



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118696411 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 24

(21) 申请号 202380022010.2

(22) 申请日 2023.01.13

(30) 优先权数据

2022-023245 2022.02.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/000865 2023.01.13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/157522 JA 2023.08.24

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本

(72) 发明人 吉川弘起

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 吕文卓

(51) Int.Cl.

H01L 23/48 (2006.01)

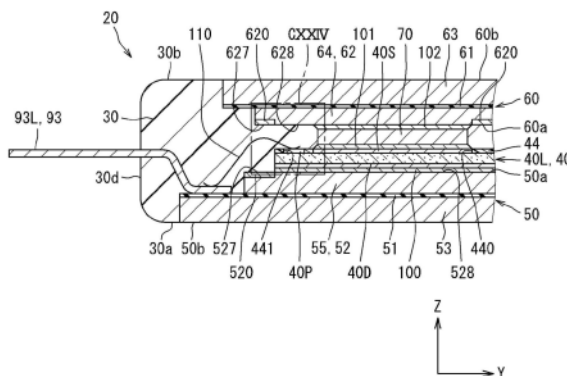
权利要求书1页 说明书67页 附图91页

(54) 发明名称

半导体装置

(57) 摘要

两面散热构造的半导体装置(20)具备半导体元件(40)和基板(50、60)。与半导体元件(40)的漏极电极(40D)连接的基板(50)在表面金属体(52)的表面具有粗糙化部(527)。与半导体元件(40)的源极电极(40S)连接的基板(60)在表面金属体(62)的表面具有粗糙化部(627)及非粗糙化部(628)。非粗糙化部(628)在平面视图中设在至少与焊盘(40P)重叠的部分。封固体(30)密接于粗糙化部(527、627),不密接于非粗糙化部(628)。



1. 一种半导体装置,其特征在于,  
具备:

半导体元件(40),具有设于一面的第1主电极(40D)、设于在板厚方向上与上述一面相反的背面上的第2主电极(40S)、在上述背面的与上述第2主电极不同的位置设置的信号用的焊盘(40P)、以及设在上述背面上并且具备使上述第2主电极及上述焊盘分别露出的开口的保护膜(44);

第1布线部件(50),以在上述板厚方向的平面视图中将上述半导体元件包含在内的方式,在上述板厚方向上配置在上述第1主电极侧,与上述第1主电极电连接;

第2布线部件(60),以在上述平面视图中将上述半导体元件包含在内的方式,在上述板厚方向上配置在上述第2主电极侧,与上述第2主电极电连接;

键合线(110),接合于上述焊盘;以及

封固体(30),将上述半导体元件、包含与上述半导体元件对置的对置面的上述第1布线部件的至少一部分、包含与上述半导体元件对置的对置面的上述第2布线部件的至少一部分、以及上述键合线封固;

上述第1布线部件及上述第2布线部件的至少一方具有设置在与上述半导体元件对置的对置面并且与上述封固体密接的密接部(527、570、627);

上述第2布线部件具有设置在与上述半导体元件对置的对置面中的在上述平面视图中至少与上述焊盘重叠的部分、并且相比于上述密接部而言对于上述封固体的密接性降低的非密接部(628、671)。

2. 如权利要求1所述的半导体装置,其特征在于,

上述第2布线部件在与上述半导体元件对置的对置面具有上述非密接部和设在不同于上述非密接部的位置的上述密接部。

3. 如权利要求2所述的半导体装置,其特征在于,

在上述第2主电极与上述焊盘的排列方向上,上述密接部设在与上述半导体元件对置的对置面的端部与上述非密接部之间。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述第1布线部件在与上述半导体元件对置的对置面具有上述密接部。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述密接部是粗糙化部,上述非密接部是非粗糙化部。

6. 如权利要求5所述的半导体装置,其特征在于,

在上述粗糙化部,形成有表面连续而形成凹凸并且与形成与上述半导体元件对置的对置面的导体的主成分金属相同的金属的氧化膜(620)。

7. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

上述密接部是形成了提高与上述封固体的密接性的树脂膜的涂覆部。

## 半导体装置

[0001] 关联申请的相互参照

[0002] 本申请以2022年2月17日向日本申请的日本专利申请第2022—23245号为基础,基础申请的全部内容通过参照包含于此。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及半导体装置。

### 背景技术

[0004] 专利文献1公开了两面散热构造的半导体装置。现有技术文献的记载内容作为本说明书中的技术要素的说明通过参照而被引用。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:美国专利第10453771号说明书

### 发明内容

[0008] 在专利文献1中,夹着半导体芯片而配置有一对DCB基板。DCB是Direct Copper Bonding(直接铜键合)的简称。DCB基板中的铜层的表面被粗糙化。并且,封固体密接于被粗糙化了的部分。由此,能够抑制封固体的剥离。

[0009] 但是,由于封固体与铜层密接,所以具有在变形的铜层处封固体被拉伸,在键合线中作用于与半导体芯片的焊盘的接合部的应力增加的问题。应力的增加例如引起裂纹、断裂。基于上述观点或未提及的其他观点,对于半导体装置要求进一步的改善。

[0010] 本公开的目的之一在于,提供能够降低键合线中作用于与焊盘的接合部的应力的半导体装置。

[0011] 这里公开的半导体装置,具备:半导体元件,具有设于一面的第1主电极、设于在板厚方向上与一面相反的背面上的第2主电极、在背面的与第2主电极不同的位置设置的信号用的焊盘、以及设在背面上并且具备使第2主电极及焊盘分别露出的开口的保护膜;第1布线部件,以在板厚方向的平面视图将半导体元件包含在内的方式,在板厚方向上配置在第1主电极侧,与第1主电极电连接;第2布线部件,以在平面视图将半导体元件包含在内的方式,在板厚方向上配置在第2主电极侧,与第2主电极电连接;键合线,接合于焊盘;以及封固体,将半导体元件、包含与半导体元件对置的对置面的第1布线部件的至少一部分、包含与半导体元件对置的对置面的第2布线部件的至少一部分、以及键合线封固;第1布线部件及第2布线部件的至少一方具有设置在与半导体元件对置的对置面并且与封固体密接的密接部;第2布线部件具有设置在与半导体元件对置的对置面中的在平面视图中至少与焊盘重叠的部分、相比于密接部而言对于封固体的密接性降低的非密接部。

[0012] 根据公开的半导体装置,具有密接部,并且有意地将规定位置设为非密接部。具体而言,将第2布线部件的对置面中至少与焊盘重叠的部分、即焊盘的正上方的部分设为非密

接部。由此,即使第2布线部件由于半导体元件的热及使用环境的温度变化等而变形,也能够抑制键合线中的与焊盘的接合部的上方的封固体被拉伸的情况。结果,能够减小作用于接合部的应力。

[0013] 本说明书公开的多个技术方案为了达成各自的目的而采用了相互不同的技术手段。在权利要求书及其项目中记载的括号内的标号例示性地表示与后述实施方式的部分的对应关系,并不意欲限定技术范围。本说明书公开的目的、特征及效果通过参照后续的详细说明及附图会变得更明确。

## 附图说明

- [0014] 图1是表示应用第1实施方式的半导体装置的电力变换装置的电路结构的图。
- [0015] 图2是表示半导体装置的立体图。
- [0016] 图3是表示半导体装置的立体图。
- [0017] 图4是表示半导体装置的平面图。
- [0018] 图5是沿着图4的V—V线的剖视图。
- [0019] 图6是沿着图4的VI—VI线的剖视图。
- [0020] 图7是沿着图4的VII—VII线的剖视图。
- [0021] 图8是沿着图4的VIII—VIII线的剖视图。
- [0022] 图9是将图8所示的区域IX放大的图。
- [0023] 图10是用来说明半导体装置的分解立体图。
- [0024] 图11是表示在漏极电极侧的基板上安装着半导体元件的状态的平面图。
- [0025] 图12是表示漏极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0026] 图13是表示源极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0027] 图14是表示漏极电极侧的电路图案、半导体元件及端子的配置的图。
- [0028] 图15是表示源极电极侧的电路图案、半导体元件及端子的配置的图。
- [0029] 图16是表示参考例的电流循环的平面图。
- [0030] 图17是表示电流循环的平面图。
- [0031] 图18是表示电流循环的侧视图。
- [0032] 图19是关于参考例表示电流密度的图。
- [0033] 图20是关于本实施方式表示电流密度的图。
- [0034] 图21是表示变形例的平面图。
- [0035] 图22是表示变形例的平面图。
- [0036] 图23是在变形例中表示漏极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0037] 图24是在变形例中表示源极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0038] 图25是表示第2实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0039] 图26是用来说明电感 $L_s$ 的效果的图。
- [0040] 图27是用来说明电感 $L_s$ 的效果的图。
- [0041] 图28是表示源极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0042] 图29是表示电流路径的图。
- [0043] 图30是表示臂连接部的剖视图。



- [0044] 图31是表示源极电极侧的基板的变形例的平面图。
- [0045] 图32是表示在漏极电极侧的基板上安装着半导体元件的状态的平面图。
- [0046] 图33是表示电流路径的图。
- [0047] 图34是表示漏极电极侧的基板的变形例的平面图。
- [0048] 图35是表示电流路径的图。
- [0049] 图36是表示臂连接部的变形例的剖视图。
- [0050] 图37是表示臂连接部的变形例的剖视图。
- [0051] 图38是在变形例中表示源极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0052] 图39是表示高温时的翘曲的剖视图。
- [0053] 图40是表示第3实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0054] 图41是表示室温时的半导体装置的剖视图。
- [0055] 图42是表示高温时的半导体装置的剖视图。
- [0056] 图43是表示厚度T1、T2的比与翘曲量的关系的图。
- [0057] 图44是表示变形例的剖视图。
- [0058] 图45是表示变形例的剖视图。
- [0059] 图46是在第4实施方式的半导体装置中将信号端子周边放大的了的平面图。
- [0060] 图47是沿着图46的XLVII—XLVII线的剖视图。
- [0061] 图48是说明引线键合的图。
- [0062] 图49是表示变形例的剖视图。
- [0063] 图50是表示变形例的剖视图。
- [0064] 图51是表示变形例的剖视图。
- [0065] 图52是表示变形例的剖视图。
- [0066] 图53是表示变形例的平面图。
- [0067] 图54是表示中继基板的剖视图。
- [0068] 图55是沿着图53的LV—LV线的剖视图。
- [0069] 图56是表示变形例的剖视图。
- [0070] 图57是表示第5实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0071] 图58是从图57所示的LVIII方向观察的平面图。
- [0072] 图59是将图57所示的区域LIX放大的了的图。
- [0073] 图60是相对于图59省略了接合材料的图。
- [0074] 图61是表示变形例的平面图。
- [0075] 图62是从图61所示的LXII方向观察的平面图。
- [0076] 图63是表示变形例的平面图。
- [0077] 图64是表示变形例的剖视图。
- [0078] 图65是将图64所示的区域LXV放大的了的图。
- [0079] 图66是表示变形例的剖视图。
- [0080] 图67是将图66所示的区域LXVII放大的了的图。
- [0081] 图68是表示变形例的剖视图。
- [0082] 图69是表示第6实施方式的半导体装置的剖视图。

- [0083] 图70是对于封固体及绝缘基材表示玻璃化转变温度及线膨胀系数的关系的图。
- [0084] 图71是表示参考例的翘曲的图。
- [0085] 图72是表示高温时的翘曲的图。
- [0086] 图73是表示第7实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0087] 图74是将图73的区域LXXIV放大的图。
- [0088] 图75是表示粗糙化部的形成方法的图。
- [0089] 图76是表示变形例的剖视图。
- [0090] 图77是表示变形例的剖视图。
- [0091] 图78是表示变形例的剖视图。
- [0092] 图79是表示第8实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0093] 图80是将图79的区域LXXX放大的图。
- [0094] 图81是表示间隔、厚度与电感的关系的图。
- [0095] 图82是表示间隔<厚度的情况下的模拟结果的图。
- [0096] 图83是表示间隔>厚度的情况下的模拟结果的图。
- [0097] 图84是表示第9实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0098] 图85是表示基板中心的平面图。
- [0099] 图86是将图84的区域LXXXVI放大的图。
- [0100] 图87是表示尺寸及角度的图。
- [0101] 图88是层叠体的侧视图。
- [0102] 图89是表示第10实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0103] 图90是表示半导体元件的平面图。
- [0104] 图91是将图89的区域XCI放大的图。
- [0105] 图92是表示烧结部件的配置的剖视图。
- [0106] 图93是表示接合方法的剖视图。
- [0107] 图94是表示保护膜的内周面与烧结部件的距离和基底电极的应变幅的关系的图。
- [0108] 图95是表示作为接合材料的焊料的配置剖视图。
- [0109] 图96是表示第11实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0110] 图97是将图96的区域XCVII放大的图。
- [0111] 图98是表示半导体元件、烧结部件、凹凸氧化膜的配置的平面图。
- [0112] 图99是将图97的区域XCIX放大的图。
- [0113] 图100是表示变形例的剖视图。
- [0114] 图101是表示半导体元件、烧结部件、凹凸氧化膜的配置的平面图。
- [0115] 图102是表示变形例的剖视图。
- [0116] 图103是表示半导体元件、烧结部件、凹凸氧化膜的配置的平面图。
- [0117] 图104是表示变形例的剖视图。
- [0118] 图105是表示第12实施方式的半导体装置的剖视图。
- [0119] 图106是将图105的区域CVI放大的图。
- [0120] 图107是表示基底电极、烧结层、脆弱层的杨氏模量、屈服应力的关系的图。
- [0121] 图108是表示变形例的剖视图。

- [0122] 图109是表示变形例的剖视图。
- [0123] 图110是表示变形例的剖视图。
- [0124] 图111是表示应用第13实施方式的半导体装置的电力变换装置的电路结构的图。
- [0125] 图112是表示半导体装置的立体图。
- [0126] 图113是表示半导体装置的平面图。
- [0127] 图114是表示在漏极电极侧的基板上安装着半导体元件的状态的平面图。
- [0128] 图115是表示漏极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0129] 图116是表示源极电极侧的基板的电路图案的平面图。
- [0130] 图117是沿着图113的CXVII—CXVII线的剖视图。
- [0131] 图118是沿着图113的CXVIII—CXVIII线的剖视图。
- [0132] 图119是沿着图113的CXIX—CXIX线的剖视图。
- [0133] 图120是沿着图113的CXX—CXX线的剖视图。
- [0134] 图121是将图120的区域CXXI放大的图。
- [0135] 图122是表示第14实施方式的半导体装置中的源极电极侧的基板的电路图案中设置的非粗糙化部的平面图。
- [0136] 图123是表示半导体装置的剖视图。
- [0137] 图124是将图123的区域CXXIV放大的图。
- [0138] 图125是对应于图124的参考图。
- [0139] 图126是表示焊盘正上方的粗糙化有无与线接合部的应变幅的关系的图。
- [0140] 图127是表示变形例的平面图。
- [0141] 图128是表示变形例的剖视图。
- [0142] 图129是表示变形例的剖视图。

## 具体实施方式

[0143] 以下,基于附图说明多个实施方式。另外,有通过在各实施方式中对于对应的构成要素赋予相同的标号从而将重复的说明省略的情况。在各实施方式中仅说明了结构的一部分的情况下,对于该结构的其他部分,能够应用在先说明的其他实施方式的结构。此外,不仅是在各实施方式的说明中明示的结构的组合,只要不特别在组合中发生障碍,即使不明示也能够将多个实施方式的结构彼此部分地组合。

[0144] 本实施方式的半导体装置例如应用于以旋转电机为驱动源的移动体的电力变换装置。移动体例如是电动汽车(BEV)、混合动力汽车(HEV)、插电混合动力汽车(PHEV)等电动车辆、电动直升机、无人机等飞行体、船舶、建设机械、农业机械。以下,对应用于车辆的例子进行说明。

[0145] (第1实施方式)

[0146] 首先,基于图1,对车辆的驱动系统1的概略结构进行说明。

[0147] <车辆的驱动系统>

[0148] 如图1所示,车辆的驱动系统1具备直流电源2、电动发电机3和电力变换装置4。

[0149] 直流电源2是由能够充放电的二次电池构成的直流电压源。二次电池例如是锂离子电池、镍氢电池。电动发电机3是三相交流式的旋转电机。电动发电机3作为车辆的行驶驱

动源即电动机发挥功能。电动发电机3在再生时作为发电机发挥功能。电力变换装置4在直流电源2与电动发电机3之间进行电力变换。

[0150] <电力变换装置>

[0151] 接着,基于图1对电力变换装置4的电路结构进行说明。电力变换装置4具备电力变换电路。本实施方式的电力变换装置4具备平滑电容器5和作为电力变换电路的逆变器6。

[0152] 平滑电容器5主要将从直流电源2供给的直流电压平滑化。平滑电容器5与作为高电位侧的电源线的P线7及作为低电位侧的电源线的N线8连接。P线7与直流电源2的正极连接,N线8与直流电源2的负极连接。平滑电容器5的正极在直流电源2与逆变器6之间连接于P线7。平滑电容器5的负极在直流电源2与逆变器6之间连接于N线8。平滑电容器5与直流电源2并联地连接。

[0153] 逆变器6是DC—AC变换电路。逆变器6根据未图示的控制电路的开关控制(switching control),将直流电压变换为三相交流电压,向电动发电机3输出。由此,电动发电机3进行驱动以产生规定的转矩。在车辆的再生制动时,逆变器6根据控制电路的开关控制,将电动发电机3接受来自车轮的旋转力而发出的三相交流电压变换为直流电压,向P线7输出。这样,逆变器6在直流电源2与电动发电机3之间进行双向的电力变换。

[0154] 逆变器6构成为,具备三相的上下臂电路9。上下臂电路9有时被称作腿。上下臂电路9分别具有上臂9H和下臂9L。上臂9H及下臂9L以上臂9H作为P线7侧而串联连接在P线7与N线8之间。上臂9H与下臂9L的连接点经由输出线10而与电动发电机3的对应的相的绕线3a连接。逆变器6具有6个臂。各臂构成为,具备开关元件。P线7、N线8及输出线10各自的至少一部分例如由汇流条(bus bar)等导电部件构成。

[0155] 在本实施方式中,作为构成各臂的开关元件,采用了n沟道型的MOSFET11。构成各臂的开关元件的数量没有特别限定。可以是一个,也可以是多个。MOSFET是Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor的简称。

[0156] 作为一例,在本实施方式中,各臂具有两个MOSFET11。构成一个臂的两个MOSFET11并联连接。在上臂9H中,并联连接的两个MOSFET11的漏极与P线7连接。在下臂9L中,并联连接的两个MOSFET11的源极与N线8连接。在上臂9H中并联连接的两个MOSFET11的源极和在下臂9L中并联连接的两个MOSFET11的漏极被相互连接。并联连接的两个MOSFET11通过共通的栅极驱动信号(驱动电压)而以相同的定时进行导通驱动、断开驱动。

[0157] 对于各个MOSFET11,反并联地连接着续流用的二极管12。二极管12可以是MOSFET11的寄生二极管(体二极管),也可以在寄生二极管之外另行设置。二极管12的阳极与对应的MOSFET11的源极连接,阴极与漏极连接。由一个半导体装置20提供一相的上下臂电路9。半导体装置20的详细情况在后面叙述。

[0158] 电力变换装置4也可以还具备变换器(converter)作为电力变换电路。变换器是将直流电压变换为不同值的直流电压的DC—DC变换电路。变换器设置在直流电源2与平滑电容器5之间。变换器例如构成为,具备电抗器和上述的上下臂电路9。根据该结构,能够进行升降压。电力变换装置4也可以具备将来自直流电源2的电源噪声除去的滤波电容器。滤波电容器设置在直流电源2与变换器之间。

[0159] 电力变换装置4也可以具备构成逆变器6等的开关元件的驱动电路。驱动电路基于控制电路的驱动指令,向对应的臂的MOSFET11的栅极供给驱动电压。驱动电路通过驱动电

压的施加而使对应的MOSFET11驱动,即导通驱动、断开驱动。驱动电路有时被称作驱动器。

[0160] 电力变换装置4也可以具备开关元件的控制电路。控制电路生成用来使MOSFET11动作的驱动指令,向驱动电路输出。控制电路例如基于从未图示的上位ECU输入的转矩请求、由各种传感器检测到的信号,生成驱动指令。ECU是Electronic Control Unit的简称。

[0161] 作为各种传感器,例如有电流传感器、旋转角传感器、电压传感器。电流传感器检测在各相的绕线3a中流动的相电流。旋转角传感器检测电动发电机3的转子的旋转角。电压传感器检测平滑电容器5的两端电压。控制电路例如输出PWM信号作为驱动指令。控制电路构成为,例如具备处理器及存储器。PWM是Pulse Width Modulation的简称。

[0162] <半导体装置>

[0163] 接着,基于图2~图13对半导体装置进行说明。图2是半导体装置20的立体图。图3与图2同样是半导体装置20的立体图。图3是表示内部构造的透视图。图4是半导体装置20的平面图。图4是表示内部构造的透视图。图5是沿着图4的V—V线的剖视图。图6是沿着图4的VI—VI线的剖视图。图7是沿着图4的VII—VII线的剖视图。图8是沿着图4的VIII—VIII线的剖视图。图9是将在图8中由单点划线表示的区域IX了放大的图。

[0164] 图10是用来说明半导体装置20的分解立体图。在图10中,为了方便而表示了引线框94。图11是表示在基板50上安装着半导体元件40的状态的平面图。图12是在基板50中表示表面金属体52的电路图案的平面图。图13是在基板60中表示表面金属体62的电路图案的平面图。

[0165] 以下,将半导体元件(半导体基板)的板厚方向设为Z方向。将与Z方向正交、构成上臂9H的半导体元件和构成下臂9L的半导体元件的排列方向设为Y方向。设与Z方向及Y方向这两个方向正交的方向为X方向。只要没有特别声明,就将从Z方向进行平面观察而看到的形状、换言之沿着由X方向及Y方向规定的XY面的形状设为平面形状。有时将从Z方向进行的平面观察简单表示为平面观察。此外,配置并不限于搭载面,在平面观察中处于重叠的位置关系的情况下,有时表示为配置。

[0166] 如图2~图13所示,半导体装置20构成上述的上下臂电路9的一个、即一相的上下臂电路9。半导体装置20具备封固体30、半导体元件40、基板50、60、导电间隔件70、臂连接部80和外部连接端子90。

[0167] 封固体30将构成半导体装置20的其他要素的一部分封固。其他要素的其余部分露出到封固体30之外。封固体30例如以树脂为材料。树脂的一例是环氧类树脂。封固体30以树脂为材料,例如通过转移模塑法(transfer molding method)成形。这样的封固体30有时被称作封固树脂体、模塑树脂、树脂成形体。封固体30例如也可以使用凝胶形成。凝胶例如填充(配置)在一对基板50、60的对置区域。

[0168] 如图2~图4所示,封固体30呈大致矩形的平面形状。作为形成外轮廓的表面,封固体30具有一面30a和在Z方向上与一面30a相反的面即背面30b。一面30a及背面30b例如是平坦面。此外,具有作为将一面30a与背面30b相连的面的侧面。侧面包括外部连接端子90突出的两个侧面30c、30d。侧面30d是在X方向上与侧面30c相反的面。

[0169] 在以硅(Si)、带隙比硅宽的宽带隙半导体等为材料的半导体基板上形成有开关元件而构成半导体元件40。作为宽带隙半导体,例如有碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)、氧化镓( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ )、金刚石。半导体元件40有时被称作功率元件、半导体芯片。

[0170] 本实施方式的半导体元件40通过在以SiC为材料的半导体基板上形成有上述的n沟道型的MOSFET11而构成。MOSFET11呈纵型构造,以使主电流在半导体元件40(半导体基板)的板厚方向即Z方向上流动。半导体元件40在自身的板厚方向即Z方向上的两面具有开关元件的主电极。具体而言,作为主电极,在一面具有漏极电极40D,在与一面在Z方向上相反的面即背面具有源极电极40S。

[0171] 在二极管12是寄生二极管的情况下,源极电极40S兼作阳极电极,漏极电极40D兼作阴极电极。二极管12也可以构成在MOSFET11之外的芯片中。漏极电极40D是高电位侧的主电极(第1主电极),源极电极40S是低电位侧的主电极(第2主电极)。以下,有时将漏极电极40D、源极电极40S表示为主电极40D、40S。

[0172] 半导体元件40呈大致矩形的平面形状。如图11所示,半导体元件40在背面具有在与源极电极40S不同的位置形成的焊盘40P。源极电极40S及焊盘40P从在半导体基板的背面上形成的未图示的保护膜露出。漏极电极40D形成在一面的大致整个面。源极电极40S形成在半导体元件40的背面的一部分。在平面观察中,漏极电极40D面积比源极电极40S大。

[0173] 焊盘40P是信号用的电极。焊盘40P与源极电极40S电分离。焊盘40P在Y方向上形成在源极电极40S的形成区域的相反侧的端部。焊盘40P包括栅极电极用的焊盘。

[0174] 半导体装置20具备多个上述结构的半导体元件40。各半导体元件40的结构相互是共通的。多个半导体元件40包括构成上臂9H的半导体元件40H和构成下臂9L的半导体元件40L。有时将半导体元件40H称作上臂元件,将半导体元件40L称作下臂元件。半导体元件40H、40L分别是构成一个臂的臂元件。本实施方式的半导体装置20具备两个半导体元件40H和两个半导体元件40L。两个半导体元件40H在X方向上排列。同样,两个半导体元件40L在X方向上排列。半导体元件40H和半导体元件40L在Y方向上排列。Y方向是与半导体元件40的板厚方向即Z方向正交的第1方向。X方向是与Z方向及第1方向(Y方向)正交的第2方向。半导体装置20具有两列由半导体元件40H和半导体元件40L形成的沿Y方向的列。

[0175] 各半导体元件40在Z方向上配置在相互大致相同的位置。各半导体元件40的漏极电极40D与基板50对置。各半导体元件40的源极电极40S与基板60对置。

[0176] 基板50、60以在Z方向上夹着多个半导体元件40的方式配置。基板50、60以在Z方向上彼此至少一部分对置的方式配置。基板50、60在平面视图将多个半导体元件40(40H、40L)的全部包括在内。

[0177] 基板50相对于半导体元件40配置在漏极电极40D侧。基板60相对于半导体元件40配置在源极电极40S侧。基板50如后述那样与漏极电极40D电连接,提供布线功能。同样,基板60与源极电极40S电连接,提供布线功能。因此,有时将基板50、60称作布线基板。有时将基板50称作漏极基板,将基板60称作源极基板。基板50、60提供将半导体元件40所产生的热散热的散热功能。因此,有时将基板50、60称作散热部件。在将半导体元件40在Z方向上夹着的一对基板50、60中,基板50是第1基板,基板60是第2基板。

[0178] 基板50具有与半导体元件40对置的对置面50a、以及与对置面50a相反的面即背面50b。基板50具备绝缘基材51、表面金属体52和背面金属体53。基板50是绝缘基材51和金属体52、53层叠而成的基板。基板60具有与半导体元件40对置的对置面60a、以及与对置面60a相反的面即背面60b。基板60具备绝缘基材61、表面金属体62和背面金属体63。基板60是绝缘基材61和金属体62、63层叠而成的基板。在作为第1基板的基板50中,绝缘基材51是第1绝

缘基材,表面金属体52是第1表面金属体,背面金属体53是第1背面金属体。在作为第2基板的基板60中,绝缘基材61是第2绝缘基材,表面金属体62是第2表面金属体,背面金属体63是第2背面金属体。以下,有时将表面金属体52、62及背面金属体53、63简单表示为金属体52、53、62、63。

[0179] 绝缘基材51将表面金属体52与背面金属体53电分离。同样,绝缘基材61将表面金属体62与背面金属体63电分离。有时将绝缘基材51、61称作绝缘层。绝缘基材51、61的材料是树脂或无机材料的陶瓷。作为树脂,例如能够使用环氧类树脂、聚酰亚胺类树脂等。作为陶瓷,例如能够使用 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (alumina)、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  (silicon nitride) 等。在绝缘基材51、61为树脂的情况下,有时将基板50、60称作金属树脂基板。在绝缘基材51、61为陶瓷的情况下,有时将基板50、60称作金属陶瓷基板。

[0180] 在使用树脂材料的绝缘基材51、61的情况下,为了使散热性、绝缘性等提高,在树脂内可以包含无机类的填料(无机类填充材料)。也可以通过填料的添加来调整线膨胀系数。作为填料,例如能够使用 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  (silicon dioxide)、 $\text{AlN}$  (aluminum nitride)、 $\text{BN}$  (boron nitride) 等。绝缘基材51、61可以仅包含一种填料,也可以包含多种填料。

[0181] 考虑到散热性及绝缘性,在树脂类的情况下,绝缘基材51、61各自的厚度即Z方向的长度优选的是 $50\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ 左右。在陶瓷类的情况下,绝缘基材51、61的厚度优选的是 $200\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 左右。在Z方向上,绝缘基材51、61的表面是内面、即半导体元件40侧的面,在Z方向上与表面相反的面即背面是外面。绝缘基材51、61可以将材料构成设为共通(相同),也可以使其相互不同。在本实施方式中,采用树脂类的绝缘基材51、61,材料构成是共通的。绝缘基材51、61的线膨胀系数通过对树脂添加填料而被调整为与封固体30大致相同的值。通过对树脂添加填料,绝缘基材51、61及封固体30的线膨胀系数成为与构成金属体52、53、62、63的金属(Cu)接近的值。

[0182] 金属体52、53、62、63例如被作为金属板或金属箔而提供。金属体52、53、62、63以Cu、Al等导电性、导热性良好的金属为材料而形成。金属体52、53、62、63各自的厚度例如是 $0.1\text{mm} \sim 3\text{mm}$ 左右。表面金属体52在Z方向上配置在绝缘基材51的表面。背面金属体53配置在绝缘基材51的背面。同样,表面金属体62在Z方向上配置在绝缘基材61的表面。背面金属体63配置在绝缘基材61的背面。绝缘基材51、61是在Z方向上与半导体元件40对置的对置面。如图5~图9等所示,在本实施方式中,表面金属体52比背面金属体53厚。表面金属体62比背面金属体63厚。漏极电极40D侧的表面金属体52比源极电极40S侧的表面金属体62厚。代替该结构,也可以使背面金属体53、63比对应的表面金属体52、62厚。也可以使表面金属体52与背面金属体53的厚度大致相等,也可以使表面金属体62与背面金属体63的厚度大致相等。

[0183] 表面金属体52、62被进行了布图。表面金属体52、62提供布线即电路。因此,有时将表面金属体52、62称作电路图案、布线层、电路导体。表面金属体52、62也可以在金属表面具备Ni类、Au等的镀膜。以下,有时将表面金属体52、62的图案表示为电路图案。表面金属体52、以及绝缘基材51的表面中的表面金属体52的非配置区域形成基板50的对置面50a。同样,表面金属体62、以及绝缘基材61的表面中的表面金属体62的非配置区域形成基板60的对置面60a。

[0184] 例如,可以准备通过压力加工、蚀刻等而布图为规定形状的表面金属体52、62,使

其与绝缘基材51、61和背面金属体53、63的三层构造的层叠体密接,来形成基板50、60。也可以在形成了表面金属体52、62、绝缘基材51、61、背面金属体53、63的三层构造的层叠体之后,通过切削、蚀刻而将表面金属体52、62布图。

[0185] 表面金属体52如图11等所示,具有P布线54和中继布线55。P布线54和中继布线55被规定的间隔(空隙)电分离。在该空隙中填充有封固体30。

[0186] P布线54与后述的P端子91P及半导体元件40H的漏极电极40D连接。P布线54将P端子91P与半导体元件40H的漏极电极40D电连接。有时将P布线54称作正极布线、高电位电源布线。中继布线55与半导体元件40L的漏极电极40D、臂连接部80及输出端子92连接。中继布线55将臂连接部80与半导体元件40L的漏极电极40D电连接。中继布线55将半导体元件40H的源极电极40S及半导体元件40L的漏极电极与输出端子92电连接。在表面金属体52(第1表面金属体)中,P布线54是第1电源布线,中继布线55是第1中继布线。

[0187] P布线54和中继布线55在Y方向上排列配置。在Y方向上,P布线54配置在电源端子91侧,中继布线55配置在输出端子92侧。换言之,P布线54配置在与封固体30的侧面30c接近的位置,中继布线55配置在与侧面30d接近的位置。

[0188] P布线54具有缺口540。缺口540在以X方向为长度方向的平面形状大致为矩形的四边的一个中开口。缺口540在与侧面30c对置的边中设置在X方向上的大致中央。P布线54具有基部541和一对延伸设置部542。基部541及一对延伸设置部542规定了缺口540。P布线54呈大致U字状(凹字状)的平面形状。

[0189] 基部541是比缺口540及延伸设置部542靠中继布线55侧的部分,平面形状大致为矩形。基部541在平面观察中与半导体元件40H重叠。即,半导体元件40H配置在基部541。半导体元件40H的漏极电极40D与基部541连接。

[0190] 两个延伸设置部542从基部541在相互相同的方向上、具体而言在Y方向上向封固体30的侧面30c侧延伸。延伸设置部542的一个与基部541的X方向的一端附近相连,另一个与基部541的另一端附近相连。P布线54的U字的两端部、即两个延伸设置部542的与基部541相反侧的端部,在Y方向上是相互大致相同的位置。一对延伸设置部542在X方向上夹着缺口540。关于Y方向的长度,基部541比缺口540的深度及延伸设置部542长。

[0191] 中继布线55也具有缺口550。缺口550在平面形状大致为矩形的四边的一个中开口。缺口550在与侧面30d对置的边中设置在X方向上的大致中央。即,在表面金属体52中,在Y方向的一个端部设有缺口540,在另一个端部设有缺口550。

[0192] 中继布线55具有基部551和一对延伸设置部552。基部551及一对延伸设置部552规定了缺口550。中继布线55呈大致U字状(凹字状)的平面形状。基部551是比缺口550及延伸设置部552靠P布线54侧的部分,平面形状呈大致矩形。基部551在平面观察中与半导体元件40L重叠。即,半导体元件40L配置在基部551。半导体元件40L的漏极电极40D与基部551连接。

[0193] 两个延伸设置部552从基部551在相互相同的方向上、具体而言在Y方向上向封固体30的侧面30d侧延伸。延伸设置部552的一个与基部551的X方向的一端附近相连,另一个与基部551的另一端附近相连。中继布线55的U字的两端部、即两个延伸设置部552的与基部551相反侧的端部,在Y方向上是相互大致相同的位置。一对延伸设置部552在X方向上夹着缺口550。关于Y方向的长度,基部551比缺口550的深度及延伸设置部552长。



[0194] 另一方面,表面金属体62如图10及图13等所示,具有N布线64和中继布线65。N布线64和中继布线65被规定的间隔(空隙)电分离。在该空隙中填充有封固体30。

[0195] N布线64与后述的N端子91N及半导体元件40L的源极电极40S连接。N布线64将N端子91N与半导体元件40L的源极电极40S电连接。有时将N布线64称作N布线。中继布线65与半导体元件40H的源极电极40S及臂连接部80连接。中继布线65将半导体元件40H的源极电极40S与臂连接部80电连接。在表面金属体62(第2表面金属体)中,N布线64是第2电源布线,中继布线65是第2中继布线。

[0196] N布线64具有基部640和一对延伸设置部641。N布线64的平面形状呈大致U字状。基部640在Y方向上与中继布线65排列而配置。基部640在Y方向上配置在侧面30d侧。基部640的平面形状呈以X方向为长度方向的大致矩形。如图15所示,基部640在平面观察中与半导体元件40L重叠。即,半导体元件40L配置在基部640。半导体元件40L的源极电极40S与基部640连接。

[0197] 两个延伸设置部641从基部640在相互相同的方向上、具体而言在Y方向上向封固体30的侧面30c侧延伸。延伸设置部641的一个与基部640的X方向的一端附近相连,另一个与基部640的另一端附近相连。N布线64的U字的两端部、即两个延伸设置部641的与基部640相反侧的端部,在Y方向上是相互大致相同的位置。

[0198] 一对延伸设置部641在X方向上成为表面金属体62的两端。一对延伸设置部641配置在基板60的端部附近。在平面观察中,一对延伸设置部641各自的一部分与P布线54重叠。关于Y方向的长度,延伸设置部641比基部640长。N布线64也具有缺口642。缺口642在平面形状为以Y方向为长度方向的大致矩形的四边的一个中开口。缺口642在与侧面30c对置的边中设置在X方向上的大致中央。基部640及一对延伸设置部641规定了缺口642。

[0199] 中继布线65如上述那样,与N布线64、具体而言与基部640在Y方向上排列而配置。在Y方向上,中继布线65配置在与封固体30的侧面30c接近的位置,基部640配置在与侧面30d接近的位置。中继布线65在X方向上配置在一对延伸设置部641之间。中继布线65被一对延伸设置部641夹着。中继布线65配置在缺口642内。中继布线65配置为,在与N布线64之间具有规定的间隔(空隙)。在平面观察中,中继布线65的一部分与P布线54重叠,另一部分与中继布线55重叠。

[0200] 如图15所示,中继布线65在平面观察中与半导体元件40H重叠。即,半导体元件40H配置在中继布线65处。半导体元件40H的源极电极40S与中继布线65连接。关于表面金属体62的电路图案的更详细的例子,在后面叙述。

[0201] 背面金属体53、63通过绝缘基材51、61而与包括半导体元件40的电路电分离。有时将背面金属体53、63称作金属基础基板。半导体元件40所产生的热经由表面金属体52、62及绝缘基材51、61向背面金属体53、63传递。背面金属体53、63提供散热功能。本实施方式的背面金属体53、63的平面形状呈大致矩形,其外形轮廓与表面金属体52、62的外形轮廓大致一致。背面金属体53、63是配置在绝缘基材51、61的背面的大致整个区域的所谓的遍布导体。由于如上述那样通过填料的添加而调整了绝缘基材51、61的线膨胀系数,所以即使在表面背面改变图案也能够抑制翘曲。当然,也可以将背面金属体53、63布图以使其在平面观察中与表面金属体52、62一致。

[0202] 本实施方式的背面金属体53、63配置在对应的绝缘基材51、61的背面的大致整个

区域。为了进一步提高散热效果,背面金属体53、63的至少一个可以从封固体30露出。在本实施方式中,背面金属体53从封固体30的一面30a露出,背面金属体63从背面30b露出。背面金属体53的露出面与一面30a大致共面。背面金属体63的露出面与背面30b大致共面。背面金属体53、63成为基板50、60的背面50b、60b。

[0203] 导电间隔件70提供在半导体元件40与基板60之间确保规定的间隔的间隔件功能。例如,导电间隔件70确保用来对半导体元件40的焊盘40P电连接对应的信号端子93的高度。导电间隔件70位于半导体元件40的源极电极40S与基板60的导电、导热路径的中途,提供布线功能及散热功能。导电间隔件70包含Cu等导电性、导热性良好的金属材料。导电间隔件70可以在表面具备镀膜。导电间隔件70是在平面观察中具有与源极电极40S大致相同的大小的平面形状大致为矩形的柱状体。

[0204] 导电间隔件70有时称作连接端 (terminal)、连接端块、金属块体。半导体装置20具备与半导体元件40相同数量的导电间隔件70。具体而言,具备4个导电间隔件70。导电间隔件70与半导体元件40单独地连接。

[0205] 臂连接部80将中继布线55、65电连接。即,臂连接部80将上臂9H与下臂9L电连接。臂连接部80在Y方向上设置在半导体元件40H与半导体元件40L之间。臂连接部80在平面观察中设置在中继布线55与中继布线65的重叠区域。本实施方式的臂连接部80构成为,具备接头部81和后述的接合材料103。

[0206] 接头部81是与表面金属体52、62分别设置的金属柱状体。有时将这样的接头部81称作接头连接端。在Z方向上,在接头部81的端部的一个与中继布线55之间存在接合材料103,在端部的另一个与中继布线65之间存在接合材料103。

[0207] 代之,接头部81也可以与表面金属体52、62的至少一个一体地相连。即,接头部81也可以作为基板50、60的一部分而与表面金属体52、62一体地设置。臂连接部80也可以是不具备接头部81的结构。即,臂连接部80也可以是仅具备接合材料103的结构。

[0208] 外部连接端子90是用来将半导体装置20与外部设备电连接的端子。外部连接端子90采用铜等导电性良好的金属材料形成。外部连接端子90例如是板材。有时将外部连接端子90称作引线 (lead)。外部连接端子90具备电源端子91、输出端子92和信号端子93。电源端子91具备P端子91P和N端子91N。P端子91P、N端子91N及输出端子92是与半导体元件40的主电极电连接的主端子。信号端子93具备上臂9H侧的信号端子93H和下臂9L侧的信号端子93L。

[0209] 电源端子91是与上述的电源线7、8电连接的外部连接端子90。P端子91P与平滑电容器5的正极端子电连接。有时将P端子91P称作正极端子、高电位电源端子。P端子91P与表面金属体52的P布线54连接。即,P端子91P与构成上臂9H的半导体元件40H的漏极电极40D连接。

[0210] P端子91P与P布线54的Y方向的一端附近连接。P端子91P从与P布线54的连接部(接合部)沿Y方向延伸,在侧面30c中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。本实施方式的半导体装置20具备两条P端子91P。如图11所示,P端子91P的一个与一对延伸设置部542的一个连接,另一个与一对延伸设置部542的另一个连接。P端子91P以在平面观察中与N端子91N相邻的方式,在各个延伸设置部542处配置在距缺口540较近的位置,即靠内配置。两个P端子91P在X方向上排列配置。两个P端子91P在Z方向上配置在大致相同的位置。

[0211] N端子91N与平滑电容器5的负极端子电连接。有时将N端子91N称作负极端子、低电位电源端子。N端子91N与表面金属体62的N布线64连接。即，N端子91N与构成下臂9L的半导体元件40L的源极电极40S连接。

[0212] N端子91N与N布线64的Y方向的一端附近连接。N端子91N从与N布线64的接合部沿Y方向延伸，在侧面30c中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。半导体装置20具备两条N端子91N。如图15等所示，N端子91N的一个与一对延伸设置部641的一个连接，另一个与一对延伸设置部641的另一个连接。两个N端子91N在Y方向上排列配置。两个N端子91N在Z方向上配置在大致相同的位置。

[0213] 两个N端子91N在X方向上配置在两个P端子91P的外侧。在平面观察中，N端子91N的一个配置在P端子91P的一个的附近，N端子91N的另一个配置在P端子91P的另一个的附近。在X方向上相邻的N端子91N和P端子91P在包含从封固体30突出的部分在内的一部分中侧面相互对置。

[0214] 输出端子92与电动发电机3的对应的相的绕线3a(定子线圈)电连接。有时将输出端子92称作0端子、交流端子等。如图3及图7所示，输出端子92与基板50的表面金属体52的中继布线55连接。即，输出端子92连接于上臂9H与下臂9L的连接点。

[0215] 输出端子92与中继布线55的Y方向的一端附近连接。输出端子92从与中继布线55的接合部沿Y方向延伸，在侧面30d中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。半导体装置20具备两条输出端子92。输出端子92的一个与一对延伸设置部552的一个连接，另一个与一对延伸设置部552的另一个连接。两个输出端子92在X方向上排列配置。两个输出端子92在Z方向上配置在大致相同的位置。

[0216] 信号端子93与未图示的驱动电路(驱动器)电连接。信号端子93H经由键合线110等连接部件而与半导体元件40H的焊盘40P电连接。信号端子93H的条数没有特别限定。信号端子93H至少包含用来至少对半导体元件40H的栅极电极施加驱动电压的端子即可。本实施方式的半导体装置20具备两条信号端子93H。信号端子93H的一个是栅极电极用的端子。对于栅极电极用的信号端子93H，电连接着两个半导体元件40H的栅极电极用的焊盘40P。信号端子93H在平面观察中配置在与P布线54的缺口540重叠的位置。在信号端子93H中，与键合线110的接合部不是与表面金属体52对置而是与绝缘基材51对置。两条信号端子93H在X方向上横向排列而配置。

[0217] 信号端子93H从与键合线110的接合部沿Y方向延伸，在侧面30c中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。信号端子93H的突出部的至少一部分与电源端子91在相同方向上延伸。信号端子93H在X方向上配置在两个P端子91P之间。即，从侧面30c突出的外部连接端子90在X方向上以N端子91N、P端子91P、两条信号端子93H、P端子91P、N端子91N的顺序配置。

[0218] 信号端子93L经由键合线110等连接部件而与半导体元件40L的焊盘40P电连接。信号端子93L的条数没有特别限定。信号端子93L至少包含用来至少对半导体元件40L的栅极电极施加驱动电压的端子即可。本实施方式的半导体装置20具备四条信号端子93L。信号端子93L的一个是栅极电极用的端子。对于栅极电极用的信号端子93L，电连接着两个半导体元件40L的栅极电极用的焊盘40P。信号端子93L在平面观察中配置在与中继布线55的缺口550重叠的位置。在信号端子93L中，与键合线110的接合部不是与表面金属体52对置而是与

绝缘基材51对置。四条信号端子93L在X方向上横向排列而配置。

[0219] 信号端子93L从与键合线110的接合部沿Y方向延伸,在侧面30d中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。信号端子93L的突出部的至少一部分与输出端子92在相同方向上延伸。信号端子93L在X方向上配置在两个输出端子92之间。即,从侧面30d突出的外部连接端子90在X方向上以输出端子92、四条信号端子93L、输出端子92的顺序配置。

[0220] 半导体元件40的漏极电极40D经由接合材料100而与表面金属体52接合。半导体元件40的源极电极40S经由接合材料101而与导电间隔件70接合。导电间隔件70经由接合材料102而与表面金属体62接合。接头部81经由接合材料103而与金属体52、62接合。外部连接端子90中的作为主端子的P端子91P、N端子91N及输出端子92经由接合材料104而与对应的表面金属体52、62接合。

[0221] 接合材料100~104是具有导电性的接合材料。例如,作为接合材料100~104,能够采用焊料。作为焊料的一例,是除了Sn以外还包含Cu、Ni等的多元无铅焊料。也可以代替焊料而使用烧结银等烧结物类的接合材料。P端子91P、N端子91N及输出端子92也可以不经由接合材料104地与对应的表面金属体52、62直接接合。P端子91P、N端子91N及输出端子92例如可以通过超声波接合、摩擦搅拌接合、激光焊接等而与表面金属体52、62直接接合。在接头部81与基板50、60分别地设置的情况下,接头部81可以与表面金属体52、62直接接合。

[0222] 如上述那样,在半导体装置20中,通过封固体30将构成一相的上下臂电路9的多个半导体元件40封固。封固体30将多个半导体元件40、基板50的一部分、基板60的一部分、多个导电间隔件70、臂连接部80、以及外部连接端子90各自的一部分一体地封固。封固体30在基板50、60中将绝缘基材51、61及表面金属体52、62封固。

[0223] 半导体元件40在Z方向上配置在基板50、60之间。半导体元件40被对置配置的基板50、60夹着。由此,能够将半导体元件40的热在Z方向上向两侧散热。半导体装置20形成两面散热构造。基板50的背面50b与封固体30的一面30a大致共面。基板60的背面60b与封固体30的背面30b大致共面。由于背面50b、60b是露出面,所以能够提高散热性。

[0224] <制造方法>

[0225] 接着,基于图10对半导体装置20的制造方法的一例进行说明。在图10中,使基板50与基板60对置而进行图示,以使之后的组装容易理解。

[0226] 首先,分别准备半导体元件40、基板50、60、导电间隔件70、接头部81及引线框94。引线框94如图10所示,具备外部连接端子90。引线框94通过对金属板实施压力加工等加工而形成。外部连接端子90经由系杆94a而被支承于外周框架94b。

[0227] 接着,对于基板50,将半导体元件40、接头部81及外部连接端子90进行接合(连接)。此外,将导电间隔件70向半导体元件40接合。

[0228] 此时,在基板50上,配置引线框94及半导体元件40。此外,在半导体元件40的源极电极40S上配置导电间隔件70。关于引线框94,以外部连接端子90各自的一部分在平面观察中与基板50重叠的方式配置。具体而言,以P端子91P及N端子91N与表面金属体52的P布线54重叠、输出端子92与中继布线55重叠的方式配置。此外,以信号端子93H与从缺口540露出的绝缘基材51重叠、信号端子93L与从缺口550露出的绝缘基材51重叠的方式配置。

[0229] 接着,通过接合材料100,将半导体元件40的漏极电极40D与表面金属体52接合。通过接合材料101,将源极电极40S与导电间隔件70接合。通过接合材料103,将接头部81与表

面金属体52接合。通过接合材料104,将P端子91P及输出端子92与表面金属体52接合。例如,在焊料的情况下,能够通过回流而一起进行接合。图10表示了该接合状态。

[0230] 接着,将半导体元件40H的焊盘40P与信号端子93H通过键合线110电连接。同样,将半导体元件40L的焊盘40P与信号端子93L通过键合线110电连接。

[0231] 接着,将基板60接合(连接)。经由接合材料102,将半导体元件40的源极电极40S与表面金属体62接合。经由接合材料103,将接头部81与表面金属体62接合。经由接合材料104,将N端子91N与表面金属体62接合。例如,在焊料的情况下,能够通过回流而一起进行接合。

[0232] 接着,通过转移模塑法进行封固体30的成形。虽然省略图示,但在本实施方式中,以将基板50、60完全覆盖的方式将封固体30成形,并在成形后进行切削。将封固体30连同基板50、60的背面金属体53、63的一部分一起切削。由此,使背面50b、60b露出。背面50b与封固体30的一面30a大致共面,背面60b与背面30b大致共面。另外,也可以是,将背面50b、60b推抵在成形模具的腔室壁面上,在使它们密接的状态下将封固体30成形。该情况下,在将封固体30成形了的时点,背面50b、60b从封固体30露出。因此,不需要成形后的切削。

[0233] 接着,在引线框94中,将系杆94a、外周框架94b等不需要的部分除去。这样,能够得到半导体装置20。

[0234] <位置关系>

[0235] 接着,基于图14及图15,说明半导体元件40、表面金属体52、62的电路图案、臂连接部80、以及电路图案所连接的外部连接端子90的位置关系。图14是表示表面金属体52的电路图案、半导体元件40、端子的配置图。图15是表示表面金属体62的电路图案、半导体元件40、端子的配置的图。在图14及图15中,为了方便而仅图示了与电路图案连接的外部连接端子90。在图14中,将与表面金属体52连接的主电极(漏极电极40D)为了容易理解而在半导体元件40的配置区域中表示为D。同样,在图15中,将与表面金属体62连接的主电极(源极电极40S)为了容易理解而在半导体元件40的配置区域中表示为S。

[0236] 图14所示的假想线CL1是经过构成一个臂的两个半导体元件40的中点的假想线。假想线CL1经过两个半导体元件40的排列方向上的中点(中央)而在Y方向上延伸。假想线CL1例如是经过两个半导体元件40H的中点的线。也可以设为代替半导体元件40H而经过半导体元件40L的中点的线。

[0237] 如图14所示,两个半导体元件40H的配置相对于假想线CL1大致线对称。同样,两个半导体元件40L的配置也相对于假想线CL1大致线对称。这里,所谓大致线对称,能够容许制造偏差程度的误差。表面金属体52的电路图案也相对于假想线CL1大致线对称。即,P布线54及中继布线55分别相对于假想线CL1大致线对称。

[0238] 与中继布线55连接的臂连接部80的配置也相对于假想线CL1大致线对称。与表面金属体52连接的外部连接端子90的配置也相对于假想线CL1大致线对称。即,两个P端子91P的配置也相对于假想线CL1大致线对称。两个输出端子92的配置也相对于假想线CL1大致线对称。

[0239] 与图14同样,在图15中也表示了假想线CL1。半导体元件40H、40L的配置与图14是同样的。如图15所示,表面金属体62的电路图案也相对于假想线CL1大致线对称。即,N布线64及中继布线65分别相对于假想线CL1大致线对称。与中继布线65连接的臂连接部80的配

置也与图14同样,相对于假想线CL1大致线对称。与表面金属体62连接的作为外部连接端子90的两个N端子91N的配置也相对于假想线CL1大致线对称。

[0240] <电路图案>

[0241] 接着,基于图15,对表面金属体62的电路图案更详细地进行说明。图15所示的单点划线表示了各个区域的边界。

[0242] 如上述那样,基板60的表面金属体62具有N布线64和中继布线65。N布线64具有基部640和一对延伸设置部641。一对延伸设置部641从基部640在Y方向上向封固体30的侧面30c侧延伸。N布线64规定了表面金属体62的外形轮廓。中继布线65被一对延伸设置部641夹着。中继布线65配置在N布线64的缺口642内。

[0243] 如图15所示,中继布线65具有作为Y方向的一端的端部650。端部650在Y方向上是基部640侧的端部。另一方面,N布线64的基部640具有与端部650对置的对置边640a。在基部640中,对置边640a是一对延伸设置部641之间的部分。此外,基部640具有半导体元件40L的配置区域640b。配置区域640b如图15中双点划线所示那样,由半导体元件40L的外形轮廓规定。配置区域640b包括在平面观察中与半导体元件40L重叠的区域,在包括多个半导体元件40L的情况下也包括元件间的区域。元件间的区域是半导体元件40L的排列方向上的半导体元件40L彼此的对置区域。

[0244] 这里,如以下这样定义X方向的长度L1、L2、L3。长度L1如图15所示那样是中继布线65的端部650的长度。长度L2是基部640的对置边640a的长度。长度L3是基部640的配置区域640b的长度。在本实施方式中,满足 $L1 < L2 < L3$ 的关系。

[0245] 本实施方式的中继布线65具有缩幅部651a。缩幅部651a包括端部650。缩幅部651a是在Y方向上距端部650为规定范围的部分。缩幅部651a的X方向的长度即宽度在端部650处最小。在缩幅部651a中,任意的第1位置的宽度W1是比第1位置更远离端部650的第2位置的宽度W2以下。

[0246] 缩幅部651a的宽度例如也可以在Y方向上按每规定长度而阶段性地缩小。即,也可以是,缩幅部651a的X方向的端部以台阶状变化。在本实施方式中,距基部640越近,则缩幅部651a的X方向的长度越短。即,缩幅部651a的宽度朝向基部640连续地缩小。臂连接部80配置在缩幅部651a。

[0247] 中继布线65也可以仅具有包括端部650的缩幅部651a。该情况下,半导体元件40H也被配置在缩幅部651a。本实施方式的中继布线65具有定幅部651b。定幅部651b与缩幅部651a相连,是在Y方向的规定范围内宽度固定的部分。并且,半导体元件40H配置在定幅部651b。

[0248] 本实施方式的中继布线65还具有缩幅部651c。缩幅部651c包括与端部650相反的端部652。缩幅部651c与缩幅部651a相反地和定幅部651b相连。缩幅部651c的宽度在端部652处最小。在缩幅部651c中,任意的第1位置的宽度是比第1位置更远离端部652的第2位置的宽度以下。在本实施方式中,缩幅部651c的宽度朝向端部652连续地缩小。在中继布线65中,越远离定幅部651b,则缩幅部651a、651c的宽度越窄。

[0249] 在本实施方式中,N布线64与中继布线65的间隔在对置区域的整个区域中大致是固定的。N布线64的延伸设置部641以与中继布线65的间隔大致固定的方式而被布图。延伸设置部641分别具有扩幅部641a、定幅部641b和扩幅部641c。

[0250] 扩幅部641a与基部640相连,是在Y方向上距与基部640的边界为规定范围的部分。扩幅部641a的X方向的长度即宽度在与基部640的边界处最大。在扩幅部641a中,任意的第1位置的宽度是比第1位置更远离基部640的第2位置的宽度以上。本实施方式的扩幅部641a的宽度朝向基部640连续地扩大。定幅部641b与扩幅部641a相连,是在Y方向的规定范围内宽度固定的部分。定幅部641b与中继布线65的定幅部651b对置。

[0251] 扩幅部641c与扩幅部641a相反地和定幅部641b相连。扩幅部641a延伸至比缩幅部651c更靠近侧面30c的位置。扩幅部641c包括延伸设置部641的前端部641d。扩幅部641c的宽度在前端部641d处最大。在扩幅部641c中,任意的第1位置的宽度是比第1位置更远离前端部641d的第2位置的宽度以上。在本实施方式中,扩幅部641c的宽度在与缩幅部651c对置的对置部分处朝向前端部641d连续地扩大。在扩幅部641c中,比对置部分更靠前端部641d侧的部分为固定宽度。在N布线64中,扩幅部641c的一部分及扩幅部641a越是远离定幅部641b则宽度越大。

[0252] <电流路径>

[0253] 接着,基于图16~图20对电流路径进行说明。图16是表示参考例的PN电流循环的图。在参考例中,将各要素的标号设为在半导体装置20的关联的要素的标号的末尾附加了r的标号。参考例的结构除了信号端子93Lr的条数、N布线64r及中继布线65r的图案不同这一点以外,与半导体装置20大致相同。图17是表示本实施方式的半导体装置20的PN电流循环的图。图18是在从X方向观察半导体装置20的侧视图中表示PN电流循环的图。所谓PN电流循环,是指从P端子91P到N端子91N的电流路径的循环形状。

[0254] 在研究电感时,考虑P端子91P→P布线54→半导体元件40H→中继布线65→臂连接部80→中继布线55→半导体元件40L→N布线64→N端子91N的PN电流循环。因此,为了容易理解PN电流循环,将从P端子91P到N端子91N用连续的实线表示。实际上,以不同时导通的方式对半导体元件40H、40L进行控制。为了方便,仅表示关于半导体元件40H的一个和半导体元件40L的一个的电流路径,但关于半导体元件40H的另一个和半导体元件40L的另一个也是同样的。

[0255] 图19及图20表示电磁场模拟的结果。图19表示图18所示的参考例的电流密度。图20关于图16所示的本实施方式的结构表示电流密度。电磁场模拟的条件除了表面金属体62的电路图案不同这一点以外相互共通。在图19、图20中,电流密度越低则越稀疏(淡色),越高则越浓密(深色)。

[0256] 如图16所示,在参考例的半导体装置20r中,中继布线65r的平面形状呈大致矩形。中继布线65r的端部650r的长度与基部640r中的半导体元件40Lr的配置区域640br的长度大致相等。基部640r中的对置边640ar的长度比配置区域640br长。因此,如图16的实线箭头所示那样,对于平面形状大致为矩形的半导体元件40Lr,电流从一个边400r进入,电流从另一边401r出来。边400r是与中继布线65r对置的对置边。边401r是与两个半导体元件40Lr相互对置的边相反的边。这样,由于电流从半导体元件40Lr向X方向外侧流动,所以PN电流循环较大。根据图19所示的模拟结果也可明确到,电流从半导体元件40Lr,在基部640r中向X方向外侧流动。

[0257] 另一方面,在本实施方式的半导体装置20中,如上述那样,N布线64及中继布线65被布图,与半导体元件40L满足规定的位置关系。通过该位置关系,如图17所示,在平面观察

中,在半导体元件40L的一个边400的上方也存在N布线64(延伸设置部641)。边400是与中继布线65对置的对置边。由此,电流从半导体元件40L的边400进入,电流从同一边400出来。在从半导体元件40L朝向N端子91N的电流中,特别是在半导体元件40L的附近,Y方向成分增加。根据图20所示的模拟结果也可明确到,电流从半导体元件40L,具有Y方向成分而流动。

[0258] 这样,流过N布线64的电流接近于中继布线65,N布线64所形成的电流路径、即半导体元件40L与N端子91N之间的电流路径变短。因而,与参考例相比,PN电流循环较小。如图18所示,PN电流循环在Z方向上也较小。P布线54与N布线64在Z方向上对置。此外,中继布线55与N布线64在Z方向上对置。

[0259] <第1实施方式的总结>

[0260] 在主电路布线的电感较大的情况下,浪涌电压变大。如果为了确保耐压而使半导体元件较厚,则稳态损耗增加。为了减小稳态损耗,需要增大元件面积。此外,通过抑制开关速度,也能够减小浪涌电压。该情况下,向电动发电机的输出变小。这样,如果电感较大,则半导体元件的体积变大或输出变小。

[0261] 如果将电流相互反向流动的部件对置配置,则通过由电流产生的磁通的抵消效果,能够减小电感。如果主电路布线的PN电流循环更小,则电流反向流动的部件相互接近,磁通的抵消效果变高,所以能够减小电感。

[0262] 在本实施方式中,将半导体元件40H、40L在Y方向上排列配置,将臂连接部80配置在半导体元件40H、40L之间。将主端子中的电源端子91(91P、91N)向同一方向引出。此外,在Y方向上,将P布线54配置在电源端子91侧,将中继布线55配置在相反侧。在Y方向上,将中继布线65配置在电源端子91侧,将N布线64的基部640配置在相反侧。并且,使N布线64的延伸设置部641以夹着中继布线65的方式向电源端子91侧延伸。

[0263] 通过这样的结构,PN电流循环变小。由此,能够减小主电路布线的电感。例如,通过P端子91P和N端子91N的并列设置,能够减小电感。中继布线65和N布线64也具有规定的间隔而配置(并列设置)。由此,能够减小电感。此外,N布线64的延伸设置部641与P布线54对置。由此,能够减小电感。

[0264] 在本实施方式中,基板50的表面金属体52及基板60的表面金属体62提供对于半导体元件40的布线功能。表面金属体52、62被封固体30封固。由于可以不像以往那样确保爬电距离(creepage distance),所以能够将N布线64和中继布线65接近而配置。由此,磁通抵消的效果变高,能够进一步减小电感。

[0265] 此外,如图15所示,中继布线65的端部650的长度L1、基部640的对置边640a的长度L2、基部640中的半导体元件40L的配置区域640b的长度L3满足 $L1 < L2 < L3$ 的关系。通过满足该尺寸关系,如上述那样,电流从半导体元件40L的一个边400进入,电流从同一边400出来。在从半导体元件40L朝向N端子91N的电流中,特别是在半导体元件40L的附近,Y方向成分增加。由此,由N布线64形成的电流路径、即半导体元件40L与N端子91N之间的电流路径变短,PN电流循环变小。由此,能够进一步减小主电路布线的电感。

[0266] 此外,电流的频率越高,通过趋肤效应(skin effect),电流越集中于N布线64的延伸设置部641与中继布线65之间的对置边。由此,能够进一步减小PN电流循环,进而能够进一步减小电感。

[0267] 在本实施方式中,如图15所示,中继布线65具有缩幅部651a。由此,在延伸设置部



641中,能够使与缩幅部651a对置的部分的宽度变大。由此,能够不改变表面金属体62、以及基板60的体积地抑制因通电带来的发热。即,能够在减小电感的同时抑制发热。

[0268] 特别是,在本实施方式中,越是接近于基部640,缩幅部651a的X方向的长度就越短。即,缩幅部651a的宽度朝向基部640连续地缩小。中继布线65的缩幅部651a是锥状。由此,容易使中继布线65与延伸设置部641的间隔固定。即,能够使延伸设置部641更接近于中继布线65,使PN电流循环变小。此外,能够使延伸设置部641的宽度变大而抑制发热。

[0269] 在本实施方式中,中继布线65具有定幅部651b。并且,半导体元件40H配置在定幅部651b。具有缩幅部651a及定幅部651b的中继布线65在平面观察中具有与棒球的本垒相同或类似的形状。由此,与半导体元件40H被配置在缩幅部651a的结构相比,能够使延伸设置部641的宽度变大。由此,能够不改变表面金属体62、以及基板60的体积地抑制由通电带来的发热。即,能够在减小电感的同时抑制发热。

[0270] 在本实施方式中,半导体装置20具备两个半导体元件40H和两个半导体元件40L。两个半导体元件40H在X方向上排列配置。同样,两个半导体元件40L在X方向上排列配置。这样,在相对于半导体元件40H和半导体元件40L的排列方向(Y方向)正交的方向(X方向)上,排列设置有构成一个臂的半导体元件40。在X方向上,一对延伸设置部641夹着中继布线65。由此,能够抑制电流偏倚。

[0271] 半导体装置20也可以具备以与一对延伸设置部641分别地连接的方式将前端分支为两个的一个N端子91N。在本实施方式中,半导体装置20具备两条N端子91N,N端子91N对于一对延伸设置部641分别地连接。由此,容易在两条N端子91N之间配置其他的外部连接端子90。由于可以不将配置在之间的外部连接端子90避开,所以能够使体积小化。

[0272] 半导体装置20也可以仅具备一个P端子91P。在本实施方式中,半导体装置20具备两条P端子91P。并且,在X方向上,以N端子91N、P端子91P、信号端子93H、P端子91P、N端子91N的顺序配置。在X方向的两端侧,排列设置有P端子91P和N端子91N。由此,容易使PN电流循环变小。此外,由于外部连接端子90在X方向上有规则性地配置,所以如上述那样,关于半导体元件40、表面金属体52、62的电路图案、以及外部连接端子90,容易确保线对称性。由此,能够抑制电流偏倚。

[0273] 在本实施方式中,P端子91P及N端子91N从封固体30的侧面30c突出,输出端子92从侧面30d突出。这样,将与平滑电容器5连接的P端子91P及N端子91N向同一方向引出,将输出端子92向相反方向引出。由此,能够提高与平滑电容器5的连接性以及和电动发电机3的连接性。此外,通过P端子91P和N端子91N的排列设置,能够减小电感。通过这样的端子排列,容易使PN电流循环变小。

[0274] <变形例>

[0275] 作为半导体元件40H、40L分别具备多个的例子而表示了各具备两个的例子,但并不限于此。也可以具备三个以上。例如也可以做成将三个半导体元件40H在X方向上排列配置、将三个半导体元件40L在X方向上排列配置的结构。表面金属体62的电路图案及半导体元件40的配置并不限于上述的例子。例如也可以如图21、图22所示那样。在图21及图22中,为了方便,将比绝缘基材51靠背面30b侧的封固体30省略而进行图示。此外,将基板60中的绝缘基材61及背面金属体63省略而进行图示。与图17同样,将PN电流循环用实线箭头表示。在图21及图22中,半导体装置20具备两条信号端子93L。

[0276] 在图21中,半导体装置20具备两个臂连接部80。中继布线65的平面形状呈大致矩形。两个臂连接部80在端部650的附近在X方向上排列配置。两个半导体元件40L的间隔比上述的例子(参照图17)大。半导体元件40L的配置区域640b的长度比上述的例子长。由此,满足了 $L1 < L2 < L3$ 的关系。由此,电流从半导体元件40L的边400进入,电流从同一边400出来。在这样的结构下,由N布线64形成的电流路径也变短,能够使PN电流循环变小。但是,图17所示的结构更能够使N布线64的宽度、特别是延伸设置部641的宽度变大。此外,在图17所示的结构的情况下,臂连接部80可以是一个。

[0277] 在图22中,半导体装置20分别仅具备一个半导体元件40H、40L。在该例中,配置区域640b与半导体元件40L的外形轮廓一致。一个半导体元件40H、40L的X方向的长度比上述的例子(参照图17)长。由此,满足了 $L1 < L2 < L3$ 的关系。由此,电流从半导体元件40L的边400进入,电流从同一边400出来。在这样的结构下,由N布线64形成的电流路径也变短,能够使PN电流循环变小。

[0278] 外部连接端子90的配置并不限定于上述的例子。例如,也可以将P端子91P配置在X方向外侧,将N端子91N配置在内侧。该情况下,如图23及图24所示,半导体元件40及电路图案也相反。图23表示了基板50。图24表示了基板60。

[0279] 如图23所示,基板50的表面金属体52的电路图案与图15所示的基板60的表面金属体62的电路图案相同。P布线54是与图15所示的N布线64相同的图案。在N布线64上配置有半导体元件40H。中继布线55是与图15所示的中继布线65相同的图案。在中继布线55上配置有半导体元件40L及臂连接部80。

[0280] 如图24所示,基板60的表面金属体62的电路图案与图14所示的基板50的表面金属体52的电路图案相同。N布线64是与图14所示的P布线54相同的图案。在N布线64上配置有半导体元件40L。中继布线65是与图14所示的中继布线55相同的图案。在中继布线65上配置有半导体元件40H及臂连接部80。

[0281] 在图23及图24所示的结构的情况下,上述的第1和第2关系性相反。半导体元件40L是第1元件,半导体元件40H是第2元件。源极电极40S是第1主电极,漏极电极40D是第2主电极。基板60是第1基板,基板50是第2基板。绝缘基材61是第1绝缘基材,表面金属体62是第1表面金属体,背面金属体63是第1背面金属体。绝缘基材51是第2绝缘基材,表面金属体52是第2表面金属体,背面金属体53是第2背面金属体。

[0282] (第2实施方式)

[0283] 该实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了抑制开关时的瞬态电流不平衡,如在本实施方式中记载的那样,可以将并联连接多个半导体元件的表面金属体做成规定构造。

[0284] <半导体装置>

[0285] 首先,基于图25对本实施方式的半导体装置20进行说明。图25是表示本实施方式的半导体装置20的剖视图。图25对应于图8。

[0286] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式中记载的结构(参照图2~图15)同样的结构。半导体装置20构成一相的上下臂电路9。如图25所示,半导体装置20具备包括上臂元件即两个半导体元件40H的多个半导体元件40、以将半导体元件40在Z方向上夹着的方式配置的基板50、60、以及封固体30。基板50的表面金属体52与半导体元件40的高电位侧

的第1主电极即漏极电极40D连接。基板60的表面金属体62与半导体元件40的低电位侧的第2主电极即源极电极40S连接。虽然没有图示,但半导体装置20具备作为下臂元件的两个半导体元件40L。

[0287] 表面金属体62与在先实施方式同样,相对于假想线CL1大致线对称。如图25所示,在本实施方式中,表面金属体62的中继布线65具有狭缝653。如后述那样,N布线64具有狭缝643。

[0288] <瞬态电流不平衡的抑制效果>

[0289] 接着,基于图26及图27,对开关时的瞬态电流不平衡的抑制效果进行说明。图26是构成一个臂的两个半导体元件40 (MOSFET11) 的等价电路图。图27是将电位容易理解地表示的示意图(电位图)。

[0290] 在图26及图27中,将并联连接的MOSFET11的一个表示为MOSFET1,将另一个表示为MOSFET2。将漏极电极侧的布线(以下,表示为漏极布线)的电感表示为 $L_d$ ,将源极电极侧的布线(以下,源极布线)的电感表示为 $L_s$ 。将栅极电位表示为 $V_g$ ,将MOSFET1的源极电极的电位表示为 $V_{ks1}$ ,将MOSFET2的源极电极的电位表示为 $V_{ks2}$ ,将共通的源极电位表示为 $V_s$ 。将电位 $V_{ks1}$ 和电位 $V_{ks2}$ 的中点电位表示为 $V_m$ 。中点电位 $V_m$ 是固定的。 $V_m = (V_{ks1} + V_{ks2}) / 2$ 。

[0291] 此外,将MOSFET1的栅极电压表示为 $V_{gs1}$ ,将MOSFET2的栅极电压表示为 $V_{gs2}$ 。将通过接通(turn on)而流过MOSFET1的电流表示为 $I_1$ ,将在流过了电流 $I_1$ 时在电感 $L_s$ 的两端间产生的电压表示为 $\Delta V_{s1}$ 。同样,将通过接通而流过MOSFET2的电流表示为 $I_2$ ,将在流过了电流 $I_2$ 时在电感 $L_s$ 的两端间产生的电压表示为 $\Delta V_{s2}$ 。 $\Delta V_{s1} = L_s \times dI_1 / dt$ 。 $\Delta V_{s2} = L_s \times dI_2 / dt$ 。

[0292] 假设由于MOSFET11的特性偏差,如图26所示,流过比电流 $I_1$ 大的电流 $I_2$  ( $I_2 > I_1$ )。此时,在电感 $L_s$ 中产生的电压 $\Delta V_s$ 为 $\Delta V_{s1} < \Delta V_{s2}$ 。即,如图27所示,相对于中点电位 $V_m$ ,源极电极的电位 $V_{ks2}$ 上升,电位 $V_{ks1}$ 下降。由此,栅极电压 $V_{gs1} > V_{gs2}$ 。由于将栅极电压 $V_{gs2}$ 缩小,所以电流 $I_2$ 变小。这样,源极布线的电感 $L_s$ 具有抑制因并联连接的半导体元件40 (MOSFET11) 的特性偏差而带来的开关时的瞬态电流不平衡的功能。

[0293] 但是,如果源极布线的电感 $L_s$ 较小,则上述的抑制瞬态电流不平衡的功能受损。由此,在开关损耗中发生偏倚,需要在热设计中留出裕度。

[0294] <基板的电路图案>

[0295] 接着,基于图28对本实施方式的半导体装置20的表面金属体62的电路图案进行说明。图28对应于图15。在图28中,与图15同样,为了使连接的主电极明确化而将源极电极40S表示为S。

[0296] N布线64及中继布线65是连接半导体元件40的源极电极40S的源极布线。N布线64在具有狭缝643这一点上与在先实施方式的图案不同。同样,中继布线65具有狭缝653从而与在先实施方式的图案不同。除了具有狭缝643、653这一点以外,与在先实施方式中记载的结构相同。

[0297] 狭缝643将N布线64在其厚度方向(Z方向)上贯通。狭缝643在基部640中设置在与两个半导体元件40L的对置区域重叠的位置。对置区域是在半导体元件40L的排列方向上半导体元件40L相互对置的区域。即,狭缝643在Z方向的平面观察中设置在作为下臂元件的半导体元件40L之间。狭缝643在基部640中设置在与半导体元件40L电连接的电连接部之间。

狭缝643从半导体元件40L之间沿着作为半导体元件40H、40L的排列方向的Y方向延伸。狭缝643在基部640的对置边640a中开口。狭缝643在X方向上设置在N布线64的大致中央位置。

[0298] 这样,狭缝643从半导体元件40L的源极电极40S,在Y方向上向作为主端子的N端子91N的配置侧、即电流的流动侧延伸。狭缝643在基部640的端部640c处不开口。狭缝643设置至半导体元件40L的对置区域的下端附近。狭缝643将N布线64划分为与半导体元件40L的一个连接的区域和与另一个连接的区域。狭缝643将半导体元件40L的源极电极40S的电流路径即源极电流路径分离。

[0299] 狭缝653将中继布线65在其厚度方向(Z方向)上贯通。狭缝653在中继布线65中设置在与两个半导体元件40H的对置区域重叠的位置。即,狭缝653在平面观察中设置在半导体元件40H之间。狭缝653在中继布线65中设置在与半导体元件40H电连接的电连接部之间。狭缝653从半导体元件40H之间沿Y方向延伸。狭缝653在端部652处开口。狭缝653从端部652横穿半导体元件40H之间(对置区域),延伸至臂连接部80的附近。狭缝653在X方向上设置在中继布线65的大致中央位置。

[0300] 这样,狭缝653从半导体元件40H的源极电极40S,在Y方向上向臂连接部80侧延伸。狭缝653从半导体元件40H的源极电极40S向电流的流动侧延伸。狭缝653在端部650处不开口。狭缝643设置至臂连接部80的近前。狭缝653将中继布线65划分为与半导体元件40H的一个连接的区域和与另一个连接的区域。狭缝653将半导体元件40H的源极电极40S的电流路径即源极电流路径分离。

[0301] <第2实施方式的总结>

[0302] 图29表示源极电流路径。实线箭头表示半导体元件40H侧的源极电流路径,虚线箭头表示半导体元件40L侧的源极电流路径。如上述那样,在本实施方式中,在与作为低电位侧的主电极的源极电极40S连接的表面金属体62,设有狭缝643、653。

[0303] 狭缝643在并联连接半导体元件40L的N布线64中设置在相邻的半导体元件40L之间。狭缝643将N布线64划分,将各半导体元件40L的源极电流路径分离。由此,能够抑制从半导体元件40L的源极电极40S出来的电流(源极电流)在源极电极40S的附近合流。即,在平面观察中,源极电流的合流地点距源极电极40S较远。因而,在两个半导体元件40L(MOSFET11)的并联电路中,与不设置狭缝643的结构相比能够使源极布线的电感 $L_s$ 较大。由于电感 $L_s$ 较大,所以即使在两个半导体元件40L的特性中有偏差(偏离),也能够抑制开关时的瞬态电流不平衡。通过设置狭缝643,能够在维持半导体元件40L的高集成化的同时抑制瞬态电流不平衡。

[0304] 同样,中继布线65具有狭缝653。狭缝653设置在两个半导体元件40H之间。狭缝653将中继布线65划分,将各半导体元件40H的源极电流路径分离。由此,能够抑制从半导体元件40H的源极电极40S出来的电流(源极电流)在源极电极40S的附近合流。即,在平面观察中,源极电流的合流地点距源极电极40S较远。因而,在两个半导体元件40H的并联电路中,与不设置狭缝653的结构相比能够使源极布线的电感 $L_s$ 较大。由于电感 $L_s$ 较大,所以即使在两个半导体元件40H的特性中有偏差(偏离),也能够抑制开关时的瞬态电流不平衡。通过设置狭缝653,能够在维持半导体元件40H的高集成化的同时抑制瞬态电流不平衡。

[0305] 在本实施方式中,狭缝643从相邻的半导体元件40L之间在Y方向上向N端子91N侧延伸。狭缝643从半导体元件40L的源极电极40S向电流的流动侧延伸。由此,能够将各半导

体元件40L的源极电流路径以更长的距离分离。因而,在半导体元件40L的并联电路中,能够使源极布线的电感 $L_s$ 更大。即,能够提高瞬态电流不平衡的抑制效果。

[0306] 同样,狭缝653从相邻的半导体元件40H之间在Y方向上向臂连接部80侧延伸。狭缝653从半导体元件40H的源极电极40S向电流的流动侧延伸。由此,能够将各半导体元件40L的源极电流路径以更长的距离分离。因而,在半导体元件40H的并联电路中,能够使源极布线的电感 $L_s$ 更大。即,能够提高瞬态电流不平衡的抑制效果。

[0307] 图30是沿着图29的XXX—XXX线的剖视图。在本实施方式中,构成接头部81、将接头部81与中继布线55连接的接合材料103、将接头部81与中继布线65连接的接合材料103、将中继布线55、65电连接的臂连接部80。接头部81是与基板50、60不同的部件。臂连接部80将与半导体元件40H的源极电极40S连接的中继布线65以及与半导体元件40L的漏极电极40D连接的中继布线55电连接。

[0308] <变形例>

[0309] 在上述的例子中,表示了多个半导体元件40分别各包括两个半导体元件40H、40L的例子,但并不限于此。也可以做成半导体元件40H、40L的一方含有两个、另一方含有一个的结构。该情况下,在表面金属体62的两个布线(64、65)中的将多个半导体元件40并联连接而构成一个臂的布线中设置狭缝即可。例如,在包括两个半导体元件40H、包括一个半导体元件40L的结构的情况下,不在N布线64设置狭缝643、在与半导体元件40H连接的中继布线65处设置狭缝653即可。这样,也可以是,关于多个半导体元件40,半导体元件40H、40L中的至少一方的臂元件含有两个。

[0310] 并联连接的半导体元件40的数量并不限于两个。也可以将三个以上的半导体元件40并联连接而构成一个臂。例如在包含三个半导体元件40H的结构的情况下,对于在X方向上排列配置的三个半导体元件40H,在平面观察中的相邻的半导体元件40H之间分别设置狭缝653即可。多个半导体元件40将半导体元件40H、40L中的至少一方的臂元件包含多个即可。也可以将双方的臂元件包含多个,即包含多个半导体元件40H和多个半导体元件40L。

[0311] N端子91N的配置并不限于上述的例子。例如也可以做成P端子91P从封固体30的侧面30c突出、N端子91N从侧面30d突出的结构。该情况下,N布线64的图案例如成为与P布线54、中继布线55类似的形状。即,延伸设置部641从基部640向封固体30的侧面30d侧延伸。在该结构的情况下,也只要将狭缝643至少设置在半导体元件40L之间即可。此外,通过做成将狭缝643从半导体元件40L的对置区域向对置区域的外侧且N端子91N侧延伸的结构,能够使电感 $L_s$ 更大。

[0312] 将设置在半导体元件40之间的狭缝643、653设为一个,但并不限于此。也可以将狭缝643、653的至少一方设为多个。

[0313] 表示了狭缝643、653在表面金属体62的一个端部开口的例子,但并不限于此。例如在图31及图32所示的例子中,狭缝643在Y方向上从基部640的对置边640a延伸至端部640c。狭缝643将基部640、进而将N布线64一分为二。狭缝643将半导体元件40L的对置区域横穿。在分割后的N布线64的一个上配置有半导体元件40L的一个,在N布线64的另一个上配置有半导体元件40L的另一个。同样,狭缝653在Y方向上从中继布线65的端部652延伸至端部650。狭缝653将中继布线65一分为二。在分割后的中继布线65的一个上配置有半导体元件40H的一个,在中继布线65的另一个上配置有半导体元件40H的另一个。

[0314] 狭缝643、653相互相连,形成在Y方向上延伸的一个狭缝。表面金属体62相对于假想线CL1大致线对称。图33表示源极电流路径。实线箭头表示半导体元件40H的源极电流路径,虚线箭头表示半导体元件40L的源极电流路径。如上述那样,狭缝643将N布线64一分为二。由此,半导体元件40L的一个的源极电流和另一个的源极电流在基板60上不合流。由于源极电流的合流地点更远离,所以能够使源极布线的电感 $L_s$ 更大。

[0315] 同样,狭缝653将中继布线65一分为二。由此,半导体元件40H的源极电流和另一个源极电流在基板60上不合流。由于源极电流的合流地点更远离,所以能够使源极布线的电感 $L_s$ 更大。这样,能够提高瞬态电流不平衡的抑制效果。图31、图32及图33是表示变形例的图。图31对应于图28。图32对应于图11。图33对应于图29。

[0316] 在图31~图33所示的例子中,对应于中继布线65的分割,将臂连接部80分割为与中继布线65相同的数量。臂连接部80对于中继布线65分别连接。由此,在臂连接部80处源极电流也不合流,所以能够使电感 $L_s$ 更大。

[0317] 在上述的变形例的结构中,也可以还对基板50的表面金属体52设置狭缝。如图34及图35所示,在表面金属体52中,中继布线55具有狭缝553。狭缝553在中继布线55的端部551a处开口。端部551a在Y方向上与P布线54对置。狭缝553在Y方向上延伸,将被分割为两个的臂连接部80横穿,达到半导体元件40L的对置区域(之间)。狭缝553设置至半导体元件40L的对置区域的下端附近。

[0318] 通过采用这样的结构,如图35所示,由一组半导体元件40H、40L形成的第1电流路径和由其他组的半导体元件40H、40L形成的第2电流路径在半导体装置20内大致完全分离。电流的合流地点设置在N端子91N之外。因此,能够使源极布线的电感 $L_s$ 更大。图34及图35是表示变形例的图。图34对应于图32。图35对应于图33。另外,半导体装置20也可以具备将多个N端子91N连接的N汇流条。该情况下,电流在N汇流条中合流。例如可以是,平滑电容器5侧具备连接N端子91N的N汇流条。

[0319] 表示了臂连接部80包括接头部81和在接头部81的两端侧配置的接合材料103的例子,但并不限于此。在图36所示的例子中,与基板60一体地设有接头部81。接头部81作为从中继布线65沿Z方向延伸的突起部而设置。导电间隔件70也与接头部81同样,作为突起部而与表面金属体62一体地设置。

[0320] 具有突起部的表面金属体62例如可以将异形条的金属板通过压力加工而布图、并粘贴于绝缘基材61而形成。具有突起部的表面金属体62也可以通过将厚Cu蚀刻而形成。也可以通过将作为独立于基板60的部件的金属体直接接合于表面金属体62而形成。在图36所示的结构中,中继布线65的突起部即接头部81、和介于接头部81的前端与中继布线55之间的接合材料103构成臂连接部80。图36是对应于图30的图。

[0321] 在图37所示的例子中,做成了将接头部81排除的结构。接合材料103将中继布线55、65电连接。接合材料103构成臂连接部80。在图37中,将导电间隔件70也排除,半导体元件40的源极电极40S经由接合材料101而与表面金属体62连接。虽省略了图示,但也可以做成臂连接部80不具备接合材料103而仅具备接头部81的结构。该情况下,接头部81与中继布线55、65直接接合。

[0322] 基板50、60的电路图案并不限于上述的例子。图38所示的基板60表示了对图24所示的电路图案应用了狭缝643、653的例子。在图38所示的例子中,狭缝643设置在相邻的

半导体元件40L之间。狭缝643从半导体元件40L之间在Y方向上向N端子91N侧即源极电流的流动侧延伸。狭缝653设置在相邻的半导体元件40H之间。狭缝653从半导体元件40H之间在Y方向上向臂连接部80侧延伸。

[0323] 在本实施方式中,外部连接端子90的配置并不限于图示的例子。P端子91P例如也可以在X方向的两端与P布线54连接。N端子91N例如也可以在X方向的两端与N布线64连接。该情况下,N端子91N也可以与延伸设置部641连接。也可以从N布线64将延伸设置部641排除,与基部640连接。输出端子92例如也可以在X方向的两端与中继布线55连接。

[0324] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式及其变形例中记载的结构的那个都可以组合。

[0325] (第3实施方式)

[0326] 该实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了将半导体元件的热有效地排散,如本实施方式所记载的那样,可以使得比半导体元件靠上方的厚度和靠下方的厚度满足规定的关系。

[0327] <高温时的翘曲>

[0328] 通过专门研究而明确到:即使采用以树脂为材料的绝缘基材51、61,并通过填料的添加使线膨胀系数接近于金属体52、53、62、63,也如图39所示那样可能在半导体装置20中发生翘曲。图39表示了半导体元件40动作时即高温时的半导体装置20的状态。图中的单点划线是表示翘曲的方向的参考线。

[0329] 图39所示的结构与在先实施方式(参照图5)中记载的结构是同样的。在图39中,为了方便,将外部连接端子90省略而进行图示。在图39中,半导体装置20和冷却器120的热交换部121在作为规定方向的Z方向上排列配置。热交换部121以夹着半导体装置的方式,在Z方向上配置在半导体装置20的两侧。在热交换部121的各自与半导体装置20之间,配置有硅凝胶等导热部件130。冷却器120通过在热交换部121的流路内流通制冷剂而将半导体装置20冷却。作为在流路中流动的制冷剂,能够使用水、氨等相变制冷剂、或乙二醇类等不进行相变的制冷剂。有时将导热部件130称作热界面材料(TIM)。导热部件130追随于热交换部121与半导体装置20的对置面而将对置面间的间隙填埋。

[0330] 如上述那样,在半导体元件40中,高电位侧的主电极即漏极电极40D与低电位侧的主电极即源极电极40S相比电极面积大。此外,在源极电极40S与基板60之间存在导电间隔件70,而在漏极电极40D与基板50之间不存在导电间隔件70。即,从半导体元件40向基板50的导热路径与从半导体元件40向基板60的导热路径相比热阻小。在这样的结构的半导体装置20中,要求有效地进行向基板50侧的散热。

[0331] 在如图39所示那样发生基板50侧凹而基板60侧凸的翘曲的情况下,作为露出面的基板50的背面50b与热交换部121的对置距离变长,它们之间的导热部件130变厚。由此,基板50与热交换部121之间的热阻增大,在半导体装置20与冷却器120(热交换部121)之间难以热传导(热交换)。为了将半导体元件40的热有效地排散,即为了将半导体装置20效率良好地冷却,图39所示的翘曲的状态是不理想的。在图39中,表示了半导体装置20的两面侧配置冷却器120(热交换部121)的两面冷却构造的例子。但是,关于在Z方向上仅在基板50侧配置有冷却器120的单面冷却构造,也存在同样的课题。

[0332] <半导体装置的构造>

[0333] 通过专门研究而明确到:在半导体装置20中,根据比半导体元件40靠基板50侧的部分的厚度与靠基板60侧的部分的厚度之间的大小关系,能够控制半导体装置20的翘曲。本实施方式的半导体装置20具有基于该认识的结构。图40是表示本实施方式的半导体装置20的剖视图。在图40中,表示了半导体装置20中没有翘曲的理想状态。

[0334] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式中记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。在图40中,与图39同样,与半导体装置20一起表示了冷却器120的热交换部121和导热部件130。即,图40表示了具备半导体装置20、冷却器120及导热部件130的半导体模组140。作为一例,半导体模组140具有由一对热交换部121夹着半导体装置20的两面冷却构造。半导体装置20在作为规定方向的Z方向上与冷却器120(热交换部121)排列而配置。冷却器120配置在半导体装置20的两侧。

[0335] 背面金属体53、63作为基板50、60的背面50b、60b而从封固体30露出。冷却器120的热交换部121的一个与封固体30的一面30a及背面50b对置配置,热交换部121的另一个与封固体30的背面30b及背面60b对置配置。在半导体装置20与热交换部121的对置面间,分别配置有导热部件130。导热部件130密接于半导体装置20及热交换部121。

[0336] 半导体装置20构成为,比半导体元件40靠基板50侧的厚度 $T1$ 和比半导体元件40靠基板60侧的厚度 $T2$ 满足 $T1 \geq T2$ 的关系。其他结构与在先实施方式(参照图5)记载的结构是同样的。厚度 $T1$ 是接合材料101、导电间隔件70、接合材料102及基板60各自的厚度的总厚度。厚度 $T2$ 是接合材料100及基板50各自的厚度的总厚度。为了满足 $T1 \geq T2$ 的关系,基板50比基板60厚。基板50比导电间隔件70厚。在基板50中,金属体52、53比绝缘基材51厚。在基板60中,金属体62、63比绝缘基材61厚。除了厚度关系以外的部分的结构与在第1实施方式中记载的结构是同样的。

[0337] <模拟结果>

[0338] 图41~图43表示热应力模拟的结果。图41表示图40所示的半导体装置20的室温(RT)时的状态。图42表示图40所示的半导体装置20的高温时的状态。高温时是通过通电而半导体元件40发热时、即半导体元件40动作时。如图41及图42所示,在高温时在半导体装置20中发生翘曲。在本实施方式中,由于如上述那样满足 $T1 \geq T2$ 的关系,所以如图42中虚线箭头所示那样,基板50侧的膨胀量比基板60侧的膨胀量大。这是因为,构成金属体52、53、62、63的Cu的线膨胀系数最大,且基板50较厚。由此,在作为第1基板的基板50侧发生凸翘曲,在作为第2基板的基板60侧发生凹翘曲。图42中的单点划线是表示翘曲的方向的参考线。

[0339] 图43表示厚度 $T1$ 、 $T2$ 的比与高温时的翘曲量的关系。在该模拟中,半导体元件40、导电间隔件70及接合材料100、101、102设为相同(共通),调整基板50及基板60的厚度,调整为使厚度比 $T1:T2$ 成为规定值。材料构成设为相同(共通)。图43所示的纵轴表示翘曲量,是任意单位(a.u.)。翘曲量在比0(零)靠上方的情况下表示是向基板50侧凸并且向基板60侧凹的翘曲,在比0(零)靠下方的情况下表示是向基板50侧凹并且向基板60侧凸的翘曲。 $T1:T2$ 设为1:2、1:1.3、1:1、1.5:1这四个等级。

[0340] 如图43所示,在 $T1:T2=1:2$ 的情况下,发生向基板50侧凹、向基板60侧凸的翘曲,向基板60侧凸的翘曲量在四个等级中最大。在 $T1:T2=1:1.3$ 的情况下,发生向基板50侧凹、向基板60侧凸的翘曲,向基板60侧凸的翘曲量比 $T1:T2=1:2$ 小。如果 $T1:T2=1:1$ ,则转为向基板50侧凸、向基板60侧凹的翘曲。如果 $T1:T2=1.5:1$ ,则发生向基板50侧凸、向基板60侧



凹的翘曲,向基板50侧凸的翘曲量在四个等级中最大。

[0341] 这样,明确到:在 $T1 < T2$ 的情况下,发生向基板50侧凹、向基板60侧凸的翘曲,在 $T1 \geq T2$ 的情况下,发生向基板50侧凸、向基板60侧凹的翘曲。即,明确到:通过满足 $T1 \geq T2$ 的关系,能够将在高温时发生的翘曲控制为向基板50侧凸、向基板60侧凹的翘曲。此外,明确到: $T2$ 相对于 $T1$ 越大,向基板60侧凸的翘曲量越大, $T1$ 相对于 $T2$ 越大,向基板50侧凸的翘曲量越大。

[0342] <第3实施方式的总结>

[0343] 在本实施方式中,半导体装置20满足上述的厚度 $T1 \geq$ 厚度 $T2$ 的关系。在半导体元件40与基板50之间不存在导电间隔件70的一侧的厚度 $T1$ 是在半导体元件40与基板60之间存在导电间隔件70的一侧的厚度 $T2$ 以上。由此,在半导体元件40动作时(高温时),在半导体装置20中发生向基板50侧凸、向基板60侧凹的翘曲。由此,与满足厚度 $T1 <$ 厚度 $T2$ 的关系的结构相比,能够使对散热性的贡献率高的基板50侧的半导体装置20与冷却器120(热交换部121)的对置距离较窄。由于对置距离变窄,所以半导体装置20与冷却器120之间的热阻变小。由此,能够将半导体元件40所产生的热向半导体装置20的外部效率良好地排散。换言之,能够提高半导体装置20的冷却效率。

[0344] 具体而言,与满足厚度 $T1 <$ 厚度 $T2$ 的关系的结构相比,介于半导体装置20与冷却器120之间的导热部件130的厚度变薄。由此,半导体装置20与冷却器120之间的热阻变小,在半导体装置20与冷却器120之间容易热交换。由此,能够将半导体元件40所产生的热向半导体装置20的外部效率良好地排散。

[0345] 在本实施方式中,背面金属体53从封固体30露出。与背面金属体53被封固体30覆盖的结构相比,能够提高散热性。同样,背面金属体63从封固体30露出。与背面金属体63被封固体30覆盖的结构相比,能够提高散热性。

[0346] <变形例>

[0347] 表示了两面散热构造的例子,但并不限于于此。半导体装置20希望主要从基板50侧效率良好地将热排散。由此,可以是,对于半导体装置20,在Z方向上仅在基板50侧配置冷却器120(热交换部121)。在这样的单面散热构造中,也通过满足 $T1 \geq T2$ 的关系从而在高温时成为向基板50侧凸的翘曲。由此,半导体装置20与冷却器120之间的热阻变小。由此,能够将半导体元件40所产生的热效率良好地排散。

[0348] 表示了背面金属体53、63双方从封固体30露出的例子,但并不限于于此。例如也可以做成仅背面金属体53露出的结构。

[0349] 表示了半导体装置20具备构成上臂9H的半导体元件40H和构成下臂9L的半导体元件40的例子,但并不限于于此。也可以仅具备构成臂的一个的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。半导体装置20具备半导体元件40、夹着半导体元件40而配置的一对基板50、60、以及介于半导体元件40与基板60之间的导电间隔件70即可。

[0350] 在基板50中,关于金属体52、53的厚度关系没有特别言及。例如可以如图44所示,使表面金属体52比背面金属体53厚。半导体元件40的第1主电极即漏极电极40D与表面金属体52接合。表面金属体52与半导体元件40之间的热阻较小。通过使距半导体元件40较近的表面金属体52变厚,能够使半导体元件40所产生的热有效地扩散。即,能够将半导体元件40的热效率良好地排散。图44是表示变形例的剖视图。图44对应于图41。

[0351] 如图44所示,可以使表面金属体62比背面金属体63厚。通过使距半导体元件40较近的表面金属体62变厚,能够使半导体元件40所产生的热有效地扩散。

[0352] 如上述那样,在两面上具有主电极的半导体元件40的热主要传导到热阻较小的基板50侧。因此,如图45所示,也可以使表面金属体62比背面金属体63薄。由此,能够使基板60的厚度变薄,进而使半导体装置20的体积小化。由于不需要较厚的金属体,所以还能够降低成本。图45是表示变形例的剖视图。图45对应于图44。在图45中,表面金属体52比背面金属体53厚,表面金属体62比背面金属体63薄。由此,能够在将半导体元件40的热效率良好地排散的同时实现体积小化及低成本化。

[0353] 本实施方式记载的结构与第1实施方式、第2实施方式及变形例记载的结构的一个都可以组合。

[0354] (第4实施方式)

[0355] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了提高连接可靠性,如在本实施方式中记载的那样,可以使得基板和信号端子满足规定的位置关系。

[0356] <半导体装置>

[0357] 首先,基于图46及图47对本实施方式的半导体装置20进行说明。图46关于本实施方式的半导体装置20表示了信号端子93的周边。在图46中,为了表示基板50和信号端子93的位置关系,将半导体装置20的要素的一部分省略而进行图示。图47是沿着图46的XLVII—XLVII线的剖视图。在图46及图47中,作为一例而对下臂9L侧的信号端子93L进行说明。

[0358] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图46所示,半导体装置20具备两个半导体元件40L。半导体元件40L在一面具有作为第1主电极的漏极电极40D,在背面具有作为第2主电极的源极电极40S和信号用的焊盘40P。半导体装置20具备四条信号端子93L。各信号端子93L在Y方向上延伸设置,从封固体30的侧面30d向外部突出。在Z方向上的平面观察中,四条信号端子93L在输出端子92之间沿X方向排列配置。

[0359] <信号端子的形状及配置>

[0360] 接着,基于图46及图47对信号端子93的形状及配置等进行说明。

[0361] 如图46所示,各信号端子93L具有在平面观察中与基板50重叠的重叠部930和不与基板50重叠的非重叠部931。重叠部930在Z方向上与基板50对置。

[0362] 重叠部930是信号端子93L中的距半导体元件40L侧的端部为规定范围的部分。非重叠部931是除了重叠部930以外的部分。重叠部930与电连接漏极电极40D的基板50中的绝缘基材51重叠。重叠部930的整个区域与绝缘基材51重叠。重叠部930与绝缘基材51中的从表面金属体52露出的露出部510重叠。这样,信号端子93L延伸设置至基板50上。即,信号端子93L被插入配置至在平面观察中与基板50重叠的位置。

[0363] 四条中的两条信号端子93L的重叠部930具有主部930a和突出部930b。另两条信号端子93L不具有突出部930b。主部930a在信号端子93L的主要的延伸设置方向即Y方向上延伸。突出部930b与主部930a相连,从主部930a突出。突出部930b在与主部930a不同的方向上延伸。有时将突出部930b称作分支部。主部930a的平面形状能够采用大致L字状、大致Y字状、大致T字状等多种多样的形状。在图46所示的例子中,信号端子93L的一个的平面形状呈

大致L字状,信号端子93L的另一个的平面形状呈大致T字状。

[0364] 如在先实施方式(参照图11)所记载的那样,表面金属体52的中继布线55具有缺口550。信号端子93L的重叠部930与绝缘基材51中的从缺口550露出的部分重叠。四条信号端子93L在平面观察中在输出端子92之间沿X方向排列配置。各信号端子93L具有系杆痕93a。系杆痕93a是如在先实施方式所记载(参照图10)那样在将引线框94的系杆94a切除时在信号端子93L的侧面上残留的痕迹。有时将系杆痕93a称作切断痕。各信号端子93L在X方向上的两侧面具有系杆痕93a。系杆痕93a在非重叠部931中设置在封固体30的外部位置。

[0365] 各信号端子93L如图47所示,具有接合部93b、前端部93c、弯曲部93d和延伸设置部93e。接合部93b是与作为连接部件的键合线110接合的部分。接合部93b优选地包括与XY平面大致平行的部分。接合部93b是信号端子93L中的距绝缘基材51(露出部510)的表面最近的部分。本实施方式的接合部93b相对于绝缘基材51的表面浮起。接合部93b不与绝缘基材51接触,封固体30进入到接合部93b的下表面与绝缘基材51的表面的间隙中而将间隙填埋。键合线110将与源极电极40S形成在同一面上的焊盘40P和信号端子93L电连接。

[0366] 前端部93c是比接合部93b靠前端侧、即靠半导体元件40(40L)侧的部分。前端部93c配置在比接合部93b靠上方、即在Z方向上距绝缘基材51的表面更远的位置。前端部93c越是从接合部93b远离则越向上方上升。前端部93c在ZY截面中具有R形状(带有弧度的形状)。弯曲部93d设置在接合部93b与比接合部93b靠后端侧的部分即延伸设置部93e之间。弯曲部93d弯曲,以使延伸设置部93e比接合部93b靠上方,即位于从绝缘基材51的表面远离了的位置。通过弯曲加工,弯曲部93d与信号端子93的其他部分、具体而言是接合部93b、前端部93c及延伸设置部93e相比截面积小,即较细。延伸设置部93e是比接合部93b靠后端侧的部分。延伸设置部93e在Y方向上延伸,跨封固体30的内外而配置。

[0367] 接合部93b、前端部93c、弯曲部93d的至少一部分包含在上述的重叠部930中。延伸设置部93e的至少一部分包含在非重叠部931中。在本实施方式中,延伸设置部93e的整个区域包含在非重叠部931中。各信号端子93L通过冲压而形成。在信号端子93L中,与绝缘基材51的对置面是加压R面93f,对置面的背面是通过冲切而产生毛刺的毛刺面93g。上述以外的结构与在第1实施方式中记载的结构是同样的。

[0368] <键合线的连接方法>

[0369] 接着,基于图48对上述构造的信号端子93与键合线110的连接方法进行说明。图48是说明引线键合的图。图48所示的标号111是将信号端子93L推压的夹具。标号112是超声波接合用的工具。有时将工具112称作超声波接合装置。图48所示的单点划线表示被夹具111推压而挠曲了的信号端子93L的位置。

[0370] 如图48所示,首先,进行定位以使信号端子93L的重叠部930与绝缘基材51重叠,设置到将线110a接合的部分。接着,用夹具111在Z方向上加压而使信号端子93L弹性变形,使重叠部930与绝缘基材51的表面接触。夹具111将信号端子93L的重叠部930或其附近推压。

[0371] 接着,在信号端子93L与绝缘基材51接触的状态下,通过工具112进行超声波接合。由于由绝缘基材51承接信号端子93L,所以可以不另外准备承接夹具。当超声波接合完成并使工具112及夹具111从信号端子93L离开,则从弹性变形状态被释放而回到加压前的位置。信号端子93L是引线框94的一部分。信号端子93L由于被系杆94a支承在外周框架94b上,所以当加压力被释放则回到原来的位置。

[0372] 以上,以信号端子93L为例进行了说明。但是,也可以将上述结构应用于上臂9H侧的信号端子93H。也可以是信号端子93H、93L都具有上述结构。在先实施方式所记载的结构(参照图11)中,信号端子93H、93L分别与绝缘基材51的露出部重叠。表面金属体52的P布线54具有缺口540,信号端子93H与从缺口540露出的绝缘基材51的表面重叠。

[0373] <第4实施方式的总结>

[0374] 在本实施方式中,信号端子93(93L)与绝缘基材51的露出部510重叠。但是,信号端子93与露出部510不接合。即,信号端子93没有固定于绝缘基材51、以及基板50。由此,信号端子93能够吸收构成半导体装置20的各要素的公差内的尺寸偏差、将各要素组装时的组装偏差等。因而,在封固体30成形时,能够抑制应力集中于信号端子93的与半导体元件40的电连接部(接合部)。结果,能够提供连接可靠性高的半导体装置20。

[0375] 在本实施方式中,将信号端子93插入配置至与基板50重叠的位置、即基板50上。通过采用这样的配置,在Y方向上信号端子93接近于半导体元件40(40L)的焊盘40P。由此,与仅在不与基板50重叠的位置配置信号端子93的结构相比,能够使作为连接部件的键合线110的长度变短。由于能够使键合线110的长度变短,所以在通过转移模塑法等将封固体30成形时,能够抑制线偏移、因线偏移造成的短路、线的断线等的发生。

[0376] 在本实施方式中,信号端子93的重叠部930相对于绝缘基材51的露出部510的表面浮起。并且,在重叠部930的下表面与露出部510的表面之间存在封固体30。封固体30还存在于接合部93b与露出部510之间。由此,即使在板厚方向上制造偏差较大也能够吸收偏差。此外,由于信号端子93位于绝缘基材51的上方,所以容易确保与背面金属体53的绝缘距离。

[0377] 在本实施方式中,表面金属体52具有缺口550(540)。缺口550在作为与Z方向正交的一个方向的Y方向的端部开口。并且,信号端子93的重叠部930与从缺口550露出的露出部510的表面重叠。这样,通过在基板50的表面金属体52设置缺口550,能够在确保表面金属体52与信号端子93的绝缘距离的同时抑制基板50的体积的增大。

[0378] 在本实施方式中,信号端子93的非重叠部931具有系杆痕93a。如上述那样,信号端子93L是引线框94的一部分,被系杆94a支承在外周框架94b上。因而,通过加压使信号端子93挠曲而与绝缘基材51的露出部510接触,在该接触状态下能够通过超声波接合将键合线110接合。并且,通过在接合完成后将加压力释放从而回到原来的位置。

[0379] 在本实施方式中,信号端子93在接合部93b与延伸设置部93e之间具有弯曲部93d。通过弯曲部93d,延伸设置部93e在Z方向上配置在比接合部93b距露出部510(绝缘基材51)远的位置。通过这样具有弯曲部93d,能够在抑制Z方向的体积增大的同时确保信号端子93与背面金属体53的绝缘距离。

[0380] 在本实施方式中,信号端子93具有前端部93c。前端部93c在Z方向上比接合部93b距露出部510(绝缘基材51)远。由此,在上述的接合时(超声波接合时)等,能够抑制信号端子93的前端对绝缘基材51带来损伤。即,能够抑制绝缘性能的下降。特别是,在本实施方式中,由于前端部93c越是从接合部93b远离则越向上方上升,所以前端部93c更难以接触到绝缘基材51。此外,由于前端部93c在ZY截面中具有R形状,所以即使接触也能够抑制对绝缘基材51带来损伤。

[0381] 在对置面为毛刺面93g的情况下,有可能对绝缘基材51带来损伤而绝缘性能下降。在本实施方式中,将信号端子93构成为,与露出部510的对置面侧为加压R面93f、对置面的

背面侧为毛刺面93g。由此,能够抑制绝缘基材51的绝缘性能的下降。

[0382] <变形例>

[0383] 信号端子93与露出部510的非接合结构并不限定于上述的例子。例如在图49中,信号端子93的重叠部930在与露出部510的表面之间具有封固体不能进入的程度的微量高度的间隙,浮起在绝缘基材51上。封固体30在重叠部930的下表面与露出部510的表面之间具有空隙31。信号端子93没有固定到绝缘基材51(露出部510)。因而,能够起到与图47所示的结构同等的效果。图49是表示变形例的剖视图,对应于图47。

[0384] 在图50中,信号端子93的重叠部930与露出部510的表面接触。信号端子93虽然与绝缘基材51(露出部510)接触,但没有被固定。因而,能够起到与图47所示的结构同等的效果。图50是表示变形例的剖视图,对应于图47。另外,也可以设为接合部93b的下表面的一部分与绝缘基材51接触而另一部分不接触的配置。

[0385] 在图47所示的例子中,基板60配置为,在平面观察中不与信号端子93重叠。即,在信号端子93的上方没有配置基板60。通过采用这样的配置,能够使基板60的体积变小。此外,容易确保表面金属体62与信号端子93的绝缘距离。但是,信号端子93与基板60的位置关系并不限定于图47所示的例子。例如如图51所示,信号端子93的重叠部930与基板60也重叠。基板60的表面金属体62在平面观察中与重叠部930及绝缘基材51的露出部510重叠。由此,能够提高散热性。图51是表示变形例的剖视图,对应于图47。

[0386] 在图52中,相对于图51,将表面金属体62布图为,不与信号端子93的重叠部930重叠。绝缘基材61及背面金属体63位于重叠部930的上方。由此,通过使表面金属体62较小,容易确保表面金属体62与信号端子93的绝缘距离。由于背面金属体63较大,所以能够提高散热性。图52是表示变形例的剖视图,对应于图47。

[0387] 表示了通过将信号端子93插入到基板50上从而使键合线110(连接部件)的长度较短的例子。代之,也可以通过使用图53~图55所示的中继基板150而使键合线110的长度较短。图53是表示变形例的平面图,对应于图46。在图53中,为了表示基板50、信号端子93及中继基板150的位置关系,将半导体装置20的要素的一部分省略而进行图示。图54是表示中继基板的剖视图。图55是沿着图53的LV—LV线的剖视图。这里,作为一例而表示中继布线55及信号端子93L,但关于P布线54及信号端子93H也能够采用同样的结构。

[0388] 半导体装置20还具备中继基板150。如图53及图55所示,中继基板150配置在基板50的表面金属体52(中继布线55)上。如图54所示,中继基板150具有绝缘基材151和配置于绝缘基材151的导体部152。导体部152的一部分提供布线功能。有时将中继基板150称作印刷基板、布线基板。

[0389] 导体部152具有焊接区(land)152a、152b。焊接区152a、152b在中继基板150的一面露出。具体而言,从在绝缘基材151的一面151a上设置的阻焊部153露出。焊接区152a经由键合线110而与焊盘40P电连接。信号端子93在平面视图中与基板50重叠。信号端子93与焊接区152b连接。

[0390] 导体部152具有焊接区152a、152b以外的布线152c及通孔导体152d。布线152c的至少一部分是在绝缘基材151的内部配置的内层布线。焊接区152a与焊接区152b经由布线152c及通孔导体152d而被电连接。多个焊接区152a包括与两个半导体元件40的栅极电极用的焊盘40P分别地连接的两个焊接区152a。栅极电极用的两个焊接区152a经由布线152c及

通孔导体152d而与栅极电极用的一个焊接区152b电连接。

[0391] 这样,通过使用中继基板150,能够使键合线110的连接对象(焊接区152a)接近于焊盘40P。由此,能够使将焊盘40P与信号端子93电连接的键合线110的长度较短。此外,能够在中继基板150内自由地引绕布线152c。由此,在将半导体元件40并联连接的结构中,能够避免键合线110交叉。因而,能够抑制在封固体30成形时发生线彼此的接触。此外,通过印刷基板的微细布线技术,能够实现与图47所示的结构相同程度的体积小化。

[0392] 导体部152还具有固定用焊接区152e。固定用焊接区152e是用来将中继基板150向基板50固定的焊接区。固定用焊接区152e不供电连接功能、即布线功能。固定用焊接区152e配置在绝缘基材151的背面151b。固定用焊接区152e(中继基板150)经由接合材料154而与表面金属体52接合。作为接合材料154,例如能够使用焊料。

[0393] 这样,由于将中继基板150固定于表面金属体52,所以能够稳定地进行引线键合。作为接合材料154,也可以使用含有Ni球的焊料。该情况下,能够通过Ni球来控制接合材料154的厚度。此外,能够抑制中继基板150的倾斜。

[0394] 导体部152提供的布线功能通过绝缘基材151而被与表面金属体52电分离。例如,绝缘基材151可以在Z方向上具有不配置导体部152的非配置区域151c和配置有导体部152的配置区域151d。在Z方向上,非配置区域151c设置在绝缘基材151的中央,在两面侧的表层设有配置区域151d。有时将非配置区域151c称作核心层。这样,绝缘基材151具有非配置区域151c,从而能够将配置在一面151a侧的提供布线功能的导体部152与固定用焊接区152e、以及表面金属体52电分离。

[0395] 阻焊部153与封固体30的密接性低。此外,由热应力造成的封固体30的剥离以中继基板150的外周端为起点而发展。例如,绝缘基材151可以具有从阻焊部153露出的露出部151e。露出部151e在绝缘基材151的一面151a中设置在外周缘部。绝缘基材151与阻焊部153相比对于封固体30的密接性高。在露出部151e中,封固体30密接于中继基板150。由此,能够抑制封固体30相对于中继基板150的剥离。由于在外周缘部,封固体30密接,所以能够保护从阻焊部153露出的焊接区152a、152b等导体部152。

[0396] 如图55所示,信号端子93(93L)具有第1延伸设置部93h、第2延伸设置部93i和弯曲部93j。第1延伸设置部93h及第2延伸设置部93i在Y方向上延伸。第1延伸设置部93h配置在封固体30的内部。第2延伸设置部93i跨封固体30的内外而配置。弯曲部93j设置在第1延伸设置部93h与第2延伸设置部93i之间。第1延伸设置部93h是比弯曲部93j靠前端侧的部分,第2延伸设置部93i是比弯曲部93j靠后端侧的部分。

[0397] 信号端子93可以具有突起部93k。突起部93k设置在信号端子93的前端附近。突起部93k从第1延伸设置部93h在Z方向上向焊接区152b侧突出。突起部93k与焊接区152b接合。在信号端子93中,第1延伸设置部93h的前端部及突起部93k在Z方向的平面观察中与焊接区152b重叠。第1延伸设置部93h的前端部与突起部93k的相连的部分是厚壁部,信号端子93的其他部分是薄壁部。通过这样设置突起部93k,信号端子93(第1延伸设置部93h)距表面金属体52较远,所以容易在与表面金属体52之间确保绝缘距离。

[0398] 图56表示与图54不同的例子。图56对应于图54。在图56中,中继基板150固定于绝缘基材51的露出部510。该情况下,根据接合材料154及中继基板150的厚度,能够确保信号端子93与背面金属体53的绝缘距离。如果作为接合材料154而使用上述的含有Ni球的焊料

则能够确保规定厚度,所以容易确保绝缘距离。此外,能够抑制中继基板150的倾斜。

[0399] 表面金属体52(中继布线55)例如通过如图46所示那样具有缺口550,从而使绝缘基材51露出。例如,表面金属体52也可以具有倒角部554。倒角部554在规定缺口550的端面中至少设置在将半导体元件40与中继基板150连结的假想直线交叉的面上。倒角部554设置在端面的上端。由此,能够确保键合线110与表面金属体52的绝缘距离。

[0400] 表示了半导体装置20具备与源极电极40S电连接的基板60的例子。即,表示了具备一对基板50、60的两面散热构造的半导体装置20的例子。但是,并不限定于该例。对于仅具备连接漏极电极40D(第1主电极)的基板50的单面散热构造的半导体装置20也能够应用。表示了背面金属体53、63双方从封固体30露出的例子,但并不限定于此。

[0401] 表示了半导体装置20具备构成上臂9H的半导体元件40H和构成下臂9L的半导体元件40的例子,但并不限定于此。也可以仅具备构成臂的一个的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0402] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式及变形例中记载的结构的那个都可以组合。

[0403] (第5实施方式)

[0404] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了兼顾绝缘可靠性的确保和体积小型化,如在本实施方式中记载的那样,可以将经由接合材料的金属部件与表面金属体的连接部做成规定构造。

[0405] <半导体装置>

[0406] 首先,基于图57对本实施方式的半导体装置20进行说明。图57对应于图5。

[0407] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图57所示,半导体装置20具备半导体元件40(40H、40L)、在Z方向上将半导体元件40夹着而配置的基板50、60、以及封固体30。基板50的表面金属体52与作为半导体元件40的主电极的漏极电极40D连接。表面金属体52经由接合材料104而与作为主端子的P端子91P、输出端子92连接。基板60的表面金属体62与作为半导体元件40的主电极的源极电极40S电连接。表面金属体62经由接合材料104而与作为主端子的N端子91N(未图示)连接。封固体30将半导体元件40、基板50、60、主端子各自的一部分、以及接合材料104封固。

[0408] <主端子的接合构造>

[0409] 接着,基于图57~图60对主端子的接合构造进行说明。图58是将图57的输出端子92的周边从LVIII方向观察的平面图。在图58中,为了明确化而对一部分赋予了阴影。图59是将在图57中由单点划线表示的区域LVIX放大的图。图60是表示将接合材料104从图59中排除了的状态的图。在图59及图60中,为了方便,将封固体30省略而进行图示。

[0410] 如图57所示,作为主端子的P端子91P及输出端子92的与基板50的接合构造与在先实施方式所记载的结构(参照图5)不同。虽未图示,但作为主端子的N端子91N的接合构造也不同。其他结构与在先实施方式所记载的结构是同样的。以下,以输出端子92为例进行说明。接合材料104在接合时在金属表面浸润扩散。作为一例,接合材料104是焊料。

[0411] 如图57所示,基板50在Y方向上具有端部50c、50d。端部50c是封固体30的侧面30c侧的端部,端部50d是侧面30d侧的端部。输出端子92跨基板50的端部50d而在Y方向上延伸。在Z方向的平面观察中,输出端子92的一部分与表面金属体52(中继布线55)重叠,另一部分

不重叠。如图58～图60所示,输出端子92具有对置面920和收容部921。

[0412] 对置面920是输出端子92的下表面中的在Z方向上与基板50的表面金属体52(中继布线55)对置的部分。对置面920宏观上是平坦面,并且理想地以整面与表面金属体52的上表面52a接触。对置面920微观上在表面具有微小的凹凸,至少一部分与上表面52a接触。有时将对置面920称作金属接触面。在平面观察中,对置面920是在Y方向上距与表面金属体52的端部52b重叠的位置为规定范围的部分。端部52b在Y方向上是封固体30的侧面30d侧的端面(侧面),与上表面52a相连。端部52b形成端部50d的一部分。对置面920的平面形状呈大致矩形。

[0413] 收容部921与对置面920邻接而设置,提供接合材料104的收容空间。例如,收容部921是相对于对置面920向远离上表面52a的方向凹陷的凹部。作为凹部的收容部921是包含Z方向成分的面,具有与对置面920相连的侧面921a以及与侧面921a相连的底面921b。侧面921a例如是与Z方向大致平行的面。收容部921在Y方向上在输出端子92的前侧的侧面即前端面922中开口。收容部921在X方向上在输出端子92的两侧的侧面923、924中开口。收容部921在Y方向上设置在距输出端子92的前端面922为规定的范围内。收容部921的平面形状呈大致矩形。收容部921在Y方向上与X方向排列而设置。

[0414] 输出端子92以使对置面920与表面金属体52接触的状态将接合材料104收容在收容部921内。接合材料104既可以仅配置在收容部921内,也可以如图59所示那样,接合材料104的一部分配置在收容部921之外。在图59中,接合材料104相对于前端面922形成圆角(fillet)。输出端子92经由配置于收容部921的接合材料104而与表面金属体52连接(接合)。

[0415] <主端子的接合方法>

[0416] 输出端子92与表面金属体52的接合构造例如如以下这样形成。在收容部921中配置有接合材料104(焊料)的状态下,将输出端子92的对置面920的上方部分在Z方向上向基板50侧加压,以使对置面920与上表面52a较强地接触。在对置面920与上表面52a较强地接触的状态下进行回流。因此,在回流时接合材料104不向对置面920侧浸润扩散,即使浸润扩散了,也是进入到对置面920的表面的微小凹凸的凹部中的程度。

[0417] <第5实施方式的总结>

[0418] 在本实施方式中,作为金属部件的输出端子92的对置面920与表面金属体52的上表面52a接触(金属接触)。由此,能够抑制从收容部921向对置面920侧的接合材料104的溢出。由此,能够抑制接合材料104向不希望的方向的浸润扩散,确保绝缘可靠性。此外,使作为单一的部件的输出端子92具有收容部921和对置面920这双方。结果,能够提供能够兼顾绝缘可靠性和体积小型化的半导体装置20。

[0419] 在具备基板50的结构中,接合材料104如果浸润扩散到表面金属体52的端部52b(端面)、进而浸润扩散到绝缘基材51上,则与表面金属体52电位相同的部分扩大,与背面金属体53的距离变近。接合材料104还有可能与背面金属体53接触。在本实施方式中,对置面920设置在与收容部921相比距基板50的端部50d、即表面金属体52的端部52b近的位置。通过将是对置面920配置在端部52b侧,能够抑制接合材料104在输出端子92及/或表面金属体52的表面上浸润扩散,到达端部52b、进而到达绝缘基材51的情况。由此,能够不使体积增大地提高绝缘可靠性。



[0420] 如上述那样,具备对置面及收容部的金属部件也能够应用于作为其他主端子的P端子91P、N端子91N。P端子91P经由接合材料104而与基板50的表面金属体52(P布线54)连接。由于P端子91P的对置面与表面金属体52接触,从而能够抑制接合材料104从P端子91P的收容部向对置面侧的溢出。如图57所示,通过将対置面设置在基板50的端部50c侧,能够抑制接合材料104浸润扩散到表面金属体52的端部及绝缘基材51上。

[0421] N端子91N经由接合材料104而与基板60的表面金属体62(N布线64)连接。由于N端子91N的对置面与表面金属体62接触,从而能够抑制接合材料104从N端子91N的收容部向对置面侧的溢出。此外,通过将対置面设置在图57所示的基板60的端部60c侧,能够抑制接合材料104浸润扩散到表面金属体62的端部及绝缘基材61上。端部60c在Y方向上是封固体30的侧面30c侧的端面(侧面)。

[0422] <变形例>

[0423] 对置面920和收容部921的配置并不限定于上述的例子。例如也可以采用图61及图62所示的结构。图61是表示变形例的平面图,对应于图58。图62是从图61所示的LXII方向观察的平面图。在该例中,收容部921在侧面923、924处不开口,仅在前端面922处开口。收容部921在作为侧面的前端面922处具有开口921c。

[0424] 对置面920具有第1对置部920a和第2对置部920b。第1对置部920a相对于收容部921设置在开口921c的相反侧。在输出端子92的延伸设置方向即Y方向上,第1对置部920a与收容部921邻接。第2对置部920b在X方向上与收容部邻接。在图61及图62所示的例子中,对置面920具有一对第2对置部920b。一对第2对置部920b在X方向上夹着收容部921。对置面920的平面形状呈大致コ字状(大致U字状)。由于对置面920相对于收容部921配置在三个方向上,所以能够将接合材料104从收容部921的溢出方向限制在开口921c侧的一个方向上。由此,能够进一步提高绝缘可靠性。

[0425] 另外,也可以做成对置面920仅具备一个第2对置部920b的结构。该情况下,对置面920的平面形状呈大致L字状。由于对置面920相对于收容部921配置在两个方向上,所以相对于图58的配置,能够限制接合材料104从收容部921的溢出方向。由此,能够提高绝缘可靠性。

[0426] 表示了收容部921在输出端子92的侧面开口的例子,但并不限定于此。此外,收容部921的平面形状并不限定于大致矩形。例如如图63所示,也可以具备在侧面不具有开口的收容部921。图63是表示变形例的平面图,对应于图58。在图63中,收容部921的平面形状呈大致圆形。收容部921是在输出端子92的下表面开口的孔。图63所示的收容部921是非贯通的孔。作为非贯通孔的收容部921与上述的收容部921同样,具有与对置面920相连的侧面921a和底面921b。也可以代之而采用在输出端子92的上表面开口的贯通孔。作为贯通孔的收容部921不具有底面921b,具有侧面921a。

[0427] 具备对置面及收容部的金属部件并不限定于主端子。例如也可以如图64及图65所示那样,在构成上下臂电路9的半导体装置20中,在接头部81处设置对置面及收容部。图64是表示变形例的剖视图,对应于图57。图65是将图64中单点划线所示的区域LXV放大的图。在图65中,为方便,将封固体30省略而进行图示。

[0428] 如在先实施方式所记载的那样,半导体装置20具备构成上臂9H的作为第1半导体元件的半导体元件40H和构成下臂9L的作为第2半导体元件的半导体元件40L。接头部81将

半导体元件40H的源极电极40S与半导体元件40L的漏极电极40D电连接。接头部81是在Z方向上延伸的金属柱状体。接头部81的端部81a经由接合材料103而与基板50的第1布线即中继布线55连接。与端部81a相反的端部81b经由接合材料103而与基板60的第3布线即中继布线65连接。表面金属体52具有在与中继布线55之间具有规定的间隔而设置的第2布线即P布线54。表面金属体62具有在与中继布线65之间具有规定的间隔而设置的第4布线即N布线64。

[0429] 在图64及图65所示的例子中,在接头部81的端部81a、81b的各自,设有对置面810及收容部811。对置面810及收容部811的结构与上述的对置面920及收容部921是同样的。在端部81a中,对置面810与表面金属体52(中继布线55)的上表面52a对置。对置面810与上表面52a接触。收容部811是相对于对置面810凹陷的凹部。收容部811具有与对置面810相连的侧面811a、和底面811b。收容部811收容有接合材料103。

[0430] 对置面810及收容部811在Y方向上排列设置。对置面810设置在将中继布线55与P布线54隔开的布线间空隙52G侧,即,设置在距接头部81所连接的中继布线55以外的布线即P布线54较近的位置。收容部811在Y方向上在接头部81的侧面812处开口,在与侧面812相反的侧面813处不开口。收容部811可以仅在侧面812处开口,也可以在包括与侧面812邻接的两个侧面在内的三个侧面处开口。

[0431] 这样,接头部81的对置面810与表面金属体52接触(金属接触)。由此,能够抑制接合材料103从收容部811向对置面810侧的溢出。由此,能够提供能够兼顾绝缘可靠性和体积小化的半导体装置20。

[0432] 此外,接合材料103如果浸润扩散到表面金属体52的布线间空隙52G内,则与中继布线55电位相同的部分扩大,与P布线54的距离变近。接合材料103还有可能与P布线54接触。相对于此,在上述的例子中,对置面810设置在与收容部811相比距P布线54即布线间空隙52G近的位置。由此,能够抑制接合材料103到达布线间空隙52G。由此,能够不使体积增大地提高绝缘可靠性。

[0433] 端部81b的结构与端部81a侧是同样的。在端部81b中,对置面810与表面金属体62(中继布线65)的上表面62a对置。对置面810与上表面62a接触。收容部811是凹部。收容部811收容着接合材料103。对置面810及收容部811在Y方向上排列设置。对置面810设置在将中继布线65与N布线64隔开的布线间空隙62G侧,即,设置在距接头部81所连接的中继布线65以外的布线即N布线64较近的位置。收容部811在Y方向上在接头部81的侧面813处开口,在侧面812处不开口。收容部811可以仅在侧面813处开口,也可以在包括与侧面813邻接的两个侧面在内的三个侧面处开口。

[0434] 这样,接头部81的对置面810与表面金属体62接触(金属接触)。由此,能够抑制接合材料103从收容部811向对置面810侧的溢出。由此,能够提供能够兼顾绝缘可靠性和体积小化的半导体装置20。此外,对置面810设置在比收容部811距N布线64即布线间空隙62G近的位置。由此,能够抑制接合材料103到达布线间空隙62G。由此,能够不增大体积地提高绝缘可靠性。

[0435] 在上述例子中,通过金属部件的对置面与表面金属体的接触,抑制了接合材料的溢出。也可以通过对该结构进一步追加通过激光照射形成的凹凸氧化膜来提高抑制溢出的功能。在图66及图67中表示了一例。图66是与图65对应的剖视图,为了方便,省略了封固体

30.图67是将图66中单点划线所示的区域LXVII放大的图,仅图示了表面金属体52。

[0436] 在图66所示的例子中,对应于接头部81,在表面金属体52、62的各自上设有凹凸氧化膜520、620。以下,以凹凸氧化膜520为例进行说明。如图67所示,表面金属体52具有母材521和设置在母材521的表面上的金属膜522及凹凸氧化膜520。母材521形成表面金属体52的主要部分。母材521例如使用Cu类的材料形成。金属膜522包含对于焊料的浸润性比母材521高的材料而形成。金属膜522形成在上表面52a的整个区域。本实施方式的金属膜522形成在母材521的表面的整个区域。凹凸氧化膜520在上表面52a中局部地形成。

[0437] 凹凸氧化膜520通过对金属膜522照射激光,从而在上表面52a中在金属膜522上局部地形成。金属膜522具有以Ni(镍)为主成分的基底膜和以Au(金)为主成分的上层膜。在本实施方式中,作为基底膜而采用包含P(磷)的非电解Ni镀膜。在接合材料103是焊料的情况下,从凹凸氧化膜520露出的金属膜522中的、接合材料103接触的部分的上层膜(Au)在回流时向焊料中扩散。金属膜522中的、形成凹凸氧化膜520的部分的上层膜(Au)在形成凹凸氧化膜520时通过激光的照射而被除去。凹凸氧化膜520是以Ni为主成分的氧化物的膜。例如,在构成凹凸氧化膜520的成分中,80%为 $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ,10%为NiO,10%为Ni。

[0438] 金属膜522的表面的凹部523通过脉冲振荡的激光的照射而形成。每一个脉冲形成一个凹部523。通过激光的照射,金属膜522的表层部分熔融、气化、蒸镀,由此形成凹凸氧化膜520。凹凸氧化膜520是来源于金属膜522的氧化膜。凹凸氧化膜520是金属膜522的主成分的金属(Ni)的氧化物的膜。凹凸氧化膜520仿形于具有凹部523的金属膜522的表面的凹凸而形成。在凹凸氧化膜520的表面,以比凹部523的宽度细的间距形成有凹凸。即,形成有非常微细的凹凸(粗糙化部)。

[0439] 这样的凹凸氧化膜520能够通过以下所示的工序形成。首先,对于在母材521上形成有金属膜522的表面金属体52的上表面52a照射脉冲振荡的激光,使金属膜522的表面熔融及蒸发。调整脉冲振荡的激光,以使其能量密度比 $0\text{J}/\text{cm}^2$ 大且在 $100\text{J}/\text{cm}^2$ 以下,脉冲宽度为 $1\mu$ 秒以下。为了满足该条件,能够采用YAG激光器、 $\text{YVO}_4$ 激光器、光纤激光器等。例如在YAG激光器的情况下,能量密度为 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 以上即可。在非电解Ni镀覆的情况下,例如以 $5\text{J}/\text{cm}^2$ 左右也能够加工金属膜522。

[0440] 此时,通过使激光的光源和表面金属体52相对地移动,将激光扫描,向多个位置依次照射。通过照射激光,使金属膜522的表面熔融、气化,从而在金属膜522的表面形成凹部523。在金属膜522中,照射了激光的部分的平均厚度比不照射激光的部分的平均厚度薄。此外,与激光的光斑对应地形成的多个凹部523相连,例如成为鳞状。光斑是一个脉冲的照射范围。例如,以使在X方向上相邻的激光的光斑一部分重叠、并且在Y方向上相邻的激光的光斑一部分重叠的方式将激光扫描。

[0441] 接着,使熔融了的金属膜522的部分凝固。具体而言,使熔融并气化了金属膜522蒸镀到被照射了激光的部分及其周边部分。这样,通过使熔融并气化了金属膜522蒸镀,从而在金属膜522的表面上形成凹凸氧化膜520。

[0442] 在图66中,凹凸氧化膜520没有设置在表面金属体52的上表面52a中的、在平面观察中与接头部81的收容部811重叠的第1区域524。凹凸氧化膜520有选择地设置在与对置面810重叠的第2区域525。表面金属体62及凹凸氧化膜620的结构与表面金属体52及凹凸氧化膜520是同样的。凹凸氧化膜620没有设置在表面金属体62的上表面62a中的、在平面观察中

与接头部81的收容部811重叠的第1区域624。凹凸氧化膜620有选择地设置在与对置面810重叠的第2区域625。

[0443] 氧化膜(凹凸氧化膜520、620)与金属膜相比,对于接合材料103的浸润性低。凹凸氧化膜520、620由于在表面具有微细的凹凸,所以与接合材料103的接触面积变小,接合材料103的一部分由于表面张力而成为球状。即,接触角变大。由此,对于接合材料103的浸润性低。因而,通过由凹凸氧化膜520、620带来的浸润性下降的效果、和由对置面810带来的接触的效果,接合材料103难以在对置面810与第2区域525、625之间通过。由此,能够更有效地抑制接合材料103的溢出。在凹凸氧化膜520、620的形成中,如上述那样使用激光,所以布图容易。

[0444] 如图68所示,也可以将凹凸氧化膜520、620设置在周边区域526、626。周边区域526在平面观察中是第2区域525的周边的区域,是将第1区域524除外的区域。周边区域626在平面观察中是第2区域625的周边的区域,是将第1区域624除外的区域。即使万一接合材料103通过了接头部81的对置面810的正下方,也能够由凹凸氧化膜520、620拦住。此外,由于在凹凸氧化膜520、620的表面形成有非常微细的凹凸,所以封固体30缠绕,产生锚定效应。此外,与封固体30的接触面积增加。由此,能够提高表面金属体52、62对封固体30的密接力。

[0445] 另外,也可以将凹凸氧化膜520、620设置在第2区域525、625和周边区域526、626。也可以仅设置凹凸氧化膜520、620的一方。也可以将凹凸氧化膜520、620用于与作为金属部件的主端子即P端子91P、N端子91N、输出端子92的接合部。

[0446] 表示了半导体装置20具备与源极电极40S(第2主电极)电连接的基板60的例子。即,表示了具备一对基板50、60的两面散热构造的半导体装置20的例子。但是,并不限定于该例。也能够应用于仅具备与漏极电极40D(第1主电极)连接的基板50的单面散热构造的半导体装置20。在具备一对基板50、60的半导体装置20中,也可以仅对基板50、60的一方与金属部件的接合部应用上述构造。表示了背面金属体53、63双方从封固体30露出的例子,但并不限定于此。

[0447] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限定于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0448] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式及变形例中记载的结构的一个都可以组合。

[0449] (第6实施方式)

[0450] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了提高半导体装置的可靠性,如在本实施方式中记载那样,可以使得封固体的物理性质和绝缘基材的物理性质满足规定的关系。

[0451] <半导体装置及散热构造>

[0452] 基于图69对本实施方式的半导体装置20及其散热构造进行说明。图69是表示本实施方式的半导体装置20的剖视图。图69是将图5的一部分放大的图。在图69中,为了方便,省略了外部连接端子90。

[0453] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的构造(参照图2~图13)同样的构造。如图69所示,半导体装置20具备半导体元件40(40H)、以在Z方向上夹着半导体元件40的方式配置的基板50、60、和封固体30。基板50的表面金属体52与半导体元件40的作

为主电极的漏极电极40D连接。基板60的表面金属体62与半导体元件40的作为主电极的源极电极40S连接。背面金属体53、63从封固体30露出。绝缘基材51、61包含树脂。封固体30包含树脂。虽然没有图示,但半导体装置20具备半导体元件40L。

[0454] 在图69中,与半导体装置20一起表示了冷却器120的热交换部121和散热凝胶等导热部件130。即,图69表示了具备半导体装置20、冷却器120及导热部件130的半导体模组140。作为一例,半导体模组140具有由一对热交换部121夹着半导体装置20的两面冷却构造。半导体装置20与冷却器120(热交换部121)在作为规定方向的Z方向上排列配置。冷却器120配置在半导体装置20的两侧。

[0455] 背面金属体53、63作为基板50、60的背面50b、60b而从封固体30露出。冷却器120的热交换部121的一个与封固体30的一面30a及背面50b对置配置,热交换部121的另一个与封固体30的背面30b及背面60b对置配置。在半导体装置20与热交换部121的对置面间,分别配置有导热部件130。导热部件130与半导体装置20及热交换部121密接。

[0456] <玻璃化转变温度的关系>

[0457] 接着,基于图69及图70,说明封固体30与绝缘基材51、61的玻璃化转变温度的关系。

[0458] 图70是表示封固体30的玻璃化转变温度 $T_{gs}$ 、线膨胀系数 $\alpha_s$ 与绝缘基材51、61的玻璃化转变温度 $T_{gi}$ 、线膨胀系数 $\alpha_i$ 的关系的一例的图。图70中,纵轴表示线膨胀系数 $\alpha$ ,横轴表示温度。在图70中,实线表示封固体30的线膨胀系数 $\alpha_s$ ,虚线表示绝缘基材51、61的线膨胀系数 $\alpha_i$ 。在线膨胀系数 $\alpha_s$ 中, $\alpha_{1s}$ 表示比玻璃化转变温度 $T_{gs}$ 低的温度下的线膨胀系数、即 $\alpha_1$ 区域的线膨胀系数。 $\alpha_{2s}$ 表示比玻璃化转变温度 $T_{gs}$ 高的温度下的线膨胀系数、即 $\alpha_2$ 区域的线膨胀系数。关于线膨胀系数 $\alpha_i$ 也是同样的, $\alpha_{1i}$ 表示 $\alpha_1$ 区域的线膨胀系数, $\alpha_{2s}$ 表示 $\alpha_2$ 区域的线膨胀系数。

[0459] 如图69所示,封固体30密接于半导体元件40。绝缘基材51、61经由接合材料100、101、102、表面金属体52、62而与半导体元件40热连接。因此,在半导体元件40动作时(发热时),封固体30中的半导体元件40的周边位置MP1的温度高于绝缘基材51、61中与半导体元件40重叠的位置MP2、MP3的温度。这样,封固体30比绝缘基材51、61高温。

[0460] 当封固体30的温度超过玻璃化转变温度 $T_{gs}$ ,则杨氏模量变小,封固体30的封固功能下降。由于封固功能的下降,有可能热应力集中于漏极电极40D、源极电极40S、它们的接合部而产生裂纹等。即,连接可靠性有可能下降。相对于此,本实施方式中,如图70所示,满足 $T_{gs} > T_{gi}$ 的关系。

[0461] <线膨胀系数的关系>

[0462] 接着,基于图70~图72,说明封固体30与绝缘基材51、61的线膨胀系数的关系。图71及图72是表示半导体装置20的翘曲的示意图。在图71及图72中,仅图示了构成半导体装置20的树脂要素,即仅图示了封固体30和绝缘基材51、61。

[0463] 在半导体元件40动作时(发热时),如果封固体30的线膨胀系数 $\alpha_s$ 比绝缘基材51、61的线膨胀系数 $\alpha_i$ 大,则如图71中虚线箭头所示那样,封固体30的膨胀量变得比绝缘基材51、61的膨胀量大。即,在Z方向的中央膨胀量变大,在两端膨胀量变小。因而,Z方向的两端成为凹陷的凹形状。

[0464] 在本实施方式中,如图70所示,满足 $\alpha_i > \alpha_s$ 的关系。具体而言,在 $\alpha_1$ 区域中满足 $\alpha_{1i} >$

$\alpha_{1s}$ 的关系,在 $\alpha_2$ 区域中满足 $\alpha_{2i} > \alpha_{2s}$ 的关系。如上述那样,由于满足 $T_{gs} > T_{gi}$ 的关系,所以在使用温度范围的整个区域中满足 $\alpha_i > \alpha_s$ 的关系。因此,在半导体元件40动作时(发热时),如图72中虚线箭头所示那样,绝缘基材51、61的膨胀量变得比封固体30的膨胀量大。即,在Z方向的中央膨胀量变小,在两端膨胀量变大。因而,如图72所示,半导体装置20的形状在Z方向的两端为凸。

[0465] <第6实施方式的总结>

[0466] 根据本实施方式,封固体30的玻璃化转变温度 $T_{gs}$ 比绝缘基材51、61的玻璃化转变温度 $T_{gi}$ 大。由此,在半导体元件40动作时,关于成为更高温度的封固体30,温度难以超过玻璃化转变温度 $T_{gs}$ 。封固体30的温度不超过玻璃化转变温度 $T_{gs}$ ,即使超过也很小。因而,能够抑制封固体30的杨氏模量变小、封固功能下降的情况。由于能够抑制封固功能的下降,所以能够抑制应力集中于作为主电极的漏极电极40D、源极电极40S、其接合部。即,能够提高连接可靠性。

[0467] 也可以使封固体30的玻璃化转变温度 $T_{gs}$ 与绝缘基材51、61的玻璃化转变温度 $T_{gi}$ 大致相等。与 $T_{gs} < T_{gi}$ 相比,在发热时更高温度的封固体30的温度难以超过玻璃化转变温度 $T_{gs}$ 。

[0468] 此外,绝缘基材51、61的线膨胀系数 $\alpha_i$ 比封固体30的线膨胀系数 $\alpha_s$ 大。由此,在半导体元件40动作时,绝缘基材51、61的膨胀量比封固体30的膨胀量大。即,在Z方向的中央膨胀量变小,在两端膨胀量变大。由此,半导体装置20在Z方向上发生向外侧凸的翘曲。由此,半导体装置20与冷却器120(121)的对置距离变窄,半导体装置20与冷却器120之间的热阻变小。具体而言,导热部件130的厚度变薄,热阻变小。由于能够将半导体元件40的热效率良好地排散,所以能够抑制半导体元件40成为过热状态。即,能够提高散热性。

[0469] 也可以使绝缘基材51、61的线膨胀系数 $\alpha_i$ 与封固体30的线膨胀系数 $\alpha_s$ 大致相等。该情况下,在Z方向的中央和两端,膨胀量大致相等,能够抑制Z方向的两端成为凹陷的凹形状。即,能够抑制由于成为凹形状从而半导体装置20与冷却器120之间的热阻增大的情况。

[0470] 这样,通过满足 $T_{gs} \geq T_{gi}$ 并且 $\alpha_i \geq \alpha_s$ 的关系,能够提供可靠性高的半导体装置20。

[0471] <变形例>

[0472] 表示了具备一对基板50、60的两面散热构造的半导体装置20的例子,但并不限于此。对于仅具备与漏极电极40D(第1主电极)连接的基板50的单面散热构造的半导体装置20也能够应用。

[0473] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0474] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式及变形例中记载的结构的那个都可以组合。

[0475] (第7实施方式)

[0476] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了抑制封固体的剥离,如在本实施方式中记载的那样,可以将表面金属体做成规定的构造。

[0477] <半导体装置>

[0478] 图73是表示本实施方式的半导体装置20的剖视图。图73对应于图8。

[0479] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图73所示,半导体装置20具备两个半导体元件40(40H)、以在Z方向上夹着半导体元件40的方式配置的基板50、60、和封固体30。基板50的表面金属体52经由接合材料100而与半导体元件40的作为主电极的漏极电极40D连接。基板60的表面金属体62经由接合材料102而与半导体元件40的作为主电极的源极电极40S电连接。封固体30将半导体元件40、基板50、60及接合材料100、102封固。基板50、60中的背面金属体53、63从封固体30露出。虽然没有图示,但半导体装置20具备两个半导体元件40L。

[0480] 如图73所示,表面金属体52、62具有粗糙化部527、627和非粗糙化部528、628。

[0481] <凹凸氧化膜>

[0482] 接着,基于图74及图75对构成粗糙化部527的凹凸氧化膜520详细地进行说明。图74是将图73的区域LXXIV放大的图。图75是表示粗糙化部的形成方法的图。

[0483] 表面金属体52、62与在第5实施方式的变形例中记载的结构(参照图66及图67)同样,具有凹凸氧化膜520、620。凹凸氧化膜520、620在表面金属体52、62的表面中提供粗糙化部527、627。表面金属体52、62的表面中的没有形成凹凸氧化膜520、620的部分提供非粗糙化部528、628。以下,以表面金属体52为例进行说明。

[0484] 如图74所示,表面金属体52具有母材521和设置在母材521的表面上的镀膜522p及凹凸氧化膜520。母材521形成表面金属体52的主要部分。母材521例如使用Cu类的材料形成。镀膜522p包含对于焊料等接合材料100的浸润性比母材521高的材料而形成。镀膜522p形成在表面金属体52的上表面52a的整个区域和侧面52c的整个区域。侧面52c是表面金属体52中将上表面52a与对置于绝缘基材51的下表面52d相连的面。

[0485] 凹凸氧化膜520如在第5实施方式的变形例中记载那样,通过对镀膜522p照射激光而形成。在本实施方式中,对表面金属体52的上表面52a及侧面52c照射激光。凹凸氧化膜520提供的粗糙化部527是上表面52a中除了非粗糙化部528以外的部分。作为一例,粗糙化部527形成在侧面52c的整个区域。在表面金属体52的端部,粗糙化部527从侧面52c到上表面52a连续地设置。粗糙化部527设置在上表面52a的一部分和侧面52c。粗糙化部527也可以仅设置在上表面52a的边缘部。非粗糙化部528设置在上表面52a的一部分,至少包括接合材料100的配置区域(接合区域)。非粗糙化部528可以仅设置在接合区域,也可以包括接合区域以外的区域。粗糙化部527设置在侧面52c的至少一部分。粗糙化部527可以仅设置在侧面52c的一部分。例如,可以将粗糙化部527仅设置在侧面52c的一部分,以使凹凸氧化膜520不与绝缘基材51接触。

[0486] 本实施方式的镀膜522p具有以Ni(镍)为主成分的基底膜和以Au(金)为主成分的上层膜。具体而言,作为基底膜而采用含有P(磷)的非电解Ni镀膜。在接合材料100为焊料的情况下,在从凹凸氧化膜520露出的镀膜522p中,接合材料100接触的部分的上层膜(Au)在回流时向焊料中扩散。在镀膜522p中,形成凹凸氧化膜520的部分的上层膜(Au)在形成凹凸氧化膜520时通过激光的照射而被除去。凹凸氧化膜520是以Ni为主成分的氧化物的膜。凹凸氧化膜520在表面金属体52的端部从侧面52c到上表面52a连续地设置。

[0487] 如在第5实施方式的变形例中记载那样,通过激光的照射,镀膜522p的表层部分熔融、气化、蒸镀,由此形成凹凸氧化膜520。凹凸氧化膜520是来源于镀膜522p的氧化膜。凹凸氧化膜520是镀膜522p的主成分的金属(Ni)的氧化物的膜。在凹凸氧化膜520的表面,始终

形成有微细的凹凸(粗糙化部)。凹凸氧化膜520的表面连续且凹凸。

[0488] 在本实施方式中,表面金属体52其下表面52d的面积比上表面52a的面积大。因此,如图74所示,下表面52d相对于上表面52a突出。即,在Z方向的平面观察中,侧面52c的至少一部分位于上表面52a的外侧。由此,如图75所示,通过将激光在Z方向上照射,能够在上表面52a及侧面52c形成凹凸氧化膜520。

[0489] <第7实施方式的总结>

[0490] 在将镀膜522p设置在表面金属体52的上表面52a及侧面52c的结构中,通过热应力,容易从表面金属体52的端部、即侧面52c发生封固体30的剥离。相对于此,在本实施方式中,在除了非粗糙化部528以外的上表面52a的部分和侧面52c中设有粗糙化部527。由此,表面金属体52的侧面52c处的与封固体30的密接力比没有设置粗糙化部527的结构高。因而,在表面金属体52的侧面52c中,能够抑制封固体30的剥离的发生。通过抑制剥离,能够抑制热应力集中于表面金属体52中的接合材料100等的接合部。结果,能够提供可靠性高的半导体装置20。

[0491] 表面金属体62具有与表面金属体52同样的结构。表面金属体62在除了非粗糙化部628以外的上表面62a的部分和侧面62c处具有粗糙化部627。由此,能够抑制在表面金属体62的侧面62c中发生封固体30的剥离。

[0492] 在本实施方式中,粗糙化部527、627在侧面52c、62c到上表面52a、62a中连续地设置。由此,能够抑制在表面金属体52、62的端部附近发生封固体30的剥离。

[0493] 作为形成粗糙化部527、627的粗糙化处理,可以是粗糙化镀、喷砂、化学处理等。在本实施方式中,采用激光粗糙化。通过对镀膜照射激光而形成凹凸氧化膜520、620。表面金属体52、62在粗糙化部527、627处具有凹凸氧化膜520、620。

[0494] 凹凸氧化膜520、620的表面呈连续的凹凸,封固体30缠绕而产生锚定效应。此外,与封固体30的接触面积增加。由此,在粗糙化部527、627中能够提高对于封固体30的密接力。此外,凹凸氧化膜520、620与镀膜(镀膜522p)相比,对于接合材料100、102的浸润性低。凹凸氧化膜520、620由于在表面具有微细的凹凸,所以与接合材料100、102的接触面积变小,接合材料100、102的一部分通过表面张力而成为球状。即,接触角变大。因而,能够抑制接合材料100、102的溢出。这样,通过采用凹凸氧化膜520、620,能够提高对于封固体30的密接力,并且能够抑制接合材料100、102从接合部的溢出。

[0495] 在本实施方式中,表面金属体52、62的面积在下表面52d、62d处比上表面52a、62a大。下表面52d、62d相对于上表面52a、62a突出。由此,容易对侧面52c、62c从Z方向进行物理性的粗糙化。在上述的激光粗糙化的情况下,通过将激光在Z方向上照射,不仅是在上表面52a、62a,在侧面52c、62c也能够形成凹凸氧化膜520、620。

[0496] <变形例>

[0497] 表面金属体52、62的侧面形状并不限定于上述的例子。在通过压力加工、蚀刻、切削等将表面金属体52、62布图时,能够将侧面加工为规定形状。图76是表示侧面形状的变形例的剖视图。在图76中,作为一例而表示了表面金属体52,为了方便,将镀膜522p省略而进行图示。虽然省略了图示,但关于表面金属体62,也能够采用同样的结构。

[0498] 在图76所示的例子中,表面金属体52具有与Z方向大致平行的侧面52c。即,表面金属体52的面积在Z方向上大致是一定的。为了将这样的表面金属体52物理性地粗糙化,例如



在上表面52a和侧面52c分开进行粗糙化即可。在激光粗糙化的情况下,从与激光对上表面52a的照射方向不同的方向、例如相对于Z方向倾斜的方向,对侧面52c照射激光。由此,能够在侧面52c设置凹凸氧化膜520。

[0499] 图77是表示侧面形状的变形例的剖视图,对应于图76。在图77所示的例子中,表面金属体52的与Z方向正交的面积随着向下表面52d接近而变大。侧面52c呈R形状。该情况下,在平面观察中,侧面52c的整个区域位于上表面52a的外侧。因而,与图75所示的结构相比,更容易对侧面52c进行从Z方向的物理性粗糙化、例如激光粗糙化。

[0500] 图78是表示侧面形状的变形例的剖视图,对应于图76。在图78所示的例子中,表面金属体52的与Z方向正交的面积也随着向下表面52d接近而变大。表面金属体52例如在ZY平面中呈大致梯形。该情况下,也由于在平面观察中侧面52c的整个区域位于上表面52a的外侧,所以容易将侧面52c从Z方向物理性地进行粗糙化。

[0501] 表示了具备一对基板50、60的两面散热构造的半导体装置20的例子,但并不限定于此。对于仅具备与漏极电极40D(第1主电极)连接的基板50的单面散热构造的半导体装置20也能够应用。在具备一对基板50、60的结构中,也可以仅对基板50、60的一方应用上述的包含侧面的粗糙化部的构造。

[0502] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限定于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0503] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式、第6实施方式及变形例中记载的结构的哪个都可以组合。

[0504] (第8实施方式)

[0505] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了电感的减小,如在本实施方式中记载那样,可以使表面金属体的厚度和布线的间隔满足规定的关系。

[0506] <半导体装置>

[0507] 首先,基于图79,对本实施方式的半导体装置20、特别是表面金属体52、62的电路图案进行说明。图79是表示本实施方式的半导体装置20的剖视图。在图79中,图示了在先实施方式所记载的结构(参照图8)的一部分。

[0508] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图79所示,半导体装置20具备半导体元件40(40H)、以在Z方向上夹着半导体元件40的方式配置的基板50、60、和封固体30。基板50的表面金属体52与半导体元件40的作为主电极的漏极电极40D电连接。基板60的表面金属体62与半导体元件40的作为主电极的源极电极40S电连接。封固体30将半导体元件40、基板50、60及接合材料100、102封固。在基板50、60中,背面金属体53、63从封固体30露出。虽然没有图示,但半导体装置20具备构成下臂9L的半导体元件40L。

[0509] <布线间隔与厚度的关系>

[0510] 接着,基于图79及图80对布线间隔与厚度的关系进行说明。图80是将图79的区域LXXX放大的图。在图80中仅图示了基板60。

[0511] 表面金属体52、62与在先实施方式所记载的结构(参照图65)同样,具有布线间空隙52G、62G。如图79及图80所示,布线间空隙62G将相邻的N布线64和中继布线65隔开。布线

间空隙62G是表面金属体62中设置在电位不同的布线之间的规定的空隙。

[0512] 如图80所示,在本实施方式中,N布线64与中继布线65的间隔L10是表面金属体62的厚度T10以下( $L10 \leq T10$ )。间隔L10是布线间空隙62G的长度,即N布线64与中继布线65的图案间距离。在图79及图80中,表面金属体62的间隔L10和厚度T10满足 $L10 < T10$ 的关系。虽然省略了图示,但具备表面金属体52的基板50具有与基板60同样的结构。在表面金属体52中,P布线54与中继布线55的间隔L10是表面金属体52的厚度T10以下( $L10 \leq T10$ )。

[0513] <模拟结果>

[0514] 图81~图83表示电磁场模拟的结果。图81是将模拟结果汇总为长度(间隔、厚度)与电感的关系的图。圆(○)测量点表示将间隔L10固定为1.5mm时的厚度T10的三个水平(0.3mm、1.5mm、2.5mm)的结果。图中的实线表示将间隔L10固定时的伴随着厚度T10的变化电感的变化的变化。方块(□)测量点表示将厚度T10固定为1.5mm时的间隔L10的三个水平(0.5mm、1.5mm、2.5mm)的结果。图中的虚线表示将厚度T10固定时的伴随着间隔L10的变化电感的变化的变化。图81所示的横轴的长度在将间隔L10固定的情况下表示厚度T10的长度,在将厚度T10固定的情况下表示间隔L10的长度。

[0515] 图82是表示 $L10 > T10$ 的情况下的模拟结果的图。图82表示图81所示的第1条件C1、具体而言是间隔 $L10 = 1.5\text{mm}$ 且厚度 $T10 = 0.3\text{mm}$ 时的模拟结果。图83是表示 $L10 < T10$ 的情况下的模拟结果的图。图83表示图81所示的第2条件C2、具体而言是间隔 $L10 = 1.5\text{mm}$ 且厚度 $T10 = 2.5\text{mm}$ 时的模拟结果。在模拟中,间隔L10和厚度T10以外的条件是共通的。

[0516] 根据图81所示的结果明确可知,在满足 $L10 \leq T10$ 的关系的范围中能够减小电感。特别是,明确可知在满足 $L10 < T10$ 的关系的范围中能够有效地减小电感。

[0517] 如图82所示,在 $L10 > T10$ 的情况下,电流虽然在N布线64的延伸设置部641中在宽度方向上分散,但是偏向表面金属体62(基板60)的端部侧而流动。因此,在先实施方式所记载的PN电流循环(参照图17)较大。由于在延伸设置部421中流动的电流路径相对于中继布线65较远,所以由反方向成分的电流带来的磁通的抵消效果变弱。图82表示了与满足 $L10 \leq T10$ 的关系的情况相比电感变大的情况。

[0518] 如图83所示,在 $L10 < T10$ 的情况下,电流在延伸设置部641的宽度方向上偏向中继布线65侧的端部而流动。因此,PN电流循环较小。由于在延伸设置部421中流动的电流路径相对于中继布线65较近,所以由反方向成分的电流带来的磁通的抵消效果变强。图83表示了与满足 $L10 > T10$ 的关系的情况相比电感变小的情况。

[0519] <第8实施方式的总结>

[0520] 在本实施方式中,表面金属体52具有作为第1布线的P布线54和电位与第1布线不同的作为第2布线的中继布线55。并且,P布线54与中继布线55的间隔L10和表面金属体52的厚度T1满足 $L10 \leq T10$ 的关系。同样,表面金属体62具有作为第1布线的N布线64和电位与第1布线不同的作为第2布线的中继布线65。并且,N布线64与中继布线65的间隔L10和表面金属体62的厚度T1满足 $L10 \leq T10$ 的关系。

[0521] 如果满足 $L10 \leq T10$ 的关系,则由于相邻的布线的间隔较窄,所以流过第1布线的电流所带来的磁通与流过第2布线的电流所带来的磁通的抵消效果变高,能够减小电感。此外,由于表面金属体较厚,所以电流路径的截面积变大,能够减小电感。这样,本实施方式的半导体装置20能够减小电感。特别是,如果满足 $L1 < T10$ 的关系,则上述效果变高,能够更有

效地减小电感。

[0522] <变形例>

[0523] 表示了具备一对基板50、60的两面散热构造的半导体装置20的例子,但并不限定于此。对于仅具备与漏极电极40D(第1主电极)连接的基板50的单面散热构造的半导体装置20也能够应用。在具备一对基板50、60的结构中,也可以使表面金属体52、62的仅一方满足上述的 $L10 \leq T10$ 的关系。即,在与半导体元件的主电极电连接的至少一个基板中,表面金属体具有第1布线和第2布线,满足 $L10 \leq T10$ 的关系即可。此外,表示了在作为第1布线的N布线64和电位与第1布线不同的作为第2布线的中继布线65的全部的对置区域中满足 $L10 \leq T10$ 的关系的例子,但并不限定于此。在对置区域的至少一部分中满足 $L10 \leq T10$ 的关系即可。关于作为第1布线的P布线54和电位与第1布线不同的作为第2布线的中继布线55的对置区域也是同样的。

[0524] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限定于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0525] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式、第6实施方式、第7实施方式及变形例中记载的结构的那个都可以组合。

[0526] (第9实施方式)

[0527] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了散热性及可靠性的提高,如在本实施方式中记载那样,可以将基板的侧面形状做成规定形状。

[0528] <半导体装置>

[0529] 首先,基于图84对本实施方式的半导体装置20进行说明。图84是与图5对应的剖视图。图84中,为了方便,省略了外部连接端子90的图示。

[0530] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图84所示,半导体装置20具备半导体元件40(40H、40L)、以在Z方向上夹着半导体元件40的方式配置的基板50、60、和封固体30。基板50的表面金属体52与半导体元件40的作为主电极的漏极电极40D电连接。基板60的表面金属体62与半导体元件40的作为主电极的源极电极40S电连接。封固体30将半导体元件40、基板50、60及接合材料100、102封固。

[0531] <基板>

[0532] 接着,基于图84~图86对基板50、60进行说明。图85是表示基板的中心的平面图。图85对应于图12。图86是将图84中单点划线所示的区域LXXXVI放大的图。以下,“内侧”、“外侧”表示Z方向的平面观察中的以基板50、60的中心50sc、60sc为基准位置的相对位置关系。距中心较近侧是内侧,较远侧是外侧。在图85中,作为一例而表示了基板50的中心50sc。图84是剖视图,但为了说明的方便而表示了中心50sc、60sc。

[0533] 在本实施方式的基板50、60中,绝缘基材51、61包含树脂。表面金属体52、62配置在绝缘基材51、61的表面51a、61a。表面金属体52、62如在先实施方式记载的那样被布图。由此,绝缘基材51、61具有从表面金属体52、62露出的露出部510、610。作为第1露出部的绝缘基材51的露出部510和作为第2露出部的绝缘基材61的露出部610在Z方向的平面观察中至少一部分相互重叠。露出部510、610交叠。即,露出部510的至少一部分在Z方向上与露出部610对置。

[0534] 背面金属体53、63配置在绝缘基材51、61的背面51b、61b。背面金属体53、63从封固体30露出。在背面金属体53、63中,与绝缘基材51对置的对置面53a、63a的相反的面成为露出面53b、63b。露出面53b相对于封固体30的一面30a大致共面地露出。露出面63b相对于封固体30的背面30b大致共面地露出。露出面53b、63b成为基板50、60的背面50b、60b。封固体30具有侧面30e作为与第1面即一面30a及背面30b相连的第2面。侧面30e包括Y方向的侧面30c、30d,并且也包括X方向的侧面。侧面30e包括全部的侧面。为了成形时的起模,作为第2面的侧面30e是相对于Z方向倾斜的锥面。侧面30e具有起模斜度。在先实施方式中,为了方便,将起模斜度省略而进行了图示。侧面30e在Z方向的大致中央附近具有弯曲部分,从弯曲部分起,越接近一面30a、背面30b,在Z方向的平面观察中越接近半导体元件40。即,在平面观察中,是弯曲部分为外侧、一面30a及背面30b为内侧的位置关系。以下,有时将封固体30的一面30a、背面30b称作第1面30a、30b。

[0535] 如图84及图86所示,基板50、60具有层叠体500、600。层叠体500是绝缘基材51和背面金属体53的二层构造的层叠体。同样,层叠体600是绝缘基材61和背面金属体63的二层构造的层叠体。在层叠体500、600中,将绝缘基材51、61的表面51a、61a与背面金属体53、63的露出面53b、63b相连的侧面呈所谓的V形切割形状。层叠体500、600的侧面相对于作为上端的表面51a、61a以及作为下端的露出面53b、63b呈中央部分向外侧凸的形状。

[0536] 层叠体500、600的侧面具有第1倾斜部501、601、第2倾斜部502、602和中间部503、603。首先,对层叠体500进行说明。

[0537] 第1倾斜部501是距表面51a为规定范围的部分。第1倾斜部501具有在平面观察中与中心50sc的距离在表面51a侧的上端处最近、在下端比上端侧远的倾斜。即,在第1倾斜部501中,下端位于上端的外侧。如图85所示,第1倾斜部501设置在基板50的边缘部。第1倾斜部501以将表面金属体52包围的方式呈环状。

[0538] 在本实施方式中,第1倾斜部501具有在Z方向上距表面51a越远则在平面观察中距中心50sc越远的倾斜。即,层叠体500在包括第1倾斜部501在内的上部中在表面51a处与Z方向正交的面积最小,距表面51a越远则面积越大。第1倾斜部501的倾斜能够容许制造上的偏差。第1倾斜部501宏观上具有上述的倾斜。第1倾斜部501是锥面。

[0539] 第2倾斜部502是距露出面53b为规定范围的部分。第2倾斜部502具有在平面观察中与中心50sc的距离在露出面53b侧的下端处最近、在上端比下端侧远的倾斜。即,在第2倾斜部502中,上端位于下端的外侧。第2倾斜部502与第1倾斜部501同样,设置在基板50的边缘部。第2倾斜部502以将背面金属体53包围的方式呈环状。

[0540] 在本实施方式中,第2倾斜部502具有在Z方向上距露出面53b越远则在平面观察中距中心50sc越远的倾斜。即,层叠体500在包括第2倾斜部502在内的下部中在露出面53b处面积最小,距露出面53b越远则面积越大。第2倾斜部502的倾斜能够容许制造上的偏差。第2倾斜部502宏观上具有上述的倾斜。第2倾斜部502是锥面。如果设第1倾斜部501为正锥,则第2倾斜部502为反锥。

[0541] 中间部503与第1倾斜部501及第2倾斜部502相连。中间部503是将第1倾斜部501与第2倾斜部502相连的部分,在Z方向上具有规定的长度。中间部503是层叠体500的侧面的顶点部分。层叠体500的侧面在中间部503处距中心50sc最远。中间部503在平面观察中是层叠体500的最外部。层叠体500在中间部503处与Z方向正交的面积最大。在中间部503,层叠体

500的面积大致一定。第1倾斜部501距中间部503越远则平面观察中的与中心50sc的距离越短。第2倾斜部502距中间部503越远则平面观察中的与中心50sc的距离越短。

[0542] 层叠体600具有与层叠体500同样的结构。第1倾斜部601是距表面61a为规定范围的部分。第1倾斜部601具有在平面观察中与中心60sc的距离在表面61a侧的上端处最近、在下端比上端远的倾斜。即,在第1倾斜部601中,下端位于上端的外侧。第1倾斜部601设置在基板60的边缘部。第1倾斜部601以将表面金属体62包围的方式呈环状。

[0543] 在本实施方式中,第1倾斜部601具有在Z方向上距表面61a越远则在平面观察中距中心60sc越远的倾斜。即,层叠体600在包括第1倾斜部601在内的上部在表面61a处与Z方向正交的面积最小,距表面61a越远则面积越大。第1倾斜部601的倾斜能够容许制造上的偏差。第1倾斜部601宏观上具有上述的倾斜。第1倾斜部601是锥面。

[0544] 第2倾斜部602是距露出面63b为规定范围的部分。第2倾斜部602具有在平面观察中与中心60sc的距离在露出面63b侧的下端处最近、在上端比下端远的倾斜。即,在第2倾斜部602中,上端位于下端的外侧。第2倾斜部602与第1倾斜部501同样,设置在基板60的边缘部。第2倾斜部602以将背面金属体63包围的方式呈环状。

[0545] 在本实施方式中,第2倾斜部602具有在Z方向上距露出面63b越远则在平面观察中距中心60sc越远的倾斜。即,层叠体600在包括第2倾斜部602在内的下部中在露出面63b处面积最小,距露出面63b越远则面积越大。第2倾斜部602的倾斜能够容许制造上的偏差。第2倾斜部602宏观上具有上述的倾斜。第2倾斜部602是锥面。如果设第1倾斜部601为正锥,则第2倾斜部602为反锥。

[0546] 中间部603与第1倾斜部601及第2倾斜部602相连。中间部603是将第1倾斜部601与第2倾斜部602相连的部分,在Z方向上具有规定的长度。中间部603是层叠体600的侧面的顶点部分。层叠体600的侧面在中间部603处距中心60sc最远。中间部603在平面观察中是层叠体600的最外部。层叠体600在中间部603处面积最大。在中间部603,层叠体600的面积大致一定。第1倾斜部601距中间部603越远则平面观察中的与中心60sc的距离越短。第2倾斜部602距中间部603越远则平面观察中的与中心60sc的距离越短。

[0547] <尺寸及角度>

[0548] 接着,基于图87对层叠体500、600的尺寸及角度进行说明。图87是与图86对应的图,表示尺寸及角度。以下,以层叠体500为例进行说明。

[0549] 图87所示的长度L11是平面观察中的第1倾斜部501的长度,即呈环状的第1倾斜部501的宽度。长度L12是平面观察中的第2倾斜部502的长度,即呈环状的第2倾斜部502的宽度。长度L21是Z方向上的第1倾斜部501的长度,即第1倾斜部501的高度。长度L22是Z方向上的第2倾斜部502的长度,即第2倾斜部502的高度。长度L23是Z方向上的中间部503的长度,即中间部503的高度。长度L24是Z方向上的绝缘基材51的长度,即绝缘基材51的厚度。长度L25是Z方向上的背面金属体53的长度,即背面金属体53的厚度。

[0550] 角度R1是第1倾斜部501中背面金属体53相对于半导体元件40的板厚方向即Z方向的倾斜角。角度R2是第2倾斜部502中背面金属体53相对于Z方向的倾斜角。角度R3是第1倾斜部501中绝缘基材51相对于Z方向的倾斜角。角度R4是第2倾斜部502相对于背面金属体53的露出面53b的倾斜角。角度R5是侧面30e相对于封固体30的一面30a的倾斜角。

[0551] 如图87所示,在本实施方式中,第2倾斜部502的长度比第1倾斜部501的长度短。

即,满足 $L11 > L12$ 的关系。角度 $R1$ 满足 $0^\circ < R1 \leq 45^\circ$ 的关系,角度 $R2$ 满足 $0^\circ < R2 < 45^\circ$ 的关系。角度 $R1$ 越接近 $45^\circ$ 越能够将半导体元件40所产生的热有效地扩散。角度 $R2$ 越接近 $45^\circ$ ,如后述那样越能够使热阻变小。

[0552] 进而,第1倾斜部501从绝缘基材51设置到背面金属体53,第2倾斜部502设置在背面金属体53。即,满足 $L21 > L24$ ,  $L22 < L25$ 的关系。在具备中间部503的结构中,中间部503设置在背面金属体53。即,满足 $L24 < (L24 + L25 - L23) / 2$ 的关系。

[0553] 进而,在第1倾斜部501从绝缘基材51设置到背面金属体53的结构中,背面金属体53的倾斜角与绝缘基材51的倾斜角大致相等。即,满足 $R1 = R3$ 的关系。

[0554] 进而,第2倾斜部502相对于背面金属体53的露出面53b的倾斜角小于侧面30e(第2面)相对于封固体30的一面30a(第1面)的倾斜角。即,满足 $R4 < R5$ 的关系。虽然省略了说明,但层叠体600也具有与层叠体500同样的结构。

[0555] <层叠体的制造方法>

[0556] 接着,对上述的层叠体500的制造方法的一例进行说明。首先,形成包含树脂的绝缘基材51和背面金属体53的二层构造的母基板。接着,通过刀片,从绝缘基材51的表面51a和露出面53b的两侧同时切断(V形切割)。在该切断中,不将母基板完全切离,形成第1倾斜部501和第2倾斜部502。在母基板中,相邻的层叠体500成为在中间部503相连的状态。并且,通过将相邻的层叠体500在中间部503处分离(切离),能够得到具有V形切割形状的侧面的层叠体500。

[0557] 图88是通过上述制造方法得到的层叠体500的侧视图。通过使用刀片的切断(切削),第1倾斜部501具有沿着周向的切削痕501a。同样,第2倾斜部502具有沿着周向的切削痕502a。由于将相邻的层叠体500在中间部503处分离,所以中间部503具有凹凸部503a。虽然省略了说明,但层叠体600也通过与层叠体500同样的方法形成。

[0558] <第9实施方式的总结>

[0559] 在本实施方式中,层叠体500、600的侧面具有第1倾斜部501、601和第2倾斜部502、602。即,侧面呈弯曲形状(大致V字状)。由此,即使在封固体30中产生的剥离以与露出面53b、63b的界面为起点而沿着第2倾斜部502、602进展,也能够通过弯曲形状来抑制向第1倾斜部501、601的进展。因而,能够抑制剥离向表面金属体52、62、半导体元件40、表面金属体52、62与半导体元件40等的接合部的进展。即,能够抑制热应力集中于上述的表面金属体52、62、半导体元件40等而连接可靠性等下降的情况。由此,能够确保可靠性。

[0560] 由于具有第2倾斜部502、602,所以在发生了上述的剥离时,能够抑制背面金属体53、63从封固体30脱落(掉落)。

[0561] 理想的是,热以45度的角度扩散。在本实施方式中,层叠体500、600在Z方向上在半导体元件40侧具有第1倾斜部501、601。由此,半导体元件40所产生的热在比弯曲部分靠上方、即与第1倾斜部501、601对应的部分中扩散。另一方面,通过具有第2倾斜部502、602,与第2倾斜部502、602对应的部分的导热路径比与第1倾斜部501、601对应的部分的导热路径窄。导热路径窄从而热阻变大。在本实施方式中,使第2倾斜部502、602的长度 $L12$ 比第1倾斜部501、601的长度 $L11$ 短( $L11 > L12$ )。由此,与满足 $L11 \leq L12$ 的结构相比,能够使第2倾斜部502、602的Z方向的长度 $L22$ 变短,进而使比弯曲部分靠下方的热阻变小。即,能够将在层叠体500、600的上方部分扩散了的热从露出面53b、63b效率良好地散热。这样,本实施方式的

半导体装置20能够在提高散热性的同时确保可靠性。

[0562] 也可以将第1倾斜部501、601设置于绝缘基材51、61,将第2倾斜部502、602设置于背面金属体53、63。也可以将第1倾斜部501、601设置于绝缘基材51、61,将第2倾斜部502、602跨绝缘基材51、61和背面金属体53、63而设置。在本实施方式中,将第1倾斜部501、601跨绝缘基材51、61和背面金属体53、63而设置,将第2倾斜部502、602设置在背面金属体53、63。即,弯曲部分存在于背面金属体53、63内。因而,即使在封固体30中发生的剥离以与露出面53b、63b的界面为起点沿着第2倾斜部502、602进展,也能够抑制剥离进展到与绝缘基材51、61的界面。由此,能够抑制热应力集中于绝缘基材51、61而绝缘可靠性下降的情况。即,能够进一步提高可靠性。

[0563] 也可以做成第1倾斜部501、601与第2倾斜部502、602相连的结构。在本实施方式中,在第1倾斜部501、601与第2倾斜部502、602之间设有中间部503、603。在该结构中,中间部503、603为弯曲部分。通过设置中间部503、603,如上述那样,即使从绝缘基材51、61的表面51a、61a和背面金属体53、63的露出面53b、63b的双方同时切断(切削),也能够避免刀片彼此的接触。此外,由于将中间部503、603设置于背面金属体53、63,所以与上述同样,能够抑制剥离进展到与绝缘基材51、61的界面。

[0564] 在第1倾斜部501、601从绝缘基材51、61跨背面金属体53、63而设置的结构中,也可以使背面金属体53、63的倾斜角R1和绝缘基材51、61的倾斜角R3不同。例如在 $R1 < R3$ 的情况下,热应力集中于包含树脂的绝缘基材51、61的端部,所以绝缘性能有可能下降。在 $R1 > R3$ 的情况下,有可能热应力集中于绝缘基材51、61与背面金属体53、63的界面而发生界面剥离。在本实施方式中,将倾斜角R1和倾斜角R3设为大致相等的角度( $R1 = R3$ )。即,在第1倾斜部501、601中,绝缘基材51、61的倾斜面与背面金属体53、63的倾斜面大致共面地相连。绝缘基材51、61的倾斜面与背面金属体53、63的倾斜面连续地形成一个平坦面。由此,能够抑制热应力集中于封固体30、绝缘基材51、61及背面金属体53、63的三重点。

[0565] 也可以将第2倾斜部502、602相对于露出面53b、63b的倾斜角R4设为侧面30e(第2面)相对于封固体30的第1面30a、30b的倾斜角R5以上。在本实施方式中,使倾斜角R4比倾斜角R5小( $R4 < R5$ )。如在先实施方式记载(例如参照图72)的那样,在半导体元件40发热时,在半导体装置20中发生翘曲。如上述那样,如果采用成为散热性高的翘曲形状的结构,则通过向Z方向凸的翘曲,容易在背面金属体53、63与封固体30的界面发生剥离。通过设为满足 $R4 < R5$ 的关系的结构,即使发生剥离,也能够抑制背面金属体53、63从封固体30脱落。

[0566] 在本实施方式中,作为第1露出部的绝缘基材51的露出部510和作为第2露出部的绝缘基材61的露出部610在Z方向的平面观察中相互重叠。由此,能够抑制作为第1基板的基板50的表面金属体52与作为第2基板的基板60的表面金属体62的配置的不平衡,进而抑制半导体装置20的翘曲的不平衡。能够抑制在由于翘曲偏倚而变形较大侧容易发生背面金属体53、63与封固体30的界面剥离的情况。

[0567] 在本实施方式中,第1倾斜部501及第2倾斜部502具有沿着周向的切削痕501a、502a。通过具有切削痕501a、502a而发生锚定效应,与封固体30的密接力变高。由此,能够抑制封固体30从层叠体500、600剥离。另外,也可以仅在第1倾斜部501及第2倾斜部502的一方设置沿着周向的切削痕。在本实施方式中,由于中间部503也具有凹凸部503a,所以能够期待由锚定效应带来的剥离抑制。

[0568] <变形例>

[0569] 表示了具备一对基板50、60的两面散热构造的半导体装置20的例子,但并不限定于此。对于仅具备与漏极电极40D(第1主电极)连接的基板50的单面散热构造的半导体装置20也能够应用。在具备一对基板50、60的结构中,也可以仅对基板50、60的一方应用上述的构造(V形切割形状)。

[0570] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限定于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0571] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式、第6实施方式、第7实施方式、第8实施方式及变形例中记载的结构的那个都可以组合。

[0572] (第10实施方式)

[0573] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了提高连接可靠性,如在本实施方式中记载那样,也可以将作为接合材料的烧结部件设为规定的配置。

[0574] <半导体装置>

[0575] 首先,基于图89对本实施方式的半导体装置20进行说明。图89是与图5对应的剖视图。图89中,为了方便,省略了外部连接端子90的图示。

[0576] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图89所示,半导体装置20具备半导体元件40(40H、40L)、以在Z方向上夹着半导体元件40的方式配置的作为布线部件的基板50、60、和封固体30。作为第1布线部件的基板50的表面金属体52与半导体元件40的作为第1主电极的漏极电极40D连接。作为第2布线部件的基板60的表面金属体62经由作为第2布线部件的导电间隔件70而与半导体元件40的作为第2主电极的源极电极40S连接。封固体30将半导体元件40、基板50、60及导电间隔件70封固。源极电极40S和导电间隔件70被作为接合材料101的烧结部件101A接合。

[0577] <半导体元件>

[0578] 接着,基于图90及图91对半导体元件40进行说明。图90是表示半导体元件40(40H)的平面图。图91是将图89的区域XCI放大的图。

[0579] 图91是与图90的XCI—XCI线对应的剖视图。在图91中,例示了半导体元件40H,但半导体元件40L也具有同样的结构,所以以下设为半导体元件40进行说明。

[0580] 半导体元件40如上述那样,具有形成有开关元件的半导体基板41。半导体基板41的平面形状大致呈矩形。漏极电极设置在半导体基板41的一面,源极电极40S及焊盘40P设置在半导体基板41的背面。源极电极40S呈多层构造。源极电极40S具有基底电极42和连接电极43。焊盘40P也具有与源极电极40S同样的结构。

[0581] 半导体元件40还具有保护膜44。保护膜44是以将源极电极40S的周缘部覆盖的方式设置在半导体基板41的背面上的绝缘膜。作为绝缘膜的材料,例如能够采用聚酰亚胺、硅氮化膜等。保护膜44具有规定源极电极40S中的连接区域的开口部440。开口部440使源极电极40S可接合地露出。保护膜44具有规定焊盘40P中的连接区域的开口部441。开口部440、441都是将保护膜44在Z方向上贯通的贯通孔。在源极电极40S(连接电极43)中,从保护膜44的开口部440露出的部分在与烧结部件101A之间形成接合部。



[0582] 本实施方式的保护膜44以聚酰亚胺为材料。保护膜44将基底电极42的后述的周缘部420覆盖。保护膜44没有设置在例如距半导体基板41的外周端为规定范围的划片区域中。开口部440的开口形状、即规定开口部440的保护膜44的内周面442其平面形状大致呈矩形。有时将内周面442称作内周端、开口端。

[0583] 基底电极42是多层构造的源极电极40S中与半导体基板41邻接而形成的金属层。有时将基底电极42称作下部电极、下层电极、布线电极、基底层、第1金属层等。基底电极42与半导体基板41的背面连接。基底电极42例如使用以Al(铝)为主成分的材料形成。在本实施方式中,以AlSi、AlSiCu等AlSi类的合金为材料。

[0584] 在平面观察中,基底电极42将半导体基板41的未图示的元件区域(有源区域)包含在内并延伸设置至将该元件区域包围的外周区域上。基底电极42的周缘部420的平面形状大致呈矩形环状。周缘部420被保护膜44覆盖。

[0585] 连接电极43层叠配置在基底电极42上。连接电极43也被称作上方电极、上部电极、上层电极、上方层、第2金属层。连接电极43为了与烧结部件101A接合而至少包含Au(金)、Ag(银)、Pt(铂)、Pd(钯)等贵金属。连接电极43也可以与贵金属一起包含贱金属。

[0586] 本实施方式的连接电极43包含Ni(镍)。Ni比构成基底电极42的Al合金硬。连接电极43包含Ni和贵金属,例如Au或Ag。连接电极43例如通过镀覆法而形成成为多层。连接电极43的贵金属的至少一部分在接合时扩散到烧结部件101A中。

[0587] 连接电极43在保护膜44的开口部440中被层叠配置于基底电极42。连接电极43的外周端的整周与保护膜44的内周面442接触。

[0588] <接合构造>

[0589] 接着,基于图90~图92对半导体元件40的接合构造进行说明。在图90中,将烧结部件101A的外周端用虚线表示,将导电间隔件70的外周端用双点划线表示。图92是表示烧结部件101A的配置的剖视图。图92对应于图91。以下,“内侧”、“外侧”表示以半导体元件40的中心为基准位置的相对位置关系。距中心较近侧是内侧,较远侧是外侧。

[0590] 在本实施方式中,基板60和导电间隔件70是与源极电极40S电连接的布线部件(第2布线部件)。如图90及图91所示,烧结部件101A介于半导体元件40的源极电极40S与导电间隔件70之间。烧结部件101A将源极电极40S与导电间隔件70接合。

[0591] 烧结部件101A以Ag或Cu为材料。烧结部件101A是由Ag粒子或Cu粒子形成的烧结体。烧结部件101A与焊料相比能够进行低温下的接合。如图92所示,烧结部件101A在与保护膜44的内周面442之间具有规定的距离L30而配置。如图90~图92所示,烧结部件101A配置在比内周面442靠内侧。烧结部件101A平面形状例如呈大致矩形。烧结部件101A的外周端的整周与保护膜44非接触。即,保护膜44的内周面442在平面观察中将烧结部件101A包含在内。

[0592] 导电间隔件70在与烧结部件101A的接合面处具有未图示的金属膜。金属膜与连接电极43同样,至少包含贵金属。在本实施方式中,金属膜是包含Ni和贵金属、例如Au或Ag的镀膜。

[0593] 如图90~图92所示,导电间隔件70配置在比内周面442靠内侧。导电间隔件70平面形状例如呈大致矩形。导电间隔件70的外周端在平面观察中配置在比烧结部件101A的外周端靠外侧或与其大致一致。即,导电间隔件70在平面观察中以将烧结部件101A包含在内或

与烧结部件101A大致一致的方式配置。在本实施方式中,导电间隔件70将烧结部件101A包含在内。

[0594] <接合方法>

[0595] 接着,基于图93对上述的接合构造的形成方法即接合方法进行说明。图93是表示接合方法的剖视图。图93对应于图91。

[0596] 在本实施方式中,为了形成烧结部件101A而使用烧结片105。有时将烧结片105称作烧结膜。烧结片105包含Ag或Cu。如图93所示,将烧结片105配置在半导体元件40的源极电极40S(连接电极43)上。烧结片105在平面观察中具有不与保护膜44接触的规定的尺寸。

[0597] 接着,在烧结片105上配置导电间隔件70。并且,一边加热,一边用未图示的加压装置从导电间隔件70侧加压。由此,烧结片105在连接电极43与导电间隔件70的对置面间被压缩扩展而厚度变薄,并且烧结而成为烧结部件101A。烧结片105的尺寸被决定为,使得烧结部件101A相对于保护膜44的内周面442、导电间隔件70成为上述规定的位置关系。

[0598] <模拟结果>

[0599] 图94表示热应力模拟的结果。在该模拟中,在使室温和150℃交替地反复的功率循环(power cycle)试验中,测量了在基底电极42中产生的应变幅。图94表示上述的距离L30与应变幅的关系。在图94中,距离L30为0(零)是在平面观察中与保护膜44的内周面442一致的位置。距离L30为负的数值表示从内周面442向内侧的距离,正的数值表示向外侧的数值。

[0600] 如图94所示,明确可知:在距离L30为5μm以上时,在基底电极42中产生的应变幅大致为0(零)。在本实施方式中,基于该认识,将规定距离L30设为5μm。

[0601] <第10实施方式的总结>

[0602] 图95表示作为接合材料101而使用焊料101B的连接构造。图95对应于图93。在焊料101B的情况下,将焊料101B回流而进行接合。在接合时,熔融的焊料101B在连接电极43的表面上浸润扩散。因此,如图95中单点划线所示那样,形成封固体30、源极电极40S(连接电极43)、焊料101B(接合材料101)的三重点。基于线膨胀系数差的热应力集中于三重点。热应力在基底电极42中集中于连接电极43的外周端的正下方部分。由此,有可能在基底电极42中产生裂纹,并且有可能进一步在半导体基板41中产生损伤。

[0603] 在本实施方式中,代替焊料101B而采用烧结部件101A。烧结部件101A通过低于熔点的温度的加热而形成。烧结部件101A在接合时不会如焊料101B那样成为熔融状态。烧结部件101A与焊料101B相比,对于连接电极43、导电间隔件70的浸润性低。因此,烧结部件101A在接合时不会如焊料101B那样在连接电极43的表面、导电间隔件70的表面上浸润扩散。

[0604] 烧结部件101A由于容易保持在规定的位置,所以能够在与保护膜44的内周面442之间具有规定的距离L30而配置。由此,不形成封固体30、源极电极40S(连接电极43)、烧结部件101A(接合材料101)的三重点。因而,能够提供抑制热应力的集中且连接可靠性高的半导体装置20。此外,烧结部件101A与焊料101B相比导热率高。由此,还能够提高散热性。

[0605] 距离L30没有特别限定。烧结部件101A至少相对于内周面442离开即可。在本实施方式中,将烧结部件101A与保护膜44的内周面442的距离L30设为5μm以上。由此,能够有效地减小由热应力带来的基底电极42的应变幅。即,能够进一步提高连接可靠性。

[0606] 在平面观察中,导电间隔件70与烧结部件101A的位置关系没有特别限定。例如,在

平面观察中烧结部件101A可以从导电间隔件70伸出。如上述那样,烧结部件101A通过加热/加压而将Ag粒子或Cu粒子烧结而形成。从导电间隔件70伸出的部分由于不被加压,所以不被烧结而残留,有可能作为导电性的异物掉落。即,有可能发生短路等。

[0607] 在本实施方式中,在平面观察中,保护膜44的内周面442将导电间隔件70包含在内,导电间隔件70与烧结部件101A一致或将烧结部件101A包含在内。由此,能够隔着导电间隔件70对烧结前的烧结部件101A(烧结片105)的整个区域加压。因而,能够在避免烧结部件101A与保护膜44的接触的同时抑制烧结残留的发生。

[0608] <变形例>

[0609] 表示了为了形成烧结部件101A而使用烧结片105的例子,但并不限于此。例如也可以使用在溶剂中分散有Ag粒子、Cu粒子的烧结膏。烧结片105与烧结膏相比更容易保持在规定位置。

[0610] 表示了源极电极40S所连接的第2布线部件具备作为布线板的基板60和导电间隔件70的例子,但并不限于此。也可以代替导电间隔件70而对表面金属体62设置凸部。即,也可以做成第2布线部件不具备导电间隔件70而仅具备基板60的结构。该情况下,烧结部件101A介于表面金属体62的凸部的前端面与源极电极40S(连接电极43)之间。

[0611] 作为第1布线部件而表示了基板50的例子,但并不限于此。也可以代替基板50而采用金属板(引线框)。作为第2布线部件而表示了基板60的例子,但并不限于此。也可以代替基板60而采用金属板(引线框)。第2布线部件也可以具有金属板和导电间隔件70,也可以代替导电间隔件70而对金属板设置凸部。

[0612] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0613] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式、第6实施方式、第7实施方式、第8实施方式、第9实施方式及变形例中记载的结构的哪个都可以组合。

[0614] (第11实施方式)

[0615] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了提高散热性,如在本实施方式中记载那样,可以在主电极与布线部件的接合部中使用烧结部件。

[0616] <半导体装置>

[0617] 首先,基于图96对本实施方式的半导体装置20进行说明。图96是与图5对应的剖视图。图96中,为了方便,省略了外部连接端子90的图示。

[0618] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图96所示,半导体装置20具备半导体元件40(40H、40L)、以在Z方向上夹着半导体元件40的方式配置的作为布线部件的基板50、60、和封固体30。基板50的表面金属体52与半导体元件40的作为第1主电极的漏极电极40D连接。基板60的表面金属体62经由导电间隔件70而与半导体元件40的作为第2主电极的源极电极40S连接。封固体30将半导体元件40、基板50、60及导电间隔件70封固。漏极电极40D和基板50的表面金属体52被作为接合材料100的烧结部件100A接合。

[0619] <烧结部件及凹凸氧化膜的配置>

[0620] 接着,基于图97~图99说明烧结部件100A及凹凸氧化膜520相对于半导体元件40的配置。图97是将图96的区域XCVII放大的图。图98是表示半导体元件40、烧结部件100A及凹凸氧化膜520的位置关系的平面图。图99是将图97的区域XCVIX放大的图。

[0621] 如图97及图98所示,表面金属体52的上表面52a具有安装部529a、外周部529b和中间部529c。凹凸氧化膜520不设置于安装部529a,设置于外周部529b及中间部529c。

[0622] 安装部529a包括在Z方向的平面观察中与半导体元件40(漏极电极40D)重叠的部分,是经由烧结部件100A而与漏极电极40D接合的部分。外周部529b包括在平面观察中比半导体元件40的外周端402靠外侧的部分,是将半导体元件40包围的部分。中间部529c是安装部529a与外周部529b之间的部分,将安装部529a包围。在本实施方式中,安装部529a在平面观察中与半导体元件40(漏极电极40D)大致一致。中间部529c的平面形状大致呈矩形环状,中间部529c的内周端与半导体元件40的外周端402大致一致。中间部529c的整个区域在平面观察中位于半导体元件40的外侧。

[0623] 如图97~图99所示,基板50的表面金属体52与在先实施方式所记载的结构(参照图67及图74)同样,具有凹凸氧化膜520。如图99所示,表面金属体52具有母材521和设置在母材521的表面上金属膜522及凹凸氧化膜520。

[0624] 本实施方式的金属膜522具有以Ni为主成分的基底膜、以及以能够与烧结部件100A接合的贵金属例如Au或Ag为主成分的上层膜。具体而言,作为基底膜而采用包含P的Ni镀膜和Au镀膜。在金属膜522的上表面52a中的外周部529b,形成有多个凹部523。在安装部529a及中间部529c,没有形成凹部523。在没有形成凹部523的部分,金属膜522的膜厚例如是10 $\mu$ m左右。即,激光照射前的膜厚是10 $\mu$ m左右。凹部523通过脉冲振荡的激光的照射而形成。每一个脉冲形成一个凹部523。在外周部529b,金属膜522的表面通过多个凹部523而呈鳞状。外周部529b是激光的照射区,安装部529a及中间部529c是非照射区。

[0625] 凹凸氧化膜520形成在金属膜522上。凹凸氧化膜520没有形成在安装部529a,而是形成在安装部529a的周围部分即外周部529b及中间部529c。如在先实施方式所记载那样,凹凸氧化膜520通过对金属膜522照射激光而形成。凹凸氧化膜520是通过激光的照射而形成的激光照射膜。凹凸氧化膜520的主成分是金属膜522的主成分金属的氧化物。

[0626] 在外周部529b、即激光的照射区中,凹凸氧化膜520的平均膜厚为10nm~几百nm。凹凸氧化膜520仿形于具有凹部523的金属膜522的表面的凹凸而形成。此外,在凹凸氧化膜520的表面,以比凹部523的宽度细的间距形成有凹凸。即,形成有非常微细的凹凸(粗糙化部)。换言之,以较细的间距形成有多个凸部520a(柱状体)。例如,凸部520a的平均宽度是1nm~300nm,凸部520a间的平均间隔是1nm~300nm。此外,凸部520a的平均高度是10nm~几百nm。

[0627] 凹凸氧化膜520由于是对金属膜522照射激光、通过金属膜522的表层的熔融及蒸镀而形成的,所以不仅形成在作为激光的照射区的外周部529b,还形成在外周部529b的周边(附近)。在本实施方式中,在激光的非照射区中的中间部529c的整个区域中形成有凹凸氧化膜520,在安装部529a中没有形成凹凸氧化膜520。在整个区域中具有凹凸氧化膜520的中间部529c的宽度例如是0.2mm~0.3mm。

[0628] 中间部529c中的凹凸氧化膜520的平均膜厚,由于不被直接照射激光,所以比外周部529b中的凹凸氧化膜520的平均膜厚薄,并且比自然氧化膜厚。具体而言,是0.1nm~

10nm。此外,凹凸氧化膜520的表面的凸部520a的高度也比外周部529b低。具体而言,是0.1nm~10nm。另外,凸部520a的平均宽度及平均间隔是与外周部529b相同的程度。

[0629] 这样,凹凸氧化膜520具有厚膜部520X和薄膜部520Y。厚膜部520X是凹凸氧化膜520中的设置在激光照射区即外周部529b的部分。薄膜部520Y是凹凸氧化膜520中的设置在激光非照射区即中间部529c的部分。薄膜部520Y与厚膜部520X相比,凹凸氧化膜520的膜厚较薄,凸部520a的高度较低。厚膜部520X设置在外周部529b。薄膜部520Y设置在中间部529c。

[0630] 厚膜部520X由于与薄膜部520Y相比凸部520a的高度较高,所以封固体30缠绕而产生锚定效应。此外,与封固体30的接触面积增加。由此,封固体30密接于外周部529b。有时将厚膜部520X称作粗糙化部、密接部。

[0631] 烧结部件100A与在先实施方式所记载的烧结部件101A同样,以Ag或Cu为材料。烧结部件100A是由Ag粒子或Cu粒子形成的烧结体。烧结部件100A与焊料相比能够进行低温下的接合。烧结部件100A通过将烧结片或烧结膏加热/加压而形成。烧结部件100A在平面观察中比半导体元件40的外周端402向外侧伸出。烧结部件100A以在平面观察中与安装部529a及中间部529c重叠的方式配置。在本实施方式中,烧结部件100A的外周端与中间部529c的外周端大致一致。烧结部件100A在平面观察中与安装部529a的整个区域及中间部529c的整个区域重叠。

[0632] <第11实施方式的总结>

[0633] 如上述那样,中间部529c具有凹凸氧化膜520的薄膜部520Y。通过具有薄膜部520Y,中间部529c对焊料的浸润性比安装部529a低。由此,焊料难以从安装部529a向中间部529c侧浸润扩散。

[0634] 在本实施方式中,代替焊料而使用烧结部件100A。烧结部件100A通过低于熔点的温度的加热而形成。烧结部件100A在接合时不会如焊料那样成为熔融状态。烧结部件100A在接合时不会如焊料那样在表面金属体52的表面浸润扩散。

[0635] 烧结部件100A在加压烧结时在漏极电极40D与表面金属体52的对置面间被压缩扩展。通过被压缩扩展,烧结部件100A不仅配置在安装部529a上,还配置在中间部529c上。烧结部件100A不是通过浸润扩散而是通过加压而被压缩扩展从而与薄膜部520Y接触。由此,不仅烧结部件100A与安装部529a的接合部作为散热路径发挥功能,烧结部件100A与中间部529c的接触部分也作为散热路径发挥功能。结果,能够提供散热性高的半导体装置20。此外,烧结部件100A与焊料相比导热率高。由此,还能够提高散热性。

[0636] 此外,薄膜部520Y的凸部520a的高度比厚膜部520X低。即,中间部529c对于封固体30的密接力比外周部529b低。由此,封固体30难以密接于中间部529c。在本实施方式中,烧结部件100A与中间部529c接触。烧结部件100A在上表面52a中将密接力低的部分覆盖。因而,能够抑制在半导体元件40的周边(附近)封固体30从上表面52a剥离的情况。由此,能够抑制热应力集中于烧结部件100A的接合部或漏极电极40D,进而能够提高连接可靠性。

[0637] 在本实施方式中,中间部529c的整体比半导体元件40靠外侧。由此,能够使烧结部件100A与安装部529a的接合部变大。此外,位于半导体元件40外侧的烧结部件100A与中间部529c的接触部分也作为散热路径发挥功能。因而,能够进一步提高散热性。

[0638] <变形例>

[0639] 表示了烧结部件100A与中间部529c的整个区域重叠的例子,但并不限于此。烧结部件100A与中间部529c的至少一部分重叠即可。即,烧结部件100A与凹凸氧化膜520的薄膜部520Y的至少一部分接触即可。由此,能够扩大散热路径,提高散热性。

[0640] 中间部529c的配置不限于上述例子。中间部529c也可以仅宽度方向的一部分比半导体元件40靠外侧。如果将中间部529c的宽度方向的至少一部分设置在比半导体元件40靠外侧,则能够将接合部扩大并将散热路径扩大。由此,能够提高散热性。

[0641] 此外,中间部529c也可以宽度方向的至少一部分比半导体元件40的外周端402靠内侧。由此,能够通过烧结部件100A与薄膜部520Y(中间部529c)的接触而提高散热性,并且使外周部529b的位置向半导体元件40靠近。即,能够抑制在半导体元件40的周边发生封固体30的剥离的情况。

[0642] 在图100及图101所示的例子中,中间部529c在平面观察中跨半导体元件40的外周端402。即,中间部529c的宽度方向的一部分比外周端402靠外侧,另一部分比外周端402靠内侧。烧结部件100A在平面观察中与安装部529a的整个区域及中间部529c的整个区域重叠。由此,如上述那样,能够在提高散热性的同时抑制在半导体元件40的周边发生封固体30的剥离的情况。图100及图101是表示变形例的图。图100对应于图97,图101对应于图98。

[0643] 在图102及图103所示的例子中,中间部529c的外周端在平面观察中与半导体元件40的外周端402大致一致。烧结部件100A的外周端也在平面观察中与半导体元件40的外周端402大致一致。由此,在平面观察中,外周部529b(厚膜部520X)与半导体元件40邻接。由此,能够通过烧结部件100A与中间部529c的接触而提高散热性,并且更有效地抑制在半导体元件40的周边发生封固体30的剥离。图102及图103是表示变形例的图。图102对应于图97,图103对应于图98。

[0644] 在图104所示的例子中,外周部529b的一部分在平面观察中与半导体元件40重叠。中间部529c比半导体元件40的外周端402靠内侧。图104是表示变形例的图。图104对应于图98。该情况下,烧结部件100A也可以仅与薄膜部520Y接触。烧结部件100A也可以与薄膜部520Y及厚膜部520X的半导体元件40的正下方部分接触。

[0645] 表示了将凹凸氧化膜520仅设置于漏极电极40D所连接的表面金属体52的例子,但并不限于此。也可以除了表面金属体52以外还设置于源极电极40S所连接的导电间隔件70的侧面、及/或基板60的表面金属体62。如上述那样,凹凸氧化膜520的厚膜部520X提供提高与封固体30的密接力的功能和抑制作为接合材料的焊料的浸润扩散的功能。凹凸氧化膜520优选设置在想要抑制焊料的溢出的部位、想要提高与封固体30的密接力的部位。

[0646] 作为布线部件而表示了基板50的例子,但并不限于此。也可以代替基板50而采用金属板(引线框)。此外,也可以代替基板60而采用金属板(引线框)。也可以代替导电间隔件70而对源极电极40S侧的金属板设置凸部。

[0647] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0648] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式、第6实施方式、第7实施方式、第8实施方式、第9实施方式、第10实施方式及变形例中记载的结构的那个都可以组合。

[0649] (第12实施方式)

[0650] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。为了抑制在主电极中产生的裂纹,可以如在本实施方式中记载那样,将作为接合材料的烧结部件做成多层构造。

[0651] <半导体装置>

[0652] 首先,基于图105对本实施方式的半导体装置20进行说明。图105是与图7(的一部分)对应的剖视图。在图105中,为了方便,省略了外部连接端子90及键合线110的图示。

[0653] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。如图105所示,半导体装置20具备半导体元件40(40H)、以在Z方向上夹着半导体元件40的方式配置的作为布线部件的基板50、60、和封固体30。半导体元件40在半导体基板41的一面具有作为第1主电极的漏极电极40D,在背面具有作为第2主电极的源极电极40S。漏极电极40D是高电位侧的主电极,源极电极40S是低电位侧的主电极。源极电极40S设置在与焊盘40P相同的面。

[0654] 作为第1布线部件的基板50的表面金属体52与漏极电极40D连接。作为第2布线部件的基板60以及导电间隔件70与源极电极40S连接。封固体30将半导体元件40、基板50、60及导电间隔件70封固。虽然没有图示,但半导体装置20具备半导体元件40L。

[0655] 漏极电极40D和基板50的表面金属体52与在先实施方式所记载的结构(参照图97)同样,通过作为接合材料100的烧结部件100A而被接合。源极电极40S和导电间隔件70通过作为接合材料101的多层接合材料101C而被接合。

[0656] <多层接合材料及其周边构造>

[0657] 接着,基于图106及图107对多层接合材料101C及其周边构造进行说明。图106是将图105的区域CVI放大的图。图106中,为了方便,省略了焊盘的图示。图107是表示基底电极42、烧结层106、脆弱层107的杨氏模量、屈服应力的关系的图。在图107所示的应变—应力线图中,实线表示脆弱层107,虚线表示烧结层106,单点划线表示基底电极42。

[0658] 与在先实施方式所记载的结构(参照图91)同样,源极电极40S具有形成在半导体基板41上的基底电极42和形成在基底电极42上的连接电极43。基底电极42以AlSi、AlSiCu等AlSi类的合金为材料。连接电极43为了与多层接合材料101C接合而至少包含贵金属。连接电极43例如是包含Au或Ag和Ni的镀膜。

[0659] 导电间隔件70具有包含Cu等金属且形成导电间隔件70的主要部分的母材71、以及在母材71的表面形成的金属膜72。金属膜72为了与多层接合材料101C接合而至少包含贵金属。金属膜72例如是包含Au或Ag和Ni的镀膜。金属膜72例如设置在包括与半导体元件40对置的对置面在内的接合面。

[0660] 多层接合材料101C具有烧结层106和脆弱层107。烧结层106具有与在先实施方式所记载的烧结部件101A同样的结构。烧结层106是Ag粒子或Cu粒子的加压烧结体。脆弱层107被有意地降低了强度,以使得当作用了热应力时比源极电极40S、特别是基底电极42先产生裂纹。

[0661] 如图107所示,烧结层106的杨氏模量YM2比基底电极42的杨氏模量YM1略小。但是,烧结层106的屈服应力YS2与基底电极42的屈服应力YS1相比充分大。烧结层106的屈服应变比基底电极42的屈服应变大。另一方面,脆弱层107的杨氏模量YM3比基底电极42的杨氏模量YM1小。进而,脆弱层107的屈服应力YS3比基底电极42的屈服应力YS1小。脆弱层107的杨

氏模量YM3比烧结层106的杨氏模量YM2小。脆弱层107的屈服应力YS3比烧结层106的屈服应力YS2小。

[0662] 本实施方式的脆弱层107是由与烧结层106相同种类的粒子(例如Ag粒子)形成的烧结体。脆弱层107是以比烧结层106低的加压力烧结的低压烧结体。脆弱层107例如是不被加压地烧结的无加压烧结体。通过较低的加压力下的烧结,脆弱层107与烧结层106相比粒子之间的空隙较大。脆弱层107比烧结层106稀疏。

[0663] 脆弱层107是由Ag粒子或Cu粒子形成的烧结体。脆弱层107的导热率是200W/m·K以上。比脆弱层107致密的烧结层106的导热率比脆弱层107大。

[0664] 如图106所示,在半导体元件40的板厚方向即Z方向上,多层接合材料101C是在两端具有烧结层106并且在烧结层106之间具有脆弱层107的三层构造。在烧结层106上层叠有脆弱层107,在脆弱层107上层叠有烧结层106。烧结层106的一个与源极电极40S的连接电极43接合,烧结层106的另一个与导电间隔件70的金属膜72接合。脆弱层107在Z方向上被烧结层106夹着。由于脆弱层107如上述那样是低压烧结体,所以脆弱层107的厚度例如比烧结层106各自的厚度厚。

[0665] <第12实施方式的总结>

[0666] 如在先实施方式所记载那样,热应力容易集中于源极电极40S、特别是基底电极42。此外,如果在经由接合材料101的接合构造中作为接合材料101而仅使用烧结部件,则由于烧结部件与源极电极40S相比难以到达屈服应力,所以热应力容易集中于源极电极40S(基底电极42)。

[0667] 在本实施方式中,将源极电极40S与导电间隔件70接合的接合材料101是多层接合材料101C。多层接合材料101C具有烧结层106和脆弱层107。脆弱层107与源极电极40S(基底电极42)相比杨氏模量及/或屈服应力小。由此,热应力集中于脆弱层107。例如在源极电极40S产生裂纹之前,在脆弱层107中产生裂纹。因而,能够抑制元件损伤。

[0668] 在本实施方式中,如图107所示,关于杨氏模量及屈服应力这双方,脆弱层107比源极电极40S(基底电极42)小。由此,能够有效地抑制元件损伤。

[0669] 此外,多层接合材料101C(接合材料101)包含烧结体。烧结体的导热率与焊料相比充分高。因而,能够提高散热性。

[0670] 在本实施方式中,脆弱层107是由与烧结层106相同种类的粒子形成的烧结体。脆弱层107与烧结层106相比粒子之间的空隙大。脆弱层107是以比烧结层106低的加压力形成的烧结体。能够通过改变加压力而形成烧结层106和脆弱层107。由此,能够使构成简化。

[0671] 在本实施方式中,多层接合材料101C是三层构造。多层接合材料101C在两端具有烧结层106,在烧结层106之间具有脆弱层107。烧结层106的一个在与源极电极40S之间形成接合部,烧结层106的另一个在与作为第2布线部件的导电间隔件70之间形成接合部。由此,能够确保与源极电极40S、导电间隔件70的接合性,并且抑制元件损伤。

[0672] <变形例>

[0673] 作为脆弱层而表示了以比烧结层106低的加压力烧结的脆弱层107的例子,但并不限于此。也可以代替作为烧结体的脆弱层107而如图108所示那样采用作为非烧结体的脆弱层108。脆弱层108例如包含A1。包含A1的脆弱层108与源极电极40S(基底电极42)相比,杨氏模量及/或屈服应力小。由此,与脆弱层107同样,能够抑制元件损伤。另外,包含A1的脆弱



层108的导热率也是200W/m·K以上。图108是表示变形例的剖视图,对应于图106。

[0674] 表示了多层接合材料101C为三层构造的例子,但并不限于此。例如也可以做成四层以上的构造。此外,也可以如图109所示那样做成二层构造。多层接合材料101C在导电间隔件70侧具有烧结层106,在源极电极40S侧具有脆弱层107。这样,将脆弱层107配置在相对于半导体元件40近的位置。由此,能够提高抑制元件损伤的效果。图109是表示变形例的剖视图,对应于图106。

[0675] 在图110所示的例子中,多层接合材料101C在源极电极40S侧具有烧结层106,在导电间隔件70侧具有脆弱层107。将作为加压烧结体且散热性比脆弱层107优良的烧结层106配置在相对于半导体元件40近的位置。由此,能够提高散热性。图110是表示变形例的剖视图,对应于图106。

[0676] 表示了源极电极40S所连接的第2布线部件具备作为布线板的基板60和导电间隔件70的例子,但并不限于此。也可以代替导电间隔件70而在表面金属体62设置凸部。即,也可以做成第2布线部件不具备导电间隔件70而仅具备基板60的结构。该情况下,多层接合材料101C介于表面金属体62的凸部的前端面与源极电极40S(连接电极43)之间。

[0677] 作为第1布线部件而表示了基板50的例子,但并不限于此。也可以代替基板50而采用金属板(引线框)。作为第2布线部件而表示了基板60的例子,但并不限于此。也可以代替基板60而采用金属板(引线框)。第2布线部件也可以具有金属板和导电间隔件70,也可以代替导电间隔件70而在金属板设置凸部。

[0678] 表示了半导体装置20具备半导体元件40H、40L的例子,但并不限于此。也可以仅具备构成一个臂的半导体元件40。半导体装置20例如也可以仅具备一个半导体元件40。

[0679] 本实施方式中记载的结构与第1实施方式、第2实施方式、第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式、第6实施方式、第7实施方式、第8实施方式、第9实施方式、第10实施方式、第11实施方式及变形例中记载的结构的一个都可以组合。

[0680] (第13实施方式)

[0681] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够援用在先实施方式的记载。如在本实施方式中记载那样,可以由一个半导体元件40构成各臂。

[0682] <电力变换装置>

[0683] 首先,基于图111对应用半导体装置20的电力变换装置4的电路结构进行说明。图111是表示电力变换装置4的等价电路的图。

[0684] 图111所示的电力变换装置4也用于车辆的驱动系统1。电力变换装置4的结构与在先实施方式所记载的结构(参照图1)大致相同。不同点在于各臂仅具有一个MOSFET11。一相的上下臂电路9由两个MOSFET11构成。一相的上下臂电路9由一个半导体装置20提供。

[0685] <半导体装置>

[0686] 接着,基于图112~图121对半导体装置进行说明。图112是半导体装置20的立体图。图113是表示半导体装置20的平面图。图113是表示内部构造的透视图。图114是表示在基板50上安装着半导体元件40的状态的平面图。在图114中,在图10中,为了方便,表示了引线框94。图115是表示基板50的电路图案的平面图。在图115中,表示了基板50上安装着半导体元件40及接头部81的状态。在图115中,关于与表面金属体52接合的P端子91P、输出端子92及导引框(guide frame)94c也用虚线进行了图示。

[0687] 图116是表示基板60的电路图案的平面图。在图116中,关于与表面金属体62接合的半导体元件40、接头部81及N端子91N也用虚线进行了图示。图117是沿着图113的CXVII—CXVII线的剖视图。图118是沿着图113的CXVIII—CXVIII线的剖视图。图119是沿着图113的CXIX—CXIX线的剖视图。图120是沿着图113的CXX—CXX线的剖视图。图121是将图120中单点划线所示的区域CXXI放大的图。

[0688] 在本实施方式中也与在先实施方式同样,设半导体元件40(半导体基板)的板厚方向为Z方向,设半导体元件40H、40L的排列方向为Y方向。设与Z方向及Y方向这两个方向正交的方向为X方向。只要没有特别声明,就将从Z方向进行平面观察的形状、换言之沿着由X方向及Y方向规定的XY面的形状设为平面形状。以下,“内侧”、“外侧”表示以半导体元件40的中心为基准位置的相对位置关系。距中心较近侧是内侧,较远侧是外侧。

[0689] 本实施方式的半导体装置20与在先实施方式同样,构成上下臂电路9的一个、即一相的上下臂电路9。半导体装置20具备与在先实施方式所记载的结构(参照图2~图13)同样的要素。如图112~图121所示,半导体装置20具备封固体30、半导体元件40、基板50、60、导电间隔件70、臂连接部80和外部连接端子90。以下,主要说明与在先实施方式所记载的结构不同的部分。

[0690] 封固体30与在先实施方式同样,将构成半导体装置20的其他要素的一部分封固。如图112及图113所示,封固体30平面形状大致为矩形。封固体30在Z方向上具有一面30a和背面30b。将一面30a与背面30b相连的侧面包括外部连接端子90突出的两个侧面30f、30g。侧面30g是在X方向上与侧面30f相反的面。

[0691] 半导体元件40是在半导体基板上形成开关元件而得到的。本实施方式的半导体元件40与在先实施方式同样,通过在以SiC为材料的半导体基板上形成n沟道型的MOSFET11而得到。作为主电极,半导体元件40在一面具有漏极电极40D,在背面具有源极电极40S。半导体元件40在背面具有焊盘40P。

[0692] 半导体元件40包括构成上臂9H的一个半导体元件40H和构成下臂9L的一个半导体元件40L。半导体元件40H、40L的结构相互共通。如图113及图114所示,半导体元件40H、40L在Y方向上排列。各半导体元件40在Z方向上配置在相互大致相同的位置。各半导体元件40的漏极电极40D与基板50对置。各半导体元件40的源极电极40S与基板60对置。

[0693] 基板50、60以在Z方向上夹着多个半导体元件40的方式配置。基板50、60以在Z方向上相互至少一部分对置的方式配置。基板50、60在平面观察中将多个半导体元件40(40H、40L)的全部包含在内。

[0694] 基板50配置在漏极电极40D侧。基板60配置在源极电极40S侧。基板50与漏极电极40D电连接,提供布线功能。基板60与源极电极40S电连接,提供布线功能。基板50、60提供将半导体元件40所产生的热散热的散热功能。

[0695] 基板50具备绝缘基材51、表面金属体52和背面金属体53。基板60具备绝缘基材61、表面金属体62和背面金属体63。基板60是绝缘基材61和金属体62、63层叠而成的基板。以下,有时将表面金属体52、62及背面金属体53、63简单表示为金属体52、53、62、63。

[0696] 绝缘基材51将表面金属体52和背面金属体53电分离。同样,绝缘基材61将表面金属体62和背面金属体63电分离。在本实施方式中,采用树脂类的绝缘基材51、61,材料构成是共通的。

[0697] 金属体52、53、62、63例如作为金属板或金属箔而被提供。表面金属体52、62被布图。表面金属体52、62可以在金属表面具备Ni类或Au等的镀膜。以下,有时将表面金属体52、62的图案表示为电路图案。表面金属体52与在先实施方式同样,具有P布线54和中继布线55。P布线54和中继布线55被规定的间隔(空隙)电分离。在该空隙中填充有封固体30。

[0698] P布线54与P端子91P及半导体元件40H的漏极电极40D连接。P布线54将P端子91P与半导体元件40H的漏极电极40D电连接。P布线54的平面形状呈以X方向为长度方向的大致矩形。中继布线55与半导体元件40L的漏极电极40D、臂连接部80及输出端子92连接。中继布线55的平面形状为大致矩形。

[0699] P布线54和中继布线55在Y方向上排列配置。半导体元件40L在中继布线55中偏向Y方向的一端侧、具体而言距P布线54远的一侧而安装。构成臂连接部80的接头部81在中继布线55中偏向Y方向的另一端侧、具体而言距P布线54近的一侧而安装。P端子91P在P布线54中与X方向的一端附近连接。输出端子92在中继布线55中与X方向的一端附近连接。P端子91P及输出端子92相对于半导体元件40配置在X方向的相同侧。

[0700] 表面金属体62与在先实施方式同样,具有N布线64和中继布线65。N布线64和中继布线65被规定的间隔(空隙)电分离。在该空隙中填充有封固体30。N布线64与N端子91N及半导体元件40L的源极电极40S连接。中继布线65与半导体元件40H的源极电极40S及臂连接部80连接。

[0701] N布线64具有基部644和延伸设置部645。N布线64的平面形状大致为L字状。基部644的平面形状大致为矩形。基部644在平面观察中将半导体元件40L包含在内。延伸设置部645与平面形状大致为矩形的基部644的一个边相连。延伸设置部645从基部644的与中继布线65对置的对置边沿Y方向而向基部654侧延伸。

[0702] 中继布线65具有基部654和延伸设置部655。中继布线65的平面形状为大致L字状。基部654的平面形状大致为矩形。基部654在平面观察中将半导体元件40H包含在内。延伸设置部655与平面形状大致为矩形的基部654的一个边相连。延伸设置部655从基部654的与N布线64对置的对置边沿Y方向而向基部644侧延伸。延伸设置部655的至少一部分在平面观察中与中继布线55重叠。

[0703] N布线64和中继布线65在Y方向上排列配置。基部644、654在Y方向上排列。半导体元件40L的源极电极40S与基部644电连接。半导体元件40H的源极电极40S与基部654电连接。延伸设置部645、655在X方向上排列。N端子91N与延伸设置部645连接。接头部81与延伸设置部655连接。

[0704] 背面金属体53、63通过绝缘基材51、61而与表面金属体52、62电分离。本实施方式的背面金属体53、63是配置在绝缘基材51、61的背面的大致整个区域中的所谓的遍布导体。背面金属体53从封固体30的一面30a露出,背面金属体63从背面30b露出。背面金属体53的露出面与一面30a大致共面。背面金属体63的露出面与背面30b大致共面。

[0705] 导电间隔件70介于半导体元件40的源极电极40S与基板60之间。导电间隔件70与半导体元件40的源极电极40S分别地连接。半导体装置20具备两个导电间隔件70。导电间隔件70的一个将半导体元件40H的源极电极40S与中继布线65电连接。导电间隔件70的另一个将半导体元件40L的源极电极40S与N布线64电连接。

[0706] 臂连接部80将中继布线55、65电连接。臂连接部80在Y方向上设置在半导体元件

40H与半导体元件40L之间。臂连接部80在平面观察中设置在中继布线55与中继布线65(延伸设置部655)的重叠区域。本实施方式的臂连接部80与在先实施方式同样,具备接头部81和接合材料103而构成。接头部81是金属柱状体。在Z方向上,在接头部81的端部的一个与中继布线55之间存在接合材料103,在端部的另一个与中继布线65之间存在接合材料103。

[0707] 代之,接头部81也可以与表面金属体52、62的至少一个一体地相连。即,接头部81也可以作为基板50、60的一部分而与表面金属体52、62一体地设置。也可以做成臂连接部80不具备接头部81的结构。即,也可以做成臂连接部80仅具备接合材料103的结构。

[0708] 外部连接端子90具备电源端子91、输出端子92和信号端子93。电源端子91具备P端子91P和N端子91N。以下,有时将P端子91P、N端子91N及输出端子92表示为主端子91P、91N、92。信号端子93具备上臂9H侧的信号端子93H和下臂9L侧的信号端子93L。

[0709] P端子91P与P布线54的X方向的一端附近连接。P端子91P从与P布线54的连接部91a向X方向的外侧延伸。P端子91P中,包括连接部91a的一部分被封固体30覆盖,其余的部分从封固体30突出。P端子91P在侧面30f中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。

[0710] N端子91N与N布线64的X方向的一端附近连接。N端子91N从与N布线64的连接部91b向X方向的外侧延伸。N端子91N中的包含连接部91b的一部分被封固体30覆盖,其余的部分从封固体30突出。N端子91N在侧面30f中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。

[0711] 输出端子92与中继布线55的X方向的一端附近连接。输出端子92从与中继布线55的连接部92a向X方向的外侧延伸。输出端子92中的包括连接部92a的一部分被封固体30覆盖,其余的部分从封固体30突出。输出端子92在侧面30f中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。

[0712] 三条主端子91P、91N、92在Y方向上排列配置。主端子91P、91N、92在Y方向上以P端子91P、N端子91N、输出端子92的顺序配置。作为电源端子91的P端子91P和N端子91N在包括从封固体30突出的部分在内的一部分中侧面相互对置。

[0713] 信号端子93经由键合线110等连接部件而与对应的半导体元件40的焊盘40P电连接。信号端子93H经由键合线110而与半导体元件40H的焊盘40P连接。信号端子93L经由键合线110而与半导体元件40L的焊盘40P连接。信号端子93在X方向上向外侧延伸,在侧面30g中从Z方向的中央附近突出到封固体30之外。信号端子93在X方向上向主端子91P、91N、92的相反侧延伸。

[0714] 引线框94与在先实施方式所记载的结构同样,具备外部连接端子90、系杆94a和外周框架94b。本实施方式的引线框94还具备导引框94c。如在先实施方式所记载那样,系杆94a及外周框架94b在半导体装置20的制造过程中作为不需要部分被除去。另一方面,导引框94c作为半导体装置20的要素而与外部连接端子90一起留下。

[0715] 引线框94如图114所示,具备两个导引框94c。导引框94c的一个与P端子91P相连。导引框94c在将不需要部分去除前的状态下将P端子91P与外周框架94b相连。导引框94c的另一个与输出端子92相连。导引框94c在将不需要部分去除前的状态下将输出端子92与外周框架94b相连。

[0716] 如图114、图119~图121所示,导引框94c具有连接部940、第1连结部941和第2连结部942。连接部940是导引框94c中与表面金属体52的连接部分。与P端子91P相连的导引框94c与P布线54连接。具体而言,连接部940在P布线54中连接在与P端子91P的连接部位相反

的端部且在Y方向上与中继布线55相反侧的端部附近。连接部940与平面形状大致为矩形的P布线54的四角的一个连接。

[0717] 第1连结部941将P端子91P与连接部940连结。第1连结部941从P端子91P的连接部91a在X方向上向侧面30g侧延伸。第1连结部941在平面观察中不与P布线54(表面金属体52)重叠。第1连结部941在表面金属体52的外侧沿着表面金属体52的外周端延伸。第2连结部942将连接部940与外周框架94b连结。第2连结部942从连接部940在X方向上向外侧延伸。

[0718] 与输出端子92相连的导引框94c与中继布线55连接。具体而言,连接部940在中继布线55中连接在与输出端子92的连接部位相反的端部且在Y方向上与P布线54相反侧的端部附近。连接部940与平面形状大致为矩形的中继布线55的四角的一个连接。

[0719] 第1连结部941将输出端子92与连接部940连结。第1连结部941从输出端子92的连接部92a在X方向上向侧面30g侧延伸。第1连结部941在平面观察中不与中继布线55(表面金属体52)重叠。第1连结部941在表面金属体52的外侧沿着表面金属体52的外周端延伸。第2连结部942将连接部940与外周框架94b连结。第2连结部942从连接部940在X方向上向外侧延伸。

[0720] 导引框94c能够是与主端子91P、91N、92同样的连接构造(接合构造)。导引框94c例如经由接合材料104而与表面金属体52连接。作为接合材料104,能够如在先实施方式所记载那样使用焊料或烧结部件。导引框94c也可以不经由接合材料104地与表面金属体52直接接合。例如也可以通过超声波接合、摩擦搅拌接合、激光焊接等与表面金属体52直接接合。

[0721] 如上述那样,在本实施方式的半导体装置20中,由封固体30将构成一相的上下臂电路9的多个半导体元件40封固。封固体30将多个半导体元件40、基板50的一部分、基板60的一部分、多个导电间隔件70、臂连接部80、以及外部连接端子90各自的一部分一体地封固。封固体30将基板50、60中的绝缘基材51、61及表面金属体52、62封固。

[0722] 半导体元件40在Z方向上配置在基板50、60之间。半导体元件40被对置配置的基板50、60夹着。由此,能够将半导体元件40的热在Z方向上向两侧散热。半导体装置20呈两面散热构造。基板50的背面50b与封固体30的一面30a大致共面。基板60的背面60b与封固体30的背面30b大致共面。由于背面50b、60b是露出面,所以能够提高散热性。

[0723] <第13实施方式的总结>

[0724] 本实施方式中记载的结构能够与在先实施方式所记载的各种结构中的除了一部分以外的结构组合。上述一部分是对表面金属体的一对延伸设置部的各自连接电源端子的结构(参照图15及图23)、和在表面金属体上设置狭缝以将并联连接的多个半导体元件分开的结构(参照图28等)。即,本实施方式中记载的结构除了与第1实施方式以外,与第3实施方式、第4实施方式、第5实施方式、第6实施方式、第7实施方式、第8实施方式、第9实施方式、第10实施方式、第11实施方式、第12实施方式及变形例中记载的结构哪个都可以组合。

[0725] 表示了半导体装置20具备导电间隔件70的例子,但并不限于此。也可以代替导电间隔件70而在表面金属体62设置凸部。

[0726] 作为与漏极电极40D连接的布线部件而表示了基板50的例子,但并不限于此。在不限定于基板50的结构中,也可以代替基板50而采用金属板(引线框)。作为与源极电极40S连接的布线部件而表示了基板60的例子,但并不限于此。在不限定于基板60的结构中,也可以代替基板60而采用金属板(引线框)。

[0727] (第14实施方式)

[0728] 本实施方式是以在先实施方式为基础形态的变形例,能够引用在先实施方式的记载。为了降低作用于键合线中的与焊盘的接合部的应力,如本实施方式所记载的那样,可以对作为源极电极侧的布线部件的基板设置非密接部。

[0729] <半导体装置>

[0730] 图122是表示本实施方式的半导体装置20中的基板60的表面金属体62侧的平面图。图122中,为了表示与表面金属体62的位置关系而用虚线图示了与表面金属体62电连接的其他要素。其他要素是半导体元件40H、40L、臂连接部80以及N端子91N。此外,为了明确化而对粗糙化部和非粗糙化部赋予了阴影。图123是表示半导体装置20的剖视图。在图123中,将源极电极40S、焊盘40P及保护膜44简化而进行了图示。

[0731] 本实施方式的半导体装置20具有与在先实施方式中记载的结构(参照图2~图13)同样的结构。半导体装置20具有设于基板50、60的至少一方的粗糙化部和设于基板60的非粗糙化部628。粗糙化部相当于密接部,非粗糙化部628相当于非密接部。半导体装置20具有粗糙化部(密接部),并且有意地在规定位置具有非粗糙化部628(非密接部)。

[0732] 如图122所示,非粗糙化部628设置在基板60(表面金属体62)的对置面60a中的、在平面视图中至少与焊盘40P重叠的部分。非粗糙化部628至少设在焊盘40P的正上方。非粗糙化部628没有被进行粗糙化处理,从而与粗糙化部相比对封固体30的密接性降低。

[0733] 作为一例,在本实施方式的基板50的对置面50a设有粗糙化部527。此外,在基板60的对置面60a设有粗糙化部627。作为形成粗糙化部527、627的粗糙化处理,可以是粗糙化镀膜、喷砂、化学处理等。在本实施方式中,与在先实施方式中记载的结构同样,采用激光粗糙化。通过对镀膜照射激光而形成凹凸氧化膜520、620。表面金属体52、62在粗糙化部527、627处具有凹凸氧化膜520、620。

[0734] 作为一例,本实施方式的粗糙化部527,在表面金属体52中设置在除了与其他要素的连接部以外的部分。粗糙化部527设置在除了与半导体元件40H、40L的连接部、与臂连接部80的连接部、与P端子91P的连接部以及输出端子92的连接部以外的部分。即,在表面金属体52中的与其他要素的连接部,设有没有被进行粗糙化处理的非粗糙化部528。

[0735] 作为一例,本实施方式的粗糙化部627沿着表面金属体62的外周端而设置。粗糙化部627设置在从N布线64的外周端起的规定范围以及从中继布线65的外周端起的规定范围。非粗糙化部628设置在被粗糙化部627包围的区域。被粗糙化部627包围的区域是非粗糙化部628。非粗糙化部628除了上述的与焊盘40P重叠的部分外还包含表面金属体62的与其他要素的连接部。非粗糙化部628包含与半导体元件40H、40L的连接部、与臂连接部80的连接部以及与N端子91N的连接部。

[0736] 如在先实施方所记载的那样,焊盘40P从保护膜44的开口部441露出。封固体30与保护膜44密接。封固体30与粗糙化部527、627密接。封固体30不与非粗糙化部628密接。

[0737] <第14实施方式的总结>

[0738] 图124是将图123中单点划线所示的区域CXXIV放大的剖视图。在图124中,为了方便而将半导体元件40L的结构简化而进行了图示。此外,省略了凹凸氧化膜520。图125是表示参考例的剖视图,与图124对应。在参考例中,将各要素的标号设为在半导体装置20的相关要素的标号末尾赋予r而得到的标号。参考例的结构除了在表面金属体62r中的与焊盘

40Pr重叠的部分设有粗糙化部627r这一点以外,与半导体装置20几乎相同。粗糙化部627r例如与粗糙化部527同样地通过激光粗糙化而形成。

[0739] 在图125所示的参考例中,封固体30r密接于半导体元件40r的未图示的保护膜。封固体30r在焊盘40Pr的周围密接于保护膜。此外,封固体30r还与在表面金属体62r的表面设置的粗糙化部627r密接。位于半导体元件40r上的封固体30r中,Z方向上的端部的一个密接于保护膜,端部的另一个密接于粗糙化部627r(表面金属体62r)。

[0740] 此外,如在先实施方式中记载的那样,由于半导体元件40r所产生的热、使用环境的温度变化等,在基板60r中产生翘曲(变形)。在图125所示的结构中,至少在焊盘40Pr的正上方部分,封固体30r密接于表面金属体62r,所以在变形的基板60r(表面金属体62r)处封固体30r被拉伸。由此,作用于键合线110r中的与焊盘40Pr的接合部113r的应力F2增加。应力F2的增加例如有可能引起接合部113r的裂纹、断裂。

[0741] 在本实施方式中也是使封固体30密接于半导体元件40的未图示的保护膜44。封固体30在焊盘40P的周围与保护膜44密接。在表面金属体62的表面,封固体30密接于粗糙化部627,不密接于非粗糙化部628。封固体30在与非粗糙化部628之间具有空隙32。位于半导体元件40上的封固体30中,Z方向上的端部的一个密接于保护膜44,端部的另一个不密接于表面金属体62而成为自由端。

[0742] 由此,即使基板60发生翘曲(变形),也能够抑制在变形的基板60处封固体30被拉伸的情况。即,能够抑制作用于键合线110中的与焊盘40P的接合部113的应力F1增加的情况。由于在焊盘40P的正上方设有非粗糙化部628,所以即使设有粗糙化部627,应力F1相比于应力F2也充分变小。

[0743] 图126表示热应力模拟的结果。在该模拟中,在使室温和150℃交替地反复的功率循环试验中,测量了在键合线110的接合部113处产生的应变幅。纵轴的应变幅是任意单位(a.u.)。此外,关于表面金属体62中的焊盘40P的正上方部分,将非粗糙化的部分和粗糙化的部分进行了对比。粗糙化的部分相当于上述的参考例。如图126所示,明确的是,通过使表面金属体62中的焊盘40P的正上方部分非粗糙化,相对于粗糙化的结构,能够将应变幅减少约50%。

[0744] 本实施方式的半导体装置20除了非粗糙化部628外还具有粗糙化部527、627。由此,在表面金属体52、62的粗糙化部527、627,能够提高封固体30的密接性,抑制剥离的发生。

[0745] 作为一例,本实施方式的表面金属体52、62在粗糙化部527、627具有凹凸氧化膜520、620。凹凸氧化膜520、620如在先实施方式记载的那样,是通过对表面金属体52、62照射激光而形成的氧化膜。凹凸氧化膜520、620是与构成表面金属体52、62的主成分金属相同的金属的氧化膜。由此,能够局部地设置粗糙化部527、627。

[0746] 凹凸氧化膜520、620的表面形成连续的凹凸,封固体30缠绕而产生锚定效应。此外,与封固体30的接触面积增加。由此,在粗糙化部527、627处能够提高封固体30的密接性。如在先实施方式所记载的那样,与镀膜(镀膜522p)相比,凹凸氧化膜520、620相对于接合材料100、102的浸润性低。凹凸氧化膜520、620由于在表面具有微细的凹凸,所以与接合材料100、102的接触面积变小,接合材料100、102的一部分通过表面张力而成为球状。即,接触角变大。因而,能够抑制接合材料100、102的溢出。

[0747] 作为一例,本实施方式的粗糙化部627沿着表面金属体62的外周端延伸而设置。在源极电极40S与焊盘40P的排列方向(Y方向)上,粗糙化部627设在形成对置面60a的表面金属体62的端部与非粗糙化部628之间。由此,即使接合材料102在非粗糙化部628上浸润扩展,也能够由粗糙化部627将接合材料102拦住。能够通过粗糙化部627抑制接合材料102的浸润扩展。

[0748] <变形例>

[0749] 布线部件例示了基板50、60的例子,但是不限于此。作为配置在漏极电极40D侧的布线部件(第1布线部件),也可以采用金属板。作为配置在源极电极40S侧的布线部件(第2布线部件),也可以采用金属板。金属板材有时被称作引线框、热沉等。

[0750] 示出了键合线110的一端与焊盘40P连接而另一端与信号端子93连接的例子,但是不限于此。能够应用于键合线110与焊盘40P连接(接合)的结构。例如也可以应用于具备在先实施方式所记载的中继基板150的结构。该情况下,可以将键合线110的一端与焊盘40P连接并且将另一端与中继基板150的焊接区152a连接。

[0751] 非粗糙化部628的配置不限于上述的例子。例如也可以如图127所示那样,将非粗糙化部628仅设置在表面金属体62中的在平面视图中与焊盘40P重叠的部分。在图127中,为了明确化而对非粗糙化部628赋予了阴影。

[0752] 非粗糙化部628也可以设置成以半导体元件40的单位将多个焊盘40P包含在内。也可以是,以配置为共通的电路图案的半导体元件40的单位将多个焊盘40P包含在内。非粗糙化部628例如也可以设置成将多个半导体元件40H的焊盘40P包含在内。

[0753] 表示了对基板50、60设置粗糙化部527、627的例子,但是不限于此。例如也可以如图128所示那样设为对基板50设置粗糙化部527并且不对基板60设置粗糙化部627的结构。虽未图示,也可以不对基板50设置粗糙化部527,并且对基板60设置粗糙化部627。

[0754] 粗糙化部627的配置不限于上述的例子。粗糙化部627在形成对置面60a的表面金属体62中设置在与非粗糙化部628不同的位置即可。

[0755] 表示了作为密接部的粗糙化部527、627、作为非密接部的非粗糙化部628的例子,但是不限于此。例如,如图129所示,基板50具有涂覆(coating)部570和非涂覆部571。关于基板60,在表面金属体62中的在平面视图中至少与焊盘40P重叠的部分具有非涂覆部671。涂覆部570在表面金属体52的表面形成提高与封固体30的密接性的树脂膜572而形成。树脂膜572的材料是聚酰胺、聚酰亚胺等。可知的是,采用了这些材料的树脂膜572相比于不设置树脂膜572的结构而言,与封固体30的密接性提高。

[0756] 非涂覆部571是不设置树脂膜572的部分。非涂覆部571在表面金属体52中设在与其它要素的连接部。非涂覆部671也与非涂覆部571同样地,是不设置提高与封固体30的密接性的树脂膜的部分。在图129中,表面金属体62的表面的整个区域成为非涂覆部671。在焊盘40P的正上方,由于设置作为非密接部的非涂覆部671,所以能够降低作用于键合线110的接合部113的应力。另外,也可以设为在表面金属体62中的与非涂覆部671不同的位置设有未图示的涂覆部的结构。

[0757] 本实施方式中记载的结构与在先的各实施方式及变形例中记载的结构的哪一个都能够组合。

[0758] (其他实施方式)



[0759] 本说明书及附图等中的公开内容并不受所例示的实施方式限制。公开内容包含例示的实施方式和本领域技术人员基于它们得到的变形形态。例如,公开内容并不限定于在实施方式中表示的零件及/或要素的组合。公开内容能够通过多种多样的组合来实施。公开内容能够具有能够对实施方式追加的追加部分。公开内容包含将实施方式的零件及/或要素省略了的形态。公开内容包含一个实施方式与其他实施方式之间的零件及/或要素的替换或组合。公开的技术范围并不受实施方式的记载限定。应了解的是,公开的若干技术范围由权利要求书的记载表示,还包含与权利要求书的记载等价的含义及范围内的全部变更。

[0760] 说明书及附图等中的公开内容不受权利要求书的记载限定。说明书及附图等中的公开内容包含权利要求书所记载的技术思想,还涉及比权利要求书所记载的技术思想更多样而广泛的技术思想。由此,能够不受权利要求书的记载约束地根据说明书及附图等的公开内容提取多种多样的技术思想。

[0761] 在言及某个要素或层“在……上”、“连结”、“连接”、或“结合”的情况下,其有相对于其他要素或其他层直接在其上、连结、连接或结合的情况,还有存在间隔要素或间隔层的情况。对照地,在言及某个要素与其他要素或层“直接在……上”、“直接连结”、“直接连接”、或“直接结合”的情况下,不存在间隔要素或间隔层。为了说明要素间的关系而使用的其他用语应以同样的处理方式(例如,“在……之间”对“直接在……之间”、“邻接”对“直接邻接”等)加以解释。在本说明书中使用的情况下,用语“及/或”包含与关联的列举的一个或多个项目有关的任意组合及全部组合。

[0762] 在空间上相对的用语“内”、“外”、“背”、“下”、“低”、“上”、“高”等是为了使说明图示那样的一个要素或特征相对于其他要素或特征的关系的记载变得容易而在此使用的。在空间上相对的用语除了附图中描绘的朝向以外,可以意味着还包含使用或操作中的装置的不同朝向。例如,如果将图中的装置颠倒,则作为其他要素或特征的“下”或“正下”说明的要素被朝向其他要素或特征的“上”。因而,用语“下”可以包含上和下双方的朝向。该装置也可以朝向其他方向(90度旋转或向其他朝向旋转),将在本说明书中使用的在空间上相对的描述符与此对应来解释。

[0763] 车辆的驱动系统1并不限定于上述的结构。例如,表示了具备一个电动发电机3的例子,但并不限定于此。也可以具备多个电动发电机。表示了电力变换装置4作为电力变换电路而具备逆变器6的例子,但并不限定于此。例如,也可以做成具备多个逆变器的结构。也可以做成具备至少一个逆变器和变换器的结构。也可以仅具备变换器。

[0764] 表示了半导体元件40作为开关元件而具有MOSFET11的例子,但并不限定于此。例如,也可以采用IGBT。IGBT是Insulated Gate Bipolar Transistor的简称。

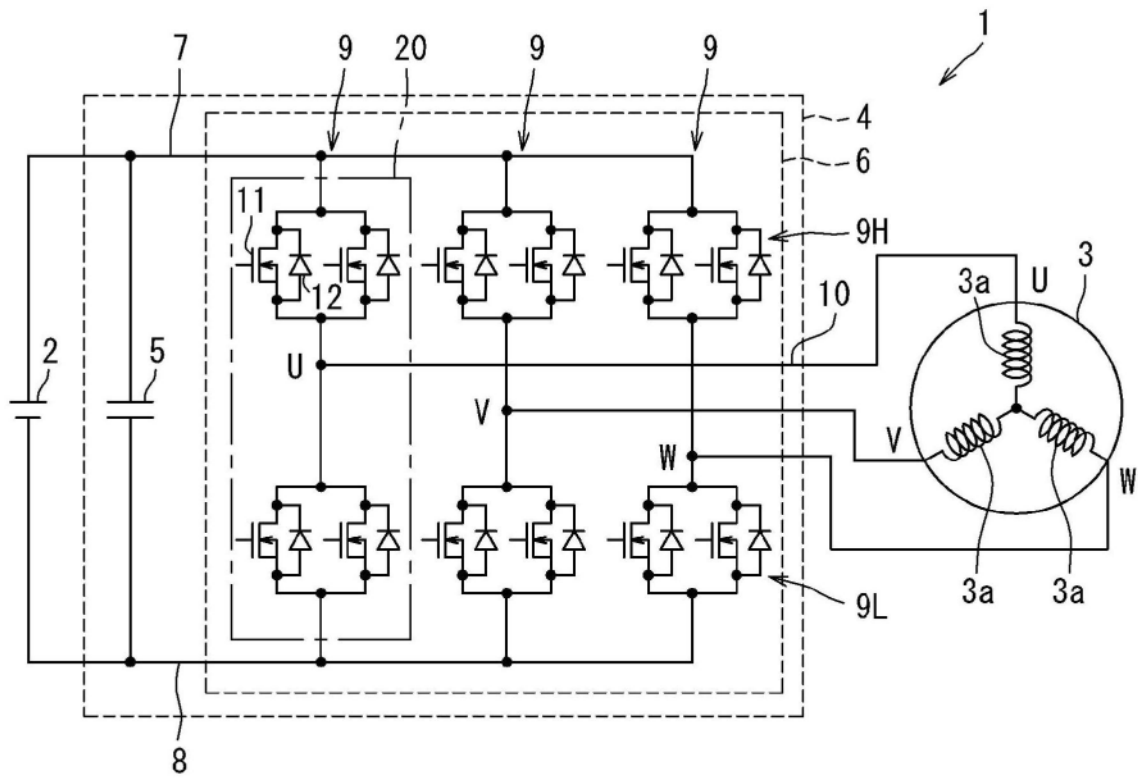


图1

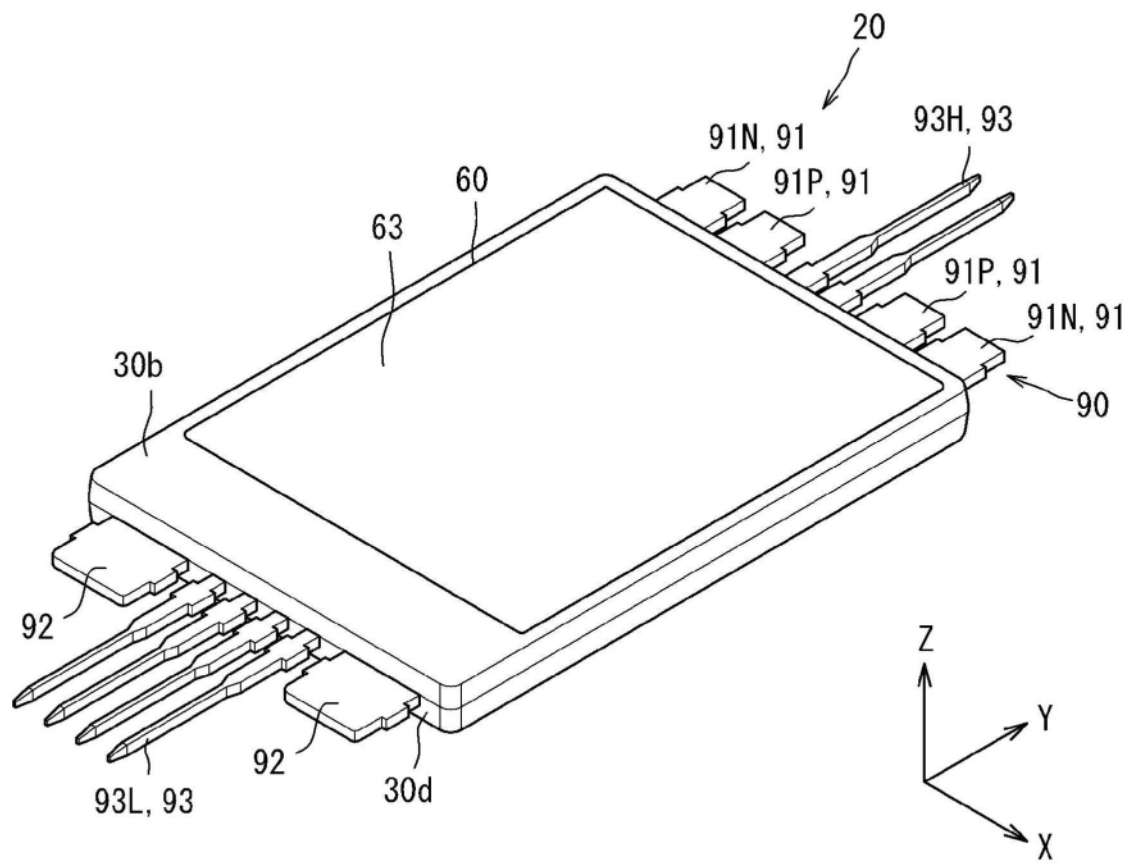


图2

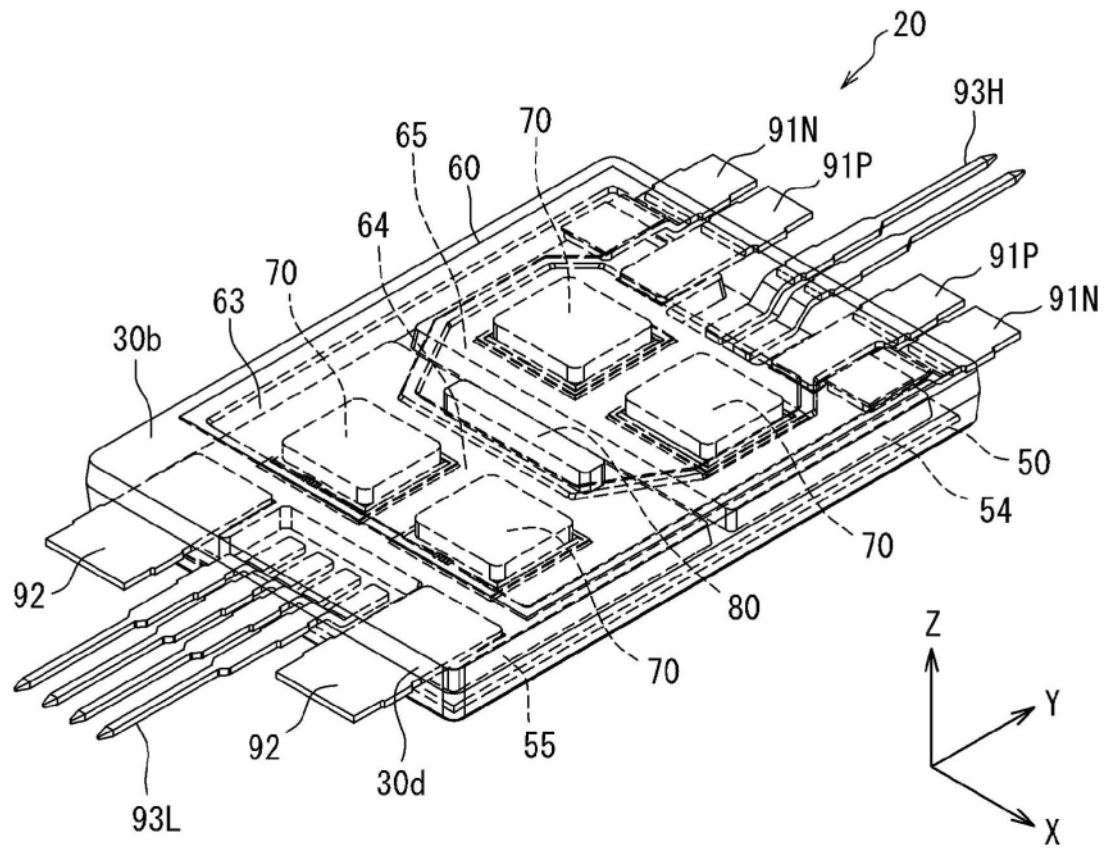


图3

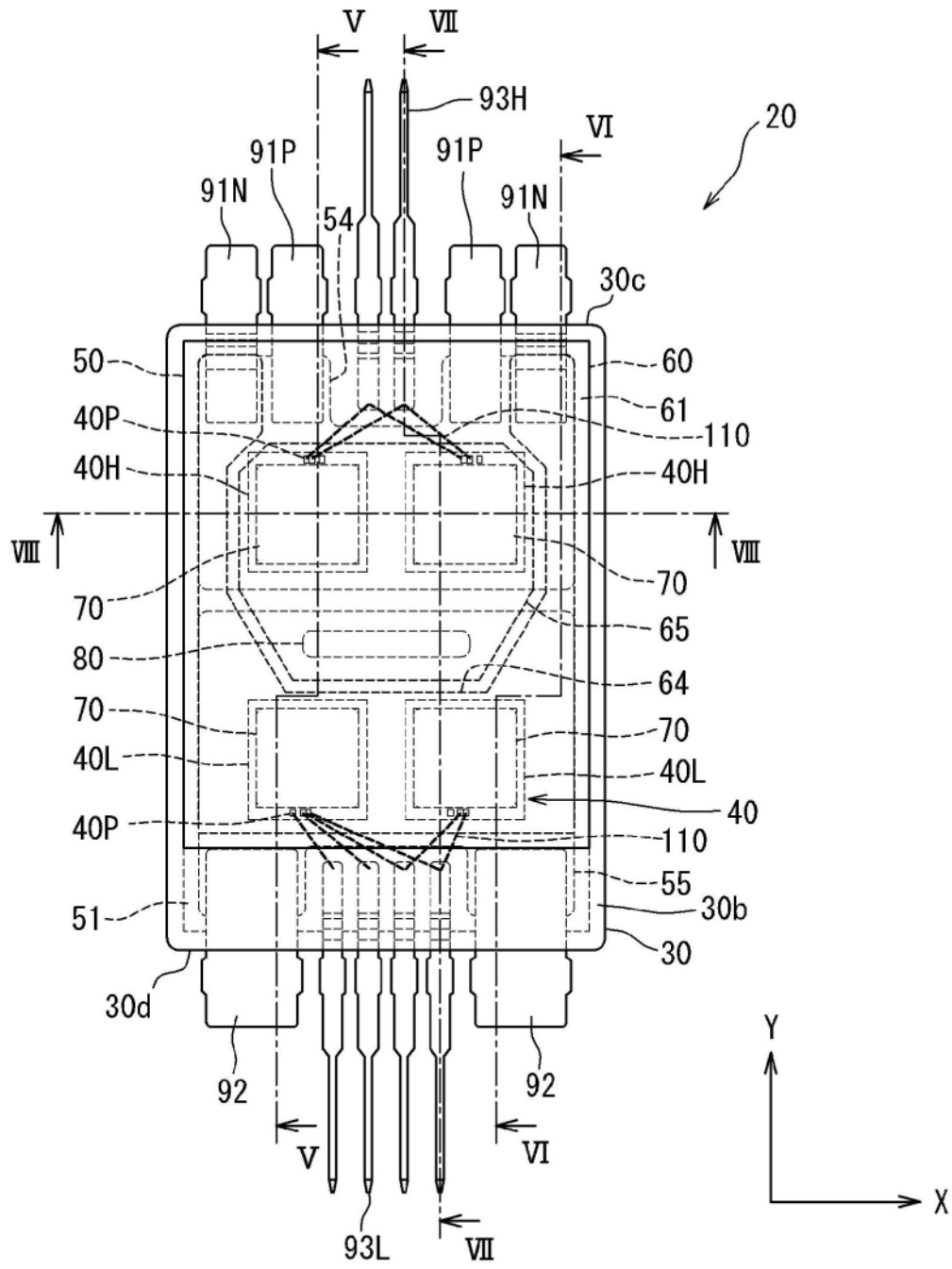


图4

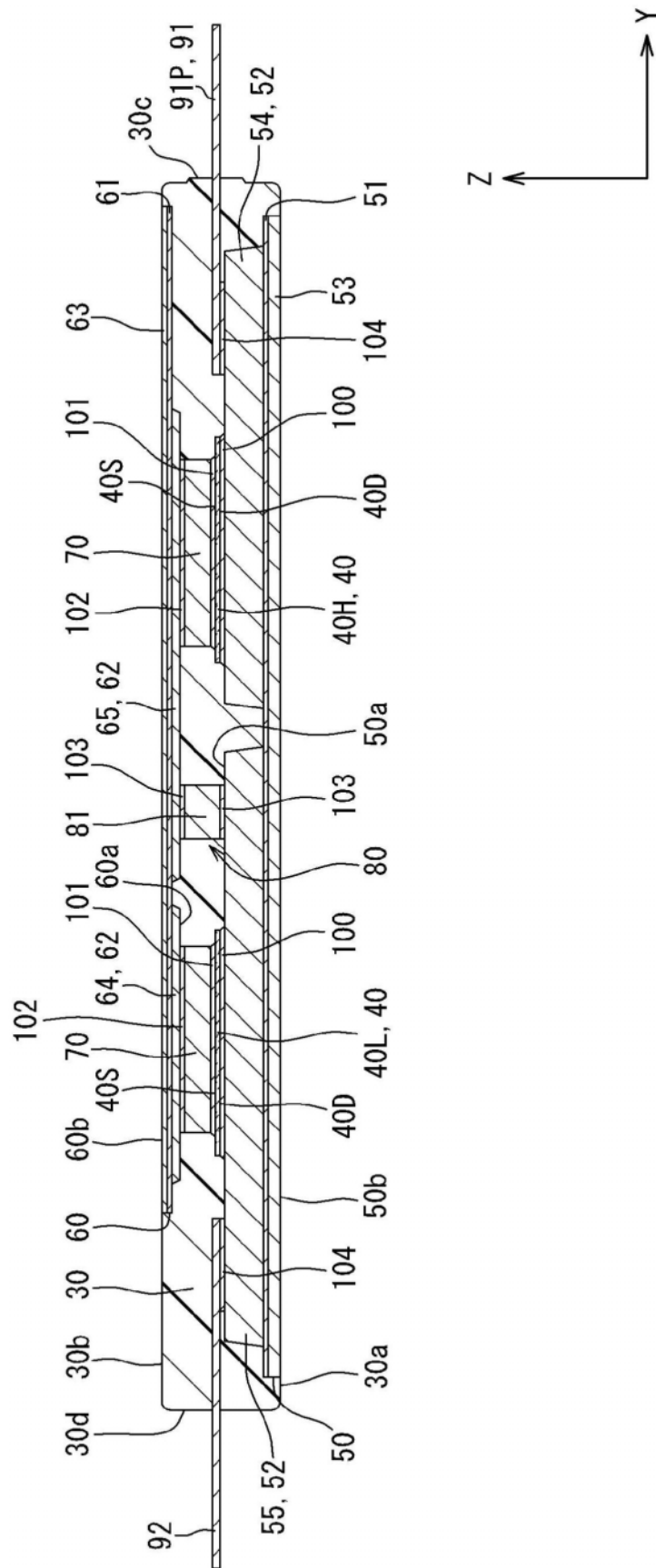


图5

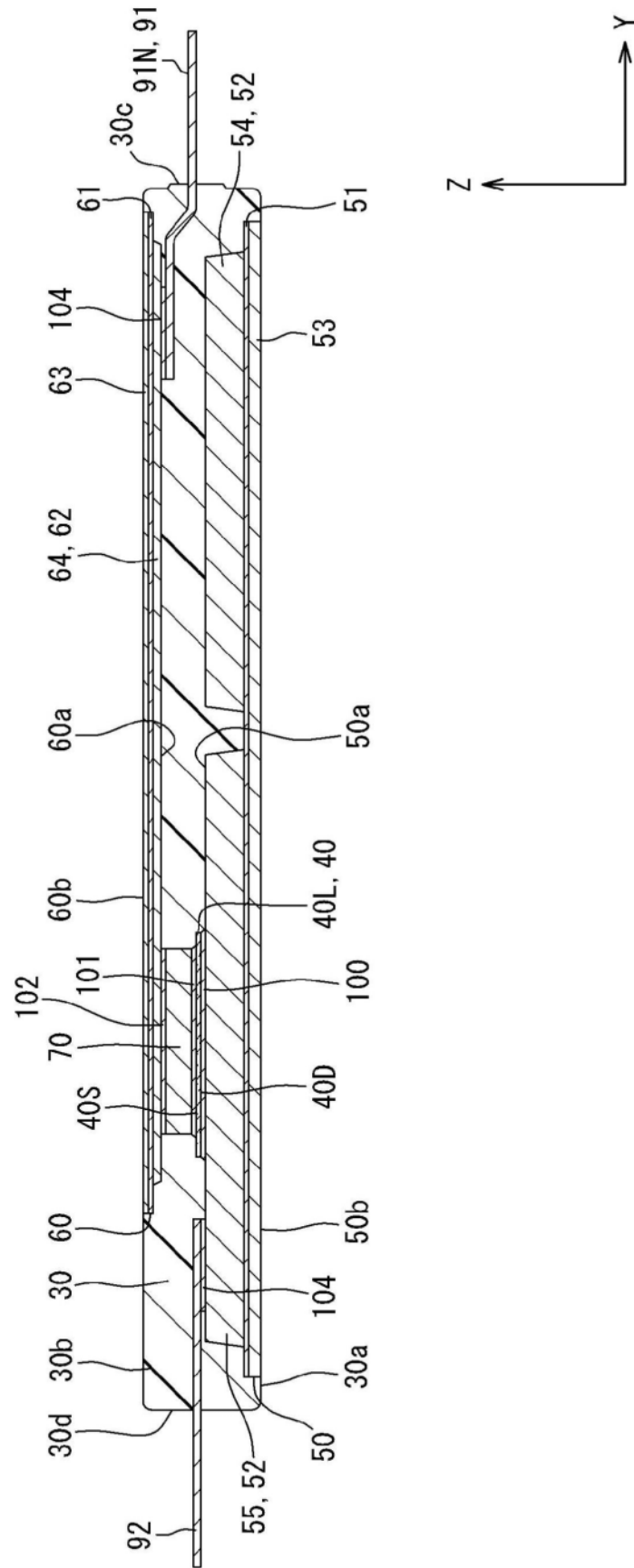


图6

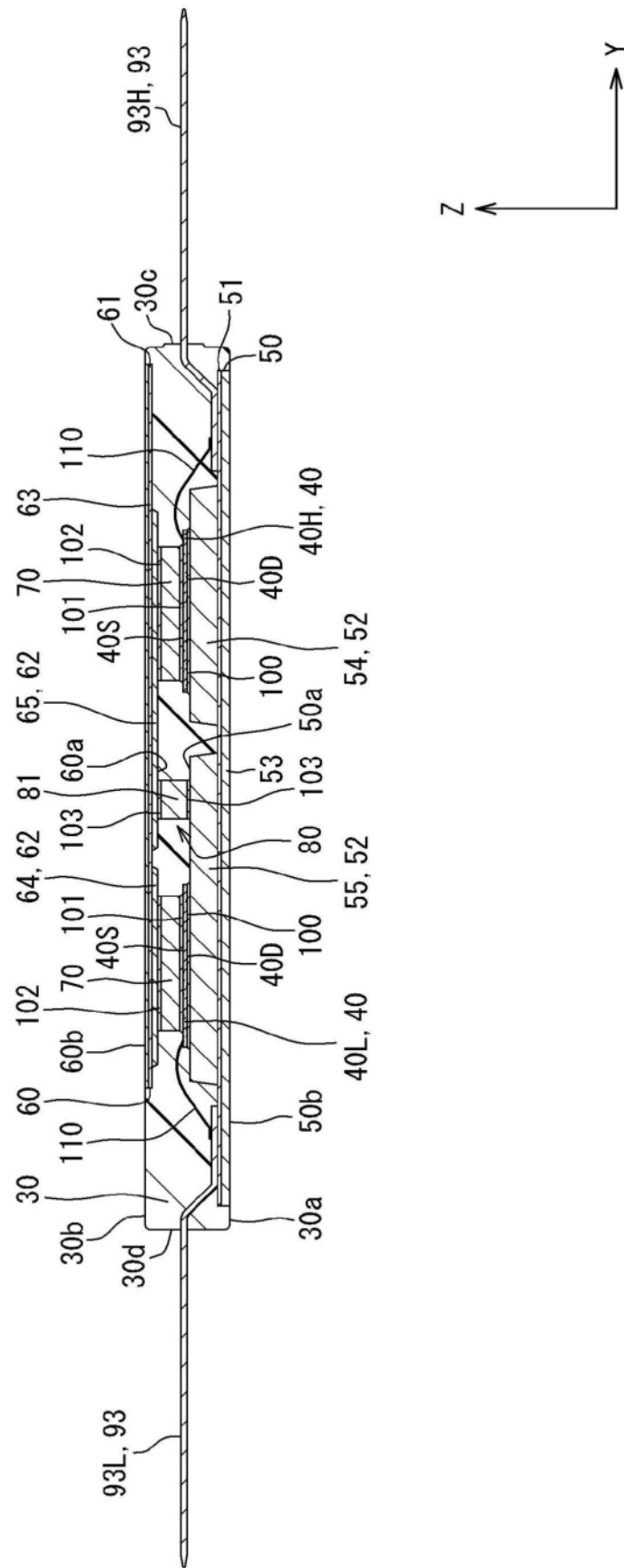


图7



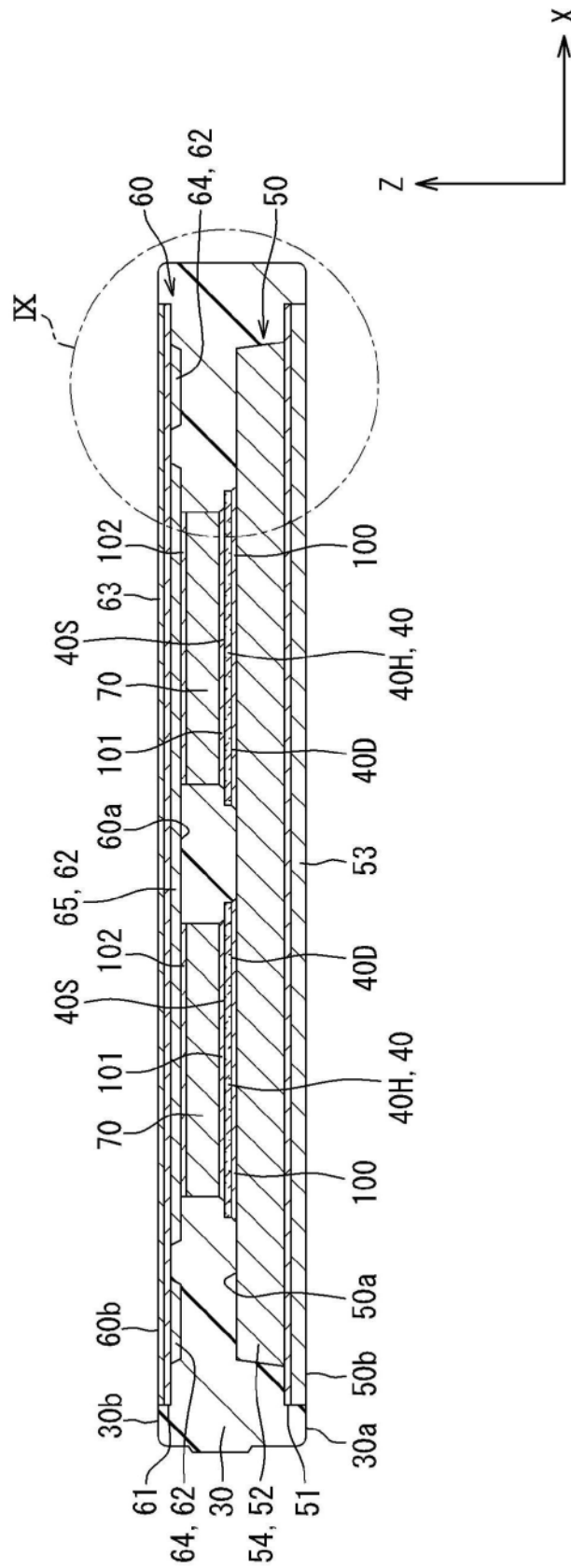


图8

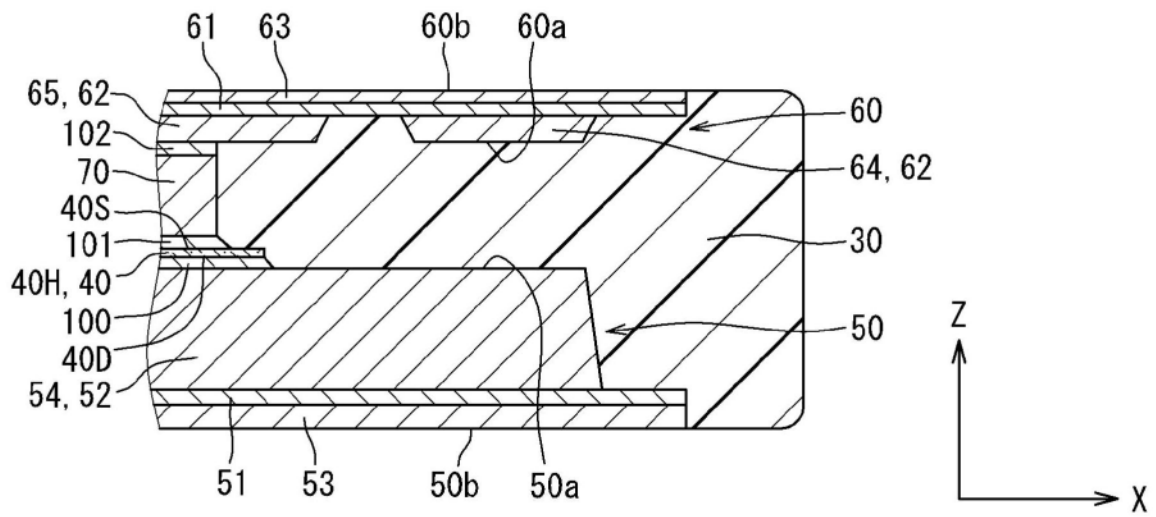


图9

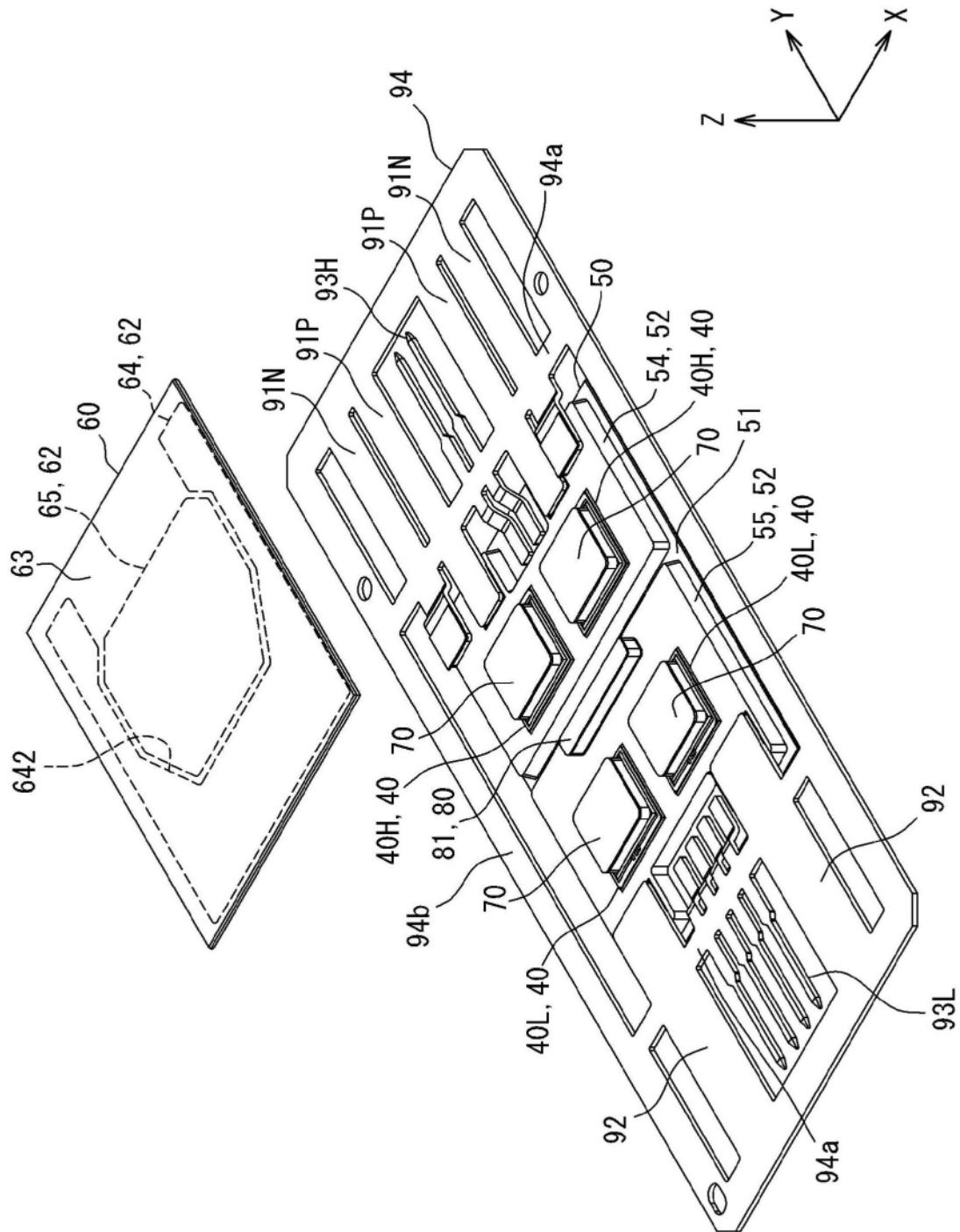


图10

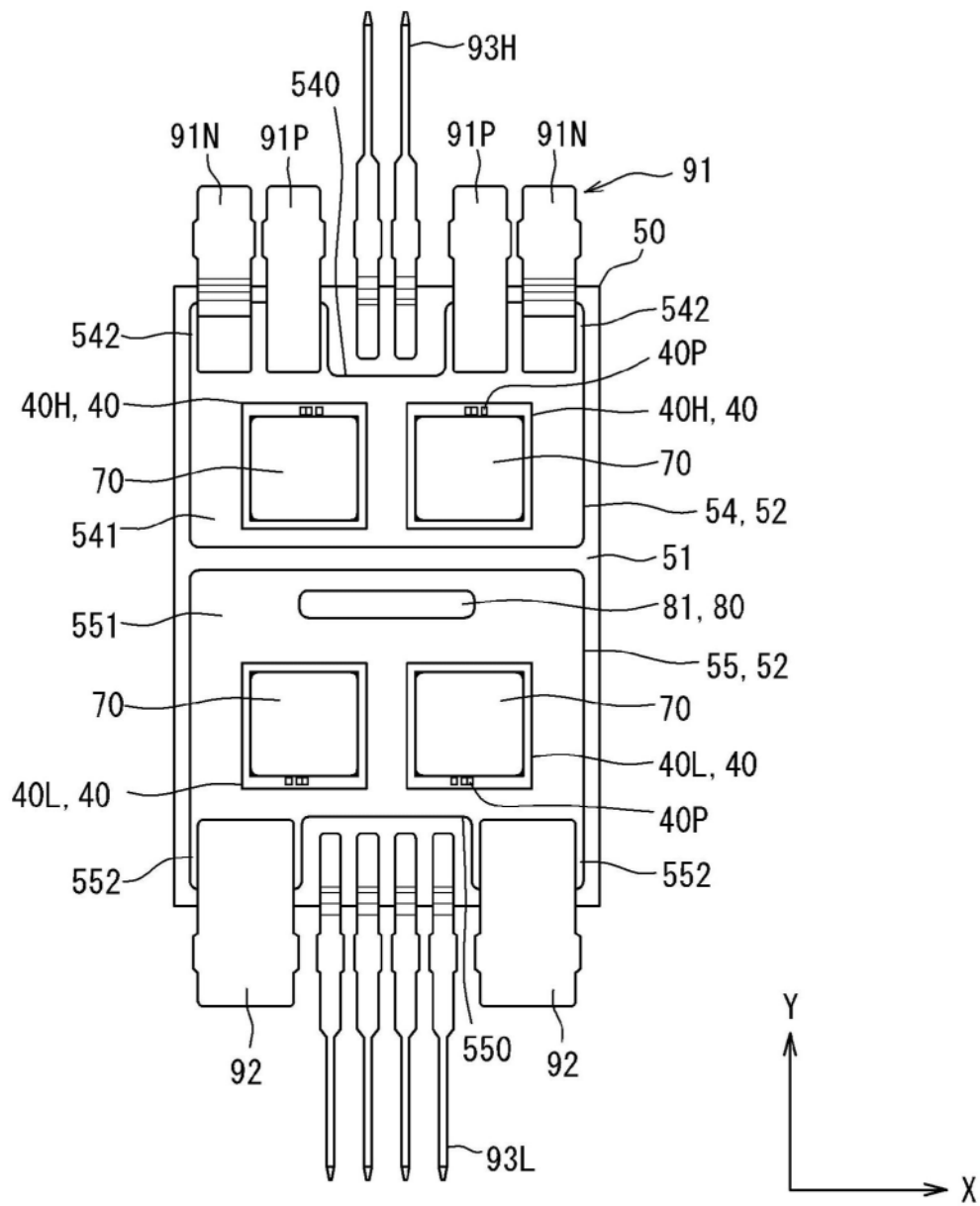


图11

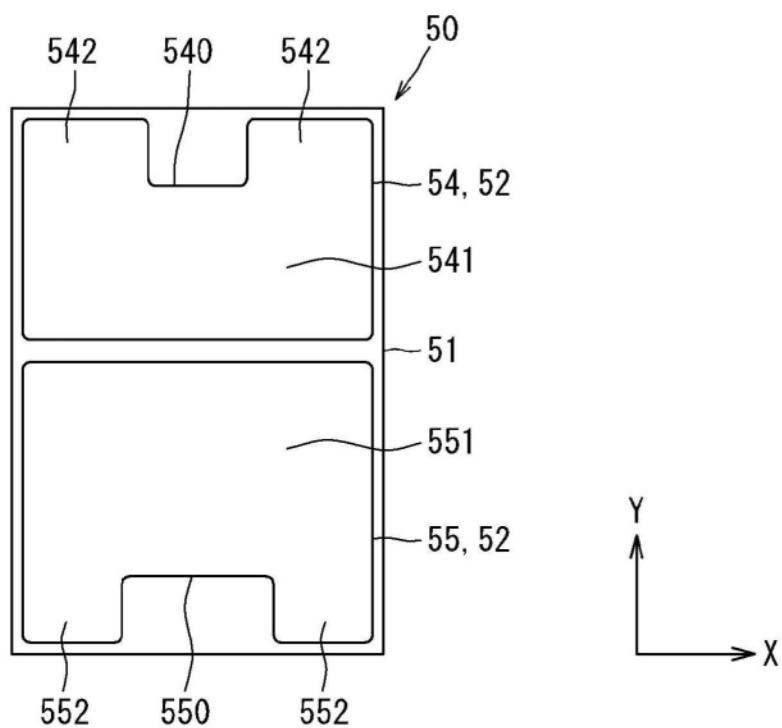


图12

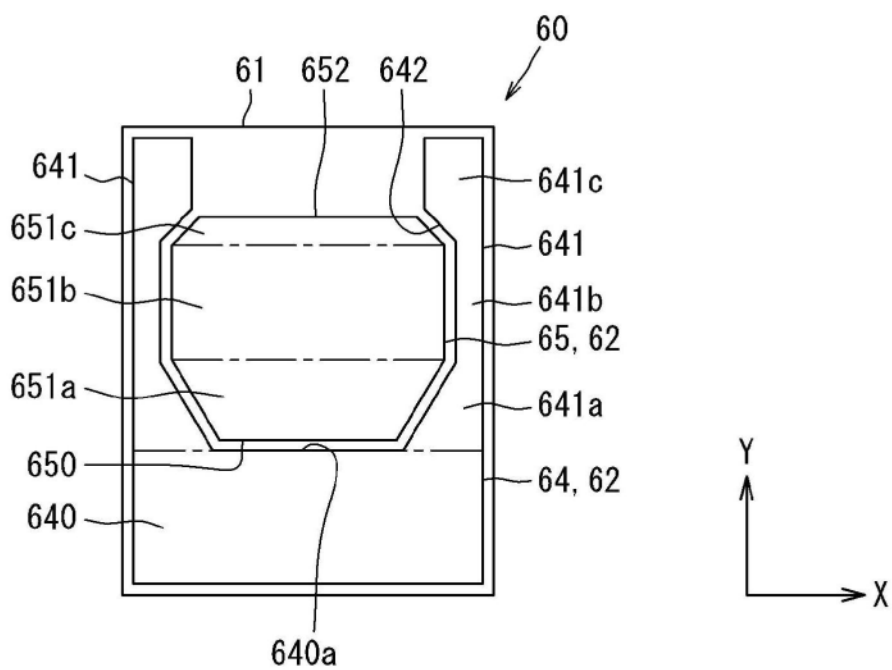


图13

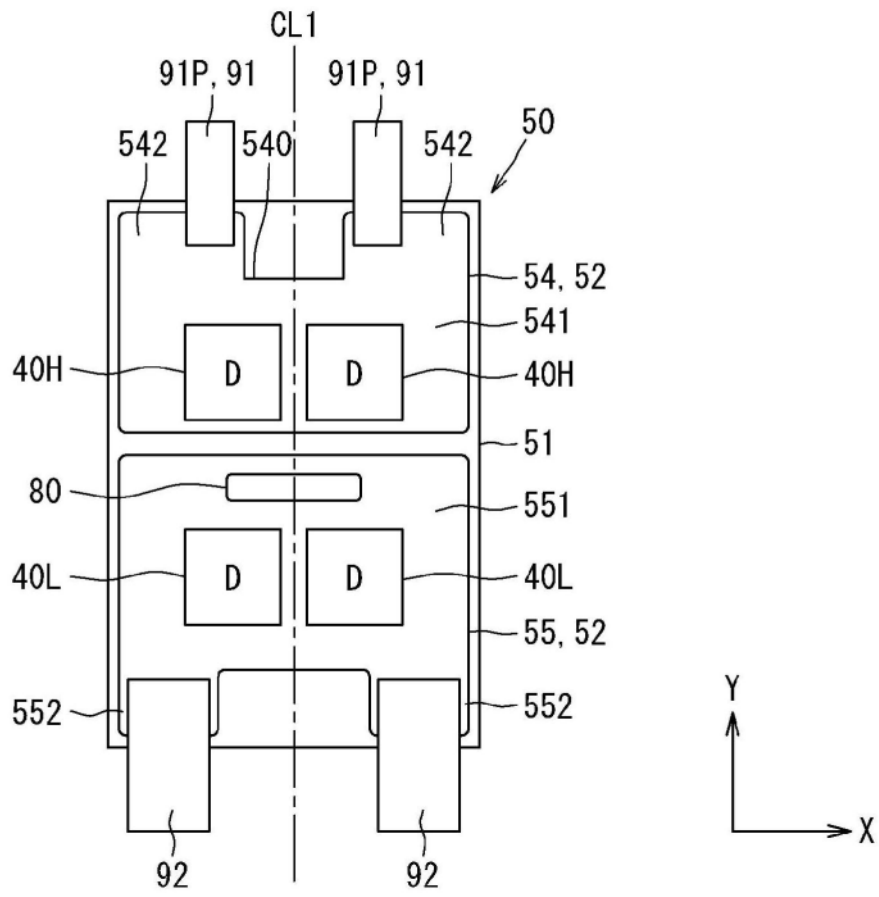


图14



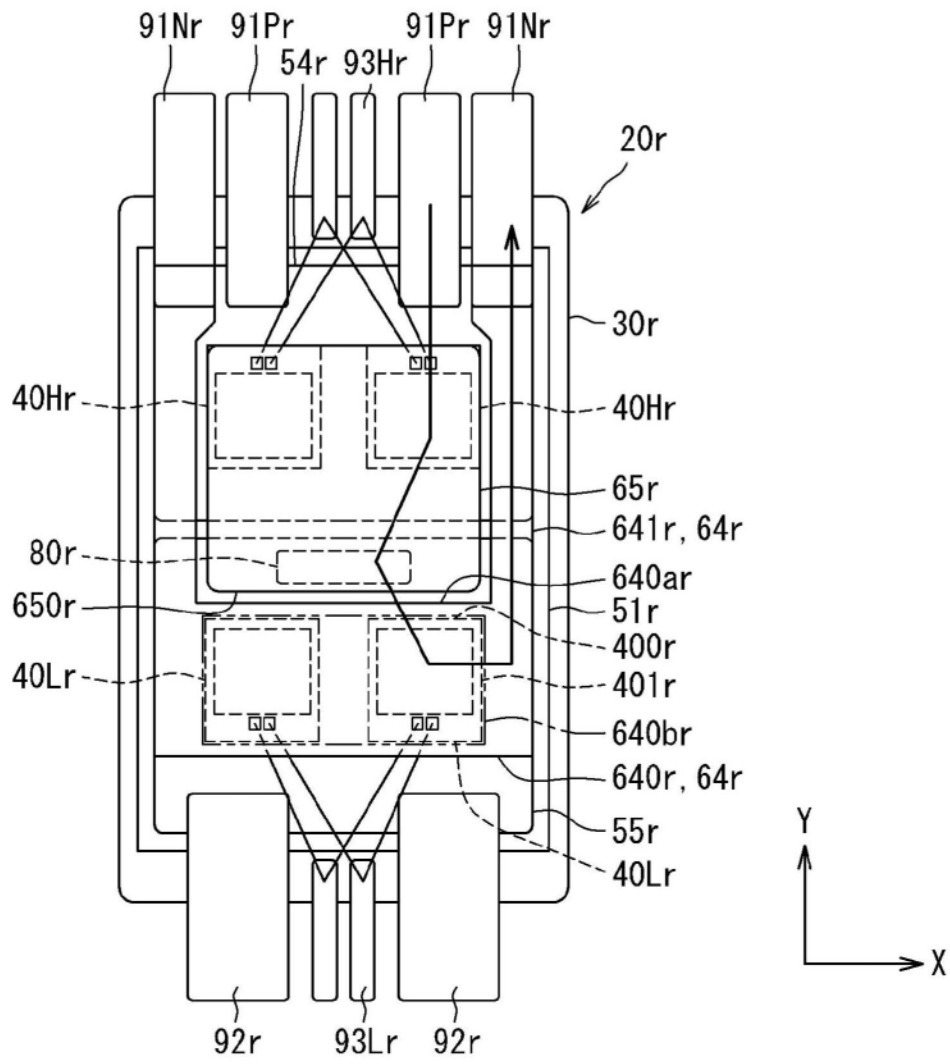


图16





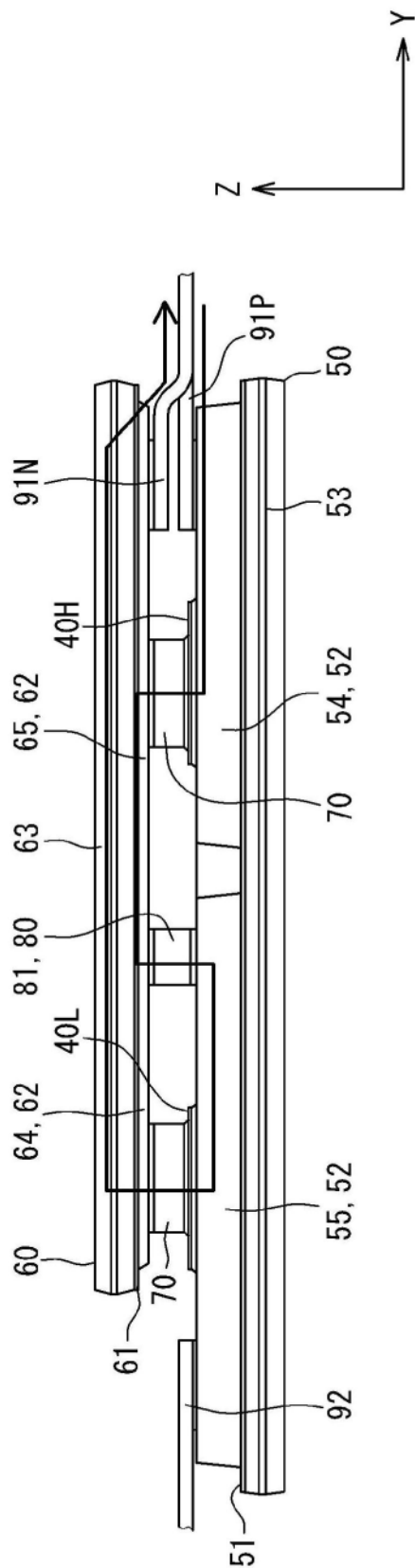


图18

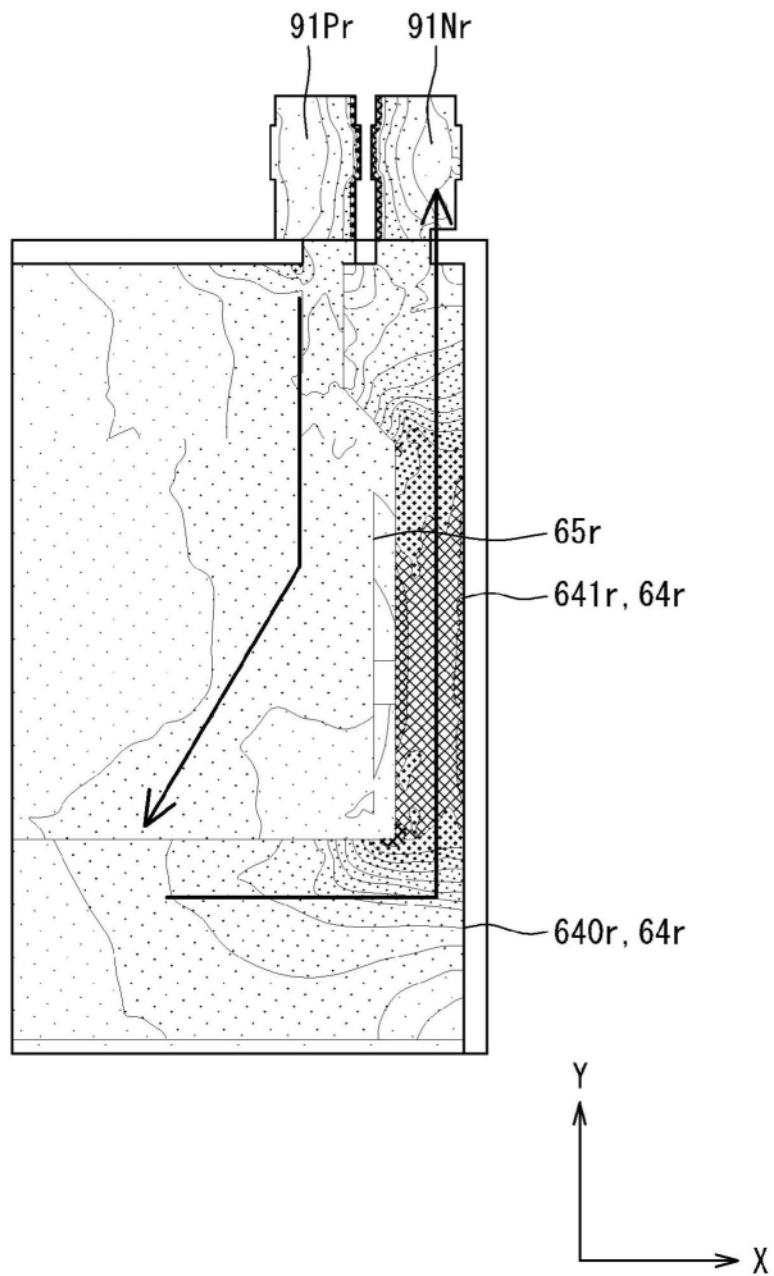


图19

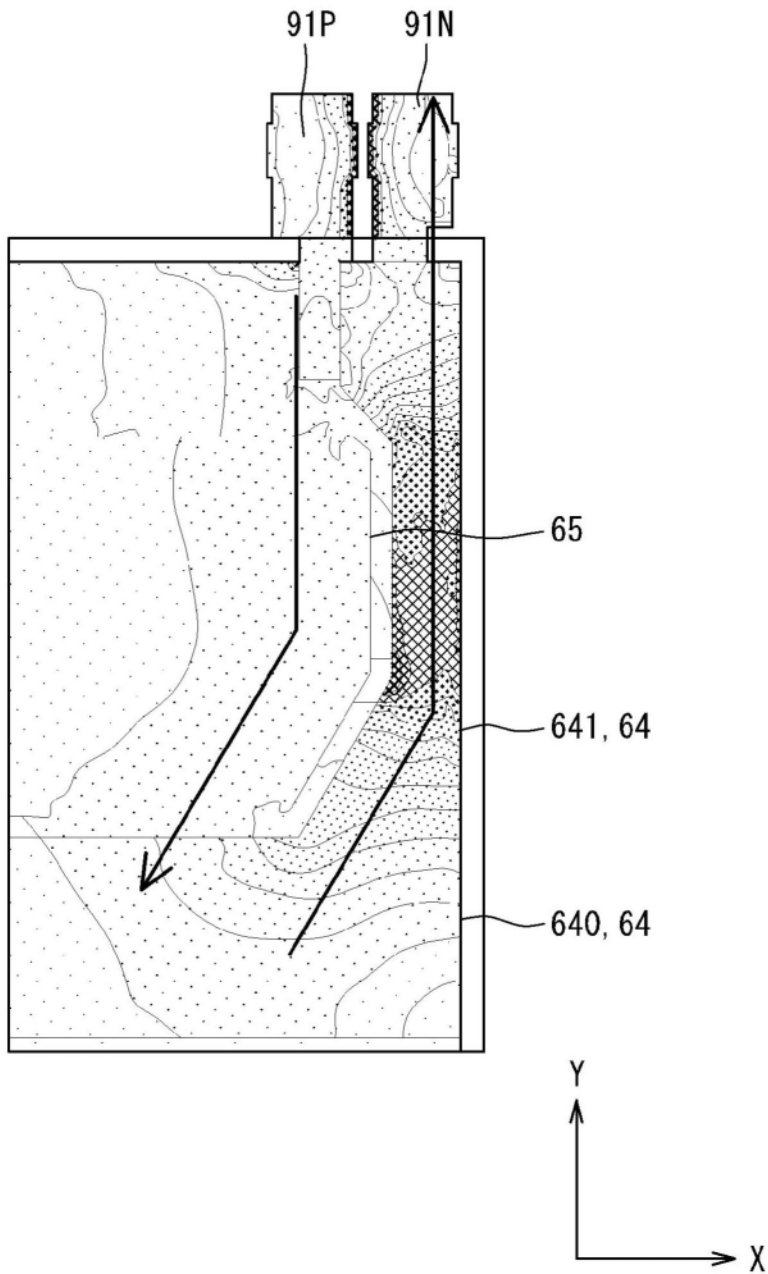


图20

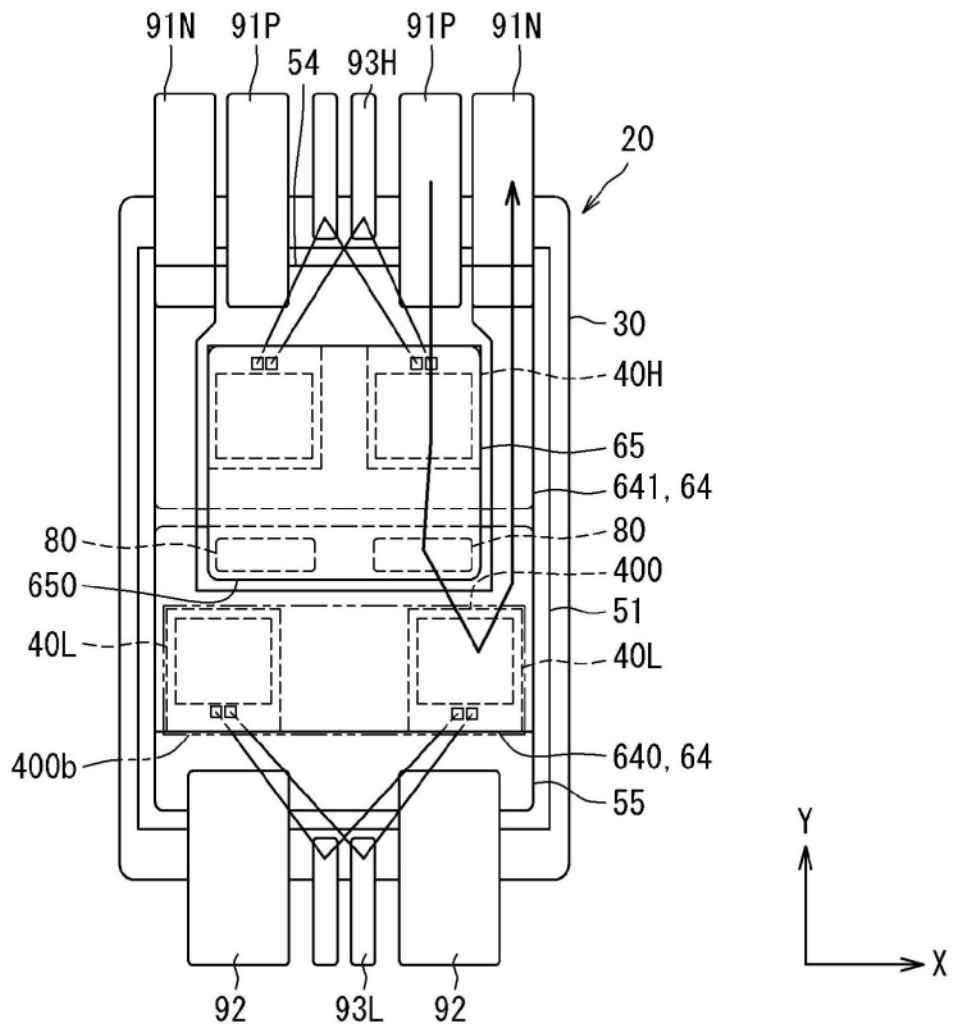


图21



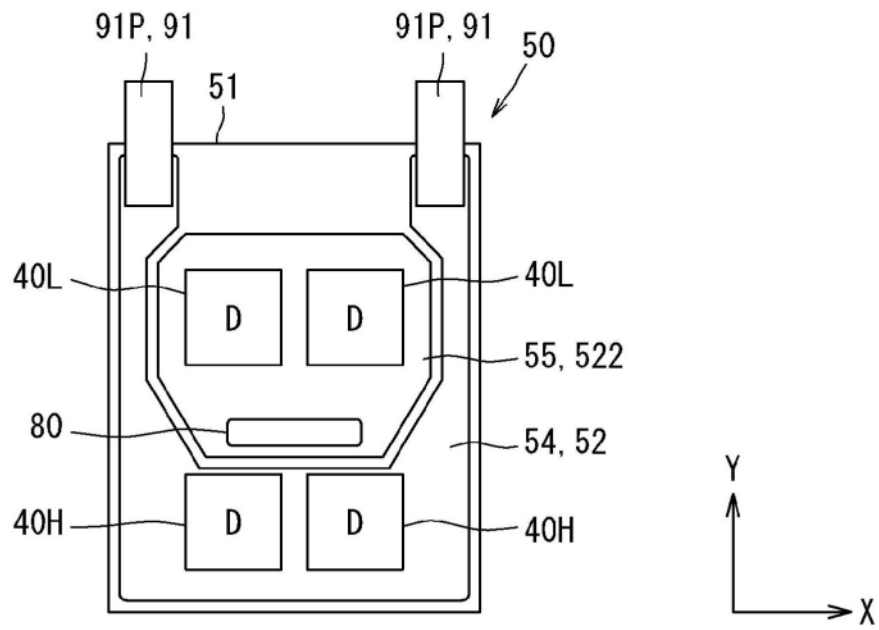


图23

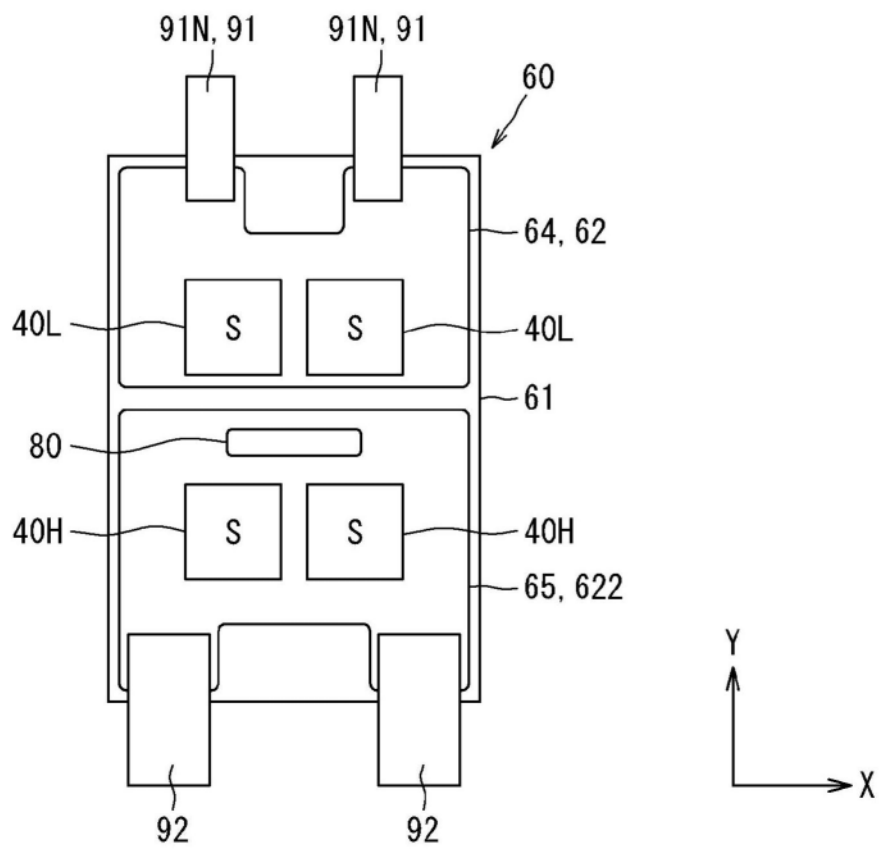


图24

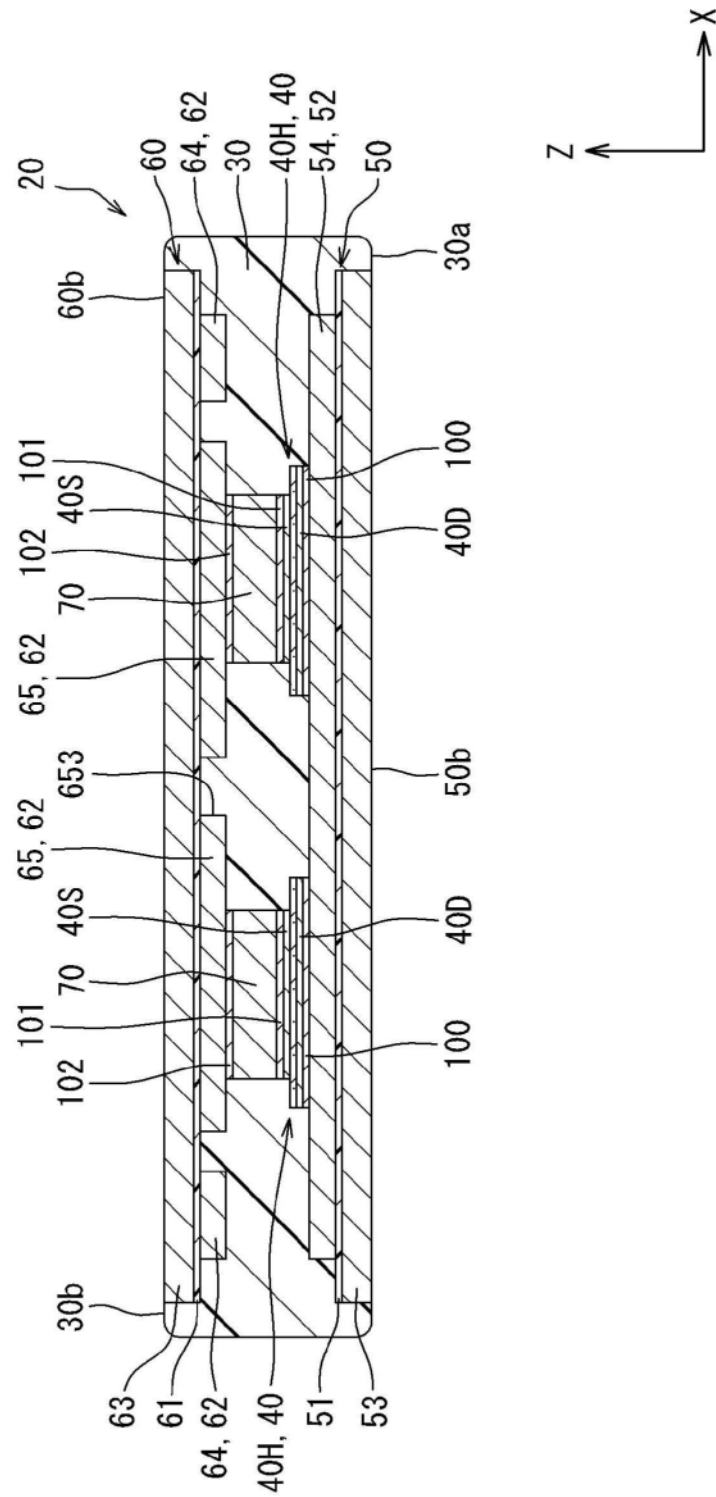


图25







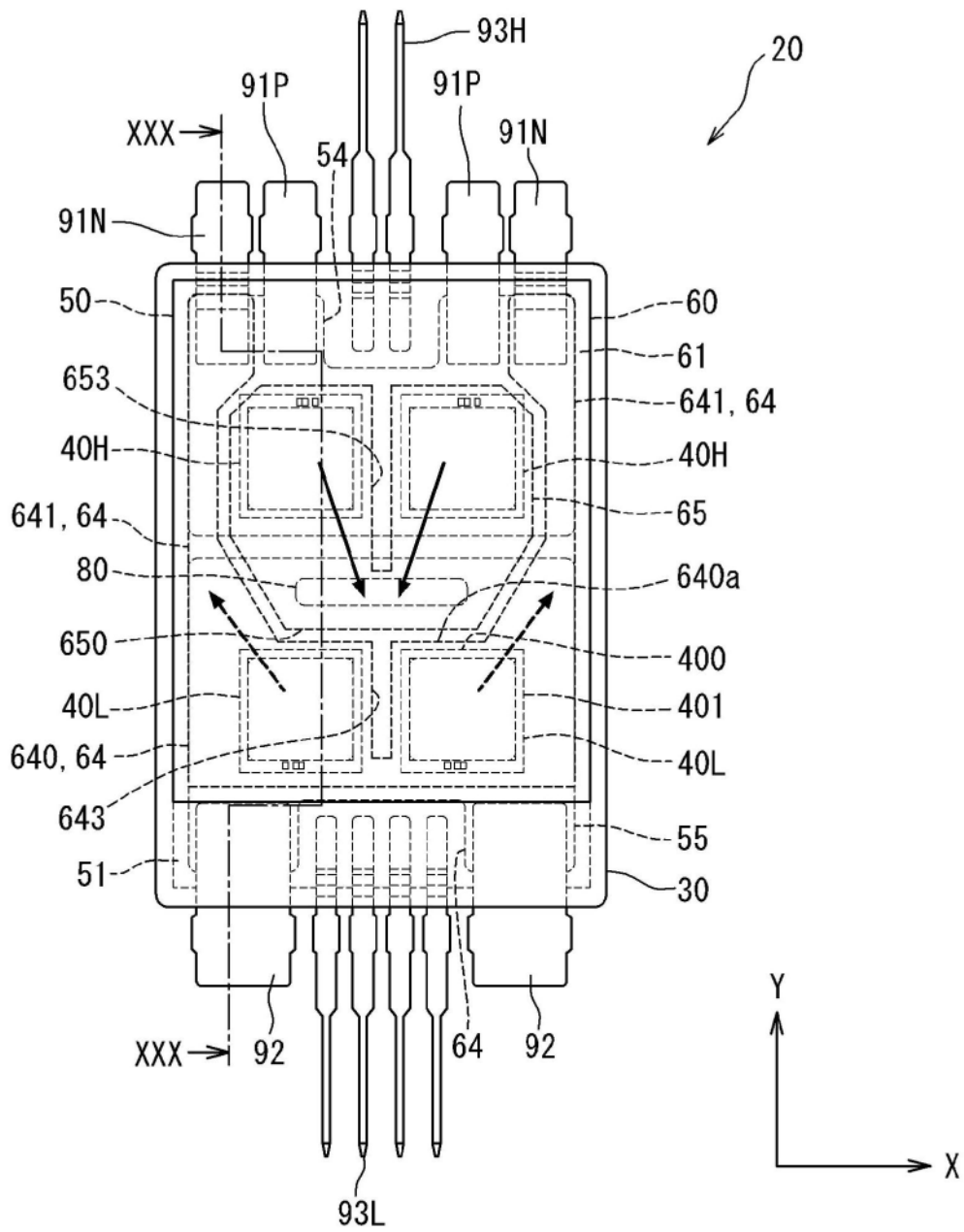


图29

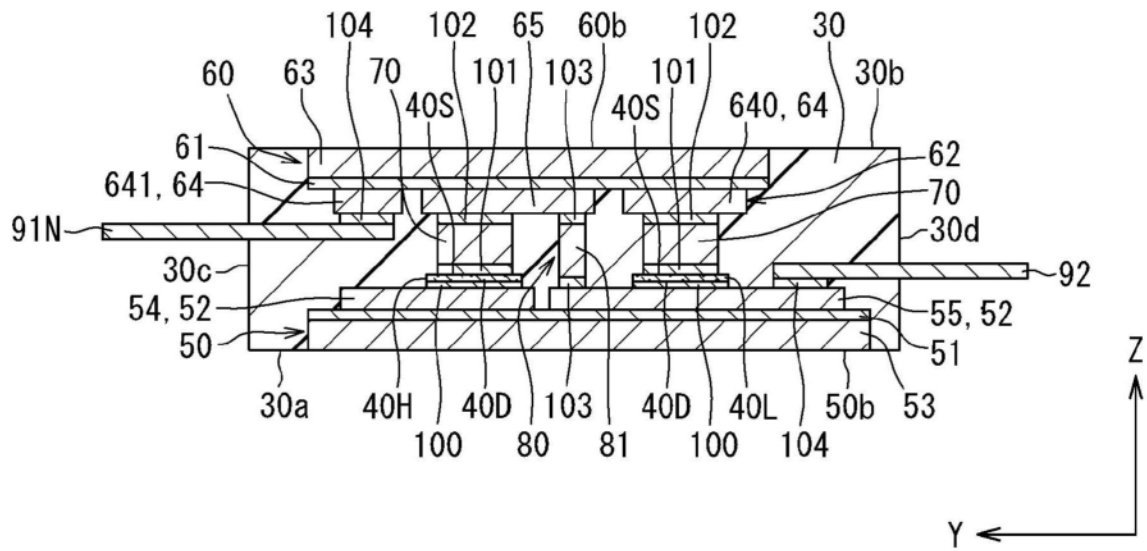


图30

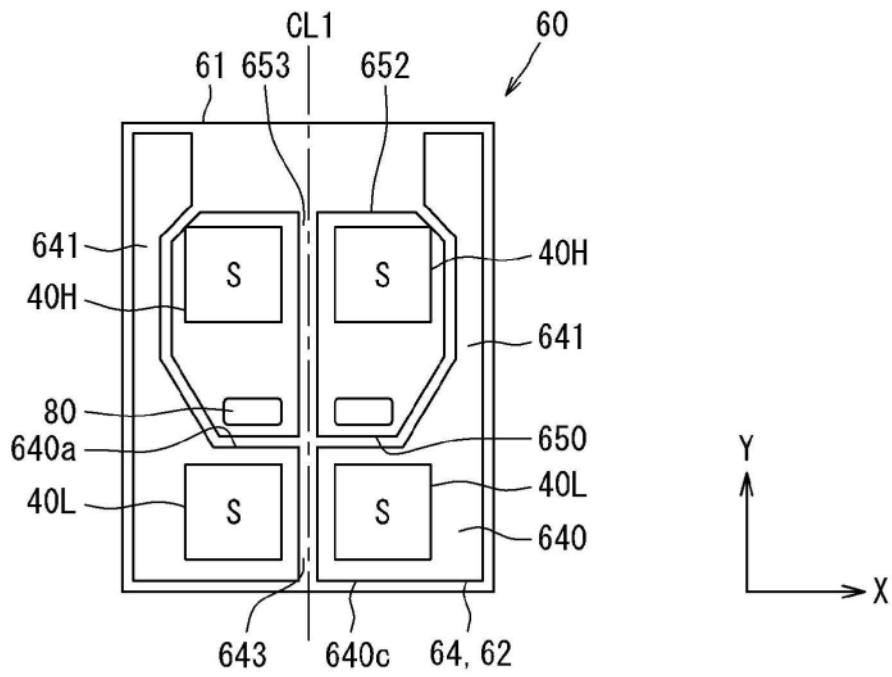


图31

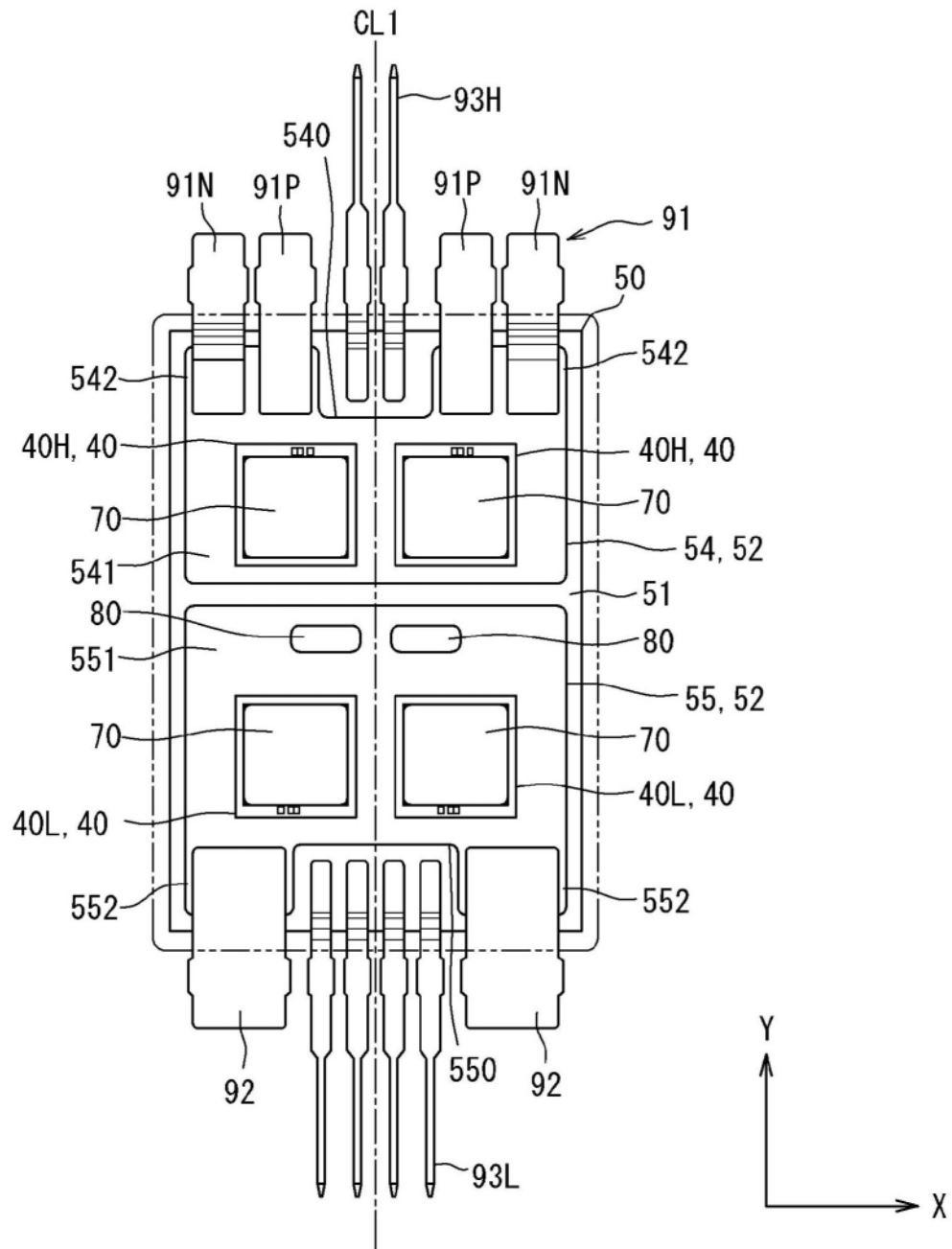


图32

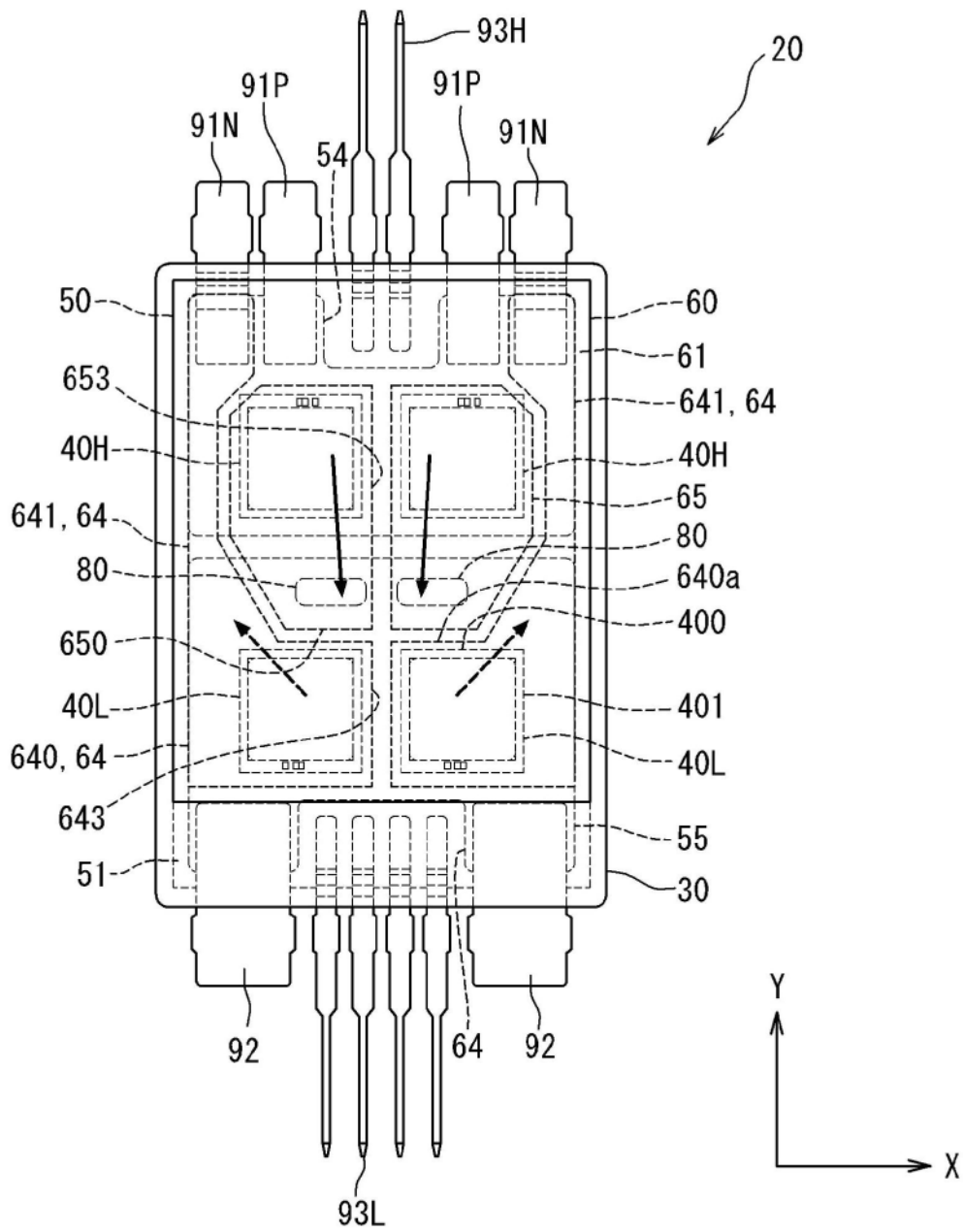


图33

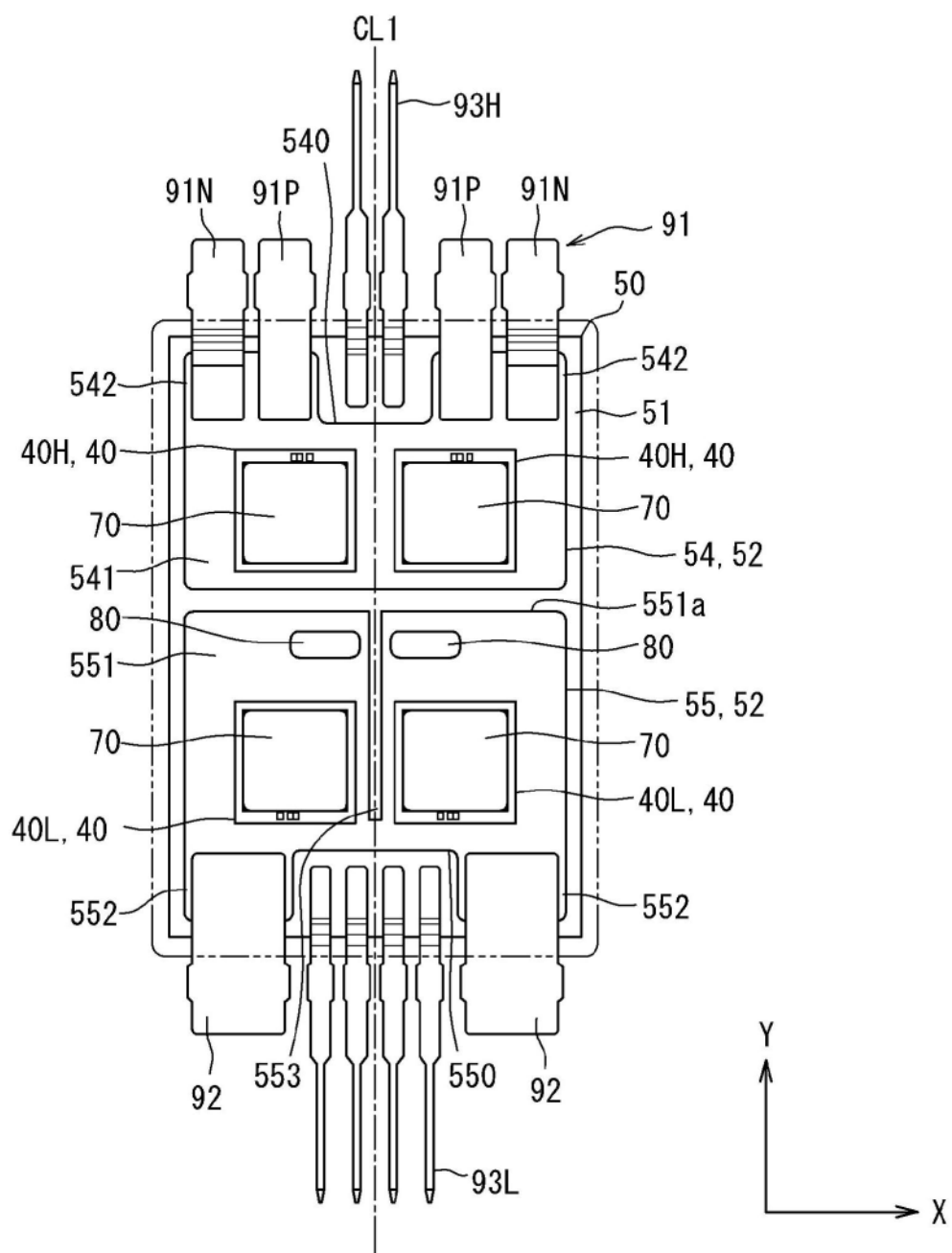


图34

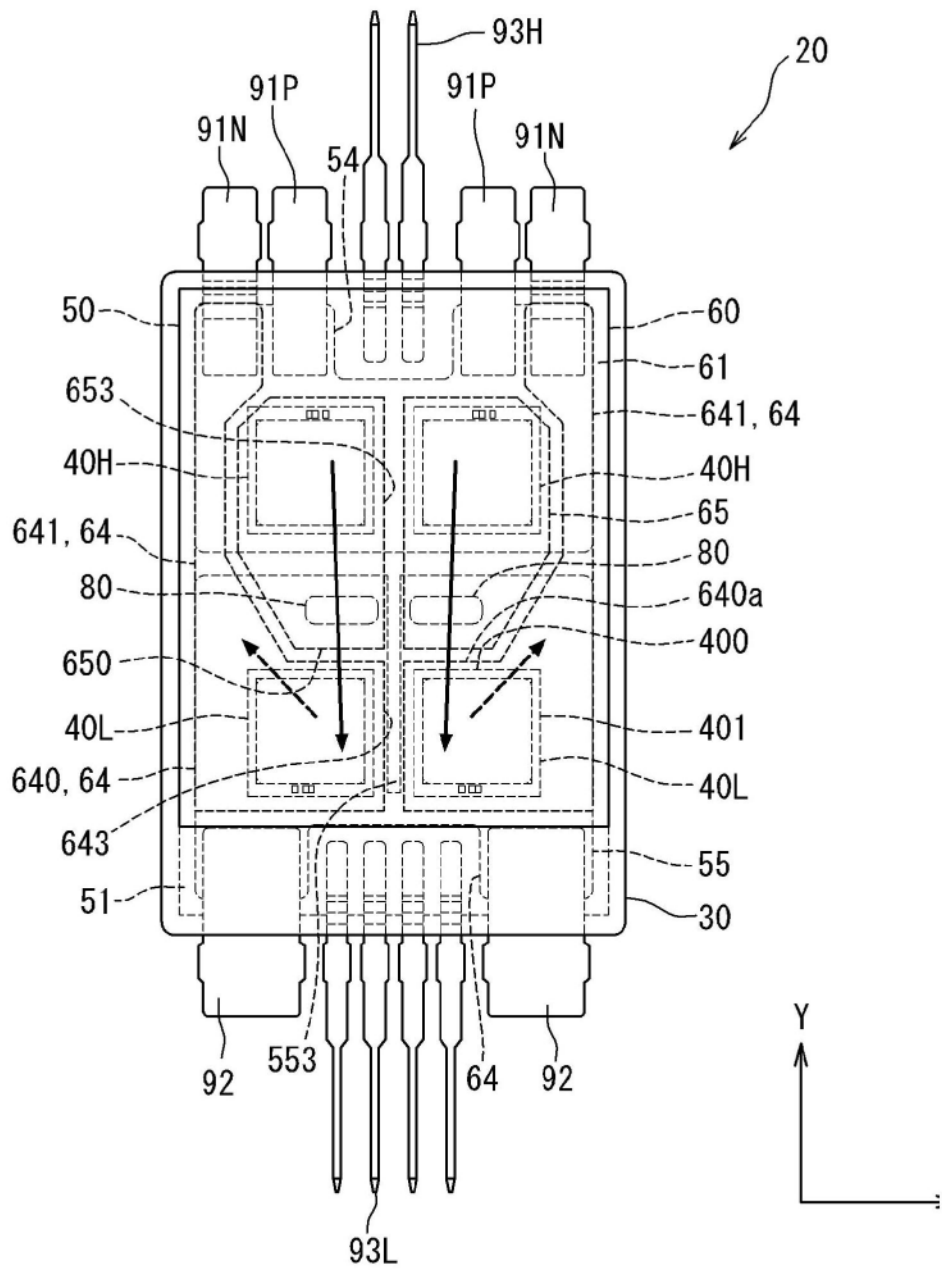


图35





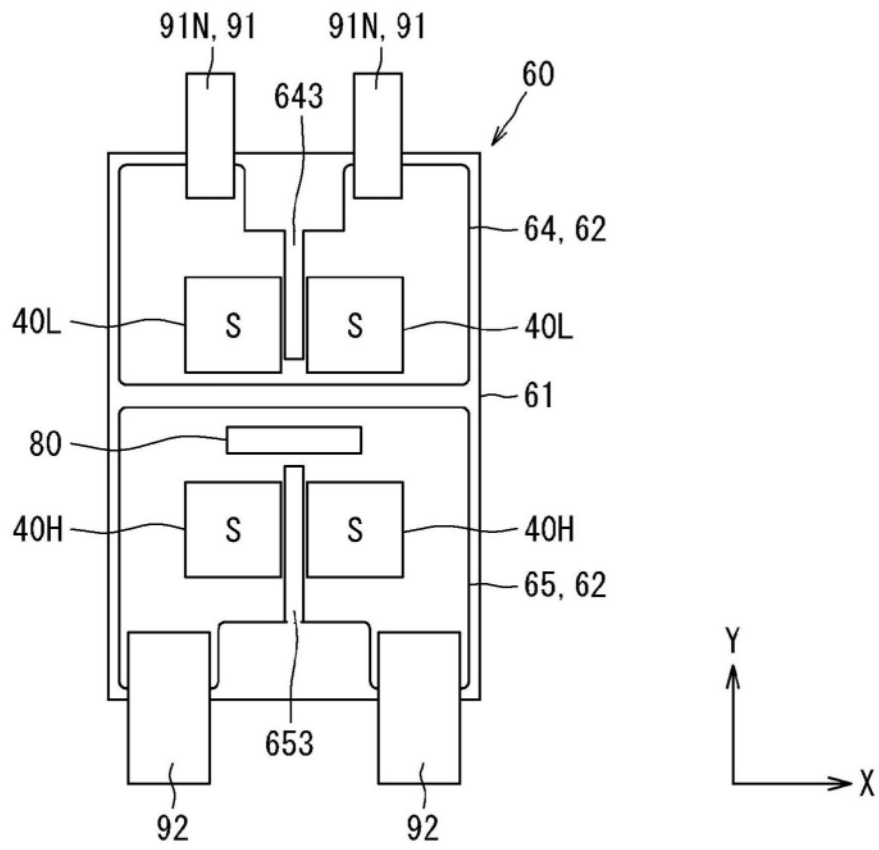


图38

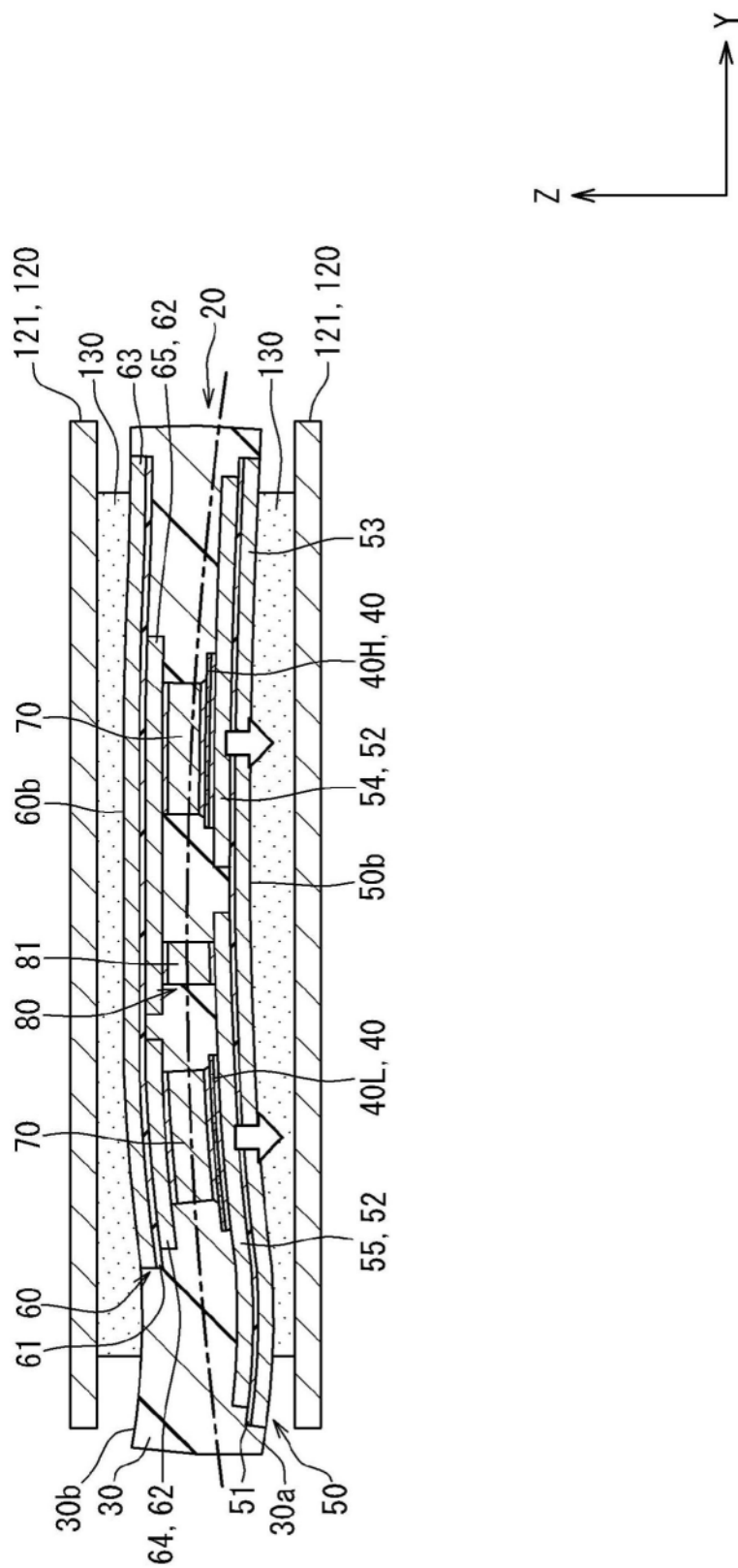


图39

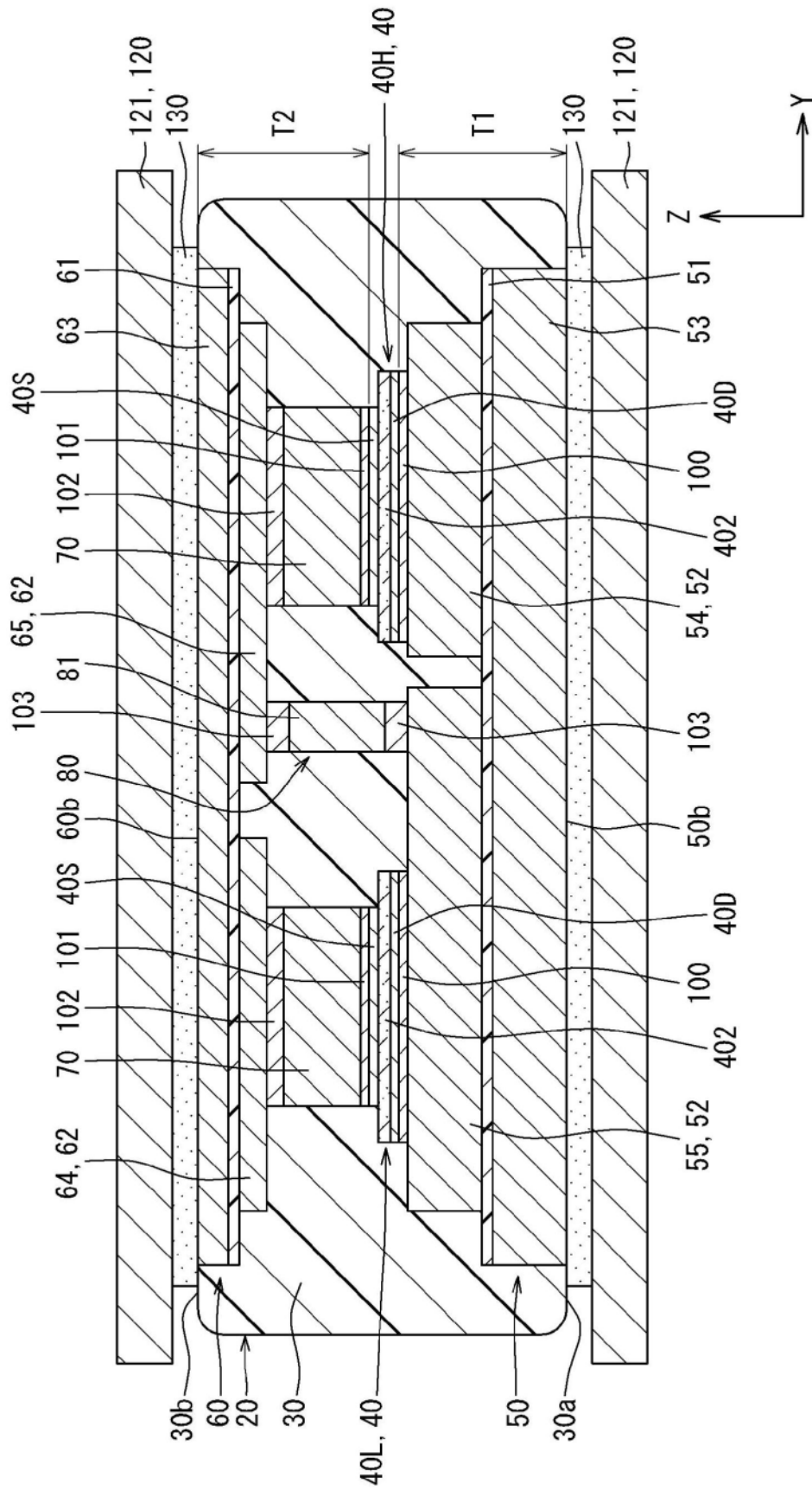


图40

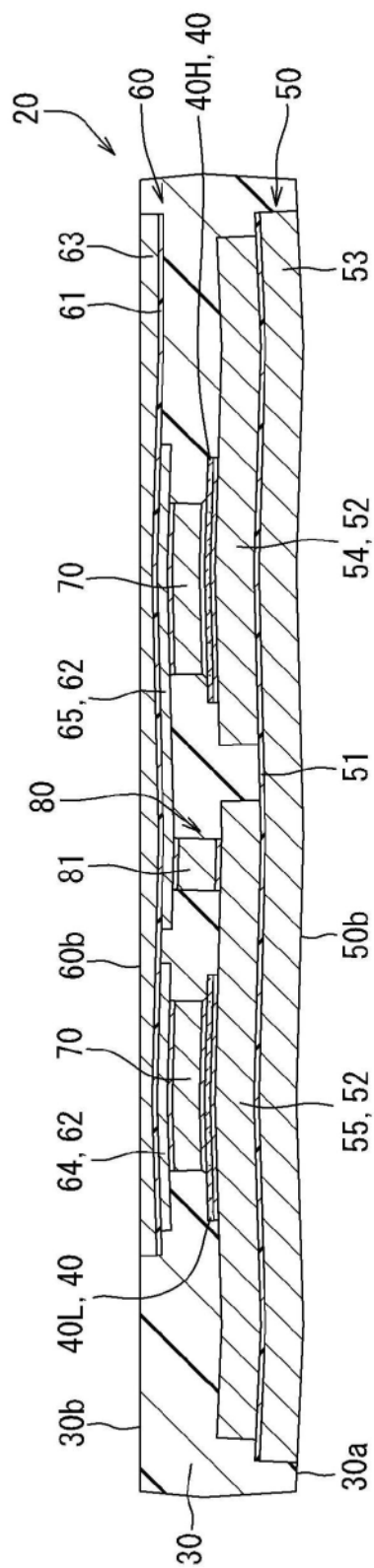


图41

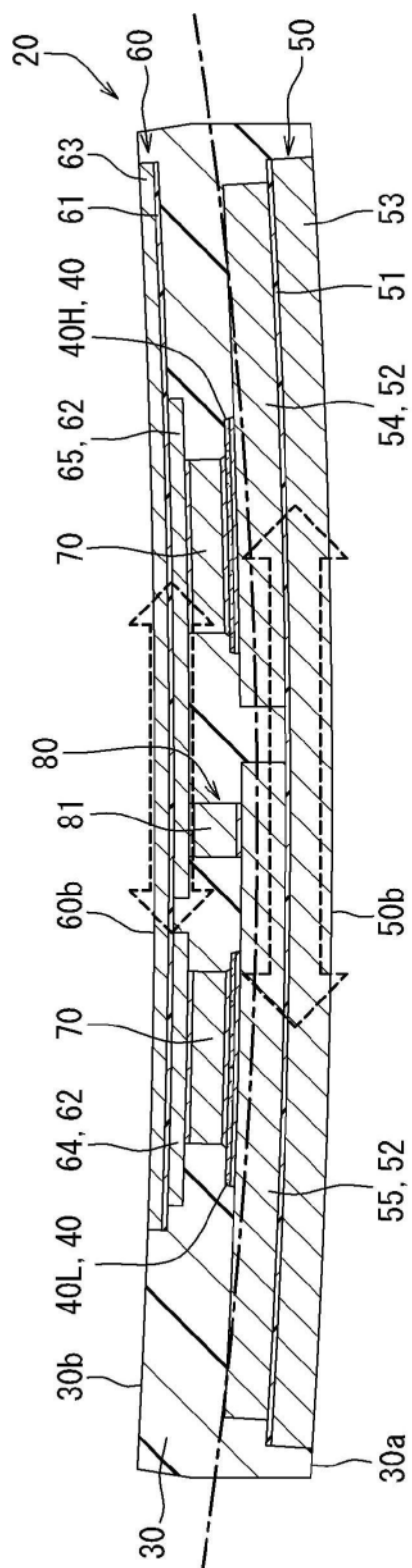


图42

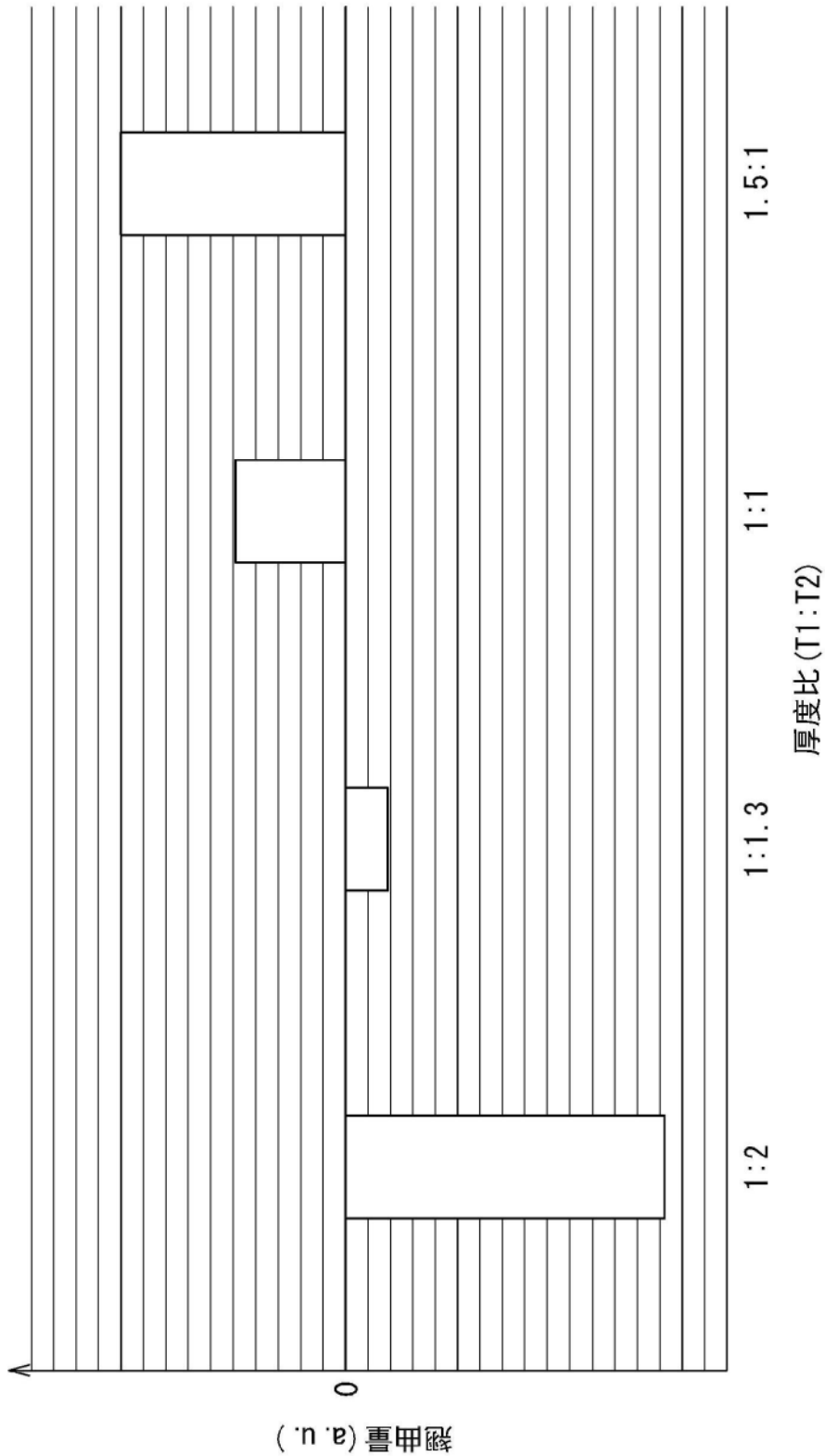


图43

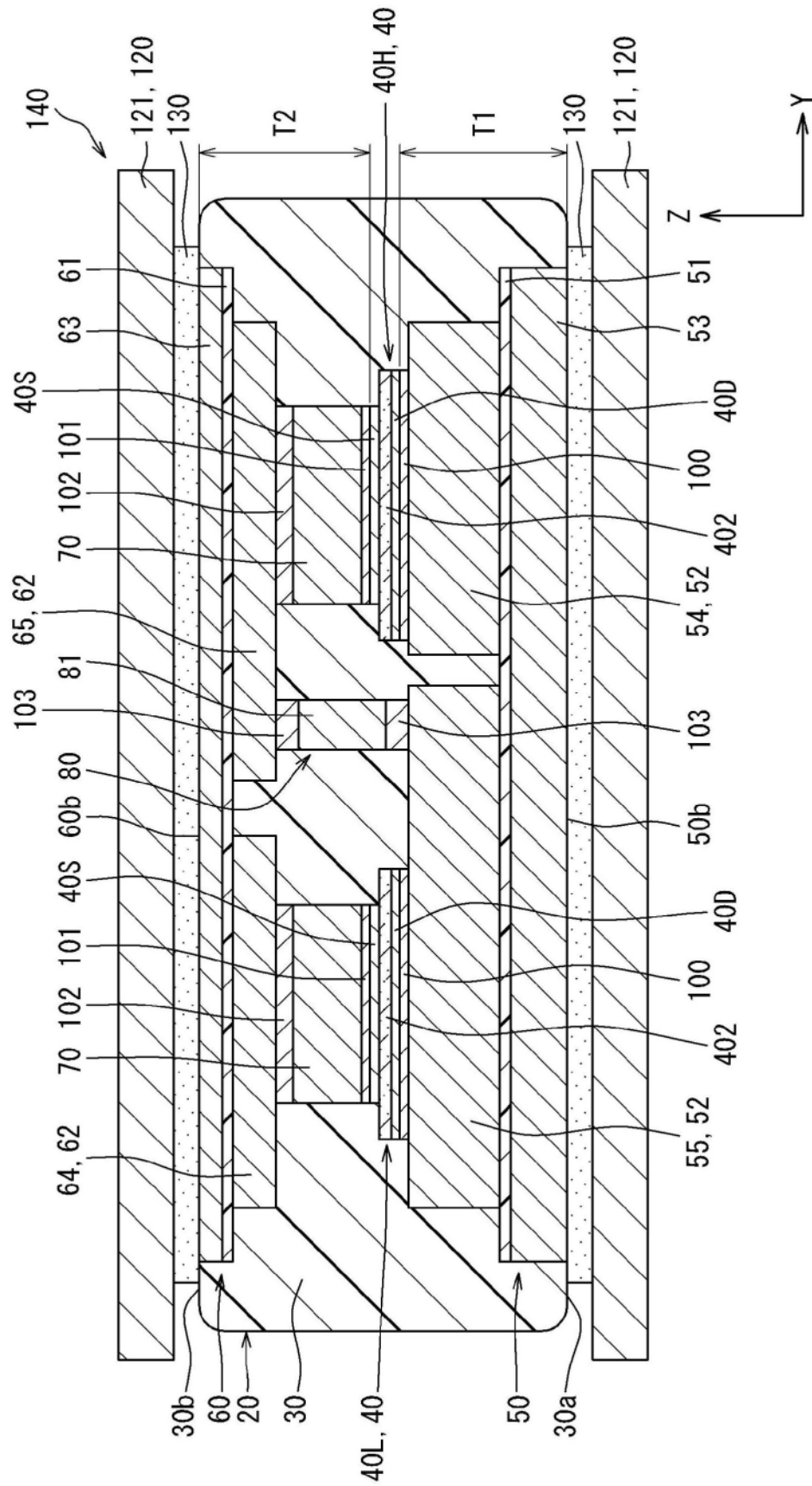


图44



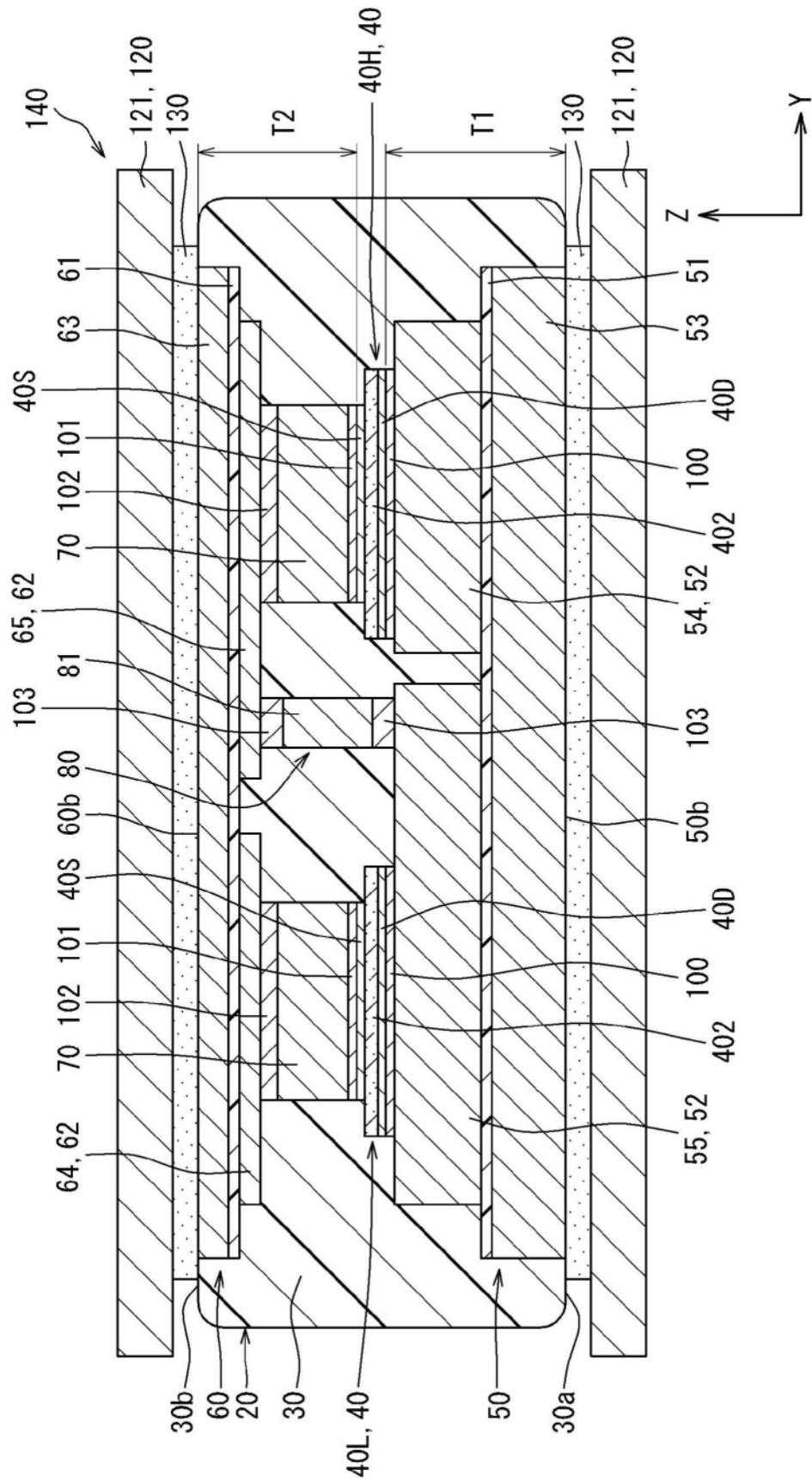


图45

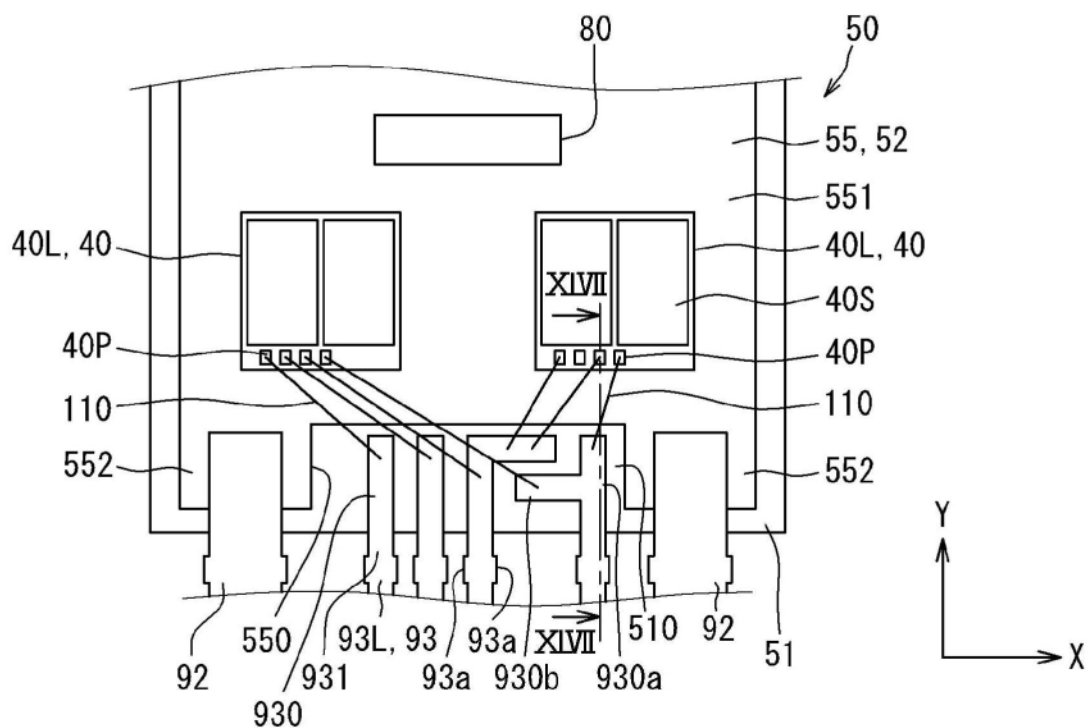


图46

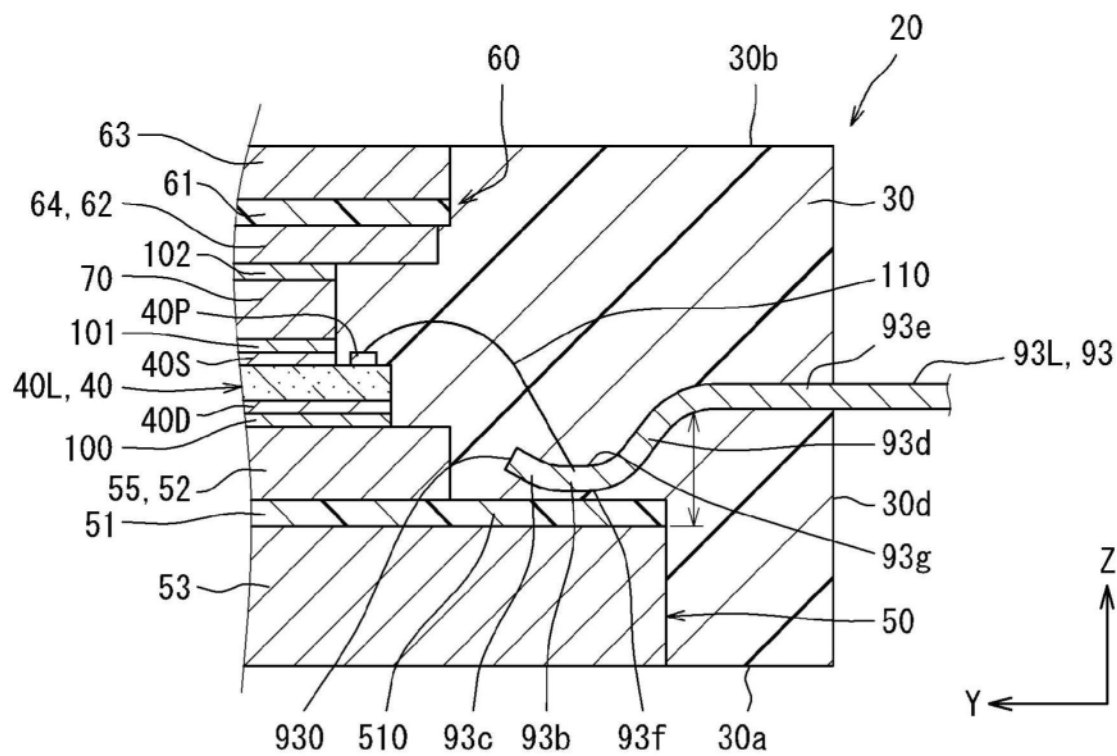


图47

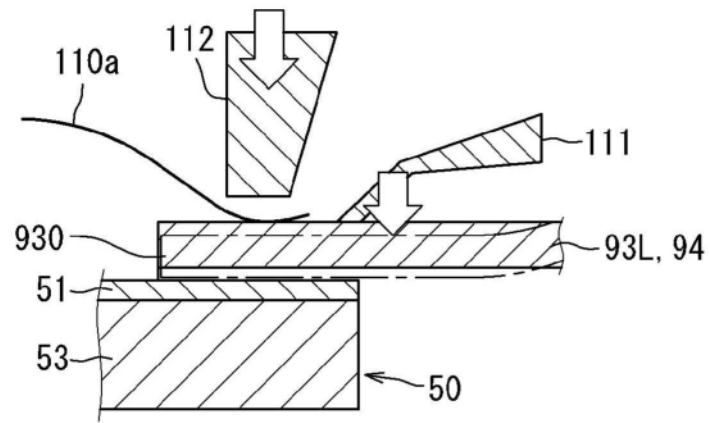


图48

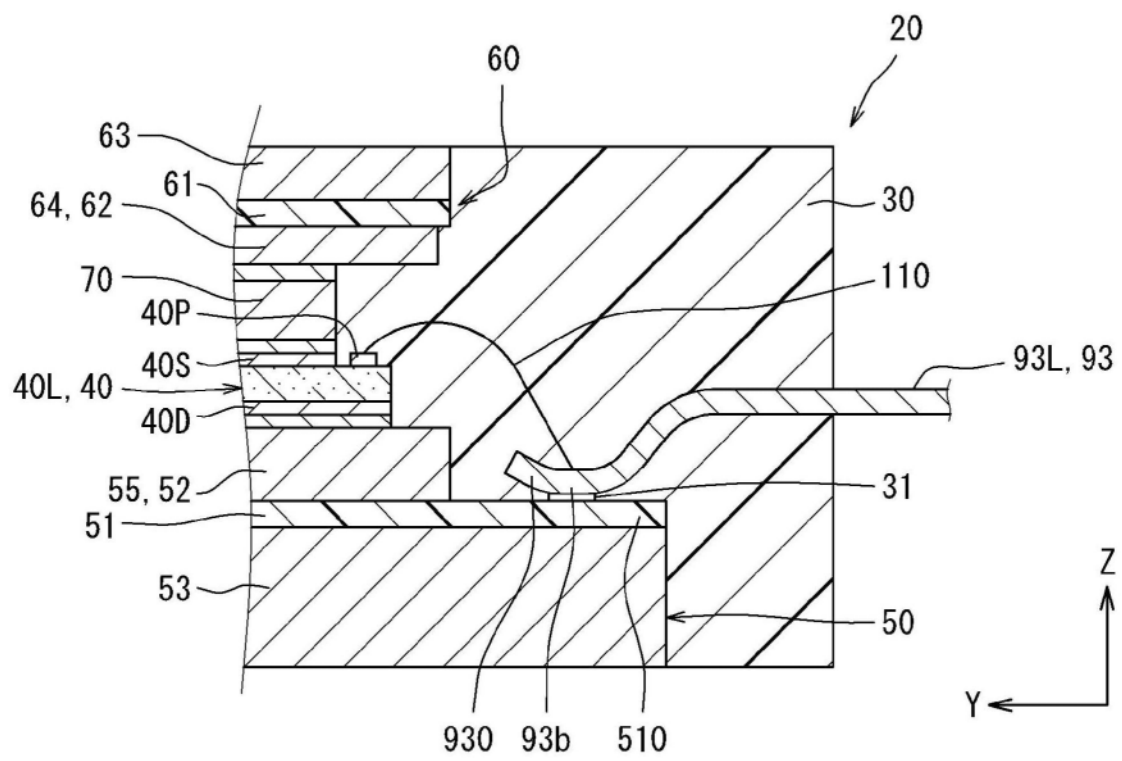


图49

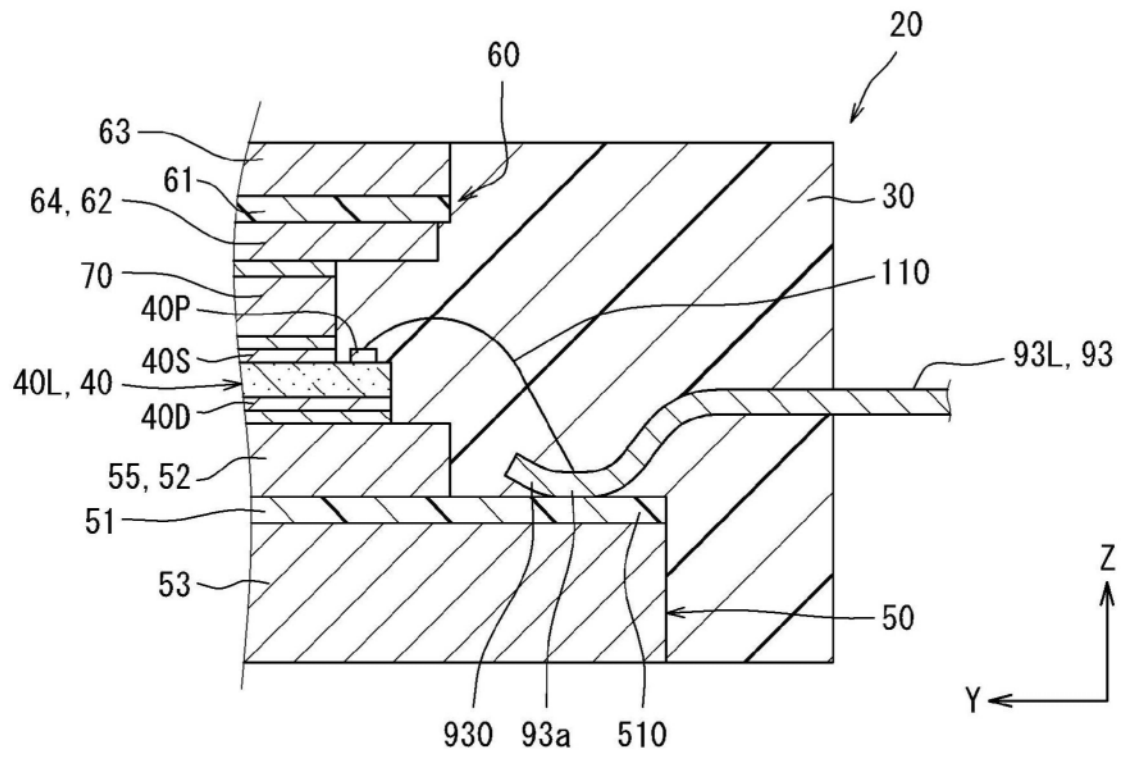


图50

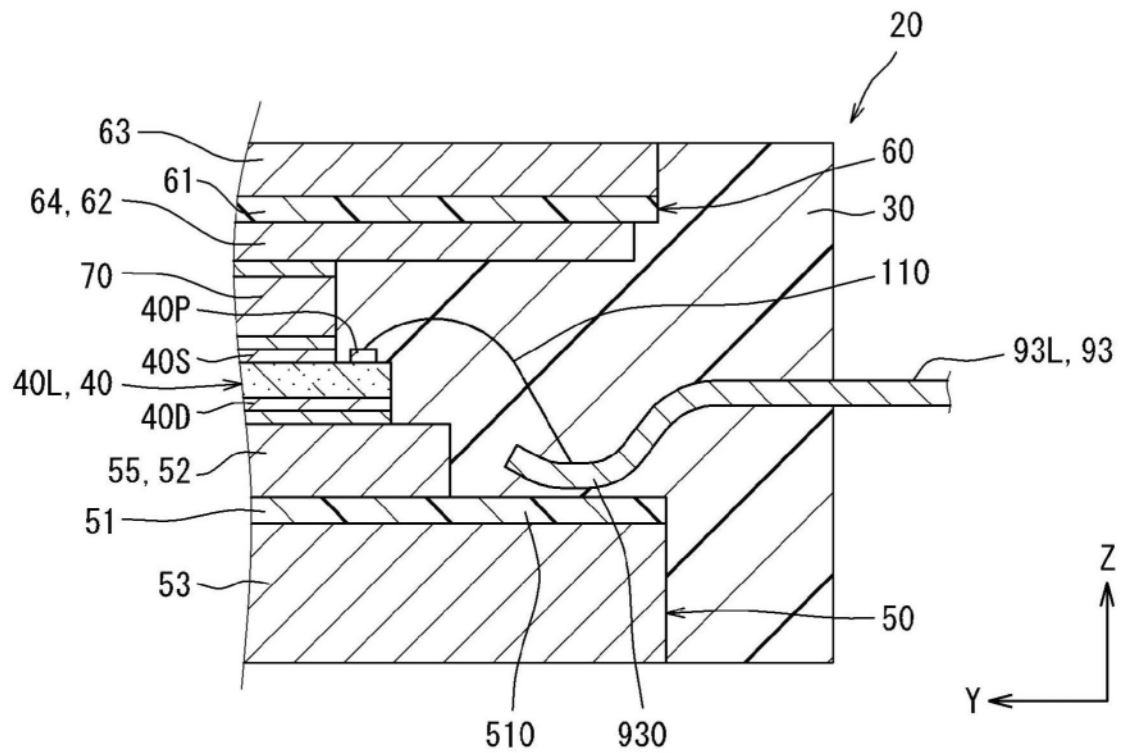


图51

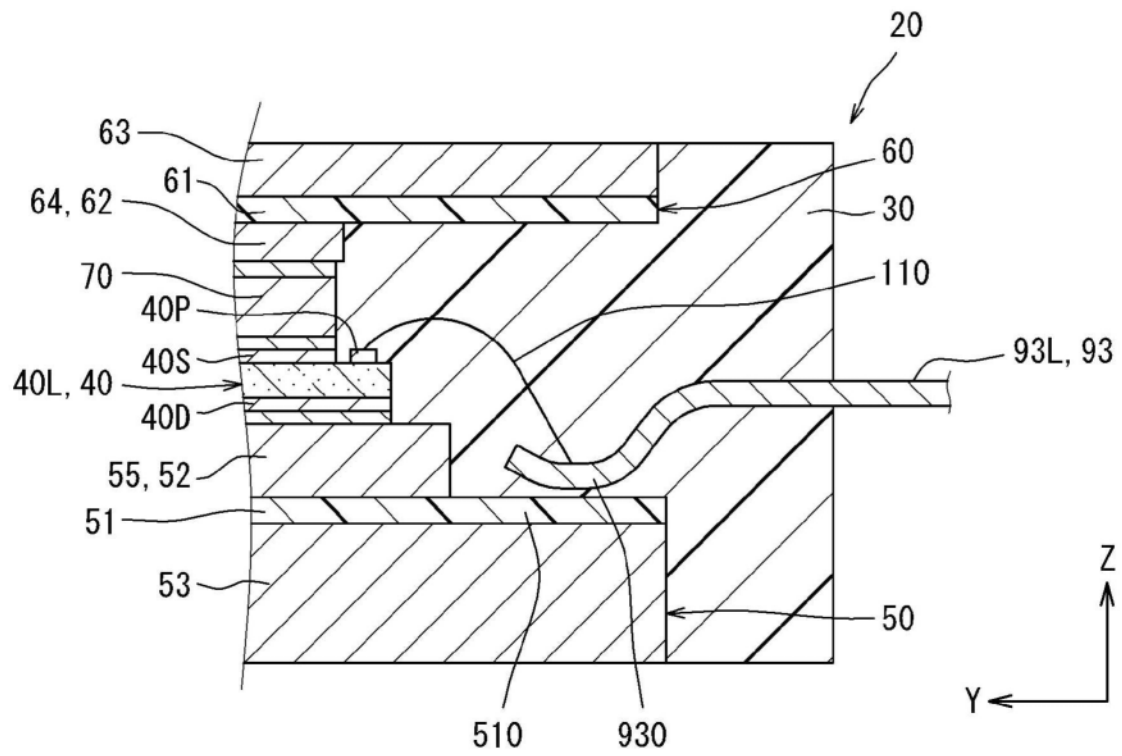


图52

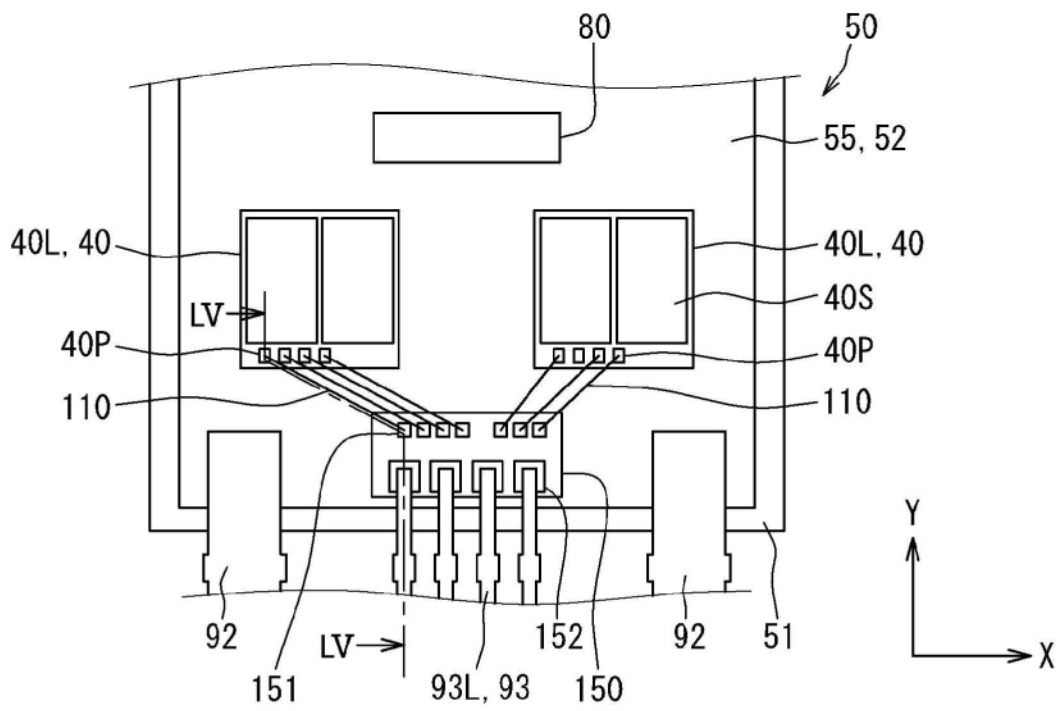


图53

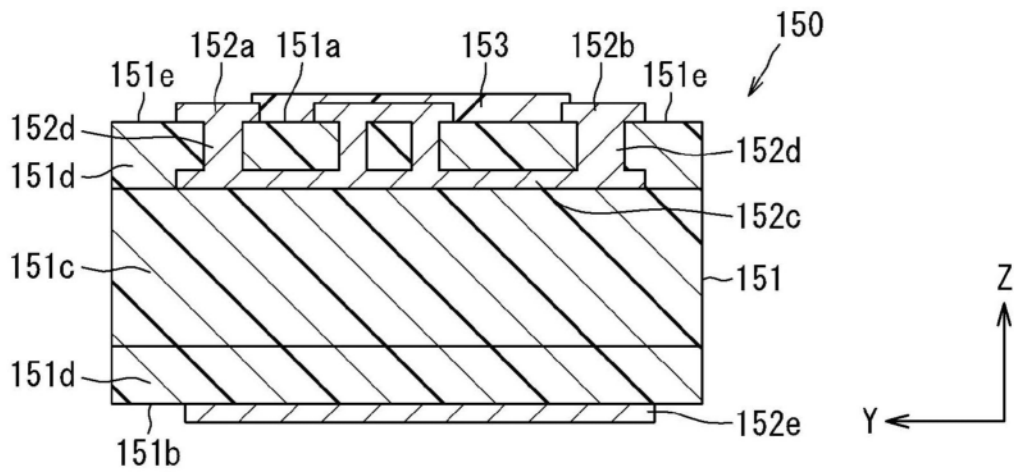


图54

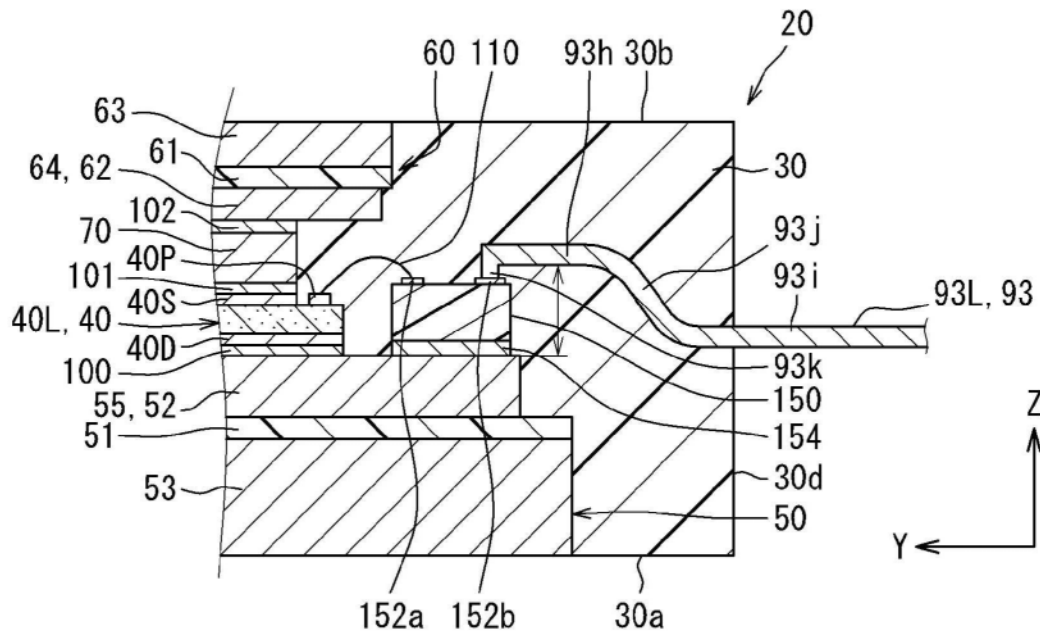


图55

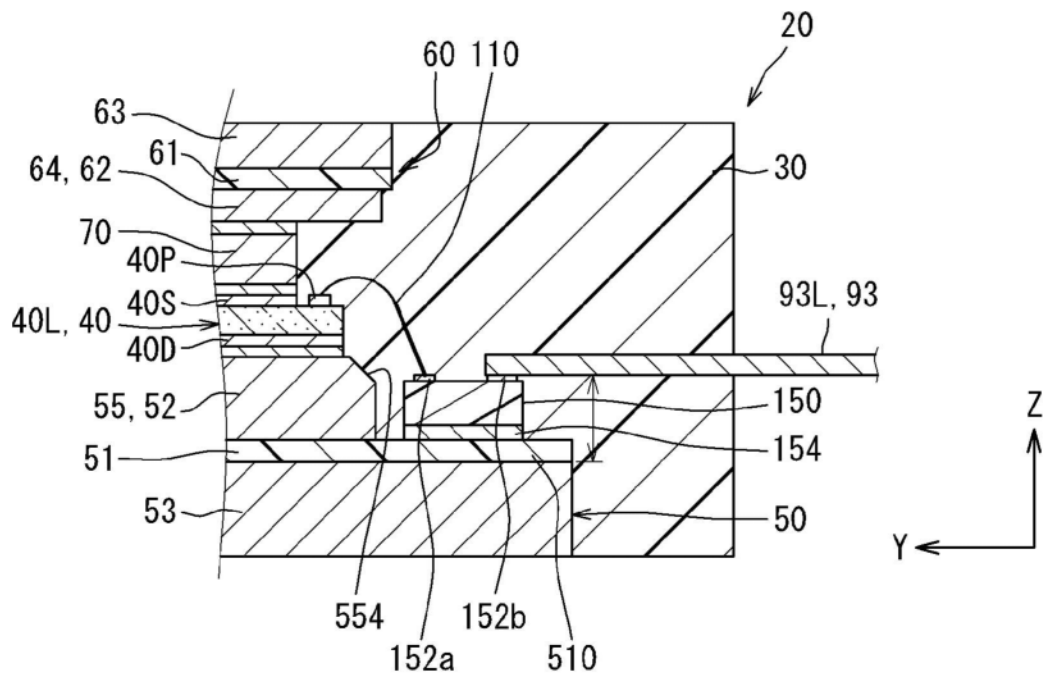


图56

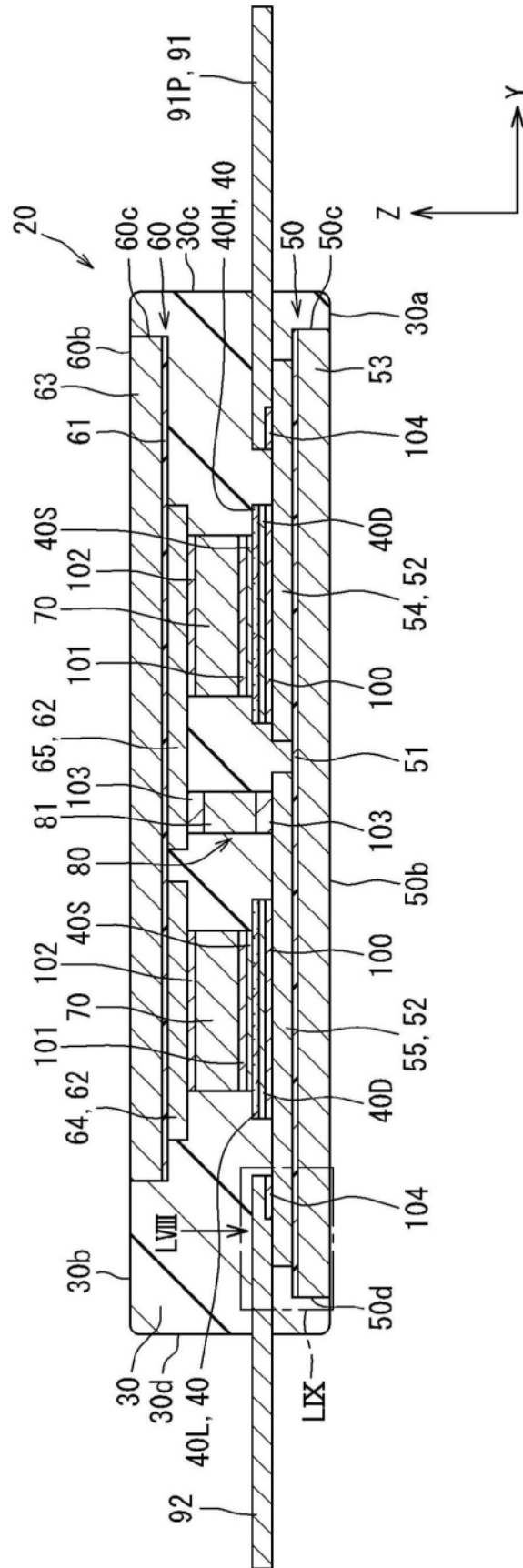


图57



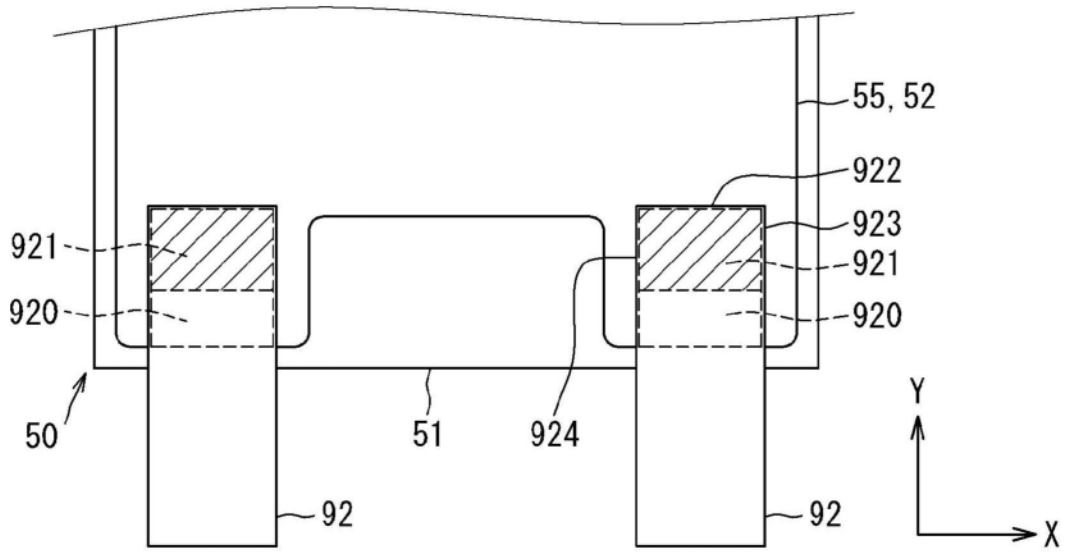


图58

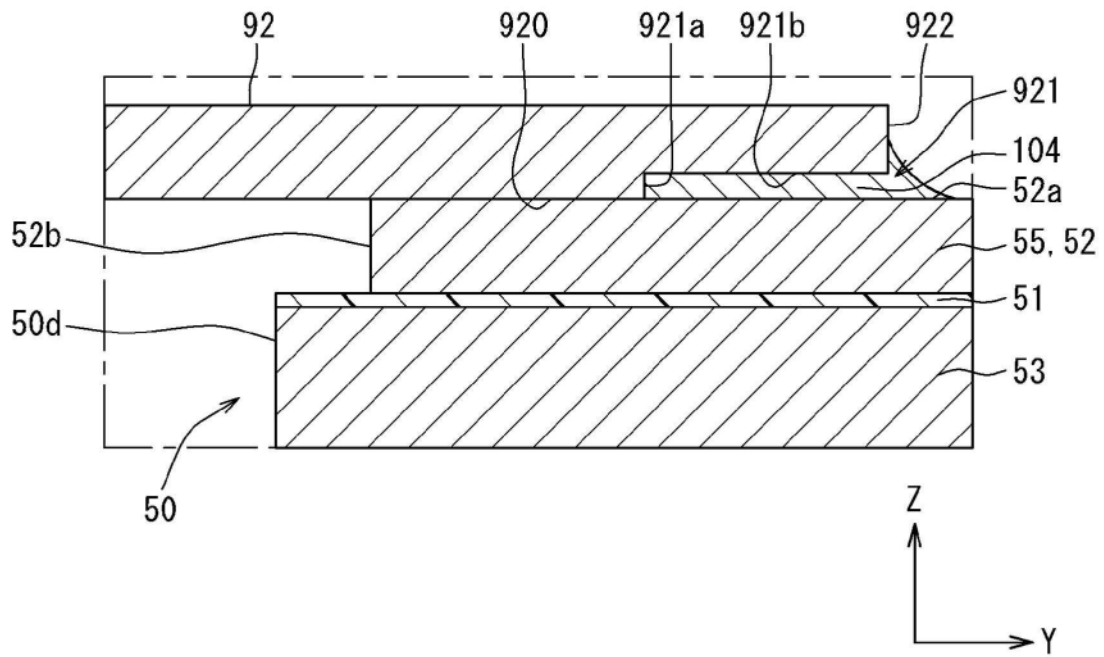


图59

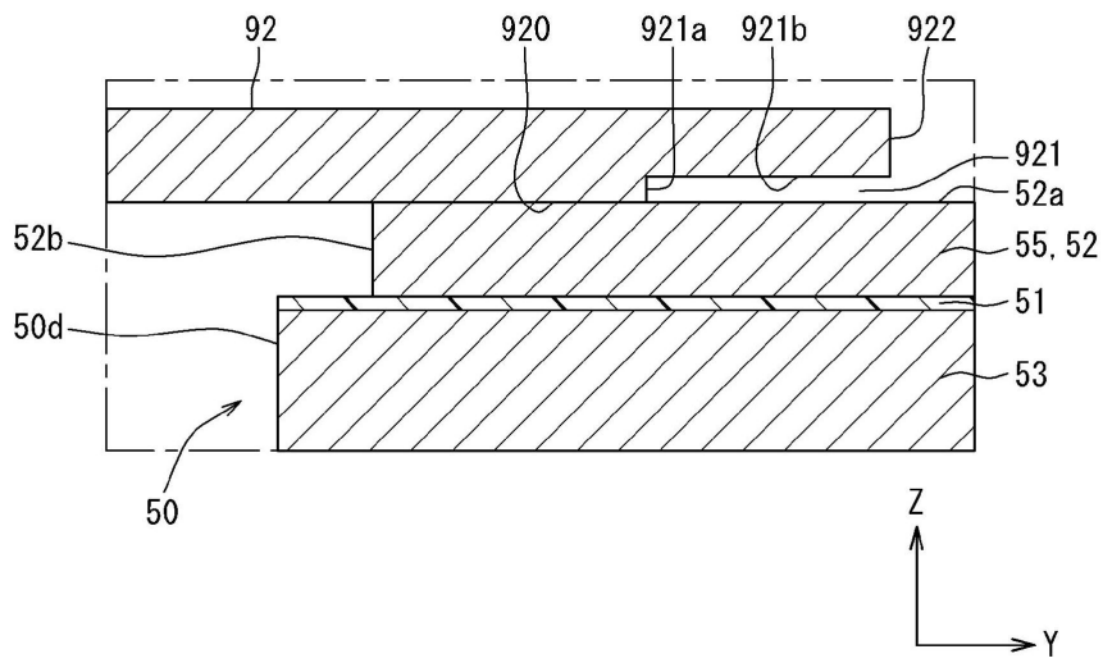


图60

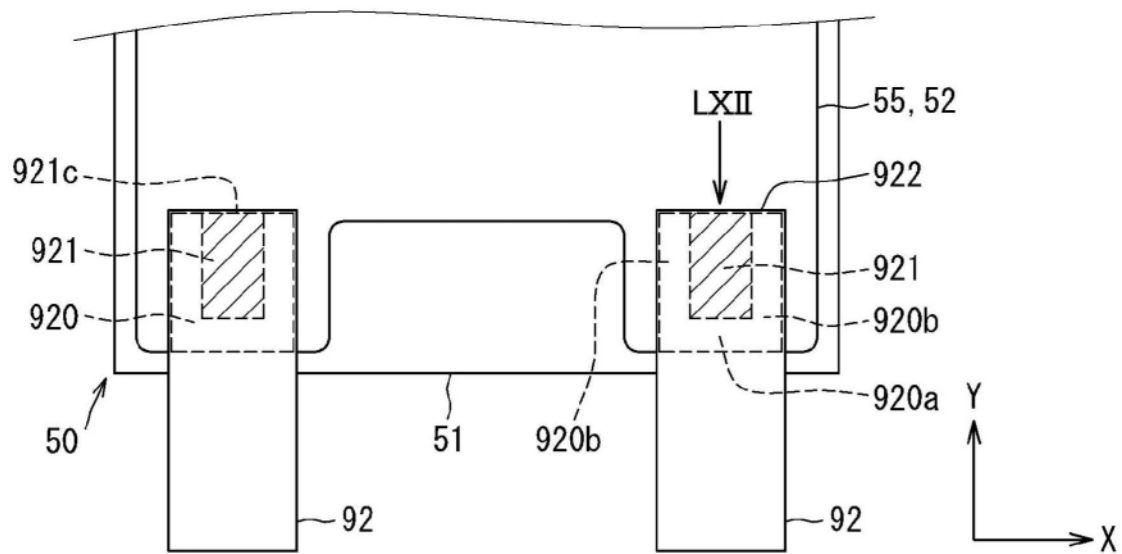


图61

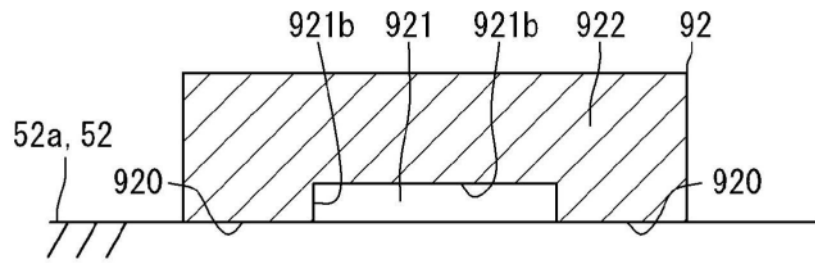


图62

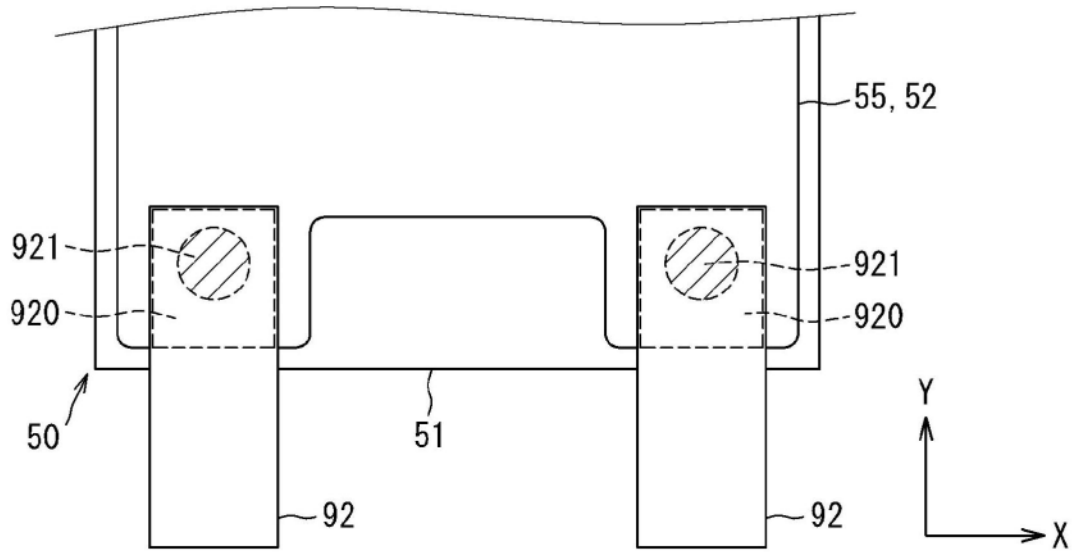


图63

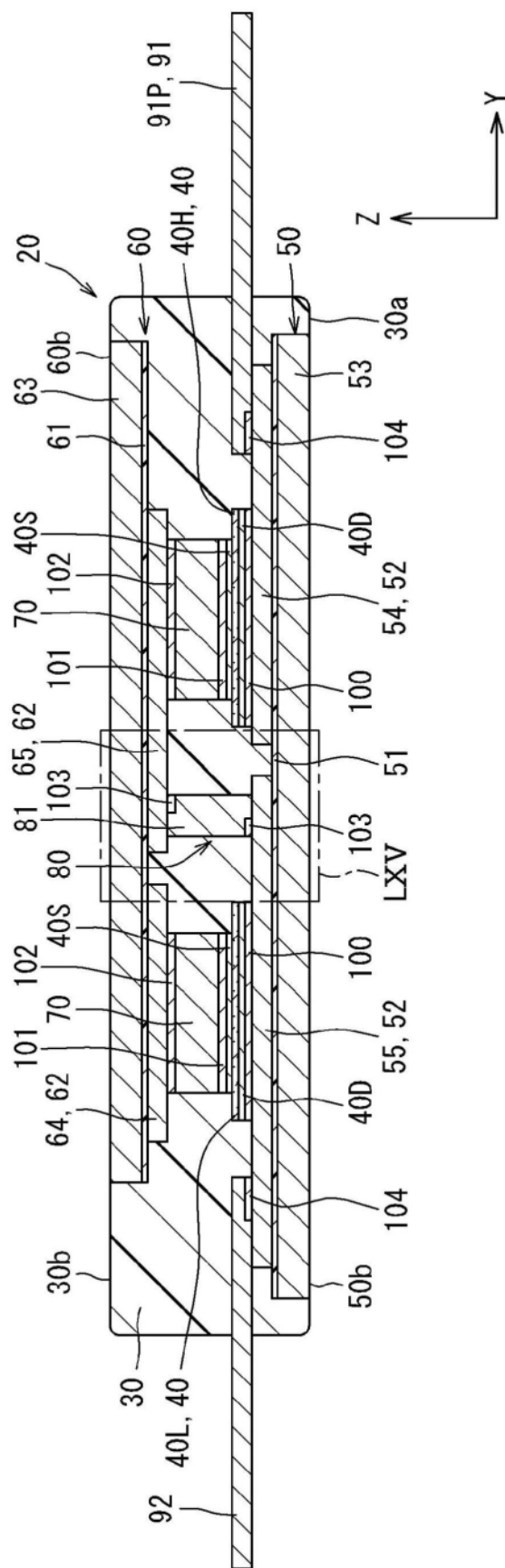


图64

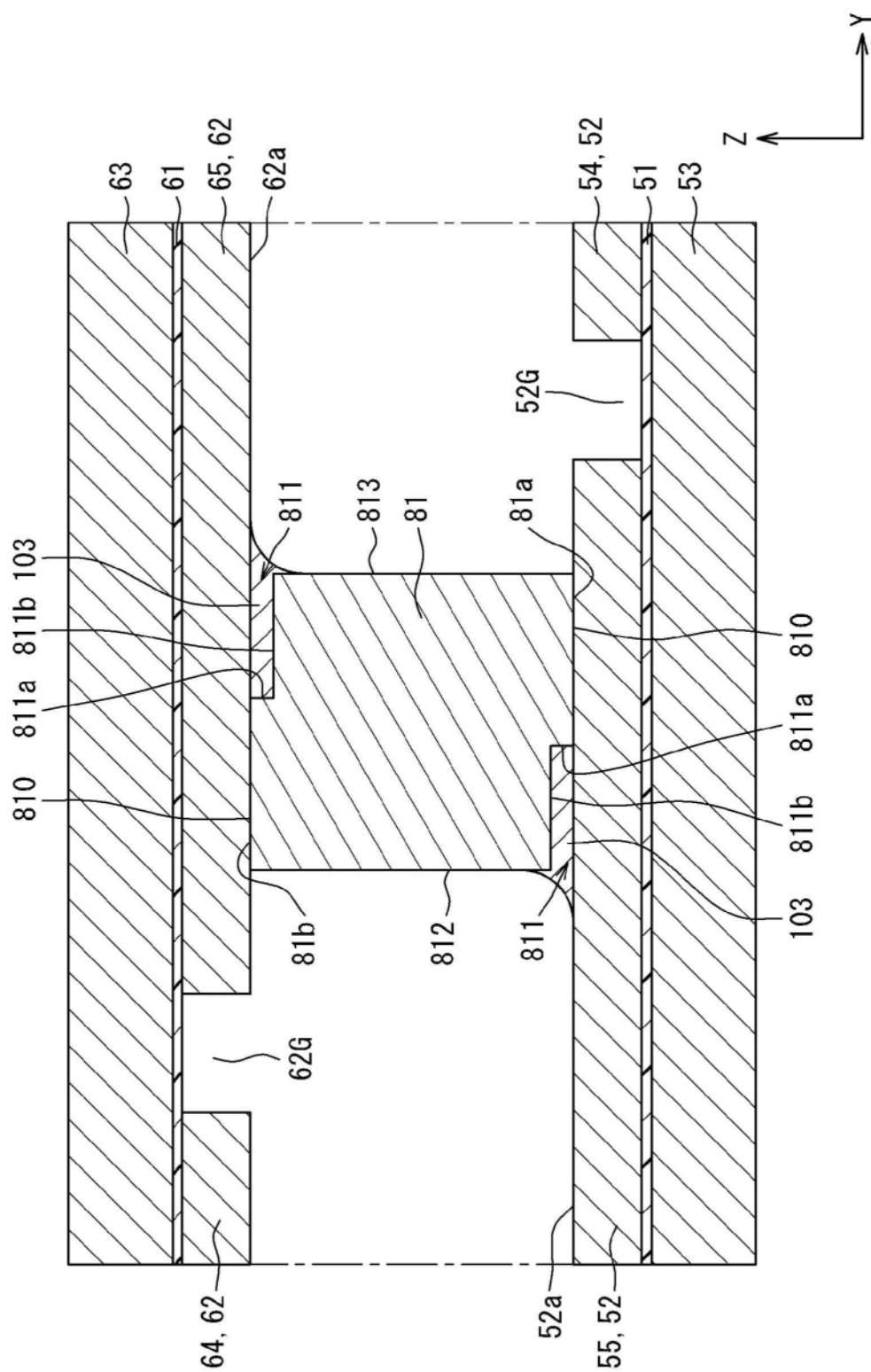


图65

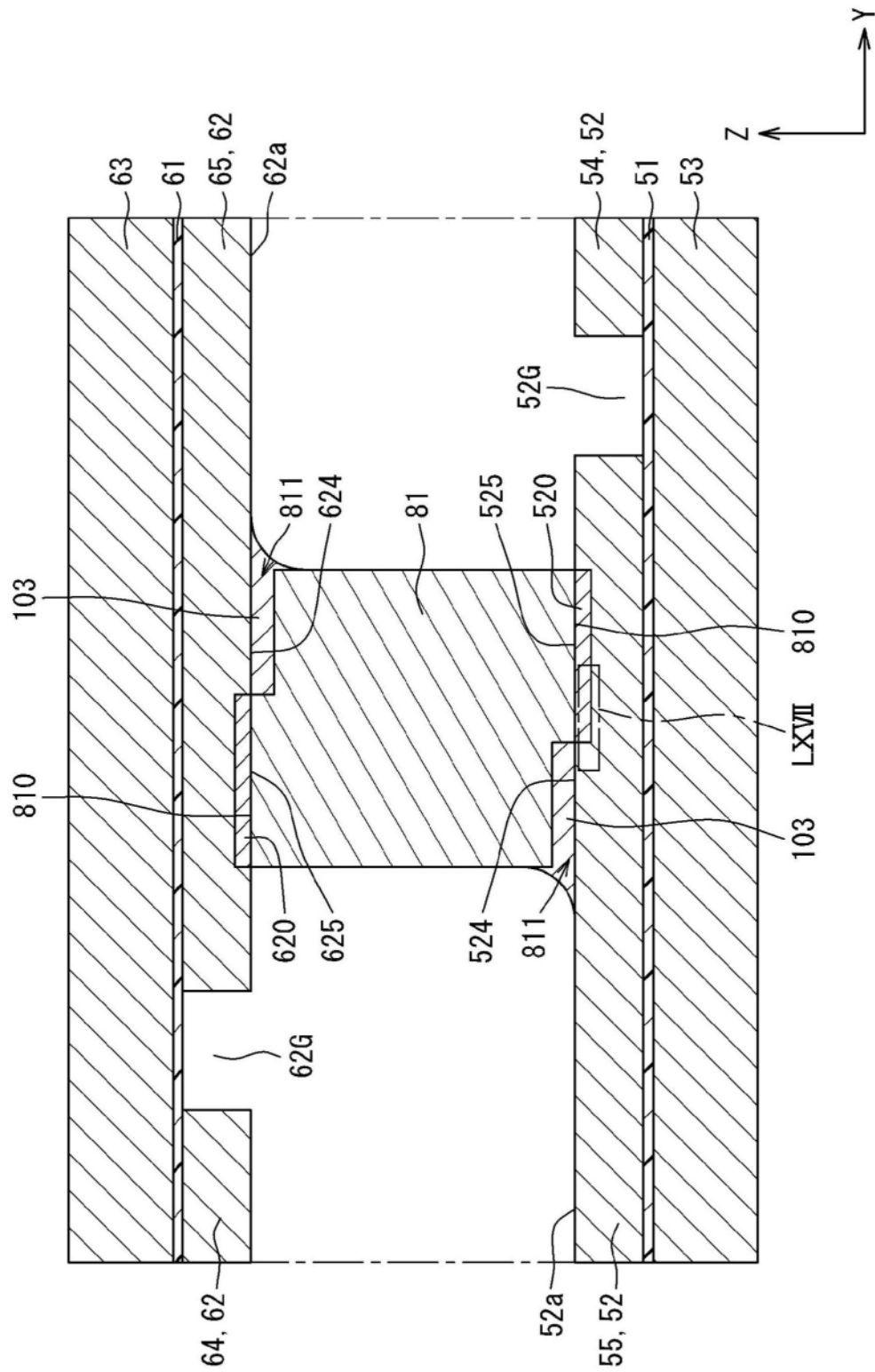


图66

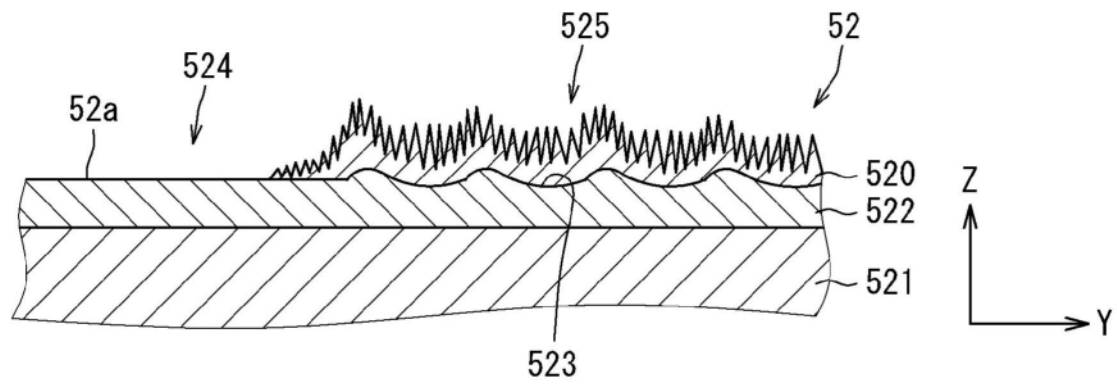


图67

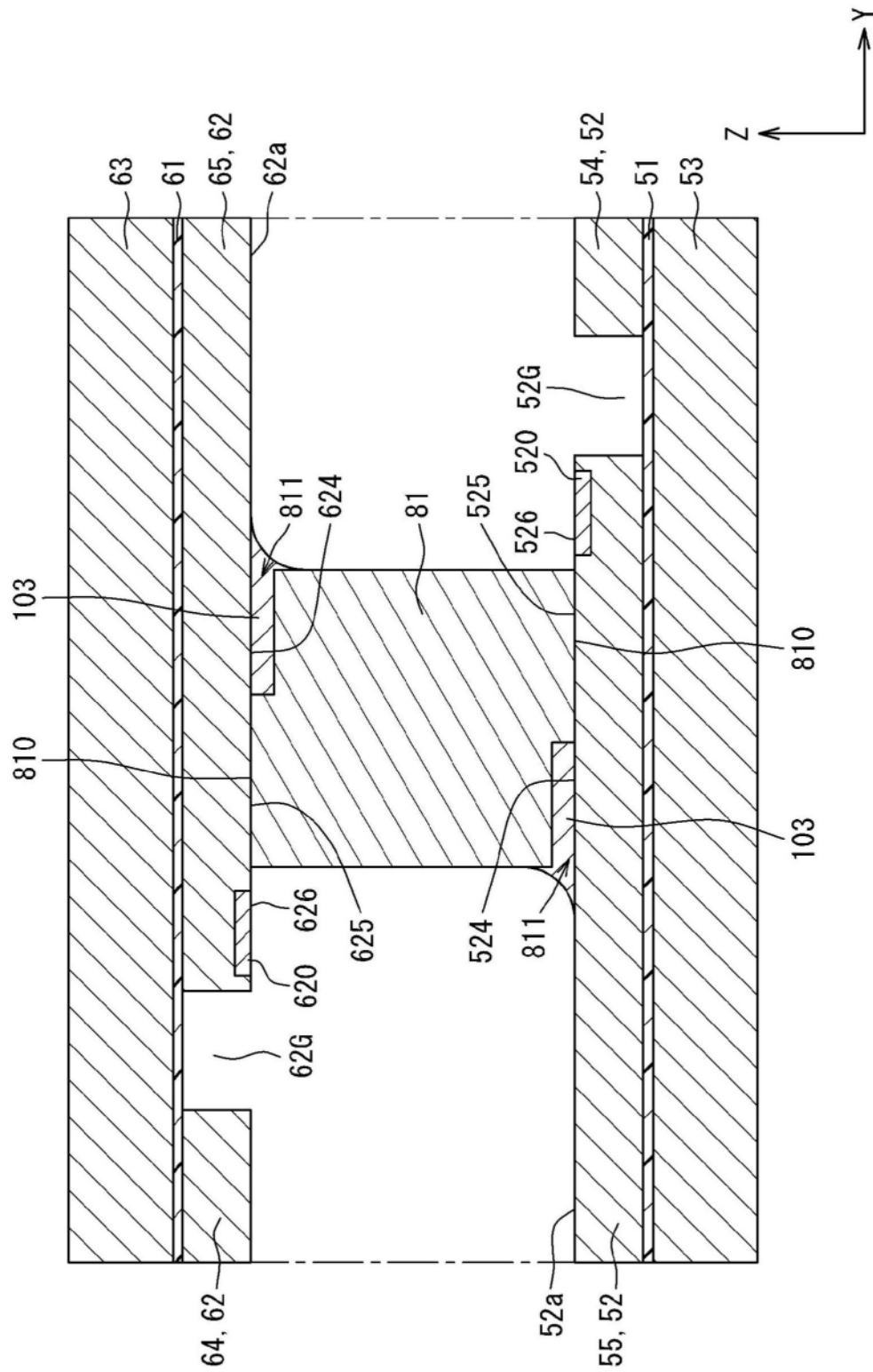


图68



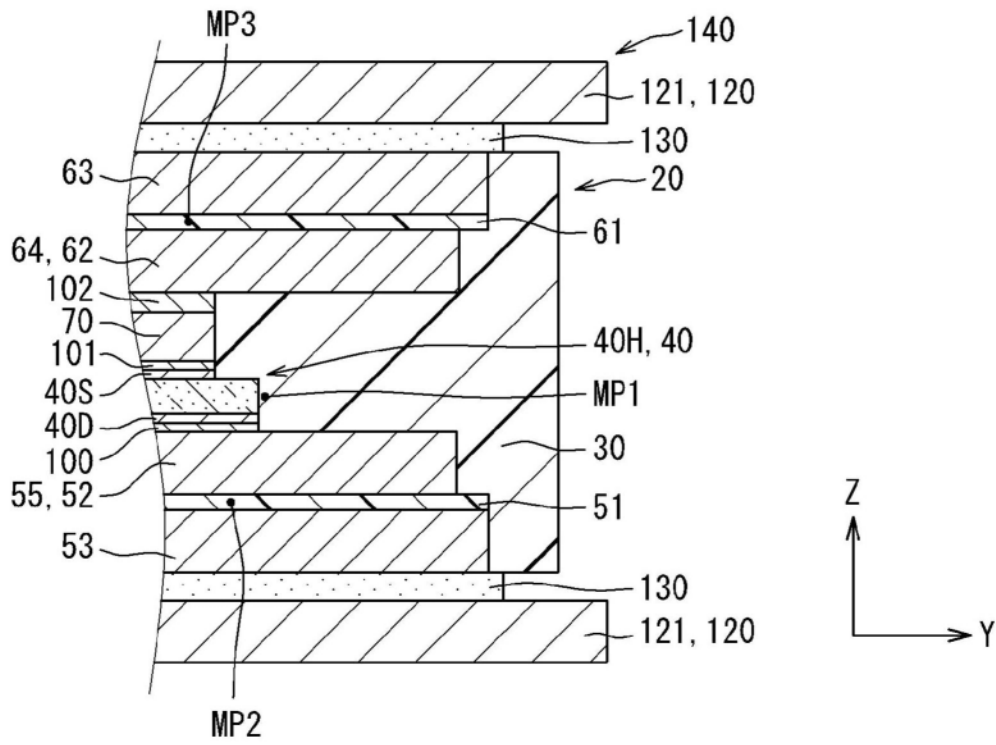


图69

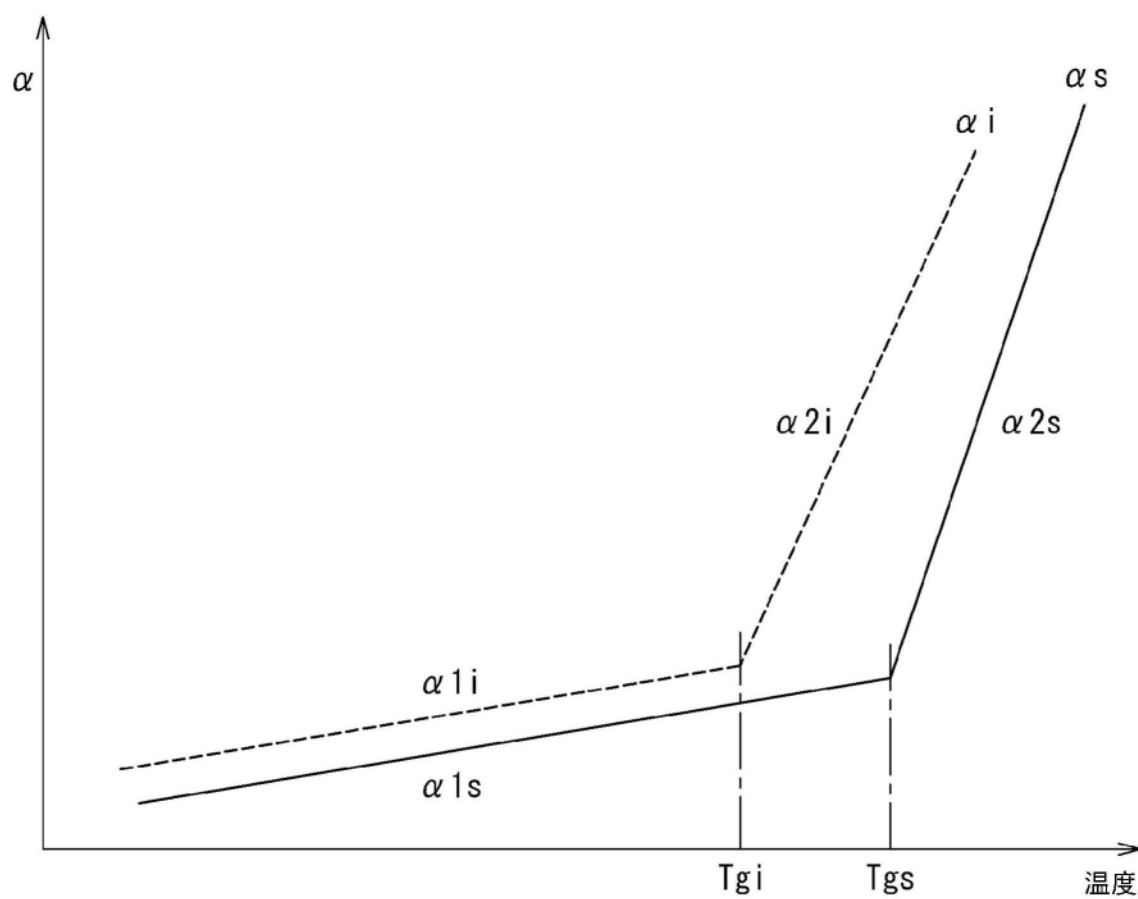


图70

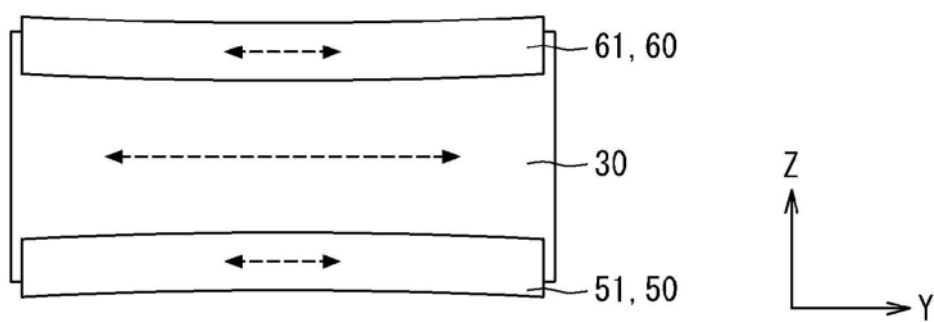


图71

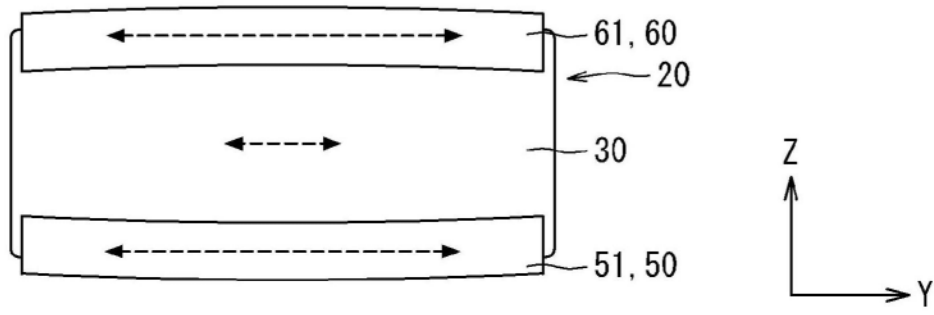


图72

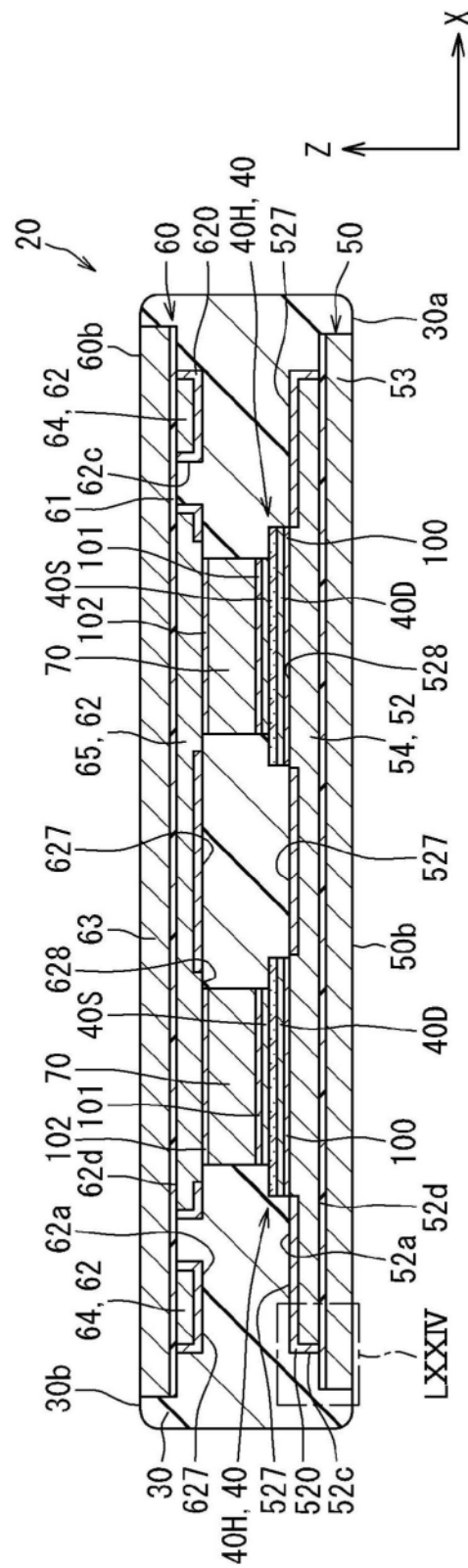


图73

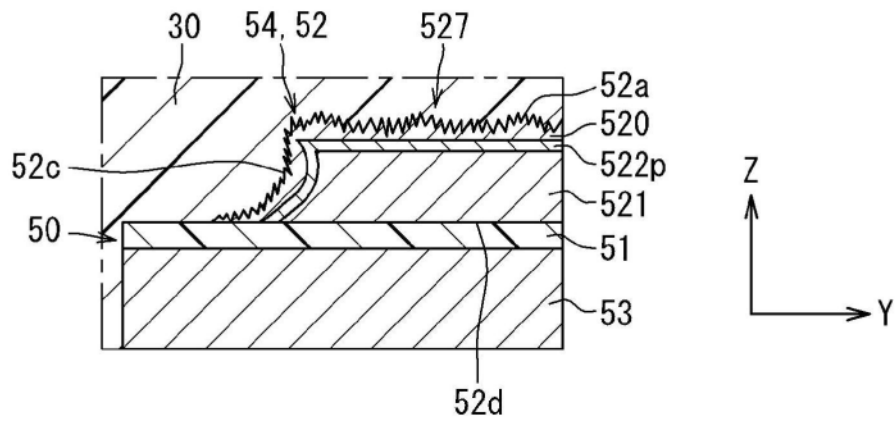


图74

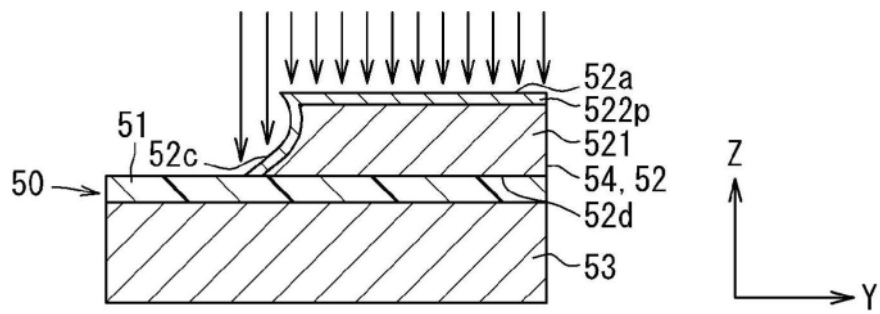


图75

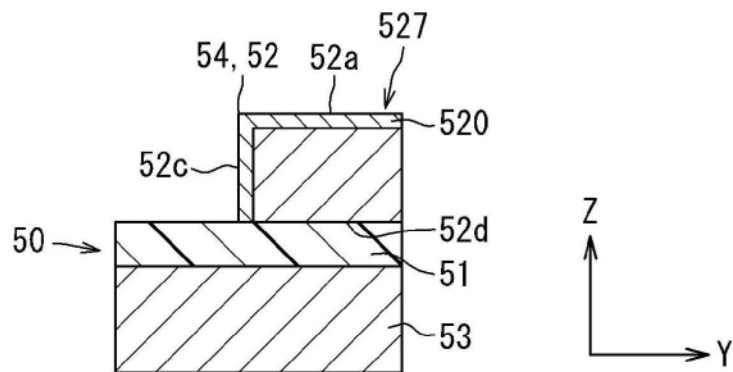


图76



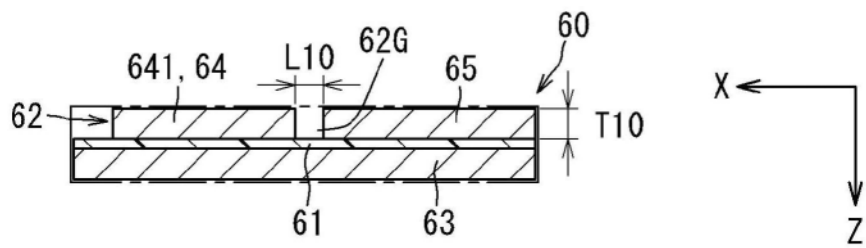


图80

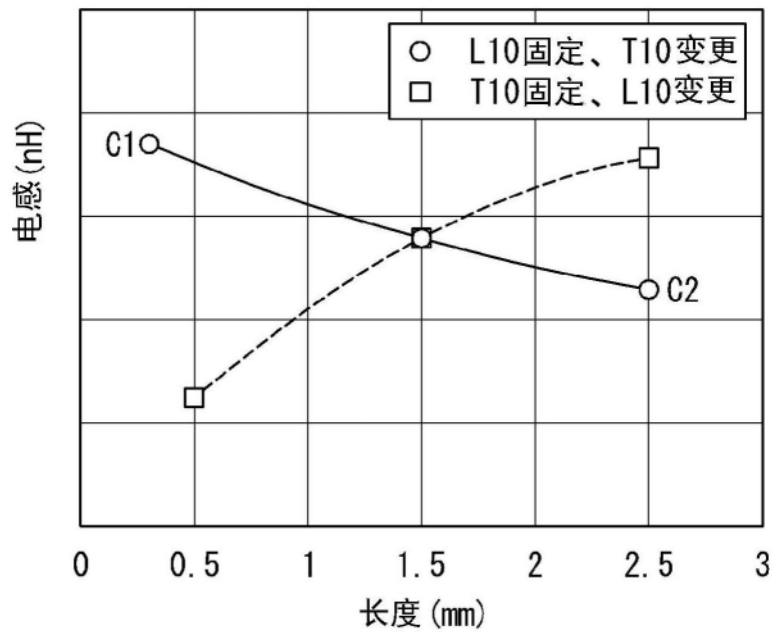


图81

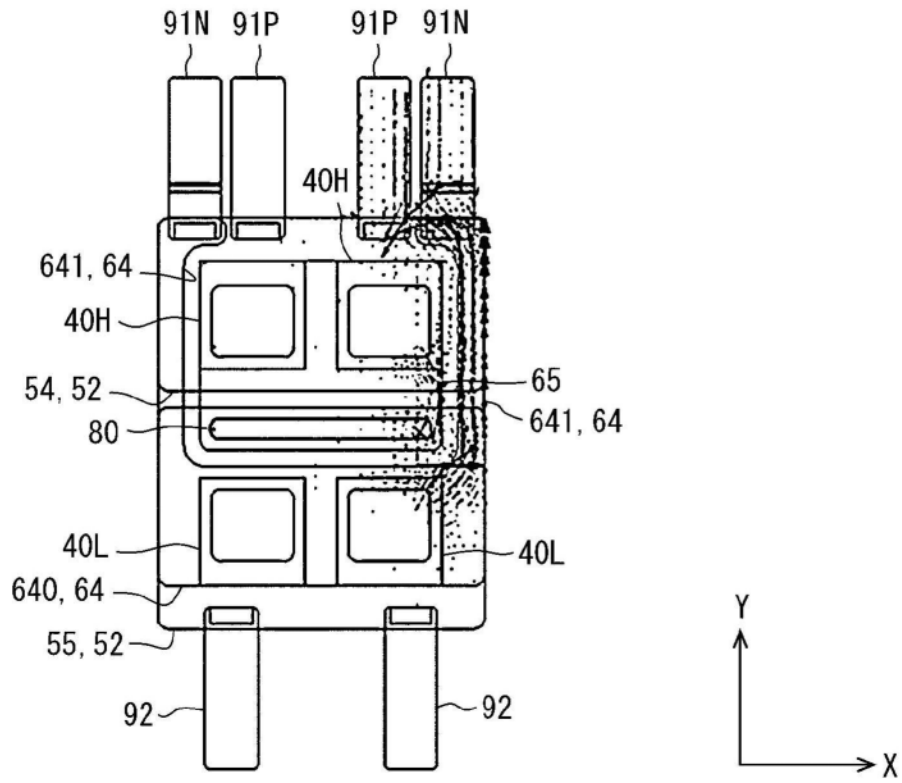


图82

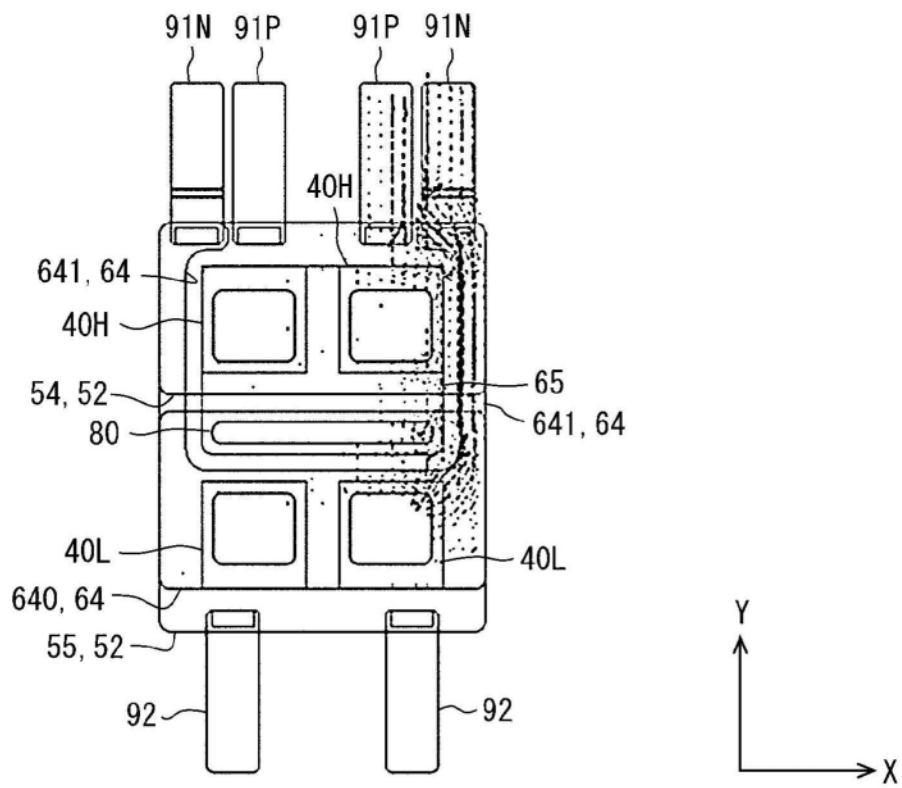


图83



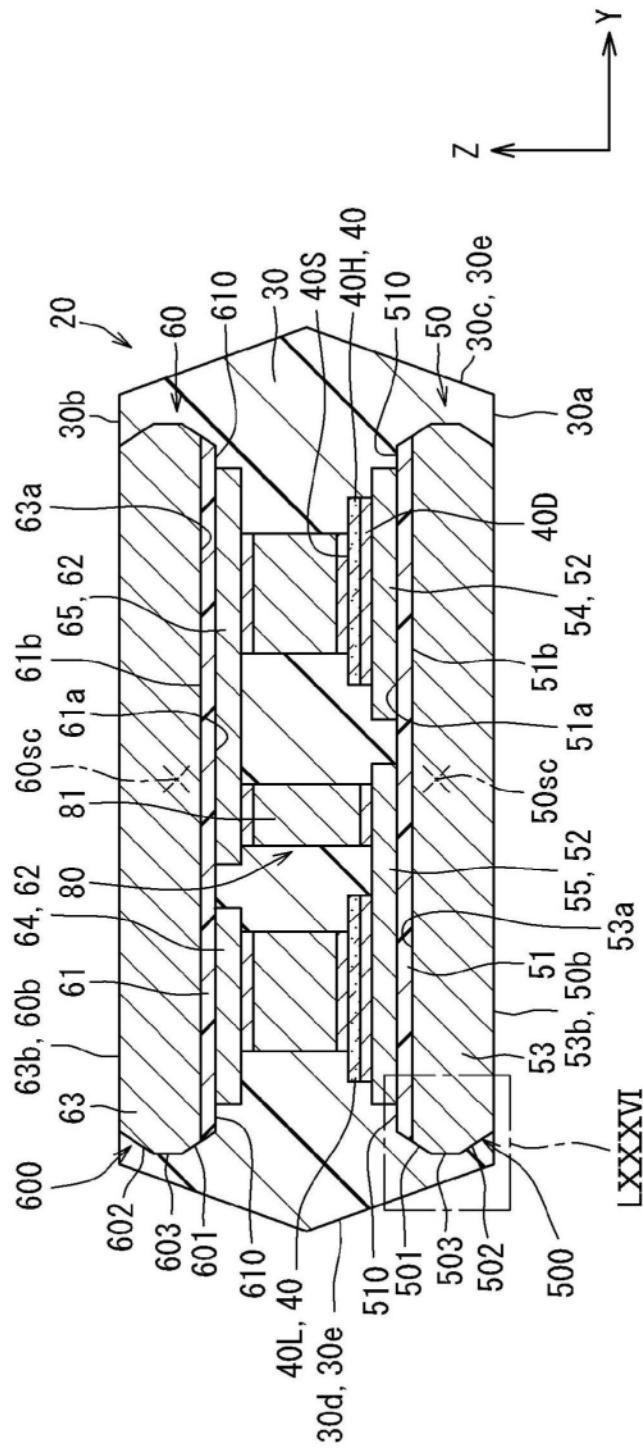


图84

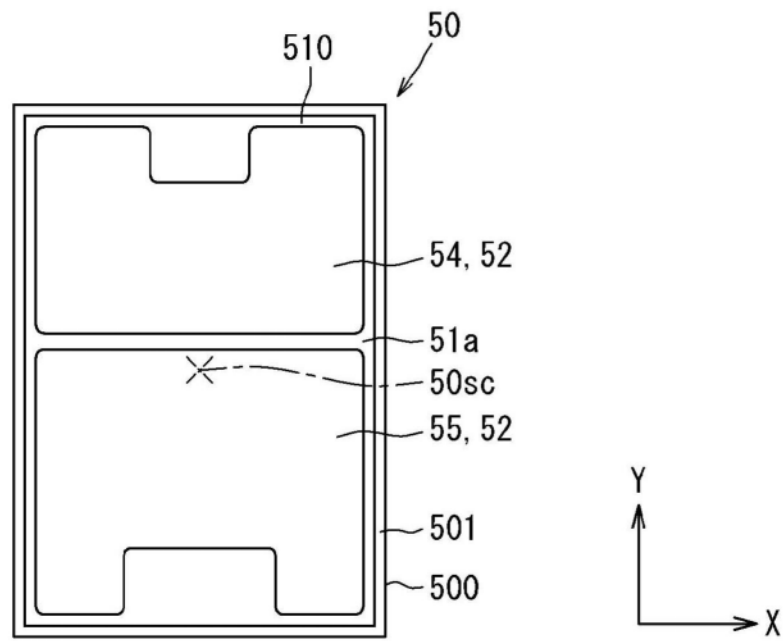


图85

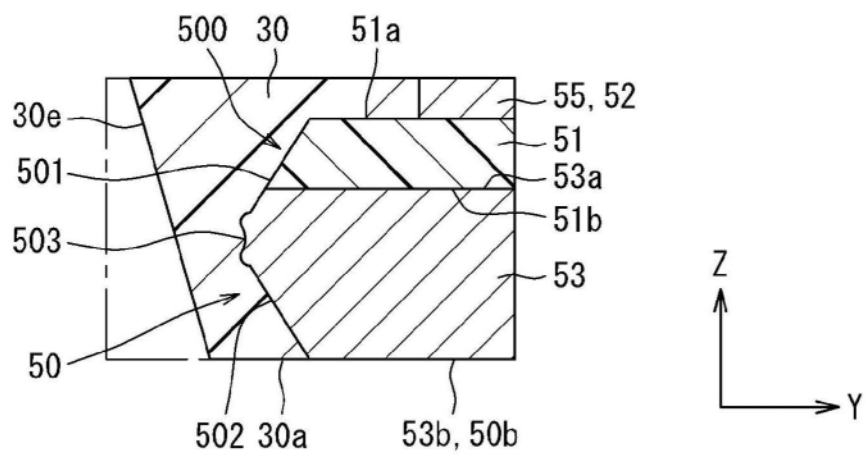


图86

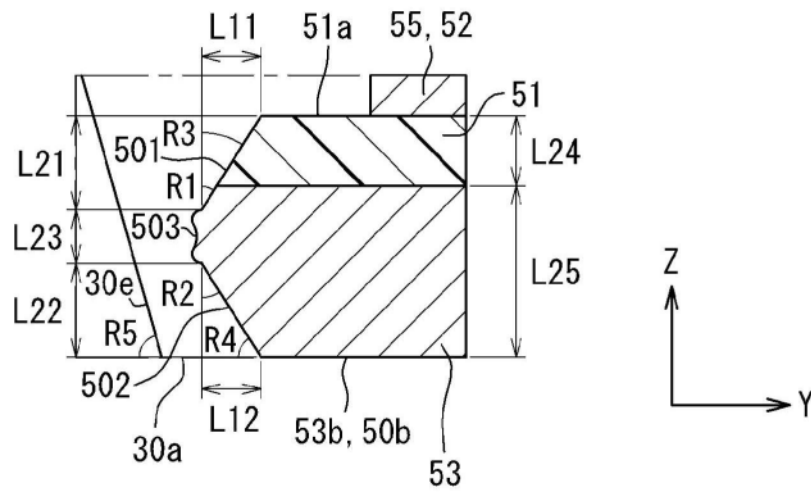


图87

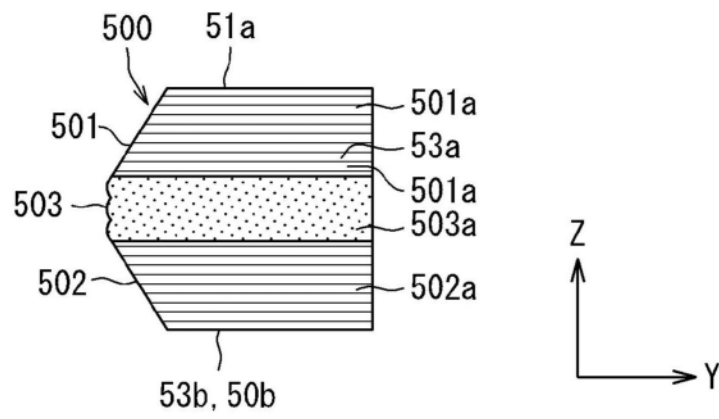


图88

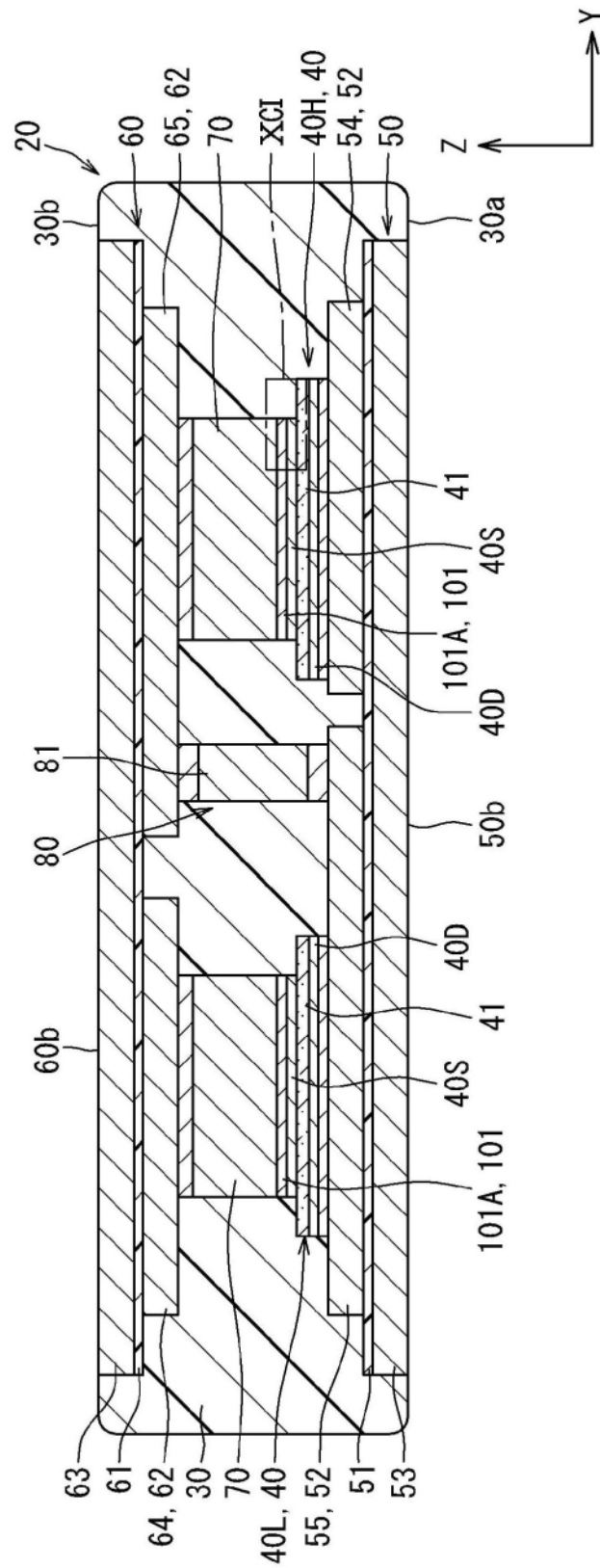


图89

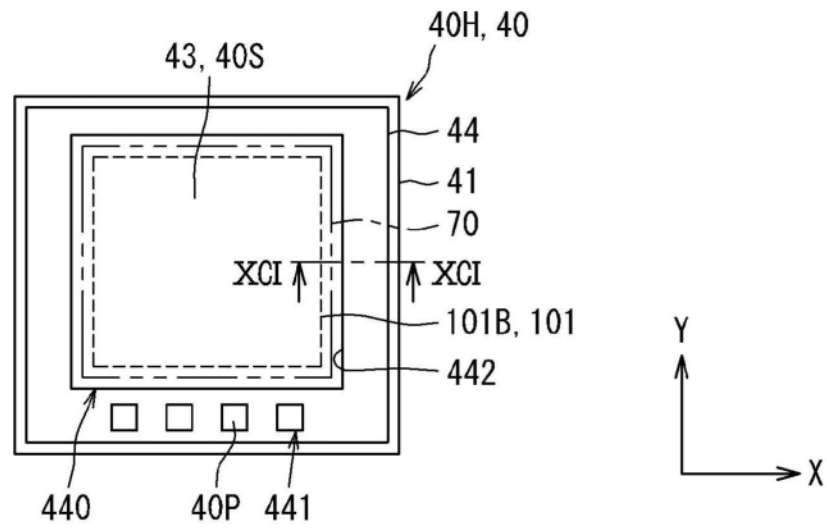


图90

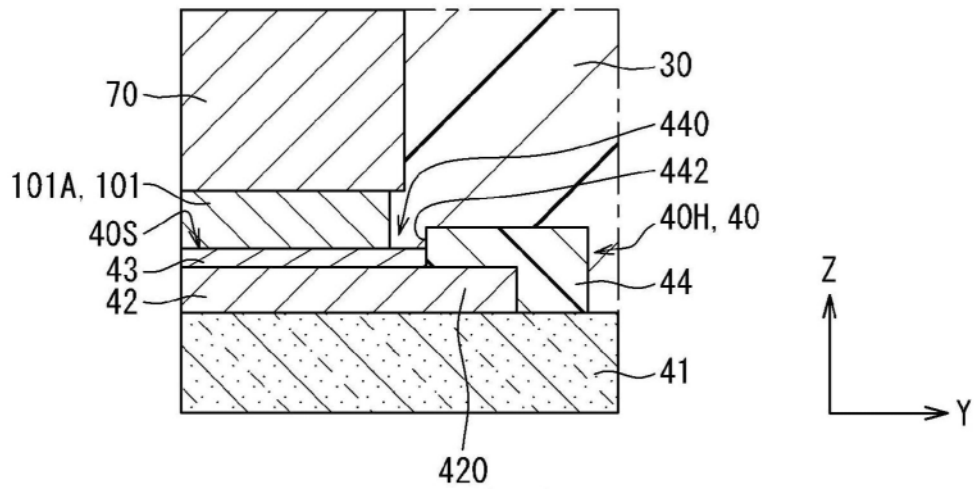


图91

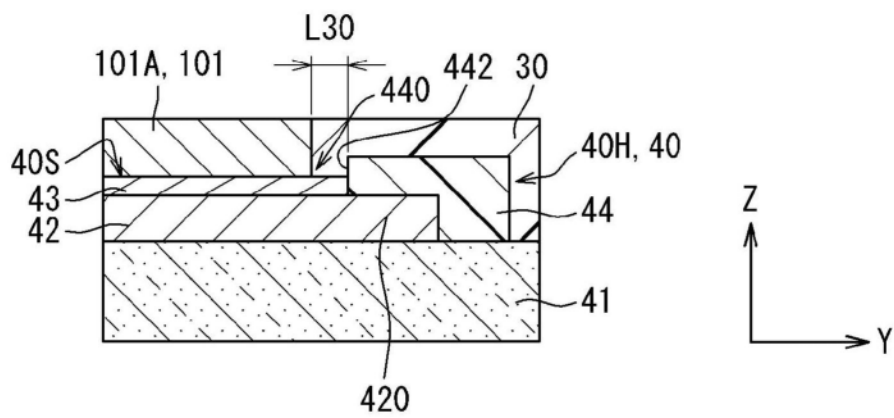


图92

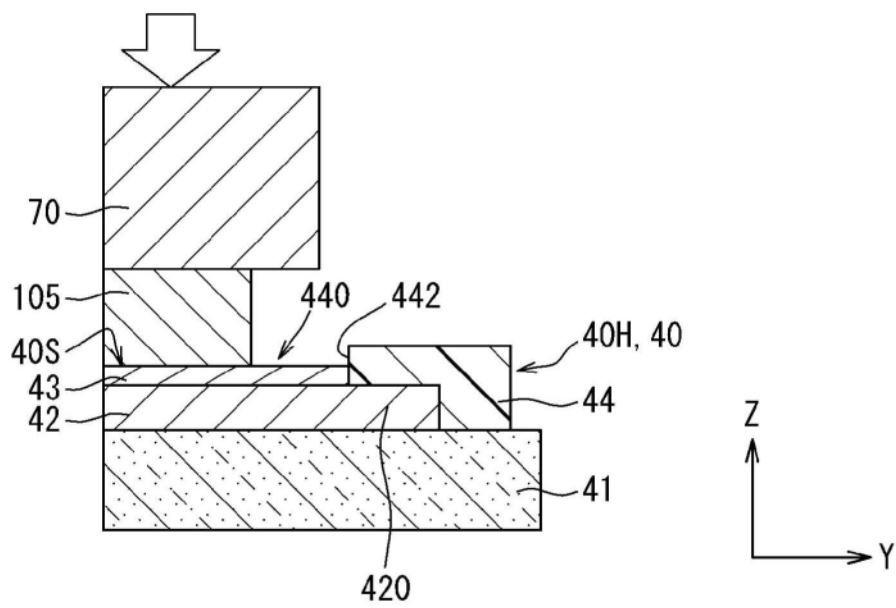


图93

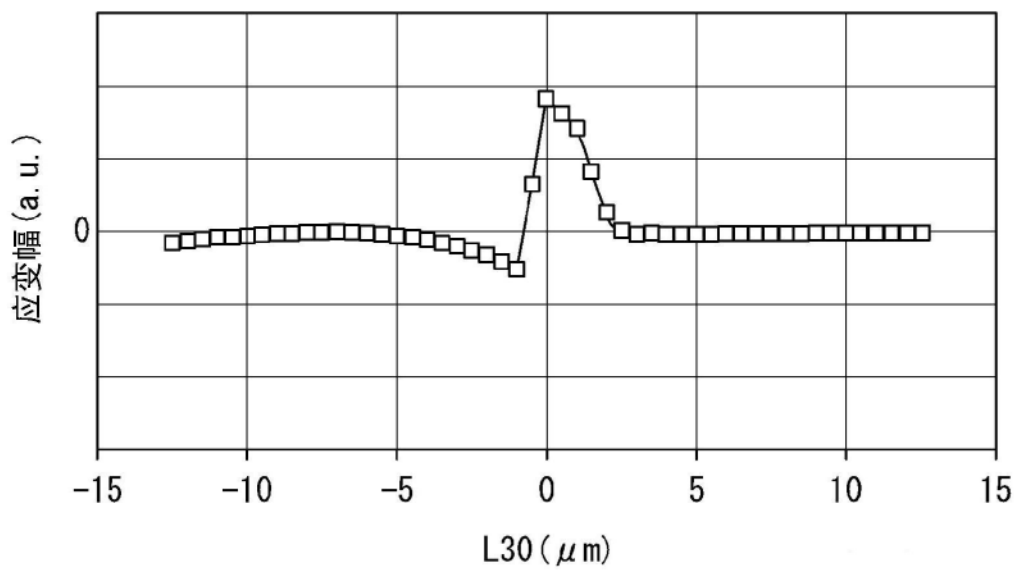


图94



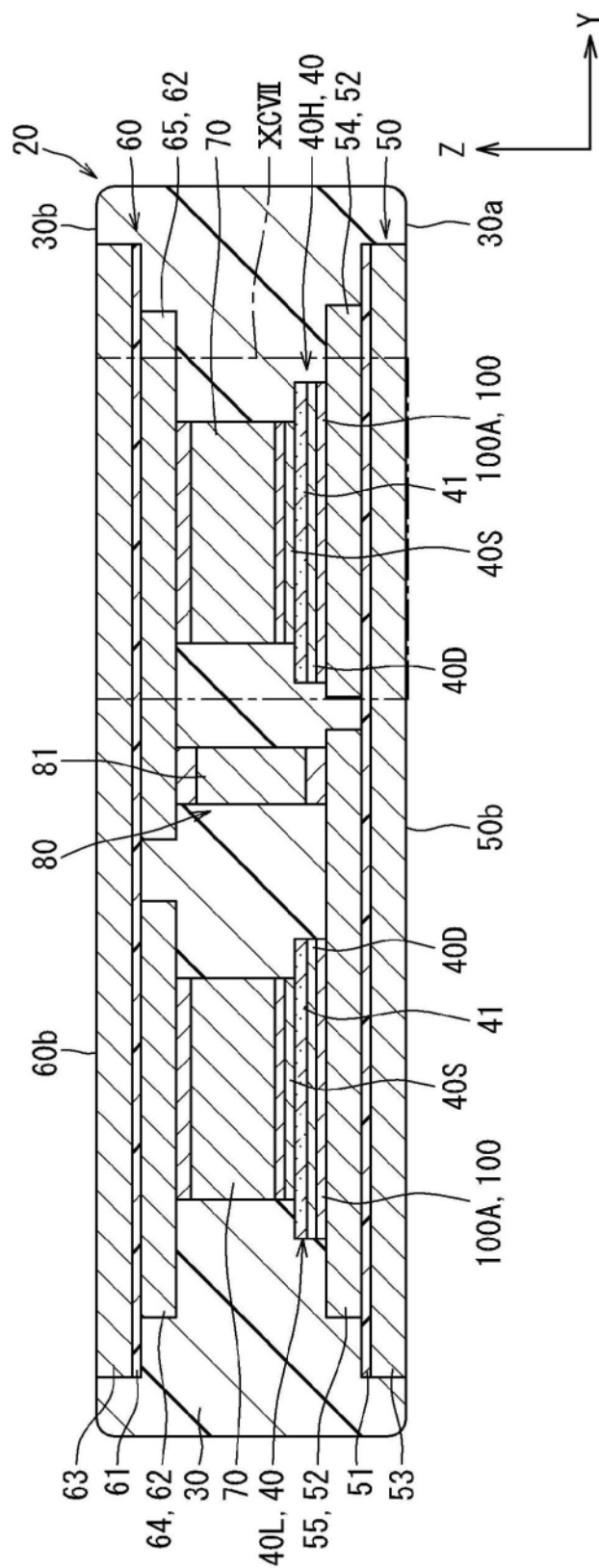


图96



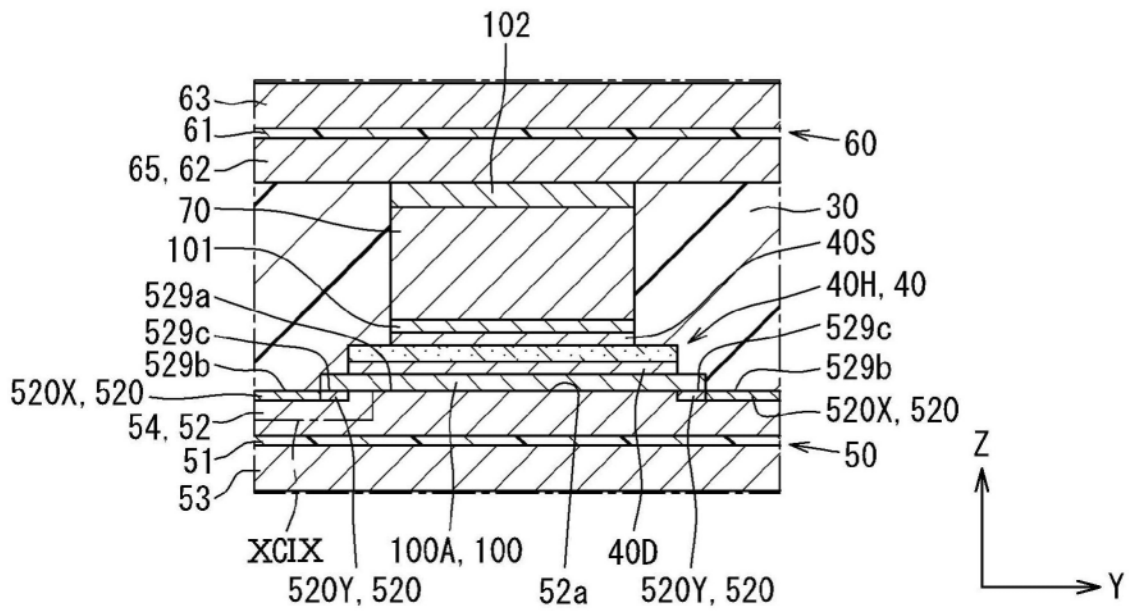


图97

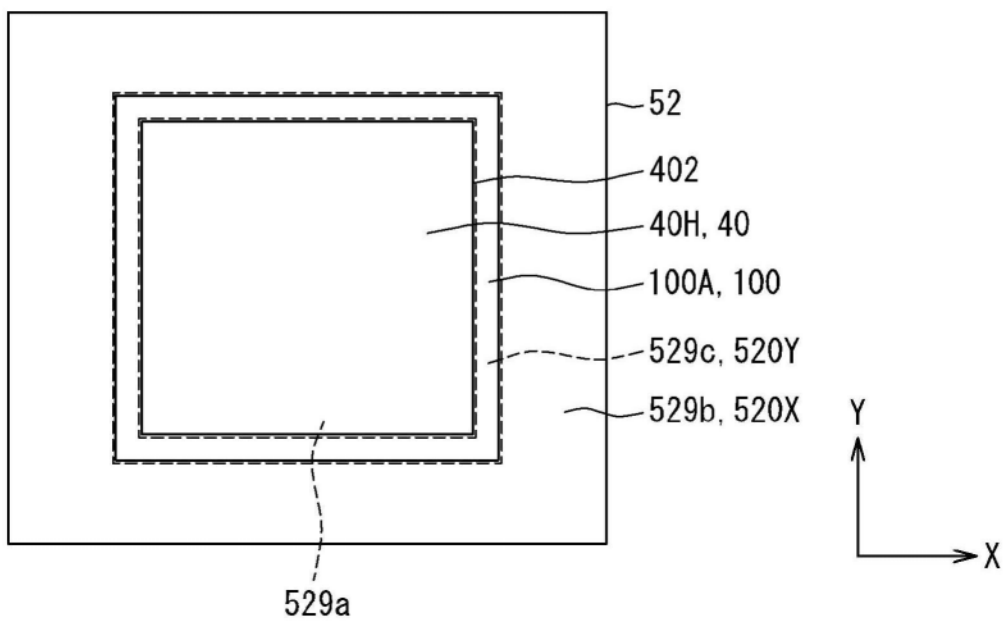


图98

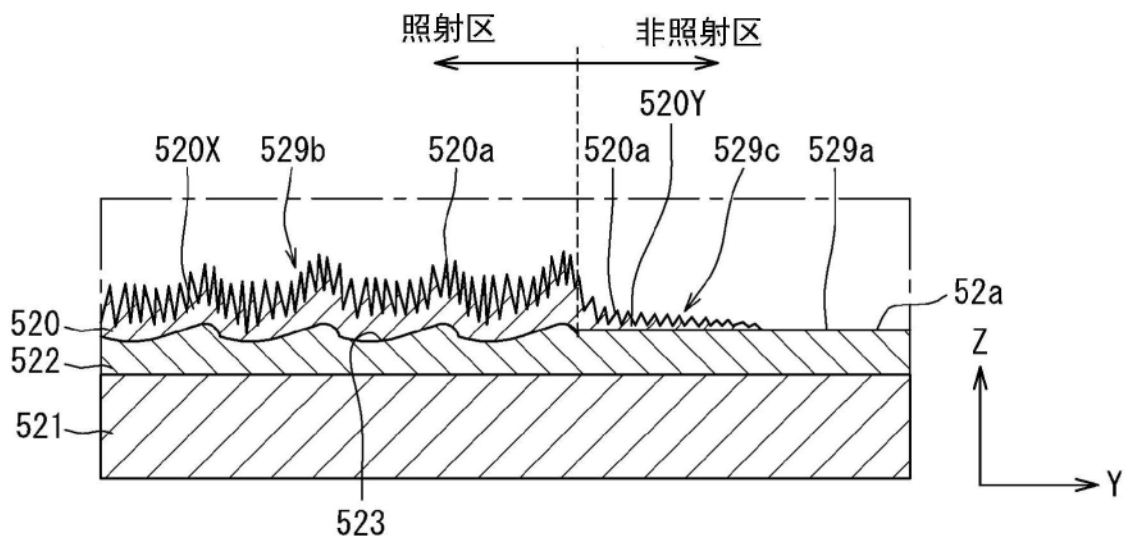


图99

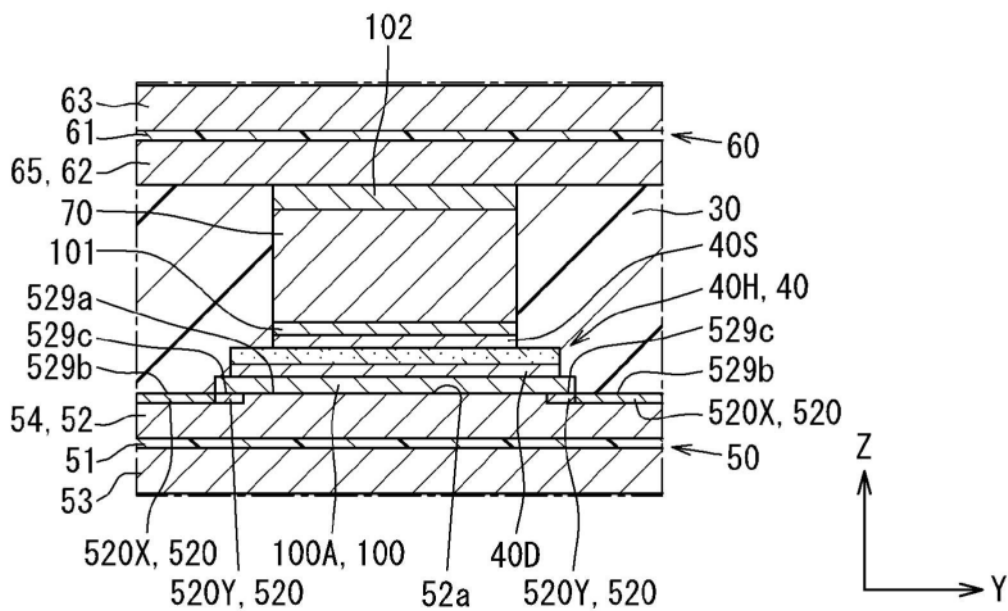


图100

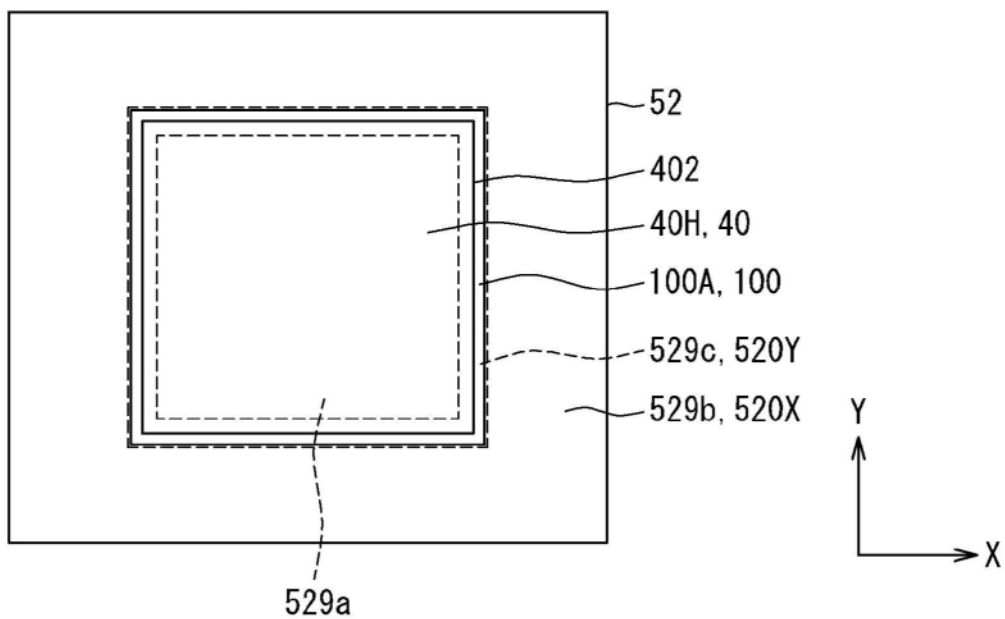


图101

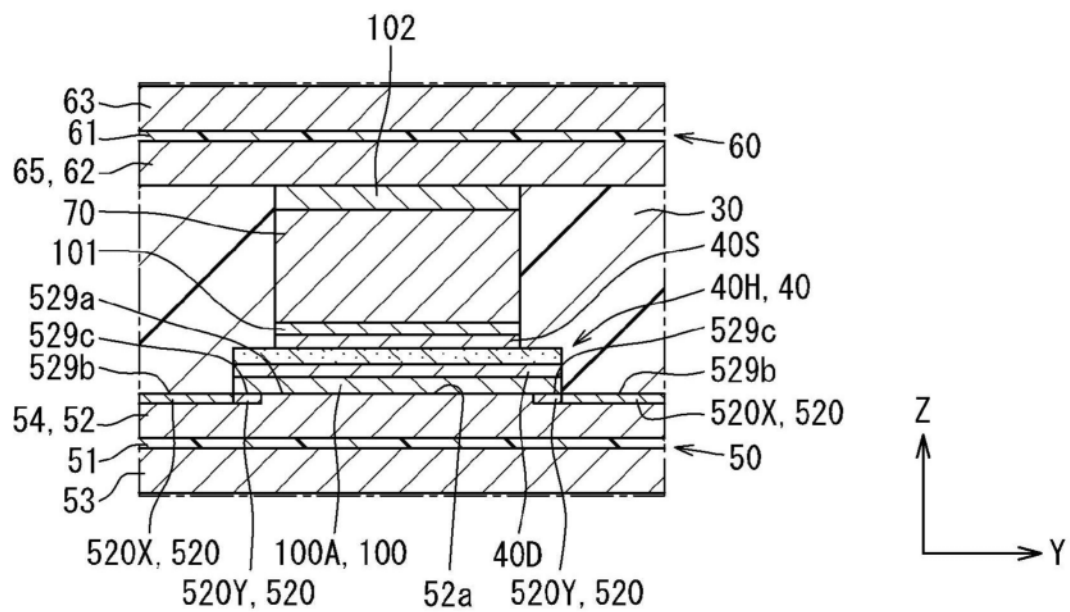


图102

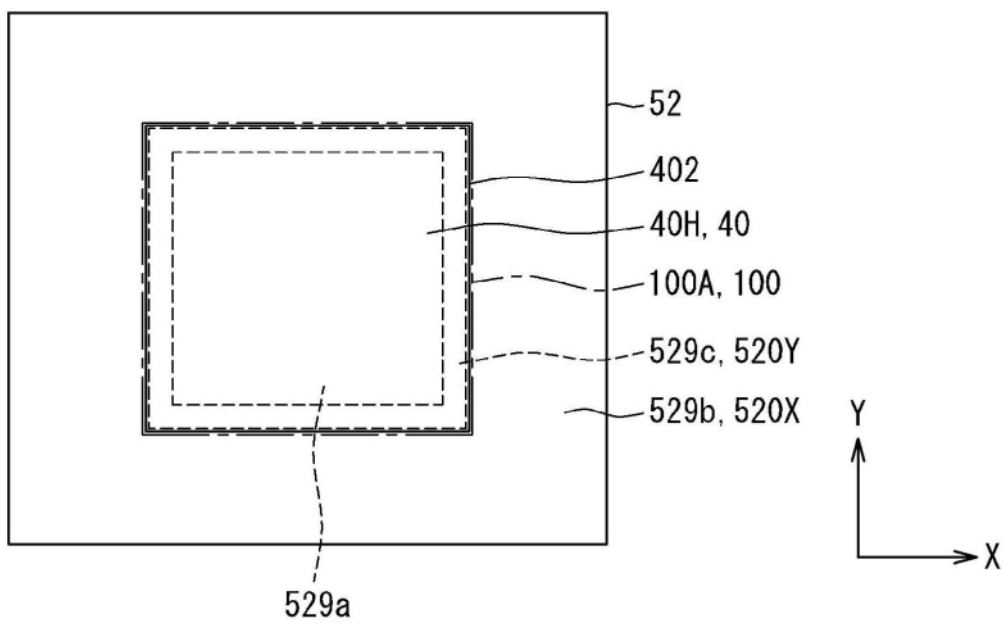


图103

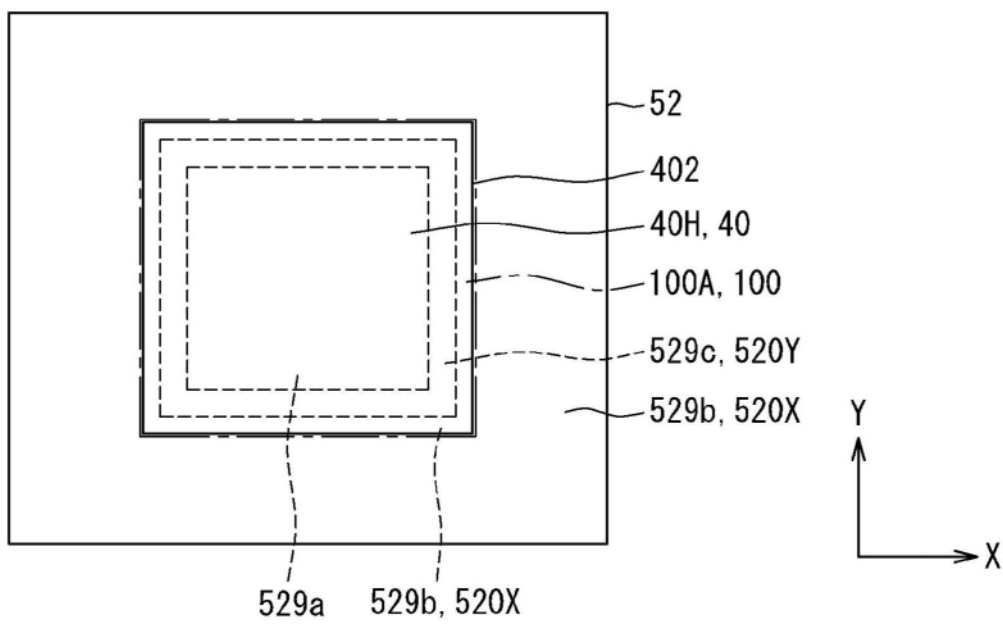


图104

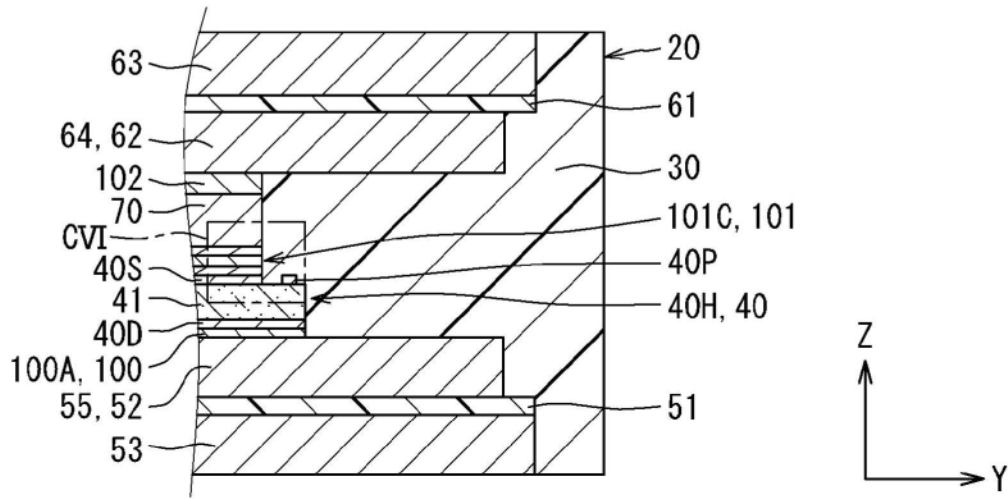


图105

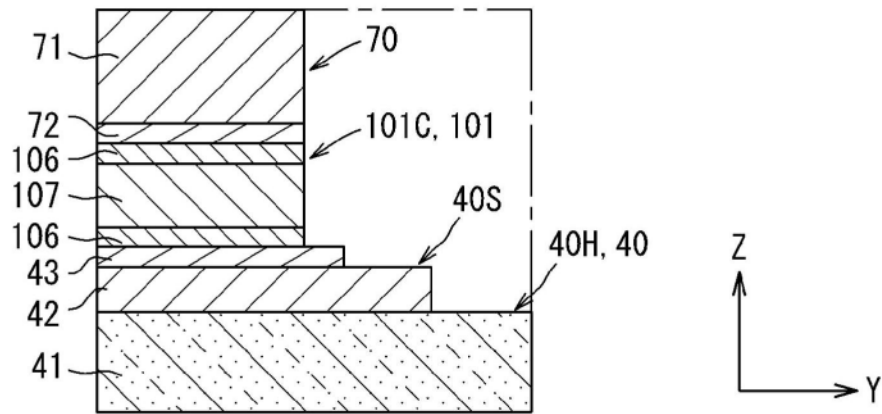


图106

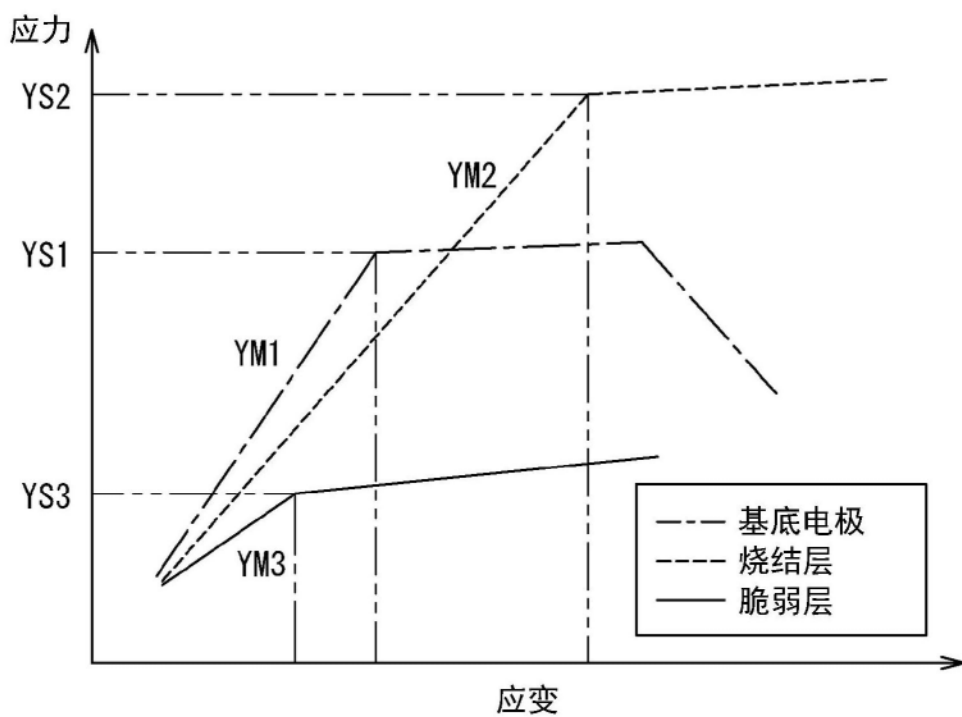


图107

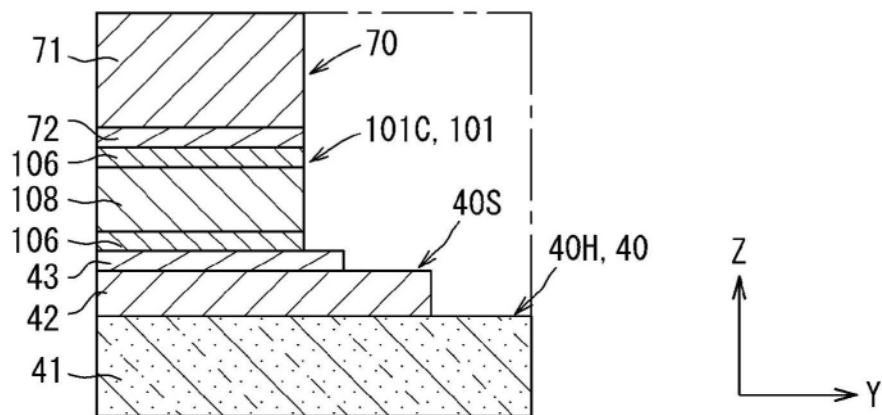


图108

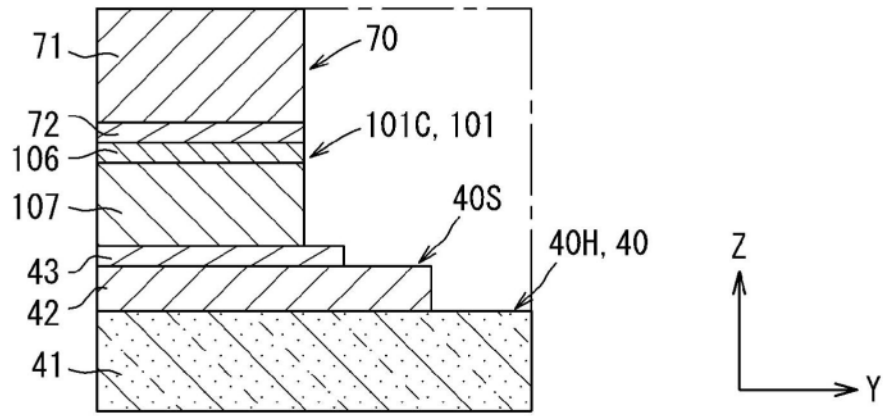


图109

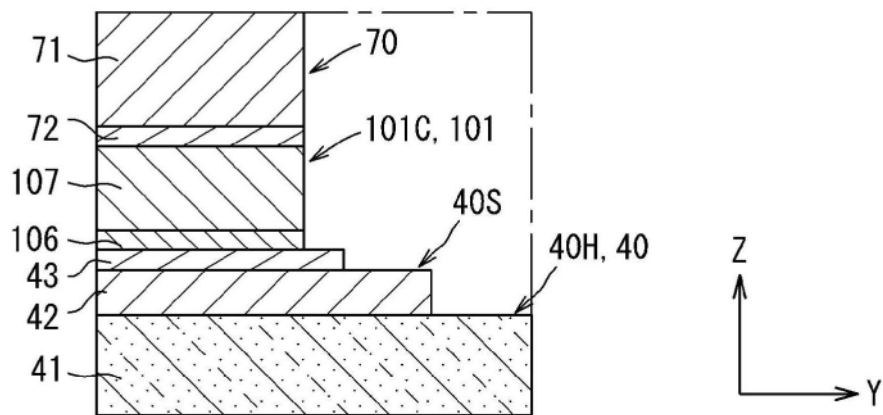


图110

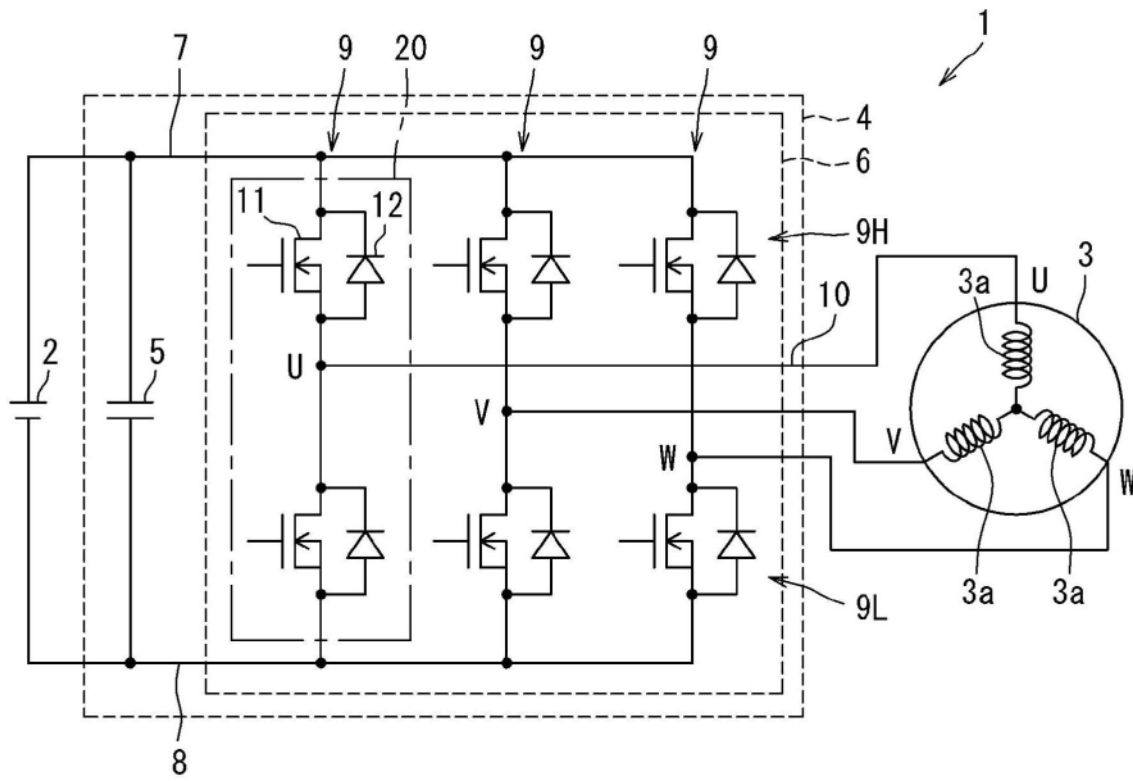


图111

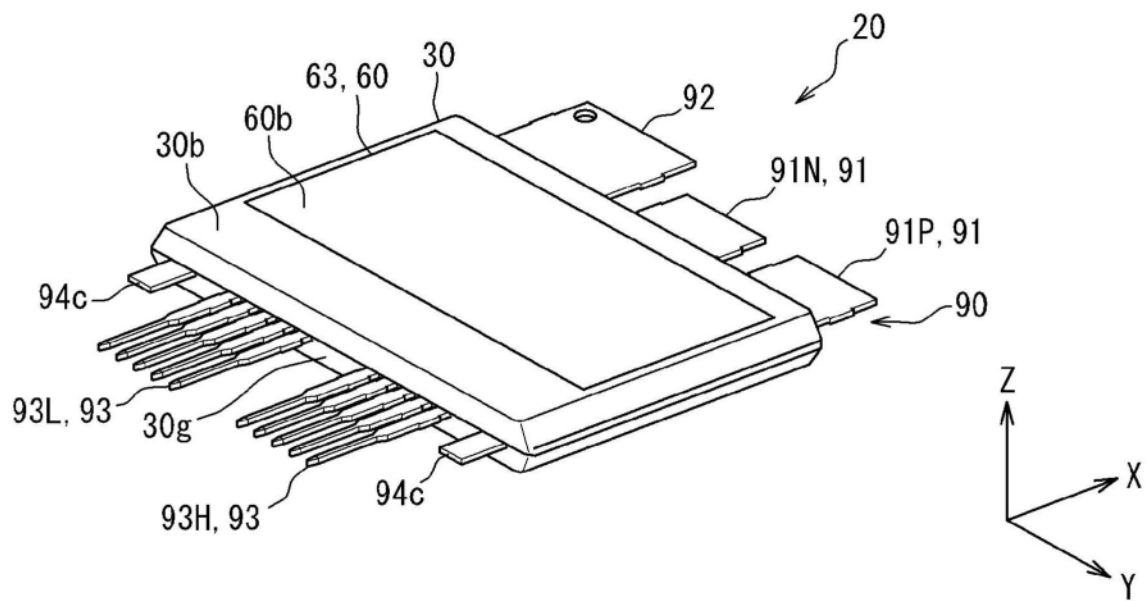


图112



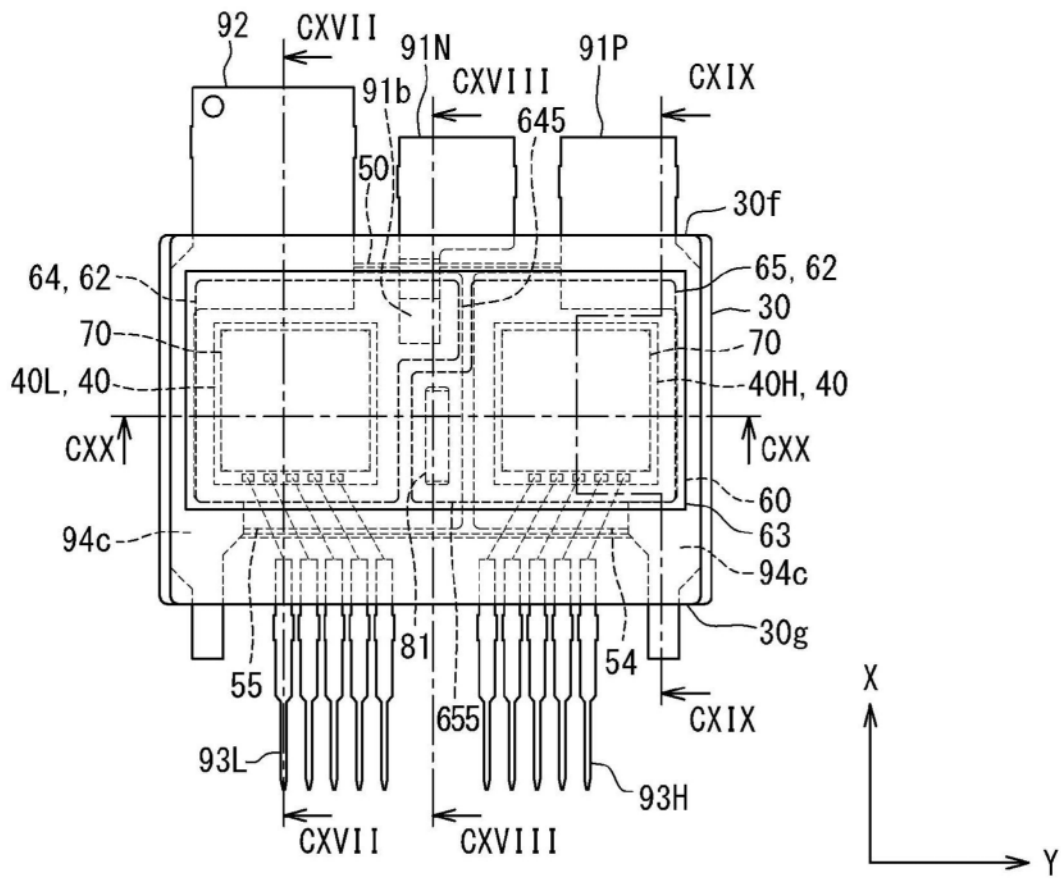


图113

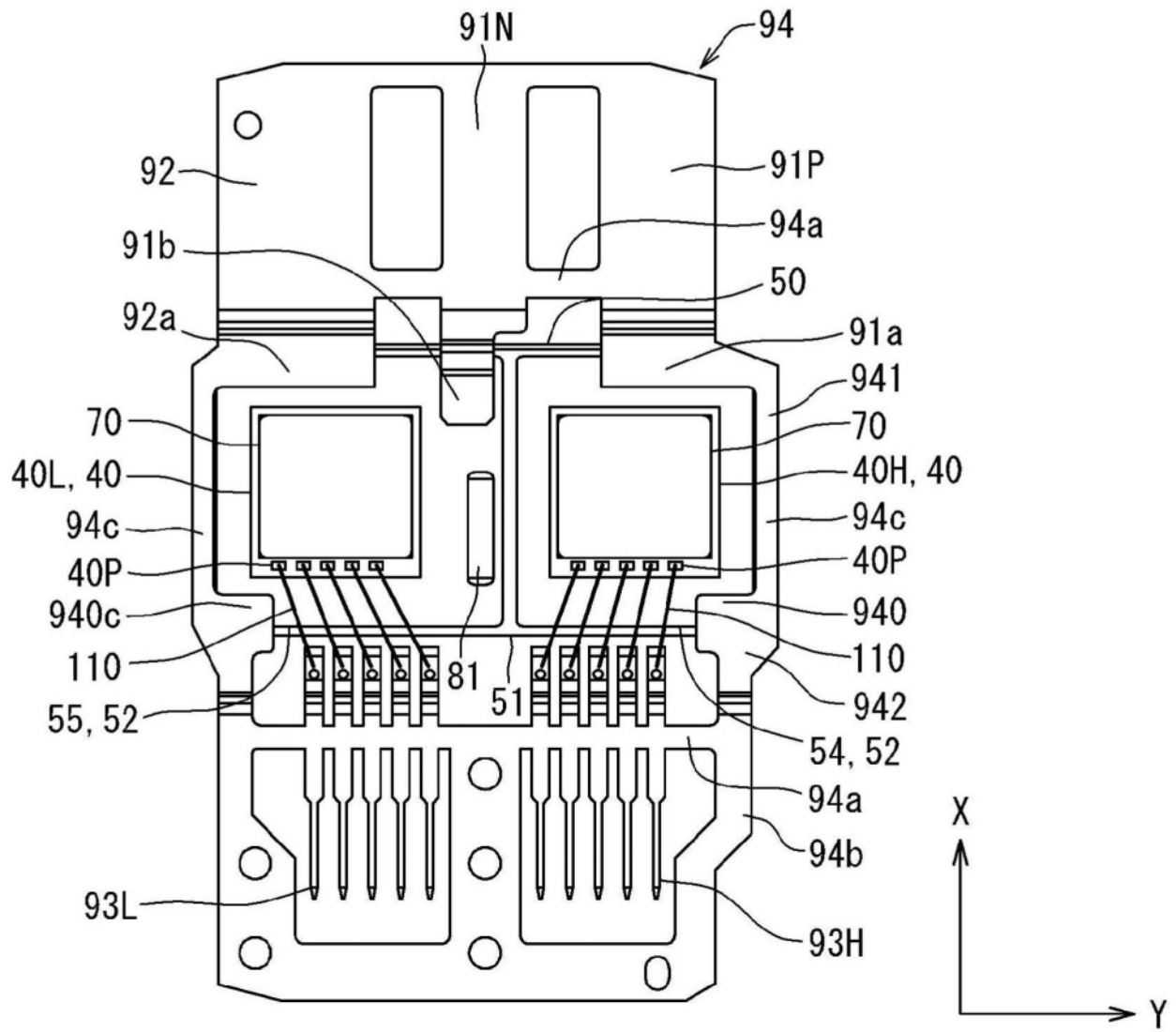


图114

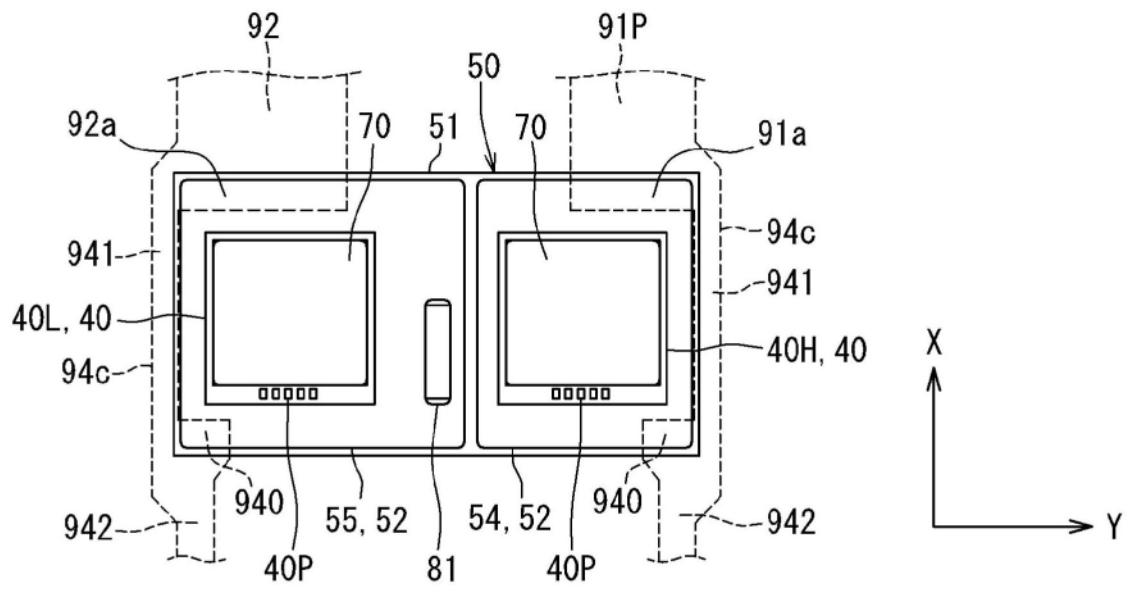


图115

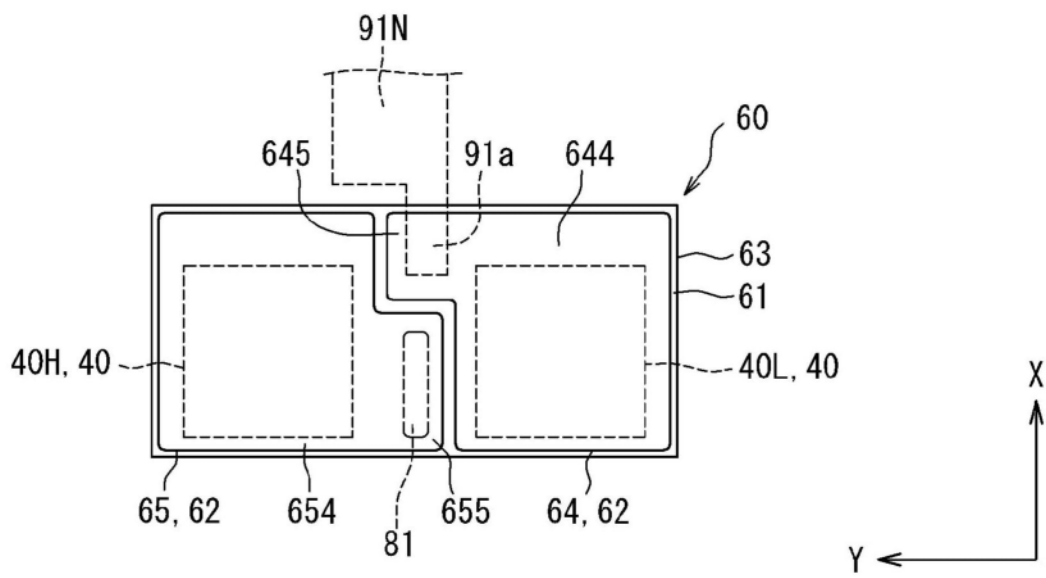


图116

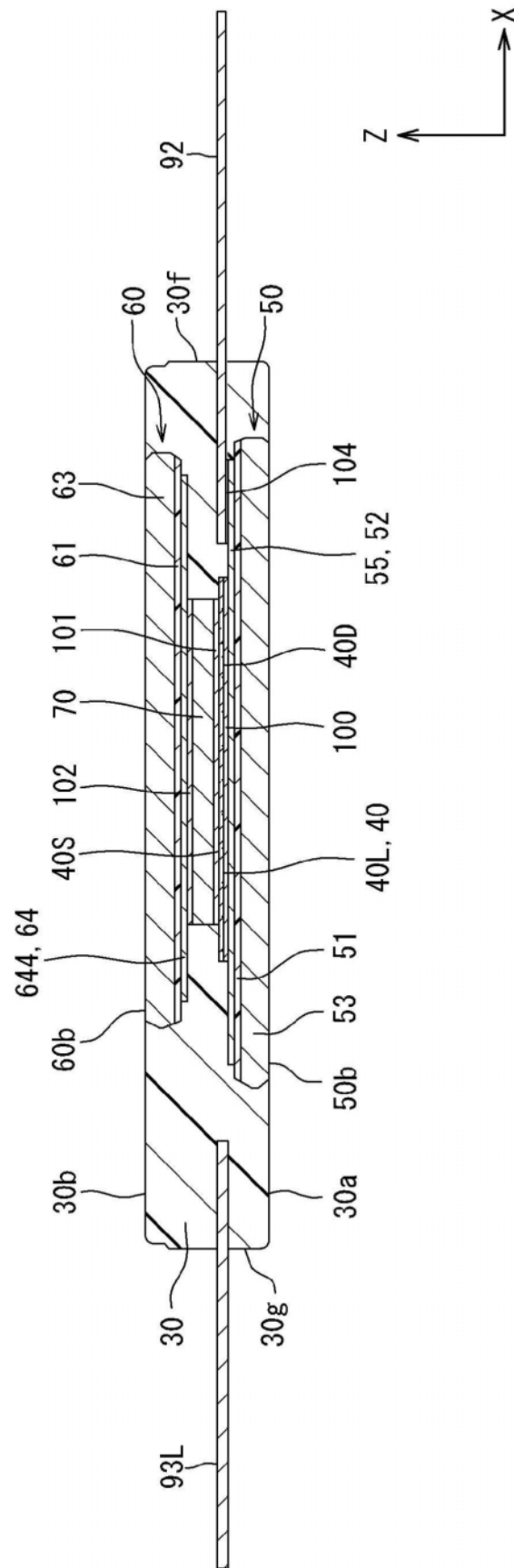


图117

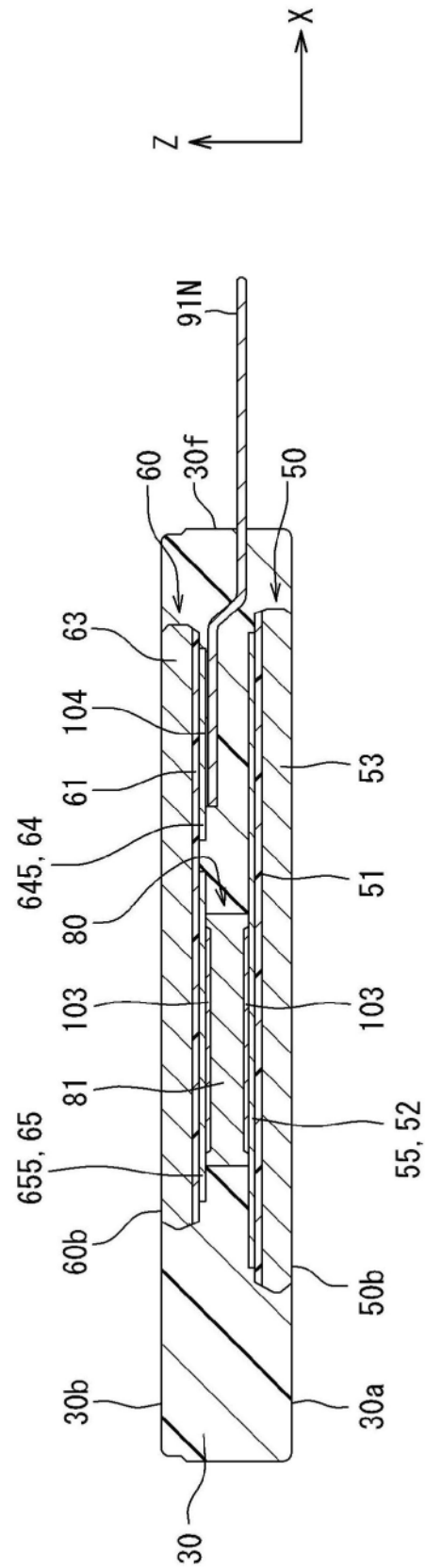


图118

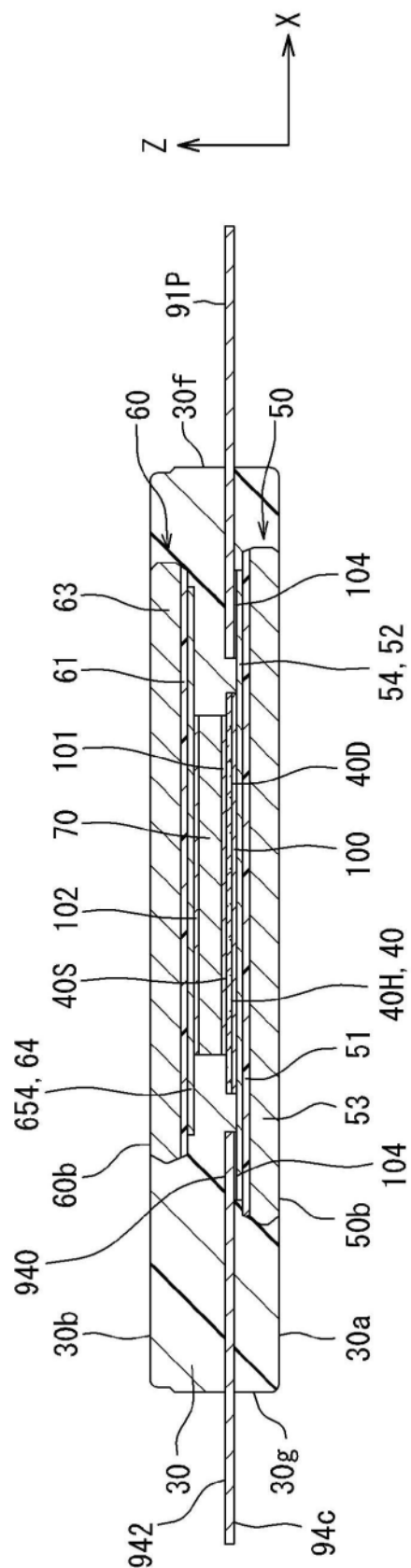


图119

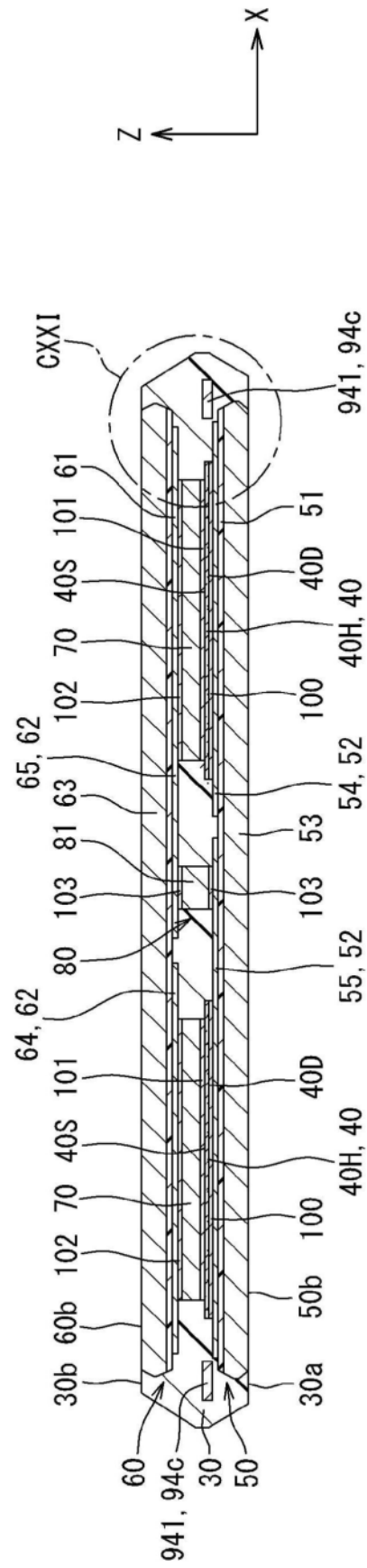


图120

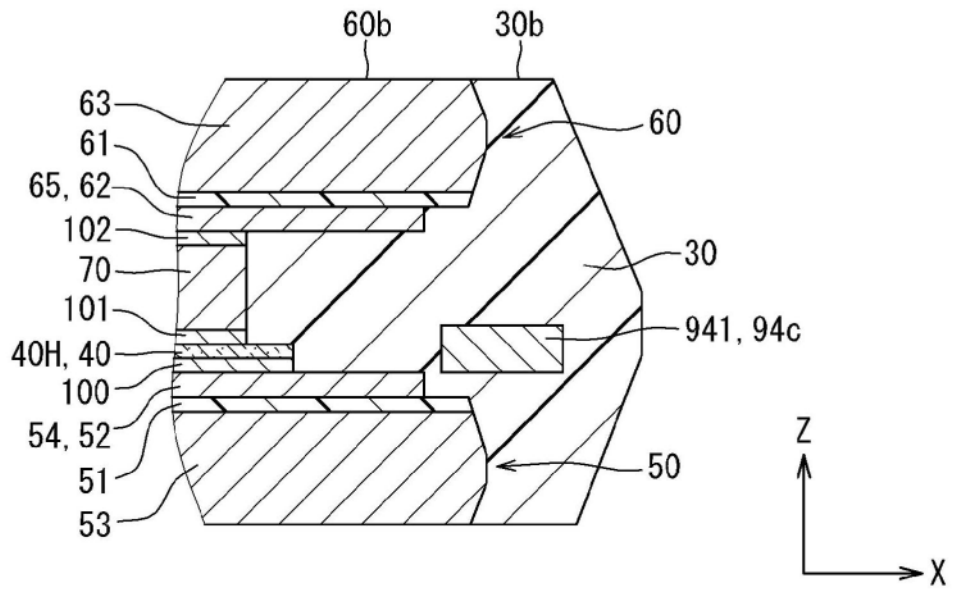


图121

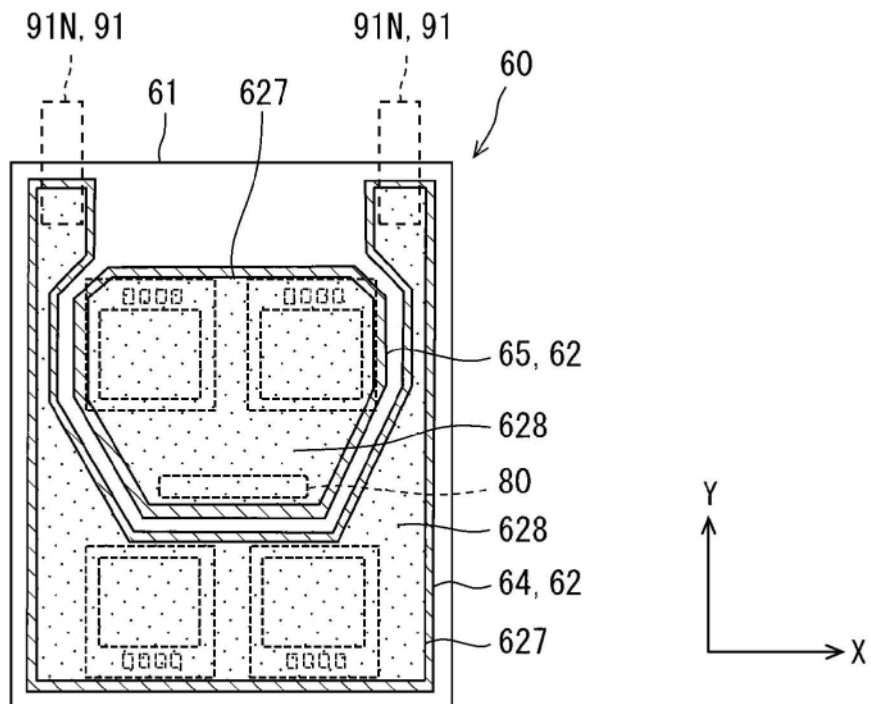


图122



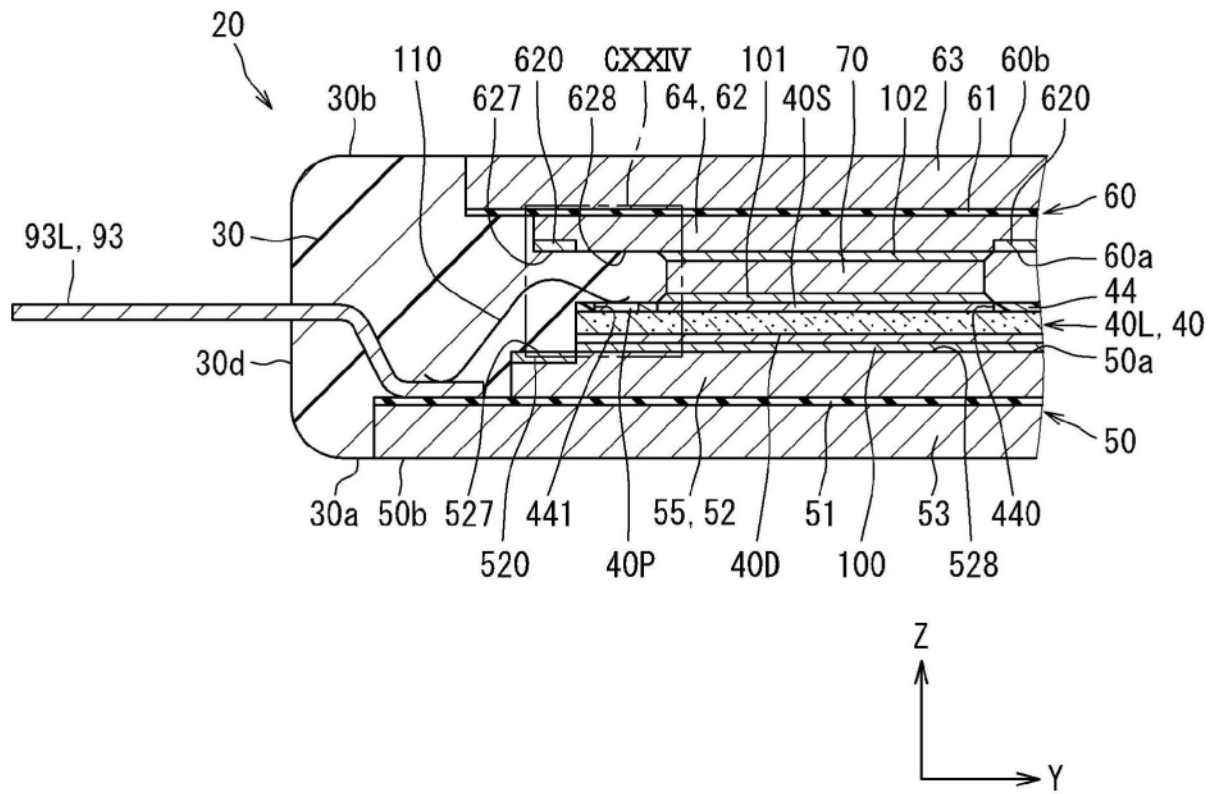


图123

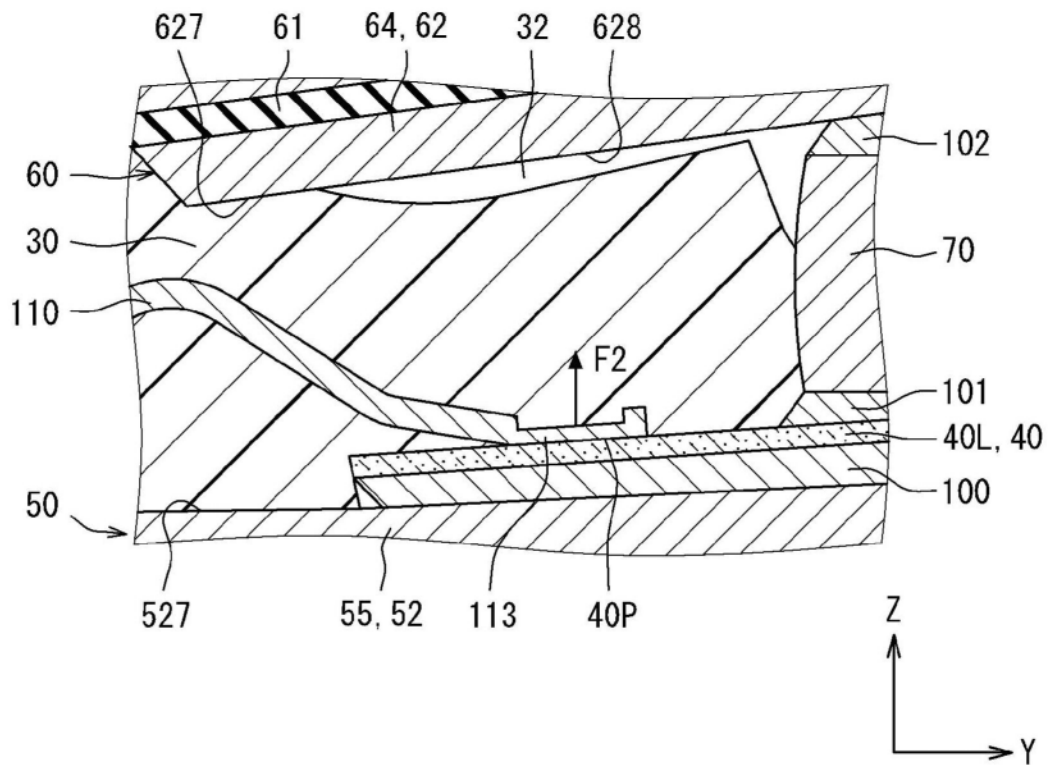


图124

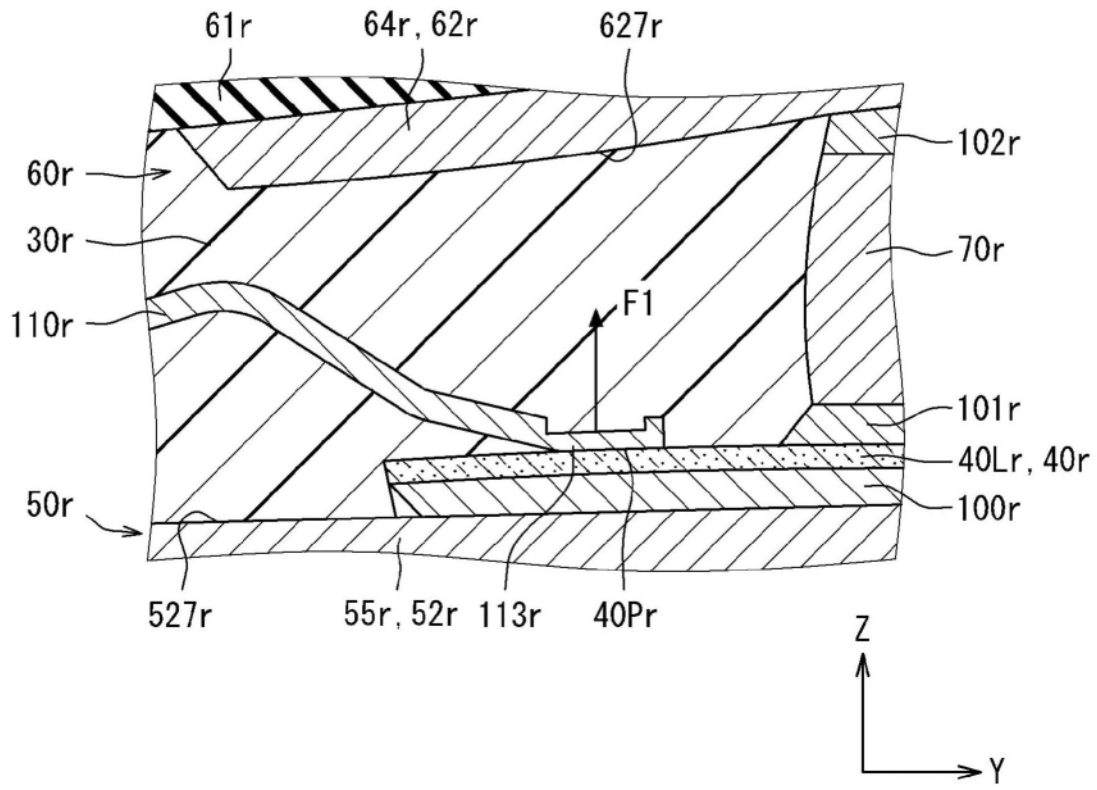


图125

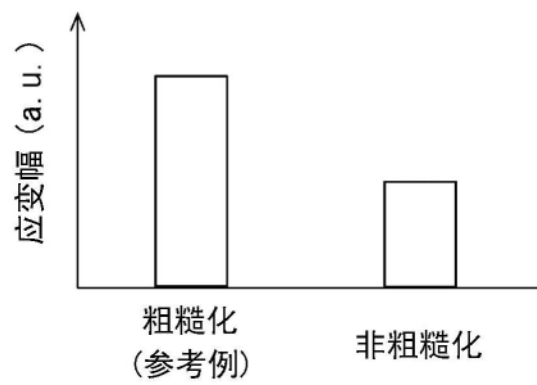


图126

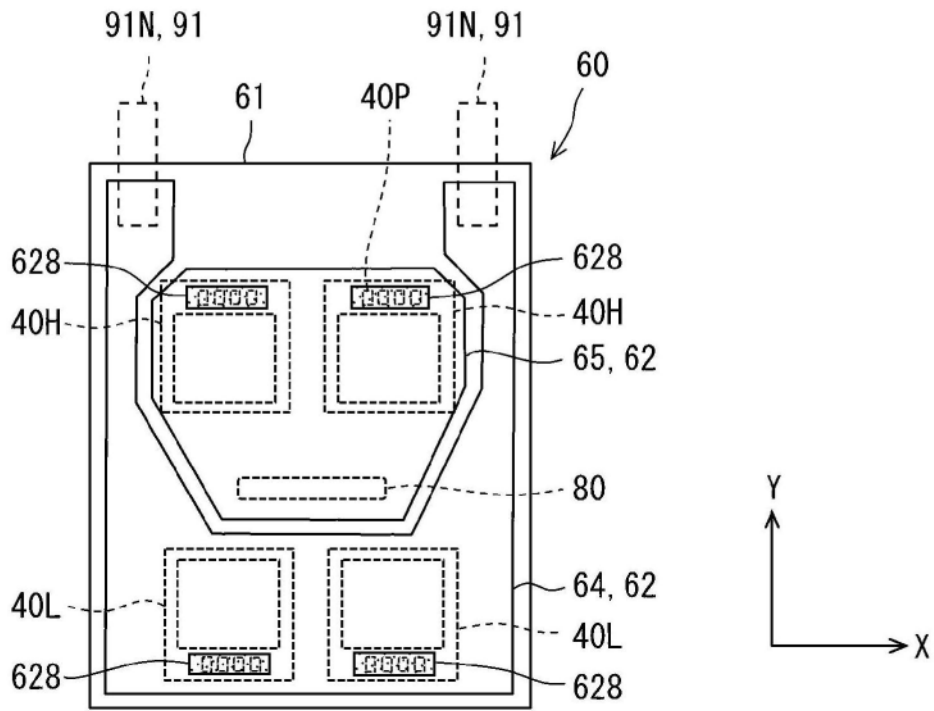


图127

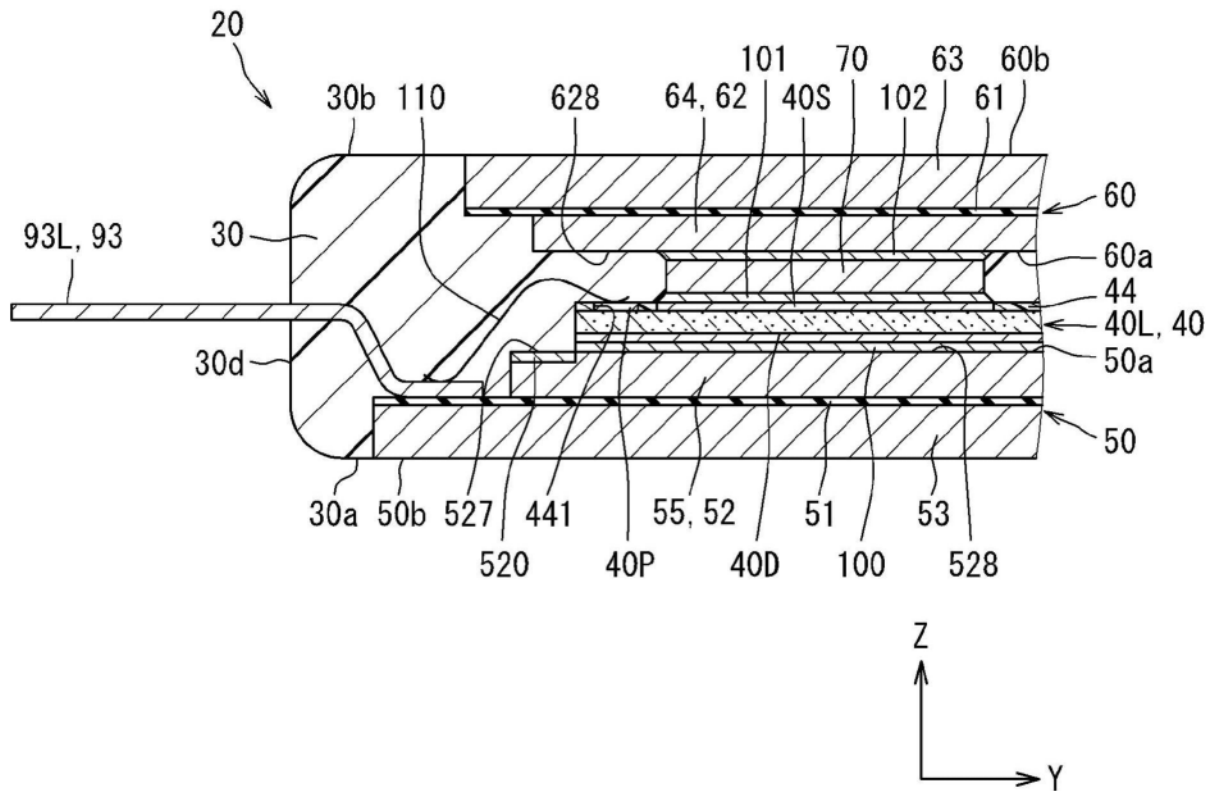


图128

