



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101854023 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 06

(21) 申请号 201010179488. 0

(22) 申请日 2010. 05. 24

(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 耿玉民 郭劲

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务  
所 22210

代理人 王立伟

(51) Int. Cl.

H01S 3/081 (2006. 01)

H01S 3/105 (2006. 01)

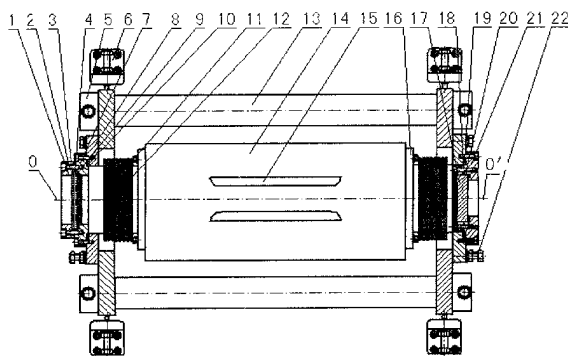
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔

## (57) 摘要

一种高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔, 该光学谐振腔包括: 全反射镜、全反射镜座、全反射镜压盖、输出反射镜、输出反射镜座、输出反射镜压盖。其连接关系是光学谐振腔安装固定在高稳定光学支架的两端板上, 经有弹性可调整的波纹管固定连接在密闭循环流动的工作气体腔室通道的两端。通过校准光源调整全反射镜、输出反射镜的轴心, 与激光放电腔的空间光轴“0”同轴。储能充放电电路注入电能后使激光放电腔的一对放电电极大面积均匀的辉光放电, 经全反射镜和输出反射镜多次的激励谐振, 使脉冲信号多次反复越来越强形成激光, 并通过输出窗口发射激光而构成激光器的光学谐振腔。本发明稳定可靠, 结构紧凑, 适用于高功率气体激光器和脉冲气体激光器。



1. 高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔,其特征在于包括输出反射镜压盖 (1)、短内六角螺钉 (2)、钢垫圈 (3)、输出反射镜 (4)、上、下位移调整块 (5)、左、右位移调整块 (6)、输出反射镜座 (7)、波纹管大法兰盘 (8)、中 O 形密封圈 (9)、大 O 形密封圈 (10)、六角螺栓 (11)、波纹管 (12)、高稳定光学支架 (13)、激光放电腔 (14)、放电电极 (15)、波纹管小法兰盘 (16)、全反射镜 (17)、全反射镜压盖 (18)、小 O 形密封圈 (19)、长内六角螺钉 (20)、全反射镜座 (21)、仰角调整螺栓 (22) 构成光学谐振腔;

各部件的位置及连接关系:所述的光学谐振腔为一通长的矩形体结构,沿高稳定光学支架 (13) 的两端板上装有波纹管的大法兰盘 (8),并通过波纹管 (12) 和波纹管小法兰盘 (16),沿轴向与激光放电腔 (14) 箱体的两端板连接;在一端的波纹管大法兰盘 (8) 上装有全反射镜光学元件支架,在另一端的波纹管大法兰盘 (8) 上装有输出反射镜光学元件支架,做为高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器发射激光的输出窗口;在波纹管大法兰盘 (8) 上还装有仰角调整螺栓 (22),用来调整全反射镜 (17)、输出反射镜 (4) 的仰角,修正使其轴心与激光放电腔 (14) 的空间光轴 O 同轴;在光学支架 (13) 的两端板上还装有光学谐振腔的支撑和位移调节机构上、下位移调整块 (5) 和左、右位移调整块 (6),通过调整使激光器光学谐振腔的空间光轴 O 与校准光源的光轴 O 同轴;在光学元件的全反射镜 (17) 和输出反射镜 (4) 与光学元件支架 (13) 的结构压盖之间装有钢垫圈 (3);光学元件与镜座 (7)、(21) 的连接和波纹管大法兰盘 (8) 与输出反射镜座 (7)、全反射镜座 (21) 的连接,都是采用中 O 形密封圈 (9)、大密封圈 (10) 接触压紧密封连接;由放电电极激励放电后产生的光电子脉冲,经全反射镜 (17) 和输出反射镜 (4) 多次反复的谐振放大,由输出窗口发射获得高功率激光和高质量光束。

2. 根据权利要求 1 所述的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔装置,其特征在于高稳定光学支架 (13) 为桁架机械结构,由两个端板和三根拉杆构成;在一块端板上装有光学元件全反射镜 (17)、光学腔支撑上下位移调整结构 (5)、左右位移调整结构 (6) 和光学元件支架全反射镜压盖 (18)、全反射镜座 (21);另一块端板上装有光学元件输出反射镜 (4)、光学腔支撑及上下位移调整结构 (5)、左右位移调整结构 (6) 和光学元件支架输出反射镜压盖 (1)、输出反射镜座 (7),作为激光激励谐振反射和输出窗口。

3. 根据权利要求 1 所述的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔装置,其特征在于光学元件全反射镜 (17) 为凹面镜,凹面表面镀金膜;光学元件输出反射镜 (4) 为平面镜,平镜的一端表面镀工作介质反射膜,平镜的另一端表面镀增透膜。

4. 根据权利要求 1 所述的气体激光器的光学谐振腔装置,其特征在于支撑位移调节结构为安装在高稳定光学支架 (13) 端板上的上、下位移调整块 (5);左、右位移调整块 (6);调整上、下位移调整块 (5) 和左、右位移调整块 (6),使校准光源的光轴、主放电电极的空间光轴、全反射镜的轴心和输出反射镜的轴心为同一光轴“O”,实现激光器输出激光方向准直度的准确性。

5. 根据权利要求 1 所述的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔装置,其特征在于光学元件支架结构是安装在波纹管大法兰盘 (8) 上的全反射镜座 (21) 和输出反射镜座 (7);与镜座固定连接全反射镜压盖 (18) 和输出反射镜压盖 (1);与压盖和镜片紧密连接的全反射镜和输出反射镜钢垫圈 (3),光学元件支架结构可以将镜片牢固的固定在相应的位置。

6. 根据权利要求 1 所述的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔装置,其特征在于全反

射镜座 (21) 和输出反射镜座 (7) 通过大 O 形密封圈 (10)、小 O 形密封圈 (19) 与波纹管的大法兰盘 (8) 紧固连接;全反射镜 (17) 和输出反射镜 (4) 通过小 O 形密封圈 (9) 与镜座 (7)、全反射镜座 (21) 紧固连接;波纹管小法兰盘 (16) 通过 O 形密封圈与激光放电腔 (13) 紧固连接。

7. 根据权利要求 1 所述的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔装置,其特征在于大法兰盘 (8) 上还安装有仰角调整螺栓 (22),由外部设备校准光源和光栏校定激光器主放电极的空间光轴“0”与光源的光轴“0”同轴后,调整仰角螺栓 (22) 使全反射镜 (4) 和镜输出反射镜 (17) 的光轴“0”与主放电极的空间光轴“0”与光源的光轴“0”,形成“0-0' ”三者同轴。

## 高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种气体激光器,特别是涉及高功率激光、高脉冲能量和高重复频率的气体 TEA CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔装置。

### 背景技术

[0002] 光学谐振腔是激光器的重要部件,对于脉冲输出激光或是连续输出激光的气体 CO<sub>2</sub> 激光器,设计适合的光学谐振腔,是气体 CO<sub>2</sub> 激光器获得高功率激光输出和高光束质量输出的必要条件之一。没有光学谐振腔就不能产生激光输出,光学谐振腔可以使光脉冲信号多次反复地沿着一定方向通过工作物质激励谐振获得多次的放大,并使脉冲信号越来越强形成激光输出。由于高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器一般是在多模状态下运转工作的(包括纵流与横流),从而导致复杂的时间和空间模式相干性存在。对于激光光束的两个相干性而言,是沿着光束传播的光功率强度分布明显变化的,特别是非稳定状态下的光学谐振腔更是如此。为获得较高功率的激光和高质量激光光束输出,必需设计理想的光学谐振腔控制激光器的激光振荡模式,来保证输出激光有较好的时间和空间的相干性。这是高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器(特别是脉冲气体 CO<sub>2</sub> 激光器)技术较难解决的关键问题。更是设计光学谐振腔所必须考虑的重要因素和内容。光学谐振腔是多种多样的,如构成光学谐振腔的反射镜可以是平面镜,也可以是凹面或者凸面镜,两反射镜形式可以是相同的,也可以是不同的,两反射镜的距离可以是任意的。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种能在高功率激光和高质量激光光束输出条件下长时间维持均匀场激励放电可靠稳定工作的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔装置。

[0004] 本发明设计的平—凹共焦稳定光学腔结构装置,解决了高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器经主放电极放电维持激励谐振获得高功率激光和高质量激光光束输出稳定性问题。本发明采用由高稳定的光学支架、光学元件、光学腔支撑结构和光学元件支架结构等技术设计的光学谐振腔装置,可使气体 CO<sub>2</sub> 激光器获得激光输出功率达数十 kW,激光脉冲能量达数十焦耳和激光光束的稳定度小于 0.2mrad。且该装置具有技术结构简单、制造成本低、体积相对较小紧凑等优点。

[0005] 本发明的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔装置包括:输出反射镜压盖、短内六角螺钉、铰钢垫圈、输出反射镜(输出窗口)、上、下位移调整块、左、右位移调整块、输出反射镜座、波纹管大法兰盘、大 O 形密封圈、中 O 形密封圈、小 O 形密封圈、六角螺栓、波纹管、高稳定光学支架、激光放电腔、放电电极、波纹管小法兰盘、全反射镜、全反射镜压盖、长内六角螺钉、全反射镜座、仰角调整螺栓等构成的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器的光学谐振腔。

[0006] 各部件的位置及连接关系:所述的光学谐振腔为一通长的矩形体结构,沿高稳定光学支架的两端板上装有波纹管的大法兰盘,并通过波纹管的小法兰盘,沿轴向与激光放电腔箱体的两端板连接;在一端的波纹管大法兰盘上装有全反射镜光学元件支架的结构装

置,在另一端的波纹管大法兰盘上装有输出反射镜光学元件支架的结构装置,做为高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器发射激光的输出窗口;在波纹管大法兰盘上还装有调整螺栓,用来调整全反射镜、输出反射镜的仰角,修正使其轴心与激光放电腔的空间光轴“0”同轴;在光学支架的两端板上还装有光学谐振腔的支撑调节机构,其一是使光学支架实现高稳定度,其二是使光学支架能够左、右和上、下位移调整,使激光器光学谐振腔的空间轴心与校准光源的光轴同轴,实现激光器输出激光方向的准确性(准直度);在光学元件全反射镜和输出反射镜与光学元件支架的结构压盖之间装有钢垫圈,其除将光学元件与压盖间的缝隙添实使之压紧配合外,另一个作用是将镜片吸收的激光光束热量传导散热出去,延长光学元件的工作寿命;光学元件与镜座的连接和波纹管大法兰盘与镜座的连接,都是采用 O 形圈接触压紧密封连接,使激光器的密闭气体循环通道腔室内的工作物质与大气相隔离,并具有非常高的气密性,使工作物质保持稳定的工作气压在密闭循环通道腔室内流动。由放电电极激励放电后产生的光电子脉冲,经全反射镜和输出反射镜多次反复的谐振放大,由输出窗口发射激光构成的高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔装置。

[0007] 所述的高稳定的光学支架为桁架机械结构,由两个端板和三根拉杆构成(见图 1)。在一块端板上装有光学元件全反射镜、光学腔支撑及位移调整结构和光学元件支架结构;另一块端板上装有光学元件输出反射镜、光学腔支撑及位移调整结构和光学元件支架结构,作为激光器的输出窗口端。

[0008] 所述的光学谐振腔的支撑调节结构为安装在高稳定光学支架端板上的上、下位移调整块和左、右位移调整块;用外部设备校准光源和光栏校定使激光器主放电电极的空间光轴与光源的光轴同轴后,调整位移上、下和左、右位移调整块,使校准光源的光轴、主放电电极的空间光轴、全反射镜的轴心和输出反射镜的轴心为同一光轴,实现激光器输出激光方向的准确性即准直度。

[0009] 所述的全反射镜和输出反射镜镜座通过 O 形密封圈与波纹管的大法兰盘固定连接;全反射镜和输出反射镜通过 O 形密封圈与镜座固定连接;波纹管小法兰盘通过 O 形密封圈与激光放电腔固定连接。其作用是不使激光器的工作物质(混合气体)泄露到大气中去,确保激光器始终在设定好的工作气压范围稳定的运行工作。

[0010] 所述的在大法兰盘上还安装有仰角调整螺栓,用外部设备校准光源和光栏校定使激光器主放电电极的空间光轴与光源的光轴同轴后,调整仰角使全反射镜和输出反射镜的光轴心与主放电电极的空间光轴与光源的光轴同轴。

[0011] 本发明的光学谐振腔装置与激光器主机设备固定连接,由储能充放电路提供注入电能量,将激光放电腔放电电场内被电离的工作气体,通过预电离触发针的预先火花放电和一对主放电电极的滞后均匀场辉光放电而获得光电子,再由光学谐振腔的全反射镜与输出反射镜进行光电子多次谐振后获得激光输出。由于高功率 TEA CO<sub>2</sub> 激光器是属高电压,高重频状态下运行工作的大型激光设备,光学谐振腔除具有获得高功率激光输出和高质量激光光束能力外,还要求其光学腔便于安装调试和光学元件的调换。本发明的光学谐振腔装置通过位移调整块和仰角调整螺栓的精确调整定位,并使事先装配好的全反镜装置和输出窗口装置快速调换,解决了光学谐振腔激光光束是在稳定状态下且沿着光功率强度分布明显变化的难题。

[0012] 本发明的优点:光学谐振腔具有高稳定度抖动小、放电光电子谐振持续稳定、输出

激光光斑较大和光学元件可以承受较大工作破坏阈值等特点。使高功率气体 CO<sub>2</sub> 激光器不再因为不能长久维持激励谐振和破坏光学元件,故可以延长气体 CO<sub>2</sub> 激光器的工作使用寿命,另外本发明的气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔装置与激光器的激光放电腔结合成为一体,构成一个体积较小、结构紧凑简单和制造成本低新型激光器件装置,可应用于各类高功率气体激光器和高功率脉冲气体 CO<sub>2</sub> 激光器中。

## 附图说明

[0013] 图 1 为本发明的气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔装置的剖视图。

## 具体实施方式

[0014] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明:

[0015] 本发明的气体 CO<sub>2</sub> 激光器光学谐振腔装置包括:输出反射镜压盖 1;M6 内六角螺钉 2;钢垫圈 3;输出反射镜(输出窗口)4;上、下位移调整块 5;左、右位移调整块 6;输出反射镜座 7;波纹管大法兰盘 8;中 O 形密封圈 9;大 O 形密封圈 10;M6 六角螺栓 11;波纹管 12;高稳定光学支架 13;激光放电腔 14;放电电极 15;波纹管小法兰盘 16;全反射镜 17;全反射镜压盖 18;小 O 形密封圈 19;全反射镜座 21;仰角调整螺栓 22 等构成光学谐振腔装置。

[0016] 所述的光学元件全反射镜为直径 76.2mm 的凹面镜,曲率半径 R 为 18m,凹面表面镀金膜,全反射率为 99.8%;光学元件输出反射镜(输出窗口)为直径 95mm 的平面镜,平镜的一端表面镀工作介质反射膜,透过率 T 为 70%,该表面与激光器工作气体接触,平镜的另一端表面镀增透膜,透过率 T 为 99.9%,该表面与大气的空气接触。

[0017] 所述的光学元件支架的结构是安装在波纹管大法兰盘上外径为 150mm、内径为 60mm 的全反射镜和外径为 150mm、内径为 80mm 的输出反射镜镜座,与镜座紧固连接外径为 106mm、内径为 72mm 全反射镜和外径为 122mm、内径为 80mm 输出反射镜压盖;与压盖和镜片紧密连接的外径为 76mm、内径为 72mm 全反射镜和外径为 94mm、内径为 82mm 输出反射镜钢垫圈,光学元件支架结构可以将镜片牢固的固定在相应的位置,使其不能发生松动和位移,同时具有将镜片所吸收的激光光束热量传导散热出去作用,延长光学元件的工作寿命。

[0018] 所述的输出反射镜压盖 1 直径 95mm 的子口位置装入钢垫圈 3 和光学元件输出反射镜 4,将 O 形密封圈 9 装入输出反射镜座 7 上,用 6 个 M6 短内六角螺钉 2,将输出反射镜压盖 1 和输出反射镜座 7 紧固连接;构成输出窗口结构装置。输出反射镜 4 采用硒化锌(ZnSe)材料制作,O 形密封圈 9 采用橡胶材料制作,输出反射镜压盖 1 和输出反射镜座 7 采用不锈钢材料制作。

[0019] 所述的全反射镜压盖 18 直径 76mm 的子口位置装入光学元件全反射镜 17,将小 O 形密封圈 19 装入全反射镜座 21 上,用 6 个 M6 长内六角螺钉 20 将全反射镜压盖 18 和全反射镜座 21 紧固连接;构成全反射镜结构装置。全反射镜 17 采用无氧铜材料制作,O 形密封圈 19 采用橡胶材料制作,全反射镜压盖 18 和全反射镜座 21 采用不锈钢材料制作。

[0020] 所述的光学支架 13 是由三根直径 50mm、长 2.0m 的钢管,每根钢管两端装配带有 M20 螺纹的堵头,并与两块 800\*600\*30 的端板用 6 个 M20 的螺母紧固连接,在两块端板的中心位置上同轴开有直径为 170mm 的圆孔,构成桁架式的高稳定的光学支架结构。两块

端板采用不锈钢材料制作。

[0021] 所述的上、下位移调整块 5 和左、右位移调整块 6 均为 4 组；将上、下位移调整块 5 分别用 4 个 M6 内六角螺钉紧固连接在端板外端面下角方向的左、右位置处；将左、右位移调整块 6 分别用 4 个 M6 内六角螺钉紧固连接在端板侧端下面的板厚中心位置处；构成光学谐振腔光轴，可以上、下和左、右位移的调整结构装置。每组上、下位移调整块 5 和左、右位移调整块 6 采用不锈钢材料制作。

[0022] 所述的仰角调整螺栓 22 共计 6 个分为两组，按  $120^\circ$  等分安装在两端的波纹管大法兰盘 8 上，旋动仰角调整螺栓 22 可以修正输出窗口结构和全反射镜结构的光学元件全反射镜与输出反射镜的光轴同轴；仰角调整螺栓 22 采用不锈钢材料制作。

[0023] 将装配好的光学支架 13 用 M10 的螺栓通过角块固定连接在外部结构装置激光器的支撑平台上，先将波纹管大法兰盘 8 用 M10 的螺栓紧固连接在光学支架 13 两端的端板上，后将波纹管小法兰盘 16 装上小 O 形密封圈，再用 M10 的螺栓紧固连接在激光放电腔 14 两端的端板上，然后将两端波纹管大法兰盘 8 装上大 O 形密封圈 10，将输出窗口结构装置和全反射镜结构装置用两组 M6 内六角螺钉分别与波纹管大法兰盘 8 紧固连接。构成完整的高功率气体  $\text{CO}_2$  激光器光学谐振腔装置。配合主机设备和储能充放电系统完成激光器激励放电并使光电子脉冲充分谐振获得激光输出。

[0024] 光学谐振腔是气体  $\text{CO}_2$  激光器基础技术的关键技术之一，本发明的光学谐振腔采用高稳定度抖动小、放电光电子脉冲谐振持续稳定、输出激光光斑较大和光学元件可以承受较大工作破坏阈值等技术特点，使高功率气体  $\text{CO}_2$  激光器即能长久维持激励谐振，同时不破坏光学元件，实现了气体激光器的光学谐振腔配附激光器主机高功率稳定可靠的运行工作。本发明的装置具有技术结构简单制造成本低，体积相对较小且紧凑等优点，机械结构与机械零部件加工非常易于实现，装置高稳定可靠，便于全反射镜和输出反射镜的调换与安装，能够使气体  $\text{CO}_2$  激光器系统长时间稳定工作，适用于高功率气体激光器和脉冲气体激光器技术。

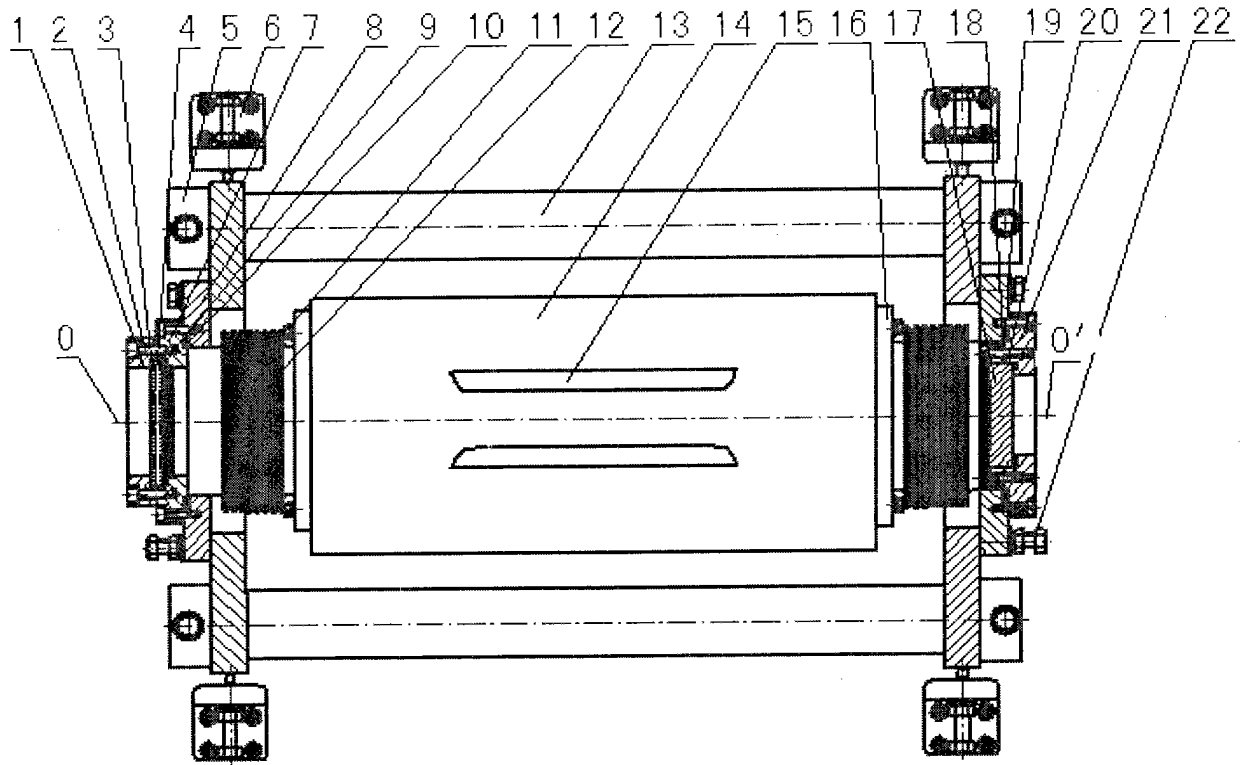


图1