



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102007654 B

(45) 授权公告日 2013.05.01

(21) 申请号 200980106563.6

H01S 3/041 (2006.01)

(22) 申请日 2009.02.12

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 6198758 B1, 2001.03.06,

12/035,630 2008.02.22 US

US 7145926 B2, 2006. 12. 05,

US 6983001 B2, 2006.01.03,

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 4959840 A, 1990. 09. 25.

2010. 08. 23

CN 2469589 Y, 2002. 01. 02,

(86) PCT 申请的申请数据

审查员 仵晓东

PCT/US2009/000917 2009.02.12

(87) PCT申请的公布数据

W02009/105174 EN 2009. 08. 27

(73) 专利权人 相干公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 A·J·德马利亚

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 邓琪

(51) Int. Cl.

H01S 3/223 (2006.01)

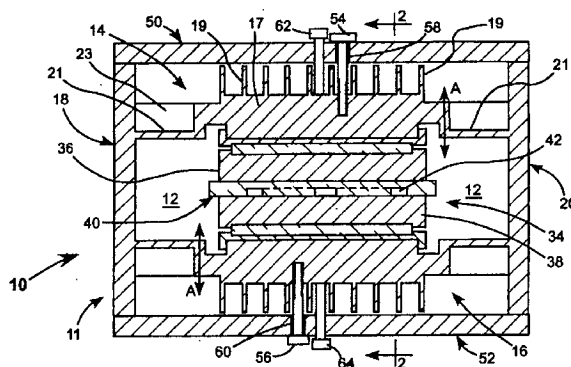
权利要求书3页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

具有挠性外壳的扩散冷却的 CO₂ 激光器

(57) 摘要

一种气体放电激光器,包括这样的外壳,所述外壳具有上和下冷却构件的对称布置以除去在被电极配件激发的气体放电中产生的热量。电极配件夹持在冷却构件之间,并且其本身基本上对称布置。冷却构件和电极配件通过围绕隔膜状布置而外壳中机械分离,所述围绕隔膜状布置使冷却构件连接至外壳的侧壁。供应电极配件的RF电源设置在一个侧壁上以避免扰乱冷却和电极布置的对称性。



1. 一种气体放电激光器,包括:

外壳,其具有第一和第二相对的纵向金属壁,所述第一和第二相对的纵向金属壁均连接至第三和第四相对的纵向金属壁,所述外壳由第一和第二端壁封闭,所述外壳保持压力低于大气压的激光气体混合物;以及

所述第一和第二纵向壁均具有刚性冷却部分,所述刚性冷却部分由位于所述刚性冷却部分以及所述第三与第四纵向壁和所述端壁之间的挠性薄膜部分围绕,

所述气体放电激光器还包括位于所述外壳中并且在所述第一和第二壁的冷却部分之间的电极配件,

所述冷却构件和其中的电极配件通过所述挠性薄膜部分而在外壳中机械分离,

所述挠性薄膜允许所述第一和第二纵向壁对应于所述外壳的内部和外部之间的压力差移动,以保持所述电极配件与所述第一和第二壁的刚性冷却部分接触。

2. 权利要求1所述的激光器,其中多个散热片从各壁的所述刚性冷却部分向外延伸。

3. 权利要求2所述的激光器,其中所述第一、第二、第三和第四纵向壁由铝和铝合金中的一种的单挤出而形成。

4. 权利要求2所述的激光器,其中所述第一和第二壁具有类似的第一构造,并且所述第三和第四壁具有类似的第二构造,使得所述外壳具有基本上对称的构造。

5. 权利要求4所述的激光器,其中所述第三和第四纵向壁超出所述第一和第二纵向壁侧面延伸,并且其中有第一和第二盖板,所述第一盖板和所述第一纵向壁的散热片上的所述第三和第四壁连接,并且所述第二盖板和所述第二纵向壁的散热片上的所述第三和第四壁连接,并且其中有风扇,所述风扇邻近所述外壳的一端,并且布置为使空气通常在所述第一纵向壁和所述第一盖板之间以及在所述第二盖板和所述第二冷却板之间、并因此在所述第一和第二纵向壁的散热片之间纵向流动。

6. 权利要求2所述的激光器,其中所述第一和第二端壁均具有设置于其上的至少一个镜,以在所述外壳中形成激光器谐振腔。

7. 权利要求6所述的激光器,其中在所述第一端壁上有第一和第二镜,并且在所述第二端壁上有第三和第四镜,所述激光器谐振腔是Z形折叠的激光器谐振腔,所述Z形折叠的激光器谐振腔具有依次在所述第一、第三、第二和第四镜之间延伸的谐振腔轴。

8. 权利要求6所述的激光器,其中,所述电极配件包括彼此对齐和彼此间隔的第一和第二电极,所述第一电极和所述第一纵向壁的冷却部分热接触,并且所述第二电极和所述第二纵向壁的冷却部分热传递,并且其中所述激光器谐振腔在所述电极之间延伸。

9. 权利要求8所述的激光器,还包括导热性、电绝缘材料的条,

所述条位于所述第一和第二电极之间并和它们热接触,所述条在其中具有至少一个通道,所述激光器谐振腔通过所述通道延伸。

10. 权利要求9所述的激光器,其中所述条的绝缘材料包括氧化铝陶瓷和氧化铍陶瓷中的一种。

11. 权利要求9所述的激光器,其中所述第一电极通过第一导热性电绝缘材料板和所述第一纵向壁电绝缘,并且所述第二电极通过第二导热性电绝缘材料板和所述第二纵向壁电绝缘。

12. 权利要求11所述的激光器,其中在所述第一导热性电绝缘材料板和所述第一纵向

壁之间有第一金属板,并且在所述第二导热性电绝缘材料板和所述第二纵向壁之间有第二金属板。

13. 权利要求 8 所述的激光器,还包括电气电源,其设置在所述第三纵向壁上的所述外壳外,并且布置以向所述第一和第二电极中的一者供应电位,所述电源和所述第三纵向壁热绝缘。

14. 权利要求 13 所述的激光器,其中所述电位是 RF 电位。

15. 权利要求 14 所述的激光器,其中所述电源包括开口盖子,所述开口盖子具有跨越第二和第三壁的第一壁,并且其中所述盖子的所述第一壁内侧上设置电子电路板以产生所述 RF 电位,并且所述盖子的所述第二和第三壁通过热绝缘隔板连接至所述外壳的所述第三纵向壁。

16. 一种气体激光器,包括:

外壳,所述外壳具有相对的顶壁和底壁、以及在所述顶壁和底壁之间延伸的一对相对的侧壁,所述顶壁、底壁和侧壁由金属单挤出而形成,所述外壳保持压力低于大气压的激光气体混合物;

用于密封所述外壳的一对端壁;以及

电极配件,所述电极配件位于所述顶壁和底壁的冷却部分之间并由它们支持,

所述冷却构件和其中的电极配件通过所述挠性薄膜部分而在外壳中机械分离,

所述电极配件与所述侧壁和所述端壁间隔,并且其中所述顶壁和底壁包括圆周薄膜弯曲部分,所述圆周薄膜弯曲部分位于所述电极配件以及各侧壁和端壁之间的区域中,所述挠性薄膜弯曲部分允许所述顶壁和底壁对应于所述外壳的内部和外部之间的压力差移动,以保持所述电极配件与所述顶壁和底壁的刚性冷却部分接触。

17. 根据权利要求 16 所述的激光器,其中所述顶壁和底壁的外表面包括散热片。

18. 根据权利要求 17 所述的激光器,还包括顶帽和底帽,所述顶帽和底帽设置在所述侧壁上并和所述顶壁和底壁间隔,并且限定气冷通道。

19. 根据权利要求 18 所述的激光器,还包括有风扇,所述风扇邻近所述外壳的一端,并且布置为使空气通常在所述顶壁和所述顶帽与所述底壁和底帽之间纵向流动。

20. 根据权利要求 16 所述的激光器,其中所述谐振腔镜设置在所述端壁上。

21. 根据权利要求 16 所述的激光器,其中所述电极配件包括陶瓷构件,所述陶瓷构件具有形成于其中的波导通道,所述陶瓷构件夹置于一对金属电极之间。

22. 根据权利要求 21 所述的激光器,其中所述电极配件还包括位于所述电极和所述顶壁和底壁之间的一对绝缘体 (44)。

23. 权利要求 16 所述的激光器,还包括电气电源,其设置在所述第三纵向壁上的所述外壳外,并且布置以向所述第一和第二电极中的一者供应电位,所述电源和所述第三纵向壁热绝缘。

24. 权利要求 23 所述的激光器,其中所述电位是 RF 电位。

25. 权利要求 24 所述的激光器,其中所述电源包括开口盖子,所述开口盖子具有跨越第二和第三壁的第一壁,并且其中所述盖子的所述第一壁内侧上设置电子电路板以产生所述 RF 电位,并且所述盖子的所述第二和第三壁通过热绝缘隔板连接至所述外壳的所述第三纵向壁。

26. 权利要求 16 所述的激光器,其中所述顶壁和底壁包括中央刚性冷却部分。

具有挠性外壳的扩散冷却的 CO₂ 激光器

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及扩散冷却的二氧化碳 (CO₂) 激光器。本发明特别地涉及低功率 (例如, 输出功率为约 100 瓦或更低) 的扩散冷却的 CO₂ 激光器, 其包括气密外壳和设置于其上的谐振腔镜。

背景技术

[0002] 扩散冷却的 CO₂ 激光器是这样的气体放电激光器, 其中通过在形成所述放电的冷却的电极之间形成较小分离而发生放电的冷却。所述分离足够小, 使得很可能存在下列情况: 以相对较长寿命“010”弯曲振动态 (仅仅在基态边界上方的非激光态) 形式存在的激发态 CO₂ 分子可以和冷却的电极碰撞。这种碰撞过程使得“010”态粒子数减少, 并且抑制“粒子数瓶颈 (population bottle neck)”的产生。“010”下能级粒子数的减少增加了“激光”上能级中的粒子数反转, 这导致更高的激光器输出功率和效率。

[0003] 在这样的低功率激光器中, 通常将激光器的谐振腔镜设置为激光器外壳的一体式部件。当以这种方式设置镜时, 重要的是使激光器外壳的弯曲最小化, 因为这种弯曲可能引起输出光束的指向随着温度而改变。

[0004] 一种使扩散冷却的 CO₂ 激光器外壳的弯曲最小化的现有技术方案包括使用挠性外壳, 同时尽可能对称地冷却。使用这种方案的布置在 U. S. 专利 No. 4, 787, 090 和 U. S. 专利 No. 6, 192, 061 中有所描述, 它们都转让给本发明的受让人。使用类似方案的布置还在 U. S. 专利 No. 6, 198, 758 和 U. S. 专利 No. 6, 983, 001 中有所描述。尽管所有这些布置在一定程度上是成功的, 但是据信所述布置都不具有实际冷却、冷却的对称性和激光器外壳的挠性的最佳水平。

[0005] 发明概述

[0006] 本发明涉及提供气体放电激光器的冷却布置。在一个方面中, 根据本发明的气体放电激光器包括: 外壳, 其具有第一和第二相对的纵向金属壁, 所述第一和第二相对的纵向金属壁均连接至第三和第四相对的纵向金属壁, 所述外壳由第一和第二端壁封闭。所述第一和第二纵向壁均具有刚性冷却部分, 所述刚性冷却部分由位于所述纵向壁和端壁之间的挠性部分围绕。

[0007] 优选地, 多个散热片从各壁的所述冷却部分向外延伸。外壳的第一、第二、第三和第四纵向壁可便利地由铝和铝合金中的一种的单挤出而形成。优选地, 外壳的所述第一和第二纵向壁具有类似的构造, 并且外壳的所述第三和第四纵向壁具有类似的构造, 从而提供基本上对称布置的外壳。

[0008] 在另一个方面中, 根据本发明的气体放电激光器包括: 含有激光气体混合物的外壳, 所述外壳具有第一和第二相对的纵向金属壁, 所述第一和第二相对的纵向金属壁均连接至第三和第四相对的纵向金属壁, 所述外壳由第一和第二端壁封闭。位于所述外壳中的第一和第二电极彼此间隔和平行, 并且分别和外壳的所述第一和第二纵向壁热传递。电气电源设置在所述第三纵向壁上的所述外壳外, 并且布置以向所述第一和第二电极中的一者

供应电位。所述电源和所述第三纵向壁热绝缘。

[0009] 附图简要说明

[0010] 引入本说明书中并构成其一部分的附图示意性示出本发明的优选实施方案，其联合上面给出的总的描述以及下面给出的优选实施方案的详述，起到解释本发明的原理的作用。

[0011] 图 1 是示意性示出根据本发明的气体放电激光器的一个优选实施方案的侧面剖视图，所述气体放电激光器包括气冷的激光器外壳、和电极、以及放电通道配件，所述放电通道配件和所述配件的上壁和下壁的刚性冷却部分热接触，所述冷却部分通过上壁和下壁的挠性隔膜部分连接至外壳的刚性侧壁，所述冷却部分具有沿着其纵向延伸的冷却风扇。

[0012] 图 1A 是示出在图 1 的外壳外、图 1 的电极和放电通道配件的侧面剖视图。

[0013] 图 2 是在图 1 的 2-2 方向观察的透视纵向剖视图，其示意性示出图 1 的激光器的进一步的细节，所述激光器包括连接至外壳的侧壁的顶盖和底盖，在外壳一端的风扇配件被布置以强制空气在外壳的上壁和下壁、以及顶盖板和底盖板的冷却部分的风扇之间流动。

[0014] 图 3 是从外壳的散热片和隔膜部分的上面示意性示出的进一步细节的俯视图。

[0015] 图 4 是示意性示出根据本发明的将 RF 电源连接至图 1 的气体放电激光器的一种布置的侧面剖视图。

[0016] 发明详述

[0017] 现在参照附图，其中类似的附图标记表示类似的组件，图 1、图 1A、图 2 和图 3 示意性示出根据本发明的 CO₂（气体放电）激光器 10 的优选实施方案。激光器 10 包括围绕罩壳 12 的气密激光器外壳 11，所述罩壳 12 通常包括压力低于大气压的激光气体混合物。通过例子的方式，一种可行的激光气体混合物是百分比分别为 12 : 16 : 5 : 67 的 CO₂、氮气 (N₂)、氙气 (Xe) 和氦气 (He) 的混合物，并且总压力为约 95.0 Torr。

[0018] 外壳 11 分别具有上壁 14 和下壁 16（此处基本上构造相同）、以及侧壁 18 和 20。此处假设这四个壁优选由铝或其合金挤出形成。所述壁可单独装配，而这不会偏离本发明的精神和范围。具有和它们可密封连接的镜 26、27、28 和 29 的端壁 22 和 24（所有镜参见图 3）完成气密外壳。镜限定了具有 Z 形折叠谐振腔，所述 Z 形折叠谐振腔具有折叠两次的轴 30。镜 26 和 29 是谐振腔的末端镜（终止镜），并且镜 27 和 28 是折叠镜。假设镜 29 是谐振腔的输出镜。

[0019] 此处应该注意，为了便于描述，图 1-3 中忽略了镜安装布置的细节，包括用于对齐镜的构件。这种布置的细节在 U. S. 专利 No. 6, 192, 061 中有所描述，其转让给本发明的受让人，并且通过引用的方式并入本文而完成本公开。还应该注意，此处所述 Z 形折叠波导谐振腔仅仅是可以引入外壳 11 中的激光器谐振腔构造的一个例子。本发明所属领域的技术人员可选择引入其他谐振腔构造，而不会偏离本发明的精神和范围。这些其他构造包括（但不限于）具有条型激光器放电的不稳定谐振腔、在条型激光器放电中的无折叠空间的 Gaussian 模式谐振腔、或中空陶瓷放电管中的折叠的谐振腔。当然，将认识到无论谐振腔构造如何，至少有一个镜分别与端壁 22 和 24 连接。

[0020] 电极和放电通道配件 34（下文中简称为电极配件）位于罩壳 12 中。为了便于描述，仅仅选择的电极配件的组件数字标记于图 1 和图 2 中。所有电极配件的组件数字标记于图 1A。电极配件的组件未示于图 3 中。

[0021] 电极配件 34 和外壳的上壁 14 和下壁 16 热接触。电极配件分别包括上电极 36 和下电极 38。电绝缘材料、最优选具有相对较高的导热率的电绝缘材料（例如氧化铝陶瓷或氧化铍陶瓷）的条 40 夹置于电极中。在条 40 中有开口放电通道 42，此处两个平行的通道在它们之间具有斜的通道。这些通道含有在电位（通常 RF 电位）施加至电极时在激光气体混合物中被激发的放电。特别参照图 1A，绝缘体 44 覆盖各电极，并且金属帽 46 覆盖各绝缘体。

[0022] 通常包括多个感应器 48（图 1A 中只可看到一个），所述感应器 48 沿着电极分隔开，并且接合电极。这些感应器的一个目的是沿着电极长度使电压分布变平。这抑制沿着放电长度发生放电“热斑”。当装配到外壳 11 内的罩壳 12 中时，电极配件应该和罩壳的上壁和下壁的刚性部分 17 均热接触。

[0023] 在图 1A 的电极配件中，一些电极可被选择为施加 RF 电位的充电或“有电”电极，另一些电极通过使这些电极经过合适的导线连接外壳、并使外壳接地而接地。还可以具有直接接触外壳的接地电极而忽略对应的绝缘体 44。然而，这将降低电极配件的对称性。

[0024] 现在继续描述外壳 11 的上壁 14 和下壁 16 的构造，各壁包括刚性构造的中间部分或冷却构件 17，所述中间部分或冷却构件 17 具有由其向外延伸、并且平行于外壳的长度方向的散热片 19。因为在该例子中上壁和下壁构造相同，所以为了便于描述，只有上壁 14 的特征数字标记。

[0025] 刚性中间壁部分 17 被相对薄的薄膜部分或隔膜部分 21 围绕。在使用挤出来形成外壳 11 的壁的情况下，壁 14 和 16 最初可具有均匀厚度，其隔膜部分 21 随后通过在各壁中加工通道而形成。如图 1 中所示，这种环形通道可在刚性部分 17 和侧壁之间的所有方向上延伸。然而，可取的是在上壁和下壁中的每一个的各个末端上保留增稠（thickened）部分 23（参见图 2 和 3），以促进端壁 22 和 24 与外壳连接和封闭。

[0026] 关于外壳 11 的示例性尺寸，70.0W 波导 CO₂ 激光器的外壳可具有约 54.0 厘米（cm）的长度、约 10.0cm 的宽度和约 6.0cm 的高度。上壁和下壁的隔膜部分 21 可具有约 2.0cm 的宽度和约 0.16cm 的厚度。通常，上壁和下壁的隔膜部分优选宽度和厚度的比大于约 10 : 1。

[0027] 如上所示与上壁和下壁热接触的电极配件 34 的组件不应该在所述壁的隔膜部分下纵向或横向延伸。上壁和下壁的隔膜部分优选宽度和厚度的比足够高，使得上壁和下壁的刚性部分 17 可如图 1 中箭头 A 所示、对应于罩壳 12 的内部和外部之间的压力差移动（活塞状）。在罩壳内的压力小于罩壳外的压力（大气压）时，不受到任何其他约束，上壁和下壁的刚性部分 17 被这样的力彼此相对地驱动，所述力为足以保持电极配件 34 与上壁和下壁的刚性部分接触。

[0028] 外壳 11 的侧壁 18 和 20 在上壁 14 上和下壁 16 下延伸，优选足以几乎没有越过纵向延伸的散热片 19。上盖板 50 和下盖板 52 分别通过侧壁 18 和 20 与外壳连接。螺杆 54 和 56 分别穿过孔 58 和 60（它们分别在盖板 50 和 52 中）延伸，并啮合带螺纹的孔（未特定指定于上壁和下壁的刚性部分 17 中）。上壁和下壁的隔膜（弯曲）部分 21 提供了下列情况：可使用在一个方向上旋转螺杆以稍微抬高上壁和下壁的刚性部分，从而（例如）将所述壁的刚性部分拉开。

[0029] 将上壁和下壁的刚性部分拉开（在上和下盖板以及散热片 19 之间必须有足够的空隙以允许这种操作）可促进电极配件 34 在罩壳 12 中的安装。另外的螺杆 62 和 64（分

别带螺纹地穿过板 50 和 52) 可用于一起驱动所述壁的刚性部分,并且在电极配件上提供坚固的夹持力。在使外壳 11 气密并且罩壳 12 内的压力小于罩壳 12 外的压力后,螺杆 62 和 64 可放在正确位置以保持坚固的夹持力,或被除去以允许内外之间存在压力差,从而在电极配件上提供夹持力。

[0030] 无论电极配件通过坚固的夹持力而被夹持,还是通过由于压力差产生的力而被夹持,外壳的上壁和下壁的隔膜部分提供了上壁和下壁的刚性部分以及在它们之间夹持的电极配件从侧壁和端壁(其提供用于激光器谐振腔的支持)的机械去耦(decoupling)。因此,尽管电极配件的上壁和下壁的高对称性布置将使这种配件热畸变的可能性最小化,但是任何这种畸变都不会传输到激光器谐振腔,并且热诱导光束指向误差将最小化。在罩壳的上壁和下壁上都提供散热片优化了罩壳的绝对气冷。

[0031] 在图 2 中示出这样的布置,该布置可进一步优化气冷。此处,外壳 11 的侧壁 18 和 20(图 2 中只看到壁 18)以及上盖板 50 和下盖板 52 延伸超过外壳的端壁 24。风扇配件 70(包括风扇桨片 72)位于壁和板的延伸末端处。提供导流片 74 以提供数种方向的气流。风扇运行的一种模式强制空气穿过外壳的各上壁和下壁以及相应盖板之间的空间(包括散热片 19),如点划线 76 所示。这种强制气冷仍可通过下列方式进一步优化:构造散热片 19,以借助于本领域已知的方式(例如提供两组横向错列的散热片,使得一组散热片和另一组中的散热片之间的空间对齐)在它们之间提供涡旋气流。

[0032] 图 4 示意性示出激光器 10 的例子 10A,其中示出将 RF 电源 80 设置到外壳 11 上的布置,电源用于横过电极 36 和 38 而施加 RF 电位。此处,电源 80 具有盖子 82,所述盖子 82 设置在激光器外壳 11 的侧壁 18 上,即,在垂直于电极 36 和 38 以及折叠的谐振腔的平面的壁上。在电源的设置和构造中,采取步骤以优化电源的冷却,并且使传递至外壳 11 的任何热量(其不能通过冷却除去)最小化。

[0033] 电源 80 包括金属盖子 82,所述金属盖子 82 具有远离侧壁 18 的顶部部分 84。盖子部分 84 在其外表面上具有散热片 90 以促进其冷却。RF 电源的电子电路装配在印刷线路板(PCB)88 上。PCB 板 88 和盖子的顶部 84 热接触,以促进将来自电路的热量传递至盖子的顶部,并且将电路远离外壳的侧壁 18 放置。盖子 82 优选是开口的,即盖子优选只具有顶部 84 和两个侧面 83 和 85。这允许空气穿过盖子循环,以辅助冷却电子电路。为了使任何热量(其不能通过这些冷却措施除去)的传递最小化,盖子 82 设置在具有衬垫 90(具有相对低的导热率)的侧壁上,所述衬垫 90 位于盖子和侧壁之间。衬垫的一种合适的材料是环氧树脂/纤维玻璃材料。

[0034] 来自 PCB 88 的 RF 电位通过侧壁 18 中的电绝缘引线 92 连接至电极配件 34 的上电极 36。这通常由本领域技术人员称为“有电”电极。电极配件的下电极 38 电连接至外壳 11 的侧壁 20(其可以是电接地的)。

[0035] 概言之,上述气体放电激光器包括这样的外壳,所述外壳具有上和下冷却构件的对称布置以除去在被电极配件激发的气体放电中产生的热量。电极配件夹持在冷却构件之间,并且其本身基本上对称布置。这些对称布置使电极配件弯曲或畸变的可能性最小化。冷却构件和支持于其中的电极配件通过围绕隔膜而在外壳中机械分离,所述围绕隔膜使冷却构件连接至外壳的侧壁。这会降低电极配件的任何畸变(其发生并且传递至外壳的侧壁)的可能性。

[0036] 供应电极配件的 RF 电源设置在一个侧壁上以避免扰乱冷却和电极布置的对称性。电源中的产热组件通过开口盖子的盖头单独冷却,并且和外壳间隔开。所述盖子和外壳热绝缘。

[0037] 此处,应该注意尽管术语“上”、“下”、“侧面”等用于指定某些组件,这仅为了便于限制。根据本发明的激光器并不限于沿着任何特定取向运行。

[0038] 上面依照优选和其他实施方案描述了本发明。然而,本发明并不限于描述和解释的实施方案。相反,本发明仅由所附权利要求限定。

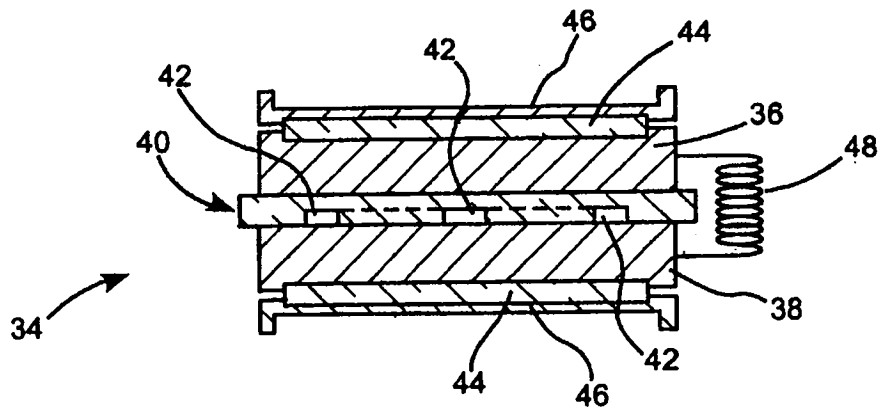


FIG. 1A

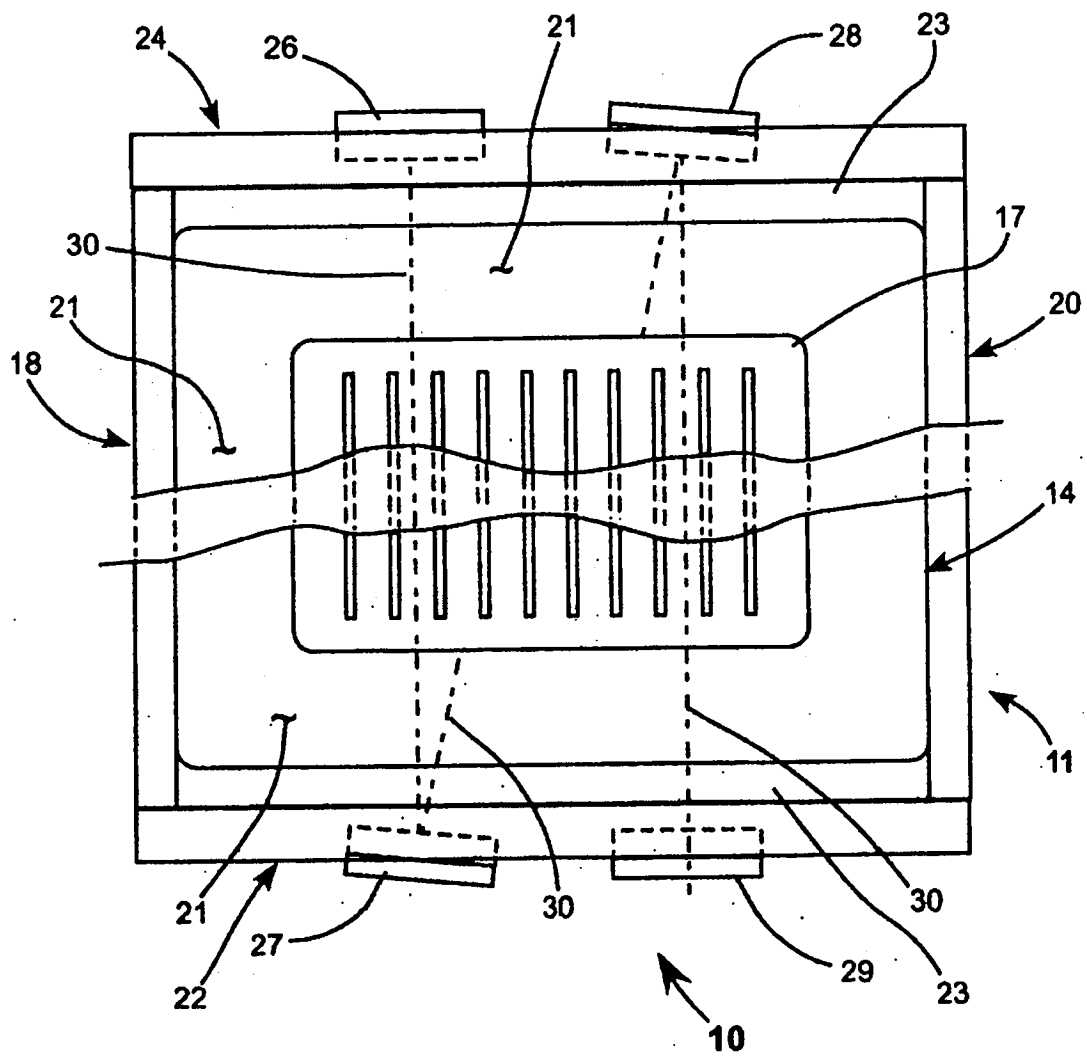


FIG. 3

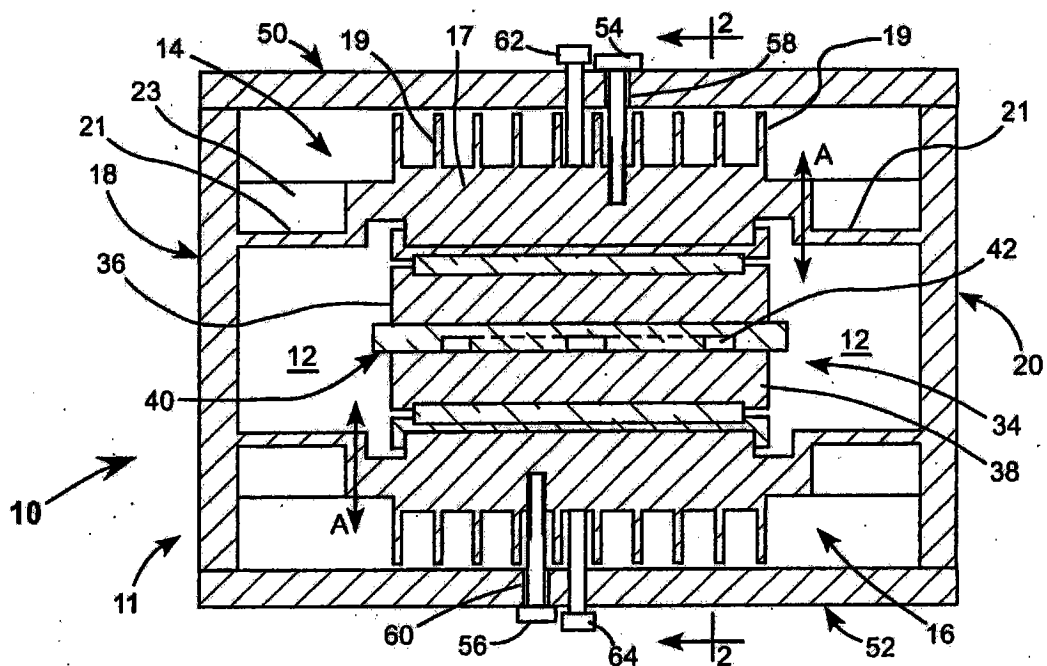


FIG. 1

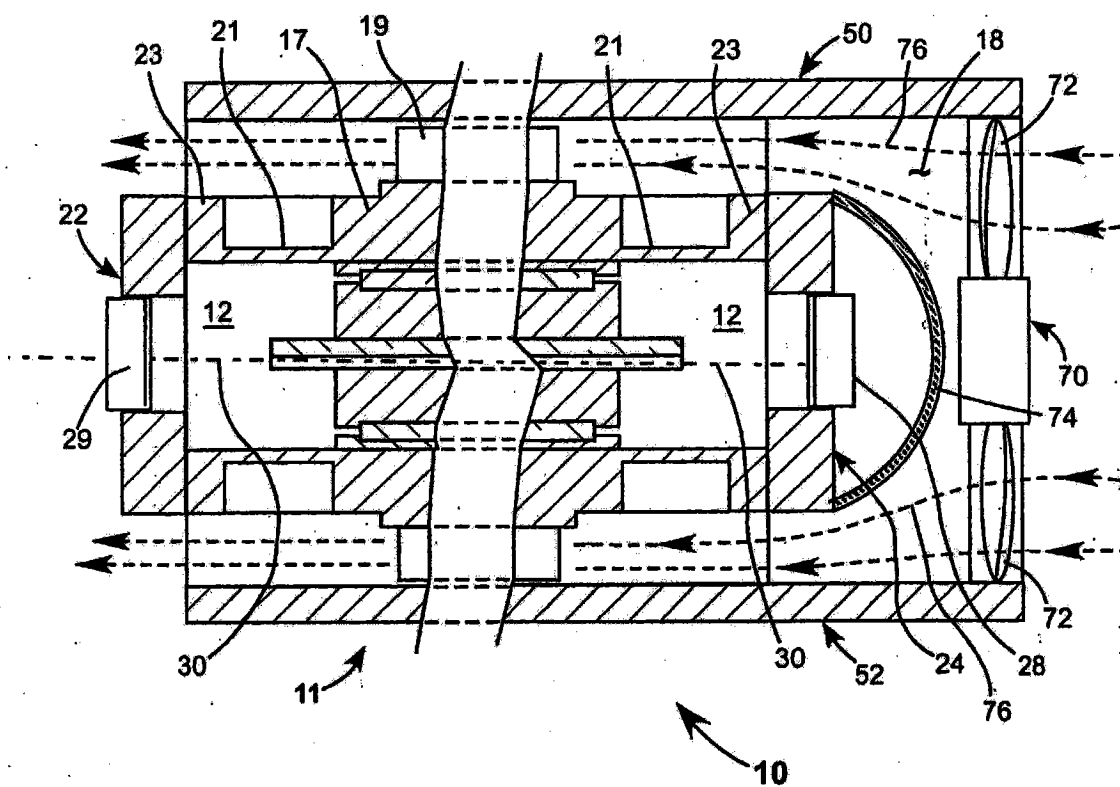


FIG. 2

