



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107595367 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(21)申请号 201710979896.6

(22)申请日 2017.10.19

(71)申请人 以诺康医疗科技(苏州)有限公司

地址 215000 江苏省苏州市工业园区星湖  
街218号B2-409室

(72)发明人 颜忠余 王磊 骆威

(74)专利代理机构 南京艾普利德知识产权代理  
事务所(特殊普通合伙)  
32297

代理人 陆明耀

(51)Int.Cl.

A61B 17/32(2006.01)

B06B 1/06(2006.01)

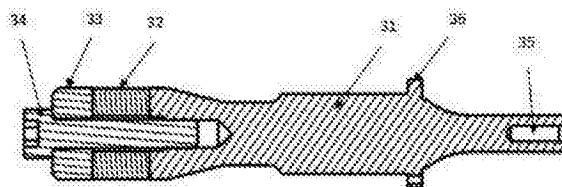
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

超声手术刀用换能器

(57)摘要

本发明公开一种超声手术刀用换能器,包括由远及近依次连接的第一连接件、固定件、变幅杆、压电转换体、后端垫环、第二连接件,本发明提供的换能器通过换能器中变幅杆和压电转换体之间的参数变化形成规律,从而得到使所述换能器既有良好的稳定性能,又具有良好的增益性能。



1. 一种超声手术刀用换能器,包括由远及近依次连接的第一连接件、固定件、变幅杆、压电转换体、后端垫环、第二连接件,其特征在于,所述压电转换体的总长度 $L_d$ 满足以下公式:

所述压电转换体与换能器工作频率对应的波长为 $\lambda$ ;所述变幅杆设置有两节变幅,变幅处的前后端直径分别为 $D_{f1}$ 、 $D_{b1}$ 和 $D_{f2}$ 、 $D_{b2}$ ;其中, $L_d$ 、 $\lambda$ 、 $D_{f1}$ 、 $D_{b1}$ 、 $D_{f2}$ 、 $D_{b2}$ 之间满足如下条件:

$$\frac{L_d}{\lambda} = \frac{1}{25} \times \left( \frac{D_{b1}}{D_{f1}} \times \frac{D_{b2}}{D_{f2}} \right)^2 - 1/5 \quad (1)$$

$$2 < \frac{D_{b1}}{D_{f1}} \times \frac{D_{b2}}{D_{f2}} < 4 \quad (2)$$

当所述 $D_{f2}$ 和 $D_{b1}$ 为定值,根据公式(2)计算选择 $D_{f1}$ 和 $D_{b2}$ ,再根据公式(1)和 $\lambda$ 来得出 $L_d$ ;  $L_d$ 的计算结果在10%的范围内调整。

2. 根据权利要求1所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述压电转换体包括4-8片压电片。

3. 根据权利要求2所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,该组压电转换体处于近端半波长内。

4. 根据权利要求1所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述压电转换体近端的垫环和第二连接件为钢或钛合金,远端为铝或钛合金。

5. 根据权利要求1所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述变幅杆包括:

在近端设有一渐缩的锥体(54)和台阶部分(53);所述锥体(54)包括顶端和底端,所述顶端连接所述台阶部分;所述顶端直径为 $D_{f1}$ ,所述底端部分直径为 $D_{b1}$ ;

在中间段设有增大部分(52),所述增大部分(52)的直径为 $D_{b2}$ ;

在远段有一渐缩的圆弧部分(51),所述圆弧部分(51)向远端延伸出一远端杆,所述远端杆直径为 $D_{f2}$ 。

6. 根据权利要求5所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述锥体(54)和所述台阶部分(53)形成第一变幅部分;所述增大部分(52)和所述远端杆形成第二变幅部分。

7. 根据权利要求1所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述变幅杆包括:在近端设有一渐缩的锥体(64)和台阶部分(63),所述锥体(64)包括顶端和底端,所述底端的直径 $D_{b1}$ ,锥体(64)的顶端直径 $D_{f1}$ ;

在中间段设置有一增大部分(62),在所述增大部分(62)上设置有法兰结构,及与所述法兰结构连接的台阶,所述增大部分与所述远端杆连接处设有一圆弧部分,与所述圆弧部分连接的所述增大部分的直径为 $D_{b2}$ ;

所述远端杆(61)的直径 $D_{f2}$ 。

8. 根据权利要求7所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述锥体(64)和所述台阶部分(63)形成第一变幅部分;所述增大部分(62)和所述远端杆(61)形成第二变幅部分。

9. 根据权利要求7所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述变幅杆的核心长度从端面(65)到端面(66)为64-72毫米。

10. 根据权利要求1~9任意一项所述的超声手术刀用换能器,其特征在于,所述超声手术刀用换能器为波长换能器,具体为所述换能器上设置有两个纵振动的波节点。

## 超声手术刀用换能器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种医疗器械领域,尤其涉及一种超声手术刀用换能器。

### 背景技术

[0002] 超声手术刀大规模的应用已有20多年的历史,比起其它的手术方法,其优点是:产生烟雾少,手术视野清晰,热损伤小,兼有组织切割、凝固和分离的作用,且可精确控制切割和凝固范围,无电损伤的可能,快速振荡有自净作用,减少刀与组织的粘合。

[0003] 超声手术刀可用于腔镜和内窥镜手术,也可用于开放式手术,可与其它手术器械,如传统的机械手术刀、电刀协调使用,也可单独使用,因为其集抓、剪、切、剥离、止血等多动能于一体。对不同的手术,需要适合的手柄来达到更易操作,更稳定平衡的效果。

[0004] 为了使用安全,医生手持的超声手术刀系统在工作过程中过热,所以需要提高超声手术刀的工作效率,消耗很少的能量,为了达到上述目的,就需要提高超声手术刀系统的增益;但过高的增益又会降低系统稳定性。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供一种既能够提高超声手术刀系统稳定性又能够提高超声手术刀系统的增益的换能器。

[0006] 为解决以上技术问题,本发明的技术方案为采用一种超声手术刀用换能器,包括由远及近依次连接的第一连接件、固定件、变幅杆、压电转换体、后端垫环、第二连接件,所述压电转换体的总长度 $L_d$ 满足如下公式:所述压电转换体与换能器工作频率对应的波长为 $\lambda$ ;所述变幅杆设置有两节变幅,变幅处的前后端直径分别为 $D_{f1}$ ,  $D_{b1}$ 和 $D_{f2}$ ,  $D_{b2}$ ;  $L_d$ 、 $\lambda$ 、 $D_{f1}$ 、 $D_{b1}$ 、 $D_{f2}$ 、 $D_{b2}$ 之间满足如下条件:

$$[0007] \quad \frac{L_d}{\lambda} = \frac{1}{25} \times \left( \frac{D_{b1}}{D_{f1}} \times \frac{D_{b2}}{D_{f2}} \right)^2 - 1/5 \quad (1)$$

$$[0008] \quad 2 < \frac{D_{b1}}{D_{f1}} \times \frac{D_{b2}}{D_{f2}} < 4 \quad (2)$$

[0009] 当所述 $D_{f2}$ 和 $D_{b1}$ 为定值,根据公式(2)计算 $D_{f1}$ 和 $D_{b2}$ ,再根据公式(1)和 $\lambda$ 来得出 $L_d$ ;  $L_d$ 的计算结果在10%的范围内调整。

[0010] 优选的,所述压电转换体包括4-8片压电片。

[0011] 优选的,该组压电转换体处于近端半波长内。

[0012] 优选的,所述压电转换体近端的垫环和第二连接件为钢或钛合金,远端为铝或钛合金。

[0013] 优选的方案,所述变幅杆包括:

[0014] 在近端设有一渐缩的锥体和台阶部分;所述锥体包括顶端和底端,所述顶端连接所述台阶部分;所述顶端直径为 $D_{f1}$ ,所述底端部分直径为 $D_{b1}$ ;

[0015] 在中间段设有增大部分,所述增大部分的直径为 $D_{b2}$ ;

[0016] 在远段有一渐缩的圆弧部分,所述圆弧部分向远端延伸出一远端杆,所述远端杆直径为 $D_{f2}$ 。

[0017] 优选的,所述椎体和所述台阶部分形成第一变幅部分;所述增大部分和所述远端杆形成第二变幅部分。

[0018] 或者另一优选的方案,所述变幅杆包括:

[0019] 在近端设有一渐缩的椎体和台阶部分,所述椎体包括顶端和底端,所述底端的直径 $D_{b1}$ ,椎体的顶端直径 $D_{f1}$ ;

[0020] 在中间段设置有一增大部分,在所述增大部分上设置有法兰结构,及与所述法兰结构连接的台阶,所述增大部分与所述远端杆连接处设有一圆弧部分,与所述圆弧部分连接的所述增大部分的直径为 $D_{b2}$ ;

[0021] 所述远端杆的直径 $D_{f2}$ 。

[0022] 优选的,所述椎体和所述台阶部分形成第一变幅部分;所述增大部分和所述远端杆形成第二变幅部分。

[0023] 优选的,所述变幅杆的核心长度从端面到端面为64-72毫米。

[0024] 优选的,所述超声手术刀用换能器为波长换能器,具体为所述换能器上设置有两个纵振动的波节点。

[0025] 本发明的首要改进之处为本发明提供的换能器将换能器机械的增益和电的增益放在一起全盘考虑,使手柄的增益问题和系统工作稳定性能同时得到改善。对于超声手术刀面对的机械负载,也就是夹持软组织产生的机械阻抗,如果机械的增益,也就是公式(2)所计算的变幅值太小,换能器会因大的机械振荡而发热;但如果其中的一级变幅太大,变幅后的远端可能会被抑制而无法稳定输出。用两级变幅、公式(2)限定的变幅范围可以使换能器适合这种负载状况的应用。根据机械的增益,电的增益也要调整,不然换能器的电输入阻抗会很高且对负载和频率很敏感,所以需要合适调整压电转换体的体积和位置。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明实施例1提供的一种换能器的示意图;

[0027] 图2是本发明实施例1提供的换能器对应的变幅杆示意图;

[0028] 图3是本发明实施例1提供的用于腔镜或开放手术的手柄和刀具示意图;

[0029] 图4是本发明实施例2提供的一种换能器的示意图;

[0030] 图5是本发明实施例2提供的换能器对应的变幅杆示意图;

[0031] 图6是本发明实施例2提供用于开放手术的手柄和刀具示意图。

## 具体实施方式

[0032] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

[0033] 为了满足合适的增益,介电性能,足够驱动组织剪切止血的能力,和对电路驱动的要求,本发明提出如下的设计方案:。

[0034] 一种超声手术刀用换能器,包括由远及近依次连接的第一连接件、固定件、变幅杆、压电转换体、后端垫环、第二连接件,设所述压电转换体的总长度为 $L_d$ ;压电转换体与换

能器工作频率对应的波长为 $\lambda$ ;

[0035] 所述变幅杆设置有两节变幅,变幅处的前后端直径分别为 $Df1, Db1$ 和 $Df2, Db2$ ;  $Ld$ 、 $\lambda$ 、 $Df1, Db1, Df2, Db2$ 之间满足如下条件:

$$[0036] \quad \frac{Ld}{\lambda} = \frac{1}{25} \times \left( \frac{Db1}{Df1} \times \frac{Db2}{Df2} \right)^2 - 1/5 \quad (1)$$

$$[0037] \quad 2 < \frac{Db1}{Df1} \times \frac{Db2}{Df2} < 4 \quad (2)$$

[0038] 当所述 $Df2$ 和 $Db1$ 为定值,根据公式(2)计算 $Df1$ 和 $Db2$ ,再根据公式(1)和 $\lambda$ 来得出 $Ld$ ; $Ld$ 的计算结果在10%的范围内调整。

[0039] 众所周知,超声手术刀系统通常主要由三部分组成,超声电发生器、手柄和刀具。这里把连在一起的手柄和刀具称作手持器。根据操作的方便性,有更适合腔镜和开放式手术的两种手持器。超声电发生器产生超声频电信号,通过连接电缆来驱动手柄工作,手柄通过刀具里面的刀杆将超声频振动传到刀头,刀头与组织接触产生切割和止血效果。

[0040] 手持器的增益由手柄和刀具两部分共同决定,换能器是手柄的核心超声功能组件,因此换能器的增益构成系统增益的一部分。为了达到优化增益、增加稳定性的有益效果。结合附图,如下详细说明该种换能器设计的技术方案和特征。

[0041] 根据上述公式的计算,得到换能器的结构。图1是常用于腔镜或内窥镜的换能器示意图,包括:变幅杆31、压电转换体32、后端垫环33、第二连接件34,在变幅杆上,在振动节点处通常有凸起36,类似法兰的设计,用于固定换能器外壳,远端设置有第一连接件35用于连接手术刀具。

[0042] 基于以上设计方案,为了配合换能器中不同变量的设计合理,本发明还提供了具体的变幅杆的结构设计如图2所示是图1换能器的变幅杆。

[0043] 在近端设有一渐缩的锥体54和台阶部分53;所述锥体54包括顶端和底端,所述顶端连接所述台阶部分;所述顶端直径为 $Df1$ ,所述底端部分直径为 $Db1$ 为12-19毫米;优选的,所述锥体54的顶端直径 $Df1$ 为7-14毫米,更优选10~11毫米,最优选为10毫米;所述台阶53长度优选为7-14毫米,更优选10毫米;所述的锥体54长度7-14毫米。在中间段设有增大部分52,所述增大部分52的直径为 $Db2$ ;所述 $Db2$ 直径优选为12-16毫米,更优选14毫米。在远段有一渐缩的圆弧部分51,所述圆弧部分51向远端延伸出一远端杆,所述远端杆直径为 $Df2$ ,为5-10毫米;所述圆弧部分51圆弧半径优选为10-16毫米,更优选12毫米。

[0044] 图3是用于腔镜手术手柄和刀具示意图,包括驱动手柄11,换能器1设置在所述驱动手柄的外壳内部,刀具外壳12,连接杆13,刀头14和连接电缆15。所述刀头14通过连接杆13连接在所述驱动手柄上,所述连接电缆15来驱动手柄11工作,手柄通过刀具里面的刀杆将超声频振动传到刀头14,刀头与组织接触产生切割和止血效果。

[0045] 在本实施例中,换能器的工作频率53-57kHz,在压电转换体里对应的波长 $\lambda$ 是88-94毫米, $Ld$ 是8-15毫米。

[0046] 图4是常用于开放式手术换能器示意图,包括:变幅杆41、压电转换体42、后端垫环43、第二连接件44,在变幅杆上,在振动节点处通常有凸起46,类似法兰的设计,用于固定换能器外壳,远端设置有第一连接件45用于连接手术刀具。

[0047] 按照本发明,图4的换能器中压电转换体42的直径优选为8.5-11毫米,更优选9.5

毫米;所述压电转换体42总长度 $L_d$ 优选为12-20毫米,更优选为优选16毫米,所述压电转换体部分由6-12片压电圆环组成,优选8片。

[0048] 如图5所示,为图4所示的换能器具体使用的变幅杆,包括在近端设有一渐缩的锥体64和台阶部分63,所述锥体64包括顶端和底端,所述底端的直径 $Db_1$ 优选为8.5-11毫米,更优选9.5毫米,锥体64的顶端直径 $Df_1$ 优选为7-9毫米,更优选8毫米;锥体64长度优选为1-4毫米,更优选2毫米;台阶63长度的变化会影响第一变幅增益幅度,所以为了更好的获得第一变幅增益的幅度,在本实施例中所述台阶63长度优选5-9毫米,更优选7毫米。

[0049] 在中间段设置有一增大部分62,在所述增大部分62上设置有法兰结构,及与所述法兰结构连接的台阶,所述增大部分与所述远端杆连接处设有一圆弧部分,与所述圆弧部分连接的所述增大部分的直径为 $Db_2$ ,为9-12毫米。

[0050] 所述远端杆61的直径 $Df_2$ 优选为2.6-3.6毫米,更优选为3.1毫米,变幅杆的核心长度从端面65到端面66是优选为64-72毫米,更优选为68毫米。

[0051] 按照本发明,优选的,所述换能器为波长换能器,具体为所述换能器上设置有两个纵振动的波节点。

[0052] 本发明提供的压电转换体处于近端半波长内,如果压电转换体处于近端半波长以外,换能器电的增益就下降,电输入阻抗会很高且对负载和频率很敏感,所以需要保持压电转换体的位置。所以在压电转换体位置会影响到换能器的特性。

[0053] 为了进一步提高换能器的使用寿命和电性能。优选的,所述压电转换体近端的垫环和第二连接件为钢或钛合金,远端为铝或钛合金。

[0054] 以上仅是本发明的优选实施方式,应当指出的是,上述优选实施方式不应视为对本发明的限制,本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明的精神和范围内,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

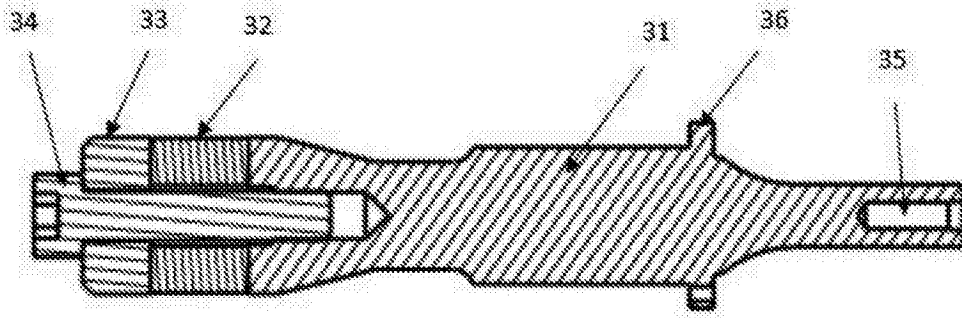


图1

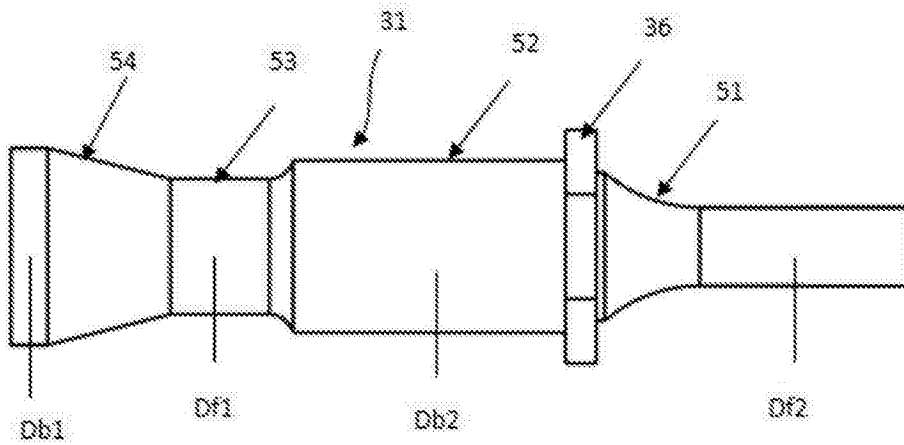


图2

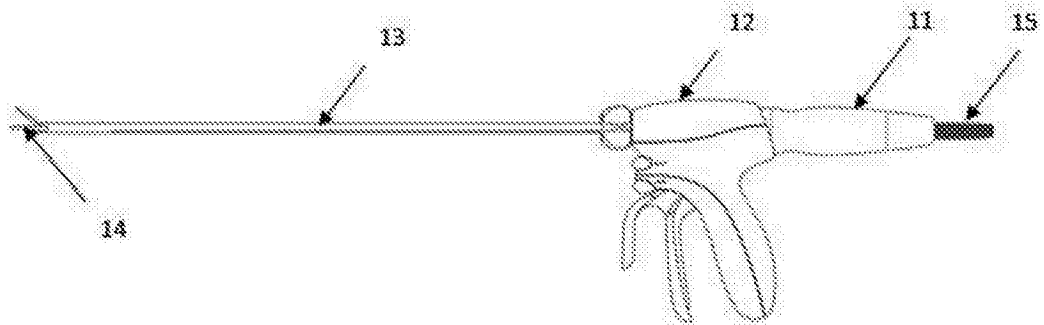


图3

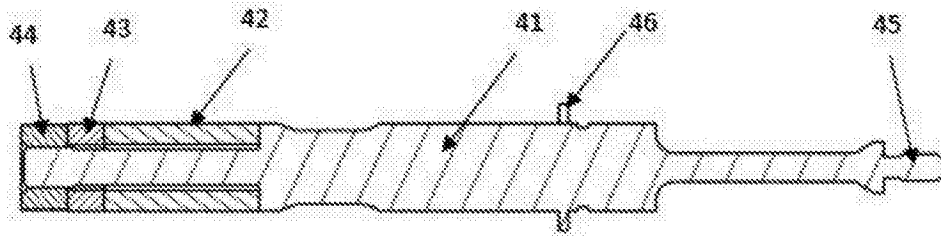


图4

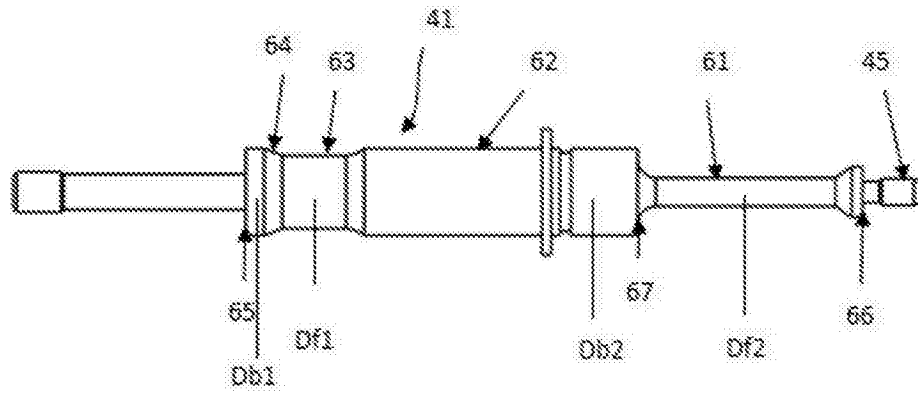


图5

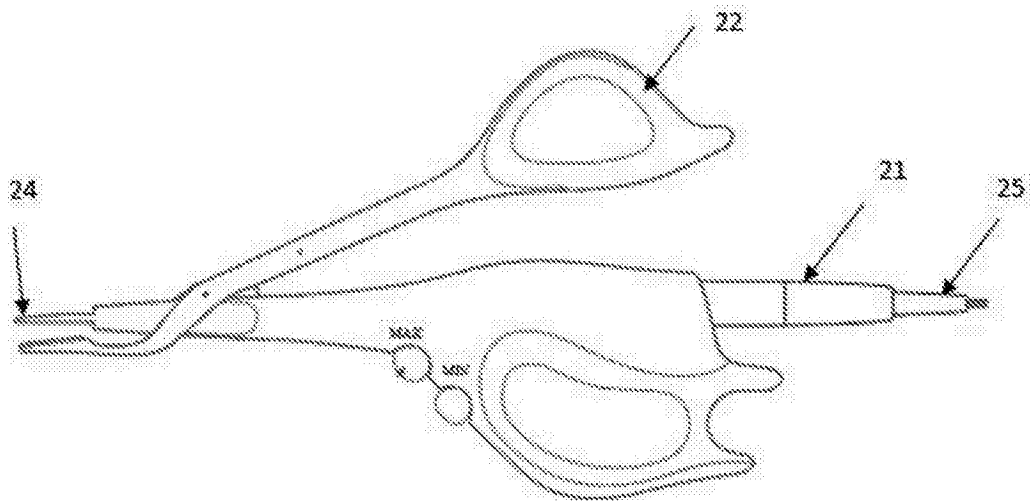


图6



专利名称(译)	超声手术刀用换能器		
公开(公告)号	<a href="#">CN107595367A</a>	公开(公告)日	2018-01-19
申请号	CN2017110979896.6	申请日	2017-10-19
[标]申请(专利权)人(译)	以诺康医疗科技(苏州)有限公司		
申请(专利权)人(译)	以诺康医疗科技(苏州)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	以诺康医疗科技(苏州)有限公司		
[标]发明人	颜忠余 王磊 骆威		
发明人	颜忠余 王磊 骆威		
IPC分类号	A61B17/32 B06B1/06		
CPC分类号	A61B17/32 B06B1/06		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开一种超声手术刀用换能器，包括由远及近依次连接的第一连接件、固定件、变幅杆、压电转换体、后端垫环、第二连接件，本发明提供的换能器通过换能器中变幅杆和压电转换体之间的参数变化形成规律，从而得到使所述换能器既有良好的稳定性能，又具有良好的增益性能。

