



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103945586 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410073887. 7

(22) 申请日 2014. 03. 03

(71) 申请人 四川大学

地址 610021 四川省成都市武侯区一环路南一段 24 号

(72) 发明人 黄卡玛 杨阳 陈倩 陈星
刘长军 郭庆功 闫丽萍 赵翔
杨晓庆

(74) 专利代理机构 成都宏顺专利代理事务所
(普通合伙) 51227
代理人 李顺德

(51) Int. Cl.
H05B 6/74 (2006. 01)

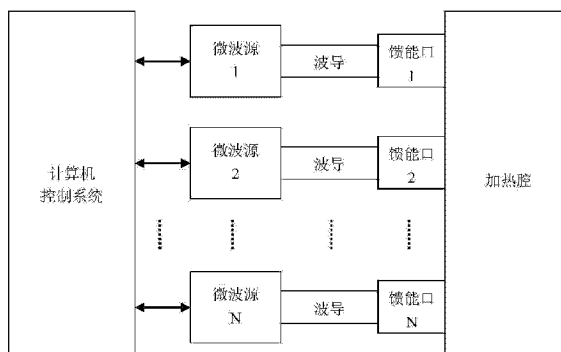
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

微波模式激励搅拌加热方法及其加热装置

(57) 摘要

本发明涉及微波加热技术。本发明公开了一种微波模式激励搅拌加热方法及其加热装置,本发明采用的技术方案是,微波模式激励搅拌加热方法,将 N 个馈能口分成 M 组,轮番向加热腔馈能。本发明的微波模式激励搅拌加热装置,包括加热腔、N 个馈能口、微波源和控制系统,所述微波源与馈能口连接,通过馈能口向加热腔馈能,所述控制系统用于控制加热腔的馈能,将 N 个馈能口分成 M 组,轮番向加热腔馈能,其中, N、M 为正整数, $N \geq 2, M \geq 2$ 。本发明通过切换向加热腔馈能的馈能口,改变加热腔中微波激励模式,不同的微波激励模式能够在加热腔中激励不同的电场模式,相当于增加了加热腔中电场模式数量,提高了电场分布的均匀性和加热均匀性,非常适合微波工业加热应用。



1. 微波模式激励搅拌加热方法,其特征在于,将N个馈能口分成M组,轮番向加热腔馈能,其中,N、M为正整数, $N \geq 2$, $M \geq 2$ 。
2. 根据权利要求1所述的微波模式激励搅拌加热方法,其特征在于,每组中馈能口数量相同或不同。
3. 根据权利要求1所述的微波模式激励搅拌加热方法,其特征在于,每组馈能时间相同或不同。
4. 根据权利要求1所述的微波模式激励搅拌加热方法,其特征在于,每组之间馈能有停顿。
5. 根据权利要求4所述的微波模式激励搅拌加热方法,其特征在于,每组之间馈能停顿时间相同或不同。
6. 微波模式激励搅拌加热装置,包括加热腔、N个馈能口、微波源和控制系统,所述微波源与馈能口连接,通过馈能口向加热腔馈能,其特征在于,所述控制系用于控制加热腔的馈能,将N个馈能口分成M组,轮番向加热腔馈能,其中,N、M为正整数, $N \geq 2$, $M \geq 2$ 。
7. 根据权利要求6所述的微波模式激励搅拌加热装置,其特征在于,N个馈能口连接不同的微波源。
8. 根据权利要求6所述的微波模式激励搅拌加热装置,其特征在于,每组中的馈能口连接同一个微波源。
9. 根据权利要求6所述的微波模式激励搅拌加热装置,其特征在于,所述微波源由磁控管或行波管或速调管构成,所述控制系统通过控制微波源的电源控制加热腔的馈能。
10. 根据权利要求6所述的微波模式激励搅拌加热装置,其特征在于,所述控制系统为计算机控制系统。

微波模式激励搅拌加热方法及其加热装置

技术领域

[0001] 本发明涉及微波加热技术,特别涉及一种微波模式激励搅拌加热方法以及采用该方法进行微波加热的装置。

背景技术

[0002] 近年来,微波能作为一种清洁,绿色的能源迅速在各个领域得到了广泛的应用,微波能在工业上的主要应用是用于加热,如各种微波加热装置和烘干设备等。但是微波因为其本身具有的波动性,要做到完全均匀加热是不可能的,这样就导致了微波在对物料的加热过程中不可避免的产生局部过热甚至热失控等现象,严重制约了微波在工业上的大规模应用。

[0003] 微波加热装置,通常包括加热腔、馈能口、微波源及其控制系统等。微波源通过馈能口向加热腔传输微波能量,对加热腔中的物料进行加热。为了提高微波加热功率,通常采用多个微波源,并通过各个馈能口同时向加热腔传输微波能量。工业上应用的微波加热装置,其加热腔物理尺寸都比较大,不可能采用单模腔来实现。例如作为应用最为广泛的微波箱式加热器,其加热腔形状为长方体,内部电场分布模式为多模驻波场分布,理论上讲要使腔体内各点电场幅值保持不变是不可能做到的。只有尽可能增加腔体内的模式数量,使得空间各点的电场幅度差值减小,达到相对比较均匀的电场分布和加热效果。由电磁场基本知识可以知道,加热腔的物理尺寸和腔体内电场模式数的多少是成正比的。也就是说微波加热腔体越大,腔体内模式数就越多,电场分布也就越均匀,但是功率密度又会下降,有可能达不到工业设计的要求。另外被加热的物料本身物理特性也不是完全均匀的,要保证在物料加热过程中均匀加热是十分困难的。然而,在实际应用中,提高微波加热的均匀性又是一个必须要面对和解决的问题。

[0004] 现有的改善微波加热均匀性的措施主要有模式搅拌器、对物料进行旋转搅拌、采用多端口馈能等手段。在这些措施中,对被加热的物料进行旋转搅拌效果虽然比较好,然而在某些微波工业化加热过程中,对受热的物料进行旋转或者搅拌又不太方便甚至是不可能的。

发明内容

[0005] 本发明的目的,就是针对微波加热均匀性问题,提供一种微波模式激励搅拌加热方法,提高微波加热的均匀性。

[0006] 本发明解决所述技术问题,采用的技术方案是,微波模式激励搅拌加热方法,其特征在于,将N个馈能口分成M组,轮番向加热腔馈能,其中,N、M为正整数, $N \geq 2$, $M \geq 2$ 。

[0007] 本发明通过切换向加热腔馈能的馈能口,改变加热腔中微波激励模式,不同的微波激励模式能够在加热腔中激励不同的电场模式,相当于增加了加热腔中电场模式数量,提高了电场分布的均匀性。对被加热物料而言,相当于物料的旋转或者搅拌,提高了物料加热的均匀性。馈能口数量N越大,馈能口馈能的组合方式越多,可以激励的电场模式数量越

多,物料加热越均匀。本发明馈能口的切换方式非常多,根据加热腔的不同形状、馈能口的具体分布和数量、加热功率大小以及被加热物料的具体形状等,采取不同的馈能口切换方式,通过切换馈能口及每次参与馈能的馈能口数量、馈能方向、每次馈能时间、间隔时间等,最大限度的提高加热均匀性。

[0008] 进一步的,每组中馈能口数量相同或不同。

[0009] 进一步的,每组馈能时间相同或不同。

[0010] 进一步的,每组之间馈能有停顿。

[0011] 更进一步的,每组之间馈能停顿时间相同或不同。

[0012] 本发明通过馈能口切换,改变加热腔馈能方式。当N的数量足够大是,馈能口的切换方式非常多,可以适应不同形状的加热腔和被加热物料的要求。

[0013] 本发明的另一个目的是,提供一种微波模式激励搅拌加热装置,包括加热腔、N个馈能口、微波源和控制系统,所述微波源与馈能口连接,通过馈能口向加热腔馈能,其特征在于,所述控制系用于控制加热腔的馈能,将N个馈能口分成M组,轮番向加热腔馈能,其中,N、M为正整数, $N \geq 2$, $M \geq 2$ 。

[0014] 本发明的微波加热装置,其控制系统通过切换馈能口控制加热腔的馈能,可以产生多种微波馈能模式,在加热腔中激励不同的电场分布模式,提高了加热腔中电场模式数量,电场分布更均匀。

[0015] 进一步的,N个馈能口连接不同的微波源。

[0016] N个馈能口连接不同的微波源,能够更灵活的变化馈能口切换方式,从而产生更多的激励模式。

[0017] 进一步的,每组中的馈能口连接同一个微波源。

[0018] 这种方案,M个微波源分别为M组馈能口提供微波能量,可以减少微波源的数量,简化微波加热装置的结构和控制程序,有利于降低成本。

[0019] 具体的,所述微波源为磁控管或行波管或速调管,所述控制系统通过控制微波源的电源控制加热腔的馈能。

[0020] 该方案采用磁控管或行波管等构成微波源,具有技术成熟,方便控制的特点。控制系统通过控制与相应馈能口连接的微波源的电源,能够方便地进行馈能口的切换,控制加热腔的馈能。

[0021] 具体的,所述控制系统为计算机控制系统。

[0022] 以计算机组成控制系统,可以通过程序设计各种馈能口切换模式,有利于提高加热腔中电场模式数量,提高微波加热的均匀性。

[0023] 本发明的有益效果是,大幅度改善了微波加热的均匀性,提高了微波加热的效率。在馈能口位置和加热腔结构相同,同一时间段馈入微波总功率一致的条件下,本发明的微波加热装置要比旋转搅拌加热物体、多端口同时馈能效率更高。本发明不要求各个微波功率源必须是相干源,在馈能口数目急剧增多的时候,可以减少同时馈能的馈能口数目,有利于降低加热腔内部某一时刻某一点电场场强过大导致空气或者其他介质击穿的概率。在加热腔体较大,被加热物料旋转搅拌难以实现的情况下,本发明还可以结合其他模式搅拌措施,进一步改善微波加热的温度场分布均匀性。

附图说明

[0024] 图 1 是实施例 1 加热装置结构示意图；

[0025] 图 2 是实施例 2 加热腔和馈能口分布示意图；

[0026] 图 3 是实施例 3 加热腔和馈能口分布示意图；

[0027] 图 4 是实施例 4 加热腔和馈能口分布示意图。

[0028] 其中：10 为加热腔；11～14 为馈能口；20 为出口；21～26 为馈能口；31～36 为馈能口。

具体实施方式

[0029] 本发明针对现有微波加热均匀性的问题，采用多端口馈能，并通过对馈能口实行轮番馈能来改善微波加热的均匀性。本发明通过变换向加热腔馈能的馈能口，改变了加热腔中微波激励模式。不同的微波激励模式能够在加热腔中激励不同的电场模式，相当于增加了加热腔中电场模式数量，提高了电场分布的均匀性。馈能口数量 N 越大，可以产生的馈能方式越多，激励的电场模式数量越多，物料加热越均匀。本发明可以根据加热腔的不同形状、馈能口的具体分布和数量、加热功率大小以及被加热物料的具体形状等，采取不同的馈能口馈能方式，能够最大限度的提高加热均匀性。

[0030] 实施例 1

[0031] 本例微波加热装置结构如图 1 所示，包括加热腔、 N 个馈能口、 N 个微波源和控制系统。各个微波源产生的微波能量通过波导连接到相应的馈能口，通过馈能口向加热腔馈能。本例控制系统采用计算机控制系统，用于控制加热腔的馈能。本例计算机控制系统将 N 个馈能口分成 M 组，轮番向加热腔馈能，其中， N 、 M 为正整数， $N \geq 2$ ， $M \geq 2$ 。

[0032] 本例微波加热装置 N 个馈能口连接 N 不同的微波源，通过计算机控制系统可以方便的控制各个微波源的工作，从而改变馈能方式。

[0033] 本例微波加热装置开始馈能时，第一组 I 个馈能口向加热腔馈能的，馈能 i 分钟停止馈能， s 分钟后切换到第二组 J 个馈能口馈能，该 J 个馈能口馈能 j 分钟停止馈能， t 分钟后切换到第三组 K 个馈能口馈能，该 K 个馈能口馈能 k 分钟停止馈能， u 分钟后又切换到另一组馈能口进行馈能，直至达到设定的加热温度或时间。各组中馈能口数量 I 、 J 、 K 等均为 ≥ 1 的整数，可以相等，也可以不相等，而且各组中可以包含相同的馈能口。馈能时间 i 、 j 、 k 等可以相等也可以不相等。停顿时间 s 、 t 、 u 等可以为零也可以不为零，可以相等也可以不相等。

[0034] 上述馈能方案中，如果各组中不包含相同的馈能口，则可以对加热装置结构进行简化，将 I 个馈能口通过波导连接到同一个微波源， J 个馈能口通过波导连接到另一个微波源等，以减少微波源的数量。

[0035] 实施例 2

[0036] 图 2 示出了本例微波加热装置加热腔和馈能口分布示意图。本例加热腔 10 为正方体，馈能口 11、馈能口 12、馈能口 13、馈能口 14 分别分布在加热腔 10 的 4 个侧面，馈能口 11 分布在加热腔 10 左侧面靠近上边沿，馈能口 13 分布在加热腔右侧面靠近下边沿，馈能口 12 分布在加热腔 10 背面靠近上边沿，馈能口 14 分布在加热腔 10 正面靠近下边沿。本例加热腔 10 的馈能模式至少可以有如下几种类型：

[0037] 一、4个馈能口分成4组,每组一个馈能口,轮番向加热腔10馈能。可以按馈能口11、馈能口12、馈能口13、馈能口14的顺序轮番向加热腔10馈能。也可以改变不同的轮换顺序进行馈能,如馈能口11、馈能口13、馈能口12、馈能口14轮番向加热腔10馈能等。

[0038] 二、4个馈能口分成2组,每组2个馈能口轮番向加热腔10馈能。如馈能口11和馈能口13为第一组,馈能口12和馈能口14为第二组轮番向加热腔10馈能。也可以是馈能口11和馈能口14为第一组,馈能口12和馈能口13为第二组,轮番向加热腔10馈能。

[0039] 三、4个馈能口分成4组,每组2个馈能口轮番向加热腔10馈能。如馈能口11和馈能口13为第一组,馈能口11和馈能口14为第二组,馈能口13和馈能口14为第三组,馈能口13和馈能口12为第四组轮番向加热腔10馈能。

[0040] 四、4个馈能口分成8组,馈能口11为第一组,其余馈能口为第二组;馈能口12为第三组,其余馈能口为第四组;馈能口13为第五组,其余馈能口为第六组;馈能口14为第七组,其余馈能口为第八组轮番向加热腔10馈能。

[0041] 通过上述馈能模式的描述可以看出,当馈能口数量 N 足够大时,本发明的馈能口分组非常灵活多变。如果再配合组与组之间的切换频率的变化、组与组之间停顿时间的变化以及上述4种类型的相互转换,微波加热均匀性将会大大提高。

[0042] 实施例3

[0043] 本例加热腔10为球形,馈能口在加热腔10径向均匀分布,图3是本例加热装置加热腔和馈能口分布示意图,图中示出了加热腔10的一个剖面。这种加热腔也可以通过控制馈能口的馈能产生均匀的加热效果。

[0044] 实施例4

[0045] 本例加热腔10为长方体结构,馈能口31~36平均分布在加热腔的两个相对面,如图4所示。这是一种流水线结构的加热装置,被加热物料按图中箭头方向移动进入加热腔,经过加热后从出口20取出。根据物料的移动速度、加热功率要求等,控制馈能口31~36的馈能,可以得到均匀的加热效果。本例微波加热装置非常适合用于工业加热或烘干工艺中。

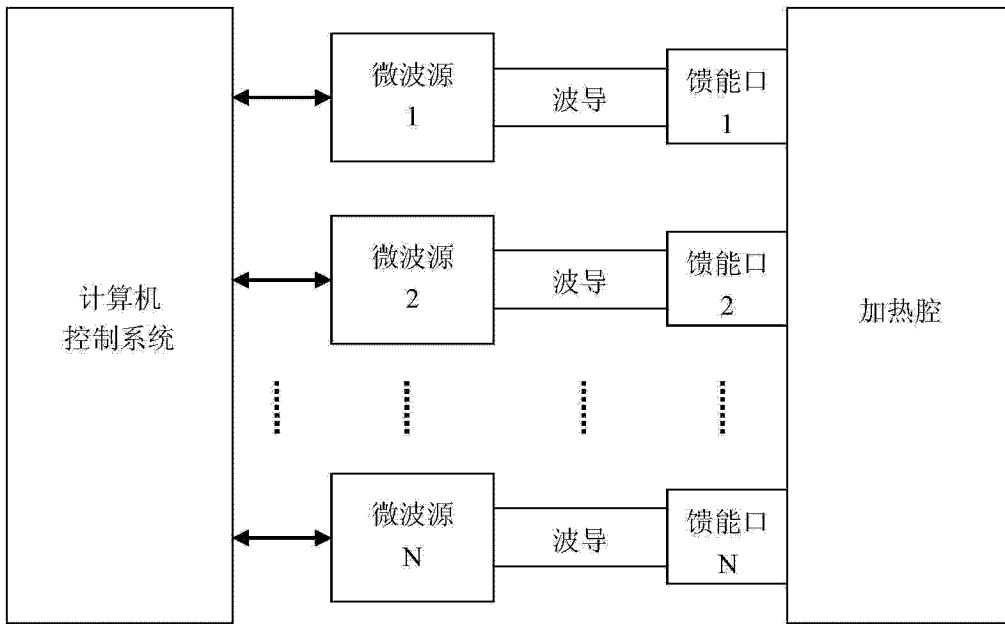


图 1

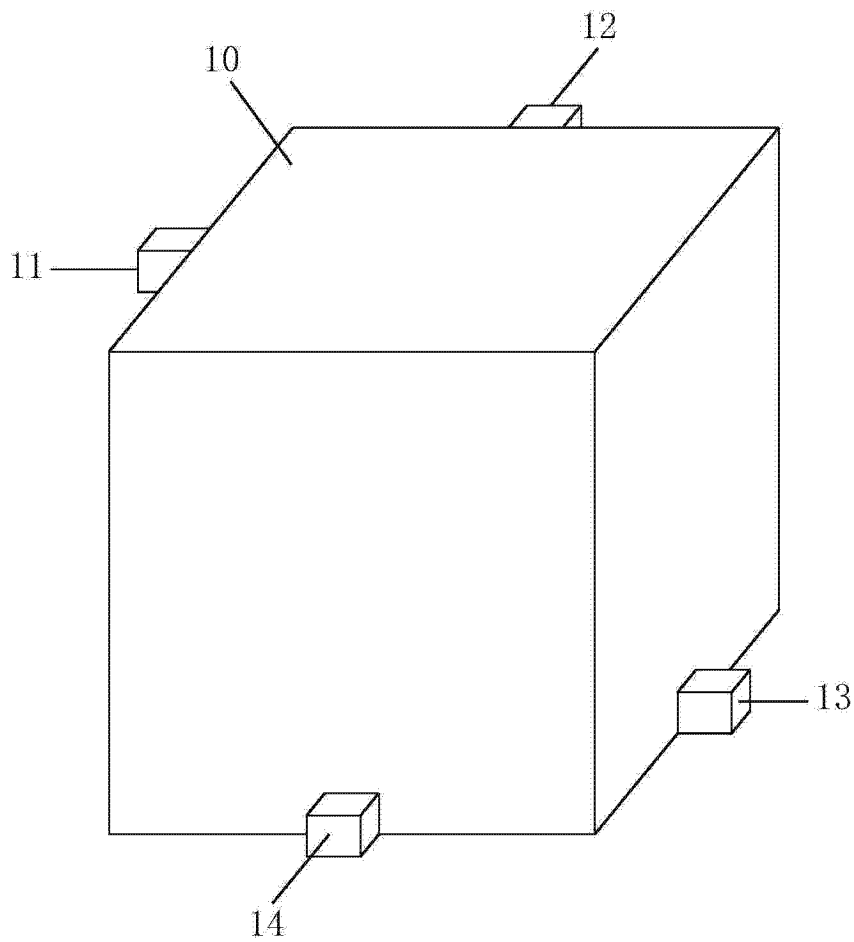


图 2

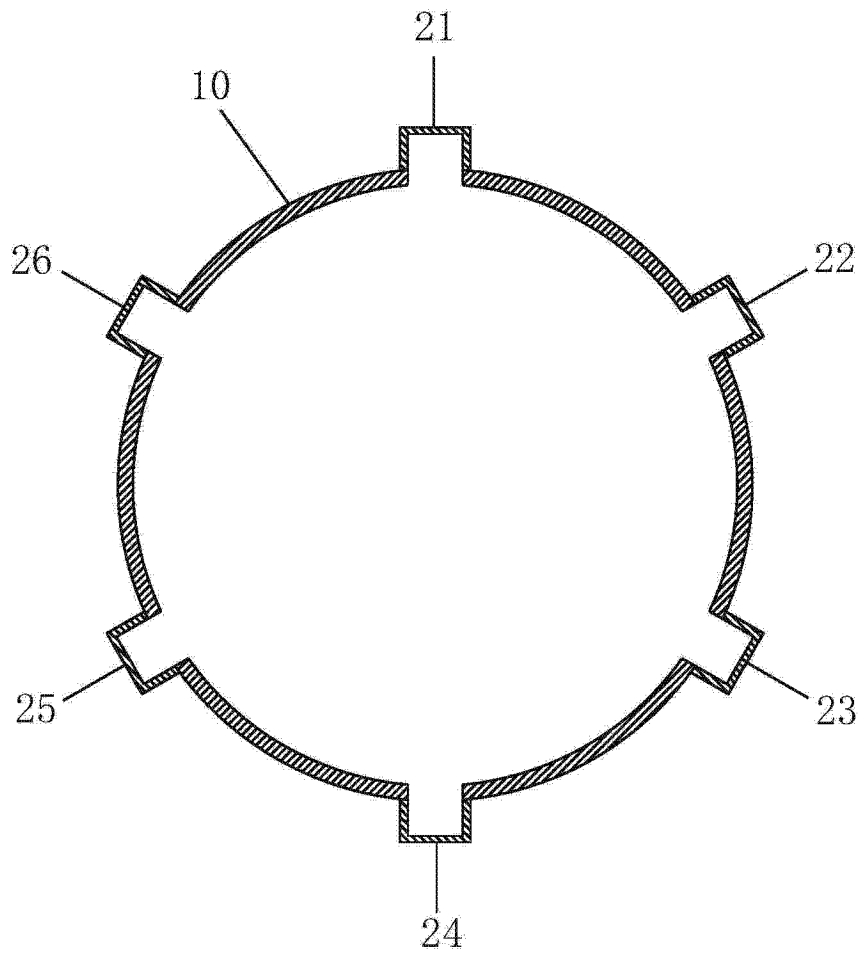


图 3

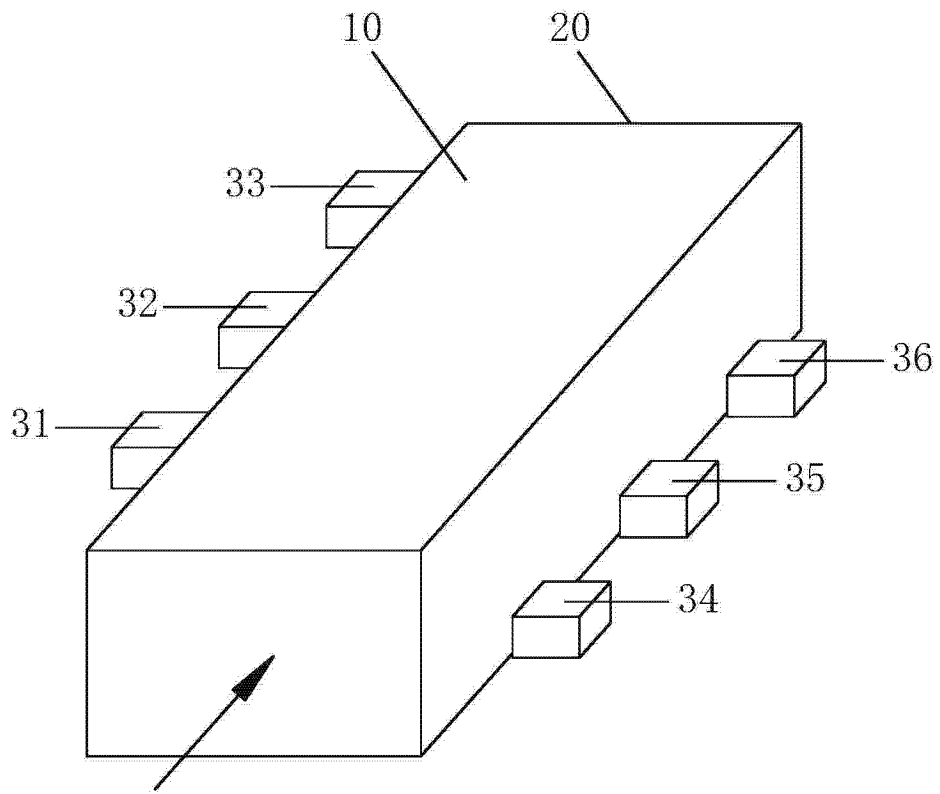


图 4