 上,以形成具有 100nm 厚度的钙镧复合氧化物绝缘膜,以便形成栅极绝缘层 93。

[0327] 接下来,形成浮置栅极电极 94。具体地,通过 DC 溅射方法在第一栅极绝缘层 93 上形成具有近似 15nm 厚度的钼(Mo)膜。随后,涂敷光刻胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与浮置栅极电极 94 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除钼膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成浮置栅极电极 94。

[0328] 接下来,形成第二栅极绝缘层 95。具体地,在第一栅极绝缘层 93 和浮置栅极电极 94 上通过 CVD 方法形成具有近似 50nm 厚度的 SiO₂ 层,以便形成第二栅极绝缘层 95。

[0329] 接下来,形成源极电极 96 和漏极电极 97。具体地,通过 DC 溅射方法在第二栅极绝缘层 95 上形成具有近似 100nm 厚度的作为透明导电膜的 ITO 膜。随后,在 ITO 膜上涂敷光刻胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与源极电极 96 和漏极电极 97 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除 ITO 膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成由 ITO 膜制成的源极电极 96 和漏极电极 97。

[0330] 接下来,形成半导体层 98。具体地,通过 DC 溅射方法形成具有近似 100nm 厚度的镁铟氧化物膜。随后,在镁铟氧化物膜上涂敷光刻胶,并且光刻胶经历预烘干、通过具有光

掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与半导体层 98 相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除镁钽氧化物膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成半导体层 98。因而,形成半导体层 98 以便在源极电极 96 和漏极电极 97 之间形成沟道。

[0331] 根据以上过程,形成非易失性存储器。形成例子 5 中的非易失性存储器的栅极绝缘层 93 的钙钽复合氧化物绝缘膜表现出近似 8 的相对电容率,并且证实了低漏电流特性。此外,在 X 射线衍射实验中,发现达到了非晶状态。

[0332] (例子 6)

[0333] 参考图 15 给出根据例子 6 的非易失性半导体存储器的描述。根据例子 6 的非易失性半导体存储器如下形成。通过在 p 型 Si 基板 101 上对表面进行热氧化在该基板上形成具有 5nm 厚度的 SiO_2 。然后,通过进行照相平版印刷形成作为第二栅极绝缘层的第二栅极绝缘膜 104。接下来,进行 CVD 方法以形成多晶硅膜,并且进行照相平版印刷过程以形成浮置栅极电极 105。

[0334] 接下来,通过在四氢呋喃(THF)和乙二醇二甲醚(DME)的混合溶剂中溶解 Y(th)3 和 Sr(thd)2 (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)的粉末混合物来制成原材料。通过 CVD 方法涂敷该原材料以形成 25nm 的钽锆复合氧化物绝缘膜,并且进行照相平版印刷过程以形成第一栅极绝缘层 102。接下来,进行 CVD 方法以形成多晶硅膜,并且进行照相平版印刷过程以形成栅极电极 103。

[0335] 接下来,进行 CVD 方法以沉积 SiON 。然后,整个表面经历干法刻蚀,以便形成栅极侧壁绝缘膜 106。接下来,栅极电极 103 和栅极侧壁绝缘膜 106 被用作自对准掩膜以将磷离子注入 p 型 Si 基板 101 中,根据离子扩散,形成源极区域 107 和漏极区域 108。

[0336] 根据以上过程,形成非易失性存储器。形成例子 6 中的非易失性存储器的第一栅极绝缘层 102 的钽锆复合氧化物绝缘膜表现出近似 7 的相对电容率,证实了低漏电流特性。此外,在 X 射线衍射实验中,发现达到了非晶状态。

[0337] (例子 7)

[0338] 接下来,作为例子 7,给出根据本发明的实施例的电容器描述。该电容器可以用在用于驱动根据第七实施例的液晶元件的一个晶体管/一个电容器电路中或者用在根据第三实施例的易失性存储器中。参考图 34 给出以下描述。

[0339] 首先,通过真空气相沉积经由金属掩膜在由无碱玻璃制成的基板 901 上形成具有近似 100nm 厚度的铝膜,以形成具有要求的形状的下部电容器电极 902。

[0340] 接下来,形成镁钽氧化物绝缘薄膜,其变为电容器电介质层 903。首先,制造用于形成氧化物绝缘膜的墨水。具体地,将 0.8ml 的 2-乙基己酸镁(magnesium 2-ethylhexanoate)的甲苯溶液(Mg 含量 3wt%, STREM12-1260)和 2ml 的 2-乙基己酸钽的甲苯溶液(La 含量 7wt%,由 Wako Pure 化学有限公司制造的 122-03371)混合在一起。此外,添加 3ml 的甲苯以稀释此混合物。因而,准备好用于形成镁钽氧化物绝缘膜无色透明墨水。接下来,通过旋涂(以 1000rpm 旋转 5 秒,然后以 3000rpm 旋转 20 秒)将此墨水涂敷到基板 901 上,其中下部电容器电极 902 已经形成在该基板 901 上。然后,在空气中进行热处理(在 200°C 、 300°C 和 400°C 每个处达一小时)。因而,形成具有 354nm 厚度的镁钽氧化物绝缘薄膜。

[0341] 接下来,通过真空气相沉积经由金属掩膜形成具有近似 100nm 厚度的铝膜,以形成上部电容器电极 904。

[0342] 图 35 指示在例子 7 中形成的电容器的施加的电场频率和相对电容率 ϵ 之间的关系以及在例子 7 中形成的电容器的施加的电场频率和介电损耗 $\tan \delta$ 之间的关系。如图 35 中所示,在从 100Hz 到 1MHz 的区域中,例子 7 中形成的电容器的相对电容率 ϵ 大于或等于 6.1,因此证实了高相对电容率。此外,还证实了介电损耗 $\tan \delta$ 低,在从 100Hz 到 100kHz 的区域中,小于或等于近似 2%。

[0343] (例子 8)

[0344] 接下来,作为例子 8,给出根据本发明的实施例的电容器的描述。类似于例子 7,此电容器可以用在用于驱动根据第七实施例的液晶元件的一个晶体管 / 一个电容器电路中或者根据第三实施例的易失性存储器中。参考图 34 给出以下描述。

[0345] 首先,通过真空气相沉积经由金属掩膜在由无碱玻璃制成的基板 901 上形成具有近似 100nm 厚度的铝膜,以形成具有要求的形状的下部电容器电极 902。

[0346] 接下来,形成锆镧氧化物绝缘薄膜,其变为电容器电介质层 903。首先,制造用于形成氧化物绝缘膜的墨水。具体地,将 4.4ml 的 2-乙基己酸锆的甲苯溶液(Sr 含量 2wt%,由 Wako Pure 化学有限公司制造的 195-09561)和 2ml 的 2-乙基己酸镧的甲苯溶液(La 含量 7wt%,由 Wako Pure 化学有限公司制造的 122-03371)混合在一起。此外,添加 6ml 的甲苯以稀释此混合物。因而,准备好用于形成锆镧氧化物绝缘膜的无色透明墨水。接下来,通过旋涂(以 1000rpm 旋转 5 秒,然后以 3000rpm 旋转 20 秒)将此墨水涂敷到基板 901 上,其中下部电容器电极 902 已经形成在该基板 901 上。然后,在空气中进行热处理(在 200° C、300° C 和 400° C 每个处达一小时)。因而,形成具有 180nm 厚度的锆镧氧化物绝缘薄膜。

[0347] 接下来,通过真空气相沉积经由金属掩膜形成具有近似 100nm 厚度的铝膜,以形成上部电容器电极 904。

[0348] 图 36 指示在例子 8 中形成的电容器的施加的电场频率和相对电容率 ϵ 之间的关系以及在例子 8 中形成的电容器的施加的电场频率和介电损耗 $\tan \delta$ 之间的关系。如图 36 中所示,在从 100Hz 到 1MHz 的区域中,例子 8 中形成的电容器的相对电容率 ϵ 大于或等于 9.7,因此证实了高相对电容率。此外,还证实了介电损耗 $\tan \delta$ 低,在从 100Hz 到 100kHz 的区域中,小于或等于近似 1%。

[0349] (比较例子 2)

[0350] 接下来,给出在比较例子 2 中形成的电容器的描述。在比较例子 2 中形成的电容器的结构与图 34 中例示的例子 7 和 8 中的电容器的结构相同。

[0351] 在比较例子 2 的电容器中,通过真空气相沉积经由金属掩膜在由无碱玻璃制成的基板 901 上形成具有近似 100nm 厚度的铝膜,以形成具有要求的形状的下部电容器电极 902。

[0352] 然后,通过 RF 磁电管溅射形成具有近似 285nm 厚度的 SiO_2 膜以形成绝缘膜 903。然后,通过真空气相沉积经由金属掩膜形成具有近似 100nm 厚度的铝膜,以形成上部电容器电极 904。

[0353] 图 37 指示在比较例子 2 中形成的电容器的施加的电场频率和相对电容率 ϵ 之间的关系以及在比较例子 2 中形成的电容器的施加的电场频率和介电损耗 $\tan \delta$ 之间的关

系。如图 37 中所示,在比较例子 2 中形成的电容器的介电损耗 $\tan \delta$ 低,在直到 250kHz 的区域中小于或等于近似 1%。但是,在从 100Hz 到 1MHz 的区域中,相对电容率 ϵ 近似是 3.9,这是低于例子 7 和 8 中的相对电容率 ϵ 的值。

[0354] (例子 9)

[0355] 接下来,作为例子 9,参考图 2 给出根据本发明的实施例的场效应晶体管的描述。例子 9 的场效应晶体管如下形成。首先,通过真空气相沉积经由金属掩膜在由无碱玻璃制成的基板 21 上形成具有近似 100nm 厚度的铝膜,以形成栅极电极 22。接下来,通过与例子 8 相同的方法,形成由锶镧氧化物制成的并具有 230nm 厚度的栅极绝缘层 23。接下来,通过 DC 磁电管溅射在室温下形成变为半导体层 24 的 MgIn_2O_4 膜。溅射气体是氩气和氧气的混合物,并且利用金属掩膜在要求的区域中形成具有 100nm 厚度的膜。接下来,通过真空气相沉积经由金属掩膜形成具有 100nm 厚度的铝膜,以便形成源极电极 25 和漏极电极 26。沟道长度 L 是 $50 \mu\text{m}$ 并且沟道宽度 W 是 $400 \mu\text{m}$ 。最后,在 300°C 在空气中进行热处理达一个小时。因而,形成例子 9 的场效应晶体管。

[0356] (比较例子 3)

[0357] 接下来,作为比较例子 3,参考图 2 给出具有传统结构的场效应晶体管的描述。根据例子 9 的场效应晶体管和根据比较例子 3 的场效应晶体管之间的差别是形成栅极绝缘层 23 的方法;至于其它层,使用相同的制造方法和材料。

[0358] 通过与例子 9 相同的方法在绝缘基板 21 上形成栅极电极 22。随后,通过 RF 磁电管溅射形成具有 100nm 厚度的 SiO_2 膜以形成栅极绝缘层 23。随后,通过与例子 9 相同的方法,形成半导体层 24、源极电极 25 和漏极电极 26。最后,类似于例子 9,在 300°C 在空气中进行热处理达一个小时。因而,形成根据比较例子 3 的场效应晶体管。

[0359] (例子 9 和比较例子 3)

[0360] 图 38 指示在根据例子 9 的场效应晶体管和根据比较例子 3 的场效应晶体管中在源极漏极间电压 V_d 是 20V 的情况下栅极电压 V_g 和源极漏极间电流 I_{ds} 之间的关系。如图 38 所示,根据例子 9 的场效应晶体管和根据比较例子 3 的场效应晶体管两者均具有大于或等于 8 的开/关比,因此实现具有良好切换特性的 TFT 特性。此外,在根据例子 9 的场效应晶体管中,导通电流大于或等于根据比较例子 3 的场效应晶体管的导通电流的两倍。这是因为例子 9 中的栅极绝缘膜的相对电容率大于或等于比较例子 3 中的栅极绝缘膜的相对电容率的两倍。

[0361] (例子 10)

[0362] 接下来,给出作为例子 10 的根据本发明的实施例的图像显示设备的描述。根据例子 10 的图像显示设备是图 16 中例示的有机 EL 显示设备。参考图 39 描述制造根据例子 10 的有机 EL 显示设备的方法。

[0363] 在步骤 S102 中,形成第一栅极电极 202 和第二栅极电极 203。具体地,在由无碱玻璃制成的玻璃基板 201 上,通过 DC 溅射形成具有近似 100nm 厚度的钼膜。随后,涂敷光刻胶以形成据有与要形成的图案相同图案的抗蚀图案。光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀) 以从未形成抗蚀图案的区域移除钼膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成第一栅极电极 202 和第二栅极电极 203。

[0364] 接下来,在步骤 S104,形成栅极绝缘膜 204。具体地,通过分别在四乙二醇二甲醚

(四乙醇二甲醚)和四氢呋喃(THF)中溶解 $\text{La}(\text{thd})_3$ 和 $\text{Mg}(\text{thd})_2$ (thd=2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)制成液态原材料。通过 CVD 方法将此液态原材料涂敷在第一栅极电极 202、第二栅极电极 203 和玻璃基板 201 上以形成具有 200nm 厚度的镁镧复合氧化物绝缘膜。随后,涂敷光刻胶以形成具有与要形成的图案相同的图案的抗蚀图案。光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除镁镧复合氧化物绝缘膜。随后,也移除抗蚀图案,以便在第二栅极电极 203 上形成具有通孔的栅极绝缘膜 204。

[0365] 接下来,在步骤 S106 中,形成第一源极电极 205、第二源极电极 207、第一漏极电极 206 和第二漏极电极 208。具体地,通过 DC 溅射在栅极绝缘层 204 上形成具有近似 100nm 厚度的作为透明导电膜的 ITO 膜。随后,在 ITO 膜上涂敷光刻胶。光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与要形成的图案相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除 ITO 膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成第一源极电极 205、第二源极电极 207、第一漏极电极 206 和第二漏极电极 208。因而,连接第一漏极电极 206 和第二栅极电极 203。

[0366] 接下来,在步骤 S108,形成第一半导体层 209 和第二半导体层 210。具体地,通过 DC 溅射形成具有近似 100nm 厚度的镁铟氧化物膜。随后,在镁铟膜上涂敷光刻胶。光刻胶经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成具有与要形成的图案相同的图案的抗蚀图案。此外,进行 RIE (反应离子刻蚀)以从未形成抗蚀图案的区域移除镁铟氧化物膜。随后,也移除抗蚀图案,以便形成第一半导体层 209 和第二半导体层 210。因而,形成第一半导体层 209 以便在第一源极电极 205 和第一漏极电极 206 之间形成沟道,并且形成第二半导体层 210 以便在第二源极电极 207 和第二漏极电极 208 之间形成沟道。

[0367] 接下来,在步骤 S110,形成第一保护层 211 和第二保护层 212。具体地,在整个基板上涂敷感光氟树脂。感光氟树脂经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成要求的图案。然后感光氟树脂经历后烘干(postbaking)。因而,形成具有近似 400nm 厚度的第一保护层 211 和第二保护层 212。

[0368] 接下来,在步骤 S112,形成分隔壁 213。具体地,在整个基板上,涂敷感光聚酰亚胺材料。感光聚酰亚胺材料经历预烘干、通过具有光掩膜的步进机曝光、以及显现,以便形成要求的图案。然后感光聚酰亚胺材料经历后烘干。因而,形成具有近似 $1\ \mu\text{m}$ 厚度的分隔壁 213。

[0369] 接下来,在步骤 S114,利用喷墨打印机,在未形成分隔壁 213 的区域形成有机 EL 层 214。

[0370] 接下来,在步骤 S116,形成顶部电极 215。具体地,通过真空气相沉积来沉积 MgAg ,以便形成顶部电极 215。

[0371] 接下来,在步骤 S118,形成密封层 216。具体地,通过 CVD 形成具有近似 $2\ \mu\text{m}$ 厚度的 SiO_2 膜,以便形成密封层 216。

[0372] 接下来,在步骤 S120,粘附相对绝缘基板 218。具体地,在密封层 216 上形成粘附层 217,并且由无碱玻璃制成的相对绝缘基板 218 被粘附到该粘附层 217。因而,如图 16 所示形成根据例子 7 的有机 EL 显示设备的显示面板。

[0373] 接下来,在步骤 S122,连接显示控制设备。具体地,将显示控制设备(未示出)连接

到显示面板以便可以在该显示面板上显示图像。因而,形成包括有机 EL 显示设备的图像显示系统。

[0374] 在例子 7 中形成的有机 EL 显示设备可以以低电压驱动,因此可以降低图像显示系统的功耗。

[0375] 本发明不限于在此所述的具体实施例,并且可以不脱离本发明的范围做出变更和修改。

[0376] 本申请是基于以下向日本专利局提交的日本优先权申请:2009 年 12 月 25 日提交的 No. 2009-295425、2010 年 3 月 18 日提交的 No. 2010-062244、2010 年 12 月 3 日提交的 No. 2010-270240 以及 2010 年 12 月 6 日提交的 No. 2010-271980,其全部内容通过参考合并于此。

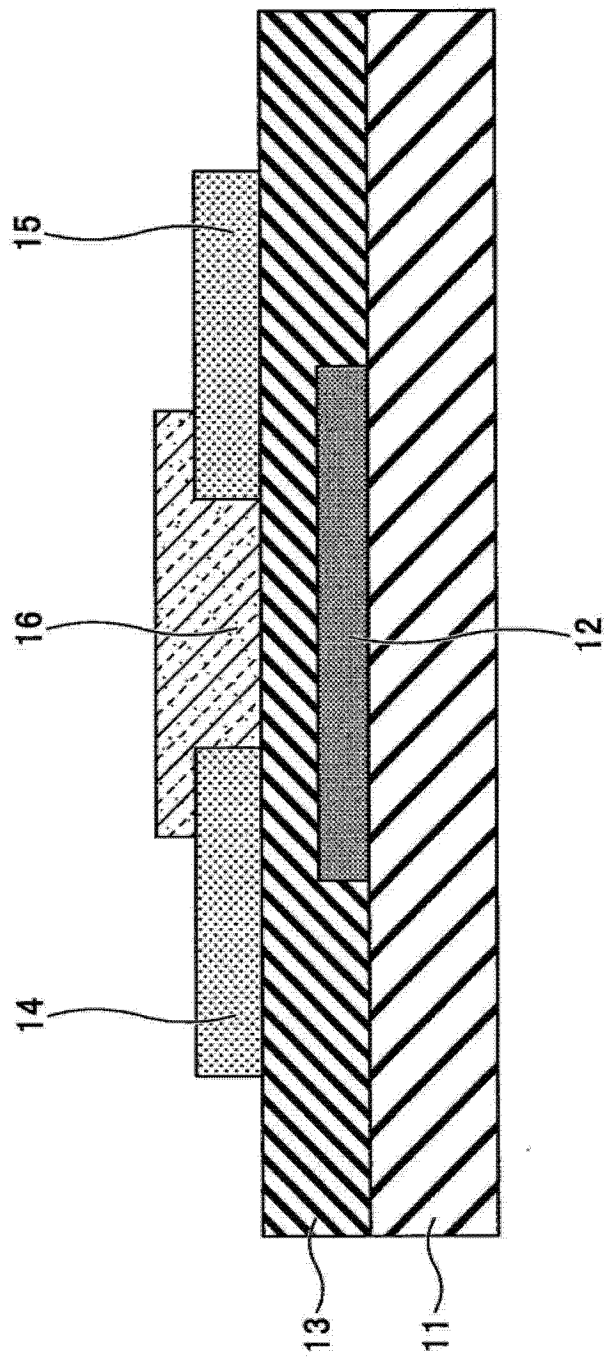


图 1

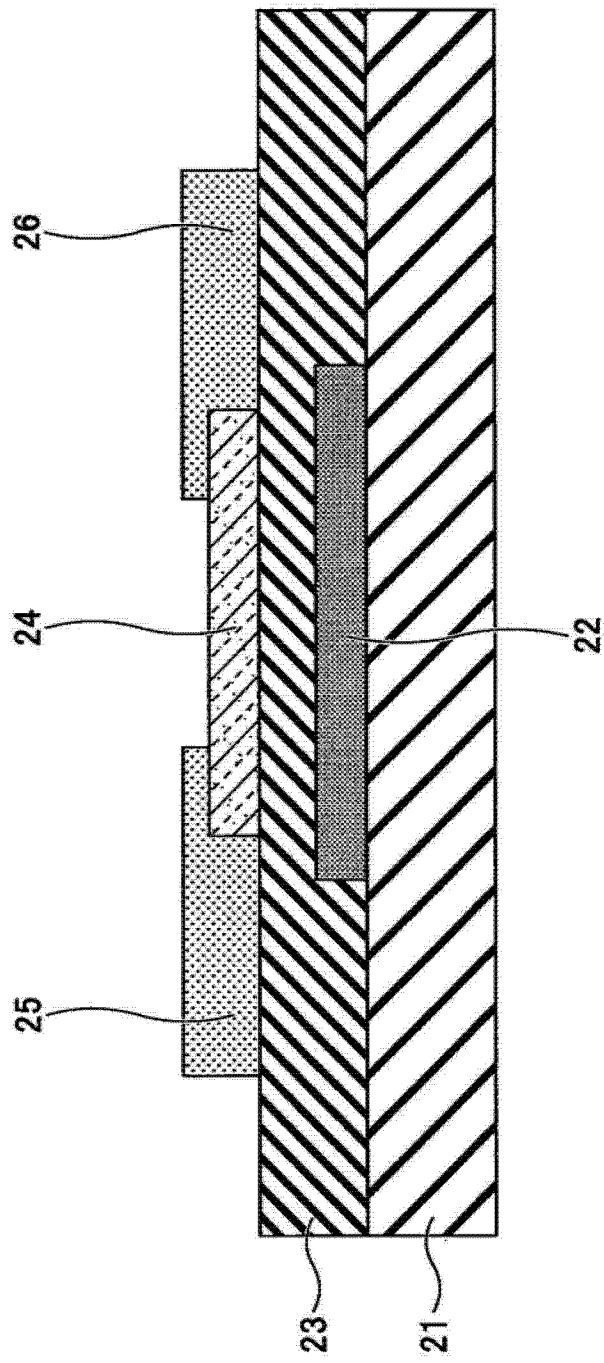


图 2

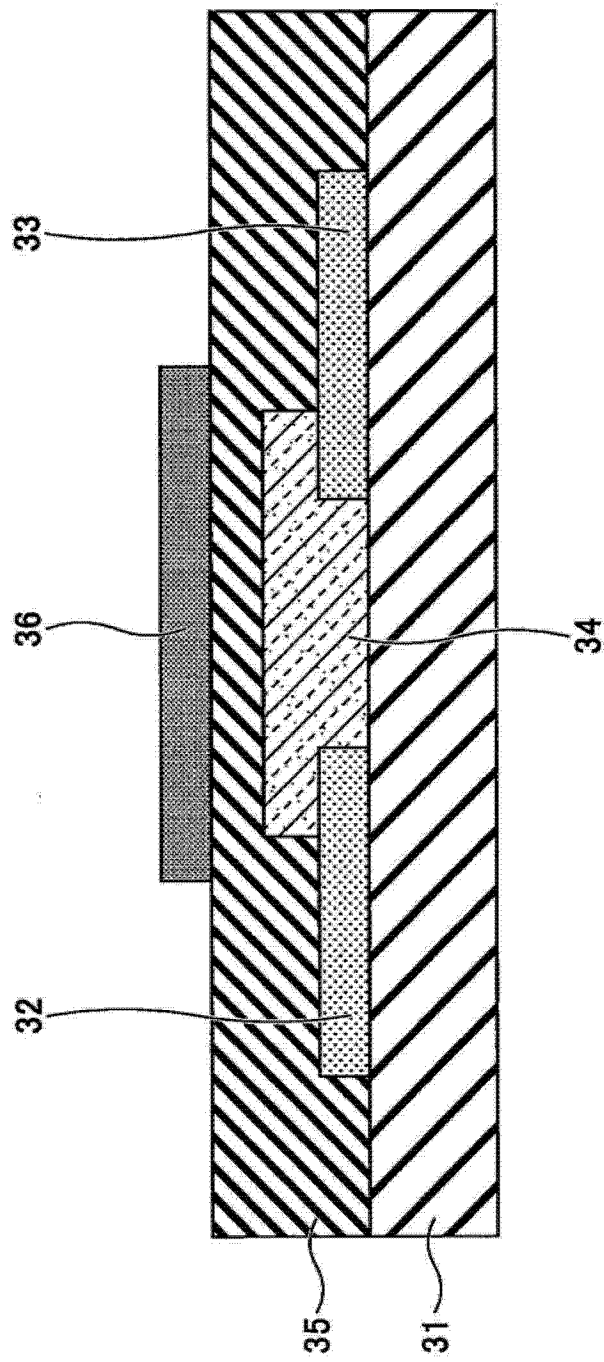


图 3

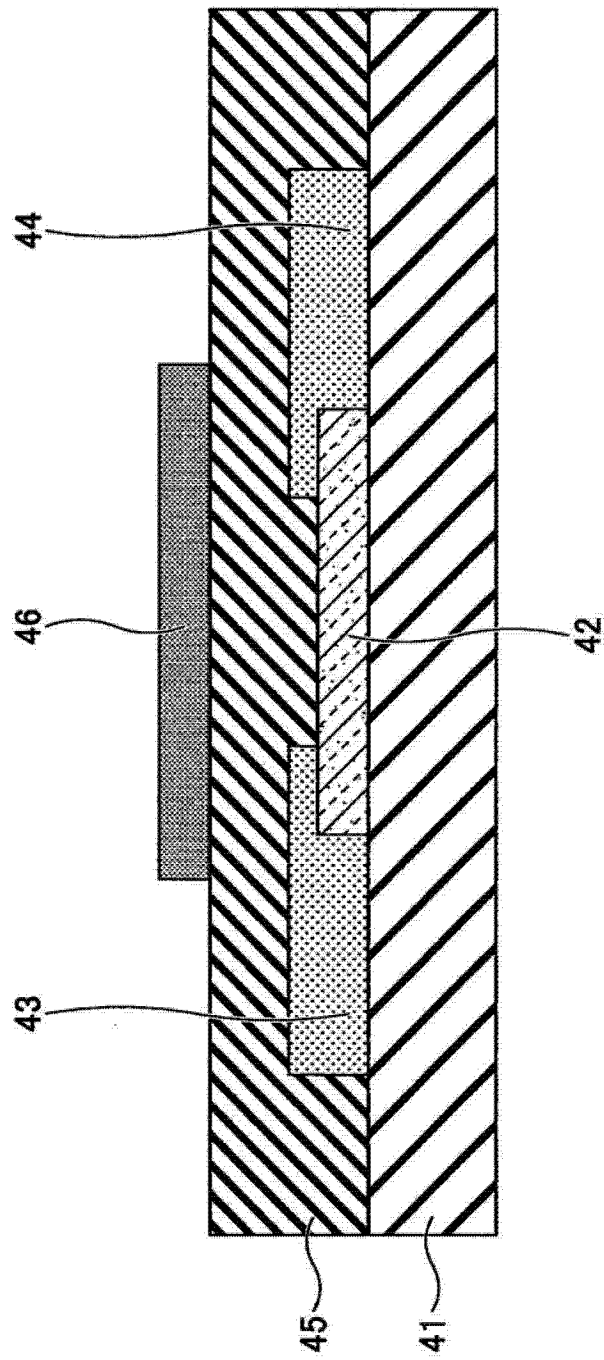


图 4

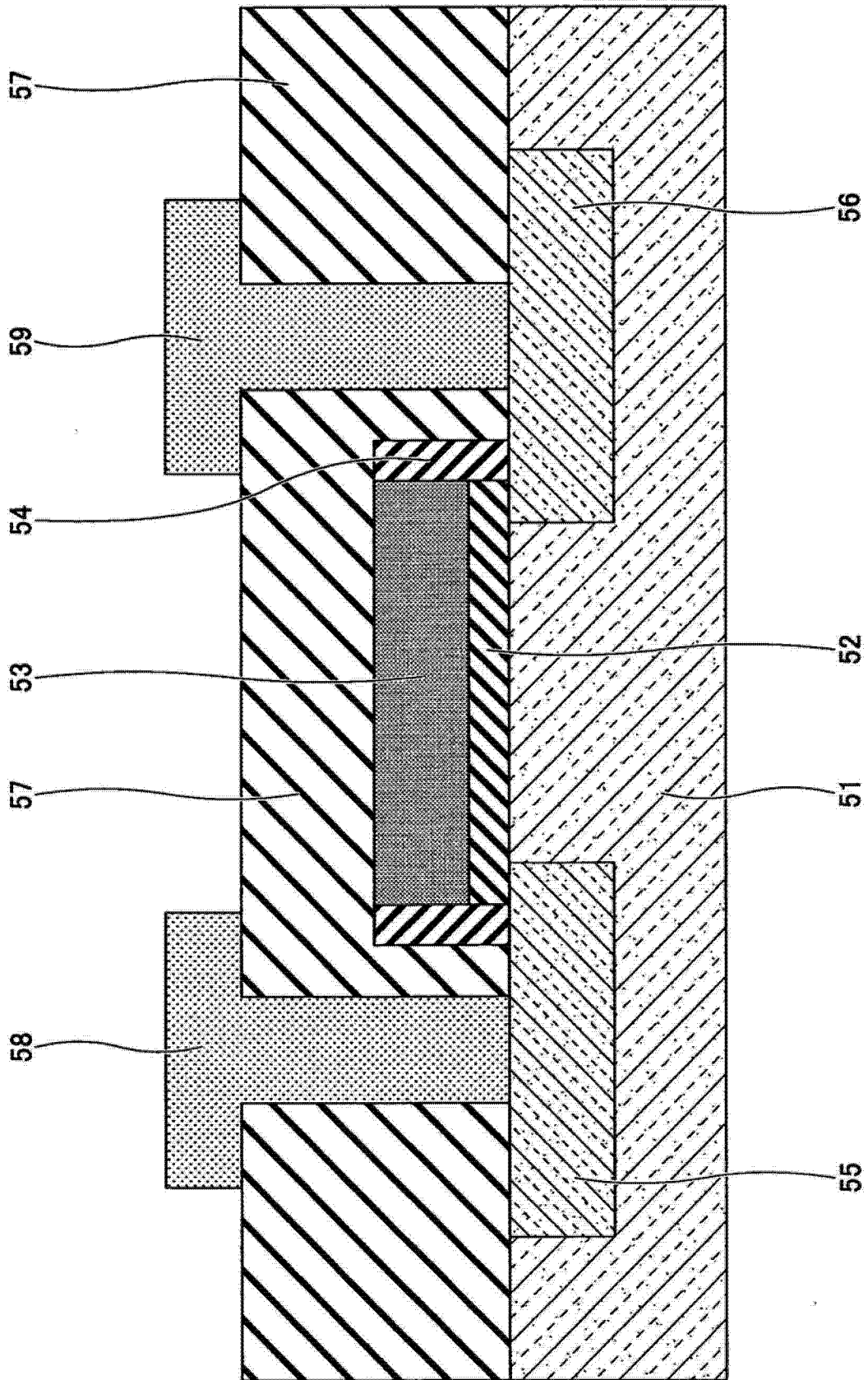


图 5

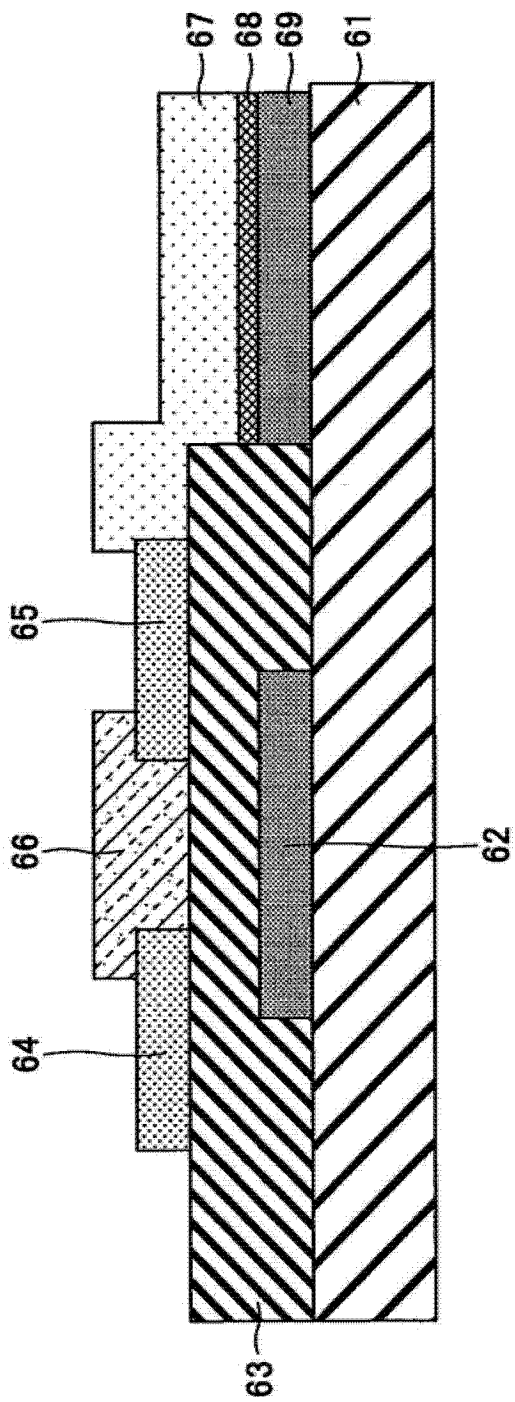


图 6

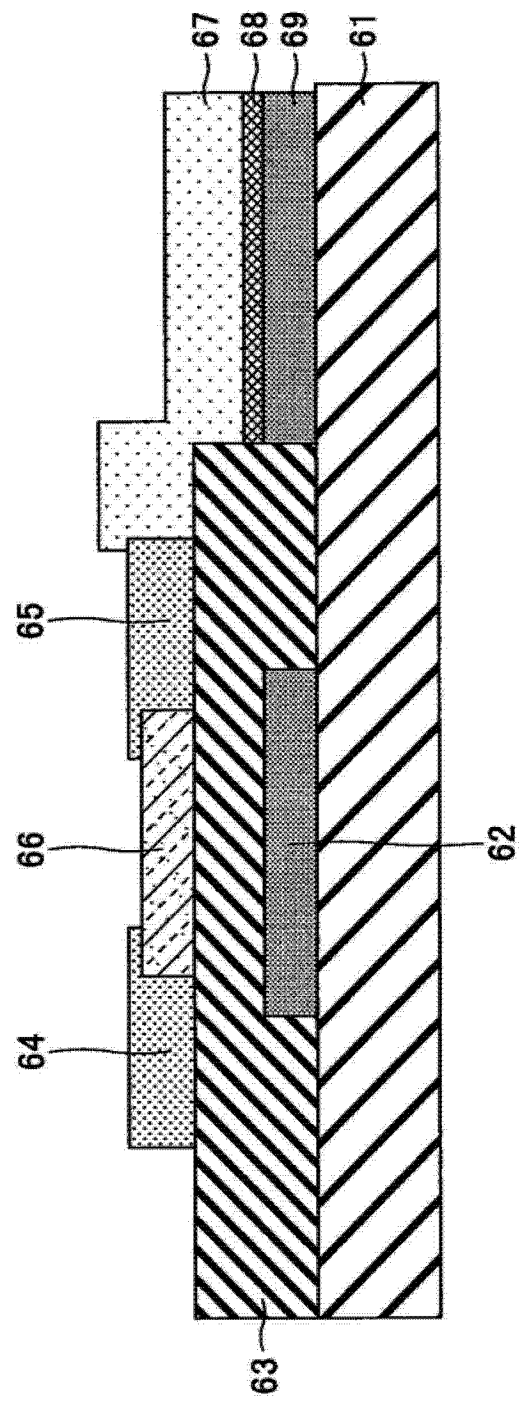


图 7

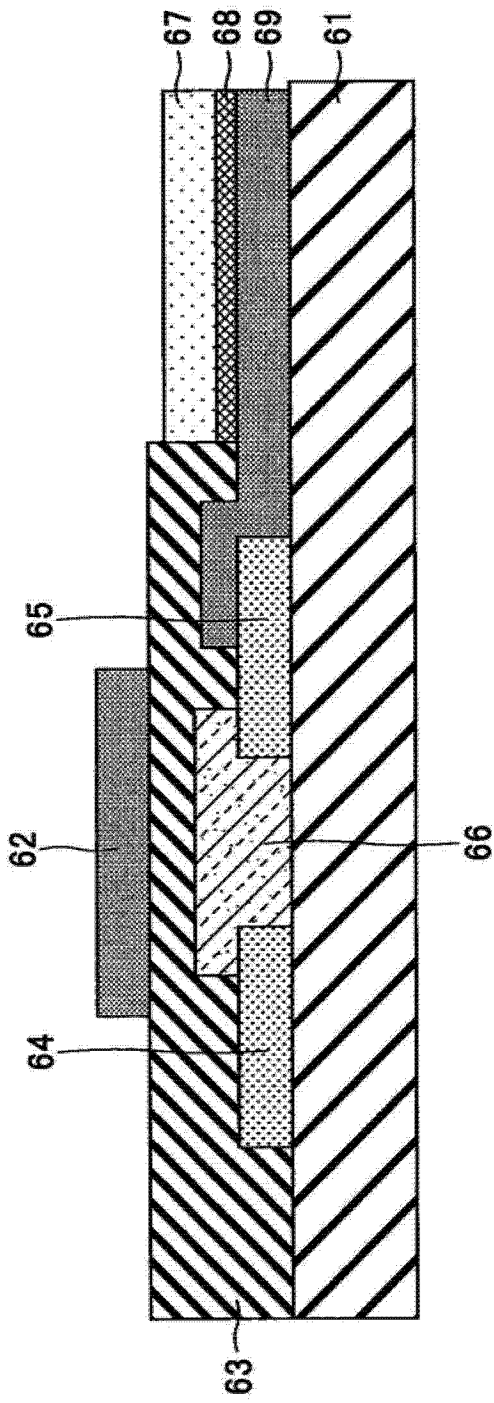


图 8

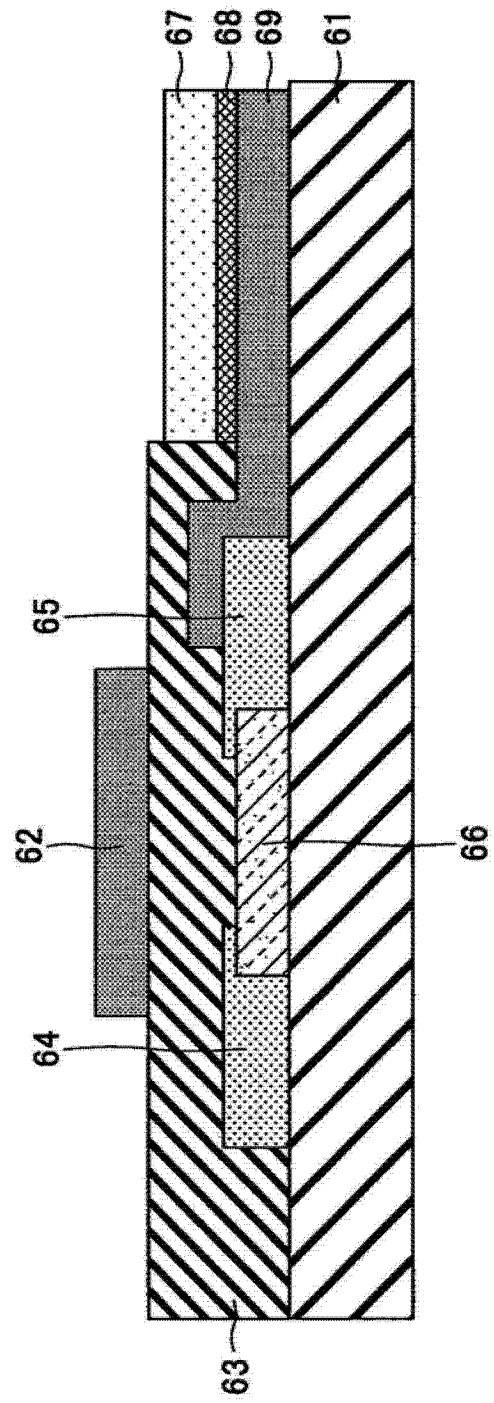


图 9

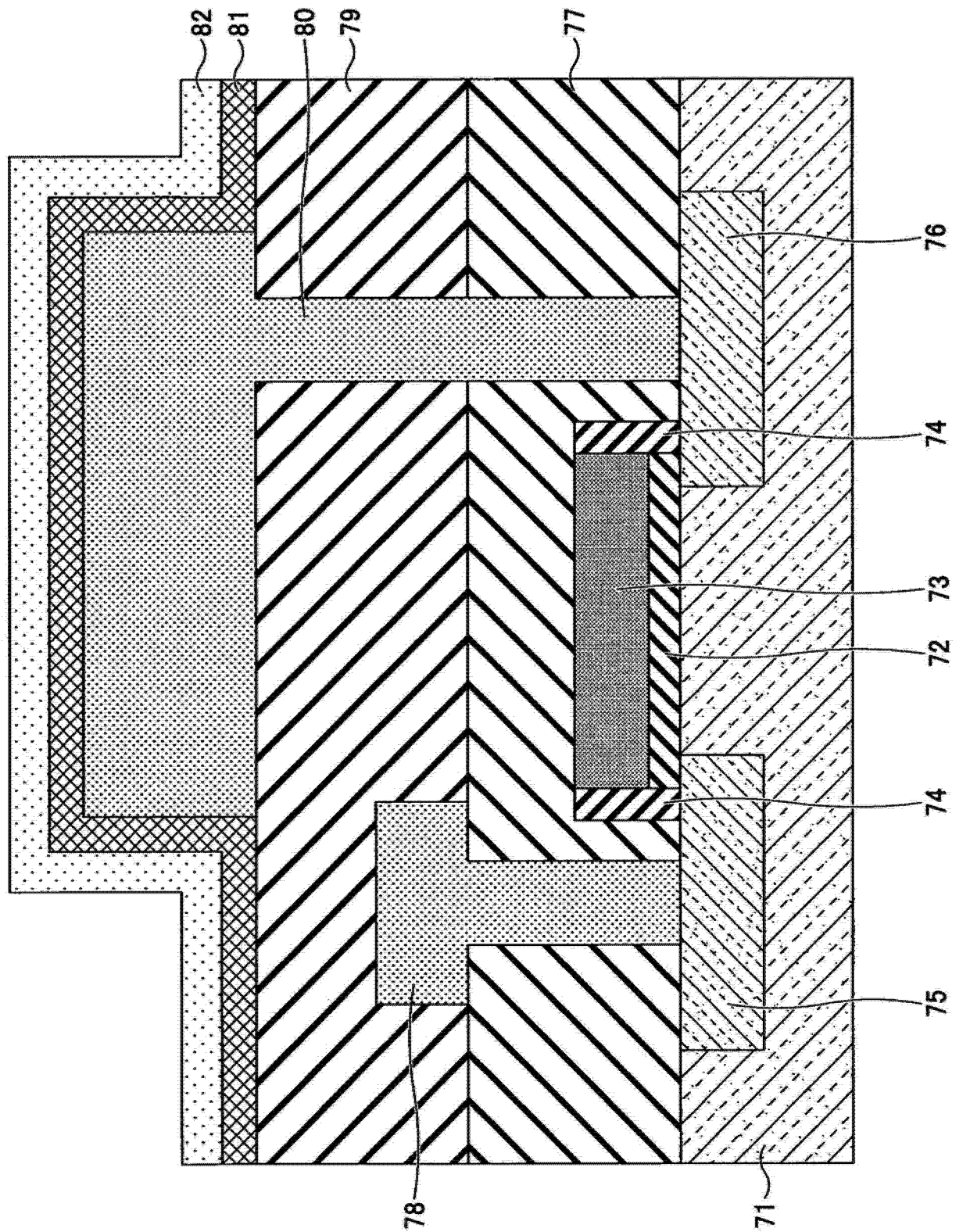


图 10

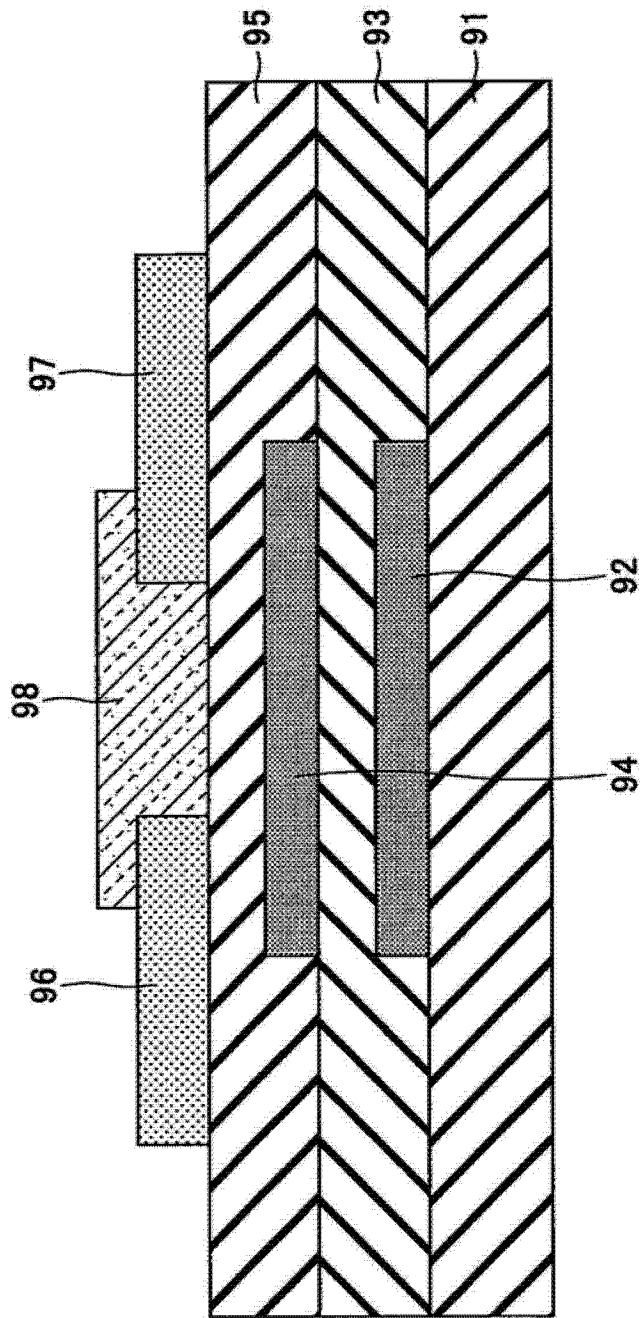


图 11

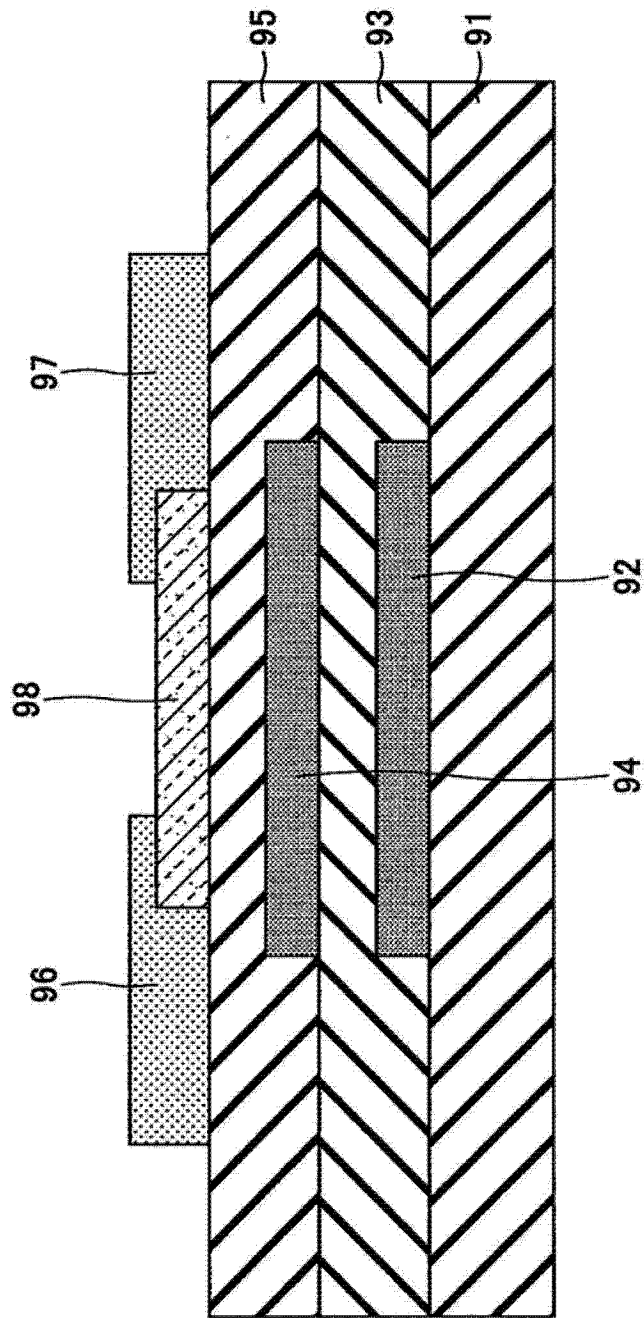


图 12

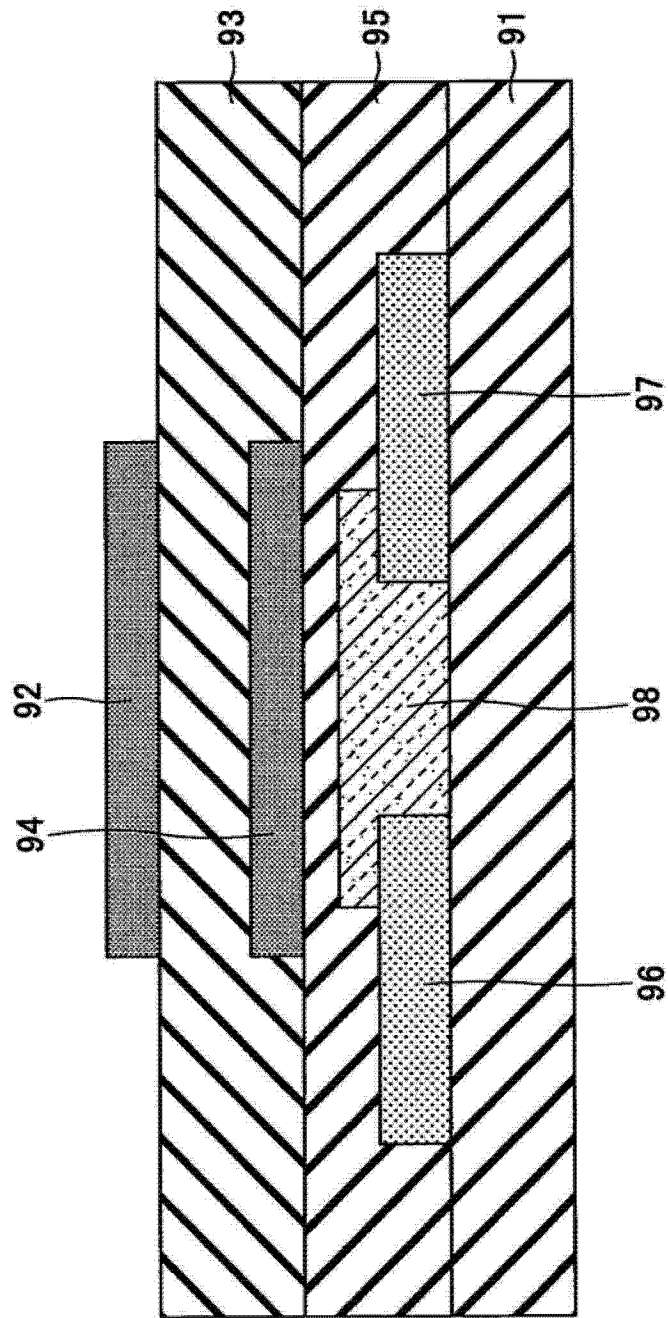


图 13

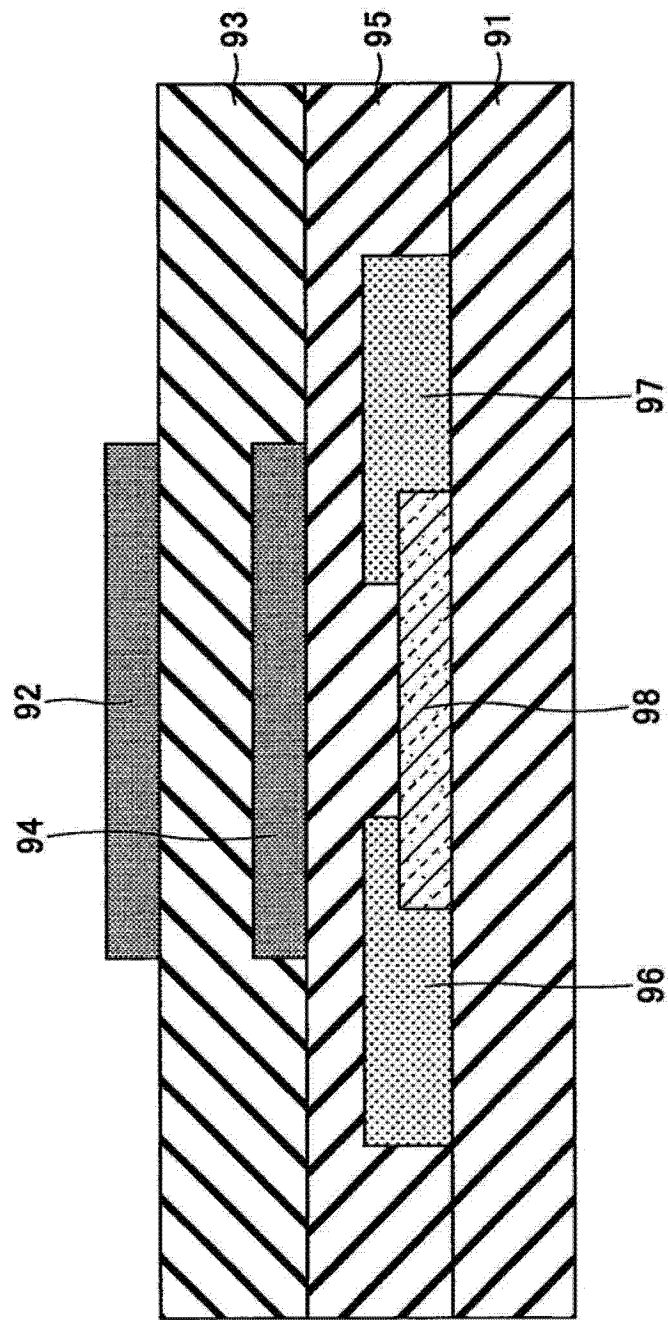


图 14

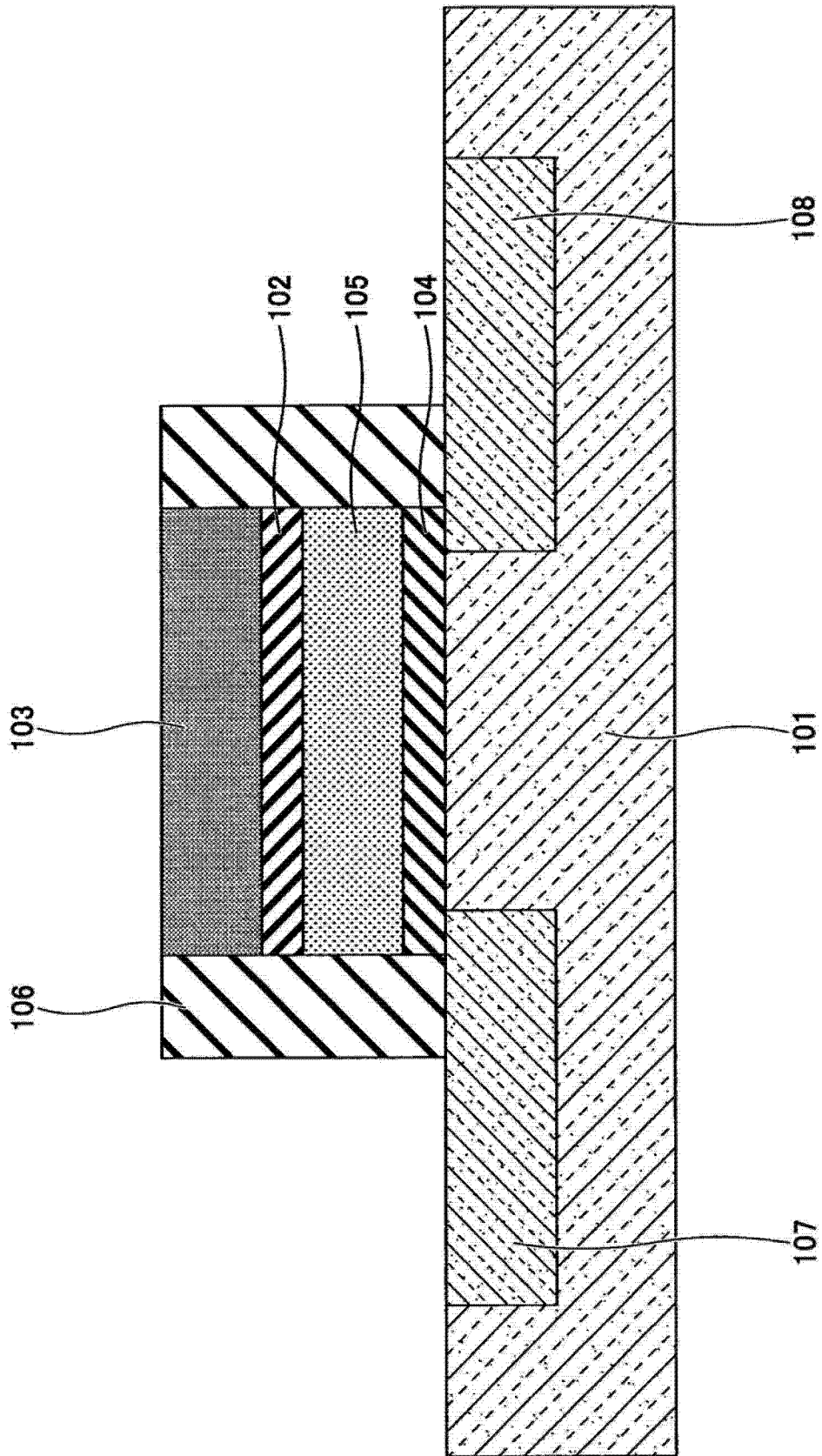


图 15

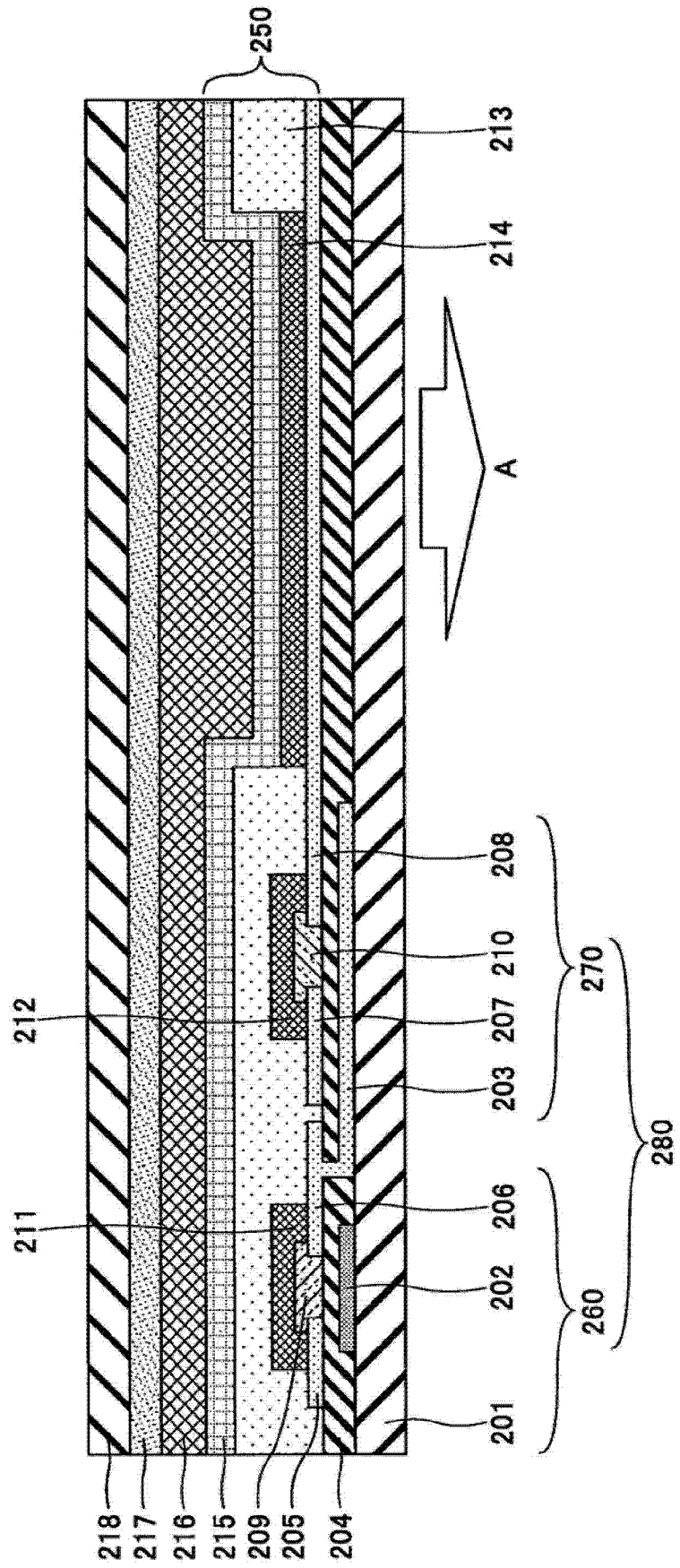


图 16

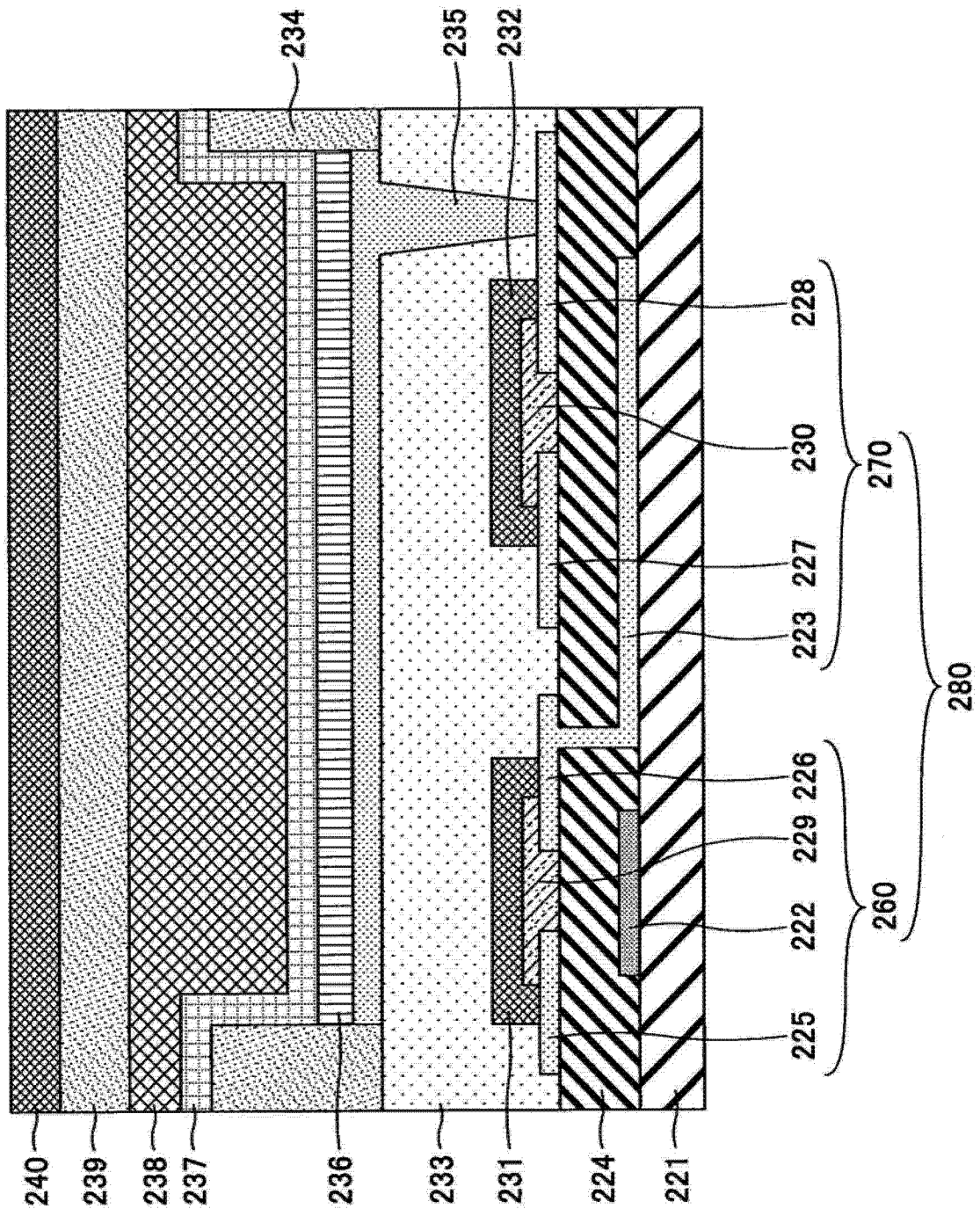


图 17

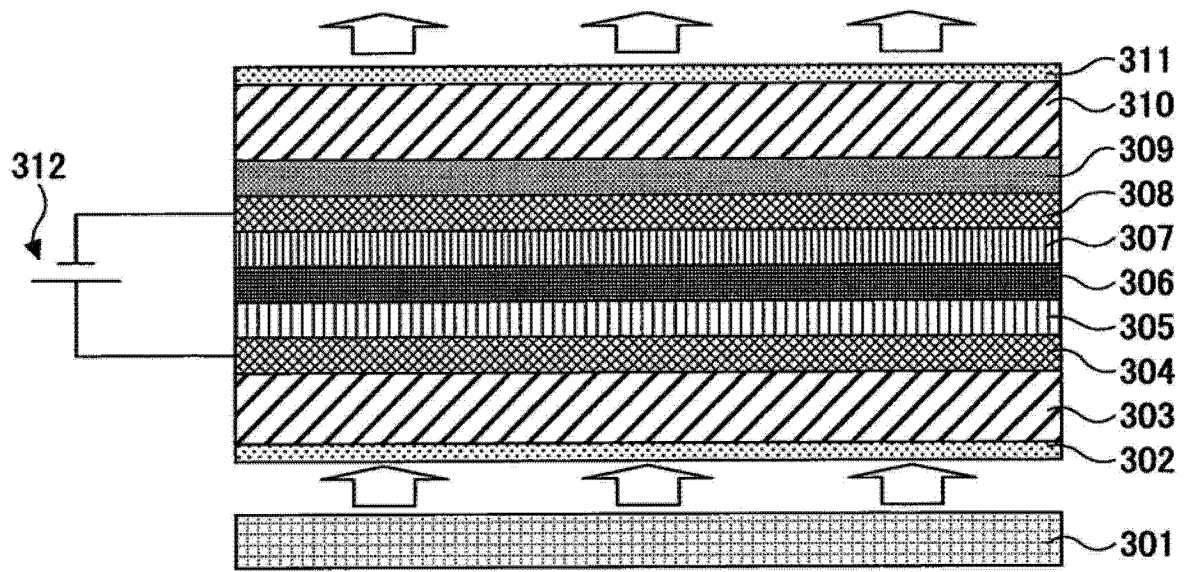


图 18

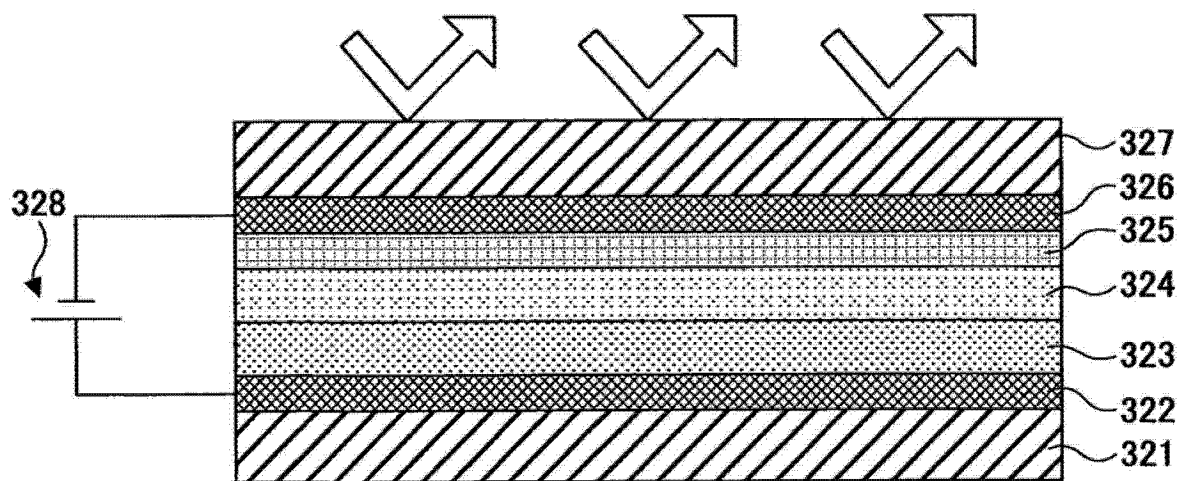


图 19

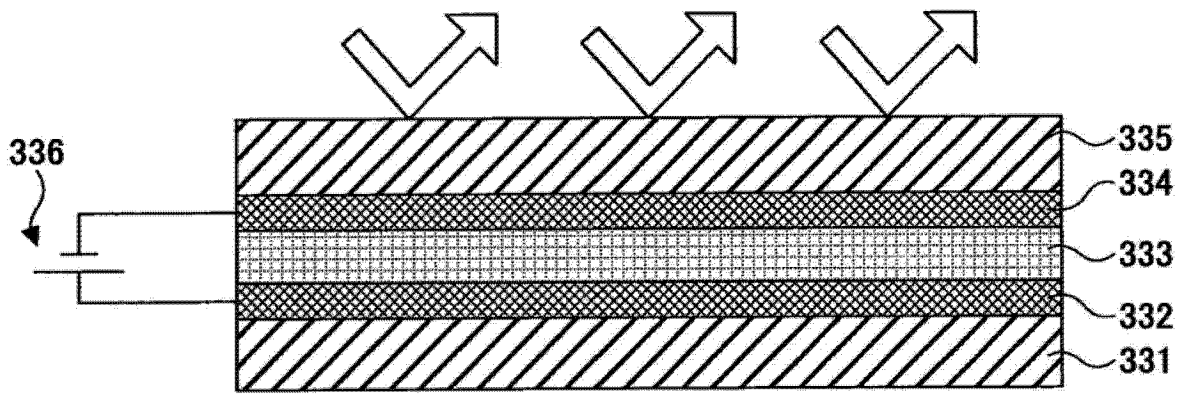


图 20

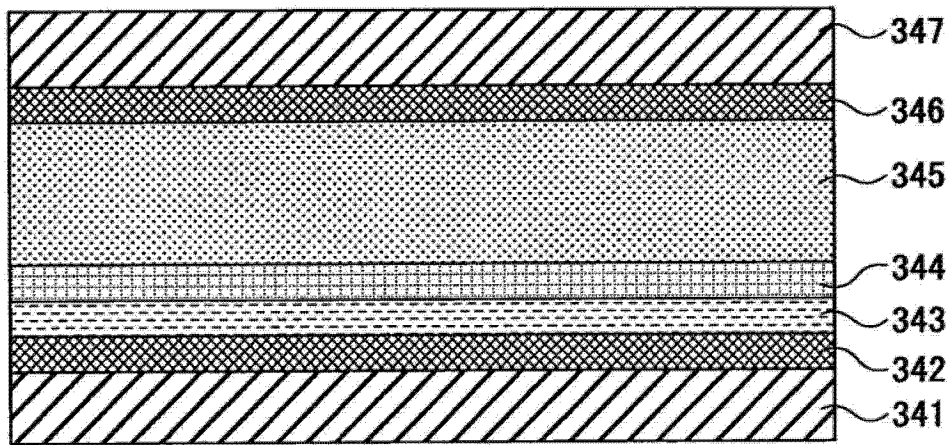


图 21

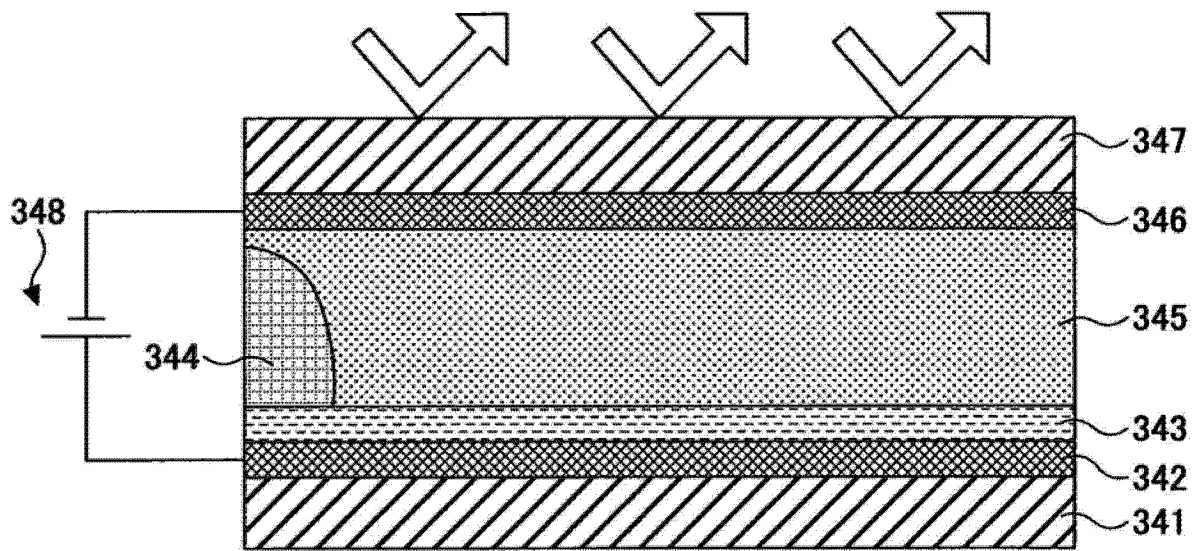


图 22

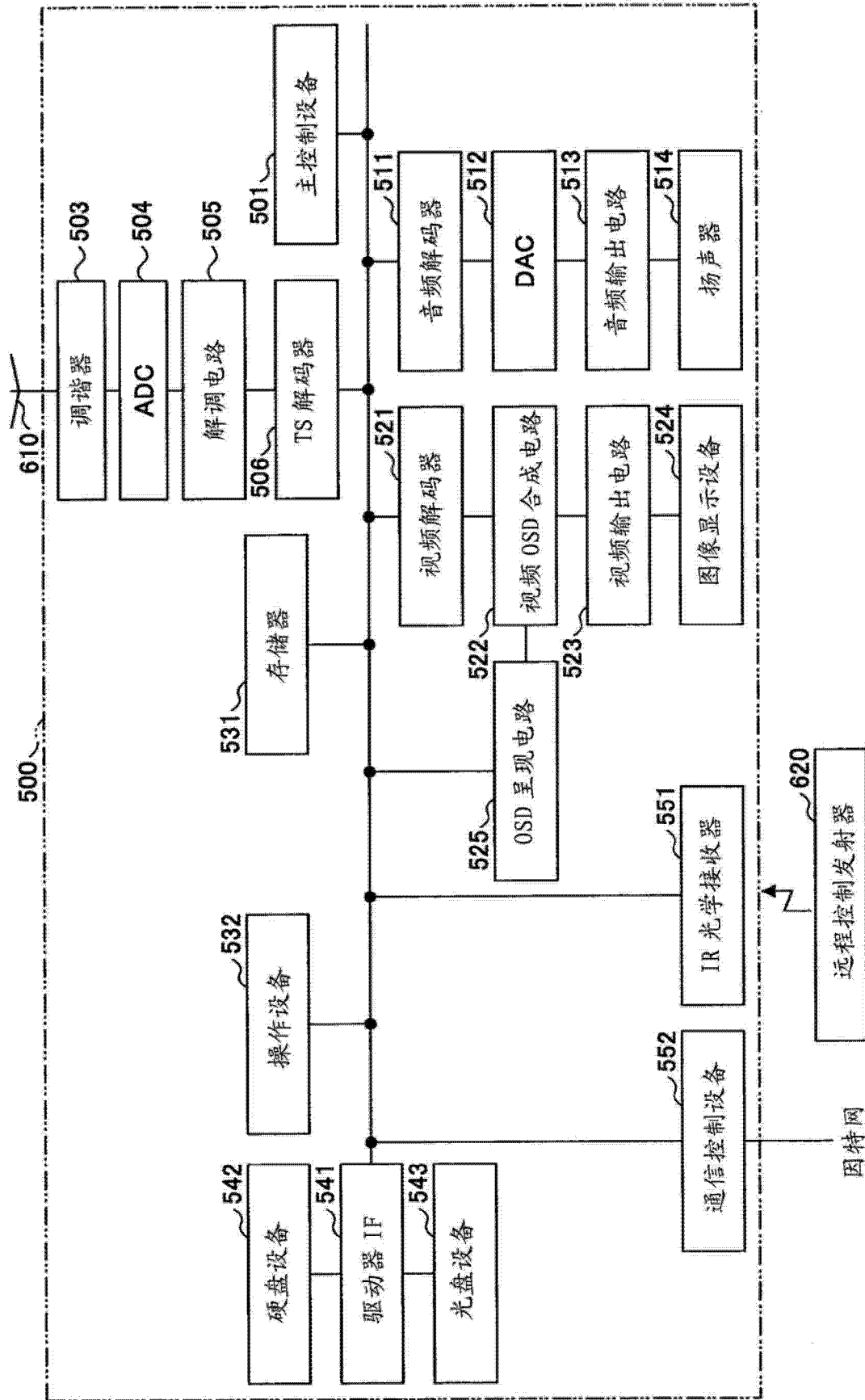


图 23

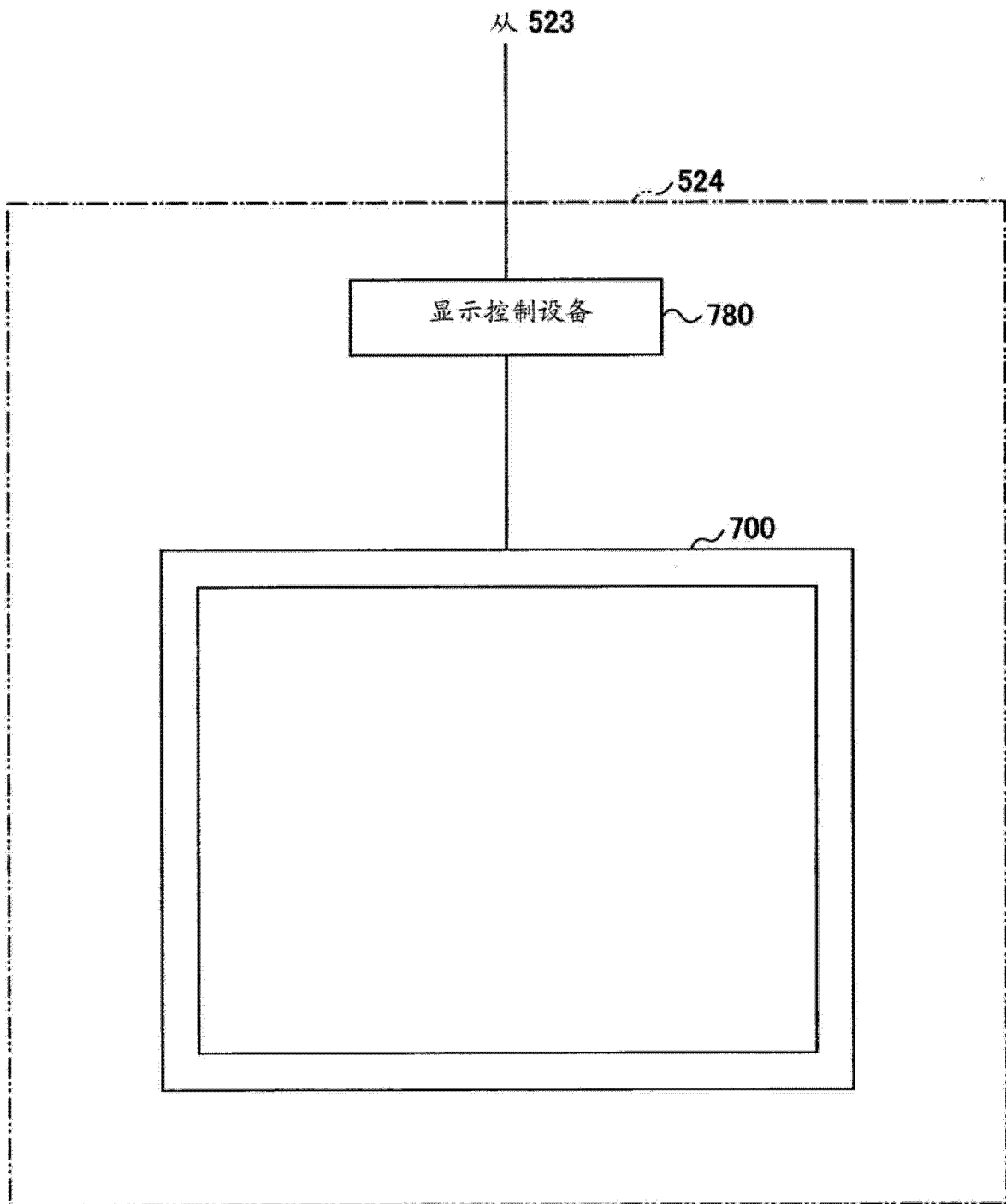


图 24

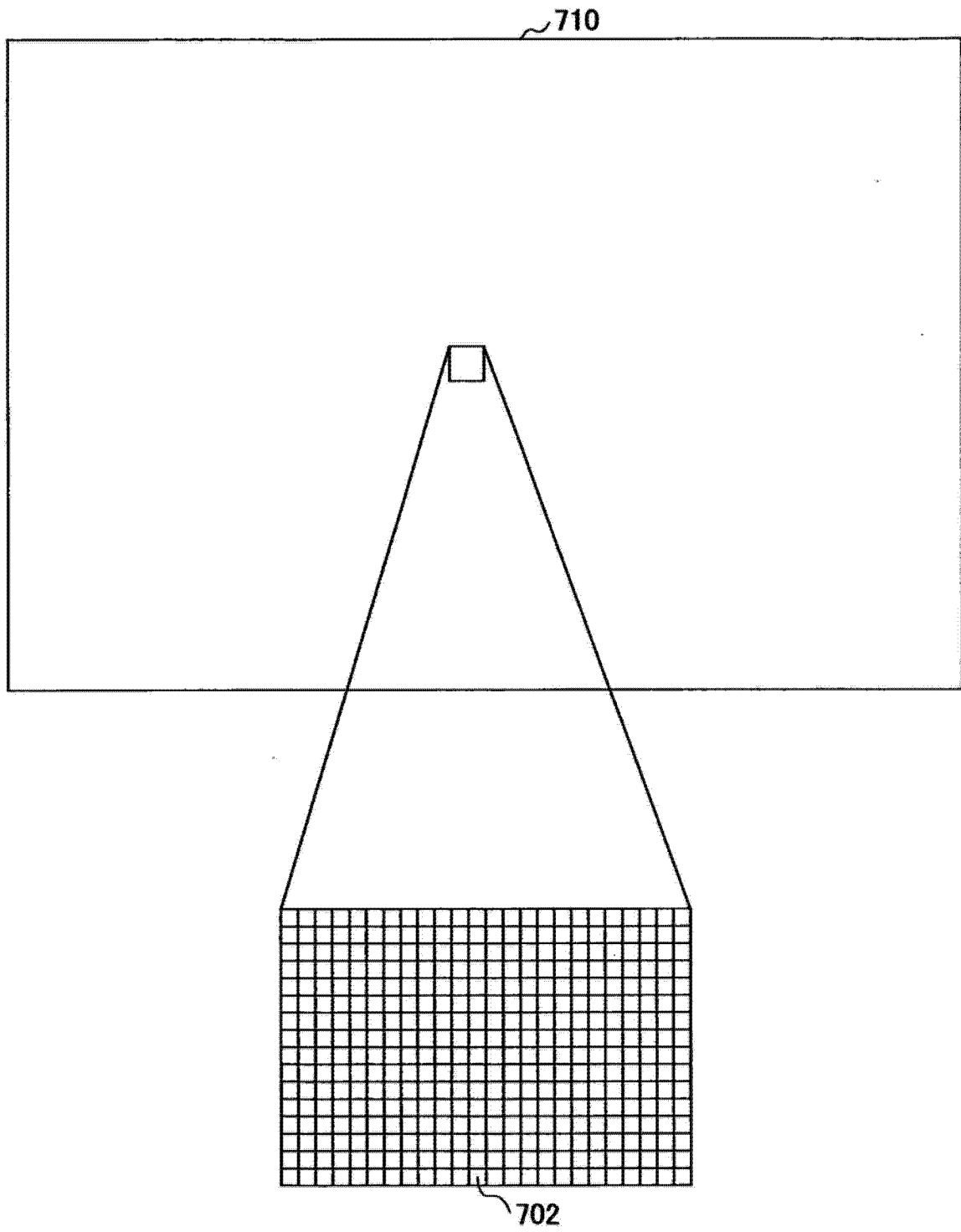


图 25

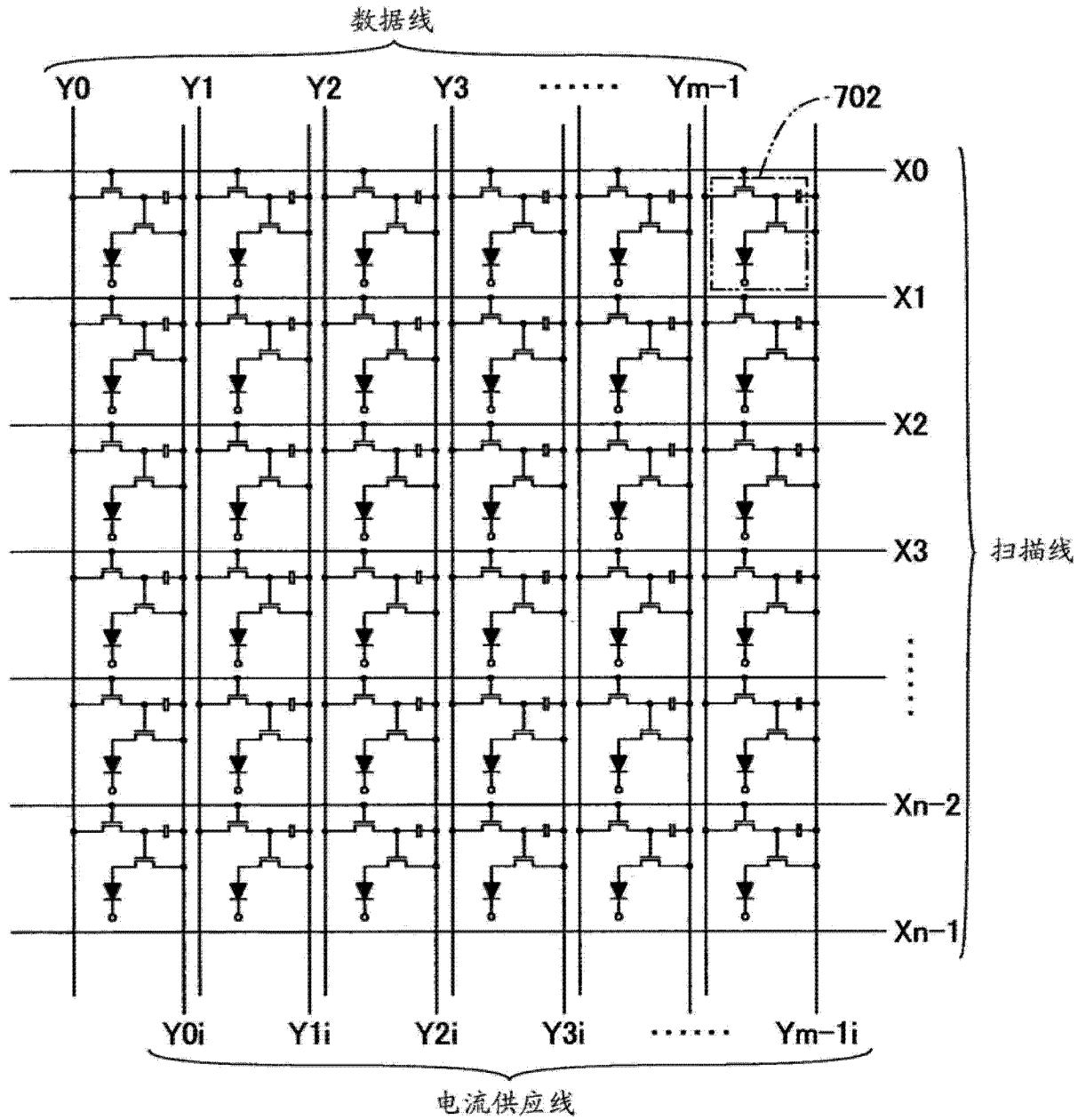


图 26

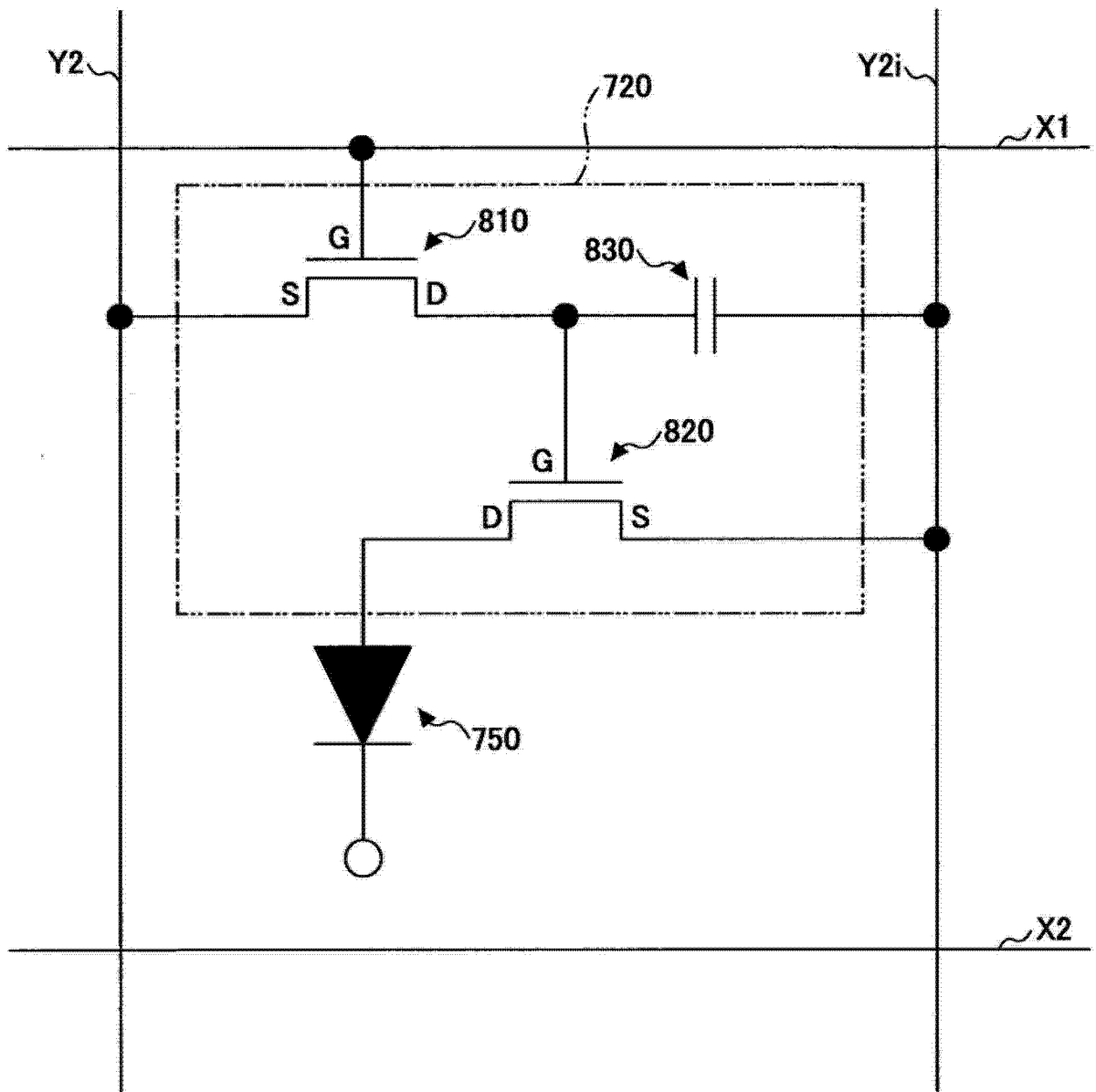


图 27

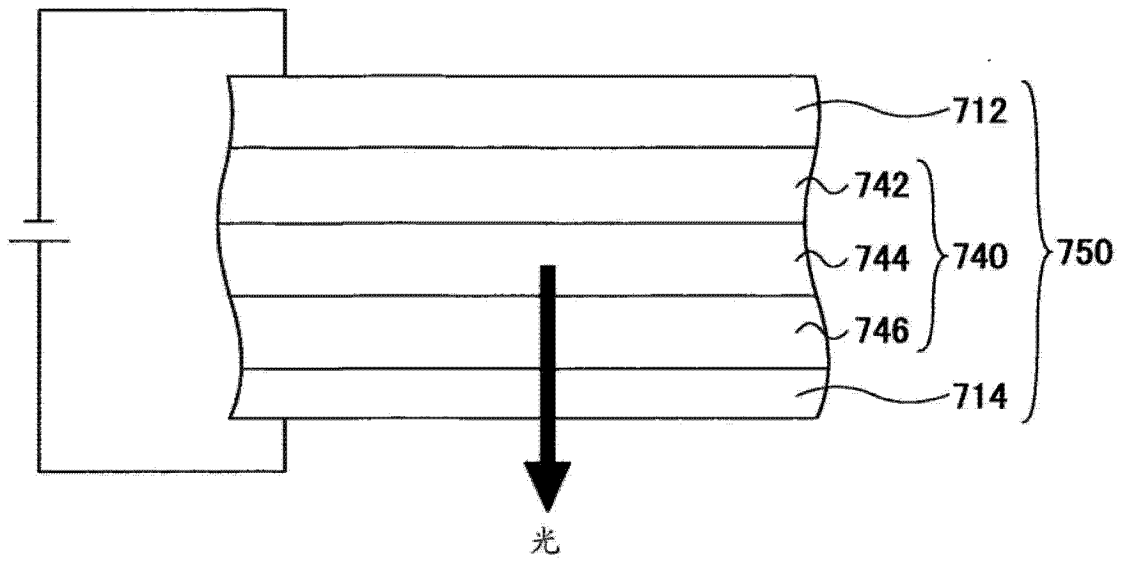


图 28

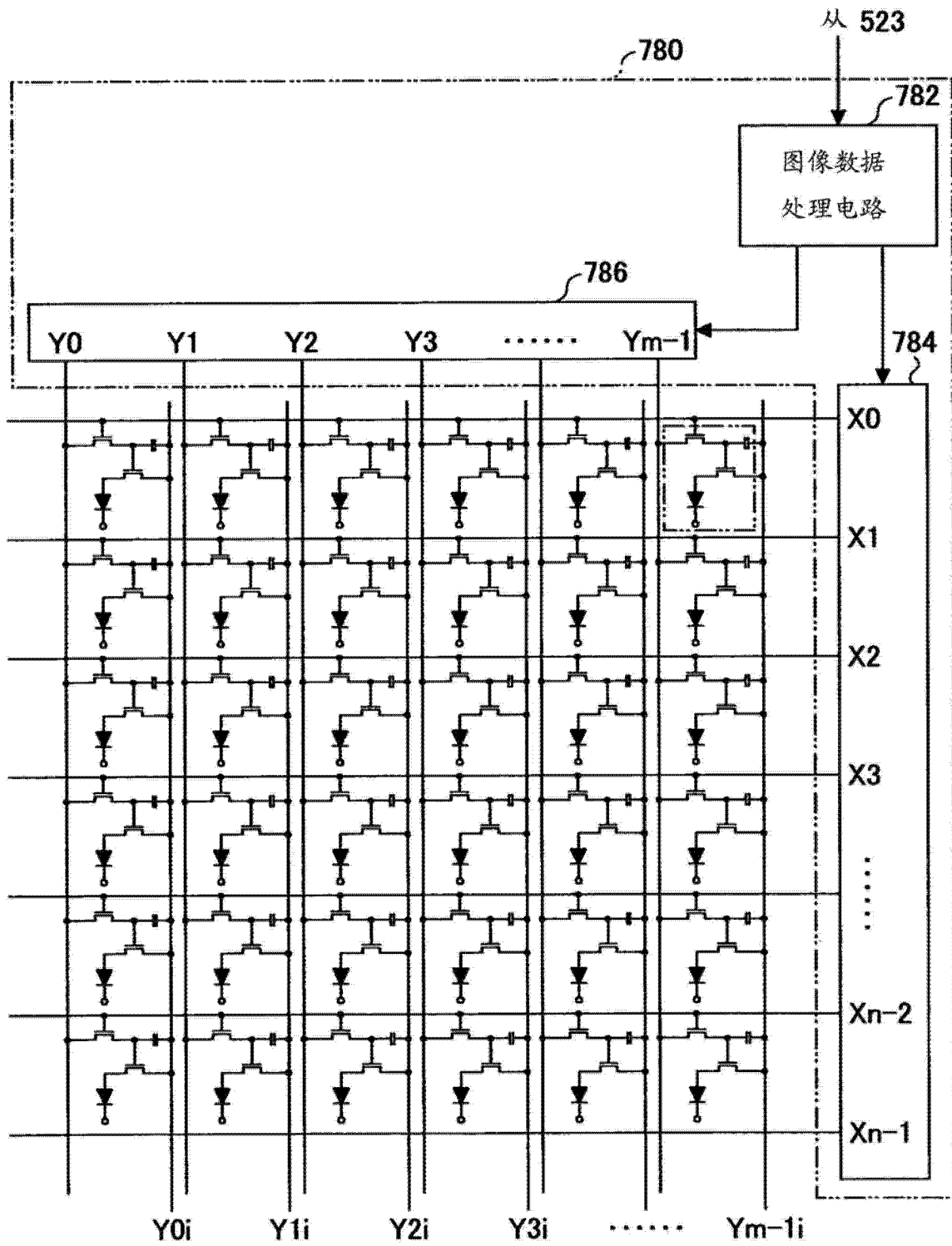


图 29

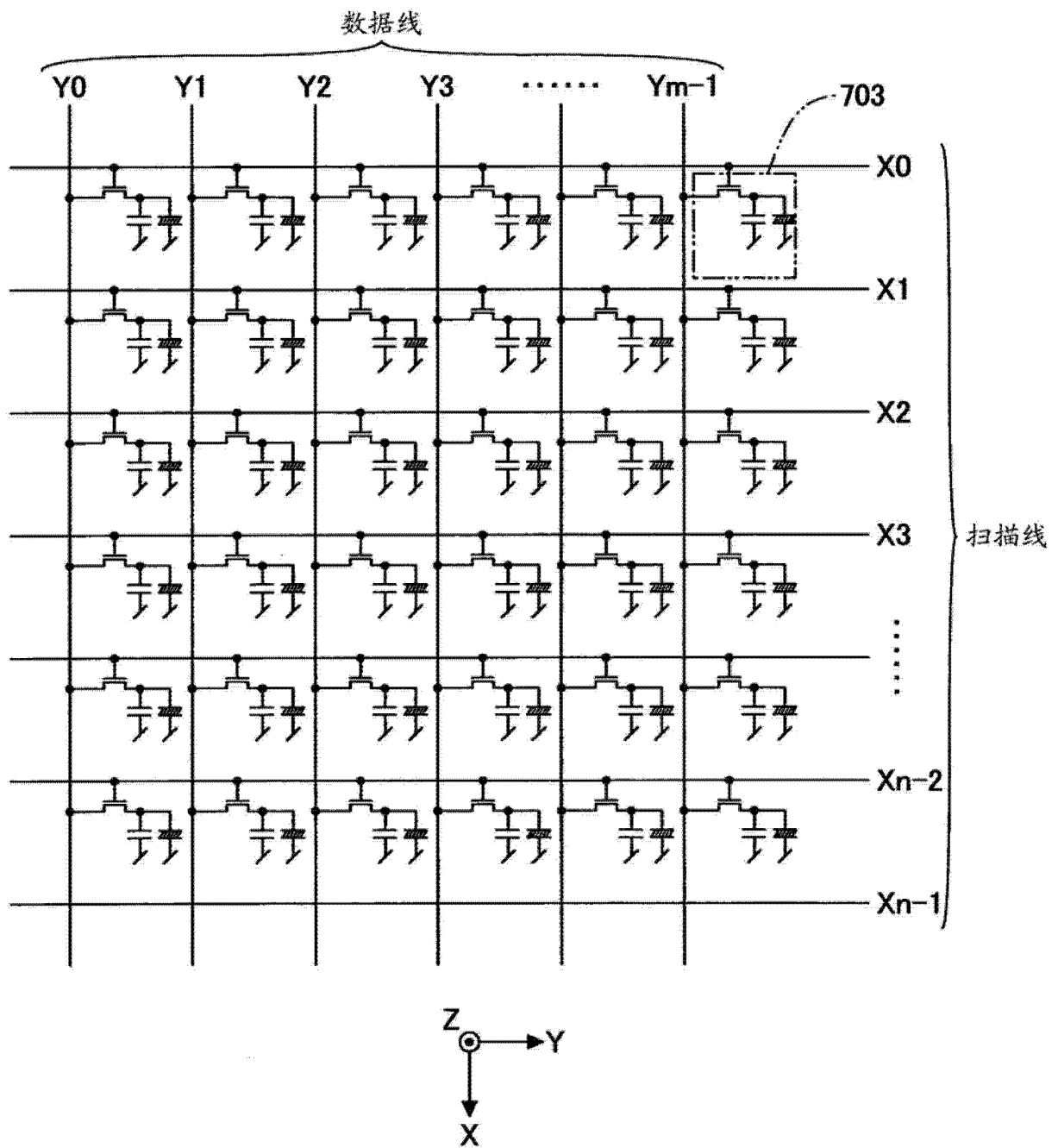


图 30

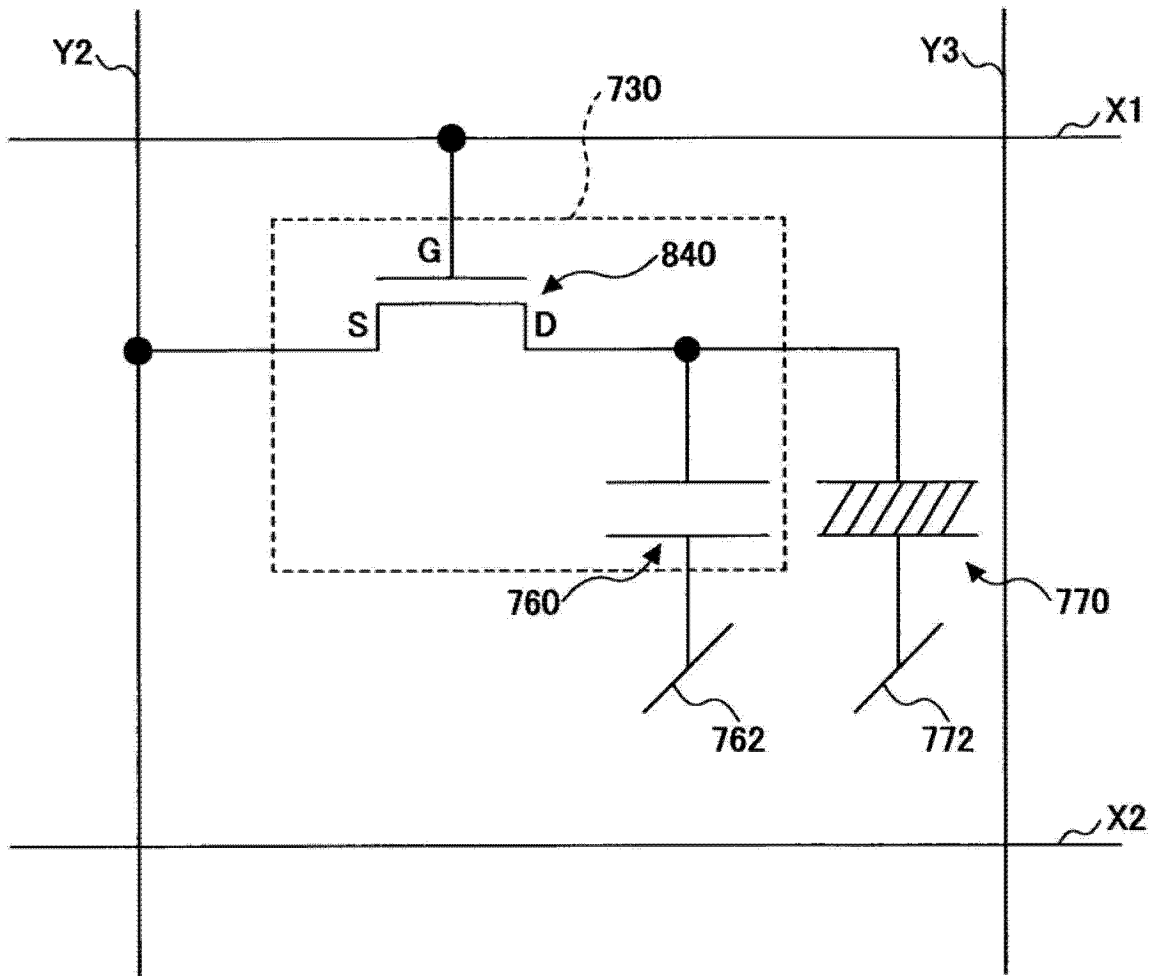


图 31

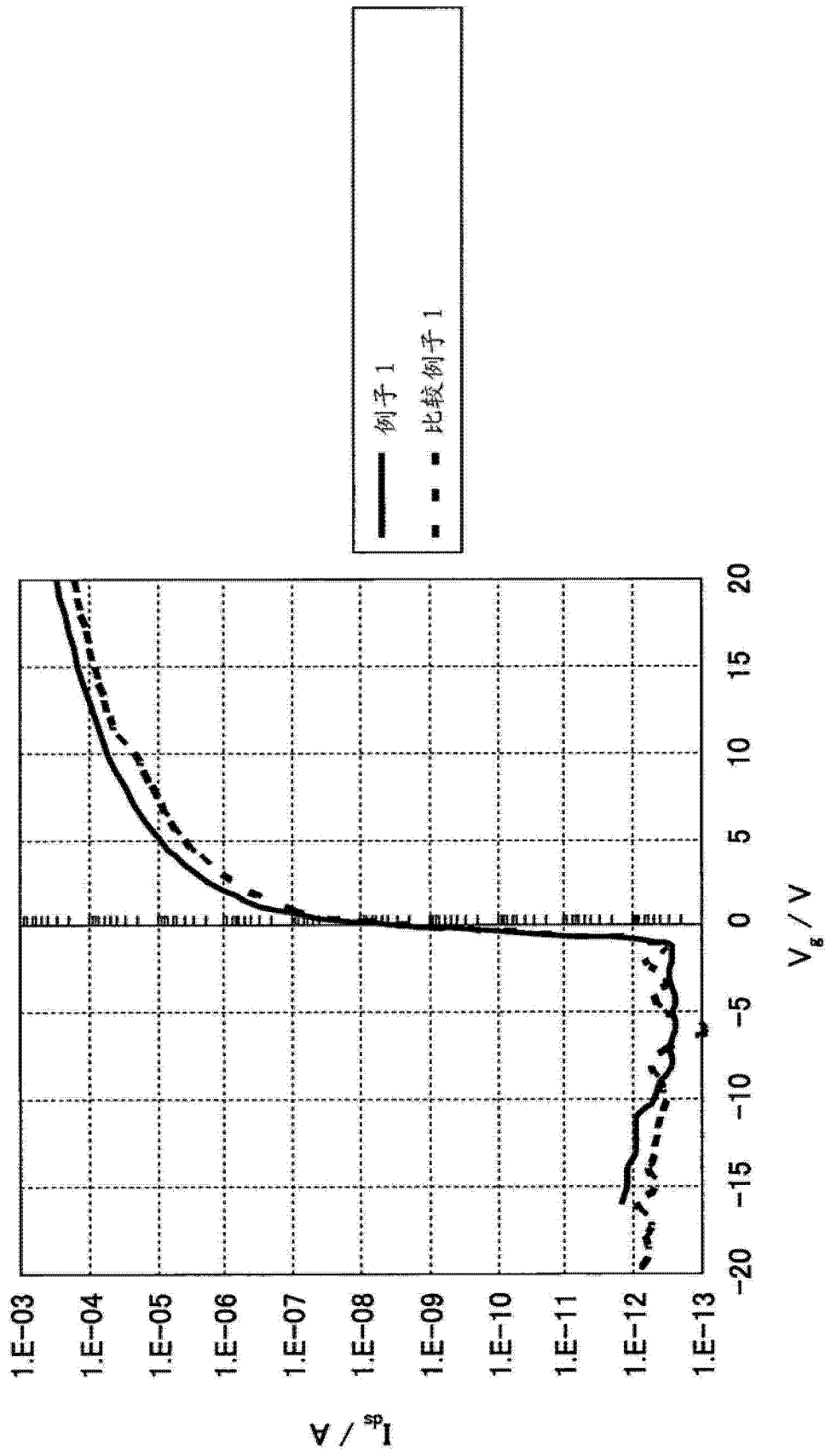


图 32

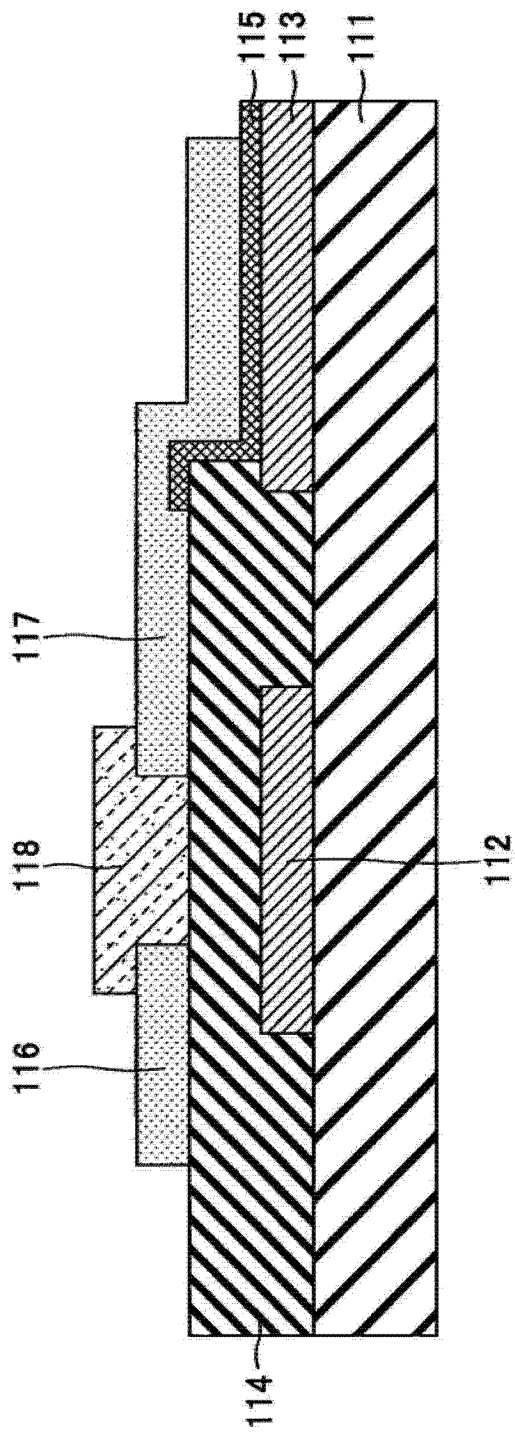


图 33

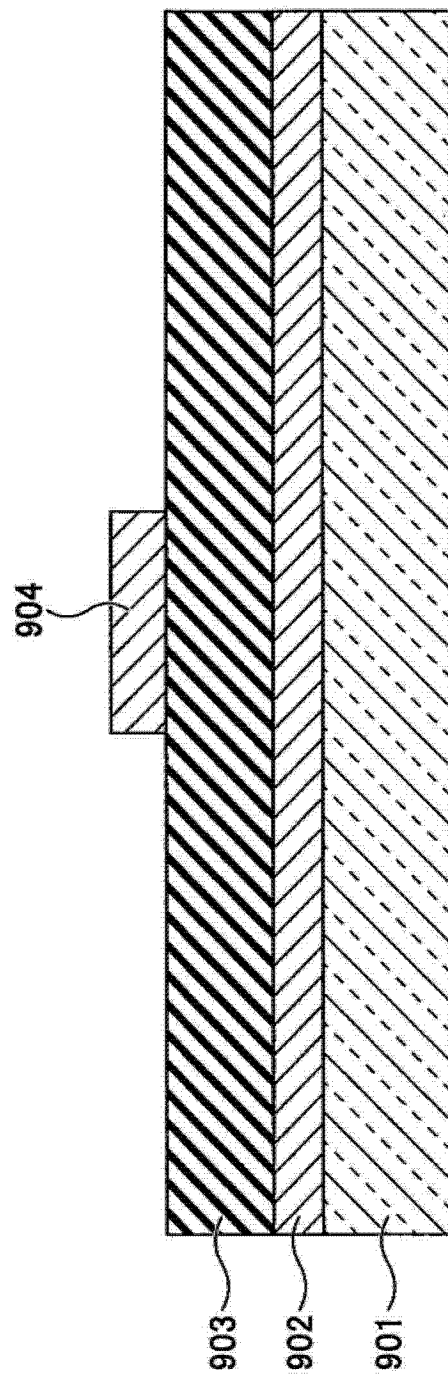


图 34

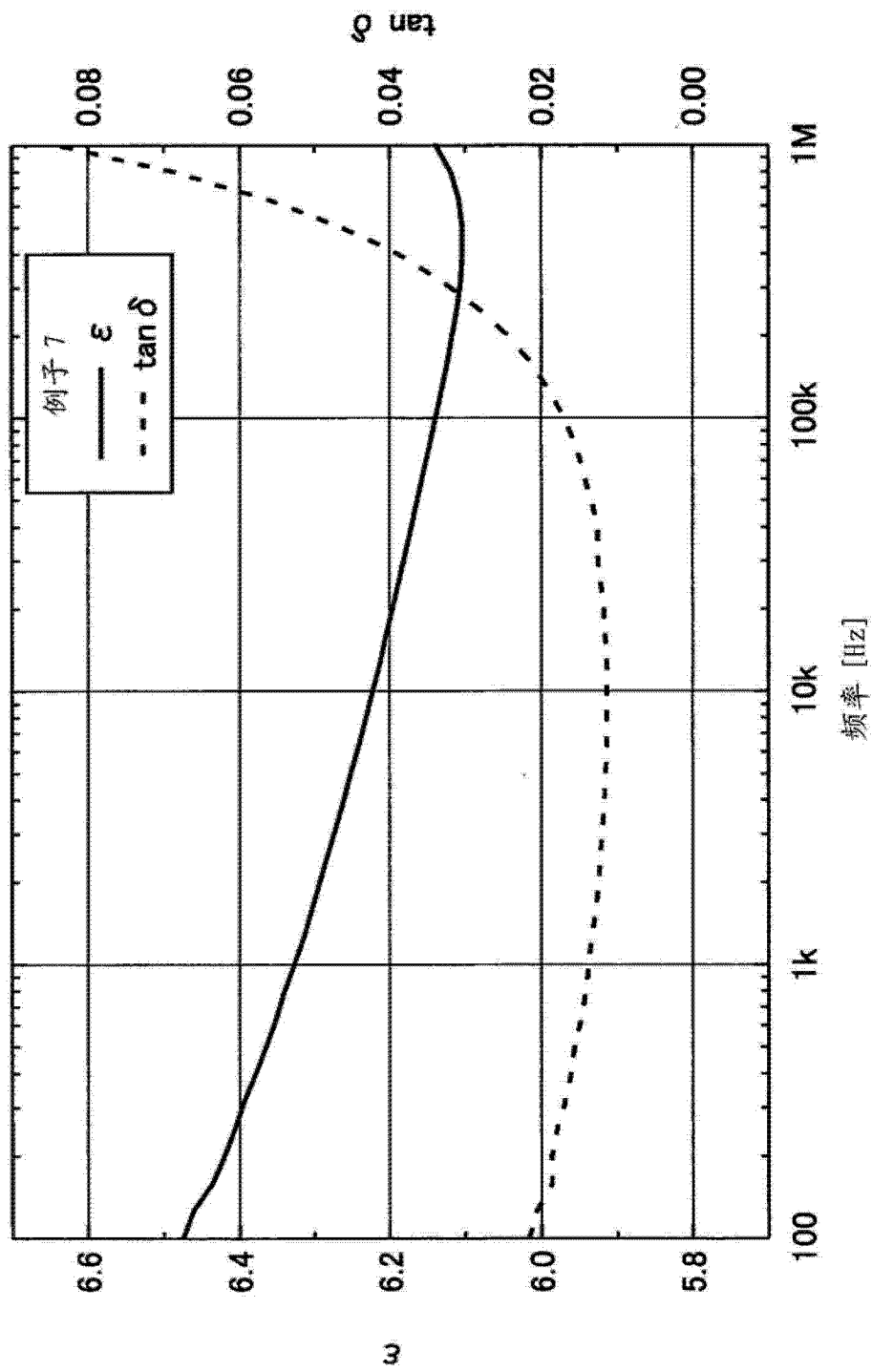


图 35

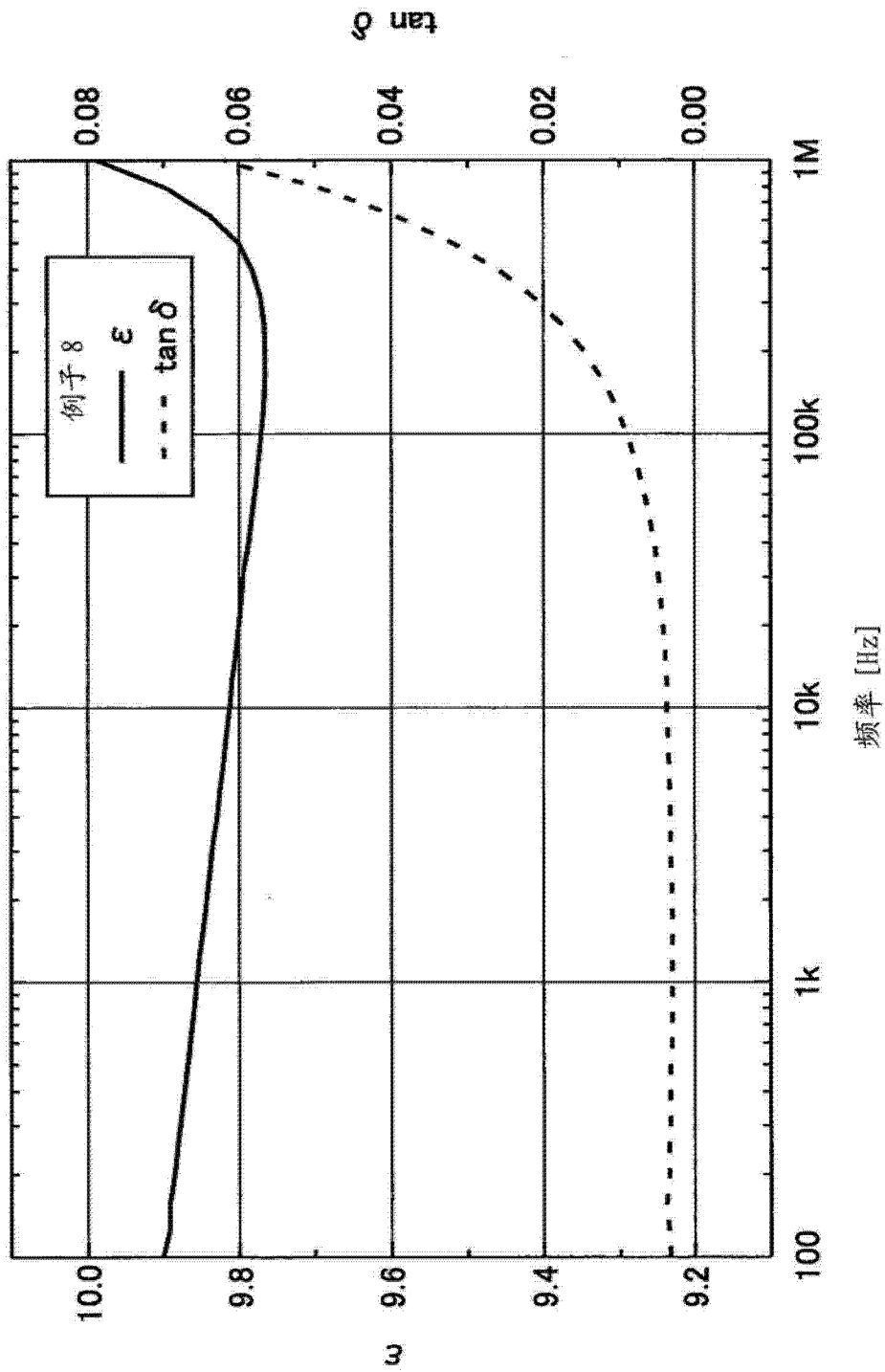


图 36

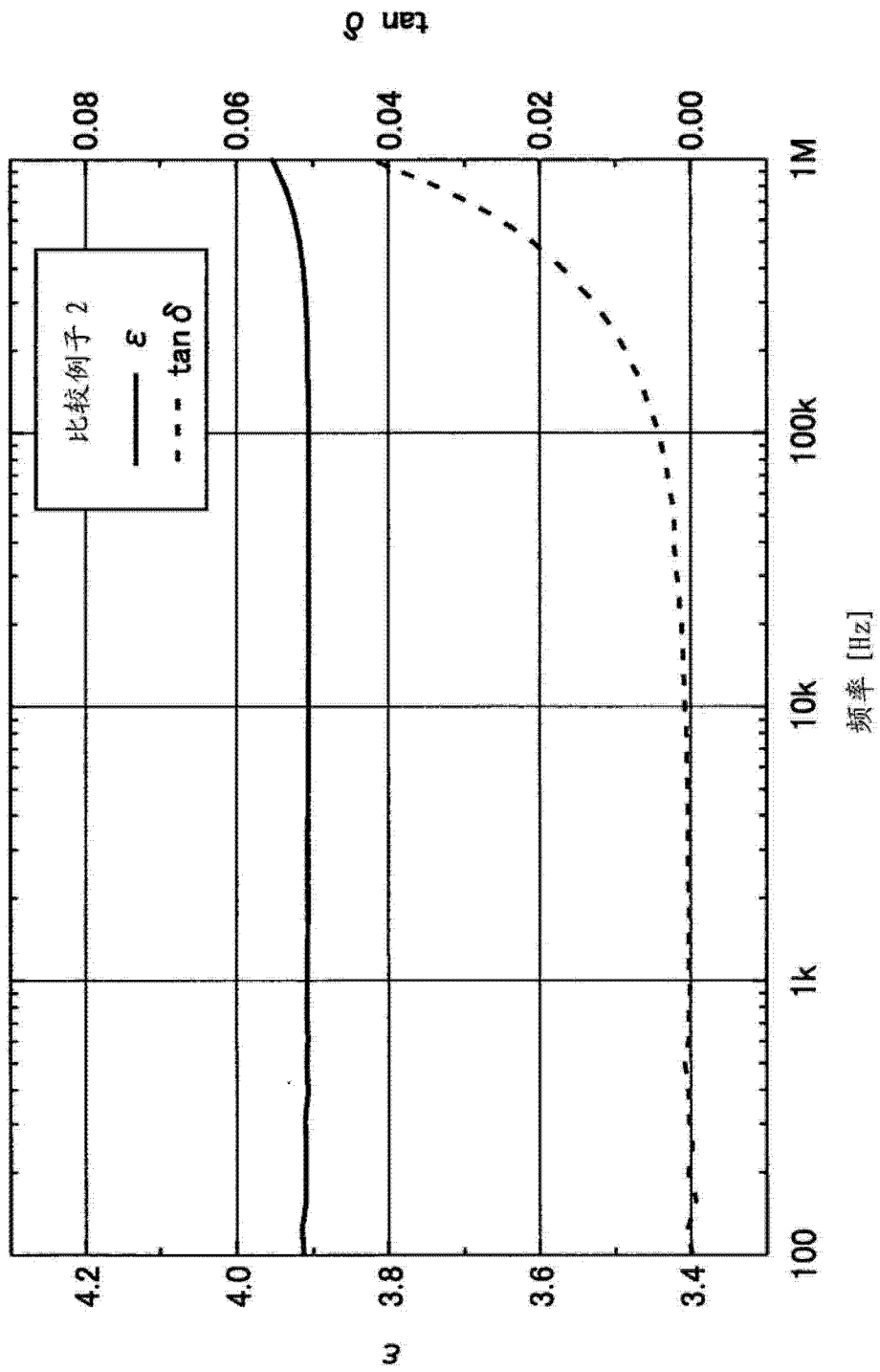


图 37

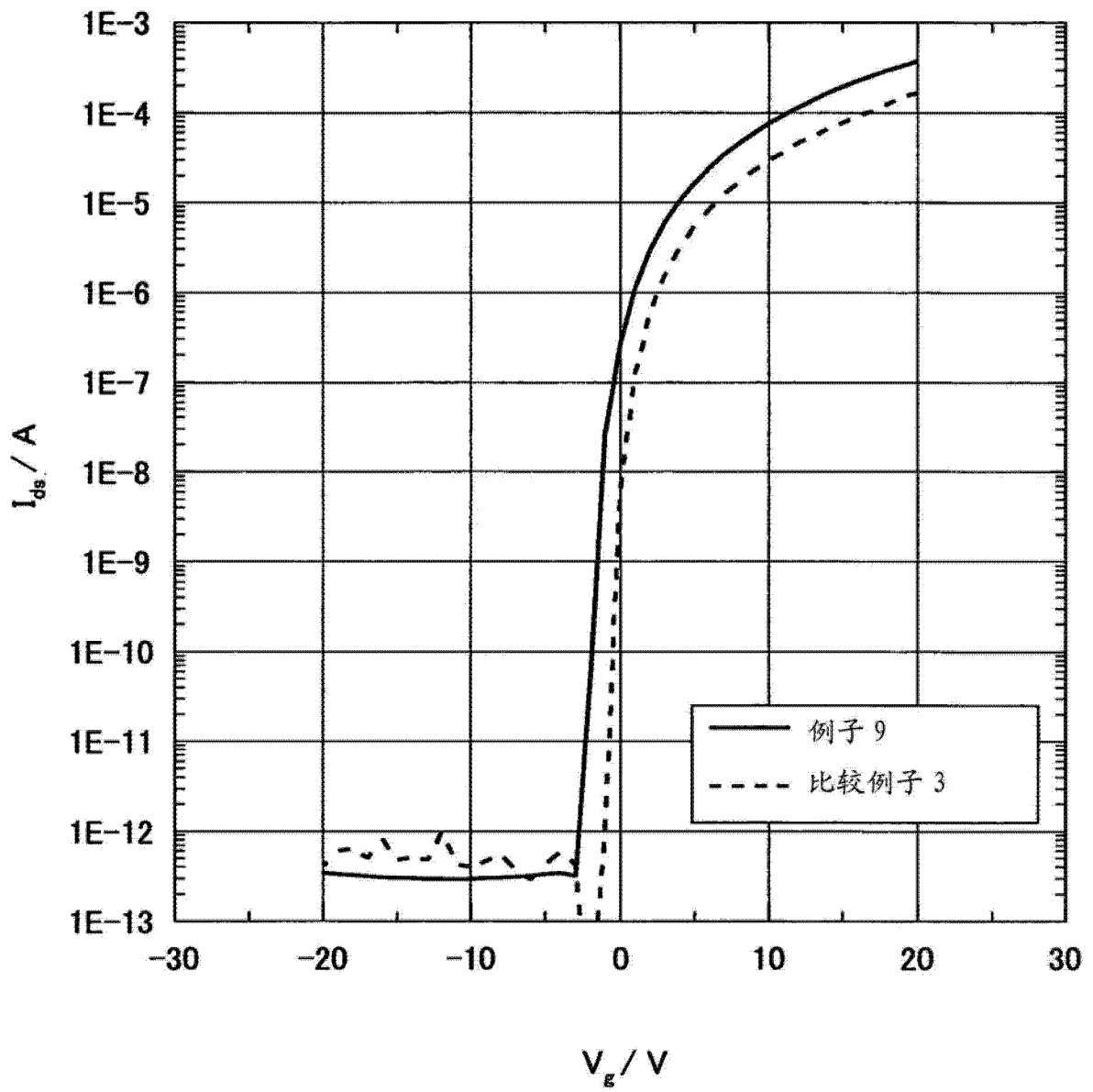


图 38

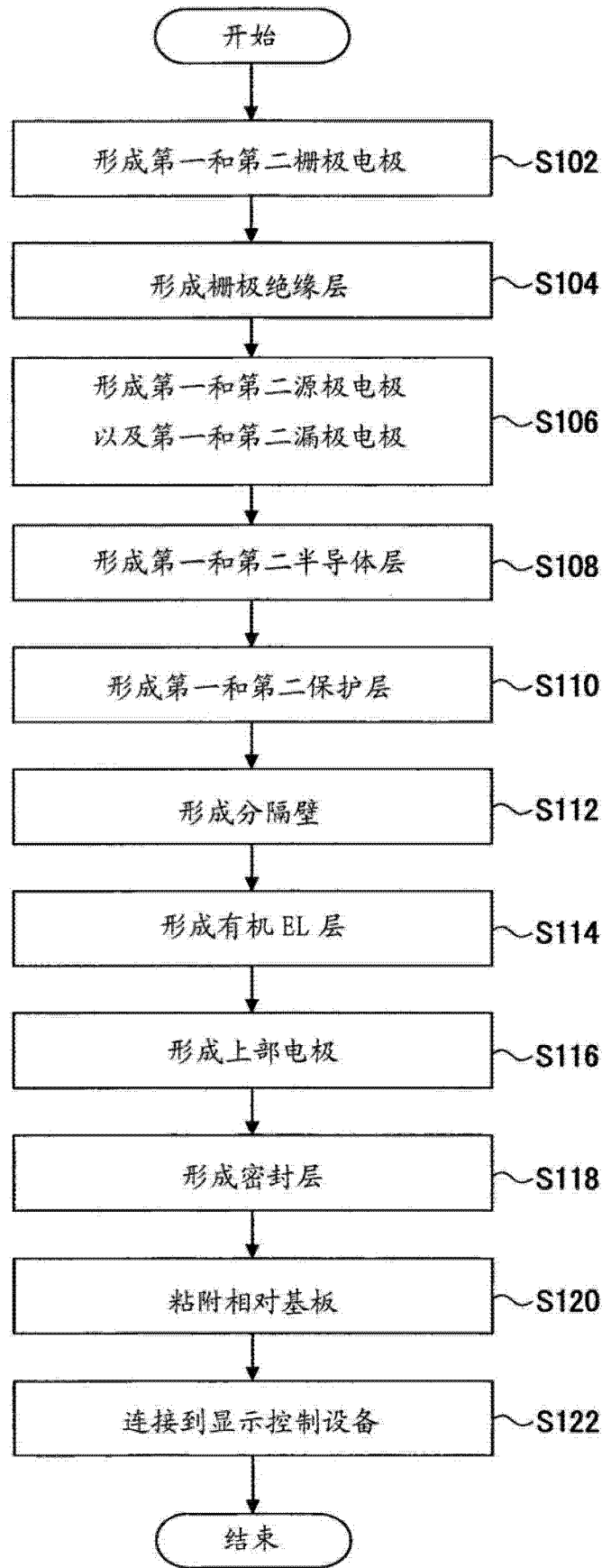


图 39