



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113785394 A

(43) 申请公布日 2021.12.10

(21) 申请号 202080033098.4

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

(22) 申请日 2020.05.29

代理人 马明月

(30) 优先权数据

62/860,728 2019.06.12 US

16/839,756 2020.04.03 US

(51) Int.Cl.

H01L 23/488 (2006.01)

H01L 21/60 (2006.01)

H01L 23/31 (2006.01)

H01L 21/768 (2006.01)

H01L 21/56 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.11.02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/035130 2020.05.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/251779 EN 2020.12.17

(71) 申请人 伊文萨思粘合技术公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R·坎卡尔 A·R·西塔拉姆

L·W·米卡里米

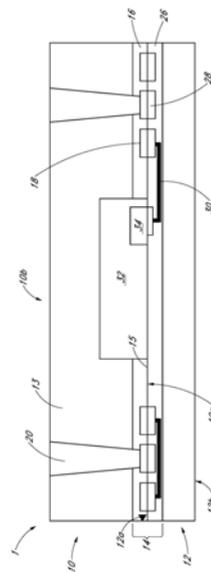
权利要求书3页 说明书16页 附图29页

(54) 发明名称

密封的键合结构及其形成方法

(57) 摘要

公开了一种键合结构。键合结构包括第一元件,该第一元件具有前侧和与前侧相对的背侧。第一元件在第一元件的前侧处具有第一导电焊盘和第一非导电场区。键合结构还包括第二元件,该第二元件具有在第二元件的前侧处的第二导电焊盘和第二非导电场区。第二导电焊盘沿着界面结构被键合到第一导电焊盘。键合结构还包括集成器件,该集成器件与第一元件或第二元件耦合或与第一元件或第二元件一起形成。键合结构还包括从第一元件的背侧延伸到界面结构的细长导电结构。细长导电结构在集成器件周围提供有效闭合轮廓。



1. 一种键合结构,包括:

第一元件,具有前侧和与所述前侧相对的背侧,所述第一元件具有在所述第一元件的前侧处的第一多个导电接触焊盘和第一非导电场区;

第二元件,具有在所述第二元件的前侧处的第二多个导电接触焊盘和第二非导电场区,所述第二多个接触焊盘在没有中间粘合剂的情况下沿界面结构直接键合到所述第一多个接触焊盘,被直接键合的所述接触焊盘中的至少一些接触焊盘提供在所述第一元件与所述第二元件之间的电连通;

集成器件,被耦合到所述第一元件或所述第二元件,或者与所述第一元件或所述第二元件一起形成;以及

横向细长导电结构,从所述第一元件的背侧延伸到所述界面结构,所述细长导电结构在所述集成器件周围提供有效闭合轮廓。

2. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述第一非导电场区和所述第二非导电场区在没有中间粘合剂的情况下被直接键合。

3. 根据权利要求1所述的键合结构,还包括在所述键合结构中的腔体,所述细长导电结构在所述有效闭合轮廓中在所述腔体周围延伸。

4. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述界面结构包括在所述第一元件与所述第二元件之间的键合界面,并且其中所述细长导电结构从所述第一元件的背侧至少延伸至所述键合界面。

5. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述细长导电结构被连续设置在所述集成器件周围以限定完全闭合的轮廓。

6. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述细长导电结构接触所述第一多个接触焊盘中的第一接触焊盘。

7. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述第二元件还包括在所述第二元件的前侧处的所述第二多个接触焊盘中的第二接触焊盘,并且其中所述细长导电结构延伸穿过所述界面结构的键合界面以接触所述第二接触焊盘。

8. 根据权利要求7所述的键合结构,其中所述第一元件还包括在所述第一元件的前侧处的所述第一多个接触焊盘中的第三接触焊盘,并且其中所述第二元件还包括在所述第二元件的前侧处的所述第二多个接触焊盘中的第四接触焊盘,所述第三导电焊盘被直接键合到所述第四导电焊盘。

9. 根据权利要求8所述的键合结构,其中所述细长导电结构被设置在所述第二导电焊盘与所述第三导电焊盘之间并且接触所述第二导电焊盘和所述第三导电焊盘。

10. 根据权利要求8所述的键合结构,其中所述细长导电结构接触所述第四导电焊盘。

11. 根据权利要求8所述的键合结构,还包括从所述第一元件的背侧至少部分地延伸穿过所述第一元件的过孔,所述过孔与所述第三导电焊盘接触。

12. 根据权利要求11所述的键合结构,其中所述细长导电结构至少部分地延伸穿过所述第二非导电场区。

13. 根据权利要求12所述的键合结构,其中所述细长导电结构完全延伸穿过所述第二非导电场区并且部分地延伸穿过所述第二元件的体半导体部分。

14. 根据权利要求13所述的键合结构,其中所述细长导电结构延伸穿过所述键合结构

的整个厚度。

15. 根据权利要求11所述的键合结构,其中所述细长导电结构接触所述第一多个接触焊盘中的第一接触焊盘或所述第二多个接触焊盘中的第二接触焊盘。

16. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述第二元件还包括至少部分地被嵌入所述第二非导电场区中的横向特征,所述细长导电结构延伸穿过所述第二非导电场区的至少部分以接触所述横向特征。

17. 根据权利要求16所述的键合结构,其中所述横向特征包括被设置在所述集成器件周围的环。

18. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述细长导电结构被暴露在所述键合结构的最外侧表面上。

19. 根据权利要求1所述的键合结构,还包括第二细长导电结构,所述第二细长导电结构从与所述第二元件的前侧相对的所述第二元件的背侧延伸到所述界面结构,所述第二细长导电结构在所述集成器件周围提供有效闭合轮廓。

20. 根据权利要求1所述的键合结构,其中所述第一多个接触焊盘中的一个接触焊盘和所述第二多个接触焊盘中的一个接触焊盘限定第一对键合焊盘,并且所述第一多个接触焊盘中的另一接触焊盘和所述第二多个接触焊盘中的另一接触焊盘限定第二对键合焊盘,所述细长导电结构位于所述第一对键合焊盘与所述第二对键合焊盘之间,并且所述第一键合焊盘和所述第二键合焊盘通过互连件被电连接。

21. 一种键合结构,包括:

第一元件;

第二元件,沿着界面结构被键合到所述第一元件,所述界面结构包括导电界面特征和围绕所述导电界面特征设置的非导电界面特征,所述导电界面特征提供在所述第一元件与所述第二元件之间的机械连接和电连接;

集成器件,被耦合到所述第一元件或所述第二元件,或者与所述第一元件或所述第二元件一起形成;

横向细长导电结构,从所述第一元件的背侧延伸到所述界面结构,所述细长导电结构在所述集成器件周围提供有效闭合轮廓。

22. 根据权利要求21所述的键合结构,其中所述导电界面特征包括被设置在所述集成器件周围的多个被直接键合的导电焊盘。

23. 根据权利要求21所述的键合结构,其中所述第一元件和所述第二元件在没有中间粘合剂的情况下被直接键合。

24. 根据权利要求21所述的键合结构,还包括从所述第一元件的背侧至少部分地延伸穿过所述第一元件的过孔,所述过孔与所述导电界面特征接触。

25. 根据权利要求21所述的键合结构,其中所述细长导电结构延伸穿过所述界面结构。

26. 根据权利要求21所述的键合结构,其中所述细长导电结构延伸穿过所述键合结构的整个厚度。

27. 一种形成键合结构的方法,包括:

提供第一元件,所述第一元件包括在所述第一元件的键合表面处的第一接触焊盘;

提供第二元件,所述第二元件包括在所述第二元件的键合表面处的第二接触焊盘;

在没有中间粘合剂的情况下,沿着界面结构将所述第一元件的所述第一接触焊盘直接键合到所述第二元件的所述第二接触焊盘;

形成从所述第一元件的背侧至少到所述界面结构的横向细长通道;以及在所述通道内提供细长导电结构。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中键合包括:在没有中间粘合剂的情况下,沿着所述界面结构,将所述第一元件的第一非导电场区直接键合到所述第二元件的第二非导电场区。

29. 根据权利要求27所述的方法,其中形成所述细长通道包括:形成从所述第一元件的背侧至少到所述第二元件的键合表面的所述细长通道。

30. 根据权利要求27所述的方法,其中形成所述细长通道包括:形成从所述第一元件的背侧穿过所述键合结构的整个厚度的所述细长通道。

## 密封的键合结构及其形成方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2020年4月3日提交的美国非临时专利申请No. 16/839,756并且也要求于2019年6月12日提交的题为“MEMS SEAL RING USING DBI”的美国临时专利申请No. 62/860,728的优先权,这些申请中的每个申请的全部内容通过引用被整体并入本文中。

### 技术领域

[0003] 该领域总体涉及键合结构,并且具体地,涉及在两个元件(例如,两个半导体元件)之间提供改进密封的键合结构。

### 背景技术

[0004] 在半导体器件制造和封装中,一些集成器件与外界环境隔绝密封,以便例如减少污染、保持真空或一定压力或防止对集成器件的损坏。例如,一些微机电系统(MEMS)器件包括由盖限定的腔体,该盖利用诸如焊料的粘合剂来附接到衬底。然而,一些粘合剂可能对气体是可渗透的,使得随着时间的推移,气体可以穿过粘合剂并进入腔体。湿气或某些气体(诸如氢气或氧气)可以损坏敏感的集成器件或影响器件性能。其他粘合剂(诸如焊料)产生了其自身的长期可靠性问题。因此,针对集成器件仍然存在对密封改进的持续需求。

### 附图说明

[0005] 现在将参考以下附图来描述本发明的具体实施方式,这些附图是示例性而非限制性的。

[0006] 图1A是根据一个实施例的键合结构的示意性侧截面图。

[0007] 图1B至图1E图示了制造图1A中所图示的键合结构的工艺流程。

[0008] 图2A是在形成导电结构之前根据一个实施例的界面结构的示意性截平面图。

[0009] 图2B是在形成导电结构之后图2A的界面结构的示意性截平面图。

[0010] 图2C是根据一个实施例的在形成导电结构之后的界面结构的示意性截平面图。

[0011] 图3A是图2A所图示的界面结构的一角的放大图。

[0012] 图3B是图2B所图示的界面结构的一角的放大图。

[0013] 图4是根据一个实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0014] 图5A是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0015] 图5B是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0016] 图5C是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0017] 图6A是在形成导电结构之前根据一个实施例的界面结构的部分的示意性截平面图。

[0018] 图6B是在形成导电结构之后图6A的界面结构的示意性截平面图。

[0019] 图7是根据一个实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0020] 图8A是在形成导电结构之前根据一个实施例的界面结构的部分的示意性截平面图。

图。

[0021] 图8B是在形成导电结构之后图8A的界面结构的示意性截平面图。

[0022] 图9是根据一个实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0023] 图10A是在形成导电结构之前根据一个实施例的界面结构的部分的示意性截平面图。

[0024] 图10B是在形成导电结构之后图10A的界面结构的示意性截平面图。

[0025] 图11A是根据一个实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0026] 图11B是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0027] 图11C是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0028] 图11D是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0029] 图11E是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0030] 图12A是在形成导电结构之前根据一个实施例的界面结构的部分的示意性截平面图。

[0031] 图12B是在形成导电结构之后图12A的界面结构的示意性截平面图。

[0032] 图13A是根据一个实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0033] 图13B是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0034] 图13C是根据另一实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。

[0035] 图14A至14E图示了根据一个实施例的制造键合结构的工艺流程。

[0036] 图15是根据各种实施例的包含一个或多个键合结构的电子系统的示意图。

### 具体实施方式

[0037] 本文中所公开的各种实施例涉及具有导电界面特征和非导电特征的元件(例如,半导体元件)。本文中所公开的各种实施例涉及以有效地将元件的组件(例如,集成器件)密封以隔绝外部环境的方式来连接两个元件的界面结构。例如,在一些实施例中,元件可以包括导电界面特征(例如,铜(copper)或铜(Cu)层)和非导电界面特征(例如,氧化硅层)。在一些实施例中,导电界面特征可以包括多个导电焊盘。在一些实施例中,导电界面特征可以包括横向细长导电特征。例如,在一些实施例中,键合结构可以包括沿界面结构彼此键合的多个元件。集成器件可以被耦合到半导体元件或与半导体元件一起形成。例如,在一些实施例中,键合结构可以包括微机电系统(MEMS)器件,其中盖(第一元件)被键合到载体(第二元件)。MEMS元件(集成器件)可以被设置在至少部分地由盖和载体限定的腔体中。在一些实施例中,载体可以包括集成器件管芯(例如,具有有源电路装置的处理管芯)。在其他实施例中,载体可以包括衬底(例如,半导体衬底)、中介层等。

[0038] 在一些实施例中,半导体元件的导电界面特征可以包括凹槽,并且非导电界面特征的部分可以被设置在凹槽中。在一些实施例中,当半导体元件被退火时,导电界面特征中的凹槽可以防止和/或减轻小丘(hillock)的形成。

[0039] 在一些布置中,界面结构可以包括围绕集成器件而设置的一个或多个导电界面特征,以及一个或多个非导电界面特征以连接第一和第二元件并且限定有效环形或有效闭合的轮廓。在一些实施例中,界面结构可以包括第一导电界面特征、第二导电界面特征以及被设置在第一导电界面特征与第二导电界面特征之间的固态非导电界面特征。在一些实施例

中,每个元件可以包括相关联的导电界面特征,并且导电界面特征可以彼此被直接键合以连接两个半导体元件。

[0040] 图1A是根据一个实施例的键合结构1的示意性侧截面图。键合结构1可以包括沿着界面结构14被键合到第二元件12的第一元件10。在所图示的实施例中,第一和第二元件10、12在没有中间粘合剂的情况下彼此被直接键合。第一元件10可以包括在前侧10a处的非导电场区16和多个导电接触焊盘18。非导电场区16可以形成针对键合结构1的键合层的部分。在各种实施例中,非导电场区16可以包括无机介电材料,诸如氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、碳氮化硅等。导电接触焊盘18可以包括任何合适的金属或导体,例如铜等。接触焊盘18中的一些或所有接触焊盘可以被配置为提供在键合结构1的一个或多个电子组件与外部器件(例如,系统板)之间的电连通。第一元件10还可以包括导电结构20。导电结构20可以包括任何合适类型的金属或导体,诸如铜、钨、多晶硅等。在一些实施例中,导电结构20可以包括合金。尽管图1A中仅示出了用于导电结构20的一种材料,但是导电结构20可以包括一种或多种材料或一层或多层导电材料。导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14或超出界面结构14,终止在第二元件12中。在图1A的实施例中,导电结构20可以延伸穿过体区13(例如体半导体区,诸如硅、III-V材料、多晶硅或玻璃、蓝宝石、石英等)并且可以在第一元件10的前侧10a的接触18处接触和终止。如图所示,导电结构20可以接触接触焊盘18的背侧。如本文中所图示的各种平面图(例如图2B)所示,导电结构20可以包括被设置在键合结构1的内部区域周围的横向细长结构。导电结构20可以限定有效闭合的轮廓以将内部区域密封以隔绝外部环境。

[0041] 第二元件12可以包括在前侧12a处的非导电场区26和多个导电焊盘28。非导电场区26可以形成针对键合结构1的键合层的部分。在各种实施例中,非导电场区26可以包括无机介电材料,诸如氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、碳氮化硅等。导电接触焊盘28可以包括任何合适的金属或导体,例如铜等。接触焊盘28中的一些或所有接触焊盘可以被配置为提供在键合结构1的一个或多个电子组件和/或外部器件(例如,系统板)之间的电连通。第二元件12可以包括在非导电场区26中形成的互连件30。互连件30可以包括横向导电迹线以将被键合的接触焊盘18、28与被电连接到集成器件34的接触焊盘电连接。第一元件10和第二元件12可以限定腔体32。键合结构1可以包括集成器件34,其可以被设置在腔体32中。集成器件34可以包括任何合适类型的器件,诸如机电系统(MEMS)器件、RF器件、电子器件(诸如具有有源电路装置的有源电子器件、无源电子器件等)、光学器件(诸如传感器、发射器等)或任何其他合适类型的器件。

[0042] 在所图示的实施例中,第一元件10可以包括盖,该盖被成形以限定腔体32或被设置在第二元件12中的腔体(未示出)之上。例如,在所图示的实施例中,腔体32可以被蚀刻到第一元件10中。在一些实施例中,第二元件12可以包括被成形以限定腔体的盖。腔体32可以包括空气腔体,可以在真空下,或者可以被填充有合适的填充材料(例如胶体、模塑料等)。第一和第二元件10、12可以包括任何其他合适类型的元件,其可以包括或不包括半导体材料。例如,在一些实施例中,元件10、12可以包括各种类型的光学器件,其可以不包括半导体材料。

[0043] 在所图示的实施例中,第一元件10和/或第二元件12可以包括由一种或多种半导体材料形成的半导体元件。在一些实施例中,第二元件12可以包括具有前侧12a的载体,第

一元件10被键合到该前侧12a。在一些实施例中,载体可以包括衬底,诸如半导体衬底(例如,具有导电互连件的硅中介层)、印刷电路板(PCB)、陶瓷衬底、玻璃衬底或任何其他合适的载体。在这样的实施例中,载体可以在集成器件34与更大的封装结构或电子系统之间传输信号。在一些实施例中,第二元件12可以包括具有有源电路装置的集成器件管芯,诸如被配置为处理由集成器件34转换的信号的处理器的管芯。集成器件34可以包括MEMS元件,诸如MEMS开关、加速度计、陀螺仪等。集成器件34可以被耦合到第一半导体元件10或第二半导体元件12或者与第一半导体元件10或第二半导体元件12一起形成。在一些实施例中,有源电路装置可以附加地或备选地形成在第一元件10中

[0044] 在一些配置中,将集成器件管芯34与外部环境(例如从暴露于液体、气体和/或污染物)隔离或分离可能是重要的。例如,针对一些集成器件,暴露于不想要的诸如湿气或气体(诸如氢气、氧气、硫或氮的氧化物或它们的各种组合等)的材料可能损坏集成器件34或结构1的其他组件。因此,提供界面结构14来有效地或基本上将腔体32和集成器件34密封(例如,气密或接近气密地密封)以隔绝不想要的材料可能是重要的。界面结构14可以被布置为防止和/或基本上抑制不想要的材料从结构1的外部环境通过界面结构14到达结构1的内部(例如,腔体32)。例如,在本文所公开的各种实施例中,导电结构20可以延伸穿过第一元件10到界面结构14或穿过界面结构14延伸到第二元件12中,以基本上将键合结构1的内部(例如,腔体34和在其中或在其上形成的器件)密封来隔绝外部环境。

[0045] 本文所公开的实施例可以利用具有低气体渗透率的材料并且可以布置材料以便减少或消除气体进入腔体32。在其他实施例中,腔体32可以被填充有不同的材料,例如氮气,以保持一定的压力以用于提高器件34的性能。在一些实施例中,这种填充气体从腔体32内部到腔体32外部的渗透可以有利于保持压力,用于维持器件34在产品的整个寿命期间的性能。例如,某些气体(诸如氢气)穿过金属的渗透速率可以明显低于气体穿过其他材料(诸如介电材料或聚合物)的渗透速率。例如,氢气可以在结构1的外表面处或附近分解成其组成原子。分解的原子可以扩散穿过元件10、12或界面结构14的材料,并且在结构1的内部(例如,腔体32)处或附近重新结合。氢气穿过金属的扩散速率可以与压力的平方根近似成比例。其他气体(诸如稀有气体)可能根本无法渗透金属。作为比较,气体可以更快地通过聚合物或玻璃(氧化硅)材料(例如,与压力成比例),因为气体分子可以通过而不会在结构1的外表面分解成原子。

[0046] 因此,本文所公开的实施例可以有利地采用诸如金属的材料以用于导电结构20,该导电结构20在集成器件34周围限定有效环形或闭合图案以将键合结构的内部区域(例如,腔体32)密封以隔绝外部环境和有害气体。在一些实施例中,有效环形或闭合的导电图案可以包括在集成器件34周围的完全闭合的回路,这可以相对于其他布置改进密封。在一些实施例中,有效环形或闭合的导电图案可以包括在器件34周围的不完全环形图案,例如大部分或部分环形,使得金属中可以存在一个或多个间隙。由于气体穿过金属(诸如铜)的渗透速率明显小于气体穿过介电或非导电材料(例如氧化硅、氮化硅等)的渗透速率,因此具有导电结构20的界面结构14可以为键合结构1的内部区域提供改进的密封。

[0047] 然而,在一些实施例中,可能不希望利用仅包括金属或显著宽度的金属线的界面结构14。当界面结构14包括宽金属线或图案时,适用于坚固的直接键合的金属线和周围电介质的平面化工艺可能具有挑战性,并且在化学机械抛光(CMP)或其他加工步骤期间,可能

会产生包括明显凹陷、电介质圆化、键合表面轮廓不一致等问题。金属线的凹陷可能不利地影响将第一元件10的金属线键合到第二元件12的能力,尤其是在采用直接金属对金属键合技术时。金属线附近相对较大的介电区域可以减小键合线宽度或干扰相邻焊盘的直接键合。因此,在各种实施例中,界面结构14可以包括一个或多个导电界面特征,该一个或多个导电界面特征被嵌入有一个或多个非导电界面特征或以其他方式与一个或多个非导电界面特征相邻。导电界面特征可以提供有效的屏障,以便防止或减少不想要的材料渗透到腔体32中和/或到集成器件34和/或防止或减少被填充在腔体32中的想要气体渗透到外部环境。此外,导电界面特征可以做得足够薄,并且可以被散置或嵌入有非导电界面特征,以便减少或消除凹陷的有害影响。

[0048] 在本文所公开的一些实施例中,界面结构14可以至少部分地由第一元件10的前侧10a处的非导电场区16和多个导电焊盘18以及第二元件12的前侧12a处的非导电场区26和多个导电焊盘28限定。在一些实施例中,界面结构14可以包括导电结构20的至少部分,例如,导电结构20中延伸穿过非导电场区16和/或接触第一元件10中的焊盘18的部分。在一些实施例中,前侧10a处的非导电场区16和多个导电焊盘18可以被分别键合到前侧12a处的对应非导电场区26和对应多个导电焊盘28。例如,非导电场区16可以被直接键合到对应的非导电场区26,而无需沿着键合界面15的粘合剂。接触焊盘18也可以被直接键合到接触焊盘28,而无需沿着键合界面15的粘合剂。

[0049] 界面结构14可以提供在第一和第二元件10、12之间的机械连接和/或电连接。在一些实施例中,界面结构14可以仅提供在元件10、12之间的机械连接,其可以用于将腔体32和/或集成器件34密封以隔绝外部环境。在其他实施例中,界面结构14还可以提供在元件10、12之间的电连接,用于例如接地和/或用于电信号的传输。例如,可以在直接键合的接触焊盘对18、28之间提供电连接。在其他实施例中,界面结构14可以提供在元件10、12之间的光学连接。

[0050] 键合表面(例如,第一元件10的前侧10a和第二元件12的前侧12a)可以被抛光或平面化、活化、以及利用合适的物质来终止。例如,在各种实施例中,非导电场区16、26中的一者或两者可以包括无机介电材料,例如氧化硅。键合表面可以被抛光到小于2nm(例如,小于1nm、小于0.5nm等)的均方根(rms)表面粗糙度。抛光的键合表面可以被活化,例如通过包括大气或真空等离子体方法的工艺来活化。在各种实施例中,例如,通过使用例如含氮溶液的湿法或干法蚀刻(例如,非常轻微的蚀刻(VSE)),或通过使用具有氮的等离子体蚀刻,键合表面可以利用氮来终止。如本文所解释的,键合表面的非导电场区16、26可以在室温下接触以形成直接键合,而无需施加外部压力并且无需粘合剂。在一些实施例中,元件10、12可以被进一步加热以提高在元件10、12的相对键合表面之间的键合强度,并且在元件10、12之间的界面处形成可靠的电接触和机械接触。例如,在一些实施例中,相应的接触焊盘18、28可以与相应的非导电场区16、26的表面齐平,或者可以被凹陷在非导电场区16、26下方,例如被凹陷在0纳米到20纳米的范围内,或在4纳米到10纳米的范围内。非导电场区16、26可以在室温下在没有粘合剂的情况下彼此被直接键合,并且随后键合结构1可以被退火。在退火时,接触焊盘18、28可以膨胀并且彼此接触以形成金属对金属的直接键合。金属对金属的直接键合可以提供在两个元件10、12之间的电连接和机械连接。配合所公开的实施例中的每个实施例所使用的直接键合工艺的附加细节可以在美国专利第7,126,212;8,153,505;7,

622,324;7,602,070;8,163,373;8,389,378;7,485,968;8,735,219;9,385,024;9,391,143;9,431,368;9,953,941;9,716,033;9,852,988;10,032,068;10,434,749;以及10,446,532号中找到,这些专利中的每个专利的内容在此通过引用被整体并入本文中并且用于所有目的。

[0051] 任何合适类型的集成器件或结构都可以配合所公开的实施例来使用,例如,在一些实施例中,第一和第二元件10、12可以包括集成器件管芯,例如处理器管芯、存储器管芯和/或射频(RF)或光学器件。此外,虽然所公开的实施例包括腔体32,但在其他布置中,可以不存在腔体。相反,键合结构1的内部可以备选地包括没有腔体的敏感电路装置或器件,其可以由导电结构20和被直接键合的接触焊盘18、28密封或保护。例如,本文所公开的实施例可以与任何合适的集成器件或集成器件管芯一起使用,其中可能期望将活性组件密封以隔绝外部环境、气体、液体、等离子体或不想要的材料。此外,所公开的实施例可以用于实现其他目的。例如,在一些布置中,所公开的界面结构14可以用于提供电磁屏蔽或法拉第笼以减少或防止不想要的电磁辐射进入结构1,和/或防止各种类型的信号泄漏。当然,腔体可以被填充有任何合适的流体,诸如液体、气体或可以改善结构1的热特性、电特性或机械特性的其他合适的物质。

[0052] 在一些实施例中,导电结构20可以包括通孔(例如,衬底通孔(TSV))。在一些实施例中,TSV可以包括填充过孔或共形过孔。在所图示的实施例中,导电结构20可以包括填充过孔,其中导电材料(诸如类似铜的金属)可以填充在第一元件10中形成的通道或沟槽。填充过孔可以包括层状填充过孔,其中导电填料包括被沉积在阻挡层或种子层上的多个导电层。导电填料层可以具有不同的宽度。在其他实施例中,导电结构20可以包括共形填充过孔,其中导电层共形地涂覆在形成于第一元件10中的通道或沟槽的内部,但可以不填充通道或沟槽。

[0053] 图1B至图1E图示了制造图1A中所图示的键合结构1的工艺流程。在图1B中,可以提供第一元件10和第二元件12。第一元件10可以包括在前侧10a处的非导电场区16和多个导电焊盘18。第二元件12可以包括在前侧12a处的非导电场区26和多个导电焊盘28。第二元件12可以包括在非导电场区26中形成的互连件30。集成器件34可以被设置在第二元件12的前侧12a上。集成器件34可以被机械和/或电耦合到第二元件12,例如,通过互连件30。

[0054] 第一和第二元件10、12的前侧10a、12a可以分别准备用于键合。例如,如上所述,第一元件10的前侧10a和第二元件12的前侧12a可以被抛光或平面化、活化、以及利用合适的物质来终止。被抛光的键合表面可以被活化,例如通过包括大气或真空等离子体方法的工艺来活化。在各种实施例中,例如,通过使用例如含氮溶液的湿法或干法蚀刻,通过使用具有氮的等离子体蚀刻,非导电场区16、26的键合表面可以利用氮来终止。在一些实施例中,相应的接触焊盘18、28可以与相应的非导电场区16、26的表面齐平,或者可以被凹陷在非导电场区16、26下方,例如被凹陷在1纳米到20纳米的范围内,或在4纳米到10纳米的范围内。

[0055] 在图1C中,第一元件10和第二元件12在室温下接触,而无需施加外部压力并且无需粘合剂以沿着键合界面15形成直接介电键合。非导电场区16、26可以在室温下在没有粘合剂的情况下彼此被直接键合,并且随后键合结构1可以被退火。在退火时,接触焊盘18、28可以膨胀并且彼此接触以形成金属对金属的直接键合,而无需沿着键合界面15的粘合剂。在各种实施例中,接触焊盘18、28之间的导电键合可以提供机械连接以及元件10、12之间的

电连接。因此,在所图示的实施例中,第一元件10的非导电场区16和多个导电焊盘18可以被分别直接键合到第二元件12的对应非导电场区26和对应多个导电焊盘28。在一些实施例中,第一元件10可以直接接触第二元件12而无需中间粘合剂。第一元件10和第二元件12可以限定腔体32。

[0056] 在一些实施例中,第一元件10的多个导电焊盘18的数目与第二元件12的多个导电焊盘28的数目可以相同。在一些实施例中,多个导电焊盘18的数目与多个导电焊盘28的数目可以不同。在这样的实施例中,一个元件的一个焊盘可以被键合到另一元件的两个或更多个焊盘。尽管图1A图示了第一元件10的每个接触焊盘18被直接连接到第二元件12的接触焊盘28中的对应一个接触焊盘,但是在一些实施例中,一个元件的一个或多个接触焊盘28、18可以不具有另一元件的相应接触焊盘18、28。在一些实施例中,接触焊盘18的数目可以与接触焊盘28的数目相同。在一些其他实施例中,接触焊盘18的数目可以多于或少于接触焊盘28的数目。在一些实施例中,接触焊盘18中的一个接触焊盘可以与两个或更多个接触焊盘28接触。在一些实施例中,被键合的非导电场区16、26和被键合的导电焊盘18、28可以至少部分地限定界面结构14。在所图示的实施例中,在腔体32(也参见图2A)周围存在多个(例如,三个)行或环R1、R2、R3的导电焊盘。然而,在各种实施例中,可以存在任何数目(多个)行或环的导电焊盘。在一些应用中,具有多个焊盘而不是具有用于直接键合的细长导电结构可以是有利的。例如,在一些应用中,具有多个导电焊盘可以减轻或消除与具有单个长导电结构相关联的问题,诸如在制造过程期间的凹陷、圆化和/或不均匀的金属负载。在其他实施例中,当第一元件10和第二元件12接触时,非导电场区16和非导电场区26可以被键合,而多个导电焊盘18可以不与多个导电焊盘28键合。

[0057] 在图1D中,可以在第一元件10中形成沟槽或通道36。通道36可以从元件10的背侧10b延伸到界面结构14。如图1D所示的通道36从元件10的背侧10b延伸到在腔体32周围的三行接触焊盘中的中间行R2。然而,通道36可以延伸到多个导电焊盘中的任何(多个)一个导电焊盘。通道36可以以任何合适的方式来形成。在一些实施例中,通道36可以通过钻孔(例如,激光钻孔)或蚀刻(例如,湿法蚀刻或干法蚀刻)的方式来形成。在一些实施例中,当形成通道36时,中间环R2中的接触焊盘18可以用作蚀刻停止。在一些实施例中,在第一元件10的环R2中不存在焊盘18的情况下,当形成通道36时,中间环R2中的接触焊盘28可以用作蚀刻停止。在一些实施例中,通道36可以形成在界面结构14的边缘处。在一些其他实施例中,通道36可以延伸穿过界面结构并且延伸到元件12中。

[0058] 在图1E中,可以在通道36中提供导电结构20。在一些实施例中,例如,如图2B所示,导电结构20可以在有效闭合或环形图案中在腔体32和/或集成器件34周围延伸。例如,导电结构20可以围绕腔体32和/或器件34以完整的环形或闭合形状来延伸。在其他布置中,导电结构20可以基本上在腔体32的整个外围的周围延伸,但是可以包括一个或多个间隙。在一些实施例中,导电结构20和多个焊盘18、28可以包括相同或相似的材料。在一些实施例中,导电结构20可以包括贵金属。在一些实施例中,导电结构20和/或多个焊盘18、28可以包括任何合适的导体,诸如铜、金、钨、钛、锡、镍、氮化硅等。图示的形成导电结构20的工艺可以称为最后过孔工艺,其中在第一元件10和第二元件12被键合之后形成导电结构20。在一些实施例中,可以在通道36中提供一层或多层导电和/或非导电材料。例如,在形成通道36之后,可以在通道36的侧壁上形成阻挡层。在一些实施例中,阻挡层可以包括氧化硅、氮化硅

等。可以在阻挡层上形成粘合层。在一些实施例中,粘合层可以包括氮化钛(TiN)、钛(Ti)、氮化钽(TaN)和/或氟(T)。另一种导电材料(例如Cu)可以被提供在粘合层上。

[0059] 图2A是在直接键合之后但在形成导电结构20之前根据一个实施的界面结构14的示意性截平面图。图2B是图2A的界面结构14在形成穿过第一元件10的导电结构20之后的示意性截平面图。图2C是根据另一实施例的界面结构14'的示意性截平面图。图3A是图2A中所图示的界面结构14的一角的放大图。图3B是图2B中所图示的界面结构14的一角的放大图。尽管图2B描绘了焊盘18和28的完美对准,但它们在键合时可能彼此偏移。

[0060] 界面结构14可以包括被键合的非导电场区16、26和被键合的导电焊盘18、28。在一些实施例中,如图所示,多个导电焊盘18、28可以包括导电焊盘的三个环R1、R2、R3,导电焊盘可以包括中间焊盘18a、28a、外焊盘18b、28b和内焊盘18c、28c。内焊盘18c、28c比中间焊盘18a、28a和外焊盘18b、28b更靠近键合结构1的内部(例如,更靠近腔体32)。中间焊盘18a、28a位于外焊盘18b、28b和内焊盘18c、28c之间。界面结构14还可以包括导电结构20的至少部分。界面结构14可以具有任意数目的导电焊盘18、28。如图所示的多个导电焊盘18、28具有相同尺寸的矩形(例如,正方形)焊盘。然而,在一些实施例中,多个导电焊盘18b、28b可以包括任何合适的尺寸和形状,并且可以包括不同形状的焊盘。例如,焊盘可以是多边形焊盘或圆的焊盘(例如圆形焊盘)。在一些实施例中,界面结构中的焊盘可以具有不同尺寸的焊盘。因此,如图2A和3A所示,在形成导电结构20之前,被直接键合的焊盘18、28可以包括被提供在腔体32周围的一个或多个环中的多个键合焊盘的阵列。

[0061] 如上所述,导电材料可以被提供在通道36中并且可以从接触焊盘18的背侧延伸到第一元件10的背侧10b以形成有效闭合的导电结构20。在所图示的实施例中,导电结构20从第一元件10的背侧10b(参见图1E)延伸到接触焊盘的中间环R2中的接触焊盘18a。如图所示,导电结构20可以在腔体32周围以有效环形图案延伸,该有效环形图案包括没有明显间隙的完全环形图案。然而,在其他实施例中,在导电结构20的部分之间可以存在一个或多个间隙,但没有到腔体32的直接通路。

[0062] 有利地,导电结构20和接触焊盘18a、28a可以配合以在键合结构1的内部周围限定一个基本上密封的环(例如,在腔体32周围),以阻止液体、气体或污染物进入和/或离开腔体32。在一些实施例中,导电结构20可以在整个界面结构(如界面结构14)的外边缘处或附近限定基本上密封的环。在一些其他实施例中,导电结构20可以针对界面结构(如图2C中所示的界面结构14')的部分限定基本上密封的环。

[0063] 在图2C中,导电结构20可以在被限定在界面结构14'的部分处的腔体32周围限定基本上密封的环。界面结构14'的其他部分可以被设置在基本上密封的环外部。在一些实施例中,界面结构14'的大部分可以处于基本上密封的环的外部。在一些其他实施例中,界面结构14'的小部分可以处于基本上密封的环的外部。尽管图2C仅描绘了一个基本密封的环,但另一实施例可以在2个或更多个这样的腔体周围具有2个或更多个这样的密封环。

[0064] 此外,在直接键合接触焊盘18、28之后提供细长导电结构20可以避免不期望的凹陷效应,如果将细长导电结构彼此直接键合以形成闭合轮廓,则可能出现凹陷效应。在一些实施例中,导电结构20和键合焊盘18a、28a可以是电惰性的,使得导电结构20和键合焊盘18a、28a仅用于密封键合结构1的内部。在其他实施例中,导电结构20也可以电连接到键合焊盘18a、28a。例如,在一些实施例中,导电结构20和键合焊盘18a、28a可以连接到电接地。

在其他实施例中,导电结构20和键合焊盘18a、28a可以提供电力和/或可以向和/或从键合结构1中的器件传输电信号。配合所公开的实施例中的每个实施例所使用的界面结构的其他细节可以在美国专利第10,002,844号、美国专利第10,522,499号和美国公开2019/0348336中找到,这些专利中的每个专利的内容在此通过引用被整体并入本文中并且用于所有目的。

[0065] 图4是根据一个实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。键合结构可以包括图3B的界面结构14。键合结构的横截面可以包括沿着界面结构14被键合到第二元件12的第一元件10。第一元件10可以包括非导电场区16。第二元件12可以包括非导电场区26。键合结构的横截面还可以包括导电结构20。

[0066] 导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14。如图4所示,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸穿过非导电场区26的部分和非导电场区16。因此,在一些实施例中,导电结构20可以为多个导电焊盘18、28的间隙提供金属密封。在一些实施例中,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸完全穿过非导电场区16、26。在一些实施例中,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b完全穿过第一和第二元件10、12延伸到第二元件12的背侧12b。

[0067] 图5A至5C是根据各种实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。除非另有说明,图5A至图5C的组件可以与图1至图4的相同编号的组件相同或大致相似。键合结构1的部分可以包括图3B的界面结构14,例如,导电结构20可以被机械和/或电连接到被直接键合的接触焊盘18a、28a的中间行R2。图5A至图5C中所图示的横截面可以共享相似的组件和特征。

[0068] 图5A至图5C的横截面可以包括沿着界面结构14被键合到第二元件12的第一元件10。第一元件10可以包括非导电场区16和多个导电焊盘18。在一些实施例中,多个导电焊盘18可以包括中间焊盘18a、外焊盘18b和内焊盘18c。第二元件12可以包括非导电场区26和多个导电焊盘28。在一些实施例中,多个导电焊盘28可以包括中间焊盘28a、外焊盘28b和内焊盘28c。在一些实施例中,键合结构的横截面还可以包括导电结构20和互连件30,互连件30可以将导电焊盘中的一焊盘(例如,外焊盘28b)连接到另一导电焊盘(例如,内焊盘28c)和/或与键合结构1相关联的组件。图5A至图5C中所示的导电结构20中的每个导电结构可以在键合结构1的内部周围限定有效闭合的轮廓,例如在腔体32周围,以便为键合结构1的内部提供有效的密封。

[0069] 图5A中所图示的导电结构20从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14。例如,导电结构20延伸穿过体区13、非导电场区16、第一元件10上的多个导电焊盘18的中间焊盘18a的部分、第二元件12上的多个导电焊盘28的中间焊盘28a的部分、以及非导电场区26的部分。导电结构20可以终止于在第二元件12中形成的横向特征40并且接触横向特征40。在一些实施例中,横向特征40可以包括互连件30,并且可以是电活性的。在其他实施例中,横向特征40可以是电惰性的。图5A的横向特征40可以至少部分地被嵌入在非导电场区26中。在一些实施例中,通过使导电结构20跨在第一元件10与第二元件12之间的键合界面25延伸穿过中间焊盘18a、28a,与不跨元件10、12之间的键合界面15延伸穿过导电焊盘18、28的导电结构20相比,可以提供更可靠的密封。在一些实施例中,导电结构20可以延伸到横向特征40,横向特征40可以是用于形成针对导电结构20的沟道的蚀刻停止。蚀刻停止可以包括例如氮化硅。尽管图5A将焊盘18a、28a示出为比导电结构20更宽,但是在一些实施例中,焊盘

18a、28a可以比导电结构20更窄并且因此在最终结构中不可见。

[0070] 横向特征40可以包括任何导电或非导电材料。横向特征40可以包括至少部分地围绕腔体32或集成器件34的环。在一些实施例中,横向特征40可以包括连续线,其限定了围绕腔体32的完整环。在一些其他实施例中,横向特征40可以包括围绕腔体32的不连续环。在一些实施例中,横向特征40可以提供结构1内的横向电连接。

[0071] 图5B所示的导电结构20从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14。例如,导电结构20延伸穿过体区13和非导电场区16,并且被设置在中间接触焊盘18a周围和上方。导电结构20的部分可以沿着多个导电焊盘18的中间焊盘18a的侧壁中的至少一个侧壁来设置。因此,在图5B中,有效闭合的导电结构20可以延伸到键合界面15、中间焊盘18a的侧壁、中间焊盘18a的背侧。导电结构20可以被共形地沉积在通道36中的接触焊盘18a之上。在一些实施例中,导电结构20可以延伸超出键合界面15进入非导电场区26。在这样的实施例中,导电结构20的部分可以沿着多个导电焊盘28的中间焊盘28a的侧壁来设置。在一些其他实施例中,导电结构20可以在中间焊盘28a下方延伸并且进入非导电场区26。导电结构20可以接触中间焊盘28a下方的横向特征(未示出)。尽管图5B将导电结构20描绘为以接触焊盘18a居中,但导电结构20可以相对于接触焊盘18a偏移。在一些其他实施例中,导电结构20可以相对于接触焊盘18a偏移,使得导电结构20仅被设置在接触焊盘18a的一个或多个侧壁周围。

[0072] 图5C所图示的横截面包括在第一元件10上的两个导电焊盘18b、18c和在第二元件12上的三个导电焊盘28a至28c。因此,图5C中的键合结构1的部分可以不包括接触焊盘18a的中间行R2。图5C中所示的导电结构20从第一元件10的背侧10b穿过非导电场区16延伸到键合界面15和第二元件12的中间焊盘28a。在所图示的实施例中,导电结构20终止于中间接触焊盘28a的前侧并且接触中间接触焊盘28a的前侧。在其他实施例中,导电结构20可以延伸穿过导电焊盘28的中间焊盘28a的厚度的部分。在其他实施例中,导电结构20的部分可以沿着多个导电焊盘28中的中间焊盘28a的侧壁的至少部分来设置。在其他实施例中,导电结构20可以在导电焊盘28中的中间焊盘28a下方延伸或可以在中间焊盘28a下方的横向特征40上终止。

[0073] 图6A是在直接键合之后但在形成导电结构20之前根据一个实施例的界面结构14的部分的示意性截平面图。图6B是在形成导电结构20之后界面结构14的示意性截平面图。图6A和6B所示的界面结构14可以包括被直接键合的非导电场区16、26和多个被直接键合的导电接触焊盘18、28。在一些实施例中,多个导电焊盘可以包括两行导电焊盘(例如,外行和内行),其可以包括外焊盘18b、28b和内焊盘18c、28c。图6B图示了被设置在外焊盘18b、28b和内焊盘18c、28c之间并且延伸穿过被键合的场区16、26的至少部分的导电结构20。在图6A和图6B中,可以没有中间行的接触焊盘18a、28a。

[0074] 图7是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。键合结构可以包括图6B的界面结构14,其中可以仅存在接触焊盘的外环和内环。键合结构1的横截面可以包括沿着界面结构14被键合到第二元件12的第一元件10。第一元件10可以包括非导电场区16和多个导电焊盘18。多个导电焊盘18可以包括外焊盘18b和内焊盘18c。第二元件12可以包括非导电场区26和多个导电焊盘28。多个导电焊盘28可以包括外焊盘28b和内焊盘28c。键合结构的横截面还可以包括在外焊盘18b、28b和内焊盘18c、28c之间的导电结构20。

[0075] 导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14。如图7所示,导电结

构20可以从第一元件10的背侧10b延伸穿过体区13、非导电场区16以及非导电场区26的部分以在第二元件12中形成的横向特征40处终止并且接触横向特征40。在所图示的实施例中,横向特征40被至少部分地嵌入(例如,完全嵌入或掩埋)在第二元件的非导电场区26中。有利地,导电结构20可以在被键合的外焊盘18b、28b和被键合的内焊盘18c、28c之间的间隙中提供导电密封。在其他实施例中,横向特征40可以被至少部分地设置在第二元件12的体区17中,在这种情况下,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸完全穿过非导电场区16、26。在其他实施例中,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b完全穿过第一和第二元件10、12延伸到第二元件12的背侧12b。如上所述,在一些实施例中,横向特征40可以是电惰性的,并且互连件30可以在横向特征40周围进行布线。如上所述,在其他实施例中,横向特征40可以是电活性的。

[0076] 图8A是在直接键合之后但在形成导电结构20之前根据一个实施例的界面结构14的部分的示意性截平面图。图8B是在形成导电结构20之后界面结构14的示意性截平面图。除非另有说明,否则图8A至图8B的组件可以与图1至图7的类似编号的组件大体相似或相同。图8A和8B所示的界面结构14可以包括被键合的非导电场区16、26和多个被键合的导电焊盘18、28。在一些实施例中,多个导电焊盘可以包括多行或环的导电焊盘(例如,(多个)中间行、外行和内行),其可以包括中间焊盘18a、28a、外焊盘18b、28b以及内焊盘18c、28c。图8B图示了被设置在外焊盘18b、28b和内焊盘18c、28c之间的导电结构20。如图8B所示,界面结构20可以机械地连接并且在两个相邻的中间行的焊盘18a、28a之间延伸。

[0077] 图9是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。键合结构1可以包括图8B的界面结构14。键合结构的横截面可以包括沿着界面结构14被键合到第二元件12的第一元件10。第一元件10可以包括非导电场区16和多个导电焊盘18。多个导电焊盘18可以包括多(例如,两)行或环的中间焊盘18a'、18a"、外焊盘18b以及内焊盘18c。第二元件12可以包括非导电场区26和多个导电焊盘28。多个导电焊盘28可以包括多(例如,两)行或环的中间焊盘28a'、28a"、外焊盘28b以及内焊盘28c。键合结构的横截面还可以包括在中间焊盘18a'、28a'和其他中间焊盘18a"、28a"之间的导电结构20。

[0078] 导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14。如图9所示,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸穿过体区13、第一元件10的非导电场区16以及第二元件12的非导电场区26的部分。导电结构20可以与中间焊盘18a'、18a"、28a'、28a"接触并且在中间焊盘18a'、18a"、28a'、28a"之间延伸。因此,在图9中,导电结构20可以足够宽以便跨越两环的接触焊盘。在一些实施例中,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸完全穿过非导电场区16、26。在一些实施例中,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b完全穿过第一和第二元件10、12延伸到第二元件12的背侧12b。

[0079] 图10A是在直接键合之后但在形成导电结构20之前根据一个实施例的界面结构14的部分的示意性截平面图。图10B是在形成导电结构20之后界面结构14的示意性截平面图。图10A和10B所示的界面结构14可以包括被键合的非导电场区16、26和多个被键合的导电焊盘18、28。在一些实施例中,多个导电焊盘可以包括导电焊盘行,导电焊盘可以包括外焊盘18d、28d和被定位为比外焊盘18d、28d更靠近腔体32的内焊盘18e、28e。图10B图示了被设置在外焊盘18b、28b和界面结构14的外侧42之间的导电结构20。在图10B的实施例中,导电结构20可以在键合结构的内部周围限定有效闭合的轮廓,并且可以被设置在接触焊盘18d、

18e、28d、28e的外部。在所图示的实施例中,导电结构20可以相对于外侧42被横向插入,使得键合的场区16、26在外侧42处暴露。在其他实施例中,如本文所解释的,导电结构20可以在外侧42处暴露。

[0080] 图11A是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。键合结构可以包括图10B的界面结构14,其中导电结构20可以被设置在接触焊盘18、28的外侧。键合结构的横截面可以包括沿着界面结构14被键合到第二元件12的第一元件10。第一元件10可以包括非导电场区16和多个导电焊盘18。多个导电焊盘18可以包括外焊盘18d和内焊盘18e。第二元件12可以包括非导电场区26和多个导电焊盘28。多个导电焊盘28可以包括外焊盘28d和内焊盘28e。键合结构的横截面还可以包括在外焊盘18b、28b和界面结构14的外侧42之间的导电结构20。

[0081] 导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14。如图11A所示,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸穿过体区13、非导电场区16以及非导电场区26的部分。在所图示的实施例中,导电结构20可以在第二元件12的非导电场区26内终止。在一些实施例中,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b延伸完全穿过非导电场区16、26。在一些实施例中,导电结构20可以从第一元件10的背侧10b完全穿过第一和第二元件10、12延伸到第二元件12的背侧12b。

[0082] 键合结构的横截面还可以包括导电过孔44。导电过孔44可以从第一元件10的背侧10b延伸到外焊盘18d。在一些实施例中,在没有导电焊盘18d的情况下,导电焊盘28d可以被直接键合到导电过孔44。在一些实施例中,导电过孔44可以从第一元件10的背侧10b延伸到内焊盘18e。导电过孔44可以在键合第一元件10和第二元件12之前或之后形成。在一些实施例中,导电过孔44可以是细长的。在一些实施例中,导电过孔44可以为导电焊盘18、28提供在第一元件10的背侧10b上的电通路。背侧10b上的导电过孔44可以被配置为通过例如引线键合、焊球等方式来连接到系统板。在图11A至图11D和图13B中,过孔44和导电结构20均从一侧(第一元件10的背侧10b)延伸。然而,在一些实施例中,过孔44和导电结构20可以从键合结构的不同侧(第一元件10的背侧10b和第二元件12的背侧12b)延伸。在一些其他实施例中,过孔44和/或导电结构20可以从键合结构的两侧延伸(第一元件10的背侧10b和第二元件12的背侧12b)。

[0083] 图11B是根据一个实施例的键合结构的部分的示意性侧截面图。图11B大体上类似于图11A,除了在图11B中,互连件30水平延伸穿过导电结构20下方的非导电场区26到达界面结构的外侧42。互连件30可以提供与导电焊盘18、28中的一个或多个导电焊盘的电连通。

[0084] 图11C是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。图11C大体上类似于图11A,除了在图11C中,导电结构20从第一元件10的背侧10b延伸穿过非导电场区16和非导电场区26,并且部分地穿过第二元件12的体部分17(例如,硅(Si))。在一些实施例中,与图11A所示的实施例相比,图11C所示的实施例可为腔体32提供改进的密封。

[0085] 图11D是根据一个实施例的键合结构1的一部分的示意性侧面截面图。图11D大体上类似于图11A,除了在图11D中,导电结构20从第一元件10的背侧10b通过第一元件10和第二元件12延伸到第二元件12的背侧12b。在一些实施例中,与图11A所示的实施例相比,图11D所示的实施例可以为腔体32提供改进的密封。

[0086] 图11E是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。图11E大体上类

似于图11A,除了在图11E中,导电结构20包括第一导电结构20a和第二导电结构20b。第一导电结构20a从第一元件10的背侧10b延伸到界面结构14,并且第二导电结构20b从第二元件12的背侧12b延伸到界面结构14。第一导电结构20a可以与第二导电结构20b接触。在其他实施例中,第一导电结构20a和第二导电结构20b可以横向偏移。

[0087] 图12A是在直接键合之后但在形成导电结构20之前根据一个实施例的界面结构14的部分的示意性截平面图。图12B是在形成导电结构20之后界面结构14的示意性截平面图。图12A和12B所示的界面结构14可以包括被键合的非导电场区16、26和多个被键合的导电接触焊盘18、28。在一些实施例中,多个导电焊盘可以包括多行导电焊盘,多行导电焊盘可以包括外焊盘18d、28d和内焊盘18e、28e,内焊盘18e、28e与外焊盘18d、28d相比更靠近腔体32。图12B图示了沿着界面结构14的外侧42(例如,外部或最外侧表面)进行设置并且暴露在此处的导电结构20。

[0088] 图13A是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。键合结构1可以包括图12B的界面结构14,其中导电结构20被暴露在外侧42。键合结构1的横截面可以包括沿着界面结构14被键合到第二元件12的第一元件10。第一元件10可以包括非导电场区16和多个导电接触焊盘18。多个导电接触焊盘18可以包括外焊盘18d和内焊盘18e。第二元件12可以包括非导电场区26和多个导电接触焊盘28。多个导电焊盘28可以包括外焊盘28d和内焊盘28e。键合结构的横截面还可以包括沿界面结构14的外侧42进行设置的导电结构20。在一些实施例中,导电结构20可以暴露于外部环境。图13A中所示的导电结构20是锥形的。然而,在其他实施例中,导电结构20可以不是锥形的。在一些实施例中,导电结构20可以被电镀在键合结构的外表面的部分上。在一些实施例中,导电结构20可以形成在通道36中,该通道36在用于对键合结构进行单片化的切割工艺期间形成。例如,导电结构20可以包括共形过孔,其中导电结构包括与通道36的表面一致的导电材料。在图13A中,导电结构20延伸穿过体区13、第一元件10的非导电场区16、第二元件12的非导电场区26以及第二元件12的体区17的部分。在所图示的实施例中,导电结构20可以在第二元件12的体区17内终止。

[0089] 图13B是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。图13B大体上类似于图13A,除了图13B中的键合结构的横截面包括导电过孔44。导电过孔44可以从第一元件10的背侧10b延伸到外焊盘18d。在一些实施例中,导电过孔44可以从第一元件10的背侧10b延伸到内焊盘18e。导电过孔44可以在键合第一元件10和第二元件12之前或之后形成。在一些实施例中,导电过孔44可以是细长的。在一些实施例中,导电过孔44可以向导电焊盘18、28提供在第一元件10的背侧10b上的电通路。

[0090] 图13C是根据一个实施例的键合结构1的部分的示意性侧截面图。图13C大体上类似于图13A。然而,与图13A的导电结构20不同,导电结构20可以包括填充过孔在图13A至13C中,由于导电结构20沿着界面结构14的外侧42进行设置,因此导电结构20可以减轻或防止键合结构在制造过程(例如,切割)期间和/或在键合结构的使用期间被损坏(例如,破裂)。

[0091] 图14A至14E图示了根据各种实施例的制造键合结构1的工艺流程。在图14A至14E中,沿着界面结构14与第二元件12直接键合的第一元件10被图示。在一些实施例中,界面结构14可以包括非导电场区和导电焊盘。在图14A至14E所示的制造过程中,可以由晶片形成多个键合结构1。

[0092] 在图14A中,可以提供第一元件10和第二元件12。在一些实施例中,第一元件10可

以包括第一元件10的前侧10a上的非导电场区(未示出)和多个导电焊盘(未示出)。在一些实施例中,第二元件12可以包括在第二元件12的前侧12a上的非导电区(未示出)和多个导电焊盘(未示出)。第二元件12还可以包括在前侧12a上形成的腔体32。在一些实施例中,一个或多个组件可以被设置在腔体32中。在一些实施例中,一个或多个组件可以被嵌入第一元件10和/或第二元件12中。

[0093] 在图14B中,第一元件10和第二元件12可以沿着界面结构14彼此键合。如上所述,第一元件10和第二元件12可以在没有粘合剂的情况下直接彼此键合。第一元件10和第二元件12可以彼此电连接和/或机械连接。第一元件10和第二元件12可以限定腔体32。腔体32可以被封闭和密封以隔绝外界环境。

[0094] 在图14C中,可以形成通道36。通道36可以从元件10的背侧10b延伸到界面结构14。在一些实施例中,通道36可以从元件10的背侧10b穿过界面结构14延伸到第二元件12的体区。在一些实施例中,通道36可以通过打孔(例如,激光打孔)或蚀刻(例如,湿法蚀刻或干法蚀刻)的方式来形成。

[0095] 在图14D中,可以形成导电结构20。在一些实施例中,导电结构20可以包括过孔。在一些实施例中,过孔可以包括填充过孔或共形过孔。在一些实施例中,填充过孔可以包括层状填充过孔,其中导电填料包括多个层。在一些实施例中,导电结构20可以包括贵金属。在一些实施例中,导电结构20可以包括任何合适的导体,诸如铜、金、钨、钛、氮化钛、钽、氮化钽、锡、镍、氮化硅等。

[0096] 在图14E中,第一元件10和/或第二元件12的部分可以被蚀刻掉以形成键合结构1。在图示的实施例中,第一元件10可以充当腔体32的盖子。在一些实施例中,第二元件12可以具有比第一元件10更大的尺寸。在一些实施例中,第二元件12可以包括载体。在一些应用中,MEMS元件可以被设置在腔体32中。在一些实施例中,第一元件10和/或第二元件12可以包括在元件10、12中形成的互连件。

[0097] 图15是根据各种实施例的包含一个或多个键合结构1的电子系统80的示意图。系统80可以包括任何合适类型的电子设备,诸如移动电子设备(例如,智能电话、平板计算设备、膝上型计算机等)、台式计算机、汽车或其组件、立体声系统、医疗设备、照相机或任何其他合适类型的系统。在一些实施例中,电子系统80可以包括微处理器、图形处理器、电子记录设备或数字存储器。系统80可以包括一个或多个器件封装82,其被机械和电连接到系统80,例如,通过一个或多个母板的方式。每个封装82可以包括一个或多个键合结构1。图15所示的系统80可以包括本文所示和描述的键合结构1和相关联的界面结构14中的任何键合结构和界面结构。

[0098] 在一方面,公开了一种键合结构。键合结构可以包括第一元件,该第一元件具有前侧和与前侧相对的背侧。第一元件可以在第一元件的前侧处具有第一多个导电接触焊盘和第一非导电场区。键合结构还可以包括第二元件,该第二元件具有在第二元件的前侧处的第二多个导电接触焊盘和第二非导电场区。第二多个接触焊盘可以沿界面结构被直接键合到第一多个接触焊盘,而无需中间粘合剂。被直接键合的接触焊盘中的至少一些接触焊盘可以提供在第一和第二元件之间的电连通。键合结构还可以包括与第一元件或第二元件耦合或与第一元件或第二元件形成的集成器件。键合结构还可以包括从第一元件的背侧延伸到界面结构的横向细长导电结构。细长导电结构可以在集成器件周围提供有效闭合轮廓。

[0099] 在一个实施例中,第一非导电场区和第二非导电场区在没有中间粘合剂的情况下直接键合。

[0100] 在一个实施例中,键合结构还包括在键合结构中的腔体。

[0101] 细长导电结构可以在有效闭合轮廓中在腔体周围延伸。在一个实施例中,界面结构包括在第一和第二元件之间的键合界面。细长导电结构可以从第一元件的背侧至少延伸至键合界面。

[0102] 在一个实施例中,细长导电结构在集成器件周围被连续设置以限定完全闭合轮廓。

[0103] 在一个实施例中,细长导电结构接触第一多个接触焊盘中的第一接触焊盘。

[0104] 在一个实施例中,第二元件还包括在第二元件的前侧处的第二多个接触焊盘中的第二接触焊盘。细长导电结构可以延伸穿过界面结构的键合界面以接触第二接触焊盘。第一元件还可以包括在第一元件的前侧处的第一多个接触焊盘中的第三接触焊盘。第二元件还可以包括在第二元件的前侧处的第二多个接触焊盘中的第四接触焊盘。第三导电焊盘可以被直接键合到第四导电焊盘。细长导电结构可以被设置在第二导电焊盘和第三导电焊盘之间并且接触第二导电焊盘和第三导电焊盘。细长导电结构可以接触第四导电焊盘。键合结构还可以包括过孔,该过孔从第一元件的背侧至少部分地延伸穿过第一元件。过孔可以与第三导电焊盘接触。细长导电结构可以至少部分地延伸穿过第二非导电场区。细长导电结构可以接触第一多个接触焊盘中的第一接触焊盘或第二多个接触焊盘中的第二接触焊盘。细长导电结构可以完全延伸穿过第二非导电场区并且部分穿过第二元件的体半导体部分。细长导电结构可以延伸穿过键合结构的整个厚度。

[0105] 在一个实施例中,第二元件还包括至少部分地被嵌入在第二非导电场区中的横向特征。细长导电结构可以延伸穿过第二非导电场区的至少部分以接触横向特征。横向特征可以包括在集成器件周围设置的环。

[0106] 在一个实施例中,细长导电结构被暴露在键合结构的最外侧表面上。

[0107] 在一个实施例中,键合结构还包括第二细长导电结构,该第二细长导电结构从与第二元件的前侧相对的第二元件的背侧延伸到界面结构。第二细长导电结构可以在集成器件周围提供有效闭合轮廓。

[0108] 在一个实施例中,第一多个接触焊盘中的一个接触焊盘和第二多个接触焊盘中的一个接触焊盘限定了第一对键合焊盘,并且第一多个接触焊盘中的另一接触焊盘和第二多个接触焊盘中的另一接触焊盘限定了第二对键合焊盘。细长导电结构可以位于第一对键合焊盘和第二对键合焊盘之间。第一键合焊盘和第二键合焊盘可以通过互连件来电连接。

[0109] 一方面,公开了一种键合结构。键合结构可以包括第一元件和第二元件。第二元件沿界面结构被键合到第一元件。界面结构可以包括导电界面特征和围绕导电界面特征而设置的非导电界面特征。导电界面特征可以提供在第一和第二元件之间的机械连接和电连接。键合结构还可以包括与第一元件或第二元件耦合或与第一元件或第二元件形成的集成器件。键合结构还可以包括从第一元件的背侧延伸到界面结构的横向细长导电结构。细长导电结构可以在集成器件周围提供有效闭合轮廓。

[0110] 在一个实施例中,导电界面特征包括被设置在集成器件周围的多个被直接键合的导电焊盘。

[0111] 在一个实施例中,第一元件和第二元件在没有中间粘合剂的情况下直接键合。

[0112] 在一个实施例中,键合结构还包括从第一元件的背侧至少部分地延伸穿过第一元件的过孔,过孔可以与导电界面特征接触。

[0113] 在一个实施例中,细长导电结构延伸穿过界面结构。

[0114] 在一个实施例中,细长导电结构延伸穿过键合结构的整个厚度。

[0115] 在一方面,公开了一种形成键合结构的方法。该方法可以包括提供第一元件,该第一元件包括在第一元件的键合表面处的第一接触焊盘。该方法还可以包括提供第二元件,该第二元件包括在第二元件的键合表面处的第二接触焊盘。该方法还可以包括:在没有中间粘合剂的情况下,沿着界面结构将第一元件的第一接触焊盘直接键合到第二元件的第二接触焊盘。该方法还包括:形成从第一元件的背侧至少到界面结构的横向细长通道。该方法还可以包括在通道内提供细长导电结构。

[0116] 在一个实施例中,键合包括:在没有中间粘合剂的情况下,沿界面结构,将第一元件的第一非导电场区直接键合到第二元件的第二非导电场区。

[0117] 在一个实施例中,形成细长通道包括:从第一元件的背侧至少到第二元件的键合表面的细长通道。形成细长通道可以包括:形成从第一元件的背侧穿过键合结构的整个厚度的细长通道。

[0118] 除非上下文另有明确要求,否则在整个说明书和权利要求书中,词语“包括(comprising)”、“包括(comprise)”、“包括(including)”、“包括(include)”等应被解释为开放性包括的意思,而不是排他性或穷举性的意思;也就是说,从“包括但不限于”的意义上说。本文中通常使用的词语“耦合”是指两个或多个元件可以直接连接,也可以通过一个或多个中间元件的方式来连接。同样,如本文中通常使用的,词语“连接”是指两个或多个元件可以直接连接,或者通过一个或多个中间元件的方式来连接。此外,在本申请中使用的“本文中”、“以上”、“以下”以及类似含义的词语均指本申请的整体,而不是指本申请的任何特定部分。在上下文允许的情况下,在上述具体实施方式中使用单数或复数的词语也可以分别包括复数或单数。关于两个或多个项目的列表的词语“或”涵盖了该词的以下解释中的所有:列表中的项目中的任一、列表中的项目中的所有以及列表中的项目中的任何组合。

[0119] 此外,本文中所使用的条件语言,例如“能够(can)”、“能够(could)”、“可能(might)”、“可以(may)”、“例如”、“诸如”、“比如”等,除非另有特别说明,或在所使用的上下文中以其他方式理解,通常旨在传达某些实施例包括而其他实施例不包括某些特征、元件和/或状态。因此,这种有条件的语言通常不是为了暗示一个或多个实施例以任何方式需要特征、元件和/或状态。

[0120] 尽管已经描述了某些实施例,但是这些实施例仅通过示例的方式呈现,并且不旨在限制本公开的范围。实际上,本文中所描述的新颖的装置、方法和系统可以以多种其他形式来体现;此外,在不脱离本公开的精神的情况下,可以对本文中所描述的方法和系统的形式进行各种省略、替换和改变。例如,虽然块以给定的布置来呈现,但备选实施例可以利用不同的组件和/或电路拓扑来执行类似的功能性,并且可以删除、移动、添加、细分、组合和/或修改一些块。这些块中的每个块可以以多种不同的方式来实现。可以对上述各种实施例的要素和动作进行组合的任何合适的组合以提供进一步的实施例。所附权利要求及其等价旨在涵盖将落入本公开的范围和精神内的此类形式或修改。

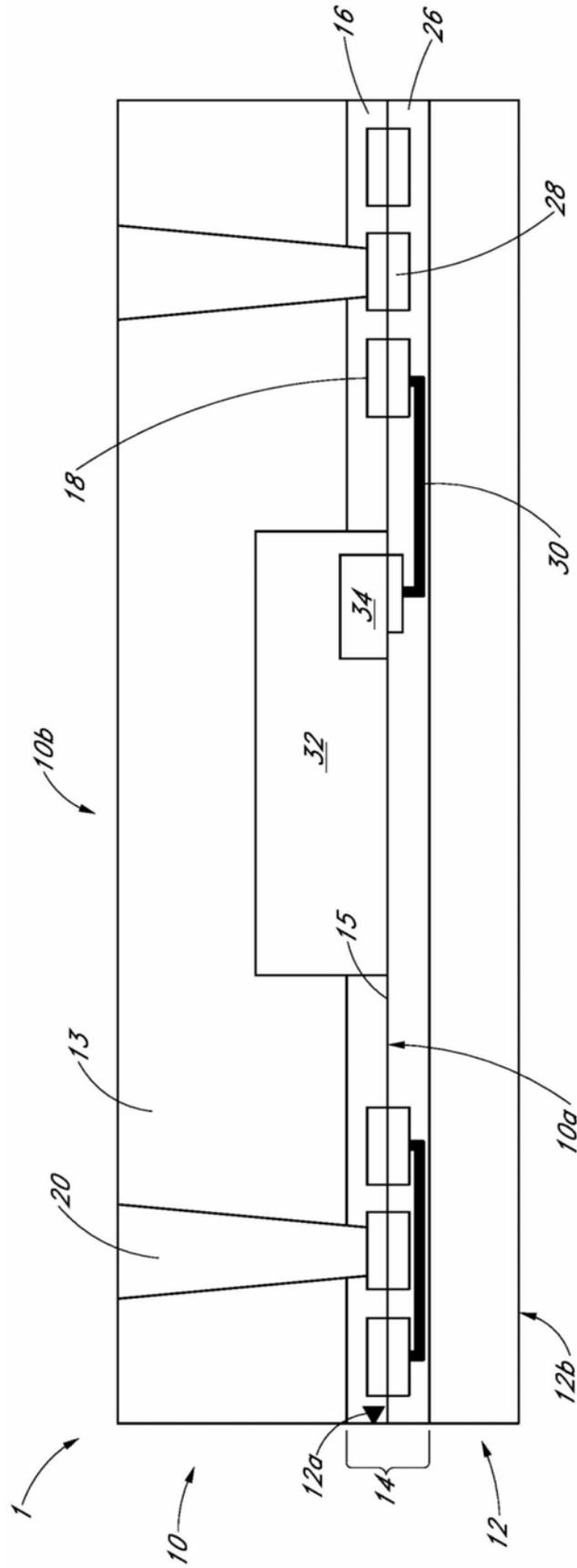
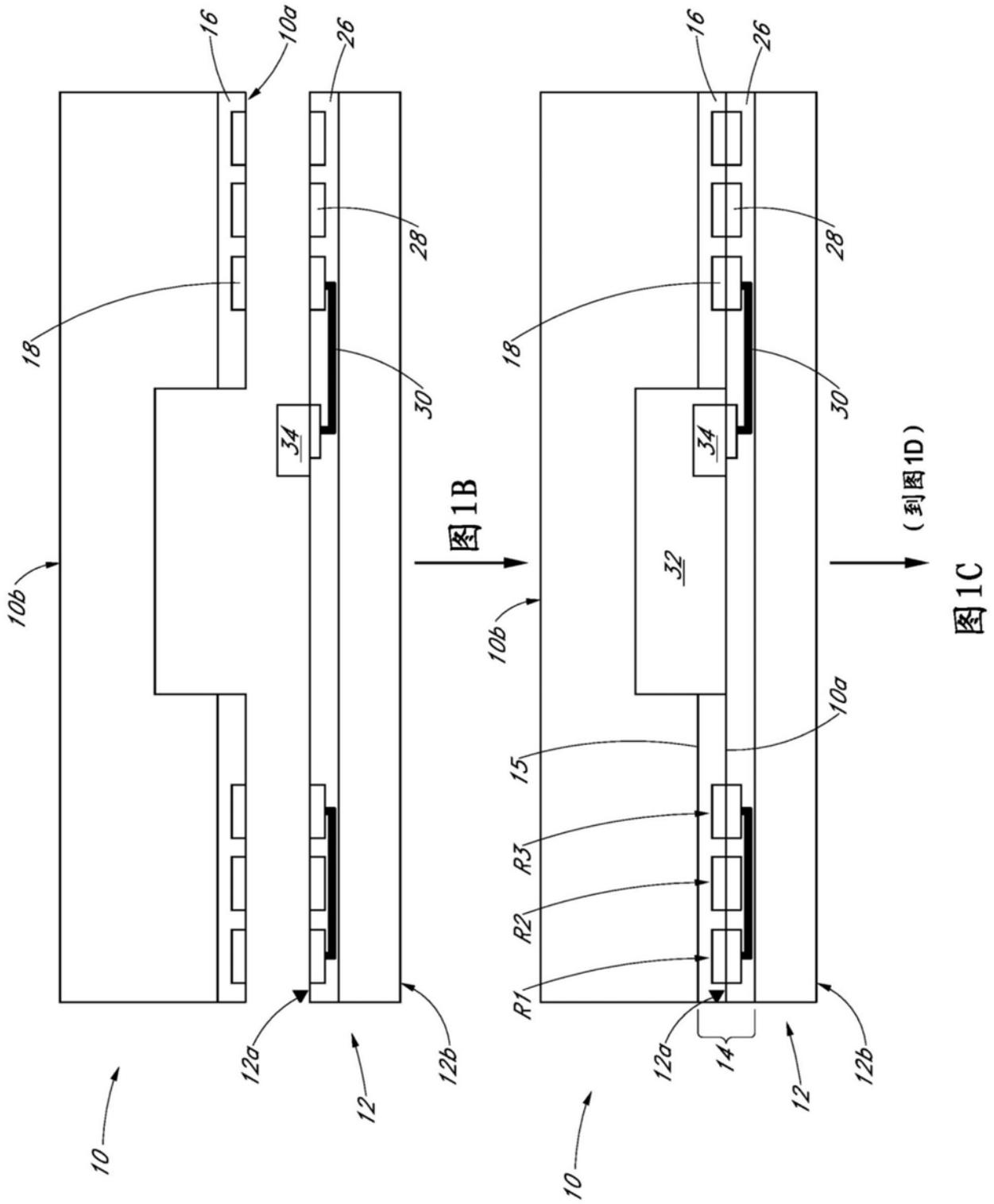


图1A



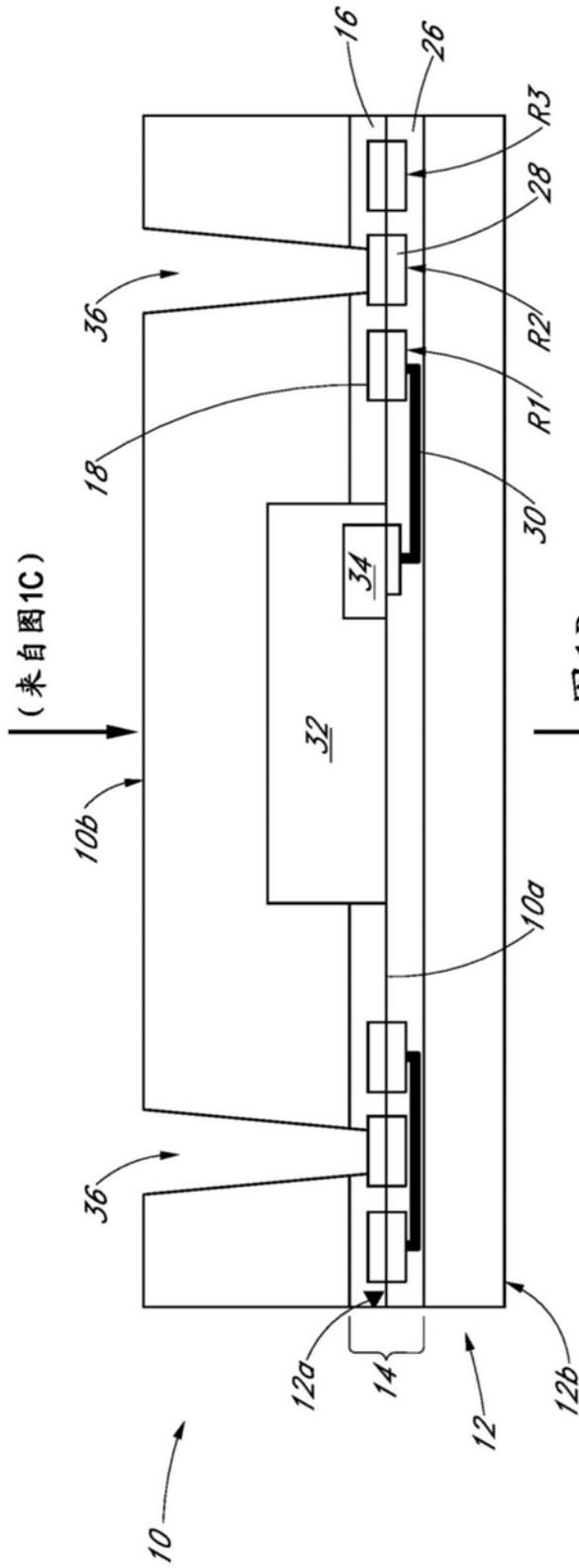


图1D

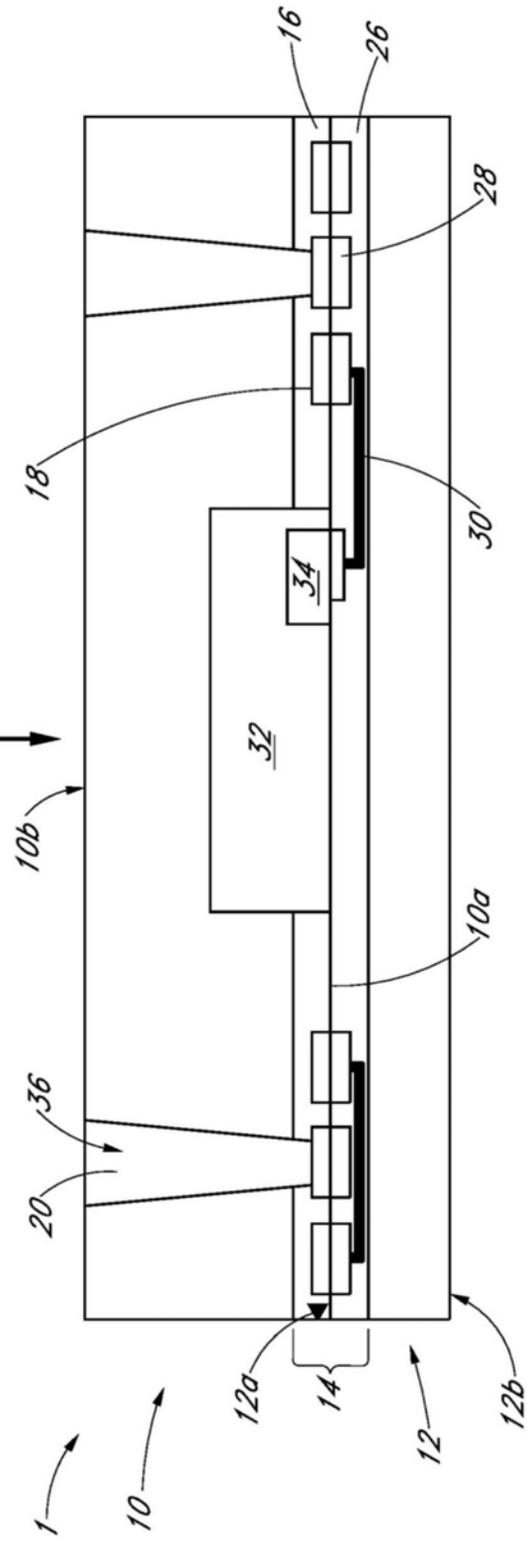


图1E

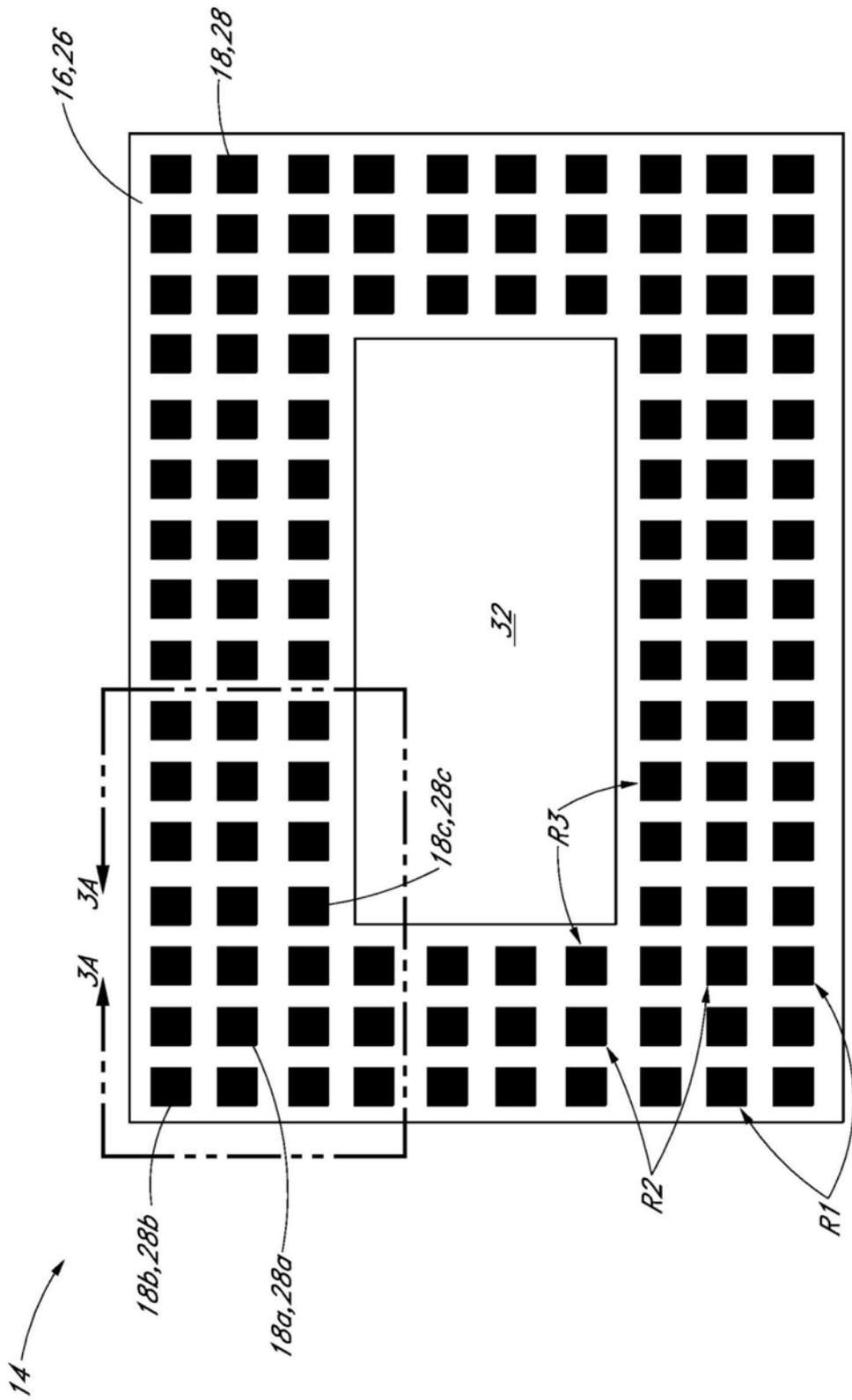


图2A

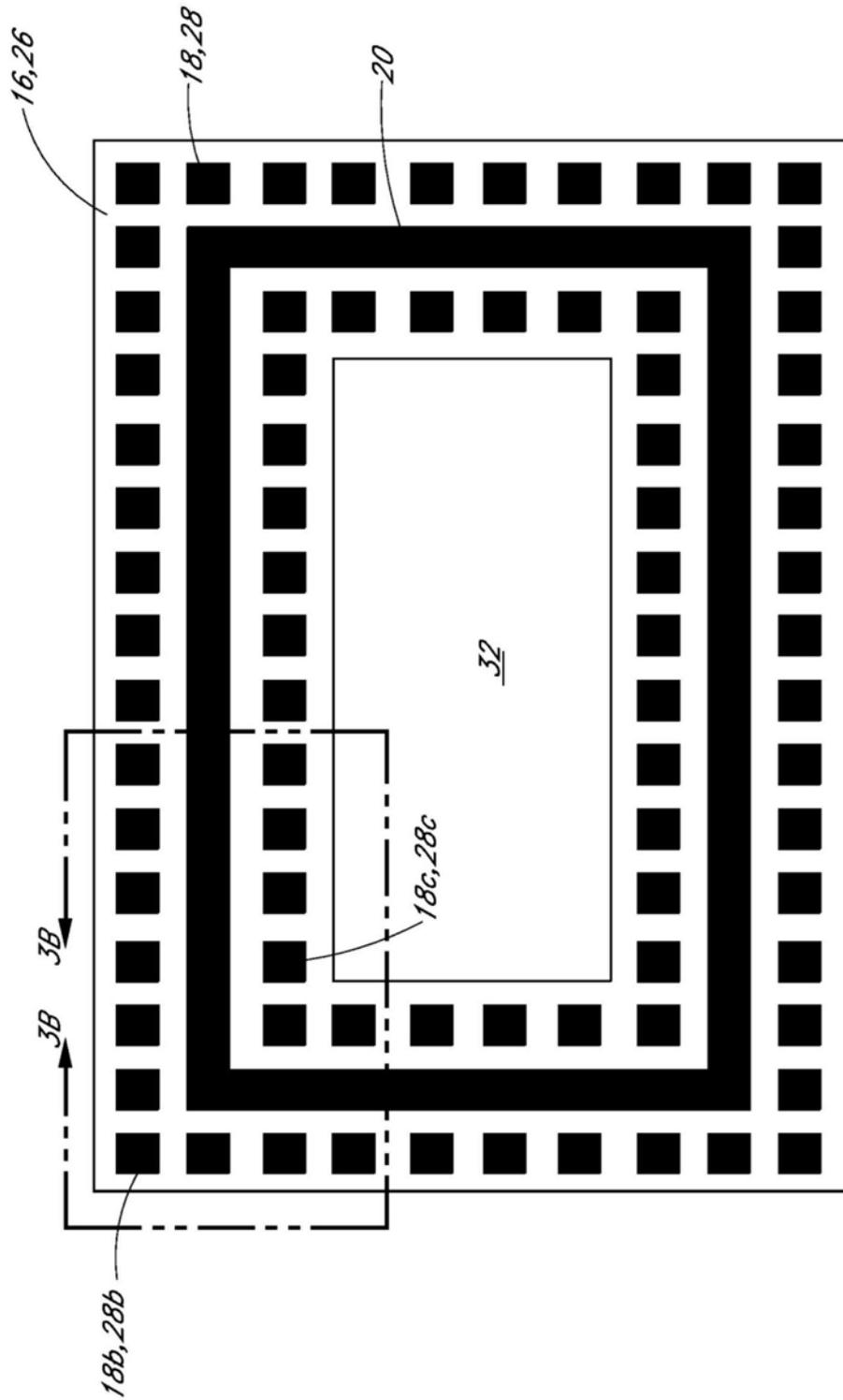


图2B

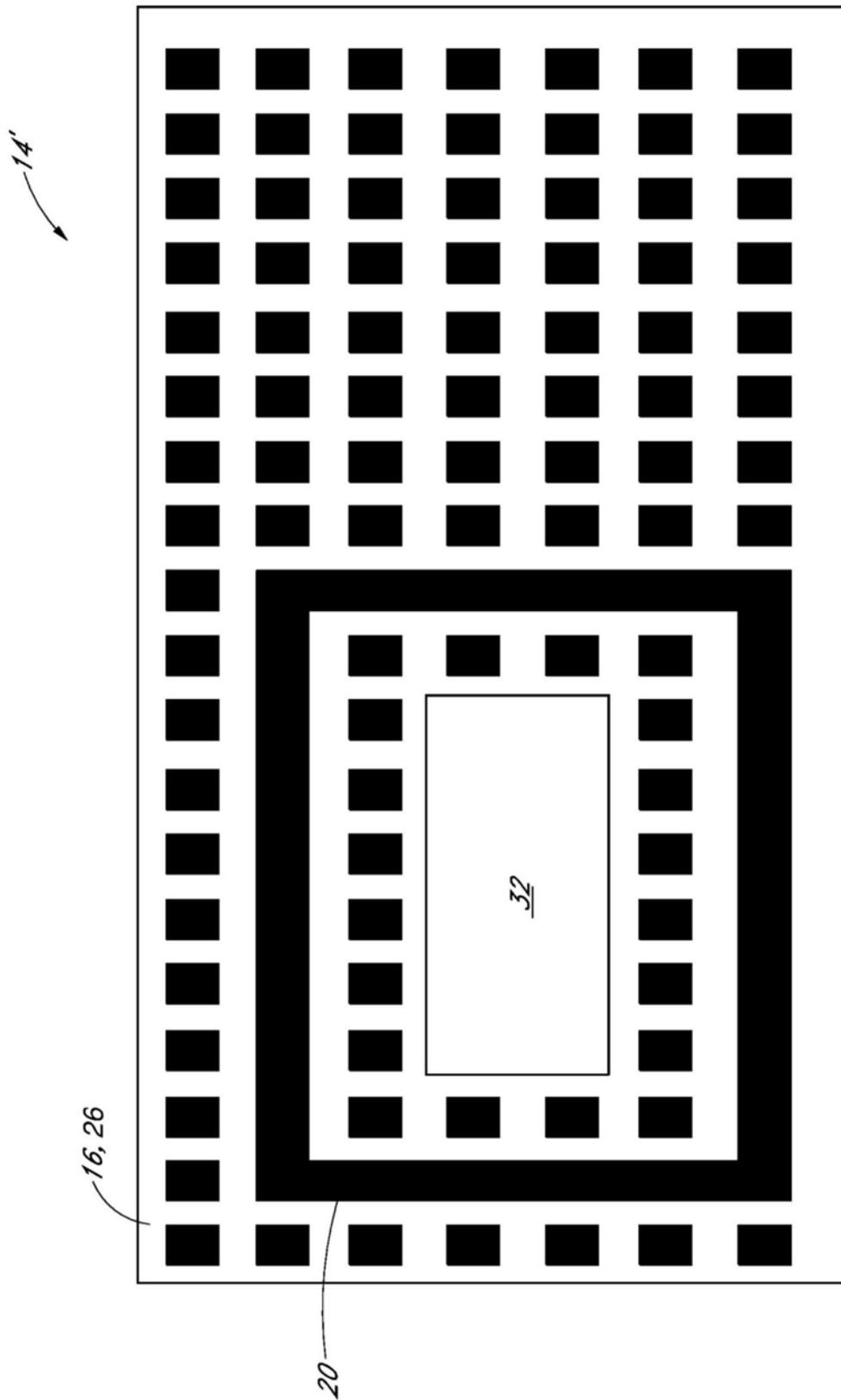


图2C

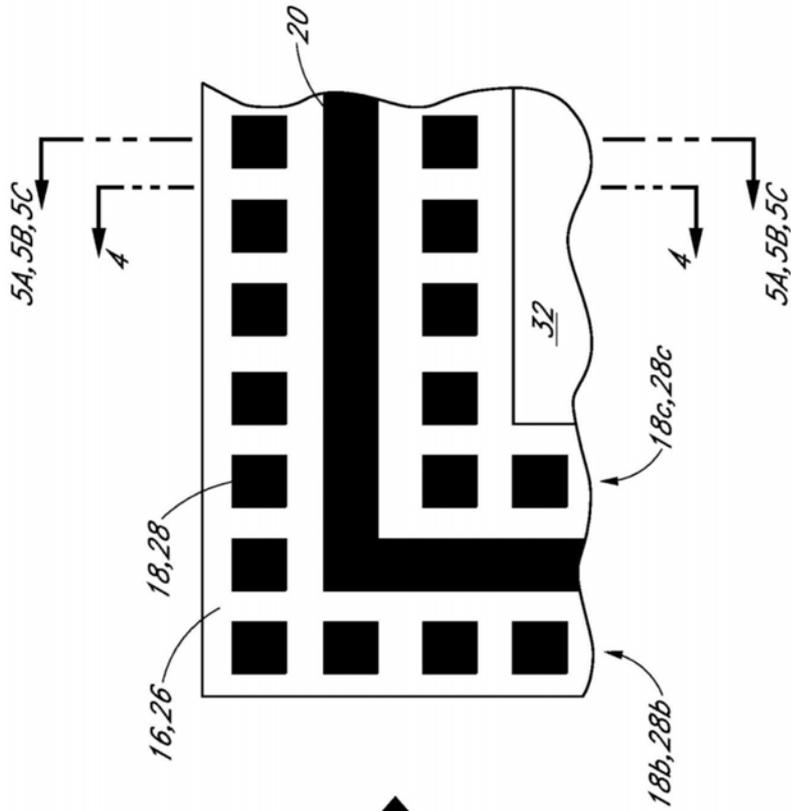


图 3B

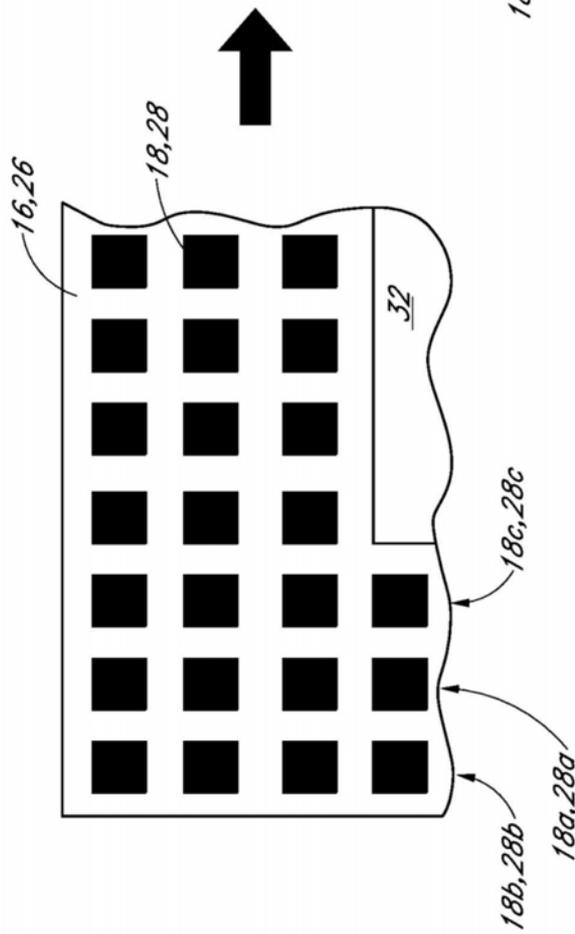


图 3A

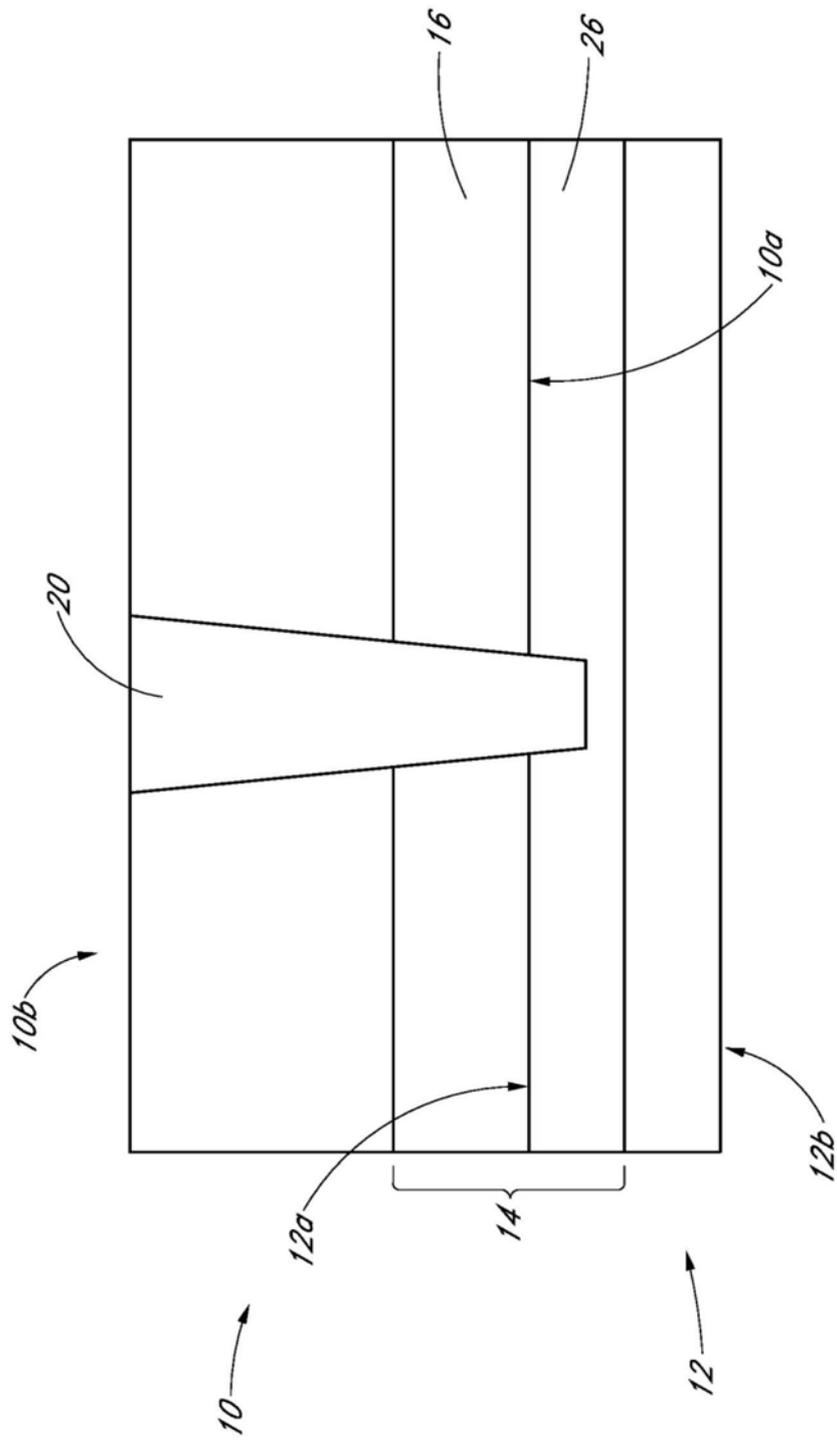


图4

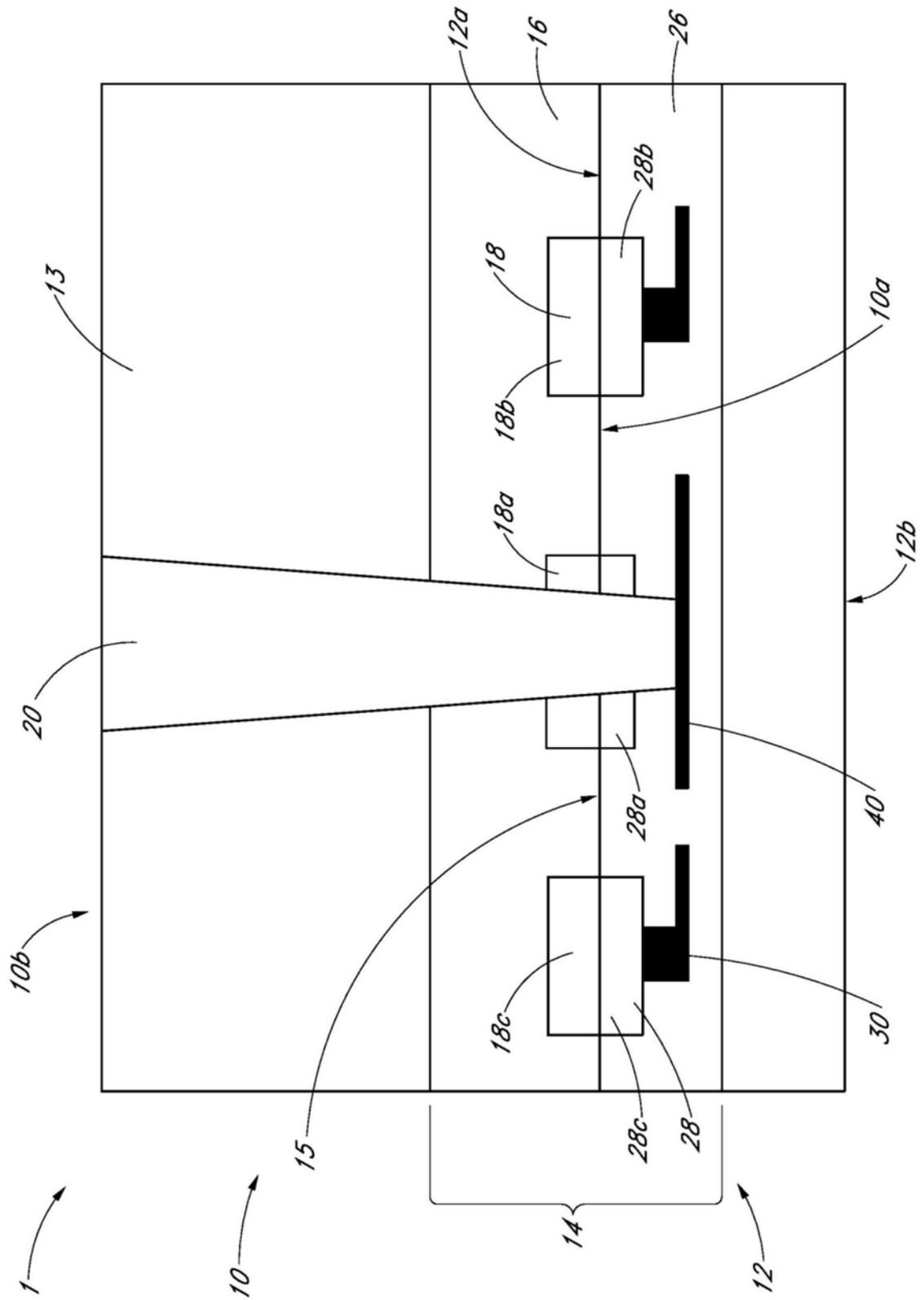


图5A

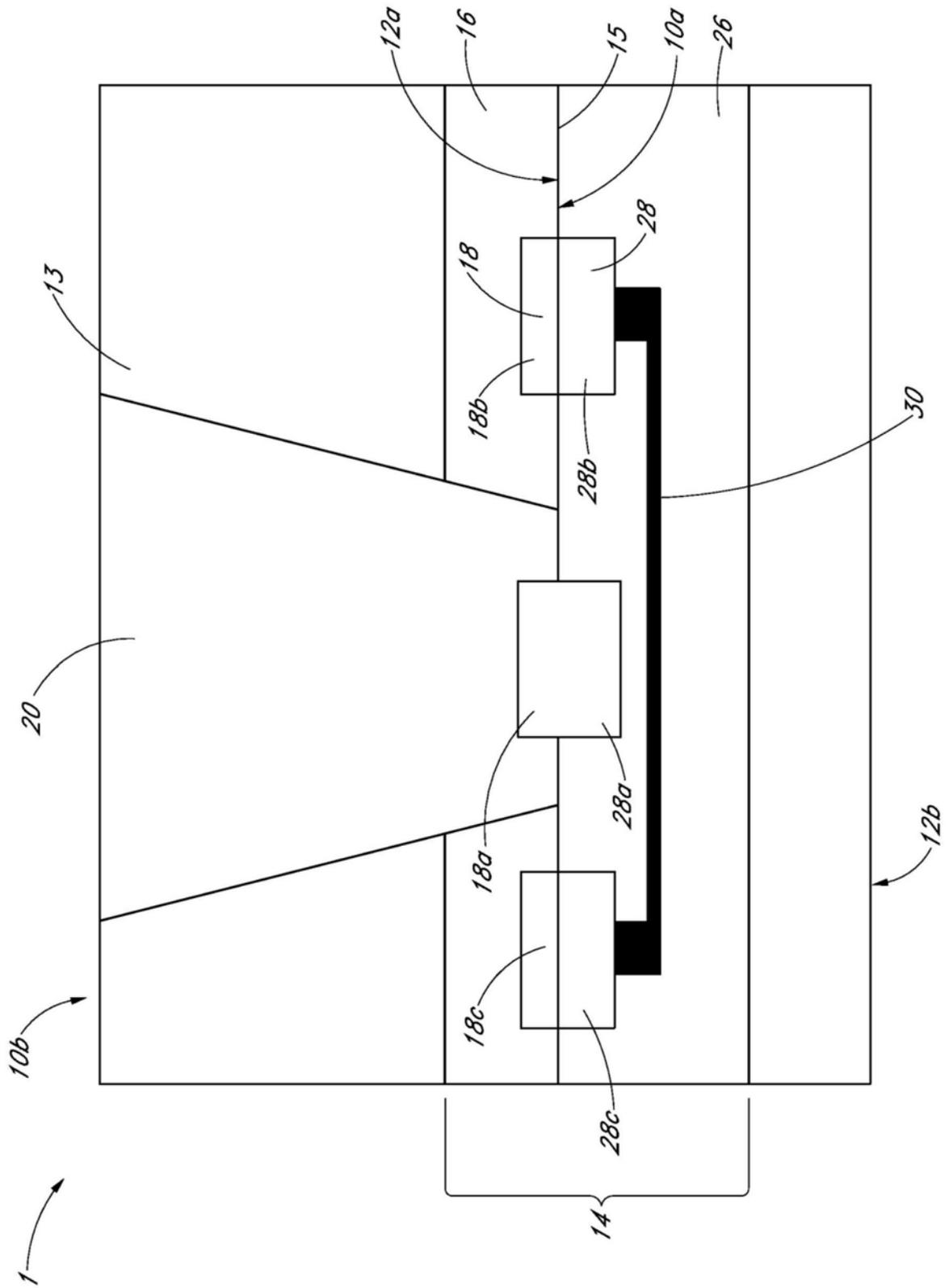


图5B

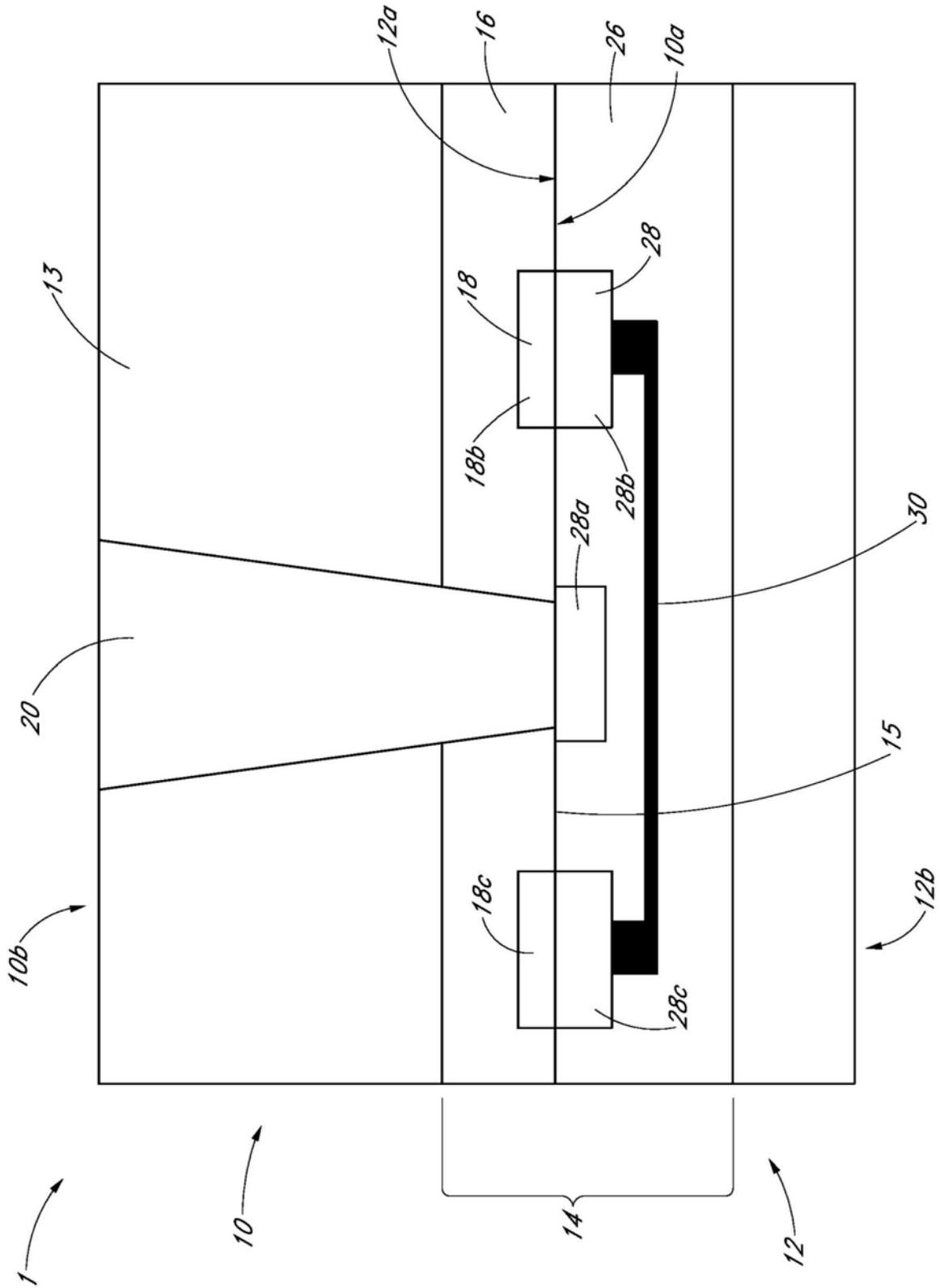


图5C

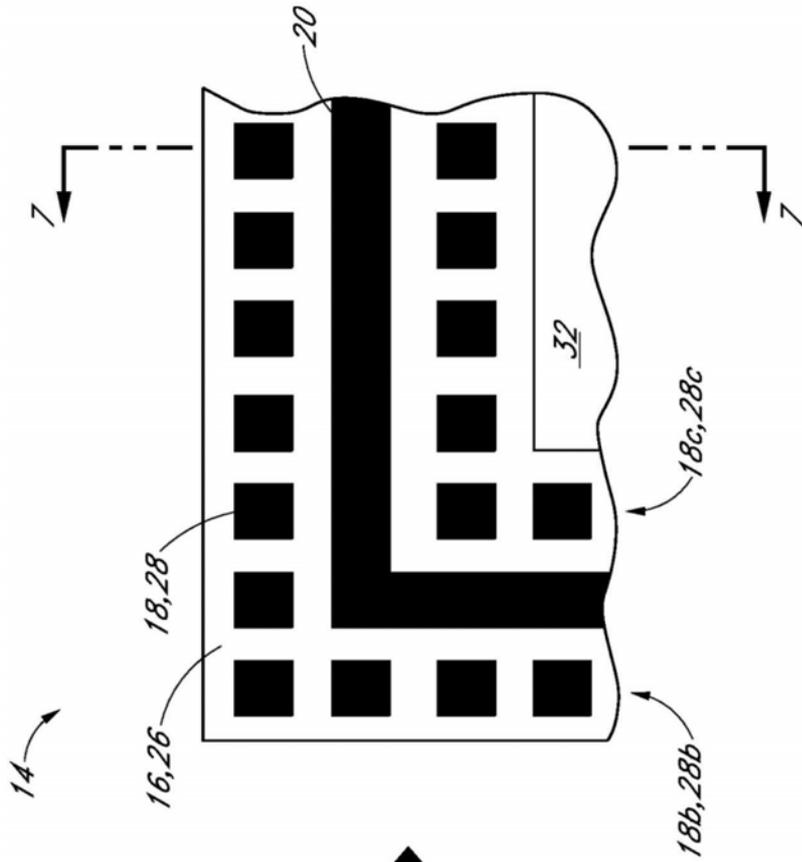


图 6B

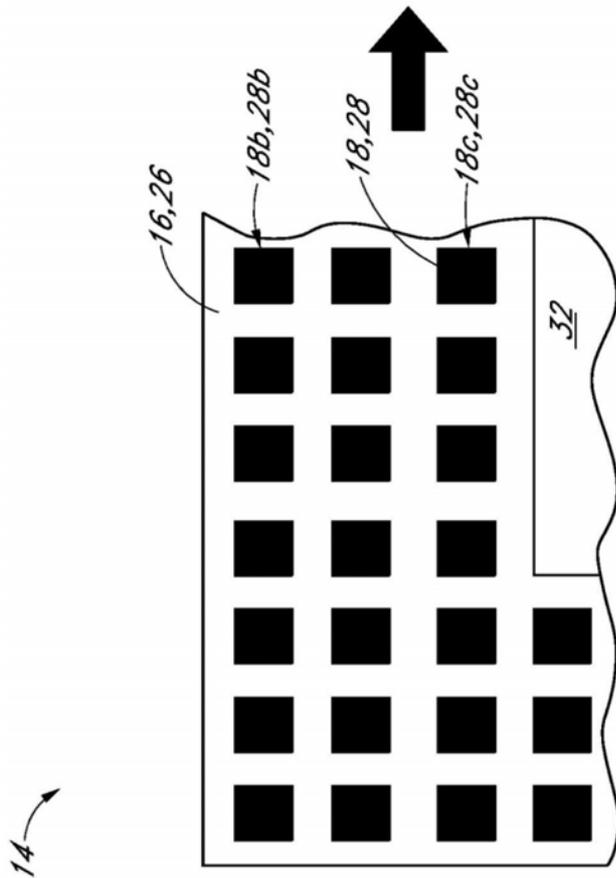


图 6A

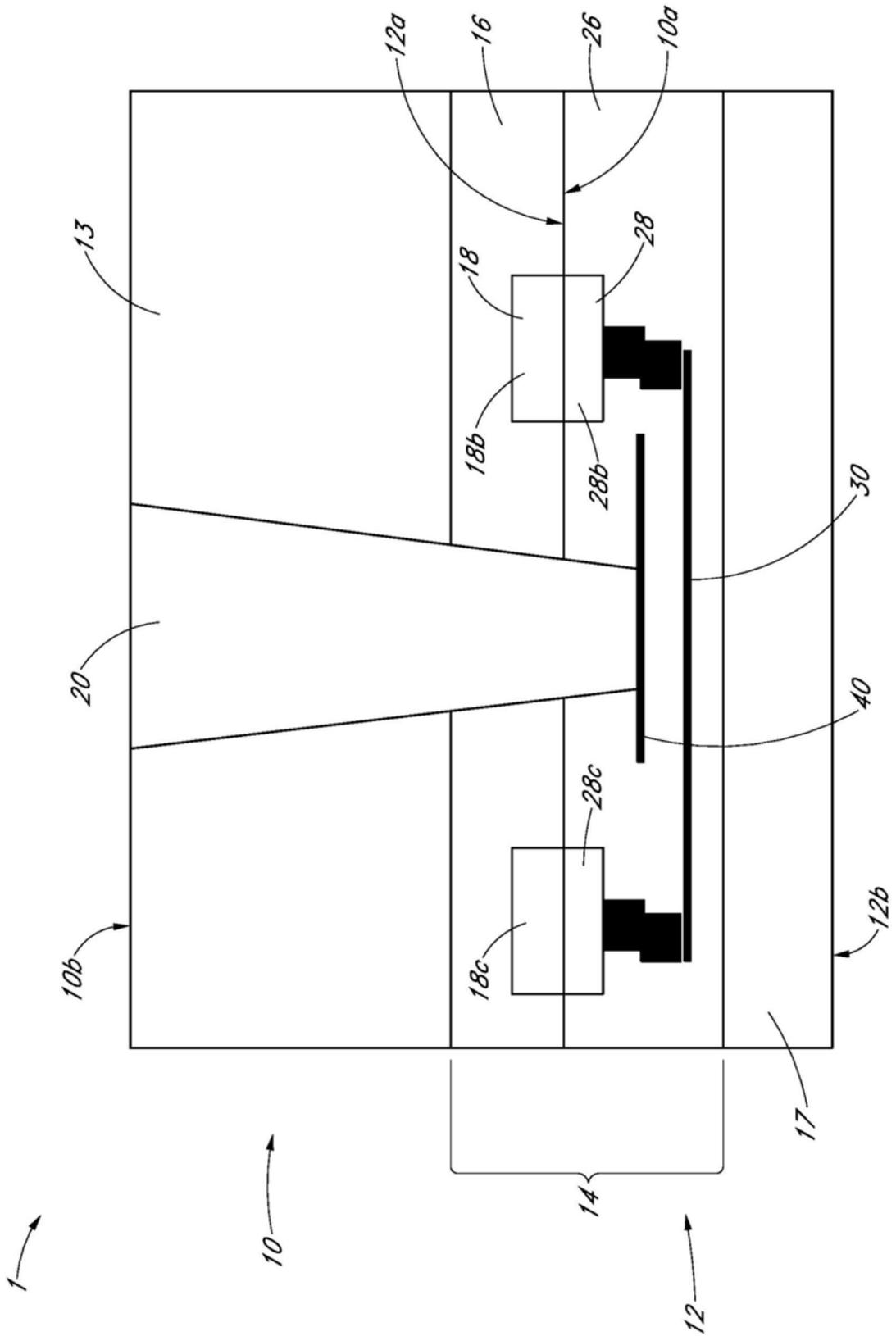


图7

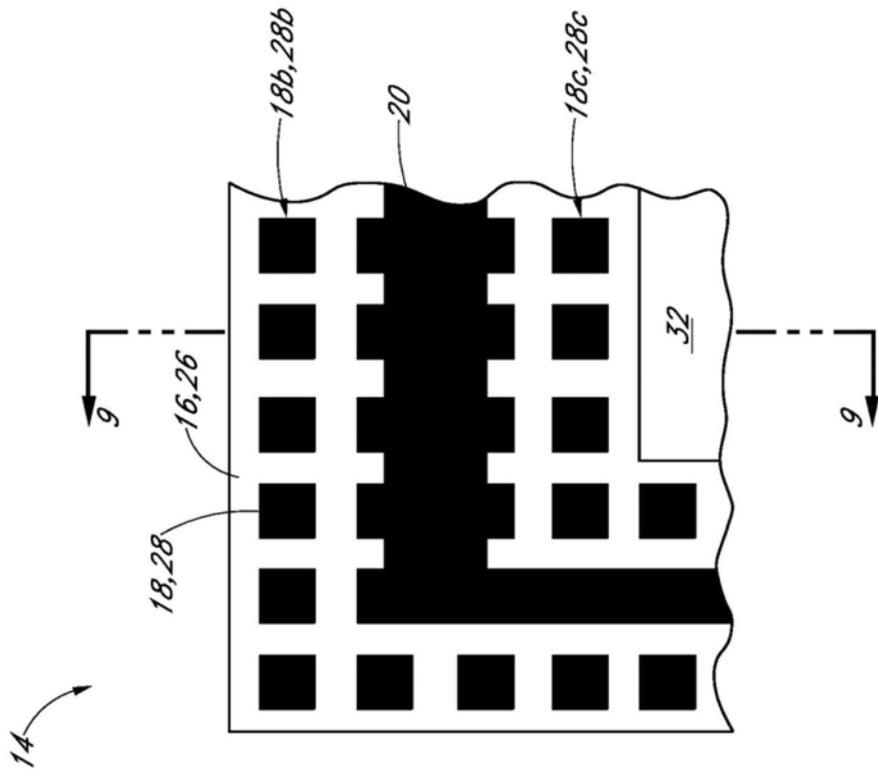


图 8B

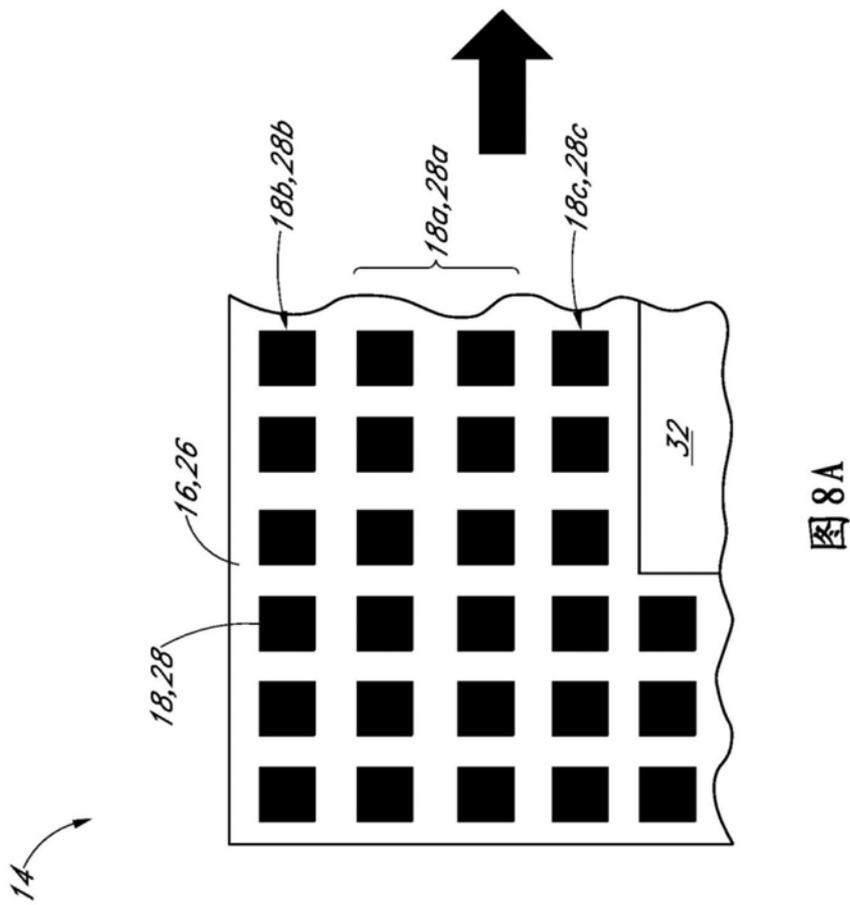


图 8A

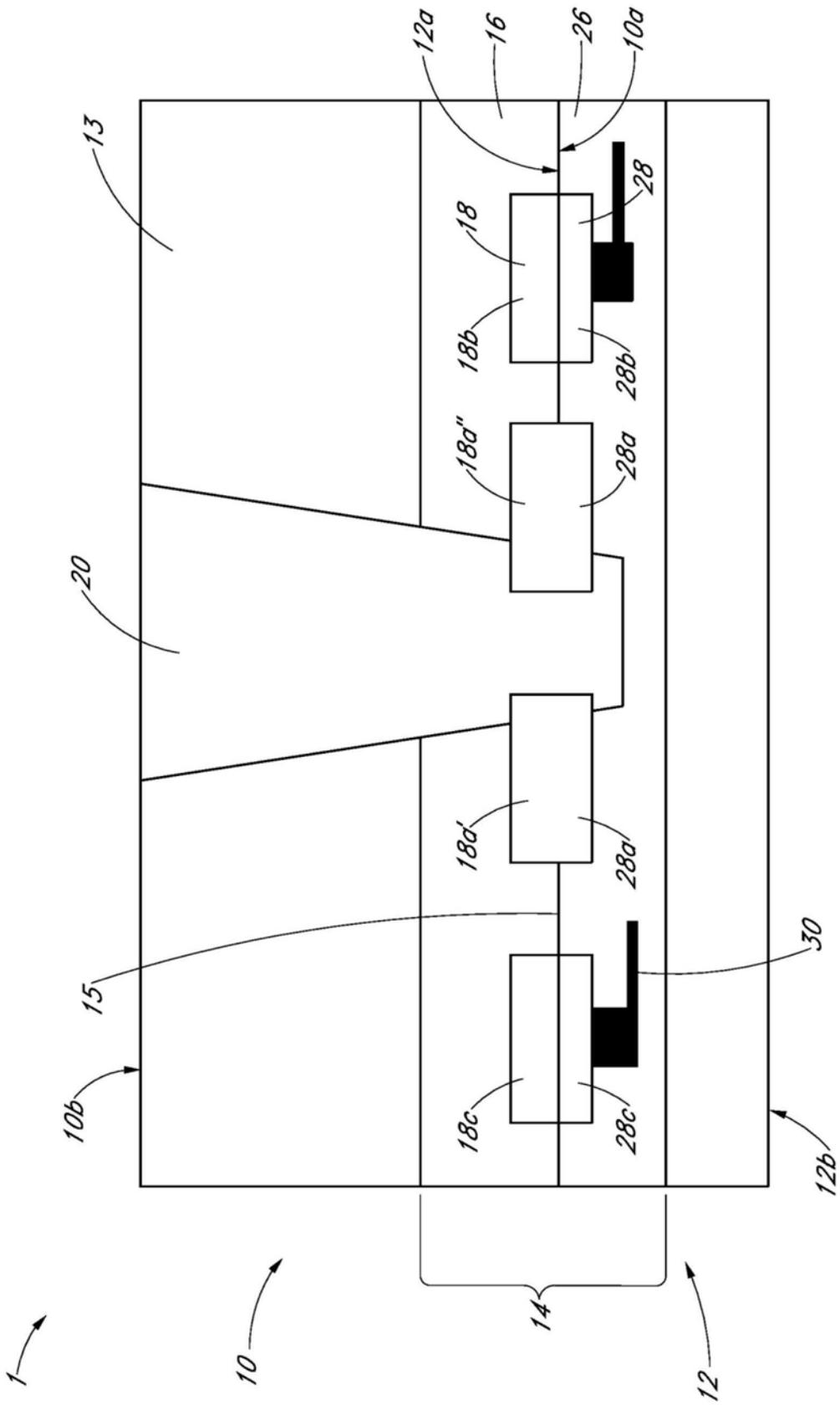


图9

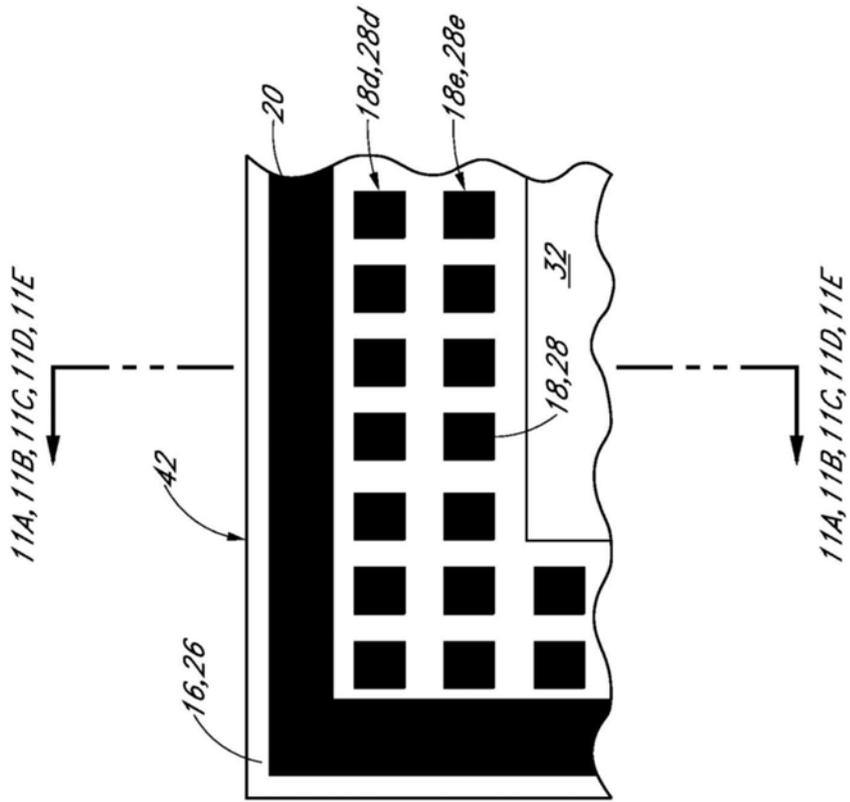


图 10B

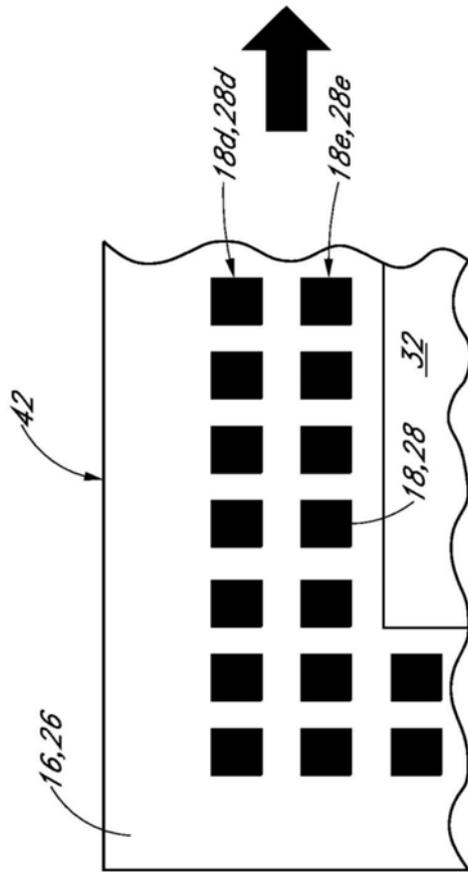


图 10A

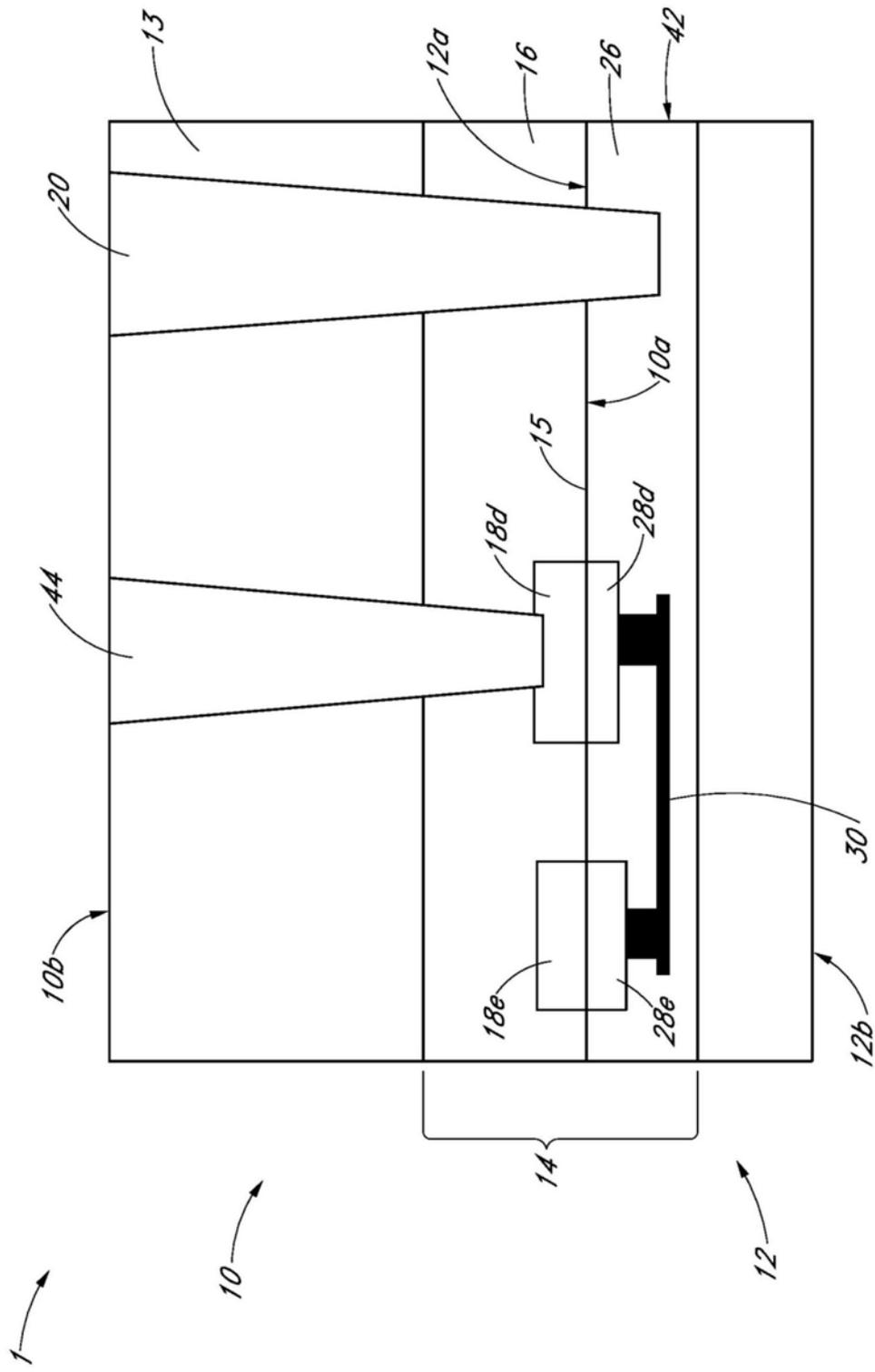


图11A

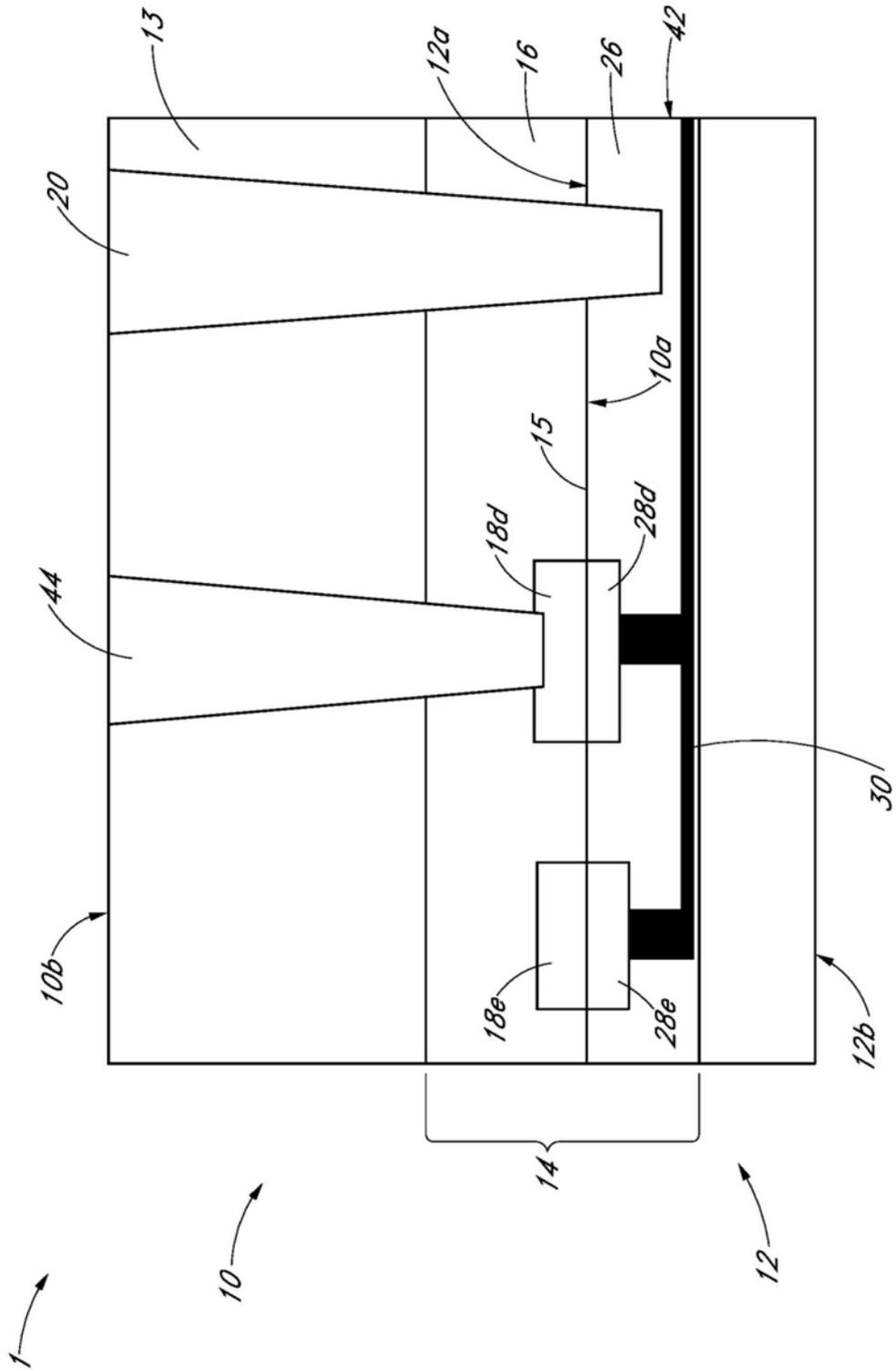


图11B

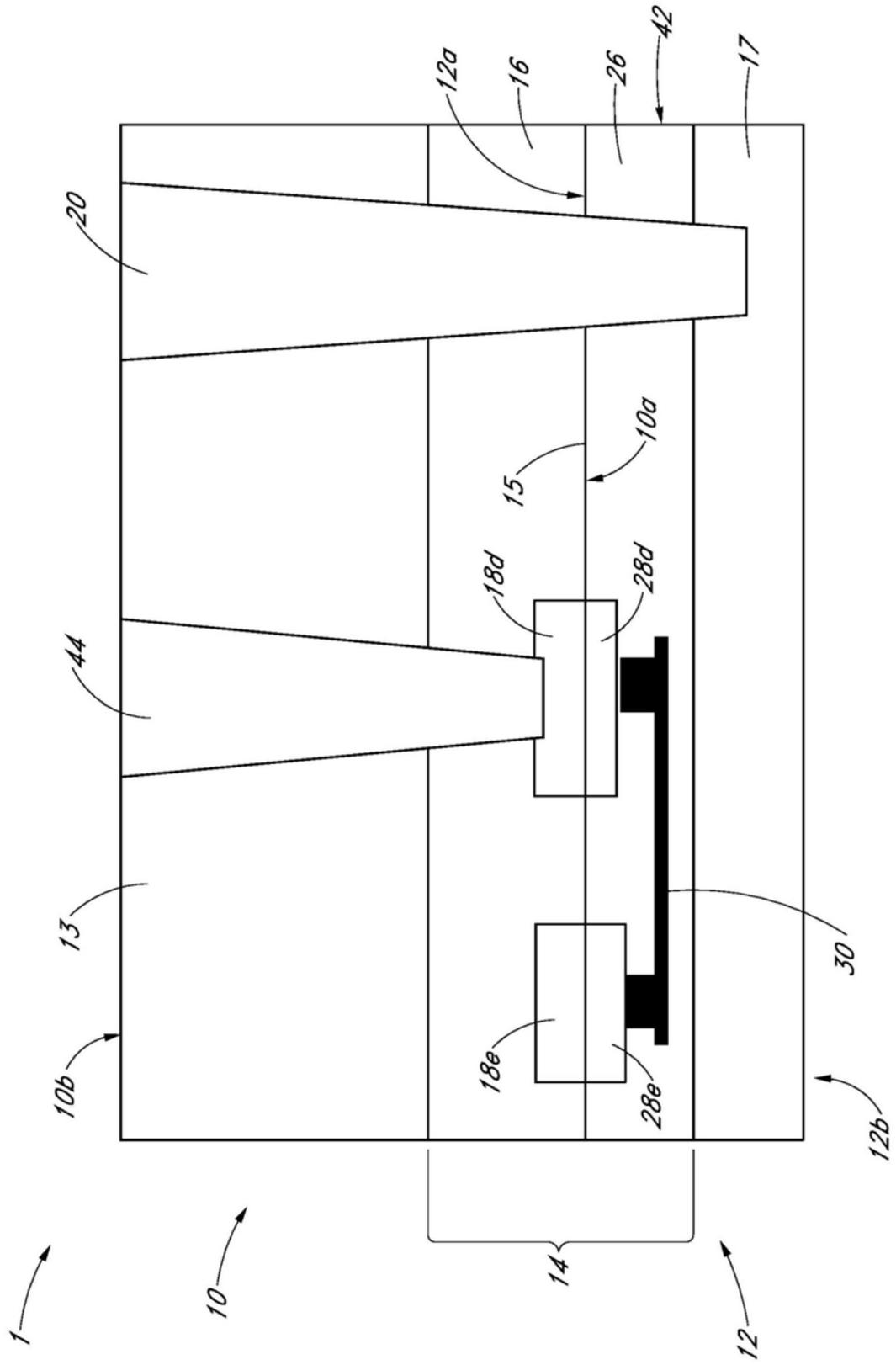


图11C

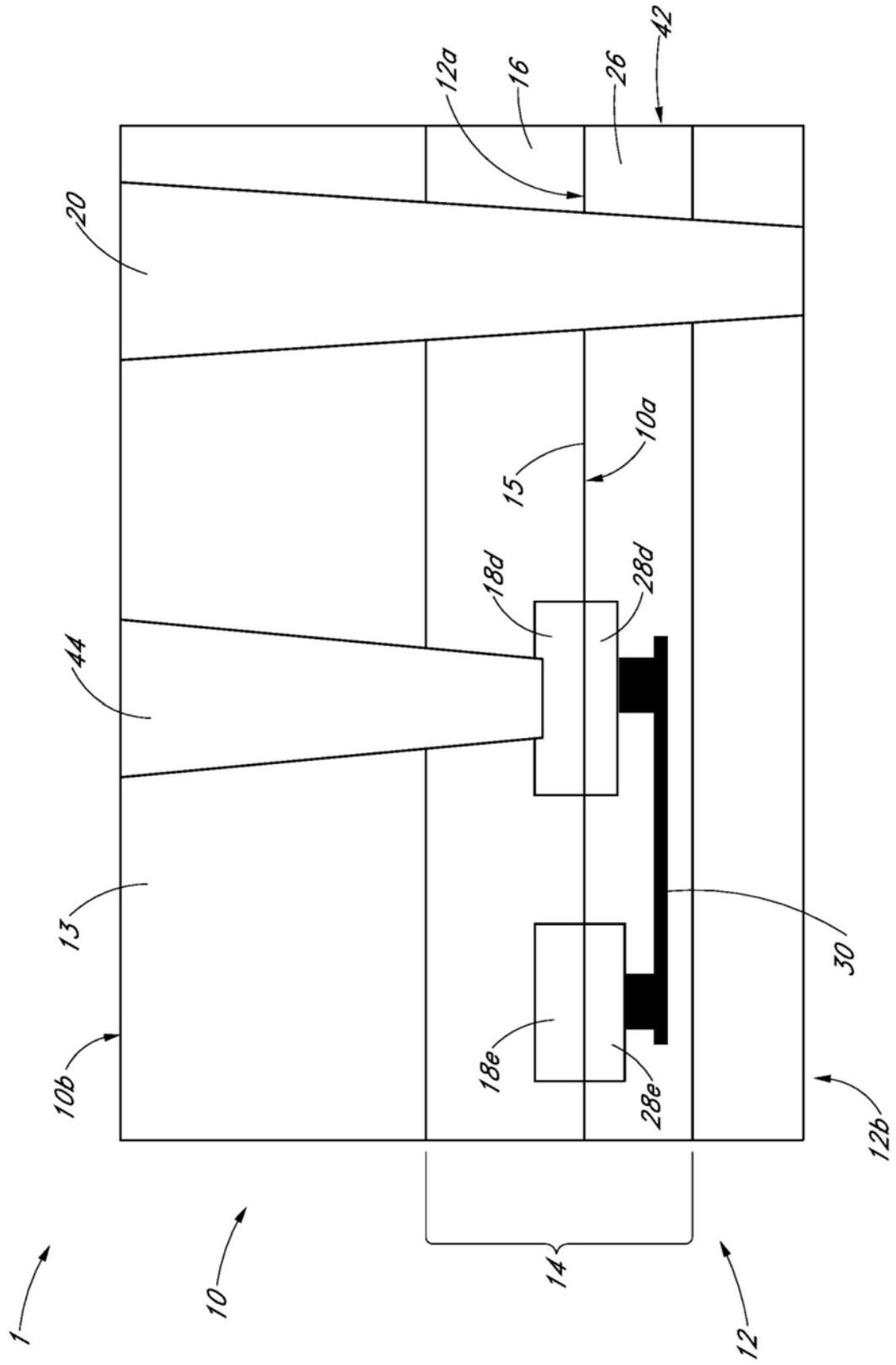


图11D

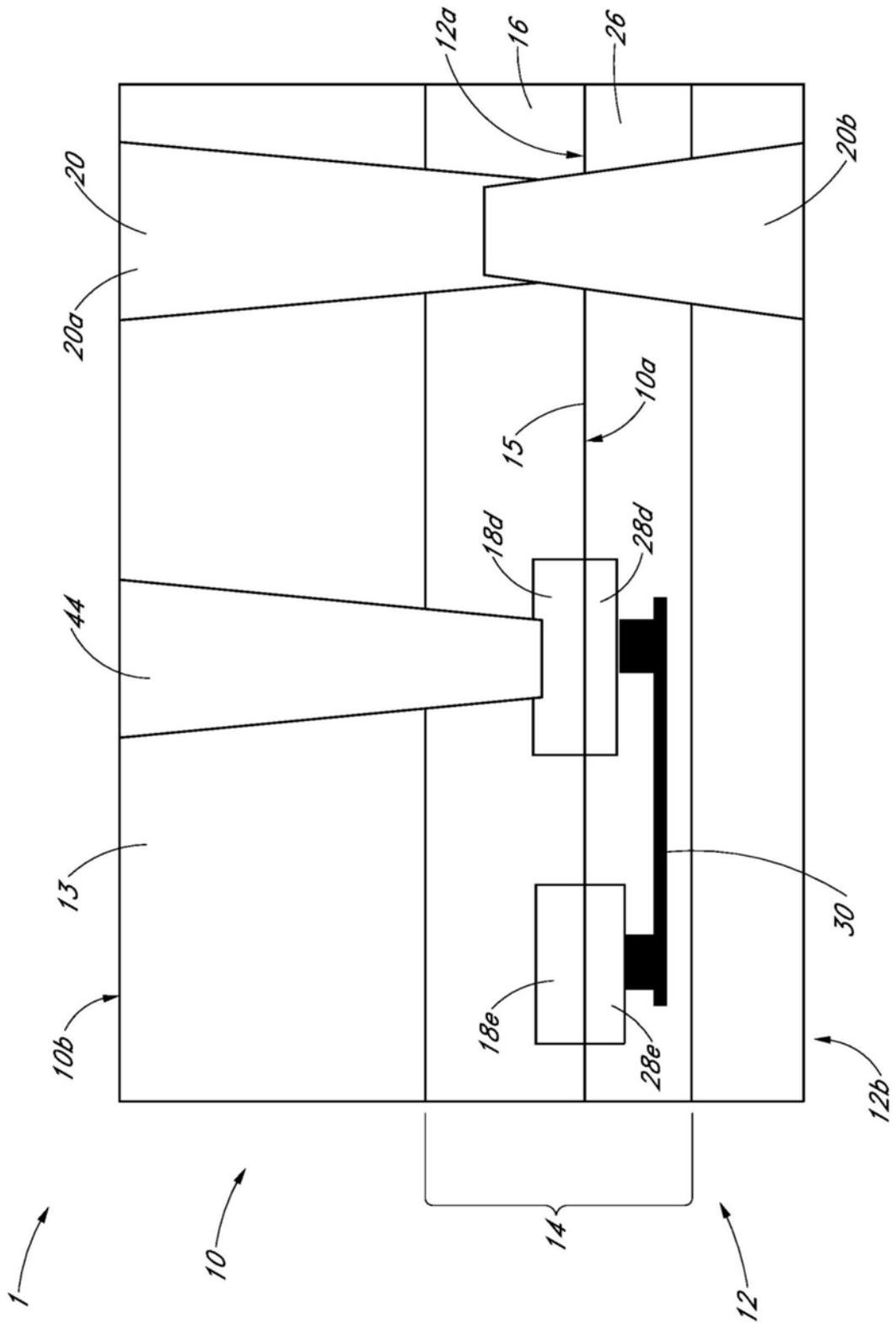


图11E

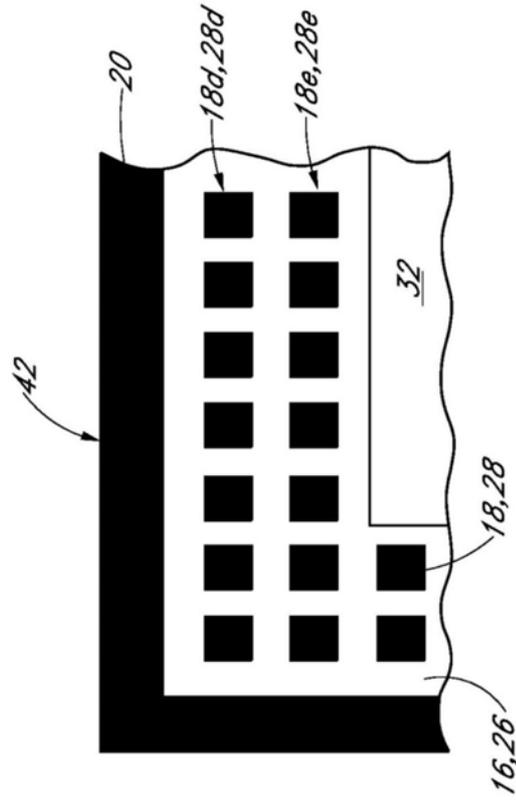


图12B

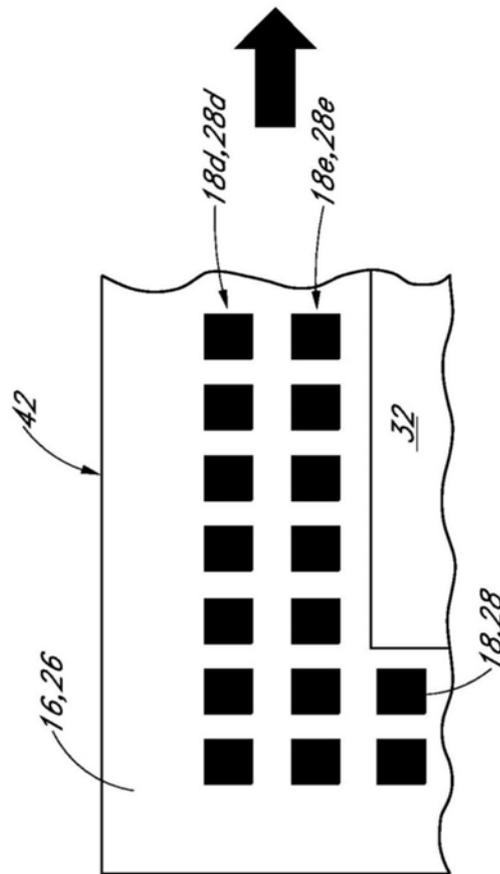


图12A

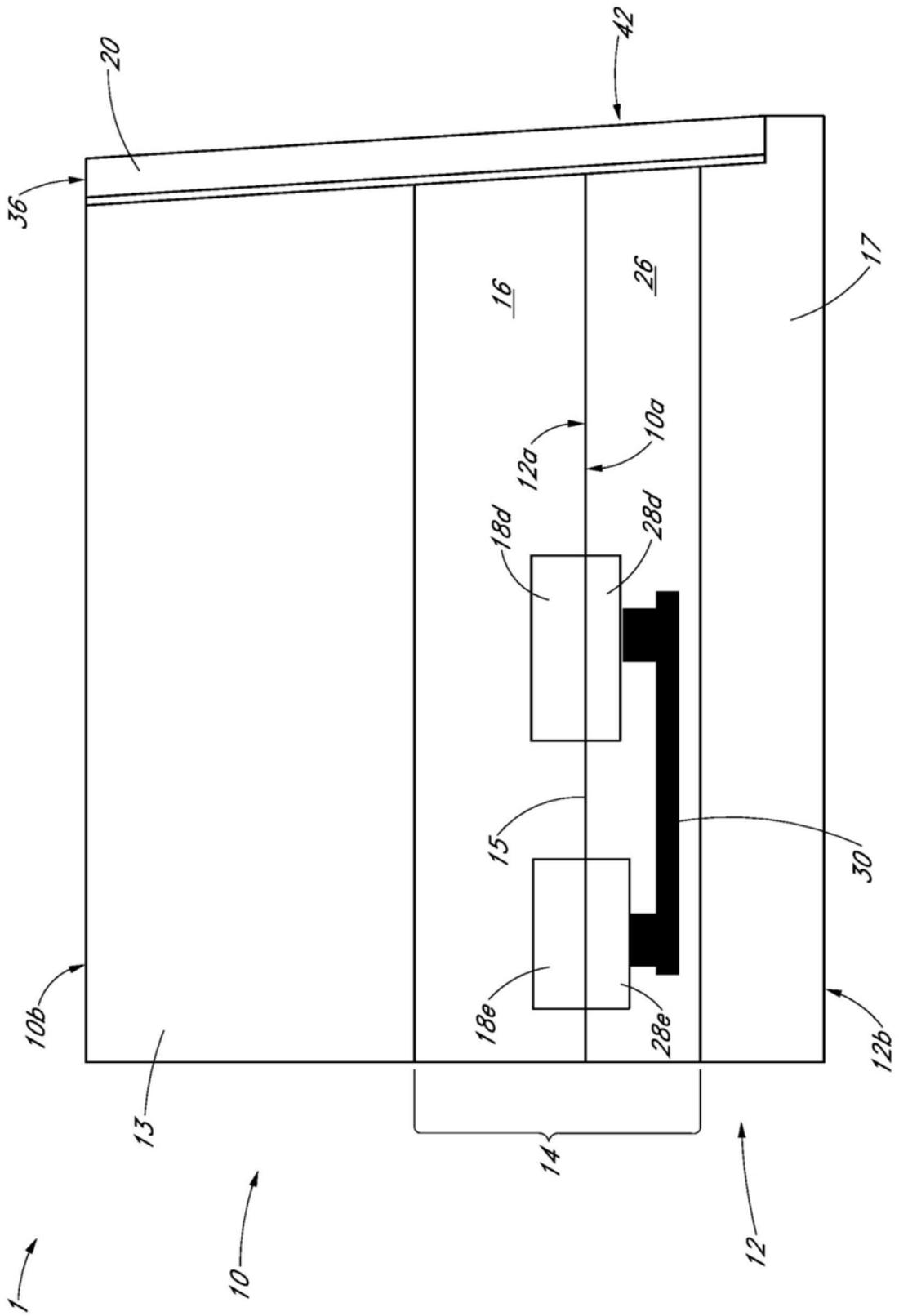


图13A

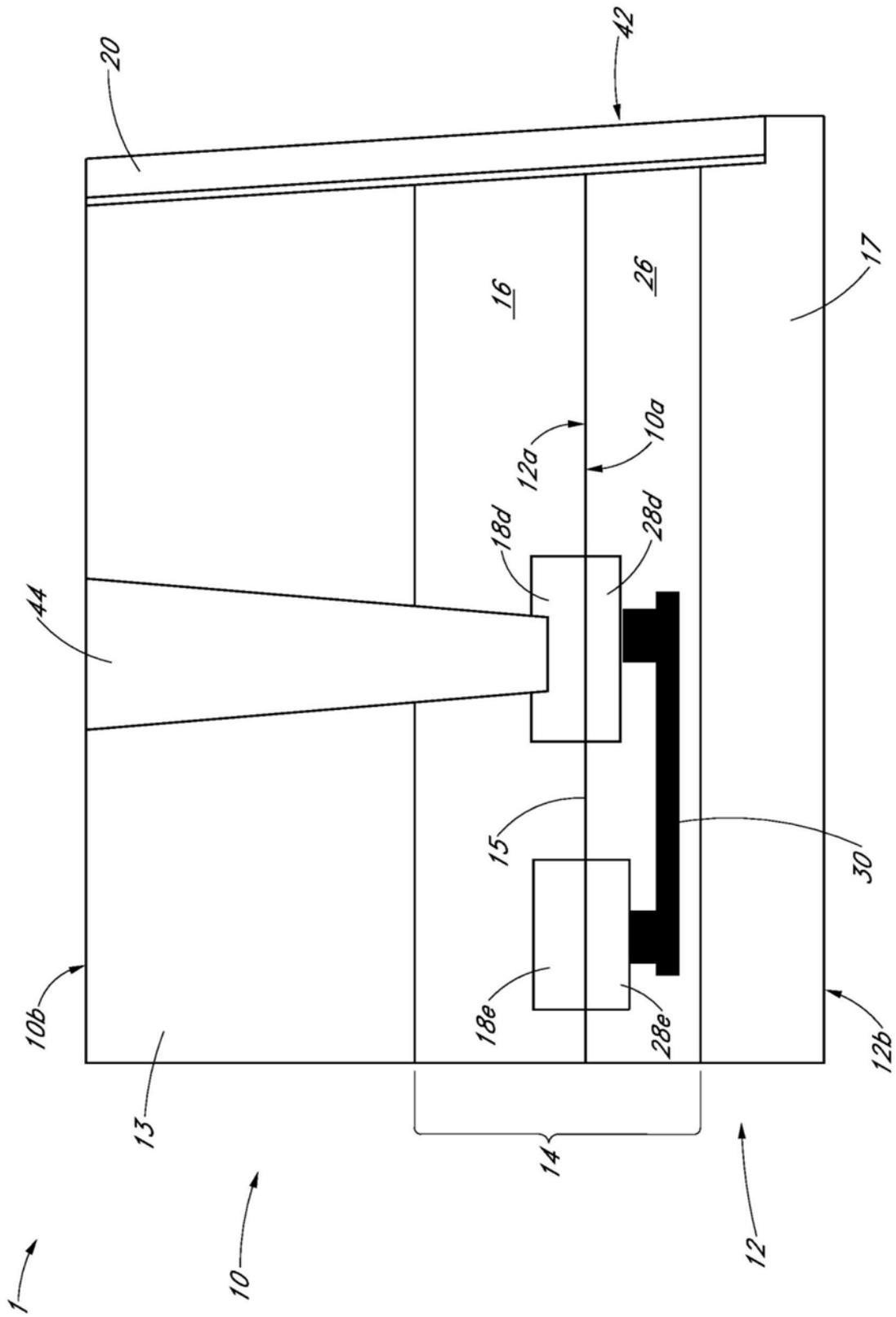


图13B

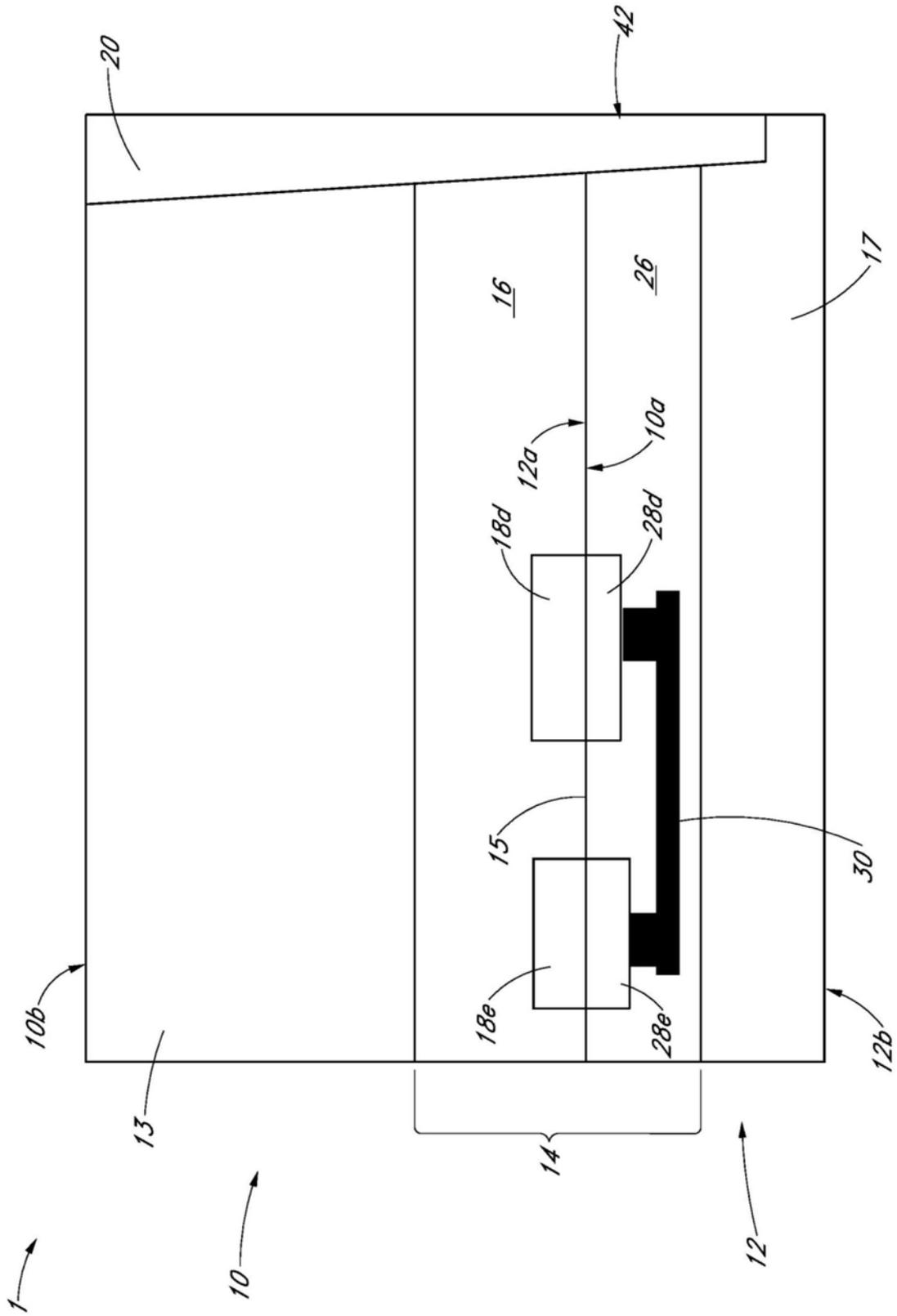


图13C

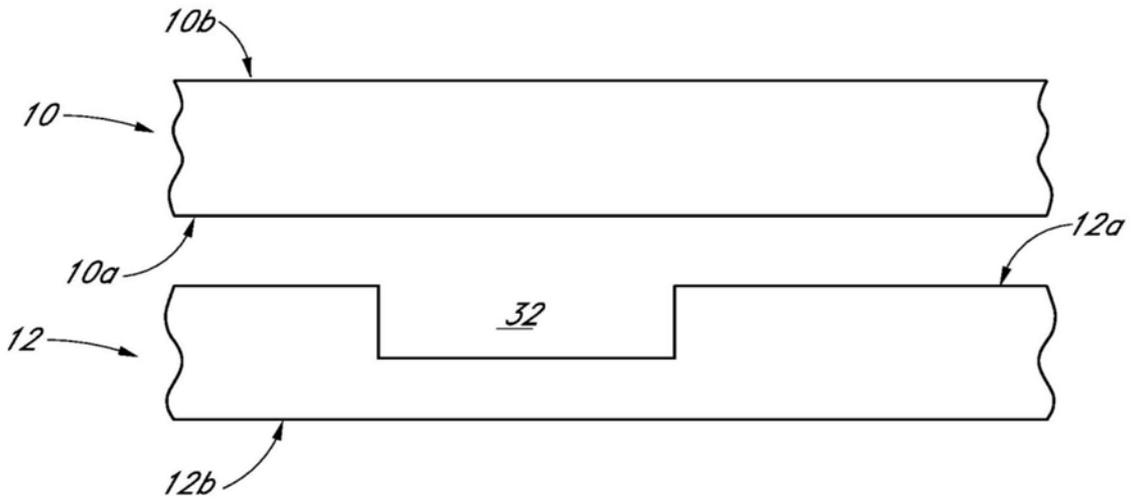


图14A

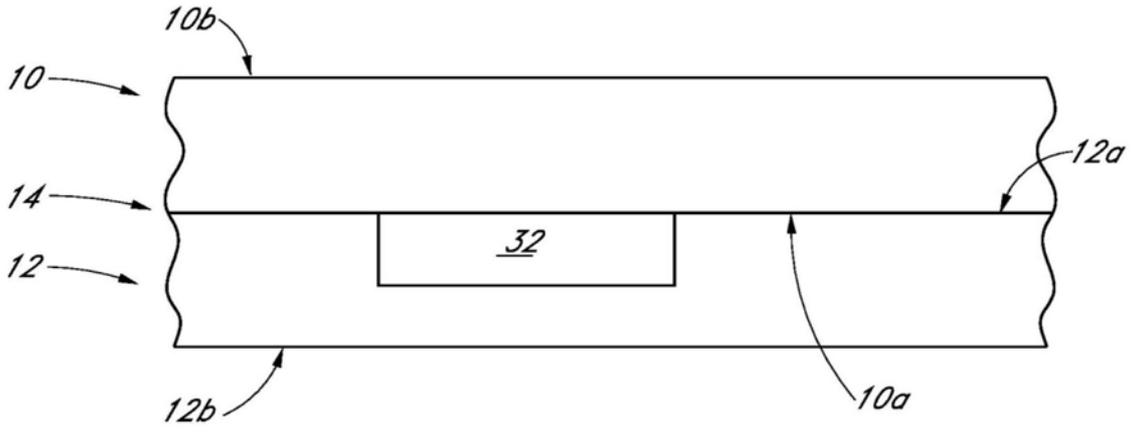


图14B

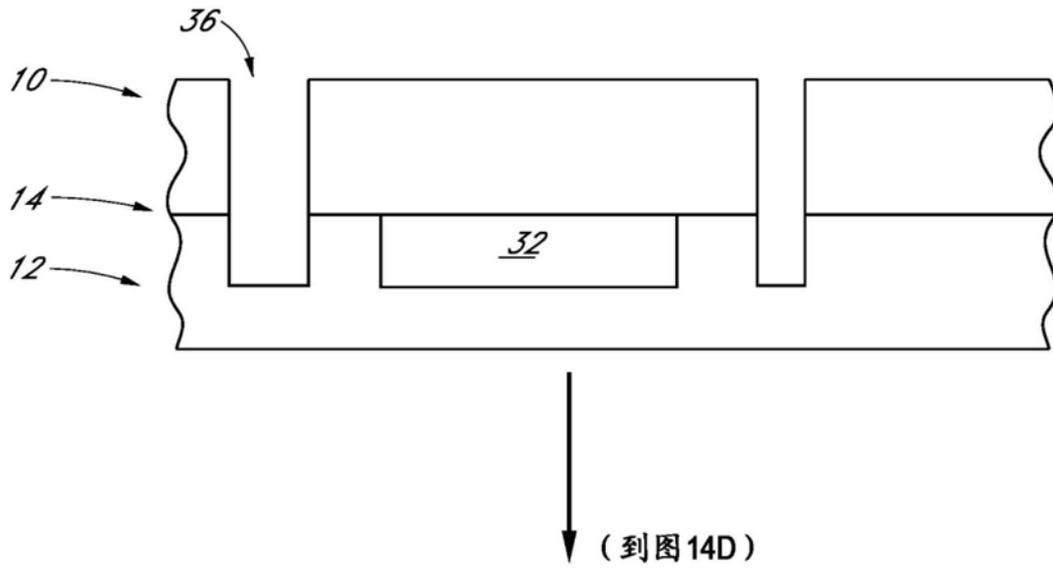


图14C

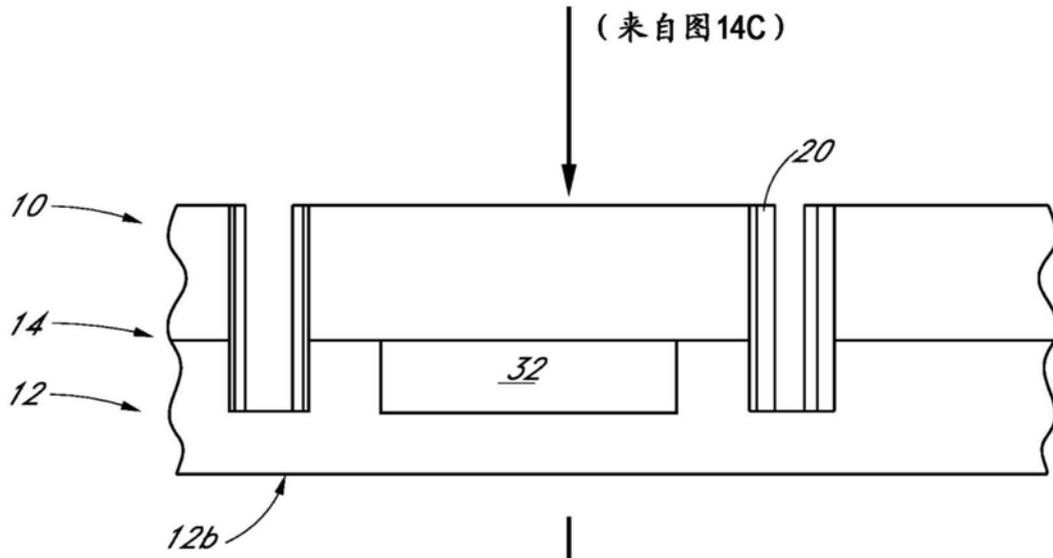


图14D

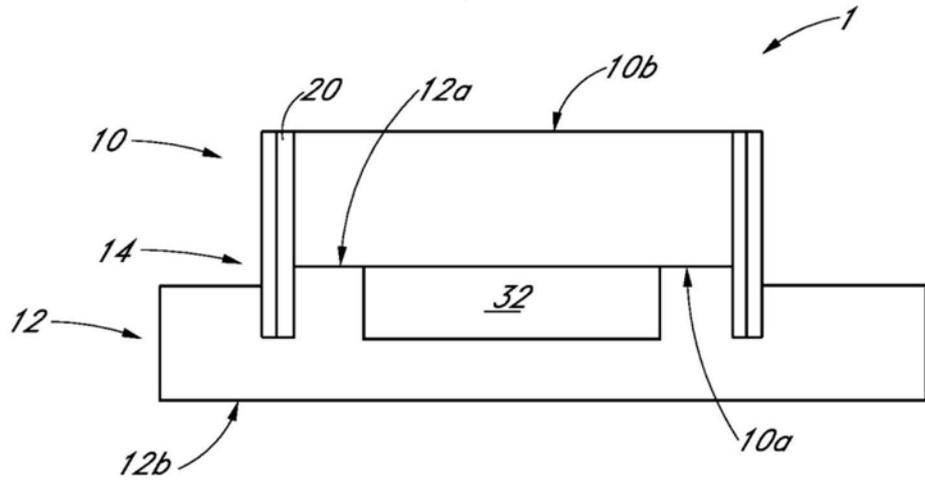


图14E

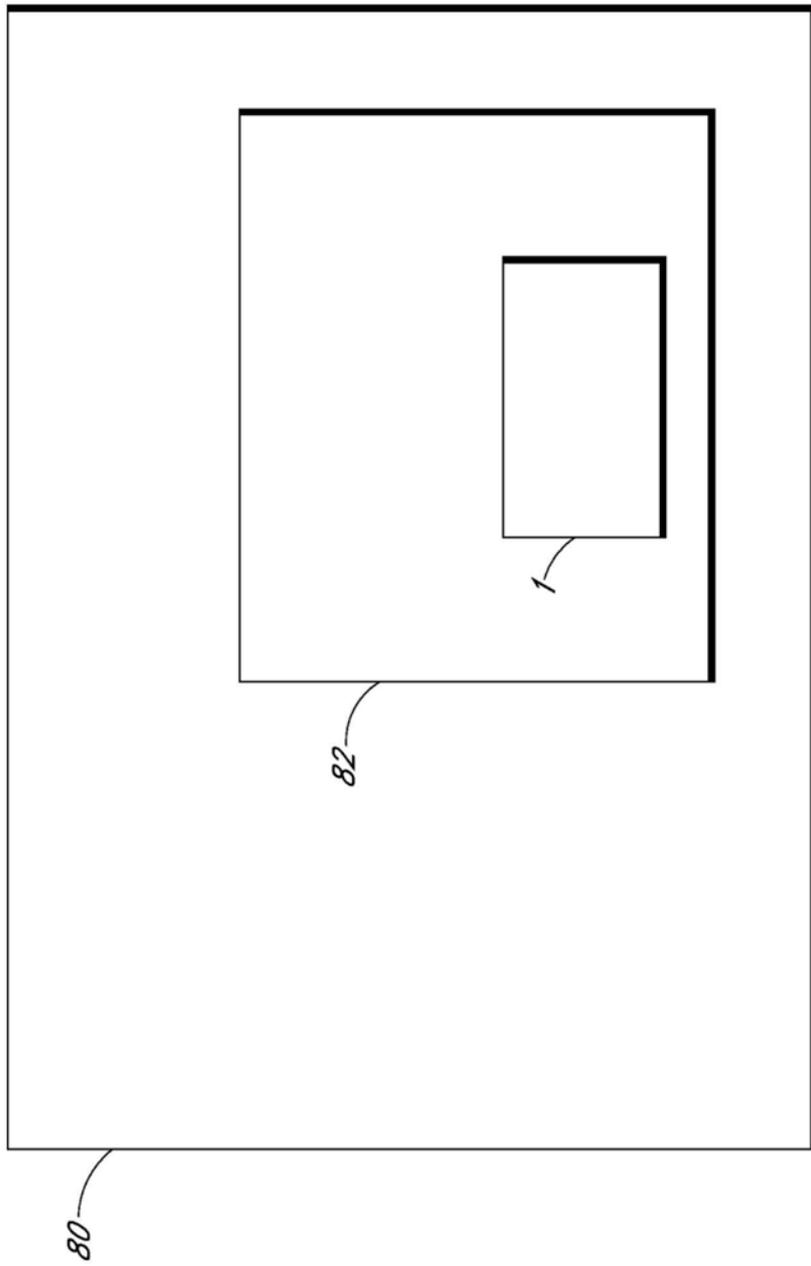


图15