



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108701888 A

(43)申请公布日 2018.10.23

(21)申请号 201680082873.9

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理
事务所(普通合伙) 11277

(22)申请日 2016.12.29

代理人 刘新宇

(30)优先权数据

62/272,201 2015.12.29 US

(51)Int.Cl.

H01Q 1/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01Q 21/00(2006.01)

2018.08.29

H01Q 23/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/069135 2016.12.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/117360 EN 2017.07.06

(71)申请人 蓝色多瑙河系统有限公司

地址 美国新泽西州

(72)发明人 J·埃默里克 R·M·哈尼科特

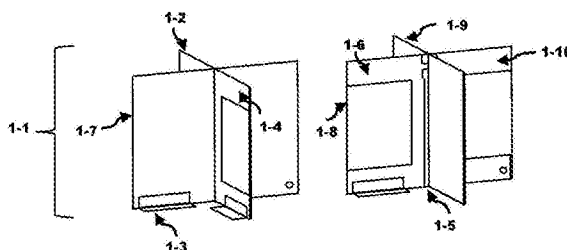
权利要求书2页 说明书15页 附图36页

(54)发明名称

相控阵列中的低热阻抗结构

(57)摘要

本发明涉及一种天线系统,其包括:金属基板;天线元件,其布置在所述基板的正面、并且远离所述基板的正面而延伸;电路板,其包括与所述基板相邻并且热接触的接地平面;多个电气组件,其位于所述电路板上,所述多个电气组件包括功率放大器和I/O连接器;金属支撑板,其与所述基板分离、平行并面向所述基板,其中电路板位于所述基板和所述支撑板之间;多个导热的支柱,其将所述基板热连接至所述支撑板;以及主板,其包括与所述电路板上的I/O连接器配合、并且将所述电路板电气连接至所述主板上的I/O连接器,所述主板位于所述电路板和所述支撑板之间、并且包括用于将信号传送至所述电路板的信号路径。



1. 一种天线系统,包括:

多个天线模块;

导热的支撑板;以及

主板,其位于所述支撑板上,所述主板包括用于将信号传送至所述多个天线模块的信号路径、并且包括多个I/O连接器,其中,所述多个天线模块电气连接至所述主板,以及所述多个天线模块中的各天线模块包括:

导热的基板,其具有正面和背面;

多个导热的支柱;

天线元件,其布置在所述基板的正面、并且远离所述基板的正面而延伸;

电路板,其具有正面和背面并且包括位于所述电路板的背面的接地平面,所述电路板的所述接地平面紧邻所述基板的背面并且与所述基板的背面热接触;

多个电气组件,其安装在所述电路板上,所述多个电气组件包括I/O连接器,其中该I/O连接器与所述主板上的多个I/O连接器中的相应I/O连接器配合以将所述电路板电气连接至所述主板;以及

功率放大器,其与所述基板热接触,所述功率放大器用于使用发送信号来驱动所述天线元件,

其中,所述多个天线模块中的各天线模块的多个导热的支柱将该天线模块的基板热连接至所述支撑板。

2. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述功率放大器直接安装在所述基板上。

3. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述功率放大器安装在所述电路板上。

4. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述多个天线模块彼此相同。

5. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述多个天线模块中的各天线模块包括多个天线。

6. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述支撑板和所述多个天线模块的所述基板由金属制成。

7. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述主板具有多个孔,其中多个支柱穿过所述多个孔由此将所述多个天线模块的所述基板热连接至所述支撑板。

8. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述主板仅包括无源电气组件。

9. 根据权利要求1所述的天线系统,还包括:RF透明天线罩,其覆盖并保护所述多个天线模块和所述主板。

10. 根据权利要求1所述的天线系统,还包括:散热组件,其热连接至所述支撑板,所述散热组件用于使所述多个天线模块内的电路板所产生的热量耗散。

11. 根据权利要求10所述的天线系统,其中,所述散热组件包括用于对流地耗散热量的多个金属翅片。

12. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述主板上的信号路径用于将IF信号和本地振荡器信号传送至所述多个天线模块的各天线模块中的电路板。

13. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述多个天线模块的各天线模块中的电路板是印刷线路板。

14. 根据权利要求1所述的天线系统,其中,所述主板是印刷线路板。

15. 一种天线系统,包括:
天线模块,其包括:
导热的基板,其具有正面和背面;
多个导热的支柱;
天线元件,其布置在所述基板的正面、并且远离所述基板的正面而延伸;
电路板,其具有正面和背面并且包括位于所述电路板的背面的接地平面,所述电路板的所述接地平面紧邻所述基板的背面并且与所述基板的背面热接触;
多个电气组件,其安装在所述电路板上,所述多个电气组件包括I/O连接器;以及
功率放大器,其与所述基板热接触,所述功率放大器用于使用发送信号来驱动所述天线元件,
所述天线系统还包括:
导热的支撑板,其具有正面和背面,所述支撑板的正面与所述基板的正面分离、平行并且面向所述基板的正面,并且所述电路板位于所述基板和所述支撑板之间;以及
主板,其包括与所述电路板上的I/O连接器配合、并且将所述电路板电气连接至所述主板的I/O连接器,所述主板位于所述支撑板的正面和所述电路板之间,所述主板包括用于将信号传送至所述电路板的信号路径,以及所述多个导热的支柱将所述基板热连接至所述支撑板。
16. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述功率放大器直接安装在所述基板上。
17. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述功率放大器安装在所述电路板上。
18. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述基板和所述支撑板由金属制成。
19. 根据权利要求15所述的天线系统,还包括:散热组件,其热连接至所述支撑板,所述散热组件用于使所述电路板所产生的热量耗散。
20. 根据权利要求19所述的天线系统,其中,所述散热组件包括用于对流地耗散热量的多个金属翅片。
21. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述主板具有多个孔,其中多个支柱穿过所述多个孔由此将所述基板热连接至所述支撑板。
22. 根据权利要求15所述的天线系统,还包括:导热材料,其夹在所述电路板的背面和所述基板的背面之间。
23. 根据权利要求22所述的天线系统,其中,所述导热材料是导热垫片。
24. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述主板上的信号路径用于将IF信号和本地振荡器信号传送至所述电路板。
25. 根据权利要求15所述的天线系统,还包括:RF透明天线罩,其覆盖并保护所述天线模块和所述主板。
26. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述主板仅包括无源电气组件。
27. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述主板安装在所述支撑板上。
28. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述电路板是印刷线路板。
29. 根据权利要求15所述的天线系统,其中,所述主板是印刷线路板。

相控阵列中的低热阻抗结构

[0001] 根据美国法典第35条第119(e)款,本申请要求2015年12月29日提交的、标题为“Low Thermal Impedance Structure in a Phased Array”的序列号为62/272,201的临时申请的权益,其全部内容通过引用而并入于此。

技术领域

[0002] 本发明一般涉及诸如用于蜂窝或无线本地局域网等的相控阵列(phased array),更特别地涉及这种相控阵列的热管理。

背景技术

[0003] 相控阵列在自由空间中创建波束辐射图案以允许选择性通信信道的形成。通过在平面上以网格图案放置多个天线来形成相控阵列,其中这些天线通常以射频(RF)信号的波长的1/2彼此间隔开。相控阵列可以通过调整施加到每个天线的RF信号的相位和幅度来在优选方向上生成辐射图案。通过这些调整,发射的无线RF信号可以在特定方向上得到加强,而在其它方向上受到抑制。同样,相控阵列可以用于增强从自由空间的优选方向的无线RF信号的接收,同时抑制从其它方向到达的无线RF信号。在相控阵列捕获到传入RF信号之后,对这些传入RF信号进行相位和幅度调整和组合以加强从自由空间的期望区域接收到的RF信号并抑制从自由空间的非期望区域接收到的RF信号。无线波束以电子方式转向以发送和接收通信信道,由此消除机械地调整天线的位置或方向的需要。

[0004] 相控阵列需要编制形成阵列的多个天线以一致地进行。公司馈电网络通过将RF信号的相同副本递送至形成相控阵列的多个天线中的各天线,来向相控阵列提供定时。多个天线在平面区域上的均匀放置将相控阵列定义为具有沿X方向和Y方向这两者在RF信号的载波频率的若干波长上扩展的平面表面区域。例如,具有被布置在正方形平面区域中的100个天线的相控阵列将沿各方向具有等于RF载波频率的5个波长的边缘尺寸。

[0005] 封装在分立封装件或集成电路组件中的功率放大器(PA)在发送信号耦合至天线之前放大该信号。将功率放大器(PA)制造在半导体芯片中。然后,将芯片封装且安装到系统内的印刷电路板(PWB)上。PA所用的电路板是包括层压在层压板的非导电层之间的一个或多个金属薄片的PWB。使一些金属薄片图案化,以形成如相应的电路示意图所描绘的、用于将集成电路组件的端子和其它分立组件电连接在一起的布线互连网络。其它金属薄片可以用作散热器,以将热量沿电路板的平面横向地散布出。集成电路组件可被封装且焊接至PWB的一个表面,或者作为裸片安装至PWB的表面、然后被引线接合或焊料隆起至PWB的该表面。

[0006] 相控阵列的功率放大器被设计为以大的峰值平均功率比(PAPR)来处理信号。这种PA将被设计为在峰值功率比处表现为线性;然而,这样做导致PA在信号具有平均功率比的情况下的功效较低。峰值功率比的出现通常是不频发事件;因此,在信号具有平均功率比的情况下,为了确保PA始终线性地工作,PA最终产生大的耗散热损失。单个PA可以产生25W或更多的热量。具有100个天线的相控阵列可以产生多达2500W。用于比较,驱动单个天线的当前基站的PA仅耗散100瓦特。

[0007] 相控阵列的天线和电气组件被放置在密封环境中,以保护天线免受雨、雪等的天气状况。然而,用于保护天线和电气组件的密封环境也会阻止从安装天线的PWB产生的热量的排出。这可能包括由于相控阵列系统的过热而引起的问题。

发明内容

[0008] 一般来说,在一方面,本发明的特征在于一种天线系统,包括:天线模块,其包括:导热的基板,其具有正面和背面;多个导热的支柱;天线元件,其被布置在所述基板的正面、并且远离所述基板的正面而延伸;电路板,其具有正面和背面并且包括位于在所述电路板的背面的包括接地平面,所述电路板的所述接地平面紧邻所述基板的背面并且与所述基板的背面热接触;多个电气组件,其安装在所述电路板上,所述多个电气组件包括I/O连接器;以及功率放大器,其与所述基板热接触,所述功率放大器用于以使用发送信号来驱动所述天线元件,所述天线系统还包括:导热的支撑板,其具有正面和背面,所述支撑板的正面与所述基板的正面分离、平行并且面向所述基板的正面,以及并且所述电路板位于所述基板和所述支撑板之间;以及主板,其包括与所述电路板上的I/O连接器配合、并且将所述电路板电气连接至所述主板的I/O连接器,所述主板位于所述支撑板的正面和所述电路板之间,所述主板包括用于将信号传送至所述电路板的信号路径,以及所述多个导热的支柱将所述基板热连接至所述支撑板。

[0009] 其它实施例包括以下特征中的一个或多个特征。所述功率放大器直接安装在所述基板上,或者作为替代而直接安装在所述电路板上。所述基板和所述支撑板由金属制成。所述天线系统还包括:散热组件,其热连接至所述支撑板,所述散热组件包括用于对流地耗散所述电路板所产生的热量的多个金属翅片。所述主板具有多个孔,其中多个支柱穿过所述多个孔由此将所述基板连接至所述支撑板。所述天线系统还包括:导热材料,其夹在所述电路板的背面和所述基板的背面之间。所述导热材料是导热垫片。所述主板上的信号路径用于将IF信号和本地振荡器信号传送至所述电路板。所述天线系统还包括:RF透明天线罩,其覆盖并保护所述天线模块和所述主板。所述主板仅包括无源电气组件。所述主板安装在所述支撑板上。所述电路板和所述主板是印刷线路板。

[0010] 一般来说,在另一方面,本发明的特征在于一种天线系统,包括:多个天线模块;导热的支撑板;以及主板,其位于所述支撑板上,所述主板包括用于将信号传送至所述多个天线模块的信号路径、并且包括多个I/O连接器,其中,所述多个天线模块电气连接至所述主板,以及所述多个天线模块中的各天线模块包括:导热的基板,其具有正面和背面;多个导热的支柱;天线元件,其布置在所述基板的正面、并且远离所述基板的正面而延伸;电路板,其具有正面和背面并且包括位于所述电路板的背面的接地平面,所述电路板的所述接地平面紧邻所述基板的背面并且与所述基板的背面热接触;多个电气组件,其安装在所述电路板上,所述多个电气组件包括I/O连接器;以及功率放大器,其与所述基板热接触,所述功率放大器用于使用发送信号来驱动所述天线元件。所述多个导热的支柱将该天线模块的基板热连接至所述支撑板。

附图说明

[0011] 图1示出交叉极天线的两个实例的立体图。

- [0012] 图2描绘了在具有折弯 (dogleg) 的模块接地平面上定向的交叉极天线。
- [0013] 图3示出位于模块接地平面下方的导热垫片。
- [0014] 图4描绘了位于导热垫片下方的模块电路板。
- [0015] 图5呈现了连接在一起的模块电路板和导热垫片。
- [0016] 图6示出连接至模块接地平面的交叉极天线。
- [0017] 图7示出连接在一起以形成模块的四个组件:交叉极天线;模块接地平面;导热垫片;以及模块电路板。
- [0018] 图8描绘了沿着包含图7的A-A' 的垂直平面的剖视图。
- [0019] 图9描绘了模块的两个实例。
- [0020] 图10示出连接在一起的模块的两个实例。
- [0021] 图11呈现了模块和主板的立体图。
- [0022] 图12示出模块、主板和模块金属支撑件的立体图。
- [0023] 图13示出连接至模块金属支撑件的主板。
- [0024] 图14描绘了连接至模块金属支撑件的模块。
- [0025] 图15描绘了沿着包含图14的B-B' 的垂直平面的剖视图。
- [0026] 图16示出相控阵列的俯视图。
- [0027] 图17示出图16中的区域16-1的特写视图。
- [0028] 图18描绘了图16中的区域16-2的特写视图。
- [0029] 图19示出具有用于密封相控阵列的一部分的天线罩以及来自暴露翅片的对流热流的相控阵列的俯视图。
- [0030] 图20示出图19中的具有包括RF屏蔽组件的体积A的区域19-1的特写视图。
- [0031] 图21示出具有用于较大体积A-B以及来自暴露翅片的对流热流的相控阵列的俯视图。
- [0032] 图22示出图21中的具有包括RF屏蔽组件的体积A-B的区域21-1的特写视图。
- [0033] 图23示出沿着包含图21的C-C' 的垂直平面的、呈现出热轨的剖视图。
- [0034] 图24示出没有模块支柱的模块,其包括连接在一起以形成模块的四个组件:交叉极天线;模块接地平面;导热垫片;以及模块电路板。
- [0035] 图25描绘了图24的剖视图。
- [0036] 图26描绘了没有模块支柱的模块的两个实例。
- [0037] 图27示出连接在一起的、没有模块支柱的模块的两个实例。
- [0038] 图28呈现了没有模块支柱的模块、以及主板的立体图。
- [0039] 图29示出没有模块支柱的模块、主板、以及热传递杆的立体图。
- [0040] 图30示出没有模块支柱的模块、主板、热传递杆、以及具有散热翅片的基板的立体图。
- [0041] 图31描绘了连接在一起的没有模块支柱的模块、主板、热传递杆、以及具有散热翅片的基板。
- [0042] 图32示出相控阵列的俯视图。
- [0043] 图33示出图32中的区域32-1的特写视图。
- [0044] 图34A示出图示了垂直翅片的相控阵列的背视图。

[0045] 图34B描绘了示出被设置为以一定角度偏离从而向周围环境提供改进的热传递的翅片的相控阵列的背视图。

[0046] 图35示出分区主板连接至配电板的相控阵列的中间的仰视图。

[0047] 图36描绘了分区主板连接至配电板的另一实施例的相控阵列的中间的仰视图。

具体实施方式

[0048] 图1示出交叉极天线1-1的两个实例的立体图。各交叉极天线包括彼此正交的两个偶极天线。例如，段1-2上的偶极天线与段1-7上的偶极天线正交。段1-2上示出偶极天线1-4的一半。段1-7上的偶极天线从这个角度是不可见的，这是因为偶极在段1-7的背面。右侧的交叉极天线包括彼此正交的段1-8和1-9。偶极在段1-8上可见为“C”形图案1-6和1-10。定位在段1-8和1-9的底部交叉处的天线引线1-5驱动交叉极天线。对于左侧的交叉极天线，相同的天线引线定位在相同的位置。使用安装支架1-3来将交叉极天线安装至接地平面的表面。正视图示出偶极天线1-6和1-10，其中这些偶极天线是由在天线段1-8所用的电路板的表面上图案化的金属层制成的。应当理解，对于这种天线，可以使用现在已知的或以后开发的用于发送或接收RF信号的任何合适的天线、偶极、贴片或微带等。

[0049] 图2呈现了与交叉极天线相关的模块金属板2-1的立体图。模块金属板具有至少一个模块支柱2-2和相应的模块支脚2-5。模块支柱和模块支脚形成折弯。模块支脚具有用于安装目的的一组孔2-3。模块金属板还包含将前端电路连接至天线引线的电引线所用的孔2-4。孔2-4与交叉极天线中的、同段1-8上的天线相对应的一个偶极天线的输入节点对准。为了简化图，未示出交叉极天线中的、与段1-9上的天线相对应的正交偶极天线所用的孔。同样，“天线引线所用的孔”与交叉极天线中的、同段1-7上的天线相对应的一个偶极天线的输入节点对准。为了简化图，未示出该交叉极天线中的、与段1-2上的天线相对应的正交偶极天线所用的孔。孔通常与天线中的各天线相关联。多个天线需要模块金属板中的相应的多个孔。

[0050] 模块金属板是厚度约为3.1mm的铝，但是其它金属也适合作为替代品。具有大导热率的金属的示例包括但不限于铜、银、锌、镍、铁等。另外，金属合金也可用于系统的构造。可以通过顺次地使模块金属板的金属尖端弯曲来形成折弯。第一弯曲产生支柱部分，然而支柱部分的尖端处的第二弯曲形成支脚。支柱和支脚的折弯结构还可被实现为形成折弯的单独金属组件，然后该金属组件通过诸如螺钉、螺母和螺栓、导电胶凝材料等的紧固件部件的组合而附着至模块金属板。

[0051] 图3呈现了与模块金属板相关的导热垫片3-1的立体图。垫片的表面具有两个孔3-2，这两个孔3-2与模块金属板中的孔2-4以及交叉极天线的天线引线1-5对准。在一些实施例中，垫片可被替换为糊剂、粘接剂或金属胶等，或者通过用以将两个零件保持在一起的紧固件（螺钉、螺栓等）而连接。垫片可以具有导电或绝缘的电气特性。垫片也是可选的。

[0052] 图4描绘了与垫片、模块金属板和交叉极天线相关的模块电路板4-1的立体图。模块电路板4-1是多层PWB板，该多层PWB板上安装了集成电路、其它分立组件以及I/O连接器4-2。模块电路板上安装了用于驱动交叉极天线的至少一个功率放大器(PA)。可以在模块电路板的位置4-3处接入PA的输出引线。注意，PA的接入点4-3与孔3-2、孔2-4以及天线引线1-5对准。多层PWB板具有位于PWB上以及可能还位于PWB内的一个或多个金属薄片，其中这一

个或多个金属薄片用作至少两个目的：首先，用作在PWB区域上扩展的接地平面，其次，用作散热器以横向地传递由PWB上所安装的电气组件生成的热量。

[0053] 图5示出电路板4-1的顶面上的垫片3-1的底部。图6示出交叉极天线1-1向模块金属板2-1的附着，从而呈现出附着至模块金属板2-1的四个偶极天线。然而，其它实现不限于这种特定的天线配置或数量。各种实施例包括附着至模块金属板的一个或多个天线。任何两个天线可以相对于彼此正交地、平行地或以任何定向进行布置。安装垫片1-3利用附着将天线连接至模块金属板。注意，天线引线1-5与模块金属板2-1中的孔2-4以及垫片中的孔3-2是对准的。其它实施例可以完全消除垫片。作为替代，PWB的接地平面金属可以使用用以将两个零件保持在一起的紧固件（螺钉、螺栓等）、或者利用糊剂、粘接剂或金属胶等，来与模块金属板接触件直接接触。

[0054] 图7描绘了在将垫片的顶面附着至模块金属板的底面之后的完整模块7-1。垫片可以将模块电路板与模块金属板电气隔离。然而，垫片具有高的热系数，并且有效地将电路上的电路组件（特别是PA）所产生的热量传递至模块金属板。组装后的该模块包括两个交叉极天线、至少一个模块支柱和模块支脚、以及至少一个I/O连接器。模块7-1用作用以构造相控阵列的构建块。图7示出相控阵列所用的模块的一个示例。为了描述其它形式的模块设计和组装信息、模块的电气特性和结构特性、以及模块相控阵列的其它组件，请参考2015年7月22日提交的、标题为“Modular Phased Array”的美国临时专利申请62/195,456，其通过引用而全文并入于此。图8中呈现了沿着包含A-A'的垂直面的视图7-2。

[0055] 图8示出包括A-A'的垂直面中的模块的剖面侧视图7-2。包括段1-8和1-9的右侧交叉极天线在孔8-1上方的段的交叉点处对准。完整的孔8-1包含模块金属板2-1中的孔2-4、垫片3-1中的孔3-2、以及与PA的输出引线4-3相对应的模块电路板4-1中的孔的对准。孔8-1在位于模块金属板一侧的天线的引线与安装在位于模块金属板另一侧的PWB上的PA的输出引线之间产生开口。使用由绝缘电介质覆盖物包围的或者简单裸露的金属互连8-2来将PA的输出引线连接至天线的输入引线。线和孔具有适当的尺寸以产生同轴电互连，其特征在于约50ohm的阻抗。在一个实施例中，金属互连被焊接至PWB的顶面上的引线，金属互连的另一端被焊接至天线的引线。在一端或两端连接金属互连的其它方法是可用的，其将适合作为替代实施例。示例是压接连接器（crimp-on）、插头和插座连接器、叶片连接器（blade connector）等。

[0056] 使用RF屏蔽件来屏蔽与相控阵列内的PWB相关联的一些或全部电气组件。相控阵列的电气系统（天线、PA输出引线）产生可被附近的电子组件拾取的大量电磁辐射。RF屏蔽件是定位在这些电气组件附近以将这些组件与杂散电磁辐射隔离的金属覆盖物。RF屏蔽件试图对电气组件形成封闭环境。RF屏蔽件阻止电磁辐射干扰这些被封闭的电气组件的正常操作。

[0057] 包括段1-7和1-2的左侧交叉极天线以相同的方式电气耦合至模块电路板4-1。模块电路板4-1具有与垫片3-1相接触的暴露铜层。在电路板的相对侧，表面填充有至少一个PA 8-3、集成电路8-4、分立组件、以及至少一个I/O连接器（未示出）。垫片是柔性材料，并且有助于补偿制造步骤由于通孔等而引起的制成PWB的接地平面侧上的任何非均匀高度变化。其它实施例可以完全消除垫片。作为替代，PWB的接地平面金属使用用以将两个零件保持在一起的紧固件（螺钉、螺栓等）、或者通过使用糊剂、粘接剂或金属胶等，来与模块金属

板直接接触。

[0058] 在另一实施例中,PA直接附着(未示出)至模块金属板2-1。在一个实施例中,PWB具有PA的集成电路可插入并直接附着至模块金属板的开口。PA所生成的热量将会使热量通过集成电路传导至模块金属板。PA的集成电路使用导热胶或糊剂而胶粘至模块金属板。引线接合或带附着使PWB和PA的输入/输出焊盘之间的电信号耦合。PA的输出端子经由孔8-1而连接至天线。

[0059] 图9并排地呈现了两个模块7-1的立体图。图10示出两个模块7-1放置在一起以形成组件模块10-1。图11示出与主板11-1相关的组件模块10-1的立体图。主板将中频(IF)信号和本地振荡器(L0)信号传送(route)至多个组件模块(并且在该特定的说明性实施例中仅包括无源电气组件,而不包括有源电气组件)。更具体地,主板经由这种连接器将一个或多个L0信号以及来自主板上的至少一个源位置的传出IF信号分配至每个模块,经由连接器将从这些模块接收到的一个或多个传入IF信号分配至主板上的至少一个宿位置,并且针对配电网使用公司馈电网络或双向信令(BDS)网络。在与公司馈电网络相比的情况下,BDS网络减少了源和目的地之间的整体传输线路长度和信号损失,这是因为BDS是串行链路分配。为了描述BDS网络,参见2014年2月6日公布的、标题为“Method and System for Multi-point Signal Generation with Phase Synchronized Local carriers”的美国专利公开2014/0037034,其内容通过引用而全文并入于此。

[0060] 主板是PWB,其背面覆盖有暴露金属。该组件模块的I/O连接器4-2与位于主板11-1上的配合接口11-2对准。配合接口11-2是公连接器,而I/O连接器4-2是母连接器,但是这些公/母连接器的位置可以交换。一旦I/O连接器与主板的配合接口相配合,模块电路板就可以接入主板上分配的IF/L0网络。主板11-1还具有与形成组件模块10-1的模块的模块支柱和模块支脚对准的切出开口11-3,其中多个切出开口当前隐藏于视野之外。这些切出开口允许两个模块的模块支柱和模块支脚穿过主板而不会受到阻碍。切出开口允许主板被制造为单个电路板,而不是被制造为两个或更多个电路板。被制造为单个电路板的主板确保相对于相控阵列的所有模块传播的所有IF信号和L0信号所经历的电气特性保持统一。将主板分段为两个或更多个电路板增加了被呈现给传播的IF和L0信号的电气轨迹的电气性质的可能不匹配。电路板之间的电气特性的不匹配可能影响被称为“同步飞行时间”的重要参数,这是不期望的。为了讨论同步飞行时间,参见2012年6月7日公布的、标题为“Low Cost, Active Antenna Arrays”的美国专利公开2012/0142280,其内容通过引用而全文并入于此。

[0061] 图12呈现了与主板11-1和组件模块10-1相关的模块金属支撑件12-1的立体图。模块金属支撑件具有折叠,以在需要时向模块金属支撑件提供附加强度。图13示出固定至模块金属支撑件12-1的主板11-1。在图14中,组件模块10-1附着至模块金属支撑件12-1。模块支柱2-2被设计为具有垂直于模块金属板的长度,以确保在模块金属板2-1和模块金属支撑件12-1之间形成的腔的大小足以包含主板11-1并且允许将各模块的I/O连接器4-2插入主板的配合接口11-2。模块的模块支脚2-5与模块金属支撑件的金属表面相接触。切出开口11-3允许模块支脚(不可见)穿过主板11-1并且与模块金属支撑件12-1直接接触,以在支脚和支撑件之间进行高效的热传递。各模块支脚通过放置在该模块支脚的孔2-3内的紧固件来附着至模块金属支撑件。这些紧固件可以是螺钉、螺母和螺栓、快速释放销等。用于将模

块支脚附着至模块金属支撑件的紧固件确保这两个组件之间发生热连接和电气连接这两者。热连接将模块中的电气组件所产生的热量传递至模块金属支撑件12-1。电气连接确保模块的金属结构和模块金属支撑件处于相同的电压电位。模块金属板可以连接至电压供给(例如,地电位),并且用作天线的接地平面。接着呈现了沿着包含B-B'的垂直面的剖视图。

[0062] 图15描绘了包含B-B'的平面的仰视图14-1。示出四个模块轮廓7-1a、7-1b、7-1c和7-1d。各模块具有模块支脚2-5的两个实例。主板11-1呈现了两个切口11-3。模块7-1a的右支脚和模块7-1b的左支脚穿过主板11-1的开口11-3。两个模块7-1a和7-1b形成组件模块10-1的一个实例。组件模块10-1的第二实例由模块7-1c和7-1d形成。模块的形状被成形为在并排放置时装配在一起。各支脚2-5包含孔2-3,以允许各模块被附着至具有相应的匹配孔的模块金属支撑件12-1。注意,可以通过在各列添加更多模块并且相应地使主板扩展来沿Y方向增加相控阵列的大小。同样,如果需要,可以通过添加另一列模块并且使主板向右扩展并在主板中包括附加切口来沿X方向增加相控阵列。

[0063] 图16示出组装的相控阵列的剖视图。天线安装至模块金属板,而模块支柱和模块支脚连接至模块金属支撑件。模块电路板经由垫片而连接至模块金属板的底面。主板连接至模块金属支撑件,并且示出虚线椭圆16-1的区域内的切口。该切口允许各模块支脚穿过主板的平面并且与模块金属支撑件相接触。模块电路板通过由与配合接口相配合的I/O连接器形成的连接器,来电气连接至主板。热轨16-3将模块金属支撑件连接至基板16-4。热轨定位在模块支柱和相应的模块支脚下方,以使这两个组件之间的热阻抗最小。这使得从模块电路板流向热轨的热量的热阻抗最小。基板向相控阵列添加了其它结构支撑,并在整个基板上分配从热轨接收到的热量。所分配的热量在基板上横向且垂直向下移动。热量流动至多个翅片16-5以及用于保护最外面的翅片的外部保护罩,这多个翅片16-5连接至基板的底部。相控阵列的一个实施例使用铝作为形成以下结构组件的金属:模块金属板、模块金属支撑件、热轨、基板、翅片、以及保护罩,以减少成本和重量,但是其它金属也适用。具有大导热率的金属的示例包括但不限于铜、银、锌、镍、铁等。例如,金属合金可用于系统的构造。金属组件的厚度约为3000 μm ,以充分运送热量、提供结构完整性、使成本最小、并且使相控阵列的重量最小。如果重量不是问题,则可以使用超过3000 μm 的厚度,而小于3000 μm 的厚度在增加的热阻抗下提供较轻的质量。此外,可以分别单独地选择并调整针对各金属组件所使用的金属的类型以及所使用的厚度,作为替代实施例以制造针对单元实现期望的成本、重量、热抽取和强度的相控阵列。虚线椭圆16-1和虚线椭圆16-2识别如下的区域,其中所述区域将被放大以更详细地呈现这些区域。

[0064] 所公开的附着至模块金属板的PWB的结构显著地减少了沿着PWB内的金属薄片的横向热阻抗。PWB背面的薄铜层(通常仅25微米厚)具有有限的、将热量从热产生电气组件传导走的能力。除了PWB的铜金属薄片内自身可用的热流路径外,模块金属板还提供了横向的热流路径。此外,模块金属板可被设计为具有显著大于25微米的厚度,从而提供将热量从PWB上的热产生组件移走的有效得多的方式。模块金属板的一个实施例使用厚度为3000微米的铝,其与PWB内通常使用的金属薄片相比厚不止两个数量级。该实施例的横向热阻抗可以使热阻抗减少近两个数量级。

[0065] 图17更详细地示出图16中的区域16-1,从而指示出从电路板上所安装的组件(集成电路、有源和无源元件等)通过各个结构组件而向下至热轨16-3的热流。在正常操作期

间,PA耗散大量热量。单个PA可以产生25W或更多的热量。具有100个各自需要PA的天线的相控阵列可以产生多达2500W。各PA所产生的热量需要通过低热阻抗路径从相控阵列排出到外部环境。描述了用于实现低热阻抗的一个实施例。白色箭头指示通过形成相控阵列的结构组件的热流方向。各箭头的厚度(如果表示热流的大小则)可以不按比例绘制。除了PWB板的层压层以外,大部分结构组件由金属制成。例如,来自表面安装集成电路IC-1和PA的热流17-1和17-2在到达电路板的接地平面之前垂直于电路板4-1内的层压层而流动。垫片3-1确保电路板4-1跨该电路板的整个接地平面表面区域处于良好的热接触。作为替代,垫片可被替换为糊剂、粘接剂或金属胶等,或者通过紧固件(螺钉、螺栓等)而连接以将电路板保持至模块金属板。然后,热量通过电绝缘垫片3-1(如果适用的话)的低热阻抗而流动至模块金属板2-1。

[0066] PWB的层压层通常向热流提供高的热阻抗。这种大的热阻抗可以在PA封装的区域增加的情况下减小,以有助于在该较大区域上将热量散布出。另外,集成电路内的PA电路的实际布局还可被重新设计并布置在半导体的较大表面区域上。然后在半导体内的较大区域上将PA的功耗放大器级所产生的热量散布出,这将进一步有助于减少封装装置和模块金属板之间的PWB的层压层的热阻抗。

[0067] 模块金属板2-1将热流17-3引导至模块支柱2-2,其中模块支柱2-2将热量传递至模块金属支撑件12-1。模块金属板所捕获的大部分热量如热流17-6所示经由模块支柱金属组件2-2而传递至模块金属支撑件。主板上的集成电路封装将其热量垂直地通过PWB而传递至模块金属支撑件12-1。例如,集成电路IC-2的热流17-4通过主板的电路板而流动至模块金属支撑件12-1。主板背面的暴露金属层与模块金属支撑件直接热接触。由于主板所产生的热量比包括PA的模块电路板所产生的热量小得多,因此可以不需要垫片。来自主板的所有剩余组件的热流17-5通过模块金属支撑件12-1而被运送至热轨16-3。来自模块支柱2-2的热流17-6以及来自模块金属支撑件的热流17-5在热轨16-3中组合为热流17-7a和17-7b。注意,热轨16-3定位在模块支柱2-2下方,以使模块金属板2-1和热轨16-3之间的热阻抗最小化。这使得从PA流出的热量的热阻抗最小。

[0068] 图18更详细地示出图16中的区域16-2,从而指示出来自连接器附近的电路板上所安装的组件的热流。热流如箭头所示通过模块金属板的结构组件以及模块金属支撑件。连接器18-1用于在模块电路板和主板之间传递信号。该连接器通常具有高热阻抗,并且不是高效的热导体。白色箭头指示从模块电路板和主板PWB通过结构组件的热流方向。除了PWB板的层压层以外,大部分结构组件由金属制成。例如,来自集成电路IC-3的热流18-2在到达电路板的接地平面之前垂直于模块电路板内的层压层而流动。然后,热量通过电绝缘/导热垫片而流动至模块金属板。模块金属板将大部分热流18-2朝最近模块支柱(未示出)引导,其中该最近模块支柱将热量传递至模块金属支撑件。PA的热流18-3沿着相同的路径流动。模块金属板所捕获的热量被传递至模块金属支撑件(未示出)。主板上的集成电路封装使其热量通过PWB而传递至模块金属支撑件。例如,来自集成电路IC-4的热流18-4通过主板而流动至模块金属支撑件。来自主板的组件的热流18-5通过模块金属支撑件而朝热轨运送(示出)。

[0069] 图19示出用RF透明天线罩覆盖的相控阵列的剖面俯视图。换句话说,天线罩是允许RF能量通过、同时还用作外部环境中的天气条件的屏障的屏蔽件。天线罩19-2附着至基

板16-4,从而形成包含天线、模块金属板2-1、模块支柱、模块金属支撑件、以及热轨的密封体积。热轨16-3的长度大小被设计为在基板19-5和模块金属支撑件12-1之间在密封环境内产生内腔A和B。这些腔可以用操作相控阵列所需的剩余电子器件中的大部分电子器件来填充。因此,相控阵列内的电子器件在相控阵列的密封体积内。天线罩内的密封体积保护所有电子器件免受恶劣天气条件,但是也构成了防止有效地使用对流热量来与外部环境交换封闭电子器件所产生的热量的密封体积。作为替代,通过使用相控阵列的金属结构组件所形成的传导热流来排出该密封部分内的电子器件所产生的热量。金属结构组件可被构造为单独的零件,这些单独的零件可以通过胶粘、焊接、铆接、型锻、或者通过使用螺母和螺栓而保持在一起。型锻是用于将两个零件压力装配在一起的槽钉系统,其中钉和槽配合在一起并且压力装配在一起。可以通过将平金属薄片弯曲成折弯或更复杂的轮廓来形成一些单独的零件。金属结构组件的完整构造形成用于将来自电气组件的热量传递至相控阵列的外部翅片的金属骨架。

[0070] 热管也可被安装至金属支撑件,以运送由PA以及相位阵列的电子组件所产生的热量。热管从金属支撑件吸收热量,其使密封容器中的液体蒸发、并在密封容器的另一端冷凝回液体,在该过程中释放热量。热管例如可以接触系统的密封部分内的模块金属板2-1。热管的密封容器的另一端可以延伸到密封系统的外部以将热量释放到周围环境中。热管将在密封系统的任何内部点到周围环境内的任何外部点之间提供高热导路径。

[0071] 热管还可被安装至基板16-4的附着至翅片16-5的一侧。热管将有助于沿着基板的横向热传导。热管还可以同时与翅片(翅片中用以装配热管的槽)和基板直接接触。来自基板的热量可以更容易横向地散布并同时散布到翅片。可以使用这样的热管结构来使基板的宽度延长,以在较大的区域上发热。热管将在周围环境内的系统的任何两个外部点之间提供高热导路径。

[0072] 图19示出这些金属结构组件如何提供从密封体积内的电子器件到外部环境的传导热流路径。密封相控阵列内的这些电子组件所产生的热量通过各热轨(例如,17-7a、17-7b、17-7c、17-7d等)而流动至基板16-4。基板16-4收集热量,并将热量传导地通过基板而传递至基板的相对侧。基板16-4的相对侧具有附着至基板的多个金属翅片16-5。来自基板的热量如热流19-4至19-7所示传导地流动至多个翅片中。翅片部分由侧面的保护罩19-3封闭。然而,与翅片16-5的位置相对应的相控阵列的底部和顶部对外部环境是开放的。因此,这些翅片暴露于外部环境,从而允许在翅片和外部环境的空气之间发生对流热流19-8。最佳地,翅片可被定向为与地球的表面垂直。随着翅片变得通过来自基板16-4的对流热传递而加热,来自这些翅片的热量经由对流热流而传递至翅片之间的空气。加热的空气上升并从相控阵列的顶部流出。这样得到真空,从而引入来自外部环境的较冷空气以进入垂直对准的相控阵列的底部。新进入的空气经历来自翅片的对流热流以抽取来自相控阵列的热量,并且从相控阵列的顶部发出。从翅片到翅片之间的移动空气的这种热交换过程从相控阵列提取热量。可以在空气流动路径内放置电风扇,以促使空气在翅片之间流动。这种空气流动增加了空气流动的速度,并且有助于在给定时间段内从翅片提取更大的热量。进一步在图20中示出包含腔A的虚线方块19-1。

[0073] 在图20中,在一个实施例中,腔A填充有双面的服务电路板20-2,其中该服务电路板20-2安装有集成电路以及分立组件20-3和20-4及类似的组件。服务电路板20-2由金属RF

屏蔽件20-1封闭,以保护敏感电子器件免受相控阵列的天线所发出的RF能量的影响。屏蔽件附着至模块金属支撑件。服务电路板所产生的热量沿着路径20-6流动,并且与主板所产生的热流17-5合并。来自模块电路板的热流17-6在模块支柱内流动。热流20-6、17-5和17-6由热轨收集为热流17-7a。热流17-7a沿着热轨16-3传递至基板16-4。来自热轨的热流沿着并通过基板传递至多个翅片。例如,来自基板的热流19-5流动至翅片16-5。同样,另一热轨中的热流17-7c是由于来自服务板、主板和模块电路板的热流的组合。热量被传递至基板和多个翅片(例如,19-4)。然后,这多个翅片传递来自基板的热量,并将热量对流地交换给空气。

[0074] 图21描绘了中间热轨的移除,从而使腔放大。较大的腔A-B允许在腔内插入较大的电路板。如图22中所描绘地,在虚线矩形21-1内示出填充有电路板的这种腔的示例。服务板现在跨相控阵列的宽度而伸展,并且在一个实施例中在电路板的两面上所安装的分立组件中具有多个集成电路。整个电路板被RF屏蔽件所包围,以防止来自天线的RF辐射干扰服务电路板上的集成电路和分立组件电路的操作。如热流17-7c和17-7d那样,服务电路板、主板和模块电路板所产生的热量在热轨中组合。来自热轨的热量流动至基板16-4,并且沿着基板传递到附着至该基板的多个翅片(例如,19-4至19-7)。多个翅片将热量传递至翅片之间的空气。

[0075] 参考回图21,包含线C-C'的平面的垂直视图21-2在图23中呈现。基板16-4与热轨23-1至23-5一起呈现。将中间热轨分段为三个部分23-2、23-3和23-5。缺失中间热轨的位置限定了腔A-B的产生,而存在第三中间轨的位置限定了腔A和腔B的形成。较大腔A-B内所形成的电路板用于以在腔A和腔B的单独腔中所形成的电路板之间传递信号。基板底部的较低矩形和三个开口用于相对于相控阵列内的电子器件传递信号的管道。

[0076] 热管可以连接在一个热轨至另一热轨之间、或者模块金属支撑件12-1和热轨其中之一之间。例如,热管可以用于将热轨23-3连接至热轨23-2(热轨23-3至热轨23-2包括与模块金属支撑件12-1相接触)、或者将热轨23-1连接至热轨23-2。热管将在密封系统的任何两个内部点之间提供高热导路径。

[0077] 图24描绘了在将模块电路板和垫片附着至模块金属板的底面之后的完整模块24-1。垫片可以将模块电路板与模块金属板电气隔离。然而,垫片具有高的热系数,并且将电路上的电路组件(特别是PA)所产生的热量传递至模块金属板。组装后的模块包括两个交叉极天线、以及至少一个I/O连接器。模块24-1用作用以构造相控阵列的构建块。图24示出相控阵列所用的模块的另一实施例。模块金属板24-2具有金属延伸24-3。金属延伸提供了大的接触区域,以使热阻抗最小并且提高来自模块金属板的热排出。为了描述其它形式的模块设计和组装信息、模块的电气特性和结构特性、以及模块相控阵列的其它组件,请参见Robert Frye、Peter Kiss和Josef Ocenasek在2015年7月22日提交的美国临时申请62/195,456“Modular Phased Array”,其公开内容通过引用而全文并入于此。在下一个图中呈现24-1的剖视图。

[0078] 图25示出与模块金属板垂直的平面中的模块的剖面侧视图25-2的另一实施例。包括段1-8和1-9的右侧交叉极天线在孔8-1上方的段的交叉点处对准。孔8-1包含模块金属板24-2中所形成的孔与垫片3-1中的孔、以及模块电路板中的孔的对准。孔8-1在位于模块金属板一侧的天线的引线及安装在位于模块金属板另一侧的模块电路板(PWB)上的PA的输出

引线之间产生开口。可以使用金属互连8-2(绝缘的或裸露的线)来将PA的输出引线连接至天线的输入引线。线和孔具有适当的尺寸以产生特征在于约50ohm的阻抗的同轴电互连,但是可以使用替代值来设计其它阻抗值。在一个实施例中,金属互连被焊接至PWB的顶面上的引线,金属互连的另一端被焊接至天线的引线。在一端或两端连接金属互连的其它方法是可用的,其将适合作为本发明的主题的替代实施例。示例是压接连接器、插头和插座连接器、叶片连接器等。

[0079] 可以使用RF屏蔽件来屏蔽与相控阵列内的PWB相关联的一些或全部电气组件。相控阵列的电气系统(天线、PA输出引线)产生可被附近的电子组件拾取的大量电磁辐射。RF屏蔽件是定位在这些电气组件附近以将这些组件与杂散电磁辐射隔离的金属覆盖物。RF屏蔽件试图形成电气组件(未示出)的封闭环境。RF屏蔽件阻止电磁辐射干扰其它电气组件的正常操作。

[0080] 包括段1-7和1-2的左侧交叉极天线以相同的方式电气耦合至模块电路板4-1。模块电路板4-1具有与垫片3-1相接触的暴露铜层。在电路板的相对侧,表面填充有至少一个PA 8-3、集成电路8-4、分立组件、以及至少一个I/O连接器。垫片是柔性材料,并且有助于补偿制造步骤由于通孔等而引起的制成PWB的接地平面侧上的任何非均匀高度变化。本发明的其它实施例可以完全消除垫片。例如,PWB的接地平面金属可以使用用以将两个零件保持在一起的紧固件(螺钉、螺栓等)、或者使用糊剂、粘接剂或金属胶等,来连接至模块金属板。

[0081] 在本发明的另一实施例中,PA可以直接附着(未示出)至模块金属板24-2。在一个实施例中,PWB可以具有PA的集成电路可插入并直接附着至模块金属板的开口。PA所生成的热量将会使热量通过集成电路直接传导至模块金属板。PA的集成电路可以使用导热胶或糊剂而胶粘至模块金属板。引线接合或带附着可以使PWB和PA的输入/输出焊盘之间的电信号耦合。PA的输出端子可以经由孔8-1而连接至天线。模块金属板24-2具有金属延伸24-3,其中该金属延伸24-3暴露了大的金属接触区域。该金属接触区域可以用于传递来自模块金属板的热量。

[0082] 在本发明的另一实施例中,组件还可以安装到PWB 4-1的上侧(参见图25),其中该PWB 4-1通常与导热垫片相接触,导热垫片转而与模块金属板的底部相接触。接地平面3-1通常在PWB的这侧形成,但是接地平面中的多个开口可被设计为允许将这些组件安装到PWB的上侧。另外,模块金属板可以在与这些组件对准的模块金属板中具有相应的多个切出区域。一旦PWB附着至模块金属板,切出区域就针对这些组件提供空间,使得PWB的接地平面的上侧经由导热垫片或者如前所述的热传导层的任何其它手段来与模块金属板的底部相接触。

[0083] 图26并排地呈现了两个分离模块24-1的立体图。图27示出两个模块24-1放置在一起以形成组件模块27-1。图28示出与主板28-1的另一实施例相关的组件模块27-1的立体图。主板将中频(IF)信号和本地振荡器(LO)信号传送至多个组件模块。组件模块的I/O连接器4-2与位于主板28-1上的配合接口11-2对准。配合接口11-2是公连接器,而I/O连接器4-2是母连接器,这些公/母连接器可以互换。一旦I/O连接器与主板上的配合接口相配合,模块电路板就可以接入分配在主板上的IF/LO网络。主板28-1还具有沿该板的大部分长度延伸的大切出开口28-3。如稍后将要描述的,切出开口提供了在组件模块和相控阵列的底板之间形成低热阻路径的可能性。在一个实施例中,切出开口沿着主板的大部分延伸,从而允许

主板被制造为单个电路板,而不是被制造为两个或更多个电路板。被制造为单个电路板的主板确保相对于沿着主板的所有模块传播的所有IF信号和LO信号所经历的电气特性经历相同的电气环境。将主板分段为两个或更多个电路板增加了被呈现给传播的IF和LO信号的电气轨迹的电气性质的不匹配。电路板之间的电气特性的不匹配可能影响被称为“同步飞行时间”的重要参数,这是不期望的。为了讨论同步飞行时间,参见Mihai Banu、Yiping Feng和Vladimir Prodanov在2012年6月7日公布的美国专利公开2012/0142280“Low Cost, Active Antenna Arrays”中的详细描述,其公开内容通过引用而全文并入于此。

[0084] 图29呈现了与主板28-1和组件模块27-1相关的热传递杆29-1(亦称为间隔件或支柱)的放置的立体图。热传递杆是金属的,并且针对来自模块金属板的热量提供低热阻抗路径。热传递杆的顶面被定位成与同模块金属板24-2的金属延伸24-3相关联的金属表面进行低热阻抗接触。图30示出固定至基板16-4的主板28-1和热传递杆29-1。基板转而连接至翅片16-5。在图31中,组件模块27-1(通过电气、物理和热的方式)附着至热传递杆29-1。热传递杆转而(通过电气、物理和热的方式)连接至基板16-4。连接至基板的散热翅片16-5提供大表面区域。该大表面区域用于将热量从翅片对流地传递至翅片之间的空气。模块电路板上的电气组件所产生的热量被传递至模块金属板。热传递杆在模块金属板和基板之间提供了低热阻抗路径。组件模块27-1连接至热传递杆29-1。热传递杆被设计为具有垂直于基板16-4的高度,以确保在模块金属板24-2和基板之间形成的腔的大小足以包含主板28-1并且允许将各模块的I/O连接器4-2插入主板的配合接口11-2。切出开口28-3允许热传递杆29-1穿过主板28-1并且与基板16-4直接接触,以在模块金属板和翅片之间进行高效的热传递。

[0085] 各模块金属板24-2通过紧固件(未示出)附着至热传递杆29-1。这些紧固件可以是螺钉、螺母和螺栓、快速释放销等。用于将模块金属板附着至热传递杆的紧固件确保这两个组件之间发生热连接和电气连接这两者。热连接将连接至模块金属板的电气组件所产生的热量传递至基板和翅片。热传递杆29-1、基板16-4和散热翅片16-5由单独的零件组装而成,并且可以通过紧固件或胶而连接在一起。电气连接确保模块金属板的金属结构和底板处于相同的电压电位。模块金属板可以连接至电压供给(例如,地电位),并且用作安装在模块金属板上的天线的接地平面。然而,热传递杆29-1、基板16-4和散热翅片16-5中的两个或更多个的结构可以由单个连续(contiguous)金属组件形成。使所有这三个组件形成为一个单元将会消除两个接口:热传递杆和底板接口、以及底板和散热翅片接口。消除一个或多个接口改进了跨这些被消除的接口的热传递和电气特性。接着呈现沿着箭头31-1的方向的剖视图。

[0086] 图32示出组装的相控阵列的剖视图31-1。天线安装至模块金属板,而热传递杆29-1将模块金属板连接至基板16-4。模块电路板4-1可以经由垫片或其它连接方法而连接至模块金属板的底面。将电路板附着至金属板的其它形式已经在前文中提到,并且可以包括直接接触、胶、或紧固件。主板28-1利用垫片32-1或者如前文所提及的其它类似连接方法、通过热和电气的方式连接至基板。主电路板内的切口允许中间热传递杆通过热和电气的方式使模块金属板与基板相接触。热传递杆还提供了用以将模块金属板连接至基板的物理结构。模块电路板通过由与配合接口相配合的I/O连接器形成的连接器,来电气连接至主板。外部热传递杆29-3将模块金属板的另一面连接至基板16-4,并且支撑该另一面。热传递杆使从模块电路板流向连接至基板的翅片的热量的热阻抗最小。基板向相控阵列添加了其它

结构支撑,并在整个基板上分配从热传递杆接收到的热量。所分配的热量垂直地移动到基板中。热量垂直且横向地流动到连接至基板底面的多个翅片16-5。外部保护罩(如果使用的话)保护最外面的翅片。

[0087] 图33更详细地示出图32中的区域32-2,从而指示出从电路板上所安装的组件(集成电路、有源和无源元件等)通过各个结构组件而向下至翅片16-5的热流。示出多个翅片中的仅两个翅片。剩余的多个翅片(未示出)以相同的方式从基板排出热量。在正常操作期间,PA耗散大量热量。单个PA可以产生25W或更多的热量。具有100个各自需要PA的天线的相控阵列可以产生多达2500W。各PA所产生的热量需要通过低热阻抗路径从相控阵列排出到外部环境。这是用于实现低热阻抗的一个实施例。白色箭头指示通过形成相控阵列的结构组件的热流方向。各箭头的厚度(如果表示热流的大小)可以不按比例绘制。除了PWB板的层压层以外,大部分结构组件包括金属。例如,来自表面安装集成电路IC-1和PA的热流33-1和33-2在到达电路板的接地平面之前垂直于电路板4-1内的层压层而流动。垫片3-1确保电路板4-1跨该电路板的整个接地平面表面区域处于良好的热接触。作为替代,垫片可被替换为糊剂、粘接剂或金属胶等,或者通过紧固件(螺钉、螺栓等)而连接以将电路板保持至模块金属板。然后,热量通过电绝缘垫片3-1(如果使用的话)的低热阻抗而流动至模块金属板24-2。

[0088] PWB的层压层通常向热流提供高的热阻抗。这种大的热阻抗可以在PA封装的区域增加的情况下减小,以有助于在该较大区域上将热量散布出。另外,集成电路内的PA电路的实际布局还可被重新设计并布置在半导体的较大表面区域上。然后在半导体内的较大区域上将PA的功耗放大器级所产生的热量散布出,这将进一步有助于减少封装装置和模块金属板之间的PWB的层压层的热阻抗。

[0089] 模块金属板24-2将热流33-3引导至热传递杆,其中该热传递杆将热量33-6传递至基板16-4。热传递杆所捕获的大部分热量如热流33-6所示经由热传递杆而传递至基板(参见图33)。所有模块金属板的金属延伸24-3的底面基本上与热传递杆的顶面相接触。外部热传递杆的底面与基板的顶面相接触。然而,一个或多个中间热传递杆的底面可以具有沿着热传递杆的底面形成缺口的至少一个位置。热传递杆中的该缺口的大小可被设计为允许在两个外部热传递杆之间清楚地放置所选择的至少一个PWB。这种配电板可以是所选择的PWB其中之一。所选择的该PWB允许相控阵列内的多个主板经由单个配电板连接在一起。

[0090] 主板上的集成电路封装将其热量垂直地通过PWB而传递至基板16-4。例如,集成电路IC-2的热流33-4通过主板的电路板而流动至基板16-4。主板的暴露金属层可以与基板直接接触。由于主板所产生的热量比包括PA的模块电路板所产生的热量小得多,因此可以不需要垫片。来自热传递杆的热流33-6分成热流33-5和热流33-7。热流33-5示出来自基板所承载的热传递杆并且向剩余翅片16-5(未示出)移动的横向热流。

[0091] 相控阵列的一个实施例使用铝作为形成以下结构组件的金属:模块金属板、热传递杆、基板、翅片、以及保护罩,以减少成本和重量。但是其它金属也适合作为本发明的主题的替代实施例。具有大导热率的金属的示例包括但不限于铜、银、锌、镍、铁等。例如,金属合金可用于系统的构造。金属组件的厚度约为3000 μm ,以充分运送热量、提供结构完整性、使成本最小、并且使相控阵列的重量最小。如果重量不是问题,则可以使用超过3000 μm 的厚度,而小于3000 μm 的厚度在增加的热阻抗下提供较轻的质量。此外,可以分别单独地选择并

调整针对各金属组件所使用的金属的类型以及所使用的厚度,作为本发明的主题的替代实施例以实现针对单元实现期望的成本、重量、热抽取和强度的相控阵列。

[0092] 图34A示出组装相控阵列的一背视图,该背视图示出显示翅片16-5沿着如垂直箭头所指示的垂直定向连接至基板16-4的实施例。来自相控阵列的热量被传递至垂直翅片。随着翅片变热,翅片之间的空气变热并且向上流动。然后,空气离开相控阵列的顶部,并将热量带走到周围大气中。新鲜的空气从底部进入,并连续运送来自相控阵列的热量。图34B示出组装的相控阵列的一背视图,该背视图示出如下的另一实施例,其中在该另一实施例中,连接至基板16-4的翅片16-5相对于垂直箭头的定向与垂直方向成一角度进行旋转。翅片16-5可以与垂直方向成多个角度中的任一角度倾斜。来自相控阵列的热量被传递至以某个角度倾斜的翅片。随着翅片变热,翅片之间的空气变热并且使翅片之间的气流与翅片之间进行更多的接触,从而改进翅片和空气之间的热交换。正加热的空气向上并且向右移动从而离开相控阵列的右侧,并将热量带走到周围大气中。从翅片之间的相控阵列的左侧吸取新鲜的较冷空气,以继续热排出的过程。从右侧离开的被加热的空气消除了相控阵列所产生的热量。

[0093] 图35描绘了相控阵列的仰视图,该仰视图示出模块、主板和配电板。沿着顶部示出四个模块轮廓24-2a、24-2b、24-2c和24-2d。各模块通过连接器(未示出)而连接至主板。主板28-1具有开口28-3、以及用于将该主板连接至配电板35-1的连接器。主板28-1通过开口28-3分成两个长电路板部分,但是这两个长电路板部分通过电路板35-2的公共部分作为单个单元连接在一起。任意长电路板上所形成的轨迹的电气特性将是相同的,这是因为该长电路板同时被制造为单个单元。两个模块24-2a和24-2b形成组件模块24-1的一个实例。组件模块24-1的第二实例由模块24-2c和24-2d形成。模块的形状被设计为在并排放置时装配在一起。注意,可以通过在各列添加更多模块并且相应地使主板分别向上/向下扩展,来沿正/负Y方向增加相控阵列的大小。同样,如果需要,可以通过添加更多列模块并且使主板向右/左扩展并在主板中包括附加切口,来沿X方向增大相控阵列。

[0094] 图36呈现了主板36-2,其中电路板35-2的公共部分已被消除。该电路板可以通过远端的公共部分(未示出)而连接。在这种情况下,任意长电路板上所形成的轨迹的电气特性将是相同的,这是因为该长电路板被制造为单个单元。然而,其它实施例将允许沿着配电板35-1的顶部的四个分离的主板以及沿着配电板的底部的四个分离的主板。在这种情况下,各个主板将通过其自身的连接器而连接至配电板。

[0095] 尽管未示出,但图32中的相控阵列可以用天线罩来覆盖。天线罩是允许RF能量通过、同时用作外部环境中的天气条件的屏障的屏蔽件。天线罩附着至基板,从而形成包含天线、模块金属板和热传递杆的密封体积。腔可以在相控阵列内形成,并且这些腔可以用操作相控阵列所需的剩余电子器件中的大部分电子器件来填充。因此,相控阵列内的电子器件在相控阵列的密封体积内。天线罩内的密封体积保护所有电子器件免受恶劣天气条件,但是也形成密封容器。该密封体积防止有效地使用对流热量来与外部环境交换封闭电子器件所产生的热量。作为替代,通过使用相控阵列的金属结构组件所形成的传导热流来排出该密封部分内的电子器件所产生的热量。金属结构组件可被构造为单独的零件,这些单独的零件可以通过胶粘、焊接、铆接、型锻、或者通过使用螺母和螺栓而保持在一起。型锻是用于将两个零件压力装配在一起的槽钉系统,其中钉和槽配合在一起并且压力装配在一起。金

属结构组件的完整构造形成用于将来自电气组件的热量传递至相控阵列的外部翅片的金属骨架。在另一实施例中,一些或所有金属结构组件在系统中可被构造为单个连续单元,从而消除金属到金属接口。金属到金属接口可以不沿着其整个表面区域形成均匀的接触。这可以导致在该接口处形成气隙岛。这些气隙使跨接口的热流减少。移除这些金属到金属接口移除了气隙,并且改进了系统内的热传递。

[0096] 热管还可被安装至金属支撑件,以运送由PA以及相控阵列的电气组件所产生的热量。热管从金属支撑件吸收热量,其使密封容器中的液体蒸发、并在密封容器的另一端冷凝回液体,在该过程中释放热量。热管例如可以接触系统的密封部分内的模块金属板24-2。热管的密封容器的另一端可以延伸到密封系统的外部以将热量释放到周围环境中。热管将在密封系统的任何内部点到周围环境内的任何外部点之间提供高热导路径。

[0097] 热管还可被安装至基板16-4的附着至翅片16-5的一侧。热管将有助于沿着基板的横向热传导。热管还可以同时与翅片(翅片中用以装配热管的槽)和基板直接接触。来自基板的热量可以更容易横向地散布并同时散布到翅片。可以使用这样的热管结构来使基板的宽度延长,以在较大的区域上发热。热管将在周围环境内的系统的任何两个外部点之间提供高热导路径。

[0098] 其它实施例在所附权利要求书内。例如,诸如微处理器、DSP等的任何功耗集成电路组件可以利用模块接地板(Module Ground Plate)技术来将热量从PWB上所安装的组件引导走。另外,网络和便携式系统可以通过使用诸如时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、码分多址(CDMA)、正交频分复用(OFDM)、超宽带(UWB)、Wi-Fi、WiGig、蓝牙等的通信技术来无线地交换信息。通信网络可以包括电话网络、IP(互联网协议)网络、局域网(LAN)、自组织网络、本地路由器以及甚至其它便携式系统。

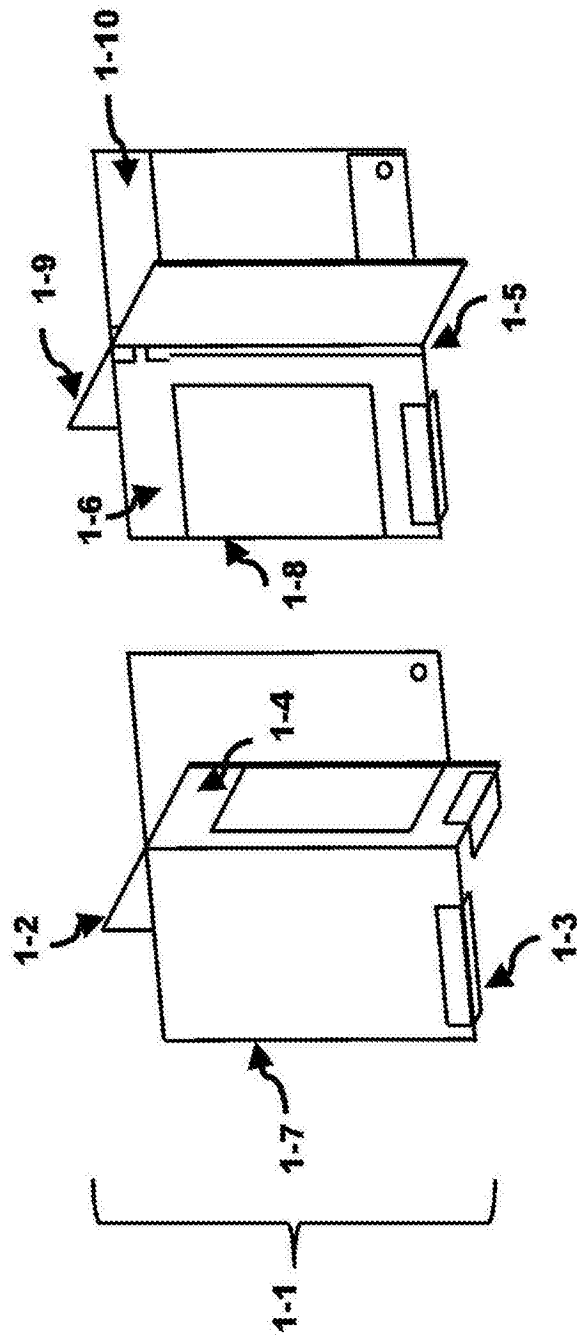


图1

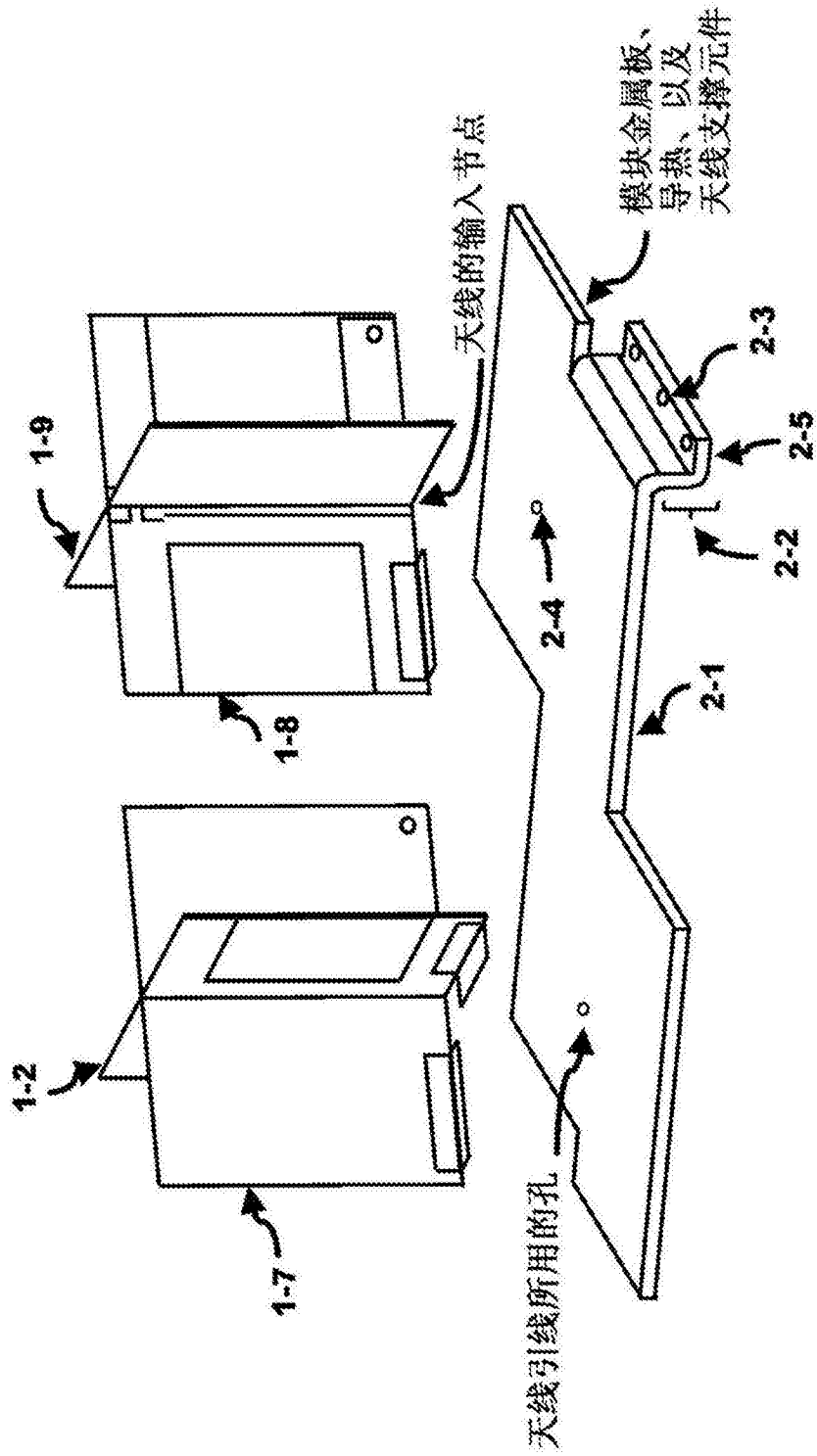


图2

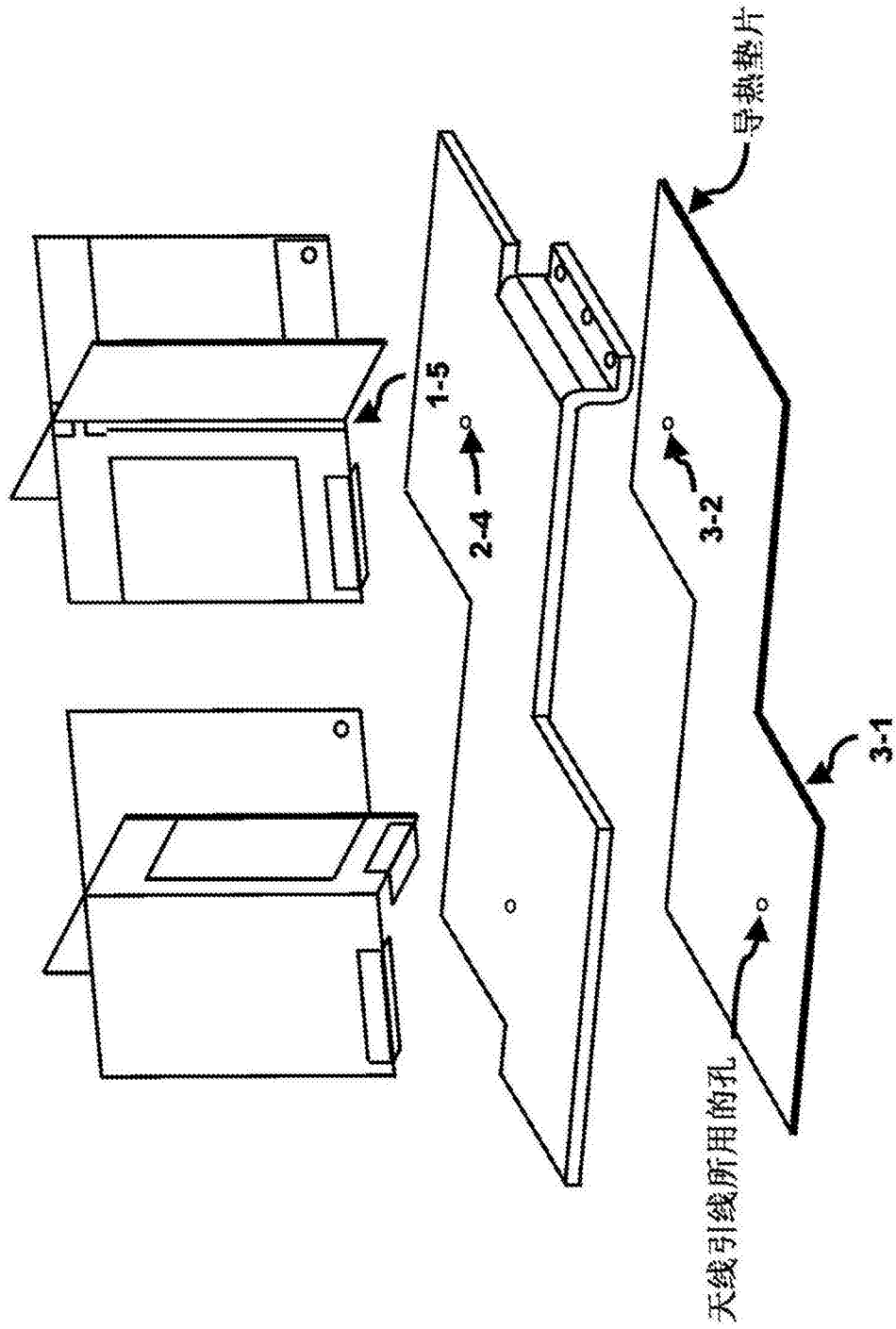


图3

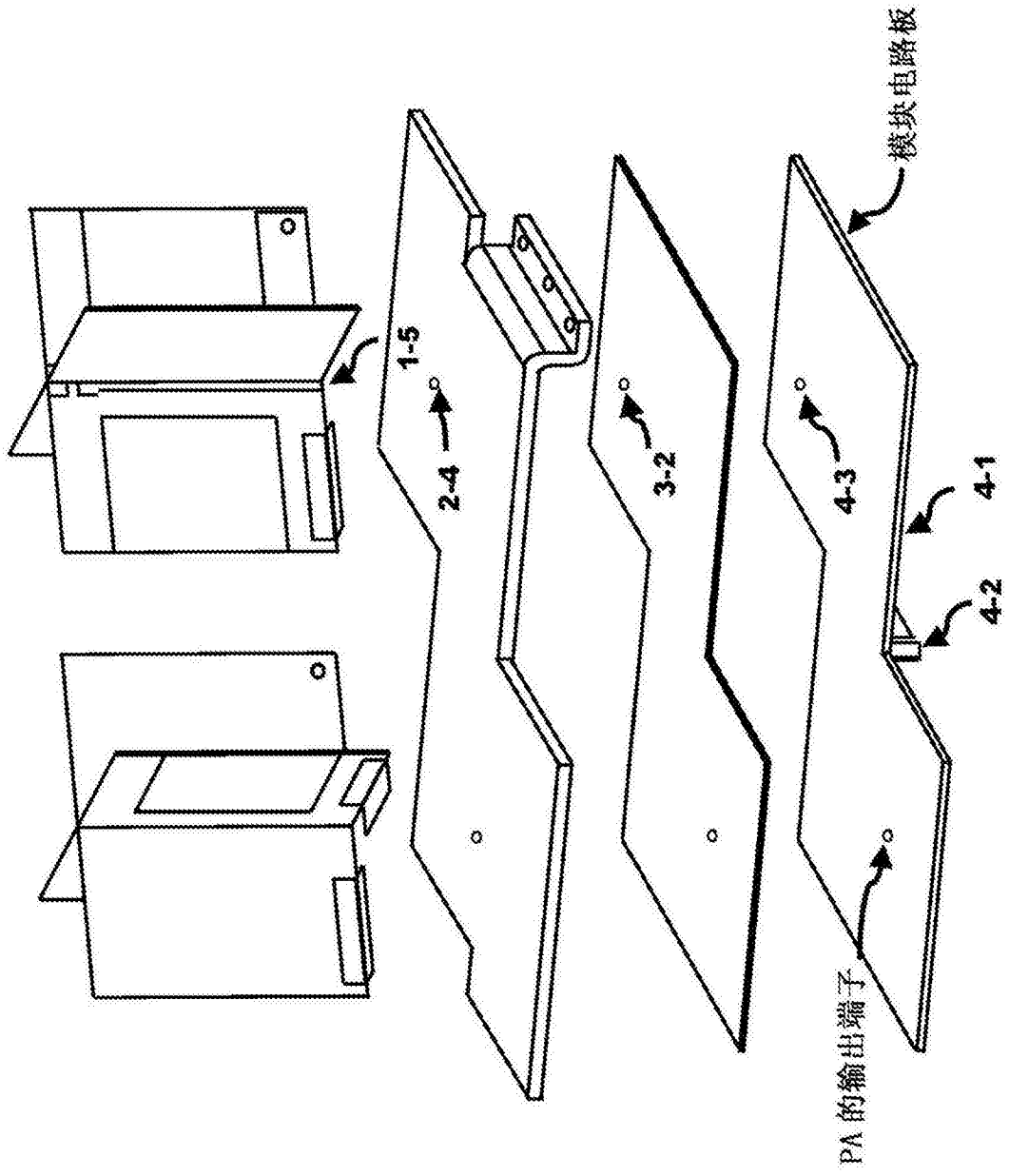


图4

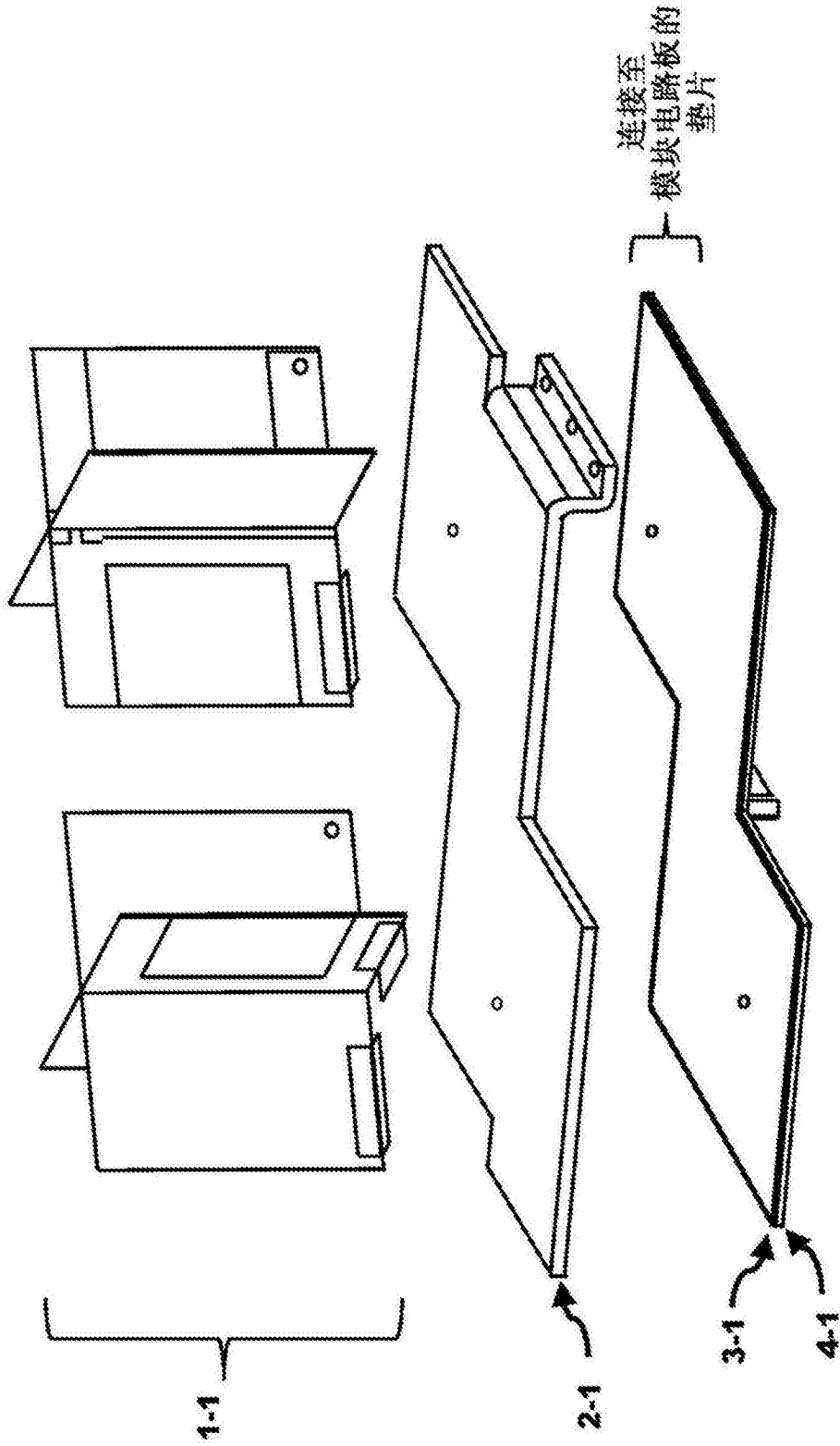


图5

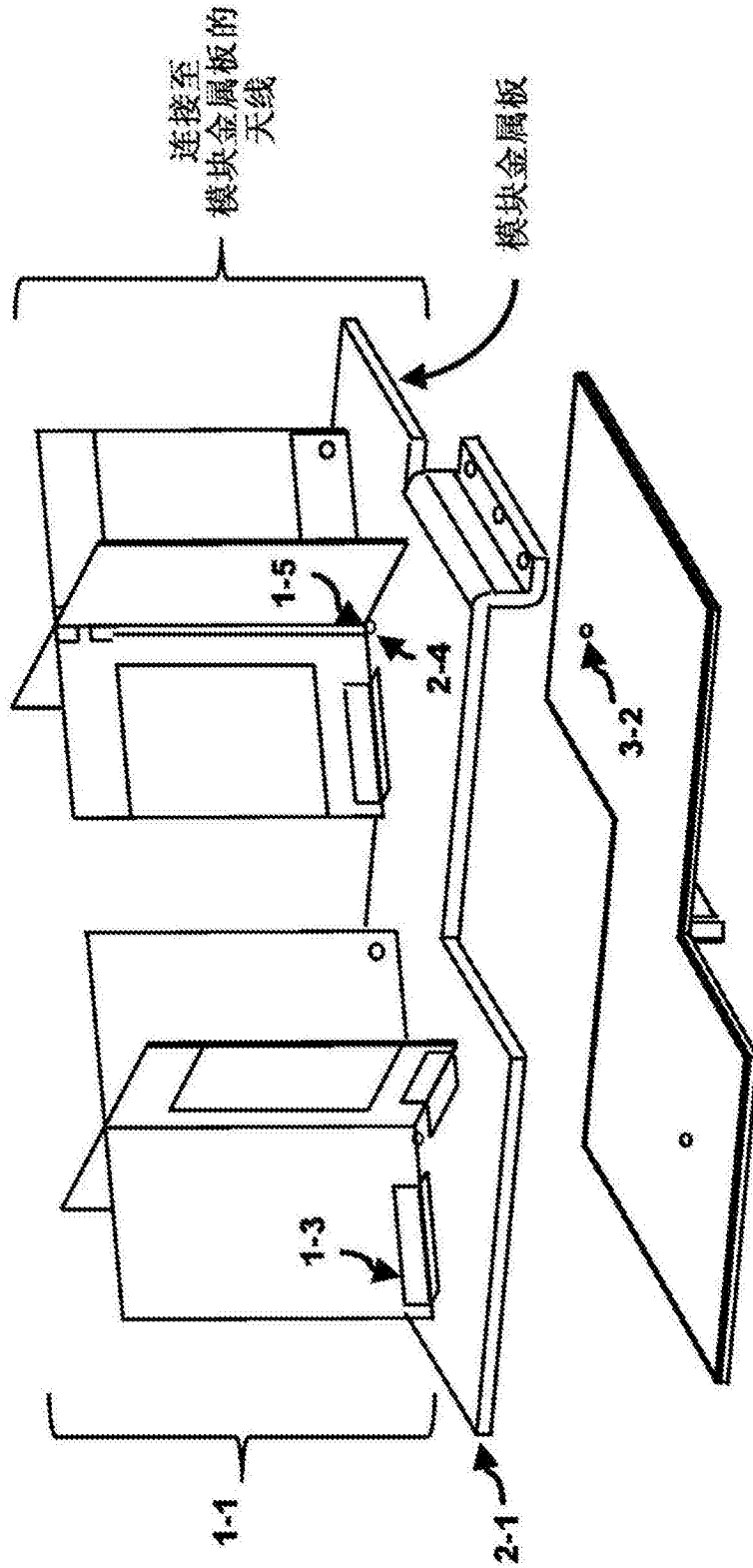


图6

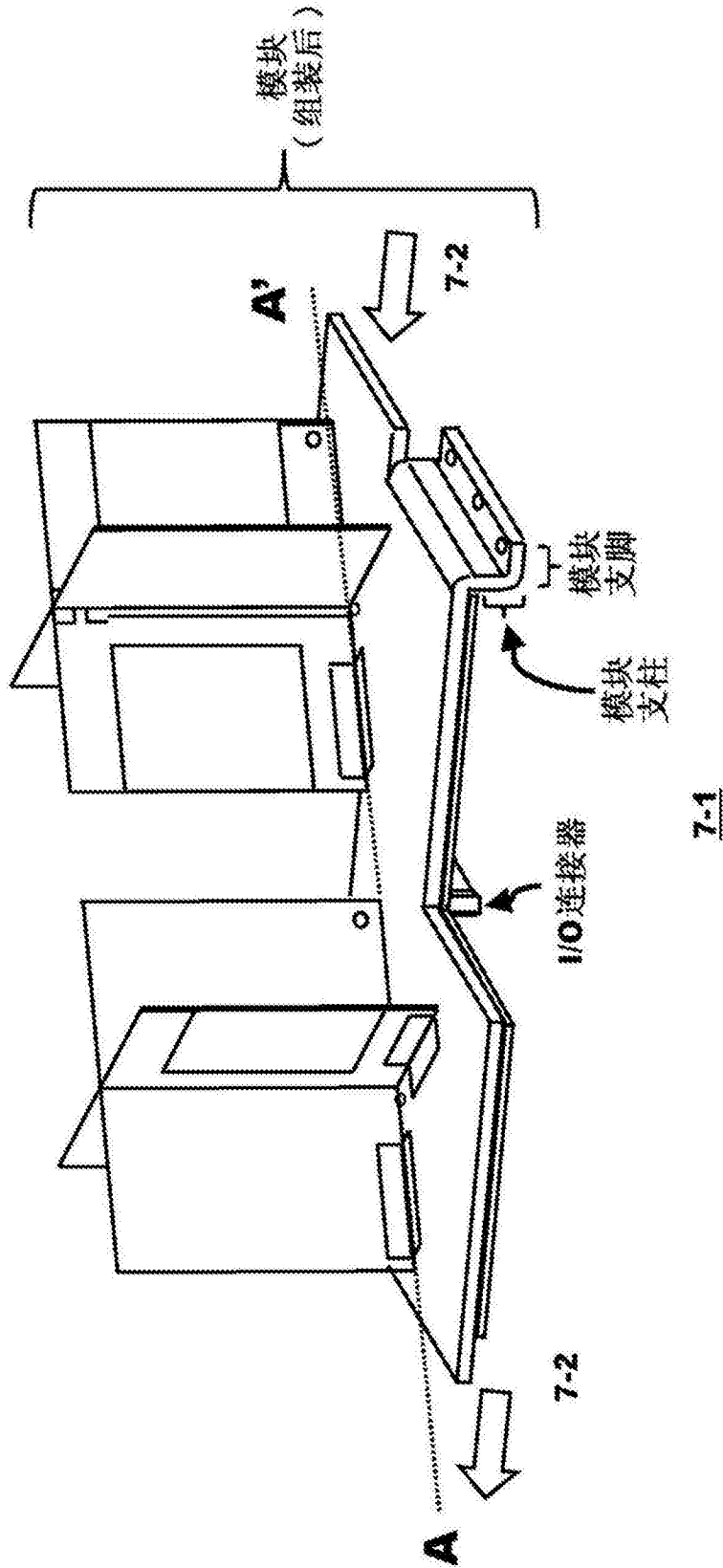


图7

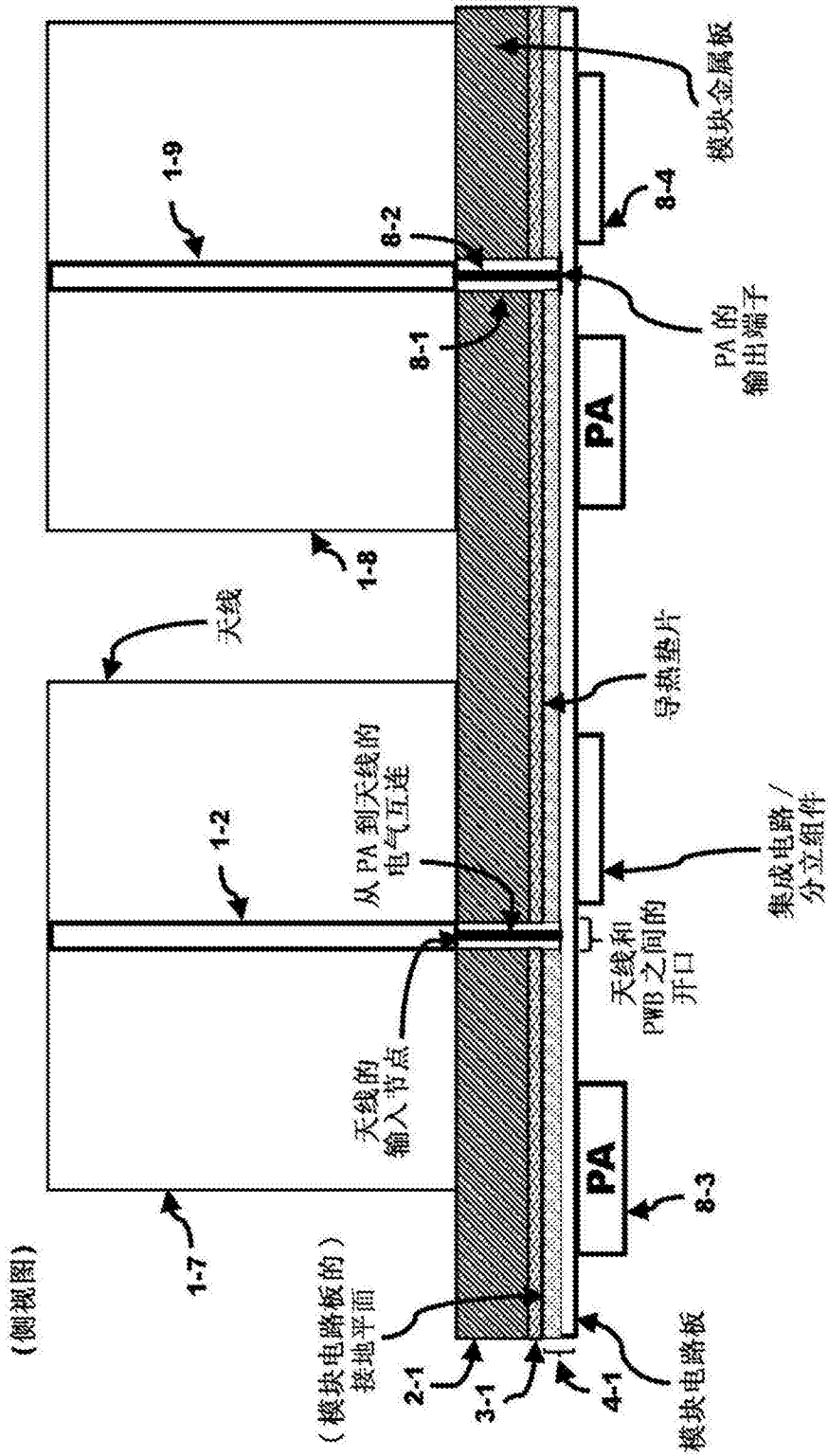


图8

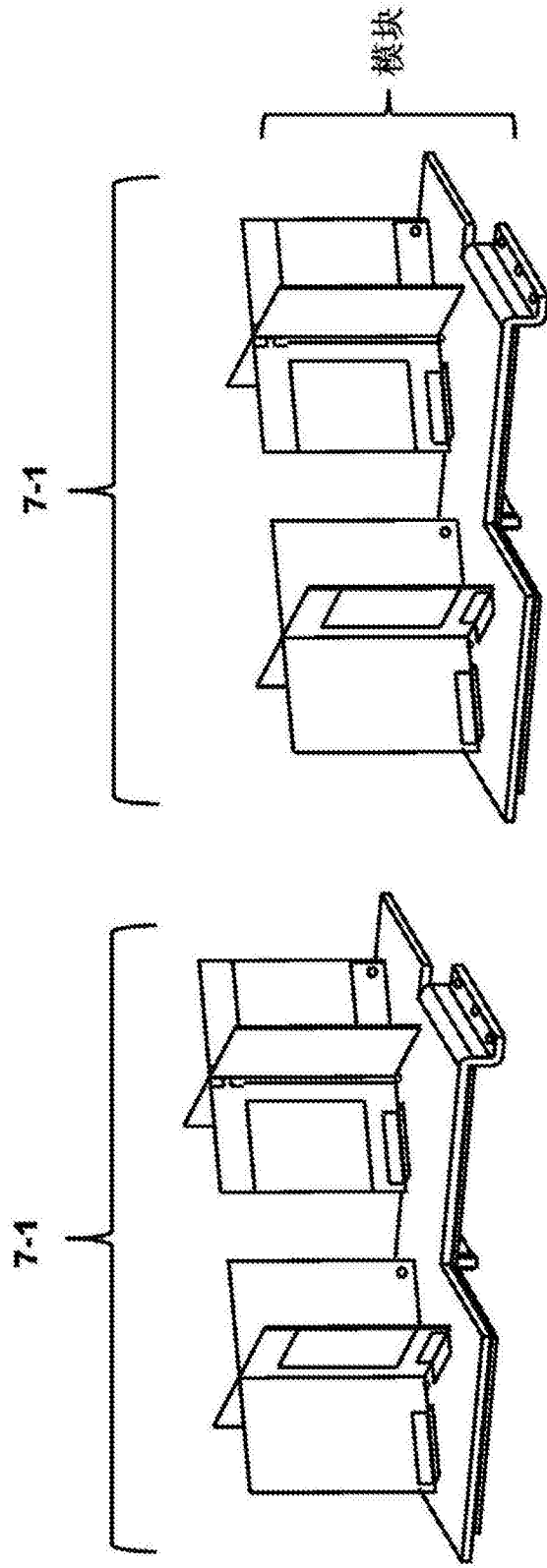


图9

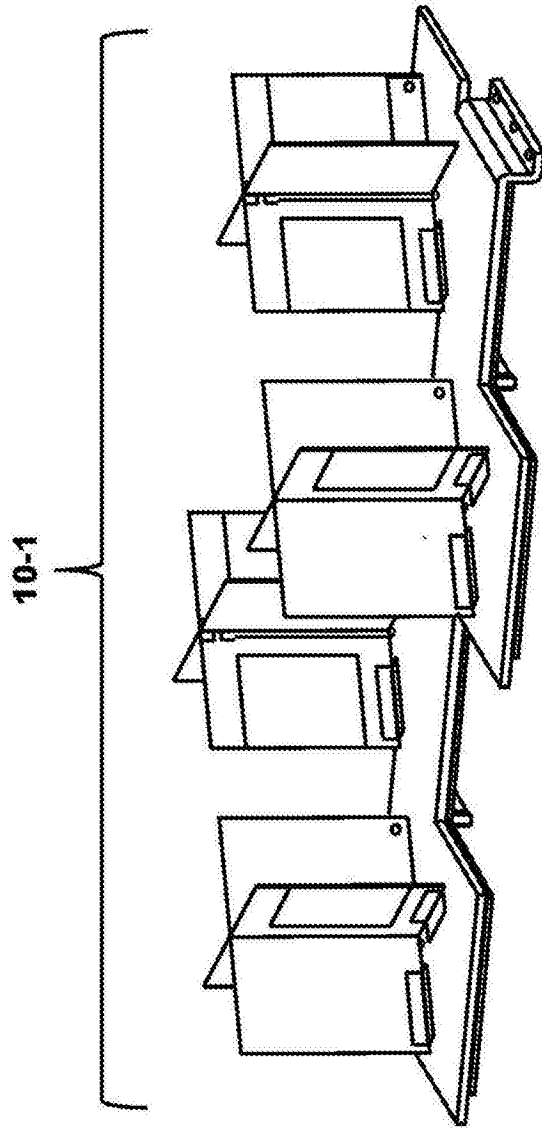


图10

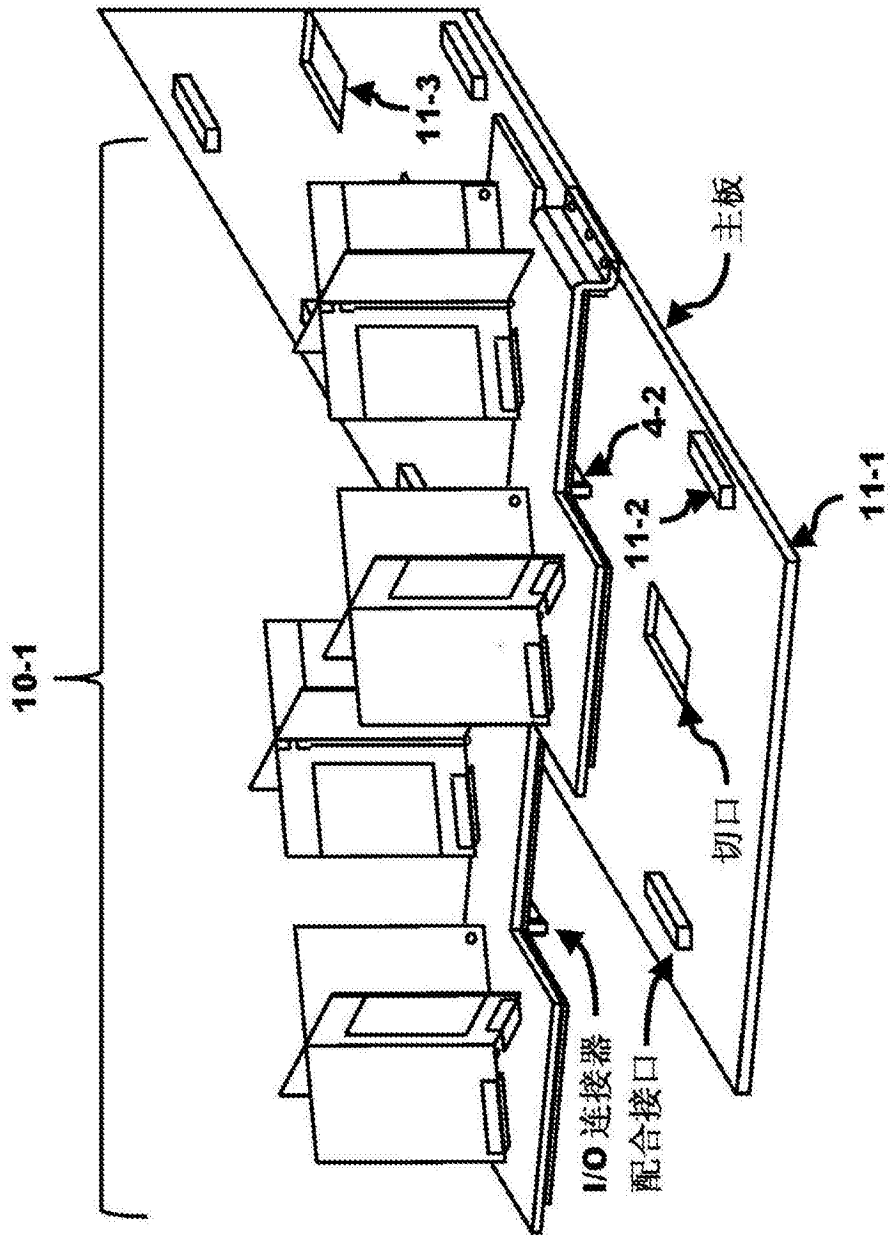


图11

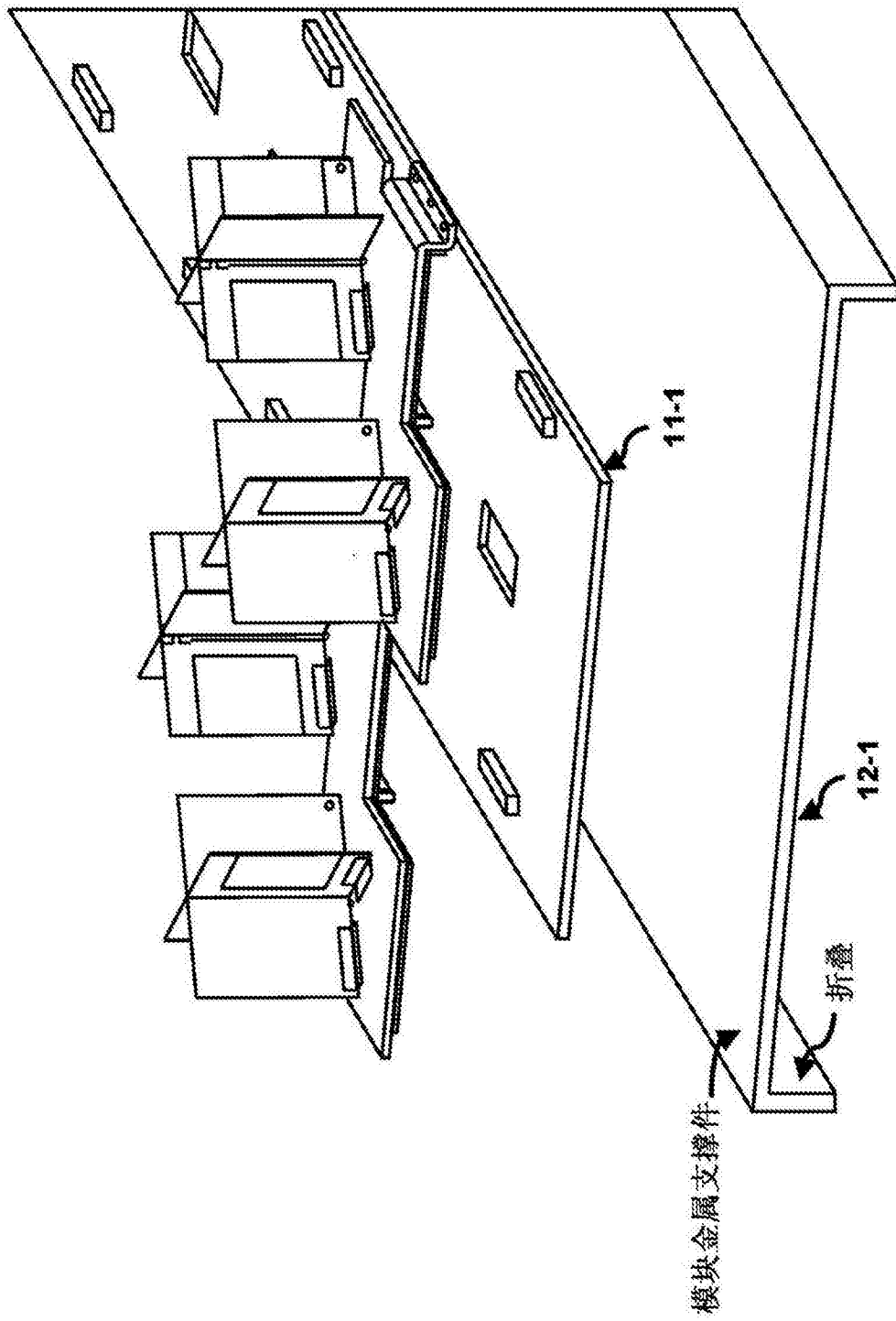


图12

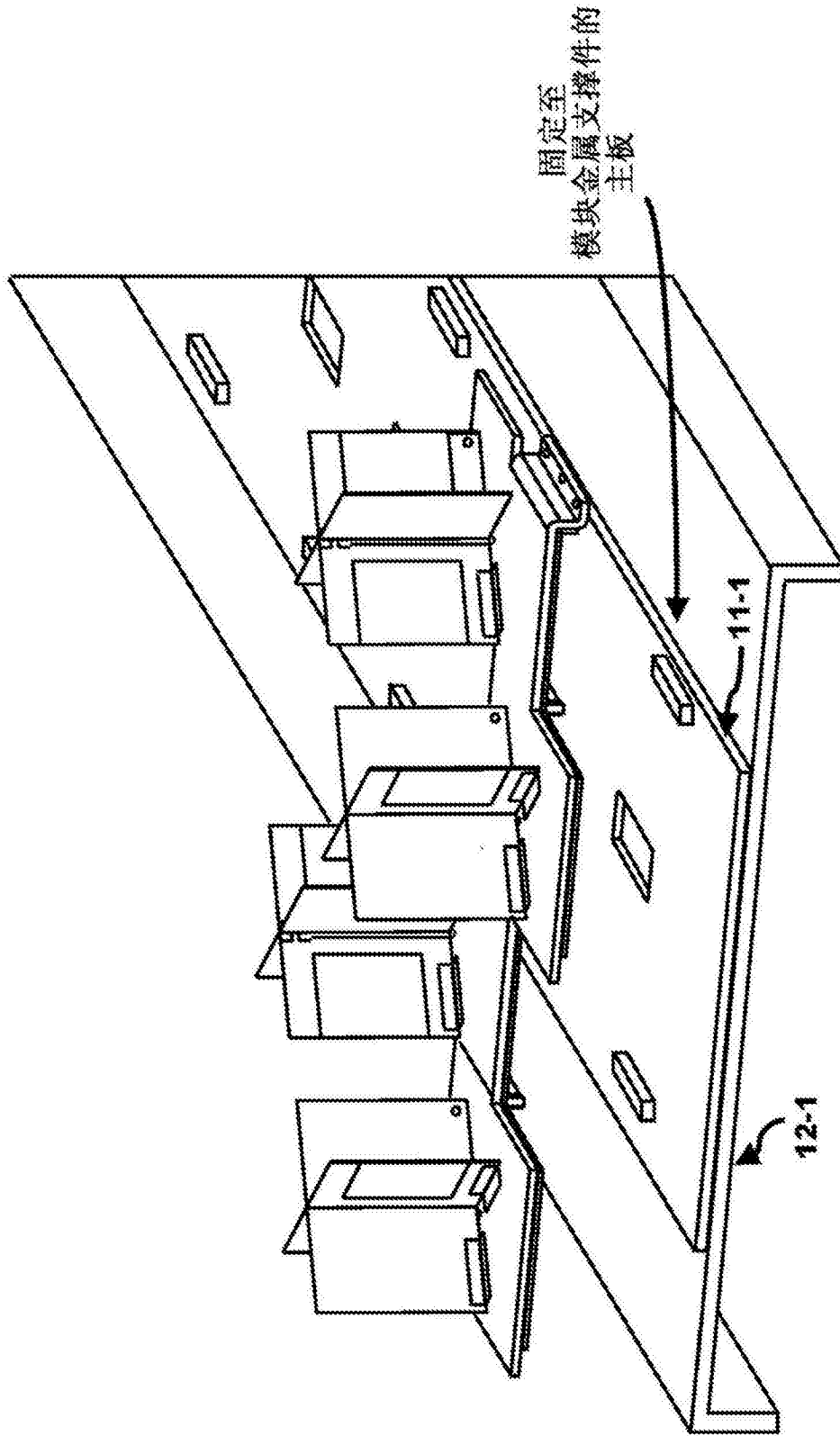


图13

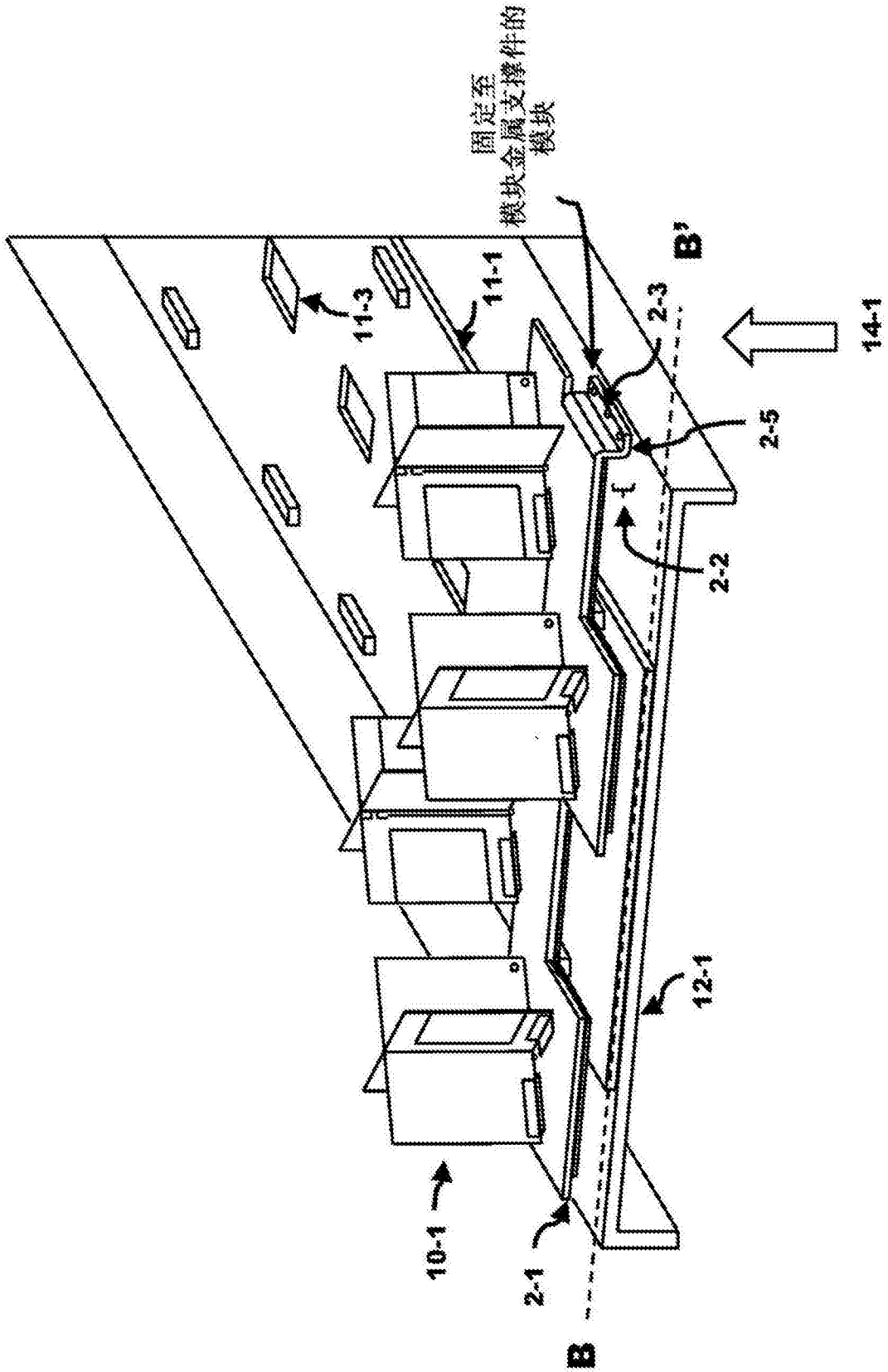


图14

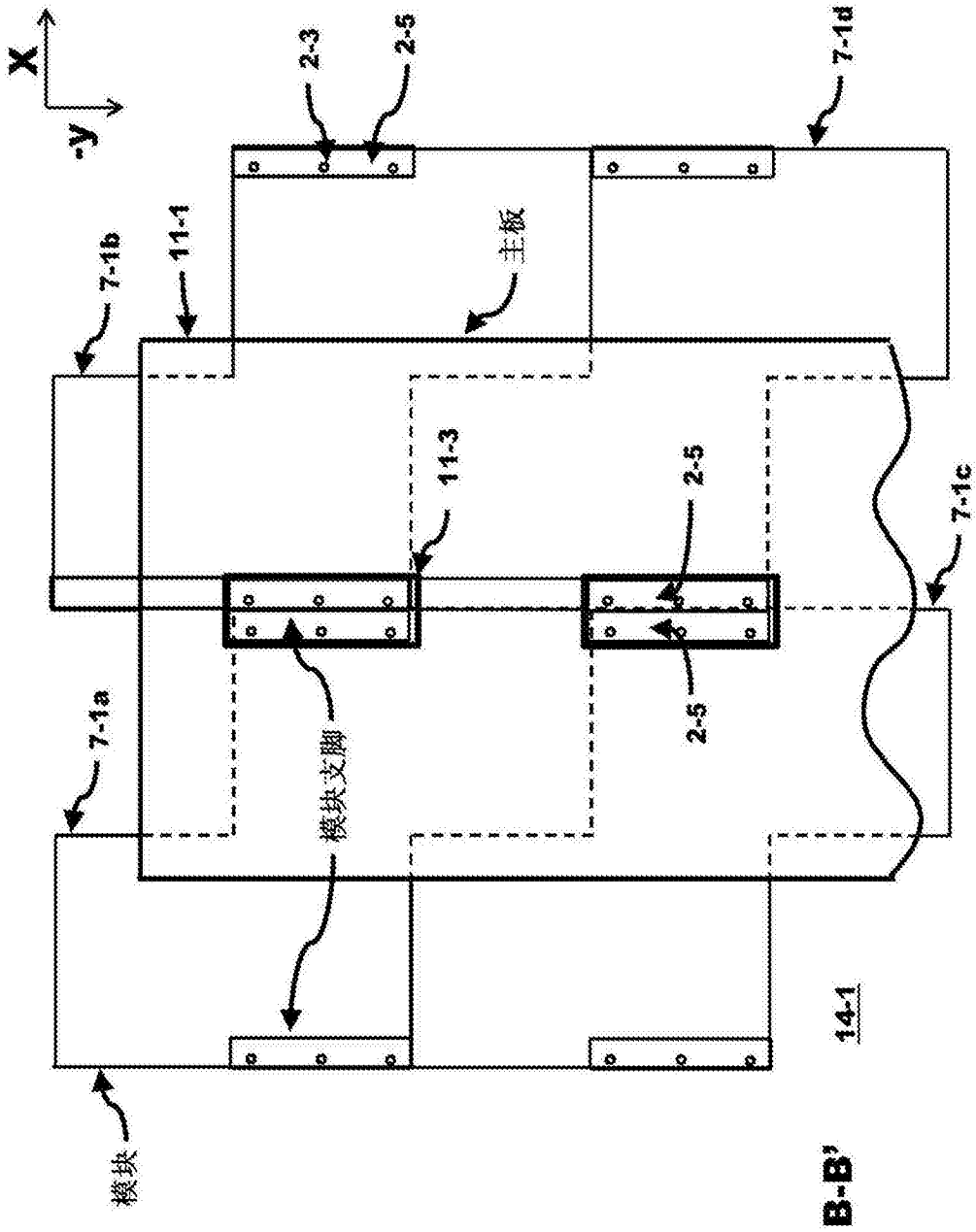


图15

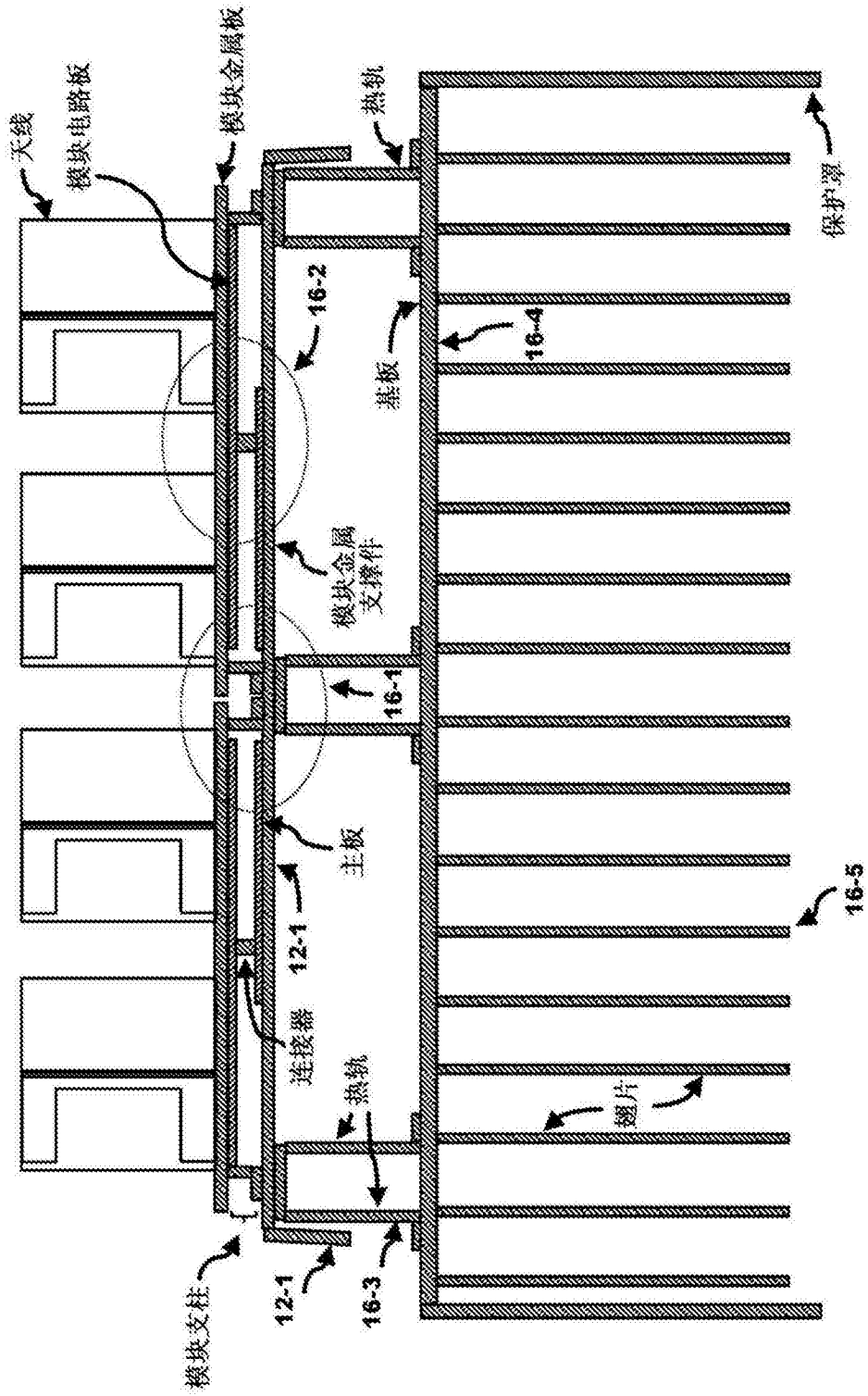


图16

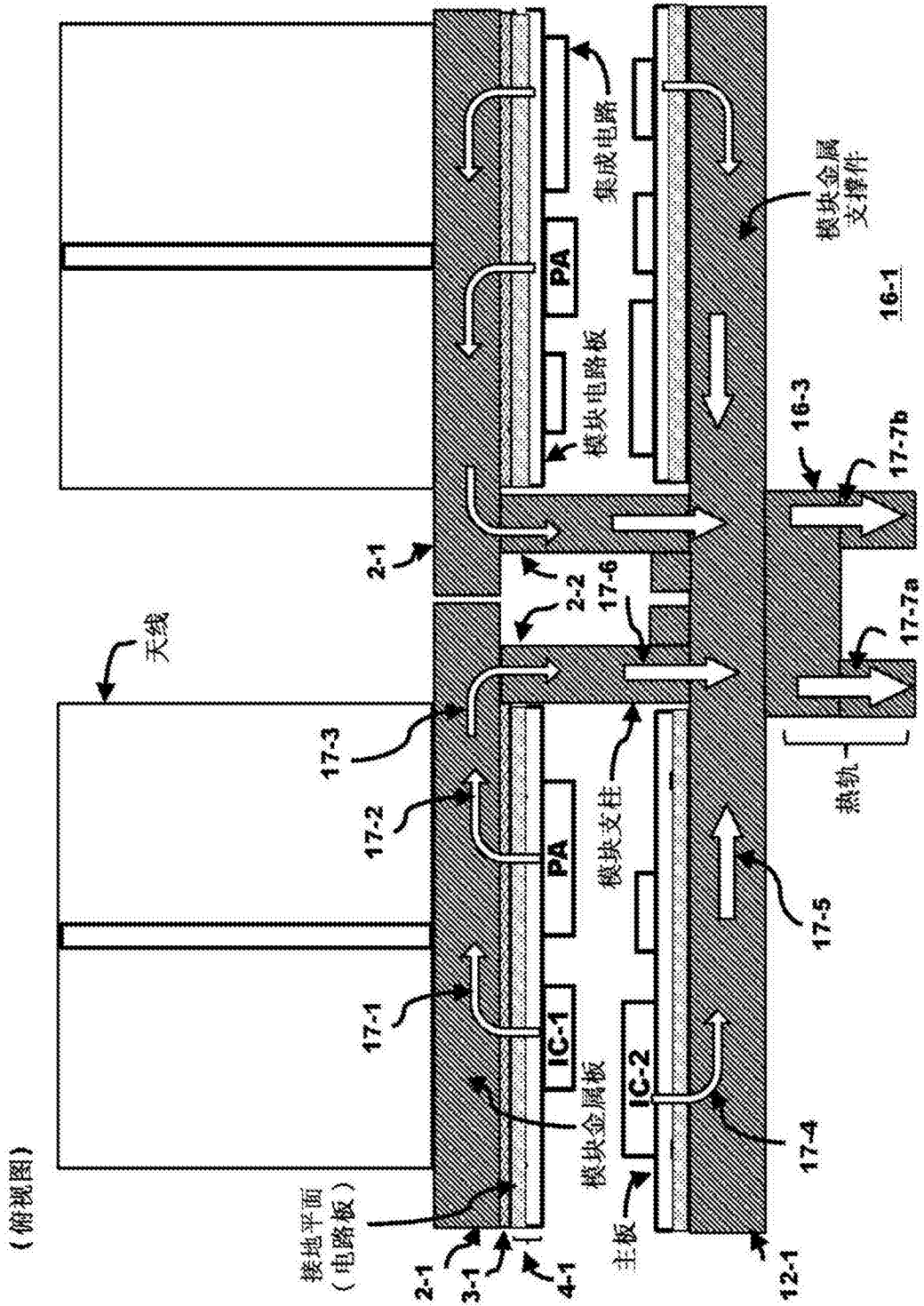


图17

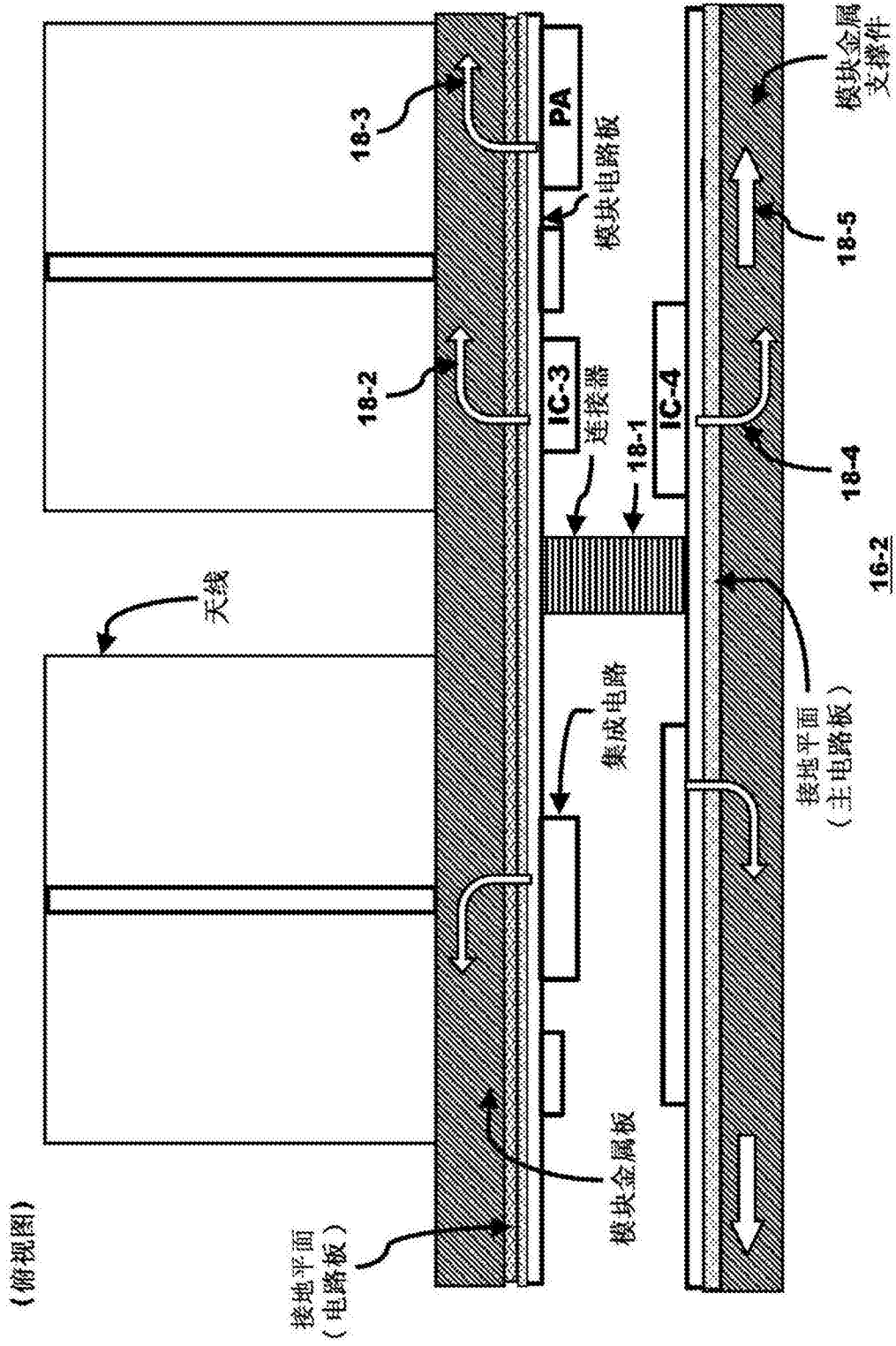


图18

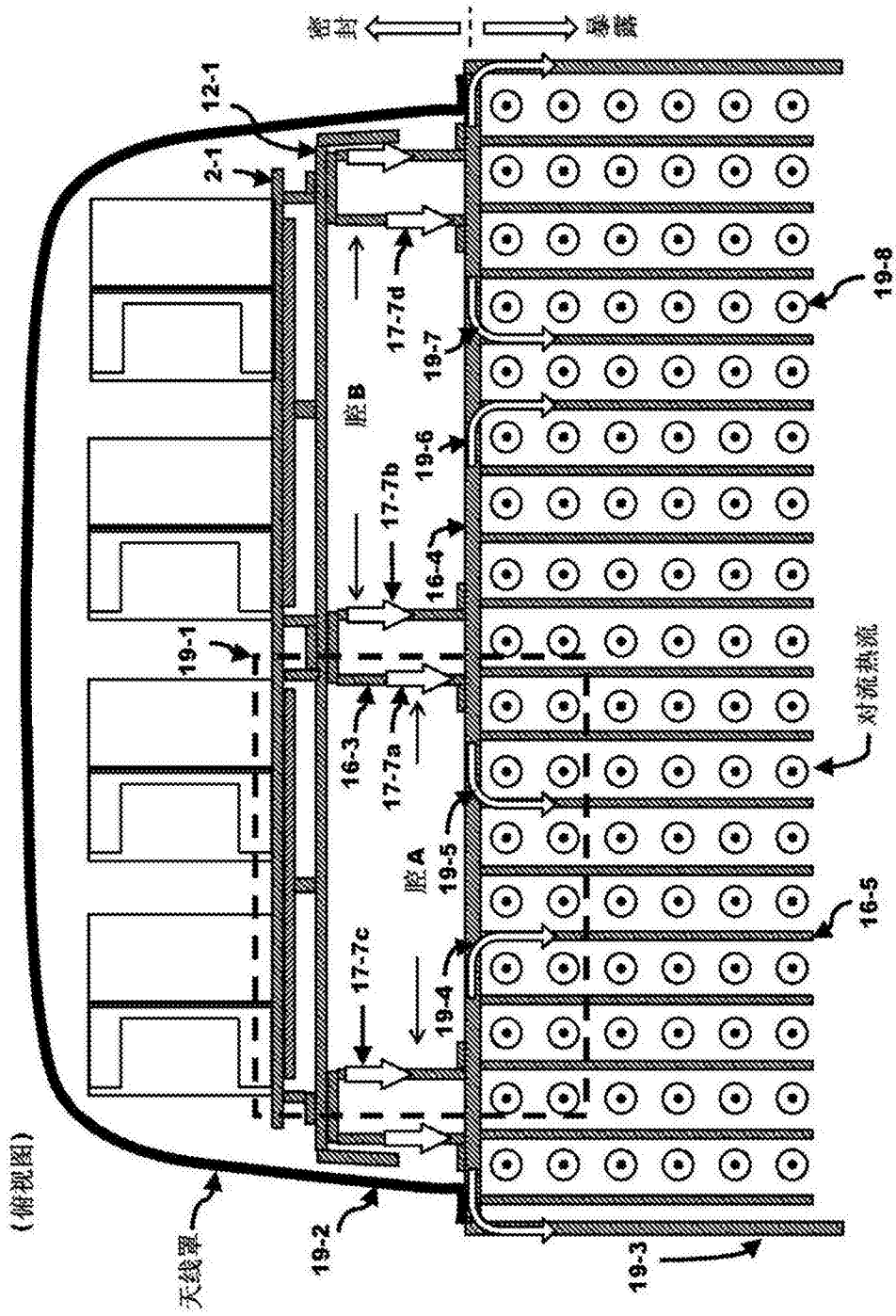


图19

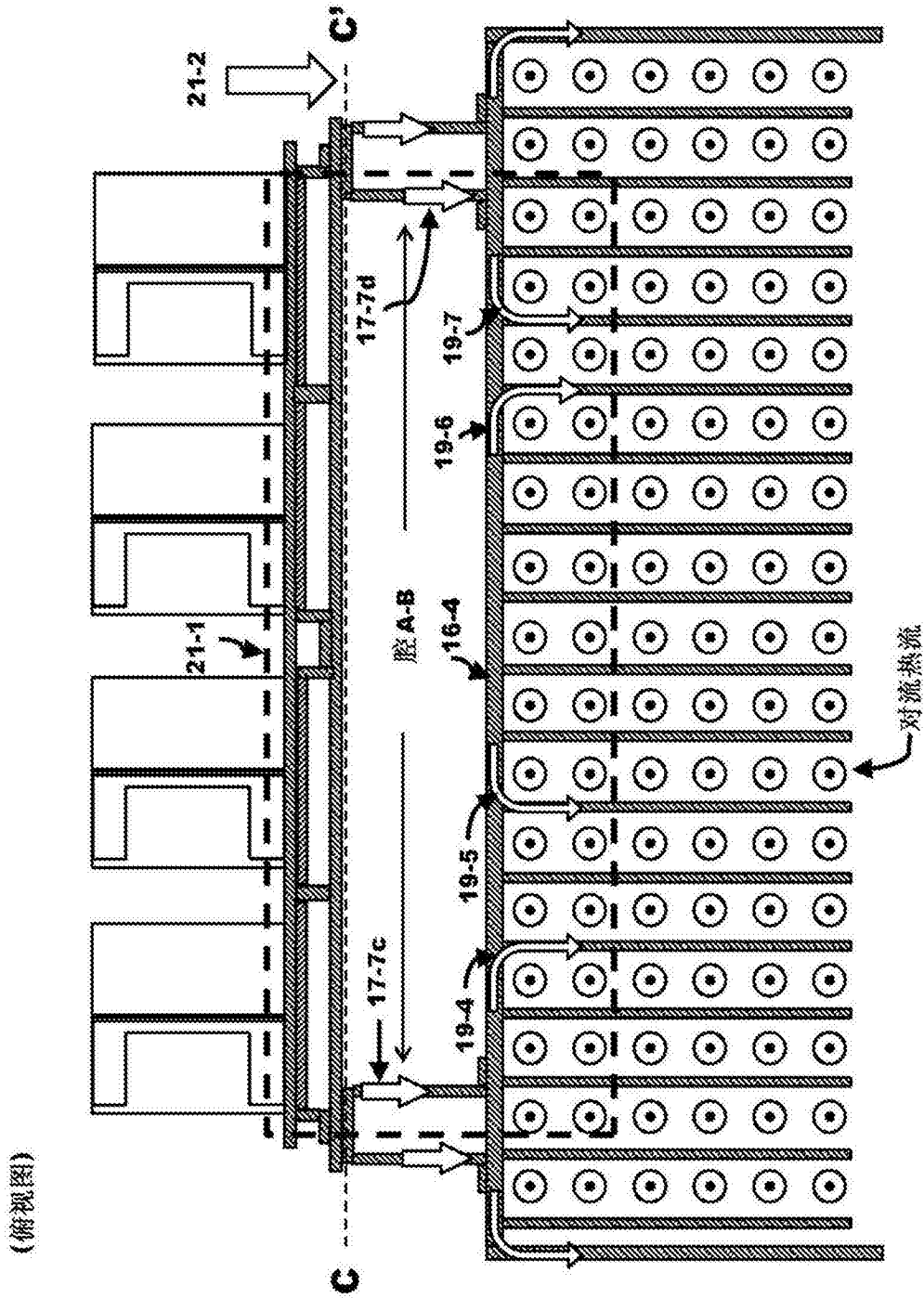
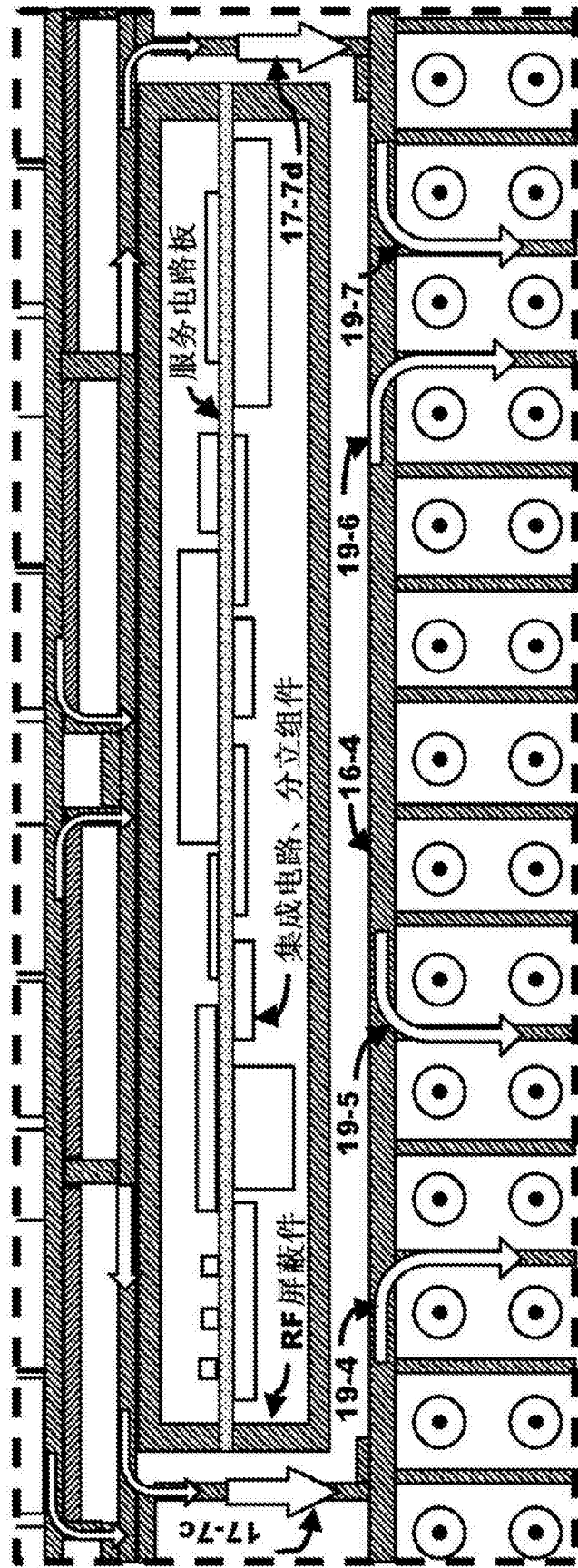


图21



21-1

图22

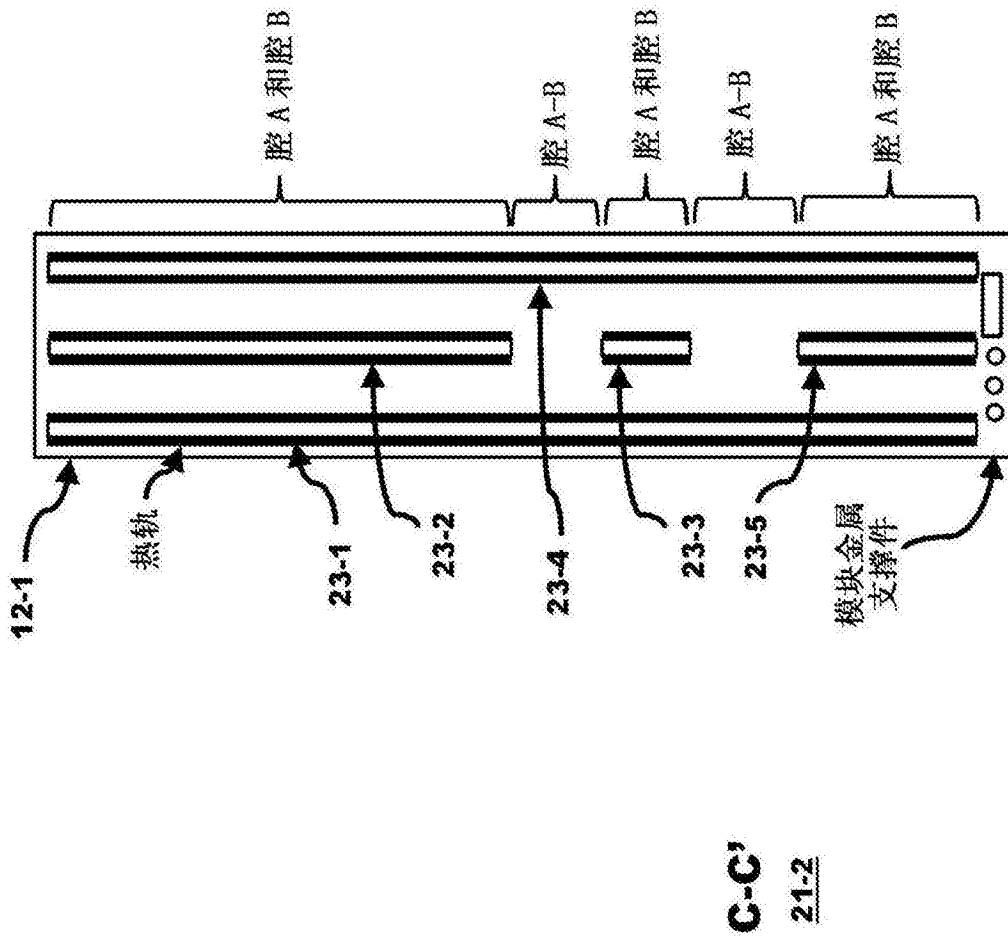


图23

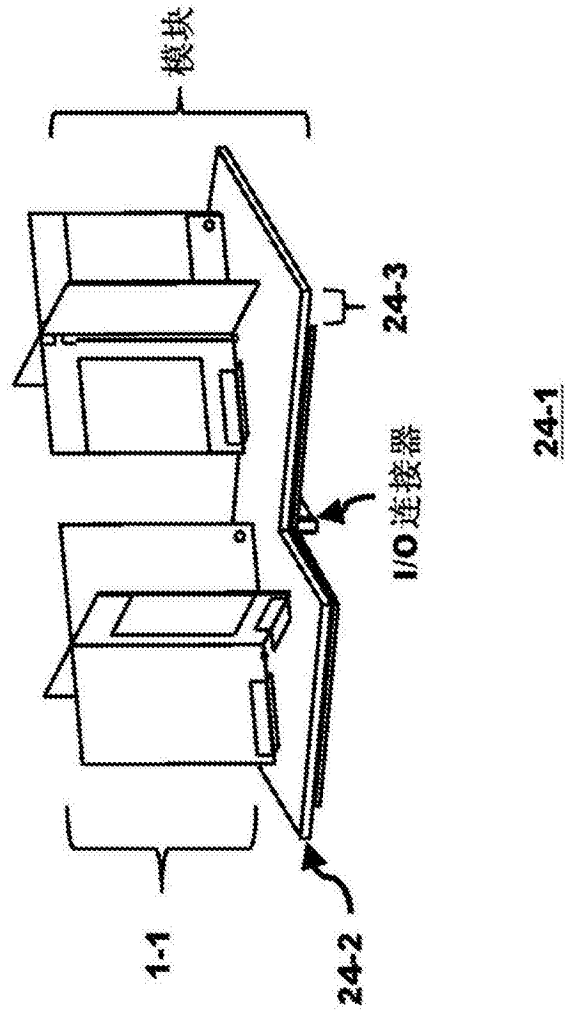


图24

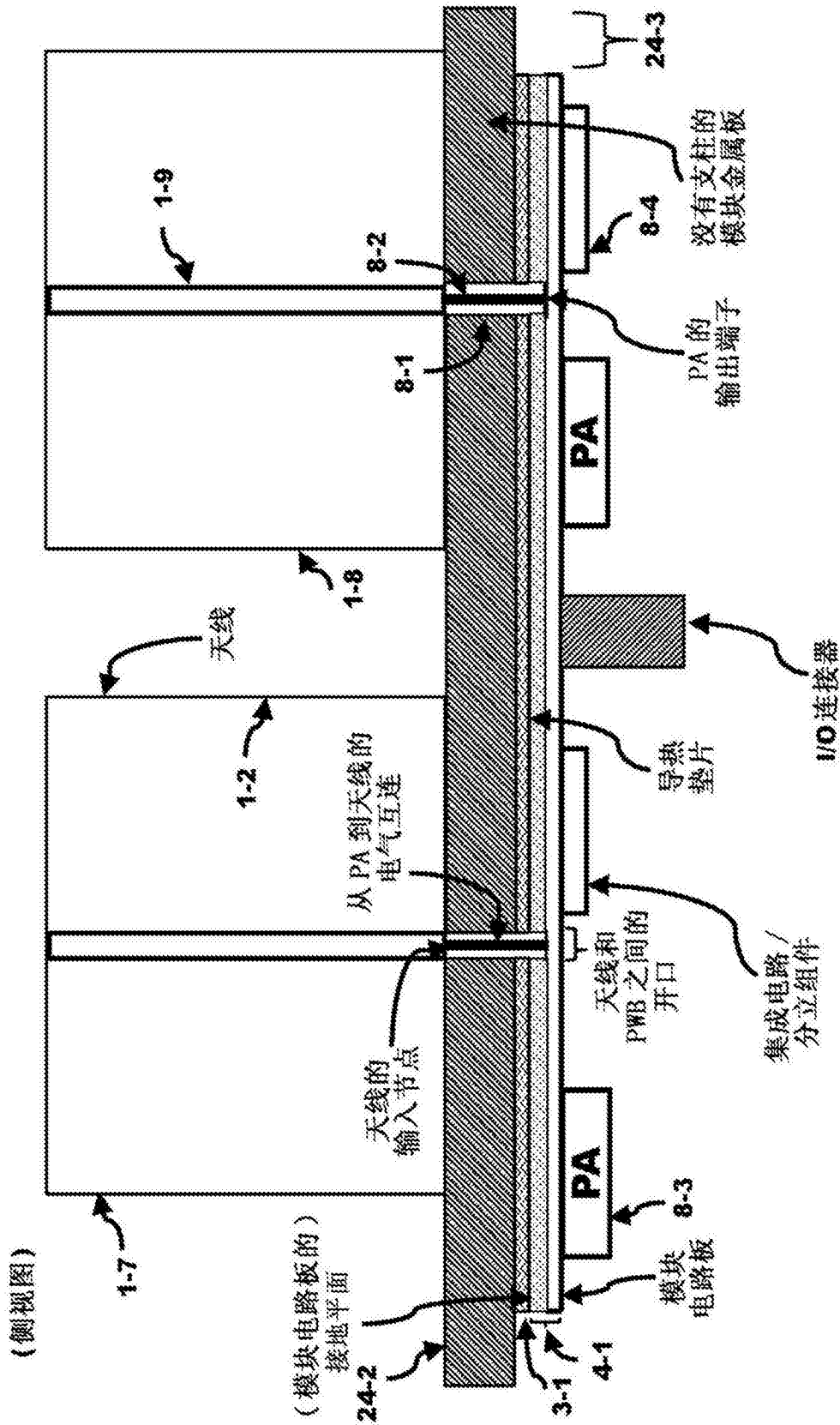


图25

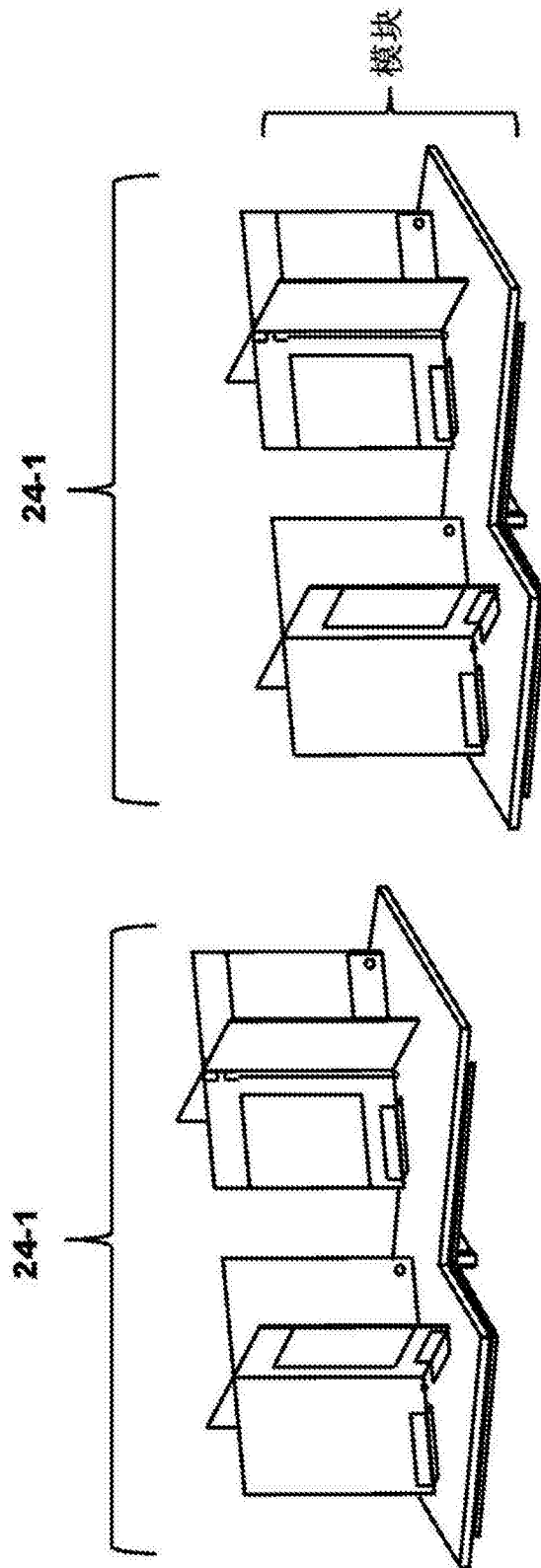


图26

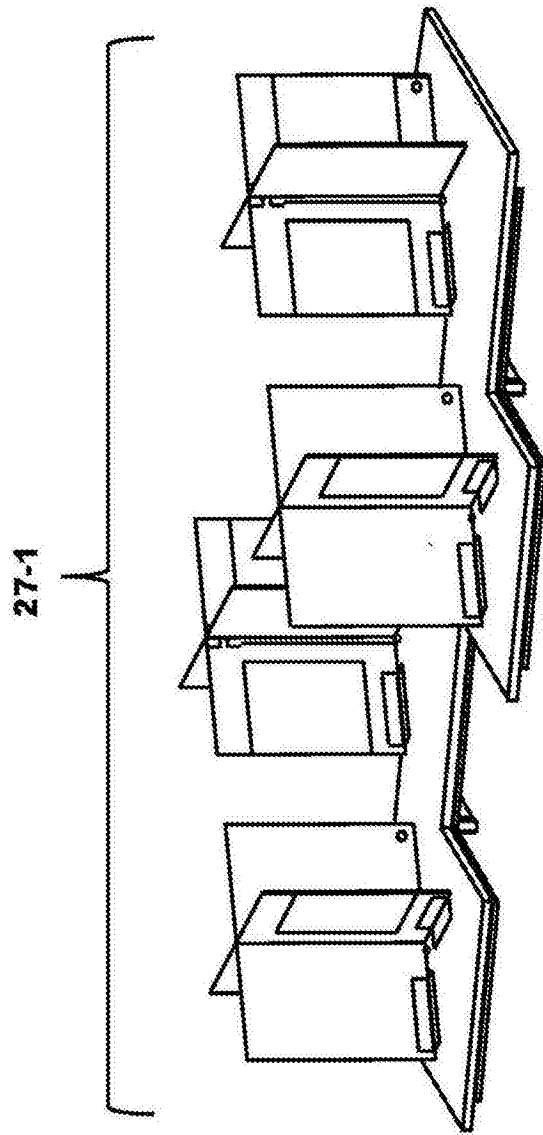


图27

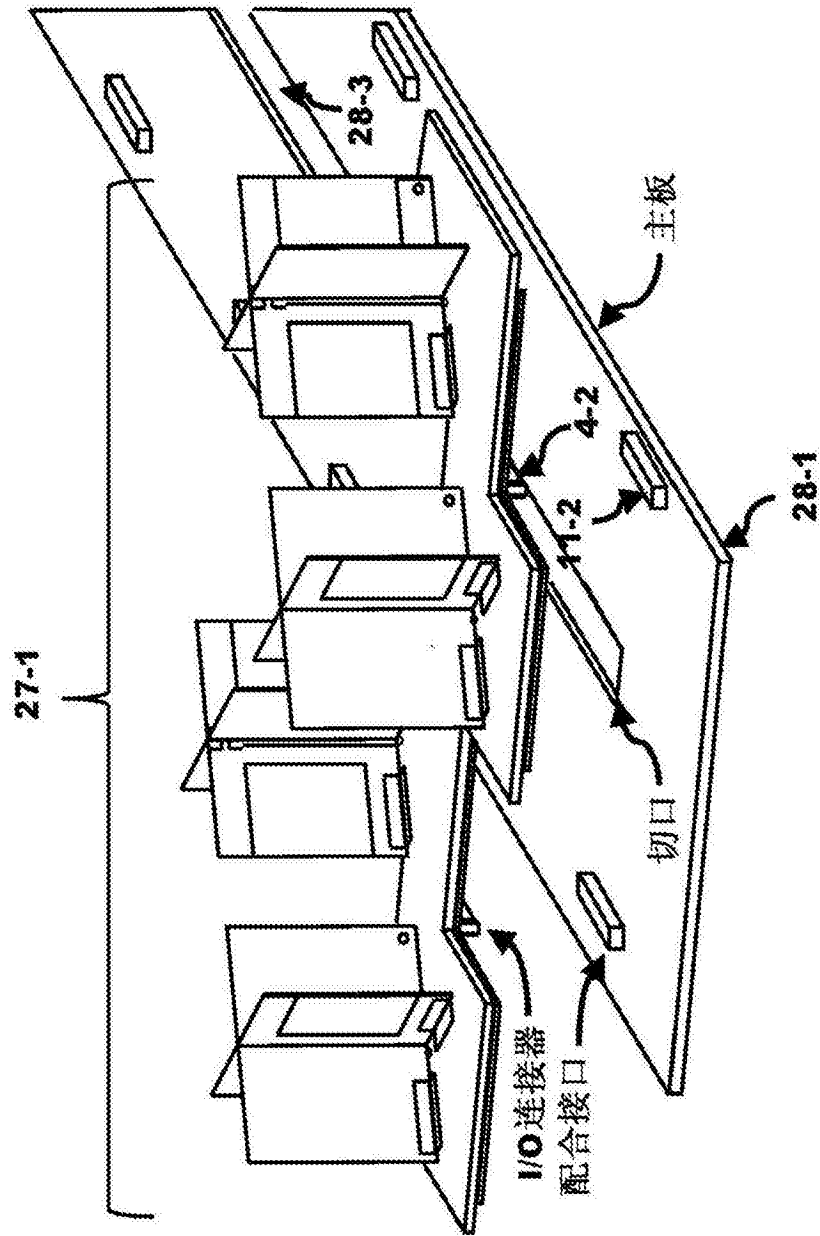


图28

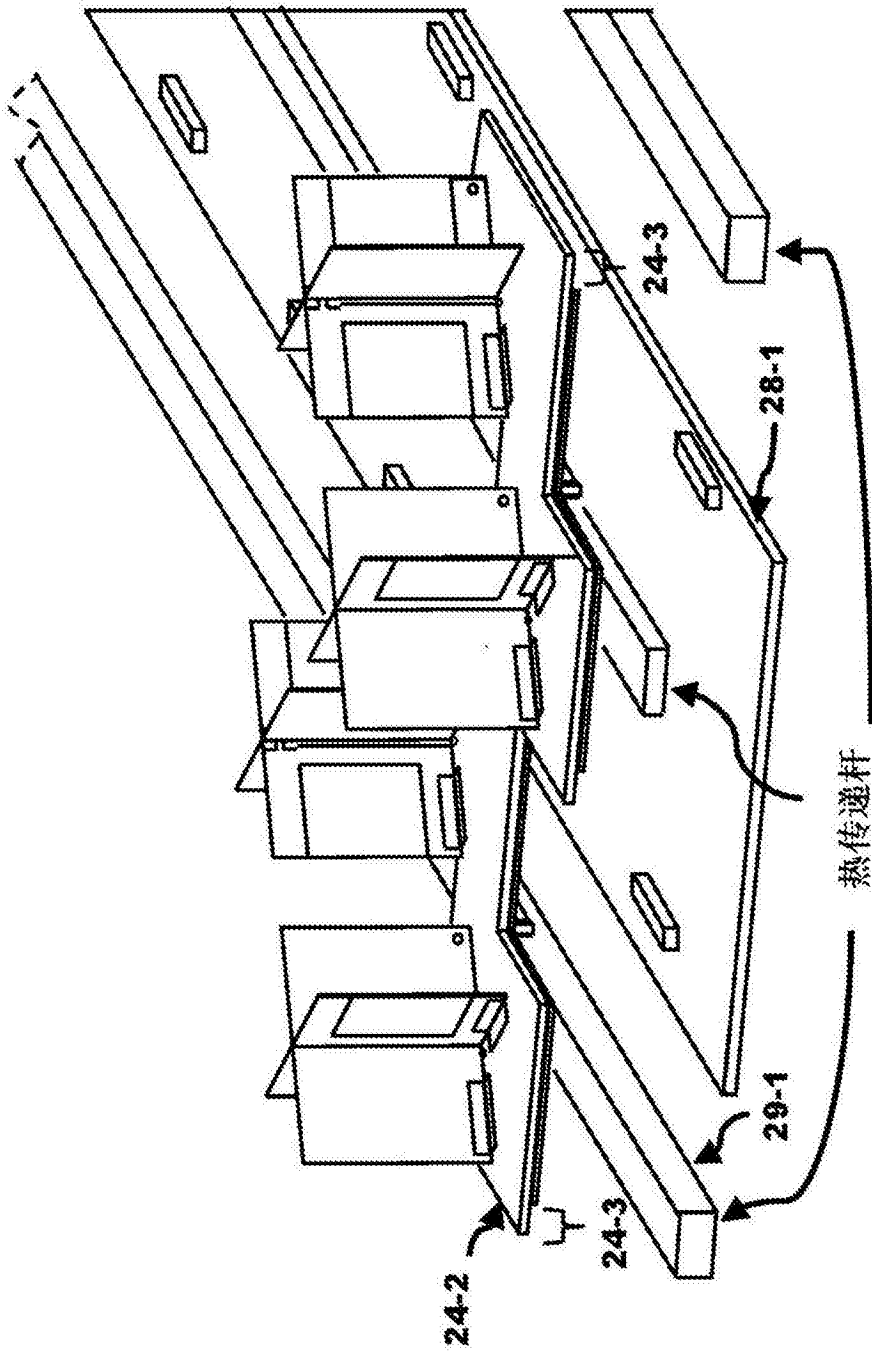


图29

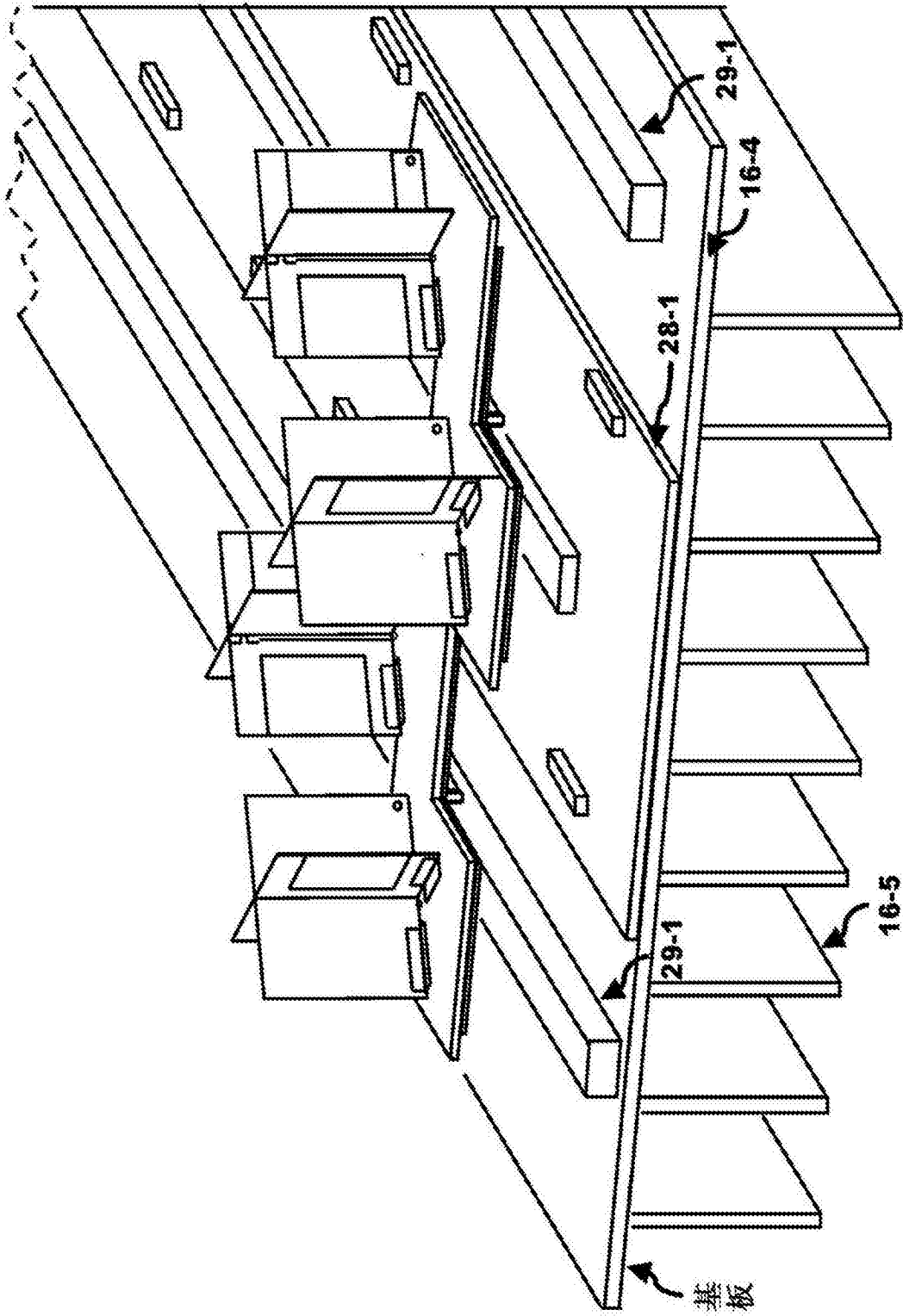


图30

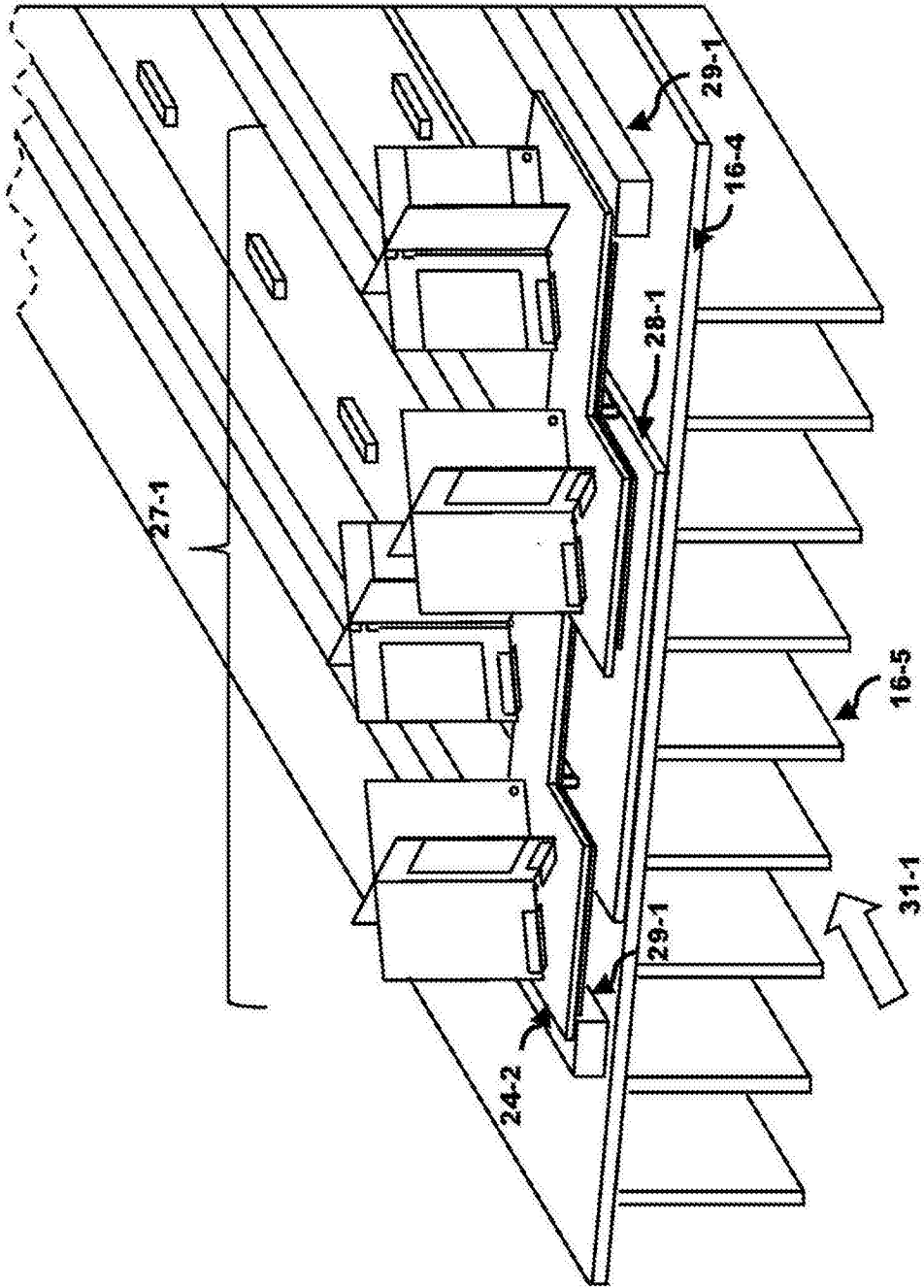


图31

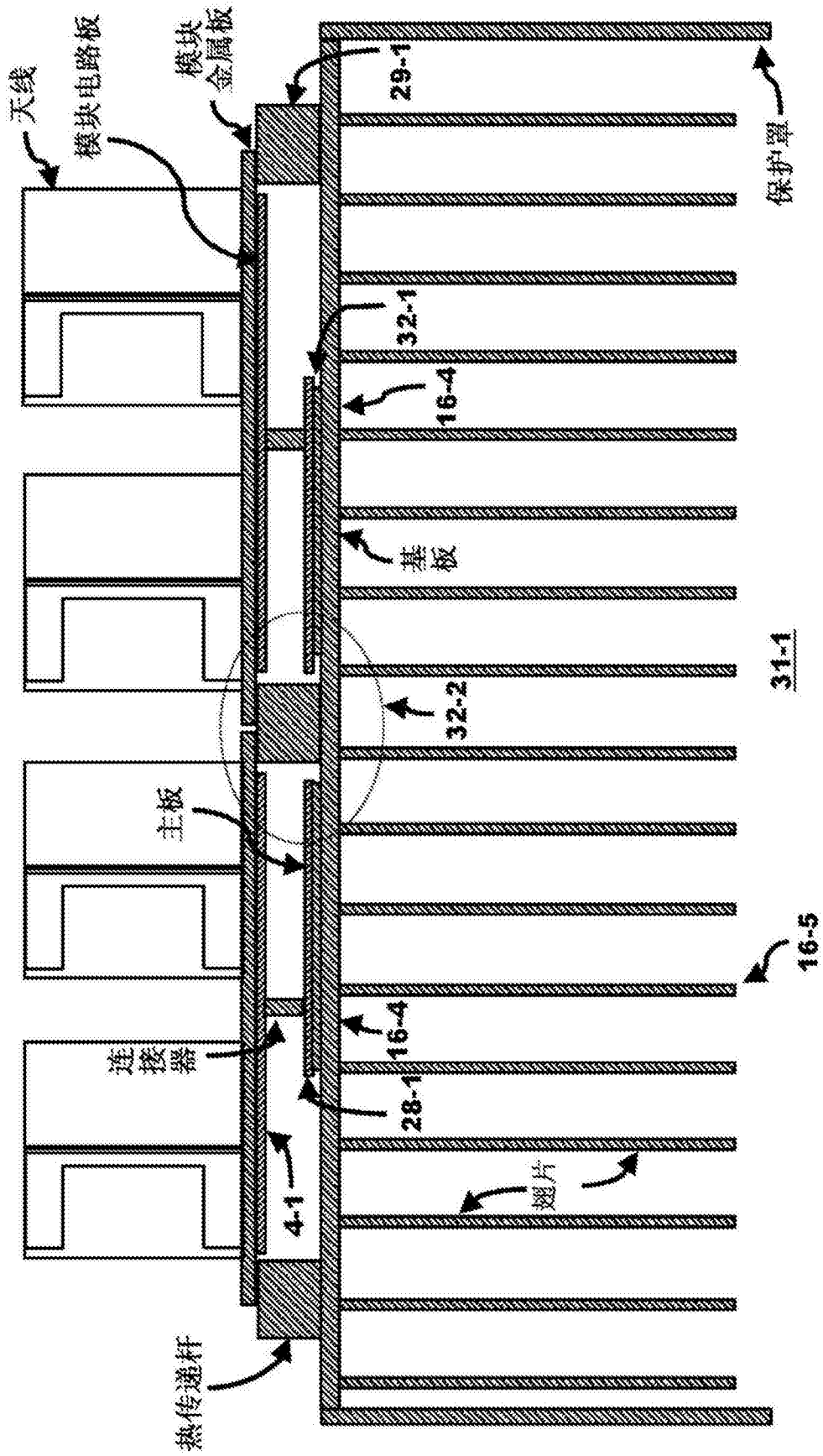


图32

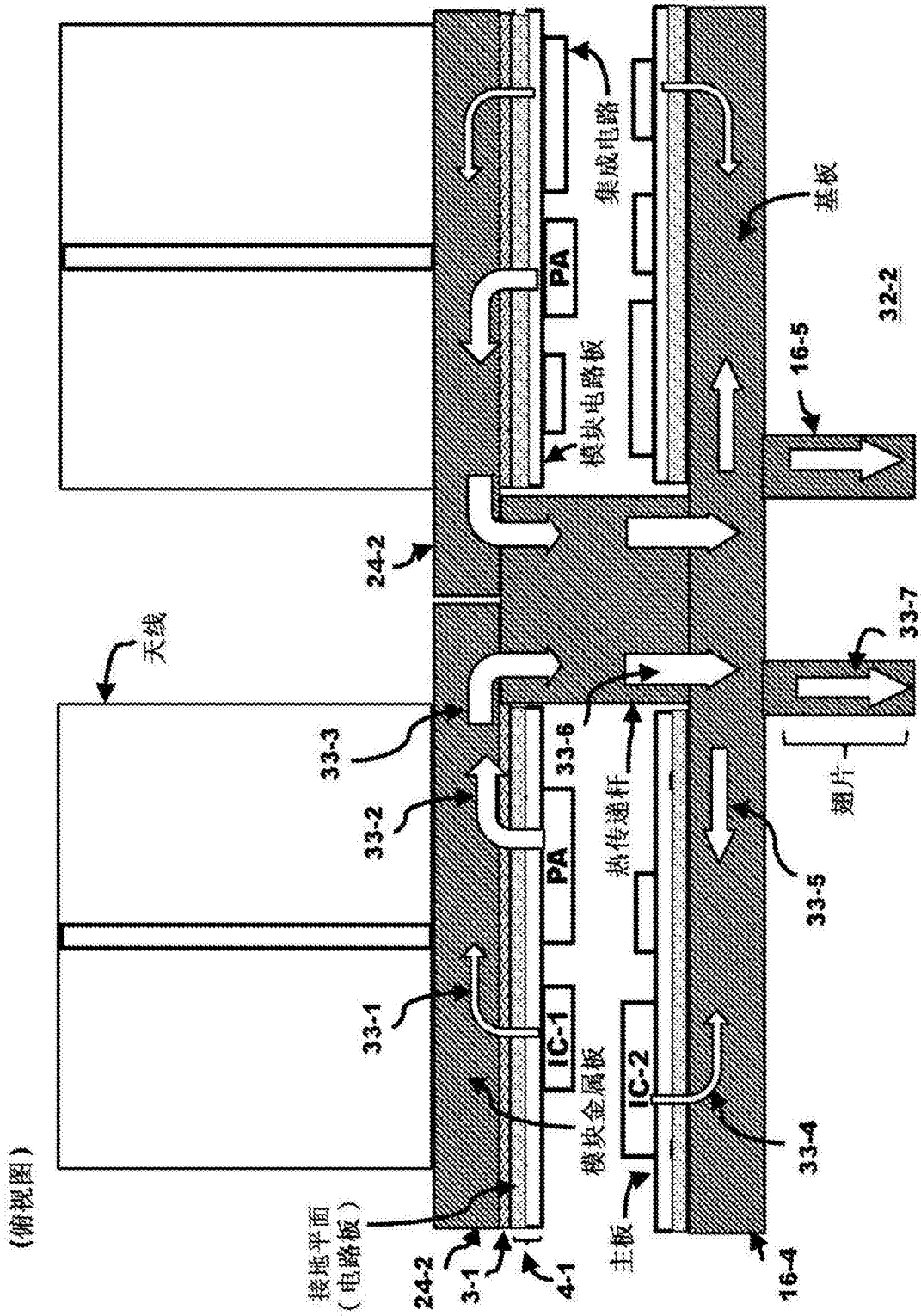


图33

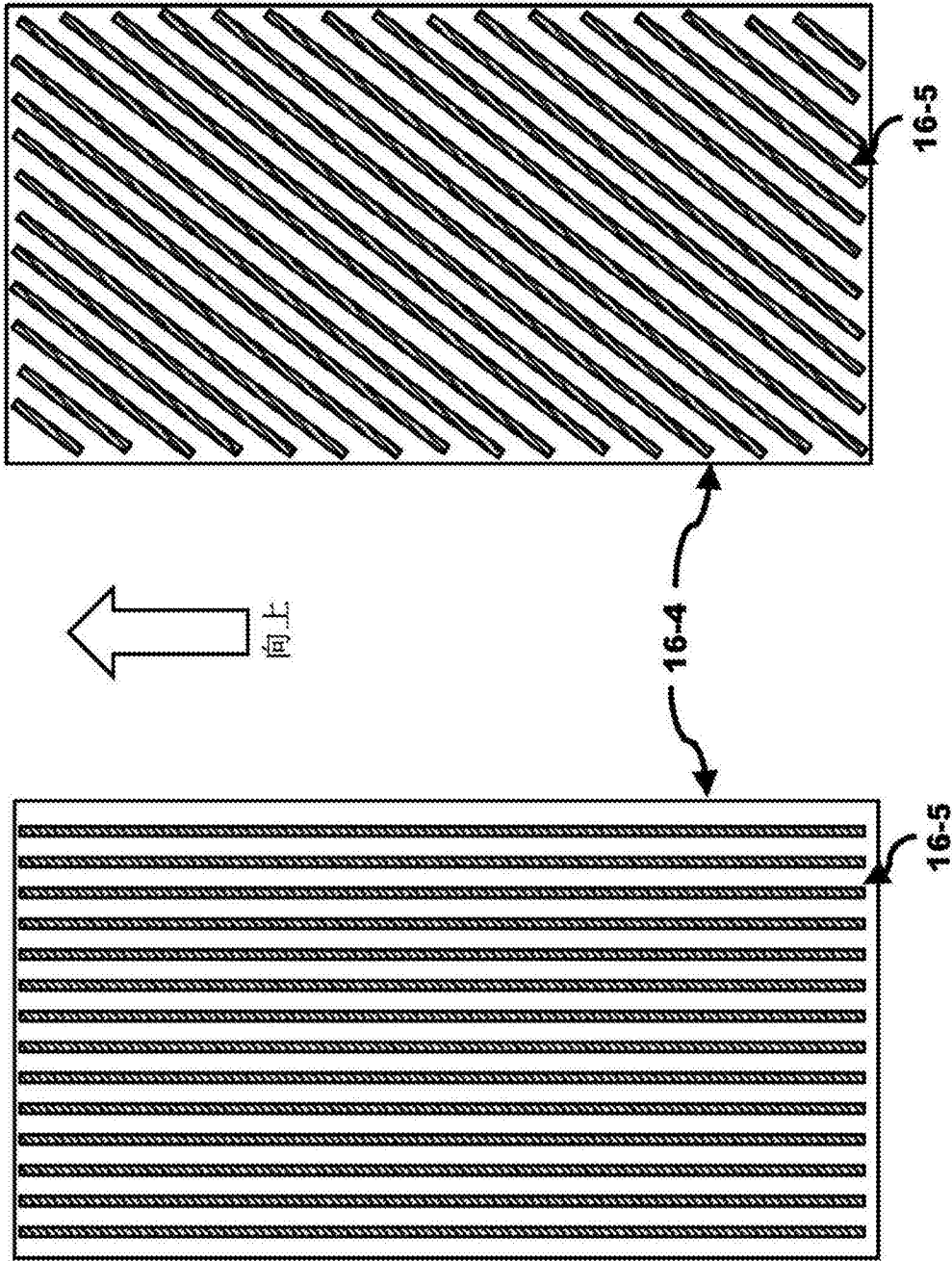


图 34B

图 34A

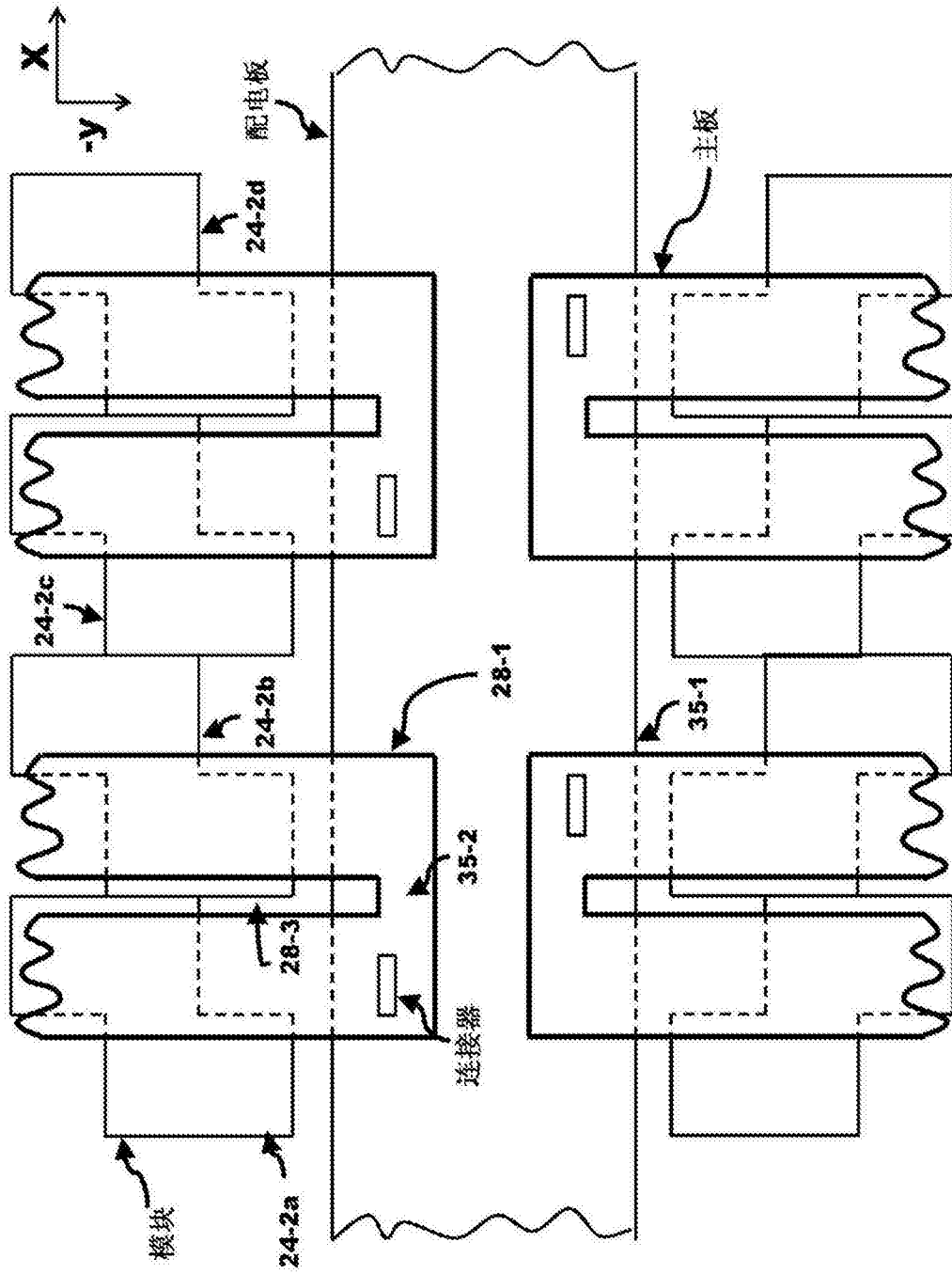


图35

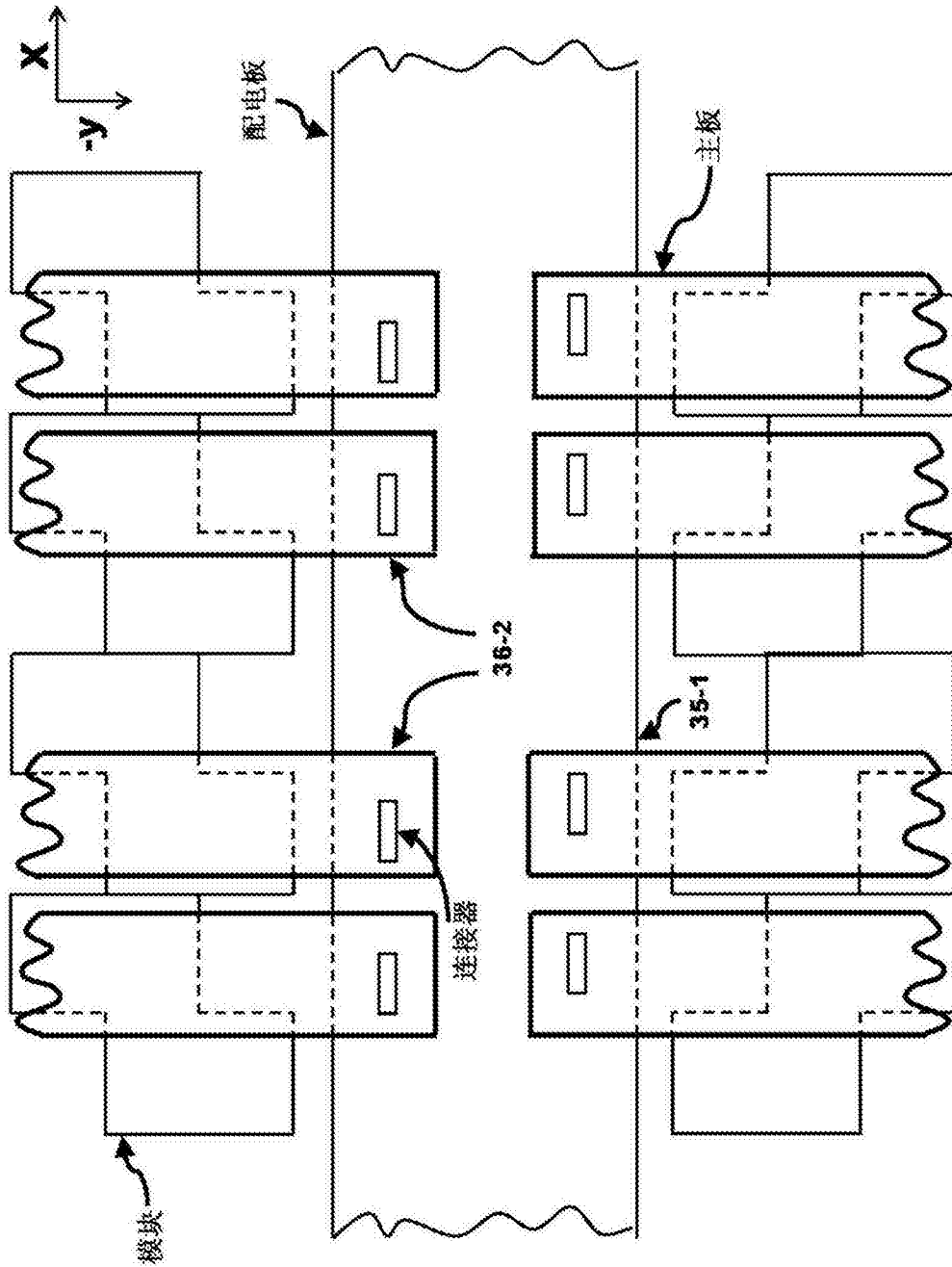


图36