



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116830802 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202280013527.0

(22) 申请日 2022.02.15

(30) 优先权数据

2021-024908 2021.02.19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/005979 2022.02.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/176857 JA 2022.08.25

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 高野伸司 外野高史 福井干男

细川周子

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 曹磊 马建军

(51) Int.Cl.

H05B 6/68 (2006.01)

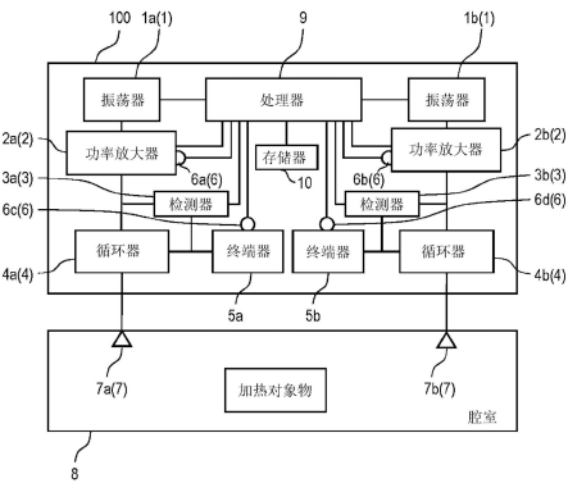
权利要求书1页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

RF能量辐射装置

(57) 摘要

本公开的RF能量辐射装置具备振荡器、功率放大器、辐射元件、检测器以及控制部。振荡器振荡出RF信号。功率放大器将RF信号放大而输出RF电力。辐射元件辐射出RF电力。检测器对行波电力进行检测。控制部通过利用闭环来设定RF电力的输出设定值的闭环控制和利用开环来设定RF电力的输出设定值的开环控制,进行RF电力的输出控制。控制部在交替切换输出RF电力的期间和停止RF电力的期间的突发动作中的RF电力的输出停止过程中满足了规定的切换条件的情况下,将RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制。



1. 一种RF能量辐射装置,其中,
所述RF能量辐射装置具备:
振荡器,其构成为振荡出RF信号;
功率放大器,其构成为将所述RF信号放大而输出RF电力;
辐射元件,其构成为辐射出所述RF电力;
检测器,其构成为检测作为朝向所述辐射元件的所述RF电力的行波电力;以及
控制部,其构成为通过闭环控制和开环控制来进行所述RF电力的输出控制,所述闭环控制通过闭环来设定所述RF电力的输出设定值,所述开环控制通过开环来设定所述RF电力的所述输出设定值,

所述控制部在突发动作中的所述RF电力的输出停止过程中满足了规定的切换条件的情况下,将所述RF电力的所述输出控制从所述闭环控制切换为所述开环控制,其中,所述突发动作是交替地切换输出所述RF电力的期间和停止所述RF电力的期间的动作。

2. 根据权利要求1所述的RF能量辐射装置,其中,

所述规定的切换条件是所述RF电力的输出停止过程中的时间超过规定时间。

3. 根据权利要求1所述的RF能量辐射装置,其中,

所述RF能量辐射装置还具备温度传感器,该温度传感器构成为检测所述功率放大器的温度,

所述规定的切换条件是所述RF电力的输出停止过程中的所述温度的变化超过规定值。

4. 根据权利要求1所述的RF能量辐射装置,其中,

所述控制部对通过所述闭环控制或所述开环控制求出的所述RF电力的输出目标值应用至少一个过渡系数,由此使所述输出设定值阶段性地增加到所述输出目标值。

5. 根据权利要求1所述的RF能量辐射装置,其中,

所述RF能量辐射装置还具备存储器,该存储器存储有预先准备的表格,

所述控制部在所述开环控制中利用所述表格来设定所述RF电力的所述输出设定值。

6. 根据权利要求1所述的RF能量辐射装置,其中,

所述控制部为了使所述突发动作中的所述RF电力发生过冲,即使满足所述规定的切换条件,也不将所述RF电力的所述输出控制从所述闭环控制切换为所述开环控制。

7. 根据权利要求1所述的RF能量辐射装置,其中,

所述RF能量辐射装置还具备:温度传感器,其构成为检测所述功率放大器的温度;以及
终端器,其构成为终止所述行波电力中的作为从所述辐射元件返回的所述RF电力的反射波电力,

所述功率放大器包含大信号放大器,

所述控制部基于所述终端器的散热,根据所述温度传感器的检测温度求出所述大信号放大器的壳体温度的近似值。

RF能量辐射装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种RF(radio frequency(无线频率))能量辐射装置。

背景技术

[0002] 以往,例如,专利文献1公开了在RF能量辐射装置中通过突发动作来辐射RF能量。突发动作是指一边交替地设置输出RF电力(无线频率电力)的期间和停止RF电力的期间一边向加热对象物辐射RF能量。

[0003] 专利文献2公开了在这种RF能量辐射装置中,为了使RF电力的输出电平稳定而使用闭环控制和开环控制。

[0004] 在闭环控制中,对行波电力进行检测,根据检测出的行波电力与目标输出电平的误差来决定RF电力的输出电平。在开环控制中,使用基于输出的RF电力的频率、元件的温度信息等预先准备的表格,来决定RF电力的输出电平。

[0005] 图10是表示专利文献2所记载的RF能量辐射装置的结构概略图。如图10所示,上述现有的RF能量辐射装置具有控制部201、振荡器202、功率放大器203、电源204和检测器220。

[0006] 振荡器202振荡并输出RF信号。功率放大器203将来自振荡器202的RF信号放大而作为RF电力输出。该RF电力被供给到腔室207内,对载置于腔室207内的加热对象物208进行微波加热。加热对象物208例如是食品。

[0007] 检测器220对RF信号进行检测。控制部201包含处理器205和存储器206。控制部201接收来自检测器220的信息,对振荡器202和功率放大器203进行控制。电源204向控制部201、振荡器202以及功率放大器203供给电力。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2018-142452号公报

[0011] 专利文献2:日本特表2019-509587号公报

发明内容

[0012] 图11是表示在图10所示的RF能量辐射装置的突发动作中由功率放大器203输出的RF电力和功率放大器203的温度的时间变化的图。在突发动作中,当功率放大器203从其温度降低的状态起重新开始输出RF电力时,在所输出的RF电力中产生与过冲相似的现象。

[0013] 该现象是由于构成功率放大器203的晶体管的结温的急剧变动而产生的。通常,功率放大器203具有输出的RF电力根据温度的变化而变动的温度特性。因此,RF电力随着功率放大器203的温度上升而下降。其结果,RF电力出现如图11所示的过冲。

[0014] 在精细地进行RF电力的输出控制来进行微波加热的工序中,上述现象对加热对象物的加热的完成情况产生影响。因此,在使用突发动作的情况下,RF电力的输出控制中的精度很重要。以往,在突发动作时,使用将RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制的方

法。但是,该方法对于类似于RF电力的过冲的现象是不足够的。

[0015] 本公开的目的在于在RF能量辐射装置中提高RF电力的输出控制的精度。

[0016] 本公开的RF能量辐射装置具备振荡器、功率放大器、辐射元件、检测器以及控制部。振荡器振荡出RF信号(无线频率信号)。功率放大器将RF信号放大而输出RF电力(无线频率电力)。辐射元件辐射出RF电力。检测器对作为朝向辐射元件的RF电力的行波电力进行检测。

[0017] 控制部通过利用闭环来设定RF电力的输出设定值的闭环控制以及利用开环来设定RF电力的输出设定值的开环控制,进行RF电力的输出控制。

[0018] 控制部在交替切换输出RF电力的期间和停止RF电力的期间的突发动作中的RF电力的输出停止过程中满足规定的切换条件的情况下,将RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制。

[0019] 本公开的RF能量辐射装置能够不受突发动作时的发热元件的温度上升的影响地进行RF电力的输出控制,能够抑制RF电力的过冲。其结果,能够提高RF电力的输出控制的精度。

附图说明

[0020] 图1是表示本公开的实施方式的RF能量辐射装置的结构概略图。

[0021] 图2是表示实施方式的功率放大器的结构概略图。

[0022] 图3是表示实施方式的温度传感器、大信号放大器以及终端器的配置的概略图。

[0023] 图4是表示反射波电力不同的各个情况下的温度上升值 $D(t)$ 的时间变化的图表。

[0024] 图5是表示行波电力不同的各个情况下的温度差 $X(t)$ 的时间变化的图表。

[0025] 图6是表示用于将突发动作时的RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制的切换条件的一例的图。

[0026] 图7是表示用于将突发动作时的RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制的切换条件的另一例的图。

[0027] 图8是表示突发动作时的RF电力的输出重新开始后的过渡期中的RF电力的输出设定值的时间变化的图。

[0028] 图9是表示突发动作时的RF电力的输出重新开始后的过渡期中的RF电力和风扇转速的时间变化的图表。

[0029] 图10是表示现有的RF能量辐射装置的结构概略图。

[0030] 图11是表示图10所示的现有的RF能量辐射装置中的突发动作时的RF电力和功率放大器的温度的时间变化的图。

具体实施方式

[0031] 本公开的第一方式的RF能量辐射装置具备振荡器、功率放大器、辐射元件、检测器以及控制部。振荡器振荡出RF信号。功率放大器将RF信号放大而输出RF电力。辐射元件辐射出RF电力。检测器对作为朝向辐射元件的RF电力的行波电力进行检测。

[0032] 控制部通过利用闭环来设定RF电力的输出设定值的闭环控制和利用开环来设定RF电力的输出设定值的开环控制,进行RF电力的输出控制。

[0033] 控制部在交替切换输出RF电力的期间和停止RF电力的期间的突发动作中的RF电力的输出停止过程中满足规定的切换条件的情况下,将RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制。

[0034] 由此,能够不受突发动作时的发热元件的温度上升的影响地进行RF电力的输出控制,能够抑制RF电力的过冲。

[0035] 本公开的第二方式的RF能量辐射装置在第一方式的基础上,规定的切换条件是RF电力的输出停止过程中的时间超过规定时间。

[0036] 本公开的第三方式的RF能量辐射装置在第一方式的基础上,还具备温度传感器,该温度传感器构成为检测功率放大器的温度。规定的切换条件是RF电力的输出停止过程中的功率放大器的温度的变化超过规定值。

[0037] 本公开的第四方式的RF能量辐射装置在第一方式的基础上,控制部通过对由闭环控制或开环控制求出的RF电力的输出目标值应用至少一个过渡系数,使输出设定值阶段性地增加到输出目标值。

[0038] 本公开的第五方式的RF能量辐射装置在第一方式的基础上,还具备存储器,该存储器存储有预先准备的表格。控制部在开环控制中利用表格来设定RF电力的输出设定值。

[0039] 本公开的第六方式的RF能量辐射装置在第一方式的基础上,控制部为了使突发动作中的RF电力产生过冲,即使满足规定的切换条件,也不将RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制。

[0040] 本公开的第七方式的RF能量辐射装置在第一方式的基础上,还具备:温度传感器,其对功率放大器的温度进行检测;以及终端器,其终止行波电力中的作为从辐射元件返回的RF电力的反射波电力。功率放大器包含大信号放大器。控制部基于终端器的发热,根据温度传感器的检测温度求出大信号放大器的壳体温度的近似值。

[0041] 下面,参照附图对本公开的实施方式进行说明。图1是表示本实施方式的RF能量辐射装置100的结构的概念图。

[0042] 如图1所示,RF能量辐射装置100具有振荡器1、功率放大器2、检测器3、循环器4、终端器5、温度传感器6、辐射元件7、处理器9以及存储器10。

[0043] 振荡器1包含两个振荡器(振荡器1a、振荡器1b)。功率放大器2包含两个功率放大器(功率放大器2a、功率放大器2b)。检测器3包含两个检测器(检测器3a、检测器3b)。循环器4包含两个循环器(循环器4a、循环器4b)。

[0044] 终端器5包含两个终端器(终端器5a、终端器5b)。温度传感器6包含四个温度传感器(温度传感器6a、温度传感器6b、温度传感器6c、温度传感器6d)。辐射元件7包含两个辐射元件(辐射元件7a、辐射元件7b)。

[0045] 振荡器1a、1b分别振荡并输出RF信号。功率放大器2a、2b分别对由振荡器1a、1b输出的RF信号进行放大,并作为行波电力输出。检测器3a、3b均对行波电力和反射波电力进行检测。

[0046] 行波电力是指从功率放大器2a、2b分别经由循环器4a、4b朝向辐射元件7a、7b的RF电力。反射波电力是指行波电力中的从辐射元件7a、7b分别返回循环器4a、4b的RF电力。

[0047] 循环器4a、4b将行波电力的路径和反射波电力的路径固定。由此,循环器4a、4b分别保护功率放大器2a、2b不受根据加热对象物的负载变动而变动的反射波电力的影响。终

端器5a、5b分别具有针对来自循环器4a、4b的反射波成为负载的特定的阻抗。

[0048] 辐射元件7a将从功率放大器2a经由循环器4a传输的RF能量辐射到腔室8内。辐射元件7b将从功率放大器2b经由循环器4b传输的RF能量辐射到腔室8内。

[0049] 温度传感器6a、6b分别配置在功率放大器2a、2b的附近,对功率放大器2a、2b的温度进行检测。温度传感器6c、6d分别配置在终端器5a、5b的附近,对终端器5a、5b的温度进行检测。

[0050] 存储器10是保存用于控制RF能量辐射装置100的软件及数据的例如半导体存储器。在存储器10中保存的数据中包含为了设定适合于由温度传感器6a~6d检测出的温度的RF电力而预先准备的查找表。

[0051] 处理器9是作为控制RF能量辐射装置100的控制部发挥功能的通用的微处理器。处理器9根据分别由温度传感器6a~6d检测出的温度,通过软件对振荡器1a、1b和功率放大器2a、2b进行控制。

[0052] 在本实施方式中,处理器9能够例如每秒50次地参照分别由温度传感器6a~6d检测出的温度。处理器9例如能够每秒50次地根据这些温度输出对振荡器1a、1b和功率放大器2a、2b的指示。即,处理器9中的软件控制的周期(以下称为控制周期)为20ms。

[0053] 图2是表示功率放大器2a、2b各自的结构的概念图。功率放大器2a、2b具有相同的结构。因此,仅对功率放大器2a进行说明。如图2所示,功率放大器2a具有可变衰减器41、小信号放大器42以及大信号放大器43。

[0054] 可变衰减器41接收来自振荡器1a的RF信号,调整相对于RF信号的衰减量。小信号放大器42将由可变衰减器41输出的信号放大到一定程度。大信号放大器43将由小信号放大器42输出的信号放大至期望的RF电力的输出电平。

[0055] 处理器9能够使振荡器1a、1b振荡出具有规定频带内的任意频率的RF信号。处理器9以使RF电力的输出电平成为输出目标值的方式使功率放大器2a、2b分别放大来自振荡器1a、1b的RF信号。

[0056] 处理器9在通过开环控制进行RF电力的输出控制的情况下,基于预先准备的查找表,在考虑该时间点的温度条件的基础上计算出RF电力的输出目标值。

[0057] 功率放大器2a、2b是发热元件。功率放大器2a、2b的发热量根据RF电力(行波电力)的值和反射波电力的变化而发生变动。处理器9通过闭环控制或开环控制进行RF电力的输出控制。该输出控制基于由温度传感器6a、6b检测出的温度信息、由检测器3a、3b检测出的行波电力、反射波电力等来进行。

[0058] 温度传感器6a、6b分别配置成检测功率放大器2a、2b中的大信号放大器43的壳体温度。其理由如下。此外,壳体温度是指半导体器件的表面温度。

[0059] 在温度传感器6与大信号放大器43之间产生热阻。输出的RF电力的值、对功率放大器2a、2b的冷却风、RF电力的输出中或停止中的状态也与热阻的大小有关。该热阻对由温度传感器6检测出的温度是否近似于大信号放大器43的壳体温度产生影响。

[0060] 因此,为了使由热阻引起的检测温度的误差最小,优选为温度传感器6a、6b分别配置在功率放大器2a、2b的附近。

[0061] 当RF电力通过辐射元件7a、7b供给到腔室8内并辐射到加热对象物时,加热对象物的状态发生变化。反射波电力根据该加热状态而发生变动。

[0062] 检测器3a、3b与终端器5a、5b连接。终端器5a、5b将反射波电力转换为热。即, RF能量辐射装置100除了大信号放大器43以外, 还具有终端器5a、5b作为发热元件。

[0063] 反射波电力对由处理器9计算出的大信号放大器43的壳体温度的计算值产生影响。处理器9根据反射波电力的值, 计算出在终端器5a、5b产生的发热量的影响。由此, 处理器9能够根据由温度传感器6a、6b检测出的温度, 高精度地近似出壳体温度。

[0064] 图3是表示温度传感器6a、6b、大信号放大器43以及终端器5a、5b在基板31上的配置的概略图。如图3所示, 例如, 假设将温度传感器6a或6b、功率放大器2a或2b的大信号放大器43、以及终端器5a或5b配置成图3所示的位置关系。基板31具有贯通底板33的孔32。温度传感器6a、6b配置于孔32。

[0065] 在此, 将过渡期中的大信号放大器43的实际的壳体温度与温度传感器6a、6b的检测温度K的温度差设为 $X(t)$ 。将反射波电力大的过渡期中的终端器5a、5b的发热的影响所引起的大信号放大器43的温度上升值设为 $D(t)$ 。过渡期是指在突发动作时的RF电力的输出重新开始后, 直到温度传感器6a、6b的位置与大信号放大器43的位置之间的热流成为稳定状态为止的过渡状态的期间。

[0066] 图4是表示反射波电力不同的各个情况下的温度上升值 $D(t)$ 的时间变化的图表。如图4所示, 反射波电力越大, 温度上升值 $D(t)$ 越大。图5是表示RF电力(行波电力)不同的各个情况下的温度差 $X(t)$ 的时间变化的图表。如图5所示, RF电力(行波电力)越大, 温度差 $X(t)$ 越大。

[0067] 处理器9基于图5所示的温度差 $X(t)$ 的近似式、图4所示的温度上升值 $D(t)$ 的近似式以及温度传感器6a、6b的检测温度, 如下述那样求出大信号放大器43的壳体温度的近似值。

[0068] 壳体温度的近似值 $\approx X(t) + K$ (反射波电力小的情况)

[0069] 壳体温度的近似值 $= X(t) + D(t) + K$ (反射波电力大的情况)

[0070] 处理器9可以在考虑由分别配置于终端器5a、5b的附近的温度传感器6c、6d检测出的温度的基础上, 分别对温度传感器6a、6b的检测温度进行校正。通过提高壳体温度的近似精度, 来提高在闭环时输出的RF电力的输出控制中的精度。

[0071] 即, 处理器9在RF电力的输出动作的过渡期和稳定状态下考虑终端器5a、5b的发热对温度传感器6a、6b的检测温度的影响。由此, 处理器9根据温度传感器6a、6b的检测温度, 求出大信号放大器43的壳体温度的近似值。

[0072] 下面, 在仅记载为温度的情况下, 该温度是指大信号放大器43的壳体温度的近似值。因此, 温度变化表示壳体温度的近似值的变化。

[0073] 在突发动作中, 处理器9将RF电力的输出控制最佳地切换为闭环控制或开环控制。由此, 能够抑制所输出的RF电力的过冲, 并且能够提高突发动作中的RF电力的输出控制的精度。

[0074] 图6是表示用于将突发动作时的RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制的切换条件的一例的图。如图6所示, 处理器9基于RF电力的输出停止时的温度 T_o 与RF电力的输出重新开始时的温度 T_r 的比较, 将RF电力的输出控制设定为闭环控制和开环控制中的任一者。

[0075] 具体而言, 在突发动作中的RF电力的输出停止过程中的温度变化($T_r - T_o$)超过规

定的阈值的情况下,处理器9将RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制,使突发动作重新开始。

[0076] 在温度变化($T_r - T_o$)为规定的阈值以下的情况下,处理器9继续闭环控制而突发动作重新开始。即,该情况下的规定的切换条件是RF电力的输出停止过程中的温度变化超过规定的温度幅度。

[0077] 在温度变化($T_r - T_o$)超过规定的阈值的情况下,处理器9使用查找表来设定RF电力的输出,作为突发动作重新开始时的初始设定。处理器9在RF电力的输出重新开始后的第二个控制周期以后,适当地将RF电力的输出控制从开环控制切换为闭环控制。

[0078] 图7是表示用于将突发动作时的RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制的切换条件的其他例的图。如图7所示,处理器9可以根据输出停止时间,将RF电力的输出控制从闭环控制切换为开环控制。输出停止时间是指从RF电力的输出停止时到输出重新开始时的时间,即突发动作中的RF电力的输出停止过程中的时间。

[0079] 将通过闭环控制求出的RF电力的输出目标值用于RF电力的输出重新开始后的过渡期是不适当的。这是因为,当大信号放大器43停止一定程度以上时,大信号放大器43的温度大幅降低(参照图11)。

[0080] 因此,当输出停止时间超过规定的时间幅度时,处理器9在RF电力的输出重新开始前,将RF电力的输出控制从闭环控制切换为使用在存储器10中存储的查找表的开环控制。由此,能够抑制图11所示的RF电力的过冲。

[0081] 处理器9在RF电力的输出重新开始后的第二个控制周期以后,适当地将RF电力的输出控制从开环控制切换为闭环控制。即,该情况下的规定的切换条件是输出停止时间超过规定的时间幅度。

[0082] 这样,为了抑制过冲,处理器9进行闭环控制与开环控制的切换。在本实施方式中,除此之外,处理器9在RF电力的输出重新开始后的过渡期中,使功率放大器2a、2b如下所示那样进行动作。

[0083] 图8是表示突发动作时的RF电力的输出重新开始后的过渡期中的RF电力的输出设定值的时间变化的图。

[0084] 如图8所示,首先,处理器9决定RF电力的输出目标值。处理器9通过从该输出目标值中减去过渡系数,将RF电力的输出设定值设定为比RF电力的输出目标值小的值。

[0085] 之后,处理器9每隔规定期间使RF电力的输出设定值阶段性地增加到输出目标值,最终使RF电力的输出设定值达到输出目标值。如图9所示,规定期间例如是处理器9的软件控制中的控制周期。

[0086] 作为一例,如下所示,处理器9对RF电力的输出目标值应用至少一个过渡系数,对RF信号的输出重新开始后的输出设定值进行设定。

[0087] 设定值 $B_u(t_n) = \text{目标值}T(t_n) - \text{过渡系数}C(t_n)$

[0088] 这里, t_n 是第 n 个控制周期。设定值 $B_u(t_n)$ 是控制周期 t_n 中的RF电力的输出设定值。目标值 $T(t_n)$ 是指通过闭环控制或开环控制求出的控制周期 t_n 中的RF电力的输出目标值。

[0089] 过渡系数 $C(t_n)$ 是用于在过渡期中将设定值 $B_u(t_n)$ 设定为比目标值 $T(t_n)$ 低的数值的值。设定值 $B_u(t_n)$ 、目标值 $T(t_n)$ 以及过渡系数 $C(t_n)$ 是在处理器9内设定的无量纲的数

值。

[0090] 这样,处理器9通过对RF电力的输出目标值应用至少一个过渡系数,在经过规定的期间后使RF电力的输出设定值阶段性地达到RF电力的输出目标值。

[0091] 通过使RF电力的输出设定值阶段性地增加,能够抑制在突发动作时的RF电力的输出重新开始后的过渡期中产生的过冲。不仅对于突发动作中的平均电力,对于峰值电力,也能提高RF电力的输出控制中的精度。其结果,能够对加热对象物进行最佳的加热。

[0092] 如上所述,通过改善壳体温度的近似精度,提高基于闭环控制的RF电力的输出控制中的精度。进而,通过组合图8所示的RF电力的输出设定值的设定方法,能够抑制RF电力的过冲,能够进一步提高突发动作时的RF电力的输出控制的精度。

[0093] 通过上述的RF电力的输出控制,能够抑制RF电力的过冲。相反,若不使用上述的输出控制而进行突发动作,则输出的RF电力产生过冲。

[0094] 即,处理器9通过对将RF电力的输出控制切换为闭环控制或开环控制的定时进行控制,能够调整突发动作时的RF电力的过冲的大小。

[0095] 图9是表示突发动作时的RF电力的输出重新开始后的过渡期中的RF电力和风扇转速的时间变化的图表。大信号放大器43的结温从大信号放大器43的动作重新开始起急剧上升。伴随于此,如图9所示,输出的RF电力发生过冲。通过利用该过冲,能够使RF电力产生时间非常短的峰值输出电平。

[0096] 即,处理器9不特意进行抑制在突发动作时的过渡期产生的过冲的控制。取而代之,处理器9对RF电力的峰值输出电平进行控制,将过冲用作影响加热的效果。

[0097] 这样的短时间的突发动作特别是在不对加热对象物进行微波加热的情况下有效。即,通过辐射出不影响加热对象物的状态的程度的RF能量,能够实时地检测加热对象物的状态。在该情况下,需要以更短的脉冲来辐射某种程度的RF能量。

[0098] 如上所述,大信号放大器43的结温从大信号放大器43的动作重新开始起急剧上升。伴随于此,如图5所示,温度差 $X(t)$ 急剧上升。图5所示的近似式的曲线依赖于包含风扇的风量的大信号放大器43的散热设计。通过所选择的器件、散热设计,能够取得表示结温的时间变化的曲线,能够求出其近似式。

[0099] 如上所述,大信号放大器43具有输出的RF电力根据温度的变化而变动的温度特性。通过将过渡期的温度上升的近似式与输出的RF电力相关联,能够在大信号放大器43的动作重新开始后的过渡期使输出的RF电力产生过冲。

[0100] 处理器9也可以考虑系统整体的安全性和效率,根据RF电力的输出时间、RF电力的输出电平、装置的温度来控制送风风扇的风量。在该情况下,处理器9例如能够在通过实际数据求出的各种条件的近似式中考虑与送风风扇的风量有关的因素来推定RF电力的瞬间的峰值输出电平。

[0101] 如图9所示,处理器9使送风风扇在RF电力停止时增加风量,在RF电力输出时减少风量。由此,能够瞬间地使RF电力产生较高的峰值输出电平。

[0102] 在使用ASIC(application specific integrated circuit:专用集成电路)、FPGA(field-programmable gate array:现场可编程门阵列)等硬件的情况下,能够以比软件控制的情况短的控制周期进行RF电力的输出控制。但是,在该情况下,硬件电路的成本占材料费整体的比率增大。另外,还需要高额的开发费。因此,难以将基于硬件控制的RF能量辐射

装置利用于例如民用的加热设备以及民用的医疗设备。

[0103] 当不使用专用硬件而通过使用通用的处理器的软件控制来进行突发动作时,其控制周期取决于处理器的性能。控制周期相当于能够变更RF电力的输出设定的周期。

[0104] 例如,在具有200MHz左右的动作频率的32比特的处理器的情况下,控制周期大约为20ms。这是复杂的加热算法的情况下的参考值。如图8所示,通过特意使输出的RF电力产生过冲,能够产生具有比控制周期短的期间的峰值输出电平的RF电力。

[0105] 在白色家电等中大多使用8比特的微型计算机。在该情况下,控制周期进一步变长。但是,通过利用在输出的RF电力中产生的过冲,能够输出具有更短的峰值时间的RF电力。另外,通过实时地检测加热对象物的加热状态,能够维持相同的加热状态。

[0106] 产业上的利用可能性

[0107] 如上所述,本公开的RF能量辐射装置能够应用于在RF电力的输出控制中要求高精度的业务用的加热装置。

[0108] 附图标记的说明

[0109] 1、1a、1b:振荡器;2、2a、2b:功率放大器;3、3a、3b:检测器;4、4a、4b:循环器;5、5a、5b:终端器;6、6a、6b、6c、6d:温度传感器;7、7a、7b:辐射元件;8:腔室;9:处理器;10:存储器;31:基板;32:孔;33:底板;41:可变衰减器;42:小信号放大器;43:大信号放大器;100:RF能量辐射装置;201:控制部;202:振荡器;203:功率放大器;204:电源;205:处理器;206:存储器;207:腔室;208:加热对象物;220:检测器。

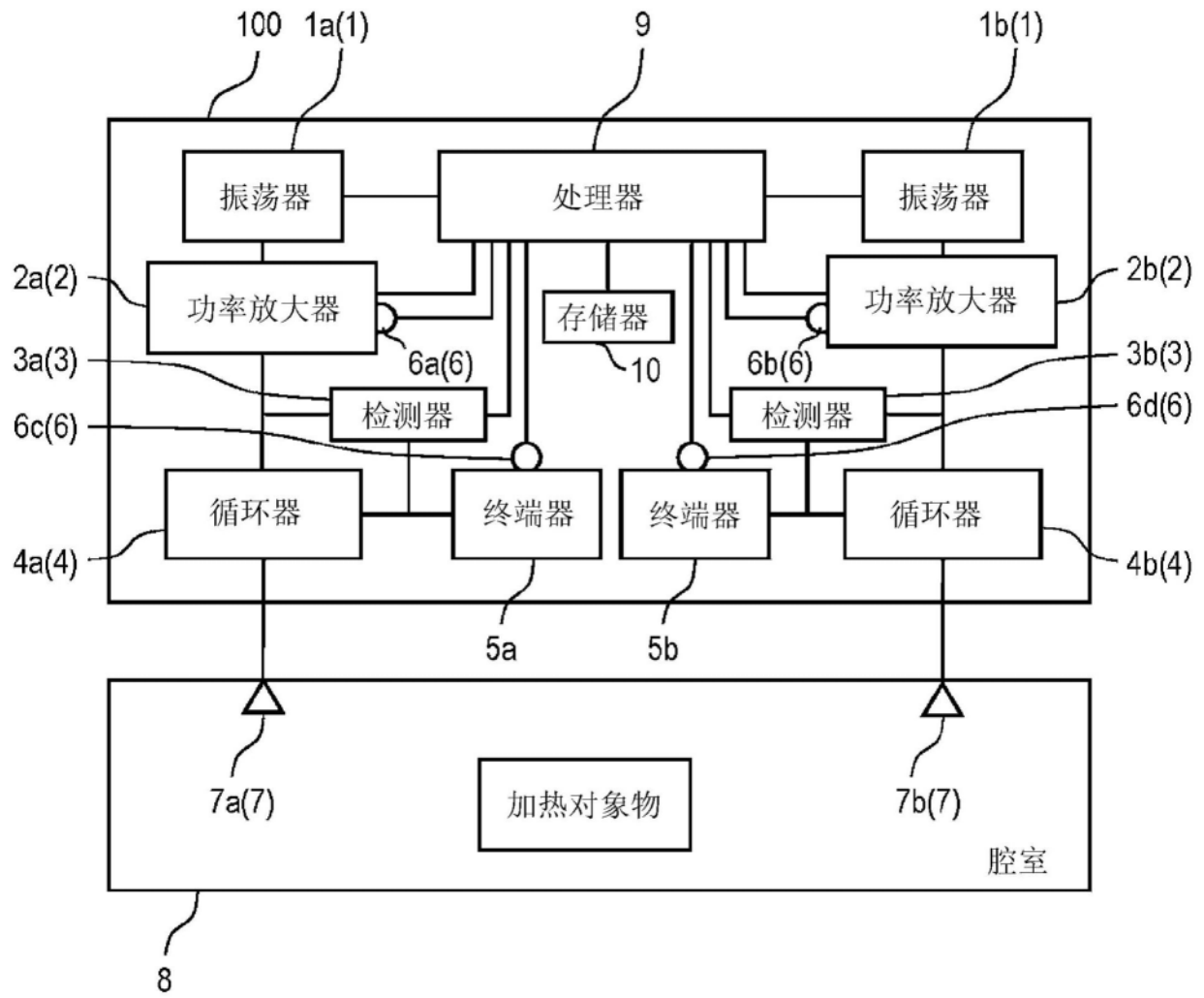


图1

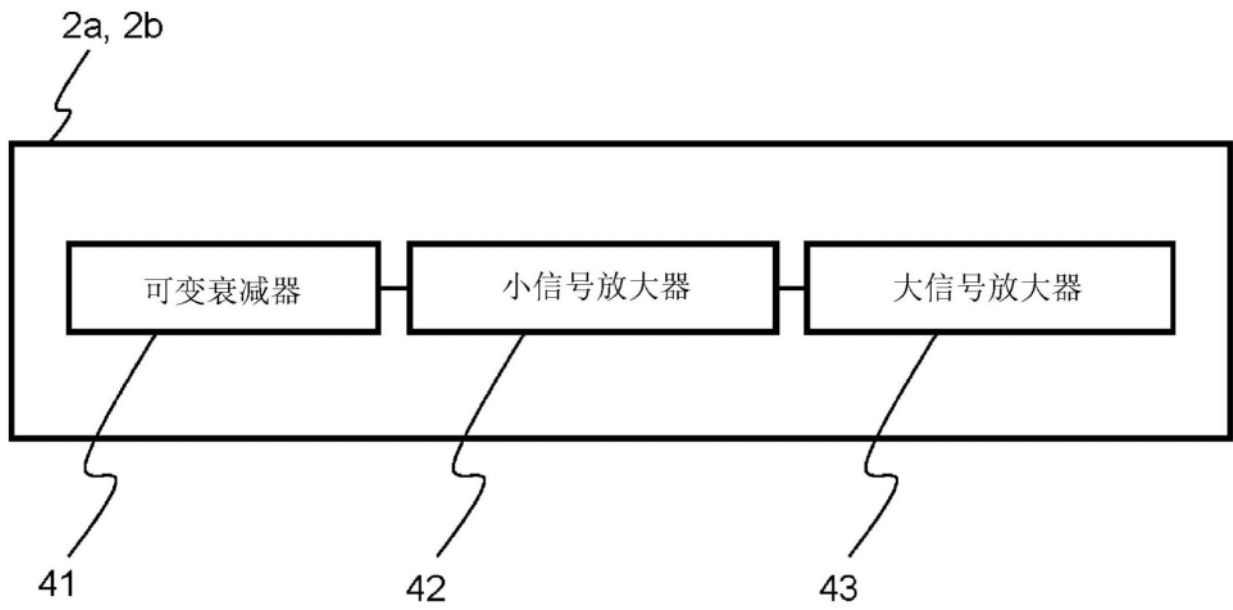


图2

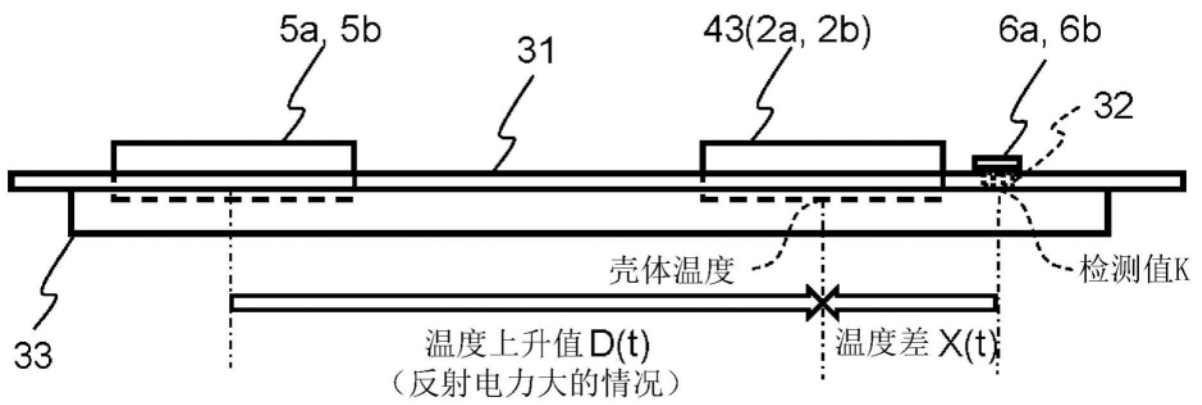
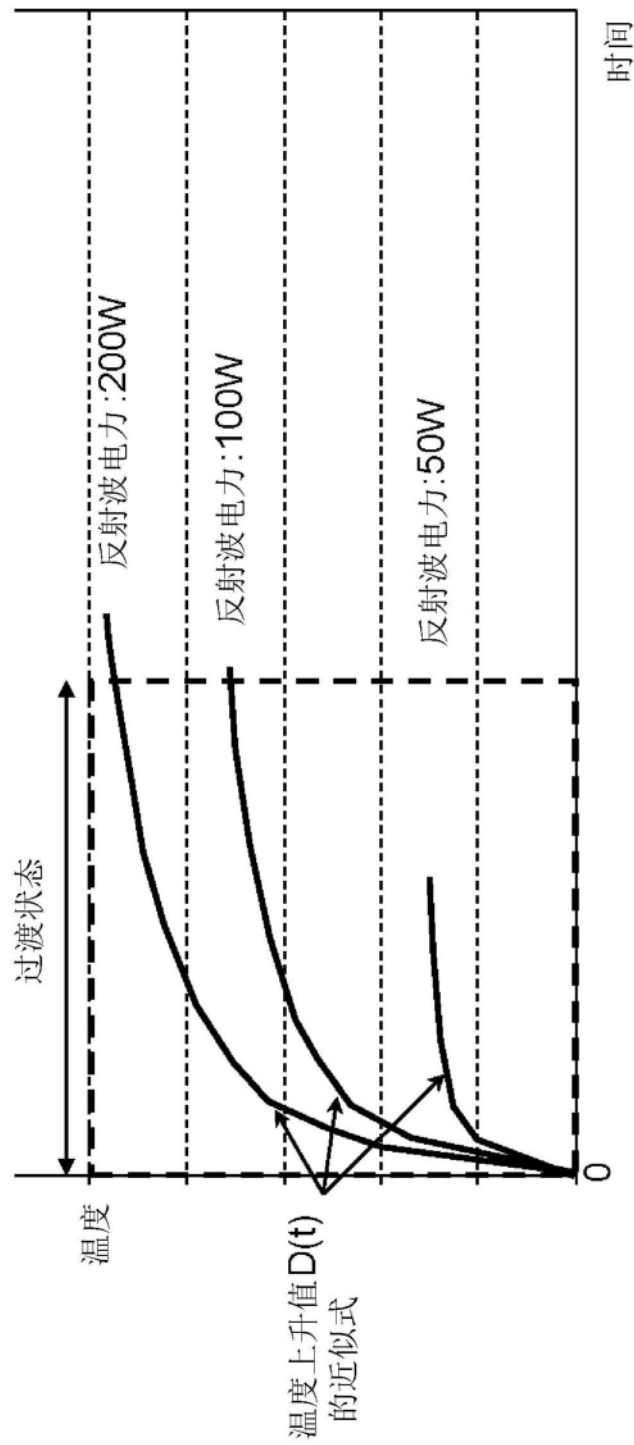


图3



各反射波电力的情况下的温度上升值D(t) 的近似式

图4

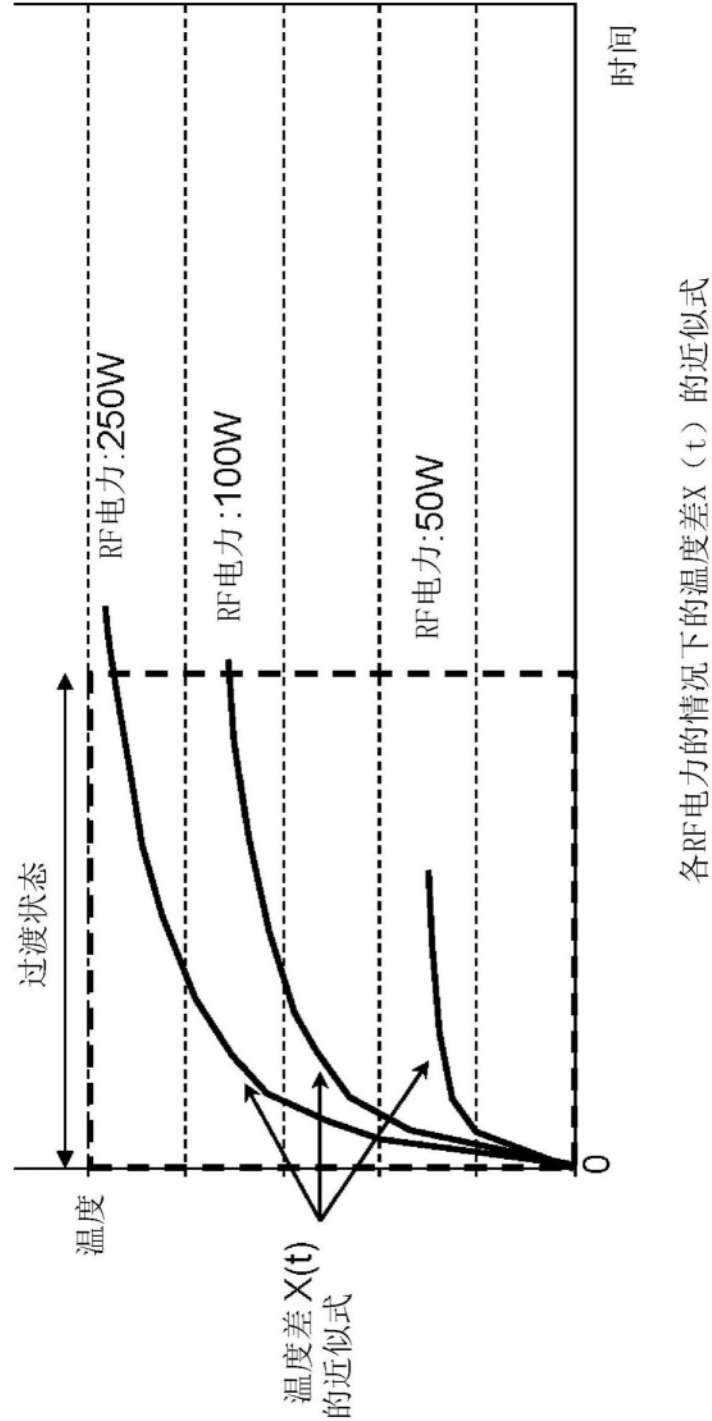
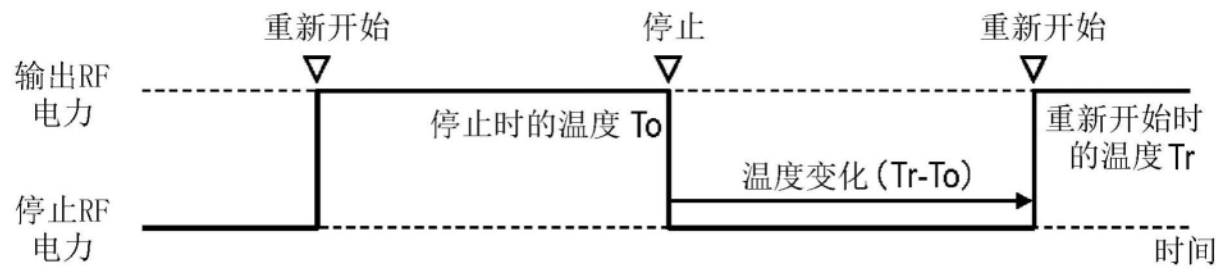
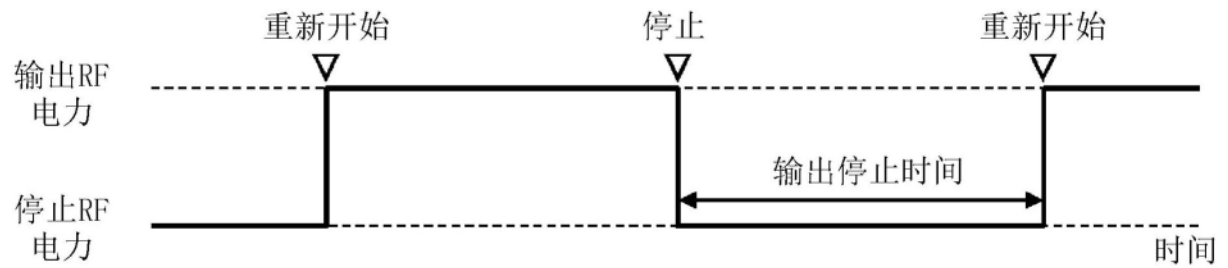


图5



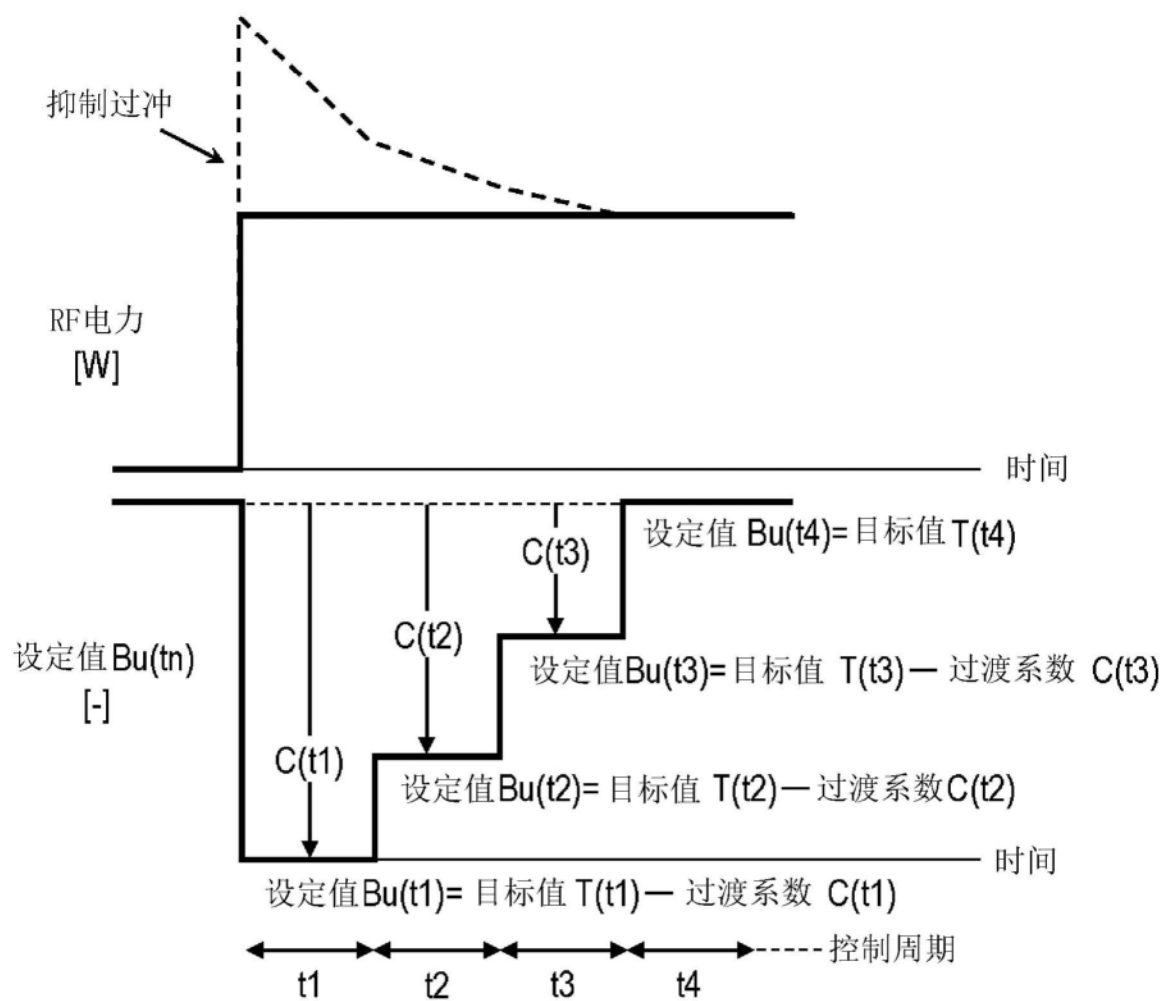
根据温度变化，将RF电力的输出控制
从闭环控制切换为开环控制的情况

图6



根据输出停止时间，将RF电力的输出控制从
闭环控制切换为开环控制的情况

图7



RF电力的输出重新开始后的过渡期中的
RF电力的输出设定值的时间变化

图8

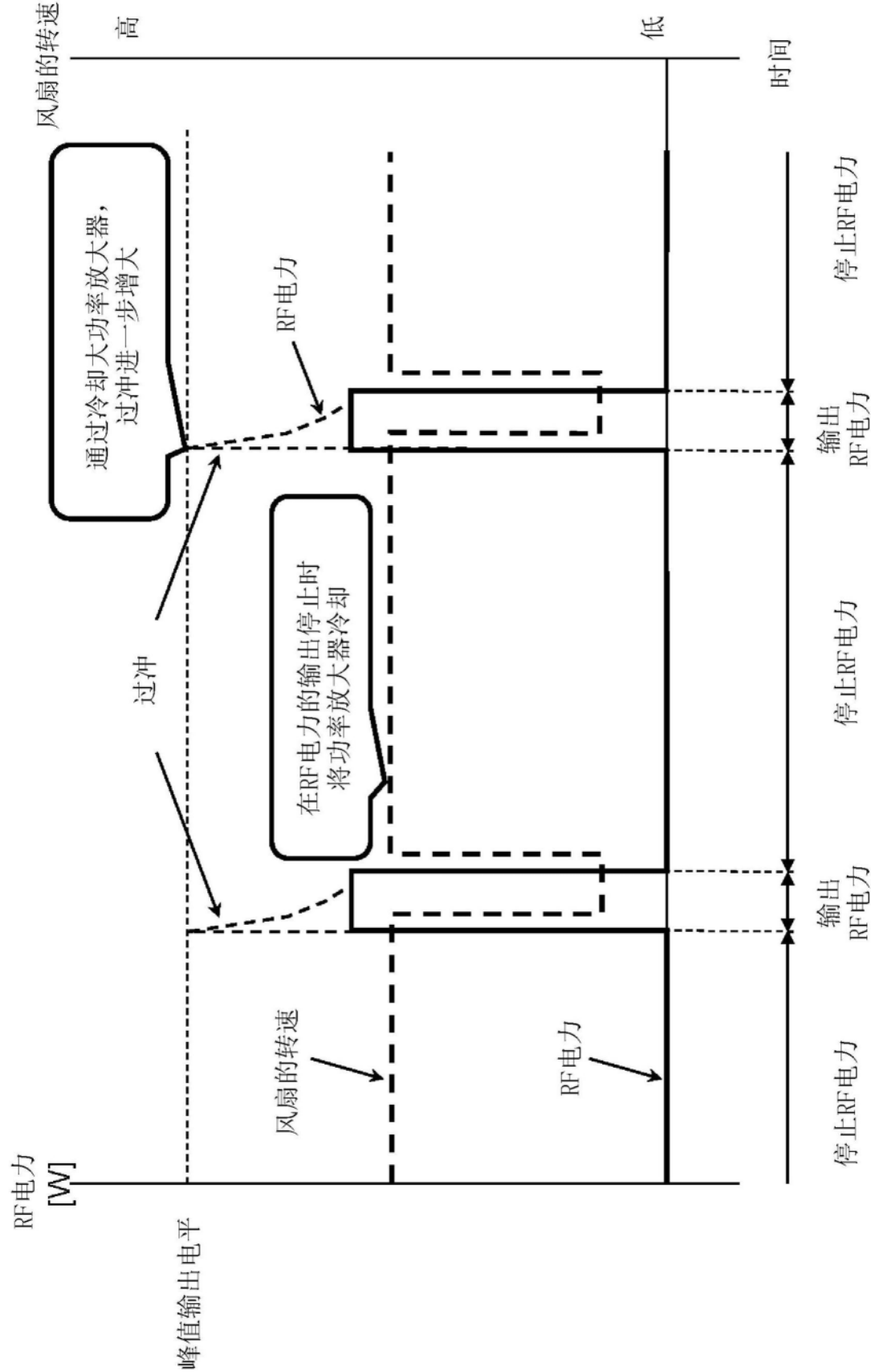


图9

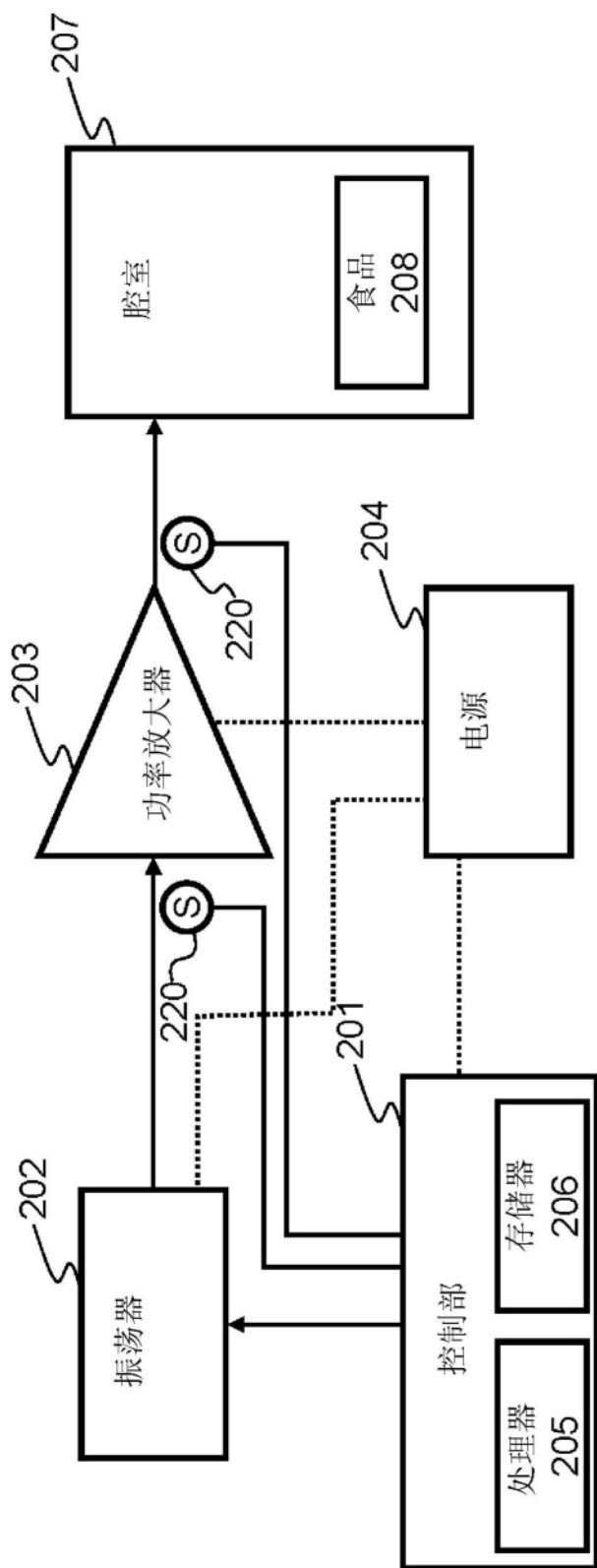


图10

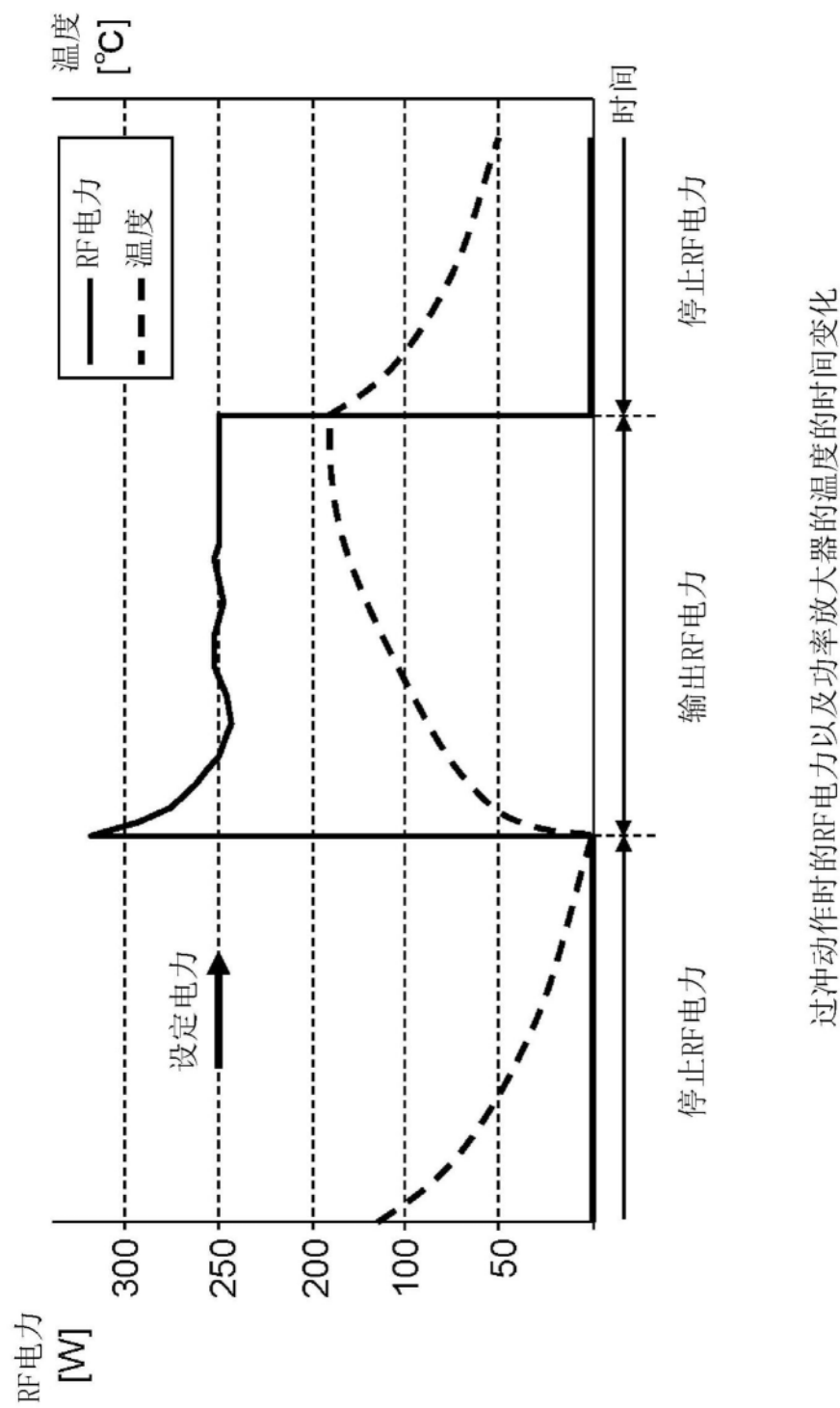


图11

过冲动作时的RF电力以及功率放大器的温度的时间变化