



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114305678 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 12

(21) 申请号 202011038100.5

(22) 申请日 2020.09.28

(71) 申请人 爱科凯能科技(北京)股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥东路1号
院8号楼5层503室

(72) 发明人 熊振宏 孙云龙 王建卫 于睿

(51) Int. Cl.

A61B 18/22 (2006.01)

A61B 18/26 (2006.01)

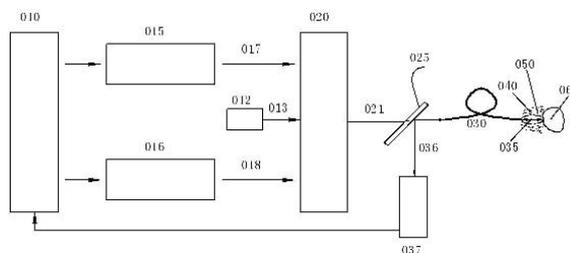
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种激光医疗设备

(57) 摘要

一种激光医疗设备及技术,包括1.9至3.0微米波长范围内的一种波长的至少一个激光器作为治疗激光器,还包括一个汽化激光输出用于在激光输出光纤端与目标物之间的体液中以最“平和”的方式产生汽化通道,减少体液爆裂汽化对目标物产生强烈冲击而导致目标物的滚动/移动,也减小对治疗激光输出的衰减,提高手术效率及安全性;通过对汽化激光输出经过体液中光路在目标物上反射光强度的变化监测,确认汽化通道的产生及状态,以此自动调节汽化激光参数,优化汽化通道的形成,并控制转入治疗激光输出。汽化激光脉冲和治疗激光脉冲可以实际上为一个单一脉冲,包括前后两部分,前半部基本起到产生/保持汽化通道作用,后半部基本为治疗部分。汽化及治疗激光脉冲也可为分别的两激光脉冲,汽化激光也可为连续激光。该设备及技术可用于如泌尿系及肝胆激光碎石,各种软/硬组织的激光切割,骨科腰椎治疗等。



1. 一种用于激光碎石,各种软硬组织切割,骨科腰椎治疗的激光医疗设备及技术,包括一个在激光输出光纤端及体内目标物间的体液内以最“平和”的方式产生气泡或汽化通道的“汽化”激光输出,及一个“治疗”激光输出;汽化激光输出和治疗激光输出可以实际上为重频工作的单波长的单一激光脉冲,该脉冲包括前后两部分,前半部基本起到以最“平和”的方式在体液中光路上产生气泡或汽化通道的作用,后半部基本起到治疗的作用;汽化及治疗激光输出也可为具有特定时间间隔的至少两个激光脉冲;设备具有三种工作模式:(1)汽化通道检查模式:只产生汽化激光输出,以在激光输出光纤端及体内目标物间的体液内的光路上产生气泡或汽化通道,通过对在目标物上反射的汽化激光强度的监测以判定气泡或汽化通道的产生及状况,并据此阶梯调节或以特定斜率调节汽化激光功率参数,使汽化通道达到预定状态,记录相关参数;通过对在目标物上反射的在无气泡/汽化通道时及特定气泡/汽化通道情况下汽化激光强度的对比监测以确定光纤输出端至目标物的距离;(2)汽化通道加治疗模式:根据汽化通道检查模式下确定的汽化激光工作参数或数据库参数作为依据,对体液包围的目标物发射汽化激光,通过对在目标物上反射的汽化激光强度的监测以判定体液中光路上气泡/汽化通道的产生及状态,并据此阶梯调节或以特定斜率调节汽化激光功率参数,使汽化通道达到预定状态,判定光纤输出端与目标物间距离,并控制转入治疗激光输出,进行激光治疗;(3)治疗模式:向目标物发射常规治疗激光输出进行治疗;激光输出光纤末端与目标物间的距离可选用激光距离测定仪测定显示,协助控制汽化激光参数。

2. 权利要求1中,汽化激光与治疗激光都为2微米激光,由同一台电源控制同一台激光器产生汽化和治疗激光输出;汽化激光脉冲与治疗激光脉冲之间时间间隔为0至1毫秒;汽化激光为宽度为50微秒至2毫秒的基本矩形(平顶)或阶梯上升或以特定斜率上升的梯形,其平均功率为0.5至20瓦,脉冲重复频率与治疗激光脉冲相同;治疗激光输出脉冲形状调制为基本矩形或钟形或锯齿形,平均功率为1至150瓦,脉冲重复频率为单脉冲至150 Hz,脉冲宽度为50微秒至1毫秒;当汽化激光脉冲与治疗激光脉冲之间时间间隔为0时,激光输出脉冲为重频为单脉冲至150 Hz的单一脉冲,每个脉冲包括作为汽化激光的前半部及治疗激光的后半部。

3. 权利要求1中,汽化激光输出为固体激光器或二极管激光器或激光二极管泵浦的光纤激光器输出的连续或准连续的脉冲,激光波长范围为0.5至2微米,平均功率为0.5至20瓦,准连续输出时输出宽度为0.1至2毫秒,重复频率与治疗脉冲重复频率匹配;治疗激光输出为2微米激光脉冲,平均功率为1至150瓦,脉冲重复频率为单脉冲至150 Hz,脉冲宽度为50微秒至1毫秒,脉冲形状调制为矩形或钟形或锯齿形。

4. 权利要求1中,选用激光距离测定仪测定激光输出光纤末端与目标物的距离时,激光距离测定仪精度为 ± 0.5 毫米,采用高速激光二极管亚纳秒激光脉冲测距,或单频激光调制比相测距。

5. 一种用于激光碎石,各种软硬组织切割,骨科腰椎治疗的激光医疗设备及技术,包括一个在激光输出光纤端及体内目标物间的体液内以最“平和”的方式产生气泡或汽化通道的“汽化”激光输出,及一个“治疗”激光输出;汽化激光输出和治疗激光输出可以实际上为重频工作的单波长的单一激光脉冲,该脉冲包括前后两部分,前半部基本起到以最“平和”的方式在体液中光路上产生气泡或汽化通道的作用,后半部基本起到治疗的作用;汽化及

治疗激光输出也可为具有特定时间间隔的至少两个激光脉冲;汽化激光参数可以根据具体应用及数据库提供的参考数据预先设定,确保汽化通道可以达到预定状态。

6. 权利要求5中,汽化激光输出为波长为0.5至1.9 微米的固体激光器或半导体激光器或激光二极管泵浦的光纤激光器输出的连续激光或准连续脉冲并可在此两工作状态间根据需要转换,平均功率为0.5至20 瓦;准连续输出时脉冲宽度为50微妙至2毫秒的基本矩形或阶梯上升或以特定斜率上升的梯形,重复频率与治疗脉冲重复频率匹配,与治疗脉冲的时间间隔为0至1毫秒;治疗激光输出为2微米激光脉冲,平均功率为1至150瓦,脉冲重复频率为单脉冲至150 Hz,脉冲宽度为50微妙至1毫秒,脉冲形状调制为基本矩形或钟形或锯齿形。

7. 权利要求5中,治疗激光输出为2微米激光脉冲,平均功率为1至150瓦,脉冲重复频率为单脉冲至150 Hz,脉冲宽度为50微妙至1毫秒,脉冲形状调制为基本矩形或钟形或锯齿形;汽化激光输出为由一个2微米治疗激光器在治疗激光脉冲之前输出的脉冲,其平均功率为0.5至20瓦,脉冲重复频率与治疗激光脉冲相同,宽度为50微妙至2毫秒的基本矩形或阶梯上升或以特定斜率上升的梯形脉冲,与治疗脉冲的时间间隔为0至1毫秒;由同一台电源控制产生汽化和治疗激光输出。

8. 一种用于激光碎石,各种软硬组织切割,骨科腰椎治疗的激光医疗设备,包括至少一台1.9微米至3微米脉冲激光器,由至少一台电源控制至少一台激光器产生重频为单次至150 Hz的单一激光脉冲输出;每个激光脉冲包括作为体液汽化激光的前半部及治疗激光的后半部;前半部的汽化激光部分为宽度为50微妙至2毫秒的基本矩形或阶梯上升或以特定斜率上升及持平的梯形,其平均功率为0.5至20瓦,基本作用为在激光输出光纤端及体内目标物间的体液内产生气泡或汽化通道;通过对在目标物上反射的汽化激光反射强度的监测以调节汽化激光部分的功率及脉冲参数,判定光纤输出端至目标物距离,及确定并控制转入后半部治疗激光部分;后半部的治疗激光部分脉冲形状为基本矩形或钟形或锯齿形,平均功率为1至150瓦,脉冲宽度为50微妙至1毫秒。

9. 一种用于激光碎石,各种软硬组织切割,骨科腰椎治疗的激光医疗设备,包括至少一台1.9微米至3微米脉冲激光器,由至少一台电源控制至少一台激光器产生重频为单次至150 Hz的单一激光脉冲输出;每个激光脉冲包括作为体液汽化激光的前半部及治疗激光的后半部;前半部的汽化激光部分为宽度为50微妙至2毫秒的基本矩形或阶梯上升或以特定斜率上升及持平的梯形,其平均功率为0.5至20瓦,基本作用为在激光输出光纤端及体内目标物间的体液内产生气泡或汽化通道;后半部的治疗激光部分脉冲形状为基本矩形或钟形或锯齿形,平均功率为1至150瓦,脉冲宽度为50微妙至1毫秒。

一种激光医疗设备

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗设备技术领域,特别涉及一种激光医疗设备及技术。

背景技术

[0002] 目前,激光医疗设备是将由激光器发出的激光,通过医疗光纤或其他光学部件照射在需要治疗的目标组织上,通过激光产生的光热效应或冲击波进行各种医疗手术,如美容,口腔手术,眼科手术或各种体内碎石或软/硬组织切割,骨科及腰椎治疗等。

[0003] 几十年的临床实践证明,波长在1.9微米至3微米范围内的脉冲激光,如波长为2.04微米(以下简称2微米)的钛激光器,由于其波长处于水的强烈吸收带,又能提供足够的脉冲能量和脉冲重复频率,对于各种泌尿系结石的碎石、及前列腺等软组织切割治疗等特别的有效。由于基本成分为水的体液对1.9至3微米激光的吸收系数较大,激光脉冲会在照射目标组织附近体液中产生爆裂气泡并产生冲击波,或直接在目标组织上产生过热冲击波,因此对于目标组织例如各种结石等能够产生崩裂和击碎的作用,或对于前列腺等目标组织直接进行有效切割。同时体液可以有效吸收杂散激光而保护非目标软组织不受影响,减少手术的副作用。2 微米钛激光手术具有手术创口较小,手术效率高,副作用小,操作方便等优点而被广泛应用。

[0004] 波长位于水的强烈吸收带中的激光器除了2微米钛激光之外,还有铥激光,包括波长1.908或1.94 微米(以下近似概称为1.9微米)的铥光纤激光器和波长为2.9微米的灯泵浦的脉冲固体铥激光。其中,输出波长为1.9微米的由激光二极管泵浦的掺铥光纤激光器,其激光输出为连续激光或准连续激光脉冲或连续泵浦下的Q开关激光,准连续激光脉冲或Q开关脉冲的重复频率可以较高,如几千Hz, 但因为光纤破坏阈值的限制,准连续激光脉冲的峰值功率低,接近于激光器平均功率的水平,在几十瓦的水平。Q开关的脉冲能量低,不超过1mJ 的水平。它们都难以有效的击碎体积较大,结构致密或较硬的结石,但可以有效粉碎结构较松,体积较小的结石。因为水对1.9微米的吸收比对2.04微米的吸收更强烈,铥光纤激光器的准连续激光脉冲应该也可能适合应用于狭窄腔道内进行碎石,如肝胆结石等。其关键缺点是成本高,脉冲功率低。

[0005] 2.9微米波长的铥激光一般为固体的脉冲激光,水对2.9微米波长激光的吸收尤为强烈,但它在医疗上被广泛应用的实际困难在于缺乏可有效传输2.9 微米波长激光的光纤。近年来开发的蓝宝石光纤可以有效传输2.9微米激光,但眼下其价格较高,透过率也有待提高。

[0006] 专利 CN 103815965 B,“一种激光医疗设备”,专利权人爱科凯能(北京)股份科技有限公司,公布了一种波长为1.9至3.0微米中的一个波长的激光和一种波长为0.2 至1.5微米中的一个波长的合成用于一台激光医疗设备的方法及其优点。其中之一为短波长激光对结石的能量耦合程度较高,它与结石作用产生的等离子体可以帮助2 微米激光对结石的耦合作用,提高碎石效率及疗效。

[0007] 专利 CN101273915A,“激光碎石装置”,专利权人爱科凯能(北京)股份科技有限公

司,公布了一种对两束激光束进行合成的合成器。该合成器可适用于两种波长相同或不同的光束合成。

[0008] 近十多年来,在该激光医疗领域的“高新”技术发展则集中於所谓的脉冲串(双脉冲)及摩西技术。美国专利US 6998567,“Generation and application of efficient solid-state laser pulse trains”,(高效固体激光脉冲串的产生及应用),专利权人Trimedyne, Feb. 2006建议采用重频激光脉冲串,每个脉冲串包括两个以上的激光脉冲,来进行结石的碎石治疗,俗称为“双脉冲”技术,其公示声称可以提高激光器输出的效率,并公示了脉冲串作用下,目标物上的温度变化曲线,但并无声称对激光手术有任何优点。以色列公司Lumenis的US 10231781 B2,“Apparatus and method for reducing laser beam attenuation in liquid medium”,(减少在液体介质中激光束衰减的装置及方法), March. 2019, 提出类似的由一个激光器产生两个激光脉冲的脉冲串的碎石治疗设备,在市场推广时将该技术命名为“Moses”(摩西)技术。它声称用第一个激光脉冲先在激光输出光纤的输出端至目标物之间的体液中产生气泡,然后为激光脉冲间隙时间,气泡会自动扩张,等到在气泡最大化要开始收缩破裂前,发射第二个脉冲进行碎石。它声称气泡最大化后开始收缩破裂,会让结石保持稳定。显然,无论该专利对其发明的物理机理进行了什么引人的说明,其解决方案却跳不出US 6998567的脉冲串的诉求,即US 6998567利用激光参数的调整,可以“顺便”实现摩西技术的优点。其实,摩西技术的概念起始于更早的上世纪的八九十年代,US 5321715,“Laser pulse formation for penetrating an absorbing fluid”,(穿透吸收液体的激光脉冲组合),专利权人Coherent Inc. Jun.1994,其公示的基本发明点是利用脉冲串中的第一个激光脉冲在体液中,将体液加热到它的沸点,然后声称体液中可以产生气泡,并将此称为摩西效应,(但是其实所谓的摩西效应,根据百度等的检索,是指的水的表面会在强磁场下显示出变形。)并且该气泡会膨胀,排开光纤输出端至目标物之间的体液,从而减少脉冲串中的第二个激光脉冲受到的体液的衰减,因此提高激光在吸收液体中的穿透效率,即提高了激光治疗的能量效率。有趣的是,US 6998567 在其引用的参考文件中闭口不提US 5321715,而US 10231781 B2则在其引用的参考文件中闭口不提US 6998567。

[0009] 总之,不管这几个专利它们之间的关系如何,现下在该激光医疗领域中,采用脉冲串技术的双脉冲及摩西技术成了“高新”技术的主导和统治者,确实为明显的事实。

[0010] 但本申请人并不完全认同上述专利公示的技术及它们对相关物理机理的解释。

[0011] 进一步认识如激光碎石的作用机理,优化并开发一种有更广泛适用范围,更高效的激光医疗设备及技术是明显的挑战,也是本申请的目的所在。

发明内容

[0012] 为了充分发挥现有技术的钛激光和铥激光在激光医疗上的优势,即充分利用体液对于2至3微米激光的强吸收以保护非目标组织免受激光伤害的同时,又避免或尽量减小体液的存在对激光治疗的困难及不良影响,本发明提供了一种用于激光碎石,各种软硬组织切割,骨科腰椎治疗的激光医疗设备及技术的新设计。

[0013] 根据前述介绍,近年来在相关激光治疗领域中,得到较多关注的2微米脉冲串/双脉冲/摩西技术及相关专利,起始於1994年的US5321715,其基本的发明点是利用脉冲串中

的第一个激光脉冲在体液中,将体液加热到它的沸点,然后声称体液中可以产生气泡,该专利中将此称为摩西效应,并且在激光脉冲的间隙期,该汽泡会膨胀,排开光纤输出端至目标物之间的体液,从而减少脉冲串的后续脉冲受到的体液的衰减,因此提高激光治疗的激光能量利用效率。2006年的US 6998567 以提高激光器效率的名义,要求在同样的激光医疗应用中,采用类似的激光脉冲串的权利。2019 年的 US 10231781则以大量的不同光纤直径下的实验数据及在体液中在激光脉冲作用下汽泡的产生,气泡的收缩可以稳定结石,并对后续脉冲衰减可以减少等理由,诉求了在同样的激光医疗应用中,采用类似的激光脉冲串的权利要求。

[0014] 但是,本发明申请人认为US 5321715 对脉冲串及相关的摩西效应的公示并无真正揭示激光脉冲-体液-目标物相互作用的关键所在,有的基本概念/公示的说法是不正确的或为误导。

[0015] 其一,激光脉冲对体液仅提供将其温度提升到沸点的能量,并不能在体液中产生汽泡。汽泡的产生必须以激光脉冲提供相应体积体液的汽化热为前提。而汽泡的膨胀/排除体液同样需要激光脉冲提供相应的额外能量。

[0016] 其二,摩西技术中声称的在第一个激光脉冲作用下产生气泡,然后在无激光能量的情况下,即脉冲间隙期间,气泡扩张,在光纤输出端与目标物之间排除体液,在气泡达到最大并开始破裂时会帮助结石的稳定,此时发射第二个激光脉冲。这种在脉冲间隙期间的种种现象,有可能发生,但因体液/冲洗液体的流动,结石粉碎物的运动,光纤端与目标物距离变化等因素,存在很大的随机性,可靠性重复性差。特别是所谓气泡破裂时帮助结石的稳定的说法并不令人信服。第一个激光脉冲产生气泡,摩西或非摩西,仍会在体液中产生冲击波。

[0017] 其三,在激光碎石这类应用中,相对于粉碎结石所需要的激光能量,用于在光纤输出端至目标物之间的激光光路上汽化体液所需要的激光能量是微乎其微的。以光纤输出端距离目标物为1至2毫米估算,5%至8%的激光能量消耗於光路上体液的汽化并不影响治疗的各种效果,现代的激光设备具有充裕的激光能量余量。何况所谓的摩西技术,同样需要消耗脉冲串的第一个脉冲的能量来形成所谓的体液中的汽泡。

[0018] 总之,对如激光碎石这类医疗应用,光纤输出端至目标物之间体液对激光能量的消耗或吸收或多或少无法避免,并且该部分能量多点少点也并无明显的影响,那么又究竟是什么关键因素影响激光治疗的进程和结果呢。

[0019] 本发明申请人认为,在给定激光波长,脉冲宽度和激光能量也可以提供需要的工作参数范围的情况下,关键是结石在激光碎石过程中的稳定性。位置不稳定的结石,它的不断滚动/移动不但增加医生在治疗手术操作中的困难,而且因为激光在结石上的作用点的不断的不可控的变动,会明显减低激光粉碎结石的效率,同时增加手术的不安全风险,增加手术时间。尤其是对需要多个激光脉冲精确打在目标物同一点,以在结石内造成足够的温度梯度,产生足够的机械应力,导致结石的破裂这样的基本激光碎石机理,一旦结石处于强烈的不稳定运动状态,就难以实现结石的破碎。如在结石处于稳定状态下,10个激光脉冲即可导致结石破裂,而在结石处于运动状态下时,20个激光脉冲都难以使结石破裂。因此而导致的激光能量的“浪费”,绝对不是所谓的摩西效应可以减少体液汽化对激光能量的需求或损耗可以相比拟的。

[0020] 结石在体液包围下的不稳定性即滚动/移动,除了可能由激光在结石上产生碎石末的喷出时产生的反冲力引起之外,更主要是由激光脉冲能量被体液强烈吸收而引起的体液爆裂性汽化,在体液内产生强烈冲击波引起。光路上体液被高能量激光脉冲急剧加热,它因来不及膨胀而导致局部高压,此时的局部温度可远高于沸点,光路上体液的高温和高压,导致爆裂性汽化,对结石产生强烈的冲击。这可以从在激光脉冲并未产生明显的结石粉末喷射时,结石也会产生强烈的移动/滚动的大量医疗实践得以证明。因为结石受爆裂性汽化冲击面的形状的不规则性,不但导致结石产生移动,还导致结石的滚动/转动。由于体液对2微米激光能量的强烈吸收,加上激光碎石所采用的高激光功率/能量,光路上的体液在激光脉冲的作用下,产生的爆裂性汽化非常强烈,对结石的冲击强烈,导致结石的运动/滚动也相当强烈。

[0021] 根据上述分析,对于如激光碎石一类的激光医疗的优化/改进,关键并非在于上述引用的专利中所述的减少激光能量在形成汽泡或汽化通道时的消耗,或减少体液对激光能量的衰减,或提高激光器效率,而是如何能以最“平和”的方式使激光脉冲能量可以通过激光输出光纤的输出端与目标物之间的体液到达目标物,避免光路上体液的爆裂性汽化冲击引起结石的强烈运动。在应用激光脉冲对某些人体软组织进行切割时,减小对软组织的冲击同样具有重要的意义。

[0022] 为此,本申请所述技术方案具有如下基本特征:

1它采用一个基本作用为在激光输出光纤端及体内目标物间的体液内产生汽化通道的“汽化”激光输出,及基本作用为如碎石的治疗激光输出;“汽化”激光输出采用尽可能低的可控及渐进式增加的激光功率,以“软起动”的方式在体液中产生气泡或汽化通道,即激光强度由低至高的缓慢加热光路上的体液,使其“平和”的汽化膨胀,在光路上留剩较低密度的水汽通道,对周围体液中尽可能的减小汽化冲击波的强度;“汽化”激光及治疗激光输出可以是至少两个单独的激光脉冲,它们的激光波长可以相同,也可以不同。但尤其是,它们也可以实际上为一个单个激光脉冲的前后部分,该单一激光脉冲的前半部分基本起到产生并保持气泡及汽化通道的作用,后半部分则基本为治疗如碎石作用。在此单个激光脉冲情况下,或汽化激光为连续激光时,在产生气泡/汽化通道后至治疗激光发射前,仍保持有可控的汽化激光能量持续的作用于该气泡/汽化通道上,以完善并保持汽化通道,可控性好,可靠性高,抗体液流动及固体碎末影响能力强,从而与上述引用的多个激光脉冲的脉冲串/摩西效应专利技术形成根本性的差别及独创。

[0023] 2体液中汽化通道形成的监测与控制:现有技术如摩西技术对所谓的气泡的产生及随后的膨胀/破裂并无任何监控。由于手术过程中各种条件的随机变化,如光纤输出端与目标物的距离,体液中含血或其他固体物的变化等,为保证气泡生成/膨胀满足所述的状况,采用的激光参数必须留有相当的余量,因此的一个结果就是在体液中产生较强烈的汽化冲击波。本申请的一个技术特征即是对体液中汽化通道形成的监测与控制:包括在激光输出光纤之前的激光光路中插入一个对汽化激光后向反射信号的取样装置,如对汽化激光波长能量的部分反射镜。汽化激光或单个激光脉冲中前半部的汽化部分从光纤输出端经体液打到目标物,在目标物上产生后向反射,部分后向反射能量进入光纤,由后向反射信号的取样装置取样/监测,并经控制电源用于对激光工作参数的控制。该反射激光的强度会在汽化通道形成前后,因光路上由液体状态的体液转化为水分子密度很低的水汽,对激光的衰

减产生明显变化,而产生一个明显的强度变化。通过对该反射强度信号的监测可以判定汽化通道的产生及其状态(如气泡/汽化通道与激光光路的重合度及水汽密度等因数综合而成的对汽化激光的衰减强弱),并据此调节汽化激光功率参数,及选择最佳时机控制激光脉冲由汽化脉冲向治疗脉冲的转换,或在单个激光脉冲情况下,控制起动激光脉冲由前半部汽化部分向后半部治疗部分的转化。通过对该反射强度信号在气泡/汽化通道产生前及达到预定状态后的比对监测,和在研发实验时的测试校证数据,可以判定光纤输出端至目标物之间的距离。

[0024] 3具有三种工作模式:(1)汽化通道检查模式:只使用汽化激光输出对目标物发射汽化激光输出,以在激光输出光纤端及体内目标物间的体液内产生汽化通道,通过对在目标物上反射的汽化激光强度的监测以判定汽化通道的状况,并据此阶梯调节或以特定斜率调节汽化激光功率参数,使汽化通道达到预定状态,判定光纤输出端至目标物距离,记录相关激光参数以及不同汽化状态对应的时刻;(2)汽化通道加治疗模式:根据汽化通道检查模式下确定的汽化激光工作参数/时间作为依据,对目标物发射汽化激光,同时仍通过对经同光路在目标物上反射的汽化激光强度的监测以判定汽化通道的状况,并据此微调汽化激光功率参数,使汽化通道达到预定状态,判定光纤输出端至目标物间距离,并在汽化通道达到预定状态之时刻控制转入治疗激光输出,进行激光治疗;(3)常规治疗模式:单独向目标物发射治疗激光输出进行治疗。

[0025] 4激光输出光纤末端与目标物的距离是影响汽化通道形成的一个重要因素,它在手术中会因各种原因,如结石的滚动/移动而不断变动。它还可以选用激光距离测定仪监测,显示。并利用监测数据帮助控制汽化激光参数,对操作人员提供指示。

[0026] 5汽化激光与治疗激光同为2微米激光,可由同一台电源控制同一台激光器产生汽化和治疗激光输出;汽化激光脉冲与治疗激光脉冲之间时间间隔为0至1毫秒;汽化激光为宽度为50微秒至2毫秒的基本矩形或阶梯上升或以特定斜率上升及保持的梯形,其平均功率为0.5至20瓦,脉冲重复频率与治疗激光脉冲相同;治疗激光输出脉冲形状调制为基本矩形或钟形或锯齿形,平均功率为1至150瓦,脉冲重复频率为单脉冲至150 Hz,脉冲宽度为50微秒至1毫秒。

[0027] 6汽化激光输出为波长为0.5微米至2微米的固体激光器或二极管激光器或激光二极管泵浦的光纤激光器,输出为连续激光或准连续的脉冲并可以根据需要在此两种状态间转换,平均功率为0.5至20瓦,准连续输出时的输出宽度为0.1至2毫秒,重复频率与治疗脉冲重复频率匹配;治疗激光输出为2微米激光脉冲,平均功率为1至150瓦,脉冲重复频率为单脉冲至150 Hz,脉冲宽度为50微秒至1毫秒,脉冲形状调制为基本矩形或钟形或锯齿形。

[0028] 汽化激光波长为0.5微米至1.6微米的固体激光或半导体激光时,它们的激光波长在水中的吸收不如水激光那么强烈,在一定意义上有利於让体液光路上汽化通道的产生更为“平和”,而且半导体激光的成本低,易于控制输出各种特定波形。

[0029] 7本申请技术的一个值得特别强调的实例为,采用至少一台2微米脉冲激光器,由至少一台电源控制至少一台激光器产生重频为单次至150 Hz的单一激光脉冲输出(即非脉冲串)。每个激光脉冲包括基本作为体液汽化激光的前半部及基本作为治疗激光的后半部;前半部的汽化激光部分为宽度为50微秒至2毫秒的基本矩形或阶梯上升或以特定斜率上升一持平的梯形,其平均功率为0.5至20瓦。后半部的治疗激光部分脉冲形状为基本矩形或

钟形或锯齿形,平均功率为1至150瓦,脉冲宽度为50微秒至1毫秒。可选用通过对在目标物上反射的汽化激光反射强度的监测以调节汽化激光部分的功率及脉冲参数,并自动确定及控制转入后半部治疗激光部分;也可选用根据数据库提供的参考数据预先手动设定单个激光脉冲的各项参数。

[0030] 该激光碎石及各种软硬组织切割的激光医疗设备及技术的优点是显而易见的:

1根据对如激光碎石等激光治疗机理的进一步认识,通过采用汽化激光及其优化的参数,将激光脉冲在光路中体液汽化效应控制为最大程度的稳定可靠的“平和”软起动,保持结石在手术过程中的最大可能稳定性,极大方便医生的手术操作,增加激光碎石的有效性,手术时间缩短,安全性提高。本技术在上述诸项性能上不但与常规激光脉冲手术相比会有显著改善,且与采用激光脉冲串的摩西技术相比,也有明显改善。

[0031] 2对汽化激光在目标物上的反射强度的监测可以保证气泡/汽化通道达到预定状态的可靠性。具有光纤输出端至目标物距离判定功能。

[0032] 3对于被体液包裹的可动性差的目标物,如人体软组织等,减少手术时体液汽化冲击波的冲击,同样具有方便操作,提高手术安全性的优点。也有助于减少激光在体液中的损耗。

[0033] 4特别是对于采用单个2微米激光脉冲具有基本汽化功能的前半部及基本治疗功能的后半部的实施方案,只需在常规设备上进行极有限的电源部分的改造即可实现。成本低。并可方便的对客户现有设备进行升级改造。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的实施例及技术方案的示意图。

[0035] 图1水对各种波长的光的吸收曲线。

[0036] 图2本发明激光医疗设备的一种结构示意图。

[0037] 图3本发明中,采用单个激光脉冲时的脉冲波形示意图。

具体实施方式

[0038] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图对本发明实施方式作进一步的详细描述。

[0039] 图1为水对不同波长的光的吸收曲线。本发明中述及的1.9至3.0微米激光波长范围的一个显著特点是它正好位于水的强烈吸收带,所以也常被俗称为水激光。由图1可见,水对2微米的吸收要比常用的Nd:YAG 激光器的1.064微米高出两个数量级。而水对1.9微米的吸收又要比2微米高出50%以上。水对2.9微米的吸收更为强烈,比对2微米左右的吸收又要高出2至3个数量级。

[0040] 图2为本发明的激光医疗设备的一种方案的示意图,图中015,016分别为两台相同的激光波长为2微米的激光器,它们的输出激光脉冲分别为017及018,经激光光束合成器020合成为光束021,耦合到激光输出光纤030,光纤的输出端为031,060为激光手术的目标

物,在光纤输出端031和目标物060之间充满有体液040,经光纤输出的在体液中的激光光束为035,并表示为035的正向箭头,打到目标物060上,部分激光能量经目标物反射,由035的反向箭头表示,部分反射光进入光纤030,并由在021光路上的取样镜片025取出,示为光束036,036的强度由光电探测器036探测并处理。取样镜片025可以为在特定安装角度下对汽化激光波长具有1-4%反射的镜片。050表示了体液040中由激光束035导致的气泡或汽化通道。036的强度变化代表了由汽化激光导致的气泡或汽化通道的产生及其状态,其监测处理数据送入激光器控制及供电电源010,由010对激光器015及016供电及控制。由036在气泡汽化通道产生前及达到预定状态后的强度变化,可以判定光纤输出端至目标物间的距离。012为选用的激光距离测定器,013为其输出激光束,经光束合成器020送入光纤021。

[0041] 图2中所示为两台2微米的激光器的实施例。它也可以是有一台或多台激光器,它们可以为相同激光波长,也可以为不同激光波长。汽化激光和治疗激光脉冲可以由同一台激光器产生,也可以由不同激光器产生。各种实施方案下的激光等工作参数如前述,不予重复。

[0042] 图3所示为采用重复频率的单一激光脉冲,其前半部为基本用于气泡/汽化通道产生/保持,后半部为基本用于治疗激光脉冲波形示意图,包括三种实例。其中(A)中,单一激光脉冲070,其前半部071,为由 t_0 至 t_1 的基本用于气泡/汽化通道产生/保持的基本平顶(矩形)激光脉冲能量,在时刻 t_1 转化为后半部脉冲075,基本为治疗激光脉冲。

[0043] (B)中,单一激光脉冲080,由其前半部081及后半部085组成。其前半部081,由 t_0 至 t_2 ,为基本用于气泡/汽化通道产生/保持的激光脉冲,它在 t_0 至 t_1 之间为一个特定幅度的基本平顶激光输出,由 t_1 至 t_2 为一个幅度提高了的又一个基本平顶激光输出,构成阶梯形的激光输出波形。在时刻 t_2 转为后半部085,基本为激光治疗的脉冲输出。

[0044] (C)中,单一激光脉冲090,由其前半部091及后半部095组成。其中091,由 t_0 至 t_3 为基本用于气泡/汽化通道产生/保持的激光输出,其中 t_0 至 t_1 之间为一个幅度较小的基本平顶波形,由 t_1 至 t_2 之间为一个以预定斜率增长的斜波,由 t_2 至 t_3 为另一个幅度较高的基本平顶波形。在时刻 t_3 激光输出转换为后半部095,基本为治疗的激光输出。

[0045] 各种实施方案下的激光脉冲能量,宽度及脉冲重复频率等工作参数如前述,不予重复。

[0046] 上述本发明的各个实施例仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。也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。

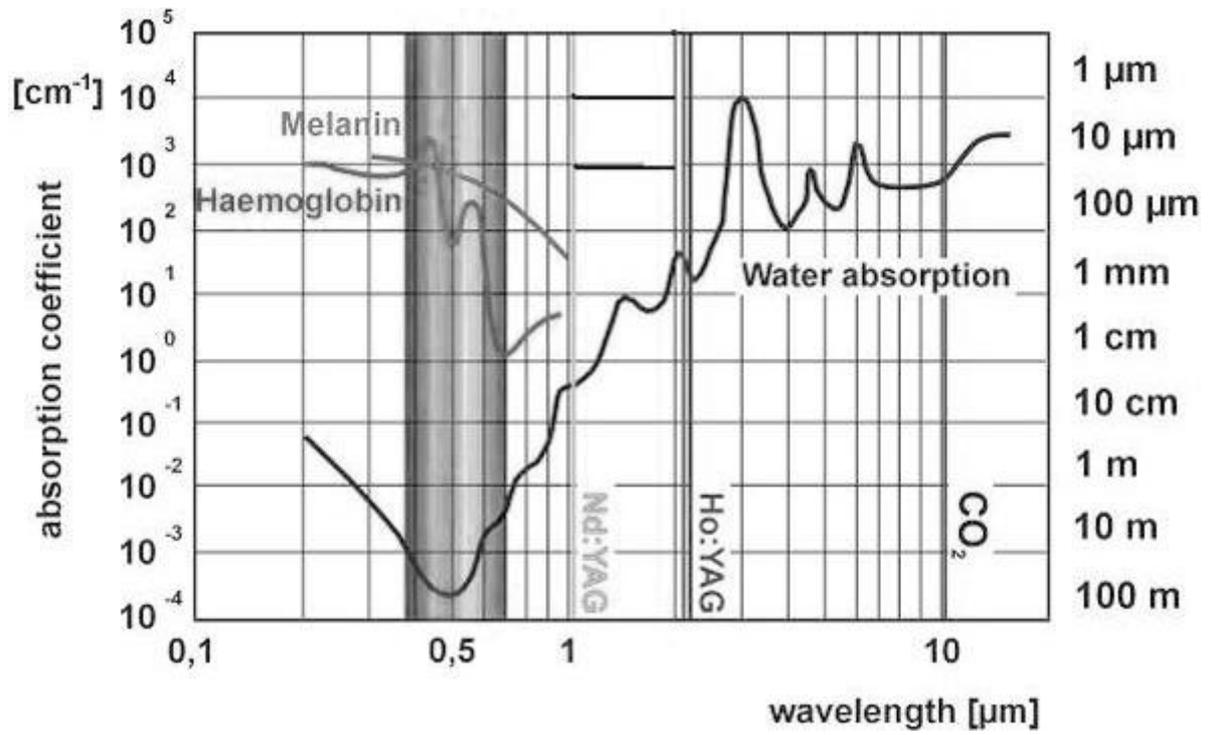


图1

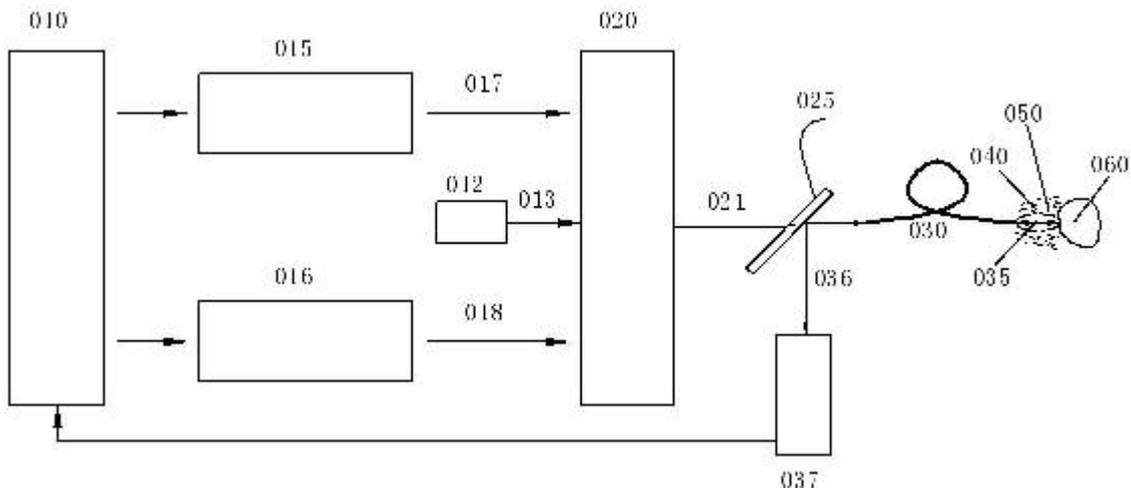


图2

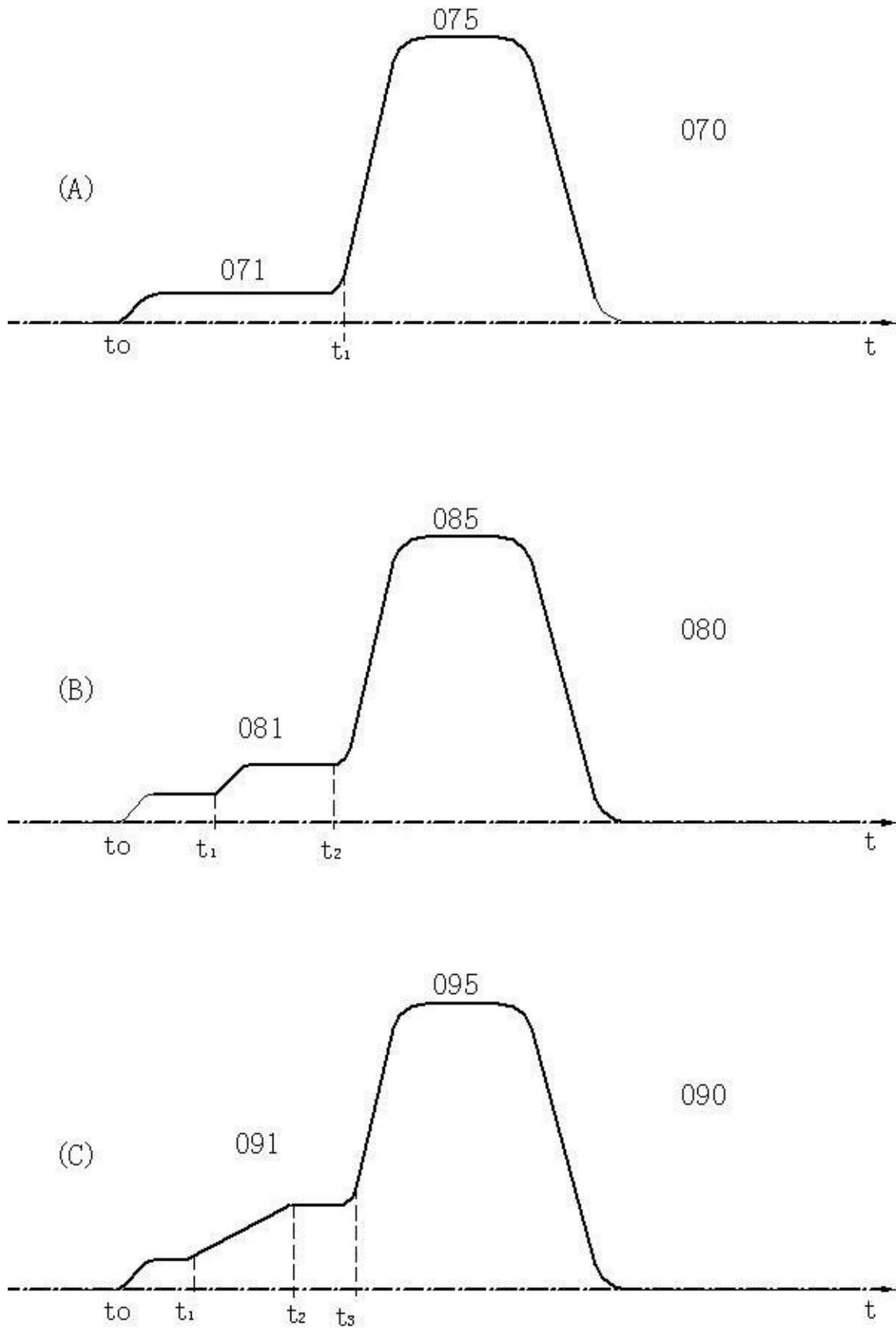


图3