

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810223545.3

[51] Int. Cl.

B23B 19/00 (2006.01)

B23B 37/00 (2006.01)

B06B 1/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年12月9日

[11] 授权公告号 CN 100566894C

[22] 申请日 2008.10.7

[21] 申请号 200810223545.3

[73] 专利权人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

[72] 发明人 张德远 高正博 马晓杰

[56] 参考文献

CN2527382Y 2002.12.25

JP59-118306A 1984.7.9

CN101259465A 2008.9.10

CN2082651U 1991.8.14

JP7-136818A 1995.5.30

JP10-71513A 1998.3.17

审查员 刘宝聚

[74] 专利代理机构 北京永创新实专利事务所

代理人 周长琪

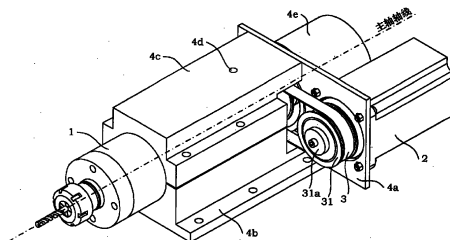
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

[54] 发明名称

超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置

[57] 摘要

本发明公开了一种超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置，该回转式换能器主轴装置由主轴组件(1)、电机驱动组件、换能器供电组件(5)、壳体组件组成；换能器供电组件(5)的压紧螺钉(510)连接在主轴组件(1)的主轴(103)的螺纹孔(131a)内；电机驱动组件的从动带轮(32)套接在主轴组件(1)的主轴(103)上，且主动带轮(31)与从动带轮(32)通过传动带(3)传动连接。本发明回转式超声换能器主轴装置，可安装于台式钻床上，加入进给控制组件即可对工件进行加工。使系统中的电机工作，利用滑环(502a)为超声换能器供电，实现主轴(103)高速回转的同时产生主轴轴线方向超声振动，叠加得到回转超声振动的复合运动。在主轴端部装夹钻头或铰刀，即可实现回转超声振动钻孔或铰孔。



1、一种超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置，其特征在于：该回转式换能器主轴装置由主轴组件（1）、电机驱动组件、换能器供电组件（5）和壳体组件组成；换能器供电组件（5）的压紧螺钉（510）连接在主轴组件（1）的主轴（103）的螺纹孔（131a）内；电机驱动组件的从动带轮（32）套接在主轴组件（1）的主轴（103）上，且主动带轮（31）与从动带轮（32）通过传动带（3）传动连接；

壳体组件包括电机连接板（4a）、上壳体（4c）、下壳体（4b）和换能器外盖（4e）；上壳体（4c）与下壳体（4b）之间放置有主轴组件（1），且上壳体（4c）与下壳体（4b）采用螺钉与螺纹孔的配合，将主轴组件（1）抱紧；电机连接板（4a）的一侧安装有上壳体（4c）和下壳体（4b），电机连接板（4a）的另一侧安装有电机（2）和换能器外盖（4e）；上壳体（4c）上设有A 主轴定位孔（4d）；

电机驱动组件包括有电机（2）、主动带轮（31）、从动带轮（32）、限位块（31a）和传动带（3）；电机（2）安装在电机连接板（4a）上，电机（2）的输出轴上安装有主动带轮（31），主动带轮（31）的端部安装有限位块（31a），主动带轮（31）与从动带轮（32）上套接有传动带（3），从动带轮（32）安装在主轴组件（1）的主轴（103）的右端锥形段（131）上；在电机（2）的驱动下能够使主轴（103）产生回转运动；

换能器供电组件（5）包括有压电陶瓷堆（509）、压紧螺钉（510）、后盖板（508）、上压块（503）、下压块（507）、弹簧（504）、滑环衬套（502）和滑环（502a）；压紧螺钉（510）的螺纹端顺次穿过后盖板（508）的中心通孔和压电陶瓷堆（509）的中心通孔后，连接在主轴（103）的锥形段（131）端部的螺纹孔（131a）内，下压块（507）连接在后盖板（508）上，弹簧（504）的一端套在下压块（507）的凸台上，弹簧（504）的另一端套在上压块（503）上，滑环（502a）的一端套接在上压块（503）的中心通孔内，滑环（502a）的另一端套接在滑环衬套（502）的中心通孔内，滑环衬套（502）安装在换能器外盖（4e）尾部，滑环（502a）的接线柱端与外部的电缆（501）连接；压电陶瓷堆（509）由压电陶瓷片与电极叠加组成，叠加方式为每两个压电陶瓷片夹着一个电极，电极是铜片；

主轴组件 (1) 的主轴 (103) 上设有 A 外螺纹 (134) 和 B 外螺纹 (132), 主轴 (103) 的右端端部设有螺纹孔 (131a), 主轴 (103) 的右端为锥形段 (131); A 外螺纹 (134) 上连接有锁紧螺母 (105), B 外螺纹 (132) 上连接有压紧螺母 (113), 螺纹孔 (131a) 内连接有压紧螺钉 (510), 主轴 (103) 的中间段 (133) 上安装有衬套 (102), 锥形段 (131) 上安装有从动带轮 (32); 主轴组件 (1) 的主轴 (103) 上从右至左顺次设有防尘盖 (114)、压紧螺母 (113)、B 角接触球轴承 (112)、弹簧压套 (111)、弹簧组 (110)、压片 (109)、衬套 (102)、A 角接触球轴承 (108)、轴承盖 (107) 和锁紧螺母 (105), 轴承盖 (107) 与套筒 (101) 的左端连接, 套筒 (101) 的右端螺纹孔内连接有防尘盖 (114); 刀具 (104) 安装端夹持在弹簧夹头 (106) 上, 弹簧夹头 (106) 一端穿过锁紧螺母 (105) 的中心通孔, 且锁紧螺母 (105) 安装在主轴 (103) 的 A 外螺纹 (134) 上, 通过锁紧螺母 (105) 将刀具 (104) 夹紧在主轴 (103) 上; 套筒 (101) 上设有 B 主轴定位孔 (101a), 装配时, 通过在 A 主轴定位孔 (4d) 和 B 主轴定位孔 (101a) 中放入销钉来准确定位主轴组件 (1) 的轴向位置。

- 2、根据权利要求 1 所述的超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置, 其特征在于: 电机 (2) 采用交流伺服电机, 电机输出功率为 750 W。
- 3、根据权利要求 1 所述的超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置, 其特征在于: 由于从动带轮 (32) 套接在主轴 (103) 的锥形段 (131) 上, 故压电陶瓷堆 (509) 的一端面与从动带轮 (32) 的一端面紧贴。
- 4、根据权利要求 1 所述的超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置, 其特征在于: 压电陶瓷堆 (509) 能够产生 20000~50000 Hz 高频振动。
- 5、根据权利要求 1 所述的超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置, 其特征在于: 压电陶瓷堆 (509) 中压电陶瓷片为 4 个。
- 6、根据权利要求 1 所述的超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置, 其特征在于: 滑环 (502a) 通过弹簧 (504) 柔性连接, 使主轴 (103) 回转产生的摆动及压电陶瓷堆 (509) 产生的振动不会影响滑环 (502a) 的正常工作, 保证供电的可靠稳定。

超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置

技术领域

本发明涉及一种主轴装置,更特别地说,是指一种适用于超声振动钻孔用的主轴装置,该主轴装置能够产生回转式超声振动,属于金属切削加工和金属切削设备部件。

背景技术

现有技术条件下,在难加工材料(如玻璃、工程陶瓷、金属基复合材料等)的小孔加工中应用最广泛、实用性最强的是普通钻孔工艺,但采用这种方法时,钻头易引偏、定心差、排屑不畅、散热难、出口毛刺多,难以满足小孔精密和超精密加工需要。而采用特种加工方法(电火花、激光、电子束、离子束、电解等)又存在孔圆度和孔径精度差,表面粗糙度较差,设备昂贵,生产率低,孔壁有重铸层和微裂纹等缺陷,严重影响产品性能。超声振动钻削具有利于排屑、降低出口毛刺、降低切削力、加工效率高、加工精度高、表面质量好等优点,可全面提高孔的加工质量和刀具寿命,是解决难加工材料中孔加工难题的有效技术手段。

超声振动钻削是通过超声换能器将超声发生器产生的高频电振荡(一般为16~25千赫)转换成超声频振动,超声振动通过变幅杆放大振幅,并驱动工具产生相应频率的振动,使传统钻孔工艺的连续切削过程变成间断、瞬间和周期性的切削过程。

回转式超声加工是在传统超声加工的基础上发展起来的,其不同之处在于:刀具在作超声振动的同时附加了旋转运动,与传统超声加工相比具有加工效率高,加工表面质量好,加工精度高,工具磨损小等优点。在已有的回转式超声加工设备的设计中,为了避免振动对外围设备的影响,大都将换能器与回转主轴设计为两个部件,主轴中空,换能器与回转主轴以薄法兰盘联接,这样在很大程度上增加了机构的复杂程度,使主轴的回转精度难以保证。

发明内容

本发明的目的是提供一种超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置,该主轴装置通过在主轴上安装从动轮、以及在主轴端部连接换能器,在加工时,主轴作回转运动的同时能够产生主轴轴线方向上的超声振动。本发明设计的主轴装置将换能器与主轴接合成一整体,减少了主轴装置的连接配合面,改善了主轴的回转精度。

本发明超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置,由主轴组件、电机驱动组件、换能器供电组件和壳体组件组成;换能器供电组件的压紧螺钉连接在主轴组件的主轴的螺纹孔内;电机驱动组件的从动带轮套接在主轴组件的主轴上,且主动带轮与从动带轮通过传动带传动连接。

壳体组件包括电机连接板、上壳体、下壳体和换能器外盖;上壳体与下壳体之间放置有主轴组件,且上壳体与下壳体采用螺钉与螺纹孔的配合,将主轴组件抱紧;电机连接板的一侧安装有上壳体和下壳体,电机连接板的另一侧安装有电机和换能器外盖;上壳体上设有A 主轴定位孔。

电机驱动组件包括有电机、主动带轮、从动带轮、限位块和传动带;电机安装在

电机连接板上,电机的输出轴上安装有主动带轮,主动带轮的端部安装有限位块,主动带轮与从动带轮上套接有传动带,从动带轮安装在主轴组件的主轴的右端锥形段上;在电机的驱动下能够使主轴产生回转运动;电机采用交流伺服电机,电机输出功率为 750 W。

换能器供电组件包括有压电陶瓷堆、压紧螺钉、后盖板、上压块、下压块、弹簧、滑环衬套和滑环;压紧螺钉的螺纹端顺次穿过后盖板的中心通孔和压电陶瓷堆的中心通孔后,连接在主轴的锥形段端部的螺纹孔内,下压块连接在后盖板上,弹簧的一端套在下压块的凸台上,弹簧的另一端套在上压块上,滑环的一端套接在上压块的中心通孔内,滑环的另一端套接在滑环衬套的中心通孔内,滑环衬套安装在换能器外盖尾部,滑环的接线柱端与外部的电缆连接;压电陶瓷堆由压电陶瓷片与电极叠加组成,叠加方式为每两个压电陶瓷片夹着一个电极,电极是铜片。压电陶瓷堆中压电陶瓷片为 4 个。压电陶瓷堆能够产生 20000~50000 Hz 高频振动。

主轴组件的主轴上设有 A 外螺纹和 B 外螺纹,主轴的右端端部设有螺纹孔,主轴的右端为锥形段;A 外螺纹上连接有锁紧螺母,B 外螺纹上连接有压紧螺母,螺纹孔内连接有压紧螺钉,主轴的中间段上安装有衬套,锥形段上安装有从动带轮;主轴组件的主轴上从右至左顺次设有防尘盖、压紧螺母、B 角接触球轴承、弹簧压套、弹簧组、压片、衬套、A 角接触球轴承、轴承盖和锁紧螺母,轴承盖与套筒的左端连接,套筒的右端螺纹孔内连接有防尘盖;刀具安装端夹持在弹簧夹头上,弹簧夹头一端穿过锁紧螺母的中心通孔,且锁紧螺母安装在主轴的 A 外螺纹上,通过锁紧螺母将刀具夹紧在主轴上;套筒上设有 B 主轴定位孔,装配时,通过在 A 主轴定位孔和 B 主轴定位孔中放入销钉来准确定位主轴组件的轴向位置。

所述的超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置,由于从动带轮套接在主轴的锥形段上,故压电陶瓷堆的一端面与从动带轮的一端面紧贴。

所述的超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置,其滑环通过弹簧柔性连接,使主轴回转产生的摆动及压电陶瓷堆产生的振动不会影响滑环的正常工作,保证供电的可靠稳定。

本发明超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置的优点:

- (一) 主轴 103 设计成多段结构,在锥形段 131 上套接从动带轮 32,在电机 2 的驱动下能够使主轴 103 产生回转运动,在主轴 103 端部安装换能器(即压紧螺钉 510 与主轴 103 连接),在加载电压的条件下,使压电陶瓷堆 509 产生超声振动,并传递给主轴 103,从而实现主轴 103 在作回转运动的同时产生超声振动。
- (二) 从动带轮 32 作为扭矩的传递部件,同时也作为换能器的一部分传递超声振动能量,从而实现了换能器与主轴 103 一体的结构型式,避免了两者通过法兰连接的结构,减少了配合面,简化了主轴系统的内部结构,利于保证主轴的回转精度。
- (三) 在主轴组件 1 中利用弹簧组 110 作为柔性元件对 B 角接触球轴承 112 的外圈定压预紧,同时达到吸收振动能量的目的,在振动传递途径上将振源隔离。
- (四) 该主轴装置结构简单,易装拆,可作为钻床结构附件独立使用。

附图说明

图 1 是本发明超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置的外部结构图。

图 1A 是未装配壳体组件的主轴装置结构图。

图 2 是本发明主轴组件的分解示意图。

图 3 是本发明电机驱动组件与换能器供电组件的装配示意图。

图 4 是本发明换能器供电组件的分解示意图。

图中:	1.主轴组件	101.套筒	101a.B 主轴定位孔	
102.衬套	103.主轴	131.锥形段	131a.螺纹孔	132.B 外螺纹
133.中间段	134.A 外螺纹	104.刀具	105.锁紧螺母	106.弹簧夹头
107.轴承盖	108.A 角接触球轴承	109.压片	110.弹簧组	111.弹簧压套
112.B 角接触球轴承		113.压紧螺母	114.防尘盖	2.电机
31.主动带轮	31a.限位块	3.传动带	32.从动带轮	4a.电机连接板
4b.下壳体	4c.上壳体	4d.A 主轴定位孔		4e.换能器外盖
5.换能器供电组件		501.电缆	502.滑环衬套	502a.滑环
503.上压块	504.弹簧	507.下压块	508.后盖板	509.压电陶瓷堆
				510.压紧螺钉

具体实施方式

下面将结合附图对本发明做进一步的详细说明。

参见图 1、图 1A、图 3 所示，本发明是一种超声振动钻孔的回转式换能器主轴装置，该回转式换能器主轴装置由主轴组件 1、电机驱动组件、换能器供电组件 5、壳体组件组成；换能器供电组件 5 的压紧螺钉 510 连接在主轴组件 1 的主轴 103 的螺纹孔 131a 内；电机驱动组件的从动带轮 32 套接在主轴组件 1 的主轴 103 上，且主动带轮 31 与从动带轮 32 通过传动带 3 传动连接。

参见图 1 所示，壳体组件包括电机连接板 4a、上壳体 4c、下壳体 4b、换能器外盖 4e；上壳体 4c 与下壳体 4b 之间放置有主轴组件 1，且上壳体 4c 与下壳体 4b 采用螺钉与螺纹孔（螺纹孔设置在下壳体 4b 上）的配合，将主轴组件 1 抱紧。电机连接板 4a 的一侧安装有上壳体 4c、下壳体 4b，电机连接板 4a 的另一侧安装有电机 2、换能器外盖 4e（换能器外盖 4e 内放置有换能器供电组件 5）；上壳体 4c 上设有 A 主轴定位孔 4d，装配时，通过在 A 主轴定位孔 4d、B 主轴定位孔 101a（设在套筒 101 上）中放入销钉来准确定位主轴组件 1 的轴向位置。下壳体 4b 的底部设有通孔，可与机床的机架相连。

参见图 1、图 1A、图 3 所示,电机驱动组件包括有电机 2、主动带轮 31、从动带轮 32、限位块 31a、传动带 3;电机 2 安装在电机连接板 4a 上,电机 2 的输出轴上安装有主动带轮 31,主动带轮 31 的端部安装有限位块 31a,限位块 31a 用于定位主动带轮 31 在电机 2 的输出轴上的轴向位置,主动带轮 31 与从动带轮 32 上套接有传动带 3,从动带轮 32 安装在主轴组件 1 的主轴 103 的右部,即锥形段 131 上。电机 2 采用交流伺服电机,电机输出功率为 750 W。在电机 2 的驱动下能够使主轴 103 产生回转运动。

参见图 3、图 4 所示,换能器供电组件 5 包括有压电陶瓷堆 509、压紧螺钉 510、后盖板 508、上压块 503、下压块 507、弹簧 504、滑环衬套 502、滑环 502a;压紧螺钉 510 的螺纹端顺次穿过后盖板 508 的中心通孔、压电陶瓷堆 509 的中心通孔后,连接在主轴 103 的锥形段 131 端部的螺纹孔 131a 内,由于从动带轮 32 套接在主轴 103 的锥形段 131 上,故压电陶瓷堆 509 的一端面与从动带轮 32 的一端面紧贴,下压块 507 连接在后盖板 508 上,弹簧 504 的一端套在下压块 507 的凸台上,弹簧 504 的另一端套在上压块 503 上,滑环 502a 的一端套接在上压块 503 的中心通孔内,滑环 502a 的另一端(接线柱端)套接在滑环衬套 502 的中心通孔内,滑环衬套 502 安装在换能器外盖 4e 尾部,换能器外盖 4e 的前部安装在上壳体 4c、下壳体 4b 的端部。滑环 502a 的接线柱端与外部的电缆 501 连接;

压电陶瓷堆 509 由压电陶瓷片与电极叠加组成,叠加方式为每两个压电陶瓷片夹着一个电极,电极可以是铜片;压电陶瓷堆 509 能够产生 20000~50000 Hz 高频振动。本发明所需压电陶瓷片为 4 个。

在本发明中,滑环 502a 通过弹簧 504 柔性连接,使主轴 103 回转产生的摆动及压电陶瓷堆 509 产生的振动不会影响滑环 502a 的正常工作,保证供电的可靠稳定。

参见图 2 所示,主轴组件 1 的主轴 103 上设有 A 外螺纹 134、B 外螺纹 132,主轴 103 的右端端部设有螺纹孔 131a,主轴 103 的右端为锥形段 131;A 外螺纹 134 上连接有锁紧螺母 105,B 外螺纹 132 上连接有压紧螺母 113,螺纹孔 131a 内连接有压紧螺钉 510,主轴 103 的中间段 133 上安装有衬套 102,锥形段 131 上安装有从动带轮 32;主轴组件 1 的主轴 103 上从右至左顺次设有防尘盖 114、压

紧螺母 113、B 角接触球轴承 112、弹簧压套 111、弹簧组 110、压片 109、衬套 102、A 角接触球轴承 108、轴承盖 107、锁紧螺母 105，轴承盖 107 与套筒 101 的左端连接，套筒 101 的右端螺纹孔内连接有防尘盖 114；刀具 104 安装端夹持在弹簧夹头 106 上，弹簧夹头 106 一端穿过锁紧螺母 105 的中心通孔，且锁紧螺母 105 安装在主轴 103 的 A 外螺纹 134 上，可以通过锁紧螺母 105 将刀具 104 夹紧在在主轴 103 上；套筒 101 上设有 B 主轴定位孔 101a，装配时，通过在 A 主轴定位孔 4d (A 主轴定位孔 4d 设在上壳体 4c 上)、B 主轴定位孔 101a 中放入销钉来准确定位主轴组件 1 的轴向位置。

在本发明中，主轴 103 设计成多段结构，在锥形段 131 上套接从动带轮 32，在电机 2 的驱动下能够使主轴 103 产生回转运动，在主轴 103 端部安装换能器（即压紧螺钉 510 与主轴 103 连接），在加载电压的条件下，使压电陶瓷堆 509 产生超声振动，并传递给主轴 103，从而实现主轴 103 在作回转运动的同时产生沿主轴轴线方向的超声振动。

在本方明中，弹簧压套 111、弹簧组 110、压片 109 形成定压预紧弹性件，该定压预紧弹性件实现对 B 角接触球轴承 112 作定压预紧及吸收不良超声振动能量的作用，减小超声振动对外围设备的影响，利于本发明回转式超声换能器主轴系统的工作平稳。

本发明的回转式超声换能器主轴装置，可安装于台式钻床上，加入进给控制组件即可对工件进行加工。使系统中的电机工作，利用滑环 502a 为超声换能器供电，实现主轴 103 高速回转的同时产生主轴轴线方向超声振动，叠加得到回转超声振动的复合运动。在主轴端部装夹钻头或铰刀，即可实现回转超声振动钻孔或铰孔。

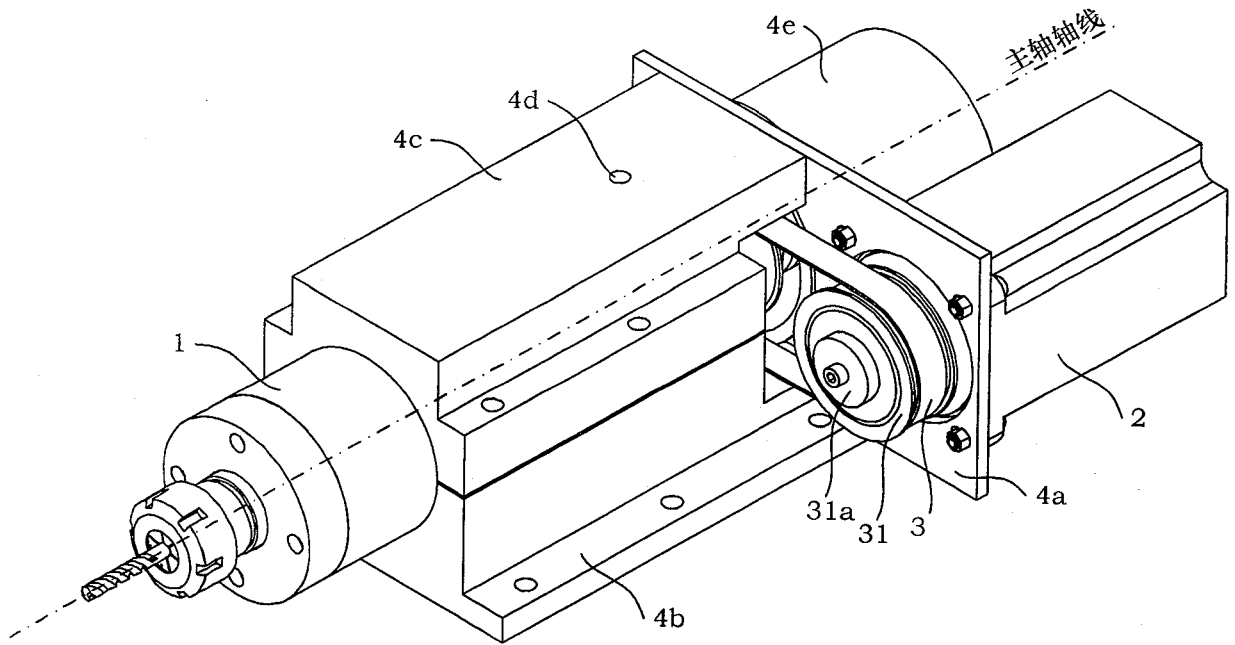


图1

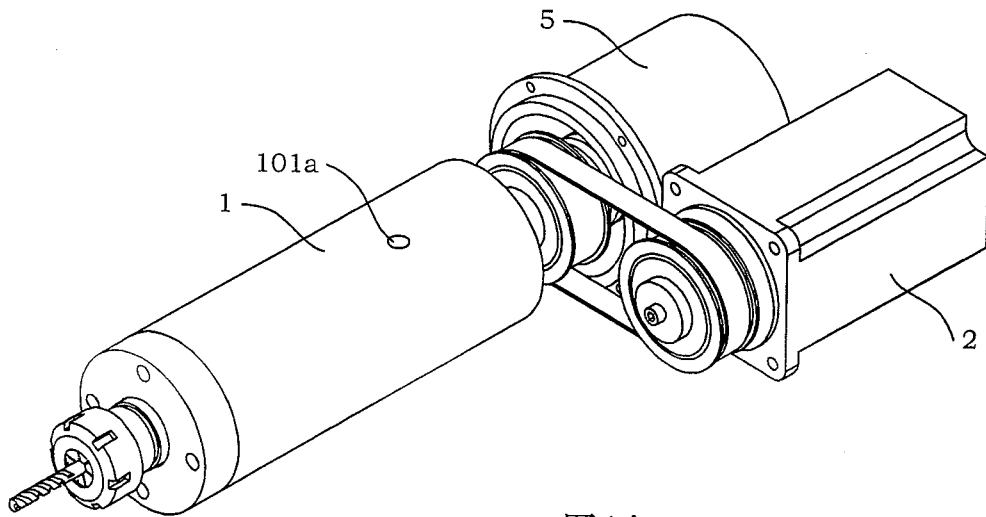


图1A

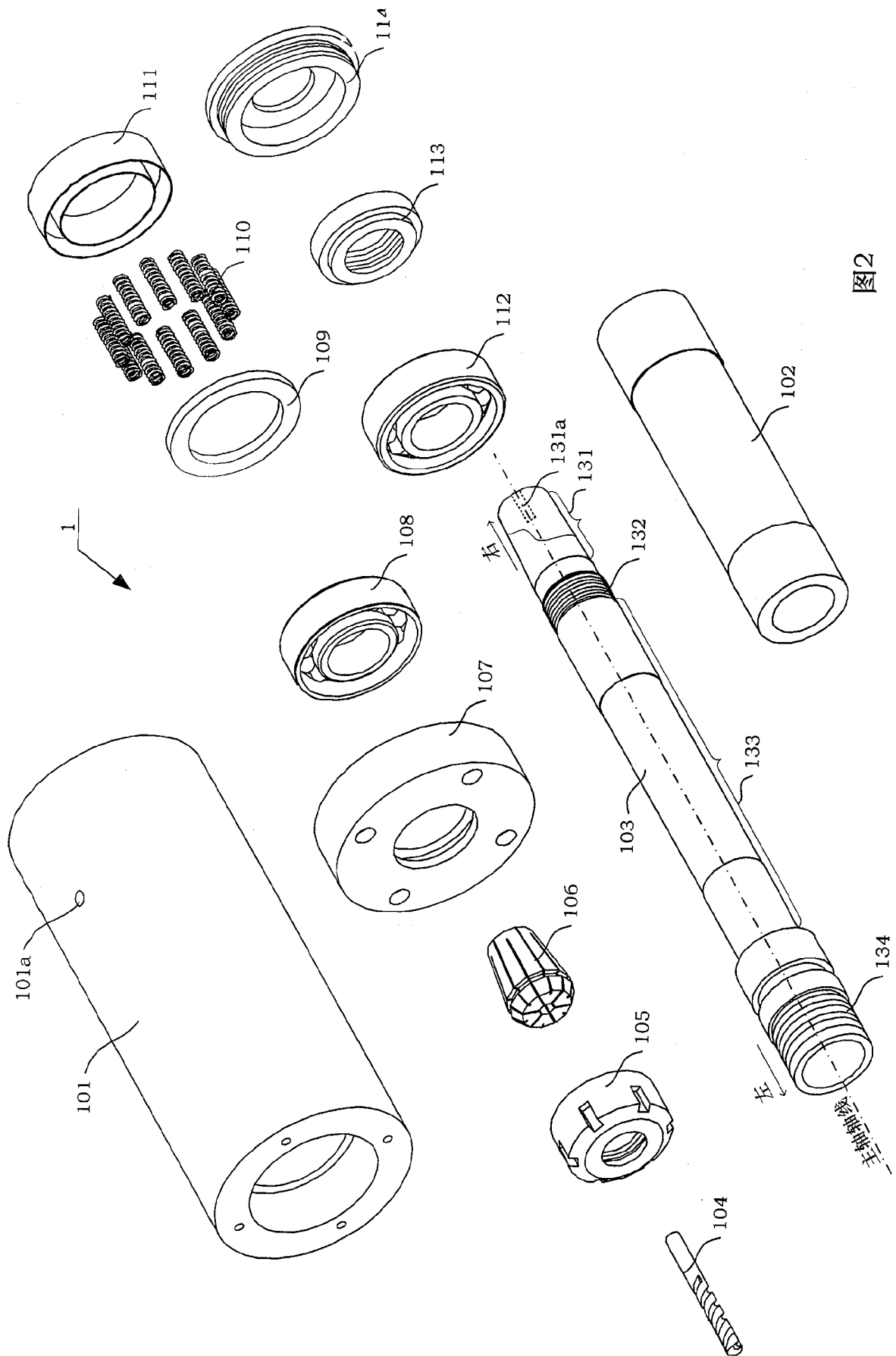


图2

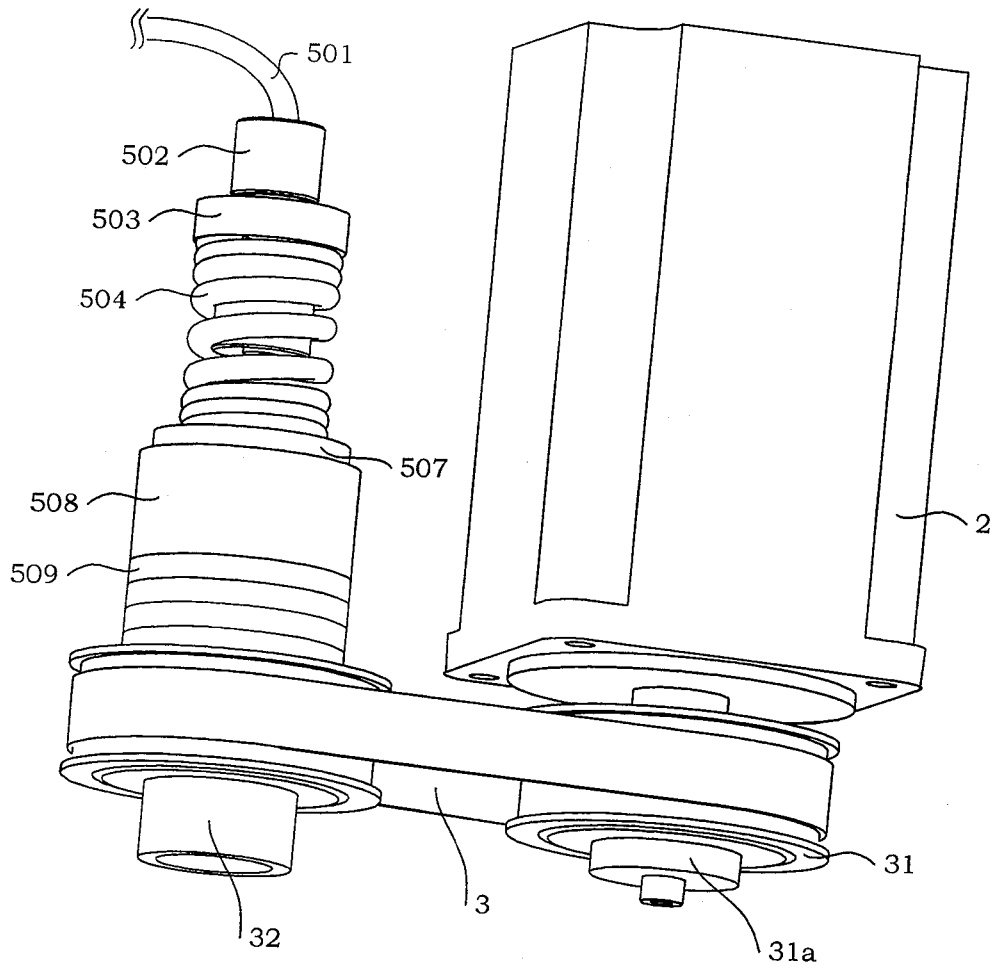


图3

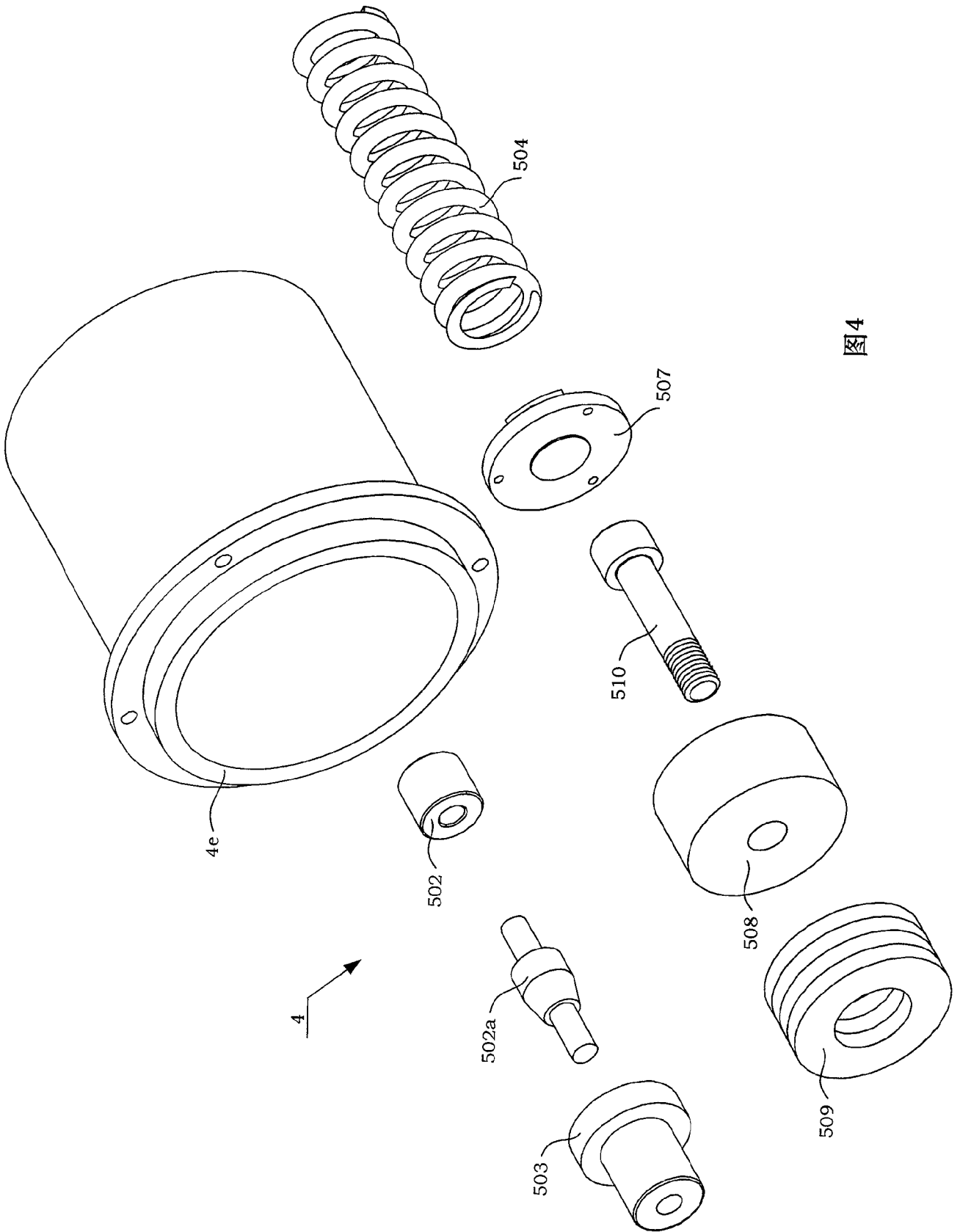


图4