



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102458286 B

(45) 授权公告日 2015.07.29

(21) 申请号 201080024956.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010.05.17

A61B 18/00(2006.01)

(30) 优先权数据

B06B 1/02(2006. 01)

12/477661 2009.06.03 US

B06B 1/06(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

审查员 马立楠

2011. 12. 05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/058275 2010.05.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/140462 JA 2010.12.09

(73) 专利权人 奥林巴斯医疗株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 田中一惠 泽田之彦 本间聪

(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

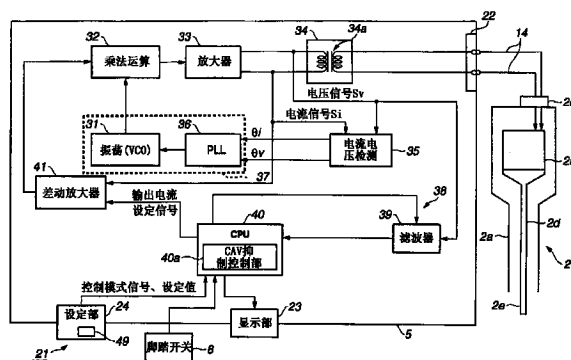
权利要求书2页 说明书21页 附图23页

(54) 发明名称

超声波手术装置、超声波手术系统以及气蚀抑制方法

(57) 摘要

超声波手术装置 (21) 具备:超声波振子 (Ib);超声波驱动装置 (5),其根据驱动信号来驱动超声波振子 (Ib);探头 (2a),其具有设置有超声波振子 (Ib) 的基端部和传递超声波振动的前端部,通过前端部的超声波振动对生物体组织进行处置;谐振频率跟踪部 (37),进行驱动使得以谐振频率进行超声波振动;检测部 (38),其检测驱动信号中的除谐振频率以外的频率成分的频率成分信号且具备滤波器部 (39) 的功能;以及气蚀抑制控制部 (40a),其按照检测结果进行控制使得抑制或消除气蚀。



1. 一种超声波手术装置,其特征在于,具备:

超声波振子,其能够产生超声波振动;

驱动部,其根据驱动信号来驱动上述超声波振子;

探头,其具有基端部和前端部,该基端部与上述超声波振子运动耦合,该探头从上述基端部向上述前端部传递上述超声波振子产生的超声波振动,从而使该前端部进行超声波振动;

电流电压检测电路,其检测在基于上述驱动信号而振动的上述超声波振子上产生的振动的状态;

谐振频率跟踪部,其根据由上述电流电压检测电路检测出的上述振动的状态来调整上述驱动信号的频率,使得上述驱动信号的频率跟踪上述超声波振子的谐振频率;

检测部,其检测与由于上述前端部的振动而产生的气蚀的产生水平相对应的由除上述谐振频率以外的频率的频率成分的积分构成的信号,来作为气蚀水平信号;以及

控制部,其根据上述气蚀水平信号来进行变更上述驱动信号的控制,使得抑制或消除气蚀。

2. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,

上述检测部通过对上述驱动信号的电压值、电流值以及阻抗值中的至少一个的、除上述谐振频率以外的频率的频率成分进行积分,来生成上述气蚀水平信号。

3. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,

上述检测部还具备滤波器电路,该滤波器电路从上述驱动信号提取除上述谐振频率以外的频率的频率成分。

4. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,

上述气蚀水平信号是由比上述谐振频率大、比上述谐振频率的二次谐波小的频率的频率成分的积分构成的信号。

5. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,

上述气蚀水平信号是由上述谐振频率的 5% 到 95% 频带和上述谐振频率的 105% 到 195% 频带中的至少一个频带的积分构成的信号。

6. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,

还具备通知部,该通知部通知由上述检测部检测出的上述气蚀水平信号。

7. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,

上述控制部进行如下控制:当检测到上述气蚀水平信号达到了第一规定水平时,使上述驱动信号减少,并且当检测到上述气蚀水平信号降低至比上述第一规定水平低的第二规定水平时,对上述驱动信号进行控制以使上述气蚀水平信号上升至比上述第一规定水平低的规定水平。

8. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,

上述控制部进行如下控制:当由上述检测部检测到产生了气蚀时,使上述驱动信号减少至第一水平,在经过规定时间后或者在由上述检测部检测到气蚀产生停止之后,使上述驱动信号增加至比检测到气蚀产生的水平低的第二水平。

9. 根据权利要求 8 所述的超声波手术装置,其特征在于,

上述第一水平是小于气蚀产生或消除的边界值的水平。

10. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,
上述控制部在控制内容不同的多个控制模式之间进行切换。

11. 根据权利要求 10 所述的超声波手术装置,其特征在于,
上述控制部还具备控制模式设定部,该控制模式设定部选择性地设定多个上述控制模式中的一个控制模式。

12. 根据权利要求 10 所述的超声波手术装置,其特征在于,
上述控制部识别上述探头或上述超声波振子的种类、或者上述前端部的形状或使用状态,并根据识别结果来在多个上述控制模式之间进行切换。

13. 根据权利要求 10 所述的超声波手术装置,其特征在于,
上述前端部具备凹凸形状;
上述控制部在作为上述控制模式的组织切开模式和组织凝固模式之间选择性地
进行切换,其中,在该组织切开模式下利用由上述凹凸形状产生的气蚀进行切开处
置,在该组织凝固模式下利用由抑制气蚀的超声波振动得到的摩擦热进行凝固处
置。

14. 根据权利要求 1 所述的超声波手术装置,其特征在于,
上述控制部进行控制,使得上述气蚀水平信号的水平越高则越降低上述驱动信号
的输出水平,由此抑制或消除气蚀。

15. 一种超声波手术系统,其特征在于,具备:
超声波振子,其能够产生超声波振动;
驱动部,其根据驱动信号来驱动上述超声波振子;
探头,其具有基端部和前端部,该基端部与上述超声波振子运动耦合,该探头从
上述基端部向上述前端部传递上述超声波振子产生的超声波振动,从而使该前
端部进行超声波振动;

电流电压检测电路,其检测在基于上述驱动信号而振动的上述超声波振子上
产生的振动的状态;

谐振频率跟踪部,其根据由上述电流电压检测电路检测出的上述振动的状态
来调整上述驱动信号的频率,使得上述驱动信号的频率跟踪上述超声波振子的
谐振频率;

检测部,其检测与由于上述前端部的振动而产生的气蚀的产生水平相对应的
由除上述谐振频率以外的频率的频率成分的积分构成的信号,来作为气蚀水平
信号;

吸引驱动部,其吸引上述前端部的周围的液体;

吸引量检测部,其检测上述吸引驱动部的吸引量;

吸引量设定部,其设定上述吸引量;

吸引控制部,其按照上述吸引量设定部的设定来控制上述吸引驱动部;以及

控制部,其根据上述气蚀水平信号以及上述吸引量来进行变更上述驱动信号
的控制,使得抑制或消除气蚀。

超声波手术装置、超声波手术系统以及气蚀抑制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用超声波振动进行手术并且抑制伴随着超声波振动而产生的气蚀(cavitation)的超声波手术装置、超声波手术系统以及气蚀抑制方法。

背景技术

[0002] 近年来,开始广泛应用利用超声波振子产生的超声波振动来对生物体组织进行手术的超声波手术装置。另外,在使生物体组织进行超声波振动的情况下,由于生物体组织包含液体,因此有时会产生气蚀。这种气蚀是指,当液体的压力变得低于由该液体的温度决定的蒸气压力时液体蒸发而产生蒸气的气泡。

[0003] 因而,在由于超声波振动而产生疏密波的情况下,随着负压的产生而发生气蚀。

[0004] 因此,例如在日本特表 2002-537955 号公报中公开了如下一种装置:对身体内的位置处照射用于治疗超声波,此时使用水听器(hydrophone)来监视气蚀的水平。

[0005] 另外,在 W02005/094701 号公报中公开了如下一种装置:在超声波照射用压电元件中设置声压信号接收探头,根据利用该声压信号接收探头得到的从气蚀气泡放出的声压信号来控制超声波照射条件。

[0006] 本发明的目的在于提供一种能够高精度检测有无产生气蚀以及所产生的气蚀的水平超声波手术装置、具备上述超声波手术装置的超声波手术系统以及能够高精度检测有无产生气蚀以及所产生的气蚀的水平的气蚀抑制方法。

发明内容

[0007] 用于解决问题的方案

[0008] 为了完成上述目的,本发明的一个方式所涉及的超声波手术装置具备:超声波振子,其能够产生超声波振动;驱动部,其根据驱动信号来驱动上述超声波振子;探头,其具有基端部和前端部,该基端部与上述超声波振子运动耦合,该探头用于从上述基端部向上述前端部传递上述超声波振子产生的上述超声波振动,从而使该前端部产生用于对生物体组织进行处置的超声波振动;谐振频率跟踪部,其自动调整上述驱动信号的频率,使得上述驱动信号的频率跟踪上述超声波振子的谐振频率,从而使上述前端部以上述谐振频率进行超声波振动;检测部,其检测上述驱动信号的除谐振频率以外的频率成分的频率成分信号来作为气蚀的检测信号;以及气蚀抑制控制部,其按照由上述检测部得到的检测结果来控制上述驱动信号,使得抑制或消除气蚀。

[0009] 本发明的一个方式所涉及的超声波手术系统具备:超声波手术装置,其具备:超声波振子,其能够产生超声波振动;驱动部,其根据驱动信号来驱动上述超声波振子;探头,其具有基端部和前端部,该基端部与上述超声波振子运动耦合,该探头用于从上述基端部向上述前端部传递上述超声波振子产生的上述超声波振动,从而使该前端部产生用于对生物体组织进行处置的超声波振动;谐振频率跟踪部,其自动调整上述驱动信号的频率,使得上述驱动信号的频率跟踪上述超声波振子的谐振频率,从而使上述前端部以上述谐振频率

率进行超声波振动；检测部，其检测上述驱动信号的除谐振频率以外的频率成分的频率成分信号来作为气蚀的检测信号；以及气蚀抑制控制部，其按照由上述检测部得到的检测结果来控制上述驱动信号，使得抑制或消除气蚀；吸引驱动部，其从上述前端部吸引液体；吸引量检测部，其检测上述吸引驱动部的吸引量；吸引量设定部，其设定上述吸引量；以及吸引控制部，其按照上述吸引量设定部来控制吸引驱动部。

[0010] 本发明的一个方式所涉及的气蚀抑制方法包括以下步骤：通过超声波振子、驱动单元以及探头来对处置部施加超声波振动的步骤，其中，该超声波振子能够产生超声波振动，该驱动单元驱动上述超声波振子，该探头具有基端部和前端部，该基端部与上述超声波振子运动耦合，该探头用于从上述基端部向上述前端部传递上述超声波振子产生的上述超声波振动，从而使该前端部产生用于对组织进行处置的超声波振动；谐振频率跟踪步骤，跟踪上述超声波振子的谐振频率；检测步骤，检测驱动电压或电流信号的除谐振频率以外的频率成分信号来作为气蚀的检测信号；以及气蚀抑制控制步骤，按照通过上述检测步骤检测到的信号的结果来控制驱动超声波振子的驱动信号，使得抑制或消除气蚀。

附图说明

[0011] 图 1 是表示具备本发明的第一实施方式的超声波手术系统的结构的结构图。

[0012] 图 2 是第一实施方式的超声波手术装置的结构图。

[0013] 图 3 是表示超声波手术装置中的超声波驱动装置的结构框图。

[0014] 图 4A 是示出根据产生气蚀时和不产生气蚀时的驱动信号检测到的电流信号的频率分布的图。

[0015] 图 4B 是示出表示滤波器电路所通过的频带的特性例的图。

[0016] 图 4C 是示出表示滤波器电路所通过的频带的特性例的图。

[0017] 图 4D 是示出表示滤波器电路所通过的频带的特性例的图。

[0018] 图 5 是表示滤波器电路的结构例的框图。

[0019] 图 6 是表示利用超声波手术装置进行的超声波手术的过程的流程图。

[0020] 图 7 是包括抑制图 6 中的气蚀的产生的控制方法的流程图。

[0021] 图 8 是本发明的第二实施方式的超声波手术装置的结构图。

[0022] 图 9 是表示选择性地设定多个控制模式的设定部的图。

[0023] 图 10 是本发明的第三实施方式的超声波手术装置的结构图。

[0024] 图 11 是表示根据气蚀产生状态来减少超声波输出的抑制方法的流程图。

[0025] 图 12 是表示根据气蚀产生状态来减少超声波输出的其它抑制方法的流程图。

[0026] 图 13 是第二实施方式的第一变形例的超声波手术装置的结构图。

[0027] 图 14 是表示第一变形例的控制方法的流程图。

[0028] 图 15 是第二变形例的超声波手术装置的结构图。

[0029] 图 16 是表示第三变形例的超声波手术装置的主要部分的概要的图。

[0030] 图 17 是表示第三变形例的控制方法的流程图。

[0031] 图 18 是表示具备本发明的第四实施方式的超声波手术系统的结构的框图。

[0032] 图 19 是表示根据第四实施方式的包括气蚀抑制的控制方法的一例的流程图。

[0033] 图 20A 是表示本发明的第五实施方式所利用的探头的前端部的形状的图。

- [0034] 图 20B 是表示由凹凸部的超声波振动产生气蚀的情况的图。
- [0035] 图 20C 是表示前端部的变形例的图。
- [0036] 图 20D 是表示前端部的变形例的图。
- [0037] 图 20E 是表示前端部的变形例的图。
- [0038] 图 21 是表示第五实施方式的超声波手术装置的结构框图。
- [0039] 图 22A 是表示根据第五实施方式利用超声波进行处置时切换控制模式来进行驱动的序列的图。
- [0040] 图 22B 是表示根据第五实施方式利用超声波进行处置时切换控制模式来进行驱动的序列的图。

具体实施方式

[0041] 下面,参照附图来说明本发明的实施方式。

[0042] (第一实施方式)

[0043] 图 1 至图 7 涉及本发明的第一实施方式,图 1 示出具备本发明的第一实施方式的超声波手术系统的结构,图 2 示出第一实施方式的超声波手术装置的结构,图 3 示出超声波驱动装置的结构,图 4A 示出从产生气蚀时以及不产生气蚀时的驱动信号检测到的电流信号的频率分布。在此,示出了电流信号的频率分布,但对于电压信号也是相同的趋势。

[0044] 图 4B 至图 4D 示出滤波器电路的滤波特性例,图 5 示出滤波器电路的结构例,图 6 示出利用超声波手术装置进行的处置的方法,图 7 示出抑制图 6 中的气蚀的产生水平的抑制方法。

[0045] 如图 1 所示,具备了本发明的第一实施方式的超声波手术系统 1 具有:作为超声波凝固切开处置器具的第一手持件 2,其利用超声波进行凝固以及切开、剥离等处置;作为超声波吸引处置器具的第二手持件 3,其利用超声波进行切开、剥离、粉碎等处置并进行吸引;以及作为超声波穿刺处置器具的第三手持件 4,其利用超声波进行穿刺等处置。

[0046] 另外,该超声波手术系统 1 还具备:超声波驱动装置 5,其具备驱动部,该驱动部对第一手持件~第三手持件中的实际相连接的某一个手持件施加(输出)超声波驱动信号;高频输出装置 6,其对第一手持件 2 和第二手持件 3 中的实际相连接的手持件施加高频输出信号;以及送水吸引装置 7,其在第二手持件 3 中进行送水和吸引。

[0047] 另外,超声波驱动装置 5、高频输出装置 6 以及送水吸引装置 7 上分别连接有对输出进行接通或断开的脚踏开关 8、9 以及 10。

[0048] 另外,利用进行通信的通信线缆 11 将超声波驱动装置 5 与高频输出装置 6 相连接,利用通信线缆 12 将超声波驱动装置 5 与送水吸引装置 7 相连接,利用通信线缆 13 将高频输出装置 6 与送水吸引装置 7 相连接。

[0049] 第一手持件 2~第三手持件 4 中的各手持件 I(I=2、3、4)分别具有细长的探头 2a、3a、4a,在各探头 Ia 的基端部配置的把持部内内置有能够产生超声波振动的超声波振子(以下仅称作振子)Ib。并且,由振子 Ib 产生的超声波振动例如与探头 Ia 的基端部中的被扩径的变幅杆进行运动耦合(即进行耦合使得能够将超声波振动传递到基端部)。

[0050] 在各手持件 I 的基端设置有与振子 Ib 电连接的超声波连接器 Ic,超声波连接器 Ic 经由可自由装卸的超声波线缆 14 连接于超声波驱动装置 5。

[0051] 并且,当手术操作者将脚踏开关 8 导通时,超声波驱动装置 5 经由超声波线缆 14 将超声波驱动信号(简称为驱动信号)输出到振子 Ib。振子 Ib 由于被施加驱动信号而进行超声波振动。

[0052] 振子 Ib 经由探头 Ia 内部的超声波传递部件 Id 将超声波振动传递到作为探头 Ia 的前端部的前端部件 Ie,从而前端部件 Ie 进行超声波振动。

[0053] 手术操作者能够把持手持件 I 的基端侧的把持部,使进行超声波振动的前端部件 Ie 与作为处置对象的生物体组织相接触等,从而利用超声波振动进行处置。

[0054] 另外,设置在手持件 2 的基端侧的高频连接器 2f 或手持件 3 的高频连接器 3f 经由可自由装卸的高频线缆 15 连接于高频输出装置 6。并且,当手术操作者将脚踏开关 9 导通时,高频输出装置 6 经由高频线缆 15 将高频输出信号输出到手持件内部的导体部。该导体部由超声波传递部件 Id 形成,与超声波振动的情况同样地,高频输出信号被传递到探头 Ia 的前端部的前端部件 Ie。

[0055] 手术操作者通过使前端部件 Ie 与生物体组织接触来使高频输出信号的电流(高频电流)流向生物体组织侧。手术操作者利用该高频电流对所接触的生物体组织部分进行高频灼烧的处置。

[0056] 在这种情况下,以与患者大面积接触的方式来配置对电极板(未图示),流经生物体组织的高频电流通过对电极板,并经由与该对电极板相连接的回流用线缆返回至高频输出装置 6。

[0057] 另外,关于手持件 3,在管路中形成超声波传递部件 3d,该管路的中空部成为吸引的通路(在超声波传递部件 3d 的管路与外护套(未图示)之间进行送水)。并且,作为管路前端的前端部件 3e 为开口状态。

[0058] 在该手持件 3 的基端侧设置有送水吸引连接器 3g,可自由装卸地连接于该手持件 3 上的送水吸引管 16 与送水吸引装置 7 相连接。

[0059] 该送水吸引管 16 例如在送水吸引装置 7 内部分支为送水管路和吸引管路,送水管路与送水装置相连接,吸引管路与吸引装置相连接。

[0060] 手术操作者通过进行使脚踏开关 10 的送水开关导通的操作,由此使构成送水装置的送水泵动作来进行送水。送来的水通过形成超声波传递部件 3d 的中空部,从前端部件 3e 的开口喷出。

[0061] 另外,手术操作者通过进行使脚踏开关 10 的吸引开关导通的操作,由此使构成吸引装置的吸引泵动作来进行吸引动作。并且,从前端部件 3e 的开口吸引进行处置(利用超声波振动进行粉碎)时的组织碎片等并将其排出到吸引装置。

[0062] 在图 1 中示出了还并用超声波振动以外的功能进行处置时的结构例,但也可以是如图 2 所示的那样构成为仅利用超声波振动进行处置的超声波手术装置 21。

[0063] 图 2 的超声波手术装置 21 具备:利用超声波振动进行凝固切开处置的例如手持件 2、对该手持件 2 输出驱动信号的超声波驱动装置 5、以及连接于该超声波驱动装置 5 且用于对驱动信号的输出进行接通或断开的脚踏开关 8。手持件 2 经由超声波线缆 14 连接于超声波驱动装置 5 的连接器 22。

[0064] 此外,也可以取代手持件 2 而将手持件 3 或手持件 4 连接于超声波驱动装置 5。另外,如后述的实施方式所说明那样,也可以并用高频输出装置 6 来进行处置。

[0065] 如图 2 所示,在手持件 2 的基端侧设置有手柄 18,该手柄 18 由手术操作者把持来进行开闭操作。

[0066] 关于该手柄 18,可动手柄 19a 的上端侧在枢支部处可自由转动地被支承。

[0067] 并且,通过进行向固定手柄 19b 侧闭合该可动手柄 19a 以及向分离的一侧打开该可动手柄 19a 的开闭操作,能够通过插通在探头 2a 内的未图示的操作线使可动前端部件 2g 相对于前端部件 2e 进行开闭,该可动前端部件 2g 与前端部件 2e 邻接且可自由转动地被前端部件 2e 支承。

[0068] 这样,手持件 2 能够打开和闭合,使得通过作为固定前端部件的前端部件 2e 和可动前端部件 2g 来把持生物体组织。

[0069] 也就是说,该手持件 2 通过在利用前端部件 2e、2g 把持生物体组织的状态下对生物体组织施加超声波振动,由此能够使生物体组织摩擦生热,从而对所把持的生物体组织进行凝固、切开的处置。另外,还能够设定为将前端侧打开的打开状态,从而利用突出的前端部件 2e 进行粉碎等处置。

[0070] 在以把持生物体组织的状态进行处置的情况下,通常手术操作者大多希望抑制气蚀的产生来进行处置。

[0071] 在超声波驱动装置 5 的前置面板中设置有用进行显示的显示部 23 以及设定部 24,该设定部 24 用于对要作为超声波的驱动信号而输出的设定值进行设定等。

[0072] 图 3 示出构成本实施方式的超声波手术装置 21 的超声波驱动装置 5 的结构。此外,在图 3 中示出了与超声波驱动装置 5 相连接的手持件 2 的基本结构(手持件 3、4 也大致相同)部分。下面,作为手持件 I,利用 $I = 2$ 的情况进行说明,但除了该手持件 2 所特有的结构之外,该说明也能够适用于 $I = 3、4$ 的情况。

[0073] 该超声波驱动装置 5 具有:振荡电路 31;乘法器 32,从该乘法器 32 的一个输入端输入由该振荡电路 31 产生的振荡信号;放大器 33,其作为对由该乘法器 32 进行乘法运算而得到的信号进行放大并根据驱动信号来驱动超声波振子 Ib 的驱动部;以及输出电路 34,其将由该放大器 33 放大得到的驱动信号绝缘地输出。

[0074] 输出电路 34 例如由变压器 34a 构成,对该变压器 34a 的初级线圈输入由放大器 33 放大得到的驱动信号,从与该初级线圈电磁耦合的次级线圈输出与初级线圈侧的驱动信号绝缘的驱动信号。此外,在变压器 34a 的初级线圈侧形成二次电路,在次级线圈侧形成患者电路。

[0075] 将患者电路侧的驱动信号输出的输出端子的连接器 22 经由可自由装卸地进行连接的超声波线缆 14 与内置于进行超声波振动的手持件 2 中的振子 2b 相连接。

[0076] 另外,变压器 34a 的初级线圈对流经初级线圈的驱动信号的电流及其两端的电压进行检测,并且与对电流的相位和电压的相位进行检测的电流电压检测电路 35 相连接。

[0077] 通过该电流电压检测电路 35 检测出的电流相位信号 θ_i 和电压相位信号 θ_v 被输出到 PLL(锁相环)电路 36。

[0078] PLL 电路 36 对振荡电路 31 施加如下的控制信号:与被输入的电流相位信号 θ_i 与电压相位信号 θ_v 的相位差相应地输出的信号水平发生变化。振荡电路 31 以施加于控制输入端的信号水平来改变振荡频率。也就是说,该振荡电路 31 例如由电压控制振荡电路(VCO)形成。

[0079] PLL 电路 36 对振荡电路 31 的控制输入端施加以使电流相位信号 θ_i 与电压相位信号 θ_v 的相位差变小的方式进行控制的控制信号、即以下说明的振荡频率的调整信号。因而,振荡电路 31 通过使用了 PLL 电路 36 的闭环能够自动调整振荡频率,使得电流相位信号 θ_i 与电压相位信号 θ_v 的相位差为 0。

[0080] 电流相位信号 θ_i 与电压相位信号 θ_v 的相位差变为 0 的状态下成为与振子 2b 的谐振频率相对应的驱动频率。因此 PLL 电路 36 自动调整(控制)振荡频率,使得以振子 2b 的谐振频率的驱动信号来驱动该振子 2b。

[0081] 换言之,在以驱动信号驱动振子 2b 的情况下,在振荡电路 31 ~ PLL 电路 36 的闭环的电路系统中形成谐振频率跟踪部 37,该谐振频率跟踪部 37 以跟踪振子 2b 的谐振频率的方式自动调整驱动信号的频率。该谐振频率跟踪部 37 输出谐振频率的驱动信号。

[0082] 另外,在本实施方式中,设置有检测部 38,如下说明那样,该检测部 38 根据上述输出电路 34 的初级线圈侧的驱动信号从驱动信号中检测在(被传递了振子 2b 的超声波振动的)探头 2a 的前端部件 2e 产生的气蚀,来作为由该气蚀引起变化的物理量,且检测部 38 具有滤波器部 39 的功能。

[0083] 作为驱动信号中的由气蚀引起变化的物理量例如有电压信号 S_v ,其被输入到滤波器电路 39,该滤波器电路 39 具有用于提取规定的频率成分的频率通过特性(滤波特性)。此外,如后述那样驱动信号中的电流被控制成以规定的时间常数变为恒定电流。因此,检测电压信号 S_v 中的(通过了滤波器电路 39 的)电压值大致与检测阻抗值等效。

[0084] 此外,检测部 38 除了检测电压值或阻抗值之外,也可以检测电流信号的电流值来作为上述物理量。在这种情况下,例如也可以以如下状态进行检测:控制电压信号 S_v 使其以规定的时间常数变为恒定电压。

[0085] 该滤波器电路 39 具有如下特性:使根据驱动信号进行驱动的振子 2b 的至少除谐振频率(即驱动频率)以外的规定的频率成分通过。

[0086] 并且,作为从该滤波器电路 39 输出的规定的频率成分的频率成分信号的电压信号成为与在该振子 2b 产生的气蚀的产生水平相对应的检测信号、即气蚀水平信号 S_c 。

[0087] 使用生成气蚀水平信号 S_c 的滤波器电路 39 来构成上述检测部 38。此外,还能够将检测部 38 看作包括 CPU 40 的结构,该 CPU40 根据气蚀水平信号 S_c 判断有无气蚀并判断气蚀的产生水平。

[0088] 从该滤波器电路 39 输出的气蚀水平信号 S_c 被输入到中央处理装置(CPU)40,该中央处理装置(CPU)40 作为对该超声波驱动装置 5 的各部进行控制的控制部。

[0089] 另外,该 CPU 40 根据由检测部 38 检测出的物理量来对驱动信号的输出值进行可变控制,该驱动信号的输出值决定探头 2a 的前端部件 2e 的超声波振动的振幅。

[0090] 该 CPU 40 具有气蚀抑制控制部(在图 3 中简记为 CAV 抑制控制部)40a 的功能,该气蚀抑制控制部 40a 根据所输入的气蚀水平信号 S_c 的水平来判断气蚀的产生水平,并且抑制气蚀的产生。

[0091] 图 4A 示出根据超声波驱动装置 5 的驱动信号进行驱动的振子 2b 在不产生气蚀时(气蚀不产生时)和产生气蚀时(气蚀产生时)的电压信号 S_v 的频谱分布。此外,在图 4A 中,谐振频率 f_{res} 是 47kHz。

[0092] 无论是否产生气蚀,在谐振频率 f_{res} (47kHz) 的情况下,电压信号 S_v 具有最大的

峰值。并且,当不产生气蚀时,在除谐振频率 f_{res} 以外的频率的情况下,电压信号 S_v 不具有明显的峰值。

[0093] 与此相对地,在除谐振频率 f_{res} 以外的频率的情况下,与不产生气蚀时相比,产生气蚀时的电压信号 S_v 的水平变高。

[0094] 具体地说,与不产生气蚀时相比,当产生气蚀时子谐波的水平变得相当高,并且当产生气蚀时除子谐波以外的频率成分的水平也变得比不产生气蚀时高,其中,子谐波的频率为谐振频率 f_{res} 的 $1/2$ 或 $1/4$ 等约数或它们的差。

[0095] 因此,如上所述,通过对电压信号 S_v 中的除该谐振频率 f_{res} 附近以外的信号水平进行检测,能够检测气蚀的产生水平。

[0096] 作为滤波器电路 39 的输出信号的气蚀水平信号 S_c 被输入到 CPU 40,该 CPU 40 具有控制振子 2b 的驱动(也就是前端部件 2e 的超声波振动)的输出控制部的功能。该输出控制部包括上述的气蚀抑制控制部 40a 的功能。

[0097] 将由手术操作者从设定部 24 设定的输出电流设定值输入到 CPU 40。

[0098] 另外,在该设定部 24 中例如设置有切换按钮 49,该切换按钮 49 用于切换以下两种情况:以作为第一控制模式的恒定电流控制模式进行动作的情况和以作为第二控制模式的在抑制气蚀产生的状态下的恒定电流控制模式(以下称为气蚀减少控制模式)进行动作的情况。

[0099] 换言之,设定部 24 具有设定单元,该设定单元以作为抑制或消除气蚀产生的控制模式的气蚀减少控制模式来进行输出控制。

[0100] 设定部 24 将输出电流设定值(在图 3 中简记为设定值)和由切换按钮 49 得到的控制模式信号输出到 CPU 40。

[0101] 在本实施方式中,在第一控制模式的恒定电流控制模式下,CPU 40 与有无产生气蚀无关地进行驱动信号的输出控制,使得维持由设定部 24 设定的输出电流值。

[0102] 与此相对地,在作为第二控制模式的气蚀减少控制模式下,CPU 40 通过气蚀抑制控制部 40a 的功能来抑制气蚀的产生。并且,CPU 40 进行驱动信号的输出控制,使得维持由设定部 24 设定的输出电流值。

[0103] 在恒定电流控制模式的情况下,CPU 40 向差动放大器 41 输出与来自设定部 24 的输出电流设定值相对应的输出电流设定信号。

[0104] 与此相对地,在气蚀减少控制模式的情况下,CPU 40 对差动放大器 41 输出从来自设定部 24 的输出电流设定值中减去相当于气蚀水平信号 S_c 的值而得到的输出电流设定信号。

[0105] 驱动信号中的电流信号 S_i 也被输入到该差动放大器 41。此外,通过实际上设置在电流电压检测电路 35 内的、检测驱动信号的电流的例如电流传感器等来检测该电流信号 S_i 。在图 3 中简略地示出了检测到的电流信号 S_i 。

[0106] 差动放大器 41 将从输出电流设定信号减去电流信号 S_i 而得到的差值的信号输出到乘法器 32。

[0107] 乘法器 32 将被输入来自差动放大器 41 的信号的另一个输入端侧的值与来自振荡电路 31 的振荡信号相乘后输出到放大器 33。在这种情况下,另一个输入端侧的值为将基准值 1 与差动放大器 41 的输出信号相加(在差动放大器 41 的输出信号为负的情况下为相

减)而得到的值。

[0108] 因而,利用闭环系统来控制驱动信号中的电流信号 S_i ,使得从 CPU 40 输出的输出电流设定信号的值维持为平均的恒定电流值。通过这样能够控制提供至振子 2b 的驱动信号的输出值。

[0109] 例如,在气蚀减少控制模式的情况下,当如上述那样产生气蚀水平信号 S_c 时,从 CPU 40 输出的输出电流设定信号的值减小该水平量,并利用闭环进行恒定电流控制。

[0110] 因此,进行恒定电流控制,以维持没有气蚀水平信号 S_c 的状态。

[0111] 此外,基于驱动信号的电流信号 S_i 的控制系统的时间常数例如为 8ms 左右,在该时间常数的范围内电流信号 S_i 发生变化。

[0112] 来自脚踏开关 8 的进行驱动信号的输出的接通或断开的操作信号被输入到 CPU 40, CPU 40 根据操作信号对驱动信号的输出的接通或断开进行控制。

[0113] 另外,该 CPU 40 与设置在前置面板等中的显示部 23 相连接,在该显示部 23 中显示超声波的输出值等。图 4B、图 4C 示出滤波器电路 39 的滤波特性例,图 5 示出其结构例。

[0114] 图 4B 示出设定为让低频侧的一部分频带通过的特性的情况。更具体地说,示出设定为让包含谐振频率 f_{res} 的 $1/2$ 的子谐波(约数)的频带通过的特性的情况。

[0115] 图 4C 示出设定为让从谐振频率 f_{res} 的 5%左右的频率到比谐振频率 f_{res} 低 5%的频率(即谐振频率 f_{res} 的 95%的频率)之间的频带通过的频带特性的情况。

[0116] 图 4D 示出设定为图 4C 的频带特性和让比谐振频率 f_{res} 高 5%的频率到比谐振频率 f_{res} 的二次谐波的频率($2f_{res}$)低 5%的频率通过的频带特性的情况。

[0117] 图 5 的滤波器电路 39 例如由多个带通滤波器(在图 5 中简记为 BPF) 43a、43b、...、43n;开关 44a、44b、...、44n;检波器 45a、45b、...、45n;以及积分器 46 构成。

[0118] 此外,以 f_a 、 f_b 、...、 f_n 简略地示出了带通滤波器 43a、43b、...、43n 的通频带。这种情况下的通频带例如是 $f_a < f_b < \dots < f_n$ 的关系。

[0119] 例如能够通过设定部 24 进行设定来通过 CPU 40 对开关 44a、44b、...、44n 的导通或断开进行选择。在这种情况下,也能够从设定部 24 直接进行选择。

[0120] 通过对开关 44a、44b、...、44n 的导通或断开进行选择,能够设定任意的通频带。并且,经过被设为导通的开关 44a、44b、...、44n 的频率成分被检波器 45a、45b、...、45n 检波后,还在积分器 46 中进行积分。

[0121] 利用积分器 46 进行积分而得到的积分信号作为气蚀水平信号 S_c 被输出到 CPU 40。也可以用累加器来代替积分器 46。

[0122] 此外,也可以构成为在 CPU 40 侧进行积分来代替在滤波器电路 39 中进行积分。

[0123] 参照图 6 来说明这种结构的超声波驱动装置 5 的动作。图 6 示出由超声波驱动装置 5 进行的包括气蚀抑制的超声波手术的过程。

[0124] 例如图 2 所示,手术操作者将用于处置的手持件(在图 2 中是主要用于进行凝固切开的手持件 2)经由超声波线缆连接于超声波驱动装置 5。

[0125] 另外,手术操作者根据要处置的生物体组织(即要处置的部位),如步骤 S1 所示那样,通过设定部 24 进行设定电流设定值和控制模式等初始设定。

[0126] 然后,使用未图示的导管将内窥镜和手持件 2 的探头 2a 刺入患者的腹部等。然后,如步骤 S2 所示那样,手术操作者利用内窥镜进行观察,并将在体内的探头 2a 的前端侧设定

在处置对象部位附近。

[0127] 在下一个步骤S3中,手术操作者使脚踏开关8导通,开始利用超声波进行处置。从超声波驱动装置5向手持件2的振子2b施加驱动信号,从而振子2b产生超声波振动。

[0128] 该超声波振动被传递到探头2a的前端侧的前端部件2e,如步骤S4所示,前端部件2e以振子2b的谐振频率 f_{res} 进行超声波振动。

[0129] 在这种情况下,超声波驱动装置5进行控制,使得通过使用了PLL电路36的谐振频率跟踪部37来跟踪以该谐振频率 f_{res} 对振子2b进行驱动的状态。因而,振子2b以谐振频率 f_{res} 进行超声波振动,另外,前端部的前端部件2e也以谐振频率 f_{res} 进行超声波振动。

[0130] 另外,在这种情况下,当通过前端部件2e的超声波振动而产生气蚀时,该前端部件2e受到由于该气蚀产生所导致的小气泡破裂的力,该力通过前端部件2e影响到振子2b的超声波振动。并且,如图4A所示,由气蚀产生的频率成分与原来的驱动信号相重叠。如上所述,由于产生气蚀,原来的驱动信号的频谱成为失真的频谱的状态。

[0131] 然后,如步骤S5所示,CPU 40根据气蚀水平信号 S_c 检测气蚀产生水平,该气蚀水平信号 S_c 是利用滤波器电路39从驱动信号检测出的。

[0132] 在下一个步骤S6中,CPU 40根据所检测出的气蚀产生水平,进行与由设定部24预先设定的控制模式相对应的驱动信号的输出控制。也就是说,CPU 40进行与普通的恒定电流控制模式或气蚀减少控制模式相对应的驱动信号的输出控制。

[0133] 然后,在这种控制下,如步骤S7所示手术操作者利用超声波振动进行凝固切开等处置。

[0134] 图7表示通过图6中的步骤S5进行的气蚀水平检测以及通过图6中的步骤S6根据检测结果而进行与设定的控制模式相对应的控制的动作。在步骤S11中,滤波器电路39输出除驱动信号的频率以外的规定的频率成分,来作为气蚀水平信号 S_c 。

[0135] 如步骤S12所示,CPU 40根据该气蚀水平信号 S_c 来检测气蚀的产生水平。

[0136] 如步骤S13所示,CPU 40进行如下的判断:控制模式例如是否为气蚀减少控制模式(在图7中简记为CAV减少控制模式)。

[0137] 在不属于气蚀减少控制模式的情况下,如步骤S14所示,CPU 40以维持由设定部24设定的输出电流设定值的方式进行输出控制。具体地说,CPU 40将与输出电流设定值相对应的输出电流设定信号输出到差动放大器41。然后,CPU 40返回至步骤S11。

[0138] 通过该输出控制,驱动信号的输出值成为与普通的恒定电流控制模式相对应的动作。

[0139] 另一方面,在步骤S13的判断为气蚀减少控制模式的情况下,CPU 40进行输出控制,以通过步骤S15、S16抑制(消除)气蚀。

[0140] 在步骤S15中,CPU 40根据气蚀水平信号 S_c 的有无来判断是否有气蚀。在有气蚀的情况下,如步骤S16所示,CPU 40将与从输出电流设定值中减去与气蚀水平信号 S_c 的水平相对应的部分而得到的减法运算值相对应的输出电流设定信号输出到差动放大器41。然后,CPU 40返回至步骤S11。

[0141] 当产生气蚀时,通过该输出控制,能够控制驱动信号的输出值,使其与气蚀的水平相应地减少,因此快速地变为维持不产生气蚀状态下的输出值的状态。

[0142] 此外,在步骤 S15 中,当不产生气蚀时,转向步骤 S14。在这种情况下,为不产生气蚀的状态,CPU 40 以维持由设定部 24 设定的输出电流设定值的方式进行输出控制。

[0143] 通过这种控制,根据对作为处置对象的生物体组织进行处置的本实施方式,能够以简单的结构来高精度地检测有没有产生气蚀和气蚀的产生水平。

[0144] 也就是说,根据本实施方式,能够根据驱动振子 2b 的驱动信号中的、利用滤波器电路 39 去除了驱动频率或谐振频率 f_{res} 后得到的频率成分的电压信号等,来高精度地检测气蚀的产生水平等。

[0145] 另外,本实施方式以与检测到的气蚀的水平相应地减少驱动信号的输出的方式进行控制,因此能够快速消除气蚀的产生。

[0146] 并且,根据本实施方式,能够选择以减少气蚀的状态来进行用于治疗的处理。

[0147] 此外,手术操作者还能够与有无气蚀无关地以如下模式进行处理:以恒定电流控制模式来控制驱动信号的输出。

[0148] 如上所述,根据本实施方式,能够以简单的结构,根据对振子 2b 进行驱动的驱动信号中的、利用滤波器电路 39 去除了驱动频率或谐振频率 f_{res} 附近而得到的频率成分的电压信号等,来高精度地检测气蚀产生以及产生水平。

[0149] 此外,在作为相关技术例的日本特开 2008-188160 号公报中公开了一种具备以与交流电流相应的频率和振幅来驱动手持件的驱动电路的超声波手术装置,该超声波手术装置具备气蚀抑制电路,该气蚀抑制电路构成为包括:转换单元,其将驱动电路的输出端电压转换为直流电压;比较单元,其将利用转换单元得到的直流电压与预定的阈值进行比较;以及电压控制单元,其在利用比较单元得到的比较结果为超过了阈值的情况下,降低交流电压的电压值。

[0150] 在该相关技术例中,记载了一种应用了以下内容的装置:在由于产生气蚀而使构成振动产生部的压电元件的负载状态发生变化的情况下,(具备驱动电路的)输出电路所输出的交流电压值几乎不发生变化,但输出电压值与负载状态成比例地变动。

[0151] 相对于相关技术例,本实施方式使用驱动信号中的至少去除了用于驱动的频率附近的频率成分的电压值、阻抗值、电流值来检测气蚀。

[0152] 因而,本实施方式能够充分降低驱动信号的影响、且高精度地检测有无气蚀产生以及气蚀的产生水平。

[0153] 也就是说,在本实施方式中,通过检测除驱动信号的频率附近以外的频率成分,几乎不会对驱动信号的输出水平造成影响,例如能够根据气蚀水平信号 S_c 的水平检测气蚀的产生水平。

[0154] 在这种情况下,能够根据气蚀水平信号 S_c 的水平是否在接近 0 的阈值以上来判断是否有气蚀产生。另外,即使在手术过程中手术操作者通过设定部 24 变更设定值以使驱动信号的输出水平发生变化的情况下,也能够高精度地检测气蚀的产生水平。

[0155] 与此相对地,关于相关技术例,认为是为了检测气蚀的产生而需要预先设定阈值,在变更了驱动电路的输出的情况下需要变更该阈值。

[0156] 另外,该相关技术例还公开了如下的结构:设置由于检测在气蚀时产生的频率的连续音的麦克风,根据该麦克风输出的声音信号来进行气蚀抑制。

[0157] 但是,在这种情况下,需要将麦克风设置在可插入体内的细长的探头 2a 的前端

侧。

[0158] 与此相对地,根据本实施方式,能够在配置在体外的超声波驱动装置 5 侧检测是否有气蚀产生以及气蚀的产生水平。另外,作为探头自身的结构,能够采用现有的探头和手持件。

[0159] 因而,本实施方式具有以下优点:即使是具备振子的现有手持件也易于应用。

[0160] 此外,作为检测气蚀的检测部,除了谐振频率 f_{res} 之外,例如也可以检测子谐波成分的信号。

[0161] 图 8 表示变形例的超声波手术装置 21B 的结构。该超声波手术装置 21B 具备超声波驱动装置 5B,该超声波驱动装置 5B 是在图 3 的超声波手术装置 21 中的超声波驱动装置 5 中,在滤波器电路 39 与 CPU 40 之间设置有继电器装置 61,该继电器装置 61 根据切换控制信号进行切换。

[0162] 该继电器装置 61 根据来自 CPU 40 的切换控制信号来进行接通或断开的切换,由此切换控制模式。也就是说,CPU 40 还具备能够切换控制模式的控制切换部 40b。

[0163] 另外,超声波驱动装置 5B 例如具备图 9 所示的设定部 24C。

[0164] 在该设定部 24C 中设置有恒定电流控制开关 62a 和气蚀减少控制开关 62b,该恒定电流控制开关 62a 用于由手术操作者选择性地指示恒定电流控制模式,该气蚀减少控制开关 62b 用于由手术操作者选择性地指示气蚀减少控制模式。

[0165] 另外,在该设定部 24C 中设置有将两个控制模式的情况下的输出水平设定为多个等级的水平开关 63a、63b、63c。例如,水平开关 63a、63b、63c 将输出水平分别设定为 LV1、LV2、LV3。

[0166] 因而,该设定部 24C 将指示恒定电流控制模式或气蚀减少控制模式的控制模式信号和设定输出水平的设定值输出到 CPU40。

[0167] 此外,在图 9 中,示出了水平开关 63j ($j = a \sim c$),来作为在两个控制模式下进行水平设定时所共同使用的结构,但也可以是,对每个控制模式设置专用的组而共设置两组水平开关,每组例如由多个水平开关构成。

[0168] 在图 8 的结构中,CPU 40 进行与由手术操作者通过设定部 24C 进行的控制模式的设定相应的输出控制。

[0169] 具体地说,在选择了恒定电流控制模式的情况下,CPU 40 输出将继电器装置 61 的开关切换为断开的切换控制信号。并且,CPU 40 以使输出电流设定信号维持在利用设定部 24C 中的水平开关 63j ($j = a \sim c$) 得到的输出水平的方式,来将输出电流设定信号输出到差动放大器 41。

[0170] 与此相对地,在选择了气蚀减少控制模式的情况下,CPU 40 输出将继电器装置 61 的开关切换为导通的切换控制信号。因而,来自滤波器电路 39 的气蚀水平信号 S_c 经由被接通的继电器装置 61 被输入到 CPU 40。

[0171] 并且,CPU 40 进行控制,使得维持该气蚀水平信号 S_c 为 0 的状态,并以此状态来维持水平开关 63j ($j = a \sim c$) 的输出水平。

[0172] 其它结构与图 3 所示的第一实施方式为相同的结构。另外,本变形例的动作与图 6 和图 7 所说明的情况几乎相同,因此省略其说明。

[0173] (第二实施方式)

[0174] 接着参照图 10 来说明本发明的第二实施方式。图 10 表示本发明的第二实施方式的超声波手术装置 21C 的结构。在第一实施方式中,对如下的装置以及方法进行了说明:在气蚀减少控制模式下进行自动控制使得消除气蚀的产生。

[0175] 与此相对地,本实施方式构成为具备通知部,该通知部通过定量地显示来将气蚀的产生水平通知给作为使用者的手术操作者,手术操作者能够根据所显示的产生水平对设定部 24 的设定值进行手动设定,从而设定为所期望的气蚀水平。

[0176] 该超声波手术装置 21C 构成为,在图 3 的结构的超声波驱动装置 5 中还具备 A/D 转换电路 51 和作为通知部的指示器 52,从而构成超声波驱动装置 5C,其中,该 A/D 转换电路 51 对滤波器电路 39 的输出信号进行 A/D 转换,该指示器 52 根据该 A/D 转换电路 51 的输出信号定量地显示气蚀的产生水平。

[0177] 此外,在本实施方式中,CPU 40 不具有气蚀抑制控制部 40a。作为本实施方式的变形例,也可以如双点划线所示那样构成为将气蚀水平信号 Sc 输入到 CPU 40,如第一实施方式那样也选择抑制气蚀的控制模式。因此,在图 10 中,用双点划线示出了气蚀抑制控制部 40a。

[0178] 从滤波器电路 39 输出的气蚀水平信号 Sc 通过 A/D 转换电路 51 进行 A/D 转换。进行 A/D 转换而得到的该数字信号与气蚀的产生水平相对应。

[0179] 并且,根据该数字信号,构成指示器 52 的例如多个 LED 53 发光。例如,发光的 LED 53 的数量与气蚀的产生水平大致成比例地变化。在图 10 中,例如用斜线表示的两个 LED 53 发光。并且,当气蚀的产生水平增加时,更多的 LED 53 发光。

[0180] 此外,在本实施方式中,从设定部 24 向 CPU 40 输入由手术操作者设定的输出电流设定值,CPU 40 将相当于输出电流设定值的输出电流设定信号输出到差动放大器 41,以维持来自设定部 24 的输出电流设定值。

[0181] 并且,在本实施方式中,对提供至振子 2b(更广泛来说是振子 1b) 的驱动信号进行输出控制,以维持输出电流设定值。

[0182] 也就是说,CPU 40 进行第一实施方式中的恒定电流控制模式情况下的输出控制。其它结构与第一实施方式相同。

[0183] 在本实施方式中,手术操作者能够根据指示器 52 的 LED 53 的发光数量的显示来确认气蚀产生水平。并且,手术操作者在确认了气蚀产生水平且希望使该气蚀产生水平降得更低的情况下,可以降低输出电流设定值。另外,在不希望产生气蚀的情况下,可以进一步降低输出电流设定值。这样,手术操作者能够设定为易于进行处置的输出电流设定值从而来进行处置。

[0184] 根据本实施方式,手术操作者参考通过显示气蚀的产生水平来进行通知的指示器 52,从而能够以手术操作者所期望的设定值进行处置。此外,作为通知部,除了利用显示装置向手术操作者进行通知以外,例如还可以利用声音等来通知手术操作者。

[0185] 另外,也可以在显示部 23 中设置指示器 52 的通知部的功能。例如在图 11 之后的实施方式等中,虽然没有示出指示器 52,但也可以通过显示部 23 来进行该功能。另外,在第一实施方式中也可以使显示部 23 具备该通知部的功能。

[0186] 此外,在图 10 所示的第二实施方式中,也可以如双点划线所示那样构成为也对 CPU 40 输入滤波器电路 39 的气蚀水平信号 Sc,监视有无产生气蚀,从而根据产生了气蚀的

状态来更为及时地设定为不产生气蚀的水平。

[0187] 气蚀表现出滞后特性,因此存在表现出以下特性的情况:一旦产生了气蚀,则即使将驱动信号的设定水平降低为即将产生气蚀之前的输出水平,气蚀也不停止。

[0188] 因此,通过采用图 11 所示那样的气蚀抑制方法,能够设定为更为优秀的响应性或在规定时间内就不产生气蚀的输出水平。

[0189] 在最初的步骤 S21 中,手持件 2 的振子 2b 和前端部件 2e 开始进行超声波振动,在接下来的步骤 S22 中,例如设为以最大设定值的 70% (简记为 70% 的设定值) 继续进行该超声波振动。

[0190] 在这种情况下,如步骤 S23 所示,CPU 40 根据滤波器电路 39 的输出信号判断有无产生气蚀。

[0191] 在步骤 S23 的判断中,在判断为没有产生气蚀的情况下进入步骤 S24,CPU 40 进行与手术操作者利用设定部 24 设定的设定值相对应的输出控制。然后,CPU 40 返回至步骤 S23。也就是说,在没有产生气蚀的情况下,CPU 40 进行输出控制,使得维持与手术操作者以手动方式设定的设定值相对应的设定值。

[0192] 另一方面,在判断为产生了气蚀的情况下,CPU 40 进入步骤 S25 的处理。在步骤 S25 中,CPU 40 判断手术操作者是否将设定值降低到了产生气蚀的边界值以下的设定值(例如设为 60% 的设定值)。

[0193] 当手术操作者在不停止气蚀产生的范围内对设定值进行变更(也就是在产生气蚀的状态下变更设定值)的情况下,CPU 40 经由步骤 S24 返回至步骤 S23 的处理。

[0194] 对此,当手术操作者进行将设定值降低至气蚀产生的边界值以下的设定值(上述 60% 的设定值)的设定的情况下,如步骤 S26 所示,CPU 40 强制性地降低该设定值,直至成为比该设定值足够低的设定值(例如 20% 的设定值)。

[0195] 也就是说,在气蚀表现出滞后特性的情况下,将设定值强制性地(暂时性地)降低至快速停止气蚀产生的设定值。

[0196] 在该状态下,如步骤 S27 所示,CPU 40 监视滤波器电路 39 的输出信号,一直等到气蚀停止为止(CPU 40 能够监视滤波器电路 39 的输出信号的情况)。

[0197] 然后,在气蚀停止之后,如步骤 S28 所示,CPU 40 将强制性地降低后得到的设定值恢复为由手术操作者设定的设定值(上述 60% 的设定值)。

[0198] 通过进行这种控制,在产生了气蚀的状态下手术操作者变更设定为使气蚀停止的设定值的情况下,即使表现出滞后特性的情况下,也能够进行设定使得短时间内消除气蚀并且成为手术操作者所设定的设定值的输出状态。

[0199] 在上述实施方式中,在手术操作者进行步骤 S25 的处置之后,进入步骤 S26 所处理的流程,但是也可以进行如下的自动控制:在未进行步骤 S25 的处置而检测到气蚀的产生之后自动地转向步骤 S26。

[0200] 此外,也可以取代通过图 11 的步骤 S27 进行等到气蚀停止的判断,而使 CPU 40 等待固定时间。作为这种情况下的固定时间,例如可以设为气蚀停止所需时间又包含了余量的时间。在这种情况下,能够应用于不对滤波器电路 39 的输出信号进行监视的结构的情况。

[0201] 考虑气蚀的滞后特性,也可以利用第二实施方式的超声波手术装置 21C 采用如图

12 示出的流程图所示那样的控制方法。

[0202] 图 12 的步骤 S21 至步骤 S26 是与图 11 相同的控制过程。在步骤 S26 之后,如步骤 S29 所示,CPU 40 等待经过气蚀停止所需的规定时间。此外,也可以代替步骤 S29 而采用图 11 的步骤 S 27。

[0203] 之后,如步骤 S30 所示,CPU 40 使设定值返回(降低)至比上述设定值(60%的设定值)小规定量 Δ (例如 5%的设定值)的设定值(55%的设定值)。

[0204] 这种情况下的规定量 Δ 是与滞后特性相对应地设定的值。该规定量 Δ 实际上也可以与从产生了气蚀的状态下的设定值的状态变更为使气蚀停止产生的设定值时的变更量、最初产生的气蚀的水平等相应地进行适当的设定。另外,也可以设定为在实际应用中根据其结果而设定的值。

[0205] 根据图 12 中的控制方法,即使在产生气蚀且气蚀表现出滞后特性的情况下,也能够及时地设定为手术操作者所期望的输出状态。

[0206] 如上所述那样图 11、图 12 所示的控制方法能够广泛应用于从产生了气蚀的状态使该气蚀的产生停止(或消失)的情况。另外,能够应用于短时间内抑制气蚀的产生的情况。

[0207] 另外,作为图 12 的变形例的控制方法,也可以代替步骤 S 25 而由 CPU 40 判断是否切换为抑制气蚀的设定。并且,也可以是,CPU 40 在被设定部 24C 切换为抑制气蚀的设定的情况下转向步骤 S26,而在没有被切换为抑制气蚀的设定的情况下转向步骤 S24。

[0208] 另外,在产生了气蚀后,在设定值没有降低至上述产生气蚀的边界值(也有时该值具有范围)以下的情况下,也可以采用图 12 的控制方法或对其进行变形后得到的控制方法。

[0209] 例如,在产生了气蚀的状态下,在气蚀减少控制开关 62b 被操作时的气蚀的检测信号水平例如为第一规定水平的情况下,CPU 40 如步骤 S26 那样以使气蚀的检测信号水平变为比第一规定水平低的第二水平的方式来进行输出控制。

[0210] (第三实施方式)

[0211] 接着,参照图 13 说明本发明的第三实施方式。在本实施方式中,能够根据实际使用的手持件 I 或探头 Ia,自动设定控制模式。

[0212] 图 13 示出第三实施方式的超声波手术装置 21D 的结构。在本实施例中,如以下说明那样设置有对手持件 I 进行识别的识别部,能够根据识别结果来切换控制模式。

[0213] 关于该超声波手术装置 21D,例如在图 8 的超声波手术装置 21B 中,各手持件 I(在图 13 中 $I = 2$) 将形成识别符的例如 ROM1h 内置于例如探头 Ia 的基端部,该识别符用于产生手持件类型信息(也可称为类型信号)。

[0214] 另外,超声波驱动装置 5D 具备识别部 66,该识别部 66 具有从经由超声波线缆 14 连接于该超声波驱动装置 5D 的手持件 I 读出保存在 ROM1h 中的手持件类型信号的通信电路。该识别部 66 将读出的手持件类型信号发送到 CPU 40。

[0215] CPU 40 能够根据由识别部 66 得到的手持件类型信号来识别手持件 I 的种类、安装在手持件 I 中的振子 Ib 的种类、手持件 I 的探头 Ia 的前端部的形状或状态等。

[0216] 并且,CPU 40 根据该手持件类型信号,例如参照保存在快闪存储器 67 中的信息来自动地选择设定为恒定电流控制模式和气蚀减少控制模式中的某一模式。此外,识别部 66

的识别功能部也可以是 CPU 40 的一部分。

[0217] 在该快闪存储器 67 中与手持件类型信号相对应地预先保存有使用哪一个控制模式的信息。此外,例如能够从设定部 24C 通过 CPU 40 对保存在快闪存储器 67 中的信息进行变更或更新。

[0218] 例如,在该超声波驱动装置 5D 与手持件 2 相连接的情况下,CPU 40 通过参照对应的信息来选择气蚀减少控制模式。与此相对地,在该超声波驱动装置 5D 与手持件 3 相连接的情况下,CPU40 通过参照对应的信息选择恒定电流控制模式。

[0219] 另外,在快闪存储器 67 中保存有通过设定部 24C 以手动方式设定(选择)控制模式的信息的情况下,CPU 40 优先设定为由手术操作者通过设定部 24C 以手动方式选择的控制模式。

[0220] 此外,本实施方式并不限定于在 ROM1h 中保存各手持件类型信号的例子。也可以是,在 ROM1h 中保存手持件的制造编号,CPU 40 参照保存在快闪存储器 67 中的制造编号来识别对应的手持件的类型等。

[0221] 另外,并不限定于 ROM1h 的情况,例如也可以是:能够根据电阻值进行识别,或者根据由多个开关元件构成的例如 DIP 开关的导通或断开的排列来识别种类等。

[0222] 接着,参照图 14 的流程图说明本实施方式的动作。

[0223] 如步骤 S41 所示,手术操作者将实际使用的手持件 I 与超声波驱动装置 5D 相连接,接通超声波驱动装置 5D 的电源。

[0224] 于是,如步骤 S42 所示,CPU 40 从手持件 I 的 ROM1h 通过识别部 66 获取手持件 I 的类型信号。也就是说 CPU 40 识别手持件 I 的种类。

[0225] 如下一个步骤 S 43 所示,CPU 40 参照快闪存储器 67 中保存的信息例如判断是否根据类型信号进行手动设定。

[0226] 然后,在如步骤 S44 所示那样不进行手动设定的情况下,即在自动设定的情况下,CPU 40 根据类型信号自动设定控制模式。换句话说,CPU 40 根据由识别部得到的识别结果自动选择或自动切换为多个控制模式中的一个控制模式。

[0227] 与此相对地,在如步骤 S45 所示那样进行手动设定的情况下,CPU 40 根据通过设定部 24C 的手动选择来设定控制模式。通过这样,结束控制模式的设定动作。在进行该控制模式的设定动作之后,例如在初始设定之后,变成与图 6 的步骤 S 2 类似的动作。

[0228] 根据本实施方式,当手术操作者预先在快闪存储器 67 中与手持件的类型相应地登记希望采用的控制模式的信息时,之后按照该信息从多个控制模式自动地设定一个控制模式。因此,能够提高由手术操作者进行的处置的操作性。

[0229] 另外,手术操作者也能够以手动方式通过设定部 24C 优先地选择恒定电流控制模式或气蚀减少控制模式并进行处置。

[0230] 图 15 示出第一变形例的超声波手术装置 21E 的结构。

[0231] 该超声波手术装置 21E 采用在图 13 的超声波手术装置 21D 的超声波驱动装置 5D 中不具备继电器装置 61 的超声波驱动装置 5E。在这种情况下,滤波器电路 39 的气蚀水平信号 Sc 被输入到 CPU 40。

[0232] CPU 40 与根据手持件类型信号设定的控制模式或通过设定部 24C 选择(设定)的控制模式相应地参照气蚀水平信号 Sc。

[0233] 本变形例的动作与图 13 的结构时的动作大致相同。作为与图 13 的结构时不同的动作,在设定为恒定电流控制模式的状态下也能够显示在显示部 23 中显示气蚀的产生水平。

[0234] 另外,例如在采用图 11 所说明的控制的情况下,通过监视气蚀水平信号 Sc 能够以响应性良好的状态设定为停止气蚀产生的输出水平。

[0235] 图 16 示出第二变形例的超声波手术装置 21F 的主要部分的概要的结构。本变形例能够检测特定的处置器具的使用状态的变化,从而自动地切换控制模式。

[0236] 通常,手术操作者使前端部件 2e、2g 成为闭合状态来进行凝固切开的处置。此时,大多希望抑制气蚀地进行处置。另外,在使前端部件 2e、2g 成为打开状态来进行凝固切开的处置的情况下,进行剥离的处置。此时,大多希望产生气蚀。

[0237] 该超声波手术装置 21F 例如采用超声波驱动装置 5F,该超声波驱动装置 5F 是在图 15 的超声波手术装置 21E 的超声波驱动装置 5E 中不具备识别部 66 的结构,且将来自设置于特定的手持件 2 的传感器 2j 的检测信号输入到 CPU 40。

[0238] 如图 16 所示,在手持件 2 中的例如固定手柄 19b 上的与可动手柄 19a 相向的位置处安装有通过按压而由断开变为接通的传感器 2j。

[0239] 该传感器 2j 检测手柄 18 的开闭状态,因此例如当手柄 18 为闭合状态时输出接通的检测信号,当手柄 18 为打开状态时输出断开的检测信号。

[0240] 此外,根据手柄 18 的开闭状态来打开或闭合探头 2a 的前端侧的前端部件 2e、2g。因而,传感器 2j 输出检测前端部(前端部件 2e、2g)的开闭状态而得到的信号。

[0241] CPU 40 根据传感器 2j 的检测信号来切换控制模式,该传感器 2j 通过手柄 18 的开闭来检测前端部的开闭状态。此外,将根据传感器 2j 的检测信号切换控制模式的信息例如保存到快闪存储器 67 中。

[0242] 图 17 示出本变形例的动作的流程图。当接通超声波驱动装置 5F 的电源之后使脚踏开关 8 导通时,如步骤 S51 所示那样输出超声波。

[0243] 也就是说,通过对振子 2b 施加驱动信号而使振子 2b 发生超声波振动,该超声波振动被传递到前端部件 2e,从而前端部件 2e 进行超声波振动(简记为超声波输出)

[0244] 如步骤 S52 所示,CPU 40 根据传感器 2j 的检测信号来检测手柄 18 的开闭以及根据滤波器电路 39 的输出信号来检测气蚀产生状态。

[0245] 然后,在步骤 S53 中,CPU 40 判断手柄 18 是否闭合。手术操作者例如打开手柄 18(也打开前端部)来进行剥离的处置。另一方面,闭合手柄 18 来进行凝固切开的处置。

[0246] 当手柄 18 为闭合状态时,CPU 40 进入步骤 S54,当手柄 18 为打开状态时,CPU 40 进入步骤 S55。

[0247] 在步骤 S54 中,CPU 40 还判断是否有气蚀产生(简记为有气蚀)。在判断结果为没有气蚀的情况下进入步骤 S55。

[0248] 在步骤 S55 中,维持之前的超声波输出的状态。然后,手术操作者以该超声波输出的状态利用超声波继续进行处置。

[0249] 另一方面,在步骤 S54 的判断结果为有气蚀的情况下,如步骤 S56 所示,CPU 40 通过气蚀抑制控制部 40a 的功能来控制超声波输出以消除气蚀。也就是说,CPU 40 进行设定为气蚀减少的状态的控制。

[0250] 这样,在本变形例中进行控制,使得在前端部被闭合时,在产生了气蚀的情况下抑

制气蚀（包括减少输出和停止输出），在不产生气蚀的情况下，以该相同的输出状态维持超声波输出。

[0251] 换句话说，CPU 40 在手柄 18 闭合且存在气蚀的情况下切换控制模式以消除气蚀的产生。

[0252] 此外，在步骤 S54 中，在有气蚀的情况下，也可以是 CPU 40 进行控制使得在固定时间后消除气蚀的产生。另外，在如图 1 那样对手持件 2 同时使用超声波驱动装置 5 和高频输出装置 6 的情况下，在由于超声波产生的摩擦而导致被处置的生物体装置产生某种程度碳化改性的情况下，高频阻抗会发生变化。

[0253] 也可以是，监视该高频阻抗变化的状态，如果产生某种程度的碳化改性并进行凝固的处置，则减少并停止超声波输出。

[0254] 此外，在步骤 S53 的判断为手柄 18 不闭合、即手柄 18 打开时，如步骤 S55 那样维持超声波输出。

[0255] 利用图 17 的控制方法能够容易地进行这种处置，从而能够提高手术操作者的针对处置的操作性。

[0256] 根据本变形例，与手持件 2 的使用状态的变化相应地变更驱动信号的输出控制，因此能够减轻手术操作者在处置过程中进行输出变更的操作的工夫。也就是说，本变形例能够提高超声波手术的操作性。

[0257] （第四实施方式）

[0258] 接着，参照图 18 来说明本发明的第四实施方式。图 18 表示具备第四实施方式的超声波手术系统 1B 的结构。关于本实施方式，当利用超声波振动进行处置时，使送水和吸引连动，相对于预先设定的吸引量，监视实际吸引的吸引量。并且，在实际的吸引量小于所设定的吸引量的情况下，进行控制使气蚀消除（停止）或使气蚀减少。

[0259] 该超声波手术系统 1B 由第四实施方式的超声波手术装置 21H 和与该超声波手术装置 21H 同时使用的送水吸引装置 7 构成。

[0260] 超声波手术装置 21H 由超声波驱动装置 5H 和手持件 3 构成，该手持件 3 与该超声波驱动装置 5H 和送水吸引装置 7 相连接。

[0261] 另外，构成超声波驱动装置 5H 的 CPU 40 经由通信线缆 12 连接于构成送水吸引装置 7 的控制部的 CPU 86。两个 CPU 40、86 能够进行双向的通信。

[0262] 该超声波驱动装置 5H 例如是在图 15 的超声波驱动装置 5E 中例如不具备手持件 I 的识别单元（ROM1h、识别部 66、快闪存储器 67）的结构。此外，也能够应用于具备识别单元的结构。

[0263] 在图 18 中，将振荡电路 31 ~ PLL 电路 36 用由它们构成的谐振频率跟踪部 37 来表示。

[0264] 另外，在本实施方式的超声波驱动装置 5H 中，对在该设定部 24C 和送水吸引装置 7 的设定部 91 中设定的设定值的信息进行存储的设定存储部 68 例如由快闪存储器构成。

[0265] 另外，在设定部 24C 中设置有存储按钮（或存储开关）70，该存储按钮 70 进行使设定值的信息存储到设定存储部 68 的指示操作。

[0266] 另外，送水吸引装置 7 具有：进行送水（这种情况下的水例如是生理盐水）的送水部 87 和进行吸引的吸引部 88；分别控制送水部 87 和吸引部 88 的动作用的送水控制部 89 和

吸引控制部 90 ;作为控制部的 CPU 86,其对送水吸引装置整体进行控制 ;设定部 91,其进行送水量和吸引量的设定 (即送水量设定和吸引量设定)等 ;显示部 92,其显示送水量和吸引量等 ;以及脚踏开关 10,其进行送水和吸引的指示操作。

[0267] 此外,在图 18 中,CPU 86 也可以是同时具有送水控制部 89 和吸引控制部 90 的功能的结构。

[0268] 送水部 87 内置有送水泵 87a,该送水泵 87a 构成对其内部进行送水的送水驱动部,吸引部 88 内置有吸引泵 88a,该吸引泵 88a 构成进行吸引的吸引驱动部。另外,送水部 87 (的送水泵 87a) 和吸引部 88 (的吸引泵 88a) 经由送水吸引管 16 与手持件 3 的送水吸引连接器 3g 相连接,该送水吸引管 16 由分别与送水连接器和吸引连接器相连接的送水管和吸引管构成。

[0269] 手术操作者利用脚踏开关 10 进行送水的指示操作,由此 CPU 86 通过送水控制部 89 驱动送水泵 87a。然后,送水泵 87a 经由送水管以及手持件 3 内的管路从前端部件 3e 的开口对作为处置对象的生物体组织附近注入生理盐水。

[0270] 另外,手术操作者通过脚踏开关 10 进行吸引的指示操作,由此 CPU 86 通过吸引控制部 90 来驱动吸引泵 88a。然后,吸引泵 88a 经由吸引管来吸引从前端部件 3e 的开口送来的液体与利用前端部件 3e 进行粉碎、切除而得到的组织碎片等混合后的液体或流体。

[0271] 通过由送水部 87 和吸引部 88 的内部的流量传感器等进行测量来检测送水部 87 的送水量和吸引部 88 的吸引量。CPU 86 根据来自设定部 91 的设定值来设定送水驱动信号和吸引驱动信号的水平,该送水驱动信号和吸引驱动信号决定送水泵 87a 和吸引泵 88a 的送水量和吸引量。

[0272] 并且,在如以下说明那样抑制气蚀进行处置的情况下,当检测到由设定部 91 设定的吸引量 (称为设定吸引量) 超过了实际的吸引量的情况下,CPU 40 进行减少该气蚀输出或停止 (消除) 气蚀的控制。

[0273] 接着,参照图 19 说明该超声波手术系统 1B 所进行的包括抑制气蚀的控制的动作。

[0274] 如图 18 所示,手术操作者将手持件 3 与超声波驱动装置 5H 和送水吸引装置 7 相连接,接通超声波驱动装置 5H 和送水吸引装置 7 的电源。然后,如图 19 的步骤 S91 所示,在开始手术前进行超声波输出和吸引量等的事先设定。

[0275] 另外,如下一个步骤 S92 所示,手术操作者在开始手术后不久再次设定超声波输出和吸引量。在该步骤 S92 中,根据进行处置的患部的生物体组织的状态、实际进行手术的手术操作者的喜好等设定为适于该病例的适当值的超声波输出和吸引量。

[0276] 如下一个步骤 S93 所示,手术操作者操作存储按钮 70,使得对步骤 S92 中进行再次设定后的状态的信息进行存储。通过存储按钮 70 的操作,能够通过 CPU 40 将再次设定的超声波输出和吸引量的信息存储到设定存储部 68。

[0277] 然后,如步骤 S94 所示,手术操作者操作脚踏开关 8、10,使超声波驱动装置 5H 和送水吸引装置 7 进行动作。

[0278] 另外,如步骤 S95 所示,CPU 40 根据来自滤波器电路 39 的气蚀水平信号 Sc 检测气蚀的产生水平。此外,在此设为产生了气蚀。

[0279] 另外,如步骤 S96 所示,送水吸引装置 7 的 CPU 86 检测实际的吸引量。然后,经由通信线缆 12 将检测到的吸引量发送到 CPU 40。

[0280] 如步骤 S97 所示, CPU 40 将设定存储部 68 中存储的再次设定的设定吸引量与实际的吸引量进行比较,如步骤 S98 所示,判断设定吸引量是否大于实际的吸引量。然后,进行气蚀抑制控制的 CPU 40 根据该判断结果抑制气蚀。

[0281] 在符合步骤 S98 的判断结果的情况下,手术操作者有时希望减少或停止该状态的气蚀输出水平。因而,在这种情况下,如步骤 S99 所示,CPU 40 进行控制使得减少或停止气蚀输出。

[0282] 另一方面,在不符合步骤 S98 的判断结果的情况下,也就是说在设定吸引量小于等于实际的吸引量的情况下,手术操作者有时希望维持该状态的气蚀输出水平。因而,在这种情况下,如步骤 S100 所示,CPU 40 进行控制使得维持当前的气蚀输出。

[0283] 根据本实施方式,在设定吸引量超过了实际的吸引量的情况下,进行控制使得减少或消除该气蚀输出。

[0284] (第五实施方式)

[0285] 接着,参照图 20A 等说明本发明的第五实施方式。图 20A 示出本发明的第五实施方式中的手持件 2 的前端部的形状。该手持件 2 的前端部由与手柄 18(参照图 2)的开闭操作连动地打开或闭合的可动前端部件 2g 和固定前端部件 2e 构成。

[0286] 在本实施方式中,可动前端部件 2g 和固定前端部件 2e 在相向的面上分别设置有锯齿状的凹凸部 94a、94b,在两个凹凸部 94a、94b 之间把持作为处置对象的生物体组织 95 来进行凝固切开的处置。

[0287] 从图 20A 的状态起进行闭合手柄 18 的操作,由此成为生物体组织 95 被把持在可动前端部件 2g 的凹凸部 94a 与固定前端部件 2e 的凹凸部 94b 之间并贴紧两凹凸部 94a、94b 的表面的状态。

[0288] 图 20B 示出实际中生物体组织 95 贴紧进行超声波振动的固定前端部件 2e 的锯齿状的凹凸部 94b 的表面的状态。在该状态下,通过使固定前端部件 2e 进行超声波振动而易于在该凹凸部 94b 的(特别是在长度方向上成为台阶面)表面附近的生物体组织 95 处产生气蚀 96。

[0289] 并且,在本实施方式中,通过采用如后述的图 22A 等所示那样的驱动序列,能够对作为处置对象的生物体组织 95 顺利地进行凝固切开的处置。

[0290] 此外,这种情况下的前端部的形状并不限于图 20A 所示的形状,也可以是如图 20C 所示那样设置了矩形状的凹凸部 94c、94d 的结构。

[0291] 另外,如图 20D 和图 20E 所示,也可以是如下的结构:仅在固定前端部件 2e 中设置凹凸部 94b、94d,将在可动前端部件 2g 上与凹凸部 94b、94d 相向的面设为平面或者平滑面 94e、94e。

[0292] 图 21 示出本实施方式的超声波手术装置 21J。该超声波手术装置 21J 具有超声波驱动装置 5J。该超声波驱动装置 5J 是例如在图 3 的超声波驱动装置 5 中,在设定部 24 中设置有驱动序列设定按钮 97,该驱动序列设定按钮 97 用于由手术操作者设定驱动序列。

[0293] 手术操作者能够通过接通该驱动序列设定按钮 97 来设定进行利用超声波使生物体组织凝固的组织凝固模式(简记为凝固模式)的处置的时间(周期)和在切开生物体组织的组织切开模式(简记为切开模式)下进行处置的时间,并且能够进行切换两个模式来动作的设定。

[0294] CPU 40 能够根据该驱动序列设定按钮 97 的设定,以设定了凝固模式和切开模式的周期来切换驱动信号的输出。

[0295] 另外,这种情况下,在切开模式下,CPU 40 具有气蚀产生控制部(在图 21 中简记为 CAV 产生控制部)40c 的功能,该气蚀产生控制部 40c 进行控制使得维持气蚀的产生。与此相对地,在凝固模式的情况下,CPU 40 如第一实施方式等所说明的那样通过气蚀抑制控制部 40a 来进行驱动信号的输出控制,使得变成抑制了气蚀的气蚀减少。

[0296] 此外,在设定部 24 中设置驱动序列设定按钮 97,除此之外,为了手术操作者能够以手动方式选择凝固模式和切开模式,例如还可以设置凝固模式按钮和切开模式按钮。

[0297] 该超声波驱动装置 5J 的其它结构与图 3 的超声波驱动装置 5 的结构相同。

[0298] 图 22A 示出基于本实施方式的超声波处置的驱动序列。当在例如时间 t_0 开始超声波的处置时,CPU 40 设定为凝固模式,在由设定部 24 设定的时间 (t_1-t_0) 内,从构成驱动部的放大器 33 对振子 2b 输出驱动信号。

[0299] 从探头 2a 的前端部对生物体组织 95 施加由振子 2b 产生的超声波振动,利用超声波振动产生的摩擦热进行凝固的处置。在这种情况下,CPU 40 控制超声波输出,以监视滤波器电路 39 的输出信号并抑制气蚀产生。也就是说,CPU 40 控制超声波输出,使得在凝固模式时使气蚀抑制控制部 40a 的功能发挥作用(在图 22A 中用启动表示),变成气蚀减少。

[0300] 当经过凝固模式的处置的时间 (t_1-t_0) 时,CPU 40 在时间 t_1 切换为切开模式,在由设定部 24 设定的时间 (t_2-t_1) 内,从放大器 33 对振子 2b 输出驱动信号。

[0301] 从探头 2a 的前端部对生物体组织 95 施加由振子 2b 产生的超声波振动来进行切开的处置。在这种情况下,CPU 40 控制超声波输出,以监视滤波器电路 39 的输出信号并维持气蚀产生的状态。也就是说,利用气蚀来增强切开的功能地进行切开的处置。在图 22A 中将气蚀产生控制表示为启动。

[0302] 当经过该切开模式下的处置的时间 (t_2-t_1) 时,CPU 40 在时间 t_2 切换为凝固模式,在由设定部 24 设定的时间 (t_3-t_2) 内进行同样的控制。这样,在时间 t_4 、 t_5 之前再次交替地重复凝固模式和切开模式。然后,从时间 t_5 到时间 t_6 进行切开模式下的处置,由此结束针对作为处置对象的生物体组织的凝固切开的处置。

[0303] 在图 22A 中,以多次切换凝固模式和切开模式进行处置为例进行了说明,但也可以如图 22B 所示那样,将进行凝固模式和切开模式的时间分别变长为从 t_0 到 t_a 和从 t_a 到 t_b ,例如通过一次接一次地进行两个模式来对作为处置对象的生物体组织 95 进行凝固切开的处置。另外,并不限于图 22A、图 22B 的情况,也可以利用介于它们的之间驱动序列来进行处置。

[0304] 根据本实施方式,能够在凝固模式下以抑制气蚀的产生的方式进行凝固的处置。另外,在切开模式下,产生气蚀,从而能够增强切开的功能地进行处置。

[0305] 因此,根据本实施方式能够提高手术操作者进行凝固切开的处置时的操作性。

[0306] 此外,在切开模式的情况下,也可以利用恒定电流控制模式进行输出控制。

[0307] 如以上说明,超声波手术装置具备以下结构。

[0308] 1. 一种超声波手术装置,具备:

[0309] 超声波振子,其能够产生超声波振动;

[0310] 驱动部,其根据驱动信号来驱动上述超声波振子;

[0311] 探头,其具有与上述超声波振子进行运动耦合的基端部和产生用于处置生物体组织的超声波振动的前端部,从上述基端部向上述前端部传递上述超声波振子所产生的上述超声波振动;

[0312] 谐振频率跟踪部,其自动调整上述驱动信号的频率,使得上述驱动信号的频率跟踪上述超声波振子的谐振频率,并以上述谐振频率使上述前端部进行超声波振动;

[0313] 检测部,其检测上述驱动信号的除谐振频率以外的频率成分的频率成分信号来作为气蚀的检测信号;以及

[0314] 气蚀抑制控制部,其按照上述检测部的检测结果来控制上述驱动信号,使得抑制或消除气蚀。

[0315] 12. 根据上述 1 所述的超声波手术装置,其中,

[0316] 上述气蚀抑制控制部还具有控制切换部,该控制切换部在控制内容不同的多个控制模式之间进行切换。

[0317] 15. 根据上述 12 所述的超声波手术装置,其中,

[0318] 上述前端部具备用于产生气蚀的凹凸形状,

[0319] 上述控制切换部具备切换部,该切换部选择性地切换作为上述多个控制模式的组织切开模式和组织凝固模式,该组织切开模式通过上述凹凸形状利用所产生的气蚀进行切开,该组织凝固模式通过上述凹凸形状利用由抑制了气蚀的超声波振动所产生的摩擦热来进行凝固。

[0320] 16. 根据上述 1 所述的超声波手术装置,

[0321] 上述气蚀抑制控制部通过进行如下控制来抑制或消除气蚀:由上述检测部检测出的气蚀的检测信号的水平越大,使上述驱动信号的输出水平越低。

[0322] 并且,本发明的超声波手术装置能够高精度检测有无产生气蚀以及所产生的气蚀的水平。另外,本发明的超声波手术系统能够高精度检测有无产生气蚀以及所产生的气蚀的水平。并且,本发明的气蚀抑制方法能够高精度检测有无产生气蚀以及所产生的气蚀的水平。

[0323] 如上所述,本发明并不限于上述实施方式,在不改变本发明的宗旨的范围内能够进行各种变更、改变等。

[0324] 本申请主张 2009 年 6 月 3 日于美国申请的 12/477661 的优先权,上述公开内容能够被本申请说明书、权利要求书以及附图引用。

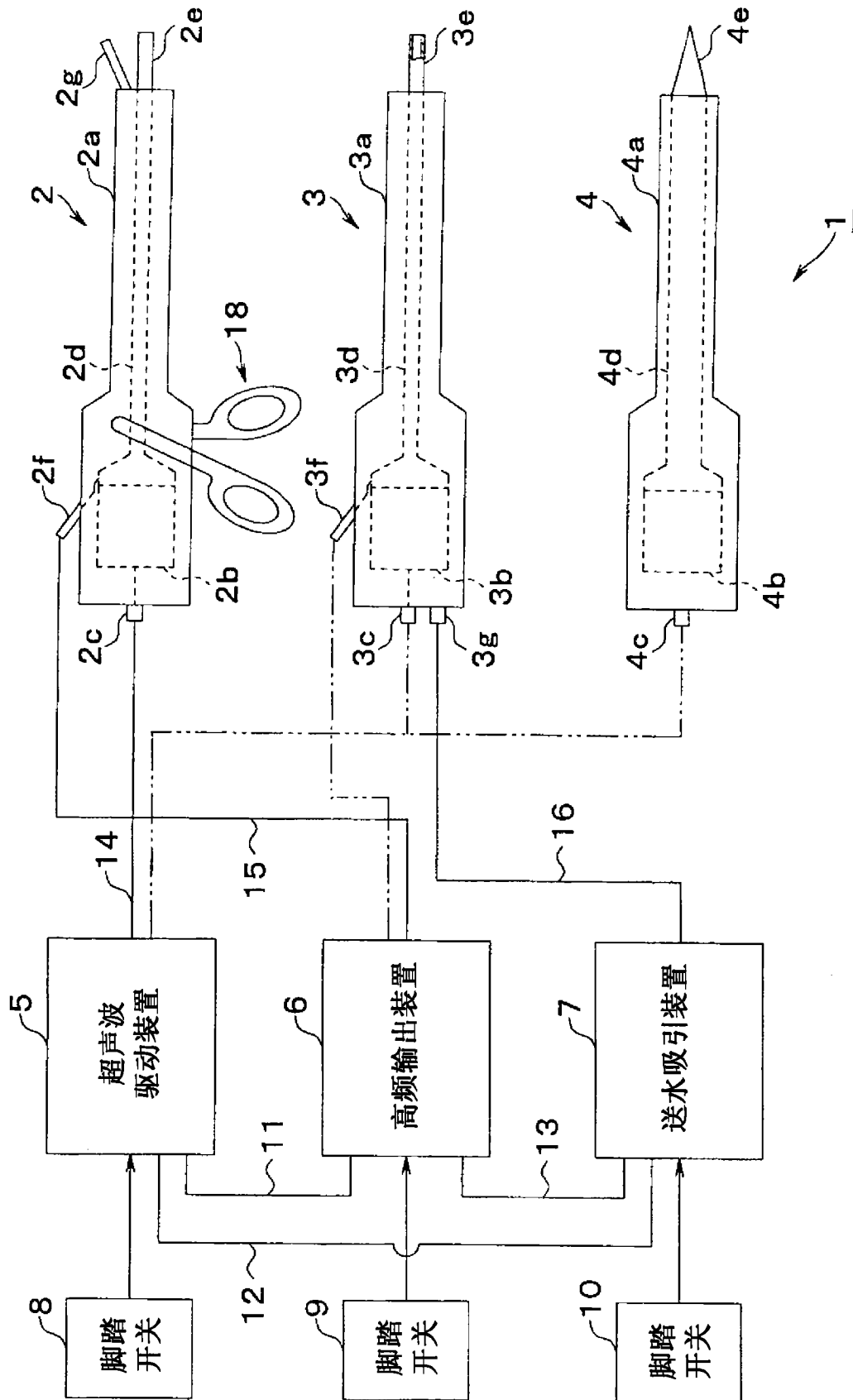


图 1

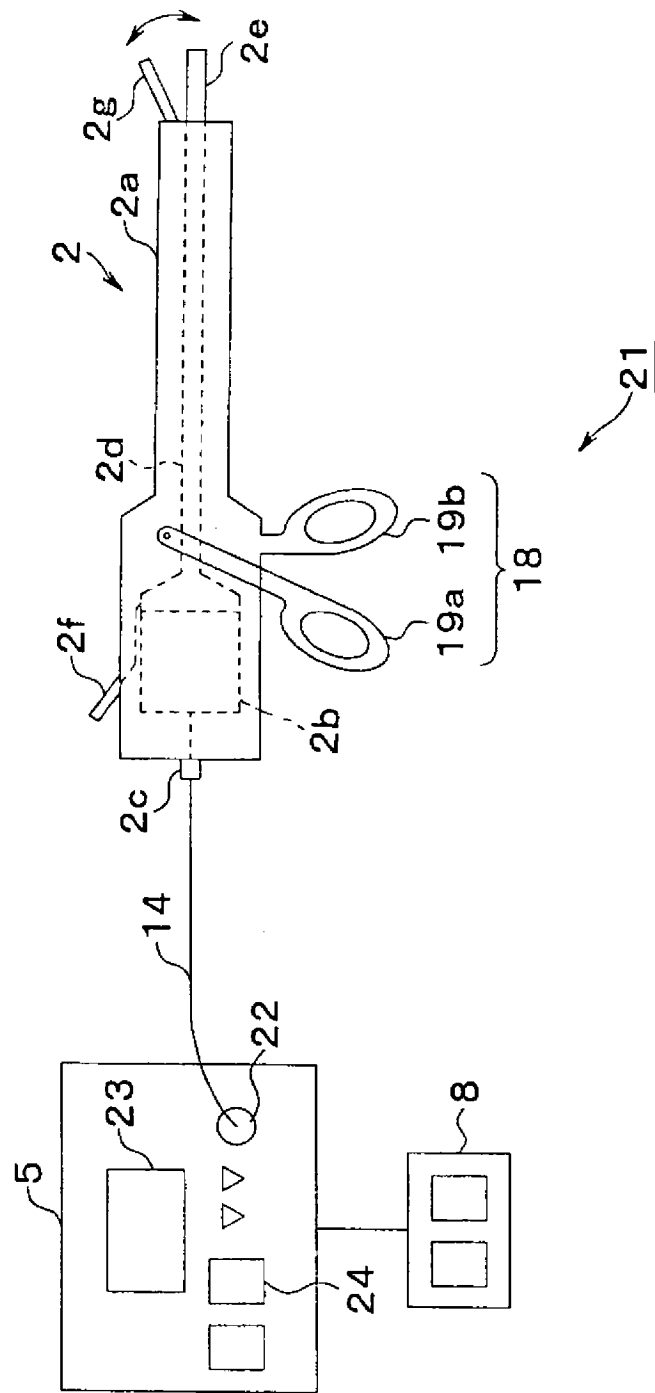


图 2

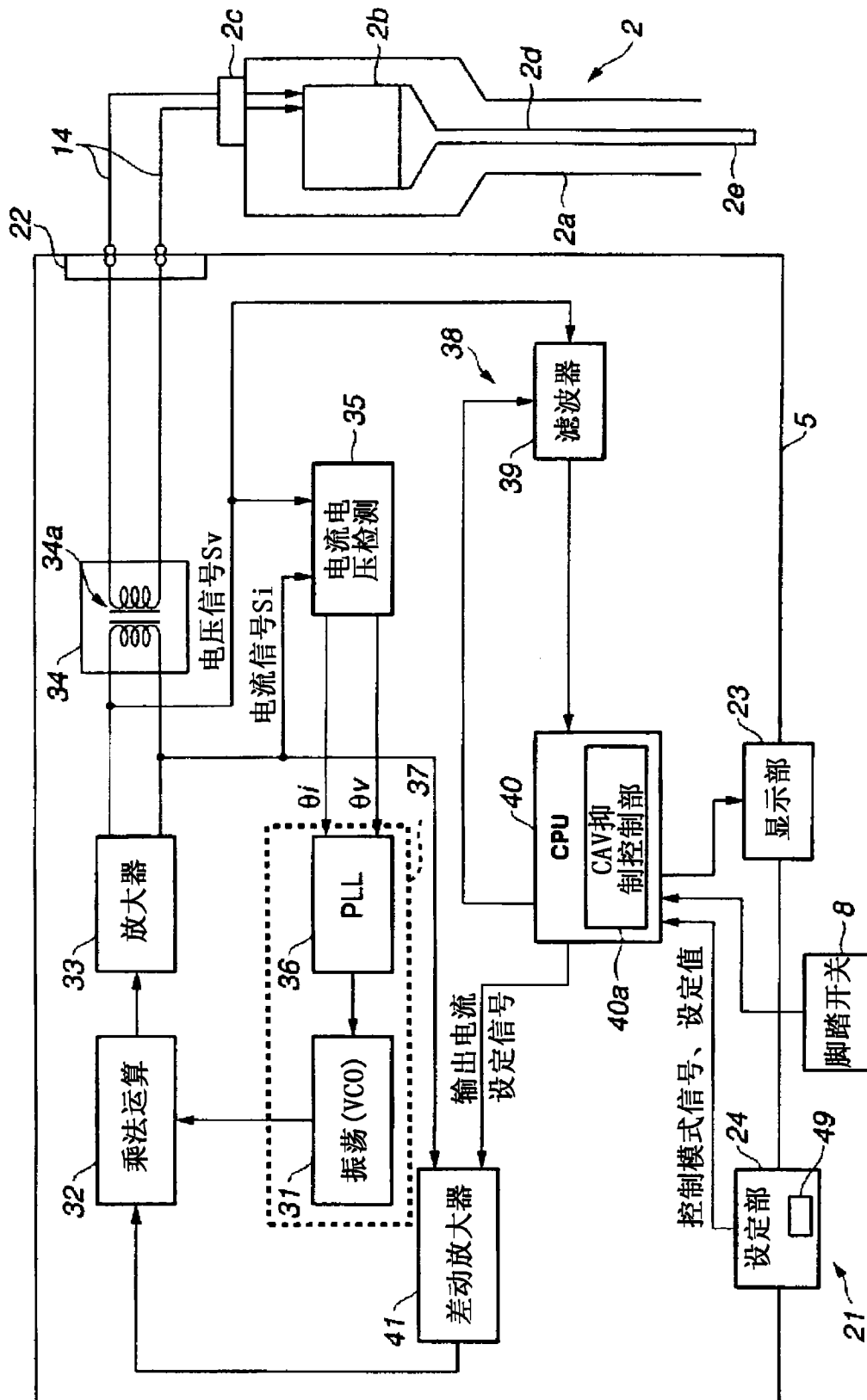


图 3

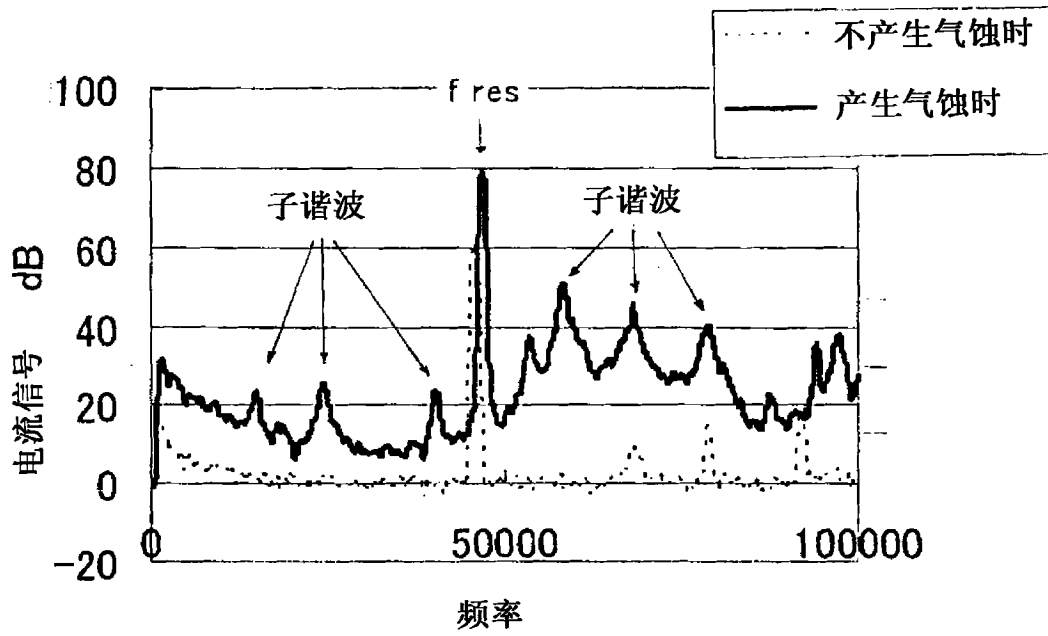


图 4A



图 4B

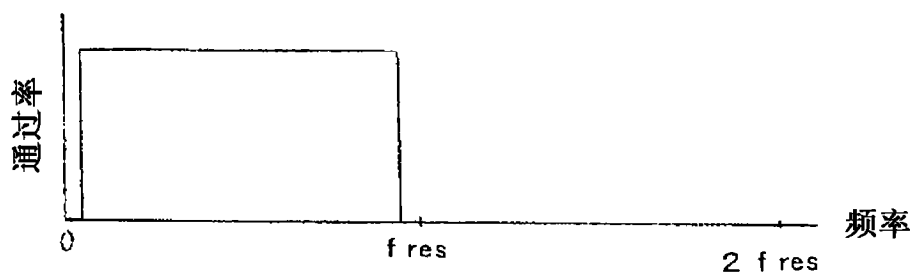


图 4C

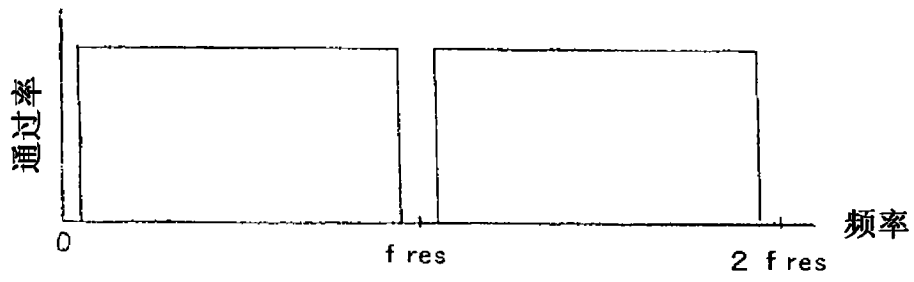


图 4D

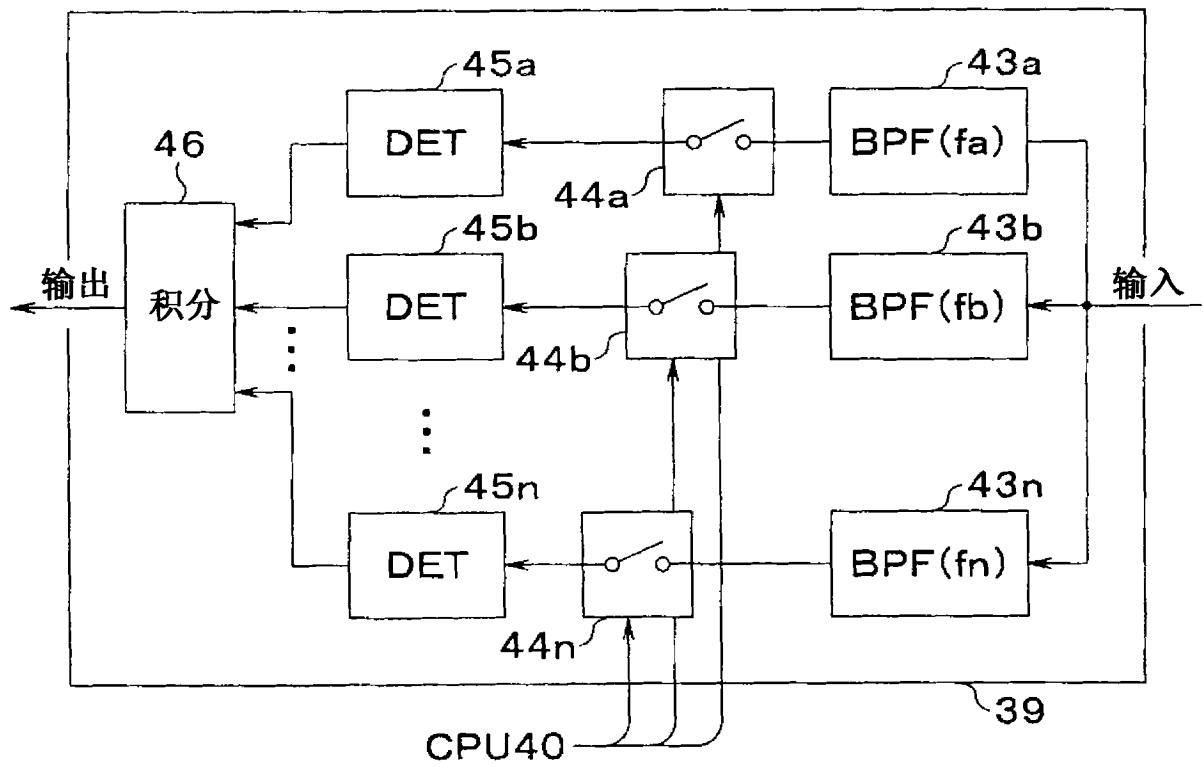


图 5

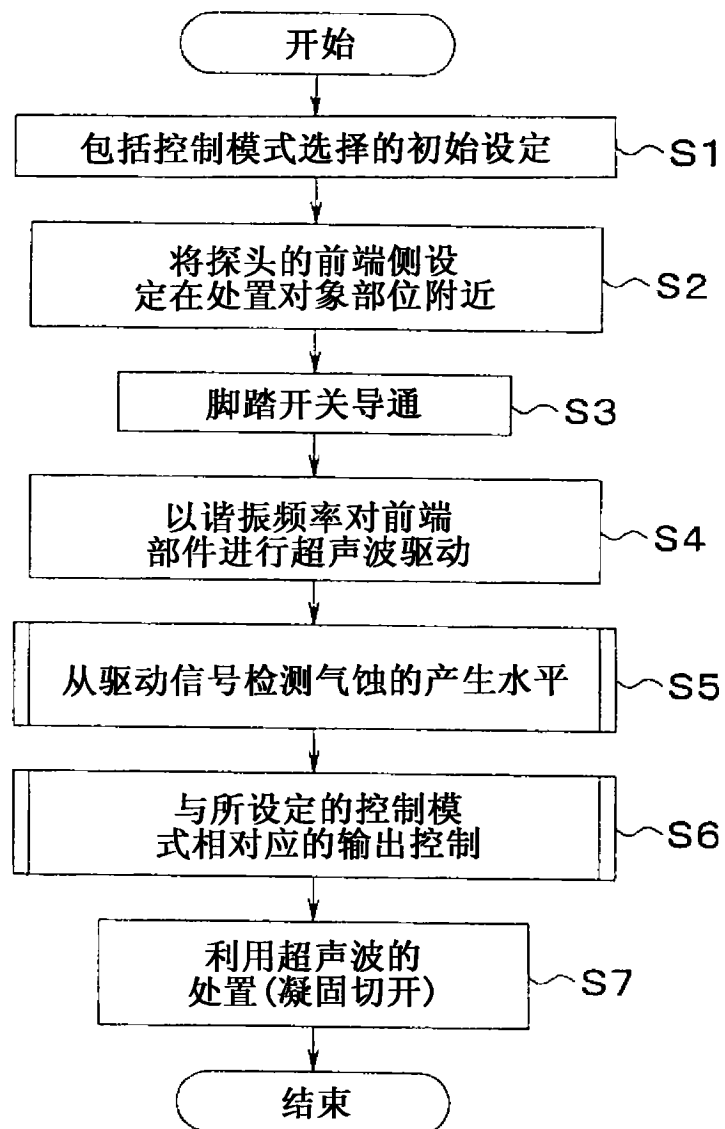


图 6

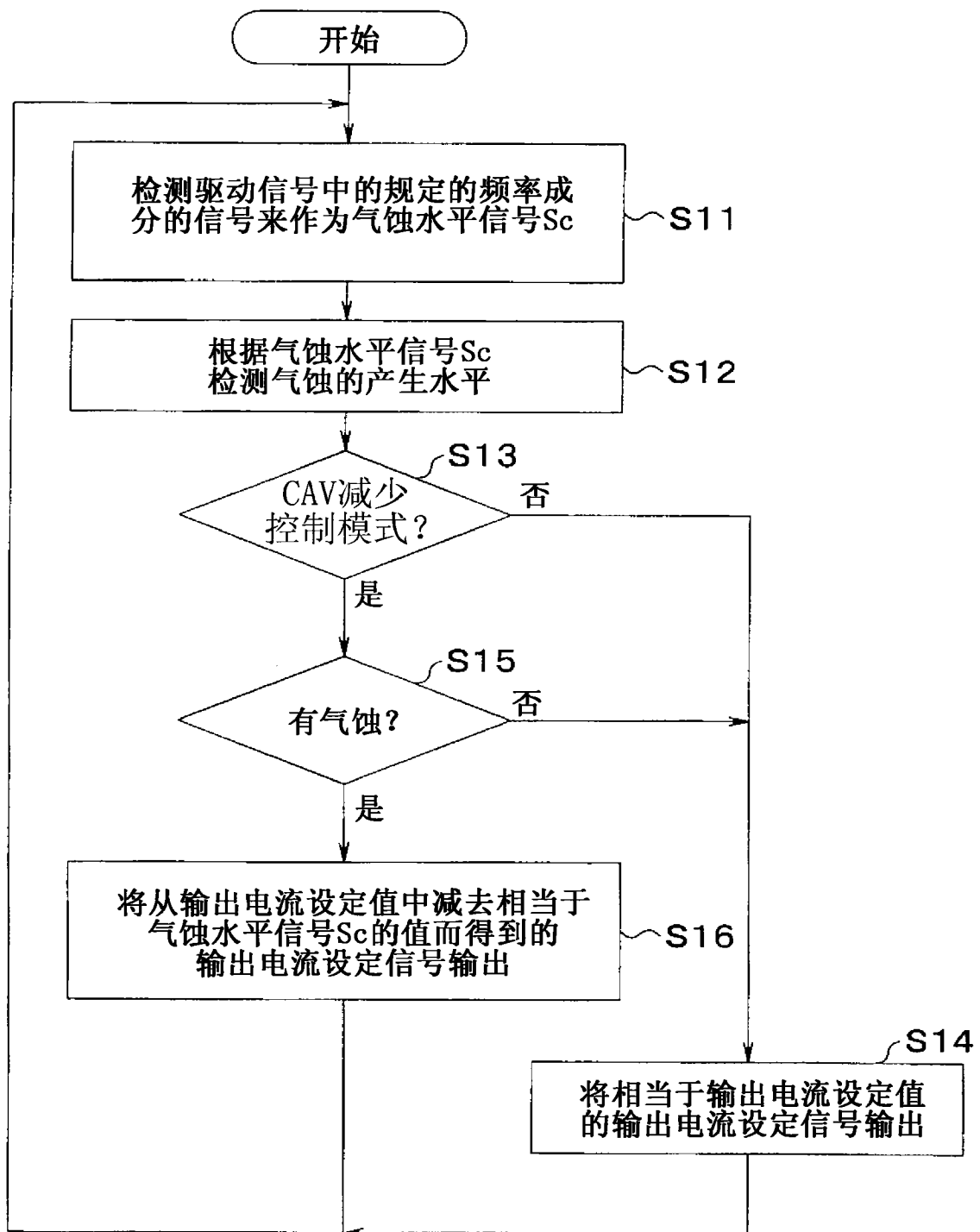


图 7

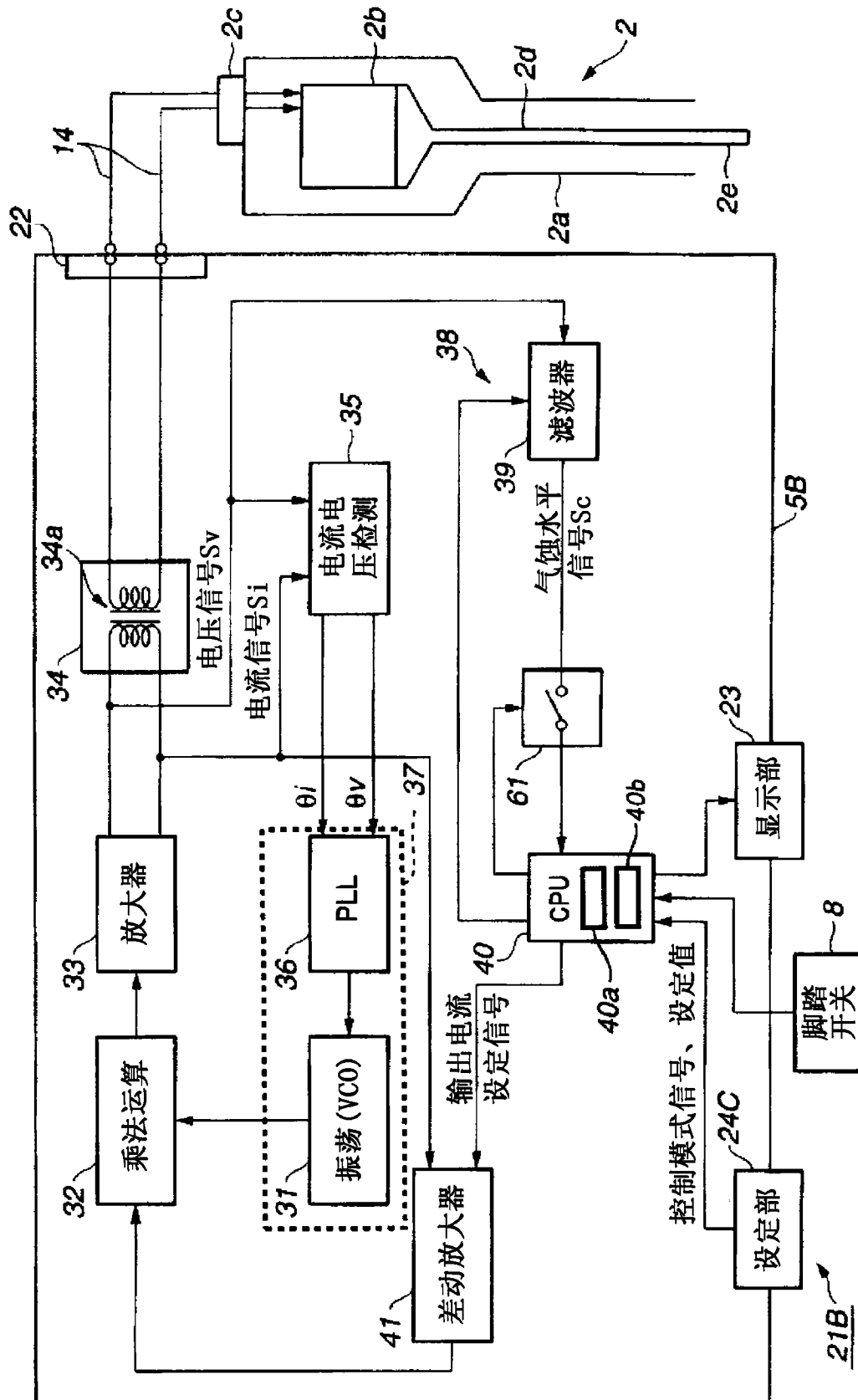


图 8

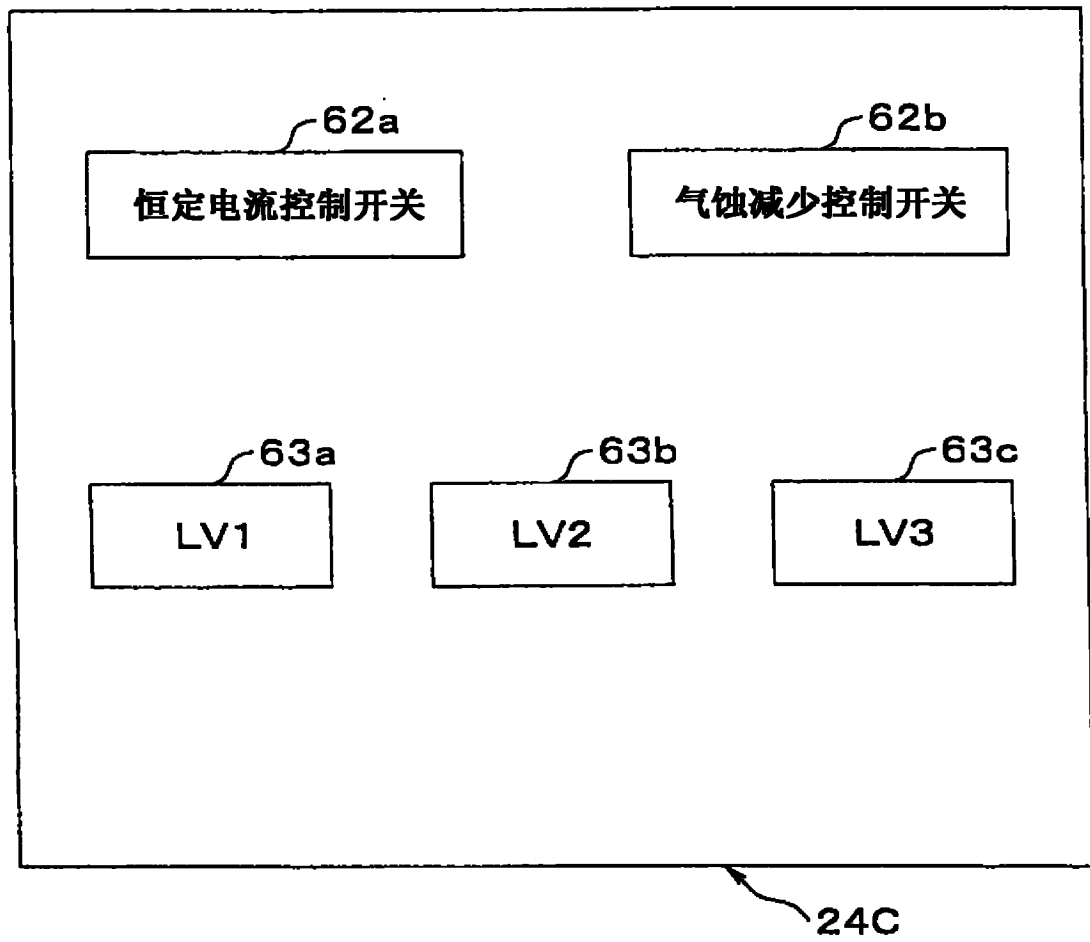


图 9

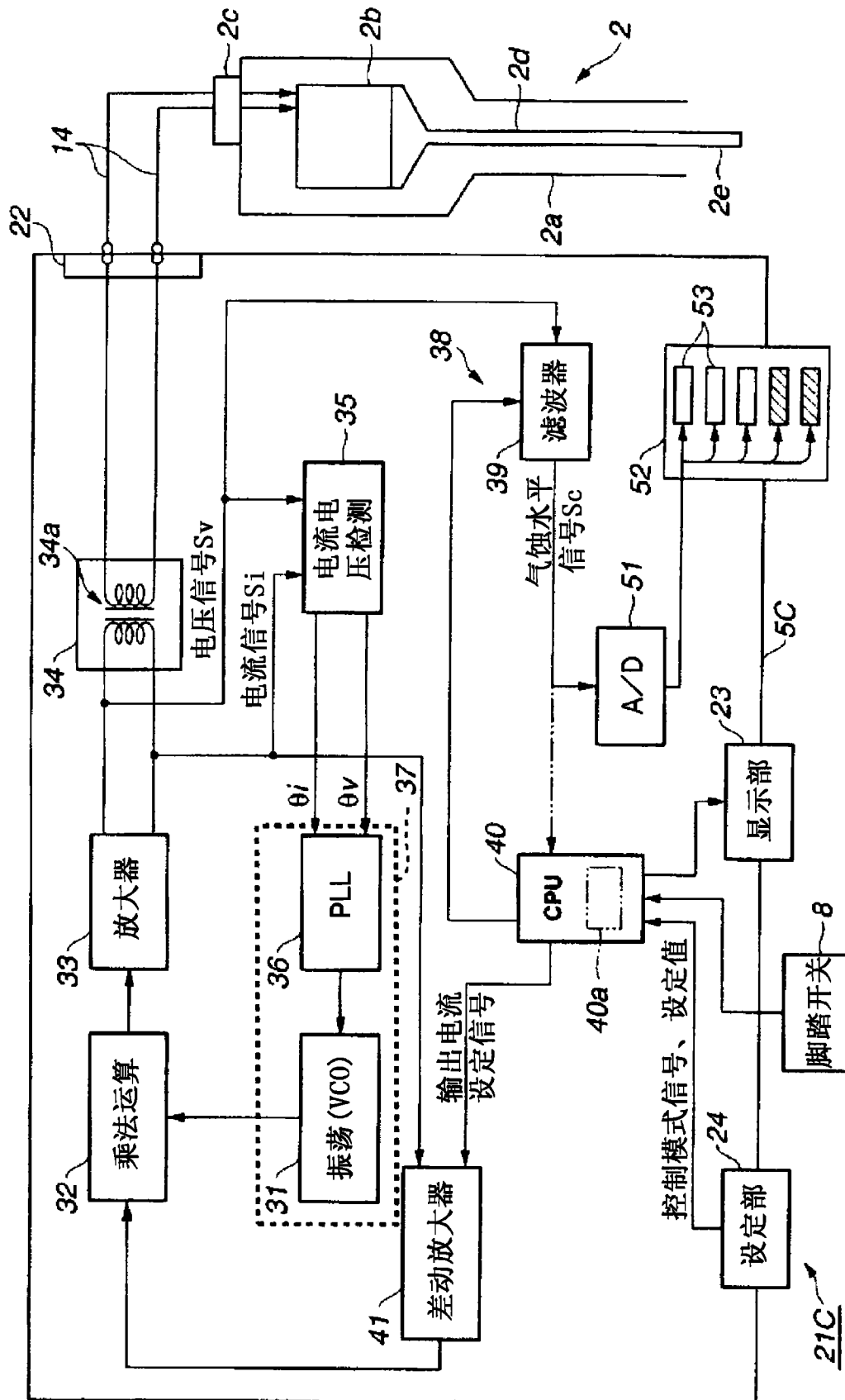


图 10

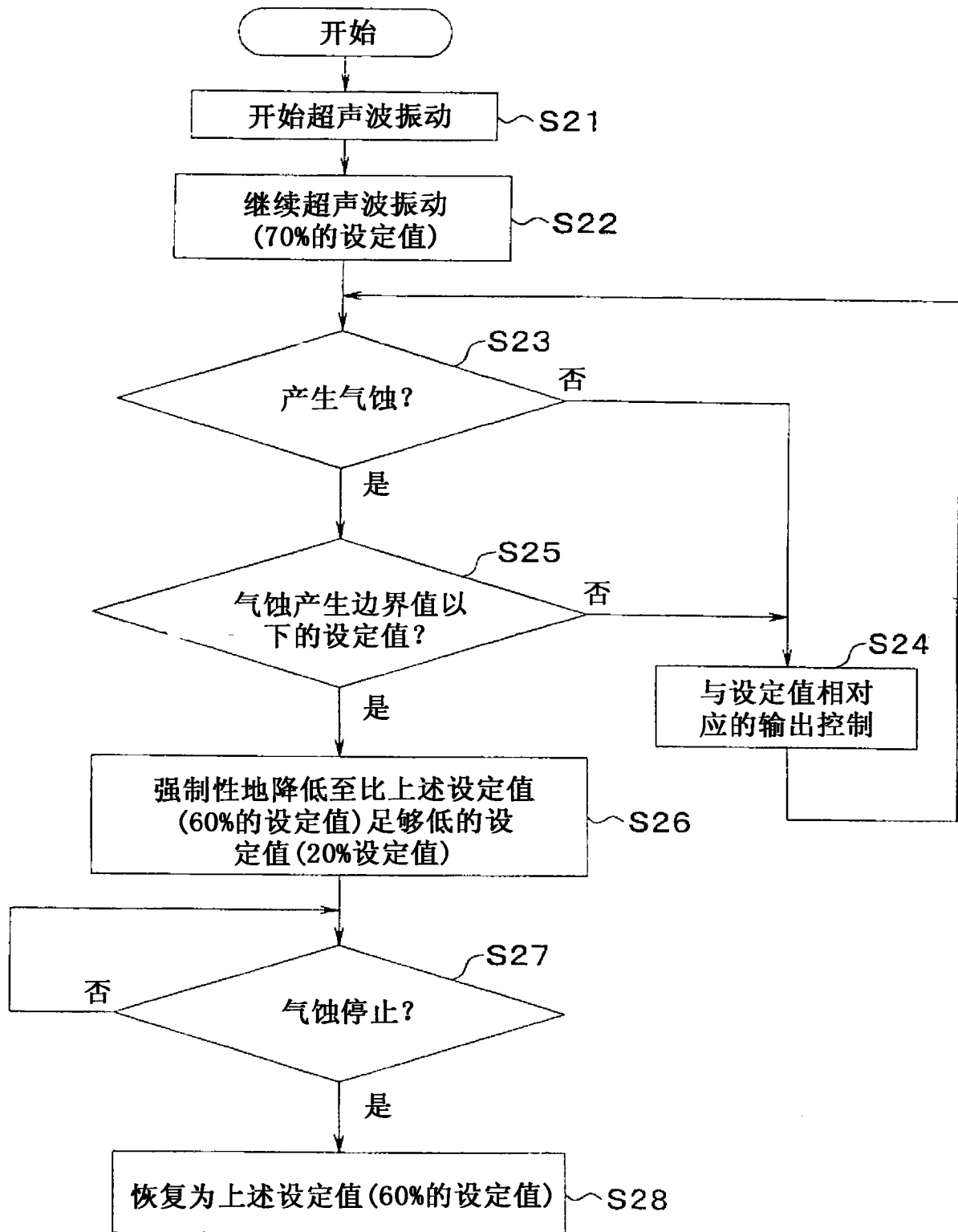


图 11

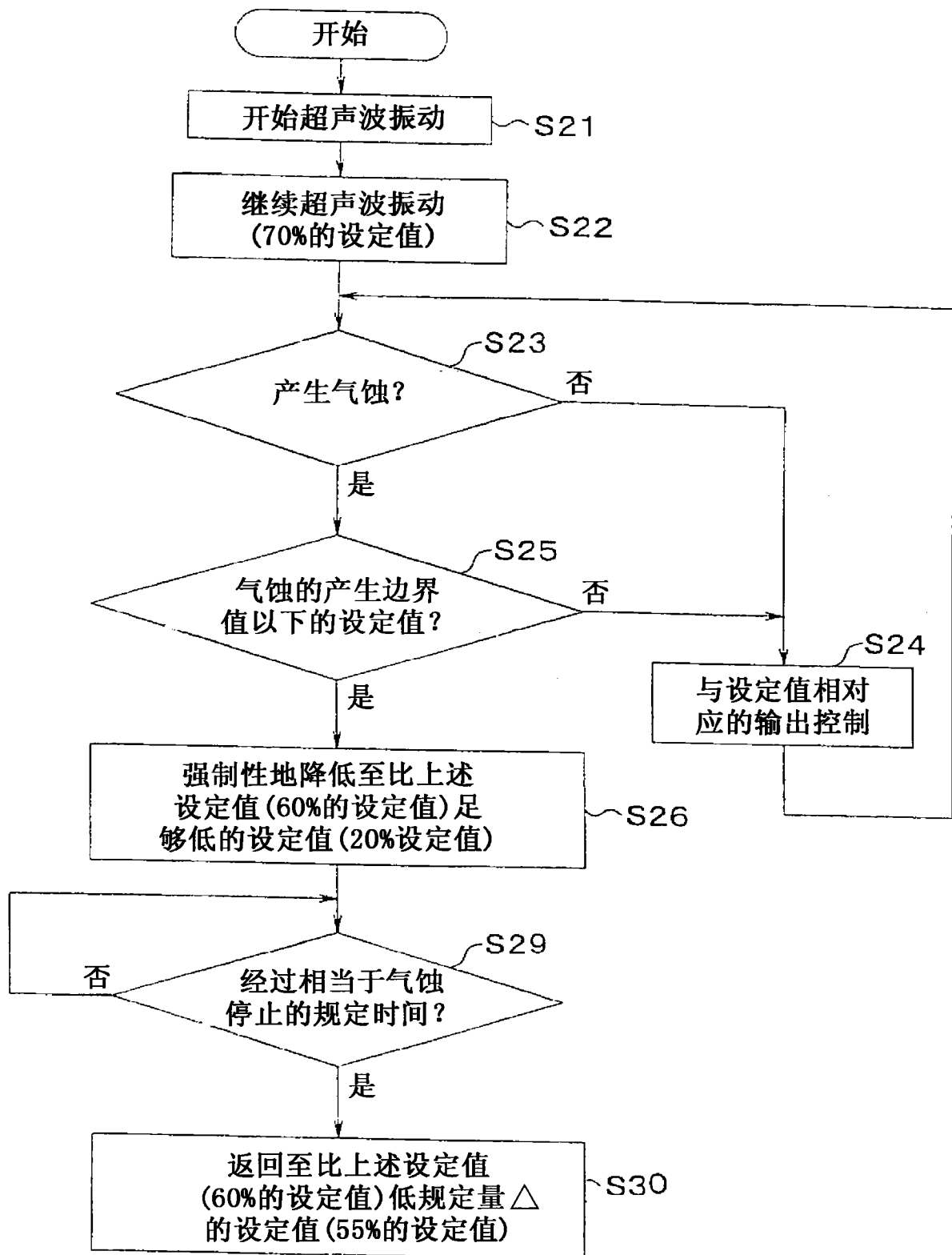


图 12

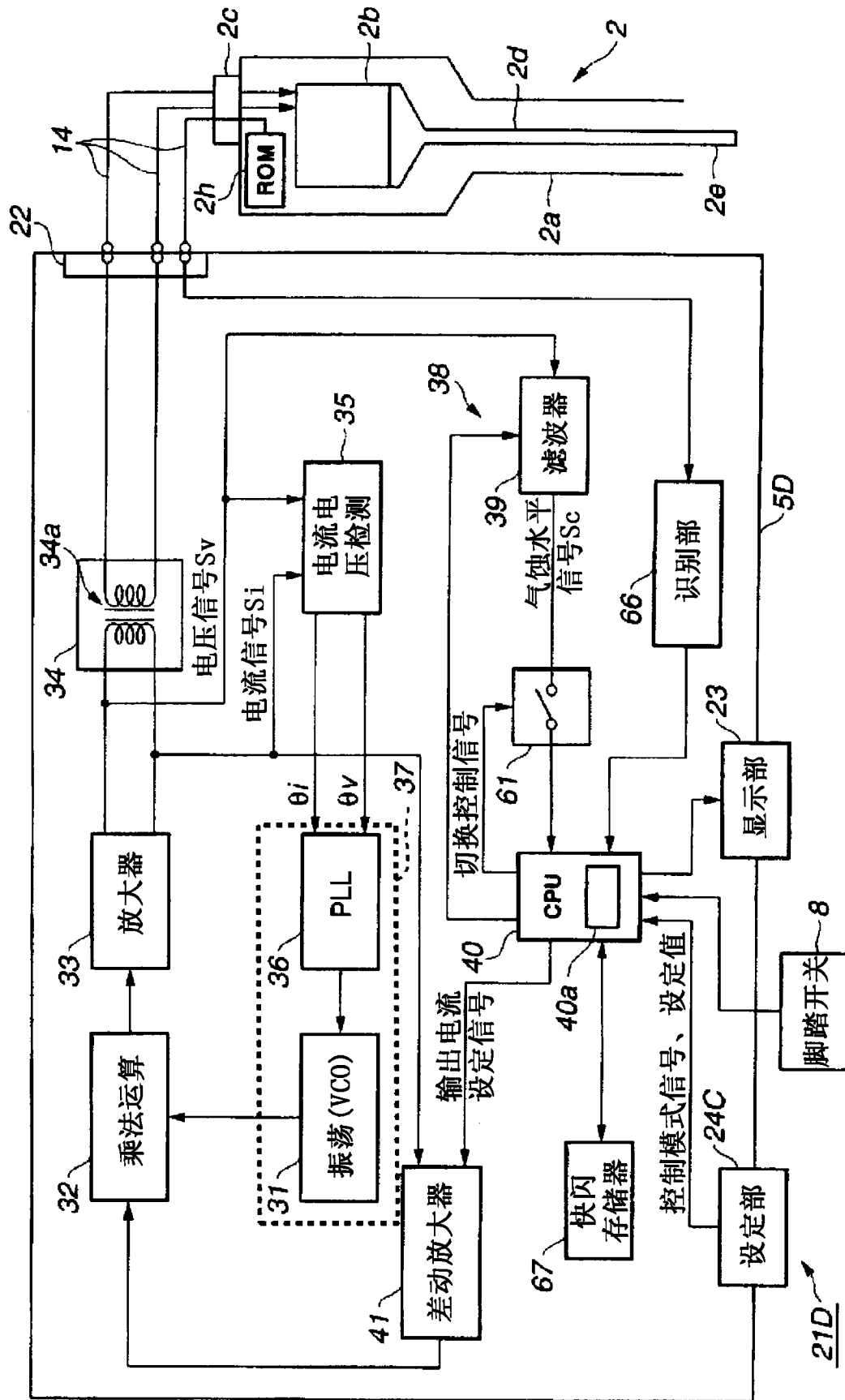


图 13

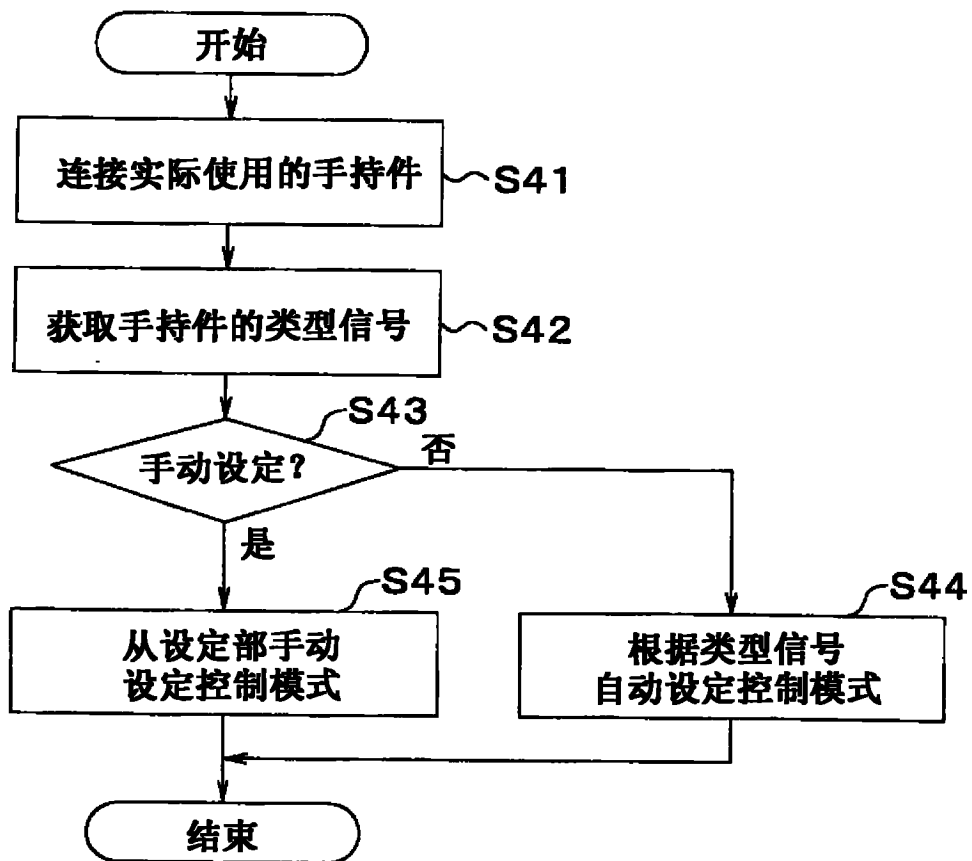


图 14

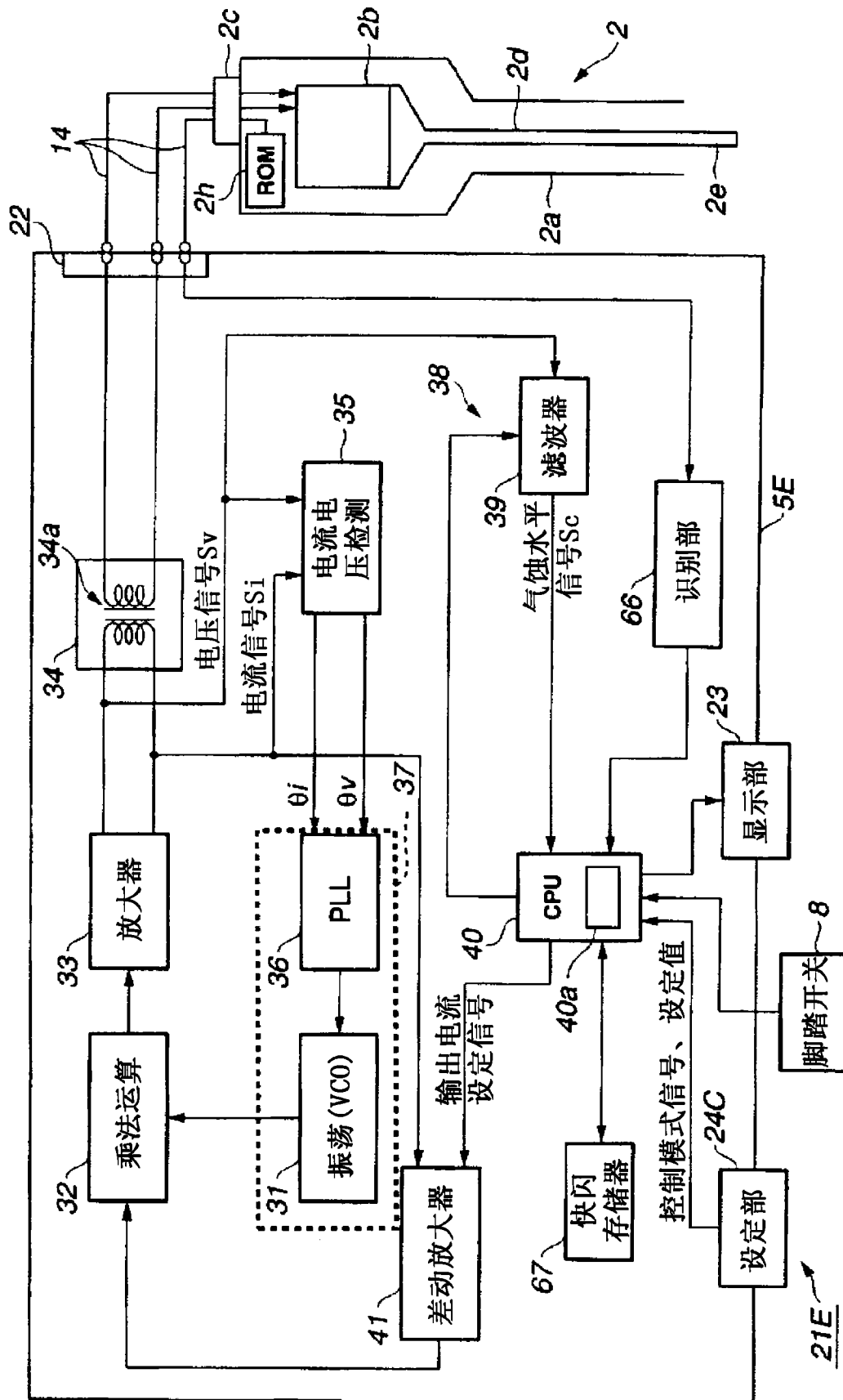


图 15

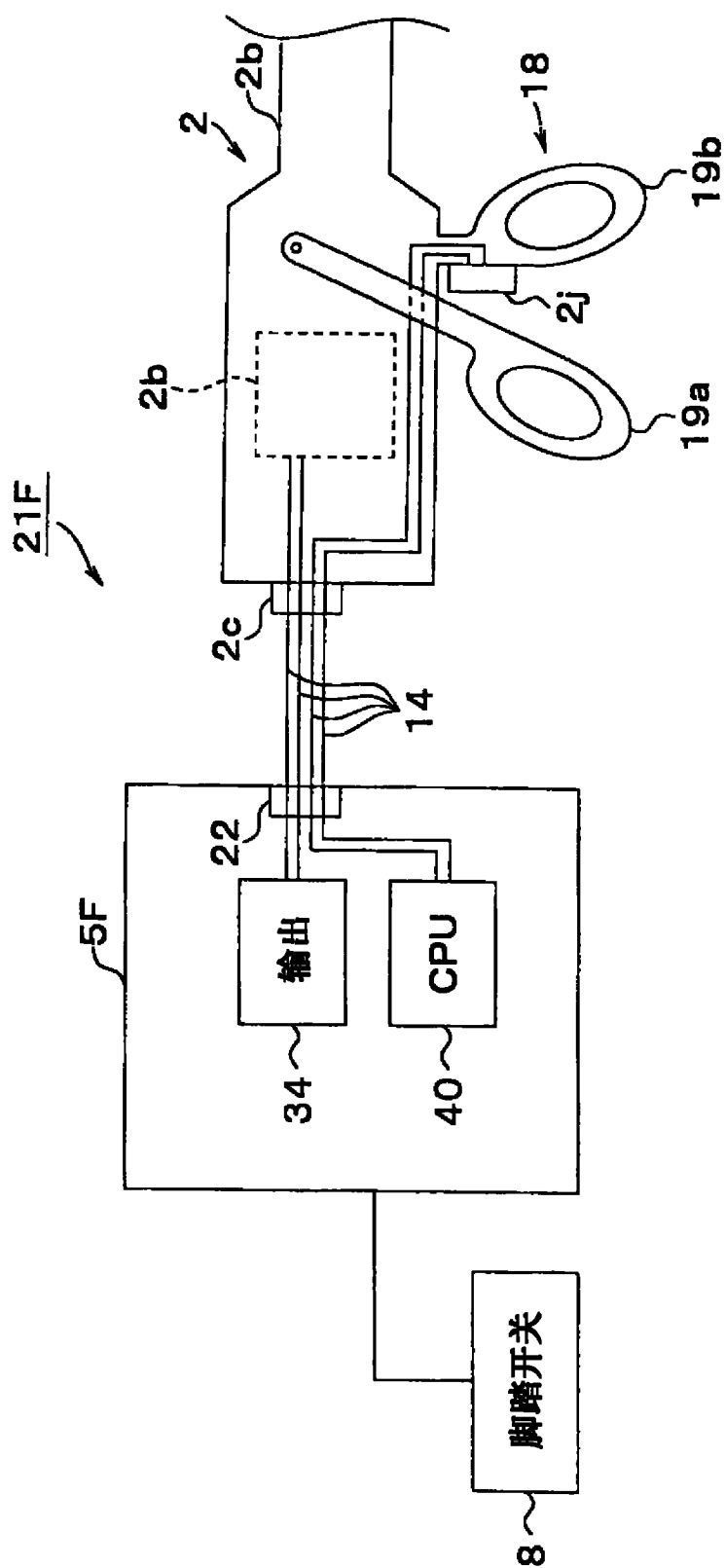


图 16

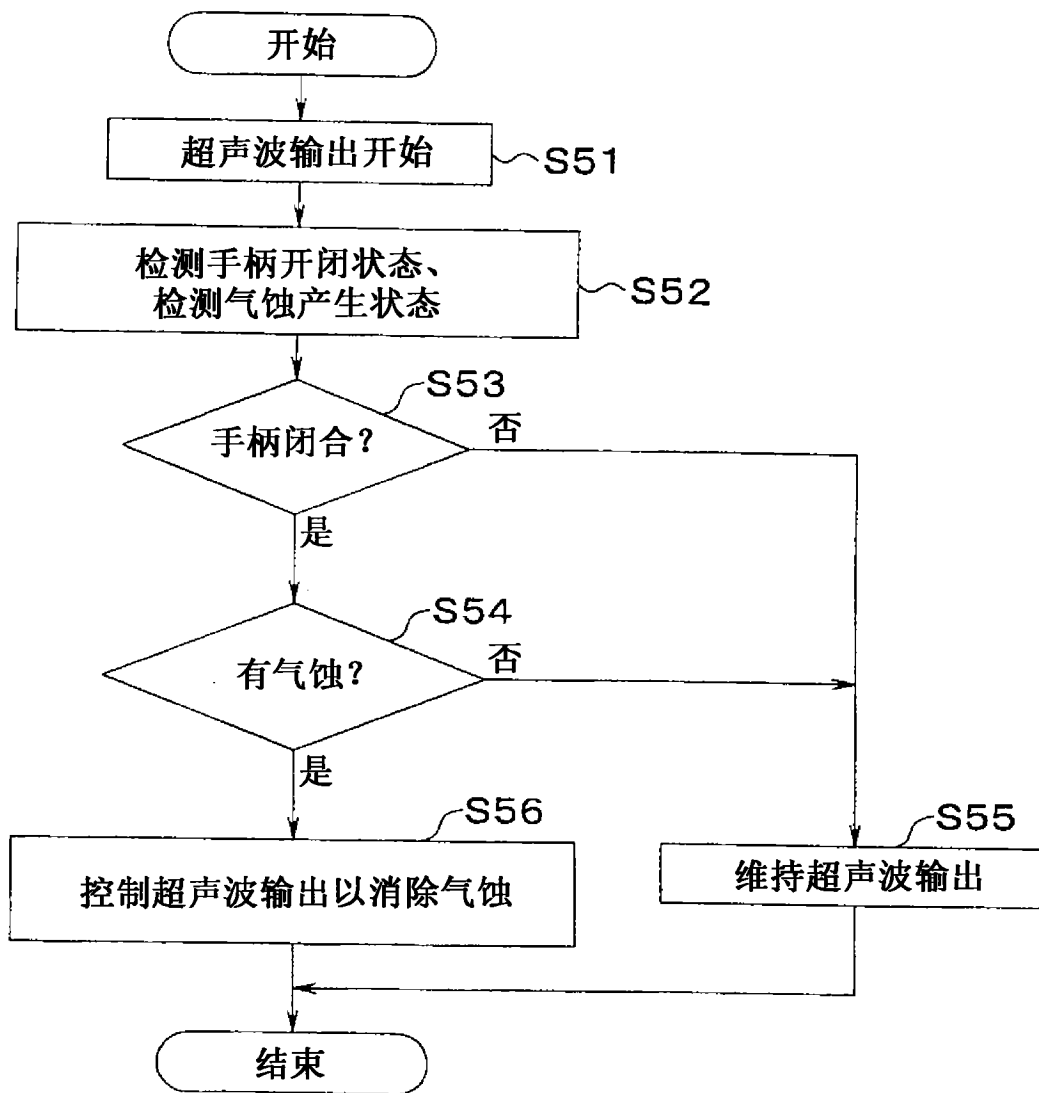


图 17

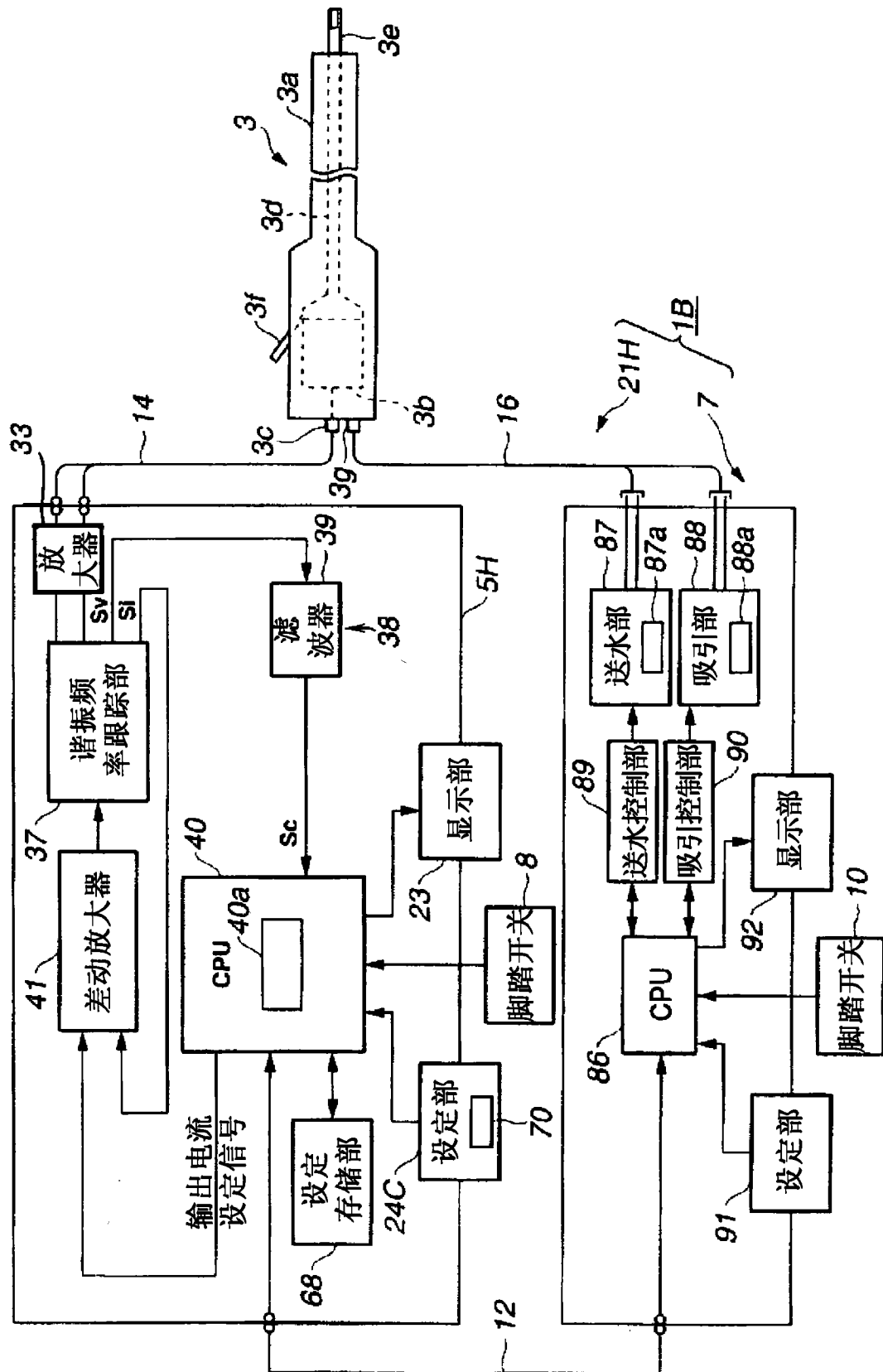


图 18

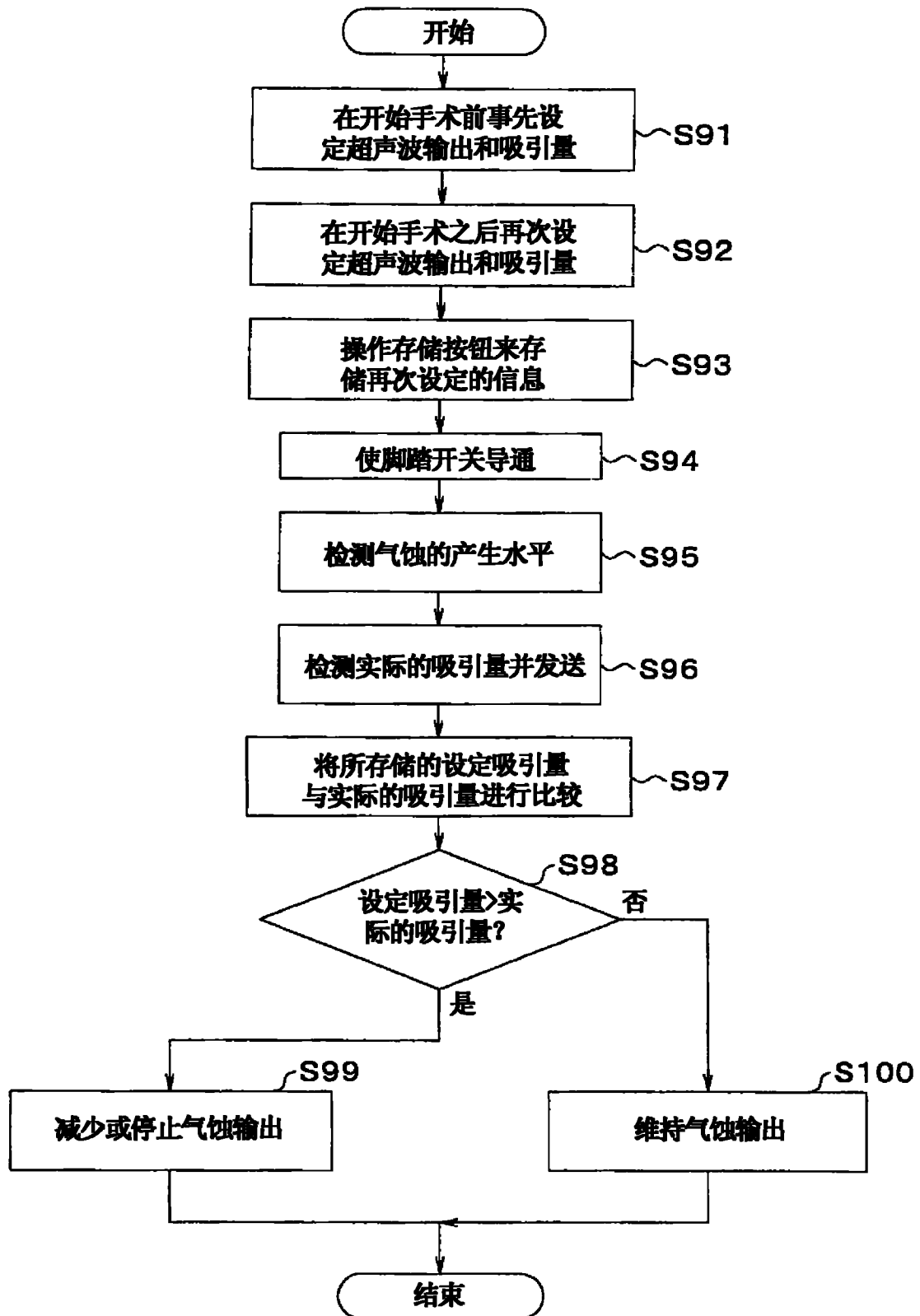


图 19

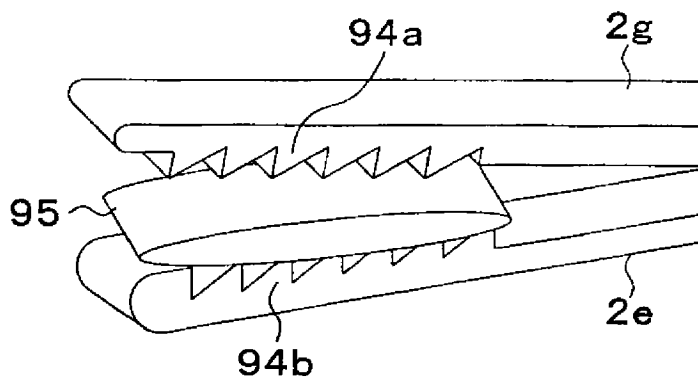


图 20A

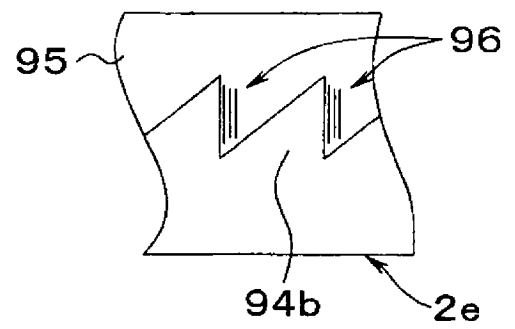


图 20B

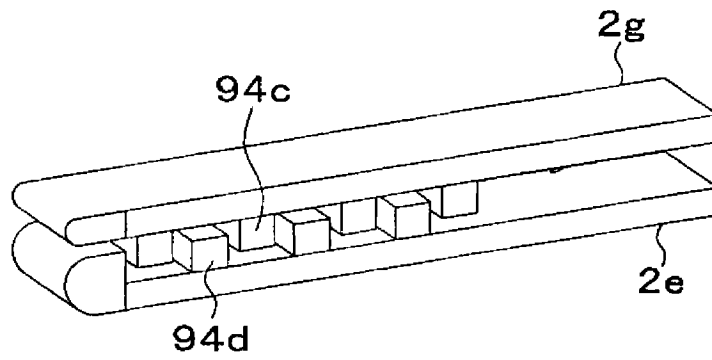


图 20C

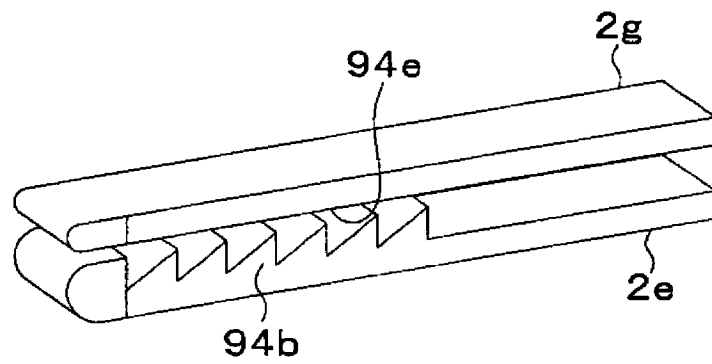


图 20D

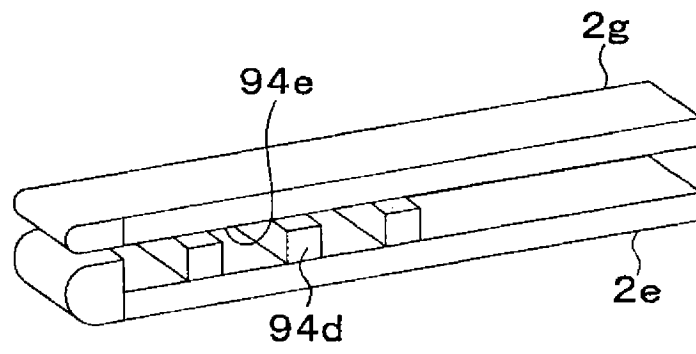


图 20E

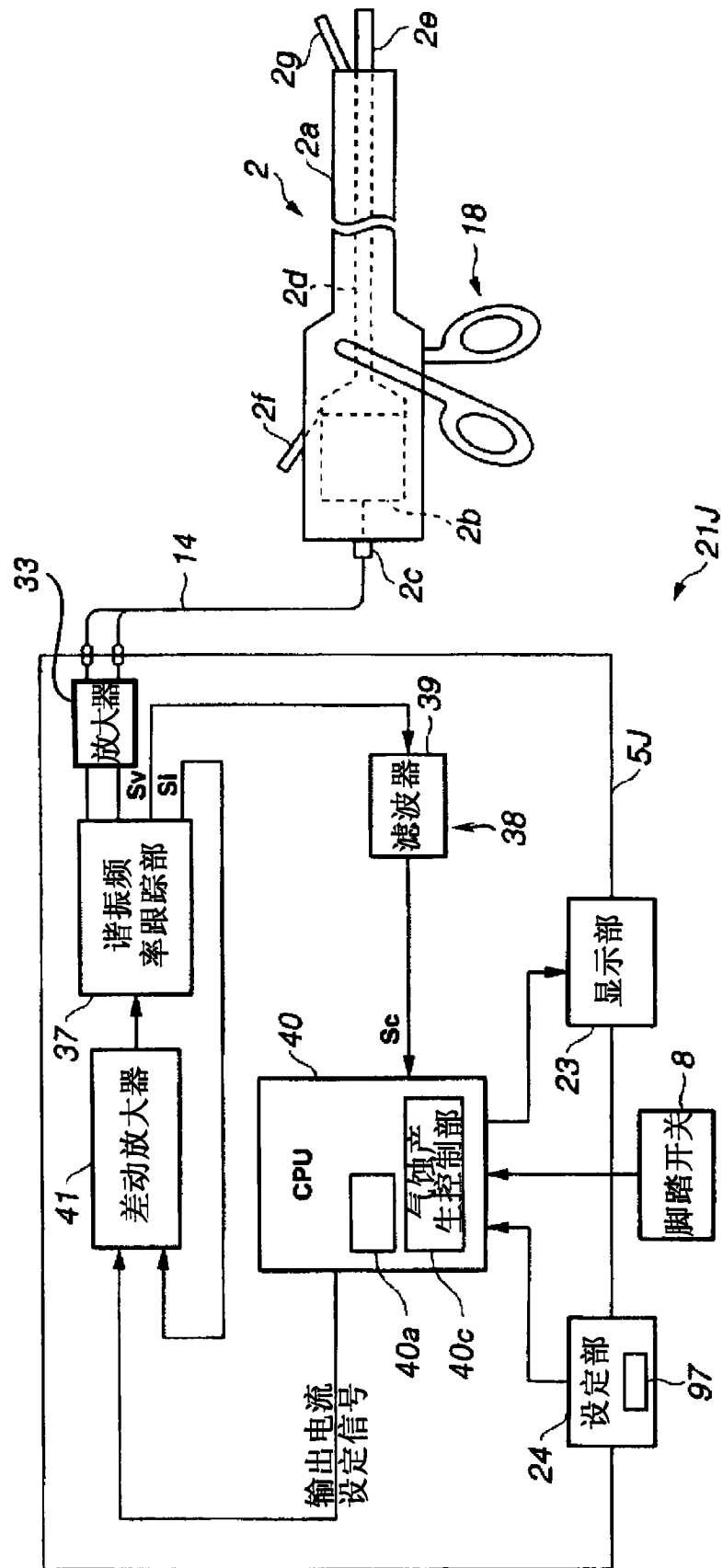


图 21

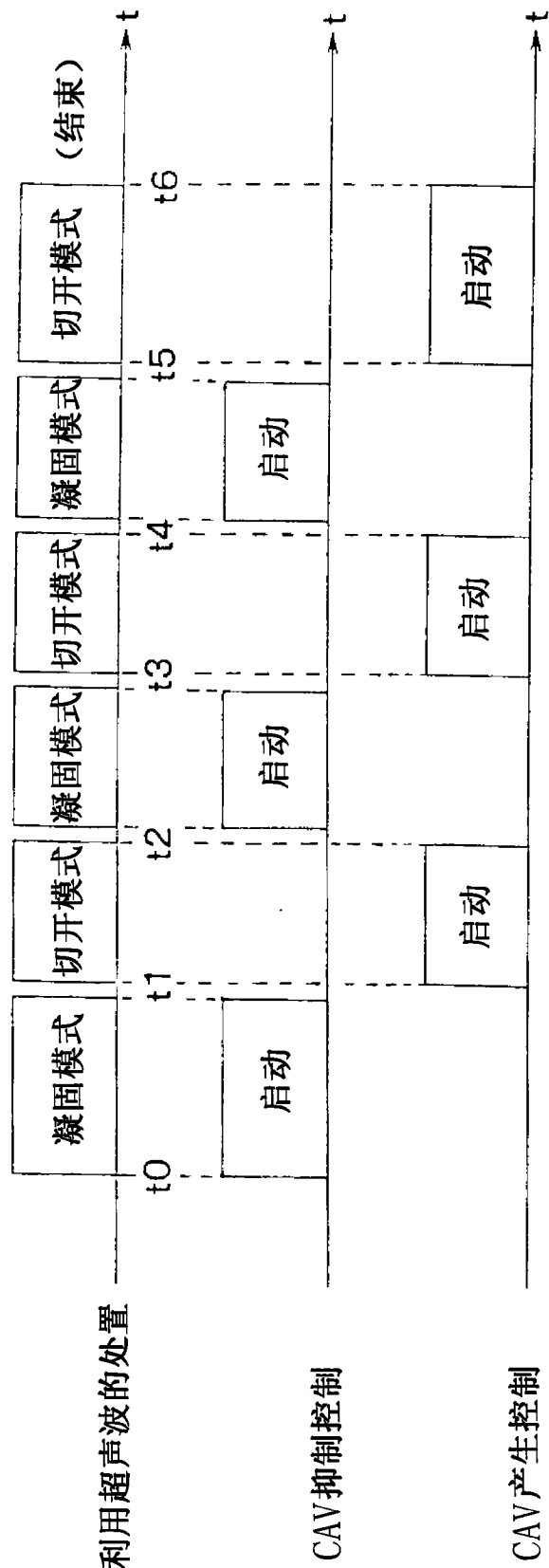


图 22A

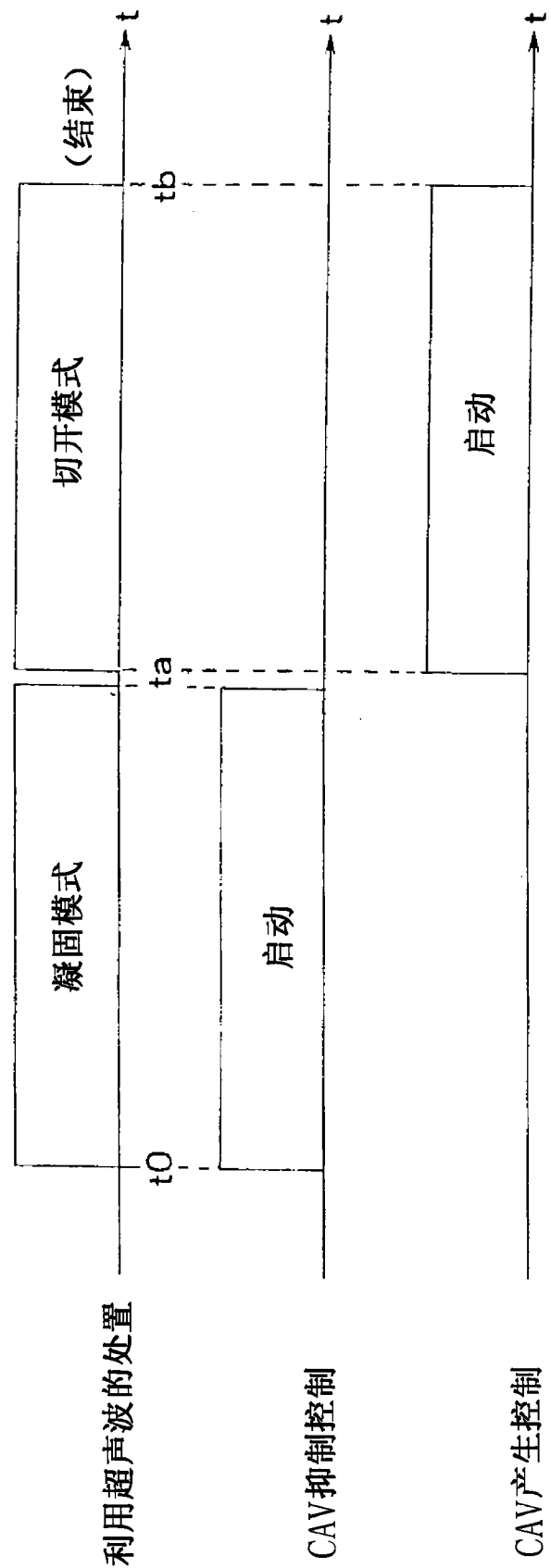


图 22B

专利名称(译)	超声波手术装置、超声波手术系统以及气蚀抑制方法		
公开(公告)号	CN102458286B	公开(公告)日	2015-07-29
申请号	CN201080024956.5	申请日	2010-05-17
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
[标]发明人	田中一惠 泽田之彦 本间聪		
发明人	田中一惠 泽田之彦 本间聪		
IPC分类号	A61B18/00 B06B1/02 B06B1/06		
CPC分类号	A61B2018/00595 A61B2017/22008 A61B2017/00154 A61B18/1402 A61B2017/22009 A61B17/320092 A61B2017/320093 A61B2017/320095		
代理人(译)	刘新宇		
优先权	12/477661 2009-06-03 US		
其他公开文献	CN102458286A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

超声波手术装置(21)具备：超声波振子(1b)；超声波驱动装置(5)，其根据驱动信号来驱动超声波振子(1b)；探头(2a)，其具有设置有超声波振子(1b)的基端部和传递超声波振动的前端部，通过前端部的超声波振动对生物体组织进行处置；谐振频率跟踪部(37)，进行驱动使得以谐振频率进行超声波振动；检测部(38)，其检测驱动信号中的除谐振频率以外的频率成分的频率成分信号且具备滤波器部(39)的功能；以及气蚀抑制控制部(40a)，其按照检测结果进行控制使得抑制或消除气蚀。

