



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117597830 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 23

(21) 申请号 202280047564.3

(22) 申请日 2022.06.14

(30) 优先权数据

17/375,289 2021.07.14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.01.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/072928 2022.06.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/288163 EN 2023.01.19

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·杨 方堃 S·黄 H·赵

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 张宁 姚宗妮

(51) Int.Cl.

H01Q 1/22 (2006.01)

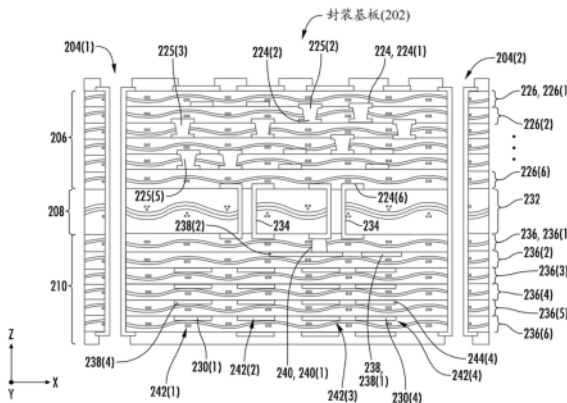
权利要求书5页 说明书17页 附图15页

(54) 发明名称

采用集成槽形天线的封装基板及相关集成电路(IC)封装和制造方法

(57) 摘要

公开了采用集成槽形天线的封装基板及相关集成电路(IC)封装和制造方法。可在射频(RF) IC (RFIC) 封装中提供该封装基板。该封装基板包括一个或多个槽形天线,该一个或多个槽形天线各自布置在可耦合到RFIC管芯的金属化基板中的槽形成以用于接收和辐射RF信号。该槽形天线包括布置在该封装基板中的至少一个金属化层中的导电槽。该封装基板中的金属化层中的金属互连件耦合到该导电槽以向该槽形天线提供天线馈线。以此方式,集成到该IC封装的该金属化基板中的该槽形天线可减少该IC封装中提供天线和/或提供其他方向的天线辐射模式以实现增强的定向RF性能所需的面积。



1. 一种封装基板,包括:
一个或多个金属化层,所述一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件;和
槽形天线,所述槽形天线包括:
导电槽,所述导电槽布置在所述一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中;和
耦合到所述导电槽的至少一个天线馈线,所述至少一个天线馈线包括所述一个或多个金属互连件之中的至少一个金属互连件。
2. 根据权利要求1所述的封装基板,其中所述导电槽被配置成辐射从所述至少一个天线馈线接收到的射频(RF)信号。
3. 根据权利要求1所述的封装基板,其中:
所述导电槽包括:
槽,所述槽包括布置在所述至少一个金属化层中的至少一个侧壁;和
布置在所述至少一个侧壁上的金属材料;并且
所述至少一个金属化层的所述一个或多个金属互连件中的所述至少一个金属互连件耦合到所述金属材料。
4. 根据权利要求3所述的封装基板,其中所述槽沿与所述至少一个金属化层的平面平行的轴伸长;
所述导电槽被配置成在与所述槽的伸长方向正交的方向上辐射射频(RF)信号。
5. 根据权利要求1所述的封装基板,其中:
所述导电槽包括槽,所述槽包括:
第一导电侧壁,所述第一导电侧壁包括:
布置在所述至少一个金属化层中的第一侧壁;和
布置在所述第一侧壁上的第一金属材料;和
第二导电侧壁,所述第二导电侧壁包括:
布置在所述至少一个金属化层中的第二侧壁,所述第二侧壁与所述第一侧壁相邻;和
布置在所述第二侧壁上的第二金属材料;并且
所述至少一个金属化层的所述一个或多个金属互连件中的所述至少一个金属互连件耦合到所述第一金属材料。
6. 根据权利要求5所述的封装基板,其中所述第一金属材料未物理耦合到所述第二金属材料。
7. 根据权利要求5所述的封装基板,其中所述第二导电侧壁被配置成响应于射频(RF)信号而电磁耦合到所述第一导电侧壁。
8. 根据权利要求1所述的封装基板,其中所述导电槽包括:
第一端,所述第一端与所述一个或多个金属化层中的第一开口相邻布置;和
与所述第一端相对的第二端,所述第二端与所述一个或多个金属化层中的第二开口相邻。
9. 根据权利要求1所述的封装基板,其中:
所述一个或多个金属化层各自在第一轴上伸长;并且
所述导电槽在与所述第一轴正交的方向上布置在所述至少一个金属化层中。
10. 根据权利要求1所述的封装基板,其中:

所述一个或多个金属化层包括多个金属化层;并且

所述导电槽布置在所述多个金属化层之中的至少两(2)个金属化层中。

11. 根据权利要求1所述的封装基板,其中:

所述一个或多个金属化层包括多个金属化层;并且

所述导电槽穿过所述多个金属化层之中的每个金属化层布置。

12. 根据权利要求1所述的封装基板,进一步包括金属化基板,所述金属化基板包括所述一个或多个金属化层,所述一个或多个金属化层各自包括所述一个或多个金属互连件。

13. 根据权利要求12所述的封装基板,进一步包括与所述金属化基板相邻布置的芯基板,

所述芯基板包括芯金属化层,所述芯金属化层包括耦合到所述金属化基板中的所述一个或多个金属互连件的一个或多个金属互连件。

14. 根据权利要求12所述的封装基板,进一步包括天线基板,所述天线基板包括一个或多个天线元件,所述一个或多个天线元件各自耦合到所述金属化基板中的所述一个或多个金属互连件之中的金属互连件。

15. 根据权利要求14所述的封装基板,其中所述一个或多个天线元件包括一个或多个贴片天线。

16. 根据权利要求14所述的封装基板,其中所述一个或多个天线元件包括一个或多个偶极天线。

17. 根据权利要求14所述的封装基板,其中所述一个或多个天线元件包括:

布置在所述天线基板中的第一基板天线层中的一个或多个贴片天线;和

布置在所述天线基板中的第二基板天线层中的一个或多个偶极天线,所述第二基板天线层与所述第一基板天线层相邻。

18. 根据权利要求1所述的封装基板,进一步包括:

第二槽形天线,所述第二槽形天线包括:

第二导电槽,所述第二导电槽布置在所述一个或多个金属化层之中的至少一个第二金属化层中;和

耦合到所述第二导电槽的至少一个第二天线馈线,所述至少一个第二天线馈线包括所述至少一个第二金属化层的所述一个或多个金属互连件之中的至少一个第二金属互连件。

19. 根据权利要求18所述的封装基板,其中:

所述导电槽在第一方向上伸长;并且

所述第二导电槽在与所述第一方向正交的第二方向上伸长。

20. 根据权利要求1所述的封装基板,其中所述槽形天线包括5G天线。

21. 根据权利要求1所述的封装基板,所述封装基板集成到选自以下项组成的组的设备中:机顶盒;娱乐单元;导航设备;通信设备;固定位置数据单元;移动位置数据单元;全球定位系统(GPS)设备;移动电话;蜂窝电话;智能电话;会话发起协议(SIP)电话;平板电脑;平板手机;服务器;计算机;便携式计算机;移动计算设备;

可穿戴计算设备;台式计算机;个人数字助理(PDA);监视器;

计算机监视器;电视;调谐器;无线电;卫星无线电;音乐播放器;数字音乐播放器;便携式音乐播放器;数字视频播放器;视频播放器;数字视频碟(DVD)播放器;便携式数字视频播

放器;汽车;

交通工具组件;航空电子系统;无人机;以及多旋翼飞行器。

22. 一种在封装基板中形成集成槽形天线的方法,包括:

形成一个或多个金属化层,所述一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件;

形成布置在所述一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中的导电槽以形成槽形天线;以及

耦合至少一个天线馈线,所述至少一个天线馈线包括所述至少一个金属化层的所述一个或多个金属互连件之中的、耦合到所述导电槽的至少一个金属互连件。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中:

形成所述导电槽包括:

在开口中并且在所述至少一个金属化层中形成槽以在所述槽中形成至少一个侧壁;以及

在所述开口中并且在至少一个侧壁上布置金属材料以在所述槽中形成导电侧壁;并且耦合所述至少一个天线馈线包括:

将所述至少一个天线馈线耦合到布置在所述槽的所述至少一个侧壁上的所述金属材料。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中在所述至少一个金属化层中形成所述槽包括:穿过所述至少一个金属化层之中的每个金属化层形成所述槽以在所述槽中形成所述至少一个侧壁。

25. 根据权利要求23所述的方法,其中形成所述槽包括在所述开口中并且在所述至少一个金属化层中进行钻孔。

26. 根据权利要求22所述的方法,其中:

形成所述导电槽包括:

在所述至少一个金属化层中形成开口;

穿过所述开口并且穿过所述至少一个金属化层形成槽,以形成穿过所述至少一个金属化层的第一侧壁和穿过所述至少一个金属化层与所述第一侧壁相邻布置的第二侧壁;

在所述开口中并且在第一侧壁上布置第一金属材料以在所述槽中形成第一导电侧壁;以及

在所述开口中并且在所述第二侧壁上布置第二金属材料以在所述槽中形成第二导电侧壁;并且

耦合所述至少一个天线馈线包括:

将所述至少一个天线馈线耦合到布置在所述槽的所述第一侧壁上的所述第一金属材料。

27. 根据权利要求22所述的方法,其中:

形成所述一个或多个金属化层包括在金属化基板中形成所述一个或多个金属化层;并且

进一步包括:

将芯基板耦合到所述金属化基板;以及

将天线基板耦合到所述芯基板;并且

其中:

形成所述导电槽包括:

穿过所述金属化基板中的所述一个或多个金属化层之中的所述至少一个金属化层、所述芯基板和所述天线基板形成槽以在所述槽中形成至少一个侧壁;以及

在开口中并且在所述至少一个侧壁上布置金属材料以在所述槽中形成导电侧壁。

28. 一种集成电路 (IC) 封装, 包括:

封装基板, 所述封装基板包括:

金属化基板, 所述金属化基板包括一个或多个金属化层,

所述一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件; 和

槽形天线, 所述槽形天线包括:

导电槽, 所述导电槽布置在所述一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中; 和

耦合到所述导电槽的至少一个天线馈线, 所述至少一个天线馈线包括所述至少一个金属化层的所述一个或多个金属互连件之中的至少一个金属互连件; 和

耦合到所述封装基板的IC管芯层, 所述IC管芯层包括射频 (RF) IC (RFIC) 管芯, 所述RFIC管芯包括多个管芯互连件; 并且

所述多个管芯互连件之中的至少一个管芯互连件耦合到所述槽形天线的所述至少一个天线馈线。

29. 根据权利要求28所述的IC封装, 其中所述导电槽被配置成辐射来自所述RFIC管芯的所述至少一个天线馈线接收到的RF信号。

30. 根据权利要求28所述的IC封装, 其中:

所述导电槽包括:

槽, 所述槽包括布置在所述至少一个金属化层中的至少一个侧壁; 和

布置在所述至少一个侧壁上的金属材料; 并且

所述至少一个金属化层的所述一个或多个金属互连件中的所述至少一个金属互连件耦合到所述金属材料。

31. 根据权利要求28所述的IC封装, 其中所述封装基板进一步包括金属化基板, 所述金属化基板包括所述一个或多个金属化层, 所述一个或多个金属化层各自包括所述一个或多个金属互连件。

32. 根据权利要求31所述的IC封装, 其中所述封装基板进一步包括与所述金属化基板相邻布置的芯基板,

所述芯基板包括芯金属化层, 所述芯金属化层包括耦合到所述金属化基板中的所述一个或多个金属互连件的一个或多个金属互连件。

33. 根据权利要求31所述的IC封装, 其中所述封装基板进一步包括天线基板, 所述天线基板包括一个或多个天线元件, 所述一个或多个天线元件各自耦合到所述金属化基板中的所述一个或多个金属互连件之中的金属互连件。

34. 根据权利要求33所述的IC封装, 其中所述一个或多个天线元件包括:

布置在所述天线基板中的第一基板天线层中的一个或多个贴片天线; 和

布置在所述天线基板中的第二基板天线层中的一个或多个偶极天线, 所述第二基板天

线层与所述第一基板天线层相邻。

35. 根据权利要求28所述的IC封装,所述IC封装集成到选自以下项组成的组的设备中:机顶盒;娱乐单元;导航设备;通信设备;固定位置数据单元;移动位置数据单元;全球定位系统(GPS)设备;移动电话;蜂窝电话;智能电话;会话发起协议(SIP)电话;平板电脑;平板手机;服务器;计算机;便携式计算机;移动计算设备;

可穿戴计算设备;台式计算机;个人数字助理(PDA);监视器;

计算机监视器;电视;调谐器;无线电;卫星无线电;音乐播放器;数字音乐播放器;便携式音乐播放器;数字视频播放器;视频播放器;数字视频碟(DVD)播放器;便携式数字视频播放器;汽车;

交通工具组件;航空电子系统;无人机;以及多旋翼飞行器。

采用集成槽形天线的封装基板及相关集成电路(IC)封装和制造方法

[0001] 优先权申请

[0002] 本申请要求2021年7月14日提交的并且名称为“采用集成槽形天线的封装基板及相关集成电路(IC)封装和制造方法(PACKAGE SUBSTRATE EMPLOYING INTEGRATED SLOT-SHAPED ANTENNA(S), AND RELATED INTEGRATED CIRCUIT(IC) PACKAGES AND FABRICATION METHODS)”的美国专利申请序列号17/375,289的优先权,该申请全文以引用方式并入本文。

背景技术

I. 技术领域

[0003] 本公开的领域涉及射频(RF)集成电路(IC)(RFIC)封装,其包括由封装基板支撑的RF收发机和天线模块。

[0004] II. 背景技术

[0005] 现代智能电话和其他便携式设备已经使用不同射频谱带的各种技术扩展了对不同无线链路的使用。例如,通常被称为5G新空口(NR)的第五代(5G)蜂窝网络包括在24.25千兆赫(GHz)至86GHz的范围内的频率,其中较低的19.25GHz(24.25GHz-43.5GHz)更有可能用于移动设备。5G通信的该频谱范围在毫米波(mmWave)或毫米谱带的范围内。mmWave能够实现比在较低频率(诸如用于Wi-Fi和当前蜂窝网络的那些频率)下高的数据速率。

[0006] 支持毫米波频谱的射频(RF)收发机被集成到设计成支持毫米波通信信号的移动设备和其他便携式设备中。为了支持将RF收发机集成在设备中,该RF收发机可被集成在作为RF集成电路(IC)(RFIC)封装的一部分提供的RFIC收发机芯片(“RFIC芯片”)中。常规的RFIC封装包括一个或多个RFIC芯片、电源管理IC(PMIC)和安装到封装基板的一侧作为支撑结构的无源电组件(例如,电感器、电容器等)。封装基板支持金属化结构以向RFIC芯片提供芯片到芯片接口和外部信号接口。RFIC封装还可包括作为封装基板的一部分的天线模块。天线模块可包括一个或多个天线,该一个或多个天线可接收和辐射作为电磁(EM)信号的电RF信号。天线模块可包括多个天线(也被称为天线阵列),以在RFIC封装周围的期望更大区域中提供信号覆盖。天线模块的天线阵列中的天线元件(element)通过封装基板中的一个或多个金属化结构耦合到RFIC芯片。

[0007] 可能期望最小化由RFIC封装的天线模块中的天线消耗的面积以减小RFIC封装的整体大小。然而,天线模块还需要具有足够的辐射模式来达成取决于期望应用的期望RF性能。例如,贴片天线是可在RFIC封装的天线模块中采用的薄型天线。然而,贴片天线的辐射模式可能主要在其“贴片”平面的方向上。又如,偶极天线是也可在RFIC封装的天线模块中采用的具有有着最大期望波长的半波长的两条导线的天线。然而,偶极天线的辐射模式可能主要在与天线极性垂直的方向上。因此,可能需要在RFIC封装和在不同区域中提供不同类型的天线以实现期望定向RF性能,但这是以增加RFIC封装大小和复杂度为代价的。而且,如果RFIC封装被用于多输入多输出(MIMO)通信应用,则必须在RFIC封装的天线模块中提供进一步的附加天线以支持多个MIMO信号流,从而以不期望的方式进一步增大RFIC封装

大小。

发明内容

[0008] 详细描述中所公开的各方面包括采用集成槽形天线的封装基板。还公开了相关集成电路 (IC) 封装和制造方法。作为示例,封装基板可以作为IC封装的一部分被提供,该IC封装包括射频 (RF) IC (RFIC) 芯片中的RFIC管芯以支持RF通信。例如,RFIC管芯可以在耦合到封装基板的IC管芯层中被提供。封装基板包括一个或多个金属化层,每个金属化层包括金属互连件以与RFIC管芯路由信号。例如,封装基板可以包括无芯金属化基板,该无芯金属化基板包括更多的金属化层。在示例性方面,封装基板包括一个或多个槽形天线,每个槽形天线由布置在该封装基板的一个或多个金属化层中的槽形成并且可耦合到RFIC管芯以接收和辐射RF信号。该槽形天线包括布置在该封装基板中的至少一个金属化层中的导电槽。作为示例,导电槽可以完全穿过封装基板并且在与封装基板中的金属化层的平面正交的方向上延伸。为了形成导电槽,可以在金属化层中形成槽,从而在该槽内的金属化层中形成一个或多个内侧壁。然后,可以将金属材料布置在槽的内侧壁上以在该槽中形成一个或多个分开的天线元件,这些天线元件彼此未物理耦合。因此,在槽内形成的分开的天线元件在结构和设计上可类似于贴片天线。该封装基板中的金属化层中的金属互连件耦合到该导电槽以向该槽形天线提供天线馈线。例如,布置在封装基板中的金属化层中的槽可暴露金属互连件的侧壁,由于金属材料布置在槽的内侧壁上,该金属互连件的侧壁将导电地耦合到导电槽以形成天线馈线。耦合到天线馈线的天线元件可被电磁地耦合到形成在导电槽中的其他天线元件以提供槽形天线。

[0009] 以此方式,将槽形天线集成到布置在IC封装的封装基板中的槽中可以减小IC封装中提供天线所需的面积。例如,将槽形天线集成在封装基板中可以消除对于在IC封装中提供包含用于提供天线的天线元件的分开的天线基板的需要。替换地,除了在IC封装中的天线基板中提供的天线元件之外,可采用布置在封装基板中的槽形天线来提供附加天线元件。例如,将槽形天线集成在布置在封装基板中的槽中可以促成与包括在分开天线基板中的其他贴片天线的取向正交的取向,以支持不同期望方向上的辐射模式,以达成定向RF性能。

[0010] 就此而言,在一个示例性方面,提供了一种封装基板。该封装基板包括一个或多个金属化层,该一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件。封装基板还包括槽形天线。槽形天线包括:导电槽,该导电槽布置在一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中;以及耦合到导电槽的至少一个天线馈线,该至少一个天线馈线包括一个或多个金属互连件中的至少一个金属互连件。

[0011] 在另一示例性方面,提供了一种在封装基板中形成集成槽形天线的方法。该方法包括形成一个或多个金属化层,该一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件。该方法还包括:形成被布置在该一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中的导电槽以形成槽形天线。该方法包括:耦合至少一个天线馈线,该至少一个天线馈线包括该至少一个金属化层的该一个或多个金属互连件之中的、耦合到该导电槽的至少一个金属互连件。

[0012] 在另一示例性方面,提供了一种集成电路 (IC) 封装。该IC封装包括封装基板。该封装基板包括一个或多个金属化层,该一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连

件。封装基板还包括槽形天线。槽形天线包括：导电槽，该导电槽布置在一个或多个基板金属化层之中的至少一个基板金属化层中；以及耦合到导电槽的至少一个天线馈线，该至少一个天线馈线包括一个或多个金属互连件之中的至少一个金属互连件。该IC封装还包括耦合到该封装基板的IC管芯层，该IC管芯层包括射频(RF) IC (RFIC) 管芯，该RFIC管芯包括多个管芯互连件。该多个管芯互连件之中的至少一个管芯互连件耦合到该槽形天线的该至少一个天线馈线。

附图说明

[0013] 图1A和图1B分别是射频(RF) 集成电路(IC) (RFIC) 封装的侧视图和底视图,该RFIC封装包括支撑贴片和偶极天线元件的天线基板;

[0014] 图2A和图2B分别是包括封装基板的RFIC封装的侧视图和底视图,该封装基板具有一个或多个集成槽形天线以支持RF信号通信;

[0015] 图2C和图2D是图2A中封装基板的特写横截面侧视图,其进一步例示了由穿过该封装基板布置的相应导电槽形成的槽形天线;

[0016] 图3是图2D中由穿过封装基板布置的导电槽形成的槽形天线的侧视图;

[0017] 图4是例示用于制造槽形天线(诸如图2A至图2D中的槽形天线)的示例性过程的流程图,该槽形天线通过以下操作形成:在封装基板中布置导电槽,以及将该导电槽耦合到金属化层中作为天线馈线的相应金属互连件;

[0018] 图5A至图5E例示了在制造具有集成槽形天线的封装基板期间的示例性制造阶段,包括但不限于图2A至图2D中的封装基板;

[0019] 图6A和图6B是例示用于制造具有集成槽形天线的封装基板的示例性过程的流程图,包括但不限于图2A至图2D中且根据图5A至5E中的制造阶段的封装基板;

[0020] 图7是包括在一个或多个RFIC封装中提供的RF组件的示例性无线通信设备的框图,该RFIC封装采用具有集成槽形天线的封装基板,包括但不限于图2A至图2D中并且根据图4至图6B中的任何制造过程的封装基板;并且

[0021] 图8是包括在一个或多个RFIC封装中提供的RF组件的示例性基于处理器的系统的框图,该RFIC封装采用具有集成槽形天线的封装基板,包括但不限于图2A至图2D中并且根据图4至图6B中的任何制造过程的封装基板。

具体实施方式

[0022] 现在参照附图,描述本公开的若干示例性方面。措辞“示例性”在本文中用于意指“用作示例、实例、或例示”。本文中被描述为“示例性的”任何方面未必被解释为比其它方面优选或具有优势。

[0023] 详细描述中所公开的各方面包括采用集成槽形天线的封装基板。还公开了相关集成电路(IC)封装和制造方法。作为示例,封装基板可以作为IC封装的一部分被提供,该IC封装包括射频(RF) IC (RFIC) 芯片中的RFIC管芯以支持RF通信。例如,RFIC管芯可以在耦合到封装基板的IC管芯层中被提供。封装基板包括一个或多个金属化层,每个金属化层包括金属互连件以与RFIC管芯路由信号。例如,封装基板可以包括无芯金属化基板,该无芯金属化基板包括更多的金属化层。在示例性方面,封装基板包括一个或多个槽形天线,每个槽形天

线由布置在该封装基板的一个或多个金属化层中的槽形成并且可耦合到RFIC管芯以接收和辐射RF信号。该槽形天线包括布置在该封装基板中的至少一个金属化层中的导电槽。作为示例,导电槽可以完全穿过封装基板并且在与封装基板中的金属化层的平面正交的方向上延伸。为了形成导电槽,可以在金属化层中形成槽,从而在该槽内的金属化层中形成一个或多个内侧壁。然后,可以将金属材料布置在槽的内侧壁上以在该槽中形成一个或多个分开的天线元件,这些天线元件彼此未物理耦合。因此,在槽内形成的分开的天线元件在结构和设计上可类似于贴片天线。该封装基板中的金属化层中的金属互连件耦合到该导电槽以向该槽形天线提供天线馈线。例如,布置在封装基板中的金属化层中的槽可暴露金属互连件的侧壁,由于金属材料布置在槽的内侧壁上,该金属互连件的侧壁将导电地耦合到导电槽以形成天线馈线。耦合到天线馈线的天线元件可被电磁地耦合到形成在导电槽中的其他天线元件以提供槽形天线。

[0024] 以此方式,将槽形天线集成到布置在IC封装的封装基板中的槽中可以减小IC封装中提供天线所需的面积。例如,将槽形天线集成在封装基板中可以消除对于在IC封装中提供包含用于提供天线的天线元件的分开的天线基板的需要。替换地,除了在IC封装中的天线基板中提供的天线元件之外,可采用布置在封装基板中的槽形天线来提供附加天线元件。例如,将槽形天线集成在布置在封装基板中的槽中可以促成与包括在分开天线基板中的其他贴片天线的取向正交的取向,以支持不同期望方向上的辐射模式,以达成定向RF性能。

[0025] 在讨论包括包含一个或多个集成槽形天线(该集成槽形天线由布置在封装基板中的相应导电槽形成以支持RF通信)的封装基板的IC封装之前,首先参照图1A和图1B描述在其封装基板中不包括集成槽形天线的RFIC封装100形式的IC封装。下面从图2A开始讨论包括包含一个或多个集成槽形天线的封装基板的IC封装的示例,该一个或多个集成槽形天线由布置在封装基板中的相应导电槽形成以支持RF通信。

[0026] 就此而言,图1A和图1B分别是RFIC封装100的侧视图和底视图,该RFIC封装包括支撑用于支持RF通信的贴片和偶极天线元件的天线基板102。如图1A中所示,RFIC封装100包括IC管芯层106,该IC管芯层布置在水平X-Y水平面中并且包括RFIC管芯108,该RFIC管芯包括经封装的RF收发机IC。RFIC管芯108还可包括功率管理IC(PMIC)。IC管芯层106被安装到封装基板110,以向IC管芯层106提供支撑结构,并且还提供互连结构以用于将RFIC管芯108耦合到RFIC封装100中的其他组件和电路。电磁干扰(EMI)屏蔽件109布置在RFIC管芯108和IC管芯层106中的其他组件周围。在该示例中,封装基板110包括与IC管芯层106相邻的金属化基板112。金属化基板112包括多个基板金属化层114,每个基板金属化层包括形成在其中的金属互连件116(例如,焊盘、垂直互连通路(通孔)、迹线、线)以用于提供促成互连的互连结构,以在RFIC管芯108和RFIC封装100中的其他组件和电路之间提供电接口。管芯互连件118将RFIC管芯108耦合到金属化基板112中的金属互连件116。金属化基板112可以是无芯基板。基板金属化层114可形成为层叠在一起的分开的基板层以形成金属化基板112。基板金属化层114中的一个或多个基板金属化层也可形成为再分布层(RDL)。在该示例中,金属化基板112耦合到芯基板120以作为封装基板110的一部分。芯基板(诸如芯基板120)是通常较厚并且由坚硬的介电材料制成以防止或减少RFIC封装100中的翘曲的基板。芯基板120还包括一个或多个金属化层122,该一个或多个金属化层包括耦合到垂直互连通路(通孔)126

(例如,金属焊柱)的金属互连件124,该通路耦合到相邻金属化基板112中的金属互连件116以提供金属化基板112与芯基板120之间的电连通性。

[0027] 继续参照图1A,RFIC封装100中的封装基板110还包括天线基板102。在该示例中,天线基板102耦合到芯基板120以使得芯基板120在Z轴方向上布置在天线基板102与金属化基板112之间。天线基板102还包括一个或多个金属化层128,该一个或多个金属化层包括金属互连件130,该金属互连件耦合到通孔132,该通孔耦合到芯基板120中的金属互连件124。在该示例中,天线基板102包括四(4)个天线元件134(1)-134(4),这些天线元件通过天线元件134(1)-134(4)与相应金属化基板112、芯基板120和天线基板102中的金属互连件116、124、130之间的互连来电耦合到RFIC管芯108。在该示例中,每个天线元件134(1)-134(4)包括与芯基板120相邻的偶极天线136(1)-136(4)以及布置在相应偶极天线136(1)-136(4)下方的贴片天线138(1)-138(4)。这是为了提供不同的定向RF性能。例如,贴片天线138(1)-138(4)可以是薄型结构,这些薄型结构具有主要在RFIC封装100中的X轴方向上的相应辐射模式方向140(1)-140(4),如图1B所示。偶极天线136(1)-136(4)的辐射模式方向142(1)-142(4)可以主要在RFIC封装100中的Y轴方向上,如图1B中所示。然而,偶极天线136(1)-136(4)和贴片天线138(1)-138(4)都不能提供在RFIC封装100的Z轴方向上取向的辐射模式。因此,这可能需要在RFIC封装100的未示出的其他区域中布置附加天线元件以提供期望RF定向性能。然而,这可能是以增加RFIC封装100大小和复杂度为代价的,这对于某些应用而言可能是不期望的或不可行的。

[0028] 图2A和图2B分别是包括封装基板202的示例性IC封装200的侧视图和底视图,该封装基板具有一个或多个集成槽形天线204以支持RF信号通信。在该示例中,如图2A和图2B所示,四(4)个槽形天线204(1)-204(4)布置在封装基板202中并且集成在该封装基板中。例如,槽形天线204(1)-204(4)可被设计用于毫米波(mmWave)接收,包括第五代(5G)新空口(NR)频谱中的RF信号。应注意,IC封装200不限于具有少于或多于四(4)个槽形天线204。在此示例中,槽形天线204(1)-204(4)布置在封装基板202的金属化基板206、芯基板208和天线基板210中并且被布置成穿过这些基板。在此示例中,槽形天线204(1)-204(4)由布置在金属化基板206、芯基板208和天线基板210中的相应导电槽212(1)-212(4)形成,该相应导电槽通过相应天线馈线214(1)、214(2)(参见图2A)耦合到RFIC管芯216以支持RF通信。在一示例中,导电槽是布置在具有给定内部宽度(例如,内径或内部距离)的基板中的物理槽(例如,孔),并且通常在与内部宽度或内径正交的长度方向上伸长。金属材料至少部分地布置在槽的一个或多个内侧壁或表面上以形成导电槽。例如,槽可以是具有内径的圆柱形孔,其中金属材料布置在孔的内壁的至少一部分(至少多部分)上。在该示例中,如图2A所示,与X轴方向相比,由导电槽212(1)、212(2)形成的槽形天线204(1)、204(2)在Y轴方向上伸长。在该示例中,槽形天线204(3)、204(4)在与槽形天线204(1)、204(2)的伸长方向正交的X轴方向上伸长。RFIC管芯216可通过天线馈线214(1)-214(4)向相应导电槽212(1)-212(4)辐射RF信号,以从IC封装200外部空中辐射RF信号。

[0029] 如图2A中所示,RFIC封装200在该示例中包括IC管芯层218,该IC管芯层布置在水平X-Y水平面上并且包括IC芯片中的RFIC管芯216,该RFIC管芯包括经封装的RF收发机IC。IC管芯层218还可包括IC芯片中的PMIC管芯220。IC管芯层218被安装到封装基板202或形成在该封装基板上,以向IC管芯层218提供支撑结构,并且还提供互连结构以用于将RFIC管芯

216和PMIC管芯220耦合到IC封装200中的其他组件和电路。EMI屏蔽件222布置在IC管芯层218中的RFIC管芯216和PMIC管芯220周围。

[0030] 在该示例中,图2A中所示出的天线馈线214(1)、214(2)是形成在金属化基板206中的基板金属化层226(也被称为“金属化层226”)中的金属互连件224(例如,焊盘、竖直互连通路(通孔)、迹线、金属线)。在该示例中,导电槽212(1)-212(4)在示为Z轴方向的方向上完全穿过包括金属化层226的封装基板202延伸,该Z轴方向与金属化基板206、芯基板208和天线基板210的X-Y轴平面正交。如将在下文更详细讨论的,并且如在图2B中的IC封装200的底视图中所示,导电槽212(1)-212(4)是由彼此未物理耦合的分开的天线元件的槽228(1)-228(4)形成的。在槽内形成的分开的天线元件在结构和设计上可类似于贴片天线。作为图2A中所示的相应天线馈线214(1)、214(2)的金属互连件224耦合到导电槽212(1)、212(2)的天线元件中的一个天线元件,该天线元件可电磁耦合到在其相应导电槽212(1)、212(2)中形成的其他天线元件以提供槽形天线204(1)、204(2)。

[0031] 以此方式,被集成到IC封装200的封装基板202(包括金属化基板206)中的槽形天线204(1)-204(4)可以减小IC封装200中提供天线所需的面积。例如,将槽形天线204(1)-204(4)集成在封装基板202中可消除在IC封装200中提供分开的天线基板(如天线基板210)以提供天线的需要。替换地,如图2A和图2B中的IC封装200所示,封装基板202中的槽形天线204(1)-204(4)可被采用以提供除了在IC封装200中的天线基板210中提供的天线元件之外的附加天线元件。例如,将槽形天线204(1)-204(4)集成在封装基板202中可促成与天线基板210中包括的其他贴片天线230(1)-230(4)的取向(例如,X轴取向和Y轴取向)正交的取向(例如,Y轴取向和Z轴取向),以支持在不同期望方向上的辐射模式,从而实现定向RF性能。

[0032] 图2C是图2A中的封装基板202的特写横截面侧视图,其例示了封装基板202和形成在该封装基板202中的槽形天线204的进一步示例性细节。封装基板202包括与图2A中的IC管芯层218相邻的金属化基板206。金属化基板206包括多个基板金属化层226,每个基板金属化层包括形成在其中的相应导电金属互连件224(例如,焊盘、竖直互连通路(通孔)、迹线、金属线)以用于提供促成互连的导电互连结构,以在图2A中的IC封装200中的RFIC管芯216与IC管芯层218中的其他组件和电路之间提供电接口。通孔225(1)-225(6)形成在相应基板金属化层226(1)-226(6)中以在它们的金属互连件224(1)-224(6)之间提供互连。在该示例中,金属化基板206包括六(6)个基板金属化层226(1)-226(6),每个基板金属化层包括相应金属互连件224(1)-224(6)以促成芯基板208与IC管芯层218之间的电互连。金属化基板206可以是无芯基板。基板金属化层226(1)-226(6)可形成层叠在一起的分开的基板层以形成金属化基板206。基板金属化层226(1)-226(6)中的一者或多者也可形成为RDL。在此示例中,金属化基板206耦合到芯基板208。芯基板(诸如芯基板208)是通常较厚并且由坚硬的介电材料制成以防止或减少翘曲的基板。芯基板208还包括一个或多个芯金属化层232(也被称为“金属化层232”),该一个或多个芯金属化层还可以包括耦合到通孔234(例如,金属焊柱)的金属互连件,该通孔耦合到金属化基板206中的相邻基板金属化层226(6)中的金属互连件224(6),以在金属化基板206与芯基板208之间提供电连通性。

[0033] 继续参照图2C,在该示例中,封装基板202还包括可任选的天线基板210。在该示例中,天线基板210耦合到芯基板208以使得芯基板208在Z轴方向上布置在天线基板210与金属化基板206之间。天线基板210还包括一个或多个金属化层236,每个金属化层包括金属互

连件238 (例如,焊盘、竖直互连通路(通孔)、迹线、金属线),该金属互连件可耦合到通孔240、240(1)并且耦合到芯基板208中的通孔234。在该示例中,天线基板210包括六(6)个金属化层236(1)-236(6)。在该示例中,天线基板210包括四(4)个天线元件242(1)-242(4),这些天线元件通过天线元件242(1)-242(4)与金属互连件238(1)-238(6)之间的互连、芯基板208中的通孔234、和金属化基板206中的金属互连件224(1)-224(6)电耦合到图2A中的RFIC管芯216。在该示例中,每个天线元件242(1)-242(4)包括布置在作为与芯基板208相邻的基板天线层的金属化层236(5)中的偶极天线244(1)-244(4)。天线元件242(1)-242(4)还包括布置在金属化层236(6)中的贴片天线230(1)-230(4),该金属化层作为在Z轴方向上与相应偶极天线244(1)-244(4)相邻且在其下方布置的基板天线层。这是为了提供不同的定向RF性能。例如,贴片天线230(1)-230(4)可以是薄型结构,该薄型结构具有主要在X轴方向上的相应辐射模式方向,如图2C所示。偶极天线244(1)-244(4)的辐射模式方向可以主要在Y轴方向上,如图2C中所示。然而,偶极天线244(1)-244(4)和贴片天线230(1)-230(4)都不能提供如由槽形天线204(1)-204(4)所提供的在封装基板202的Z轴方向上取向的辐射模式。

[0034] 图2D是图2A和图2C中的封装基板202的另一特写横截面侧视图,以例示和讨论图2A中的IC封装200中的槽形天线204(1)-204(4)的进一步示例性细节。应注意,在图2D中,仅示出了槽形天线204(1)。然而,下面关于槽形天线204(1)的示例性细节的讨论也可同样适用于图2B中的槽形天线204(2)-204(4)。

[0035] 就此而言,在该示例中,参照图2D并且使用槽形天线204(1)作为示例,该槽形天线204(1)包括由槽246(1)形成的穿过整个封装基板202延伸的导电槽212(1)。这也在图3中的导电槽212(1)的顶视图中示出。在该示例中,槽246(1)在Z轴方向上延伸穿过金属化基板206、芯基板208和天线基板210。如图2D所示,槽246(1)在与金属化基板206中的金属化层226的平面(X-Y平面)正交的高度或Z轴方向上伸长。如图3所示,槽246(1)也在与金属化基板206中的金属化层226的平面(X-Y平面)平行的深度或Y轴上伸长。因此,槽246(1)在Y-Z平面中伸长,如图2D和图3所示。然而,应注意,不需要槽246(1)延伸穿过整个封装基板202,包括金属化基板206的基板金属化层226(1)-226(6)中的每个基板金属化层、芯基板208的芯金属化层232和/或天线基板210的金属化层236(1)-236(6)中的每个金属化层。例如,延伸穿过整个封装基板202的槽246(1)可以仅延伸穿过金属化基板206、芯基板208和/或天线基板210的金属化层226、232、236的一部分或全部。在此示例中,在封装基板202中形成的槽246(1)形成侧壁248(1)、248(2)。这是由于槽246(1)在Z轴方向上延伸穿过整个封装基板202,从而在封装基板202中的彼此相对侧处、在槽246(1)的第一端252(1)和与第一端252(1)相对的第二端252(2)处形成第一开口250(1)和第二开口250(2)。在该示例中,由于穿过封装基板202形成槽246(1),在金属化基板206中形成开口250(1),并且在天线基板210中形成第二开口250(2)。金属材料254(1)、254(2)布置在通过穿过封装基板202形成槽246(1)而形成的相应侧壁248(1)、248(2)上以形成导电侧壁258(1)、258(2)。例如,金属材料254(1)、254(2)可以是铜。此外,作为示例,也可以在金属材料254(1)、254(2)上镀覆金属镀层材料(诸如NiAu(镍金)),以保护金属材料254(1)、254(2)表面不被氧化。在此示例中,金属材料254(1)不接触金属材料254(2),并且由于槽246(1)是具有分开侧壁248(1)、248(2)的开口250(1)、250(2)的开口槽。在该示例中,导电侧壁258(1)、258(2)形成类贴片天线的相应天线元件260(1)、260(2)。例如,当金属材料254(1)、254(2)布置在相应侧壁248(1)、248(2)上

时,弯曲的类金属贴片天线元件260(1)、260(2)(图3中所示)在该示例中形成在槽246(1)的在Z轴方向上穿过封装基板202延伸的每一侧上。

[0036] 当在封装基板202中形成槽246(1)时,可暴露(诸如在金属化基板206中的)金属互连件224。金属化基板206可被设计成使得当形成槽246(1)时,金属互连件224接近并且暴露于侧壁248(2)。以此方式,布置在侧壁248(2)上的金属材料254(2)将导电地耦合到所暴露金属互连件224,使得金属互连件224可形成天线馈线214。例如,金属互连件224作为天线馈线214可随后导电地耦合通过金属化基板层226并耦合到图2A中的RFIC管芯216。以此方式,导电槽212(1)形成用于RFIC管芯216的天线。在该示例中,天线元件260(1)的金属材料254(1)不与作为天线馈线214的金属互连件224直接接触。这也在图3中的导电槽212(1)的顶视图中示出。然而,例如,当由导电槽212(1)形成的天线元件260(2)通过来自RFIC管芯216的电流供电时,与天线元件260(2)相邻的天线元件260(1)可电磁(EM)耦合到天线元件260(2)。以此方式,导电槽212(1)的天线元件260(1)、260(2)形成可通过金属化基板206耦合到RFIC管芯216的天线,而不必像图2D中的天线基板210那样在天线基板中布置分开的天线元件。

[0037] 注意,尽管封装基板202包括分开的天线基板210,但这不是所要求的。在此示例中提供了分开的天线基板210,如先前所论述,以支持其他天线。另外应注意,在该示例中,导电槽212(1)延伸穿过金属化基板206、芯基板208和天线基板210中的每一者。这不是必需的。导电槽212(1)可部分地布置在封装基板202中。例如,导电槽212(1)可以部分地或完全地布置在金属化基板206、芯基板208和天线基板210中的一者或多者中。另外,天线馈线214可作为金属互连件提供在芯基板208中,或者可作为金属互连件234提供在天线基板210中。此外,导电槽212(1)可以具有由金属化基板206、芯基板208和/或天线基板210中的金属互连件224、234形成的多个天线馈线。

[0038] 存在将槽形天线集成到封装基板中的各种方式,可以形成和制造诸如集成在图2A至2D中的IC封装200中的封装基板202中的槽形天线204(1)-204(4)。图4是例示用于制造集成在封装基板诸如图2A至图2D中的IC封装200中的封装基板202中的槽形天线诸如槽形天线204(1)-204(4)的示例性过程400的流程图。作为示例,关于图2A至图2D中的封装基板202来讨论图4中的过程400。

[0039] 就此而言,过程400包括:形成一个或多个金属化层226(1)-226(6)、232、236(1)-236(6),每个金属化层包括一个或多个相应金属互连件224、234、238(图4中的框402)。应注意,所形成金属化层可包括来自相应金属化基板206、芯基板208和天线基板210中的金属化层226(1)-226(6)、232、236(1)-236(6)中的任一或全部金属化层的金属化层。然后,过程400包括:形成布置在一个或多个基板金属化层226(1)-226(6)、232、236(1)-236(6)之中的至少一个金属化层226、232、236中的导电槽212,以形成槽形天线204(图4中的框404)。然后,过程400包括:将至少一个天线馈线214耦合到导电槽212,该至少一个天线馈线包括在至少一个金属化层226、232、236的一个或多个金属互连件224之中的至少一个金属互连件224(图4中的框406)。

[0040] 其他制造方法也是可能的。例如,图5A至图5E分别例示了在制造具有集成槽形天线的封装基板期间的示例性制造阶段500A至500E,包括但不限于图2A至图2D中的封装基板202中的槽形天线204(1)-204(4)。图6A和图6B是例示用于根据图5A至图5E中的制造阶段

500A至500E来制造具有集成槽形天线的封装基板的示例性过程600的流程图。现在将关于图2A至图2D中的封装基板202作为示例来讨论根据图6A至图6B中的示例性制造过程600的图5A至图5E中的制造阶段500A至500E。

[0041] 就此而言,图6A中的过程600中的第一示例性步骤是要形成芯基板208(图6A中的框602)。这在图5A中的示例性制造阶段500A中示出。芯基板208可由介电层504中的强介电材料502形成,该介电层具有期望硬度以抵抗弯曲或翘曲。在介电层504中形成金属互连件234以支撑金属互连件以及和芯基板208接触布置的其他基板。

[0042] 在图6A中的过程600中的下一示例性步骤中,在芯基板208上形成相应金属化基板206和天线基板210的基板金属化层226和金属化层236,如图5B中的示例性制造阶段500B中所示(图6A中的框604)。附加的基板金属化层226(2)、226(3)和金属化层236(2)、236(3)形成在芯基板208上的先前形成的基板金属化层226和金属化层236上,直到金属化基板206和天线基板210由期望数目个基板金属化层226和金属化层236形成,如制造阶段500C中所示(图6C中的框606)。可根据需要形成任何数目的基板金属化层226和金属化层236以形成金属化基板206和天线基板210。例如,金属化基板206和天线基板210的金属化层226和金属化层236可被形成为分开的层,这些分开的层被形成和层叠到芯基板208和/或彼此。另选地,可通过形成RDL来形成金属化层226和金属化层236中的一些或全部金属化层。

[0043] 过程600中的下一示例性步骤涉及在通过图6A中的过程步骤602至606(如在图5A至图5C中的制造阶段500A至500C中所示)形成的封装基板202中形成槽246(1)-246(4)。如先前所讨论的,在此示例中,在Z轴方向上在封装基板202中和/或穿过封装基板202形成槽246(1)-246(4)以形成导电槽212(1)-212(4),以形成集成天线元件以在IC封装200中提供天线。如图5D中的制造阶段500D所示,槽246(1)-246(4)可以使用钻子506在封装基板202中钻出开口来形成(图6B中的框608)。钻子506的钻头508可以与要在封装基板202中形成的槽246(1)-246(4)的期望位置对准。然后可以为钻子506供电以使钻头508向下旋转到封装基板202中,以在封装基板202中形成槽246(1)-246(4)。

[0044] 然后,如先前所讨论的并且如图5B中的制造阶段500E中所示,在封装基板中形成导电槽212(1)、212(2)(图6B中的框610)。在图2A至图2D中的封装基板202中,实际上存在四个导电槽212(1)-212(4)。然而,在图5E的制造阶段500E中仅示出了导电槽212(1)、212(2)。金属材料254(1)-254(4)布置在导电槽212(1)、212(2)中以形成导电侧壁258(1)-258(4)。例如,金属材料254(1)-254(4)可以是铜。此外,作为示例,也可在相应金属材料254(1)-254(4)上镀覆金属镀层材料510(1)-510(4)(诸如NiAu(镍金)),以保护金属材料254(1)-254(4)表面不被氧化。当在封装基板202中形成槽246(1)、246(2)时,可暴露(诸如在金属化基板206中的)金属互连件224。金属化基板206可被设计成使得当形成槽246(1)、246(2)时,金属互连件224接近并且暴露于侧壁248(2)、248(3)。以此方式,布置在侧壁248(2)、248(3)上的金属材料254(2)、254(3)将导电地耦合到所暴露金属互连件224,使得金属互连件224可形成天线馈线214(1)、214(2)。以此方式,导电槽212(1)、212(2)形成用于图2A中的RFIC管芯216的槽形天线204(1)、204(2)。

[0045] 应注意,以上所讨论的槽形天线可被形成并且布置在槽中,该槽布置在封装基板(诸如图2A中的封装基板202)的任何金属化层中。可在金属化基板中与IC管芯层诸如IC管芯层218、芯基板诸如芯基板208和天线基板诸如天线基板210相邻地形成和布置槽形天线。

[0046] 可以在包括RFIC封装的IC封装中提供以支持RF信号通信的具有一个或多个集成槽形天线的封装基板(包括但不限于图2A至图2D中以及根据图4至图6B中的任何制造过程的封装基板)可以在任何无线通信设备和/或基于处理器的设备中被提供或被集成到上述设备中。不作为限定的示例包括:机顶盒、娱乐单元、导航设备、通信设备、固定位置数据单元、移动位置数据单元、全球定位系统(GPS)设备、移动电话、蜂窝电话、智能电话、会话发起协议(SIP)电话、平板设备、平板手机、服务器、计算机、便携式计算机、移动计算设备、可穿戴计算设备(例如,智能手表、健康或健身跟踪器、眼镜,等等)、台式计算机、个人数字助理(PDA)、监视器、计算机监视器、电视机、调谐器、无线电、卫星无线电、音乐播放器、数字音乐播放器、便携式音乐播放器、数字视频播放器、视频播放器、数字视频碟(DVD)播放器、便携式数字视频播放器、汽车、交通工具组件、航空电子系统、无人机、以及多旋翼飞行器。

[0047] 图7例示了包括从一个或多个IC 702形成的RF组件的示例性无线通信设备700,其中任何IC 702可被包括在RFIC封装703中,该RFIC封装采用具有一个或多个集成槽形天线的封装基板来支持RF信号通信,包括但不限于图2A至图2D中以及根据图4至图6B中的任何制造过程的封装基板。作为示例,无线通信设备700可包括或被提供在任何上述设备中。如图7所示,无线通信设备700包括收发机704和数据处理器706。数据处理器706可包括存储器以存储数据和程序代码。收发机704包括支持双向通信的发射机708和接收机710。一般而言,无线通信设备700可包括用于任何数目的通信系统和频带的任何数目的发射机708和/或接收机710。收发机704的全部或一部分可被实现在一个或多个模拟IC、RFIC、混合信号IC等上。

[0048] 可利用超外差式架构或直接变频式架构来实现发射机708或接收机710。在超外差式架构中,信号在RF与基带之间多级变频,例如对于接收机710而言,在一级中从RF到中频(IF),然后在另一级中从IF到基带。在直接变频式架构中,信号在一级中在RF和基带之间变频。超外差式以及直接变频式架构可以使用不同的电路块和/或具有不同的要求。在图7中的无线通信设备700中,发射机708和接收机710是利用直接变频式架构来实现的。

[0049] 在发射路径中,数据处理器706处理要被发射的数据并且向发射机708提供I和Q模拟输出信号。在示例性无线通信设备700中,数据处理器706包括数模转换器(DAC)712(1)、712(2)以将由数据处理器706生成的数字信号转换成I和Q模拟输出信号(例如,I和Q输出电流)以供进一步处理。

[0050] 在发射机708内,低通滤波器714(1)、714(2)分别对I和Q模拟输出信号进行滤波以移除由在前的数模转换引起的不期望信号。放大器(AMP)716(1)、716(2)分别放大来自低通滤波器714(1)、714(2)的信号并且提供I和Q基带信号。上变频器718通过混频器720(1)、720(2)利用来自发射(TX)本地振荡器(LO)信号发生器722的I和Q TX LO信号来上变频I和Q基带信号,以提供经上变频信号724。滤波器726对经上变频信号724进行滤波以移除由上变频引起的不期望信号以及接收频带中的噪声。功率放大器(PA)728放大来自滤波器726的经上变频信号724,以获得期望输出功率电平并且提供发射RF信号。发射RF信号被路由经过双工器或开关730并且经由天线732被发射。

[0051] 在接收路径中,天线732接收由基站发射的信号并且提供接收到的RF信号,该接收到的RF信号被路由经过双工器或开关730并且被提供到低噪声放大器(LNA)734。双工器或开关730被设计成利用特定的接收(RX)与TX双工器频率分隔来操作,使得RX信号与TX信号

隔离。接收到的RF信号由LNA 734放大并且由滤波器736滤波,以获得期望RF输入信号。下变频混频器738(1)、738(2)将滤波器736的输出与来自RX LO信号发生器740的I和Q RX LO信号(即,LO_I和LO_Q)进行混频以生成I和Q基带信号。I和Q基带信号由AMP 742(1)、742(2)放大并且进一步由低通滤波器744(1)、744(2)滤波以获得I和Q模拟输入信号,该I和Q模拟输入信号被提供到数据处理器706。在该示例中,数据处理器706包括模数转换器(ADC)746(1)、746(2)以将模拟输入信号转换成要进一步由数据处理器706处理的数字信号。

[0052] 在图7的无线通信设备700中,TX LO信号发生器722生成用于上变频的I和Q TX LO信号,而RX LO信号发生器740生成用于下变频的I和QRX LO信号。每个LO信号是具有特定基频的周期性信号。TX锁相环(PLL)电路748从数据处理器706接收定时信息,并且生成用于调整来自TX LO信号发生器722的TX LO信号的频率和/或相位的控制信号。类似地,RX PLL电路750从数据处理器706接收定时信息,并且生成用于调整来自RX LO信号发生器740的RX LO信号的频率和/或相位的控制信号。

[0053] 图8例示了基于处理器的系统800的示例。基于处理器的系统800的组件是IC 802。基于处理器的系统800中的IC 802中的一些或全部IC可提供为IC封装804,该IC封装采用具有一个或多个集成槽形天线的封装基板来支持RF信号通信,包括但不限于图2A至图2D中以及根据图4至图6B中的制造过程中的任一者以及根据本文所公开的任何方面的封装基板。在该示例中,基于处理器的系统800可被形成为IC封装804,作为片上系统(SoC)806。基于处理器的系统800包括CPU 808,该CPU包括一个或多个处理器810,这些处理器还可被称为CPU内核或处理器内核。CPU 808可具有被耦合至CPU 808以用于对临时存储的数据进行快速访问的高速缓存存储器812。CPU 808耦合到系统总线814,并且可将被包括在基于处理器的系统800中的主设备和从设备相互耦合。如众所周知的,CPU 808通过在系统总线814上交换地址、控制和数据信息来与这些其他设备通信。例如,CPU 808可向作为从设备的示例的存储器控制器816传达总线事务请求。尽管在图8中未示出,但可提供多个系统总线814,其中每个系统总线814构成不同的结构。

[0054] 其他主设备和从设备可被连接到系统总线814。如图8中所例示的,作为示例,这些设备可包括包含存储器控制器816和存储器阵列818的存储器系统820、一个或多个输入设备822、一个或多个输出设备824、一个或多个网络接口设备826、以及一个或多个显示控制器828。存储器系统820、一个或多个输入设备822、一个或多个输出设备824、一个或多个网络接口设备826、以及一个或多个显示控制器828中的每一者可被提供在相同或不同的IC封装中。输入设备822可包括任何类型的输入设备,包括但不限于输入键、开关、语音处理器等。输出设备824可包括任何类型的输出设备,包括但不限于音频、视频、其他视觉指示器等。网络接口设备826可以是被配置成允许往来于网络830的数据交换的任何设备。网络830可以是任何类型的网络,包括但不限于有线或无线网络、私有或公共网络、局域网(LAN)、无线局域网(WLAN)、广域网(WAN)、BLUETOOTH™网络、以及因特网。网络接口设备826可被配置成支持所期望的任何类型的通信协议。

[0055] CPU 808还可被配置成通过系统总线814访问显示控制器828以控制发送给一个或多个显示器832的信息。显示控制器828经由一个或多个视频处理器834向显示器832发送要显示的信息,该视频处理器将要显示的信息处理成适于显示器832的格式。作为示例,显示控制器828和视频处理器834可被包括作为IC封装804和相同或不同IC封装,并且在包含CPU

808的相同或不同IC封装中。显示器832可包括任何类型的显示器,包括但不限于阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、等离子显示器、发光二极管(LED)显示器等。

[0056] 本领域技术人员将进一步领会,结合本文所公开的诸方面描述的各种例示性逻辑块、模块、电路和算法可被实现为电子硬件、存储在存储器中或另一计算机可读介质中并由处理器或其他处理设备执行的指令、或这两者的组合。本文中所公开的存储器可以是任何类型和大小的存储器,并且可被配置成存储所期望的任何类型的信息。为了清楚地示出这种互换性,上文围绕各种例示性的组件、方框、模块、电路和步骤的功能,已经对它们进行了一般性描述。此类功能性如何被实现取决于具体应用、设计选择、和/或加诸于整体系统上的设计约束。本领域技术人员可以针对每个特定应用以不同的方式实施所描述的功能,但是这样的实施方式决定不应被解释为导致背离本公开的范围。

[0057] 结合本文中所公开的各方面描述的各种例示性逻辑块、模块、以及电路可用被设计成执行本文所描述的功能的处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件组件、或其任何组合来实现或执行。处理器可以是微处理器,但在替换方案中,处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合(例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP内核协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置)。

[0058] 本文中所公开的各方面可被实施在硬件和存储在硬件中的指令中,并且可驻留在例如随机存取存储器(RAM)、闪存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦可编程ROM(EEPROM)、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM、或本领域中所知的任何其它形式的计算机可读介质中。示例性的存储介质耦合至处理器,从而使处理器能够从该存储介质读取信息以及向该存储介质写入信息。在替代方案中,存储介质可与处理器集成在一起。处理器和存储介质可以驻留在ASIC中。ASIC可驻留在远程站中。在替换方案中,处理器和存储介质可作为分立组件驻留在远程站、基站或服务器中。

[0059] 还注意到,本文任何示例性方面中所描述的操作步骤是为了提供示例和讨论而被描述的。所描述的操作可按除了所示出的顺序之外的众多不同顺序来执行。此外,在单个操作步骤中描述的操作实际上可在多个不同步骤中执行。另外,可组合示例性方面中讨论的一个或多个操作步骤。将理解,如对本领域技术人员将显而易见的,可对在流程图中示出的操作步骤进行众多不同的修改。本领域技术人员将同样理解,可使用多种不同的技术和工艺来表示信息和信号。例如,在遍及上文的描述中提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以通过电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或者其任何组合来表示。

[0060] 提供本公开的先前描述以使本领域的任何技术人员能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对于本领域技术人员将是显而易见的,并且本文中所定义的普适原理可被应用于其他变形。因此,本公开不旨在受限于本文描述的示例和设计,而是要符合与本文所公开的原则和新颖性特征相一致的最宽的范围。

[0061] 在以下经编号方面/条款中描述了各实现示例:

[0062] 1. 一种封装基板,包括:

[0063] 一个或多个金属化层,该一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件;

和

[0064] 槽形天线,该槽形天线包括:

[0065] 导电槽,该导电槽布置在该一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中;和

[0066] 耦合到该导电槽的至少一个天线馈线,该至少一个天线馈线包括该一个或多个金属互连件之中的至少一个金属互连件。

[0067] 2. 根据条款1所述的封装基板,其中该导电槽被配置成辐射从该至少一个天线馈线接收到的射频 (RF) 信号。

[0068] 3. 根据条款1和2中任一项所述的封装基板,其中:

[0069] 该导电槽包括:

[0070] 槽,该槽包括布置在该至少一个金属化层中的至少一个侧壁;和

[0071] 布置在该至少一个侧壁上的金属材料;并且

[0072] 该至少一个金属化层的该一个或多个金属互连件中的该至少一个金属互连件耦合到该金属材料。

[0073] 4. 根据条款3所述的封装基板,其中该槽沿与该至少一个金属化层的平面平行的轴伸长;

[0074] 该导电槽被配置成在与该槽的伸长方向正交的方向上辐射射频 (RF) 信号。

[0075] 5. 根据条款1至4中任一项所述的封装基板,其中:

[0076] 该导电槽包括槽,该槽包括:

[0077] 第一导电侧壁,该第一导电侧壁包括:

[0078] 布置在该至少一个金属化层中的第一侧壁;和布置在该第一侧壁上的第一金属材料;和

[0079] 第二导电侧壁,该第二导电侧壁包括:

[0080] 布置在该至少一个金属化层中的第二侧壁,该第二侧壁与该第一侧壁相邻;和

[0081] 布置在该第二侧壁上的第二金属材料;并且

[0082] 该至少一个金属化层的该一个或多个金属互连件中的该至少一个金属互连件耦合到该第一金属材料。

[0083] 6. 根据条款5所述的封装基板,其中该第一金属材料未物理耦合到该第二金属材料。

[0084] 7. 根据条款5和6中任一项所述的封装基板,其中该第二导电侧壁被配置成响应于射频 (RF) 信号而电磁耦合到该第一导电侧壁。

[0085] 8. 根据条款1至7中任一项所述的封装基板,其中该导电槽包括:

[0086] 第一端,该第一端与该一个或多个金属化层中的第一开口相邻布置;和

[0087] 与该第一端相对的第二端,该第二端与该一个或多个金属化层中的第二开口相邻。

[0088] 9. 根据条款1至8中任一项所述的封装基板,其中:

[0089] 该一个或多个金属化层各自在第一轴上伸长;并且

[0090] 该导电槽在与该第一轴正交的方向上布置在该至少一个金属化层中。

[0091] 10. 根据条款1至9中任一项所述的封装基板,其中:

[0092] 该一个或多个金属化层包括多个金属化层;并且

- [0093] 该导电槽布置在该多个金属化层之中的至少两(2)个金属化层中。
- [0094] 11. 根据条款1至10中任一项所述的封装基板,其中:
- [0095] 该一个或多个金属化层包括多个金属化层;并且
- [0096] 该导电槽穿过该多个金属化层之中的每个金属化层布置。
- [0097] 12. 根据条款1至11中任一项所述的封装基板,进一步包括金属化基板,该金属化基板包括该一个或多个金属化层,该一个或多个金属化层各自包括该一个或多个金属互连件。
- [0098] 13. 根据条款12所述的封装基板,进一步包括与该金属化基板相邻布置的芯基板,
- [0099] 该芯基板包括芯金属化层,该芯金属化层包括耦合到该金属化基板中的该一个或多个金属互连件的一个或多个金属互连件。
- [0100] 14. 根据条款12和13中任一项所述的封装基板,进一步包括天线基板,该天线基板包括一个或多个天线元件,该一个或多个天线元件各自耦合到该金属化基板中的该一个或多个金属互连件之中的金属互连件。
- [0101] 15. 根据条款14所述的封装基板,其中该一个或多个天线元件包括一个或多个贴片天线。
- [0102] 16. 根据条款14所述的封装基板,其中该一个或多个天线元件包括一个或多个偶极天线。
- [0103] 17. 根据条款14所述的封装基板,其中该一个或多个天线元件包括:
- [0104] 布置在该天线基板中的第一基板天线层中的一个或多个贴片天线;和
- [0105] 布置在该天线基板中的第二基板天线层中的一个或多个偶极天线,该第二基板天线层与该第一基板天线层相邻。
- [0106] 18. 根据条款1至17中任一项所述的封装基板,进一步包括:
- [0107] 第二槽形天线,该第二槽形天线包括:
- [0108] 第二导电槽,该第二导电槽布置在该一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中;和
- [0109] 至少一个第二天线馈线,该至少一个第二天线馈线包括耦合到该第二导电槽的该至少一个金属化层的该一个或多个金属互连件之中的至少一个第二金属互连件。
- [0110] 19. 根据条款18所述的封装基板,其中:
- [0111] 该导电槽在第一方向上伸长;并且
- [0112] 该第二导电槽在与该第一方向正交的第二方向上伸长。
- [0113] 20. 根据条款1至19中任一项所述的封装基板,其中该槽形天线包括5G天线。
- [0114] 21. 根据条款1至20中任一项所述的封装基板,该封装基板集成到选自以下项组成的组的设备中:机顶盒;娱乐单元;导航设备;通信设备;固定位置数据单元;移动位置数据单元;全球定位系统(GPS)设备;移动电话;蜂窝电话;智能电话;会话发起协议(SIP)电话;平板电脑;平板手机;服务器;计算机;便携式计算机;移动计算设备;可穿戴计算设备;台式计算机;个人数字助理(PDA);监视器;计算机监视器;电视;调谐器;无线电;卫星无线电;音乐播放器;数字音乐播放器;便携式音乐播放器;数字视频播放器;视频播放器;数字视频碟(DVD)播放器;便携式数字视频播放器;汽车;交通工具组件;航空电子系统;无人机;以及多旋翼飞行器。

- [0115] 22. 一种在封装基板中形成集成槽形天线的方法,包括:
- [0116] 形成一个或多个金属化层,该一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件;
- [0117] 形成布置在该一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中的导电槽以形成槽形天线;以及
- [0118] 耦合至少一个天线馈线,该至少一个天线馈线包括该至少一个金属化层的该一个或多个金属互连件之中的、耦合到该导电槽的至少一个金属互连件。
- [0119] 23. 根据条款22所述的方法,其中:
- [0120] 形成该导电槽包括:
- [0121] 在开口中并且在至少一个金属化层中形成槽以在该槽中形成至少一个侧壁;以及
- [0122] 在该开口中并且在至少一个侧壁上布置金属材料以在该槽中形成导电侧壁;并且
- [0123] 耦合该至少一个天线馈线包括:
- [0124] 将该至少一个天线馈线耦合到布置在该槽的该至少一个侧壁上的该金属材料。
- [0125] 24. 根据条款23所述的方法,其中在该至少一个金属化层中形成该槽包括:穿过该至少一个金属化层之中的每个金属化层形成该槽以在该槽中形成该至少一个侧壁。
- [0126] 25. 根据条款23和24中任一项所述的方法,其中形成该槽包括在该开口中并且在至少一个金属化层中进行钻孔。
- [0127] 26. 根据条款22至25中任一项所述的方法,其中:
- [0128] 形成该导电槽包括:
- [0129] 在该至少一个金属化层中形成开口;
- [0130] 穿过该开口并且穿过该至少一个金属化层形成槽,以形成穿过该至少一个金属化层的第一侧壁和穿过该至少一个金属化层与第一侧壁相邻布置的第二侧壁;
- [0131] 在该开口中并且在第一侧壁上布置第一金属材料以在该槽中形成第一导电侧壁;以及
- [0132] 在该开口中并且在第二侧壁上布置第二金属材料以在该槽中形成第二导电侧壁;并且
- [0133] 耦合该至少一个天线馈线包括:
- [0134] 将该至少一个天线馈线耦合到布置在该槽的该第一侧壁上的该第一金属材料。
- [0135] 27. 根据条款22至25中任一项所述的方法,其中:
- [0136] 形成该一个或多个金属化层包括在金属化基板中形成该一个或多个金属化层;并且
- [0137] 进一步包括:
- [0138] 将芯基板耦合到该金属化基板;以及
- [0139] 将天线基板耦合到该芯基板;并且
- [0140] 其中:
- [0141] 形成该导电槽包括:
- [0142] 穿过该金属化基板中的该一个或多个金属化层之中的该至少一个金属化层、该芯基板和该天线基板形成槽以在该槽中形成至少一个侧壁;以及

- [0143] 在开口中并且在至少一个侧壁上布置金属材料以在该槽中形成导电侧壁。
- [0144] 28. 一种集成电路 (IC) 封装, 包括:
- [0145] 封装基板, 该封装基板包括:
- [0146] 金属化基板, 该金属化基板包括一个或多个金属化层, 该一个或多个金属化层各自包括一个或多个金属互连件; 和
- [0147] 槽形天线, 该槽形天线包括:
- [0148] 导电槽, 该导电槽布置在该一个或多个金属化层之中的至少一个金属化层中; 和
- [0149] 耦合到该导电槽的至少一个天线馈线, 该至少一个天线馈线包括该至少一个金属化层的该一个或多个金属互连件之中的至少一个金属互连件; 和
- [0150] 耦合到该封装基板的 IC 管芯层, 该 IC 管芯层包括射频 (RF)
- [0151] IC (RFIC) 管芯, 该 RFIC 管芯包括多个管芯互连件; 并且
- [0152] 该多个管芯互连件之中的至少一个管芯互连件耦合到该槽形天线的该至少一个天线馈线。
- [0153] 29. 根据条款 28 所述的 IC 封装, 其中该导电槽被配置成辐射从来自该 RFIC 管芯的该至少一个天线馈线接收到的 RF 信号。
- [0154] 30. 根据条款 28 和 29 中任一项所述的 IC 封装, 其中:
- [0155] 该导电槽包括:
- [0156] 槽, 该槽包括布置在该至少一个金属化层中的至少一个侧壁; 和
- [0157] 布置在该至少一个侧壁上的金属材料; 并且
- [0158] 该至少一个金属化层的该一个或多个金属互连件中的该至少一个金属互连件耦合到该金属材料。
- [0159] 31. 根据条款 28 至 30 中任一项所述的 IC 封装, 其中该封装基板进一步包括金属化基板, 该金属化基板包括该一个或多个金属化层, 该一个或多个金属化层各自包括该一个或多个金属线。
- [0160] 32. 根据条款 31 所述的 IC 封装, 其中该封装基板进一步包括与该金属化基板相邻布置的芯基板,
- [0161] 该芯基板包括芯金属化层, 该芯金属化层包括耦合到该金属化基板中的该一个或多个金属互连件的一个或多个金属互连件。
- [0162] 33. 根据条款 31 和 32 所述的封装基板, 其中该封装基板进一步包括天线基板, 该天线基板包括一个或多个天线元件, 该一个或多个天线元件各自耦合到该金属化基板中的该一个或多个金属互连件之中的金属互连件。
- [0163] 34. 根据条款 33 所述的 IC 封装, 其中该一个或多个天线元件包括:
- [0164] 布置在该天线基板中的第一基板天线层中的一个或多个贴片天线; 和
- [0165] 布置在该天线基板中的第二基板天线层中的一个或多个偶极天线, 该第二基板天线层与该第一基板天线层相邻。
- [0166] 35. 根据条款 28 至 34 中任一项所述的 IC 封装, 该 IC 封装集成到选自以下项组成的组的设备中: 机顶盒; 娱乐单元; 导航设备; 通信设备; 固定位置数据单元; 移动位置数据单元; 全球定位系统 (GPS) 设备; 移动电话; 蜂窝电话; 智能电话; 会话发起协议 (SIP) 电话; 平板电脑; 平板手机; 服务器; 计算机; 便携式计算机; 移动计算设备; 可穿戴计算设备; 台式

计算机;个人数字助理(PDA);监视器;计算机监视器;电视;调谐器;无线电;卫星无线电;音乐播放器;数字音乐播放器;便携式音乐播放器;数字视频播放器;视频播放器;数字视频碟(DVD)播放器;便携式数字视频播放器;汽车;交通工具组件;航空电子系统;无人机;以及多旋翼飞行器。

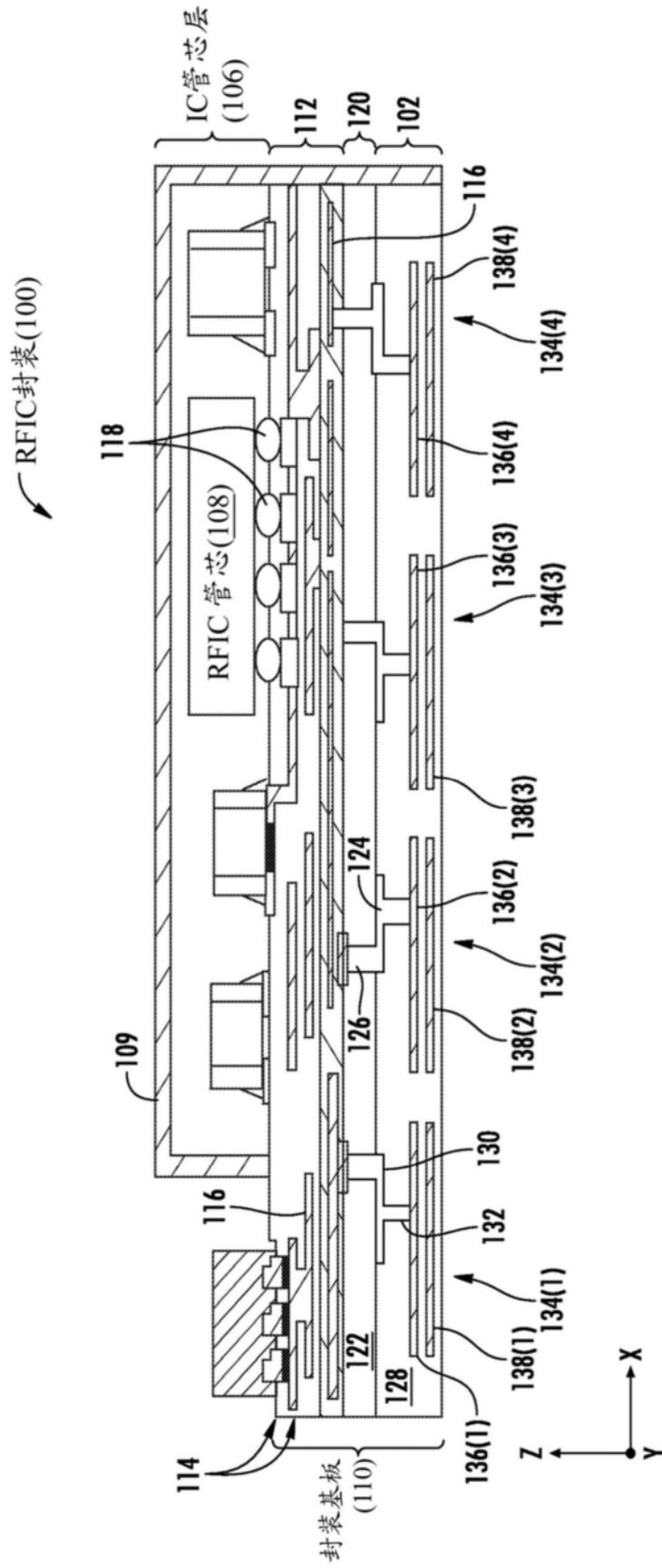


图1A

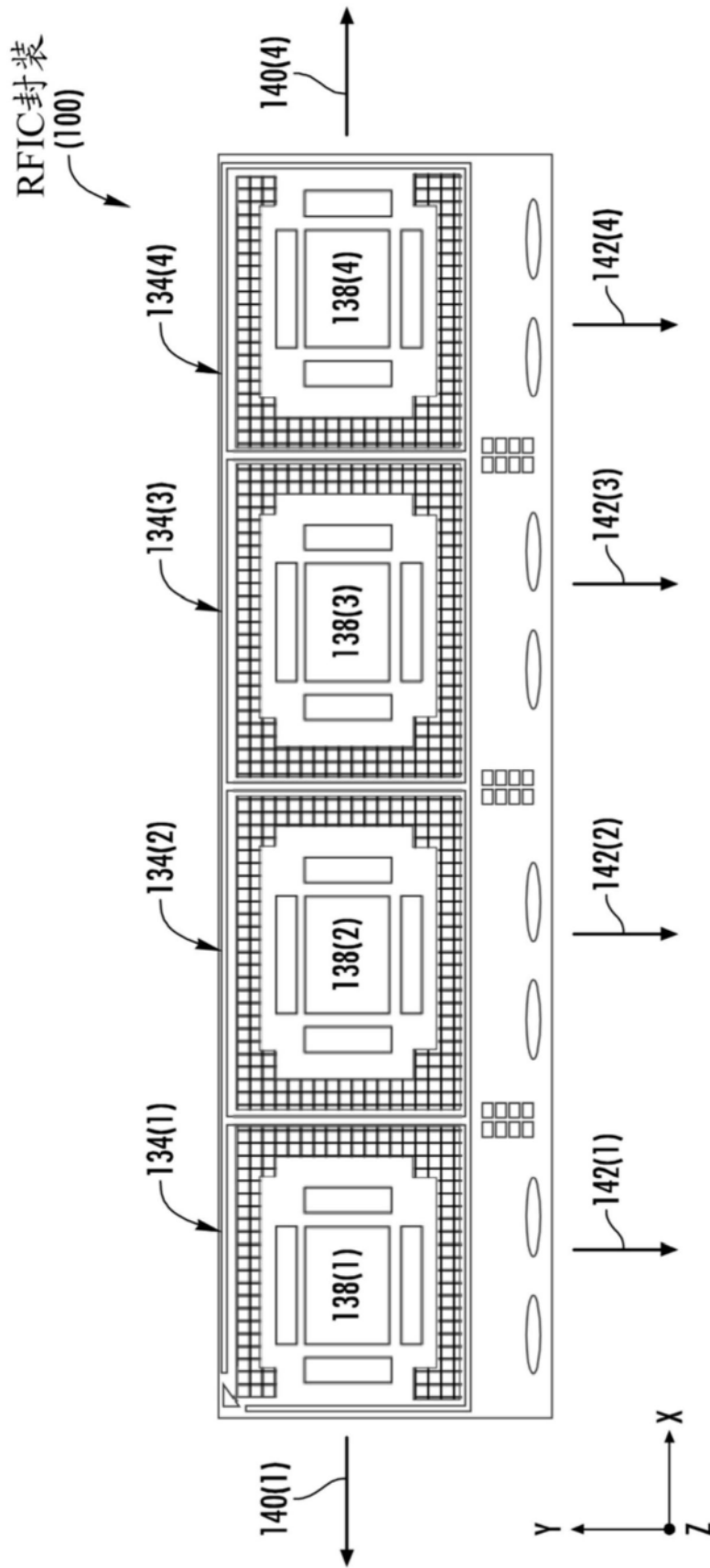


图1B

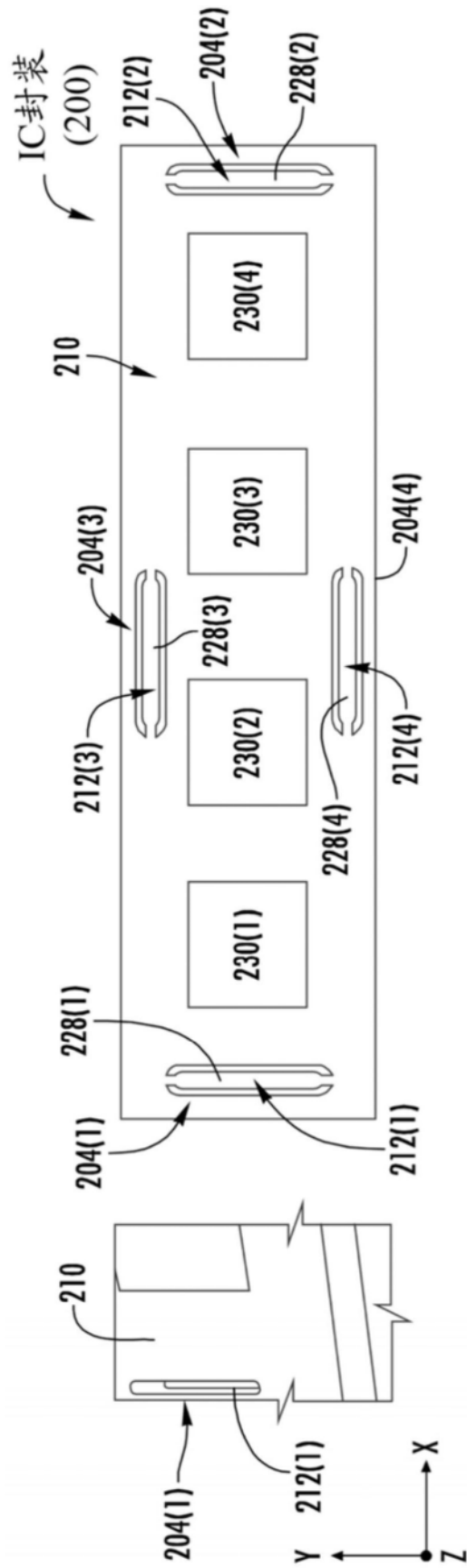


图2B

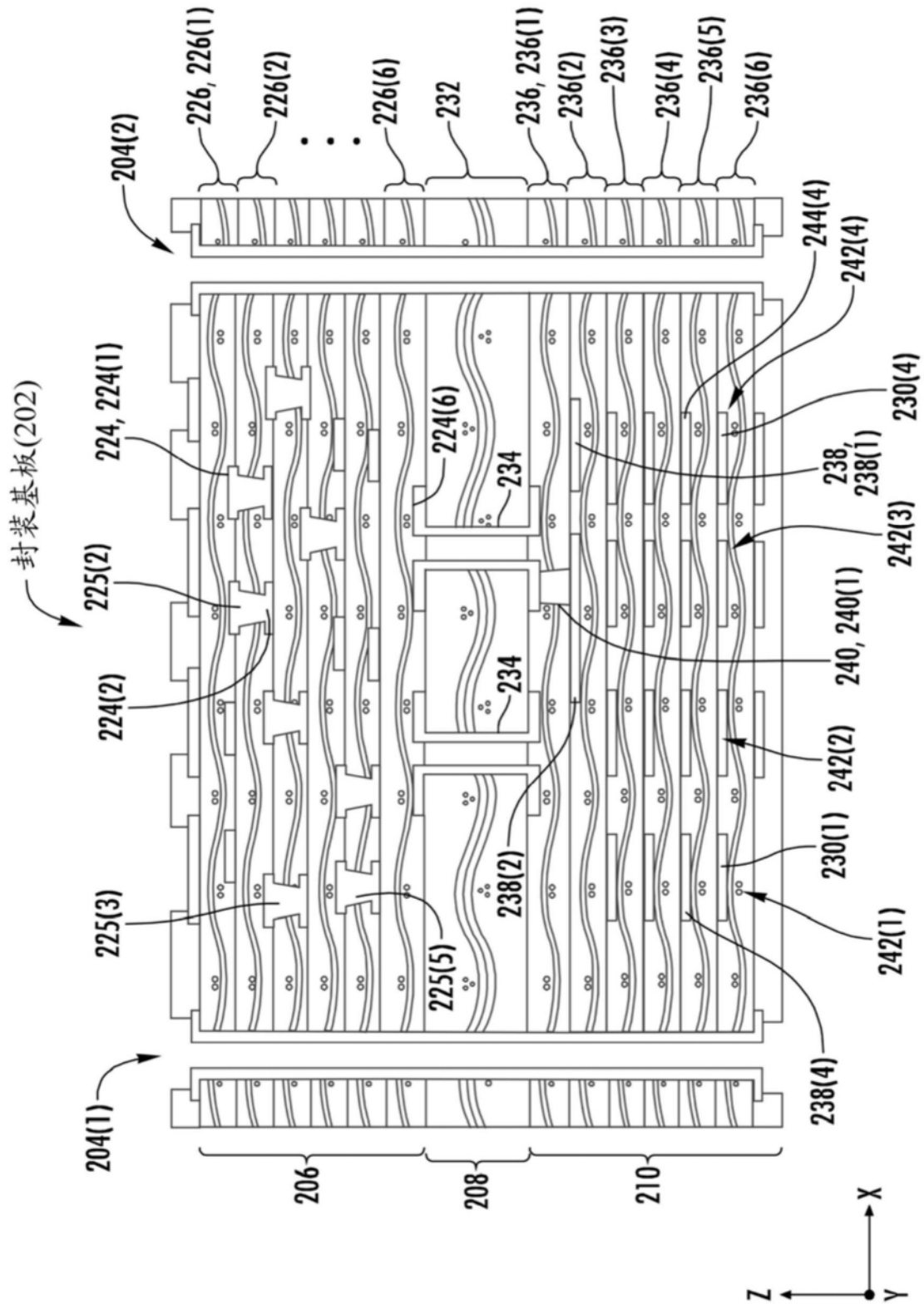


图2C

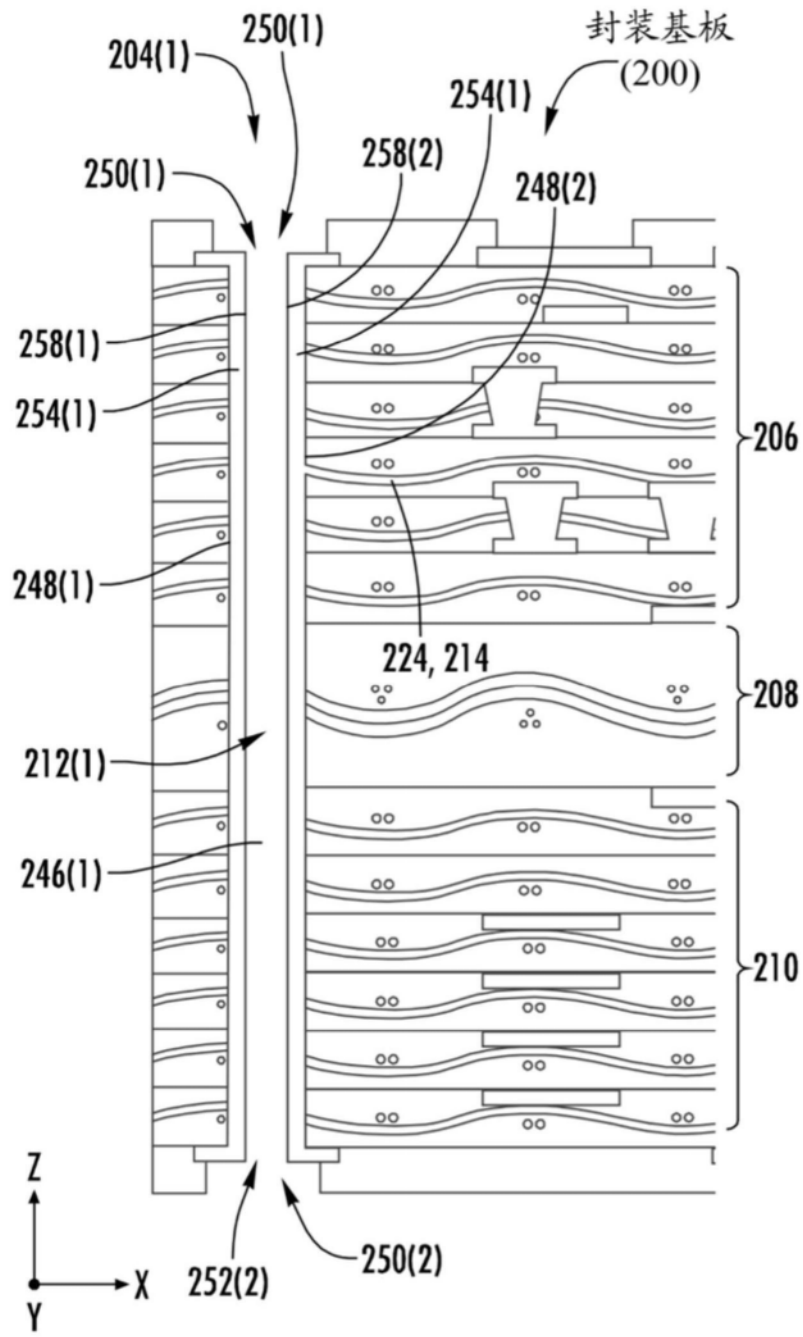


图2D

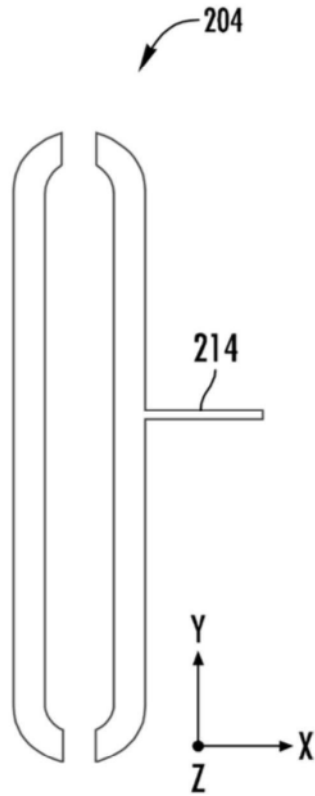


图3

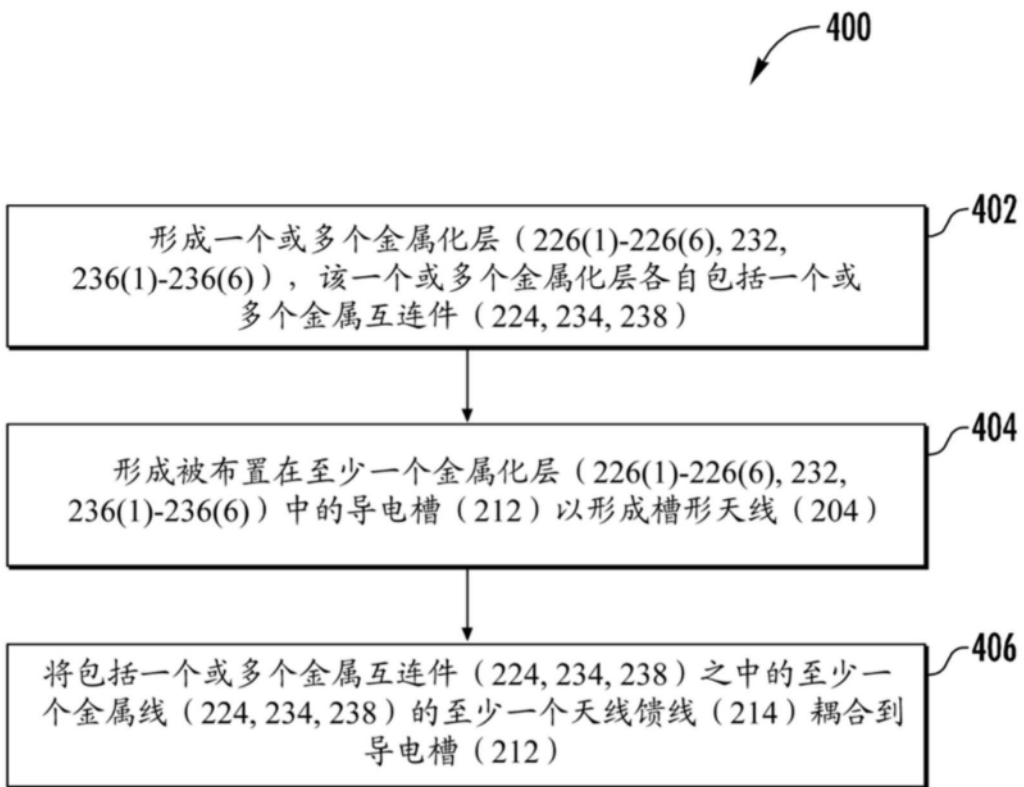


图4

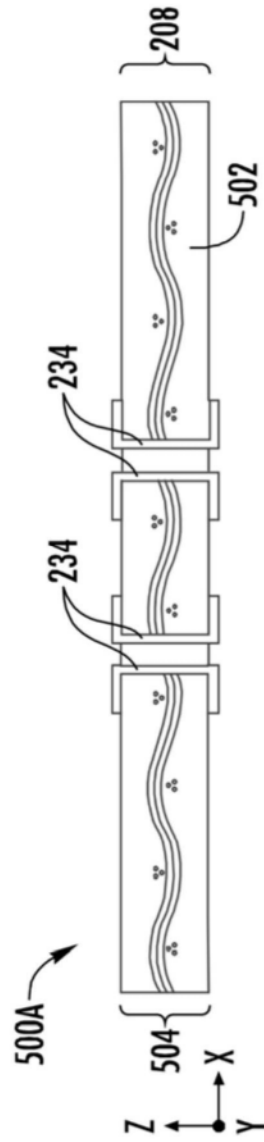


图5A

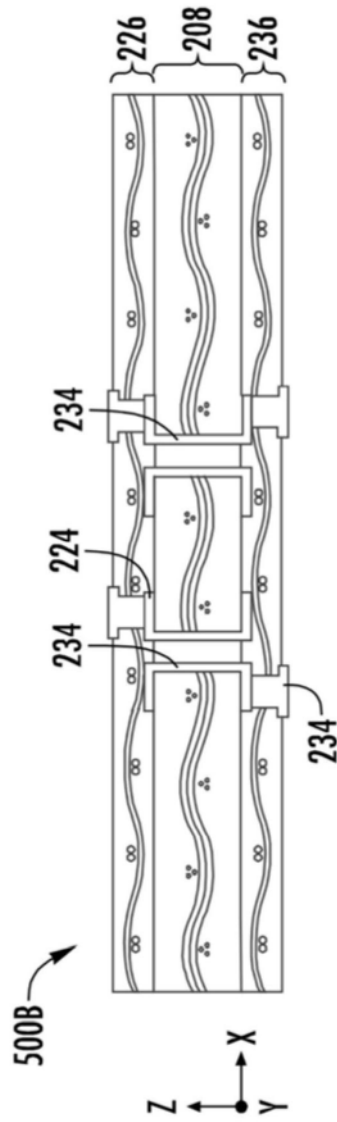


图5B

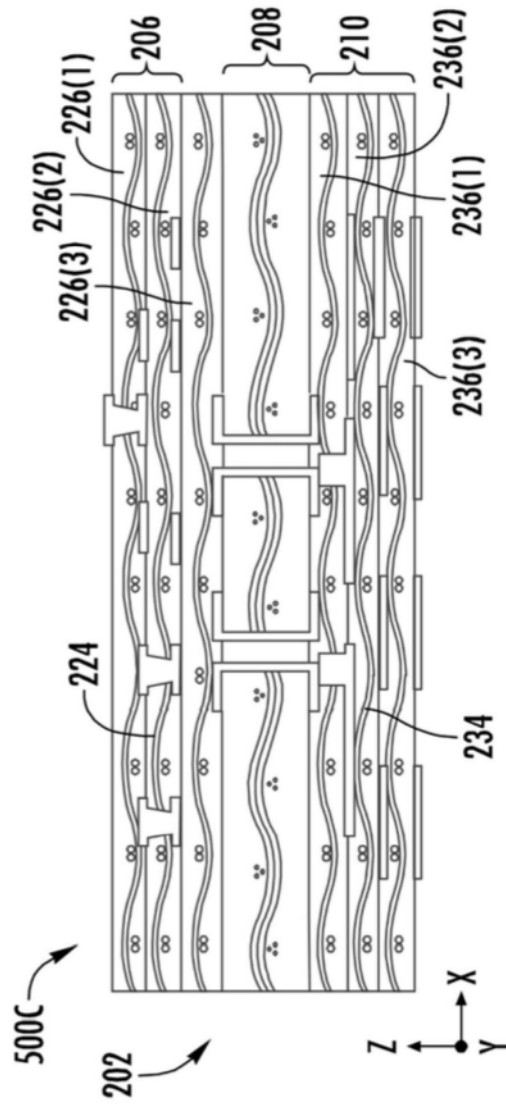


图5C

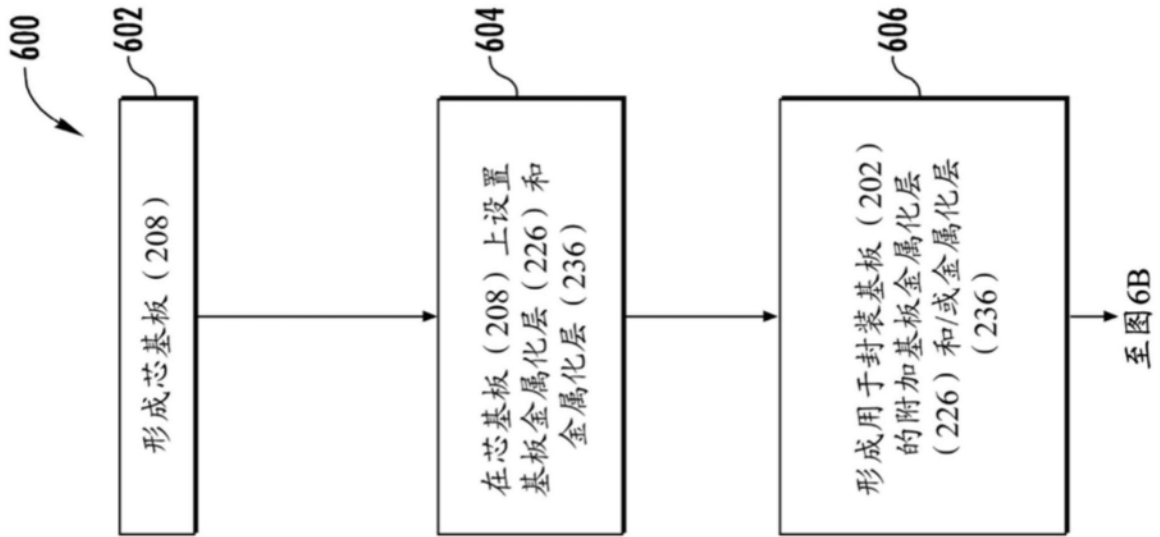


图6A

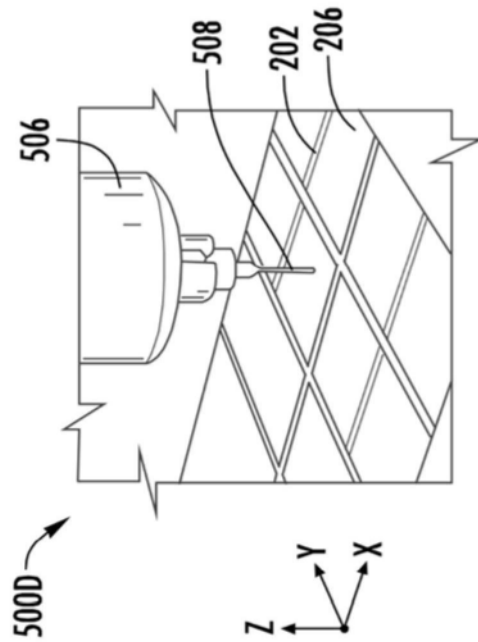


图5D

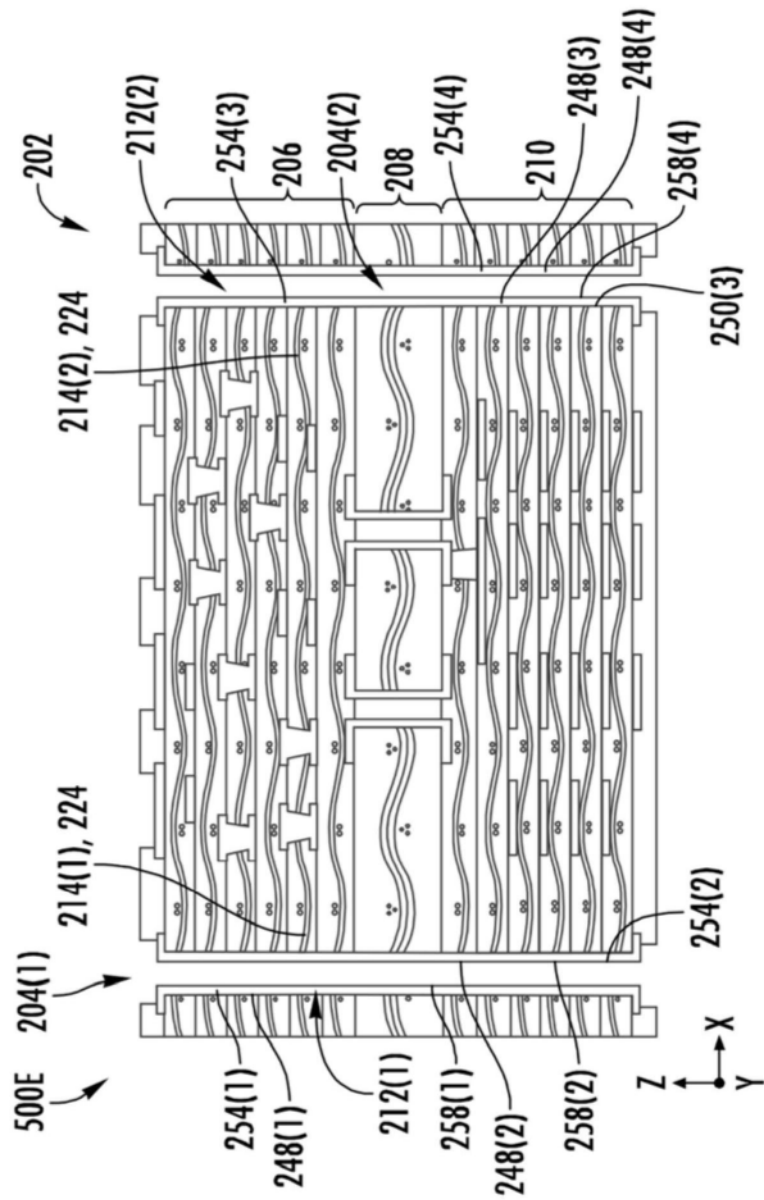


图5E

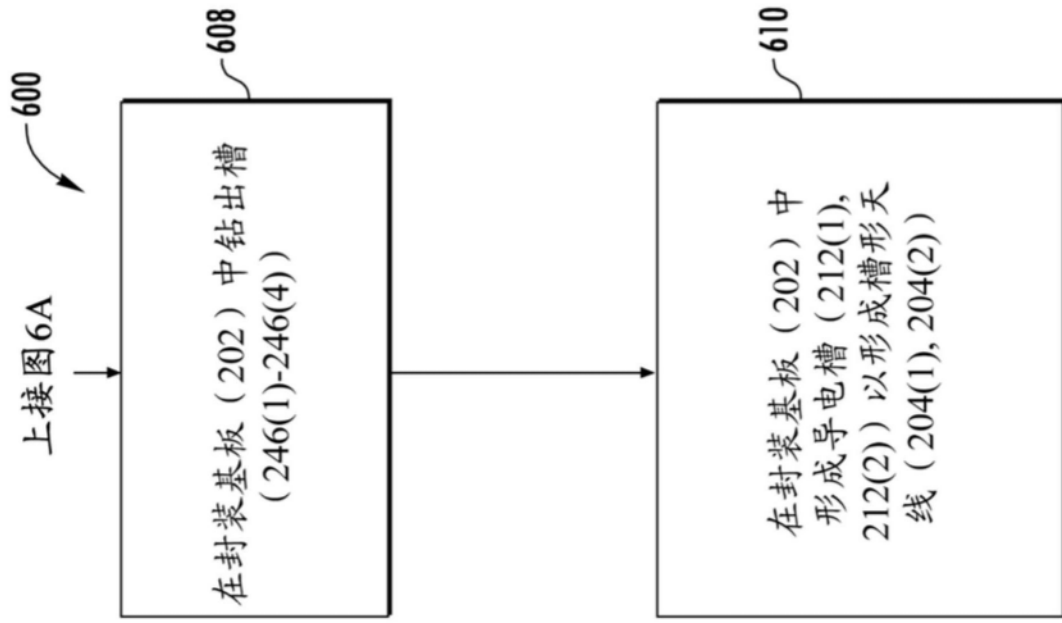


图6B

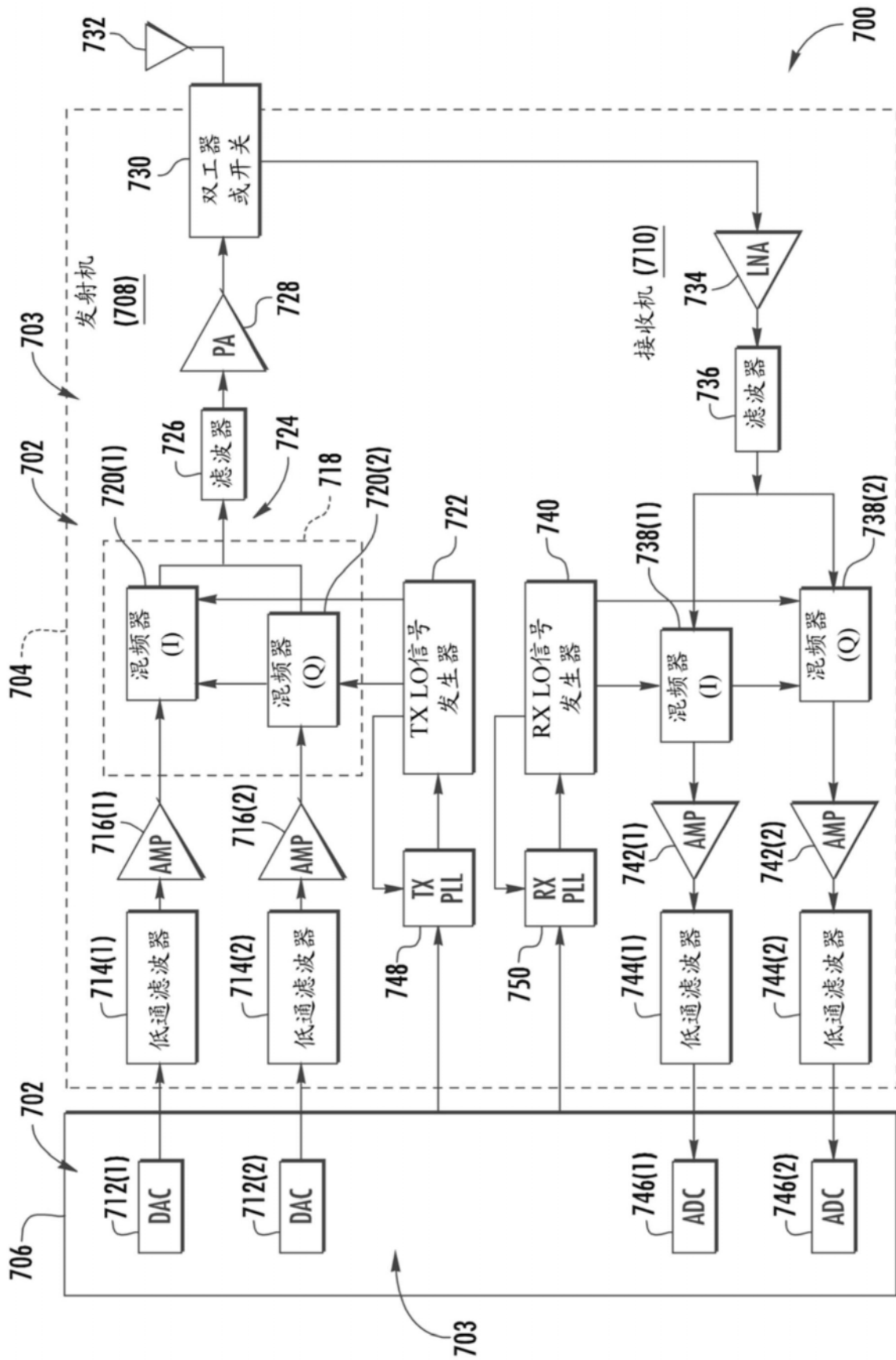


图7

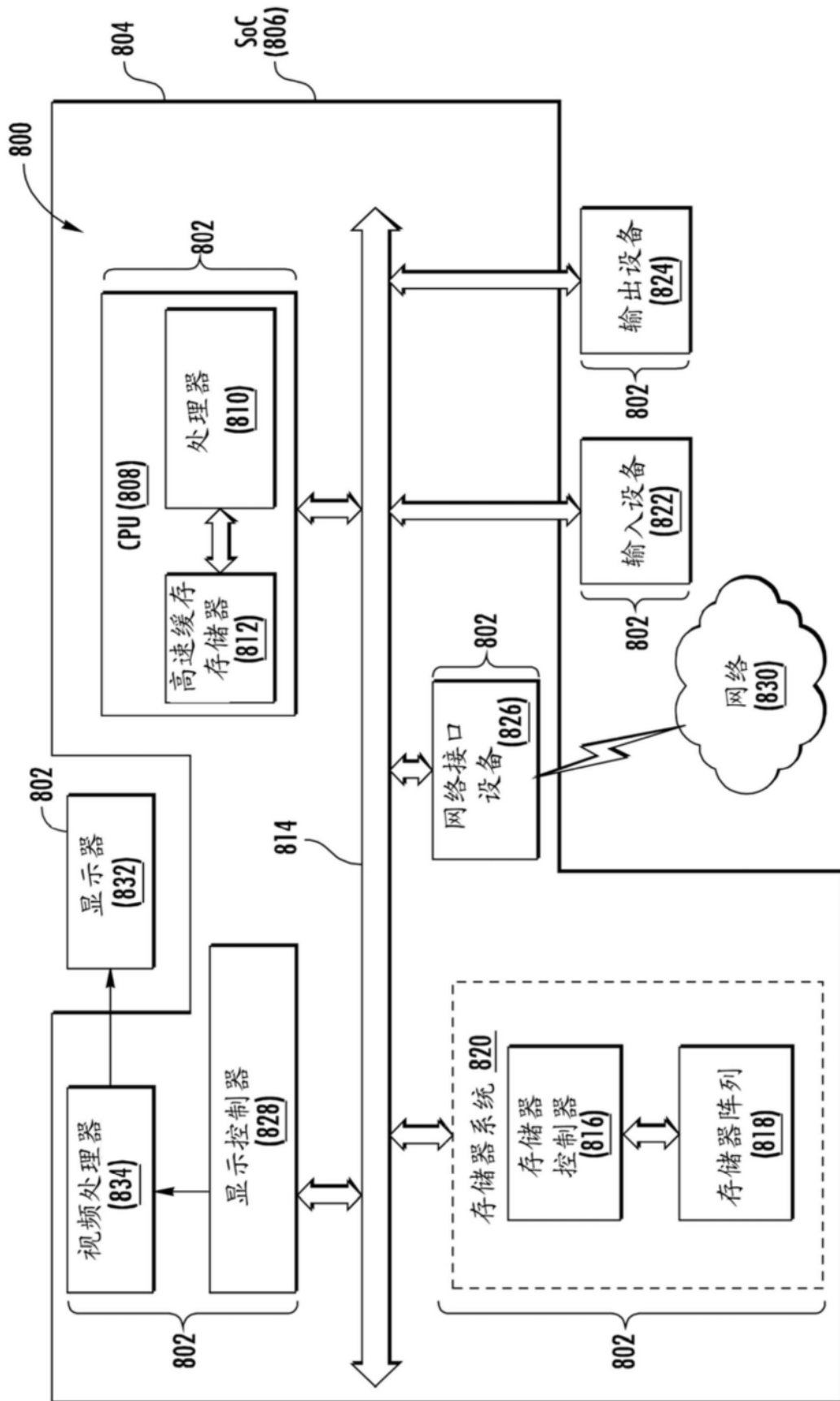


图8