



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102496759 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201110387482. 7

(22) 申请日 2011. 11. 29

(73) 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为  
总部办公楼

(72) 发明人 欧健

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理  
有限公司 11205

代理人 刘芳

(51) Int. Cl.

H01P 3/00(2006. 01)

H01P 1/20(2006. 01)

H01Q 13/22(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101276957 A, 2008. 10. 01, 全文.

US 20090243762 A1, 2009. 10. 01, 全文.

审查员 韩雪玲

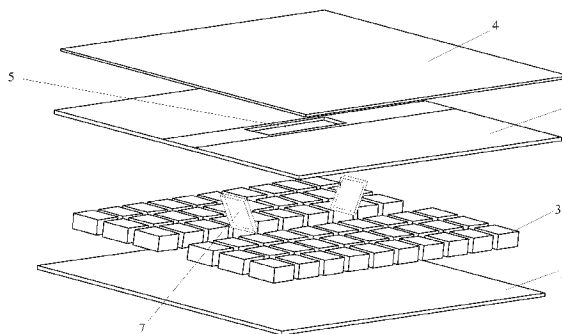
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

平面波导、波导滤波器及天线

(57) 摘要

本发明提供一种平面波导、波导滤波器及天线。平面波导包括顶层印制电路板 PCB 和底层 PCB ;多个屏蔽金属块 ;金属板 ;顶层 PCB 具有开槽,开槽与底层 PCB 形成空气波导,顶层 PCB 的下表面设有微带线 ;微带线位于开槽的两端、且沿开槽的延长线设置 ;多个屏蔽金属块沿微带线以及开槽的延伸方向设置,且位于微带线以及开槽的两侧 ;微带线与开槽下方的底层 PCB 之间还设置有实现微带线与空气波导之间信号传递的第一转换件 ;平面波导的工作重心频率为  $f_0$ ,在频率  $f_0$  下电磁波在空气中的波长  $\lambda = c/f_0$ ,  $0.75 * \lambda / 4 \leq$  屏蔽金属块的高度  $H_b \leq 1.25 * \lambda / 4$ ,  $\lambda / 8 \leq$  宽度  $W_b \leq \lambda$ ,  $0 <$  屏蔽金属块之间的间隙  $W_g \leq \lambda / 2$ 。



1. 一种平面波导,其特征在于,包括:顶层印制电路板 PCB (1)和底层 PCB (2);上下表面分别与所述顶层 PCB (1)及所述底层 PCB (2)相接触的多个屏蔽金属块(3);以及,设置在所述顶层 PCB (1)上表面的金属板(4);

所述顶层 PCB (1)具有开槽(5),所述开槽(5)与所述底层 PCB (2)形成空气波导,所述顶层 PCB (1)的下表面设有微带线(6);所述微带线(6)位于所述开槽(5)的两端、且沿所述开槽(5)的延长线设置;所述多个屏蔽金属块(3)沿所述微带线(6)以及所述开槽(5)的延伸方向设置,且位于所述微带线(6)以及所述开槽(5)的两侧;

所述微带线(6)与所述开槽(5)下方的底层 PCB (2)之间还设置有实现所述微带线(6)与所述空气波导之间信号传递的第一转换件(7);

其中,所述平面波导的工作重心频率为  $f_0$ ,在频率  $f_0$  下电磁波在空气中的波长  $\lambda = c/f_0$ ,其中  $c$  为在空气中的光速,所述屏蔽金属块(3)的高度  $H_b$  满足  $0.75 * \lambda / 4 \leq H_b \leq 1.25 * \lambda / 4$ ,宽度  $W_b$  满足  $\lambda / 8 \leq W_b \leq \lambda$ ,所述多个屏蔽金属块(3)之间的间隙  $W_g$  满足  $0 < W_g \leq \lambda / 2$ 。

2. 根据权利要求1所述的平面波导,其特征在于,所述平面波导还包括:波导梁(8);所述波导梁(8)设置于所述底层 PCB (2)上,位于所述开槽(5)的正下方,所述波导梁(8)的高度与所述屏蔽金属块(3)的高度相等;

相应的,所述空气波导由所述波导梁(8)的上表面与所述开槽(5)形成;所述第一转换件(7)的一端连接在所述微带线(6)上,所述第一转换件(7)的另一端连接在所述波导梁(8)上。

3. 根据权利要求2所述的平面波导,其特征在于,所述平面波导还包括:第二转换件(9),所述第二转换件(9)的一端与所述波导梁(8)的一个端面相连、所述第二转换件(9)的另一端与所述开槽(5)下方的底层 PCB (2)相连。

4. 根据权利要求3所述的平面波导,其特征在于,所述第二转换件(9)的形状为楔形,所述楔形的底面与所述底层 PCB (2)相接触,所述楔形的尖端位于所述底层 PCB (2)上。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的平面波导,其特征在于,所述第一转换件(7)为金属片;或者,

所述第一转换件(7)为楔形,所述楔形的底面与所述底层 PCB (2)相接触,所述楔形的尖端位于所述底层 PCB (2)上。

6. 根据权利要求5所述的平面波导,其特征在于,所述楔形的底面长度  $L_q \geq \lambda / 8$ ,所述楔形的尖端厚度  $T_q$  满足  $0 < T_q \leq \lambda / 8$ ,所述楔形的端面高度  $H_q$  与所述屏蔽金属块的高度  $H_b$  相等。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的平面波导,其特征在于,所述屏蔽金属块为三棱柱、圆柱、多棱柱。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的平面波导,其特征在于,所述开槽的窗口内通过侧壁金属化工艺处理。

9. 一种波导滤波器,其特征在于,包括:至少两个彼此串联和/或并联的波导,所述波导为权利要求1至8中任一项所述的平面波导,每个波导具有不同的阻抗。

10. 一种天线,其特征在于,包括:如权利要求1至8中任一项所述的平面波导;所述平面波导的金属板(4)上设有开窗(10),所述开窗(10)位于所述平面波导的顶层 PCB (1)

的开槽(5)上方,所述开窗(10)的宽度  $W_s$  满足  $0 < W_s \leq \lambda / 2$ ,所述开窗(10)的长度  $L_s$  满足  $0 < L_s \leq \lambda / 8$ 。

## 平面波导、波导滤波器及天线

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及无线通信技术领域,尤其涉及一种平面波导、波导滤波器及天线。

### 背景技术

[0002] 波导是一种能够限定和引导电磁波在长度方向上传播的管道。在微波线电子设备中,为了控制微波控制信号的传导路径,通常会使用印制电路板(Printed Circuit Board, 简称为:PCB)微带线形成的波导,或者金属腔体形成的波导,并通过控制及改变微带线的形状或者金属腔体的形状,达到对微波信号进行滤波、功率分合路、耦合等功能。

[0003] 但是,上述两种形成波导的方法都存在一定的局限性。其中,PCB微带线形成的波导虽然加工简单、成本低,但是在40GHz以上频段,对信号的损耗较大,而且由于PCB介质的介电常数较高,导致了微带线的阻抗特性受尺寸的影响较大,导致PCB需要很高的加工精度,从而使得成本大幅上升,而且还会降低直通率。金属腔体形成的矩形或者圆形的波导虽然对信号的损耗很低,但是在40GHz以上频段,金属腔体的加工精度容差达到微米级,且形状均为立体形状,需要采用精度极高的模具和加工工艺,从而导致成本大幅上升。

### 发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种平面波导、波导滤波器及天线,用以在一定程度上,解决现有技术中在40GHz以上频段的两种波导存在的问题。

[0005] 本发明实施例提供一种平面波导,包括:顶层印制电路板PCB和底层PCB;上下表面分别与所述顶层PCB及所述底层PCB相接触的多个屏蔽金属块;以及,设置在所述顶层PCB上表面的金属板;

[0006] 所述顶层PCB具有开槽,所述开槽与所述底层PCB形成空气波导,所述顶层PCB的下表面设有微带线;所述微带线位于所述开槽的两端、且沿所述开槽的延长线设置;所述多个屏蔽金属块沿所述微带线以及所述开槽的延伸方向设置,且位于所述微带线以及所述开槽的两侧;

[0007] 所述微带线与所述开槽下方的底层PCB之间还设置有实现所述微带线与所述空气波导之间信号传递的第一转换件;

[0008] 其中,所述平面波导的工作重心频率为 $f_0$ ,在频率 $f_0$ 下电磁波在空气中的波长 $\lambda = c/f_0$ ,其中 $c$ 为在空气中的光速,所述屏蔽金属块的高度 $H_b$ 满足 $0.75 * \lambda / 4 \leq H_b \leq 1.25 * \lambda / 4$ ,宽度 $W_b$ 满足 $\lambda / 8 \leq W_b \leq \lambda$ ,所述屏蔽金属块之间的间隙 $W_g$ 满足 $0 < W_g \leq \lambda / 2$ 。

[0009] 本发明实施例还提供一种波导滤波器,包括:至少两个彼此串联和/或并联的波导,所述波导为上述平面波导,每个波导具有不同的阻抗。

[0010] 本发明实施例还提供一种天线,包括:上述平面波导;所述平面波导的金属板上设有开窗,所述开窗位于所述平面波导的顶层PCB的开槽上方,所述开窗的宽度 $W_s$ 满足 $0$

$< W_s \leq \lambda / 2$ , 所述开窗 (10) 的长度  $L_s$  满足  $0 < L_s \leq \lambda / 8$ 。

[0011] 本发明实施例的平面波导, 通过采用底层 PCB、顶层 PCB 以及设置在顶层 PCB 上表面的金属板组成波导的上下表面、采用多个屏蔽金属块组成平面波导的左右侧壁, 并在顶层 PCB 上设置了开槽, 以形成空气波导, 这种空气波导与微带线同时使用的波导, 在高频段下容差要求低于其他形式的波导, 成本也远低于矩形波导。而且, 虽然屏蔽金属块之间存在缝隙, 但对于目标频段的微波信号来说是一个无缝的管道。

### 附图说明

[0012] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0013] 图 1 为本发明实施例一提供的平面波导的结构示意图;

[0014] 图 2 为图 1 所示平面波导的分解图;

[0015] 图 3 为将图 2 中的顶层 PCB1 翻转 180 度后开槽处的局部示意图;

[0016] 图 4 为本发明实施例二提供的平面波导的分解结构示意图;

[0017] 图 5 为图 4 所示平面波导在 X 方向的横截面图;

[0018] 图 6 为图 4 所示平面波导在 Y 方向的局部横截面图;

[0019] 图 7 为本发明实施例三提供的平面波导结构的局部视图;

[0020] 图 8 为本发明实施例提供的第二转换件 9 的结构示意图;

[0021] 图 9 为本发明一个实施例提供的天线的结构示意图。

### 具体实施方式

[0022] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面将结合本发明实施例中的附图, 对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述, 显然, 所描述的实施例是本发明一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例, 本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例, 都属于本发明保护的范围。

[0023] 波导是一种用来约束或引导电磁波的结构, 通过波导可以限定和引导电磁波在波导的长度方向上传播。通常情况下, 依赖于波导的这种特性, 可以制造滤波器或者天线等成品设备。当然, 波导也可以作为独立的元器件进行加工制造。

[0024] 图 1 为本发明实施例一提供的平面波导的结构示意图, 图 2 为图 1 所示平面波导的分解图, 图 3 为将图 2 中的顶层 PCB1 翻转 180 度后开槽处的局部示意图。结合图 1 至图 3 所示的内容, 该平面波导包括: 顶层 PCB1 和底层 PCB2, 多个屏蔽金属块 3, 这些屏蔽金属块的上表面与顶层 PCB1 相接触, 下表面与底层 PCB2 相接触, 设置在顶层 PCB1 上表面的金属板 4。其中, 金属板 4 可以采用焊接、或者粘接、或者压接等导电的连接方式与顶层 PCB1 上表面的铜皮相连。

[0025] 其中, 该顶层 PCB1 上设置有开槽 5, 该开槽 5 与底层 PCB2 可以形成空气波导, 该顶层 PCB1 的下表面设置有微带线 6, 微带线 6 位于开槽 5 的两端、且沿开槽 5 的延长线设置。开槽 5 与其两端相连的微带线 6 限定了电磁波传递的长度路径。多个屏蔽金属块 3 沿微带

线 6 以及开槽 5 的延伸方向设置,且位于微带线 6 以及开槽 5 的两侧。两侧的屏蔽金属块 3 组成了平面波导的左右侧壁。微带线 6 与开槽 5 下方的底层 PCB2 之间还设置有实现微带线与空气波导之间信号传递的第一转换件 7。该第一转换件 7 的主要作用在于将顶层 PCB1 上传导的微波信号引入该空气波导。这样做的主要原因在于:集成电路等器件组装到 PCB 上是最成熟的方式,因此信号从集成电路出来后是在 PCB 上传输的,但是 PCB 传输信号损失大、性能低,将这些集成电路输出的信号引入损耗低、性能高的空气波导可以获得很好的系统性能,因此要将 PCB 上的信号引入空气波导。该第一转换件 7 可以通过焊接、或者粘接、或者压接等导电的连接方式与顶层 PCB1 的下表面布设的微带线 6 相连接。

[0026] 本发明实施例中,第一转换件 7 可以为金属片,该金属片的形状可以为任意形状,优选为图 2 中所示的具有一定厚度的长方形金属片;或者,第一转换件 7 可以为楔形,该楔形的底面与底层 PCB2 相接触,该楔形的尖端位于底层 PCB2 上。其中,在一种实现方式下,该楔形的底面长度  $L_q \geq \lambda/8$ ,该楔形的尖端厚度满足  $0 < T_q \leq \lambda/8$ ,该楔形的端面高度  $H_q$  与屏蔽金属块 3 的高度  $H_b$  相等。

[0027] 其中,假设本实施例设计的平面波导的工作重心频率为  $f_0$ ,在频率  $f_0$  下电磁波在空气中的波长  $\lambda = c/f_0$ ,其中  $c$  为在空气中的光速,那么屏蔽金属块 3 的高度  $H_b$  满足  $0.75 * \lambda/4 \leq H_b \leq 1.25 * \lambda/4$ ,屏蔽金属块 3 的宽度  $W_b$  满足  $\lambda/8 \leq W_b \leq \lambda$ ,多个屏蔽金属块 3 之间的间隙  $W_g$  满足  $0 < W_g \leq \lambda/2$ 。其中,较为优选的,屏蔽金属块 3 的高度  $H_b = \lambda/4$ ;较为优选的,屏蔽金属块 3 的宽度  $W_b = \lambda/2$ ;较为优选的,多个屏蔽金属块 3 之间的间隙  $W_g = \lambda/4$ 。

[0028] 需要说明的是,满足上述要求的多个屏蔽金属块 3 之间虽然存在缝隙,但对于目标频段的微波信号来说是一个无缝的管道。作为一种可以选择的实施例,多个屏蔽金属块 3 之间可以等间距设置,也可以不等间距设置。屏蔽金属块 3 的形状可以为三棱柱、圆柱、或者多棱柱等,优选为如各图所示的长方体/正方体。金属屏蔽块 3 可以沿微带线 6 以及开槽 5 的延伸方向设置,且位于微带线 6 与开槽 5 的两侧各设置一排,也可以不对称的设置,或者多排设置等等。

[0029] 上述平面波导的各个组成元件都可以采用 PCB 表贴工艺制造实现,在高频段下容差要求低于其他形式的波导,成本也远低于矩形/圆形波导。

[0030] 图 4 为本发明实施例二提供的平面波导的分解结构示意图,图 5 为图 4 所示平面波导在 X 方向的横截面图,图 6 为图 4 所示平面波导在 Y 方向的局部横截面图。与图 1 至图 3 所示的平面波导不同之处在于:该平面波导还包括:波导梁 8。该波导梁 8 设置在底层 PCB2 上,位于开槽 5 的正下方,高度与屏蔽金属块 3 的高度相等,相应的,空气波导由该波导梁 8 的上表面与开槽 5 形成。同时,第一转换件 7 的一端连接在微带线 6 上,第一转换件 7 的另一端连接在波导梁 8 上。

[0031] 如果开槽 5 有多个,那么可以对应多个波导梁 8,多个波导梁 8 之间可以没有屏蔽金属块 3 从而构成耦合结构,此情况下屏蔽金属块 3 可以位于最外侧的开槽或者波导梁的两侧。

[0032] 图 7 为本发明实施例三提供的平面波导的局部视图,与图 4 至图 6 所示的平面波导不同之处在于:该平面波导还包括:第二转换件 9,该第二转换件 9 的一端与波导梁 8 的一个端面相连、该第二转换件 9 的另一端与开槽 5 下方的底层 PCB2 相连,以将波导梁 8 与

开槽 5 组成的空气波导中传播的信号传递至底层 PCB2 上。

[0033] 应当理解的是,在本实施例三中,波导梁 8 的尺寸与实施例二中的波导梁 8 的尺寸不同,在实施例二中,波导梁 8 的尺寸与开槽 5 的尺寸是相应的,也即波导梁 8 在开槽 5 的正下方,波导梁 8 在长度方向上与开槽 5 的长度是相应的。而在实施例三中,波导梁 8 的尺寸可以是小于开槽 5 的尺寸的,原因在于增加了第二转换件 9,而第二转换件 9 与波导梁 8 均可以位于开槽 5 的下方,所以,第二转换件 9 与波导梁 8 在长度的和可以小于等于开槽 5 的长度。

[0034] 上述第二转换件 9 可以理解为有梁至无梁转换件,其结构示意图可以如图 8 所示,该第二转换件 9 优选的形状为楔形,该楔形的底面与底层 PCB2 相接触,该楔形的尖端位于底层 PCB2 上。其中,在一种实现方式下,该楔形的底面长度  $L_q \geq \lambda / 8$ ,该楔形的尖端厚度  $T_q$  满足  $0 < T_q \leq \lambda / 8$ ,该楔形的端面高度与屏蔽金属块 3 的高度  $H_b$  相等,这里的相等可以理解为实质上的相等,可以理解的是,该楔形的高度  $H_q$  与屏蔽金属块 3 的高度  $H_b$  之间允许有很小的误差。

[0035] 上述第一转换件 7 可以是金属片,如图 1 或图 4 中所示,也可以是如图 8 所示的楔形结构。此处不做赘述。

[0036] 作为一种可以选择的实施例,底层 PCB2 的铜皮在对应于波导梁 8 以及屏蔽金属块 3 的位置不刻蚀图形,保持完整的铜皮。该底层 PCB2 的铜皮可以采用焊接、或者粘接、或者压接等导电的连接方式与波导梁 8 以及屏蔽金属块 3 的下表面连接。顶层 PCB1 的下表面附有铜皮,该顶层 PCB1 的下表面铜皮可以通过焊接、或者粘接、或者压接等导电的连接方式与多个屏蔽金属块 3 的上表面相连接。顶层 PCB1 的开槽 5 的长度可以等于波导梁 8 的长度。同时,上述开槽 5 内可以实行侧壁金属化工艺。在这里采用侧壁金属化工艺的目的是防止微波信号从波导中泄漏到 PCB 介质中。

[0037] 为了便于说明,定义波导的工作重心频率为  $f_0$ ,在该频率下电磁波在空气中的波长  $\lambda = c/f_0$ ,其中  $c$  为空气中的光速。同时,设顶层 PCB2 介质相对介电常数为  $\epsilon$ ,在顶层 PCB1 上阻抗为目标设计阻抗  $Z_0$  的微带线宽度为  $W_m$ 。则:

[0038] 顶层 PCB1 的介质厚度  $T_d$  满足:  $0 < T_d \leq \lambda / 8$

[0039] 屏蔽金属块 3 的高度  $H_b$  满足:  $0.75 * \lambda / 4 \leq H_b \leq 1.25 * \lambda / 4$

[0040] 屏蔽金属块 3 的宽度  $W_b$  满足:  $\lambda / 8 \leq W_b \leq \lambda$

[0041] 多个屏蔽金属块 3 之间的间隙  $W_g$  满足:  $0 < W_g \leq \lambda / 2$

[0042] 顶层 PCB1 开槽 5 的宽度  $W_o$  满足:  $W_r < W_o \leq \lambda$ ,这里的  $W_r$  为波导梁 8 的宽度。

[0043] 波导梁 8 宽度  $W_r = W_m * \text{SQRT}(\epsilon) * 1.4$ ,此时波导的阻抗匹配到  $Z_0$ ,这里的  $W_m$  为在顶层 PCB1 上阻抗为目标设计阻抗  $Z_0$  的微带线的宽度,  $\text{SQRT}(\epsilon)$  用于表示对  $\epsilon$  开根号。

[0044] 波导梁 8 与屏蔽金属块 3 之间的间隙  $W_{rg}$  满足:  $0 < W_{rg} \leq \lambda$

[0045] 第一转换件 7 为金属片时,其厚度  $T_t$  满足:  $0 < T_t \leq \lambda / 8$

[0046] 第一转换件 7 为金属片时,其宽度  $W_t$  满足:  $0 < W_t \leq W_r$

[0047] 第一转换件 7 和第二转换件 9 均为楔形结构时,其底面的长度  $L_q$  满足:  $L_q \geq \lambda / 8$

[0048] 第一转换件 7 和第二转换件 9 均为楔形结构时,其尖端厚度  $T_q$  满足:  $0 < T_q \leq \lambda / 8$

[0049] 基于上述平面波导,本发明实施例还提供了一种波导滤波器,该波导滤波器包括至少两个彼此串联和 / 或并联的波导,每个波导可以为上述实施例中提供的平面波导,每

个波导具有不同的阻抗,从而可以实现高 Q 值波导滤波器。

[0050] 基于上述平面波导,通过在该平面波导的金属板 4 上开设有开窗 10,该开窗 10 位于该平面波导的顶层 PCB1 的开槽 5 正上方,该开窗 10 的宽度  $W_s$  满足  $0 < W_s \leq \lambda / 2$ ,该开窗 10 的长度  $L_s$  满足  $0 < L_s \leq \lambda / 8$ ,可以实现滤波器或者是天线,如图 9 所示的本发明实施例提供的天线的结构示意图。

[0051] 综上所述,本发明实施例提供的平面波导、波导滤波器以及天线,通过采用 PCB 表贴工艺制造实现波导,在高频段下容差要求低于其他形式的波导,成本也远低于矩形波导。实现波导与 PCB 共板设计,在 PCB 上实现低插损的双工器、天线的同时,具备简单、低成本、微带线到空气波导转换,最大程度缩短天馈部件到单片微波集成电路器件的距离,提高系统性能。改变波导的宽度、高度,可以影响特定频率的微波在里面的传输。通过设计其宽度、高度的串联组合,可以实现只允许某一个特定频率的微波信号通过,从而形成滤波器。波导的性能比 PCB 好,虽然改变 PCB 上微带线的宽度也可以形成滤波器,但是性能不如波导好。这里说的双工器,就是滤波器的一种。关于缩短与单片微波集成电路的距离,如前所述,微波集成电路通常焊接到 PCB 上,天馈部件指的就是双工器(滤波器)、天线这些部件,这些部件目前通常使用金属壳体构成,要把集成电路输出到 PCB 上的信号倒入这些金属壳体结构要经过复杂的转换,会带来很多损耗,性能降低。采用本发明的技术,双工器、天线都做到 PCB 上了,从而可以免去这些转换,提高性能。最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。



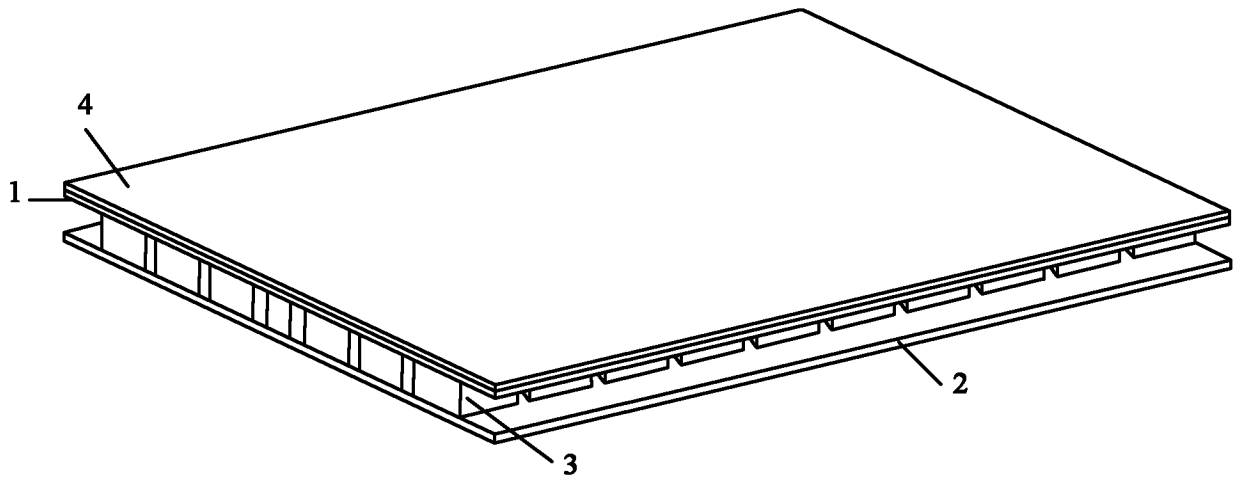


图 1

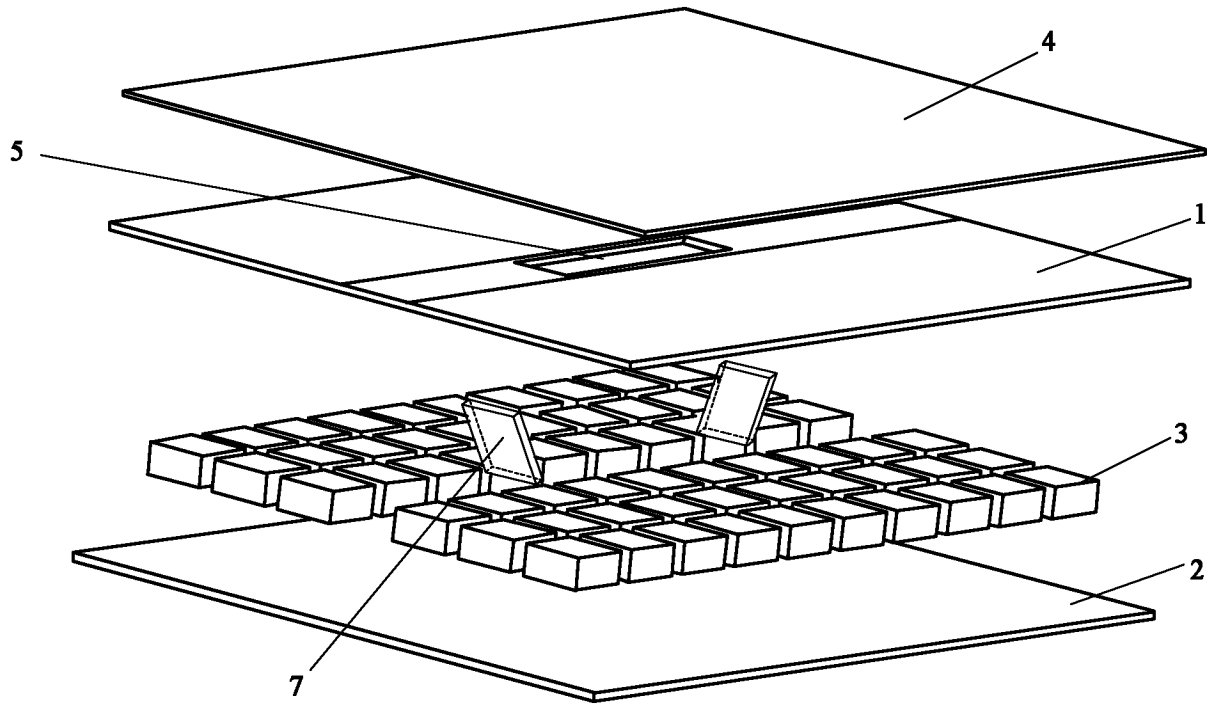


图 2

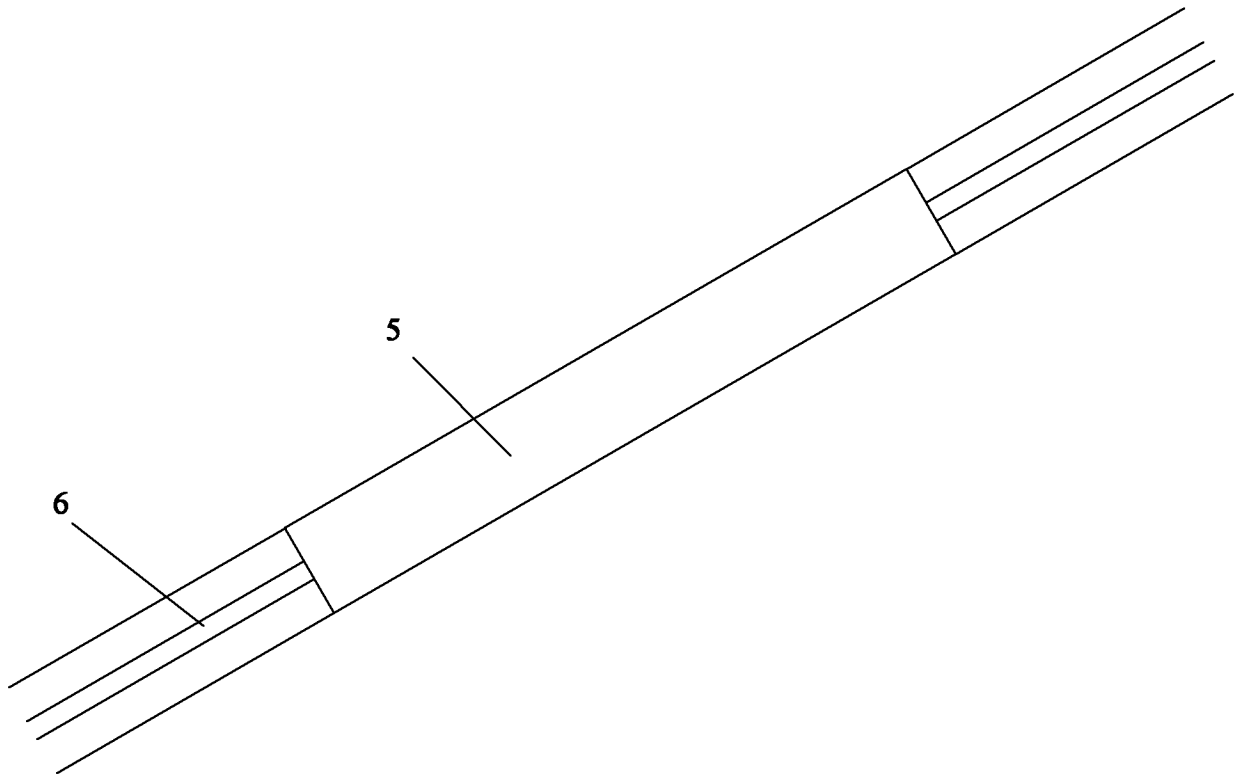


图 3

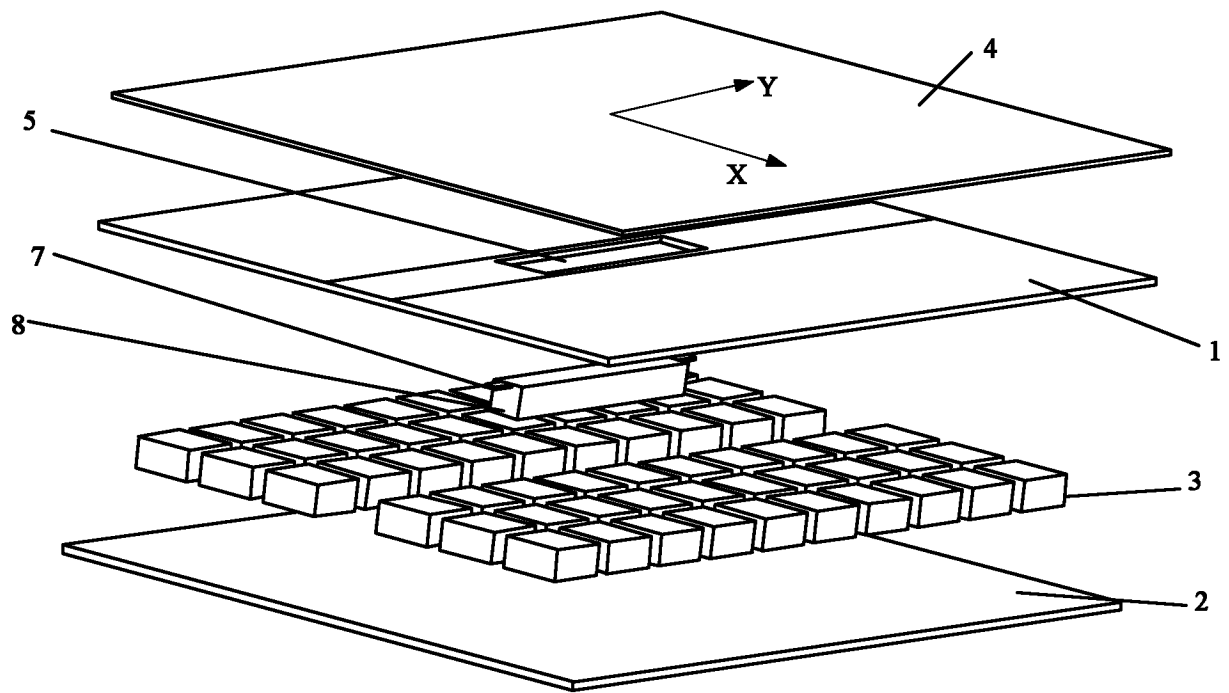


图 4

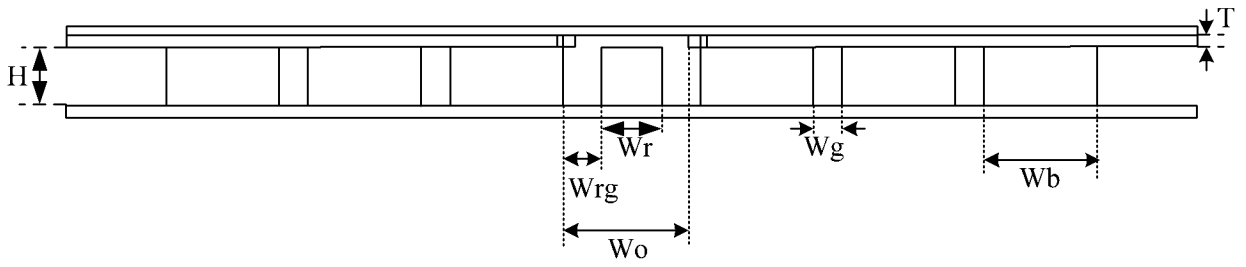


图 5

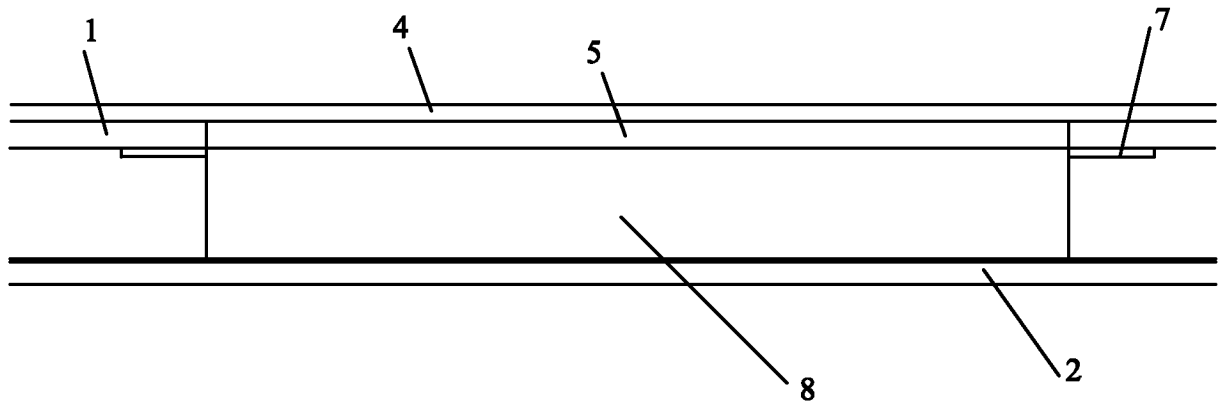


图 6

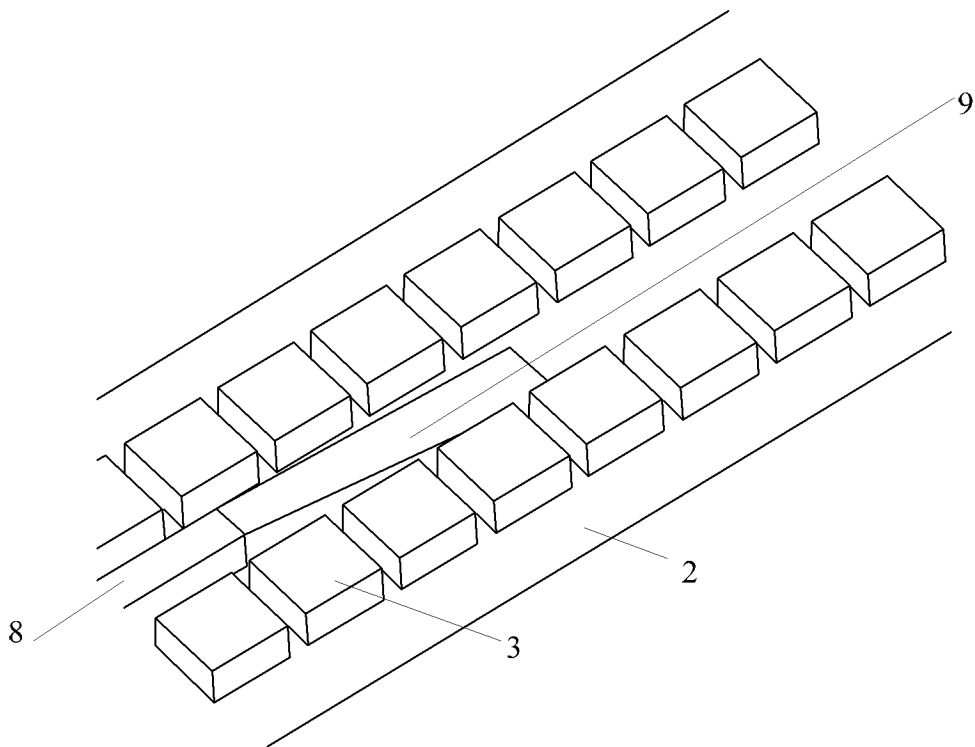


图 7

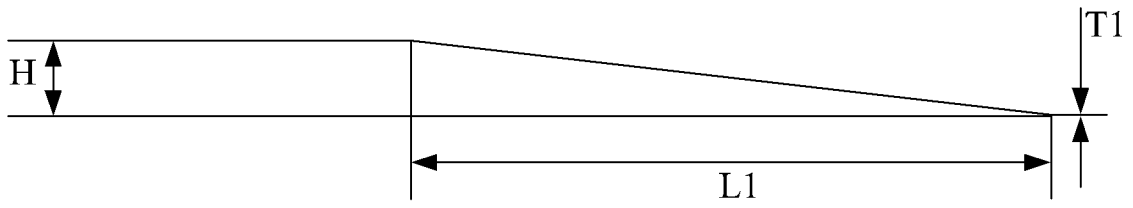


图 8

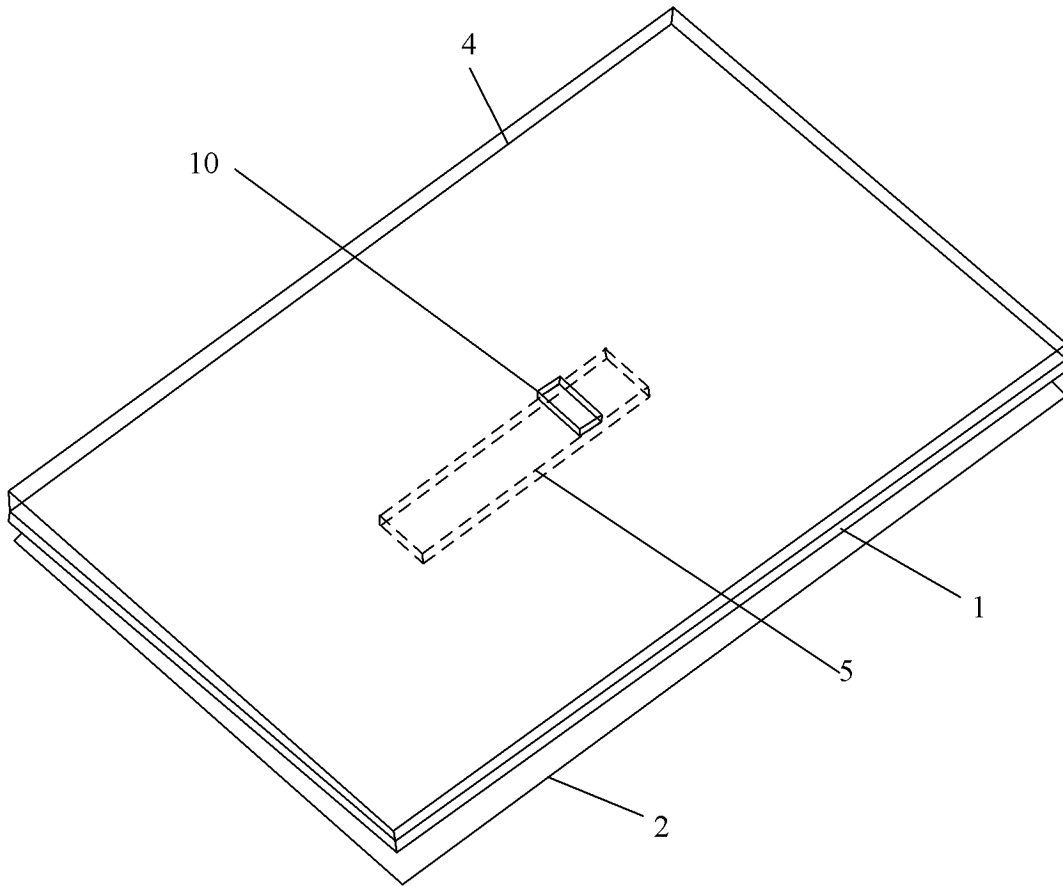


图 9