



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103236626 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 07

(21) 申请号 201310144983. 1

(22) 申请日 2013. 04. 25

(71) 申请人 四川大学

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路南一段 24 号

(72) 发明人 刘静伦 陈梅

(51) Int. Cl.

H01S 3/06 (2006. 01)

H01S 3/03 (2006. 01)

H01S 3/22 (2006. 01)

H01S 3/083 (2006. 01)

H01S 3/08 (2006. 01)

H01S 3/09 (2006. 01)

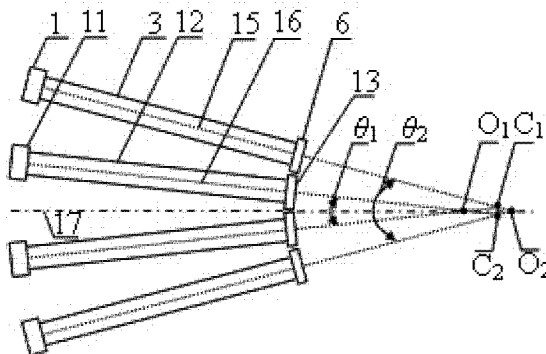
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种实现光笼的装置和方法

(57) 摘要

本发明公布一种实现光笼的装置和方法,属于光学和光学工程领域,构建和提供一种产生输出光束空间分布形状出现光笼的装置和方法。该方法获得的光笼,具有旋转对称分布的特点。本发明的装置由于采用内、外两个中空圆台形状气体激光谐振腔同向嵌套,合理设置两谐振腔的腔参数,使两谐振腔输出的中空光束空心部分在传输空间交叠,光束空间分布出现一光场为零的立体空间,该立体空间被强度分布不为零的激光光场全方位三维立体包裹,形成光笼。本发明可以实现微小尺寸小功率和大尺寸中高功率分布。本发明实现的微小尺寸小功率光笼可以用于生物医学和科学研究,大尺寸中高功率光笼可以用于工业应用和国防等方面。



1. 一种实现光笼的装置和方法,其特征在于包括具有内、外同向嵌套的两个中空圆台气体激光谐振腔构成的气体激光器,所述的具有内、外同向嵌套的两个中空圆台气体激光谐振腔构成的气体激光器的内中空圆台谐振腔由内中空圆台形放电管(12)以及(12)底部贴的内旋转对称凹面圆环形全反镜(11)和(12)顶部贴的内旋转对称凸面圆环形部分反射镜(13)构成,该镜(13)为内中空圆台谐振腔的输出镜,外中空圆台谐振腔由内中空圆台形放电管(3)以及(3)底部贴的外旋转对称凹面圆环形全反镜(1)和(3)顶部贴的内旋转对称凸面圆环形部分反射镜(6)构成,该镜(6)为内中空圆台谐振腔的输出镜,内、外两个中空圆台谐振腔的中心轴线重合,均为(17),该两谐振腔同向放置,内中空圆台谐振腔沿中心轴线(17)的任一纵剖面为两个相对于中心轴线(17)轴对称的凹凸谐振腔,称为内中空圆台谐振腔的子腔,该内中空圆台谐振腔的两子腔的输出光束的光轴相交于交点一,该交点一位于(17)上,外中空圆台谐振腔沿中心轴线(17)的任一纵剖面为两个相对于中心轴线(17)轴对称的凹凸谐振腔,称为外中空圆台谐振腔的子腔,该外中空圆台谐振腔的两子腔的输出光束的光轴相交于交点二,该交点二位于(17)上,内、外两中空圆台谐振腔沿中心轴线(17)的同一纵剖面内,内中空圆台谐振腔的下子腔的输出光束的光轴与外中空圆台谐振腔的上子腔的输出光束的光轴相交于交点三,内中空圆台谐振腔的上子腔的输出光束的光轴与外中空圆台谐振腔的下子腔的输出光束的光轴相交于交点四,交点一、二、三、四均不重合。

2. 根据权利要求1所述的一种实现光笼的装置和方法,其特征在于权利要求1中所述气体激光器的输出光束的空间分布出现一光场为零的立体空间,该立体空间被强度分布不为零的激光光场全方位三维立体包裹,形成光笼,该光笼相对于中心轴线(17)旋转对称,该光笼的纵剖面位于权利要求1中所述的交点一、二、三、四合围形成的区域内部,光笼的暗长轴沿光轴方向且在交点一和交点二之间,该暗长轴比交点一和二之间的距离要小,光笼的暗短轴沿交点三和交点四的连线方向且在交点三和交点四之间,该暗短轴比交点三和四之间的距离要小。

3. 根据权利要求1所述的一种实现光笼的装置和方法,包括内、外旋转对称凹面圆环全反射镜(11)、(1),内、外中空圆台形放电管(12)、(3),内、外旋转对称凸面圆环部分反射镜(13)、(6),内电极(10),阳极(2),外电极(4),储气管(9),风机(7),内、外射频电源及匹配网络(0)、(8),水冷套(5),外旋转对称凹面圆环形全反射镜(1)与外中空圆台形放电管(3)的底部连接,外凸面圆环部分反射镜(6)与放电管(3)的顶部连接,内旋转对称凹面圆环全反射镜(11)与内中空圆台形放电管(12)的底部连接,内凸面圆环部分反射镜(13)与内放电管(12)的顶部连接,阳极(2)与放电管(3)内侧紧贴或由内壁直接为阳极(当为金属材料时),外电极(4)与外放电管(3)外侧紧贴或由外层壁直接为外电极(当为金属材料时),内电极(10)与内放电管(12)内侧紧贴或由内壁直接作为内电极(当为金属材料时),储气管(9)与放电管(3)和(12)相连接并环绕放电管(3),水冷套(5)环绕放电管,风机(7)通过储气管(9)与放电管(3)和(12)连接,外射频电源及匹配网络(8)与阳极(2)和外电极(4)连接,内射频电源及匹配网络(0)与阳极(2)和内电极(10)连接,其特征在于外放电管(3)和内放电管(12)为两同向嵌套的中空圆台形放电管,两放电管的内外壁均是圆台形管,两个圆台形管之间的圆台形夹层构成两放电区,外放电管(3)的底部和顶部分别由全反镜(1)与部分反射镜(6)真空性封贴,内放电管(12)的底部和顶部分别由全反镜(11)与

部分反射镜(13)真空性封贴,使内、外两中空圆台形夹层空间能抽高真空,在高真空条件下将氦氖混合气或二氧化碳、氮、氩混合气充入放电管(12)和(3)。

## 一种实现光笼的装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学和光学工程领域,主要是由具有两个内、外同向嵌套的中空圆台谐振腔的气体激光器来获得具有光笼形状分布的气体激光光束的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 在激光生物医学研究领域,空心光束被用着光学扳手、光镊,以实现微粒控制或对原子冷却。专利 ZL200910216214.1 构建和提供了一种利用激光器直接输出特殊空间分布形状的激光光束的方案,该激光光束空心部分的位置比专利 ZL200710048328.0 实现的光束的空心部分的位置距离输出镜更远,因此更加实用。专利 ZL200910216214.1 的激光器的输出光束的空间分布随着传输距离的增加,从空心光束演化为实心光束,再演化为空心光束。专利 ZL200910216214.1 构建的激光器的输出光束的空间分布,距离实心部分越远,空心尺寸越大,因此该激光器实现的小尺寸空心光束对微粒只能实现二维囚禁,该激光器实现的大尺寸空心光束对样品只能实现二维约束。

### 发明内容

[0003] 本专利针对专利 ZL200910216214.1 发明的更适宜对微粒进行囚禁的方法和装置,目的在于构建和提供一种输出光束空间分布形状出现光笼的气体激光器,该激光器输出的光束空间分布出现一光场为零的立体空间,该立体空间被强度分布不为零的激光光场全方位三维立体包裹,形成光笼。本发明不但继承了专利 ZL200710048328.0 直接产生中空光束以及气体激光光束质量好、方向性稳定的优点;还继承了专利 ZL200910216214.1 产生的光束腰斑位置位于腔外且输出光束随传输距离增加,从空心光束演化为实心光束,再演化为空心光束的特点;而且克服了专利 ZL200910216214.1 产生的输出光束的空间分布,距离实心部分越远,空心尺寸越大,因而该激光器实现的空心光束对微粒不能实现全方位囚禁的缺点。本发明的装置由于采用内、外两个中空圆台谐振腔同向嵌套,合理设置两谐振腔的腔参数,使内、外两中空圆台谐振腔的输出光束的空心部分在空间交叠,形成光笼。合理设计光笼的大小和功率,可以实现对微粒全方位三维立体控制。该发明可以实现微小尺寸小功率和大尺寸中高功率输出。该发明实现的微小尺寸小功率情形,可以用于激光生物医学、科学研究;实现的中、大功率光笼,可以用于材料的特殊处理甚至国防。

[0004] 本发明的目的是由以下措施实施的:实现光笼的装置为气体激光器,按激光工作物质分为氦氖激光器和二氧化碳激光器,采用易于在异形放电区实现辉光放电的射频放电方式,激光器的特征在于其谐振腔是由内、外两中空圆台谐振腔同向嵌套,每个中空圆台谐振腔的底部为旋转对称凹面圆环全反镜,每个中空圆台谐振腔的顶部为旋转对称凸面圆环部分反射输出镜,每个中空圆台谐振腔的激光介质区域为两顶角相等的中空圆台形状材料嵌套形成的中空圆台夹层区域,内、外两中空圆台形状介质区域的中心轴线重合,位于每个谐振腔底部的凹面镜和顶部的凸面镜均关于该中心轴线旋转对称,每个谐振腔沿该中心对称轴线的纵剖面内的传输光线簇构成两凹凸稳定腔,每个凹凸稳定腔称为各自中空圆台

谐振腔的子腔,该子腔的腔轴和激光介质区的中心轴线相交,每个中空圆台谐振腔的子腔输出光束的腰斑位置根据需要可以设置在各自输出镜和各自子腔的对称轴线与自身激光介质区中心轴线的交点之间、也可以与该交点重合或之外。这样构建的激光器具有专利 ZL200910216214.1 的所有优点。合理设置,使内中空圆台谐振腔的输出光束从实心部分演化为空心部分的区域与外中空圆台谐振腔的输出光束从空心部分演化为实心部分的区域合围,出现激光三维立体包裹的光场为零的区域,即形成光笼。本发明实现的光笼在微小尺寸小功率情形下可以用于激光生物医学研究比如对微粒实现全方位三维立体囚禁或控制,大功率的氦氖激光可以用于光动力学医疗对目标部位实现光束全包裹,大尺寸中高功率二氧化碳激光可以对空间目标实现激光全包裹。

[0005] 氦氖激光器的放电管采用玻璃或石英。二氧化碳激光器的放电管可以采用石英、绝缘材料或部分采用绝缘材料部分采用作为电极金属材料,大型的二氧化碳激光器采用射频放电激励或预电离激励方式,工作方式为连续的,采用风机驱动工作气体兼水冷散热方式,当对射频电源进行调制而进行脉冲放电时,工作方式是脉冲的。

[0006] 附图说明图 1、2、3 分别是实现光笼的气体激光器的装置结构立体图、装置剖面及光路示意图、装置剖面及光路示意图的标示图,图 4 也为装置剖面标示图,图 5 为光笼剖面标示图。

[0007] 在附图中 1-3 中,0 是内中空圆台谐振腔的射频电源及匹配网络,1 是外中空圆台谐振腔的旋转对称凹面圆环形全反镜,可简称外全反镜 1,2 是阳极,3 是外中空圆台谐振腔的中空圆台形放电管,可简称外放电管 3,4 是外电极,5 是水冷套,6 是外中空圆台谐振腔的旋转对称凸面圆环形部分反射镜,可简称外部分反射镜 6 或外输出镜 6,7 是风机,8 是外中空圆台谐振腔的射频电源及匹配网络,9 是储气管,10 是内电极,11 是内中空圆台谐振腔的旋转对称凹面圆环形全反镜,可简称内全反镜 11,12 是内中空圆台谐振腔的中空圆台形放电管,可简称内放电管 12,13 是内中空圆台谐振腔的旋转对称凸面圆环形部分反射镜,可简称内部分反射镜 13 或内输出镜 13,1 和 11 均是相对于光轴 17 旋转对称的凹面镜,凹面均向腔内,6 和 13 均是相对于光轴 17 旋转对称的凸面镜,凸面均向腔内,镜 1 和镜 6 沿 15 的距离为外中空圆台谐振腔放电管 3 的长度,镜 11 和镜 13 沿 16 的距离为内中空圆台谐振腔放电管 12 的长度。当用于氦氖激光器时,附图 1 中,5 和 7 不用设置。图 3 中 17 为内、外圆台形气体激光介质区的中心轴线,也是该激光器光路图的光轴,15 为外中空圆台形气体介质区的中心圆锥面与纵剖面的交线,也是该纵剖面内光线簇的轴线及外中空圆台谐振腔在该剖面区的子腔腔轴,外谐振腔的上、下子腔输出光束的光轴交于  $O_2$ ,腔轴 15 与光轴 17 的交点也位于  $O_2$ , $\theta_2$  为外中空圆台谐振腔中心圆锥面的顶角,16 为内中空圆台形气体介质区的中心圆锥面与纵剖面的交线,也是该纵剖面内光线簇的轴线及内中空圆台谐振腔在该剖面区的子腔腔轴,内谐振腔的上、下子腔输出光束的光轴交于  $O_1$ ,腔轴 16 与光轴 17 的交点也位于  $O_1$ , $\theta_1$  为内中空圆台谐振腔中心圆锥面的顶角,在剖面内,外中空圆台谐振腔的上子腔腔轴 15 和内中空圆台谐振腔的下子腔腔轴交于点  $C_1$ ,外中空圆台谐振腔的下子腔腔轴和内中空圆台谐振腔的上子腔腔轴 16 交于点  $C_2$ 。点  $O_1$  和  $O_2$  不重合,点  $C_1$  和  $C_2$  不重合。图 4 中  $L_1$  和  $L_2$  分别为内、外腔子腔的腔长, $R_{111}$  和  $R_{112}$  分别为内腔底部全反镜 11 的内、外缘半径, $R_{211}$  和  $R_{212}$  分别为外腔底部全反镜 1 的内、外缘半径, $a$  为内、外腔子腔的厚度。图 5 为光笼的剖面图,光笼的纵剖面位于  $O_1O_2C_1C_2$  合围形成的区域内部,该纵剖面绕中心轴线 17 旋

转一周即形成本发明需要实现的光笼。光笼的暗长轴沿  $O_1O_2$  方向且在点  $O_1$  和点  $O_2$  之间,比  $O_1O_2$  之间的距离要小,光笼的暗短轴轴沿  $C_1C_2$  方向且在点  $C_1$  和点  $C_2$  之间,比  $C_1C_2$  之间的距离要小。当内、外放电管 12 和 3 被抽成真空后充入气体激光介质,分别通过电极 2 和 10,以及 2 和 4 的射频放电激励气体介质,沿如图 3 所示任一剖面内、外子腔的轴线 16、15 传输的自发辐射受激被放大,在剖面内受到各自的腔镜的来回反射建立振荡,并分别从镜 13、镜 6 输出,当介质需要冷却时由 5 和 7 执行,当气体介质不需要冷却时,则不设 5 和 7,此时 5 和 7 与放电管 3 和 12 的联通管道是被真空密封性阻塞的,储气管 9 可使激光有更多工作物质而延长使用寿命。

[0008] 具体实施方式 下面结合附图和具体实施方式对本发明做详细描述。

[0009] 本发明的内、外中空圆台谐振腔底部的旋转对称凹面全反镜 11、1,均采用圆形光学玻璃或石英块作基底,对 He-Ne 激光器和  $CO_2$  激光器适用,对很高输出的  $CO_2$  激光器,采用致密性很好、硬度较高的圆铜块作基底,采用孔切割装置将两基底材料中间的部分按照内、外环形镜的内缘尺寸要求分别切割下来,但这两中间这部分应和自身的环形块胶合在一起以便于磨制加工。由于两镜面尺寸不同,所以采用两套研磨模具。研磨两镜面的磨具均采用低碳钢材料由数控机床按照设计加工,由于两镜面均不具备单一曲率中心,故两磨具也不具备单一曲率中心,在设计和加工上较困难一些,但是两镜面的曲面具有严格的旋转轴对称特性,因此两磨具的加工不存在较大困难。两磨具加工好后,对各自应研磨的镜的研磨过程仍应保持严格的旋转轴对称要求。与两凹面相对的另一面从迎着中心轴线的方向看均是锥形,该两锥形的母线与剖面内的各自的凹凸腔的腔轴垂直。每个镜面独自研磨抛光后再将胶合在它们中心的一块取下,即可得到两旋转对称曲面反射镜,经过严格清洗并镀上全反射膜后可用于本发明器件上。本发明的内、外凸面圆环部分反射输出镜 13、6,两部分反射镜尺寸和规格不同,所以也需要两套对应的研磨模具,研磨过程与镜 11、1 的研磨过程一致,不同之处在于镜 6、13 均是凸面作为部分反射镜反射面镀部分反射膜,与两凸面相对的另一面从迎着中心对称轴线的方向看均是锥形,该两锥形的母线与剖面内的各自的凹凸腔的腔轴垂直。镜 6、13 基底的材质,对于氦氛激光器可选用玻璃,对于二氧化碳激光,根据功率要求可选用锗片或硒化锌等。

[0010] 本发明装置中的内、外中空圆台形放电管 12、3,对氦氛激光器则采用玻璃或石英熔化的液体注入处于一定温度的石墨模具内再逐渐冷却后制得。两中空圆台形放电管均由内外两层圆台形玻璃或石英管构成,故每个中空圆台形放电管的石墨模具均应为两套。石墨强度较好,故能上车床较为精确地按照设计加工,精度可达 0.1mm。当模具较长后,则可用几块石墨料分段加工后再组装,模具内外层均可采用一定的辅助夹具。模具在使用后若精度不够,则应修复或更换新的模具。本发明的中空圆台形放电管,对  $CO_2$  激光器则采用铝、铜或薄的不锈钢材料制作,每个中空圆台形放电管的内外两中空圆台形金属管则直接用作两放电电极。

[0011] 在本发明的装置组装过程中,本发明的每个放电管的内外两个圆台面的支撑和固定是通过采用专门支架来实现的。当为氦氛激光器时,每个放电管的内外两层玻璃或石英圆台面的底部和顶部均是研磨的,底部圆环镜 11 和 1 的纵剖面的反射面均为凹面,过每个凹面的中点的直径平行于各自圆台的母线,顶部圆环镜 13 和 6 的纵剖面反射面部分均为凸面,过每个凸面的中点的直径平行于各自圆台的母线。镜 11 和 1 的背面均研磨为锥面,镜

11 和 1 的背面的纵剖面为直线,当该两镜和各自中空圆台放电管胶合时,镜 11 和 1 的背面的纵剖面各自垂直于各自中空圆台放电管子腔的腔轴 16 和 15。镜 13 和 6 的背面研磨为锥面,该两锥面的纵剖面为直线,分别垂直于各自的中空圆台放电管的腔轴 16 和 15,镜 13 背面的锥面的纵剖面的两直线的交点与镜 6 背面的锥面的纵剖面的两直线的交点重合,均位于中心轴线 17 上。加工两个玻璃或石英的大、小空心圆台,小圆台的小圆半径比内放电管的内圆台面底部的内缘半径略小,小圆环的大圆半径比内放电管的外圆台面底部的外缘半径略大;大圆台的小圆半径比外放电管的内圆台面底部的内缘半径略小,大圆环的大圆半径比外放电管的外圆台面底部的外缘半径略大,将此两圆台同心分别置于两个三维可调的金属支架上,在两台氦氛激光器的监控下,固定两圆台的位置,再将大圆台的内缘和小圆台的外缘之间的圆环间隙按照圆周方向等间距的注入 8 个胶接部位,将大小圆台胶结固定,再将固化在一起的大小圆台倒置于水平台上,并用支架固定,再将内外缘尺寸与各自圆台形管底部尺寸相配而略可松动的镜 1 和镜 11 分别置于大小两圆台内上,将内电极 10 置于内放电管的内层圆台形玻璃或石英管的内部,再将该内层圆台形管的底部置于小环的内环上并位于内旋转对称全反镜 11 的内缘之内,再将内放电管的外层圆台面底部置于该小圆台上并套在镜 11 的外缘,由于元件的加工确保了精度,故在光学校准仪器的适当监测和通过辅助手段对各元件适当调整后即可达到要求,然后再用真空密封胶将镜 11、内外层圆台管和圆台粘在一起,顶部的镜 13 则在事先已和与轴线一致的校准光束监测下进行安装和胶合。再将阳极 2 装上。再将外放电管的内层圆台形管的底部置于大圆台的内环上并位于外旋转对称全反镜 1 的内缘之内,再将外放电管的外层圆台面底部置于该大圆台上并套在镜 1 的外缘,同样,由于元件的加工确保了精度,故在光学校准仪器的适当监测和通过辅助手段对各元件适当调整后即可达到要求,然后再用真空密封胶将镜 1、该内外层圆台管和大圆台粘在一起,顶部的镜 6 也在事先已和与轴线一致的校准光束监测下进行安装和胶合。再将外电极 4 装上。该激光器可在该支架立式工作,从顶部输出,其优点是装配方便,光学元件受力很小,也可在装配完毕后横放或倒立式工作,但是在横放或倒立前应对支架作一定处理,使其对内外放电管各自的内外层圆台形管有一定强度的辅助支撑,并在内外放电管形成的间隙也加强支撑,使其横放或倒立后两放电管的内外层圆台管及电极的重力几乎均由支架支持,此时激光输出镜从横向或从下面输出。当为二氧化碳激光器时,由于每个放电管的内外层圆台形管为金属管且同时作为电极,故管的强度很高,其支撑问题容易解决,装配前的准备和装配过程与氦氛激光器的基本相同,值得注意的是三电极之间的绝缘问题,当用玻璃或石英基底的旋转对称曲面镜时,若镀介质膜则不存在问题,若镀金属膜,则应在圆台形管底部与各自的全反射镜的连接部位之间有绝缘层,不过射频电源的电压通常都是较低的。

[0012] 装置组装好后,将放电管及连接部分抽成真空。对氦氛激光器当真空度达  $10^{-6} \times 133.3\text{Pa}$  时,按 Ne:He=1:8 的比例,充入混合气压强为  $0.8 \times 133.3\text{Pa}$ ,两部分反射镜对 0.6328 微米波长光波的反射率为 98%,两全反射镜反射率为 99.8% 以上,对其施以射频放电,即可获得输出。对二氧化碳激光器,当真空度达到  $10^{-3} \times 133.3\text{Pa}$  时,按照  $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:1.5:7.5$ ,总压为  $10 \times 133.3\text{Pa}$ ,两部分反射镜对 10.6 微米波长光波反射率为 80%,两全反射镜反射率为 99% 以上,对其施以射频放电即可获得输出。

[0013] 实施例放电管 3 和 12 均采用  $L_1$ 、 $L_2$  为 100 毫米长的中空圆台形玻璃管,两谐振腔

各自的内、外层圆台形管间间距  $a$  均为 4 毫米,内、外圆台的顶角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  分别为 0.34 弧度、0.52 弧度,外全反射镜 1 为旋转对称凹面圆环形镜,内、外缘半径  $R_{211}$ 、 $R_{212}$  分别为 41.17 毫米、45.04 毫米,剖面凹面的曲率半径为 772.99 毫米,外输出镜 6 为旋转对称凸面圆环形镜,内、外缘半径分别为 15.77 毫米、19.71 毫米,剖面凸面的曲率半径为 2014.90 毫米;内全反射镜 11 为旋转对称凹面圆环形镜,内、外缘半径  $R_{111}$ 、 $R_{112}$  分别为 24.80 毫米、28.75 毫米,剖面凹面的曲率半径为 713.30 毫米,内输出镜 13 为旋转对称凸面圆环形镜,内、外缘半径分别为 7.88 毫米、11.83 毫米,剖面凸面的曲率半径为 1566.10 毫米;镜 6 纵剖面背面的两直线的延长线的交点和镜 13 纵剖面背面的两直线的延长线的交点重合;镜 6 和镜 13 的输出光束波长为 10.6 微米,输出光束形成的光笼绕  $O_1O_2$  轴旋转对称,在图 5 光笼的剖面图中,沿  $O_1O_2$  之间的光笼暗长轴为 1.11 毫米,在图 5 剖面图中沿  $C_1C_2$  之间的光笼的暗短轴长为 0.25 毫米。

[0014] 形成光笼的装置,包括内、外旋转对称凹面圆环全反射镜,内、外中空圆台形放电管,内、外旋转对称凸面圆环部分反射镜,内电极,阳极,外电极,储气管,风机,射频电源及匹配网络,水冷套,参照图 1,外旋转对称凹面圆环全反射镜 1 与外中空圆台形放电管 3 的底部连接,外凸面圆环部分反射镜 6 与放电管 3 的顶部连接,内旋转对称凹面圆环全反射镜 11 与内中空圆台形放电管 12 的底部连接,内凸面圆环部分反射镜 13 与内放电管 12 的顶部连接,阳极 2 与放电管 3 内侧紧贴或由内壁直接为阳极(当为金属材料时),外电极 4 与外放电管 3 外侧紧贴或由外层壁直接为外电极(当为金属材料时),内电极 10 与内放电管 12 内侧紧贴或由内壁直接作为内电极(当为金属材料时),储气管 9 与放电管 3 和 12 相连接并环绕放电管 3,水冷套 5 环绕放电管,风机 7 通过储气管 9 与放电管 3 和 12 连接,外射频电源及匹配网络 8 与阳极 2 和外电极 4 连接,内射频电源及匹配网络 0 与阳极 2 和内电极 10 连接,其特征在于外放电管 3 和内放电管 12 为两同向嵌套的中空圆台形放电管,两放电管的内外壁均是圆台形管,两个两圆台形管之间的圆台形夹层构成两放电区,外放电管 3 的底部和顶部分别由全反镜 1 与部分反射镜 6 真空性封贴,内放电管 12 的底部和顶部分别由全反镜 11 与部分反射镜 13 真空性封贴,使内、外两中空圆台形夹层空间能抽高真空,在高真空条件下将氦氖混合气或二氧化碳、氮、氢混合气充入放电管 12 和 3。其特征还在于谐振腔是两个同向嵌套的中空圆台形谐振腔,它由安装于内、外两中空圆台形放电管底部的两旋转对称凹面圆环全反射镜 11、1 分别和两个安装于内、外放电管顶部的旋转对称凸面圆环部分反射镜 13 和 6 组成,全反射镜 11、1 的对称轴、部分反射镜 13、6 的对称轴与放电管 12、3 的中心轴线均重合为 17,在装置沿放电管轴线 17 的任一剖面内,全反射镜 1 以及部分反射镜 6 都分别有两个曲率中心对称分布于放电管轴线两侧,谐振腔对剖面内光线簇构成两凹凸腔子腔,为装置的两外子腔,设计为稳定腔,该两外子腔输出光束的腰斑位于腔外点  $O_2$ ,该两外子腔的输出光束的光轴也交于点  $O_2$ ,且点  $O_2$  位于 17 上;在装置沿放电管轴线 17 的任一剖面内,全反射镜 11 以及部分反射镜 13 也都分别有两个曲率中心对称分布于放电管轴线两侧,谐振腔对剖面内光线簇构成两凹凸腔子腔,为装置的两内子腔,设计为稳定腔,该两内子腔输出光束的腰斑位于腔外点  $O_1$ ,该两外子腔的输出光束的光轴也交于点  $O_1$ ,且点  $O_1$  位于 17 上,点  $O_1$  和点  $O_2$  不重合。内腔的下子腔的输出光束光轴与外腔的上子腔的输出光束光轴的交点为  $C_1$ ,内腔的上子腔的输出光束光轴与外腔的下子腔的输出光束光轴的交点为  $C_2$ ,点  $C_1$  和点  $C_2$  不重合。其特征还在于该装置的输出光束形成绕  $O_1O_2$  轴旋转对



称的光笼,光笼的纵剖面位于  $O_1O_2C_1C_2$  合围形成的区域内部,光笼的暗长轴沿  $O_1O_2$  方向且在点  $O_1$  和点  $O_2$  之间,比  $O_1O_2$  之间的距离要小,光笼的暗短轴轴沿  $C_1C_2$  方向且在点  $C_1$  和点  $C_2$  之间,比  $C_1C_2$  之间的距离要小。点  $O_1$ 、 $O_2$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  分别称为交点一、二、三、四。

[0015] 本发明与现有专利 ZL200910216214.1 相比,具有如下特点:

- 1,本发明的装置采用了两个内、外嵌套的中空圆台谐振腔形成的气体激光器;
- 2,本发明装置中两谐振腔输出的激光光束的空间分布出现被激光全方位三维立体包裹的光强为零的区域,即输出光束出现光笼分布,该光笼相对光轴旋转对称分布。

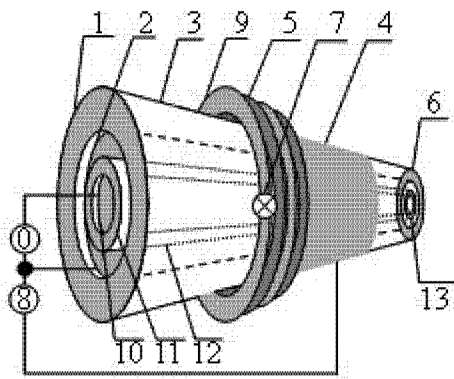


图 1

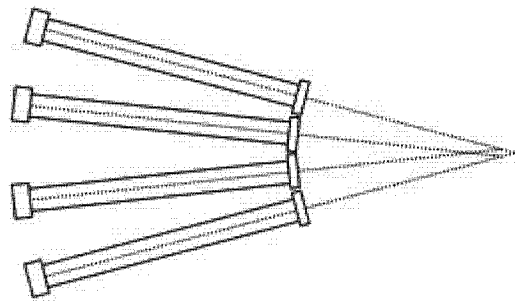


图 2

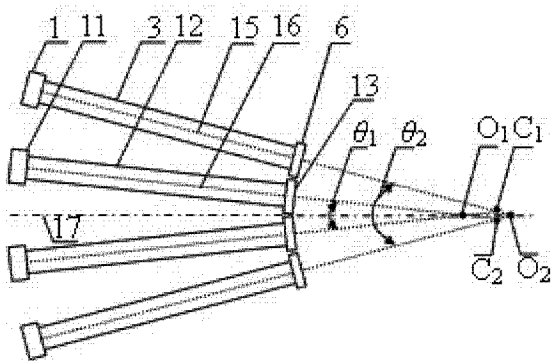


图 3

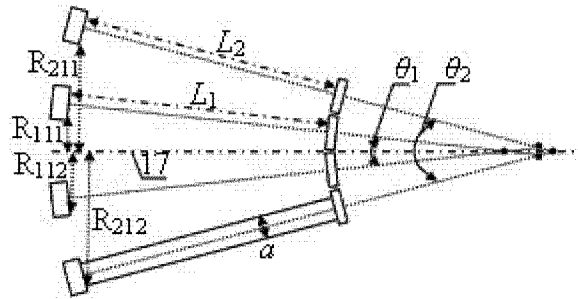


图 4

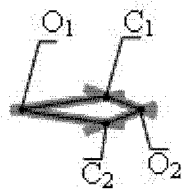


图 5