



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103843456 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201280047184. 6

代理人 白云 郑霞

(22) 申请日 2012. 08. 30

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H05B 6/64(2006. 01)

61/529, 361 2011. 08. 31 US

(56) 对比文件

61/612, 961 2012. 03. 19 US

US 4340796 A, 1982. 07. 20,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

审查员 李慧

2014. 03. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/053044 2012. 08. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/033330 EN 2013. 03. 07

(73) 专利权人 高知有限公司

地址 百慕大哈密尔顿

(72) 发明人 莎伦·哈达德 阿夫纳·李伯曼

伊加尔·雅里 尤沃·本-海姆

马克西姆·布瑞森

艾利尔得·西尔科夫 阿米海·朗

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

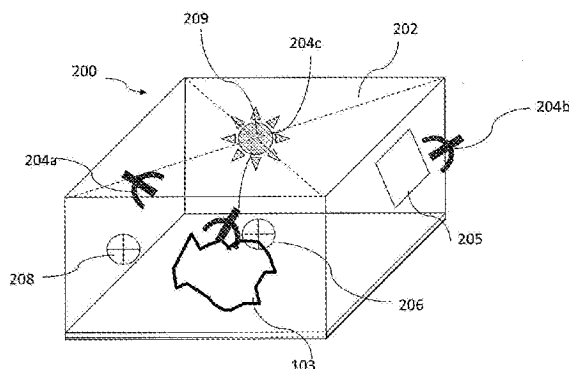
权利要求书2页 说明书32页 附图11页

(54) 发明名称

使用 RF 辐射的物体加工状态感测

(57) 摘要

一种用于在置于能量施加区域中的物体的加工期间施加 RF 能量来检测该物体的加工状态的方法可以包括在加工期间将 RF 能量施加到该物体上。该方法还可以包括接收计算出的 RF 反馈, 该反馈与该物体的一种或多种加工状态相关; 以及在该加工期间监测该计算出的 RF 反馈以检测该物体的一种或多种加工状态。



1. 一种用于在置于腔中的物体的加工期间施加 RF 能量以检测该物体的加工状态的方法,该方法包括:

在加工期间将 RF 能量施加到该物体上;

响应于 RF 能量施加,接收反馈信号,

使用所述反馈信号获得与该物体的一种或多种加工状态相关的计算出的反馈;

在该加工期间监测该计算出的反馈;以及

比较该计算出的反馈与记录到的与示例物体的加工状态相关的反馈,以便检测该物体的加工状态,其中该示例物体代表待被加工的物体,且其中在该示例物体处于该加工状态时,该记录到的反馈在该示例物体的加热期间被记录,

其中响应于该 RF 能量施加而接收到的该反馈信号包括该物体的 EM 能量吸收性的一个指示。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,包括从与一个控制器相关联的一个存储器中接收该计算出的反馈与该物体 (103) 的该加工状态之间的相关性。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,包括从与该物体相关联的一个机器可读元件中接收该计算出的反馈与该物体的该加工状态之间的该相关性。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法,其中加工该物体包括将热量施加到该物体上。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其中施加热量包括通过对流加热、IR 加热或对流加热及 IR 加热两者来加热该物体。

6. 根据权利要求 4 所述的方法,其中施加热量包括施加 RF 能量以加热该物体。

7. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法,其中该一种或多种加工状态与以下中的至少一种相关联:

该物体的一个相位;

该物体的一种物理特性;

该物体的一种化学特性。

8. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法,其中该物体为一种食品并且该一种或多种加工状态包括多种烹饪状态。

9. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法,包括基于该物体的检测出的该一种或多种加工状态控制该物体 (103) 的加工。

10. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法,包括当该一种或多种加工状态达到一个目标值时终止该物体 (103) 的加工。

11. 根据权利要求 1 所述的方法,其中该物体 (103) 的该加工状态对应于该物体的初始条件。

12. 一种用于在置于腔 (102) 中的物体 (103) 的加工期间通过至少一个辐射元件施加 RF 能量以检测该物体 (103) 的加工状态的设备,该设备包括:

一个 RF 能量施加单元 (119),被配置成用于将 RF 能量施加到该物体上以便产生 RF 反馈;以及

一个控制器 (150),被配置成用于:

通过该 RF 能量施加单元引起 RF 能量施加;

响应于该 RF 能量施加来接收反馈信号，

使用所述反馈信号来获得与该物体的一种或多种加工状态相关的计算出的反馈；

在该加工期间监测该计算出的反馈；以及

比较该计算出的反馈与记录到的与示例物体的加工状态相关的反馈，以便检测该物体的该加工状态，其中该示例物体代表待被加工的物体，且其中在该示例物体处于该加工状态时，该记录到的反馈在该示例物体的加热期间被记录，

其中响应于该 RF 能量施加而接收到的该反馈信号包括该物体的 EM 能量吸收性的一个指示。

13. 如权利要求 12 所述的设备，其中该控制器 (150) 进一步被配置成用于引起能量的施加以加工该物体 (103)。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的设备，其中该控制器 (150) 被配置成在加工期间引起对该物体的 RF 能量施加。

15. 根据权利要求 12 或 13 所述的设备，进一步包括被配置成用于检测该反馈信号的一个检测器 (118)，且其中该检测器与包括在该 RF 能量施加单元 (119) 中的辐射元件 (110、111) 相关。

16. 根据权利要求 12 或 13 所述的设备，包括用以施加热量从而加工该物体 (103) 的一个热源 (209、209a、209b)。

17. 如权利要求 16 所述的设备，其中该热源 (209、209a、209b) 包括一个对流加热源、IR 灯或对流加热源和 IR 灯两者。

18. 如权利要求 16 所述的设备，其中该热源包括一个 RF 源 (112)。

19. 根据权利要求 12 或 13 所述的设备，其中该控制器 (150) 被配置成用于基于检测出的加工状态控制该加工。

使用 RF 辐射的物体加工状态感测

[0001] 本申请要求于 2011 年 8 月 31 日提交的美国临时专利申请号 61/529,361 的优先权权益,并且还要求于 2012 年 3 月 19 日提交的美国临时专利申请号 61/612,961 的优先权权益,这两个临时申请全文结合在此。

技术领域

[0002] 本申请涉及一种用于施加电磁能量的装置和方法。更具体地说,但非排他地,所披露的实施例可以涉及一种用于在射频范围中施加电磁能量来确定或检测正被加工的物体的加工状态的装置和方法。

背景技术

[0003] 电磁(EM)波已经被用于各种应用中以将能量供应给物体。例如在射频(RF)辐射的情况下,RF 能量可以使用磁控管来供应,该磁控管典型地被调谐到一个单一频率以便仅在该频率供应 RF 能量。用于供应 RF 能量的常用装置的示例为微波炉。典型的微波炉在或在约 2.45GHz 的一个单一频率下供应 RF 能量。其他设备已经被用于加工物体。例如,常规的烤箱可以用于烹饪、加热以及干燥物体。其他加工设备可以用于化学生产、产品制造、材料制造等领域。在这些领域或设备中的每一者中,可能存在监测一个或多个过程的进展的需要。

[0004] 本披露的几个示例性方面的概述

[0005] 本发明的一些示例性方面可以针对用于施加 RF 能量来检测并且感测放置在一个能量施加区域中待加工(例如,待加热)的一个物体的一种或多种加工状态的方法和设备。物体可以通过施加多种类型的能量而被加工,例如对流加热、红外(IR)辐射(加热)等。除了施加对流和 / 或 IR 加热之外,也可以施加 RF 能量以与 IR 和 / 或对流加热同时或替代 IR 和 / 或对流加热加工物体。任选地,RF 能量可以在 IR 和 / 或对流加热之前和 / 或之后施加。在加工期间物体可能发生的变化可以被称为物体的一种加工状态。一个物体的多种加工状态的一些示例可以包括:该物体的物理特性(例如,温度、压力、流率,相位等)、该物体的化学特性(例如,pH、化学成分等),并且如果物体为一种食品,那么一个物体的加工状态可以包括:该物体的烹饪和 / 或煮熟状态(例如,解冻、发酵、完全烘焙 / 烹熟等)。在加工期间物体的变化可以影响介电行为以及该物体对 RF 能量施加的响应。任选地响应于一次 RF 能量施加,从能量施加区域接收的一个或多个 RF 反馈可能与物体的一种或多种加工状态相关。RF 反馈可以在物体的加工期间被监测以便检测物体的一种或多种加工状态。

[0006] 在一些实施例中,用于施加 RF 能量来检测一个物体的一种或多种加工状态的一种设备可以被提供为一个附加装置,该装置可以被安装在一个加工设备中(例如,它可以被安装在烹饪烤箱中,例如:常规的微波(MW)炉、通过对流进行操作的一个烹饪烤箱,或用于将热量施加到一个物体上的任何其他装置;并且可以指示物体的烹饪状态)。该附加装置可以在加工设备的制造场所进行安装或可以在一个稍后的阶段(例如,在购买之后)进行安装。在一些实施例中,用于检测一个物体的一种或多种加工状态的一个附加装置可以配备

有一个或多个辐射元件。可替代地或另外地,该装置可以连接到安装在加工设备中的一个或多个辐射元件或传感器上并且可以使用元件或传感器来接收 RF 反馈。

[0007] 一些另外的实施例可以包括用于施加 RF 能量以在一种食品的烹饪期间检测置于一个能量施加区域中的该食品的一个烹饪状态的一种设备和方法。在烹饪期间,RF 能量可以被施加到该食品上。烹饪该食品可以在一个烹饪设备中执行,该烹饪设备诸如:一个烹饪烤箱、一个炉子、使用一个 IR 灯来加热的一个烤箱、一个煎锅、一个 RF 烤箱(例如,一个微波炉)或包括其烹饪设备中的两者或更多者的一个设备。RF 反馈可以(例如,通过一个控制器)从能量施加区域被接收。RF 反馈可能与食品的一种或多种加工状态相关,例如,温度(例如,该项目是冷冻还是解冻、烘焙)、煮熟的程度、水分常数、烹饪状态(发酵、煮熟、烘焙等)。RF 反馈可以在烹饪过程期间被监测以便任选地基于相关性检测食品的加工状态。在一些实施例中,一个计算出的 RF 反馈(下文将进行论述)可以在烹饪过程期间被监测,以便任选地基于该计算出的 RF 反馈与食品的加工状态之间的相关性来检测食品的加工状态。在一些实施例中,控制器可以根据接收到的 RF 反馈计算计算出的 RF 反馈。

[0008] 一些示例性实施例可以包括用于施加 RF 能量以在一个物体的加工期间检测置于一个能量施加区域中的该物体的一种加工状态的一种设备和方法。在加工期间,RF 能量可以在多个激励设置(例如,如下文所论述的频率、相位、振幅)处被施加到物体上。与物体的一种或多种加工状态相关的 RF 反馈或一个计算出的 RF 反馈可以被接收。在物体的加工期间,RF 反馈或计算出的 RF 反馈可以被监测以便任选地基于相关性检测物体的加工状态。

[0009] 在一些实施例中,RF 反馈可以包括一个计算出的 RF 反馈。计算出的 RF 反馈可以使用对从能量施加区域接收的一个原始 RF 反馈进行的数学运算来计算。用于施加 RF 能量来检测置于一个能量施加区域中的一个物体的一种加工状态的一种方法和设备可以包括在加工期间将 RF 能量施加到该物体上。响应于 RF 能量施加,原始 RF 反馈可以(例如,通过一个控制器)任选地从被配置成用于接收 RF 信号的一个检测器中接收。一个计算出的 RF 反馈可以基于与原始 RF 反馈参数(例如,S 参数、在一个或多个频率处的 DR 值等)相关联的至少两个值进行计算。计算出的 RF 反馈可以与物体的一种或多种加工状态相关。计算出的 RF 反馈可以在加工期间被监测以便检测物体的一种或多种加工状态。

[0010] 本发明的一些示例性实施例披露了用于确定一个物体的一种加工状态与 RF 反馈之间的相关性的一种方法和设备。确定相关性可以在物体的加工期间进行。对物体的一种或多种加工状态的一个指示可以在物体的加工期间被接收。该指示可以从至少一个传感器中接收和/或由一个用户检查并且从一个用户界面中接收。RF 能量可以被施加到一个能量施加区域中并且在物体的加工期间 RF 反馈可以从该能量施加区域中接收(响应于 RF 能量施加)。RF 反馈与物体的一种或多种加工状态之间的相关性可以(通过一个控制器)被确定。

[0011] 一些其他示例性方法和设备可以包括施加 RF 能量以在一个物体的加工期间检测置于一个能量施加区域中的该物体的一种加工状态。在加工期间,任选地使用包括至少一个辐射元件的一个 RF 能量施加单元,RF 能量可以被施加到物体上,该 RF 能量施加单元被配置成用于将能量施加到物体上以便产生 RF 反馈。与物体的一种或多种加工状态相关的一个计算出的 RF 反馈可以通过至少一个控制器接收。控制器可以进一步被配置成用于在加工期间监测计算出的 RF 反馈以检测物体的一种或多种加工状态。任选地,计算出的 RF 反

馈可以包括对两个或更多个 RF 反馈的直接可测量值的数学运算的一个或多个结果。

[0012] 在一些实施例中,该方法(通过控制器执行)可以进一步包括接收计算出的 RF 反馈与物体的加工状态之间的相关性。相关性可以被用于检测物体的一种或多种加工状态。计算出的 RF 反馈与物体的加工状态之间的相关性可以从与一个控制器相关联的一个存储器中接收。控制器可以进一步被配置成用于在加工期间使 RF 能量施加到物体上。另外地或可替代地,计算出的 RF 反馈与物体的加工状态之间的相关性可以从与该物体相关联的一个机器可读元件中接收并且可以进一步被用于确定该物体的一种或多种加工状态。

[0013] 在一些实施例中,加工物体可以包括将热量从一个热源施加到该物体上。控制器可以引起和 / 或控制热量施加。施加热量可以包括使用对流热源加热物体。可替代地或另外地,热量可以通过 IR 加热进行施加。在一些实施例中,任选地除其他热源(例如,IR、对流等)之外,RF 能量也可以从一个 RF 源被施加到物体上以便加热该物体。控制器可以被配置成用于引起 RF 能量在多个激励设置处的施加。控制器可以控制用以在一个第一功率电平下加热物体的 RF 能量的施加并且控制用以在一个第二功率电平下接收计算出的 RF 反馈的 RF 能量的施加,这样该第一功率电平高于该第二功率电平。任选地,施加 RF 能量以在每激励设置的一个第一平均能量量值下加热物体,并且在每激励设置的一个第二平均能量量值下接收计算出的 RF 反馈,这样每激励设置的第一平均能量量值高于每激励设置的第二平均能量量值。

[0014] 在一些实施例中,物体的加工状态可以与物体的相位相关联以及 / 或者与物体的相位和 / 或物体的物理特性和 / 或物体的化学特性相关联。在物体为一种食品的情况下,一种或多种加工状态包括烹饪状态,例如,煮熟的程度。

[0015] 在一些实施例中,控制器可以基于物体的一个或多个检测出的加工状态进一步控制该物体的加工。当一种或多种加工状态达到一个目标值时,控制器可以进一步终止物体的加工。

[0016] 在一些实施例中,计算出的 RF 反馈可以从至少一个检测器中接收,该检测器被配置成用于检测该计算出的 RF 反馈。另外地或可替代地,至少一个检测器可以被配置成用于检测 RF 反馈,并且计算出的 RF 反馈可以通过至少一个控制器基于该 RF 反馈的一个或多个值进行计算。在一些实施例中,检测器可以与辐射元件相关联。计算出的 RF 反馈可以包括物体的 EM 能量吸收性的一个指示。控制器可以从一个 RF 反馈的一个或多个值中计算计算出的 RF 反馈。任选地,接收到的计算出的 RF 反馈可以包括对反射能量、耦合能量、入射能量、S 参数或输入阻抗中的至少两者的数学运算。

[0017] 本发明的一些实施例可以包括一个显示器并且其中至少一个控制器被配置成用于将一种或多种加工状态的表示显示在该显示器上。显示器可以包括被配置成用于显示一种或多种加工状态的一个视觉表示的一个视觉显示器。另外地或可替代地,显示器可以包括被配置成用于提供一种或多种加工状态的一个音频表示的一个音频部件。

[0018] 在一些实施例中,该设备可以进一步包括被配置成用于接收信息的一个界面。接收到的信息可以包括物体的加工状态的一个指示。另外地或可替代地,该信息可以包括至少一个能量施加协议。在一些实施例中,信息可以被记录在一个机器可读元件上并且界面可以被配置成用于从该机器可读元件中读取信息。

[0019] 本发明的一些其他方面可以涉及包括一个数据存储部分的一个机器可读元件,该

数据存储部分包括计算出的 RF 反馈的一个或多个存储值,这些存储值分别指示物体的一种加工状态。任选地,一个或多个存储值可以包括指示物体的 EM 能量吸收性指标的多个值。

[0020] 本发明的一些示例性实施例可以包括用于加工置于能量施加区域中的物体的一种方法。该方法可以包括施加 RF 能量以接收计算出的 RF 反馈;在加工期间监测计算出的 RF 反馈,其中计算出的 RF 反馈与物体的一种或多种加工状态相关;以及当计算出的 RF 反馈达到一个目标值时,终止物体的加工。加工物体可以包括施加热量(例如,通过对流加热或 IR 加热)以加热该物体。

[0021] 本发明的一些方面可以涉及一种机器可读元件,该机器可读元件包括指示用于至少一个控制器的指令的数据以在一个能量施加区域控制与该机器可读元件相关联的一个物体的加工,这些指令可以被配置成用于使至少一个控制器:根据一个第一协议并且在从能量施加区域接收到的 RF 反馈满足一个标准之前的一个第一时间段期间将能量施加到该能量施加区域;以及根据一个第二协议并且在从能量施加区域接收到的 RF 反馈满足该标准之后的一个第二时间段期间将能量施加到该能量施加区域。

[0022] 在一些实施例中,施加能量可以包括通过至少一个辐射元件施加 RF 能量。另外地或可替代地,施加能量可以包括施加 IR 能量和 / 或施加对流加热。

[0023] 在一些实施例中,从能量施加区域中接收到的 RF 反馈可以提供物体的 EM 能量吸收性的一个指示。

[0024] 在一些实施例中,指示指令的数据可以包括该标准;任选地该标准可以包括 RF 反馈的一个阈值。另外地或可替代地,指示指令的数据可以包括第一协议和第二协议中的至少一者。在一些实施例中,数据可以包括物体的一个身份并且任选地这些指令可以进一步被配置成用于使至少一个控制器根据该物体的身份选择第一协议。可替代地,这些指令可以被配置成用于使至少一个控制器根据所接收的 RF 反馈选择第一协议。

[0025] 在一些实施例中,指令可以进一步被配置成用于使至少一个控制器根据物体的一个初始加工状态选择第一协议。任选地,这些指令可以被配置成用于使至少一个控制器基于从能量施加区域中接收到的 RF 反馈来确定物体的初始加工状态。

[0026] 在一些实施例中,第二协议包括终止 EM 能量施加。任选地,第一协议和第二协议中的至少一者可以包括从多个激励设置中选择一个或多个激励设置,并且在选定的一个或多个激励设置和 / 或用于施加 RF 能量的参数下施加 RF 能量。在一些实施例中,第一协议和第二协议中的至少一者为一个默认协议并且其中指示指令的数据可以包括用以使用该默认协议的一个指令。

[0027] 在一些实施例中,RF 反馈与在 EM 能量施加期间变化的物体的一种加工状态相关。任选地,在 EM 能量施加期间变化的物体的加工状态由以下几者中的一者或多者来指示:温度、水分、湿度、压力、化学成分、体积、重量、颜色、煮熟程度、密度、味道或松脆性。

[0028] 本发明的一些另外的方面可以涉及用于对用于加工位于一个能量施加区域中的一个物体的能量施加进行控制的一种方法和一种设备。一个控制器可以引起在从能量施加区域接收到的一个 RF 反馈可以满足一个标准之前的一个第一时间段期间,根据一个第一协议对能量施加区域的能量施加,并且随后引起在从存在物体的能量施加区域接收到的一个 RF 反馈满足该标准之后的一个第二时间段期间,根据一个第二协议的能量施加。任选

地,该标准可以包括 RF 反馈的一个阈值。

[0029] 在一些实施例中,指示用于加工物体的指令的数据可以从与该物体相关联的一个机器可读元件中读取,并且控制器可以根据这些指令进一步控制能量施加。在一些实施例中,指令可以包括第一协议和第二协议中的至少一者。第一协议和第二协议中的至少一者可以包括从多个激励设置中选择至少一个激励设置,并且在所选定的至少一个激励设置处施加 RF 能量。另外地或可替代地,第一协议和第二协议中的至少一者可以包括用于在多个激励设置处施加 RF 能量的多个参数。在一些实施例中,第一协议和第二协议中的至少一者可以作为一个默认协议并且其中指示指令的数据可以包括用以使用该默认方案的一个指令。

[0030] 在一些实施例中,标准可以从机器可读元件中读取。

[0031] 一些实施例可以进一步包括使从机器可读元件中读取的数据与存储在一个存储器中的信息相关联。任选地,存储器通过一个通信网络是可访问的。

[0032] 在一些实施例中,RF 反馈包括指示由物体可吸收的 EM 能量的一个值。

[0033] 在一些实施例中,能量施加可以包括施加 RF 能量。另外地或可替代地,施加能量可以包括以下项中的至少一者:施加 IR 能量或施加对流加热。

[0034] 在一些实施例中,物体的一个初始加工状态可以基于从能量施加区域中接收的 RF 反馈来确定。另外地,第一协议可以基于物体的确定初始加工状态来选定。可替代地,物体的初始加工状态可以基于从机器可读元件中读取的数据来确定。

[0035] 在一些实施例中,第二协议可以包括终止能量施加。

[0036] 一些实施例可以包括识别物体。任选地,第一协议可以根据物体的身份来选定。

[0037] 在一些实施例中,在 EM 能量施加期间变化的物体的一种加工状态可以与 RF 反馈相关。在 EM 能量施加期间变化的物体的加工状态可以由以下项中的一者或多者来指示:温度、水分、湿度、压力、化学成分、体积、重量、颜色、煮熟程度、密度、味道或松脆性。

[0038] 本发明的一些其他实施例可以涉及一种机器可读元件,该机器可读元件将与在一个能量施加区域中待加工的一个物体相关联,其中该机器可读元件可以包括指示一个标准的数据,该标准用于通过至少一个辐射元件将 RF 能量施加从一个第一协议改变到一个第二协议。任选地,当与从能量施加区域中接收的 RF 反馈相关联的一个值超过一个阈值时,标准可以被满足。

[0039] 接下来的附图和详细说明包含与本发明一致的许多替代的示例。所披露的每一个特征的概述超出了此概述部分的目的。为了本发明的示例性方面的更加详细的描述,应该参考通过引用结合到此概述中的附图、详细说明,以及权利要求书。

[0040] 附图简要说明

[0041] 图 1A 和 1B 包括根据本发明的一些示例性实施例的用于将 RF 能量施加到一个物体上的示例性设备的图解表示;

[0042] 图 2A 到 2B 包括根据本发明的一些示例性实施例的谐振腔的图解表示;

[0043] 图 3A 和 3B 包括根据本发明的一些实施例的用于基于 RF 反馈对向一个能量施加区域的能量施加进行控制的两种方法的流程图;

[0044] 图 3C 包括根据本发明的一些实施例的用于使一个物体的一种加工状态与 RF 反馈相关并且用 RF 反馈记录该物体的该加工状态的一种方法的流程图;

[0045] 图 4 包括根据本发明的一些实施例的用于基于一个标准控制用以加工一个物体

的能量施加的一种方法的流程图；

[0046] 图 5 包括根据本发明的一些实施例的在用于使 RF 反馈(平均 DR)与一个香草蛋糕的烹饪状态相关的一个烹饪实验中所获得的结果的图形表示；

[0047] 图 6A 呈现了根据本发明的一些实施例的来自比萨饼解冻和烘焙实验的结果；

[0048] 图 6B 表示根据本发明的一些实施例的用于一个解冻实验中的一个解冻协议；

[0049] 图 6C 表示根据本发明的一些实施例的用于一个烘焙实验中的一个烘焙协议；

[0050] 图 7 呈现了根据本发明的一些实施例的来自比萨饼烘焙实验的结果；以及

[0051] 图 8A 和 8B 是根据本发明的一些实施例的可记录元件的表示。

[0052] 详细说明

[0053] 现将详细参考本发明的示例性实施例，其示例被图示在附图中。当适当时，在整个附图中相同的参考标号被用来指代相同或相似的零件。

[0054] 在一个方面，所披露的实施例可以涉及用于施加 EM 能量的设备和方法。本文中所使用的术语“EM 能量”包括在所有或部分 EM 频谱中通过 EM 辐射可传递的能量，该 EM 频谱包括但不限于，射频(RF)、红外线(IR)、近红外线、可见光、紫外线等。在一个特定示例中，所施加的 EM 能量可以包括具有在 100km 到 1mm 的自由空间中的一个波长的 RF 能量，该波长分别对应于一个 3KHz 到 300GHz 的频率。在一些其他示例中，所施加的 EM 能量可以落在 500MHz 到 1500MHz 之间或 700MHz 到 1200MHz 之间或 800MHz 到 1GHz 之间的频带内。将能量施加在 EM 频谱的 RF 部分中在此被称为施加 RF 能量。例如，微波和超高频(UHF)能量都在 RF 范围内。在一些其他示例中，所施加的 EM 能量可以仅落在一个或多个工业、科学和医用(ISM)频带内，例如在 433.05MHz 与 434.79MHz 之间、在 902MHz 与 928MHz 之间、在 2400MHz 与 2500MHz 之间，和 / 或在 5725MHz 与 5875MHz 之间。尽管在此结合 RF 能量的施加描述示例，但这些描述仅提供用以说明本发明的几个示例性原理，且并不意欲将本发明限制到 EM 频谱的任何特定部分。

[0055] 本发明的一些实施例可以涉及用于任选地通过将热量从一个热源施加到物体上来加工物体的设备和方法。可以施加热量以解冻一个冷冻物体、以烹饪或烘焙一种食品、以加速一个化学反应、以干燥物体(例如，衣服)、以烧结零件(例如，粉末零件)，以固化聚合物等。热量可以通过一个对流热源来施加，该对流热源包括(例如)一个加热元件，诸如一个灯丝。另外地或可替代地，热量可以从一个 IR 源施加，例如，一个 IR 灯。任选地，热量可以从被配置成用于供应 RF 能量的一个 RF 源施加，例如，一个磁控管或一个固态功率放大器。在一些实施例中，两种或更多种类型的热源可以用于加工物体。两种或更多种类型的热源可以同时或按顺序或以这两种方式施加。例如，RF 能量和对流加热可以在部分或所有的时间内同时施加，在该时间内，施加能量以加工物体。在一些实施例中，不同的能量源可以交替或连续地施加。该施加不限于任何特定的热源。

[0056] 在一些实施例中，在一个物体的加工之前、期间和 / 或之后，可以施加 RF 能量以感测(也即，检测、监测等)该物体的一种或多种加工状态。在一些实施例中，加工状态可以通过监测 RF 反馈来感测(检测)。RF 反馈可以响应于 RF 能量施加而被接收。用于感测一个物体的一种或多种加工状态的 RF 能量施加设备被图解呈现在图 1A 和 1B 中。在一些实施例中，RF 能量可以在加工之前被施加到物体 103 上，以便检测并且确定物体 103 的初始状态。(例如)RF 能量可以在加工期间被施加到物体 103 上，以便监测由于该物体的加工(例如，加

热)而发生的物体的变化。此类变化的一些示例可以包括相位变化(例如,一个冷冻物体的解冻)、由于一种反应物溶液中的一个反应的进展而导致的pH变化、由于固化而导致的聚合物的聚合、蛋白质的变性(例如,在基于蛋的菜肴和糕点的烹饪以及肉的烹饪中)、不同的烹饪状态(例如,生面团的烘焙)等。那些变化可以与物体的一种或多种加工状态相关联。(例如)RF能量还可以在临近加工结束或在加工结束时被施加,以便确定该过程是否应该被终止。

[0057] 在一些实施例中,可以施加RF能量(例如,在设备100中)以使物体103的一种加工状态(例如,通过至少一种加工状态指示器指示)与在物体的加工期间从一个能量施加区域中接收的RF反馈相关。一种加工状态指示器可以包括被配置成用于将关于物体的加工状态的信息传送给控制器的任何机构。例如,加工状态指示器可以包括或为一个或多个传感器,例如,一个温度传感器、一个湿度传感器等,这些传感器被配置成用于感测指示物体的加工状态的一个或多个条件、属性等。另外地或可替代地,加工状态指示器可以包括或为一个用户界面,该用户界面被配置成用于从一个用户接收物体的加工状态的指示并且将此指示传送给控制器。

[0058] 加工状态的指示可以通过在能量施加区域中提供的一个或多个传感器而被感测或可以由一个用户通过一个界面提供。一种加工状态的指示可以包括在一个物体的加工之前、期间或之后以物体的定量(例如,温度、压力等)或非定量(例如,颜色、煮熟的程度、味道、烹饪状态等)形式对该物体的一个物理或化学特性的任何测量。加工状态的指示可以通过一个传感器(例如,传感器140)进行测量(感测)或可以通过一个用户的检查来确定。设备100可以进一步包括一个第一用户界面(例如,界面160),该界面被配置成用于从一个用户处接收物体的加工状态的一个指示。指示物体的加工状态的定量变量的一些示例可以包括:温度、湿度、压力、流速、pH、化学成分、密度、重量、体积等。指示加工状态的非定量可测量变量的一些示例可以包括:颜色、味道、烹饪状态、煮熟程度等。此处使用的烹饪状态可以指代在食品的任何形式的烹饪/加工(例如,烘烤、烘焙、煮沸、蒸煮、烧烤、慢烹、解冻、烤成褐色、生面团发面等)期间,关于一种食品可能出现的所希望的或不希望的一个物体的任何可能状态。烹饪状态的一些示例可以包括:生面团的烘焙结束、肉的慢烹或淀粉质蔬菜的烹饪中的软化阶段的开始和结束、酵母生面团的发面过程结束、不同烘焙产品的烤成褐色过程结束、不同肉的煮熟的程度,或任何其他类型的烹饪过程的程度等。

[0059] 感测(也即,检测、监测等)一个物体的一个或多个工艺状态可以通过将RF能量施加到一个能量施加区域(例如,区域102)中来执行,以便从该物体中接收RF反馈。RF反馈可以与物体的一种或多种加工状态相关。用于使RF反馈与物体的一种或多种加工状态相关的方法330参考图3C进行描述。相关性可以被记录(例如)在与设备100相关联的一个存储器(例如,与控制器150相关联的一个存储器)上或被记录在一个机器可读元件(例如,一个条形码)上。

[0060] 此处所使用的RF反馈可以包括任何接收到的RF信号或基于一个或多个接收到的RF信号计算出的任何值,该RF反馈可以指示谐振腔和/或物体对在谐振腔中激励的EM场的介电响应。RF反馈可以为激励设置相关的并且可以包括(例如)随着不同激励设置变化的值。RF反馈可以包括原始RF反馈和计算出的RF反馈。原始RF反馈可以包括直接可测量参数,例如,输入和输出功率电平;场强;网络参数,例如,谐振腔的散射(S)参数、导纳(Y)

参数、反射和传输系数、阻抗等。计算出的 RF 反馈可以包括对两个或更多个直接可测量参数或值的任何数学运算的一个结果,例如,直接可测量参数之间的总和、乘积、比,和 / 或差值,直接可测量参数的或计算出的参数的耗散率值(DR)(如下文所论述)、平均数(例如,时间平均和 / 或激励设置平均);直接可测量参数的或计算出的参数的导数(例如,时间导数和 / 或激励设置导数)等。激励设置的概念在下文被概括论述。

[0061] 在一些实施例中, RF 反馈可以响应于 RF 能量(也即,在 RF 范围中的 EM 能量)施加。RF 能量可以被施加到至少部分被一个物体占据的一个能量施加区域。被施加以接收 RF 反馈的 RF 能量可以具有相对较低的能量量值,例如,具有一个低功率电平。此处所使用的低能量量值可以指代导致一个物体的极少加工或无加工,或者另外地,太低以至于不能提供一个所希望的加工程度的能量量值。例如,在一些实施例中,一个低能量量值可能不足以引起物体的至少一个可检测加工状态的变化(或一定程度的变化)。在一些实施例中,施加 RF 能量以加工(例如,加热)物体可以在每激励设置一个第一平均能量量值处进行并且施加 RF 能量以接收 RF 反馈可以在每激励设置一个第二平均能量量值处进行,并且每激励设置第一平均能量量值高于每激励设置第二平均能量量值。

[0062] RF 反馈可以包括响应于 RF 能量施加通过放置在能量施加区域中或其周围的检测器(例如,检测器 118, 118a, 128, 138)或传感器(例如,传感器 140)接收的信号。信号可以包括与 RF 能量施加相关联的任何或所有直接可测量参数。能量可以被供应给至少一个辐射元件(例如,图 1A 和 1B 中图示的元件 110),并且响应于 RF 能量的施加,能量可以从 能量施加区域被反射回到发射辐射元件。另外地或可替代地,能量可以被耦合到其他辐射元件上(例如,图 1A 中图示的元件 111 和图 1B 中图示的元件 120 和 130)。可以响应于 RF 能量施加而被接收的 RF 反馈的各种示例在下文进行论述。

[0063] 在一些实施例中,物体的加工(例如,通过将能量施加到物体)可以基于所接收的 RF 反馈和 / 或检测出的加工状态而进行控制。例如,能量量值(例如,一个常规烹饪烤箱的温度或一个微波炉中的功率电平)或能量施加的持续时间(例如,能量施加的时间的长度)可以基于所接收的 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)被确定。在一个示例性实施例中,计算出的 RF 反馈可以在一个常规烤箱中的热量的施加期间(例如,在烘焙期间)被监测。计算出的 RF 反馈可以在以一个第一温度(例如,180℃)加热食品期间被监测,直到计算出的 RF 反馈指示食品已经被烹熟到一定的程度为止,在这之后,热量施加可以被终止。

[0064] 在一些实施例中,一个协议可以基于一个 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)来确定,在该协议中,能量被施加以加工物体。此处所使用的一个协议可以包括控制能量施加的参数中的一者或多者,例如,在一次对流加热中加热的温度和持续时间(例如:在温度 T_1 下加热 S_1 秒,接着在温度 T_2 下加热 S_2 秒等)、IR 加热的功率和时间。当 RF 能量被施加以加工物体时,协议可以包括:设置 RF 能级(例如,功率电平和 / 或持续时间)和 / 或从多个激励设置中选择一个或多个激励设置,并且在选定的激励设置、根据 RF 反馈而变化的一个或多个能量施加的规则下施加 RF 能量等。可以使用一个第一协议施加能量以加工一个物体(例如,温度和时间可以被设置以烹饪一种食品)。RF 反馈可以在能量施加期间被监测,直到一个或多个 RF 反馈值达到指示物体的一个第一加工状态(例如,食品被烹熟)的一个阈值(也即,一个第一标准)为止。在 RF 反馈值达到阈值之后,一个第二协议可以通过在较短的一段时间内使温度升高(例如,到 220℃)以将食品烤成褐色来施加。当被监测的 RF 反馈指示出

加工的一个或多个状态(例如,一个第二状态)已经达到一个目标值或一个第二标准(例如,一个所希望的温度、或一个所希望的煮熟程度,或一个目标 pH 等)时,加工(例如,加热)可以被终止(也即,一个第三协议)。图 3A 和图 3B 中披露了用于基于 RF 反馈对向一个物体的能量施加进行控制的示例性方法 300 和 310,并且图 4 中披露了用于基于一个标准控制 RF 能量施加的示例性方法 400。

[0065] 在某些实施例中,RF 能量可以被施加(例如,以感测一个物体的至少一种加工状态)在一个能量施加区域中。例如,RF 能量可以被施加到能量施加区域中,诸如图 1A 和 1B 图示的能量施加区域 102。如上文所指出,其他能量类型(例如,对流和 / 或 IR)可以被施加到该区域以便加工物体。能量施加区域 102 可以包括任何谐振腔、空隙、位置、片区、或区域,其中可以施加能量以加工物体。在一些实施例中,RF 能量可以被施加以感测和 / 或检测物体的一种加工状态。区域可以为中空的、或可以用液体、固体、气体,或其组合填充或部分填充。仅作为举例,能量施加区域 102 可以包括允许 EM 波的存在、传播、和 / 或共振的一个外壳的内部、一个部分外壳的内部、开放空间、固体、或部分固体。区域 102 可以包括一个传送带或一个旋转板。在一些实施例中,区域 102 可以包括或为一个谐振腔(例如:如图 2A 中图示的示例性谐振腔 200)。

[0066] 在某些实施例中,EM 能量可以被施加以感测并且检测放置在能量施加区域(例如,能量施加区域 102)中的一个物体(例如,图 1A 中的物体 103)的一种加工状态。如果一个物体的至少一个部分位于一个能量施加区域中或如果一个物体的某一部分接收所施加的 EM 辐射,那么该物体可以被认为在该能量施加区域中。EM 能量可以被施加到其上以用于加工的物体的类型不限于一个特定形式的物体。取决于所披露的实施例利用的特定方法,一个物体可以包括液体、半液体、固体、半固体,或气体。物体还可以包括在不同相位中的物质的复合物或混合物。因此,通过非限制性示例,术语“物体”可以涵盖此类物质,如待解冻或烹熟的食物;待干燥的衣服或其他潮湿材料;待解冻的冷冻器官;待反应的化学品;待燃烧的燃料或其他可燃材料;待脱水的含水材料,待膨胀的气体;待加热、煮沸或蒸发的液体,或对于其需要施加(即使是名义上地)能量(例如,EM 能量)的任何其他材料。

[0067] 在一些实施例中,被施加到能量施加区域 102 的 RF 能量的一个部分可以被物体 103 吸收(耗散)。在一些实施例中,施加到能量施加区域 102 的 EM 能量的另一部分可以被不同的元件(例如,食物残留、粒子残留、与区域 102 相关联的另外物体、结构)或在区域 102 中发现的或与能量施加区域 102 相关联的任何其他 EM 能量吸收材料吸收。能量施加区域 102 还可以包括损耗成分,该损耗成分可能并非本身吸收数量可观的 EM 能量,而是以另外的方式导致 EM 能量损耗。此类损耗成分可以包括,(例如)裂缝、接缝、接头、门、谐振腔主体与一个门之间的界面,或与能量施加区域 102 相关联的任何其他损耗机构。因此,在一些实施例中,区域中耗散的能量可以包括在物体 103 的至少一个部分中耗散的能量和在能量施加区域中的任何 EM 能量吸收成分以及与该区域相关联的任何 EM 能量损耗成分。

[0068] 示例性能量施加区域 102 可以包括能量被施加的位置:一个烤箱(例如,一个烹饪烤箱)、腔室、储罐、干燥器、解冻器、脱水器、反应器、发动机、化学或生物加工设备、管道(例如,燃料管道)、熔炉、焚化炉、材料塑形或形成设备、传送机、燃烧区域、过滤器、冷却器,冷冻器等。在一些实施例中,能量施加区域可以为自动售货机的一部分,在该自动售货机中,物体一旦被购买就会进行加工。

[0069] 图 1A 和 1B 包括用于(例如在物体的加工期间)将 RF 能量施加到置于区域 102 中的一个物体上(例如,以便检测物体的一种或多种加工状态)的一个设备 100 的图解表示。RF 能量可以包括在 RF 范围中的频率处施加的 EM 能量。设备 100 可以包括被配置成用于将 RF 能量施加到能量施加区域 102 的至少一个辐射元件 110。辐射元件 110 可以包括被设计或配置成用于传输(发射)RF 能量的任何元件、系统、元件的阵列等。例如,辐射元件 110 可以包括:任何组合或数量的任何天线、天线的一个阵列、一个 RF 供给系统、一个波导、一个慢波天线、一个贴片天线、倒 F 天线等。在当前所披露的实施例中,可以提供超过一个天线和 / 或多个辐射元件(例如,天线)(例如,图 1A 中图示的辐射元件 110 和 111 或图 1B 中图示的辐射元件 110, 120 和 130)。能量施加区域 102 可以包括具有界定表面中的一个外壳。辐射元件可以定位在界定区域 102 的表面中的一者或多者上(例如,谐振腔壁)。例如,辐射元件 110 和 130 可以定位在能量施加区域 102 的两个不同(例如,相对的)表面上。在一些实施例中,辐射元件中的一者或多者可以定位在区域 102 内部(例如,元件 130)或部分定位在区域 102 内部(例如,元件 110 和 111)。另外地或可替代地,一个辐射元件可以定位在能量施加区域外部(例如,元件 120)。辐射元件中的一者或多者(例如,元件 130)可以靠近物体 103、与该物体接触、在该物体附近或甚至嵌入该物体中(例如,当该物体包括一种液体、或一个过滤器时,例如,图 2A 中图示的辐射元件 204c)。基于一个特定的应用(例如,基于一个所希望的目标效果),每一个辐射元件的定向、类型、尺寸和 / 或配置可以是不同的或相同的。每一个辐射元件可以被定位、调节、和 / 或定向成用于沿着一个相同方向、或各种不同方向发射 EM 波。此外,每一个辐射元件的位置、定向、和配置可以在将能量施加到物体之前进行预先确定。可替代地或另外地,在设备的操作过程中和 / 或在能量施加的回合 / 周期之间,每一个辐射元件的位置、定向、和 / 或配置可以(例如)通过使用一个控制器(例如,控制器 150)进行动态调节。任何结构或配置的辐射元件可以与所披露的实施例一起使用。

[0070] 如图 1A 中所示,设备 100 可以包括用于将 RF 能量发射到能量施加区域 102 的至少一个辐射元件 110,以及可以被配置成用于从能量施加区域 102 中接收 EM 能量的至少一个辐射元件 111。取决于一个特定应用或配置,一个辐射元件可以充当一个发射器、一个接收器、或这两者。当一个辐射元件充当来自一个能量施加区域的 RF 能量(例如,接收到的反射和 / 或耦合 EM 波)的一个接收器时,该辐射元件从能量施加区域中或从其他辐射元件中接收 RF 能量。在一些实施例中,辐射元件 110 可以充当发射器和接收器。

[0071] 本发明的一些方面可以涉及检测、测量、监测或感测:从辐射元件发射到能量施加区域 102 中的 RF 能量、被供应到发射辐射元件中的 RF 能量、或通过辐射元件(例如,元件 110 和 111)从能量施加区域接收到的 RF 能量,以便检测物体的一种或多种加工状态。被配置成用于测量和 / 或检测和 / 或计算发射和 / 或接收(例如,反射或耦合)的 RF 能量的不同 RF 反馈的一个检测器可以与至少一个辐射元件相关联。在一些实施例中,检测器可以包括与一个辐射元件相关联或连接到该辐射元件上的一个定向耦合器。检测器可以检测和 / 或测量关于发射和 / 或接收的 RF 能量的 RF 反馈(例如,原始 RF 反馈)。原始 RF 反馈可以与物体的一种或多种加工状态相关联。原始 RF 反馈可以包括 RF 发射的所有可检测参数,例如:功率、频率、能量、电流、电压、发射间的相位等。例如,图 1A 中图示的检测器 118 可以与辐射元件 110 和 111 相关联。(例如),响应于来自元件 110 的 RF 能量发射,检测器 118 可以被配置成用于测量或检测关于元件 111 的一个或多个参数。在一些实施例中,检测器

118 可以被配置成用于检测所接收到的从区域 102 (例如, 反射回) 到元件 110 的 RF 能量的参数, 该 RF 能量作为来自元件 110 的 RF 能量发射的结果。检测器 118 还可以包括测量在辐射元件 110 和 111 的端口处的电压和电流的合适类型的电路或装置。在一些实施例中, 检测器 118 可以包括一个定向耦合器, 该定向耦合器被配置成用于在辐射元件充当发射器时使信号能够从 RF 源 (例如, 源 112) 流动到辐射元件, 并且在辐射元件充当接收器时使信号能够从辐射元件流动到检测器。检测器 118 可以进一步包括一个控制器, 该控制器被配置成用于执行原始 RF 反馈的数学运算以接收 (获得) 一个计算出的 RF 反馈。可替代地或另外地, 计算出的 RF 反馈可以通过控制器 150 计算并且检测器可以将原始 RF 反馈发送到控制器 150 以用于进一步运算。

[0072] 在一些实施例中, 检测器 118 可以与两个元件 (例如, 元件 110 和 111) 相关联。在一些实施例中, 每一个元件可以与一个检测器相关联。例如, 元件 110、120 和 130 可以与图 1B 中图示的检测器 118a、128 和 138 相关联。检测器 118a、128 和 138 可以被配置成用于检测发射的和从区域 102 中接收的 RF 能量的 RF 能量参数。例如, RF 能量可以从元件 110 发射到区域 102 中。其结果是, RF 能量的一部分可以被物体 103 吸收或耗散在该物体中, 并且另一部分可以从区域 102 被反射回或耦合并且通过元件 110、120 和 130 接收。

[0073] 与一些披露的实施例一致, RF 能量可以从 RF 源 112 供应到一个或多个发射辐射元件中。从 RF 源 112 供应到发射辐射元件 (例如, 元件 110) 的能量可以被称为供应能量并且被表示为 SE。

[0074] 供应的 RF 能量中的一些能量可以被物体 (例如, 物体 103) 吸收。能量的此部分可以被称为吸收能量或耗散能量并且被表示为 AE。

[0075] 供应的 RF 能量的一部分可以被反射回发射元件 (例如, 元件 110)。能量的此部分可以被称为反射能量并且被表示为 RE。反射能量可以在辐射元件与能量施加区域之间的界面处被反射。可替代地或另外地, 反射能量可以包括从能量施加区域中被反射的能量 (例如, 由于阻抗失配), 例如, 从物体中或从界定区域的一个壁中等。

[0076] 供应的能量的其他部分可以被耦合到其他辐射元件或能量施加区域中的传感器上 (例如, 接收辐射元件 (例如, 元件 111)、另一发射辐射元件 (例如, 120 和 130)、一个传感器 (例如, 传感器 140)) 并且可以被称为耦合能量并且被表示为 CE。

[0077] 在一些实施例中, 供应的 RF 能量 (SE) 可以包括被反射 (RE) 回发射辐射元件的、被吸收 (AE) 在物体中的、以及被耦合 (CE) 到其他辐射元件中的一者或多者上的能量。等式 (1) 可以表示量 SE、RE、AE、和 CE 之间的一个关系, 该关系如下:

[0078] (1) $SE = RE + AE + CE$

[0079] 供应给一个辐射元件的能量量值与反射回该辐射元件的能量量值之间的差值可以被称为传递能量并且可以被表示为 DE。一个或多个检测器 (例如, 检测器 118, 118a, 128 和 138) 可以被配置成用于检测并且测量供应、反射、和耦合的能量值, 并且一个控制器 (例如, 控制器 150) 可以被配置成用于 (例如) 基于等式 (1) 确定传递和 / 或吸收的能量量值。这可以产生以下等式:

[0080] (2a) $AE = SE - (RE + CE)$

[0081] (2b) $DE = SE - RE$

[0082] (2c) $DE = AE + CE$

[0083] 设备 100 可以进一步包括用于将 RF 能量供应给辐射元件的一个源。例如,源 112 可以将 RF 能量供应给发射元件 110、源 122 可以将 RF 能量供应给发射元件 120、并且源 132 可以将 RF 能量供应给发射元件 130。

[0084] 根据本发明的一些实施例,一种设备或方法可以涉及被配置成用于将 RF 能量供应到能量施加区域的至少一个源的使用。一个源可以包括可能适合于产生并且供应 RF 能量的任何部件。例如,源 112 可以包括一个 RF 电源(例如,电源 113)。在又另一示例中,源可以包括一个以上电源(例如,113,123 和 133)。每一个电源可以被配置成用于产生携带 EM 能量的 EM 波。例如,电源 113 (或 123 或 133)可以包括被配置成用于在一个预定波长或频率处产生高功率微波的一个磁控管。可替代地或另外地,电源 113 (或 123 或 133)可以包括被配置成用于产生具有一个可控制频率的 AC 波形(例如,AC 电压或电流)的一个半导体振荡器,例如,一个压控振荡器。频率可以被控制为恒定的或被控制以发生变化。AC 波形可以包括正弦波、方波、脉冲波、三角形波、或具有交替极性的另一类型的波形。可替代地或另外地,RF 能量的一个源可以包括任何其他电源,例如,EM 场发生器、EM 通量发生器、或用于产生振动电子的任何机构。源可以包括一个固态放大器。

[0085] 与一些实施例一致,RF 能量可以采用在预定波长或频率处的传播 RF 波的形式(也被称为 RF 辐射)供应到能量施加区域。此处所使用的传播 RF 波可以包括谐振波、行波、消逝波、以及以任何其他方式行进通过一个媒介的波。RF 辐射携带可以被传递到物质(或耗散到物质中)的能量,其中 RF 辐射与该物质进行交互。

[0086] 在一些实施例中,源(例如,源 112,122 或 132)可以进一步包括至少一个调制器(例如,调制器 115,125 或 135)和 / 或至少一个放大器(例如,放大器 116,126 或 136)。调制器可以包括一个相位调制器、一个频率调制器、一个振幅调制器、一个振荡器或被配置成用于对供应给辐射元件的 RF 能量的至少一个方面进行调制的任何其他调制器。放大器可以包括被配置成用于改变(例如,放大)由电源供应的 RF 波的振幅的任何装置。应指出,源(例如,源 112,122 或 132)可以根据具体实施例的要求包括仅一个部件或一个以上部件或部件的任何组合。电源、调制器、和 / 或放大器可以各自由一个控制器(例如,控制器 150)进行控制,这将在下文更加详细地进行论述。

[0087] 设备 100 可以进一步包括至少一个传感器,诸如传感器 140。传感器 140 可以被安装在能量施加区域 102 中或周围。在一些实施例中,传感器 140 可以构成一个示例性加工状态指示器。根据本发明的一些实施例,传感器 140 可以被配置成用于检测和 / 或测量 RF 反馈。例如,传感器 140 可以被配置成用于监测在能量施加区域中激励的 EM 场的强度。另外地或可替代地,传感器 140 可以被配置成用于检测和 / 或测量其他信号或指示物体的一种或多种加工状态或能量施加区域的反馈。例如,传感器 140 可以包括被配置成用于测量与物体和 / 或能量施加区域相关联的温度的一个温度计(例如,一个热电偶或一个 IR 传感器)。传感器 140 可以包括一个湿度传感器、一个压力传感器(例如,一个气压计)、被配置成用于测量一种溶液的 pH 值的一个 pH 传感器(例如,当物体包括液体时)、一个流量计等。传感器 140 可以被配置成用于测量物体的至少一部分的重量(例如,一个天平)。传感器 140 可以被配置成用于测量物体或能量施加区域的任何可检测和可测量特性(例如,加工状态的一个指示器)。传感器 140 可以被配置成用于将反馈信号发送到控制器 150。在一些实施例中,可以提供两个或更多个传感器 140。两个或更多个传感器 140 可以包括一个或多个不

同类型或相同类型的传感器(例如,可以提供一个温度传感器、用于检测温度的光纤、一个重量传感器等)。本发明的一些方面可以涉及(例如)通过控制器 150 使指示物体 103 的加工状态的在传感器 140 处检测出的信号与通过检测器 118、118a、128 和 / 或 138 感测、监测或检测出的、与从传感器 140 接收的信号并行或除该信号之外的 RF 反馈相关。

[0088] 在一些实施例中,设备 100 可以包括一个控制器(例如,控制器 150)。控制器 150 可以与处理器的一部分重合或可以为处理器的一部分。此处所使用的术语“处理器”可以包括对一个或多个输入执行一个逻辑运算的一个电路。例如,此种处理器可以包括一个或多个集成电路、微芯片、微控制器、微处理器、一个中央处理单元(CPU)的所有或一部分、图形处理单元(GPU)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)或适合于执行指令或执行逻辑运算的其他电路。

[0089] 通过控制器执行的指令(例如,一个或多个脚本或能量协议)可以(例如)被预加载进入与控制器集成或嵌入到控制器中的一个存储器单元,或可以被存储在一个单独的存储器单元中,诸如一个 RAM、一个 ROM、一个硬盘、一个光盘、一个磁性媒介、一个快闪存储器、其他永久性、固定、或易失性存储器,或能够存储用于控制器的指令的任何其他机构。单独的存储器单元可以是或不是控制器的一部分。控制器可以被定制用于一个特定的用途、或可以被配置成用于通用用途并且可以通过执行不同的软件来执行不同的功能。

[0090] 如果采用一个以上的控制器或处理器,那么所有控制器或处理器可能具有相似的构造,或它们可能具有彼此以电气方式连接或断开的不同构造。它们可以为单独的电路或被集成在一个单个电路中。当使用一个以上的控制器或处理器时,它们可以被配置成用于独立地或合作地操作。它们可以以电气方式、磁性方式、光学方式、声学方式、机械方式或通过准许它们交互的其他方式进行耦合。

[0091] 根据本发明的一些实施例的一个设备可以包括一个或多个 RF 能量施加单元,例如如图 1A 和 1B 中图示的单元 119 和 119a。一个能量施加单元(例如,单元 119a)可以包括一个或多个辐射元件(例如,元件 110, 120 和 130),以及将 RF 能量供应给辐射元件的一个 RF 能量源。在一些实施例中,RF 能量施加单元 119a 可以包括两个或更多个同步 RF 能量源,例如,源 112、122 和 132,这些能量源可以通过(例如,通过控制器 150)进行控制以将具有一个共同频率、在一个受控制的相位差处、在一个受控制的振幅差处等的信号供应给辐射元件。在一些实施例中,单元 119a 可以包括两个或更多个非同步 RF 能量源。在一些实施例中,连续地或在非重叠或部分重叠的时间段期间从 RF 能量施加单元中的一者或多者中施加能量的作用可以导致大体上与同时从 RF 能量施加单元中的一者或多者或所有中施加能量的作用相同。与本发明一致的实施例可以包括一个或多个能量施加单元。

[0092] 根据一些实施例的一个 RF 能量施加单元可以在两个或更多个不同激励设置处施加能量。在不同激励设置处施加能量可以导致在能量施加区域 102 中不同场图的激励。激励设置(ES)可以在可以影响场图的参数的一个或多个值上不同于彼此并且可以由控制器 150 控制。此种参数在此被称为一个可控制场影响参数(c-FAP)。在一些实施例中,对于每一个 c-FAP 可以选定一个值,并且激励设置可以通过所选定的值界定。改变即使一个 c-FAP 的一个选定值也可以改变激励设置,这进而可以改变在能量施加区域中激励的场图。

[0093] 在一些情况下,改变 c-FAP 的值可能引起在产生的场图中的显著变化。然而,在其他情况下,改变 c-FAP 的值可能产生在产生的场图中的极小变化或不产生变化(例如,如果

c-FAP 的两个值之间的变化较小)。

[0094] 为了获得一个激励设置的心理意象以及它可以进行设置的方法,人们可以设想根据本发明的一些实施例的一个 RF 能量施加单元受到一个交换台的控制。交换台可以包括一组旋钮、刻度盘、开关、或各自用于确定一个 c-FAP 的值(或选择用于一个 c-FAP 的一个值)的其他值选择器。从一个激励设置切换到另一激励设置可以通过操纵值选择器的一者(或多者)以选择一个不同的值来实现。所有值选择器的位置共同地(例如,所有旋钮、刻度盘和开关的位置共同地)可以界定一个单个激励设置。尽管此心理意象可能是有用的,但实际上,一个 RF 能量施加单元可以由一个控制器进行控制,该控制器可以通过使用微动开关、晶体管、电子电路系统、以及其他值选择器来设置可供使用的 c-FAP 的值,这些值选择器可能看起来与旋钮和刻度盘不一样。

[0095] 在一个特定的激励设置处施加能量可以在能量施加区域 102 中激励一个 EM 场。为简洁起见,此 EM 场可以被称为一个激励。因此,每一个激励设置可以对应于一个激励,并且对一个激励设置的供应、接收、吸收、泄漏等的提及可以指代对应激励的供应、接收、吸收、泄漏等。因此,例如,一个给定的激励或激励设置被吸收在物体中这一表述可以意味着通过能量施加单元(例如,单元 119)在给定的激励设置处激励的一个 EM 场产生被吸收在物体中的能量。

[0096] 不同的设备可能能够控制不同的场影响参数。例如,在一些实施例中,控制器 150 可以控制由能量施加单元 119 施加到能量施加区域 102 的一个 EM 波的频率。在此类实施例中,频率可以作为一个可控制场影响参数(c-FAP)。在一个示例中,控制器 150 可以控制频率以使其具有两个或更多个值中的任一者,例如 800MHz、800.5MHz 等。通过控制频率并且从一个频率值变化到另一频率值,激励设置可以被改变,这进而可以改变在能量施加区域中激励的场图。

[0097] 在另一示例中,一个能量施加单元(例如,单元 119a)可以包括以一个可控制的相位差发射辐射的两个辐射元件(例如,元件 110,120 和 130)。相位差可以由控制器 150 控制以具有两个或更多个值,例如,0°、90°、180° 或 270°。通过两个辐射元件发射的 EM 场之间的相位差可以作为一个 c-FAP 可用于包括能量施加单元的设备。

[0098] 在另一示例中,两个辐射元件发射相同频率的 EM 场所处的强度之间的差值可以被控制,并且因此可以作为一个 c-FAP。

[0099] 在另一示例中,一个能量施加区域(例如,区域 102)可以包括一个或多个导电元件(例如,棒),这些元件中的每一者可以(例如)由控制器 150 控制以处于一个寄生状态或处于一个连接状态。每一个棒的状态的值(也即,寄生或连接)可以影响在能量施加区域中激励的 EM 场图。在具有此类棒的设备中,每一个棒的状态可以构成一个 c-FAP。

[0100] 在另一示例中,一个能量施加区域可以包括一个可磁化元件(例如,在能量施加区域的一个壁处)和靠近该可磁化元件的一个电磁体。可磁化元件和电磁体可以经安排以使得在能量施加区域中激励的一个场图可以受在该电磁体中流动的电流的影响。在一些实施例中,控制器 150 可以被配置成用于控制在电磁体中的电流的值(例如,1mA、20mA、500 mA 等)。电流的值可以作为一个 c-FAP。

[0101] 在另一示例中,图 1B 中图示的能量施加单元 119a 可以包括多个辐射元件 110、120 和 130,并且每一个辐射元件可以被接通或断开。在此类实施例中,每一个辐射元件的状态

(也即,接通或断开)可以作为一个 c-FAP。另外地,或可替代地,接通的辐射元件的总数目可以构成一个 c-FAP。

[0102] 在一些实施例中可以充当可控制场影响参数的参数的其他示例可以包括一个辐射元件的位置、一个辐射元件的定向、谐振腔尺寸、或任何其他可控制参数,该其他可控制参数的值可以在 RF 能量施加到区域之后影响在能量施加区域中激励的场图。

[0103] 被配置成用于控制仅一个单个 c-FAP 的多个设备的激励设置(ES)可以被称为一维激励设置。控制多个 c-FAP 的一个设备的一个激励设置可以被称为多维激励设置。一般来说,可用于一个设备的 c-FAP 的数目确定可用于该设备的激励设置的一个维度。可以由一个设备激励的所有激励的集合(或可用于一个设备的所有激励设置的集合)可以被称为该装置的激励空间。一个设备的一个激励空间的维度可以与可用于该设备的每一个激励设置的维度相同。

[0104] 在一些实施例中,一个 RF 能量施加单元可以由一个控制器(例如,控制器 150)控制,该控制器被配置成用于基于一个 RF 反馈控制 RF 能量施加。

[0105] 因此,在一些实施例中,当施加 RF 能量以加热物体以及以感测物体的一种加工状态时,RF 能量施加可以被控制,从而使在一个给定的激励设置处的能量施加的一个或多个方面(例如,能量量值、施加能量所在的功率电平、施加能量的持续时间等)可以取决于对于相同激励、对于一个不同激励、或在多个激励上接收到的 RF 反馈。在这些实施例处,RF 能量可以足以加工物体的数量,也即,足以导致物体的至少一部分的至少一个特性(例如,一种加工状态)变化(例如,升高物体的至少一部分的温度)的数量被施加。在一些实施例中,施加 RF 能量以加工(例如,加热)物体可以在一个第一功率电平(例如,一个脚本)处进行,并且出于产生(接收)RF 反馈的目的施加 RF 能量可以在一个第二功率电平处进行。在一些实施例中,第一功率电平高于第二功率电平。在一些实施例中,被施加以加热物体的 RF 能量可以处于每激励设置一个第一平均能量量值处,并且被施加以接收 RF 反馈的 RF 能量可以处于每激励设置一个第二平均能量量值处,并且每激励设置第一平均能量量值高于每激励设置第二平均能量量值。

[0106] 控制器可以被配置成用于从可用于设备的所有激励设置中选择一小组激励设置(或至少一个激励设置),以便将 RF 能量施加到区域 102。控制器 150 可以基于在每一个激励设置处或在一个或多个激励设置处接收到的 RF 反馈而选择一小组激励设置。

[0107] 在一些实施例中,当 RF 能量被施加以加工物体时,控制器可以被配置成用于(例如)基于 RF 反馈确定将在每一个激励设置处施加的 RF 能量量值(例如,使 RF 能量量值与激励设置中的每一者相关联)。在某些实施例中,控制器可以被配置成用于根据 RF 反馈的至少一部分确定在多个激励设置中的每一者处的一个吸收性指标(或简单地说, AI),在这些激励设置中,能量被施加到区域中。控制器可以被配置成用于基于在对应的激励设置处的 AI 值使 RF 能量量值与可用于一个设备的激励设置中的每一者相关联。规则可以被包括在用于施加 RF 能量以加工一个物体的一个或多个脚本中,在该规则中,控制器可以基于 RF 反馈(例如, AI)引起将 RF 能量施加到能量施加区域。例如,一个脚本或一个规则可以包括不将 RF 能量供应给与特定 AI 值相关联的激励设置的一个决定,例如,可能具有低于一个最小阈值和 / 或高于一个最大阈值的 AI 值的那些激励设置。在其他示例中,脚本或规则可以包括,使相同数量的 RF 能量与同不同 AI 值(例如,与在一定范围中的值)相关联的激励设置相

关联。另外地或可替代地,根据另一脚本,控制器可以使不同数量的 RF 能量与同不同 AI 值相关联的激励设置相关联。在一些实施例中,基于 AI 值和 / 或其他 RF 反馈的其他规则或脚本可以通过控制器进行利用以确定将被施加用于加工物体的 RF 能量的数量。

[0108] 将 RF 能量施加到区域,以便检测物体的一种加工状态和 / 或加热物体,可以通过一次扫描来进行,并且在扫描期间 RF 反馈可以被接收并且与不同的激励设置相关联。此处所使用的一次扫描可以包括(例如)在一个以上激励设置处随时间推移施加施加。例如,一次扫描可以包括在一个或多个连续激励设置组中的多个激励设置处按顺序施加能量;在一个以上非连续的激励设置组中的多个激励设置处按顺序施加能量;在分开的非连续的激励设置处按顺序施加能量;和 / 或施加具有一个所希望的激励设置 / 功率光谱含量的合成脉冲(例如,一个及时的合成脉冲)。激励设置组可以是连续的或非连续的。因此,在一个激励设置扫描过程期间,一个或多个控制器可以调节从一个源(例如,源 112)供应到一个或多个辐射元件的能量,以便在不同的激励设置处将 RF 能量按顺序地施加到区域 102 中(例如,通过从一个 c-FAP 切换到另一个 c-FAP)并且以便从与每一个激励设置相关联的区域 102 中接收 RF 反馈。

[0109] 在扫描过程期间,控制器 150 可以接收指示在辐射元件 110、120 和 130 处反射和 / 或耦合的能量的原始 RF 反馈。随后控制器 150 可以基于所接收的信息确定在多个激励设置中的每一者处通过物体 103 的一个吸收性指标(AI)(也即,一个计算出的 RF 反馈)。与一些披露的实施例一致,一个吸收性指标(AI)可以包括与多个激励设置中的每一者相关联的一个耗散率(DR)。此处所提及的与一个发射辐射元件相关联的一个 DR(或吸收效率或功率效率)可以被定义为由物体 103 吸收的 EM 能量与通过发射辐射元件供应到能量施加区域中的 EM 能量之间的比。在一些实施例中,一个 DR 可以被定义为由物体 103 吸收的 EM 能量(‘AE’)与通过发射辐射元件传递的 EM 能量(‘DE’)之间的比。计算出的 RF 反馈(例如,DR)的一些示例在下文给出。

[0110] 在一些实施例中,与一个发射辐射元件(例如,元件 110)相关联的一个 DR 可以使用等式(3)进行计算:

$$[0111] \quad (3) DR = AE / SE$$

[0112] 其中 SE 为由源 112 供应给发射辐射元件 110 的能量并且 AE 为(例如)物体 103 中吸收的能量。SE 和 AE 两者都可以通过由功率检测器(例如,检测器 118, 118a, 128 或 138)检测出的功率经过一段时间的积分来计算。对于 $t = t_i$, 其中 t_i 可以为某一时间中的任何时刻,在该时间期间,能量被施加到能量施加区域中,等式(4)可以具有以下形式:

$$[0113] \quad (4) DR = P_A / P_s;$$

[0114] 其中 P_A 为吸收的功率且 P_s 为从 RF 源供应的功率。 P_A 可以使用等式(5)来求值:

$$[0115] \quad (5) P_A = P_s - P_{out};$$

[0116] 其中 P_{out} 指代由在能量施加区域中和周围的所有检测器检测出的功率(在第 i 个检测器中表示为 $P_{detect}(i)$)(例如,辐射元件 120 和 130 充当接收辐射元件),当 P_s 在一定的激励设置处从 RF 源 112 供应到辐射元件 110 时,见等式(6):

$$[0117] \quad (6) P_{out} = \sum P_{detect}(i)$$

[0118] 如果仅有的可供使用的检测器是与辐射元件相关联的检测器(例如,对应地与辐射元件 120 和 130 相关联的检测器 128 和 138),那么 DR 可以使用三个检测出的功率参数

P_s 、 P_r 和 P_c 进行计算并且等式(6) 可以具有等式(7) 的形式：

$$[0119] \quad (7) DR = (P_s - P_r - P_c) / P_s$$

[0120] 其中 P_s 表示供应给发射辐射元件 110 的 RF 功率、 P_r 表示反射 / 返回到发射辐射元件 110 的 EM 能量和 / 或功率、并且 P_c 表示耦合到充当接收元件的其他辐射元件(例如, 120 和 130) 上的 EM 能量。DR 可以为 0 与 1 之间的一个值, 并且因此可以由一个百分比数字表示。

[0121] 例如, 与被设计用于三个辐射元件 110、120、和 130 的一个实施例一致, 控制器 150 可以被配置成用于基于所测量的功率和 / 或在扫描期间的能量信息来确定原始 RF 反馈参数, 诸如输入反射系数 S_{11} 、 S_{22} 、和 S_{33} , 以及转换系数 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{13} 、 S_{31} 、 S_{23} 、和 S_{32} 。因此, 对应于辐射元件 1 的计算出的 RF 参数(DR) 可以基于上述原始 RF 反馈参数(例如, 反射和传输系数(a/k/a S 参数)) 根据等式(8) 进行计算：

$$[0122] \quad (8) DR_i = 1 - (IS_{11}I^2 + IS_{12}I^2 + IS_{13}I^2)$$

[0123] 如等式(8) 中所示, 在不同的辐射元件处 DR 可以是不同的。因此, 在一些实施例中, 供应给一个特定辐射元件的能量量值可以基于与该特定辐射元件相关联的 AI 进行确定。

[0124] 在 EM 能量施加期间, 另外的计算出的 RF 反馈可以基于 DR 进行计算和监测。在一些实施例中, 可以计算出一个平均 DR(例如, 在所有传输的激励设置(ES)上被平均)。例如, 一个平均 DR 可以任选地作为时间函数使用等式(9) 计算用于每一个辐射元件：

$$[0125] \quad (9) \overline{DR} = \frac{1}{N} \sum_i DR(ES_i)$$

[0126] 其中 $DR(ES_i)$ 为当 RF 能量使用第 i 个激励设置进行供应时所测量的耗散比, 并且 i 为 1 到 N 之间的一个整数, N 为在一个特定应用中用于将能量施加到能量施加区域中的激励设置的数目。平均 DR 可以随时间推移而变化。在一些实施例中, 计算出的 RF 反馈可以包括其他 RF 反馈的 ES 平均数, 例如原始 RF 参数(例如, 反射和传输系数)。

[0127] 在一些实施例中, 计算用于一个激励设置的 DR (或一个不同的吸收性指标) 可以为时间相关的。在该激励设置处接收的 RF 反馈可以在能量施加期间(在加工期间) 的不同时刻处被监测, 并且 DR(或用于确定待供应的能量量值的任何其他计算出的 RF 反馈(例如, 温度、功率电平、能量施加的持续时间等)) 可以在每一时刻进行计算。因此等式(7) 和(8) 可以采用以下形式：

$$[0128] \quad (7, 8) DR(t) = (P_s(t) - P_r(t) - P_c(t)) / P_s(t) = 1 - (IS_{11}(t)I^2 + IS_{12}(t)I^2 + IS_{13}(t)I^2)$$

[0129] 另外地或可替代地, 平均 DR 可以为时间相关的。因此作为时间函数的 N 个激励设置的一个平均数被呈现在等式(10) 中：

$$[0130] \quad (10) \overline{DR(t)} = \frac{1}{N} \sum_i DR(t)(ES_i)$$

[0131] 在一些实施例中, 平均 DR 可以与物体的一种或多种加工状态相关(例如, 物体的温度、物体的烹饪状态等)。平均 DR 可以在烹饪期间 (例如, 在烘焙期间) 被监测并且物体的烹饪状态可以基于平均 DR 进行确定。相关性可以(例如) 通过使用存储在设备 100 相关联的存储器中的一个查找表来实现, 该查找表包括计算出的 RF 反馈(例如, 平均 DR) 的阈值并且比较在加工期间从能量施加区域中接收的平均 DR。

[0132] 在一些实施例中, 平均 DR 与物体的一种加工状态之间的相关性可以被记录在一

个存储器中(例如,以一个查找表、或任何其他合适的格式)。例如,当物体正被加工时,物体的一种加工状态可以基于从该物体中接收的 RF 反馈、基于来自一个用户的输入、基于自动监测装置(IR 传感器、温度计、相机、或被配置成用于监测正被加工的物体的至少一个特性或特征的任何其他类型的传感器或检测器)、或基于来自一个监测源的任何其他输入来确定。随后,物体的加工状态可以与在加工期间在不同的(例如,周期性的)时刻确定用于物体的一个平均 DR 相关。此相关信息可以被存储。

[0133] 在一些实施例中,存储在一个存储器中的相关平均 DR 和加工状态信息可以被访问并且被用于加工物体。例如,为了加工一个特定的物体,控制器可以访问一个存储器(远程定位或作为控制器的局部)并且识别相同或相似类型的物体的所存储的信息。随后控制器可以完全或部分依据所存储的信息来加工特定物体。也就是说,控制器可以通过监测在加工期间从特定物体获得的一个平均 DR、访问存储在存储器中的信息、并且基于所观测的平均 DR 和所存储的一个相同或相似类型的物体的平均 DR 与加工状态之间的相关性来确定该物体的加工状态,而并非必须通过来自传感器或检测器的单独输入来监测该物体的加工状态。

[0134] 在一些实施例中,当将不同的加权赋予不同的激励设置时,DR 的一个时间平均数可以被计算出。当绘制 $DR(t)$ (ES) 中的每一者对时间的图时,所绘制的曲线中的一些可以示出 DR 的值随时间推移的变化($DR(ES_i)$ 的时间导数可能高于一个阈值)。在一些实施例中,通过与具有较小变化的 $DR(t)$ (ES) ($DR(ES_i)$ 的时间导数可能低于一个阈值)相比,将更多的加权分配给具有较大变化的 $DR(t)$ (ES),可以计算出平均 DR。在一些实施例中,可以将一个零加权分配给具有较小变化的 $DR(t)$ (ES)。例如,加权平均 $\overline{DR_w}$ 可以使用等式(11)进行计算:

$$[0135] \quad (11) \quad \overline{DR_w(t)} = \sum_i w_i \cdot DR(ES_i)(t)$$

[0136] 其中 w_i 为赋予 $DR(ES_i)(t)$ 的加权。

[0137] 在某些实施例中,平均 DR 可以随时推移进行计算以用于每一个激励设置。

[0138] 在一些实施例中,一个反射系数 Γ 可以被用作物体的一个吸收性指标。此 AI 可以由等式(12)界定:

$$[0139] \quad (12) \quad \Gamma = \frac{\sum SE - \sum RE}{\sum SE}$$

[0140] 其中 $\sum SE$ 表示供应给发射辐射元件的所有能量(或功率)数量的总和,并且 $\sum RE$ 表示通过发射辐射元件接收的所有能量(或功率)数量的总和。当一个以上的发射辐射元件同时发射 RF 能量时,可以使用反射系数 Γ 。

[0141] 在一些实施例中,物体的加工可以基于一个或多个原始或计算出的 RF 反馈(例如,DR 和 / 或平均 DR) 自动地进行控制。可以使用一个或多个能量施加协议施加能量以加工物体。协议可以包括以下项中的至少一者:待施加能量的类型(例如,对流加热、IR 加热或 RF 加热)、待施加能量的数量(例如、温度、功率电平、RF 能量的数量)以及施加每一类型的能量的持续时间。不同的协议可以被预先确定并且存储在与控制器 150 相关联的一个存储器中、或存储在与物体相关联的一个机器可读元件上。控制器 150 可以被配置成用于基于从能量施加区域接收的 RF 反馈选择将被施加以加工物体的一个能量施加协议。另外地

或可替代地,控制器可以被配置成用于基于所接收的 RF 反馈和 / 或计算出的 RF 反馈来终止能量施加和 / 或切换到另一能量施加协议。例如,RF 反馈可以在能量的施加期间根据一个第一能量施加协议进行检测,并且当一个 RF 反馈的一个值(例如,DR (t)、平均 DR (t)或 DR (t)和 / 或平均 DR (t)的时间导数)达到一个目标值时,能量施加可以停止或在至少一个方面发生变化(例如,改变成一个第二能量施加协议)。例如,用于烘焙一块面包的对流加热的施加可以被终止。另外地,物体的加工可以基于一个或多个其他反馈(例如,从能量施加区域中提供的一个或多个传感器(例如,传感器 140)中接收的信号)而被控制。另外地,物体的加工可以通过由一个用户(例如,通过一个图形用户界面(GUI))提供的加工指令或从与该物体相关联的一个机器可读元件中读取的指令进行控制。指令可以被配置成用于使至少一个控制器(例如,控制器 150)控制用以加工物体的能量施加。

[0142] 在某些实施例中,当被施加以加工物体的能量包括 RF 能量时,控制器 150 可以基于 RF 反馈(例如,RF 反馈参数)通过调节在每一个激励设置处供应的 RF 能量的数量来确定一个 RF 能量施加协议。RF 反馈可以从能量施加区域 102 中接收,例如,在多个激励设置上的扫描期间。例如,根据一些实施例,控制器 150 可以被配置成用于基于在对应的激励设置处接收的 RF 反馈来确定在每一个激励设置处将供应的能量的数量。一个能量施加协议可以被选定以包括基于 RF 反馈确定的能量量值。在一些实施例中,一个能量施加协议可以指定,在一些激励设置处施加的能量量值可能与在这些激励设置处计算用于对应的激励设置的 RF 反馈值(例如,AI (ES))成反比。另外地或可替代地,一个能量施加协议可以指定,在一个激励设置处施加的能量量值与另一个 RF 反馈具有一个反比关系。RF 反馈相关的值可以包括在 RF 能量的施加期间在一个特定的激励设置处可以被接收的任何 RF 反馈的值。另外地或可替代地,用于在一个激励设置处施加的与一个特定能量施加协议相关联的能量量值可以根据其他关系确定。例如,所施加的能量与反馈相关的值之间的一个线性关系可以用于确定用以施加的能量的数量。例如,当在一个特定激励设置小组(也即,一个或多个激励设置)中的 AI 倾向于相对较高(例如,高于一个预定阈值或高于包括子组的一组激励设置的平均 AI 值等)时,将在该激励设置小组的每一个激励设置处施加的通过一个能量施加协议确定的能量量值可以相对较低(例如,低于在与预定阈值以下的 AI 值相关联的任何激励设置处施加的能量量值)。另外地或可替代地,当在一个特定的激励设置小组中的可吸收能量的指标倾向于相对较低(例如,低于一个预定阈值或低于包括子组的一组激励设置的平均 AI 值)时,施加的能量可以相对较高(例如,高于在与预定阈值以上的 AI 值相关联的任何激励设置处施加的能量量值)。根据一些能量施加协议,在不同激励设置处施加的能量量值与计算用于相同的激励设置的 AI 值之间可能存在一个大体上反比的关系。在一些实施例中,如果根据此类协议在每一个激励设置处施加的能量与计算用于施加能量所处的激励设置的 AI 值相反地表示,那么所得的线可以包括一个下降的线段。在一些实施例中,下降线段可以具有一个恒定的斜率。在其他实施例中,下降线段的斜率可以变化。在一些实施例中,斜率可以变化,从而使 AI 值与所施加的能量量值的一个乘积保持大体上恒定。

[0143] 控制器 150 可以被配置成用于将在每一激励设置处能量被供应给辐射元件 110、120 和 130 所用的时间量保持大体上恒定,而根据可吸收能量值改变在每一激励设置处供应的功率量。在一些实施例中,控制器 150 可以被配置成用于使能量在能够一个或多个特定激励设置处以大体上与在对应的激励设置处的装置和 / 或放大器的最大功率电平相等

的功率电平供应给辐射元件。可替代地或另外地,控制器 150 可以被配置成用于根据可吸收能量值改变能量在每一激励设置处所施加的时间段。在一些实施例中,每一个激励设置被施加的持续时间和功率都随可吸收能量值而变化。

[0144] 控制器 150 可以进一步被配置成用于通过控制能量施加单元(例如,单元 119 和 119a)和 RF 能量源(例如,源 112,122 和 132)的各方面来控制 RF 能量施加。

[0145] 在一些实施例中,设备 100 可以包括一个相位调制器(未图示),该相位调制器可以被控制以对一个 AC 波形执行一个预定顺序的时延,从而对于一系列时间段中的每一者,AC 波形的相位增加若干度(例如,10 度)。时延可以被认为是设备 100 中的 c-FAP。在一些实施例中,控制器 150 可以基于来自能量施加区域的反馈(例如,RF 反馈,例如,AI)动态地和/或自适应地调节调制。在一些实施例中,控制器 150 可以基于 EM 反馈(例如,可吸收能量值)选择(在若干对辐射元件之间的)相位。

[0146] 在一些实施例中,设备 100 可以包括一个频率调制器(未图示)。频率调制器可以包括被配置成用于产生在一个预定频率处振荡的一个 AC 波形的一个半导体振荡器(也即,该频率为此设备中的一个 c-FAP)。预定频率可以与一个输入电压、电流、和/或其他信号(例如,模拟或数字信号)相关联。例如,一个压控振荡器可以被配置成用于在与输入电压成比例的频率处产生波形。

[0147] 控制器 150 可以被配置成用于调节一个振荡器(未图示)以按顺序产生在一个或多个预定频带内的不同频率处振荡的 AC 波形。此顺序过程可以被称为频率扫描。在一些实施例中,基于通过检测器 118 提供的反馈信号,控制器 150 可以被配置成用于从一个频带中选择一个或多个频率,并且调节一个振荡器以按顺序在这些选定的频率处产生 AC 波形。在一些实施例中,该频率可以基于 EM 反馈(例如,可吸收能量值)而选定。

[0148] 在一些实施例中,能量施加单元(例如,包括在图 1B 中的单元 119a)可以包括一个以上的 RF 能量源。例如,一个以上的振荡器可以被用于产生不同频率的 AC 波形。分开产生的 AC 波形可以通过一个或多个放大器被放大。因此,在任何给定时刻,可以使辐射元件在(例如)两个或更多个不同频率处(也即,两个不同的 c-FAP)同时将 RF 波发射到区域 102。

[0149] 在一些实施例中,一个分离器(未图示)可以被提供在设备 100 中以将一个 AC 信号(例如,通过一个振荡器产生的一个信号)分离成两个 AC 信号(例如,分离信号)。控制器 150 可以被配置成用于调节一个移相器以按顺序引起不同的时延,以使得两个分离信号之间的相位差可以随时间推移而变化。此顺序过程可以被称为相位扫描。

[0150] 在一些实施例中,设备 100 可以包括至少一个界面 160(例如,如图 1A 或图 1B 中所图示)。控制器 150 可以被配置成用于从界面 160 中接收一个或多个加工指令和/或关于物体的其他信息。界面 160 可以包括任何用户界面,例如,一个 GUI、一个触摸屏、一个键盘、与一个鼠标相关联的一个屏幕等。一个第一界面可以被配置成用于从一个用户处接收物体的一种加工状态的一个指示。例如,用户可以通过第一界面向控制器指示:一种食品已经被煮熟到所希望的煮熟程度或达到所希望的烤成褐色的程度。在一些实施例中,一个第二用户界面 160 可以被配置成用于向一个用户显示指示与物体相关联的加工状态的一个表示(也即,与 RF 反馈相关联的一个图像)。例如:传感器 140 的一个或多个信号(例如,当加工时物体的温度)可以被显示为图形。在一些实施例中,一个单个界面(例如,一个显示器)可以被用于向一个用户显示传感器的一个或多个信号并且用于接收来自用户的输入。在一些

实施例中,用户界面 160 可以被配置成用于向一个用户显示在加工物体时的一个或多个 RF 反馈和 / 或计算出的 RF 反馈。另外地或可替代地,一个第三界面 160 可以包括能够从一个机器可读元件中(例如,一个条形码读取器、一个 RFID 读取器等)读取并且接收信息(例如,协议)的一个装置。控制器 150 可以被配置成用于仅基于从界面 160 中接收的信息或结合 RF 反馈接收能量施加协议。在一些实施例中,第一和 / 或第二和 / 或第三用户界面都是相同的。另外地或可替代地,控制器 150 可以被配置成用于仅基于从界面 160 中接收的用户指令来确定能量施加协议,例如,一个用户可以通过一个 GUI 指示加工信息。例如,控制器可以从界面(例如,从一个机器可读元件或从一个用户)接收 RF 反馈(例如,平均 DR 值的一个时间导数)的一个目标值(也即,一个标准),并且控制器可以在加工期间监测 RF 反馈并且当 RF 反馈达到目标值(也即,标准)时终止物体的加工。

[0151] 在一些实施例中,用户界面可以包括一个显示器(未图示)并且控制器可以进一步被配置成用于向一个用户显示被监测的 RF 反馈和 / 或指示与物体相关联的加工状态的一个表示。随后用户可以基于所显示的 RF 反馈或加工状态决定控制对物体的能量施加的方法。显示器可以包括被配置成用于以图形方式或通过任何其他技术向一个用户显示一个视觉表示的任何屏幕。另外地或可替代地,显示器可以包括被配置成用于为用户提供一个音频表示的一个音频系统。

[0152] 在一些实施例中,用户可以基于通过界面 160 提供给用户(例如,所显示的)的信息创建一个机器可读元件(例如,一个条形码),例如:基于 RF 反馈和 / 或计算出的 RF 反馈、传感器 140 的一个或多个信号、和或其相关性。在一些实施例中,所使用的能量施加协议和 / 或与一种或多种加工状态相关以获得一个所希望结果的 RF 反馈(例如,其值)可以被用户记录并且用于创建机器可读元件或用于相同或相似物体的进一步加工(例如,用于自动烹饪),例如:它可以用于在界面中创建一个特定的程序以便在加工物体时获得一个特定的结果。

[0153] 现将参考图 2A 至图 2B,图 2A 至 2B 图示了根据本发明的一些实施例的一些示范性谐振腔。在一些实施例中,能量施加区域可以至少部分地定位在一个谐振腔内部。谐振腔 200 和 210 可以为示例性能量施加区域并且可以为设备 100 的一部分。一个谐振腔可以包括任何空隙,该空隙包括由一种大体上不透 RF 能量的材料制成的至少一个壁。一个谐振腔的壁中的任一者都可以由不透 RF 能量的材料制成。例如,一个烤箱可以由铸铁、不锈钢、或铝合金或适合于构造一个谐振腔的其他金属和合金构造。可替代地,至少一个壁可以包括一种介电材料,该介电材料至少部分地透 RF 能量并且通过由大体上不透 RF 能量的材料制成的一个涂层进行涂覆。大体上不透 RF 能量的一种材料可以包括能够阻断或反射高于一个预定阈值(例如,在 90% 以上)的 RF 能量的任何材料。

[0154] 图 2A 包括根据一些实施例的一个谐振腔 200 的一个图解表示。谐振腔 200 可以包括谐振腔主体 202。谐振腔主体 202 可以被配置成用于容纳一个物体(例如,物体 103)的至少一部分。谐振腔主体 202 可以包括由大体上不透 RF 能量的一种材料构造或由该材料进行涂覆的至少一个壁。谐振腔主体 202 可以具有一个矩形形状(如图所示)、圆柱形形状、或可以具有任何其他合适的形状。例如,谐振腔主体 202 可以采用用于烹饪食物的一个烹饪烤箱、用于加工液体的一个圆柱形箱体、用于固化聚合物或烧结零件的一个工业熔炉、包括流动的流体和 / 或气体的一个管道等的形状。谐振腔 200 可以进一步包括至少一个辐射

元件。例如,谐振腔 200 可以包括如图 2A 中所示的三个(或更多个)辐射元件 204a、204b、和 204c。辐射元件 204a、204b、或 204c 中的任一者或全部都可以构成与在此所描述的任何辐射元件一致的示例。辐射元件 204a、204b、和 204c 可以包括被配置成用于从谐振腔中发射和 / 或接收 RF 能量(例如,以便检测物体的一种加工状态)的任何元件。辐射元件可以连接到一个 RF 源(例如,图 1B 中图示的源 112)上、连接到被配置成用于检测一个或多个 RF 反馈的一个检测器(例如,图 1B 中的检测器 118a)上以及连接到一个控制器(例如,图 1B 中的控制器 150)上。辐射元件可以接近至少一个谐振腔壁而被安装(例如,元件 204a)。一个辐射元件可以被安装在谐振腔的外部(例如,元件 204b)、安装在具有一个 RF 透明窗 205 的一个谐振腔壁附近。RF 透明窗 205 可以由能够传送从元件 204b 发射到谐振腔 200 的 RF 能量中的至少一部分的任何介电材料构造。一个辐射元件可以接近物体 103 定位或至少部分地定位在该物体内部(例如,元件 204c)。例如,元件 204c 可以被浸没在一个化学反应器中的溶液或一个酿酒罐中的啤酒中,元件 204c 还可以被嵌入在一个过滤器或一个催化转换器中以便加热过滤器或转换器。在一些实施例中,辐射元件 204a、204b、和 204c 可以为一个或多个能量施加单元(未图示)(例如,单元 119 或 119a)的一部分。

[0155] 在一些实施例中,谐振腔 200 可以包括可以类似于上述传感器 140 的至少一个传感器,诸如传感器 206 和 208。传感器 206 和 208 可以构成示例性加工状态指示器。传感器 206 可以被嵌入在、浸没在物体 103 中或接近该物体而放置。传感器 206 可以包括被配置成用于测量物体 103 的一个特性(例如,加工状态的一个指示)的任何传感器。该性质可以包括一个可测量特性,诸如温度、压力、体积、pH、湿度比、密度、水分等。另外地或可替代地,该特性可以包括其他特征,诸如颜色、味道、煮熟度、气味等。在一些实施例中,一个或多个特性可以通过传感器 206 被监测(例如,被检测)。在一些实施例中,传感器 206 可以被配置成用于测量在谐振腔 200 中检测出的 RF 反馈(例如,原始 RF 反馈参数)。例如,传感器 206 可以被配置成用于测量通过辐射元件在谐振腔 200 中激励的 EM 场的强度。在一些实施例中,传感器 208 可以接近谐振腔 200 中的至少一个壁进行安装或被安装该壁上。传感器 208 可以包括被配置成用于测量物体 103 或谐振腔 200 的一个特性(例如,指示加工状态的一个属性、条件等)的任何传感器。类似于传感器 206,传感器 208 可以感测与物体 103 相关联的一个或多个特性和 / 或物体的周围环境。在一些实施例中,传感器 206 和 208 可以被配置成用于感测相同或相似的特性。在一些实施例中,传感器 206 和 208 可以感测不同的特性。例如,传感器 206 可以感测物体的温度,并且传感器 208 可以感测在物体 103 附近的谐振腔 200 中的湿度。传感器 206 和 208 可以与一个控制器(例如,控制器 150)连通。在一些实施例中,物体的加工(例如,能量施加)可以根据通过传感器 206 和 / 或 208 感测到的一个或多个信号进行控制。

[0156] 在一些实施例中,谐振腔 200 可以进一步包括至少一个能量(热量)源 209。源 209 可以被配置成用于将能量(例如,热量)施加到谐振腔 200 以加工物体 103。源 209 可以包括任何对流热源,例如:一个灯丝、热空气冲击、气火焰、或被配置成用于通过对流构件将热量施加到一个物体的任何其他加热元件。另外地或可替代地,源 209 可以包括被配置成用于将 IR 辐射施加到物体 103 的 IR 灯。在一些实施例中,能量可以从两个不同的源被施加以加工物体。例如,源 209 可以施加热量(对流或 IR)并且辐射元件 204a、204b 和 / 或 204c 中的至少一者也可以施加 RF 能量以加工物体和 / 或以通过接收来自该物体的 RF 反馈来检

测物体的一种加工状态。源 209 可以施加能量(例如,热量),并且至少一个辐射元件可以另外地施加 RF 能量,以便同时、连续、或以这两种方式的组合加工物体。可替代地,用于加工物体的能量可以仅从源 209 中被施加,并且辐射元件可以施加 RF 能量以检测物体的加工状态。

[0157] 图 2B 图示了根据本发明的一些实施例的一个示例性谐振腔。谐振腔 210 可以包括(例如)图 2A 中示出的组件中的一者或多者。谐振腔 210 可以包括谐振腔主体 212。谐振腔主体 212 可以包括由大体上不透 RF 能量的一种材料构造的至少一个壁。谐振腔 210 可以具有允许容纳一个物体的至少一部分的任何形状或大小。谐振腔 210 可以进一步包括被配置成用于从谐振腔主体 212 中发射和 / 或接收 RF 能量的至少一个辐射元件,任选地一个以上的辐射元件(例如,3 个元件 204d, 204e 和 204f)可以被安装在谐振腔 210 中。元件 204d、204e 和 204f 中的每一者可以连接到一个检测器(例如,图 1B 中图示的检测器 118a)上并且可以与一个控制器(例如,控制器 150)连通,该控制器被配置成用于从连接到元件 204d、204e 和 204f 上的检测器中接收关于 RF 反馈的信号。辐射元件 204d、204e、和 204f 可以为一个或多个能量施加单元(未图示)的一部分(例如,单元 119 或 119a)。从元件 204d、204e 和 204f 中接收的 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)可以指示物体的一种加工状态。元件 204d、204e 和 204f 可以被定位在谐振腔主体 212 壁上或接近该谐振腔主体而定位。每一个元件可以被定位在一个不同的壁上。另外地或可替代地,一个以上辐射元件可以被定位在相同的壁上。本发明不限于任何特定的辐射元件配置。元件 204d、204e 和 204f 可以为根据本发明的实施例的任何辐射元件(例如,元件 110, 111 等)。元件 204d、204e 和 204f 可以被定位在谐振腔主体 212 壁与至少一个隔墙 214 之间的容积 216 中。任选地,一个以上隔墙 214 (例如,图 2B 中图示的 2 个隔墙)可以被安装在谐振腔 210 中。隔墙 214 可以由至少部分地透 RF 能量的一种材料构造。另外地或可替代地,至少一个隔墙 214 可以包括由至少部分地透 RF 的一种材料组成的至少一个窗。透 RF 能量的材料的一些示例可以包括:各种玻璃、聚合物以及一些陶瓷及其复合物。隔墙 214 可以将内部容积 215 与辐射元件 204d、204e 和 204f 中的一者或多者分隔开。元件 204d、204e 和 204f 可以被安装在至少一个外部容积 216 中。内部容积 215 可以被配置成用于容纳一个物体(例如,物体 103)的至少一部分并且隔墙 214 可以被配置成用于将物体与辐射元件分隔开。在一些实施例中,能量施加区域可以至少部分地定位在内部容积 215 内。例如,如果该物体为待烹熟的肉或鸡肉,那么在烹饪期间隔墙 214 可以保护元件 204d、204e 和 204f 免受从肉或鸡肉中提取的水和油蒸气的破坏。在又另一示例中,物体可以包括待反应的一种化学溶液,并且内部容积 215 可以作为一个化学反应器。因此,隔墙 214 可以保护元件 204d、204e 和 204f 免受化学溶液的腐蚀作用。

[0158] 在一些实施例中,谐振腔 210 可以进一步包括托盘 218。托盘 218 可以被定位在容积 215 中,从而将容积 215 分隔成各自能够容纳不同的物体的两个部分。托盘 218 可以为至少部分地透 RF 能量的,从而使从两个上部辐射元件 204d 和 204e 施加的能量的至少一部分进入谐振腔 210 的下部部分,并且关于下部辐射元件 204f 反之亦然。托盘 218 可以包括一种耐热聚合物,例如硅酮、铁氟龙等。托盘 218 可以包括玻璃(例如,也被称为派热克斯玻璃的回火的钠钙玻璃)或陶瓷材料。托盘 218 可以为大体上不透 RF 能量的,从而阻止从元件 204d 和 204e 中发射的 RF 能量的大部分或全部进入谐振腔 210 的下部部分,且反之亦

然。托盘 218 可以包括任何金属材料,包括(例如),各种不锈钢、铸铁、铝基合金、铜基合金等。

[0159] 在一些实施例中,谐振腔 210 可以进一步包括与关于图 2A 所图示并且披露的源 209 类似的一个或多个能量(热量)源 209a 和 209b。源 209b 可以被定位以将能量(例如,热量)施加到容积 215 的下部部分,并且源 209a 可以被定位以将能量(例如,热量)施加到容积 215 的上部部分。在一些实施例中,可以从源 209a 和 209b 中施加能量以加工置于容积 215 的任一部分或两个部分中的物体,并且可以从辐射元件 204d、204e 和 204f 中施加 RF 能量(例如,以加工(加热)物体和 / 或以检测物体的加工状态)。

[0160] 根据本发明的一些实施例的用于基于 RF 反馈对向一个能量施加区域的能量施加进行控制的方法 300 被呈现在图 3A 中的流程图中。方法 300 可以包括在一个物体的加工期间将 RF 能量施加到一个能量施加区域中以检测置于该能量施加区域中的该物体的一种加工状态。方法 300 可以使用设备 100 通过控制器 150 来执行。在步骤 302 中,RF 能量可以通过一个或多个辐射元件被施加到能量施加区域(例如,区域 102 和谐振腔 200 和 210)中。在物体的加工期间,可以施加 RF 能量以便检测 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)。可以在一个或多个激励设置处施加 RF 能量。可以(例如)每隔 1 秒、3 秒、5 秒或 10 秒,或其他时间段施加 RF 能量。物体可以通过施加能量(例如,在对流或 IR 中)来加工。在一些实施例中,起初可以在一个或多个激励设置处施加较低的 RF 能量量值。较低的 RF 能量量值可以被定义为导致放置在区域中的物体(例如,物体 103)的极少加工或无加工的施加到能量施加区域的能量量值。例如,较低的能量量值可能不足以:烹饪一种食品、解冻冷冻物体、引起或加速化学反应等。较低的能量量值可以通过(例如通过)从 RF 源(例如,源 112)中施加较低的 RF 功率或通过非常短的时间段内施加较高的功率来施加。可替代地,步骤 302 中的 RF 能量施加可以某一能级进行传导,该能级足以将置于能量施加区域中的一个物体加工到一定程度。步骤 302 中的 RF 能量施加可以通过在可用于设备 100 的多个激励设置上(例如,在多个频率处)扫描来进行传导,例如,通过在一个以上激励设置处随时间推移的能量传输。一个控制器(例如,控制器 150)可以通过在多个激励设置上扫描并且在每一个激励设置处分配待施加的一个恒定(例如,较低)的能量量值来控制 RF 能量施加。

[0161] 在步骤 304 中,随后,控制器可以接收或检测并且任选地监测来自能量施加区域的 RF 反馈。RF 反馈可以响应于 RF 能量施加而被检测(接收)。RF 反馈可以包括在步骤 302 中施加的 RF 能量的一个结果。RF 反馈可以从一个或多个传感器和 / 或检测器中接收,这些传感器和 / 或检测器被配置成用于任选地在所施加的激励设置的每一者处测量能量施加区域中的原始 RF 反馈。所接收的原始 RF 反馈可以被加工以确定一个计算出的 RF 反馈,例如通过进行原始 RF 反馈参数或从能量施加区域中接收的值的数学运算,例如:计算出的 RF 反馈可以包括:一个 DR、一个平均 DR、信号中的任一者的一个时间导数等。计算出的 RF 反馈可以与物体的一种或多种加工状态相关。用于记录(例如,在与控制器 150 相关联的一个存储器上或在一个机器可读元件上)一个 RF 反馈值(或一个计算出的 RF 反馈)与一个物体的一种加工状态之间的相关性的方法 330 在图 3C 中披露。相关性记录可以在正被加热的物体(例如,物体 103)的一个示例的加热期间进行。示例物体可以包括被加热物体的特征中的至少一些特征。因此,当一个 RF 反馈与一个物体的一种加工状态的指示相关并且在示例物体的加热实验期间被记录时,所记录的相关性可以用于控制向该物体(例如,物体 103)

的能量施加。

[0162] 在一些实施例中,计算出的 RF 反馈可以被监测以检测物体的一种加工状态,例如通过将所记录的相关性(例如,存储为一个查找表)与所接收的计算出的 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈的一个或多个值)相比较。在物体的加工(例如,加热)之前、期间或之后,控制器(例如,控制器 150)可以监测至少一个计算出的 RF 反馈参数(例如,DR、平均 DR、 Γ 的时间导数等)。控制器可以将至少一个被监测的计算出的 RF 反馈参数(例如,其值)与记录并且存储(例如)在一个查找表中的一个相关的计算出的 RF 反馈(值)进行比较。所接收的相关性可以用于确定物体的一种或多种加工状态。相关性可以被记录并且存储在与控制器相关联的一个存储器上或与物体相关联的一个机器可读元件上,并且控制器可以被配置成用于从存储器和/或机器可读元件中接收 RF 反馈与物体的加工状态之间的相关性。相关的计算出的 RF 反馈(例如,一个或多个值)可以在另一物体的加工期间被收集,该物体可以代表待加工的物体。

[0163] 可以每隔 1 秒、3 秒、5 秒或 10 秒,或在任何其他所希望的时间段感测或检测原始 RF 反馈。不同的 RF 反馈可以在在不同的激励设置处的 RF 能量的施加期间通过控制器来接收,例如,在多个激励设置上进行扫描期间。控制器可以被配置成用于使 RF 反馈(例如,其值)中的一些或全部与一个相对应的激励设置相关联。在一些实施例中,当在加工开始之前进行检测时,在步骤 304 中接收的计算出的 RF 反馈可以指示物体的初始状态。物体的一个示例性初始状态可以包括一个冷冻物体、一个深度冷冻(例如,在一个阈值温度以下)的物体、一个在室温或一般来说加工之前物体的初始温度下的物体、不同的解冻状态、一个物体的体积、与一个或多个物体相关联的片或项的数目、在一个包装中每一个项的位置等。

[0164] 在一些实施例中,RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)可以与物体的一种或多种加工状态相关。相关性可以根据方法 330 被确定。在一些实施例中,控制器可以基于被监测的 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)检测物体的一种或多种加工状态。控制器可以显示或以另外的方式将检测出的加工状态提供给用户(例如,通过界面 160)。在一些实施例中,用户可以提供被配置成用于基于所提供的加工状态使至少一个处理器能够加工物体的指令。

[0165] 在步骤 306 中,控制器可以通过基于所接收并且任选地监测的 RF 反馈施加能量来控制物体的加工。例如,当从能量施加区域接收的计算出的 RF 反馈值包括低于或高于一个阈值的值时,控制器可以引起能量的施加。另外地或可替代地,当物体由 RF 能量进行加工时,控制器可以根据在激励设置处的计算出的 RF 反馈调节在每一激励设置处施加的 RF 能量量值。在一些实施例中,当计算出的 RF 反馈(其值)达到一个预定阈值或低于该预定阈值时,控制器可以终止该过程。

[0166] 在一些实施例中,该过程可以重复并且在能量施加期间和/或之后 RF 能量可以被施加以检测物体的加工状态。步骤 302 和 304 可以被重复并且加工可以基于在步骤 304 中接收的计算出的 RF 反馈在步骤 306 中再次进行调节。在一些实施例中,当加工物体时,步骤 302 和 304 可以被执行若干次,例如,每隔 3 或 5 秒。

[0167] 在一些实施例中,一个能量施加协议可以基于从能量施加区域中接收的 RF 反馈(例如,一个计算出的 RF 反馈)来设置。图 3B 中的流程图中呈现的方法 310 可以包括在步骤 312 中将一个物体(例如,物体 103)放入一个能量施加区域(例如,区域 102)中。方法 310 可以使用设备 100 通过控制器 150 执行。在步骤 314 中,RF 能量可以被施加到能量施

加区域以通过接收并且监测一个第一 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)来检测物体的一种加工状态,例如,通过控制器 150。在步骤 314 中接收的 RF 反馈可以指示物体的初始状态。在一些实施例中,检测出的初始状态可以被显示给用户(例如,通过一个界面)。RF 能量可以在多个激励设置处施加,例如,通过在可供使用的激励设置中的至少一部分上进行扫描,并且 RF 反馈可以被接收并且与所施加的激励设置中的每一者相关联,如上文关于方法 300 中的步骤 302 和 304 所披露。所接收的 RF 反馈(例如,一个或多个值或趋势,例如:当时间推移值从增加改变成减少时)可以与物体的一种或多种加工状态相关,如上文所论述。

[0168] 在步骤 316 中,基于所接收的第一 RF 反馈,一个控制器(例如,控制器 150)可以设置或确定一个能量施加协议。在一些实施例中,用户可以响应于所显示的初始状态设置(选择)能量施加协议(例如,用户可以从多个所显示的协议中选择一个协议)。界面可以将能量施加协议发送到控制器。一个能量施加协议可以包括一个或多个规则,在这些规则下能量可以被施加到能量施加区域中。规则可以包括基于所接收的 RF 反馈 设置待施加的能量量值(例如,温度、功率电平能量施加持续时间)或能量的类型(例如,RF 能量、IR 能量或对流加热)。例如,当与一种加工状态相关的 RF 反馈指示酵母生面团被完全发酵并且准备进行烘焙时,控制器可以针对一个烤箱设置一个规则以在 30 分钟内施加 180°。如果物体还将通过 RF 能量进行加工,那么规则可以对从多个激励设置中选择激励设置进行控制,可以在这些激励设置处施加 RF 能量。另外地或可替代地,规则可以确定将在每一个激励设置处施加的能量量值,例如,通过设置从 RF 能量源(例如,源 112、122 和 132)供应给每一个辐射元件(例如,元件 110、120 和 130)的功率数量和 / 或时间。能量施加协议可以基于一个或多个 RF 反馈进行设置。

[0169] 在步骤 318 中,能量可以根据在步骤 316 中设置的能量施加协议被施加到能量施加区域中以加工物体。能量可以通过一个或多个热量源(例如,源 209、209a 和 209b)来施加。例如,源 209 可以包括在一个烹饪烤箱中的一个灯丝,其中烤箱可以包括一个恒温器并且可以被配置成用于将烤箱在 30 分钟内加热到 180°C。另外地或可替代地,RF 能量可以被施加以通过连接到一个或多个 RF 源上的辐射元件加工物体。能量源和 / 或 RF 源可以由控制器控制以根据设置协议施加能量。在能量施加之后或期间,一个第二 RF 反馈(例如,一个计算出的 RF 反馈)可以从能量施加区域中被接收并且任选地被监测(当加工物体时),以便在能量施加之后或期间检测物体的加工状态(步骤 320)。在一些实施例中,在加工期间加工状态可以被显示给用户(例如,通过一个界面)。任选地,第二类型的 RF 反馈可以类似于第一类型的 RF 反馈。可替代地,第二类型的 RF 反馈可以不同于第一类型的 RF 反馈。例如,指示酵母生面团被完全发酵的在步骤 314 中接收的第一计算出的 RF 反馈可以包括 DR,而指示酵母生面团被完全烘焙的第二计算出的 RF 反馈可以包括平均 DR 的一个时间导数。在步骤 322 中,第二 RF 反馈的值可以与可用于控制器的一个值相比,例如,一个终止标准。终止标准可以包括与物体的一种加工状态(例如,物体最后所希望的状态)相关的至少一个 RF 反馈值(例如,一个计算出的 RF 反馈值)。在步骤 324 中,终止标准可以被记录并且存储在:与控制器相关联的一个存储器中、包括在一个机器可读元件(例如,一个条形码标记或一个 RFID 标记)中的指示指令的一个数据上,或从连接到控制器上的一个远程位置(例如,因特网)发送给控制器的指示指令的一个数据上。例如,终止标准可以包括一个单个平均 DR 的值、一组 DR (ESi) 的值、一组 S_{11} (ESi) 的值、在一个特定激励设置(ES)处的一个单个 DR 的值、

从区域中反射的功率的时间导数、DR (ESi) 的时间导数等。如果与第二 RF 反馈相关联的一个值大体上等于终止标准,例如,当生面团被完全烘焙时,(步骤 322- 是),那么在步骤 326 中能量可以被终止并且放置在能量施加区域中的物体的加工可以结束。如果第二 RF 反馈值不等于终止标准(步骤 322- 否),那么该过程可以返回到步骤 314 并且重复直到终止标准被满足为止。在一些实施例中,一个以上终止标准可以用于 RF 能量施加中并且控制器可以引起能量的施加直到所有标准都被满足、至少两个标准被满足等为止。

[0170] 在一些实施例中,在 RF 能量施加期间可以存储并且比较其他标准。例如,不同的指标可以用于在各种能量施加协议之间进行切换。例如,一个第一协议可以施加 40°C 以对一个酵母生面团进行发酵、可以根据 RF 反馈进行设置、设置为一个默认协议或在 RF 能量施加之前预定。当一个第一标准(例如,生面团被完全发酵的标准)可以被满足时,第一协议可以被终止。一个第二 EM 施加协议(例如,在 180°C 下烘焙生面团 30 分钟)和一个第二标准(例如,生面团被烘焙)紧接着第一协议,直到一个终止标准可以被施加为止。此概念参考方法 400 进行概括地论述。

[0171] 根据本发明的一些实施例,用于使通过至少一种加工状态指示器指示的一个物体的一种加工状态与在物体的加工期间接收的一个 RF 反馈相关并且任选地记录该加工状态的方法 330 呈现在图 3C 中的流程图中。方法 330 可以使用设备 100 通过控制器 150 执行。用于记录通过至少一种加工状态指示器指示或接收的一个物体的一种加工状态与在一个能量施加区域中的物体的加工期间从该能量施加区域中接收的 RF 反馈(例如,一个或多个值或 RF 反馈或计算出的 RF 反馈)的相关性的设备,可以包括参考图 1A 至 1B 和图 2A 至 2B 所论述的一个或多个部件并且可以采用方法 330。该设备可以进一步被配置成用于创建将与一个物体相关联的一个机器可读元件。方法 330 可以在一个测试物体上执行,并且所记录的相关性可以用于加工相似或相同的物体。方法 330 可以被执行以创建将与物体相关联的一个机器可读元件或一个加工程序(例如,烹饪程序),这些物体与测试物体相似或相同。在步骤 332 中,待加工的一个物体可以被放置在一个能量施加区域(例如,区域 102 和谐振腔 200 和 210)中。在一些实施例中,用户可以提供关于测试物体的另外信息,例如,其类型(例如:一个蛋糕、一块牛排等)、大小、谐振腔中物体的位置(例如,在多层烤箱中的一个托盘层)。可替代地或另外地,另外的信息可以从与测试物体相关联的一个机器可读元件中读取。在步骤 334 中,能量可以被施加到物体上以加工物体。例如,源 209、209a 和 / 或 209b 可以施加对流加热以烘焙放置在一个烹饪烤箱中的一个蛋糕。在一些实施例中,能量可以根据由用户提供的指令来施加(例如,用户可以指示将被吸收在物体中的一个所希望的的能量量值(KJ) 或可以提供一个所希望的对流加热的温度)。在步骤 336 中,物体的一种加工状态(例如,一个化学或物理特性或一个烹饪状态) 的指示可以在能量施加期间(也即,之前、期间和之后)被接收。物体的加工状态的指示可以从各种加工状态指示器中接收,例如,被配置成用于感测指示放置在能量施加区域中或周围的物体的加工状态的一个变量的传感器,例如,传感器 140、206 和 208。在一些实施例中,通过传感器(加工状态指示器)感测出的加工状态可以被显示给一个用户。另外地或可替代地,物体的加工状态的指示可以从一个用户处被接收并且该加工状态指示器可以包括一个第一用户界面,该第一用户界面被配置成用于从一个用户处接收物体的加工状态(例如,煮熟的程度、一种所希望的颜色等) 的一个指示。控制器 150 可以记录物体的加工状态的指示。例如,控制器可以记录来自一个

温度计的指示一块牛排内部的温度的一个温度信号(例如,当牛排的温度已经达到 50℃ 并且牛排达到一个中等煮熟程度时)。在又另一示例中,控制器可以记录放置在一个干燥箱中的待干燥浆果的(例如,从一个天平接收到的)重量。在一些情况中,重量可以指示浆果已经失去一定数量的水分。

[0172] 在能量施加和加工(例如,烹饪、烘干、烘焙等)期间,RF 反馈可以从至少一个检测器中接收,该检测器被配置成用于检测来自能量施加区域的 RF 反馈(步骤 338)。RF 能量可以任选地通过在多个激励设置(例如,多个频率)上进行扫描来施加到能量施加区域中。RF 能量可以从辐射元件(例如,元件 110,120,130,204a 至 204f)中发射并且被反射回或耦合到辐射元件上。作为 RF 能量施加的结果,在物体的加工期间,一个 RF 反馈可以从能量施加区域中接收并且通过控制器 150 进行记录(例如,一个或多个值)。例如,控制器 150 可以记录在每一个激励设置处的 DR 的值和 / 或作为时间的函数在所有激励设置上的平均 DR。在一些实施例中,在物体的加工的一些或全部期间,DR 的值可以被监测。在一些实施例中,通过检测器接收的 RF 反馈和 / 或计算出的 RF 反馈可以显示给一个用户。

[0173] 在一些实施例中,用户可以评估该过程(例如,用户可以评估加工状态并且将此与一个所希望的加工状态比较)。任选地,当未获得所希望的结果时,可以用不同的指令(例如,不同的能量协议等)加工一个另外的测试物体。在一些实施例中,用户可以指示(例如,通过界面)获得了一个所希望的结果。可替代地,是否获得所希望的结果的一个指示可以通过设备中提供的一个或多个传感器(加工状态指示器)来指示。在此情况下,用于加工物体的程序(例如,一个或多个能量协议)可以被记录在一个机器可读元件上(例如:如图 8A 到 8B 中所示)。在一些实施例中,在记录程序之前(例如,记录在一个机器可读元件上),程序可以被显示给一个用户以得到批准。

[0174] 在步骤 340 中,RF 反馈(例如,一个或多个值或趋势)可以与物体加工状态的指示(例如,通过加工状态指示器接收的一个或多个信号)相关并且该相关性可以被记录。当获得反馈时,控制器可以使所记录的加工状态的指示与 RF 反馈相关(同时、在不同时间、或在稍后一些时间)。所记录的相关性可以用于检测物体的一种或多种加工状态并且可以设置用于控制能量施加的一个或多个标准以加工类似于测试物体的物体。例如,物体的温度测量值可以与平均 DR 值相关并且与一个所希望的目标 温度相关的平均 DR 可以被设置为一个标准并且可以被记录在包括在机器可读元件中的一个数据存储部分中。在一些实施例中,RF 反馈(例如,值)中的一者或多者可以与物体的至少一种加工状态相关并且可以被记录并且存储在包括在一个机器可读元件中的指示指令的数据中、和 / 或与控制器相关联的一个存储器上和 / 或连接到控制器上的一个远程位置中。在一些实施例中,一个机器可读元件可以与一个识别号(例如,标记 ID)相关联并且所记录的数据可以被存储在一个远程位置上,从而识别号可以与该数据相关联。

[0175] 图 4 为根据本发明的一些实施例的用于基于一个标准(例如方法 330 的步骤 340 中披露的标准)控制能量施加的一种方法 400 的一个流程图。一个控制器(例如,控制器 150)可以被配置成用于利用任何合适的系统(例如,设备 100)执行方法 400。方法 400 可以包括基于一个检测标准在两个或更多个能量协议之间进行切换。标准可以与物体的一种加工状态或一个相关联的 RF 反馈(例如,计算出的 RF 反馈)相关联。在步骤 402 处,控制器可以通过将 i 设置成零($i=0$)来确定一个初始加工阶段。在步骤 404 处,任选地,在初始加工

阶段($i=0$), 控制器可以基于从一个界面中接收的识别信息来识别待加工的物体。一个界面(例如, 界面 160) 可以包括被配置成用于读取记录在一个机器可读元件(例如, 一个标记读取器(例如, 一个条形码读取器或一个 RFID 读取器))上的数据的一个系统, 并且物体的身份可以被编码或被记录在该标记(例如, 诸如一个条形码的一个机器可读元件等)上。另外地或可替代地, 物体的身份可以使用任何用户界面 160(例如, GUI、触控板、小键盘、触摸屏等)从一个用户处接收, 该用户界面被配置成用于从一个用户处接收指令并且将指令转发给一个控制器。在一些实施例中, 在步骤 410 中, 物体的初始加工状态可以被确定。例如, 控制器可以基于物体的身份确定物体的初始加工状态。控制器可以使物体的身份与物体的初始加工状态相关。例如, 物体的身份可以界定引入到一个化学反应器中的一种溶液中的化学成分和反应混合物浓度。在又另一示例中, 初始加工状态可以被记录在与物体相关联的一个机器可读元件上, 并且控制器可以被配置成用于从机器可读元件中接收指示物体的初始加工状态的一个数据(例如, 指令)。例如, 印刷在一个速溶蛋糕粉包装上的一个编码可以标识在室温下添加液体(例如, 牛奶)和鸡蛋之后以及在模制(在蛋糕模具中)之后以及准备好被引入到烹饪烤箱中的蛋糕粉末混合物的初始条件。在一些实施例中, 记录在机器可读元件上的指令进一步被配置成用于使至少一个控制器(例如, 控制器 150) 基于从能量施加区域中接收的 RF 反馈来确定物体的初始条件。可替代地, 物体的初始加工状态(初始条件)可以基于从容纳该物体的能量施加区域中接收的一个 RF 反馈进行确定。在一些实施例中, 物体的初始条件可以通过监测 RF 反馈来确定。在物体的初始状态下从能量施加区域中接收的 RF 反馈的值(作为对 RF 能量施加的一个响应)可以与记录在控制器可访问的一个媒介上的 RF 反馈值相比, 该媒介例如, 一个机器可读元件、与控制器相关联的一个存储器等。所记录的 RF 反馈值可以与物体的至少一个初始加工状态相关。包括能量施加参数的一个第一协议可以在步骤 420 中确定。第一协议可以基于在步骤 410 中确定的物体的初始加工状态来确定。例如, 如果物体的初始加工状态示出物体被冷冻, 那么所确定的第一能量施加协议可以包括可以例如使用 RF 能量解冻物体的 RF 能量施加参数, 例如, ‘解冻脚本’。另外, 初始加工状态可以指示冷冻物体的温度, 并且第一协议可以包括能量施加参数, 例如, 在一个对流烤箱中的温度和时间。如果被施加以加工物体的能量为 RF 能量, 那么协议可以包括能级、功率电平、持续时间和 / 或从多个激励设置中选择一个或多个激励设置, 以及在所选定的激励设置处施加 RF 能量, 以便在所指示的温度处开始解冻物体。任选地, 第一协议(例如, 协议(i))可以基于记录在一个机器可读元件上或控制器可访问的一个存储器中的指示指令的数据来确定。在一些实施例中, 记录在一个机器可读元件上的指示指令的数据可以包括指令, 这些指令被配置成用于使一个控制器能够根据物体的初始加工状态或从能量施加区域中接收的 RF 反馈选择第一协议。在一些实施例中, 一个或多个协议可以被包括在记录在机器可读元件上的指示指令的数据中, 并且控制器可以根据记录在可读元件上的数据确定协议(i)。数据可以包括能量施加参数的一些或全部和 / 或与能量施加参数的一些或全部相关联的一个编码。机器可读元件或存储器可以包括用于加工物体的加工指令。指令可以包括一个以上协议、和 / 或与协议相关的数据、和 / 或与物体的初始加工状态相关的数据。在一些实施例中, 当 RF 能量被进一步施加以加工物体时, 协议可以包括 RF 反馈值(例如, 计算出的 RF 反馈值)与待施加到能量施加区域的 RF 能量之间的相关性。相关性可以被记录在一个可读元件(例如, 条形码)上, 并且不管机器可读元件中的信息如何, 所有其他能

量施加参数可以进行设置。举例来说,包括在协议(i)(例如,第一协议)中的加工参数可以被设置为加工设备的一个默认值,任选地指示指令的数据包括用以使用默认协议的一个指令。至少一个相关性可以被设置,从而施加到能量施加区域的能量可以加速在一个化学反应器中的一个化学反应。如果协议被设计成用于使从处于 4℃ 的冰箱中获得的未膨胀生面团变得膨胀,那么可以设置一个不同的相关性(例如,记录在一个可读元件上)。其他相关性可以取决于一个特定应用的要求来设置。

[0176] 在步骤 422 中,协议被检查以确定该方案是一个能量施加协议还是一个终止协议。一个能量施加协议可以被定义为包括用于对向能量施加区域的非零能量传递进行控制的施加参数的任何协议。一个终止协议可以被定义为涉及向能量施加区域的零能量施加的一个协议。如果该协议为一个终止协议(422:是),那么该过程结束(442)。否则,步骤 424 可以被执行,并且能量(例如,RF 能量、IR 能量、对流加热能量等)可以根据在步骤 420 中确定的协议(i)(例如,第一协议)被施加到能量施加区域。例如,协议可以包括一个计算出的 RF 反馈与待施加到能量施加区域的 RF 能量之间的相关性,并且在执行步骤 424 时,计算出的 RF 反馈可以从一个 RF 反馈的一个或多个值中计算出,并且可以相应地施加能量。在其他实施例中,方案可以包括其他能量施加参数。

[0177] 在步骤 426 中,任选地在物体存在的情况下,一个 RF 反馈从能量施加区域中接收。在能量施加期间,RF 反馈可以根据协议(i)(例如,第一协议)被监测。反馈可以包括任何 RF 反馈,原始 RF 反馈参数和 / 或计算出的 RF 反馈。例如,反馈可以包括:s 参数、DR、平均 DR、辐射元件的输入阻抗、在能量施加区域中检测出的功率、其对应的导数、平均数等。

[0178] 在步骤 428 中,所接收的 RF 反馈(例如,其值)可以相对于一个标准-标准(i)进行检查(比较),例如,以便查看是否满足标准。标准可以与物体的一种加工状态相关。此步骤可以在能量施加期间或在能量施加中的一个间歇中执行。满足标准可以在能量施加期间连续地、或间歇地进行检查,例如,定期地,例如,每隔 1 秒或 5 秒或 10 秒等。另外地或可替代地,RF 反馈可以在特定事件发生之后相对于标准进行检查。例如,当指示物体的温度的一个指示出大于 1℃ 的温度变化时、当指示物体的湿度的指示每隔预定数目扫描就发生预定量的变化时等,RF 反馈可以与标准进行比较。标准可以包括与物体的至少一种加工状态相关的一个或多个 RF 反馈(例如,值)。标准可以根据图 3C 的流程图中所披露的方法 330 进行设置。标准可以被记录在一个机器可读元件中的一个数据存储部分上、与控制器相关联的一个存储器上或控制器可访问的一个远程定位的媒介上。控制器可以从机器可读元件和 / 或存储器和 / 或媒介中接收标准。

[0179] 在步骤 428 中,控制器可以确定 RF 反馈(例如,其值)是否满足标准。倘若反馈尚不满足标准(步骤 426:否),那么在从能量施加区域中接收的 RF 反馈满足一个标准之前的一个(i)时间段(例如,一个第一时间段)期间,能量施加可以使用在步骤 420 中确定的相同协议继续。步骤 422、424、426 和 428 可以被重复直到满足标准为止(步骤 428:是)。当标准(i)被满足时,另一标准可以在步骤 430 中被界定并且 i 可以被设置成 $i=i+1$ (步骤 440)。在标准被满足之后,协议(i+1)(例如,一个第二协议)可以被确定,步骤 420 可以被重复,并且在从能量施加区域中接收的 RF 反馈满足标准(i)之后的一个第二时间段期间,能量可以根据协议(i+1)被施加到能量施加区域(重复步骤 424)。

[0180] 用于使一种食品的一个烹饪状态与一个 RF 反馈相关的烹饪实验在一个实验烹饪

烤箱中进行。烹饪烤箱包括如图 1B 和 2A 所披露的类似部件：一个控制器、一个对流热源、各自与一个 RF 源和一个检测器接触的两个辐射元件、以及一个温度传感器。在第一实验中，一个即时可烘焙的冷冻比萨饼被解冻并且通过在 180℃ 下施加对流加热而煮熟。比萨饼的温度以及平均 DR 根据烹饪时间被检测并且监测。当比萨饼被解冻时，检测到平均 DR 的斜率(时间导数)发生急剧变化，并且当比萨饼被完全烘焙时，观察到时间导数的符号变化(从正变成负)。

[0181] 图 5 呈现了在香草蛋糕的烘焙实验期间，从两个不同的辐射元件中获得的平均 DR 的两次测量值(一个计算出的 RF 反馈的一个示例)。一个速溶香草蛋糕混合物根据混合物包装上的指令进行制备并且放置在用于烘焙比萨饼的相同的实验烹饪烤箱中。烤箱被加热到 180℃。平均 DR 通过控制器每隔 3 秒进行监测，并且蛋糕的烘焙状态通过一个厨师定期地以视觉方式进行监测。整个烘焙时间大致为 30 分钟。图 5 中的 x 轴线为每隔 3 秒获得的平均 DR 检测周期的数目。在第一个 350 周期(17.5 分钟)处，平均 DR 随时间增加并且具有一个正时间导数。从大致 350 到 500 周期(从烘焙的开始起的 25 分钟)，平均 DR 未明显地变化(时间导数大致为零)。在烘焙结束时，DR 的值随着时间减小(也即，一个负时间导数)，从而指示出蛋糕已准备好。在烹饪苹果派时获得类似的结果。

[0182] 使用一个冷冻比萨饼的另一烘焙实验使用根据本发明的一些实施例的设备和方法来进行。烘焙实验在包括两个辐射元件的一个实验 RF 烹饪烤箱(采用 RF 能量以用于加工，例如，烹饪，食物物体的一个烤箱)中执行。称重 500 克并且具有 30cm 的直径的在 -18℃ 的温度下(冷藏)的一个冷冻的即时可烘焙比萨饼被放置在实验 RF 烹饪烤箱中。在烘焙实验期间，平均 DR 的一个 RF 反馈(也即，一个计算出的 RF 反馈)与在两个位置处的比萨饼的温度一起(也即，加工状态的一个指示)被监测，这两个位置一个在中心且另一个在比萨饼的边缘。所监测的平均 DR 和所监测的温度的结果被呈现在图 6A 的曲线中。比萨饼的中心处除以 100 的温度(也即 $T[^\circ\text{C}]/100$)被呈现在曲线 630 中，并且在比萨饼的边缘处除以 100 的温度被呈现在曲线 640 中。第一和第二辐射元件的所测量和计算的平均 DR 被呈现在曲线 610 和 620 中。RF 能量施加协议被图示为线 650。基于比萨饼的初始加工状态，一个第一协议被选择为一个“解冻协议”。用于施加 RF 能量的协议参数为：使用 800MHz 到 1000MHz 之间的频率、根据图 6B 中呈现的解冻协议根据在每一频率处的 DR 将能量(SE)供应给 RF 烹饪烤箱的辐射元件。未将能量施加到与高于 0.7 的一个 DR 相关联的频率处。监测温度显示了在 20 秒之后比萨饼的边缘部分和在 120 秒之后比萨饼的内部部分的解冻(也即，物体的一种加工状态)。监测平均 DR，并且具体地说平均 DR 的时间导数，显示了在比萨饼被解冻(例如，相位变化)之后，平均 DR 的斜率从正($d\text{DR}/dt = \text{正数}$)到一个较小的负斜率或几乎无斜率($d\text{DR}/dt = \text{大致为 } 0$)的变化。平均 DR 的导数变化可以与一个“解冻状态”相关并且可以被用于将解冻协议改变成烘焙协议的一个标准。在施加一个‘解冻协议’的 120 秒之后，使用 800MHz 到 1000MHz 之间的频率施加一个‘烘焙协议’，从而根据图 6C 中呈现的协议根据 DR(f)(根据频率的耗散比)将能量供应给辐射元件。最大可供使用的能量被施加在与低于 0.7 的一个 DR 相关联的所有频率处，并且 DR 与 SE 之间的线性相关性被施加在与高于 0.7 的 DR 相关联的频率处。烘焙的结束通过一个用户(例如，一个厨师)基于加在顶部乳酪的颜色(也即，比萨饼的一种加工状态)来指示，当平均 DR 达到 0.6 的值时，该颜色变成浅褐色。0.6 的平均 DR 值可以与一个比萨饼的烘焙状态的结束相关，并且可以被用

作当批萨饼被完全煮熟时用于终止 RF 能量施加的一个标准。

[0183] 在另一烘焙实验中,在室温下称重 500 克并且具有 30cm 的直径的一个解冻的未烘焙比萨饼被放置在一个实验 RF 烹饪烤箱中。在烘焙实验期间,平均 DR 的一个 RF 反馈与在两个位置处的比萨饼的温度一起被监测,这两个位置一个在中心(表示为 ch2)且另一个在比萨饼的边缘(表示为 ch1)。所监测的平均 DR 和所监测的温度的结果被呈现在图 7 的曲线中。在大致 240 秒之后,当温度超过 85°C 时,比萨饼被指示为已准备好并且被完全烘焙。在 240 秒之后平均 DR 开始上升,并且平均 DR 的导数从负变成正。导数变化可以与比萨饼的烘焙状态相关并且可以被用于施加 RF 能量终止协议的一个标准。

[0184] 图 8A 和 8B 是根据本发明的一些实施例的表示两个任选的机器可读元件的图示,该机器可读元件包括记录在每一个元件上的指示指令(指令被配置成用于使至少一个控制器能够控制能量施加以加工物体)的一个数据。在图 8A 中,图示了指示包括不同的协议(例如,至少一个第一协议和一个第二协议)和标准的指令的一个一般数据。图 8B 包括具有指示用于制备一个比萨饼的指令的数据的一个示例性记录元件。指令可以包括用于确定比萨饼的初始加工状态的一个步骤和一个解冻协议(例如,图 6B 中呈现的一个协议),如果比萨饼被冷冻的话。指令可以进一步包括用于确定比萨饼是否被解冻的一个标准以及用于烹饪比萨饼的一个烹饪协议(例如,图 6C 中呈现的一个协议)。指令可以包括用于确定比萨饼是否准备好的一个标准,例如,平均 DR 导数变化等,如关于图 7 所披露。指令还可以包括一个终止协议。

[0185] 如此处所使用,如果一个机器(例如,一个控制器)被描述为被配置成用于执行一个任务(例如,被配置成用于引起一个预定场图的施加),那么在一些实施例中,该机器在操作过程中执行此任务。类似地,当一个任务被描述为被执行以便产生一个目标结果(例如,以便将多个 EM 场图施加给物体)时,那么在一些实施例中,执行该任务可以实现该目标结果。此处所使用的术语“预定”仅意味着相关联的量或值被计算出或以另外的方式预先确定。预定值可以包括存储在存储器中的值;在 EM 能量加工的开始之前计算、观测、测量、读取、接收的值等;或在此加工期间计算、观测、测量、读取、接收的任何值等。

[0186] 在前面的示例性实施例的描述中,各种特征在单个实施例中被归类到一起以简化本披露。这种披露方法不应被解释为反映所要求的发明需要多于每项权利要求书中所明确叙述的特征的意图。而是,如以下权利要求书所反映,本发明的各方面不在于单个前面披露的实施例的所有特征。因此,以下权利要求由此结合到此具体实施方式中,其中每项权利要求独自表示本发明的一个单独的实施例。

[0187] 此外,本领域技术人员通过考虑说明书和本披露的实践将明白,在不脱离所要求的本发明的范围的情况下可以对所披露的系统和方法作出各种修改和改变。例如,在不脱离本发明的范围的情况下,一种方法的一个或多个步骤和/或一个设备或一个装置的一个或多个部件可以被省略、改变、或替代。因此,希望本说明书和各示例仅被视为示例性的,而本披露的实际范围由随附权利要求书及其等效物来指示。

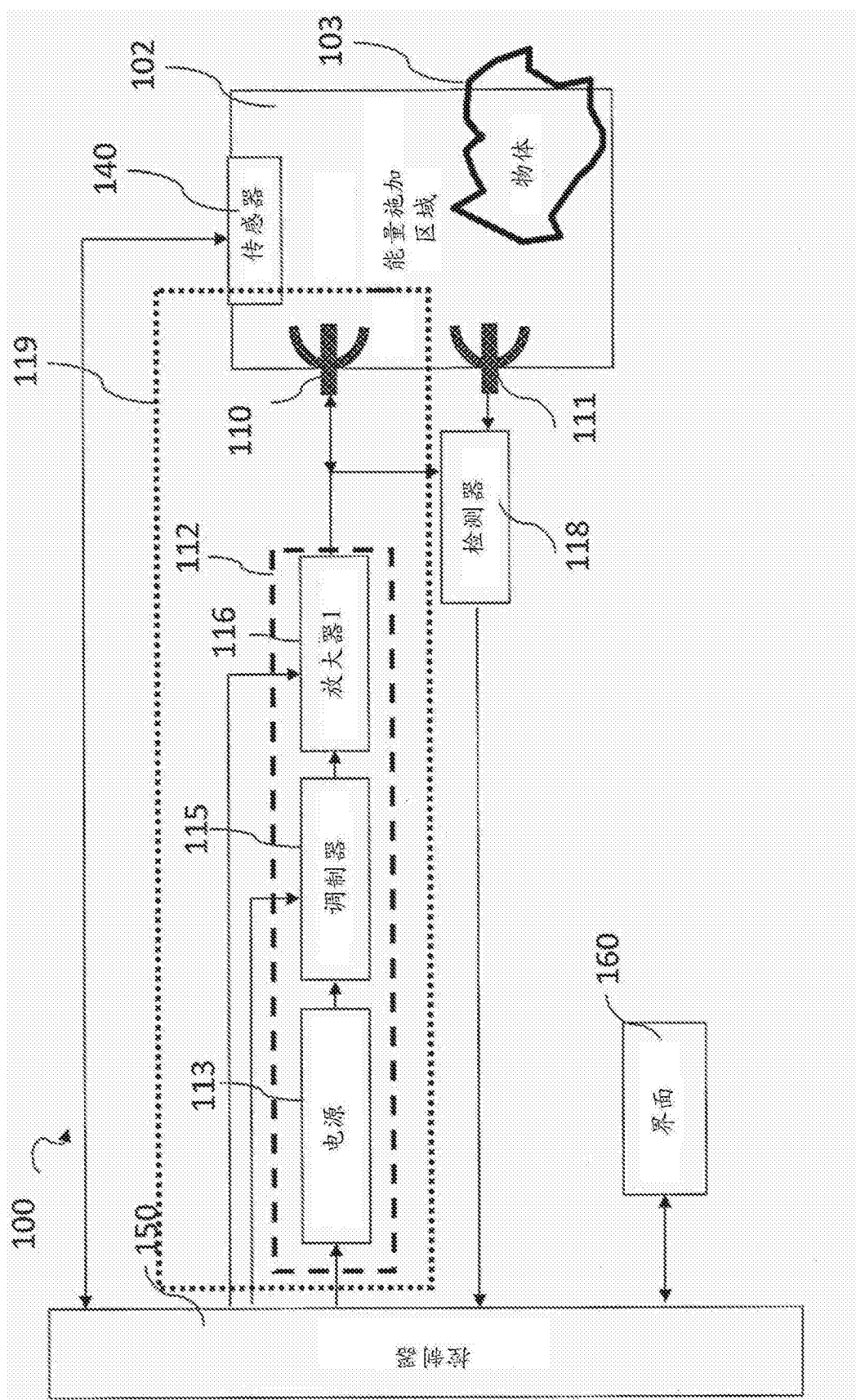


图 1A

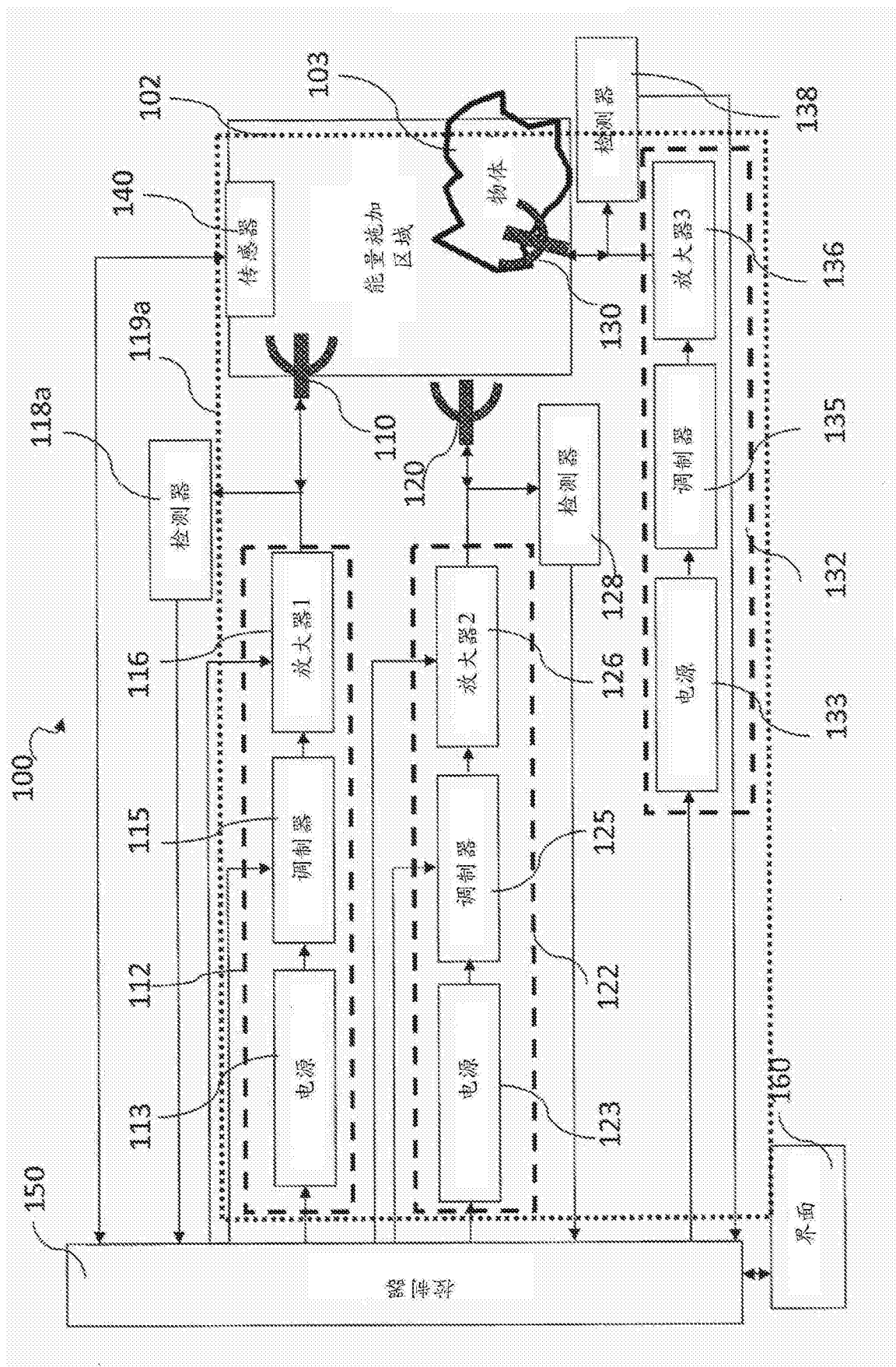


图 1B

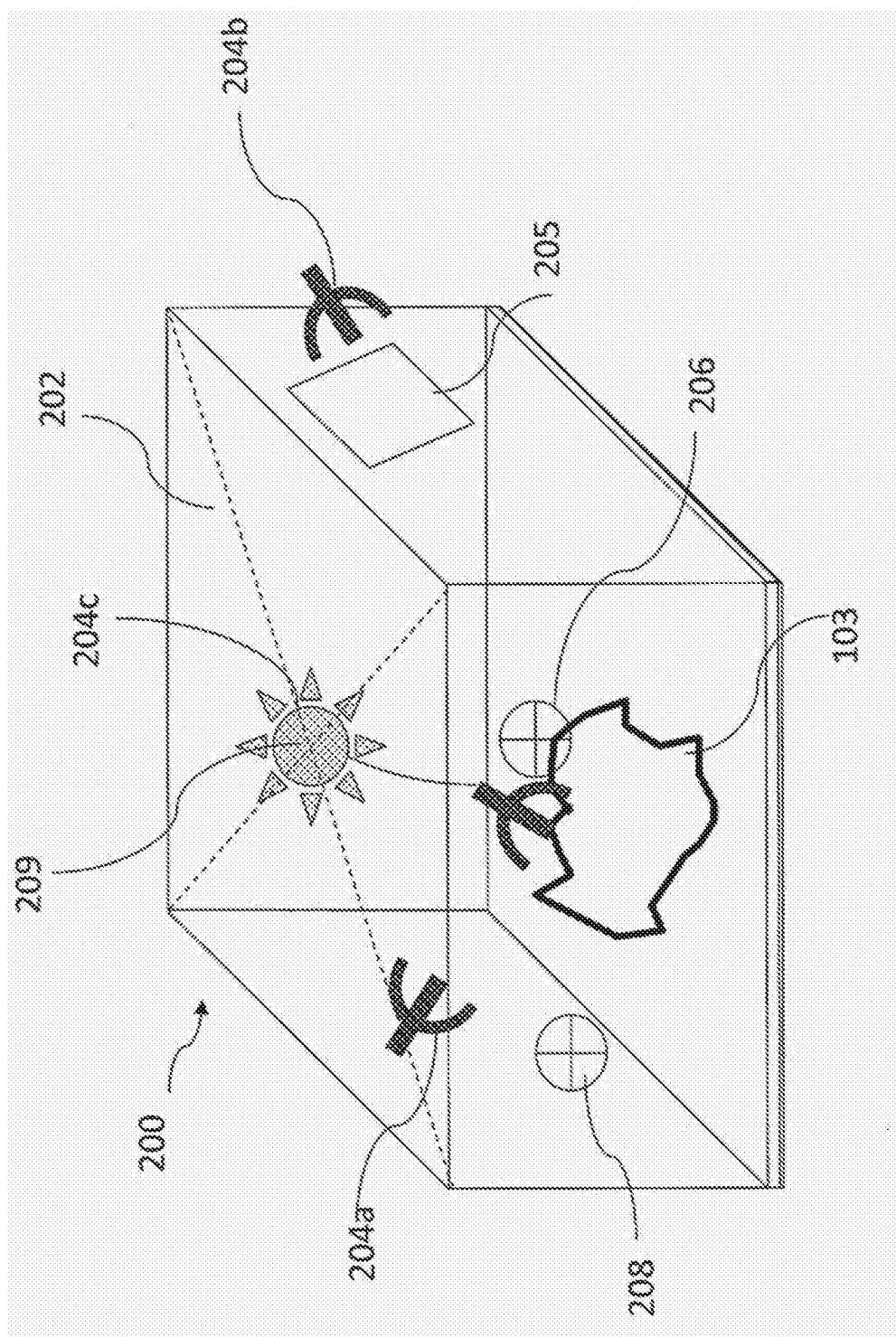


图 2A

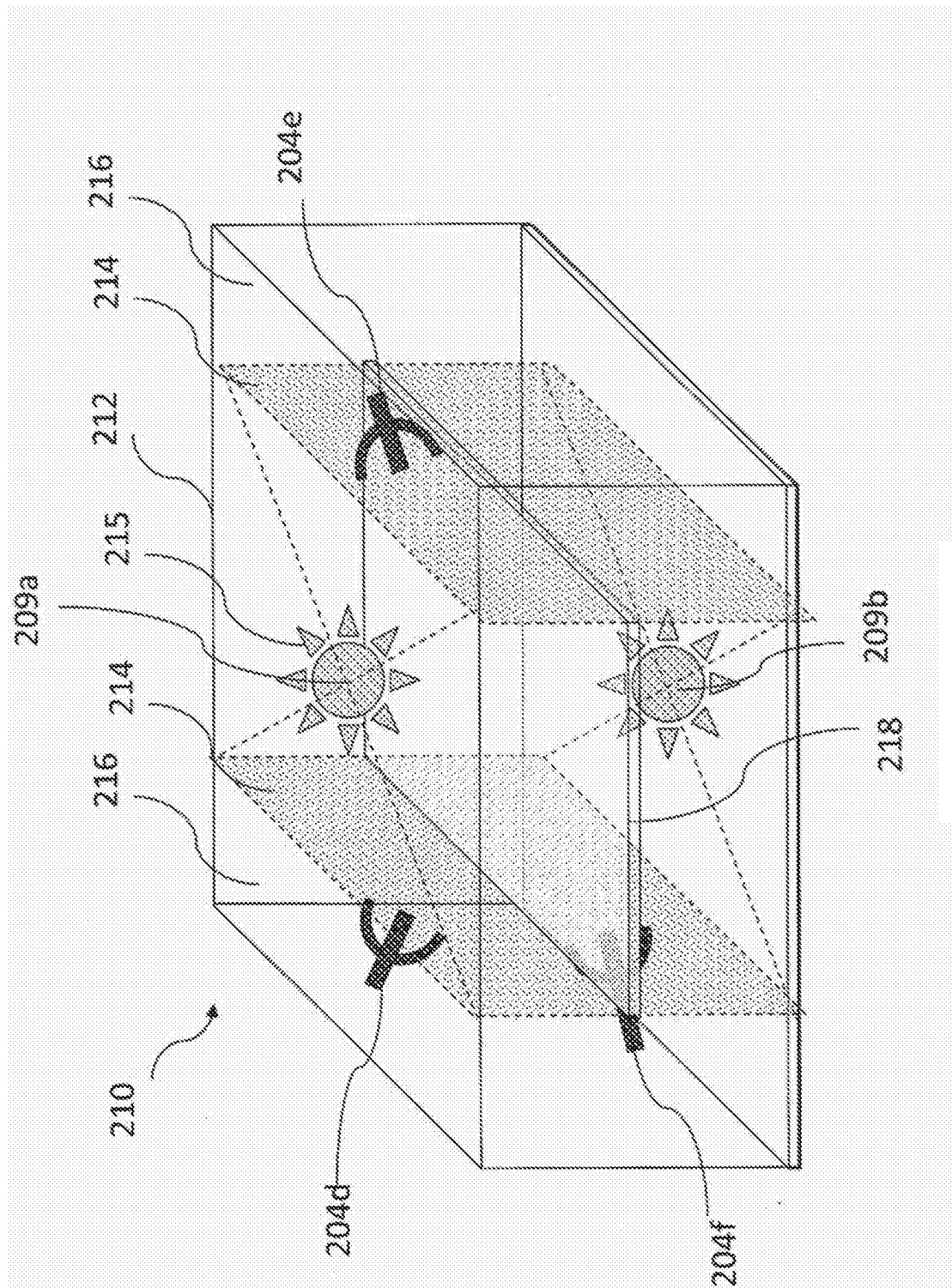


图 2B

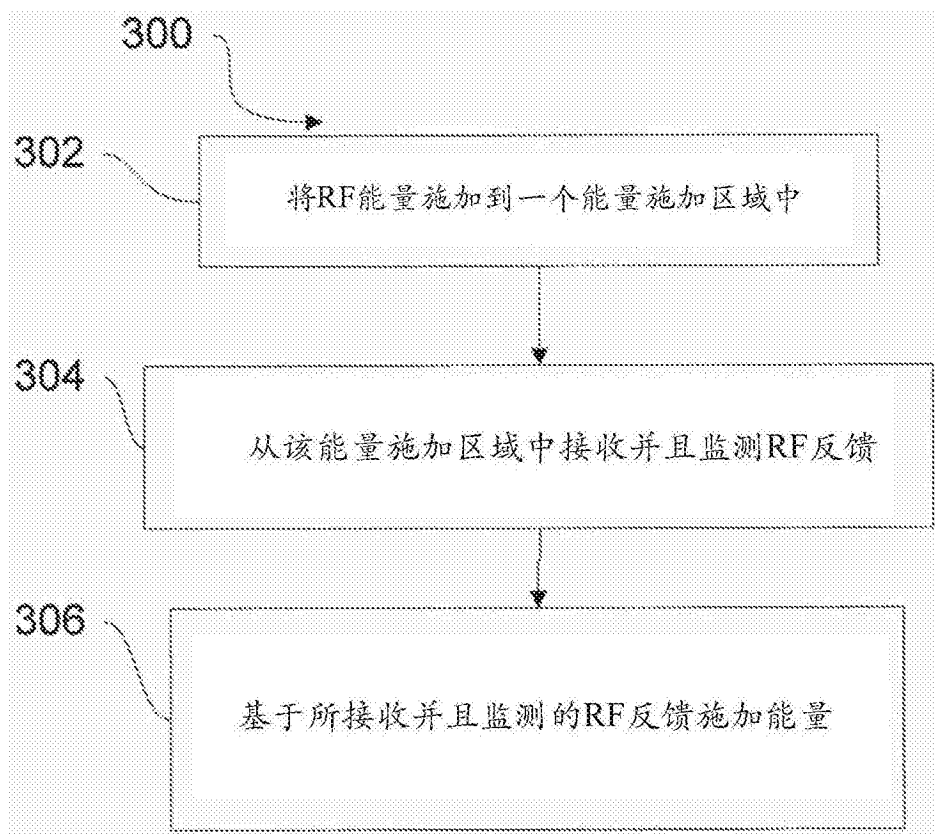


图 3A

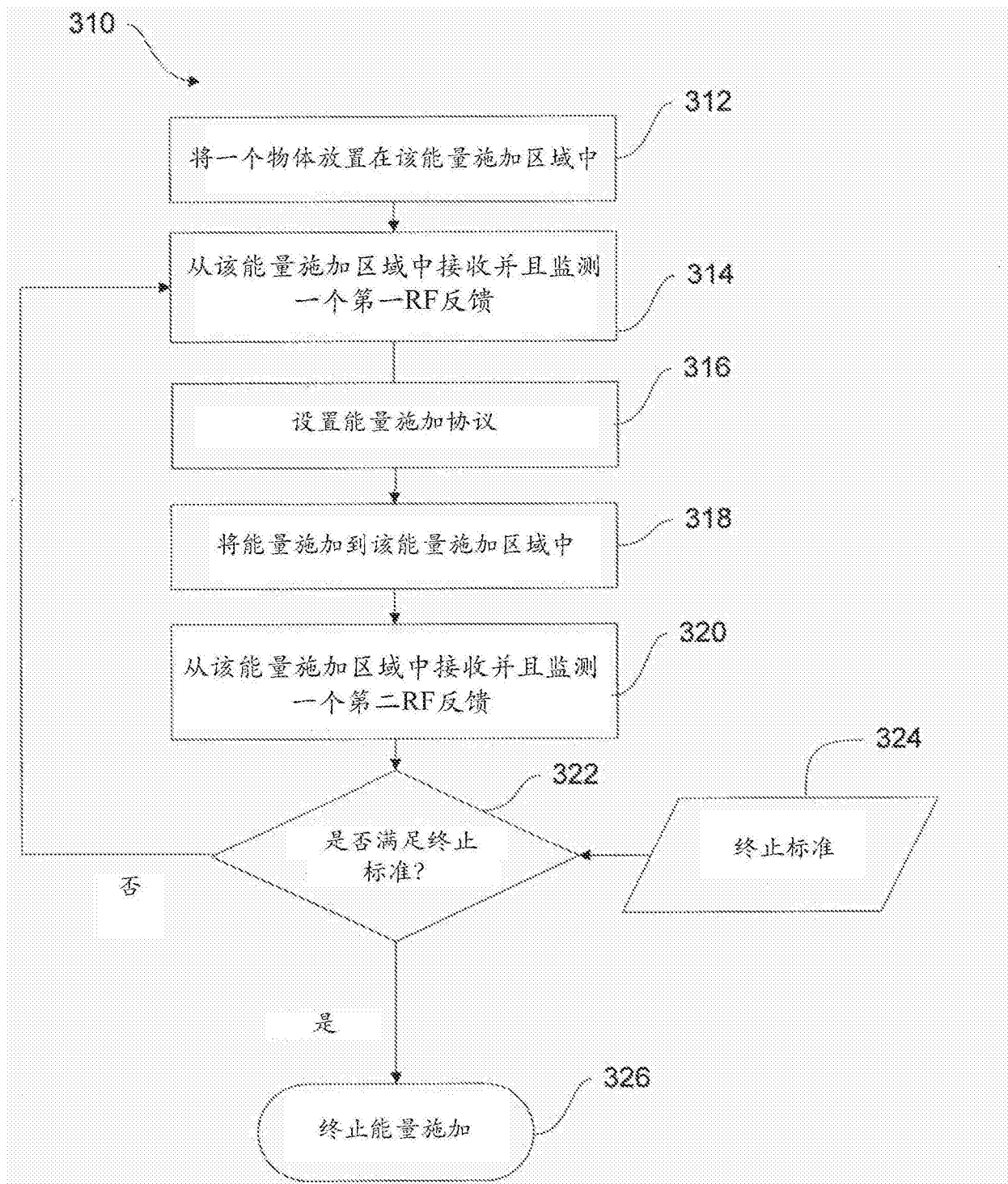


图 3B

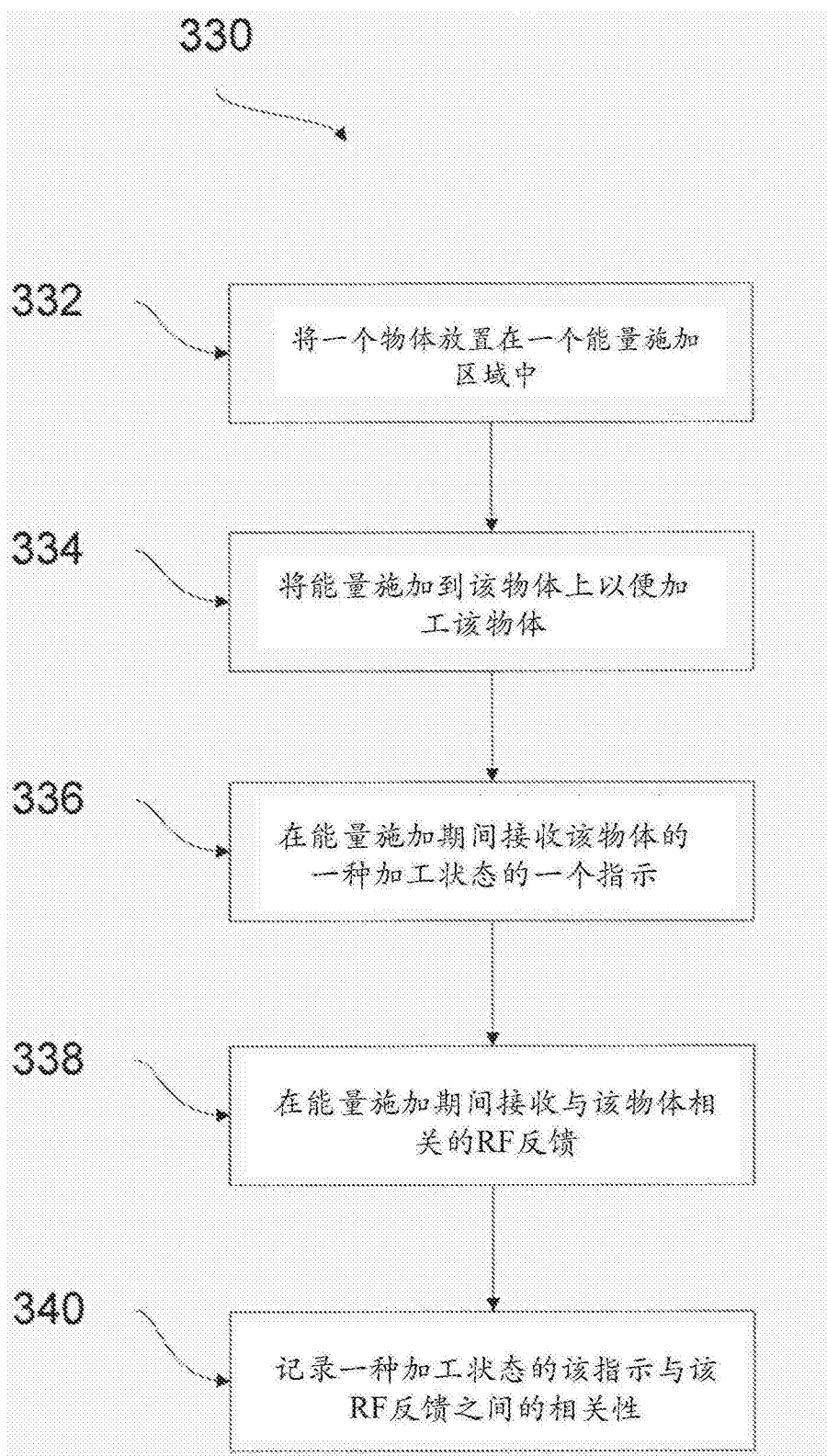


图 3C

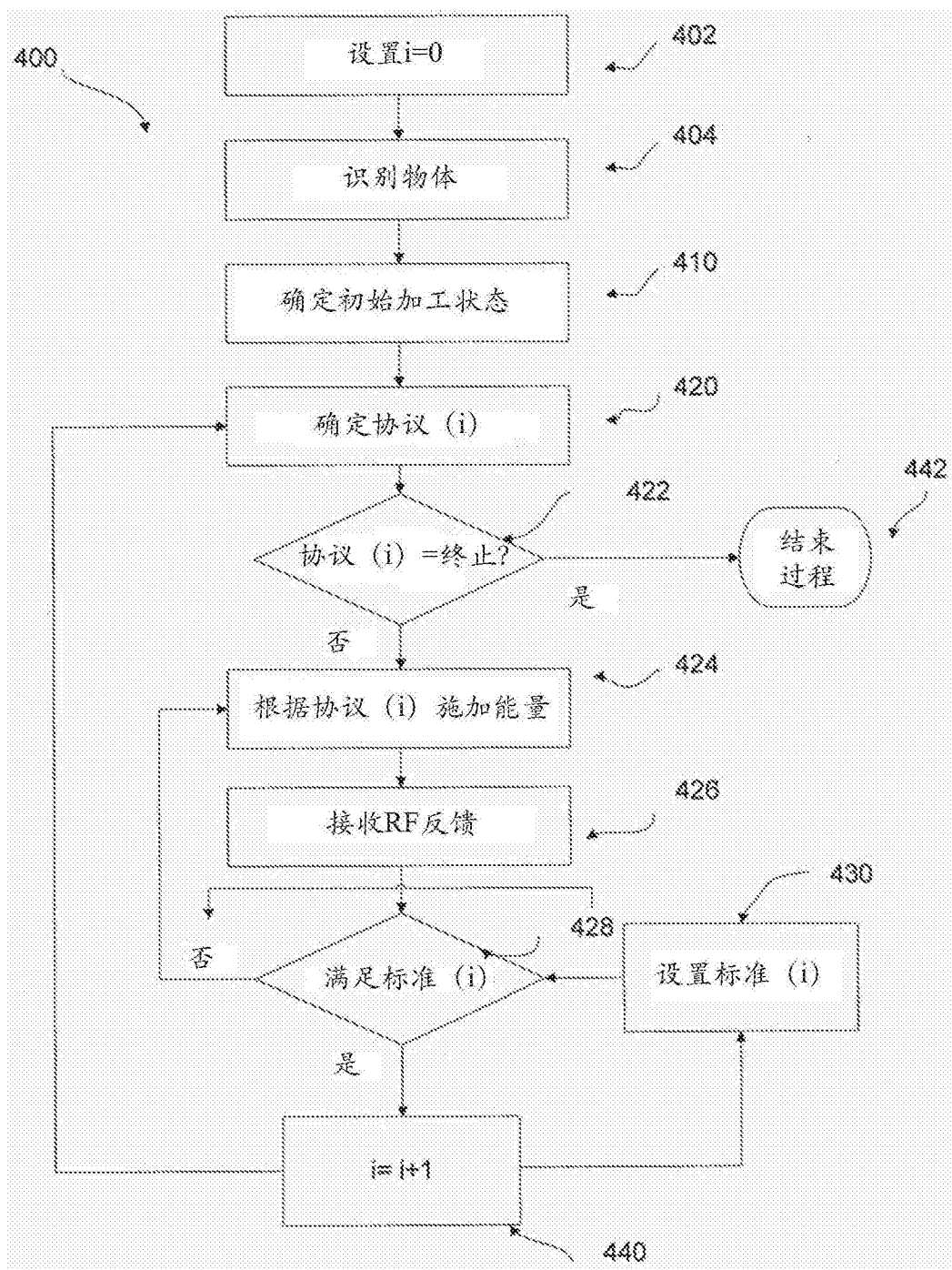


图 4

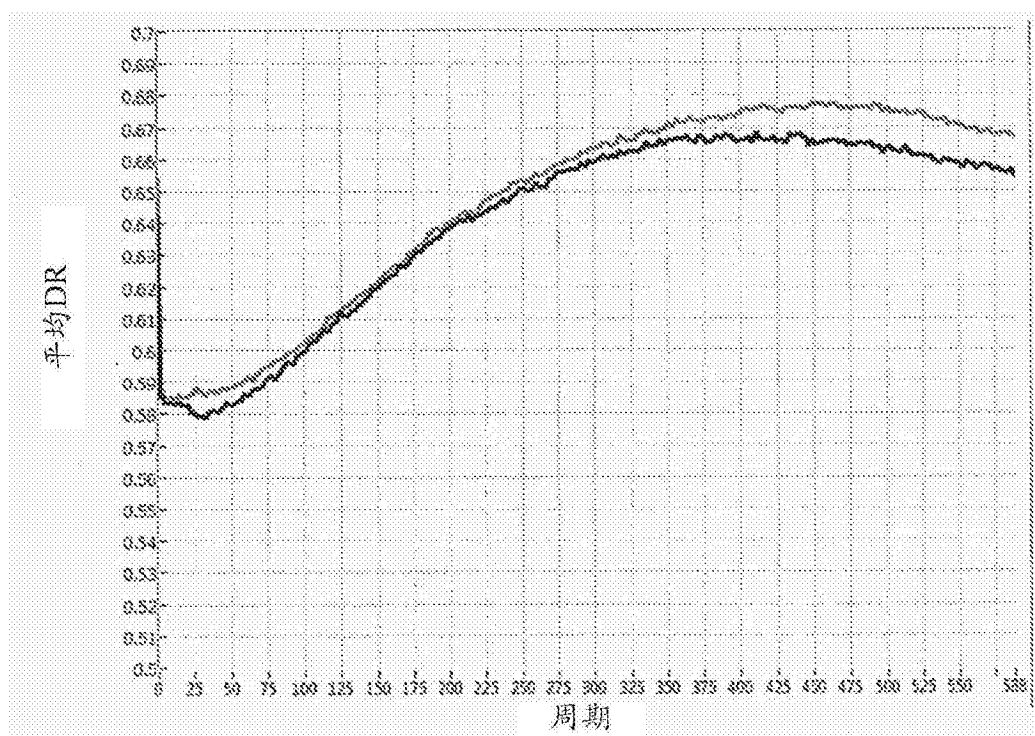


图 5

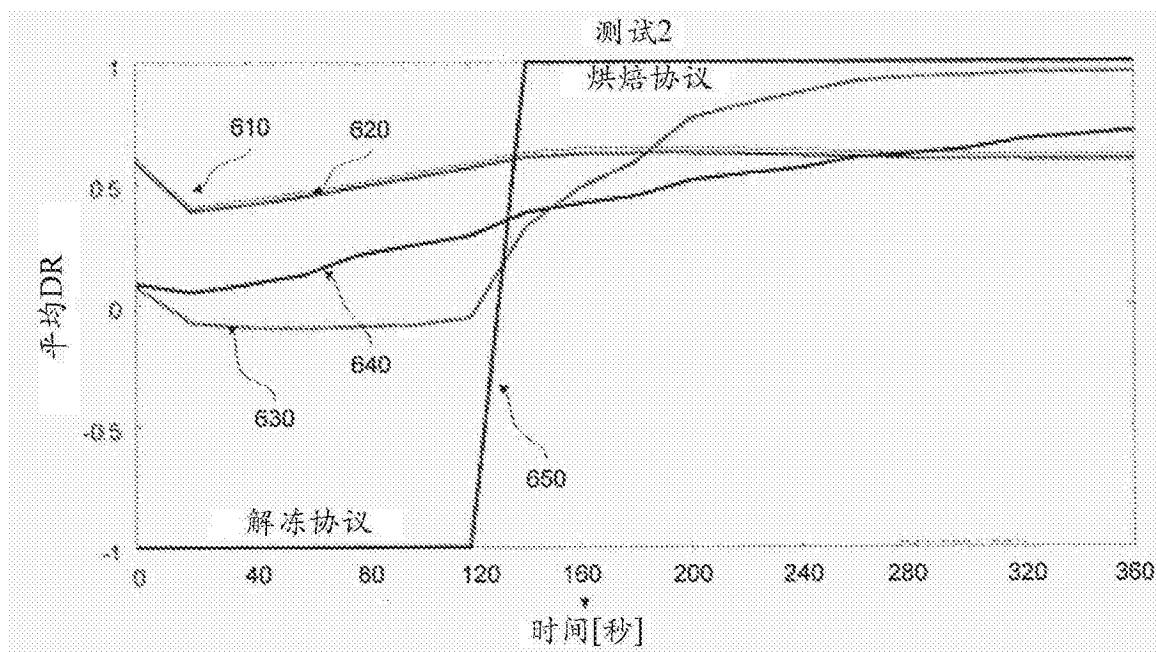


图 6A

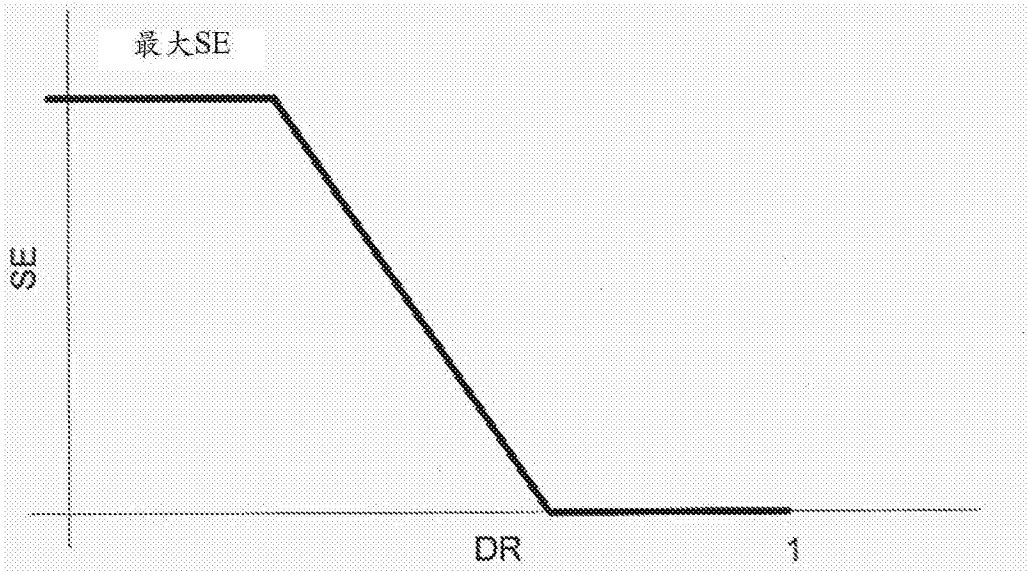


图 6B

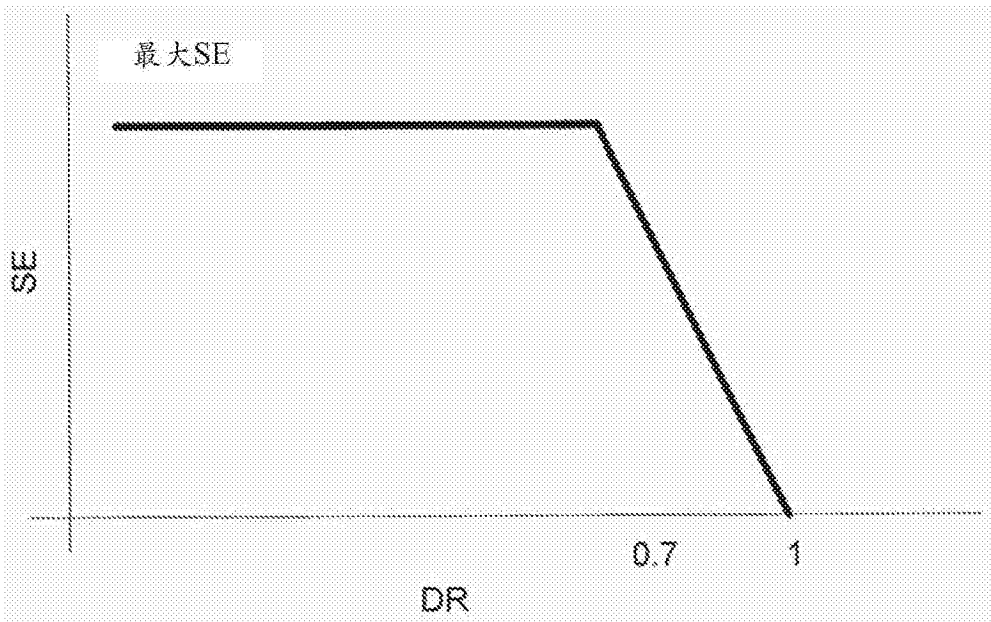


图 6C

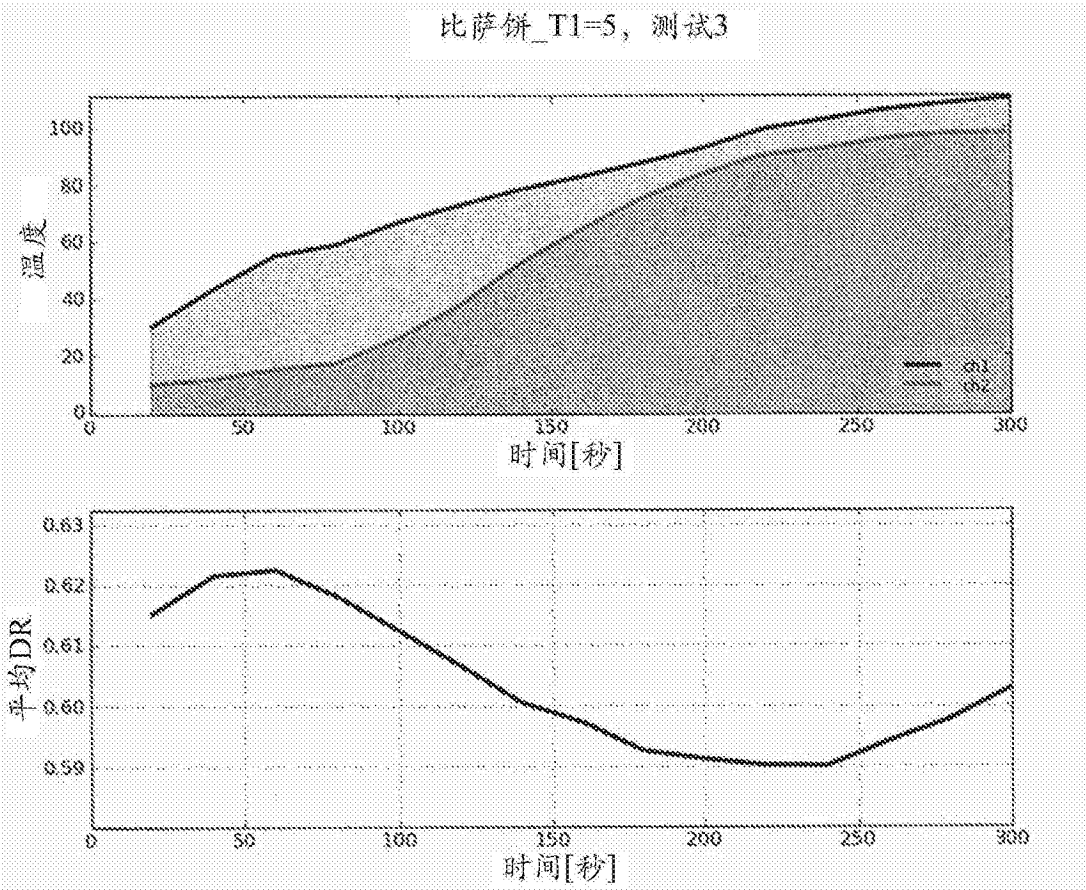


图 7

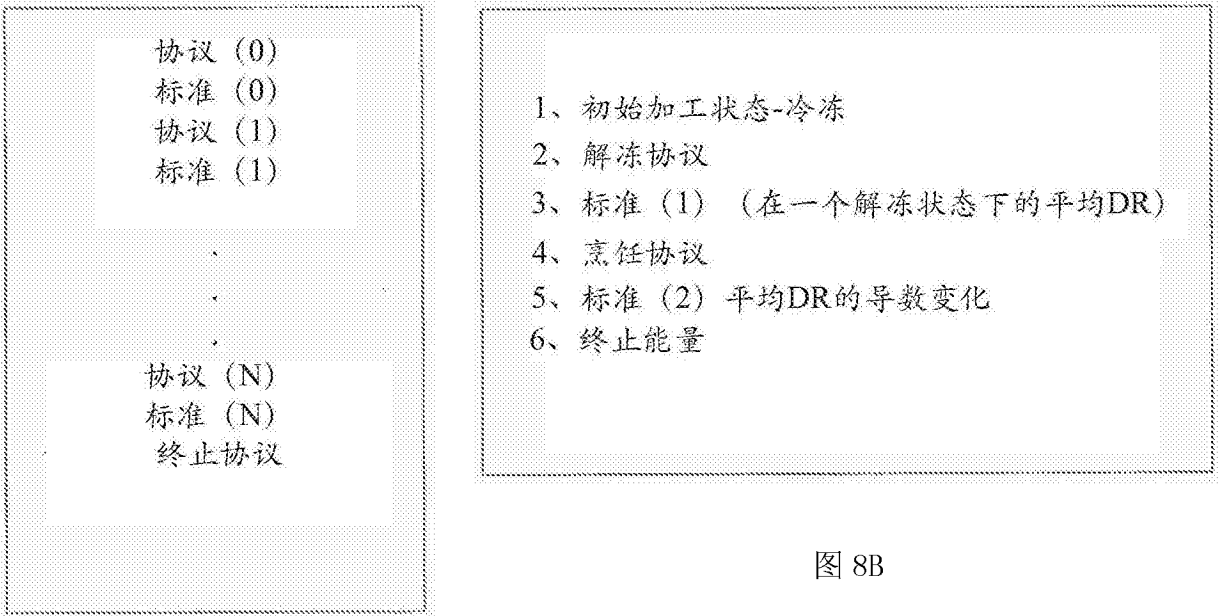


图 8B

图 8A