



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116705746 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 05

(21) 申请号 202310692264.7

H01L 23/31 (2006.01)

(22) 申请日 2018.02.28

(30) 优先权数据

2017-215465 2017.11.08 JP

(62) 分案原申请数据

201810165539.0 2018.02.28

(71) 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

申请人 东芝电子元件及存储装置株式会社

(72) 发明人 仓谷英敏 服部聪 田摩京

(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 房永峰

(51) Int. Cl.

H01L 23/495 (2006.01)

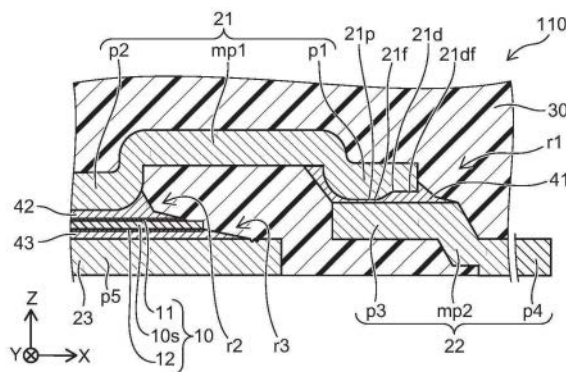
权利要求书2页 说明书14页 附图11页

(54) 发明名称

半导体装置

(57) 摘要

半导体装置包括：半导体芯片、有第1部分及与半导体芯片电连接的第2部分的第一导电构件、有第3部分的第二导电构件、设于第1部分与第3部分之间的导电性的第1连接构件及有设于第1部分、第3部分及第1连接构件的周围的第1部分区域的树脂部。从第2部分向第1部分的方向沿与从半导体芯片向第2部分的方向即第1方向交叉的第2方向。第1部分有与第1连接构件对置并包括凹部及凸部的第1面。凹部有第1底部、第1距离及第2距离的至少任一个。第1底部的至少一部分相对第1方向垂直。凹部与第2部分之间的距离即第1距离比凸部与第2部分之间的距离长。凹部与第3部分之间的沿着第1方向的距离即第2距离在从第2部分向第1部分的朝向增大。



1. 一种半导体装置,具备:
半导体芯片;
第1导电构件,包括第1部分以及第2部分,上述第2部分与上述半导体芯片电连接,从上述半导体芯片朝向上述第2部分的方向沿着第1方向,从上述第2部分朝向上述第1部分的方向沿着与上述第1方向交叉的第2方向;
第2导电构件,包括第3部分;
导电性的第1连接构件,设置于上述第1部分与上述第3部分之间;以及
树脂部,包括设置于上述第1部分、上述第3部分以及上述第1连接构件的周围的第1部分区域,
上述第1部分具有与上述第1连接构件对置的凸部,
上述第1连接构件与上述第1部分的侧面以及上述凸部相接。
2. 如权利要求1所述的半导体装置,其中,
上述凸部以从上述第1部分的两端部向内侧离开的方式设置。
3. 如权利要求1或2所述的半导体装置,其中,
上述第1部分具有与上述第1连接构件对置的第1底部,上述第1部分的上述侧面是与上述第1底部连接的面。
4. 如权利要求1所述的半导体装置,其中,
上述第1部分具有与上述第1连接构件对置的第1底部,从上述凸部到上述第1底部的深度超过10 μm 。
5. 如权利要求4所述的半导体装置,其中,
从上述凸部到上述第1底部的深度为60 μm 以下。
6. 一种半导体装置,具备:
半导体芯片;
第1导电构件,包括第1部分以及第2部分,上述第2部分与上述半导体芯片电连接,从上述半导体芯片朝向上述第2部分的方向沿着第1方向,从上述第2部分朝向上述第1部分的方向沿着与上述第1方向交叉的第2方向;
第2导电构件,包括第3部分以及第4部分;
导电性的第1连接构件,设置于上述第1部分与上述第3部分之间;以及
树脂部,包括设置于上述第1部分、上述第3部分以及上述第1连接构件的周围的第1部分区域,
上述第4部分的至少一部分没有被上述树脂部覆盖,
从上述第3部分朝向上述第4部分的方向沿着与上述第1方向交叉的第3方向,
上述第3部分具有与上述第1连接构件对置的凸部,
上述第1连接构件与上述第1部分的侧面以及上述凸部相接。
7. 如权利要求6所述的半导体装置,其中,
上述第3部分具有与上述第1连接构件对置的第2底部,上述树脂部与第2底部相接。
8. 如权利要求6或7所述的半导体装置,其中,
上述凸部以从上述第3部分的两端部向内侧离开的方式设置。
9. 如权利要求1、2、4、5、6、7中任一项所述的半导体装置,其中,

上述树脂部包括多个填料,上述多个填料在上述树脂部中的浓度为76重量%以上且84重量%以下。

10. 一种半导体装置,具有:

半导体芯片;

第1导电构件,包括第1部分以及第2部分,上述第2部分与上述半导体芯片电连接,从上述半导体芯片朝向上述第2部分的方向沿着第1方向,从上述第2部分朝向上述第1部分的方向沿着与上述第1方向交叉的第2方向;

第2导电构件,包括第3部分;

导电性的第1连接构件,设置于上述第1部分与上述第3部分之间,包括多个填料,上述多个填料在上述树脂部中的浓度为76重量%以上且84重量%以下;以及

树脂部,包括设置于上述第1部分、上述第3部分以及上述第1连接构件的周围的第1部分区域。

11. 如权利要求1、2、4、5、6、7、10中任一项所述的半导体装置,其中,

所述半导体装置还具备导电性的第2连接构件,

上述第2连接构件位于上述半导体芯片与上述第2部分之间,将上述半导体芯片与上述第2部分电连接,

上述树脂部还包括设置于上述第2部分以及上述第2连接构件的周围的第2部分区域。

12. 如权利要求1、2、4、5、6、7、10中任一项所述的半导体装置,其中,

所述半导体装置还具备:

第3导电构件,包括第5部分;以及

导电性的第3连接构件,设置于上述第5部分与上述半导体芯片之间,

上述树脂部还包括设置于上述第5部分以及上述第3连接构件的周围的第3部分区域。

13. 如权利要求12所述的半导体装置,其中,

上述第3导电构件还包括第6部分,

上述第6部分的至少一部分没有被上述树脂部覆盖。

14. 如权利要求1、2、4、5、6、7、10中任一项所述的半导体装置,其中,

上述第1连接构件包括颗粒,上述颗粒的尺寸为超过10 μm 且20 μm 以下。

15. 如权利要求1、2、4、5、6、7、10中任一项所述的半导体装置,其中,

上述第2部分在上述第2方向上具有第1宽度,在与上述第1方向和上述第2方向垂直的方向即第4方向上具有第2宽度,

上述第2宽度大于上述第1宽度。

16. 如权利要求1、2、4、5、6、7、10中任一项所述的半导体装置,其中,

上述第1部分在上述第2方向上具有第3宽度,在与上述第1方向和上述第2方向垂直的方向即第4方向上具有第4宽度,

上述第4宽度大于上述第3宽度。

半导体装置

[0001] 本发明为下述申请的分案申请,原申请信息如下:

[0002] 申请日:2018年2月28日

[0003] 申请号:201810165539.0

[0004] 发明名称:半导体装置

技术领域

[0005] 本发明的实施方式一般涉及半导体装置。

背景技术

[0006] 具有用树脂密封半导体芯片而成的半导体装置。在半导体装置中,希望抑制特性的变动。

发明内容

[0007] 实施方式提供一种能够抑制特性的变动的半导体装置。

[0008] 实施方式的半导体装置包括半导体芯片、第1导电构件、第2导电构件、第1连接构件以及树脂部。上述第1导电构件包括第1部分以及第2部分。上述第2部分与上述半导体芯片电连接。从上述半导体芯片朝向上述第2部分的方向沿着第1方向。从上述第2部分朝向上述第1部分的方向沿着与上述第1方向交叉的第2方向。上述第2导电构件包括第3部分。上述第1连接构件设置于上述第1部分与上述第3部分之间,为导电性。上述树脂部包括设置于上述第1部分、上述第3部分以及上述第1连接构件的周围的第1部分区域。上述第1部分具有与上述第1连接构件对置的第1面。上述第1面包括凹部以及凸部。上述凹部具有第1底部、第1距离以及第2距离的至少任一个。上述第1底部的至少一部分相对上述第1方向垂直。上述第1距离是上述凹部与上述第2部分之间的距离,上述第1距离比上述凸部与上述第2部分之间的距离长。上述第2距离是上述凹部与上述第3部分之间的沿着上述第1方向的距离,上述第2距离在从上述第2部分朝向上述第1部分的朝向上增大。

[0009] 另一实施方式的半导体装置包括半导体芯片、第1导电构件、第2导电构件、第1连接构件以及树脂部。上述第1导电构件包括第1部分以及第2部分。上述第2部分与上述半导体芯片电连接。从上述半导体芯片朝向上述第2部分的方向沿着第1方向。从上述第2部分朝向上述第1部分的方向沿着与上述第1方向交叉的第2方向。上述第2导电构件包括第3部分以及第4构件。上述第1连接构件设置于上述第1部分与上述第3部分之间,为导电性。上述树脂部包括设置于上述第1部分、上述第3部分以及上述第1连接构件的周围的第1部分区域。上述第4部分的至少一部分没有被上述树脂部覆盖。从上述第3部分朝向上述第4部分的方向沿着与上述第1方向交叉的第3方向。上述第3部分具有与上述第1连接构件对置的第2面。上述第2面包括凹部以及凸部。上述凹部具有第2底部、第3距离以及第4距离的至少任一个。上述第2底部的至少一部分相对上述第1方向垂直。上述第3距离是上述凹部与上述第4部分之间的距离,上述第3距离比上述凸部与上述第4部分之间的距离长。上述第4距离是上述凹

部与上述第1部分之间的沿着上述第1方向的距离,上述第4距离在从上述第4部分向上述第3部分的朝向上增大。

附图说明

- [0010] 图1A~图1C是例示第1实施方式涉及的半导体装置的示意图。
- [0011] 图2是例示第1实施方式涉及的半导体装置的示意图。
- [0012] 图3是例示与半导体装置有关的实验结果的曲线图。
- [0013] 图4(a)以及图4(b)是例示半导体装置的截面显微镜照片图像。
- [0014] 图5是例示第1实施方式涉及的半导体装置的示意的剖视图。
- [0015] 图6(a)~图6(d)是例示第1实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。
- [0016] 图7是例示第1实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。
- [0017] 图8(a)~图8(d)是例示第1实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。
- [0018] 图9(a)~图9(c)是例示第2实施方式涉及的半导体装置的一部分的制造方法的示意的剖视图。
- [0019] 图10(a)~图10(e)是例示第2实施方式涉及的半导体装置的制造方法的示意的剖视图。
- [0020] 图11是例示第3实施方式涉及的半导体装置的示意的剖视图。
- [0021] 图12是例示第3实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。
- [0022] 图13是例示第3实施方式涉及的另一半导体装置的截面显微镜照片图像。
- [0023] 图14是表示半导体装置的评价结果的表。
- [0024] 图15是表示半导体装置的评价结果的表。

具体实施方式

- [0025] 以下,参照附图并对本发明的各实施方式进行说明。
- [0026] 附图是示意的或者概念的图,各部分的厚度与宽度的关系、部分间的大小的比率等无需限定于与现实相同。即使在表示相同部分的情况下,也具有根据附图而相互的尺寸、比率不同地表示的情况。
- [0027] 在本申请说明书和各图中,对于已经给出的图,对与上述要素相同的要素标记相同的符号,并适当省略详细的说明。
- [0028] (第1实施方式)
- [0029] 图1A~图1C是例示第1实施方式涉及的半导体装置的示意图。图2是例示第1实施方式涉及的半导体装置的示意图。
- [0030] 图1C是立体图。图1B是图1C的A1-A2线剖视图。图1A以及图2是对图1B所示的一部分PA放大后的剖视图。对于图1C的B1-B2线剖面中的构成的例子在后叙述。
- [0031] 如图1B以及图1C所示,实施方式涉及的半导体装置110包括半导体芯片10、第1导电构件21、第2导电构件22、第3导电构件23、第1连接构件41、第2连接构件42、第3连接构件43以及树脂部30。如图1C所示,还可以进一步设有第4导电构件24以及第5导电构件25。
- [0032] 在1个例子中,半导体芯片10是晶体管。如图1A所示,半导体芯片10包括第1电极11(例如,源极电极)、第2电极12(例如,漏极电极)以及半导体层10s。在该例子中,半导体层

10s设置于第1电极11与第2电极12之间。

[0033] 如图1C所示,半导体芯片10还可以进一步包括第3电极13(例如,栅极电极)。第4导电构件24例如与第3电极13电连接。第5导电构件25与第4导电构件24电连接。对于第4导电构件24以及第5导电构件25的例子在后叙述。

[0034] 如图1B所示,第1导电构件21包括第1部分p1以及第2部分p2。在该例子中,第1导电构件21还包括第1中间部分mp1。

[0035] 第2部分p2与半导体芯片10电连接。在该例子中,第2部分p2与第1电极11(例如,源极电极)电连接(参照图1A)。

[0036] 从半导体芯片10朝向第2部分p2的方向沿着第1方向(Z轴方向)。例如,第2部分p2位于半导体芯片10的上方。

[0037] 将相对Z轴方向垂直的1个方向设为X轴方向。将相对Z轴方向以及X轴方向垂直的方向设为Y轴方向。

[0038] 从第2部分p2朝向第1部分p1的方向沿着第2方向。第2方向与第1方向(Z轴方向)交叉。在该例子中,第2方向是X轴方向。例如,第1导电构件21的至少一部分沿着X轴方向延伸。

[0039] 第1中间部分mp1在第2方向(X轴方向)上,位于第2部分p2与第1部分p1之间。第2方向上的第1中间部分mp1的位置位于第2方向上的第2部分p2的位置与第2方向上的第1部分p1的位置之间。在该例子中,第1中间部分mp1与第2部分p2以及第1部分p1相比位于更上方。

[0040] 第2导电构件22包括第3部分p3以及第4部分p4。从第3部分p3朝向第4部分p4的方向沿着第3方向。第3方向与第1方向(Z轴方向)交叉。在该例子中,第3方向是X轴方向,沿着第2方向。

[0041] 如图1A所示,第1连接构件41设置于第1部分p1与第3部分p3之间。第1连接构件41为导电性。第1连接构件41例如包括软钎料。

[0042] 半导体芯片10的第1电极11(例如,源极电极)经由第1导电构件21以及第1连接构件41,与第2导电构件22电连接。第2导电构件22的第4部分p4成为与外部连接的外部端子。

[0043] 由此,第1导电构件21将半导体芯片10与第2导电构件22(外部端子)电连接。第1导电构件21例如为连接器。另一方面,第2导电构件22的第3部分p3作为接线柱而发挥作用。

[0044] 树脂部30例如覆盖这些构件。树脂部30例如为密封树脂。例如,如图1A所示,树脂部30包括第1部分区域r1。第1部分区域r1设置于第1部分p1、第3部分p3以及第1连接构件41的周围。

[0045] 如图1B以及图1C所示,树脂部30没有覆盖第2导电构件22的第4部分p4。第4部分p4从树脂部30露出。由此,第4部分p4能够与外部电连接。

[0046] 另一方面,如图1B所示,第1导电构件21被树脂部30覆盖。在第1导电构件21的上方也设有树脂部30。例如,在Z轴方向上,第2部分p2位于树脂部30的一部分与半导体芯片10之间。

[0047] 如图1A以及图1B所示,第2连接构件42位于半导体芯片10与第2部分p2之间。第2连接构件42为导电性。第2连接构件42例如包括软钎料。第2连接构件42将半导体芯片10与第2部分p2电连接。例如,第2连接构件42将第1电极11与第2部分p2电连接。

[0048] 树脂部30还包括第2部分区域r2。第2部分区域r2设置于第2部分p2以及第2连接构件42的周围。

[0049] 如图1A所示,第2导电构件22除了第3部分p3和第4部分p4之外,还包括第2中间部分mp2。在第3方向(在该例子中,沿着第2方向,例如,X轴方向)上,第2中间部分mp2位于第3部分p3与第4部分p4之间。在该例子中,第3部分p3与第4部分p4相比位于更上方。例如,第1方向(Z轴方向)上的第2中间部分mp2的位置位于第1方向上的第1连接构件41的位置与第1方向上的第4部分p4的位置之间。例如,在Z轴方向上,第3部分p3位于树脂部30的一部分与第1连接构件41之间。

[0050] 如图1B所示,第3导电构件23包括第5部分p5以及第6部分p6。在第1方向(Z轴方向)上,第5部分p5与半导体芯片10重叠。如图1A所示,第3连接构件43设置于第5部分p5与半导体芯片10之间。在该例子中,第3连接构件43设置于第5部分p5与第2电极12(例如漏极电极)之间。第3连接构件43为导电性。第3连接构件43例如包括软钎料。第3连接构件43将第5部分p5与半导体芯片10(例如第2电极12)电连接。

[0051] 第3导电构件23例如为底座。第3导电构件23还可以作为在半导体芯片10产生的热的散热路线而发挥作用。

[0052] 树脂部30还包括第3部分区域r3。第3部分区域r3设置于第3连接构件43的周围。

[0053] 第3导电构件23的第6部分p6的至少一部分没有被树脂部30覆盖。第6部分p6的至少一部分从树脂部30露出。第6部分p6成为与外部连接的外部端子的另一个。

[0054] 由此,第1导电构件21与第1电极11(例如,源极电极)电连接。第2导电构件22经由第1导电构件21与第1电极11电连接。第3导电构件23与第2电极12(例如,漏极电极)电连接。如已经说明的内容所示,第4导电构件24与第3电极13(例如,栅极电极)电连接。

[0055] 如已经说明的内容所示,在该例子中,第1中间部分mp1与第2部分p2以及第1部分p1相比位于更上方。第1方向(Z轴方向)上的第1部分p1的位置位于第1方向上的第1连接构件41的位置与第1方向上的第1中间部分mp1的位置之间。第1方向上的第2部分p2的位置位于第1方向上的第2连接构件42的位置与第1方向上的第1中间部分mp1的位置之间。

[0056] 对于第1~第5导电构件21~25,例如使用Cu等金属。对于第1~第3连接构件41~43,例如使用软钎料等。对于树脂部30,例如设有环氧树脂等。如后述所示,树脂部30还可以包括填料。

[0057] 半导体装置110例如为SOP(small outline package)型的半导体装置。

[0058] 如图1A所示,在实施方式中,在第1导电构件21的第1部分p1的表面设有凹凸形状。如图1A所示,第1部分p1具有与第1连接构件41对置的第1面21f。第1面21f包括凹部(第1凹部21d)以及凸部(第1凸部21p)。

[0059] 在第3部分p3的上方具有第1部分p1。第1凹部21d的高度方向的位置比第1凸部21p的高度方向的位置高。第1凹部21d在Z轴方向上,以第1凸部21p为基准而后退。

[0060] 在该例子中,第1凹部21d位于第1部分p1的端(第1导电构件21的端)。第1凹部21d具有第1底部21df。在该例子中,第1底部21df的至少一部分相对第1方向(Z轴方向)垂直。

[0061] 如图2所示,例如,在第2方向(X轴方向)上,第1凸部21p位于第1凹部21d与第2部分p2之间。例如,将第1凹部21d与第2部分p2之间的距离设为第1距离Lx1。将第1凸部21p与第2部分p2之间的距离设为距离Lxp1。第1距离Lx1比距离Lxp1长。

[0062] 如图2所示,通过设有第1凹部21d,由此,第1部分p1与第3部分p3之间的距离在第1凹部21d中部分地增大。例如,将第1凹部21d与第3部分p3之间的沿着第1方向(Z轴方向)的

距离设为第2距离Lz2。将第1凸部21p与第3部分p3之间的沿着第1方向(Z轴方向)的距离设为距离Lzp2。第2距离Lz2比距离Lzp2长。

[0063] 第1凹部21d具有深度dz1。深度dz1对应于第1凸部21p的表面的Z轴方向上的位置与第1凹部21d的表面的Z轴方向上的位置之间的沿着Z轴方向的长度。在第3部分p3的表面为平坦的情况下,第1凹部21d的深度例如对应于第2距离Lz2与距离Lzp2的差。

[0064] 位于第3部分p3与第1凹部21d之间的第1连接构件41的厚度(与第2距离Lz2对应)相比位于第3部分p3与第1凸部21p之间的第1连接构件41的厚度(与距离Lzp2对应)变得更厚。

[0065] 如以下说明所示,通过这样的第1凹部21d(以及第1凸部21p),由此,能够抑制特性的变动。

[0066] 例如,在参考例中,在第1部分p1的第1面21f并没有设置上述那样的凹凸。在这样的参考例中,在半导体装置的热循环试验(TCTthermal cycle test)中具有导通电阻上升的情况。尤其是,在较大温度范围中所使用的半导体装置中,TCT评价的条件得以加强。例如,当进行在-65℃与150℃之间的范围1000次循环变化的试验时,可知在参考例中,导通电阻容易上升。在对TCT评价后的试样进行解析后,可知在导通电阻上升了的试样中,在软钎料(第1连接构件41)产生裂缝。当产生裂缝时,连接器(第1导电构件21)与外部端子(第2导电构件22)之间的电阻变高。由此,认为导通电阻变高。

[0067] 当对评价后的试样进一步解析时,可知在软钎料薄的部分容易产生裂缝。

[0068] 在参考例中,由于在第1部分p1的第1面21f没有设置上述那样的凹凸,因此,软钎料的厚度容易根据制造条件而产生变动。例如,在软钎料薄的试样(软钎料薄的部分)中,容易产生裂缝。如后述所示,在没有设置凹凸的情况下,在实际应用中,难以充分加厚软钎料的厚度的最小值。

[0069] 对此,在实施方式中,在第1部分p1的第1面21f设有凹凸形状(第1凹部21d以及第1凸部21p)。由此,能够加厚位于凹部21d与第3部分p3之间的第1连接构件41。另一方面,位于凸部21p与第3部分p3之间的第1连接构件41的厚度能够控制成与上述的参考例相同的程度。因此,能够稳定地给予第1连接构件41与第1凹部21d的深度dz1对应的厚度。

[0070] 如后述所示,第1凹部21d以及第1凸部21p能够使用模具使成为第1导电构件21的金属构件(金属板等)变形而形成。第1凹部21d的深度dz1由于按照模具而成,因此是比较均匀的。由此,与第1凹部21d的深度dz1对应的第1连接构件41的厚度变得均匀。

[0071] 根据实施方式,能够提供能够抑制特性(例如导通电阻)的变动的半导体装置。

[0072] 如图2所示,在与第1部分p1相比,第1中间部分mp1位于更上方的情况下,具有第1部分p1的第1中间部分mp1侧的端部曲线弯曲的情况。能够将这样的曲线的弯曲的部分看成凹部。在这种情况下,在曲线的弯曲的部分中,软钎料难以产生裂缝。在上述的参考例中,即使设置了曲线的弯曲的部分,在其他部分也并没有设置凹部。在这样的参考例中,在曲线的弯曲的部分难以产生裂缝。然而,在其他部分中,并没有设置凹部,因此,如已经说明的内容所示,在其他部分中容易产生裂缝。

[0073] 在实施方式中,与曲线弯曲的部分分开单独地设有上述的第1凹部21d。通过第1凹部21d,第1连接构件41能够控制成所希望的厚度。由此,能够有效地抑制裂缝,能够抑制导通电阻的上升。

[0074] 以下,对几个实验结果进行说明。

[0075] 首先,作为第1实验,在对导电构件并没有设置上述那样的凹凸的情况下,对于改变软钎料的量时的结果进行说明。在该第1实验中,第1导电构件21以及第2导电构件22的各自对置的面为平坦(凹凸为 $0.1\mu\text{m}$ 以下)。在这种情况下,即使增多软钎料的量,第1导电构件21以及第2导电构件22的各自的平坦面之间的软钎料的厚度没有较大地变化。这是因为,在增多了软钎料的量的情况下,仅第1导电部21以及第2导电构件22的各自的侧面(倾斜着的面)部分的软钎料的量增加。因此,在第1导电构件21以及第2导电构件22的各自对置的面为平坦的情况下,这些平坦面之间的软钎料的厚度大致为 $5\mu\text{m}$ 程度以下,不会成为 $10\mu\text{m}$ 以上。

[0076] 另外,当过度增多软钎料的量时,软钎料超过预期的连接部分而存在,无法得到所希望的构造。难以对半导体装置进行小型化。

[0077] 由此,通过预期地设置第1凹部21d,从而,能够使软钎料的厚度成为 $10\mu\text{m}$ 以上。

[0078] 在第2实验中,在软钎料材料中混有金属颗粒(Ni球)。金属颗粒的直径(平均的直径)为 $20\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 或者 $50\mu\text{m}$ 。即使在第2实验中,第1导电构件21以及第2导电构件22的各自对置的面也是平坦(凹凸为 $0.1\mu\text{m}$ 以下)的。在使用包括上述那样3种直径的金属颗粒的软钎料进行实验时,即使在任意情况下,与使用不含有金属颗粒的软钎料的情况相比,导通电阻的变动均小。与直径为 $20\mu\text{m}$ 时的导通电阻的变动相比,直径为 $30\mu\text{m}$ 时的导通电阻的变动小。与直径为 $30\mu\text{m}$ 时的导通电阻的变动相比,直径为 $50\mu\text{m}$ 时的导通电阻的变动小。

[0079] 由此,认为当软钎料厚时,能够更加抑制导通电阻的变动。

[0080] 图3是例示与半导体装置有关的实验结果的曲线图。

[0081] 图3将上述的第1实验以及第2实验的结果合并并进行表示。图3的横轴为软钎料的厚度 t_c (μm)。纵轴为导通电阻的变动 ΔR_{on} (相对值)。导通电阻的变动 ΔR_{on} 为热循环试验之前的导通电阻 R_1 与热循环试验之后的导通电阻 R_2 之差相对导通电阻 R_1 的比($(R_2 - R_1) / R_1$)。

[0082] 在图3中,软钎料的厚度 t_c 为 $10\mu\text{m}$ 的数据在第1实验的结果中对应于判断的量为适当时的数据。软钎料的厚度 t_c 为 $20\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 以及 $50\mu\text{m}$ 的数据在第2实验中对应于变更金属颗粒的直径时的数据。

[0083] 如图3所示,当软钎料的厚度 t_c 超过 $10\mu\text{m}$ 时,导通电阻的变动 ΔR_{on} 能够变小。当软钎料的厚度 t_c 超过 $10\mu\text{m}$ 时,导通电阻的变动 ΔR_{on} 变成小于基准值 ΔR_{on1} 。

[0084] 由此,优选地,第1凹部21d的深度 d_{z1} 超过 $10\mu\text{m}$ 以上。第1连接构件41的至少一部分的厚度变成超过 $10\mu\text{m}$,能够抑制裂缝。能够抑制导通电阻的上升。更优选地,深度 d_{z1} 为 $20\mu\text{m}$ 以上。第1连接构件41的至少一部分的厚度成为 $20\mu\text{m}$ 以上,能够进一步抑制导通电阻的上升。

[0085] 图4(a)以及图4(b)是例示半导体装置的截面显微镜照片图像。

[0086] 图4(a)对应于实施方式涉及的半导体装置110。在半导体装置110中,在第1部分p1设有凹凸形状(第1凹部21d以及第1凸部21p)。图4(b)对应于参考例的半导体装置109。在半导体装置109中,在第1导电构件21的第1部分p1没有设置上述的凹凸形状。

[0087] 如图4(b)所示,在参考例的半导体装置109中,第1部分p1与第3部分p3之间的第1连接构件41薄。第1连接构件41的厚度为 $5\mu\text{m}$ 以上且小于 $10\mu\text{m}$ 。对此,如图4(a)所示,在半导体装置110中,第1部分p1与第3部分p3之间的第1连接构件41的一部分厚。在该例子中,第1

连接构件41的一部分的厚度例如为50 μm 以上60 μm 以下。这是因为,在半导体装置110中设有凹凸形状(第1凹部21d以及第1凸部21p)。在半导体装置109中,在TCT评价中,容易产生裂缝,导通电阻容易增大。在半导体装置110中,在TCT评价中,裂缝被抑制,导通电阻的增大被抑制。

[0088] 以下,对图1C的B1—B2线剖面的构成的例子进行说明。

[0089] 图5是例示第1实施方式涉及的半导体装置的示意的剖视图。

[0090] 图5将图1C的B1—B2线剖面的一部分放大并表示。

[0091] 如图5所示,在半导体装置110中,设有第4导电构件24、第5导电构件25、第4连接构件44以及第5连接构件45。半导体芯片10还包括第3电极13(例如,栅极电极)。第4导电构件24与半导体芯片10(在该例子中为第1电极11(例如栅极电极))电连接。

[0092] 例如,第4导电构件24包括第7部分p7、第8部分p8以及第3中间部分mp3。第3中间部分mp3位于第7部分p7与第8部分p8之间。第3中间部分mp3与第7部分p7以及第8部分p8相比位于更上方。

[0093] 在第8部分p8与半导体芯片10(第3电极13)之间设有导电性的第5连接构件45。

[0094] 另一方面,第5导电构件25包括第9部分p9、第10部分p10以及第4中间部分mp4。第4中间部分mp4位于第9部分p9与第10部分p10之间。Z轴方向上的第4中间部分mp4的位置位于Z轴方向上的第9部分p9的位置与Z轴方向上的第10部分p10的位置之间。

[0095] 第4连接构件44位于第4导电构件24的一部分(第7部分p7)与第5导电构件25的一部分(第9部分p9)之间。

[0096] 树脂部30包括第4部分区域r4。第4部分区域r4设置于第4导电构件24的上述的一部分、第5导电构件25的上述的一部分以及第4连接构件44的周围。

[0097] 第10部分p10没有被树脂部30覆盖。第10部分p10成为与外部连接的另一外部端子。另一方面,第4导电构件24被树脂部30覆盖。在该例子中,在Z轴方向上,第9部分p9位于树脂部30的一部分与第4连接构件44之间。

[0098] 第7部分p7具有与第9部分p9对置的面24f。面24f具有第7部分凹部24d以及第7部分凸部24p。

[0099] 第7部分凹部24d具有第7部分底部24df、第7部分p7的第1距离、第7部分p7的第2距离的至少任一个。第7部分底部24df的至少一部分相对第1方向(Z轴方向)垂直。第7部分p7的第1距离是第7部分凹部24d与第8部分p8之间的距离。第7部分p7的第1距离比第7部分凸部24p与第8部分p8之间的距离长。第7部分p7的第2距离是第7部分凹部24d与第9部分p9之间的沿着第1方向(Z轴方向)的距离。第7部分p7的第2距离还可以在从第8部分p8向第7部分p7的朝向上增大。

[0100] 通过第7部分p7设置这样的凹凸形状,从而,裂缝被抑制。例如,能够抑制特性的变动。

[0101] 第7部分凹部24d的深度还可以设为与第1凹部21d的深度dz1相同。

[0102] 以下,对于与第1部分p1的凹凸形状有关的几个例子进行说明。与第1部分p1的凹凸形状有关的以下的说明也能够应用于设置于第7部分p7的凹凸形状。

[0103] 图6(a)~图6(d)是例示第1实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。

[0104] 如图6(a)所示,在半导体装置111中,在第1部分p1的背面(与第1面21f相反侧的

面)设有凹凸形状。第1部分p1的背面的凹凸形状沿着第1部分p1的第1面21f的凹凸形状。半导体装置111中的除此以外的构成与半导体装置110的构成相同。

[0105] 第1部分p1的背面实质上可以是平坦(半导体装置110)的,也可以具有凹凸形状(半导体装置111)。

[0106] 如图6(b)所示,在半导体装置112中,在第1部分p1的第1面21f设有第1凹部21d以及第1凸部21p。在半导体装置112中,第1距离Lx1(第1凹部21d与第2部分p2之间的距离)比距离Lxp1(第1凸部21p与第2部分p2之间的距离)短。第1凹部21d具有第1底部21df。第1底部21df的至少一部分相对第1方向(Z轴方向)垂直。半导体装置112中的除此以外的构成与半导体装置110的构成相同。

[0107] 在半导体装置112中,和第1部分p1与第1中间部分mp1之间的曲线的弯曲分开独立地设有第1凹部21d。第1凹部21d的第1底部21df的至少一部分沿着X-Y平面。在设置这样的第1凹部21d的情况下,也能够与第1底部21df对应的部分中稳定地加厚第1连接构件41。由此,能够扩大能够抑制裂缝的区域。

[0108] 如图6(c)所示,即使在半导体装置113中,也在第1部分p1的第1面21f设有第1凹部21d以及第1凸部21p。在半导体装置113中,第1凹部21d的第1底部21df倾斜。如已经说明的内容所示,将第1凹部21d与第3部分p3之间的沿着第1方向(Z轴方向)的距离设为第2距离Lz2。第2距离Lz2在从第2部分p2向第1部分p1的朝向中增大。半导体装置113中的除此以外的构成与半导体装置110的构成相同。

[0109] 在半导体装置113中,设有上述的第1凹部21d。第1连接构件41被填充到这样的第1凹部21d之中。在与第1凹部21d对应的部分中,能够稳定地加厚第1连接构件41。由此,能够扩大能够抑制裂缝的区域。

[0110] 如图6(d)所示,在半导体装置114中,在第1部分p1的第1面21f设有第1凹部21d以及多个凸部。第1凸部21p对应于多个凸部的1个。第1凹部21d位于多个凸部之间。半导体装置114中的除此以外的构成与半导体装置110的构成相同。即使在半导体装置114中,在与第1凹部21d对应的部分中,也能够稳定地加厚第1连接构件41。由此,能够扩大能够抑制裂缝的区域。

[0111] 在半导体装置114中,凹部(第1凹部21d)从第1部分p1的两端部向内侧离开地设置。两端部是第1端部pa1以及第2端部pb1。从第2端部pb1朝向第1端部pa1的方向沿着第2方向(例如,X轴方向)。第2端部pb1是第1部分p1与第1中间部分mp1的边界部分(过渡部分)。

[0112] 即使在半导体装置111~114中,也能够抑制特性的变动(例如,导通电阻的上升)。

[0113] 由此,在实施方式中,凹部(第1凹部21d)还可以具有以下那样的第1底部21df、以下那样的第1距离Lx1以及以下那样的第2距离Lz2的至少任一个。第1底部21df的至少一部分相对第1方向(Z轴方向)垂直。第1距离Lx1是第1凹部21d与第2部分p2之间的距离。第1距离Lx1比第1凸部21p与第2部分p2之间的距离Lxp1长。第2距离Lz2是第1凹部21d与第3部分p3之间的沿着第1方向(Z轴方向)的距离。第2距离Lz2在从第2部分p2向第1部分p1的朝向上增大。

[0114] 在上述的例子中,凹凸形状设置于第1部分p1。如以下说明所示,在实施方式中,凹凸形状还可以设置于第3部分p3。

[0115] 图7是例示第1实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。

[0116] 图7是与图1C的A1—A2线对应的剖面的放大图。

[0117] 如图7所示,在半导体装置120中,在第2导电构件22的第3部分p3的表面设有凹凸形状。另一方面,在该例子中,在第1导电构件21的第1部分p1的表面(第1面21f)没有设置凹凸形状。在半导体装置120中,还可以进一步在第1面21f设置凹凸形状。

[0118] 以下,对于设置于第3部分p3的凹凸形状的例子进行说明。第3部分p3具有第2面22f。第2面22f与第1连接构件41对置。第2面22f包括凹部(第2凹部22d)以及凸部(第2凸部22p)。

[0119] 第2凹部22d具有第2底部22df。在该例子中,第2底部22df的至少一部分相对第1方向(Z轴方向)垂直。

[0120] 第2凹部22d具有第3距离 L_{x3} 。第3距离 L_{x3} 是第2凹部22d与第4部分p4之间的距离。第3距离 L_{x3} 比第2凸部22p与第4部分p4之间的距离 L_{xp3} 长。

[0121] 第2凹部22d具有第4距离 L_{z4} 。第4距离 L_{z4} 是第2凹部22d与第1部分p1之间的沿着第1方向(Z轴方向)的距离。第2凸部22p具有距离 L_{zp4} 。距离 L_{zp4} 是第2凸部22p与第1部分p1之间的沿着第1方向(Z轴方向)的距离。第4距离 L_{z4} 比距离 L_{zp4} 长。

[0122] 第2凹部22d的深度 $dz2$ 是Z轴方向上的第2凹部22d的位置与Z轴方向上的第2凸部22p的位置之间的沿着Z轴方向的距离。第2凹部22d的深度 $dz2$ 对应于第4距离 L_{z4} 与距离 L_{zp4} 之差。

[0123] 通过设置这样的凹凸形状(第2凹部22d以及第2凸部22p),从而,在第1部分p1与第3部分p3之间,能够稳定地增大第1连接构件41的厚度。由此,裂缝被抑制。例如,能够抑制特性的变动(例如,导通电阻的上升)。

[0124] 优选地,第2凹部22d的深度 $dz2$ 超过 $10\mu\text{m}$ 。更优选地,深度 $dz2$ 为 $20\mu\text{m}$ 以上。

[0125] 如上述所示,在半导体装置120中,在第3部分p3的第2面22f设有凹凸形状。另一方面,如已经说明的内容所示,在半导体装置110中,在第1部分p1的第1面21f设有凹凸形状。如后述所示,在制造工序中,考虑有在第3部分p3之上放置成为第1连接构件41的材料(例如,钎焊膏等),在其上放置第1部分p1的方法。在这种情况下,当第3部分p3的上表面为平坦时,能够稳定地放置该材料。在这样的情况下,优选地,在第1部分p1的下表面设置凹凸形状。另一方面,还考虑有成为第1连接构件41的材料例如为片状,片状的材料被转移到导电构件的方法。在这样的情况下,即使第3部分p3的上表面设有凹凸形状,也能够稳定地放置片状的材料。

[0126] 以下,对于与第3部分p3的凹凸形状有关的几个例子进行说明。与第3部分p3的凹凸形状有关的以下的说明还能够应用到第9部分p9的凹凸形状。

[0127] 图8(a)~图8(d)是例示第1实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。

[0128] 如图8(a)所示,在半导体装置121中,在第3部分p2的背面(与第2面22f相反侧的面)设有凹凸形状。背面的凹凸形状沿着第2面22f的凹凸形状。半导体装置121中的除此以外的构成与半导体装置120的构成相同。

[0129] 第3部分p3的背面实质上可以是平坦(半导体装置120)的,还可以具有凹凸形状(半导体装置121)。

[0130] 如图8(b)所示,在半导体装置122中,在第3部分p3的第2面22f设有第2凹部22d以及第2凸部22p。在半导体装置122中,第3距离 L_{x3} (第2凹部22d与第4部分p4之间的距离)比

距离 L_{xp3} (第2凸部22p与第4部分p4之间的距离)短。第2凹部22d具有第2底部22df。第2底部22df的至少一部分相对第1方向(Z轴方向)垂直。半导体装置122中的除此以外的构成与半导体装置120的构成相同。

[0131] 在半导体装置122中,和第3部分p3与第2中间部分mp2之间的曲线的弯曲分开单独地设有第2凹部22d。第2凹部22d的第2底部22df的至少一部分沿着X-Y平面。即使在设有这样的第2凹部22d的情况下,在与第2底部22df对应的部分中,也能够稳定地加厚第1连接构件41。由此,能够扩大能够抑制裂缝的区域。

[0132] 如图8(c)所示,即使在半导体装置123中,也在第3部分p3的第2面22f设有第2凹部22d以及第2凸部22p。如已经说明的内容所示,将第2凹部22d与第1部分p1之间的沿着第1方向(Z轴方向)的距离设为第4距离 L_{z4} 。第4距离 L_{z4} 在从第4部分p4向第3部分p3的朝向上增大。半导体装置123中的除此以外的构成与半导体装置120的构成相同。

[0133] 在半导体装置123中设有上述的第2凹部22d。第1连接构件41被填充到这样的第2凹部22d之中。在与第2凹部22d对应的部分中,能够稳定地加厚第1连接构件41。由此,能够扩大能够抑制裂缝的区域。

[0134] 如图8(d)所示,在半导体装置124中,在第3部分p3的第2面22f设有第2凹部22d以及多个凸部。第2凸部22p对应于多个凸部的1个。第2凹部22d位于多个凸部之间。半导体装置124中的除此以外的构成与半导体装置120的构成相同。即使在半导体装置124中,也能够与第2凹部22d对应的部分中,稳定地加厚第1连接构件41。由此,能够扩大能够抑制裂缝的区域。

[0135] 在半导体装置124中,凹部(第2凹部22d)从第3部分p3的两端部向内侧离开地设置。两端部为第3端部pa3以及第4端部pb3。从第4端部pb3朝向第3端部pa3的方向沿着第3方向(例如,X轴方向)。第4端部pb3是第3部分p3与第2中间部分mp2的边界部分(过渡部分)。

[0136] 即使在半导体装置121~124中,也能够抑制特性的变动(例如,导通电阻的上升)。

[0137] 由此,在实施方式中,凹部(第2凹部22d)还可以具有以下那样的第2底部22df、以下那样的第3距离 L_{x3} 以及以下那样的第4距离 L_{z4} 的至少任一个。第2底部22df的至少一部分相对第1方向(Z轴方向)垂直。第3距离 L_{x3} 是第2凹部22d与第4部分p4之间的距离。第3距离 L_{x3} 比第2凸部22p与第4部分p4之间的距离长。第4距离 L_{z4} 是第2凹部22d与第1部分p1之间的沿着第1方向的距离。第4距离 L_{z4} 在从第4部分p4向第3部分p3的朝向上增大。

[0138] (第2实施方式)

[0139] 第2实施方式涉及制造方法。以下,对第1导电构件21的制造方法以及半导体装置的制造方法的例子进行说明。

[0140] 图9(a)~图9(c)是例示第2实施方式涉及的半导体装置的一部分的制造方法的示意的剖视图。

[0141] 这些图例示出第1导电构件21(半导体装置110的一部分的部件)的制造方法。

[0142] 如图9(a)所示,准备导电板21A。导电板21A例如为Cu板。

[0143] 如图9(b)所示,在将导电板21A放入第1模具M1以及第2模具M2之间的状态下,对这些模具施加压力,使导电板21A变形。例如,第1模具M1的与第2模具M2对置的面具有凹区域Mp1、凹区域Mp2以及凸区域Mp3。第2模具M2的与第1模具M1对置的面具有凸区域Mq1、凸区域Mq2以及凹区域Mq3。根据导电板21A的1个区域(凹区域Mp1与凸区域Mq1之间的区域)形成第

1部分p1。根据导电板21A的另一个区域(凹区域Mp2与凸区域Mq2之间的区域)形成第2部分p2。根据导电板21A的另一个区域(凸区域Mp3与凹区域Mq3之间的区域)形成第1中间部分mp1。

[0144] 在凹区域Mp1设有凹部Mpd以及凸部Mpp。根据与凹部Mpd对应的部分,在导电板21A形成凸部。根据与凸部Mpp对应的部分,在导电板21A形成凹部。导电板21A的凸部成为第1凸部21p。导电板21A的凹部成为第1凹部21d。将导电板21A从这些模具拆下。

[0145] 如图9(c)所示,将导电板21A的1个区域(凹区域Mp1与凸区域Mq1之间的区域)的一部分切断并去除。由此,形成第1部分p1。由此,能够得到图1A例示出的第1导电构件21。

[0146] 在图9(b)中,还可以使第2模具M2的凸区域Mq1的表面形状沿着第1模具M1的凹区域Mp1的表面形状(凹凸形状)。例如,还可以在凸区域Mq1设有凸部以及凹部,以这些凸部以及凹部分别嵌入到凹区域Mp1的凹部Mpd以及凸部Mpp的方式将第1模具M1以及第2模具M2叠合。在这种情况下,能够得到图6(a)例示出的第1导电构件21。2个模具的表面形状还可以各种各样地变形。能够得到各种各样形状的第1凹部21d以及第1凸部21p。

[0147] 对包括第1导电构件21的半导体装置的制造方法的例子进行说明。

[0148] 图10(a)~图10(e)是例示第2实施方式涉及的半导体装置的制造方法的示意的剖视图。

[0149] 如图10(a)所示,准备引线框28。引线框28包括成为第2导电构件22的部分以及成为第3导电构件23的部分。

[0150] 如图10(b)所示,在第3导电构件23的一部分(第5部分p5)之上涂敷钎焊膏43b。

[0151] 如图10(c)所示,在钎焊膏43b之上载置半导体芯片10。使钎焊膏43b熔融,将第3导电构件23与半导体芯片10接合。

[0152] 如图10(d)所示,在半导体芯片10之上涂敷钎焊膏42b,在第2导电构件22的一部分(第3部分p3)之上涂敷钎焊膏41b。

[0153] 如图10(e)所示,在钎焊膏42b以及钎焊膏41b之上载置第1导电构件21。第2部分p2位于钎焊膏42b之上。第1部分p1位于钎焊膏41b之上。使钎焊膏42b以及钎焊膏41b熔融。第1导电构件21的第2部分p2与半导体芯片10被接合。第1导电构件21的第1部分p1与第2导电构件22的第3部分p3被接合。

[0154] 之后,通过模具加工形成树脂部30。进而,切断引线框28的不需要的部分。由此,能够得到半导体装置(例如,半导体装置110等)。

[0155] (第3实施方式)

[0156] 图11是例示第3实施方式涉及的半导体装置的示意的剖视图。

[0157] 图11是与图1A对应的部分的剖视图。

[0158] 如图11所示,在本实施方式涉及的半导体装置130中,第1连接构件41包括颗粒41p。颗粒41p例如为金属球。颗粒41p例如是包括Ni的球。半导体装置130中的除此以外的构成例如与第1实施方式涉及的半导体装置(例如半导体装置110等)相同。

[0159] 在半导体装置130中,第1连接构件41(例如,软钎料)中的颗粒41p位于第1部分p1与第3部分p3之间。第1部分p1与第3部分p3之间的距离的最小值由颗粒41p的尺寸决定。由此,第1连接构件41的厚度变得容易设定为适当的厚度以上。由此,例如,裂缝被抑制。能够提供能够抑制特性的变动的半导体装置。

[0160] 在实施方式中,优选地,颗粒41p的尺寸(例如直径)为超过 $10\mu\text{m}$ 且 $20\mu\text{m}$ 以下。通过尺寸超过 $10\mu\text{m}$,由此,能够使第1部分p1与第3部分p3之间的距离的最小值比 $10\mu\text{m}$ 大。

[0161] 颗粒41p对于接合没有帮助。颗粒41p的尺寸被控制为适当的尺寸以下。由此,能够维持适当的接合强度。例如,在颗粒41p的尺寸过度大的情况下,实际有效的连接区域的面积变小。例如,具有为了使封装尺寸小型化,减小第1部分p1与第3部分p3相互对置的部分(接合部分)的情况。即使在这样的情况下,也能够通过将颗粒41p的尺寸设成 $20\mu\text{m}$ 以下,从而,将实际有效的连接区域的面积维持在实用的范围。

[0162] 具有将钎焊膏41b等从喷嘴涂出并进行涂敷的方法。当颗粒41p的尺寸过度大时,具有喷嘴堵塞,变得难以稳定的制造的情况。当颗粒41p的尺寸为 $20\mu\text{m}$ 以下时,能够抑制喷嘴的堵塞。变得能够稳定的制造。

[0163] 颗粒41p的浓度被控制为适当的浓度以下。由此,能够维持适当的接合强度。

[0164] 在半导体装置130中,通过颗粒41p来控制第1部分p1与第3部分p3之间的距离的最小值。进而,由于在第1部分p1设有凹凸形状,因此,第1部分p1与第3部分p3之间的距离基于凹部的深度被控制。由此,第1连接构件41的厚度能够更稳定地控制得较厚。能够更稳定地控制特性的变动。

[0165] 图12是例示第3实施方式涉及的另一半导体装置的示意的剖视图。

[0166] 图12是与图1A对应的部分的剖视图。

[0167] 如图12所示,即使在本实施方式涉及的半导体装置131中,第1连接构件41也包括颗粒41p。在半导体装置131中,在第1部分p1没有设置凹凸形状。半导体装置131中的除此以外的构成与半导体装置130相同。

[0168] 在半导体装置131中,通过颗粒41p来控制第1部分p1与第3部分p3之间的距离的最小值。即使在半导体装置131中,能够抑制特性的变动。

[0169] 图13是例示第3实施方式涉及的另一半导体装置的截面显微镜照片图像。

[0170] 图13对应于半导体装置131。如图13所示,通过颗粒41p来控制第1部分p1以及第3部分p3之间的距离。在该例子中,第1部分p1与第3部分p3之间的距离为大致 $20\mu\text{m}$ ~大致 $30\mu\text{m}$ 。

[0171] 在实施方式中,优选地,第1连接构件41的“0.02%耐力”(例如参照JIS Z 2241:2011)为 10.5MPa 以上。

[0172] 例如,具有作为第1连接构件41,使用包括Pb、Ag以及Sn的软钎料的情况。此时,在Ag的浓度为1wt%、Sn的浓度为3wt%的第1软钎料材料中,“0.02%耐力”为 10.5MPa 。另一方面,在Ag的浓度为2wt%、Sn的浓度为8wt%的第2软钎料材料中,“0.02%耐力”为 12.5MPa 。在使用第2软钎料材料的情况下,TCT评价后的裂缝以及导通电阻的变化与使用了第1软钎料材料的情况相比,明显更良好。

[0173] 以下,对与树脂部30的材料有关的实验结果的例子进行说明。

[0174] 在第1实验中,变更作为树脂部30所使用的材料。树脂部30包括环氧树脂、填料。填料是硅石球。填料的浓度被变更。

[0175] 在实验试样的半导体装置中,在第1部分p1以及第3部分p3没有设置凹凸形状。关于制作出的半导体装置进行各种各样的评价。以下,对以下的4个评价结果进行说明。

[0176] 在第1评价中,MSL(Moisture Sensitivity Level)试验后的剥离被评价。例如,在

树脂部与导电构件之间观察到剥离。在第2评价中,MSL试验后的树脂部30的裂缝被评价。上述的MSL试验的条件是在85℃、85RH%、48小时中,为3次IR回流焊(260℃Max)。

[0177] 在第3评价中,TCT后的软钎料(第1连接构件41)的裂缝由显微镜来观察。在第4评价中,TCT后的导通电阻的变动被评价。

[0178] 图14是表示半导体装置的评价结果的表。

[0179] 在图14中示出第1~第7试样SP01~SP07的评价结果。

[0180] 在第1试样SP01中,使用环氧树脂M04,填料浓度Cf为88.0wt%(重量%)。在第2试样SP02中,使用环氧树脂M02,填料浓度Cf为87.5wt%。在第3试样SP03中,使用环氧树脂M01,填料浓度Cf为85.0wt%。在第4试样SP04中,使用环氧树脂M03,填料浓度Cf为84.0wt%。在第5试样SP05中,使用环氧树脂M05,填料浓度Cf为84.0wt%。在第6试样SP06中,使用环氧树脂M06,填料浓度Cf为80.0wt%。在第7试样SP07中,使用环氧树脂M07,填料浓度Cf为77.0wt%。

[0181] 在图14中示出关于树脂材料(环氧树脂以及填料)的、线膨胀系数 α ($\times 10^{-6}/K$)以及玻璃化转变温度 T_g (℃)的评价结果。进而,在图14中示出上述的第1评价V1~第4评价V4的结果。结果由E1~E4的4个阶段的评价值来表示。评价值E1表示“规准以下,为不好”。评价值E2表示“与基准大致相同值程度”。评价值E3表示“超过基准,为良好”。评价值E4表示“大大超过基准,比结果3更好”。

[0182] 如图14所示,第1评价V1(MSL试验中的剥离)的结果在所有的试样中,为评价值E3,为良好。第2评价V2(MSL试验中的树脂部30的裂缝)的结果在所有的试样中,为评价值E3,为良好。

[0183] 第3评价V3(TCT中的裂缝)的结果以及第4评价V4(TCT中的导通电阻的变动)的结果在第1~第3试样SP01~SP03中,为评价值E1,为不好。在第4试样SP04以及第5试样SP05中,结果为评价值E2。在第6试样SP06中,结果为评价值E3,为良好。在第7试样SP07中,结果为评价值E4,为更良好。

[0184] 根据图14的结果,优选地,树脂部30的线膨胀系数 α 较大。优选地,线膨胀系数 α 例如为 $13 \times 10^{-6}/K$ 以上 $17 \times 10^{-6}/K$ 以下。如图14所示,在第3评价V3(TCT中的裂缝)以及第4评价V4(TCT中的导通电阻的变动)中,能得到良好的结果。

[0185] 例如,Cu的线膨胀系数 α 为大致 $17 \times 10^{-6}/K$ 。认为优选地,树脂部30的线膨胀系数 α 接近导电构件(例如Cu)的线膨胀系数 α 。在一般的半导体装置中,树脂部(密封件)的线膨胀系数 α 大多设计为变得接近硅的线膨胀系数 α (大致 $6 \times 10^{-6}/K$)。在实施方式中,认为应力尤其集中在连接器与接线柱的接合部分。在这样的构造的情况下,优选地,树脂部30的线膨胀系数 α 不是半导体(硅)的线膨胀系数 α ,接近导电构件(例如Cu)的线膨胀系数 α 。由此,例如,连接器与接线柱的接合部分(第1连接构件41)中的裂缝容易被抑制。特性的变动被抑制。

[0186] 在实施方式中,树脂部30包括多个填料。优选地,多个填料的树脂部30中的浓度为76重量%以上84重量%以下。如图14所示,在第3评价V3(TCT中的裂缝)以及第4评价V4(TCT中的导通电阻的变动)中,能得到良好的结果。

[0187] 填料包括从例如由包括Si的氧化物(例如二氧化硅)、包括Mg的氧化物以及包括Al的氧化物构成的组中选择出的至少1个。

[0188] 图15是表示半导体装置的评价结果的表。

[0189] 图15表示第2实验的结果。在第2实验中,树脂部30的环氧树脂的材料被变更。通过环氧树脂的材料变更,玻璃化转变温度 T_g 被变更。在第2实验中,填料浓度 C_f 在80.0wt%为一定。即使是在第2实验中,也在半导体装置中,在第1部分p1以及第3部分p3没有设置凹凸形状。

[0190] 如图15所示,在第8试样SP08中,使用环氧树脂M06,玻璃化转变温度 T_g 为120°C。在第9试样SP09中,使用环氧树脂M08,玻璃化转变温度 T_g 为150°C。在第10试样SP10中,使用环氧树脂M09,玻璃化转变温度 T_g 为170°C。

[0191] 如图15所示,当玻璃化转变温度 T_g 高时,在TCT评价中能得到良好的结果。TCT评价中的最高温度为150°C。认为通过玻璃化转变温度 T_g 为TCT评价中的最高温度以上,从而,能得到良好的结果。

[0192] 在实施方式中,优选地,树脂部30的玻璃化转变温度 T_g 为150°C以上。能够更抑制裂缝。能够更有效地抑制特性的变动。

[0193] 例如,提出在功率半导体装置中,作为半导体芯片与外部端子的接合构造,不是引线键合,是使用铜等板状的连接器的构造。由此,例如,能得到较低的电阻。在这样的半导体装置中,要求满足严格的可靠性基准。在TCT(温度循环试验)中,在软钎料产生裂缝并且导通电阻上升。

[0194] 根据实施方式,能够提供能够抑制特性的变动的半导体装置。

[0195] 在本申请说明书中,“垂直”以及“平行”不仅是严密的垂直以及严密的平行,还包括例如制造工序中的不均等,只要是实质上垂直以及实质上平行即可。

[0196] 以上,参照具体例并对本发明的实施方式说明。但是,本发明并不限于这些具体例。例如,半导体装置所包括的半导体芯片、导电构件、连接构件以及绝缘部等各要素的具体的构成,本领域技术人员从公知的范围适当选择,由此,只要相同地实施本发明,能够得到相同的效果,都包含于本发明的范围。

[0197] 另外,将各具体例的任意2个以上的要素在技术上可能的范围中进行组合,只要包括本发明的主旨都包含于本发明的范围。

[0198] 其他,作为本发明的实施方式,以上述的半导体装置为基础,本领域技术人员能够适当设计变更并实施的所有的半导体装置只要包括本发明的主旨,都属于本发明的范围。

[0199] 其他,了解到在本发明的思想的范畴中,只要是本领域技术人员,能够在各种变更例以及修正例中想出得到,关于这些变更例以及修正例也都属于本发明的范围。

[0200] 对本发明的几个实施方式进行了说明,但这些实施方式是作为例子而提出的,并没有意图限定发明的范围。这些实施方式可以以其他各种方式进行实施,在不超出发明主旨的范围内,可进行各种省略、调换以及变更。这些实施方式及其变形包括在发明的范围和主旨内,同样,也包括在专利请求所记载的发明和与其等同的范围内。

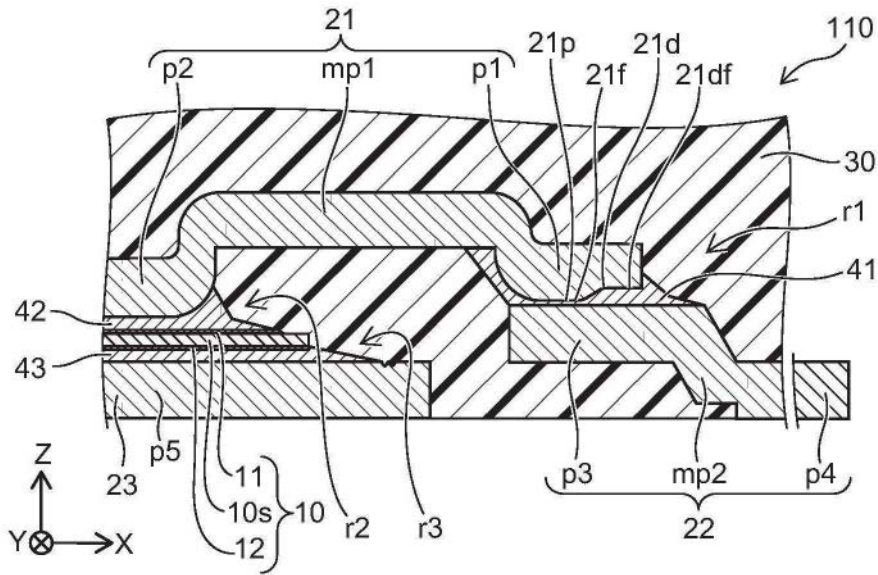


图1A

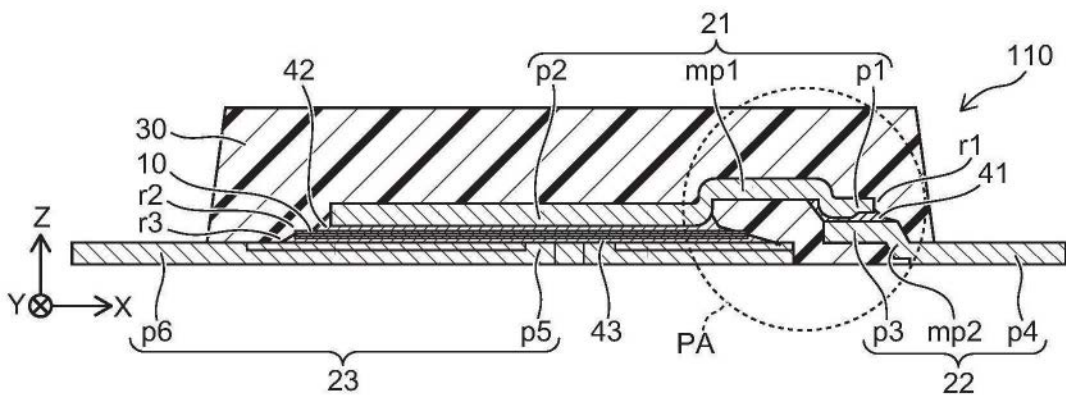


图1B

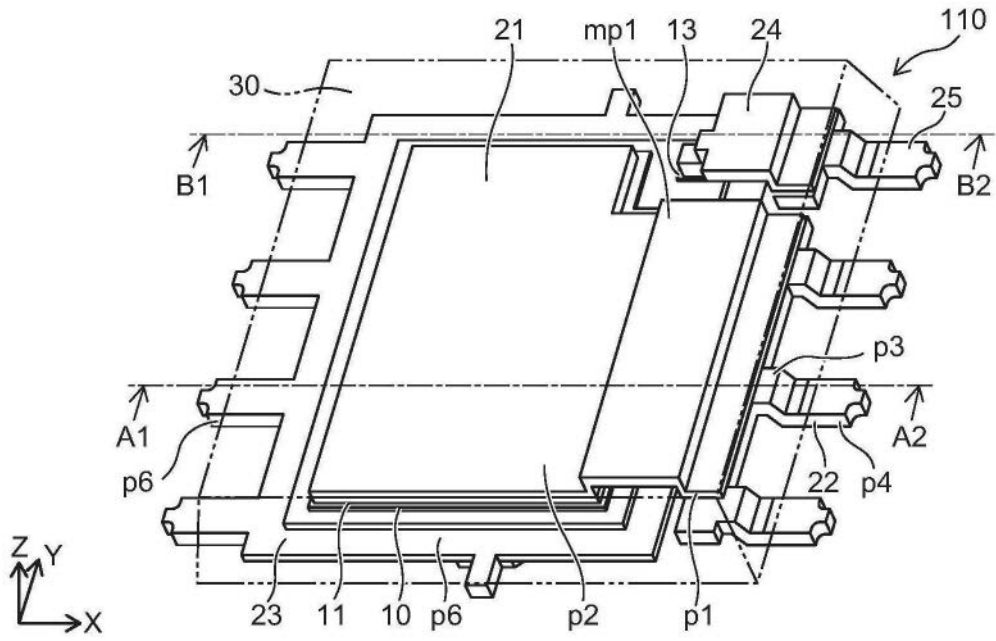


图1C

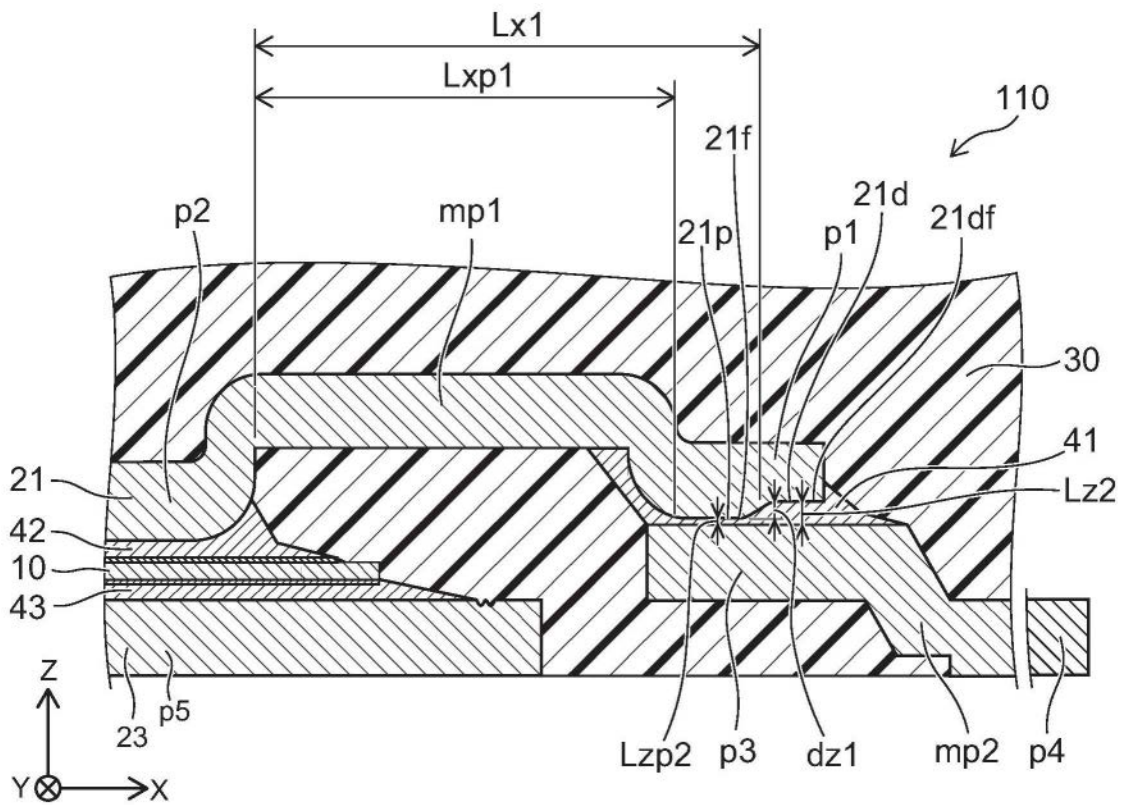


图2

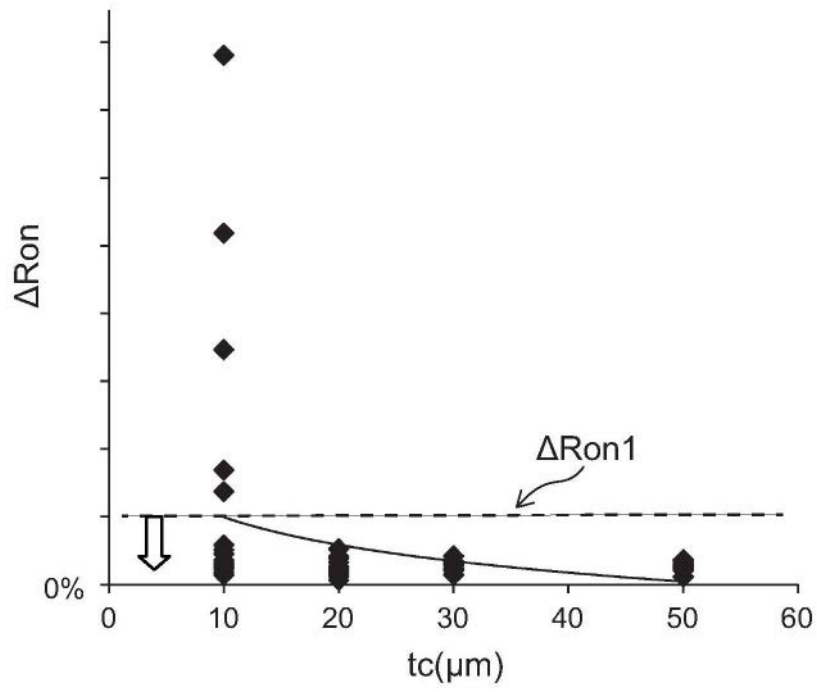


图3

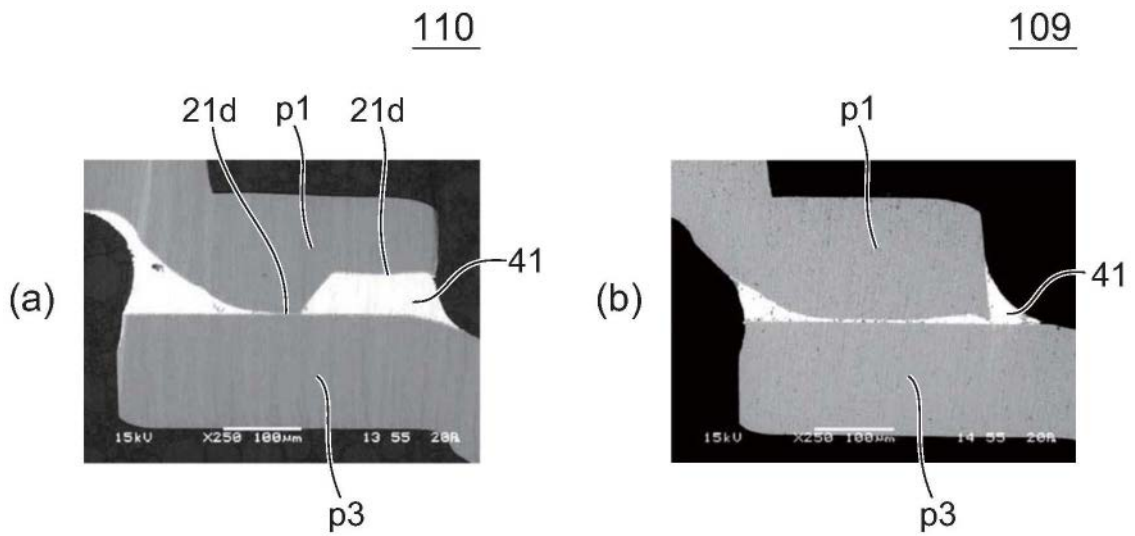


图4

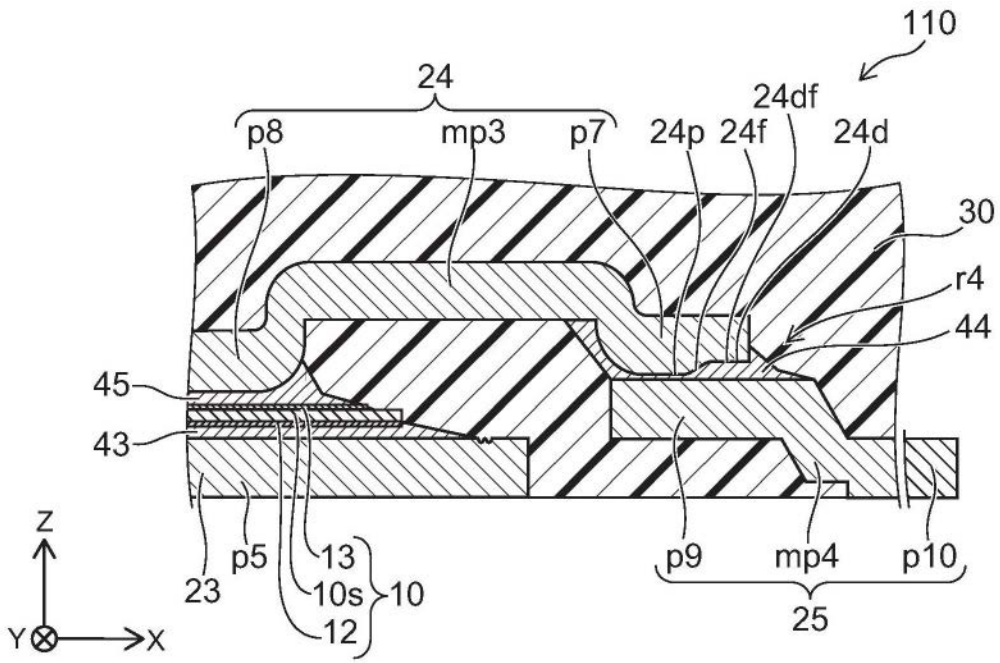


图5

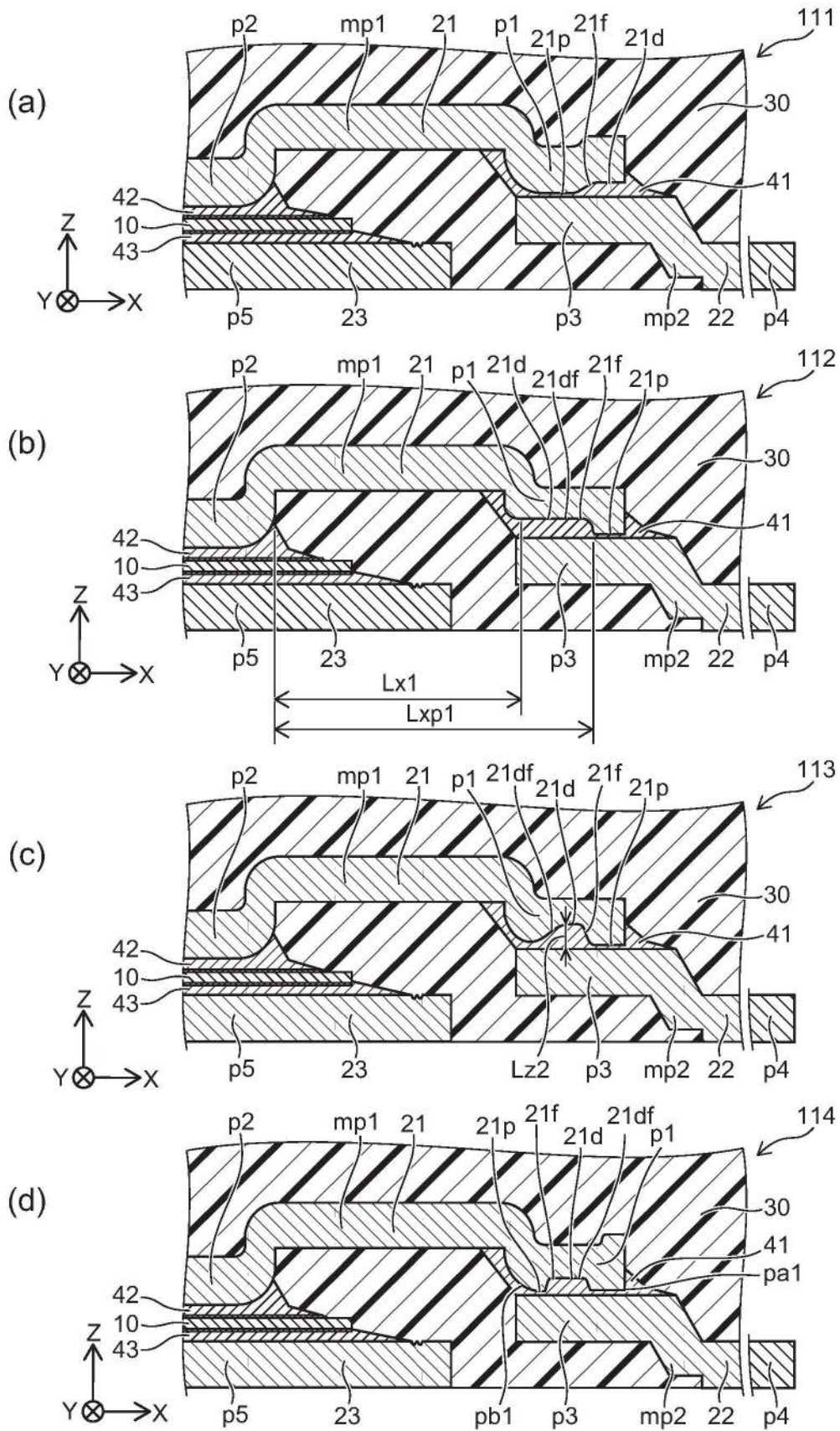


图6

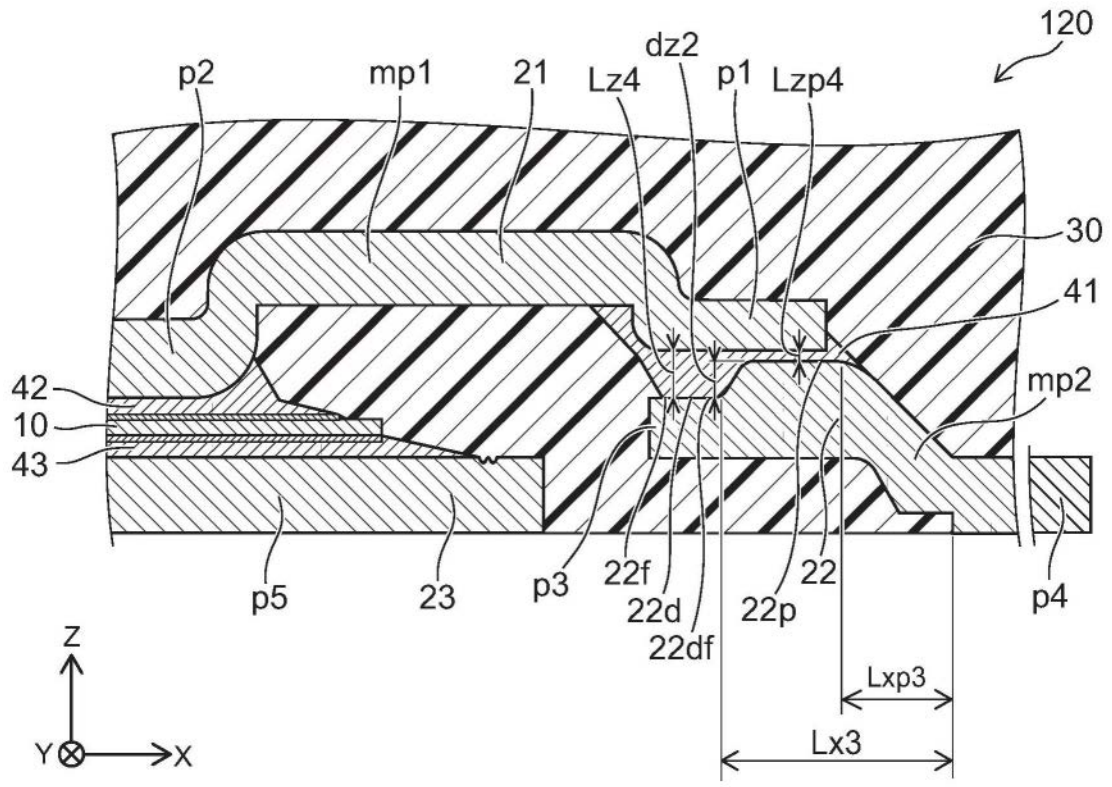


图7

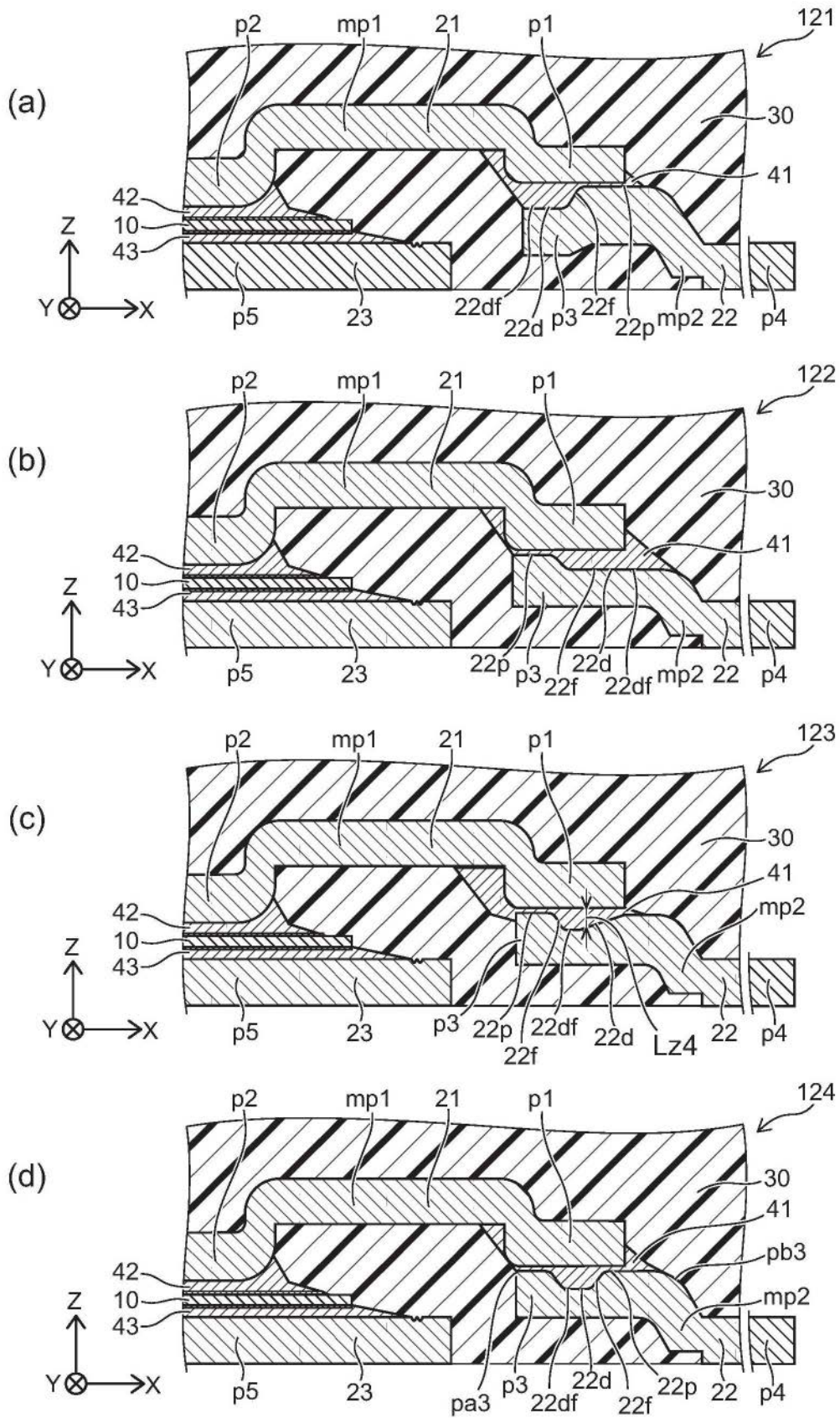


图8

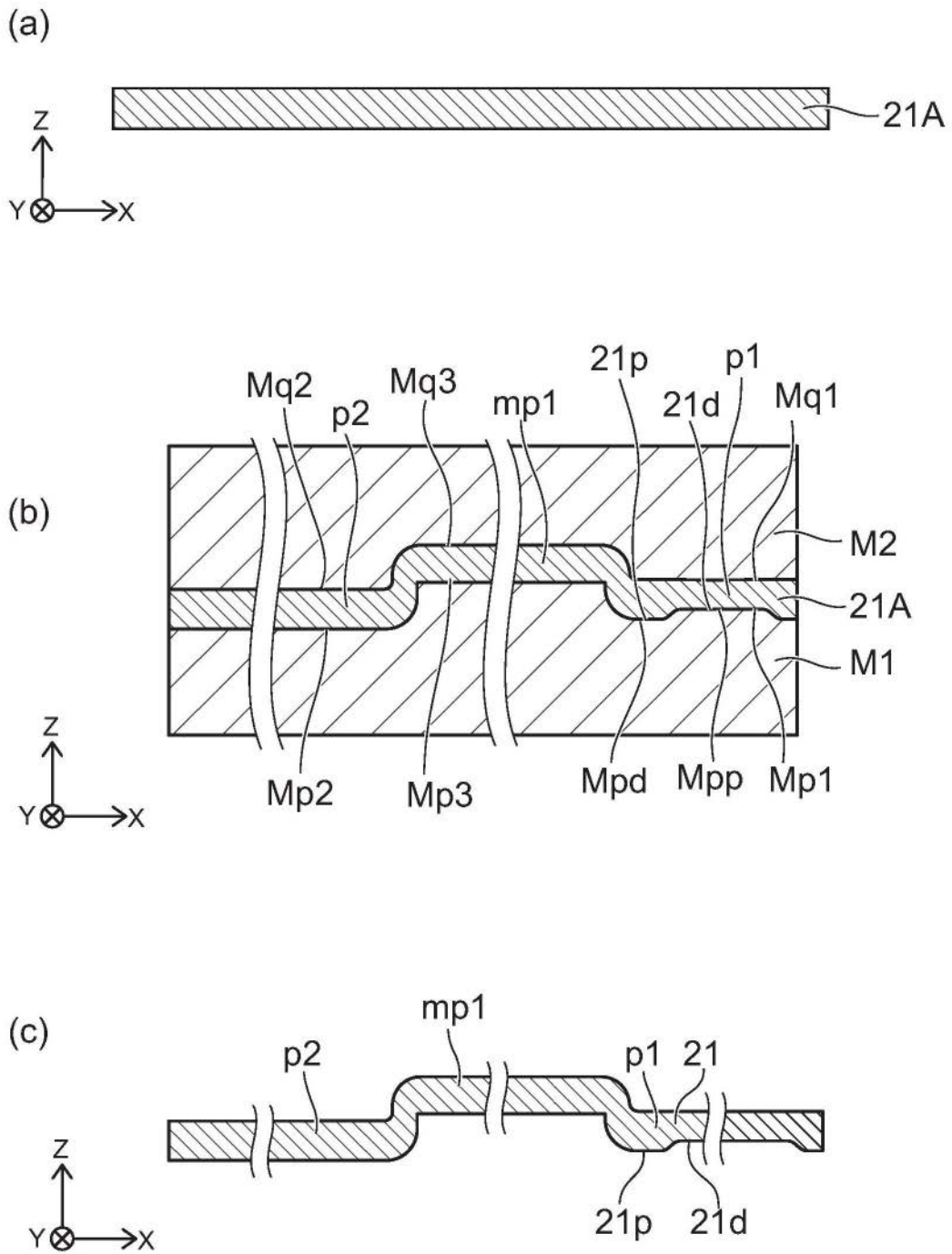


图9

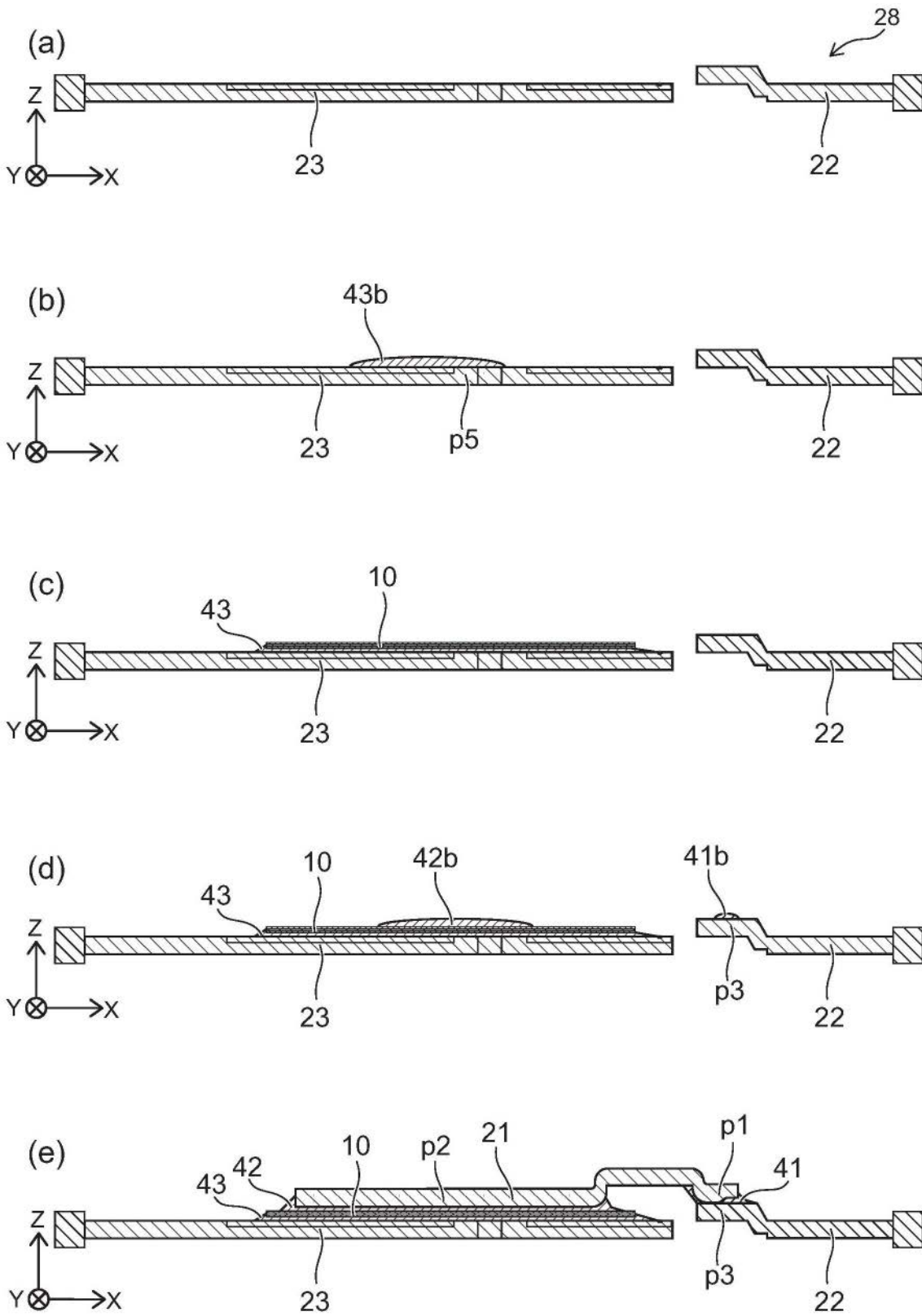


图10

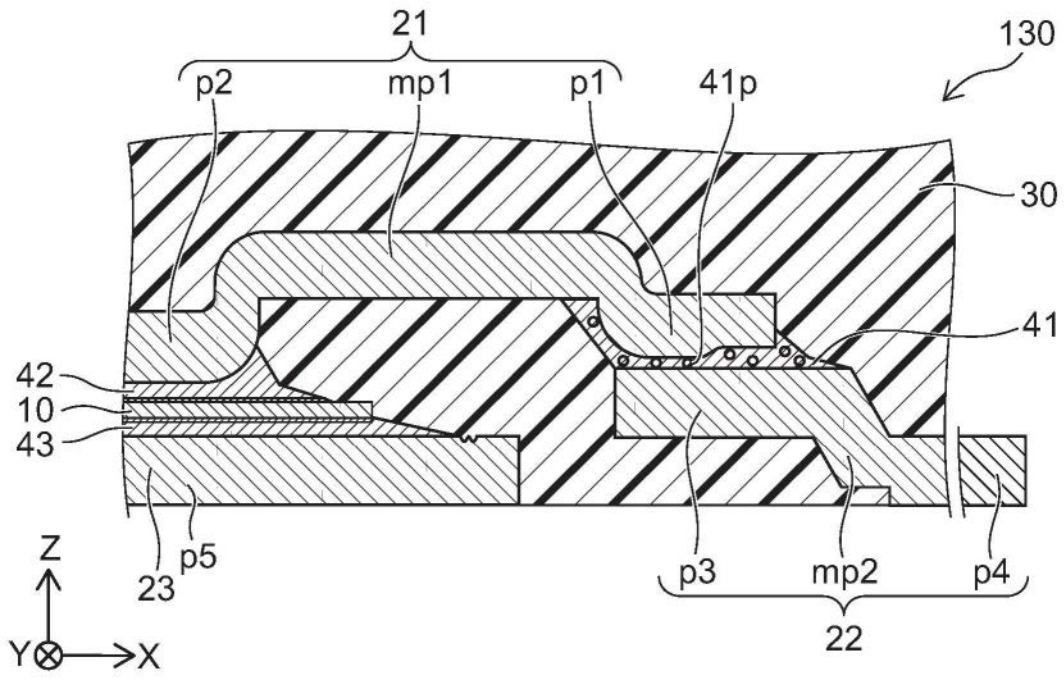


图11

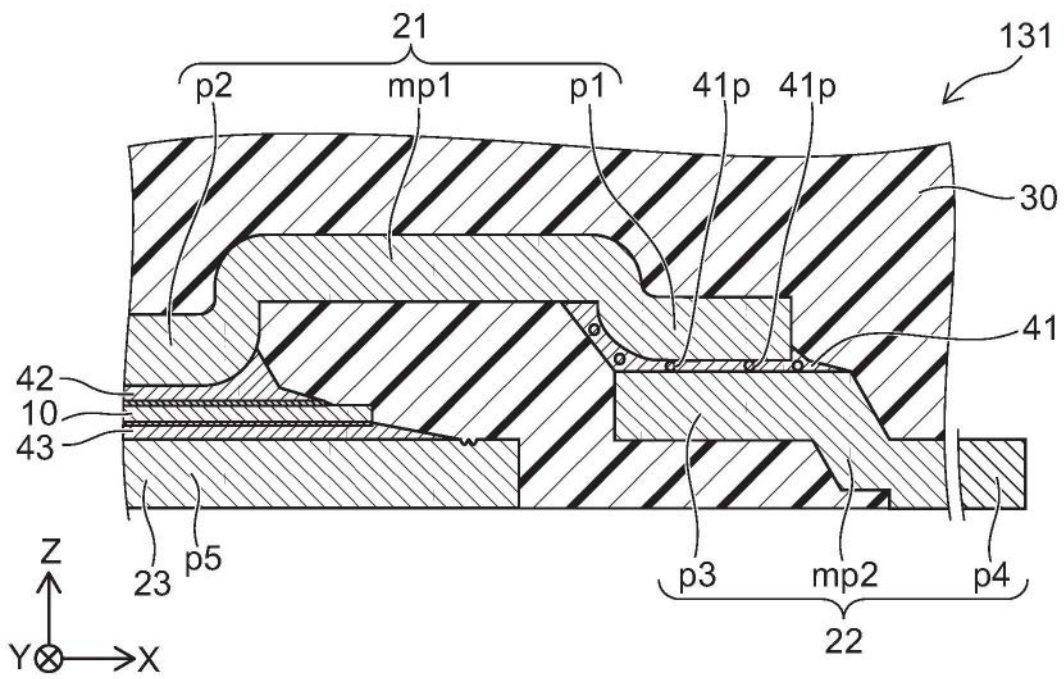


图12

131

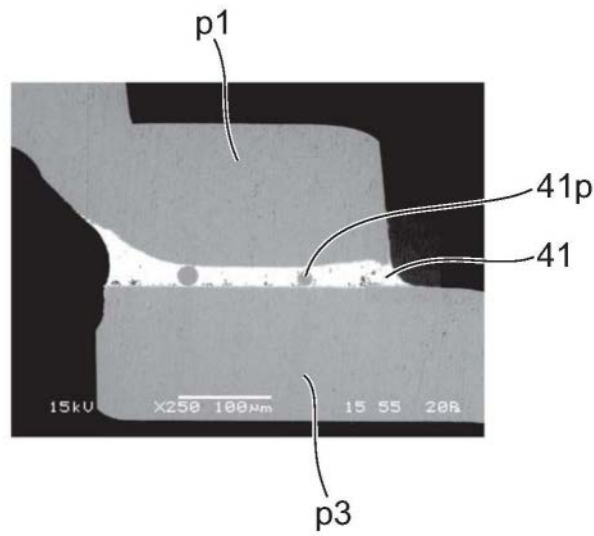


图13

		Cf(wt%)	$\alpha (\times 10^{-6}/k)$	Tg(°C)	MSL		TCT(1000cyc)	
					V-1	V-2	V-3	V-4
SP01	M04	88.0	9	120	E3	E3	E1	E1
SP02	M02	87.5	8	120	E3	E3	E1	E1
SP03	M01	85.0	10	120	E3	E3	E1	E1
SP04	M03	84.0	12	120	E3	E3	E2	E2
SP05	M05	84.0	12	120	E3	E3	E2	E2
SP06	M06	80.0	14	120	E3	E3	E3	E3
SP07	M07	77.0	17	120	E3	E3	E4	E4

图14

		Cf(wt%)	$\alpha (\times 10^{-6}/k)$	Tg(°C)	MSL		TCT(1000cyc)	
					V1	V2	V3	V4
SP08	M06	80.0	14	120	E3	E3	E3	E3
SP09	M08	80.0	14	150	E3	E3	E4	E4
SP10	M09	80.0	14	170	E3	E3	E4	E4

图15