

1. 一种能够进行多带 MIMO 操作的无线手持或便携装置, 包括辐射升压器和通信模块, 所述通信模块包含至少一个 MIMO 系统, 其中所述至少一个 MIMO 系统包括:

- 能够发射和接收电磁波信号的辐射系统, 至少包括第一辐射系统和第二辐射系统, 其中所述辐射系统中的至少两个能够在至少第一频带中发射和接收电磁波信号, 其中所述辐射系统中的至少两个能够在至少第二频带中发射和接收电磁波信号; 以及

- MIMO 模块, 经布置用于处理由所述至少两个辐射系统发射和接收的电磁波信号;

其中所述 MIMO 模块包含至少两个 MIMO 内部端口;

其中所述辐射系统中的每一个包括至少一个连接到所述 MIMO 内部端口中的相应一个上的外部端口, 以及辐射结构, 所述辐射结构包括:

- 接地平面, 能够支持至少一个辐射模式, 所述接地平面包括连接点;

- 所述辐射升压器经布置以耦合由所述接地平面提供 / 接收的电磁能量, 所述辐射升压器包含连接点; 所述辐射升压器配合在直径小于对应于第一频带的最低频率的自由空间操作波长下的弧度球体的直径的 1/4 的虚球中。

- 以及内部端口, 所述内部端口限定在所述辐射升压器的所述连接点与所述接地平面的所述连接点之间;

所述辐射升压器包括第一辐射升压器和第二辐射升压器, 第一辐射升压器大体上靠近接地平面的第一角, 而第二辐射升压器大体上靠近接地平面的第二角, 第二角和第一角不同;

其中所述辐射系统进一步包括射频系统, 所述射频系统包括:

- 连接到所述辐射系统的对应的外部端口上的端口;

- 以及连接到所述辐射结构的所述内部端口上的端口;

其中当从所述射频系统断开时, 在其内部端口上测量到的所述辐射结构的输入阻抗具有不等于零的虚数部分, 这个情况对于与所述内部端口相关联的所述操作频带中的至少一个频带中的任何频率下均成立, 所述操作频带中的所述至少一个频带包含所述第一频带和 / 或所述第二频带;

其中所述射频系统经布置以将所述辐射结构的所述阻抗改变, 以便在与所述内部端口相关联的所述操作频带中的所述至少一个频带中操作。

2. 根据权利要求 1 所述的无线手持或便携装置, 其中所述第一频带和所述第二频带介于 600MHz 到 3600MHz 频率范围内。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置, 其包含以下辐射结构以用于在至少一个频带中进行辐射: 其中一种辐射结构包括一个具有导电部分的辐射升压器; 而其中另一种辐射结构所包括的辐射升压器则具有一个限定在所述接地平面中的不导电间隙。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置, 其中所述接地平面包含至少一个凹槽, 所述凹槽的长度优选为所述接地平面矩形的短边的长度的至少 1/5。

5. 根据权利要求 4 所述的无线手持或便携装置, 其中所述凹槽的至少一部分构成所述辐射结构中的一个的电感性辐射升压器的至少一部分, 或者构成天线元件的至少一部分。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置, 其包含至少一个具有大体上平坦的形状的电容性辐射升压器, 所述辐射升压器大体上与对应的接地平面共面。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置, 其中所述接地平面包含位于其周

边内的至少一个间隙，有至少一个辐射升压器至少部分地放置在所述间隙中或所述间隙上方。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置，其中所述第一辐射系统和第二辐射系统中的每一个的辐射升压器的最大尺寸小于与所述内部端口相关联的最低操作频带的自由空间操作波长的 1/50。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置，其中至少一个辐射结构包括至少两个连接到共用射频系统上的辐射升压器。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置，其中所述射频系统经布置以在至少两个频带中实现操作，同时改善在同一频带中操作的至少两个辐射系统之间的隔离度。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置，其中所述接地平面的长边的长度与对应于最低操作频带的最低频率的所述自由空间波长之间的比率大于 0.1。

12. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线手持或便携装置，其中所述 MIMO 系统为所述无线手持或便携装置的至少两个操作频带提供至少等于 2 的 MIMO 阶。

能够进行多带 MIMO 操作的无线装置

[0001] 发明目的和技术领域

[0002] 本发明涉及无线手持装置领域,且总体来说涉及需要发射和接收电磁波信号的无线便携装置。

[0003] 本发明的目的是提供一种无线手持或便携装置(例如但不限于移动电话、智能电话、PDA、MP3 播放器、头戴耳机、USB 道尔芯片(USB dongle)、膝上型计算机、游戏装置、数字相机、平板 PC、PCMCIA 或卡总线 32 卡或总体上多功能无线装置),所述装置不需要通过大型或笨重的天线元件便可可在 MIMO(Multiple Input Multiple Output, 多输入多输出)系统中发射和接收电磁波信号。所述无线手持或便携装置(下文中也称为无天线式无线手持或便携装置)还能够在电磁频谱的两个或两个以上的频带中提供 MIMO 操作,在这种情况下,无线电性能是增强的、针对外部效应和 / 或所述无线装置的邻近组件所具备的稳健性有所增加,且 / 或与用户的交互减少。

[0004] 本发明的另一目的涉及一种方法,能够在电磁频谱的两个或两个以上的频带下在无线手持或便携装置中实现 MIMO 操作,并且不需要使用大型和 / 或笨重的天线元件。这种方法可以增强无线电性能、增加针对外部效应和 / 或无线装置的邻近组件所具备的稳健性,且 / 或减少与用户的交互。

背景技术

[0005] 无线手持或便携装置通常针对一或一以上蜂窝通信标准和 / 或无线连接标准和 / 或广播标准发射和 / 或接收电磁波信号,其中每种标准在一或一以上频带中被分配,并且所述频带包含在电磁频谱的一或一以上区域内。为了发射和 / 或接收电磁波信号,典型的无线手持或便携装置必须包含一辐射系统,所述辐射系统能够以可接受的无线电性能(例如,在输入阻抗水平、阻抗带宽、增益、效率或辐射模式方面)在一或一以上频带中操作。此外,在无线手持或便携装置内集成辐射系统,必须要能有效确保无线装置本身可以实现良好的无线电性能(例如在辐射功率、接收功率或灵敏度方面)。

[0006] 为了实现良好的无线连接,还需要有高效率。辐射系统的另一常见设计规范是相对于典型的 50 欧姆阻抗的电压驻波比(VSWR),在例如移动电话的情况下,所述电压驻波比通常预期低于 $VSWR \leq 4$,或者优选低于 $VSWR \leq 3$,并且总体上尽可能接近 $VSWR=1$ 。

[0007] 在本文中,“阻抗带宽”这个表达应当被解释为是指无线手持或便携装置和辐射系统符合某些规范的频率区域,这取决于无线装置所适用的服务。例如,对于适于发射和接收蜂窝通信标准的信号的装置来说,相对阻抗带宽至少为 5%(并且更优选不小于 8%、10%、15%、20% 或 30%)并且效率不低于 30% (有利的是不低于 40%,更有利的是不低于 50%) 的辐射系统可能是优选的。此外,在对应频率区域内输入返回损失为 3dB 或更好,可能是优选的。

[0008] 对于有待集成在无线手持或便携装置中的辐射系统的其它需求集中于尽可能减小尺寸和制造成本。因此,期望辐射系统的体积较小,占据的空间尽可能小,以便于在装置内集成其它服务和功能性,并且在装置内集成其它电子组件。此外,所述辐射系统必须有成

本效益。

[0009] 对于集成在无线手持或便携装置中的辐射系统的其它要求集中于尽可能降低特定吸收率 (Specific Absorption Rate, SAR)。

[0010] 更重要的通常是辐射系统的稳健性,这意味着辐射系统不会在装置受到少量冲击后就改变特性。

[0011] 由于发射和 / 或接收电磁波信号的需要,无线手持或便携装置内的空间专用于集成辐射系统。但是,辐射系统,特别是集成在辐射系统中的天线元件,期望体积较小,以便在装置内占据的空间尽可能小,这样既能减小无线装置的尺寸,又能集成另外的特定组件和功能性。例如,有时候减小在辐射系统中集成的天线元件的厚度特别方便,可以制造比较薄的装置和 / 或有多个主体的装置,例如翻盖或滑盖型装置,包含两个或两个以上可以移位、折叠或彼此扭转的零件。但是,已知辐射系统的尺寸 (主要取决于天线元件的尺寸) 与其性能之间一般存在物理折中。也就是说,一般来说,例如天线元件的面积或厚度方面的尺寸如果减小,会导致它的性能降低。

[0012] 这在无线手持或便携装置是多功能无线装置的情况下甚至更加关键。共同拥有的第 WO2008/009391 号专利申请公开案和第 US2008/0018543 号专利申请公开案描述了一种多功能无线装置。所述申请案,第 WO2008/009391 号公开案和第 US2008/0018543 号公开案的整个揭示内容以引用的方式并入本文中。

[0013] 除了在可接受的电磁表现、小尺寸、减小的成本和与人体的有限交互 (例如, SAR) 方面的要求之外,在设计辐射系统时进一步考虑的其它方面是致力于简化制造过程。现有技术当前的一局限在于,一般来说辐射系统,即天线系统,是针对每种特定的无线手持或便携装置平台定制的。每种无线手持或便携装置平台的机械架构是不同的,并且可供天线使用的体积很大程度上取决于无线手持或便携装置平台的形状因子,和嵌入到装置中的多个组件 (例如,显示器、键盘、电池、连接器、相机、闪光灯、扬声器、芯片组、存储器装置等等) 的布置。因此,装置内的天线大多数是针对每种型号特别设计的,因而成本较高,并且上市时间延迟。

[0014] 此外,集成在无线手持或便携装置中的辐射系统必须为需要高数据速率的新出现的应用 (例如, HDTV 流式传输、实时的视频会议、交互游戏、VoIP 等等) 提供足够的带宽。但是,与蜂窝通信标准、无线连接标准和广播标准相关联的带宽已经是分配好了的,并且主要因为众所周知的电磁频谱限制而无法增加带宽。在这个意义上,MIMO(多输入多输出) 技术看起来是一种特别有前景的解决方案,能够增加前述新出现的应用所需要的数据速率,并且不需要增加所述带宽。因此,由于众所周知在 MIMO 系统中信道的容量与配对的天线的数目成正比 (即,发射器中有两个天线 ($M = 2$),接收器中有两个天线 ($M = 2$),使得 MIMO 阶 (M) 的 MIMO 系统 ($M \times M$) 等于 2,这意味着 MIMO 系统的信道容量相对于 SISO 系统 (单输入单输出) 提供的信道容量能够增加大约一倍, SISO 系统是由发射器中的单个天线 ($M = 1$) 和接收器中的单个天线 ($M = 1$) 构成的, MIMO 技术是基于在发射器和接收器中使用多个天线,以便获得所述期望的数据速率。如上所述,在小型无线装置中集成单个多带天线 (它能够在至少两个频带中实现操作,并且无线电性能可以接受) 很麻烦,因为这受到无线手持或便携装置平台的物理限制的严重局限,因此从单天线系统转移到多天线 MIMO 系统变得很难。

[0015] 文献中揭示的用于提供集成了 MIMO 技术的无线手持或便携装置的现有技术解决方案通常是基于尺寸与操作波长相当的天线元件 (A. A. H. Azremi, M. Kyro, J. Ilvonen, J. Holopainen, S. Ravnier, C. Icheln, P. Vainikainen, “用于移动终端上的 MIMO 通信和无线电寻找的五个元件的反转 F 天线阵列 (Five-element Inverted-F Antenna Array for MIMO Communications and Radio-finding on Mobile Terminal, 拉夫堡天线与传播会议, 2009 年 11 月, 英国拉夫堡, pp. 557–560)”; Z. Li, Z. Du, K. Gong, “用于自适应 MIMO 系统的紧凑型的可重新配置的天线阵列 (Compact Reconfigurable Antenna Array for Adaptive MIMO systems,《IEEE 天线与无线传播通讯》, 第 8 卷, 2009 年, pp. 1317–1320)”)。这个局限性导致无法布置很多天线元件, 因为一方面无线手持或便携装置中的可用空间是有限的, 另一方面由于可用空间有限导致天线元件之间的靠近, 会出现不理想的耦合效应。

[0016] 因此, 在无线手持或便携装置中布置若干常规手持机天线元件以便提供 MIMO 能力会变得很难, 因为通常天线将占据过多空间且 / 或放置得彼此过于靠近。已知减小天线的尺寸会对可获得的带宽和辐射效率造成损失, 可获得的带宽和辐射效率可能严重地下降到特定应用 (例如, 蜂窝通信) 要求的最小值以下。在这个意义上, 会出现折中, 因为小型天线在集成在包括 MIMO 技术的无线手持或便携装置中时是优选的, 但是同时, 这些元件必须提供良好的无线电性能, 才能保留 MIMO 技术的益处。

[0017] 现有技术中已经描述了一些使天线元件的尺寸减小且 / 或使天线元件的多带表现优化的技术。但是, 现有技术揭示的辐射结构仍然依赖于激发天线元件上的辐射模式 (第 US2007/0152886 号专利申请公开案, 第 US2008/0042909 号专利申请公开案), 因此, 将其尺寸设置成与操作波长相当。

[0018] 在这个意义上, 现有技术提供的用作无线手持或便携装置的 MIMO 解决方案的天线元件 (A. A. H. Azremi, M. Kyro, J. Ilvonen, J. Holopainen, S. Ravnier, C. Icheln, P. Vainikainen, “用于移动终端上的 MIMO 通信和无线电寻找的五个元件的反转 F 天线阵列 (Five-element Inverted-F Antenna Array for MIMO Communications and Radio-finding on Mobile Terminal, 拉夫堡天线与传播会议, 2009 年 11 月, 英国拉夫堡, pp. 557–560)”; Z. Li, Z. Du, K. Gong, “用于自适应 MIMO 系统的紧凑型的可重新配置的天线阵列 (Compact Reconfigurable Antenna Array for Adaptive MIMO systems,《IEEE 天线与无线传播通讯》, 第 8 卷, 2009 年, pp. 1317–1320)”) 主要在高频区域中的频率下操作, 其中操作波长很小, 足以允许将若干四分之一波长天线元件集成到无线手持或便携装置中。因此, 这些方案仍然是基于天线的解决方案, 因为辐射的主要部分是由天线元件提供的。

[0019] 此外, 在天线元件的谐振频率下操作的辐射结构通常对于以下各项非常敏感: 外部效应 (例如, 构成无线手持或便携装置的塑料或电介质罩壳的存在); 无线手持或便携装置的放置在天线元件附近乃至下方的组件 (例如但不限于扬声器、麦克风、连接器、显示器、屏蔽罩、振动模块、电池或电子模块或子系统) 的存在; 和 / 或无线手持或便携装置的用户的存在。

[0020] 其它一些尝试是集中于不需要复杂的几何形状但是仍然能提供某种程度的微型化的天线元件 (因为使用的是不在无线手持或便携装置的操作的一或一以上频率范围中谐振的天线元件), 包括 :M. Kyrö, M. Mustonen, C. Icheln, P. Vainikainen, “用于 DVB-H 终端的双元件天线 (Dual-Element Antenna for DVB-H Terminal), 拉夫堡天线与传播会议,

2008年3月,英国拉夫堡,pp. 265–268”;S. K. Chaudhury, H. J. Chaloupka, A. Ziroff,“用于移动终端的新颖的MIMO天线(Novel MIMO Antennas for Mobile Terminals,第38届欧洲微波会议论文集,2008年10月,荷兰阿姆斯特丹,pp. 1751–1754)”;S. K. Chaudhury, W. L. Schroeder, H. J. Chaloupka,“基于移动电话底座的特性模式的多天线概念(Multiple Antenna Concept Based on Characteristic Modes of Mobile Phone Chassis”,第二届欧洲天线与传播会议,EuCAP2007,爱丁堡,pp. 1–6)”。

[0021] (M. Kyrö, M. Mustonen, C. Icheln, P. Vainikainen,“用于DVB-H终端的双元件天线(Dual-Element Antenna for DVB-H Terminal),拉夫堡天线与传播会议,2008年3月,英国拉夫堡,pp. 265–268”)中提供的解决方案是基于前述概念。但是,这种方案实现了在DVB-H和LTE700通信标准下进行的操作,这些通信标准处于非常低频的区域中,这显然限制了这些天线元件在无线手持或便携装置中的集成。虽然实现了某种程度上的小型化,但是这种解决方案不足以在这些天线元件之间实现低相关性和低耦合性或高隔离度。

[0022] 由于这些限制,虽然前一种解决方案的MIMO性能可能足以用于接收电磁波信号,但是天线元件仍然无法为蜂窝通信标准提供充分的MIMO表现(例如,在输入返回损失或增益方面),因为蜂窝通信标准还要求以电磁波信号的形式发射大量功率。

[0023] 同时,这些提供了对电磁波信号的合适发射和接收的解决方案(S. K. Chaudhury, H. J. Chaloupka, A. Ziroff,“用于移动终端的新颖的MIMO天线(Novel MIMO Antennas for Mobile Terminals,第38届欧洲微波会议论文集,2008年10月,荷兰阿姆斯特丹,pp. 1751–1754”);S. K. Chaudhury, W. L. Schroeder, H. J. Chaloupka,“基于移动电话底座的特性模式的多天线概念(Multiple Antenna Concept Based on Characteristic Modes of Mobile Phone Chassis”,第二届欧洲天线与传播会议,EuCAP 2007,爱丁堡,pp. 1–6)都限于单个频带的操作。

[0024] 因此,用于例如移动电话或手持机的MIMO功能的无线装置的天线需要保持某个尺寸,才能在若干频带的整个带宽内操作。即使将几个中等尺寸的天线配合在手持机内部,也存在另外一难题,就是要怎样确保这多个天线充分地不耦合且不相关才能受益于MIMO增益。这个难题在系统必须在多个频带下操作时更加严重,因为天线的性能在很大程度上取决于天线尺寸与波长的关系,这无疑使得在减小的空间中实现多带操作更加困难。

[0025] 共同待决的第W02010/015364号专利申请公开案(其整个揭示以引用的方式并入本文中)揭示了一种不需要天线元件来进行多带操作的无线手持或便携装置。这种解决方案是有利的,因为有更多的空间可以用来集成其它无线手持组件,例如电池、显示器、扬声器、前端模块等等。但是,由于接地平面充当主要辐射器,所以似乎可能更加难以提供充分不相关的电流路径以便保留MIMO技术的益处。

[0026] 如上所述,当前无线手持或便携装置的另一局限性涉及以下事实:无线装置中的辐射结构的天线元件的设计和集成通常是针对每一装置定制的。如果形状因子或平台不同,或装置的功能块的分布不同,将不得不几乎从头重新设计天线元件和其在装置内部的集成。

[0027] 出于至少上述原因,无线装置制造商将专用于集成辐射结构特别是天线元件的体积视为向无线手持或便携装置提供无线能力而必须支付的费用。

[0028] 为了解决上述局限性,本专利申请案揭示了一种基于小型辐射升压器(在

例如上文参照的第 WO2010/015364 号专利申请公开案中揭示的类型的升压器；还参考第 WO2010/015365 号专利申请公开案，涉及使用辐射升压器的无天线的无线装置；WO2010/015365 的整个揭示以引用的方式并入本文中）的新的解决方案，和这些升压器对于无线手持或便携装置内部的 MIMO 系统的布置，这受益于升压器的体积减小，从而可以实现能够进行适合于若干无线手持或便携装置平台的多带操作的标准化解决方案。

发明内容

[0029] 一种根据本发明的无天线式无线手持或便携装置集成了一或一以上辐射升压器，这些辐射升压器能够在两种、三种、四种或更多种蜂窝通信标准（例如，GSM 850、GSM 900、GSM 1800、GSM 1900、UMTS、HSDPA、CDMA 850、CDMA 900、CDMA 1800、CDMA 1900、W-CDMA、LTE、CDMA2000、TD-SCDMA 等等）、无线连接标准（例如，WiFi、IEEE802.11 标准、蓝牙、ZigBee、UWB、WiMAX、WiBro 或其它高速标准）和 / 或广播标准（例如，FM、DAB、XDARS、SDARS、DVB-H、DMB、T-DMB 或其它相关数字或模拟视频和 / 或音频标准）中在无线手持或便携装置中进行 MIMO 操作，每种标准在一或一以上频带中得到分配，并且所述频带包含在电磁频谱的一、两个、三个或更多个频率区域中。

[0030] “无天线式无线手持或便携装置”这个术语只在本文档的上下文中使用，表示集成了辐射升压器。所属领域的技术人员不会把所述辐射升压器视为“天线”，主要是因为这些辐射升压器的独立的无线电表现其实很差。

[0031] 在本文档的上下文中，频带优选指代特定的通信标准、无线连接标准或广播标准所使用的某一范围的频率，而频率区域优选指代电磁频谱的连续频率集。例如，在从 1710MHz 到 1880MHz 的频带中分配 GSM 1800 标准，而在从 1850MHz 到 1990MHz 的频带中分配 GSM 1900 标准。在 GSM 1800 和 GSM 1900 标准下操作的无线装置必须具有一能够在从 1710MHz 到 1990MHz 的频率区域中操作的辐射系统。再举一例子，在 GSM 1800 标准和 UMTS 标准（在从 1920MHz 到 2170MHz 的频带中分配）中操作的无线装置必须具有一能够在两个分开的频率区域中操作的辐射系统。

[0032] 在这种意义上，在两种、三种、四种或更多种蜂窝通信标准、无线连接标准和 / 或广播标准中的 MIMO 操作直接指代在两个或两个以上频带中的 MIMO 操作。

[0033] 同时，在两个或两个以上频带中进行 MIMO 操作，需要必须能够在至少两个共用频带下进行操作的组合式辐射系统。例如，根据本发明的能够进行多带 MIMO 操作的无线手持或便携装置包含至少两个辐射系统。所述至少两个辐射系统能够在至少第一频带中发射和接收电磁波信号，并且所述辐射系统中的至少两个能够在至少第二频带中发射和接收电磁波信号。

[0034] 具有共用频带的辐射系统的数目决定特定共用频带的 MIMO 阶 (MIMO order) (即，MIMO 系统可以对于不同操作频带具有不同 MIMO 阶)。

[0035] 根据本发明的能够进行多带 MIMO 操作的无天线或大体上无天线的无线手持或便携装置可以具有块状糖形状，这意味着这种装置的配置是由单个主体提供。这种装置也可以具有两个主体的配置，例如翻盖、翻转型、旋转型或滑盖结构。在其它一些情况下，所述装置的配置可以包括三个或三个以上主体。所述装置可以另外或替代地具有扭转配置，其中主体部分（例如，具有屏幕）可以扭转（即，围绕优选不平行的两个或两个以上旋转轴旋

转)。此外,本发明可以实现全新的形状因子,例如由塑料、可伸展和 / 或可折叠材料制成的装置。

[0036] 对于薄型和 / 或配置上包括两个或两个以上主体的无线手持或便携装置来说,对于天线元件的最大高度的要求非常严格,因为装置的两个或两个以上主体中的每一个的最大厚度可能限于 5、6、7、8 或 9mm。本文中揭示的技术使得无线手持或便携装置能够增强 MIMO 无线电性能,方法是通过集成辐射升压器而不是一个或一个以上天线元件来提供 MIMO 能力,因而解决了与这类装置相关联的空间限制问题。

[0037] 在本文档的上下文中,无线手持或便携装置的厚度如果小于 14mm 但优选小于 13mm、12mm、11mm、10mm、9mm 或 8mm,则可以被视为是薄型的。

[0038] 根据本发明,无天线式无线手持或便携装置包括至少五个功能块较为有利:用户界面模块、处理模块、存储器模块、通信模块和功率管理模块。用户界面模块包括显示器,例如高解析度 LCD、OLED 或等效的装置,这是一个消耗能量的模块,大多数能量消耗一般是因为背光的使用。用户界面模块还可以包括例如小键盘 (keypad) 和 / 或触摸屏,和 / 或嵌入式手写笔。处理模块例如包括微处理器或 CPU,还有相关联的存储器模块,这也是重要的功率消耗源。第四个消耗能量的模块是通信模块,主要组成部分是辐射系统。无天线式无线手持或便携装置的功率管理模块包含一能量源(例如但不限于电池或燃料电池)和一管理装置能量的功率管理电路。

[0039] 根据本发明,能够进行多带 MIMO 操作的无天线式无线手持或便携装置的通信模块包含至少 MIMO 系统。根据本发明的 MIMO 系统包括辐射系统,这个辐射系统包含辐射结构,所述辐射结构包括接地平面、辐射升压器和内部端口。所述辐射系统进一步包括外部端口,和包含第一端口和第二端口的射频系统。所述 MIMO 系统进一步包含 MIMO 模块、MIMO 内部端口和 MIMO 外部端口。

[0040] 所述辐射系统和所述 MIMO 模块是 MIMO 系统的两个主要的区块。所述辐射系统负责发射和接收一些载运信息信号的电磁波,而 MIMO 模块负责既处理两个或两个以上辐射系统接收到的信号,又处理基带处理器产生的信号,这些信号接着由至少一个辐射系统发射。辐射系统的外部端口用于将所述辐射系统连接到 MIMO 模块上的 MIMO 内部端口,也就是说, MIMO 模块的内部端口的数目与 MIMO 系统中的辐射系统的数目相同。MIMO 模块的外部端口连接到基带处理器,这个基带处理器负责产生信息信号。

[0041] 辐射系统包括至少一个辐射结构。在一些实施例中,所述辐射系统进一步包括射频系统,和外部端口,用于将辐射系统连接到 MIMO 模块上的 MIMO 内部端口。根据本发明,至少一个辐射结构包含至少一个辐射升压器和一接地平面。在一些实施例中,辐射结构包括天线元件。辐射升压器在接地平面上激发一辐射模式或一些辐射模式,这个或这些辐射模式会在所述接地平面上诱发辐射电流。包含所述辐射升压器的所述辐射结构通过其内部端口连接到射频系统上。在一些实施例中,所述射频系统改变所述辐射结构的输入阻抗,例如为了进行阻抗匹配,或者为了宽带操作,或者为了这两项操作。在一些实施例中,射频系统组合或分裂由两个或两个以上辐射升压器激发的一个或一个以上辐射模式所产生的电流。在其它一些实施例中,射频系统有助于减少由两个或两个以上辐射系统发射或接收的信号之间的相关。在另外一些实施例中,特定辐射系统的射频系统用于实现两种效果,即,在至少一频带中的阻抗匹配,和由所述特定辐射系统发射或接收的射频信号与由其它辐射系统

发射或接收的射频信号之间的低相关。

[0042] 在本文档中,接地平面的辐射模式是指所述接地平面上的遵循一个主要方向的辐射电流分布。在一些情况下,这个主要方向是接地平面的最长边的方向。辐射电流分布决定辐射结构的效率和辐射模式。根据本发明,有 MIMO 功能的无线手持或便携装置的接地平面尺寸与操作自由空间波长相当或比后者更大,使得所述电流可以在被辐射升压器激发时有效地进行辐射。本发明中的接地平面产生的辐射使得可以使用多个辐射升压器形式的电磁辐射较少的元件,这些辐射升压器本身将不会有效地进行辐射,因为它们比操作自由空间波长小很多,即,辐射升压器本身的特征就是独立无线电表现很差。在本发明中,为达到有利的效果,辐射升压器的位置和类型经过设计,可以实现良好的辐射效率,还有两个或两个以上辐射系统发射或接收的多个信号之间的低相关性。

[0043] 根据本发明的实施例的 MIMO 系统包括至少两个能够在电磁频谱的至少两个频带中发射和接收电磁波信号的辐射系统:第一频带和第二频带,其中优选第一频带的中央频率低于第二频带的中央频率。所述两个或两个以上辐射系统中的每一个包含辐射系统,所述辐射系统包括:至少一个接地平面,所述至少一个接地平面包含至少一个连接点;至少一个辐射升压器,用于耦合由所述至少一个接地平面提供 / 接收的电磁能量,这个辐射升压器包含至少一个连接点;以及至少一个内部端口。所述内部端口限定在所述辐射升压器的连接点与所述至少一个接地平面的至少一个连接点中的一个连接点之间。虽然不同辐射系统的接地平面可以例如通过不同的导电结构来实施,但是在一些优选实施例中,两个或两个以上辐射系统共用接地平面的相同导电结构。例如,根据本发明的无线手持或便携装置(即移动电话或手持机)嵌入了多个辐射系统,其包含一个或一个以上辐射升压器,这些辐射升压器共用印刷电路板 (PCB) 内的接地平面层的形式的相同接地平面。所述两个或两个以上辐射系统进一步各包括一射频系统与一外部端口。MIMO 系统进一步包括 MIMO 模块,所述 MIMO 模块包含至少两个 MIMO 内部端口和一 MIMO 外部端口。每个辐射系统包含一外部端口,用于将辐射系统连接到 MIMO 模块上的内部端口。在这个意义上,与至少两个辐射系统相关联的两个外部端口各连接到 MIMO 模块的至少两个内部端口中的不同的内部端口上。

[0044] 在本文档中,辐射结构的端口被称作内部端口;而辐射系统的端口被称作外部端口。在这个上下文中,术语“内部”和“外部”在指代端口时只用来区分辐射结构的端口与辐射系统的端口,并不带有这个端口是否能从外部接近的含义。

[0045] 在一些实施例中,所述能够进行多带 MIMO 操作的无天线式无线手持或便携装置的辐射系统包括辐射结构,其包含:至少一个接地平面,所述至少一个接地平面包含至少一个连接点;至少两个辐射升压器,所述 / 每个辐射升压器包含连接点;以及至少两个内部端口。

[0046] 射频系统包括:连接到辐射结构的至少一个内部端口中的每一个上的端口(即,端口数目与辐射结构中的内部端口的数目相同);以及连接到辐射系统的外部端口上的端口。所述射频系统包括电路,所述电路可以改变辐射结构的阻抗,在辐射系统的至少两个操作频带中为辐射系统实现阻抗匹配。

[0047] 所述 MIMO 模块包括连接到辐射系统的至少一个外部端口中的每一个上的内部端口(即,每个辐射系统中,内部端口的数目与外部端口的数目相同)。MIMO 模块的端口的

“内部”和“外部”的名称并不带有端口是否可以从所述模块的外部接近的含义。

[0048] 在一些实施例中,所述辐射系统能够在电磁频谱的至少两个、三个、四个、五个或更多个频带中操作,所述频带允许分配蜂窝通信标准、无线连接和 / 或广播服务的一个或多个标准。

[0049] 在一些实施例中,辐射系统的操作频率区域(例如,第一和 / 或第二频率区域)优选是以下各项中的一个(或者包含在以下各项中的一个内):470-858MHz、698-890MHz、746-787MHz、824 - 960MHz、1710 - 2170MHz、2.4 - 2.5GHz、3.4 - 3.6GHz、4.9 - 5.875GHz 或 3.1 - 10.6GHz。

[0050] 在一些实施例中,辐射结构包括两个、三个、四个、五个、六个或更多个辐射升压器,所述辐射升压器中的每一个包含连接点,并且所述连接点中的每一个连同所述至少一个接地平面的连接点一起限定了辐射结构的内部端口。因此,在一些实施例中,辐射结构包括两个、三个、四个、五个、六个或更多个辐射升压器,并且相应地包括两个、三个、四个、五个、六个或更多个内部端口。

[0051] 在其它实施例中,辐射系统包括第二外部端口,并且射频系统包括额外的端口,所述额外的端口连接到所述第二外部端口。也就是说,辐射系统具有两个外部端口。

[0052] 本发明一方面涉及使用辐射结构的接地平面作为有效的辐射器在无线手持或便携装置的两个或两个以上操作频带中实现增强的无线电性能,因而不再需要集成一组天线元件来提供 MIMO 能力。当根据本发明接地平面的最长尺寸是最低自由空间操作波长的至少十分之一、优选是最低自由空间操作波长的至少五分之一时,可以激发所述接地平面的不同的辐射模式以达到有利效果。

[0053] 接地平面矩形被限定为是包含辐射结构的接地平面的最小尺寸的矩形。也就是说,接地平面矩形是各个边与所述接地平面的至少一个点正切的矩形。接地平面矩形有两个长边和两个短边(在一些特定实例中,这个接地平面矩形是接地平面正方形),并且接地平面矩形进一步具有长度和宽度,接地平面矩形的长度是接地平面矩形的长边的长度,而接地平面矩形的宽度是接地平面矩形的短边的长度。在本文档中,有时候提到一位置“靠近”一位置,例如接地平面的角或接地平面的边或边缘的中间。在本文档的上下文中,“靠近”意味着相对于接地平面矩形的尺寸靠近。优选的是,“靠近”意味着在小于接地平面矩形的宽度的 1/4 的距离上,更优选在小于接地平面矩形的宽度的 1/6、1/8、1/10、1/12 乃至 1/15 或 1/20 的距离上。

[0054] 在一些情况下,接地平面矩形的边(优选是接地平面矩形的长边)与对应于第一操作频带的最低频率的自由空间波长之间的比率大于一最小比率较为有利。一些可能的最小比率是 0.1、0.16、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.8、1、1.2 和 1.4。所述比率可以另外小于最大比率(即,所述比率可以大于一最小比率但是小于一最大比率)。一些可能的最大比率是 0.4、0.5、0.6、0.6、1.2、1.4、1.6、2、3、4、5、6、7 和 10。

[0055] 相对于这些范围内的所述自由空间波长来设定接地平面矩形的尺寸(优选是矩形长边的长度),使得接地平面可以支持一个、两个、三个或更多个有效的辐射模式。

[0056] 此外,在一些情形中,至少两个辐射升压器的位置,特别是经布置用于在共用频带内辐射的辐射系统的辐射升压器的位置,可以根据本发明来达到有利的设计,以便在接地平面内激发至少两种大体上正交的辐射模式,这样优选可以在 MIMO 系统中实现低相关性。

[0057] 在本申请案的上下文中,如果两个辐射模式形成一从大概 60 度到大概 120 度、大概 70 度到大概 110 度或大概 80 度到大概 100 度的范围内的角度,则认为这两个辐射模式是大体上正交的。

[0058] 在本申请案的上下文中,如果两个辐射模式形成的角度小于或等于大概 30 度、大概 20 度或大概 10 度,则认为这两个辐射模式是大体上平行的。

[0059] 此外,当两个辐射模式大体上正交时,每个极化之间的角度也大体上是正交的。在这个意义上,如果每个辐射场的极化形成一从大概 60 度到大概 120 度、大概 70 度到大概 110 度或大概 80 度到大概 100 度的范围内的角度,则认为这两个辐射模式也是大体上正交的。

[0060] 另一优选实施例激发相同的辐射模式,但是辐射升压器呈现的电抗行为相反(电感性和电容性),当要提供需要的 MIMO 低相关路径时,这种方案是优选的。将能够耦合电容性电磁能量的辐射结构定义为这样一种辐射结构:在射频系统断开时,对于至少一个操作频带中的频率,均存在一具有电容性电抗的输入阻抗,所述输入阻抗是在与所述辐射升压器相关联的内部端口上测量的。在本文档中,这类辐射结构有时候也称为具有电容性特征的辐射结构。此辐射结构的辐射升压器有时候称为电容性辐射升压器。类似地,将能够耦合电感性电磁能量的辐射结构定义为这样一种辐射结构:对于至少一个操作频带中的频率,均存在一具有电感性电抗的输入阻抗,所述输入阻抗是在与所述辐射升压器相关联的内部端口上测量的。在本文档中,这类辐射结构有时候也称为具有电感性特征的辐射结构。此辐射结构的辐射升压器有时候称为电感性辐射升压器。

[0061] 包含特征是具有相反特征(电感性和电容性)的辐射结构的辐射系统的组合可以优先用于在这些辐射系统共有的频带中实现低相关性。

[0062] 在另一优选实施例中,因为集成了至少两个辐射系统,所以端口之间的互耦合减少,其中至少一个辐射系统包括至少两个辐射升压器,而另一个辐射系统包括至少一个天线元件。所述包括至少两个辐射升压器的辐射系统和所述包括至少一个天线元件的辐射系统进一步包括传输线,用于改善至少一个辐射系统的带宽,以减少所述辐射系统之间的互耦合,或是这两种效应的组合。在一些实施例中,所述传输线的长度不大于 40mm、60mm、80mm、100mm、125mm、150mm、175mm、200mm、250mm、300mm 和 400mm。

[0063] 辐射系统所实现的增益取决于其方向性、其辐射效率和其输入返回损失等因素。辐射系统的辐射效率和输入返回损失都与频率有关(甚至方向性与频率有很大关系)。辐射系统通常在接地平面中激发的辐射模式的频率附近非常高效,并且在所述频率附近的其阻抗带宽所定义的频率范围内维持了类似的无线电性能。

[0064] 无线手持或便携装置一般包括一个、两个、三个或更多个印刷电路板(PCB),这些印刷电路板上带有电子器件。在能够进行 MIMO 操作的无天线式无线手持或便携装置的优选实施例中,MIMO 系统中包括的辐射结构的接地平面至少部分或完全包含在 PCB 的至少一层中。优选的是,所述接地平面是 MIMO 系统中包括的所有辐射系统的共用接地平面层。

[0065] 在一些情况下,MIMO 无线手持或便携装置可以包括两个、三个、四个或更多个接地平面。例如,翻盖型、翻转型、旋转性或滑盖型无线装置可以包括两个 PCB,每个 PCB 均包含接地平面,如此达到有利效果。

[0066] 在一些实例中,所述至少一个辐射升压器的最大尺寸小于对应于包含所述辐射升

压器的辐射系统所提供的第一操作频带的最低频率的自由空间波长的 1/30、1/40、1/50、1/60、1/80、1/100、1/140 乃至 1/180。

[0067] 在另外一些实例中,至少一个(例如,一个、两个、三个或更多个)辐射升压器的最大尺寸小于对应于包含所述至少一个辐射升压器的辐射系统所提供的第二操作频带的最低频率的自由空间波长的 1/30、1/40、1/50、1/60、1/80、1/100、1/140 乃至 1/180。

[0068] 根据本发明的 MIMO 系统的至少一个辐射升压器的最小尺寸至少小于对应于第一操作频带的最低频率的自由空间波长的 1/30,优选 1/50。也就是说,这些 / 每个辐射升压器配合在直径小于所述同一操作波长下的弧度球体的直径的 1/4 或者优选小于其 1/6 的虚球中。

[0069] 将所述辐射升压器的尺寸设置成低于某个最大值是有利的,可以允许将能量合适地传送到接地平面的辐射模式,同时使在 PCB 中占据的体积最小;升压器所需要的空间远远小于经布置以在对应频带中辐射的天线元件本来占据的空间。对于第一频带的所有频率,辐射升压器的表现基本上与不辐射元件相同。因此,所属领域的技术人员可能不会将这个 / 每个辐射升压器视为是天线元件。因此,辐射主要是由所述辐射升压器在接地平面上激发的辐射模式提供。

[0070] 此外,在这些实例中的一些实例中,至少一个、两个或三个辐射升压器的最大尺寸大于对应于无天线式无线手持或便携装置的第二操作频带的最低频率的自由空间波长的 1/1400、1/700、1/350、1/175、1/120 或 1/90。

[0071] 将辐射升压器的尺寸设置成大于某个最小值是有利的,这样辐射结构的输入阻抗的实数部分更大(这个输入阻抗是当所述辐射升压器从射频系统上断开时,在与所述辐射升压器相关联的辐射结构的内部端口上测量得到的),这样可以增强所述辐射升压器与接地平面之间的能量传送。

[0072] 在优选实例中,辐射结构的特征是在从射频系统断开时在这个 / 每个内部端口上具有一位置在辐射系统的第一操作频带上方(即,高于第一操作频带)的第一谐振频率。

[0073] 在本文档的上下文中,与辐射结构的内部端口相关联的谐振频率优选指代这样一种频率,其中在从射频系统上断开时,在辐射结构的所述内部端口上测量到的输入阻抗的虚数部分等于零。

[0074] 所述辐射升压器很小,并且包含所述辐射升压器的辐射结构在远远低于在与这个 / 每个辐射升压器相关联的这个 / 每个内部端口上的第一谐振频率的频带中操作,所以辐射结构的输入阻抗(当辐射系统断开时在这个 / 每个内部端口上测量的)的特征是,在第一和 / 或第二操作频带的频率范围内存在重要的电抗分量(电容性或电感性)。也就是说,对于第一和 / 或第二频带的任何频率,在从射频系统上断开时,在这个 / 每个内部端口上的辐射结构的输入阻抗的虚数部分不等于零。

[0075] 在一些实施例中,内部端口上的第一谐振频率同时位于辐射系统的第二操作频带的下方(即,其频率低于第二操作频带)。因此,所述内部端口上的第一谐振频率位于第一频带上方,但是位于第二频带下方。

[0076] 在又一个优选实施例中,辐射结构包含:包括导电部分的第一辐射升压器,和包括在接地平面中限定的不导电间隙的第二辐射升压器。此实施例可能在一些情况下特别有利,可以在接地平面上激发具有大体上正交极化或增加的隔离水平的辐射模式。

[0077] 在一个实施例中，辐射升压器的位置优选大体上靠近接地平面矩形的短边，并且更加优选大体上靠近所述短边的末端。在其它实施例中，所述辐射升压器被放置在大体上靠近所述短边的中点的位置上。相对于接地平面这样放置辐射升压器，在辐射结构的特征是对于第一和第二操作频带的频率具有电容性分量的输入阻抗时特别有利，所述阻抗是在射频系统断开时在与所述辐射升压器相关联的内部端口上测量的。

[0078] 在另一个实施例中，辐射升压器的位置优选大体上靠近接地平面矩形的长边，并且更加优选大体上靠近所述长边的末端，或者靠近所述长边的中点。这样放置辐射升压器，在辐射结构的特征是在射频系统断开时对于第一和第二操作频带的频率在与所述辐射升压器相关联的输入端口上具有电感性分量的输入阻抗时特别有利。

[0079] 在一些实施例中，MIMO 无线手持或便携装置的辐射系统的辐射结构包括第一辐射升压器、第二辐射升压器和接地平面。因此，辐射结构包括两个内部端口：第一内部端口，是在第一辐射升压器的连接点与接地平面的至少一个连接点之间限定的；以及第二内部端口，是在第二辐射升压器的连接点与接地平面的所述至少一个连接点之间限定的。

[0080] 在一个有利实施例中，第一辐射升压器大体上靠近接地平面的第一角，而第二辐射升压器大体上靠近接地平面的第二角（所述第二角与所述第一角不同）。这样放置辐射升压器，可能在必须实现辐射结构的两个内部端口之间的更高隔离度时特别有用。

[0081] 在另一个有利实施例中，为了便于将辐射升压器与射频系统互连，所述第一和第二辐射升压器大体上靠近接地平面的第一角（first corner），所述第一角优选与接地平面矩形的一角相同。优选的是，在这个实例中，第一和第二辐射升压器使得，第一内部端口在射频系统断开时，特征是对于第一和第二频带的频率，存在一具有电感性分量的输入阻抗，并且第二内部端口也在射频系统断开时，特征是对于第一和第二频带的频率，存在一具有电容性分量的输入阻抗。

[0082] 在又一个有利实施例中，第一辐射升压器的位置大体上靠近接地平面的短边缘，而第二辐射升压器的位置大体上靠近接地平面的长边缘。优选的是，所述短边缘和所述长边缘分别与接地平面矩形的短边和长边相同，并且在一角上交叉。选择这样放置第一和第二辐射升压器，特别有利于在接地平面上激发具有大体上正交极化的辐射模式，并且 / 或者有利于实现辐射结构的两个内部端口之间的更高水平的隔离和相关。

[0083] 在一些实施例中，射频系统包括至少一个匹配网络（例如，一个、两个、三个、四个或更多个匹配网络），用于转变辐射结构的输入阻抗，从而在辐射系统的至少一个操作频带中为辐射系统实现阻抗匹配。

[0084] 在一优选实例中，射频系统包括的匹配网络的数目与辐射结构中的辐射升压器一样多（因此，与内部端口一样多）。

[0085] 在其它实施例中，特定辐射系统的射频系统包括电路，所述电路能够改善与所述特定辐射系统相关联的辐射结构的内部端口与对应于包含其它辐射结构的其它辐射系统的其它内部端口之间的隔离。

[0086] 匹配网络的一级（stage）包括一个或一个以上电路组件（例如但不限于是电感器、电容器、电阻器、跨接器、短路、开关、延迟线、谐振器或其它电抗性或电阻性组件）。在一些情况下，一级在辐射系统的操作频带中具有大体上电感性行为，而另一级在所述频带中具有大体上电容性行为，并且第三个级可能在所述频带中具有大体上电阻性行为。

[0087] 匹配网络可以包括一个级或多个级。在一些实施例中，所述匹配网络包括至少两个、至少三个、至少四个、至少五个、至少六个、至少七个、至少八个或更多个级。

[0088] 一级可以与其它级和 / 或射频系统的至少一个端口中的一一个端口串联或并联连接。

[0089] 在一些实例中，所述至少一个匹配网络使串联连接（即，级联）的级与并联连接（即，并联）的级交替，从而形成一梯形结构。在一些情况下，包括两个级的匹配网络形成一 L 形结构（即，串联 - 并联，或并联 - 串联）。在一些其它情况下，包括三个级的匹配网络形成一 pi 形结构（即，并联 - 串联 - 并联）或 T 形结构（即，串联 - 并联 - 串联）。

[0090] 在一些实例中，所述至少一个匹配网络使具有大体上电感性行为的级与具有大体上电容性行为的级交替。

[0091] 在一些实施例中，至少一个匹配网络的级中的至少一些电路组件是离散的集总组件（例如，SMT 组件），而在一些其它实例中，至少一个匹配网络的所有电路组件都是离散的集总组件。在一些实施例中，至少一个匹配网络的级中的至少一些电路组件是分散的组件（例如，印刷或嵌入在包含辐射结构的接地平面的 PCB 中的传输线），而在一些其它实例中，至少一个匹配网络的所有电路组件都是分散的组件。

[0092] 在一实例中，所述射频系统包括：第一双工器 (first diplexer)，用于分离辐射系统的第一和第二操作频带的电信号；第一匹配网络，用于在所述第一频带中实现阻抗匹配；第二匹配网络，用于在所述第二频带中实现阻抗匹配；以及第二双工器，用于重新组合所述第一和第二频带的电信号。

[0093] 在一些实例中，辐射系统不需要射频系统。当辐射系统中包含一些包括天线元件的辐射结构时，就会出现上述情况，因为天线元件并不总是需要射频系统。例如，MIMO 系统可以包括一辐射系统，这个辐射系统中包含：包括 PIFA 天线的辐射结构。在这个实例中，PIFA 天线可以在没有任何射频系统的情况下匹配，因为天线的几何形状可以用使得输入阻抗得到合适匹配的方式设计。

[0094] 在一优选实施例中，MIMO 系统包括至少两个辐射系统，这两个辐射系统能够在电磁频谱的以下至少两个频带中发射和接收电磁波信号：第一频带和第二频带，其中优选第一频带的中央频率低于第二频带的中央频率。每个所述辐射系统包括辐射结构，所述辐射结构包括：至少一个接地平面，能够支持至少一种辐射模式，所述至少一个接地平面包含至少一个连接点；至少一个辐射升压器，用于耦合由所述至少一个接地平面提供 / 接收的电磁能量，这个 / 每个辐射升压器包含连接点；以及至少一个内部端口。这个 / 每个内部端口限定在这个 / 每个辐射升压器的连接点与所述至少一个接地平面的至少一个连接点中的一个连接点之间。辐射系统进一步包括射频系统和外部端口。所述 MIMO 系统进一步包括 MIMO 模块，所述 MIMO 模块包含至少两个内部端口和 MIMO 外部端口。所述至少一个辐射系统的外部端口连接到 MIMO 模块上的至少一个内部端口。

[0095] 在又一个优选实施例中，MIMO 系统包括至少两个辐射系统，这两个辐射系统能够在电磁频谱的以下至少两个频带中发射和接收电磁波信号：第一频带和第二频带，其中优选第一频带的中央频率低于第二频带的中央频率。所述第一辐射系统包括辐射结构，所述辐射结构包括：至少一个接地平面，能够支持至少一种辐射模式，所述至少一个接地平面包含至少一个连接点；至少一个天线元件，所述至少一个天线元件包含连接点；以及至少一

个内部端口。所述内部端口限定在所述辐射升压器的连接点与所述至少一个接地平面的至少一个连接点中的一个连接点之间。辐射系统进一步包括射频系统和外部端口。所述第二辐射系统包括辐射结构，所述辐射结构包括：至少一个接地平面，能够支持至少一种辐射模式，所述至少一个接地平面包含至少一个连接点；至少一个辐射升压器，用于耦合由所述至少一个接地平面提供 / 接收的电磁能量，这个 / 每个辐射升压器包含连接点；以及至少一个内部端口。这个 / 每个内部端口限定在这个 / 每个辐射升压器的连接点与所述至少一个接地平面的至少一个连接点中的一个连接点之间。所述辐射系统进一步包括射频系统和外部端口。所述 MIMO 系统进一步包括 MIMO 模块，所述 MIMO 模块包含至少两个内部端口和一个 MIMO 外部端口。所述至少一个辐射系统的外部端口连接到 MIMO 模块上的至少一个内部端口。

[0096] 在一些优选实施例中，优选地，在每个辐射结构的共用接地平面中引入至少一个凹槽，以便改善相关值。

[0097] 本发明的一个方面涉及一种能够进行多带 MIMO 操作的无线手持或便携装置，其包括：包含至少一个 MIMO 系统的通信模块，其中所述至少一个 MIMO 系统包括：

[0098] - 至少两个辐射系统，能够发射和接收电磁波信号，其中所述辐射系统中的至少两个能够在至少第一频带中发射和接收电磁波信号，其中所述辐射系统中的至少两个能够在至少第二频带中发射和接收电磁波信号（也就是说，这个 MIMO 系统可以例如包括：四个辐射系统，两个辐射系统分配给第一频带，两个辐射系统分配给第二频带；或者两个辐射系统，每个辐射系统被分配用来处理第一频带和第二频带两者；或者三个辐射系统，其中的第一个被分配给第一频带和第二频带两者，第二个被分配来处理第一频带，第三个被分配来处理第二频带，等等；这些辐射系统中的一个或一个以上进而能够在其它频带上接收和发射，当提到能够在一频带中发射和接收电磁波信号时，是指接收和发射时的无线电性能根据适用的标准是可以接受的，这些标准的实例在本说明中已经提到）；以及

[0099] - MIMO 模块，经布置用于处理所述至少两个辐射系统发射和接收的电磁波信号；

[0100] 其中所述 MIMO 模块包含至少两个 MIMO 内部端口；

[0101] 其中所述辐射系统中的每一个包括至少一个外部端口，连接到所述 MIMO 内部端口中的相应一个内部端口上；

[0102] 其中所述辐射系统中的至少一个包含辐射结构，所述辐射结构包括：

[0103] - 接地平面，能够支持至少一种辐射模式，所述接地平面包含连接点；

[0104] - 辐射升压器，经布置以耦合由所述接地平面提供 / 接收的电磁能量，所述辐射升压器包含连接点；

[0105] - 以及内部端口，所述内部端口限定在所述辐射升压器的所述连接点与所述接地平面的所述连接点之间；

[0106] 其中所述至少两个辐射系统中的所述至少一个进一步包括射频系统，所述射频系统包括：

[0107] - 连接到所述辐射系统的对应的外部端口上的端口；

[0108] - 以及连接到所述辐射结构的所述内部端口上的端口；

[0109] 其中对于与所述内部端口相关联的操作频带中的至少一个（例如，一个、两个、三个或全部）的任何频率，在从射频系统断开时所述辐射结构在其内部端口上测量到的输

入阻抗的虚数部分不等于零（术语“与所述内部端口相关联的操作频带”是指在所述内部端口连接到所述射频系统时由辐射系统提供的操作频带，并且其中在没有所述射频系统的情况下，所述辐射系统在操作时将无法实现类似的无线电性能），所述至少一个操作频带包含（或者是）所述第一和 / 或所述第二频带；

[0110] 其中所述射频系统被布置来改变所述辐射结构的阻抗，以便于在与所述内部端口相关联的所述至少一个操作频带中操作（也就是说，也便于在一个或多个特定的操作频带下进行操作，其中特定是指，在这些操作频带下，当与射频系统断开时，在辐射结构的内部端口上测量到的输入阻抗具有一不等于零的虚数部分，这个情况适用于所述频带中的任何频率。）（因此，上文指出对于一频带的任何频率，所述输入阻抗的所述虚数部分不等于零，但是通过所述射频系统，可以对于所述频带的至少一个或一个以上频率，将这个虚数部分变成零或者接近零，从而允许在所述频带内实现可接受的操作）；

[0111] 并且其中所述辐射升压器的最大尺寸小于与所述内部端口相关联的最低操作频带的自由空间操作波长的 1/30（或者甚至小于，例如小于 1/40、1/50、1/60、1/80、1/100、1/140 或 1/180）。

[0112] 术语“与所述内部端口相关联的操作频带”是指这样的频带——其中当装置正在操作时，对应的辐射系统也在操作，并且其中在所述内部端口上没有所述辐射结构的情况下，将不能够在操作时有类似的无线电性能。

[0113] 在上文提到的第 WO2010/015364 号申请公开案中详尽阐释，通过使用辐射升压器配合这种类型的射频系统，可能可以使用接地平面作为辐射元件来发射和接收电磁波信号，因而允许进行无天线操作。但是，多带 MIMO 操作需要使用两个或两个以上能够在两个或两个以上频带中同时操作的辐射系统。因此，可能在所属领域的技术人员看来，使用 WO2010/015364 的技术进行 MIMO 操作是不合适的，因为使用接地平面作为主要辐射元件将可能因耦合而引起一些问题。但是，已经发现了与人们的想法相反，实际上可以布置辐射系统，以便将耦合减少到可以接受的水平，从而适合于 MIMO 操作。本申请案描述了许多实施例，这些实施例可以实现上述目标，并且所属领域的技术人员在本文档的教示的基础上容易想到其它实施例。

[0114] 这种装置的一些实施例可以进一步具有以下特点：

[0115] 第一和第二频带例如可以在 600MHz 到 3600MHz 的频率范围内。

[0116] 所述辐射系统中的至少两个可以包括辐射结构，所述辐射结构包含辐射升压器，所述辐射升压器中的一个在所述第一和第二频带中的至少一个中是电容性辐射升压器，并且所述辐射升压器中的另一个在所述第一和第二频带中的至少一个中是电感性辐射升压器。因此，通过使用电感性和电容性辐射结构（例如基于升压器的辐射结构）两者，可以增加在相同频带中操作的辐射结构的数目，同时使得辐射结构保持充分不耦合，从而可以实现合理品质的 MIMO 操作，即使两个辐射结构都是基于共用和使用同一接地平面作为辐射元件的辐射升压器时也是如此。

[0117] 电容性辐射升压器可以放置成更靠近接地平面或接地平面矩形的角，并且电感性辐射升压器可以放置成远离所述接地平面或接地平面矩形的角。已经发现，这样的位置有助于实现对应辐射模式的适当激发。例如，为了适当地激发纵向辐射模式，可以将电容性辐射升压器放置成靠近接地平面的角，这个位置会发生对应纵向辐射模式的最小电流分布，

而电感性辐射升压器可以放置成靠近接地平面的最长边缘的中心,这个位置会出现对应纵向辐射模式的最大电流分布。

[0118] 所述无线装置可以包含以下两种用于在至少一个频带中进行辐射的辐射结构:其中一种包括具有导电部分的辐射升压器,以及另一种所包括的辐射升压器具有限定在所述接地平面中的不导电间隙。这个包括导电部分(例如导电薄片或立方体)的辐射升压器可以具有电容性特征,并且这个包括不导电间隙的辐射升压器可以具有电感性特征。这样有助于使这两个升压器的辐射解耦,并且因此增强对应频带下的 MIMO 操作。

[0119] 至少两个辐射系统可以被布置,用来在同一频带下进行操作,其中所述至少两个辐射系统中的两个可以被布置,用来在接地平面内激发两种大体上正交的辐射模式。这样可以减少辐射系统之间的耦合。例如,辐射系统可以被布置来激发两种不同的辐射模式,对应于两个遵循大体上正交路径的不同电流分布,例如辐射模式中的一种可以在大体上平行于接地平面或接地平面矩形的短边的方向上延伸,而另一种辐射模式可以在大体上平行于接地平面或接地平面矩形的长边的方向上延伸。

[0120] 所述无线装置可以包括至少一个位置靠近所述接地平面或所述接地平面矩形的角的电容性辐射升压器。在本文档中,当提到辐射升压器的位置时,优选是指所述辐射升压器的连接点的位置。将电容性辐射升压器放置在靠近角的位置,可以用于增强辐射效率,因为纵向辐射模式的激发效果更好。所述无线装置可以包括多个位置靠近所述接地平面或接地平面矩形的多个角的电容性辐射升压器。例如,电容性辐射升压器的位置可以靠近所述角中的两个、三个或四个。

[0121] 所述无线装置可以包括至少一个位置靠近所述接地平面或接地平面矩形的一条长边的中点的电感性辐射升压器。已经发现这个位置可以增强辐射效率;如上文所述,通过组合电感性和电容性系统,可以改善对应辐射系统的解耦,这对于 MIMO 操作是有益的。举例来说,所述无线装置可以包括至少两个电感性辐射升压器,其中的一个位置靠近所述接地平面或接地平面矩形的长边之一的中点,并且其中的另一个位置靠近所述接地平面或接地平面矩形的另一长边的中点。

[0122] 所述无线装置可以包括至少一个电容性辐射升压器和至少一个电感性辐射升压器,这些辐射升压器位于所述接地平面或接地平面矩形的同一边上,所述电容性辐射升压器放置地比所述电感性辐射升压器更靠近所述接地平面或接地平面矩形的角。这样布置可以有助于使装置和 MIMO 系统更加紧凑。通常为了实现低相关,需要将天线元件放置成彼此远离。对于这种电容性 - 电感性辐射升压器配置,可以在小空间中实现低相关,这对于集成的用途是有利的,即可以使升压器之间的连接线最少。

[0123] 接地平面可以包含至少一个凹槽,所述凹槽的长度优选是接地平面矩形的短边长度的至少 1/5。所述凹槽可以被布置,以便改善辐射结构之间的解耦,并且还可以改变在接地平面中激发的辐射模式,并且 / 或者改善阻抗带宽。所述至少一个此凹槽的至少一部分可以组成一个所述辐射结构的电感性辐射升压器的至少一部分,或者组成天线元件的至少一部分。

[0124] 无线装置可以包含至少一个具有大体上平坦形状(也就是说,大体上 2 维配置)的电容性辐射升压器,所述辐射升压器大体上与对应的接地平面共面。辐射升压器的平坦形状可能有助于将辐射系统集成到例如超薄装置中。

[0125] 接地平面的周边中可以包含至少一个间隙，至少一个辐射升压器至少部分地放置在所述间隙当中或上方。这样，通过提供间隙，例如电容性辐射升压器等辐射升压器可以放置在接地平面矩形的不导电部分上，但是仍然在接地平面矩形的界线内，这样可以有助于设计装置和将带有辐射结构的接地平面集成到装置中。

[0126] 至少一个辐射升压器可以放置在至少另一个辐射升压器上方（当所述接地平面处在水平平面中时在垂直方向上），从而使得所述辐射升压器中的一个在所述水平平面上的正交投影至少部分地与所述另一个辐射升压器在所述水平平面上的正交投影重叠（例如，重叠大于 50%、60%、75% 或 90%）。这样可以让升压器的布置非常紧凑。

[0127] 所述至少两个辐射系统中的至少一个可以包括天线元件，其中这个天线元件选自包括以下各项的群组：单极天线、接线天线、IFA、PIFA、槽式天线和电介质天线。

[0128] 所述至少一个辐射升压器的最大尺寸小于与所述内部端口相关联的最低操作频带的自由空间操作波长的 1/50。

[0129] 至少两个所述辐射系统中的每一个可能能够在至少两个频带中发射和接收电磁波信号，所述至少两个操作频带包含所述第一和 / 或所述第二频带（也就是说，至少两个所述辐射系统可以至少是双带辐射系统，在包含所述第一和 / 或所述第二频带的至少两个频带中操作）。

[0130] 接地平面可以至少部分地包含在 PCB 的至少一层中。例如，所述接地平面可以是 MIMO 系统中包括的所有辐射系统的共用接地平面层。

[0131] 具有辐射升压器的至少一个辐射结构的至少一个接地平面可以具备多个间隙，对应于所述接地平面的周边。在接地平面的周边中提供这种类型的间隙（例如，对应于其长边，并且根据选择还可能对应于其短边），可以增加灵活性，因为这样容易在所述间隙中插入升压器。因此，一个“标准”接地平面便可以用于许多种产品，根本不需要针对特定装置和装置的辐射系统的特定布局来实质性定制接地平面的设计。间隙的数目 $N = 6$ 可以是间隙数目的合适的最小值，但是可能优选具有更多个间隙，例如 8 个、10 个、15 个或更多个。

[0132] 至少一个辐射结构可以包括至少两个辐射升压器，连接到共用射频系统，用于实现至少三个频带的操作。

[0133] 射频系统可以被布置，用于在至少两个频带下进行操作，同时改善在同一频带中操作的至少两个辐射系统之间的隔离。

[0134] 接地平面矩形的长边的长度与对应于最低操作频带的最低频率的自由空间波长之间的比率可以例如大于 0.1。

[0135] 例如，MIMO 系统可以被布置为无线手持或便携装置的至少两个操作频带提供至少等于 2 的 MIMO 阶。

附图说明

[0136] 附图中所示为本发明的实施例。这里图示了：

[0137] 图 1-(a) 包含根据本发明的辐射系统的无天线式无线手持或便携装置的实例；和 (b) 无天线式无线手持或便携装置的框图，图解说明了所述装置的基本功能块。

[0138] 图 2- 根据本发明的 MIMO 系统的四个实例的示意表示。(a) 四个辐射系统的实例，其中每一个辐射系统包含一个辐射升压器。(b) 两个辐射系统的实例，其中每一个辐射系统

包含至少两个辐射升压器。(c) 三个辐射系统的实例，其中个辐射系统包含至少两个辐射升压器，其它辐射系统包含一个辐射升压器。(d) 包含一个辐射系统，所述辐射系统包括至少两个辐射升压器、另一个辐射系统包含一辐射升压器，以及包含天线元件的另一个辐射系统的实例。

[0139] 图 3- 用于根据本发明的辐射系统中的射频系统的匹配网络的三个实例的框图。

[0140] 图 4-(a) 包含匹配网络、滤波器和合波器 / 分波器的射频系统的示意表示。(b) 连接到射频系统上的辐射升压器的示意表示。所示的辐射系统具有两个外部端口。

[0141] 图 5- 包含六个辐射升压器的 MIMO 系统的实例的透视图：两个辐射升压器用于将电感能量耦合到接地平面辐射模式；四个辐射升压器执行能量与接地平面辐射模式的电容性耦合。

[0142] 图 6- 将辐射升压器与天线元件组合的 MIMO 系统的一个实例的透视图。

[0143] 图 7- 包含六个被构想用来将电容性电磁能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的 MIMO 系统的一个实例的透视图。

[0144] 图 8- 包含四个辐射升压器的 MIMO 系统的实例的透视图：两个辐射升压器用于将电感性电磁能量耦合到接地平面辐射模式，两个辐射升压器用于将电容性电磁能量耦合到接地平面辐射模式。这些辐射升压器布置在大致为矩形的接地平面的较短边缘中。

[0145] 图 9- 包含四个被构想用来将电容性电磁能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的 MIMO 系统的一个实例的透视图。第一和第二辐射升压器分别布置在大体上矩形的接地平面的第一短边缘和第二短边缘中，靠近相反的角，以便实现高隔离度；而第三和第四辐射升压器分别布置在第三和第四长边缘中，用于提供大体上正交的辐射模式。

[0146] 图 10- 包含四个被构想用来将电容性电磁能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的 MIMO 系统的一个实例的透视图。这四个辐射升压器分别布置在大体上矩形的接地平面的四个角中，以便被实质性隔离开来。

[0147] 图 11- 与图 10 中描绘的配置相同，但是添加了在大体上垂直于大体上矩形接地平面的长边缘的方向上延伸的凹槽，用于调谐在所述大体上矩形的接地平面中激发的辐射模式，并且用于改善辐射系统之间的隔离。

[0148] 图 12- 与图 10 中描绘的配置相同，但是添加了两个凹槽，每一个凹槽处在接地平面的每个短边缘上，在大体上垂直于所述短边缘的方向上延伸，用于调谐在所述大体上矩形的接地平面中激发的辐射模式，并且用于改善辐射系统之间的隔离。

[0149] 图 13- 包含三个被构想用来将电容性和电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的 MIMO 系统的一个实例的透视图。使用具有电感表现的辐射升压器，同时作为一种机构来改变辐射模式并且因此改变沿着接地平面流动的电流分布。

[0150] 图 14- 与图 8 中的配置相同，但是在这种情况下，这些负责将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器位于接地平面的短边缘和长边缘上。

[0151] 图 15- 图 14 所示的配置在图 15 所示的实施例的接地平面两端重复。

[0152] 图 16- 包含两个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的 MIMO 系统的另一实例的透视图。

[0153] 图 17- 包含五个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和两个被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和天线元件的

MIMO 系统的另一实例的透视图。

[0154] 图 18- 包含四个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和两个被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和两个天线元件的 MIMO 系统的另一实例的透视图。

[0155] 图 19- 包含四个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和一个被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和三个天线元件的 MIMO 系统的一个实例的透视图, 这些天线元件使用对应的第 US2007/0152886 号专利申请公开案中描述的空间填充型曲线。

[0156] 图 20- 包含一个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和一个被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的 MIMO 系统的一实例的透视图。

[0157] 图 21- 包含一个靠近天线元件的辐射升压器的 MIMO 系统的一个实例的透视图, 其中所述辐射升压器和天线元件共用靠近接地平面的短边缘的相同区域。另一天线元件位于接地平面的相反短边缘。

[0158] 图 22- 包含四个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和四个被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的 MIMO 系统的一个实例的透视图。所述接地平面具有五个间隙, 以便包括被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器甚至包括用以将电容器能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器。

[0159] 图 23- 表示包含八个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的膝上型计算机的 MIMO 系统的一个实例的透视图。

[0160] 图 24- 表示包含八个被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器和两个被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的翻盖移动电话的 MIMO 系统的一个实例的透视图。

[0161] 图 25- 包含四个辐射升压器和一大体上正方形的接地平面的表示电子书的 MIMO 系统的实例的透视图。

[0162] 图 26- 包含位于接地平面的短边缘的角上并且嵌入在接地平面区域中的两个辐射升压器的 MIMO 系统的实例的透视图。

[0163] 图 27- 包含位于接地平面的相同角的两个辐射升压器的 MIMO 系统的实例的透视图。

[0164] 图 28- 包含堆叠配置的两个辐射升压器的 MIMO 系统的实例的透视图。

[0165] 图 29- 包含两个辐射升压器的 MIMO 系统的一个实例的透视图, 一个辐射升压器被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式, 另一个辐射升压器被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式。(a) 这两个辐射升压器都位于大体上靠近接地平面的角的位置。(b) 类似于 (a), 但是被构想用来将电容性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器嵌入在被构想用来将电感性能量耦合到接地平面辐射模式的辐射升压器的区域中。

[0166] 图 30- 包含合波器 / 分波器和匹配网络的射频系统的示意表示。

具体实施方式

[0167] 鉴于下文对一些优选实施例的详细描述,本发明的其它特性和优点将变得显而易见。提供对本发明的一些优选实施例的所述详细描述只是为了进行说明,绝不是打算定义对本发明的限制,详细描述是参照附图作出的。

[0168] 图 1 所示为根据本发明的能够进行多带 MIMO 操作的可以被看作无天线(因为此装置不包含所属领域的技术人员所理解的“天线”)无线手持或便携装置 100 的说明性实例。在图 1a 中,所示为无天线式无线手持或便携装置 100 的分解透视图,所述装置包括六个辐射升压器 151a、151b、152-155 和接地平面 157(其可以包含在多层 PCB 中的一层当中)。无天线式无线手持或便携装置 100 还包括射频系统 156,可以与包括辐射升压器 151a、151b、155 的辐射结构互连,从而形成能够实现在多个频带下的操作的第一辐射系统。同时,辐射升压器 152、153 可以连接到第二射频系统,因而形成也能够实现在多个频带下的操作的第二辐射系统。最后,辐射升压器 154 还可以连接到第三射频系统,第三射频系统构成第三辐射系统,可以用于实现在单个频带或多个频带上的操作。

[0169] 根据本发明的 MIMO 系统还可以有其它配置。在这个意义上,每个辐射升压器可以独立地连接到射频系统,以便获得数目与辐射升压器一样多的能够进行多带操作的辐射系统。同样,辐射升压器可以组合成单个或若干个射频系统,因而形成数目与射频系统一样多的能够进行多带操作的辐射系统。

[0170] 为了保留 MIMO 系统的益处,最终的辐射系统必须在共用频带中操作,也就是说,至少两个辐射系统应当在共用频带中操作。

[0171] 现在参看图 1b,图示了能够进行多带 MIMO 操作的无天线式无线手持或便携装置 100 的框图,有利地,此装置根据本发明包括用户界面模块 101、处理模块 102、存储器模块 103、通信模块 104 和功率管理模块 105。在优选实施例中,本文中将处理模块 102 和存储器模块 103 列举为分开的模块。但是,在另一实施例中,处理模块 102 和存储器模块 103 可以是单个模块内的分开的功能,或者是多个模块。在另一个实施例中,无天线式无线手持或便携装置 100 的五个功能块中的两个或两个以上可以是单个模块内的分开的功能,或者是多个模块。

[0172] 图 2 中所示为根据本发明的能够进行多带 MIMO 操作的无天线式无线手持或便携装置的 MIMO 系统的四个示意性表示。

[0173] 确切地说,在图 2a 中,MIMO 系统 200 包括四个辐射系统 201a、201b、201c 和 201d,MIMO 模块 202,和负责载运信息信号的 MIMO 外部端口 203。每一辐射系统 201a、201b、201c 和 201d 分别包含辐射结构 204a-204d,这些辐射结构分别包括辐射升压器 207a-207d、接地平面 209a-209d 和内部端口 211a-211d,这些内部端口限定在辐射升压器 208a-208d 的连接点与接地平面 210a-210d 的连接点之间。每个辐射系统进一步分别包括射频系统 205a-205d,这些射频系统包括:第一端口 212a-212d,连接到辐射结构 204a-204d 的内部端口 211a-211d 上;和第二端口 213a-213d,连接到辐射系统 201a-201d 的外部端口 206a-206d 上。辐射系统 201a、201b、201c 和 201d 的外部端口 206a、206b、206c 和 206d 连接到 MIMO 模块 202 的内部端口 214、215、216 和 217 上。确切地说,辐射系统 201a 的外部端口 206a 连接到 MIMO 模块 202 的内部端口 214 上。辐射系统 201b 的外部端口 206b 连接到 MIMO 模块 202 的内部端口 216 上。辐射系统 201c 的外部端口 206c 连接到 MIMO 模块 202 的内部端口 217 上。辐射系统 201d 的外部端口 206d 连接到 MIMO 模块 202 的内部端口 215

上。

[0174] 图 2b 描绘 MIMO 系统 220 的另一个实例,该系统包括两个辐射系统 221a 和 221b、MIMO 模块 222 和负责载运信息信号的 MIMO 外部端口 223。辐射系统 221a 的外部端口 226a 连接到 MIMO 模块 222 的内部端口 231 上。辐射系统 221b 的外部端口 226b 连接到 MIMO 模块 222 的内部端口 232 上。

[0175] 更具体来说,图 2b 中的 MIMO 系统 220 的每个辐射系统 221a 和 221b 分别包括辐射结构 224a 和 224b。辐射结构 224a 包含两个辐射升压器 207a、227a、接地平面 209a 和两个内部端口 211a、229a。第一内部端口 211a 限定在辐射升压器 207a 的连接点 208a 与接地平面 209a 的连接点 210a 之间,而第二内部端口 229a 限定在辐射升压器 227a 的连接点 228a 与接地平面 209a 的相同连接点 210a 之间。辐射系统 221a 进一步包括射频系统 225a,射频系统 225a 包括三个端口 :第一端口 212a,连接到第一内部端口 211a 上 ;第二端口 230a,连接到第二内部端口 229a 上 ;和第三端口 213a,连接到辐射系统的外部端口 226a 上。换言之,射频系统 225a 包括连接到辐射结构 224a 的至少一个内部端口中的每一者上的端口,和连接到辐射系统的外部端口 226a 上的端口。与此相似,辐射结构 224b 还包含两个辐射升压器 207b、227b、接地平面 209b 和两个内部端口 211b、229b。第一内部端口 211b 限定在辐射升压器 207b 的连接点 208b 与接地平面 209b 的连接点 210b 之间,而第二内部端口 229b 限定在辐射升压器 227b 的连接点 228b 与接地平面 209b 的相同连接点 210b 之间。辐射系统 221b 进一步包括射频系统 225b,射频系统 225b 包括三个端口 :第一端口 212b,连接到第一内部端口 211b 上 ;第二端口 230b,连接到第二内部端口 229b 上 ;和第三端口 213b,连接到辐射系统的外部端口 226b 上。

[0176] 图 2c 描绘 MIMO 系统 240 的另一实例,该系统包括三个辐射系统 201a、201b 和 221、MIMO 模块 241 和负责载运信息信号的 MIMO 外部端口 242。

[0177] 在此情况下,辐射系统 221 包括辐射结构 224,辐射结构 224 包含两个辐射升压器 207、227、接地平面 209 和两个内部端口 211、229。第一内部端口 211 限定在辐射升压器 207 的连接点 208 与接地平面 209 的连接点 210 之间,而第二内部端口 229 限定在辐射升压器 227 的连接点 228 与接地平面 209 的相同连接点 210 之间。辐射系统 221 进一步包括射频系统 225,射频系统 225 包括三个端口 :第一端口 212,连接到第一内部端口 211 上 ;第二端口 230,连接到第二内部端口 229 上 ;和第三端口 213,连接到辐射系统的外部端口 226 上。

[0178] 同时,辐射系统 201a 和 201b 分别包括一辐射结构 204a、204d,这些辐射结构分别包括辐射升压器 207a、207b、接地平面 209a、209b 和内部端口 211a、211b,这些内部端口分别限定在辐射升压器的连接点 208a、208b 与接地平面 209a、209b 的连接点 210a、210b 之间。每个辐射系统进一步包括射频系统 205a、205b,具有 :第一端口 212a、212b,分别连接到辐射结构 204a、204b 的内部端口 211a、211b 上 ;和第二端口 213a、213b,连接到辐射系统的外部端口 206a、206b 上。

[0179] 辐射系统 201a、201b 和 221 的外部端口 206a、206b、226 分别连接到 MIMO 内部端口 245、244、243 上。

[0180] 当辐射系统 221 用于在至少两个频带 (第一频带和第二频带) 下进行操作时,图 2c 中采集的 MIMO 系统可能是优选的。在这种情况下,辐射系统 201a 可以用于在所述第一频带中进行同时操作,而系统 201b 可以用于在所述第二频带中同时操作。

[0181] 图 2d 描绘 MIMO 系统 260 的另一实例, 该系统包括三个辐射系统 201a、221 和 261、MIMO 模块 262 和负责载运信息信号的 MIMO 外部端口 263。

[0182] 相对于前面的配置的主要差别在于, 在这种情况下, 辐射系统 261 包含辐射结构 272, 所述辐射结构包括: 天线元件 264、接地平面 266, 和内部端口 268, 这个内部端口限定在天线元件 264 的连接点 265 与接地平面 266 的连接点 267 之间。所述内部端口 268 连接到辐射系统 261 的外部端口 273 上, 这个外部端口同时还连接到 MIMO 内部端口 270。

[0183] 天线元件可以例如且不限于微带接线天线、PIFA、IFA、单极天线、槽形天线、双极天线或这些类型的组合。天线元件 264 与辐射升压器的明显差别在于, 天线元件 264 的尺寸与操作波长相当, 因此, 辐射主要由与所述天线元件相关联的辐射模式来进行。相反, 辐射升压器的特征在于, 其尺寸与操作波长相比很小。因为尺寸很小, 所以独立电磁表现不良, 这确保了将能量最大程度上传送到接地平面的有效辐射模式。因此, 为了实现基于升压器的解决方案, 完全由接地平面来提供辐射。

[0184] 当辐射系统 221、261 和 201a 能够在多个频带中进行操作时, 图 2d 中描绘的实施例变成优选。在这种情况下, 辐射系统 221、261 和 201a 可以具有至少一个共用的频带。例如, 辐射系统 221 可以在第一频带和第二频带中操作, 而辐射系统 201a 可以依据射频系统 205a 在所述第一频带和第二频带中的一者中或在这两者中操作, 而辐射系统 261 可以依据天线元件 264 在所述第一频带和第二频带中的另一者中或在这两者中操作。

[0185] 图 3 所示为用于射频系统的匹配网络 300 的三个优选实例的框图, 匹配网络 300 包括第一端口 301 和第二端口 302。所述两个端口中的一个可以同时是射频系统的端口, 并且特别是可以与辐射结构的内部端口互连。

[0186] 在图 3a 中, 匹配网络 300 包括电抗消除电路 303。在此实例中, 电抗消除电路 304 的第一端口可以操作地连接到匹配网络 301 的第一端口上, 并且电抗消除电路 305 的另一个端口可以操作地连接到匹配网络 302 的第二端口上。

[0187] 现在参看图 3b, 匹配网络 300 包括电抗消除电路 303 和宽带匹配电路 330, 宽带匹配电路 330 与电抗消除电路 303 级联连接较为有利。也就是说, 宽带匹配电路 331 的端口连接到端口 305 上。在本实例中, 端口 304 操作地连接到匹配网络 301 的第一端口上, 而宽带匹配电路 332 的另一端口操作地连接到匹配网络 302 的第二端口上。

[0188] 图 3c 描绘匹配电路 300 的另一个实例, 该匹配电路除了电抗消除电路 303 和宽带匹配电路 330 之外还包括微调电路 360。有利地, 所述三个电路级联连接, 其中电抗消除电路的端口(特别是端口 304)连接到匹配电路 301 的第一端口上, 并且微调电路 362 的端口连接到匹配电路 302 的第二端口上。在此实例中, 宽带匹配电路 330 在电抗消除电路 303 与微调电路 360 之间操作地互连(即, 端口 331 连接到端口 305 上, 并且端口 332 连接到微调电路 360 的端口 361 上)。

[0189] 在图 2 的辐射系统的实例中, 有利地, 射频系统 205a、205b、205c、205d、225a、225b、225 可包含至少一个匹配电路且(在具有有例如图 2b 所示的辐射升压器的两个辐射升压器的辐射结构的情况下)优选两个匹配电路(例如图 3a-c 的匹配电路 300)。

[0190] 但是, 射频系统还可包含适合于提供足以允许在至少两个频带中操作的充分阻抗带宽的其它匹配网络拓扑。射频系统还可包含用于降低辐射系统之间的相关因子的隔离构件。

[0191] 图 4 描绘包含匹配网络、滤波器和合波器 / 分波器以及包括辐射升压器的辐射结构与具有三个端口的射频系统的互连的射频系统的示意性表示。

[0192] 确切地说,图 4a 表示射频系统 400a 的示意图,射频系统 400a 将连接到辐射结构的两个内部端口上以变换辐射结构的输入阻抗,并且至少在辐射系统的至少第一和第二操作频带中实现阻抗匹配。

[0193] 射频系统 400a 包括:两个端口 401a、402a,将分别连接到辐射结构的第一和第二内部端口上;和第三端口 403a,将连接到辐射系统的单个外部端口上。辐射系统的所述外部端口连接到 MIMO 模块的 MIMO 内部端口上。

[0194] 图 4a 中描绘的射频系统 400a 可用于例如图 2b 的辐射结构 224a,其中两个内部端口 212a、230a 可分别连接到射频系统 400a 的端口 401a 和端口 402a 上。射频系统 400a 的端口 403a 可连接到辐射系统 221a 的外部端口上,所述外部端口同时连接到 MIMO 模块的 MIMO 内部端口 231 上。射频系统 400a 还可用于例如图 2b 中也图示的辐射结构 224b。

[0195] 射频系统 400a 进一步包括:第一匹配网络 404a,连接到端口 401a 上,在第一带内实现阻抗匹配;和第二匹配网络 405a,连接到端口 402a 上,在第二频带内实现阻抗匹配。图 3 所示的匹配网络 300 例如便可用作第一匹配网络 404a 和第二匹配网络 405a。

[0196] 射频系统 400a 进一步包括第一带通滤波器 406a,连接到所述第一匹配网络 404a 上;和第二带通滤波器 407a,连接到所述第二匹配网络 405a 上。第一带通滤波器 406a 经设计以便降低辐射系统的至少第一频带中的插入损失,提高辐射系统的至少第二操作频带中的阻抗。与之类似,第二带通滤波器 407a 经设计以便降低至少所述第二频带中的插入损失,提高所述至少第一频带中的阻抗。

[0197] 射频系统 400a 另外包含合波器 / 分波器 408a 以便对不同频带的电信号进行合波(或分波)处理。所述合波器 / 分波器 408a 连接到第一带通滤波器 406a 和第二带通滤波器 407a 上,并且连接到端口 403a 上。

[0198] 射频系统 400a、403b 实现了模块性以便于连接到 MIMO 模块上。例如,如果 MIMO 模块具有内部端口能够在两个频带下操作,则可使用射频系统 400a,其中受端口 401a 限定的上部路径实现了在一个频带上进行操作,而受端口 402a 限定的下部路径则实现了在另一个频带上进行操作。在另一种情形中,MIMO 模块可以具有用于其中一个频带的输入端口和用于另一个频带的另一输入端口。于是,采用射频系统 401b 情况可能较为有利,因为该射频系统提供了两个外部端口 404b(用于其中一个频带)和 405b(用于另一个频带)。

[0199] 图 4b 描绘的辐射系统 401b 的进一步实例具有与图 2a 中的实例相同的辐射结构 402b。但是,与图 2a 的实例不同的是,辐射系统 401b 包括额外的端口 405b。

[0200] 辐射系统 401b 包含射频系统 403b,其具有:第一端口 411b,连接到辐射结构 410b 的内部端口上;第二端口 412b,连接到外部端口 404b 上;和第三端口 413b,连接到额外的外部端口 405b 上。

[0201] 当辐射系统 401b 要在至少一个蜂窝通信标准和至少一个无线连接标准下实现操作时,此辐射系统 401b 可能是优选的。在一实例中,外部端口 404b 可实现 GSM900 和 GSM 1800 标准,而外部端口 405b 可实现 IEEE802.11 标准。

[0202] 图 5 所示为 MIMO 系统 500 的优选实例,其包含六个辐射结构,这六个辐射结构包括六个辐射升压器(501-506)和接地平面 507。一方面,辐射升压器 503 和 504 是电感性辐

射升压器,因为这些升压器在从射频系统上断开时,对于包含所述电感性辐射升压器的辐射系统所提供的至少一个操作频带中的频率,在其相应的内部端口上均存在具有电感性电抗的输入阻抗。另一方面,辐射升压器 501、502、505、506 是电容性辐射升压器,因为这些升压器在从射频系统断开时,对于由包含所述电容性辐射升压器的辐射系统提供的至少一个操作频带(优选是最低操作频带)中的频率,均存在具有电容性电抗的输入阻抗。辐射结构进一步包括接地平面 507。在此实例中,由于接地平面 507 的形状大体上是矩形,所以电容性辐射升压器位于所述接地平面的较短边缘的相反角上,而电感性辐射升压器布置在所述接地平面的每个较长边缘的中间部分上。

[0203] 每个辐射升压器配合接地平面构成辐射结构。所述辐射结构当与图 3 所述的射频系统互连时,形成能够实现在多个频带下的操作的辐射系统。包括电感性辐射升压器和电容性辐射升压器的辐射结构的组合是优选的,可以减少两者之间的互耦合。

[0204] 在特定实例中,每个辐射升压器连接到不同的匹配网络 300。每个射频系统的每个外部端口连接到 MIMO 模块的内部端口上。也就是说,MIMO 模块具有六个内部端口,与辐射升压器的数目相同。

[0205] 在又一个实例中,辐射升压器 501、502 连接到射频系统 400a,辐射升压器 503、504 连接到不同的射频系统 400a,并且辐射升压器 505、506 连接到不同的射频系统 400a。每个射频系统的每个外部端口连接到 MIMO 模块的内部端口。在这个实例中,MIMO 模块具有三个内部端口。

[0206] 在又一实例中,辐射升压器 501 连接到匹配网络 300,辐射升压器 502 连接到另一匹配网络 300,辐射升压器 505、506 连接到射频系统 400a,辐射升压器 503 连接到匹配网络 300,并且辐射升压器 504 连接到另一匹配网络 300。每个射频系统的每个外部端口连接到 MIMO 模块的内部端口。在这个实例中,MIMO 模块具有五个内部端口。

[0207] 不同的实施例可以满足 MIMO 系统的不同规范。例如,使用六个辐射系统的实例产生至少两个频带中的 M=6 阶的 MIMO 系统。在其它实例中,可以对至少两个频带中的 M=3 阶的 MIMO 系统使用三个辐射系统。这两个实例可以使用相同数目的辐射升压器,但是在第一个实例中,可以获得较大的 MIMO 阶。差别在于使用的射频系统。一方面,第一个实例呈现了具有连接到六个辐射系统中的每一者的外部端口上的单个端口的射频系统,并且用于在至少两个频带下进行操作。因此,MIMO 系统由六个辐射系统构成,这六个辐射系统实现在相同的两个频带下进行的各项操作。另一方面,第二实例包括三个辐射系统,这三个辐射系统各包含两个辐射升压器,这两个辐射升压器组合成通过如图 4a 所示的射频系统的单个端口,以便改善至少两个频带中的阻抗带宽和 / 或射频效率从而达到有利效果。

[0208] 图 6 描绘包括若干辐射结构的 MIMO 系统 600。第一辐射结构包含天线元件 601 和接地平面 604。在这种情况下并且仅为了说明的目的,天线元件 601 对应于具有馈送构件 605 的 PIFA 天线 601,和用于在多个频带中进行操作的短路构件 606。第二辐射结构包括第一辐射升压器 602 和与第一辐射结构相同的接地平面 604,其中第三辐射结构包含第二辐射升压器 603,并且还与前面的辐射结构共用接地平面 604。

[0209] 第二和第三辐射结构包括在第一和第二辐射升压器的连接点与接地平面的连接点之间限定的第一和第二内部端口。所述第一和第二内部端口分别连接到如图 3 所示的第一和第二匹配网络,因而构成第一和第二辐射系统,用于分别实现多带操作。

[0210] 图 6 所示的实施例的另一种可能的配置产生只包括两个辐射结构的 MIMO 系统 600。在这种情况下,第一辐射升压器 602 和第二辐射升压器 603 通过图 4a 所示的射频系统 400a 互连,因而构成能够实现多带操作的单个辐射系统。

[0211] 在任何情况下,最终的辐射系统都有至少一个操作频带是与包含天线元件(在此情况下为 PIFA 天线)的辐射系统的操作频带相同的。

[0212] 图 7 描绘包含六个辐射结构的 MIMO 系统,这六个辐射结构分别包括一辐射升压器(701、702、703、704、705、706),并且共用接地平面 707。在辐射升压器的连接点与接地平面的连接点之间限定的所述辐射结构的内部端口分别连接到射频系统的第一端口。在这个意义上,射频系统的数目与辐射结构相同,并且辐射系统的数目与射频系统相同。在其它实例中,两个或两个以上辐射升压器可以构成单个辐射结构,这个辐射结构用与图 2b 所示的相似的方式连接到单个射频系统,用于实现多带操作。

[0213] 在这个特定实施例中,所有的辐射升压器都是电容性辐射升压器,这个升压器在射频系统断开时,对于至少一个操作频带中的频率,存在一具有电容性电抗的输入阻抗。由于所述电磁行为的缘故,升压器优选位于接地平面 707 的较短边缘中,这个接地平面 707 的形状大体上是矩形的。

[0214] 图 8 所示为 MIMO 系统 700 的另一个优选实施例,这个系统包含一些执行不同电磁行为的辐射升压器。因此,辐射升压器 801 和 804 的特征是在射频系统断开时,对于至少一个操作频带中的频率,存在一具有电容性电抗的输入阻抗。同时,辐射升压器 802 和 803 在射频系统断开时,对于至少一个操作频带中的频率,存在一具有电感性电抗的输入阻抗。

[0215] 在这个特定的实施例中,四个辐射升压器可以连接到四个不同的射频系统,用于在多个频带中进行操作,因而产生四个不同的辐射系统。否则,具有相同或不同的电磁行为(电容性或电感性)的两个或两个以上辐射升压器可以组合成单个射频系统,因而产生包括两个或两个以上辐射结构的单个辐射系统。

[0216] 电容性升压器的有利位置是在大体上矩形的接地平面 805 的较短边缘或边的相反角上,而电感性升压器则是在所述短边或边缘上,但是与所述角相隔某一段距离。

[0217] 图 8 的实施例是有利的,因为这个实施例使用四个辐射升压器,这四个辐射升压器占据的接地平面 805 的空间较小,其中辐射升压器 801、804 是电容性的,而辐射升压器 802、803 是电感性的。因为这种互补性质(电感性和电容性),辐射升压器可以放置得非常靠近,同时保留了在相关性和隔离度方面的良好的电磁行为。

[0218] 图 9 描绘了根据本发明的 MIMO 系统 900 的另一个实例,这个系统包含四个辐射升压器,这些升压器在射频系统断开时,对于至少一个操作频带中的频率,存在一具有电容性电抗的输入阻抗。在这种情况下,辐射升压器 902 和 904 位于较短边缘的相反角上,并且辐射升压器 901、903 靠近接地平面 905 的角。辐射升压器 901、903 的位置与接地平面 905 的角之间的距离经过调整,可以优化相关性和隔离度等电磁行为。

[0219] 图 10 所示为与图 9 的实施例相似的实施例,但是在这种情况下,辐射升压器位于手持电话等无线手持或便携装置的大体上矩形的接地平面的四个角上。

[0220] 图 11、12 和 13 描绘了 MIMO 系统的若干实施例,这些系统包括一些包含位于接地平面 1105、1205、1304 上的凹槽 1106、1205、1206、1302 的辐射升压器。有利地,凹槽 1106、1205、1206、1302 的尺寸及其相对于接地平面 1105、1205、1304 和辐射升压器的相对布置经

过选择,可以增强阻抗带宽,或者增加辐射升压器之间的隔离度,以便减小相关系数。这两种效果可以同时实现。此外,凹槽可以重新用作辐射升压器,前提是其输入阻抗表现出适合于无线手持或便携装置的至少一个操作频带的频率的电抗行为,或者凹槽重新用作天线元件,前提是其具有适合于属于无线手持或便携装置的操作频带的至少一个频率的谐振尺寸,就如同凹槽 1302 的情况,凹槽 1302 在与标准 GSM1900/PCS 被分配的频带相关联的特定频率中谐振。

[0221] 在特定实例中,辐射升压器 1101 和 1102 连接到类似于图 4a 所示的射频系统 400a,以便在通信标准 GSM850、GSM900、GSM1800/DCS、GSM1900/PCS 和 UMTS 下进行操作。辐射升压器 1104 在 GSM850 和 GSM900 下进行操作,而辐射升压器 1103 用于在 GSM1800、GSM1900 和 UMTS 下操作。每个射频系统的外部端口各自连接到 MIMO 模块的 MIMO 内部端口上。这个特定的实例在 GSM850、GSM900 下提供 MIMO M=2,并且在 GSM1800、GSM1900 和 UMTS 下提供 MIMO M=2。

[0222] 图 14 所示为包含四个辐射升压器的 MIMO 系统的特定实施例。辐射升压器 1401、1402 的特征是在射频系统断开时,对于至少一个操作频带中的频率,存在一具有电容性电抗的输入阻抗。辐射升压器 1404、1403 的特征是在射频系统断开时,对于至少一个操作频带中的频率,存在一具有电感性电抗的输入阻抗。

[0223] 在特定实例中,辐射升压器 1401、1403 在第一频带中操作,并且辐射升压器 1402、1404 在第二频带中操作。每个辐射升压器连接到一如图 2a 所示的射频系统上。在这个特定实例中, MIMO 模块 202 具有四个内部端口,每个辐射升压器 1401、1402、1403 和 1404 各一内部端口。

[0224] 在另一个特定实例中,辐射升压器 1401 和 1402 连接到射频系统 221a(图 2b) 上,并且辐射升压器 1403、1404 连接到射频系统 221b 上。在这个特定实例中, MIMO 模块具有两个内部端口。其它组合也是可能的,可以依据操作频带来优化相关 / 隔离度。

[0225] 在另一特定实例中,辐射升压器 1401 和 1402 连接到射频系统 225,辐射升压器 1403 连接到射频系统 205a,并且辐射升压器 1404 连接到射频系统 205b。在这个特定实例中, MIMO 模块具有三个内部端口。

[0226] 图 15 所示为类似于图 14 的实施例的一个实施例。在这个特定实施例中,还有四个升压器(1505、1506、1507、1505)位于无线装置的接地平面的相反边缘上。添加更多的升压器有助于增加 MIMO 阶,以便增加无线 MIMO 装置的容量。

[0227] 图 16 所示为包含两个辐射升压器(1601、1602)的 MIMO 系统的另一实施例。辐射升压器 1602 带有 2D 轮廓,有利地,可以使用这个 2D 轮廓以便促进在接地平面中间集成辐射升压器,接地平面中间有许多无线组件(电池、RF 电路、显示器)。

[0228] 在特定实例中,辐射升压器 1601 可以在 GSM1800、GSM1900 和 UMTS 下进行操作,并且辐射升压器 1602 可以在至少一个前述通信标准中进行操作。

[0229] 在另一个特定实例中,辐射升压器 1601 可以在 LTE700、GSM850 和 GSM900 中提供操作,并且辐射升压器 1602 可以在至少一个前述通信标准中进行操作。

[0230] 图 17 所示为一个特定实施例,这个实施例包含七个辐射升压器(1702、1703、1704、1705、1706、1707、1708)和天线元件 1701。

[0231] 在特定实例中,无线升压器 1702、1703 连接到射频系统 400a。辐射升压器 1704、

1705 连接到另一射频系统 400a，并且辐射升压器 1706、1707 连接到另一射频系统 400a。在这个实例中，MIMO 模块具有五个输入端口，一用于天线元件 1701，另一用于组合了辐射升压器 1702、1702 的射频系统的外部端口，另一用于组合了辐射升压器 1704、1705 的射频系统的外部端口，另一用于组合了辐射升压器 1706、1707 的射频系统的外部端口，并且另一用于辐射升压器 1708 的匹配网络的外部端口。

[0232] 在一个特定实例中，天线元件 1701 在 GSM900 和 GSM1800 中操作，辐射升压器 1702 和 1703 在 GSM850、GSM900 中操作，辐射升压器 1704、1705 在 GSM1800、GSM1900、UMTS 中操作，辐射升压器 1706、1707 在 GSM850、GSM900 中操作，并且辐射升压器 1708 在 UMTS 中操作。

[0233] 图 18 所示为包含六个辐射升压器 (1801、1803、1804、1805、1806、1807) 和两个天线元件 (1802、1808) 的实施例。辐射升压器 1801、1803、1806、1807 的特征是：在射频系统断开时，对于至少一个操作频带中的频率，均存在一具有电容性电抗的输入阻抗。辐射升压器 1804、1805 的特征是：在射频系统断开时，对于至少一个操作频带中的频率，均存在一具有电感性电抗的输入阻抗。将辐射升压器 1801、1803、1806、1807 设置在有利的位置上，以便激发接地平面 1809 的有效辐射模式，并且确切地说，这个特定实例的优选位置在所述接地平面 1809 的角上。将辐射升压器 1804、1805 设置在有利的位置上，以便激发接地平面 1809 的有效辐射模式，并且确切地说，这个特定实例的优选位置在所述接地平面 1809 的长边缘的中心上。天线元件 1802 和 1808 是空间填充型曲线。

[0234] 在特定实例中，辐射升压器 1801、1803 连接到射频系统 400a 上，以便至少在 GSM850、GSM900、GSM1800、GSM1900、UMTS 下进行操作。辐射升压器 1806、1807 连接到另一射频系统 400a 上，以便至少在 GSM850、GSM900、GSM1800、GSM1900、UMTS 下进行操作。辐射升压器 1804、1805 连接到另一射频系统 400a 上，以便至少在 GSM1800、GSM1900、UMTS 下进行操作。天线元件 1802 和 1808 至少在 WiFi 连接标准下进行操作。存放辐射升压器 1801、1803 的射频系统的外部端口连接到 MIMO 模块的输入端口上。存放辐射升压器 1806、1807 的射频系统的外部端口连接到 MIMO 模块的另一输入端口上。存放辐射升压器 1804、1805 的射频系统的外部端口连接到 MIMO 模块的另一不同的输入端口上，即，不同于前面各端口的所述内部端口。天线元件 1802 连接到所述 MIMO 模块的再一不同的输入端口上，即，一不同于前面各端口的所述内部端口。天线元件 1808 连接到所述 MIMO 模块的又一不同的输入端口上，即，不同于前面各端口的所述端口。这个实例的特征是：至少对于 GSM850、GSM900 采取的 MIMO 阶为 $M=2$ ，至少对于 GSM1800、GSM1900、UMTS 采取的 MIMO 阶为 $M=3$ ，并且至少对于 WiFi 采取的 MIMO 阶为 $M=2$ 。

[0235] 在又一实例中，辐射升压器 1801 连接到匹配网络 300 上，其中所述外部端口连接到 MIMO 模块的内部端口上。辐射升压器 1801 至少在 GSM850、GSM900 或 LTE、GSM850 或 LTE、GSM900 下进行操作。辐射升压器 1803 连接到另一匹配网络 300 上，其中所述外部端口连接到所述 MIMO 模块的另一内部端口上。辐射升压器 1803 至少在 GSM850、GSM900 或 LTE、GSM850 或 LTE、GSM900 下进行操作。辐射升压器 1806 连接到另一匹配网络 300 上，其中所述外部端口连接到所述 MIMO 模块的不同于前面各端口的另一内部端口上。辐射升压器 1806 至少在 GSM850、GSM900 或 LTE、GSM850 或 LTE、GSM900 下进行操作。辐射升压器 1807 连接到另一匹配网络 300 上，其中所述外部端口连接到所述 MIMO 模块的不同于前

面各端口的另一内部端口上。辐射升压器 1807 至少在 GSM850、GSM900 或 LTE、GSM850 或 LTE、GSM900 下进行操作。辐射升压器 1804 连接到另一匹配网络 300 上, 其中所述外部端口连接到所述 MIMO 模块的不同于前面各端口的另一内部端口上。辐射升压器 1804 至少在 GSM1800、GSM1900 或 GSM1900、UMTS 或 GSM1800、UMTS 下进行操作。辐射升压器 1805 连接到另一匹配网络 300 上, 其中所述外部端口连接到所述 MIMO 模块的不同于前面各端口的另一内部端口上。辐射升压器 1805 至少在 GSM1800、GSM1900 或 GSM1900、UMTS 或 GSM1800、UMTS 中进行操作。天线元件 1802 可以根据选择连接到另一匹配网络 300 上, 用于进行阻抗匹配。所述射频系统的外部端口连接到不同于所述 MIMO 模块的前面各端口的另一内部端口上。天线元件 1802 至少在位于 2.4-2.5GHz 频带中的通信系统下进行操作。天线元件 1808 可以根据选择连接到另一匹配网络 300 上, 用于进行阻抗匹配。所述射频系统的外部端口连接到不同于所述 MIMO 模块的前面各端口的另一内部端口上。天线元件 1808 至少在位于 2.4-2.5GHz 频带中的通信系统中进行操作。在这个特定实例中, MIMO 模块包含八个内部端口。对于辐射升压器 1801、1803、1806、1807 这个组, MIMO 阶 M 的值为 M=4 ;对于辐射升压器 1804、1805 这个组, M=2 ;并且对于天线元件 1802、1808 这个组, M=3。

[0236] 图 19 所示为一个实施例, 这个实施例包含 :四个辐射升压器, 特征是在射频系统断开时, 对于至少一个操作频带中的频率, 存在具有电容性电抗的输入阻抗 ;辐射升压器 1904, 特征在于在射频系统断开时, 对于至少一个操作频带中的频率, 存在具有电感性电抗的输入阻抗 ;和三个天线元件 1902、1905、1908, 这些天线元件使用沿着接地平面 1909 定位的空间填充型曲线, 这个接地平面的形状是手持电话等无线装置常见的大体上细长的形状。

[0237] 图 20 所示为一实施例, 这个实施例包含 :辐射升压器 2001, 特征在于当射频系统断开时, 对于至少一个操作频带中的频率, 存在一具有电容性电抗的输入阻抗 ;和辐射升压器 2002, 特征在于当射频系统断开并且沿着接地平面 2003 定位时, 对于至少一个操作频带中的频率, 存在一具有电感性电抗的输入阻抗。

[0238] 在特定实例中, 辐射升压器 2001 和 2002 至少在 GSM1800、GSM1900 下进行操作。辐射升压器 2001 连接到匹配网络 300, 其中所述匹配网络 300 的外部端口连接到 MIMO 模块的内部端口。辐射升压器 2002 连接到另一射频系统, 其中所述射频系统的外部端口连接到所述 MIMO 模块的第二端口, 也就是说, MIMO 模块具有两个内部端口。这是提供多带 (至少 GSM1800、GSM1900) M=2 阶的 MIMO 操作的无线装置的一个实例。

[0239] 图 21 所示为一个实施例, 包含两个天线元件 2103 和 2101, 以及放置在天线元件 2103 附近的辐射升压器 2102。

[0240] 在一个特定实例中, 天线元件 2013 在 GSM850、GSM900 下操作, 天线元件 2101 在 GSM1800、GSM1900、UMTS 下操作, 并且辐射升压器 2102 在以下 GSM1800、GSM1900、UMTS 中的至少一者中操作。

[0241] 图 22 所示为包含八个辐射升压器的另一个实施例。辐射升压器 2201、2202、2207、2208 的特征是在射频系统断开时, 对于至少一个操作频带中的频率, 存在具有电容性电抗的输入阻抗。辐射升压器 2203、2204、2205、2206 的特征是在射频系统断开时, 对于至少一个操作频带中的频率, 存在具有电感性电抗的输入阻抗。使用接地面的五个间隙 2210、2212、2211、2213、2214 来存放电容性辐射升压器或电感性辐射升压器。当前的这个实例的

大概体现了这样一个优点：在设计阶段就在接地平面 2209 上形成一些间隙，用来存放辐射升压器，这样就不需要设计新的接地平面。

[0242] 图 23 所示为多带 MIMO 操作 2300 的膝上型计算机的实施例，这个实施例包含放置在膝上型计算机 2300 的底部和上部部分的接地平面 2309 的角上的八个辐射升压器（2301、2302、2303、2304、2305、2306、2307、2308）。这个特定的实例可以用来进行 $M=2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 的 MIMO ($M \times M$) 的多带 MIMO 操作。通过布置更多的电容性辐射升压器和 / 或电感性升压器（例如 2203，图 22），可以使用更高阶 M 。

[0243] 在一个特定实例中，所有的辐射升压器都至少在 LTE700、GSM850 和 GSM900 中操作。在另一个特定实例中，辐射升压器 2301、2303、2304、2307 在 LTE700、GSM850、GSM900 中操作，并且辐射升压器 2303、2305、2306、2308 在 GSM1800、GSM1900 和 UMTS 中操作。

[0244] 在又一个实例中，所有的辐射升压器都至少在 GSM1800、GSM1900、UMTS 中操作。

[0245] 图 24 所示为翻盖电话 2400 的一个实施例，这个翻盖电话包含沿着接地平面 2411 的十个辐射升压器。八个辐射升压器（2401、2402、2403、2404、2405、2406、2409、2410）的特征是在射频系统断开时，对于至少一个操作频带中的频率，存在具有电容性电抗的输入阻抗。辐射升压器 2407、2408 的特征是在射频系统断开时，对于至少一个操作频带中的频率，存在具有电感性电抗的输入阻抗。这个特定的实例可以用来进行 $M=2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ 和 10 的 MIMO ($M \times M$) 的多带 MIMO 操作。

[0246] 图 25 所示为特征是支持多带 MIMO 操作的平板电脑、电子书、iPad 等等 2500 的实施例，这个实施例包含放置在接地平面 2505 的角上的四个辐射升压器。

[0247] 在一个特定实例中，辐射升压器 2501、2504 连接到射频系统 400a，并且辐射升压器 2502、2503 连接到另一个射频系统 400a。每个射频系统的每个外部端口连接到 MIMO 模块的内部端口。在这个实例中，MIMO 模块具有两个内部端口。

[0248] 图 26 所示为辐射结构 2600，其中这个辐射结构的接地平面 2605 经过修改，包含两个切掉的部分，其中已经从接地平面 2605 上去除了金属。第一个切掉的部分 2604 和第二个切掉的部分 2603 已经设置在接地平面 2605 中。

[0249] 虽然接地平面 2605 的形状并不规则（与例如矩形的接地平面 905 相比），但是它具有一封闭接地平面 2605 的接地平面矩形，与接地平面 905 的关联矩形相等。

[0250] 第一辐射升压器 2601 现在可以设置在第一切掉的部分 2604 上，而第二辐射升压器 2602 可以设置在第二切掉的部分 2603 上。也就是说，辐射升压器 2601、2602 已经朝接地平面矩形 2606 的内部后退，使得第一和第二辐射升压器 2601、2602 在包含接地平面 2605 的平面上的正交投影完全在接地平面矩形 2606 的周界以内。此接地平面和辐射升压器相对于接地平面的布置是有利的，可以便于将辐射结构集成在特定的手持或便携无线装置内。

[0251] 在图 27 中，呈现了根据本发明的用于辐射系统的辐射结构的另一个实例。辐射结构 2700 包括两个辐射升压器：第一辐射升压器 2701 和第二辐射升压器 2702，每一者又包括一导电部分。辐射结构 2700 进一步包括接地平面 2703（仅在图 27 中部分示出），是在接地平面矩形 2704 中内切得来的。接地平面矩形 2704 具有短边 2705 和长边 2706。

[0252] 第一辐射升压器 2701 大体上靠近所述短边 2705 布置，而第二辐射升压器 2702 大体上靠近所述长边 2706 布置。此外，第一和第二辐射升压器 2701、2702 还大体上靠近接地

平面矩形 2704 的第一角布置,所述角是由所述短边 2705 与所述长边 2706 的相交限定的。

[0253] 在这个特定的情况下,第一辐射升压器 2701 突出超过接地平面矩形 2704 的短边 2705,使得第一辐射升压器 2701 在包含接地平面 2703 的平面上的正交投影在接地平面矩形 2704 的外部。另一方面,第二辐射升压器 2702 布置在接地平面 2703 的切掉的部分上,使得第二辐射升压器 2702 在包含所述接地平面 2703 的所述平面上的正交投影不与接地平面重叠。此外,所述投影完全在接地平面矩形 2704 的周界以内。

[0254] 但是,在另一个实例中,第一和第二辐射升压器两者都可能已经布置在接地平面的切掉的部分上,使得辐射升压器至少部分或者甚至完全地在与辐射结构的接地平面相关联的接地平面矩形的周界以内。但是,在另一个实例中,第一和第二辐射升压器两者可能都已经至少部分地或者甚至完全地突出超过所述接地平面矩形的一边。

[0255] 有利地,辐射结构 2700 可以便于将辐射升压器 2701、2702 互连到射频系统,因为所述辐射升压器的连接点(图 27 中未指示)比其例如在图 26 的辐射结构中更靠近彼此很多。

[0256] 图 28 呈现了包括两个辐射升压器的辐射结构的另一个实例,其中一个辐射升压器布置在另一个辐射升压器上面,形成堆叠式配置。

[0257] 辐射结构 2800 包括第一和第二辐射升压器 2805、2801 和接地平面 2806。第一辐射升压器 2805 包括多边形形状(在此实例中为正方形)的大体上平面的导电部件,和大体上位于所述导电部件的周界上的第一连接点 2804。第二辐射升压器 2801 也包括一多边形形状的大体上平面的导电部件,和大体上位于所述导电部件的周界上的第二连接点 2803。所述第一和第二连接点 2804、2803 与接地平面 2806 的连接点(图中未示出)共同限定辐射结构 2800 的第一和第二内部端口。

[0258] 在该图的实例中,两个辐射升压器 2801、2805 的形状和尺寸大体上相同,但是在其它实例中,这些升压器可能有不同的形状和/或尺寸,但是优选的情况是这些升压器大体上是平面的。

[0259] 第一辐射升压器 2805 大体上与辐射结构 2800 的接地平面 2806 共平面,并且相对于所述接地平面 2806 经过布置,使得第一辐射升压器 2805 大体上靠近接地平面 2806 的短边缘 2802,并且突出超过所述短边缘 2802。

[0260] 第二辐射升压器 2801 的有利位置是在第一辐射升压器 2805 上方的某个高度 h,使得第二辐射升压器 2801 在包含接地平面 2806 的平面上的正交投影与第一辐射升压器 2805 在所述平面上的正交投影的实质性部分重叠。实质性部分可以优选指代第一辐射升压器 2805 的正交投影的面积的至少 50%、60%、75% 或 90%。在该图的实例中,重叠的部分对应于第一辐射升压器 2805 的正交投影的面积的 100%。辐射结构的辐射升压器之间的此重叠对于实现非常紧凑的布置是有利的。

[0261] 此外,为了便于集成第一和第二升压器 2805、2801,高度 h 优选不大于自由空间波长的 2%,这对应于包括辐射结构 2800 的辐射系统的第一操作频带的最低频率。在这个实例中,所述高度 h 大约是 5mm,但是在其它实例中, h 可能甚至更小。

[0262] 图 29 提供根据本发明的能够在第一和第二频率区域中操作的辐射系统的辐射结构的两个实例,这个辐射系统组合了包括导电部分的辐射升压器与另一包括在辐射结构的接地平面中限定的间隙的辐射升压器。

[0263] 确切地说,图 29a 所示的辐射结构 2900 描绘了第一和第二辐射升压器 2901a、2902a 相对于接地平面 2905a 的布置。

[0264] 确切地说,第二辐射升压器 2902a 的位置大体上靠近接地平面 2905a 的短边缘 2903a, 并且更准确地说大体上靠近所述短边缘 2903a 的一端。鉴于第一辐射升压器 2901a 的位置也大体上靠近短边缘 2903a 的所述一端, 第一和第二辐射升压器 2901a、2902a 布置在靠近接地平面 2905a 的相同角的位置, 这样便于使辐射升压器与射频系统互连。

[0265] 此外, 第二辐射升压器 2902a 经过 90 度的顺时针旋转, 使得限定所述第二辐射升压器 2902a 的间隙的曲线现在与接地平面 2905a 的短边缘 2903a 相交。此定向使得第二辐射升压器 2902a 可以在接地平面 2905a 上激发辐射模式, 这个辐射模式的极化大体上与第一辐射升压器 2901a 在接地平面 2905a 上激发的辐射模式的极化正交。辐射模式的正交极化是指辐射的电场的极化。在同一频带中操作的模式之间的这些正交极化可以使相关系数很低, 这能确保良好的 MIMO 性能 (如果相关系数高, 则 MIMO 性能降低)。这个实例是优点是紧凑, 因为辐射升压器 2901a 和 2902a 靠近在一起。即便这些辐射升压器靠近在一起, 本方案还是可以实现低相关系数, 因为这些辐射升压器激发的辐射模式大体上正交。

[0266] 现在参照图 29b, 图中所示为辐射结构的另一个实例, 包括对前面的辐射结构的进一步修改。更具体地说, 第一辐射升压器 2901b 的位置已经相对于图 29a 的情况中的位置有所修改, 使得第一辐射升压器 2901b 在包含接地平面 2906b 的平面上有投影, 这个投影完全在第二辐射升压器 2902b 在所述同一平面上的投影内。此外, 第一和第二辐射升压器 2901b、2902b 在包含接地平面 2906b 的所述平面上的正交投影完全在与接地平面 2906b 相关联的接地平面矩形 2905b 的周界以内。这种布置下对应的解决方案可以产生十分紧凑的效果。

[0267] 第一辐射升压器 2901b 的有利布置方式是嵌入在第二辐射升压器 2902b 内, 因为与第一辐射升压器 2901b 相关联的第一升压器箱的至少一部分容纳在与第二辐射升压器 2902b 相关联的第二升压器箱 2904b 内。在这个特定实例中, 第一升压器箱与第一辐射升压器 2901b 的外部区域重合, 而第二辐射器箱 2904b 是在第二辐射升压器 2902b 的间隙周围限定的二维实体。因此, 第一升压器箱的底面容纳在第二升压器箱 2904b 内。

[0268] 图 30 所示为适合于与例如图 2a 的辐射结构 204a 互连的射频系统的一个实例。射频系统 3000 包括: 第一双工器 3005, 用于分离辐射系统的第一和第二操作频带的电信号; 第一匹配网络 3004, 用于在所述第一频带中实现阻抗匹配; 第二匹配网络 3003, 用于在所述第二频带中实现阻抗匹配; 以及第二双工器 3002, 用于重新组合所述第一和第二频带的电信号。

[0269] 第一和第二匹配网络 3004、3003 中的每一者可以与配合图 3 所述的匹配网络的任何实例中一样。

[0270] 第一双工器 3005 连接到第一端口 3006, 而第二双工器 3002 连接到第二端口 3001。在辐射系统中, 辐射结构的内部端口 (例如, 辐射结构 204a 的内部端口) 可以连接到所述第一端口 3006, 而辐射系统的外部端口可以连接到所述第二端口 3001。

[0271] 有利地, 在射频系统中使用双工器可以将不同频率区域的电信号分离, 并且使每个频率区域中的输入阻抗特性彼此独立地改变。

[0272] 虽然在上文配合各图描述的说明性实例中使用了一些特定的辐射升压器设计, 但

是可能在辐射结构中同等地使用了具有例如不同形状和 / 或尺寸的辐射升压器的许多其它设计。

[0273] 此外, 虽然将辐射结构的一些实例描述为包括具有导电部分的辐射升压器, 但是可能使用辐射升压器构造了其它可能的实例, 这些辐射升压器包括在辐射结构的接地平面中限定的间隙。

[0274] 同样, 虽然已经选择了一些拓扑 (即, 平面对体积几何形状)、形状和尺寸相等的辐射升压器, 但是这些辐射升压器已经被选择为具有不同的拓扑、形状和 / 或尺寸, 同时保留了例如辐射升压器相对于彼此和相对于接地平面的相对位置。

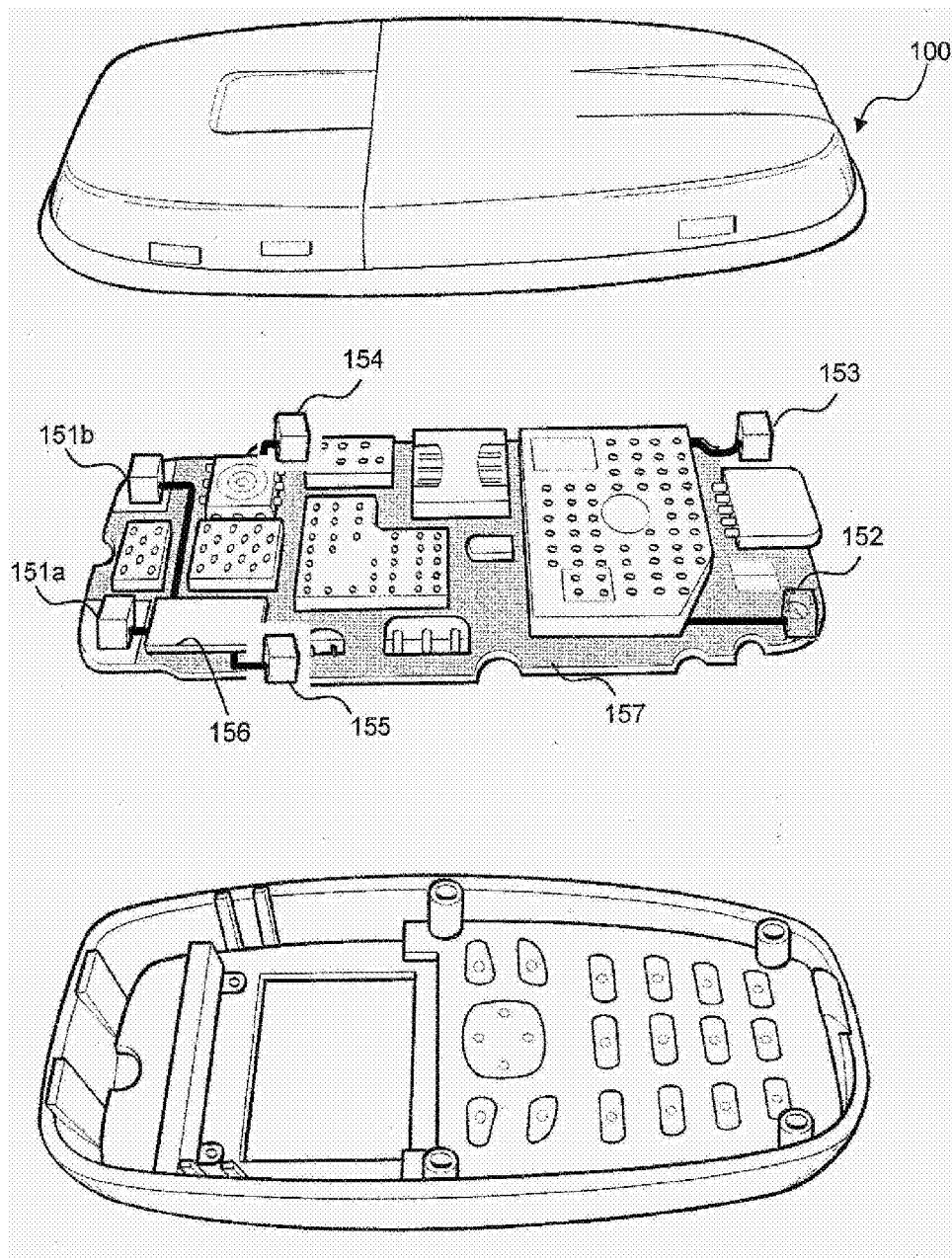


图 1a

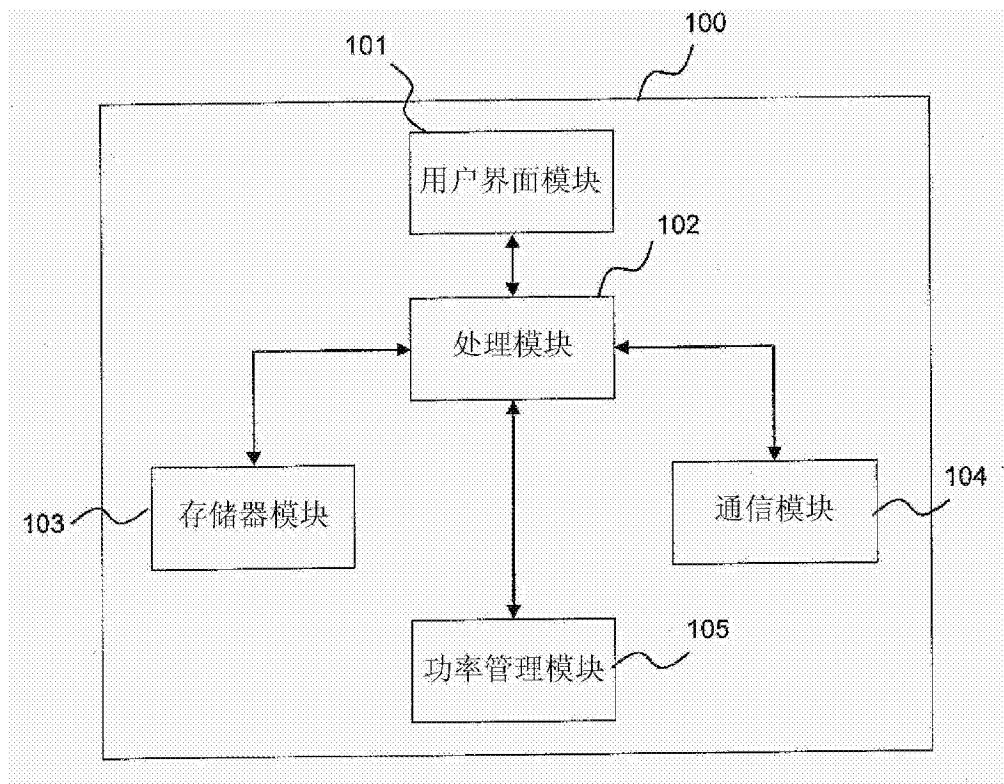


图 1b

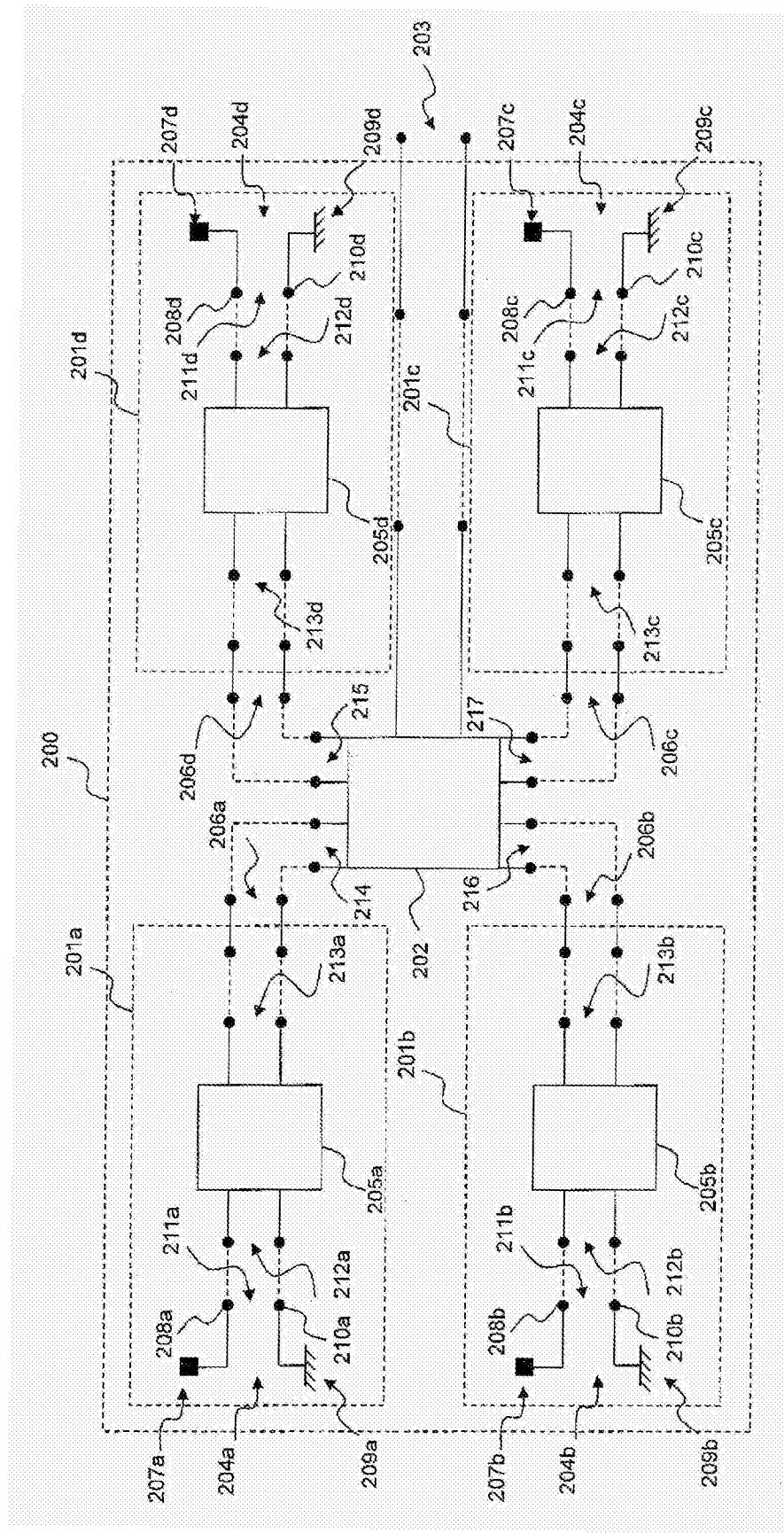


图 2a

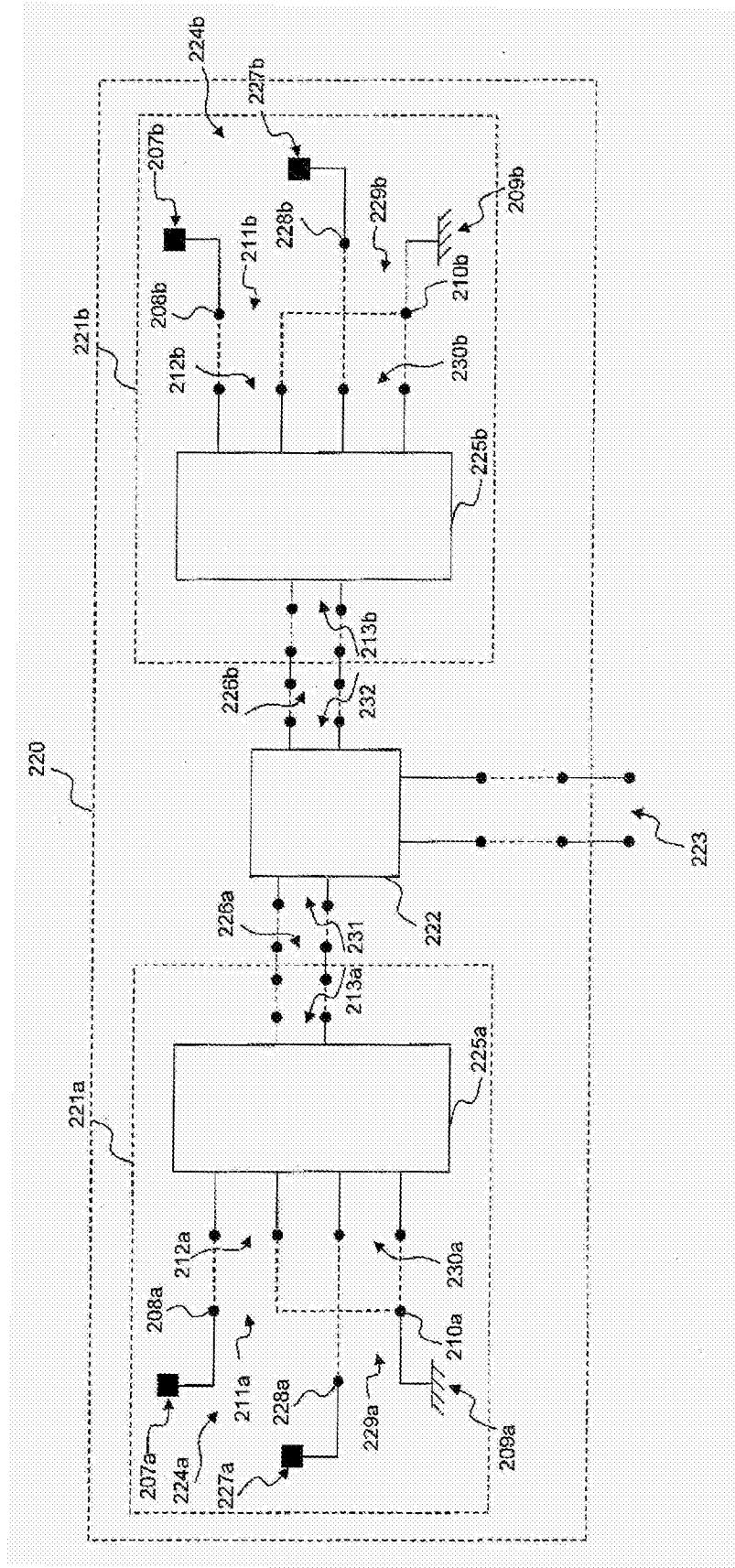


图 2b

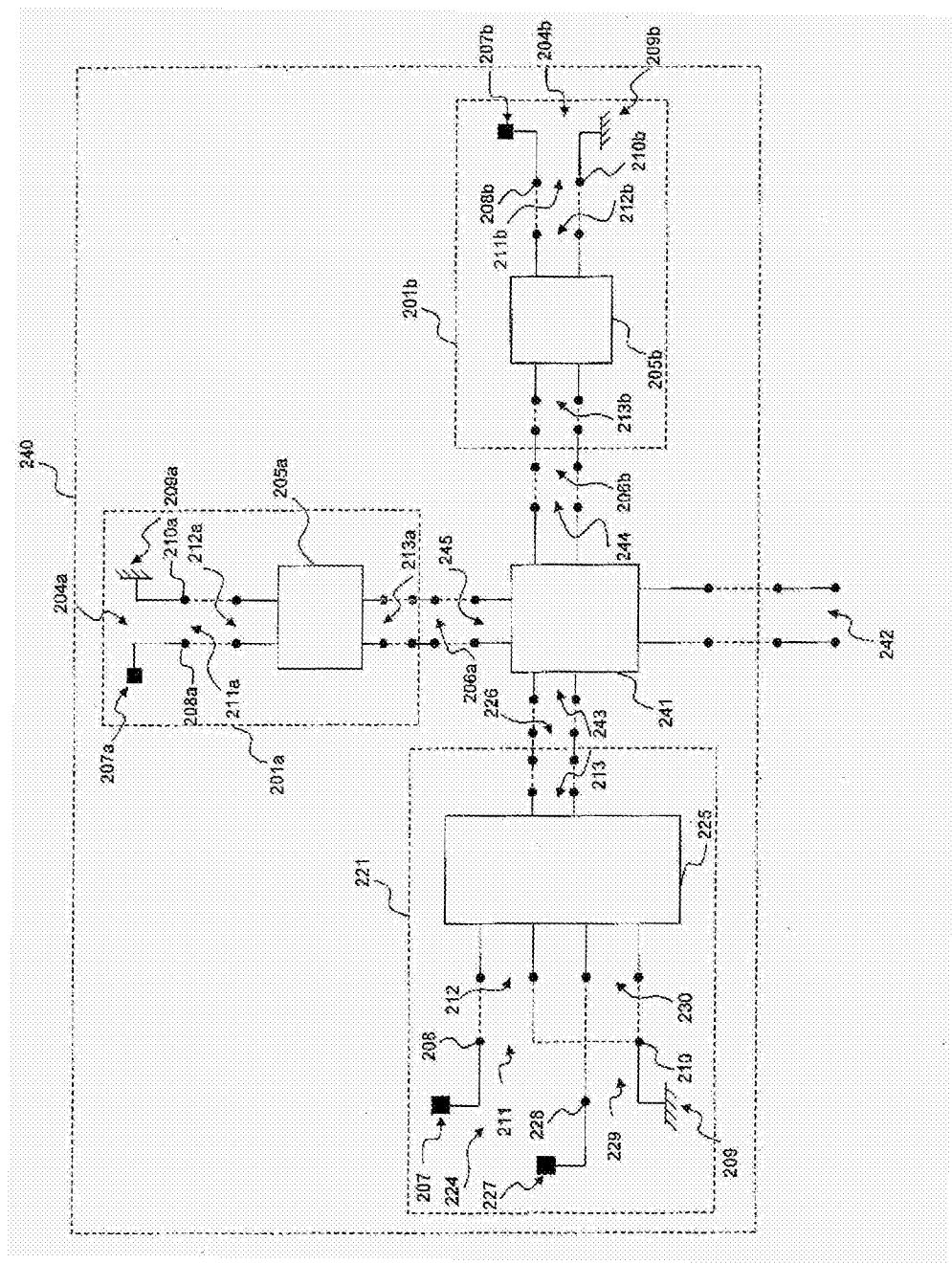


图 2c

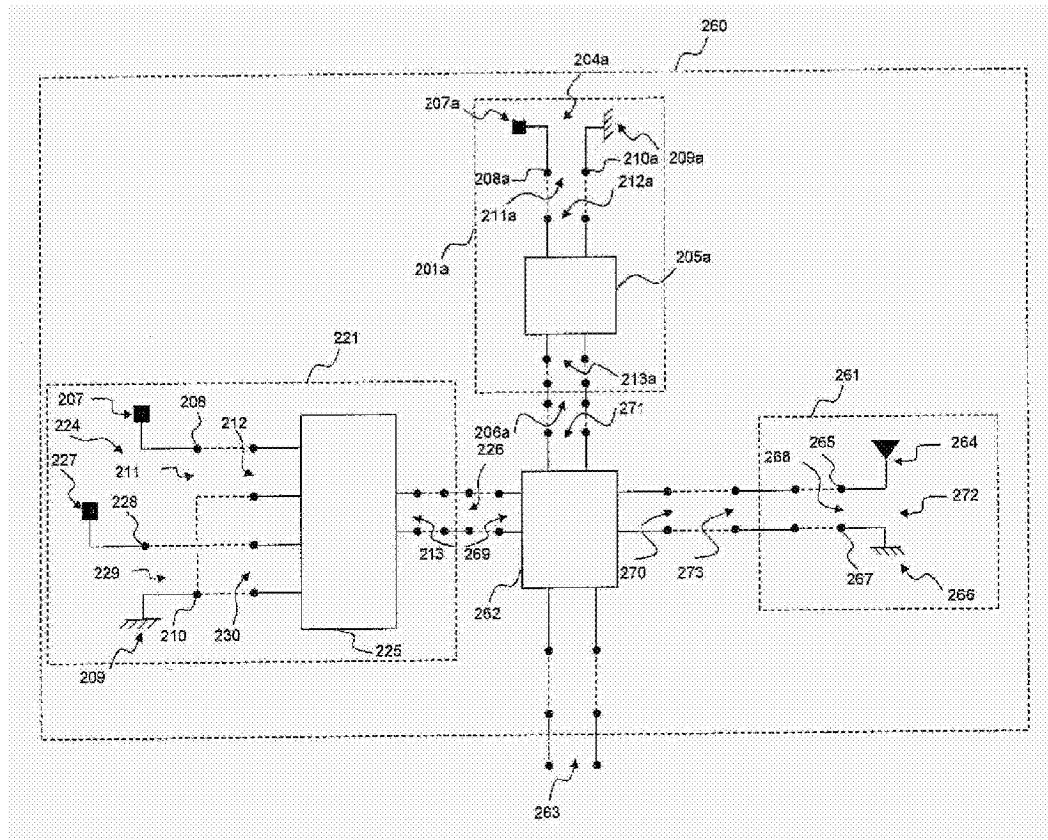


图 2d

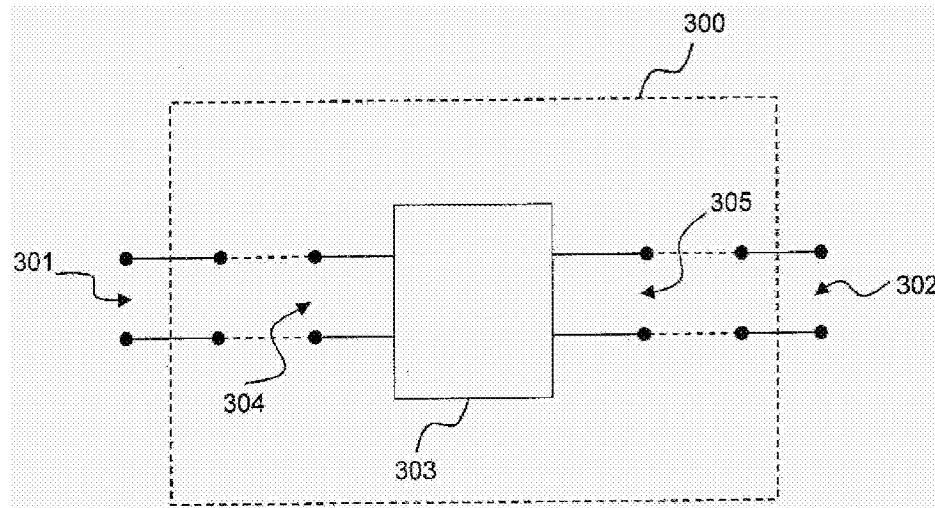


图 3a

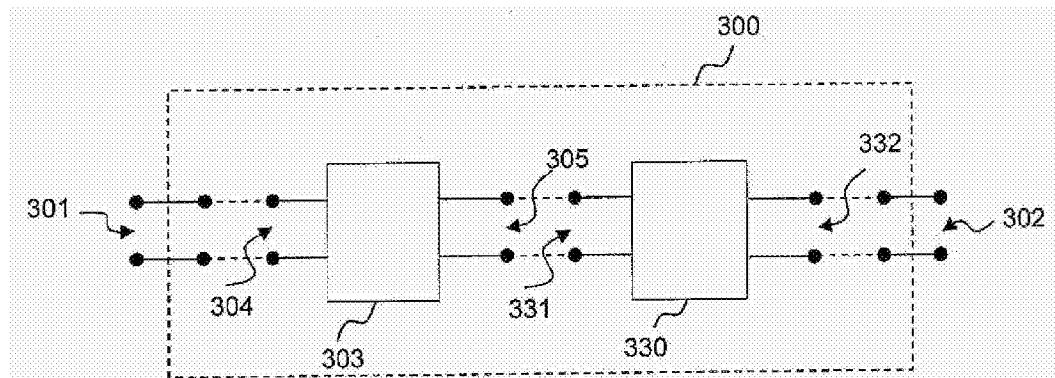


图 3b

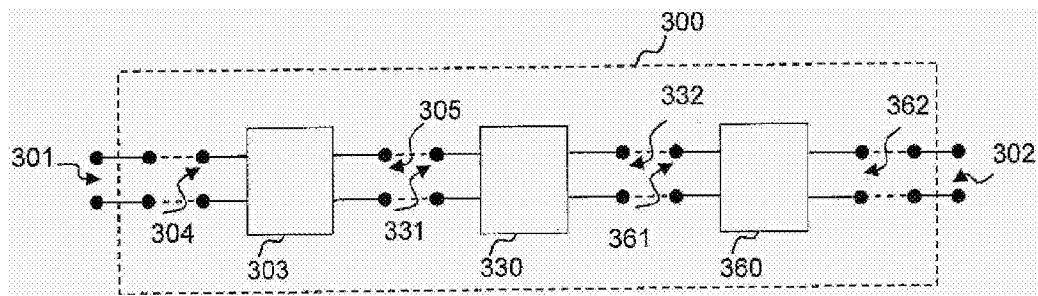


图 3c

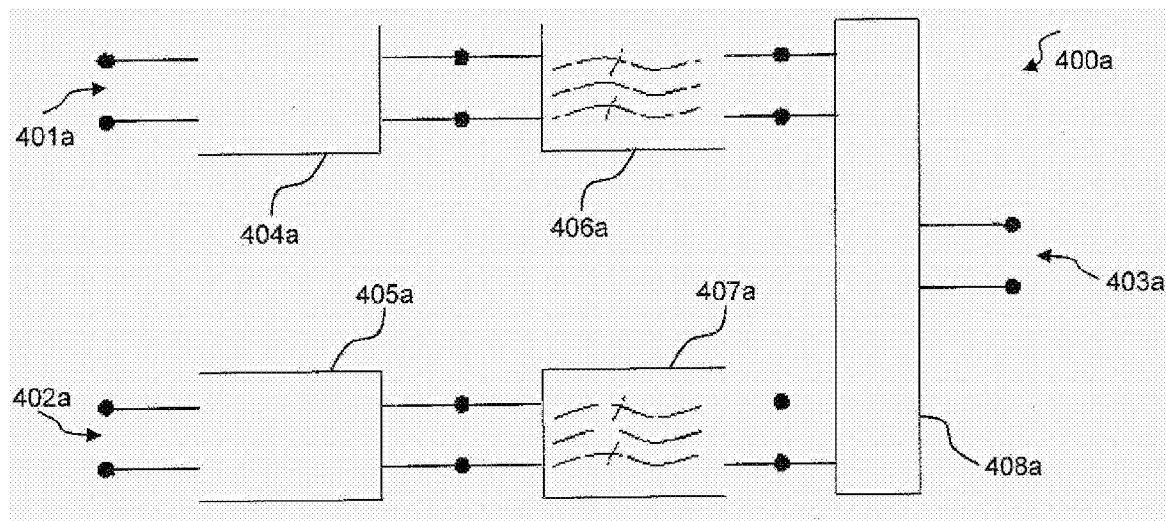


图 4a

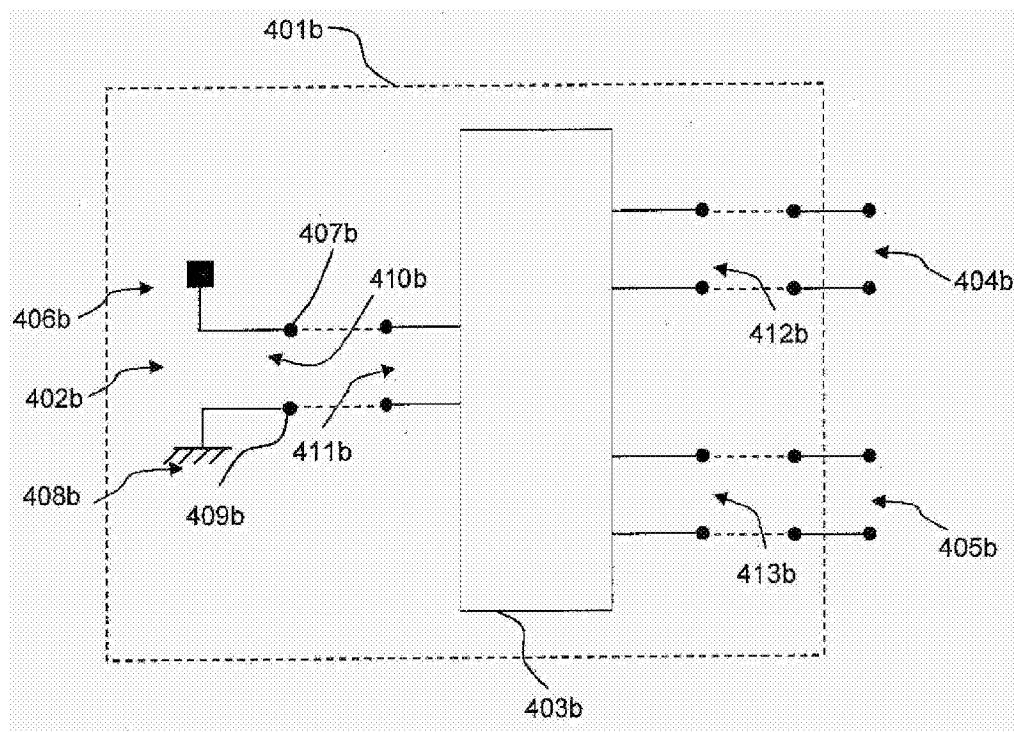


图 4b

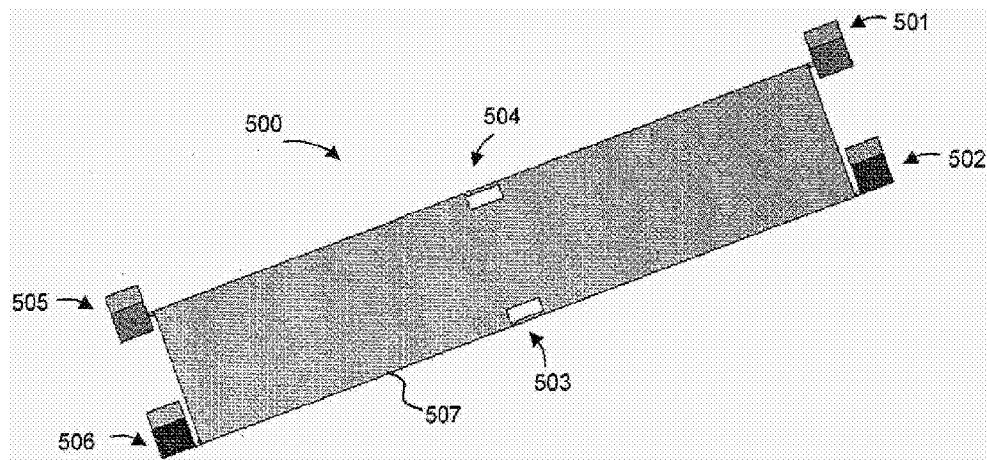


图 5

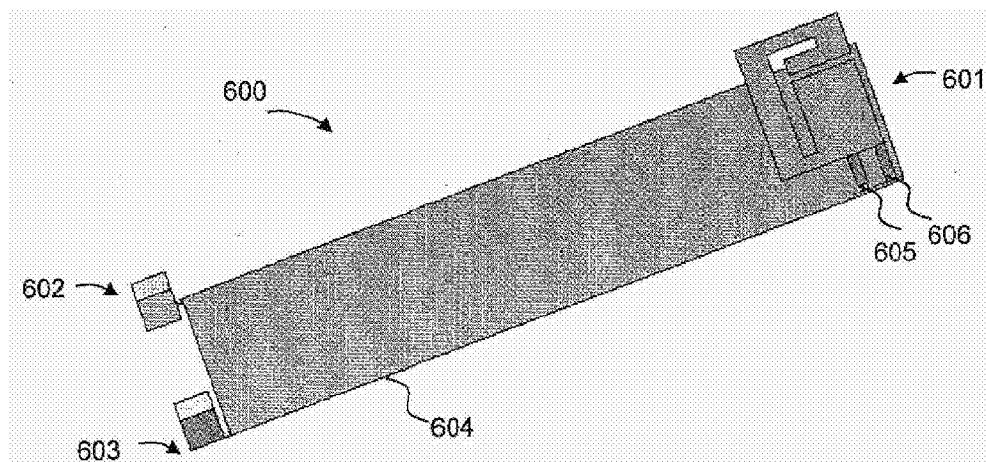


图 6

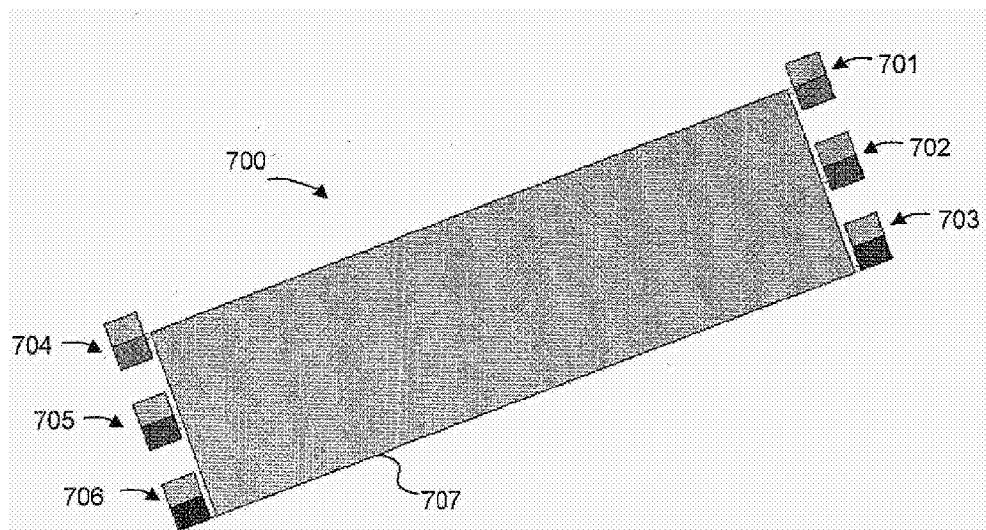


图 7

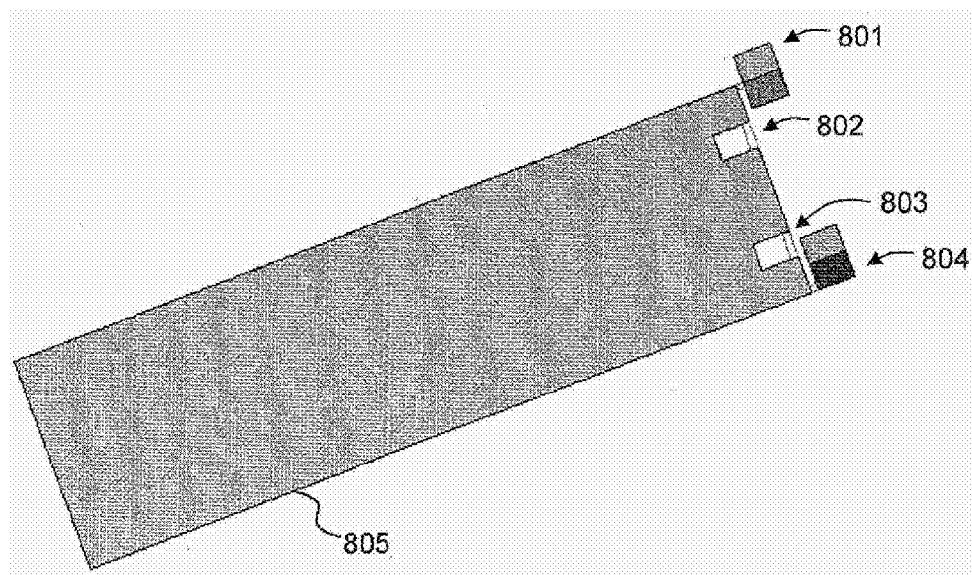


图 8

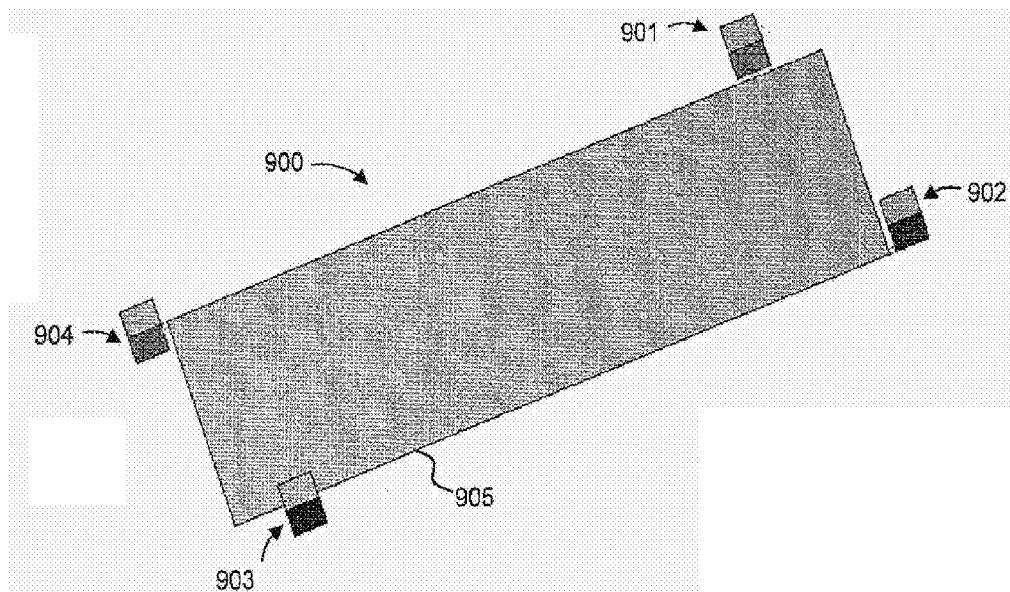


图 9

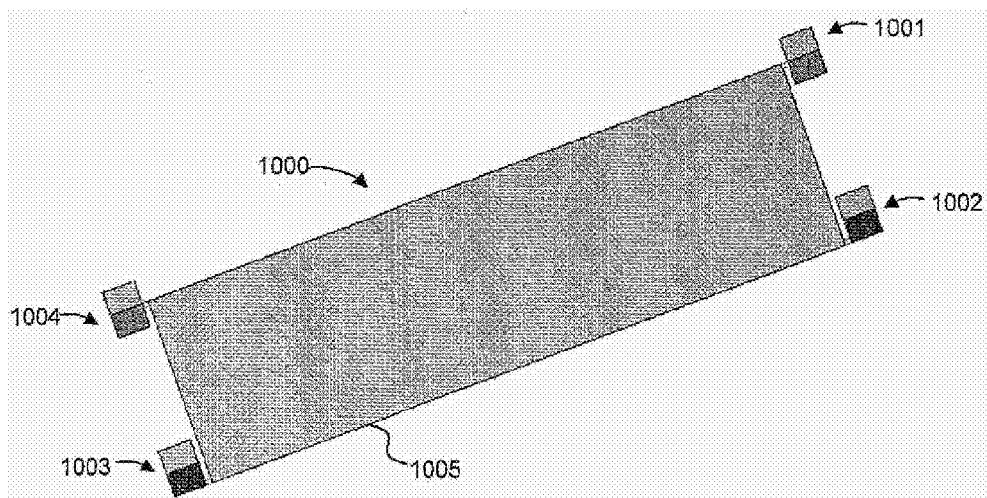


图 10

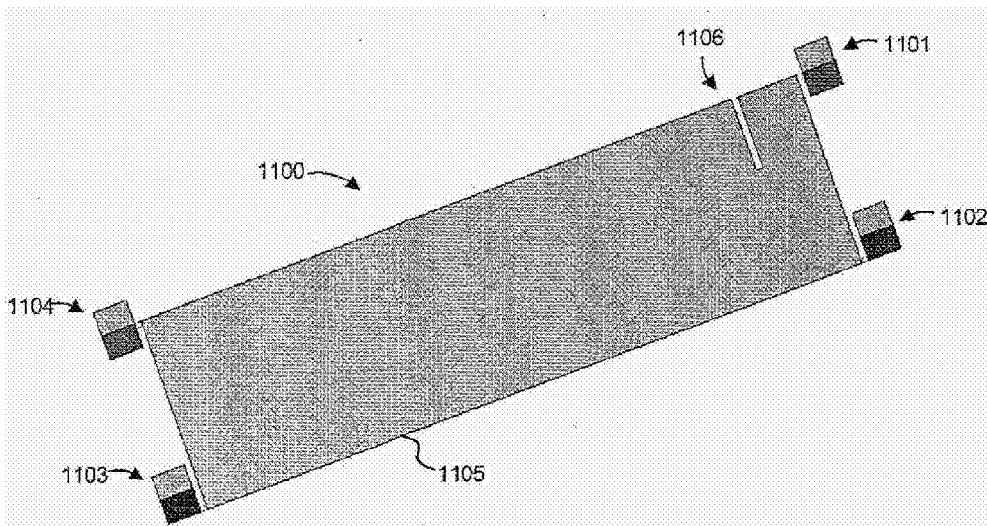


图 11

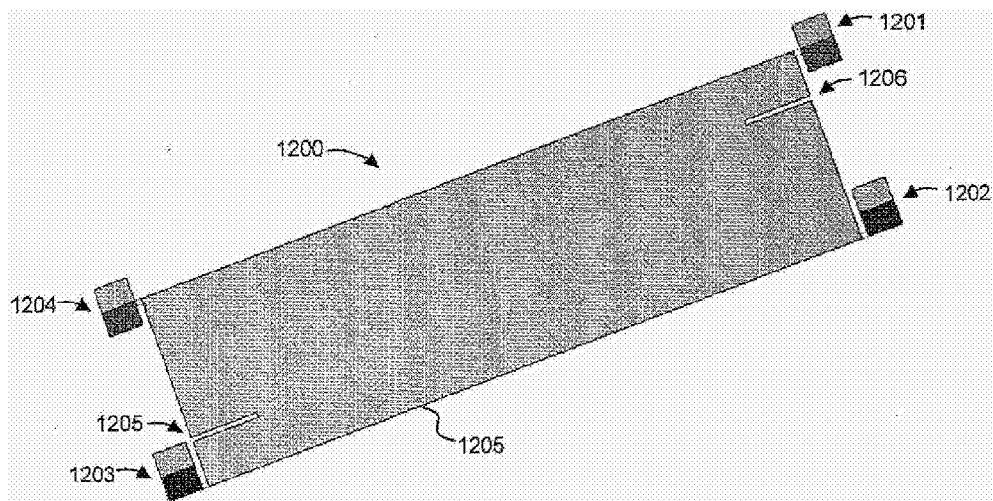


图 12

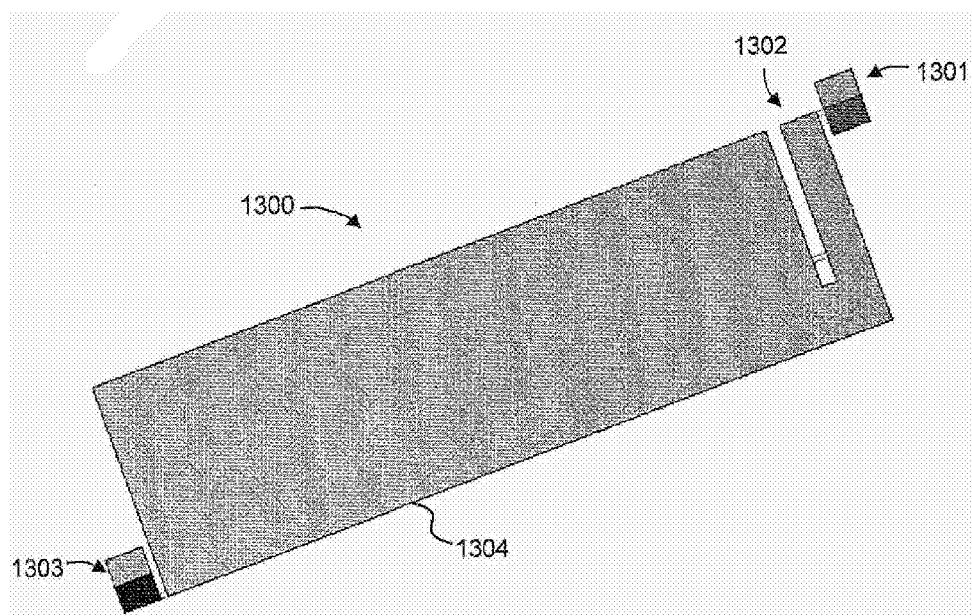


图 13

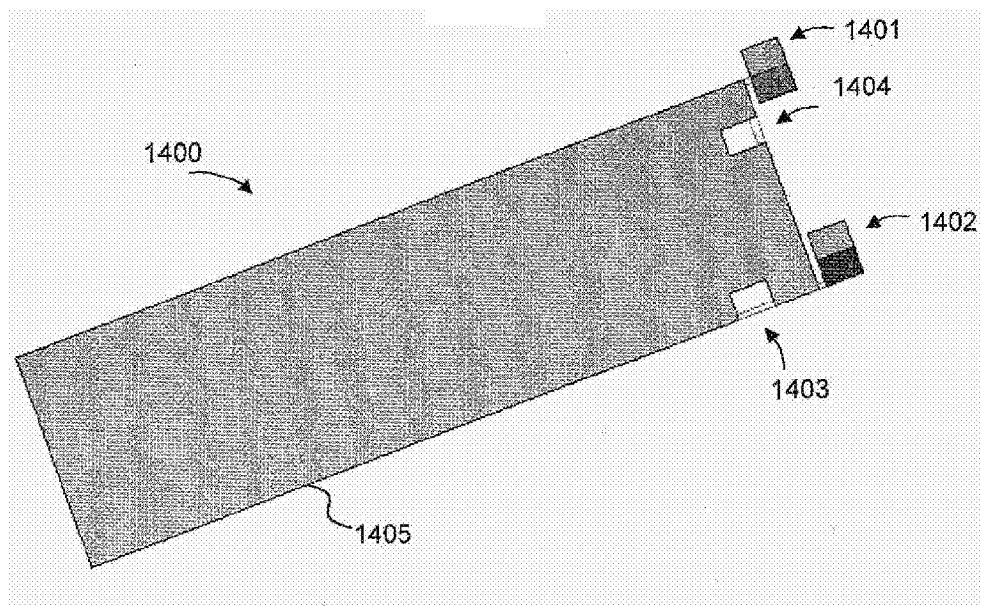


图 14

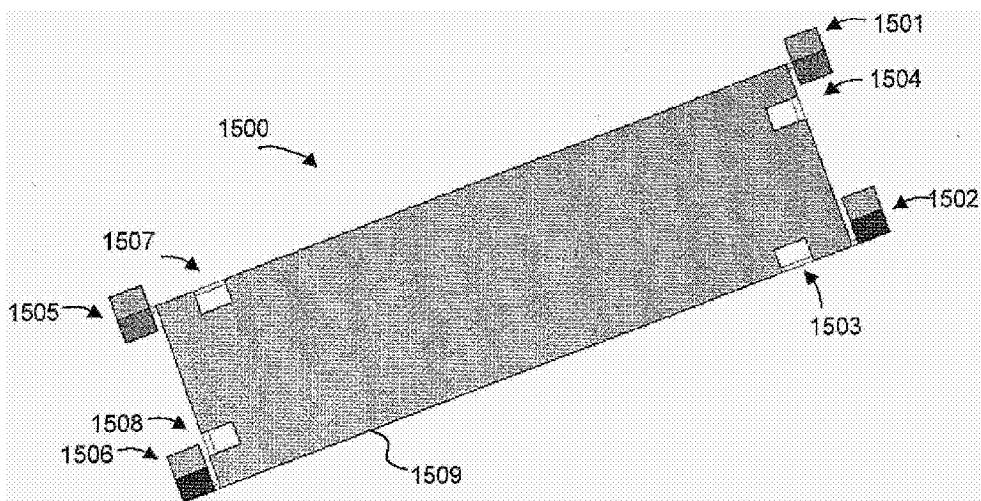


图 15

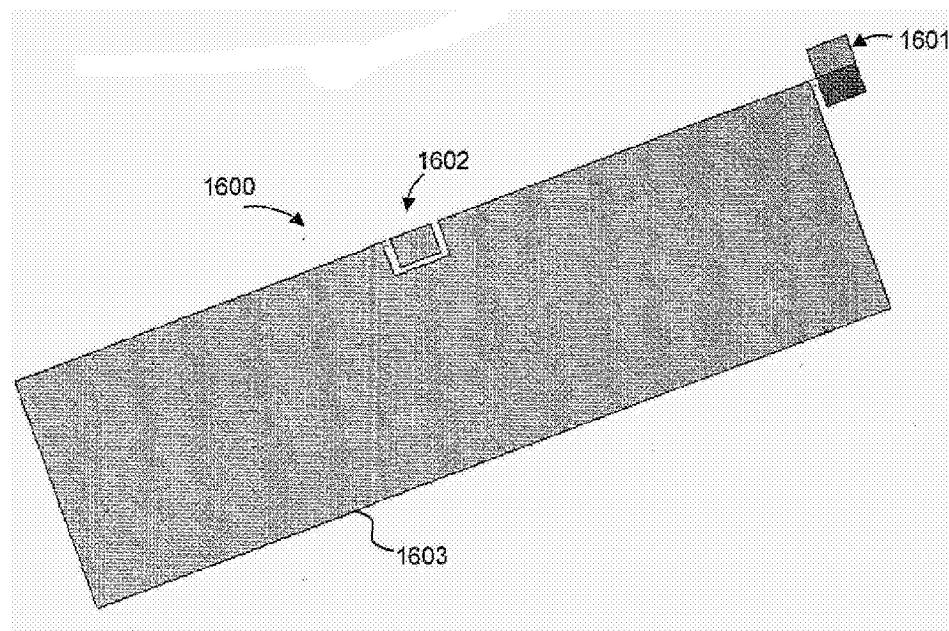


图 16

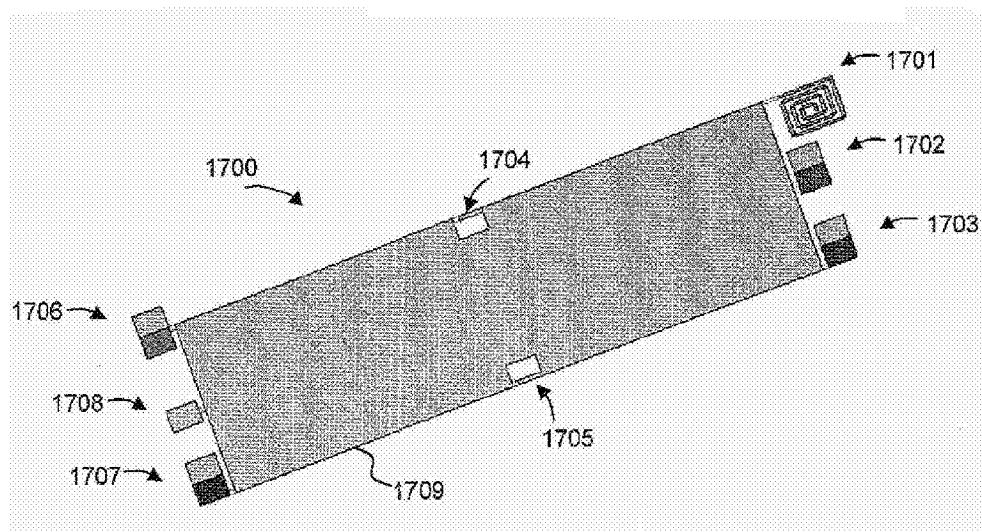


图 17

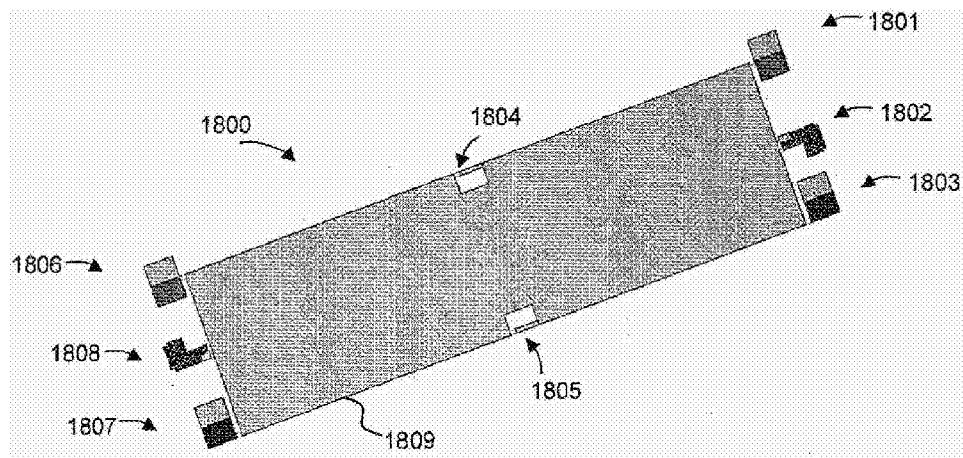


图 18

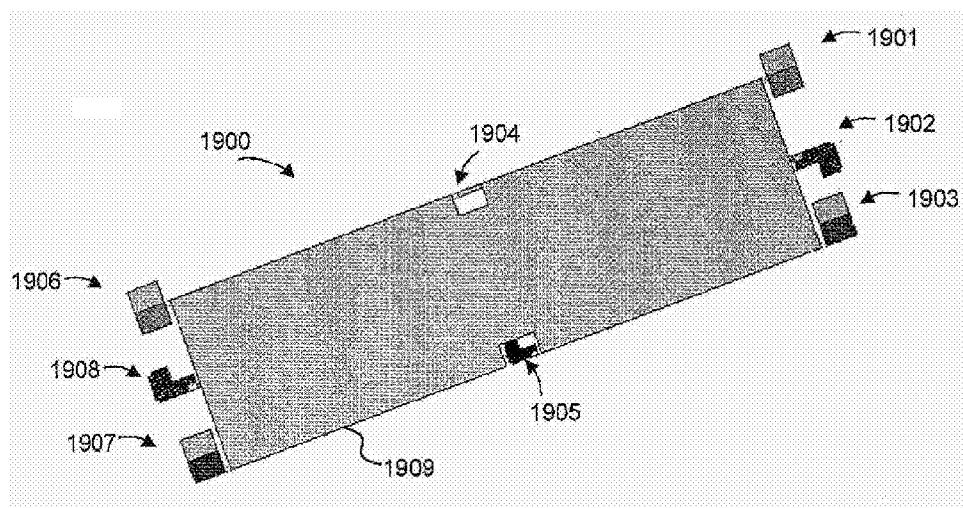


图 19

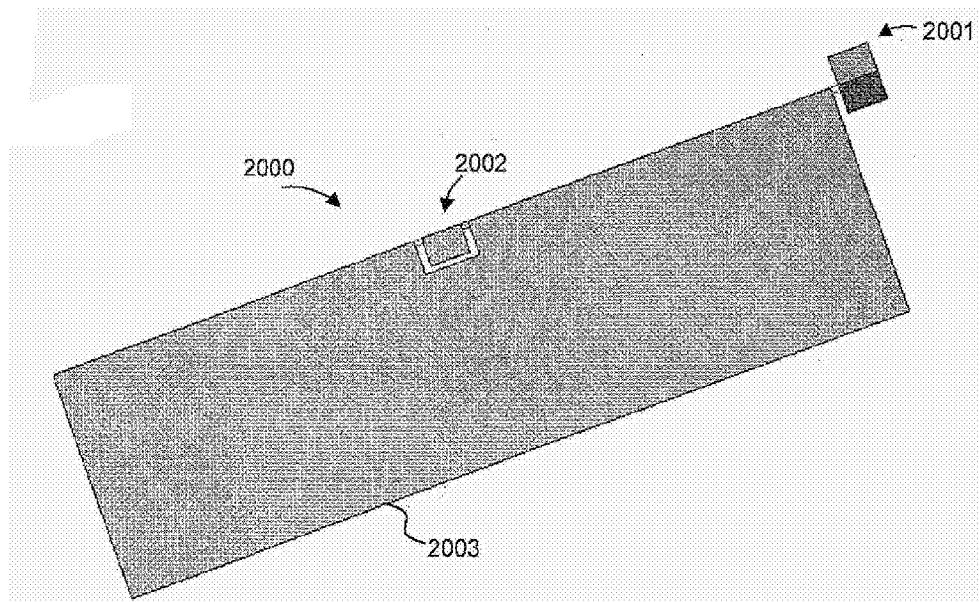


图 20

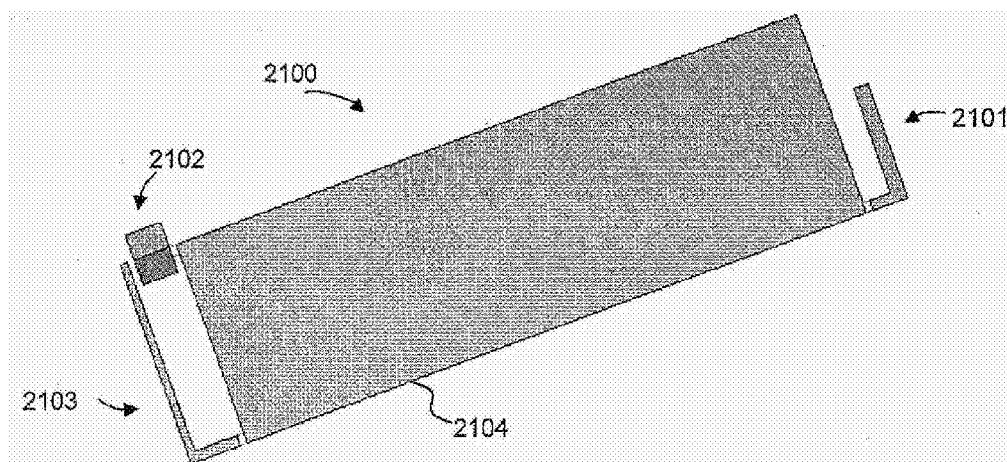


图 21

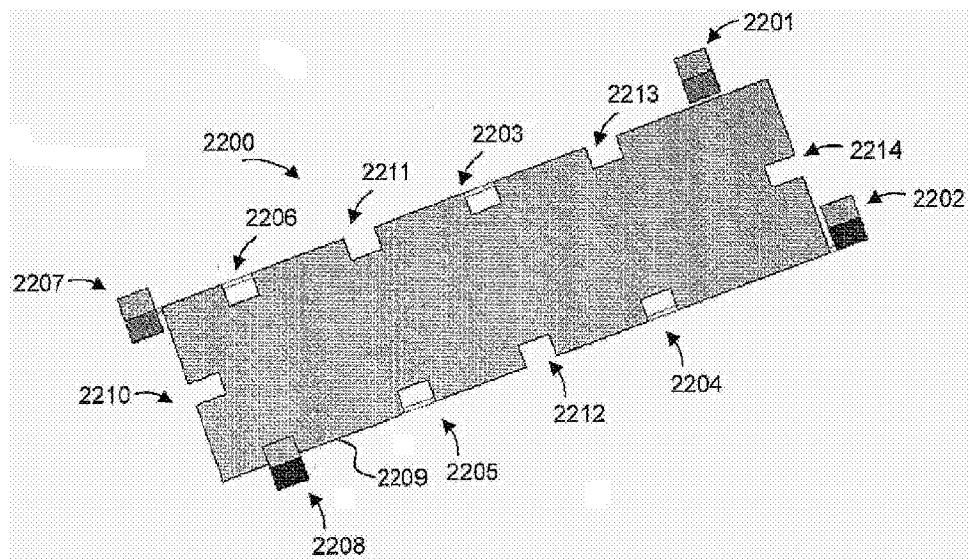


图 22

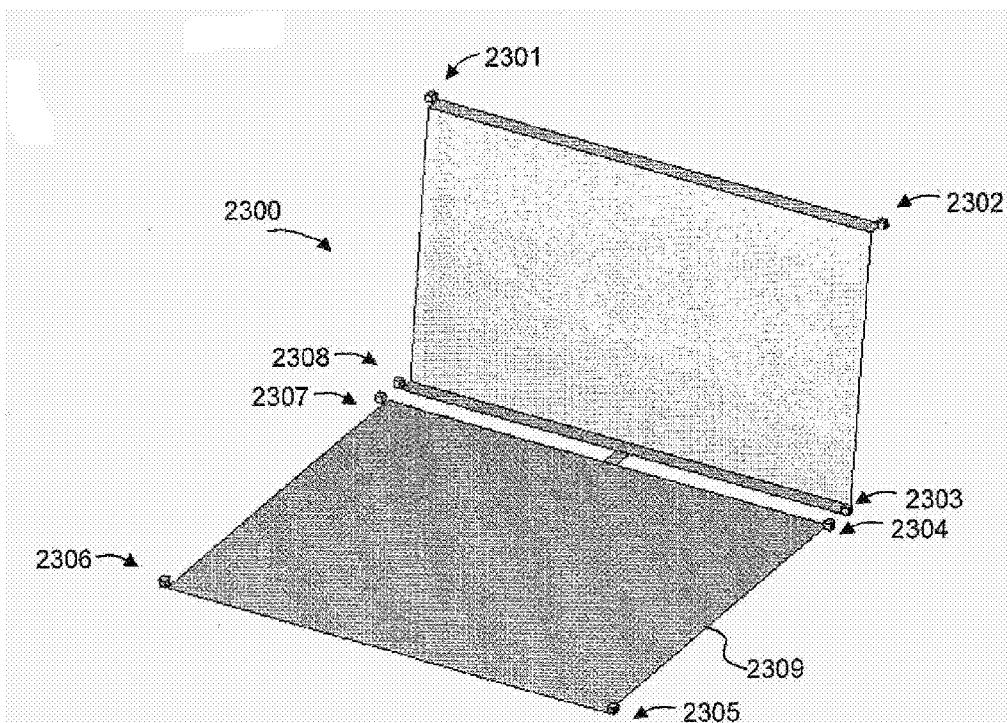


图 23

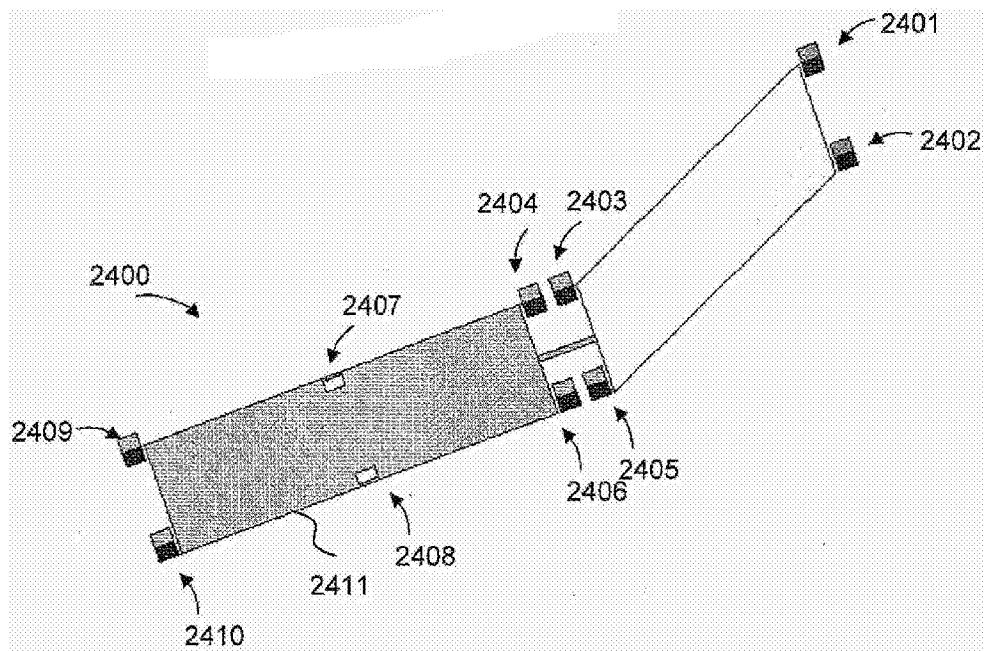


图 24

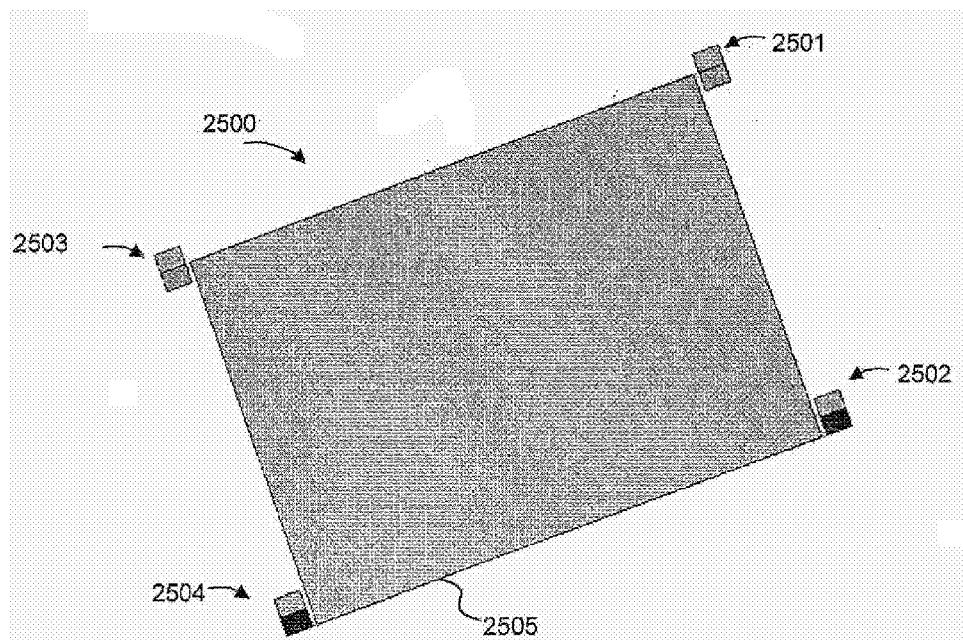


图 25

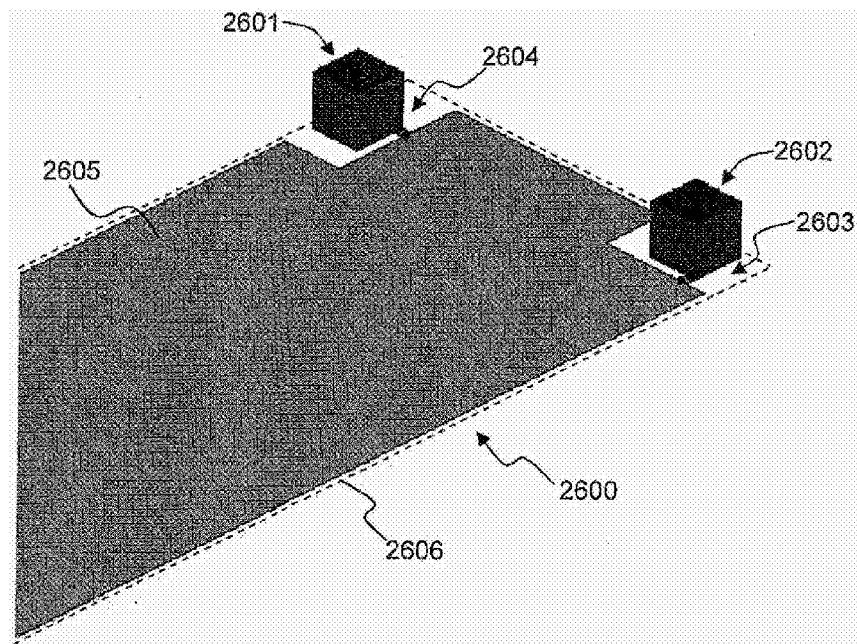


图 26

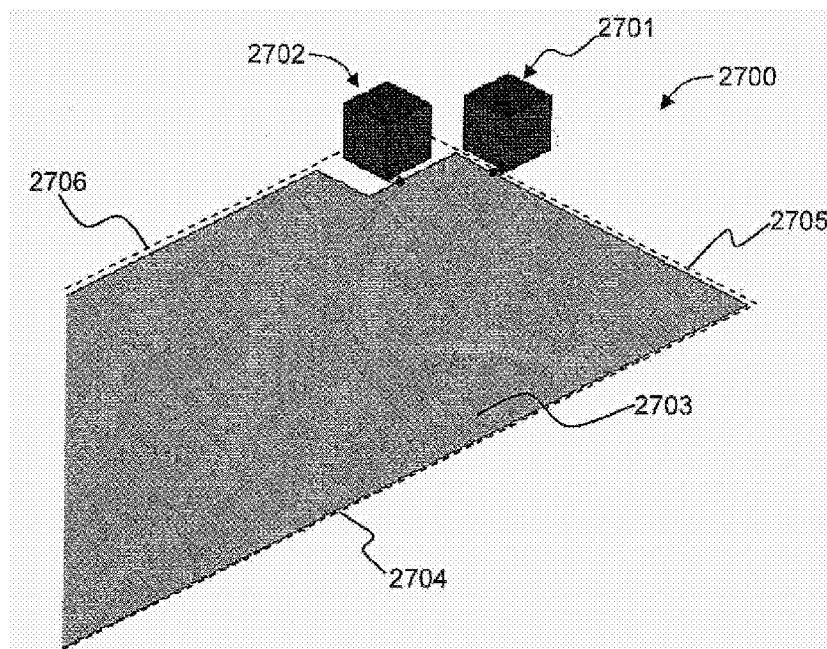


图 27

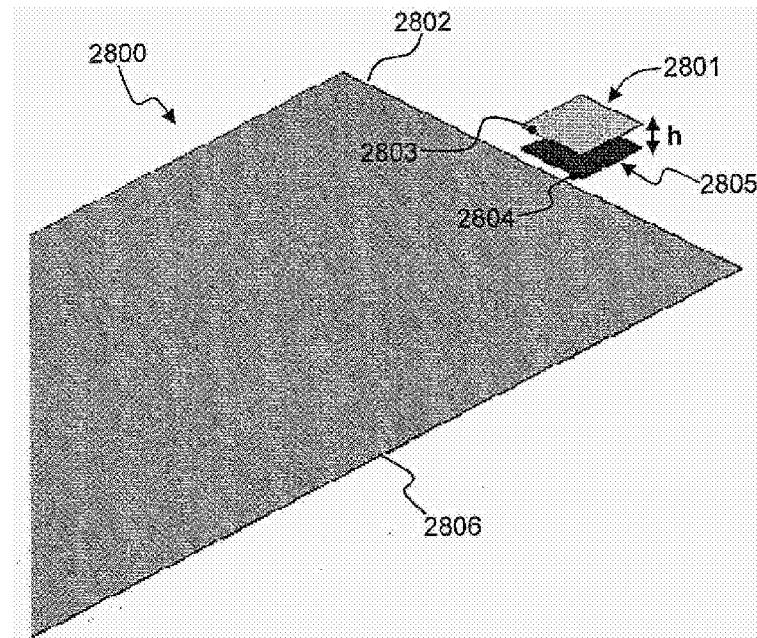


图 28

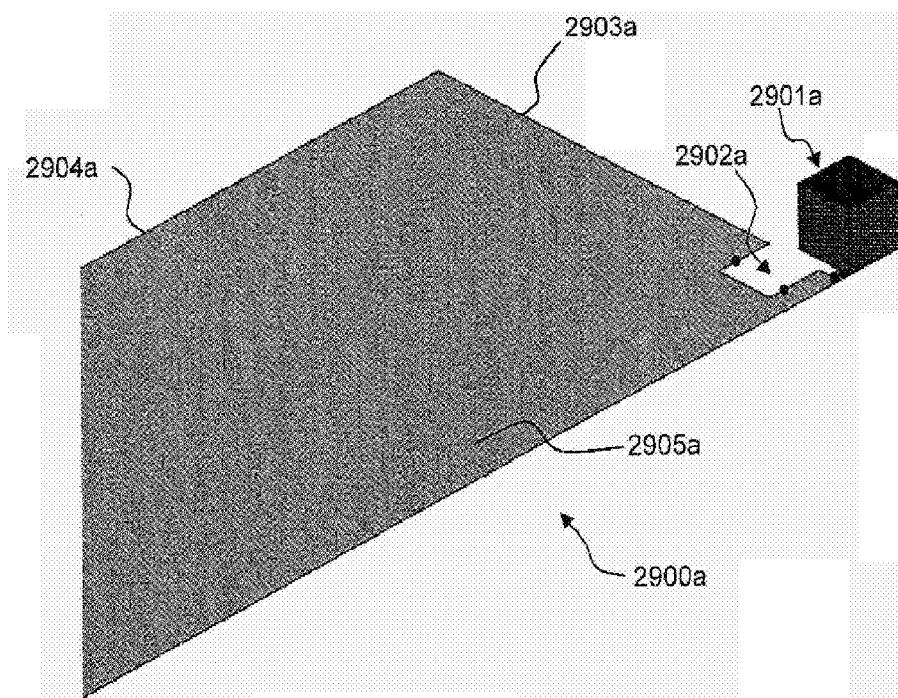


图 29a

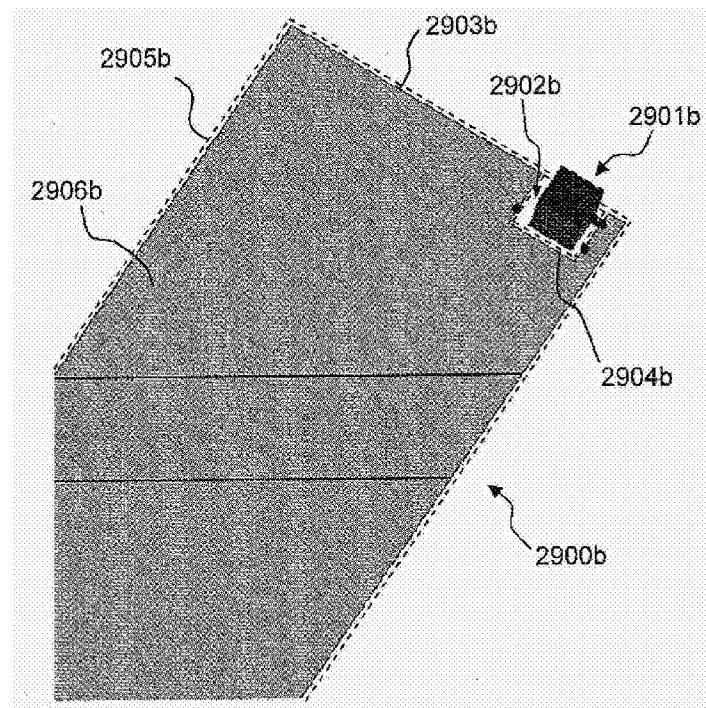


图 29b

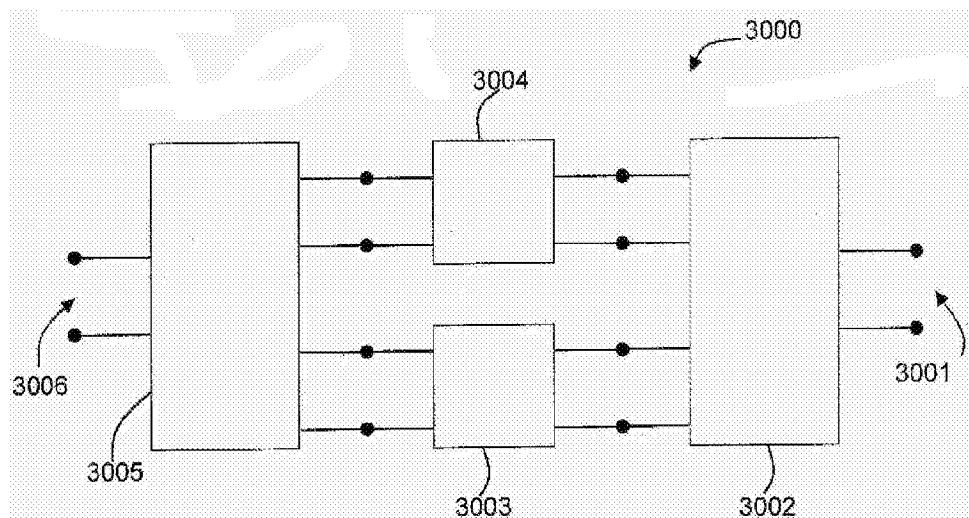


图 30