



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108784786 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201810761703.4

(22)申请日 2018.07.12

(71)申请人 北京锐诺医疗技术有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地信息产业
基地三街1号楼-1层地下室A段445

(72)发明人 张学武 洪文亮

(74)专利代理机构 北京汇信合知识产权代理有
限公司 11335

代理人 戴凤仪

(51)Int.Cl.

A61B 17/32(2006.01)

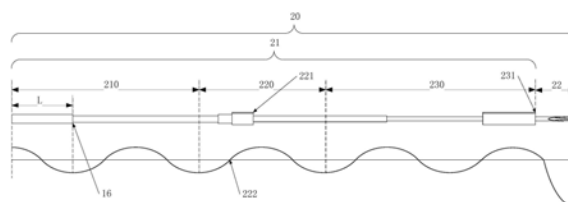
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

超声刀

(57)摘要

本发明提供了一种用于外科手术的超声刀。在本发明的实施例中提供一种超声刀,包括:刀杆和刀头,所述刀杆包括远离所述刀头的刀杆近端、刀杆中端和刀杆远端,其中所述刀杆远端与所述刀头连接;所述刀杆中端和/或所述刀杆远端设置有增益台阶,其中所述刀杆中端的第一节点至中端增益台阶的距离为半波长的10%~20%;以及所述刀头为弧形的切割刀锋。本发明公开的超声刀具有更宽的频率带宽,工作谐振点具有更低阻抗,刀尖具有更大、更均匀的振幅输出。



1. 一种超声刀,其特征在於,包括:刀杆和刀头,所述刀杆包括远离所述刀头的刀杆近端、刀杆中端和刀杆远端,其中所述刀杆远端与所述刀头连接;

所述刀杆中端和/或所述刀杆远端设置有增益台阶,其中所述刀杆中端的第一节点至中端增益台阶的距离为半波长的10%~20%;以及

所述刀头为弧形的切割刀锋。

2. 根据权利要求1所述的超声刀,其特征在於,所述刀杆中端和/或所述刀杆远端的增益台阶的增益大于1。

3. 根据权利要求1或2所述的超声刀,其特征在於,所述刀杆远端增益台阶远离所述刀头侧的刀杆上设置有锥形结构,所述锥形结构的起始面与终止面的直径之比大于0.9。

4. 根据权利要求3所述的超声刀,其特征在於,所述锥形结构的近侧起始面与远侧终止面的直径之比大于0.9且小于1。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的超声刀,其特征在於,所述中端第一节点至中端增益台阶的距离为半波长的13%~17%。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的超声刀,其特征在於,所述刀杆近端的远离所述刀头的第一半波长范围内设置有调频结构,以匹配来自声源的超声波。

7. 根据权利要求6所述的超声刀,其特征在於,所述调频结构为竹节结构,所述竹节结构的几何中心与波节重合。

8. 根据权利要求6所述的超声刀,其特征在於,所述调频结构为凹槽结构,所述凹槽结构的几何中心与波节重合。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的超声刀,其特征在於,所述调频结构的靠近所述刀头一侧的末端至所述第一半波长末端的距离与所述半波长之比大于0.4且小于0.6。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的超声刀,其特征在於,所述刀头设置有至少一个切割面。

超声刀

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械技术领域,尤其涉及一种超声刀。

背景技术

[0002] 超声刀是外科的一种新型的能源型清洁器械。与传统电刀相比,超声刀具有非常明显的优势:精确的切割、止血以及最小的热损伤,减少手术时间并可用于重要器官;极少的烟雾及焦化,保证手术中的视野清晰;无电流通过人体;可切割除骨组织之外的任何实质性组织。

[0003] 随着超声刀技术的发展,其越来越多的应用于临床,超声刀器械制造商也在不断对超声刀的性能进行优化。

[0004] 而超声刀振动系统的谐振特性,简明扼要的,就是谐振频率、谐振阻抗以及谐振振幅,这直接决定超声刀的工作状态,并影响超声刀的电声转换效率。超声刀振动系统一般有2个谐振点,即串联谐振点(F_s)与并联谐振点(F_p)。一般而言,对于2个谐振点,2个谐振点之间的间距(也即频宽)越大说明超声振动系统的谐振特性越好。超声刀的谐振振幅、阻抗等由刀身结构决定,尤其是增益台阶的设置与分布,同时这也影响超声刀的频率特性。进一步说,超声刀这三个谐振特性是紧密相关的,如何在三者之间协同优化使超声刀达到更优的谐振状态则是现在需要关注的核心点。

[0005] 更具体地,在现有技术中,刀杆工作的相位容限基本位于80Hz以内,这样的容限对于维持刀杆在复杂的工作环境下始终保持良好的谐振状态是不够的。就现有的方案来看,造成这种容限很窄的根本原因在于现有的超声刀刀杆传导部分的结构设计。图1例示了现有技术中的超声刀。如图1所示,现有的超声刀的刀杆传导部分,在相较于刀头较远的刀杆的近端第一半波长节点处设置了第一增益台阶。而在第一半波长节点处设置增益台阶,就增大了刀杆输入超声波的振动幅度,而振动幅度越大,声波在传播过程中与固体介质内部的摩擦就越大,声波能量损失就越明显,从而也就导致声波传导的不稳定,牺牲了谐振的相位容限。因此,现有的这种结构布局,不仅限制了刀杆谐振的相位容限,而且不利于声波的传导,损耗了能量。

[0006] 此外,在刀头部分也存在很大的问题,例如刀头更有效的振幅输出,刀头的热效应控制等,也亟需解决。

发明内容

[0007] 为了解决上述问题,本发明提出了一种技术方案,该技术方案摒弃了在刀杆的近端第一半波长节点处设置第一增益台阶的现有结构,通过在刀杆长度方向上不同位置处设置不同增益比的增益台阶,使得本发明的超声刀具有更优的频率特性、阻抗特性以及振幅特性,从而改进了本发明的超声刀的刀杆谐振的相位容限,提高了电能声能转化比率,使得超声刀具有更稳定的工作状态,并从整体上提高了超声刀的工作效率。

[0008] 根据本发明的实施例,提供了一种超声刀,其特征在于,包括:刀杆和刀头,所述刀

杆包括远离所述刀头的刀杆近端、刀杆中端和刀杆远端,其中所述刀杆远端与所述刀头连接;所述刀杆中端和/或所述刀杆远端设置有增益台阶,其中所述刀杆中端的第一节点至中端增益台阶的距离为半波长的10%~20%;以及所述刀头为弧形的切割刀锋。

[0009] 在本发明的实施例中,所述刀杆中端和/或所述刀杆远端的增益台阶的增益可以大于1,从而超声刀的谐振系统能够实现更大更均匀的振幅输出。

[0010] 在本发明的实施例中,所述刀杆远端增益台阶远离所述刀头侧的刀杆上设置有锥形结构,所述锥形结构的起始面与终止面的直径之比可以大于0.9。

[0011] 在本发明的实施例中,所述锥形结构的近侧起始面与远侧终止面的直径之比可以大于0.9且小于1。

[0012] 在本发明的实施例中,所述中端第一节点至中端增益台阶的距离可以为半波长的13%~17%。

[0013] 在本发明的实施例中,所述刀杆近端的远离所述刀头的第一半波长范围内设置有调频结构,以对接收到的超声波频率进行调节。

[0014] 在本发明的实施例中,所述调频结构可以为竹节结构,所述竹节结构的几何中心与波节重合,实现了提高系统的频率的效果。

[0015] 在本发明的实施例中,所述竹节结构可以为规则结构,也可以为非规则结构。具体地,在本发明的实施例中,所述竹节结构可以设置为规则的圆柱形或圆台形结构,其截面的直径大于杆体截面的直径。从而加强了刀杆的局部强度,并降低了输入超声波的振幅,局部降低了传入声波的能量损耗。

[0016] 在本发明的实施例中,所述调频结构可以为凹槽结构,所述凹槽结构的几何中心与波节重合,实现了降低系统的频率的效果。

[0017] 在本发明的实施例中,所述调频结构的靠近所述刀头一侧的末端至所述第一半波长末端的距离与所述半波长之比可以大于0.4且小于0.6。

[0018] 在本发明的实施例中,所述刀头设置有至少一个切割面。

[0019] 在本发明的实施例中,刀杆的谐振带宽大于100Hz。

附图说明

[0020] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0021] 图1为示意性地例示了现有技术的典型的超声刀的刀杆结构;

[0022] 图2示意性地例示了本发明的实施例公开的超声刀;

[0023] 图3示意性地例示了本发明的实施例公开的超声刀的刀杆中端结构;

[0024] 图4示意性地例示了本发明的实施例公开的超声刀的刀杆远端结构示意图;

[0025] 图5示意性地例示了本发明的实施例公开的超声刀的刀杆近端结构;

[0026] 图6示意性地例示了本发明的实施例公开的刀杆近端结构中的竹节结构的物理特性;

[0027] 图7示意性地例示了本发明另外的实施例公开的超声刀的刀杆近端的结构。

[0028] 图8示意性地例示了为本发明的实施例公开的超声刀的远端刀头结构;

[0029] 图9示意性地例示了图8所示实施例公开的远端刀头的侧面结构;

- [0030] 图10示意性地例示了本发明的实施例公开的远端刀头振动增益比的对比关系；
- [0031] 图11示意性地例示了本发明的实施例公开的远端刀头振幅均匀度的对比关系；以及
- [0032] 图12示意性地例示了本发明的实施例公开的超声刀的阻抗曲线的对比关系。

具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。

[0034] 在附图及实施方式中所使用相同或类似标号的元件/构件是用来代表相同或类似部分。并且附图仅为示意性的，其中的元件无需合乎比例。

[0035] 图2例示了根据本发明实施例的超声刀的结构。如图2所示，超声刀20包括刀杆21和刀头22，刀杆21包括相对于刀头22的刀杆近端210、刀杆中端220和刀杆远端230，刀杆远端230与刀头22连接。

[0036] 为了简明起见，本发明的实施例中涉及的刀杆“近”、“远”端是相对于超声刀的握持者而言的近和远，刀杆近端210距离刀头22最远，刀杆远端230与刀头22相连，以下将不再赘述它们与刀头的相对位置关系。

[0037] 在本发明的实施例中，优选的，刀杆近端210为超声刀的前1.5个波长长度左右的区域，刀杆中端220为紧接刀杆近端210的1个波长长度左右的区域，其余为刀杆远端230。通过优化刀杆远端、中端和近端的声学特性，从而实现刀头22更优的谐振特性，达到高输出、低能耗的效果。

[0038] 如图2所示，刀杆中端220可以设置有中端增益台阶221。在刀杆中端220上，其第一节点222至中端增益台阶221的距离L0可以为半波长的10%~20%。

[0039] 图3例示了本发明实施例的刀杆中端。如图3所示，中端的第一节点222设置在中端增益台阶221的左边(远离刀头方向)。通过调节第一节点222位置，进而第一节点222左右两边的结构来达到更优振型的效果。下面的表达式表示了节点前后质量和增益比的关系：

$$[0040] \quad \int M1 * V_{e11} * dx = \int M2 * V_{e12} * dx \quad (1)$$

$$[0041] \quad \int M1 * (2 * \pi * f) * AMP1 * dx = \int M2 * (2 * \pi * f) * AMP2 * V_{e12} * dx \quad (2)$$

[0042] 其中，M1、M2分别为节点前后的质量，V_{e11}、V_{e12}分别为节点前后的速度矢量，而AMP1、AMP2分别为输入端与输出端振幅，根据同一介质密度相等，从而增益比gain可以等效为：

$$[0043] \quad gain = M2 / M1 = AMP2 / AMP1 \quad (3)$$

[0044] 在本发明的实施例中，第一节点222至中端增益台阶221的距离L0还可以为半波长的13%~17%。优选地，第一节点222距中端增益台阶221的距离L0还可以为半波长的15%左右。在本发明的实施例中，通过在刀杆中端设置增益台阶，能够放大超声波的振幅，从而增强振动效果，为刀头提供更有效的振幅输出。

[0045] 图4例示了本发明实施例的刀杆远端。在本发明的实施例中，如图2、4所示，刀杆远端230也可以设置有远端增益台阶231，其可以放大超声波的振幅，从而增强振动效果，为刀头提供更有效的振幅输出。如上述表达式(1)~(3)所示，通过调整远端增益台阶231的位置，可以改变其增益。如图4所示，为了使超声刀整体达到更好的振动效果，在远端增益台阶

231的左边(远离刀头方向)设置了锥形结构232,节点也可以位于此锥形结构位置范围内。通过在本发明的实施例中引入锥形结构,使得刀尖的振幅缓缓增大,起到局部缓冲效果,同时协调刀尖振动均匀度,并从一定程度上加强刀头的工作强度。通过调节锥形结构232的输入面D1与输出面D2的直径,可以有效控制刀头尖端的振幅以及相关谐振特性的输出,增大D1可以减小刀尖的振幅,减小D2可以放大刀头尖端的振幅输出,通过控制两者之间的关系以达到更优的振幅等谐振特性输出。如图4所示,在本发明的实施例中,锥形结构232的起始面直径D1与终止面的直径D2之比可以大于0.9。

[0046] 在本发明的实施例中,锥形结构232的起始面与终止面的直径之比可以大于0.9且小于1。

[0047] 在本发明的实施例中,所述刀杆中端和/或所述刀杆远端的增益台阶的增益可以大于1,从而超声刀的谐振系统能够实现更大更均匀的振幅输出。

[0048] 图5例示了本发明的实施例公开的超声刀的刀杆近端结构。如图5所示,在本发明的实施例中,超声刀的刀杆近端210,为长度方向的等横截面的均匀结构。

[0049] 在本发明的实施例中,由于引入了特殊的增益结构,在刀杆长度几乎确定的情况下,这种增益结构可能会使得刀杆的谐振频率偏高或偏低。为了保证合适的超声波频率,在刀杆近端210的第一半波长范围内可以设置有调频结构,以匹配输入超声波频率。

[0050] 如图5所示,在刀杆近端210的第一半波长范围内可将调频结构设置为竹节结构211,竹节结构211的中间位置大致与波节重合。

[0051] 在本发明的实施例中,竹节结构为隆起结构,因其形似竹节形的结节而命名。

[0052] 由于刀杆是多波长结构,波在传播过程中会伴随声能的耗散,为了尽可能降低声能的耗散,通过调整竹节结构211的宽度和位置,可以使得刚传入刀杆内的超声波振幅降低,从而达到降低声能耗散的效果。适当调整竹节结构211的位置可以放大或减小振动幅度。在本发明的实施例中,通过设置竹节结构211末端至第一半波长末端16的距离d与第一半波长L之间的关系,来减小振动幅度。此外,竹节结构211对杆身起到支撑效果,进一步增加了超声刀的整体强度。

[0053] 在本发明的实施例中,为了达到更优的谐振状态,竹节结构211末端至第一半波长末端16的距离d与第一半波长L之比可以大于0.4且小于0.6(即 $0.4 < \frac{d}{L} < 0.6$)。

[0054] 图6例示了本发明的实施例公开的刀杆近端结构中的竹节结构的物理特性。如图6所示,在本发明的实施例中,调节竹节结构的外围直径D,刀杆的谐振频率会发生惊喜的变化。如图所示,逐步增加竹节结构的直径,则刀杆的频率会随直径的增加而增加,其变化关系几乎是一条直线。因此根据这一特性,可以在适当调节竹节结构直径的情况下来调节超声波频率,从而可以增加刀杆有效长度。这对于外科手术而言,可以大幅度提高手术的灵活性。

[0055] 在本发明的实施例中,所述竹节结构可以为规则结构,也可以为非规则结构。具体地,如图7所示,在本发明的实施例中,所述竹节结构可以设置为规则的圆柱形或圆台形结构,其截面的直径大于杆体截面的直径。从而加强了刀杆的局部强度,并降低了输入超声波的振幅。在本发明的实施例中,可将竹节结构设置为圆台形结构,而圆台形结构靠近刀头侧的横截面直径大于其近侧的横截面直径。

[0056] 在本发明的实施例中,在刀杆谐振频率偏高的情况下,所述调频结构还可以为凹槽结构,所述凹槽结构的几何中心与波节重合,实现了降低刀杆的频率以匹配超声波频率的效果。

[0057] 在本发明的实施例中,所述调频结构的靠近所述刀头一侧的末端至所述第一半波长末端的距离与所述半波长之比可以大于0.4且小于0.6。

[0058] 图8示意性地例示了为本发明的实施例公开的超声刀的刀头结构。如图8所示,刀头22为一段弧形的切割刀锋,刀头22上设置至少一个切割面223,切割面223与切割面223之间的交线为刀刃224。刀头22的刀锋是实施手术的关键部位,在本发明的实施例中,通过对刀杆的优化,使得刀头具有更好的输出,以及更佳的工作状态。

[0059] 图9示意性地例示了图8所示实施例公开的远端刀头的侧面结构。如图9所示,在本发明的实施例中,刀头22设置有至少一个切割面。

[0060] 图10-12分别示意性示出了本发明实施例公开的远端刀头振动增益、振幅均匀度以及阻抗曲线与现有技术的对比关系。

[0061] 在上述实施例中,优选地,如图10所示,本发明实施例的超声刀在刀头尖端具有更充分的振幅,而且在其他位置也表现出了更优的振幅,而更充分的超声波振动输出使得本发明实施例的超声刀刀头具有更佳的切割止血效果。

[0062] 如图11所示,在本发明的设计框架下,刀头14的输出振幅更大,同时振动更均匀,使刀杆的刀头切割刀锋具有高达85%以上的振动均匀度。刀头22的切割主要取决于振幅,振幅越大切割越快。同时切割的整体效果主要由刀头22的切割面223,尤其是刀刃224的振幅决定。

[0063] 如图12所示,阻抗曲线是超声振动系统的一个最基本也是最重要的衡量标准之一,超声振动系统的基本特性几乎都可以在阻抗曲线里面反映出来。本发明实施例的超声振动系统具有比以往设计更优越的阻抗曲线特性,串联谐振点与并联谐振点之间具有更宽的频率,刀杆振动系统的带宽(即反谐振频率与谐振频率之差)为110Hz以上,也即相位容限至少为100Hz以上,比以往设计多出至少20Hz,在串联谐振点具有更低的阻抗,同时并联点具有更高的阻抗,这些都反映出本发明实施例涉及的振动系统是一个低能耗的系统。

[0064] 根据本发明实施例提出的超声刀,通过在杆身长度方向与第一半波长不同位置处设置不同增益比的增益台阶,使得超声刀具有更宽的频率带宽,工作谐振点具有更低阻抗,而刀头具有更大、更均匀的振幅输出。

[0065] 应该注意的是,上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制,并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。单词“包括”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。

[0066] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。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被实践。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。本说明书中使用的语言主要是为了可读性和教导的目的而选择的,而不是为了解释或者限定本发明的主题而选择的。以上所述仅为本示意性的具体实施方式,在不脱离本发明的构思和原则的前提下,任何本领域的技术人员所做出的等同变化与修改,均应属于本发明保护的范围。

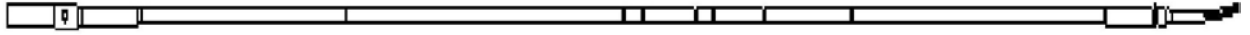


图1

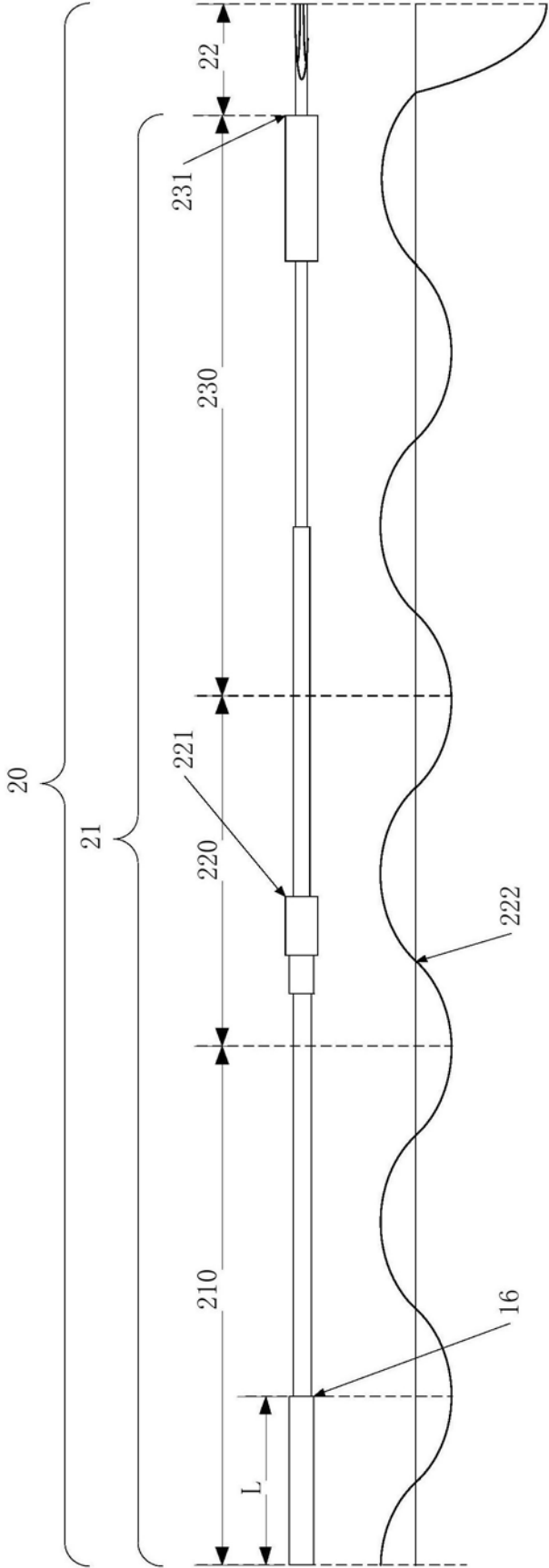


图2

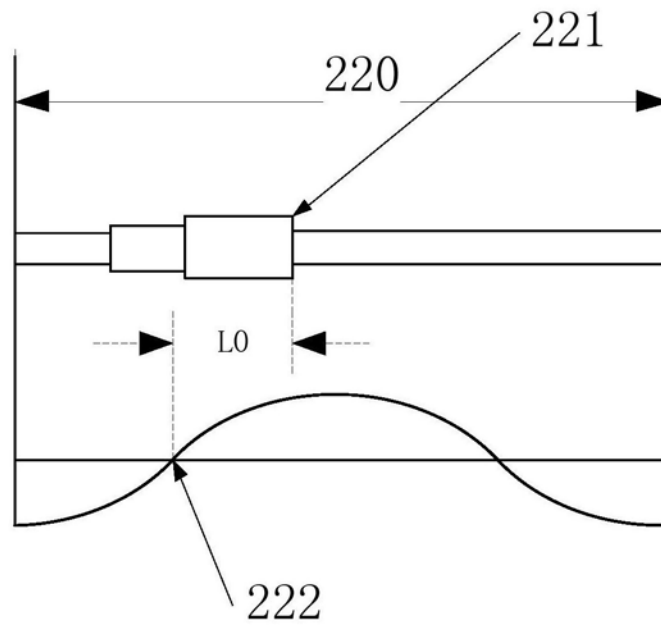


图3

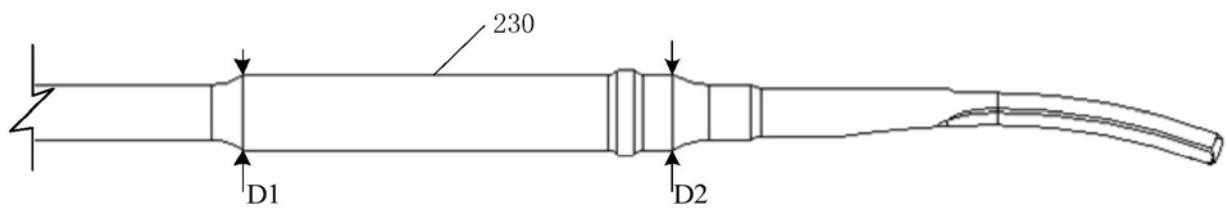


图4

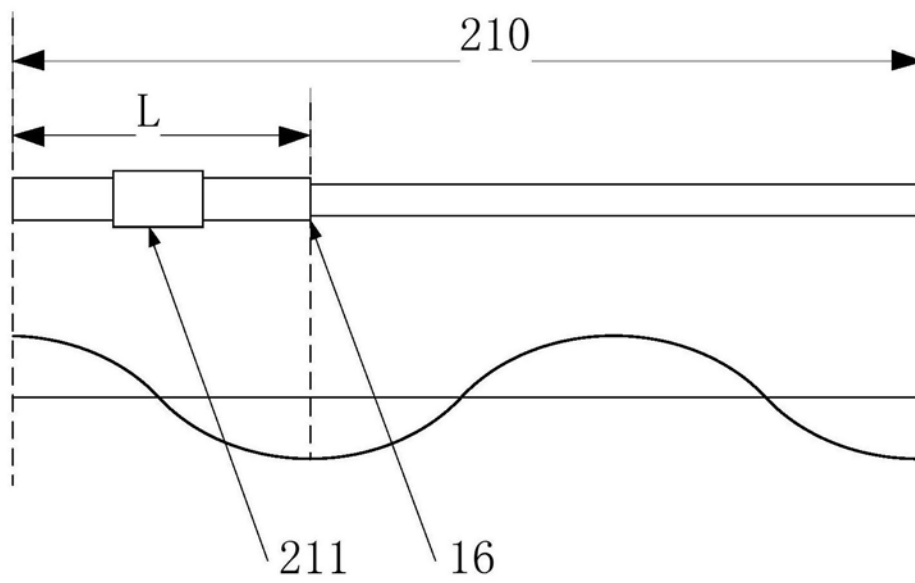


图5

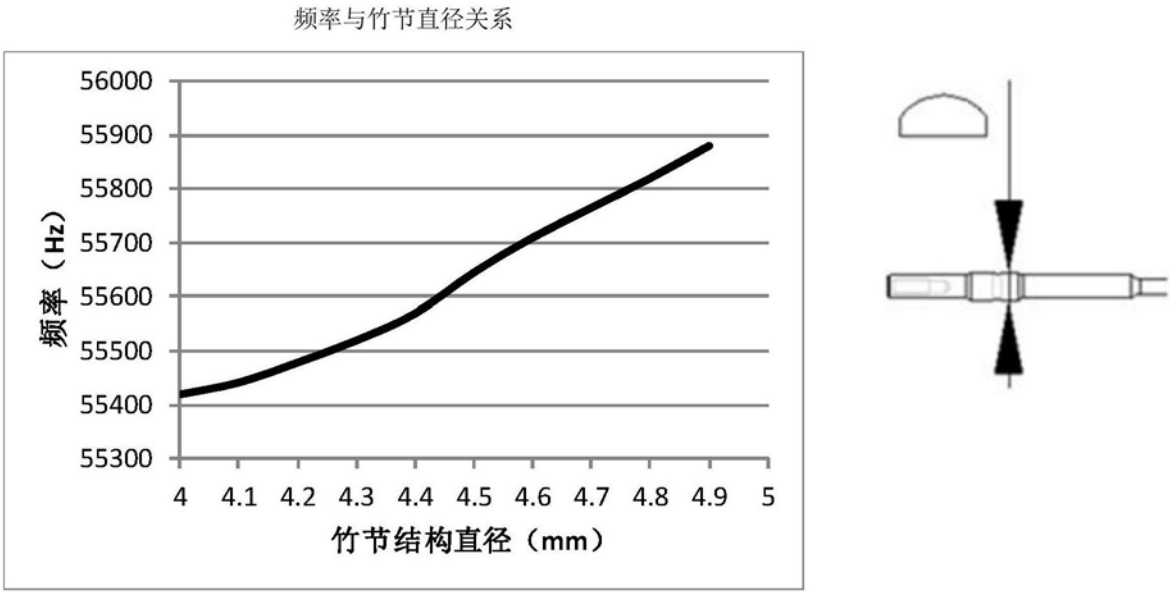


图6



图7

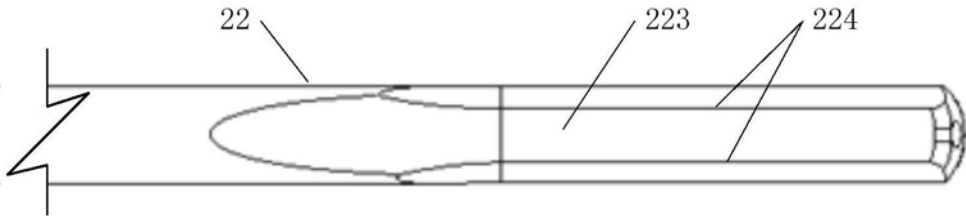


图8

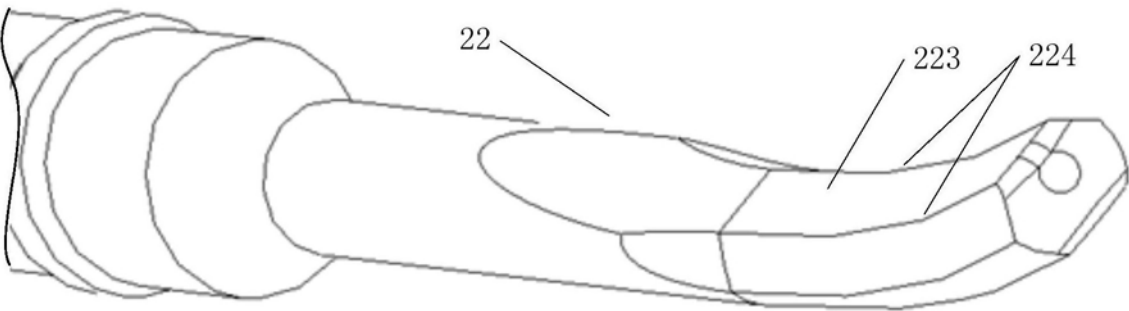


图9

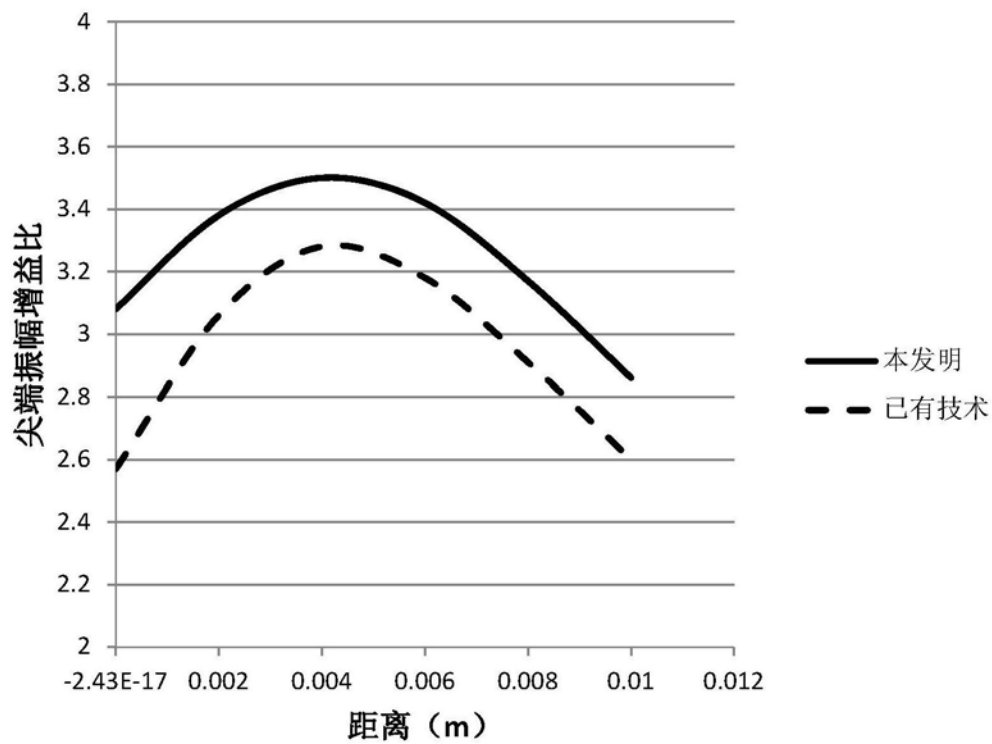


图10

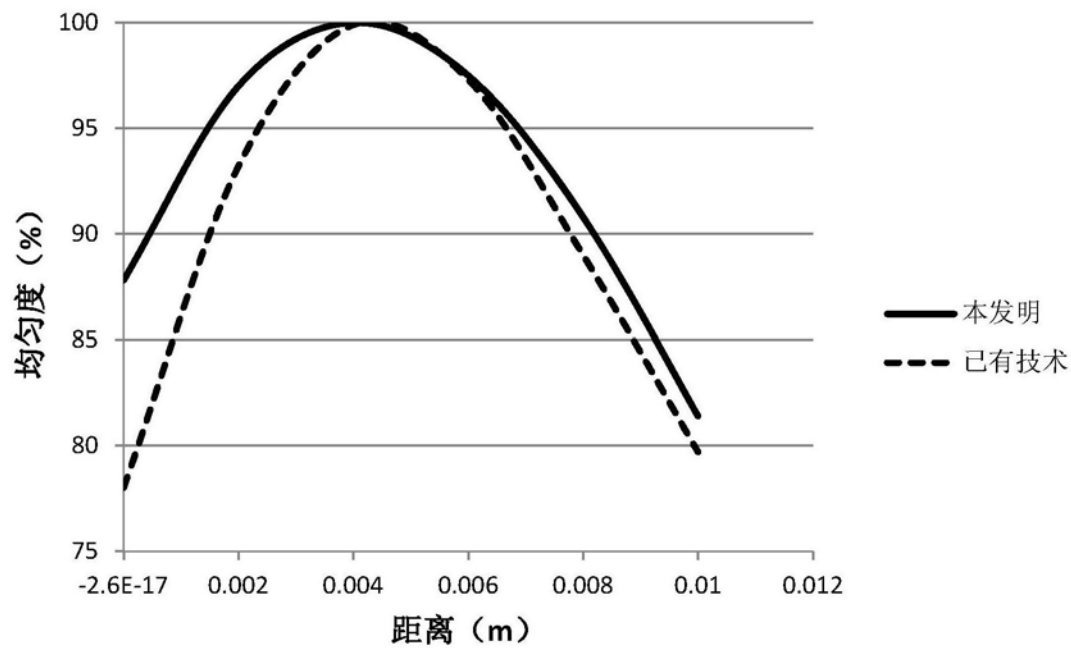


图11

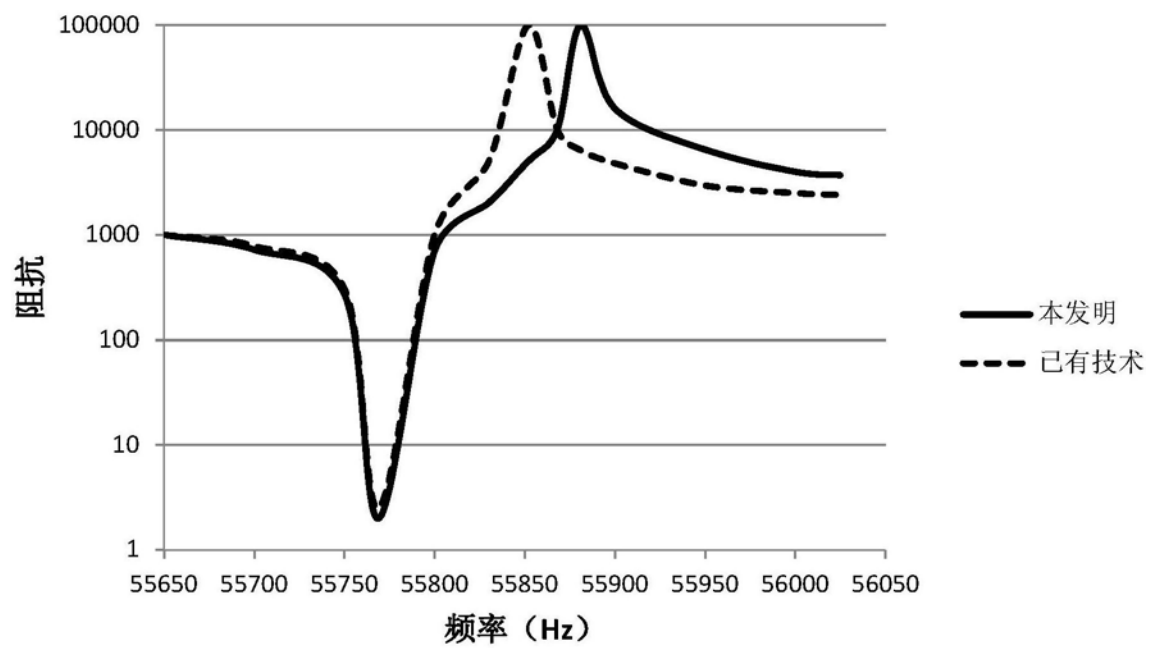


图12

专利名称(译)	超声刀		
公开(公告)号	CN108784786A	公开(公告)日	2018-11-13
申请号	CN201810761703.4	申请日	2018-07-12
[标]发明人	张学武 洪文亮		
发明人	张学武 洪文亮		
IPC分类号	A61B17/32		
CPC分类号	A61B17/320068 A61B2017/320069 A61B2017/320075 A61B2017/320082		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种用于外科手术的超声刀。在本发明的实施例中提供的一种超声刀，包括：刀杆和刀头，所述刀杆包括远离所述刀头的刀杆近端、刀杆中端和刀杆远端，其中所述刀杆远端与所述刀头连接；所述刀杆中端和/或所述刀杆远端设置有增益台阶，其中所述刀杆中端的第一节点至中端增益台阶的距离为半波长的10%~20%；以及所述刀头为弧形的切割刀锋。本发明公开的超声刀具有更宽的频率带宽，工作谐振点具有更低阻抗，刀尖具有更大、更均匀的振幅输出。

