



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106028990 B

(45)授权公告日 2018.10.16

(21)申请号 201580009103.7

(22)申请日 2015.02.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106028990 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(30)优先权数据

2014-027988 2014.02.17 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/052865 2015.02.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/122306 JA 2015.08.20

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 津布久佳宏

(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.

A61B 18/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0136345 A1, 2012.05.31,

JP 特开2009-254818 A, 2009.11.05,

CN 102209503 A, 2011.10.05,

审查员 江红荣

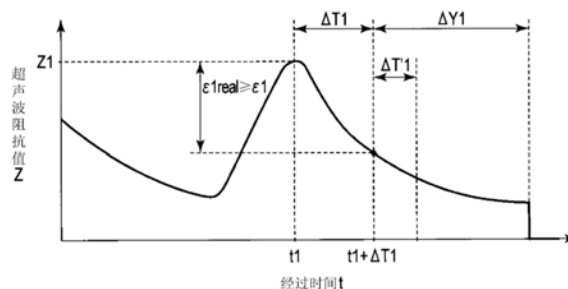
权利要求书3页 说明书16页 附图10页

(54)发明名称

超声波处置装置

(57)摘要

超声波处置装置(2)具有压电元件(31A-31D)。当对元件(31A-31D)施加交流电压(V)时,交流电流(I)流过元件(31A-31D),并且元件(31A-31D)产生超声波振动。振动被传递到处置部(17)。处置部(17)以振幅(U1)进行振动,在处置部(17)与生物体组织(H)之间产生摩擦热。该热将生物体组织(H)凝固并切开。随着切开的进行,超声波阻抗( $Z=V/I$ )递增。 $Z$ 在时刻( $t1$ )取 $Z1$ ,并开始递减。从 $Z$ 开始减小起的时间( $\Delta T1$ )的期间内, $Z$ 减小了 $\varepsilon 1_{real}$ 。在 $\varepsilon 1_{real}$ 为预定的基准( $\varepsilon$ )以上的情况下,判定为 $Z$ 在时刻( $t1$ )成为峰。在该情况下,使 $V$ 减少,使得处置部(17)的振幅(U)减少至 $U2$ 。其结果是,处置部(17)所产生的摩擦热减少。在此之前,生物体组织(H)的切开完成。通过这样,能够防止产生过量的摩擦热。



1. 一种超声波处置装置,具备:

电源,其能够输出振动产生电力;

超声波振子,通过从所述电源向该超声波振子传递所述振动产生电力,该超声波振子产生超声波振动;

处置部,其利用由所述超声波振子产生的所述超声波振动进行处置;

钳部件,其能够相对于所述处置部打开和关闭,该钳部件具备在所述钳部件相对于所述处置部关闭的状态下能够与所述处置部抵接的抵接部;

阻抗检测部,其在从所述电源输出所述振动产生电力的状态下,随时间经过检测所述超声波振子的超声波阻抗值;

递减检测部,其基于所述阻抗检测部的检测结果来检测所述超声波阻抗值开始递减的递减开始时;

虚拟峰值保持部,其将检测出的所述递减开始时的所述超声波阻抗值作为虚拟峰值来保持;

峰判定部,其通过将所述递减开始时以后的所述超声波阻抗值相对于所保持的所述虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较,来判定所保持的所述虚拟峰值是否为作为检测对象的对象峰;以及

超声波控制部,其控制从所述电源输出所述振动产生电力的输出状态,基于所述峰判定部的判定,在从检测出所述对象峰的峰检测时起至少经过了规定时间的时间点,使所述电源以第二超声波输出模式输出所述振动产生电力,该第二超声波输出模式与所述峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,是使所述处置部中的基于所述超声波振动的切开性能变小的超声波输出模式。

2. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述超声波控制部在所述第二超声波输出模式下,将从所述电源输出所述振动产生电力的所述输出状态控制为使所述处置部的基于所述超声波振动的、在规定的单位时间内的平均振动速度比所述第一超声波输出模式下的该平均振动速度小的状态。

3. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述超声波控制部将从所述电源输出所述振动产生电力的所述输出状态控制为在所述第一超声波输出模式下使所述处置部以固定的第一振幅进行振动、并且在所述第二超声波输出模式下使所述处置部以比所述第一振幅小的固定的第二振幅进行振动的状态。

4. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述超声波控制部调整所述振动产生电力的电力值以及基于所述振动产生电力的输出而从所述电源向所述超声波振子供给的振动产生电流的电流值中的至少一方,由此使得在所述第一超声波输出模式与所述第二超声波输出模式之间所述处置部中的基于所述超声波振动的振幅发生变化。

5. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

在规定了所述处置部以固定的第一振幅进行振动的第一振动阶段和所述处置部以比所述第一振幅小的固定的第二振幅进行振动的第二振动阶段的情况下,所述超声波控制部在所述第二超声波输出模式下,将从所述电源输出所述振动产生电力的所述输出状态控制为使所述第一振动阶段相对于所述第二振动阶段的时间比率比所述第一超声波输出模式

下的该时间比率小的状态。

6. 根据权利要求5所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述超声波控制部在所述第二超声波输出模式下,使所述处置部的基于所述超声波振动的振动状态在所述第一振动阶段与所述第二振动阶段之间周期性地变化,

所述超声波控制部在所述第一超声波输出模式下,

使所述处置部的基于所述超声波振动的所述振动状态以与所述第二超声波输出模式相同的调制周期在所述第一振动阶段与所述第二振动阶段之间周期性地变化,并且使所述调制周期中的所述第一振动阶段所占的比例比所述第二超声波输出模式下的该比例大,

或者使所述处置部的基于所述超声波振动的所述振动状态持续保持所述第一振动阶段。

7. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述超声波控制部在所述第二超声波输出模式下,将从所述电源输出所述振动产生电力的所述输出状态控制为使所述超声波振动的谐振频率比所述第一超声波输出模式下的该谐振频率小的状态。

8. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述超声波控制部在从所述峰检测时起的比所述规定时间短的设定时间的期间内,使所述电源以第三超声波输出模式输出所述振动产生电力,并在以所述第三超声波输出模式进行输出后切换为所述第二超声波输出模式,该第三超声波输出模式与所述第一超声波输出模式相比,是使所述处置部中的基于所述超声波振动的切开性能变大的超声波输出模式。

9. 根据权利要求8所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述超声波控制部在所述第三超声波输出模式下,将从所述电源输出所述振动产生电力的所述输出状态控制为使所述处置部的基于所述超声波振动的、在规定的单位时间内的平均振动速度比所述第一超声波输出模式下的该平均振动速度大的状态。

10. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

所述阻抗检测部随时间经过检测所述超声波振子中的振动产生电流和振动产生电压,基于检测出的所述振动产生电流和所述振动产生电压来检测所述超声波阻抗值。

11. 根据权利要求1所述的超声波处置装置,其特征在于,

还具备告知部,该告知部在从所述第一超声波输出模式切换为所述第二超声波输出模式之后,告知从所述电源输出所述振动产生电力的输出状态已被切换。

12. 一种控制单元,其与超声波处置器具电连接,该超声波处置器具具备利用由超声波振子产生的超声波振动对处置对象进行处置的处置部,该控制单元具备:

电源,其输出用于使所述超声波振子工作的振动产生电力;

阻抗检测部,其基于从所述电源输出的所述振动产生电力,随时间经过检测所述超声波振子的超声波阻抗值;

递减检测部,其基于所述阻抗检测部的检测结果来检测所述超声波阻抗值开始递减的递减开始时;

虚拟峰值保持部,其将检测出的所述递减开始时的所述超声波阻抗值作为虚拟峰值来保持;

峰判定部,其通过将所述递减开始时以后的所述超声波阻抗值相对于所保持的所述虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较,来判定所保持的所述虚拟峰值是否为作为检测对象的对象峰;以及

超声波控制部,其控制从所述电源输出所述振动产生电力的输出状态,基于所述峰判定部的判定,在从检测出所述对象峰的峰检测时起至少经过了规定时间的时间点,使所述电源以第二超声波输出模式输出所述振动产生电力,该第二超声波输出模式与所述峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,是使所述处置部中的基于所述超声波振动中的切开性能变小的超声波输出模式。

## 超声波处置装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在被传递超声波振动的处置部与能够相对于处置部打开和关闭的钳部件之间把持处置对象并利用超声波振动来对所把持的处置对象进行处置的超声波处置装置。

### 背景技术

[0002] 例如,在专利文献1中公开了一种具备被传递超声波振动的处置部和能够相对于处置部打开和关闭的钳部件的超声波处置装置。在该超声波处置装置中,通过从电源向振动产生部传递振动产生电力来在作为振动产生部的超声波振子中产生超声波振动。然后,所产生的超声波振动被传递到处置部,处置部利用所传递的超声波振动来对生物体组织等处置对象进行处置。在此,钳部件的开闭方向相对于超声波振动的传递方向垂直(交叉)。通过在处置部与钳部件之间把持有处置对象的状态下向处置部传递超声波振动,来在处置对象与处置部之间产生摩擦热。通过摩擦热,处置对象在凝固的同时被切开。另外,在超声波处置装置中,随时间经过检测振动产生电力的超声波阻抗值,判定超声波阻抗值是否处于预定的第一阈值以上且比第一阈值大的预定的第二阈值以下的范围内。

[0003] 专利文献1:美国专利申请公开第2012/0310264号说明书

### 发明内容

[0004] 发明要解决的问题

[0005] 在如上述专利文献1那样的超声波处置装置中,利用超声波振动,在使处置部与钳部件之间把持的处置对象凝固的同时将该处置对象切开,由此在超声波振动的传递方向上的处置对象的至少一部分的范围内,将处置对象以与超声波振动的传递方向平行且与钳部件的开闭方向平行的切断面来切断。将这种现象称为切离。生物体组织被切离,由此在切断处置对象的范围内,钳部件的抵接部与处置部抵接。当在钳部件的抵接部与处置部抵接的状态下向处置部传递超声波振动时,由于振动而钳部件的抵接部发生磨损或热变形等从而损坏。因此,适当地判断处置对象是否被切离是重要的。

[0006] 在此,在处置对象被切离的时间点的附近,由于位于钳部件的抵接部与处置部之间的处置对象的状态变化等而引起在超声波阻抗值的随时间经过的变化中产生峰。在上述专利文献1中,判定超声波阻抗值是否处于预定的第一阈值以上且预定的第二阈值以下的范围。但是,由于切离而产生的峰处的超声波阻抗值与超声波处置器具(手持件)的种类、处置对象的种类以及处置对象的湿润程度等相对应地发生变化。因此,关于由于切离而产生的峰处的超声波阻抗值,既存在小于第一阈值的情况,也存在大于第二阈值的情况。因而,在上述专利文献1中,不能适当地检测由于切离而产生的超声波阻抗值的峰,手术操作者无法适当地判断处置对象是否被切离。因此,处置部与钳部件的抵接部接触,产生过量的摩擦热。

[0007] 另外,即使在检测出由于切离而引起的峰的情况下,在峰检测时,有时也仅在超声

波振动的传递方向上的处置对象的一部分范围内切断处置对象。在该情况下,在超声波振动的传递方向上的处置对象的剩余的一部分范围内,在峰检测时未切断处置对象。因此,在峰检测之后立即停止了从电源输出振动产生电力的情况下,有可能产生不能以与超声波振动的传递方向平行且与钳部件的开闭方向平行的切断面将处置对象切断而得到的切割残留。因而,不产生过量的摩擦热地切开处置对象的切割残留是重要的。

[0008] 本发明是着眼于所述问题而完成的,其目的在于提供如下一种超声波处置装置:在使用超声波振动的处置过程中,适当地判断被把持在处置部与钳部件之间的处置对象是否被切离,有效地防止由于处置部与钳部件的抵接部接触而产生过量的摩擦热。

#### [0009] 用于解决问题的方案

[0010] 为了实现所述目的,本发明的某个方式的超声波处置装置具备:电源,其能够输出振动产生电力;振动产生部,通过从所述电源向该振动产生部传递所述振动产生电力,该振动产生部产生超声波振动;处置部,由所述振动产生部产生的所述超声波振动被传递到该处置部,该处置部利用所传递的所述超声波振动进行处置;钳部件,其能够相对于所述处置部打开和关闭,该钳部件具备在所述钳部件相对于所述处置部关闭的状态下能够与所述处置部抵接的抵接部;阻抗检测部,其在从所述电源输出所述振动产生电力的状态下,随时间经过检测所述振动产生电力的超声波阻抗值;递减检测部,其基于所述阻抗检测部的检测结果来检测所述超声波阻抗值开始递减的递减开始时;虚拟峰值保持部,其将检测出的所述递减开始时的所述超声波阻抗值作为虚拟峰值来保持;峰判定部,其通过将所述递减开始时以后的所述超声波阻抗值相对于所保持的所述虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较,来判定所保持的所述虚拟峰值是否为作为检测对象的对象峰;以及超声波控制部,其控制从所述电源输出所述振动产生电力的输出状态,基于所述峰判定部的判定,在从检测出所述对象峰的峰检测时起至少经过了规定时间的时间点,使所述电源以第二超声波输出模式输出所述振动产生电力,该第二超声波输出模式与所述峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,是使所述处置部中的基于所述超声波振动的切开性能变小的超声波输出模式。

#### [0011] 发明的效果

[0012] 根据本发明,能够提供如下一种超声波处置装置:在利用超声波振动的处置中,适当地判断被把持在处置部与钳部件之间的处置对象是否被切离,有效地防止由于处置部与钳部件的抵接部接触而产生的过量的摩擦热。

### 附图说明

[0013] 图1是表示第一实施方式所涉及的超声波处置装置的概要图。

[0014] 图2是概要性地表示第一实施方式所涉及的振子单元的结构纵截面图。

[0015] 图3是表示第一实施方式所涉及的振子单元和控制单元中的电连接状态的概要图。

[0016] 图4是将第一实施方式所涉及的变幅杆构件和超声波振子按每个构件分解并概要性地示出的立体图。

[0017] 图5是表示第一实施方式所涉及的超声波振子与电源之间的电连接状态的概要图。

[0018] 图6是概要性地表示第一实施方式所涉及的处置部和钳部件的侧视图。

[0019] 图7是以垂直于长边轴的截面概要性地表示第一实施方式所涉及的处置部和钳部件的横截面图。

[0020] 图8是用于说明第一实施方式所涉及的被把持在处置部与钳部件之间的处置对象的切离的概要图。

[0021] 图9是表示第一实施方式所涉及的开始从电源输出振动产生电力起的超声波阻抗值的随时间经过的变化的一例的概要图。

[0022] 图10是表示第一实施方式所涉及的控制单元的从开始输出振动产生电力起的动作状态的流程图。

[0023] 图11是表示第一实施方式所涉及的处置部中的超声波振动的振幅的随时间经过的变化的一例的概要图。

[0024] 图12是表示第一实施方式所涉及的由峰检测部进行的对象峰的检测处理的流程图。

[0025] 图13是表示第一变形例所涉及的处置部中的超声波振动的振幅的随时间经过的变化的一例的概要图。

[0026] 图14是表示第二变形例所涉及的处置部中的超声波振动的振幅的随时间经过的变化的一例的概要图。

[0027] 图15是表示第三变形例所涉及的振动传递部中的超声波振动的谐振频率的随时间经过的变化的一例的概要图。

[0028] 图16是表示第四变形例所涉及的控制单元的从开始输出振动产生电力起的动作状态的流程图。

[0029] 图17是表示第四变形例所涉及的处置部中的超声波振动的振幅的随时间经过的变化的一例的概要图。

## 具体实施方式

### [0030] (第一实施方式)

[0031] 参照图1至图12来说明本发明的第一实施方式。图1是表示超声波处置装置1的图。如图1所示,超声波处置装置1具备超声波处置器具(手持件)2和控制单元3。超声波处置器具2具有长边轴C。平行于长边轴C的两个方向中的一个方向是前端方向(图1的箭头C1的方向),与前端方向相反的方向是基端方向(图1的箭头C2的方向)。超声波处置器具2具备振子单元5和手柄单元6。振子单元5可装卸地连结于手柄单元6的基端方向侧。在振子单元5的基端部连接有缆7的一端。缆7的另一端连接于控制单元3。

[0032] 手柄单元6具备沿长边轴C延伸设置的筒状壳体部11、与筒状壳体部11一体地形成的固定手柄12、以及以能够转动的方式安装于筒状壳体部11的可动手柄13。固定手柄12以相对于长边轴C从筒状壳体部11离开的状态延伸设置。可动手柄13以安装于筒状壳体部11的安装位置为中心进行转动,由此可动手柄13相对于固定手柄12进行打开动作或关闭动作。另外,手柄单元6具备安装于筒状壳体部11的前端方向侧的旋转操作钮15。旋转操作钮15能够以长边轴C为中心相对于筒状壳体部11进行旋转。另外,在固定手柄12上设置有作为能量操作输入部的能量操作输入按钮16。

[0033] 超声波处置器具2具备沿长边轴C延伸设置的护套8。通过将护套8从前端方向侧插

入到旋转操作钮15的内部和筒状壳体部11的内部,来将护套8安装于手柄单元6。另外,超声波处置器具2具备超声波探头9。超声波探头9从筒状壳体部11的内部穿过护套8的内部地沿长边轴C延伸设置。超声波探头9贯穿护套8。另外,在超声波探头9的前端部设置有从护套8的前端朝向前端方向突出的处置部17。

[0034] 在护套8的前端部可转动地安装有钳部件18。可动手柄13在筒状壳体部11的内部与配设在护套8的内周方向侧的部位的可动筒状部(未图示)连接。可动筒状部的前端与钳部件18连接。通过使可动手柄13相对于固定手柄12进行打开动作或关闭动作,可动筒状部沿长边轴C移动。由此,钳部件18以安装于护套8的安装位置为中心进行转动。钳部件18相对于护套8进行转动,由此钳部件18相对于处置部17进行打开动作或关闭动作。护套8、超声波探头9以及钳部件18能够与旋转操作钮15一体地以长边轴C为中心相对于筒状壳体部11进行旋转。

[0035] 另外,振子单元5具备振子壳体21。通过将振子壳体21从基端方向侧插入到筒状壳体部11的内部,来将振子单元5安装于手柄单元6。在筒状壳体部11的内部,振子壳体21与护套8连结。振子壳体21能够与旋转操作钮15一体地以长边轴C为中心相对于筒状壳体部11进行旋转。

[0036] 图2是表示振子单元5的结构图。如图2所示,振子单元5具备所述振子壳体21、设置于振子壳体21的内部的作为振动产生部的超声波振子22以及用于安装超声波振子22的变幅杆构件23。图3是表示振子单元5和控制单元3中的电连接状态的图。如图2和图3所示,在超声波振子22上连接有电布线部25A、25B的一端。控制单元3具备能够输出振动产生电力P的电源26。在电源26中,例如利用转换电路等将插座等的电力转换为振动产生电力P并输出振动产生电力P。电布线部25A、25B的另一端连接于电源26。从电源26输出的振动产生电力P经由电布线部25A、25B被传递到超声波振子22。通过传递振动产生电力P而在超声波振子22中产生超声波振动。

[0037] 在变幅杆构件23中设置有用以安装超声波振子22的振子安装部27。在超声波振子22中产生的超声波振动被传递到变幅杆构件23。另外,在变幅杆构件23中,在比振子安装部27靠前端方向侧的位置处设置有截面积变化部28。在截面积变化部28中,随着去向前端方向,垂直于长边轴C的截面积减少。超声波振动的振幅通过截面积变化部28而被放大。在变幅杆构件23的前端部设置有内螺纹部29A。另外,在超声波探头9的基端部设置有外螺纹部29B。通过使外螺纹部29B与内螺纹部29A进行螺纹接合,来将超声波探头9连接于变幅杆构件23的前端方向侧。超声波探头9在筒状壳体部11的内部连接于变幅杆构件23。

[0038] 被传递到变幅杆构件23的超声波振动在变幅杆构件23和超声波探头9中沿长边轴C从基端方向向前端方向传递。即,变幅杆构件23和超声波探头9是传递所产生的超声波振动的振动传递部。超声波振动朝向前端方向被传递到处置部17为止。处置部17利用所传递的超声波振动对生物体组织等处置对象进行处置。此外,在振动传递部(变幅杆构件23和超声波探头9)中,基端(变幅杆构件23的基端)和前端(超声波探头9的前端)成为超声波振动的波腹位置。另外,超声波振动是振动方向和传递方向平行于长边轴C(长边轴方向)的纵向振动。因而,平行于长边轴C的前端方向成为超声波振动的传递方向。另外,在振动传递部传递超声波振动的状态下,包括处置部17的振动传递部以某个谐振频率F进行振动。

[0039] 图4是将变幅杆构件23和超声波振子22按每个构件分解并示出的图。如图4所示,



超声波振子22具备(在本实施方式中为四个)环状的压电元件31A~31D。在各个压电元件31A~31D中插入有变幅杆构件23的振子安装部27。另外,各个压电元件31A~31D以厚度方向平行于超声波振动的传递方向(即,长边轴C)、且径向垂直于超声波振动的传递方向(即,前端方向)的状态被安装于振子安装部27。

[0040] 超声波振子22具备第一电极部32和第二电极部33。在第一电极部32上连接有电布线部25A的一端,在第二电极部33上连接有电布线部25B的一端。第一电极部32具备第一电极环部35A~35C。第一电极环部35A位于压电元件31A的前端方向侧,第一电极环部35B在平行于长边轴C的长边轴方向上位于压电元件31B与压电元件31C之间。另外,第一电极环部35C位于压电元件31D的基端方向侧。各个第一电极环部35A~35C中插入有振子安装部27。

[0041] 第二电极部33具备第二电极环部37A、37B。第二电极环部37A在平行于长边轴C的长边轴方向上位于压电元件31A与压电元件31B之间。另外,第二电极环部37B在长边轴方向上位于压电元件31C与压电元件31D之间。各个第二电极环部37A、37B中插入有振子安装部27。

[0042] 通过如上述那样构成,压电元件31A被夹在第一电极环部35A与第二电极环部37A之间,压电元件31B被夹在第二电极环部37A与第一电极环部35B之间。另外,压电元件31C被夹在第一电极环部35B与第二电极环部37B之间,压电元件31D被夹在第二电极环部37B与第一电极环部35C之间。因而,各个压电元件31A~31D被夹在第一电极部32与第二电极部33之间。

[0043] 另外,超声波振子22具备绝缘环38A、38B。绝缘环38A位于第一电极部32的第一电极环部35A的前端方向侧。绝缘环38B位于第一电极部32的第一电极环部35C的基端方向侧。在各个绝缘环38A、38B中插入有振子安装部27。另外,超声波振子22具备后块36。后块36位于绝缘环38B的基端方向侧。压电元件31A~31D、第一电极部32、第二电极部33以及绝缘环38A、38B被后块36向前端方向按压。由此,压电元件31A~31D、第一电极部32、第二电极部33以及绝缘环38A、38B被夹持在变幅杆构件23与后块36之间。

[0044] 图5是表示作为振动产生部的超声波振子22与电源26之间的电连接状态的图。如图5所示,电源26与第一电极部32之间通过电布线部25A进行电连接。另外,电源26与第二电极部33之间通过电布线部25B进行电连接。通过从电源26输出振动产生电力P,来对第一电极部32与第二电极部33之间施加振动产生电压V。通过施加振动产生电压V来使振动产生电流I流过被夹在第一电极部32与第二电极部33之间的压电元件31A~31D。即,基于来自电源26的振动产生电力P,从电源26向超声波振子22供给振动产生电流I。振动产生电流I是电流的方向周期性地变化的交流电流。另外,作为振动产生电力P的阻抗值的超声波阻抗值Z如式(1)那样。

[0045] [式1]

$$[0046] \quad Z=V/I=V^2/P \quad (1)$$

[0047] 图6和图7是表示处置部17和钳部件18的结构图。在此,图6示出了钳部件18相对于处置部17打开的状态,图7示出了在钳部件18与处置部17之间不存在处置对象且钳部件18相对于处置部17关闭的状态。另外,图7示出了垂直于长边轴C的截面。如图6和图7所示,钳部件18具备基端部安装于护套8的钳部件主体41和安装于钳部件主体41的把持构件42。钳部件主体41和把持构件42例如由具有导电性的金属形成。另外,钳部件18具备安装于把

持构件42的垫构件43。垫构件43例如由具有电绝缘性的PTFE形成。

[0048] 在垫构件43中形成有在钳部件18相对于处置部17关闭的状态下能够与处置部17抵接的抵接部(抵接面)45。在钳部件18与处置部17之间不存在处置对象的状态下使钳部件18相对于处置部17关闭,由此垫构件43的抵接部45与处置部17抵接。抵接部45与处置部17对置。另外,在本实施方式中,抵接部45相对于钳部件18的打开方向(图6和图7的箭头A1的方向)和关闭方向(图6和图7的箭头A2的方向)垂直。

[0049] 在此,将与长边轴C垂直(交叉)且与钳部件18的开闭方向垂直的两个方向设为第一宽度方向(图7的箭头B1的方向)和第二宽度方向(图7的箭头B2的方向)。在抵接部45的第一宽度方向侧,由把持构件42形成有倾斜对置部46A,该倾斜对置部46A以相对于抵接部45倾斜的状态与处置部17对置。另外,在抵接部45的第二宽度方向侧,由把持构件42形成有倾斜对置部46B,该倾斜对置部46B以相对于抵接部45倾斜的状态与处置部17对置。在抵接部45与处置部17抵接的状态下,倾斜对置部46A、46B与处置部17分离。因而,即使在抵接部45与处置部17抵接的状态下,把持构件42也不会接触处置部17。

[0050] 如图3所示,控制单元3具备与电源26电连接的控制部51。在固定手柄12的内部设置有开关部47。基于利用能量操作输入按钮16进行的能量操作的输入来切换开关部47的开闭状态。开关部47经由穿过振子壳体21和线缆7的内部地延伸设置的信号路径部48而与控制部51连接。通过关闭开关部47来经由信号路径部48向控制部51传递操作信号。控制部51具备超声波控制部58。超声波控制部58基于所传递的操作信号来控制从电源26输出振动产生电力P的输出状态。

[0051] 另外,控制单元3具备与电源26及控制部51电连接的阻抗检测部52以及与阻抗检测部52及控制部51电连接的峰检测部53。阻抗检测部52在从电源26输出振动产生电力P的状态下随时间经过检测振动产生电力P的超声波阻抗值Z。峰检测部53基于检测出的超声波阻抗值Z的随时间经过的变化来检测超声波阻抗值Z的峰(对象峰)。峰检测部53具备递减检测部55、虚拟峰值保持部56以及峰判定部57。在后文中叙述递减检测部55、虚拟峰值保持部56以及峰判定部57的详细内容。另外,控制单元3具备蜂鸣器、灯等告知部59。告知部59与控制部51电连接。在后文中叙述告知部59的详细内容。另外,对象峰的说明和对象峰的检测方法也在后文叙述。此外,阻抗检测部52例如是检测电路。另外,控制部51和峰检测部53例如由具备CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、ASIC(application specific integrated circuit:专用集成电路)等的处理器或FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)等逻辑电路以及存储器(存储部)形成。

[0052] 接着,对超声波处置装置1的作用和效果进行说明。在使用超声波处置装置1对生物体组织等处置对象进行处置时,将护套8、超声波探头9以及钳部件18插入到处置对象所处的体内等。然后,使处置部17和钳部件18移动,直到成为处置对象位于相对于处置部17打开的钳部件18与处置部17之间的状态。然后,通过使可动手柄13相对于固定手柄12关闭,来在处置部17与钳部件18之间保持处置对象。

[0053] 通过在该状态下利用能量操作输入按钮16输入能量操作,来将操作信号传递到控制部51,从而开始从电源26输出振动产生电力P。通过传递振动产生电力P,来利用压电元件31A~31D将振动产生电流I转换为超声波振动。在超声波振子22中产生的超声波振动经由变幅杆构件23和超声波探头9被传递到处置部17,处置部17进行纵向振动。处置部17在处置

部17与钳部件18之间把持有处置对象的状态下进行纵向振动,由此在处置对象与处置部17之间产生摩擦热。利用摩擦热,进行使处置对象凝固同时将该处置对象切开的处置。

[0054] 通过对被把持在处置部17与钳部件18之间的处置对象进行处置,在超声波振动的传递方向上的处置对象的至少一部分的范围内发生处置对象的切离。图8是说明被把持在处置部17与钳部件18之间的处置对象H的切离的图。此外,有时在超声波振动的传递方向(长边轴方向)上的处置对象的整个范围内发生切离,有时仅在超声波振动的传递方向(长边轴方向)上的处置对象的一部分范围内发生切离。在发生了切离的部位,以与超声波振动的传递方向平行且与钳部件的开闭方向(图8的箭头A1的方向和图8的箭头A2的方向)平行的切断面D来切断处置对象H。切断面D相对于第一宽度方向(图8的箭头B1的方向)和第二宽度方向(图8的箭头B2的方向)垂直。因而,在发生了切离的范围内,处置对象H被切断为位于切断面D的第一宽度方向侧的部位H1和位于切断面D的第二宽度方向侧的部位H2。

[0055] 在通过切离来切断处置对象H的范围内,钳部件18的抵接部45与处置部17抵接。在钳部件18的抵接部45与处置部17抵接的状态下,处置部17通过超声波振动进行振动(纵向振动),由此钳部件18的抵接部45发生磨损。因此,适当地判断处置对象H是否被切离是重要的。此外,在仅在超声波振动的传递方向(长边轴方向)上的处置对象H的一部分范围内切断处置对象的情况下,在超声波振动的传递方向上的处置对象H的剩余的一部分范围内未切断处置对象H。

[0056] 在此,振动产生电力P的超声波阻抗值Z与对超声波探头9作用的负荷、即对连接于超声波探头9的超声波振子22作用的负荷相对应地发生变化。图9表示开始从电源26输出振动产生电力P起的超声波阻抗值Z的随时间经过的变化的一例。在图9中,纵轴表示超声波阻抗值Z,横轴表示从开始输出振动产生电力P起的经过时间t。在处置对象H被切离的时间点的附近以前,从钳部件18向处置部17施加的按压力根据钳部件18的抵接部45与处置部17之间的处置对象H的状态变化等而逐渐变大。因此,对超声波探头9作用的负荷逐渐变大。因而,超声波阻抗值Z随时间经过而递增,直到处置对象H被切离为止。在此,随时间经过而递增是指超声波阻抗值Z随着经过时间t的推移而逐渐增加,既包括几十 $\Omega$ 以下的微小增减的情况也包括超声波阻抗值Z逐渐增加的情况。

[0057] 当对处置对象H进行切离时,钳部件18的抵接部45位于处置部17的附近,因此由于处置部17的超声波振动所产生的摩擦热,垫构件43开始溶解。因此,认为对超声波探头9作用的负荷逐渐变小。因而,在处置对象H被切离的时间点的附近之后,超声波阻抗值Z随时间经过而递减。在此,随时间经过而递减是指超声波阻抗值Z随着经过时间t的推移而逐渐减少,既包括几十 $\Omega$ 以下的微小的增减的情况也包括超声波阻抗值Z逐渐减少的情况。

[0058] 由于切离,超声波阻抗值Z如上所述那样发生变化,因此在处置对象H被切离的时间点的附近(例如钳部件18的抵接部45开始与处置部17抵接的时间点的附近),超声波阻抗值Z随时间经过而成为峰(最大值)。通过检测超声波阻抗值Z是否随时间经过而成为峰,能够适当地判断处置对象H是否被切离。在此,在图9所示的一例中,超声波阻抗值Z1成为由于作为处置对象H的切离而引起的峰(峰值)、即对象峰。另外,经过时间t1为产生对象峰的对象峰时。

[0059] 图10是表示从开始输出振动产生电力P起的控制单元3的动作状态的图(流程)。另外,图11示出了超声波阻抗值Z如图9所示那样随时间经过发生变化的一例中的、处置部17

(例如超声波探头9的前端)中的超声波振动的振幅 $U$ 的随时间经过的变化。在图11中,纵轴表示超声波振动的振幅 $U$ ,横轴表示从开始输出振动产生电力 $P$ 起的经过时间 $t$ 。如图10所示,使电源26以第一超声波输出模式开始输出振动产生电力 $P$ (步骤S101)。在本实施方式中,在第一超声波输出模式下,利用超声波控制部58,通过将振动产生电流 $I$ 的电流值(交流电流的有效值)保持为固定的第一电流值 $I1$ 的恒定电流控制来控制振动产生电力 $P$ 的输出状态。因而,与超声波阻抗值 $Z$ 的变化相对应地将振动产生电力 $P$ (振动产生电压 $V$ )调整为使振动产生电流 $I$ 成为固定的第一电流值 $I1$ 的状态。

[0060] 在此,处置部17中的超声波振动的振幅 $U$ 与振动产生电流 $I$ 的电流值成比例。在第一超声波输出模式下,振动产生电流 $I$ 保持第一电流值 $I1$ ,因此如图11所示,处置部17以固定的第一振幅 $U1$ 进行振动。此外,在处置部17以外的部位(例如超声波探头9的基端、变幅杆构件23),超声波振动的振幅也与振动产生电流 $I$ 的电流值成比例。

[0061] 当以第一超声波输出模式开始输出振动产生电力 $P$ 时,开始利用阻抗检测部52来随时间经过检测振动产生电力 $P$ 的超声波阻抗值 $Z$ (步骤S102)。由此,随时间经过检测超声波阻抗值 $Z$ 。在本实施方式中,在第一超声波输出模式下,为了使处置部17中的超声波振动的振幅为固定的第一振幅 $U1$ ,进行使振动产生电流 $I$ 成为固定的第一电流值 $I1$ 的恒定电流控制。因此,检测振动产生电力 $P$ 和振动产生电压 $V$ 中的至少一方的随时间经过的变化,基于检测出的振动产生电力 $P$ 和/或振动产生电压 $V$ ,利用式(1)来计算超声波阻抗值 $Z$ 。由此,随时间经过检测超声波阻抗值 $Z$ 。另外,在某个实施例中,阻抗检测部52随时间经过检测振动产生电压 $V$ 和振动产生电流 $I$ ,利用式(1)来计算超声波阻抗值 $Z$ 。

[0062] 然后,由峰检测部53基于超声波阻抗值 $Z$ 的随时间经过的变化来进行由于处置对象 $H$ 的切离而引起的超声波阻抗值 $Z$ 的对象峰的检测处理(步骤S103)。此时,也可以检测超声波阻抗值 $Z$ 成为对象峰(对象峰值)的对象峰时。

[0063] 图12是表示由峰检测部53进行的对象峰的检测处理(图10的步骤S103)的图。即,在图12中示出了利用峰检测部53来检测对象峰的方法。如图12所示,在对象峰的检测处理中,首先,递减检测部55基于阻抗检测部52检测超声波阻抗值 $Z$ 的检测结果来检测超声波阻抗值 $Z$ 开始递减的递减开始时(步骤S111)。在图9所示的一例中,经过时间 $t1$ 被检测为递减开始时。当检测出递减开始时(步骤S111-“是”)时,虚拟峰值保持部56将检测出的递减开始时的超声波阻抗值 $Z$ 作为虚拟峰值来保持(步骤S112)。在图9所示的一例中,将经过时间 $t1$ 的超声波阻抗值 $Z1$ 作为虚拟峰值来保持。

[0064] 然后,利用峰判定部57将递减开始时以后的超声波阻抗值 $Z$ 相对于所保持的虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较(步骤S113)。在图9所示的一例中,将经过时间 $t1$ 以后的超声波阻抗值 $Z$ 相对于作为虚拟峰值来保持的超声波阻抗值 $Z1$ 的随时间经过的变化进行比较。然后,峰判定部57基于超声波阻抗值 $Z$ 相对于虚拟峰值的随时间经过的变化的比较,来判定虚拟峰值是否为由于处置对象 $H$ 的切离而引起的对象峰(步骤S114)。在图9所示的一例中,判定作为虚拟峰值来保持的超声波阻抗值 $Z1$ 是否为对象峰(对象峰值)。此时,也可以判定检测出的递减开始时是否为对象峰时。在图9所示的一例中,在经过时间 $t1 + \Delta T1$ 的时间点判定为作为递减开始时的经过时间 $t1$ 是对象峰时。

[0065] 在某个实施例中,在图12的步骤S113(比较处理)中比较在从递减开始时起经过了基准时间 $\Delta T$ 之后、超声波阻抗值 $Z$ 相对于虚拟峰值的减少量 $\epsilon_{real}$ 是否为基准减少量 $\epsilon$ 以

上。然后,在步骤S113中比较在递减开始时以后超声波阻抗值 $Z$ 是否持续小于虚拟峰值。在该实施例中,在从递减开始时起经过了基准时间 $\Delta T$ 之后超声波阻抗值 $Z$ 相对于虚拟峰值的减少量 $\epsilon_{\text{real}}$ 为基准减少量 $\epsilon$ 以上、且超声波阻抗值 $Z$ 持续小于虚拟峰值的情况下,判定为虚拟峰值为对象峰。在图9所示的一例中,在递减开始时 $t_1$ 以后,超声波阻抗值 $Z$ 持续小于虚拟峰值 $Z_1$ 。而且,在从作为递减开始时的经过时间 $t_1$ 起经过基准时间 $\Delta T_1$ 的期间的超声波阻抗值 $Z$ 的减少量 $\epsilon_{1\text{real}}$ 为基准减少量 $\epsilon_1$ 以上。因此,在图9所示的一例中,由峰判定部57判断为虚拟峰值 $Z_1$ 为对象峰。因而,判断为在经过时间 $t_1$ 的时间点(检测出虚拟峰值 $Z_1$ 的时间点)切断了处置对象 $H$ 的至少一部分。

[0066] 另外,在其它实施例中,也可以在步骤S113中判定在递减开始时以后超声波阻抗值 $Z$ 是否递增了。而且,在递减开始时以后超声波阻抗值 $Z$ 递增了的情况下,在步骤S113中判断从开始递增的递增开始时起的超声波阻抗值 $Z$ 的增加量 $\xi_{\text{real}}$ 是否为基准增加量 $\xi$ 以上。在该实施例中,在从递减开始时起经过了基准时间 $\Delta T$ 之后超声波阻抗值 $Z$ 相对于虚拟峰值的减少量 $\epsilon_{\text{real}}$ 为基准减少量 $\epsilon$ 以上、且超声波阻抗值 $Z$ 从递增开始时起的增加量 $\xi_{\text{real}}$ 不为基准增加量 $\xi$ 以上的情况下,判定为虚拟峰值为对象峰。在图9所示的一例中,在递减开始时 $t_1$ 以后,超声波阻抗值 $Z$ 没有递增。而且,从作为递减开始时的经过时间 $t_1$ 起不会增加基准增加量 $\xi$ 以上,并且经过基准时间 $\Delta T_1$ 的期间的超声波阻抗值 $Z$ 的减少量 $\epsilon_{1\text{real}}$ 为基准减少量 $\epsilon_1$ 以上。因此,在图9所示的一例中,判断为虚拟峰值 $Z_1$ 为对象峰。

[0067] 此外,在所述实施例中,也可以是,关于基准时间 $\Delta T$ 的长度、基准减少量 $\epsilon$ 的大小以及基准增加量 $\xi$ 的大小,并未规定为预定的值,而与超声波阻抗值 $Z$ 的随时间经过的变化等相对应地进行设定。因而,基准时间 $\Delta T$ 、基准减少量 $\epsilon$ 以及基准增加量 $\xi$ 的值根据情况发生变化。另外,递减开始时以后的超声波阻抗值 $Z$ 相对于虚拟峰值的随时间经过的变化的比较(步骤S113)以及虚拟峰值是否为对象峰的判定(步骤S114)并不限于所述实施例。

[0068] 如上所述,通过将递减开始时以后的超声波阻抗值 $Z$ 相对于虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较(步骤S113)以及判定虚拟峰值是否为对象峰(步骤S114),来检测由于处置对象 $H$ 的切离而引起的对象峰。在从对象峰时起经过了基准时间 $\Delta T$ 以后检测对象峰。因而,检测出对象峰的峰检测时是对象峰时之后的时间点,在超声波阻抗值 $Z$ 成为对象峰的对象峰时不会检测出对象峰。在图9所示的一例中,经过时间 $t_1 + \Delta T_1$ 为检测出对象峰的峰检测时。

[0069] 另外,例如在处置对象 $H$ 厚(处置对象 $H$ 的钳部件18的开闭方向上的尺寸大)的情况下,在钳部件18的抵接部45与处置对象 $H$ 抵接而处置对象 $H$ 的与钳部件18接触的表面开始被切开的瞬间,产生超声波阻抗值 $Z$ 的峰。在本实施方式中,如上述那样进行对象峰的检测,因此判定为由于抵接部45与处置对象 $H$ 的抵接而引起的峰不是对象峰。因此,即使在对象峰之前产生了与对象峰不同的峰,也能够适当地检测对象峰。

[0070] 当按照图10所示的流程来检测由于处置对象 $H$ 的切离而引起的峰时(步骤S101-S103),由超声波控制部58将从电源26输出超声波电力 $P$ 的输出状态从第一超声波输出模式切换为第二超声波输出模式(步骤S104)。因而,以第二超声波输出模式输出振动产生电力 $P$ 。在本实施方式中,在检测出对象峰的峰检测时,从第一超声波输出模式切换为第二超声波输出模式。因而,在从峰检测时起至少经过了规定时间 $\Delta T'$ 的时间点,以第二超声波输出模式输出振动产生电力 $P$ 。在图11(图9)所示的一例中,在峰检测时 $t_1 + \Delta T_1$ 从第一超声波输

出模式切换为第二超声波输出模式,因此在从峰检测时 $t_1 + \Delta T_1$ 起经过了规定时间 $\Delta T'_1$ 的时间点,以第二超声波输出模式输出振动产生电力P。

[0071] 在本实施方式中,在第二超声波输出模式下,利用超声波控制部58,通过将振动产生电流I的电流值(交流电流的有效值)保持为比第一电流值I1小的固定的第二电流值I2的恒定电流控制,来控制振动产生电力P的输出状态。因而,与超声波阻抗值Z的变化相对应地将振动产生电力P(振动产生电压V)调整为使振动产生电流I成为固定的第二电流值I2的状态。如上所述,处置部17中的超声波振动的振幅U与振动产生电流I的电流值成比例。在第二超声波输出模式下,将振动产生电流I保持为第二电流值I2,因此,如图11所示,处置部17以比第一振幅U1小的固定的第二振幅U2进行振动。第二振幅U2相对于第一振幅U1的比例如是20%~80%。在第一超声波输出模式和第二超声波输出模式下,如上述那样调整处置部17的振幅,因此在将处置部17的基于超声波振动的振幅U的、在规定的单位时间的期间内的平均设为平均振幅 $U_{ave}$ 的情况下,在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振幅 $U_{ave}$ 变小。

[0072] 此外,超声波控制部58即可以在第一超声波输出模式与第二超声波输出模式之间直接调整振动产生电流I的电流值,也可以通过调整振动产生电力P的电力值来使振动产生电流I的电流值变化。因而,超声波控制部58调整振动产生电力P的电力值和振动产生电流I的电流值中的至少一方,由此使得在第一超声波输出模式与第二超声波输出模式之间处置部17中的超声波振动的振幅U发生变化。

[0073] 在此,当将处置部17的基于超声波振动的振动速度设为 $v$ 、将超声波振动的谐振频率设为 $F$ 时,式(2)成立。

[0074] [式2]

[0075]  $v \propto U \cdot F$  (2)

[0076] 即,振动速度 $v$ 同振幅 $U$ 与谐振频率 $F$ 的积成比例。如上所述,第二超声波输出模式下的处置部17的第二振幅 $U_2$ 比第一超声波输出模式下的处置部17的第一振幅 $U_1$ 小。因此,在将处置部17的基于超声波振动的振动速度 $v$ 的、在规定的单位时间的期间内的平均设为平均振动速度 $v_{ave}$ 的情况下,在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振动速度 $v_{ave}$ 变小。

[0077] 当规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振动速度 $v_{ave}$ 变小时,在处置对象H的处置过程中,由于处置部17的振动而产生的摩擦热的热量变小。由于摩擦热的热量变小,在处置对象H的处置过程中,处置部17中的基于超声波振动的切开性能变小。因而,在第二超声波输出模式下,与峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,处置部17中的基于超声波振动的切开性能变小。但是,在第二超声波输出模式下处置部17也进行振动,因此,通过摩擦热,处置对象H在凝固的同时被切开。

[0078] 在此,在仅在超声波振动的传递方向(长边轴方向)上的处置对象H的一部分范围内切断(切离)处置对象H的情况下,在切断了处置对象H的范围内钳部件18的抵接部45也与处置部17抵接。因此,在仅在长边轴方向上的处置对象H的一部分范围内切断并切离处置对象H的情况下,也产生由于切离而引起的对象峰。在该情况下,在超声波振动的传递方向上的处置对象H的剩余的一部分范围内,在峰检测时未切断处置对象H。因此,在峰检测时停止从电源26输出振动产生电力P的情况下,在处置对象H的剩余的一部分范围内产生以与超声

波振动的传递方向(长边轴方向)平行且与钳部件18的开闭方向平行的切断面D不能切断处置对象H而得到的切割残留。

[0079] 因此,在本实施方式中,在峰检测时以后也使电源26以第二超声波输出模式输出振动产生电力P。因此,在峰检测时以后处置部17也进行振动(纵向振动),在处置部17中也产生摩擦热。因而,即使在峰检测时在一部分范围内处置对象H未切断的情况下,也能够通过摩擦热在未切断的一部分范围内使处置对象H在凝固的同时被切开。由此,在峰检测时未切断的一部分范围内,也能够以切断面D切断处置对象H。如上所述,能够有效地防止处置对象H产生切割残留。

[0080] 另外,在第二超声波输出模式下,处置部17以小的第二振幅U2进行振动,因此如上所述,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振动速度 $v_{ave}$ 变小,由于处置部17的振动而产生的摩擦热的热量变小。因此,即使在峰检测时以后处置部17以第二超声波输出模式进行振动,也能够减少在抵接部45与处置部17抵接的部位发生的垫构件43(抵接部45)的磨损和热变形。

[0081] 如图10所示,当将从电源26输出振动产生电力P的输出状态切换为第二超声波输出模式(步骤S104)时,利用告知部59告知从电源26输出振动产生电力P的输出状态从第一超声波输出模式切换为第二超声波输出模式(步骤S105)。在此,在告知部59是蜂鸣器的情况下发出声音,在告知部59是灯的情况下点亮。手术操作者通过告知部59来判断处置对象H是否被切离,并且识别是否切换为第二超声波输出模式。然后,停止从电源26输出振动产生电力P(步骤S106)。关于振动产生电力P的输出,既可以由手术操作者手动地停止,也可以在从峰检测时(开始以第二超声波输出模式输出振动产生电力P)起经过规定的输出时间 $\Delta Y$ 以后自动地停止。在图11所示的一例中,在从峰检测时 $t1 + \Delta T1$ 起经过了规定的输出时间 $\Delta Y1$ 之后,振动产生电力P的输出自动地停止。

[0082] 在本实施方式的超声波处置装置1中,检测超声波阻抗值Z的递减开始时,将递减开始时的超声波阻抗值Z作为虚拟峰值来保持。而且,通过将递减开始时以后的超声波阻抗值Z相对于虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较,来判定所保持的虚拟峰值是否为作为检测对象的对象峰。因此,能够与由于切离而产生的对象峰(对象峰值)的大小无关地适当地检测对象峰。因而,在利用超声波振动对被把持在处置部17与钳部件18之间的处置对象H进行处置的过程中,能够适当地判断处置对象H是否被切离。

[0083] 另外,在本实施方式中,在峰检测时以后也使电源26以第二超声波输出模式输出振动产生电力P。因此,在峰检测时以后处置部17也进行振动(纵向振动),在处置部17中也产生摩擦热。因而,即使在峰检测时在一部分范围内未切断处置对象H的情况下,也能够通过摩擦热在未切断的一部分范围内使处置对象H在凝固的同时被切开。由此,能够有效地防止处置对象H产生切割残留。

[0084] 另外,在第二超声波输出模式下,处置部17以小的第二振幅U2进行振动,因此由于处置部17的振动而产生的摩擦热的热量变小。因此,即使在峰检测时以后处置部17以第二超声波输出模式进行振动,也能够减少在抵接部45与处置部17抵接的部位发生的垫构件43(抵接部45)的磨损和热变形。

[0085] (变形例)

[0086] 此外,在第一实施方式中,在第二超声波输出模式下,处置部17的振幅以第二振幅



U2保持固定,但并不限于此。例如,作为第一变形例,也可以如图13所示那样,在第二超声波输出模式下处置部17(例如超声波探头9的前端)中的超声波振动的振幅U随时间经过发生变化。图13示出了超声波阻抗值Z如图9所示那样随时间经过发生变化的一例中的、处置部17(例如超声波探头9的前端)中的超声波振动的振幅U的随时间经过的变化。在图13中,纵轴表示超声波振动的振幅U,横轴表示从开始输出振动产生电力P起的经过时间t。

[0087] 在此,将处置部17以固定的第一振幅U1进行振动的振动状态定义为第一振动阶段 $\Delta S1$ ,将处置部17以比第一振幅U1小的固定的第二振幅U2进行振动的振动状态定义为第二振动阶段 $\Delta S2$ 。在本变形例中,在第一超声波输出模式下,处置部17的振动状态持续保持为第一振动阶段 $\Delta S1$ 。因而,在第一超声波输出模式下,处置部17以固定的第一振幅U1进行振动。超声波控制部58调整振动产生电力P的电力值和振动产生电流I的电流值中的至少一方,由此使得在第一振动阶段 $\Delta S1$ 与第二振动阶段 $\Delta S2$ 之间处置部17中的超声波振动的振幅U发生变化。

[0088] 另外,在第二超声波输出模式下,使得在第一振动阶段 $\Delta S1$ 与第二振动阶段 $\Delta S2$ 之间处置部17的基于超声波振动的振动状态周期性地变化。即,在第二超声波输出模式下,处置部17的振动状态以调制周期(周期) $\Delta W$ 进行调制(变化)。此外,调制周期(超声波调制周期) $\Delta W$ 与从第一振动阶段 $\Delta S1$ 开始起至下一个第一振动阶段 $\Delta S1$ 开始为止(从第二振动阶段 $\Delta S2$ 开始起至下一个第二振动阶段 $\Delta S2$ 开始为止)的经过时间一致。在图13所示的一例中,在第二超声波输出模式下,处置部17的振动状态以调制周期 $\Delta W1$ 发生变化。在此,将在调制周期(一个周期) $\Delta W$ 中第一振动阶段 $\Delta S1$ 所占的比例设为第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比(duty rate) $\gamma$ 。在第二超声波输出模式下,第二振幅U2相对于第一振幅U1的比率例如是20%~80%,第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比 $\gamma$ 例如为25%~75%。此外,在第一超声波输出模式下,持续保持第一振动阶段 $\Delta S1$ ,因此第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比 $\gamma$ 为100%。

[0089] 如上所述,使得在第一超声波输出模式与第二超声波输出模式之间第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比 $\gamma$ 发生变化。因此,在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,第一振动阶段 $\Delta S1$ 相对于第二振动阶段 $\Delta S2$ 的时间比率 $\tau$ 变小。处置部17的振幅U大的第一振动阶段 $\Delta S1$ 的时间比率 $\tau$ 变小,由此在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振幅Uave变小。因此,根据在第一实施方式中所述的式(2)等,在本变形例中,在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间内的处置部17的平均振动速度vave也变小。

[0090] 由于规定的单位时间内的处置部17的平均振动速度vave变小,因此在本变形例中,在第二超声波输出模式下,在处置对象H的处置过程中由于处置部17的振动而产生的摩擦热的热量也变小。由于摩擦热的热量变小,因此在处置对象H的处置过程中处置部17中的基于超声波振动的切开性能变小。因而,在第二超声波输出模式下,与峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,处置部17中的基于超声波振动的切开性能变小。但是,在本变形例中也与第一实施方式同样地,在第二超声波输出模式下处置部17也进行振动,因此通过摩擦热,处置对象H在凝固的同时被切开。

[0091] 另外,例如作为第二变形例也可以是,在第一超声波输出模式下,处置部17(例如超声波探头9的前端)中的超声波振动的振幅U如图14所示那样随时间经过发生变化。图14示出了超声波阻抗值Z如图9所示那样随时间经过变化的一例中的、处置部17(例如超声波



探头9的前端)中的超声波振动的振幅U的随时间经过的变化。在图14中,纵轴表示超声波振动的振幅U,横轴表示从开始输出振动产生电力P起的经过时间t。

[0092] 在本变形例中,除了第二超声波输出模式以外,在第一超声波输出模式下也使得在第一振动阶段 $\Delta S1$ 与第二振动阶段 $\Delta S2$ 之间处置部17的超声波振动的振动状态周期性地变化。在第一超声波输出模式下,处置部17的振动状态以与第二超声波输出模式相同的调制周期(周期) $\Delta W$ 进行调制(变化)。在图14所示的一例中,在第一超声波输出模式和第二超声波输出模式这两种模式下,第一振动阶段 $\Delta S1$ 与第二振动阶段 $\Delta S2$ 之间的处置部17的振动状态的变化的调制周期为 $\Delta W1$ 。在本变形例中,在第一超声波输出模式下,与第二超声波输出模式相比,调制周期 $\Delta W$ 中的第一振动阶段 $\Delta S1$ 所占的比例(即,第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比) $\gamma$ 也变大。在第一超声波输出模式下,第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比 $\gamma$ 例如为80~90%,在第二超声波输出模式下,第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比 $\gamma$ 例如为30~40%。

[0093] 如上所述,使得在第一超声波输出模式与第二超声波输出模式之间第一振动阶段 $\Delta S1$ 的占空比 $\gamma$ 发生变化,因此在本变形例中也与第一变形例同样地,在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,第一振动阶段 $\Delta S1$ 相对于第二振动阶段 $\Delta S2$ 的时间比率 $\tau$ 变小。因此,在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振幅 $U_{ave}$ 变小,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振动速度 $v_{ave}$ 变小。因而,在第二超声波输出模式下,与峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,处置部17中的基于超声波振动的切开性能变小。但是,在本变形例中也与第一实施方式同样地,在第二超声波输出模式下处置部17也进行振动,因此,通过摩擦热,处置对象H在凝固的同时被切开。

[0094] 另外,作为第三变形例,也可以如图15所示那样使得在第一超声波输出模式与第二超声波输出模式之间处置部17的振幅U不发生变化。取而代之,在本变形例中,使得在第一超声波输出模式与第二超声波输出模式之间超声波振动的谐振频率F发生变化。图15示出了超声波阻抗值Z如图9所示那样随时间经过发生变化的一例中的、超声波振动的谐振频率F的随时间经过的变化。在图15中,纵轴表示超声波振动的谐振频率F,横轴表示从开始输出振动产生电力P起的经过时间t。

[0095] 如图15所示,在本变形例中,在第一超声波输出模式下,超声波探头9(处置部17)以第一谐振频率F1进行振动,在第二超声波输出模式下,超声波探头9(处置部17)以比第一谐振频率F1小的第二谐振频率F2进行振动。在第一超声波输出模式下,超声波振动的第一谐振频率F1例如为47kHz,在第二超声波输出模式下,超声波振动的第二谐振频率F2为第一谐振频率F1的1/2即23.5kHz。使第二谐振频率F2为第一谐振频率F1的1/2,由此在第一超声波输出模式和第二超声波输出模式这两种模式下,能够使振动传递部(变幅杆构件23和超声波探头9)以振动传递部的基端(变幅杆构件23的基端)和振动传递部的前端(超声波探头9的前端)成为超声波振动的波腹位置的状态进行振动。此外,通过使振动产生电流I的频率变化,超声波振动的谐振频率发生变化。

[0096] 在本变形例中,在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,超声波振动的谐振频率F变小。根据在第一实施方式中所述的式(2),处置部17的振动速度 $v$ 同振幅U与谐振频率F的积成比例。由于谐振频率F变小,因此在第二超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振动速度 $v_{ave}$ 变小。因而,在

第二超声波输出模式下,与峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,基于处置部17中的基于超声波振动的切开性能变小。但是,在本变形例中也与第一实施方式同样地,在第二超声波输出模式下处置部17也进行振动,因此,通过摩擦热,处置对象H在凝固的同时被切开。

[0097] 另外,在所述实施方式和变形例中,在峰检测时切换为切开性能小的第二超声波输出模式,但并不限于此。例如,作为第四变形例,也可以如图16和图17所示那样,在从峰检测时起经过了设定时间 $\Delta Y'$ 的时间点切换为切开性能小的第二超声波输出模式。图16是表示在本变形例中从开始输出振动产生电力P起的控制单元3的动作状态(流程)的图。另外,图17示出了超声波阻抗值Z如图9所示那样随时间经过发生变化的一例中的、处置部17(例如超声波探头9的前端)中的超声波振动的振幅U的随时间经过的变化。在图17中,纵轴表示超声波振动的振幅U,横轴表示从开始输出振动产生电力P起的经过时间t。

[0098] 如图16和图17所示,在本变形例中,当通过超声波阻抗值Z的对象峰的检测处理(步骤S103)检测对象峰时,将从电源26输出振动产生电力P的输出状态切换为第三超声波输出模式(步骤S121)。即,在峰检测时开始以第三超声波输出模式输出振动产生电力P。然后,从峰检测时起的设定时间 $\Delta Y'$ 的期间,以第三超声波输出模式输出振动产生电力P。然后,当从振动产生电力P的输出状态切换为第三超声波输出模式的切换时起经过了设定时间 $\Delta Y'$ 时(步骤S122-“是”),将振动产生电力P的输出状态切换为切开性能(处置部17的平均振动速度 $v_{ave}$ )小的第二超声波输出模式。即,在开始以第三超声波输出模式进行输出(峰检测时)起经过了设定时间 $\Delta Y'$ 的时间点,开始以第二输出模式输出振动产生电力P。

[0099] 在此,设定时间 $\Delta Y'$ 是小于规定时间 $\Delta T'$ 的微小时间。即,以第三超声波输出模式输出振动产生电力P的时间短。因此,在本变形例中也与第一实施方式同样地,在从峰检测时起至少经过了规定时间 $\Delta T'$ 的时间点,以第二超声波输出模式输出振动产生电力P。在图17所示的一例中,从峰检测时 $t_1 + \Delta T_1$ 起的比规定时间 $\Delta T'$ 1短的设定时间 $\Delta Y'$ 1的期间,以第三超声波输出模式输出振动产生电力P。然后,在从峰检测时 $t_1 + \Delta T_1$ 起经过了设定时间 $\Delta Y'$ 1的时间点,切换为第二超声波输出模式。此外,设定时间 $\Delta Y'$ 例如是1秒~2秒。

[0100] 在本变形例中,在第一超声波输出模式下,处置部17以固定的第一振幅 $U_1$ 进行振动,在第二超声波输出模式下,处置部17以比第一振幅 $U_1$ 小的固定的第二振幅 $U_2$ 进行振动。而且,在第三超声波输出模式下,处置部17以比第一振幅 $U_1$ 大的第三振幅 $U_3$ 进行振动。处置部17的振幅U如上述那样变化,由此,在第三超声波输出模式下,与第一超声波输出模式和第二超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振幅 $U_{ave}$ 变大。因而,根据在第一实施方式中所述的式(2),在第三超声波输出模式下,与第一超声波输出模式相比,规定的单位时间的期间内的处置部17的平均振动速度 $v_{ave}$ 变大。因此,在第三超声波输出模式下,与峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,处置部17的基于超声波振动的切开性能变大。

[0101] 在本变形例中,在从峰检测时起的微小的设定时间 $\Delta Y'$ 的期间,使电源26以切开性能大(平均振动速度 $v_{ave}$ 大)的第三超声波输出模式输出振动产生电力P。因此,即使在峰检测时在一部分范围内未切断处置对象H的情况下,也能够于峰检测时以后在未切断的一部分范围内瞬时地将处置对象H在凝固的同时切开。由此,能够进一步有效地防止处置对象H产生切割残留。

[0102] 另外,以第三超声波输出模式输出振动产生电力P的设定时间 $\Delta Y'$ 是微小的时间,

在从峰检测时起至少经过了规定时间  $\Delta T'$  的时间点,以切开性能低的第二超声波输出模式输出振动产生电力P。因此,在以第三超声波输出模式进行输出的本变形例中,也能够减少在抵接部45与处置部17抵接的部位发生的垫构件43(抵接部45)的磨损和热变形。

[0103] 另外,在某个变形例中,也可以在开始输出超声波电力P以后通过PLL(Phase Locked Loop:锁相环路)控制来进行超声波振动的频率f的调整。在该情况下,在开始调整超声波振动的频率f的调整开始以后进行超声波阻抗值Z的最小值的检测处理。在此,当将在频率f的调整开始以后最先检测出最小值Z的时间点设为最小检测时,在该变形例中,利用控制部51在最小检测时将不能进行对象峰的检测的不可检测状态切换为能够进行对象峰的检测的允许检测状态。即,在最小检测时之前,将峰检测部53控制为不能进行对象峰的检测的状态。

[0104] 另外,在通过PLL控制来调整频率f的其它变形例中,也可以在启动时利用控制部51从不能进行对象峰的检测的不可检测状态切换为允许进行对象峰的检测的允许检测状态,该启动时是从频率f的调整开始时起经过了规定的设定时间的时间点。即,在该变形例中,在启动时之前将峰检测部53控制为无法进行对象峰的检测的状态。

[0105] 另外,在某个变形例中,也可以在控制单元3等中设置切换操作部,该切换操作部用于输入峰检测部53不能进行对象峰的检测和判定(确定)的不可检测状态(非检测状态)与峰检测部53能够进行对象峰的检测的允许检测状态之间的切换操作。

[0106] 另外,除了超声波振动以外,也可以在处置对象H的处置过程中使用高频电力。在该情况下,向处置部17和钳部件18传递高频电力,处置部17和钳部件18作为电极发挥功能。然后,高频电流流过被把持在处置部17与钳部件18之间的处置对象H,由此使处置对象(生物体组织)H发生改性,促进处置对象H的凝固。

[0107] 在所述实施方式和变形例中,超声波处置装置(1)具备:阻抗检测部(52),其在从电源(26)输出振动产生电力(P)的状态下,随时间经过检测振动产生电力(P)的超声波阻抗值(Z);以及递减检测部(55),其基于阻抗检测部(52)的检测结果来检测超声波阻抗值(Z)开始递减的递减开始时。而且,超声波处置装置(1)具备:虚拟峰值保持部(56),其将检测出的递减开始时的超声波阻抗值(Z)作为虚拟峰值来保持;以及峰判定部(57),其通过将递减开始时以后的超声波阻抗值(Z)相对于所保持的虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较,来判定所保持的虚拟峰值是否为作为检测对象的对象峰。而且,超声波处置装置(1)具备超声波控制部(58),该超声波控制部(58)基于峰判定部(57)的判定,在从检测出对象峰的峰检测时起至少经过了规定时间( $\Delta T'$ )的时间点,使电源(26)以第二超声波输出模式输出振动产生电力(P),该第二超声波输出模式与峰检测时以前的第一超声波输出模式相比,是使处置部(17)中的基于超声波振动的切开性能变小的超声波输出模式。

[0108] 以上,对本发明的实施方式等进行了说明,但本发明并不限于上述实施方式等,在不脱离本发明的要旨的范围内能够进行各种变形,这是不言而喻的。

[0109] 以下,附记特征性事项。

[0110] 附记

[0111] (附记项1)

[0112] 一种控制单元,在超声波处置装置中控制向振动产生部的振动产生电力的供给,该超声波处置装置具备:所述振动产生部,通过向该振动产生部传递所述振动产生电力,该

振动产生部产生超声波振动；处置部，由所述振动产生部产生的所述超声波振动被传递到该处置部，该处置部利用所传递的所述超声波振动进行处置；以及钳部件，其能够相对于所述处置部打开和关闭，该钳部件具备在所述钳部件相对于所述处置部关闭的状态下能够与所述处置部抵接的抵接部，

[0113] 该控制单元具备：

[0114] 电源，其能够输出所述振动产生电力；

[0115] 阻抗检测部，其在从所述电源输出所述振动产生电力的状态下，随时间经过检测所述振动产生电力的超声波阻抗值；

[0116] 递减检测部，其基于所述阻抗检测部的检测结果来检测所述超声波阻抗值开始递减的递减开始时；

[0117] 虚拟峰值保持部，其将检测出的所述递减开始时的所述超声波阻抗值作为虚拟峰值来保持；

[0118] 峰判定部，其通过将所述递减开始时以后的所述超声波阻抗值相对于所保持的所述虚拟峰值的随时间经过的变化进行比较，来判定所保持的所述虚拟峰值是否为作为检测对象的对象峰；以及

[0119] 超声波控制部，其控制从所述电源输出所述振动产生电力的输出状态，基于所述峰判定部的判定，在从检测出所述对象峰的峰检测时起至少经过了规定时间的时间点，使所述电源以第二超声波输出模式输出所述振动产生电力，该第二超声波输出模式与所述峰检测时以前的第一超声波输出模式相比，是使所述处置部中的基于所述超声波振动的切开性能变小的超声波输出模式。

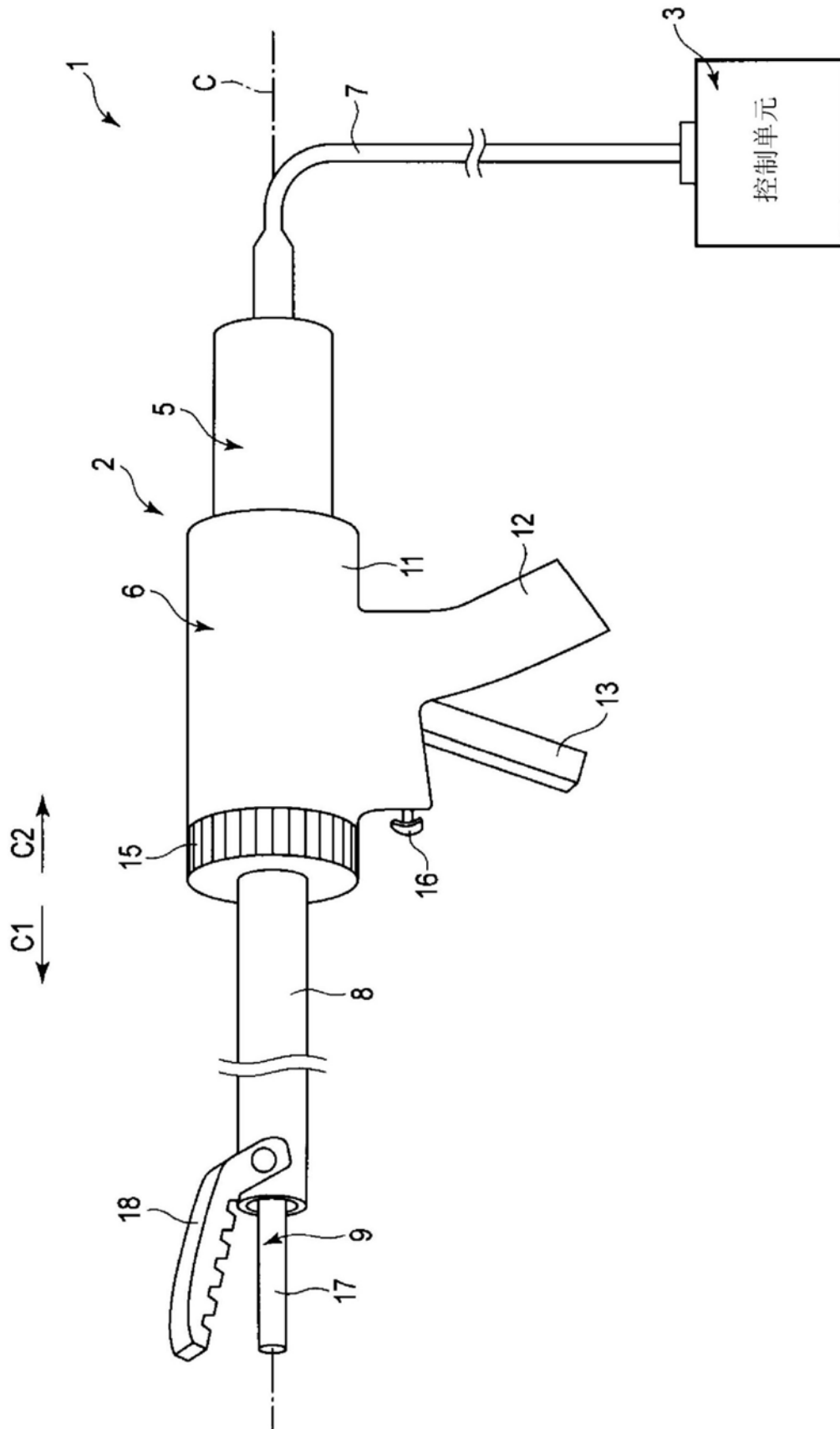


图1

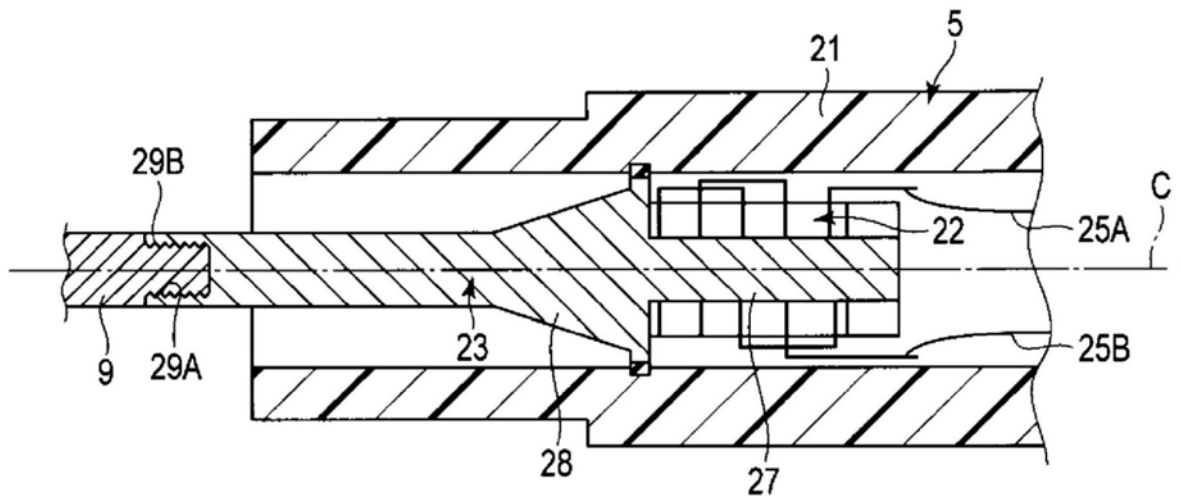


图2

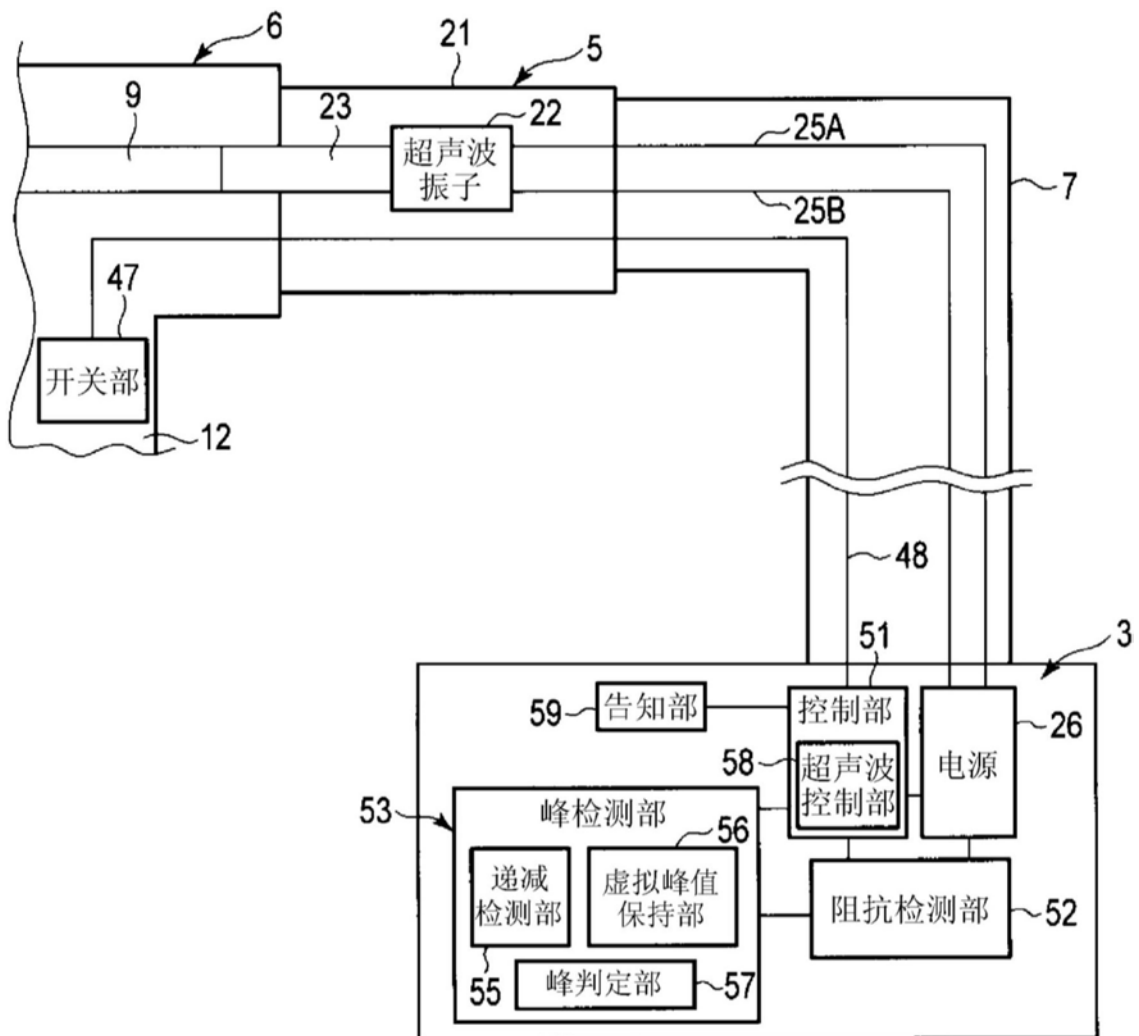


图3

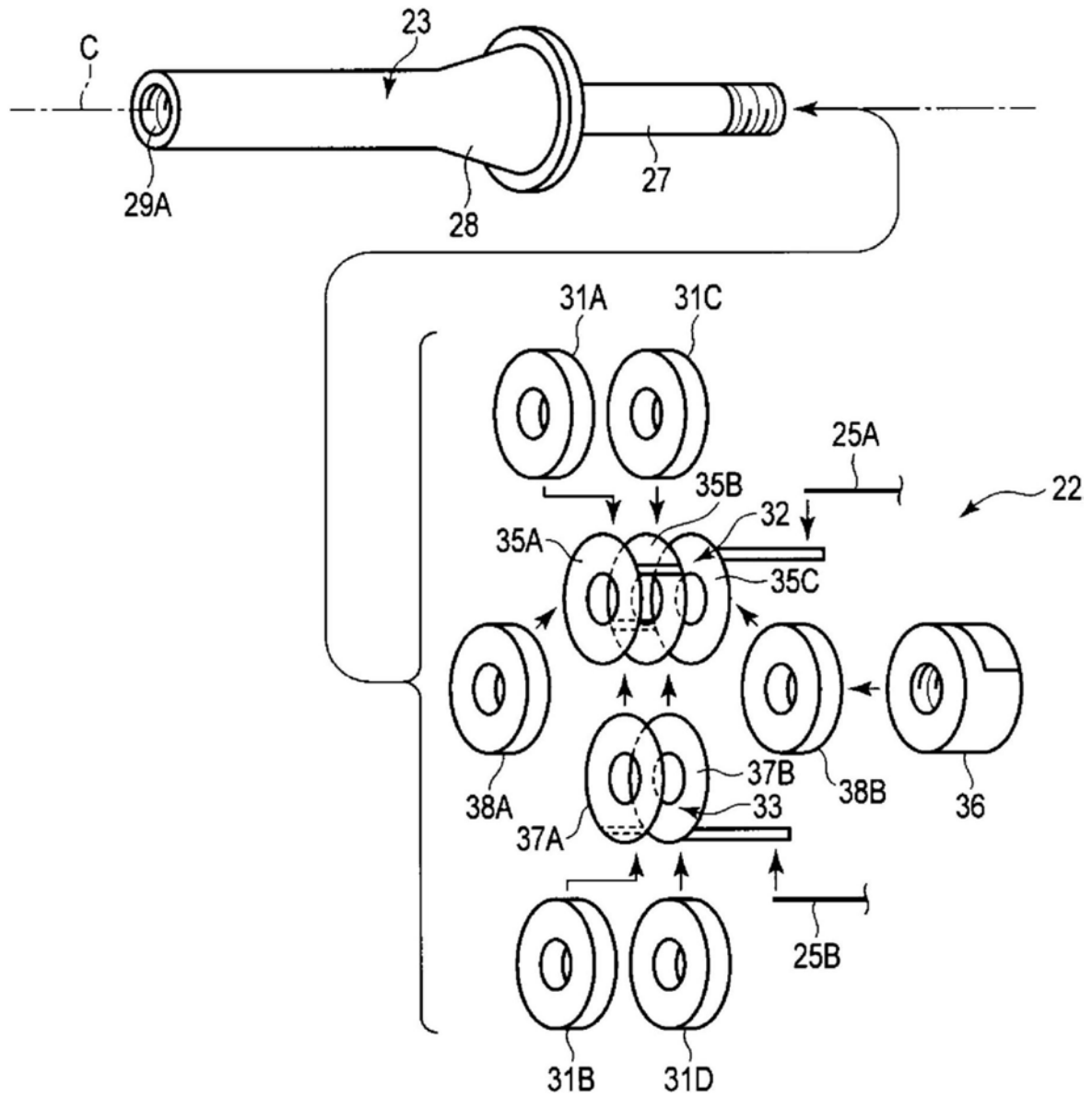


图4

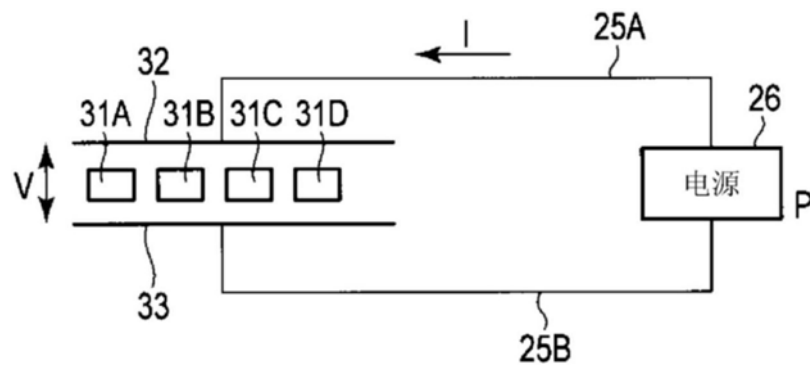


图5

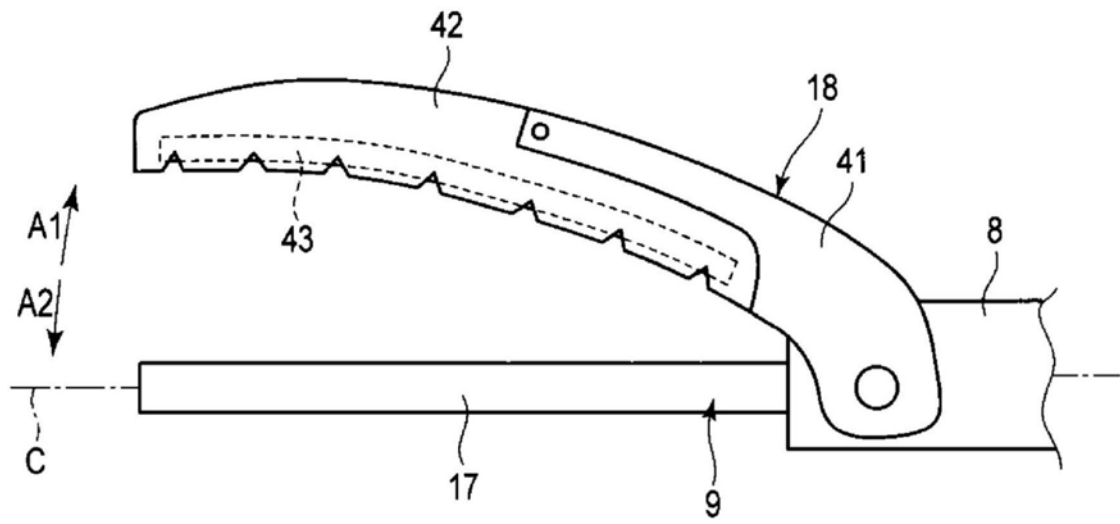


图6

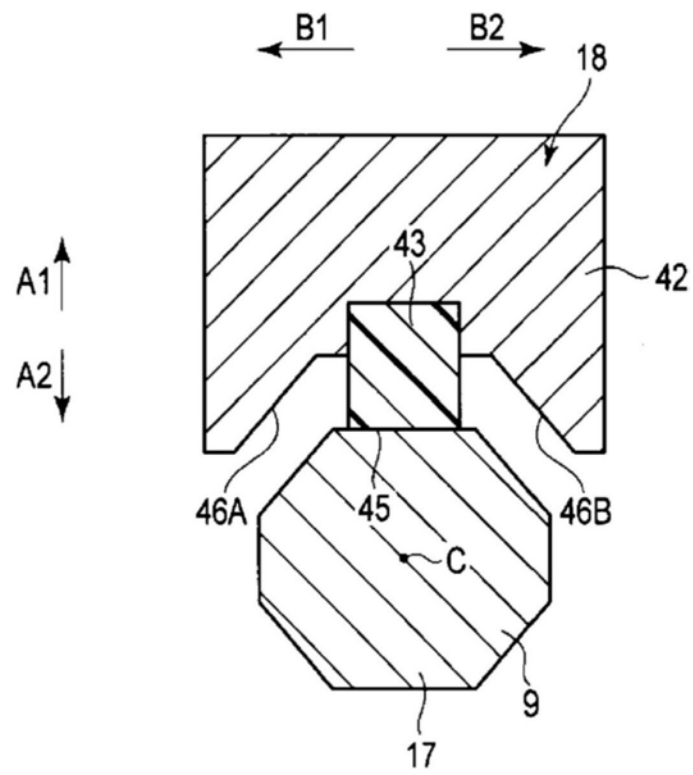


图7



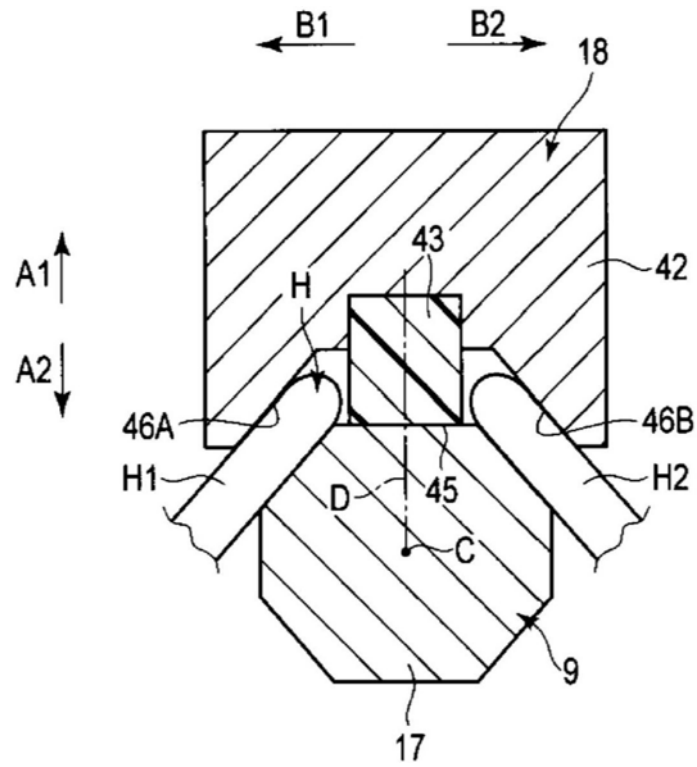


图8

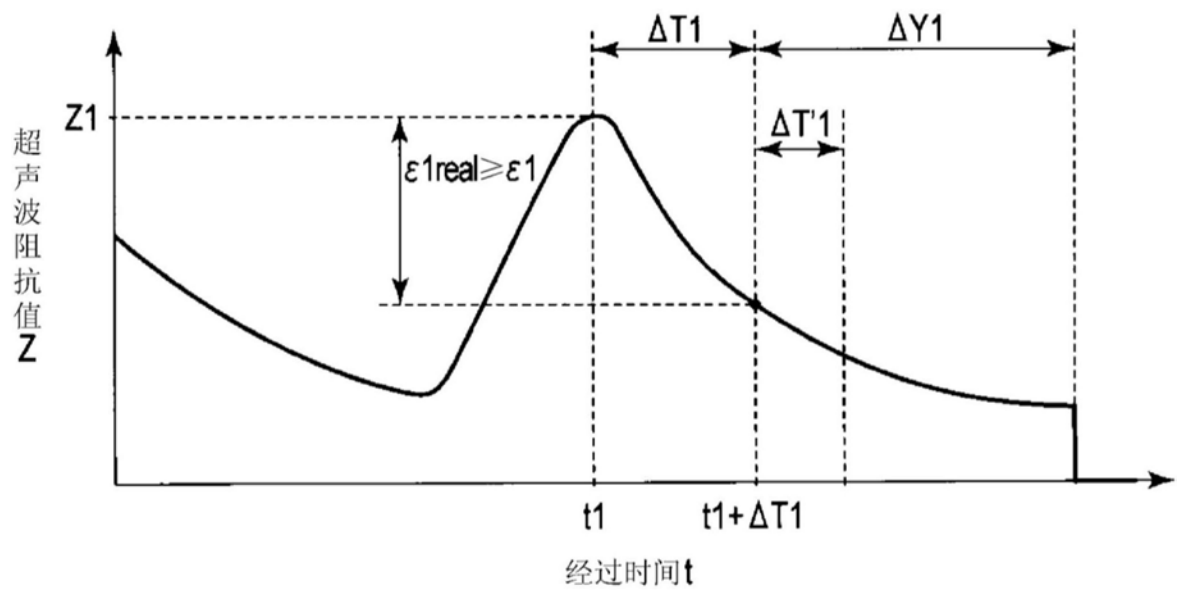


图9

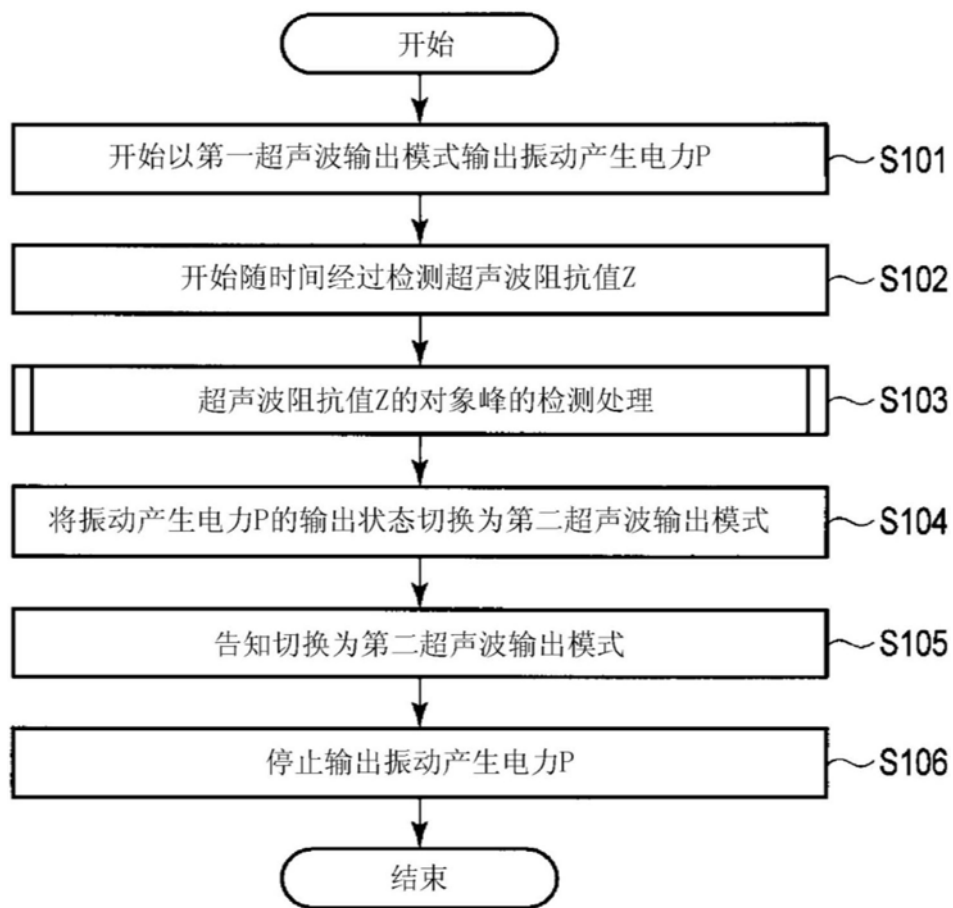


图10

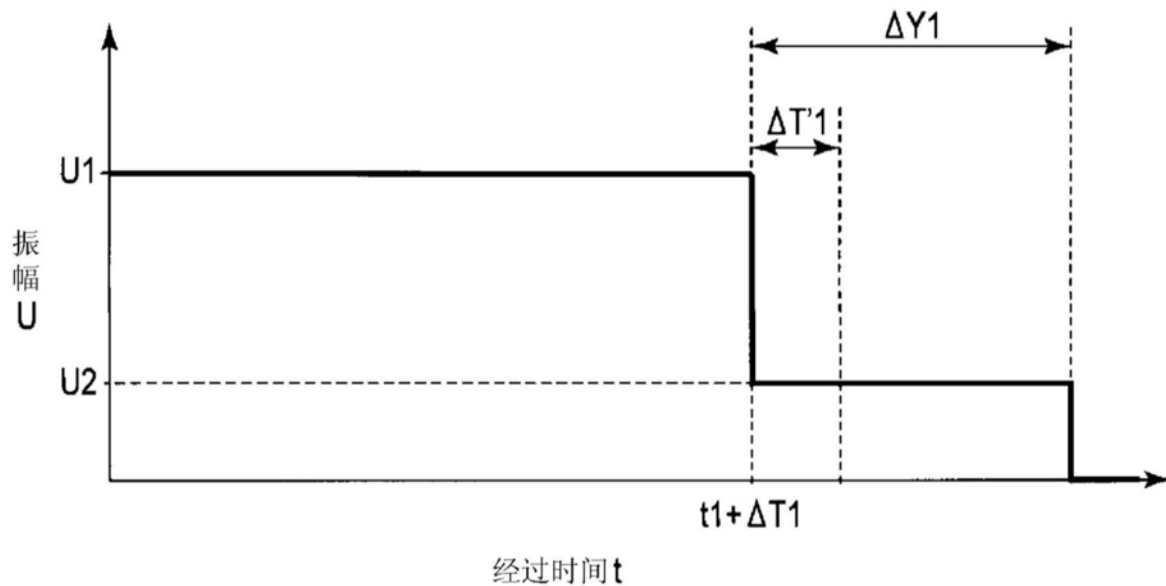


图11

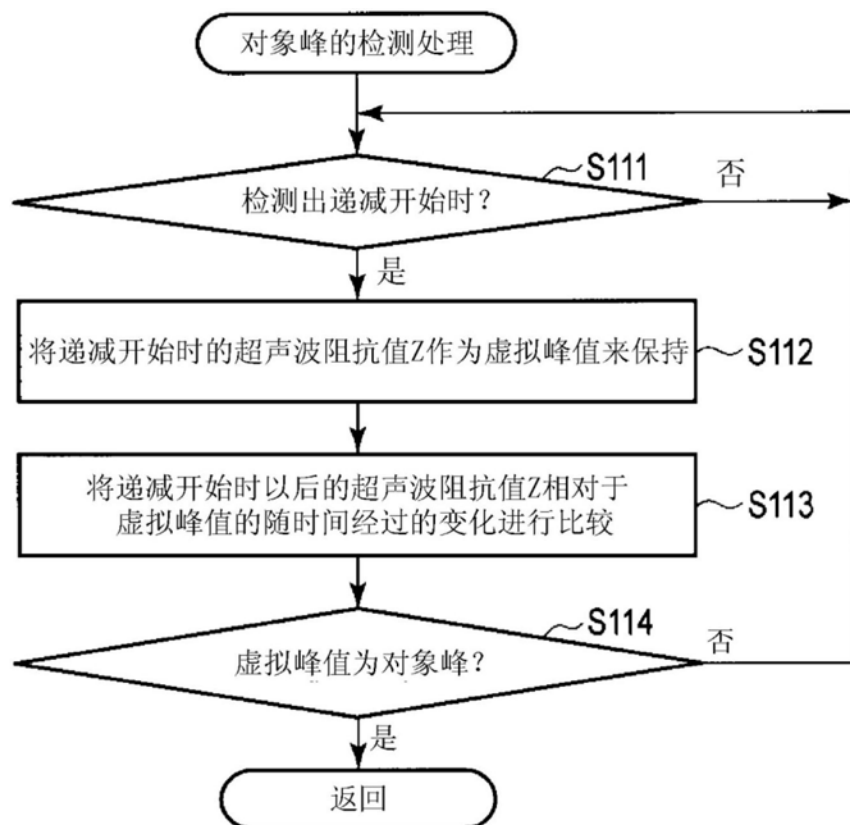


图12

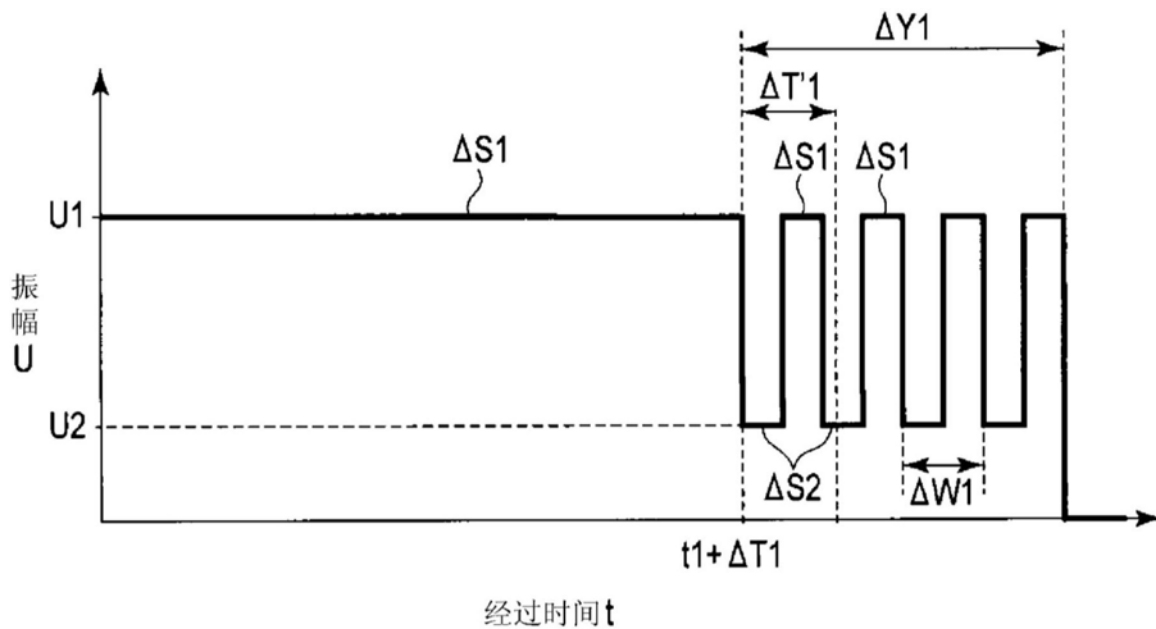


图13

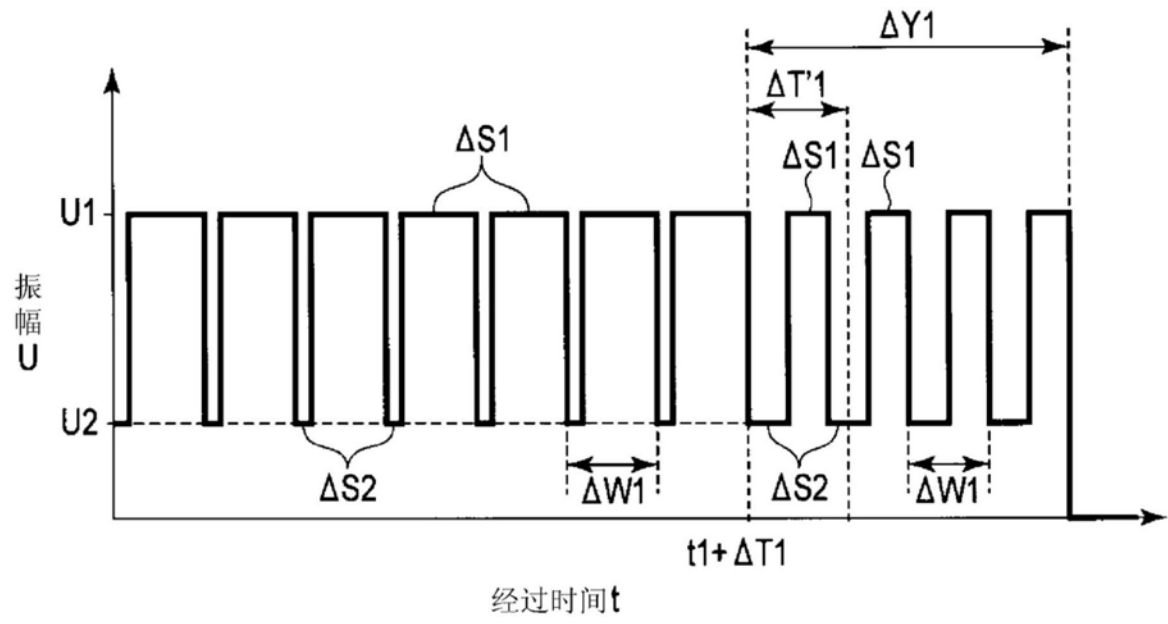


图14

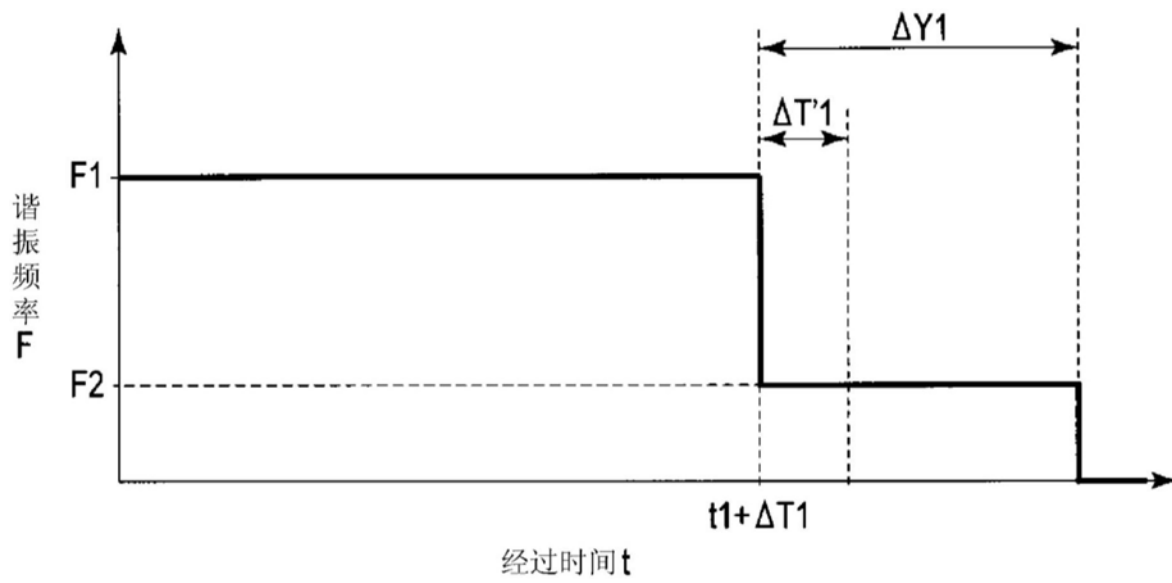


图15

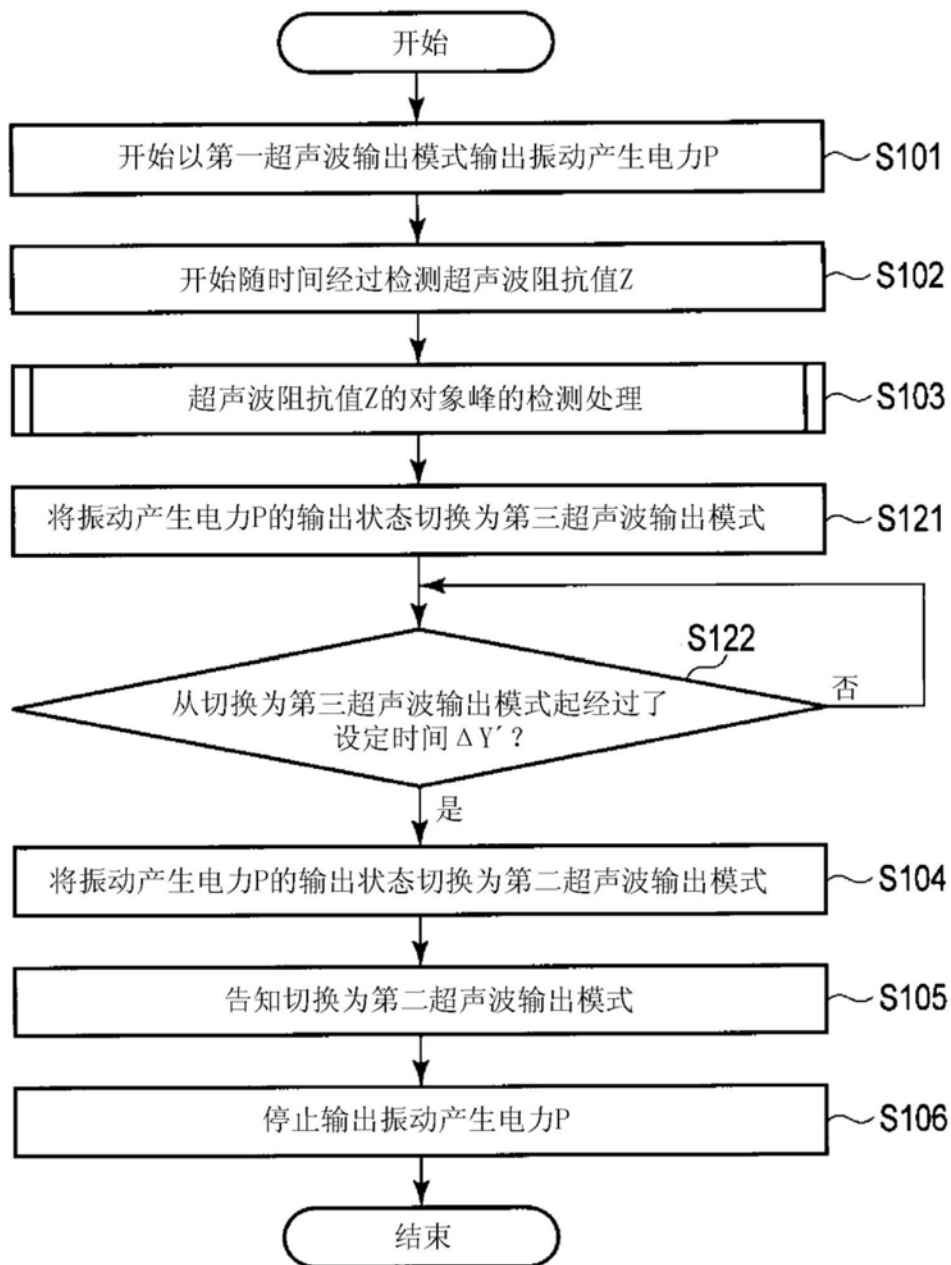


图16

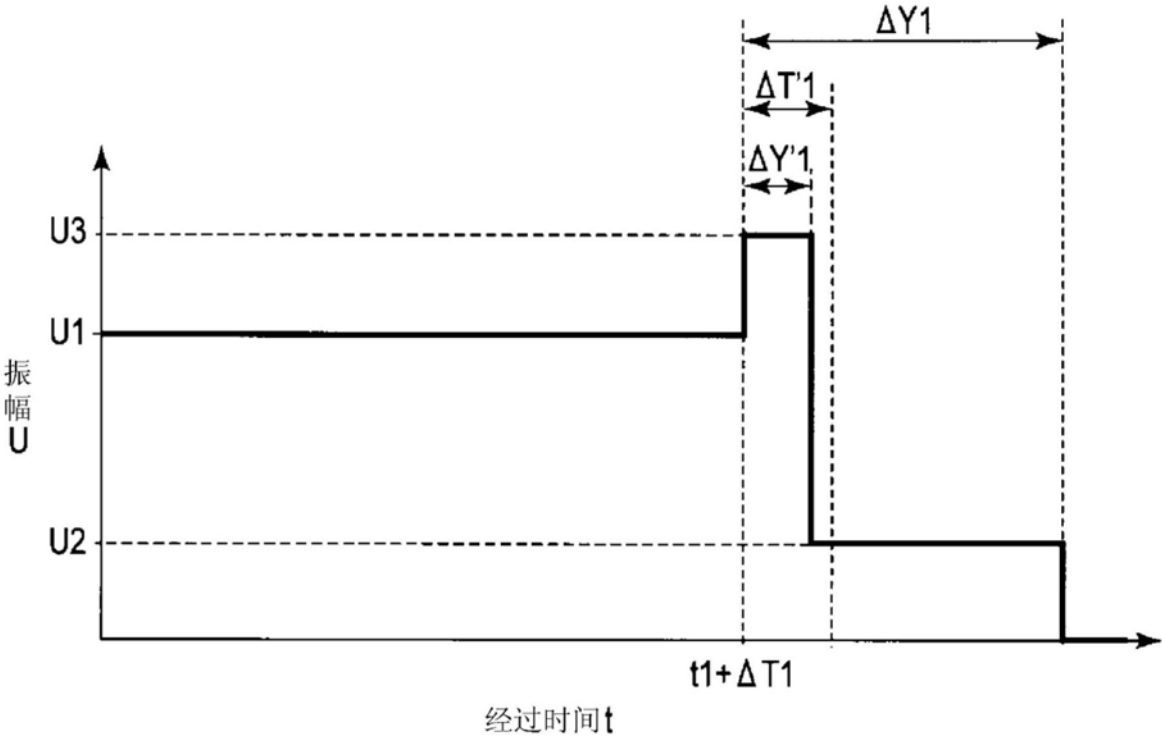


图17

|                |                                                                                                                                                          |         |            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超声波处置装置                                                                                                                                                  |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN106028990B</a>                                                                                                                             | 公开(公告)日 | 2018-10-16 |
| 申请号            | CN201580009103.7                                                                                                                                         | 申请日     | 2015-02-02 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯株式会社                                                                                                                                                 |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 奥林巴斯株式会社                                                                                                                                                 |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 奥林巴斯株式会社                                                                                                                                                 |         |            |
| [标]发明人         | 津布久佳宏                                                                                                                                                    |         |            |
| 发明人            | 津布久佳宏                                                                                                                                                    |         |            |
| IPC分类号         | A61B18/00                                                                                                                                                |         |            |
| CPC分类号         | H01L41/042 A61B17/320092 A61B18/1445 A61B2017/00026 A61B2017/00115 A61B2017/00132 A61B2017/00137 A61B2017/320093 A61B2017/320095 A61B2018/00994 B06B1/06 |         |            |
| 代理人(译)         | 刘新宇<br>张会华                                                                                                                                               |         |            |
| 优先权            | 2014027988 2014-02-17 JP                                                                                                                                 |         |            |
| 其他公开文献         | CN106028990A                                                                                                                                             |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                                                                                                           |         |            |

#### 摘要(译)

超声波处置装置(2)具有压电元件(31A-31D)。当对元件(31A-31D)施加交流电压(V)时,交流电流(I)流过元件(31A-31D),并且元件(31A-31D)产生超声波振动。振动被传递到处置部(17)。处置部(17)以振幅(U1)进行振动,在处置部(17)与生物体组织(H)之间产生摩擦热。该热将生物体组织(H)凝固并切开。随着切开的进行,超声波阻抗( $Z = V/I$ )递增。 $Z$ 在时刻( $t_1$ )取 $Z_1$ ,并开始递减。从 $Z$ 开始减小起的时间( $\Delta T_1$ )的期间内, $Z$ 减小了 $\varepsilon_{1real}$ 。在 $\varepsilon_{1real}$ 为预定的基准( $\varepsilon$ )以上的情况下,判定为 $Z$ 在时刻( $t_1$ )成为峰。在该情况下,使 $V$ 减少,使得处置部(17)的振幅(U)减少至 $U_2$ 。其结果是,处置部(17)所产生的摩擦热减少。在此之前,生物体组织(H)的切开完成。通过这样,能够防止产生过量的摩擦热。

