



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94107151.0

[51]Int.Cl⁵

H01S 3/00

[43]公开日 1995 年 5 月 24 日

[22]申请日 94.6.2

[30]优先权

[32]93.6.4 [33]US[31]071,395

[71]申请人 PRC公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 C·J·尼尔森 W·Q·威尔逊
K·M·图里奥

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 黄力行

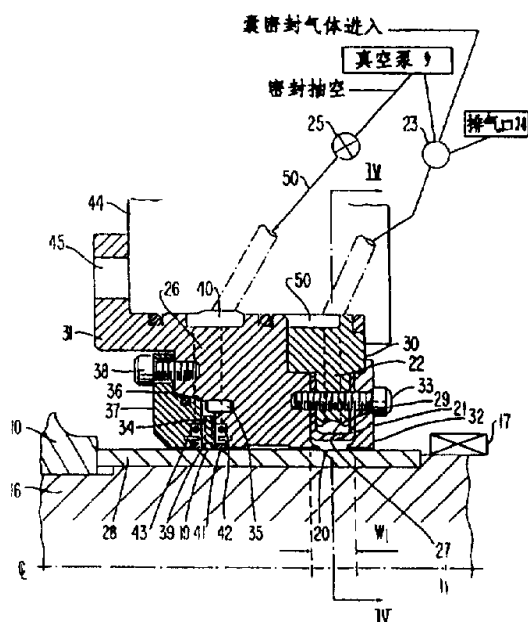
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 透平压气机的密封方法和结构以及采用它的激光器

[57]摘要

用于气体激光设备中使气体沿激光器的流动通路流动的一种透平式压气机, 包括一围绕驱动轴的密封结构, 用于防止不良物质沿驱动轴移动到压气机叶轮上。密封结构包括一第一密封, 用于在轴转动期间绕轴密封, 以及第二密封, 包括一弹性囊, 该囊膨胀和收缩, 以与驱动轴接触或脱离接触, 一方面当驱动轴静止时, 用于密封轴, 另一方面, 当轴转动时用于使囊从轴退回。



(BJ)第 1456 号

1. 一种气体激光设备，它包括限定激光气体流动通路的装置，用于激发在所述设备中沿所述流动通路流动的气体以使所述气体产生激光的装置，以及一个用于使气体沿所述气路流动的压气机，所述压气机包括可绕一个轴线转动的一个驱动轴，一个安装在所述驱动轴上随轴转动的叶轮，所述叶轮在其上有多个叶片，用来压缩气体以使其沿所述流动通路流动，以及一围绕所述驱动轴的一密封结构，当激光器正在运行，驱动轴转动期间，以及在激光器运行前由于在降低激光器中的压力期间驱动轴为静止时，该结构用于防止不良物质沿所述驱动轴移动到所述叶轮上，所述密封结构包括一个第一密封，用于至少在轴的转动期间绕驱动轴密封，以及一个第二密封，包括一柔性密封元件，可使其选择性地移动，与驱动轴接触和脱离接触，用以在驱动轴静止时密封驱动轴，以防止不良物质沿驱动轴移动，其中所述第一密封是一真空压力密封，在其中，围绕着所述驱动轴可以保持真空，用以防止不良物质沿所述驱动轴移动到所述叶轮上，所述设备还包括一真空压力源以及一使所述真空压力源与所述第一密封连接起来的流体通道。

2. 根据权利要求1 所述的一种气体激光设备，其中所述第二密封包括向所述流体柔性密封元件施加增压流体以使其移动，与所述驱动轴密封接触的装置。

3. 根据权利要求2 所述的一种气体激光设备，其中所述柔性密封元件取一弹性囊的形式，在向所述囊施加增压流体的过程中，该囊弹性地膨胀，与驱动轴密封接触。

4. 根据权利要求1 所述的一种气体激光设备，还包括一轴承，它

支持所述驱动轴在沿所述驱动轴、距所述叶轮留有一定间隔的位置上转动，所述密封结构沿在所述轴承和所述叶轮中间的所述驱动轴上定位。

5. 根据权利要求4 所述的一种气体激光设备，其中所述第二密封沿在所述轴承和所述第一密封之间的所述驱动轴上定位。

6. 根据权利要求1 所述的一种气体激光设备，其中所述真空低于在所述气体激光设备中的激光气体工作压力。

7. 根据权利要求1 所述的一种气体激光设备，其中所述第二密封包括对所述柔性密封元件施加真空以在所述驱动轴开始转动时移动它使其与所述驱动轴脱离接触的装置。

8. 一种压气机，包括一可绕轴线转动的驱动轴，一个安装在所述驱动轴上与轴一起转动的叶轮，所述叶轮在其上有用于压缩气体的多个叶片，以及一个围绕所述轴的密封机构，以在驱动轴转动期间和当驱动轴静止时防止不良物质沿所述驱动轴移动到所述叶轮上，所述密封结构包括第一密封，用于在轴转动期间防止不良物质沿所述轴移动到所述叶轮上，以及第二密封，它包括一个柔性密封元件，可使其选择性地移动进入或脱离与驱动轴的接触，用来在驱动轴静止时密封驱动轴，以防止不良物质沿所述驱动轴移动到所述叶轮上，其中所述第一密封是一真空压力密封，在其中，围绕着所述驱动轴可以保持真空，用来防止不良物质沿所述驱动轴移动到所述叶轮上，所述设备还包括一真空压力源以及一使所述真空压力源与所述第一密封连接起来的流体通道。

9. 根据权利要求8 所述的一种压气机，其中所述第二密封包括向所述柔性密封元件施加增压流体以使其移动，与所述驱动轴密封接触的装置。

10. 根据权利要求9 所述的一种压气机，其中所述柔性密封元件取

一弹性囊的形式，在向所述囊施加增压流体的过程中，该囊弹性地膨胀，与驱动轴密封接触。

11. 根据权利要求8所述的一种压气机，还包括一轴承，它支持所述驱动轴在沿所述驱动轴、距所述叶轮留有一定间隔的位置上转动，所述密封结构沿在所述轴承和所述叶轮中间的所述驱动轴上定位。

12. 根据权利要求8所述的一种压气机，其中所述第二密封沿在所述轴承和所述第一密封之间的所述驱动轴上定位。

13. 根据权利要求8所述的一种压气机，其中所述第二密封包括对所述柔性密封元件施加真空以在所述驱动轴开始转动时移动所述密封元件，使其与所述驱动轴脱离接触的装置。

14. 用于防止不良物质沿压气机驱动轴移动到气体激光设备中的压气机叶轮上的一种方法，其中所述叶轮上有多个叶片，用于压缩激光气体，使其沿气体激光装置的流动通路流动，所述方法包括在驱动轴静止时，向一围绕驱动轴的柔性密封元件施加流体压力，以移动柔性密封元件，使其与驱动轴密封接触，在所述流动通路中将气体压力降到所需要的真空压力，所述与驱动轴密封接触的柔性密封元件在所述降压期间防止不良物质沿所述驱动轴运动，以及移动柔性密封元件，使其与驱动轴脱离密封接触，从而运行压力机和激光器，并且其中所述方法包括至少在驱动轴转动期间向围绕驱动轴的密封提供真空压力，用以防止不良物质沿所述驱动轴移动到所述叶轮上去。

15. 根据权利要求14所述的方法，其中所述柔性密封元件取弹性物质制成的囊的形式，施加的所述流体压力使囊弹性地膨胀，与驱动轴密封接触。

16. 根据权利要求14所述的方法，其中所述移动柔性密封元件使其与驱动轴脱离接触的步骤包括向所述柔性元件施加真空压力。

17. 根据权利要求14所述的方法，其中所述真空压力密封位于柔

性密封元件和叶轮之间，并且在降低压力期间也被用于帮助使所述流动通路中的压力降到所需要的真空压力。

18. 根据权利要求14所述的方法，其中在所述真空压力密封中保持一真空压力，该压力低于所述激光器中的工作气体压力。

透平压气机的密封方法和结构以及采用它的激光器

本发明涉及一种方法和密封结构，用于防止不良物质沿压气机的驱动轴移动到压气机上的叶轮上，还涉及一种气体激光设备，它包括一种用来使激光气体沿激光设备的流动通路流动的压气机。

从受让人自己的美国专利No. 4, 817, 111中知道，在一快速轴向流动气体激光器中采用一透平式压气机，用来使激光气体在一封闭环中以接近在激光气体中的声速的速度经过激光管循环。透平式压气机的叶轮可旋转地被支撑在压气机驱动轴上。被润滑的轴承可旋转地支撑驱动轴。为避免来自轴承的润滑剂和大气对激光气体的污染，在叶轮和轴承之间的压气机驱动轴周围设置一流体密封，以防止润滑剂和大气沿驱动轴移动到叶轮上。

公布在美国专利No. 4, 817, 111上的已知密封结构包括一碳化钨配合环，它在轴承和叶轮之间的位置上密封地安装在驱动轴上，随驱动轴转动。一对带有低摩擦滑动表面的，环形的、间隔放置的、静止的碳元件分别位于配合环的两侧，而且弹簧使其可屈服地偏向配合环。与静止的碳元件相邻的配合环的每个表面上都有一螺旋槽。槽从静止元件的径向外表面的位置向环和元件的相对的接触表面之间的位置延伸。

当向密封施加密封气体时，压气机驱动轴与在其上面的配合环的转动使在环表面上的螺旋槽抽取环与使元件和环移开一点距离的静止元件之间的密封气体。密封气体可以和所使用的激光气体相同，以略大于大气压力的压力把此种气体施加到流体密封上去，以便在驱动轴

转动期间，密封气体通过配合环与静止元件的相对表面间的小间隙以及沿着对朝着叶轮方向移动的润滑剂和大气起密封作用的驱动轴流动。允许流向激光器方向的密封气体作为补充气体进入激光器。

除了前述的动态密封之外，例如当驱动轴不转动，如在降低激光器中气体压力期间，该已知流体密封也提供一个静态密封。通过使配合环的表面与静止碳元件的相对表面紧密连触，而用“O”型圈分别使这些部件与轴和密封架密封而实现静态密封。这些即在压气机驱动轴的动态又在其静态条件下密封的已知流体密封相对地费钱，并且在例如不纯的气体和流体和颗粒的一定条件下会产生稳定性问题。这样就需要一个用以避免不良物质沿压气机驱动轴移动到压气机叶轮上的改善的密封结构和方法，它们可克服先前技术的不足。

本发明的一个目的是为压气机提供一个改善了的密封方法和结构，用来防止不良物质沿其所在的驱动轴移动到压气机的叶轮上去，并且提供一使用该压气机的激光器，其中密封结构和方法与已知方法的密封结构相比更可靠，价格更低。

本发明的压气机达到了这个和其它目的，它包括一围绕压气机驱动轴的密封结构，用于在压气机工作期间驱动轴转动时，还在压气机和激光器运行之前的降压期间内，当驱动轴静止时防止不良物质沿驱动轴移动到叶轮上。密封结构包括第一密封，用于至少在轴旋转期间围绕驱动轴密封，以及第二密封，包括一最好取弹性囊形式的柔性密封元件，选择性地移动该元件，使其与驱动轴接触或脱离接触，用于在降低激光器压力期间，当驱动轴静止时，密封驱动轴，从而防止不良物质沿驱动轴的运动。

根据本发明的公开的最佳实施例，第二密封与第一密封之间留有一定间隔，并独立于第一密封。提供装置用来向柔性密封元件施加增压流体以使其移动，与驱动轴接触。具体地说，向囊施加增压气体，

使弹性囊弹性地膨胀，与驱动轴接触。第二密封还最好包括用于向柔性密封元件施加真空的装置，以在驱动轴开始转动时，保证其与驱动轴脱离接触。

做为这种结构的一个结果，在对激光器抽气期间，当压气机驱动轴不转动时，第一密封不需要在静态条件下形成真空密封和氮密式密封。反之，第一密封可以包括隔开的环密封、迷宫式密封或其它类型的有漏密封，在把激光器中的气体压力降到所需要的低真空水平期间，当轴静止时，第二密封对轴形成可靠的气密性密封。在使用中，在使激光器中的压力降到所需的真空压力之后，压气机驱动轴开始旋转，第一密封绕驱动轴形成可靠的密封，防止不良物质移动到叶轮上并污染激光气体。

根据本发明最佳实施例的第一密封是一真空压力密封，在该密封中可绕驱动轴保持真空压力，用于密封，以防止润滑剂、大气和其它杂质侵入叶轮和被其压缩的激光气体中去。压气机/气体激光设备还包括一真空压力源以及一个使真空压力源与第一密封连接起来的流体通道。

当第二密封的囊膨胀时，在降压和抽空激光腔期间，最好对第一密封施加真空压力。在使用最好是隔开的环密封件的有漏的第一密封的情况下，向第一密封施加的真空抽空第一密封，并且由于在隔开的环下面向密封内泄漏的结果，帮助抽空激光腔。

继续抽空激光腔，直至得到所需要的腔真空压力为止。然后，透平压气机启动，同时囊排气收缩。然后向激光腔充以激光气体，直到得到一小于大气压力但大于第一密封中的真空压力的气体压力为止。以比激光腔内部压力低的压力继续向第一密封施加真空。

激光器压力降低之后囊的膨胀使在囊和隔开的环之间的在隔开的环形密封件的压气机电动机一侧的压力增加到大气压力。然后，大气

在第一密封的一个隔开的环下流动，并进入保持真空压力的密封。即，漏进第一密封的大气和其它杂质被在第一密封中保持真空压力的真空泵抽去。与前述美国专利No. 4, 817, 111中的已知密封结构相比，本发明的气体激光设备、压气机、以及防止不良物质移动到气体激光设备中的压气机叶轮上去的方法改善了轴密封的性能，并且减少了用于密封的气体量。

根据本发明的另一个实施例，第一密封包括一流体密封，其中以高于大气压力的压力引入密封气体，以防止不良物质沿驱动轴移动到叶轮和激光气体中。

当把下面的说明与只为示意性的目的示出的本发明的两个实施例的附图联系起来时，从这些说明中，本发明的这些和其它目的、特点和优点是可以变得更清楚。

图1 是本发明第一个实施例的气体激光设备的原理图；

图2 是图1中激光设备的两级两侧进气回热式透平压气机的局部剖示意图，示意性地示出在叶轮与支持驱动轴的轴承之间围绕压气机驱动轴的密封结构；

图3 是一个放大的局部剖面图，该图沿压气机驱动轴的纵向中心轴线CL取下，表示围绕着压气机驱动轴的密封结构；

图4 是贯穿压缩机轴密封结构的囊密封的横截面图，该图沿着图3 中的线IV-IV得到；以及

图5 是与图3 类似的本发明第二个实施例的密封结构图。

现在参照附图，在图1中示意性示出的本发明的气体激光器1包括一个激光管或其它结构2，为激光气体的快速轴向流动限定一个流动通路，至少两个电极3和4，被安排用于电激发在设备中流动的气体以使气体在激光管中产生激光，以及一个使气体流过激光管的透平式压气机5。

压气机5 最好是一个在受让人的美国专利No. 4, 817, 111中所公开的类型的热式透平压气机, 该压气机被改进, 以包括本发明改善了密封结构18, 用于沿压气机的驱动轴密封。该密封结构18被用来代替公开在美国专利No. 4, 187, 111上的先前技术的用于压气机驱动轴的流体密封。

用在激光设备1 中的激光气体可以是任何合适的激光气体。在公开的实施例中, 它是约有80%的氦、20%的氮, 以及含有少量二氧化碳气的混合气体。激光管2 和压气机5 成为设备的主封闭环6 的一部分, 以使激光气体通过气体激光管和压气机循环。在主封闭环6 内透平压气机的两侧还分别设置热交换器7和8, 以冷却循环气体。

以与封闭环6 保持流体连通的方式设置真空泵 9, 用于在压气机和激光器的运行准备中降低封闭环6 中的气体压力, 并保持在气体激光器的运行期间所需要的如在50至200 托范围内的压力的必要的低压。还按与封闭环6 有选择的连通方式设置混合气体腔10, 用以提供和更换环6 中的激光气体。

在图2 中示意性示出的透平式压气机5 是一个两级回热式压气机, 其中压气机的第一和第二级分别位于单叶轮10 的两侧。来自热交换器7 的气体通过入口11 进入叶轮一侧的环形通道, 以便被位于叶轮10 一侧的叶片12 压缩。然后被压缩的气体经过流道13 到第二级, 在那里, 当它流进在叶轮的第二个、相对一侧上的环形通道时被叶轮的叶片进一步压缩, 此后, 它流过出口14, 以使取道热交换器8, 经过激光管2 进行循环。

安装叶轮10, 以便在压气机驱动轴16 的对应加工成形的端部15 上转动。轴承将驱动轴16 可旋转地支撑在压气机内, 17 为其中之一。在电动机经由驱动连结装置带动的压气机和激光的运行期间, 驱动轴以高速旋转。电动机和驱动连结装置没有被示出, 但可按美国专利No.

4, 817, 111所示的那样配置它们。

即在压气机驱动轴为静止时的抽气期间，也在轴随着压气机和激光器的运行而转动期间，为避免由诸如大气以及轴承润滑剂等不良物质沿驱动轴向叶轮的移动对激光气体造成的污染，根据本发明这样定位密封结构18，以便在图2中示意性示出的轴承17与叶轮10中间的轴上的位置上完全围绕轴16。从详图3、4看出，密封结构18包括第一密封19，用于至少在轴的动态条件下在驱动轴的周围密封。密封19取真空压力密封的形式，在其中保持真空压力，以便从密封中抽去漏进密封中的气体，这样，就可避免大气、润滑剂或其它不纯净物质进入叶轮。在激光腔体降压期间以及在下面将要讨论的压力机和激光器运行期间，在第一密封内最好保持真空压力。

密封结构18还包括第二密封20，用于在激光器降压期间，在轴的静态条件下围绕驱动轴密封。沿驱动轴16轴向地放置密封20，并使其在轴承17的方向上与第一密封19留有一定间隔。第二密封20包括一个取弹性囊形式的柔性密封元件21，在其放松的条件下，在轴外，径向有间隙地设置该元件，以便它不干涉轴的转动。囊完全包围轴。它可以被选择性地移动以与压气机驱动轴16密封接触或脱离密封接触。当囊接触静态的轴时，它对轴形成气密的密封，以防止不良物质沿驱动轴的移动。最好在降低激光器中的气体压力期间形成密封。

通过气体通道22和阀23，向弹性囊21的径向外侧施加增压的囊密封气体，以使囊膨胀而使其移动与驱动轴16密封接触。囊密封气体的压力为例如20~25磅/平方英尺(1.4~1.75千克/平方公分)。阀23还允许囊和通道22与增压密封气体断开，并使它们与孔24相连，以排放增压密封气体，从而通过膨胀的囊的弹性收缩使弹性囊移动，与驱动轴脱离密封接触。还可调节阀23，将气体通道22和囊连接到由真空泵9造成的真空上去，以降低囊内部的压力，从而辅助囊从与驱动轴

的密封接触状态缩回。囊密封气体可以是与激光气体一样的气体，只不过两种气体的压力不同。

通过打开位于第一密封和真空泵9之间的气体通道50中的阀25，在第一密封中建立和保持真空。在下面将讨论的激光器运行期间，在第一密封19中保持的真空压力最好低于激光器中的气体压力。

在公开的最佳实施例中，第二密封20的环状，U型囊21的弹性材料是橡胶。具体地说，囊是由硬度为60 丢洛(Duro)的氟橡胶制造。在如图3所示的其放松的、非膨胀状态，从压气机驱动轴16的外围表面向外有间隙地放置囊的径向内表面27，驱动轴16的外周表面是由一个与轴16压配的淬火衬套28构成的。

在沿轴的轴线CL上，囊的宽度W1为1/2英寸(12.7毫米)。当经由气体通道22，环形腔50以及阀23，通过向囊的外表面29施加增压的囊密封气体而使囊膨胀时，囊的橡胶弹性地膨胀，以致其径向内表面27在沿轴的轴线CL的1/4英寸(6.35毫米)长度上，完全围绕轴的圆周，与驱动轴16的衬套28密封接触，以防止诸如大气和润滑剂等不良物质沿驱动轴的运动。

最好在用真空泵9抽气降低在激光器的主封闭环6中的气体压力过程中，压气机轴不转动的时候造成囊密封。在公开的实施例中，囊21的橡胶厚度为1/16英寸(1.59毫米)。如果需要，在轴不工作的任何时候，轴都可以被密封20密封。

U形囊21的腿被支撑在密封结构的环状囊保持架30上。囊保持环32和多个螺纹紧固件33依次将保持架30夹持在主密封环31上，其中螺纹紧固件33通过在保持环32、囊、以及囊保持架上互相对准的孔伸进主密封环31的螺纹孔中，以密封地夹紧U形囊的腿，从而使得当在囊的外表面29上施加增压囊密封气体时，有可能保持这些气体。在上面谈到的示出的实施例中，为使囊的径向内表面27与轴接触的限定在囊

保持环32和主保持环31之间的环状开口的宽度是1/4英寸(6.35毫米)。

在为开始运行激光器的准备中，开动真空泵9，降低激光器中的气体压力。这时，通过操纵阀23向囊施加囊密封气体，以便如上面讨论的那样，使囊膨胀，与驱动轴密封接触。在如下所述的降压期间，在第一密封19中也保持真空压力。在激光腔中达到示意性地小于8 毫巴的所需要的低压后，透平压气机5启动。在压气机轴开始转动时，通过操纵阀23，排出作用囊21上的增压气体，使囊收缩。这些操作可以手动地完成，或通过诸如一个适当编程的微处理器的电控制器自动地完成。

图示的实施例中的第一密封19包括两个隔开的环密封件41，它们被设计得在密封件和驱动轴外表面之间具有间隙。在轴转动和静止的时候此间隙都存在，并且它允许气体从两个方向沿驱动轴进入密封，其方向取决于在抽气和运动激光器的期间保持在密封中的真空的位置。在图示的实施例中的密封19中，在轴和每个环形密封件41之间使用0.01英寸(0.254毫米)的间隙。

第一密封19还包括一个铝制的环状金属隔板34，借助于被主密封环31中的孔容纳并伸进隔板34中的开口36的多个定位销35，使其围绕驱动轴16，静止地固定在主密封环31上。借助于把盖板和主密封环连接起来的螺纹紧固件38，盖板37沿轴向将金属隔板34压在紧靠主密封环31的位置上。金属隔板34有多个径向沿伸的通孔39，以通过带有阀25的气体通道26，从真空泵9向密封传递真空压力。即，通过在密封和真空泵之间的由通孔39形成的流体通道，与通孔39连通的环状腔40，通过多个在主封闭环内加工成的进气通道26，以及在泵和腔40之间其中带有阀25的流体通道50，真空泵9将密封19抽空。

与驱动轴外表面相邻的隔板34的径向内端也被定位，使其在驱动轴的上面具有间隙。隔板位于在分别隔开的环形密封件41、41之间的

密封件的中央，以使由于真空泵9 通过通孔39 连续抽气而形成的真空能被保持。

位于环状金属隔板34 两边的隔开的环状密封件41，其每一个都由两片碳石墨材料制成，它们共同围绕驱动轴，同时具有前面所述的小间隙。由铬镍铁合金600(Inconel 600)制成的拉伸弹簧42 绕在每个石墨环上。通过在密封环和相邻的盖板37 之间以及其与主密封环31 之间延伸的定位销43，使石墨环不随驱动轴转动。主密封环31、盖板37、第二密封20 的囊保持架30 和囊保持环32，其每一件最好由铝制成。密封20 的这些和其它部件的组件由未示出的螺纹紧固件安装在透平机架44 上，该螺纹紧固件通过主密封环上的孔45 延伸至透平机架44 的螺纹孔内。

当第二密封的囊膨胀时，在激光腔的降压和抽空期间，最好向第一密封施以真空压力。由于使用最好为隔开的环形密封件的有漏的第一密封，向第一密封施加的真空抽去第一密封中的气体，并且由于来自激光器的气体从隔开的环的下面漏到密封中去，向第一密封施加的真空还帮助抽空激光腔。

连续抽空激光腔，直到达到所要的腔真空压力为止。然后，透平压机启动，并且与此同时，囊放气。然后向激光腔充以激光气体，直至获得小于大气压力但高于第一密封内的真空压力的气压为止。在激光器运行期间，以比激光腔内的压力较低的压力连续向第一密封施以真空。尽管 在这个公开的实施例中使用共同的真空泵将激光器和密封抽空，然而也可以使用分离的真空源。激光器抽气之后囊的收缩使囊与隔开的环之间的在隔开的环形密封件的压气机电动机一侧的压力增加到大气压力。然后大气在第一密封的一个隔开的环下面流动，并进入密封，在这里大气被抽掉，以避免它向前流到叶轮中并污染激光气体。与前述的美国专利No. 4,817,111 的已知密封结构相比，在根据

本发明的气体激光设备中，气体激光设备、压气机以及防止不良物质进入压气机叶轮的方法改善了轴密封的性能，并减少了密封所使用的气体量。

举例来说，当在降压期间激光腔被抽到8 毛的真空压力时，透平压气机启动，同时囊密封排气。在激光器运行期间，通过对隔开的环形密封件连续抽气，使隔开的环形密封件上的真空压力保持在8 毛水平。在囊与隔开的环之间的隔开的环形密封件的电动机一侧，当囊排气时，压力增加到大气压力。然后大气在第一个隔开的环下面流动，并进入密封的中央，此处的压力为8 毛，大气从此处被抽出并通过真空泵排出。同时，在轴开始转动时，开始向激光腔充激光混合气体，直至得到85 毛的压力为止。现在，由于激光腔运行在比在环状金属隔板34 下面的隔开的环形密封件的中央的8 毛压力更大的压力下，少量的激光混合气体流经隔开的环，并与大气杂质一起被抽去。

图5 表示本发明的第二个实施例。除去不使用如第一密封19 那样的真空压力密封，而且通过流体管道50 使第一密封与诸如高于大气压力1 磅/平方英寸(0.070 公斤 /平方公分) 压力的激光气体那样的增压气体源相连，以在驱动轴周围提供一个正的流体压力之外，本发明与第一个实施例相同。由于第一密封的隔开的环不绕驱动轴紧密地密封，密封气体会沿驱动轴移动并进入激光器。所以，必须选择与激光气体一样的或与之相兼容的增压密封气体。这样，第一密封不仅做为一种阻止不良物质向叶轮以及激光气体运动的密封装置，而且在激光器的运行中，也做为一种补充激光气体的装置起作用。在真空泵降压以及抽激光腔真空的过程中，为使所需要的降压的时间减到最小，最好不向第一密封供应增压密封气体。但是，在囊排气的同时或在此之前向第一密封施加增压气体，以防止在压气机开始动作的时候杂质沿驱动轴侵入。

尽管我们已示出和说明了本发明的一种实施例，可以理解，本发明不受该实施例的限制，但允许有多种为熟悉这项技术的那些人所知道的改变和修正。

因此，我们不想被限制在这里所示出和说明的细节之内，而是要涵盖被所附的权利要求范围所覆盖的所有这些变化和修正。

图 1

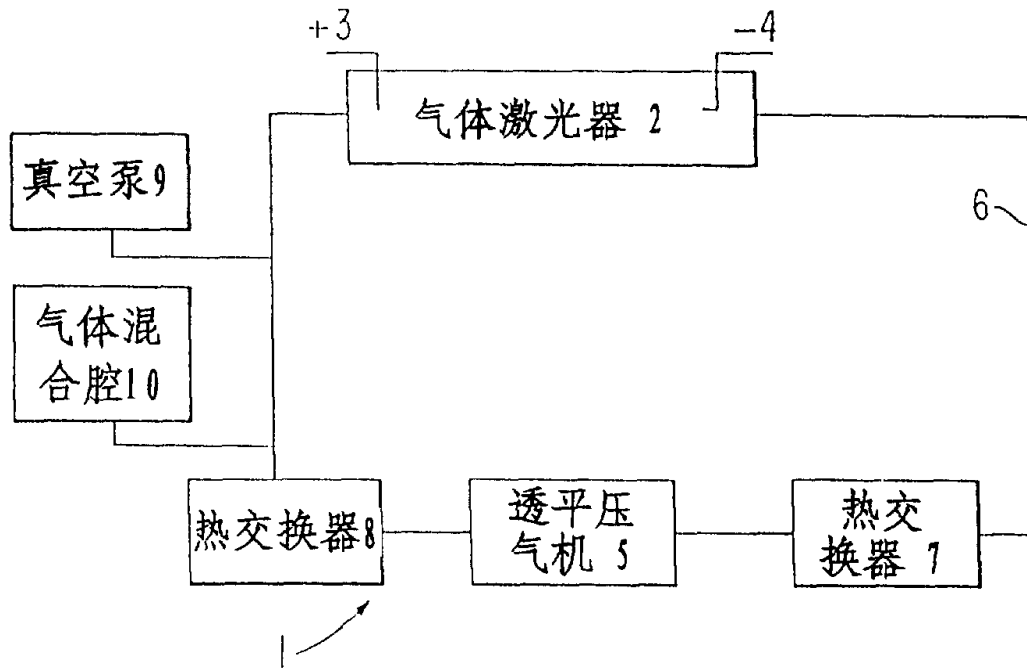
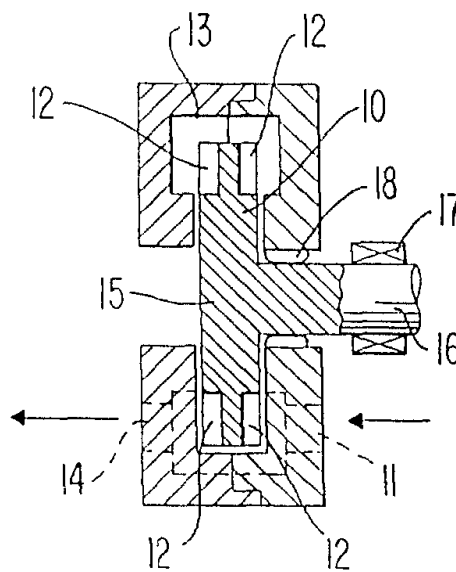


图 2



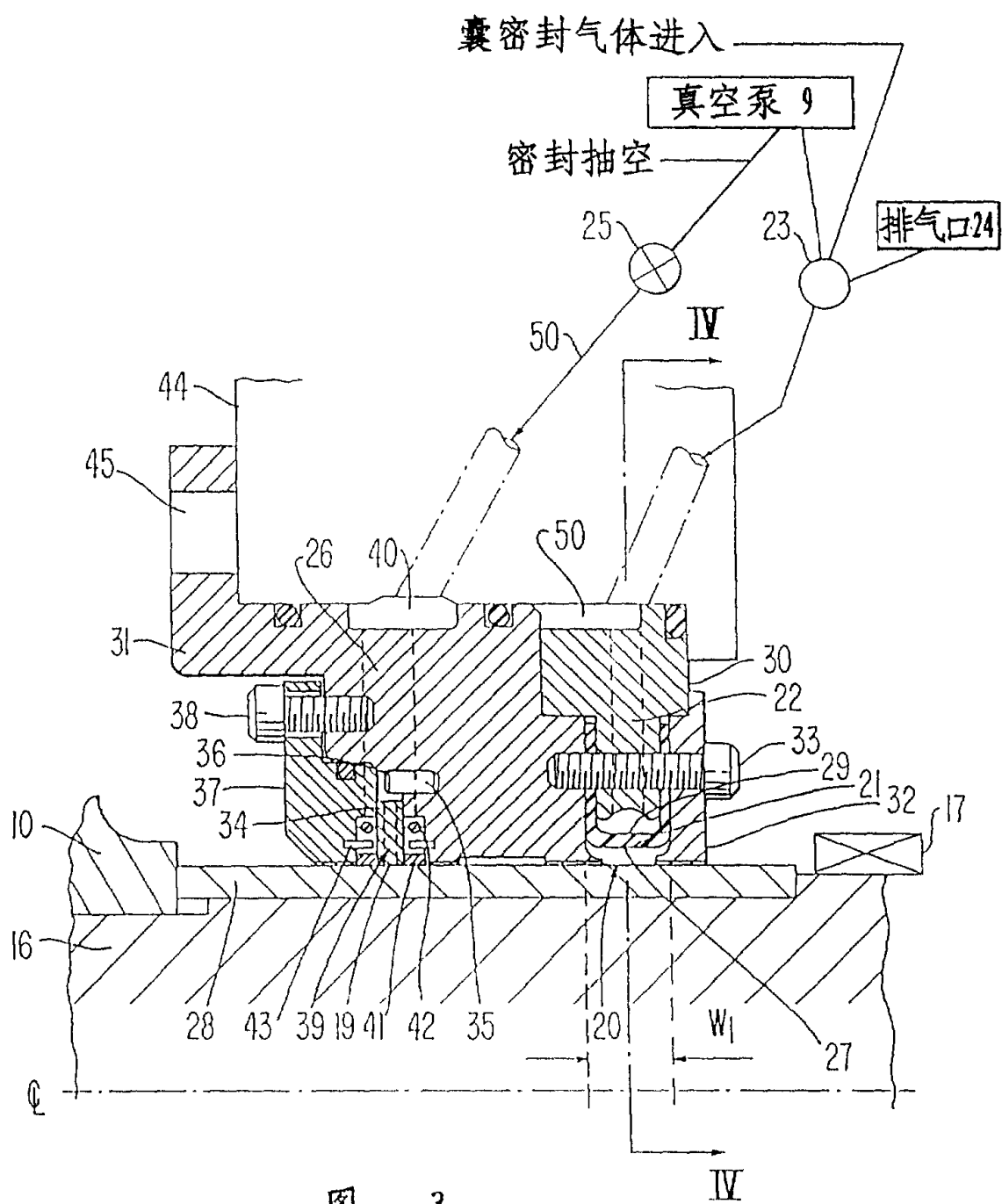
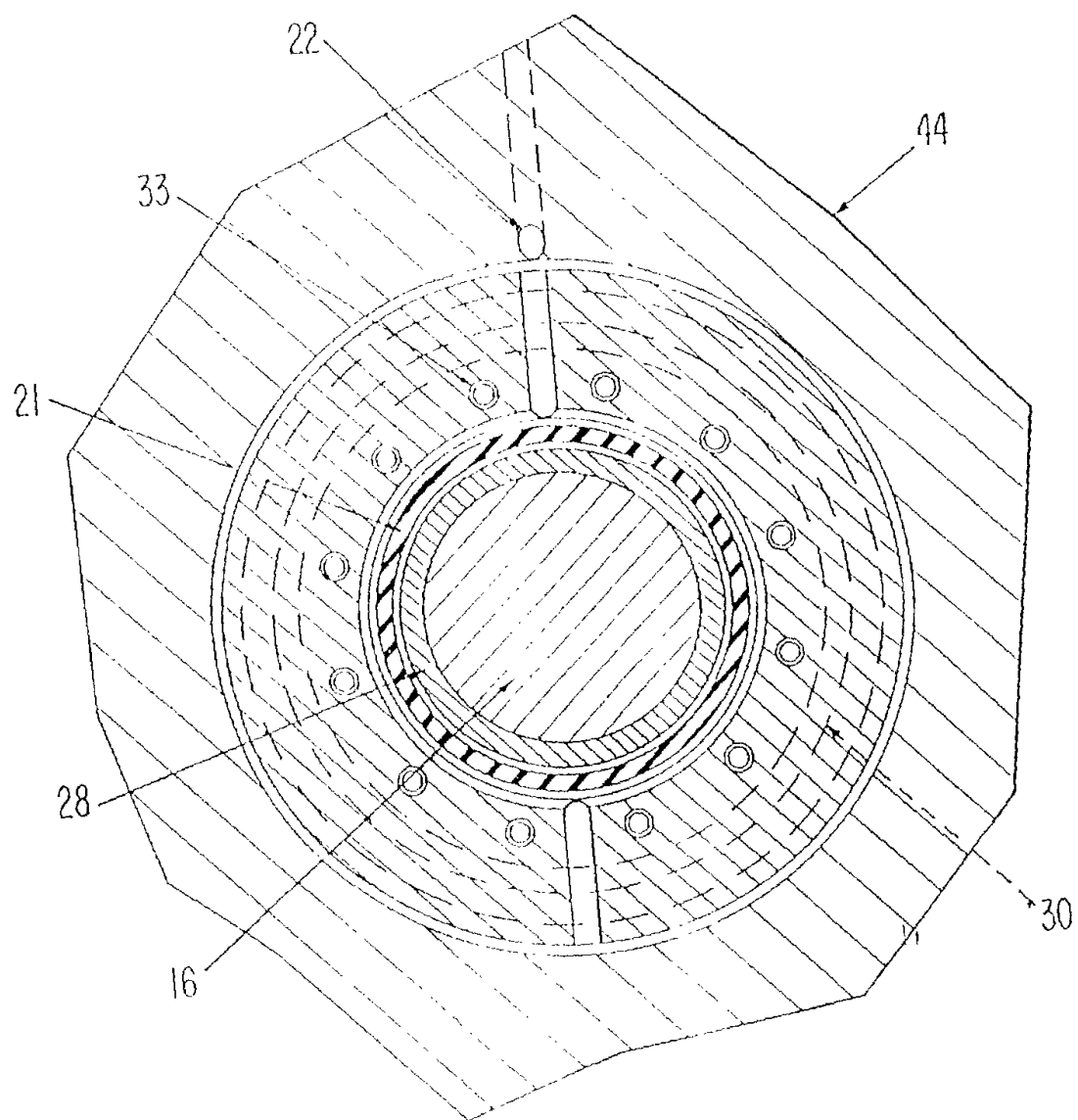


图 3

图 4



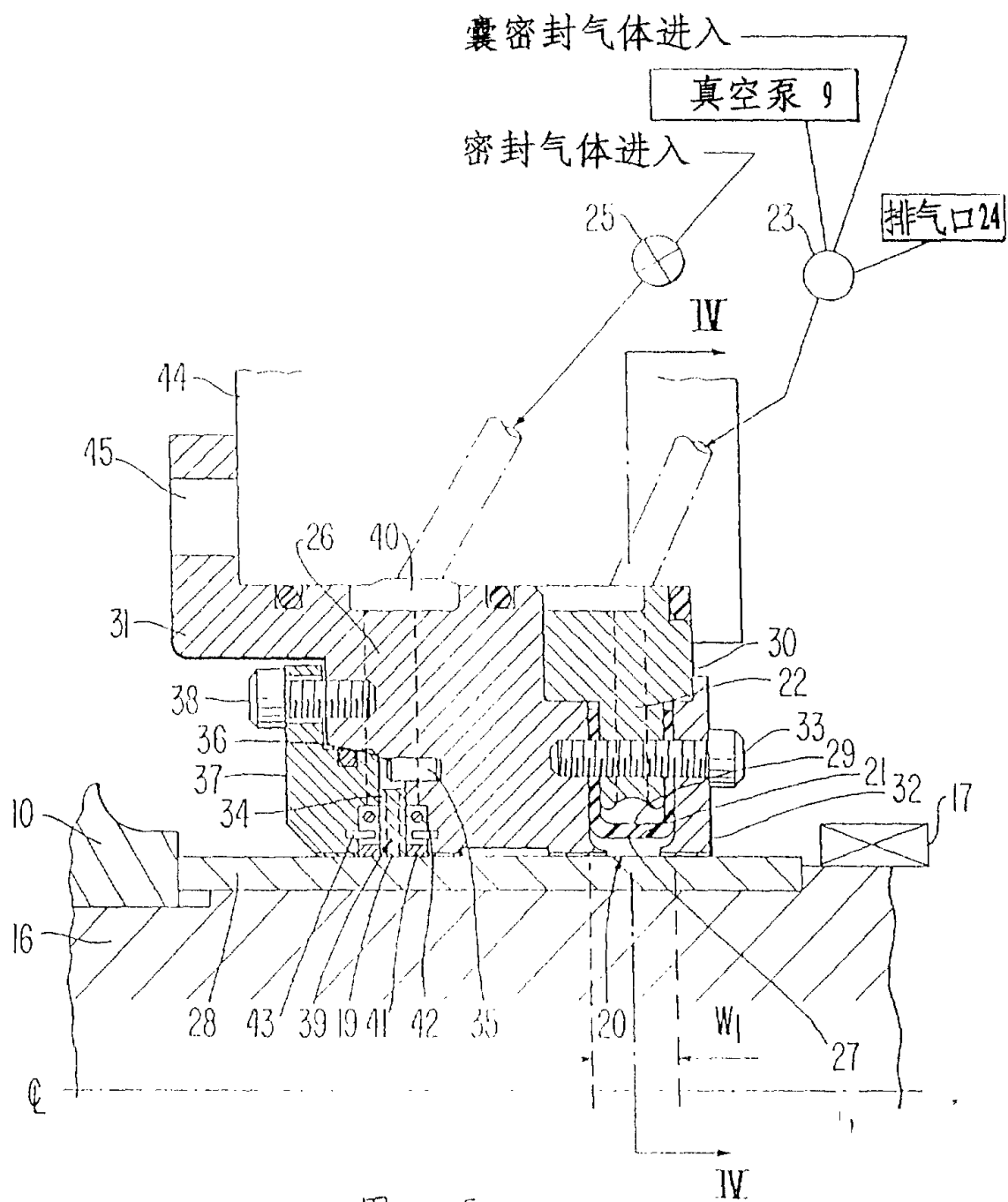


图 5