



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110943789 B

(45) 授权公告日 2022.03.08

(21) 申请号 201911139446.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.11.19

H04B 14/02 (2006.01)

H02J 50/00 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110943789 A

审查员 吴志彪

(43) 申请公布日 2020.03.31

(73) 专利权人 东莞理工学院

地址 523808 广东省东莞市松山湖科技产  
业园区大学路1号

专利权人 生益电子股份有限公司

(72) 发明人 张光旻 宋钢兵 李可活 胡君

纪成光

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限  
公司 44202

代理人 张艳美 刘光明

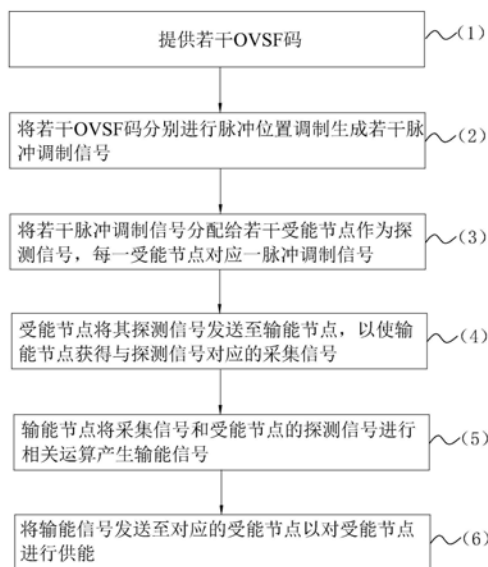
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

基于OVSF码的无线输能方法

(57) 摘要

本发明一实施例提供了一种基于OVSF码的受能节点探测信号产生方法,包括:获取若干OVSF码;将若干OVSF码分别进行脉冲位置调制生成若干脉冲调制信号;将若干脉冲调制信号分配给若干受能节点作为受能节点的探测信号,每一受能节点对应一脉冲调制信号。相应的,本发明还提供了一种基于OVSF码的受能节点探测信号产生装置和可读存储介质。本发明另一实施例提供了一种无线输能方法,包括:受能节点将上述步骤产生的探测信号发送至输能节点,以使输能节点获得与探测信号对应的采集信号;输能节点将采集信号和受能节点的探测信号进行相关运算产生输能信号;将输能信号发送至对应的受能节点以对受能节点进行供能。本发明提高了输能效率,且可以实现宽带输能。



1. 一种无线输能方法,适用于由输能节点对若干个受能节点进行无线输能,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 提供若干OVSF码;

(2) 将若干所述OVSF码分别进行脉冲位置调制生成若干脉冲调制信号;

(3) 将若干所述脉冲调制信号分配给若干所述受能节点作为所述受能节点的探测信号,每一所述受能节点对应一所述脉冲调制信号;

(4) 所述受能节点将其探测信号发送至所述输能节点,以使所述输能节点获得与所述探测信号对应的采集信号;

(5) 所述输能节点将所述采集信号和所述受能节点的探测信号进行相关运算产生输能信号;

(6) 将所述输能信号发送至对应的所述受能节点以对所述受能节点进行供能。

2. 根据权利要求1所述的无线输能方法,其特征在于,每一所述OVSF码包括有若干码片,每一所述码片对应一脉冲信号,将若干所述脉冲信号进行脉冲位置调制生成所述脉冲调制信号。

3. 根据权利要求2所述的无线输能方法,其特征在于,基于下式生成所述脉冲信号,

$$g(t) = A_g \cos(\omega_c t) e^{-\left(\frac{t}{T_g}\right)^2};$$

其中, $g(t)$ 为所述脉冲信号, $\omega_c$ 为所述脉冲信号的中心频率, $T_g$ 为所述脉冲信号的宽度, $t$ 为时间, $A_g$ 为所述脉冲信号的幅值。

4. 根据权利要求2所述的无线输能方法,其特征在于,基于下式生成所述脉冲调制信号,

$$x_n(t) = g(t) \otimes \sum_{m=1}^M a_m^{(n)} \delta(t - t_0 \sum_{i=1}^m i);$$

其中, $x_n(t)$ 为第 $n$ 个所述脉冲调制信号, $\otimes$ 表示卷积运算, $g(t)$ 为所述脉冲信号, $a_m^{(n)}$ 为第 $n$ 个所述OVSF码的第 $m$ 个码片的取值, $M$ 为第 $n$ 个所述OVSF码的长度, $t_0 \sum_{i=1}^m i$ 为第 $m$ 个所述码片对应的脉冲信号的位置, $t$ 为时间, $t_0$ 为自定义的时间间隔, $\delta(t)$ 为理想脉冲响应。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的无线输能方法,其特征在于,所述输能节点为包括有若干输能单元的输能阵列,所述输能信号由若干所述输能单元分别将所述采集信号和所述受能节点的探测信号进行相关运算生成的信号叠加产生。

## 基于OVSF码的无线输能方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线输能技术领域,尤其涉及一种基于OVSF码的受能节点探测信号产生方法及无线输能方法。

### 背景技术

[0002] 管道被大量用于输送石油、天然气等能源,为了防止管道泄漏而造成环境污染和人员财产的损失,管道上需要安装传感器来监测管道的状态。传感器在工作过程中需要能源的供给,但是,由于有些管道铺设在地下、山区、甚至海洋中,无法直接通过人力对传感器(受能节点)进行能源补给。因此,无线输能技术(Wireless Power Transmission,WPT)便成为了当前能量传输领域的一个研究热点。

[0003] 中国专利申请201810697568.1公开了一种无线共源的无线输能方法,其使用N个TR(Time Reversal,时间反演)输能单元作为单一无线共源装置的能量中继设备,来实现为M个用户输能。采用多个能量中继设备导致了能量损耗的增加,能量传输效率较低。

[0004] 中国专利申请201810580750.9公开了一种基于聚焦波的多目标选择性无线输能方法,其将时间反演镜获取的输能请求信号按照一定的叠加系数进行线性叠加,合成输能信号。该方式需要单独检测所有需输能目标的信道,当有大量的充电目标时,需要大量的信道检测和存储,方案复杂。

[0005] 中国专利申请201611006929.0公开了一种基于聚焦波的微波窄带无线输能方法,其以时间反演技术为基础,利用时间反演的环境自适应性以及空-时聚焦特性,将电磁能量集中于受能区域。但由于时间反演技术存在“远近效应”,当输能源对多个受能目标进行输能时,绝大多数能量被距离较近的受能节点瓜分,而距离输能源较远的受能节点或探测信号较小的受能节点无法获得能量。

[0006] 中国专利申请201810698828.7公开了一种单对多的多频无线输能方法,其通过选取具有高输能效率的输能频率点进行能量传输,若存在一个或者多个受能装置的全频率点输能效率均较低时,该方案只选取高输能效率的频率点而不选中低输能效率的频率点的方式,将导致某些受能装置无法获得能量供给。

[0007] 中国专利申请201810580731.6公开了一种频分多址的多目标并行无线输能方法,其通过为每个充电目标分配单一频谱来对目标进行充电,而输能端所发送的是宽带和多频信号,充电目标只接受单一频点的能量的方式将造成其他频点能量的浪费,输能效率低。

[0008] 中国专利申请201710302251.9公开了一种针对密闭金属容器进行无线输能的系统,其使用一般的直接输能方式,在密闭空间中具有较好的能量传输效率,但在用于尺寸较长的管道结构中时,能量传输效率较低。

[0009] 因此,亟需提供一种能量传输效率高的无线输能方法来解决上述现有技术所存在的问题。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种基于OVSF码的受能节点探测信号产生方法、基于OVSF码的受能节点探测信号产生装置、计算机可读存储介质以及无线输能方法，以提高能量传输效率并实现宽带输能。

[0011] 为了实现上述目的，本发明一实施例提供了一种基于OVSF码的受能节点探测信号产生方法，适用于由输能节点对若干个受能节点的无线输能，包括以下步骤：

[0012] (1) 获取若干OVSF码 (Orthogonal Variable Spreading Factor, 正交可变扩频因子)；

[0013] (2) 将若干所述OVSF码分别进行脉冲位置调制生成若干脉冲调制信号；

[0014] (3) 将若干所述脉冲调制信号分配给若干所述受能节点作为所述受能节点的探测信号，每一所述受能节点对应一所述脉冲调制信号。

[0015] 较佳地，每一所述OVSF码包括有若干码片，每一所述码片对应一脉冲信号，将若干所述脉冲信号进行脉冲位置调制生成所述脉冲调制信号。

[0016] 较佳地，基于公式  $x_n(t) = g(t) \otimes \sum_{m=1}^M a_m^{(n)} \delta(t - t_0 \sum_{i=1}^m i)$  生成所述脉冲调制信号；其中， $x_n(t)$  为第n个所述脉冲调制信号， $\otimes$  表示卷积运算， $g(t)$  为所述脉冲信号， $a_m^{(n)}$  为第n个所述OVSF码的第m个码片的取值，M为第n个所述OVSF码的长度， $t_0 \sum_{i=1}^m i$  为第m个所述码片对应的脉冲信号的位置，t为时间， $t_0$  为自定义的时间间隔， $\delta(t)$  为理想脉冲响应。

[0017] 同时，本发明提供了一种基于OVSF码的受能节点探测信号产生装置，包括处理器、存储器以及一个或多个计算机程序，所述计算机程序被存储在所述存储器中，并且被配置为由所述处理器执行，所述处理器执行所述计算机程序时，执行如上所述的基于OVSF码的受能节点探测信号产生方法。

[0018] 同时，本发明还提供了一种计算机可读存储介质，包括有与基于OVSF码的受能节点探测信号产生装置结合使用的一个或多个计算机程序，所述计算机程序可被处理器执行以完成如上所述的基于OVSF码的受能节点探测信号产生方法。

[0019] 为了实现上述目的，本发明另一实施例提供了一种无线输能方法，适用于由输能节点对若干个受能节点进行无线输能，包括以下步骤：

[0020] (1) 提供若干OVSF码；

[0021] (2) 将若干所述OVSF码分别进行脉冲位置调制生成若干脉冲调制信号；

[0022] (3) 将若干所述脉冲调制信号分配给若干所述受能节点作为所述受能节点的探测信号，每一所述受能节点对应一所述脉冲调制信号；

[0023] (4) 所述受能节点将其探测信号发送至所述输能节点，以使所述输能节点获得与所述探测信号对应的采集信号；

[0024] (5) 所述输能节点将所述采集信号和所述受能节点的探测信号进行相关运算产生输能信号；

[0025] (6) 将所述输能信号发送至对应的所述受能节点以对所述受能节点进行供能。

[0026] 较佳地，每一所述OVSF码包括有若干码片，每一所述码片对应一脉冲信号，将若干所述脉冲信号进行脉冲位置调制生成所述脉冲调制信号。

[0027] 较佳地,基于公式  $g(t) = A_g \cos(\omega_c t) e^{-\frac{t}{T_g}}$  生成所述脉冲信号;其中,  $g(t)$  为所述脉冲信号,  $\omega_c$  为所述脉冲信号的中心频率,  $T_g$  为所述脉冲信号的宽度,  $t$  为时间,  $A_g$  为所述脉冲信号的幅值。

[0028] 较佳地,基于公式  $x_n(t) = g(t) \otimes \sum_{m=1}^M a_m^{(n)} \delta(t - t_0 \sum_{i=1}^m i)$  生成所述脉冲调制信号;其中,  $x_n(t)$  为第  $n$  个所述脉冲调制信号,  $\otimes$  表示卷积运算,  $g(t)$  为所述脉冲信号,  $a_m^{(n)}$  为第  $n$  个所述OVSF码的第  $m$  个码片的取值,  $M$  为第  $n$  个所述OVSF码的长度,  $t_0 \sum_{i=1}^m i$  为第  $m$  个所述码片对应的脉冲信号的位置,  $t$  为时间,  $t_0$  为自定义的时间间隔,  $\delta(t)$  为理想脉冲响应。

[0029] 较佳地,所述输能节点为包括有若干输能单元的输能阵列,所述输能信号由若干所述输能单元分别根据所述采集信号和所述探测信号生成的信号叠加产生。

[0030] 与现有技术相比,本发明利用OVSF码进行脉冲位置调制产生互不相关的多组脉冲调制信号,各个受能节点采用不同的脉冲调制信号作为其探测信号,在输能节点处通过对采集信号和探测信号进行相关运算加强目标受能节点对应的信号能量在输能信号中的比例,从而大大提高了目标受能节点处的能量,提高了输能节点定向输能效率;而且,通过对OVSF码进行脉冲位置调制,可以实现宽带输能。另外,由于各个受能节点的探测信号互不相关,因而可以通过多个输能单元共同给受能节点输送能量,各个输能单元输送的信号在受能节点相互叠加,从而使受能节点可以获得增强的输能信号,进而进一步提高输能效率。此外,本发的明无需单独检测各个受能节点的探测信号,可在缺少目标输能节点的位置、信道等信息的情况下,提高目标受能节点所在区域的能量,大大缩短了输能时间,提高反应速度。

## 附图说明

[0031] 图1为本发明实施例基于OVSF码的受能节点探测信号产生方法的流程图。

[0032] 图2为本发明实施例无线输能方法的流程图。

[0033] 图3a为本发明一实施例中输能节点在管道的示意图。

[0034] 图3b为图3a所示输能节点在管道的剖视图。

[0035] 图3c为图3a所示输能节点在管道的侧视图。

[0036] 图4为本发明实施例在无线输能试验时输能节点和受能节点在管道的示意图。

[0037] 图5a为利用本发明的输能方法和利用其它输能方法进行输能时图4所示输能节点在第一受能节点的输出功率曲线图。

[0038] 图5b为利用本发明的输能方法和利用其它输能方法进行输能时图4所示输能节点在第二受能节点的输出功率曲线图。

[0039] 图5c为利用本发明的输能方法和利用其它输能方法进行输能时图4所示输能节点在第三受能节点的输出功率曲线图。

## 具体实施方式

[0040] 下面通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案,但不构成对本发明的任何限制。

[0041] 本发明公开了一种基于OVVSF码的受能节点探测信号产生方法及无线输能方法,其适用于由输能节点对若干个受能节点进行无线输能,从而在无法通过电缆等有线方式对器件(例如传感器等)进行能量供给的场所,替代传统的有线供能方式给需要供能的器件进行能量供给,从而确保器件的正常工作。

[0042] 实施例一:

[0043] 请参阅图1,图1示出了本发明一实施例的基于OVVSF码的受能节点探测信号产生方法,其包括以下步骤:

[0044] (1) 获取若干OVVSF码;

[0045] (2) 将若干OVVSF码分别进行脉冲位置调制生成若干脉冲调制信号;

[0046] (3) 将若干脉冲调制信号分配给若干受能节点作为受能节点的探测信号,每一受能节点对应一脉冲调制信号。

[0047] 在本实施例中,每一OVVSF码包括有若干码片,每一码片对应一脉冲信号,将若干脉冲信号进行脉冲位置调制生成脉冲调制信号。

[0048] 具体的,在该实施例中,基于公式  $x_n(t) = g(t) \otimes \sum_{m=1}^M a_m^{(n)} \delta(t - t_0 \sum_{i=1}^m i)$  生成脉冲调制信号;其中,  $x_n(t)$  为第n个脉冲调制信号,  $\otimes$  表示卷积运算,  $g(t)$  为脉冲信号,  $a_m^{(n)}$  为第n个OVVSF码的第m个码片的取值,  $M$  为第n个OVVSF码的长度,  $t_0 \sum_{i=1}^m i$  为第m个码片对应的脉冲信号的位置,  $t$  为时间,  $t_0$  为自定义的时间间隔,  $\delta(t)$  为理想脉冲响应。

[0049] 在本实施例中,每一OVVSF码包含有64个码片,即  $M$  为64,当然,在其它实施例中,OVVSF码的长度  $M$  也可以为其它数值;每一OVVSF码包括有码片“1”和码片“-1”,即是  $a_m^{(n)}$  的取值为1或-1,各个OVVSF码由码片“1”和码片“-1”按照不同的顺序排列组成。

[0050] 在本实施例中,基于公式  $g(t) = A_g \cos(w_c t) e^{-\frac{t^2}{T_g}}$  生成脉冲信号;其中,  $g(t)$  为脉冲信号,  $w_c$  为脉冲信号的中心频率,  $T_g$  为脉冲信号的宽度,  $t$  为时间,  $A_g$  为脉冲信号的幅值。具体的,  $T_g$  为0.05ms,  $t_0$  为0.167ms,  $w_c$  为40kHz,  $A_g$  为2.5V,当然,具体实施中不以此为限制。

[0051] 实施例二:

[0052] 请参阅图2,图2示出了本发明一实施例的无线输能方法,其包括以下步骤:

[0053] (1) 提供若干OVVSF码;

[0054] (2) 将若干OVVSF码分别进行脉冲位置调制生成若干脉冲调制信号;

[0055] (3) 将若干脉冲调制信号分配给若干受能节点作为受能节点的探测信号,每一受能节点对应一脉冲调制信号;

[0056] (4) 受能节点将其探测信号发送至输能节点,以使输能节点获得与探测信号对应的采集信号;

[0057] (5) 输能节点将采集信号和受能节点的探测信号进行相关运算产生输能信号;

[0058] (6) 将输能信号发送至对应的受能节点以对受能节点进行供能。

[0059] 在本实施例中,每一OVVSF码包括有若干码片,每一码片对应一脉冲信号,将若干脉冲信号进行脉冲位置调制生成脉冲调制信号。

[0060] 具体的,在该实施例中,基于公式  $x_n(t) = g(t) \otimes \sum_{m=1}^M a_m^{(n)} \delta(t - t_0 \sum_{i=1}^m i)$  生成脉冲调制

信号;其中, $x_n(t)$ 为第n个脉冲调制信号, $\otimes$ 表示卷积运算, $g(t)$ 为脉冲信号, $a_m^{(n)}$ 为第n个OVSF码的第m个码片的取值,M为第n个OVSF码的长度, $t_0 \sum_{i=1}^m i$ 为第m个码片对应的脉冲信号的位置,t为时间, $t_0$ 为自定义的时间间隔, $\delta(t)$ 为理想脉冲响应。

[0061] 在本实施例中,每一OVSF码包含有64个码片,即M为64,当然,在其它实施例中,OVSF码的长度M也可以为其它数值;每一OVSF码包括有码片“1”和码片“-1”,即是 $a_m^{(n)}$ 的取值为1或-1,各个OVSF码由码片“1”和码片“-1”按照不同的顺序排列组成。

[0062] 在本实施例中,基于公式 $g(t) = A_g \cos(\omega_c t) e^{-\left(\frac{t}{T_g}\right)^2}$ 生成脉冲信号;其中, $g(t)$ 为脉冲信号, $\omega_c$ 为脉冲信号的中心频率,为脉冲信号的宽度,t为时间, $A_g$ 为脉冲信号的幅值。具体的, $T_g$ 为0.05ms, $t_0$ 为0.167ms, $\omega_c$ 为40kHz, $A_g$ 为2.5V,当然,具体实施中不以此为限制。

[0063] 请参阅图3a,在本实施例中,输能节点10为包括有若干输能单元101的输能阵列,输能信号由若干输能单元101分别将采集信号和受能节点的探测信号进行相关运算生成的信号叠加产生。由于各个探测信号互不相关,通过多个输能单元101共同给受能节点输送能量时,各个输能单元101都可以抑制干扰信号,而各个输能单元101获得的采集信号之间又互相同步;在输能过程中,各个输能单元101输送的信号可以得到较好的补偿,而在受能节点处,各个输能单元101的信号具有同样的波形,同样的到达时间,因此各个输能单元101输送的信号在受能节点相互叠加,从而使受能节点可以获得增强的输能信号,进而进一步提高输能效率。

[0064] 具体的,在该实施例中,输能节点10为包括有16个输能单元101的输能阵列,每四个输能单元101构成一输能组,每一输能组中相邻的两个输能单元101之间互成90度,相邻的两输能组之间的距离为5cm,如图3a-3c所示。当然,具体实施中并不以输能单元101的数目、排列方式、间距等为限制。

[0065] 请参阅图4,图4示出了一实施例的输能节点10和各个受能节点在管道200的示意图,该实施例中的管道200上设有三个受能节点。为了便于描述,下面三个受能节点分别称为第一受能节点20、第二受能节点30及第三受能节点40,其中,第一受能节点20设于输能节点10的左侧,第二受能节点30和第三受能节点40设于输能节点10的右侧,第二受能节点30位于第三受能节点40与输能节点10之间。16个输能单元101安装在管道200的不同位置,各个输能单元101通过压电换能器来实现应力波能量(输能信号)的发送,第一受能节点20、第二受能节点30及第三受能节点40安装有压电片以采集应力波信号。

[0066] 下面以输能节点10为包括有16个输能单元101的输能阵列,输能节点10发送的平均功率为20dBm为例对本发明进行输能时第一受能节点20、第二受能节点30及第三受能节点40获得的输出功率进行说明。图5a示出了利用本发明的输能方法和利用脉冲波形以及利用时间反演波形对第一受能节点20进行输能时,输能节点10的各个输能组在第一受能节点20的输出功率曲线图,由图5a可以得知,利用本发明进行输能时,在第一受能节点20得到的平均输出功率较利用其他两个输能波形高10dBm(即10倍)。图5b示出了利用本发明的输能方法和利用脉冲波形以及利用时间反演波形对第二受能节点30进行输能时,输能节点10的各个输能组在第二受能节点30的输出功率曲线图,由图5b可以得知,利用本发明进行输能时,在第二受能节点30得到的平均输出功率较利用脉冲波形输能高15dBm(约32倍),较利用

时间反演波形输能高11dBm(约13倍)。图5c示出了利用本发明的输能方法和利用脉冲波形以及利用时间反演波形对第三受能节点40进行输能时,输能节点10的各个输能组在第三受能节点40的输出功率曲线图,由图5c可以得知,利用本发明进行输能时,在第三受能节点40得到的平均输出功率较利用其他两个输能波形高15dBm(约32倍)。由此可说明,本发明的输能方法可以大大提高输能效率。

[0067] 与现有技术相比,本发明利用OVSF码进行脉冲位置调制产生互不相关的多组脉冲调制信号,各个受能节点采用不同的脉冲调制信号作为其探测信号,在输能节点处通过对采集信号和探测信号进行相关运算加强目标受能节点对应的信号能量在输能信号中的比例,从而大大提高了目标受能节点处的能量,提高了输能节点定向输能效率;而且,通过对OVSF码进行脉冲位置调制,可以实现宽带输能。另外,由于各个受能节点的探测信号互不相关,因而可以通过多个输能单元共同给受能节点输送能量,各个输能单元输送的信号在受能节点相互叠加,从而使受能节点可以获得增强的输能信号,进而进一步提高输能效率。此外,本发明的明无需单独检测各个受能节点的探测信号,可在缺少目标输能节点的位置、信道等信息的情况下,提高目标受能节点所在区域的能量,大大缩短了输能时间,提高反应速度。

[0068] 以上所揭露的仅为本发明的较佳实例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明申请专利范围所作的等同变化,仍属于本发明所涵盖的范围。



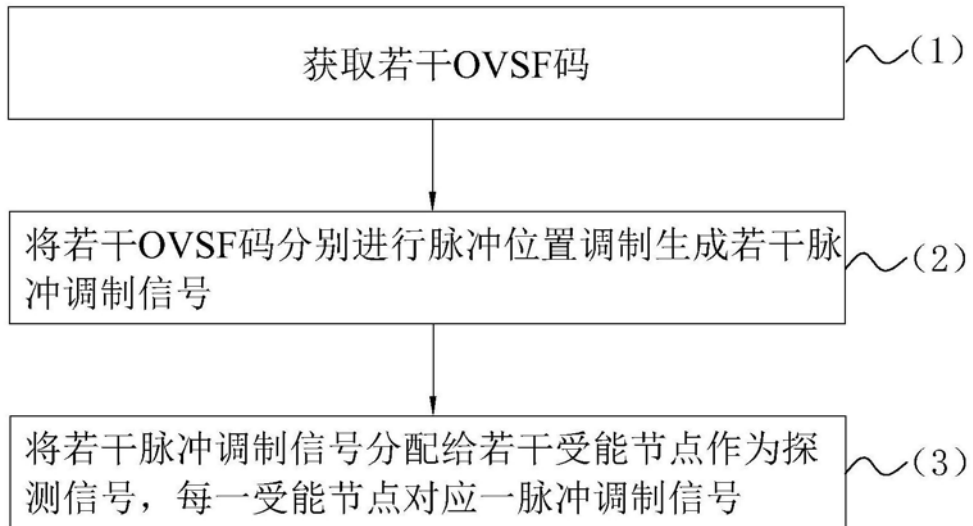


图1

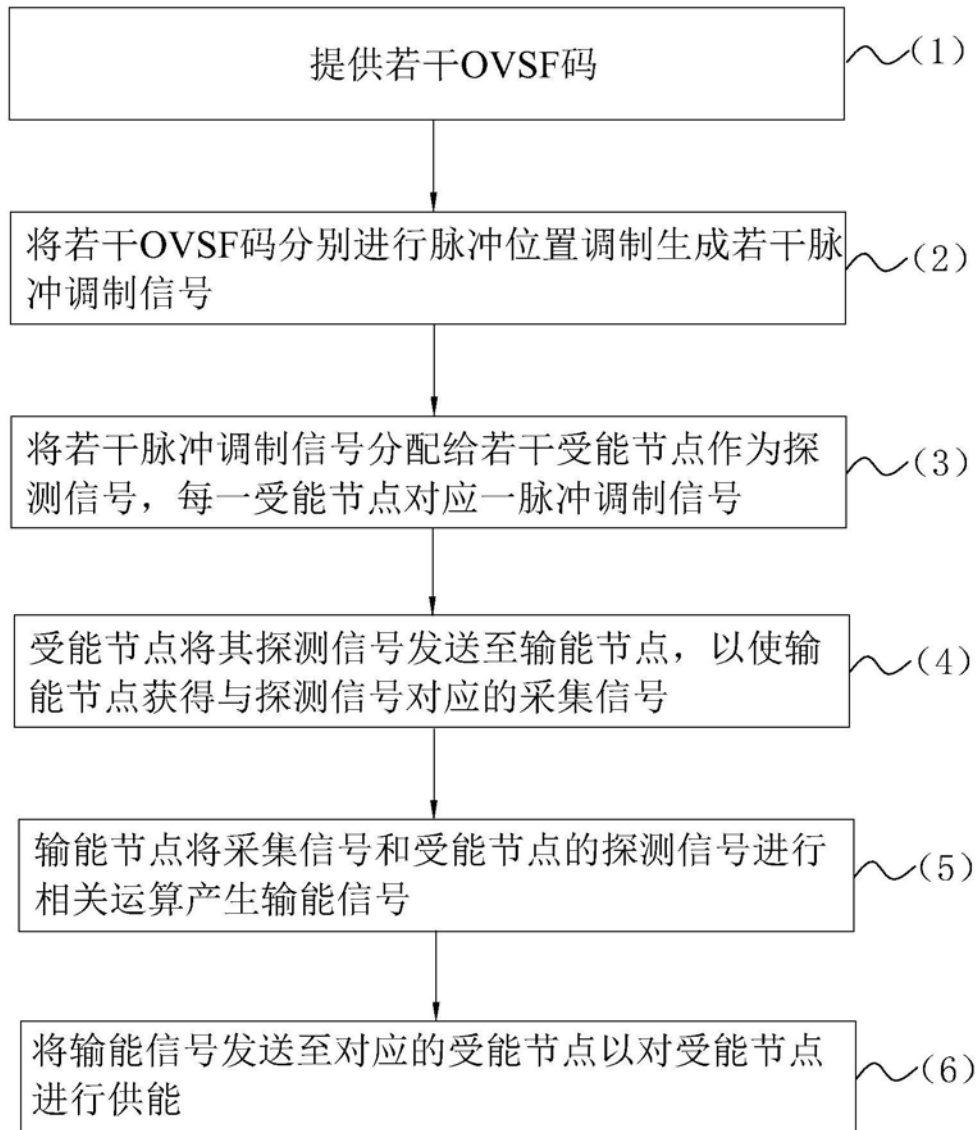


图2

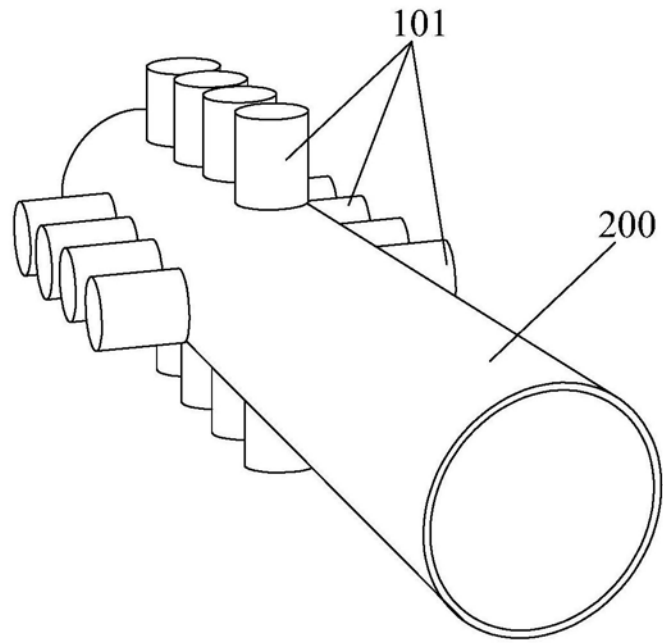


图3a

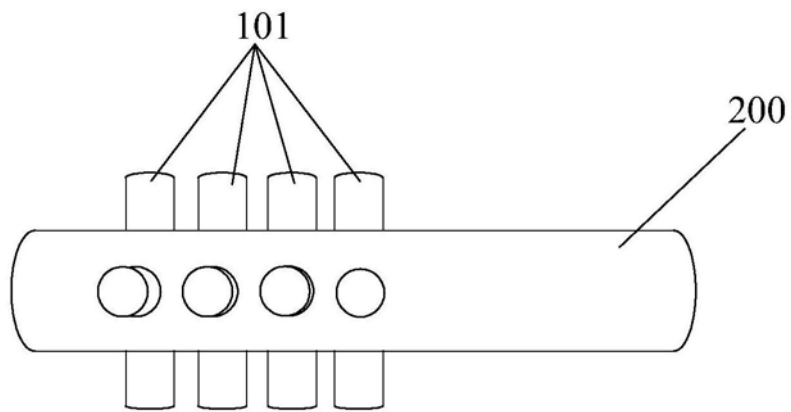


图3b

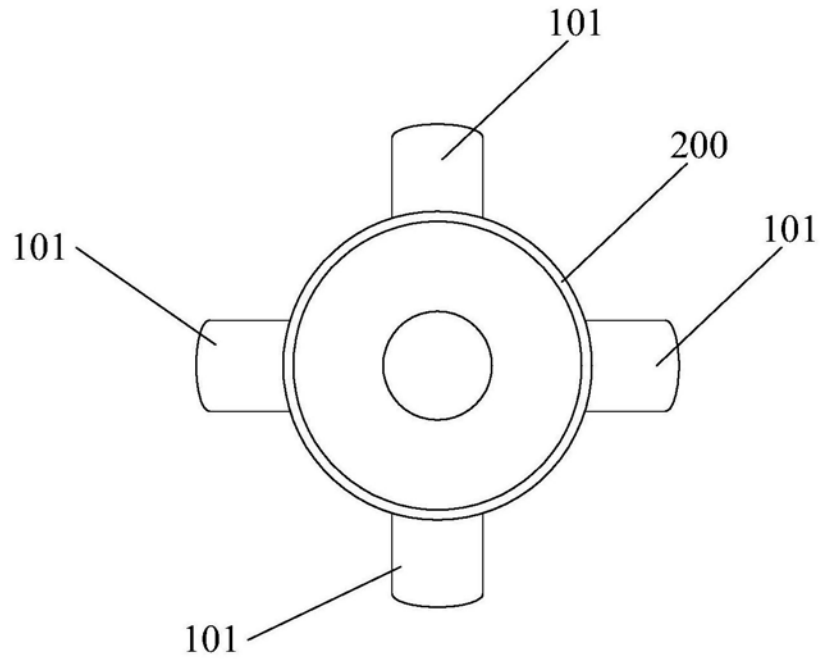


图3c

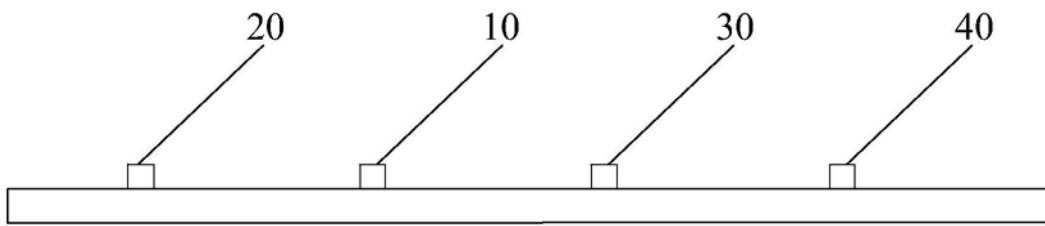


图4

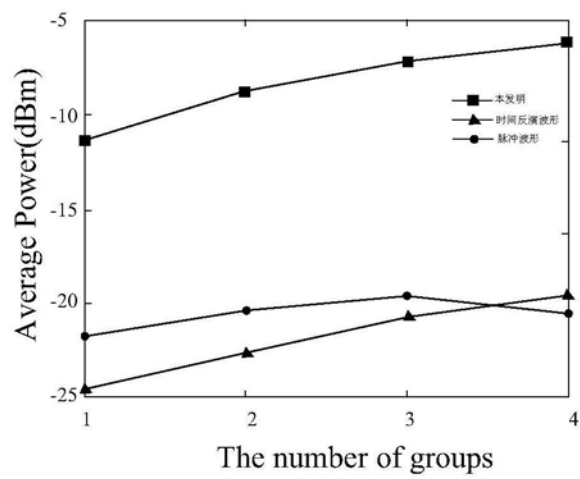


图5a

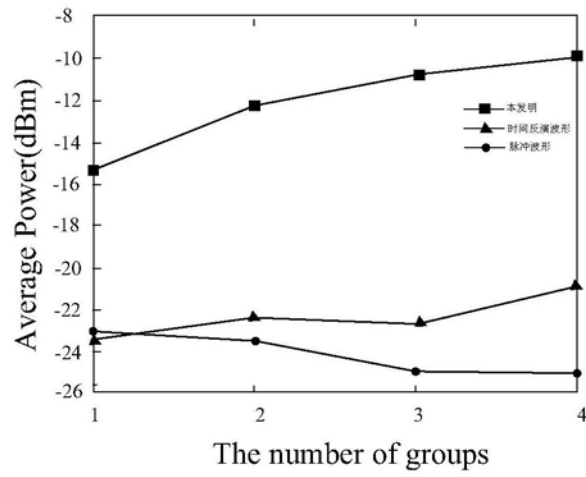


图5b

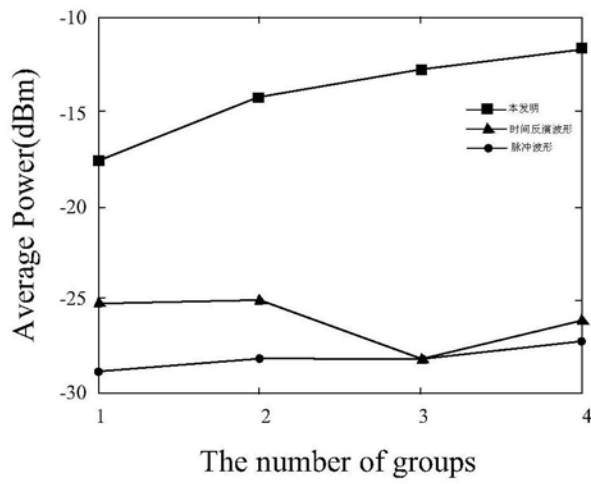


图5c