(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111886755 A
(43)申请公布日 2020.11.03

(21)申请号 201980021396.9

(22)申请日 2019.05.06

(30)优先权数据
16/000795 2018.06.05 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.09.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/030838 2019.05.06

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/236230 EN 2019.12.12

(71)申请人 英特尔公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 S·达尔米亚 T·邰
W·J·兰伯特 张志超 孙纪伟

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 李雪娜 申屠伟进

(51)Int.Cl.
H01Q 9/04(2006.01)
H01Q 21/06(2006.01)

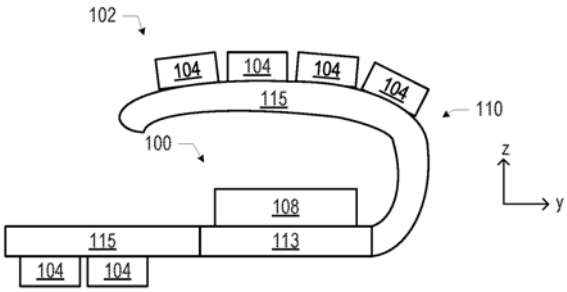
权利要求书2页 说明书24页 附图21页

(54)发明名称

天线模块和通信设备

(57)摘要

本文公开了天线板、天线模块和通信设备。例如,在一些实施例中,天线模块可以包括:包括柔性部分的天线贴片支承件;耦合到天线贴片支承件的集成电路(IC)封装;以及耦合到天线贴片支承件的天线贴片。其中,天线贴片是毫米波天线贴片,并且IC封装和天线贴片耦合到天线贴片支承件的相对的面上。



CN 111886755 A

1.一种电子组件,包括:

天线模块,包括:

包括柔性部分的天线贴片支承件;

耦合到所述天线贴片支承件的集成电路(IC)封装;以及

天线贴片,所述天线贴片耦合到所述天线贴片支承件。

2.根据权利要求1所述的电子组件,其中,所述天线贴片是毫米波天线贴片。

3.根据权利要求1所述的电子组件,其中,所述IC封装和所述天线贴片耦合到所述天线贴片支承件的相对的面上。

4.根据权利要求1所述的电子组件,其中,所述IC封装耦合到所述天线贴片支承件的第一部分,所述天线贴片耦合到所述天线贴片支承件的第二部分,并且所述柔性部分在所述第一部分和所述第二部分之间。

5.根据权利要求4所述的电子组件,其中,所述第一部分的平面不平行于所述第二部分的平面。

6.根据权利要求5所述的电子组件,其中,所述第一部分的平面不垂直于所述第二部分的平面。

7.根据权利要求1所述的电子组件,其中,所述天线贴片耦合到所述柔性部分。

8.根据权利要求1所述的电子组件,其中,所述柔性部分为第一柔性部分,所述天线贴片支承件还包括第二柔性部分和刚性部分,并且所述刚性部分在所述第一柔性部分与所述第二柔性部分之间。

9.根据权利要求1-8中任一项所述的电子组件,其中,所述IC封装和所述天线贴片耦合到所述天线贴片支承件的同一面上。

10.根据权利要求1-8中任一项所述的电子组件,其中,所述IC封装具有共形屏蔽,所述共形屏蔽为多个天线贴片提供反射器或接地面以用作边射阵列。

11.一种电子组件,包括:

天线模块,所述天线模块包括集成电路(IC)封装、天线板和第一连接器,其中,所述IC封装耦合到所述天线板,所述天线板包括天线贴片阵列,并且所述第一连接器固定到所述天线板或所述IC封装的刚性部分;以及

电路板,所述电路板具有第二连接器,其中,所述第二连接器固定到所述电路板的刚性部分,并且所述第一连接器要与所述第二连接器配合。

12.根据权利要求11所述的电子组件,其中,所述第一连接器要与所述第二连接器配合而没有中间线缆。

13.根据权利要求11所述的电子组件,其中,所述天线模块经由与所述第二连接器配合的所述第一连接器耦合到所述电路板,并且所述天线板在所述天线贴片阵列与所述电路板之间。

14.一种通信设备,包括:

显示器;

后盖;以及

天线阵列,所述天线阵列在所述后盖与所述显示器之间,其中,所述天线阵列的平面不平行于所述显示器或所述后盖。

15.根据权利要求14所述的通信设备,其中,所述天线阵列是第一天线阵列,并且所述通信设备还包括:

第二天线阵列,所述第二天线阵列在所述后盖与所述显示器之间,其中,所述第二天线阵列的平面不平行于所述第一天线阵列的平面。

16.根据权利要求15所述的通信设备,其中,所述第二天线阵列的平面垂直于所述第一天线阵列的平面。

17.根据权利要求15所述的通信设备,其中,所述第二天线阵列的平面不垂直于所述第一天线阵列的平面。

18.根据权利要求14-17中任一项所述的通信设备,还包括:

提供通信设备的侧面的外壳。

19.根据权利要求18所述的通信设备,其中,所述天线阵列的平面平行于所述通信设备的邻近侧面。

20.根据权利要求18所述的通信设备,其中,所述天线阵列的平面不平行于所述通信设备的邻近侧面。

21.根据权利要求14-17中任一项所述的通信设备,其中,所述通信设备是手持通信设备。

22.一种制造通信设备的方法,包括:

将天线模块定位在通信设备的外壳中,其中,所述天线模块包括至少一个柔性部分;以及

弯曲所述至少一个柔性部分。

23.根据权利要求22所述的方法,还包括:

将所述天线模块固定在所述通信设备中以维持所述至少一个柔性部分的弯曲。

24.根据权利要求22-23中任一项所述的方法,其中,所述天线模块包括在所述柔性部分上的至少一个天线单元。

25.根据权利要求22-23中任一项所述的方法,其中,弯曲所述至少一个柔性部分包括在所述天线模块的集成电路(IC)封装上方折叠所述至少一个柔性部分。

天线模块和通信设备

[0001] 相关申请的交叉引用

本申请要求2018年6月5日提交的题为"天线模块和通信设备(ANTENNA MODULES AND COMMUNICATION DEVICE)"的第16/000,795号美国非临时专利申请的优先权的权益,该专利申请通过引用整体并入于此。

背景技术

[0002] 诸如手持计算设备和无线接入点之类的无线通信设备包括天线。除其他因素外,通信可以发生的频率可以取决于天线或天线阵列的形状和布置。

附图说明

[0003] 通过结合附图的 以下详细描述,将容易理解实施例。为了便于描述,相同的附图标记 表示相同的结构元件。在附图的各图中,通过 示例的方式而非通过限制的方式示出了各实施例。

图1是根据各种实施例的天线模块的侧横截面视图。

[0004] 图2-4是根据各种实施例的示例性天线板的侧横截面视图。

[0005] 图5是根据各种实施例的示例性天线贴片的顶视图。

[0006] 图6-11是根据各种实施例的示例性天线板的侧横截面视图。

[0007] 图12和13是根据各种实施例的示例性天线贴片的侧横截面视图。

[0008] 图14是根据各种实施例的可以包括在天线模块中的集成电路(IC)封装的侧横截面视图。

[0009] 图15A-15C是根据各种实施例的示例性天线模块的视图。

[0010] 图16A-16B和17-18是根据各种实施例的示例性天线模块的侧横截面视图。

[0011] 图19和20是根据各种实施例的天线板中的示例性天线贴片布置的底视图。

[0012] 图21是根据各种实施例的天线板中的示例性天线贴片布置的侧横截面视图。

[0013] 图22是根据各种实施例的包括天线模块的通信设备的一部分的侧横截面视图。

[0014] 图23和24是根据各种实施例的包括天线模块和电路板的示例性组件的侧横截面视图。

[0015] 图25A和25B是根据各种实施例的包括天线模块的示例性通信设备的各种视图。

[0016] 图26A和26B是根据各种实施例的包括天线模块的示例性通信设备的各种视图。

[0017] 图27是根据各种实施例的示例性天线板的顶视图。

[0018] 图28是根据各种实施例的耦合到天线板固定件的图27的天线板的侧横截面视图。

[0019] 图29是根据各种实施例的示例性天线板的顶视图。

[0020] 图30是根据各种实施例的耦合到天线板固定件的图29的天线板的侧横截面视图。

[0021] 图31A和31B分别是根据各种实施例的耦合到天线板固定件的天线板的顶视图和侧横截面视图。

[0022] 图32是根据各种实施例的耦合到天线板固定件的天线板的侧横截面视图。

[0023] 图33-36是根据各种实施例的示例性天线模块的分解透视图。

[0024] 图37A和37B分别是根据各种实施例的示例性天线性模块的顶部和底部透视图。

[0025] 图38是根据各种实施例的包括天线模块的手持通信设备的透视图。

[0026] 图39是根据各种实施例的包括多个天线模块的膝上型通信设备的透视图。

[0027] 图40是根据本文公开的任何实施例的可以包括在天线模块中的晶片和管芯的顶视图。

[0028] 图41是根据本文公开的任何实施例的可以包括在天线模块中的IC器件的侧横截面视图。

[0029] 图42是根据本文公开的任何实施例的可以包括天线模块的IC器件组件的侧横截面视图。

[0030] 图43是根据本文公开的任何实施例的可以包括天线模块的示例性通信设备的框图。

具体实施方式

[0031] 用于毫米波应用的传统天线阵列已经利用具有多于14(例如,多于18)层的电介质/金属叠层的电路板来实现期望的性能。这样的板通常是昂贵的和低产率的,并且在它们的金属密度和电介质厚度方面也是不平衡的。此外,这样的板可能难以测试,并且可能不容易能够并入实现规章依从性所需的屏蔽。

[0032] 本文公开了可以以紧凑的形状因子实现毫米波通信的天线板、集成电路(IC)封装、天线模块和通信设备。在本文公开的一些实施例中,天线模块可以包括天线板和可以单独制造和组装的一个或多个IC封装,从而实现增加的设计自由度和提高的产量。本文公开的各种天线模块可以在操作或安装期间表现出很少至没有翘曲、易于组装、低成本、上市时间快、良好的机械处理和/或良好的热性能。本文公开的各种天线模块可以允许不同的天线和/或IC封装被交换到现有模块中。

[0033] 在以下详细描述中,参考形成其一部分的附图,其中相同的标号始终表示相同的部分,并且在附图中通过说明的方式示出了可实施的实施例。应当理解,在不脱离本公开范围的情况下,可以利用其它实施例,并且可以进行结构或逻辑上的改变。因此,以下详细描述不应被理解为限制性的。

[0034] 各种操作可以以最有助于理解所要求保护的主题的方式依次被描述为多个离散的动作或操作。然而,描述的顺序不应被解释为暗示这些操作必须依赖于顺序。特别地,这些操作可以不以呈现的顺序来执行。所描述的操作可以以与所描述的实施例不同的顺序来执行。在附加的实施例中,可以执行各种附加的操作,和/或可以省略所描述的操作。

[0035] 为了本公开的目的,短语"A和/或B"意指(A)、(B)或(A和B)。为了本公开的目的,短语"A、B和/或C"是指(A)、(B)、(C)、(A和B)、(A和C)、(B和C)或(A、B和C)。附图不一定是按比例的。尽管许多附图示出了具有平坦壁和直角拐角的直线结构,但这仅仅是为了便于说明,并且使用这些技术制造的实际器件将会表现出圆角、表面粗糙度和其他特征。

[0036] 本描述使用短语"在一个实施例中"或"在实施例中",其可各自指代相同或不同实施例中的一个或多个。此外,如关于本公开的实施例所使用的术语"包括"、"包含"、"具有"等是同义的。如本文所使用的,"封装"和"IC封装"是同义的。当用于描述尺寸的范围时,短

语"X和Y之间"表示包括X和Y的范围。为了方便起见，短语"图15"可以用来指图15A-15C的附图集合，短语"图16"可以用来指图16A-16B的附图集合，等等。

[0037] 在此参考任何附图讨论的任何特征可以适当地与任何其他特征组合以形成天线板102、天线模块100或通信设备151。附图的多个元件可与其它附图共享；为了便于讨论，不重复对这些元件的描述，并且这些元件可以采取本文公开的任何实施例的形式。

[0038] 图1是根据各种实施例的天线模块100的侧横截面视图。天线模块100可以包括耦合到天线板102的IC封装108。天线模块100可以提供RF头，并且可以经由线缆或其他连接耦合到电路板，如下面进一步讨论的。尽管图1中示出了单个IC封装108，但是天线模块100可以包括多于一个IC封装108(例如，如下面参考图34-37所讨论的)。如下面进一步详细讨论的，天线板102可以包括导电路径(例如，由穿过一个或多个电介质材料的导电通孔和线提供)和射频(RF)传输结构(例如，天线馈送结构，诸如带状线、微带线或共面波导)，其可以使得一个或多个天线单元104(未示出)能够在IC封装108中的电路的控制下发射和接收电磁波。在一些实施例中，IC封装108可以通过第二级互连(未示出，但是下面参考图14讨论)耦合到天线板102。在一些实施例中，天线板102的至少一部分可以使用印刷电路板(PCB)技术来制造，并且可以包括两个到八个PCB层。下面详细讨论IC封装108和天线板102的示例。在一些实施例中，天线模块100可以包括用于控制每个不同天线单元104的不同IC封装108；在其它实施例中，天线模块100可以包括一个IC封装108，其具有用于控制多个天线单元104的电路。在一些实施例中，天线模块100的总z高度可以小于3毫米(例如，在2毫米至3毫米之间)。在一些实施例中，天线模块100可以包括耦合到单个天线板102的多个IC封装108；在一些其它实施例中，天线模块100可以包括耦合到单个IC封装108的多个天线板102。

[0039] 图2-4是根据各种实施例的示例性天线板102的侧横截面视图。图2是示例性天线板102的一般表示，其包括耦合到天线贴片支承件110的一个或多个天线单元104。在一些实施例中，天线单元104可以通过穿过天线贴片支承件110的导电材料路径电耦合到天线贴片支承件110，其实现与天线单元104的导电材料的导电接触，而在其他实施例中，天线单元104可以机械地耦合到天线贴片支承件110，但是可以不与穿过天线贴片支承件110的导电材料路径接触。在一些实施例中，天线贴片支承件110的至少一部分可以使用PCB技术来制造，并且可以包括两个到八个PCB层。尽管在图2(和其它附图)中描绘了特定数量的天线单元104，但是这仅仅是说明性的，并且天线板102可以包括更少或更多的天线单元104。例如，天线板102可以包括四个天线单元104(例如，布置成线性阵列，如下面参照图29-31和39所讨论的)、八个天线单元104(例如，布置成一个线性阵列，或者布置成两个线性阵列，如下面参照图35、37和38所讨论的)、十六个天线单元104(例如，布置成4×4阵列，如下面参照图34和36所讨论的)或者三十二个天线单元104(例如，布置成两个4×4阵列，如下面参照图34和36所讨论的)。在一些实施例中，天线单元104可以是表面安装部件。

[0040] 在一些实施例中，天线模块100可以包括天线单元104的一个或多个阵列以支持多个通信频带(例如，双频带操作或三频带操作)。例如，本文公开的一些天线模块100可以支持在28千兆赫、39千兆赫和60千兆赫的三频带操作。本文公开的天线模块100中的各种天线模块可以支持24.5千兆赫至29千兆赫、37千兆赫至43千兆赫和57千兆赫至71千兆赫的三频带操作。本文公开的天线模块100中的各种天线模块可以支持5G通信和60千兆赫通信。本文公开的天线模块100中的各种天线模块可以支持28千兆赫和39千兆赫通信。本文公开的各

种天线模块100可以支持毫米波通信。本文公开的各种天线模块100可以支持高频带频率和低频带频率。

[0041] 在一些实施例中，天线板102可以包括通过粘合剂耦合到天线贴片支承件110的天线单元104。图3示出了天线板102，其中天线贴片支承件110包括电路板112(例如，包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及电路板112的相对面处的粘合剂106。如本文所用，"导电接触"可指用作不同部件之间的界面的导电材料(例如，金属)的一部分；导电接触可以凹入部件的表面、与部件的表面齐平或者远离部件的表面延伸，并且可以采取任何合适的形式(例如，导电焊盘或插座)。电路板112可以如本领域已知的包括由导电材料(例如，诸如铜的金属)形成的迹线、通孔和其他结构。电路板112中的导电结构可以通过电介质材料彼此电绝缘。可以使用任何合适的电介质材料(例如，层压材料)。在一些实施例中，电介质材料可以是有机电介质材料、阻燃等级4材料(FR-4)、双马来酰亚胺三嗪(BT)树脂、聚酰亚胺材料、玻璃增强环氧树脂基体材料、或低k和超低k电介质(例如，碳掺杂电介质、氟掺杂电介质、多孔电介质和有机聚合物电介质)。

[0042] 在图3的实施例中，天线单元104可以粘附到粘合剂106。粘合剂106可以是不导电的，并且因此天线单元104可以不通过导电材料路径电耦合到电路板112。在一些实施例中，粘合剂106可以是环氧树脂。粘合剂106的厚度可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离。当图3(和其它附图)的天线板102用于天线模块100中时，IC封装108可以耦合到导电接触118中的一些。在一些实施例中，图3的电路板112的厚度可以小于1毫米(例如，在0.35毫米至0.5毫米之间)。在一些实施例中，天线单元104的厚度可以小于1毫米(例如，在0.4毫米至0.7毫米之间)。

[0043] 在一些实施例中，天线板102可以包括通过焊接耦合到天线贴片支承件110的天线单元104。图4示出了天线板102，其中天线贴片支承件110包括电路板112(例如，包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及电路板112的相对面处的阻焊剂114和导电接触116。天线单元104可通过天线单元104的导电接触120与导电接触116之间的焊料122(或其它第二级互连)而固定到电路板112。在一些实施例中，导电接触116/焊料122/导电接触120可提供导电材料路径，信号可通过该导电材料路径被传输到天线单元104或从其传输。在其它实施例中，导电接触116/焊料122/导电接触120可仅用于天线单元104与天线贴片支承件110之间的机械耦合。焊料122(或其它互连)的高度可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离。图5是根据各种实施例的可以在天线板102(比如图4的天线板102)中使用的示例性天线单元104的顶视图。图5的天线单元104可具有多个导电接触120，其规则地分布在一个面上，靠近边缘；具有导电接触120的其它天线单元104可以具有导电接触120的其它布置。

[0044] 在一些实施例中，天线板可以包括耦合到桥结构的天线单元104。图6示出了天线板102，其中天线贴片支承件110包括电路板112(例如，包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及固定到电路板112的相对面的桥结构124。桥结构124可以具有耦合到桥结构124的内面的一个或多个天线单元104，以及耦合到桥结构124的外面的一个或多个天线单元104。在图6的实施例中，天线单元104通过粘合剂106耦合到桥结构124。在图6的实施例中，桥结构124可以通过粘合剂106耦合到电路板112。粘合剂106的厚度和桥结构124的尺寸(即，电路板112的内面和邻近面之间的距离，以及内面和外

面之间的桥结构124的厚度)可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离(包括"内部"天线单元104和"外部"天线单元104之间的距离)。桥结构124可以由任何合适的材料形成;例如,桥结构124可以由非导电塑料形成。在一些实施例中,图6的桥结构124可以使用三维打印技术来制造。在一些实施例中,图6的桥结构124可以被制造为具有限定内面的凹部的PCB(例如,使用凹板制造技术)。在图6的实施例中,桥结构124可在天线单元104与电路板112之间引入空气腔149,从而增强天线模块100的带宽。

[0045] 图7示出了类似于图6的天线板102的天线板102,但是其中桥结构124是弯曲的(例如,具有弓形形状)。这样的桥结构124可以由例如柔性塑料或其它材料形成。在图7的天线板102中,天线贴片支承件110包括电路板112(例如,包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及固定到电路板112的相对面的桥结构124。桥结构124可以具有耦合到桥结构124的内面的一个或多个天线单元104,以及耦合到桥结构124的外面的一个或多个天线单元104。在图7的实施例中,天线单元104通过粘合剂106耦合到桥结构124。在图6的实施例中,桥结构124可以通过粘合剂106耦合到电路板112。粘合剂106的厚度和桥结构124的尺寸(即,电路板112的内面和邻近面之间的距离,以及内面和外面之间的桥结构124的厚度)可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离(包括"内部"天线单元104和"外部"天线单元104之间的距离)。图7的桥结构124可以由任何合适的材料形成;例如,桥结构124可以由非导电塑料形成。在图7的实施例中,桥结构124可在天线单元104与电路板112之间引入空气腔149,从而增强天线模块100的带宽。

[0046] 图8示出了与图6和7的天线板102类似的天线板102,但是其中桥结构124本身是平面电路板或具有导电接触126的其它结构;桥结构124可以通过导电接触126和电路板112上的导电接触116之间的焊料122(或其它互连)耦合到电路板112。在图8的天线板102中,天线贴片支承件110包括电路板112(例如,包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及固定到电路板112的相对面的桥结构124。桥结构124可以具有耦合到桥结构124的内面的一个或多个天线单元104,以及耦合到桥结构124的外面的一个或多个天线单元104。在图8的实施例中,天线单元104通过粘合剂106耦合到桥结构124。粘合剂106的厚度、焊料122的高度和桥结构124的尺寸(即,在内面和外面之间的桥结构124的厚度)可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离(包括"内部"天线单元104和"外部"天线单元104之间的距离)。图8的桥结构124可以由任何合适的材料形成;例如,桥结构124可以由非导电塑料或PCB形成。在图8的实施例中,桥接结构124可在天线单元104与电路板112之间引入空气腔149,从而增强天线模块100的带宽。

[0047] 图9示出了类似于图8的天线板102的天线板102,但是其中桥结构124本身是平面电路板或其它结构,并且桥结构124和耦合到该桥结构的天线单元104都通过粘合剂106耦合到电路板112。在图9的天线板102中,天线贴片支承件110包括电路板112(例如,包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及固定到电路板112的相对面的桥结构124。桥结构124可以具有耦合到桥结构124的内面的一个或多个天线单元104,以及耦合到桥结构124的外面的一个或多个天线单元104。在图9的实施例中,天线单元104通过粘合剂106耦合到桥结构124。粘合剂106的厚度和桥结构124的尺寸(即,在内面和外面之间的桥结构124的厚度)可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离(包括"内部"天线单元104和"外部"天线单元104之间的距离)。图9的桥结构124可以由任何

合适的材料形成;例如,桥结构124可以由非导电塑料或PCB形成。在一些实施例中,电路板112可以是1-2-1芯板,并且桥结构124可以是0-2-0芯板。在一些实施例中,电路板112可以使用与桥结构124的电介质材料不同的电介质材料(例如,桥结构124可以包括聚四氟乙烯(PTFE)或基于PTFE的配方),并且电路板112可以包括另一种电介质材料)。

[0048] 在一些实施例中,天线板102可以包括在天线单元104"上方"的凹部,以在天线单元104与天线板102的其它部分之间提供空气腔149。图10示出了与图3的天线板102类似的天线板102,但是其中电路板112包括位于每个天线单元104"上方"的凹部130。这些凹部130可以在天线单元104和天线板102的其余部分之间提供空气腔149,这可以改善性能。在图10的实施例中,天线贴片支承件110包括电路板112(例如,包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及电路板112的相对面处的粘合剂106。天线单元104可以粘附到粘合剂106。粘合剂106可以是不导电的,并且因此天线单元104可以不通过导电材料路径电耦合到电路板112。在一些实施例中,粘合剂106可以是环氧树脂。粘合剂106的厚度可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离。在一些实施例中,凹部130可具有200微米至400微米之间的深度。

[0049] 在一些实施例中,天线板102可以包括凹部,所述凹部不在天线单元104"上方"但是位于天线单元104中的不同天线单元到电路板112的附接位置之间。例如,图11示出了与图10的天线板102类似的天线板102,但是其中电路板112包括了位于天线单元104中的每一个"之间"的附加凹部132。这些凹部132可以帮助将天线单元104中的不同天线单元彼此隔离,从而改善性能。在图11的实施例中,天线贴片支承件110包括电路板112(例如,包括两个到八个PCB层)、电路板112的一个面处的阻焊剂114和导电接触118、以及电路板112的相对面处的粘合剂106。天线单元104可以粘附到粘合剂106。粘合剂106可以是不导电的,并且因此天线单元104可以不通过导电材料路径电耦合到电路板112。在一些实施例中,粘合剂106可以是环氧树脂。粘合剂106的厚度可以控制天线单元104和电路板112的邻近面之间的距离。在一些实施例中,凹部132可具有200微米至400微米之间的深度。在一些实施例中,凹部132可以是通孔(即,凹部132可以一直延伸穿过电路板112)。

[0050] 任何合适的天线结构可以提供天线模块100的天线单元104。在一些实施例中,天线单元104可以包括一个、两个、三个或更多个天线层。例如,图12和13是根据各种实施例的示例性天线单元104的侧横截面视图。在图12中,天线单元104包括一个天线贴片172,而在图13中,天线单元104包括由居间结构174间隔开的两个天线贴片172。

[0051] 包括在天线模块100中的IC封装108可以具有任何合适的结构。例如,图14示出了可以包括在天线模块100中的示例性IC封装108。IC封装108可以包括封装基板134,一个或多个部件136可以通过第一级互连150耦合到该封装基板。特别地,在封装基板134的一个面处的导电接触146可以通过第一级互连150耦合到在部件136的面处的导电接触148。图14中所示的第一级互连150是焊料凸起,但可使用任何合适的第一级互连150。阻焊剂114可以被设置在导电接触146周围。封装基板134可以包括电介质材料,并且可以具有在面之间或者每个面上的不同位置之间延伸穿过电介质材料的导电路径(例如,包括导电通孔和线)。在一些实施例中,封装基板134可以具有小于1毫米(例如,在0.1毫米至0.5毫米之间)的厚度。导电接触144可以设置在封装基板134的另一面,并且第二级互连142可以将这些导电接触144耦合到天线模块100中的天线板102(未示出)。图14中所示的第二级互连142是焊球(例

如,用于球栅阵列布置),但是可以使用任何合适的第二级互连142(例如,针栅阵列布置中的针或连接盘(land)网格阵列布置中的连接盘)。阻焊剂114可以被设置在导电接触144周围。在一些实施例中,模制材料140可以设置在部件136周围(例如,在部件136和封装基板134之间作为底部填充材料)。在一些实施例中,模制材料的厚度可以小于1毫米。可用于模制材料140的示例性材料包括适当的环氧树脂模制材料。在一些实施例中,共形屏蔽152可以设置在部件136和封装基板134周围,以提供用于IC封装108的电磁屏蔽。

[0052] 部件136可以包括任何合适的IC部件。在一些实施例中,一个或多个部件136可以包括管芯。例如,一个或多个部件136可以是RF通信管芯。在一些实施例中,一个或多个部件136可以包括电阻器、电容器(例如,去耦电容器)、电感器、DC-DC转换器电路或其它电路元件。在一些实施例中,IC封装108可以是系统级封装(SiP)。在一些实施例中,IC封装108可以是倒装芯片(FC)芯片级封装(CSP)。在一些实施例中,部件136中的一个或多个可包含用指令编程以执行波束成形、扫描及/或码本功能的存储器设备。

[0053] 在一些实施例中,天线板102的天线贴片支承件110可以具有一个或多个柔性部分。例如,天线贴片支承件110可以包括柔性PCB(也称为"柔性电路")。天线贴片支承件110可以整体上是柔性的,或者在其他实施例中,可以具有一个或多个刚性部分和一个或多个柔性部分;该后一实施例可以称为"刚性-柔性板"。如本文所使用的,被称为具有"柔性部分"的天线贴片支承件110可以整体上是柔性的。在其中天线贴片支承件110包括柔性部分的一些实施例中,一个或多个天线单元104可以设置在柔性部分上,一些天线单元104可以设置在柔性部分上并且一些天线单元104可以设置在刚性部分上(如果存在),或者天线单元不设置在柔性部分上。在一些实施例中,天线板102的(多个)柔性部分可以用于将天线板102电连接到另一部件(例如,下面参考图22讨论的电路板101)。

[0054] 天线贴片支承件110的柔性部分可以使用任何合适的技术和使用任何合适的材料来制造。例如,天线贴片支承件110的柔性部分可以包括具有印刷的或层压的导电材料(例如,铜、铝、银等)的柔性绝缘体(例如,聚酰亚胺、聚酯、聚乙烯对苯二酸醋、聚醚醚酮等)。天线贴片支承件110的柔性部分可以具有一层或多层电路。在一些实施例中,天线贴片支承件110的柔性部分可以耦合到一个或多个局部加强件以根据需要提供机械支撑。在一些实施例中,天线贴片支承件110的柔性部分可以比天线贴片支承件110的其他柔性较小的部分薄;例如,当天线贴片支承件110是刚性-柔性板时,(多个)柔性部分可以比(多个)刚性部分厚。

[0055] 本文公开的任何天线板102可以包括具有柔性部分的天线贴片支承件110。例如,以上参照图1-11讨论的或以下参照图18-29讨论的天线贴片支承件110或天线板102中的任何一个可以具有一个或多个柔性部分,或者可以是具有一个或多个柔性部分的天线贴片支承件110的部分。图15-17示出了包括柔性部分的天线模块100的各种示例;图15-17的天线模块100中的任何一个可以包括本文公开的任何其它结构(例如,图15-17的天线模块的天线贴片支承件110可以包括或者采取上面参照图3-11讨论的天线贴片支承件110中的任何一个的形式)。

[0056] 图15A和15B示出了包括天线贴片支承件110的天线模块100,该天线贴片支承件具有在两个其他部分113之间的柔性部分115;所述其它部分113可以是柔性的或刚性的。柔性部分115可以允许天线模块100弯曲或扭曲成期望的配置,而不会对天线贴片支承件110造

成显著的损坏;图15A示出了“平坦配置”,而图15B示出了其中一个部分113相对于另一部分113以角度θ布置的配置。因此,柔性部分115可以用作铰链以允许天线模块100弯曲,使得天线模块100的不同部分彼此不共面。在图15的天线模块100中,IC封装108设置在天线贴片支承件110的一个面处,并且多个天线单元104设置在天线贴片支承件110的相对面处(例如,根据本文公开的任何实施例)。在图15的实施例中,IC封装耦合到部分113之一,并且天线单元104耦合到部分113中的另一个。类似于图15所示的天线模块100可以以任何期望的配置位于通信设备内;例如,类似于图15所示的天线模块100可以以下面参考图25讨论的方式或以下面参考图26讨论的方式用于通信设备151中。更一般地,天线模块100可以以非共面配置(例如,使用本文参照图27-32和37-38讨论的任何固定件)安装在电子部件中(例如,在通信设备151中),从而允许天线板102的不同区段上的天线单元104以不同的角度辐射和接收,或者允许天线单元104以不同于标称"平面"布置的角度辐射和接收。在一些实施例中,柔性部分115的厚度可以小于其他部分113的厚度。在一些实施例中,其它部分113可以是刚性的(并且因此天线贴片支承件110可以是刚性-柔性板)。在一些实施例中,图15的天线模块100可以包括附加的柔性部分115或其它部分113(未示出)。在一些实施例中,IC封装108和天线单元104可以设置在图15的天线贴片支承件110的同一面上。

[0057] 在一些实施例中,柔性部分115可以用于将控制和/或RF信号携带到通信设备151中的各种其它电子部件,从而消除或减轻对附加连接器和线缆的需要。例如,这样的控制线可以控制天线单元114和IC封装108(例如,有源RF IC芯片)如何交互。通过柔性部分115携带的RF信号可以携带来自电路板(例如,下面讨论的电路板101,其可以是主板)的发射信号,并且这些RF信号可以通过天线单元辐射(例如,在由天线模块100进行后处理之后)。

[0058] 在一些实施例中,天线模块100可以包括在一对其它部分113之间的多个柔性部分115。例如,图15C是天线模块100的透视图,其中,部分113-1(例如,刚性部分)通过两个柔性部分115耦合到另一部分113-2(例如,刚性部分)。部分113-2可以具有"L形",并且可以如图所示围绕部分113-1延伸,其中柔性部分115中的各个柔性部分耦合到部分113-2的不同"腿"。在图15C的天线模块100的一些实施例中,大天线单元104-1可以设置(例如印刷在)部分113-2上,并且一个或多个较小天线单元104-2可以设置(例如印刷)在大天线单元104-1的边界内。大天线单元104-1可以以比较小天线单元104-2更低的频率通信,并且因此大天线单元104-1的操作可以不干扰较小天线单元104-2的操作(并且反之亦然)。例如,天线单元104-1可以是WiFi、长期演进(LTE)或全球导航卫星系统(GNSS)天线,而天线单元104-2可以是毫米波天线。在一些实施例中,大天线单元104-1可以是平面倒F天线(PIFA)。

[0059] 图16A示出了包括天线贴片支承件110的天线模块100,该天线贴片支承件具有两个柔性部分115,其中另一个部分113在柔性部分115之间;该另一部分113可以是柔性的或刚性的。虽然图16的天线模块100的柔性部分115被示出为基本上彼此共面,但是这仅仅是一种配置;如上文参照图15所讨论的,柔性部分115可以弯曲或扭曲成期望配置。在图16的天线模块100中,IC封装108设置在天线贴片支承件110的一个面处,并且多个天线单元104设置在天线贴片支承件110的相对面处(例如,根据本文公开的任何实施例)。在图16的实施例中,IC封装耦合到部分113,且一个或多个天线单元104耦合到柔性部分115中的每一个。类似于图16所示的天线模块100可以以任何期望的配置定位在通信设备内;例如,类似于图15中所示的天线模块100可以以下面参照图25讨论的方式或下面参照图26讨论的方式用在

通信设备151中。更一般地，天线模块100也可以以非共面配置(例如，使用本文参照图27-32和37-38讨论的任何固定件)安装在电子部件中(例如，在通信设备151中)，从而允许天线板102的不同区段上的天线单元104以不同的角度辐射和接收，或者允许天线单元104以不同于标称"平面"布置的角度辐射和接收。在一些实施例中，柔性部分115的厚度可以小于其它部分113的厚度。在一些实施例中，另一部分113可以是刚性的(并且因此天线贴片支承件110可以是刚性-柔性板)。在一些实施例中，图16的天线模块100可以包括附加的柔性部分115或其它部分113(未示出)。在一些实施例中，IC封装108和天线单元104可以设置在图16的天线贴片支承件110的同一面上。

[0060] 如上文参照图15所讨论的，天线贴片支承件110的柔性部分115可以允许天线模块100以多个定向中的任何定向来布置。例如，图16B示出了具有柔性部分115的天线模块100，该柔性部分"折叠"在部分113上，使相关联的天线单元104在IC封装108上方的方向上辐射(并且例如可以使用IC封装108的接地作为参考)；位于另一柔性部分115上(和/或部分113的底表面上，未示出)的天线单元104可以在IC封装108下方的方向上辐射。因此，类似于图16B中所示的天线模块100可以实现所有或许多方向上的辐射。其中一个或多个天线单元104位于IC封装108"上方"的布置还可以允许本文公开的天线模块100利用通信设备151中的IC封装108"上方"可用的空间，而不局限于IC封装108"下方"可用的空间。

[0061] 图17示出了与图16的天线模块100类似的天线模块100，但是其中天线单元104设置在柔性部分115中的一个上，并且连接器105设置在柔性部分115中的另一个上。连接器105可以用于将信号传输到天线模块100中和从其传输出来。在一些实施例中，连接器105可以是同轴线缆连接器或任何其它连接器(例如，下面参照图37和38讨论的扁平线缆连接器)。连接器105可以适于传输RF信号，例如，并且在图17的天线模块100中，可以代替线缆或除了线缆之外使用。尽管图17中示出了单个连接器105，但是天线模块100可以包括一个或多个连接器105。此外，尽管图17中示出连接器105与天线单元104位于天线贴片支承件110的同一面上，但是连接器105可以位于天线贴片支承件110的相对面上。更一般地，图17的天线模块100的元件可以采取以上参照图16讨论的任何实施例的形式。

[0062] 天线模块100中的天线单元104的阵列可以以多种方式中的任何一种来使用。例如，天线单元104的阵列可以用作宽边阵列或端射阵列。在一些实施例中，其中天线单元104的阵列用作端射阵列，IC封装108上的共形屏蔽152的侧面可以为端射阵列提供反射器或接地面。例如，图18示出了示例性天线模块100，其中天线单元104的阵列被用作端射阵列，其中发射指向由粗体阵列指示的方向；在该实施例中，共形屏蔽152在IC封装108的侧面上的部分可以用作反射器或接地面，用于天线单元104的阵列作为端射阵列的操作。尽管在图18中示出了特定的天线模块100，但是本文公开的天线模块100中的任何合适的天线模块可以作为如参照图18描述的端射阵列来操作。

[0063] 在包括多个天线单元104的天线模块100中，这些多个天线单元104可以以任何合适的方式来布置。例如，图19和20是根据各种实施例的天线板102中的天线单元104的示例性布置的底视图。在图19的实施例中，天线单元104在x方向上以线性阵列布置，并且每个天线单元104的x轴(在图19中由靠近每个天线单元104的小箭头指示)与线性阵列的轴对准。在其它实施例中，天线单元104可以被布置成使得它们的轴中的一个或多个不与阵列的方向对准。例如，图20示出了实施例，其中天线单元104在x方向上以线性阵列分布，但是天线

单元104已经在x-y平面中旋转(相对于图19的实施例)，使得每个天线单元104的x轴不与线性阵列的轴对准。在另一示例中，图21示出了实施例，其中天线单元104在x方向上以线性阵列分布，但是天线贴片已经在x-z平面中旋转(相对于图19的实施例)使得每个天线单元104的x轴不与线性阵列的轴对准。在图21的实施例中，天线贴片支承件110可以包括可以将天线单元104保持在期望角度的天线板固定件164。在一些实施例中，图20和21的"旋转"可以组合，使得当天线单元104是分布在x方向上的线性阵列的一部分时，天线单元104在x-y和x-z平面二者中旋转。在一些实施例中，线性阵列中的一些但不是所有的天线单元104可以相对于阵列的轴"旋转"。相对于阵列的方向旋转天线单元104可以减少贴片到贴片的耦合(通过减少天线单元104之间的谐振电流的相长相加)，从而改善阻抗带宽和波束操纵范围。图19-21的布置(以及这样的布置的组合)在此被称为天线单元104从线性阵列"旋转偏移"。

[0064] 尽管图19-21示出了安装在单个天线板102中的公共天线贴片支承件110上的多个天线单元104，但是当多个天线单元104划分在不同的天线板102之间时，也可以利用图19-21的旋转偏移进行布置。例如，在其中多个不同的天线板102安装到公共IC封装108的实施例中，每个不同的天线板102中的天线单元104可以一起提供线性阵列，并且可以从该线性阵列旋转偏移。

[0065] 本文公开的天线模块100可以被包括在任何合适的通信设备(例如，具有无线通信能力的计算设备、具有无线通信电路的可穿戴设备等)中。图22是根据各种实施例的包括天线模块100的通信设备151的一部分的侧横截面视图。特别地，图22中所示的通信设备151可以是手持通信设备，诸如智能电话或平板电脑。通信设备151可以包括靠近金属或塑料机壳178的玻璃或塑料后盖176。在一些实施例中，机壳178可以被层压到后盖176的内面上，或者利用粘合剂附接到后盖176。在一些实施例中，机壳178的与后盖176相邻的部分可具有在0.1毫米至0.4毫米之间的厚度；在一些这样的实施例中，机壳178的该部分可以由金属来形成。在一些实施例中，后盖176可具有0.3毫米至1.5毫米之间的厚度；在一些这样的实施例中，后盖176可以由玻璃形成。机壳178可以包括与天线模块100的天线单元104(未示出)对准的一个或多个窗口181，以改善性能。空气腔180-1可以将天线模块100的至少一些与后盖176隔开。在一些实施例中，空气腔180-1的高度可在0.5毫米至3毫米之间。在一些实施例中，天线模块100可以安装到电路板101(例如，主板)的一个面，并且其他部件129(例如，其他IC封装)可以安装到电路板101的相对面。在一些实施例中，电路板101可具有0.2毫米至1毫米之间(例如，0.3毫米至0.5毫米之间)的厚度。另一个空气腔180-2可以位于电路板101和显示器182(例如，触摸屏显示器)之间。在其他实施例中，天线模块100可以不安装到电路板101；相反，天线模块100可以直接固定到机壳178(例如，如下所述)。在一些实施例中，天线模块100的天线单元104(未示出)与后盖176之间的间隔可以被选择和控制在几十微米内以实现期望的性能。空气腔180-2可以将天线模块100与通信设备151前侧上的显示器182分开；在一些实施例中，显示器182可以具有靠近空气腔180-2的金属层，以将热量从显示器182上吸走。金属或塑料外壳184可以提供通信设备151的"侧面"。

[0066] 天线模块100可以以任何合适的方式耦合到通信设备151中的电路板101。例如，天线模块100可以包括线缆(例如，同轴线缆或扁平印刷电路线缆)可以与之配合的连接器105；线缆的另一端可以与电路板101上的连接器105(未示出)配合。在一些实施例中，天线模块100和电路板101上的连接器105可以直接彼此配合，而不使用中间线缆。例如，图23和

24示出了两种不同的布置，其中天线模块100的连接器105-1与电路板101上的连接器105-2直接配合，以电耦合天线模块100和电路板101。天线模块100的连接器105-1可以如期望地安装在天线板102上或IC封装108上。在图23的实施例中，电路板101和天线模块100被定向为使得电路板101基本上在天线模块100"上方"；在图24的实施例中，电路板101和天线模块100被定向为使得电路板101和天线模块100彼此"偏移"。连接器105可以采取任何合适的形式；例如，连接器105可以是适于在天线模块100和电路板101之间传输RF信号的同轴连接器。另外，虽然针对天线模块100和电路板101中的每一个示出了单个连接器105，但是天线模块100和电路板101也可以通过多个连接器105耦合在一起。这样的实施例可以消除对天线模块100和电路板101之间的线缆的需要，从而降低了通信设备151中的部件的复杂度和体积。

[0067] 如上所述，包括柔性部分115的天线模块100可以以任何合适的方式在通信设备151中定向。特别地，具有柔性部分115的天线模块100可以用于定向通信设备中的天线单元104的阵列，使得天线单元104相对于显示器182、后盖176和/或外壳184设置在期望的角度。在一些实施例中，其中天线单元104的阵列相对于显示器182、后盖176和/或外壳184"倾斜"的天线模块100可以实现来自相同阵列的边射和宽边辐射覆盖的组合。在一些实施例中，天线单元104在通信设备151中的设置的角度可以被选择以调谐阵列辐射方向，从而实现取决于集成环境(例如，具有玻璃后盖176的手持通信设备151)和期望应用的期望空间覆盖。

[0068] 例如，图25示出了通信设备151，其包括基本上"平的"第一天线模块100-1和具有用作铰链的柔性部分115的第二天线模块100-2，从而允许天线模块100-2的不同部分彼此不共面。图25A是"分解"视图，示出了通信设备151外部的天线模块100，而图25B示出了位于通信设备151中的天线模块100。

[0069] 在图25的实施例中，天线模块100-1包括在天线板102的一个面上的IC封装108，在相对面上具有天线单元104的阵列。天线模块100-1可以位于通信设备151中，使得天线单元104的阵列被平行于并且靠近后盖176中的窗口181布置；相对于不存在窗口181的实施例，该窗口181可以允许天线模块100-1与外部环境之间的RF信号的改进传输。在一些实施例中，天线模块100-1可以生成用于5G通信信道和60千兆赫通信信道二者的辐射波束。在一些实施例中，音频扬声器(未示出)可以靠近天线模块100-1，并且可以通过窗口181发出音频信号。窗口181可以具有任何合适的尺寸；例如，在一些实施例中，窗口181可以具有在50平方毫米至200平方毫米之间(例如，在75平方毫米至125平方毫米之间)的面积。在一些实施例中，可以不存在窗口181。窗口179也可以存在于机壳178中靠近后盖176(图25中未示出)。在一些实施例中，可以不存在窗口179。

[0070] 图25的天线模块100-2包括在天线板102的与天线单元104的阵列相同的面上的IC封装108；天线模块100-2可以具有与上面参照图15所讨论的基本上类似的形式，但是IC封装108和天线单元104在天线贴片支承件110的同一面上。天线模块100-2的柔性部分115可以用作铰链，从而允许天线模块100-2定位在通信设备151中，使得天线贴片支承件110(图25中未标记)的与IC封装108耦合的部分可以平行于后盖176，并且天线单元104耦合的天线贴片支承件110的部分可以垂直于后盖176(并且平行于由外壳184提供的通信设备151的侧面)。在一些实施例中，天线模块100-2可以生成用于5G通信信道和60千兆赫通信信道二者的辐射波束。在一些实施例中，窗口187可存在于外壳184中；天线单元104的阵列可以被布

置成平行于并且靠近窗口187。相对于其中不存在窗口187的实施例，该窗口187可以允许天线模块100-2与外部环境之间的RF信号的改进传输。窗口187可以具有任何合适的尺寸；例如，在一些实施例中，窗口187可具有50平方毫米至200平方毫米之间(例如，75平方毫米至125平方毫米之间，或具有约等于5毫米乘18毫米的尺寸的矩形)的面积。在一些实施例中，可以不存在窗口187。

[0071] 图26示出了包括第一天线模块100-1和第二天线模块100-2的另一示例性通信设备151。图26的第一和第二天线模块100每个具有用作铰链的柔性部分115，从而允许天线模块100的不同部分彼此不共面。图26A是"分解"视图，示出了通信设备151外部的天线模块100，而图26B示出了位于通信设备151中的天线模块100。

[0072] 在图26的实施例中，天线模块100包括在天线板102的与天线单元104的阵列相同的面上的IC封装108；天线模块100可以具有与上面参照图15所讨论的基本上类似的形式，但是IC封装108和天线单元104在天线贴片支承件110的同一面上。天线模块100的柔性部分115可以用作铰链，从而允许天线模块100定位在通信设备151中，使得IC封装108耦合到的天线贴片支承件110的部分(图26中未标记)可以平行于后盖176，并且天线单元104耦合到的天线贴片支承件110的部分可以以既不平行也不垂直于后盖176(并且既不平行也不垂直于由外壳184提供的通信设备151的侧面)的角度来定位。例如，天线单元104可以相对于后盖176/外壳184以45度角定向。在一些实施例中，窗口187-1和187-2可以存在于外壳184中；天线模块100-1和100-2的天线单元104的阵列可以被分别布置在窗口187-1和187-2附近。这些窗口187可以如上所述允许天线模块100之间的RF信号的改进的传输。在一些实施例中，可以存在一个或更少的窗口187。

[0073] 本文公开的天线模块100可以以任何期望的方式固定在通信设备中。例如，如上所述，在一些实施例中，天线模块100可以固定到机壳178。下面讨论的多个实施例涉及将天线模块100(或天线板102，为了易于说明)固定到通信设备的机壳178的固定件，但是下面讨论的任何固定件可以用来将天线模块100固定到通信设备的任何适当部分。例如，在一些实施例中，可以固定的天线板102的部分可以是天线贴片支承件110的柔性部分115或其他部分113，如上文所讨论的。

[0074] 在一些实施例中，天线板102可以包括切口，所述切口可以用于将天线板102固定到机壳178。例如，图27是示例性天线板102的顶视图，该天线板包括在天线板102的任一纵向端处的两个切口154。图27的天线板102可以是天线模块100的一部分，但是为了便于说明，在图27中仅描绘了天线板102。图28是根据各种实施例的耦合到天线板固定件164的图27的天线板102的侧横截面视图。特别地，图28的天线板固定件164可以包括在天线板102的任一纵向端处的两个组件。每个组件可包括凸台160 (在机壳178上或作为其一部分)、凸台160的顶表面上的间隔件162、以及延伸穿过间隔件162中的孔以及拧入凸台160中的螺纹中的螺钉158。天线板102可以通过紧固的螺钉158夹紧在间隔件162和凸台160的顶部之间；凸台160可以至少部分地设置在近端切口154中。在一些实施例中，图27的天线板102的外部尺寸可以是大约5毫米乘大约38毫米。

[0075] 在一些实施例中，本文公开的螺钉158可以用于消散天线模块100在操作期间产生的热量。特别地，在一些实施例中，螺钉158可以由金属形成，并且凸台160和机壳178也可以是金属的(或者可以以其他方式具有高导热性)；在操作期间，由天线模块100产生的热量可

以通过螺钉158从天线模块100传走并进入到机壳178中，从而减轻或防止了过热状况。在一些实施例中，热界面材料(TIM)，诸如热脂，可存在于天线板102和螺钉158/凸台160之间以提高导热性。

[0076] 在一些实施例中，本文公开的螺钉158可以用作用于天线模块100的附加天线。在一些这样的实施例中，凸台160(以及螺钉158与之接触的其它材料)可以由塑料、陶瓷或其它非导电材料形成。螺钉158的形状和位置被选择为使得螺钉158用作用于天线板102的天线单元104。

[0077] 天线板102可以包括切口的其它布置。例如，图29是示例性天线板102的顶视图，该天线板包括在一个纵向端处的切口154和靠近另一纵向端的孔168。图29的天线板102可以是天线模块100的一部分，但是为了便于说明，在图29中仅描绘了天线板102。图30是根据各种实施例的耦合到天线板固定件164的图29的天线板102的侧横截面视图。特别地，图30的天线板固定件164可以包括在天线板102的任一纵向端处的两个组件。靠近切口154的组件可以包括上面参照图28讨论的凸台160/隔离件162/螺钉158布置。靠近孔168的组件可以包括从机壳178延伸的销170。天线板102可以通过在一个纵向端部处的紧固螺钉158而被夹持在间隔件162与凸台160的顶部之间(凸台160可以至少部分地设置在邻近切口154中)，并且可以通过孔168中的销170防止另一个纵向端部在x-y平面中移动。

[0078] 在一些实施例中，除了或代替在天线板102的纵向端部处，天线模块100可以在沿着天线板102的长度的一个或多个位置处固定到通信设备。例如，图31A和31B分别是根据各种实施例的耦合到天线板固定件164的天线板102的顶视图和侧横截面视图。图31的天线板102可以是天线模块100的一部分，但是为了便于说明，在图31中仅描绘了天线板102。在图31的天线板固定件164中，凸台160(机壳178中的一个或部分)、凸台160的顶表面上的间隔件162、以及延伸穿过间隔件162中的孔并拧入凸台160的螺纹中的螺钉158。图31的凸台160的外部可以具有正方形横截面，并且间隔件162在其下表面上可以具有正方形凹部，以便部分地卷绕凸台160，同时防止围绕凸台160旋转。天线板102可以通过紧固的螺钉158夹持在间隔件162和凸台160的顶部之间。在一些实施例中，天线板102可以不具有沿着其纵向长度的切口154(如图所示)；而在其它实施例中，天线板102也可以具有沿着其长边的一个或多个切口154。

[0079] 在一些实施例中，天线模块100可以被固定到通信设备中的表面，使得天线模块100(例如，天线模块中的天线单元104的阵列)不平行于该表面。通常，天线单元104可以相对于通信设备的机壳178或其它元件以任何期望的角度定位。图32示出了天线板固定件164，其中天线板102可以相对于机壳178的下表面保持一定角度。图32的天线板102可以是天线模块100的一部分，但是为了便于说明，在图32中仅描绘了天线板102。天线板固定件164可以类似于图28、30和31的天线板固定件，但是可以包括具有天线板102可以搁置在其上的成角度部分的凸台160。当螺钉158被紧固时，天线板102可以相对于机壳178保持在期望的角度。

[0080] 天线板102、IC封装108和本文公开的其它元件可以以任何合适的方式布置在天线模块100中。例如，天线模块100可以包括一个或多个连接器105，用于将信号传输到天线模块100中和从其中传输出去。图33-36是根据各种实施例的示例性天线模块100的分解透视图。

[0081] 在图33的实施例中，天线板102包括四个天线单元104。这些天线单元104可以根据本文公开的任何实施例布置在天线板102中(例如，具有凹部130/132、相对于阵列的轴旋转、在桥结构124上等)。在天线板102上可以设置一个或多个连接器105；这些连接器105可以是如图所示的同轴线缆连接器，或者任何其它连接器(例如，下面参照图37和38讨论的扁平线缆连接器)。连接器105例如可以适于传输RF信号。IC封装108可以包括封装基板134、耦合到封装基板134的一个或多个部件136、以及部件136和封装基板134之上的共形屏蔽152。在一些实施例中，四个天线单元104可提供用于28/39千兆赫通信的1×4阵列，以及60千兆赫偶极的1×8阵列。

[0082] 在图34的实施例中，天线板102包括两组十六个天线单元104，每组布置成4×4阵列。这些天线单元104可以根据本文公开的任何实施例布置在天线板102中(例如，具有凹部130/132、相对于阵列的轴旋转、在桥结构124上等)。图34的天线模块100包括两个IC封装108；一个IC封装108与一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)，并且另一IC封装108与另一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)。在一些实施例中，一组天线单元104可以支持28千兆赫通信，并且另一组天线单元104可以支持39千兆赫通信。IC封装108可以包括封装基板134、耦合到封装基板134的一个或多个部件136、以及部件136和封装基板134之上的共形屏蔽152。一个或多个连接器105可以设置在封装基板134上；这些连接器105可以是如图所示的同轴线缆连接器，或者任何其它连接器(例如，下面参照图37和38讨论的扁平线缆连接器)。共形屏蔽152可以不在连接器105上方延伸。在一些实施例中，图34的天线模块100可以适用于路由器和客户端设备(CPE)。在一些实施例中，天线板102的外部尺寸可以是大约22毫米乘大约40毫米。

[0083] 在图35的实施例中，天线板102包括两组四个天线单元104，每组布置成1×4阵列。在一些实施例中，一组天线单元104可以支持28千兆赫通信，并且另一组天线单元104可以支持39千兆赫通信。这些天线单元104可以根据本文公开的任何实施例布置在天线板102中(例如，具有凹部130/132、相对于阵列的轴旋转、在桥结构124上等)。一个或多个连接器105可以设置在天线板102上；这些连接器105可以是如图所示的同轴线缆连接器，或者任何其它连接器(例如，下面参照图37和38讨论的扁平线缆连接器)。图35的天线模块100包括两个IC封装108；一个IC封装108与一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)并且另一IC封装108与另一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)。IC封装108可以包括封装基板134、耦合到封装基板134的一个或多个部件136、以及部件136和封装基板134之上的共形屏蔽152。在一些实施例中，天线板102的外部尺寸可以是大约5毫米乘大约32毫米。

[0084] 在图36的实施例中，天线板102包括两组十六个天线单元104，每组布置成4×4阵列。这些天线单元104可以根据本文公开的任何实施例布置在天线板102中(例如，具有凹部130/132、相对于阵列的轴旋转、在桥结构124上等)。图36的天线模块100包括四个IC封装108；与一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)的两个IC封装108，以及与另一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)的另外两个IC封装108。IC封装108可以包括封装基板134、耦合到封装基板134的一个或多个部件136、以及部件136和封装基板134之上的共形屏蔽(未示出)。一个或多个连接器105可以设置在天线板102上；这些连接器105可以是如图所示的同轴线缆连接器，或者任何其它连接器(例如，下面参照图37和38讨论的扁平线缆连接器)。

[0085] 图37A和37B分别是根据各种实施例的另一示例性天线模块100的顶部和底部透视图。在图37的实施例中，天线板102包括两组四个天线单元104，每组布置成1×4阵列。这些天线单元104可以根据本文公开的任何实施例布置在天线板102中(例如，具有凹部130/132、相对于阵列的轴旋转、在桥结构124上等)。一个或多个连接器105可以设置在天线板102上；这些连接器105可以是扁平线缆196可以耦合到的扁平线缆连接器(例如，柔性印刷电路(FPC)线缆连接器)。图35的天线模块100包括两个IC封装108；一个IC封装108与一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)，并且另一IC封装108与另一组天线单元104相关联(并且设置在其上方)。图35的天线模块100还可以包括在任一纵向端部处的切口154；图37A示出了由图28的天线板固定件164(在任一纵向端部处)和由图31的天线板固定件164(在中间)固定的天线模块100。在一些实施例中，图37的天线模块100的天线单元104可以使用天线板102的邻近边缘用于垂直和水平极化边射天线；在这样的实施例中，IC封装108的共形屏蔽152可以用作参考。更一般地，本文公开的天线单元104可以适当地用于宽边或边射应用。

[0086] 任何合适的通信设备可以包括本文公开的天线模块100中的一个或多个。例如，图38是根据各种实施例的包括天线模块100的手持通信设备198的透视图。特别地，图38描述了图37的天线模块100(和相关联的天线板固定件164)，其耦合到手持通信设备198(其可以是图22的通信设备151)的机壳178。在一些实施例中，手持通信设备198可以是智能电话。

[0087] 图39是根据各种实施例的包括多个天线模块100的膝上型通信设备190的透视图。特别地，图38描绘了在膝上型通信设备190的键盘的任一侧具有四个天线单元104的天线模块100。天线单元104可以占据膝上型通信设备190的外部外壳上的面积，该面积近似等于或小于两个相邻通用串行总线(USB)连接器所需的面积(即，近似5毫米(高度)乘22毫米(宽度)乘2.2毫米(深度))。图39的天线模块100可以被调谐以在设备190的外壳(例如，ABS塑料)中操作。在一些实施例中，设备190中的天线模块100可以相对于设备190的外壳以期望的角度倾斜。

[0088] 包括在通信设备(例如，固定无线接入设备)中的天线模块100可以包括具有任何期望数量的天线单元104(例如，4×8天线单元104)的天线阵列。

[0089] 尽管附图中的各个附图已经将天线板102图示为具有比IC封装108更大的覆盖区，但是天线板102和IC封装108(其可以是例如SiP)可以具有任何合适的相对尺寸。例如，在一些实施例中，天线模块100中的IC封装108的覆盖区可以大于天线板102的覆盖区。例如，当IC封装108包括多个管芯作为部件136时，可以出现这样的实施例。

[0090] 本文公开的天线模块100可以包括任何合适的电子部件或被包括在任何合适的电子部件中。图40-43示出了可以包括或被包括在本文所公开的天线模块100中的任何一个中的装置的各种示例。

[0091] 图40是可以包括在本文公开的任何天线模块100中的晶片1500和管芯1502的顶视图。例如，管芯1502可以被包括在IC封装108中(例如，作为部件136)或天线单元104中。晶片1500可由半导体材料构成，并且可包括具有形成在晶片1500的表面上的IC结构的一个或多个管芯1502。每个管芯1502可以是包括任何合适IC的半导体产品的重复单元。在半导体产品的制造完成之后，晶片1500可以经历切割工艺，其中管芯1502彼此分离以提供半导体产品的分立"芯片"。管芯1502可以包括一个或多个晶体管(例如，下面讨论的图41的晶体管

1640中的一些)和/或支持电路以将电信号路由到晶体管以及任何其它IC部件。在一些实施例中,晶片1500或管芯1502可以包括存储器设备(例如,随机存取存储器(RAM)设备,诸如静态RAM(SRAM)设备、磁性RAM(MRAM)设备、电阻RAM(RRAM)设备、导电桥接RAM(CBRAM)设备等)、逻辑设备(例如,AND(与)、OR(或)、NAND(与非)或NOR(或非)门)或任何其它合适的电路元件。这些设备中的多个可以组合在单个管芯1502上。例如,由多个存储器设备形成的存储器阵列可形成于与处理设备(例如,图43的处理设备1802)或被配置为将信息存储于存储器设备中或执行存储于存储器阵列中的指令的其它逻辑相同的管芯1502上。

[0092] 图41是可以包括在本文公开的任何天线模块100中的IC器件1600的侧横截面视图。例如,IC器件1600可以被包括在IC封装108中(例如,作为部件136)。IC器件1600可以形成在基板1602(例如,图40的晶片1500)上,并且可以包括在管芯(例如,图40的管芯1502)中。基板1602可为由半导体材料系统构成的半导体基板,该半导体材料系统包括例如n型或p型材料系统(或两者的组合)。基板1602可包括例如使用体硅或绝缘体上硅(SOI)子结构形成的晶体基板。在一些实施例中,基板1602可使用可与硅组合或不与硅组合的替代材料形成,该替代材料包括但不限于锗、锑化铟、碲化铅、砷化铟、磷化铟、砷化镓或锑化镓。分类为II-VI族、III-V族或IV族的另外的材料也可用于形成基板1602。尽管这里描述了可以由其形成基板1602的材料的几个示例,但是可以使用可以用作IC器件1600的基础的任何材料。基板1602可为单切管芯(例如,图40的管芯1502)或晶片(例如,图40的晶片1500)的一部分。

[0093] IC器件1600可以包括设置在基板1602上的一个或多个器件层1604。器件层1604可以包括形成在基板1602上的一个或多个晶体管1640(例如,金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET))的特征。器件层1604可以包括例如一个或多个源极和/或漏极(S/D)区1620、用于控制S/D区1620之间的晶体管1640中的电流流动的栅极1622、以及用于向/从S/D区1620路由电信号的一个或多个S/D接触1624。晶体管1640可以包括为了清楚起见而未描绘的附加特征,诸如器件隔离区、栅极接触等。晶体管1640不限于图41中描绘的类型和配置,并且可以包括各种各样的其它类型和配置,诸如例如平面晶体管、非平面晶体管或者二者的组合。平面晶体管可以包括双极结晶体管(BJT)、异质结双极晶体管(HBT)或高电子迁移率晶体管(HEMT)。非平面晶体管可以包括FinFET晶体管,诸如双栅晶体管或三栅晶体管,以及卷绕或全环绕栅晶体管,诸如纳米带和纳米线晶体管。

[0094] 每个晶体管1640可以包括由至少两层形成的栅极1622、栅极电介质和栅极电极。栅极电介质可以包括一层或层堆叠。一个或多个层可以包括氧化硅、二氧化硅、碳化硅和/或高k电介质材料。高k电介质材料可以包括诸如铪、硅、氧、钛、钽、镧、铝、锆、钡、锶、钇、铅、钪、铌和锌的元素。可用于栅极电介质中的高k材料的示例包括但不限于氧化铪、铪硅氧化物、氧化镧、镧铝氧化物、氧化锆、锆硅氧化物、氧化钽、氧化钛、钡锶钛氧化物、钡钛氧化物、锶钛氧化物、钇氧化物、铝氧化物、铅钪钽氧化物和铌酸铅锌。在一些实施例中,当使用高k材料时,可以对栅极电介质执行退火工艺以提高其质量。

[0095] 栅极电极可以形成在栅极电介质上,并且可以包括至少一个p型功函数金属或n型功函数金属,这取决于晶体管1640是p型金属氧化物半导体(PMOS)晶体管还是n型金属氧化物半导体(NMOS)晶体管。在一些实施方案中,栅极电极可由两个或更多金属层的堆叠组成,其中一个或多个金属层为功函数金属层且至少一个金属层为填充金属层。为了其它目的,可以包括另外的金属层,诸如阻挡层。对于PMOS晶体管,可以用于栅极电极的金属包括但不

限于钌、钯、铂、钴、镍、导电金属氧化物(例如,氧化钌)以及下面参考NMOS晶体管讨论的任何金属(例如,用于功函数调谐)。对于NMOS晶体管,可以用于栅极电极的金属包括但不限于铪、锆、钛、钽、铝、这些金属的合金、这些金属的碳化物(例如,碳化铪、碳化锆、碳化钛、碳化钽和碳化铝)以及上面参考PMOS晶体管讨论的任何金属(例如,用于功函数调谐)。

[0096] 在一些实施例中,当沿着源极-沟道-漏极方向观察为晶体管1640的横截面时,栅极电极可以由U形结构组成,该U形结构包括基本上平行于基板的表面的底部部分和基本上垂直于基板的顶表面的两个侧壁部分。在其它实施例中,形成栅极电极的金属层中的至少一个可以简单地是基本上平行于基板的顶表面的平面层,并且不包括基本上垂直于基板的顶表面的侧壁部分。在其它实施例中,栅极电极可以由U形结构和平面非U形结构的组合构成。例如,栅极电极可由形成于一个或多个平面非U形层顶部的一个或多个U形金属层组成。

[0097] 在一些实施例中,一对侧壁间隔件可以形成在栅极堆叠的相对侧上以支撑该栅极堆叠。侧壁间隔件可以由诸如氮化硅、氧化硅、碳化硅、掺杂碳的氮化硅和氮氧化硅的材料形成。形成侧壁间隔件的工艺在本领域中是公知的,并且通常包括沉积和蚀刻工艺步骤。在一些实施例中,可以使用多个间隔件对;例如,两对、三对或四对侧壁间隔件可形成于栅极堆叠的相对侧上。

[0098] S/D区1620可形成在基板1602内,邻近每个晶体管1640的栅极1622。S/D区1620可以使用例如注入/扩散工艺或蚀刻/沉积工艺形成。在前一工艺中,可将诸如硼、铝、锑、磷或砷的掺杂剂离子注入到基板1602中以形成S/D区1620。激活掺杂剂并使它们扩散到基板1602中更远的退火工艺可以跟在离子注入工艺之后。在后一工艺中,可首先蚀刻基板1602以在S/D区1620的位置处形成凹部。然后,可以执行外延沉积工艺,以用用于制造S/D区1620的材料填充该凹部。在一些实施方式中,S/D区1620可以使用诸如硅锗或碳化硅的硅合金来制造。在一些实施例中,外延沉积的硅合金可以用诸如硼、砷或磷的掺杂剂来原位掺杂。在一些实施例中,S/D区1620可以使用一个或多个替代半导体材料形成,诸如锗或III-V族材料或合金。在进一步的实施例中,可以使用一层或多层金属和/或金属合金来形成S/D区1620。

[0099] 诸如功率和/或输入/输出(I/O)信号的电信号可以通过设置在器件层1604上的一个或多个互连层(在图41中示出为互连层1606-1610)路由到器件层1604的器件(例如,晶体管1640)和/或从其路由。例如,器件层1604的导电特征(例如,栅极1622和S/D接触1624)可以与互连层1606-1610的互连结构1628电耦合。一个或多个互连层1606-1610可以形成IC器件1600的金属化堆叠(也被称为"ILD堆叠")。

[0100] 互连结构1628可以被布置在互连层1606-1610内,以根据各种各样的设计而路由电信号(特别地,该布置不限于在图41中描绘的互连结构1628的特定配置)。尽管图41中描绘了特定数目的互连层1606-1610,但本公开的实施例可以包括具有比所描绘的互连层更多或更少的IC器件。

[0101] 在一些实施例中,互连结构1628可以包括填充有诸如金属的导电材料的线1628a和/或通孔1628b。线1628a可被布置成在与基板1602的其上形成有器件层1604的表面基本上平行的平面的方向上路由电信号。例如,线1628a可以在从图41的角度来看的页面内和页面外的方向上路由电信号。通孔1628b可以被布置成在基本上垂直于其上形成器件层1604的基板1602的表面的平面的方向上路由电信号。在一些实施例中,通孔1628b可将不同互连

层1606-1610的线1628a电耦合在一起。

[0102] 互连层1606-1610可以包括如图41所示的设置在互连结构1628之间的电介质材料1626。在一些实施例中，在互连层1606-1610中的不同互连层中设置在互连结构1628之间的电介质材料1626可以具有不同的成分；在其它实施例中，不同互连层1606-1610之间的电介质材料1626的成分可以相同。

[0103] 第一互连层1606可以形成在器件层1604上方。在一些实施例中，第一互连层1606可以包括线1628a和/或通孔1628b，如图所示。第一互连层1606的线1628a可与器件层1604的接触(例如，S/D接触1624)耦合。

[0104] 第二互连层1608可以形成在第一互连层1606上方。在一些实施例中，第二互连层1608可以包括通孔1628b以将第二互连层1608的线1628a与第一互连层1606的线1628a耦合。尽管为了清楚起见，线1628a和通孔1628b在结构上用每个互连层内(例如，在第二互连层1608内)的线划界，但是在一些实施例中，线1628a和通孔1628b可以在结构上和/或在材料上邻接(例如，在双镶嵌工艺期间同时填充)。

[0105] 根据结合第二互连层1608或第一互连层1606描述的类似技术和配置，可以在第二互连层1608上接连形成第三互连层1610(以及根据需要，附加互连层)。在一些实施例中，IC器件1600中的金属化堆叠1619中"较高"(即，更远离器件层1604)的互连层可以更厚。

[0106] IC器件1600可以包括阻焊材料1634(例如聚酰亚胺或类似材料)和形成在互连层1606-1610上的一个或多个导电接触1636。在图41中，导电接触1636被示为采用接合焊盘的形式。导电接触1636可与互连结构1628电耦合并且被配置成将(一个或多个)晶体管1640的电信号路由到其他外部器件。例如，焊料接合可以形成在一个或多个导电接触1636上，以将包括IC器件1600的芯片与另一部件(例如，电路板)机械地和/或电气地耦合。IC器件1600可以包括附加的或替代的结构，以路由来自互连层1606-1610的电信号；例如，导电接触1636可包括将电信号路由至外部部件的其它类似特征(例如，柱)。

[0107] 图42是可以包括本文公开的天线模块100中的一个或多个的IC器件组件1700的侧横截面视图。特别地，本文公开的天线模块100中的任何合适的天线模块可以代替IC器件组件1700的任何部件(例如，天线模块100可以代替IC器件组件1700的任何IC封装)。

[0108] IC器件组件1700包括设置在电路板1702(其可以是例如主板)上的多个部件。IC器件组件1700包含设置在电路板1702的第一面1740及电路板1702的相对第二面1742上的部件；通常，部件可以设置在一个或两个面1740和1742上。

[0109] 在一些实施例中，电路板1702可以是包括多个金属层的PCB，所述多个金属层通过电介质材料层彼此分离并通过导电通孔互连。任何一个或多个金属层可以以期望的电路图案形成，以在耦合到电路板1702的部件之间路由电信号(可选地与其他金属层结合)。在其它实施例中，电路板1702可为非PCB基板。

[0110] 图42中所示的IC器件组件1700包括通过耦合部件1716耦合到电路板1702的第一面1740的插入物上封装结构1736。耦合部件1716可以将插入物上封装结构1736电和机械地耦合到电路板1702，并且可以包括焊球(如图42所示)、插座的公和母部分、粘合剂、底部填充材料和/或任何其它合适的电和/或机械耦合结构。

[0111] 插入物上封装结构1736可以包括通过耦合部件1718耦合到插入物1704的IC封装1720。耦合部件1718可以采取用于应用的任何合适的形式，诸如上面参考耦合部件1716讨

论的形式。尽管图42中示出了单个IC封装1720，但是多个IC封装可以耦合到插入物1704；实际上，附加的插入物可以耦合到插入物1704。插入物1704可提供用于桥接电路板1702和IC封装1720的中间基板。IC封装1720可以是或包括例如管芯(图40的管芯1502)、IC器件(例如，图41的IC器件1600)或任何其它合适的部件。通常，插入物1704可将连接扩展到更宽的间距或将连接重新布线到不同的连接。例如，插入物1704可以将IC封装1720(例如管芯)耦合到耦合部件1716的一组球栅阵列(BGA)导电接触，以便耦合到电路板1702。在图42所示的实施例中，IC封装1720和电路板1702附接到插入物1704的相对侧；在其它实施例中，IC封装1720和电路板1702可附接到插入物1704的同一侧。在一些实施例中，三个或更多个部件可以通过插入物1704的方式互连。

[0112] 在一些实施例中，插入物1704可形成为PCB，其包括通过电介质材料层彼此分离并通过导电通孔互连的多个金属层。在一些实施例中，插入物1704可由环氧树脂、玻璃纤维增强环氧树脂、具有无机填料的环氧树脂、陶瓷材料或诸如聚酰亚胺的聚合物材料形成。在一些实施例中，插入物1704可由替代的刚性或柔性材料形成，其可包括与上述用于半导体基板的材料相同的材料，诸如硅、锗、以及其它III-V族和IV族材料。插入物1704可包括金属互连1708和通孔1710，包括但不限于硅通孔(TSV)1706。插入物1704可进一步包括嵌入式器件1714，包括无源和有源器件两者。这样的器件可以包括但不限于电容器、去耦电容器、电阻器、电感器、熔丝、二极管、变压器、传感器、静电放电(ESD)器件和存储器件。诸如RF器件、功率放大器、功率管理器件、天线、阵列、传感器和微机电系统(MEMS)器件之类的更复杂器件也可形成在插入物1704上。插入物上封装结构1736可以采取本领域已知的任何插入物上封装结构的形式。

[0113] IC器件组件1700可以包括通过耦合部件1722耦合到电路板1702的第一面1740的IC封装1724。耦合部件1722可以采取以上参考耦合部件1716讨论的任何实施例的形式，并且IC封装1724可以采取以上参考IC封装1720讨论的任何实施例的形式。

[0114] 图42中所示的IC器件组件1700包括通过耦合部件1728耦合到电路板1702的第二面1742的层叠封装结构1734。层叠封装结构1734可以包括通过耦合部件1730耦合在一起的IC封装1726和IC封装1732，使得IC封装1726被设置在电路板1702和IC封装1732之间。耦合部件1728和1730可以采取上述耦合部件1716的任何实施例的形式，并且IC封装1726和1732可以采取上述IC封装1720的任何实施例的形式。层叠封装结构1734可以根据本领域已知的任何层叠封装结构来配置。

[0115] 图43是根据本文公开的任何实施例的可以包括一个或多个天线模块100的示例性通信设备1800的框图。通信设备151(图22)、手持通信设备198(图38)和膝上型通信设备190(图39)可以是通信设备1800的示例。通信设备1800的部件中的任何合适的部件可以包括本文公开的IC封装1650、IC器件1600或管芯1502中的一个或多个。图43中将多个部件示出为包括在通信设备1800中，但是这些部件中的任何一个或多个可以适当地被省略或复制以用于应用。在一些实施例中，包括在通信设备1800中的一些或所有部件可以附接到一个或多个主板。在一些实施例中，这些部件中的一些或全部被制造在单个的片上系统(SoC)管芯上。

[0116] 另外，在各种实施例中，通信设备1800可以不包括图43中所示的部件中的一个或多个，但是通信设备1800可以包括用于耦合到一个或多个部件的接口电路。例如，通信设备

1800可不包括显示设备1806,但可包括显示设备1806可耦合到的显示设备接口电路(例如,连接器和驱动器电路)。在另一组示例中,通信设备1800可以不包括音频输入设备1824或音频输出设备1808,但是可以包括音频输入或输出设备接口电路(例如,连接器和支持电路),音频输入设备1824或音频输出设备1808可以耦合到该音频输入或输出设备接口电路。

[0117] 通信设备1800可包括处理设备1802(例如,一个或多个处理设备)。如本文所使用的,术语"处理设备"或"处理器"可以指处理来自寄存器和/或存储器的电子数据以将该电子数据转换成可以存储在寄存器和/或存储器中的其他电子数据的任何设备或设备的一部分。处理设备1802可以包括一个或多个数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、密码处理器(在硬件内执行密码算法的专用处理器)、服务器处理器或任何其他合适的处理设备。通信设备1800可包括存储器1804,其本身可包括一个或多个存储器设备,诸如易失性存储器(例如,动态随机存取存储器(DRAM))、非易失性存储器(例如,只读存储器(ROM))、闪速存储器、固态存储器、和/或硬盘驱动器。在一些实施例中,存储器1804可包括与处理设备1802共享管芯的存储器。该存储器可用作高速缓存存储器且可包含嵌入式动态随机存取存储器(eDRAM)或自旋转移力矩磁性随机存取存储器(STT-MRAM)。

[0118] 在一些实施例中,通信设备1800可以包括通信模块1812(例如,一个或多个通信模块)。例如,通信模块1812可以被配置用于管理用于向和从通信设备1800传输数据的无线通信。术语"无线"及其派生词可用于描述可通过使用调制的电磁辐射经由非固体介质来传送数据的电路、设备、系统、方法、技术、通信信道等。该术语并不意味着相关联的设备不包含任何导线,尽管在一些实施例中它们可能不包含。通信模块1812可以是或可以包括本文公开的天线模块100中的任何天线模块。

[0119] 通信模块1812可以实现多种无线标准或协议中的任何一种,包括但不限于电气和电子工程师协会(IEEE)标准,包括Wi-Fi(IEEE802.11家族)、IEEE802.16标准(例如,IEEE802.16-2005修正版)、LTE项目以及任何修正版、更新版和/或修订版(例如,高级LTE项目、超移动宽带(UMB)项目(也称为"3GPP2")等)。兼容IEEE802.16的宽带无线接入(BWA)网络通常被称为WiMAX网络,WiMAX网络是代表微波接入全球互通的首字母缩写词,其是通过IEEE802.16标准的一致性和互操作性测试的产品的认证标志。通信模块1812可以根据全球移动通信系统(GSM)、通用分组无线业务(GPRS)、通用移动电信系统(UMTS)、高速分组接入(HSPA)、演进HSPA(E-HSPA)或LTE网络来操作。通信模块1812可以根据增强型数据速率GSM演进(EDGE)、GSM EDGE无线接入网(GERAN)、通用陆地无线接入网(UTRAN)或演进型UTRAN(E-UTRAN)来操作。通信模块1812可以根据码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、数字增强无绳电信(DECT)、演进数据优化(EV-DO)及其派生以及被指定为3G、4G、5G及以上的任何其它无线协议来操作。在其它实施例中,通信模块1812可以根据其它无线协议来操作。通信设备1800可包括天线1822,以便于无线通信和/或接收其它无线通信(例如AM或FM无线电传输)。

[0120] 在一些实施例中,通信模块1812可以管理有线通信,诸如电、光或任何其他合适的通信协议(例如,以太网)。如上所述,通信模块1812可以包括多个通信模块。例如,第一通信模块1812可以专用于诸如Wi-Fi或蓝牙的较短距离无线通信,并且第二通信模块1812可以专用于诸如全球定位系统(GPS)、EDGE、GPRS、CDMA、WiMAX、LTE、EV-DO或其它的较长距离无线通信。在一些实施例中,第一通信模块1812可以专用于无线通信,并且第二通信模块1812

可以专用于有线通信。在一些实施例中，通信模块1812可以包括支持毫米波通信的天线模块100。

[0121] 通信设备1800可以包括电池/功率电路1814。电池/功率电路1814可以包括一个或多个能量存储设备(例如，电池或电容器)和/或用于将通信设备1800的部件耦合到与通信设备1800分开的能量源(例如，AC线功率)的电路上。

[0122] 通信设备1800可包括显示设备1806(或对应的接口电路，如上所述)。显示设备1806可包括任何视觉指示器，诸如平视显示器、计算机监视器、投影仪、触摸屏显示器、液晶显示器(LCD)、发光二极管显示器或平板显示器。

[0123] 通信设备1800可包括音频输出设备1808(或对应的接口电路，如上所述)。音频输出设备1808可以包括生成可听指示器的任何设备，诸如扬声器、耳机或耳塞。

[0124] 通信设备1800可以包括音频输入设备1824(或对应的接口电路，如上所述)。音频输入设备1824可包含产生表示声音的信号的任何设备，例如麦克风、麦克风阵列或数字仪器(例如，具有音乐仪器数字接口(MIDI)输出的仪器)。

[0125] 通信设备1800可包括GPS设备1818(或如上所述的对应接口电路)。GPS设备1818可以与基于卫星的系统通信，并且如本领域已知的可以接收通信设备1800的位置。

[0126] 通信设备1800可以包括其他输出设备1810(或对应的接口电路，如上所述)。其它输出设备1810的示例可以包括音频编解码器、视频编解码器、打印机、用于向其它设备提供信息的有线或无线发射机、或附加存储设备。

[0127] 通信设备1800可以包括其他输入设备1820(或对应的接口电路，如上所述)。其他输入设备1820的示例可包括加速计、陀螺仪、罗盘、图像捕获设备、键盘、诸如鼠标、指示笔、触摸板之类的光标控制设备、条形码读取器、快速响应(QR)码读取器、任何传感器、或射频标识(RFID)读取器。

[0128] 通信设备1800可以具有任何期望的形状因子，诸如手持或移动通信设备(例如，蜂窝电话、智能电话、移动互联网设备、音乐播放器、平板计算机、膝上型计算机、上网本计算机、超级本计算机、个人数字助理(PDA)、超移动个人计算机等)、台式通信设备、服务器或其他联网计算组件、打印机、扫描仪、监视器、机顶盒、娱乐控制单元、车辆控制单元、数码相机、数字视频记录器或可穿戴通信设备。在一些实施例中，通信设备1800可以是处理数据的任何其他电子设备。

[0129] 以下段落提供了本文所公开的实施例的各种实施例的示例。

[0130] 示例1是一种电子组件，包括：天线模块，包括具有柔性部分的天线贴片支承件、耦合到天线贴片支承件的集成电路(IC)封装以及耦合到天线贴片支承件的天线贴片。

[0131] 示例2包括示例1的主题，并且还指定天线贴片是毫米波天线贴片。

[0132] 示例3包括示例1-2中的任一项的主题，并且还指定所述IC封装和所述天线贴片耦合到所述天线贴片支承件的相对的面上。

[0133] 示例4包括示例1-3中任一项的主题，并且还指定，所述IC封装耦合到所述天线贴片支承件的第一部分，所述天线贴片耦合到所述天线贴片支承件的第二部分，并且所述柔性部分在所述第一部分和所述第二部分之间。

[0134] 示例5包括示例4的主题，并且还指定，第一部分的平面不平行于第二部分的平面。

[0135] 示例6包括示例5的主题，并且还指定，第一部分的平面不垂直于第二部分的平面。

[0136] 示例7包括示例1-3中的任一项的主题，并且还指定，所述天线贴片耦合到柔性部分。

[0137] 示例8包括示例1-7中任一项的主题，并且还指定，所述柔性部分是第一柔性部分，所述天线贴片支承件进一步包括第二柔性部分和刚性部分，并且所述刚性部分在所述第一柔性部分与所述第二柔性部分之间。

[0138] 示例9包括示例1-8中任一项的主题，并且还指定，所述柔性部分包括柔性印刷电路板。

[0139] 示例10包括示例1-9中的任一项的主题，并且还包括：在所述柔性部分上的连接器。

[0140] 示例11包括示例10的主题，并且还指定，所述连接器是第一连接器，并且所述电子组件还包括：电路板，具有与所述第一连接器配合的第二连接器。

[0141] 示例12包括示例1-11中任一项的主题，并且还指定，所述IC封装和所述天线贴片耦合到所述天线贴片支承件的同一面上。

[0142] 示例13包括示例1-12中任一项的主题，并且还指定，所述柔性部分的厚度小于所述天线贴片支承件的另一部分的厚度。

[0143] 示例14包括示例1-13中任一项的主题，并且还指定，所述电子组件是通信设备，所述通信设备包括外壳，所述外壳包括窗口，并且所述天线贴片接近所述窗口。

[0144] 示例15包括示例1-14中的任一项的主题，并且还包括：显示器；其中所述天线贴片的平面既不垂直于也不平行于所述显示器的平面。

[0145] 示例16包括示例1-15中的任一项的主题，并且还指定：所述天线模块是第一天线模块；所述电子组件进一步包括第二天线模块；以及所述第二天线模块包括天线贴片支承件、耦合到第二天线模块的天线贴片支承件的IC封装、以及耦合到第二天线模块的天线贴片支承件的天线贴片。

[0146] 示例17包括示例16的主题，并且还指定，所述第一天线模块包括天线贴片的第一阵列，所述第二天线模块包括天线贴片的第二阵列，并且所述第一阵列的轴垂直于所述第二阵列的轴。

[0147] 示例18包括示例1-17中任一项的主题，并且还指定，所述天线贴片是天线模块的多个天线贴片之一。

[0148] 示例19包括示例18的主题，并且还指定，所述IC封装具有共形屏蔽。

[0149] 示例20包括示例19的主题，并且还指定，所述共形屏蔽为多个天线贴片提供反射器或接地面以用作边射阵列。

[0150] 示例21是一种电子组件，包括：天线模块，所述天线模块包括集成电路(IC)封装、天线板和第一连接器，其中，所述IC封装耦合到所述天线板，所述天线板包括天线贴片阵列，并且所述第一连接器固定到所述天线板或所述IC封装的刚性部分；以及具有第二连接器的电路板，其中，第二连接器固定到电路板的刚性部分，并且第一连接器与第二连接器配合。

[0151] 示例22包括示例21的主题，并且还指定，第一连接器与第二连接器配合而没有中间线缆。

[0152] 示例23包括示例21-22中任一项的主题，并且还指定，天线模块经由与第二连接器

配合的第一连接器耦合到电路板，并且天线板在天线贴片阵列与电路板之间。

[0153] 示例24包括示例21-23中的任一项的主题，并且还包括：显示器；其中，所述电路板的至少一部分在所述天线模块的至少一部分与所述显示器之间。

[0154] 示例25包括示例21-24中的任一项的主题，并且还指定，所述电子组件是手持通信设备。

[0155] 示例26包括示例21-25中任一项的主题，并且还指定，第一连接器和第二连接器是射频连接器。

[0156] 示例27是一种通信设备，包括：显示器；后盖；以及天线阵列，位于后盖与显示器之间，其中，天线阵列的平面不平行于显示器或后盖。

[0157] 示例28包括示例27的主题，并且还指定，所述天线阵列是第一天线阵列，并且所述通信设备还包括：第二天线阵列，所述第二天线阵列在所述后盖与所述显示器之间，其中，所述第二天线阵列的平面不平行于所述第一天线阵列的平面。

[0158] 示例29包括示例28的主题，并且还指定，第二天线阵列的平面垂直于第一天线阵列的平面。

[0159] 示例30包括示例28的主题，并且还指定，第二天线阵列的平面不垂直于第一天线阵列的平面。

[0160] 示例31包括示例28的主题，并且还指定，第二天线阵列的平面平行于显示器。

[0161] 示例32包括示例27-31中的任一项的主题，并且还包括：提供通信设备的侧面的外壳。

[0162] 示例33包括示例32的主题，并且还指定，天线阵列的平面平行于通信设备的邻近侧面。

[0163] 示例34包括示例32的主题，并且还指定，天线阵列的平面不平行于通信设备的邻近侧面。

[0164] 示例35包括示例32-34中任一项的主题，并且还指定，所述外壳包括在所述通信设备的至少一个侧面中的窗口。

[0165] 示例36包括示例27-35中的任一项的主题，并且还指定，所述天线阵列耦合到包括柔性部分的天线贴片支承件。

[0166] 示例37包括示例27-36中任一项的主题，并且还指定，所述天线阵列是毫米波天线阵列。

[0167] 示例38包括示例27-37中任一项的主题，并且还指定，所述通信设备是手持通信设备。

[0168] 示例39包括示例27-38中的任一项的主题，并且还指定，所述通信设备是平板计算机。

[0169] 示例40是一种制造通信设备的方法，包括：将天线模块定位在通信设备的外壳中，其中，所述天线模块包括至少一个柔性部分；以及弯曲所述至少一个柔性部分。

[0170] 示例41包括示例40的主题，并且还包括：将所述天线模块固定在所述通信设备中以维持所述至少一个柔性部分中的所述弯曲。

[0171] 示例42包括示例41的主题，并且还指定，所述天线模块包括柔性部分上的至少一个天线单元。

[0172] 示例43包括示例41-42中任一项的主题，并且还指定，弯曲所述至少一个柔性部分包括在所述天线模块的集成电路(IC)封装之上折叠所述至少一个柔性部分。

[0173] 示例44包括示例41-42中的任一项的主题，并且还包括：将所述天线模块耦合到所述通信设备的电路板。

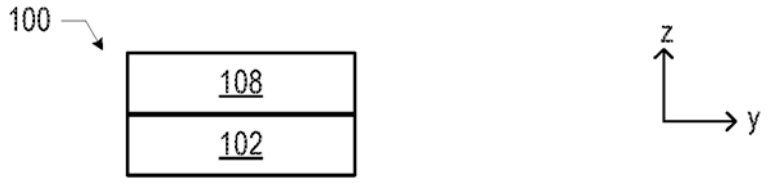

100
108
102
z
y

图 1

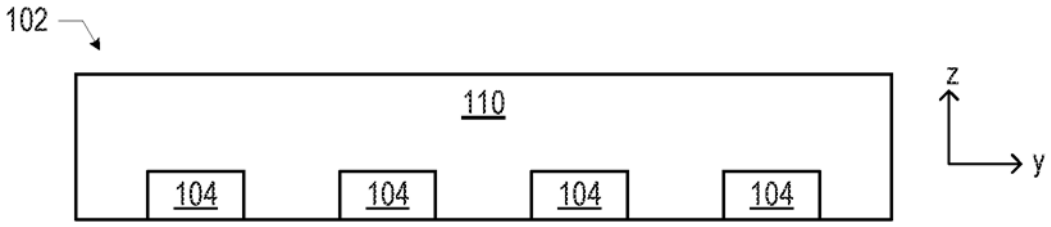

102
110
104
104
104
104
z
y

图 2

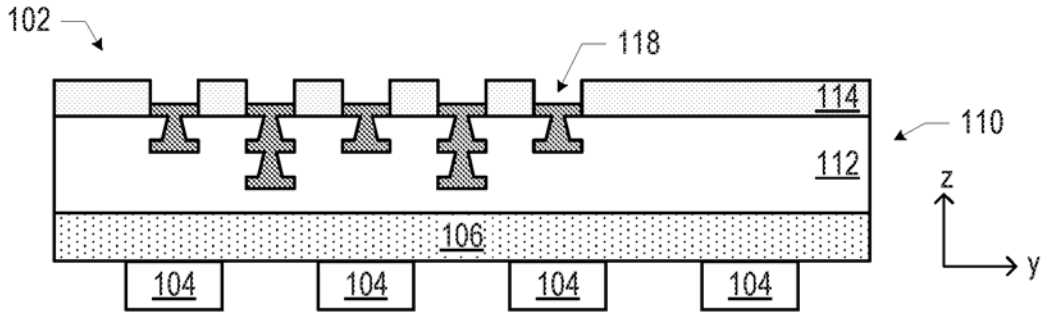

102
118
114
110
112
106
104
104
104
104
z
y

图 3

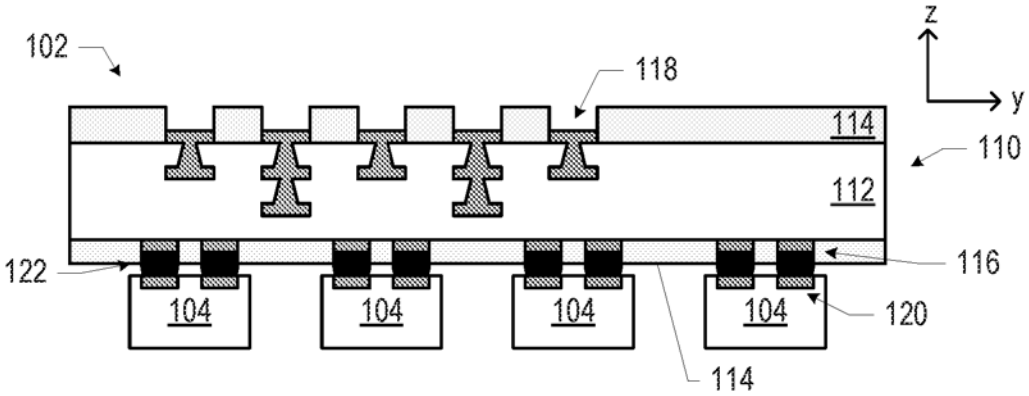

102
118
z
y
114
110
112
122
116
104
104
104
104
120
114

图 4

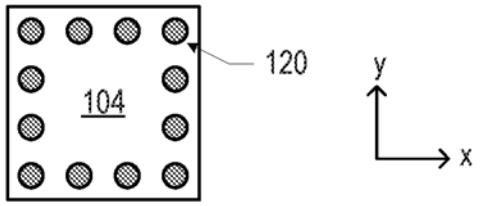

120
104
y
x

图 5

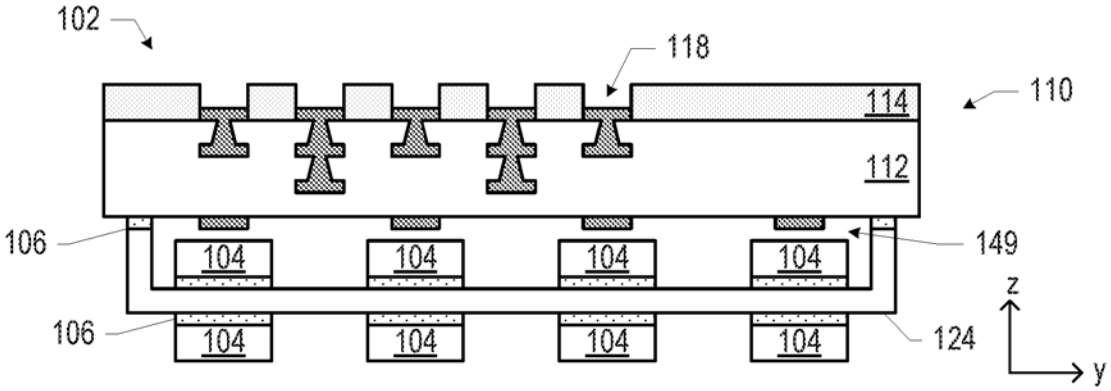

102
118
110
114
112
106
104
104
104
104
149
z
106
104
104
104
104
124
y

图 6

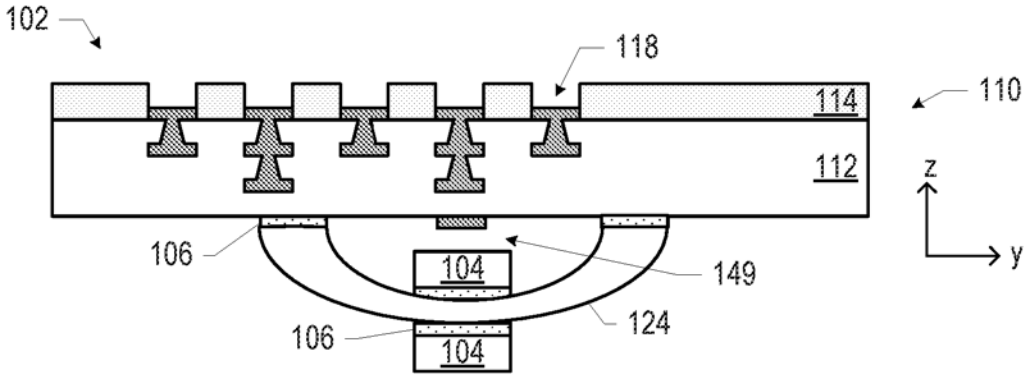

102
118
110
114
112
z
106
104
149
y
124
106
104

图 7

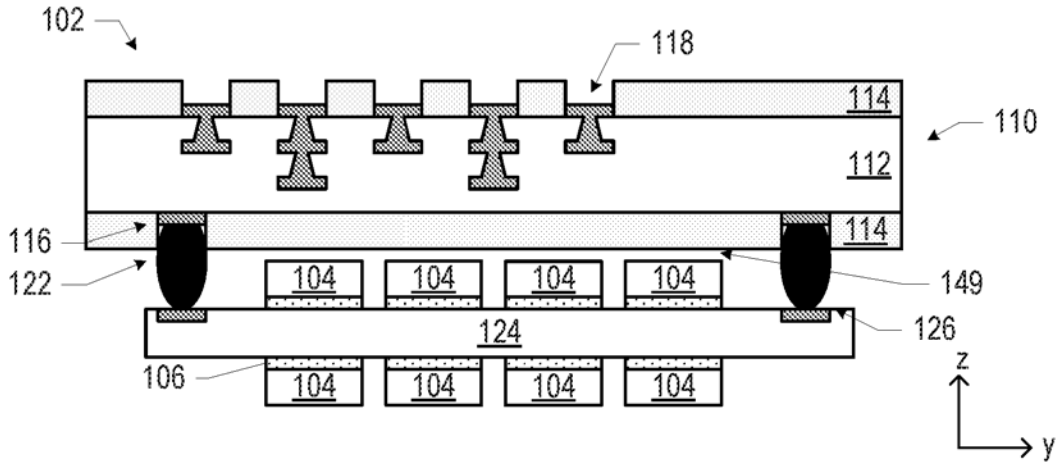

102
118
114
110
112
116
114
122
104
104
104
104
149
124
126
106
104
104
104
104
z
y

图 8

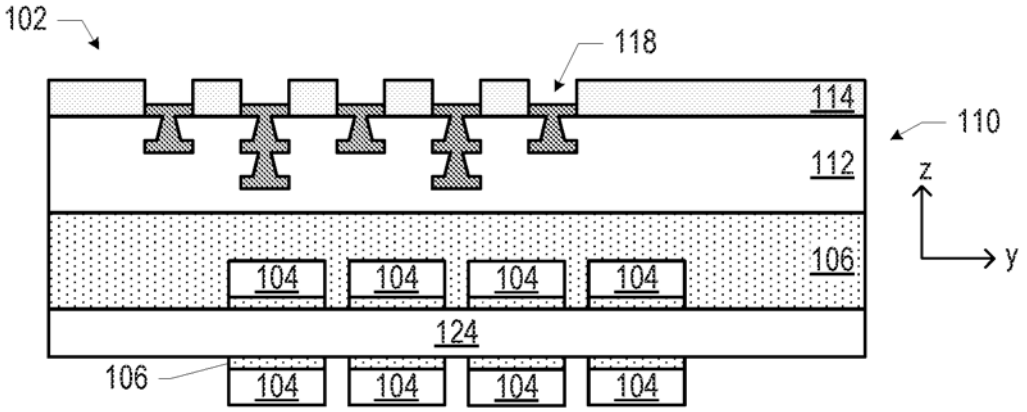

102
118
114
110
112
z
y
106
104
104
104
104
124
106
104
104
104
104

图 9

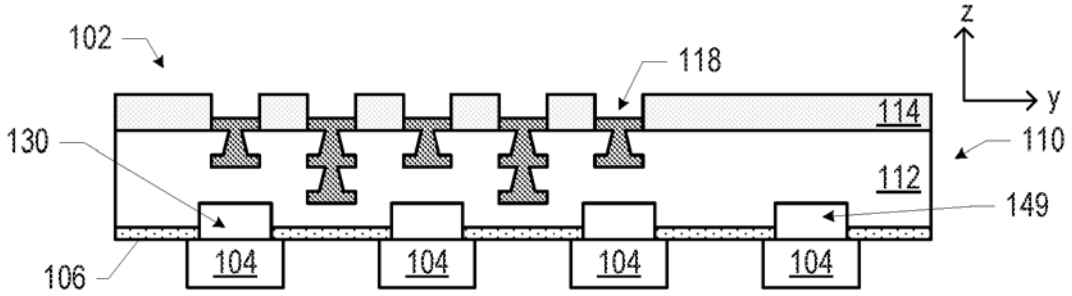

z
y
102
118
114
130
110
112
149
104
104
104
104
106

图 10

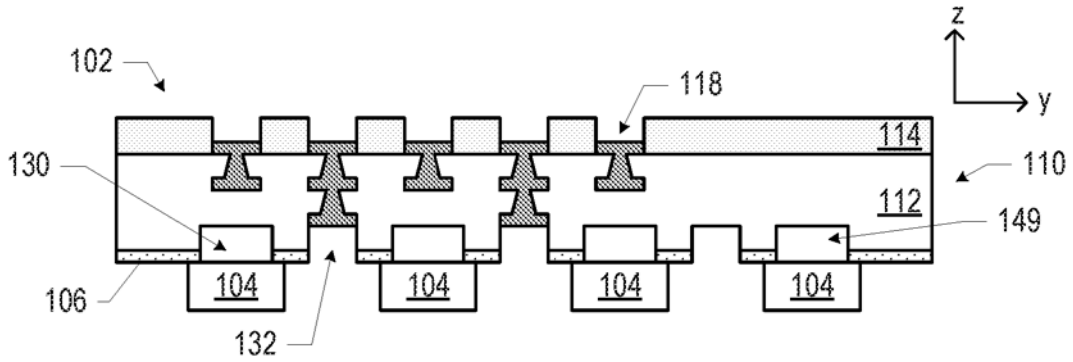


图 11

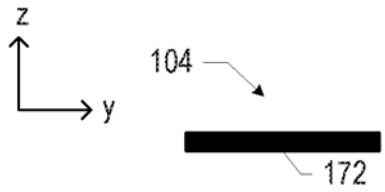


图 12

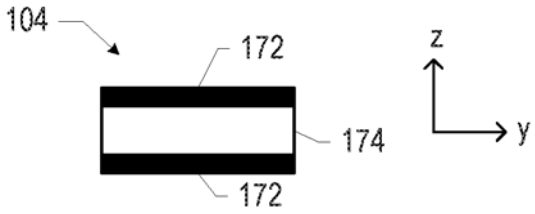


图 13

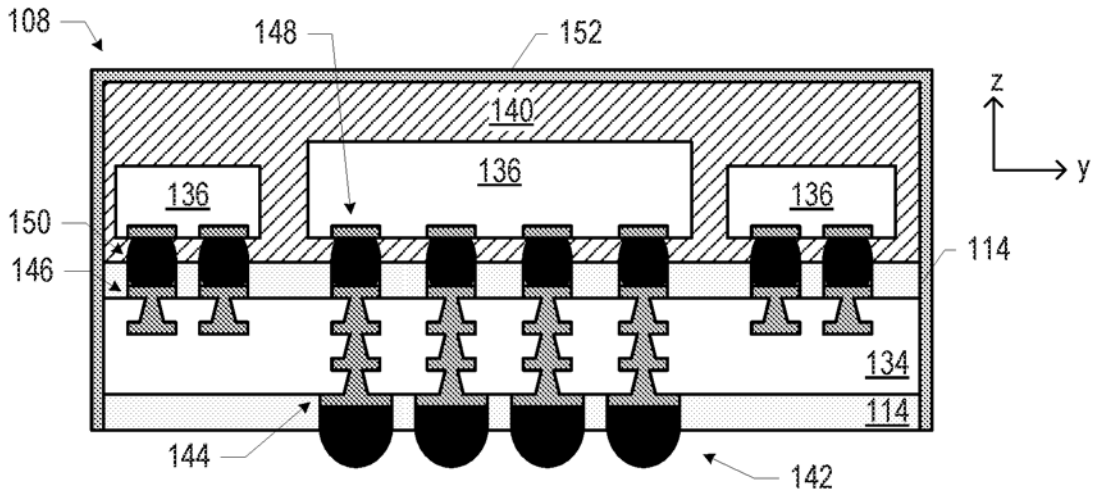


图 14

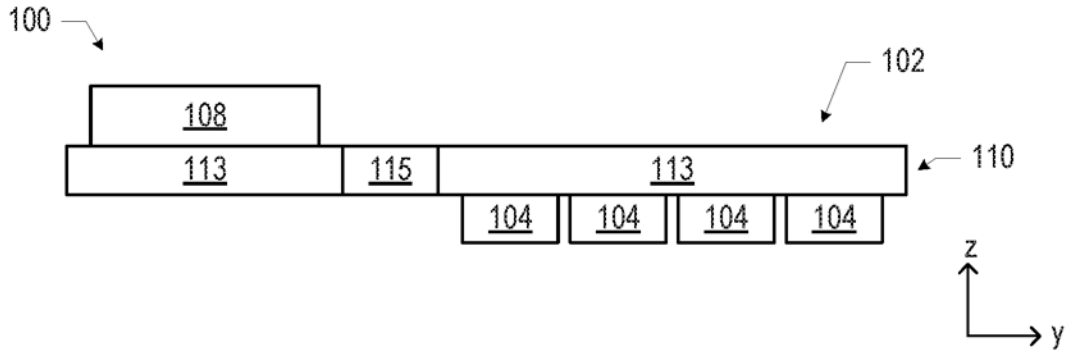


图 15A

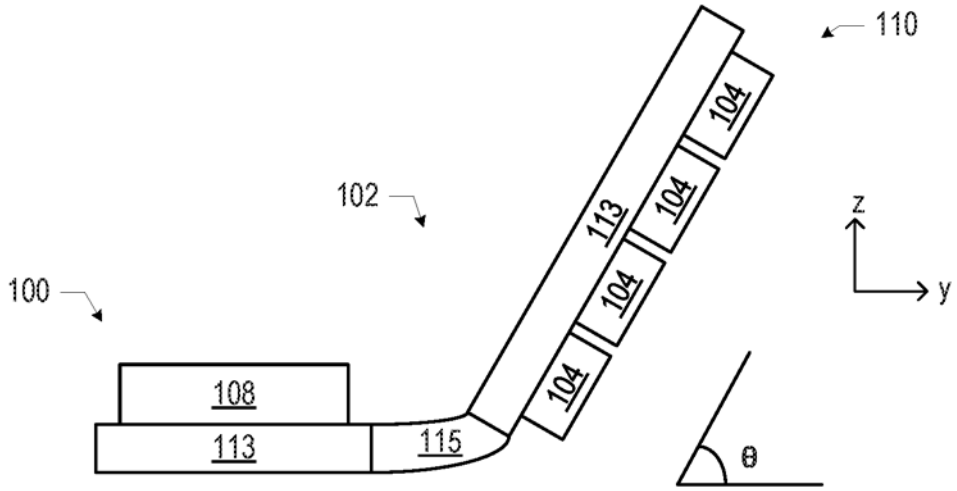


图 15B

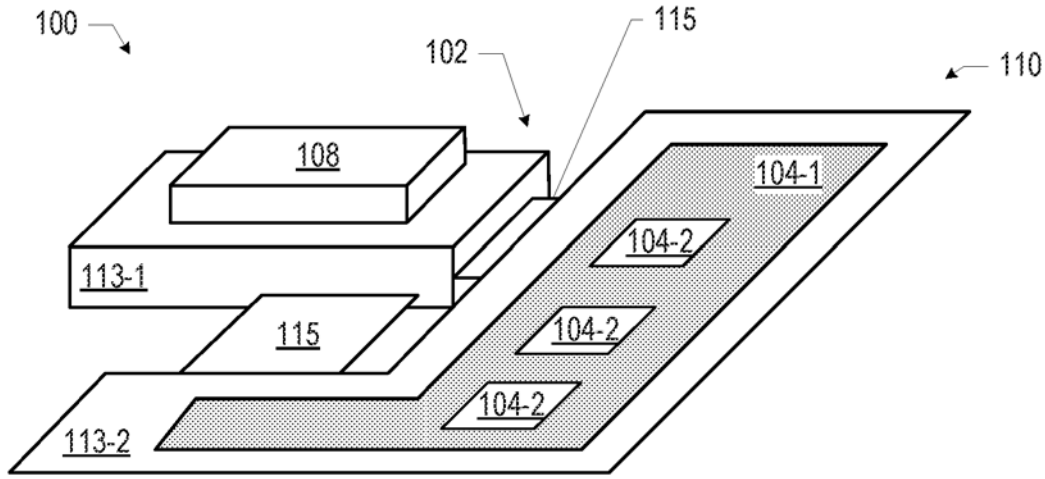


图 15C

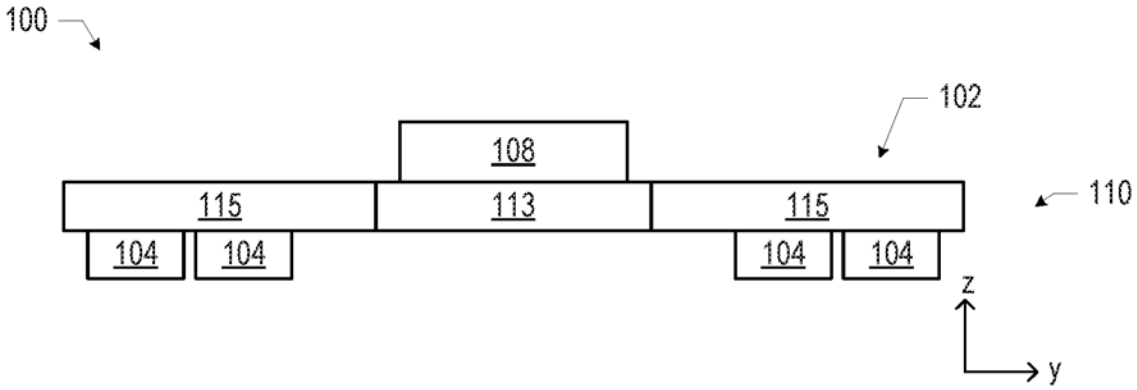


图 16A

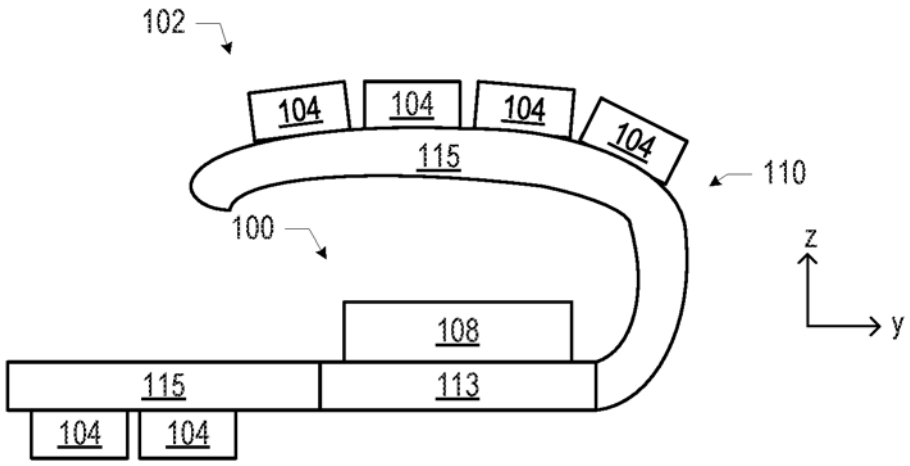


图 16B

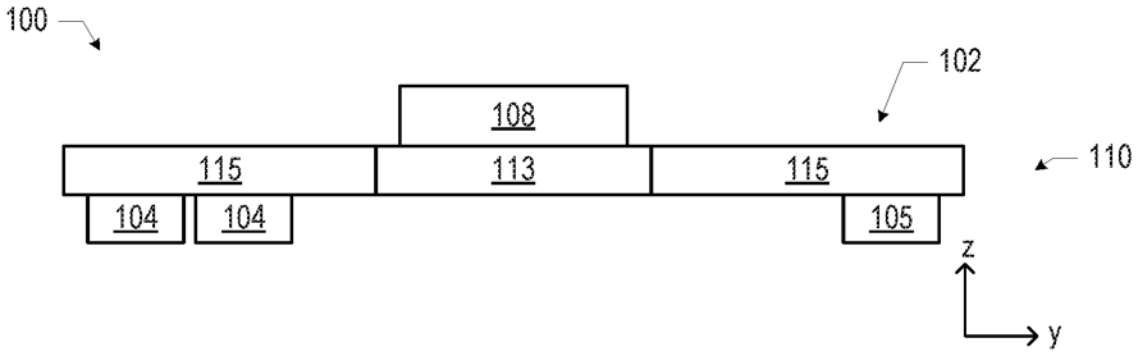


图 17

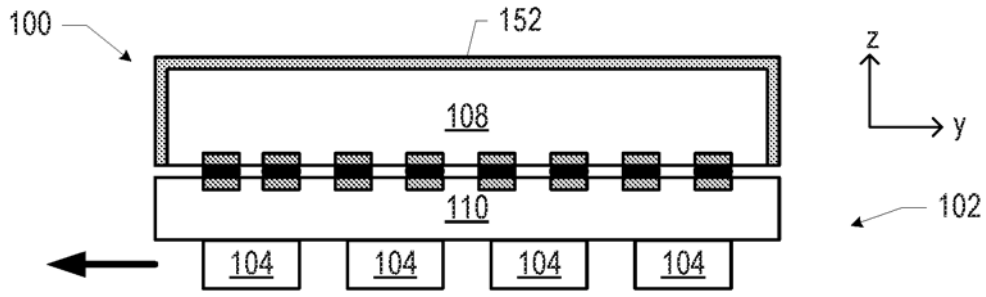


图 18

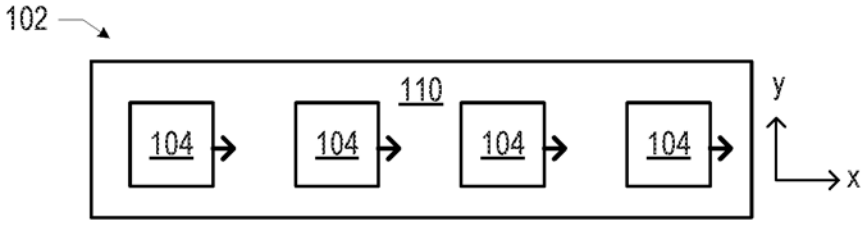


图 19

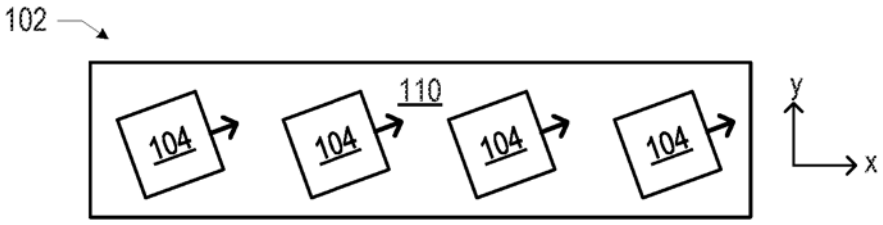


图 20

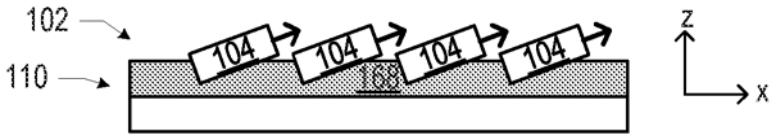


图 21

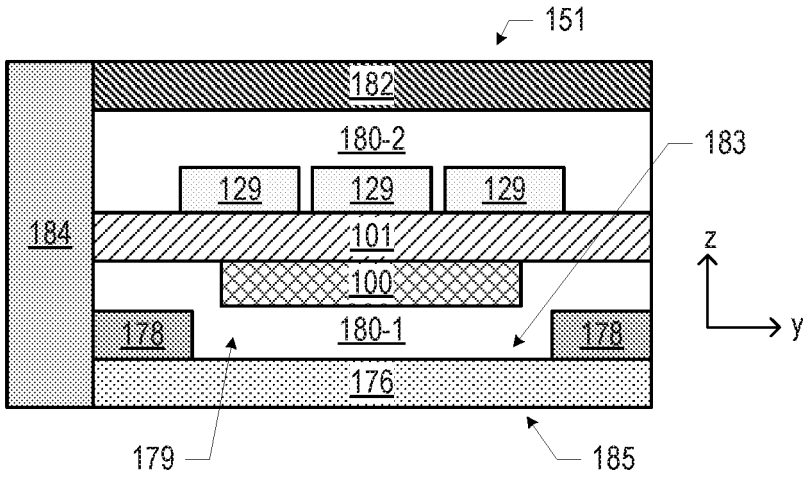

151
182
180-2
183
129
129
129
184
101
100
z
y
178
180-1
178
176
179
185

图 22

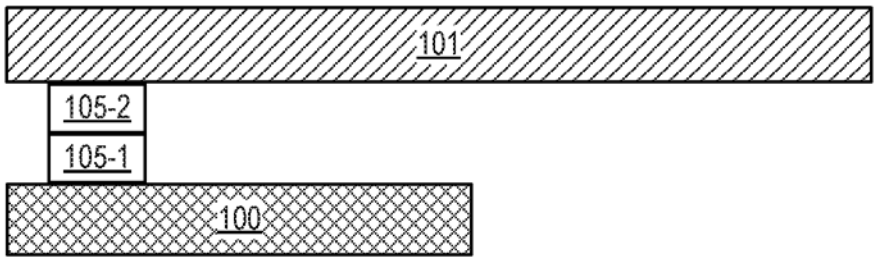

101
105-2
105-1
100

图 23

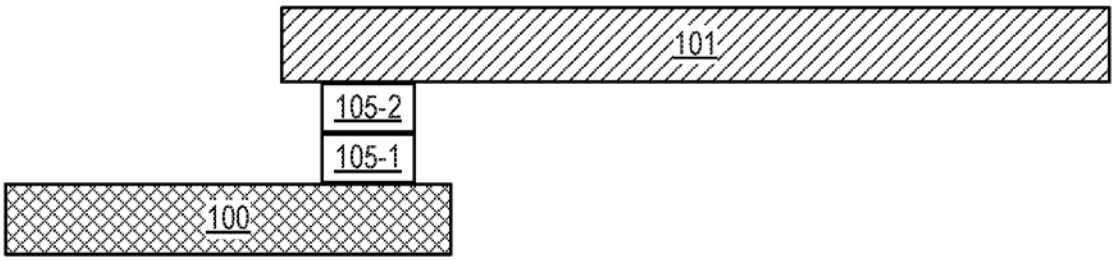

101
105-2
105-1
100

图 24

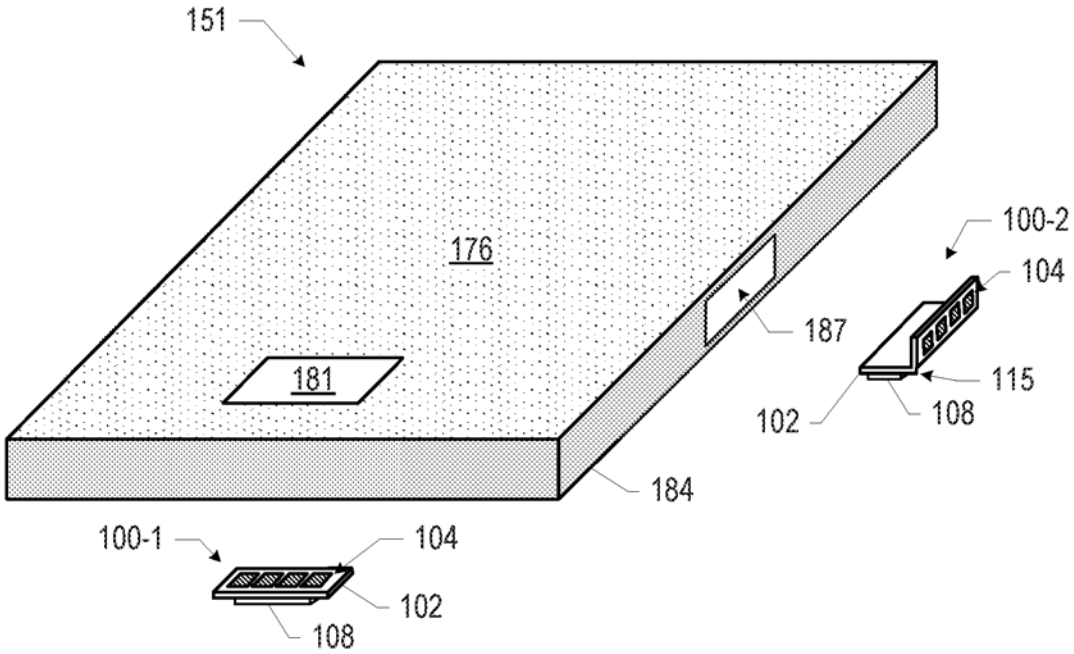

151
176
181
187
100-2
104
115
102
108
184
100-1
104
102
108

图 25A

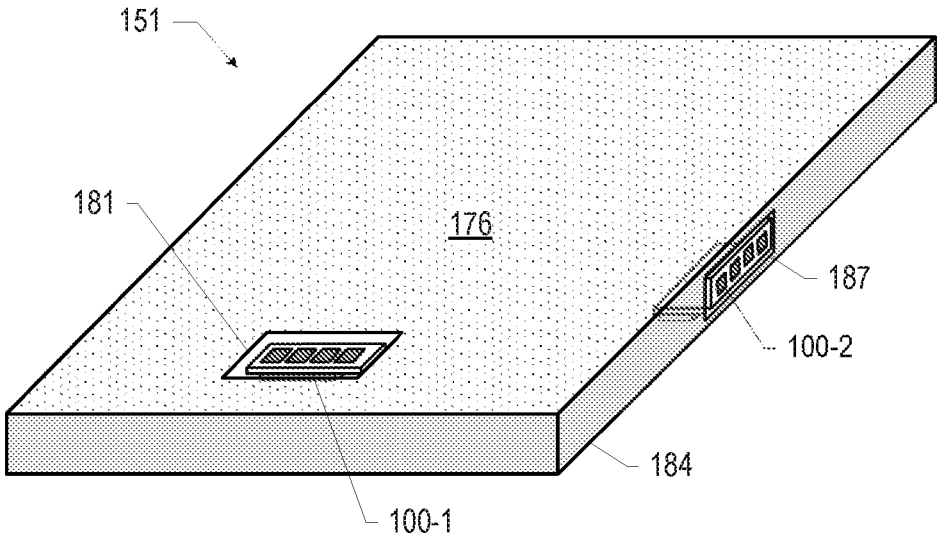

151
181
176
187
100-2
184
100-1

图 25B

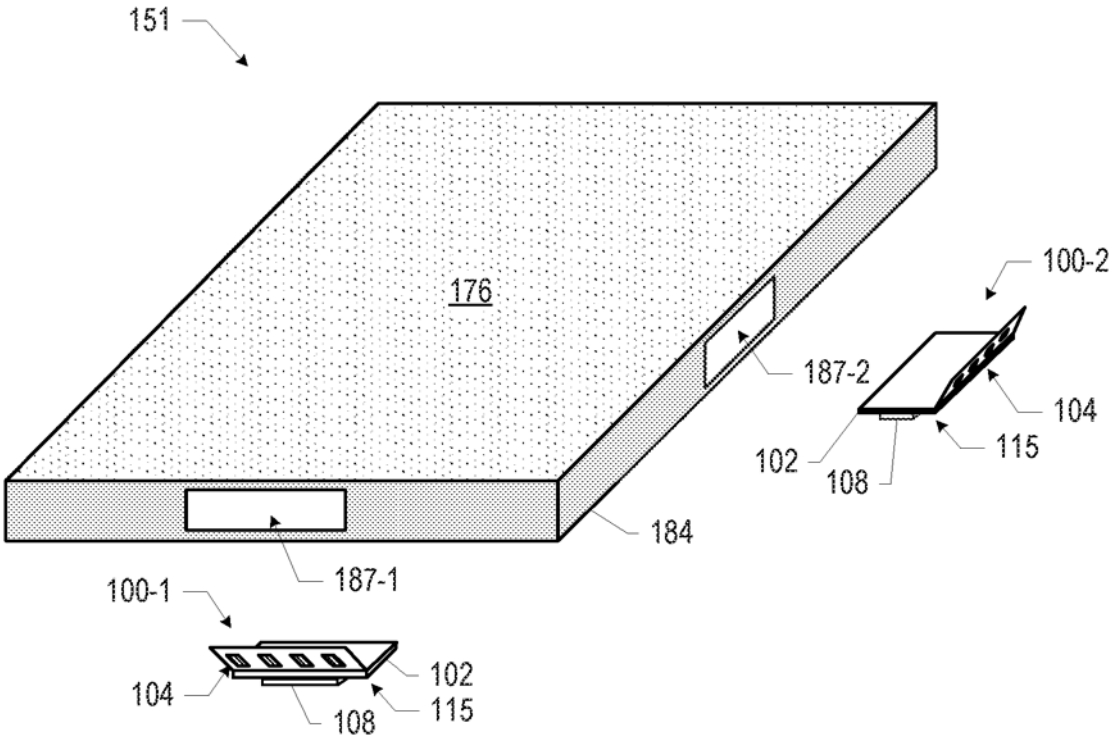

151
176
100-2
187-2
104
115
102
108
184
187-1
100-1
104
102
115
108

图 26A

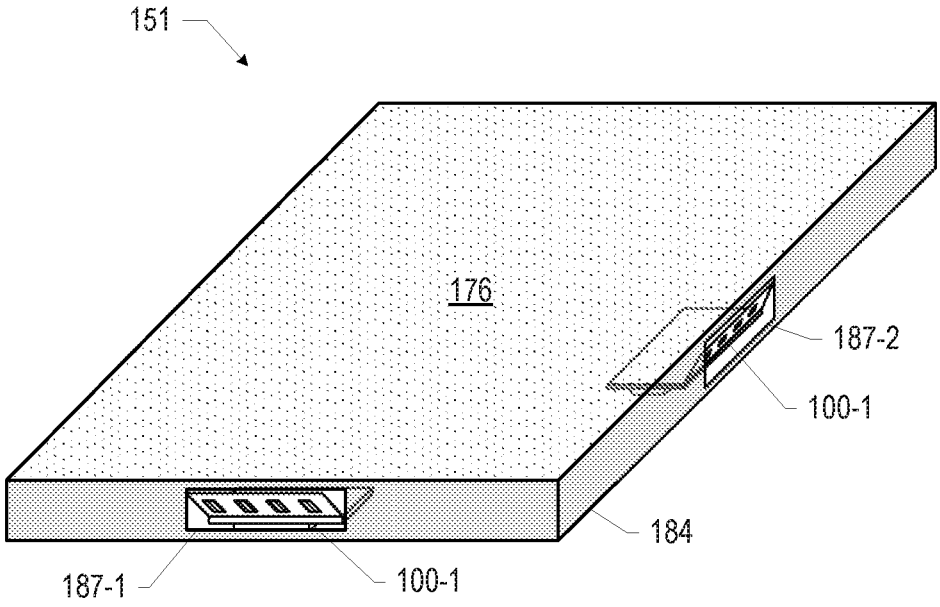

151
176
187-2
100-1
184
187-1
100-1

图 26B

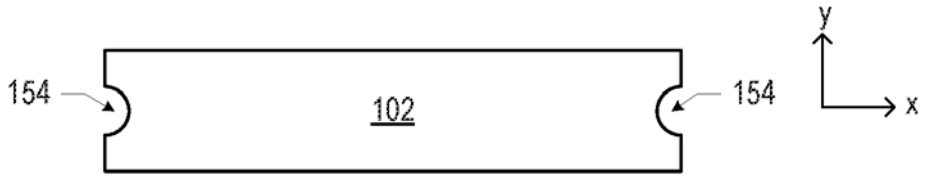


图 27

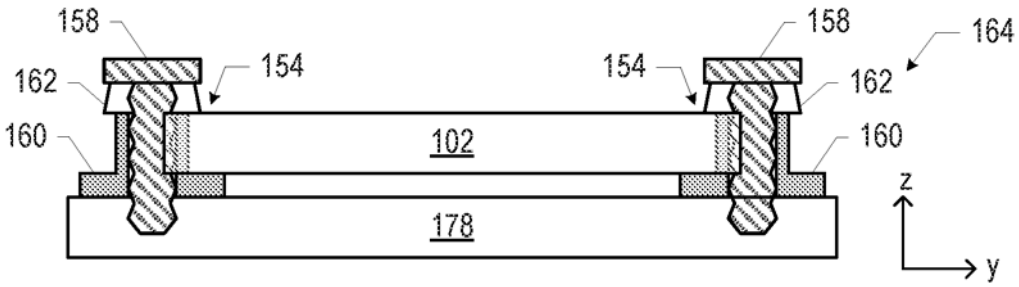


图 28

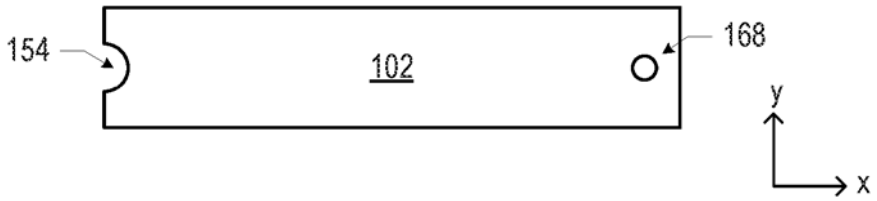


图 29

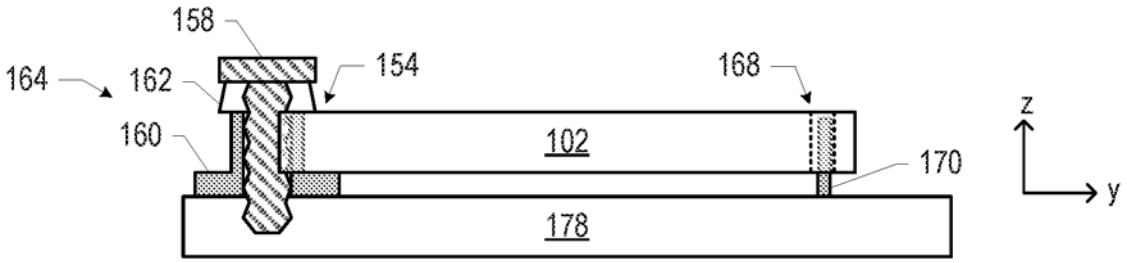


图 30

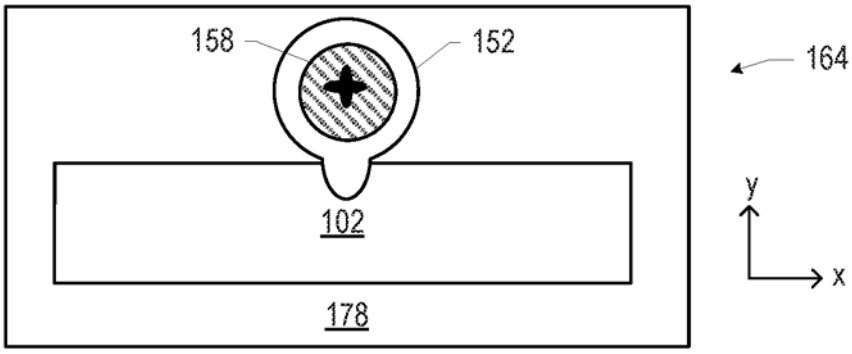


图 31A

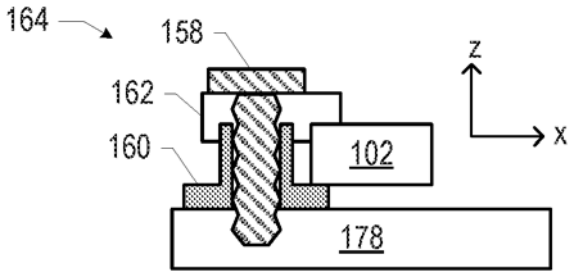


图 31B

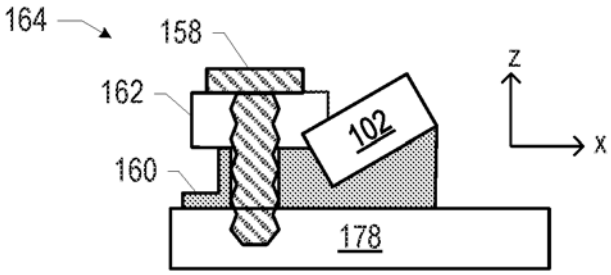


图 32

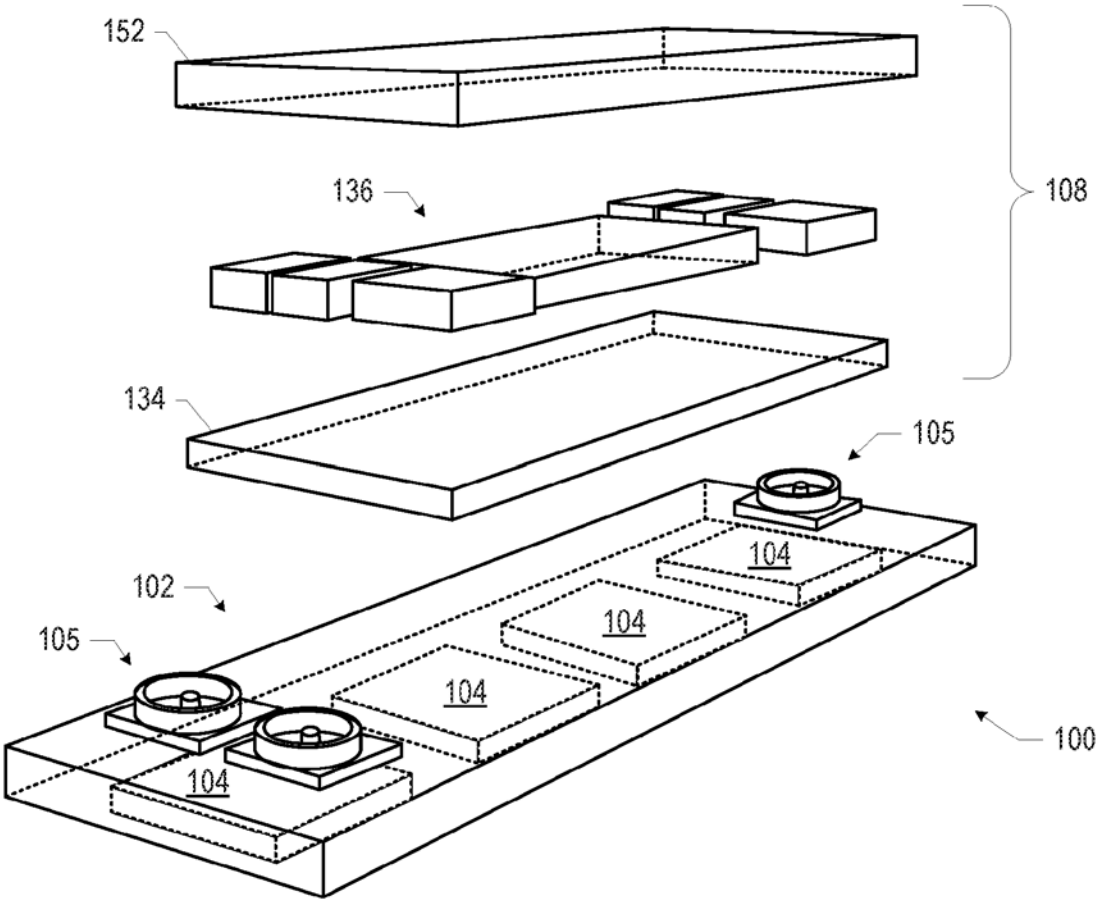


图 33

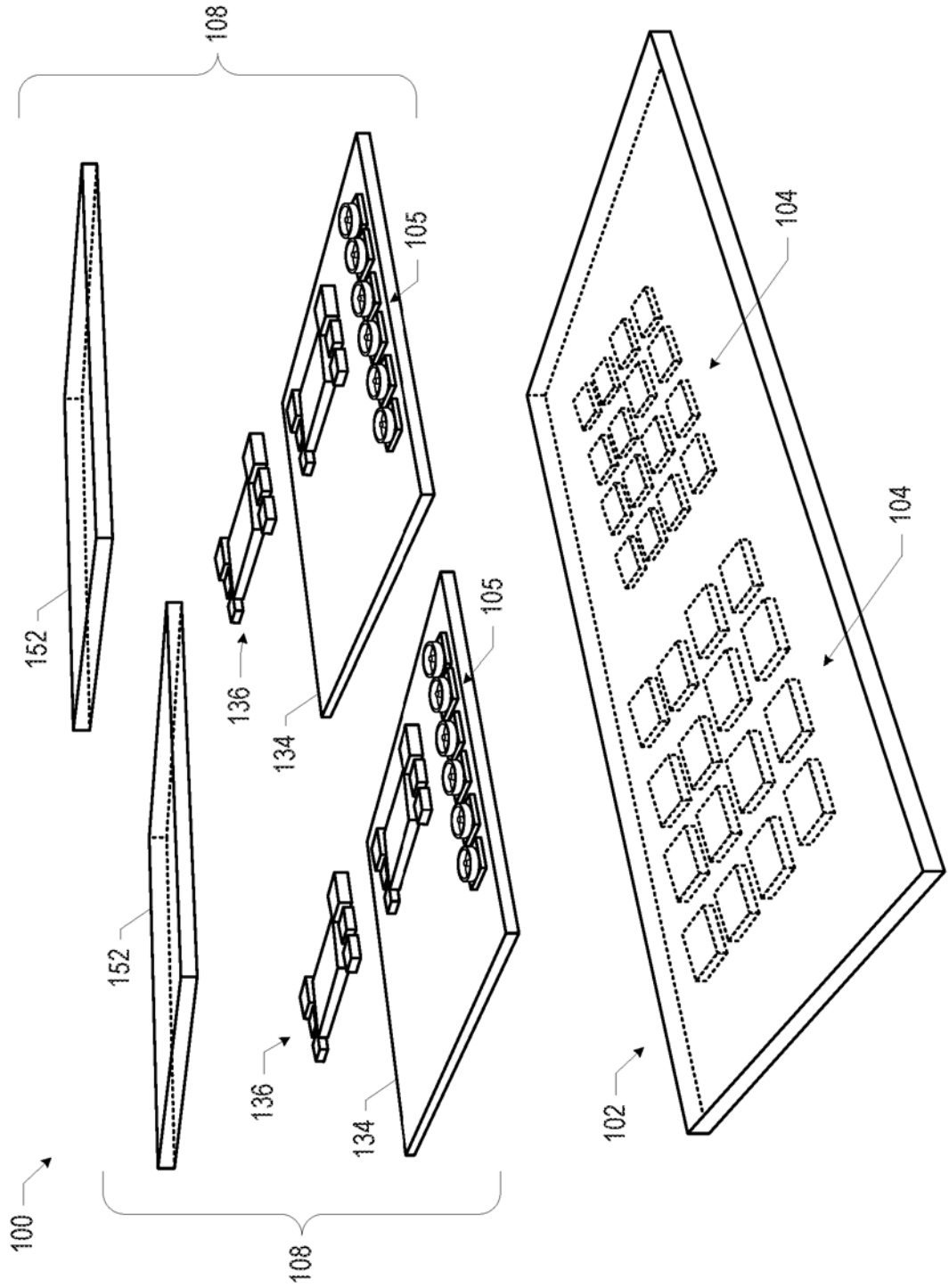


图 34

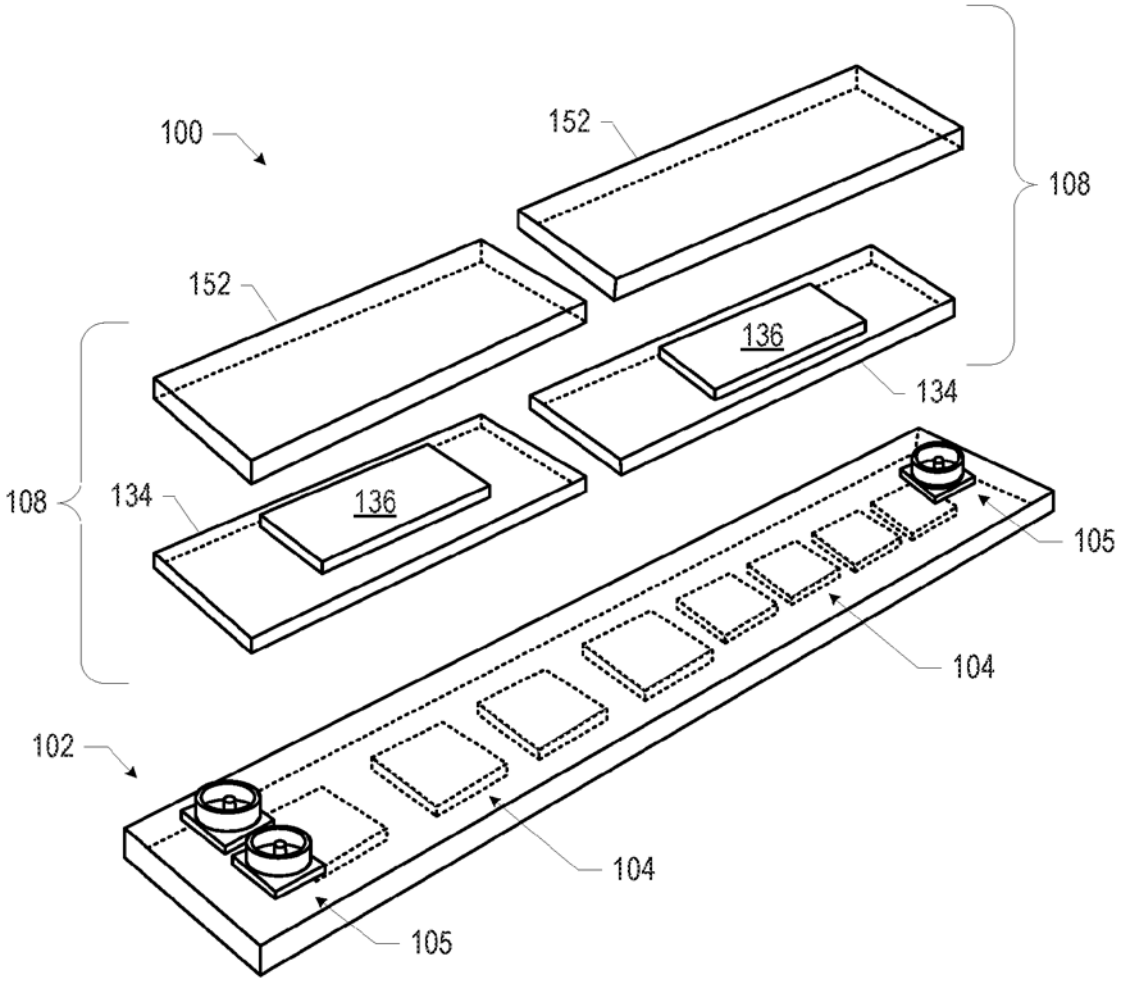


图 35

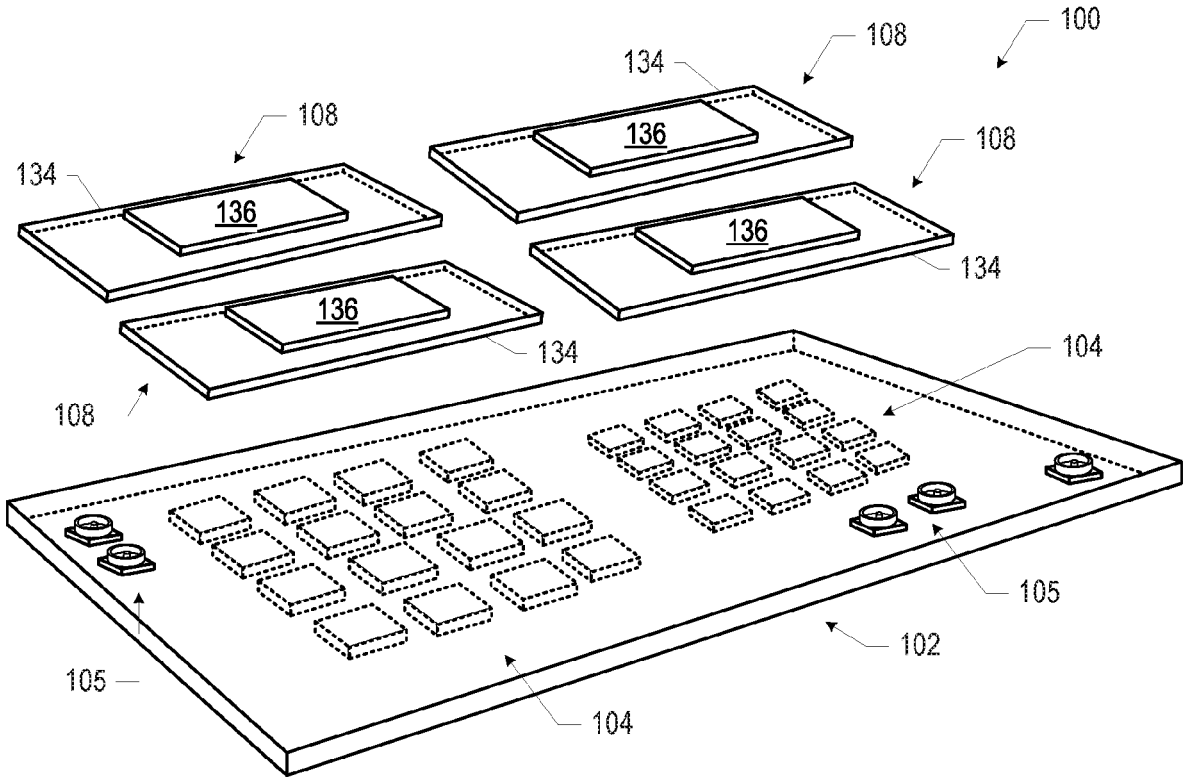

100
108
134
136
108
134
136
108
136
134
134
136
134
108
104
105
102
105
104

图 36

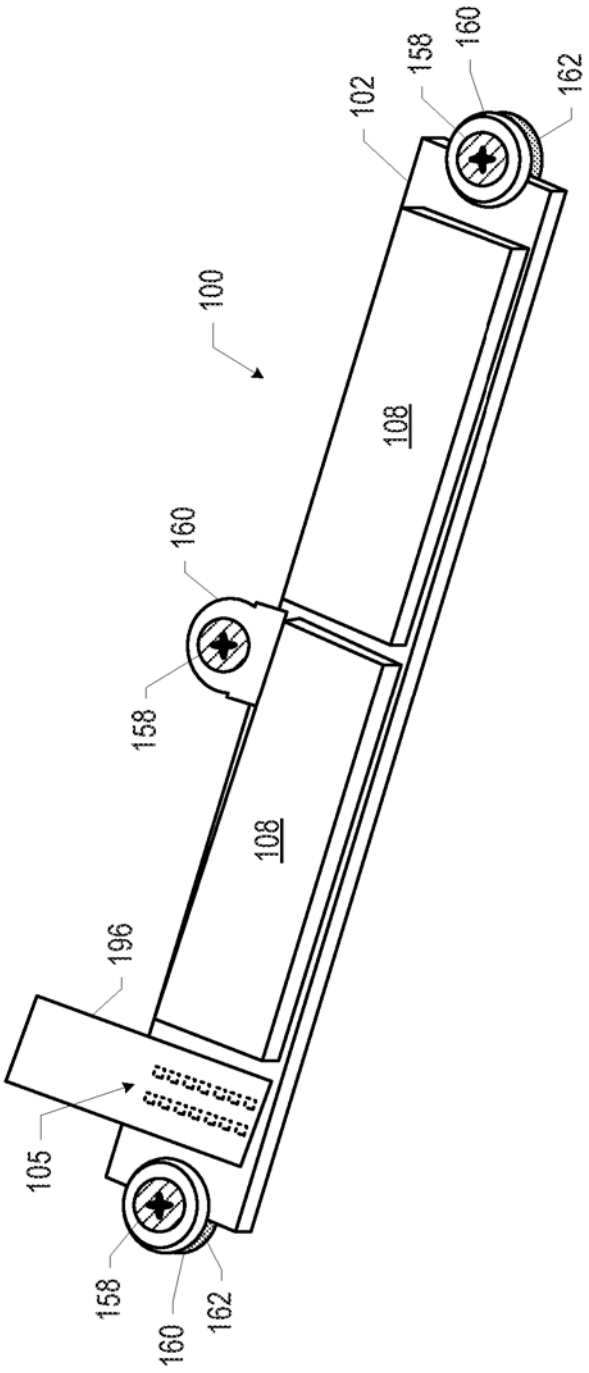


图 37A

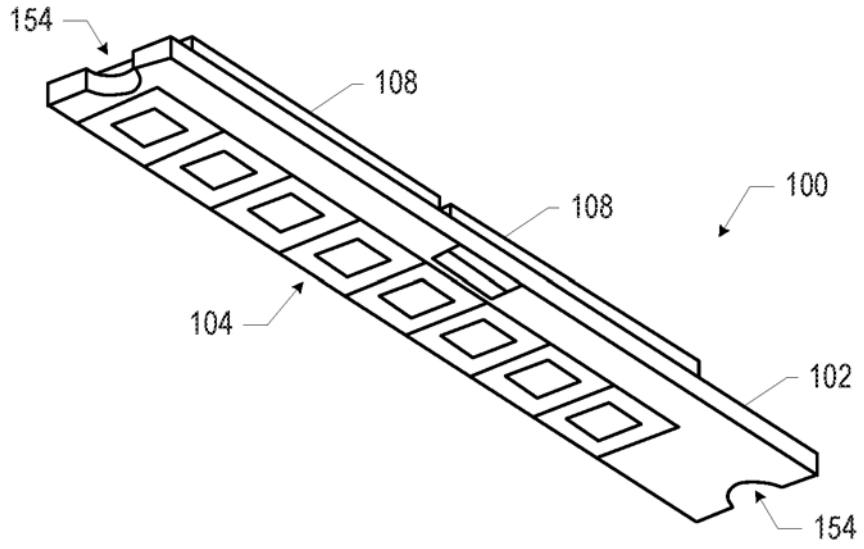


图 37B

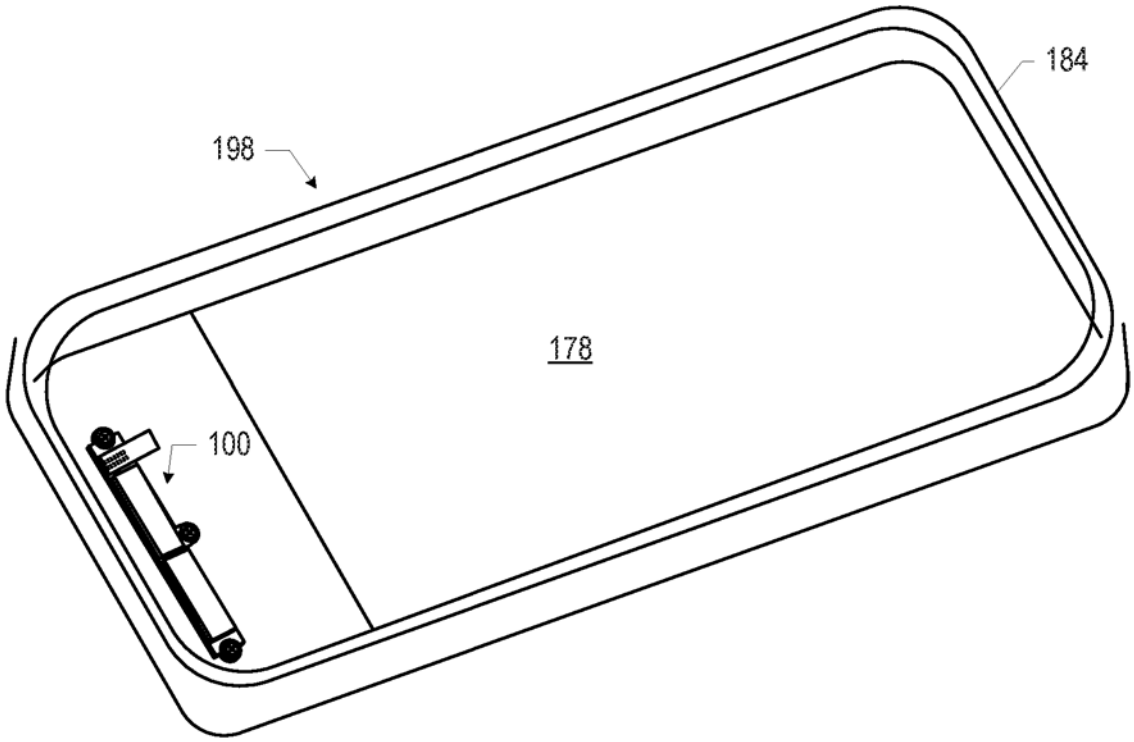


图 38

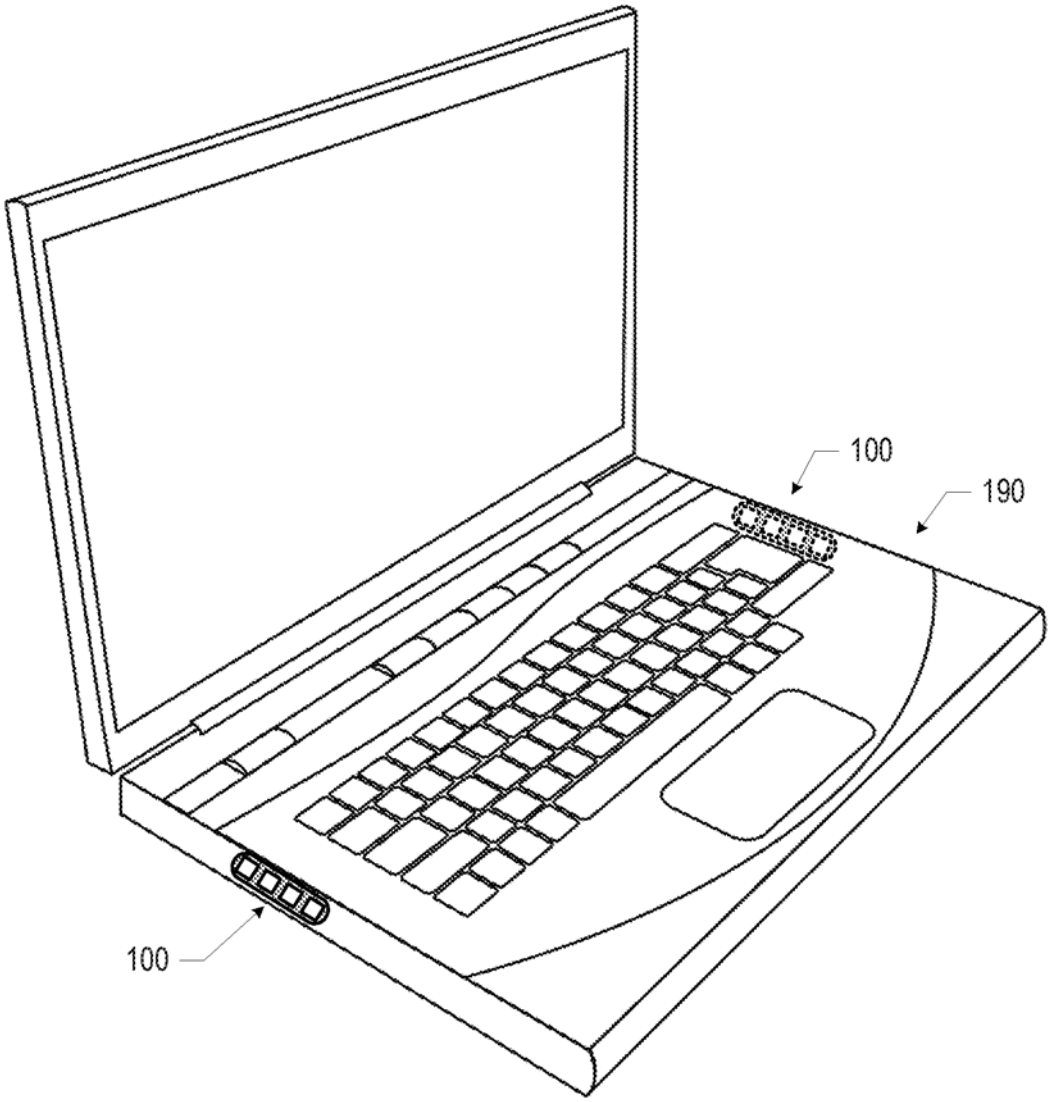


图 39

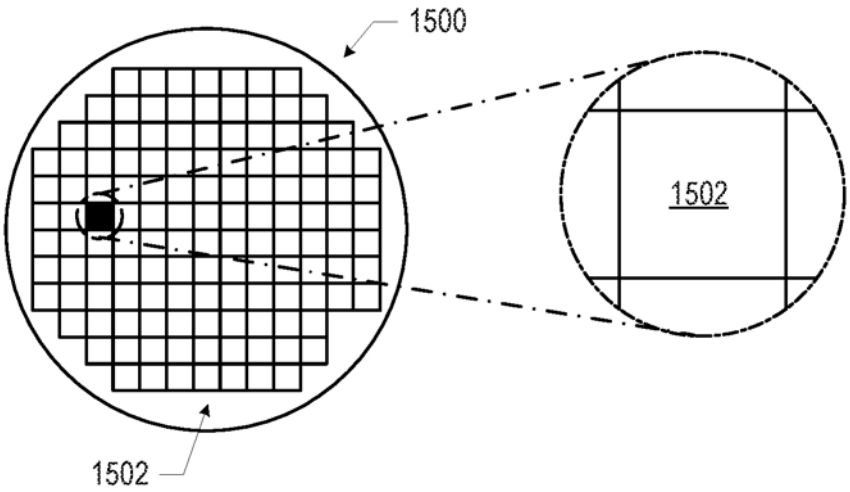


图 40

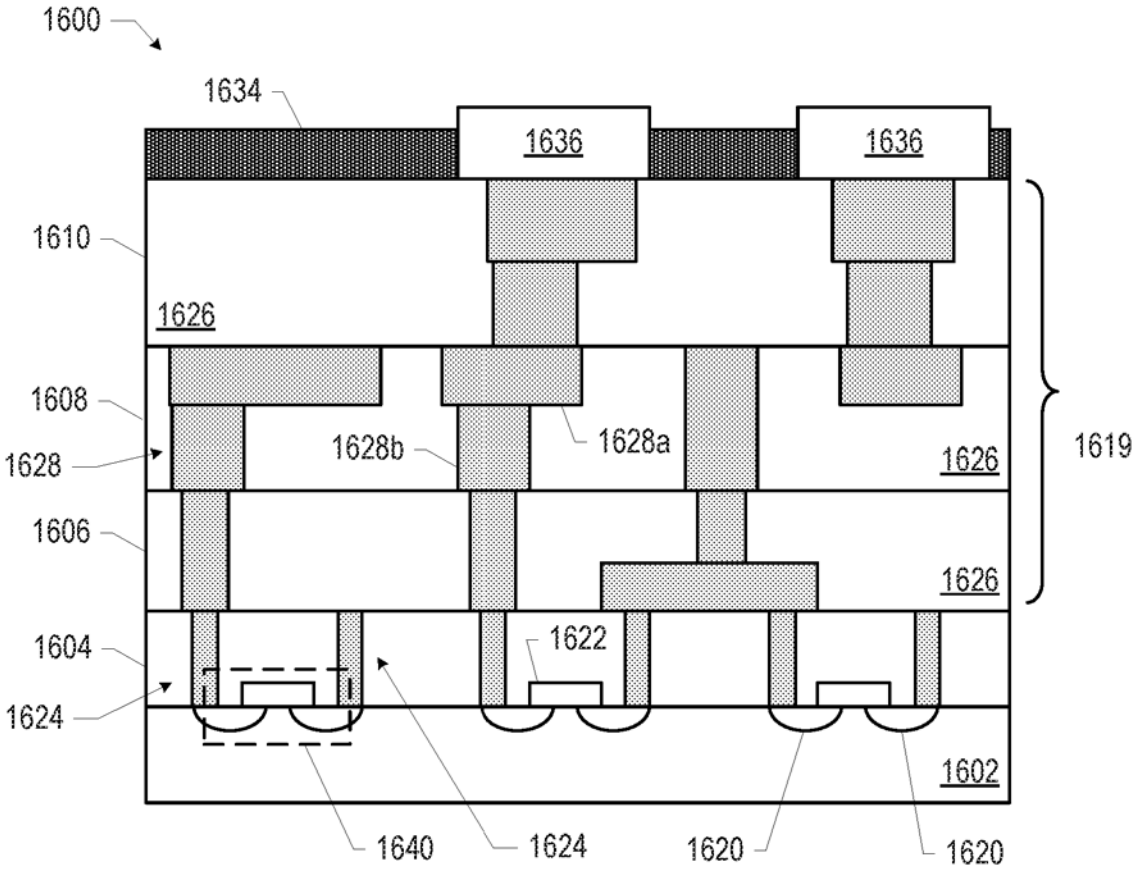

1600
1634
1636
1636
1610
1626
1608
1628
1628b
1628a
1626
1619
1606
1626
1604
1624
1622
1602
1640
1624
1620
1620

图 41

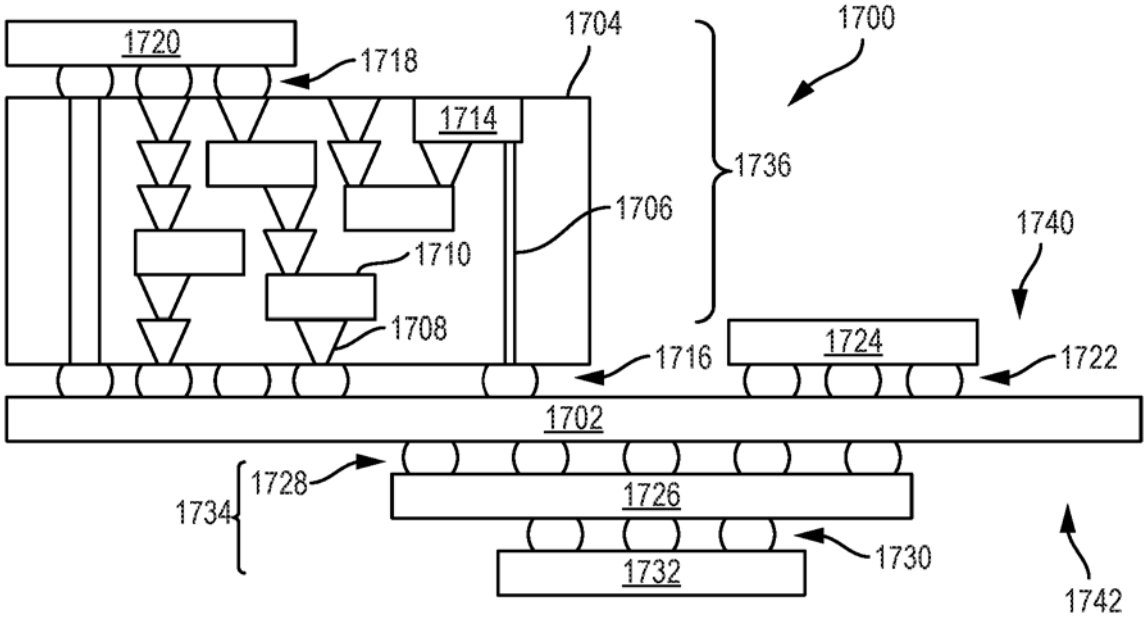

1720
1718
1704
1700
1714
1736
1706
1740
1710
1708
1724
1716
1722
1702
1728
1734
1726
1730
1732
1742

图 42

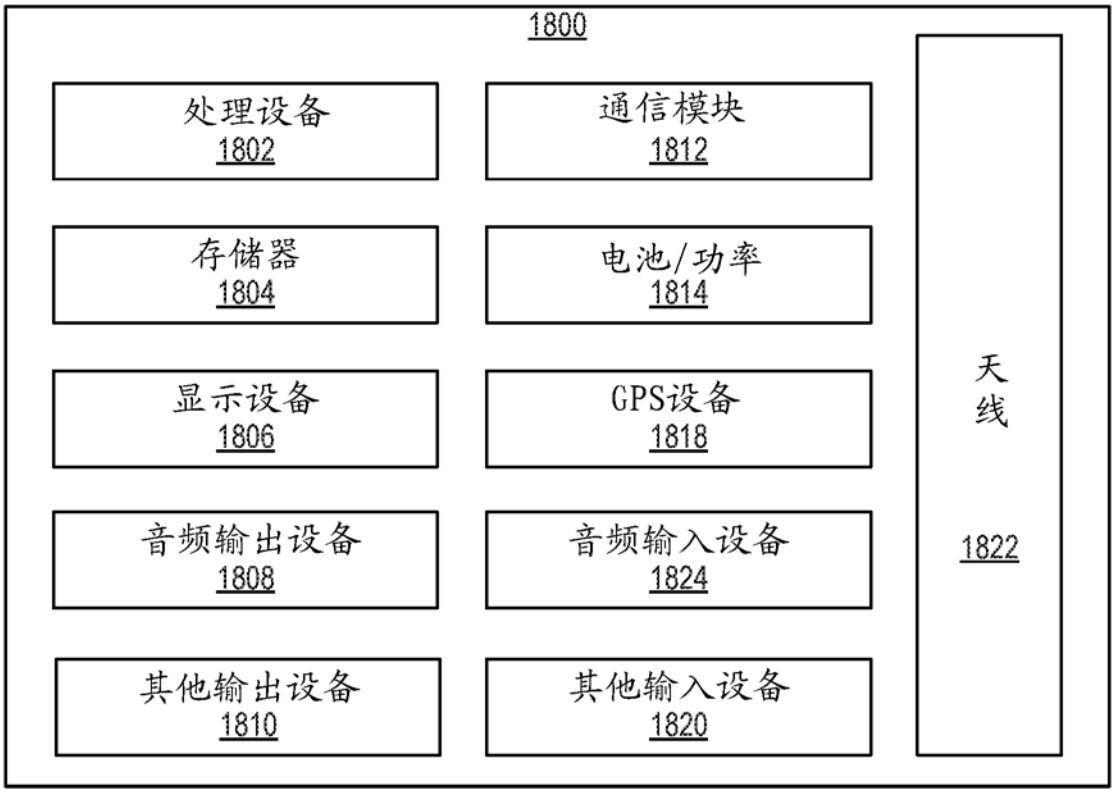

1800
处理设备
1802
通信模块
1812
存储器
1804
电池/功率
1814
显示设备
1806
GPS设备
1818
音频输出设备
1808
音频输入设备
1824
其他输出设备
1810
其他输入设备
1820
天线
1822

图 43