

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102152320 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 17

(21) 申请号 201110094429. 8

(22) 申请日 2011. 04. 15

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 黄波 张德龙 刘轩

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

B25J 19/00 (2006. 01)

B25J 9/02 (2006. 01)

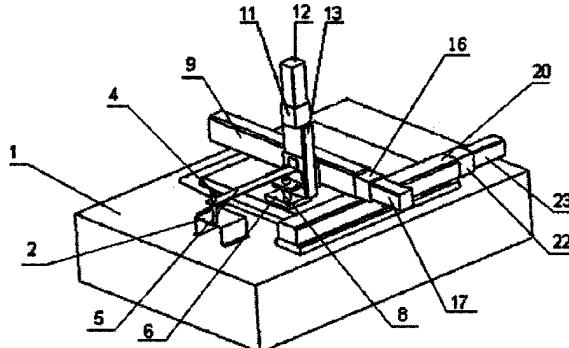
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

三维运动防撞机械手

(57) 摘要

本发明涉及一种三维运动防撞机械手，该机械手安装固定于 Z 轴导轨上，并与 Z 轴导轨滑动连接；悬臂的一端与机械手固定连接，光纤测距传感器固定在悬臂的另一端；反射板固定于平台上，当机械手运动至接近障碍物时，光纤测距传感器运动至反射板的上方；光纤测距传感器的输出连接到比较器的反相输入端；比较器的输出连接到三极管的基极；三极管的集电极连接到继电器。本发明利用比较器将光纤测距传感器输出的模拟电压与设定的基准电压进行比较，判断机械手是否低于障碍物的安全高度，如果是则通过继电器切断运动控制系统电源，同时接通制动系统电源，使机械手的运动迅速停止，避免了机械手与障碍物碰撞。



1. 一种三维运动防撞机械手,包括三维运动机构和安装固定于三维运动机构的 Z 轴导轨上,并与 Z 轴导轨(13)滑动连接的机械手(8);其特征在于还包括悬臂(5),光纤测距传感器(4),反射板,控制电路;所述控制电路包括比较器、三极管(152)、继电器(153)和单刀双置开关(154);悬臂(5)的一端与机械手(8)固定连接,光纤测距传感器(4)固定在悬臂(5)的另一端;反射板(2)固定于三维运动机构的平台(1)上,当机械手(8)运动至接近障碍物时,光纤测距传感器(4)与悬臂(5)随机械手(8)在三维空间内同步运动至反射板的上方;光纤测距传感器(4)的输出连接到比较器的反相输入端;比较器的同相输入端连接到变阻器,变阻器跨接于电源与地之间;比较器的输出连接到三极管(152)的基极;三极管(152)的发射极接地,集电极连接到继电器(153);继电器(153)断电时单刀双置开关(154)接通三维运动机构的运动控制系统电源(161),继电器(153)通电时吸合单刀双置开关(154),接通三维运动机构的制动系统电源(162)。

2. 根据权利要求 1 所述的三维运动防撞机械手,其特征在于还包括 X 方向传感器挡片(18),Y 方向传感器挡片(15),一个 X 方向位置传感器和一个 Y 方向位置传感器;控制电路还包括一个与门;所述 X 方向传感器挡片 18 固定于三维运动机构的 Y 轴导轨 9 上,Y 方向传感器挡片 15 固定于 Z 轴导轨 13 上;X 方向位置传感器固定于三维运动机构的 X 轴导轨 20 上,Y 方向位置传感器固定于 Y 轴导轨 9 上;X 方向位置传感器和 Y 方向位置传感器的输出连接到与门的两个输入端,与门的输出连接到比较器的使能端;当机械手 8 运动至障碍物所在区域时,X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器分别被 X 方向传感器挡片 18 和 Y 方向传感器挡片 15 遮挡,X 方向位置传感器和 Y 方向位置传感器输出同时有效,与门输出使能信号。

3. 一种三维运动防撞机械手,包括三维运动机构和安装固定于三维运动机构的 Z 轴导轨上,并与 Z 轴导轨(13)滑动连接的机械手(8);其特征在于还包括悬臂(5),光纤测距传感器(4),与障碍物数量相应的反射板,X 方向传感器挡片(18),Y 方向传感器挡片(15),与障碍物数量相应的 X 方向位置传感器,与障碍物数量相应的 Y 方向位置传感器,控制电路;所述控制电路包括与障碍物数量相应的与门、比较器及滑动变阻器,还包括或门(151)、三极管(152)、继电器(153)和单刀双置开关(154);悬臂(5)的一端与机械手(8)固定连接,光纤测距传感器(4)固定在悬臂(5)的另一端;反射板固定于三维运动机构的平台(1)上;X 方向传感器挡片(18)固定于三维运动机构的 Y 轴导轨(9)上,Y 方向传感器挡片(15)固定于 Z 轴导轨(13)上;X 方向位置传感器固定于三维运动机构的 X 轴导轨(20)上,Y 方向位置传感器固定于 Y 轴导轨(9)上;各 X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器的输出分别连接到对应的与门的两个输入端,各与门的输出端连接到对应的比较器的使能端;当机械手(8)运动至某一障碍物区域时,与该障碍物位置对应的 X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器分别被 X 方向传感器挡片(18)和 Y 方向传感器挡片(15)遮挡,X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器输出同时有效;当机械手(8)接近该障碍物时,光纤测距传感器(4)随悬臂(5)运动至与该障碍物位置对应的反射板上方;光纤测距传感器(4)的输出同时连接到各比较器的反相输入端;各比较器的同相输入端分别连接到对应的变阻器,变阻器跨接于电源与地之间;各比较器的输出同时连接到或门(151)的输入端,或门(151)的输出端连接到三极管(152)的基极,三极管(152)的发射极接地,集电极连接到继电器(153);继电器(153)断电时单刀双置开关(154)接通三维运动机构的运动控制系统电源(161),继电器(153)通电

时吸合单刀双置开关(154),接通三维运动机构的制动系统电源(162)。

三维运动防撞机械手

技术领域

[0001] 本发明涉及一种三维运动机械手。

背景技术

[0002] 在半导体封装机中,安装在三维运动机构上的机械手需要在三维空间内移动,而空间内一般都会存在一些障碍物,这些障碍物不仅在水平面(即XY平面)中的位置不同,而且高度(Z方向的高度)也不相同,在开发运动控制程序时,会考虑到这些障碍物,使机械手运动时绕过障碍物,避免碰撞。然而在设备研发和调试过程中,运动控制程序难免存在缺陷,或者当三维运动机构的运动控制系统由于某种原因失灵时,机械手就有可能与障碍物发生碰撞,造成严重的事故和巨大的损失,所以开发三维运动防撞安全机械手非常必要。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种能够避免与障碍物相撞的三维运动防撞机械手。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明的三维运动防撞机械手可以采用下述两种技术方案:

[0005] 当三维空间内存在一个障碍物时,采用如下技术方案:

[0006] 三维运动防撞机械手包括三维运动机构,机械手,悬臂,光纤测距传感器,反射板,控制电路;所述控制电路包括比较器、三极管、继电器;机械手安装固定于三维运动机构的Z轴导轨上,并与Z轴导轨滑动连接;悬臂的一端与机械手固定连接,光纤测距传感器固定在悬臂的另一端;反射板固定于三维运动机构的平台上,当机械手运动至接近障碍物时,光纤测距传感器与悬臂在三维空间内同步运动至反射板的上方;光纤测距传感器的输出连接到比较器的反相输入端;比较器的同相输入端连接到变阻器,变阻器跨接于电源与地之间;比较器的输出连接到三极管的基极;三极管的发射极接地,集电极连接到继电器;继电器断电时单刀双置开关接通运动控制系统电源,继电器通电时吸合单刀双置开关,接通制动系统电源。

[0007] 本发明将固定有光纤测距传感器的悬臂连接在机械手上,使其与机械手在三维空间内同步运动;当机械手接近障碍物时,光纤测距传感器恰好移动到反射板上方,再利用比较器将光纤测距传感器输出的模拟电压与设定的基准电压进行比较,判断机械手是否低于障碍物的安全高度;如果是则通过控制电路切断运动控制系统电源,使驱动电机失去动力,同时接通制动系统电源,使机械手的运动迅速停止,避免了机械手与障碍物碰撞。

[0008] 三维运动防撞机械手还可以包括X方向传感器挡片,Y方向传感器挡片,一个X方向位置传感器和一个Y方向位置传感器;控制电路还包括一个与门;X方向传感器挡片固定于三维运动机构的Y轴导轨上,Y方向传感器挡片固定于Z轴导轨上;X方向位置传感器固定于三维运动机构的X轴导轨上,Y方向位置传感器固定于Y轴导轨上;X方向位置传感器和Y方向位置传感器的输出连接到与门的两个输入端,与门的输出连接到比较器的使能

端；当机械手运动至障碍物所在区域时，X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器分别被 X 方向传感器挡片和 Y 方向传感器挡片遮挡，X 方向位置传感器和 Y 方向位置传感器输出同时有效，与门输出使能信号。

[0009] 当三维空间内包含多个障碍物时，采用如下技术方案：

[0010] 本发明的三维运动防撞机械手包括机械手，悬臂，光纤测距传感器，与障碍物数量相应的反射板，X 方向传感器挡片，Y 方向传感器挡片，与障碍物数量相应的 X 方向位置传感器，与障碍物数量相应的 Y 方向位置传感器，控制电路；所述控制电路包括与障碍物数量相应的与门、比较器及滑动变阻器，还包括或门、三极管、继电器；机械手安装于三维运动机构的 Z 轴导轨上，并与 Z 轴导轨滑动连接；悬臂的一端与机械手固定连接，光纤测距传感器固定在悬臂的另一端；反射板固定于三维运动机构的平台上；X 方向传感器挡片固定于三维运动机构的 Y 轴导轨上，Y 方向传感器挡片固定于 Z 轴导轨；X 方向位置传感器固定于三维运动机构的 X 轴导轨上，Y 方向位置传感器固定于 Y 轴导轨上；各 X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器的输出分别连接到对应的与门的两个输入端，各与门的输出端连接到对应的比较器的使能端；当机械手运动至某一障碍物区域时，与该障碍物位置对应的 X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器分别被 X 方向传感器挡片和 Y 方向传感器挡片遮挡，X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器输出同时有效；当机械手接近该障碍物时，光纤测距传感器随悬臂运动至与该障碍物位置对应反射板的上方；光纤测距传感器的输出同时连接到各比较器的反相输入端；各比较器的同相输入端分别连接到对应的变阻器，变阻器跨接于电源与地之间；各比较器的输出同时连接到或门的输入端，或门的输出端连接到三极管的基极，三极管的发射极接地，集电极连接到继电器；继电器断电时单刀双置开关接通三维运动机构的运动控制系统电源，继电器通电时吸合单刀双置开关，接通三维运动机构的制动系统电源。

[0011] 当机械手运动至某一障碍物区域时，与该障碍物位置对应的 X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器分别被 X 方向传感器挡片和 Y 方向传感器挡片遮挡，X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器输出同时有效，对应的与门输出使能信号，使与其连接的比较器开始工作，而其他比较器不工作；当机械手接近该障碍物时，光纤测距传感器随悬臂运动至与该障碍物位置对应反射板的上方；此时，光纤测距传感器将代表该反射板高度的模拟电压信号输出到对应的比较器反相输入端，该比较器将反相输入端的模拟电压信号与同相输入端的基准电压进行比较；若模拟电压信号小于基准电压，则该比较器向或门输出一个高电平，使三极管导通，继电器开始工作，吸合单刀双置开关，从而切断三维运动机构的运动控制系统电源，同时接通三维运动机构的制动系统电源，使机械手停止运动。

[0012] 本发明采用在平台上固定多个与障碍物位置对应的反射板，在 X 轴导轨和 Y 轴导轨上设置与障碍物数量相应的 X 方向位置传感器、Y 方向位置传感器的方法，使得机械手进入某一障碍物区域时，将对应的比较器接通，并在机械手接近该障碍物时，由该比较器将光纤测距传感器输出的模拟电压与设定的基准电压进行比较，判断机械手是否低于该障碍物的安全高度，避免了机械手与平台上的各障碍物碰撞。

附图说明

[0013] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0014] 图 1 为本发明的三维运动防撞机械手实施例 1 机械结构示意图。

- [0015] 图 2 为本发明实施例 1 的控制电路结构示意图。
- [0016] 图 3 为本发明的三维运动防撞机械手实施例 2 机械结构示意图。
- [0017] 图 4 为本发明实施例 2 的控制电路结构示意图。
- [0018] 图 5 为本发明的三维运动防撞机械手实施例 3 机械结构示意图。
- [0019] 图 6 为本发明实施例 3 的控制电路结构示意图。

具体实施方式

- [0020] 实施例 1

[0021] 如图 1 所示，三维运动机构包括平台 1，X 轴导轨 20，X 轴抱闸 22，X 轴电机 23，Y 轴导轨 9，Y 轴抱闸 16，Y 轴电机 17，Z 轴导轨 13，Z 轴抱闸 11，Z 轴电机 12，运动控制系统电源 161、制动系统电源 162。所述 X 轴导轨 20 固定于平台 1 上，X 轴抱闸 22 和 X 轴电机 23 安装固定于 X 轴导轨 20 上；Y 轴导轨 9 安装于 X 轴导轨 20 上并与 X 轴导轨 20 滑动连接，Y 轴抱闸 16 和 Y 轴电机 17 安装固定于 Y 轴导轨 9 上；Z 轴导轨 13 安装于 Y 轴导轨 9 上并与 Y 轴导轨 9 滑动连接；Z 轴抱闸 11 和 Z 轴电机 12 安装固定于 Z 轴导轨 13 上。运动控制系统电源 161 与 X 轴电机 23、Y 轴电机 17 及 Z 轴电机 12 连接；制动系统电源 162 与 X 轴抱闸 22、Y 轴抱闸 16 及 Z 轴抱闸 11 连接。

[0022] 本发明的三维运动防撞机械手包括三维运动机构，机械手 8，悬臂 5，光纤测距传感器 4，反射板 2，控制电路；如图 2 所示，所述控制电路包括比较器 131、三极管 152、继电器 153；机械手 8 安装固定于 Z 轴导轨 13 上，并与 Z 轴导轨 13 滑动连接；悬臂 5 的一端与机械手 8 固定连接，光纤测距传感器 4 固定在悬臂 5 的另一端；反射板 2 固定于平台 1 上，当机械手 8 运动至接近障碍物 6 时，光纤测距传感器 4 与悬臂 5 随机械手 8 在三维空间内同步运动至反射板 2 的上方；光纤测距传感器 4 的输出连接到比较器 131 的反相输入端；比较器 131 的同相输入端连接到变阻器 141，变阻器 141 跨接于电源与地之间；比较器 131 的输出连接到三极管 152 的基极；三极管 152 的发射极接地，集电极连接到继电器 153；继电器 153 断电时单刀双置开关 154 接通运动控制系统电源 161，继电器 153 通电时吸合单刀双置开关 154，接通制动系统电源 162。

- [0023] 所述光纤测距传感器 4 为反射式光纤测距传感器。

[0024] 预先根据障碍物 6 和反射板 2 的高度调整变阻器 141 的阻值，以设定比较器 131 同相输入端的基准电压。机械手 8 在三维运动机构驱动下运动，光纤测距传感器 4 与悬臂 5 随机械手 8 在三维空间内同步运动。当机械手 8 接近障碍物 6 时，光纤测距传感器 4 恰好移动到反射板 2 上方。此时，光纤测距传感器 4 输出代表光纤测距传感器与反射板 2 之间距离的 0~10V 模拟电压信号，比较器 131 将该模拟电压与基准电压进行比较，判断当前机械手 8 是否已低于障碍物 6 的安全高度。如果机械手 8 低于障碍物 6 的安全高度，则比较器 131 输出高电平信号，使三极管 152 导通，继电器 153 工作，吸合单刀双置开关 154，切断运动控制系统电源 161，使 X 轴电机 23、Y 轴电机 17 和 Z 轴电机 12 失去动力；同时接通制动系统电源，X 轴抱闸 22、Y 轴抱闸 16 和 Z 轴抱闸 11 工作，使机械手 8 运动迅速停止，避免了与障碍物 6 碰撞。

- [0025] 实施例 2

- [0026] 如图 3、4 所示，本发明的三维运动防撞机械手包括机械手 8，悬臂 5，光纤测距传感

器 4,反射板 2,X 方向传感器挡片 18,Y 方向传感器挡片 15,X 方向位置传感器 19,Y 方向位置传感器 14,控制电路;所述控制电路包括与门 121、比较器 131、变阻器 141、三极管 152、继电器 153;机械手 8 安装于 Z 轴导轨 13 上,并与 Z 轴导轨 13 滑动连接;悬臂 5 的一端与机械手 8 固定连接,光纤测距传感器 4 固定在悬臂 5 的另一端;反射板 2 固定于平台 1 上;X 方向传感器挡片 18 固定于 Y 轴导轨 9 上,Y 方向传感器挡片 15 固定于 Z 轴导轨 13;X 方向位置传感器 19 固定于 X 轴导轨 20 上,Y 方向位置传感器 14 固定于 Y 轴导轨 9 上;X 方向位置传感器 19 和 Y 方向位置传感器 14 的输出连接到与门 121 的两个输入端,与门 121 的输出连接到比较器 131 的使能端;当机械手 8 运动至障碍物 6 所在区域时,X 方向位置传感器 19、Y 方向位置传感器 14 分别被 X 方向传感器挡片 18 和 Y 方向传感器挡片 15 遮挡,X 方向位置传感器 19 和 Y 方向位置传感器 14 输出同时有效,与门 121 输出使能信号使比较器 131 开始工作;当机械手 8 接近障碍物 6 时,光纤测距传感器 4 随悬臂 5 运动至反射板 2 的上方;光纤测距传感器 4 的输出连接到比较器 131 的反相输入端;比较器 131 的同相输入端连接到变阻器 141,变阻器 141 跨接于 10V 电源与地之间;比较器 131 的输出连接到三极管 152 的基极,三极管 152 的发射极接地,集电极连接到继电器 153;继电器 153 断电时单刀双置开关 154 接通运动控制系统电源 161,继电器 153 通电时吸合单刀双置开关 154,接通制动系统电源 162。

[0027] 预先根据障碍物 6 和反射板 2 的高度调整变阻器 141 的阻值,以设定比较器 131 同相输入端的基准电压。机械手 8 在三维运动机构驱动下运动,光纤测距传感器 4 与悬臂 5 随机械手 8 在三维空间内同步运动。当机械手 8 运动至障碍物 6 所在区域时,X 方向位置传感器 19、Y 方向位置传感器 14 分别被 X 方向传感器挡片 18 和 Y 方向传感器挡片 15 遮挡,X 方向位置传感器 19 和 Y 方向位置传感器 14 输出同时有效,与门 121 输出使能信号使比较器 131 开始工作。当机械手 8 接近障碍物 6 时,光纤测距传感器 4 恰好移动到反射板 2 上方。此时,光纤测距传感器 4 输出代表光纤测距传感器与反射板 2 之间距离的 0~10V 模拟电压信号,比较器 131 将该模拟电压与基准电压进行比较,判断当前机械手 8 是否已低于障碍物 6 的安全高度。如果机械手 8 低于障碍物 6 的安全高度,则比较器 131 输出高电平信号,使三极管 152 导通,继电器 153 工作,吸合单刀双置开关 154,切断运动控制系统电源 161,使 X 轴电机 23、Y 轴电机 17 和 Z 轴电机 12 失去动力;同时接通制动系统电源,X 轴抱闸 22、Y 轴抱闸 16 和 Z 轴抱闸 11 工作,使机械手 8 运动迅速停止,避免了与障碍物 6 碰撞。

[0028] 实施例 3

[0029] 如图 5、6 所示,本发明的三维运动防撞机械手包括机械手 8,悬臂 5,光纤测距传感器 4,反射板 2、3,X 方向传感器挡片 18,Y 方向传感器挡片 15,X 方向位置传感器 19、21,Y 方向位置传感器 14、10,控制电路;所述控制电路包括与门 121、122,比较器 131、132,变阻器 141、142,或门 151,三极管 152,继电器 153;机械手 8 安装于 Z 轴导轨 13 上,并与 Z 轴导轨 13 滑动连接;悬臂 5 的一端与机械手 8 固定连接,光纤测距传感器 4 固定在悬臂 5 的另一端;反射板 2、3 固定于平台 1 上;X 方向传感器挡片 18 固定于 Y 轴导轨 9 上,Y 方向传感器挡片 15 固定于 Z 轴导轨 13;X 方向位置传感器 19、21 固定于 X 轴导轨 20 上,Y 方向位置传感器 14、10 固定于 Y 轴导轨 9 上;X 方向位置传感器 19 和 Y 方向位置传感器 14 的输出连接到与门 121 的两个输入端,X 方向位置传感器 21 和 Y 方向位置传感器 10 的输出连接到与门 122 的两个输入端。当机械手 8 运动至障碍物 6 所在区域时,X 方向位置传感器 19、

Y 方向位置传感器 14 分别被 X 方向传感器挡片 18 和 Y 方向传感器挡片 15 遮挡, X 方向位置传感器 19 和 Y 方向位置传感器 14 输出同时有效;当机械手 8 接近障碍物 6 时,光纤测距传感器 4 随悬臂 5 运动至反射板 2 的上方。当机械手 8 运动至障碍物 7 所在区域时, X 方向位置传感器 21、Y 方向位置传感器 10 分别被 X 方向传感器挡片 18 和 Y 方向传感器挡片 15 遮挡,X 方向位置传感器 21 和 Y 方向位置传感器 10 输出同时有效;当机械手 8 接近障碍物 7 时,光纤测距传感器 4 随悬臂 5 运动至反射板 2 的上方。与门 121 的输出连接到比较器 131 的使能端,与门 122 的输出连接到比较器 132 的使能端;光纤测距传感器 4 的输出同时连接到比较器 131、132 的反相输入端;比较器 131 的同相输入端连接到变阻器 141,变阻器 141 跨接于 10V 电源与地之间,比较器 132 的同相输入端连接到变阻器 142,变阻器 142 跨接于 10V 电源与地之间;比较器 131、132 的输出连接到或门 151 的输入端,三极管 152 的基极,三极管 152 的发射极接地,集电极连接到继电器 153;继电器 153 断电时单刀双置开关 154 接通运动控制系统电源 161,继电器 153 通电时吸合单刀双置开关 154,接通制动系统电源 162。

[0030] 预先根据障碍物 6、7 和反射板 2、3 的高度分别调整变阻器 141、142 的阻值,以设定比较器 131、132 同相输入端的基准电压。机械手 8 在三维运动机构驱动下运动,光纤测距传感器 4 与悬臂 5 随机械手 8 在三维空间内同步运动。当机械手 8 运动至障碍物 6 所在区域时,X 方向位置传感器 19、Y 方向位置传感器 14 分别被 X 方向传感器挡片 18 和 Y 方向传感器挡片 15 遮挡,X 方向位置传感器 19 和 Y 方向位置传感器 14 输出同时有效,与门 121 输出使能信号使比较器 131 开始工作。当机械手 8 接近障碍物 6 时,光纤测距传感器 4 恰好移动到反射板 2 上方。此时,光纤测距传感器 4 输出代表光纤测距传感器与反射板 2 之间距离的 0~10V 模拟电压信号,比较器 131 将该模拟电压与基准电压进行比较,判断当前机械手 8 是否已低于障碍物 6 的安全高度。如果机械手 8 低于障碍物 6 的安全高度,则比较器 131 输出高电平信号,使三极管 152 导通,继电器 153 工作,吸合单刀双置开关 154,切断运动控制系统电源 161,使 X 轴电机 23、Y 轴电机 17 和 Z 轴电机 12 失去动力;同时接通制动系统电源,X 轴抱闸 22、Y 轴抱闸 16 和 Z 轴抱闸 11 工作,使机械手 8 运动迅速停止,避免了与障碍物 6 碰撞。当机械手 8 运动至障碍物 7 所在区域时,X 方向位置传感器 21、Y 方向位置传感器 10 分别被 X 方向传感器挡片 18 和 Y 方向传感器挡片 15 遮挡,X 方向位置传感器 21 和 Y 方向位置传感器 10 输出同时有效,与门 122 输出使能信号使比较器 132 开始工作。当机械手 8 接近障碍物 7 时,光纤测距传感器 4 恰好移动到反射板 3 上方。此时,光纤测距传感器 4 输出代表光纤测距传感器与反射板 3 之间距离的 0~10V 模拟电压信号,比较器 132 将该模拟电压与基准电压进行比较,判断当前机械手 8 是否已低于障碍物 7 的安全高度。如果机械手 8 低于障碍物 7 的安全高度,则比较器 132 输出高电平信号,使三极管 152 导通,继电器 153 工作,吸合单刀双置开关 154,切断运动控制系统电源 161,使 X 轴电机 23、Y 轴电机 17 和 Z 轴电机 12 失去动力;同时接通制动系统电源,X 轴抱闸 22、Y 轴抱闸 16 和 Z 轴抱闸 11 工作,使机械手 8 运动迅速停止,避免了与障碍物 7 碰撞。

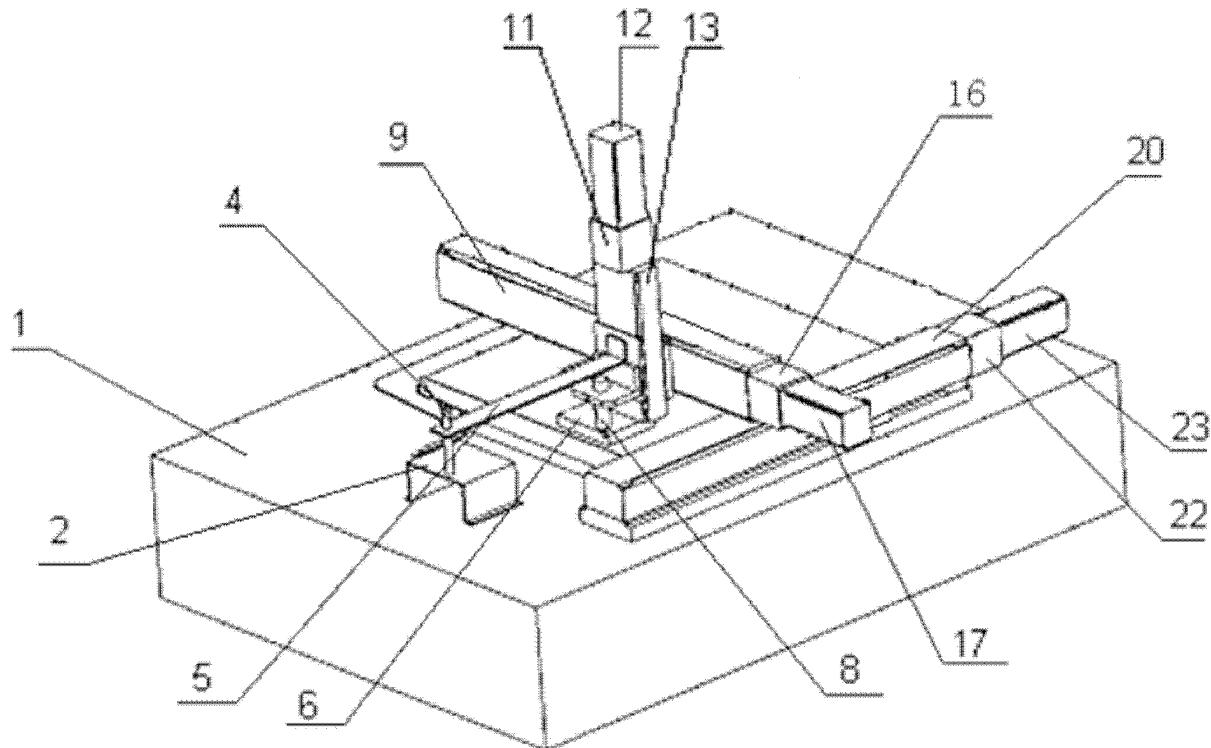


图 1

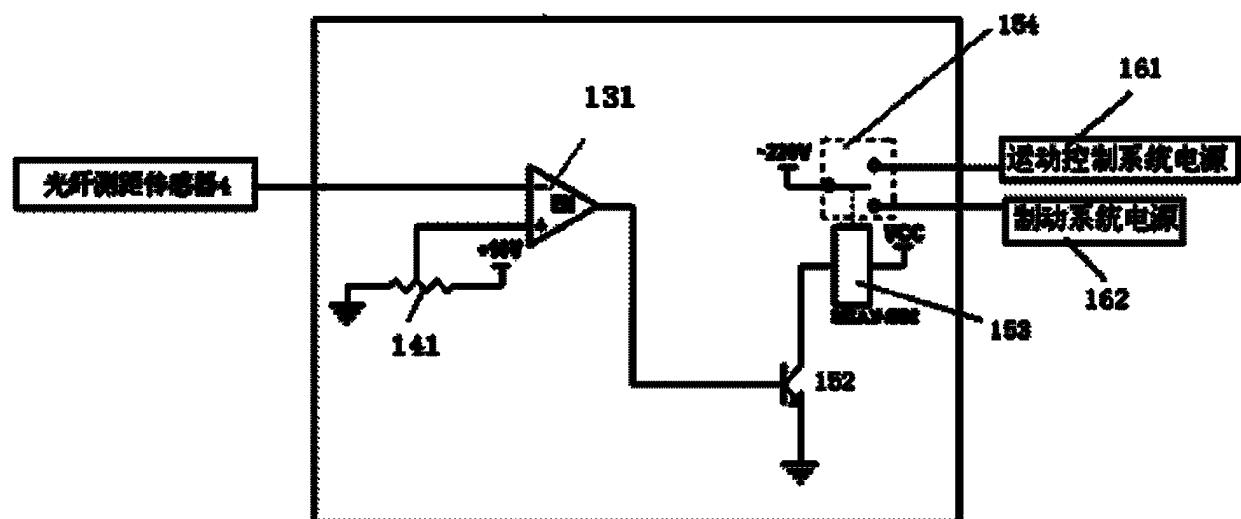


图 2

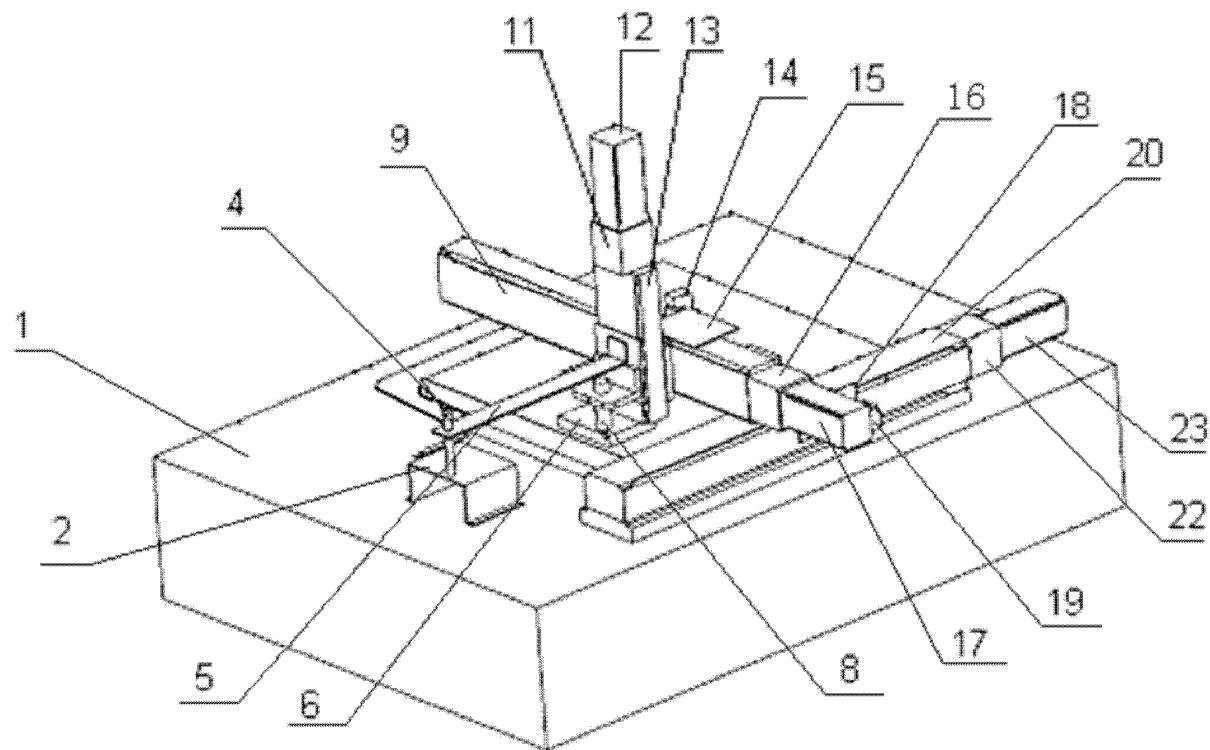


图 3

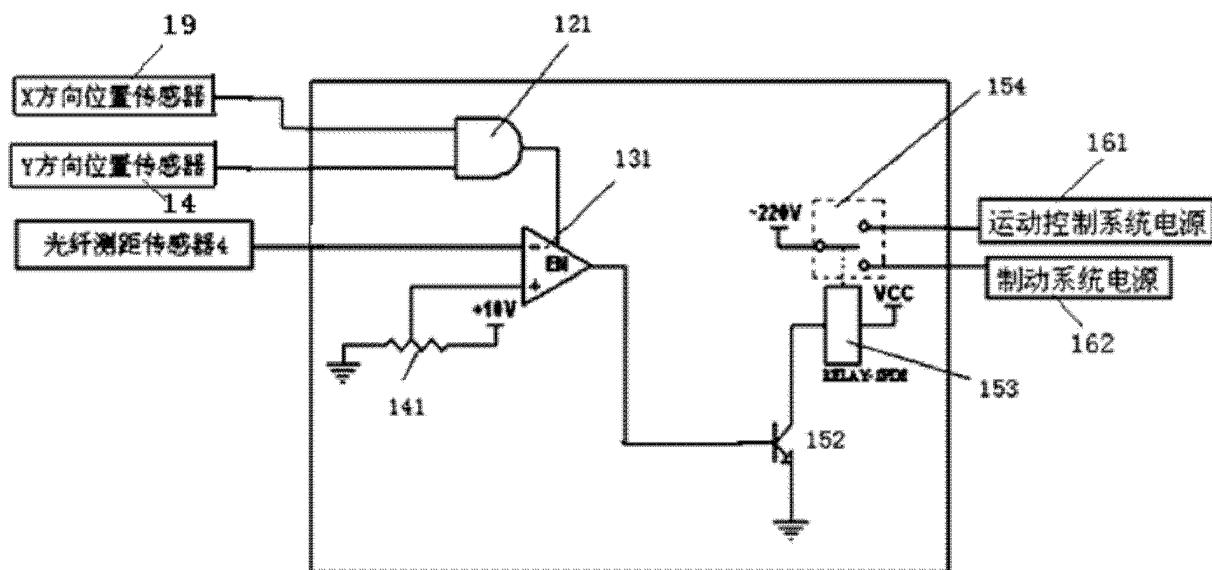


图 4

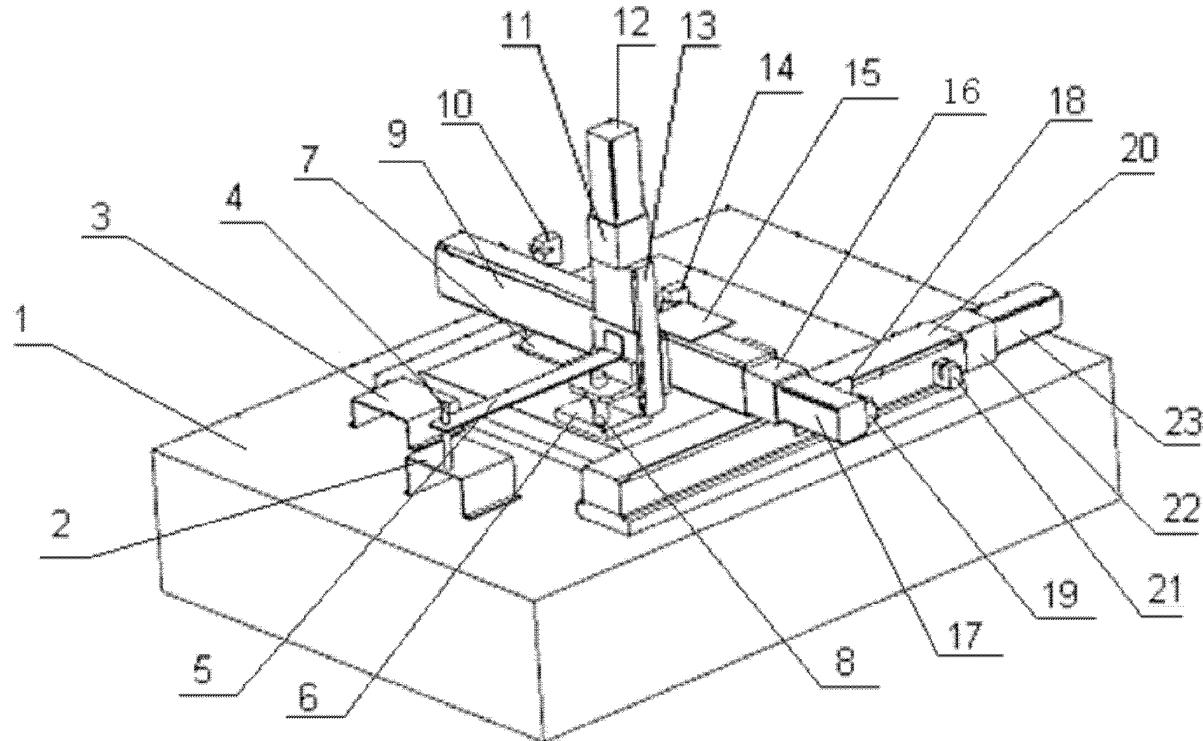


图 5

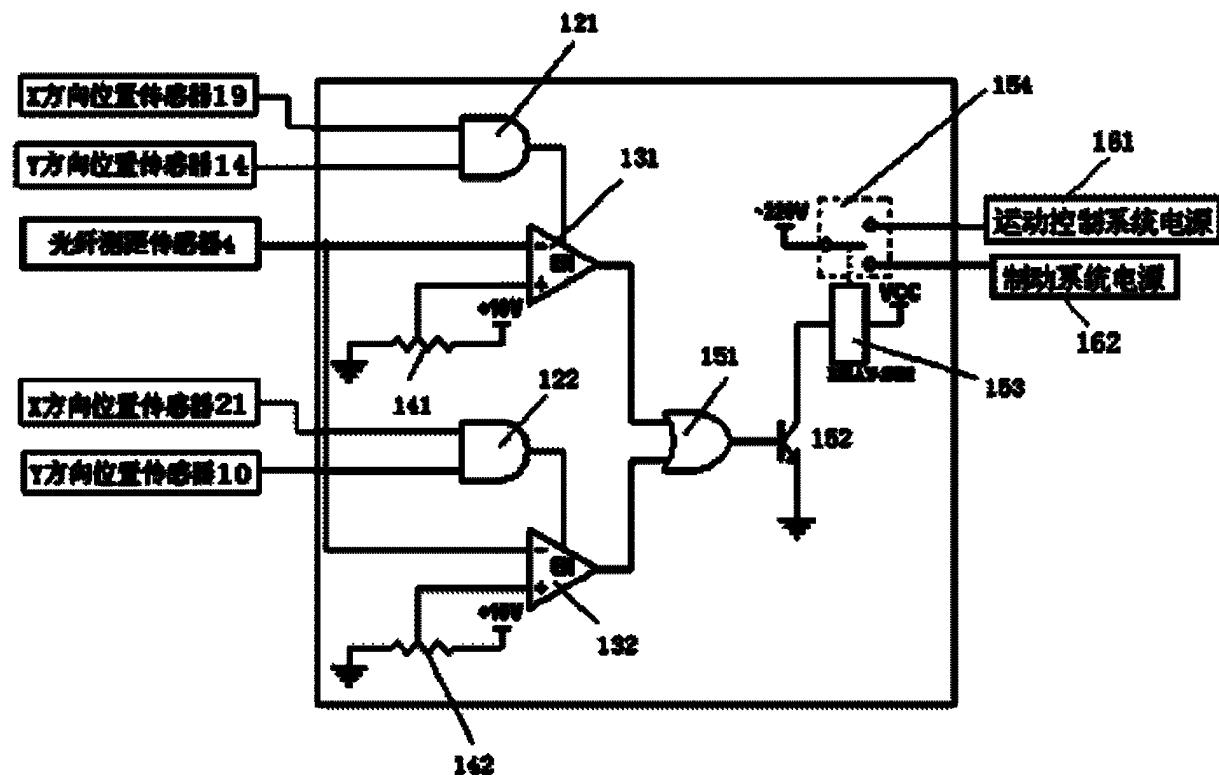


图 6