



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108814712 A

(43)申请公布日 2018. 11. 16

(21)申请号 201810366813.0

(22)申请日 2018.04.23

(71)申请人 中国科学院理化技术研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村东路29号

(72)发明人 杜仕峰 彭钦军 王志超 张申金
薄勇 许祖彦

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
代理人 王莹 吴欢燕

(51)Int.Cl.
A61B 18/20(2006.01)

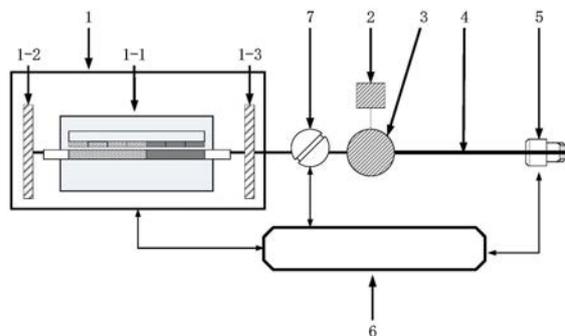
权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54)发明名称

一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置及方法

(57)摘要

本发明涉及激光医疗设备技术领域,公开了一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置及方法,其中装置包括:复合激光部件;复合激光部件内含复合结构激光模块和激光谐振腔;复合结构激光模块包括复合二极管激光器和复合激光晶体;装置采用单一复合结构激光模块置于单一激光谐振腔中产生同时空的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光; $2.02\mu\text{m}$ 激光和 $1.06\mu\text{m}$ 激光分别作为人体软组织手术的切割激光和止血激光。本发明提供的一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置及方法,产生同时空且高平均功率的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光,解决了并行进行人体软组织切割与止血的激光手术问题,且设计独特,结构紧凑简单。



1. 一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,包括:复合激光部件;所述复合激光部件内含复合结构激光模块和激光谐振腔;所述复合结构激光模块包括复合二极管激光器和复合激光晶体,所述复合二极管激光器包括两种复合为一体的二极管激光器,所述复合激光晶体包括两种复合为一体的激光晶体;单一复合结构激光模块置于单一激光谐振腔中产生同时空的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光;

其中, $2.02\mu\text{m}$ 激光作为人体软组织手术的切割激光, $1.06\mu\text{m}$ 激光作为人体软组织手术的止血激光。

2. 根据权利要求1所述的切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,所述复合二极管激光器包括至少一个第一二极管激光器和至少一个第二二极管激光器;

至少一个所述第一二极管激光器和至少一个所述第二二极管激光器串联排列为一个线性阵列或者并联排列为一个双线线性阵列;

多个所述复合二极管激光器沿所述复合激光晶体的周向方向均匀分布在所述复合激光晶体的外侧。

3. 根据权利要求2所述的切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,所述第一二极管激光器中心波长为 780nm - 790nm ,作为 $2.02\mu\text{m}$ 激光的泵浦源;所述第二二极管激光器中心波长为 800nm - 810nm ,作为 $1.06\mu\text{m}$ 激光的泵浦源。

4. 根据权利要求2或3所述的切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,所述复合激光晶体包括第一激光晶体和第二激光晶体;

所述第一激光晶体和所述第二激光晶体通过分段键合成为一根晶体,所述第一激光晶体的位置与所述复合二极管激光器串联排列时的第一二极管激光器相对应,所述第二激光晶体的位置与所述复合二极管激光器串联排列时的第二二极管激光器相对应;

或者所述第一激光晶体和所述第二激光晶体通过均匀掺杂离子生产成为一根晶体,所述复合激光晶体的位置与并联排列的复合二极管激光器相对应。

5. 根据权利要求4所述的切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,所述第一激光晶体的介质为铥,第二激光晶体的介质为钕,所述第一激光晶体吸收第一二极管激光器辐射,所述第二激光晶体吸收第二二极管激光器辐射,所述复合激光晶体吸收所述复合二极管激光器的辐射产生复合激光增益。

6. 根据权利要求4所述的切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,所述复合结构激光模块还包括:分别对所述复合二极管激光器以及所述复合激光晶体进行固定支撑的机械支撑结构器件;所述机械支撑结构器件的内部设置双通道以及高反射结构,所述双通道内流动有分别对所述复合二极管激光器以及所述复合激光晶体进行冷却的冷却介质,所述双通道与热管理器相连通,所述热管理器用于控制冷却介质的温度以及输送,所述高反射结构用于对所述复合二极管激光器的辐射进行多次反射。

7. 根据权利要求1或2或3所述的切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,所述激光谐振腔包括位于所述复合结构激光模块输出端的输出镜、位于所述复合结构激光模块另一端的高反镜以及对所述输出镜和高反镜进行固定的固定结构,所述输出镜镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 输出膜,所述高反镜镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 高反膜。

8. 根据权利要求1或2或3所述的切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,其特征在于,还包括:指示光部件、光学耦合部件、光纤部件以及光开关部件;所述光学耦合部件的一

个输入端与所述复合激光部件的输出端相连,所述光学耦合部件的另一个输入端与所述指示光部件相连,所述指示光部件为可见光源,所述光学耦合部件的输出端与所述光纤部件相连,所述复合激光通过所述光纤部件传导至软组织手术部位,所述光开关部件串联设置在所述复合激光的传导路径上。

9. 根据权利要求8所述的切割与止血并行的复合激光医疗装置,其特征在于,还包括:内窥镜部件以及控制显示部件;所述内窥镜部件用于采集手术部位的情况,所述控制显示部件用于对所述复合激光部件以及所述光开关部件进行控制和相关设置,所述控制显示部件还用于显示所述内窥镜部件所采集的信息。

10. 一种切割与止血并行手术的复合激光医疗方法,其特征在于,包括:

采用 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光并行进行手术, $2.02\mu\text{m}$ 激光作为软组织手术的切割激光, $1.06\mu\text{m}$ 激光作为软组织手术的止血激光;

设置 $1.06\mu\text{m}$ 激光的功率,使 $1.06\mu\text{m}$ 激光作用于软组织处的温度为 40°C - 100°C ;

设置 $2.02\mu\text{m}$ 激光的功率,使 $2.02\mu\text{m}$ 激光作用于软组织处的温度为 100°C - 300°C 。

一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光医疗设备技术领域,特别是涉及一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置及方法。

背景技术

[0002] 随着激光技术的发展,已推动了多样化激光医疗设备的出现。科研人员利用特殊波长激光照射到人体软组织上产生的热效应特性,研制出了人体软组织切割和止血手术的不同波长激光医疗设备。如10.6 μm CO₂激光医疗设备、准分子激光医疗设备、0.532 μm 绿光激光医疗设备以及2.1 μm 钕激光医疗设备等。

[0003] 10.6 μm CO₂激光医疗设备输出激光波长为远红外,它照射人体软组织时会对人体组织产生很强的表面热,故需要降低功率而长时间照射人体组织才能达到切割或止血的效果。准分子激光器,由于角膜及基质对其特殊的吸收,一般专用于眼科手术。0.532 μm 绿光激光医疗设备输出激光被水的吸收较差,主要被血红蛋白吸收,故激光医疗设备对软组织气化切割慢,手术后创面大。2.1 μm 钕激光医疗设备输出激光多为脉冲式,手术中激光能量效果太大会撕裂人体软组织,导致出血严重;较高平均功率2.1 μm 钕激光医疗设备中的光源是采用多束激光合成的技术方案,技术方案及结构复杂,另外,激光重复频率低,人体软组织切割速度慢。

[0004] 根据临床结果,现有的人体软组织切割与止血手术的激光医疗设备存在不足之处,切割与止血手术难融合并行进行,从而在切割手术中常伴随着出血、炭化冒烟、手术结痂大、组织局部破坏、手术时间长、病人恢复周期长,尤其是对于血管较大或出血多的软组织无法进行激光切割手术;或者设备结构复杂,设备可靠性差,且价格贵。为了提高人们的幸福生活指数,现有激光医疗设备切割与止血手术难融合或者设备结构复杂的技术问题亟待解决。

发明内容

[0005] (一)要解决的技术问题

[0006] 本发明的目的是提供一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置及方法,用于解决或部分解决现有激光医疗设备存在人体软组织切割与止血手术难融合并行进行,或者设备结构复杂的技术问题。

[0007] (二)技术方案

[0008] 为了解决上述技术问题,根据本发明的第一方面,提供一种复合激光医疗装置,该装置包括:复合激光部件;所述复合激光部件内含复合结构激光模块和激光谐振腔;所述复合结构激光模块包括复合二极管激光器和复合激光晶体,所述复合二极管激光器包括两种复合为一体的二极管激光器,所述复合激光晶体包括两种复合为一体的激光晶体;装置采用单一复合结构激光模块置于单一激光谐振腔中产生同时空的2.02 μm 和1.06 μm 特殊复合激光;其中,2.02 μm 激光作为人体软组织手术的切割激光,1.06 μm 激光作为人体软组织手术

的止血激光。

[0009] 在上述方案的基础上,所述复合二极管激光器包括至少一个第一二极管激光器和至少一个第二二极管激光器;至少一个所述第一二极管激光器和至少一个所述第二二极管激光器串联排列为一个线性阵列或者并联排列为一个双线线性阵列;多个所述复合二极管激光器沿所述复合激光晶体的周向方向均匀分布在所述复合激光晶体的外侧。

[0010] 在上述方案的基础上,所述第一二极管激光器中心波长为780nm-790nm,作为2.02 μm 激光的泵浦源;所述第二二极管激光器中心波长为800nm-810nm,作为1.06 μm 激光的泵浦源。

[0011] 在上述方案的基础上,所述复合激光晶体包括第一激光晶体和第二激光晶体;所述第一激光晶体和所述第二激光晶体通过分段键合成为一根晶体,所述第一激光晶体的位置与所述复合二极管激光器串联排列时的第一二极管激光器相对应,所述第二激光晶体的位置与所述复合二极管激光器串联排列时的第二二极管激光器相对应;或者所述第一激光晶体和所述第二激光晶体通过均匀掺杂离子生产成为一根晶体,所述复合激光晶体的位置与并联排列的复合二极管激光器相对应。

[0012] 在上述方案的基础上,所述第一激光晶体的介质为铥,第二激光晶体的介质为钕,所述第一激光晶体吸收第一二极管激光器辐射,所述第二激光晶体吸收第二二极管激光器辐射,所述复合激光晶体吸收所述复合二极管激光器的辐射产生复合激光增益。

[0013] 在上述方案的基础上,所述复合结构激光模块还包括:分别对所述复合二极管激光器以及所述复合激光晶体进行固定支撑的机械支撑结构器件;所述机械支撑结构器件的内部设置双通道以及高反射结构,所述双通道内流动有分别对所述复合二极管激光器以及所述复合激光晶体进行冷却的冷却介质,所述双通道与热管理器相连通,所述热管理器用于控制冷却介质的温度以及输送,所述高反射结构用于对所述复合二极管激光器的辐射进行多次反射。

[0014] 在上述方案的基础上,所述激光谐振腔包括位于所述复合结构激光模块输出端的输出镜、位于所述复合结构激光模块另一端的高反镜以及对所述输出镜和高反镜进行固定的固定结构,所述输出镜镀有2.02 μm 和1.06 μm 输出膜,所述高反镜镀有2.02 μm 和1.06 μm 高反膜。

[0015] 在上述方案的基础上,一种复合激光医疗装置还包括:指示光部件、光学耦合部件、光纤部件以及光开关部件;所述光学耦合部件的一个输入端与所述复合激光部件的输出端相连,所述光学耦合部件的另一个输入端与所述指示光部件相连,所述指示光部件为可见光源,所述光学耦合部件的输出端与所述光纤部件相连,所述复合激光通过所述光纤部件传导至软组织手术部位,所述光开关部件串联设置在所述复合激光的传导路径上。

[0016] 在上述方案的基础上,一种复合激光医疗装置还包括:内窥镜部件以及控制显示部件;所述内窥镜部件用于采集手术部位的情况,所述控制显示部件用于对所述复合激光部件以及所述光开关部件进行控制和相关设置,所述控制显示部件还用于显示所述内窥镜部件所采集的信息。

[0017] 根据本发明的第二方面,提供一种切割与止血并行手术的复合激光医疗方法,该方法包括:采用2.02 μm 和1.06 μm 特殊复合激光并行进行手术,2.02 μm 激光作为人体软组织手术的切割激光,1.06 μm 激光作为人体软组织手术的止血激光;设置1.06 μm 激光的功率,使

1.06 μm 激光作用于软组织处的温度为40 $^{\circ}\text{C}$ -100 $^{\circ}\text{C}$;设置2.02 μm 激光的功率,使2.02 μm 激光作用于软组织处的温度为100 $^{\circ}\text{C}$ -300 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0018] (三)有益效果

[0019] 本发明提供了一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置及方法,通过设置复合二极管激光器和复合激光晶体,可产生同时空且高平均功率的2.02 μm 和1.06 μm 特殊复合激光,解决了同时满足多种医疗目的的激光手术问题,例如解决了并行进行人体软组织切割与止血的激光手术问题,进一步解决了病变软组织中因血管较大或出血多而无法进行激光切割手术的问题,并且精细无损坏切片可进行病理分析,为医学研究提供重要信息。

[0020] 且手术中实现无流血快速切割,避免炭化冒烟,创伤表面平滑,减少并发症,加快恢复,减轻病人痛苦,有利于提高人民的幸福生活指数。

[0021] 另外,相比于多束激光合成激光医疗设备,该装置由单一激光模块在单一激光谐振腔模块中产生特殊复合激光,该复合激光医疗装置设计独特,结构紧凑简单。

附图说明

[0022] 图1为根据本发明实施例的一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置的结构示意图;

[0023] 图2为根据本发明实施例的一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置中复合二极管激光器的结构示意图;

[0024] 图3为根据本发明实施例的一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置中复合激光晶体的结构示意图;

[0025] 图4为根据本发明实施例的一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置中复合激光晶体的一端面为高反镜时的结构示意图;

[0026] 图5为根据本发明实施例的一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置中复合二极管激光器为面阵结构以及复合激光晶体为板条结构时的结构示意图。

[0027] 附图标记说明:

[0028] 1—复合激光部件; 1-1—复合结构激光模块; 1-2—高反镜;

[0029] 1-3—输出镜; 3—光学耦合部件; 2—指示光部件;

[0030] 4—光纤部件; 5—内窥镜部件; 6—控制显示部件;

[0031] 7—光开关部件。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0033] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0034] 本发明实施例提供了一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,参考图1,该

装置包括:复合激光部件1,复合激光部件1内含复合结构激光模块1-1和激光谐振腔;所述复合结构激光模块1-1包括复合二极管激光器和复合激光晶体,所述复合二极管激光器包括两种复合为一体的二极管激光器,所述复合激光晶体包括两种复合为一体的激光晶体;单一复合结构激光模块1-1置于单一激光谐振腔中产生同时空的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光;其中, $2.02\mu\text{m}$ 激光作为软组织手术的切割激光, $1.06\mu\text{m}$ 激光作为软组织手术的止血激光。

[0035] 本实施例提供的一种切割与止血并行手术的复合激光医疗装置,可在一个激光谐振腔中同时间发射出两种激光,且两种激光空间上同轴重叠,可同时利用两种激光来进行医疗手术,同时满足不同的医疗目的,以提高整体医疗水平及效率。

[0036] 该复合激光医疗装置是通过复合激光部件1来实现多种激光的同时空输出。复合激光部件1内仅含单一复合结构激光模块1-1和激光谐振腔;复合结构激光模块1-1包括复合二极管激光器和复合激光晶体。

[0037] 而本实施例所提供的复合激光医疗装置,将两种二极管激光器复合为一体形成复合二极管激光器,同时将两种激光晶体也复合为一体形成复合激光晶体。将复合二极管激光器与复合激光晶体相配合,任一种二极管激光器均能与其中一种激光晶体配合发射出一种激光。

[0038] 因为两种二极管激光器复合为一体,成为一个复合二极管激光器,两种二极管激光器是同时分别与两种激光晶体相结合配合,且两种特殊波长激光是从同一激光谐振腔输出,可同时间发射出两种激光。另外,因为两种激光晶体复合为一个复合激光晶体,两种激光均是通过一个复合激光晶体产生的复合激光增益在同一激光谐振腔中产生发射出,因此,两种激光空间上同轴重叠。因此,复合二极管激光器与复合激光晶体相配合可产生同时空且高平均功率的包含两种波长的复合激光。

[0039] 通过对具体二极管激光器以及激光晶体的设置,使复合结构激光模块1-1产生包含特定波长的复合激光,以满足特定的手术需要。例如,在对人体软组织进行手术时,现有激光医疗设备或者因手术激光波长单一而导致切割与止血手术难融合,或者设备结构复杂可靠性差,导致手术缺陷。

[0040] 采用本实施例提供的复合激光医疗装置,通过设置使单一复合结构激光模块1-1在单一激光谐振腔中产生同时空 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光。

[0041] 本实施例提出 $2.02\mu\text{m}$ 激光精细及快速切割与 $1.06\mu\text{m}$ 激光大体积及高效止血相融合技术:根据人体软组织对不同波长激光吸收强弱固有特性,因人体软组织对 $2.02\mu\text{m}$ 激光吸收强,穿透深度浅,选择为主切割手术激光,实现精细及快速切割;因人体软组织对 $1.06\mu\text{m}$ 激光吸收弱,相对于 $2.02\mu\text{m}$ 激光的穿透深度深,选择为主止血激光,实现大体积及高效止血;主切割激光与主止血激光两者之间不冲突,同时空输出、功能明确、并行手术、作用互补,到达相融合,满足了并行进行人体软组织切割与止血手术。

[0042] 另外,整体看来,复合激光部件1中的复合结构激光模块1-1结构设计独特,包含一个复合二极管激光器和一个复合激光晶体,可将一个复合二极管激光器和一个复合激光晶体放置在一个激光谐振腔中,同时对复合激光中的多种激光进行振荡和放大,使结构变得简单紧凑。

[0043] 本实施例提供的一种复合激光医疗装置,通过设置复合二极管激光器和复合激光

晶体,可产生同时空且高平均功率的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光,解决了同时满足多种医疗目的的激光手术问题,例如解决了并行进行人体软组织切割与止血的激光手术问题,进一步解决了病变软组织中因血管较大或出血多而无法进行激光切割手术的问题,并且精细无损坏切片可进行病理分析,为医学研究提供重要信息。

[0044] 且手术中实现无流血快速切割,避免炭化冒烟,创伤表面平滑,减少并发症,加快恢复,减轻病人痛苦,有利于提高人民的幸福生活指数。

[0045] 另外,相比于多束激光合成激光医疗设备,本装置光源由单一激光模块在单一激光谐振腔模块产生,该激光医疗装置设计独特,结构紧凑简单。

[0046] 进一步地,该复合激光医疗装置不仅可用于人体软组织手术,还可用于其他任何动物的软组织手术,对此不做限定。

[0047] 进一步地,该复合激光医疗装置还可采用多种二极管激光器复合形成复合二极管激光器,采用多种激光晶体形成复合激光晶体,从而使复合激光部件1可产生同时空的多种波长的复合激光,可同时满足更多种的需求,对此不做限定。

[0048] 在上述实施例的基础上,进一步地,所述复合二极管激光器包括至少一个第一二极管激光器和至少一个第二二极管激光器;至少一个所述第一二极管激光器和至少一个所述第二二极管激光器串联排列为一个线性阵列或者并联排列为一个双线线性阵列;多个所述复合二极管激光器沿所述复合激光晶体的周向方向均匀分布在所述复合激光晶体的外侧。

[0049] 本实施例基于上述实施例,对复合二极管激光器的结构进行了具体说明。本实施例是以复合二极管激光器由两种二极管激光器复合为例进行说明。复合二极管激光器是由第一二极管激光器和第二二极管激光器复合而成。第一二极管激光器与第二二极管激光器可分别产生两种不同中心波长的激光辐射,用于被复合晶体吸收。

[0050] 第一二极管激光器和第二二极管激光器复合是将至少一个第一二极管激光器和至少一个第二二极管激光器按照一定的顺序进行共同串联排列为一个线性阵列。参考图2,可将第一二极管激光器和第二二极管激光器共同串联排列为一个单线线性阵列,即形成单排多列的阵列。通过调节第一二极管激光器和第二二极管激光器的数量,可用来调节复合二极管激光器中两种二极管激光器的比例。

[0051] 第一二极管激光器和第二二极管激光器共同串联排列也可形成多排多列的阵列,每一排中均包含有第一二极管激光器和第二二极管激光器,每一排中第一二极管激光器和第二二极管激光器均串联排列,对此不做限定。

[0052] 第一二极管激光器和第二二极管激光器也可并联排列为双线线性阵列,即形成两排多列阵列。在两排多列阵列中,一排均为第一二极管激光器,另一排均为第二二极管激光器。

[0053] 进一步地,在复合激光晶体周向方向的外侧均匀设置基数维上述线性阵列,即在复合激光晶体的外围四周均匀设置多个复合二极管激光器,多个复合二极管激光器沿复合激光晶体的周向环绕一圈设置。且使复合激光晶体周向方位的外侧第一二极管激光器和第二二极管激光器分布均匀,实现均匀泵浦。

[0054] 在复合激光晶体的周向方向的外侧均匀设置多个复合二极管激光器,以及增加维数,均可增大二极管激光器总辐射量,有利于提高复合固体激光部件1输出特殊复合激光的

功率。

[0055] 进一步地,在复合二极管激光器包含两种二极管激光器时,复合激光中包含两种不同的激光。复合二极管激光器也可包含三种及以上的二极管激光器,使复合激光中包含三种及以上不同的激光,可根据实际需要来具体设定,对此不做限定。

[0056] 在上述实施例的基础上,进一步地,所述第一二极管激光器的中心波长为780nm-790nm,作为2.02 μ m激光的泵浦源;所述第二二极管激光器的中心波长为800nm-810nm,作为1.06 μ m激光的泵浦源。

[0057] 本实施例基于上述实施例,对复合二极管激光器的具体设置进行了说明。同样,以复合二极管激光器由两种二极管激光器即第一二极管激光器和第二二极管激光器复合形成为例进行说明。

[0058] 复合二极管激光器由中心波长为780nm-790nm的二极管激光器和800nm-810nm二极管激光器复合而成,同时辐射出,作为2.02 μ m和1.06 μ m复合激光的泵浦源。两种二极管激光器采用线性列阵结构,多个线性列阵多维形式均匀分布在所述的复合激光晶体周向方向的外侧。

[0059] 在上述实施例的基础上,进一步地,所述复合激光晶体包括第一激光晶体和第二激光晶体;所述第一激光晶体和所述第二激光晶体通过分段键合成为一根晶体,所述第一激光晶体的位置与所述复合二极管激光器串联排列时的第一二极管激光器相对应,所述第二激光晶体的位置与所述复合二极管激光器串联排列时的第二二极管激光器相对应;或者所述第一激光晶体和所述第二激光晶体通过均匀掺杂离子生产成为一根晶体,所述复合激光晶体的位置与并联排列的复合二极管激光器相对应。

[0060] 本实施例基于上述实施例,对复合激光晶体的结构进行了具体说明。与上述复合二极管激光器相对应,本实施例是以复合激光晶体由两种激光晶体复合为例进行说明。

[0061] 复合激光晶体整体为一根晶体,复合方式包括两种:第一种,第一激光晶体与第二激光晶体通过分段键复合而成。即复合激光晶体其中有一段是第一激光晶体,有另一段是第二激光晶体。

[0062] 第二种,复合激光晶体也可以通过均匀掺杂离子生产成为一根晶体,对此不做限定。

[0063] 进一步地,参考图3,第一激光晶体与第一二极管激光器相配合辐射一种激光,第二激光晶体与第二二极管激光器相配合辐射另一种激光。在复合激光晶体为第一种复合方式时,应使复合二极管激光器中的第一二极管激光器和第二二极管激光器进行串联排列。且使第一激光晶体的位置与第一二极管激光器相对应,第二激光晶体的位置与第二二极管激光器相对应。

[0064] 例如,第一二极管激光器和第二二极管激光器共同排列为单线线性阵列时,可使第一二极管激光器位于单线线性阵列的一端,第二二极管激光器位于单线线性阵列的另一端。相应的,使第一激光晶体位于键合复合激光晶体上与第一二极管激光器位置相对应的一端,使第二激光晶体位于键合复合激光晶体上与第二二极管激光器位置相对应的一端。

[0065] 在复合激光晶体为第二种复合方式时,应使复合二极管激光器中的第一二极管激光器和第二二极管激光器进行并联排列,形成双线线性阵列,即双排多列阵列。此时,应使复合激光晶体的位置与并联排列的复合二极管激光器相对应。

[0066] 进一步地,复合激光晶体也可包含三种及以上的激光晶体,使复合激光中包含三种及以上不同的激光,可根据实际需要来具体设定,对此不做限定。

[0067] 在上述实施例的基础上,进一步地,所述第一激光晶体的介质为铥,第二激光晶体的介质为钕,所述第一激光晶体吸收第一二极管激光器辐射,所述第二激光晶体吸收第二二极管激光器辐射,所述复合激光晶体吸收所述复合二极管激光器的辐射产生复合激光增益。

[0068] 本实施例基于上述实施例,对复合激光晶体的具体设置进行了说明。同样,以复合激光晶体由两种激光晶体即第一激光晶体和第二激光晶体复合形成为例进行说明。

[0069] 与上述第一二极管激光器和第二二极管激光器的具体设置相适应,复合激光晶体,由铥(Tm)与钕(Nd)离子分别生长出晶体,后通过分段键合成为一根铥和钕离子复合激光晶体。

[0070] 其中键合铥晶体段即第一激光晶体用于吸收第一二极管激光器780nm-790nm辐射;键合钕晶体段即第二激光晶体用于吸收第二激光器800nm-810nm辐射,产生复合激光增益,通过激光谐振腔振荡与放大,获得同时空、高平均功率2.02 μ m和1.06 μ m复合激光源。

[0071] 2.02 μ m铥离子激光对人体软组织的穿透能力浅,造成损伤小,可以切割多种软组织,非常适合应用于微创手术,但是在单独使用时为了达到止血手术,需要降低激光功率,切割和止血分步进行,增加了手术时间,增加了病人的痛苦,有时堆积的热过多导致冒烟现象。

[0072] 1.06 μ m钕离子激光由于其较强的穿透性,在高功率切割时很容易造成“冒烟”状态(即炭化过于严重),对病变组织周围的其他组织也会造成大面积损伤。

[0073] 本实施例提供的一种复合激光医疗装置,提出并设计了2.02 μ m激光精细及快速切割与1.06 μ m激光大体积及高效止血相融合技术,可弥补激光单独使用的不足,可实现并行进行人体软组织的切割与止血。

[0074] 在上述实施例的基础上,进一步地,所述复合结构激光模块1-1还包括:分别对所述复合二极管激光器以及所述复合激光晶体进行固定支撑的机械支撑结构器件;所述机械支撑结构器件的内部设置双通道以及高反射结构,所述双通道内流动有分别对所述复合二极管激光器以及所述复合激光晶体进行冷却的冷却介质,所述双通道与热管理器相连通,所述热管理器用于控制冷却介质的温度以及输送,所述高反射结构用于对所述复合激光器的激光辐射进行多次反射。

[0075] 本实施例基于上述实施例,对复合结构激光模块1-1中复合二极管激光器和复合激光晶体的固定进行了说明。设置机械支撑结构器件对复合二极管激光器以及复合激光晶体进行固定支撑。

[0076] 另外,在机械支撑结构器件内部设置有流动冷却介质的双通道,对复合二极管激光器以及复合激光晶体进行冷却。双通道与热管理器相连通。复合结构激光模块1-1由直流驱动电源供电,由热管理器进行冷却。热管理器中的冷却介质流过双通道,分别与复合二极管激光器以及复合激光晶体进行对流换热。

[0077] 复合激光医疗装置工作时,由热管理器件提供的冷却介质由机械支撑结构器件的一端进入,部分流经复合二极管激光器,对复合二极管激光器进行制冷;而另一部分流经复合激光晶体,对复合激光晶体进行制冷,然后两部分再次汇合从机械支撑结构器件的另一

端流出。

[0078] 另外,在机械支撑结构器件内部还设置有反射复合二极管激光器高反射结构。高反射结构对复合二极管激光器激光辐射进行多次反射,可多次反射泵浦光,保障泵浦光被复合激光晶体充分吸收。复合二极管激光器的辐射光作为泵浦源。

[0079] 在上述实施例的基础上,进一步地,所述激光谐振腔包括位于所述复合结构激光模块1-1输出端的输出镜1-3、位于所述复合结构激光模块1-1另一端的高反镜1-2以及对所述输出镜1-3和高反镜1-2进行固定的固定结构,所述输出镜1-3镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 输出膜,所述高反镜1-2镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 高反膜。

[0080] 本实施例基于上述实施例,对激光谐振腔的具体结构进行了说明。激光谐振腔,用于将复合激光结构模块放置于其中,实现复合激光振荡及放大,由高反镜1-2和输出镜1-3及其固定结构组成。其中与上述复合二极管激光器以及复合激光晶体的具体设置相适应,高反镜1-2镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 高反膜,输出镜1-3镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 输出膜。

[0081] 高反镜1-2和输出镜1-3均采用简单的平镜结构,且复合结构激光模块1-1被放置在激光谐振腔内即高反镜1-2和输出镜1-3之间,在满足供电及冷却条件下,实现复合激光振荡及放大,结构简单紧凑、性能可靠。

[0082] 激光谐振腔由镀制特殊膜系的高反镜1-2和输出镜1-3构成,该谐振腔还可以采用更加简单的结构,以复合激光晶体的一端面作为高反镜1-2片,并镀制相应高反特殊膜系,而输出镜1-3保持不变。

[0083] 在上述实施例的基础上,进一步地,参考图1,一种复合激光医疗装置还包括:指示光部件2、光学耦合部件3、光纤部件4以及光开关部件7;所述光学耦合部件3的一个输入端与所述复合激光部件1的输出端相连,所述光学耦合部件3的另一个输入端与所述指示光部件2相连,所述指示光部件2为可见光源,所述光学耦合部件3的输出端与所述光纤部件4相连,所述复合激光通过所述光纤部件4传导至软组织手术部位,所述光开关部件7串联设置在所述复合激光的传导路径上。

[0084] 本实施例基于上述实施例,对复合激光医疗装置的结构进行了进一步地说明。复合激光部件1通过单一复合结构激光模块1-1放置在单一激光谐振腔内产生复合激光的振荡及放大,形成可以医疗应用的激光。

[0085] 指示光部件2,为可见光波段光源,用于照亮人体软组织切割和止血手术的位置。

[0086] 光学耦合部件3,一个输入端与复合激光部件1输出端连接,另一个输入端与指示光部件2连接,用于将复合激光部件1输出的复合激光与指示光进行耦合。

[0087] 光纤部件4与光学耦合部件3输出端连接,具有传输复合激光性能,用于传导复合激光。光开关部件7,装置工作时用于停止和输出复合激光,即控制复合激光的输出与否。光开关部件7可由医生控制复合激光的出光和停光。

[0088] 在上述实施例的基础上,进一步地,参考图1,一种复合激光医疗装置还包括:内窥镜部件5以及控制显示部件6;所述内窥镜部件5用于采集手术部位的情况,所述控制显示部件6用于对所述复合激光部件1以及所述光开关部件7进行控制和相关设置,所述控制显示部件6还用于显示所述内窥镜部件5所采集的信息。

[0089] 本实施例基于上述实施例,复合激光医疗装置的结构进行了进一步地说明。在光纤部件4的末端,即与手术部位靠近的一端可设置内窥镜部件5。内窥镜部件5用于采集并反

馈手术部位,可为人体软组织内的情况,便于医生展开切割与止血手术。

[0090] 控制显示部件6,用于控制复合激光部件1、光开关部件7、直流驱动电源和热管理器,并显示内窥镜部件5采集反馈的图像信息,且可通过控制显示部件6设置激光医疗装置的功率参数。

[0091] 在上述实施例的基础上,进一步地,所述复合激光晶体为棒状结构或者板条结构。

[0092] 本实施例基于上述实施例,对复合激光晶体的结构进行了说明。复合激光晶体可为棒状结构,即为圆柱体。复合激光晶体为棒状结构适用于复合二极管激光器为线性列阵结构时。即复合二极管激光器的第一二极管激光器和第二二极管激光器呈单线串联/双线并联排布的情况。

[0093] 为了获得更高功率复合激光输出,可增加复合激光晶体尺寸,采用板条结构复合激光晶体,即复合激光晶体呈面板状。此时,应相应增加复合二极管激光器功率,采用面阵结构复合二极管激光器。即复合二极管激光器的第一种二极管激光器和第二种二极管激光器呈多排多列排布。

[0094] 复合二极管激光器可为线性列阵结构,还可为面阵结构。

[0095] 在上述实施例的基础上,进一步地,一种复合激光医疗装置,主要用于并行进行人体软组织切割与止血手术。该装置包括:复合激光部件1,指示光部件2,光学耦合部件3,光纤部件4,内窥镜部件5,控制显示部件6以及光开关部件7;复合激光部件1用于输出同时空、高平均功率的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合固体激光。

[0096] 其中,复合激光部件1主要包括复合结构激光模块1-1以及激光谐振腔。指示光部件2用于照亮人体软组织切割和止血手术的位置。光学耦合部件3用于耦合复合激光合指示光。光纤部件4用于传导复合固体激光至人体软组织位置。内窥镜部件5作为手术实施中的辅助器件。控制显示部件6用于装置操作及状态显示。光开关部件7用于停止和输出复合激光。

[0097] 该医疗装置结构设计独特,简单紧凑,仅用单一复合结构激光模块1-1在单一激光谐振腔中振荡放大实现同时空即时间上同步且空间上同轴重叠、高平均功率的 $2.02\mu\text{m}$ (铥离子激光波长)和 $1.06\mu\text{m}$ (钕离子激光波长)特殊复合激光输出,以及提出并设计了 $2.02\mu\text{m}$ 激光精细及快速切割与 $1.06\mu\text{m}$ 激光大体积及高效止血相融合技术。

[0098] 本实施例提供的一种复合激光医疗装置,弥补了现有人体软组织切割与止血手术激光医疗设备不足,或者因手术激光波长单一导致,难融合并行进行切割与止血手术的技术问题,对于血管较大或出血多的软组织切割手术风险极大的技术问题,切片因损坏难进行病理分析的技术问题,或者因设备结构复杂的技术问题。

[0099] 本实施例基于上述实施例提供一种切割与止血并行的复合激光医疗方法,该方法包括:采用 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光进行手术, $2.02\mu\text{m}$ 激光作为软组织手术的切割激光, $1.06\mu\text{m}$ 激光作为软组织手术的止血激光;设置 $1.06\mu\text{m}$ 激光的功率,使 $1.06\mu\text{m}$ 激光作用于人体软组织处的温度为 40°C - 100°C ;设置 $2.02\mu\text{m}$ 激光的功率,使 $2.02\mu\text{m}$ 激光作用于人体软组织处的温度为 100°C - 300°C 。

[0100] 该复合激光医疗装置提出并设计获得同时空且高平均功率的复合激光输出,具体为:采用单一复合结构激光模块1-1放置在单一激光谐振腔内振荡及放大产生高平均功率 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合固体激光输出,满足并行进行人体软组织切割与止血手术的必要条

件。

[0101] 另外,该复合激光医疗装置及方法提出并设计2.02 μm 激光精细及快速切割与1.06 μm 激光大体积及高效止血相融合技术:根据人体软组织对不同波长激光吸收强弱固有特性,因人体软组织对2.02 μm 激光吸收强,穿透深度浅,选择为主切割手术激光,实现精细及快速切割;因人体软组织对1.06 μm 激光吸收弱,穿透深度深,选择为主止血激光,实现大体积及高效止血;主切割激光与主止血激光两者之间不冲突,同时空输出、功能明确、并行手术、作用互补,到达相融合,满足了并行进行人体软组织切割与止血手术。

[0102] 利用该复合激光医疗装置并行进行切割和止血手术过程具体为:首先,在控制显示部件6中对2.02 μm 激光和1.06 μm 激光的平均功率大小进行设置。使得1.06 μm 激光加热人体软组织深处的温度介于40 $^{\circ}\text{C}$ -100 $^{\circ}\text{C}$ 之间,使得生物组织出现蛋白变性、组织和血液凝固现象,造成热损伤层起到止血作用。

[0103] 使得2.02 μm 激光加热人体软组织处的温度介于100 $^{\circ}\text{C}$ -300 $^{\circ}\text{C}$ (考虑1.06 μm 激光加热导致的温度),使得生物组织出现气化现象,导致组织气化脱落达到切割作用。设置的功率大小值可以在前期试验中积累。

[0104] 手术时,同时空输出的2.02 μm 和1.06 μm 复合激光到达人体软组织时,因穿透深度以及激光衰减差异特性,复合激光在手术第一次周期中,1.06 μm 主止血激光对软组织从表层到内部止血效果由好到差,而2.02 μm 主切割激光只切割软组织已完成止血中特浅部分;在手术下一周期中,1.06 μm 主止血激光对前一周期中止血部分进行加固并对更深层部分进行止血,而2.02 μm 主切割激光也只切割软组织已止血特浅部分,循环周期直至手术完成,有效避免了流血及冒烟不利手术问题,满足了切割与止血并行手术。

[0105] 实施例1

[0106] 在上述实施例的基础上,进一步地,一种复合激光医疗装置包括:复合激光部件1、指示光部件2、光学耦合部件3、光纤部件4、内窥镜部件5、控制显示部件6以及光开关部件7。其中复合激光部件1中复合结构激光模块1-1的具体结构为:复合二极管激光器由中心波长为785nm二极管激光器和808nm二极管激光器复合而成,同时辐射出,作为2.02 μm 和1.06 μm 复合二极管激光源的泵浦源。

[0107] 参考图2,复合二极管激光器的两种二极管激光器采用1x7线性列阵结构,3个线性列阵以3维结构形式均匀分布在复合激光晶体周向方向的外侧。且在1x7线性列阵中,4条为785nm二极管激光器位于线性阵列的一端,3条为808nm二极管激光器位于线性阵列的另一端。

[0108] 复合激光晶体由铥(Tm)与钕(Nd)离子分别生长出晶体,后通过分段键合成为一根铥和钕离子复合激光晶体。复合激光晶体总长度为120mm,复合激光晶体从一端至另一端依次为:一端部分YAG晶体18mm,中间部分Tm:YAG晶体48mm,中间部分Nd:YAG晶体36mm,另一端部分YAG晶体18mm,结构形式为YAG+Tm:YAG+Nd:YAG+YAG。

[0109] 在两端YAG晶体表面镀双波长增透膜;键合铥晶体部分即第一激光晶体用于吸收二极管激光器785nm辐射;键合钕晶体部分即第二激光晶体用于吸收复合二极管激光器808nm辐射;产生复合激光增益,通过由高反镜1-2和输出镜1-3组成的激光谐振腔振荡与放大,获得同时空、高平均功率2.02 μm 和1.06 μm 复合激光源。此时,参考图3,复合激光晶体为棒状结构。

[0110] 激光谐振腔,用于复合激光振荡及放大,由高反镜1-2和输出镜1-3及其固定结构组成,其中高反镜1-2镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 高反膜, $\text{HR}@2.02\mu\text{m}\&1.06\mu\text{m}>99\%$;输出镜1-3镀有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 输出膜,输出耦合率 $T@2.02\mu\text{m}=6-15\%$ 及 $T@1.06\mu\text{m}=15-30\%$ 。

[0111] 高反镜1-2和输出镜1-3均采用简单的平镜结构,圆形镜片直径为25mm,且复合结构激光模块1-1被放置在激光谐振腔模块内,在满足供电及冷却条件下,实现复合激光振荡及放大,激光器结构简单紧凑、性能可靠。

[0112] 进一步地,指示光部件2为可见光光源,与 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光一起进入人体软组织,用于照亮人体软组织切割和止血手术的位置。

[0113] 光学耦合部件3,一个输入端与指示光部件2连接,另一个输入端与 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光输出端连接,用于将复合激光与指示光进行耦合。

[0114] 光纤部件4,与光学耦合部件3输出端连接,具有高效传输 $2\mu\text{m}$ 和 $1\mu\text{m}$ 激光性能,芯径 $600\mu\text{m}$,用于传导 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光。手术过程中, $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光被传输到人体软组织处,并行进行切割与止血手术。

[0115] 内窥镜部件5,用于采集并反馈人体病变软组织内的情况,反馈到控制显示部件6中,便于医生展开切割与止血手术。

[0116] 控制显示部件6,用于控制复合激光部件1,并显示内窥镜部件5采集反馈的图像信息,且可通过控制显示部件6设置激光医疗装置的功率参数。

[0117] 光开关部件7,用于医生控制激光医疗装置的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合固体激光出光和停光。

[0118] 由上述技术方案可知,本发明实施例提供一种并行进行人体软组织切割与止血手术的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光医疗装置,同时空输出 $2.02\mu\text{m}$ 主切割激光和 $1.06\mu\text{m}$ 主止血激光,手术性能效果优越,可并行进行人体软组织切割与止血手术,兼顾了精细及快速切割与大体积及高效止血,并且可用于病变软组织血管较大或出血多的手术,确保病人安全,可应用于多种软组织手术,如膀胱肿瘤手术、消化系统软组织手术、输尿管狭窄组织手术、肺部软组织手术、肝部软组织手术、胃部软组织等,精细无损坏切片可进行病理分析,为医学研究提供有用价值信息。因此,该装置未来在医疗领域会有重要的应用前景。

[0119] 实施例2

[0120] 在上述实施例的基础上,进一步地,一种复合激光医疗装置的另一种具体结构可为:参考图4,复合激光晶体一端面自身设置为高反镜1-2,输出镜1-3设置在复合激光晶体的另一端,输出镜1-3与复合激光晶体单独设置,互相独立。

[0121] 该医疗装置包括部件与实施例1一样,含 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光部件1、指示光部件2、光学耦合部件3、光纤部件4、内窥镜部件5、控制显示部件6以及光开关部件7。在所包括的7个部件中,实施例2和实施例1只有 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光部件1不一样,而其它6个部件都一样。对于相同部件的具体描述见实施例1所述。

[0122] 实施例2与实施例1不同之处在于 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光部件1的激光谐振腔。在实施例1中,激光谐振腔,由镀制特殊膜系的高反镜1-2和输出镜1-3及其固定结构组成,但是在实施例2中,激光源结构更加简单紧凑,在复合激光晶体前端面镀制 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 高反膜($\text{HR}>99.5\%$)作为高反镜1-2,省略实施例1中的高反镜1-2及固定部件,而输出镜1-3保持不变。

[0123] 实施例3:

[0124] 图5是根据本发明实施例提供的一种板条结构复合激光晶体和面阵结构复合二极管激光器时的 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 复合激光医疗装置结构示意图。装置包括部件与实施例1一样,含复合激光部件1、指示光部件2、光学耦合部件3、光纤部件4、内窥镜部件5、控制显示部件6以及光开关部件7。在所包括的7个部件中,实施例3和实施例1只有复合激光部件1不一样,而其它6个部件都一样。对于相同部件的具体描述见实施例1所述。

[0125] 实施例3与实施例1不同之处在于复合激光部件1的复合结构激光模块1-1。在实施例1中,复合结构激光模块1-1中的复合二极管激光器为线性列阵、复合激光晶体为棒状结构。但是在实施例3中,复合结构激光模块1-1中的复合二极管激光器为面阵结构,复合激光晶体为板条结构,同时机械支撑结构器件结构也发生相应变化,满足面阵结构复合二极管激光器和板条复合激光晶体的固定、冷却及反射泵浦光要求。

[0126] 面阵结构复合二极管激光器,由中心波长为 785nm 二极管激光器和 808nm 二极管激光器复合而成,同时辐射出,作为 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光源的泵浦源,采用 5×7 小面列阵结构,光垂直照射到所述复合板条晶体上。

[0127] 板条复合激光晶体,由铥与钕离子分别生长出晶体,后通过分段键合成为一根铥和钕离子复合激光晶体;复合激光晶体总长度为 104mm ,晶体宽度为 80mm ,晶体一端部分YAG晶体 10mm ,中间部分Tm:YAG晶体 48mm ,中间部分Nd:YAG晶体 36mm ,另一端部分YAG晶体 10mm ,结构为YAG+Tm:YAG+Nd:YAG+YAG。

[0128] 在两端YAG晶体表面镀双波长增透膜;键合铥晶体部分即第一激光晶体用于吸收复合二极管激光器中的 785nm 辐射,键合钕晶体部分即第二激光晶体用于吸收复合二极管激光器中的 808nm 辐射,产生复合激光增益,通过由高反镜1-2和输出镜1-3组成的激光谐振腔振荡与放大,获得同时空、高平均功率 $2.02\mu\text{m}$ 和 $1.06\mu\text{m}$ 特殊复合激光源。

[0129] 本发明的说明书中,说明了大量细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0130] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

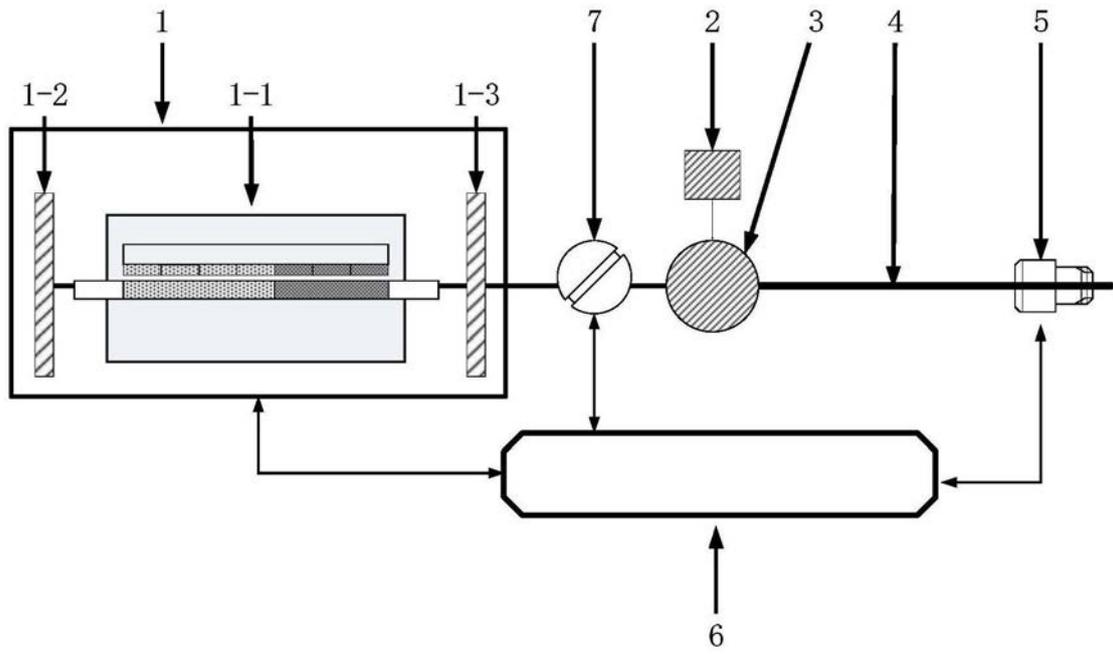


图1



图2



图3

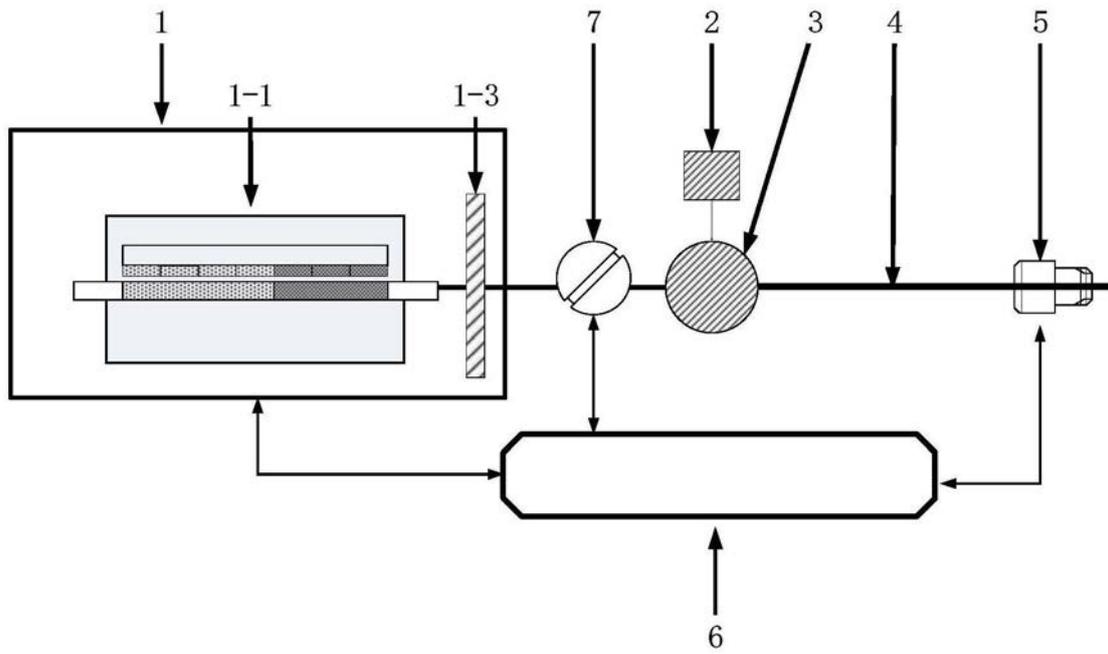


图4

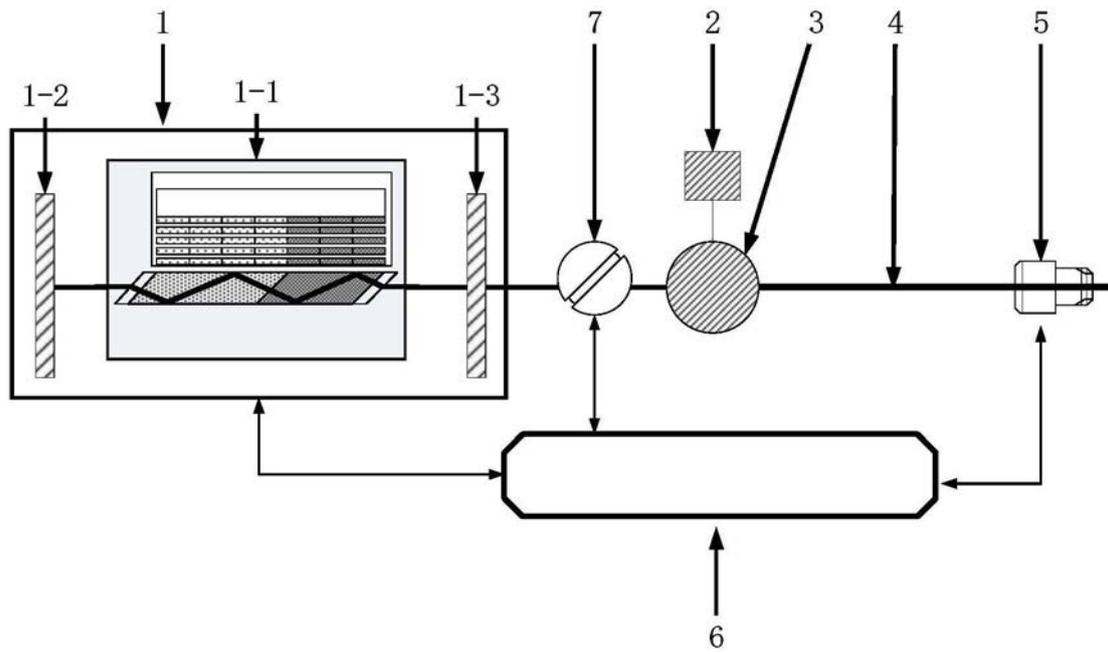


图5