



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105739508 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(21)申请号 201610317339.3

(22)申请日 2016.05.12

(71)申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西  
大直街92号

(72)发明人 何胜阳 潘光华

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事  
务所 23109

代理人 岳昕

(51)Int.Cl.

G05D 1/02(2006.01)

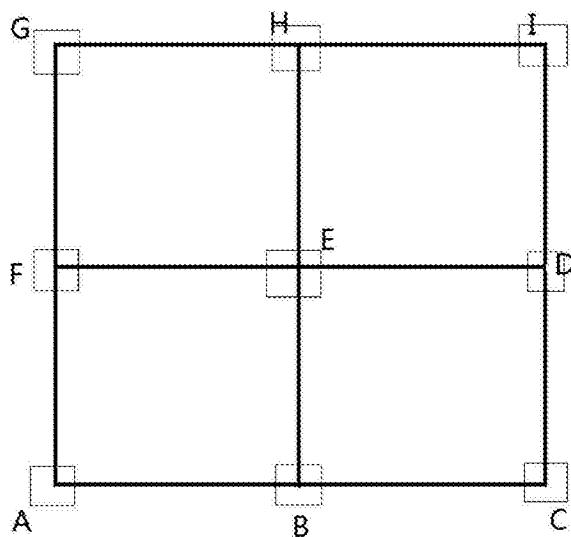
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于电磁导航的多节点导航系统

(57)摘要

基于电磁导航的多节点导航系统，本发明提供一种循迹稳定、灵活性高和运行效率高的导航系统。所述系统包括自动导航小车、多个电磁传感器、多个节点交换器和控制器；多个节点交换器分别设置在导航坐标系中的各坐标位置上，任意相邻的两个节点交换器通过导线连接，导线之间通有交变电流；多个电磁传感器安装在自动导航小车上，用于收集导线周围由交变电流产生的磁场信息；控制器，用于规划路径根据规划的路径，使路径上相应坐标位置的节点交换器之间的导线交流连通；自动导航小车，用于根据电磁传感器收集的磁场信息，控制运行姿态，沿着导线运行，完成规划路径。



1. 一种基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，所述系统包括自动导航小车、多个电磁传感器、多个节点交换器和控制器；

多个节点交换器分别设置在导航坐标系中的各坐标位置上，任意相邻两个节点交换器通过导线连接，导线之间通有交变电流；

多个电磁传感器安装在自动导航小车上，用于收集导线周围由交变电流产生的磁场信息；

控制器，用于规划路径根据规划的路径，使路径上相应坐标位置的节点交换器之间的导线交流连通；

自动导航小车，用于根据电磁传感器收集的磁场信息，控制运行姿态，沿着导线运行，完成规划路径。

2. 根据权利要求1所述的基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，所述节点交换器包括多个输入输出接口、振荡电路、微型继电器组和ZigBee模块；

所述多个输入输出接口中一个作为输入，用于连通相邻上一节点交换器，其余作为输出，用于连通相邻下一节点交换器；

振荡电路，用于将供电直流转换成交流，通过输入输出接口输出；

微型继电器组，用于根据相应继电器的闭合，选择振荡电路的输入输出接口与相应的相邻节点交换器输入输出接口连通；

ZigBee模块，用于根据控制器规划的路径，控制微型继电器组相应继电器闭合。

3. 根据权利要求2所述的基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，所述输入输出接口采用三线结构，所述三线分别为直流电正极传输线、直流电负极传输线和交变电流传输线，其中直流电正极传输线和直流电负极传输线用于为振荡电路、微型继电器组和ZigBee模块提供工作电源，交变电流传输线用于连通相邻节点交换器。

4. 根据权利要求3所述的基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，所述振荡电路包括文氏桥式振荡电路和放大电路；

文氏桥式振荡电路将直流供电转换为交流电，所述交流电通过放大电路放大后输出，放大电路的输出有两个接口，一个为交流正极接口和一个为交流负极接口，交流正极接口与相邻节点交换器的交流负极接口相连，则交变电流传输线通有交变电流。

5. 根据权利要求3所述的基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，

所述ZigBee模块，还用于当相应节点交换器出现故障时，发出故障信息。

6. 根据权利要求1或2所述的基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，所述导航系统还包括多个RFID标签；

每个节点交换器的表面贴有一个RFID标签，用于记录相应节点交换器的位置信息；

自动导航小车通过射频读取器读取RFID标签记录的位置信息，确定当前位置。

7. 根据权利要求6所述的基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，

控制器，还用于控制自动导航小车到达相应位置，执行设定动作。

8. 权利要求1或2所述的基于电磁导航的多节点导航系统，其特征在于，所述控制器，路径规划时采用最短路径方法进行规划，所述最短路径方法包括如下步骤：

步骤一：确定导航坐标系中的每个节点交换器的坐标；

步骤二：计算每两个相邻节点交换器的坐标间的距离，作为两个坐标连线形成的边长

度的权值；每个坐标与相邻坐标连线作为一条边，计算与同一坐标相连的两条边的夹角，作为角度权值；

步骤三：将边长度的权值和角度权值融合为最终参与最优路径计算的权值；

步骤四：更新节点信息库，排除故障节点交换器的坐标，根据步骤三融合得到的权值，使用最短路径算法得到使自动导航小车运行时间最短的两个节点之间的最优路径；

步骤五：根据得到的最优路径得到需要闭合的节点交换器的信息，完成路径规划。

## 基于电磁导航的多节点导航系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种导航系统,特别涉及一种基于电磁导航的多节点导航系统。

### 背景技术

[0002] 电磁导航是较为传统的导航方式之一,目前仍被许多系统采用,它是在AGV(Automated Guided Vehicle自动导航小车)的行驶路径上埋设金属线,通过振荡电路产生交变电流,并在金属线上加载导引频率,通过对导线磁场的识别来实现AGV的导航。导引线隐蔽,不易污染和破损,导引原理简单而可靠,便于控制通讯,对声光无干扰,投资成本低。

[0003] 基于电磁导航的存在着很多缺点,导航路径单一,难以改变或扩充路径,若电磁导航引导线断裂,断点位置难以确定,线路维修困难,电磁导航只能用于引导AGV运行,无法对AGV进行定位。

[0004] RFID是一种通信技术,可通过无线电讯号识别特定目标并读写相关数据,而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。一般是微波,1-100GHz,适用于短距离识别通信。利用RFID短距离识别、写入和读取数据方便的特性,可以把RFID作为室内坐标点,将室内平面坐标化,可以辅助AGV进行定位。

[0005] Zigbee是一种基于802.15.4物理层协议,支持自组网、多点中继,可实现网状拓扑的复杂的组网协议。ZigBee技术是一种近距离、低复杂度、低功耗、低速率、低成本的双向无线通讯技术。主要用于距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间进行数据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和低反应时间数据传输的应用。通过ZigBee组网,能够实现对多个节点进行控制。

### 发明内容

[0006] 为了克服上述缺陷,本发明提供一种循迹稳定、灵活性高和运行效率高的基于电磁导航的多节点导航系统。

[0007] 本发明的基于电磁导航的多节点导航系统,所述系统包括自动导航小车、多个电磁传感器、多个节点交换器和控制器;

[0008] 多个节点交换器分别设置在导航坐标系中的各坐标位置上,任意相邻的两个节点交换器通过导线连接,导线之间通有交变电流;

[0009] 多个电磁传感器安装在自动导航小车上,用于收集导线周围由交变电流产生的磁场信息;

[0010] 控制器,用于规划路径根据规划的路径,使路径上相应坐标位置的节点交换器之间的导线交流连通;

[0011] 自动导航小车,用于根据电磁传感器收集的磁场信息,控制运行姿态,沿着导线运行,完成规划路径。

[0012] 所述节点交换器包括多个输入输出接口、振荡电路、微型继电器组和ZigBee模块;

[0013] 所述多个输入输出接口中一个作为输入,用于连通相邻上一节点交换器,其余作

为输出,用于连通相邻下一节点交换器;

[0014] 振荡电路,用于将供电直流转换成交流,通过输入输出接口输出;

[0015] 微型继电器组,用于根据相应继电器的闭合,选择振荡电路的输入输出接口与相应的相邻节点交换器输入输出接口连通;

[0016] ZigBee模块,用于根据控制器规划的路径,控制微型继电器组相应继电器闭合。

[0017] 所述输入输出接口采用三线结构,所述三线分别为直流电正极传输线、直流电负极传输线和交变电流传输线,其中直流电正极传输线和直流电负极传输线用于为振荡电路、微型继电器组和ZigBee模块提供工作电源,交变电流传输线用于连通相邻节点交换器。

[0018] 所述振荡电路包括文氏桥式振荡电路和放大电路;

[0019] 文氏桥式振荡电路将直流供电转换为交流电,所述交流电通过放大电路放大后输出,放大电路的输出有两个接口,一个为交流正极接口和一个为交流负极接口,交流正极接口与相邻节点交换器的交流负极接口相连,则交变电流传输线通有交变电流。

[0020] 所述ZigBee模块,还用于当相应节点交换器出现故障时,发出故障信息。

[0021] 所述导航系统还包括多个RFID标签;

[0022] 每个节点交换器的表面贴有一个RFID标签,用于记录相应节点交换器的位置信息;

[0023] 自动导航小车通过射频读取器读取RFID标签记录的位置信息,确定当前位置。

[0024] 控制器,还用于控制自动导航小车到达相应位置,执行设定动作。

[0025] 所述控制器,路径规划时采用最短路径方法进行规划,所述最短路径方法包括如下步骤:

[0026] 步骤一:确定导航坐标系中的每个节点交换器的坐标;

[0027] 步骤二:计算每两个相邻节点交换器的坐标间的距离,作为两个坐标连线形成的边长度的权值;每个坐标与相邻坐标连线作为一条边,计算与同一坐标相连的两条边的夹角,作为角度权值;

[0028] 步骤三:将边长度的权值和角度权值融合为最终参与最优路径计算的权值;

[0029] 步骤四:更新节点信息库,排除故障节点交换器的坐标,根据步骤三融合得到的权值,使用最短路径算法得到使自动导航小车运行时间最短的两个节点之间的最优路径;

[0030] 步骤五:根据得到的最优路径得到需要闭合的节点交换器的信息,完成路径规划。

[0031] 本发明的有益效果在于:

[0032] 电磁循迹,AVG(自动导航小车)能够通过探测电磁引导线产生的磁场信息,从而获取自身的偏离引导线的偏差信息,通过控制电机来调整自身的姿态,从而能够准确循迹,由于电磁导航不受噪声与光线的影响,因此具有很高的稳定性,能够日夜工作,适应不同的环境。

[0033] 将平面二维坐标化,作为导航坐标系,在传统电磁导航的基础上加入RFID位置标定,通过识别标签中记录的节点位置信息,AVG能够准确获取自身所处的准确信息,便于AVG在固定位置执行程序设定的命令,使AVG的应用灵活性得以提高,可以广泛应用于如餐厅机器人、物流机器人等服务型机器人。

[0034] 引入路径规划算法,实现对导航路径科学规划,结合工程实际应用,优化最短路程算法,在提高稳定性的同时,节省时间,提高运行效率,节约成本。

[0035] 突破传统电磁导航路径单一,难以改变或扩充路径的缺点,发明了节点交换器,可以通过连通相应节点形成各种路径,通过无线传输模块进行控制,快速高效,灵活多变,真正实现AVG的灵活移动。

[0036] 每个节点交换器都可以产生交变电流,相当于每个节点都是交变电流源,可以自由选择下一节点,直接形成由A到B的导航线路,而传统电磁导航只有一条闭合电磁线,电磁导航线路须由A到B再到A。

[0037] 有很强的稳定性。若某一节点失效,则可以通过重新规划导航路径,可以绕过失效节点到达目的地,有强大的线路纠错能力。节点交换器的无线模块能够将节点交换器的工作状态信息传递给主控制台,能够实时对节点交换器及接口进行故障监测,使管理人员能够很快排除故障。

[0038] 故障维修方便,传统电磁导航如出现故障,需要整个线路一一排查,而本发明只需在接收到无线模块的故障信息后,更换节点交换器或两节点间的传输线就能排查故障。

## 附图说明

[0039] 图1为具体实施方式中导航坐标系的原理示意图。

[0040] 图2为具体实施方式中自动导航小车安装电磁传感器的原理示意图;

[0041] 图3为具体实施方式中节点交换器的原理示意图;

[0042] 图4为具体实施方式中输入输出接口的三线结构的原理示意图;

[0043] 图5为具体实施方式中正弦振荡电路的原理示意图。

## 具体实施方式

[0044] 本实施方式的基于电磁导航的多节点导航系统,包括自动导航小车、多个电磁传感器、多个节点交换器和控制器;

[0045] 本实施方式将室内地面坐标化,如图1所示的导航坐标系,平面内有9个坐标点,每个坐标点对应着平面中的一点,任意两点之间都可以通过经由网格的导线相连。

[0046] 在导线中通交变电流,多个电磁传感器安装在自动导航小车车体中,电磁传感器可以收集导线周围由交变电流产生的磁场信息,电磁传感器上的感应电动势与传感器与导线间的距离有关,根据比奥沙法尔定律可求得传感器偏离中心导线的距离,电磁传感器与中心导线如图2所示,运用多个电磁传感器的数据,可以准确求出车体中心偏离导线的偏差,对偏差进行PID控制,将控制量输出到自动导航小车电机,自动导航小车左右电机通过控制转速从而调整小车的运行姿态,使小车沿着导线稳定运行。

[0047] 每个坐标位置有一个节点交换器,控制器规划路径后,根据规划的路径,使路径上相应坐标位置的节点交换器之间的导线交流连通;如图3所示,本实施方式中,节点交换器包括多个输入输出接口1、正弦振荡电路2、微型继电器组4和ZigBee模块3;在每个节点交换器上表面贴有RFID标签5;

[0048] 输入输出接口1采用三线结构,如图4所示,三线分别为直流电正极传输线V<sub>P</sub>、直流电负极传输线CND和交变电流传输线V<sub>A</sub>,其中直流电正极传输线和直流电负极传输线用于为振荡电路2、微型继电器组4和ZigBee模块3提供工作电源,交变电流传输线用于连通相邻

节点交换器。若两个节点交换器都闭合，则两节点交换器间的交变电流传输线中通有交变电流，自动导航小车这可以在两个节点交换器之间自动运行。本实施方式中的每个节点交换器有四个三线的输入输出接口，其中一个是输入，与上一节点交换器相连，另外三个是输出，与下一节点交换器相连。四个接口均可作为输入和输出。

[0049] 本实施方式中，正弦振荡电路2由高频电路实现，包括文氏桥式正弦振荡电路和放大电路，如图5所示，文氏桥式正弦振荡电路由直流电路供电，输出有两个接口，一个为交流正极，一个为交流负极，若A节点交换器的交流正极接口与B节点交换器的交流负极接口相连，则A、B节点之间的交变电流传输线中通有交变电流。

[0050] 微型继电器组4用于选择输出接口，继电器组由多个继电器组成，闭合一继电器可以选择相应的下一节点交换器。例如要实现A节点交换器到C节点交换器间的电磁路径闭合，A节点交换器为起始节点，A节点交换器内控制与B节点交换器相连的继电器闭合，则A、B节点交换器间导通，B成为新的选择节点，B再闭合C节点对应继电器，选择C作为下一节点，则B、C节点交换器导通，如此便实现实现由A节点交换器到C节点交换器运动路径的规划。

[0051] ZigBee模块3用于接收控制器的指令，并控制继电器的闭合。每个ZigBee模块3控制一个节点交换器。ZigBee模块3组成局域网，接收控制器发送的消息指令，闭合相应的继电器，从而实现节点交换器之间的连接。同时ZigBee模块3还能检查节点交换器的状态，如果节点交换器工作故障或者节点间导线断开，会向控制台发送故障信息，方便维护人员进行故障排除。

[0052] RFID标签5是贴在节点交换器表面，记录了节点的位置信息，自动导航小车底盘上有射频读取器，当小车在节点交换器上方时，能够通过读取RFID标签5所记录的位置信息从而获取自身的位置信息。通过程序设定，即：控制器的控制，自动导航小车就能够在固定一个位置执行相应动作。极大地增强了AGV的可控性与灵活性。

[0053] 本实施方式中，控制器首先确定路径起始点和终止点，由改进的最短路径方法计算出最优路径，得到需要闭合的节点的信息，由控制端向ZigBee网络发送需闭合节点信息，ZigBee模块接收到信息后控制相应继电器闭合，从而使最优路径上的节点都彼此连通，最优路径由一条通有交变电流的导线连通，AGV通过探测交变电流产生的磁场实现自动导航，同时小车在最优路径上的任一节点都能通过识别RFID标签确定自身所处的位置，从而实现固定位置执行规定动作。

[0054] 本实施方式最短路径方法采用经过改良的最短路径算法，即：Dijkstra算法，结合实际，增加了一个或多个节点故障情况下的求最短路径的方法，以及将小车需转弯角度融合进算法，使路径最短，转弯最少；

[0055] 本实施方式中最短路径方法包括如下步骤：

[0056] 步骤一：确定导航坐标系中的每个节点交换器的坐标；

[0057] 步骤二：计算每两个相邻节点交换器的坐标间的距离，作为两个坐标连线形成的边长度的权值；每个坐标与相邻坐标连线作为一条边，计算与同一坐标相连的两条边的夹角，作为角度权值；

[0058] 步骤三：将边长度的权值和角度权值融合为最终参与最优路径计算的权值；

[0059] 步骤四：更新节点信息库，排除故障节点交换器的坐标，根据步骤三融合得到的权值，使用最短路径算法得到使自动导航小车运行时间最短的两个节点之间的最优路径；

[0060] 步骤五：根据得到的最优路径得到需要闭合的节点交换器的信息。

[0061] 本实施方式的最短路径方法，主要有两个改进：

[0062] 1、单纯的dijkstra最短路径算法只是得到任意两个节点的最短距离，而实际上小车运行过程中，拐弯需要耗费更多时间，所以希望拐弯越少越好，实际运行时间才最短，所以需要把节点形成的边之间的角度也作为权值，把两个权值综合考虑为两节点间的最终路径权值，利用最终权值进行dijkstra最短路径计算。

[0063] 2、考虑可能有节点交换器故障的情况，这时候需要排除故障的节点，更新节点坐标信息库，直到故障排除。

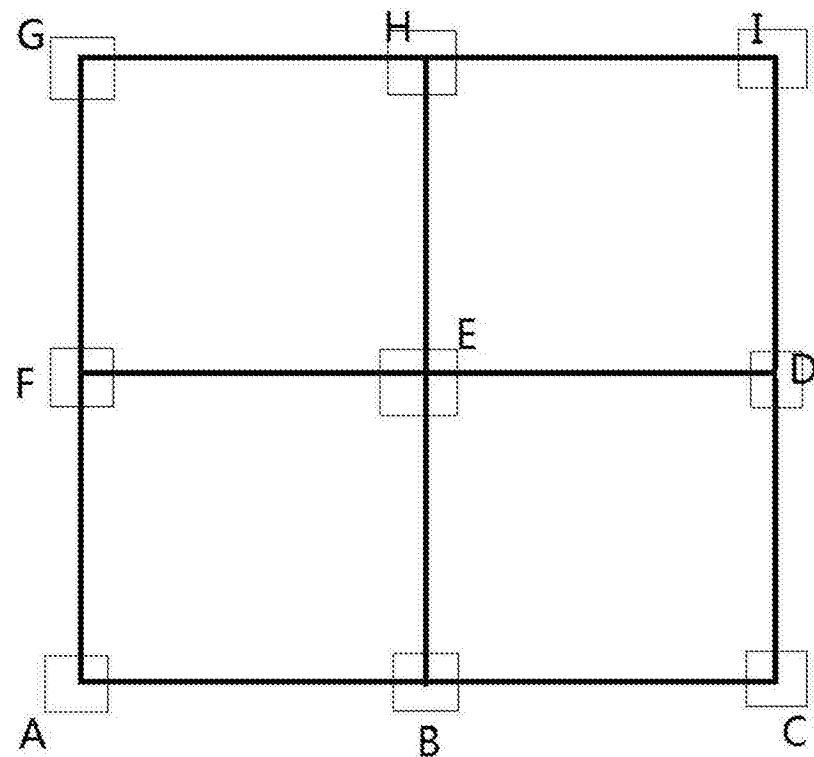


图1

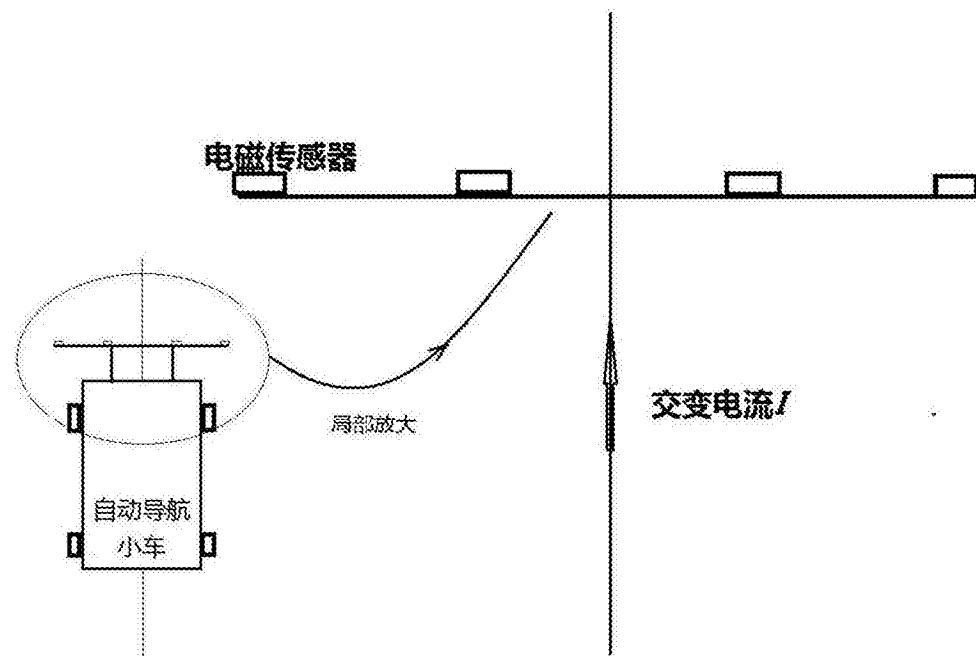


图2

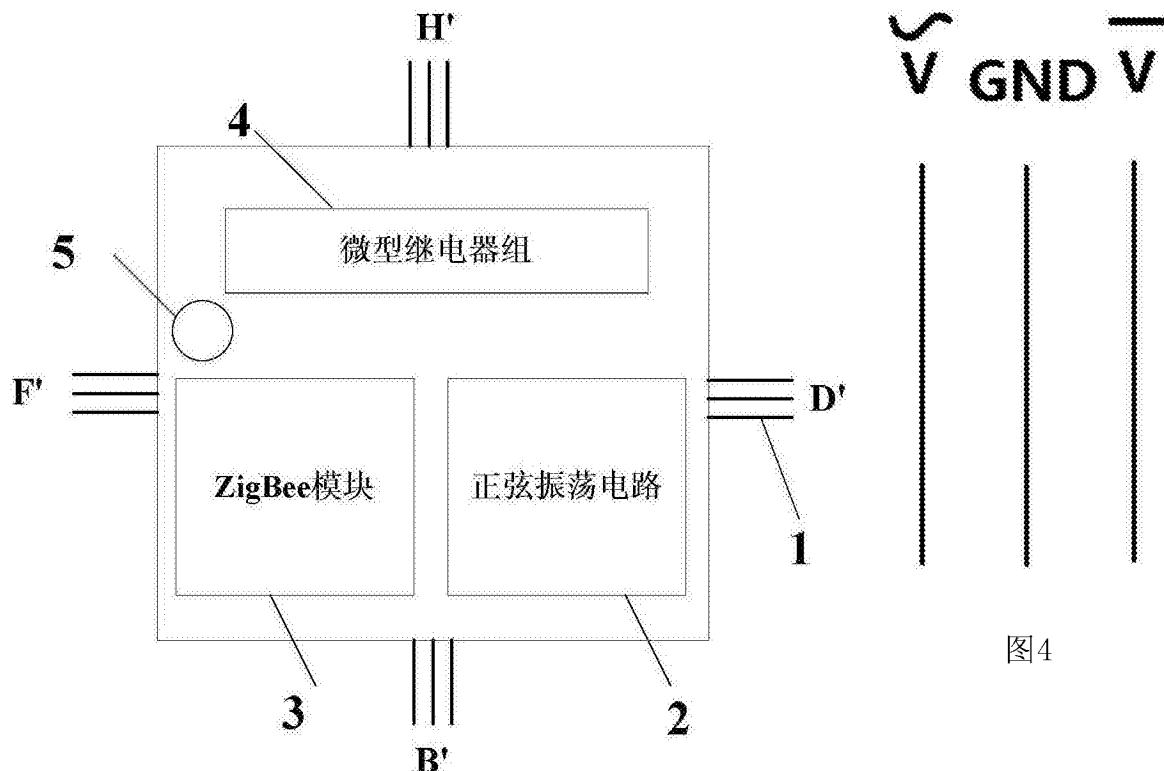


图3

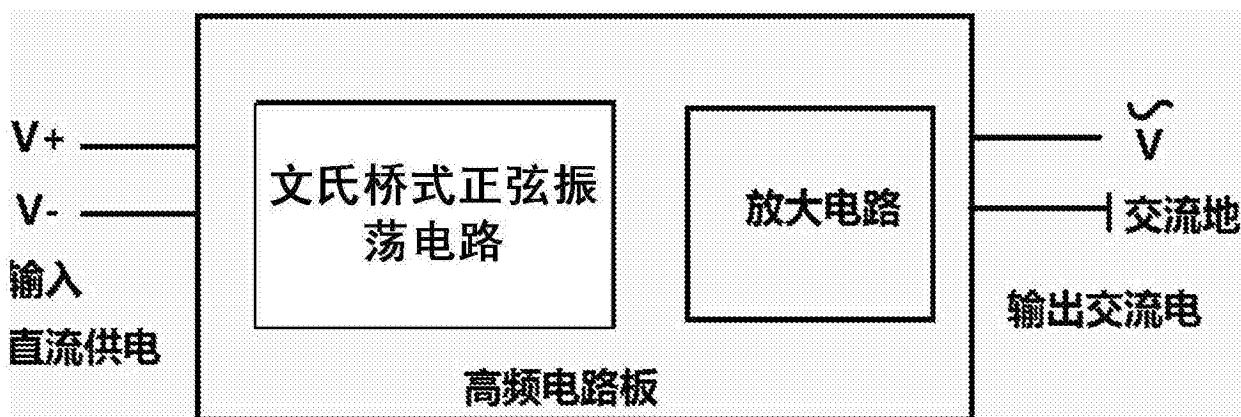


图5