



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108463292 B

(45)授权公告日 2020.06.12

(21)申请号 201680078286.2

(22)申请日 2016.01.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108463292 A

(43)申请公布日 2018.08.28

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.07.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/050340 2016.01.07

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/119099 JA 2017.07.13

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 铜庸高

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.
B06B 3/00(2006.01)
A61B 18/00(2006.01)
B06B 1/06(2006.01)

(56)对比文件
EP 2271275 B1,2012.06.27,
US 2014163664 A1,2014.06.12,
US 2010286791 A1,2010.11.11,
US 2012046765 A1,2012.02.23,
US 2019247050 A1,2019.08.15,
US 5104593 A,1992.04.14,
EP 0359217 A2,1990.03.21,
JP 2006221782 A,2006.08.24,

审查员 刘帅

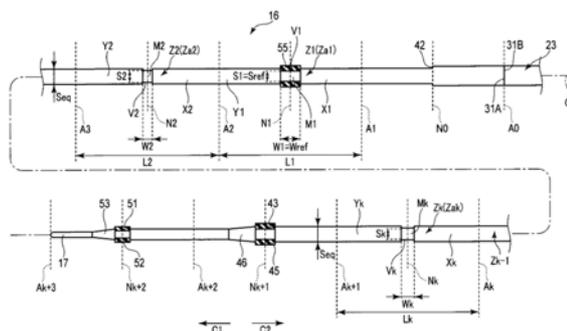
权利要求书2页 说明书14页 附图4页

(54)发明名称

振动传递构件、超声波处置器具以及振动体单元

(57)摘要

振动传递构件的多个段分别相当于彼此相邻的相对应的两个振动波腹之间的半波长部分,且以所述振动波腹之间的振动波节为中心而在长度方向上对称。在所述段的多个凹段的各个凹段中,所述振动波节位于槽,在所述长度方向上从所述槽的基端到顶端延伸设置有中间延伸设置部。所述凹段中的至少两个凹段使所述中间延伸设置部的所述长度方向上的尺寸和所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积中的至少一者互不相同。



1. 一种振动传递构件,该振动传递构件安装有超声波换能器,传递由所述超声波换能器产生的超声波振动,从而以预定的谐振频率振动,其中,

该振动传递构件具备段,该段是在长度方向上延伸设置于互不相同的区域的多个段,所述段分别在所述振动传递构件以所述预定的谐振频率振动的状态下与彼此相邻的相对应的两个振动波腹之间的半波长部分相当,并且,在各个所述段中,所述半波长部分以所述相对应的两个振动波腹之间的振动波节为中心而在所述长度方向上对称,

所述多个段具备凹段,该凹段是多个凹段,在各个所述凹段中,在所述半波长部分形成有向内周侧凹的槽,并且,所述相对应的两个振动波腹之间的所述振动波节位于所述槽,

所述多个凹段分别具备:基端侧延伸设置部,其在所述长度方向上从所述半波长部分的基端延伸设置到所述槽的基端;顶端侧延伸设置部,其在所述长度方向上从所述槽的顶端延伸设置到所述半波长部分的顶端;以及中间延伸设置部,其在所述长度方向上从所述槽的所述基端延伸设置到所述槽的所述顶端,

在各个所述凹段中,所述基端侧延伸设置部的所述长度方向上的尺寸与所述顶端侧延伸设置部的所述长度方向上的尺寸相同,并且,所述基端侧延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积同所述顶端侧延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积相同,

在各个所述凹段中,所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积比所述基端侧延伸设置部以及所述顶端侧延伸设置部各自的与所述长度方向垂直的所述截面积小,

所述多个凹段中的至少两个凹段使所述中间延伸设置部的所述长度方向上的尺寸和所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的所述截面积中的至少一者互不相同,

所述多个段具备与所述长度方向垂直的截面积从所述半波长部分的所述基端到所述顶端均匀的均匀段。

2. 根据权利要求1所述的振动传递构件,其中,

该振动传递构件还具备内衬构件,该内衬构件由弹性材料形成,并且,在所述凹段的任一个中或在所述凹段的任意多个凹段的各个中,该内衬构件在从外周侧与所述中间延伸设置部抵接的状态下与所述槽卡合。

3. 根据权利要求1所述的振动传递构件,其中,

所述均匀段的与所述长度方向垂直的所述截面积同所述多个凹段各自的所述基端侧延伸设置部以及所述顶端侧延伸设置部各自的与所述长度方向垂直的所述截面积相同。

4. 根据权利要求1所述的振动传递构件,其中,

所述多个凹段中的所述中间延伸设置部的所述长度方向上的所述尺寸最小的凹段或所述均匀段在所述长度方向的至少一侧与所述多个凹段中的、所述中间延伸设置部的所述长度方向上的所述尺寸最大的凹段连续。

5. 根据权利要求1所述的振动传递构件,其中,

所述多个凹段中的所述中间延伸设置部的所述截面积最大的凹段或所述均匀段在所述长度方向的至少一侧与所述多个凹段中的、所述中间延伸设置部的所述截面积最小的凹段连续。

6. 一种超声波处置器具,其具备:

权利要求1的振动传递构件;以及

外壳,其是能够用于保持的外壳,所述振动传递构件从所述外壳的内部朝向顶端侧延

伸设置,并且在所述外壳的所述内部,在所述振动传递构件安装有所述超声波换能器。

7. 根据权利要求6所述的超声波处置器具,其中,

该超声波处置器具还具备轴部,该轴部是从所述顶端侧安装于所述外壳、并且供所述振动传递构件贯穿的轴部,所述振动传递构件穿过所述轴部的内部地延伸设置。

8. 根据权利要求7所述的超声波处置器具,其中,

该超声波处置器具还具备内衬构件,该内衬构件由弹性材料形成,并且,在所述多个凹段的任一个中或在所述多个凹段的任意多个凹段的各个中,该内衬构件在从外周侧与所述中间延伸设置部抵接的状态下与所述槽卡合,

所述轴部从所述外周侧与所述内衬构件抵接,且在所述振动传递构件和所述轴部未接触的状态下隔着所述内衬构件支承所述振动传递构件。

9. 一种振动体单元,其具备:

权利要求1的振动传递构件;以及

超声波换能器,其安装于所述振动传递构件,产生用于向所述振动传递构件传递的所述超声波振动。

振动传递构件、超声波处置器具以及振动体单元

技术领域

[0001] 本发明涉及传递超声波振动的振动传递构件。另外，涉及分别具备该振动传递构件的超声波处置器具以及振动体单元。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开有一种具备传递由超声波换能器产生的超声波振动的振动传递构件的超声波处置器具。在该超声波处置器具中，在振动传递构件的顶端部形成有能量赋予部。经由振动传递构件传递来的超声波振动被从能量赋予部向被把持在能量赋予部与把持构件之间的处置对象赋予。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2002-65688号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 在设置于所述专利文献1那样的超声波处置器具的振动传递构件中，杨氏模量等物性的偏差在制造中在每个构件产生。由于振动传递构件的物性在每个构件产生偏差，包括振动传递构件的振动体单元的谐振频率在每个产品产生偏差，设置于振动传递构件的振幅放大部（变幅杆）处的改性比等在每个产品产生偏差。通过与振动传递构件的物性相对应地调整长度方向上的振动传递构件的全长，可调整振动体单元的谐振频率。不过，在该情况下，振动传递构件的长度方向上的全长在每个构件产生偏差，因此，对超声波处置器具的制造和处置性能等的影响变大。

[0008] 本发明是为了解决所述问题而做成的，其目的在于提供一种长度方向上的全长在每个构件不会产生偏差、每个构件的谐振频率的偏差被抑制的振动传递构件。另外，在于提供一种分别具备该振动传递构件的超声波处置器具以及振动体单元。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 为了达成所述目的，本发明的某一方案是一种振动传递构件，该振动传递构件安装有超声波换能器，传递由所述超声波换能器产生的超声波振动，从而以预定的谐振频率振动，其中，该振动传递构件具备段，该段是在长度方向上延伸设置于互不相同的区域的多个段，所述段分别在所述振动传递构件以所述预定的谐振频率振动的状态下与彼此相邻的相对应的两个振动波腹之间的半波长部分相当，并且，在各个所述段中，所述半波长部分以所述相对应的两个振动波腹之间的振动波节为中心而在所述长度方向上对称，所述多个段具备凹段，该凹段是多个凹段，在各个所述凹段中，在所述半波长部分形成有向内周侧凹的槽，并且，所述相对应的两个振动波腹之间的所述振动波节位于所述槽，所述多个凹段分别具备：基端侧延伸设置部，其在所述长度方向上从所述半波长部分的基端延伸设置到所述槽的基端；顶端侧延伸设置部，其在所述长度方向上从所述槽的顶端延伸设置到所述半波

长部分的顶端;以及中间延伸设置部,其在所述长度方向上从所述槽的所述基端延伸设置到所述槽的所述顶端,在各个所述凹段中,所述基端侧延伸设置部的所述长度方向上的尺寸与所述顶端侧延伸设置部的所述长度方向上的尺寸相同,并且,所述基端侧延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积同所述顶端侧延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积相同,在各个所述凹段中,所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积比所述基端侧延伸设置部以及所述顶端侧延伸设置部各自的与所述长度方向垂直的所述截面积小,所述多个凹段中的至少两个凹段使所述中间延伸设置部的所述长度方向上的尺寸和所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的所述截面积中的至少一者互不相同。

[0011] 发明的效果

[0012] 根据本发明,能够提供一种长度方向的全长在每个构件不会产生偏差、每个构件的谐振频率的偏差被抑制的振动传递构件。另外,能够提供一种分别具备该振动传递构件的超声波处置器具和振动体单元。

附图说明

[0013] 图1是表示第1实施方式的处置系统的概略图。

[0014] 图2是概略地表示第1实施方式的换能器单元的结构剖视图。

[0015] 图3是表示第1实施方式的振动传递构件的结构概略图。

[0016] 图4是针对第1实施方式的各段说明可否设为凹段的决定、以及任一个凹段或任意多个凹段各自的中间延伸设置部的尺寸和截面积中的至少一者的调整的概略图。

具体实施方式

[0017] (第1实施方式)

[0018] 参照图1~图4来对本发明的第1实施方式进行说明。图1是表示本实施方式的处置系统1的图。如图1所示,处置系统1具备超声波处置器具2、换能器单元3以及能量控制装置5。超声波处置器具2具有长度轴线C。在此,将沿着长度轴线C的方向设为长度方向(以箭头C1和箭头C2表示的方向)。并且,长度方向的一侧是顶端侧(箭头C1侧),顶端侧的相反侧是基端侧(箭头C2侧)。

[0019] 超声波处置器具2具备:能够用于保持的外壳6;轴部7,其从顶端侧与外壳6连结;以及末端执行器8,其设置于轴部7的顶端部。外壳6具备沿着与长度轴线C交叉的方向延伸设置的把手(固定手柄)11。另外,手柄(可动手柄)12可转动地安装于外壳6。通过手柄12相对于外壳6转动,手柄12相对于把手11打开或闭合。

[0020] 轴部7具备:筒状的护套13,其形成外包装;和可动部15,其延伸设置于护套13的内部。护套13和可动部15分别沿着长度轴线C(长度方向)延伸设置,例如,护套13的中心轴线与长度轴线C大致同轴。在外壳6的内部,手柄12与可动部15的基端部连结。通过手柄12相对于把手11打开或闭合,可动部15相对于外壳6和护套13在长度方向上(沿着长度轴线C)移动。

[0021] 振动传递构件(超声波探头)16从外壳6的内部朝向顶端侧延伸设置。振动传递构件16由64钛或硬铝等振动传递性较高的材料形成。另外,振动传递构件16贯穿轴部7,穿过轴部7(护套13和可动部15)的内部而沿着长度轴线C延伸设置。在振动传递构件16的顶端部

形成有能量赋予部(探头处置部)17。能量赋予部(第1把持片)17从轴部7的顶端朝向顶端侧突出。

[0022] 把持构件(钳部件)18可转动地安装于护套13的顶端部。另外,可动部(可动管)15的顶端部与把持构件(第2把持片)18连接。与手柄12的动作相对应地可动部15沿着长度轴线C移动,从而把持构件18转动,能量赋予部17与把持构件18之间打开或闭合。在本实施方式中,末端执行器8由能量赋予部17和把持构件18形成。通过能量赋予部17与把持构件18之间闭合,可在能量赋予部17与把持构件18之间把持生物体组织等处置对象。

[0023] 另外,在外壳6安装有旋钮21,旋钮21被相对于护套13固定。通过使护套13相对于外壳6绕长度轴线C旋转,轴部7、末端执行器8以及振动传递构件16一起相对于外壳6绕长度轴线C旋转。

[0024] 换能器单元3从基端侧与外壳6连结。图2是表示换能器单元3的结构图。如图1和图2所示,换能器单元3具备:换能器壳体22;和超声波换能器23,其配置于换能器壳体22的内部。在外壳6的内部,换能器壳体22从基端侧安装于轴部7。超声波换能器23具备:中继构件25;压电元件26(在本实施方式中,是4个),其安装于中继构件25;以及电极构件27A、27B,其安装于中继构件25。压电元件26分别夹在电极构件27A、27B之间。

[0025] 在外壳6的内部,中继构件25从基端侧与振动传递构件16连接,超声波换能器23从基端侧安装于振动传递构件16。由此,振动体单元10由振动传递构件16和超声波换能器23形成。在本实施方式中,在振动体单元10中,在超声波换能器23安装到振动传递构件16的状态下,振动传递构件16的抵接面31B与超声波换能器23(中继构件25)的顶端面31A抵接。另外,在本实施方式中,在超声波换能器23中形成有从顶端面31A向基端侧凹的卡合槽32A,在振动传递构件16中形成有从抵接面31B向基端侧突出的卡合突起32B。通过使卡合突起32B与卡合槽32A卡合,振动传递构件16与超声波换能器23连接。

[0026] 电缆33的一端与换能器单元3连接,电缆33的另一端可拆卸地与能量控制装置5连接。能量控制装置5具备:电池或插座等电源35;能量输出部36,其包括转换电路等;作为处理器或集成电路等的控制部37,其包括CPU(中央处理单元,Central Processing Unit)或ASIC(特定用途集成电路,application specific integrated circuit)等;以及存储介质38。能量输出部36经由延伸设置于电缆33的内部的电配线(未图示)等与超声波换能器23电连接。另外,在外壳6安装有操作按钮41作为能量操作输入部。在处置系统1中,例如,经由换能器单元3和电缆33的内部而形成信号路径(未图示),控制部37基于经由信号路径传递的操作信号等来对是否通过操作按钮41进行操作输入进行判断。

[0027] 基于检测到操作按钮41处的操作输入的情况,控制部37驱动能量输出部36。由此,能量输出部36将来自电源35的电力转换成例如预定的频率的交流电力,将所转换的电能输出。并且,通过电能从能量输出部36向超声波换能器23供给,对电极构件27A、27B之间施加电压(例如预定的频率的交流电压)。由此,压电元件26分别将电流(例如预定的频率的交流电流)转换成超声波振动,由超声波换能器23产生超声波振动。

[0028] 由超声波换能器23产生的超声波振动经由超声波换能器23的顶端面31A和振动传递构件16的抵接面31B向振动传递构件16传递。并且,在振动传递构件16中,超声波振动从基端侧向顶端侧传递到能量赋予部17。能量赋予部17对被把持在能量赋予部17与把持构件18之间的处置对象赋予传递来的超声波振动,从而使用超声波振动来对处置对象进行处

置。在本实施方式中,通过振动传递构件16传递超声波振动,包括振动传递构件16在内的振动体单元10以预定的谐振频率(例如47kHz)振动(谐振)。此时,振动体单元10进行振动方向与长度方向(长度轴线C)大致平行的纵向振动。

[0029] 图3是表示振动传递构件16的结构图。如图2和图3所示,在本实施方式中,通过振动体单元10以预定的谐振频率振动,在超声波换能器23产生振动波腹 A_p 和振动波节 N_p ,在振动传递构件产生多个振动波腹 A_i ($i=0,1,\dots,k,k+1,k+2,k+3$)和多个振动波节 N_j ($j=0,1,\dots,k,k+1,k+2$)。此时,振动波腹 A_p 位于超声波换能器23的基端(振动体单元10的基端),振动波腹 A_0 位于超声波换能器23与振动传递构件16之间的连接位置(抵接面31B)。另外,振动波腹 A_p 与振动波腹 A_0 之间相当于预定的谐振频率下的振动的半波长,振动波节 N_p 在振动波腹 A_p 与振动波腹 A_0 之间产生。

[0030] 另外,在产生于振动传递构件16的振动波腹 A_i 中,设为振动波腹 A_0 位于最基端侧、振动波腹 A_{k+3} 位于最顶端侧。并且,振动波腹 A_i 的自然数 i 朝向顶端侧逐一变大。同样地,在产生于振动传递构件16的振动波节 N_j 中,设为振动波节 N_0 位于最基端侧,振动波节 N_{k+2} 位于最顶端侧。并且,振动波节 N_j 的自然数 j 朝向顶端侧逐一变大。另外,振动波节 N_j 分别在振动波腹(对应的 A_j)与振动波腹(对应的 A_{j+1})之间的半波长部分产生。在振动传递构件16以预定的谐振频率振动的状态下,振动波腹 A_{k+3} 位于振动传递构件16的顶端(振动体单元10的顶端)。

[0031] 在振动传递构件16形成有例如阶梯式变幅杆(振幅放大部)42作为放大振幅的部位。阶梯式变幅杆42相对于抵接面31B设置于顶端侧。在阶梯式变幅杆42中,与长度轴线C大致垂直的截面积从基端侧朝向顶端侧减小。在振动体单元10(振动传递构件16)以预定的谐振频率振动的状态下,振动波节 N_0 位于阶梯式变幅杆42。任一振动波腹 A_i 都位于远离阶梯式变幅杆42的位置,因此,在阶梯式变幅杆42中,超声波振动的振幅被放大。此外,设置有阶梯式变幅杆42,因此,预定的谐振频率下的振动的振动波腹 A_0 与振动波腹 A_1 之间的半波长部分以振动波节 N_0 为中心而在长度方向上成为非对称的形状。在振动波腹 A_0 与振动波腹 A_1 之间的半波长部分,在比阶梯式变幅杆42靠顶端侧的部位,振动传递构件16的与长度轴线C垂直的截面积成为恒定 S_{eq} 。

[0032] 另外,在振动传递构件16形成有向内周侧凹的槽43、51和变幅杆(振幅放大部)46、53。槽43、51分别绕长度轴线C在整周上形成。环状的内衬构件45从外周侧安装于槽43,环状的内衬构件52从外周侧安装于槽51。内衬构件45、52分别由具有例如电绝缘性、并且具有耐热性的橡胶等弹性材料形成,与相对应的槽(43、51中的相对应的1个)卡合。另外,轴部7的可动部15从外周侧与内衬构件45抵接,轴部7的护套13从外周侧与内衬构件52抵接。变幅杆46从槽43的顶端朝向顶端侧延伸设置,变幅杆53从槽51的顶端朝向顶端侧延伸设置。分别在变幅杆46、53中,与长度轴线C大致垂直的截面积从基端侧朝向顶端侧减小。另外,变幅杆53的顶端与能量赋予部17连续。

[0033] 在振动体单元10(振动传递构件16)以预定的谐振频率振动的状态下,振动波节 N_{k+1} 位于槽43,振动波节 N_{k+2} 位于槽51。因此,超声波振动从振动传递构件16经由内衬构件45、52向轴部7传递的情况被防止。另外,在振动体单元10以预定的谐振频率振动的状态下,振动波腹 A_{k+2} 相对于变幅杆46的顶端位于顶端侧,振动波腹 A_{k+3} 相对于变幅杆53的顶端位于顶端侧。任一振动波腹 A_i 都位于远离变幅杆46、53的位置,因此,分别在变幅杆46、53中,

超声波振动的振幅被放大。此外,设置有变幅杆46,因此,预定的谐振频率下的振动的振动波腹 A_{k+1} 与振动波腹 A_{k+2} 之间的半波长部分以振动波节 N_{k+1} 为中心而在长度方向上成为非对称的形状。同样地,设置有变幅杆53,因此,预定的谐振频率下的振动的振动波腹 A_{k+2} 与振动波腹 A_{k+3} 之间的半波长部分以振动波节 N_{k+2} 为中心而在长度方向上成为非对称的形状。另外,在振动波腹 A_{k+1} 与振动波腹 A_{k+2} 之间的半波长部分,在比槽43靠基端侧的部位,振动传递构件16的与长度轴线C垂直的截面积成为 S_{eq} 。

[0034] 在振动传递构件16中,延伸设置有多个段 Z_m ($m=1, 2, \dots, k$)。段 Z_m 在长度方向上设置于阶梯式变幅杆42与槽43之间,在长度方向上延伸设置于互不相同的区域。在段 Z_m 中,段 Z_1 位于最基端侧,段 Z_k 位于最顶端侧。并且,段 Z_m 的自然数 m 朝向顶端侧逐一变大。除了段 Z_k 以外的段 Z_m 各自的顶端与段 Z_{m+1} 的基端连续。例如,段 Z_1 的顶端与段 Z_2 的基端连续,段 Z_{k-1} 的顶端与段 Z_k 的基端连续。此外,对于段 Z_m ,全部段 Z_k 不是形成于相互独立的构件,而是形成于作为单一构件的振动传递构件16。因此,段 Z_m 的杨氏模量 E 等物性变得相互大致均匀。

[0035] 在振动体单元10以预定的谐振频率振动的状态下,段 Z_m 分别相当于彼此相邻的相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m, A_{m+1})之间的半波长部分。例如,段 Z_1 相当于彼此相邻的振动波腹 A_1, A_2 之间的半波长部分,段 Z_k 相当于彼此相邻的振动波腹 A_k, A_{k+1} 之间的半波长部分。另外,在各个段 Z_m 中,半波长部分以相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m, A_{m+1})之间的振动波节(对应的 N_m)为中心而在长度方向上成为对称的形状。例如,在段 Z_1 中,半波长部分以振动波腹 A_1, A_2 之间的振动波节 N_1 为中心而在长度方向上对称,在段 Z_k 中,半波长部分以振动波腹 A_k, A_{k+1} 之间的振动波节 N_k 为中心而在长度方向上对称。另外,段 Z_m 分别具有相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m, A_{m+1})之间的半波长部分的长度方向上的尺寸(对应的 L_m)。

[0036] 段 Z_m 具备多个凹段 Z_{am} ,在各个凹段 Z_{am} 中,在相对应的振动波腹(相对应的 A_m, A_{m+1})之间的半波长部分形成有朝向内周侧凹的槽(对应的 V_m)。在图3中,段 Z_1, Z_2, Z_k 分别是凹段 Z_{am} 之一。在各个凹段 Z_{am} 中,槽(对应的 V_m)绕长度轴线C在整周上形成。在振动体单元10(振动传递构件16)以预定的谐振频率振动的状态下,在各个凹段 Z_{am} 中,相对应的振动波腹(相对应的 A_m, A_{m+1})之间的振动波节(对应的 N_m)位于槽(对应的 V_m)。例如,在凹段 Z_{a1} 中,振动波节 N_1 位于槽 V_1 ,在凹段 Z_{ak} 中,振动波节 N_k 位于槽 V_k 。在各个凹段 Z_{am} 中,在长度方向上,振动波节(对应的 N_m)位于槽(对应的 V_m)的大致中央位置。因而,凹段 Z_{am} 分别以槽(对应的 V_m)为中心而在长度方向上成为对称的形状。

[0037] 此外,段 Z_m 中的两个以上是凹段 Z_{am} 即可,在某一实施例中,段 Z_m 的全部成为凹段 Z_{am} 。另外,在其他的某一实施例中,段 Z_m 中的至少两个以上是凹段 Z_{am} ,段 Z_m 中的除了凹段 Z_{am} 以外的段都是均匀段 Z_{bm} 。在该情况下,在各个均匀段 Z_{bm} 中,在振动波腹(相对应的 A_m, A_{m+1})之间的半波长部分没有形成槽,在半波长部分中,与长度方向(长度轴线C)大致垂直的截面积从基端到顶端以 S_{eq} 大致均匀。

[0038] 凹段 Z_{am} 分别具备基端侧延伸设置部(对应的 X_m)、顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)以及中间延伸设置部(对应的 M_m)。在各个凹段 Z_{am} 中,基端侧延伸设置部(对应的 X_m)在长度方向上从相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m, A_{m+1})之间的半波长部分的基端延伸设置到槽(对应的 V_m)的基端,顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)在长度方向上从槽(对应的 V_m)的顶端延伸设置到半波长部分的顶端。另外,在各个凹段 Z_{am} 中,中间延伸设置部(对应的 M_m)在长

度方向上在基端侧延伸设置部(对应的 X_m)与顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)之间连续,在长度方向上从槽(对应的 V_m)的基端延伸设置到槽(对应的 V_m)的顶端。例如,在凹段 Z_{a1} 中,基端侧延伸设置部 X_1 从作为半波长部分的基端的振动波腹 A_1 延伸设置到槽 V_1 的基端,顶端侧延伸设置部 Y_1 从槽 V_1 的顶端延伸设置到作为半波长部分的顶端的振动波腹 A_2 。并且,中间延伸设置部 M_1 在基端侧延伸设置部 X_1 与顶端侧延伸设置部 Y_1 之间连续。

[0039] 凹段 Z_{am} 分别以槽(对应的 V_m)为中心而在长度方向上对称,因此,在各个凹段 Z_{am} 中,基端侧延伸设置部(对应的 X_m)的长度方向上的尺寸与顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)的长度方向上的尺寸大致相同。并且,在各个凹段 Z_{am} 中,基端侧延伸设置部(对应的 X_m)的与长度轴线 C 大致垂直的截面积以及顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)的与长度轴线 C 大致垂直的截面积彼此大致相同。另外,在各个凹段 Z_{am} 中,在各个基端侧延伸设置部(对应的 X_m)和顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)中,在长度方向上,与长度方向大致垂直的截面积从基端到顶端以 S_{eq} 大致均匀。因而,在本实施方式中,全部的基端侧延伸设置部 X_m 、全部的顶端侧延伸设置部 Y_m 以及全部的均匀段 Z_{bm} 的与长度方向大致垂直的截面积以 S_{eq} 彼此大致相同。即、在长度方向上,在从段(最基端段) Z_1 的基端到段(最顶端段) Z_k 的顶端之间,在除了槽 V_m (中间延伸设置部 M_m)以外的部位,与长度方向大致垂直的截面积以 S_{eq} 大致均匀。

[0040] 在各个凹段 Z_{am} 中,形成有槽(对应的 V_m),因此,中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)比基端侧延伸设置部(对应的 X_m)以及顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)各自的与长度方向大致垂直的截面积 S_{eq} 小。另外,在本实施方式中,在各个凹段 Z_{am} 中,中间延伸设置部的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)比基端侧延伸设置部(对应的 X_m)以及顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)各自的长度方向上的尺寸小。

[0041] 另外,在本实施方式中,在凹段 Z_{a1} (段 Z_1)中,环状的内衬构件55安装于中间延伸设置部 M_1 。内衬构件55由橡胶等弹性材料形成,与槽 V_1 卡合。内衬构件55在长度方向上在从槽 V_1 的基端到槽 V_1 的顶端的范围内从外周侧与中间延伸设置部 M_1 抵接,在槽 V_1 中在绕长度轴线 C 的整周上与中间延伸设置部 M_1 抵接。另外,轴部7从外周侧与内衬构件55抵接。在振动体单元10以预定的谐振频率振动的状态下,振动波节 N_1 位于槽 V_1 。因此,超声波振动从振动传递构件16经由内衬构件55向轴部7传递的情况被防止。轴部7隔着内衬构件45、52、55支承振动传递构件16,维持轴部7和振动传递构件16不接触的状态。

[0042] 另外,凹段 Z_{am} 中的至少两个凹段使槽(对应的 V_m)的长度方向上的尺寸和槽(对应的 V_m)的深度中的至少一者互不相同。因此,凹段 Z_{am} 中的至少两个凹段使中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)和中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)中的至少一者互不相同。

[0043] 凹段 Z_{am} 的半波长部分的长度方向上的尺寸 L_m 与未设置槽的均匀段 Z_{bm} 的半波长部分的长度方向上的尺寸 L_m 不同。与均匀段 Z_{bm} 相比,凹段 Z_{am} 的半波长部分的长度方向上的尺寸 L_m 较小(较短)。另外,在凹段 Z_{am} 中,只要中间延伸设置部 M_m 的长度方向上的尺寸 W_m 和中间延伸设置部 M_m 的与长度方向大致垂直的截面积 S_m 中的至少一者互不相同,半波长部分的长度方向上的尺寸 L_m 就互不相同。实际上,在凹段 Z_{am} 中,中间延伸设置部 M_m (槽 V_m)的长度方向上的尺寸 W_m 越大,半波长部分的长度方向上的尺寸 L_m 越小(越短)。另外,在凹段 Z_{am} 中,中间延伸设置部 M_m 的与长度方向大致垂直的截面积 S_m 越小(槽 V_m 的深度越深),半波长部分的长度方向上的尺寸 L_m 越小(越短)。

[0044] 在某一实施例中,在全部的凹段 Z_{am} 中,中间延伸设置部 M_m 的与长度方向大致垂直的截面积 S_m 大致相同,且,在至少凹段 Z_{a1} 、 Z_{a2} 、 Z_{ak} 中,中间延伸设置部(M_1 、 M_2 、 M_k)的长度方向上的尺寸(W_1 、 W_2 、 W_k)互不相同。并且, $W_2 < W_k < W_1$ 的关系成立。另外,在其他的某一实施例中,在全部的凹段 Z_{am} 中,中间延伸设置部 M_m 的长度方向上的尺寸 W_m 大致相同,且在至少凹段 Z_{a1} 、 Z_{a2} 、 Z_{ak} 中,中间延伸设置部(M_1 、 M_2 、 M_k)的与长度方向大致垂直的截面积(S_1 、 S_2 、 S_k)互不相同。并且, $S_2 > S_k > S_1$ 的关系成立。在这些各个实施例中,在至少凹段 Z_{a1} 、 Z_{a2} 、 Z_{ak} 中,半波长部分的长度方向上的尺寸(L_1 、 L_2 、 L_k)互不相同, $L_2 > L_k > L_1$ 的关系成立。

[0045] 如前述那样在本实施方式中,如前述的实施例那样,凹段 Z_{am} 中的至少两个凹段使半波长部分的长度方向上的尺寸(对应的 L_m)互不相同。因而,在本实施方式中,段 Z_m (凹段 Z_{am} 和均匀段 Z_{bm})中的至少两个段使相对应的振动波腹(对应的 A_m 、 A_{m+1})之间的半波长部分的长度方向上的尺寸(对应的 L_m)互不相同。

[0046] 在内衬构件55与槽V1卡合的凹段 Z_{a1} 中,中间延伸设置部 M_1 的长度方向上的尺寸 W_1 成为预定的长度 W_{ref} ,中间延伸设置部 M_1 的与长度方向大致垂直的截面积 S_1 成为预定的截面积 S_{ref} 。预定的长度 W_{ref} 和预定的截面积 S_{ref} 与形成振动传递构件16的材料的杨氏模量 E 等物性没有关系,是既定的值。即、预定的长度 W_{ref} 和预定的截面积 S_{ref} 不会与形成振动传递构件16的材料的物性相对应地变化。在某一实施例中,预定的长度 W_{ref} 是3.4mm。

[0047] 此外,内衬构件55仅安装于凹段 Z_{a1} ,但并不限于此。在某一实施例中,内衬构件(55)安装于凹段 Z_{am} 中的任一个或分别安装于凹段 Z_{am} 中的任意多个,在其他凹段(对应的 Z_{am})没有安装内衬构件(55)。在该情况下,在各个供内衬构件(55)安装的凹段(对应的 Z_{am})中,中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)成为预定的长度 W_{ref} ,中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)成为预定的截面积 S_{ref} 。

[0048] 另外,没有安装内衬构件55的凹段(对应的 Z_{am})中的至少1个凹段与供内衬构件55安装的凹段(对应的 Z_{am})使中间延伸设置部 M_m 的长度方向上的尺寸 W_m 和中间延伸设置部 M_m 的与长度方向大致垂直的截面积 S_m 中的至少一者不同。因而,在没有安装内衬构件55的凹段(对应的 Z_{am})中的任一个中或任意多个中的各个中,是尺寸(对应的 W_m)与预定的长度 W_{ref} 不同以及截面积(对应的 S_m)与预定的截面积 S_{ref} 不同中的至少一种情况。在某一实施例中,内衬构件55仅安装于凹段 Z_{a1} ,分别在凹段 Z_{a2} 、 Z_{ak} 中,尺寸(W_2 、 W_k 的相对应的1个)与相当于凹段 Z_{a1} 的尺寸 W_1 的预定的长度 W_{ref} 不同。在其他的某一实施例中,内衬构件55仅安装于凹段 Z_{a1} ,分别在凹段 Z_{a2} 、 Z_{ak} 中,截面积(S_2 、 S_k 的相对应的1个)与相当于凹段 Z_{a1} 的截面积 S_1 的预定的截面积 S_{ref} 不同。

[0049] 另外,使没有设置槽的均匀段(对应的 Z_{bm})、或、凹段 Z_{am} 中的中间延伸设置部 M_m 的长度方向上的尺寸 W_m 最小的凹段(对应的 Z_{am})在长度方向的至少一侧与凹段 Z_{am} 中的尺寸 W_m 最大的凹段(对应的 Z_{am})连续。在某一实施例中,凹段 Z_{a1} 的尺寸 W_m 在凹段 Z_{am} 中最大,在凹段 Z_{1m} 的顶端侧(长度方向上的一侧),均匀段 Z_{b2} 、或、凹段 Z_{am} 中的尺寸 W_m 最小的凹段 Z_{a2} 连续。

[0050] 另外,使没有设置槽的均匀段(对应的 Z_{bm})、或、凹段 Z_{am} 中的中间延伸设置部 M_m 的与长度方向大致垂直的截面积 S_m 最大的凹段(对应的 Z_{am})在长度方向的至少一侧与凹段 Z_{am} 中的截面积 S_m 最小的凹段(对应的 Z_{am})连续。在某一实施例中,凹段 Z_{a1} 的截面积 S_m 在凹

段 Z_{am} 中最小,在凹段 Z_{1m} 的顶端侧(长度方向上的一侧),均匀段 Z_{b2} 、或、凹段 Z_{am} 中的截面积 S_m 最大的凹段 Z_{a2} 连续。

[0051] 接着,对振动传递构件16的制造方法进行说明。在此,在振动传递构件16的制造中,生产厂家的批次按照每个构件有时不同。若生产厂家的批次按照每个构件不同,则杨氏模量 E 等物性不同。因此,在振动传递构件16的制造中,首先,确定包括形成振动传递构件16的材料的杨氏模量 E 在内的物性。

[0052] 并且,基于杨氏模量 E 等物性,确定(决定)振动体单元10(振动传递构件16)以预定的谐振频率振动的状态下的振动波腹 A_i 和振动波节 N_j 的位置。并且,将各个段 Z_m 形成于彼此相邻的相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m 、 A_{m+1})之间的半波长部分。此时,段 Z_m 在长度方向上形成于互不相同的区域,各个段 Z_m 以相对应的振动波腹(相对应的 A_m 、 A_{m+1})之间的振动波节(对应的 N_m)为中心而在长度方向上对称地形成。

[0053] 并且,对于各段 Z_m ,基于杨氏模量 E 等物性决定是设为凹段(对应的 Z_{am})、或是设为没有形成槽的均匀段(对应的 Z_{bm})。由此,段 Z_m 中的多个段形成为凹段 Z_{am} ,段 Z_m 中的除了凹段 Z_{am} 以外的段形成为均匀段 Z_{bm} 。在各个凹段 Z_{am} 中,在振动波腹(相对应的 A_m 、 A_{m+1})之间的振动波节(对应的 N_m)位于槽(对应的 V_m)的状态下,在半波长部分形成槽(对应的 V_m)。

[0054] 并且,在各凹段 Z_{am} 中,形成基端侧延伸设置部(对应的 X_m)、顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)以及中间延伸设置部(对应的 M_m)。此时,在各个凹段 Z_{am} 中,使基端侧延伸设置部(对应的 X_m)的长度方向上的尺寸与顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)的所述长度方向上的尺寸相同,并且,使基端侧延伸设置部(对应的 X_m)的与长度方向大致垂直的截面积与顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)的与长度方向大致垂直的截面积相同。另外,在各个凹段 Z_{am} 中,使中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向垂直的截面积(对应的 S_m)比基端侧延伸设置部(对应的 X_m)以及顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)各自的与长度方向垂直的截面积小。

[0055] 另外,在振动传递构件16的制造中,形成内衬构件(55)。并且,在凹段 Z_{am} 的任一个中或在凹段 Z_{am} 的任意多个的各个中,使内衬构件(55)与槽(对应的 V_m)卡合,将内衬构件(55)安装于中间延伸设置部(对应的 M_m)。在形成凹段 Z_{am} 之际,在各个供内衬构件(55)安装的凹段(对应的 Z_{am})中,中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)形成为预定的长度 W_{ref} ,中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)形成为预定的截面积 S_{ref} 。此时,与振动传递构件16的杨氏模量 E 等物性没有关系,在各个供内衬构件(55)安装的凹段(对应的 Z_{am})中,尺寸(对应的 W_m)形成为预定的长度 W_{ref} ,截面积(对应的 S_m)形成为预定的截面积 S_{ref} 。

[0056] 然后,从没有安装内衬构件(55)的凹段(对应的 Z_{am})中选择至少1个。然后,在所选择的1个凹段(对应的 Z_{am})中或在所选择的多个凹段(对应的 Z_{am})中的各个凹段中,基于杨氏模量 E 等物性,对中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)和中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)中的至少一者进行调整。

[0057] 图4是说明针对各段 Z_m 是否设为凹段(对应的 Z_{am})的决定、和、任一凹段(对应的 Z_{am})或任意多个凹段(对应的 Z_{am})各自的中间延伸设置部(对应的 M_m)的尺寸(对应的 W_m)和截面积(对应的 S_m)中的至少一者的调整的图。如图4所示,在振动传递构件16中,杨氏模量 E 是 E_a 、 E_b 、 E_c ($E_a > E_b > E_c$) 在每个构件有时产生偏差。在此,关于由杨氏模量为 E_a 的材料形成的振动传递构件16(a),以参照附图标记和(a)表示相关联的部位等。同样地,与由杨氏模

量为 $E\beta$ 的材料形成的振动传递构件16(β)相关联的部位等以参照附图标记和(β)表示,与由杨氏模量为 $E\gamma$ 的材料形成的振动传递构件16(γ)相关联的部位等以参照附图标记和(γ)表示。

[0058] 在图4所示的实施例中,在任一振动传递构件16中(即、与杨氏模量 E 等物性没有关系),内衬构件55都仅安装于凹段 $Za1$ 。因此,在任一振动传递构件16中,中间延伸设置部 $M1$ 的尺寸 $W1$ 都形成成为预定的长度 W_{ref} ,中间延伸设置部 $M1$ 的截面积 $S1$ 都形成成为预定的截面积 S_{ref} 。在本实施例中,与杨氏模量 E 等物性相对应地至少调整凹段 Zak 的中间延伸设置部 Mk 的长度方向上的尺寸 Wk 。此外,在本实施例中,在任一振动传递构件16中,凹段 Zak 的中间延伸设置部 Mk 的与长度方向大致垂直的截面积 Sk 都大致相同,不进行与物性相对应的截面积 Sk 的调整。另外,在本实施例中,与杨氏模量 E 等物性相对应,针对至少段 $Z2$,决定是设为凹段 $Za2$ 、或是设为均匀段 $Zb2$ 。并且,在将段 $Z2$ 设为凹段 $Za2$ 的情况下,与物性相对应地调整凹段 $Za2$ 的中间延伸设置部 $M2$ 的长度方向上的尺寸 $W2$ 。此外,在本实施例中,在段 $Z2$ 成为凹段 $Za2$ 的任一振动传递构件16中,凹段 $Za2$ 的中间延伸设置部 $M2$ 的与长度方向大致垂直的截面积 $S2$ 都大致相同,不进行与物性相对应的截面积 $S2$ 的调整。

[0059] 在此,例如,设为:由杨氏模量 E 等物性彼此相同的材料形成各个某段 Zm 。在物性相同的情况下,在各个段 Zm 中,槽(对应的 Vm)的长度方向上的尺寸越大,半波长部分的长度方向上的尺寸(对应的 Lm)越短。另一方面,在各个段 Zm 中,槽(对应的 Vm)的长度方向上的尺寸越小,半波长部分(对应的 Lm)的长度方向上的尺寸越长,在不存在槽的情况下,半波长部分的长度方向上的尺寸(Lm)最长。

[0060] 在本实施例中,与杨氏模量 E 是 $E\alpha$ 的振动传递构件16(α)的凹段 Zak (α)的尺寸 Wk (α)相比,缩小杨氏模量 E 比 $E\alpha$ 小的 $E\beta$ 的振动传递构件16(β)的凹段 Zak (β)的尺寸 Wk (β)。另外,与振动传递构件16(α)的凹段 $Za2$ (α)的尺寸 $W2$ (α)相比,缩小振动传递构件16(β)的凹段 $Za2$ (β)的尺寸 $W2$ (β)。由此,在振动传递构件16(α)、16(β)中,杨氏模量 E 彼此的偏差对谐振频率和长度方向上的全长 $La11$ 的影响由于尺寸 $W2$ 、 Wk 的调整而被消除。因而,在振动传递构件16(α)、16(β)中,谐振频率被调整成彼此相同,长度方向上的全长 $La11$ 也被调整成彼此相同。即、振动传递构件16(α)、16(β)均在传递超声波振动的状态下以预定的谐振频率(例如47kHz)振动,长度方向上的全长($La11$ (α)、 $La11$ (β))成为预定的尺寸 L_{const} 。如前述那样,通过与物性相对应地沿着长度轴线 C 配置适当的长度的段 Zm ,对谐振频率进行调整,并且,适当调整振动传递构件16的全长 $La11$ 。

[0061] 另外,在本实施例中,与杨氏模量 E 是 $E\beta$ 的振动传递构件16(β)的凹段 Zak (α)的尺寸 Wk (β)相比,缩小杨氏模量 E 比 $E\beta$ 小的 $E\gamma$ 的振动传递构件16(γ)的凹段 Zak (γ)的尺寸 Wk (γ)。另外,在振动传递构件16(γ)中,段 $Z2$ (γ)形成成为均匀段 $Zb2$ (γ)。由此,在振动传递构件16(β)、16(γ)中,杨氏模量 E 彼此的偏差对谐振频率和长度方向上的全长 $La11$ 的影响由于尺寸 Wk 的调整和将段 $Z2$ (γ)设为均匀段 $Zb2$ (γ)而被消除。因而,在振动传递构件16(β)、16(γ)中,谐振频率被调整成彼此相同,长度方向上的全长 $La11$ 也被调整成彼此相同。即、振动传递构件16(β)、16(γ)均在传递超声波振动的状态下以预定的谐振频率(例如47kHz)振动,长度方向上的全长($La11$ (β)、 $La11$ (γ))成为预定的尺寸 L_{const} 。

[0062] 如前述那样在本实施例中,在凹段 Zam 的至少1个(例如 $Za2$ 、 Zak)的各自中,基于杨氏模量 E 等物性,对中间延伸设置部(对应的 Mm)的长度方向上的尺寸(对应的 Wm)进行调整。

另外,对于段 Z_m 中的任一个(例如 Z_2)或任意多个的各个,基于杨氏模量 E 等物性,决定是设为凹段(对应的 Z_m)、或是设为均匀段(对应的 Z_{bm})。由此,与物性没有关系,在全部振动传递构件16中,谐振频率被调整成预定的谐振频率,长度方向上的全长 La_{11} 形成为预定的尺寸 L_{const} 。

[0063] 另外,在本实施例中,凹段 Z_m 的任一个或任意多个(例如 Z_{a2} 、 Z_{ak})分别由于基于物性的尺寸(对应的 W_m)的调整而使中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)与供内衬构件55安装的凹段(例如 Z_{a1})的中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)不同。即、凹段 Z_m 的至少1个(例如 Z_{a2} 、 Z_{ak})的中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)分别与预定的长度 W_{ref} 不同。由此,在任一振动传递构件16中,凹段 Z_m 的至少两个(例如 Z_{a1} 、 Z_{ak} ; Z_{a1} 、 Z_{a2} 、 Z_{ak})都形成为中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)互不相同的状态。

[0064] 也在其他的某一实施例中,在任一振动传递构件16中(即、与杨氏模量 E 等物性没有关系),都仅在凹段 Z_{a1} 安装内衬构件55。不过,在本实施例中,与杨氏模量 E 等物性相对应地至少调整凹段 Z_{ak} 的中间延伸设置部 M_k 的与长度方向大致垂直的截面积 S_k 。此外,在本实施例中,在任一振动传递构件16中,凹段 Z_{ak} 的中间延伸设置部 M_k 的长度方向上的尺寸 W_k 都大致相同,不进行与物性相对应的尺寸 W_k 的调整。

[0065] 在此,例如,设为:由杨氏模量 E 等物性彼此相同的材料形成各个某一段 Z_m 。在物性相同的情况下,在各个段 Z_m 中,槽(对应的 V_m)的深度越大,半波长部分的长度方向上的尺寸(对应的 L_m)越短。另一方面,在各个段 Z_m 中,槽(对应的 V_m)的深度越小,半波长部分(对应的 L_m)的长度方向上的尺寸越长,在不存在槽的情况下,半波长部分的长度方向上的尺寸(L_m)最长。

[0066] 在本实施例中,与杨氏模量 E 是 E_a 的振动传递构件16(α)的凹段 Z_{ak} (α)的截面积 S_k (α)相比,增大杨氏模量 E 是比 E_a 小的 E_B 的振动传递构件16(β)的凹段 Z_{ak} (β)的截面积 S_k (β)。由此,在振动传递构件16(α)、16(β)中,杨氏模量 E 彼此的偏差对谐振频率和长度方向上的全长 La_{11} 的影响由于截面积 S_k 的调整而被消除。因而,在振动传递构件16(α)、16(β)中,谐振频率被调整成彼此相同,长度方向上的全长 La_{11} 也被调整成彼此相同。即、振动传递构件16(α)、16(β)均在传递超声波振动的状态下以预定的谐振频率(例如47kHz)振动,长度方向上的全长(La_{11} (α)、 La_{11} (β))成为预定的尺寸 L_{const} 。

[0067] 如前述那样在本实施例中,在凹段 Z_m 的至少1个(例如 Z_{ak})的各自中,基于杨氏模量 E 等物性,对中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)进行调整。由此,与物性没有关系,在全部的振动传递构件16中,谐振频率被调整成预定的谐振频率,长度方向上的全长 La_{11} 形成为预定的尺寸 L_{const} 。

[0068] 另外,在本实施例中,凹段 Z_m 的至少1个(例如 Z_{ak})分别由于基于物性的尺寸(对应的 W_m)的调整而使中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)与供内衬构件55安装的凹段(例如 Z_{a1})的中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)不同。即、凹段 Z_m 的任一个(例如 Z_{ak})或任意多个的各个的中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)分别与预定的截面积 S_{ref} 不同。由此,在任一振动传递构件16中,凹段 Z_m 的至少两个(例如 Z_{a1} 、 Z_{ak})都形成为中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)互不相同的状态。

[0069] 另外,在其他的某一实施例中,在凹段 Z_{am} 的任一个(例如 Z_{ak})中或在凹段 Z_{am} 的任意多个的各个中,基于杨氏模量 E 等物性,对中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)和中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)进行调整。由此,与物性没有关系,在全部的振动传递构件16中,谐振频率被调整成预定的谐振频率,长度方向上的全长 L_{a11} 形成为预定的尺寸 L_{const} 。

[0070] 另外,在本实施例中,凹段 Z_{am} 的至少1个(例如 Z_{ak})分别由于基于物性的尺寸(对应的 W_m)以及截面积(对应的 S_m)的调整而使中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)与供内衬构件55安装的凹段(例如 Z_{a1})不同,并且,使中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)与供内衬构件55安装的凹段(例如 Z_{a1})不同。即、凹段 Z_{am} 中的任一个(例如 Z_{ak})或任意多个的各个使中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)分别与预定的长度 W_{ref} 不同,并且,使中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)与预定的截面积 S_{ref} 不同。由此,在任一振动传递构件16中,凹段 Z_{am} 的至少两个(例如 Z_{a1} 、 Z_{ak})都形成为中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)以及中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)互不相同的状态。

[0071] 在包括前述的实施例等在内的本实施方式中,在凹段 Z_{am} 的至少1个的各自中,基于物性调整尺寸(对应的 W_m)和截面积(对应的 S_m)中的至少一者的中间延伸设置部(对应的 M_m)在振动波节(对应的 N_m)及其附近的范围内设置。即、在凹段 Z_{am} 的任一个中或在凹段 Z_{am} 的任意多个的各个中,在振动波节(对应的 N_m)及其附近,调整尺寸(对应的 W_m)和截面积(对应的 S_m)。在段 Z_m 各自的半波长部分中,在振动波节(对应的 N_m)处由超声波振动带来的应力极大,应力在振动波节(对应的 N_m)及其附近变大。因而,在凹段 Z_{am} 的至少1个的各自中,在由超声波振动带来的应力较大的区域中,基于物性对中间延伸设置部(对应的 M_m)的尺寸(对应的 W_m)和截面积(对应的 S_m)中的至少一者进行调整。因此,凹段 Z_{am} 的至少1个中的中间延伸设置部(对应的 M_m)的尺寸(对应的 W_m)和截面积(对应的 S_m)中的至少一者的调整对谐振频率和振动传递构件16的长度方向上的全长 L_{a11} 的影响变大。因而,由于凹段 Z_{am} 的至少1个中的中间延伸设置部(对应的 M_m)的尺寸(对应的 W_m)和截面积(对应的 S_m)中的至少一者的调整,杨氏模量 E 等物性的偏差对谐振频率和振动传递构件16的长度方向上的全长 L_{a11} 造成的影响被恰当地消除。

[0072] 另外,在本实施方式中,在振动传递构件16的制造中,使没有设置槽的均匀段(对应的 Z_{bm})、或、凹段 Z_{am} 中的中间延伸设置部 M_m 的长度方向上的尺寸 W_m 最小的凹段(对应的 Z_{am})在长度方向的至少一侧与凹段 Z_{am} 中的尺寸 W_m 最大的凹段(对应的 Z_{am})连续。并且,使没有设置槽 V_m 的均匀段(对应的 Z_{bm})、或、凹段 Z_{am} 中的中间延伸设置部 M_m 的与长度方向大致垂直的截面积 S_m 最大的凹段(对应的 Z_{am})在长度方向的至少一侧与凹段 Z_{am} 中的截面积 S_m 最小的凹段(对应的 Z_{am})连续。

[0073] 接着,对振动传递构件16的作用和效果进行说明。在本实施方式中,即使形成振动传递构件16的材料杨氏模量 E 等物性在每个构件产生偏差,在全部的振动传递构件16中,谐振频率也被调整成预定的谐振频率。因此,在具备振动传递构件16的超声波处置器具2中,设置于振动传递构件16的变幅杆(例如42、46、53)处的改性比等在每个产品产生偏差的情况被抑制。由此,能量赋予部17处的超声波振动的振幅和振动速度在每个产品产生偏差

的情况被抑制。因而,与杨氏模量 E 等物性没有关系,可利用能量赋予部17稳定地对处置对象进行处置。

[0074] 另外,在本实施方式中,即使形成振动传递构件16的材料的杨氏模量 E 等物性在每个构件产生偏差,在全部的振动传递构件16中,长度方向上的全长 L_{a11} 也形成为预定的尺寸 L_{const} 。由此,在具备振动传递构件16的超声波处置器具2中,内衬构件(43、51、55)向振动传递构件16的安装位置和振动传递构件16的从轴部7向顶端侧的突出长度等在每个产品产生偏差的情况被防止。即、振动传递构件16的长度方向上的全长 L_{a11} 没有偏差,因此,对超声波处置器具2的制造和处置性能等的影响变小。由此,超声波处置器具2的制造中的劳力和时间等被减少,并且,可更稳定地对处置对象进行处置。

[0075] 另外,在各个凹段 Z_{am} 中,半波长部分以振动波节(对应的 N_m) (槽(对应的 V_m))为中心而在长度方向上成为对称的形状,振动波节(对应的 N_m)位于槽(对应的 V_m)。因此,在各个凹段 Z_{am} 中,半波长部分的顶端(对应的 A_{m+1})处的振幅与半波长部分的基端(对应的 A_m)处的振幅大致相同。因此,在本实施方式中,段(最顶端段) Z_k 的顶端处的超声波振动的振幅相对于段(最基端段) Z_1 的基端处的超声波振动的振幅几乎不变化。因此,即使设置有槽 V_m ,在能量赋予部17中,超声波振动的振幅也稳定。

[0076] 另外,在本实施方式中,在各个供内衬构件(55)安装的凹段(对应的 Z_{am})中,中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)成为预定的长度 W_{ref} ,中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向大致垂直的截面积(对应的 S_m)成为预定的截面积 S_{ref} 。通过设为这样的结构,振动传递构件16被轴部7隔着内衬构件(55)恰当地支承,并且,经由内衬构件(55)的向轴部7的超声波振动的传递被进一步恰当地防止。

[0077] 另外,在本实施方式中,使没有设置槽的均匀段(对应的 Z_{bm})、或、凹段 Z_{am} 中的中间延伸设置部 M_m 的长度方向上的尺寸 W_m 最小的凹段(对应的 Z_{am})在长度方向的至少一侧与凹段 Z_{am} 中的尺寸 W_m 最大的凹段(对应的 Z_{am})连续。并且,使均匀段(对应的 Z_{bm})、或、凹段 Z_{am} 中的中间延伸设置部 M_m 的与长度方向大致垂直的截面积 S_m 最大的凹段(对应的 Z_{am})在长度方向的至少一侧与凹段 Z_{am} 中的截面积 S_m 最小的凹段(对应的 Z_{am})连续。由此,即使设置有槽 V_m ,也防止在振动传递构件16中振动着的状态下的弯曲强度局部地降低的情况。

[0078] (变形例)

[0079] 此外,在前述的实施方式等中,手柄12相对于把手11位于顶端侧,分别在开动作和闭动作中,相对于长度方向大致平行地移动,但并不限于此。例如,在某一变形例中,手柄12也可以相对于把手11位于基端侧,在其他的某一变形例中,分别在开动作和闭动作中,手柄12也可以沿着相对于长度方向交叉的方向移动。另外,在某一变形例中,也可以不设置旋钮21。

[0080] 另外,在某一变形例中,也可以是,在超声波换能器23没有设置中继构件25,压电元件26和电极构件27A、27B直接安装于振动传递构件16。另外,变幅杆(42、46、52)的位置和数量等也并不限于前述的实施方式等。例如,在某一变形例中,在振动传递构件16设置有至少1个变幅杆(42、46、51),各变幅杆在振动传递构件16中在长度方向上位于与段 Z_m 不同的区域。并且,在振动传递构件16以预定的谐振频率振动的状态下,各变幅杆在长度方向上也位于远离任一振动波腹 A_i 的位置。

[0081] 另外,在长度方向上在与段 Z_m 不同的区域中安装于振动传递构件16的内衬构件

(45、52)的位置和数量等也并不限于前述的实施方式等。例如,在某一变形例中,在长度方向上在与段 Z_m 不同的区域中,至少1个内衬构件(45、52)安装于振动传递构件16。并且,在振动传递构件16以预定的谐振频率振动的状态下,振动波节 N_j 中的任一个位于各内衬构件。另外,也可以是,除了施加超声波振动之外,也向末端执行器8供给别的处置能量。例如,某一变形例中,超声波振动向能量赋予部17传递,并且,高频电能向能量赋予部17和把持构件18供给。在该情况下,在能量赋予部17与把持构件18之间,高频电流经由所把持的处置对象流动。

[0082] 另外,在某一变形例中,也可以在末端执行器8不设置把持构件18。在该情况下,不设置把手11、手柄12以及可动部15等,能量赋予部17具有钩形状、刮刀形状或耳匙形状等。在本变形例中,在使能量赋予部17与处置对象接触了的状态下,向能量赋予部17(末端执行器8)传递超声波振动。并且,通过赋予传递来的超声波振动,使用超声波振动来对处置对象进行处置。在该情况下,也可以是,除了施加超声波振动之外,也向能量赋予部17供给别的处置能量。

[0083] 在前述的实施方式等中,振动传递构件(16)传递由超声波换能器(23)产生的超声波振动,从而以预定的谐振频率振动。振动传递构件(16)在长度方向上具备延伸设置于互不相同的区域的多个段(Z_m),各个段(Z_m)在振动传递构件(16)以预定的谐振频率振动的状态下相当于彼此相邻的相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m 、 A_{m+1})之间的半波长部分。在各个段(Z_m)中,半波长部分以相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m 、 A_{m+1})之间的振动波节(N_m)为中心而在长度方向上对称。多个段(Z_m)具备多个凹段(Z_{am}),在各个凹段(Z_{am})中,在半波长部分形成向内周侧凹的槽(对应的 V_m),并且,相对应的两个振动波腹(相对应的 A_m 、 A_{m+1})之间的振动波节(N_m)位于槽(V_m)。凹段(Z_{am})分别具备:基端侧延伸设置部(对应的 X_m),其在长度方向上从半波长部分的基端延伸设置到槽(对应的 V_m)的基端;顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m),其在长度方向上从槽(对应的 V_m)的顶端延伸设置到半波长部分的顶端;以及中间延伸设置部(对应的 M_m),其在长度方向上从槽(对应的 V_m)的基端延伸设置到槽(对应的 V_m)的顶端。在各个凹段(Z_{am})中,基端侧延伸设置部(对应的 X_m)的长度方向上的尺寸与顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)的长度方向上的尺寸相同,并且,基端侧延伸设置部(对应的 X_m)的与长度方向垂直的截面积同顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)的与长度方向垂直的截面积相同。在各个凹段(Z_{am})中,中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向垂直的截面积(对应的 S_m)比基端侧延伸设置部(对应的 X_m)以及顶端侧延伸设置部(对应的 Y_m)各自的与长度方向垂直的所述截面积小。多个凹段(Z_{am})中的至少两个凹段使中间延伸设置部(对应的 M_m)的长度方向上的尺寸(对应的 W_m)以及中间延伸设置部(对应的 M_m)的与长度方向垂直的截面积(对应的 S_m)中的至少一者互不相同。

[0084] 以上,对本发明的实施方式等进行了说明,但本发明并不限于前述的实施方式等,不脱离发明的主旨就当然能够进行各种变形。

[0085] 以下,附录特征性的事项。

[0086] (附录项1)一种振动传递构件的制造方法,该振动传递构件安装有超声波换能器,通过传递由所述超声波换能器产生的超声波振动,该振动传递构件以预定的谐振频率振动,该振动传递构件的制造方法包括如下步骤:

[0087] 对包括形成所述振动传递构件的材料的杨氏模量在内的物性进行确定;

[0088] 基于所述物性确定所述振动传递构件以所述预定的谐振频率振动的状态下的振动波腹和振动波节的位置；

[0089] 在长度方向上形成延伸设置于互不相同的区域的多个段，且将各所述段形成于彼此相邻的相对应的两个振动波腹之间的半波长部分；

[0090] 在各个所述段中，将所述半波长部分形成为以所述相对应的两个振动波腹之间的振动波节为中心而在所述长度方向上对称；

[0091] 从所述多个段中形成多个凹段，且在各个所述凹段中，在所述半波长部分形成向内周侧凹的槽，在所述相对应的两个振动波腹之间的所述振动波节位于所述槽的状态下形成所述槽；

[0092] 在各个所述凹段中，在所述长度方向上从所述半波长部分的基端到所述槽的基端形成基端侧延伸设置部；在所述长度方向上从所述槽的顶端到所述半波长部分的顶端形成顶端侧延伸设置部，在所述长度方向上从所述槽的所述基端到所述槽的所述顶端形成中间延伸设置部；

[0093] 在各个所述凹段中，使所述基端侧延伸设置部的所述长度方向上的尺寸与所述顶端侧延伸设置部的所述长度方向上的尺寸相同，并且，使所述基端侧延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积同所述顶端侧延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积相同；

[0094] 在各个所述凹段中，使所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的截面积比所述基端侧延伸设置部以及所述顶端侧延伸设置部各自的与所述长度方向垂直的所述截面积小，

[0095] 在所述凹段的至少1个凹段的各自中，基于所述物性，对所述中间延伸设置部的所述长度方向上的尺寸和所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的所述截面积中的至少一者进行调整，从而将所述振动传递构件的所述长度方向上的全长调整成预定的尺寸，并且，将所述振动传递构件的谐振频率调整成所述预定的谐振频率。

[0096] (附录项2) 根据附录项1的制造方法，其中，具备如下步骤：

[0097] 由弹性材料形成内衬构件；

[0098] 在所述多个凹段的任一个中或在所述多个凹段的任意多个凹段的各个中，使所述内衬构件从外周侧与所述中间延伸设置部抵接，使所述内衬构件与所述槽卡合。

[0099] (附录项3) 根据附录项2的制造方法，其中，具备如下步骤：在所述内衬构件与所述槽卡合的各个所述凹段中，使所述中间延伸设置部的所述长度方向上的所述尺寸形成预定的长度，并且使所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的所述截面积形成预定的截面积。

[0100] (附录项4) 根据附录项3的制造方法，其中，具备如下步骤：从没有安装所述内衬构件的所述凹段中选择所述中间延伸设置部的所述长度方向上的所述尺寸和所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的所述截面积中的至少一者被调整的所述至少1个凹段。

[0101] (附录项5) 根据附录项4的制造方法，其中，具备进行如下步骤中的至少一者：

[0102] 在各个所选择的所述凹段中，使所述中间延伸设置部的所述长度方向上的所述尺寸与所述预定的长度不同；以及

[0103] 在各个所选择的所述凹段中，使所述中间延伸设置部的与所述长度方向垂直的所述截面积与所述预定的截面积不同。

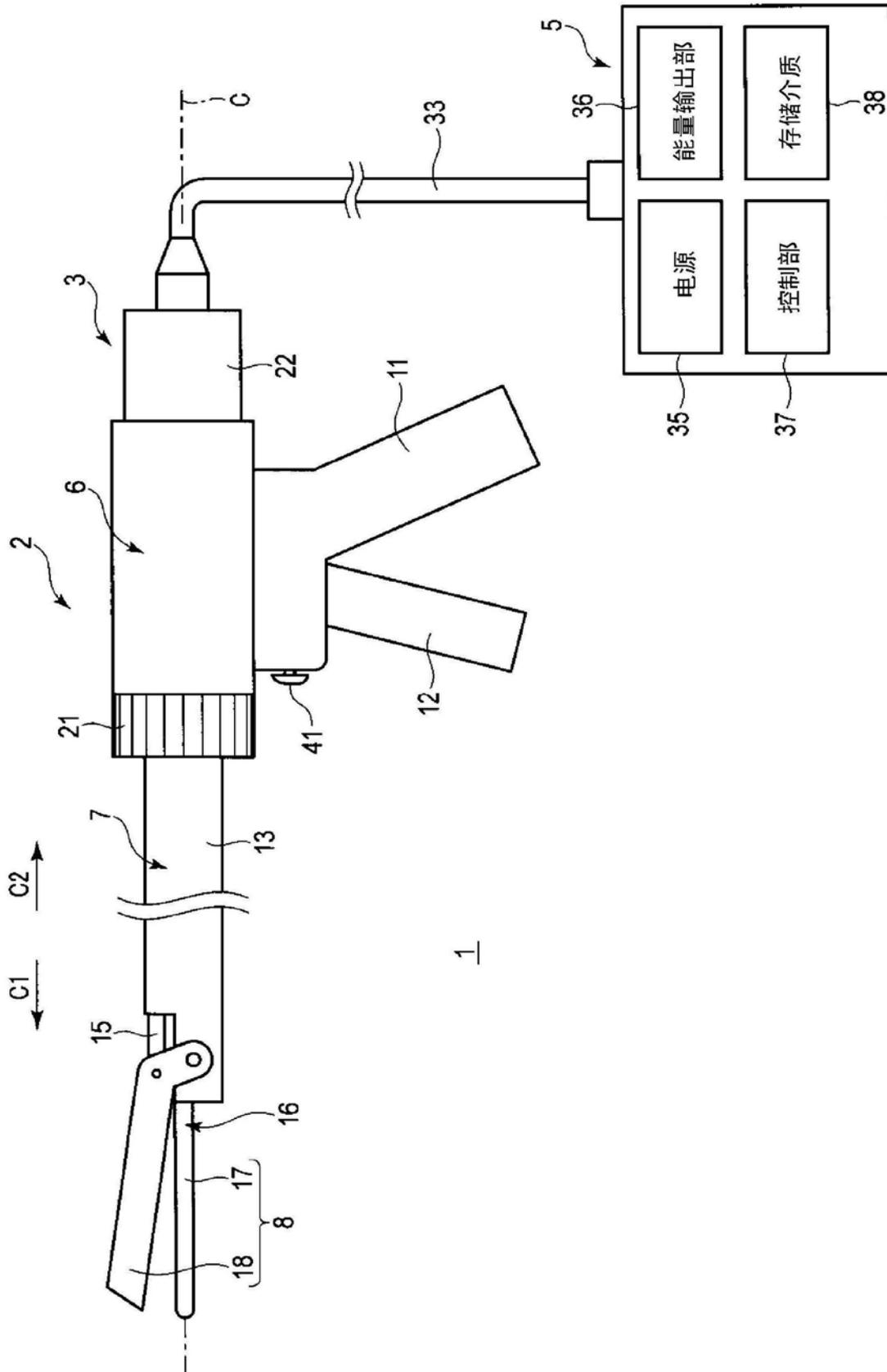


图1

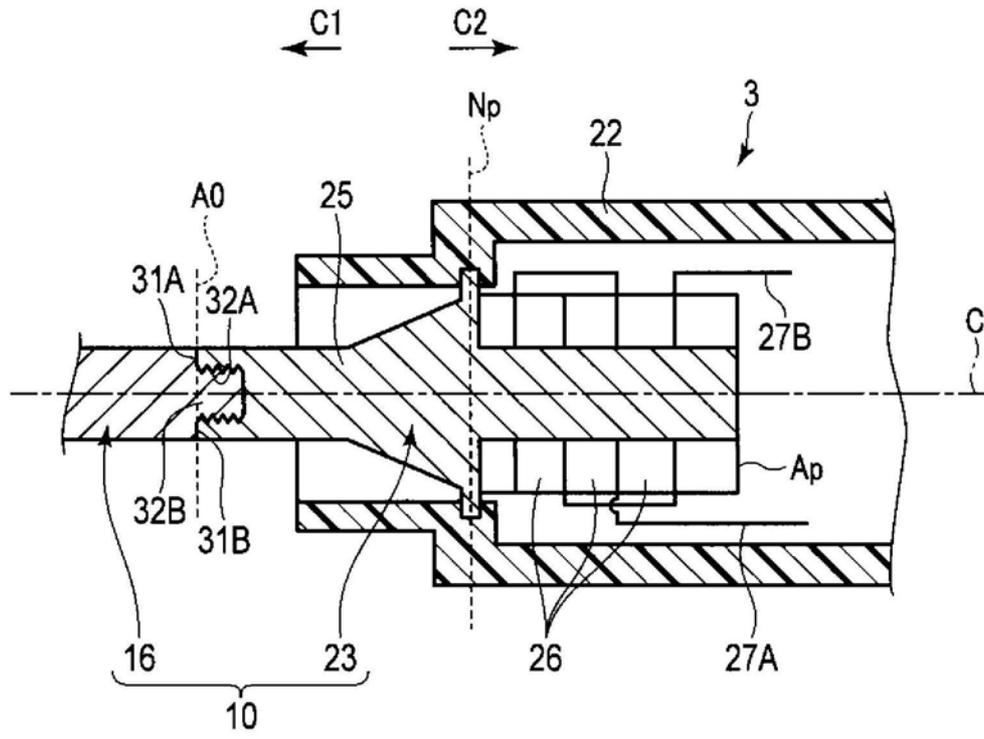


图2

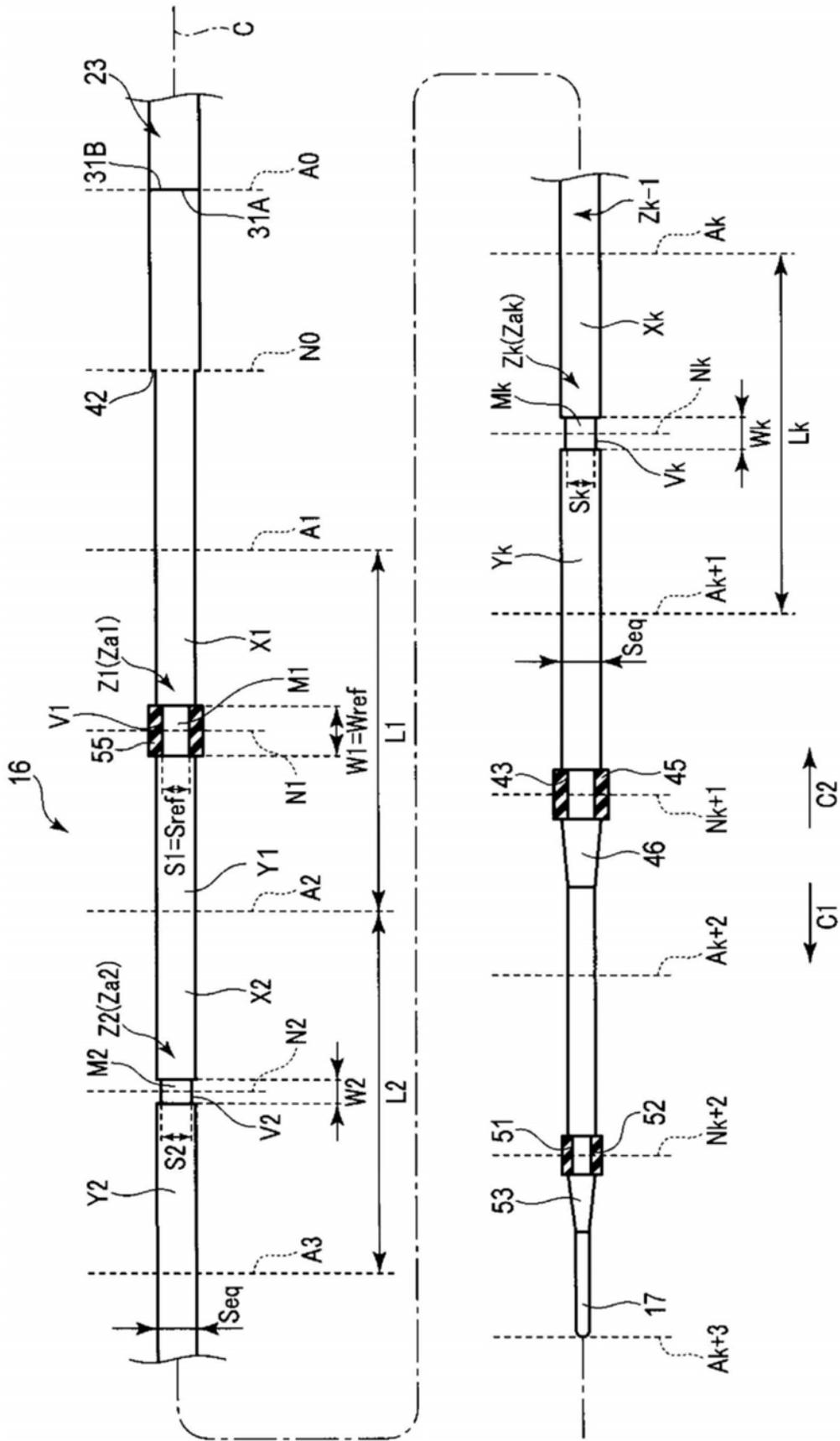


图3

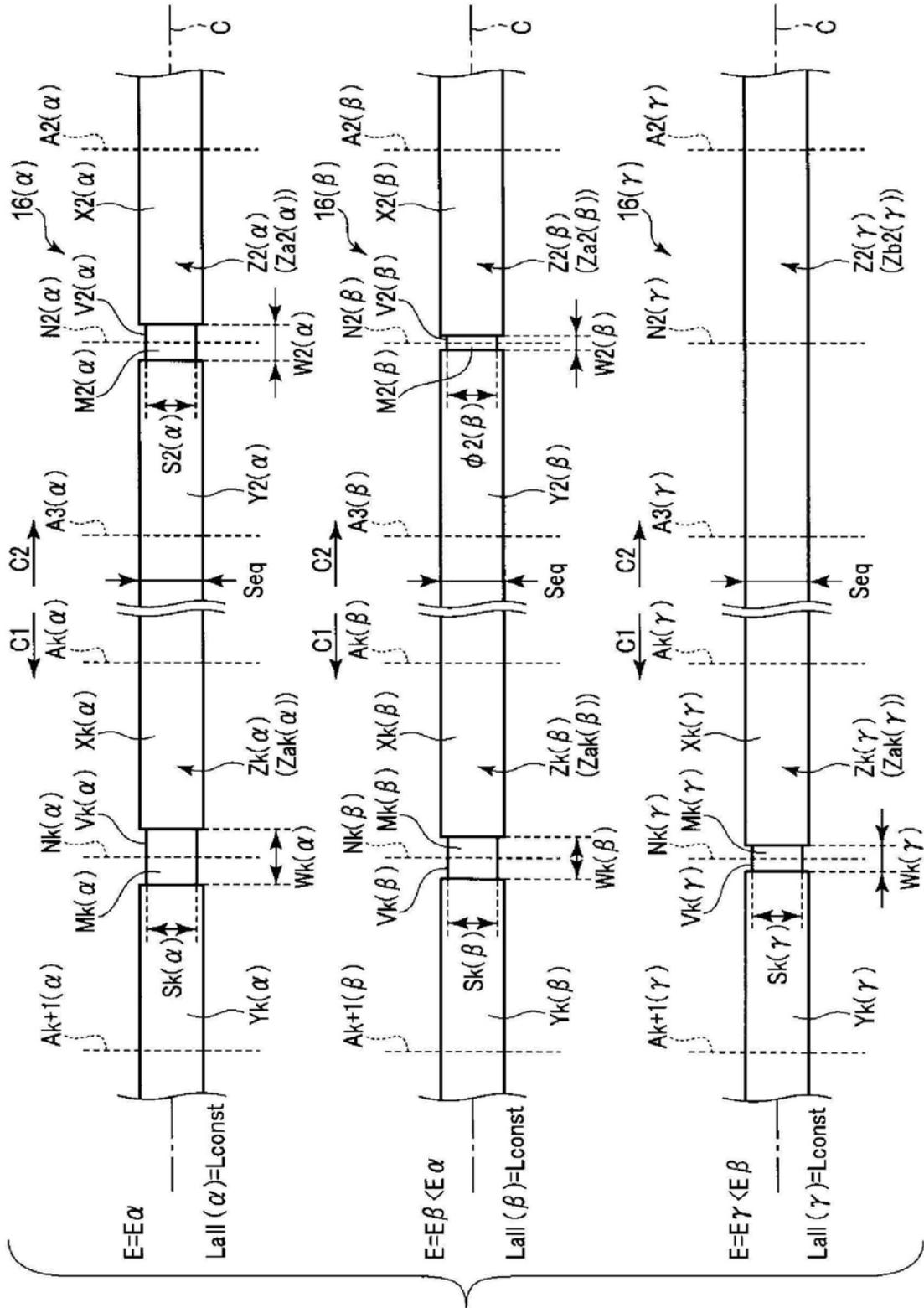


图4