



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110575231 A

(43)申请公布日 2019.12.17

(21)申请号 201910912237.X

(22)申请日 2019.09.25

(71)申请人 哈尔滨优脉雷声科技有限责任公司

地址 150040 黑龙江省哈尔滨市香坊区和  
兴路38号2号楼2518室

(72)发明人 刘丹青 杨彬 吴亚南

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权  
代理有限公司 23211

代理人 邓宇

(51)Int.Cl.

A61B 17/32(2006.01)

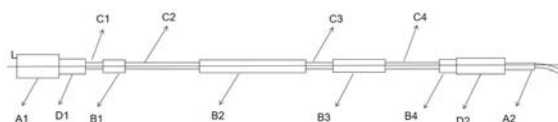
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

### (54)发明名称

一种超声刀的刀杆结构及超声刀

### (57)摘要

本发明提供了一种超声刀的刀杆结构及超声刀,刀杆结构的长度为297.5mm,刀杆结构包括依次连接的尾部、耦合区一、粗细交替区和耦合区二,粗细交替区由不同直径的圆柱交替组成,尾部为圆柱体,耦合区一为圆柱体,耦合区二为圆柱体;粗细交替区具有四个细结构和四个粗结构,所有的粗结构的直径均相等,所有的细结构的直径均相等,且粗结构和细结构之间的直径差小于0.3mm,耦合区一和粗细交替区中的细结构相连,耦合区二与粗细交替区中的粗结构相连。本发明能够在固定的频率范围内安全的工作,而不会由于频率漂移而产生操作困难或者使用不安全;当超声波通过粗细交替结构时会使超声刀刀头的振幅得到增强,提高电能转换效率。



1. 一种超声刀的刀杆结构,其特征在于:它的长度为297.5mm,它包括依次连接的尾部、耦合区一、粗细交替区和耦合区二,所述的粗细交替区由不同直径的圆柱交替组成,所述的尾部为圆柱体,其直径为4.68mm,长度为22.8mm,所述的耦合区一为圆柱体,其直径为3.2mm,长度为30mm,所述耦合区二为圆柱体,其直径为3.8mm,长度为20mm;所述的粗细交替区具有四个细结构和四个粗结构,自尾部至耦合区二方向四个细结构的长度依次分别为:47.2mm,30mm,30mm,17.5mm,四个粗结构的长度依次分别为:20mm,60mm,10mm,10mm;所有的粗结构的直径均相等,所有的细结构的直径均相等,且所述粗结构和细结构之间的直径差小于0.3mm,所述的耦合区一和粗细交替区中的细结构相连,所述的耦合区二与粗细交替区中的粗结构相连。

2. 根据权利要求1所述的一种超声刀的刀杆结构,其特征在于:刀杆结构它具有中心轴线,所有的粗结构和细结构都关于中心轴线对称,所有粗结构和细结构的重心都在中心轴线上。

3. 根据权利要求1所述的一种超声刀的刀杆结构,其特征在于:所有所述粗结构的直径均为2.84mm,所有所述细结构的直径均为2.6mm。

4. 根据权利要求1所述的一种超声刀的刀杆结构,其特征在于:在尾部开设有一螺纹孔,且通过螺钉与换能器连接。

5. 根据权利要求4所述的一种超声刀的刀杆结构,其特征在于:所述螺纹孔为M3螺纹孔,且深度为7mm。

6. 根据权利要求1所述的一种超声刀的刀杆结构,其特征在于:所有所述粗结构与所有所述细结构均有圆角过渡,且圆角半径均为0.05mm。

7. 一种超声刀,其特征在于:包括刀头和如权利要求1-6中任一项所述的超声刀的刀杆结构,所述刀头与耦合区二连接,所述刀头长度为23.5mm,刀头的一端为圆柱形结构,直径为2.14mm。

## 一种超声刀的刀杆结构及超声刀

### 技术领域

[0001] 本发明属于超声医学治疗领域,尤其是涉及一种超声刀的刀杆结构及超声刀。

### 背景技术

[0002] 在临床上,超声刀具有很好的效果,例如:刀口整齐,止血快,热损伤范围小,产生的烟雾少等,现在已经成为临床手术的重要工具,随着科技的不断发展,对超声刀的要求也越来越高,这些问题主要表现在超声刀在工作的过程中,容易收到外界干扰以及负载作用,很容易使其的振动模态由单纯的纵向振动转化为其他振动模态,从而影响超声刀的工作效率以及切割能力,从而对临床医生对手术刀的精密控制造成了一定的困难,进而影响手术效果,甚至危害患者的人身安全,传统的超声刀逐渐解决不了这些需要。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明旨在提出一种超声刀的刀杆结构及超声刀,能够在固定的频率范围内安全的工作,而不会由于频率漂移而产生操作困难或者使用不安全;当超声换能器工作时产生的超声波同过粗细交替结构时会使超声刀刀头的振幅得到增强,提高电能转换效率。

[0004] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0005] 一种超声刀的刀杆结构,它的长度为297.5mm,它包括依次连接的尾部、耦合区一、粗细交替区和耦合区二,所述的粗细交替区由不同直径的圆柱交替组成,所述的尾部为圆柱体,其直径为4.68mm,长度为22.8mm,所述的耦合区一为圆柱体,其直径为3.2mm,长度为30mm,所述耦合区二为圆柱体,其直径为3.8mm,长度为20mm;所述的粗细交替区具有四个细结构和四个粗结构,自尾部至耦合区二方向四个细结构的长度依次分别为:47.2mm,30mm,30mm,17.5mm,四个粗结构的长度依次分别为:20mm,60mm,10mm,10mm;所有的粗结构的直径均相等,所有的细结构的直径均相等,且所述粗结构和细结构之间的直径差小于0.3mm,所述的耦合区一和粗细交替区中的细结构相连,所述的耦合区二与粗细交替区中的粗结构相连。

[0006] 进一步的,所述刀杆结构它具有中心轴线,所有的粗结构和细结构都关于中心轴线对称,所有粗结构和细结构的重心都在中心轴线上。

[0007] 进一步的,所有所述粗结构的直径均为2.84mm,所有所述细结构的直径均为2.6mm。

[0008] 进一步的,在尾部开设有一螺纹孔,且通过螺钉与换能器连接。

[0009] 进一步的,所述螺纹孔为M3螺纹孔,且深度为7mm。

[0010] 进一步的,所有所述粗结构与所有所述细结构均有圆角过渡,且圆角半径均为0.05mm。

[0011] 一种超声刀,包括刀头和上述任一方案中的超声刀的刀杆结构,所述刀头与耦合区二连接,所述刀头长度为23.5mm,刀头的一端为圆柱形结构,直径为2.14mm。

[0012] 相对于现有技术,本发明所述的一种超声刀的刀杆结构及超声刀具有以下优势:

[0013] 本发明所述的一种超声刀的刀杆结构及超声刀,刀杆结构使用了粗细交替的结构,这样,当超声波通过该结构时,在交替结构中形成声波纵向振动和横向振动。据波动声学原理,声波在有界杆中传播,当杆的长度为半波长的整数倍时,杆将发生谐振,在杆的自由端会获得最大输出振幅。当声波在每一个结构中传播时,每一个结构内,声波由于其波长和结构周期的关系会形成纵向振动和横向振动并向前传播,在每一个结构中都发生振动,该结构产生共振,共振的能量可以直接被传递到刀头,使刀头产生强烈的振动,从而被适用于医学手术。我们在刀杆部位设计出粗细不同的结构,一是可以有效的提高纵向振动并减弱横向振动;二是当往刀头部位传递的声波与返回的声波由于相位差产生抵消,经过几个粗细不同的结构后,声波的能量完全被吸收,使得刀头工作稳定,且增强超声刀的切割效果。

[0014] 耦合区一的设置是过渡传导的作用,耦合区一的设置有效防止声波直接进入刀杆(不规则的粗细交替区),由于尾端与细结构之间的直径差太大,会导致应力过大,耦合区一的设置,减小了直径差,有效预防刀杆断裂;耦合区二的设置,防止刀杆在工作的过程中,刀杆振动幅度较大与手术刀的管壁发生碰撞,耦合区二相当于一个固定端。

[0015] 本发明能够在固定的频率(55.5kHz)范围内安全的工作,而不会由于频率漂移而产生操作困难或者使用不安全;当超声换能器工作时产生的超声波通过粗细交替结构时会使超声刀刀头的振幅得到增强,提高电能转换效率。

## 附图说明

[0016] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0017] 图1为现有的超声刀的结构示意图;

[0018] 图2为现有的超声刀在55.5kHz频率下的振幅示意图;

[0019] 图3为现有的超声刀在55.5kHz频率下的应力示意图;

[0020] 图4为本发明的超声刀的结构示意图;

[0021] 图5为本发明的超声刀在55.5kHz频率下的振幅示意图;

[0022] 图6为本发明的超声刀在55.5kHz频率下的应力示意图;

[0023] 图7为带有圆角处理的超声刀的结构示意图。

## 具体实施方式

[0024] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0025] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0026] 如图1所示为现有的超声刀,其具有尾部、细长刀杆和刀头,现有的超声刀在固定频率55.5kHz下的振幅示意图及应力示意图如图2和图3所示。现有的超声手术刀的细长刀杆的长度为274.7mm,尾部长度为22.8mm,刀头长度为23.5mm。

[0027] 如图4所示,一种超声刀,包括刀杆结构和刀头A2且总长为321mm,其中刀杆结构的长度为297.5mm,刀头A2的长度为23.5mm,所述的刀杆结构包括依次连接的尾部A1、耦合区

一D1、粗细交替区和耦合区二D2,所述的耦合区二D2与刀头A2连接,刀头A2与耦合区二D2连接的一端为圆柱形结构,直径为2.14mm,所述的粗细交替区由不同直径的圆柱交替组成,所述的尾部A1为圆柱体,其直径为4.68mm,长度为22.8mm;所述的耦合区一为圆柱体,其直径为3.2mm,长度为30mm,所述耦合区二为圆柱体,其直径为3.8mm,长度为20mm;所述的粗细交替区具有四个细结构和四个粗结构,自尾部A1至刀头A2方向,四个细结构依次标记为C1、C2、C3和C4,且长度依次分别为:47.2mm,30mm,30mm,17.5mm,四个粗结构依次标记为B1、B2、B3和B4,且长度依次分别为:20mm,60mm,10mm,10mm;所有粗结构的直径均相等,所有细结构的直径均相等,且粗结构和细结构之间的直径差小于0.3mm,具体可以为:所有所述粗结构的直径均为2.84mm,所有所述细结构的直径均为2.6mm,所述的耦合区一D1和细结构C1相连,所述的耦合区二D2与粗结构B4相连。

[0028] 所述刀杆结构它具有中心轴线,所有的粗结构和细结构都关于中心轴线对称,所有粗结构和细结构的重心都在中心轴线上。

[0029] 在尾部开设有一螺纹孔,且通过螺钉与换能器连接。所述螺纹孔为M3螺纹孔,且深度为7mm。尾部A1与换能器连接;耦合段D1与粗细交替结构连接,将换能器产生的超声波耦合入粗细交替结构。

[0030] 如图7所示,所有所述粗结构与所有所述细结构均有圆角过渡,且圆角半径均为0.05mm。这种结构的手术刀仍然具有前述手术刀的优点,并且使得刀杆振动的时候应力更加平滑,相对前述手术刀粗细结构连接处的应力相对更小,避免了刀杆结构猝断的可能性,这个结构的加入美观程度相对前述手术刀更加美观。

[0031] 本申请中,所有粗结构B1-B4长度不相等,所有细结构C1-C4长度不相等,当粗细结构长度不相等时,在工作频率通过时,刀头A2的振动强度比粗结构B1-B4和细结构C1-C4长度相等时振动强度大,振幅大,而且产生的横波更弱,工作精度更高;所有粗结构B1-B4的形状相同,所有细结构C1-C4的形状相同,采用这样的结构时,使得在工作频率通过超声刀时,刀头A2的振动强度比所有粗结构B1-B4的形状不同或者不完全相同,所有细结构C1-C4的形状不同或者不完全相同时更强,振幅更大,产生影响刀头A2振幅的横波更弱;而且,刀头A2沿着中轴线L方向振动,振动更稳定。

[0032] 通过图2和图4相对比,可以看到在55.5kHz频率处本申请的刀杆结构的振动相比现有手术刀的刀杆的振动降低,本申请的刀头的振动相比现有手术刀的刀头的振动增强;通过图3和图5相对比,可以看到在55.5kHz频率处本申请的刀杆结构的应力相比现有手术刀的刀杆的应力降低,手术刀工作时刀杆发生的断裂故障的几率大大降低。

[0033] 根据波动声学原理,声波在有界杆中传播,当杆的长度为半波长的整数倍时,杆将发生谐振,在杆的自由端会获得最大输出振幅,本申请中,超声波的频率为55.5kHz,超声刀的材料为钛合金材料,超声波在超声刀内传递的波速 $v$ 为5090m/s,根据公式 $\lambda=v/f$ ,及 $L=\lambda n/2$ ( $n=1,2,3,\dots,\infty$ ), $n$ 取7,可以计算得出超声刀的总长度 $L=321$ mm;为保证自由端(刀头)具有更强的纵振,根据能量守恒理论,在有限长的杆中将某一部位进行加粗就会降低刀杆的局部纵振,从而加强自由端(刀头)的振动;而通过在纵向位移极大处加粗,能够更加有效抑制纵向振动幅度,因此将刀杆结构的加粗的位置设定为超声波通过杆的每个波谷处,这样就会降低刀杆处的纵振,使得刀头部位的纵振得到加强,超声刀的切割效果更好。

[0034] 当刀杆中间为这样粗细交替结构时,超声波通过刀杆时,根据传播的方向和频率

不同可以在刀杆内形成两种传播状态不同的声波,分别为:纵波和横波。当声波在刀杆内传播时,声波的波长和交替的结构关系会形成纵波向前传递,在每一个结构中传递,该结构会产生共振,声波产生的能量伴随着共振向前传递至刀头部位,使刀头发生强烈振动,从而可以应用于手术。同时声波会在刀杆内形成横波,横波无法向前传递,保留在刀杆内,但横波与纵波会由于相位差产生抵消,因此经过数个粗细结构后,传到刀头的纵波一部分回馈,回馈的纵向声波与刀杆中的横波由于相位产生抵消,因此回馈的纵向声波产生的能量几乎被吸收完,使得刀头更接近“纯”纵振模态,增强刀头的切割效果,因此本发明医用超声刀有效解决了超声刀的工作效率以及切割能力问题。

[0035] 另外,根据声子晶体理论,利用集中质量法和传递矩阵法分别计算了无限周期变截面长杆的纵波和横波的带隙结构,确定了超声刀刀杆的几何参数。利用有限元法,模拟计算了有限周期的细长杆的带隙特性,通过调节刀杆几何结构控制刀杆振动模态,使55.5kHz的纵波振动处于声子晶体的通带,而横向振动处于声子晶体的阻带,使纵波能够无衰减通过即具有“通纵振、阻横振”的传输特性。

[0036] 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。

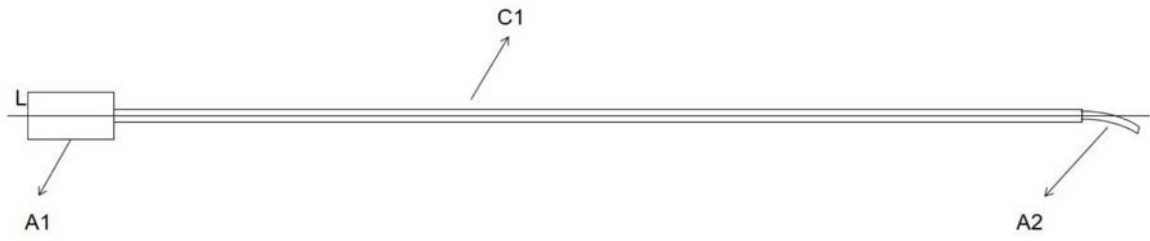


图1

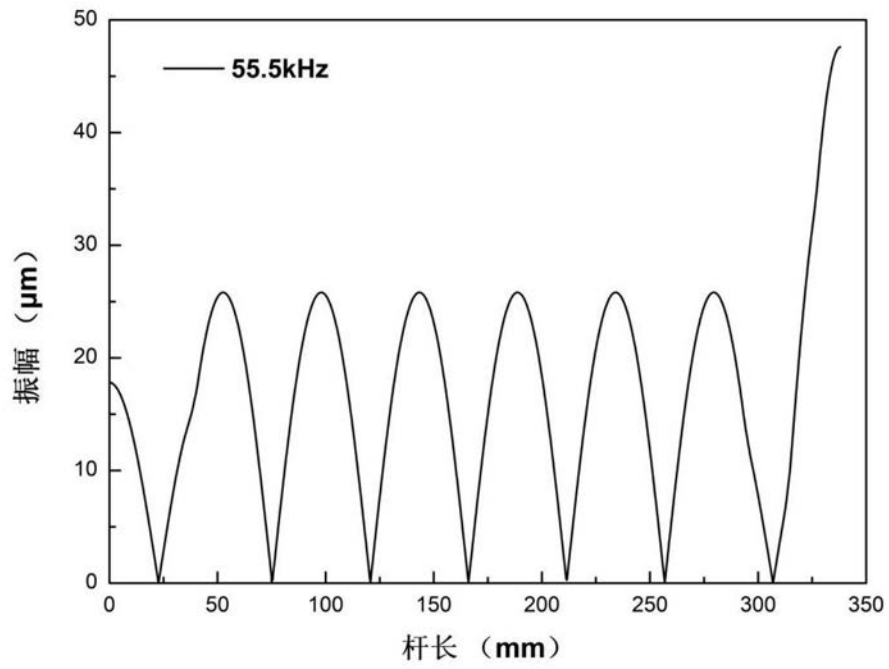


图2

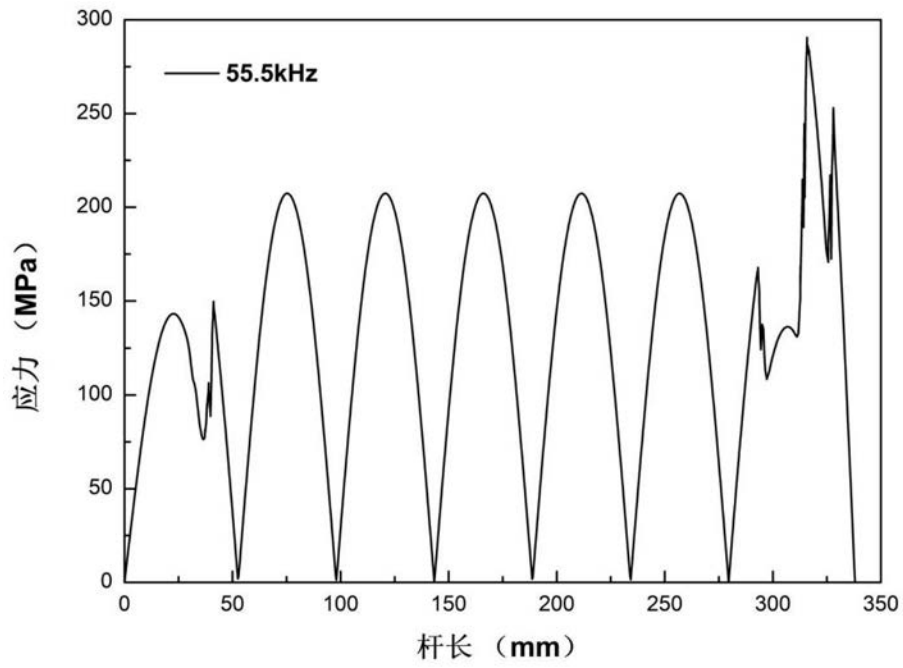


图3

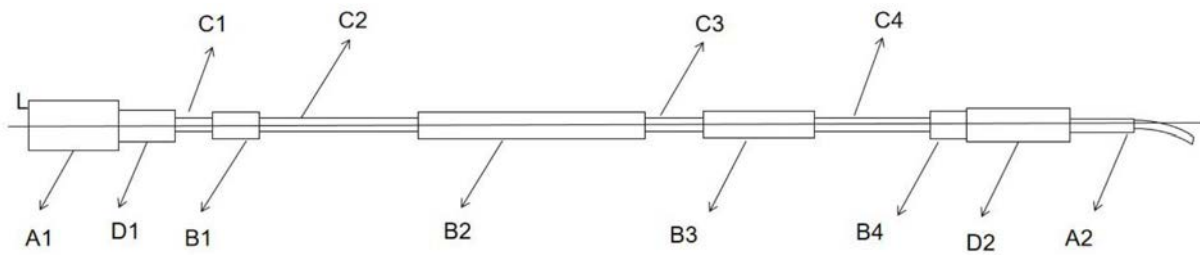


图4



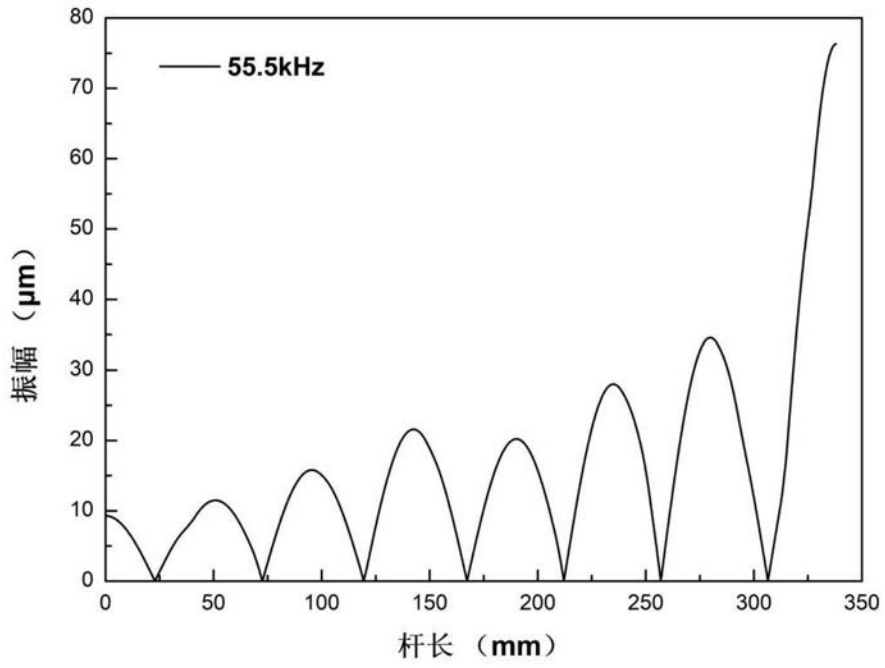


图5

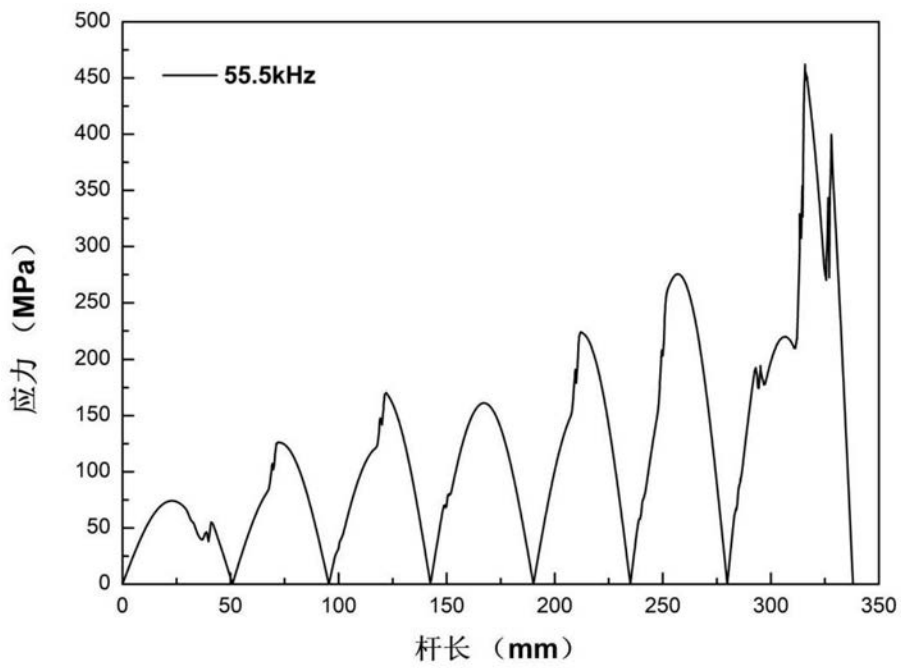


图6

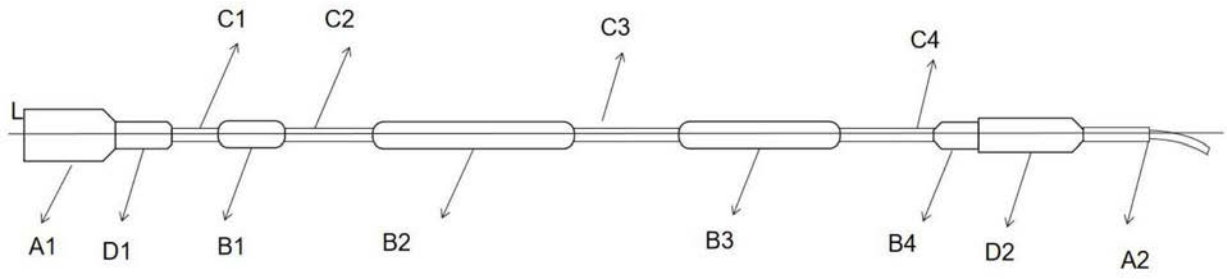


图7

专利名称(译)	一种超声刀的刀杆结构及超声刀		
公开(公告)号	<a href="#">CN110575231A</a>	公开(公告)日	2019-12-17
申请号	CN201910912237.X	申请日	2019-09-25
[标]发明人	刘丹青 杨彬 吴亚南		
发明人	刘丹青 杨彬 吴亚南		
IPC分类号	A61B17/32		
CPC分类号	A61B17/320068		
代理人(译)	邓宇		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供了一种超声刀的刀杆结构及超声刀，刀杆结构的长度为297.5 mm，刀杆结构包括依次连接的尾部、耦合区一、粗细交替区和耦合区二，粗细交替区由不同直径的圆柱交替组成，尾部为圆柱体，耦合区一为圆柱体，耦合区二为圆柱体；粗细交替区具有四个细结构和四个粗结构，所有的粗结构的直径均相等，所有的细结构的直径均相等，且粗结构和细结构之间的直径差小于0.3mm，耦合区一和粗细交替区中的细结构相连，耦合区二与粗细交替区中的粗结构相连。本发明能够在固定的频率范围内安全的工作，而不会由于频率漂移而产生操作困难或者使用不安全；当超声波通过粗细交替结构时会使超声刀刀头的振幅得到增强，提高电能转换效率。

