



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104027156 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201410068159. 7

(22) 申请日 2014. 02. 27

(66) 本国优先权数据

201410041985. 2 2014. 01. 28 CN

(71) 申请人 中国科学院声学研究所东海研究站

地址 200032 上海市徐汇区小木桥路 456 号

申请人 同济大学

(72) 发明人 周红生 徐峥 程茜 陈皓

钱梦騷

(74) 专利代理机构 上海晨皓知识产权代理事务

所(普通合伙) 31260

代理人 舒绍雄

(51) Int. Cl.

A61B 17/3211(2006. 01)

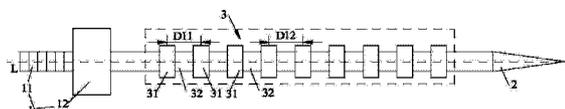
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

医用超声手术刀

(57) 摘要

本发明公开医用超声手术刀。该超声手术刀包括刀杆,该刀杆具有连接端、刀尖和位于刀尖和连接端之间的周期重复结构,该周期重复结构由粗结构和细结构交替构成,所有的粗结构质量相等,所有的细结构质量相等,任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差小于 0.3 毫米。当声波通过该周期重复结构时,振动从螺纹段、连接段向前传递至周期重复结构,该结构对频率进行选择,对所需频率的声波产生响应,以共振形式将声波传递至刀头,不需要的频率声波产生截止,使其无法传递至刀头,所以,本发明的超声手术刀能工作在稳定的频率之下,不会增加由于频率飘移而产生的手术操作困难和不安全。



1. 医用超声手术刀,包括刀杆,该刀杆具有连接端和刀尖,其特征是:该刀杆还具有位于刀尖和连接端之间的周期重复结构,该周期重复结构由粗结构和细结构交替构成,所有的粗结构质量相等,所有的细结构质量相等,任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差小于 0.3 毫米。

2. 根据权利要求 1 所述医用超声手术刀,其特征是:任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差为 0 毫米。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述医用超声手术刀,其特征是:所有的粗结构形状不完全相同,所有的细结构形状不完全相同。

4. 根据权利要求 3 所述医用超声手术刀,其特征是:所有的粗结构包括圆柱形和圆台形,所有的细结构包括圆柱形和圆台。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述医用超声手术刀,其特征是:所有的粗结构形状完全相同,所有的细结构形状完全相同。

6. 根据权利要求 5 所述医用超声手术刀,其特征是:所述刀杆具有中心轴线,所有的粗结构和细结构相对于该中心轴对称,且所有粗结构和细结构的重心在中心轴线上。

7. 根据权利要求 6 所述医用超声手术刀,其特征是:所有粗结构呈圆柱形、所有细结构呈圆柱形。

8. 根据权利要求 7 所述医用超声手术刀,其特征是:所述粗结构有 9 个,每个粗结构的长度为 0.10 米且直径为 0.004 米,细结构有 9 个,每个细结构的长度为 0.06 米且直径为 0.003 米;或者,粗结构有 6 个,每个粗结构的长度为 0.01 米且直径为 0.004 米,每个细结构的长度为 0.025 米且直径为 0.003 米。

9. 根据权利要求 5 所述医用超声手术刀,其特征是:所有粗结构呈圆台形、所有细结构呈圆台形。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述医用超声手术刀,其特征是:所有粗结构的形状完全不相同,所有细结构的形状完全不相同。

医用超声手术刀

技术领域

[0001] 本发明涉及手术刀,尤其涉及用腹腔微创手术的医用超声手术刀。

背景技术

[0002] 目前,现有的超声手术刀系统由主机、脚踏开关、超声换能器、连接电缆以及超声手术刀构成。其中,主机用来产生高频电流,脚踏开关激发超声能量的输出,换能器及连接电缆将电流转换成超声振动,振动通过超声手术刀刀杆将超声波能量传递至刀尖,通过与组织接触摩擦产生机械切割及血液凝固作用。在临床上,超声手术刀由于具有刀口整齐、止血快、热损伤区域小、产生烟雾少等优点,已迅速发展成为超声外科临床介入的重要手段。但是,随着应用的不断扩展,对超声手术刀的要求越来越高,传统超声手术刀的不足更加凸现。其主要问题表现在:手术过程中,超声手术刀直接接触病体,由于超声手术刀自身结构、主机控制策略或者超声手术刀接触病体时负载变化等问题,导致超声手术刀的声波工作频率及输出功率不稳定,从而给临床医生精密控制超声手术刀造成困难,直接影响手术效果,甚至危害人生安全。

发明内容

[0003] 本发明解决的问题是现有的超声手术刀中未对超声手术刀的声波工作频率进行保护而导致工作频率不稳定的问题。

[0004] 为解决上述问题,本发明提供一种医用超声手术刀,该手术刀包括刀杆,该刀杆具有连接端、刀尖和位于刀尖和连接端之间的周期重复结构,该周期重复结构由粗结构和细结构交替构成,所有的粗结构质量相等,所有的细结构质量相等,任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差小于 0.3 毫米。

[0005] 在进一步方案中,任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差为 0 毫米。

[0006] 在进一步方案中,所有的粗结构形状不完全相同,所有的细结构形状不完全相同。

[0007] 在进一步方案中,所有的粗结构包括圆柱形和圆台形,所有的细结构包括圆柱形和圆台。

[0008] 在进一步方案中,所有的粗结构形状完全相同,所有的细结构形状完全相同。

[0009] 在进一步方案中,所述刀杆具有中心轴线,所有的粗结构和细结构相对于该中心轴线对称,且所有粗结构和细结构的重心在中心轴线上。

[0010] 在进一步方案中,所有粗结构呈圆柱形、所有细结构呈圆柱形。

[0011] 在进一步方案中,所述粗结构有 9 个,每个粗结构的长度为 0.10 米且直径为 0.004 米,细结构有 9 个,每个细结构的长度为 0.06 米且直径为 0.003 米;或者,粗结构有 6 个,每个粗结构的长度为 0.01 米且直径为 0.004 米,每个细结构的长度为 0.025 米且直径为 0.003 米。

[0012] 在进一步方案中,所有粗结构呈圆台形、所有细结构呈圆台形。

[0013] 在进一步方案中,所有粗结构的形状完全不相同,所有细结构的形状完全不相同。

[0014] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0015] 由于本发明设置周期重复结构,这样,当声波通过该周期重复结构时,根据其频率不同可以在周期重复结构中形成两种不同声波传播状态:声波的通过和阻止。当声波频率处于通过时,在每一个结构周期内,声波由于其波长和结构周期的关系会形成驻波并向前传播,在每一个周期重复结构均形成驻波后,该结构产生共振,共振能量可以被传递到刀尖,使刀尖产生强烈的振动,而可被应用于手术。如果声波频率处于阻止时,声波在每一个周期中驻波均无法形成,而是往刀尖传播的声波与返回的声波由于相位差而产生了抵消,经过数个周期重复结构后,声能量几乎被吸收完而使刀尖无法处于振动状态,因此,本发明医用超声手术刀能够工作在安全的工作频率范围内而不会增加由于频率飘移而产生的手术操作困难和不安全;而且,当超声换能器工作在通过频率时,由于周期重复结构内部产生共振而使超声手术刀的刀尖的振幅得到了增强,提高了电声转换效率。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明医用超声手术刀第一实施方式的结构示意图;

[0017] 图 2 是第一实施方式的频率与输出声压之间的关系图;

[0018] 图 3 是本发明医用超声手术刀第二实施方式的结构示意图;

[0019] 图 4 是第二实施方式的频率与轴向位移之间的关系图;

[0020] 图 5 是本发明医用超声手术刀第三实施方式的结构示意图;

[0021] 图 6 是本发明医用超声手术刀第四实施方式的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 为详细说明本发明的技术内容、构造特征、所达成目的及功效,下面将结合实施例并配合附图予以详细说明。

[0023] 本发明的技术人员在研发医用超声手术刀的过程中发现,现有的医用超声手术刀的声波工作频率及输出功率不稳定,给临床医生精密控制超声手术刀造成困难,为了解决这个问题,技术人员通过研究发现,将周期重复结构作为刀杆的一部分可以使得超声手术刀工作频率稳定,这样的周期重复结构由粗结构和细结构交替构成,所有的粗结构质量相等,所有的细结构质量相等,任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差小于 0.3 毫米,比如,0.1 毫米、0.15 毫米、0.18 毫米、0.24 毫米、0.26 毫米、0.29 毫米。当具有这样的周期重复结构后,当声波通过该周期重复结构时,根据其频率不同可以在周期重复结构中形成两种不同声波传播状态:声波的通过和阻止。当声波频率处于通过时,在每一个结构周期内,声波由于其波长和结构周期的关系会形成驻波并向前传播,在每一个周期重复结构均形成驻波后,该结构产生共振,共振能量可以被传递到刀尖,使刀尖产生强烈的振动,而可被应用于手术。如果声波频率处于阻止时,声波在每一个周期中驻波均无法形成,而是往刀尖传播的声波与返回的声波由于相位差而产生了抵消,经过数个周期重复结构后,声能量几乎被吸收完而使刀尖无法处于振动状态,因此,本发明医用超声手术刀不仅能够工作在安全的工作频率范围内而不会增加由于频率飘移而产生的手术操作困难和不安全;而且,当超声换能器工作在通过频率时,由于周期重复结构

内部产生共振而使超声手术刀的刀尖的振幅得到了增强,提高了电声转换效率。

[0024] 请参阅图 1,本发明第一实施方式的医用超声手术刀包括连接端 1、刀尖 2 和位于连接端 1 和刀尖 2 之间的周期重复结构 3。连接端 1 包括螺纹段 11 和与螺纹段 11 连接的耦合段 12。螺纹段 11 连接换能器。耦合段 12 连接周期重复结构 3,将换能器产生的声场耦合入周期重复结构 3。周期重复结构 3 由粗结构 31 和细结构 32 交替构成,所有的粗结构 31 质量相等,所有的细结构 32 质量相等,任意相邻的粗结构 31 的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差小于 0.3 毫米,在本实施方式中,任意相邻的粗结构的重心之间的距离 D_{11} 与另相邻粗结构的重心之间的距离 D_{12} 之差为 0 毫米,也就是 $D_{11}=D_{12}$,当重心之间的距离相等,在频率通过时,刀尖 3 的振动强度比 $D_1-D_2<0.3$ 毫米时的振动强度高,振幅大,而且,对不需要的频率声波产生截止更好。在本实施方式中,所有粗结构 31 的形状完全相同,所有细结构 32 的结构形状完全相同,采用这样的结构,使得在频率通过时,刀尖 3 的振动强度比粗结构 31 的形状不完全相同或者完全不相同时更强,振幅更大,对不需要的频率声波产生截止更好。更进一步的,所述刀杆具有中心轴线 L,所有的粗结构 31 和细结构 32 相对于该中心轴线 L 对称,且所有粗结构 31 和细结构 32 的重心在中心轴线 L 上,采用这样的结构,使得在频率通过时,刀尖 3 的振动强度比粗结构 31 的形状不完全相同或者完全不相同时更强,振幅更大,而且,刀尖 3 沿着中心轴线 L 方向振动,对不需要的频率声波产生截止更好,振动更稳定。在本实施方式中,所有粗结构 31 的形状均为圆柱形,所有细结构 32 的形状也为圆柱形,所述粗结构有 9 个,每个粗结构的长度为 0.10 米且直径为 0.004 米,细结构有 9 个,每个细结构的长度为 0.06 米且直径为 0.003 米,对于此种结构的超声手术刀模拟可以得到频率与轴向位移之间的关系如图 2 所示,可以看到在频率为 55.8kHz 处有一个峰,而在周围一段频率其振动极小,表明该结构不能工作在这些频率带下。

[0025] 请继续参阅图 3,作为第一实施方式的改进,在该第二实施方式中,所述粗结构有 6 个,每个粗结构的长度为 0.01 米且直径为 0.004 米,每个细结构的长度为 0.025 米且直径为 0.003 米,对于此种结构的超声手术刀模拟可以得到频率与轴向位移之间的关系如图 4 所示,可以看到在频率为 55.5kHz 处有一个峰,而在周围一段频率其位移极小,表明该结构不能工作在这些频率带下。

[0026] 请参阅图 5,在图 5 中,任意相邻粗结构 31 的重心之间的距离 D_{21} 与另外的任意相邻粗结构 31 的重心之间的距离 D_{22} 相等,也就是, $D_{21}=D_{22}$,该第三实施方式与第一实施方式的区别在于:粗结构 31 的形状不完全相同,比如,图上自左往右的第一个粗结构 31 的形状为圆柱形,第二个粗结构 31 的形状为圆台形。作为该第二实施方式的改进,细结构 32 的形状也可以不完全相同,细结构 32 也可以由圆柱形和圆台形组成,也可以由圆柱形和其他形状组成,只要满足粗结构 31 和细结构 32 交替,粗结构 31 的质量相等以及细结构 32 的质量相等即可。作为第二实施方式的变化,所有的细结构 32 也可以全部为圆柱形。这种结构的手术刀仍然具有前述手术刀的优点。

[0027] 请参阅图 6,本发明超声手术刀第四实施方式与第一实施方式和第二实施方式相比:任意相邻粗结构 31 的重心之间的距离 D_{31} 与另外的任意相邻粗结构 31 的重心之间的距离 D_{32} 之差为 0.2 毫米,也就是, $D_{31}-D_{32}=0.2$ 毫米,粗结构 31 的形状完全不同,细结构 32 的形状不完全相同,该细结构 32 的形状包括圆台形和圆柱形。这种结构的手术刀仍

然具有前述手术刀的优点,只是美观程度不如第一实施方式和第二实施方式。

[0028] 综上所述,本发明超声手术刀的刀杆通过将粗结构和细结构交替设置,且粗结构的质量相等,细结构的质量相等,任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差小于 0.3 毫米,这样,将该连续介质分解为有限多个集中质量,分别标记为粗结构和细结构,质量间的连接则简化成有限个自由度的弹簧振子结构。利用弹簧振子周期重复结构的特性,计算出该结构的通带和阻带,通过修改结构使其通带在所需频率范围,这样,振动从螺纹段、连接段向前传递至周期重复结构,该结构对频率进行选择,对所需频率的声波产生响应,以共振形式将声波传递至刀尖,使刀尖工作在该频率下;对手术过程中不需要的频率声波产生截止,使其无法传递至刀尖,因此,基于这样的技术思路,粗结构的形状不限于本发明所示意的形状,比如圆柱形、圆台形,细结构的形状也不限于本发明所示意的形状,比如,圆柱形和圆台形。

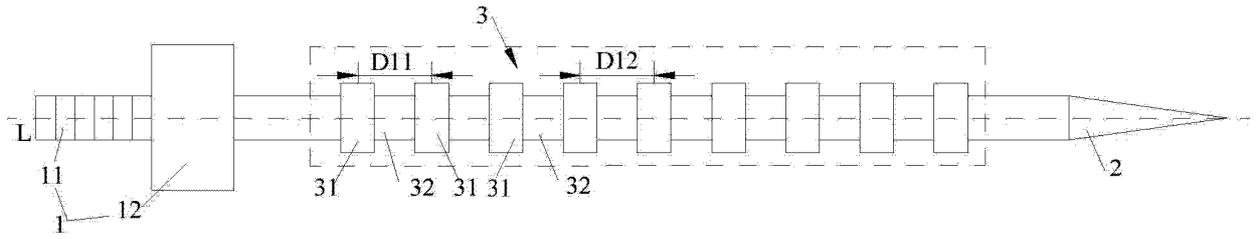


图 1

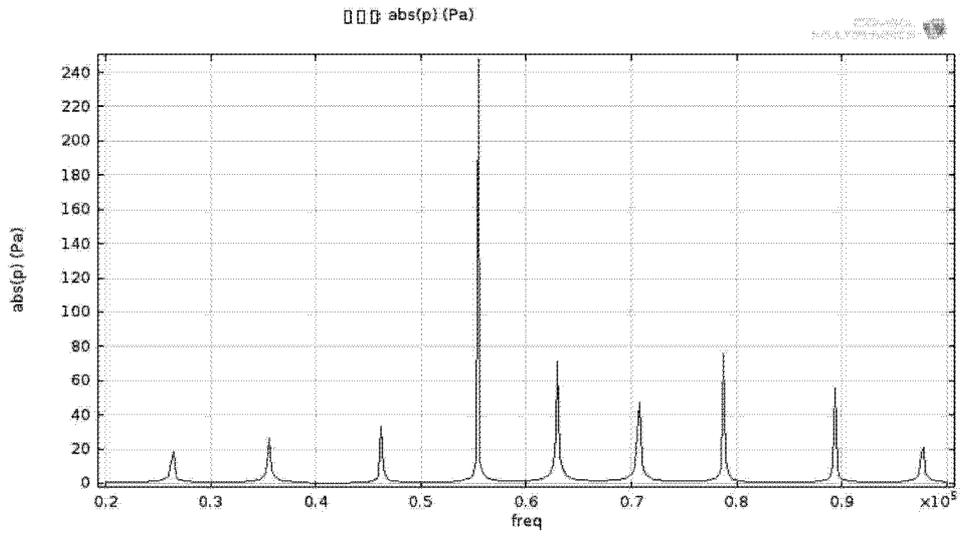


图 2

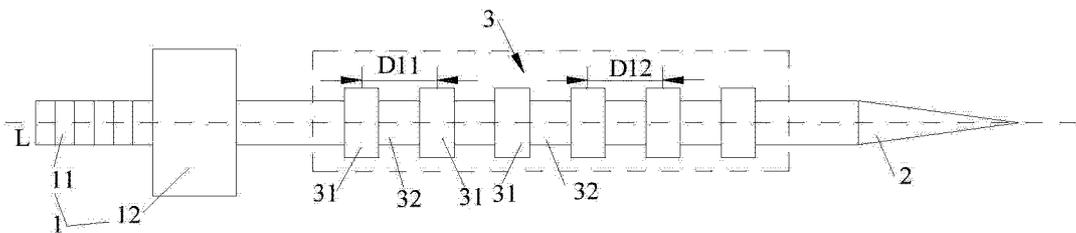


图 3

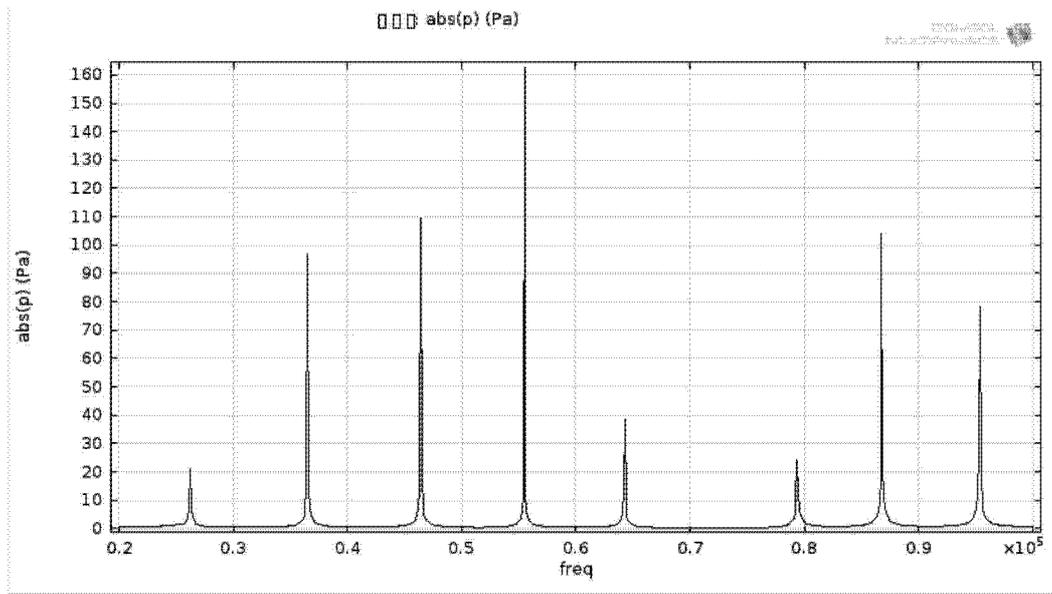


图 4

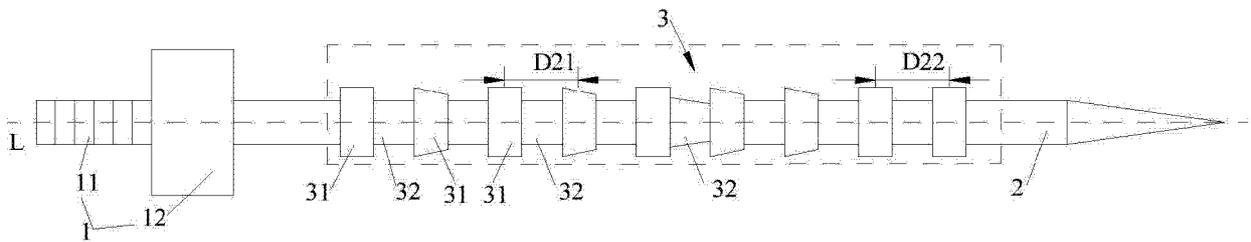


图 5

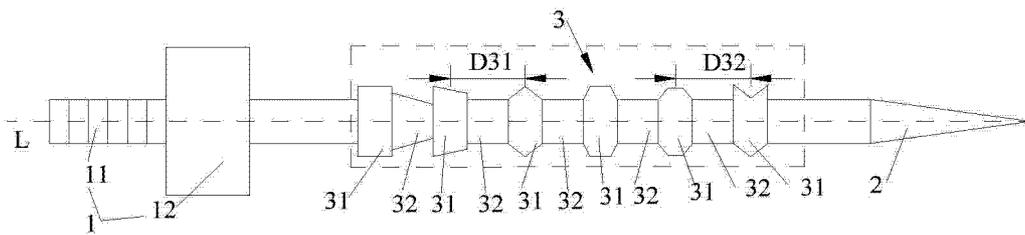


图 6

专利名称(译)	医用超声手术刀		
公开(公告)号	CN104027156A	公开(公告)日	2014-09-10
申请号	CN201410068159.7	申请日	2014-02-27
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所东海研究站 同济大学		
申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所东海研究站 同济大学		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所东海研究站 同济大学		
[标]发明人	周红生 徐峥 程茜 陈皓 钱梦驷		
发明人	周红生 徐峥 程茜 陈皓 钱梦驷		
IPC分类号	A61B17/3211		
CPC分类号	A61B17/320068 A61B2017/00017		
优先权	201410041985.2 2014-01-28 CN		
其他公开文献	CN104027156B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开医用超声手术刀。该超声手术刀包括刀杆，该刀杆具有连接端、刀尖和位于刀尖和连接端之间的周期重复结构，该周期重复结构由粗结构和细结构交替构成，所有的粗结构质量相等，所有的细结构质量相等，任意相邻的粗结构的重心之间的距离与任意另相邻的两粗结构的重心之间的距离之差小于0.3毫米。当声波通过该周期重复结构时，振动从螺纹段、连接段向前传递至周期重复结构，该结构对频率进行选择，对所需频率的声波产生响应，以共振形式将声波传递至刀头，不需要的频率声波产生截止，使其无法传递至刀头，所以，本发明的超声手术刀能工作在稳定的频率之下，不会增加由于频率飘移而产生的手术操作困难和不安全。

