



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118696416 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 24

(21) 申请号 202280091589.3

(22) 申请日 2022.12.19

(30) 优先权数据

2022-022919 2022.02.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/046702 2022.12.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/157452 JA 2023.08.24

(71) 申请人 罗姆股份有限公司

地址 日本

(72) 发明人 大岳浩隆

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 金成哲 郑毅

(51) Int.Cl.

H01L 29/78 (2006.01)

H01L 21/28 (2006.01)

H01L 29/41 (2006.01)

H01L 29/417 (2006.01)

H01L 21/337 (2006.01)

H01L 29/808 (2006.01)

H01L 21/338 (2006.01)

H01L 29/812 (2006.01)

H01L 29/778 (2006.01)

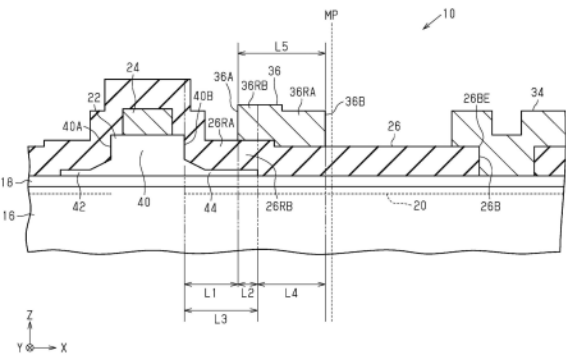
权利要求书3页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

氮化物半导体装置

(57) 摘要

氮化物半导体装置(10)包括电子渡越层(16)、电子供给层(18)、包含受主型杂质的栅极层(22)、栅极电极(24)、钝化层(26)、源极电极、漏极电极(34)、以及场板电极(36)。场板电极(36)在栅极层(22)与漏极电极(34)之间形成在钝化层(26)上。栅极层(22)包括栅极电极(24)所在的脊部(40)、从脊部(40)延伸的源极侧延伸部(42)、以及从脊部(40)向与源极侧延伸部(42)相反的一侧延伸的漏极侧延伸部(44)。钝化层(26)包括在漏极侧延伸部(44)的正上方不与场板电极(36)重叠的场板非重叠区域(26RA)。



1. 一种氮化物半导体装置,其特征在于,具备:
电子渡越层,其由氮化物半导体构成;
电子供给层,其由具有比上述电子渡越层大的带隙的氮化物半导体构成在上述电子渡越层上;
栅极层,其由包含受主型杂质的氮化物半导体形成于上述电子供给层上的一部分;
栅极电极,其形成在上述栅极层上;
钝化层,其覆盖上述电子供给层、上述栅极层以及上述栅极电极,并且包括第一开口部以及第二开口部;
源极电极,其经由上述第一开口部而与上述电子供给层相接;
漏极电极,其经由上述第二开口部而与上述电子供给层相接;以及
场板电极,其在上述栅极层与上述漏极电极之间形成在上述钝化层上,
上述栅极层包括:
上述栅极电极所在的脊部;
从上述脊部朝向上述第一开口部延伸的源极侧延伸部;以及
从上述脊部朝向上述第二开口部延伸的漏极侧延伸部,
上述钝化层包括在上述漏极侧延伸部的正上方不与上述场板电极重叠的场板非重叠区域。
2. 根据权利要求1所述的氮化物半导体装置,其特征在于,
上述场板非重叠区域是上述钝化层中的上述漏极侧延伸部的正上方的全部区域。
3. 根据权利要求1所述的氮化物半导体装置,其特征在于,
上述场板电极在俯视时与上述漏极侧延伸部的端部重叠。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的氮化物半导体装置,其特征在于,
上述源极电极、配置有上述栅极电极的上述栅极层、上述场板电极以及上述漏极电极沿一个方向相邻地配置在有源区域内,
上述场板电极在上述有源区域内从上述源极电极隔开间隔,
上述源极电极在俯视时不与上述漏极侧延伸部重叠的位置具有设置在上述钝化层上的区域。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的氮化物半导体装置,其特征在于,
上述源极电极在上述场板非重叠区域的外侧设置在上述钝化层上。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的氮化物半导体装置,其特征在于,
上述脊部包括:
上述栅极电极所在的上表面;
第一脊端部,其与上述上表面连续并且延伸出上述源极侧延伸部;以及
第二脊端部,其与上述上表面连续并且延伸出上述漏极侧延伸部,
上述场板电极包括与上述漏极电极对置的电极端部,
与位于偏靠上述场板电极的位置的上述第二开口部的开口端与上述第二脊端部的中间位置相比,上述电极端部位于偏靠上述第二脊端部的位置。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的氮化物半导体装置,其特征在于,
上述场板电极在上述漏极侧延伸部从上述脊部朝向上述第二开口部延伸的延伸方向

上具有比上述漏极侧延伸部的长度大的长度。

8. 根据权利要求7所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述场板电极包括俯视时不与上述漏极侧延伸部重叠的第一部分,
上述场板电极的上述第一部分在上述漏极侧延伸部的上述延伸方向上具有上述漏极侧延伸部的长度以上的长度。

9. 根据权利要求7所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述场板电极包括俯视时不与上述漏极侧延伸部重叠的第一部分,
上述漏极侧延伸部的长度为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $0.6\mu\text{m}$ 以下,
上述漏极侧延伸部的上述延伸方向上的上述场板电极的上述第一部分的长度为 $0.4\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下。

10. 根据权利要求8或9所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述场板电极包括俯视时与上述漏极侧延伸部重叠的第二部分,
上述场板电极的上述第一部分比上述第二部分长。

11. 根据权利要求1~10中任一项所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述场板电极由与上述源极电极以及上述漏极电极相同的材料形成。

12. 根据权利要求1~11中任一项所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述源极电极从上述第一开口部的位置遍及俯视时与上述源极侧延伸部重叠的位置而在上述钝化层上延伸。

13. 根据权利要求1~12中任一项所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述源极电极从上述第一开口部的位置遍及俯视时与上述栅极电极重叠的位置而在上述钝化层上延伸。

14. 根据权利要求1~13中任一项所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述源极电极与上述场板电极相互电连接。

15. 根据权利要求14所述的氮化物半导体装置, 其特征在于, 具备:
层间绝缘层, 其覆盖上述源极电极、上述漏极电极、上述场板电极以及上述钝化层;
第一通孔, 其贯通上述层间绝缘层而与上述源极电极连接;
第二通孔, 其贯通上述层间绝缘层而与上述场板电极连接; 以及
源极配线, 其形成在上述层间绝缘层上, 并且与上述第一通孔以及上述第二通孔连接。

16. 根据权利要求1~15中任一项所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述源极电极和上述场板电极在俯视时在沿上述栅极层的方向上形成为长条状,
上述场板电极在沿上述栅极层的方向上具有比上述源极电极的长度大的长度。

17. 根据权利要求16所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
上述场板电极包括:
电极主体部, 其沿上述栅极层延伸; 以及
电极连接部, 其在俯视时与上述栅极层正交的方向上具有比上述电极主体部的宽度大的宽度。

18. 根据权利要求14所述的氮化物半导体装置, 其特征在于,
具备连接配线, 该连接配线连接上述源极电极和上述场板电极,
上述源极电极、配置有上述栅极电极的上述栅极层、上述场板电极以及上述漏极电极

沿一个方向相邻地配置在有源区域内，

上述连接配线在从上述有源区域偏离的非有源区域内形成在上述钝化层上。

19. 根据权利要求18所述的氮化物半导体装置,其特征在于,

上述连接配线是连接上述源极电极和上述场板电极的两个连接配线中的一个, 上述两个连接配线、上述源极电极以及上述场板电极连接成环状。

20. 根据权利要求1~19中任一项所述的氮化物半导体装置,其特征在于,

上述电子渡越层是GaN层,

上述电子供给层是 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层,其中 $0.1 < x < 0.3$,

上述栅极层是包含Mg以及Zn中的至少一方作为上述受主型杂质的GaN层。

氮化物半导体装置

技术领域

[0001] 本公开涉及氮化物半导体装置。

背景技术

[0002] 目前,正在进行使用了氮化物半导体的高电子迁移率晶体管 (HEMT) 的产品化。在将HEMT应用于功率器件的情况下,从故障自动保险的观点出发,要求在零偏压时将源极-漏极间的电流路径(通道)断开的常断动作。专利文献1公开了常断型的氮化物半导体HEMT。

[0003] 例如,氮化物半导体HEMT包括由氮化镓 (GaN) 层构成的电子渡越层、以及由氮化铝镓 (AlGaIn) 层构成的电子供给层。HEMT的通道由在电子渡越层与电子供给层之间的异质结界面附近在电子渡越层中产生的二维电子气 (2DEG) 形成。专利文献1公开了通过在栅极电极之下设置包含受主型杂质的GaN层 (p型GaN层),从而断开由2DEG形成的通道,由此实现常断动作。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2017-73506号公报

发明内容

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 在栅极电极下设置有p型氮化物半导体层(例如,p型GaN层)的HEMT构造中,例如在对栅极电极施加较大的正偏压时,从栅极电极注入的空穴局部地蓄积于p型氮化物半导体层与电子供给层的界面。这种局部的空穴蓄积会引起电子供给层的能带弯曲,产生从经由电子供给层的电子渡越层向p型氮化物半导体层的电子泄漏(栅极电流泄漏),进而成为使栅极耐压下降的主要原因。

[0009] 另外,例如若在漏极-源极间施加高电压,则在漏极-源极间区域中的栅极电极端部附近、特别是漏极电极侧的栅极电极端部附近产生电场集中。这样的电场集中例如会引起电子供给层等的绝缘破坏而成为使漏极-源极间耐压下降的主要原因。

[0010] 为了缓和这样的电场集中,一般采用在栅极电极的周边配置电极层的结构。例如,在专利文献1的构造中,源极电极以覆盖栅极电极的上方且延伸至与漏极电极对置的位置的方式配置。这样的源极电极的延伸部分被称为场板电极或者源极场板电极。

[0011] 源极场板电极具有缓和栅极电极端部附近的电场集中的效果。另一方面,具有源极场板电极的HEMT在源极场板电极与2DEG之间具有经由电子供给层而形成的寄生电容。这样的漏极-源极间的寄生电容可限制HEMT的高速、高频动作。

[0012] 用于解决课题的方案

[0013] 本公开的一个方案的氮化物半导体装置具备:电子渡越层,其由氮化物半导体构成;电子供给层,其由具有比上述电子渡越层大的带隙的氮化物半导体构成在上述电子渡越层上;栅极层,其由包含受主型杂质的氮化物半导体形成于上述电子供给层上的一部分;

栅极电极,其形成在上述栅极层上;钝化层,其覆盖上述电子供给层、上述栅极层以及上述栅极电极,并且包括第一开口部以及第二开口部;源极电极,其经由上述第一开口部而与上述电子供给层相接;漏极电极,其经由上述第二开口部而与上述电子供给层相接;以及场板电极,其在上述栅极层与上述漏极电极之间形成在上述钝化层上。上述栅极层包括:上述栅极电极所在的脊部;从上述脊部朝向上述第一开口部延伸的源极侧延伸部;以及从上述脊部朝向上述第二开口部延伸的漏极侧延伸部。上述钝化层包括在上述漏极侧延伸部的正上方不与上述场板电极重叠的场板非重叠区域。

[0014] 发明的效果

[0015] 根据本公开的一个方案的氮化物半导体装置能够实现HEMT构造,该HEMT构造能够实现栅极耐压的提高,并且兼顾漏极-源极间耐压的提高和漏极-源极间寄生电容的降低。

附图说明

[0016] 图1是第一实施方式的例示性的氮化物半导体装置的概略剖视图。

[0017] 图2是图1的氮化物半导体装置的局部放大剖视图。

[0018] 图3是沿图1的F3-F3线的氮化物半导体装置的概略俯视图。

[0019] 图4是表示氮化物半导体装置的源极电极与场板电极的连接构造的图3的局部放大俯视图。

[0020] 图5是沿图4的F5-F5线的氮化物半导体装置的局部放大剖视图。

[0021] 图6是第二实施方式的例示性的氮化物半导体装置的概略剖视图。

[0022] 图7是第三实施方式的例示的氮化物半导体装置的概略剖视图。

[0023] 图8是第四实施方式的例示性的氮化物半导体装置的概略剖视图。

[0024] 图9是表示氮化物半导体装置的源极电极与场板电极的另一连接构造的例子的概略俯视图。

[0025] 图10是表示氮化物半导体装置的源极电极与场板电极的又一连接构造的例子的概略俯视图。

具体实施方式

[0026] 以下,参照附图对本公开的半导体装置的几个实施方式进行说明。此外,附图所示的构成要素有时为了容易理解以及明确化而被局部地放大,不一定以恒定的比例尺来描绘。另外,为了容易理解,有时在剖视图中省略了影线。附图只不过例示本公开的实施方式,不应被视为限制本公开。

[0027] 以下的详细的记载包括将本公开的例示性的实施方式具体化的装置、系统以及方法。该详细的记载只不过是用于说明,并非限定本公开的实施方式或者这样的实施方式的应用以及使用的意思。

[0028] [第一实施方式]

[0029] 图1是第一实施方式的例示性的氮化物半导体装置10的概略剖视图。首先,参照图1,对氮化物半导体装置10的整体构造进行说明。

[0030] [氮化物半导体装置的整体构造]

[0031] 氮化物半导体装置10例如可作为使用了氮化镓(GaN)等氮化物半导体的高电子迁

移率晶体管 (HEMT) 而构成。氮化物半导体装置10包括基板12、形成于基板12上的缓冲层14、形成于缓冲层14上的电子渡越层16、以及形成于电子渡越层16上的电子供给层18。

[0032] 基板12可由硅 (Si)、碳化硅 (SiC)、GaN、蓝宝石、或者其它基板材料形成。例如,基板12是导电性Si基板。基板12的厚度例如也可以为200 μm 以上且1500 μm 以下。此外,附图(例如图1)所示的相互正交的XYZ轴的Z方向是与基板12的主面正交的方向。在本说明书中使用的称为“俯视时”的用语只要没有明确说明的特别记载,则指沿Z方向从上方观察氮化物半导体装置10。

[0033] 缓冲层14位于基板12与电子渡越层16之间,可由能够缓和基板12与电子渡越层16之间的晶格失配的任意的材料形成。例如,缓冲层14包含一个或者多个氮化物半导体层。例如,缓冲层14可包含氮化铝 (AlN) 层、氮化铝镓 (AlGa_N) 层、以及具有不同的铝 (Al) 组成的渐变AlGa_N层中的至少一个。例如,缓冲层14可由单一的AlN层、单一的AlGa_N层、具有AlGa_N/GaN超晶格构造的层、具有AlN/AlGa_N超晶格构造的层、或者具有AlN/GaN超晶格构造的层形成。

[0034] 在一例中,缓冲层14包括形成于基板12上的第一缓冲层、以及形成于第一缓冲层上的第二缓冲层。第一缓冲层例如是AlN层,例如可具有200nm左右的厚度。第二缓冲层例如包括多个AlGa_N层,各AlGa_N层例如可具有100nm左右的厚度。此外,为了抑制缓冲层14中的泄漏电流,也可以向缓冲层14的一部分导入杂质而处于半绝缘性。该情况下,杂质例如是碳 (C) 或者铁 (Fe), 杂质的浓度例如也可以是 $4 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 以上。

[0035] 电子渡越层16由氮化物半导体构成,例如也可以是GaN层。电子渡越层16例如可具有0.5 μm 以上且2 μm 以下的厚度。此外,为了抑制电子渡越层16中的泄漏电流,也可以向电子渡越层16的一部分导入杂质而使电子渡越层16的表层区域以外处于半绝缘性。该情况下,杂质例如是C,杂质的浓度例如是峰值浓度,也可以是 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 以上。

[0036] 电子供给层18由具有比电子渡越层16大的带隙的氮化物半导体构成,例如也可以是AlGa_N层。在AlGa_N层的情况下,Al组成越大则带隙越大,作为AlGa_N层的电子供给层18具有比作为GaN层的电子渡越层16大的带隙。例如,电子供给层18由Al_{1-x}Ga_xN_{1-x}构成,在此,x为 $0.1 < x < 0.4$,更优选为 $0.2 < x < 0.3$,但不必限定于该范围。例如,x也可以为 $0.1 < x < 0.3$ 。电子供给层18例如可具有5nm以上且20nm以下的厚度。

[0037] 电子渡越层16和电子供给层18由具有相互不同的晶格常数的氮化物半导体构成。因此,构成电子渡越层16的氮化物半导体(例如GaN)和构成电子供给层18的氮化物半导体(例如AlGa_N)成为晶格失配系的接合。通过电子渡越层16以及电子供给层18的自发极化和电子供给层18的异质结部受到的应力引起的压电极化,电子渡越层16与电子供给层18的异质结界面附近的电子渡越层16的传导带的能级变得比费米能级低。由此,在接近电子渡越层16和电子供给层18的异质结界面的位置(例如距离界面数nm左右的距离),二维电子气(2DEG)20在电子渡越层16内扩展。

[0038] 氮化物半导体装置10还包括:形成于电子供给层18上的栅极层22;形成于栅极层22上的栅极电极24;以及覆盖电子供给层18、栅极层22、以及栅极电极24的钝化层26。

[0039] 栅极层22通过包含受主型杂质的氮化物半导体形成于电子供给层18上的一部分。栅极层22可由具有比电子供给层18小的带隙的任意的材料构成。例如,在电子供给层18为AlGa_N层的情况下,栅极层22也可以是掺杂了受主型杂质的GaN层、即p型GaN层。受主型杂质

例如可包含锌 (Zn)、镁 (Mg)、以及碳 (C) 中的至少一个。受主型杂质例如可具有 $7 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 以上且 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 以下的最大浓度。

[0040] 栅极电极24形成于栅极层22的上表面的一部分或者全部,与栅极层22形成肖特基结。栅极电极24由一个或者多个金属层构成,例如也可以是氮化钛 (TiN) 层。或者,栅极电极24也可以由第一金属层 (例如Ti层) 和设置在第一金属层上的第二金属层 (例如TiN层) 构成。栅极电极24例如可具有50nm以上且300nm以下的厚度。

[0041] 钝化层26例如由氮化硅 (SiN) 膜、二氧化硅 (SiO_2) 膜、氮氧化硅 (SiON) 膜、氧化铝 (Al_2O_3) 膜、AlN膜、以及氮氧化铝 (AlON) 膜中的任一个单膜、或者包含它们的两个以上的任意的组合的复合膜构成。钝化层26包括第一开口部26A和第二开口部26B。栅极层22位于第一开口部26A与第二开口部26B之间。

[0042] 氮化物半导体装置10还包括:经由钝化层26的第一开口部26A而与电子供给层18相接的源极电极32;以及经由钝化层26的第二开口部26B而与电子供给层18相接的漏极电极34。氮化物半导体装置10还包括形成于钝化层26上的场板电极36。

[0043] 源极电极32、漏极电极34、以及场板电极36例如由使用了Ti层、TiN层、Al层、AlSiCu层、以及AlCu层中的至少一个的一个或者多个金属层构成。例如,源极电极32、漏极电极34、以及场板电极36可由相同的材料形成。该情况下,能够在同一工序中形成源极电极32、漏极电极34、以及场板电极36的全部这方面是有利的。

[0044] 源极电极32的至少一部分填充于钝化层26的第一开口部26A内,漏极电极34的至少一部分填充于钝化层26的第二开口部26B内。源极电极32以及漏极电极34分别经由第一开口部26A以及第二开口部26B而与电子供给层18的正下方的2DEG欧姆接触。

[0045] [栅极层的台阶构造]

[0046] 接下来参照图1,对栅极层22的例示性的台阶 (阶梯) 构造进行说明。

[0047] 栅极层22包括:栅极电极24所在的脊部40;从脊部40朝向钝化层26的第一开口部26A延伸的源极侧延伸部42;以及从脊部40朝向钝化层26的第二开口部26B延伸的漏极侧延伸部44。这样,栅极层22具有由脊部40和延伸部42、44形成的台阶构造。

[0048] 脊部40相当于栅极层22相对厚的部分。脊部40包括:栅极电极24所在的上表面40T;与上表面40T连续并且延伸出源极侧延伸部42的第一脊端部40A;以及与上表面40T连续并且延伸出漏极侧延伸部44的第二脊端部40B。脊部40在沿图1的XZ平面的剖面中可具有矩形形状或者大致矩形形状 (梯形形状)。脊部40例如可具有80nm以上且150nm以下的厚度。此外,脊部40的厚度是指,从脊部40的上表面40T至下表面 (与电子供给层18相接的栅极层22的下表面) 的距离。栅极层22的厚度可考虑栅极耐压等各种参数来适当决定。

[0049] 源极侧延伸部42从第一脊端部40A朝向第一开口部26A延伸,另一方面,漏极侧延伸部44从第二脊端部40B朝向第二开口部26B延伸。源极侧延伸部42包括与第一开口部26A对置的端部42A,漏极侧延伸部44包括与第二开口部26B对置的端部44A。源极侧延伸部42的端部42A从第一开口部26A隔开间隔,漏极侧延伸部44的端部44A从第二开口部26B隔开间隔。

[0050] 在图1的例子中,漏极侧延伸部44与源极侧延伸部42相比,在俯视时从脊部40朝向外侧较长地延伸。但是,源极侧延伸部42和漏极侧延伸部44也可以是相同的长度。源极侧延伸部42在从第一脊端部40A朝向第一开口部26A延伸的方向上,例如可具有0.2 μm 以上且0.3

μm 以下的长度(从第一脊端部40A至源极侧延伸部42的端部42A的长度)。另一方面,漏极侧延伸部44在从第二脊端部40B朝向第二开口部26B延伸的方向上,例如可具有 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $0.6\mu\text{m}$ 以下的长度(从第二脊端部40B至漏极侧延伸部44的端部44A的长度)。

[0051] 另外,在图1的例子中,源极侧延伸部42以及漏极侧延伸部44分别包括与脊部40相邻的倾斜部、以及位于从脊部40越过预定的距离(即、倾斜部)的区域的平坦部。但是,源极侧延伸部42以及漏极侧延伸部44中的至少一方也可以仅包括平坦部或者仅包括倾斜部。平坦部具有大致恒定的厚度。此外,在本说明书中,“大致恒定”的厚度是指厚度在制造上的偏差(例如20%)的范围内。源极侧延伸部42以及漏极侧延伸部44可分别具有例如5nm以上且25nm以下的厚度。另外,源极侧延伸部42的平坦部以及漏极侧延伸部44的平坦部可分别具有例如5nm以上且25nm以下的厚度。

[0052] [场板电极的概要]

[0053] 接下来参照图1,对场板电极36的概要进行说明。

[0054] 场板电极36在栅极层22与漏极电极34之间形成在钝化层26上。虽然图1未图示出,但场板电极36与源极电极32电连接。此外,参照图4以及图5对场板电极36与源极电极32的连接构造将在后面进行说明。

[0055] 场板电极36包括第一电极端部36A和相反侧的第二电极端部36B。第一电极端部36A是接近源极电极32的一侧(换言之,接近第一脊端部40A的一侧)的端部,第二电极端部36B是接近漏极电极34的一侧的端部。第一电极端部36A在物理上从源极电极32隔开间隔,第二电极端部36B在物理上从漏极电极34隔开间隔。第二电极端部36B与漏极电极34对置。

[0056] 在漏极侧延伸部44从脊部40朝向第二开口部26B延伸的方向(图1的X方向:以下称为漏极侧延伸部44的延伸方向X)上,场板电极36可具有比漏极侧延伸部44的长度大的长度。在此,场板电极36的长度是指从场板电极36的第一电极端部36A至第二电极端部36B的长度。但是,场板电极36和漏极侧延伸部44也可以是相同的长度。场板电极36在延伸方向X上可具有例如 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下的长度。

[0057] 场板电极36在俯视时不与栅极层22的全部重叠的位置或者与栅极层22的漏极侧延伸部44一部分重叠的位置配置在钝化层26上。在图1的例子中,场板电极36在俯视时与漏极侧延伸部44的前端部分稍微重叠。此外,场板电极36在俯视时不与漏极侧延伸部44的全部重叠,而且在俯视时也不与脊部40以及源极侧延伸部42重叠。

[0058] [栅极层及场板电极与钝化层的位置关系]

[0059] 接着,参照图2,以钝化层26为焦点,对栅极层22的漏极侧延伸部44上的场板电极36与钝化层26的位置关系进行说明。

[0060] 图2是图1的氮化物半导体装置10的局部放大剖视图。

[0061] 如上所述,场板电极36在俯视时不与栅极层22的全部重叠的位置或者与漏极侧延伸部44的一部分重叠的位置配置在钝化层26上。因此,钝化层26包括在漏极侧延伸部44的正上方不与场板电极36重叠的场板非重叠区域26RA。

[0062] 在图2(图1)的例子中,场板电极36在俯视时与漏极侧延伸部44的端部44A(包含它的一部分)重叠。因此,除了场板非重叠区域26RA以外,钝化层26还包括在漏极侧延伸部44的正上方与场板电极36重叠的场板重叠区域26RB。即,钝化层26在漏极侧延伸部44的正上方包括场板非重叠区域26RA(以下简称为“非重叠区域26RA”)和场板重叠区域26RB(以下简

称为“重叠区域26RB”)。非重叠区域26RA的面积比重叠区域26RB的面积大。

[0063] 例如,在漏极侧延伸部44的延伸方向X上,非重叠区域26RA具有长度L1,重叠区域26RB具有长度L2。长度L2比长度L1小,长度L1和长度L2的合计相当于延伸方向X上的漏极侧延伸部44的长度L3。此外,在非重叠区域26RA,也可以包括漏极侧延伸部44的倾斜部和平坦部双方,或者也可以仅包括倾斜部或者仅包括平坦部。同样,在重叠区域26RB,也可以包括漏极侧延伸部44的倾斜部和平坦部双方,或者也可以仅包括倾斜部或者仅包括平坦部。

[0064] 在此,在钝化层26上也可以配置源极电极32(参照图1)的一部分,但在钝化层26的非重叠区域26RA上,不仅不存在场板电极36,也不存在源极电极32。因此,源极电极32在非重叠区域26RA的外侧设置在钝化层26上。

[0065] [栅极层的漏极侧延伸部与场板电极的长度的关系]

[0066] 接下来参照图2,对栅极层22的漏极侧延伸部44与场板电极36的长度的关系进行说明。

[0067] 在图2(图1)的例子中,场板电极36包括在俯视时不与漏极侧延伸部44重叠的第一部分36RA、以及在俯视时与漏极侧延伸部44重叠的第二部分36RB。在漏极侧延伸部44的延伸方向X上,第一部分36RA具有长度L4,第二部分36RB具有长度L2。即,上述的钝化层26的重叠区域26RB的长度L2相当于与漏极侧延伸部44重叠的场板电极36的第二部分36RB的长度L2。长度L4比长度L2大,长度L4和长度L2的合计相当于延伸方向X上的场板电极36的长度L5。

[0068] 如上所述,场板电极36的长度L5也可以比漏极侧延伸部44的长度L3大。如上所述,场板电极36的长度L5例如为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下,漏极侧延伸部44的长度L3例如为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $0.6\mu\text{m}$ 以下。例如,场板电极36的长度L5也可以为漏极侧延伸部44的长度L3的1.5倍以上。另外,不与漏极侧延伸部44重叠的场板电极36的第一部分36RA的长度L4例如也可以为 $0.4\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下。例如,场板电极36的第一部分36RA的长度L4也可以为漏极侧延伸部44的长度L3以上。

[0069] [栅极层与漏极电极之间的场板电极的位置]

[0070] 接下来参照图2,对栅极层22与漏极电极34之间的场板电极36的位置进行说明。

[0071] 如图2所示,场板电极36在栅极层22与漏极电极34之间配置在更接近栅极层22的位置。例如,场板电极36的第二电极端部36B位于比中间位置MP更偏靠第二脊端部40B的位置,该中间位置MP是位于偏靠场板电极36的位置的第二开口部26B的开口端26BE与脊部40的第二脊端部40B的中间位置。

[0072] 例如,在氮化物半导体装置10中,有时对漏极电极34瞬间地施加浪涌等(例如150V左右的)高电压。此时,若场板电极36配置在漏极电极34的附近,则有对场板电极36的正下方的钝化层26以及电子供给层18施加同等的高电压的情况。这成为导致钝化层26以及电子供给层18的绝缘破坏的主要原因。在该观点中,场板电极36的第二电极端部36B位于比中间位置MP偏靠栅极层22(第二脊端部40B)的位置,使得场板电极36配置在更加远离漏极电极34的位置。

[0073] [氮化物半导体装置的布局]

[0074] 图3是表示图1的氮化物半导体装置10的例示性的形成图案100的沿图1的F3-F3线的概略俯视图。此外,为了简化图示而容易理解,省略表示剖面的影线。另外,在图3中省略

栅极电极24的图示。

[0075] 如图3所示,形成图案100交替地包括有助于晶体管动作的有源区域102、以及无助于晶体管动作的非有源区域104。氮化物半导体装置10通过源极电极32、配置有栅极电极24(在图3中省略图示)的栅极层22、场板电极36、以及漏极电极34沿一个方向相邻地配置在有源区域102内而构成HEMT。通过对栅极电极24施加预定的电压而在有源区域102内在源极-漏极间流动电流,从而HEMT进行动作。

[0076] 在图3的例子中,在有源区域102中,在X方向上连续地形成有多个(在图3中为四个)氮化物半导体装置10。图3所示的各氮化物半导体装置10与图1所示的氮化物半导体装置10对应。即,图1表示形成于有源区域102的一个氮化物半导体装置10。

[0077] 如图3所示,钝化层26包括在漏极侧延伸部44的正上方不与场板电极36重叠的非重叠区域26RA。该非重叠区域26RA是位于漏极侧延伸部44的正上方的钝化层26的区域的大致整体。在有源区域102中,场板电极36在俯视时与漏极侧延伸部44的端部44A(包含它的一部分)重叠,但从源极电极32隔间隔。

[0078] 场板电极36在俯视时在沿栅极层22的方向(Y方向)上形成为长条状。在图3的例子中,场板电极36可在沿栅极层22的方向上以横穿有源区域102的长度形成。另外,场板电极36可在沿栅极层22的方向上以比源极电极32(以及漏极电极34)的长度大的长度形成。

[0079] [源极电极与场板电极的连接构造]

[0080] 接着,参照图4以及图5,对源极电极32与场板电极36的连接构造进行说明。

[0081] 图4是表示源极电极32与场板电极36的电连接构造的图3的局部放大俯视图。图5是沿图4的F5-F5线的氮化物半导体装置10的局部放大剖视图。此外,图5表示一个氮化物半导体装置10。

[0082] 如图4以及图5所示,氮化物半导体装置10具备层间绝缘层52(在图4中省略图示)、第一通孔54、第二通孔56、以及源极配线58。第一通孔54以及第二通孔56是导体即配线。层间绝缘层52覆盖源极电极32、漏极电极34、场板电极36、以及钝化层26。

[0083] 第一通孔54贯通层间绝缘层52而与源极电极32连接,第二通孔56贯通层间绝缘层52而与场板电极36连接。源极配线58形成在层间绝缘层52上,并且与第一通孔54以及第二通孔56连接。因此,场板电极36经由第二通孔56、源极配线58、以及第一通孔54而与源极电极32电连接。

[0084] 此外,虽然省略了剖视图,但如图4所示,氮化物半导体装置10还具备贯通层间绝缘层52而与漏极电极34连接的第三通孔62、以及形成于层间绝缘层52上并且与第三通孔62连接的漏极配线64。因此,通过漏极配线64以及第三通孔62对漏极电极34施加漏极电压。

[0085] [氮化物半导体装置的作用]

[0086] 接着,对氮化物半导体装置10的作用进行说明。

[0087] 氮化物半导体装置10包括栅极层22,该栅极层22作为包含受主型杂质的氮化物半导体层(例如p型GaN层)而设置。该栅极层22包括脊部40、以及从脊部40向彼此相反的方向延伸的源极侧延伸部42和漏极侧延伸部44。通过源极侧延伸部42以及漏极侧延伸部44,能够使栅极正偏压时集中于脊部40的下端的电力线向各延伸部42、44释放而使栅极层22内的X方向的电位均匀化。由此能够降低施加于栅极电极24端部的电场强度,因此能够抑制施加高栅极电压时产生栅极泄漏电流,提高栅极耐压。

[0088] 另外,氮化物半导体装置10包括场板电极36,该场板电极36在栅极层22(栅极电极24)与漏极电极34之间设置在钝化层26上。该场板电极36起到在对漏极电极34施加了高电压时使耗尽层从场板电极36朝向其正下方的2DEG20延伸的作用,从而缓和产生于漏极-源极间区域的电场集中。

[0089] 例如,偏靠漏极电极34的栅极电极24的端部附近(例如,第二脊端部40B以及漏极侧延伸部44的端部44A等)是在对漏极电极34施加了高电压时电场容易集中的部位。这些部位中的电场集中通过耗尽层向场板电极36的正下方延伸而有效地缓和。其结果,能够抑制局部的电场集中引起的电子供给层18以及钝化层26的绝缘破坏,提高漏极-源极间耐压。

[0090] 在此,具有场板电极36的氮化物半导体装置10在场板电极36与2DEG20之间具有经由电子供给层18(以及漏极侧延伸部44的一部分)和钝化层26而形成的寄生电容。该寄生电容根据配置在漏极-源极间区域的场板电极36的面积而增加。

[0091] 考虑到这一点,虽然场板电极36在俯视时与栅极层22的漏极侧延伸部44的一部分重叠,但不与漏极侧延伸部44的全部重叠。因此,钝化层26包括在漏极侧延伸部44的正上方不与场板电极36重叠的(即不存在场板电极36)场板非重叠区域26RA。在该结构中,通过使非重叠区域26RA的面积变大(即减小重叠区域26RB的面积),能够降低漏极-源极间的寄生电容。

[0092] 第一实施方式的氮化物半导体装置10具有以下优点。

[0093] (1-1) 栅极层22包括脊部40、源极侧延伸部42以及漏极侧延伸部44。源极侧延伸部42和漏极侧延伸部44能够降低栅极正偏压时施加于栅极电极24端部的电场强度,因此能够抑制栅极泄漏电流的产生并提高栅极耐压。

[0094] (1-2) 场板电极36在栅极层22与漏极电极34之间设置在钝化层26上。场板电极36具有以下效果:通过在对漏极电极34施加了高电压时使耗尽层从场板电极36朝向其正下方的2DEG20延伸,从而缓和漏极-源极间区域中的电场集中。其结果,能够抑制局部的电场集中引起的电子供给层18以及钝化层26的绝缘破坏,提高漏极-源极间耐压。

[0095] (1-3) 钝化层26包括在漏极侧延伸部44的正上方不与场板电极36重叠的场板非重叠区域26RA。在该结构中,由于场板电极36不存在于非重叠区域26RA上,因此在非重叠区域26RA中不形成寄生电容。由此,能够降低漏极-源极间的寄生电容。另外,在该结构中,通过使非重叠区域26RA的面积变大(即、减小重叠区域26RB的面积),从而能够进一步降低漏极-源极间的寄生电容。

[0096] (1-4) 通过采用栅极层22的台阶构造(脊部40和延伸部42、44),并且设置覆盖该栅极层22整体(即、脊部50整体和延伸部42、44整体)的场板电极,从而能够提高栅极耐压以及漏极-源极间耐压。然而,在该情况下,通过场板电极的存在而产生的漏极-源极间寄生电容变大,从而有HEMT的高速、高频动作被制限的可能性。这一点,钝化层26包括在漏极侧延伸部44的正上方不与场板电极36重叠的场板非重叠区域26RA。根据该结构,氮化物半导体装置10能够实现栅极耐压的提高,并且能够实现兼顾漏极-源极间耐压的提高和漏极-源极间寄生电容的降低的HEMT构造。

[0097] (1-5) 场板电极36在俯视时与漏极侧延伸部44的端部44A重叠(但是不与漏极侧延伸部44的全部重叠)。在该结构中,由于在漏极侧延伸部44的端部44A的正上方存在场板电极36,因此能够通过场板电极36来缓和集中于漏极侧延伸部44的端部44A的电场。即,能够

实现漏极-源极间寄生电容的降低,并且能够缓和漏极侧延伸部44的端部44A的电场集中。

[0098] (1-6) 场板电极36在有源区域102内从源极电极32隔开间隔。另外,源极电极32在俯视时不与栅极层22的漏极侧延伸部44重叠的位置具有设置在钝化层26上的区域。此外,在图1的例子中,源极电极32不仅在不与漏极侧延伸部44重叠的位置、而且还在不与脊部40以及源极侧延伸部42重叠的位置具有设置在钝化层26上的区域。结果,在图1中,仅场板电极36的一部分存在于漏极侧延伸部44的正上方的钝化层26上。在该结构中,能够有效地降低漏极-源极间寄生电容。

[0099] (1-7) 场板电极36包括与漏极电极34对置的电极端部36B。与位于偏靠场板电极36的位置的第二开口部26B的开口端26BE与第二脊端部40B的中间位置MP相比,该电极端部36B位于偏靠第二脊端部40B的位置。因此,场板电极36配置在更加远离漏极电极34的位置。由此,在向漏极电极34施加了浪涌等高电压的情况下,能够抑制电场集中于场板电极36的正下方的钝化层26以及电子供给层18。其结果,能够抑制钝化层26以及电子供给层18被绝缘破坏。

[0100] (1-8) 场板电极36可在漏极侧延伸部44的延伸方向X上具有比漏极侧延伸部44的长度L3大的长度L5。根据该结构,能够实现栅极耐压的提高和漏极-栅极间寄生电容的降低,并且能够通过更大的面积的场板电极36来提高漏极-源极间耐压。

[0101] (1-9) 场板电极36包括在俯视时不与漏极侧延伸部44重叠的第一部分36RA。该第一部分36RA可在漏极侧延伸部44的延伸方向X上具有漏极侧延伸部44的长度L3以上的长度L4。根据该结构,能够有效地兼顾漏极-栅极间寄生电容的降低和漏极-源极间耐压的提高。

[0102] (1-10) 场板电极36可由与源极电极32以及漏极电极34相同的材料形成。根据该结构,能够在同一工序形成源极电极32、漏极电极34、以及场板电极36的全部这方面是有利的。

[0103] (1-11) 场板电极36可在沿栅极层22的方向上具有比源极电极32的长度大的长度。根据该结构,能够通过更大的面积的场板电极36来提高漏极-源极间耐压。

[0104] [第二实施方式]

[0105] 图6是第二实施方式的例示性的氮化物半导体装置10A的概略剖视图。在图6中,对与第一实施方式的氮化物半导体装置10相同的构成要素标注相同符号。以下,对与第一实施方式相同的构成要素省略说明,对与第一实施方式不同的构成要素进行说明。

[0106] 如图6所示,第二实施方式的氮化物半导体装置10A具有场板电极361来代替第一实施方式的场板电极36(参照图1),这一点与第一实施方式的氮化物半导体装置10不同。其它结构与第一实施方式相同。

[0107] 场板电极361在俯视时不与栅极层22的漏极侧延伸部44重叠的位置配置在钝化层26上。因此,在第二实施方式中,场板电极361包括场板电极361的整体作为在俯视时不与漏极侧延伸部44重叠的第一部分361RA。因此,在第二实施方式中,钝化层26包括钝化层26中的漏极侧延伸部44的正上方的全部区域作为场板非重叠区域26RA。此外,除了场板电极361不与漏极侧延伸部44重叠这点以外,第二实施方式也能够采用与第一实施方式相同的构造的特征。

[0108] 第二实施方式的氮化物半导体装置10A除了第一实施方式的(1-1)~(1-4)以及(1-6)~(1-11)的优点以外,还具有以下的优点。

[0109] (2-1) 场板电极361在俯视时不与漏极侧延伸部44重叠。因此,钝化层26包括钝化层26中的漏极侧延伸部44的正上方的全部区域作为场板非重叠区域26RA。在该结构中,由于场板电极361引起的寄生电容不存在于漏极侧延伸部44的区域,因此能够使漏极-源极间的寄生电容为最小限。

[0110] [第三实施方式]

[0111] 图7是第三实施方式的例示性的氮化物半导体装置10B的概略剖视图。在图6中,对与第一实施方式的氮化物半导体装置10相同的构成要素标注相同符号。以下,对与第一实施方式相同的构成要素省略说明,对与第一实施方式不同的构成要素进行说明。

[0112] 如图7所示,第三实施方式的氮化物半导体装置10B具有源极电极321来代替第一实施方式的源极电极32(参照图1),这一点与第一实施方式的氮化物半导体装置10不同。其它结构与第一实施方式相同。

[0113] 源极电极321从钝化层26的第一开口部26A的位置遍及在俯视时与栅极层22的源极侧延伸部42重叠的位置而在钝化层26上延伸。此外,在图7的例子中,源极电极321的端部321A位于源极侧延伸部42的平坦部上,但也可以位于源极侧延伸部42的倾斜部上。换言之,源极电极321覆盖源极侧延伸部42的一部分或者整体即可。但是,源极电极321也可以不覆盖栅极层22的脊部40。此外,除了源极电极321与源极侧延伸部42重叠这点以外,也能够第三实施方式中采用与第一实施方式相同的构造的特征。

[0114] 第三实施方式的氮化物半导体装置10B除了第一实施方式的(1-1)~(1-5)以及(1-7)~(1-11)的优点以外,还具有以下的优点。

[0115] (3-1) 源极电极321在俯视时与源极侧延伸部42重叠。在源极电极321不与源极侧延伸部42重叠的情况下,形成于源极电极321与2DEG20之间的栅极-源极间寄生电容降低。然而,若栅极-源极间寄生电容降低,则有引起自导通的可能性。所谓自导通是以下现象:在断开状态的HEMT的漏极-源极间急剧地施加电压时,根据以栅极-漏极间寄生电容 C_{gd} 与栅极-源极间寄生电容 C_{gs} 之比表示的 C_{gd}/C_{gs} ,对栅极-源极间寄生电容 C_{gs} 施加超过阈值电压的栅极电压,由此HEMT导通。栅极-源极间寄生电容 C_{gs} 越小则该比 C_{gd}/C_{gs} 越增加。

[0116] 这一点,在第三实施方式中,由于源极电极321与源极侧延伸部42重叠,因此能够抑制栅极-源极间寄生电容 C_{gs} 的降低并抑制自导通的产生。另外,在第三实施方式中,与第一实施方式相同,钝化层26包括在漏极侧延伸部44的正上方不与场板电极36重叠的非重叠区域26RA。因此,栅极-漏极间寄生电容 C_{gd} (与没有非重叠区域26RA的结构相比)降低。由此,能够有效地抑制比 C_{gd}/C_{gs} 的增加并抑制自导通的产生。

[0117] [第四实施方式]

[0118] 图8是第四实施方式的例示性的氮化物半导体装置10C的概略剖视图。在图6中,对与第一实施方式的氮化物半导体装置10相同的构成要素标注相同的符号。以下,对与第一实施方式相同的构成要素省略说明,对与第一实施方式不同的构成要素进行说明。

[0119] 如图8所示,第四实施方式的氮化物半导体装置10C具有源极电极322来代替第一实施方式的源极电极32(参照图1),这一点与第一实施方式的氮化物半导体装置10不同。其它结构与第一实施方式相同。

[0120] 源极电极322从钝化层26的第一开口部26A的位置遍及在俯视时与栅极电极24重叠的位置而在钝化层26上延伸。此外,在图8的例子中,源极电极322覆盖栅极电极24的整

体,源极电极322的端部322A位于脊部40上,但也可以覆盖栅极电极24的一部分。此外,除了源极电极322与栅极电极24重叠的这点以外,也能够在第四实施方式中采用与第一实施方式相同的构造的特征。

[0121] 第四实施方式的氮化物半导体装置10C除了第一实施方式的(1-1)~(1-5)以及(1-7)~(1-11)以及第三实施方式的(3-1)的优点以外,还具有以下的优点。

[0122] (4-1) 源极电极322在俯视时与栅极电极24重叠。因此,与采用第三实施方式的源极电极321的情况相比,能够进一步抑制栅极-源极间寄生电容 C_{gs} 的降低并抑制自导通的产生。由此,能够更加有效地抑制比 C_{gd}/C_{gs} 的增加并抑制自导通的产生。

[0123] [变更例]

[0124] 上述各实施方式能够如下变更并实施。另外,上述各实施方式以及以下的各变更例能够在技术上不矛盾的范围内相互组合并实施。

[0125] • 在上述第一实施方式中,也可以将源极电极32与场板电极36的连接构造(参照图4以及图5)如图9那样变更。图9是表示其它连接构造的例子的概略俯视图。此外,以下说明的图9的变形例不仅能够应用于第一实施方式,也同样能够应用于第二~第四实施方式。

[0126] 如图9所示,氮化物半导体装置10包括环状电极110,该环状电极110包括场板电极112、源极电极114、以及两个连接配线116、118。此外,场板电极112与第一实施方式的场板电极36对应,源极电极114与第一实施方式的源极电极32对应。但是,源极电极114在Y方向上具有与场板电极112相同的长度。

[0127] 两个连接配线116、118与场板电极112以及源极电极114形成于同一层,且将场板电极112与源极电极114连接成环状。场板电极112以及源极电极114配置在有源区域102内。另一方面,连接配线116、118配置在非有源区域104内。通过这样的环状电极110,场板电极112与源极电极114经由连接配线116、118而电连接。

[0128] 例如,在场板电极112的宽度(X方向的长度)窄且难以在场板电极112形成第二通孔56(参照图4)的情况下,可采用图9那样的环状电极110。该情况下,由于连接配线116、118配置在非有源区域104,因此能够减小连接配线116、118给有源区域102内的元件布局以及元件动作带来的影响。即使在采用这样的图9的连接构造的情况下,也可得到与上述各实施方式相同的优点。

[0129] • 在上述第一实施方式中,也可以将源极电极32与场板电极36的连接构造(参照图4以及图5)如图10那样变更。图10是表示又一连接构造的例子的概略俯视图。此外,以下说明的图10的变形例不仅能够应用于第一实施方式,也同样能够应用于第二~第四实施方式。

[0130] 如图10所示,氮化物半导体装置10包括场板电极362。该场板电极362配置在不与漏极侧延伸部44重叠的位置,但也可以以与漏极侧延伸部44局部重叠的方式配置。场板电极362在沿栅极层22的方向上具有比源极电极32的长度大的长度。

[0131] 在图10的例子中,场板电极362包括电极主体362A和电极连接部362B。电极主体362A配置在有源区域102内。另一方面,电极连接部362B配置在非有源区域104内。电极连接部362B具有比电极主体362A大的宽度(X方向的长度)。在电极连接部362B连接有贯通层间绝缘层52(参照图5)的通孔364。通孔364是导体即配线。虽然省略了详细的图示,但场板电极362的电极主体362A经由电极连接部362B、通孔364、以及层间绝缘层52上的其它配线而

与源极配线58连接。

[0132] 例如,在场板电极362的电极主体362A的宽度(X方向的长度)窄且难以在电极主体362A形成第二通孔56(参照图4)的情况下,可采用包含图10那样的宽幅的电极连接部362B的场板电极362。与图9的情况相同,由于电极连接部362B配置在非有源区域104,因此能够减小电极连接部362B给有源区域102内的元件布局以及元件动作带来的影响。即使在采用了这样的图10的连接构造的情况下,也可得到与上述各实施方式相同的优点。

[0133] 此外,在图10的结构中,电极连接部362B的宽度以及形状、以及通孔364的数量能够任意变更。

[0134] • 在上述各实施方式中,也可以代替将场板电极36与源极电极32连接的结构而通过任意的电位设定电路将场板电极36的电位设定为源极电位。

[0135] • 在上述各实施方式中,场板电极36也可以由与源极电极32以及漏极电极34不同的材料形成。

[0136] • 在上述各实施方式中,形成于有源区域102内的HEMT的数量没有特别限定。

[0137] • 本公开中使用的“~上”的用语是包含“~上”和“~的上方”的意味,除非根据上下文文明确表示并非如此。因此,“第一层形成于第二层上”的表述的意思是,在某实施方式中,第一层可与第二层接触地直接配置在第二层上,但在其它实施方式中,第一层可不与第二层接触地配置在第二层的上方。即,“~上”的用语不排除在第一层与第二层之间形成有其它层的构造。例如,电子供给层18形成于电子渡越层16上的上述各实施方式也包括为了稳定地形成2DEG20而使中间层位于电子供给层18与电子渡越层16之间的构造。

[0138] • 本公开中使用的Z轴方向不需要一定是铅垂方向,也不需要与铅垂方向完全一致。因此,本公开的各种构造(例如,图1所示的构造)并不限于本说明书中说明的Z轴方向的“上”以及“下”是铅垂方向的“上”以及“下”。例如,X轴方向也可以是铅垂方向,或者Y轴方向也可以是铅垂方向。

[0139] • 本公开中使用的“垂直”、“水平”、“上方”、“下方”、“上”、“下”、“前方”、“后方”、“横”、“左”、“右”、“前”、“后”等表示方向的用语取决于说明以及图示的装置的特定的方向。在本公开中,能够假设各种代替的方向,因此,表示这些方向的用语不应狭义地解释。

[0140] [附记]

[0141] 以下记载能够从上述各实施方式以及各变更例把握的技术的思想。此外,表示与各附记所记载的构成要素对应的实施方式的构成要素的符号。符号是为了帮助理解而作为例子示出的,各附记所记载的构成要素不应限定为用符号示出的构成要素。

[0142] (附记A1)

[0143] 一种氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,具备:

[0144] 电子渡越层16,其由氮化物半导体构成;

[0145] 电子供给层18,其由具有比上述电子渡越层16大的带隙的氮化物半导体构成在上述电子渡越层16上;

[0146] 栅极层22,其由包含受主型杂质的氮化物半导体形成于上述电子供给层18上的一部分;

[0147] 栅极电极24,其形成在上述栅极层22上;

[0148] 钝化层26,其覆盖上述电子供给层18、上述栅极层22以及上述栅极电极24,并且包

括第一开口部26A以及第二开口部26B;

[0149] 源极电极32、114、321、322,其经由上述第一开口部26A而与上述电子供给层18相接;

[0150] 漏极电极34,其经由上述第二开口部26B而与上述电子供给层18相接;以及

[0151] 场板电极36、112、361、362,其在上述栅极层22与上述漏极电极34之间形成在上述钝化层26上,

[0152] 上述栅极层22包括:

[0153] 上述栅极电极24所在的脊部40;

[0154] 从上述脊部40朝向上述第一开口部26A延伸的源极侧延伸部42;以及

[0155] 从上述脊部40朝向上述第二开口部26B延伸的漏极侧延伸部44,

[0156] 上述钝化层26包括在上述漏极侧延伸部44的正上方不与上述场板电极36、112、361、362重叠的场板非重叠区域26RA。

[0157] (附记A2)

[0158] 根据附记A1所记载的氮化物半导体装置10A,

[0159] 上述场板非重叠区域26RA是上述钝化层26中的上述漏极侧延伸部44的正上方的全部区域。

[0160] (附记A3)

[0161] 根据附记A1所记载的氮化物半导体装置10、10B、10C,

[0162] 上述场板电极36在俯视时与上述漏极侧延伸部44的端部44A重叠。

[0163] (附记A4)

[0164] 根据附记A1~A3中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0165] 上述源极电极32、配置有上述栅极电极24的上述栅极层22、上述场板电极36以及上述漏极电极34沿一个方向相邻地配置在有源区域102内,

[0166] 上述场板电极36在上述有源区域102内从上述源极电极32隔开间隔,

[0167] 上述源极电极32在俯视时不与上述漏极侧延伸部44重叠的位置具有设置在上述钝化层26上的区域。

[0168] (附记A5)

[0169] 根据附记A1~A4中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0170] 上述源极电极32在上述场板非重叠区域26RA的外侧设置在上述钝化层26上。

[0171] (附记A6)

[0172] 根据附记A1~A5中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0173] 上述脊部40包括:

[0174] 上述栅极电极24所在的上表面40T;

[0175] 第一脊端部40A,其与上述上表面40T连续并且延伸出上述源极侧延伸部42;以及

[0176] 第二脊端部40B,其与上述上表面40T连续并且延伸出上述漏极侧延伸部44,

[0177] 上述场板电极36包括与上述漏极电极34对置的电极端部36B,

[0178] 与位于偏靠上述场板电极36的位置的上述第二开口部26B的开口端26BE与上述第二脊端部40B的中间位置MP相比,上述电极端部36B位于偏靠上述第二脊端部40B的位置。

[0179] (附记A7)

- [0180] 根据附记A1 ~ A6中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C，
- [0181] 上述场板电极36在上述漏极侧延伸部44从上述脊部40朝向上述第二开口部26B延伸的延伸方向X上具有比上述漏极侧延伸部44的长度L3大的长度L5。
- [0182] (附记A8)
- [0183] 根据附记A7所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C，
- [0184] 上述场板电极36包括俯视时不与上述漏极侧延伸部44重叠的第一部分36RA，
- [0185] 上述场板电极36的上述第一部分36RA在上述漏极侧延伸部44的上述延伸方向X上具有上述漏极侧延伸部44的长度L3以上的长度L4。
- [0186] (附记A9)
- [0187] 根据附记A7所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C，
- [0188] 上述场板电极36包括俯视时不与上述漏极侧延伸部44重叠的第一部分36RA，
- [0189] 上述漏极侧延伸部44的长度L3为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $0.6\mu\text{m}$ 以下，
- [0190] 上述漏极侧延伸部44的上述延伸方向X上的上述场板电极36的上述第一部分36RA的长度L4为 $0.4\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下。
- [0191] (附记A10)
- [0192] 根据附记A8或A9所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C，
- [0193] 上述场板电极36包括俯视时与上述漏极侧延伸部44重叠的第二部分36RB，
- [0194] 上述场板电极36的上述第一部分36RA比上述第二部分36RB长。
- [0195] (附记A11)
- [0196] 根据附记A1 ~ A10中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C，
- [0197] 上述场板电极36由与上述源极电极32以及上述漏极电极34相同的材料形成。
- [0198] (附记A12)
- [0199] 根据附记A1 ~ A11中任一项所记载的氮化物半导体装置10B，
- [0200] 上述源极电极321从上述第一开口部26A的位置遍及俯视时与上述源极侧延伸部42重叠的位置而在上述钝化层26上延伸。
- [0201] (附记A13)
- [0202] 根据附记A1 ~ A12中任一项所记载的氮化物半导体装置10C，
- [0203] 上述源极电极322从上述第一开口部26A的位置遍及俯视时与上述栅极电极24重叠的位置而在上述钝化层26上延伸。
- [0204] (附记A14)
- [0205] 根据附记A1 ~ A13中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C，
- [0206] 上述源极电极32与上述场板电极36相互电连接。
- [0207] (附记A15)
- [0208] 根据附记A14所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C，具备：
- [0209] 层间绝缘层52，其覆盖上述源极电极32、上述漏极电极34、上述场板电极36以及上述钝化层26；
- [0210] 第一通孔54，其贯通上述层间绝缘层52而与上述源极电极32连接；
- [0211] 第二通孔56，其贯通上述层间绝缘层52而与上述场板电极36连接；以及
- [0212] 源极配线58，其形成在上述层间绝缘层52上，并且与上述第一通孔54以及上述第

二通孔56连接。

[0213] (附记A16)

[0214] 附记A1~A15中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0215] 上述源极电极32和上述场板电极36在俯视时在沿上述栅极层22的方向上形成为长条状,

[0216] 上述场板电极36在沿上述栅极层22的方向上具有比上述源极电极32的长度大的长度。

[0217] (附记A17)

[0218] 根据附记A16所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0219] 上述场板电极362包括:

[0220] 电极主体部362A,其沿上述栅极层22延伸;以及

[0221] 电极连接部362B,其在俯视时与上述栅极层22正交的方向上具有比上述电极主体部362A的宽度大的宽度。

[0222] (附记A18)

[0223] 根据附记A14所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0224] 具备连接配线116、118,该连接配线116、118连接上述源极电极114和上述场板电极112,

[0225] 上述源极电极114、配置有上述栅极电极24的上述栅极层22、上述场板电极112以及上述漏极电极34沿一个方向相邻地配置在有源区域102内,

[0226] 上述连接配线116、118在从上述有源区域偏离的非有源区域104内形成在上述钝化层26上。

[0227] (附记A19)

[0228] 根据附记A18所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0229] 上述连接配线116、118是连接上述源极电极114和上述场板电极112的两个连接配线116、118中的一个,

[0230] 上述两个连接配线116、118、上述源极电极114以及上述场板电极112连接成环状。

[0231] (附记A20)

[0232] 根据附记A1~A19中任一项所记载的氮化物半导体装置10、10A、10B、10C,

[0233] 上述电子渡越层16是GaN层,

[0234] 上述电子供给层18是 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层 ($0.1 < x < 0.3$),

[0235] 上述栅极层22是包含Mg以及Zn的至少一方作为上述受主型杂质的GaN层。

[0236] 以上的说明仅为例示。本领域人员可认识到,除了为了说明本公开的技术的目的而列举的构成要素以及方法(制造工艺)以外,还能够进行更多想法的组合以及置换。本公开意在包含包括权利要求在内的本公开的范围内的全部的代替、变形以及变更。

[0237] 符号说明

[0238] 10、10A、10B、10C—氮化物半导体装置,16—电子渡越层,18—电子供给层,20—二维电子气(2DEG),22—栅极层,24—栅极电极,26—钝化层,26A—第一开口部,26B—第二开口部,26BE—开口端,26RA—场板非重叠区域,26RB—场板重叠区域,32、114、321、322—源极电极,34—漏极电极,36、112、361、362—场板电极,36A—第一电极端部,36B—第二电极

端部,36RA、361RA—第一部分,36RB—第二部分,362A—电极主体,362B—电极连接部,40—脊部,40T—上表面,40A—第一脊端部,40B—第二脊端部,42—源极侧延伸部,42A—端部,44—漏极侧延伸部,44A—端部,52—层间绝缘层,54—第一通孔,56—第二通孔,58—源极配线,114、116—连接配线,MP—中间位置,X—延伸方向。

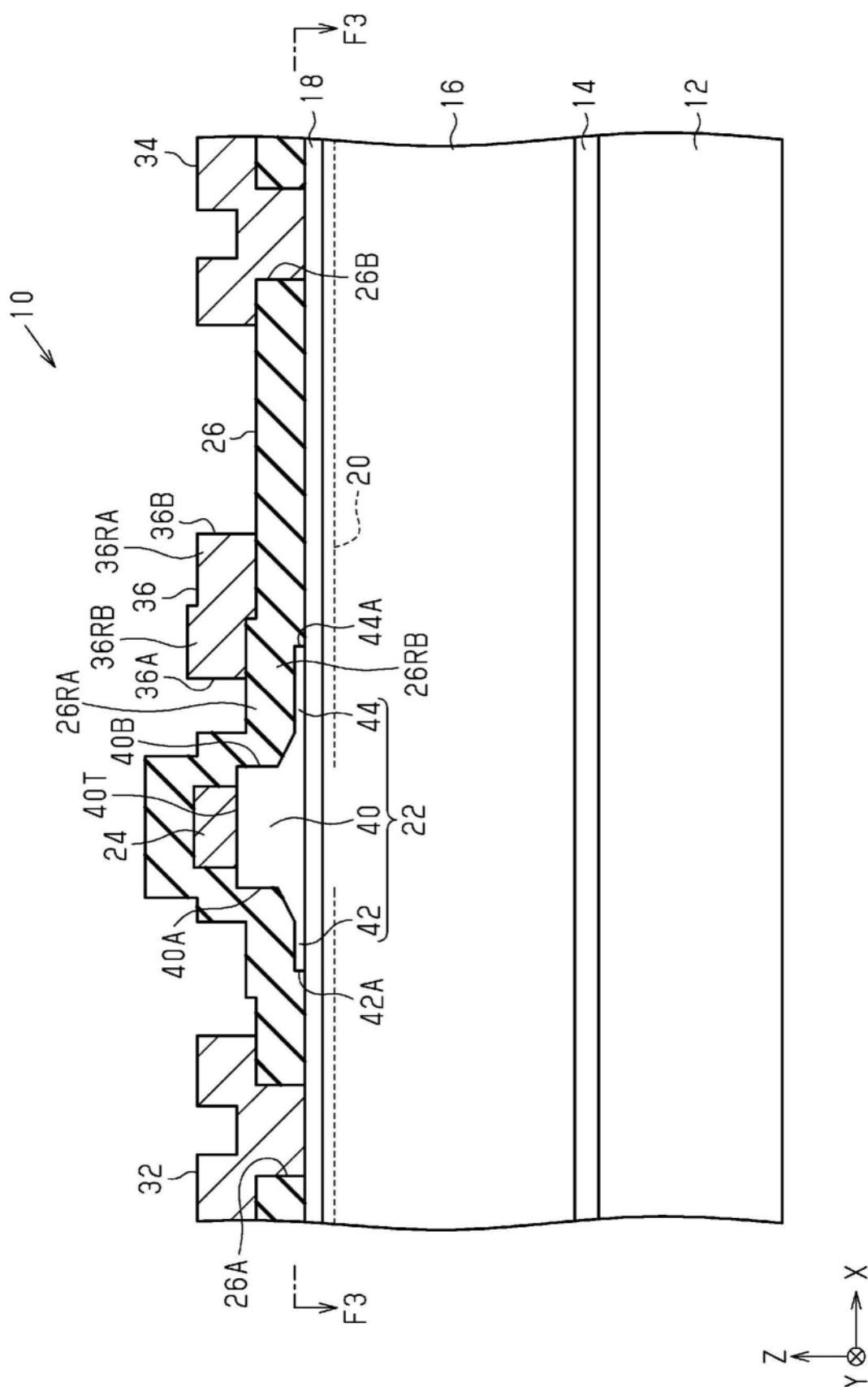


图1

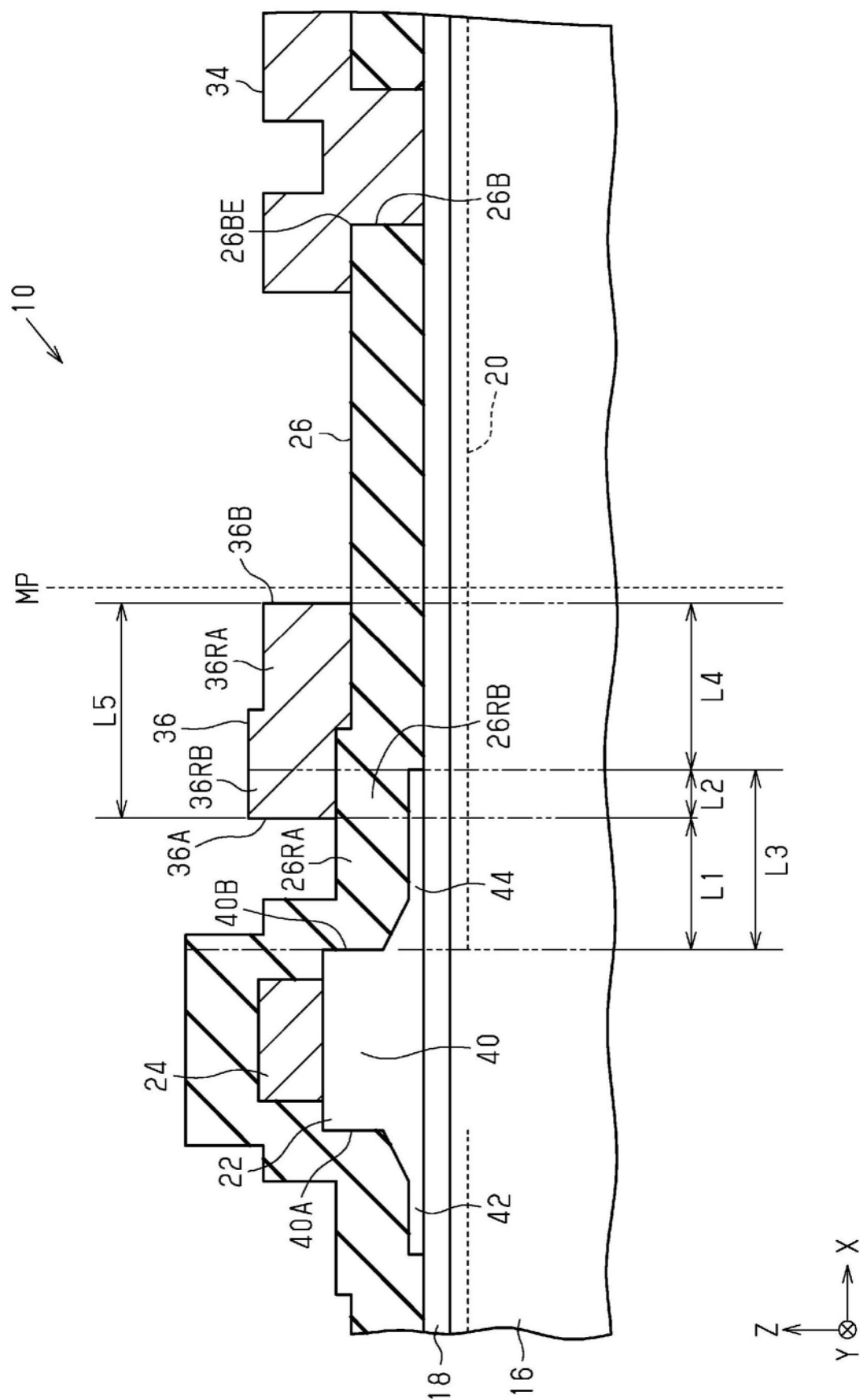


图2

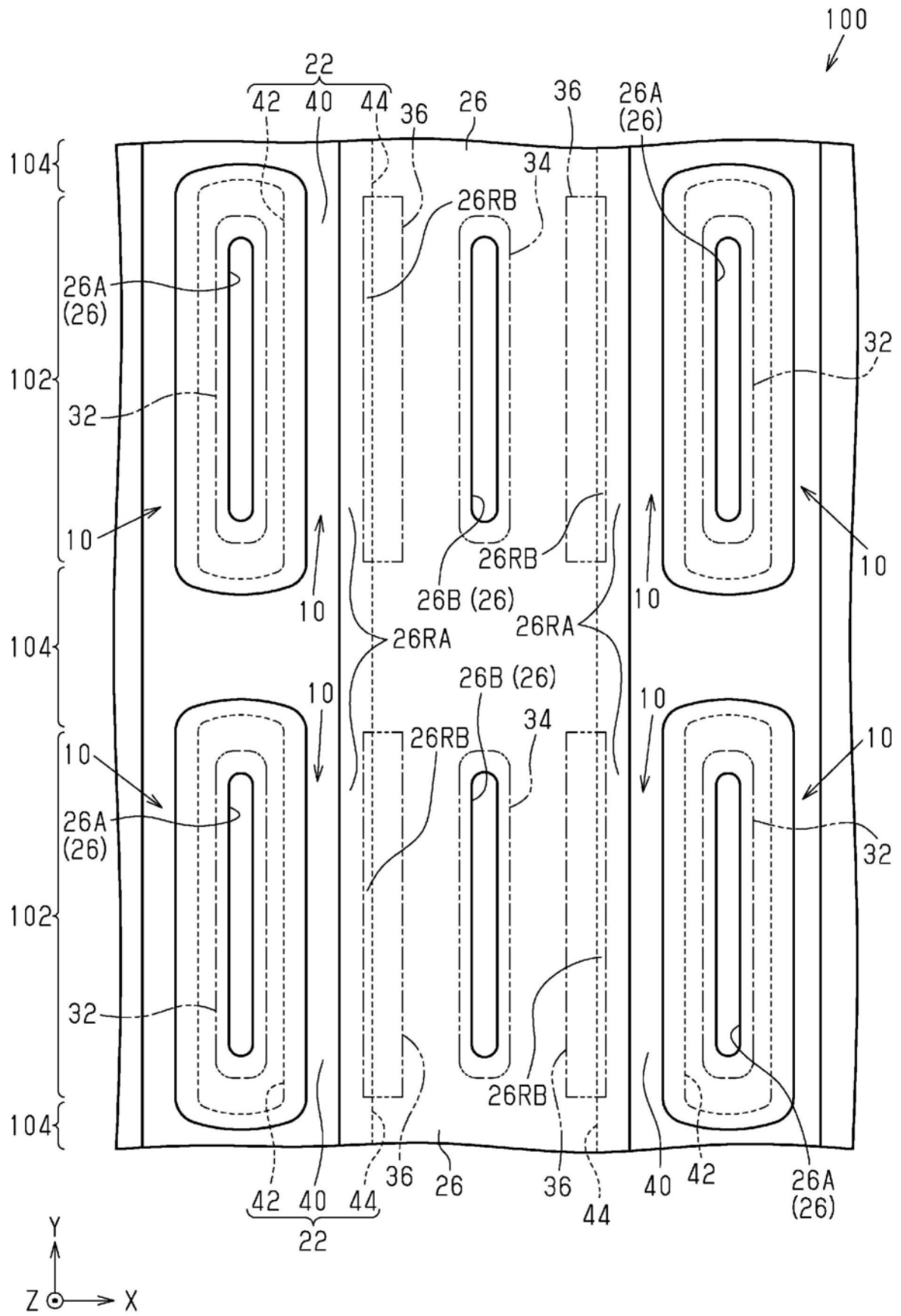


图3

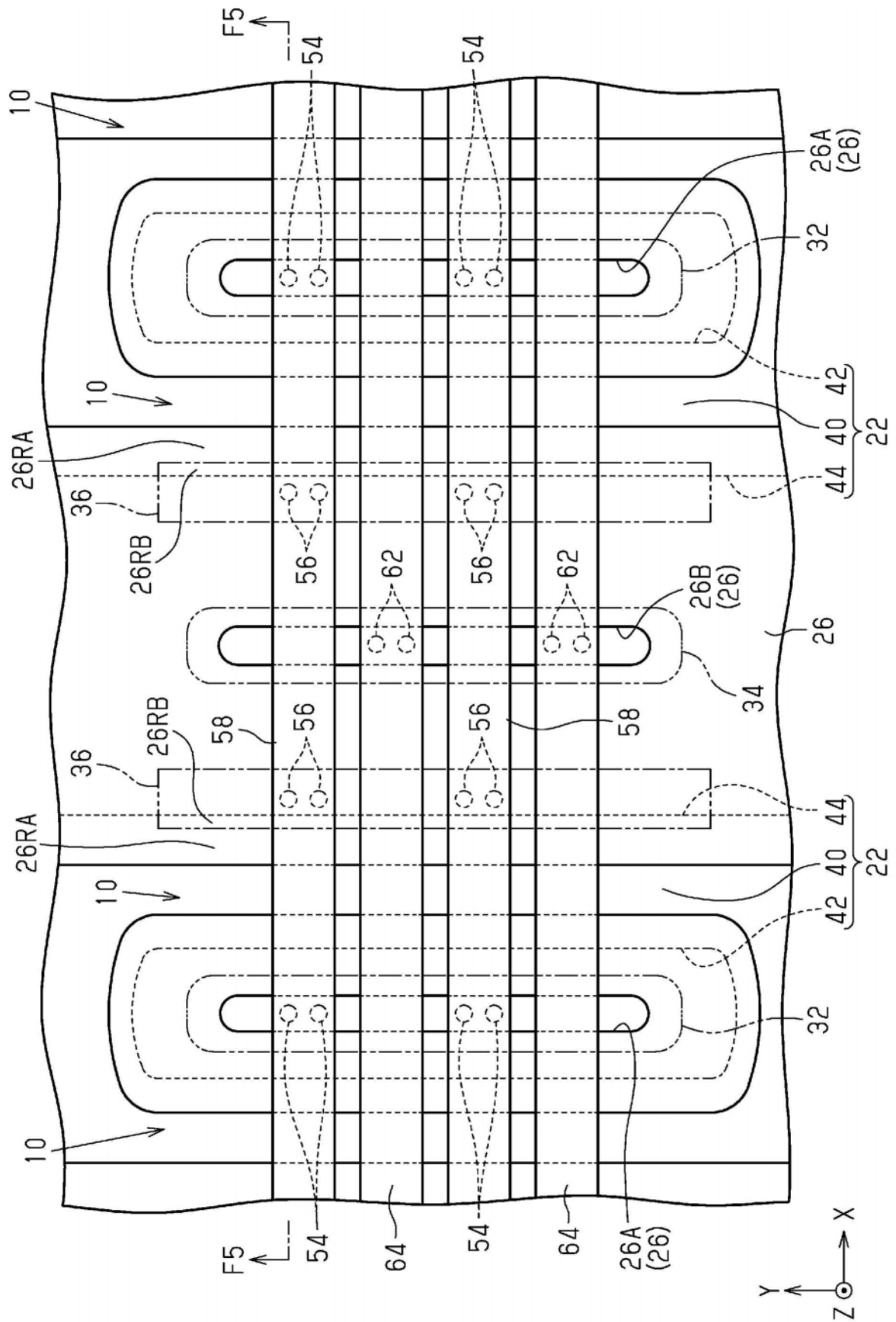


图4

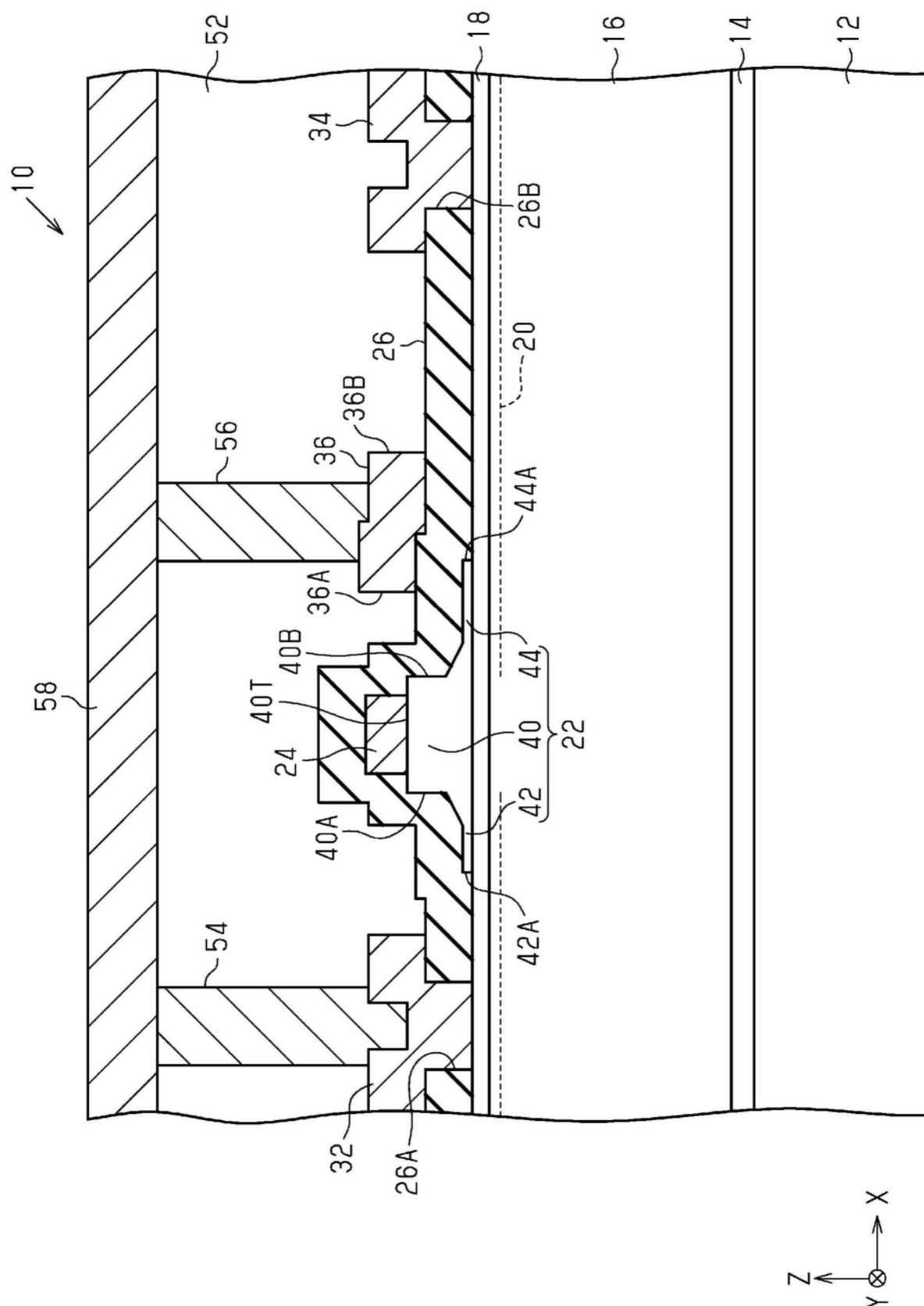


图5

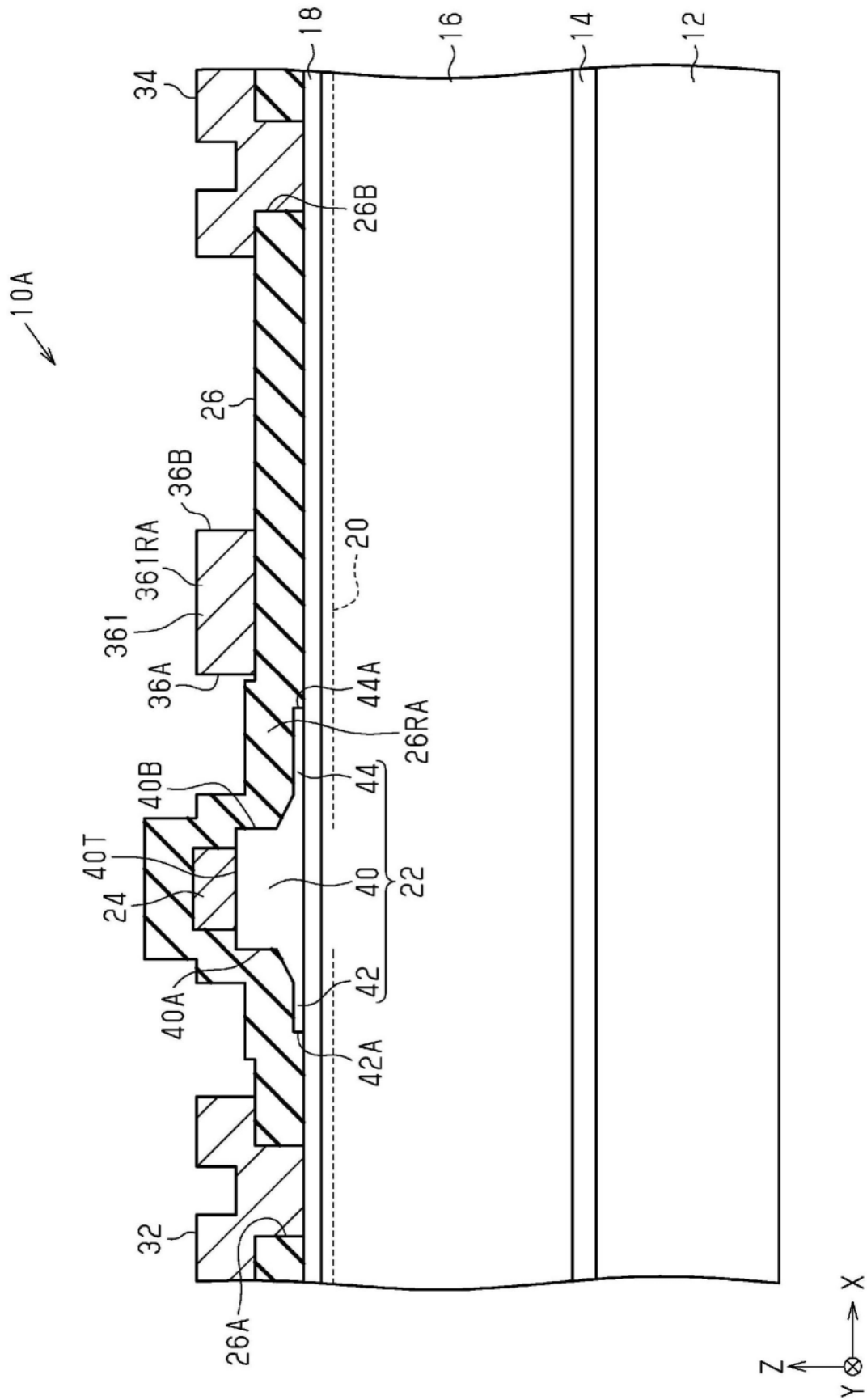


图6

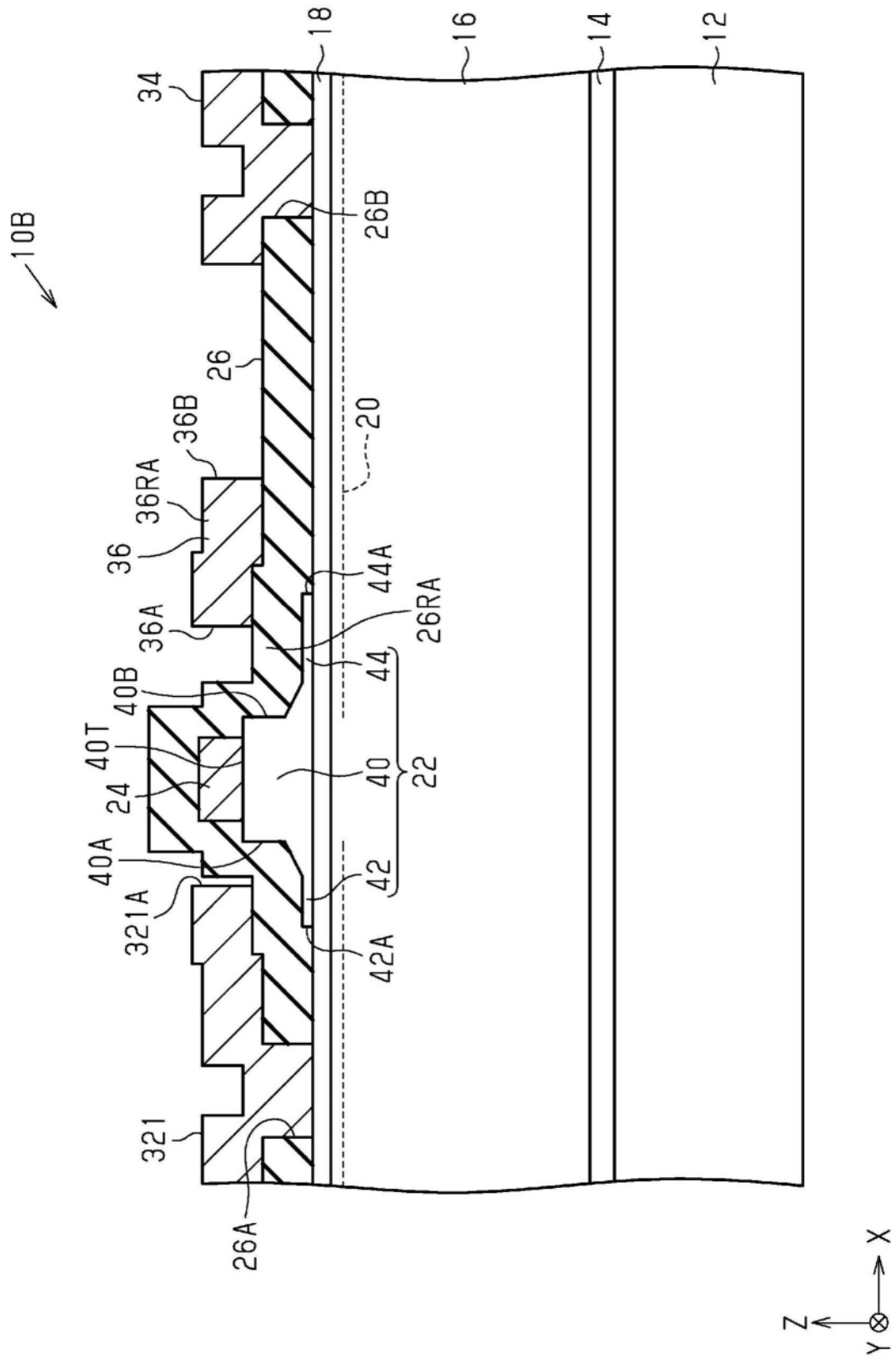


图7

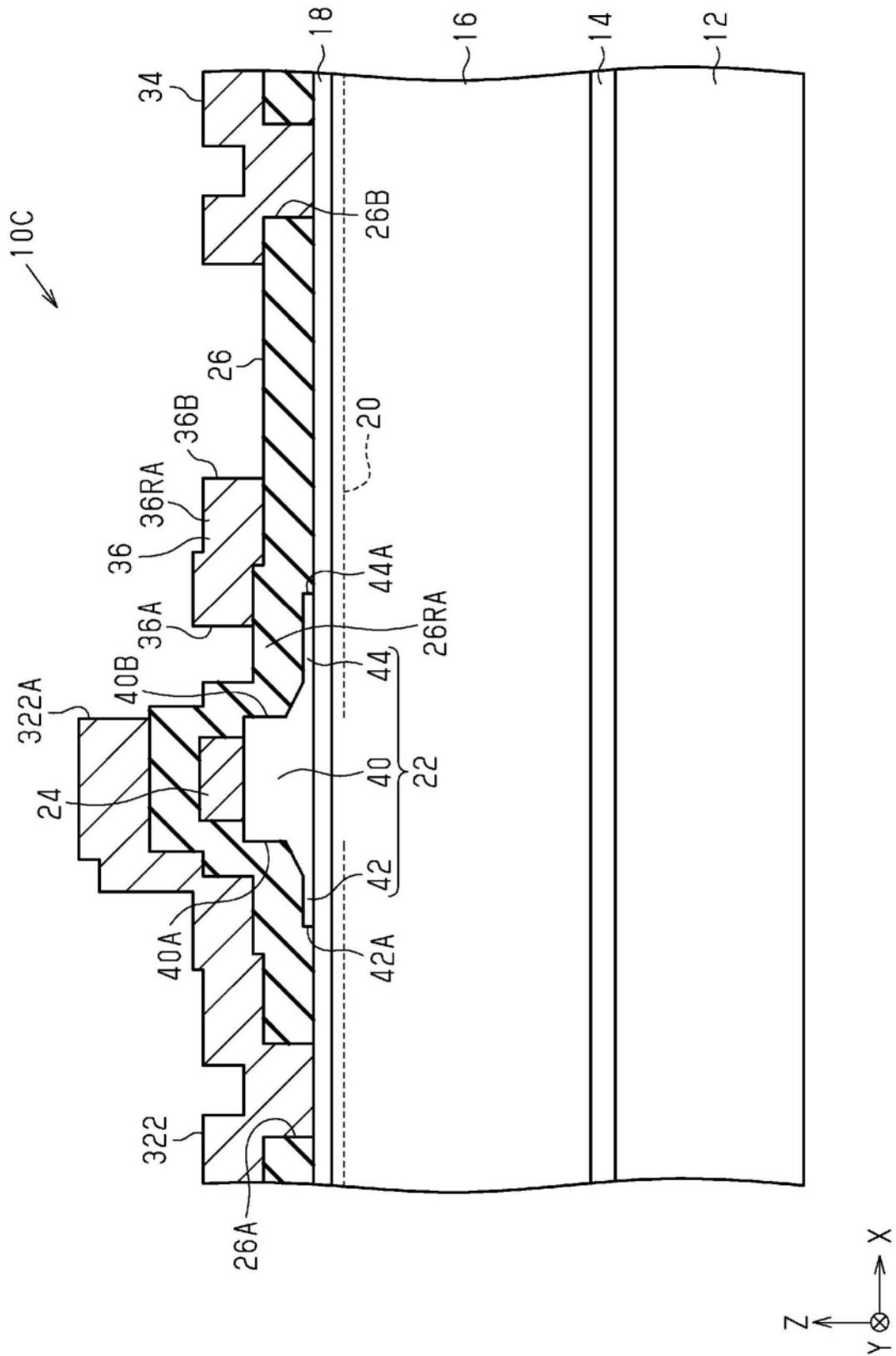


图8

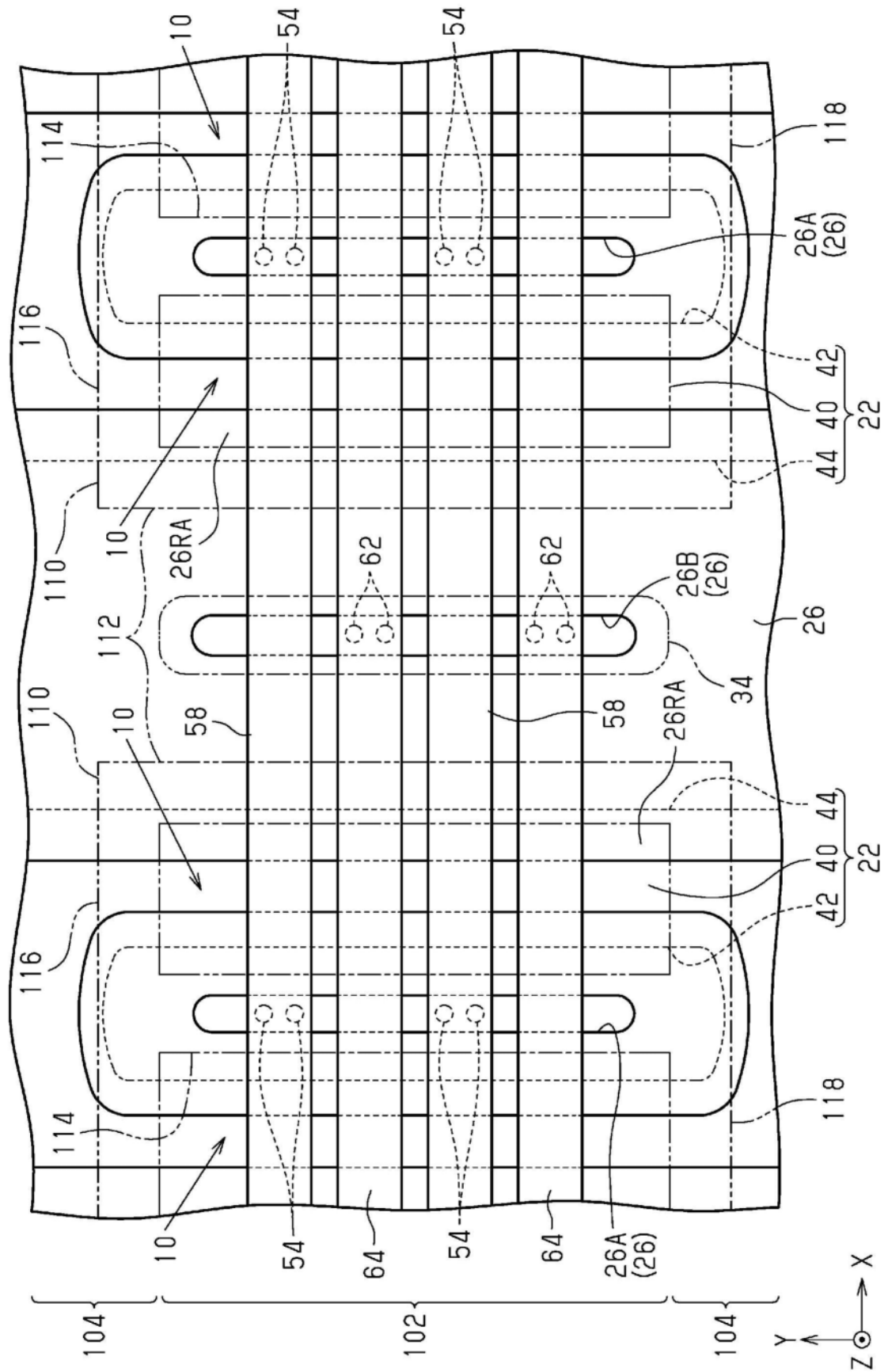


图9

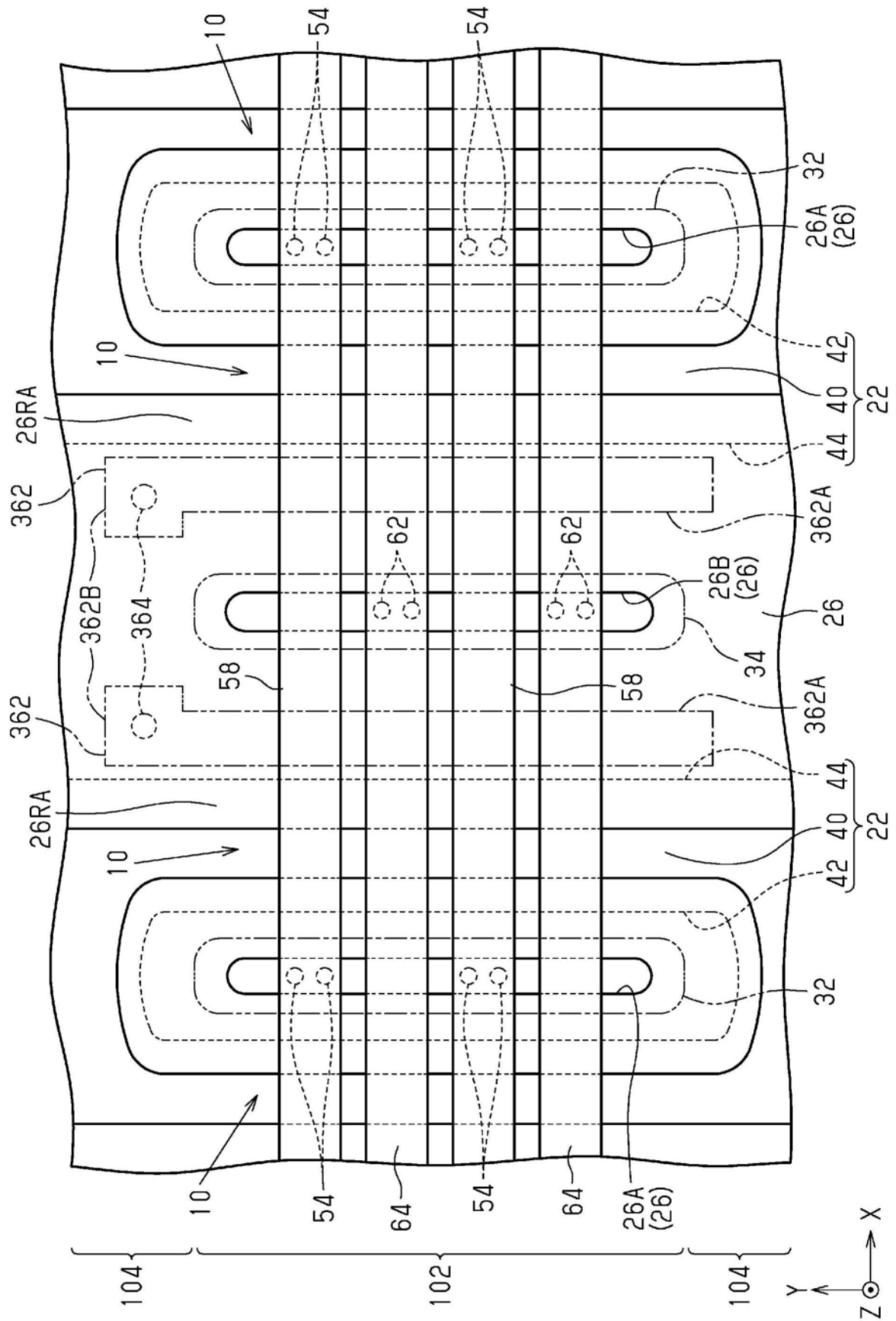


图10