



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106903687 B

(45) 授权公告日 2020.11.06

(21) 申请号 201710035503.6

审查员 汪丹

(22) 申请日 2017.01.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106903687 A

(43) 申请公布日 2017.06.30

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 陶卫 赵辉 杨红伟 张正琦

高强 何旺贵 尹小恰 丰懿阳

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)

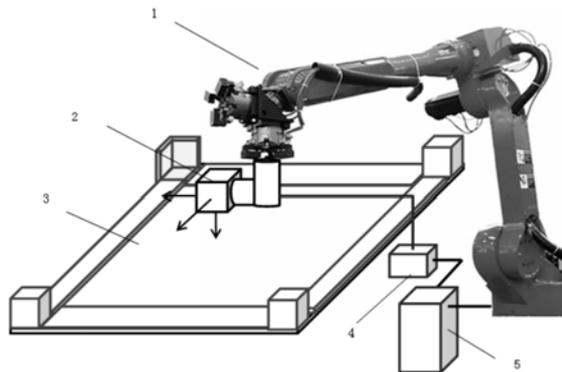
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

基于激光测距的工业机器人校准系统与方法

(57) 摘要

本发明公开一种基于激光测距的工业机器人校准系统与方法,包括:校准头,安装于机器人末端,随所述机器人末端一同移动;校准座,置于所述机器人末端移动空间正下方,为校准提供空间位置基准;处理器,同时连接所述校准头和所述机器人控制器,用于完成校准控制;所述校准头包括测头、水平驱动部件、垂直驱动部件;所述测头设有三个位移传感器,其测量线互成90度,并汇聚为一点。本发明实现了机器人末端空间位置的非接触、高精度测量,实现了在线与离线校准,具有系统简单、成本低、组装调试方便、定可靠的优点。



1. 一种基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:

所述方法采用基于激光测距的工业机器人校准系统,所述系统包括:

校准头,安装于机器人末端,随所述机器人末端一同移动;

校准座,置于所述机器人末端移动空间正下方,为校准提供空间位置基准;

处理器,同时连接所述校准头和机器人控制器,用于完成校准控制;

所述校准头包括测头、水平驱动部件、垂直驱动部件,所述垂直驱动部件通过与机器人末端相连并定位,所述水平驱动部件与所述垂直驱动部件相连,所述测头安装于所述水平驱动部件的转轴上,当所述垂直驱动部件旋转时,带动所述水平驱动部件和所述测头一起在水平面内绕垂直轴线转动;当所述水平驱动部件旋转时,带动所述测头绕水平轴线转动;

所述的测头内设有三个激光测距传感器,其中:三个激光测距传感器的测量线互成90度,并汇聚为一点;

所述的校准座设有反射体,为所述测头的三个所述激光测距传感器提供反射测量面;

所述方法包括如下步骤:

S1:由机器人控制器发出指令,控制机器人末端移动到校准点位置后,向校准系统的处理器发出校准指令;

S2:处理器接收到机器人控制器的校准指令后,首先判断测头目前的方位是否符合测量要求:如果测头方位不符合要求,则控制水平驱动部件或者垂直驱动部件转动,使得测头达到测量要求的方位;如果测头方位符合要求,则直接进入下一步S3;

S3:处理器发出采样命令,同步获取三个激光测距传感器的测量值,并对所述测量值进行处理,计算得出此时测头中心的空间坐标;

S4:处理器对测头中心的空间坐标进行转换,计算得出机器人末端的空间三维坐标;

S5:处理器将上述计算得出的机器人末端空间三维坐标与机器人提供的三维坐标进行比较,得出其偏差,自动保存,并传输到机器人控制器之中。

2. 根据权利要求1所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:三个所述激光测距传感器,其中:

一个垂直布置的激光测距传感器,其测量线向下且与水平驱动部件的转轴垂直;

两个水平布置的激光测距传感器,其测量线与水平驱动部件转轴处于同一个平面,且两个激光测距传感器测量线成90度,两个测量线的反向汇聚点与垂直布置的激光测距传感器测量线相交于同一点。

3. 根据权利要求2所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:所述激光测距传感器为非接触式绝对位移传感器。

4. 根据权利要求1所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:所述的校准座上设置多个反射体,反射体的数量等于机器人校准点的数量,每一个校准点安装一个反射体。

5. 根据权利要求4所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:所述的校准座使得所有反射体均处于机器人轨迹空间的外围,不影响机器人的自身移动。

6. 根据权利要求5所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:

对于处于机器人轨迹空间角点位置的反射体,采用直角反射体;

对于处于机器人轨迹空间长边位置的反射体,采用矩形反射体。

7. 根据权利要求1所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:所述的反射体由轻质金属材料整体制造而成,而且具有三个正交的反射面,为测头里的三个激光测距传感器提供反射测量面。

8. 根据权利要求7所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:所述的反射体三个正交的反射面表面贴有反射板,所述的反射板由漫反射材料制成。

9. 根据权利要求1-8任一项所述的基于激光测距的工业机器人校准方法,其特征在于:所述的校准座包括若干个反射体、底座、定位板和定位块,定位板布置于底座的四个边区域并垂直安装、互成直角,定位块布置于定位板之上,定位块的两端分别与两个反射体相连,由此实现反射体的准确定位。

基于激光测距的工业机器人校准系统与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种机器人校准系统,具体是一种基于激光测距的工业机器人校准系统与方法。

背景技术

[0002] 工业机器人的运动精度对于它在生产中的应用可靠性起着至关重要的作用。在工业机器人的制造生产中需要对组装好的机器人进行重复度和准确度检测,在工业机器人的使用过程之中也需要经常性地对机器人末端的位置精度进行测试与校准。而机器人末端执行器位置参数(TCP)是机器人离线编程及机器人末端工具误差校正的基础,研究快速、准确的TCP校准方法对保证工业现场环境下机器人系统顺利正常工作至关重要。

[0003] 目前工业机器人在线与离线校准的方法主要有以下几种:

[0004] (1)跟踪仪法:这是大部分工业机器人生产商采用的方法,在机器人末端安装反射镜,利用激光跟踪仪实时测量机器人末端的三维空间坐标,由此实现机器人的校准。该方法精度高、测量范围大、对机器人影响小、通用性强。但是这种方法也存在着操作复杂、调试检测速度慢、容易因遮光而产生中断,对检测人员专业技能要求很高,而且整套成本高昂,不适合工业机器人大批量生产的校准需求。

[0005] (2)拉绳传感器法:这种方法采用3~4个拉绳传感器对机器人末端空间位置进行实时测量。采用拉绳传感器组成的校准系统具有成本低、适用性广的优点,但是组装调试费时费力,效能差,精度不高,因此使用也受到限制。

[0006] (3)视觉法:目前部分学者和厂商提出了基于双目立体视觉的校准方法,具有量程大、通用性强、智能化程度高的优势,但是也存在精度过低、无法满足要求的弊端。

[0007] 经检索,公开号为CN104736304A的中国发明专利申请,其公开一种工业机器人的在线校准方法,执行该方法的系统和包括该校准系统的工业机器人,但是该专利技术操作复杂,其中软件设计要求高。

[0008] 因此,市场需要一种新的精度高、成本低的工业机器人校准系统。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于针对现有工业机器人校准系统存在的成本高、系统复杂等问题,提出一种新的基于激光测距的工业机器人校准系统与方法。

[0010] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0011] 根据本发明的第一方面,提供一种基于激光测距的工业机器人校准系统,所述系统包括:

[0012] 校准头,安装于机器人末端,随所述机器人末端一同移动;

[0013] 校准座,置于所述机器人末端移动空间正下方,为校准提供空间位置基准;

[0014] 处理器,同时连接所述校准头和所述机器人控制器,用于完成校准控制;

[0015] 所述校准头包括测头、水平驱动部件、垂直驱动部件,所述垂直驱动部件通过与机

机器人末端相连并定位,所述水平驱动部件与所述垂直驱动部件相连,所述测头安装于所述水平驱动部件的转轴上,当所述垂直驱动部件旋转时,带动所述水平驱动部件和所述测头一起在水平面内绕垂直轴线转动;当所述水平驱动部件旋转时,带动所述测头绕水平轴线转动;

[0016] 所述的测头内设有三个激光测距传感器,其中:激光测距传感器的测量线互成90度,并汇聚为一点;

[0017] 所述的校准座设有反射体,为所述测头的三个所述激光测距传感器提供反射测量面。

[0018] 优选地,三个所述激光测距传感器,其中:

[0019] 一个垂直布置的激光测距传感器,其测量线向下且与水平驱动部件的转轴垂直;

[0020] 两个水平布置的激光测距传感器,其测量线与水平驱动部件转轴处于同一个平面,且两个激光测距传感器的测量线成90度,两个测量线的反向汇聚点与垂直布置的激光测距传感器的测量线相交于同一点。

[0021] 优选地,所述的测头的三个激光测距传感器,测量线呈两两正交状态,可以分别用于测量三个互相垂直方向的距离。

[0022] 优选地,所述的激光测距传感器为非接触式绝对位移传感器,与校准座中的反射体没有接触,不影响机器人末端移动的动态特性,而且校准速度快。

[0023] 优选地,所述的校准座使得每个反射体的空间位置对应一个机器人校准点坐标,每一个校准点安装一个反射体,因此具有稳定可靠的优点。

[0024] 优选地,所述的校准座使得所有反射体均处于机器人轨迹空间的外围,不会影响机器人的自身移动。

[0025] 优选地,所述的反射体由轻质金属材料整体制造而成,而且具有三个正交的反射面,可为测头里的三个位移传感器提供反射测量面。

[0026] 根据本发明的第二方面,提供一种基于上述系统的工业机器人校准方法,用于实现机器人的自动校准。所述方法包括如下步骤:

[0027] S1:由机器人控制器发出指令,控制机器人末端移动到校准点位置后,向校准系统的处理器发出校准指令;

[0028] S2:处理器接收到机器人控制器的校准指令后,首先判断测头目前的方位是否符合测量要求:如果测头方位不符合要求,则控制水平驱动部件或者垂直驱动部件转动,使得测头达到测量要求的方位;如果测头方位符合要求,则直接进入下一步S3;

[0029] S3:处理器发出采样命令,同步获取三个位移传感器的测量值,并对所述测量值进行处理,计算得出此时测头中心的空间坐标;

[0030] S4:处理器对测头中心的空间坐标进行转换,计算得出机器人末端的空间三维坐标;

[0031] S5:处理器将上述校准得到的机器人末端空间三维坐标与机器人提供的三维坐标进行比较,得出其偏差,自动保存,并传输到机器人控制器之中。

[0032] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0033] 本发明采用激光测距传感器和反射体相结合的方法,实现了机器人末端空间位置的非接触、高精度测量,实现了在线与离线校准。该系统具有系统简单、成本低、组装调试方

便、稳定可靠的优点。

附图说明

[0034] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0035] 图1为本发明一实施例中系统组成原理示意图;

[0036] 图2a、图2b为本发明一实施例中校准头组成原理示意图;

[0037] 图3a、图3b为本发明一实施例中校准座组成示意图;

[0038] 图4a、图4b为本发明一实施例中直角型反射体结构示意图;

[0039] 图5a、图5b为本发明一实施例中矩形反射体结构示意图;

[0040] 图中,1为机器人,2为校准头,3为校准座,4为处理器,5为机器人控制器,6为测头,7为水平电机,8为垂直电机,9为安装座,10为连接座,11为位移传感器,12为反射体,13为底座,14为定位板,15为定位块,16为反射板。

具体实施方式

[0041] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0042] 如图1所示,为本发明所述工业机器人校准系统的一实施例,其中校准系统包括校准头2、校准座3以及处理器4,校准头2安装于机器人1末端,随机器人1末端一同移动;校准座3置于机器人1末端移动空间的正下方,为校准过程提供空间位置基准。处理器4位于机器人1一旁,同时与校准头2和机器人控制器5相连。其中:

[0043] 如图2a、图2b所示,所述的校准头2包括测头6、水平电机7、垂直电机8、安装座9、连接座10,垂直电机8通过安装座9与机器人1末端相连并准确定位、可靠固定,水平电机7通过连接座10与垂直电机8相连,测头6直接安装于水平电机7的转轴之上。当垂直电机8旋转时,可以带动水平电机7和测头6一起在水平面内绕垂直轴线转动;当水平电机7旋转时,可以带动测头6绕水平轴线转动。

[0044] 所述的测头6内含三个位移传感器11,其中:一个垂直布置的位移传感器11a,其测量线向下且与水平电机7的转轴垂直;两个水平布置的位移传感器11b和11c,其测量线的与水平电机7的转轴处于同一个平面,而且两个水平布置的位移传感器11b和11c的测量线成90度,其两个测量线的反向汇聚点恰好与垂直布置的位移传感器11a的测量线相交于同一点。这样,三个位移传感器11a、11b和11c的测量线呈两两正交状态,可以分别用于测量三个互相垂直方向的距离。

[0045] 在部分优选实施例中,所述的位移传感器11为非接触式绝对位移传感器,例如激光位移传感器、电涡流位移传感器、激光测距传感器等,与校准座3中的反射体12没有接触,不影响机器人1末端移动的动态特性,而且校准速度快。

[0046] 在部分优选实施例中,如图3a、图3b所示。所述的校准座3包括若干个反射体12、底座13、定位板14、定位块15,属于整体式框架结构。其中,定位板14布置于底座13的四边,竖

直安装,四块定位板14互成直角,构成箱式结构;定位块15布置于定位板14之上,定位块15的两端分别与两个反射体12相连,由此实现反射体12的精确定位。

[0047] 更好的,在部分实施例中,所述定位块15采用高稳定材料制作,例如大理石,可以保证安装于校准座3之上的所有反射体12具有准确的空间位置。

[0048] 所述的校准座3使得每个反射体12的空间位置对应一个机器人1校准点坐标,每一个校准点安装一个反射体12,因此具有稳定可靠的优点。例如,假设机器人1校准过程设置8个校准点,则相应地需要设置8个反射体12。

[0049] 所述的校准座3使得所有反射体12均处于机器人1轨迹空间的外围,不会影响机器人1的自身移动。例如,假设机器人1校准过程设置的8个校准点分别位于机器人1末端运行轨迹空间一个正方形的8个角点,则相应地需要设置8个反射体12位于该正方形8个角点附近,并且处于该正方体之外的空间位置(图3a、图3b中虚线所示空间),不得进入该空间之内。

[0050] 所述的反射体12由轻质金属材料整体制造而成,而且具有三个正交的反射面,可为测头6里的三个位移传感器11提供反射测量面。对于处于机器人1轨迹空间角点位置的反射体12,可以采用直角反射体(如图4a、图4b所示);对于处于机器人1轨迹空间长边位置的反射体12,可以采用矩形反射体(如图5a、图5b所示)。

[0051] 在部分优选实施例中,所述的反射体12的三个反射面的表面贴有反射板16,该反射板16由漫反射材料制成,例如亚光亚克力,可以进一步提高测量精度和可靠性。

[0052] 在部分优选实施例中,本发明的控制器5采用基于PLC为中心的控制策略,具有功能强大、稳定可靠的特点。

[0053] 本发明提出一种基于上述标定系统的自动校准方法,具体过程如下:

[0054] (1)由机器人控制器5发出指令,控制末端移动到校准点位置之后,向校准系统的处理器4发出校准指令;

[0055] (2)处理器4接收到机器人控制器5的校准指令之后,首先判断测头6目前的方位是否符合测量要求:如果测头6的方位不符合要求,则控制水平电机7或者垂直电机8转动,使得测头6的方位达到要求;如果测头6的方位符合要求,则直接进入下一步(3);

[0056] (3)处理器4发出采样命令,同步获取三个位移传感器11的测量值(Lx,Ly,Lz),并送入处理器4之中;

[0057] (4)处理器4对来自三个位移传感器11的测量值进行处理,计算得出此时测头6中心的空间坐标(Cx,Cy,Cz);

[0058] (5)处理器4对测头6中心三维坐标进行转换,计算得出机器人1末端的空间三维坐标(Px,Py,Pz);

[0059] (6)处理器4将上述校准得到的机器人1末端空间三维坐标(Px,Py,Pz)与机器人控制器5提供的末端三维坐标(Px0,Py0,Pz0)进行比较,得出其偏差 Δx , Δy 和 Δz ,自动保存,并传输到机器人控制器之中,其中:

[0060] $\Delta x = Px - Px0$, $\Delta y = Py - Py0$, $\Delta z = Pz - Pz0$ 。

[0061] 本发明采用激光位移传感器和反射体相结合的方法,实现了机器人末端空间位置的非接触、高精度测量,实现了在线与离线校准,具有系统简单、成本低、组装调试方便、稳定可靠的优点。

[0062] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

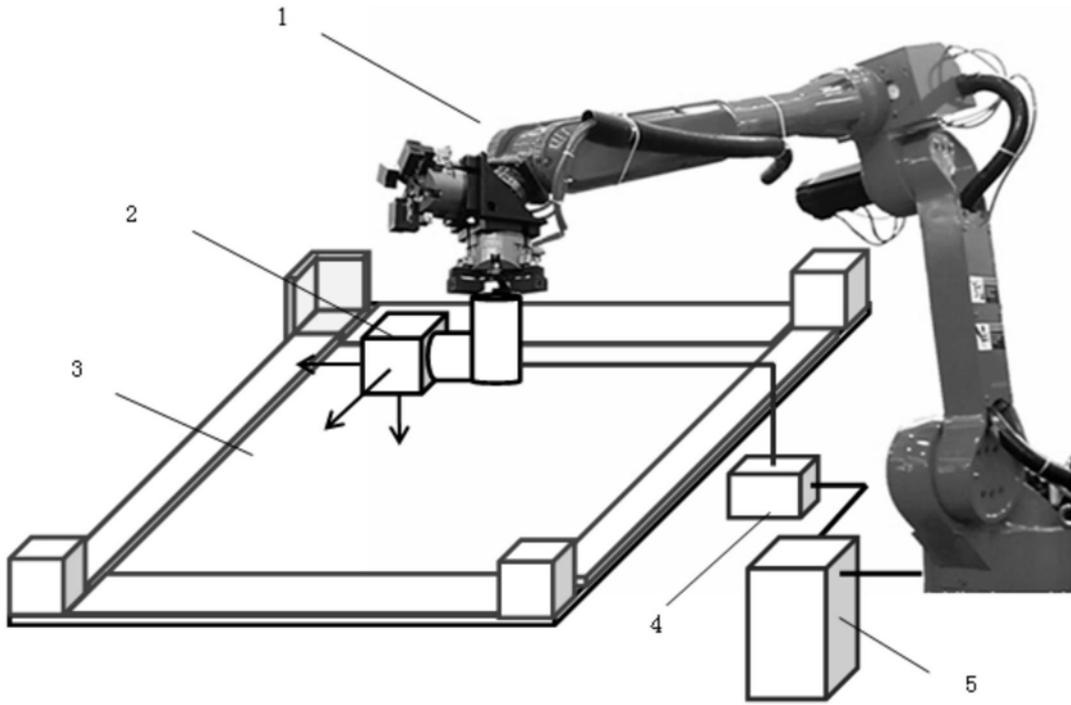


图1

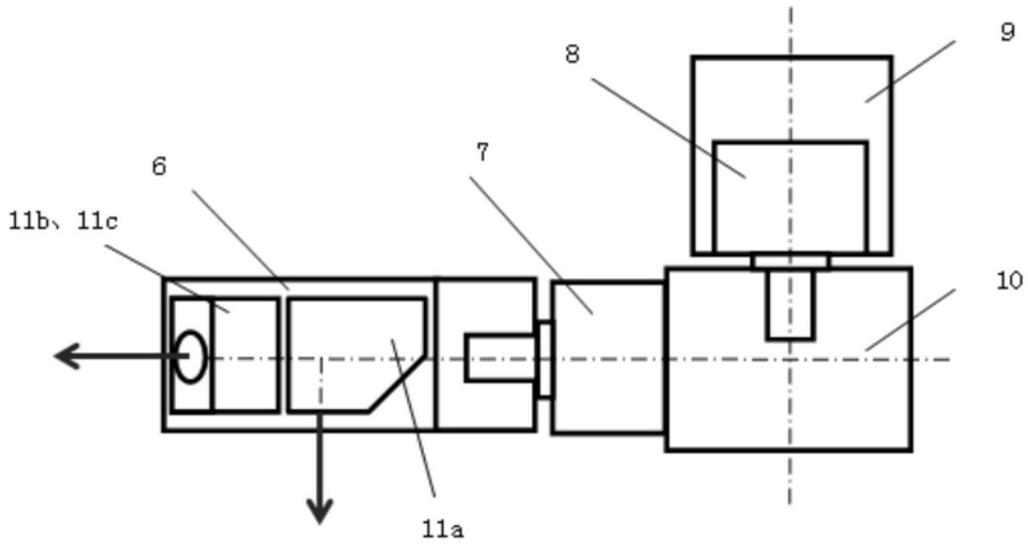


图2a

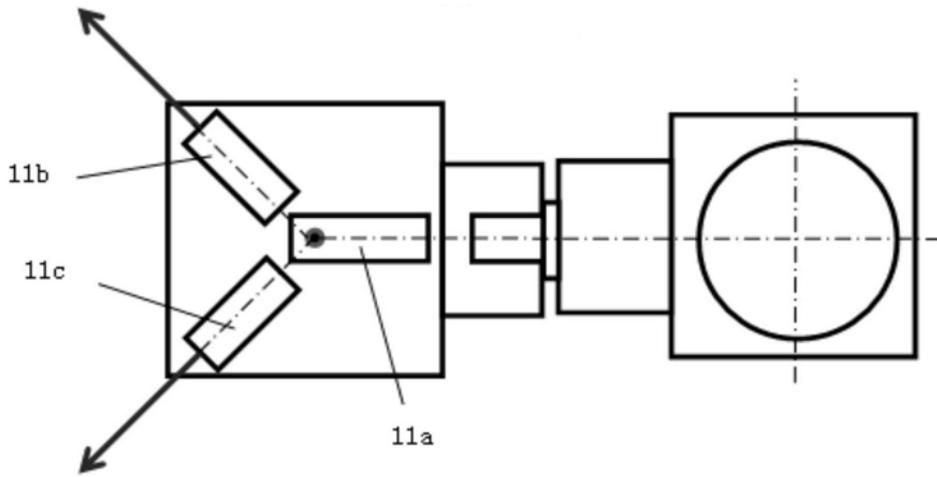


图2b

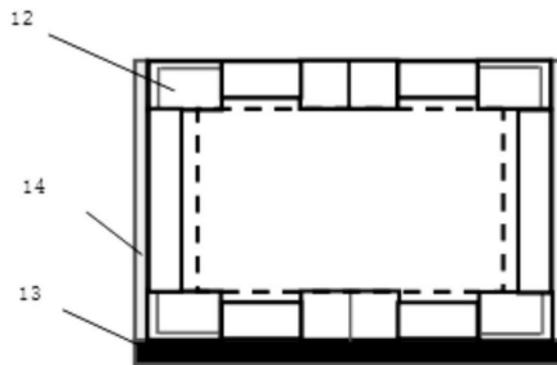


图3a

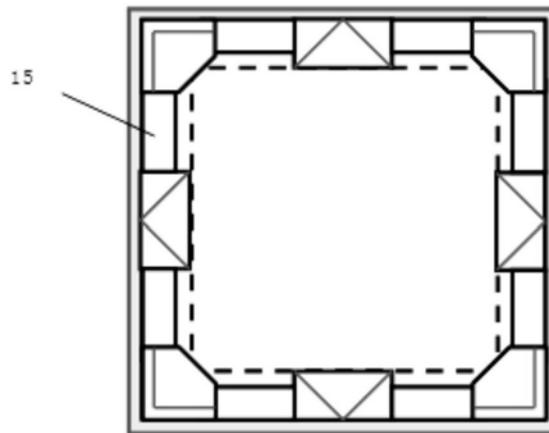


图3b

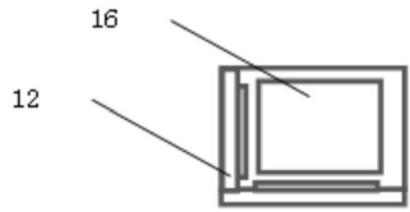


图4a



图4b

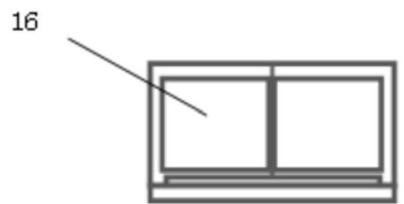


图5a

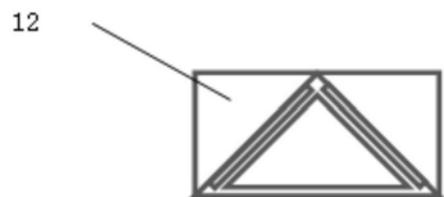


图5b