



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910066898.1

[43] 公开日 2009 年 9 月 23 日

[11] 公开号 CN 101540467A

[22] 申请日 2009.5.5

[21] 申请号 200910066898.1

[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

代理人 王立伟

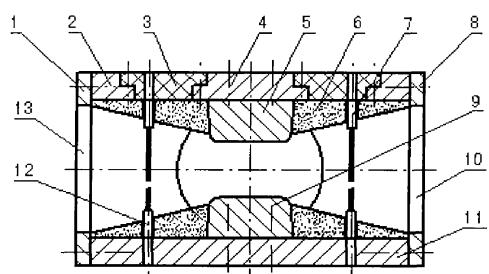
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

气体 CO₂ 激光器的激光放电腔装置

[57] 摘要

本发明涉及一种气体 CO₂ 激光器的激光放电腔装置，该装置包括腔右侧立板，腔上支撑框板，腔上绝缘框板，上电极板，上放电电极，陶瓷绝缘片，上预电离触发针，腔左侧立板，下放电电极，气体循环通道进气口，下电极板，下预电离触发针，气体循环通道出气口，腔右侧端板，腔左侧端板。其特征是激光放电腔固定安装在密闭循环流动的工作气体通道上，经储能充放电路注入电能后使上、下放电电极大面积均匀的辉光放电和多对上、下紫外光预电离触发针实现火花放电而构成激光器的激光放电腔。本发明体积小且结构紧凑，便于放电电极和预电离触发针的修整与安装，使气体 CO₂ 激光器系统长时间稳定工作而延长运转寿命，适用于高功率气体激光器和脉冲气体激光器。



1、一种气体 CO₂激光器的激光放电腔装置，其特征在于包括腔右侧立板（01）、腔上支撑框板（02）、腔上绝缘框板（03）、腔上电极板（04）、上放电电极（05）、陶瓷绝缘片（06）、上预电离触发针（07）、腔左侧立板（08）、下放电电极（09）、气体循环通道进气口（10）、腔下电极板（11）、下预电离触发针（12）、气体循环通道出气口（13）、腔前侧端板（14）、腔后侧端板（15）；

各部分的位置和连接关系：

所述的激光放电腔为一矩形箱体结构，沿箱体长度方向的腔上电极板（04）上装有上放电电极（05），并通过腔上绝缘框板（03）与腔上支撑框板（02）连为一体构成上放电导电板；导电板上装有多片陶瓷绝缘片（06），腔上绝缘框板（03）上装有透过陶瓷绝缘片（06）的多个上预电离触发针（07）；下电极板（11）上装有下放电电极（09），多片陶瓷绝缘片（06）和透过陶瓷绝缘片的多个下预电离触发针（12），连为一体构成下放电导电板；腔右侧立板（01）、腔左侧立板（08）与腔前侧端板（14）、腔后侧端板（15）焊接后成为一框体；腔左、右侧立板上开有用于气体循环的多个气体循环通道进气口（10）和多个气体循环通道出气口（13），使工作气体通过风机在密闭循环通道中流动，腔前、后侧端板上各开有一个圆孔用于激光器光学谐振腔进行光子谐振后的激光光束输出通道；用螺栓将框体与上、下放电导电板紧固连接后构成高功率气体 CO₂激光器激光放电腔装置；并使激光放电腔固定安装在密闭循环流动的工作气体通道中。

2、根据权利要求 1 所述的气体 CO₂激光器的激光放电腔装置，其特征在于上放电电极（04）和下放电电极（09）均为条形，其位置是固定安装在空间轴 0 点的上、下等分处，条形电极表面均为曲形剖面，电极两端均为圆弧形面，为使工作气体在放电间隙通道中循环流动，主放电的放电间隙为 30~40mm。

3、根据权利要求 1 所述的气体 CO₂激光器的激光放电腔装置，其特征在于上预电离触发针（07）和下预电离触发针（12）为 60 对，其位置是固定安装在放电电极两侧，且距离电极边缘应大于 1.5 倍的放电间隙处；为使工作气体在触发针放电间隙和多对预电离触发针道

中循环流动，每对预电离触发针的放电间隙为 6~10mm，并在空间轴 0 点水平偏下位置。

4、根据权利要求 1 所述的气体 CO₂ 激光器的激光放电腔装置，其特征在于所述的腔上支撑框板（02）、腔上绝缘框板（03）和腔上电极板（04）的搭接处用耐高温和耐油胶粘接连成为一体构成上放电导电板；由下放电电极（09）和腔下电极板（11）紧固连接构成的下放电导电板。

5、根据权利要求 1 所述的气体 CO₂ 激光器的激光放电腔装置，其特征在于陶瓷绝缘片（06）为斜面且表面光滑的矩形陶瓷体，为了防止高压漏电和放电电场的爬弧，其位置是将多片矩形陶瓷体固定粘贴在上放电电极（05）、下放电电极（09）两侧和两端处，以及上、下放电导电板的表面处。

6、根据权利要求 1 所述的气体 CO₂ 激光器的激光放电腔装置，其特征在于为了使工作气体在密闭的气体循环流道中高速流通，腔左侧立板（08）上开有多个 100mm×100mm 的矩形孔做为工作气体进气口通道（10）；腔右侧立板（01）上开有多个 100mm×100mm 的矩形孔做为工作气体出气口通道（13）。

7、根据权利要求 1 所述的气体 CO₂ 激光器的激光放电腔装置，其特征在于腔前侧端板（14）、腔后侧端板（15）上各开有一个 100mm~120mm 直径的圆孔，其圆心位置在空间轴 0 点的同轴处，作为激光光束输出通道。

气体 CO₂激光器的激光放电腔装置

技术领域

本发明涉及一种气体激光器，特别是涉及高压大电流、高脉冲能量和高重复频率的气体 TEA CO₂激光器的激光放电腔装置。

背景技术

对于连续输出 CO₂激光的或是脉冲输出激光的气体 CO₂激光器，都需要激光放电腔工作在均匀的辉光放电状态条件下。为获得较高功率的激光输出，需经激光器的储能充放电系统注入给激光放电腔较大的电能，并使激光放电腔在一个稳定范围的工作气体压力和高电压大电流下维持均匀场辉光放电而避免弧光放电的发生，这是高功率气体 CO₂激光器（特别是脉冲气体 CO₂激光器）技术较难解决的关键问题。由于激光器放电过程有从辉光到弧光的过渡因素存在。导致了高功率气体 CO₂激光器不可能稳定可靠的长时间运行工作，因此，人们为改善和提高大电能量的注入、高重复频率和高气压气体循环条件下的辉光放电稳定性问题，通过设计选择不同类型的放电电极及预电离方式和气体循环通道而构成的激光放电腔，来解决由于气体扰动效应和气体热劣变等不稳定性因素导致等离子气体从辉光放电到产生弧光的放电过渡概率急剧增加而不能维持辉光放电稳定性问题。本发明采用由放电电极、火花针放电紫外预电离和流畅的气体循环通道等技术设计的激光放电腔装置，可使气体 CO₂激光器获得平均激光输出功率为数十 kW，激光脉冲能量为数十焦耳，高重复频率为数百赫兹。且该装置具有技术结构简单、制造成本低、体积相对较小、结构紧凑等优点。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种能在大电能量注入、高重复频率和高气压气体循环条件下长时间维持均匀场辉光放电可靠稳定工作的高功率气体 CO₂激光器激光放电腔装置。

为了解决上述技术问题，本发明的高功率气体 CO₂激光器激光放电腔装置包括腔右侧立板；腔上支撑框板；腔上绝缘框板；腔上电极板；上放电电极；陶瓷绝缘片；上预电离触发针；腔左侧立板；下放电电极；气体循环通道进气口；腔下电极板；下预电离触发针；气体

循环通道出气口；腔前侧端板；腔后侧端板。

所述的激光放电腔为一矩形箱体结构，沿箱体长度方向的上电极板上装有上放电电极，并通过腔上绝缘框板与腔上支撑框板连为一体构成上放电导电板；导电板上装有多片陶瓷绝缘片，腔上绝缘框板上装有透过陶瓷绝缘片的多个上预电离触发针；下电极板上装有下放电电极，多片陶瓷绝缘片和透过陶瓷绝缘片的多个下预电离触发针，连为一体构成下放电导电板；腔左、右侧立板与腔前、后侧端板焊接后成为一框体；腔左、右侧立板上开有用于气体循环的多个通道进气口和多个通道出气口，使工作气体通过风机在密闭循环通道中流动，腔前、后侧端板上各开有一个圆孔用于激光器光学谐振腔进行光子谐振后的激光光束输出通道。用螺栓将框体与上、下放电导电板紧固连接后构成高功率气体 CO₂ 激光器激光放电腔装置。并使激光放电腔固定安装在密闭循环流动的工作气体通道中。

所述的条形上放电电极和下放电电极均为条形，其位置是固定安装在空间轴 0 点的上、下等分处，条形电极表面均为曲形剖面，电极两端均为圆弧形面，主放电的放电间隙为 30–40mm。并使工作气体在放电间隙通道中循环流动。

所述的上预电离触发针和下预电离触发针为 60 对，其位置是固定安装在放电电极两侧，且距离电极边缘应大于 1.5 倍的放电间隙处。每对预电离触发针的放电间隙为 6–10mm，在空间轴 0 点水平偏下位置。同时使工作气体在触发针放电间隙和多对预电离触发针通道中循环流动。

所述的腔上支撑框板、腔上绝缘框板和腔上电极板的搭接处用耐高温和耐油胶粘接连成一体构成上放电导电板；由下放电电极和腔下电极板紧固连接构成的下放电导电板。

所述的陶瓷绝缘片为斜面且表面光滑的矩形陶瓷体，其位置是将多片矩形陶瓷体固定粘贴在上、下放电电极两侧和两端处，以及上、下放电导电板的表面处；用于防止高压漏电和放电电场的爬弧，所设计的导流通道非常规整，能使流动的密闭工作气体循环更为流畅。

所述的腔左侧立板上开有多个 100mm×100mm 的矩形孔做为工作气体进气口通道，腔右侧立板上开有多个 100mm×100mm 的矩形孔做为工作气体出气口通道，用于由风机作为动力源使工作气体通过进气口通道和出气口通道在高功率气体 CO₂ 激光器密闭的气体循环流道中

高速流通。

所述的腔前、后侧端板上各开有一个 100mm-120mm 直径的圆孔，其圆心位置在空间轴 0 点的同轴处，用于高功率气体 CO₂ 激光器进行放电工作时，光学谐振腔的全反射镜和输出反射镜进行光子谐振后的激光光束输出通道。

本发明的激光放电腔装置与高功率气体 CO₂ 激光器主机设备固定连接，由激光器储能充放电路提供的电能量，将激光放电腔放电电场内被电离的工作气体，通过 60 对上、下预电离触发针的预先火花放电和一对主放电极的滞后均匀场辉光放电而获得光电子，再由激光器光学谐振腔的全反射镜与输出反射镜透过腔前、后侧端板上的圆孔进行光子多次谐振后获得激光输出，由于高功率 TEA CO₂ 激光器是在高重复频率状态下运行工作，要求必须将每一次脉冲放电后被电离的工作介质（气体）迅速换掉，并在激光放电腔的放电区内注入新的工作气体，以避免下一次脉冲放电时放电区内产生弧光放电，使激光器不能维持辉光放电而长时间的稳定工作，工作气体通过腔左、右侧立板上开有多个的矩形孔做为进气口通道和出气口通道，经气体导流装置流入激光器的密闭气体循环环形腔内，由于工作气体在密闭气体循环环形腔内高速流动，实现了长时间维持放电电极的辉光放电，而使激光器能够长时间的稳定运行工作。

本发明的高功率气体 CO₂ 激光器激光放电腔装置具有均匀场辉光放电面积较大、放电持续时间长且稳定、放电工作转换效率较高和工作气体循环交换非常流畅等特点。使高功率气体 CO₂ 激光器不再因为不能长久维持均匀场辉光放电而产生弧光放电，故可以延长气体 CO₂ 激光器的工作使用寿命，另外本发明的气体 CO₂ 激光器激光放电腔装置可以与激光器的储能箱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 CO₂ 激光器中。

附图说明

图 1 为本发明的气体 CO₂ 激光器激光放电腔装置的主视图；

图 2 为本发明的气体 CO₂ 激光器激光放电腔装置的右视图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明：详见图 1 和图 2：

本发明的气体 CO₂ 激光器激光放电腔包括腔右侧立板 01、腔上支撑框板 02、腔上绝缘框板 03、腔上电极板 04、上放电电极 05、陶瓷绝缘片 06、上预电离触发针 07、腔左侧立板 08、下放电电极 09、气体循环通道进气口 10、腔下电极板 11、下预电离触发针 12、气体循环通道出气口 13、腔前侧端板 14、腔后侧端板 15 构成激光放电腔装置。

所述的腔右侧立板 01；腔左侧立板 08；腔前侧端板 14；腔后侧端板 15 用氩弧焊机焊接连接成为一个框体，上述侧立板和侧端板均采用不锈钢材料制作。在腔右侧立板 01 和腔左侧立板 08 的中间线按延长方向对称开出 13 个 100mm×100mm 的矩形孔做为工作气体进、出气口通道，每两个矩形孔中间留有 3mm 厚的支撑带，在腔前侧端板 14 和腔后侧端板 15 的中间轴线对称开出 100mm-120 mm 直径的圆孔做为光学谐振腔的全反射镜和输出反射镜进行光子谐振后的激光光束输出通道。

所述的腔上支撑框板 02、腔上绝缘框板 03 和腔上电极板 04 的搭接处用耐高温和耐油胶粘接连成为一体构成上放电导电板，在框板搭接处用多个 M5 螺钉压紧固定后在用耐高温和耐油胶将螺钉密封粘接。腔上支撑框板 02 和上电极板 04 均采用不锈钢材料制作，腔上绝缘框板 03 采用玻璃丝布板材料制作。

所述的腔上电极板 04 上按延长方向中间线两侧对称开有两排Φ7 通孔，上放电电极 05 按延长方向中间线两侧对称开有两排 M6 螺孔，用多个 M6 螺钉将腔上电极板 04 与上放电电极 05 用不锈钢材料压紧固定；在下放电电极 09 上按延长方向开有两排 M6 螺孔，腔下电极板 11 用不锈钢材料制作，按延长方向开有两排Φ7 通孔；用多个 M6 螺钉将腔下电极板 11 与用不锈钢材料制作的下放电电极 09 压紧固定。

所述的腔上绝缘框板 03 按延长方向中间线两侧对称开有两排每排 30 个 M6 螺孔，将 60 个上预电离触发针 07 依次旋入上绝缘框板 03 两排 60 个 M6 的螺孔上并固定；在腔下电极板 11 按延长方向中间线两侧对称开有两排每排 30 个 M6 螺孔，将 60 个下预电离触发针 12 依次旋入上绝缘框板 03 两排 60 个 M6 的螺孔上并固定。上预电离触发针 07 和下预电离触发针 12 采用莱鸽合金材料制作。

所述的腔上支撑框板 02、腔上绝缘框板 03 和腔上电极板 04 构成的上放电导电板与上放电电极 05 紧固连接后，用耐高温和耐油胶将多片陶瓷绝缘片 06 依次的紧贴上放电电极 05 两边缘处向外延伸粘接连成为一体构成工作气体上导流通道；由下放电电极 09 和腔下电极板 11 紧固连接构成的下放电导电板，用耐高温和耐油胶将多片陶瓷绝缘片 06 依次的紧贴下放电电极 09 两边缘处向外延伸粘接连成为一体构成工作气体下导流通道。陶瓷绝缘片 06 采用陶瓷材料烧制制作，

在腔右侧立板 01；腔左侧立板 08；腔前侧端板 14；腔后侧端板 15 焊接连成的框体上，按工作气体的进、出气口通道和激光光束输出通道的上下边缘的圆周位置，加工有多个Φ7 的通孔；在腔上支撑框板 02 板厚的圆周中心线位置上，加工有多个 M6 螺纹盲孔，且应与框体的上部边缘的圆周加工有多个Φ7 的通孔相对应；在腔下电极板 11 板厚的圆周中心线位置上，加工有多个 M6 螺纹盲孔，应与框体的下部边缘的圆周加工有多个Φ7 的通孔相对应。

将装配好的上、下放电导电板和工作气体上、下导流通道装入框体的上、下部位，通过相对应多个Φ7 的通孔和多个 M6 螺纹盲孔，用多个 M6 内六角螺钉连接紧固；在装配的过程中应调整好上放电电极 05 和下放电电极 09 的放电间隙为 30mm~40mm，同时也要调整好上预电离触发针 07 和下预电离触发针 12 的放电间隙为 6mm~10mm。装配好的激光放电腔装置用 12 个内六角螺钉配合连接紧固在气体 CO₂ 激光器的储能充放电路装置和工作气体的导流装置的密闭气体循环环形腔内，构成完整的高功率气体 CO₂ 激光器激光放电腔装置系统。配合主机设备和光学谐振腔系统完成激光器的均匀场辉光放电并获得激光输出。

激光放电腔是气体 CO₂ 激光器技术的基础关键技术之一，本发明采用均匀场辉光放电的激光放电腔，主要应用于气体激光器技术和高功率气体脉冲 CO₂ 激光器技术，解决了气体激光器的激光放电腔配附激光器主机能稳定可靠的运行工作，可以使气体 CO₂ 激光器较长时间稳定的均匀场辉光放电获得大功率高质量的激光能量。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。机械结构设计与机械零部件加工非常易于实现，解决了气体激光器可长时间的使用寿命，从而使高功率气体 CO₂ 激光器能够长时间可靠的稳定工作。

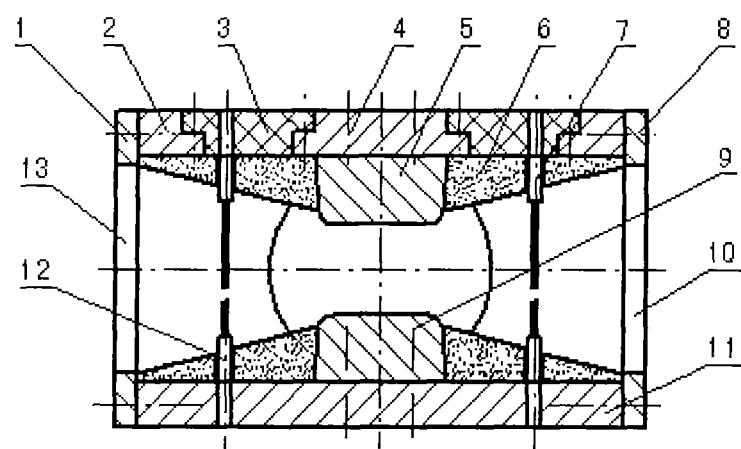


图 1

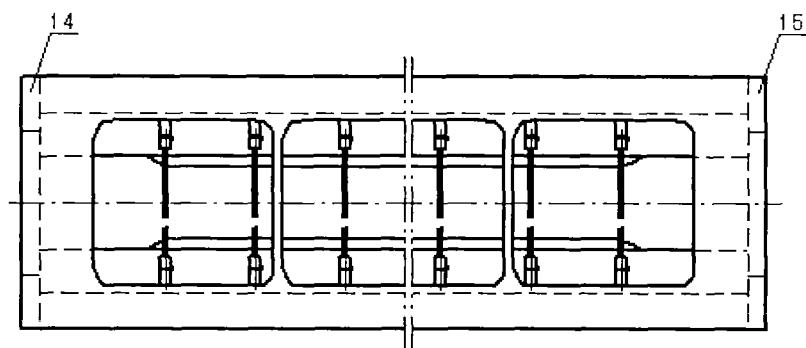


图 2