



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106583885 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(21)申请号 201710070113.2

(22)申请日 2017.02.08

(71)申请人 武汉延锋时代检测技术股份有限公司

地址 430070 湖北省武汉市洪山区东湖开发区光谷创业街6栋2楼

(72)发明人 吴腾 卢小丽 孙伟 李潇

(74)专利代理机构 北京华夏正合知识产权代理事务所(普通合伙) 11017

代理人 韩登营 王雪飞

(51)Int.Cl.

B23K 9/12(2006.01)

B23K 9/028(2006.01)

B23K 9/32(2006.01)

B23K 101/06(2006.01)

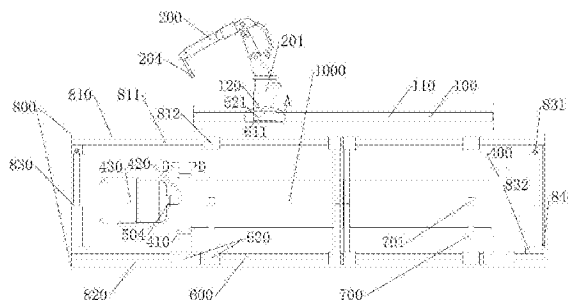
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

## (54)发明名称

一种机器人管焊装置及方法

## (57)摘要

本发明公开了一种机器人管焊装置及方法，在直线电机的正上方垂直设置旋转凸台，机器人设置在所述旋转凸台上，在所述机器人的顶端设置焊枪；钢管夹紧装置设置在可升降的上下横梁之间，钢管夹紧装置设置与减速电机相连；上下横梁之间还安装菱形架用于夹持管道，该焊接装置采用直线电机控制横向运动，从而焊接横向缝隙；采用减速电机控制钢管旋转使得焊接机器人可以焊接环形管道的缝隙；采用菱形架保持待焊接的管道同轴且对接间距不超过3mm，该装置使焊接机器人有较好的机动性，稳定性好，便于操作。



1. 一种机器人管焊方法,其特征在于,将两段钢管的分别穿过至少两个菱形架,各段钢管两端分别置于菱形架内侧,四个边长相同的菱形架同轴线的安装在对称布置的上下横梁之间,菱形架的四条边通过铰链连接,让各连接有电子卷尺两端上下横梁相对平行移动使菱形架夹持钢管,使两段钢管同心,电子卷尺采集上下横梁的间距;让连接光栅读数头的各菱形架沿上下横梁横向相对移动,光栅读数头读取上横梁或下横梁上的光栅尺确定两段钢管各端的位置,驱动菱形架用于使两段钢管的对接端保持1-3mm的间隙;将测得的距离数据和位置数据通过控制器路转给上位机,上位机计算出钢管的外径、圆周长、长度、对接端位置,并通过控制器,驱动安装在直线电机次级上的焊接机器人,沿平行于上下横梁的直线电机初级轨道平移至两段钢管的对接处焊接钢管;控制器还驱动设有转盘的管道夹持装置夹紧钢管的非对接端,连接减速电机的转盘用于沿径向转动钢管,便于机器人焊接。

2. 根据权利要求1所述的机器人管焊方法,其特征在于:所述上位机计算出的钢管外径为:

$$\frac{(\text{上下横梁间距} - 2 \times \text{菱形架边宽}) \times \sqrt{\text{菱形边长}^2 - \left( \frac{\text{上下横梁间距} - 2 \times (\text{菱形架边宽})}{4} \right)^2}}{\text{菱形边长}}$$

3. 根据权利要求1所述方法的机器人管焊装置,包括横梁、菱形架、第一直线电机、第二直线电机、焊接机器人、管道夹持装置、减速电机、控制器,其特征在于:所述横梁至少为两根,上下平行布置,横梁上安装有滑道或第一直线电机,上下横梁的同侧端分别连接同一升降装置的活动端和固定端,横向滑道及第一直线电机分别位于所述菱形架的对角线上,菱形架通过铰轴与横向滑道上的滑块或第一直线电机次级连接;第二直行电机初级平行置于所述横梁设置在钢管旁;焊接机器人为六自由度机器人垂直安装在第二直线电机次级上;管道夹持装置安装在上横梁或下横梁上,至少分为左右两个可沿横梁移动的支架,支架由具有环形槽的夹持架和转盘组成,左夹持架的转盘连接减速电机,用于固定钢管的两端和转动钢管;控制器采集第一直线电机和第二直线电机次级上的光栅读数头测量的位置信息,识别并控制两段钢管对接端的间距、钢管长度及焊接机器人沿第二直线电机的移动速度和位置,控制器还采集设于减速电机的上编码器的脉冲信号,测量转盘的转速和转动圈数,通过逆变器控制减速电机。

4. 根据权利要求3所述的机器人管焊装置,其特征在于:所述焊接机器人通过旋转凸台与所述第二直线电机次级连接,用于改变机器人的方向。

5. 根据权利要求3所述的机器人管焊装置,其特征在于:所述第一直线电机和第二直线电机初级旁安装有混合式绝对值光栅尺,及设置在第一直线电机和第二直线电机次级与光栅尺相对的光栅读数头。

6. 根据权利要求3所述的机器人管焊装置,其特征在于:所述控制器通过DSP芯片采集光栅读数头读取的数据,DSP芯片还通过功率放大器连接第一直线电机和第二直线电机初级上的电枢绕组,还。

7. 根据权利要求3所述的机器人管焊装置,其特征在于:所述右夹持架安装在第一直线电机次级上。

8. 根据权利要求3所述的机器人管焊装置,其特征在于:所述升降装置的活动端和固定端之间连接电子卷尺。

## 一种机器人管焊装置及方法

### 技术领域：

[0001] 本发明属于机器人焊接领域，具体涉及磁悬机器人焊接装置。

### 背景技术：

[0002] 焊是被焊工件的材质通过加热和/或加压(可用或不用填充材料)使工件结合而形成永久性连接的工艺过程，目前工厂内大多是人工操作，人工对被焊接的管材进行夹紧定位，然后再进行对接焊接，效率低可靠性差，而且易导致人员伤害。

[0003] 钢板深加工成钢管是通过预弯机将钢板做成钢管，需要将钢管缝隙焊接上。

[0004] 焊接的质量取决于焊缝大小、焊接电流、堆料时间、焊缝清洁程度，采用机器人在直线上焊接时，常面临启动和停止速度不均匀造成堆料不均；以及机器人在直线运动中移动装置调速响应慢，无法满足焊接速度的要求。

[0005] 而且目前只能实现一根钢管的自动焊接，无实现多根钢管拼接焊接。

[0006] 直线电机技术是一项相对来说较新的技术领域，主要运用于实验室研究或有轨列车上。具有功率因数和效率高、推力密度大，电力电子变换装置尺寸小、成本低，调速快的优点。

### 发明内容：

[0007] 本发明的目的在于：针对背景技术中存在的诸多缺点和问题加以改进，提供一种机器人管焊装置及方法，该方法可使焊接装置通过直线电机控制横向运动，从而焊接横向缝隙；通过伺服电机控制钢管旋转使得焊接装置可以焊接钢管的环形缝隙；通过直线电机驱动和菱形架夹持使两根钢管同心对接，并使对接间距可以精确控制在1-3mm。该焊接装置有较好的能动性、自动化程度高、稳定性好、便于操作、方向可调。本发明的目的通过下述技术方案来实现：一种机器人管焊装置及方法，其特征在于，将两段钢管的分别穿过至少两个菱形架，各段钢管两端分别置于菱形架内侧，四个边长相同的菱形架同轴线的安装在对称布置的上下横梁之间，菱形架的四条边通过铰链连接，让各连接有电子卷尺两端上下横梁相对平行移动使菱形架夹持钢管，使两段钢管同心，电子卷尺采集上下横梁的间距；让连接光栅读数头的各菱形架沿上下横梁横向相对移动，光栅读数头读取上横梁或下横梁上的光栅尺确定两段钢管各端的位置，驱动菱形架用于使两段钢管的对接端保持1-3mm的间隙；将测得的距离数据和位置数据通过控制器转给上位机，上位机计算出钢管的外径、圆周长、长度、对接端位置，并通过控制器，驱动安装在直线电机次级上的焊接机器人，沿平行于上下横梁的直线电机初级轨道平移至两段钢管的对接处焊接钢管；控制器还驱动设有转盘的管道夹持装置夹紧钢管的非对接端，连接减速电机的转盘用于沿径向转动钢管，便于机器人焊接。

[0008] 前述的机器人管焊方法，中上位机计算出的钢管外径为：

$$[0009] \quad \frac{(\text{上下横梁间距} - 2 \times \text{菱形架边宽}) \times \sqrt{\text{菱形边长}^2 - (\text{上下横梁间距} - 2 \times (\text{菱形架边宽}))^2}}{\text{菱形边长}}$$

[0010] 前述的机器人管焊方法中的焊接装置,包括横梁、菱形架、第一直线电机、第二直线电机、焊接机器人、管道夹持装置、减速电机、控制器,其特征在于:所述横梁至少为两根,上下平行布置,横梁上安装有滑道或第一直线电机,上下横梁的同侧端分别连接同一升降装置的活动端和固定端,横向滑道及第一直线电机分别位于所述菱形架的对角线上,菱形架通过铰轴与横向滑道上的滑块或第一直线电机次级连接;第二直线电机初级平行置于所述横梁设置在钢管旁;焊接机器人为六自由度机器人垂直安装在第二直线电机次级上;管道夹持装置安装在上横梁或下横梁上,至少分为左右两个可沿横梁移动的支架,支架由具有环形槽的夹持架和转盘组成,左夹持架的转盘连接减速电机,用于固定钢管的两端和转动钢管;控制器采集第一直线电机和第二直线电机次级上的光栅读数头测量的位置信息,识别并控制两段钢管对接端的间距、钢管长度及焊接机器人沿第二直线电机的移动速度和位置,控制器还采集设于减速电机上的编码器的脉冲信号,测量转盘的转速和转动圈数,通过逆变器控制减速电机。

[0011] 优选的,焊接机器人通过旋转凸台与所述第二直线电机次级连接,用于改变机器人的方向。

[0012] 进一步地,第一直线电机和第二直线电机初级旁安装有混合式绝对值光栅尺,及设置在第一直线电机和第二直线电机次级与光栅尺相对的光栅读数头,可测量光栅读数头在光栅尺上的位置、移动方向、移动速度。

[0013] 优选的,控制器通过DSP芯片采集光栅读数头读取的数据,用于采集第一直线电机和第二直线电机次级的位置和移动速度信息,DSP芯片还通过功率放大器连接第一直线电机和第二直线电机初级上的电枢绕组,用于驱动焊接机器人、菱形架、右夹持架变速移动和定位。

[0014] 优选的,所述右夹持架安装在第一直线电机次级上,使第一直线电机驱动右夹持架移动。

[0015] 优选的,所述升降装置的活动端和固定端之间连接电子卷尺,用于测量菱形架对角线的长度。

[0016] 本发明有益效果:该方法可使焊接装置通过直线电机控制横向运动,从而焊接横向缝隙;通过伺服电机控制钢管旋转使得焊接装置可以焊接钢管的环形缝隙;通过直线电机驱动和菱形架夹持使两根钢管同心对接,并使对接间距可以精确控制在1-3mm;通过调整升降装置的间距来改变菱形架对角线的间距,能够夹持不同直径的钢管,并使钢管均同轴对接。该焊接装置有较好的能动性、自动化程度高、稳定性好、便于操作、方向可调。

#### 附图说明:

[0017] 图1为本发明机器人管焊装置整体结构示意图

[0018] 图2为本发明机器人管焊装置中菱形架的结构示意图

[0019] 图3为本发明机器人管焊装置结构框图

[0020] 图4为本发明机器人管焊装置中第一直线电机次级和初级的放大图

[0021] 图5为本发明机器人管焊装置整体结构示意图中A剖面的方法图

#### 具体实施方式：

[0022] 下面结合具体实施例和附图对本发明作进一步的说明。

[0023] 具体实施方案如下：

[0024] 如图1本发明的原理图和图2菱形架的结构图所示，一种机器人管焊装置，由横梁800、菱形架700、第一直线电机600、第二直线电机100、焊接机器人200、管道夹持装置400、减速电机430、控制器500、上位机900组成。上下两根横梁800平行布置，上横梁810上安装有滑道811，下横梁820上安装有第一直线电机600，上下横梁800的右侧端分别连接升降装置830的活动端831和固定端832，四个相同大小的菱形架700，平行安装在上下横梁800之间，四个菱形架700轴线重合，滑道811位于所述菱形架700的对角线上铰接点侧的上横梁810处，及第一直线电机600位于所述菱形架700的对角线下铰接点侧的下横梁820处，菱形架700通过铰轴701与滑道811上的滑块812和第一直线电机次级620连接，菱形架700的四条边通过铰链连接；第二直行电机初级110平行于所述横梁800设置在钢管1000旁；焊接机器人200为六自由度机器人垂直安装在旋转凸台201上，用于改变焊接机器人200方向。焊枪204设置在焊接机器人200上，焊接机器人200灵活控制焊枪204位置，第二直线电机次级120设置在旋转凸台201下方，用于驱动整个焊接机器人200。管道夹持装置400安装在下横梁820上，钢管1000两端被管道夹持装置400夹紧，防止钢管800位移造成焊接不均匀。管道夹持装置400至少分为左右两个支架，支架由具有环形槽的夹持架410和转盘420组成，左夹持架410内的转盘420与减速电机430同轴连接，右夹持架410安装在第一直线电机次级620上，使第一直线电机600驱动右夹持架410移动，左夹持架410和右夹持架410一起用于固定钢管1000的两端和转动钢管1000，使得在环形焊接时焊接更加稳定，升降装置830的活动端831和固定端832之间连接电子卷尺840，用于测量菱形700对角线的长度。

[0025] 升降装置700为液压油缸、气缸、或直线电机。

[0026] 进一步地，第一直线电机初级610和第二直线电机初级110的旁安装有混合式绝对值光栅尺611，及设置在第一直线电机次级620和第二直线电机次级120与光栅尺相对的光栅读数头621，可测量光栅读数头621在光栅尺611上的位置、移动方向、移动速度。

[0027] 优选地，控制器500通过DSP芯片510，采集第一直线电机次级620和第二直线电机次级120上的光栅读数头621读取的位置信息，识别并控制两段钢管1000对接端的间距、钢管长度及焊接机器人200沿第二直线电机100的移动速度和位置，控制器500还通过现场总线连接的逆变器503、编码器504、焊接机器人200，逆变器503与所述减速电机430连接，编码器504安装在减速电机430的转轴上，控制器500用于控制所述交流伺服减速电机的转速和转动的圈数。控制器500通过工业以太网连接交换机505，交换机505与上位机900交换数据。

[0028] 优选地，第一直线电机初级610和第二直线电机初级110上的电枢绕组通过功率放大器511连接DSP芯片510，通过功率驱动模块控制电流大小方向变化，使得磁场相应改变从而驱动驱动焊接机器人200、菱形架700、右夹持架410变速移动和定位，控制器500通过DSP芯片510采集光栅读数头621，读取的第一直线电机次级620和第二直线电机次级120的位置和移动速度信息。

[0029] 其焊接方法是：将两段钢管1000的分别穿过两个菱形架700，各钢管1000两端分别置于菱形架700内侧，让升降装置830驱动上下横梁800相对平行移动使菱形架700夹持钢管1000，使两段钢管1000同心，电子卷尺840采集上下横梁800的间距；让连接第一直线电机次级620的各菱形架700在第一直线电机初级610的驱动下沿下横梁820横向相对移动，第一直线电机次级620上的光栅读数头621读取第一直线电机初级610上的光栅尺611确定两段钢管1000各端的位置，驱动菱形架700用于使两段钢管1000的对接端保持1-3mm的间隙；将测得的距离数据和位置数据通过控制器转给上位机900，上位机900计算出钢管1000的外径、圆周长、长度、对接端位置，并通过控制器500，驱动安装在第二直线电机次级120上的焊接机器人200，沿平第二直线电机初级120平移至两段钢管1000的对接处焊接钢管1000；控制器还驱动设有转盘420的管道夹持装置400夹紧钢管1000的非对接端，连接减速电机430的转盘420用于沿径向转动钢管1000，便于焊接机器人200焊接。

[0030] 上位机900计算出的钢管外径为：

$$[0031] \quad \frac{(\text{上下横梁间距} - 2 \times \text{菱形架边宽}) \times \sqrt{\text{菱形边长}^2 - \frac{(\text{上下横梁间距} - 2 \times (\text{菱形架边宽}))^2}{4}}}{\text{菱形边长}}$$

[0032] 缠绕电枢绕组的铁芯由导磁的条状硅钢片叠压成直线状，电枢绕组在空间上则按二相或三相规律将每个极相组顺序缠绕或套在铁芯上，铁芯两侧并与主磁场相对的绕组导体为有效导体。

[0033] 控制器是PLC控制器，光栅尺611是德国JENA公司生产的JENALIE52PLXFD0型光栅尺611，其测量精度为1 $\mu$ m。光栅读数头621是通过将固定光栅和移动光栅之间的位移放大为莫尔条纹的移动来进行检测的。

[0034] TMS320LF2407型DSP芯片510集高速运算能力与面向电机的高速控制能力于一体，可以实现用软件取代模拟器件，方便地修改控制策略和参数，兼具故障监测、自诊断和上下位机管理与通信功能。其内部总线为哈佛结构，指令执行速度是30MIPS，绝大部分指令可以在单周期内执行完毕，这使得控制系统能够快速处理相关计算。它具有丰富的资源，特别是具有2个事件管理器模块(EVA和EVB，它们的结构完全一样，只是所具有的寄存器名称不一样)，能够很方便地对电机进行编程控制。事件管理器具有4个通用定时器T<sub>n</sub>(n=1,2,3,4，EVA,EVB各2个，每个定时器还有一个比较寄存器和周期寄存器，T<sub>n</sub>可以编程为在内部CPU时钟或外部时钟基础上运行)，6个全比较单元，6个捕获单元和2个QEP电路。其中事件管理器模块的通用定时器用来产生采样周期(用T1)和作为QEP电路的时基(用T2)，QEP电路用于连接光栅输出的正交编码脉冲信号，对该信号进行计数，CAP模块用来捕获通用定时器的计数器中的计数值。

[0035] 对位移信号进行处理前首先要得到信号，在用光栅读数头621检测到信号后，用DSP芯片510来对信号进行采集。光栅读数头621输出3路信号，将这3路信号中的正交编码脉冲信号a,b输入到DSP芯片510的QEP引脚。其中QEP1和QEP2分别用来接收光栅的脉冲信号a、b，它们作为通用定时器T2的时基，定时器T2对2列脉冲的每个上升和下降沿都进行计数，每来1个上升沿或下降沿时，T2的计数器就加1或减1计数。在对脉冲信号a,b进行计数时，其使用的时钟源为CLK。频率为正交编码脉冲的4倍。计数的方向由2列脉冲的相位决定：如果QEP1连接的是2列脉冲中的先导系列，就进行增计数，反之则减计数，DIR信号(高电平代表

增计数,低电平则反之)。CAP3用来捕获脉冲的个数,它和捕获驱动信号T1PWM(即当T1定时器的计数器值和其比较寄存器相等时在T1PWM引脚上输出的跳变信号)连接,用DSP的通用定时器T1(T1在内部CPU时钟基础上运行)来产生采样周期,每经过一个采样周期的时间间隔后在T1PWM引脚上输出一个跳变,在检测到CAP3引脚上出现跳变时,就将这一时刻的T2定时器的计数器中的数值装入一个寄存器中,接着可以在软件中读出该数值。只要知道每一个脉冲所代表的位移量(即脉冲当量)和脉冲个数,就可以计算出实际的位移量。得到某一时刻的脉冲个数后,可以和总的脉冲个数(为预定位移量和脉冲当量之商)进行比较,这就是这一时刻的位移偏差。将偏差代入PID算法计算出需要输出的电压量,以此电压来驱动直线电机100运动。

[0036] 直线电机的伺服控制系统是一个闭环系统。在直线电机运动时,光栅读数头621不断地检测直线电机的位移,产生的正交编码脉冲信号作为位置反馈输入到DSP芯片510中,DSP芯片510将直线电机预定位移S和检测到的当前位移进行比较,由PID算法来给出相应电压到功率放大器以驱动直线电机运动。在直线电机的控制过程中,需要实现直线电机的精确定位和一定范围内的响应频率。因此,本发明采用PID作为控制算法。相应的控制系统软件由主程序和中断子程序组成。主程序完成芯片与各变量的初始化、等待中断的出现等工作;子程序则包括捕获中断、PDPINT保护中断和PID算法实现等。在这里,采用变采样周期。因为在直线电机从起始位置运动的一段时间里,可以采用长的采样周期,这时是远离预定位置,可以重点考虑速度方面的因素。等到电机运动到了一定的位置,再将采样周期减小,重点考虑定位精度。这样可以做到二者兼顾,既保证了定位精度,又提高了直线永磁电机的响应频率。而且,这对于DSP芯片510来说也是很容易做到的。实现方法为:在通用定时器T2的比较中断(即T2计数器之值等于比较寄存器时)中来改变采样周期,而在周期中断(即T2计数器之值等于周期寄存器之值)中恢复原来的采样周期。前者是在直线电机运动到需要改变采样周期位置时发生,后者是在电机运动到预定位置时出现。

[0037] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

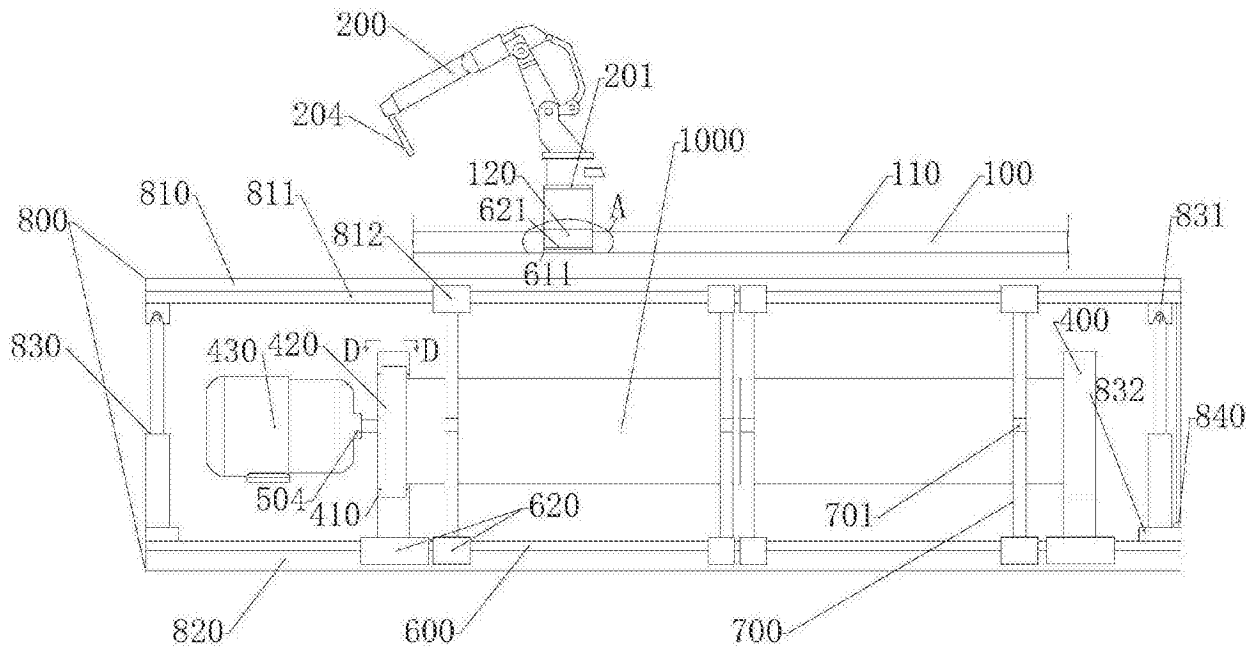


图1



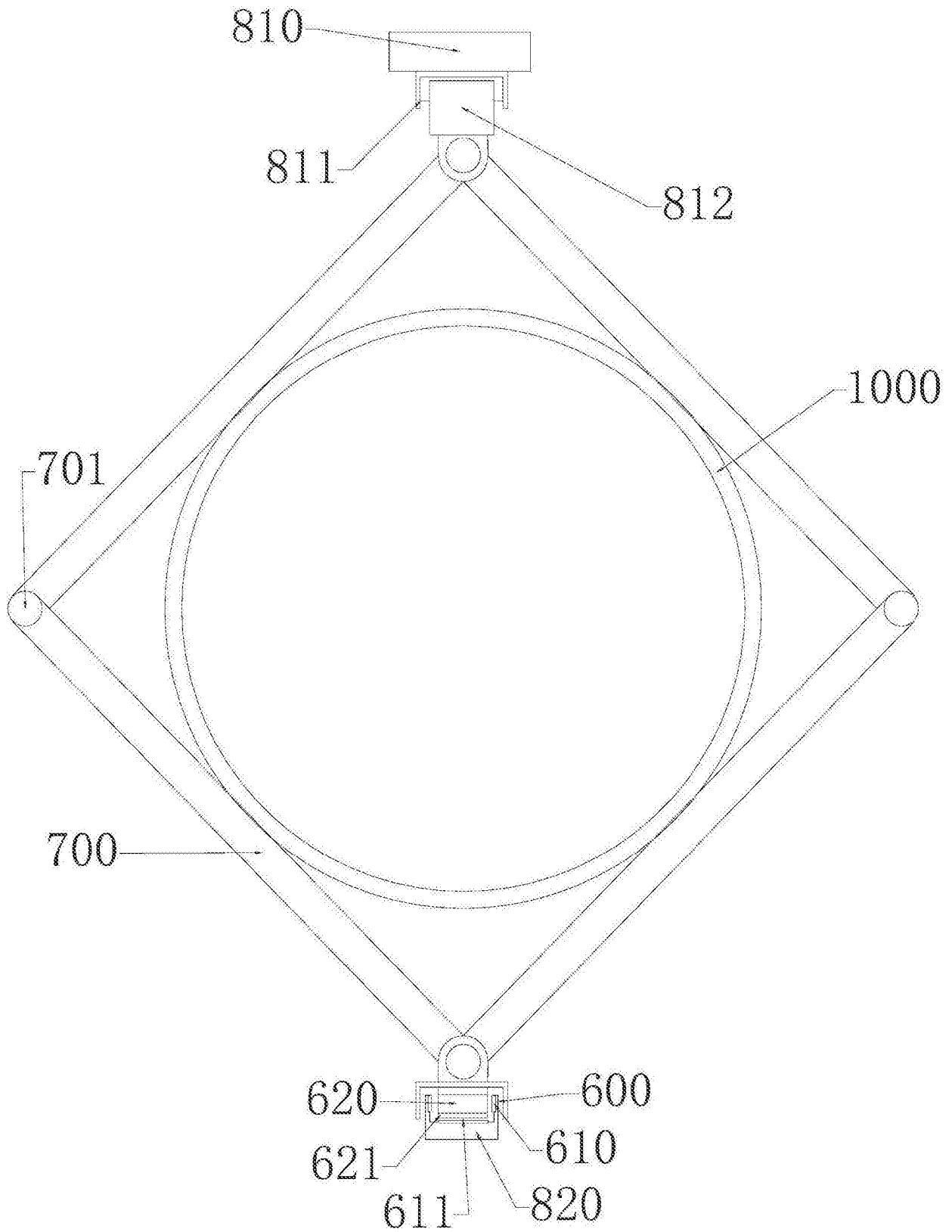


图2

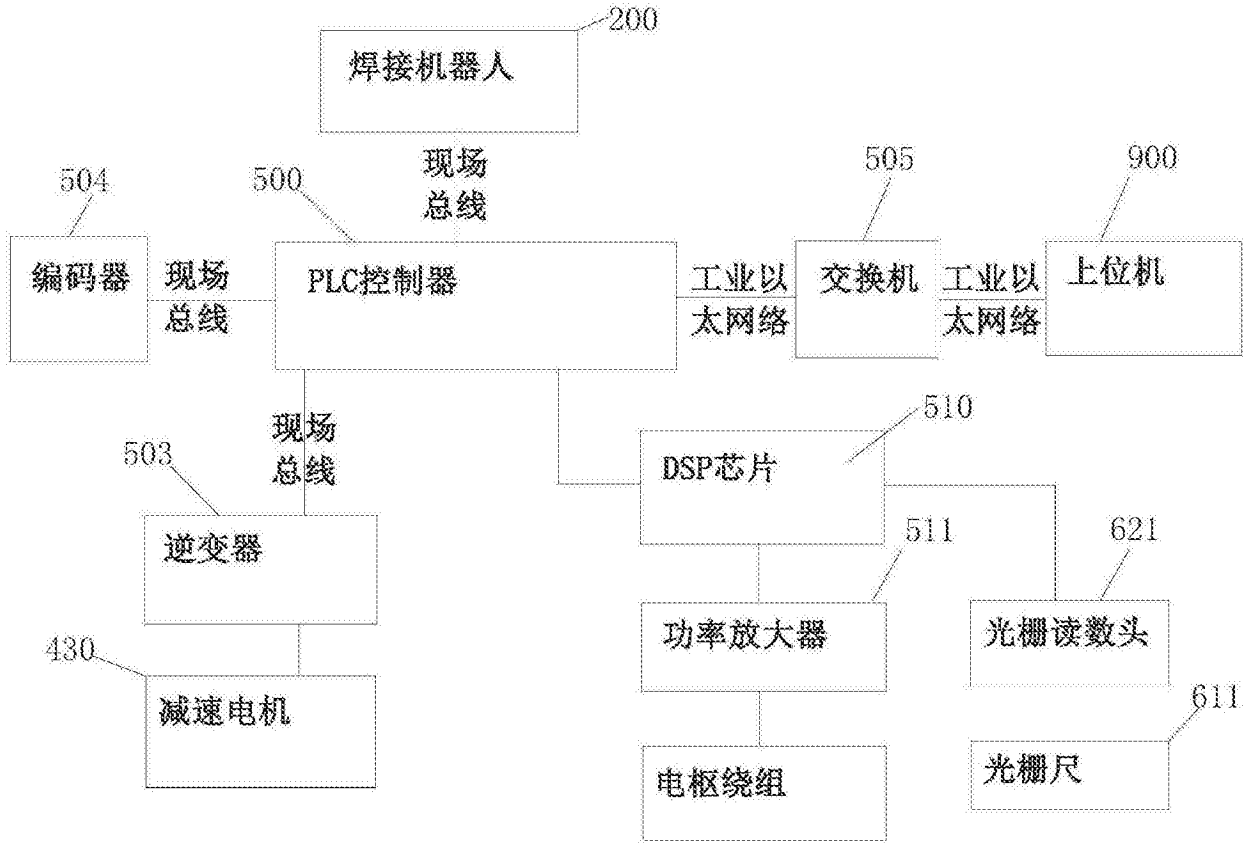


图3

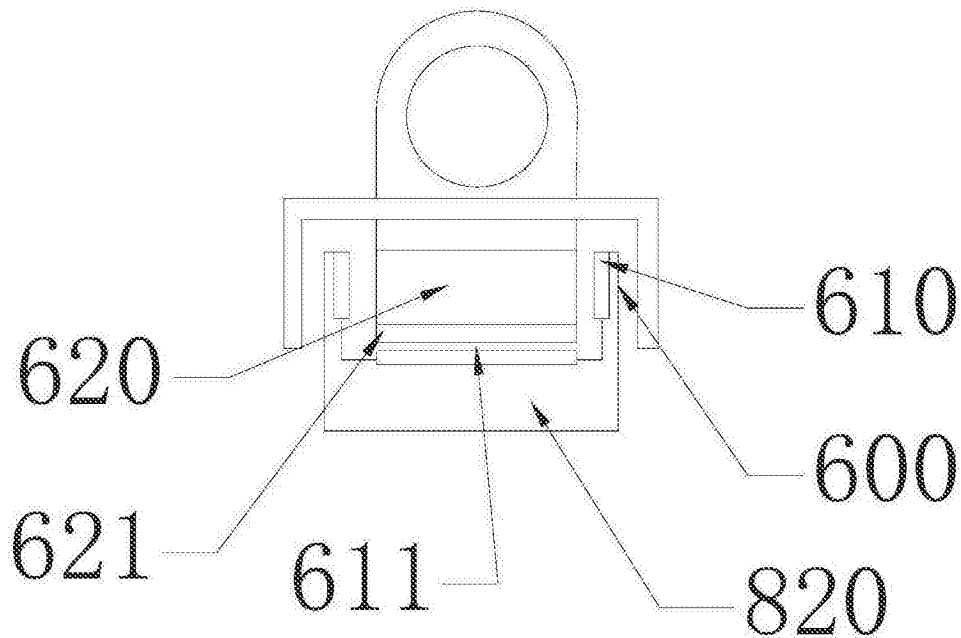


图4

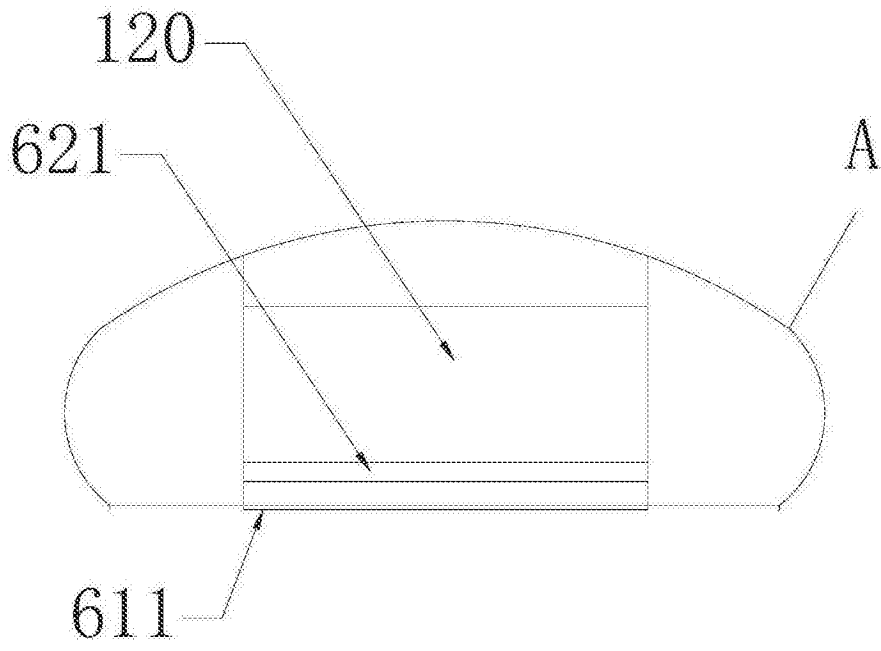


图5