



(10) 申请公布号 CN 118541871 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 23

(21) 申请号 202380016701.1

(22) 申请日 2023.02.02

(30) 优先权数据

17/651,324 2022.02.16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2023/061800 2023.02.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/158927 EN 2023.08.24

(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 S·黄 方堃 J·杨 C-K·金

杨泰熙

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 姚宗妮

(51) Int.Cl.

H01Q 1/22 (2006.01)

H01Q 9/04 (2006.01)

H01Q 21/24 (2006.01)

H01Q 21/28 (2006.01)

H05K 1/02 (2006.01)

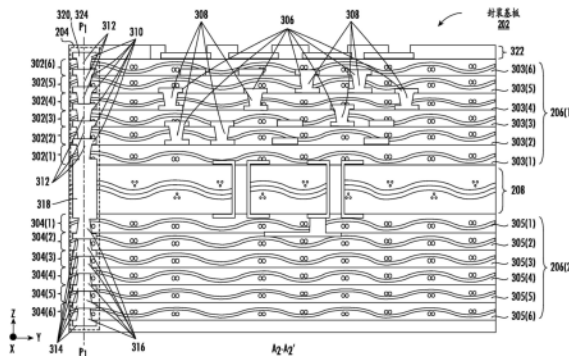
权利要求书8页 说明书45页 附图32页

(54) 发明名称

采用具有竖直集成贴片天线的封装基板的
天线模块和相关制造方法

(57) 摘要

采用具有竖直集成贴片天线的封装基板的
天线模块和相关制造方法。该天线模块包括射频
(RF) IC (RFIC) 封装和封装基板,该射频 (RF) IC
(RFIC) 封装包括用于支持RF通信的一个或多个
RFIC,该封装基板包括具有形成的金属互连件的
一个或多个金属化层,该形成的金属互连件用于
在该RFIC与该封装基板中的天线之间路由信号。
该封装基板包括一个或多个贴片天线,该一个或
多个贴片天线是平面形状的并竖直地集成在该
封装基板中的多个金属化层中,在电磁方面表现
为贴片天线。这样,可使用用于在封装基板中制
造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔
制造工艺)将该贴片天线形成为该封装基板中的
竖直集成结构。



1. 一种封装基板,包括:

在第一方向上彼此平行的多个第一金属化层;

第一贴片天线,包括:

多个第一金属互连件,所述多个第一金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的单独的第一金属化层中;

所述多个第一金属互连件中的每个第一金属互连件在与所述第一方向正交的第二方向上共享第一共用平面;和

多个第一过孔,所述多个第一过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中,并且所述多个第一过孔各自在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合所述多个第一金属互连件中的相邻的第一金属互连件;和

耦合到所述第一贴片天线的第一天线馈线。

2. 根据权利要求1所述的封装基板,其中所述多个第一金属互连件中的每个第一金属互连件在所述第一方向上彼此平行地布置。

3. 根据权利要求1所述的封装基板,其中所述多个第一过孔包括多个第一伸长过孔,所述多个第一伸长过孔各自在所述第一方向上伸长并且各自在所述多个第一金属化层中的所述相邻的第一金属化层中耦合所述多个第一金属互连件中的所述相邻的第一金属互连件,以在所述第一共用平面中形成平面形状结构。

4. 根据权利要求3所述的封装基板,其中所述平面形状结构具有沟槽形状。

5. 根据权利要求3所述的封装基板,其中所述多个第一伸长过孔各自包括沟槽。

6. 根据权利要求1所述的封装基板,其中所述第一贴片天线为矩形形状。

7. 根据权利要求1所述的封装基板,其中所述第一贴片天线被配置为辐射从所述第一天线馈线接收到的射频(RF)信号。

8. 根据权利要求1所述的封装基板,还包括在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层,其中:

所述第一贴片天线不布置在所述多个第二金属化层中。

9. 根据权利要求8所述的封装基板,还包括布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板,其中:

所述第一贴片天线也不布置在所述芯基板中。

10. 根据权利要求8所述的封装基板,还包括:

第二贴片天线,包括:

多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的第二金属化层中;

所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第三第二共用平面;和

多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;和

耦合到所述第二贴片天线的第二天线馈线。

11. 根据权利要求1所述的封装基板,其中:

所述多个第一金属化层包括第一外金属化层和第二外金属化层;并且

所述多个第一金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中。

12. 根据权利要求1所述的封装基板,还包括:

在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层;和

布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板;

其中:

所述第一贴片天线还包括:

多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的第二金属化层中;

所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面;

多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;和

布置在所述芯基板中的金属柱,所述金属柱将所述多个第一金属互连件电耦合到所述多个第三金属互连件。

13. 根据权利要求1所述的封装基板,还包括第二贴片天线,所述第二贴片天线包括:

至少一个第三金属互连件,所述至少一个第三金属互连件布置在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中的沿所述第一方向的第二平面中;和

耦合到所述第一贴片天线的第二天线馈线。

14. 根据权利要求13所述的封装基板,其中所述第一贴片天线为矩形形状。

15. 根据权利要求13所述的封装基板,其中:

所述第一贴片天线具有在所述第一方向上延伸的第一天线辐射方向图;并且

所述第二贴片天线具有在与所述第一方向正交的所述第二方向上延伸的第二天线辐射方向图。

16. 根据权利要求13所述的封装基板,还包括第三贴片天线,所述第三贴片天线包括至少一个第五金属互连件,所述至少一个第五金属互连件布置在所述多个第二金属化层中的第二金属化层中的沿所述第一方向的第三平面中。

17. 根据权利要求16所述的封装基板,其中所述第二贴片天线被配置为响应于所述第一贴片天线辐射从所述第二天线馈线接收到的射频(RF)信号而电磁(EM)耦合到所述第二贴片天线。

18. 根据权利要求17所述的封装基板,其中:

所述第一贴片天线具有在所述第一方向上延伸的第一天线辐射方向图;并且

所述第三贴片天线具有在与所述第一方向正交的所述第二方向上延伸的第二天线辐射方向图。

19. 根据权利要求1所述的封装基板,还包括第二贴片天线,所述第二贴片天线包括:

多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;和

多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件。

20. 根据权利要求19所述的封装基板,其中所述第一贴片天线被配置为响应于所述第一贴片天线辐射从所述第一天线馈线接收到的射频(RF)信号而电磁(EM)耦合到所述第二贴片天线。

21. 根据权利要求19所述的封装基板,还包括在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层,其中:

所述第一贴片天线不布置在所述多个第二金属化层中;并且

所述第二贴片天线不布置在所述多个第二金属化层中。

22. 根据权利要求21所述的封装基板,还包括布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板,其中:

所述第一贴片天线也不布置在所述芯基板中;并且

所述第二贴片天线也不布置在所述芯基板中。

23. 根据权利要求22所述的封装基板,还包括:

第三贴片天线,包括:

多个第四金属互连件,所述多个第四金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的第二金属化层中;

所述多个第四金属互连件中的每个第四金属互连件在所述第二方向上共享共用第三平面;和

多个第三过孔,所述多个第三过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第三过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第四金属互连件中的相邻的第四金属互连件;

耦合到所述第三贴片天线的第二天线馈线;和

第四贴片天线,包括:

多个第六金属互连件,所述多个第六金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中;

所述多个第六金属互连件中的每个第六金属互连件在所述第二方向上共享第四共用平面;和

多个第四过孔,所述多个第四过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第四过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第六金属互连件中的相邻的第六金属互连件。

24. 根据权利要求23所述的封装基板,其中所述第三贴片天线被配置为响应于所述第三贴片天线辐射从所述第二天线馈线接收到的射频(RF)信号而电磁(EM)耦合到所述第四贴片天线。

25. 根据权利要求19所述的封装基板,还包括在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层,其中:

所述多个第一金属化层包括第一外金属化层;

所述多个第二金属化层包括第二外金属化层;

所述多个第一金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层和所述多个第二金属化层中的每一者中;并且

所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层和所述多个第二金属化层中的每一者中。

26. 根据权利要求19所述的封装基板,还包括:

在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层;和

布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板;

其中:

所述第一贴片天线还包括:

多个第四金属互连件,所述多个第四金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的所述第二金属化层中;

所述多个第四金属互连件中的每个第四金属互连件在所述第二方向上共享第三共用平面;

多个第三过孔,所述多个第三过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的所述第二金属化层中,并且所述多个第三过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第四金属互连件中的相邻的第四金属互连件;和

布置在所述芯基板中的金属柱,所述金属柱将所述多个第四金属互连件电耦合到所述多个第一金属互连件;并且

所述第二贴片天线还包括:

多个第五金属互连件,所述多个第五金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的所述第二金属化层中;

所述多个第五金属互连件中的每个第五金属互连件在所述第二方向上共享第四共用平面;

多个第四过孔,所述多个第四过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的所述第二金属化层中,并且所述多个第四过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第五金属互连件中的相邻的第五金属互连件;和

布置在所述芯基板中的第二金属柱,所述第二金属柱将所述多个第五金属互连件电耦合到所述多个第三金属互连件。

27. 根据权利要求1所述的封装基板,还包括:

在所述第一方向上的第一侧;和

与所述第一方向上的所述第一侧相对的第二侧;

其中所述第一贴片天线与所述封装基板的所述第一侧相邻;并且

所述封装基板还包括:

与所述封装基板的所述第二侧相邻的第二贴片天线,所述第二贴片天线包括:

多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用

平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;和

多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;和

耦合到所述第二贴片天线的第二天线馈线。

28.根据权利要求27所述的封装基板,其中:

所述第一贴片天线具有在远离所述封装基板的第一水平方向上延伸的第一天线辐射方向图;并且

所述第二贴片天线具有在与远离所述封装基板的所述第一水平方向相反的第二水平方向上延伸的第二天线辐射方向图。

29.根据权利要求27所述的封装基板,还包括第三贴片天线,所述第三贴片天线包括:

至少一个第五金属互连件,所述至少一个第五金属互连件布置在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中的沿所述第一方向的第三平面中;和

耦合到所述第三贴片天线的第三天线馈线。

30.根据权利要求29所述的封装基板,其中所述第三贴片天线为矩形形状。

31.根据权利要求30所述的封装基板,其中:

所述第一贴片天线具有在远离所述封装基板的第一水平方向上延伸的第一天线辐射方向图;

所述第二贴片天线具有在与远离所述封装基板的所述第一水平方向相反的第二水平方向上延伸的第二天线辐射方向图;并且

所述第三贴片天线具有在与所述第一水平方向和所述第二水平方向正交的所述第二方向上延伸的第三天线辐射方向图。

32.根据权利要求1所述的封装基板,其中所述第一贴片天线具有第五代(5G)频率带宽。

33.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;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;收音机;卫星收音机;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;数字视频光盘(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;和多旋翼飞行器。

34.一种制造封装基板的方法,包括:

形成多个第一金属化层,其中形成所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层包括:

形成第一介电层;

在所述第一介电层中形成第一金属互连件;以及

形成耦合到所述第一介电层中的所述第一金属互连件的第一过孔;

形成第一天线馈线；

将所述多个第一金属化层在第一方向上彼此平行地耦合，

使得所述多个第一金属化层中的每个第一金属互连件在与所述第一方向正交的第二方向上共享第一共用平面，并且所述多个第一金属化层中的每个第一过孔在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合相邻的第一金属互连件，

其中由所述多个第一金属化层中的所述第一过孔耦合的所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中的所述第一金属互连件形成第一贴片天线；以及

将所述第一天线馈线耦合到所述第一贴片天线。

35. 根据权利要求34所述的方法，还包括：

形成多个第二金属化层，其中形成所述多个第二金属化层中的每个第二金属化层包括：

形成第二介电层；

在所述第二介电层中形成第三金属互连件；以及

形成耦合到所述第二介电层中的所述第三金属互连件的第二过孔；以及

在所述第一方向上将所述多个第二金属化层平行地耦合到所述多个第一金属化层。

36. 根据权利要求35所述的方法，还包括在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间布置芯基板。

37. 根据权利要求35所述的方法，还包括：

形成第二天线馈线；

将所述多个第二金属化层在所述第一方向上彼此平行地耦合，使得所述多个第二金属化层中的每个第二金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面，并且所述多个第二金属化层中的每个第二过孔在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件，

其中由所述第二过孔耦合的所述多个第二金属化层中的所述第三金属互连件形成第二贴片天线；以及

将所述第二天线馈线耦合到所述第二贴片天线。

38. 根据权利要求34所述的方法，其中形成所述多个第一金属化层包括：

形成第一外金属化层，所述第一外金属化层包括所述第一介电层、所述第一介电层中的所述第一金属互连件和耦合到所述第一介电层中的所述第一金属互连件的所述第一过孔；并且

形成第二外金属化层包括：

形成第二介电层；

在所述第二介电层上形成第二金属互连件；以及

形成耦合到所述第二介电层中的所述第二金属互连件的第二过孔；

其中将所述多个第一金属化层彼此耦合包括：将所述第一外金属化层和所述第二外金属化层在所述第一方向上彼此平行地耦合，使得所述第一外金属化层中的所述第一金属互连件和所述第二外金属化层中的所述第二金属互连件在所述第二方向上共享所述第一共用平面，并且所述第一外金属化层中的所述第一过孔耦合到所述第二外金属化层中的所述第二过孔，

其中所述第一贴片天线进一步由通过所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中的所述第一过孔耦合的所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中的所述第一金属互连件形成,并且通过所述第二外金属化层中的所述第二过孔耦合的所述第二外金属化层中的所述第二金属互连件形成所述第一贴片天线。

39. 根据权利要求34所述的方法,还包括:

形成第二贴片天线,包括在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中沿所述第一方向在第二平面中布置至少一个第三金属互连件;

形成第二天线馈线;以及

将所述第二天线馈线耦合到所述第二贴片天线。

40. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括:形成第三贴片天线,包括:

形成多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;

形成多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;以及

在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中将所述多个第二过孔中的每个第二过孔耦合到所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件。

41. 根据权利要求34所述的方法,还包括:

在所述第一方向上在所述封装基板中形成第一侧;以及

在所述封装基板中形成与所述第一方向上的所述第一侧相对的第二侧;

将所述第一贴片天线布置成与所述封装基板的所述第一侧相邻;并且

所述方法还包括:

形成与所述封装基板的所述第二侧相邻的第二贴片天线,

包括:

形成多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;

形成多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;以及

在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中将所述多个第二过孔中的每个第二过孔耦合到所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;

形成第二天线馈线;以及

将所述第二天线馈线耦合到所述第二贴片天线。

42. 根据权利要求41所述的方法,还包括:

形成第三贴片天线,包括:

在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中沿所述第一方向在第三平面中布置至少一个第五金属互连件;以及

形成第三天线馈线;以及
耦合所述第三天线馈线耦合到所述第三贴片天线。

采用具有竖直集成贴片天线的封装基板的天线模块和相关制造方法

[0001] 优先权申请

[0002] 本申请要求于2022年2月16日提交的名称为“ANTENNA MODULES EMPLOYING A PACKAGE SUBSTRATE WITH A VERTICALLY-INTEGRATED PATCH ANTENNA(S), AND RELATED FABRICATION METHODS (采用具有竖直集成贴片天线的封装基板的天线模块和相关制造方法)”的美国专利申请序列17/651,324号的优先权,该美国专利申请全文以引用方式并入本文。

发明背景

I. 技术领域

[0004] 本公开的领域涉及一种天线模块(也被称为“封装天线”(AiP)),该天线模块包括耦合到包括集成天线的封装基板的射频(RF)集成电路(IC) (RFIC)。

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频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新无线电(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)或毫米频带的范围内。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mmWave频谱的射频(RF)收发器被结合到被设计成支持mmWave通信信号的移动设备和其他便携式设备中。为了支持将RF收发器集成在设备中,该RF收发器可被集成在作为天线模块的一部分提供的RF集成电路(IC) (RFIC)中。RFIC在RFIC半导体管芯(“管芯”)中实现。天线模块也被称为“封装天线”(AiP)。常规的天线模块包括RFIC封装件,该RFIC封装件包括一个或多个RFIC、功率管理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封装件提供芯片到芯片接口和外部信号接口。封装基板还包括一个或多个天线,该一个或多个天线通过金属化结构电耦合到RFIC封装件以能够接收并辐射作为电磁(EM)信号的电RF信号。封装基板可包括多个天线(也被称为天线阵列),以在天线模块周围的期望更大区域中提供信号覆盖。

发明内容

[0007] 本发明所公开的各方面包括采用具有竖直集成贴片天线的封装基板的天线模块。还公开了相关制造方法。该天线模块包括射频(RF) IC (RFIC) 封装,该射频(RF) IC (RFIC) 封装包括用于支持RF通信的一个或多个RFIC。该天线模块还包括封装基板,该封装基板包括具有形成的金属互连件的一个或多个金属化层,该形成的金属互连件用于在该RFIC与该封装基板中的天线之间路由信号。该封装基板包括竖直集成在该封装基板中的多个金属化层中的一个或多个贴片天线,从而在电磁方面表现为贴片天线。在一个示例中,贴片天线由在跨越封装基板中的多个相邻水平布置的金属化层的过孔沟槽中形成的金属过孔(例如,伸

长的过孔条)组成。过孔通过在相邻的水平布置的金属化层中形成的金属互连件(例如,金属线、金属迹线)互连。这样,通过用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺)将贴片天线形成为呈平面形状的在封装基板中的竖直平面中的竖直集成结构。贴片天线可以灵活地布置在封装基板中,并且布置在封装基板的现有水平布置的金属化层中,而不必在封装基板中提供附加的金属化层来支持附加的天线。可通过控制形成封装基板的相邻的水平金属化层中的贴片天线的部分的相邻过孔的长度和高度以及此类相邻过孔的间距来控制贴片天线的性能。馈线形成在封装基板的金属化层中,并且电耦合到RFIC封装件和贴片天线。

[0008] 在另一示例性方面,竖直集成贴片天线被形成为大致平面形状的结构。通过连接多个金属互连件来形成贴片天线,每个金属互连件布置在封装基板的单独的金属化层中。该多个金属互连件通过在第一水平方向上形状通常为伸长的过孔连接在一起,使得当连接到相应的金属互连件时,在封装基板中在与第一方向正交的第二竖直方向上在竖直平面中形成大致平面形状的结构,从而可表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。例如,由在封装基板的第一水平方向和平面上形状通常为伸长的过孔形成的贴片天线可以被称为“过孔条”。这些过孔条是在给定金属化层中在一个水平方向上较长而在另一水平方向上较窄的意义上的条。每个过孔条形成于相应的金属化层中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在第二竖直方向上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件电耦合到相邻的金属化层中的相邻的过孔条,从而在封装基板中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线在其为平面形状的贴片天线但相对于封装基板的水平金属化层在封装基板的第二竖直方向上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。贴片天线的精确形状和竖直平面将取决于过孔在水平方向上的长度。贴片天线可形成为大致矩形平面形状的结构。

[0009] 在其他示例性方面中,竖直集成贴片天线形成在封装基板中,在封装基板中的第一竖直平面中延伸,使得其天线辐射方向图在与竖直方向正交的第二水平方向上从封装基板的侧面向外延伸。在其他示例性方面中,多个贴片天线可以竖直地形成在封装基板中并且在封装基板中彼此相邻以提供天线。竖直集成贴片天线中的一个贴片天线可通过耦合馈线电耦合到RFIC封装件。相邻的竖直集成贴片天线被配置为与通过馈线连接的另一竖直集成贴片天线电磁(EM)耦合,以辐射由RFIC封装件中的RFIC发送的RF信号。

[0010] 在另一示例性方面,封装基板可包括通过水平地布置在封装基板的金属化层中而水平地集成在封装基板中的其他贴片天线。此类其他贴片天线的天线辐射方向图在与沟槽形状的贴片天线的天线辐射方向图正交的竖直方向上从封装基板的底部向外延伸。这样,封装基板中的竖直集成贴片天线和水平集成贴片天线提供天线模块中的多个天线辐射覆盖方向。例如,在天线模块中提供附加天线以支持多方向性RF接收和/或多输入多输出(MIMO)通信(诸如第五代(5G)新无线电(NR)频谱中的毫米波(mmWave)应用)可能是重要的。

[0011] 就此而言,在一个示例性方面,提供了一种封装基板。该封装基板包括在第一方向上彼此平行(例如,彼此堆叠)的多个第一金属化层。该封装基板还包括第一贴片天线。该第一贴片天线包括多个第一金属互连件,该多个第一金属互连件各自布置在该多个第一金属化层当中的单独的第一金属化层中,其中该多个第一金属互连件中的每个第一金属互连件在与该第一方向正交的第二方向上共享第一共用平面。该第一贴片天线还包括多个第一过孔,该多个第一过孔各自布置在该多个第一金属化层当中的单独的第一金属化层中,并且

该多个第一过孔各自在该多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合该多个第一金属互连件中的相邻的第一金属互连件。该封装基板还包括耦合到该第一贴片天线的第一天线馈线。

[0012] 在另一示例性方面,提供了一种制造封装基板的方法。该方法包括:形成多个第一金属化层,其中形成该多个第一金属化层中的每个第一金属化层包括:形成第一介电层,在该第一介电层中形成第一金属互连件,以及形成耦合到该第一介电层中的该第一金属互连件的第一过孔。该方法还包括:形成第一天线馈线。该方法还包括:将该多个第一金属化层在第一方向上彼此平行地耦合,使得该多个第一金属化层中的每个第一金属互连件在与该第一方向正交的第二方向上共享第一共用平面,并且该多个第一金属化层中的每个第一过孔在该多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合相邻的第一金属互连件,其中由该多个第一金属化层中的该第一过孔耦合的该多个第一金属化层中的每个第一金属化层中的该第一金属互连件形成第一贴片天线。该方法还包括:将该第一天线馈线耦合到该第一贴片天线。

[0013] 在另一示例性方面,提供了一种IC封装件。该IC封装件包括封装基板。该封装基板包括在第一方向上彼此平行的多个金属化层。该封装基板还包括贴片天线。该贴片天线包括多个金属互连件,该多个金属互连件各自布置在该多个金属化层中的单独的金属化层中,其中该多个金属互连件中的每个金属互连件在与该第一方向正交的第二方向上共享第一共用平面。该贴片天线还包括多个过孔,该多个过孔各自布置在该多个金属化层中的该单独的金属化层中,并且该多个过孔各自在该多个金属化层中的相邻的金属化层中耦合该多个金属互连件中的相邻的金属互连件。该封装基板还包括耦合到该贴片天线的天线馈线。该IC封装件还包括耦合到该封装基板的IC管芯层,该IC管芯层包括IC管芯,该IC管芯包括多个管芯互连件。该IC封装件还包括耦合到该贴片天线的该天线馈线的该多个管芯互连件中的至少一个管芯互连件。

附图说明

[0014] 图1A和图1B分别是射频(RF)集成电路(IC)(RFIC)封装件形式的天线模块的侧视图和仰视图,该射频(RF)集成电路(IC)(RFIC)封装件包括封装基板,该封装基板支撑在封装基板的金属化层中水平形成的贴片天线;

[0015] 图2是包括封装基板的示例性天线模块的相应侧视图,该封装基板具有在封装基板中的竖直方向上集成在相邻金属化层中的多个竖直集成贴片天线;

[0016] 图3A和图3B分别是包括封装基板的示例性天线模块的侧视图和仰视图,该封装基板具有在封装基板中的竖直方向上集成在相邻金属化层中的多个竖直集成贴片天线;

[0017] 图3C是示出在图3A和图3B中的封装基板中形成的贴片天线的分解的侧面透视图;

[0018] 图3D是可设置在图3A和图3B中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在竖直方向上完全延伸穿过封装基板的竖直集成贴片天线;

[0019] 图4是可设置在图3A和图3B中的天线模块中的另一封装基板的侧视图,例示了在封装基板中沿竖直方向部分地延伸的竖直集成贴片天线;

[0020] 图5A和图5B分别是包括封装基板的另一示例性天线模块的侧视图和仰视图,该封装基板具有贴片天线,该贴片天线形成为在封装基板中的相邻的金属化层中形成的两个(2

个) 竖直集成并相邻的平面形状结构;

[0021] 图5C是示出在图5A和图5B中的封装基板中形成的贴片天线的分解的侧面透视图;

[0022] 图5D是可设置在图5A和图5B中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在竖直方向上完全延伸穿过封装基板的两个(2个) 竖直集成的平面形状结构;

[0023] 图6是可设置在图5A和图5B中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在封装基板中沿竖直方向部分地延伸的两个(2个) 竖直集成的平面形状结构;

[0024] 图7是可设置在天线模块中的另一封装基板的仰视图,该天线模块包括布置在与图5B中的封装基板相对的封装基板的相对伸长侧上的竖直集成贴片天线;

[0025] 图8是可设置在天线模块中的另一封装基板的仰视图,该天线模块包括布置在封装基板的两个伸长侧上的竖直集成贴片天线;

[0026] 图9A是可设置在图8中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在竖直方向上完全延伸穿过封装基板的两个(2个) 竖直集成贴片天线;

[0027] 图9B是可设置在图8中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在封装基板中沿竖直方向上完全部分地延伸的两个(2个) 竖直集成贴片天线;

[0028] 图10A和图10B分别是另一示例性天线模块的侧视图和仰视图,该天线模块包括封装基板,该封装基板具有形成为在其中的相邻的金属化层中形成的两个(2个) 竖直集成的相邻平面形状结构的贴片天线,并且具有在封装基板的金属化层中形成的水平集成贴片天线;

[0029] 图10C是示出在图10A和图10B中的封装基板中形成的竖直集成贴片天线的分解的侧面透视图;

[0030] 图10D是可设置在图10A和图10B中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在竖直方向上完全延伸穿过封装基板的两个(2个) 竖直集成的平面形状结构和形成在封装基板的金属化层中的水平集成贴片天线;

[0031] 图11是可设置在图10A和图10B中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在封装基板中沿竖直方向部分地延伸的两个(2个) 竖直集成的平面形状结构和形成在封装基板的金属化层中的水平集成贴片天线;

[0032] 图12是可设置在天线模块中的另一封装基板的仰视图,该天线模块包括布置在与图10B中的封装基板相对的封装基板的相对伸长侧上的竖直集成贴片天线;

[0033] 图13是可设置在天线模块中的另一封装基板的仰视图,该天线模块包括形成在金属化层中的贴片天线和布置在封装基板的两个相应伸长侧上的贴片天线的每一侧上的竖直集成贴片天线;

[0034] 图14A是可设置在图13中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了在竖直方向上完全延伸穿过封装基板的两个(2个) 竖直集成贴片天线和形成在封装基板的金属化层中的水平集成贴片天线;

[0035] 图14B是可设置在图13中的天线模块中的封装基板的侧视图,例示了完全延伸穿过封装基板的两个(2个) 竖直集成贴片天线和形成在封装基板的金属化层中的水平集成贴片天线;

[0036] 图15是例示用于制造包括竖直集成贴片天线的封装基板的示例性制造过程的流程图,该竖直集成贴片天线包括图2至图14B中的封装基板中的竖直集成贴片天线;

[0037] 图16A和图16B是例示用于制造封装基板的另一示例性制造过程的流程图,该封装基板包括在竖直方向上完全延伸穿过该封装基板的竖直集成贴片天线;

[0038] 图17A至图17D例示了根据图16A和图16B中的制造过程制造的封装基板的制造期间的示例性制造阶段;

[0039] 图18A至图18C是例示用于制造封装基板的另一示例性制造过程的流程图,该封装基板包括在竖直方向上完全延伸穿过封装基板的竖直集成贴片天线和形成于封装基板的金属化层中的水平集成贴片天线;

[0040] 图19A至图19D例示了根据图18A至图18C中的制造过程制造的封装基板的制造期间的示例性制造阶段;

[0041] 图20是包括在一个或多个RFIC封装件中提供的RF组件的示例性无线通信设备的框图,该RFIC封装件采用包括一个或多个竖直集成贴片天线的封装基板,包括但不限于图2至图14B、图17A至图17D、和图19A至图19D中且根据图15至图16B和图18A至图18C中的任何制造过程的封装基板;并且

[0042] 图21是包括在一个或多个RFIC封装件中提供的RF组件的示例性基于处理器的系统的框图,该RFIC封装件采用包括一个或多个竖直集成贴片天线的封装基板,包括但不限于图2至图14B、图17A至图17D、和图19A至图19D中且根据图15至图16B和图18A至图18C中的任何制造过程的封装基板。

具体实施方式

[0043] 现在参照附图,描述本公开的若干示例性方面。词语“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”的任何方面不一定被解释为比其他方面优选或具有优势。

[0044] 本发明所公开的各方面包括采用具有竖直集成贴片天线的封装基板的天线模块。还公开了相关制造方法。该天线模块包括射频(RF) IC (RFIC) 封装,该射频(RF) IC (RFIC) 封装包括用于支持RF通信的一个或多个RFIC。该天线模块还包括封装基板,该封装基板包括具有形成的金属互连件的一个或多个金属化层,该形成的金属互连件用于在该RFIC与该封装基板中的天线之间路由信号。该封装基板包括竖直集成在该封装基板中的多个金属化层中的一个或多个贴片天线,从而在电磁方面表现为贴片天线。在一个示例中,贴片天线由在跨越封装基板中的多个相邻水平布置的金属化层的过孔沟槽中形成的金属过孔(“过孔”) (例如,伸长的过孔条) 组成。过孔通过在相邻的水平布置的金属化层中形成的金属互连件(例如,金属线、金属迹线) 互连。这样,通过用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺) 将贴片天线形成为呈平面形状的在封装基板中的竖直平面中的竖直集成结构,以形成平面形状结构。贴片天线可以灵活地布置在封装基板中,并且布置在封装基板的现有水平布置的金属化层中,而不必在封装基板中提供附加的金属化层来支持附加的天线。可通过控制形成封装基板的相邻的水平金属化层中的贴片天线的部分的相邻过孔的长度和高度以及此类相邻过孔的间距来控制贴片天线的性能。馈线形成在封装基板的金属化层中,并且电耦合到RFIC封装件和贴片天线。

[0045] 在另一示例性方面,竖直集成贴片天线被形成为大致平面形状的结构。通过连接多个金属互连件来形成贴片天线,每个金属互连件布置在封装基板的单独的金属化层中。

该多个金属互连件通过在第一水平方向上形状通常为伸长的过孔连接在一起,使得当连接到相应的金属互连件时,在封装基板中在与第一方向正交的第二竖直方向上在竖直平面中形成大致平面形状的结构,从而可表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。例如,由在封装基板的第一水平方向和平面上形状通常为伸长的过孔形成的贴片天线可以被称为“过孔条”。这些过孔条是在给定金属化层中在一个水平方向上较长而在另一水平方向上较窄的意义上的条。每个过孔条形成为于相应的金属化层中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在第二竖直方向上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件电耦合到相邻的金属化层中的相邻的过孔条,从而在封装基板中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线在其为平面形状的贴片天线但相对于封装基板的水平金属化层在封装基板的第二竖直方向上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。贴片天线的精确形状和竖直平面将取决于过孔在水平方向上的长度。贴片天线可形成为大致矩形平面形状的结构。

[0046] 在讨论包括包含一个或多个竖直集成贴片天线(该竖直集成贴片天线布置在封装基板中以支持RF通信)的封装基板的IC封装件之前,首先参照图1A和图1B描述在其封装基板中不包括竖直集成贴片天线的RFIC封装件101形式的IC封装件。下面从图2开始讨论包括包含一个或多个竖直集成贴片天线的封装基板的IC封装件的示例,该一个或多个竖直集成贴片天线布置在封装基板中以支持RF通信。

[0047] 图1A和图1B分别是天线模块100的侧视图和仰视图,该天线模块包括支撑用于支持RF通信的贴片和偶极天线元件的天线基板102。天线模块100以RFIC封装件101的形式提供。如图1A中所示,天线模块100包括IC管芯层106,该IC管芯层布置在水平X-Y水平平面中并且包括RFIC管芯108,该RFIC管芯包括经封装的RF收发器IC。RFIC 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 108耦合到天线模块100中的其他组件和电路。电磁干扰(EMI)屏蔽件109布置在RFIC 108和IC管芯层106中的其他组件周围。在此示例中,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、竖直互连通路(过孔)、迹线、线)以用于提供促成互连的互连结构,以在RFIC 108和天线模块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 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)。在此示例中,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天线模块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金属过孔126(“过孔”126)(例如,金属焊柱)的金属互连件124,该金属过孔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。

[0048] 继续参照图1A,天线模块100中的封装基板110还包括天线基板102。在此示例中,天线基板102耦合到芯基板120以使得芯基板120在第一竖直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金属过孔132(“过孔”132),该过孔耦合到芯基板120中的金属互连件124。在此示例中,天线基板102包括四个(4个)贴片天线元件134(1) -

134(4), 这些贴片天线元件通过贴片天线元件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 108。在此示例中, 每个贴片天线元件134(1) - 134(4) 包括与芯基板120相邻的第一贴片天线元件136(1) - 136(4) 以及布置为与第一贴片天线元件136(1) - 136(4) 相邻的第二贴片天线元件138(1) - 138(4)。第二贴片天线元件138(1) - 138(4) 被配置为电磁(EM) 耦合到第一贴片天线元件136(1) - 136(4) 以辐射分配到第一贴片天线元件136(1) - 136(4) 的RF信号。

[0049] 如图1A和图1B所示, 第二贴片天线元件138(1) - 138(4) 是薄型结构, 其相应的辐射方向图方向140(1) - 140(4) 主要在天线模块100中的第二X轴方向上。然而, 贴片天线元件134(1) - 134(4) 不提供在天线模块100的Y轴或Z轴方向上取向的辐射方向图。因此, 该安排可能需要在天线模块100的未示出的其他区域中布置附加天线元件以提供期望的RF定向性能。然而, 这可能是以增加天线模块100的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。此外, 如果天线模块100被用于多输入多输出(MIMO) 通信应用, 则必须在天线模块100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天线模块100的封装件大小。

[0050] 就此而言, 图2是示例性天线模块200的相应侧视图, 该天线模块包括封装基板202, 该封装基板包括多个竖直集成贴片天线204(1) - 204(4)。在此示例中, 沟槽形状的贴片天线204(1) - 204(4) 是在X轴和Z轴方向上的第一竖直平面中的平面结构, 其在第一竖直方向(Z轴方向) 上竖直地集成在封装基板202中的相邻金属化层中, 用于支持RF通信。贴片天线204(1) - 204(4) 是机电地表现为贴片天线的平面结构。贴片天线204(1) - 204(4) 被配置为辐射RF信号。作为示例, 贴片天线204(1) - 204(4) 可被设计用于第五代(5G) 新无线电(NR) (5G NR) 频谱中的RF信号。例如, 这些频率可以包括毫米(mm) 波(mmWave) 频率。5G频谱中的频率的示例包括(但不限于) 410兆赫(MHz) 至7.125千兆赫(GHz) 和24.25GHz - 86GHz的频谱范围中的频率, 其中较低的19.25GHz (24.25GHz - 43.5GHz) 可能用于移动设备中。

[0051] 在此示例中, 贴片天线204(1) - 204(4) 沿竖直方向(Z轴方向) 竖直地布置在封装基板202中的第一金属化层206(1) 中并穿过第一金属化层。在此示例中, 金属化层206(1) 布置在X轴和Y轴方向上的水平平面上与第一竖直方向(Z轴方向) 正交的第二水平方向(X轴方向和Y轴方向) 上。在此示例中, 贴片天线204(1) - 204(4) 也在竖直方向(Z轴方向) 上竖直地布置在芯基板208和封装基板202的第二金属化层206(2) 中并且穿过该芯基板和该第二金属化层, 该芯基板和该第二金属化层也在X轴方向和Y轴方向上在水平平面中的水平方向上布置。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天线模块200中的翘曲的基板。贴片天线204(1) - 204(4) 通过相应的天线馈线210(1) - 210(4) 耦合到IC管芯层216中的一个或多个RFIC 214(1)、214(2) 的管芯互连件212(1)、212(2), 这些管芯互连件包括支持RF通信的RF收发器电路。就此而言, 天线模块200也可以被认为是RFIC封装件。相应贴片天线204(1) - 204(4) 的辐射方向图由于它们在竖直方向(Z轴方向) 上的竖直取向以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质而在Y轴方向上的第一水平方向和第二水平方向218(1) - 218(4) 上。因此, 贴片天线204(1) - 204(4) 可形成于封装基板202中以提供此天线辐射方向图(具有或不具有其他天线), 以在第一水平方向和第二水平方向218(1) - 218(4) 上提供接收天线覆盖。需注意, 尽管在此示例中四个(4个) 贴片天线204(1) - 204(4) 被包括在天线模块200中, 但这不是限制性的。

[0052] 如下文将更详细论述,图2中的天线模块200中的第一金属化层206(1)和第二金属化层206(2)各自包括形成于其中的金属互连件220(1)、220(2)以用于在RFIC 214(1)、214(2)与封装基板202之间路由信号。如下文更详细论述,在某些示例中,贴片天线204(1)-204(4)由相邻互连过孔和金属互连件220(1)、220(2)形成,该互连过孔和金属互连件各自布置在通过芯基板208中的金属柱222连接在一起的第一金属化层206(1)和第二金属化层206(2)中的单独的金属化层中。通过芯基板208中的金属柱222连接在一起的第一金属化层206(1)和第二金属化层206(2)中的互连过孔和金属互连件220(1)、220(2)形成如贴片天线204(1)-204(4)的相应平面形状结构。这样,贴片天线204(1)-204(4)可使用用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺)而形成封装基板202中的竖直集成结构。贴片天线204(1)-204(4)的性能可以通过控制第一金属化层206(1)和/或第二金属化层206(2)中的过孔和相邻耦合金属互连件的长度和高度来控制。贴片天线204(1)-204(4)可以灵活地布置在封装基板202中,并且布置在封装基板202的第一金属化层206(1)和/或第二金属化层206(2)中的现有金属化层中,而不必提供专用于支持附加天线的附加金属化层,诸如在图1A和图1B中的天线模块100中。

[0053] 图3A和图3B分别是图2中的天线模块200的侧视图和仰视图,以例示附加的细节。图3A中的天线模块200中的贴片天线204(1)-204(4)在图3B中的天线模块200的仰视图中示出。贴片天线204(1)-204(4)的辐射方向图在图3B中的封装基板202的仰视图中被示为Y轴方向上的第一水平方向和第二水平方向218(1)-218(4),这是由于贴片天线204(1)-204(4)在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质。图3B中的封装基板202的第二金属化层206(2)中示出了贴片天线204(1)-204(4)。图3A是沿图3B中的 A_1-A_1' 截面线的侧视图。图3C是示出在图3A和图3B中的封装基板202中形成的一个(1个)贴片天线204的分解的侧面透视图。如图3C中所示且在下文更详细描述,在此示例中,贴片天线204由形成于封装基板202中的相应相邻金属化层中且由相应金属化层中的金属互连件220互连的多个过孔条300形成。这样,贴片天线204(1)-204(2)可通过用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺)而形成封装基板202中的竖直集成结构。

[0054] 图3D是图3A和图3B中的天线模块200中的封装基板202的侧视图,以例示贴片天线204(1)-204(4)的示例。图3D中的封装基板202是沿图3B中的天线模块200中的 A_2-A_2' 截面线的截面侧视图。因此,在图3D的封装基板202的侧视图中,从侧面仅示出了贴片天线204(1)-204(4)中的一个(1个)贴片天线204。如图3D所示,第一金属化层206(1)包括在相应水平平面内在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行的多个金属化层302(1)-302(6)。第二金属化层206(2)还包括多个金属化层304(1)-304(6),这些金属化层在相应的水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向)上彼此平行(例如,彼此堆叠)。金属化层302(6)、304(6)是封装基板202的外金属化层。第一金属化层206(1)耦合到芯基板208,其中金属化层302(1)直接耦合到芯基板208。第二金属化层206(2)也耦合到芯基板208,其中金属化层304(1)直接耦合到芯基板208。就此而言,芯基板208布置在第一金属化层206(1)与第二金属化层206(2)之间。

[0055] 第一金属化层206(1)中的金属化层302(1)-302(6)各自包括由介电材料制成的介电层303(1)-303(6)以及形成于其中的一个或多个金属互连件306(例如,金属线、金属迹

线、金属柱)。金属互连件306可在相邻的金属化层302(1)-302(6)中通过金属过孔308(“过孔308”)彼此耦合以在第一金属化层206(1)中形成到图3A中的RFIC 214(1)、214(2)的管芯互连件212(1)、212(2)的信号路由路径。贴片天线204由在第一金属化层206(1)中的相应单独的金属化层302(1)-302(6)的一个或多个介电层303(1)-303(6)中形成的多个其他金属互连件310(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,这些金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且在竖直方向(Z轴方向)上共享共用竖直平面 P_1 (在X轴和Z轴方向上)。相邻金属化层302(1)-302(6)中的金属互连件310通过布置在相应相邻金属化层302(1)-302(6)中的金属过孔312(“过孔312”)彼此耦合。金属互连件310在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由过孔312连接的金属互连件310在形成贴片天线204的一部分的第一金属化层206(1)中形成竖直集成的平面金属结构。

[0056] 同样在此示例中,贴片天线204还包括由形成于第二金属化层206(2)中的相应单独的金属化层304(1)-304(6)的一个或多个介电层305(1)-305(6)中的多个金属互连件314(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成的竖直平面形状的结构,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享共用竖直平面 P_1 。第二金属化层206(2)中的金属化层304(1)-304(6)各自包括由介电材料制成的介电层305(1)-305(6)以及形成于其中的一个或多个金属互连件314(例如,金属线、金属迹线、金属柱)。相邻金属化层304(1)-304(6)中的金属互连件314通过布置在相应相邻金属化层304(1)-304(6)中的金属过孔(“过孔316”)彼此耦合。金属互连件314在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由过孔316连接的金属互连件314在形成贴片天线204的一部分的第二金属化层206(2)中形成竖直集成的平面金属结构。芯基板208包括金属柱318,该金属柱耦合到第一金属化层206(1)中的金属化层302(1)中的金属互连件310并且耦合到第二金属化层206(2)中的金属化层304(1)中的金属互连件314以形成贴片天线204的部分。

[0057] 这样,由第一金属化层206(1)中的相应过孔312互连的金属互连件310、由第二金属化层206(2)中的相应过孔316互连的金属互连件314和金属柱318形成此示例中的贴片天线204。就此而言,因为贴片天线204由金属化层206(1)、206(2)中的互连的金属互连件310、314和过孔312、316以及芯基板208中的金属柱318形成,所以用于制造封装基板202中的金属互连件306和过孔308的制造技术也可用于在封装基板202中形成贴片天线204。在此示例中,贴片天线204一直延伸穿过图3D中的此示例中的封装基板202的所有层。在此示例中,贴片天线204在竖直方向(Z轴方向)上延伸穿过第一金属化层206(1)中的金属化层302(1)-302(6)中的每个金属化层,穿过第二金属化层206(2)中的金属化层304(1)-304(6)中的每个金属化层,并且还穿过芯基板208。在此示例中,在布置在第一金属化层206(1)的金属化层302(6)上的阻焊层322(作为另一金属化层)中形成的金属互连件320用作到贴片天线204的天线馈线324。图3A中的天线模块中的RFIC 214(1)、214(2)的管芯互连件212(1)、212(2)可以作为天线馈线324耦合到金属互连件320,以将RFIC 214(1)、214(2)耦合到贴片天线204以用作RFIC 214(1)、214(2)的天线。

[0058] 此外,如图3C和图3D所示,竖直集成贴片天线204在X轴和Z轴方向上形成为大致平面形状的结构,并且在此示例中形成为矩形形状的结构。如上文所论述,通过连接多个金属互连件310、314来形成贴片天线204,每个金属互连件布置在封装基板202的单独的金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中。在此示例中,多个金属互连件310、314通过形成过孔

条300的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的相应过孔312、316连接在一起,使得当连接到相应金属互连件310、314时,贴片天线204在封装基板202中的竖直平面 P_1 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成大致平面结构,并且可以表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。这些过孔条300是在其金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中在一个水平方向(X轴方向)上较长而在另一水平方向(Y轴方向)上较窄的意义上的条。每个过孔条300形成于相应金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件310、314电耦合到相邻金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的相邻过孔条300,从而在封装基板202中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线204在其为平面形状贴片天线但相对于封装基板202的水平金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)在封装基板202的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔312、316各自包括沟槽。贴片天线204的精确形状和竖直平面 P_1 将取决于过孔312、316在水平方向(X轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线204成为大致矩形平面形状的结构。

[0059] 需注意,在另一示例性方面中,由第一金属化层206(1)中的相应过孔312互连的作为贴片天线204的一部分的金属互连件310不必延伸到芯基板208和/或第二金属化层206(2)中。所形成的贴片天线不必包括由第二金属化层206(2)中的相应过孔316互连的金属互连件314。这样,在此另选方面中,由第一金属化层206(1)中的相应过孔312互连的金属互连件310将在封装基板202中形成第一贴片天线。由第二金属化层206(2)中的相应过孔316互连的金属互连件314将在封装基板202中形成第二单独贴片天线。因此,在芯基板208中示出的金属柱318将不必被包括以形成类似于图3D中的贴片天线204的单个贴片天线,该金属柱互连由第一金属化层206(1)中的相应过孔312互连的金属互连件310。

[0060] 就此而言,图4是可被提供为图3A和图3B中的天线模块200中的封装基板202的另选封装基板202A的侧视图。封装基板202A包括在竖直方向(Z轴方向)上竖直集成并且仅布置在封装基板202A的第一金属化层206(1)中的另选贴片天线204A。图3D中的封装基板202与图4中的封装基板202A之间的共同元件以共同元件编号示出。因此,图3D中的此类共同元件的讨论也适用于图4中的封装基板202A。图4中的封装基板202A是沿图3B中的天线模块200中的 A_2-A_2' 截面线的截面侧视图。因此,在图4的封装基板202A的侧视图中,从侧面仅示出了一个(1个)竖直集成贴片天线204A。

[0061] 如图4所示,第一金属化层206(1)包括在相应水平平面内在水平方向(X轴方向和Y轴方向)彼此平行(例如彼此层叠)的多个金属化层302(1)-302(6),类似于图3D中的封装基板202。类似于图3D中的封装基板202中所提供的,图4中的封装基板202A的第一金属化层206(1)中的金属化层302(1)-302(6)的介电层303(1)-303(6)包括金属互连件306(例如,金属线、金属迹线、金属柱),这些金属互连件在相邻金属化层302(1)-302(6)中通过过孔308彼此耦合以在第一金属化层206(1)中形成到图3A中的RFIC 214(1)、214(2)的管芯互连件212(1)、212(2)的信号路由路径。贴片天线204A由第一金属化层206(1)中的一个或多个相应单独的金属化层302(1)-302(6)的介电层303(1)-303(6)中的多个其他金属互连件310(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该多个其他金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享共用竖直平面 P_1 。相邻金属化层302(1)-302(6)中的金属互连件310通过布置在相应相邻金属化层302(1)-302(6)中的过孔312彼此耦合。金属互连件310在水平方向(X轴

方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由金属过孔412(“过孔412”)连接的金属互连件410在形成此示例中的贴片天线204A的第一金属化层206(1)中形成竖直集成的平面形状金属结构。

[0062] 这样,由第一金属化层206(1)中的相应过孔312互连的金属互连件310形成此示例中的贴片天线204A。因此,在图4的此示例中,贴片天线204A不延伸到芯基板208或封装基板202A的第二金属化层206(2)。类似于图3D中的封装基板202,作为布置在第一金属化层206(1)的金属化层302(6)上的阻焊层322的一部分而形成的金属互连件320可充当到贴片天线204的天线馈线324。图3A中的天线模块200中的RFIC 214(1)、214(2)的管芯互连件212(1)、212(2)可以作为天线馈线324耦合到金属互连件320以将RFIC 214(1)、214(2)耦合到贴片天线204。

[0063] 此外,如图4所示,竖直集成贴片天线204A在X轴和Z轴方向上形成为大致平面形状的结构,并且在此示例中为矩形形状的结构。如上文所论述,通过连接多个金属互连件310来形成贴片天线204A,每个金属互连件布置在封装基板202A的单独的金属化层302(1)-302(6)中。在此示例中,多个金属互连件310通过形成过孔条的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的相应过孔312连接在一起,使得当连接到相应金属互连件310时,贴片天线204A在封装基板202中的竖直平面 P_1 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成为大致平面形状的结构,可以表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。贴片天线204A是在其金属化层302(1)-302(6)中在一个水平方向(X轴方向)上较长而在另一个水平方向(Y轴方向)上较窄的意义上的过孔条。贴片天线204A的过孔条形成在相应金属化层302(1)-302(6)中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件310电耦合到相邻金属化层302(1)-302(6)中的相邻过孔312,从而在封装基板202A中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线204A在其为平面形状贴片天线但相对于封装基板202的水平金属化层302(1)-302(6)在封装基板202A的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔312各自包括沟槽。贴片天线204A的精确形状和竖直平面 P_1 将取决于过孔312在水平方向(X轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线204A被形成为大致矩形平面形状的结构。

[0064] 需注意,另选地,图4中的封装基板202A可以被设置为使得贴片天线204被设置在第二金属化层206(2)中而不在第一金属化层206(1)中。就此而言,类似于图3D中的封装基板202中所示,在此另选方面中,贴片天线204将由第二金属化层206(2)中的相应单独的金属化层304(1)-304(6)的介电层305(1)-305(6)中的多个其他金属互连件314(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该多个其他金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享共用竖直平面 P_1 。

[0065] 在其他示例性方面中,竖直集成贴片天线可形成在封装基板中,在封装基板中的第一竖直平面中延伸,使得其天线辐射方向图在与竖直方向正交的第二水平方向上从封装基板的侧面向外延伸。在其他示例性方面中,多个沟槽形状的贴片天线可在封装基板中彼此竖直相邻地形成以提供天线。沟槽形状的贴片天线中的一个贴片天线可以通过耦合馈线电耦合到RFIC封装件。相邻的沟槽型贴片天线被配置为与通过馈线连接的沟槽形状的贴片天线进行电磁(EM)耦合,以辐射由RFIC封装件内的RFIC发送的RF信号。

[0066] 在另选方面中,第一竖直集成贴片天线和第二竖直集成贴片天线可在封装基板

(诸如,图2中的封装基板202)中竖直集成并且彼此相邻地竖直布置,使得第一贴片天线和第二贴片天线在接收待辐射的RF信号时彼此EM耦合。这样,天线馈线可以仅耦合到第一贴片天线。第二贴片足够靠近第一贴片天线,以EM耦合由第一贴片天线从天线馈线接收的RF信号,以从封装基板辐射。这在图5A至图5D的示例天线模块500中示出,现在将对其进行描述。

[0067] 就此而言,图5A是包括封装基板502的示例性天线模块500的侧视图,该封装基板包括多个贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)。作为平面结构的贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)表现为贴片天线。如下文更详细论述,相应贴片天线504(2)(1)-504(2)(4)被配置为在贴片天线504(2)(1)-504(2)(4)用接收到的RF信号通电时EM耦合到相应相邻贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)然后将把RF信号从封装基板502辐射出去。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)是X轴和Z轴方向上的平面结构,其在封装基板502中的相邻金属化层中在竖直方向(Z轴方向)上被竖直集成,用于支持RF通信。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)的辐射方向图通过它们在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向和它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质在Y轴方向上的第一水平方向和第二水平方向518(1)-518(4)上示出。作为示例,贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)可被设计用于毫米波(mm Wave)接收,包括第五代(5G)新无线电(NR)频谱中的RF信号。

[0068] 在此示例中,贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)在封装基板502中的第一金属化层506(1)中并且穿过该第一金属化层在竖直方向(Z轴方向)上竖直地布置。在此示例中,金属化层506(1)在X轴方向和Y轴方向的水平平面内沿水平方向布置。在此示例中,贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)也在竖直方向(Z轴方向)上竖直地布置在芯基板508和封装基板502的第二金属化层506(2)中并且穿过该芯基板和该第二金属化层,该芯基板和该第二金属化层也在X轴方向和Y轴方向上在水平平面中的水平方向上布置。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)通过相应的天线馈线510(1)(1)-510(1)(4)、510(2)(1)-510(2)(4)耦合到IC管芯层516中的一个或多个RFIC 514(1)、514(2)的管芯互连件512(1)、512(2),这些管芯互连件包括支持RF通信的RF收发器电路。芯基板(诸如芯基板508)是通常较厚并且由坚硬的介电材料制成以防止或减少RFIC封装件500中的翘曲的基板。就此而言,天线模块500也可以被认为是RFIC封装件。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)的辐射方向图通过它们在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质在Y轴方向上的第一水平方向和第二水平方向518(1)-518(4)上示出。可以在封装基板502中形成贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4),以在具有或不具有其他天线的情况下提供该天线辐射方向图,以在第一水平方向和第二水平方向518(1)-518(4)上提供接收天线覆盖。

[0069] 如下文将更详细论述,图5A中的天线模块500中的第一金属化层506(1)和第二金属化层506(2)各自包括形成于其中的金属互连件520(1)、520(2)以用于在RFIC 514(1)、514(2)与封装基板502之间路由信号。如下文更详细论述,在某些示例中,贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)由通过芯基板508中的金属柱522连接在一起的第一金属化层506(1)和第二金属化层506(2)中的相邻互连金属过孔(“过孔”)和金属互连件520(1)、520(2)形成。这样,贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)可使用用于

在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺)而形成成为封装基板502中的竖直集成结构。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)的性能可以通过控制第一金属化层506(1)和/或第二金属化层506(2)中的过孔和相邻耦合金属互连件的长度和高度来控制。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)可以灵活地布置在封装基板502中,并且布置在封装基板502的第一金属化层506(1)和/或第二金属化层506(2)中的现有金属化层中,而不必提供专用于支持附加天线的附加金属化层,诸如在图1A和1B中的天线模块100中。

[0070] 图5A中的天线模块500中的贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)在图5B中的天线模块500的仰视图中示出。图5B中的封装基板502的第二金属化层506(2)中示出了贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)。图5A是沿图5B中的 A_4-A_4' 截面线的侧视图。贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)的辐射方向在图5B中的封装基板502的仰视图中被示为Y轴方向上的第一水平方向和第二水平方向518(1)-518(4),这是由于贴片天线204(1)-204(4)在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质。图5C是示出在图5A和图5B中的封装基板502中形成的两个(2个)相邻贴片天线504(1)、504(2)的分解的侧面透视图。如图5C中所示并且在下文更详细描述,在此示例中,贴片天线504(1)、504(2)各自自由形成于封装基板502中的相应相邻金属化层中并且通过相应金属化层中的相应金属互连件520(1)、520(2)互连的多个过孔条523(1)、523(2)形成。这样,贴片天线504(1)、504(2)可通过用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺)而形成成为封装基板502中的竖直集成结构。

[0071] 图5D是图3A和图3B中的天线模块200中的封装基板502的侧视图,以例示贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)的示例。图5D中的封装基板502是沿图5B中的天线模块500中的 A_5-A_5' 截面线的截面侧视图。因此,在图5D的封装基板502的侧视图中,从侧面仅示出了两个(2个)贴片天线504(1)、504(2)。在此示例中,贴片天线504(1)、504(2)可为图5B中的封装基板502中的相应贴片天线对504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)中的任一贴片天线对。如图5D所示,第一金属化层506(1)包括多个金属化层532(1)-532(6),这些金属化层在相应的水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向)上彼此平行(例如,彼此堆叠)。第二金属化层506(2)也包括多个金属化层534(1)-534(6),这些金属化层在相应的水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向)上彼此平行。金属化层532(6)、534(6)是封装基板502的外金属化层。第一金属化层506(1)耦合到芯基板508,其中金属化层532(1)直接耦合到芯基板508。第二金属化层506(2)也耦合到芯基板508,其中金属化层534(1)直接耦合到芯基板508。就此而言,芯基板508布置在第一金属化层506(1)和第二金属化层506(2)之间。

[0072] 第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)-532(6)包括在介电层503(1)-503(6)中形成的相应金属互连件536(例如,金属线、金属迹线、金属柱)。金属互连件536在相邻的金属化层532(1)-532(6)中通过金属过孔538(“过孔538”)彼此耦合以在第一金属化层506(1)中形成到图5A中的RFIC 514(1)、514(2)的管芯互连件512(1)、512(2)的信号路由路径。贴片天线504(1)、504(2)由第一金属化层506(1)中的相应单独的金属化层532(1)-532(6)中的介电层503(1)-503(6)中的多个其他金属互连件540(1)、540(2)(例如,金属线、金属迹

线、金属柱)形成,该多个其他金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且在X轴和Z轴方向上共享相应共用竖直平面 P_2 、 P_3 。相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属互连件540(1)、540(2)通过布置在相应相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属过孔(“过孔”)542(1)、542(2)彼此耦合。相应的金属互连件540(1)、540(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由相应过孔542(1)、542(2)连接的金属互连件540(1)、540(2)在形成相应贴片天线504(1)、504(2)的一部分的第一金属化层506(1)中形成竖直集成的平面形状的金属结构。

[0073] 同样在此示例中,贴片天线504(1)、504(2)还包括由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的介电层505(1)-505(6)中的多个金属互连件544(1)、544(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成的相应竖直平面形状的结构,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_2 、 P_3 。相邻金属化层534(1)-534(6)中的相应金属互连件544(1)、544(2)通过布置在相应相邻金属化层534(1)-534(6)中的相应金属过孔(“过孔”)546(1)、546(2)彼此耦合。相应的金属互连件544(1)、544(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由相应过孔546(1)、546(2)连接的相应金属互连件544(1)、544(2)在形成贴片天线504(1)、504(2)的一部分的第二金属化层506(2)中形成相应竖直集成的平面形状金属结构。芯基板508包括相应金属柱548(1)、548(2),它们耦合到第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)中的相应金属互连件540(1)、540(2)并且耦合到第二金属化层506(2)中的金属化层534(1)中的相应金属互连件544(1)、544(2)。

[0074] 这样,在此示例中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)、由第二金属化层506(2)中的相应过孔546(1)、546(2)互连的相应金属互连件544(1)、544(2)以及相应金属柱548(1)、548(2)形成相应贴片天线504(1)、504(2)。在图5D的此示例中,贴片天线504(1)、504(2)各自一直延伸穿过封装基板502的所有层。在此示例中,贴片天线504(1)、504(2)在竖直方向(Z轴方向)上延伸穿过第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)-532(6)中的每个金属化层,穿过第二金属化层506(2)中的金属化层534(1)-534(6)中的每个金属化层,并且还穿过芯基板508。布置在第一金属化层506(1)的金属化层532(6)上的阻焊层552(作为另一金属化层)中布置的金属互连件550(1)、550(2)可以用作到相应贴片天线504(1)、504(2)的相应天线馈线554(1)、554(2)。图5A中的天线模块500中的RFIC 514(1)、514(2)的管芯互连件512(1)、512(2)可被耦合到相应金属互连件550(1)、550(2)以将RFIC 514(1)、514(2)耦合到相应贴片天线504(1)、504(2)。

[0075] 此外,如图5C和图5D所示,竖直集成贴片天线504(1)、504(2)在X轴和Z轴方向上形成大致平面形状的结构,并且在此示例中为矩形形状的结构。如上文所论述,贴片天线504(1)、504(2)是通过连接多个金属互连件540(1)、540(2)、544(1)、544(2)而形成,该金属互连件各自布置在封装基板502的单独的金属化层502(1)-502(6)、504(1)-504(6)中。在此示例中,多个金属互连件540(1)、540(2)、544(1)、544(2)通过形成过孔条的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的相应过孔542(1)、542(2)、546(1)、546(2)连接在一起,使得当连接到相应金属互连件540(1)、540(2)、544(1)、544(2)时,贴片天线504(1)、504(2)在封装基板502中的竖直平面 P_1 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成大致平面形状的结构,可表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。这些贴片天线504(1)、504(2)是在其金属化层

532(1)-532(6)、534(1)-534(6)中在一个水平方向(X轴方向)上较长而在另一水平方向(Y轴方向)上较窄的意义上的过孔条。每个贴片天线504(1)、504(2)的过孔条形成在相应金属化层532(1)-532(6)、534(1)-534(6)中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件540(1)、540(2)、544(1)、544(2)电耦合到相邻金属化层532(1)-532(6)、504(1)-504(6)中的相邻过孔542(1)、542(2)、546(1)、546(2),从而在封装基板502中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线504(1)、504(2)在其为平面形状贴片天线但相对于封装基板502的水平金属化层502(1)-502(6)、504(1)-504(6)在封装基板502的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔542(1)、542(2)、546(1)、546(2)各自包括沟槽。贴片天线504(1)、504(2)的精确形状和竖直平面 P_2 、 P_3 将取决于过孔542(1)、542(2)、546(1)、546(2)在水平方向(Y轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线504(1)、504(2)形成为大致矩形平面形状的结构。

[0076] 需注意,在另一示例性方面中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)不必耦合到由第二金属化层506(2)中的相应过孔546(1)、546(2)互连的相应金属互连件544(1)、544(2)。芯基板508中示出的将由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)互连到由第二金属化层506(2)中的相应过孔546(1)、546(2)互连的相应金属互连件544(1)、544(2)的金属柱548(1)、548(2)不是必须包括的。这样,在此另选方面中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)将在封装基板502中形成第一贴片天线,并且由第二金属化层506(2)中的相应过孔546(1)、546(2)互连的相应金属互连件544(1)、544(2)将各自在封装基板502中形成四个(4个)单独贴片天线。

[0077] 图6是可作为图5A和图5B中的天线模块500中的封装基板502提供的另选封装基板502A的侧视图,其中另选竖直集成贴片天线504A(1)、504A(2)仅在第一金属化层506(1)中在竖直方向(Z轴方向)上竖直集成。图5D中的封装基板502与图6中的封装基板502A之间的共同元件以共同元件编号示出。因此,图5D中的此类共同元件的讨论也适用于图6中的封装基板502A。图6中的封装基板502A是沿图5B中的天线模块500中的 A_5-A_5' 截面线的截面侧视图。因此,在图6的封装基板502A的侧视图中,从侧面仅示出了两个(2个)贴片天线504A(1)、504A(2)。

[0078] 如图6所示,第一金属化层506(1)包括在相应水平平面内在水平方向(X轴方向和Y轴方向)彼此平行(例如彼此层叠)的多个金属化层532(1)-532(6),类似于图5D中的封装基板502。类似于图5D中的封装基板502中所提供的,图6中的封装基板502A的第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)-532(6)包括相应的金属互连件536(例如,金属线、金属迹线、金属柱),这些金属互连件通过过孔538在相邻金属化层532(1)-532(6)中彼此耦合以在第一金属化层506(1)中形成到图5A中的RFIC 514(1)、514(2)的管芯互连件512(1)、512(2)的信号路由路径。贴片天线504A(1)、504A(2)由第一金属化层506(1)中的相应单独的金属化层532(1)-532(6)中的多个其他相应金属互连件540(1)、540(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_2 、 P_3 。相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属互连件540(1)、540(2)通过布置在相应相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应过孔542(1)、542(2)彼此耦合。相应的金属互连件540

(1)、540(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,在此示例中,由相应过孔542(1)、542(2)连接的相应金属互连件540(1)、540(2)在形成贴片天线504A(1)、504A(2)的第一金属化层506(1)中形成相邻竖直集成的平面金属结构。

[0079] 这样,在此示例中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)形成相应贴片天线504A(1)、504A(2)。因此,在图6的此示例中,贴片天线504A(1)、504A(2)不向芯基板508或封装基板502A的第二金属化层506(2)延伸。类似于图5D中的封装基板502,在布置在第一金属化层506(1)的金属化层532(6)上的阻焊层552中形成的金属互连件550(1)、550(2)可充当到贴片天线504A(1)、504A(2)的相应天线馈线554(1)、554(2)。图3A中的天线模块中的RFIC 514(1)、514(2)的管芯互连件512(1)、512(2)可耦合到金属互连件550(1)、550(2)以将RFIC 514(1)、514(2)耦合到相应贴片天线504A(1)、504A(2)。

[0080] 此外,如图6所示,竖直集成贴片天线504A(1)、504A(2)在X轴和Z轴方向上形成为大致平面形状的结构,并且在此示例中形成为矩形形状的结构。如上文所论述,贴片天线504A(1)、504A(2)是通过连接多个金属互连件540(1)、540(2)而形成的,每个金属互连件布置在封装基板502A的单独的金属化层502(1)-502(6)中。在此示例中,多个金属互连件540(1)、540(2)通过形成过孔条的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的相应过孔542(1)、542(2)连接在一起,使得当连接到相应金属互连件540(1)、540(2)时,贴片天线504A(1)、504A(2)在封装基板502A中的竖直平面 P_1 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成为大致平面结构,并且可以表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。这些贴片天线504A(1)、504A(2)是在其金属化层532(1)-532(6)中在一个水平方向(X轴方向)上较长而在另一水平方向(Y轴方向)上较窄的意义上的过孔条。每个贴片天线504A(1)、504A(2)的过孔条形成在相应金属化层532(1)-532(6)中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件540(1)、540(2)电耦合到相邻金属化层532(1)-532(6)中的相邻过孔542(1)、542(2),从而在封装基板502A中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线504A(1)、504A(2)在其为平面形状贴片天线但相对于封装基板502A的水平金属化层502(1)-502(6)在封装基板502A的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔542(1)、542(2)各自包括沟槽。贴片天线504A(1)、504A(2)的精确形状和竖直平面 P_2 、 P_3 将取决于过孔542(1)、542(2)在水平方向(Y轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线504A(1)、504A(2)形成为大致矩形平面形状的结构。

[0081] 需注意,另选地,图6中的封装基板502A可以被设置为使得贴片天线被设置在第二金属化层506(2)中而不在第一金属化层506(1)中。就此而言,类似于图5D中的封装基板502中所示,在此另选方面中,贴片天线将由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的多个其他相应金属互连件544(1)、544(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_2 、 P_3 。

[0082] 其他另选方案也是可能的。例如,图7是可设置在天线模块700中的另一封装基板702的仰视图,该天线模块可以类似于图2A和图5A中的天线模块200、500。封装基板702包括类似于图5A和图5B中的封装基板502中的成形贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)的竖直集成贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)。然而,在图7中的封装基板702中,竖直集成贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)与封

装基板702在X轴方向上伸长的第二侧706相邻布置,与封装基板702的在X轴方向上伸长的第一侧708相对。类似于图5A和图5B中的封装基板502中的贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4),贴片天线704(2)(1)-704(2)(4)被配置为EM耦合到相应贴片天线704(1)(1)-704(1)(4),其辐射由贴片天线704(2)(1)-704(2)(4)通过天线馈线接收的耦合RF信号。通过贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向的性质以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构,在Y轴方向上的相应第一水平方向和第二水平方向718(1)-718(4)上示出了贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)的辐射方向图。图5D和图6中的贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)的结构更详细的示例性例示也可以用于图7中的贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)。

[0083] 图8是可设置在天线模块800中的另一封装基板802的仰视图,该天线模块可类似于图2A和图5A中的天线模块200、500。包括竖直集成贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)的封装基板802被布置为与封装基板802的在X轴方向上伸长的第二侧806相邻,与封装基板802的在X轴方向上伸长的第一侧808相对。图7中的封装基板702与图8中的封装基板702之间的共同元件共享共同元件编号,并且图7中的那些共同元件的描述也适用于图8中的封装基板802。然而,在图8中的封装基板802中,附加竖直集成贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4)被布置与封装基板802的第一侧808相邻。类似于贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4),贴片天线804(2)(1)-804(2)(4)被配置为EM耦合到相应贴片天线804(1)(1)-804(1)(4),其辐射由贴片天线804(2)(1)-804(2)(4)通过天线馈线接收的耦合RF信号。通过贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向的性质以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构,在Y轴方向上的相应第一水平方向和第二水平方向818(1)-818(4)上示出了贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)的辐射方向图。

[0084] 图9A是图8的天线模块800中的封装基板802的侧视图,以例示贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)、804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4)的示例。图9A中的封装基板802是沿图8中的天线模块800中的 A_6-A_6' 截面线的截面侧视图。因此,在图9A的封装基板802的侧视图中,从侧面仅示出了四个(4个)贴片天线。在此示例中,贴片天线704(1)、704(2)被示出可为图8中的封装基板802中的相应贴片天线对704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)中的任一贴片天线对。在此示例中,贴片天线704(1)、704(2)可如图5D中的贴片天线504(1)、504(2)那样构造,其在图8中用共同元件编号示出。图5D中的贴片天线504(1)、504(2)的描述适用于此示例中的封装基板802中的贴片天线704(1)、704(2),并且因此将不再描述。

[0085] 如图9A中所示,封装基板802包括第一金属化层506(1),该第一金属化层包括如图5D中的封装基板502中所提供的在相应水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向)上彼此平行(例如,彼此堆叠)的多个金属化层532(1)-532(6)。第二金属化层506(2)也包括多个金属化层534(1)-534(6),这些金属化层在相应的水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向)上彼此平行。第一金属化层506(1)耦合到芯基板508,其中金属化层532(1)直接耦合到芯基板508。第二金属化层506(2)也耦合到芯基板508,其中金属化层534(1)直接耦合到芯基板508。就此而言,芯基板508布置在第一金属化层506(1)和第二金属化层506(2)之间。第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)-532(6)包括相应的金属互连件536(例如,金属线、金属迹线、

金属柱),这些金属互连件通过过孔538在相邻金属化层506(1)-532(6)中彼此耦合以在第一金属化层532(1)中形成信号路由路径。

[0086] 在此示例中,封装基板802还包括附加贴片天线804(1)、804(2),其被示出为可为图8中的封装基板802中的相应贴片天线对804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4)中的任一贴片天线对。贴片天线804(1)、804(2)由第一金属化层506(1)中的相应单独的金属化层532(1)-532(6)中的多个其他金属互连件840(1)、840(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且在X轴和Z轴方向上共享相应共用竖直平面 P_4 、 P_5 。相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属互连件840(1)、840(2)通过布置在相应相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属过孔(“过孔”)842(1)、842(2)彼此耦合。相应的金属互连件840(1)、840(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由相应过孔842(1)、842(2)连接的金属互连件840(1)、840(2)在形成相应贴片天线804(1)、804(2)的一部分的第一金属化层506(1)中形成竖直集成的平面金属结构。

[0087] 同样在此示例中,贴片天线804(1)、804(2)还包括由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的多个金属互连件844(1)、844(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成的相应竖直平面形状的结构,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_4 、 P_5 。相邻金属化层534(1)-534(6)中的相应金属互连件844(1)、844(2)通过布置在相应相邻金属化层534(1)-534(6)中的相应金属过孔(“过孔”)846(1)、846(2)彼此耦合。相应的金属互连件844(1)、844(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由相应过孔846(1)、846(2)连接的相应金属互连件844(1)、844(2)在形成贴片天线804(1)、804(2)的一部分的第二金属化层506(2)中形成相应竖直集成的平面金属结构。芯基板508包括相应金属柱848(1)、848(2),它们耦合到第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)中的相应金属互连件840(1)、840(2)并且耦合到第二金属化层506(2)中的金属化层534(1)中的相应金属互连件844(1)、844(2)。

[0088] 这样,在此示例中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔842(1)、842(2)互连的相应金属互连件840(1)、840(2)、由第二金属化层506(2)中的相应过孔846(1)、846(2)互连的相应金属互连件844(1)、844(2)以及相应金属柱848(1)、848(2)形成相应贴片天线804(1)、804(2)。在图8的此示例中,贴片天线804(1)、804(2)各自一直延伸穿过封装基板802的所有层。在此示例中,贴片天线804(1)、804(2)在竖直方向(Z轴方向)上延伸穿过第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)-532(6)中的每个金属化层,穿过第二金属化层506(2)中的金属化层534(1)-534(6)中的每个金属化层,并且还穿过芯基板508。在布置在第一金属化层506(1)的金属化层532(6)上的阻焊层552中形成的金属互连件850(1)、850(2)可以用作到相应贴片天线804(1)、804(2)的相应天线馈线854(1)、854(2)。

[0089] 此外,如图9A所示,竖直集成贴片天线704(1)、704(2)、804(1)、804(2)在X轴和Z轴方向上形成大致平面形状的结构,并且在此示例中形成矩形形状的结构。如上文所述,贴片天线704(1)、704(2)、804(1)、804(2)是通过连接多个金属互连件540(1)、540(2)、544(1)、544(2)、840(1)、840(2)、844(1)、844(2)而形成的,每个金属互连件布置在封装基板802的单独的金属化层502(1)-502(6)、504(1)-504(6)中。在此示例中,多个金属互连件540(1)、540(2)、544(1)、544(2)、840(1)、840(2)、844(1)、844(2)通过形成过孔条的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的相应过孔542(1)、542(2)、546(1)、546(2)、842(1)、842

(2)、846 (1)、846 (2) 连接在一起,使得当连接到相应金属互连件540 (1)、540 (2)、544 (1)、544 (2)、840 (1)、840 (2)、844 (1)、844 (2)时,贴片天线704 (1)、704 (2)、804 (1)、804 (2) 在封装基板802中的竖直平面 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成为大致平面结构,可表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。这些贴片天线704 (1)、704 (2)、804 (1)、804 (2) 是在其金属化层532 (1)-532 (6)、534 (1)-534 (6) 中在一个水平方向(X轴方向)上较长而在另一水平方向(Y轴方向)上较窄的意义上的过孔条。每个贴片天线704 (1)、704 (2)、804 (1)、804 (2) 的过孔条形成于相应金属化层532 (1)-532 (6)、534 (1)-534 (6) 中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件540 (1)、540 (2)、544 (1)、544 (2)、840 (1)、840 (2)、844 (1)、844 (2) 电耦合到相邻金属化层532 (1)-532 (6)、534 (1)-534 (6) 中的相应相邻过孔542 (1)、542 (2)、546 (1)、546 (2)、842 (1)、842 (2)、846 (1)、846 (2),从而在封装基板802中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线704 (1)、704 (2)、804 (1)、804 (2) 在它们为平面形状贴片天线但相对于封装基板802的水平金属化层502 (1)-502 (6)、504 (1)-504 (6) 在封装基板802的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔542 (1)、542 (2)、546 (1)、546 (2)、842 (1)、842 (2)、846 (1)、846 (2) 各自包括沟槽。贴片天线704 (1)、704 (2)、804 (1)、804 (2) 的精确形状和竖直平面 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 将取决于过孔542 (1)、542 (2)、546 (1)、546 (2)、842 (1)、842 (2)、846 (1)、846 (2) 在水平方向(Y轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线704 (1)、704 (2)、804 (1)、804 (2) 被形成为大致矩形平面形状的结构。

[0090] 需注意,在另一示例性方面中,由第一金属化层506 (1) 中的相应过孔542 (1)、542 (2) 互连的相应金属互连件540 (1)、540 (2) 不必耦合到由第二金属化层506 (2) 中的相应过孔546 (1)、546 (2) 互连的相应金属互连件544 (1)、544 (2)。芯基板508中示出的将由第一金属化层506 (1) 中的相应过孔542 (1)、542 (2) 互连的相应金属互连件540 (1)、540 (2) 互连到由第二金属化层506 (2) 中的相应过孔546 (1)、546 (2) 互连的相应金属互连件544 (1)、544 (2) 的金属柱548 (1)、548 (2) 不是必须包括的。这样,在此另选方面中,由第一金属化层506 (1) 中的相应过孔542 (1)、542 (2) 互连的相应金属互连件540 (1)、540 (2) 将在封装基板802中形成第一贴片天线,并且由第二金属化层506 (2) 中的相应过孔546 (1)、546 (2) 互连的相应金属互连件544 (1)、544 (2) 将各自在封装基板802中形成四个(4个)单独贴片天线。

[0091] 还需注意,在另一示例性方面中,由第一金属化层506 (1) 中的相应过孔842 (1)、842 (2) 互连的相应金属互连件840 (1)、840 (2) 不必耦合到由第二金属化层506 (2) 中的相应过孔846 (1)、846 (2) 互连的相应金属互连件844 (1)、844 (2)。芯基板508中示出的将由第一金属化层506 (1) 中的相应过孔842 (1)、842 (2) 互连的相应金属互连件840 (1)、840 (2) 互连到由第二金属化层506 (2) 中的相应过孔846 (1)、846 (2) 互连的相应金属互连件844 (1)、844 (2) 的金属柱848 (1)、848 (2) 不是必须包括的。这样,在此另选方面中,由第一金属化层506 (1) 中的相应过孔842 (1)、842 (2) 互连的相应金属互连件840 (1)、840 (2) 将在封装基板802中形成第一贴片天线,并且由第二金属化层506 (2) 中的相应过孔846 (1)、846 (2) 互连的相应金属互连件844 (1)、844 (2) 将各自在封装基板802中形成四个(4个)单独贴片天线。

[0092] 图9B是类似于图9A中的封装基板802的另选封装基板802A的侧视图,其中贴片天线704A (1)、704A (2) 和另选贴片天线804A (1)、804A (2) 仅在第一金属化层506 (1) 中在竖直方向(Z轴方向)上竖直集成。图9A中的封装基板802与图9B中的封装基板802A之间的共同元

件以共同元件编号展示。因此,图9A中的此类共同元件的讨论也适用于图9B中的封装基板802A。图9B中的封装基板802A是沿图8中的封装基板802中的 A_6-A_6' 截面线的截面侧视图。

[0093] 如图9B中所示,贴片天线704A(1)、704A(2)由第一金属化层506(1)中的相应单独的金属化层532(1)-532(6)中的多个其他相应金属互连件540(1)、540(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享在内相应共用竖直平面 P_2 、 P_3 。相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属互连件540(1)、540(2)通过布置在相应相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应过孔542(1)、542(2)彼此耦合。相应的金属互连件540(1)、540(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,在此示例中,由相应过孔542(1)、542(2)连接的相应金属互连件540(1)、540(2)在形成贴片天线704A(1)、704A(2)的第一金属化层506(1)中形成相邻竖直集成的平面形状金属结构。

[0094] 这样,在此示例中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)形成相应贴片天线704A(1)、704A(2)。因此,在图9B的此示例中,贴片天线704A(1)、704A(2)不延伸到芯基板508或封装基板802A的第二金属化层506(2)中。类似于图9A中的封装基板802,在布置在第一金属化层506(1)的金属化层532(6)上的阻焊层552中形成的金属互连件550(1)、550(2)可充当到贴片天线704A(1)、704A(2)的相应天线馈线554(1)、554(2)。

[0095] 还如图9B中所示,贴片天线804A(1)、804A(2)由第一金属化层506(1)中的相应单独的金属化层532(1)-532(6)中的多个其他相应金属互连件840(1)、840(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_4 、 P_5 。相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属互连件840(1)、840(2)通过布置在相应相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应过孔842(1)、842(2)彼此耦合。相应的金属互连件840(1)、840(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,在此示例中,由相应过孔842(1)、842(2)连接的相应金属互连件840(1)、840(2)在形成贴片天线804A(1)、804A(2)的第一金属化层506(1)中形成相邻竖直集成的平面形状金属结构。

[0096] 这样,在此示例中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔842(1)、842(2)互连的相应金属互连件840(1)、840(2)形成相应贴片天线804A(1)、804A(2)。因此,在图9B的此示例中,贴片天线804A(1)、804A(2)不延伸到芯基板508或封装基板802A的第二金属化层506(2)中。类似于图9A中的封装基板802,在布置在第一金属化层506(1)的金属化层532(6)上的阻焊层552中形成的金属互连件850(1)、850(2)可充当到贴片天线804A(1)、804A(2)的相应天线馈线854(1)、854(2)。

[0097] 此外,如图9B所示,竖直集成贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)在X轴和Z轴方向上形成为大致平面形状的结构,并且在此示例中形成为矩形形状的结构。如上文所论述,贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)是通过连接多个金属互连件540(1)、540(2)、840(1)、840(2)而形成的,每个金属互连件布置在封装基板802A的单独的金属化层502(1)-502(6)中。在此示例中,多个金属互连件540(1)、540(2)、840(1)、840(2)通过形成过孔条的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的相应过孔542(1)、542(2)、842(1)、842(2)连接在一起,使得当连接到相应金属互连件540(1)、540(2)、840(1)、840(2)时,贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)在封装基板802中的竖直平面 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成为大致平面结构,可表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。

这些贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)是在其金属化层532(1)-532(6)中在一个水平方向(X轴方向)上较长而在另一水平方向(Y轴方向)上较窄的意义上的过孔条。每个贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)的过孔条形成在相应金属化层532(1)-532(6)中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件540(1)、540(2)、840(1)、840(2)电耦合到相邻金属化层532(1)-532(6)、534(1)-534(6)中的相应相邻过孔542(1)、542(2)、842(1)、842(2),从而在封装基板802A中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)在其为平面形状贴片天线但相对于封装基板802A的水平金属化层532(1)-532(6)在封装基板802A的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔542(1)、542(2)、842(1)、842(2)各自包括沟槽。贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)的精确形状和竖直平面 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 将取决于过孔542(1)、542(2)、842(1)、842(2)在水平方向(Y轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2)形成为大致矩形平面形状的结构。

[0098] 需注意,另选地,图9B中的封装基板802A可以被设置为使得贴片天线被设置在第二金属化层506(2)中而不在第一金属化层506(1)中。就此而言,类似于图9A中的封装基板802中所示,在此另选方面中,贴片天线将由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的多个其他相应金属互连件544(1)、544(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_2 、 P_3 。此外就此而言,类似于图9A中的封装基板802中所示,在此另选方面中,贴片天线将由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的多个其他相应金属互连件844(1)、844(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_4 、 P_5 。

[0099] 在其他示例性方面,包括竖直集成贴片天线的封装基板(包括但不限于图2至图9B中的封装基板202、502、502A、702、802、802A中的任一个封装基板)可包括通过在X轴和Y轴方向上水平地布置在封装基板的金属化层中而水平地集成在封装基板中的其他贴片天线。此类其他水平集成贴片天线的天线辐射方向图在与贴片天线的天线辐射方向图正交的竖直方向上从封装基板的底部向外延伸。这样,包括竖直集成贴片天线和此类水平集成贴片天线将在天线模块中提供多个方向的天线辐射覆盖。例如,在天线模块中提供附加天线以支持多方向性RF接收和/或多输入多输出(MIMO)通信(诸如第五代(5G)新无线电(NR)频谱中的毫米波(mmWave)应用)可能是重要的。

[0100] 就此而言,图10A是包括封装基板1002的示例性天线模块1000的相应侧视图,该封装基板包括与图5A中的封装基板502类似的多个贴片天线1004(1)-1004(4)。图10A是图10B中的天线模块1000和封装基板1002的仰视图的沿着 A_7 - A_7' 截面线的侧视图。贴片天线1004(1)-1004(4)是在X轴和Z轴方向上的平面结构,其在竖直方向(Z轴方向)上被竖直集成在封装基板1002中的相邻金属化层中,用于支持RF通信。作为平面结构的贴片天线1004(1)-1004(4)表现为贴片天线。贴片天线1004(1)-1004(4)被配置为辐射RF信号。作为示例,贴片天线1004(1)-1004(4)可被设计用于毫米波(mm Wave)接收,包括第五代(5G)新无线电(NR)频谱中的RF信号。此外,下文更详细讨论,并且如图10B中的封装基板1002的仰视图所示,此示例中的封装基板1002还包括八个(8个)附加贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005

(2) (1) - 1005 (2) (4)。图10B中的封装基板1002的仰视图仅例示了底部贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4)。然而,图10C中的侧面透视图示出了与两个(2个)相邻的贴片天线1005 (1)、1005 (2) 相关的贴片天线1004的分解,这两个(2个)相邻的贴片天线可以是任何一对相应贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4)、1005 (2) (1) - 1005 (2) (4)。如下文所论述,在此示例中,每个贴片天线1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 被配置为EM耦合到相应贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4) 以辐射RF信号。此外,如下文更详细论述,贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4)、1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 由封装基板502中的金属化层中的金属线或迹线形成为水平X轴和Y轴方向上的平面结构。因此,贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4)、1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 提供与贴片天线1004 (1) - 1004 (4) 的辐射方向图正交的附加辐射方向图覆盖,以使天线模块1000具有多向天线方向图覆盖。

[0101] 在此示例中,贴片天线1004 (1) - 1004 (4) 沿竖直方向(Z轴方向) 竖直地布置在封装基板1002中的第一金属化层1006 (1) 中并穿过第一金属化层。在此示例中,金属化层1006 (1) 在X轴方向和Y轴方向的水平平面内沿水平方向布置。在此示例中,贴片天线1004 (1) - 1004 (4) 也在竖直方向(Z轴方向) 上竖直地布置在芯基板1008和封装基板1002的第二金属化层1006 (2) 中并且穿过该芯基板和该第二金属化层,该芯基板和该第二金属化层也在X轴方向和Y轴方向上在水平平面中的水平方向上布置。贴片天线1004 (1) - 1004 (4) 通过相应的天线馈线1010 (1) - 1010 (4) 耦合到IC管芯层1016中的一个或多个RFIC 1014 (1)、1014 (2) 的管芯互连件1012 (1)、1012 (2),这些管芯互连件包括支持RF通信的RF收发器电路。就此而言,天线模块1000也可以被认为是RFIC封装件。贴片天线1004 (1) - 1004 (4) 的辐射方向图由于它们在竖直方向(Z轴方向) 上的竖直取向以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质而在Y轴方向上的第一水平方向和第二水平方向1019 (1) - 1019 (4) 上。因此,贴片天线1004 (1) - 1004 (4) 可形成于封装基板202中以提供此天线辐射方向图(具有或不具有其他天线) 以在第一水平方向和第二水平方向1019 (1) - 1019 (4) 上提供接收天线覆盖。需注意,尽管在此示例中四个(4个) 贴片天线1004 (1) - 1004 (4) 被包括在天线模块200中,但这不是限制性的。

[0102] 贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4)、1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 在封装基板1002中的第一金属化层1006 (1) 中的金属化层中沿水平方向(X轴和Y轴方向) 水平地布置。贴片天线1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 通过相应的天线馈线耦合到IC管芯层1016中的一个或多个RFIC 1014 (1)、1014 (2) 的管芯互连件1012 (1)、1012 (2),这些管芯互连件包括支持RF通信的RF收发器电路。在此示例中,当贴片天线1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 接收RF信号时,贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4) 被EM耦合到相应的贴片天线1005 (2) (1) - 1005 (2) (4)。贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4) 的辐射方向图在竖直方向(Z轴方向) 上处于第一竖直方向和第二竖直方向1019 (1) - 1019 (4) 上,如图10B所示,这是由于它们在水平方向(X轴和Y轴方向) 上的水平取向以及它们在X轴和Y轴上的平面结构。因此,贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4)、1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 可形成于封装基板1002中以提供此附加辐射方向图,从而在第一竖直方向和第二竖直方向1019 (1) - 1019 (4) 上提供接收天线覆盖。需注意,尽管在此示例中四对(4对) 贴片天线1005 (1) (1) - 1005 (1) (4)、1005 (2) (1) - 1005 (2) (4) 被包括在天线模块1000中,但这不是限制性的。例如,可以提供不具有EM耦合的配对贴片天线的贴片天线。

[0103] 如下文将更详细论述,图10A和图10B中的天线模块1000中的第一金属化层1006

(1) 和第二金属化层1006(2) 各自包括形成于其中的金属互连件1020(1)、1020(2) 以用于在 RFIC 1014(1)、1014(2) 与封装基板1002之间路由信号。如下文更详细论述,在某些示例中,贴片天线1004(1)-1004(4) 由相邻互连过孔和金属互连件1020(1)、1020(2) 形成,该互连过孔和金属互连件各自布置在通过芯基板1008中的金属柱1018连接在一起的第一金属化层1006(1) 和第二金属化层1006(2) 中的单独的金属化层中。这样,贴片天线1004(1)-1004(4) 可使用用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺) 而形成成为封装基板1002中的竖直集成结构。贴片天线1004(1)-1004(4) 的性能可以通过控制第一金属化层1006(1) 和/或第二金属化层1006(2) 中的过孔和相邻耦合金属互连件的长度和高度来控制。贴片天线1004(1)-1004(4) 可以灵活地布置在封装基板1002中,并且布置在封装基板1002的第一金属化层1006(1) 和/或第二金属化层1006(2) 中的现有金属化层中,而不必提供专用于支持附加天线的附加金属化层,诸如在图1A和1B中的天线模块100中。

[0104] 如下文将更详细论述,贴片天线1005(1)(1)-1004(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4) 由第一金属化层1006(1) 中的金属化层中的金属互连件(例如,金属线、金属迹线) 1020(1)、1020(2) 形成。这样,贴片天线1004(1)-1004(4) 可使用用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺) 而形成成为封装基板1002中的水平集成结构。贴片天线1005(1)(1)-1004(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4) 可以灵活地布置在封装基板1002中,并且布置在封装基板1002的第一金属化层1006(1) 和/或第二金属化层1006(2) 中的现有金属化层中,而不必提供专用于支持附加天线的附加金属化层,诸如在图1A和1B中的天线模块100中。

[0105] 如图10C中所示并且在下文更详细描述,在此示例中,示出了贴片天线1004(1)-1004(2) 当中的贴片天线1004。贴片天线1004由形成于封装基板1002中的相应相邻金属化层中并且由相应金属化层中的金属互连件1020互连的多个过孔条1030形成。这样,贴片天线1004(1)-1004(4) 可通过用于在封装基板中制造金属互连件和过孔的制造方法(例如,微过孔制造工艺) 而形成成为封装基板1002中的竖直集成结构。

[0106] 图10D是图10A和图10B中的天线模块1000中的封装基板1002的侧视图,以例示贴片天线1004(1)-1004(4) 的示例。图10D中的封装基板1002是沿图10B中的天线模块1000中的A₈-A₈' 截面线的截面侧视图。因此,在图10D的封装基板1002的侧视图中,从侧面仅示出了贴片天线1004(1)-1004(4) 中的一个(1个) 贴片天线1004(1)。如图10D所示,第一金属化层1006(1) 包括多个金属化层1032(1)-1032(6),这些金属化层在相应的水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向) 上彼此平行(例如,彼此堆叠)。第二金属化层1006(2) 也包括多个金属化层1034(1)-1034(6),这些金属化层在相应的水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向) 上彼此平行。金属化层1032(6)、1034(6) 是封装基板1002的外金属化层。第一金属化层1006(1) 耦合到芯基板1008,其中金属化层1032(1) 直接耦合到芯基板1008。第二金属化层1006(2) 也耦合到芯基板1008,其中金属化层1034(1) 直接耦合到芯基板1008。就此而言,芯基板1008布置在第一金属化层1006(1) 和第二金属化层1006(2) 之间。

[0107] 第一金属化层1006(1) 中的金属化层1032(1)-1032(6) 各自包括由介电材料制成的介电层1033(1)-1033(6) 以及一个或多个金属互连件1036(例如,金属线、金属迹线、金属柱)。金属互连件1036(例如,金属线、金属迹线、金属柱) 可在相邻的金属化层1032(1)-1032(6) 中通过金属过孔1038(“过孔1038”) 彼此耦合以在第一金属化层1006(1) 中形成到图10A

中的RFIC 1014(1)、1014(2)的管芯互连件1012(1)、1012(2)的信号路由路径。第二金属化层1006(2)中的金属化层1034(1)-1034(6)各自包括由介电材料制成的介电层1035(1)-1035(6)以及一个或多个金属互连件(例如,金属线、金属迹线、金属柱)。金属互连件可通过过孔在相邻金属化层1034(1)-1034(6)中彼此耦合以在第二金属化层1006(2)中形成信号路由路径。

[0108] 贴片天线1004由第一金属化层1006(1)中的相应单独的金属化层1032(1)-1032(6)中的多个其他金属互连件1040(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,这些金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且在X轴和Z轴方向上共享共用竖直平面 P_6 。相邻金属化层1032(1)-1032(6)中的金属互连件1040通过布置在相应相邻金属化层1032(1)-1032(6)中的金属过孔1042(“过孔1042”)彼此耦合。金属互连件1040在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由过孔1042连接的金属互连件1040在形成贴片天线1004的一部分的第一金属化层1006(1)中形成竖直集成的平面形状的金属结构。

[0109] 同样在此示例中,贴片天线1004还包括由第二金属化层1006(2)中的相应单独的金属化层1034(1)-1034(6)中的多个金属互连件1044(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成的竖直平面形状的结构。金属化层1034(1)-1034(6)各自包括由介电材料制成的相应介电层1035(1)-1035(6)以及一个或多个金属互连件1044(例如,金属线、金属迹线、金属柱)。金属互连件1044在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享共用竖直平面 P_6 。相邻金属化层1034(1)-1034(6)中的金属互连件1044通过布置在相应相邻金属化层1034(1)-1034(6)中的金属过孔1046(“过孔1046”)彼此耦合。金属互连件1044在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由过孔1046连接的金属互连件1044在形成贴片天线1004的一部分的第二金属化层1006(2)中形成竖直集成的平面形状的金属结构。芯基板1008包括金属柱1018,其耦合到第一金属化层1006(1)中的金属化层1032(1)中的金属互连件1040以及第二金属化层1006(2)中的金属化层1034(1)中的金属互连件1044。

[0110] 这样,由第一金属化层1006(1)中的相应过孔1042互连的金属互连件1040、由第二金属化层1006(2)中的相应过孔1046互连的金属互连件1044和金属柱1048形成此示例中的贴片天线1004。在图10D的此示例中,贴片天线1004一直延伸穿过封装基板1002的所有层。在此示例中,贴片天线1004在竖直方向(Z轴方向)上延伸穿过第一金属化层1006(1)中的金属化层1032(1)-1032(6)中的每个金属化层,穿过第二金属化层1006(2)中的金属化层1034(1)-1034(6)中的每个金属化层,并且还穿过芯基板1008。在布置在第一金属化层1006(1)的金属化层1032(6)上的阻焊层1052(作为另一金属化层)中形成的金属互连件1050可充当到贴片天线1004的天线馈线1054。图10A中的天线模块中的RFIC 214(1)、1014(2)的管芯互连件1012(1)、1012(2)可以作为天线馈线1054耦合到金属互连件1050以将RFIC 1014(1)、1014(2)耦合到贴片天线1004。

[0111] 此外,如图10C和图10D所示,竖直集成贴片天线1004在X轴和Z轴方向上形成大致平面形状的结构,并且在此示例中形成为矩形形状的结构。如上文所论述,通过连接多个金属互连件1040、1044来形成贴片天线1004,每个金属互连件布置在封装基板1002的单独的金属化层1032(1)-1032(6)、1034(1)-1034(6)中。在此示例中,多个金属互连件1040、1044通过形成过孔条1030的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的相应过孔1042、1046连接在一起,使得当连接到相应金属互连件1040、1044时,贴片天线1004在封装基板

1002中的竖直平面 P_6 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成为大致平面结构,并且可以表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。该贴片天线1004是在其金属化层1032(1) - 1032(6)、1034(1) - 1034(6)中在一个水平方向(Y轴方向)上较长而在另一个水平方向(Z轴方向)上较窄的意义上的过孔条。贴片天线1004的过孔条1030形成在相应金属化层1032(1) - 1032(6)、1034(1) - 1034(6)中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件1040、1044电耦合到相邻金属化层1032(1) - 1032(6)、1034(1) - 1034(6)中的相应相邻过孔1042、1046,从而在封装基板1002中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线1004在其为平面形贴片天线但相对于封装基板1002的水平金属化层1032(1) - 1032(6)、1034(1) - 1034(6)在封装基板1002的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔1042、1046各自包括沟槽。贴片天线1004的精确形状和竖直平面 P_6 将取决于过孔1042、1046在水平方向(X轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线1004形成为大致矩形平面形状的结构。

[0112] 需注意,在另一示例性方面中,由第一金属化层1006(1)中的相应过孔1042互连的金属互连件1040不必耦合到由第二金属化层1006(2)中的相应过孔1046互连的金属互连件1044。芯基板1008中所示的将由第一金属化层1006(1)中的相应过孔1042互连的金属互连件1040互连到由第二金属化层1006(2)中的相应过孔1046互连的金属互连件1044的金属柱1048不是必须包括的。这样,在此另选方面中,由第一金属化层1006(1)中的相应过孔1042互连的金属互连件1040将在封装基板1002中形成第一贴片天线,并且由第二金属化层1006(2)中的相应过孔1046互连的金属互连件1044将在封装基板1002中形成第二单独贴片天线。

[0113] 继续参照图10D,在此示例中,贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)、1005(2)(1) - 1005(2)(4)被形成为第二金属化层1006(2)中的相应单独的金属化层1034(5)、1034(6)中的金属互连件1060(例如,金属线、金属迹线、金属柱)。金属互连件1060在此示例中被形成为金属贴片,该金属贴片在与竖直方向(Z轴方向)正交的水平方向(X轴和Y轴方向)上被布置在相应水平平面 P_{1-H} 、 P_{2-H} 中,以形成贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)、1005(2)(1) - 1005(2)(4)。因此,如图10B和图10D所示,贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)、1005(2)(1) - 1005(2)(4)的辐射方向图在竖直(Z轴方向)第一水平方向和第二水平方向1019(1) - 1019(4)上。参照图10D,贴片天线1005(2)(1) - 1005(2)(4)和它们的金属互连件1060通过在金属化层1034(5)中形成的金属过孔1064(“过孔1064”)耦合到其他金属互连件1062作为金属化层1034(4)中的相应天线馈线1066(1) - 1066(4)。金属化层1034(4)中的金属互连件1062可耦合到第二金属化层1034(2)中的其他金属化层1034(1) - 1034(4)中的金属互连件、芯基板1008以及第一金属化层1034(1)中的金属互连件1036以互连到RFIC 1014(1)、1014(2)(图10A)。在此示例中,金属化层1034(6)中的贴片天线1005(2)(1) - 1005(2)(4)被配置为向金属化层1034(6)中的相应贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)辐射从它们相应的天线馈线1066(1) - 1066(4)接收的RF信号。金属化层1034(6)中的贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)被EM耦合到相应的贴片天线1005(2)(1) - 1005(2)(4)以接收RF信号并且然后将该RF信号从封装基板1002辐射出去。这样,如图10A和图10B所示,贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)在竖直方向(Z轴方向)上具有第一方向和第二方向1019(1) - 1019(4)上的辐射方向图,并且贴片天线1004(1) - 1004(4)(图10B)在正交的水平方向(Y轴方向)上具有第一方向和第二方向

1019(1) - 1019(4) 上的辐射方向图。

[0114] 需注意, 尽管在图10A至图10D的示例中在封装基板1002中包括成对的相应贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)、1005(2)(1) - 1005(2)(4), 其中贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)被EM耦合到贴片天线1005(2)(1) - 1005(2)(4), 但这不是限制性的。例如, 封装基板1002中可仅包括贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)或贴片天线1005(2)(1) - 1005(2)(4)。此外, 任何期望数量的贴片天线可以被包括在任何给定的金属化层1034(5)和/或金属化层1034(6)上。贴片天线还可被包括在封装基板1002的第二金属化层1006(1)或第一金属化层1006(1)中的任何其他金属化层1034(1) - 1034(4)上。

[0115] 图11是可作为图10A和图10B的天线模块1000中的封装基板1002而提供的另选封装基板1002A的侧视图, 另选贴片天线1004A仅在第一金属化层1006(1)中在竖直方向(Z轴方向)上竖直集成。图10D中的封装基板1002与图11中的封装基板1002A之间的共同元件以共同元件编号示出。因此, 图3D中的此类共同元件的讨论也适用于图11中的封装基板1002A。图4中的封装基板1002A是沿图10B中的天线模块1000中的 $A_7 - A_7'$ 截面线的截面侧视图。因此, 在图11的封装基板1002A的侧视图中, 从侧面仅示出一个贴片天线1004A。

[0116] 如图11所示, 第一金属化层1006(1)包括在相应水平平面内在水平方向(X轴方向和Y轴方向)彼此平行(例如彼此层叠)的多个金属化层1032(1) - 1032(6), 类似于图3D中的封装基板1002。类似于图10D中的封装基板1002中所提供的, 图4中的封装基板1002A的第一金属化层1006(1)中的金属化层1032(1) - 1032(6)包括金属互连件1036(例如, 金属线、金属迹线、金属柱), 这些金属互连件通过过孔1038在相邻金属化层1032(1) - 1032(6)中彼此耦合以在第一金属化层1006(1)中形成到图10A中的RFIC 1014(1)、1014(2)的管芯互连件1012(1)、1012(2)的信号路由路径。贴片天线1004A由第一金属化层1006(1)中的相应单独的金属化层1032(1) - 1032(6)中的多个其他金属互连件1040(例如, 金属线、金属迹线、金属柱)形成, 这些金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享共用竖直平面 P_6 。相邻金属化层1032(1) - 1032(6)中的金属互连件1040通过布置在相应相邻金属化层1032(1) - 1032(6)中的过孔1042彼此耦合。金属互连件1040在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样, 由金属过孔1112(“过孔1112”)连接的金属互连件1110在形成此示例中的贴片天线1004A的第一金属化层1006(1)中形成竖直集成平面形状的金属结构。

[0117] 这样, 由第一金属化层1006(1)中的相应过孔1042互连的金属互连件1040形成此示例中的贴片天线1004A。因此, 在图11的此示例中, 贴片天线1004A不延伸到芯基板1008或封装基板1002A的第二金属化层1006(2)。类似于图3D中的封装基板1002, 形成于布置在第一金属化层1006(1)的金属化层1032(6)上的阻焊层1052中的金属互连件1050可充当到贴片天线1004的天线馈线1054。图10A中的天线模块1000中的RFIC 1014(1)、1014(2)的管芯互连件1012(1)、1012(2)可以作为天线馈线1054耦合到金属互连件1050以将RFIC 1014(1)、1014(2)耦合到贴片天线1004。

[0118] 继续参照图11, 类似于图10A至图10D中的封装基板1002, 封装基板1002A可包括贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)、1005(2)(1) - 1005(2)(4)。图10A至图10D中的封装基板1002与图11中的封装基板1002A之间的共同元件以共同元件编号示出, 并由此不再描述。需注意, 尽管在图11的示例中封装基板1002A中包括成对的相应贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)、1005(2)(1) - 1005(2)(4), 其中贴片天线1005(1)(1) - 1005(1)(4)被EM耦合到贴片

天线1005(2)(1)-1005(2)(4),但这不是限制性的。例如,封装基板1002中可仅包括贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)或贴片天线1005(2)(1)-1005(2)(4)。此外,任何期望数量的贴片天线可以被包括在任何给定的金属化层1034(5)和/或金属化层1034(6)上。贴片天线还可被包括在封装基板1002的第二金属化层1006(1)或第一金属化层1006(1)中的任何其他金属化层1034(1)-1034(4)上。

[0119] 此外,如图11所示,竖直集成贴片天线1004A在X轴和Z轴方向上形成为大致平面形状的结构,并且在此示例中为矩形形状的结构。如上文所论述,通过连接多个金属互连件1040来形成贴片天线1004A,每个金属互连件布置在封装基板1002的单独的金属化层1032(1)-1032(6)中。在此示例中,多个金属互连件1040通过形成过孔条1030的在水平方向(X轴方向)上大致呈伸长形状的各个过孔1042连接在一起,使得当连接到各个金属互连件1040时,贴片天线1004A在封装基板1002A中的竖直平面 P_6 中的X轴和Z轴方向上的平面中形成为大致平面结构,可以表现为贴片天线,并且因此被视为贴片天线。该贴片天线1004A是在其金属化层1032(1)-1032(6)中在一个水平方向(Y轴方向)上较长而在另一个水平方向(Z轴方向)上较窄的意义上的过孔条。贴片天线1004A的过孔条1030形成在相应金属化层1032(1)-1032(6)中的过孔沟槽中,该过孔沟槽在竖直方向(Z轴方向)上具有深度,并且通过居间连接的金属互连件1040电耦合到相应相邻的金属化层1032(1)-1032(6)中的相邻过孔1042,从而在封装基板1002A中形成单个竖直沟槽状结构。因此,所得到的竖直集成贴片天线1004A在其为平面形状贴片天线但相对于封装基板1002A的水平金属化层1032(1)-1032(6)在封装基板1002A的竖直方向(Z轴方向)上集成的意义上可被视为“沟槽形状的”贴片天线。伸长过孔1042各自包括沟槽。贴片天线1004A的精确形状和竖直平面 P_6 将取决于过孔1042在水平方向(X轴方向)上的长度。在此示例中,贴片天线1004A被形成为大致矩形平面形状的结构。

[0120] 需注意,另选地,图11中的封装基板1002A可以被设置为使得贴片天线被设置在第二金属化层1006(2)中而不在第一金属化层1006(1)中。就此而言,类似于图10D中的封装基板1002中所示,在此另选方面中,贴片天线将由第二金属化层1006(2)中的相应单独的金属化层1034(1)-1034(6)中的多个其他金属互连件1044(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该多个其他金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享共用竖直平面 P_6 。

[0121] 在其他示例性方面中,竖直集成贴片天线形成在封装基板中,在封装基板中的第一竖直平面中延伸,使得其天线辐射方向图在与竖直方向正交的第二水平方向上从封装基板的侧面向外延伸。在其他示例性方面中,多个沟槽形状的贴片天线可在封装基板中彼此竖直相邻地形成以提供天线。沟槽形状的贴片天线中的一个贴片天线可以通过耦合馈线电耦合到RFIC封装件。相邻的沟槽型贴片天线被配置为与通过馈线连接的沟槽形状的贴片天线进行电磁(EM)耦合,以辐射由RFIC封装件内的RFIC发送的RF信号。

[0122] 图12是可设置在天线模块中的另一封装基板1202的仰视图,该天线模块类似于图7中的天线模块700,但也包括类似于图10A至图10D和图11中的封装基板1002、1002A中的贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)的水平集成贴片天线。图5A至图5D和图7中的封装基板502、702之间的共同元件在图12中的封装基板1202中以共同元件编号示出。图12中的封装基板1202包括与图5A和图5B中的封装基板502中的成形贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4)类似的竖直集成贴片天线704(1)(1)-704(1)

(4)、704(2)(1)-704(2)(4)。然而,在图12中的封装基板1202中,竖直集成贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)与封装基板1202在X轴方向上伸长的第二侧1206相邻布置,与封装基板1202的在X轴方向上伸长的第一侧1208相对。类似于图5A和图5B中的封装基板502中的贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)、504(2)(1)-504(2)(4),贴片天线704(2)(1)-704(2)(4)被配置为EM耦合到相应贴片天线704(1)(1)-704(1)(4),其辐射由贴片天线704(2)(1)-704(2)(4)通过天线馈线接收的耦合RF信号。通过贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向的性质以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构,在Y轴方向上的相应第一水平方向和第二水平方向718(1)-718(4)上示出了贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)的辐射方向图。图5D和图6中的贴片天线504(1)(1)-504(1)(4)的结构更详细的示例性例示也可以用于图12中的贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)。

[0123] 图12中的封装基板1202示例还包括贴片天线1205(1)-1205(4)。如图12所示,贴片天线1205(1)-1205(4)的辐射方向图在竖直方向(Z轴方向)上的第一竖直方向和第二竖直方向1219(1)-1219(4)上,这是由于它们在水平方向(X轴和Y轴方向)上的水平取向以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质。因此,贴片天线1205(1)-1205(4)可形成于封装基板1202中以提供此附加辐射方向图以提供第一竖直方向和第二竖直方向1219(1)-1219(4)上的接收天线覆盖。在此示例中,贴片天线1205(1)-1205(4)仅设置在封装基板1202的一个金属化层中,类似于图10D和图11中的封装基板1002、1002A中的贴片天线1005(2)(1)-1005(2)(4)。然而,这不是限制性的,类似于图10D中的封装基板1002、1002A中的贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)的对应贴片天线可形成于图12中的封装基板1200中并且被配置为EM耦合到天线馈线耦合贴片天线1205(1)-1205(4)。此外,需注意,封装基板1202中可以包括任何期望数量的贴片天线。

[0124] 图13是可设置在天线模块1300中的另一封装基板1302的仰视图,该天线模块类似于图8中的天线模块800,但也包括类似于图10A至图10D和图11中的封装基板1002、1002A中的贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)的水平集成贴片天线。图5A至图5D、图7和图8中的封装基板502、702、802之间的共同元件在图13中的封装基板1302中用共同元件编号示出。就此而言,图13中的封装基板1302包括竖直集成贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4),其与封装基板1302在X轴方向上伸长的第二侧1306相邻布置,与封装基板1302在X轴方向上伸长的第一侧1308相对。贴片天线704(2)(1)-704(2)(4)被配置为EM耦合到相应贴片天线704(1)(1)-704(1)(4),其辐射由贴片天线704(2)(1)-704(2)(4)通过天线馈线接收的耦合RF信号。通过贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向的性质以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构,在Y轴方向上的相应第一水平方向和第二水平方向718(1)-718(4)上示出了贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)的辐射方向图。

[0125] 图13中的封装基板1302附加地包括竖直集成贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4),类似于图8中的封装基板802与封装基板1302中的第一侧1308相邻布置。贴片天线804(2)(1)-804(2)(4)被配置为EM耦合到相应贴片天线804(1)(1)-804(1)(4),其辐射由贴片天线804(2)(1)-804(2)(4)通过天线馈线接收的耦合RF信号。通过贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)在竖直方向(Z轴方向)上的竖直取向的性质以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构,在Y轴方向上的相应第一水平方向和第二水平方向818(1)-818(4)上

示出了贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)的辐射方向图。

[0126] 图13中的天线模块1300的封装基板1302还包括设置在图12中的封装基板1200中的贴片天线1205(1)-1205(4)。关于图12的这些贴片天线1205(1)-1205(4)的描述也适用于图13中的封装基板1302。如图12所示,贴片天线1205(1)-1205(4)的辐射方向图在竖直方向(Z轴方向)上的第一竖直方向和第二竖直方向1219(1)-1219(4)上,这是由于它们在水平方向(X轴和Y轴方向)上的水平取向以及它们在X轴和Z轴方向上的平面结构的性质。因此,贴片天线1205(1)-1205(4)可形成于封装基板1302中以提供此附加辐射方向图以提供第一竖直方向和第二竖直方向1219(1)-1219(4)上的接收天线覆盖。在此示例中,贴片天线1205(1)-1205(4)仅设置在封装基板1202的一个金属化层中,类似于图10D和图11中的封装基板1002、1002A中的贴片天线1005(2)(1)-1005(2)(4)。然而,这不是限制性的。类似于图10D中的封装基板1002、1002A中的贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)的对应贴片天线可形成于图13中的封装基板1302中并且被配置为EM耦合到天线馈线耦合贴片天线1205(1)-1205(4)。此外,需注意,封装基板1302中可以包括任何期望数量的贴片天线。

[0127] 图14A是图13的天线模块1300中的封装基板1302的侧视图,以例示贴片天线704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)、804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4)的示例。图14A中的封装基板1302是沿图13中的天线模块1300中的A₉-A₉'截面线的截面侧视图。因此,在图9A的封装基板1302的侧视图中,从侧面仅示出了四个(4个)贴片天线。在此示例中,贴片天线704(1)、704(2)被示出可为图13中的封装基板1302中的相应贴片天线对704(1)(1)-704(1)(4)、704(2)(1)-704(2)(4)中的任一贴片天线对。在此示例中,贴片天线704(1)、704(2)可如图5D中的贴片天线504(1)、504(2)那样构造,其在图14A中用共同元件编号示出。图5D中的贴片天线504(1)、504(2)的描述适用于此示例中的封装基板1302中的贴片天线504(1)、504(2),并且因此将不再描述。

[0128] 如图14A中所示,封装基板1302包括第一金属化层506(1),该第一金属化层包括如图5D中的封装基板502中所提供的在相应水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向)上彼此平行(例如,彼此堆叠)的多个金属化层532(1)-532(6)。第二金属化层506(2)也包括多个金属化层534(1)-534(6),这些金属化层在相应的水平平面中在水平方向(X轴和Y轴方向)上彼此平行。第一金属化层506(1)耦合到芯基板508,其中金属化层532(1)直接耦合到芯基板508。第二金属化层506(2)也耦合到芯基板508,其中金属化层534(1)直接耦合到芯基板508。就此而言,芯基板508布置在第一金属化层506(1)和第二金属化层506(2)之间。第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)-532(6)包括相应的金属互连件536(例如,金属线、金属迹线、金属柱),这些金属互连件通过过孔538在相邻金属化层506(1)-532(6)中彼此耦合以在第一金属化层532(1)中形成信号路由路径。

[0129] 在此示例中,贴片天线804(1)、804(2)被示出可为图13中的封装基板1302中的相应贴片天线对804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4)中的任一贴片天线对。贴片天线804(1)、804(2)可如图13中的封装基板1302中的贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4)那样构造,其在图14A中用共同元件编号示出。图13中的贴片天线804(1)(1)-804(1)(4)、804(2)(1)-804(2)(4)的描述适用于封装基板1302中的贴片天线804(1)、804(2)。贴片天线804(1)、804(2)由第一金属化层506(1)中的相应单独的金属化层532(1)-532(6)中的多个其他金属互连件840(1)、840(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该

金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且在X轴和Z轴方向上共享相应共用竖直平面 P_7 、 P_8 。相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属互连件840(1)、840(2)通过布置在相应相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应过孔842(1)、842(2)彼此耦合。相应的金属互连件840(1)、840(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由相应过孔842(1)、842(2)连接的金属互连件840(1)、840(2)在形成相应贴片天线804(1)、804(2)的一部分的第一金属化层506(1)中形成竖直集成的平面金属结构。

[0130] 同样在此示例中,贴片天线804(1)、804(2)还包括由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的多个金属互连件844(1)、844(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成的相应竖直平面形状的结构,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_7 、 P_8 。相邻金属化层534(1)-534(6)中的相应金属互连件844(1)、844(2)通过布置在相应相邻金属化层534(1)-534(6)中的相应过孔846(1)、846(2)彼此耦合。相应的金属互连件844(1)、844(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,由相应过孔846(1)、846(2)连接的相应金属互连件844(1)、844(2)在形成贴片天线804(1)、804(2)的一部分的第二金属化层506(2)中形成相应竖直集成的平面形状金属结构。芯基板508包括相应金属柱848(1)、848(2),它们耦合到第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)中的相应金属互连件840(1)、840(2)并且耦合到第二金属化层506(2)中的金属化层534(1)中的相应金属互连件844(1)、844(2)。

[0131] 这样,在此示例中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔842(1)、842(2)互连的相应金属互连件840(1)、840(2)、由第二金属化层506(2)中的相应过孔846(1)、846(2)互连的相应金属互连件844(1)、844(2)以及相应金属柱848(1)、848(2)形成相应贴片天线504(1)、504(2)。在图8的此示例中,贴片天线804(1)、804(2)各自一直延伸穿过封装基板802的所有层。在此示例中,贴片天线804(1)、804(2)在竖直方向(Z轴方向)上延伸穿过第一金属化层506(1)中的金属化层532(1)-532(6)中的每个金属化层,穿过第二金属化层506(2)中的金属化层534(1)-534(6)中的每个金属化层,并且还穿过芯基板508。在布置在第一金属化层506(1)的金属化层532(6)上的阻焊层552中形成的金属互连件850(1)、850(2)可以用作到相应贴片天线804(1)、804(2)的相应天线馈线854(1)、854(2)。需注意,在另一示例性方面中,由图14A中的封装基板1302的第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)不必耦合到由第二金属化层506(2)中的相应过孔546(1)、546(2)互连的相应金属互连件544(1)、544(2)。芯基板508中示出的将由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)互连到由第二金属化层506(2)中的相应过孔546(1)、546(2)互连的相应金属互连件544(1)、544(2)的金属柱548(1)、548(2)不是必须包括的。这样,在此另选方面中,由第一金属化层506(1)中的相应过孔542(1)、542(2)互连的相应金属互连件540(1)、540(2)将在封装基板502中形成第一贴片天线,并且由第二金属化层506(2)中的相应过孔546(1)、546(2)互连的相应金属互连件544(1)、544(2)将各自在封装基板502中形成四个(4个)单独贴片天线。

[0132] 继续参照图14A,类似于图10A至图10D中的封装基板1002,图14A中的封装基板1302还可以包括类似于图10A至图10D中的封装基板1002中的贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)的贴片天线。在此示例中,贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)包括于图14A中的封装基板1302中的相应金属化层534(5)、

534 (6) 中。图10A至图10D中的封装基板1302和图14A中的封装基板1002之间的贴片天线1005(1) (1) -1005(1) (4)、1005(2) (1) -1005(2) (4) 相关的共同元件用共同元件编号示出, 并且不再重新描述。需注意, 尽管在图14A的示例中在封装基板1302中包括成对的相应贴片天线1005(1) (1) -1005(1) (4)、1005(2) (1) -1005(2) (4), 其中贴片天线1005(1) (1) -1005(1) (4) 被EM耦合到贴片天线1005(2) (1) -1005(2) (4), 但这不是限制性的。例如, 在图14A中, 仅贴片天线1005(1) (1) -1005(1) (4) 或贴片天线1005(2) (1) -1005(2) (4) 可被包括在封装基板1302中。此外, 在图14A中的封装基板1302中的任何给定金属化层534(5) 和/或534(6) 上可包括任何期望数目的贴片天线。贴片天线还可被包括在图14A中的封装基板1302的第二金属化层506(1) 或第一金属化层506(1) 中的任何其他金属化层534(1) -534(4) 上。

[0133] 还需注意, 在另一示例性方面中, 由图14A中的封装基板1302的第一金属化层506(1) 中的相应过孔842(1)、842(2) 互连的相应金属互连件840(1)、840(2) 不必耦合到由第二金属化层506(2) 中的相应过孔846(1)、846(2) 互连的相应金属互连件844(1)、844(2)。芯基板508中示出的将由第一金属化层506(1) 中的相应过孔842(1)、842(2) 互连的相应金属互连件840(1)、840(2) 互连到由第二金属化层506(2) 中的相应过孔846(1)、846(2) 互连的相应金属互连件844(1)、844(2) 的金属柱848(1)、848(2) 不是必须包括的。这样, 在此另选方面中, 由第一金属化层506(1) 中的相应过孔842(1)、842(2) 互连的相应金属互连件840(1)、840(2) 将在封装基板502中形成第一贴片天线, 并且由第二金属化层506(2) 中的相应过孔846(1)、846(2) 互连的相应金属互连件844(1)、844(2) 将各自在封装基板802中形成四个(4个) 单独的竖直集成贴片天线。

[0134] 图14B是类似于图14A中的封装基板1302的另选封装基板1302A的侧视图, 其中另选竖直集成贴片天线704A(1)、704A(2)、804A(1)、804A(2) 仅在第一金属化层506(1) 中在竖直方向(Z轴方向) 上竖直集成。图14A中的封装基板1302、图14B中的封装基板1302A和图9B中的封装基板802A之间的共同元件用共同元件编号示出。因此, 此类共同元件的讨论也适用于图14B中的封装基板1302A。图14B中的封装基板1302A是沿图13中的封装基板1302中的A₉-A₉' 截面线的截面侧视图。

[0135] 如图14B中所示, 贴片天线704A(1)、704A(2) 由第一金属化层506(1) 中的相应单独的金属化层532(1) -532(6) 中的多个其他相应金属互连件540(1)、540(2) (例如, 金属线、金属迹线、金属柱) 形成, 这些金属互连件在竖直方向(Z轴方向) 上对齐并且共享相应共用竖直平面P₇、P₈。相邻金属化层532(1) -532(6) 中的相应金属互连件540(1)、540(2) 通过布置在相应相邻金属化层532(1) -532(6) 中的相应过孔542(1)、542(2) 彼此耦合。相应的金属互连件540(1)、540(2) 在水平方向(X轴方向和Y轴方向) 上彼此平行地布置。这样, 在此示例中, 由相应过孔542(1)、542(2) 连接的相应金属互连件540(1)、540(2) 在形成贴片天线504A(1)、504A(2) 的第一金属化层506(1) 中形成相邻竖直集成的平面形状金属结构。

[0136] 这样, 在此示例中, 由第一金属化层506(1) 中的相应过孔542(1)、542(2) 互连的相应金属互连件540(1)、540(2) 形成相应贴片天线704A(1)、704A(2)。因此, 在图14B的此示例中, 贴片天线704A(1)、704A(2) 不延伸到芯基板508或封装基板1302A的第二金属化层506(2) 中。类似于图14A中的封装基板1302, 在布置在第一金属化层506(1) 的金属化层532(6) 上的阻焊层552中形成的金属互连件550(1)、550(2) 可充当到贴片天线504A(1)、504A(2) 的相应天线馈线554(1)、554(2)。

[0137] 还如图14B中所示,贴片天线804A(1)、804A(2)由第一金属化层506(1)中的相应单独的金属化层532(1)-532(6)中的多个其他相应金属互连件840(1)、840(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且在X轴和Z轴方向上共享相应共用竖直平面 P_9 、 P_{10} 。相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应金属互连件840(1)、840(2)通过布置在相应相邻金属化层532(1)-532(6)中的相应过孔842(1)、842(2)彼此耦合。相应的金属互连件840(1)、840(2)在水平方向(X轴方向和Y轴方向)上彼此平行地布置。这样,在此示例中,由相应过孔842(1)、842(2)连接的相应金属互连件840(1)、840(2)在形成贴片天线804A(1)、804A(2)的第一金属化层506(1)中形成相邻竖直集成的平面形状金属结构。

[0138] 这样,在此示例中,由图14B中的封装基板1302A的第一金属化层506(1)中的相应过孔842(1)、842(2)互连的相应金属互连件840(1)、840(2)形成相应贴片天线804A(1)、804A(2)。因此,在图14B的此示例中,贴片天线804A(1)、804A(2)不延伸到芯基板508或封装基板1302A的第二金属化层506(2)中。类似于图14A中的封装基板1302,在布置在第一金属化层506(1)的金属化层532(6)上的阻焊层552中形成的金属互连件850(1)、850(2)可充当到贴片天线804A(1)、804A(2)的相应天线馈线854(1)、854(2)。

[0139] 继续参照图14B,类似于图10A至图10D中的封装基板1002,图14B中的封装基板1302A还可以包括类似于图10A至图10D中的封装基板1002中的贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)的贴片天线。在此示例中,贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)包括于图14B中的封装基板1302A中的相应金属化层534(5)、534(6)中。图10A至图10D中的封装基板1002和图14B中的封装基板1302A之间的贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)相关的共同元件用共同元件编号示出,并且不再重新描述。需注意,尽管在图14B的示例中在封装基板1302A中包括成对的相应贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4),其中贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)被EM耦合到贴片天线1005(2)(1)-1005(2)(4),但这不是限制性的。例如,在图14A中,仅贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)或贴片天线1005(2)(1)-1005(2)(4)可被包括在封装基板1302中。此外,在图14B中的封装基板1302A中的任何给定金属化层534(5)和/或534(6)上可包括任何期望数目的贴片天线。贴片天线还可被包括在图14B中的封装基板1302A的第二金属化层506(1)或第一金属化层506(1)中的任何其他金属化层534(1)-534(4)上。

[0140] 需注意,另选地,图14B中的封装基板1302A可以被设置为使得贴片天线被设置在第二金属化层506(2)中而不在第一金属化层506(1)中。就此而言,类似于图14A中的封装基板1302中所示,在此另选方面中,贴片天线将由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的多个其他相应金属互连件544(1)、544(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_6 、 P_7 。就此而言,类似于图14A中的封装基板1302中所示,在此另选方面中,贴片天线将由第二金属化层506(2)中的相应单独的金属化层534(1)-534(6)中的多个其他相应金属互连件844(1)、844(2)(例如,金属线、金属迹线、金属柱)形成,该金属互连件在竖直方向(Z轴方向)上对齐并且共享相应共用竖直平面 P_4 、 P_5 。

[0141] 存在可形成和制造包括竖直集成贴片天线的封装基板(诸如,图2至图14B中的封装基板202、502、502A、702、802、802A、1002、1202、1302、1302A)的各种方式。图15是例示用

于制造包括竖直集成贴片天线的封装基板的示例性制造过程1500的流程图。作为示例,参照图2至图3D中的封装基板202来讨论图15中的制造过程1500。

[0142] 就此而言,制造过程1500包括形成多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)(图15中的框1502)。形成多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)各自包括:形成用于相应金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)的介电层303(1)-303(6)、305(1)-305(6)(图15中的框1504),在相应介电层(303(1)-303(6)、305(1)-305(6))中形成金属互连件310、314(图15中的框1506),以及形成耦合到相应介电层(303(1)-303(6)、305(1)-305(6))中的相应金属互连件310、314的过孔308、312、316(图15中的框1508)。制造过程1500还包括:在多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的至少一个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中形成包括至少一个第二金属互连件306、310、314的天线馈线324(图15中的框1510)。制造过程1500还包括:将多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)在相应的水平平面中沿水平方向(X轴和Y轴方向)彼此平行地耦合(例如,彼此堆叠),使得多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的每个金属互连件310、314共享共用竖直平面 P_1 ,并且多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的每个过孔312、316在多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的相邻金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中耦合相邻金属互连件310、314(图15中的框1512)。多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的金属互连件310、314通过多个金属化层302(1)-302(6)、304(1)-304(6)中的过孔312、316耦合以形成贴片天线204。制造过程1500还包括:将天线馈线324耦合到贴片天线204(图15中的框1514)。

[0143] 其他制造方法也是可能的。例如,图16A和图16B例示了制造包括竖直集成贴片天线而不包括其他水平集成贴片天线的封装基板(包括但不限于图2至图9B中的封装基板202、502、502A、702、802、802A)的另一示例性制造过程1600。图17A至图17D分别例示根据图16A和图16B中的示例性制造过程1600的包括贴片天线的封装基板的制造期间的示例性制造阶段1700A-1700D。现在将使用图2至图3D中的封装基板202作为示例参照图17A至17D中的示例性制造阶段1700A-1700D来讨论图16A和图16B中的示例性制造过程1600。然而,需注意,图16A和图16B中的制造过程1600可用于制造包括贴片天线的其他封装基板。

[0144] 就此而言,如图17A中的示例性制造阶段1700A所示出的,图16A中的制造过程1600的第一示例性步骤是要形成芯基板208(图16A中的框1602)。芯基板208可由介电层1704中的强介电材料1702形成,该介电层具有期望硬度以抵抗弯曲或翘曲。在介电层1704中形成金属柱222以同与芯基板208接触布置的其他基板一起支撑金属互连件。

[0145] 如图17B中的示例性制造阶段1700B所示,图16A中的制造过程1600中的下一个示例性步骤是形成耦合到芯基板208的金属化层302(1)和金属化层304(1)(图16A中的框1704)。金属互连件310、314形成在将用于形成贴片天线的金属化层302(1)和金属化层304(1)的相应介电层303(1)、305(1)中。形成与金属化层304(1)、302(1)中的金属互连件310、314接触形成的过孔312、316以将相邻金属互连件310、314耦合在一起以形成贴片天线。金属柱318形成于芯基板208中并且耦合到金属互连件310、314。例如,可钻取形成于金属化层304(1)、302(1)中的金属互连件310、314以形成开口,该开口填充有金属材料以形成过孔312、316和金属柱318。在此示例中,金属互连件310、314被形成为在竖直方向(Z轴方向)上彼此对齐,使得金属互连件310、314共享共用竖直平面 P_1 。其他金属互连件306可形成于金

属化层302(1)和金属化层304(1)中以用于信号路由,诸如图17B中的制造阶段1700B中的金属化层304(1)中所展示。

[0146] 如图17C中的示例性制造阶段1700C中所示,在芯基板208上的相应先前形成的金属化层302(1)、304(1)上形成作为第一金属化层206(1)的一部分的附加金属化层302(2)-302(4)和作为第二金属化层206(2)的一部分的金属化层304(2)-304(4)(图16B中的框1606)。金属互连件310、314形成在将用于形成贴片天线的金属化层302(2)-302(4)和金属化层304(2)-304(4)的相应介电层303(2)-303(4)、305(2)-305(4)中。过孔312、316被形成为与金属化层302(2)-302(4)、304(2)-304(4)中的相邻金属互连件310、314接触以将相邻金属互连件310、314耦合在一起以形成贴片天线204。在此示例中,金属互连件310、314被形成为在竖直方向(Z轴方向)上彼此对齐,使得金属互连件310、314共享共用竖直平面 P_1 。

[0147] 如图17D中的示例性制造阶段1700D所示,在芯基板208上的先前形成的金属化层302(4)、304(4)上形成作为第一金属化层206(1)的一部分的附加金属化层302(5)-302(6)和作为第二金属化层206(2)的一部分的金属化层304(5)-304(6)(图16B中的框1608)。金属互连件310、314形成在金属化层302(5)-302(6)和金属化层304(5)-304(6)的相应介电层303(5)-303(6)、305(5)-305(6)中,以形成封装基板202中的贴片天线204。过孔312、316被形成为与金属化层302(2)-302(4)、304(2)-304(4)中的相邻金属互连件310、314接触以将相邻金属互连件310、314耦合在一起以形成贴片天线204。

[0148] 图18A至图18C是例示可用于制造包括竖直集成贴片天线并且还包括水平集成贴片天线的封装基板(包括但不限于图10A至图14B中的封装基板1002、1202、1302、1302A)的另一示例性制造过程1800的流程图。图19A至图19D分别例示了根据图18A至图18C中的示例性制造过程1800在封装基板的制造期间的示例性制造阶段1900A-1900D,该封装基板包括竖直集成贴片天线和水平集成贴片天线。图18A至图18C中的示例性制造过程1800现在将结合图19A至图19E中的示例性制造阶段1900A-1900D进行讨论。图19A至图19D中的制造阶段1900A-1900D例示了图10D中的封装基板1002的制造的制造阶段1900A-1900D。上文对图10D中的封装基板1002的先前论述也适用于图19A至图19D中的制造阶段1900A-1900D。然而,需注意,图18A至图18C中的制造过程1800可用于制造包括竖直集成贴片天线和水平集成贴片天线的其他封装基板,包括但不限于图12A至图14B中的封装基板1202、1302、1302A。

[0149] 就此而言,如图19A中的示例性制造阶段1900A所示出的,图18A中的制造过程1800的第一示例性步骤是要形成芯基板1008(图18A中的框1802)。芯基板208可由介电层1904中的强介电材料1902形成,该介电层具有期望硬度以抵抗弯曲或翘曲。在介电层1904中形成金属柱1906以同与芯基板208接触布置的其他基板一起支撑金属互连件。

[0150] 如图19B中的示例性制造阶段1900B所示,图18A中的制造过程1800中的下一个示例性步骤是形成耦合到芯基板1008的金属化层1032(1)和金属化层1034(1)(图18A中的框1804)。金属互连件1044、1044形成在将用于形成竖直集成贴片天线的金属化层1032(1)和金属化层1034(1)的相应介电层1003(1)、1005(1)中。过孔1042、1046被形成为与金属化层1032(1)、1034(1)中的相应金属互连件1040、1044接触以将相邻的相应金属互连件1040、1044耦合在一起以形成贴片天线。金属柱1018形成于芯基板1008中并且耦合到相应金属互连件1040、1044。例如,可钻取形成于金属化层1032(1)、1034(1)中的金属互连件1040、1044以形成开口,该开口填充有金属材料以形成过孔1042、1046和金属柱1018。在此示例中,金

属互连件1040、1044被形成为在竖直方向(Z轴方向)上彼此对齐,使得金属互连件1040、1044共享共用竖直平面 P_6 。其他金属互连件1036可形成于金属化层1032(1)和金属化层1034(1)中以用于信号路由,诸如图19B中的制造阶段1900B中的金属化层1034(1)中所展示。

[0151] 如图19C中的示例性制造阶段1900C中所示,在芯基板1008上的先前形成的金属化层1032(1)、1034(1)上形成作为第一金属化层1006(1)的一部分的附加金属化层1032(2)-1032(4)和作为第二金属化层1006(2)的一部分的金属化层1034(2)-1034(4)(图18B中的框1806)。金属互连件1040、1044形成在将用于形成贴片天线的金属化层1032(2)-1032(4)和金属化层1034(2)-1034(4)的相应介电层1003(2)-1003(4)、1005(2)-1005(4)中。过孔1042、1046被形成为与相应金属化层1032(2)-1032(4)、1034(2)-1034(4)中的相应相邻金属互连件1040、1044接触,以将相邻金属互连件1040、1044耦合在一起以形成贴片天线1004。在此示例中,相应金属互连件1040、1044被形成为在竖直方向(Z轴方向)上彼此对齐,使得金属互连件1040、1044共享共用竖直平面 P_6 。

[0152] 如图19D中的示例性制造阶段1900D所示,在芯基板1008上的先前形成的金属化层1032(4)、1032(4)上形成作为第一金属化层1006(1)的一部分的附加金属化层1032(5)-1032(6)和作为第二金属化层1006(2)的一部分的金属化层1034(5)-1034(6)(图18C中的框1808)。金属互连件1040、1044形成在金属化层1032(5)-1032(6)和金属化层1034(5)-1034(6)的相应介电层1003(5)-1003(6)、1005(5)-1005(6)中,以形成封装基板1002中的贴片天线1004。过孔1042、1046被形成为与金属化层1032(2)-1032(4)、1034(2)-1034(4)中的相邻金属互连件1040、1044接触以将相邻金属互连件1040、1044耦合在一起以形成贴片天线1004。在此示例中,贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)还成为第二金属化层1006(2)中的相应单独的金属化层1034(5)、1034(6)中的金属互连件1060(例如,金属线、金属迹线、金属柱)。金属互连件1060在此示例中被形成为金属贴片,该金属贴片在与竖直方向(Z轴方向)正交的水平方向(X轴和Y轴方向)上被布置在相应水平平面 P_{1-H} 、 P_{2-H} 中,以形成贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)。因此,如图19D和图10D所示,贴片天线1005(1)(1)-1005(1)(4)、1005(2)(1)-1005(2)(4)的辐射方向图在竖直(Z轴方向)第一水平方向和第二水平方向1019(1)-1019(4)上。

[0153] 需注意,在上述封装基板的示例的讨论中,在这些示例的描述中使用的术语“竖直”和“水平”是彼此相对的术语。竖直方向可以是与水平方向正交的方向的轴。竖直平面可以在两个方向轴(例如,X轴和Z轴方向)上,该两个方向轴正交于在两个其他方向轴(例如,X轴和Y轴方向)上的水平平面。

[0154] 包括一个或多个竖直集成贴片天线的封装基板(包括但不限于图2至图14B、图17A至图17D和图19A至图19D中以及根据图15至图16B和图18A与图18B中的任一制造过程的封装基板)可以被设置在或集成到任何无线通信设备和/或基于处理器的设备中。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、收音机、卫星收音机、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。

[0155] 图20例示了包括从一个或多个IC 2002形成的RF组件的示例性无线通信设备2000,其中任何IC 2002可被包括在RFIC封装件2003中,该RFIC封装件采用包括一个或多个竖直集成贴片天线的封装基板,该封装基板包括但不限于图2至图14B、图17A至图17D和图19A至图19D中以及根据图15至图16B和图18A与图18B中的制造过程中的任一者的封装基板。作为示例,无线通信设备2000可包括或被提供在任何上述设备中。如图20所示,无线通信设备2000包括收发器2004和数据处理器2006。数据处理器2006可包括存储器以存储数据和程序代码。收发器2004包括支持双向通信的发送器2008和接收器2010。一般而言,无线通信设备2000可包括用于任何数量的通信系统和频带的任何数量的发送器2008和/或接收器2010。收发器2004的全部或部分可在一个或多个模拟IC、RFIC、混合信号IC等上实现。

[0156] 可利用超外差式架构或直接变频式架构来实现发送器2008或接收器2010。在超外差式架构中,信号在RF与基带之间多级变频,例如对于接收器2010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20中的无线通信设备2000中,发送器2008和接收器2010利用直接变频式架构来实现。

[0157] 在发送路径中,数据处理器2006处理要被发送的数据并且向发送器2008提供I和Q模拟输出信号。在示例性无线通信设备2000中,数据处理器2006包括数模转换器(DAC)2012(1)、2012(2)以将由数据处理器2006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。

[0158] 在发送器2008内,低通滤波器2014(1)、2014(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)2016(1)、2016(2)分别放大来自低通滤波器2014(1)、2014(2)的信号并且提供I和Q基带信号。上变频器2018通过混频器2020(1)、2020(2)利用来自发送(TX)本地振荡器(LO)信号发生器2022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2024。滤波器2026对经上变频信号2024进行滤波以去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)2028放大来自滤波器2026的经上变频信号2024,以获得期望输出功率水平并且提供发送RF信号。发送RF信号被路由通过双工器或开关2030并且经由天线2032被发送。

[0159] 在接收路径中,天线2032接收由基站发送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2030并且被提供给低噪声放大器(LNA)2034。双工器或开关2030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 2034放大并且由滤波器2036滤波,以获得期望RF输入信号。下变频混频器2038(1)、2038(2)将滤波器2036的输出与来自RX LO信号发生器2040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 2042(1)、2042(2)放大并且进一步由低通滤波器2044(1)、2044(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给数据处理器2006。在此示例中,数据处理器2006包括模数转换器(ADC)2046(1)、2046(2)以将模拟输入信号转换成要进一步由数据处理器2006处理的数字信号。

[0160] 在图20的无线通信设备2000中,TX LO信号发生器2022生成用于上变频的I和Q TX

L0信号,而RX L0信号发生器2040生成用于下变频的I和Q RX L0信号。每个L0信号是具有特定基频的周期性信号。TX锁相环路(PLL)电路2048从数据处理器2006接收定时信息,并且生成用于调整来自TX L0信号发生器2022的TX L0信号的频率和/或相位的控制信号。类似地,RX PLL电路2050从数据处理器2006接收定时信息,并且生成用于调整来自RX L0信号发生器2040的RX L0信号的频率和/或相位的控制信号。

[0161] 图21例示了基于处理器的系统2100的示例。基于处理器的系统2100的组件是IC 2102。基于处理器的系统2100中的IC 2102中的一些或全部IC可提供为IC封装件2104,该IC封装件采用包括一个或多个竖直集成贴片天线的封装基板,该封装基板包括但不限于图2至图14B、图17A至图17D、和图19A至图19D中以及根据图15至图16B和图18A与图18B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。在此示例中,基于处理器的系统2100可被形成成为IC封装件2104,作为片上系统(SoC) 2106。基于处理器的系统2100包括CPU 2108,该CPU包括一个或多个处理器2110,该一个或多个处理器还可被称为CPU内核或处理器内核。CPU 2108可具有耦合到CPU 2108以用于对临时存储的数据进行快速存取的高速缓存存储器2112。CPU 2108耦合到系统总线2114,并且可将被包括在基于处理器的系统2100中的主设备和从设备相互耦合。如众所周知的,CPU 2108通过在系统总线2114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 2108可向作为从设备的示例的存储器控制器2116传达总线事务请求。尽管在图21中未例示,但可提供多个系统总线2114,其中每个系统总线2114构成不同的结构。

[0162] 其他主设备和从设备可被连接到系统总线2114。如图21所例示的,作为示例,这些设备可包括存储器系统2120(其包括存储器控制器2116和存储器阵列2118)、一个或多个输入设备2122、一个或多个输出设备2124、一个或多个网络接口设备2126、以及一个或多个显示控制器2128。存储器系统2120、一个或多个输入设备2122、一个或多个输出设备2124、一个或多个网络接口设备2126、以及一个或多个显示控制器2128中的每一者可被提供在相同或不同的IC封装件中。输入设备2122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2124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2126可以是配置为允许往来于网络2130的数据交换的任何设备。网络2130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)、蓝牙™网络、以及互联网。网络接口设备2126可被配置为支持所期望的任何类型的通信协议。

[0163] CPU 2108还可被配置为通过系统总线2114访问显示控制器2128以控制发送一个或多个显示器2132的信息。显示控制器2128经由一个或多个视频处理器2134向显示器2132传送要显示的信息,该视频处理器将要显示的信息处理成适于显示器2132的格式。作为示例,显示控制器2128和视频处理器2134可被包括作为IC封装件2104和相同或不同IC封装件,并且在包含CPU 2108的相同或不同IC封装件中。显示器2132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。

[0164] 本领域技术人员将进一步理解,结合本文所公开的各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,并且可被配置为存储所期望的任何类型的信息。为了清楚地例示这种互换性,上文围绕各种例示性的组件、块、模块、电路和步骤的功能性,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特定应用、设计选择、和/或加诸于整体系统上的设计约束。本领域技术人员可针对每个特定应用以不同的方式实现所描述的功能性,但是此类具体实施决策不应被解释为导致脱离本公开的范围。

[0165] 结合本文所公开的各方面描述的各种例示性逻辑块、模块和电路可用被设计成执行本文所述的功能的处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其他可编程逻辑设备、分立门或晶体管逻辑件、分立硬件组件、或它们的任何组合来实现或执行。处理器可以是微处理器,但在另选方案中,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核心协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置)。

[0166] 本文所公开的各方面可体现在硬件和被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)、闪存存储器、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他形式的计算机可读介质中。示例性的存储介质耦合到处理器,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。在另选方案中,存储介质可与处理器成一整体。处理器和存储介质可驻留在ASIC中。ASIC可驻留在远程站中。在另选方案中,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。

[0167] 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例示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。附加地,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,可对在流程图中例示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中的任何一种来表示信息和信号。例如,在遍及上文的描述中可能提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和芯片可以通过电压、电流、电磁波、磁场或磁性粒子、光场或光学粒子或者它们的任何组合来表示。

[0168] 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通用原理可被应用于其他变型。因此,本公开内容不旨在受限于本文所描述的示例和设计,而是要符合与本文所公开的远离和新颖性特征相一致的最宽的范围。

[0169] 在以下经编号的条款中描述了各具体实施示例:

[0170] 1.一种封装基板,包括:

[0171] 在第一方向上彼此平行的多个第一金属化层;

[0172] 第一贴片天线,包括:

[0173] 多个第一金属互连件,所述多个第一金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的单独的第一金属化层中;

[0174] 所述多个第一金属互连件中的每个第一金属互连件在与所述第一方向正交的第二方向上共享第一共用平面;

[0175] 和

[0176] 多个第一过孔,所述多个第一过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中,并且所述多个第一过孔各自在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合所述多个第一金属互连件中的相邻的第一金属互连件;和

[0177] 耦合到所述第一贴片天线的第一天线馈线。

[0178] 2.根据条款1所述的封装基板,其中所述多个第一金属互连件中的每个第一金属互连件在所述第一方向上彼此平行地布置。

[0179] 3.根据条款1或2所述的封装基板,其中所述多个第一过孔包括多个第一伸长过孔,所述多个第一伸长过孔各自在所述第一方向上伸长并且各自在所述多个第一金属化层中的所述相邻的第一金属化层中耦合所述多个第一金属互连件中的所述相邻的第一金属互连件,以在所述第一共用平面中形成平面形状结构。

[0180] 4.根据条款3所述的封装基板,其中所述平面形状结构具有沟槽形状。

[0181] 5.根据条款3或4所述的封装基板,其中所述多个第一伸长过孔各自包括沟槽。

[0182] 6.根据条款1至5中任一项所述的封装基板,其中所述第一贴片天线为矩形形状。

[0183] 7.根据条款1至6中任一项所述的封装基板,其中所述第一贴片天线被配置为辐射从所述第一天线馈线接收到的射频(RF)信号。

[0184] 8.根据条款1至7中任一项所述的封装基板,还包括在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层,其中:

[0185] 所述第一贴片天线不布置在所述多个第二金属化层中。

[0186] 9.根据条款8所述的封装基板,还包括布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板,其中:

[0187] 所述第一贴片天线也不布置在所述芯基板中。

[0188] 10.根据条款8或9所述的封装基板,还包括:

[0189] 第二贴片天线,包括:

[0190] 多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的第二金属化层中;

[0191] 所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第三第二共用平面;和

[0192] 多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;和

[0193] 耦合到所述第二贴片天线的第二天线馈线。

[0194] 11.根据条款1至7中任一项所述的封装基板,其中:

[0195] 所述多个第一金属化层包括第一外金属化层和第二外金属化层;并且

[0196] 所述多个第一金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中。

[0197] 12.根据条款1至7和11中任一项所述的封装基板,还包括:

[0198] 在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层;和

[0199] 布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板;

[0200] 其中:

[0201] 所述第一贴片天线还包括:

[0202] 多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的第二金属化层中;

[0203] 所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面;

[0204] 多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;和

[0205] 布置在所述芯基板中的金属柱,所述金属柱将所述多个第一金属互连件电耦合到所述多个第三金属互连件。

[0206] 13. 根据条款1至7、11和12中任一项所述的封装基板,还包括第二贴片天线,所述第二贴片天线包括:

[0207] 至少一个第三金属互连件,所述至少一个第三金属互连件布置在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中的沿所述第一方向的第二平面中;和

[0208] 耦合到所述第一贴片天线的第二天线馈线。

[0209] 14. 根据条款13所述的封装基板,其中所述第一贴片天线为矩形形状。

[0210] 15. 根据条款13或14所述的封装基板,其中:

[0211] 所述第一贴片天线具有在所述第一方向上延伸的第一天线辐射方向图;并且

[0212] 所述第二贴片天线具有在与所述第一方向正交的所述第二方向上延伸的第二天线辐射方向图。

[0213] 16. 根据条款13至15中任一项所述的封装基板,还包括第三贴片天线,所述第三贴片天线包括至少一个第五金属互连件,所述至少一个第五金属互连件布置在所述多个第二金属化层中的第二金属化层中的沿所述第一方向的第三平面中。

[0214] 17. 根据条款16所述的封装基板,其中所述第二贴片天线被配置为响应于所述第一贴片天线辐射从所述第二天线馈线接收到的射频(RF)信号而电磁(EM)耦合到所述第二贴片天线。

[0215] 18. 根据条款17所述的封装基板,其中:

[0216] 所述第一贴片天线具有在所述第一方向上延伸的第一天线辐射方向图;并且

[0217] 所述第三贴片天线具有在与所述第一方向正交的所述第二方向上延伸的第二天线辐射方向图。

[0218] 19. 根据条款1至7中任一项所述的封装基板,还包括第二贴片天线,所述第二贴片天线包括:

[0219] 多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

[0220] 所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;和

[0221] 多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第一金属化层中的相邻的第

一金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件。

[0222] 20. 根据条款19所述的封装基板, 其中所述第一贴片天线被配置为响应于所述第一贴片天线辐射从所述第一天线馈线接收到的射频 (RF) 信号而电磁 (EM) 耦合到所述第二贴片天线。

[0223] 21. 根据条款19或20所述的封装基板, 还包括在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层, 其中:

[0224] 所述第一贴片天线不布置在所述多个第二金属化层中; 并且

[0225] 所述第二贴片天线不布置在所述多个第二金属化层中。

[0226] 22. 根据条款21所述的封装基板, 还包括布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板, 其中:

[0227] 所述第一贴片天线也不布置在所述芯基板中; 并且

[0228] 所述第二贴片天线也不布置在所述芯基板中。

[0229] 23. 根据条款22所述的封装基板, 还包括:

[0230] 第三贴片天线, 包括:

[0231] 多个第四金属互连件, 所述多个第四金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的金属化层中;

[0232] 所述多个第四金属互连件中的每个第四金属互连件在所述第二方向上共享第三共用平面; 和

[0233] 多个第三过孔, 所述多个第三过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的金属化层中, 并且所述多个第三过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第四金属互连件中的相邻的第四金属互连件; 耦合到所述第三贴片天线的第二天线馈线; 和

[0234] 第四贴片天线, 包括:

[0235] 多个第六金属互连件, 所述多个第六金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的金属化层中;

[0236] 所述多个第六金属互连件中的每个第六金属互连件在所述第二方向上共享第四共用平面; 和

[0237] 多个第四过孔, 所述多个第四过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的金属化层中, 并且所述多个第四过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第六金属互连件中的相邻的第六金属互连件。

[0238] 24. 根据条款23所述的封装基板, 其中所述第三贴片天线被配置为响应于所述第三贴片天线辐射从所述第二天线馈线接收到的射频 (RF) 信号而电磁 (EM) 耦合到所述第四贴片天线。

[0239] 25. 根据条款19或20所述的封装基板, 还包括在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层, 其中:

[0240] 所述多个第一金属化层包括第一外金属化层;

[0241] 所述多个第二金属化层包括第二外金属化层;

[0242] 所述多个第一金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层和所述多个第二金属化层中的每一者中; 并且

[0243] 所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层和所述多个第二金属化层中的每一者中。

[0244] 26. 根据条款19所述的封装基板,还包括:

[0245] 在所述第一方向上平行于所述多个第一金属化层的多个第二金属化层;和

[0246] 布置在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间的芯基板;

[0247] 其中:

[0248] 所述第一贴片天线还包括:

[0249] 多个第四金属互连件,所述多个第四金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的单独的第二金属化层中;

[0250] 所述多个第四金属互连件中的每个第四金属互连件在所述第二方向上共享第三共用平面;

[0251] 多个第三过孔,所述多个第三过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第三过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第四金属互连件中的相邻的第四金属互连件;和

[0252] 布置在所述芯基板中的金属柱,所述金属柱将所述多个第四金属互连件电耦合到所述多个第一金属互连件;

[0253] 并且

[0254] 所述第二贴片天线还包括:

[0255] 多个第五金属互连件,所述多个第五金属互连件各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中;

[0256] 所述多个第五金属互连件中的每个第五金属互连件在所述第二方向上共享第四共用平面;

[0257] 多个第四过孔,所述多个第四过孔各自布置在所述多个第二金属化层中的所述单独的第二金属化层中,并且所述多个第四过孔各自在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述多个第五金属互连件中的相邻的第五金属互连件;和

[0258] 布置在所述芯基板中的第二金属柱,所述第二金属柱将所述多个第五金属互连件电耦合到所述多个第三金属互连件。

[0259] 27. 根据条款1至7中任一项所述的封装基板,还包括:

[0260] 在所述第一方向上的第一侧;和

[0261] 与所述第一方向上的所述第一侧相对的第二侧;

[0262] 其中所述第一贴片天线与所述封装基板的所述第一侧相邻;并且

[0263] 所述封装基板还包括:

[0264] 与所述封装基板的所述第二侧相邻的第二贴片天线,所述第二贴片天线包括:

[0265] 多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

[0266] 所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;和

[0267] 多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中,并且所述多个第二过孔各自在所述多个第一金属化层中的相邻的第

一金属化层中耦合所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;和

[0268] 耦合到所述第二贴片天线的第二天线馈线。

[0269] 28. 根据条款27所述的封装基板,其中:

[0270] 所述第一贴片天线具有在远离所述封装基板的第一水平方向上延伸的第一天线辐射方向图;并且

[0271] 所述第二贴片天线具有在与远离所述封装基板的所述第一水平方向相反的第二水平方向上延伸的第二天线辐射方向图。

[0272] 29. 根据条款27或28所述的封装基板,还包括第三贴片天线,所述第三贴片天线包括:

[0273] 至少一个第五金属互连件,所述至少一个第五金属互连件布置在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中的沿所述第一方向的第三平面中;和

[0274] 耦合到所述第三贴片天线的第三天线馈线。

[0275] 30. 根据条款29所述的封装基板,其中所述第三贴片天线为矩形形状。

[0276] 31. 根据条款29或30所述的封装基板,其中:

[0277] 所述第一贴片天线具有在远离所述封装基板的第一水平方向上延伸的第一天线辐射方向图;

[0278] 所述第二贴片天线具有在与远离所述封装基板的所述第一水平方向相反的第二水平方向上延伸的第二天线辐射方向图;并且

[0279] 所述第三贴片天线具有在与所述第一水平方向和所述第二水平方向正交的所述第二方向上延伸的第三天线辐射方向图。

[0280] 32. 根据条款1至31中任一项所述的封装基板,其中所述第一贴片天线具有第五代(5G)频率带宽。

[0281] 33. 根据条款1至32中任一项所述的封装基板,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;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;收音机;卫星收音机;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;数字视频光盘(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;和多旋翼飞行器。

[0282] 34. 一种制造封装基板的方法,包括:

[0283] 形成多个第一金属化层,其中形成所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层包括:

[0284] 形成第一介电层;

[0285] 在所述第一介电层中形成第一金属互连件;以及

[0286] 形成耦合到所述第一介电层中的所述第一金属互连件的第一过孔;

[0287] 形成第一天线馈线;

[0288] 将所述多个第一金属化层在第一方向上彼此平行地耦合,使得所述多个第一金属化层中的每个第一金属互连件在与所述第一方向正交的第二方向上共享第一共用平面,并

且所述多个第一金属化层中的每个第一过孔在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中耦合相邻的第一金属互连件，

[0289] 其中由所述多个第一金属化层中的所述第一过孔耦合的所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中的所述第一金属互连件形成第一贴片天线；以及

[0290] 将所述第一天线馈线耦合到所述第一贴片天线。

[0291] 35. 根据条款34所述的方法，还包括：

[0292] 形成多个第二金属化层，其中形成所述多个第二金属化层中的每个第二金属化层包括：

[0293] 形成第二介电层；

[0294] 在所述第二介电层中形成第三金属互连件；以及

[0295] 形成耦合到所述第二介电层中的所述第三金属互连件的第二过孔；以及

[0296] 在所述第一方向上将所述多个第二金属化层平行地耦合到所述多个第一金属化层。

[0297] 36. 根据条款35所述的方法，还包括在所述多个第一金属化层与所述多个第二金属化层之间布置芯基板。

[0298] 37. 根据条款35或36所述的方法，还包括：

[0299] 形成第二天线馈线；

[0300] 将所述多个第二金属化层在所述第一方向上彼此平行地耦合，使得所述多个第二金属化层中的每个第二金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面，并且所述多个第二金属化层中的每个第二过孔在所述多个第二金属化层中的相邻的第二金属化层中耦合所述第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件，

[0301] 其中由所述第二过孔耦合的所述多个第二金属化层中的所述第三金属互连件形成第二贴片天线；以及

[0302] 将所述第二天线馈线耦合到所述第二贴片天线。

[0303] 38. 根据条款34所述的方法，其中形成所述多个第一金属化层包括：

[0304] 形成第一外金属化层，所述第一外金属化层包括所述第一介电层、所述第一介电层中的所述第一金属互连件和耦合到所述第一介电层中的所述第一金属互连件的所述第一过孔；并且

[0305] 形成第二外金属化层包括：

[0306] 形成第二介电层；

[0307] 在所述第二介电层上形成第二金属互连件；以及

[0308] 形成耦合到所述第二介电层中的所述第二金属互连件的第二过孔；

[0309] 其中将所述多个第一金属化层彼此耦合包括：将所述第一外金属化层和所述第二外金属化层在所述第一方向上彼此平行地耦合，使得所述第一外金属化层中的所述第一金属互连件和所述第二外金属化层中的所述第二金属互连件在所述第二方向上共享所述第一共用平面，并且所述第一外金属化层中的所述第一过孔耦合到所述第二外金属化层中的所述第二过孔，

[0310] 其中所述第一贴片天线进一步由通过所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中的所述第一过孔耦合的所述多个第一金属化层中的每个第一金属化层中的所述第

一金属互连件形成,并且通过所述第二外金属化层中的所述第二过孔耦合的所述第二外金属化层中的所述第二金属互连件形成所述第一贴片天线。

[0311] 39. 根据条款34至36中任一项所述的方法,还包括:

[0312] 形成第二贴片天线,包括在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中沿所述第一方向在第二平面中布置至少一个第三金属互连件;

[0313] 形成第二天线馈线;以及

[0314] 将所述第二天线馈线耦合到所述第二贴片天线。

[0315] 40. 根据条款34所述的方法,所述方法还包括:形成第三贴片天线,包括:

[0316] 形成多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

[0317] 所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;

[0318] 形成多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;以及

[0319] 在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中将所述多个第二过孔中的每个第二过孔耦合到所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件。

[0320] 41. 根据条款34所述的方法,还包括:

[0321] 在所述第一方向上在所述封装基板中形成第一侧;以及

[0322] 在所述封装基板中形成与所述第一方向上的所述第一侧相对的第二侧;

[0323] 将所述第一贴片天线布置成与所述封装基板的所述第一侧相邻;并且

[0324] 所述方法还包括:

[0325] 形成与所述封装基板的所述第二侧相邻的第二贴片天线,包括:

[0326] 形成多个第三金属互连件,所述多个第三金属互连件各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

[0327] 所述多个第三金属互连件中的每个第三金属互连件在所述第二方向上共享第二共用平面,所述第二共用平面平行于所述第一共用平面;

[0328] 形成多个第二过孔,所述多个第二过孔各自布置在所述多个第一金属化层中的所述单独的第一金属化层中;

[0329] 以及

[0330] 在所述多个第一金属化层中的相邻的第一金属化层中将所述多个第二过孔中的每个第二过孔耦合到所述多个第三金属互连件中的相邻的第三金属互连件;

[0331] 形成第二天线馈线;以及

[0332] 将所述第二天线馈线耦合到所述第二贴片天线。

[0333] 42. 根据条款41所述的方法,还包括:

[0334] 形成第三贴片天线,包括:

[0335] 在所述多个第一金属化层中的第一金属化层中沿所述第一方向在第三平面中布置至少一个第五金属互连件;以及

[0336] 形成第三天线馈线;以及

[0337] 将所述第三天线馈线耦合到所述第三贴片天线。

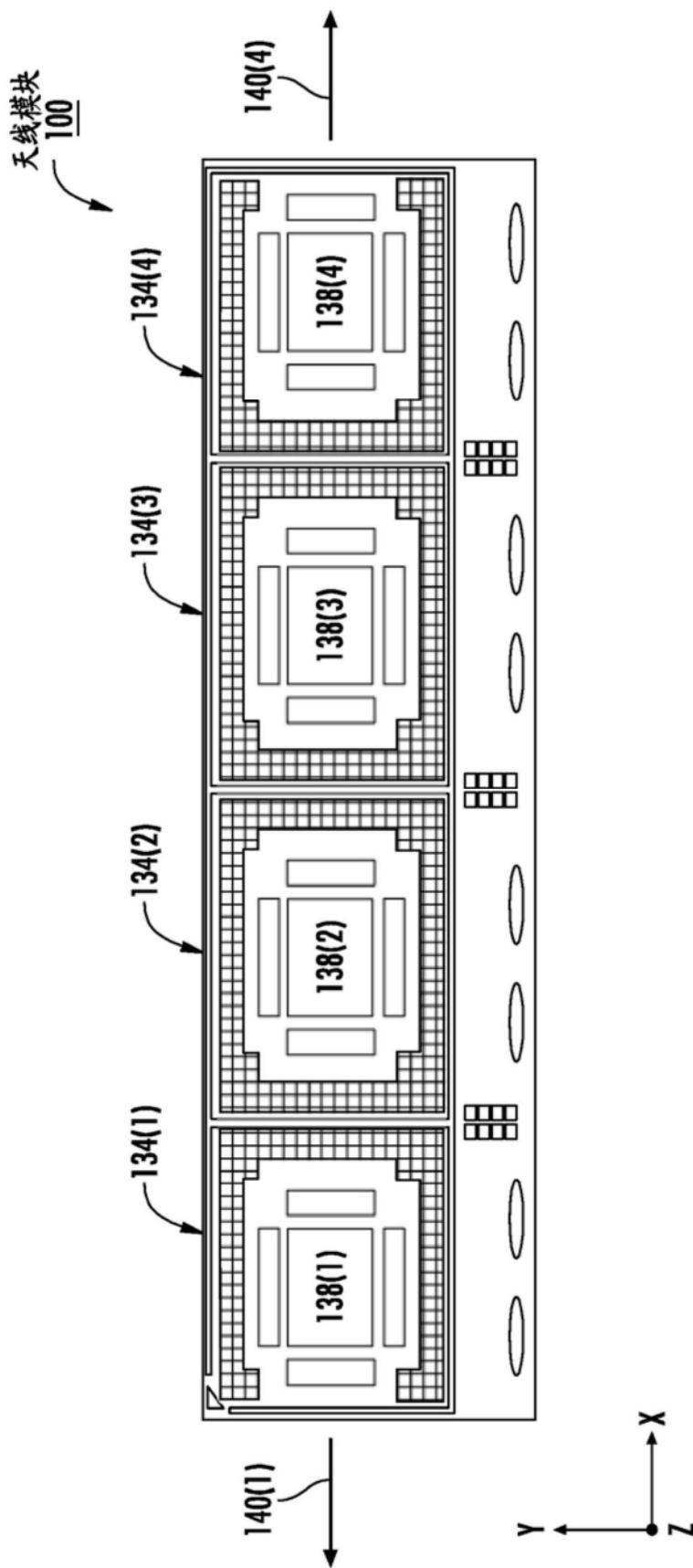


图1B

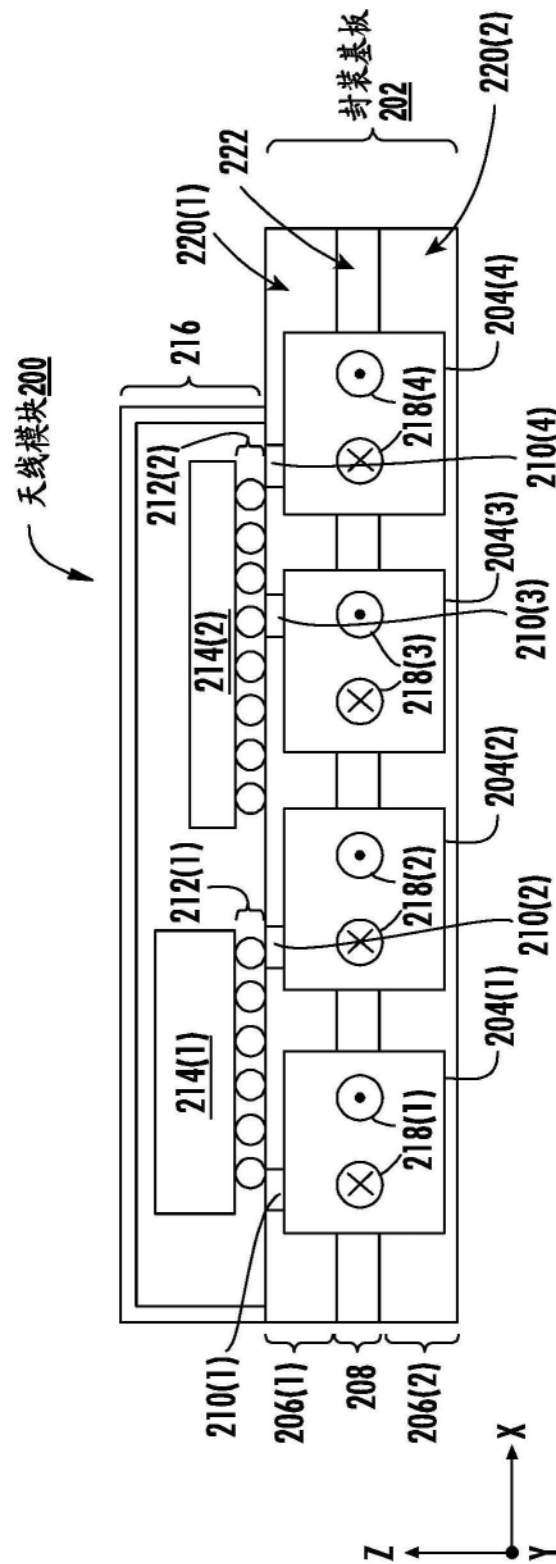
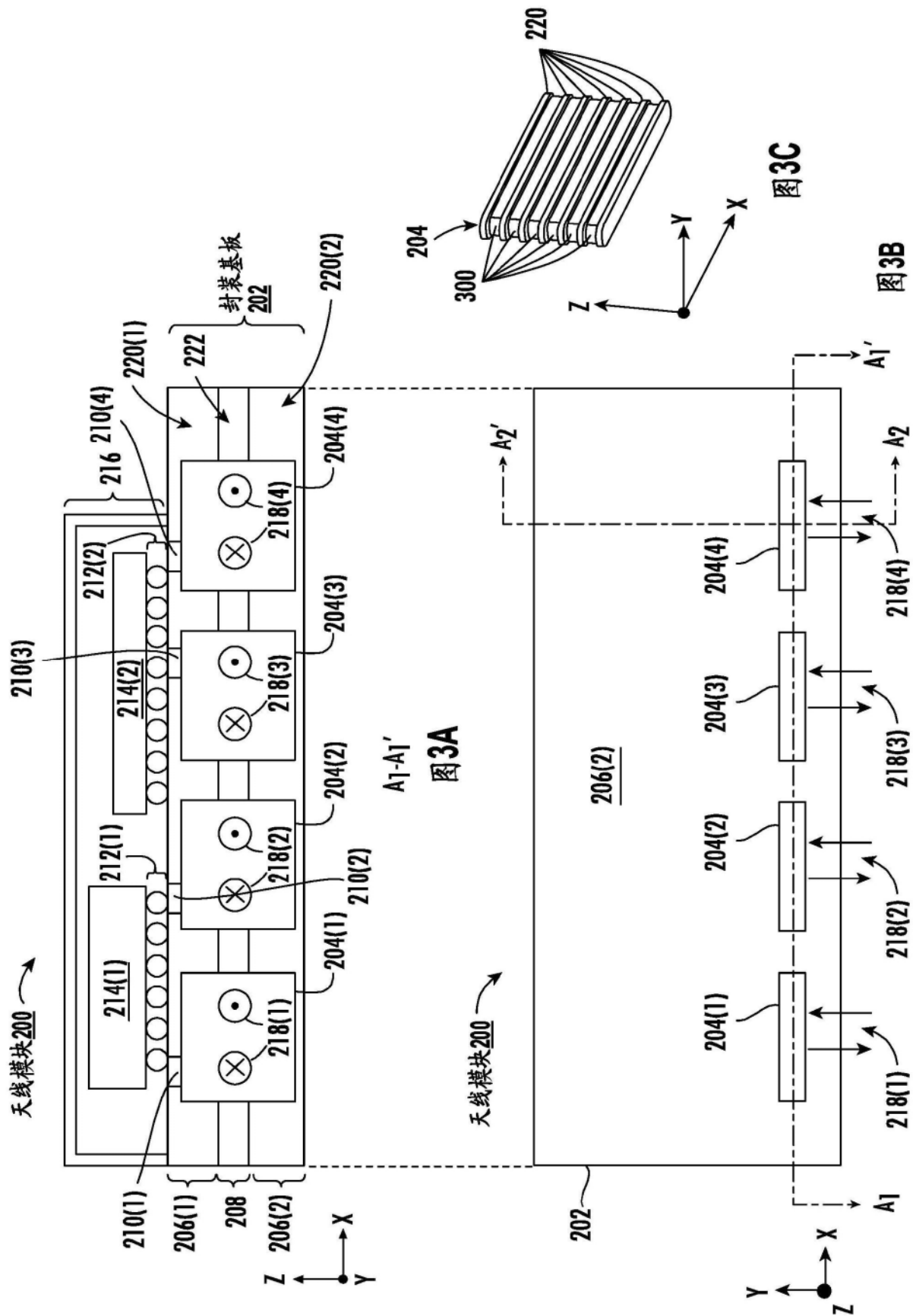


图2



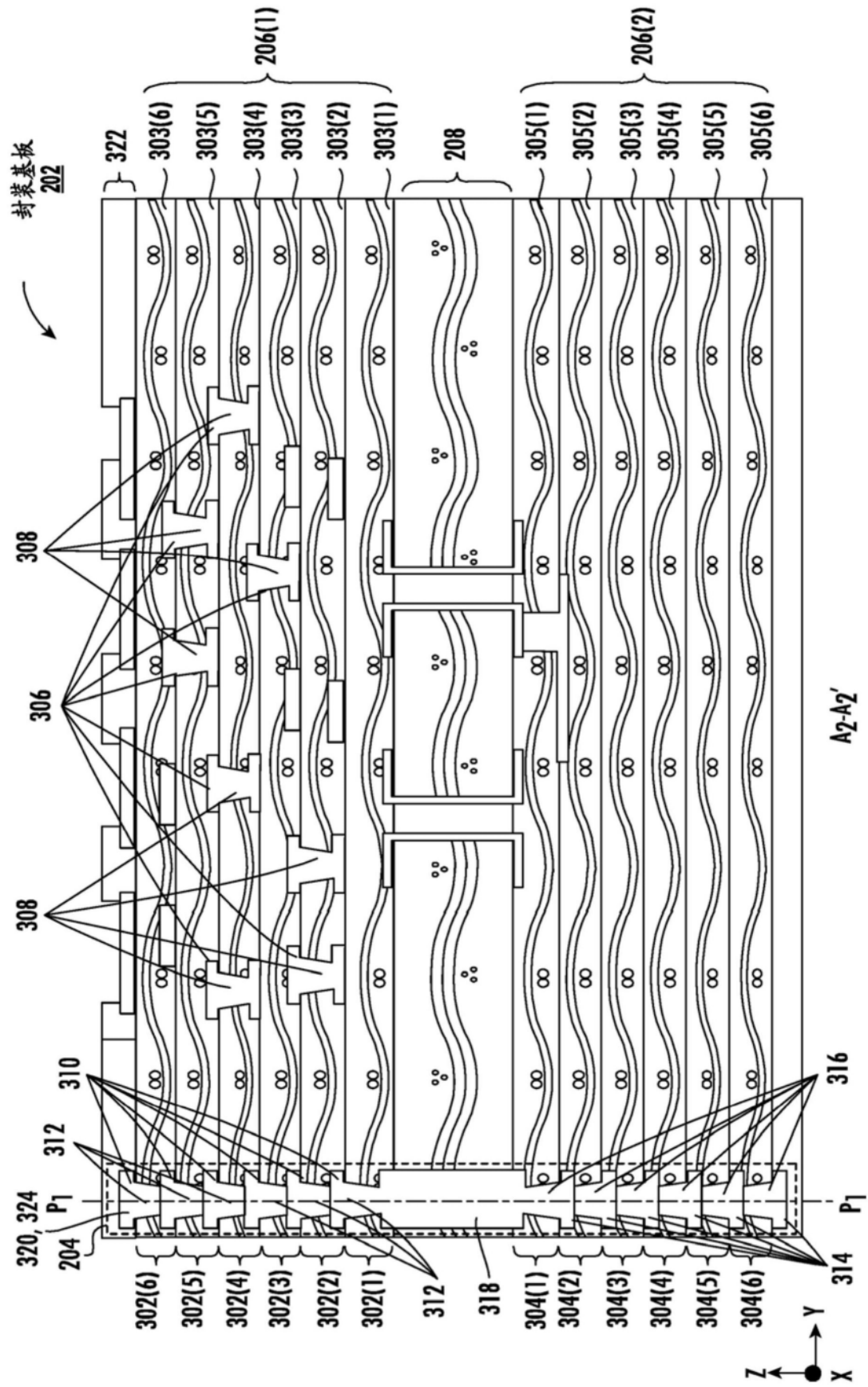
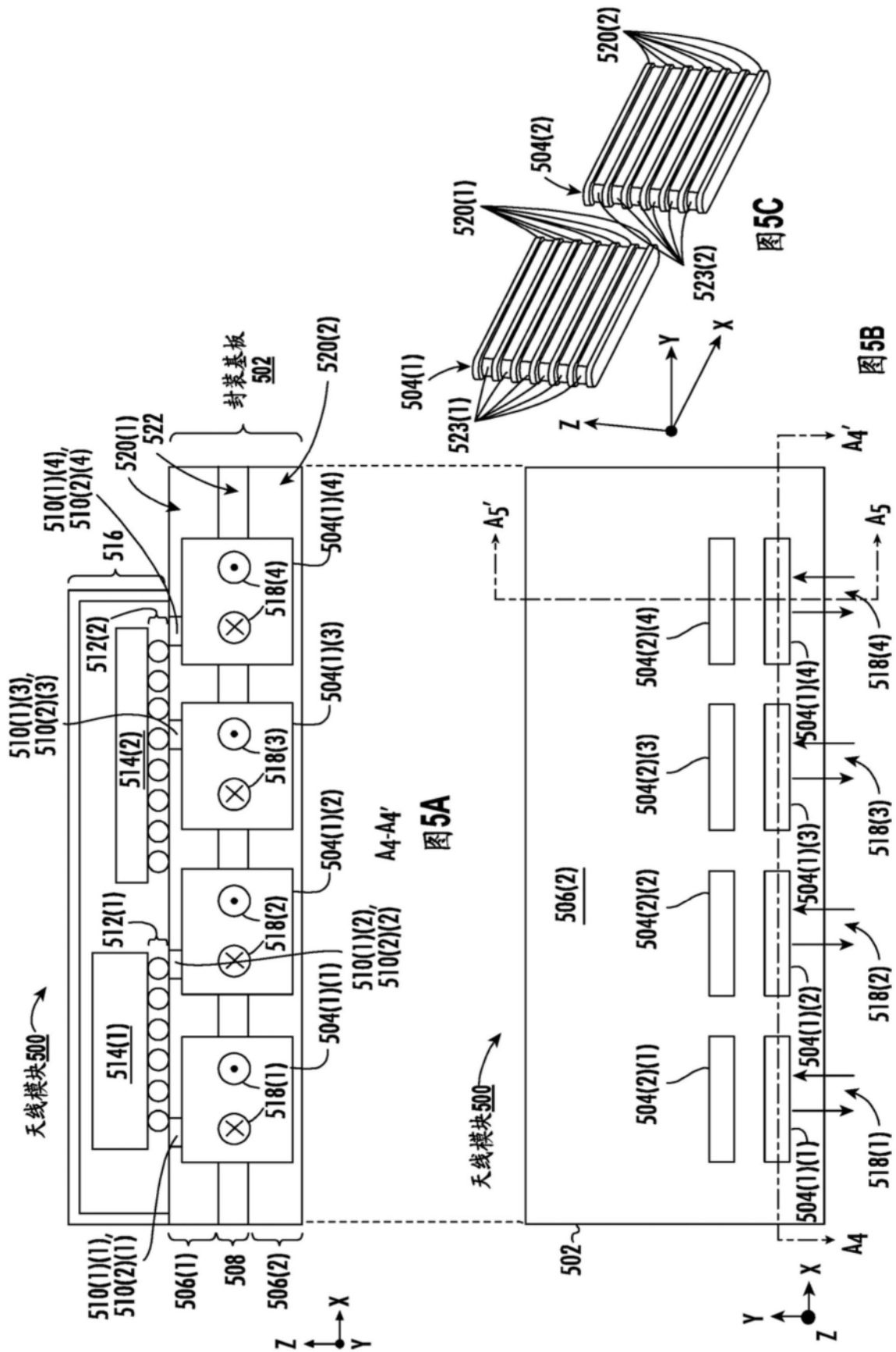


图3D



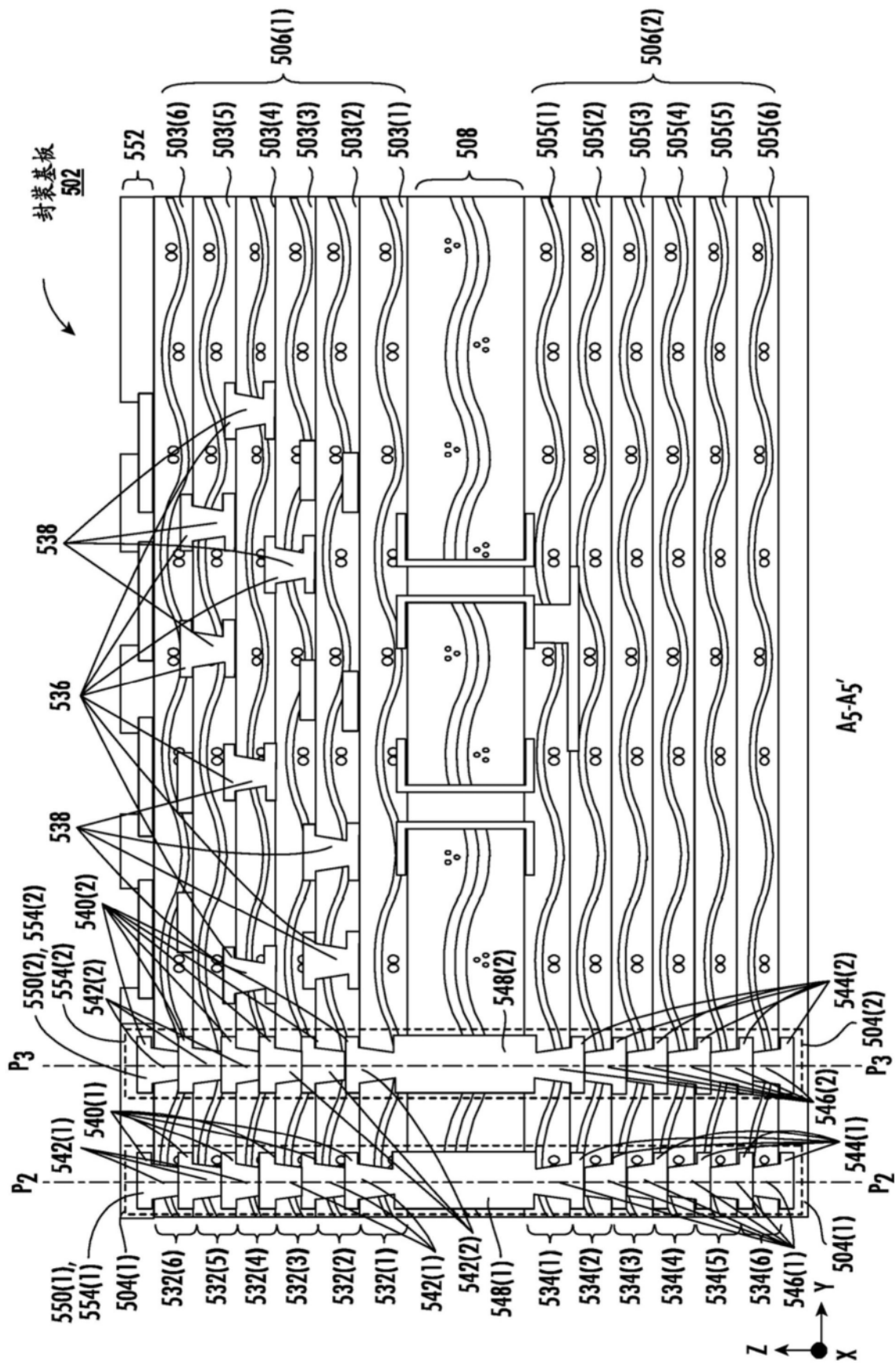


图5D

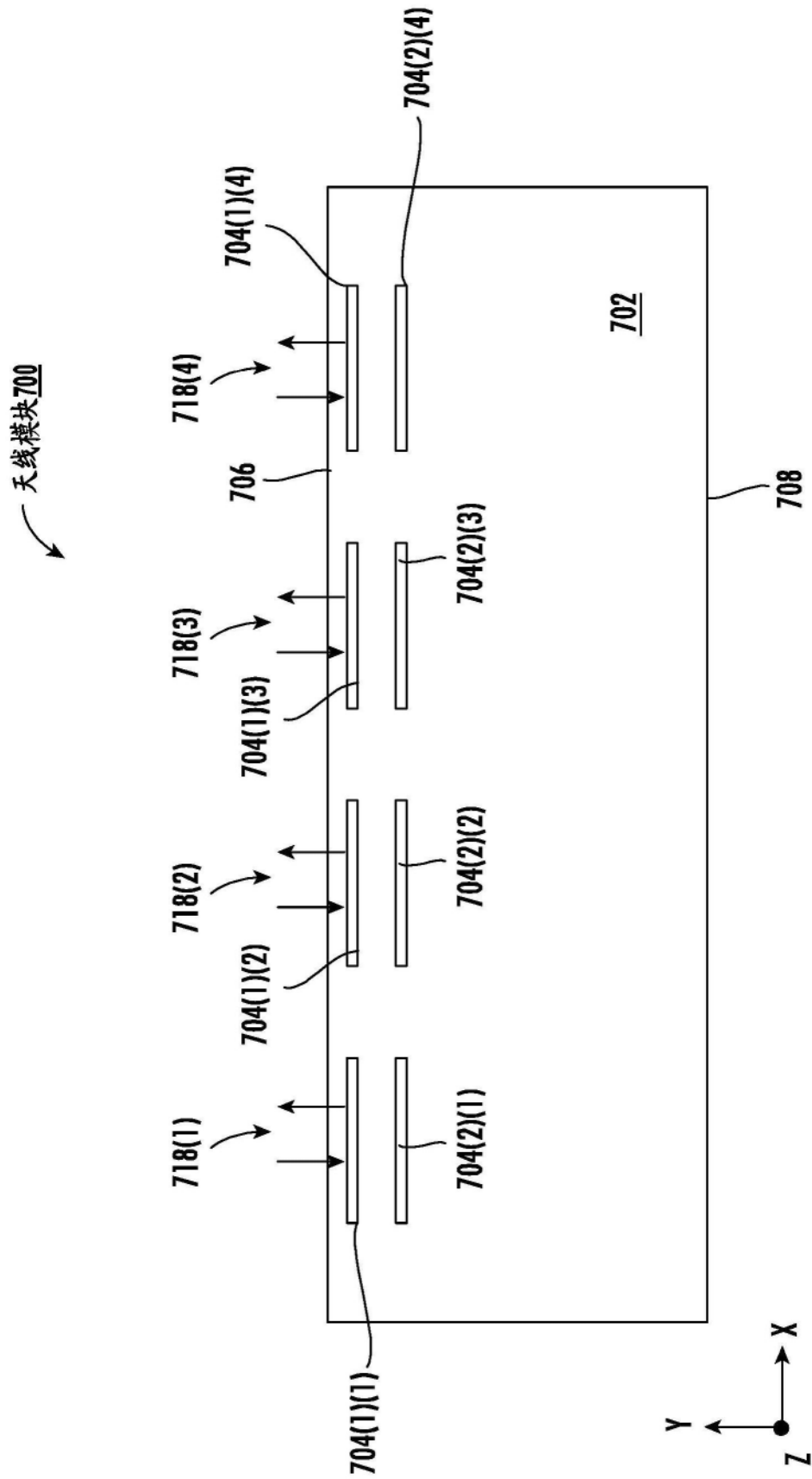


图7

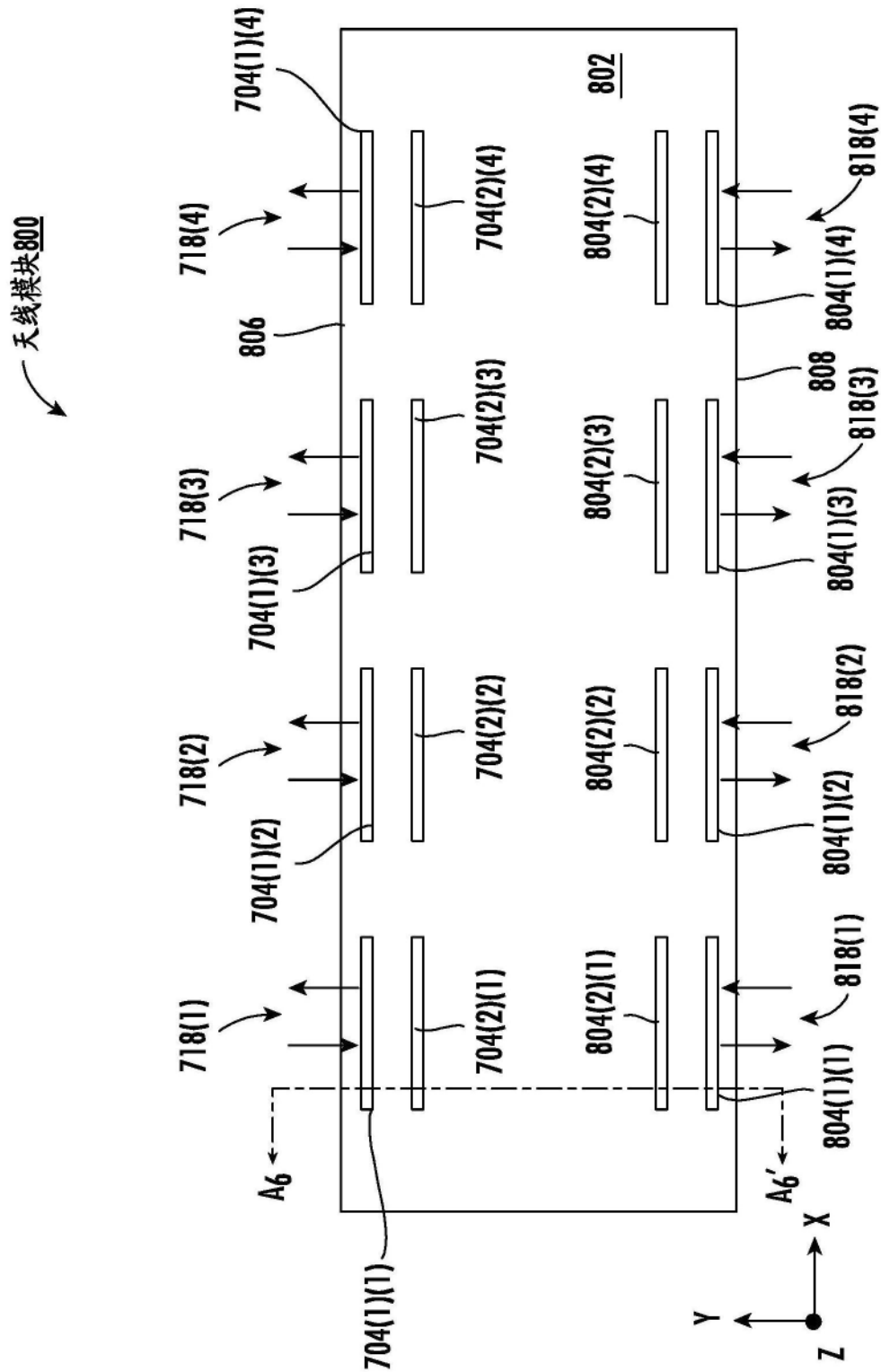


图8

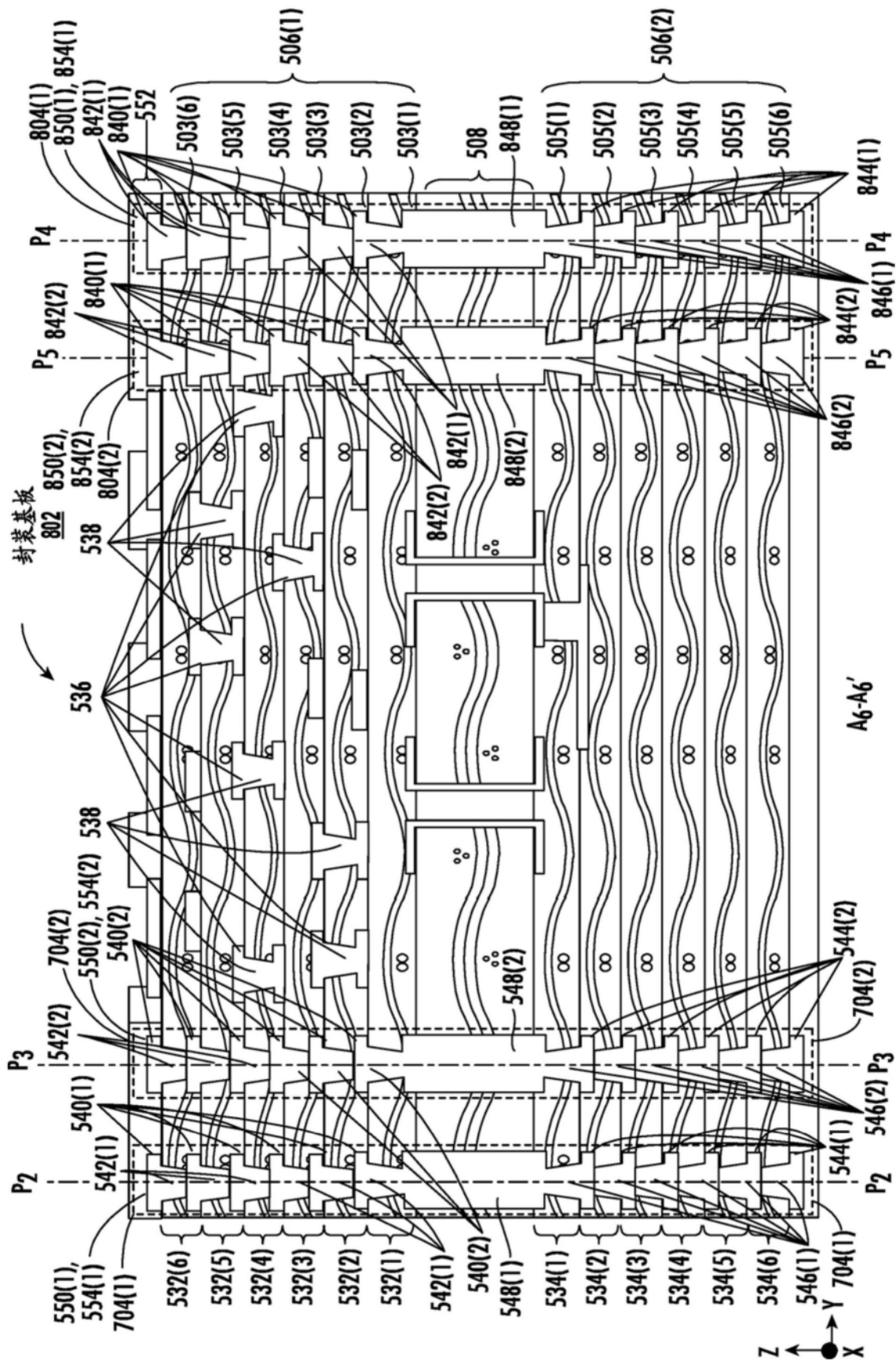


图9A

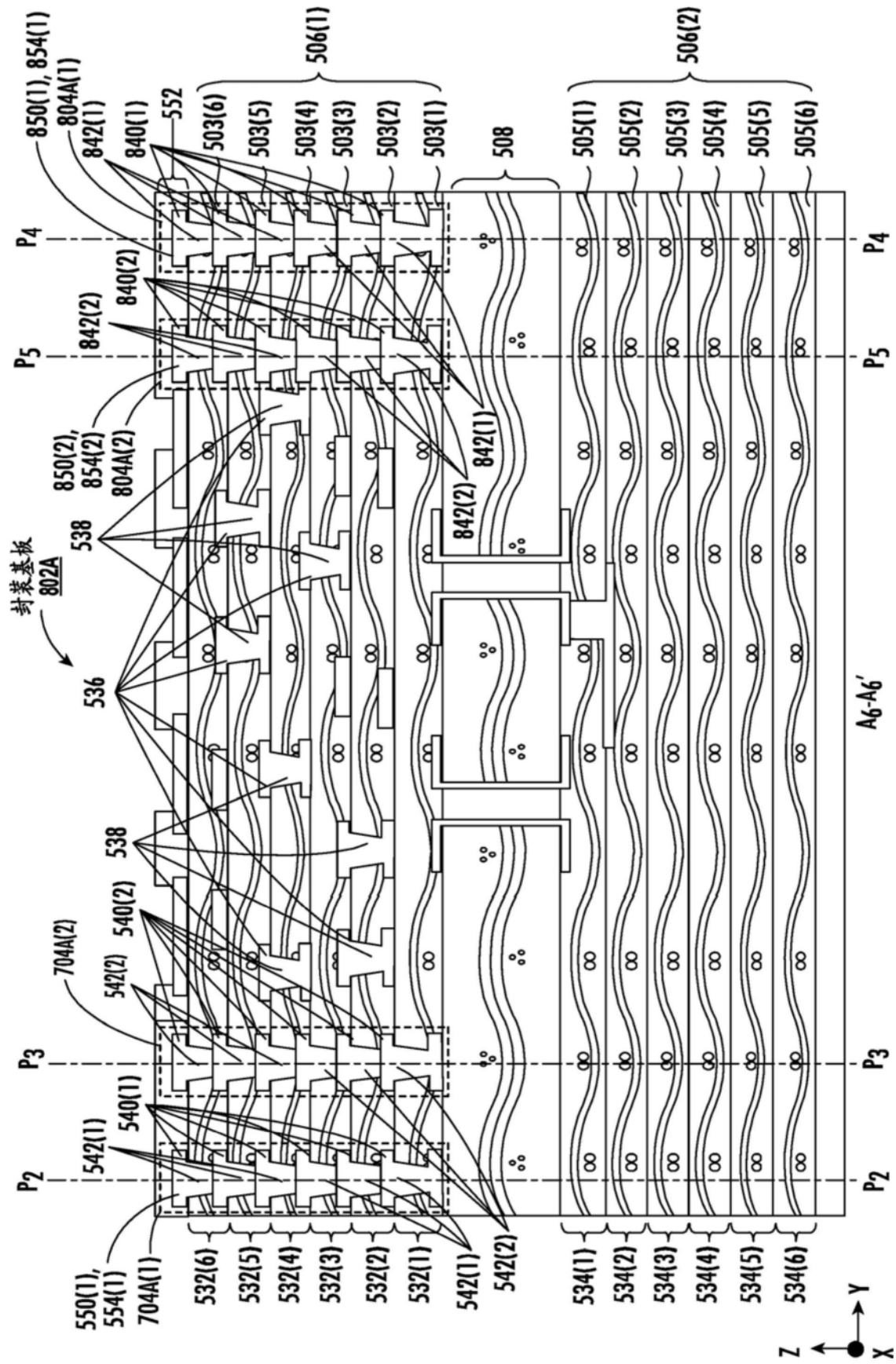
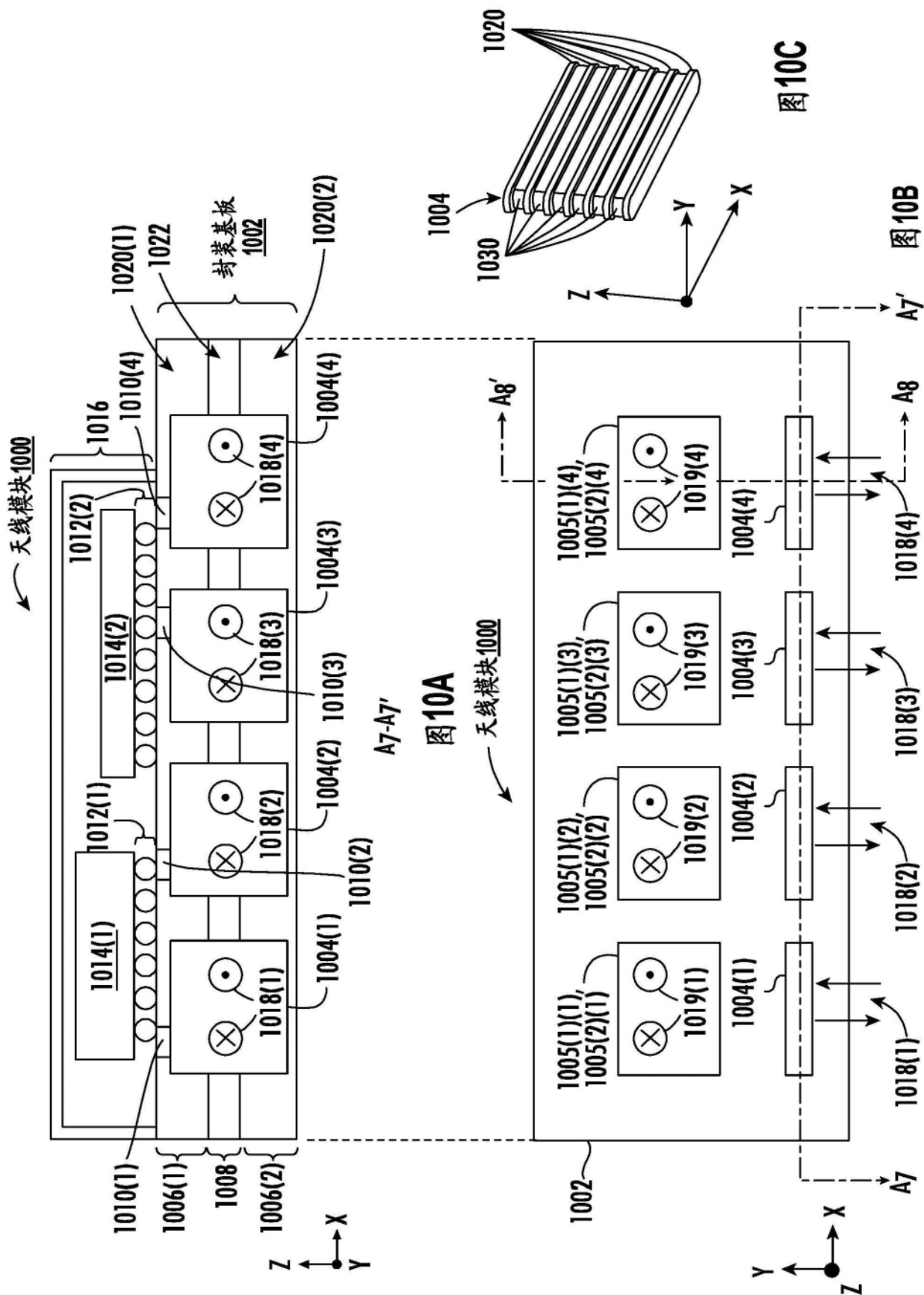


图9B



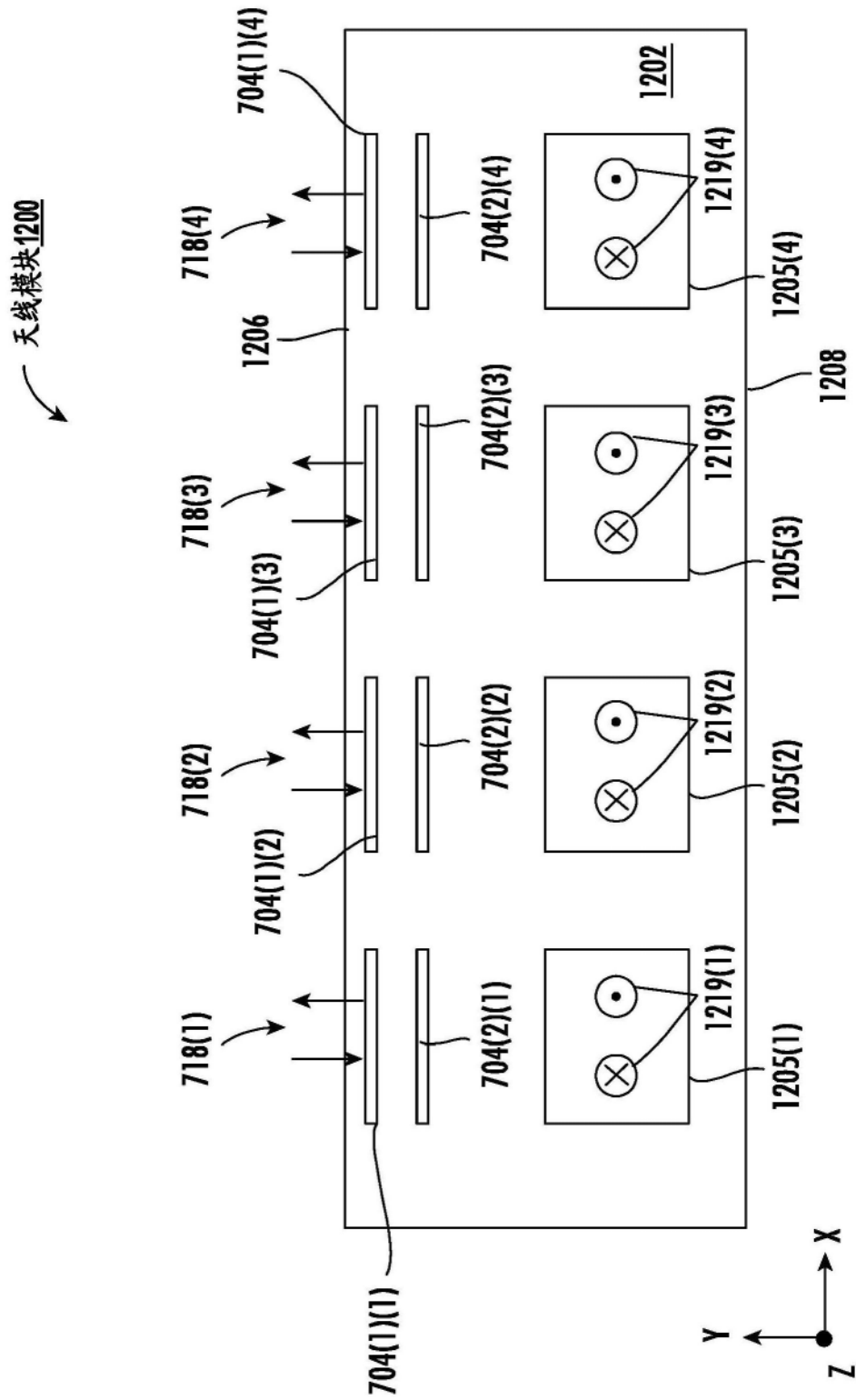


图12

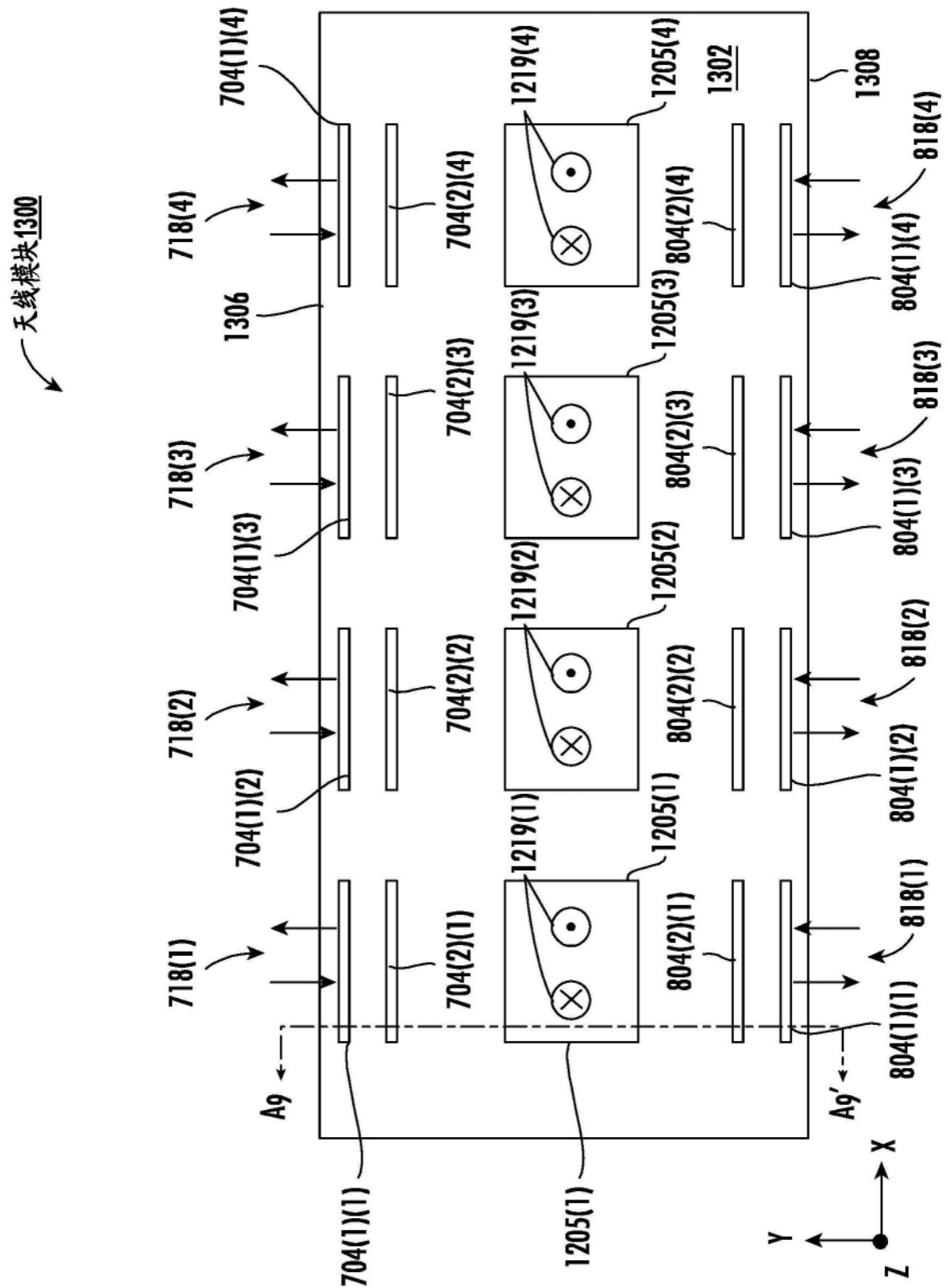


图13

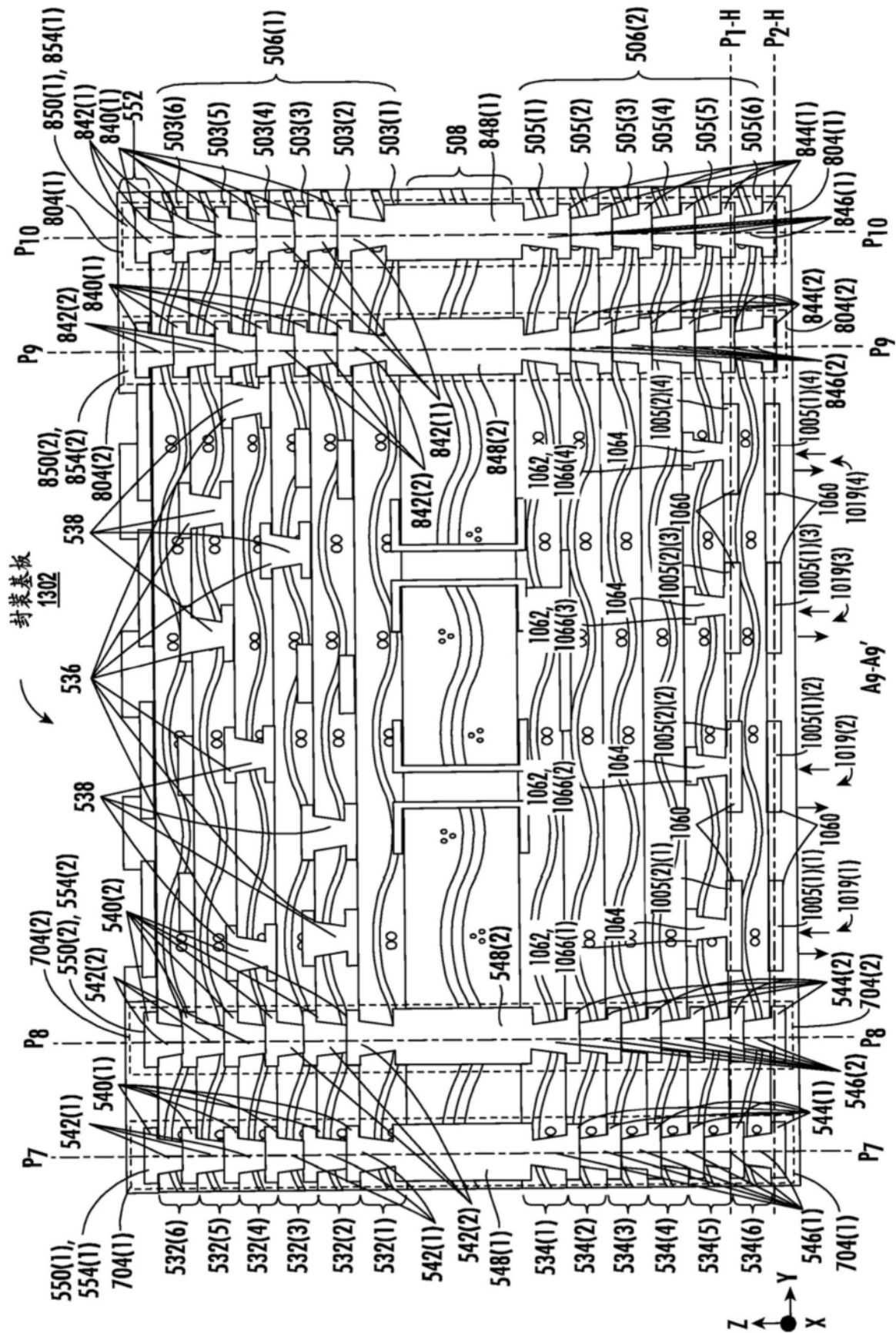


图14A

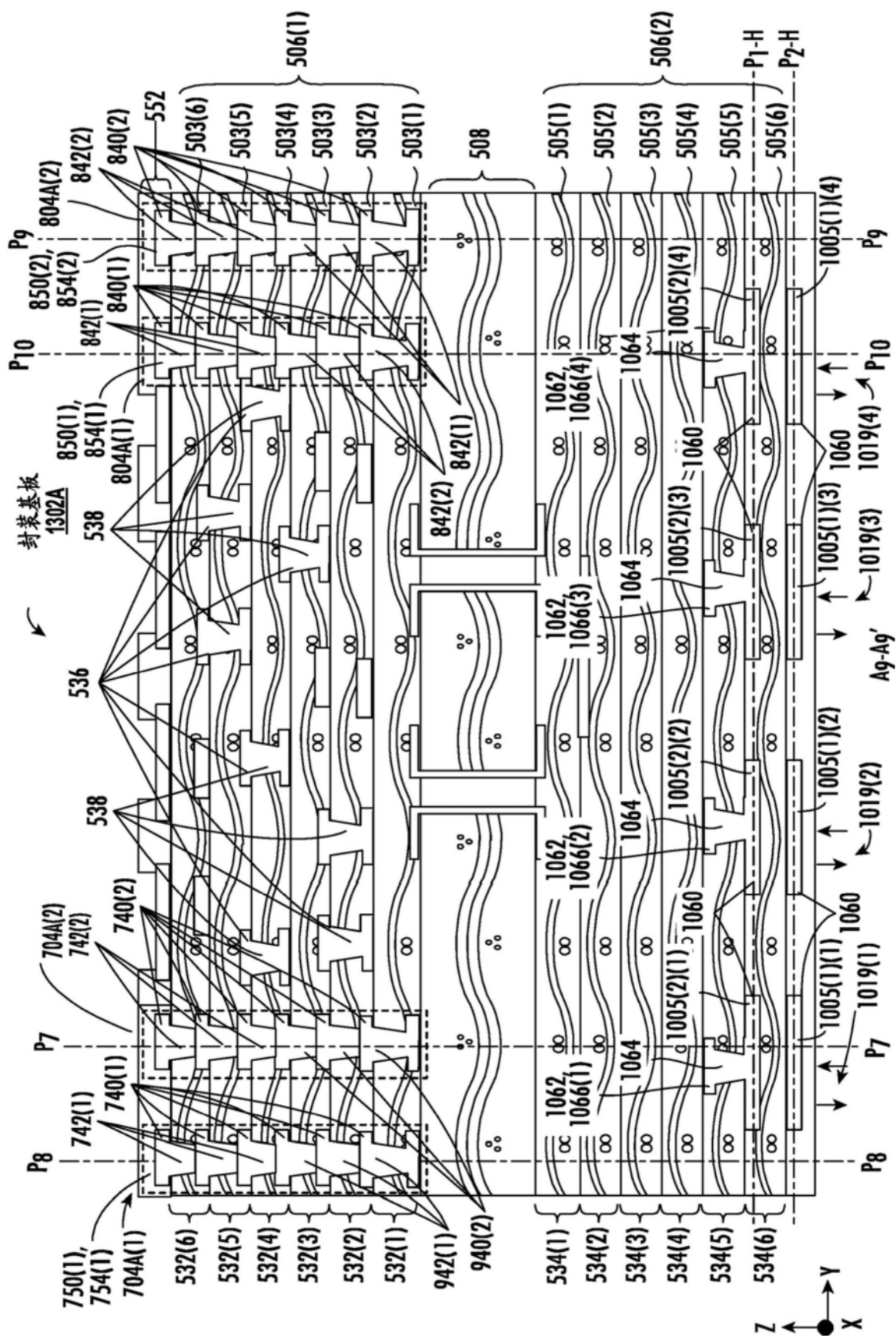


图14B

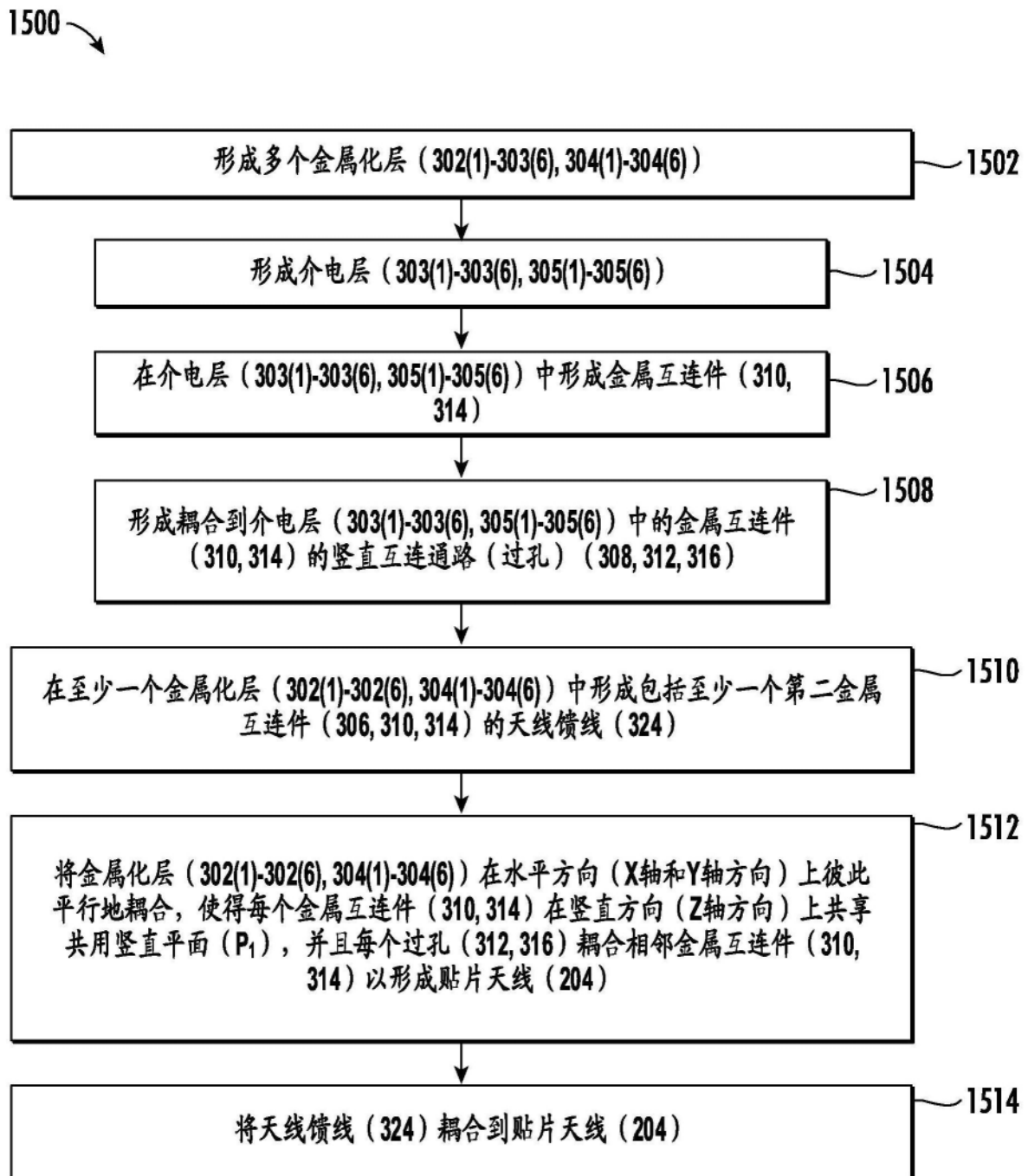


图15

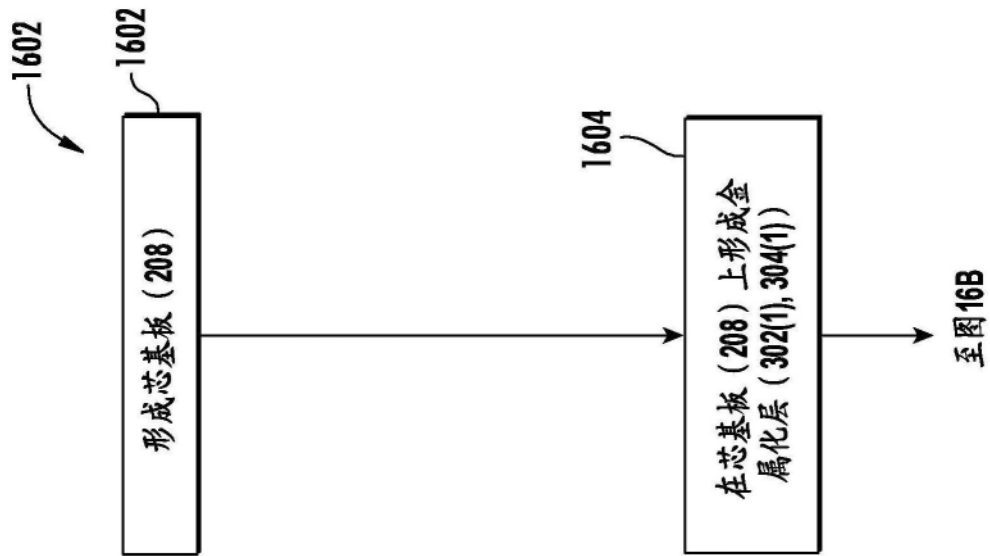


图16A

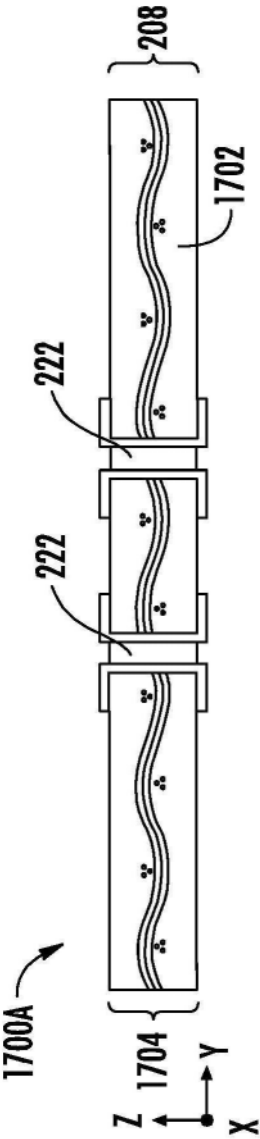


图17A

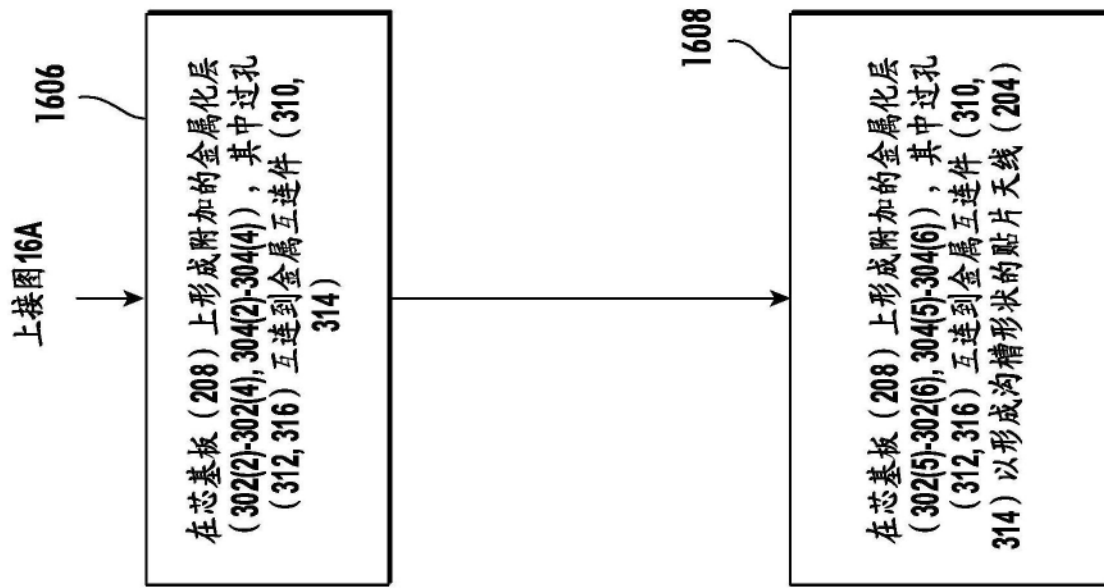


图16B

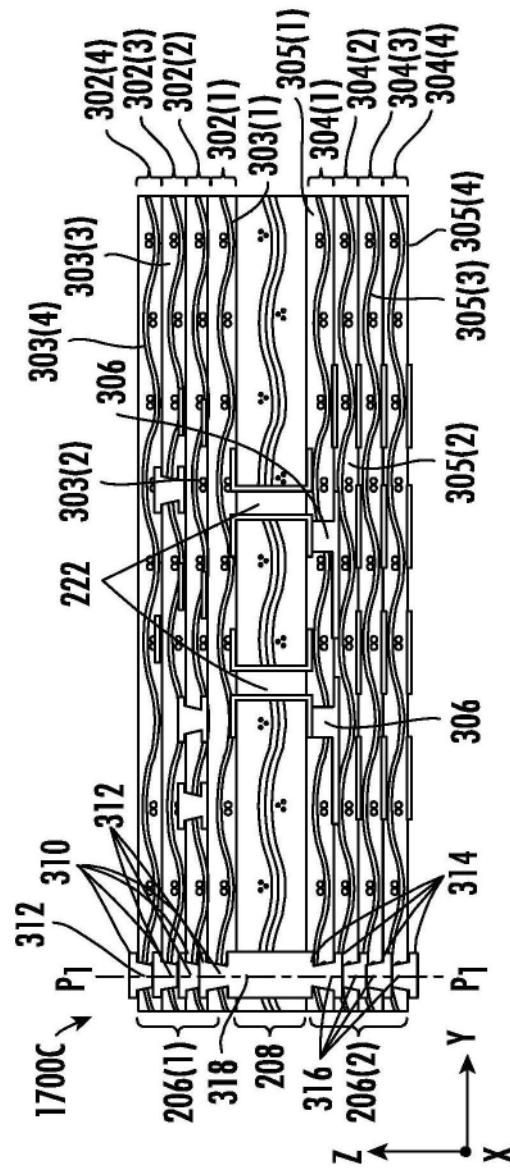


图17C

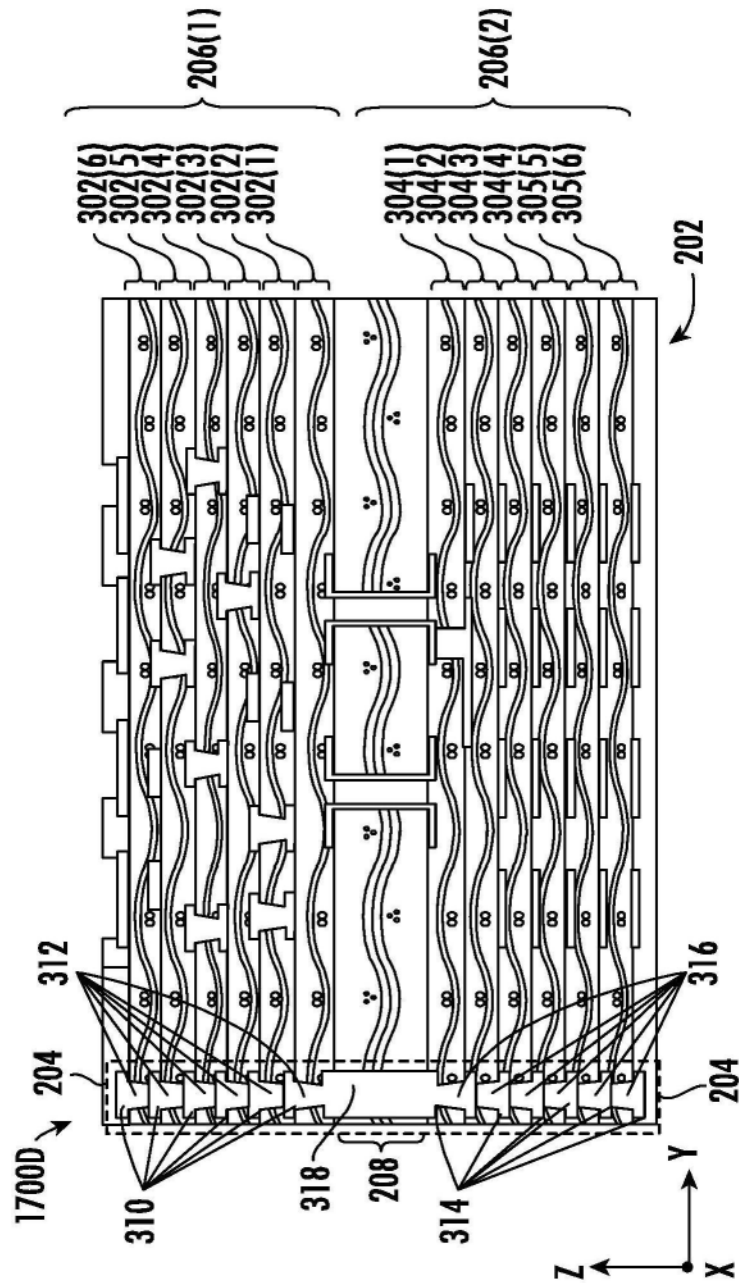


图17D

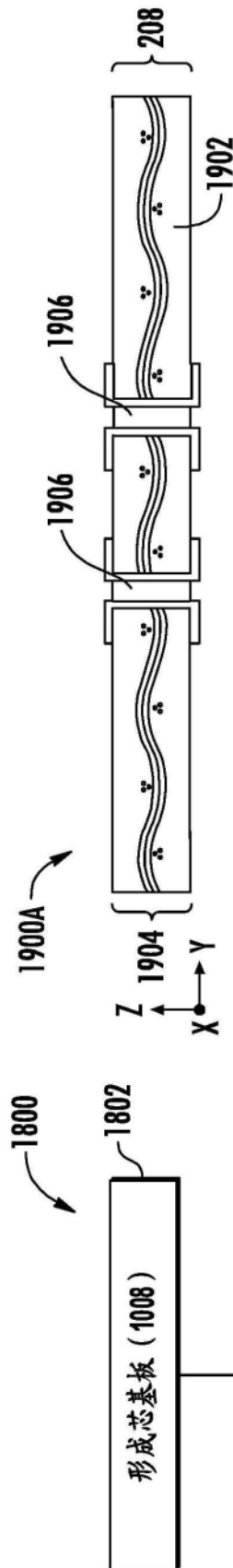


图 19A

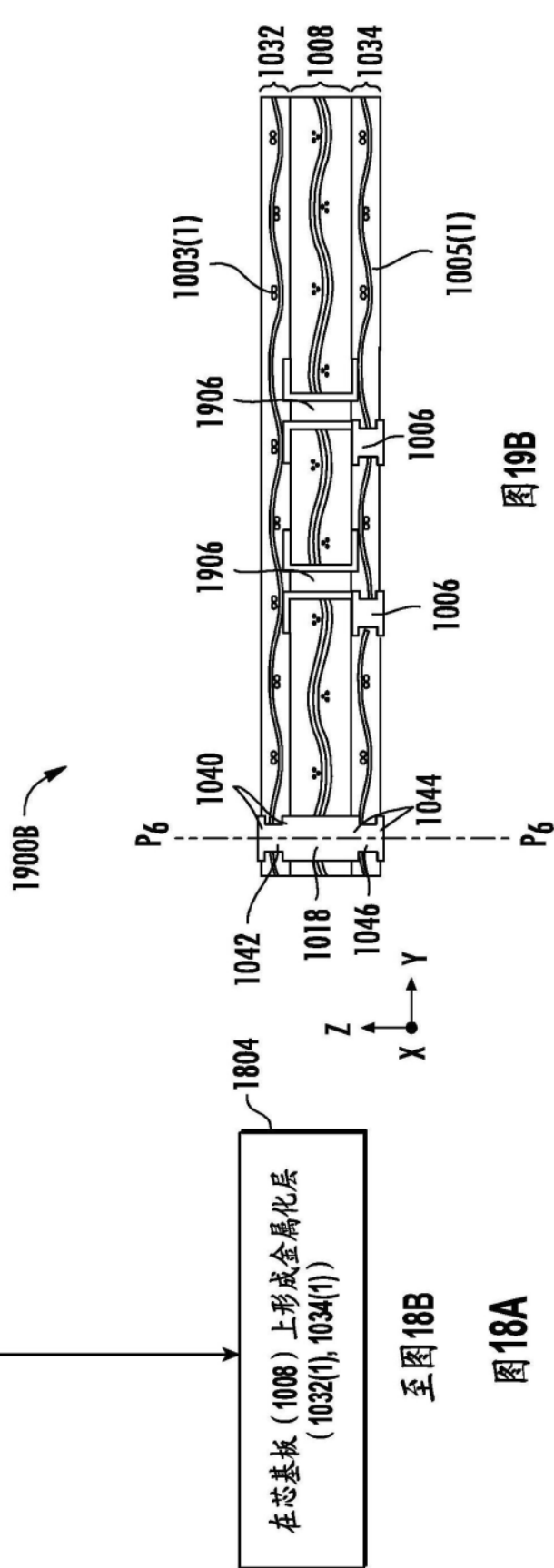
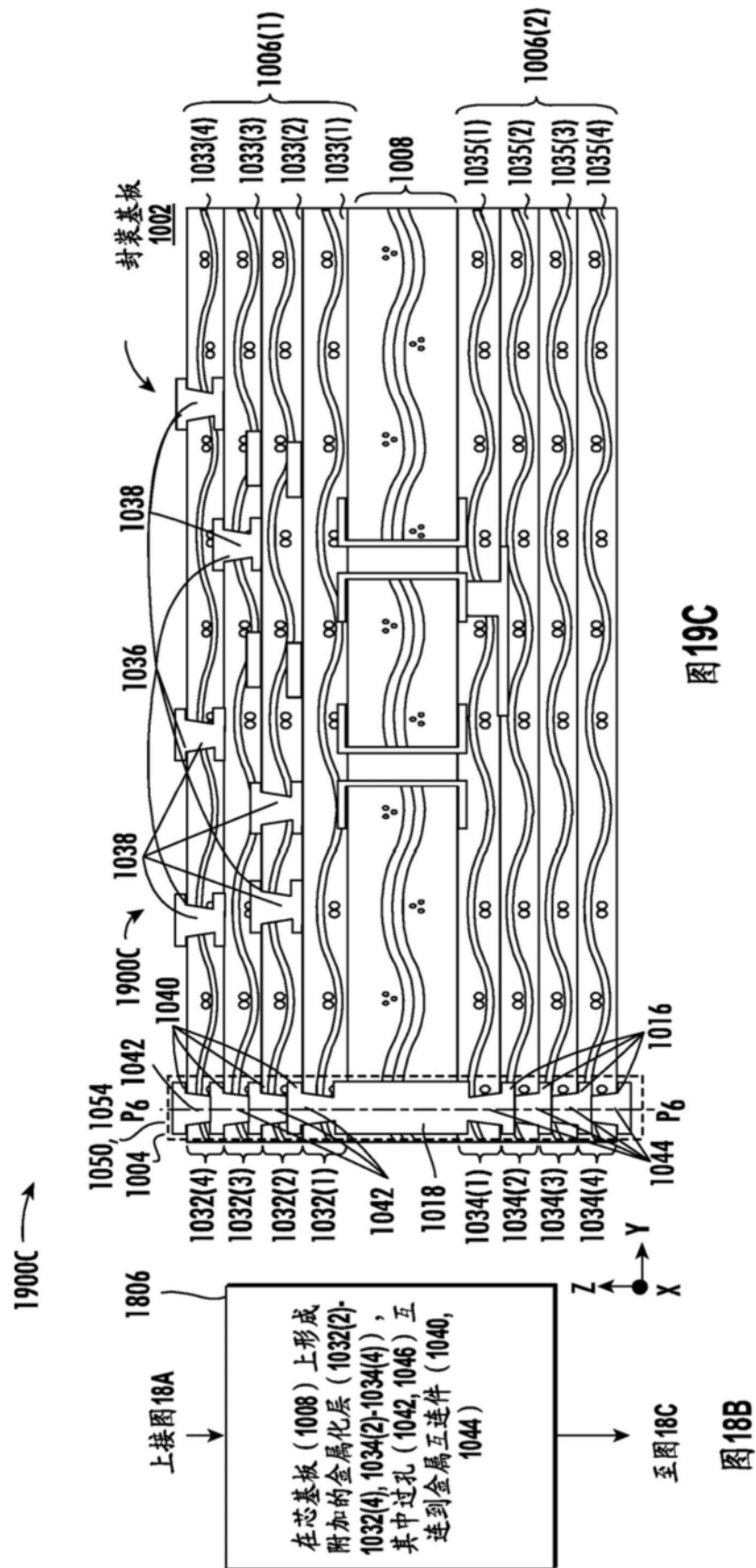


图 19B



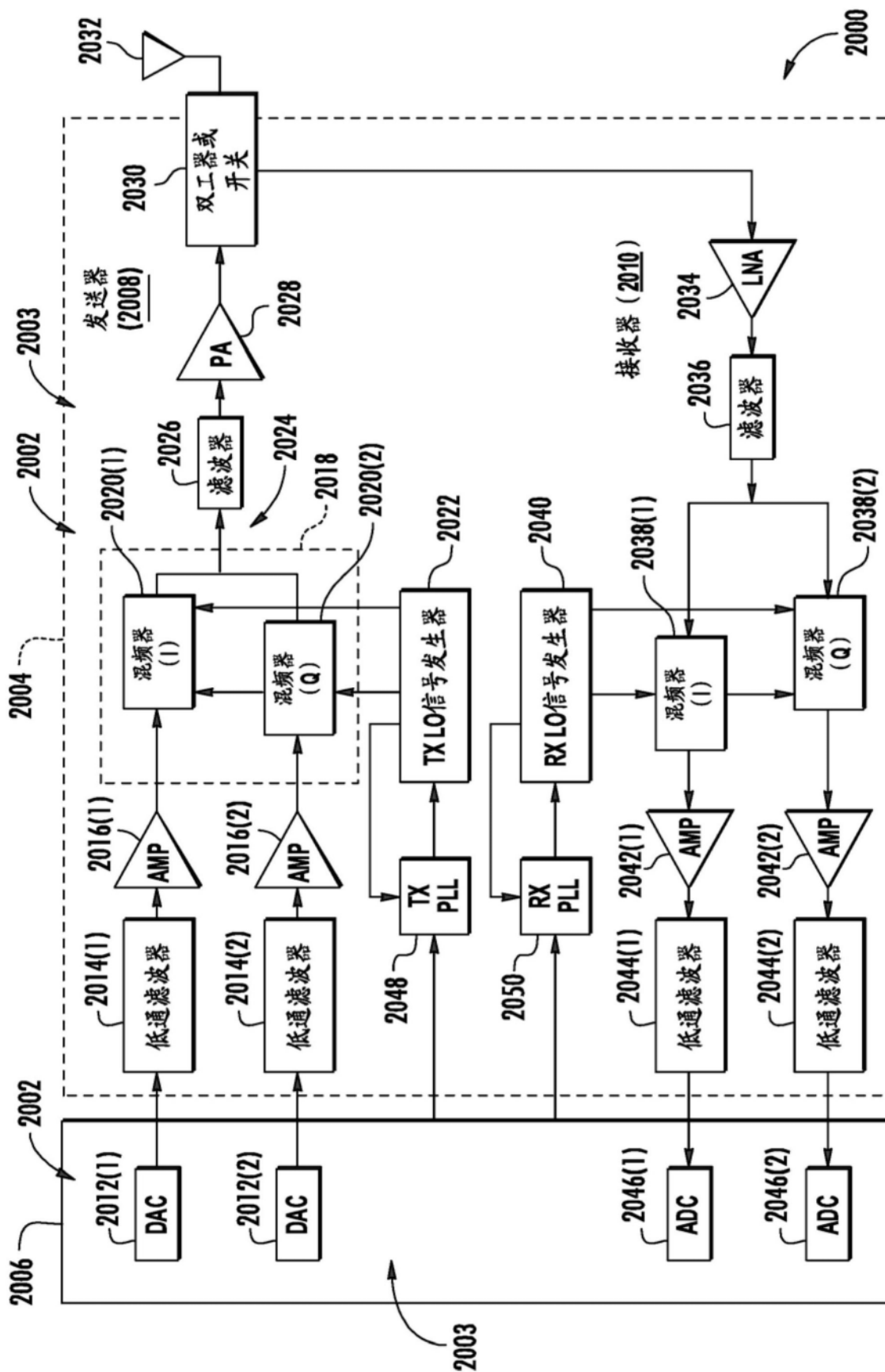


图20

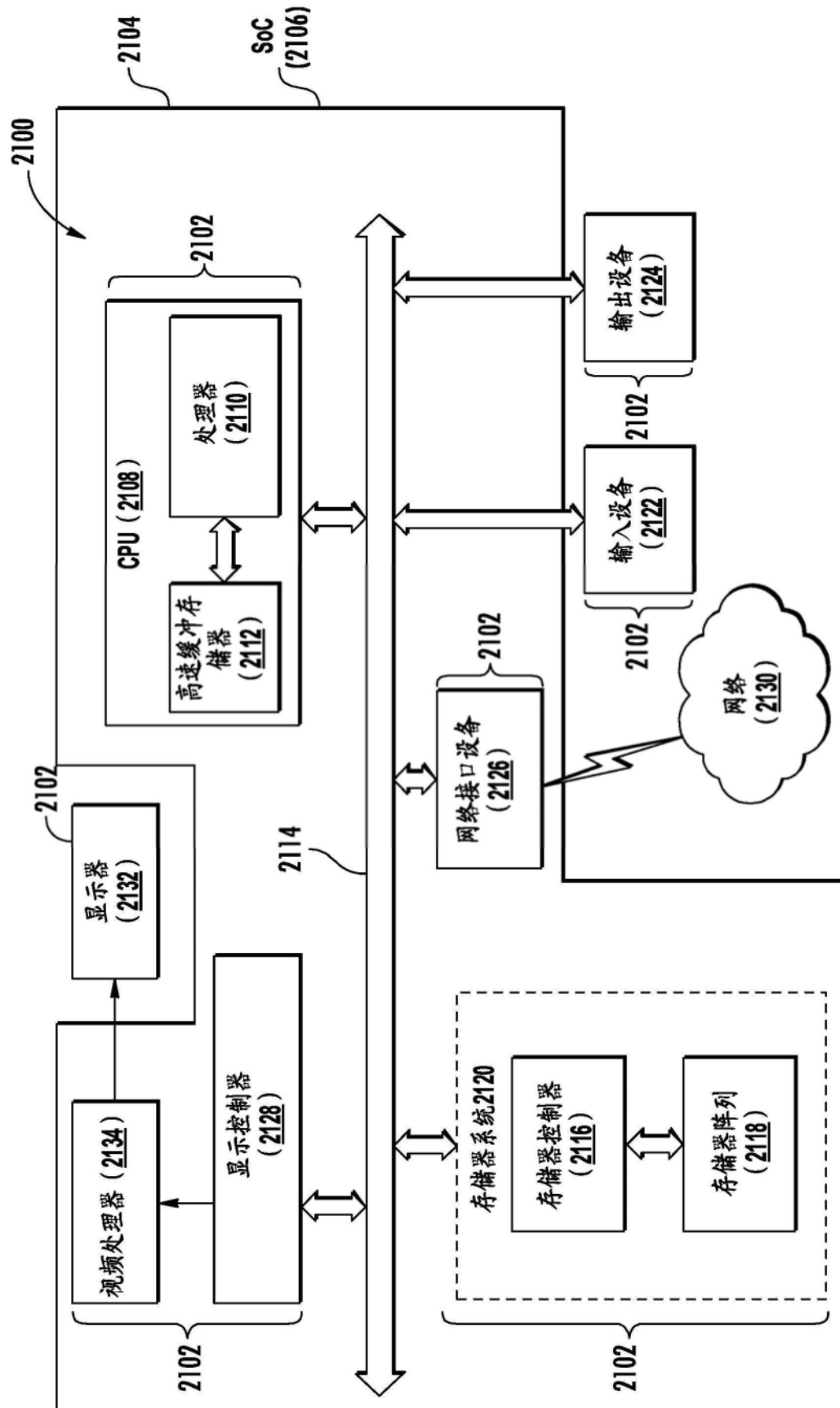


图21