(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102241084 A
(43)申请公布日 2011.11.16

(21)申请号 201110108993.0

(22)申请日 2011.04.28

(71)申请人 哈尔滨工业大学
地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街92号

(72)发明人 梁迎春 张飞虎 孙雅洲 刘海涛

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109
代理人 毕志铭

(51)Int.Cl.
B28D 7/00(2006.01)
B28D 5/00(2006.01)

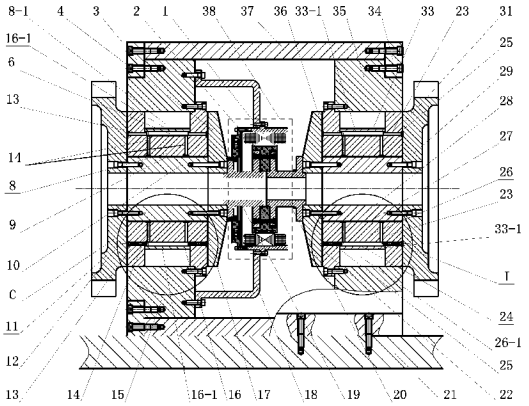
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 5 页

(54)发明名称

双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统

(57)摘要

双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，它涉及一种液体静压电主轴系统。本发明为解决现有的KDP超精密加工机床的主轴系统的刚度低、加工效率低的问题。第一轴系支架位于壳体内腔的一端，第一轴系支架通过第一固定挡板与壳体固接，第二轴系支架位于壳体内腔的另一端，直流双输出轴电机的第一输出轴通过第一止推板与第一主轴的一端固接，第一主轴的另一端与第一刀盘固接，第一轴套套装在第一主轴上，第一轴套固装在第一轴系支架上；直流双输出轴电机的第二输出轴通过第二止推板与第二主轴的一端固接，第二主轴的另一端与第二刀盘固接，第二轴套套装在第二主轴上，第二轴套固装在第二轴系支架上。本发明的主轴系统用于加工KDP晶体光学零件。



CN 102241084 A

1. 一种双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，所述主轴系统包括第一固定挡板(3)、第一主轴(10)、电机支架(18)、第一止推板(4)、第一刀盘(11)、第一轴套(8)、第一轴系支架(15)、第一油室套(16)、壳体(37)和直流双输出轴电机(38)，其特征在于：所述主轴系统还包括第二固定挡板(34)、第二主轴(28)、第二止推板(22)、第二刀盘(29)、第二轴套(26)、第二油室套(33)和第二轴系支架(35)；所述第一轴系支架(15)位于壳体(37)内腔的一端，所述第一轴系支架(15)通过第一固定挡板(3)与壳体(37)固接，所述第二轴系支架(35)位于壳体(37)内腔的另一端，所述第二轴系支架(35)通过第二固定挡板(34)与壳体(37)固接，所述直流双输出轴电机(38)位于壳体(37)内并通过电机支架(18)固装在第一轴系支架(15)上，所述直流双输出轴电机(38)的第一输出轴(19)通过第一止推板(4)与第一主轴(10)的一端固接，所述第一主轴(10)的另一端与第一刀盘(11)固接，所述第一轴套(8)与第一止推板(4)之间留有第一间隙(D)，所述第一轴套(8)与第一刀盘(11)之间留有第二间隙(E)，所述第一轴套(8)套装在第一主轴(10)上，所述第一轴套(8)与第一主轴(10)之间留有第三间隙(F)，所述第一轴套(8)固装在第一轴系支架(15)上，所述第一轴套(8)的外壁上沿圆周方向加工有环形凹槽(8-1)，所述第一轴套(8)上加工有多个第一轴向通孔(13)和多个第一径向通孔(14)，所述第一油室套(16)由两个第一半环(16-1)构成，所述两个第一半环(16-1)相对套装在第一轴套(8)上且位于环形凹槽(8-1)内，所述两个第一半环(16-1)固装形成第一油室套(16)，所述第一主轴(10)与第一油室套(16)之间形成第一油室(6)，所述多个第一轴向通孔(13)与所述多个第一径向通孔(14)均与第一油室(6)连通；

所述直流双输出轴电机(38)的第二输出轴(20)通过第二止推板(22)与第二主轴(28)的一端固接，所述第二主轴(28)的另一端与第二刀盘(29)固接，所述第二轴套(26)与第二止推板(22)之间留有第四间隙(M)，所述第二轴套(26)与第二刀盘(29)之间留有第五间隙(N)，所述第二轴套(26)套装在第二主轴(28)上，所述第二轴套(26)与第二主轴(28)之间留有第六间隙(H)，所述第二轴套(26)固装在第二轴系支架(35)上，所述第二轴套(26)的外壁上沿圆周方向加工有第二环形凹槽(26-1)，所述第二轴套(26)上加工有多个第二轴向通孔(25)和多个第二径向通孔(23)，所述第二油室套(33)由两个第二半环(33-1)构成，所述两个第二半环(33-1)相对套装在第二轴套(26)上且位于第二环形凹槽(26-1)内，所述两个第二半环(33-1)固装形成第二油室套(33)，所述第二主轴(28)与第二油室套(33)之间形成第二油室(24)，所述多个第二轴向通孔(25)和所述多个第二径向通孔(23)均与第二油室(24)连通。

2. 根据权利要求1所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述直流双输出轴电机(38)为直流双输出轴无刷驱动电机。

3. 根据权利要求1或2所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述第一间隙(D)、第二间隙(E)及第三间隙(F)的范围均是4～6μm。

4. 根据权利要求1或2所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述第四间隙(M)、第五间隙(N)及第六间隙(H)的范围均是4～6μm。

5. 根据权利要求3所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述第一主轴(10)和第二主轴(28)均为空心主轴。

6. 根据权利要求4所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述

第一主轴 (10) 和第二主轴 (28) 均为空心主轴。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述第一止推板 (4) 的直径 (d1) 和第二止推板 (22) 的直径 (d2) 的范围均为 Φ400mm ～ Φ500mm。

8. 根据权利要求 7 所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述主轴系统还包括多个第一加强筋 (39)，所述多个第一加强筋 (39) 沿圆周方向均布固装在第一止推板 (4) 的外端面上。

9. 根据权利要求 1、2、5、6 或 8 所述的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统，其特征在于：所述主轴系统还包括多个第二加强筋 (40)，所述多个第二加强筋 (40) 沿圆周方向均布固装在第二止推板 (22) 的外端面上。

双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液体静压电主轴系统，具体涉及一种双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统。

背景技术

[0002] 在激光核聚变及强激光武器等技术需求的牵引下，许多国家先后建造了多台大型激光装置，需要采用大量的光学零件，KDP 晶体因具有较高的非线性和激光损伤阈值，被广泛的应用于激光和非线性光学领域。KDP 晶体光学零件要求具有高精度的面形质量和良好的表面粗糙度，但 KDP 晶体具有质软、易碎等不利于光学加工的特点，传统的磨削和抛光方法不适用于加工 KDP 晶体，必须采用超精密加工技术加工 KDP 晶体，KDP 晶体的加工必须采用专用的 KDP 超精密加工机床，KDP 超精密加工机床主轴系统将直接影响到被加工零件的加工精度，所以主轴系统应具有较高的刚度。现有的 KDP 超精密加工机床的主轴系统采用气体静压主轴的支撑方式，主轴系统的刚度低；现有的 KDP 超精密加工机床的主轴系统采用单刀盘进行切削，加工效率低。

发明内容

[0003] 本发明为了解决现有的 KDP 超精密加工机床的主轴系统的刚度低、加工效率低的问题，进而提供一种双刀盘卧式超精密液体静压主轴系统。

[0004] 本发明为解决上述技术问题采取的技术方案是：本发明的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统包括第一固定挡板、第一主轴、电机支架、第一止推板、第一刀盘、第一轴套、第一轴系支架、第一油室套、壳体和直流双输出轴电机，所述主轴系统还包括第二固定挡板、第二主轴、第二止推板、第二刀盘、第二轴套、第二油室套和第二轴系支架；所述第一轴系支架位于壳体内腔的一端，所述第一轴系支架通过第一固定挡板与壳体固接，所述第二轴系支架位于壳体内腔的另一端，所述第二轴系支架通过第二固定挡板与壳体固接，所述直流双输出轴电机位于壳体内并通过电机支架固装在第一轴系支架上，所述直流双输出轴电机的第一输出轴通过第一止推板与第一主轴的一端固接，所述第一主轴的另一端与第一刀盘固接，所述第一轴套与第一止推板之间留有第一间隙，所述第一轴套与第一刀盘之间留有第二间隙，所述第一轴套套装在第一主轴上，所述第一轴套与第一主轴之间留有第三间隙，所述第一轴套固装在第一轴系支架上，所述第一轴套的外壁上沿圆周方向加工有环形凹槽，所述第一轴套上加工有多个第一轴向通孔和多个第一径向通孔，所述第一油室套由两个第一半环构成，所述两个第一半环相对套装在第一轴套上且位于环形凹槽内，所述两个第一半环固装形成第一油室套，所述第一主轴与第一油室套之间形成第一油室，所述多个第一轴向通孔与所述多个第一径向通孔均与第一油室连通；

[0005] 所述直流双输出轴电机的第二输出轴通过第二止推板与第二主轴的一端固接，所述第二主轴的另一端与第二刀盘固接，所述第二轴套与第二止推板之间留有第四间隙，所述第二轴套与第二刀盘之间留有第五间隙，所述第二轴套套装在第二主轴上，所述第二轴

套与第二主轴之间留有第六间隙，所述第二轴套固装在第二轴系支架上，所述第二轴套的外壁上沿圆周方向加工有第二环形凹槽，所述第二轴套上加工有多个第二轴向通孔和多个第二径向通孔，所述第二油室套由两个第二半环构成，所述两个第二半环相对套装在第二轴套上且位于第二环形凹槽内，所述两个第二半环固装形成第二油室套，所述第二主轴与第二油室套之间形成第二油室，所述多个第二轴向通孔和所述多个第二径向通孔均与第二油室连通。

[0006] 本发明的有益效果是：

[0007] 本发明的第一轴套与第一止推板之间留有第一间隙，第一轴套与第一刀盘之间留有第二间隙，第一轴套与第一主轴之间留有第三间隙，第二主轴与第二止推板之间留有第四间隙，第二主轴与第二刀盘之间留有第五间隙，第二轴套与第二主轴之间留有第六间隙，第一油室中的油通过多个第一轴向通孔和多个第一径向通孔在第一间隙、第二间隙和第三间隙中形成油膜，第二油室中的油通过多个第二轴向通孔和多个第二径向通孔在第四间隙、第五间隙和第六间隙中形成油膜，采用液体静压轴承做轴向和径向支撑，实现了主轴的高刚度和超精密回转，其轴向刚度可达到4000N/μm，由于液体静压轴承具有均化轴和轴套本身精度的效应，回转精度可达到0.02μm；

[0008] 本发明采用双输出轴直流电机作为驱动元件并采用直接驱动的方式，具有动态效果好，传递效率高的优点，在同一主轴的两个轴系上同时实现了高刚度和高精度的超精密的回转和直接驱动，由一个驱动源同时驱动两个主轴转动，实现了两轴上的刀盘同时加工工件，与现有的KDP超精密加工机床的主轴系统采用单刀盘相比，加工效率提高了一倍。

附图说明

[0009] 图1是本发明的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统的整体结构的主剖视图，图2是第一止推板的主视图，图3是第二止推板的主视图，图4是图1在C处的局部放大图，图5是图1在I处的局部放大图，图6是第一油室套的横截面示意图，图7是第二油室套的横截面示意图。

具体实施方式

[0010] 具体实施方式一：如图1～7所示，本实施方式的双刀盘卧式超精密液体静压电主轴系统包括第一固定挡板3、第一主轴10、电机支架18、第一止推板4、第一刀盘11、第一轴套8、第一轴系支架15、第一油室套16、壳体37和直流双输出轴电机38，所述主轴系统还包括第二固定挡板34、第二主轴28、第二止推板22、第二刀盘29、第二轴套26、第二油室套33和第二轴系支架35；所述第一轴系支架15位于壳体37内腔的一端，所述第一轴系支架15通过第一固定挡板3与壳体37固接，所述第二轴系支架35位于壳体37内腔的另一端，所述第二轴系支架35通过第二固定挡板34与壳体37固接，所述直流双输出轴电机38位于壳体37内并通过电机支架18固装在第一轴系支架15上，所述直流双输出轴电机38的第一输出轴19通过第一止推板4与第一主轴10的一端固接，所述第一主轴10的另一端与第一刀盘11固接，所述第一轴套8与第一止推板4之间留有第一间隙D，所述第一轴套8与第一刀盘11之间留有第二间隙E，所述第一轴套8套装在第一主轴10上，所述第一轴套8与第一主轴10之间留有第三间隙F，所述第一轴套8固装在第一轴系支架15上，所述第一轴

套8的外壁上沿圆周方向加工有环形凹槽8-1，所述第一轴套8上加工有多个第一轴向通孔13和多个第一径向通孔14，所述第一油室套16由两个第一半环16-1构成，所述两个第一半环16-1相对套装在第一轴套8上且位于环形凹槽8-1内，所述两个第一半环16-1固装形成第一油室套16，所述第一主轴10与第一油室套16之间形成第一油室6，所述多个第一轴向通孔13与所述多个第一径向通孔14均与第一油室6连通；

[0011] 所述直流双输出轴电机38的第二输出轴20通过第二止推板22与第二主轴28的一端固接，所述第二主轴28的另一端与第二刀盘29固接，所述第二轴套26与第二止推板22之间留有第四间隙M，所述第二轴套26与第二刀盘29之间留有第五间隙N，所述第二轴套26套装在第二主轴28上，所述第二轴套26与第二主轴28之间留有第六间隙H，所述第二轴套26固装在第二轴系支架35上，所述第二轴套26的外壁上沿圆周方向加工有第二环形凹槽26-1，所述第二轴套26上加工有多个第二轴向通孔25和多个第二径向通孔23，所述第二油室套33由两个第二半环33-1构成，所述两个第二半环33-1相对套装在第二轴套26上且位于第二环形凹槽26-1内，所述两个第二半环33-1固装形成第二油室套33，所述第二主轴28与第二油室套33之间形成第二油室24，所述多个第二轴向通孔25和所述多个第二径向通孔23均与第二油室24连通。

[0012] 本发明在使用时，第一油室6和第二油室24均与供油装置连通，第一间隙D内形成第一止推油膜17、第二间隙E内形成第二止推油膜12、第三间隙F内形成第一径向油膜9，实现了第一主轴10的超精密回转；第四间隙M内形成第三止推油膜36、第五间隙N内形成第四止推油膜31、第六间隙H内形成第二径向油膜27，实现了第二主轴28的超精密回转。

[0013] 具体实施方式二：如图1所示，本实施方式所述直流双输出轴电机38为直流双输出轴无刷驱动电机。如此设计，驱动效果好。其它组成及连接关系与具体实施方式一相同。

[0014] 本实施方式的直流双输出轴电机38由定子1和转子2构成，直流无刷驱动电机系统38的转子2同时与第一电机轴19和第二电机轴20固接，采用无刷驱动电机作为驱动元件，由于没有电刷，因此这种电机的定子1与转子2之间没有摩擦力矩，直接可以产生旋转扭矩驱动第一主轴10和第二主轴28同时旋转并进行切削。

[0015] 具体实施方式三：如图4所示，本实施方式所述第一间隙D、第二间隙E及第三间隙F的范围均是4～6μm。如此设计，有效的提高了液体静压油膜的刚度，实现了第一主轴10的超精密回转。其它组成及连接关系与具体实施方式一或二相同。

[0016] 具体实施方式四：如图4所示，本实施方式所述第四间隙M、第五间隙N及第六间隙H的范围均是4～6μm。如此设计，有效的提高了液体静压油膜的刚度，实现了第二主轴28的超精密回转。其它组成及连接关系与具体实施方式一或二相同。

[0017] 具体实施方式五：如图1所示，本实施方式所述第一主轴10和第二主轴28均为空心主轴。如此设计，减少重量，惯性小，便于电主轴的快速旋转。其它组成及连接关系与具体实施方式三相同。

[0018] 具体实施方式六：如图1所示，本实施方式所述第一主轴10和第二主轴28均为空心主轴。如此设计，减少重量，惯性小，便于电主轴的快速旋转。其它组成及连接关系与具体实施方式四相同。

[0019] 具体实施方式七：如图2和图3所示，本实施方式所述第一止推板4的直径d1和

第二止推板 22 的直径 d2 一致设置，第一止推板 4 的直径 d1 和第二止推板 22 的直径 d2 范围均为 Φ400mm ～ Φ500mm。如此设计，便于实现大止推平面。其它组成及连接关系与具体实施方式五或六相同。

[0020] 具体是实施方式八：如图 2 所示，本实施方式所述主轴系统还包括多个第一加强筋 39，所述多个第一加强筋 39 沿圆周方向均布固装在第一止推板 4 的外端面上。如此设计，提高了第一止推板 4 的刚度、减轻第一止推板 4 的重量，有效的提高了第一主轴 10 的节流效果，提高第一主轴 10 的刚度。其它组成及连接关系与具体实施方式七相同。

[0021] 具体是实施方式九：如图 3 所示，本实施方式所述主轴系统还包括多个第二加强筋 40，所述多个第二加强筋 40 沿圆周方向均布固装在第二止推板 22 的外端面上。如此设计，提高了第二止推板 22 的刚度、减轻第二止推板 22 的重量，有效的提高了第二主轴 28 的节流效果，提高第二主轴 28 的刚度。其它组成及连接关系与具体实施方式一、二、五、六或八相同。

[0022] 工作原理：

[0023] 参照图 1 ～ 7，工作时，将壳体 37 固装在机床溜板 21 的上端面上，驱动直流双输出轴电机 38，直流双输出轴电机 38 上的第一输出轴 19 转动带动第一主轴 10 转动，第一主轴 10 转动带动第一刀盘 11 转动，第二输出轴 20 转动带动第二主轴 28 转动，第二主轴 28 转动带动第二刀盘 29 转动；将供油装置中的高压油输入第一油室 6 和第二油室 24，第一油室 6 中的液压油通过多个第一轴向通孔 13 和多个第一径向通孔 14 流入第一间隙 D、第二间隙 E 和第三间隙 F，在第一间隙 D 内形成第一止推油膜 17，第二间隙 E 内形成第二止推油膜 12，第三间隙 F 内形成第一径向油膜 9；第二油室 24 中的液压油通过多个第二轴向通孔 25 和多个第二径向通孔 23 流入第四间隙 M、第五间隙 N 和第六间隙 H，在第四间隙 M 内形成第三止推油膜 36，在第五间隙 N 内形成第四止推油膜 31，在第六间隙 H 内形成第二径向油膜 27，形成的液体静压膜用于支撑主轴及其轴向载荷；由于主轴的轴向和径向都有液体静压膜支撑，使得第一主轴 10、第一止推板 4 和第一刀盘 11 与第一轴套 8 的径向和轴向均不直接接触，使得第二主轴 28、第二止推板 22 和第二刀盘 29 与第二轴套 26 的径向和轴向均不直接接触，形成零件几何误差的均化效应，可以大幅度地提高主轴的刚度和回转精度。

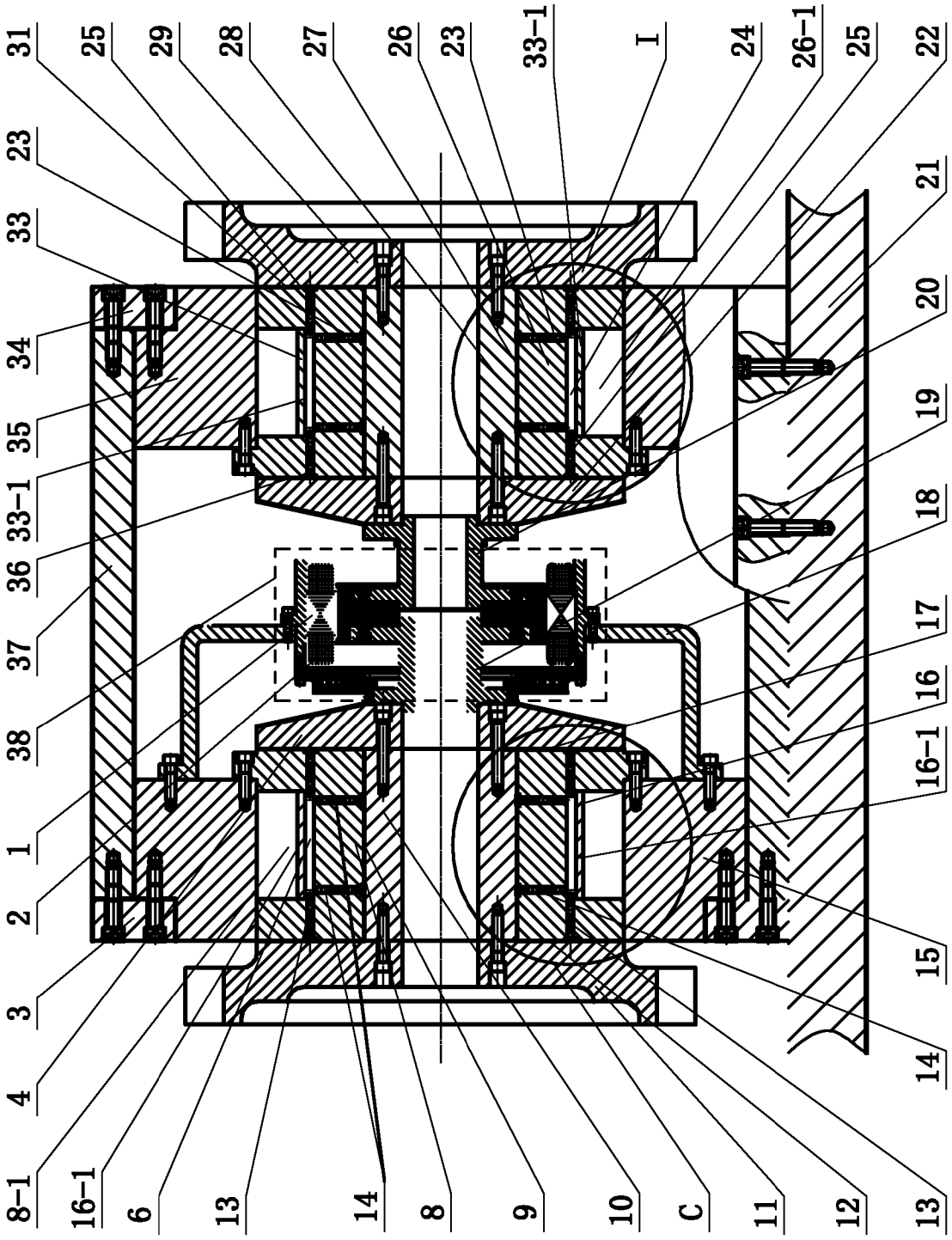

31
25
29
28
27
26
23
33-1
I
24
26-1
25
22
23
33
21
34
20
35
19
33-1
36
18
37
17
38
16
16-1
1
2
15
3
14
4
8-1
16-1
6
13
14
8
9
10
C
11
12
13

图 1

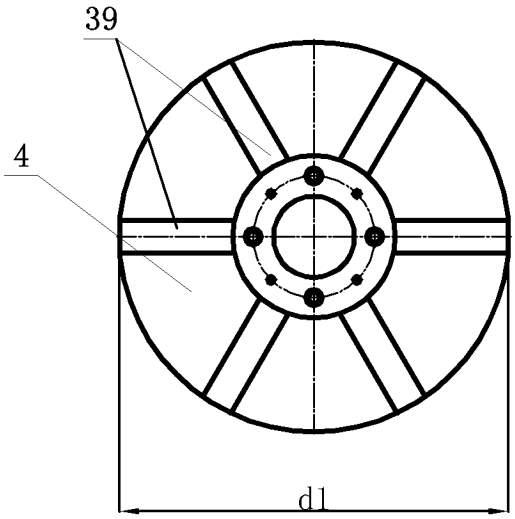


图 2

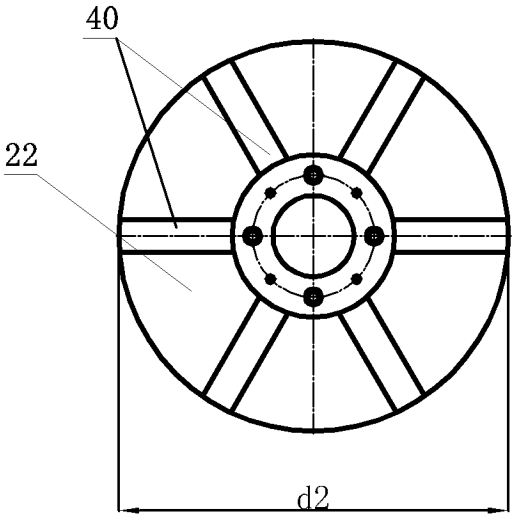


图 3

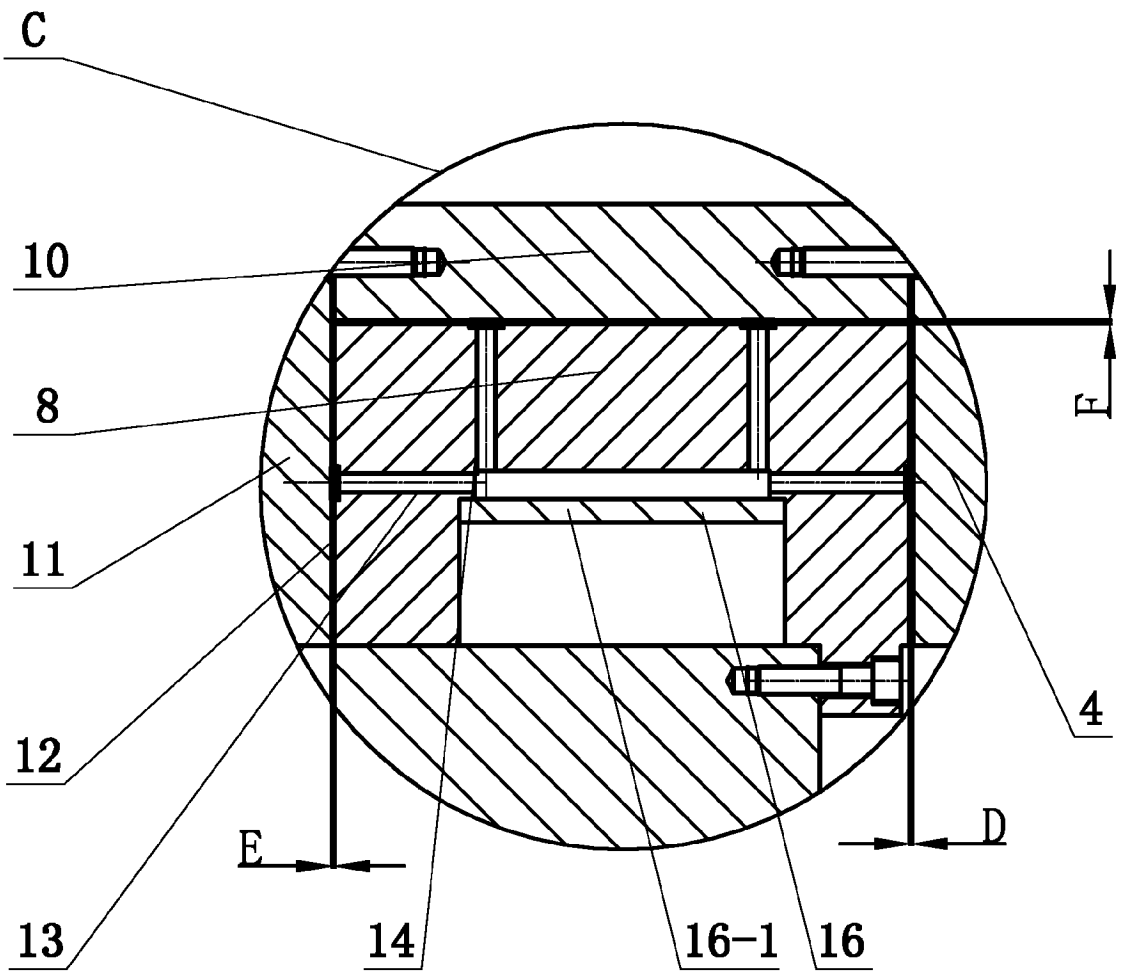


图 4

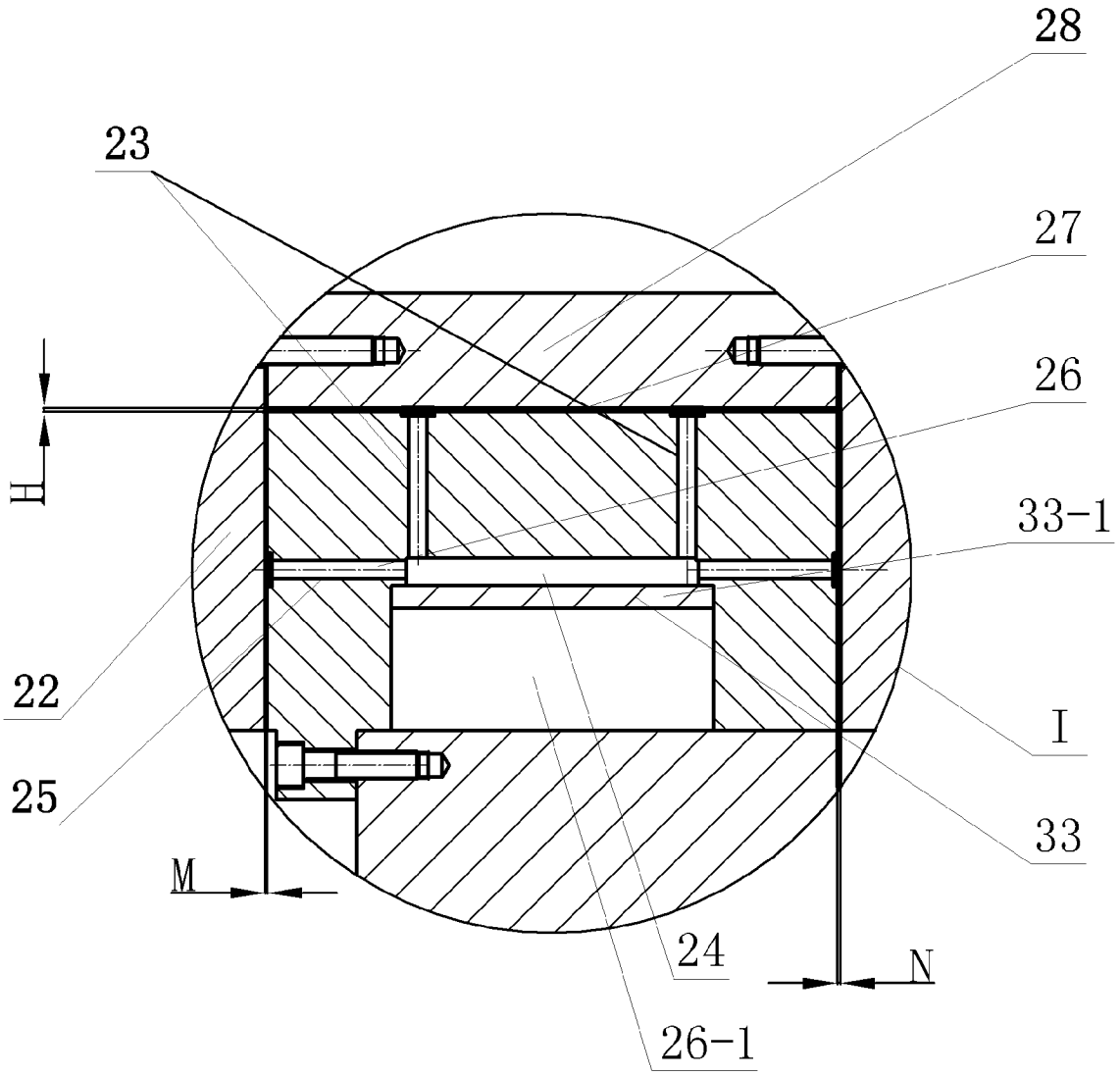


图 5

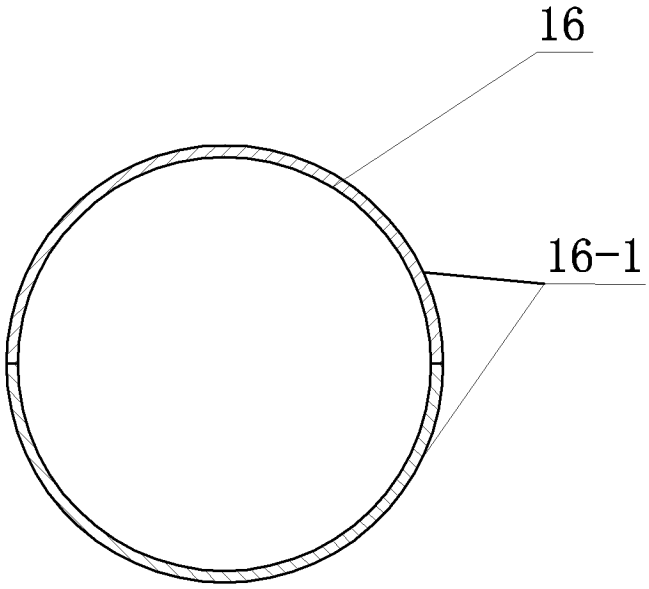


图 6

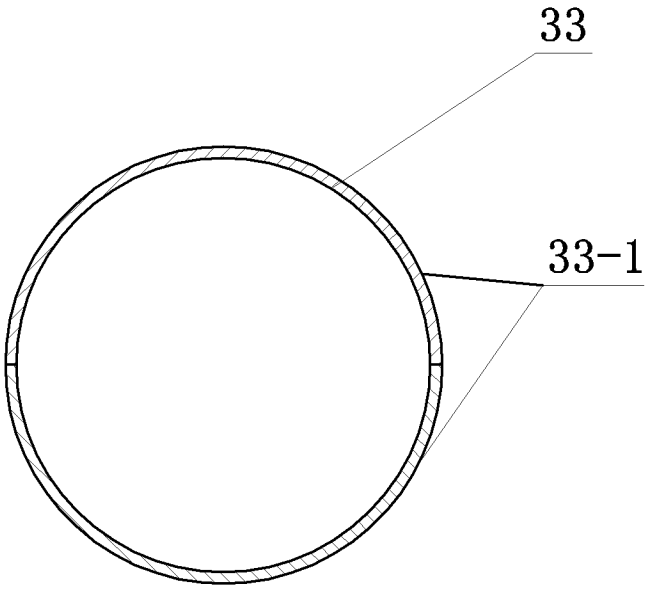


图 7