





## 权 利 要 求 书

1. 一种机内槽形天线，用于辐射自由空间波长 $\lambda$ ，波导波长 $\lambda_g$ ，和电半波长 $\lambda_e/2$ 电磁波，所说天线具有：

5 (a) 一个导电接地平面具有一槽形成其中，所说槽的长度  $L$  至少基本上等于所说电半波长，所说槽还具有小于所说长度  $L$  的宽度  $W$ ，所说槽还具有一个纵向轴和第一第二纵向边缘；以及

(b) 一种导电盒结构，其导电地固定到所说导电接地平面和配置来使得所说槽形天线只从所说导电接地平面的一侧辐射；

其特征在于：

10 一种折叠的节省空间配置的所说导电盒结构，所说导电盒结构依次包括：

(b-1) 一个主导电平面，基本上平行于所说接地平面并与其间隔一距离  $d$ ，所说距离  $d$  基本上小于所说波导波长 $\lambda_e$  的四分之一，并选择来允许所说天线容易安装到例如膝上型计算机的空间有限的位置中；

(b-2) 第一和第二导电结构，其基本上彼此平行，并间距一距离  $g$ ，其至少基本上等于  $L$ ，所说第一和第二导电结构基本垂直于所说导电接地平面和所说主导电平面，并也是基本上垂直于所说槽的所说纵向轴；以及

20 (b-3) 第三和第四导电结构，其基本上彼此平行，并间隔一距离  $a$ ，所说第三和第四导电结构基本垂直于所说导电接地平面和所说主导电平面，并也基本上平行于所说槽的所说纵向轴；

其中：

25 所说第一，第二，第三和第四导电结构形成所说导电接地平面和所说主导电平面间的导电路径；以及

当以平面图观察时，所说第一，第二，第三和第四导电结构限制了所说槽；

因此：

形成了所说用于所说导电盒结构的折叠的节省空间的配置。

30 2. 权利要求 1 的天线，其中：

所说距离  $a$  基本上等于所说宽度  $W + 1/4\lambda_g$ ；

所说第三导电结构基本上与所说槽的所说第一纵向边缘相一

致；

所说第四导电结构定位超出所说槽的所说第二纵向边缘，在从所说槽的所说第一纵向边缘移动到所说槽的所说第二纵向边缘的方向上间隔所说第三导电结构。

5 3. 权利要求 2 的天线，其中所说第一，第二，第三和第四导电结构为导电平板。

4. 权利要求 2 的天线，还包括：

第一印刷电路板（PCB）基板，其有第一和第二普通平面表面；

其中：

10 所说导电接地平面被形成为在所说第一 PCB 基板的所说第一普通平面表面上淀积的第一导电层，所说槽被蚀刻在所说第一导电层中；

所说主导电平面被形成为在所说第一 PCB 基板的所说第二普通平面表面上淀积的第二导电层；以及

15 所说第一，第二，第三和第四导电结构的每一个包括在所说第一 PCB 基板中形成的一系列平板通孔，所说平板通孔相邻间隔基本上不大于所说自由空间波长 $\lambda$ 的十分之一。

5. 权利要求 4 的天线，还包括：

第二 PCB 基板，且有内和外侧，所说内侧相邻所说导电接地平面定位；以及

20 一导电带，在所说第二 PCB 基板的所说外侧定位；

其中：

所说导电带具备密度 C 和一纵向轴，该轴基本垂直于所说槽的所说纵向轴；

25 所说导电带电互连到所说槽的所说第一和第二纵向边缘之一，所说导电带从所说纵向边缘延伸到其互连朝向所说槽的所说第一和第二纵向边缘之另一个；以及

所说导电带，所说第二 PCB 基片和所说导电接地平面被配置形成对所说天线的一种微带馈电结构。

30 6. 权利要求 5 的天线，其中所说导电带由在所说第二 PCB 基板中形成的平板穿孔电互连到所说槽的所说第一和第二纵向边缘之一。

7. 权利要求 1 的天线，其中：

所说距离  $a$  基本上等于所说宽度  $W$  加上所说波导波长  $\lambda_g$  的一半；  
 所说第三导电结构间隔所说槽的所说第一纵向边缘基本上为所说波导波长  $\lambda_g$  的四分之一；以及

5 所说第四导电结构间隔所说槽的所说第二纵向边缘基本上为所说波导波长  $\lambda_g$  的四分之一。

8. 权利要求 7 的天线，其中所说第一，第二，第三和第四导电结构为导电平板。

9. 权利要求 7 的天线，还包括：

第一印刷电路板（PCB），其具有第一和第二普通平面表面；

10 其中：

所说导电接地平面形成为在所说第一 PCB 基板的所说第一普通平面表面上淀积的第一导电层，所说槽蚀刻在所说第一导电层中；

所说主导电平面形成为在所说第一 PCB 基板的所说第二普通平面表面上淀积的第二导电层；以及

15 所说第一，第二，第三和第四导电结构每一个包括在所说第一 PCB 基板中形成的一系列平板穿孔，相邻所说平板穿孔的间距基本上不大于所说自由空间波长  $\lambda$  的十分之一。

10. 权利要求 9 的天线，还包括：

20 第二 PCB 基板，具有内和外侧，所说内侧相邻所说导电接地平面定位，以及

导电带，定位在所说第二 PCB 基板的所说外侧；

其中：

所说导电带具有宽度  $C$  和基本上垂直于所说槽的所说纵向轴的纵向轴；

25 所说导电带电互连到所说槽的第一和第二纵向边缘之一，所说导电带从所说纵向边缘延伸到其互连朝向所说槽的所说第一和第二纵向边缘之另一个；以及

所说导电带，所说第二 PCB 基板和所说导电接地平面被配置形成所说天线的微带馈电结构。

30 11. 权利要求 10 的天线，其中所说导电带由在所说第二 PCB 基板中形成的一个平板穿孔电互连到所说槽的所说第一和第二纵向边缘之一。



12. 一种机内槽形天线，用于辐射自由空间波长 $\lambda$ ，波导波长 $\lambda_g$ 和电半波长 $\lambda_e/2$ ，所说天线包括：

(a) 一个导电接地平面，一槽形成其中，所说槽的长度  $L$  至少基本上等于所说电半波长，所说槽还具有小于所说长度  $L$  的宽度  $W$ ，  
5 所说槽还具有一个纵向轴和第一第二纵向边缘；以及

(b) 一种导电盒结构，所说导电盒结构依次包括：

(b-1) 一个主导电平面，基本上平行于所说接地平面，并与其间隔一距离  $d$ ，所说距离  $d$  基本上小于所说波导波长 $\lambda_g$  的四分之一；

(b-2) 第一和第二导电结构，其基本上彼此平行，并间距一距  
10 离  $g$ ，其至少基本上等于  $L$ ，所说第一和第二导电结构基本上垂直于所说导电接地平面和所说主导电平面，并基本上垂直于所说槽的所说纵向轴；以及

(b-3) 第三和第四导电结构，其基本上彼此平行，并间隔一距  
15 离  $a$ ，所说第三和第四导电结构基本上垂直于所说导电接地平面和所说主导电平面，并基本上平行于所说槽的所说纵向轴；

其中：

所说第一，第二，第三和第四导电结构形成所说导电接地平面和  
所说主导电平面间的导电路径；以及

当以平面图观察时，所说第一，第二，第三和第四导电结构限制  
20 了所说槽。

13. 权利要求 12 的天线，其中：

所说距离  $a$  基本上等于所说宽度  $W$  加上所说波导波长 $\lambda_g$  的四分之一；

所说第三导电结构基本上与所说槽的所说第一纵向边缘一致；

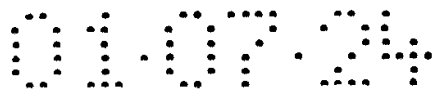
25 所说第四导电结构定位超出所说槽的所说第二纵向边缘，在从所说槽的所说第一纵向边缘移动到所说槽的所说第二纵向边缘的方向上间隔所说第三导电结构。

14. 权利要求 13 的天线，其中所说第一，第二，第三和第四导电结构为导电平板。

30 15. 权利要求 13 的天线，还包括：

第一印刷电路板 (PCB) 基板，其有第一和第二普通平面表面；

其中：



所说导电接地平面被形成为在所说第一 PCB 基板的所说第一普通平面上淀积的第一导电层，所说槽被蚀刻在所说第一导电层中；

所说主导电平面被形成为在所说第一 PCB 基板的所说第二普通平面表面上淀积的第二导电层；以及

5 所说第一，第二，第三和第四导电结构的每一个包括在所说第一 PCB 基板中形成的一系列平板通孔，所说平板通孔相邻间隔基本上不大于所说自由空间波长 $\lambda$ 的十分之一。

16. 权利要求 15 的天线，还包括：

10 第二 PCB 基板，具有内和外侧，所说内侧相邻所说导电接地平面定位；以及

一导电带，在所说第二 PCB 基板的所说外侧定位；

其中：

所说导电带具有宽度 C 和一纵向轴，该轴基本垂直于所说槽的所说纵向轴；

15 所说导电带电互连到所说槽的所说第一和第二纵向边缘之一，所说导电带从所说纵向边缘延伸到其互连朝向所说槽的所说第一和第二纵向边缘之另一个；以及

所说导电带，所说第二 PCB 基片和所说导电接地平面被配置形成对所说天线的一种微带馈电结构。

20 17. 权利要求 16 的天线，其中所说导电带由在所说第二 PCB 基板中形成的平板穿孔电互连到所说槽的所说第一和第二纵向边缘之一。

18. 权利要求 12 的天线，其中：

所说距离 a 基本上等于所说宽度 W 加上所说波导波长 $\lambda_g$ 的一半；

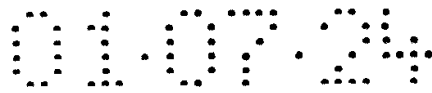
25 所说第三导电结构间隔所说槽的所说第一纵向边缘基本上为所说波导波长 $\lambda_g$ 的四分之一；以及

所说第四导电结构间隔所说槽的所说第二纵向边缘基本上为所说波导波长 $\lambda_g$ 的四分之一。

30 19. 权利要求 18 的天线，其中所说第一，第二，第三和第四导电结构为导电平板。

20. 权利要求 18 的天线，还包括：

第一印刷电路板 (PCB) 基板，其具有第一和第二普通平面表面；



其中：

所说导电接地平面形成为在所说第一 PCB 基板的所说第一普通平面上淀积的第一导电层，所说槽蚀刻在所说第一导电层中；

5 所说主导电平面形成为在所说第一 PCB 基板的所说第二普通平面上淀积的第二导电层；以及

所说第一，第二，第三和第四导电结构每一个包括在所说第一 PCB 基板中形成的一系列平板穿孔，相邻所说平板穿孔的间距基本上不大于所说自由空间波长 $\lambda$ 的十分之一。

21. 权利要求 20 的天线，还包括：

10 第二 PCB 基板，具有内和外侧，所说内侧相邻所说导电接地平面定位；以及

导电带，定位在所说第二 PCB 基板的所说外侧；

其中：

15 所说导电带具有宽度 C 和基本上垂直于所说槽的所说纵向轴的纵向轴；

所说导电带电互连到所说槽的所说第一和第二纵向边缘之一，所说导电带从所说纵向边缘延伸到其互连朝向所说槽的所说第一和第二纵向边缘之另一个；以及

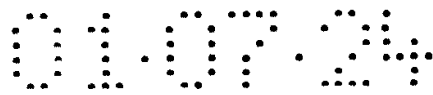
20 所说导电带，所说第二 PCB 基板和所说导电接地平面被配置形成所说天线的微带馈电结构。

22. 权利要求 21 的天线，其中所说导电带由在所说第二 PCB 基板中形成的平板穿孔电互连到所说槽的所说第一和第二纵向边缘之一。

25 23. 一种机内槽形天线，具有一导电接地平面，其具有第一和第二侧，所说导电接地平面具有在其中形成的一个槽，所说槽被配置和被选定尺寸以预定辐射特性；和导电地固定到所说导电接地平面的一个导电盒结构，该导电盒结构被配置来起一段波导的功用以使所说槽形天线只从所说导电接地平面的所说第一和第二侧之一侧辐射；

其特征在于：

30 一种折叠的节省空间配置的所说导电盒结构，使得所说导电盒结构以折叠方式平行于所说接地平面配置。



## 说明书

### 节省空间配置的机内槽形天线

#### 技术领域

5 本发明涉及天线，特别涉及折叠式的节省空间配置的机内槽形天线，它可以应用在空间苛刻要求的应用中，例如一台膝上型计算机中。

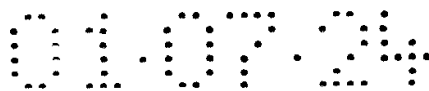
#### 背景技术

对使膝上型计算机和其他便携式电子设备同一个无线局域网 (WLAN) 接口存在着兴趣。WLAN 可工作在多个标准之下，例如所谓的  
10 “Blue tooth” 标准。在这种系统中，要求一个天线通过射频 (RF) 通信发送和接收数据。

在便携式电子设备中，空间非常宝贵。因此要求一个天线在这种设备中占有的空间最小。一种提供占据最小空间的 RF 天线的现有技术方法于 1995. 3. 2. 公开在世界知识产权组织 (WIPO) 的国际公布号 W0  
15 95/06338 中。在该公布中，讨论了一种折叠式单极天线。这种折叠式单极天线其高度低，因此它适合于安装到小的场合中。但是这种折叠式单极天线在电气匹配，频宽和要求在单极天线和接地平面之间引入分路电感的电磁场方面存在着不理想的效果。

槽形天线在现有技术中是已知的，而且对于例如高速飞机这样的  
20 仿形的或高速的设备是有用的。一个传统的槽形天线在 John D. Kraus 所著一书 Antennas 第 624 - 632 页中 (第二版, McGraw-Hill 1988) 进行了描述。图 1 表示一种现有技术槽形天线，通常指定为 10，典型地为金属的一个导电接地平面 12 同槽 14 一起形成。该槽长度为 L，一般等于电波长  $\lambda_e$  的一半，该槽 14 的宽度 W 一般比波长短得多。这样  
25 一种天线将均匀地从接地平面 12 的两侧辐射。一般用同轴电缆 16 馈电，其附加在一个偏心馈电点上以获得  $50\Omega$  的天线阻抗，从而匹配同轴线的典型的  $50\Omega$  的特性阻抗。

在某些应用中，希望槽形天线只在一个方向辐射。这可以用相当大的导电接地平面来实现，如图 2 所示，而槽的一侧处在机内。在上述 Krasu 的参考书中也讨论过这种结构。一般指定为 20 的图 2 的现有技术的机内槽形天线。图 2 的天线 20 也用一块导电接地板 22 构成，  
30 槽的尺寸 L, W 如前所述的一样。槽指定为 24。用一种盒结构 26 将槽



24 装在盒内，并典型地在导电接地平面 22 的下面延伸深度  $h$ 。距离  $h$  一般为四分之一波导波长  $\lambda_g$ 。盒结构 26 在图 2 后部方向阻塞辐射，使前部方向的辐射增强，由此使原始槽形天线 10 的辐射电阻倍增。而馈电可通过同轴电缆 28 实施。原始槽形天线 10 并不适用于手持电子设备或膝上型计算机，这是因为是两方向辐射，而图 2 的现有技术的机内槽形天线也不适合于上述场合，因为距离  $h$  如此之大，使得天线占据了不可接受的大的空间。注意到 Kraus 参考书对“ $h$ ”使用“ $d$ ”，在此使用“ $h$ ”术语，以避免同参照以下相对本发明的“ $d$ ”参数相混淆。

10 将理解到上述 WIPO 公布的现有技术的折叠的单极方法导致对电气匹配，带宽及迫使引入一个分路电感的电磁场的不利的变化。此外，以上刚刚讨论的槽形天线之所以不适合乃是由于双向辐射或过大的尺寸。

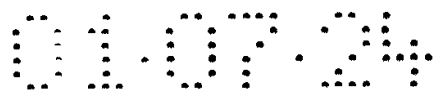
15 由于上述讨论，在现有技术中需要一种适合用在膝上型计算机和其他例便携式电子设备的紧凑的天线。需要这样一种天线，占用空间最小，容易制造，和具有理想的电特性。

### 发明内容

20 本发明针对现有技术中确定的需要提供一种机内槽形天线，其中导电的盒结构具有折叠，节省空间的配置，适合用在空间受限的场合，例如膝上型计算机这种场合。本发明天线用于具有自由空间波长  $\lambda$ ，波导波长  $\lambda_g$  和电半波长  $\lambda_e/2$  的辐射。该天线包括在其中具有一个槽的导电接地平面，槽长为  $L$ ，其至少基本上等于电半波长。槽宽度  $W$  小于长度  $L$ ，槽还具有纵向轴和第一第二纵向边缘。天线还包括导电盒结构。导电盒结构依次包括主导电平面，其基本平行于接地平面并与其间隔距离  $d$ 。距离  $d$  基本小于  $1/4$  波导波长  $\lambda_g$ 。该导电盒结构还包括第一和第二导电结构，其基本上彼此平行并间隔距离  $g$ ， $g$  至少基本上等于  $L$ 。第一和第二导电结构基本上垂直于导电接地平面和主导电平面，并也基本上垂直于槽的纵向轴。

30 该导电盒结构还包括第三和第四导电结构，其基本上彼此平行并间隔距离  $a$ ，第三和第四导电结构基本上垂直于导电接地平面和主导电平面，也基本上平行于槽的纵轴。

距离  $a$  最好能够基本等于下列两者之一：宽度  $W + 1/4$  波导波长，



和宽度  $W + 1/2$  波导波长。第一，第二，第三和第四导电结构形成导电接地平面和主导电平面之间的导电路径。当按图观察时，第一，第二，第三和第四导电结构对槽进行限制。

5 因此，将理解的是，本发明天线是对现有技术机内槽形天线的改进，刚刚尽量多加描述的装置对导电盒结构提供了一种折叠、节省空间的配置，这种结构允许它包括在例如膝上型计算机的空间受限的位置中。实际中，距离  $d$  可以比现有技术的机内槽形天线类型的距离  $h$  小得多。

10 通过阅读以下考虑到附图的详细说明将能理解本发明的这些和其他特征和优点，而本发明的范围将在附加的权利要求中陈述。

### 附图说明

图 1 为现有技术槽形天线的部分示意图；

图 2 为现有技术机内槽形天线的部分示意图；

图 3 为按本发明的机内槽形天线一种形式的部分示意图；

15 图 4 为按本发明的一种天线的平面图，与图 3 中所描绘的相似，并具有形成导电平面的导电盒结构；

图 5 为沿图 4 中 V-V 线得到的截面图；

图 6 为按本发明的一种天线的平面图，与图 3 中所描绘的相似，其中导电盒结构形成一系列平面通孔；

20 图 7 为沿图 6 中 VII-VII 线得到的图 6 天线的截面图；

图 8 为类似于图 6 的应用微带而不是同轴馈线结构的图；

图 9 为沿图 8 中 IX-IX 线得到的截面图；

图 10 为表示本发明另一形式的部分示意图；

图 11 为也表示本发明另一形式的部分示意图；

25 图 12 为还表示本发明另一形式的部分示意图；

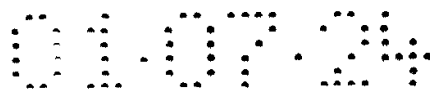
图 13 为类似于图 12 中所描绘的本发明的一个实施例的平面图，其中导电结构是导电平面；

图 14 为沿图 13 中 XIV-XIV 线得到的截面图；

30 图 15 为类似于图 13 的平面图，但表示本发明的一个实施例，其中导电结构由平面穿孔形成；

图 16 为沿图 15 XVI-XVI 线得到的截面图；

图 17 为类似于图 15 的图，但表示本发明的一个实施例，其使用



微带馈电结构而不是同轴电缆；

图 18 为沿图 17 XVIII - XVIII 线得到的截面图；

图 19 为天线电压驻波比 (VSWR) 与工作频率关系图，用于本发明的一个示例性实施例；

5 图 20 分别表示  $\varnothing = 0^\circ$  (槽宽度方向) 和  $\varnothing = 90^\circ$  (槽长度方向) 的天线增益的高度平面辐射图形，用于图 19 中所示的 VSWR 的示例性实施例；以及

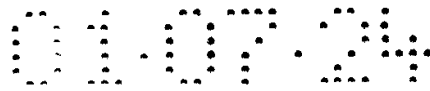
图 21 为一个便携式电子设备的不完全示意的透视图，该设备具有按本发明的天线装置。

## 10 具体实施方式

现在参照图 3，它是本发明的一种用于辐射的机内槽形天线形式的部分示意图，具有自由空间波长  $\lambda$ ，波导波长  $\lambda_g$ ，和电半波长  $\lambda_e/2$ 。本发明的天线一般指定为 100。天线 100 包括一个导电接地平面 102，可以是金属的 (例如)，在其中形成槽 104。接地平面 102 具有第一和第二侧。槽 104 长度为  $L$ ，至少基本上等于电半波长。如在此所使用的“至少基本等于”意味着  $L$  大于电半波长，或基本等于电半波长，这里基本等于意味着包括等于，或稍大于或小于，只要能够保持功能度。槽 104 的宽度  $W$  小于 (最好小于) 长度  $L$ ，它还具有一个纵向轴 106 和相应的第一和第二纵向边缘 108, 110。最好宽度  $W$  满足关系  $W \ll \lambda$ 。对于 15 予定的辐射性能例如对于上述的辐射可以设计槽 104 并选定它的尺寸。天线领域的技术人员将理解，根据这里所指示的指南如何去设计理想的槽的尺寸。

本发明还包括一个导电盒结构 112，它可导电地固定到导电接地平面 102 并配置来使槽形天线 100 只从该电接地平面 102 的一侧 (即第一和第二侧之一) 辐射，如图 3 所描绘的那样，槽形天线 100 朝着 20 观察者从导电接地平面 102 向外辐射，而向纸内的辐射由导电盒结构 112 阻挡。这样导电盒结构 112 起到一个波导的作用，从而实现理想的单侧辐射。

将被理解的是图 2 中所示的现有技术的机内槽形天线 20 也包括一个具有槽的接地平面和导电盒结构。但是本发明超过图 2 中所示现有技术设备从而得到改善的方面在于提供了折叠的节省空间配置的导电盒结构 112 (它可以按平行于接地平面 102 的折叠方式配置)。在实际 30

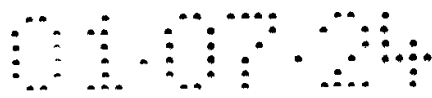


中为获得这种配置，该导电盒结构 112 依次包括一个主导电平面 114，它基本上平行于导电接地平面 102 并且离接地平面一个距离  $d$ 。距离  $d$  基本上小于波导波长  $\lambda_g$  的  $1/4$ ，并如此选择，使得天线 100 容易放入例如一个膝上型计算机的空间有限的位置中。距离  $d$  应尽可能地小以减小与适当带宽一致的尺寸。如果  $d$  太小，带宽将减小。合适的  $d$  值也受到本发明 PCB 实施例中基板性能的影响，以下将讨论这个问题。基本上小于波导波长  $1/4$  的任一距离  $d$  值应考虑在本发明的范围之内。例如， $d$  可以小于  $15\% \lambda_g$ ，或最好小于  $10\% \lambda_g$ ，或其甚至小于  $5\% \lambda_g$  更好，与适当的带宽相一致。在以下讨论的示例中， $d$  约为  $3.8\% \lambda_g$ 。借助这些指导，天线技术领域的技术人员将选择合适的距离  $d$  值。

导电盒结构 112 还分别包括第一和第二导电结构 116, 118，它们基本上彼此平行并间隔距离  $g$ ，该距离  $g$  基本上至少等于  $L$ （即或基本上等于  $L$ ，或大于  $L$ ）。确信最好  $g$  至少稍大于  $L$ 。第一和第二导电结构 116, 118 基本上垂直于该导电接地平面 102 和主导电平面 114，并且还基本上垂直于槽的纵向轴 106。

本明天线 100 的导电盒结构 112 还分别包括第三和第四导电结构 120, 122，它们基本上彼此平行并间隔距离  $a$ 。第三和第四导电结构 120, 122 基本上垂直于导电接地平面和主导电平面，并且还基本上平行于槽 104 的纵向轴 106。注意到在对导电接地平面 102 或主导电平面 114，或导电结构 116, 118, 120, 122 分别表示成无厚度这个意义上而言，图 3 和图 1 和 2 一样本质上是不完全示意图。人们将理解这纯粹是为了说明方便，而其各项的物理厚度在其他的图中描绘。图 10, 11 和 12 本质上也是不完全示意图。

距离  $a$  最好基本等于以下两者之一：宽度  $W + 1/4$  波导波长，或宽度  $W + 1/2$  波导波长，但如在此其他地方所讨论的那样也可以使用另外的值。在以使用的“基本上等于”乃意指包括准确地等于，以及还包括上下略有变化，只要能保持功能度。第一，第二，第三和第四导电结构 116, 118, 120, 122 分别形成导电接地平面 102 和主导电平面 114 之间的导电路径。当在平面图中观察时，第一到第四导电结构约束着槽 104。人们将理解，使垂直于接地平面 102 的盒结构尺寸  $d$  更小，以及平行于接地平面 102 的导电盒结构尺寸  $a$  和  $g$  更长，就得到折叠配置的导电盒结构 112，当与现有技术相比较时提供了显著的空间节



省。

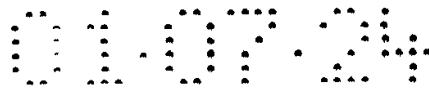
如在此所使用的，一个“设计”图指的是这样的图，其中导电接地平面平行于纸，在该纸上绘制该图。此外，由导电结构“约束”该槽指的是结构围绕槽，或基本上与该槽相重合。

5 仍参照图 3，人们将理解，在这里所示的本发明的实施例中，距离  $a$  基本上等于宽度  $W + 1/2$  波导波长  $\lambda_g$ 。如图所示，第三导电结构 120 基本上与槽 104 的第一纵向边缘 108 相重合。“基本上重合”是意指空间取向，其中第三导电结构 120 甚至同槽 104 的第一纵向边缘 108 重合或仅仅与其稍有移位。另外，在图 3 中描绘的实施例中的第四导电结构 122 可以定位在槽 104 的第二纵向边缘 110 之外，在从槽 104 的第一纵向边缘 108 到该槽 104 的第二纵向边缘 110 的方向上移动而与第三导电结构 120 留出空间。

15 现在应参照图 4 和 5，其分别描绘类似于图 3 中所示的本发明实施例的设计和截面图。其中与相同元件相关的参考号码已接受图 3 中那样的相同号码，只不过其值增加 100，其中第一到第四导电结构形成为例如金属板的导电板。人们理解，导电接地平面 202 和主导电平面 114 也是形成为例如金属的导电板。例如可以用已知形式的具有普通中心导体 226，绝缘层 228，和外导体 230 的同轴电缆 224 给图 4 和 5 中描绘的实施例馈电。同轴电缆 224 的外导体 230 可以通过焊珠 232 焊接到槽 204 的第一纵向边缘 208，而同轴电缆 224 的内导体 226 可以在焊珠 234 焊接到槽 204 的第二纵向边缘 210。同轴电缆 224 的外导体 230 与导电接地平面 202 留有空间，只在焊珠 232 处导电接触，人们理解，外导体 230 可以同导电接地平面 202 保持接触，如果需要的话（例如接触是有优点的）。

25 人们将理解在图 3 中未描绘同轴电缆，微带线馈电结构或其他类型的天线馈电装置；目的是为说明方便。此外，将理解馈线，例如同轴电缆 224 可以基本定位在槽 204 的中心，如图 4 中所示，或可以沿其移位，后者将导致较低的阻抗。

30 现在应参照图 6 和 7，它们描绘本发明类似于图 3 中所示的实施例，在图 3 中采用印刷电路板（PCB）技术。图 6 和 7 中的类似于图 4 和 5 中的项目已接受参考号码其值增加 100 的表示方法。图 6 和 7 的实施例一般指定为 300，可以包括分别具有第一和第二普通平面表面



338, 340 的第一印刷电路板基板 336。导电接地平面 302 可以形成第一导电层 342, 其淀积在该第一 PCB 基板 336 的第一普通平面表面 338 上。槽 304 可以蚀刻在第一导电层 342 中。主导电平面 314 可形成第二导电层 344, 其淀积在第一 PCB 基板 336 的第二普通平面表面 340 上。第一, 第二, 第三和第四导电结构 316, 318, 320, 322 每个可分别形成一系列平板通孔 346, 其使用印刷电路板制造工艺中熟悉的技术在第一 PCB 基板 336 中形成, 将理解到平板通孔 346 提供了在第一和第二导电层 342, 344 之间的电气导电路径。如在图 6 中清楚看见的, 形成导电结构的平板通孔 346 能用距离  $\Delta$  间隔, 该间隔距离最好基本上不大于自由空间波长  $\lambda$  的  $1/10$ 。上述术语意味着复盖其间隔稍大于  $1/10\lambda$  但仍有功能的平板通孔, 和该通孔 346 的任何较紧密的间隔。第二导电层 344 可以在第一 PCB 基板 336 的整个第二表面 340 上延伸, 或者, 如果要求的话, 可以只在用作主导电平面 314 的范围延伸, 即在由平板通孔 346 限定的范围内延伸。

注意距离  $a$  和  $g$  可以从本发明的所有 PCB 实施例中的平板通孔的中心线进行测量。

如以上针对电缆 224 所讨论的那样, 同轴电缆 324 可以在中心位置 (所指示的) 或偏中心位置定位。对于所有在此公开的本发明实施例而言一般是正确的。

现在应参照图 8 和 9, 它描绘本发明类似于图 6 和 7 中所描绘的一个实施例, 但其中采用微带馈电结构替代同轴电缆。在图 8 和 9 中类似于图 6 和 7 中的那些项目已接受参考号码增加 100 的表示方法。在图 8 和 9 中所示的实施例包括具有内侧 450 和外侧 452 的第二 PCB 基板 448, 第二 PCB 基板 448 的内侧 450 可以相邻导电接地平面 402 定位。天线 400 还包括导电带 454, 其定位在第二 PCB 基板 448 的外侧 452 上。导电带 454 宽度为  $c$  并且有一个纵向轴 456 (它与图 8 中剖切平面线 IX-IX 相一致), 其基本上垂直于槽 404 的纵向轴 406 (至少在接近槽的范围内)。导电带 454 的厚度可以由本专业技术人员选择的任何合适的值。导电带 454 可以电互连接到槽 404 的第一和第二纵向边缘 408, 410 之一, 并能从该纵向边缘到朝向互连槽 104 的第一和第二纵向边缘 408, 110 的另一个延伸。在图 8 和 9 所示的实施例中, 导电带 454 被电互连到槽 404 的第二纵向边缘 410, 并反向延伸超出

槽 404 的第一纵向边缘 408。将理解到配置导电带 454，第二 PCB 基板 448，和导电接地平面 402 以形成天线 400 的微带馈电结构。

如图 8 中所示，带 454 可以相对于槽 404 对中，或根据要求较低的阻抗  $Z$  而横向地移位。

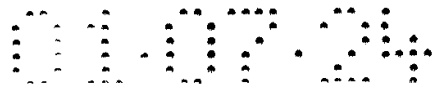
5 导电带 454 可电互连到槽 404 的第一和第二纵向边缘 408, 410 之一，希望通过在第二 PCB 基板 448 中形成的平板通孔连接 458 来对此连接。

10 现在注意力应给图 10，它是类似于图 3 的不完全示意图，但描绘本发明的另一种形式。图 10 中类似于图 3 中的那些项目已接受参考号码增加 400 的表示方法。将理解到图 10 的天线 500 类似于图 3 的天线 100，不同之处在于图 10 中距离  $L$  基本上等于距离  $g$ ，而在图 3 中  $g > L$ 。在导电盒结构中具有空气的情况下， $g > L$  对支持  $TE_{10}$  模式是最佳的，而在该盒结构中具有介质（例如）一块 PCB 基板的情况下， $g = L$  是较佳的。结果  $g$  的增加能使  $\lambda g$  减小。

15 现在应参照图 11，它描绘本发明类似于图 10 中所描绘的一个实施例，其中类似的项目已接受参考号码增加 100 的表示方法。如图 10 中那样，在  $L$  基本上等于  $g$  的情况下描绘图 11 的实施例。然而与图 3 和 10 a 基本上等于  $\lambda g/4 + W$  不同的是在图 11 中描绘的实施例表示  $a$  的一个值基本上等于  $W + \lambda g/2$ 。  $a$  值越高产生的带宽越大。

20 现在注意力应给图 12，它描绘本发明类似于图 11 中所表示的一种形式，但其中  $g > L$ 。在图 12 中的类似于图 11 中的那些项目已接受参考号码增加 100 的表示方法。参照图 12，并且如以上参照图 11 所讨论的那样，将理解到如在此所描绘的，距离  $a$  基本上等于宽度  $W + 1/2$  波导波长  $\lambda g$ 。此外，第三导电结构 620，720 间隔槽 604，704 的第一纵向边缘 608，708 基本上为  $1/4$  波导波长，而第四导电结构 622，722 间隔槽 604，704 的第二纵向边缘 610，710 基本上为  $1/4$  波导波长  $\lambda g$ 。

30 正如图 3 的实施例，在刚刚讨论的实施例中，第一，第二，第三和第四导电结构 616，618，620，622 和 716，718，720，722 可以由例如金属板导电板组成。这种情况描绘在图 13 和 14 中，除  $a$  值较大外，它们都类似于图 4 和 5。在类似于图 4 和 5 中的那些图 13 和 14 中的项目已接受参考号码增加 600 的表示方法。除  $a$  值较大外，图 13 和 14 所示的实施例的结构类似于以上对于图 4 和 5 所讨论的结构，因



此不需要再行讨论。

除刚刚讨论的实施例，其中第一到第四导电结构是导电板，例如金属板之外，具有较大  $a$  值的实施例也使用印刷电路板技术结构，且如以上关于  $a$  的较小值的情况所讨论的那样，可以由同轴电缆或微带馈电结构馈电，或可以按其他任何合适的方式进行馈电。

图 15 和 16 描绘类似于图 6 和 7 中所示的本发明的一个实施例，其中类似的项目已接受如图 6 和 7 中参考号码增加 600 的表示方法。除  $a$  值较大外，结构类似于较早讨论的实施例。

最后，注意力应当给予图 17 和 18，它描绘本发明类似于图 8 和 9 中所示的实施例，包括一种微带馈电结构，但具有较大的  $a$  值。图 17 和 18 中类似于图 8 和 9 中的项目已接受如图 8，和 9 中参考号码增加 600 的表示方法。除  $a$  值较大外，图 17 和 18 实施例的结构类似于图 8 和 9 的结构，所以无需进一步讨论。

由于以上说明，将理解到本发明提供了一种导电盒结构，其平行于接地平面，而不像现有技术那样垂直于接地平面，由此可以容易地使用印刷电路板技术进行结构设计，和与现有技术相比，厚度明显减小。

参照本发明的那些实施例，这里  $a$  基本上等于  $\lambda g/2 + W$ ，事实上将理解到，已附加了一个第二导电盒结构与  $a$  值较小的实施例的导电盒结构串连。这样，较大的  $a$  值能改善槽形天线的带宽。例如，如果由具有较低  $a$  值的盒结构提供的阻抗为  $Z$ ，则由具有较大  $a$  值的盒结构（即， $a = W + \lambda g/2$ ）提供的整个阻抗将为  $2Z$ ，整个天线阻抗越大，对能从导电盒结构得到的天线带宽的影响越小。在那些实施例中，盒结构尺寸  $g$  大于槽的长度  $L$ ，则能够存在具有  $TE_{10}$  模的横电磁波（即， $TE_{10}$  波）。将理解的是，在所有本发明的实施例中，导电盒结构起一段波导的作用，并要求在导电盒结构中建立起一种驻波。最好  $a$  应等于  $W + \lambda g/4$  或  $W + \lambda g/2$ ，以得到最好的性能，但其他值是起作用的，并且这些其他值也在本发明的范围内。

将理解工作频率，基板材料的介质特性（例如介电常数  $\epsilon_r$ ），和导电盒结构尺寸  $g$ ，以及其深度  $d$  都将确定波导波长  $\lambda g$ ，因此  $g$  和  $\epsilon_r$  是最重要的。在本发明的其他实施例中类似的考虑应用是在导电盒结构中具有空气的情况；当然，空气的  $\epsilon_r$  接近 1。

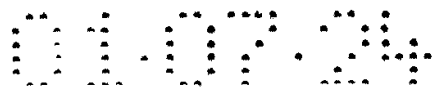
注意到图 8, 9, 17 和 18 中描绘的实施例将理解导电带宽度  $C$  能这样选择, 以使得提供一个理想的特性阻抗, 例如  $50\Omega$ 。第一和第二 PCB 基板 436, 448, 和 1036, 1048 可以由具有不同介电常数的不同材料制成, 并能具有不同的厚度。

5 在所有表示的实施例中, 将理解尺寸  $L$  具有接近电半波长即  $\lambda_e/2$  的一个最小值。可应用较大值, 例如, 可采用  $L = 0.7\lambda_e$  的值。最好,  $L < \lambda_e$  以抑制高阶传输模式。应参考 Kraus 的上述天线参考文本的其 13 章。将进一步理解  $L$  值的增加将趋使阻抗  $Z$  降低。阻抗也可以通过使用偏中心馈电来降低, 但是如图中所指示的那样, 不管微带或同轴线, 10 馈电也可以是对中的。如那些天线技术领域中的技术人员将理解的那样, 在所有实施例中, 不管微带或同轴线, 馈电轴应当垂直于槽, 至少离槽某个距离。

在所有实施例中, 导电接地平面应该尽可能大, 但产生有功能的天线的尺寸是在本发明的范围之内。最好在平行于槽纵向轴的方向上 15 最小尺寸约为  $0.75\lambda$ , 而在垂直于槽纵向轴的方向上接近  $0.5\lambda$ 。

现在应将注意力给予图 21。本发明注视通常指定为 2000 的一种便携式电子设备的组合, 其具有按本发明的任一种类型的天线。这种设备可以是膝上型计算机, 个人数字助理, 或其他设备。如图 21 所示, 这样的一种设备具有第一部分 2002, 例如其具有字母链 2004 (为说明 20 方便仅指出几个) 和指向设备 2006。第二部分 2008 在活页边缘 2010 固定到第一部分 2002。第二部分 2008 包括一个显示器 2012, 用于分别显示文本和/或图表的数据 2014, 2016。按本发明任一结构的一个或多个天线 2020 可以与设备 2000 结合使用。例如, 可以使用多个天线, 在那里要求在不同的频率上, 或者在那里要求或希望分集制的系 25 统中进行通信。

天线的最佳位置是在具有显示器 2012 的第二部分 2008 上, 接近顶 2022。第一天线 2020 被表示成邻近部分 2008 的右边缘 2026, 面向侧边。第二天线 2020 表示成邻近部分 2008 的顶 2022, 面向离开可能在击打链 2004 的用户 (未示)。由于内部环境的反射, 所显示的定向的任何一个应该是有作用的。最佳位置是在部分 2008 高位置上 (即, 30 接近顶 2002) 和接近顶或边缘 2024, 2026 之一。当定位邻近一边缘 2024, 2026 时, 天线 2020 应仍旧是接近顶 2022, 如图所示的那样。



最好，天线应当面向侧边或离开用户，但是，任一另外的有作用的定向（例如向上的）应考虑在本发明的范围之内。

5 天线 2020 的接地平面应接地到设备 2000 的导电部分，例如，现存的金属结构部分（和甚至可以是与其整体形成的部分）。天线 2020 的其他部分不应接触设备 2000 的任何导电的或金属的部分。

在此清楚地包括美国专利申请序号 09/598, 719 的公开，其申请日为 2000 年 7 月 21 日，IBM 文档号为 YOR 9 - 2000 - 0206 US1，标题为“一种用于膝上型应用的集成天线”，申请人 Ephraim Bemis Flint, Brian Paul Gaucher 和 Duixian Liu，其全部在此作为参考。

10 通过用新西兰的 IEBD 计算机程序模拟予示本发明折叠式的节省空间配置的导电盒结构的机内槽形天线的性能。描绘本发明类似于图 10 中所示一个实施例的性能（即， $g = L$ ， $a = W + \lambda g/4$ ），但对于一种印刷电路板结构，类似于在图 6 和 7 中所示的由同轴电缆馈电（但是，如所指出的那样， $g = L$ ）。导电接地平面垂直于槽的尺寸为 70mm 而平行于槽的尺寸为 99mm。槽宽度为  $W = 3\text{mm}$ ，以及  $g = L = 50.5\text{mm}$ 。第一 PCB 基板厚度为 3mm 和相对介电常数为 4.6。使用  $\lambda g/4 = 19.75\text{mm}$  的值，使得  $a$  为 22.75mm。

20 图 19 描绘天线的预测的电压驻波比（VSWR）。2:1 的 VSWR 的带宽是 154MHz，其对于 2.4 GHz ISM 应用是足够宽。图 20 分别表示天线在  $\theta = 0^\circ$  即槽宽度方向，以及  $\theta = 90^\circ$ ，即槽长度方向的模拟仰角平面辐射图，天线的最大予测增量为 6.4dB。

已经描述了什么是目前认为是本发明的最佳实施例，本专业技术人员将认识可以对本发明进行各种变化和修改而不偏离本发明的精神，并且意图是要求所有这样的变化和修改落在本发明的范围内。

说明书附图

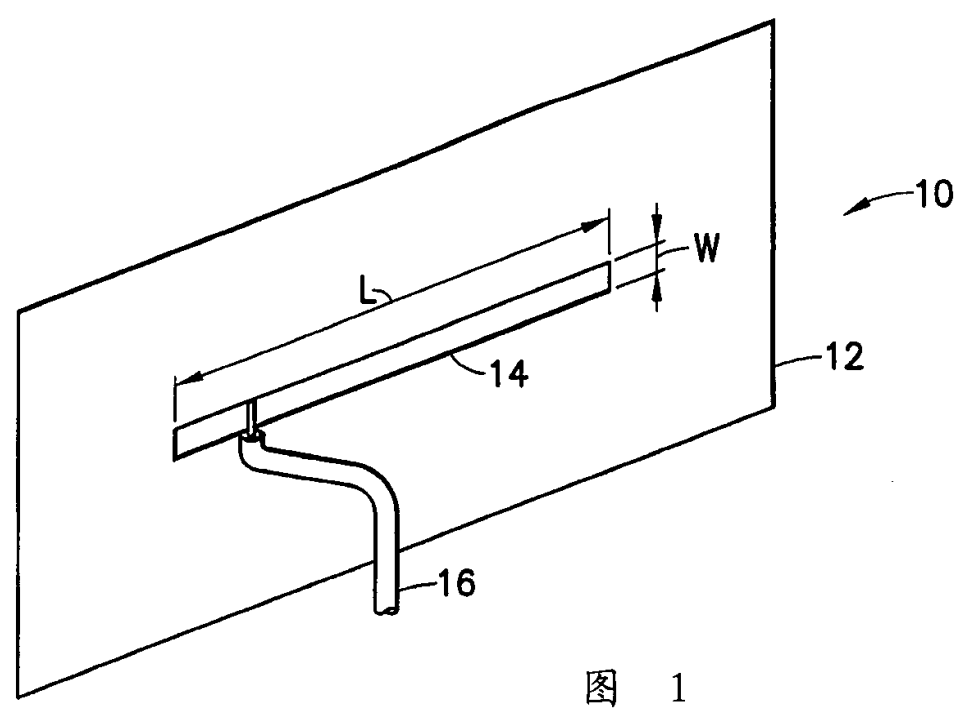


图 1  
现有技术

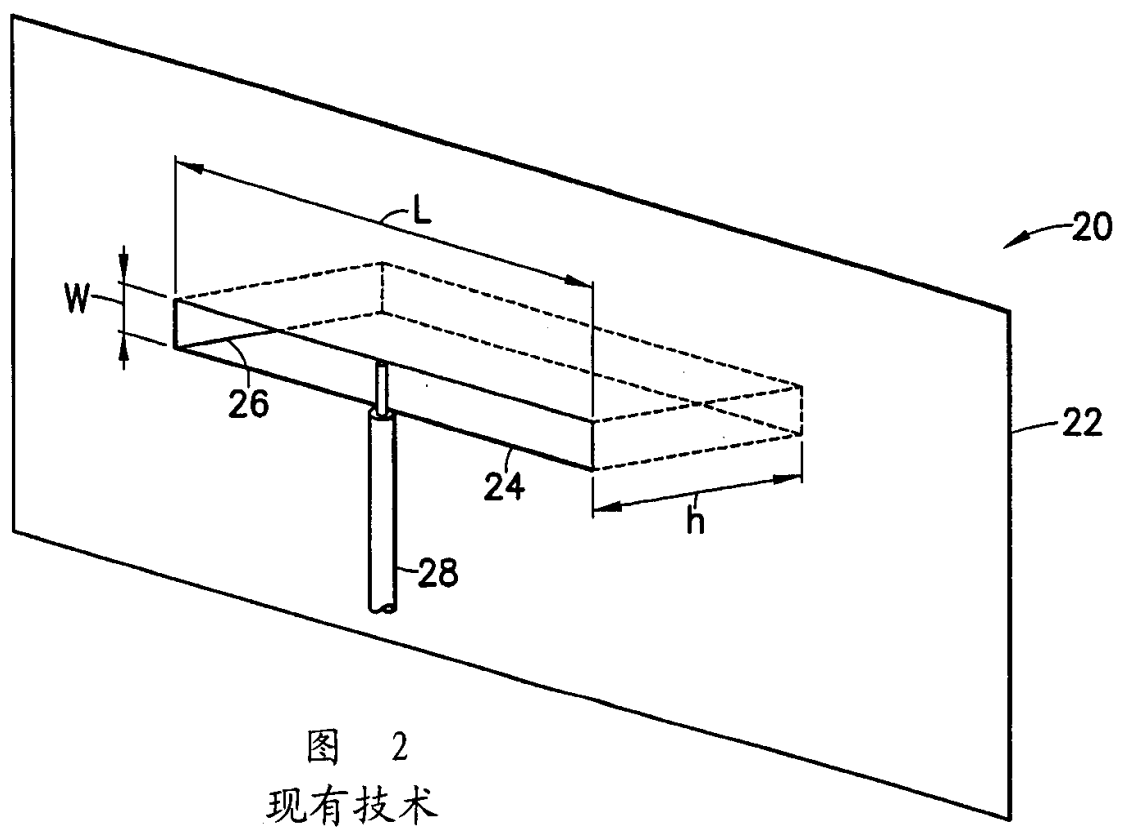


图 2  
现有技术



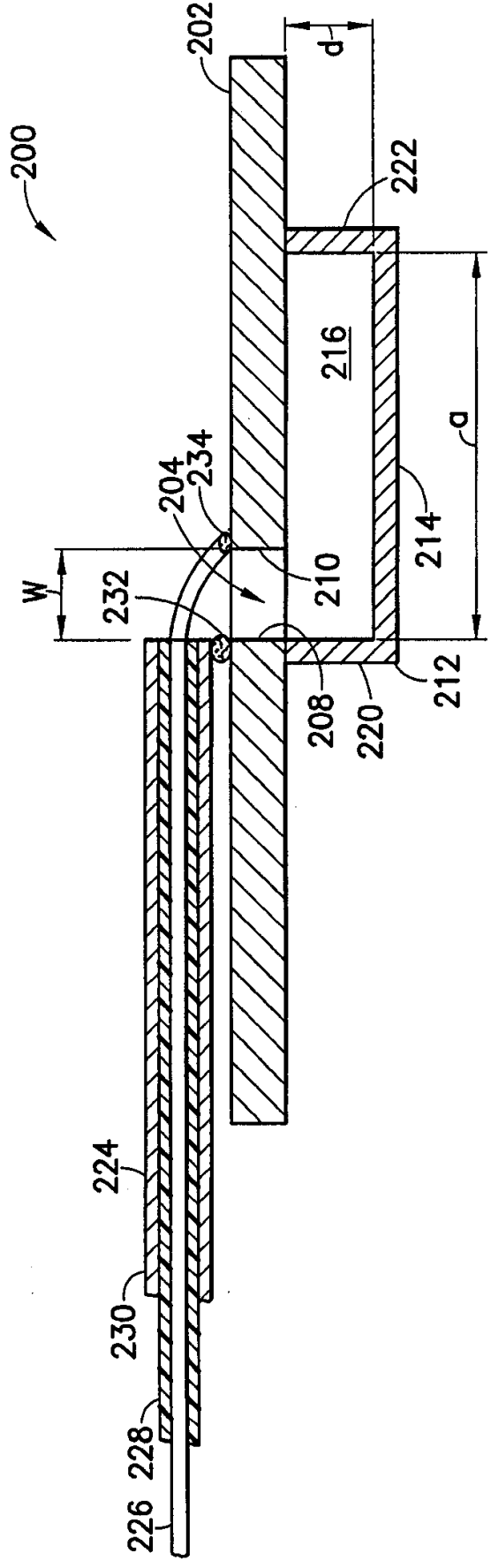


图 5

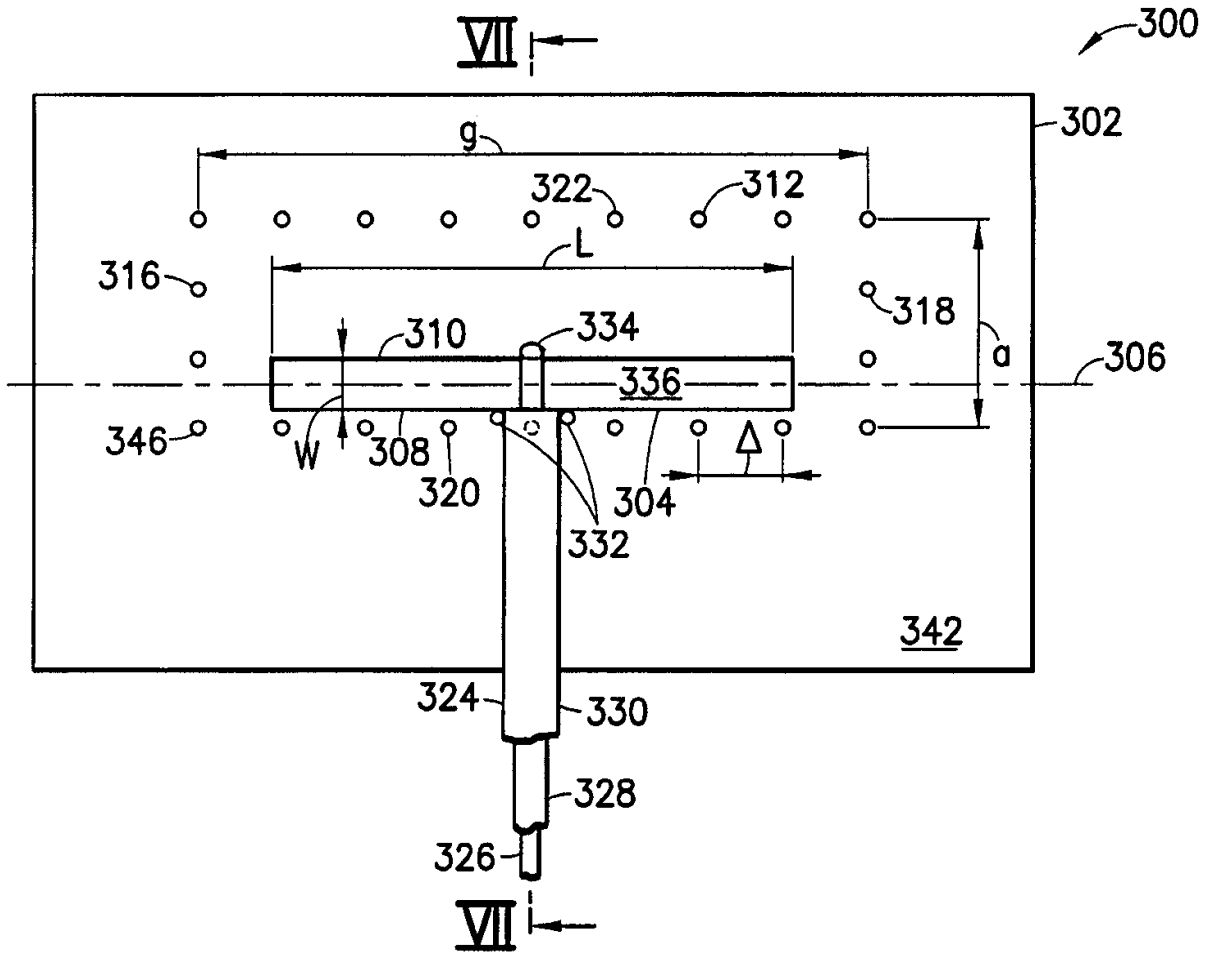


图 6

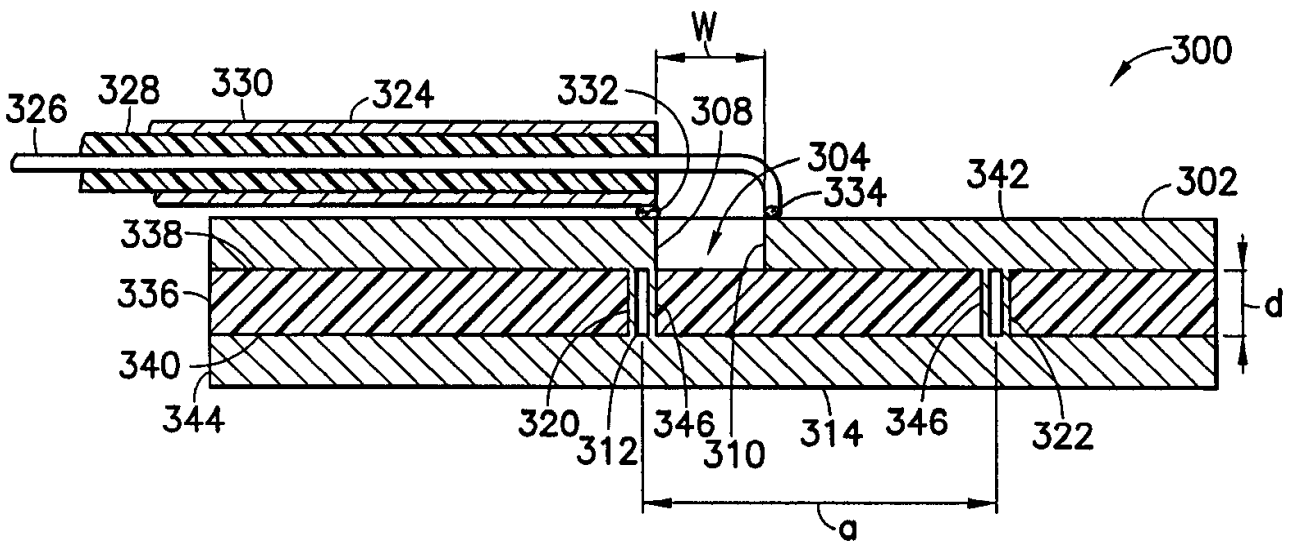


图 7

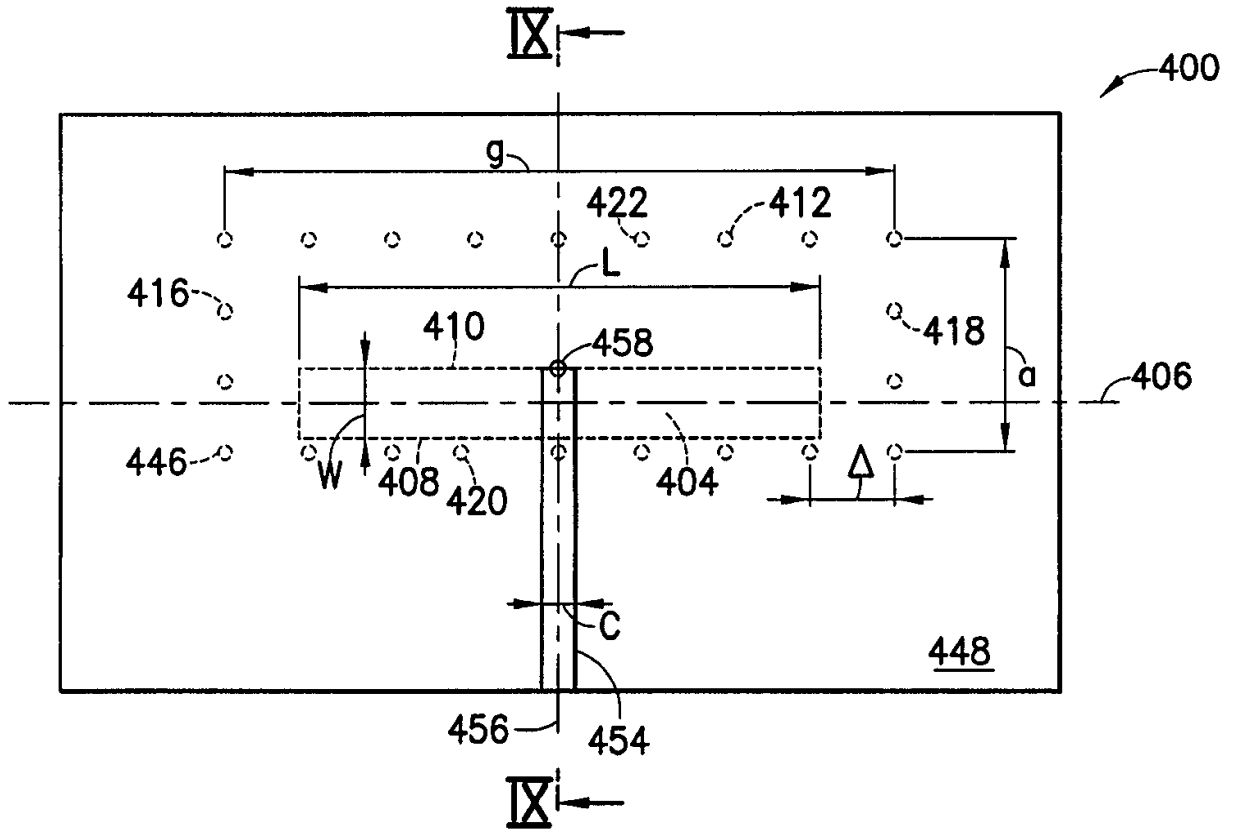


图 8

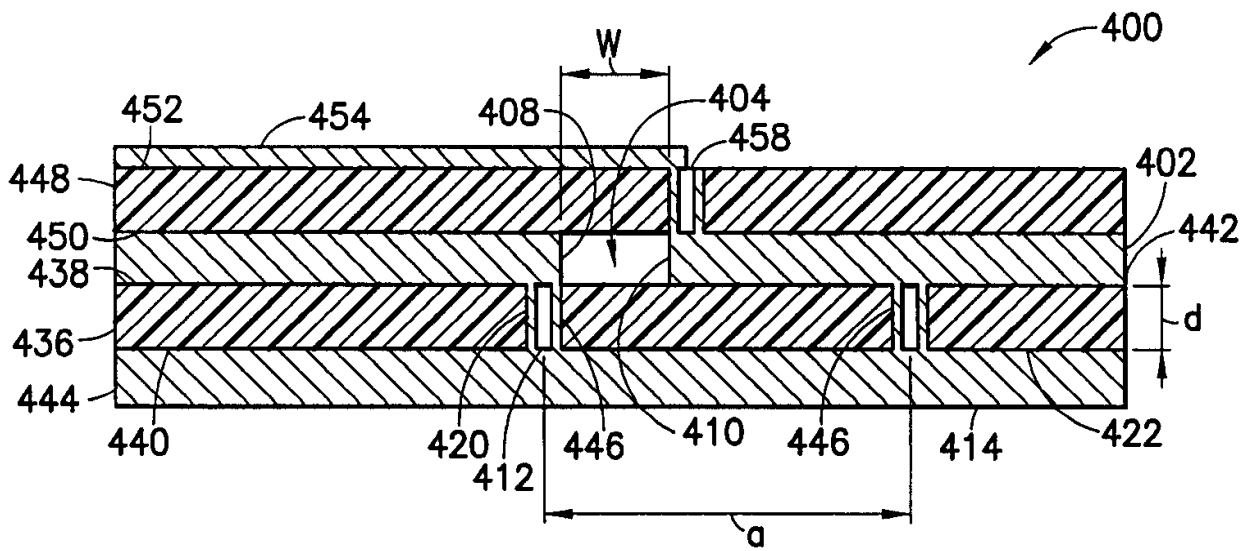


图 9

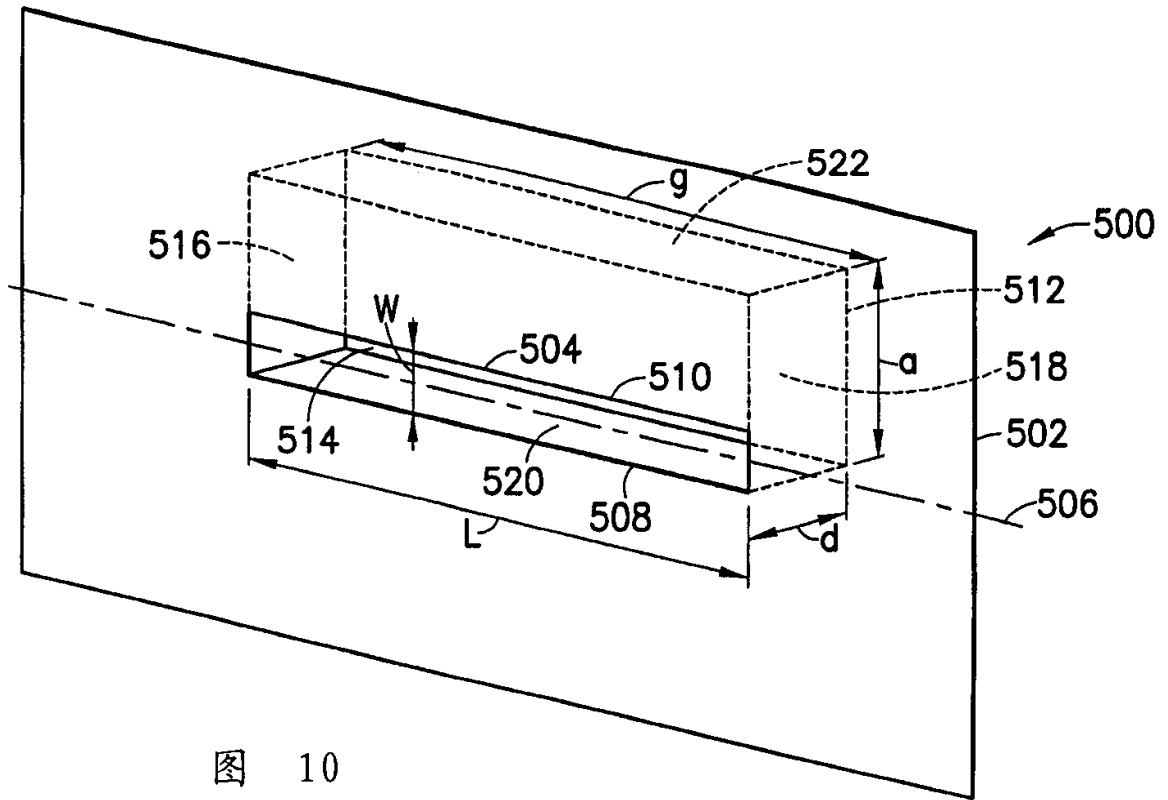


图 10

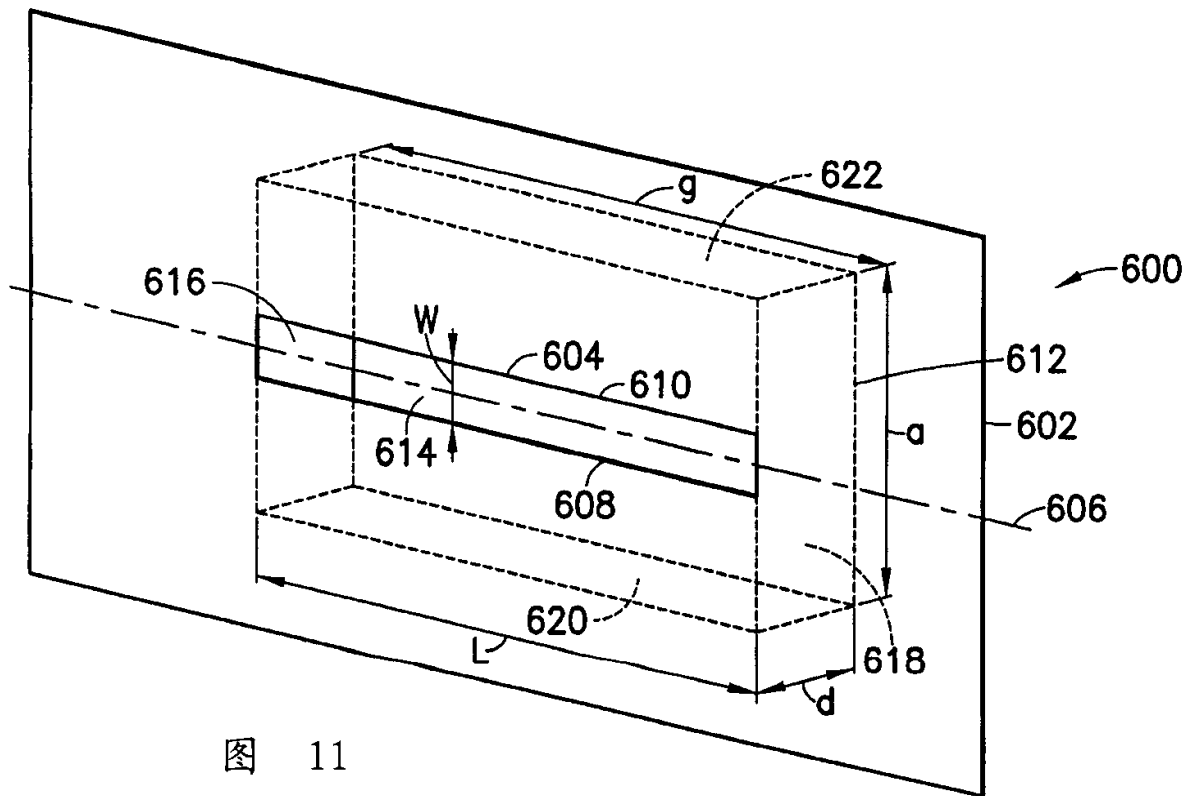


图 11

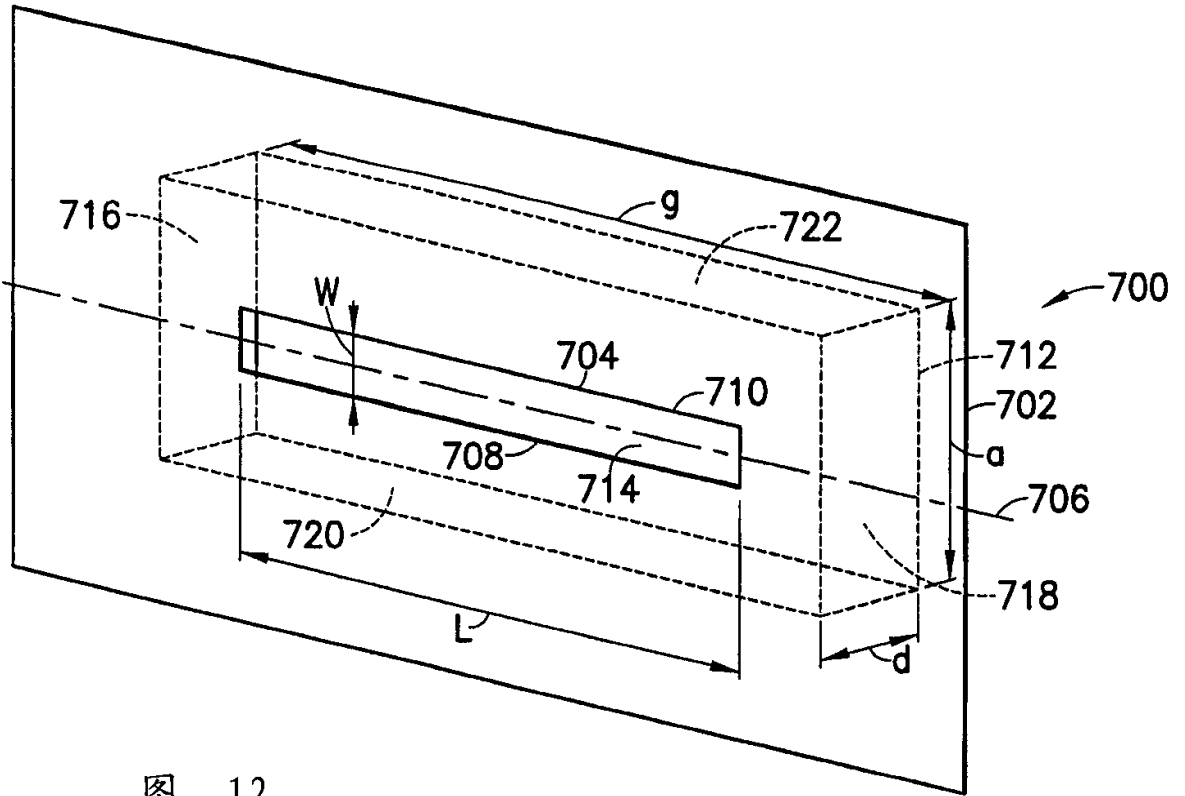


图 12

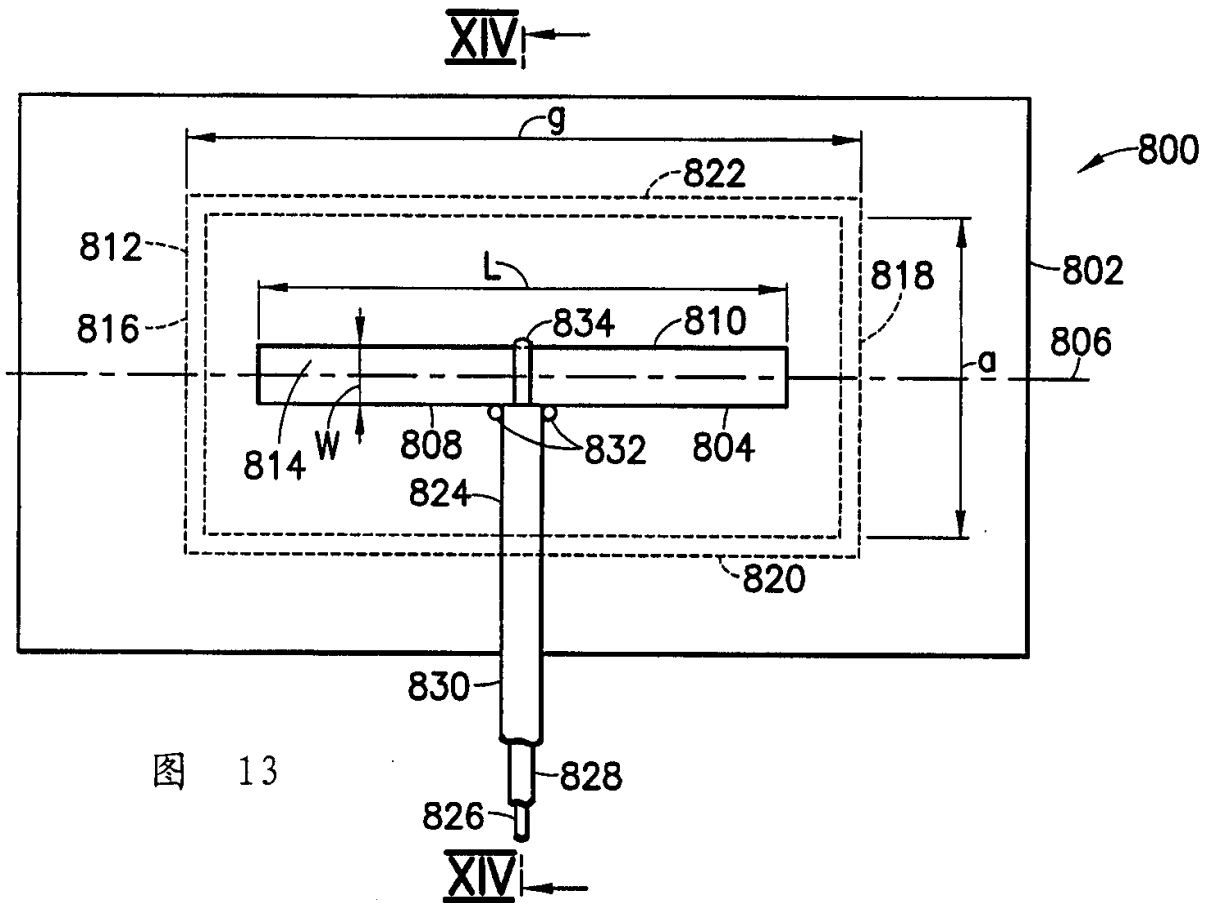


图 13

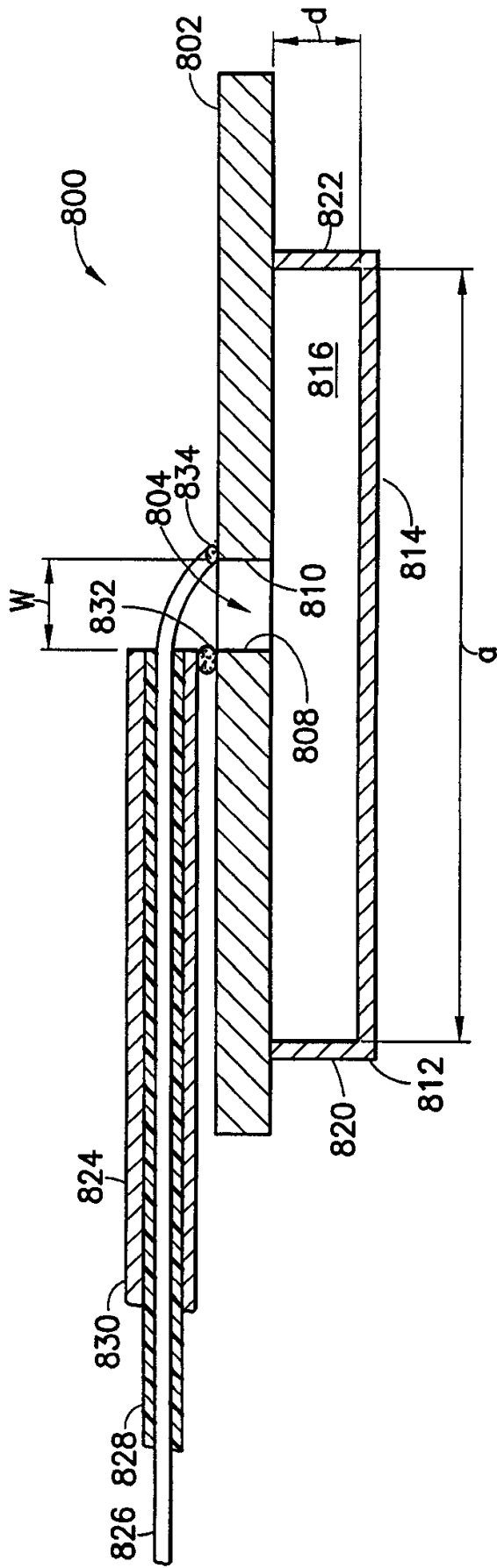


图 14





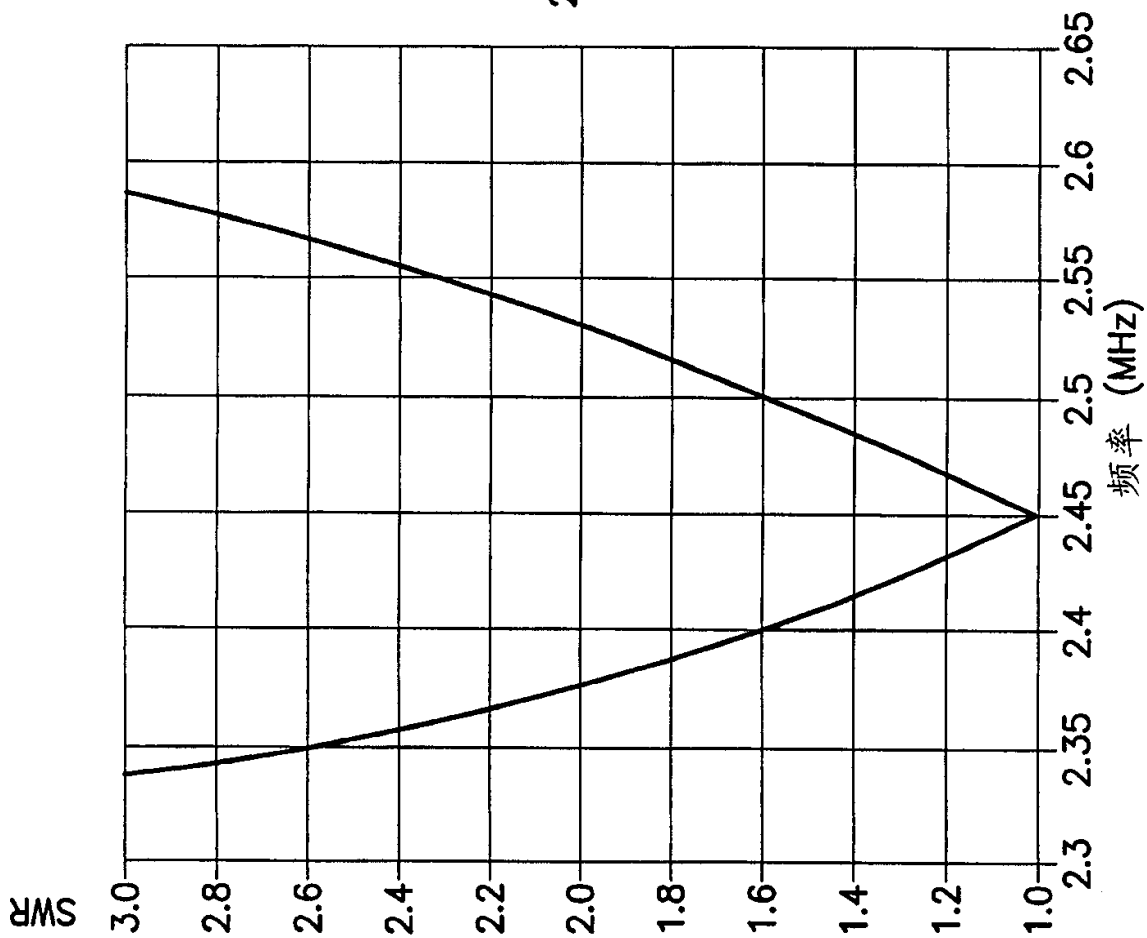


图 19

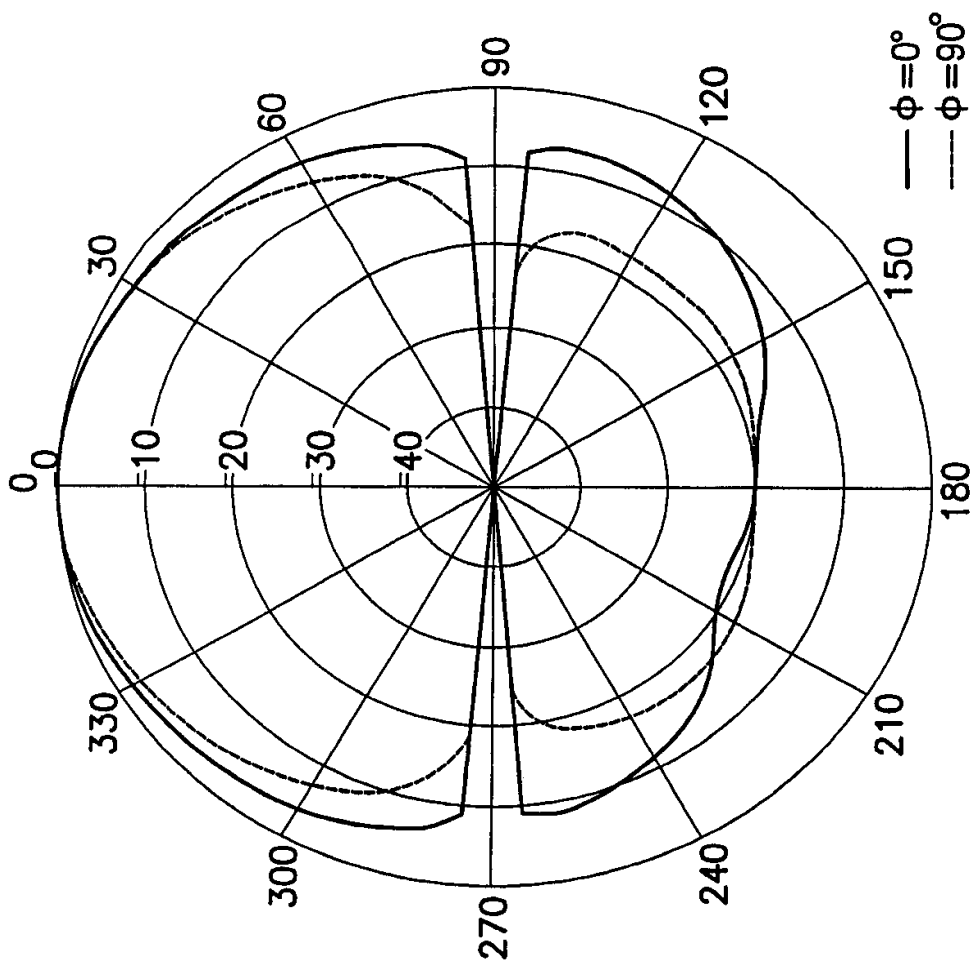


图 20

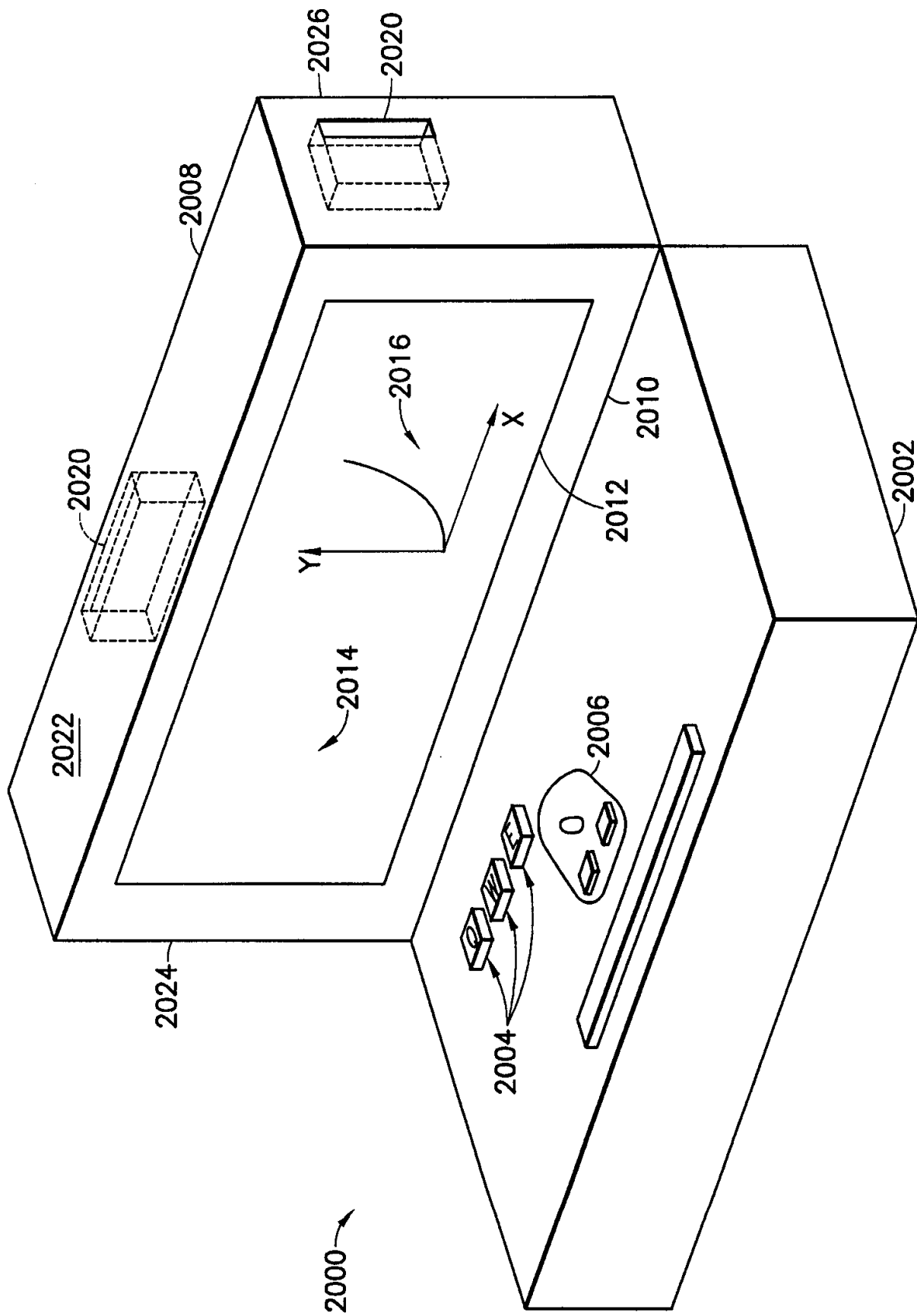


图 21