(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 202506961 U
(45)授权公告日 2012.10.31

(21)申请号 201220032587.0

(22)申请日 2012.02.02

(73)专利权人 江苏扬力数控机床有限公司
地址 225127 江苏省扬州市扬子江中路 99 号

(72)发明人 胡金龙 潘殿生 潘志华 周鹏飞 翟东升

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224
代理人 董建林

(51)Int.Cl.
B23K 26/08(2006.01)
B23K 26/04(2006.01)
B23K 26/38(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

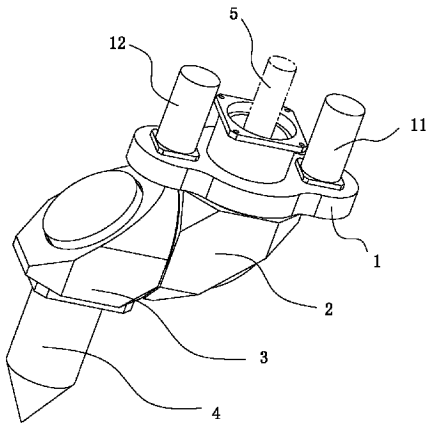
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54)实用新型名称

三维激光切割机

(57)摘要

三维激光切割机。涉及切割头驱动机构。包括支座、电机 α、电机 β、双联齿轮、反射镜组一和反射镜组二；支座包括支座板，支座板中部设有垂直于板体的筒，电机 α、β 分别固定连接于筒两侧的支座板上；双联齿轮活动连接在筒形入光口一外表面上、处于壳体一齿轮的下部、且与筒形入光口一同轴心，能相对于壳体一自由转动、且轴向固定；壳体一的筒形入光口一枢接于支座的筒内；壳体一齿轮处于支座板下方；入光口二与出光口一枢接；双联齿轮中的锥齿轮与壳体二锥齿轮啮合，进而驱动壳体二绕壳体一出光口的轴心旋转；切割头固定连接在壳体二的出光口二上。本实用新型体积小、重量轻，结构简单，相对于现有技术，大幅度降低了制造成本。



CN 202506961 U

1. 三维激光切割机，包括切割头驱动机构，其特征在于，所述切割头驱动机构包括支座、电机 α 、电机 β 、双联齿轮、反射镜组一和反射镜组二 ；

所述支座包括具有中孔的支座板，支座板中部设有垂直于板体的筒，所述电机 α 和电机 β 分别固定连接于所述筒两侧的支座板上 ；

所述反射镜组一包括镜片一、壳体一和壳体一齿轮 ；所述壳体一具有出光口一和呈筒形的入光口一 ；所述壳体一齿轮设于所述筒形入光口一的外表面、且与所述筒形入光口一同轴心 ；

所述反射镜组二包括镜片二、壳体二和壳体二锥齿轮 ；所述壳体二具有入光口二和出光口二 ；所述壳体二锥齿轮固定连接在所述入光口二的孔口、且与所述入光口二同轴心 ；

所述双联齿轮活动连接在所述筒形入光口一外表面上、处于所述壳体一齿轮的下部、且与所述筒形入光口一同轴心，能相对于所述壳体一自由转动、且轴向固定 ；所述双联齿轮包括直齿轮和锥齿轮、所述直齿轮位于所述锥齿轮的上部 ；

所述壳体一的筒形入光口一枢接于所述支座的筒内 ；所述壳体一齿轮处于所述支座板下方 ；

所述电机 α 的电机轴贯穿所述支座板，通过联接齿轮啮合所述壳体一齿轮，驱动所述壳体一绕所述支座的筒的轴心作旋转运动 ；

所述电机 β 的电机轴贯穿所述支座板，通过联接齿轮啮合所述双联齿轮的直齿轮，驱动所述双联齿轮旋转 ；

所述壳体二的入光口二与所述壳体一的出光口一枢接 ；所述双联齿轮中的锥齿轮与所述壳体二锥齿轮啮合，进而驱动所述壳体二绕所述壳体一出光口的轴心旋转 ；

所述切割头固定连接在所述壳体二的出光口二上。

2. 根据权利要求 1 所述的三维激光切割机，其特征在于，所述入光口一与出光口一之间呈 90° 夹角 ；所述入光口二与所述出光口二之间呈 90° 夹角。

3. 根据权利要求 1 所述的三维激光切割机，其特征在于，电机 α 、电机 β 和所述支座的筒的轴心相互平行。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的三维激光切割机，其特征在于，所述驱动机构还包括切割头随动机构，使得切割头相对于所述壳体二上出光口二的轴线做轴向运动 ；所述切割头随动机构包括具有中孔的固定座和活动连接在固定座中孔内的筒形驱动座 ；固定座固定连接于所述出光口二的口部，所述切割头固定连接在所述驱动座的底部。

5. 根据权利要求 4 所述的三维激光切割机，其特征在于，所述固定座中孔内设有液压缸腔 ；所述驱动座的外壁中部设有起活塞作用的台阶圆，所述的驱动座外壁上的台阶圆与所述固定座中孔内的液压缸腔密封 ；驱动座的外圆柱面与固定座的内圆柱面相互配合，使得驱动座能够相对于固定座作往复直线运动。

6. 根据权利要求 5 所述的三维激光切割机，其特征在于，在所述固定座底面开设有深孔，所述深孔平行于所述出光口二的轴线 ；所述驱动座底部的侧面通过连接杆固定连接一定向杆，所述定向杆伸入所述深孔内、与所述深孔同轴心。

7. 根据权利要求 4 所述的三维激光切割机，其特征在于，所述固定座外侧设有直线电机定子 ；所述驱动座下部通过 L 形连杆固定连接有直线电机动子 ；所述直线电机动子贴合在所述直线电机定子上。

8. 根据权利要求 7 所述的三维激光切割机，其特征在于，所述驱动座外表面开设有轴向定位槽，所述固定座开设有垂直于中孔的定位孔，所述定位孔内设有定位销，所述定位销伸入所述定位槽内。

9. 根据权利要求 4 所述的三维激光切割机，其特征在于，所述固定座外侧设有由带 / 链传动机构驱动的螺杆，所述螺杆轴线平行于所述固定座中孔轴线；所述驱动座底部外侧通过连接杆固定连接有螺母；所述螺母连接所述螺杆。

10. 根据权利要求 9 所述的三维激光切割机，其特征在于，所述驱动座外表面开设有轴向定位槽，所述固定座开设有垂直于中孔的定位孔，所述定位孔内设有定位销，所述定位销伸入所述定位槽内。

三维激光切割机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及三维五轴数控激光切割机，尤其涉及三维五轴数控激光切割机的切割头驱动机构。

背景技术

[0002] 三维空间曲线的激光切割以其先进、灵活、适应性强等特点，在国外的汽车工业、航空航天工业等诸多领域都取得了广泛的应用。使用三维激光切割，不仅可以节省样板及工装设备，还大大缩短了生产准备周期，具有极其广阔的应用前景，而目前三维激光切割机完全国外进口。为完善数控激光切割机产品系列，加强企业的自主创新能力，本申请人自 2011 年起对三维五轴数控激光切割机及激光头驱动机构进行了自主研发和创新设计。于 2011.8.16. 向国家知识产权局同时提出了名称为“一种混联五轴激光切割机，201110233707.3”、“一种少自由度并联五轴数控激光切割机，201110234063.X”以及“一种三维五轴数控激光切割机，201110234262.0”三项专利申请。这三项专利的技术方案都是以并联机构为基础来实现对激光头的五轴运动的控制，具有结构轻巧灵便、惯性小、响应速度快、精度高、刚性大、适应性强以及技术附加值高等诸多突出优点。但是随着研究工作的不断深入，我们发现上述以并联机构为基础的技术方案属于多变量、高度非线性、多参数耦合的复杂系统。虽然机械机构简单，但是运动轨迹的控制非常复杂，技术转化难度大，研发制造困难。

[0003] 现有技术中在控制方面还有“一点指向式”和“偏置式”两种串联机构的技术方案。“一点指向式”切割头体积大，在切割深孔时极易产生机械干涉碰撞；其机构需 4 块镜片反射激光，使得能量损耗大，此外镜片费用高，调校复杂。“偏置式”旋转机构均是采用扭矩电机驱动，体积大、重量大、精度不高。且价格昂贵。前述两种串联机构技术完全掌握在国外，国内没有。例如某国外品牌的切割头旋转机构价格高达 40-50 万人民币，可以说如果没有自主研发的切割头旋转机构，三维激光切割机的研发就是一纸空谈。

实用新型内容

[0004] 本实用新型针对以上问题，提供了一种运动轨迹控制更加简单，技术转化更容易，研发制造成本更加低廉的基于串联机构的三维激光切割机。使得机械机构更加简单，后续编程控制更加方便，操控性更加优越。

[0005] 本实用新型的技术方案是：包括切割头驱动机构，所述切割头驱动机构包括支座、电机 α、电机 β、双联齿轮、反射镜组一和反射镜组二；

[0006] 所述支座包括具有中孔的支座板，支座板中部设有垂直于板体的筒，所述电机 α 和电机 β 分别固定连接于所述筒两侧的支座板上；

[0007] 所述反射镜组一包括镜片一、壳体一和壳体一齿轮；所述壳体一具有出光口一和呈筒形的入光口一；所述壳体一齿轮设于所述筒形入光口一的外表面、且与所述筒形入光口一同轴心；

[0008] 所述反射镜组二包括镜片二、壳体二和壳体二锥齿轮；所述壳体二具有入光口二和出光口二；所述壳体二锥齿轮固定连接在所述入光口二的孔口、且与所述入光口二同轴心；

[0009] 所述双联齿轮活动连接在所述筒形入光口一外表面上、处于所述壳体一齿轮的下部、且与所述筒形入光口一同轴心，能相对于所述壳体一自由转动、且轴向固定；所述双联齿轮包括直齿轮和锥齿轮、所述直齿轮位于所述锥齿轮的上部；

[0010] 所述壳体一的筒形入光口一枢接于所述支座的筒内；所述壳体一齿轮处于所述支座板下方；

[0011] 所述电机 α 的电机轴贯穿所述支座板，通过联接齿轮啮合所述壳体一齿轮，驱动所述壳体一绕所述支座的筒的轴心作旋转运动；

[0012] 所述电机 β 的电机轴贯穿所述支座板，通过联接齿轮啮合所述双联齿轮的直齿轮，驱动所述双联齿轮旋转；

[0013] 所述壳体二的入光口二与所述壳体一的出光口一枢接；所述双联齿轮中的锥齿轮与所述壳体二锥齿轮啮合，进而驱动所述壳体二绕所述壳体一出光口的轴心旋转；

[0014] 所述切割头固定连接在所述壳体二的出光口二上。

[0015] 所述入光口一与出光口一之间呈 90° 夹角；所述入光口二与所述出光口二之间呈 90° 夹角。

[0016] 电机 α、电机 β 和所述支座的筒的轴心相互平行。

[0017] 所述驱动机构还包括切割头随动机构，使得切割头相对于所述壳体二上出光口二的轴线做轴向运动；所述切割头随动机构包括具有中孔的固定座和活动连接在固定座中孔内的筒形驱动座；固定座固定连接于所述出光口二的口部，所述切割头固定连接在所述驱动座的底部。

[0018] 所述固定座中孔内设有液压缸腔；所述驱动座的外壁中部设有起活塞作用的台阶圆，所述的驱动座外壁上的台阶圆与所述固定座中孔内的液压缸腔密封；驱动座的外圆柱面与固定座的内圆柱面相互配合，使得驱动座能够相对于固定座作往复直线运动。

[0019] 在所述固定座底面开设有深孔，所述深孔平行于所述出光口二的轴线；所述驱动座底部的侧面通过连接杆固定连接一定向杆，所述定向杆伸入所述深孔内、与所述深孔同轴心。

[0020] 所述固定座外侧设有直线电机定子；所述驱动座下部通过 L 形连杆固定连接有直线电机动子；所述直线电机动子贴合在所述直线电机定子上。

[0021] 所述驱动座外表面开设有轴向定位槽，所述固定座开设有垂直于中孔的定位孔，所述定位孔内设有定位销，所述定位销伸入所述定位槽内。

[0022] 所述固定座外侧设有由带 / 链传动机构驱动的螺杆，所述螺杆轴线平行于所述固定座中孔轴线；所述驱动座底部外侧通过连接杆固定连接有螺母；所述螺母连接所述螺杆。

[0023] 所述驱动座外表面开设有轴向定位槽，所述固定座开设有垂直于中孔的定位孔，所述定位孔内设有定位销，所述定位销伸入所述定位槽内。

[0024] 目前基于串联机构的三维激光切割机的五轴运动主要包括 X、Y、Z 轴直线运动，旋转轴 α 轴、β 轴运动。其中 X、Y、Z 轴的直线运动与常规的二维激光切割机基本相同，其核

心技术就是如何设计一个轻便、灵巧的激光头旋转机构来实现 α 轴、β 轴的精确、快速转动，可以说三维五轴数控激光切割机研发的关键就是激光头旋转机构的自主研发。

[0025] 为此本实用新型提出一种运动轨迹控制更加简单容易的串联机构的三维五轴数控激光切割机，特别是对切割头旋转机构进行了创新设计。主要特点是：

[0026] 第一、利用兼有导光作用的两个壳体间的相对转动（β 轴运动）以及壳体一相对于 Z 轴的相互转动（α 轴运动），结合 X、Y、Z 向运动形成五轴运动，从而能够实现对产品进行三维立体切割。

[0027] 第二、壳体二在壳体一的带动下能够相对于 Z 轴旋转，在加工中一方面能使切割头处于“远方”，进而避免与零部件发生碰撞，能够有效地实现“避让”；另一方面也使得有效行程相对于现有技术的范围更大，切割空间更大。

[0028] 第三，在对三维零件进行空间曲线切割时，待切割零件表面经常有不规则的情况，本实用新型独创地设置了切割头随动机构，它能保证在切割过程中焦点位置以及切割头喷嘴与待切割零件表面间的距离保持恒定，使得切割质量更加稳定，同时避免了切割头与待切割零件间的碰撞。

[0029] 此外，本实用新型机械啮合（传动）部分与光路传输部分完全隔离开，从根本上解决了传动部件对光路的污染。且本实用新型的旋转机构，传动结构都是最为简单的齿轮、锥齿轮、普通的伺服电机、且两个电机都位于旋转机构的上部，使得旋转机构的体积很小。与现有技术中一点指向式的相比，本实用新型的机构切割范围更大、切割能力更强、体积更小、重量更轻、光路的密封性更好、尤其对一些深孔的加工能力更强。

[0030] 采用偏置式旋转机构一般情况下 X、Y、Z 的有效切割空间为 X、Y、Z 有效行程减去 2 倍的切割头偏置长度。而本实用新型的切割头旋转机构由于其结构更加精巧、偏置距离更小，在相同的 X、Y、Z 行程下，有效 X、Y、Z 切割空间更大。与“一点指向式”、“偏置式”旋转机构相比，本实用新型体积小、重量轻，采用普通的伺服电机和简单的传动机构即可以实现三维切割，且结构简单，相对于现有技术中“一点指向式”和“偏置式”而言，大幅度降低了制造成本，使得成本低廉。

附图说明

[0031] 图 1 是本实用新型外部结构示意图，

[0032] 图 2 是本实用新型的结构示意图，

[0033] 图 3 是本实用新型工作状态参考图一，

[0034] 图 4 是本实用新型工作状态参考图二，

[0035] 图 5 是本实用新型中切割头随动机构第一实施例的结构示意图，

[0036] 图 6 是图 5 的工作状态变化图，

[0037] 图 7 是本实用新型中切割头随动机构第二实施例的结构示意图，

[0038] 图 8 是图 7 的工作状态变化图，

[0039] 图 9 是本实用新型中切割头随动机构第三实施例的结构示意图，

[0040] 图 10 是图 9 的工作状态变化图；

[0041] 图中 1 是支座，10 是 α 轴，11 是电机 α，110 是联接齿轮一，12 是电机 β，120 是联接齿轮二，13 是筒，

[0042] 2 是壳体一，20 是镜片一，21 是壳体一齿轮，22 是双联齿轮，221 是直齿轮，222 是锥齿轮，23 是入光口一，24 是 β 轴，

[0043] 3 是壳体二，30 是镜片二，31 是壳体二锥齿轮，

[0044] 4 是切割头，40 是 W 轴，

[0045] 5 是光束，

[0046] 611 是驱动座，612 是固定座，

[0047] 6111 是台阶圆，6112 是定向杆，6121 是液压缸腔，6122 深孔，6123 是油口一，6124 是油口二，

[0048] 621 是驱动座，622 是固定座，

[0049] 6211 是动子，6212 是定位槽，6213 是 L 形连杆，6221 是定子，6222 是定位销，

[0050] 631 是驱动座，632 是固定座，

[0051] 6311 是螺母，6312 是定位槽，6321 是螺杆，6322 是定位销，6323 是带链传动机构。

具体实施方式

[0052] 本实用新型如图 1-4 所示：包括切割头 4 驱动机构，所述切割头驱动机构包括支座 1、电机 α 11、电机 β 12、双联齿轮 22、反射镜组一和反射镜组二；

[0053] 所述支座 1 包括具有中孔的支座板，支座板中部设有垂直于板体的筒 13，所述电机 α 11 和电机 β 12 分别固定连接于所述筒 13 两侧的支座板上（筒 13 轴心为 α 轴 10）；

[0054] 所述反射镜组一包括镜片一 20、壳体一 2 和壳体一齿轮 21；所述壳体一 2 具有出光口一和呈筒形的入光口一 23；所述壳体一齿轮 21 设于所述筒形入光口一 23 的外表面、且与所述筒形入光口一 23 同轴心（壳体一齿轮 21 与壳体一 2 固定连为一体）；

[0055] 所述反射镜组二包括镜片二 30、壳体二 3 和壳体二锥齿轮 31；所述壳体二 3 具有入光口二和出光口二；所述壳体二锥齿轮 31 固定连接在所述入光口二的孔口、且与所述入光口二同轴心（如光口二轴心为 β 轴 24）；

[0056] 所述双联齿轮 22 活动连接在所述筒形入光口一 23 外表面上、处于所述壳体一齿轮 21 的下部、且与所述筒形入光口一 23 同轴心，能相对于所述壳体一 2 自由转动、且轴向固定；所述双联齿轮 22 包括直齿轮 221 和锥齿轮 222、所述直齿轮 221 位于所述锥齿轮 222 的上部；

[0057] 所述壳体一 2 的筒形入光口一 23 枢接于所述支座的筒 13 内；所述壳体一齿轮 21 处于所述支座板的下方；

[0058] 所述电机 α 11 的电机轴贯穿所述支座板，通过联接齿轮啮合所述壳体一齿轮 21，驱动所述壳体一 2 绕所述支座的筒 13 的轴心（即 α 轴 10）作旋转运动；

[0059] 所述电机 β 12 的电机轴贯穿所述支座板，通过联接齿轮啮合所述双联齿轮 22 的直齿轮 221，驱动所述双联齿轮 22 旋转；

[0060] 所述壳体二 3 的入光口二与所述壳体一 2 的出光口一枢接；所述双联齿轮 22 中的锥齿轮 222 与所述壳体二锥齿轮 31 啮合，进而驱动所述壳体二 3 绕所述壳体一出光口的轴心（即 β 轴）旋转；

[0061] 所述切割头 4 固定连接在所述壳体二 3 的出光口二上。

[0062] 所述入光口一 23 与出光口一之间呈 90° 夹角；所述入光口二与所述出光口二之

间呈 90° 夹角。

[0063] 电机 α 11、电机 β 12 和所述支座的筒 13 的轴心相互平行。

[0064] 工作状态如图 2、3、4，需要说明的是：旋转机构作绕 α 轴 10 旋转时，电机 α 11 动作，同时需要电机 β 12 跟随动作；而旋转机构绕 β 轴 24 旋转时，电机 β 12 动作，无需电机 α 11 跟随动作。本实用新型的机构能驱动切割头 4 进行围绕 α 轴 10、β 轴 24 的全向旋转运动，协同 X、Y、Z 方向的直线运动能够实现三维切割加工。光束 5 处于壳体一 2、壳体二 3 内部的较短路径上，与外界隔绝，不会出现光路污染和光能损失。

[0065] 为了进一步适应三维立体加工以及零件表面凹凸不平情况的加工。所述驱动机构还包括切割头随动机构（实现的是轴向的直线运动），使得切割头相对于所述壳体二 3 上出光口二的轴线（即 W 轴 40）做轴向运动；所述切割头随动机构包括具有中孔的固定座和活动连接在固定座中孔内的筒形驱动座；固定座固定连接于所述出光口二的口部，所述切割头 4 固定连接在所述驱动座的底部。

[0066] 切割头随动机构实施例一如图 5、6 所示：所述固定座 612 中孔内设有液压缸腔 6121；所述驱动座 611 的外壁中部设有起活塞作用的台阶圆 6111，所述的驱动座 611 外壁上的台阶圆 6111 与所述固定座 612 中孔内的液压缸腔 6121 密封；驱动座的外圆柱面与固定座的内圆柱面相互配合，使得驱动座能够相对于固定座作往复直线运动。当然固定座的液压缸腔 6121 需设置油口一 6123 和油口二 6124，用于连接液压油源。

[0067] 在所述固定座 612 底面开设有深孔 6122，所述深孔 6122 平行于所述出光口二的轴线；所述驱动座 611 底部的侧面通过连接杆固定连接一定向杆 6112，所述定向杆 6112 伸入所述深孔 6122 内、与所述深孔 6122 同轴心。

[0068] 切割头随动机构实施例二如图 7、8 所示：所述固定座 622 外侧设有直线电机定子 6221；所述驱动座 621 下部通过 L 形连杆 6213 固定连接有直线电机动子 6211；所述直线电机动子 6211 贴合在所述直线电机定子 6221 上。

[0069] 所述驱动座 621 外表面开设有轴向定位槽 6212，所述固定座 622 的外表面开设有垂直于中孔的定位孔，所述定位孔内设有定位销 6222，所述定位销 6222 伸入所述定位槽 6212 内。

[0070] 切割头随动机构实施例三如图 9、10 所示：所述固定座 632 外侧设有由带 / 链传动机构 6323 驱动的螺杆 6321，所述螺杆 6321 轴线平行于所述固定座 632 中孔轴线；所述驱动座 631 底部外侧通过连接杆固定连接有螺母 6311；所述螺母 6311 连接所述螺杆 6321。

[0071] 所述驱动座 631 外表面开设有轴向定位槽 6312，所述固定座 632 开设有垂直于中孔的定位孔，所述定位孔内设有定位销 6322，所述定位销 6322 伸入所述定位槽 6312 内。

[0072] 随动机构的工作原理为：三维五轴激光切割机在空间立体切割过程中，待切割零件有不规则的凹凸（实际切割零件的外形与数控系统中的理论的理想的模型间的差别）不平，这样在切割过程中焦点以及切割头的喷嘴与零件的距离就会时刻发生变化，使得切割质量不稳定，甚至切割头会发生碰撞。

[0073] 设置在切割头上的传感器实时将切割头与零件间的距离信号反馈给数控系统，数控系统根据反馈信号对随动机构进行驱动，实时对焦点位置及喷嘴与零件的距离进行调整，保证距离恒定，保证切割质量的稳定，避免碰撞。

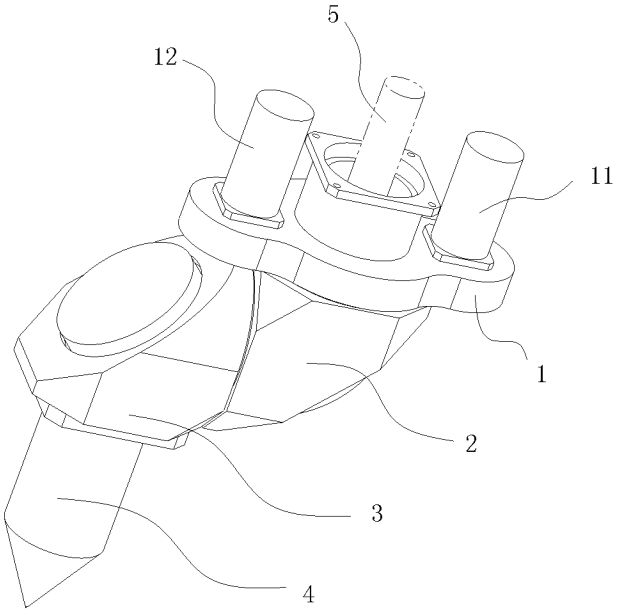

5
12
11
1
2
3
4

图 1

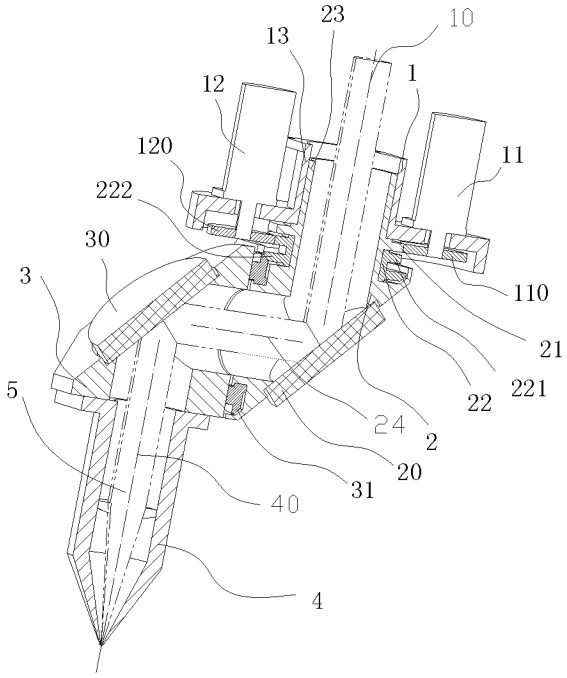

23
10
13
1
12
11
120
222
30
3
110
21
5
22
221
24
2
20
31
40
4

图 2

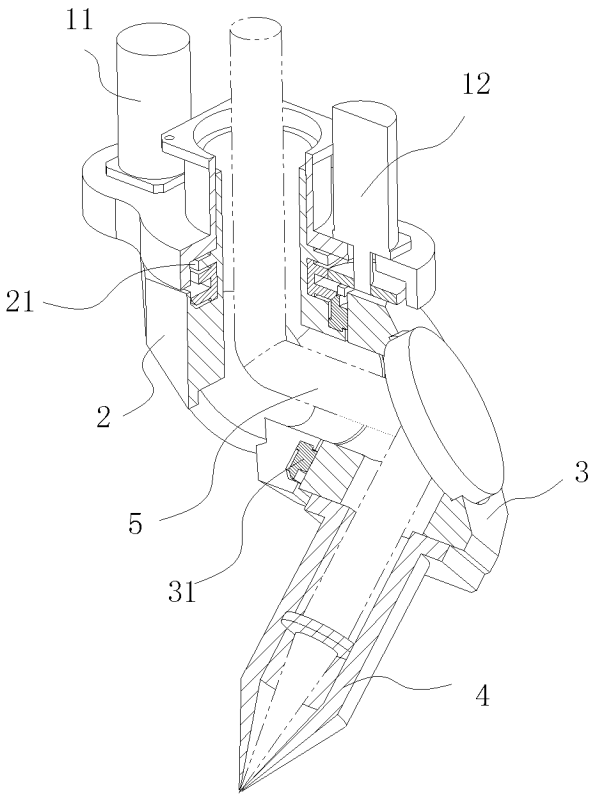

11
12
21
2
3
5
31
4

图 3

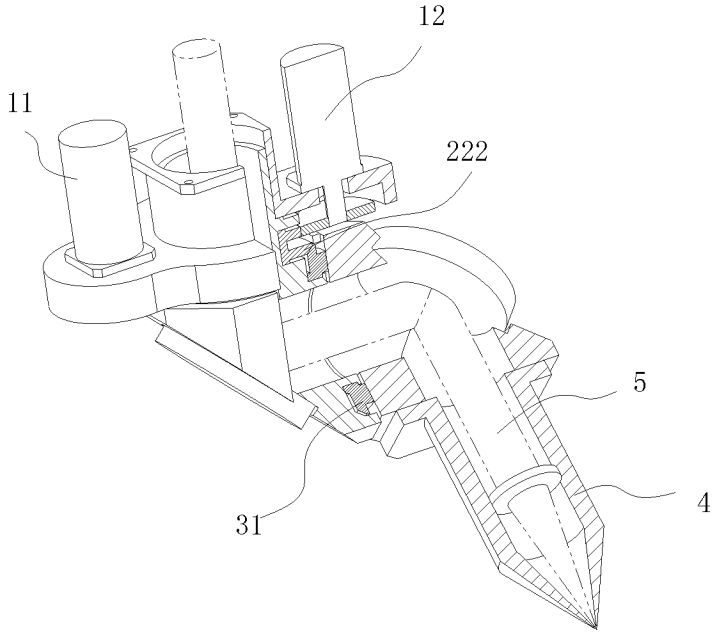

12
11
222
5
4
31

图 4

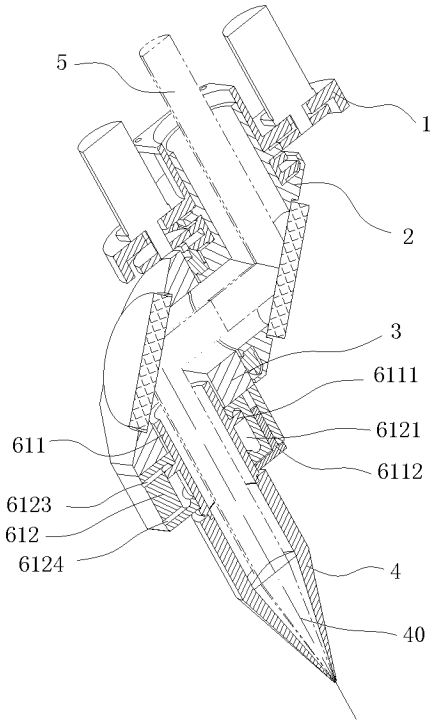

5
1
2
3
6111
6121
611
6112
6123
612
6124
4
40

图 5

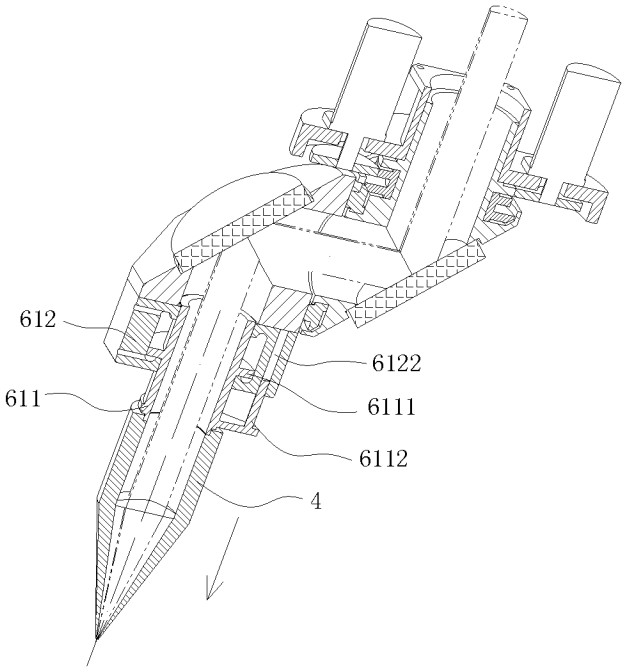

612
6122
611
6111
6112
4

图 6

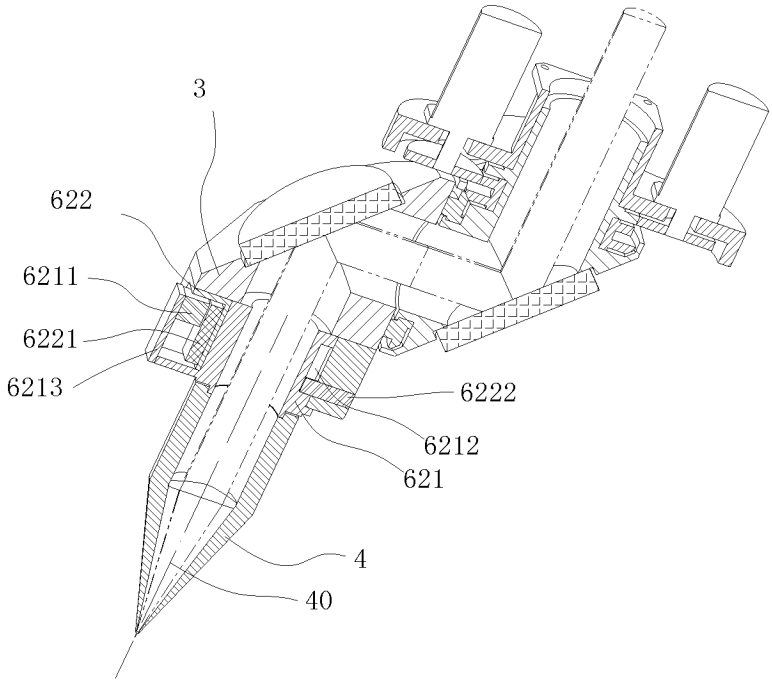

3
622
6211
6221
6213
6222
6212
621
4
40

图 7

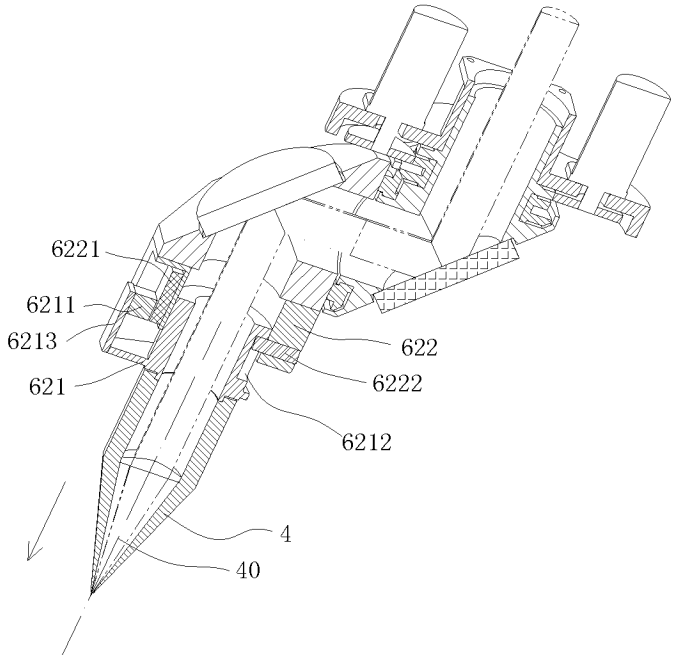

6221
6211
6213
622
621
6222
6212
4
40

图 8

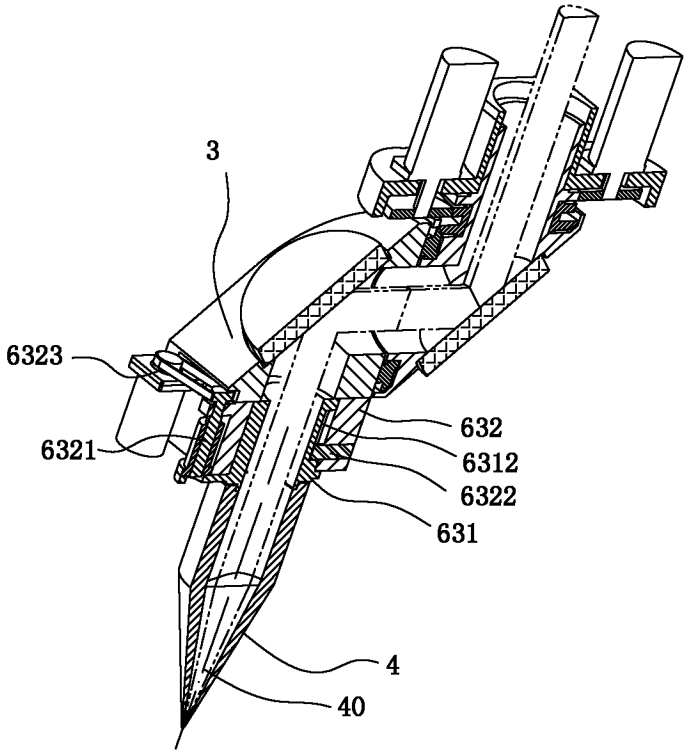


图 9

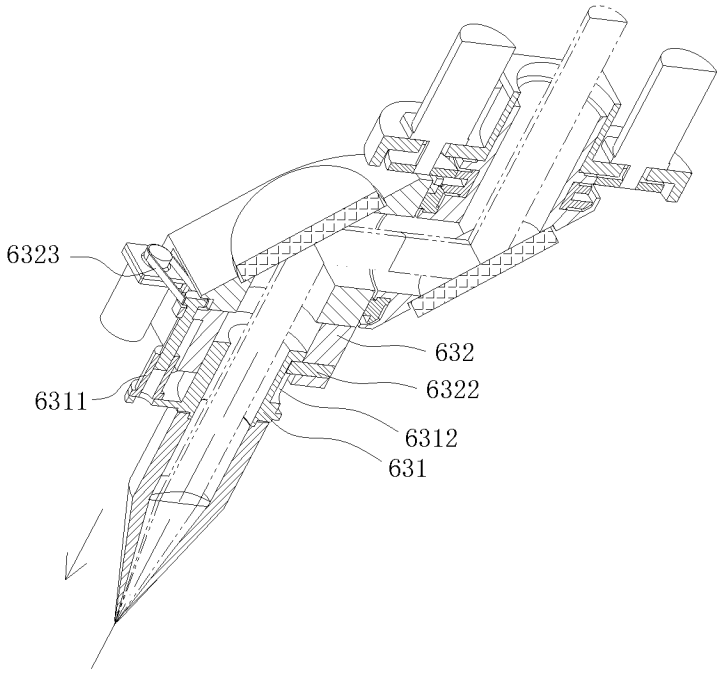


图 10