



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102684607 B

(45) 授权公告日 2015.06.03

(21) 申请号 201110061745.5

(22) 申请日 2011.03.15

(73) 专利权人 深圳光启高等理工研究院
地址 518057 广东省深圳市南山区高新南区
粤兴一道8号香港城市大学产学研大
楼3楼

专利权人 深圳光启创新技术有限公司

(72) 发明人 刘若鹏 徐冠雄 张洋洋

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所
44237

代理人 张全文

(51) Int. Cl.

H03C 7/02(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101542838 A, 2009.09.23, 说明书第2页
第15-28行, 第3页第29-31行, 第4页第1-3行,
第19页第13-16行, 附图5, 7.

CN 101783105 A, 2010.07.21, 说明书第
9-11段, 第25段, 附图3.

CN 101542838 A, 2009.09.23, 说明书第2页
第15-28行, 第3页第29-31行, 第4页第1-3行,
第19页第13-16行, 附图5, 7.

CN 101667680 A, 2010.03.10, 全文.

CN 101820097 A, 2010.09.01, 全文.

审查员 刘义乐

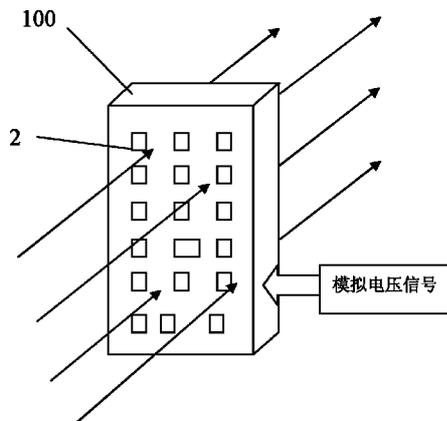
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种超材料空间调制器

(57) 摘要

本发明涉及一种超材料空间调制器, 所述超材料空间调制器包括基材以及设置在基材上的多个金属微结构, 每一金属微结构上都设置有一半导体元件, 所有的半导体元件与一个电压源电连接, 所述电压源能够产生模拟电压信号, 并将模拟电压信号加载到每个半导体元件上。根据本发明的超材料空间调制器, 调制后不需要再进行功率放大, 可以降低非线性失真。



1. 一种超材料空间调制器,其特征在于,所述超材料空间调制器包括基材以及设置在基材上的多个金属微结构,每一金属微结构上都设置有一半导体元件,所有的半导体元件与一个电压源电连接,所述电压源能够产生模拟电压信号,并将模拟电压信号加载到每个半导体元件上;

通过改变金属微结构的图案、设计尺寸和 / 或金属微结构在空间中的排布改变调制效果,通过改变金属微结构的图案、设计尺寸和 / 或金属微结构在空间中的排布,即可改变超材料空间调制器所在空间中每一单元的电磁参数 ϵ 和 μ ,从而在有模拟电压信号加载在金属微结构上时,可以设计出空间中每一点的等效电磁参数,相应地得到等效电容,进而获得每个金属微结构自身的响应频率,从而可以精确控制超材料空间调制器所在空间中每一点的调制。

2. 根据权利要求 1 所述的超材料空间调制器,其特征在于,由载波发生器产生的外部的载波通过功率放大器放大后由发射天线向超材料空间调制器发射。

3. 根据权利要求 2 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述载波发生器为微波锁相源。

4. 根据权利要求 1 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述电压源为数模转换器,其将数字信号转换为模拟电压信号,所述数模转换器通过导线与每个金属微结构上的半导体元件电连接,以将模拟电压信号加载到每个半导体元件上。

5. 根据权利要求 1 至 4 任意一项所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述半导体元件为电阻、电感或电容。

6. 根据权利要求 1 至 4 任意一项所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述半导体元件贴附在金属微结构上。

7. 根据权利要求 6 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述半导体元件为贴附在金属微结构上的贴片式可变电容。

8. 根据权利要求 1 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述金属微结构为通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或粒子刻的方法附着在片状基板上的具有特定图案的金属线。

9. 根据权利要求 1 所述的超材料空间调制器,所述金属微结构为单开口矩形环,所述半导体元件贴附在所述单开口矩形环的开口处并连接开口的两端。

10. 根据权利要求 8 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述金属线为铜线或银线。

11. 根据权利要求 1 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述基材由多个片状基板堆叠形成,每个片状基板上均附着有多个金属微结构。

12. 根据权利要求 11 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述片状基板由陶瓷材料、环氧树脂或聚四氟乙烯制得。

13. 根据权利要求 2 所述的超材料空间调制器,其特征在于,所述载波与模拟电压信号在未进入超材料空间调制器之前是分离的。

一种超材料空间调制器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电磁波调制的装置,具体地涉及一种超材料空间调制器。

背景技术

[0002] 近年来,全球通信技术的发展日新月异,尤其是无线通信技术的发展速度与应用领域已经超过了固定通信技术,呈现出如火如荼的态势,其中最具代表性的是蜂窝移动通信和宽带无线接入。

[0003] 无线通信系统中的发射机就是可以将信号按一定频率发射到空间中的装置。目前普遍采用的原理是将所要传输的数据调制到一定频率的载波上,然后再经功率放大器放大,最后由天线发射出去。功率放大器是通信系统中发送装置的重要组件,它一般用于发射机的末级,作用是将已调信号进行功率放大,以满足发送功率的要求,保证在一定区域内的接收机可以接收到满意的信号电平,并且不干扰相邻信道的通信。

[0004] 功率放大器由非线性晶体管集成,由晶体管的物理特性可知,当晶体管工作在非截止区附近或饱和区时,输出信号将被限幅,从而产生了非线性失真。非线性失真不仅会造成有用信号的损失,使信号质量降低,同时会引入干扰信号,直接导致功放输出功率和效率的较低。所以设计无线发射系统很重要的一点就是降低系统的非线性失真。目前,国内外都是通过改善功率放大器的内部设计来降低非线性干扰,并不能从根本上解决问题。

[0005] 特别是发射器中经过调制后的信号需要二次放大,放大后的带宽信号中存在的严重非线性失真成分,即载波信号与原数据信号产生的谐波成分和交调成分。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有的无线通信系统中的发射器调制后的信号非线性失真严重的问题,提供一种能够有效降低非线性失真的超材料空间调制器。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:所述超材料空间调制器包括基材以及设置在基材上的多个金属微结构,每一金属微结构上都设置有一半导体元件,所有的半导体元件与一个电压源电连接,所述电压源能够产生模拟电压信号,并将模拟电压信号加载到每个半导体元件上。

[0008] 进一步地,由载波发生器产生的外部的载波通过功率放大器放大后由发射天线向超材料空间调制器发射。

[0009] 进一步地,所述载波发生器为微波锁相源。

[0010] 进一步地,所述电压源为数模转换器,其将数字信号转换为模拟电压信号,所述数模转换器通过导线与每个金属微结构上的半导体元件电连接,以将模拟电压信号加载到每个半导体元件上。

[0011] 进一步地,所述半导体元件为电阻、电感或电容。

[0012] 进一步地,所述半导体元件贴附在金属微结构上。

[0013] 进一步地,所述半导体元件为贴附在金属微结构上的贴片式可变电容。

[0014] 进一步地,所述金属微结构为通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或离子刻的方法附着在片状基板上的具有特定图案的金属线。

[0015] 进一步地,所述金属微结构为单开口矩形环,所述半导体元件贴附在所述单开口矩形环的开口处并连接开口的两端。

[0016] 进一步地,所述金属线为铜线或银线。

[0017] 进一步地,所述基材由多个片状基板堆叠形成,每个片状基板上均附着有多个金属微结构。

[0018] 进一步地,所述片状基板由陶瓷材料、环氧树脂或聚四氟乙烯制得。

[0019] 进一步地,所述载波与模拟电压信号在未进入超材料空间调制器之前是分离的。

[0020] 根据本发明的超材料空间调制器,金属微结构上设置有半导体元件,电压源产生的模拟电压信号加载到半导体上时,影响到了金属微结构上的半导体元件的电子特性(如电阻值、电感值和电容值一种或者其组合),从而导致了金属微结构的电磁相应特性变化,进而改变了超材料的电磁参数特性。因此,通过改变超材料电磁参数而改变空间中穿过超材料的电磁波(载波),我们就可以将模拟电压中的传输信息调制到高频的载波中,实现电磁波的空间调制。相比于现有的调制,不需要二次放大,可以降低非线性失真。另外所述载波与模拟电压信号在未进入超材料空间调制器之前是分离的,控制更加灵活。

附图说明

[0021] 图 1 是本发明超材料空间调制器的调制流程示意图;

[0022] 图 2 是本发明超材料空间调制器一种实施例的调制具体流程图;

[0023] 图 3 是本发明超材料空间调制器的结构示意图;

[0024] 图 4 所示为本发明中一个实施例中金属微结构与半导体元件的连接示意图;

[0025] 图 5 为本采用图 4 所示金属微结构的超材料空间调制器的结构示意图。

具体实施方式

[0026] “超材料”是指一些具有天然材料所不具备的超常物理性质的人工复合结构或复合材料。通过在材料的关键物理尺度上的结构有序设计,可以突破某些表现自然规律的限制,从而获得超出自然界固有的普通性质的超常材料功能。

[0027] “超材料”重要的三个重要特征:

[0028] (1) “超材料”通常是具有新奇人工结构的复合材料;

[0029] (2) “超材料”具有超常的物理性质(往往是自然界的材料中所不具备的);

[0030] (3) “超材料”性质由构成材料的本征性质及其中的人造微结构共同决定。

[0031] 本发明利用超材料来构建一种超材料空间调制器。具体如下:

[0032] 如图 1 至图 5 所示,根据本发明的超材料空间调制器 100,包括基材 1 以及设置在基材 1 上的多个金属微结构 2,每一金属微结构 2 上都设置有一半导体元件 3,所有的半导体元件 3 与一个电压源 30 电连接,所述电压源 30 能够产生模拟电压信号,并将模拟电压信号加载到每个半导体元件 3 上。模拟电压信号加载到每个金属微结构 2 和半导体元件 3 后,影响到了金属微结构上的半导体元件 3 的电子特性(如电阻值、电感值和电容值一种或者其组合),从而导致了金属微结构的电磁相应特性变化,进而改变了超材料的电磁参数特

性。从而每个金属微结构 2 自身的响应频率会发生改变,从而可以改变通过超材料空间调制器 100 的载波的频率,从而将模拟电压信号调制到载波上。通过超材料空间调制器后的电磁波将带有数据信号(模拟电压信号是一种数据信号)。每个金属微结构 2 在模拟电压信号加载到其上时,会改变其电磁参数(介电常数及磁导率),电磁参数的改变(此处为介电常数)我们可以认为是改变了其等效电容,电容的改变必然会引起金属微结构自身响应频率的改变,金属微结构自身响应频率的改变则会影响通过其的载波的频率,载波的频率为一个矢量,其包括幅度和相位,因此实际上是完成了调幅与调相,从而将模拟电压信号中的加载到载波上。另外,调幅和调相相组合可以实现任意调制。图 3 所示,左边的带箭头的线表示入射的载波(未调制前),右边带箭头的线表示调制后的电磁波。

[0033] 如图 2 所示,本实施例中,所述载波由载波发生器 200 产生,并通过功率放大器 300 放大后,由发射天线 400 向超材料空间调制器 100 发射,使得高频的载波进入超材料空间调制器 100。

[0034] 本实施例中,所述载波发生器 200 为微波锁相源。微波锁相源具有噪声电平低,功率大,频率稳定度高,以及调协简单,易于产生宽带调频信号等优点。通过合理设计锁相环路参数,可以有效地抑制参考频率源和 VCO 的噪声,获得低噪声输出。

[0035] 本实施例中,所述电压源 30 为数模转换器 500,其将数字信号转换为模拟电压信号。所述数模转换器 500 通过导线与每个金属微结构上的半导体元件 3 电连接,以将模拟电压信号加载到每个金属微结构 2 上的半导体元件 3 上。此处的数字信号可以来自于数据处理装置 600,例如 FPGA、ASIC 专用数字芯片或 DSP 芯片。而数字信号预先可以编码(通过数据处理装置 600 完成),例如信道编码、信源编码及加密处理。而没有经过编码的原始信号(数据流)则是通过各种数据接口 700 获得。例如,通讯业务数据流接口可以获得语音信息通讯业务、数据通讯业务、短信息通讯业务及数字广播通讯业务等;传感网络数据接口则可以获得传感网络节点自身的传感器数据或者是节点与节点、节点与网关间的通信数据。

[0036] 本发明中的所述半导体元件 3 可以贴附在金属微结构 2 上,也可以嵌入金属微结构 2 中。

[0037] 本实施例中,所述金属微结构 2 为通过蚀刻、电镀、钻刻、光刻、电子刻或离子刻的方法附着在片状基板上的具有特定图案的金属线。所述金属线优选为铜线或银线。铜与银的导电性能好,对电场的响应更加灵敏。

[0038] 本实施例中,所述基材 1 由多个片状基板 11 堆叠形成,每个片状基板 11 上均附着有多个金属微结构 2,所有的金属微结构 2 在空间中形成周期阵列。图 2 所示,为堆叠后的一个超材料空间调制器示意图。单个片状基板图 2 中并没有表现。

[0039] 本发明的所述片状基板 11 可以由陶瓷材料、环氧树脂或聚四氟乙烯制得。作为一个实施例,选用聚四氟乙烯来制成片状基板。聚四氟乙烯的电绝缘性非常好,因此不会对电磁波的电场产生干扰,并且具有优良的化学稳定性、耐腐蚀性,使用寿命长,作为金属微结构附着的基材是很好的选择。

[0040] 在基材选定的情况下,通过改变金属微结构的图案、设计尺寸和/或金属微结构在空间中的排布获得想要的调制效果,这是因为,通过改变金属微结构的图案、设计尺寸和/或金属微结构在空间中的排布,即可改变超材料空间调制器所在空间中每一单元的电磁

参数 ϵ 和 μ ，从而在有模拟电压信号加载在金属微结构上时，可以设计出空间中每一点的等效电磁参数，相应地得到其等效电容，进而获得每个金属微结构自身的响应频率，从而可以精确控制超材料空间调制器所在空间中每一点的调制，进而得到我们想要的调制（整体调制）。至于怎么得到金属微结构的图案、设计尺寸和 / 或金属微结构在空间中的排布，这个方法是多种的，举个例子，可以通过逆向的计算机仿真模拟得到，先我们需要的调制效果，根据此效果去设计超材料空间调制器整体的电磁参数分布，再从整体出发计算出空间中每一点的电磁参数分布，根据这每一点的电磁参数来选择相应的金属微结构的图案、设计尺寸和 / 或金属微结构在空间中的排布（计算机中事先存放有多种金属微结构数据），对每个点的设计可以用穷举法，例如先选定一个具有特定图案的金属微结构，计算电磁参数，将得到的结果和我们想要的对比，对比再循环多次，一直到找到我们想要的电磁参数为止，若找到了，则完成了金属微结构的设计参数选择；若没找到，则换一种图案的金属微结构，重复上面的循环，一直到找到我们想要的电磁参数为止。如果还是未找到，则上述过程也不会停止。也就是说只有找到了我们需要的电磁参数的金属微结构后，程序才会停止。由于这个过程都是由计算机完成的，因此，看似复杂，其实很快就能完成。

[0041] 图 3 中超材料空间调制器上的框框并不是金属微结构的图案，只是表示此处设有金属微结构 2，至于框框的不同大小则是表示不同的金属微结构。此处不同的金属微结构有多种情况，例如可以是金属微结构的图案相同，但是其设计尺寸不同；也可以是图案和设计尺寸均不相同。这个根据具体需要会有所不同，无规律可言，都是计算机仿真后的结果，也就是说整个超材料空间调制器中金属微结构的图案、设计尺寸及空间排布都是通过计算机逆向得到的，因为整个超材料空间调制器中金属微结构的数量庞大，因此如果正向设计，是很难实现的。

[0042] 图 4 所示为本发明通过计算机仿真得到的金属微结构的一个优选实施例，所述金属微结构 2 为单开口矩形环，所述半导体元件 3 贴附在所述单开口矩形环的开口处并连接开口的两端，上述的半导体元件 3 为电阻、电感或电容中的一种或其组合。优先选地所述半导体元件 3 为贴附在金属微结构上的贴片式可变电容，加载在贴片式可变电容两端的电压信号的大小不一样，电容值会跟着发生改变。电容值的改变，则改变了与贴片式可变电容相对应的那一金属微结构所处位置的电磁参数（电容改变对应的是介电常数的改变），通过调节多路电压信号可以对所有的金属微结构所处位置的电磁参数进行调节，从而实现了超材料空间调制器整体的电磁参数分布可调（即折射率可调），即金属微结构自身响应频率可调节，金属微结构自身响应频率的调节则会影响通过其的载波的频率，载波的频率为一个矢量，其包括幅度和相位，因此实际上是完成了调幅与调相，从而将模拟电压信号中的加载到载波上。具体地，超材料空间中每点的电磁参数均可调，进而通过改变每一金属微结构的谐振点频率实现对载波的幅度和相位的控制（若某一金属微结构的谐振点与载波的频率相同，则电磁波不能通过此金属微结构；反之，若某一金属微结构的谐振点与载波的频率不相同，则电磁波能够通过此金属微结构），另外，调幅和调相相组合可以实现任意调制。

[0043] 图 5 是图 4 所示的结构在片状基板 11 上的排布图，应当理解的是，这只是一个示意，金属微结构 2 的形状、数量以及空间排布并不限于此。其中，垂直于纸面的方向即为片状基板的堆叠方向。另外图 4 中，为了方便画图，省略了导线 4。

[0044] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述，但是本发明并不局限于上述的具体

实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。

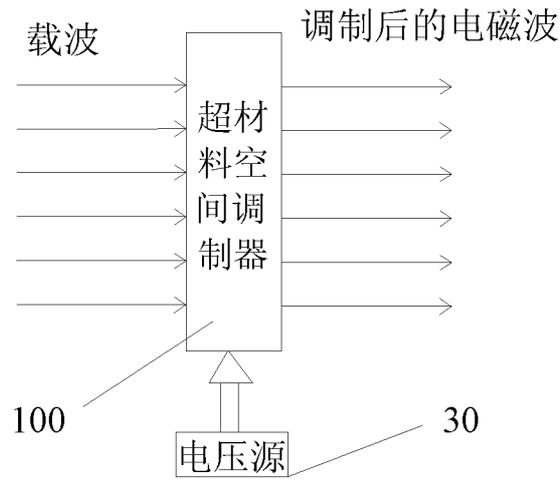


图 1

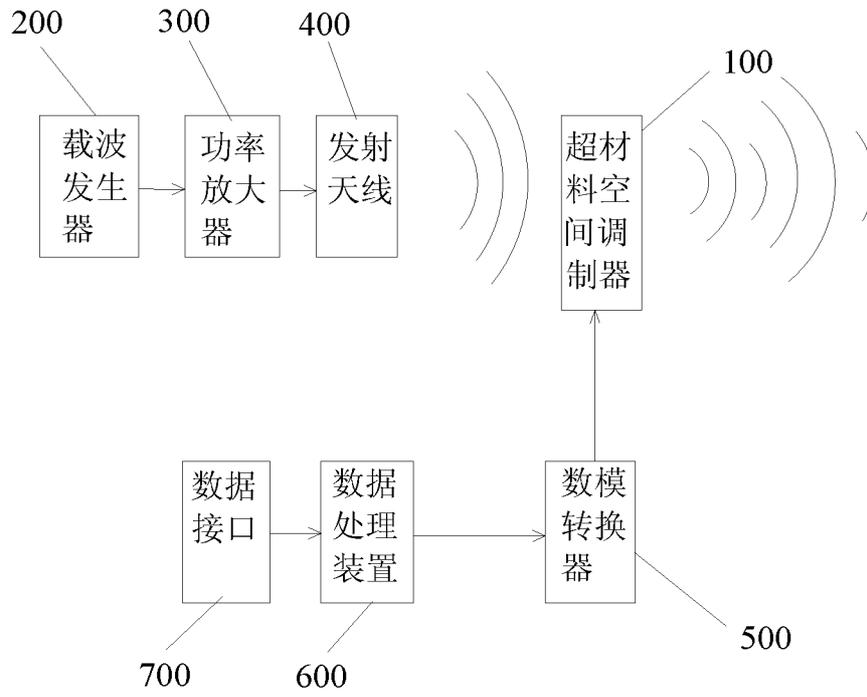


图 2

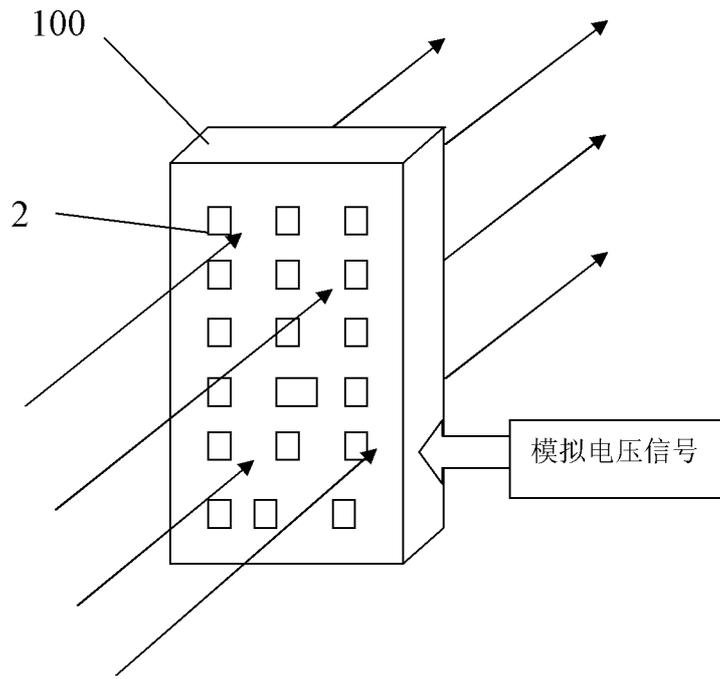


图 3

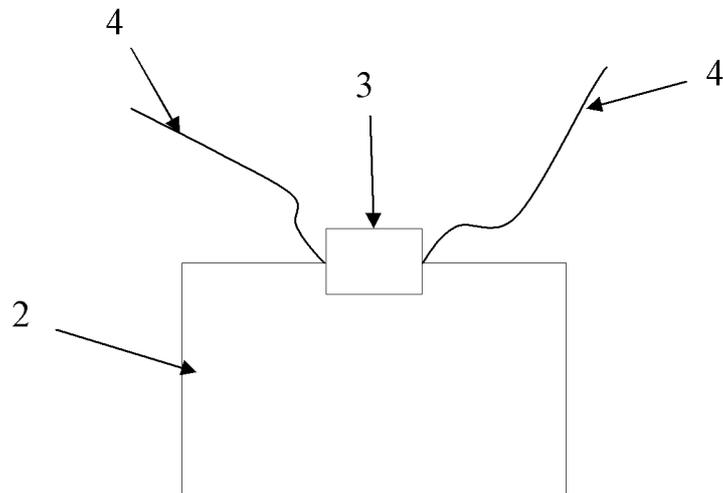


图 4

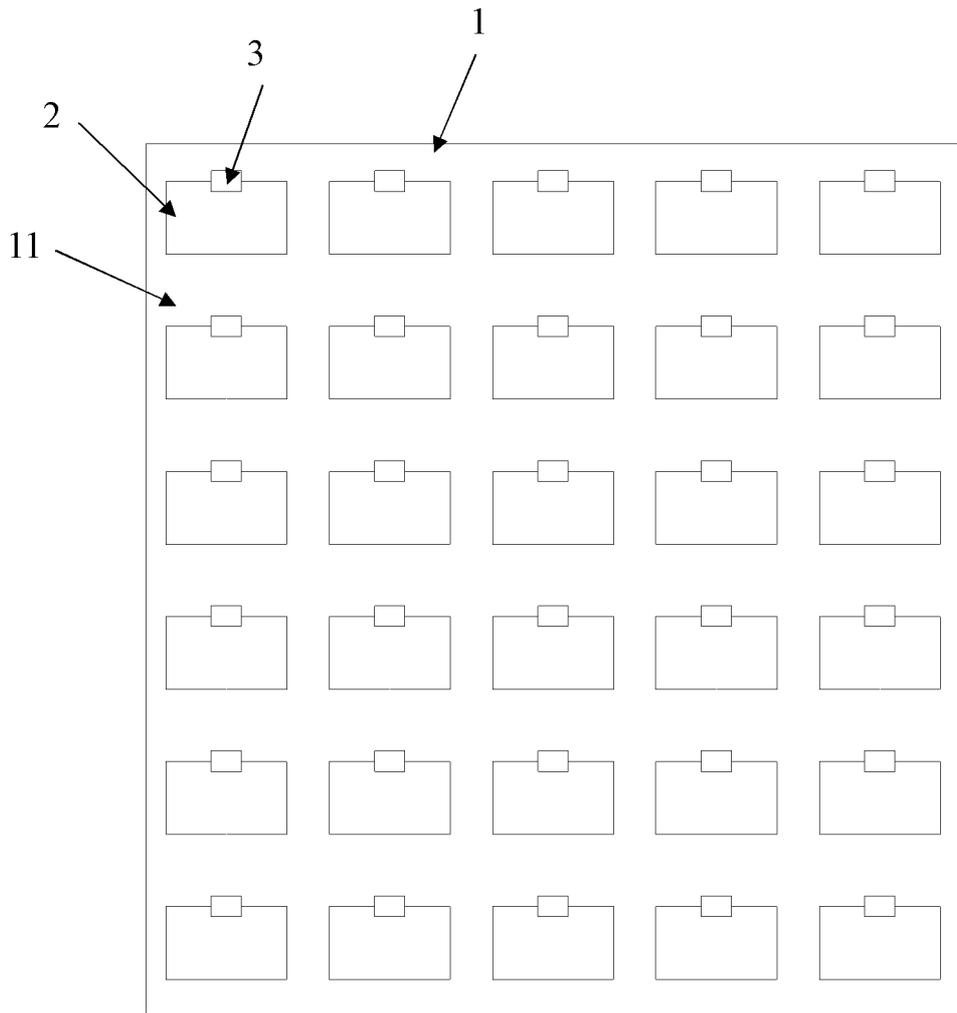


图 5