



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117751449 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 22

(21) 申请号 202280050491.3

(22) 申请日 2022.06.17

(30) 优先权数据

17/443,740 2021.07.27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.01.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/073006 2022.06.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/009919 EN 2023.02.02

(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 A·帕蒂尔 B·纳瓦加 卫洪博

(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

(51) Int.Cl.

H01L 25/065 (2023.01)

H10B 80/00 (2023.01)

H01L 21/683 (2006.01)

H01L 23/31 (2006.01)

H01L 25/00 (2006.01)

H01L 21/56 (2006.01)

H01L 23/00 (2006.01)

H01L 23/538 (2006.01)

权利要求书4页 说明书16页 附图17页

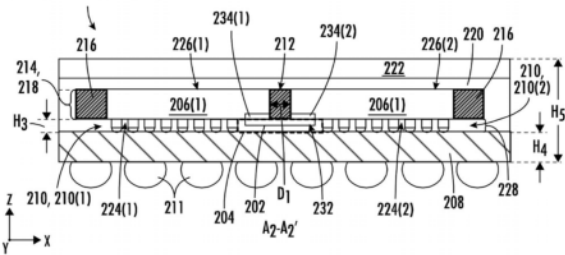
(54) 发明名称

在管芯-基板支起腔中采用管芯到管芯(D2D)连接的拆分式管芯集成电路(IC)封装件及相关制造方法

(57) 摘要

在管芯-基板支起腔(即,腔)中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件及相关制造方法。为了促进拆分式管芯IC封装件中的多个管芯之间的D2D通信,封装基板还包括D2D互连结构(例如,互连桥),该D2D互连结构包含耦合到该多个管芯的D2D互连件(例如,金属互连件)以提供该多个管芯之间的D2D信号路由。D2D互连结构被设置在管芯与封装基板之间的管芯支起区中形成的腔中,该管芯支起区是由于管芯互连件被设置在管芯与封装基板之间以使管芯从封装基板支起而导致的。该D2D互连结构可被提供在该IC封装件中的在封装基板之外的腔中,以将封装基板中的更多区域保留用于其他互连件。

拆分式管芯IC封装件(200)



1. 一种集成电路 (IC) 封装件, 包括:
封装基板;
第一管芯;
第二管芯;
第一多个管芯互连件, 所述第一多个管芯互连件耦合到所述封装基板和所述第一管芯, 从而在所述第一管芯与所述封装基板之间产生管芯支起区;
第二多个管芯互连件, 所述第二多个管芯互连件被设置在所述管芯支起区中并耦合到所述封装基板和所述第二管芯;
形成在所述管芯支起区中位于所述第一多个管芯互连件与所述第二多个管芯互连件之间的腔; 和
设置在所述腔中的管芯到管芯 (D2D) 互连结构, 所述D2D互连结构包括耦合到所述第一管芯和所述第二管芯的多个D2D互连件。
2. 根据权利要求1所述的IC封装件, 其中所述多个D2D互连件未耦合到所述封装基板。
3. 根据权利要求1所述的IC封装件, 其中:
所述第二管芯在水平方向上水平地与所述第一管芯相邻;
所述第一管芯的第一有源侧被设置成在与所述水平方向正交的垂直方向上与所述封装基板相邻; 并且
所述第二管芯的第二有源侧被设置成在所述垂直方向上与所述封装基板相邻。
4. 根据权利要求3所述的IC封装件, 其中所述D2D互连结构在所述垂直方向上的高度小于所述腔在所述垂直方向上的高度。
5. 根据权利要求3所述的IC封装件, 其中:
所述第二管芯与所述第一管芯水平地相邻间隔距离, 从而在所述第一管芯与所述第二管芯之间形成水平管芯分隔区; 并且
所述腔被部分地设置成在所述垂直方向上与所述水平管芯分隔区相邻。
6. 根据权利要求3所述的IC封装件, 其中所述第一多个管芯互连件和所述第二多个管芯互连件在所述垂直方向上的高度限定所述腔在所述垂直方向上的高度。
7. 根据权利要求1所述的IC封装件, 其中所述D2D互连结构包括重新分布层 (RDL), 所述重新分布层 (RDL) 包括耦合到所述第一管芯和所述第二管芯的至少一个金属互连件。
8. 根据权利要求7所述的IC封装件, 其中所述RDL包括具有2/2或更小的线宽间距 (L/S) 比的多个金属互连件。
9. 根据权利要求7所述的IC封装件, 其中:
所述第一多个管芯互连件和所述第二多个管芯互连件的高度在30微米-40微米 (μm) 之间;
所述RDL的高度小于或等于7 μm ; 并且
所述RDL包括具有2/2或更小的线宽间距 (L/S) 比的多个金属互连件。
10. 根据权利要求1所述的IC封装件, 其中:
所述第一管芯包括第一有源侧和第一背侧;
所述第二管芯包括第二有源侧和第二背侧;
所述第一多个管芯互连件将所述第一管芯的所述第一有源侧耦合到所述封装基板; 并

且

所述第二多个管芯互连件将所述第二管芯的所述第二有源侧耦合到所述封装基板。

11. 根据权利要求1所述的IC封装件, 还包括: 重构管芯模块, 所述重构管芯模块包括: 与所述封装基板相邻的有源侧;

包括位于所述有源侧上的第一有源侧以及第一背侧的所述第一管芯;

包括位于所述有源侧上的第二有源侧以及第二背侧的所述第二管芯; 和

模制化合物, 所述模制化合物被设置成与所述第一管芯的所述第一背侧以及所述第二管芯的所述第二背侧相邻。

12. 根据权利要求1所述的IC封装件, 其中:

所述第二管芯与所述第一管芯水平地相邻间隔距离, 从而在所述第一管芯与所述第二管芯之间形成水平管芯分隔区;

所述第一管芯包括水平地与所述水平管芯分隔区相邻的第一D2D接口电路;

所述第二管芯包括水平地与所述水平管芯分隔区相邻的第二D2D接口电路;

所述第一D2D接口电路耦合到所述D2D互连结构;

所述第二D2D接口电路耦合到所述D2D互连结构; 并且

所述D2D互连结构将所述第一D2D接口电路耦合到所述第二D2D接口电路。

13. 根据权利要求12所述的IC封装件, 其中:

所述D2D互连结构包括一个或多个金属化层, 每个金属化层包括一个或多个金属互连件;

所述第一管芯耦合到所述D2D互连结构的所述一个或多个金属化层中的一个或多个金属互连件; 并且

所述第二管芯耦合到所述D2D互连结构的所述一个或多个金属化层中的一个或多个金属互连件。

14. 根据权利要求13所述的IC封装件, 其中:

所述一个或多个金属化层包括一个或多个重新分布层 (RDL), 每个重新分布层 (RDL) 包括一个或多个金属互连件;

所述第一管芯耦合到所述D2D互连结构的所述一个或多个RDL中的一个或多个金属互连件; 并且

所述第二管芯耦合到所述D2D互连结构的所述一个或多个RDL中的一个或多个金属互连件。

15. 根据权利要求12所述的IC封装件, 其中:

所述第二管芯在水平方向上水平地与所述第一管芯相邻;

所述第一D2D接口电路在与所述水平方向正交的垂直方向上被设置在所述腔上方; 并

且

所述第二D2D接口电路在所述垂直方向上被设置在所述腔上方。

16. 根据权利要求1所述的IC封装件, 其中:

所述第一多个管芯互连件包括多个金属柱; 并且

所述第二多个管芯互连件包括多个金属柱。

17. 根据权利要求1所述的IC封装件, 其中所述封装基板包括一个或多个金属化层, 每

个金属化层包括多个金属互连件；

所述第一多个管芯互连件耦合到所述封装基板中的所述多个金属互连件之中的一个或多个金属互连件；并且

所述第二多个管芯互连件耦合到所述封装基板中的所述多个金属互连件之中的一个或多个金属互连件。

18. 根据权利要求1所述的IC封装件, 所述IC封装件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; 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; 以及多旋翼飞行器。

19. 一种制造集成电路 (IC) 封装件的方法, 包括:

形成管芯模块, 所述管芯模块包括: 有源侧、包含与所述有源侧相邻的第一有源侧的第一管芯、以及包含与所述有源侧相邻的第二有源侧的第二管芯, 所述第二管芯水平地与所述第一管芯相邻;

形成与所述管芯模块的所述有源侧相邻的管芯到管芯 (D2D) 互连结构, 所述D2D互连结构包括多个D2D互连件;

形成耦合到所述第一管芯的所述有源侧的第一多个管芯互连件; 以及

形成耦合到所述第二管芯的所述有源侧的第二多个管芯互连件, 从而在所述第一多个管芯互连件与所述第二多个管芯互连件之间形成腔, 并且所述D2D互连结构被设置在所述腔中;

将所述管芯模块的所述有源侧设置在封装基板上, 包括:

将所述第一多个管芯互连件耦合到所述封装基板; 以及

将所述第二多个管芯互连件耦合到所述封装基板。

20. 根据权利要求19所述的方法, 还包括: 不将所述多个D2D互连件耦合到所述封装基板。

21. 根据权利要求19所述的方法, 其中形成所述D2D互连结构进一步包括:

将所述第一管芯中的第一D2D接口电路水平地耦合到所述D2D互连结构; 以及

将所述第二管芯中的第二D2D接口电路耦合到所述D2D互连结构, 以将所述第二D2D接口电路耦合到所述第一D2D接口电路。

22. 根据权利要求19所述的方法, 其中形成所述管芯模块包括:

提供包括第一表面的载体;

在所述载体的所述第一表面上放置所述第一管芯; 以及

在所述载体的所述第一表面上且水平地与所述第一管芯相邻地放置所述第二管芯。

23. 根据权利要求22所述的方法, 其中形成所述管芯模块进一步包括:

将粘合剂膜施加到所述载体的所述第一表面; 并且

其中:

在所述载体的所述第一表面上放置所述第一管芯包括：在所述粘合剂膜上放置所述第一管芯；并且

在所述载体的所述第一表面上放置所述第二管芯包括：在所述粘合剂膜上水平地与所述第一管芯相邻地放置所述第二管芯。

24. 根据权利要求22所述的方法，还包括：在所述载体的所述第一表面上以及在所述第一管芯的第一背侧和所述第二管芯的第二背侧上设置包塑化合物。

25. 根据权利要求24所述的方法，还包括：朝向所述第一管芯的所述第一背侧以及所述第二管芯的所述第二背侧磨削所述包塑化合物的顶表面。

26. 根据权利要求24所述的方法，还包括：

从所述管芯模块移除所述载体；以及

与所述第一管芯的所述第一背侧以及所述第二管芯的所述第二背侧相邻地将第二载体附接到所述管芯模块。

27. 根据权利要求26所述的方法，还包括：在所述腔中在所述第一管芯的所述第一有源侧的一部分以及所述第二管芯的所述第二有源侧的一部分上形成所述D2D互连结构。

28. 根据权利要求27所述的方法，其中所述D2D互连结构被设置成垂直地与位于所述第一管芯和所述第二管芯之间的水平管芯分隔区相邻。

29. 根据权利要求27所述的方法，其中形成所述D2D互连结构包括：

在所述腔中在所述第一管芯的所述第一有源侧以及所述第二管芯的所述第二有源侧上形成第一重新分布层(RDL)；以及

在所述第一RDL上形成一个或多个附加RDL。

30. 根据权利要求27所述的方法，还包括：从所述管芯模块移除所述第二载体。

31. 根据权利要求27所述的方法，还包括：将所述第一多个管芯互连件和所述第二多个管芯互连件耦合到所述封装基板。

在管芯-基板支起腔中采用管芯到管芯 (D2D) 连接的拆分式管芯集成电路 (IC) 封装件及相关制造方法

[0001] 优先权申请

[0002] 本申请要求2021年7月27日提交的名称为“SPLIT DIE INTEGRATED CIRCUIT (IC) PACKAGES EMPLOYING DIE-TO-DIE (D2D) CONNECTIONS IN DIE-SUBSTRATE STANDOFF CAVITY, AND RELATED FABRICATION METHODS”的美国专利申请序列第17/443,740号的优先权,其全部内容以引用方式并入本文。

[0003] 背景

I. 技术领域

[0004] 本公开的领域涉及集成电路 (IC) 封装件,尤其涉及拆分式半导体管芯IC封装件。

II. 背景技术

[0005] 集成电路 (IC) 是电子设备的基石。IC被封装在IC封装件 (也被称为“半导体封装件”或“芯片封装件”) 中。IC封装件包括作为IC的一个或多个半导体管芯,这些半导体管芯被安装在封装基板上并与封装基板电耦合,以提供物理支撑和至半导体管芯的电接口。封装基板包括一个或多个金属化层,该金属化层包括具有垂直互连通路 (过孔) 的电迹线 (例如,金属线),这些垂直互连通路将这些电迹线一起耦合在相邻金属化层之间,以在半导体管芯之间提供电接口。半导体管芯被安装到封装基板的顶层或外层中所暴露的金属互连件并与这些金属互连件电连接,以将半导体管芯电耦合到封装基板的电迹线。封装基板包括具有金属互连件的外部外层,以提供IC封装件中的半导体管芯与外部电路之间的外部接口。

[0006] 基于预期应用,有各种各样的IC封装件。拆分式半导体管芯IC封装件 (“拆分式管芯” IC封装件) 是包含两 (2) 个或更多个半导体管芯的封装,这些半导体管芯通常彼此并排设置。半导体管芯被安装在封装基板上并与封装基板电耦合,以提供物理支撑并提供至半导体管芯的电接口。根据拆分式IC封装件的所设计的操作,可能需要在拆分式管芯之间提供用于管芯到管芯 (D2D) 通信的信号接口。例如,每个拆分式管芯可包括向内部电路和另一管芯提供通信信号接口的D2D接口电路。就此而言,拆分式管芯IC封装件可包括D2D互连结构,该D2D互连结构包括将每个管芯的D2D接口电路之间的D2D连接在一起以提供这些管芯之间的信号接口。常规的拆分式管芯IC封装件采用D2D中介体来提供D2D互连结构。例如,该D2D中介体可作为封装基板中充当信号接口桥的硅中介体来提供。作为另一示例,D2D中介体可以是嵌入式晶圆级封装 (eWLP),其包括作为金属化层的多个重新分布层 (RDL) 以支持D2D连接。然而,在任一情形中,提供附加金属化层以提供D2D连接可能以不期望的方式增加IC封装件的封装件高度。

发明内容

[0007] 本文中所公开的各方面包括示例性拆分式管芯集成电路 (IC) 封装件,该IC封装件

在管芯-基板支起腔(即,腔)中采用管芯到管芯(D2D)互连结构以提供D2D连接。还公开了相关制造方法。在示例性方面,拆分式管芯IC封装件包括耦合到封装基板的至少两个半导体管芯(“管芯”)。封装基板包括一个或多个金属化层,每个金属化层具有金属互连件(例如,金属线或迹线),这些金属互连件可提供管芯与外部互连件(例如,焊料凸块)之间的信号路由。拆分式管芯IC封装件包括管芯与封装基板之间的多个管芯互连件(例如,具有焊料接头的管芯凸块),这些管芯互连件将管芯电耦合到封装基板以进行信号路由。在示例性方面,为了促进拆分式管芯IC封装件中的多个管芯之间的D2D通信,封装基板还包括D2D互连结构(例如,互连桥),该D2D互连结构包含耦合到多个管芯的D2D互连(例如,金属互连件)以提供该多个管芯之间的D2D信号路由。D2D互连结构被设置在管芯与封装基板之间的管芯支起区中形成的腔中,该管芯支起区是由于管芯互连件被设置在管芯与封装基板之间以使管芯从封装基板支起而导致的。以此方式,D2D互连结构可被提供在IC封装件中在封装基板之外的腔中,以保留封装基板中的更多区域用于其他互连件(诸如在管芯与外部互连件之间)。在封装基板之外提供D2D互连结构还能够降低拆分式管芯IC封装件的整体高度,因为封装基板的原本会被用于D2D连接的金属互连件所消耗的区域可被用于其他信号路由和/或其他器件(例如,无源器件)。而且,通过在腔中提供D2D互连结构,与在封装基板中提供D2D互连件的情形相比,D2D互连件可更靠近管芯,并且由此长度更短,从而降低其电阻以提高D2D信号速度。

[0008] 在某些示例性方面,D2D互连结构由一个或多个重新分布层(RDL)形成,这些重新分布层与管芯的有源侧相邻地构建在管芯模块上。RDL被构建在管芯模块上并耦合到管芯的被用于D2D通信的管芯互连件。RDL也可在将形成管芯支起区的有限区域中被构建在管芯模块上,而无需形成跨越管芯模块与封装基板之间的整个水平区域的RDL,这将增加拆分式管芯IC封装件的高度。将D2D互连结构作为RDL来提供可促成更薄的金属化层,其与可以能够在常规层压基板中制造的金属化层相比具有用于D2D互连件的更小图案化尺寸(即,线宽(L)/间距(S)(L/S))的金属互连件。由此,在RDL中提供D2D互连件可促成拆分式IC封装件中更高密度的D2D互连件。RDL也不需要使用焊料接头来将D2D互连结构连接到管芯的管芯互连件。这对于具有耦合到D2D互连件的高密度管芯互连件以提供D2D通信的管芯而言可能特别有用。

[0009] 在其他示例中,在管芯模块上形成D2D互连结构的RDL层,作为形成重构管芯模块的重构晶圆。就此而言,作为扇出晶圆级封装(FOLLP)工艺的一部分,管芯可形成在第一晶圆上,并且随后在重构晶圆上进行切单和重新定位。可将重构晶圆上的管芯切单以将管芯模块作为重构管芯模块来提供。将管芯模块提供为重构管芯模块可以允许良好的管芯放置控制,使得管芯可以更靠近地放置在一起以进一步减小封装尺寸。而且,将管芯模块作为重构管芯模块来提供可在存在多个管芯的情况下提供用于在重构管芯模块上为D2D互连件构建RDL的便捷过程。以此方式,RDL可在重构管芯模块上制造RDL时耦合到管芯模块的管芯互连件。作为制造拆分式管芯IC封装件的一部分,具有形成D2D互连件的内置RDL的管芯模块然后可以耦合到封装基板。

[0010] 注意到,在拆分式管芯IC封装件的封装基板之外的管芯支起区中提供D2D互连结构并不排除封装基板中的金属化层也被用来提供D2D互连件。将D2D互连结构包括在封装基板之外的管芯支起区中可减少或最小化在封装基板中提供D2D连接的需求。

[0011] 就此而言,在一个示例性方面,提供了一种IC封装件。该IC封装件包括封装基板、第一管芯及第二管芯。该IC封装件还包括第一多个管芯互连件,该第一多个管芯互连件耦合到该封装基板和该第一管芯以在该第一管芯与该封装基板之间产生管芯支起区。该IC封装件还包括第二多个管芯互连件,该第二多个管芯互连件被设置在该管芯支起区中并耦合到该封装基板和第二管芯。形成在第一多个管芯互连件与第二多个管芯互连件之间的管芯支起区中的腔。该IC封装件还包括设置在该腔中的D2D互连结构。该D2D互连结构包括耦合到第一管芯和第二管芯的多个D2D互连件。

[0012] 在另一示例性方面,提供了一种制造IC封装件的方法。该方法包括形成管芯模块,该管芯模块包括有源侧、包含与该有源侧相邻的第一有源侧的第一管芯、以及包含与该有源侧相邻的第二有源侧的第二管芯,该第二管芯水平地与第一管芯相邻。该方法还包括形成与该管芯模块的有源侧相邻的D2D互连结构,该D2D互连结构包括多个D2D互连件。该方法还包括形成耦合到第一管芯的第一有源侧的第一多个管芯互连件。该方法还包括形成耦合到第二管芯的第二有源侧的第二多个管芯互连件,从而在第一多个管芯互连件与第二多个管芯互连件之间形成腔,并且该D2D互连结构被设置在该腔中。该方法还包括将管芯模块设置在封装基板上,包括将第一多个管芯互连件耦合到封装基板,以及将第二多个管芯互连件耦合到封装基板。

附图说明

[0013] 图1A和图1B分别是拆分式半导体管芯(“管芯”)集成电路(IC)封装件的俯视图和横截面侧视图,该IC封装包括封装基板中用于提供管芯到管芯(D2D)连接的D2D连接中介体;

[0014] 图2A和图2B分别是在管芯-基板支起腔(即,腔)中采用D2D互连结构以提供D2D连接的示例性拆分式管芯IC封装件的俯视图和横截面侧视图;

[0015] 图3是图2B中的拆分式管芯IC封装件的另一侧视图,其例示了腔中提供D2D连接的D2D互连结构的更多细节;

[0016] 图4是例示用于制造在腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)的示例性过程的流程图;

[0017] 图5A至图5C是例示用于制造在腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)的另一示例性过程的流程图;

[0018] 图6A至图6H例示了在制造根据图5A至图5C中的示例性制造过程的在腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)期间的示例性制造阶段;

[0019] 图7是基于处理器的示例性系统的框图,该系统包括可被封装在根据图4至图6H中的示例性制造过程的在腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)中的组件;并且

[0020] 图8是示例性无线通信设备的框图,该无线通信设备包括可被封装在根据图4至图6H中的示例性制造过程的在腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)中的射频(RF)组件。

具体实施方式

[0021] 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他方面优选或具有优势。

[0022] 本文中所公开的各方面包括在管芯-基板支起腔(即,腔)中采用管芯到管芯(D2D)互连结构以提供D2D连接的示例性拆分式管芯集成电路(IC)封装件。还公开了相关制造方法。在示例性方面,拆分式管芯IC封装件包括耦合到封装基板的至少两个半导体管芯(“管芯”)。封装基板包括一个或多个各自具有金属互连件的金属化层,该金属互连件可提供管芯与外部互连件(例如,焊料凸块)之间的信号路由。拆分式管芯IC封装件包括管芯与封装基板之间的多个管芯互连件(例如,具有焊料接头的管芯凸块),这些管芯互连件将管芯电耦合到封装基板以进行信号路由。在示例性方面,为了促成拆分式管芯IC封装件中的多个管芯之间的D2D通信,封装基板还包括D2D互连结构(例如,互连桥),该D2D互连结构包含耦合到该多个管芯的D2D互连件(例如,金属线)以提供该多个管芯之间的D2D信号路由。D2D互连结构被设置在管芯与封装基板之间的管芯支起区中形成的腔中,该管芯支起区是由于管芯互连件被设置在管芯与封装基板之间以使管芯从封装基板支起而导致的。以此方式,D2D互连结构可被提供在IC封装件中在封装基板之外的腔中,以保留封装基板中的更多区域用于其他互连件(诸如在管芯与外部互连件之间)。在封装基板之外提供D2D互连结构还能够降低拆分式管芯IC封装件的整体高度,因为封装基板的原本会被用于D2D连接的金属互连件所消耗的区域可被用于其他信号路由和/或其他器件(例如,无源器件)。而且,通过在腔中提供D2D互连结构,与在封装基板中提供D2D互连件的情形相比,D2D互连件可更靠近管芯,并且由此长度更短,从而降低其电阻以提高D2D信号速度。

[0023] 在从图2A开始讨论在腔中采用D2D互连结构以在封装中的多个管芯之间提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件的示例之前,下文首先关于图1A和图1B描述了不将D2D互连结构包括在腔中的拆分式管芯IC封装件。

[0024] 就此而言,图1A和图1B分别是拆分式半导体管芯(“管芯”)IC封装件100的俯视图和横截面侧视图,IC封装件100包括封装基板104中用于提供D2D连接的D2D中介体102。图1B中的拆分式管芯IC封装件100被示为沿图1A中的A₁-A₁'线的横截面。参照图1A和1B,拆分式管芯IC封装件100包括耦合到封装基板104的至少两个半导体管芯(“管芯”)106(1)、106(2)。在该示例中,管芯106(1)、106(2)在X轴方向上彼此水平地相邻设置,其中在管芯106(1)、106(2)之间形成管芯分隔区108。封装基板104包括一个或多个各自具有金属互连件(例如,金属线或迹线)的金属化层,这些金属互连件可提供管芯106(1)、106(2)与外部互连件110(例如,焊球)之间的信号路由。如图1B中所示,拆分式管芯IC封装件100包括管芯106(1)、106(2)与封装基板104之间的多个管芯互连件112(例如,具有焊料接头的管芯凸块),这些管芯互连件112将管芯106(1)、106(2)电耦合到封装基板104以进行信号路由。管芯互连件112在此示例中包括金属柱114,该金属柱耦合到相应管芯106(1)、106(2)的有源侧116(1)、116(2)上的管芯垫(未示出)。利用在金属柱114上形成并耦合到封装基板104的焊料接头118来将金属柱114耦合到封装基板104。

[0025] 为了促成图1A和图1B中的拆分式管芯IC封装件100中的多个管芯106(1)、106(2)之间的D2D通信,封装基板104还包括D2D中介体102。在该示例中,D2D中介体102被设置在管

芯分隔区108下方的封装基板104中。D2D中介体102包含耦合到与相应管芯106(1)、106(2)耦合的特定管芯互连件112的D2D互连件120(例如,金属线),其专用于管芯106(1)、106(2)之间针对D2D通信的D2D信号路由。作为示例,这种D2D信号路由可以是通信信号以及共用电源轨的耦合。D2D中介体102通常位于封装基板104的上部金属化层中以减小D2D互连件120的长度,从而减小电阻并提高信令速度。

[0026] 将D2D中介体102包括在封装基板104中消耗了封装基板104的金属化层中的空间。这可贡献于增加封装基板在Z轴方向上的高度 H_1 ,并由此增加拆分式管芯IC封装件在Z轴方向上的总高度 H_2 ,如图1B中所示。而且,将D2D互连件120包括在封装基板104中可能位于靠近封装基板104中的其他金属互连件(诸如电源轨),这可产生信号干扰。在D2D互连件120上携带的D2D通信信号可能对干扰特别敏感,因为这些信号可能是作为管芯106(1)、106(2)之间的D2D总线接口的一部分的较高速信号。而且,D2D中介体102的位置在管芯分隔区108下方且与管芯分隔区108相邻可能影响封装基板104中的布线空间。封装基板104中对除D2D通信信号之外的信号进行路由的其他金属互连件与D2D中介体102隔离,并且由此必须在D2D中介体102区域之外的其他区域中布线。这可影响封装基板104中的路由选择和能力。例如,D2D中介体102可能干扰封装基板104中的配电网的布线路径,从而产生更长的配电路径。这能够贡献于增加封装基板104中的配电网的压降。此外,随着D2D互连件120的数目和/或密度增加,D2D中介体102更有可能被设置在封装基板104的附加金属化层中,由此进一步消耗可被用于其他信号路由的区域。或者另选地,来自一个管芯106(1)、106(2)的附加D2D互连件可能必须通过封装基板104路由到外部互连件110并回到另一个管芯106(2)、106(1),以避免D2D中介体102消耗封装基板104中的附加空间。

[0027] 图2A和图2B分别是另一示例性拆分式管芯IC封装件200的俯视图和横截面侧视图,该封装200采用图1A和1B中的拆分式管芯IC封装件100中的D2D中介体102的另选D2D连接结构以能够避免为了D2D连接而消耗封装基板中的空间。就此而言,并如下文更详细地讨论的,图2A和图2B中的拆分式管芯IC封装件200包括D2D互连结构202,以提供被设置在管芯-基板支起腔(即,腔)204中的D2D连接。管芯-基板支起腔204是在半导体管芯(“管芯”)206(1)、206(2)与封装基板208之间由于管芯互连件210被设置在管芯206(1)、206(2)与封装基板208之间而导致的管芯支起区228中形成的区域,这些管芯互连件210将管芯206(1)、206(2)耦合到封装基板208。在一个示例中,管芯-基板支起腔204不包括封装基板208或管芯206(1)、206(2)内部的空间。管芯互连件210将管芯206(1)、206(2)从封装基板208“支起”管芯互连件210的相应高度 H_3 ,以形成设置在管芯206(1)、206(2)与封装基板208之间的管芯-基板支起腔204。

[0028] 以此方式,如图2B中所示,D2D互连结构202被提供在拆分式管芯IC封装件200中在封装基板208之外的管芯-基板支起腔204中。这可保留封装基板208中的更多区域用于其他互连件(诸如在管芯206(1)、206(2)与外部互连件211(例如,焊球)之间)。相对于原本在D2D互连结构202被包括在封装基板208中的情况下封装基板208的高度,在封装基板208之外提供D2D互连结构202还可降低封装基板208的高度 H_4 。封装基板208的降低的高度 H_4 降低了拆分式管芯IC封装件200的总高度 H_5 ,因为封装基板208的原本会被用于D2D连接的互连件(例如,金属线、金属迹线、垂直互连通路(过孔)、焊盘)所消耗的区域可被用于其他信号路由和/或其他器件(例如,无源器件)。而且,通过在拆分式管芯IC封装件200的管芯-基板支起

腔204中提供D2D互连结构202,与在封装基板208中提供D2D互连件的情形相比,D2D互连结构202中的D2D互连件可更靠近管芯206(1)、206(2)。这可减小D2D互连件的长度,由此减少其电阻以提高管芯206(1)、206(2)之间的D2D信令速度。

[0029] 继续参照图2A和2B,图2B中的拆分式管芯IC封装件200被示为沿图2A中的 A_2-A_2' 线的横截面。管芯206(1)、206(2)耦合到封装基板208。在该示例中,管芯206(1)、206(2)在X轴方向上彼此水平地相邻地设置,其中管芯分隔区212为管芯206(1)、206(2)之间距离D1的区域。在该示例中,管芯206(1)、206(2)被包括在管芯模块214中。在该示例中,第一和第二管芯206(1)、206(1)在Z轴方向上的垂直方向上被设置在封装基板208上方,该垂直方向与X轴方向上的水平方向正交。管芯模块214包括管芯206(1)、206(2)以及在管芯206(1)、206(2)周围和管芯分隔区212中形成的包塑化合物216(例如,环氧树脂)。例如,如下面更详细讨论的,管芯模块214可以包括根据扇出晶圆级封装(FOWLP)工艺制造的重构晶圆218。将管芯模块214作为重构晶圆218来提供可允许良好的管芯放置控制,以使得管芯206(1)、206(2)可被更靠近地放置在一起,以进一步减小管芯分隔区212在水平X轴方向上的宽度,以减小封装件尺寸。介电层220设置在管芯模块214的顶部上。封装化合物222(诸如模制化合物)作为拆分式管芯IC封装件200的一部分被设置在介电层220上。

[0030] 如图2B中所示,第一和第二多个管芯互连件210(1)、210(2)耦合到封装基板208以及相应的第一和第二管芯206(1)、206(2)。第一和第二管芯206(1)、206(2)具有相应的有源侧224(1)、224(2)以及背侧226(1)、226(2)。管芯互连件210(1)耦合到管芯206(1)的有源侧224(1)以及封装基板208。管芯互连件210(2)耦合到管芯206(2)的有源侧224(2)以及封装基板208。耦合到封装基板208的第一和第二多个管芯互连件210(1)、210(2)以及相应的第一和第二管芯206(1)、206(2)在第一和第二管芯206(1)、206(2)与封装基板208之间创建管芯支起区228。管芯-基板支起腔204被形成在管芯互连件210(1)、210(2)之间的管芯支起区228中。D2D互连结构202设置在管芯-基板支起腔204中。如下文关于图3更详细地讨论的,D2D互连结构202包括耦合到第一管芯206(1)和第二管芯206(2)的D2D互连件232以提供管芯206(1)、206(2)之间的D2D连接。在该示例中,管芯206(1)包括D2D接口电路234(1),其提供至管芯206(2)的D2D通信接口。D2D接口电路234(1)水平地与管芯分隔区212相邻。同样,在该示例中,管芯206(2)包括D2D接口电路234(2),其提供至管芯206(1)的D2D通信接口。D2D接口电路234(2)也水平地与管芯分隔区212相邻。D2D接口电路234(1)、234(2)被设置在D2D互连结构202上方并与D2D互连结构202接触以耦合到其中的D2D互连件232,以将D2D接口电路234(1)、234(2)耦合在一起以用于D2D通信。

[0031] 在该示例中,D2D互连结构202及其D2D互连件232未被设置在封装基板208中。在该示例中,D2D互连件232未耦合到封装基板208(其将金属互连件(例如,金属线、金属迹线、垂直互连通路(过孔)、焊盘)包括在金属化层中)以避免为了由D2D互连结构202提供的D2D连接而消耗封装基板208中的区域。

[0032] 图3是图2A和图2B中的拆分式管芯IC封装件200的另一横截面侧视图,以例示将D2D互连结构202包括在管芯-基板支起腔204中的附加示例性细节。图3中的拆分式管芯IC封装件200的横截面侧视图同样沿图2A中的拆分式管芯IC封装件200的 A_2-A_2' 线。

[0033] 如图3中所示,在该示例中,管芯模块214具有与封装基板208相邻的有源侧236。第一和第二管芯206(1)、206(2)的第一和第二有源侧224(1)、224(2)被设置在封装基板208的

有源侧236上,以使得可以在第一和第二管芯206(1)、206(2)与封装基板208之间通过相应的第一和第二管芯互连件210(1)、210(2)建立连接。第一管芯互连件210(1)耦合到第一管芯206(1)的第一有源侧224(1)。第二管芯互连件210(2)耦合到第二管芯206(2)的第二有源侧224(2)。第一和第二管芯互连件210(1)、210(2)各自包括耦合到相应第一和第二管芯206(1)、206(2)的相应第一和第二有源侧224(1)、224(2)上的管芯焊盘的金属柱238(1)、238(2)(例如,铜柱)。互连凸块240(1)、240(2)(例如,焊料凸块或焊帽)被设置在金属柱238(1)、238(2)上以形成至封装基板208的电连接。封装基板208包括用于在管芯206(1)、206(2)之间通过管芯互连件210(1)、210(2)建立电连接的一个或多个金属化层242(1)-242(3)。管芯互连件210(1)、210(2)耦合到封装基板208的金属化层242(1)-242(3)中的一个或多个金属互连件243(1)-243(3)(例如,金属线、金属迹线、垂直互连通路(过孔)、焊盘)。管芯互连件210(1)、210(1)的高度 H_3 定义了管芯-基板支起腔204在Z轴上的垂直方向上的高度 H_3 。D2D互连结构202在Z轴上的垂直方向上具有小于管芯-基板支起腔204的高度 H_3 的高度 H_6 ,使得D2D互连结构202可以被设置在管芯-基板支起腔204中,而无需消耗封装基板208中的区域(若期望的话)。包塑化合物216被设置成与第一和第二管芯206(1)、206(2)的第一和第二背侧226(1)、226(2)相邻。

[0034] 作为示例,如下文更详细地讨论的,管芯模块214可以是根据FOWLP工艺制造的重构管芯模块。这可允许D2D互连结构202更容易地构建在一个或多个金属化层中的管芯模块214上,作为拆分式管芯IC封装件200的制造过程的一部分。例如,D2D互连结构202可以包括一个或多个金属化层244(1)-244(3),其各自是RDL 246(1)-246(3),其各自包括金属互连件248(1)-248(3)(例如,金属线、金属迹线、垂直互连通路(过孔)、焊盘)。例如,若金属化层244(1)-244(3)是RDL 246(1)-246(3),则在金属化层244(1)-244(3)中的金属互连件248(1)-248(3)中可更容易实现较小的L/S比。例如,金属互连件248(1)-248(3)的L/S比为2/2或1/1。作为示例,管芯互连件210(1)、210(2)的高度 H_3 可以在30微米-40微米(μm)之间,RDL 246(1)-246(3)中的每一者的高度可小于或等于 $7\mu\text{m}$,而金属互连件248(1)-248(3)可具有2/2或更小的L/S比。

[0035] 第一管芯206(1)(尤其是D2D接口电路234(1))可耦合到第一RDL 246(1)中的金属互连件248(1),以耦合到D2D互连结构202。第二管芯206(1)(尤其是D2D接口电路234(2))也可耦合到第一RDL 246(1)中的金属互连件248(1),以耦合到D2D互连结构202。以此方式,D2D接口电路234(1)、234(2)可耦合在一起以通过D2D互连结构202进行D2D通信。为了使连通性在空间上更高效,第一和第二管芯206(1)、206(2)中的D2D接口电路234(1)、234(2)可被定位成在Z轴上的垂直方向上设置在管芯-基板支起腔204上方和/或与管芯-基板支起腔204交叠或部分地交叠以建立至D2D互连结构202的连接。

[0036] 图4是例示用于制造在管芯-基板支起腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件200)的示例性过程400的流程图。作为示例,关于图2A至图3中的拆分式管芯IC封装件200描述了图4中的示例性过程400,但该过程也适用于在管芯-基板支起腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的其他拆分式管芯IC封装件。

[0037] 就此而言,参照图4,第一制造步骤包括:形成管芯模块214,管芯模块214包括有源侧236、包含与有源侧236相邻的第一有源侧224(1)的第一管芯206(1)、以及包含与有源侧

236相邻的第二有源侧224(1)的第二管芯206(2),第二管芯206(2)水平地与第一管芯206(1)相邻(图4中的框402)。工艺400中的下一制造步骤包括形成与管芯模块214的有源侧236相邻的D2D互连结构202,该D2D互连结构202包括多个D2D互连件232(图4中的框404)。工艺400中的下一制造步骤包括形成耦合到第一管芯206(1)的第一有源侧224(1)的第一多个管芯互连件210(1)(图4中的框406)。过程400中的下一制造步骤包括:形成耦合到第二管芯206(2)的第二有源侧224(2)的第二多个管芯互连件210(2),以在第一多个管芯互连件210(1)与第二多个管芯互连件210(2)之间形成管芯-基板支起腔204,其中D2D互连结构202被设置在管芯-基板支起腔204中(图4中的框408)。工艺400中的下一制造步骤包括将管芯模块214的有源侧236设置在封装基板208上(图4中的框410)。将管芯模块214的有源侧236设置在封装基板208上包括将第一多个管芯互连件210(1)耦合到封装基板208(图4中的框412),以及将第二多个管芯互连件210(2)耦合到封装基板208(图4中的框414)。

[0038] 图5A至图5C是例示用于制造在管芯-基板支起腔中采用的D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)的另一示例性过程500的流程图。图6A至图6H例示了用于根据图5A至图5C中的示例性制造过程500的在管芯-基板支起腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件的示例性制造阶段600A-600H。图5A至图5C中的制造过程500现在将结合图6A至6H中的示例性制造阶段600A-600H进行讨论。

[0039] 就此而言,参照图5A中的过程500,制造拆分式管芯IC封装件200的第一步骤可以是:将管芯模块214制造为重构管芯模块。如图6A中的制造阶段600A中所示,这涉及提供包括第一表面604的载体602,该第一表面604用于将重构管芯模块214形成为重构晶圆606,以及将管芯206(1)、206(2)在X轴方向上彼此水平地相邻放置(和定位)在载体602上(图5A中的框502)。载体602提供允许定位和操纵管芯206(1)、206(2)以形成管芯模块214的结构。如下文所讨论的,将管芯模块214作为重构晶圆606来提供可提供在管芯模块214被设置在封装基板208上之前在管芯模块214上与管芯206(1)、206(2)的有源侧224(1)、224(2)相邻地形成D2D互连结构202的能力。例如,D2D互连结构202可优选地在管芯模块214上被形成一个或多个RDL,诸如图3中的RDL 246(1)-246(3)。可在载体602的第一表面604上放置临时粘合剂膜608,随后在粘合剂膜608上设置管芯206(1)、206(2),以为管芯206(1)、206(2)提供粘合剂以牢固地附接到载体602。

[0040] 如图6B中的下一制造阶段600B中所示,将管芯模块214形成为重构晶圆606的下一步骤是:在该载体的第一表面604上以及相应第一和第二管芯206(1)、206(2)的第一和第二背侧226(1)、226(2)上及上方设置包塑化合物216(例如,环氧树脂模制件),以固牢管芯206(1)、206(2)并提供与管芯206(1)、206(2)的介电隔离(图5A中的框504)。如图6C中的下一制造阶段600C中所示,将管芯模块214形成为重构晶圆606的下一步骤是:朝向管芯206(1)、206(2)的背侧226(1)、226(2)将包塑化合物216的顶表面612(图6B)磨削至减小的表面614,至期望的厚度 D_2 (图5A中的框506)。另选地,可将包塑化合物216磨削至管芯206(1)、206(2)的背侧226(1)、226(2)。

[0041] 如图6D中的下一个制造阶段600D中所示,其中的下一步骤是:从重构晶圆606移除载体602,并将第二载体616与管芯206(1)、206(2)的背侧226(1)、226(2)相邻地附接到重构晶圆606(图5B中的框508)。载体602被移除以暴露管芯206(1)、206(2)的有源侧224(1)、224

(2) (更具体地,暴露D2D接口电路234(1)、234(2)),以为D2D互连结构202将形成在重构晶圆606上并耦合到管芯206(1)、206(2)的有源侧224(1)、224(2)和D2D接口电路234(1)、234(2)做好准备。可首先在第二载体616上设置粘合剂层618,随后将重构晶圆606附接到第二载体616以将重构晶圆606固牢到第二载体616,如图6D中所示。

[0042] 随后,如图6E中的下一制造阶段600E中所示,下一步骤是:在第一管芯206(1)的第一有源侧224(1)的一部分以及第二管芯206(2)的第二有源侧224(2)的一部分上在将在稍晚制造阶段中被形成成为管芯-基板支起腔204的地方形成D2D互连结构202(图5B中的框510)。D2D互连结构202被设置成在Z轴方向上垂直地与第一管芯206(1)与第二管芯206(2)之间水平管芯分隔区212相邻。制造阶段600E示出了:第一RDL 246(1)被形成在耦合到管芯206(1)、206(2)的D2D接口电路234(1)、234(2)的重构晶圆606上,作为D2D互连结构202的一部分。如图6F中的下一制造阶段600F中所示,附加RDL 246(2)可被形成在第一RDL 246(1)上以形成D2D互连结构202的一部分(图5B中的框512)。在该示例中,形成RDL 246(1)、246(2)可包括用于形成RDL的常规过程,包括在管芯模块214上提供涂层,用图案化工艺移除涂敷的部分以暴露D2D接口电路234(1)、234(2)的管芯焊盘,沉积晶种层,以及执行光刻工艺以在RDL 246(1)、246(2)中形成金属互连件。当完全构建时,还可以在D2D互连结构202上形成阻焊层620,以在形成管芯互连件210(1)、210(2)时保护RDL 246(1)、246(2)免受焊料暴露。

[0043] 如图6G中的下一制造阶段600G中所示,下一步骤是:在重构晶圆606上形成管芯互连件210(1)、210(2)并与管芯206(1)、206(2)接触(图5C中的框514)。这涉及形成金属柱238(1)、238(2)和互连凸块240(1)、240(2)。如以上所讨论的,这将在从重构晶圆606形成管芯模块214时在管芯互连件210(1)、210(2)之间的区域中产生管芯支起区228。由管芯模块214与封装基板208之间的管芯支起区228(图2B和图3)形成的腔将产生管芯-基板支起腔204,管芯-基板支起腔204为最终拆分式管芯IC封装件200中将存在的D2D互连结构202保留余地 and 空间,而无需消耗封装基板208中的区域。如果多个管芯模块214被形成成为重构晶圆606的一部分,则管芯分割可以用于分离管芯模块214。如图6H中的下一制造阶段600H中所示,下一步骤是:移除第二载体616并在封装基板208上设置管芯模块214的有源侧236,以将管芯互连件210(1)、210(2)耦合到封装基板208以形成拆分式管芯IC封装件200(图5C中的框516)。

[0044] 根据图4至图6H中的示例性制造过程的在管芯-基板支起腔中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)可被提供在或集成到任何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、以及多旋翼飞行器。

[0045] 就此而言,图7例示了基于处理器的系统700的示例。基于处理器的系统700的部件

是IC 702。基于处理器的系统700中的部分或全部IC 702可被提供在根据本文中所公开的任何方面并且根据图4至图6H中的示例性制造过程的在管芯-基板支起腔(即,腔)中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件704(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)中。在该示例中,基于处理器的系统700可被形成成为拆分式管芯IC封装件704以及形成成为片上系统(SoC)706。基于处理器的系统700包括CPU 708,该CPU包括一个或多个处理器710,这些处理器还可被称为CPU核心或处理器核心。CPU 708可具有耦合至CPU 708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712。CPU 708耦合到系统总线714,并且可将被包括在基于处理器的系统700中的主设备和从设备相互耦合。如众所周知的,CPU 708通过在系统总线714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 708可向作为从设备的示例的存储器控制器716传达总线事务请求。尽管在图7中未示出,但可提供多个系统总线714,其中每个系统总线714构成不同的结构。

[0046] 其他主设备和从设备可被连接到系统总线714。如图7中所例示的,作为示例,这些设备可包括包含存储器控制器716和存储器阵列718的存储器系统720、一个或多个输入设备722、一个或多个输出设备724、一个或多个网络接口设备726、以及一个或多个显示控制器728。存储器系统720、一个或多个输入设备722、一个或多个输出设备724、一个或多个网络接口设备726、以及一个或多个显示控制器728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722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724可包括任何类型的输出设备,包括但不限于音频指示器、视频指示器、其他视觉指示器等。网络接口设备726可以是配置成允许往来于网络730的数据交换的任何设备。网络730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、以及因特网。网络接口设备726可被配置成支持所期望的任何类型的通信协议。

[0047] CPU 708还可被配置成通过系统总线714访问显示控制器728以控制发送给一个或多个显示器732的信息。显示控制器728经由一个或多个视频处理器734向显示器732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732的格式。作为示例,显示控制器728和视频处理器734可被包括作为拆分式管芯IC封装件704和相同或不同IC封装件,并且在包含CPU 708的相同或不同IC封装件中。显示器732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。

[0048] 图8例示了包括由一个或多个IC 802形成的射频(RF)组件的示例性无线通信设备800,其中任何IC 802都可包括根据本文中所公开的任何方面并且根据图4至图6H中的示例性制造过程的在管芯-基板支起腔(即,腔)中采用D2D互连结构以提供D2D连接的拆分式管芯IC封装件803(包括但不限于图2A至图3中的示例性拆分式管芯IC封装件)。作为示例,无线通信设备800可包括或被提供在任何上述设备中。如图8所示,无线通信设备800包括收发器804和数据处理器806。数据处理器806可包括存储器以存储数据和程序代码。收发器804包括支持双向通信的发射器808和接收器810。一般而言,无线通信设备800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器808和/或接收器810。收发器804的全部或部分可被实现在一个或多个模拟IC、RFIC、混合信号IC等上。

[0049] 发射器808或接收器810可利用超外差式架构或直接变频式架构来实现。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810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8中的无线通信设备800中,发射器808和接收器810利用直接变频式架构来实现。

[0050] 在发射路径中,数据处理器806处理要被发射的数据并且向发射机808提供I和Q模拟输出信号。在示例性无线通信设备800中,数据处理器806包括数模转换器(DAC)812(1)、812(2)以将由数据处理器806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。

[0051] 在发射器808内,低通滤波器814(1)、814(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)816(1)、816(2)分别放大来自低通滤波器814(1)、814(2)的信号并且提供I和Q基带信号。上变频器818通过混频器820(1)、820(2)利用来自发射(TX)本地振荡器(LO)信号发生器822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824。滤波器826对经上变频信号824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)828放大来自滤波器826的经上变频信号824,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830并且经由天线832被发射。

[0052] 在接收路径中,天线832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830并其被提供到低噪声放大器(LNA)834。双工器或开关830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 834放大并且由滤波器836滤波,以获得期望RF输入信号。下变频混频器838(1)、838(2)将滤波器836的输出与来自RX LO信号发生器840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 842(1)、842(2)放大并且进一步由低通滤波器844(1)、844(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806。在该示例中,数据处理器806包括模数转换器(ADC)846(1)、846(2)以将模拟输入信号转换成要进一步由数据处理器806处理的数字信号。

[0053] 在图8的无线通信设备800中,TX LO信号发生器822生成用于上变频的I和Q TX LO信号,而RX LO信号发生器840生成用于下变频的I和Q RX LO信号。每个LO信号是具有特定基频的周期性信号。TX锁相环路(PLL)电路848从数据处理器806接收定时信息,并且生成用于调整来自TX LO信号发生器822的TX LO信号的频率和/或相位的控制信号。类似地,RX PLL电路850从数据处理器806接收定时信息,并且生成用于调整来自RX LO信号发生器840的RX LO信号的频率和/或相位的控制信号。

[0054] 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。

[0055] 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) 或其他可编程逻辑设备、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)。

[0056] 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。在另选方案中,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。

[0057] 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。

[0058] 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,本公开内容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。

[0059] 在以下经编号方面/条款中描述了各实现示例:

[0060] 1.一种集成电路 (IC) 封装件,包括:

[0061] 封装基板;

[0062] 第一管芯;

[0063] 第二管芯;

[0064] 第一多个管芯互连件,该第一多个管芯互连件耦合到该封装基板和该第一管芯,从而在该第一管芯与该封装基板之间产生管芯支起区;

[0065] 第二多个管芯互连件,该第二多个管芯互连件被设置在该管芯支起区中并耦合到该封装基板和该第二管芯;

[0066] 形成在该管芯支起区中位于该第一多个管芯互连件与该第二多个管芯互连件之间的腔;以及

[0067] 设置在该腔中的管芯到管芯 (D2D) 互连结构,该D2D互连结构包括耦合到该第一管芯和该第二管芯的多个D2D互连件。

- [0068] 2. 根据条款1所述的IC封装件,其中该多个D2D互连件未耦合到该封装基板。
- [0069] 3. 根据条款1和条款2中的任一项所述的IC封装件,其中:
- [0070] 该第二管芯在水平方向上水平地与该第一管芯相邻;
- [0071] 该第一管芯的第一有源侧被设置成在与该水平方向正交的垂直方向上与该封装基板相邻;并且
- [0072] 该第二管芯的第二有源侧被设置成在该垂直方向上与该封装基板相邻。
- [0073] 4. 根据条款3所述的IC封装件,其中该D2D互连结构在该垂直方向上的高度小于管芯-基板支起腔在该垂直方向上的高度。
- [0074] 5. 根据条款3和条款4中的任一项所述的IC封装件,其中:
- [0075] 该第二管芯与该第一管芯水平地相邻间隔距离,从而在该第一管芯与该第二管芯之间形成水平管芯分隔区;并且
- [0076] 该管芯-基板支起腔被部分地设置成在该垂直方向上与该水平管芯分隔区相邻。
- [0077] 6. 根据条款3-条款5中的任一项所述的IC封装件,其中该第一多个管芯互连件和该第二多个管芯互连件在该垂直方向上的高度限定该腔在该垂直方向上的高度。
- [0078] 7. 根据条款3-条款6中的任一项所述的IC封装件,其中该D2D互连结构包括重新分布层(RDL),该RDL包括耦合到该第一管芯和该第二管芯的至少一个金属互连件。
- [0079] 8. 根据条款7所述的IC封装件,其中该RDL包括具有2/2或更小的线宽间距(L/S)比的多个金属互连件。
- [0080] 9. 根据条款7和条款8中的任一项所述的IC封装件,其中:
- [0081] 该第一多个管芯互连件和该第二多个管芯互连件的高度在30微米-40微米(μm)之间;
- [0082] 该RDL的高度小于或等于7 μm ;并且
- [0083] 该RDL包括具有2/2或更小的线宽间距(L/S)比的多个金属互连件。
- [0084] 10. 根据条款1-条款9中任一项的IC封装件,其中:
- [0085] 该第一管芯包括第一有源侧和第一背侧;
- [0086] 该第二管芯包括第二有源侧和第二背侧;
- [0087] 该第一多个管芯互连件将该第一管芯的第一有源侧耦合到该封装基板;并且
- [0088] 该第二多个管芯互连件将该第二管芯的第二有源侧耦合到该封装基板。
- [0089] 11. 根据条款1-条款10中的任一项所述的IC封装件,还包括重构管芯模块,该重构管芯模块包括:
- [0090] 与该封装基板相邻的有源侧;
- [0091] 包括位于该有源侧上的第一有源侧以及第一背侧的第一管芯;
- [0092] 包括位于该有源侧上的第二有源侧以及第二背侧的第二管芯;和
- [0093] 模制化合物,该模制化合物被设置成与该第一管芯的第一背侧以及该第二管芯的第二背侧相邻。
- [0094] 12. 根据条款1-条款11中任一项所述的IC封装件,其中:
- [0095] 该第二管芯与该第一管芯水平地相邻间隔距离,从而在该第一管芯与该第二管芯之间形成水平管芯分隔区;
- [0096] 该第一管芯包括水平地与该水平管芯分隔区相邻的第一D2D接口电路;

- [0097] 该第二管芯包括水平地与该水平管芯分隔区相邻的第二D2D接口电路；
- [0098] 该第一D2D接口电路耦合到该D2D互连结构；
- [0099] 该第二D2D接口电路耦合到该D2D互连结构；并且
- [0100] 该D2D互连结构将第一D2D接口电路耦合到第二D2D接口电路。
- [0101] 13. 根据条款12所述的IC封装件，其中：
- [0102] 该D2D互连结构包括一个或多个金属化层，每个金属化层包括一个或多个金属互连件；
- [0103] 该第一管芯耦合到该D2D互连结构的该一个或多个金属化层中的一个或多个金属互连件；并且
- [0104] 该第二管芯耦合到该D2D互连结构的该一个或多个金属化层中的一个或多个金属互连件。
- [0105] 14. 根据条款13所述的IC封装件，其中：
- [0106] 该一个或多个金属化层包括一个或多个重新分布层 (RDL)，每个重新分布层包括一个或多个金属互连件；
- [0107] 该第一管芯耦合到该D2D互连结构的该一个或多个RDL中的一个或多个金属互连件；并且
- [0108] 该第二管芯耦合到该D2D互连结构的该一个或多个RDL中的一个或多个金属互连件。
- [0109] 15. 根据条款12-条款14中的任一项所述的IC封装件，其中：
- [0110] 该第二管芯在水平方向上水平地与该第一管芯相邻；
- [0111] 该第一D2D接口电路在与该水平方向正交的垂直方向上被设置在该腔上方；并且
- [0112] 该第二D2D接口电路在该垂直方向上被设置在该腔上方。
- [0113] 16. 根据条款1-条款15中任一项所述的IC封装件，其中：
- [0114] 该第一多个管芯互连件包括多个金属柱；并且
- [0115] 该第二多个管芯互连件包括多个金属柱。
- [0116] 17. 根据条款1-条款16中的任一项所述的IC封装件，其中该封装基板包括一个或多个金属化层，每个金属化层包括多个金属互连件；
- [0117] 该第一多个管芯互连件耦合到该封装基板中的该多个金属互连件之中的一个或多个金属互连件；并且
- [0118] 该第二多个管芯互连件耦合到该封装基板中的该多个金属互连件之中的一个或多个金属互连件。
- [0119] 18. 根据条款1-条款17中任一项所述的IC封装件，该IC封装件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；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；以及多旋翼飞行器。

- [0120] 19.一种制造集成电路(IC)封装件的方法,包括:
- [0121] 形成管芯模块,该管芯模块包括有源侧、包含与该有源侧相邻的第一有源侧的第一管芯、以及包含与该有源侧相邻的第二有源侧的第二管芯,第二管芯水平地与第一管芯相邻;
- [0122] 形成与该管芯模块的有源侧相邻的管芯到管芯(D2D)互连结构,该D2D互连结构包括多个D2D互连件;
- [0123] 形成耦合到该第一管芯的该第一有源侧的第一多个管芯互连件;以及
- [0124] 形成耦合到该第二管芯的该第二有源侧的第二多个管芯互连件,从而在该第一多个管芯互连件与该第二多个管芯互连件之间形成腔,并且该D2D互连结构被设置在该腔中;
- [0125] 将该管芯模块的该有源侧设置在封装基板上,包括:
- [0126] 将该第一多个管芯互连件耦合到该封装基板;以及
- [0127] 将该第二多个管芯互连件耦合到该封装基板。
- [0128] 20.根据条款19所述的方法,还包括:不将该多个D2D互连件耦合到该封装基板。
- [0129] 21.根据条款19和20中的任一项所述的方法,其中形成该D2D互连结构进一步包括:
- [0130] 将该第一管芯中的第一D2D接口电路水平地耦合到该D2D互连结构;以及
- [0131] 将该第二管芯中的第二D2D接口电路耦合到该D2D互连结构,以将该第二D2D接口电路耦合到该第一D2D接口电路。
- [0132] 22.根据条款19-条款21中的任一项所述的方法,其中形成该管芯模块包括:
- [0133] 提供包括第一表面的载体;
- [0134] 在该载体的该第一表面上放置该第一管芯;以及
- [0135] 在该载体的该第一表面上且水平地与该第一管芯相邻地放置该第二管芯。
- [0136] 23.根据条款22所述的方法,其中形成该管芯模块还包括:
- [0137] 将粘合剂膜施加到该载体的该第一表面;并且
- [0138] 其中:
- [0139] 在该载体的该第一表面上放置该第一管芯包括:在该粘合剂膜上放置该第一管芯;并且
- [0140] 在该载体的该第一表面上放置该第二管芯包括:在该粘合剂膜上水平地与该第一管芯相邻地放置该第二管芯。
- [0141] 24.根据条款22和条款23中的任一项的方法,还包括:在该载体的第一表面上以及在第一管芯的第一背侧和第二管芯的第二背侧上设置包塑化合物。
- [0142] 25.根据条款24所述的方法,还包括:朝向该第一管芯的该第一背侧以及该第二管芯的该第二背侧磨削该包塑化合物的顶表面。
- [0143] 26.根据条款24和条款25中的任一项所述的方法,还包括:
- [0144] 从该管芯模块移除该载体;以及
- [0145] 与该第一管芯的该第一背侧以及该第二管芯的该第二背侧相邻地将第二载体附接到该管芯模块。
- [0146] 27.根据条款26所述的方法,还包括:在该腔中在该第一管芯的该第一有源侧的一部分以及该第二管芯的该第二有源侧的一部分上形成该D2D互连结构。

[0147] 28. 根据条款27所述的方法, 其中该D2D互连结构被设置成垂直地与位于该第一管芯和该第二管芯之间的水平管芯分隔区相邻。

[0148] 29. 根据条款27和条款28中的任一项所述的方法, 其中形成该D2D互连结构包括:

[0149] 在该腔中在该第一管芯的该第一有源侧以及该第二管芯的该第二有源侧上形成第一重新分布层(RDL); 以及

[0150] 在该第一RDL上形成一个或多个附加RDL。

[0151] 30. 根据条款27-条款29中的任一项所述的方法, 还包括: 从该管芯模块移除该第二载体。

[0152] 31. 根据条款27-条款30中的任一项所述的方法, 还包括: 将第一多个管芯互连件和第二多个管芯互连件耦合到该封装基板。

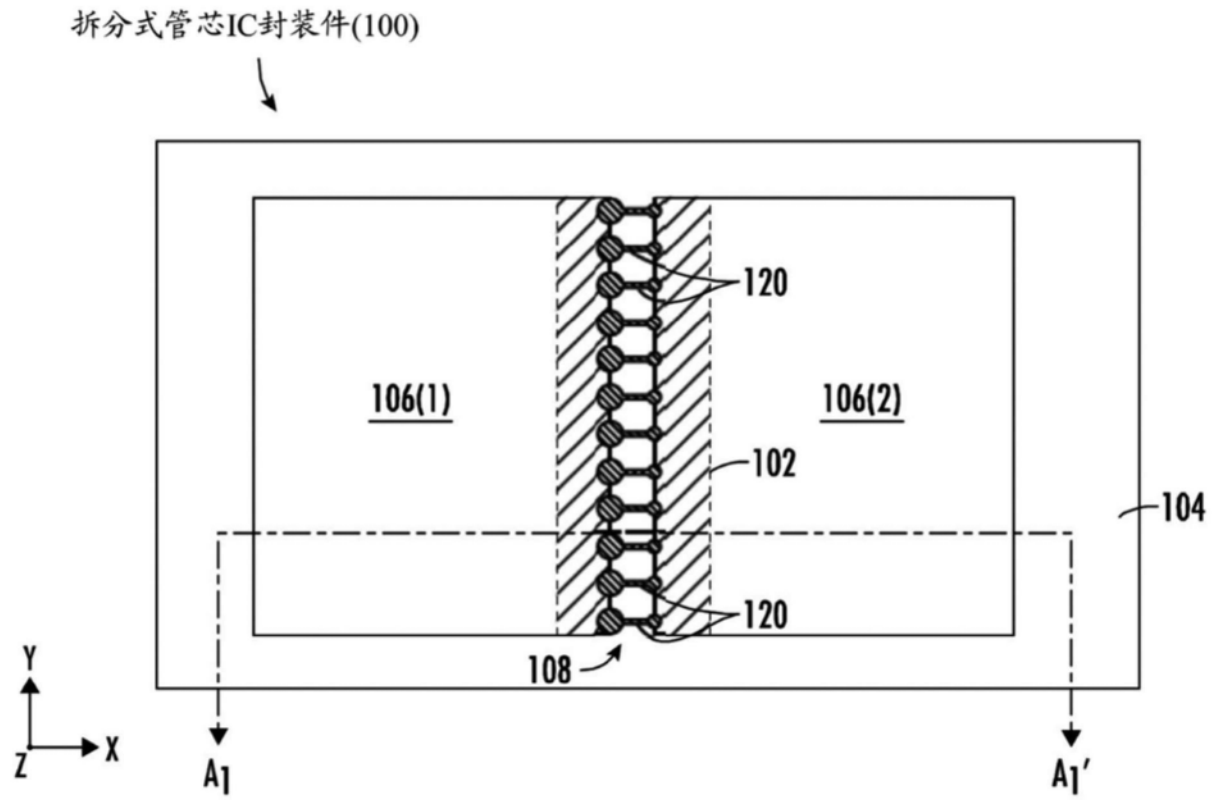


图1A

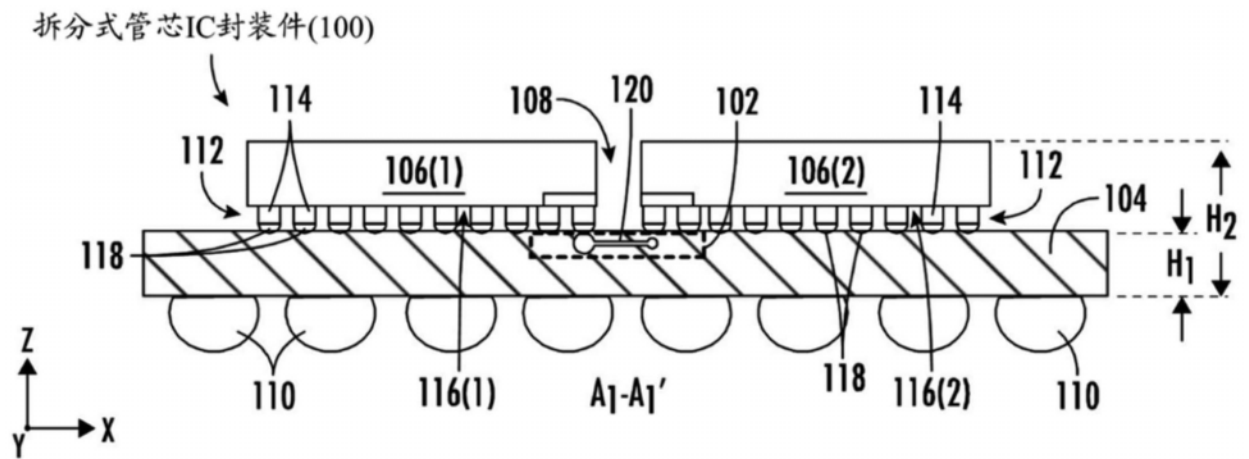


图1B

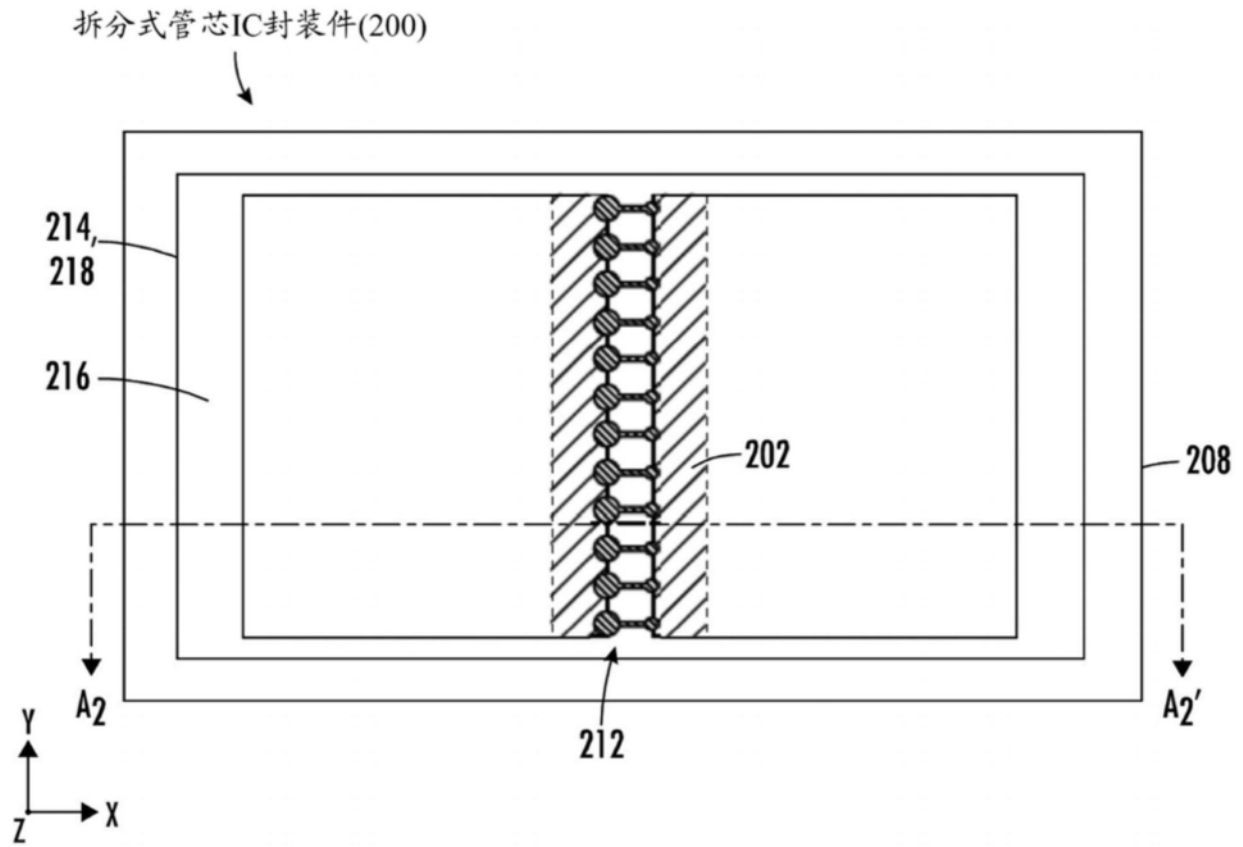


图2A

拆分式管芯IC封装件(200)

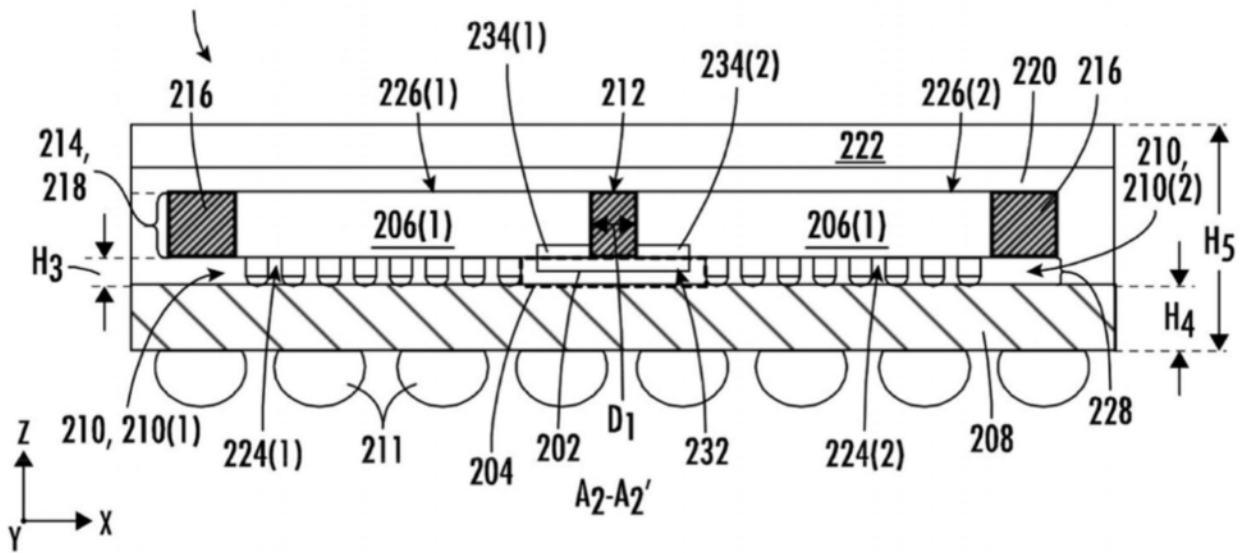


图2B

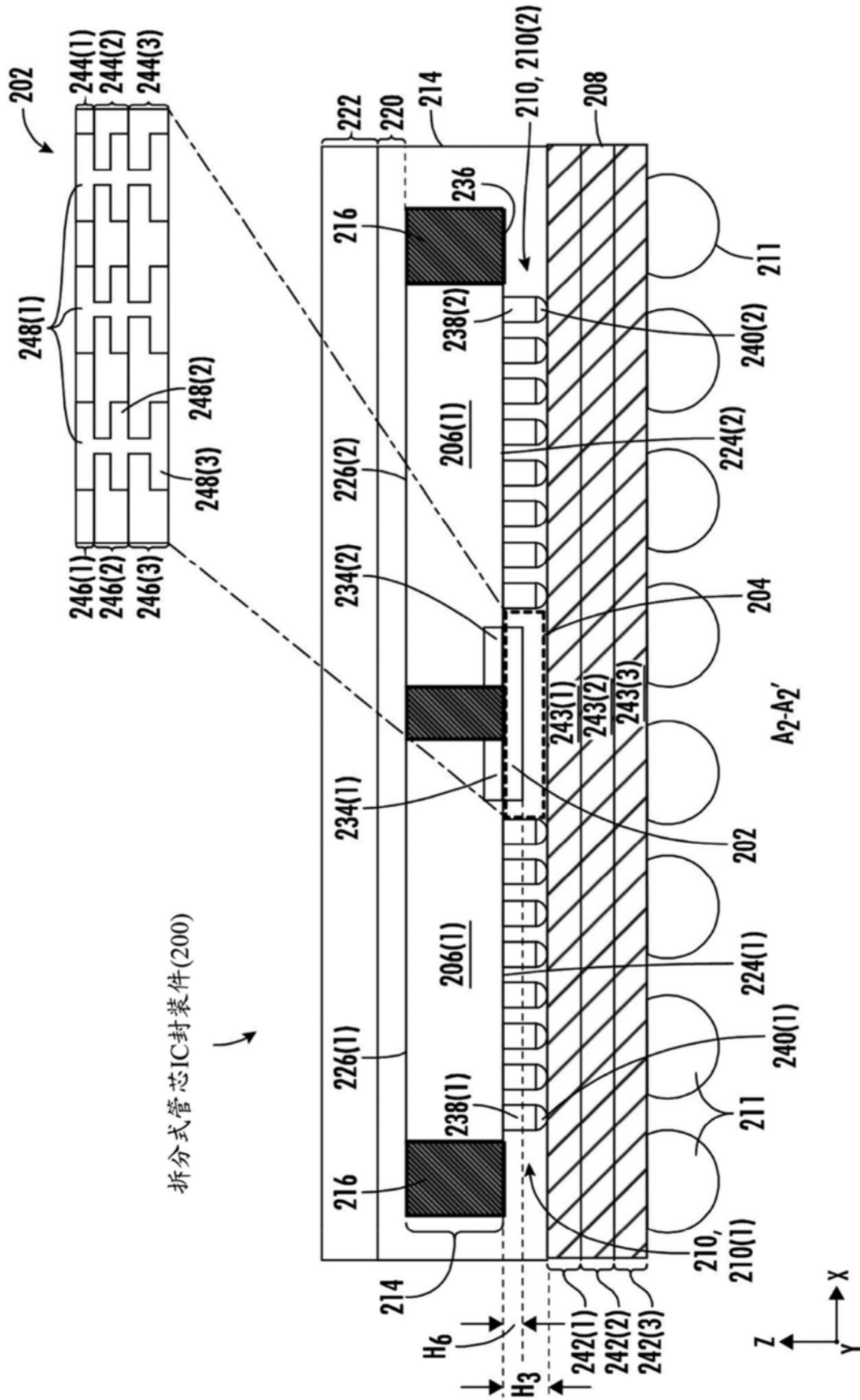


图3

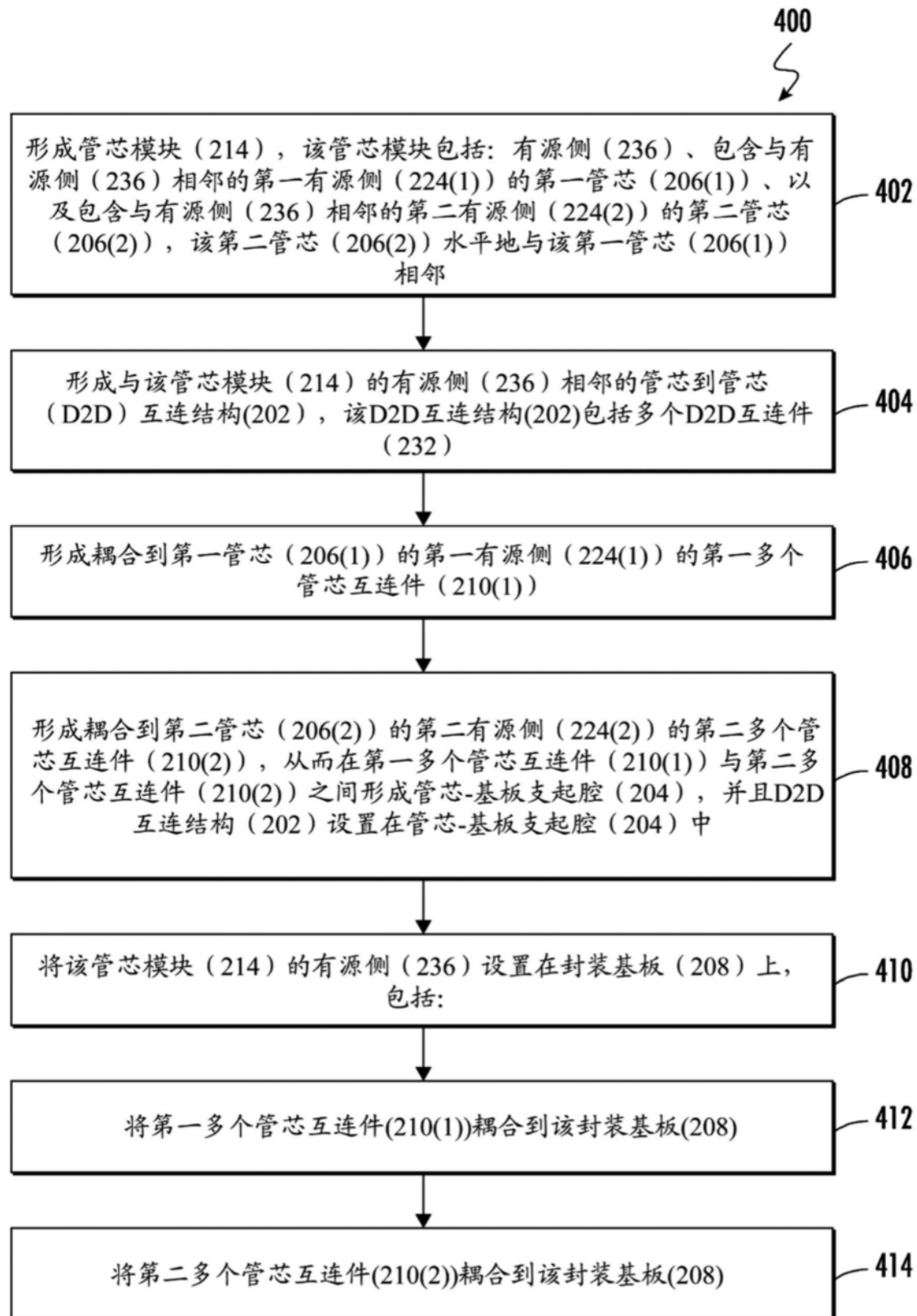


图4

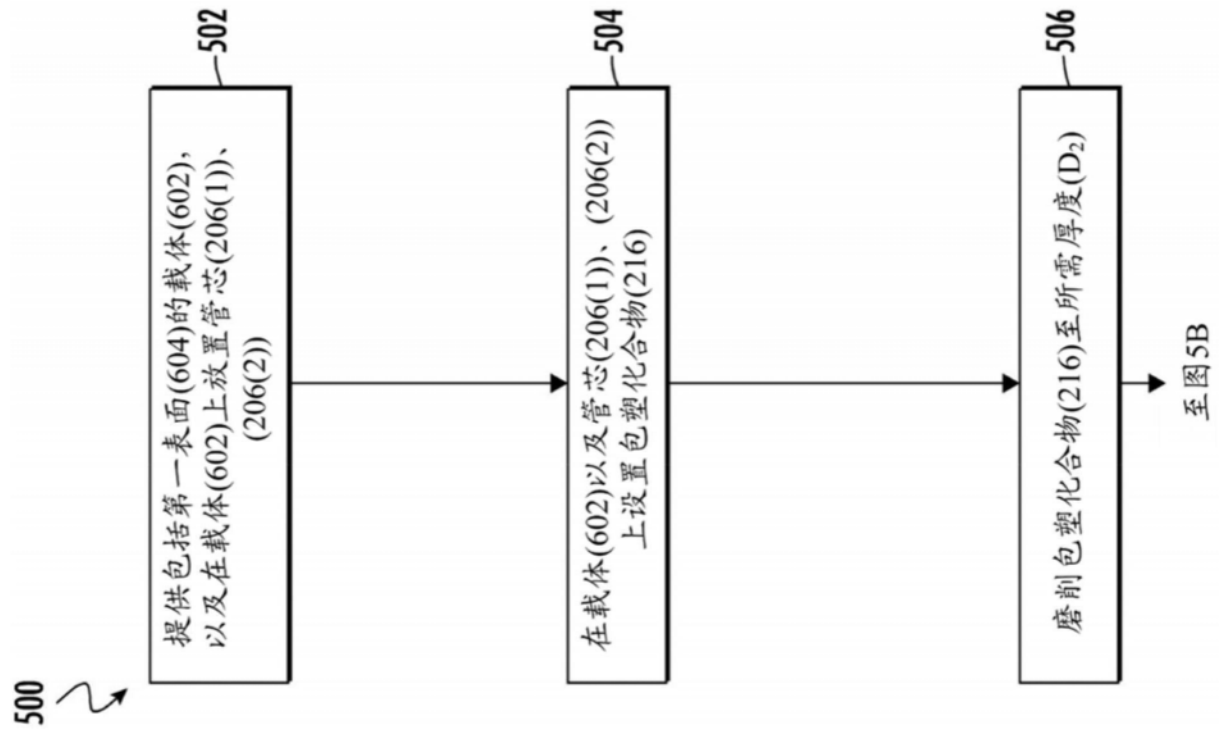


图5A

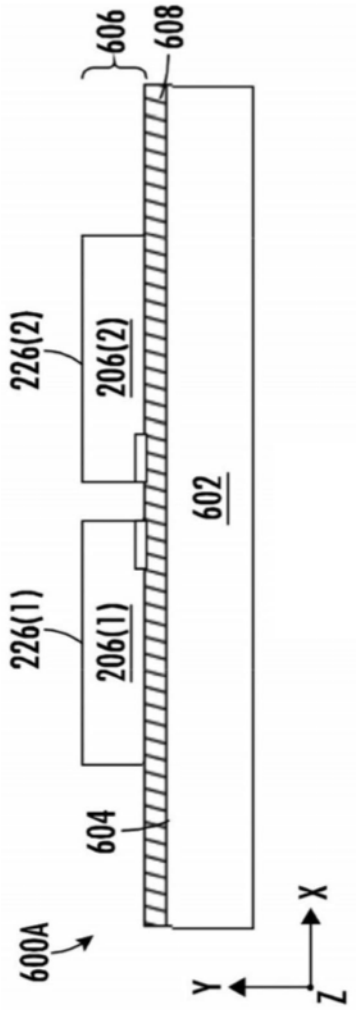


图6A

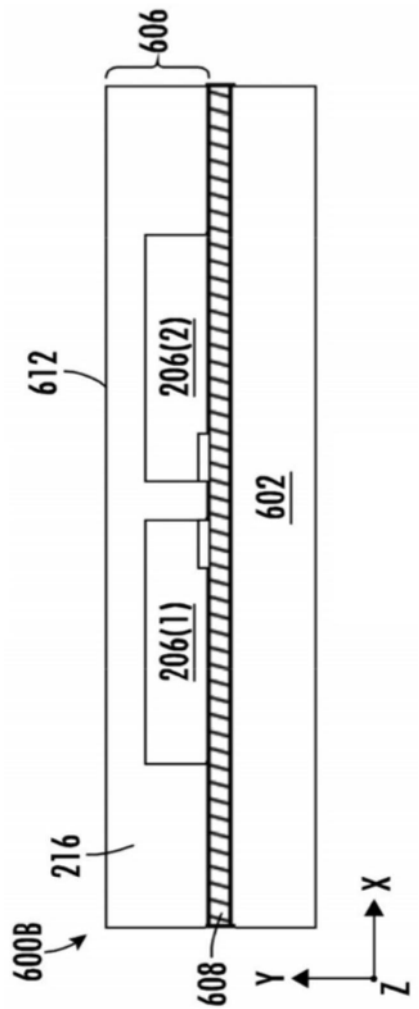


图6B

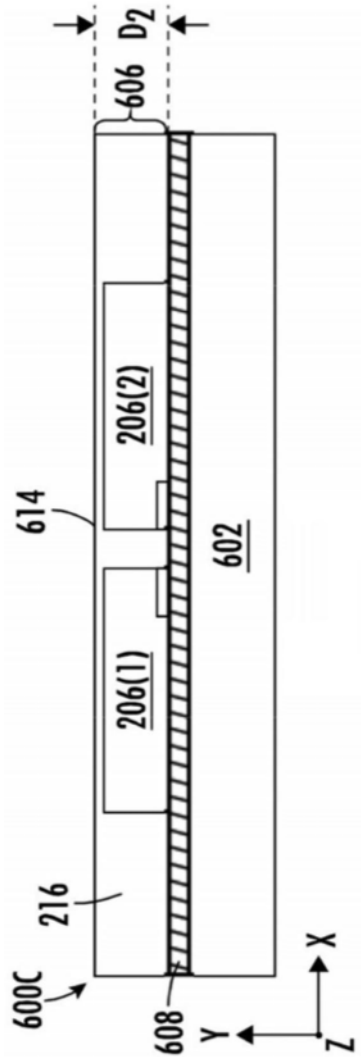


图6C

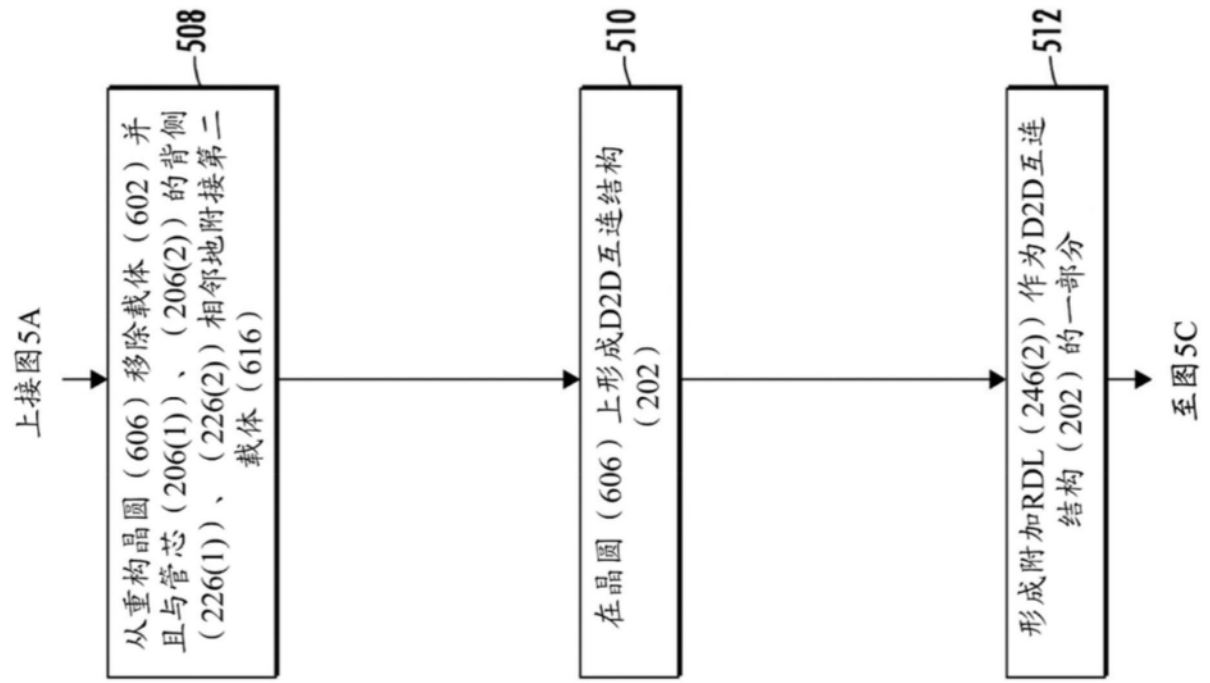


图5B

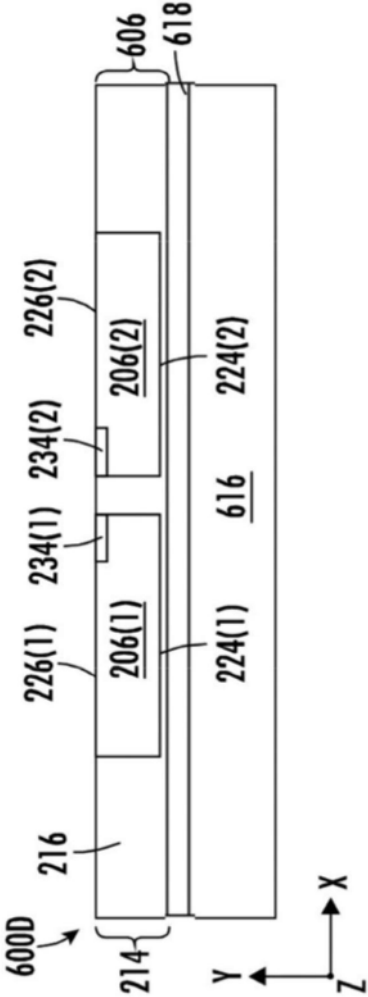


图6D

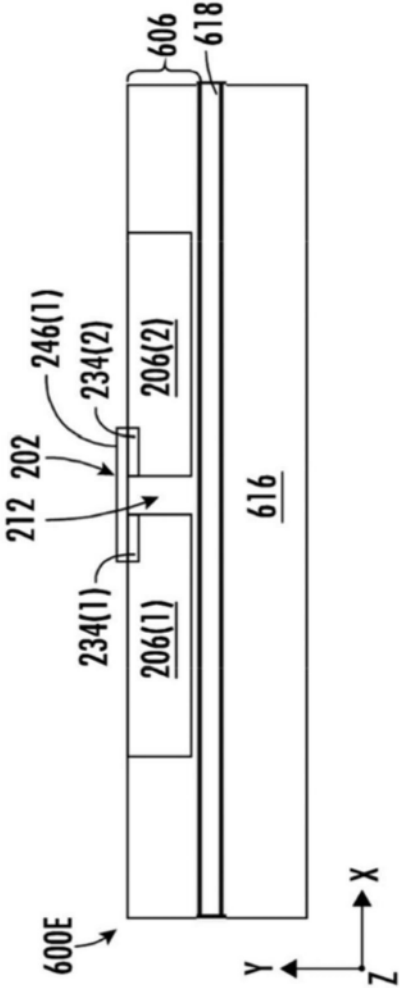


图6E

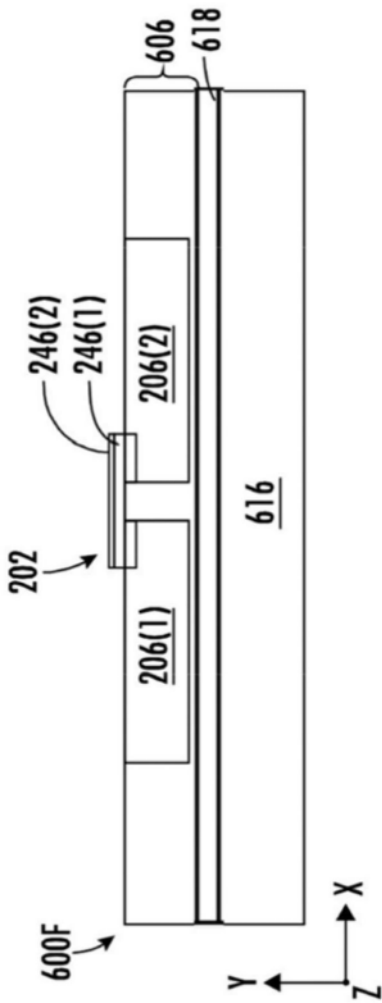


图6F

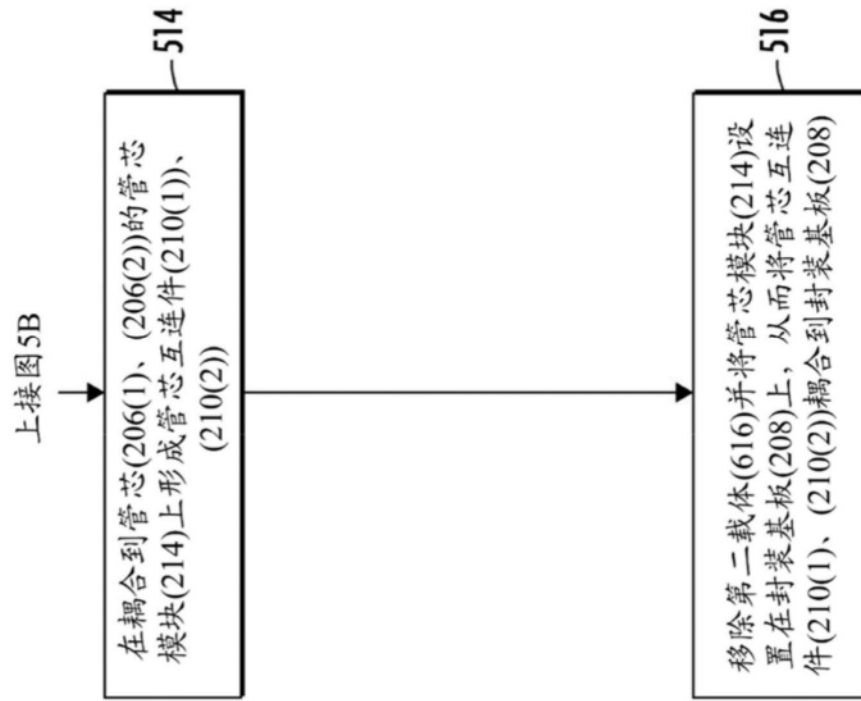


图5C

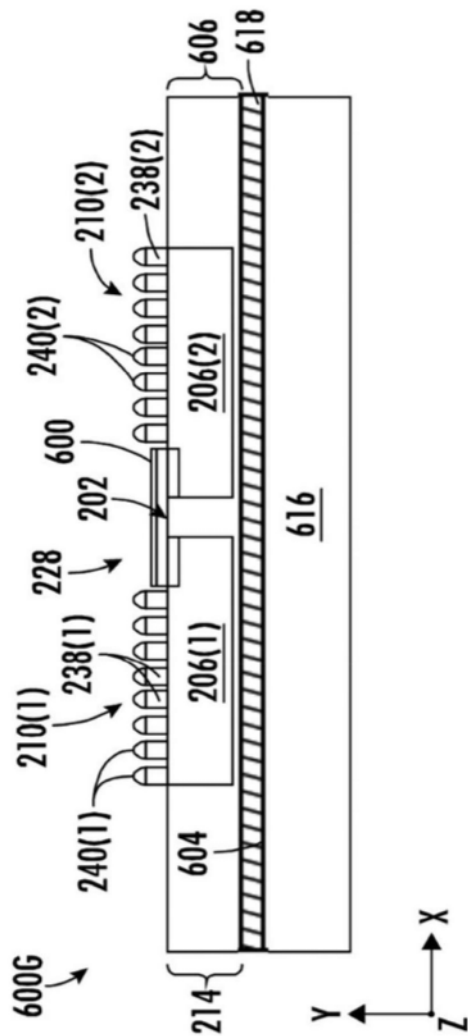


图6G

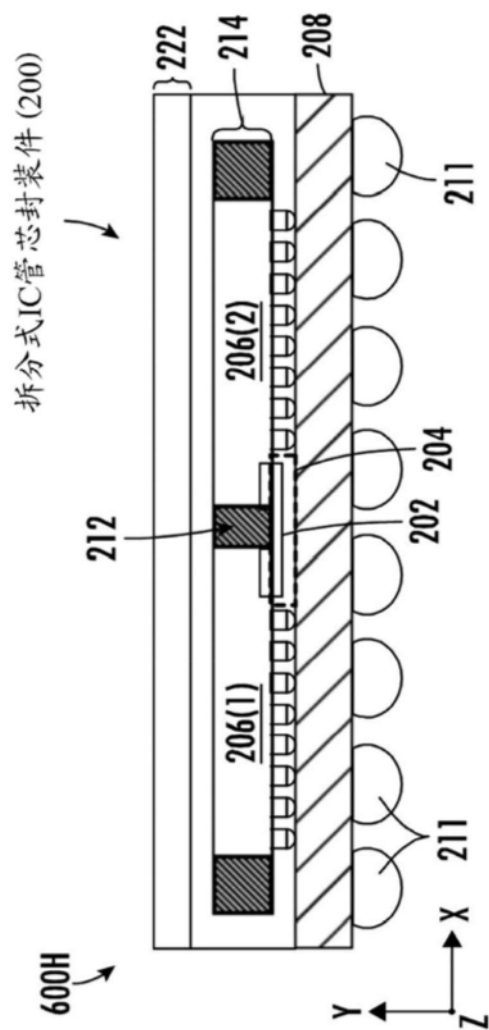


图6H

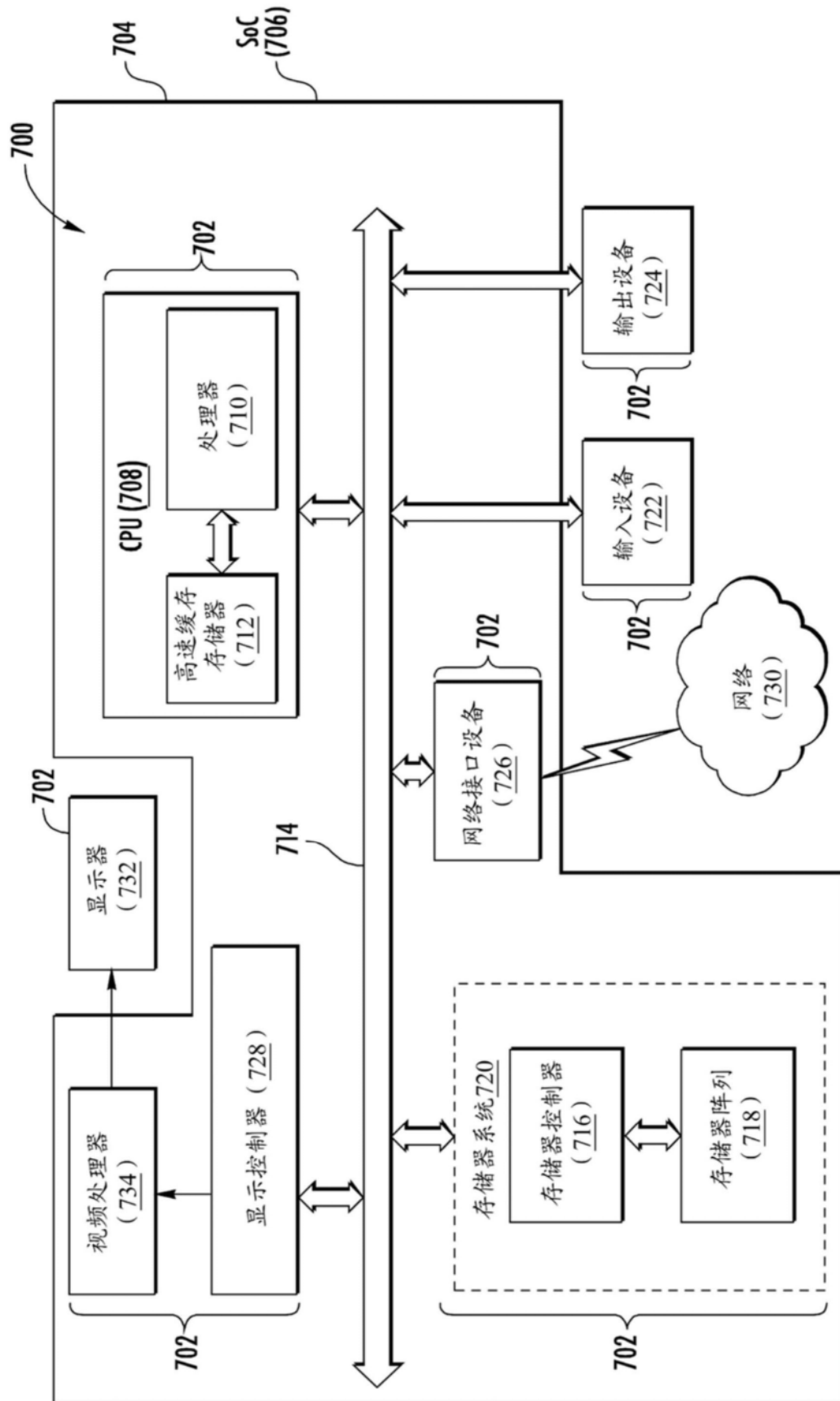


图7

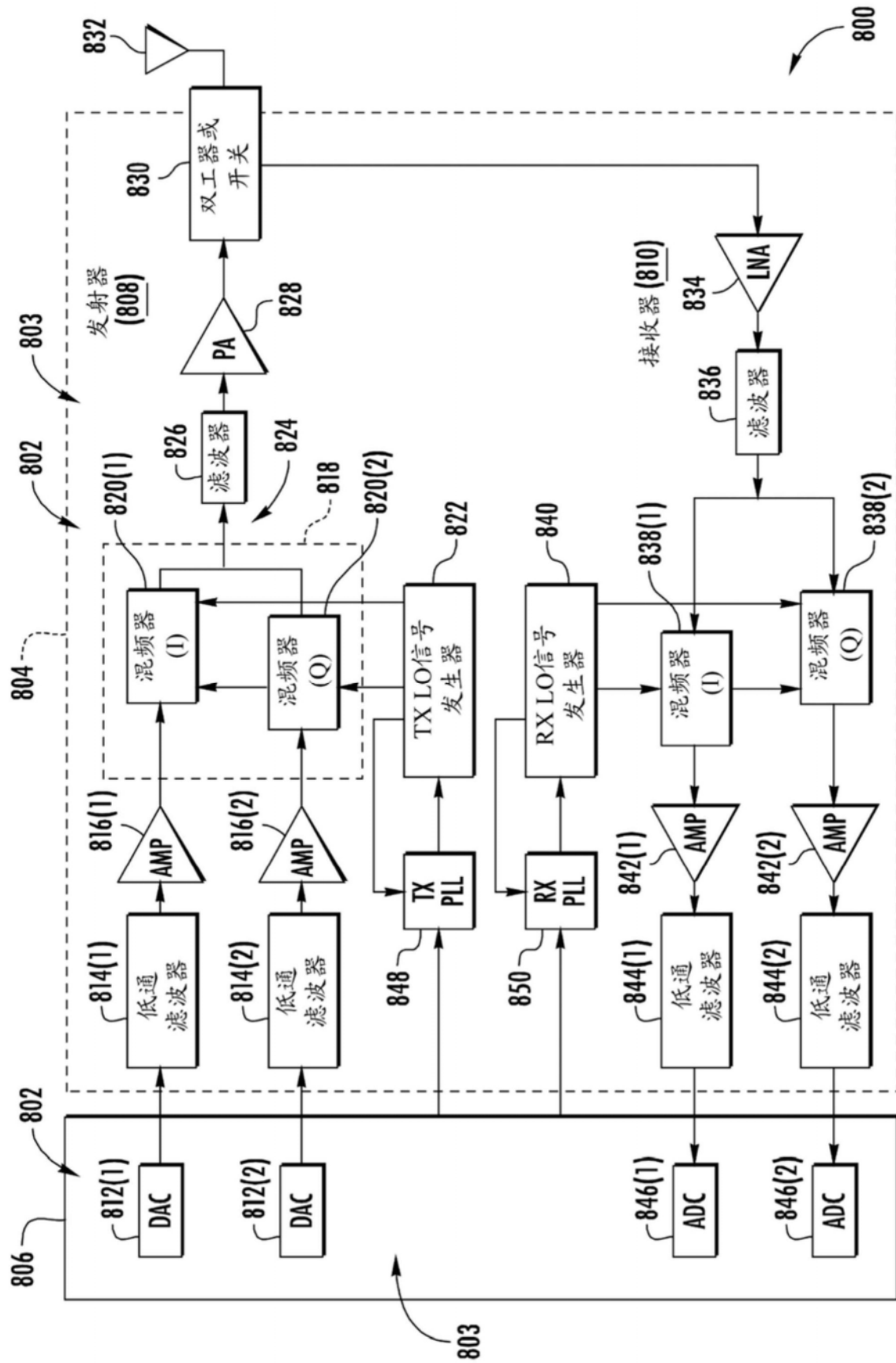


图8