



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103153814 B

(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 201180047662.9

(22)申请日 2011.10.11

(30)优先权数据

61/392,178 2010.10.12 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.04.01

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/055797 2011.10.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/051198 EN 2012.04.19

(73)专利权人 高知有限公司

地址 百慕大哈密尔顿

(72)发明人 埃亚·托里斯 丹尼尔·塞兰热

丹妮拉·阿兹莫尼

平夏斯·艾森格 阿米特·拉贝尔

艾利泽·格尔巴特 伊加尔·雅里

阿夫纳·李伯曼

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 宁晓 郑霞

(51)Int.Cl.

B65D 81/34(2006.01)

H05B 6/64(2006.01)

(56)对比文件

CN 1528107 A,2004.09.08,

CN 1528107 A,2004.09.08,

CN 1603690 A,2005.04.06,

CN 2530203 Y,2003.01.08,

CN 2530203 Y,2003.01.08,

WO 2006/086049 A1,2006.08.17,

US 2009/0236335 A1,2009.09.24,

US 4329557 A,1982.05.11,

US 6501057 B1,2002.12.31,

US 4934829 A,1990.06.19,

US 4992638 A,1991.02.12,

(续)

审查员 王菊梅

权利要求书2页 说明书23页 附图17页

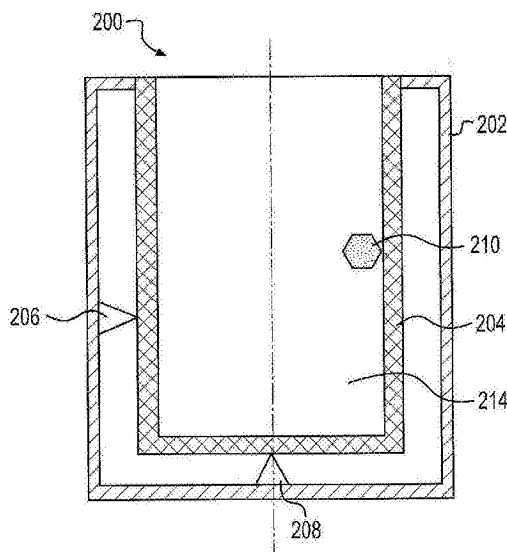
(54)发明名称

用于向容器施加电磁能的装置和方法

(57)摘要

本方面的一些方面可针对一种用于将RF能量施加给容器的设备和方法。这些容器(例如,锅、罐、缸、釜、反应器等)可以包含有待通过EM能进行加热或加工的物体。这个物体可以处于液相、气相、固相或其任何组合相。该设备可以包括一个外壳体。任选地,该外壳体可以是RF能量基本上不可透过的。该设备可以进一步包括一个内壳体,该内壳体至少部分地被置于该外壳内,其中该内壳体的至少一部分被配置成用于透射RF能量。该设备可以包括被配置为将RF能量施加给内壳体之内的能量施加区的至少一个辐射元件。在一些实施例中,该至少一个辐射元件位于该内壳体之外、任选地位于该内壳体与该外壳体之间。在一些实施例中,该至少一个辐射元件可以

被激活并且通过该至少一个激活的辐射元件可以将RF能量发射至位于该能量施加区内的物体。



CN 103153814 B

[接上页]

(56)对比文件

CN 1464227 A,2003.12.31,

US 5322984 A,1994.06.21,

1. 一种容器,用于通过施加RF能量而加工容纳在该容器中的物体,该容器包括:
 - 一个外壳体;
 - 一个内壳体,该内壳体至少部分地被置于该外壳体之内并且适配成加热与该内壳体接触的静置的液体,其中该内壳体的至少一部分是RF辐射可透过的;以及
 - 至少一个辐射元件,该至少一个辐射元件被配置为将RF能量施加给该内壳体之内的一个能量施加区;
 - 电源,该电源被配置为将RF能量供应给该至少一个辐射元件;
 - 相位调制器,该相位调制器能够被控制来对由该电源产生的一个AC波形执行预定的时间延迟序列;以及
 - 处理器,该处理器被配置为基于指示反射的、耦合的和入射的能量中的一个或多个的EM反馈来控制该电源和该相位调制器在多个调制空间元素处施加RF能量,其中该调制空间元素选自频率、相位、相对幅值或其任意组合。
2. 根据权利要求1所述的容器,还包括阻气门或垫片,该阻气门或垫片被配置成减少或防止来自该容器的RF能量泄漏。
3. 根据权利要求2所述的容器,进一步包括一个盖,该盖适配成覆盖在该外壳体的顶部或底部,并且被配置成用于减少或防止来自该容器的RF能量泄漏。
4. 根据权利要求3所述的容器,其中该阻气门或该垫片被设置在该 盖上。
5. 根据权利要求2所述的容器,其中该阻气门或该垫片被设置在该外壳体上。
6. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该至少一个辐射元件是位于该内壳体之外。
7. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该至少一个辐射元件是位于该内壳体与该外壳体之间。
8. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该外壳体是RF能量基本上不可透过的。
9. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该容器进一步包括两个以上的辐射元件,并且其中这些辐射元件被定位成使得基本上均匀分布的RF能量被施加至该能量施加区上。
10. 根据权利要求1所述的容器,其中该电源包括一个固态放大器。
11. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该处理器被配置成用于控制向该能量施加区的RF能量的施加。
12. 根据权利要求11所述的容器,其中该处理器被配置成通过选择一组调制空间元素而控制RF能量的施加。
13. 根据权利要求11所述的容器,其中该处理器进一步被配置成基于从该能量施加区接收到的反馈来控制RF能量的施加。
14. 根据权利要求12所述的容器,其中该处理器进一步被配置成基于从该能量施加区接收到的反馈来控制RF能量的施加。
15. 根据权利要求12所述的容器,其中该处理器进一步被配置成在多个调制空间元素下基于从该能量施加区接收到的反馈来控制RF能量的施加。
16. 根据权利要求15所述的容器,其中该处理器进一步被配置成基于在每个相应调制空间元素下接收到的反馈来控制在每个调制空间元素下被施加给该能量施加区的能量的

量。

17. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该容器是烹饪器具。

18. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该容器是缸。

19. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该容器是化学反应器。

20. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该容器是容纳液体的罐。

21. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该容器是釜。

22. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该内壳体的至少一部分包括玻璃。

23. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该内壳体的至少一部分包括聚合物。

24. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该内壳体包括波导。

25. 根据权利要求24所述的容器,其中该波导包括至少一个条带或管。

26. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,其中该至少一个辐射元件包括漏波天线,该漏波天线被结构化以便将电磁能主要传送至该内壳体。

27. 根据权利要求1-5中任一项所述的容器,进一步包括一个搅拌器,该搅拌器位于该内壳体之内并且被配置成当该物体位于该内壳体之内时搅拌该物体。

28. 一种容器,该容器能够容纳静置的液体、且用于通过施加RF能量到该容器的内部而加工与该容器接触的静置的液体,该容器包括:

一个外壳体;

一个内壳体,该内壳体被布置在该外壳体之内并且被适配成包含与该内壳体的壁接触的静置的液体,其中该内壳体是与该外壳体间隔开的并且包括RF能量可透过的至少一个部分;

至少一个辐射元件,该至少一个辐射元件位于该外壳体与该内壳体之间的空间内并且被配置成将电磁能施加至该内壳体之内的一个体积;以及

电源,该电源被配置为将RF能量供应给该至少一个辐射元件;

相位调制器,该相位调制器能够被控制来对由该电源产生的一个AC波形执行预定的时间延迟序列;以及

处理器,该处理器被配置成基于指示反射的、耦合的和入射的能量中的一个或多个的EM反馈来控制通过该电源和该相位调制器在多个调制空间元素处经由所述至少一个辐射元件向该液体进行的电磁能的施加,其中所述调制空间元素选自频率、相位、相对幅值或其任意组合。

29. 根据权利要求28所述的容器,其中该处理器被配置成控制电磁能的施加,以使得50%或更多的电磁能被传送至该液体。

30. 根据权利要求28-29中任一项所述的容器,其中该外壳体是RF能量基本上不可透过的。

31. 根据权利要求28-29中任一项所述的容器,其中该内壳体的大部分是由一种RF可透过的材料制造的。

32. 根据权利要求28-29中任一项所述的容器,其中该内壳体是由一种RF能量基本上不可透过的材料制造的,并且其中该内壳体包括延伸穿过该内壳体的一个或多个开口,这些开口用一种RF可透过的材料填充。

用于向容器施加电磁能的装置和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求在2010年10月12日提交的美国临时申请号61/392,178的权益,该申请的披露内容通过引用以其全部结合于此。

技术领域

[0003] 本专利申请涉及一种用于施加电磁能的装置和方法,并且更具体地但非唯一地涉及一种用于施加电磁能以加工被置于容器内的物体的装置和方法。例如,本发明涉及施加电磁能以便烹饪和/或制备食品(例如牛排、蛋、汤或酸奶)和/或食品加工。

背景技术

[0004] 电磁波一直被用于不同应用中向物体提供能量。例如,射频(RF)电磁能可以使用磁控管来供应,磁控管典型地被调谐到单一频率以便只在该频率下供应电磁能。采用电磁能的常用装置的一个实例是微波炉。典型的微波炉在2.45GHz的单一频率下供应电磁能。为了增强电磁波的分散,典型的微波炉包括一个金属风扇,该金属风扇通常被布置在炉中的烤架后方,以便扰动电磁辐射的驻波波型并且在炉的腔体内实现更均匀的能量分布。容器内的物体(例如液体等)也可以通过将电磁能传递至位于容器壁上的元件上由此加热容器壁和容器内容物而被加热。

发明内容

[0005] 本发明的一些方面可针对一种用于将RF能量施加给容器的设备和方法。容器可以包括被配置成用于容纳或包含有待加热或加工的物体的任何器皿或物体。容器的实例可以包括例如锅、罐、缸、釜、反应器、接收器等。位于此类容器中的物体可以通过使用EM能量被加热或加工。这个物体可以处于液相、气相、固相或其任何组合相。

[0006] 通过至少一个辐射元件可以将RF能量施加至该容器。在一些实施例中,该容器可以包括一个外壳体和一个内壳体。该至少一个辐射元件可以与该容器的外壳体是相关联的。可替代地或另外地,该辐射元件可以位于该容器的内壳体的内部。该容器可以被配置成用于容纳静置液体,例如基本上保持在该容器的一部分之内、而不是流动穿过该容器的液体。在一些实施例中,该辐射元件可以通过EM能量可透过或部分可透过的一个屏蔽层与该物体(例如,基于液体的物体)隔离。在一些示例性实施例中,该屏蔽层可以包括该容器的内壳体,并且该(这些)辐射元件可以被安装在该容器的内壳体与外壳体之间的界面中。该容器的外壳体可以具有一个RF传导壁,该传导壁允许至少一些RF辐射穿过、或替代地是由RF辐射基本上不可透过的材料(例如,阻挡所有或几乎所有RF辐射的透射的一种材料)制成。

[0007] 本发明的一些方面可以包括一种用于将RF能量施加到物体的设备和方法。该设备可以包括一个外壳体,任选地该外壳体可以是RF能量基本上不可透过的(例如,由RF不可通透的材料制成)。该设备可以进一步包括一个内壳体,该内壳体至少部分地被置于该外壳体内,其中该内壳体的至少一部分被配置成用于透射RF能量。该设备可以包括被配置为将RF

能量施加给该内壳体之内的能量施加区的至少一个辐射元件。在一些实施例中,该至少一个辐射元件可以位于该内壳体之外、任选地位于该内壳体与该外壳体之间。在一些实施例中,该至少一个辐射元件可以被激活并且通过该至少一个激活的辐射元件可以将RF能量发射至位于该能量施加区内的物体。

[0008] 本方面的一些方面可涉及一种用于通过施加RF能量而加工物体的容器。该容器能够容纳静置液体。该容器可以包括一个外壳体,任选地该外壳体可以是RF能量基本上不可透过的;以及一个布置在该外壳体内并且被适配成用于包含该物体的内壳体。该内壳体可以与该外壳体间隔开并且可以包括RF能量可透过的至少一个部分。该容器可以进一步包括至少一个辐射元件,该至少一个辐射元件位于该外壳体与该内壳体之间的空间内并且被配置成将电磁能施加至该内壳体之内的一个体积。

[0009] 在一些实施例中,该容器可以被配置成用于烹饪食品或食物,例如该容器可以包括一个烹饪器具(例如,烹饪容器)。该烹饪容器可以包括一个外壳体和一个内壳体,其中该内壳体可以被适配成用于包含一种可混合的食品;以及被配置成为将电磁能量施加至该内壳体之内的体积中的至少一个辐射元件。该食品容器可以进一步包括一个被配置成用于搅拌该可混合的食品的搅拌器。在一些实施例中,该搅拌器可以被置于或部分地置于该内壳体之内。该烹饪容器可以进一步包括一个处理器,该处理器被配置成用于控制经由该至少一个辐射元件进行的电磁能的施加并且用于控制该搅拌器的工作。

[0010] 在一些实施例中,可以提供一种用于制造能够容纳静置液体的容器的方法。该方法可以包括将一个内壳体至少部分地置于一个外壳内,其中该内壳体的至少一部分被配置成用于透射RF能量。该方法可以进一步包括将至少一个辐射元件与该外壳体相关联以使得从该至少一个辐射元件发出的RF能量可以经由该内壳体而被透射至该内壳体之内的一个体积。

附图说明

[0011] 图1根据本发明的多个示例性实施例的一种用于将电磁能施加到能量施加区的设备的图形表示;

[0012] 图2A和2B包括根据本发明的一些实施例的容器的图形表示;

[0013] 图3A和3B包括根据本发明的一些实施例在容器内的一个或多个辐射元件的任选位置的图形表示;

[0014] 图4A和4B包括根据本发明的一些实施例一个容器的顶部截面和侧截面的图形表示;

[0015] 图5A至5C包括根据本发明的一些实施例在容器中的多个波导的任选位置的图形表示;

[0016] 图6A和6B包括根据本发明的一些实施例的配备有盖的容器的图形表示;

[0017] 图7是根据本发明的一些实施例的一种用于向容器施加RF能量的方法的流程图;

[0018] 图8A根据本发明的一些实施例的一种用于将电磁能施加到能量施加区的设备的图形表示;

[0019] 图8B是根据本发明的一些实施例的一种用于向容器施加RF能量的方法的流程图;

[0020] 图9A-9C包括根据本发明的一些实施例的一种RF烹饪器具的图像表示;

[0021] 图10是一个场强度图,示出了根据本发明的一些实施例将7200ml水杯放置在RF烹饪器具中的模拟;

[0022] 图11A是根据本发明的一些实施例将具有不规程形状的物体放置在RF烹饪器具中的图示;

[0023] 图11B是一个场强度图,示出了根据本发明的一些实施例对图11A的不规则形状物体的模拟;

[0024] 图12是一个场强度图,示出了根据本发明的一些实施例通过使用各个MSE在RF烹饪器具中激发的RF能量的模拟;并且

[0025] 图13是一个示意图,示出了根据本发明的示例性实施例在炉中同时加热后的水、鸡、和胡萝卜中温度随着时间的演变。

具体实施方式

[0026] 现在将详细参考本发明的示例性实施例,在附图中图示了这些示例性实施例。适当时,在附图中使用相同的参考数字来指代相同或相似的部分。

[0027] 本方面的一些实施例可涉及任选地施加在RF范围内的EM能量以便加工被置于容器中的物体。在此处所用的术语“物体”可以指单个物体或多个物体。该(这些)物体可以一起放置在容器中以便通过RF能量同时或连续地进行加工。放置在一起的这些物体中的至少一些可以是彼此相似或不同的。该(这些)物体可以包括可以通过使用RF能量进行加工的任何物体。虽然在此披露的若干个示例性实施例可以涉及食物,但是本发明并不局限于任何具体的物体。这些物体可以包括有待烹饪、烘烤、温热、蒸煮、干燥或解冻的食物(例如,牛排、汤、炖菜、蛋糕、酸奶等)、有待反应的化学溶液、有待烧结的致密粉末生坯、有待精炼的油等。该物体可以包括液相、气相、固相或其任何组合相。例如,该物体可以包括汤,该汤包含水和固体添加物,例如草药、蔬菜、鸡肉等。在又一个实例中,可以在该容器中蒸煮花椰菜。因此,该物体可以包括花椰菜和该容器中的水蒸汽。

[0028] 本发明的一些实施例的一个方面可以包括一个容器。容器可以包括被配置成用于容纳或包含有待加热或加工的物体的任何器皿或物体。容器可以包括被配置成用于容纳固相、液相或气相的一个或多个对象或物体的任何接收器。在一些实施例中,该容器能够容纳静置的液体。容器的实例可以包括罐、缸、反应器等。容器可以包括烹饪容器或烹饪器具,例如一个锅、平底锅、釜、模具、烹饪炉、盆(poyke)、电饭锅、蒸笼、解冻器等等。该容器可以包括一个盖或顶板以便在RF能量施加和/或该物体加工(例如,烹饪食物时)的过程中密封该容器。密封该容器可以减少热量和/或蒸汽泄露至该容器外部。在一些实施例中,密封可以减少或防止EM辐射的泄露。在一些实施例中,可以提供一个阻气门或垫片来减少或防止来自该容器的EM辐射泄露。图2-6中展示了一些示例性的容器。

[0029] 在一些实施例中,可以将任选地处于RF范围内的电磁能(EM能量)施加至该容器以便加工位于该容器中的物体。在此所使用的术语“电磁能”包括电磁谱的任何或所有部分,包括但不限于:射频(RF)、红外线(IR)、近红外线、可见光、紫外线等。在一个具体的实例中,所施加的电磁能可包括在自由空间中具有100km到1mm的波长的RF能量,其分别是3kHz到300GHz的频率。在一些其他的实例中,频带可以位于500MHz至1500MHz之间、或位于700MHz至1200MHz之间、或位于800MHz至1GHz之间。例如,微波和超高频(UHF)能量都在RF范围内。

施加位于电磁频谱的RF部分中的能量在此被称为施加RF能量。在一些其他实例中,所施加的电磁能可以仅落在一个或多个ISM频带内,例如在433.05与434.79MHz之间、在902与928MHz之间、在2400与2500MHz之间、和/或在5725与5875MHz之间。尽管在此结合RF能量的施加来描述本发明的实例,但是提供这些描述是为了说明本发明的若干示例性原理。它们不意图将本发明局限于电磁频谱的任何特定部分。

[0030] 根据本发明的一些实施例,可以通过至少一个辐射元件将EM能量施加至容器。辐射元件可以包括被配置成用于发射、发出或施加EM能量的任何元件。在一些实施例中,该辐射元件可以包括天线、波导、慢波天线等。根据本发明的若干个任选的辐射元件将广义地参看图1和辐射元件102进行讨论。该至少一个辐射元件可以位于该容器内的不同位置。例如,一个或多个辐射元件可以位于该容器内的周边区域,环绕着该物体。可替代地或另外地,该(这些)辐射元件可位于容器内部而靠近该物体。例如,如果搅拌器被组装在该容器中以便搅拌基于液体的物体,则该辐射元件可以位于该搅拌器附近或之上。在一些实施例中,这些辐射元件可以与该物体隔离和/或屏蔽。参看图2-5披露了容器中的多个辐射元件的一些任选的位置和构型。

[0031] 在一些实施例中,该容器可以包括一个外壳体,该外壳体任选地被构造成是RF能量基本上不可透过的。在此使用的术语“RF基本上不可透过或不可穿透的”可以指被配置成用于阻断或反射RF能量的任何材料,而使得仅发生RF能量透过该材料的很少泄漏或没有泄漏。例如,在一些实施例中,基本上不可透过的或不可穿透的材料允许小于入射的RF辐射的约1%的透射。在其他实施例中,不超过入射的RF辐射的0.5%或甚至0.1%可以透射穿过该基本上不可透过的或不可穿透的材料。

[0032] 该外壳体可以由传导性材料构成,包括例如金属和/或合金、奥氏体不锈钢、Al-Si合金、铸铁等等。任选地,该容器可以由其他材料构成,包括例如聚合物或玻璃。该容器的外壳体还可以用RF反射材料(例如传导性材料)涂覆以便是RF能量基本上不可透过的。

[0033] 该容器可以进一步包括一个内壳体。该内壳体可以包括至少部分壁位于该外壳体之内的一个结构。该内壳体可以具有带有底部和多个侧壁或单个壁的一种“锅”结构。有待加工的物体可以被置于一个内体积的内部。内体积可以包括由该内壳体的这些壁或轮廓限定的一个体积、或由至少一个内壳体壁和该外壳体限定的一个体积,如图2B所示。即使该物体的一部分被置于该内体积的内部,也可以说该物体被置于该内体积的内部。该能量施加区可以至少部分地位于该内壳体中。在一些实施例中,该能量施加区可以与该内体积重叠。任选地,该物体可以至少部分地与该内壳体相接触。例如,汤可以与烹饪锅的内部相接触。可以将一个辐射元件与该外壳体相关联以使得来自该至少一个辐射元件的RF能量可以经由该内壳体而被透射至该内体积(例如,该能量施加区)。该辐射元件可以安装在该内壳体之外。该辐射元件可以被安装在该内壳体与该外壳体之间的界面中以便通过该内壳体与该容器的内体积隔离。该内壳体可以屏蔽并且保护来自该物体的辐射元件(例如,当该物体是汤或化学溶液时)、来自该物体中的气体蒸发(例如,当物体是食物时)等。该内体积可以被限定为该物体可以位于其中的屏蔽壁或隔离壁之间的自由空间。该内壳体可以被配置成包括任何材料、结构或形状以便满足特定应用的要求。例如,在一些实施例中,该内壳体可以包括单个屏蔽壁、单个屏蔽元件,或若干个壁和元件。另外,该内壳体可以包括一种与该容器形状类似的形状。在其他实施例中,该内壳体可以包括一种与该容器形状不同的形状。该

内体积可以由在该外壳体内部所提供的至少一个壁(例如,单个壁)而限定。

[0034] 在一些实施例中,该内壳体的至少一部分可以被配置成用于透射RF能量。例如,该内壳体可以包括包含RF可透过材料的至少一个部分(例如,该内壳体的一个壁或该内壳体的一个或多个壁的一部分)。在一些实施例中,该内壳体可以包括一个或多个由RF可透过材料制成的窗口(或槽缝),这些窗口或槽缝可以被提供在该内壳体中(例如,内壳体的一个或多个壁中)。这些窗口或槽缝可以允许RF能量穿透该容器的内体积。任选地,该内壳体的较宽的部分、或甚至该内壳体的基本上整体均可以由RF可透过的材料构成。RF可透过的材料可以包括能够传输在RF范围内的至少一些EM能量的任何材料。RF可透过的材料的一些实例可以包括:玻璃,如回火的钠钙玻璃(也被称为PYREX)、耐热性聚合物,例如硅酮等。

[0035] 在某些实施例中,电磁能的施加可以发生在“能量施加区”中,例如图1中示意性地示出的能量施加区9。这样的能量施加区可为在其中可施加电磁能的任何合适的空隙、位置、区或区域。能量施加区9可以至少部分地位于容器中。任选地,该能量施加区可以位于该容器的内体积或内壳体中。它可包括中空部分,和/或可用液体、固体、气体或其组合来部分地填充。只举例而言,能量施加区9可以包括包壳的内部、部分包壳的内部、开放空间、固体或部分固体,其允许电磁波的存在、传播和/或谐振。出于本披露的目的,所有这样的能量施加区可以替代地被称为空腔。应理解的是,如果物体的至少一部分位于该能量施加区中、或如果该物体的一些部分接收到所传送的电磁辐射,那么便可认为该物体处于该能量施加区“中”。

[0036] 在一些实施例中,两个或更多辐射元件可以位于该容器中,这样使得可以将基本上均匀分布的RF能量施加至该能量施加区。在一些实施例中,一个或多个辐射元件可以位于该容器中,这样使得基本上均匀分布的RF能量可以被放置在该能量施加区中的物体吸收。基本上均匀分布的RF能量可以被定义为使得该内体积中不同位置之间的EM场强度差不超过一个阈值。例如,可以确定在至少两个不同的EM场图案中的至少两个强度最大值之间的EM场强度之间的相对差,并且多个EM场强度之间的这个相对差可以与预定的阈值相比较。在一些实施例中,该阈值可以被设置成使得至少两个不同的EM场图案中的至少两个强度最大值之间的相对差可能小于30%。在其他实施例中,该差可以是20%或甚至10%或更小。图3-5和9展示了包括用于施加基本上均匀分布的RF能量的多个辐射元件的示例性实施例。

[0037] 图1是用于向物体施加电磁能的设备100的图形表示。设备100可以包括一个控制器101、多个辐射元件102(例如,天线)的一个阵列102a(包括一个或多个辐射元件)、以及一个能量施加区9。控制器101可以包括一个计算子系统92、一个接口130、以及一个电磁能施加子系统96。基于计算子系统92的输出,能量施加子系统96可以通过产生一个或多个射频信号以提供至多个辐射元件102而作出响应。进而,该一个或多个辐射元件102可以将电磁能辐射至能量施加区9中。在某些实施例中,这个能量可以与位于能量施加区9内的物体11相互作用。

[0038] 示例性的能量施加区9可以包括在容器中施加能量的多个位置,例如:烹饪器具(例如,锅、釜、平底锅等)、室、罐、缸、干燥器、解冻器、脱水机、反应器、化学或生物加工设备、焚烧炉、冷却器、冷冻机等。因此,根据一些实施例,能量施加区9可以包括一个电磁谐振器(也称为空腔谐振器)。

[0039] 在某些实施例中,电磁能的施加可以通过一个或多个功率馈送装置进行。馈送装置可以包括一个或多个波导和/或一个或多个辐射元件(例如,辐射元件102)用于将电磁能传送到该区。替代地,馈送装置可以包括可以发出电磁能的任何其他合适的结构。

[0040] 在当前披露的实施例中,可以提供多于一个馈送装置和多个辐射元件。这些辐射元件可以位于该能量施加区9的一个或多个表面上(例如,图2A所展示的辐射元件206和208)。替代地,多个辐射元件可以位于该能量施加区9的内部(图2B所展示的辐射元件226)或外部。每个辐射元件的取向或构型基于具体的能量施加可以是不同或相同的。例如,每个辐射元件可以进行定位、调整、和/或定向以便沿着相同的方向或沿着不同的方向发射电磁波。此外,每个辐射元件的位置、取向以及构型可以在向物体施加能量之前确定、或在施加能量的同时动态地调整。另外,每个辐射元件的位置、取向以及构型可以通过例如在该设备工作过程中、在多次能量施加之间使用处理器来动态地调整。本发明不限于具有特定结构或定位在特定区域或区中的辐射元件。

[0041] 如在图1的框图中示意性地显示的,设备100可以包括例如处于天线形式的至少一个辐射元件102,用于将电磁能传送到该能量施加区9。辐射元件102还可以被配置成通过该区9接收电磁能。换言之,如在此另外使用的“天线”或“辐射元件”可以起到发射器、接收器或这两者的作用,这取决于特定的应用和构型。术语“天线”可以包括多个行波天线,这些天线使用引导结构上的行波作为辐射机构。在这些之中,可以使用如图5A-5B所示的慢波天线和快波天线、或漏波天线。当辐射元件102作为来自能量施加区(例如,反射的电磁波)的电磁能的接收器时,辐射元件102被称为通过区9“接收”电磁能。

[0042] 如在此所使用的术语“辐射元件”可以广义地指代可以从中辐射和/或接收电磁能的任何结构,不管该结构起初是否被设计用于辐射或接收能量的目的,并且不管该结构是否用于任何另外的功能。例如,辐射元件或天线可以包括一个开孔/槽缝天线、或包括多个终端的天线,这些终端同时地或以受控的动态相位差(例如,相控阵天线)协调地进行发射。根据一些示例性实施例,辐射元件102可以包括一个将能量馈送(供应)至电磁能量施加区9的电磁能发射器(在此称为“发射天线”)、接收来自区9的能量的电磁能接收器(在此称为“接收天线”)、或发射器与接收器两者的组合。例如,第一天线可以被配置成用于将电磁能供应至区9并且第二天线可以被配置成用于接收来自该第一天线的能量。替代地,多个天线可以各自用作接收器和发射器二者,并且一些天线可以用作接收器和发射器两者而其他天线用作发射器或接收器。因此,例如,单个天线可以被配置成用于将电磁能发射至区9并且用于接收来自区9的电磁能;第一天线可以被配置成用于将电磁能发射至区9并且第二天线可以被配置成用于通过区9接收电磁能;或者可以使用多个天线,其中这多个天线中的至少一个被配置成用于将电磁能发射至区9并且用于接收来自区9的电磁能。除了发射和/或接收能量或作为其替代方案,可以调整天线以便影响场图案。例如,可以调整该天线的各种特性(例如它的位置、地点、取向、温度等)。调整天线特性可能导致该能量施加区9内的电磁场图案不同,由此影响物体11中的能量吸收。因此,天线调整可以构成一个或多个可以在能量传送方案中有变化的特性。

[0043] 在当前披露的实施例中,可以将能量供应至一个或多个发射天线。供应至发射天线的能量可能导致能量被该发射天线发出,在此称为“入射的能量”。该入射的能量可以被传送到区9并且可以等于通过来源而供应至这些天线的能量。

[0044] 在一些实施例中,能量施加区9可以至少部分地位于容器内体积的内部,例如图2A和2B所示的容器200和220。图2A和2B示出了容器200和220的侧截面。如在此所使用的术语接收器或容器包括任何器皿或容器(例如,缸或罐)或锅,用来对液体和/或固体和/或半液体食物进行烹饪和/或加热和/或准备和/或制作和/或加工,例如:汤、牛排、调味料、果酱、粥、或酸奶。然而,该容器(例如,容器200和220)不限于用于加热或制备食物。例如,它可以被用于医用流体或其他医用物质的制备中、或工业流体或其他工业物质的制备、化学过程和/或用于其他的物质和用途。在某些实施例中,可以密封该接收器或容器以便包含气态材料或气态材料和其他材料的组合。根据本发明的容器可以被构造成使得置于其中的此类液体构成一种静置的液体,该静置的液体基本上保持在该容器(如图2-6和9所展示的这些容器)的一部分内而不是流动穿过该容器。虽然能够容纳静置液体可以是该容器的特性,但是本发明不局限于对液体进行加工。具有多于一个相(物质的状态)的一种或多种固体物体可以置于该容器中并且加工。

[0045] 现在参照图2A和2B,展示了根据本发明的一些实施例的容器。容器200和220可以包括外壳体202。该外壳体202可以被构造成是RF能量基本上不可透过的。外壳体202可以由合金制成,例如,工业上用于烘箱壳体的各种碳钢、不锈钢或Al-Si基合金、或其他合金或传导性材料。任选地,外壳体202可以由介电材料构成并且用RF能量基本上不可透过的层进行涂覆。例如,壳体202可以由各种玻璃、耐热聚合物或陶瓷构成并且可以用传导层涂覆。该传导层可以包括碳或石墨粉末、金属层、或金属粉末等。壳体202可以根据特定用途的要求而具有圆形、矩形、六边形或任何其他多边形的截面。

[0046] 容器200可以包括内壳体204。内壳体204可以包括至少部分地位于该外壳体202之内的一种结构。该物体(例如,物体11)可以被置于内壳体204内部。内壳体204可以形成内体积214,该内体积被配置成用于接收有待加工的物体。任选地,该能量施加区可以至少部分地位于内体积214中。在一些示例性的实施例中,内壳体204可以具有一个开放圆柱体的结构或具有任何任选的多边形截面的一个开放棱柱的结构。内壳体204可以具有或不具有与外壳体202相同的截面。在一些实施例中,该内壳体可以从该外壳体伸出(未显示)。例如,外壳体202可以部分地环绕该内壳体。内壳体204相比外壳体202可以是扩大的或局部扩大的,例如该内壳体可以在一个或多个方向上延伸超过该外壳体。内壳体204可以至少部分地是RF可透过的并且可以包括或由RF可透过的材料(例如,各种玻璃、耐热聚合物、陶瓷或其中的若干RF可透过材料的组合)制成的。在一些实施例中,内壳体的一个或多个壁可以包括RF可透过材料和RF不透过材料两者。例如,一个或多个内壳体204壁可以由RF不可穿透的材料制成并且可以包括至少一个RF可透过窗口(未显示),该窗口被配置成用于允许RF辐射进入内体积214并且加工该物体。该(这些)RF可透过的窗口可以被安装在靠近这些辐射元件(例如,元件206和208)的内壳体204壁中。

[0047] 容器200可以进一步包括被配置为将RF能量施加至该能量施加区(例如,施加至内体积214)的至少一个辐射元件(例如,元件206和208)。该至少一个辐射元件可以与外壳体202是相关联的。在一些实施例中,至少一个辐射元件可以被设置在该内壳体204之外,例如在该内壳体204与该外壳体202之间的体积中。例如,辐射元件206可以被安装(提供)在内壳体与外壳体的一个或多个侧壁之间的体积中。另外地或替代地,辐射元件208可以被安装在该内壳体与外壳体的一个或多个底壁和/或顶壁之间的体积中(例如,辐射元件208)。辐射

元件206和208可以是例如：任何RF天线、波导、慢波天线等。慢波天线可以表示这样的波导结构，该波导结构具备一个允许其沿着其全部或部分长度发射功率的机构。该慢波天线可以包括能够发射电磁(EM)能的多个槽缝。在一些实施例中，可以在迅衰EM波(例如，从慢波天线发出)与置于该容器(例如，在内体积中)中的物体之间形成耦合。自由空间中的(例如，该慢波天线附近)迅衰EM波可能在该物体中是非迅衰式的。

[0048] 在一些实施例中，容器200可以进一步包括至少一个传感器(例如，传感器210)。传感器210可以被配置成用于感测位于内体积214中的物体的物理特性。例如，传感器210可以感测和监测温度、压力、pH值、化学组成、粘度、流动性、湿度水平等。在一些实施例中，传感器210可以是与处理器相连通(通过有线或无线方式)的，该处理器与容器200相关联。在一些实施例中，该处理器基于这些传感器测量值可以调整该容器中的(例如，内体积214中)能量施加。在一些实施例中，传感器210可以直接检测或间接确定从该能量施加区所接收的EM反馈。在一些实施例中，可以将多于一个传感器安装在容器200中。

[0049] 现在参照图2B中展示的容器220。容器220可以包括外壳体202，如参照图2A所讨论的。容器220可以包括内壳体224。内壳体224可以具有外壳体202的至少一个壁的形状并且可以至少部分地安装在外壳体202内部。内壳体224可以包括一个平行(或至少部分地或总体地平行)于容器220的至少一侧(例如，底侧或顶侧)的壁。例如，如图2B所示，内壳体224可以具有与外壳体202的底壁相似的形状并且可以包括总体上平行于外壳体202的底壁的一个壁。内壳体224与外壳体202一起可以形成内体积234。在图2B所展示的实施例中，内体积234可以被限定为内壳体壁224与外壳体202的多个壁之间的空间。内体积234可以被配置成用于接收有待在容器220中加工的物体。内壳体224可以由RF可透过的或部分可透过的材料构成。任选地，内壳体224可以由RF不可穿透的材料制成并且可以包括至少一个RF可透过的窗口。

[0050] 在一些实施例中，该内壳体可以包括一个位于放置在该容器中的外部装置(例如搅拌器222)上的RF可透过屏蔽层228。屏蔽层228可以将位于搅拌器222上的辐射元件226与放置在内体积234中的物体屏蔽。在图2B所展示的实施例中，内体积234可以被限定作外壳体202壁、内壳体壁224与屏蔽层228之间的空间。在一些实施例中，内壳体224和屏蔽层228都可以被安装在容器中。在一些实施例中，例如图2A中所展示的容器200可以进一步包括另外的外部设备，例如搅拌器222。容器200可以包括位于搅拌器222和屏蔽层228上的另外的辐射元件226。搅拌器222(例如，混合器)可以被用来搅拌和/或用来混合有待通过EM能量进行加热或其他加工的物体。例如，当制备果酱或粥时，可能会要求将果酱或粥共混。在一些实施例中，EM能量的施加可以被中断以使得搅拌可以继续进行，例如，在EM能量施加时段之间进行搅拌。例如，EM能量的施加可以每0.5-10分钟(例如每5分钟)被中断。在其他实施例中，搅拌可以与EM能量的施加同时进行。在这样的情况下，搅拌器222可以由RF可透过的材料构成。在一些实施例中，该搅拌元件、搅拌器和/或混合器可以由非传导性材料制成，例如特氟纶或聚醚醚酮(PEEK)。在一些实施例中，搅拌器222可以包括具有的介电常数 ϵ_r 类似于这些物体的介电常数的材料，(例如，对食品而言 $\epsilon_r = 40, 50, 60, 80$)。在一些实施例中，该容器(例如，容器200或220)可以配备有通气口(未显示)以允许蒸汽离开该容器。在一些实施例中，具有网状物的通气单元可以被提供在该容器中以允许蒸汽离开该容器。该网状物可以是RF能量基本上不可透过的和/或对于RF是密封的。例如，该网状物的孔洞可以

小于传送至该能量施加区(例如,内体积)的EM能量的波长。该网状物可以被提供在例如图6A和6B所展示的盖604或624中。另外地或替代地,可以提供多个鼓风机以增大蒸发速率。

[0051] 容器220可以进一步包括一个或多个辐射元件。例如,容器220可以包括位于内壳体224与外壳体202之间的空间处(例如,内壳体224的底壁下方)的辐射元件208。容器220还可以包括位于该外部装置(例如,搅拌器222)上的辐射元件226。元件208和226可以包括被配置成用于将RF能量施加至内体积234的任何辐射元件,以便根据本发明的一些实施例来加工被放置在内体积234中的物体。容器220可以进一步包括至少一个传感器(例如,传感器210)。传感器210可以按以上所披露的类似方式被配置成用于感测位于内体积234中的物体的物理特性。

[0052] 多于一个辐射元件可以被安装在该容器内的不同位置处。图3A和3B展示了一些实例。图3A和3B根据本发明的一些实施例提供了容器300和320的俯视截面。为方便起见,容器300和320被示出为具有圆形截面,然而本发明并不限于任何特定的截面。例如,该容器可以具矩形截面。容器300可以包括被提供在外壳体302与内壳体304之间的空间中的四个辐射元件206。图3A所展示的四个元件仅代表了一个示例性的实施例。本发明不限于安装在或定位在容器中的任何特定数量的辐射元件。可以将元件206连接至外壳体302和/或内壳体304上。可以将元件206安装在容器300的底侧与顶侧之间的任意高度处。多个辐射元件201可以被安装在相同高度处(相对于该容器的底侧)或可以被安装在不同高度处。在一些实施例中,元件206可以被安装在该外壳体302与内壳体304之间的空间中的其他区域中,不必是以对称方式(如图3A中所示)。根据本发明的一些实施例,辐射元件206可以包括被配置成用于将RF能量施加至能量施加区的任意元件。

[0053] 在一些实施例中,可以将多于一个辐射元件安装在外壳体302与内壳体壁(例如,图2B中所展示的壳体壁224)之间。参照图3B,辐射元件308可以被安装在该容器的一侧(例如,底侧)。图3B展示了具有一个或多个辐射元件的容器320的俯视截面视图,这些辐射元件被提供在其底部空间中,例如:在容器320的外壳体与内壳体之间的界面中(类似于图2A和2B中的辐射元件208的图示)。辐射元件308可以对称地或不对称地放置在容器320的底部。根据本发明的一些实施例,辐射元件308可以包括被配置成用于将RF能量施加至能量施加区的任意元件。

[0054] 现在参照图4A和4B,根据本发明的一些实施例展示了示例性容器400的俯视和侧视截面。容器400可以包括可以是RF能量基本上不可透过的圆柱形外壳体402,例如是由金属合金(例如,A1-Si合金、不锈钢等)构成。圆柱形内壳体404可以至少部分地位于该外壳体402内部。内壳体404可以由RF可透过的材料构成,例如Pyrex。容器400可以进一步包括12个辐射元件406。多个辐射元件406可以从单个馈送装置408中获得RF能量。在一些实施例中,可以使用多于一个馈送装置,例如:多个辐射元件406可以被划分成组,其中每组被连接至其对应的馈送装置上。元件406可以通过馈送线410被连接至馈送装置408上。馈送线410以虚线示出,以表明这些线可以位于内壳体404的底壁下方,如图4B所示。馈送装置408可以被进一步连接至功率供应上(未显示),该功率供应被配置成用于将RF能量供应至元件406。

[0055] 参照图8A的设备800所描述的另外部件(例如,功率供应2012、处理器2030等)可以被提供在容器200、220、300、320和400中。例如,可以将电源提供在外壳体202、302或402的底表面下方。另外地或替代地,可以将电源提供在内壳体204、224、304或404的底表面下方,

即,外壳体202、302和402等的内部。

[0056] 在一些实施例中,RF能量可以通过波导施加至该容器。在此使用的术语波导可以指代以下任意项:被配置成用于将RF能量施加至能量施加区的波导、开槽波导、漏波天线、慢波天线等。图5A-5C展示了包括波导的一些示例性容器。虽然图5A-5C中所展示的这些波导被示出为具有多个直线边缘,但是事实上,波导506、526、528、以及556可以具有任何适合的形状。例如,波导506、526、528、以及556可以具有圆形边缘、凸形边缘和/或其他形状的边缘。

[0057] 现在参照图5A,根据本发明的一些实施例展示了容器500。图5A提供了容器500的侧视截面。所示视图提供了位于外壳体502之内的内壳体504的侧视图。外壳体502和内壳体504可以根据以上披露的一些实施例来构造。外壳体和内壳体可以具有圆柱形或棱柱形状。容器500可以进一步包括三个条式或管式的波导506,这些波导在内壳体504周围被安装在相对于容器500的不同高度处。波导506可以位于内壳体504与外壳体502之间。

[0058] 图5B展示了包括波导的另一个示例性容器。图5B提供了容器520的侧视截面。容器520可以包括外壳体502和内壳体524。外壳体502和内壳体524可以基本上类似于参照图2B所披露的外壳体202和内壳体224。容器520可以包括可以基本上类似于搅拌器222的搅拌器522并且还可以包括可以基本上类似于屏蔽层228的屏蔽层530,这两者均被显示在图2B中。容器520可以进一步包括波导526。波导526可以被安装在外壳体502的底部(或顶侧)与内壳体524之间,例如内壳体壁下方。波导526可以被配置成一条直线或一个圆。在一些实施例中,可以将多于一条直线波导和/或多于一个圆形波导安装在容器520中。另外地或替代地,波导528可以被安装在搅拌器522上并且由屏蔽层530覆盖。

[0059] 根据本发明的一些实施例,图5C展示了包括多个波导的第三示例性容器。图5C是容器550的侧视截面,示出了外壳体502内的内壳体504。外壳体502和内壳体504可以类似于参照图5A所披露的这些对应元件。容器550可以进一步包括垂直于容器550底部安装的至少一个直线波导556。应理解的是,虽然图5A和5C中示出了三个波导(506和556),但是可以使用任何合适数量的波导。图5C示出了相对于该内壳体504的底部垂直定向的每个波导556。然而,每个波导556可以采用任何其他合适的取向(例如,对角的、水平的,等)。

[0060] 图6A和6B提供了根据本发明的一些实施例的容器600和620的表示。图6A和6B提供了包括一个外壳体和一个顶板或盖的容器600和620的侧视截面。容器600和620可以进一步包括未展示的其他部件(例如,内壳体、一个或多个辐射元件、一个或多个外部装置、电源、处理器等,如图1和8A中广泛地披露的)。外壳体602可以根据本发明所披露的一些实施例来构造。

[0061] 容器600可以包括由盖604所覆盖的外壳体602。可以将盖604设计成用于密封或至少部分地阻挡热量和蒸汽从容器600中跑出(例如,逸出该容器之外)和/或减少或防止RF能量泄露。在密封过程中盖604可以用类似于压力锅密封的方式压靠外壳体602。当可以实现盖604和壳体602之间的良好接触时,则可以将蒸汽维持在容器600内。盖604可以由RF不可透过的材料(例如,金属)构成。当盖604压靠外壳体602时,在外壳体602与盖604之间可以形成电接触,这会导致很少或没有RF能量从容器604中泄露。

[0062] 现在根据本发明的一些实施例,参照图6B展示了容器620。容器620可以包括外壳体602和盖624。可以用类似于传统锅的盖的形式将盖624放置在容器620顶上。为了减少或

防止来自容器620的RF能量泄露,可以将阻气门626安装在盖624中或容器620的上方内部。阻气门626可以包括被配置成用于减少或防止RF辐射泄露的任何阻气门或阻气门系统。阻气门626可以被配置成用于阻挡或减少处于单一频率或频带下的RF能量泄露。在一些实施例中,可以将多于一个阻气门提供在容器620中,例如:可以在盖624上提供一个第一阻气门,并且可以在外壳体602中提供一个第二阻气门。在一些实施例中,该(这些)阻气门可以被配置成用于衰减相同的频率或相同频带。任选地,每个阻气门可以被配置成用于衰减一个不同的频率或一个不同的频带。

[0063] 现在参照图7,根据本发明的一些实施例呈现了用于将RF能量施加至放置在容器中的物体以便加工该物体的方法700。可以在步骤710将有待加工的物体放置在容器中。例如,有待加工的物体可以包括有待烹饪、烘焙、或烘烤的食物(例如,汤、酸奶、蛋、牛排、面包、蛋糕等),并且该容器可以包括一个烹饪器具(例如,炉、锅、盆、釜等)。在一些实施例中,在步骤720中可以确定所希望的RF能量分布(例如,在内体积之内或在能量施加区之内)。在一些实施例中,可以预先确定RF能量分布(例如,可以在容器的制造场地确定)以使得在该RF功率运行时可以施加所预先确定的能量分布。在一些实施例中,例如,在容器中该RF能量分布可以是不确定的,其中对RF能量分布可以不进行控制或调整。例如,当液体(例如,啤酒、化学溶液等)被放置在该容器的内体积中时,基本上均匀的RF能量分布可以被施加在该容器的整个体积上。基本上均匀的RF能量分布可以通过以下方式来实现:将该(这些)辐射元件安装在该外壳体的这些壁周围以使得在该内体积内激发的EM能量场图案可以在该内体积(或该内壳体)中形成相对均匀的EM场强度分布。可以通过将来自每个辐射元件的RF能量(例如,RF波)发射至该内体积而激发该EM能量场图案。图3A、4和5A展示了用于施加均匀的RF能量分布的一些示例性容器(即,容器300、400和500)。另外地或替代地,基本上均匀的RF能量分布可以通过使用多个MSE(例如,多个频率和/或相位)施加RF能量而实现。以下将广义地对调制空间元素(MSE)进行讨论。在一些实施例中,可以按多个MSE(例如,频率)来施加RF能量。通过至少一个辐射元件以多个频率施加RF能量可能导致在该容器中在每个频率下产生不同的EM场图案(例如,在每个频率下最大强度的区域可以位于该容器中的一个不同位置处),因此将RF能量施加至该容器中的不同位置。这可能导致内体积中基本上均匀的RF能量分布。在一些实施例中,可以通过两个或更多个辐射元件将RF能量施加至容器,并且可以在同时施加相同频率的RF能量的两个辐射元件之间施加相位差。

[0064] 替代地,当在该容器内(例如,内体积之内)的不同位置处需要不同量的RF能量时,可以向容器施加受控的不均匀的RF能量分布。例如,在一个烹饪容器中将各种不同的食物一起烹饪可能需要对不同食物施加不同量的能量。汤可以包括水和固体成分,例如蔬菜、草药以及鸡肉或鱼肉。这些固体成分可以汇聚在容器的底部(由于重力)并且可能需要比待烹饪的水分更大量的能量。容器可以被构成使得可以将该(这些)辐射元件安装在该容器(图3B中所展示的容器320和图5B中所展示的容器520)的底部或下部,该容器被设计成用于将更多能量施加至该容器的底部(例如,施加至汤的固体成分)。另外地或替代地,控制器(例如控制器101或处理器2030)可以被配置成造成至少一个场图案的激发,该场图案被设计成用于将RF能量施加至该内壳体内的一个或多个特定位置以便加热该物体的一个或多个特定部分。该控制器可以选择施加特定的频率并且任选地确定在同时施加相同频率的两个或更多辐射元件(当在该容器中安装了多于一个辐射元件时)之间的相位差。

[0065] 在步骤730中,一个或多个辐射元件(例如,元件102、206、226、308、406、506、526和528)可以通过从电源向该(这些)辐射元件提供(供应)功率而激活。在一些实施例中,可以使用多于一个电源。该电源可以包括一个磁控管、固态放大器或任何其他被配置成用于供应RF能量的电源。一个或多个辐射元件可以被配置成用于将RF能量施加至容器的内壳体之内的能量施加区(例如,内体积214和234)。一个或多个辐射元件可以是与该容器的外壳体(例如,外壳体202、402和502)相关联的。在步骤740,响应于被提供至该(这些)辐射元件的功率,该(这些)辐射元件可以将RF能量发射至该内体积。该容器的内壳体可以至少部分地被配置成用于将来自该(这些)辐射元件的RF能量透射至该内体积。当经加工的物体已经达到理想的结果时(例如,汤已经煮好或食物处于所希望的温度),则在步骤750可以终止RF能量。RF能量施加的终止可以通过终止从该电源向这些辐射元件供应能量来完成。

[0066] 辐射元件(例如,元件206、208、226、308、406、506、526、528、556)可以被配置成以具体选择的调制空间元素(在此称为MSE)来馈送能量,这些调制空间元素任选地是由控制器101选择的。术语“调制空间”或“MS”用于统称可能影响能量施加区(例如,内体积214和234)中的场图案的所有参数及其所有组合。在一些实施例中,“MS”可以包括可使用的所有可能部件和它们的可能设置(绝对的和/或相对于其他的)以及与这些部件相关联的可调整参数。例如,“MS”可以包括多个可变参数,天线(辐射元件)的数量、它们的定位和/或定向(如果可修改)、可用的带宽、所有可用频率构成的组及其任何组合、功率设置、相位等。MS可以具有任何数量的可能可变参数,范围为只有一个参数(例如,只限于频率或只限于相位或其他单个参数的一维MS)、两个或更多个维度(例如,在同一MS中一起变化的频率和幅值或频率和相位)或更多。

[0067] 与MS相关联的每个可变参数被称作一个MS维度。作为实例,MS可以具有被指定为频率(F)、相位(P)以及幅值(A)的三个维度。即,电磁波的频率、相位以及幅值(例如,同时发射的两个或更多个波之间的幅值差)在能量传送过程中得到调制,而所有的其他参数在能量传送过程中可以是固定的。该MS可以具有任何数量的维度,例如,一个维度、两个维度、三个维度、四个维度、n个维度等。在一个实施例中,一维调制空间的炉可以提供仅频率彼此不同的多个MSE。

[0068] 术语“调制空间元素”或“MSE”可指MS中可变参数的一组特定的值。因此,MS也可以被当作是所有可能MSE的集合。例如,在被供应到多个辐射元件的能量的相对幅值方面,两个MSE可互不相同。例如,三维的MSE可以具有一个特定的频率 $F(i)$ 、特定的相位 (i) ,以及特定的幅值 $A(i)$ 。即使这些MSE变量中的一个改变,那么新的集合也会定义另一个MSE。例如,(3GHz, 30°, 12V)以及(3GHz, 60°, 12V)是两个不同的MSE,但是只有相位分量是不同的。

[0069] 这些MS参数的不同组合将导致能量施加区上的不同场图案以及物体中的不同能量分布图案。例如,当在物体的不同位置/部分处需要不同量的能量时,例如对烹饪具有固体成分的汤而言或煎6个不同熟度的蛋而言。可以顺序地或同时地执行以在能量施加区中激发特定场图案的多个MSE可以被统称作“能量递送方案”。例如,能量递送方案可以由三个MSE组成: $(F(1), P(1), A(1))$, $(F(2), P(2), A(2))$, $(F(3), P(3), A(3))$ 。这样的能量施加方案可以导致该第一、第二、以及第三MSE施加至该能量施加区。

[0070] 本发明在其最广义上不限于任何特定数目的MSE或MSE组合。可以使用各种MSE组合,这取决于特定应用的要求和/或取决于所希望的能量传递特征、和/或给定的设备,例

如,内壳体尺寸。可使用的选项的数量可以小到二或多达设计者所希望的,这取决于多个因素,诸如预期用途、所希望的控制水平、硬件或软件分辨率以及成本。

[0071] 在一些实施例中,可以提供至少一个处理器。在此所使用的术语“处理器”可包括在一个或多个输入端上执行操作的电路。例如,此处理器可包括一个或多个集成电路、微芯片、微控制器、微处理器、所有或部分的中央处理器(CPU)、图形处理单元(GPU)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)或适用于执行指令或执行逻辑操作的其他电路。

[0072] 由处理器执行的指令可(例如)预加载到处理器中或可存储在分开的存储单元中,这些存储单元是诸如RAM、ROM、硬盘、光盘、磁介质、快闪存储器、其他永久性的、固定的或易失的存储器,或能够为处理器储存指令的任何其他机构。处理器可定制用于特定用途,或可以被配置用于通用用途并且通过执行不同的软件而可以进行不同的功能。

[0073] 如果使用一个以上处理器,那么所有的处理器可具有类似的构造,或者它们可具有彼此电连接或分离的不同构造。它们可为分开的电路或整合在单个电路中。当使用一个以上处理器时,它们可以被配置为独立地或联合地操作。它们可电地、磁地、光学地、声学地、机械地或通过准许它们互相作用的其他方式而耦合。

[0074] 该至少一个处理器可以被配置成用于致使电磁能通过一个或多个辐射元件(例如,元件206、208、226、308、406、506、526、528、556)在一系列扫描MSE上被施加至区9(例如,内体积214和234),从而尝试将电磁能在每个这样的MSE下施加至物体11。例如,该至少一个处理器可以被配置成用于调节控制器101的一个或多个其他部件以便激活至少一个辐射元件并且致使该元件将RF能量发射至该能量施加区。

[0075] 该至少一个处理器可以与控制器101配合地工作和/或是其一部分。如图1所示,例如,设备100可以包括电连接至一个或多个辐射元件102上的一个控制器101。如在此所使用的,术语“电连接”是指一种或多种直接或间接的电连接。例如,在当该控制器影响到从天线穿过一个或多个中间部件发射的能量时,可能发生间接电连接。当该控制器通过一个或多个中间的部件、装置、电路或接口被连接至发射元件上时,该控制器被称为间接地电连接至该元件上。当该控制器在没有任何中间结构的情况下连接至该辐射元件上时,该控制器被称为直接地电连接至该辐射元件上。

[0076] 控制器101可以包括被配置成用于控制通过一个或多个辐射元件102进行电磁能施加的多个不同的部件或子系统。例如,控制器101可以包括一个计算子系统92、一个电磁能施加子系统96、以及在子系统92与96之间的一个接口。根据当前披露的这些实施例,计算子系统92可以是一个通用或专用计算机。计算子系统92可以被配置成用于产生控制信号,以用于通过接口130来控制电磁能施加子系统96。计算子系统92可以进一步通过接口130来接收来自电磁能施加子系统96的测得的信号。

[0077] 虽然出于示例性的目的将控制器101展示作为具有三个子部件,但是可以将多个控制功能结合在更少的部件中,或根据特定实施例的所希望的功能和/或设计可以包括另外的部件。如在此所描述的,控制器101可以被配置成用于执行各种功能/过程以便将电磁能施加至区9。

[0078] 在某些实施例中,该至少一个处理器可以被配置用于确定一个表示在一个或多个MSE下该物体可吸收的能量的值。这种确定可以这样发生:通过使用一个或多个查找表、通过对该处理器或与该处理器相关联的存储器进行预编程、和/或通过测试能量施加区中的

物体以便确定其可吸收能量的特性。用于进行这种测试的一个示例性方式是通过MSE的扫描。

[0079] 如在此使用的,词语“扫描”包括例如随时间传送多于一个MSE。例如,扫描可以包括在一个连续MSE带中多个MSE的顺序传送;在多于一个的非连续MSE带中多个MSE的顺序传送;单独的非连续MSE的顺序传送;和/或具有所希望的MSE/功率谱内容的合成脉冲的传送(即,合成的时间脉冲)。因此,在一个MSE扫描过程中,该至少一个处理器可以调节被供应至该至少一个天线的能量以便顺序地将不同MSE的电磁能发射至区9,并且以便接收用作物体11可吸收的能量的指示值的反馈。虽然本发明并不限于指示物体中能量吸收的反馈的任何特定度量,但以下将对不同的示例性的指示值进行讨论。

[0080] 在MSE扫描过程中,电磁能施加子系统96可以被配置成用于接收在一个或多个辐射元件102处反射和/或耦合的电磁能,并且将该测量的能量信息经接口130传回至子系统92,如图1所展示。子系统92可以被配置成基于该所接收的信息确定在多个MSE的每一个下由物体11吸收的能量的指示值。根据当前披露的这些实施例,吸收能量的能力的指示值可以是与MSE相关联的一个耗散比率(在此被称为“DR”)。如在此提到的“耗散比率”也被称为“吸收效率”或“功率效率”,可以被定义为物体11所吸收的电磁能与供应至电磁能量施加区9的电磁能之间的比率。

[0081] 可以被物体所耗散或吸收的能量在此被称为“可吸收能量”。可吸收能量可以是该物体吸收能量的能力或该设备使能量耗散在给定物体中的能力的指示值。在当前披露的这些实施例中,可以将可吸收能量计算为供应至该至少一个天线的最大入射的能量与该耗散比的积。被反射的能量(即,未被吸收或耦合的能量)可以是例如被该物体或其他负载所吸收的能量的指示值。通过另一个实例,处理器可以基于被反射的入射能量的部分和被耦合的部分来计算或估算可吸收能量。这种估算值或计算值可以用作所吸收的能量的指示值。

[0082] 在MSE扫描过程中,例如,该至少一个处理器可以被配置成用于控制电磁能的来源,以使得能量在一系列MSE下被顺序地供应至物体11。该至少一个处理器接着可以接收在每个MSE下反射的能量的指示信号,并且任选地还接收被发射至其他天线的能量的指示信号。使用已知被供应至天线的入射能量的量和已知被反射和/或耦合的能量的量(即,由此指示在每个MSE下所吸收的量),可以计算或估算可吸收能量的指示值。替代地,该处理器可能仅仅依靠反射指示值作为可吸收能量的指示值。

[0083] 可吸收能量还可以包括由该物体所在的能量施加区的这些结构所耗散的能量。由于金属或导电材料(例如,该容器内的这些外壳体壁或元件)的吸收的特征在于一个大的品质因数(也被称为“Q因数”),此类MSE可以被认定为耦合到导电材料上。有时,可以选择不发射这样的子带内的能量。在这种情况下,这些外壳体壁或内壳体壁所吸收的电磁能的量基本上可能是小的,并且因此,该物体11所吸收的电磁能的量可能基本上等于可吸收能量的量。

[0084] 在当前披露的这些实施例中,耗散比率可以通过使用公式(1)来计算:

$$[0085] \quad DR = (P_{in} - P_{rf} - P_{cp}) / P_{in} \quad (1)$$

[0086] 其中, P_{in} 代表由天线102供应至区9的电磁能, P_{rf} 代表在起到发射器作用的这些天线处所反射/返回的电磁能,并且 P_{cp} 代表在起接收作用的这些天线处耦合的电磁能。DR的值可以在0与1之间,并且在当前披露的这些实施例中可以用百分比表示。

[0087] 例如,根据针对三个天线1、2和3设计的实施例(例如,图3B中展示的元素308),基于扫描过程中测量的功率信息,子系统92可以被配置成用于确定输入的反射系数 S_{11} 、 S_{22} 和 S_{33} 和转换系数 $S_{12}=S_{21}$ 、 $S_{13}=S_{31}$ 、 $S_{23}=S_{32}$ 。因此,对应于天线1的耗散比率DR可以根据公式(2)基于这些系数而确定:

$$[0088] \quad DR=1-(|S_{11}|^2+|S_{12}|^2+|S_{13}|^2)。 \quad (2)$$

[0089] 可吸收能量的指示值可以进一步涉及在一个MSE下与子系统96的功率放大器(未显示)相关联的最大入射能量。如在此提到的,“最大入射能量”可以被定义为在整个给定时间段内可以按给定MSE被提供至该天线的最大功率。因此,可吸收能量的一个替代指示值可以是该最大入射能量和耗散比率的乘积。这仅是可以指示可吸收能量的值的两个实例,可以单独或一起使用而作为控制器101中所实施的控制方案的一部分。可以使用可吸收能量的替代指标,这取决于所采用的结构和应用。

[0090] 在某些实施例中,该至少一个处理器还可以被配置成用于使有待供应至该至少一个辐射元件中的能量位于该多个MSE的至少一个子集中,其中有待在该MSE子集中的每个下发射至该区的能量可以是每个MSE下的可吸收能量值的一个函数。例如,在该MSE子集中的每个下被供应至该至少一个辐射元件102的能量可以被确定为每个MSE下的可吸收能量值的一个函数(例如,为耗散比率、最大入射能量、耗散比率和最大入射能量的组合、或一些其他量的函数)。在当前披露的这些实施例中,这可能由于在一个MSE扫描过程中所获得的可吸收能量的反馈而出现。即,通过使用这个可吸收能量信息,该至少一个处理器可以调整在每个MSE下供应的能量,以使得在特定的MSE下的能量以一些方式中可能是该MSE下的可吸收能量指示值的函数。该功能相关性可以取决于特定应用发生改变。对于可吸收能量相对高的一些应用而言,可能希望的是使该至少一个处理器执行一个功能以造成在所发出的每个MSE处相对低的能量供应。这可能是希望的,例如当希望跨物体11获得更均匀的能量分布特征时。

[0091] 对其他应用而言,可能希望的是使该至少一个处理器执行一个功能以造成相对高的能量供应。这对于具有更高的可吸收能量轮廓的物体的特定目标区域可能是希望的。对再另外的应用而言,可能希望的是将供应的能量的量定制为该物体11的已知的、估计的或怀疑的能量吸收特征。在仍另外的其他应用中,可以应用动态算法或查表法作为至少可吸收能量还有也许一个或多个其他变量或特征的函数来改变所施加的能量。这些只是几个实例:在该MSE的子集中的每一个下发射(或供应)至该区中的能量可以是每个MSE下可吸收能量值的函数。本发明并不限于任何特定的方案,而是可以包括任何适合用于通过考虑可吸收能量的指示值而控制所供应能量的技术。

[0092] 在某些实施例中,该至少一个处理器还可以被配置成用于使有待供应至该至少一个辐射元件的能量位于该多个MSE的至少一个子集中,其中有待在该MSE子集中的每个下发射至该区中的能量与在每个MSE下的可吸收能量值是反相关的。这样的反相关可以涉及一种总体趋势,例如当特定的MSE子集(即,一个或多个MSE)中的可吸收能量的指示值趋向于相对高时,在该MSE子集处的实际入射能量可能是相对低的。并且当特定的MSE子集中的可吸收能量的指示值趋向于相对低时,该入射能量可能是相对高的。这样的反相关甚至可以是更密切相关的。例如,在当前披露的这些实施例中,所发射的能量可以被设定成使得其与可吸收能量值(即,物体11的可吸收能量)的乘积在应用的这些MSE上是基本上恒定的。

[0093] 在某些实施例中,该至少一个处理器可以被配置成用于调整所供应的能量,以使得当该供应的能量在一系列MSE上相对于可吸收能量值被绘制成曲线时,这两个曲线图趋向于是彼此呈镜像的。在当前披露的这些实施例中,这两个曲线图可以是彼此的镜像。这些曲线图可能不完全互为镜像,而是具有总体上相反的倾斜方向。例如,当一个曲线图中对应于特定MSE的值相对高时,则另一个曲线图中对应于该特定MSE的值可能是相对低的。

[0094] 一些示例性方案可能导致该物体11中空间上更均匀的能量吸收,例如当制作酸奶时、使制作啤酒的化学溶液发生反应时。如在此所使用的,“空间均匀性”是指以下情况:跨越物体或该物体的旨在进行能量施加的一部分(即,选定的一部分)上的能量吸收(即,耗散的能量)是基本上恒定的(例如,对每单位体积或单位质量不变)。如果耗散的能量在物体的不同位置处的变化低于一个阈值,则这种能量吸收被认为是“基本上恒定的”。例如,基于该耗散能量的分布可以计算偏差,如果偏差低于50%,则认为可吸收能量是“基本恒定的”。因为,在许多情况下,空间上均匀的能量吸收可能会导致空间上均匀的温度升高,根据当前披露的实施例,“空间均匀性”也可以表示以下情况:跨越该物体或该物体的旨在进行能量施加的一部分的温度增加基本上是恒定的。该温度增加可以由感测装置(例如,区9中的温度传感器)测量。

[0095] 为了实现在物体或物体的一部分中基本上恒定的能量吸收,控制器101可以被配置成用于保持能量在每个频率下被供应至多个辐射元件102的时间量是基本上恒定的,同时作为可吸收能量值的函数来改变在每个频率下供应的功率的量。

[0096] 在某些情况下,当可吸收能量值低于特定的一个MSE或多个MSE的预定阈值时,则实现在每个MSE下的均匀吸收是不可能的。在这样的情况下,根据当前披露的这些实施例,控制器101可以被配置成用于使能量在基本上等于该装置的最大功率水平的功率下被供应至针对该特定的一个MSE或多个MSE的天线。替代地,根据一些其他实施例,控制器101可以被配置成用于使该放大器在这些特定的一个MSE或多个MSE下供应较低的能量或完全不供应能量。有时,控制器101可以被配置成,只有当该放大器可以向物体11供应与发射的均匀能量水平相比一定百分比的能量(例如,50%或更多,或在一些情况下80%或更多)时,以基本上等于该放大器的最大功率水平的功率水平供应能量。有时,只有当反射的能量低于一个预定阈值时,以便例如方式该设备吸收过量功率,控制器101才可以在基本上等于该放大器的最大功率水平的功率水平供应能量。例如,可以基于反射能量被引入到其中“假负载”或除物体11外的负载的温度、或该假负载与环境之间的温度差来做出决策。该至少一个处理器可以相应地被配置成控制由假负载所反射的能量或所吸收的能量。同样地,如果该可吸收能量值超过预定阈值,则该控制器101可以被配置成用于使该天线以低于该天线的最大功率水平的功率水平来供应能量。

[0097] 在替代的方案中,均匀吸收可以通过改变能量传送的持续时间、同时将所施加的功率维持在基本上恒定的水平来实现。换言之,例如,对展现出较低的可吸收能量值的MSE而言,能量施加的持续时间可以比对于展现出较高的可吸收值的MSE更长。以此方式,在多个MSE下供应的功率的量可以保持基本上恒定,同时供应能量的时间的量发生改变,这取决于在该特定MSE下的可吸收能量值。还考虑了在多个MSE下供应的功率量不恒定的其他配置。

[0098] 因为可吸收能量可以基于一系列的因素(包括物体温度,取决于应用)而改变,所

以可能有利的是定期更新可吸收能量值并且之后基于更新后的吸收值来调整能量的施加。这些更新可以每秒多次进行,或可以每隔几秒或更长的时间而进行,这取决于应用。作为一般原则,更频繁的更新可能会增加能量吸收的均匀性。

[0099] 根据本发明的另一个方面,该至少一个处理器可以被配置成用于确定在多个MSE中的每一个下的希望的能量吸收水平并且调整从每个MSE下的天线供应的能量,以便针对在每个MSE下的希望的能量吸收水平。例如,如之前所讨论的,该控制器101可以被配置成针对每个MSE下的希望的能量吸收水平,以试图达到或接近在一个频率范围上基本上均匀的能量吸收。替代地,该控制器101可以被配置成针对跨物体11的能量吸收特征。可以例如计算这样的目标能量吸收特征,以避免均匀的能量吸收或以便实现物体11的一部分中基本上均匀的吸收。

[0100] 在一些实施例中,该至少一个处理器可以被配置成用于调整从每个MSE下的天线供应的能量,以便获得所希望的目标能量效果和/或在物体中的能量效果,例如:不同量的能量可以被提供至该物体的不同部分和/或区中。

[0101] 现在参照图8A,该图根据本发明的一些示例性实施例提供了用于施加电磁能到被放置在容器中的物体的示例性设备800的图形表示。根据一些实施例,设备800可以包括一个处理器2030,该处理器可以调整由调制器2014所进行的调制。在一些实施例中,调制器2014可包括相位调制器、频率调制器以及幅值调制器中的至少一者,这些调制器被配置成用于修改由电源2012产生的AC波形的相位、频率以及幅值。处理器2030可替代性地或另外地调节每个辐射元件2018的位置、取向和配置中的至少一者,例如通过使用机电装置。根据本发明的这些实施例,一个或多个辐射元件2018可以被定位在容器内部。此种机电装置可以包括一个电动机或用于旋转、枢转、偏移、滑动或以其他方式改变一个或多个辐射元件2018的取向和/或位置的其他可移动结构。替代地或另外地,处理器2030可以被配置为调节位于能量施加区中的一个或多个场调整元件,以改变该区中的场图案。场调整元件可以是放置在该能量施加区(例如,内壳体)中的任何元件,这些元件被配置成用于调整在该能量施加区中激发的场图案。场调整元件可以电连接至外壳体和/或内壳体上或与之是电短路的。

[0102] 在一些实施例中,设备800可以涉及被配置为将电磁能发射至能量施加区的至少一个来源(也称为电源)的使用。作为实例,并且如图8A所示,该来源可包括一个或多个电源2012,该电源被配置成用于产生携带电磁能的电磁波。例如,电源2012可以包括磁控管,该磁控管被配置成用于在一个预定波长或频率下产生高功率的微波。替代地,电源2012可包括半导体振荡器,诸如压控振荡器,该振荡器被配置为产生具有恒定或变化的频率的AC波形(例如,AC电压或电流)。AC波形可包括正弦波、方波、脉冲波、三角波,或具有交变极性的其他类型的波形。替代地,一个电磁能来源可以包括任何其他电源,诸如电磁场发生器、电磁通量发生器、或用于生成振动电子的任何机构。

[0103] 在一些实施例中,设备800可以包括一个相位调制器(未显示),该相位调制器可以被控制来对一个AC波形执行预定的时间延迟序列,使得该AC波形的相位针对一连串时间段中的每一个而增加一定数目的度数(例如,10度)。在一些实施例中,处理器2030可以动态地和/或自适应地基于来自能量施加区的反馈而对调制作用进行调节。例如,处理器2030可以被配置为接收来自检测器2040的模拟或数字反馈信号,从而指示从该能量施加区(例如,内

体积214和234)所接收的电磁能的量,并且处理器2030可以基于所接收的反馈信号而动态地确定在相位调制器处针对下一时间段的时间延迟。检测器2040可以包括一个耦合器(例如,双向耦合器),该耦合器被配置成用于接收和检测所发射的和接收的RF能量或功率。

[0104] 在一些实施例中,设备100可以包括一个频率调制器(未显示)。该频率调制器可以包括一个被配置成用于产生在预定的频率下振荡的AC波形的半导体振荡器。该预定频率可以与输入电压、电流和/或其他信号(例如,模拟或数字信号)相关联。例如,压控振荡器可以被配置为产生频率与输入电压成比例的波形。

[0105] 处理器2030可以被配置为对振荡器(未显示)进行调节,以顺序地产生以一个或多个预定频带内的各个频率振荡的AC波形。在一些实施例中,一个预定频带可以包括一个工作频带,并且该处理器可以被配置为发射在该工作频带的子部分内的频率下的能量。工作频带可以包括所选频率的一个集合,因为总合起来,它们实现了希望的目标,并且如果该子部分实现了该目标,则减少了对使用该频带中的其他频率的需要。一旦辨别了一个工作频带(或其子集或子部分),该处理器便可以顺序地在该工作频带(或其子集或子部分)中的每个频率下施加功率。此顺序过程可称为“频率扫描”。在一些实施例中,每个频率可以与一个能量传送方案(例如,MSE的特定选择)相关联。在一些实施例中,基于由检测器2040提供的反馈信号,处理器2030可以被配置为从频带选择一个或多个频率、并且对振荡器进行调节以在这些所选择的频率下按顺序地产生AC波形。

[0106] 替代地或另外地,处理器2030可进一步被配置为基于反馈信号来对放大器2016进行调节,从而调整经由辐射元件2018发射的能量的量。根据一些实施例,检测器2040可以检测以特定频率从能量施加区反射的和/或所耦合的能量的量,并且处理器2030可以被配置为当反射的能量和/或耦合的能量较少时使以该频率发射的能量的量较小。另外地或替代地,处理器2030可以被配置为当在一个特定频率下反射的能量较少时,在短的持续时间中使一个或多个天线以该频率发射能量。

[0107] 在一些实施例中,该设备可以包括多于一个EM能量来源。例如,可以使用多于一个振荡器来产生不同频率的AC波形。分开产生的AC波形可分别通过一个或多个放大器来放大。因此,在任何给定时间,可以使多个辐射元件2018同时以例如两个不同频率发射电磁波到内壳体214或234。

[0108] 处理器2030可以被配置为对相位调制器进行调节,从而更改被供应给能量施加区的两个电磁波之间的相位差。在一些实施例中,该电磁能来源可以被配置为在多个相位下供应电磁能,并且该处理器可以被配置为致使在该多个相位的一个子集下发射能量。作为实例,该相位调制器可以包括一个移相器。该移相器可以被配置为在内壳体214或234内以可控方式在AC波形中引起时间延迟,从而延迟从0到360度之间各处的AC波形的相位。

[0109] 在一些实施例中,可在设备800中提供分路器(未显示)来将例如振荡器产生的AC信号分路为两个AC信号(例如,分路信号)。处理器2030可以被配置为对移相器进行调节,以按顺序地引起不同的时间延迟,以使两个分路信号之间的相位差可随着时间变化。此顺序过程可称为“相位扫描”。与早先所述的频率扫描类似,相位扫描可能会涉及被选择用来实现一个希望的能量施加目标的多个相位的一个工作子集。

[0110] 处理器可以被配置为对幅值调制器进行调节,从而更改被供应给能量施加区的至少一个电磁波的幅值。在一些实施例中,该电磁能来源可以被配置为在多个幅值下供应电

磁能,并且该处理器可以被配置为致使在该多个幅值的一个子集下发射能量。在一些实施例中,该设备可以被配置为通过多个辐射元件来供应电磁能,并且处理器可以被配置为以同时向至少两个辐射元件供应具有不同幅值的能量。

[0111] 虽然图2A、2B、5B和8A展示了包括两个辐射元件(例如,天线206、208,226、526、528,或2018)的多个回路,但应注意的是,可以采用任何数量的辐射元件,并且该回路可以通过选择性的使用多个辐射元件来选择多个MSE的组合。只举例而言,在具有三个辐射元件A、B以及C的设备中(例如,容器300和500),幅值调制可用辐射元件A和B来执行,相位调制可用辐射元件B和C来执行,并且频率调制可用辐射元件A和C来执行。在一些实施例中,幅值可保持恒定并且场变化可通过在辐射元件和/或辐射元件的子集之间的切换引起。此外,辐射元件可包括使它们的位置或取向改变、从而使场图案改变的装置。这些组合实际上是无限的,并且本发明不限于任何特定组合,而是反映出场图案可通过更改一个或多个MSE而更改的观念。

[0112] 前述功能和控制方案以及另外的功能和控制方案中的一些或全部可以例如使用诸如图1或图8A中示意性地示出的电磁能量施加子系统来进行。

[0113] 在某些实施例中,一种方法可以涉及控制一个电磁能来源。如以上讨论的,电磁能“来源”可以包括适合于产生电磁能(例如在RF范围内)的任何部件。仅举例而言,至少一个处理器(例如,处理器2030或控制器101)可以被配置成用于控制电磁能的施加。图8B展示了根据本发明的一些实施例用于施加RF能量以便加工被放置在容器中的物体的方法810的流程。可以在步骤820将有待加工的物体放置在容器中。该物体可以被放置在该容器的内壳体的内体积中(例如,内体积214或234)。该物体可以包括液相(例如,酸奶、化学溶液、啤酒等)、固态(如牛排、鸡、有待烧结的致密生坯等)、气相或多于一种状态的组合(例如,含有固体成分的液体汤、生的蛋、待蒸的花椰菜等)。在步骤830中,可以从该容器接收反馈,例如从检测器2040。该反馈可以表明该物体的物理特性,例如:温度、pH值、密度、压力、体积、湿度、密度等。在一些实施例中,该反馈可以包括与RF处理设备100或800的操作相关联的一个或多个参数(例如,功率水平、接收的能量的量、S参数等)的直接确定(例如,检测到的)的值。这些值和其他类似值可以构成EM反馈。EM反馈还可以包括多个量,这些量可以基于一个或多个直接确定的值而间接地确定(例如,计算)。例如,EM反馈可能包括多个计算出的量,例如耗散比率(DR)、平均DR或其他量、DR的导数或任何其他反馈量等。任选地,该反馈可以表明该物体可吸收能量的指示值,例如DR、或多个散射参数中的任一项(S11、S22、S12等)。另外地或替代地,一个或多个EM反馈可以包括在该能量施加区(例如,在该辐射元件上检测到或测量到的EM反馈)中或周围所检测到的所有可能的EM反馈信号(例如,功率水平)和/或基于这些检测到的EM反馈信号计算出的任何参数。该EM反馈可以包括在该EM反馈上进行的任何计算(例如,数学计算),例如,在一组参数上例如在一组MSE上的EM反馈的平均值。该EM反馈可以是反射的、透射的、耦合的(例如,到其他辐射元件)和入射的能量中的一个或多个的指示。该处理器(例如,处理器2030或控制器101)可以被配置成用于当在该能量施加区中激发特定的MSE施加方案时接收和/或解释EM反馈。例如,该处理器可以被配置成用于作为施加的MSE的函数来获得EM反馈。例如,该处理器可以被配置成用于在多个MSE中的每个下接收EM反馈。另外地或替代地,该处理器可以控制RF能量施加以便测试该(被放置在能量施加区中的)物体从而确定所接收的反馈。用于进行这样测试的一种示例性方式是通过扫描,如

之前所讨论的。步骤830可以在RF能量施加过程中和/或在两次连续的RF能量施加之间重复若干次。

[0114] 在一些实施例中,在步骤840中可以确定一个希望的RF能量传送方案。能量传送方案可以包括在该RF能量施加之前或过程中可以被调整的所有任选参数,例如:功率水平、持续时间、频率、能量、相位或在MS空间的任何其他参数。该处理器可以被配置成用于通过从有待按此来对能量施加区(例如,该内体积)施加能量的多个MSE中选择至少一个MSE来确定能量传送方案。在一些实施例中,该处理器可以基于从该容器所接收的反馈(例如,DR、温度等)选择该MSE。

[0115] 在某些实施例中,该方法还可以涉及基于在该MSE下的可吸收能量值来确定对于至少一个MSE而言的入射电磁能的量。例如,在步骤840中,至少一个处理器可以确定有待以一个MSE发射(施加)的能量的量,是作为与MSE相关联的可吸收能量值的函数。

[0116] 在一些实施例中,确定能量传送方案可以包括选择不使用工作带中所有可能的MSE。例如,可以做出选择来将MSE限制为一个MSE子带,其中该子带中的Q因数是小于或大于一个阈值。这样的子带可以是例如50MHz宽或更宽,或甚至100MHz宽或更宽、150MHz宽或更宽、或甚至200MHz宽或更宽。

[0117] 在一些实施例中,该至少一个处理器可以确定用于供应每个MSE下的确定量的能量的功率水平,是作为可吸收能量值的函数。当确定功率水平时,可以在每个MSE下以恒定的时间量供应能量。替代地,该至少一个处理器可以确定在每个MSE下供应能量的变化的持续时间,假设具有基本上恒定的功率水平。在当前披露的这些实施例中,该至少一个处理器可以确定在每个MSE下供应能量的功率水平和持续时间。

[0118] 在一些实施例中,控制器101或处理器2030可以被配置成用于保持在每个MSE下供应能量的时间量是基本上恒定的,而改变在每个MSE下的功率水平。在其他实施例中,控制器101或处理器2030可以被配置成用于致使能量以基本上等于最大功率水平的功率水平被供应至该辐射元件,同时,在每个MSE下以改变的持续时间供应能量。在当前披露的这些实施例中可以改变在不同MSE下的功率和能量传送持续时间。

[0119] 在步骤850中,根据步骤840所确定的希望的RF能量传送方案,可以将RF能量施加至该能量施加区。能量可从该电源处供应以便激活至少一个辐射元件。该(这些)辐射元件可以通过例如使用特定的MSE激活该区中的所希望EM场图案或通过使用多个MSE激活多个场图案,来将RF能量发射至能量施加区。

[0120] 能量施加可以周期性地(例如,每秒若干次)中断一个很短的时间(例如,仅几毫秒或几十毫秒)。在步骤860中一旦能量施加被中断,就可以确定能量传递是否被终止。可以根据应用来改变功率施加的终止条件。例如,对于加热应用而言,终止条件可以是基于时间、温度、吸收的总能量或表明所讨论的过程已完成的任何其他指示值。例如,当物体11的温度升高至预定温度阈值时可以终止加热。在另一个实施例中,在解冻应用中,终止条件可以是整个物体被解冻的任何指示。在一些实施例中,RF能量的施加可以被使用者终止,例如,通过对该容器断电。

[0121] 如果在步骤860中确定了能量传递应被终止(步骤860:是),则能量传递可以在步骤870结束。如果没有满足一项或多项终止条件(步骤860:否),则该过程可以返回到步骤830以便继续发射电磁能。例如,在经过一段时间后,这些物体特性可能已经改变,这可能与

电磁能发射相关或可能无关。此类改变可以包括温度改变、形状的转变(例如,混合、解冻或任何原因导致的变形)或体积改变(例如收缩或疏松)或含水量改变(例如,干燥)、流速、物质状态的改变、化学改性等。因此,有时候并且作为响应,改变能量传送方案可能是希望的。可以确定的新方案可以包括:一组新的MSE、在多个MSE中的每一个下入射或传送的电磁能的量、这个或这些MSE的权重(例如,功率水平)以及在每个MSE下供应能量的持续时间。根据当前披露的一些实施例,在能量施加阶段之前可以扫描较少的MSE,使得该能量施加过程被中断最小的时间量。

[0122] 图9A-9C展示了根据本发明的一些实施例的一个示例性RF烹饪器具。烹饪器具900是根据本发明的一些实施例的一个示例性的烹饪容器。图9A提供了烹饪器具900的切开透视图,图9B是烹饪器具900的半透明透视图,并且图9C是烹饪器具900的透视图。烹饪器具900可以包括外壳体902。外壳体902可以由常用于烹饪器具中的传导性材料构成,例如,不锈钢(SAE 304L或SAE 316L)。器具900可以包括内壳体904。内壳体904可以具有锅、碟、碗的形状并且可以由RF可透过的材料构成,例如常用于烹饪器具中的这些(例如,回火的钠钙玻璃(也称为PYREX))。烹饪器具900可以进一步包括多根天线906(例如6、8、10、12或14根天线(未全部展示)),这些天线是以类似于图4中所展示的辐射元件的方式安排的。所有天线都可以被连接至单个馈送装置908上,该馈送装置将RF辐射馈送至每根天线。

[0123] 在一些实施例中,烹饪器具900可以进一步包括多个IR(红外线)加热元件912,这些加热元件被配置成例如用于将放置在内壳体904中的食物热成棕色。

[0124] 在一些实施例中,内壳体904和/或外壳体902、803的一个或多个表面可以包括一个透明的或半透明部分以便允许使用者在例如烹饪过程中观察被加工的物体。该透明部分可以由具有高RF阻挡和/或反射系数的任何透明材料制成。任选地,穿孔的导电片材可以被附接和/或嵌入透明材料(例如玻璃)之内。

[0125] 外壳体902和内壳体904可以被安装在基座916上。根据本发明的一些实施例,基座916可以是一个示例性的盖。锁914可以被配置成用于关闭外壳体902和基座916,这样使得不会发生RF辐射泄露或基本上无泄露。例如,锁914可以在外壳体902与基座916之间施加压力以便获得基座916的表面与外壳体902的下端之间电接触。图9C展示了被锁914关闭时的烹饪器具900。

[0126] 可以将物体放置在内壳体904中。例如,汤或炖菜可以在器具900中进行烹饪,填充内壳体904中的大部分内体积。替代地,可以将若干种不同食物(例如,2-10种食物,例如,如图所示的七种食物)一起在器具900中进行烹饪,例如图9A-9B所展示的食物910。这七种食物可以是基本上相同的(即,七个蛋或七块牛排)或可以是不同的(即,这些食物中的至少两种可以是不同的)。

[0127] 图10呈现了向烹饪器具900进行RF能量施加(平均SAR)的模拟结果(图)。在器具900中模拟七个200ml水的圆柱形样品(例如,食物910)。模拟包括以从800-1000MHz变化的频率向该器具中施加RF辐射。该模拟图的右侧呈现了对数强度条(以W/Kg为单位),其中高强度用深灰色标记并且低强度是用非常浅的灰色标记。该模拟显示了这些装水的圆柱体中基本上均匀的能量吸收,大多数是在中间的吸收能量范围内(中度灰色),其中在这些圆柱体的中央部分略有上升。

[0128] 图11A是在将不规则形状的大物体1000放置在该器具900中时,烹饪器具900的切开

透视图。该不规则形状的物体在模拟中用于模拟真实食物，例如整鸡、大部份牛肉（例如烤牛肉）、面包等。图11B呈现了将RF能量施加至被放置在器具900中的物体1000上的模拟结果（平均SAR）。模拟图的右侧呈现了类似于图10中所展示的一个对数强度条（以W/Kg为单位）。如图11B的模拟结果中所示，物体1000的大部分均匀地吸收RF能量，其中该物体的中央、中间部分中有略微增大。

[0129] 图12呈现了在与图10所呈现的模拟结果相同的条件（相同的器具和相同的物体）下进行的另一个RF能量施加模拟。将RF能量模拟成通过标准的ISM带902-928MHz电源来施加。与在装水圆柱体的中间部分中具有高强度的图10呈现的结果相比，这些结果示出了均匀性略微更低的场强度分布。该差异可能是因为在与图10相关的模拟中所使用的800-1000MHz带更宽的频带。

[0130] 虽然图9-12中所呈现的模拟和模型涉及烹饪器具和食物，但是本发明不限于烹饪器具并且可以成功地用于被配置成利用RF能量来加工被放置在该容器中的物体的任何容器。

[0131] 实例-鸡汤

[0132] 在下面的段落中，在烹饪汤和/或进行提取的装置（例如，容器）和方法的背景下，给出了本披露的原理的若干可能应用的实例。

[0133] 以传统的方式熬汤是耗时的。例如，熬汤可能花费至少一小时或甚至更长时间，这取决于配方。更快速并且以高能量效率来熬汤可以节省时间、金钱和精力，尤其是在工业或商业环境中。在烹饪过程中，可以加热该汤以便允许将放汤成分（例如，鸡肉、蔬菜等）的可溶性和可混性组分提取至液体中并且还浓缩该肉汤。

[0134] 当传统地烹饪汤时，通常先加热锅和水，并且接着随后加热汤中的固体成分（如鸡肉、蔬菜等）。如果以相反的方式进行而使得固体汤成分比液体更热，则可溶性和易混性组分可以更快的流出和/或提取到溶液中。

[0135] 当通过使用EM能量（例如RF能量，如上所述）均匀地加热时，由于水的热容与鸡肉和蔬菜的热容相比存在差异和/或由于它们的散热速率存在差异，可能具有不同的温度。在http://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-food-d_295.html上可获得的数据表明：母鸡的热容是2.72kJ/(kg°C)，并且胡萝卜的热容为3.81kJ/(kg°C)。这两个热容均远小于水的热容：4.2kJ/(kg°C)。

[0136] 在本发明容器的一个示例性的对比应用中，本申请人在常规的专业厨房电炉（3kW）中以及900瓦特的RF炉或容器（即，施加RF能量进行物体加工的炉/容器，例如包括以上描述的设备100或800的炉/容器）中烹饪了同样的鸡汤配方。运行该RF炉以实现均匀的加热。该RF炉具有2根天线并且除了RF加热之外没有使用任何其他形式的加热。汤完成后分别在1小时（火炉）和20分钟（RF炉）之后品尝。

[0137] 在一些实施例中，一种通过施加EM能量例如RF能量来烹饪鸡汤的方法或装置可以包括更快速的制备和/或减少的能量使用。另外地或替代地，在RF加热过程中，经加热的水可以被保持在沸点以下，这可以保持鸡和蔬菜的天然营养（例如维生素）更有效。

[0138] 已提出，这个结果的出现是由于汤的固体部分比水更快地被加热。以下实验似乎证实了这种假设。将整个胡萝卜（65g）和1/2只鸡（750g）放在2,385g自来水中。将该混合物在RF炉中以满功率加热，使用在800MHz与1000MHz之间的多个RF频率扫描。在烹饪之前、过程

中以及之后,使用传统的厨房温度计测量温度。图13是描绘所测温度的一个图。可以看到,鸡的温度一直高于水的温度。在更小的程度上,对于胡萝卜也是如此。另外在烹饪之后,还测量了每个组分的重量(胡萝卜:60g;鸡:635g;水:2415g)。在胡萝卜损失5g(65g的7.7%)时,鸡损失了115g(750g的15.3%),表明鸡的提取速率更高。据推测主要由于蒸发导致的总重量损失为90g。

[0139] 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比每项权利要求中所明确叙述的特征多的特征的意图。相反,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,将以下权利要求特此结合在本详细说明中,其中每个权利要求以其自身作为本发明的一个独立的实施例。

[0140] 此外,本领域的普通技术人员通过考虑说明书和本披露的实践将明白,在不脱离所要求的发明的范围的情况下可对所披露的系统和方法作出各种修改和改变。例如,在不背离本发明的范围的情况下,可以省略、改变、或替换一种方法的一个或多个步骤和/或一种设备或装置的一个或多个部件。因此,希望说明书和各实例只是被当作示例性的,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。

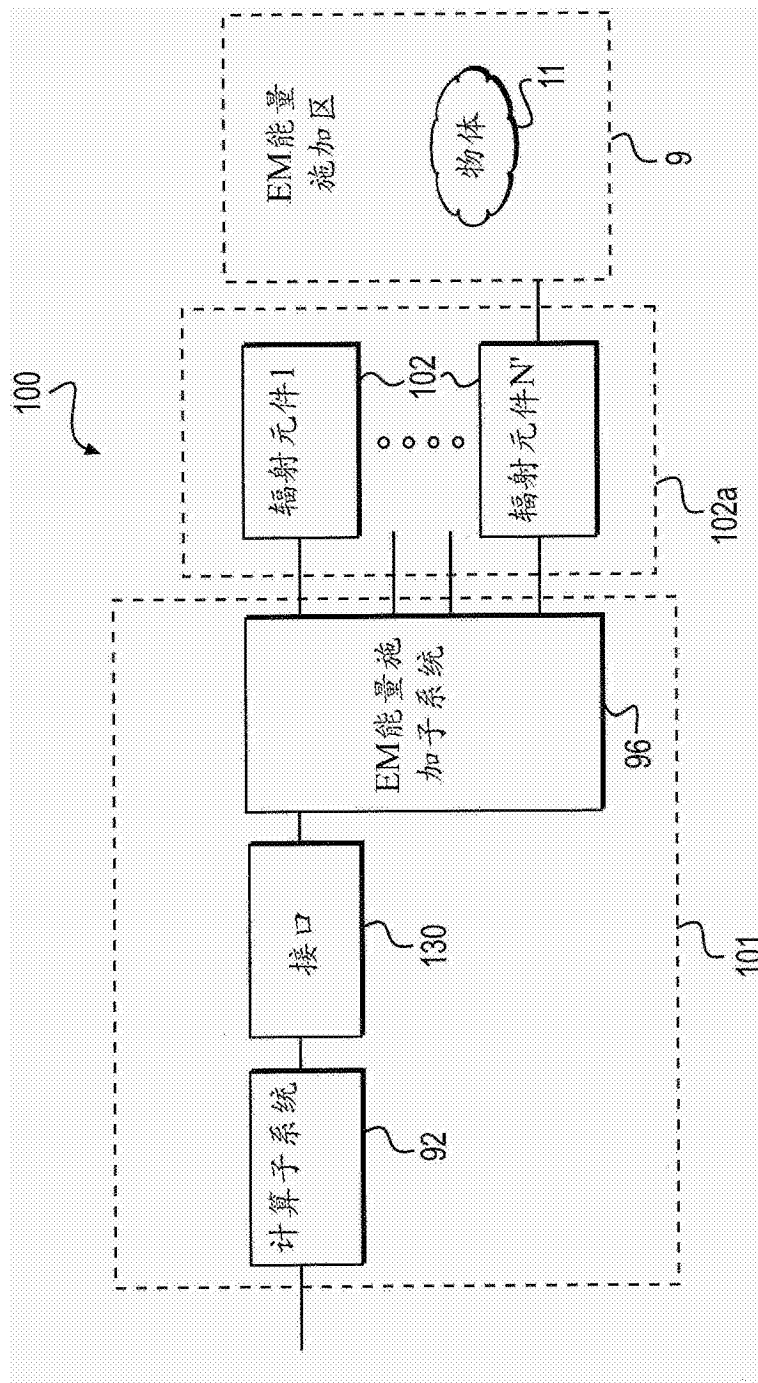


图1

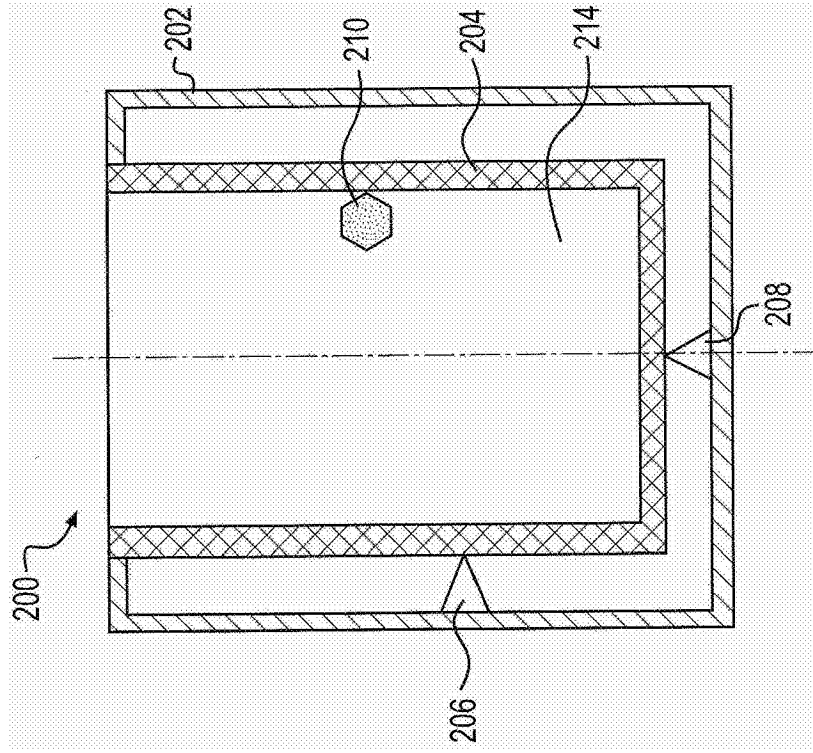


图2A

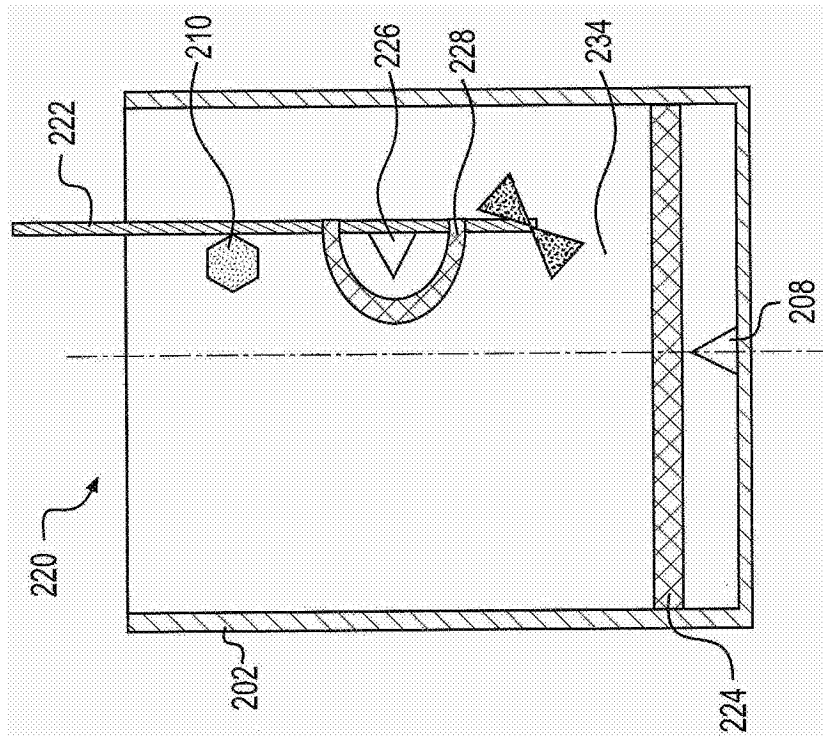


图2B

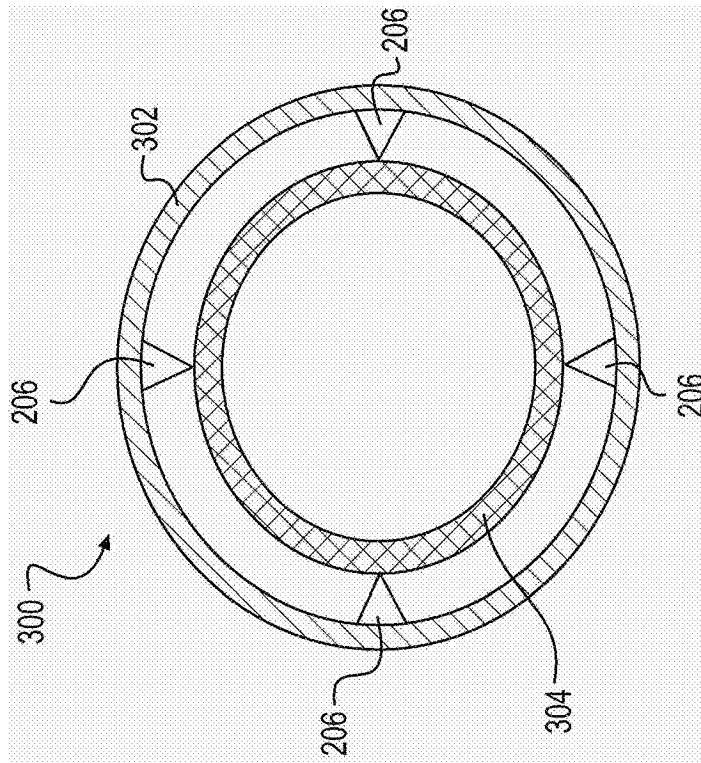


图3A

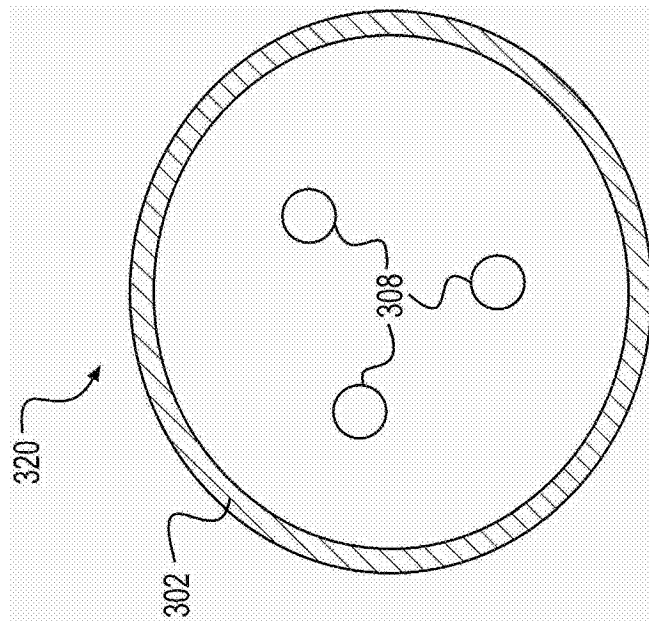


图3B

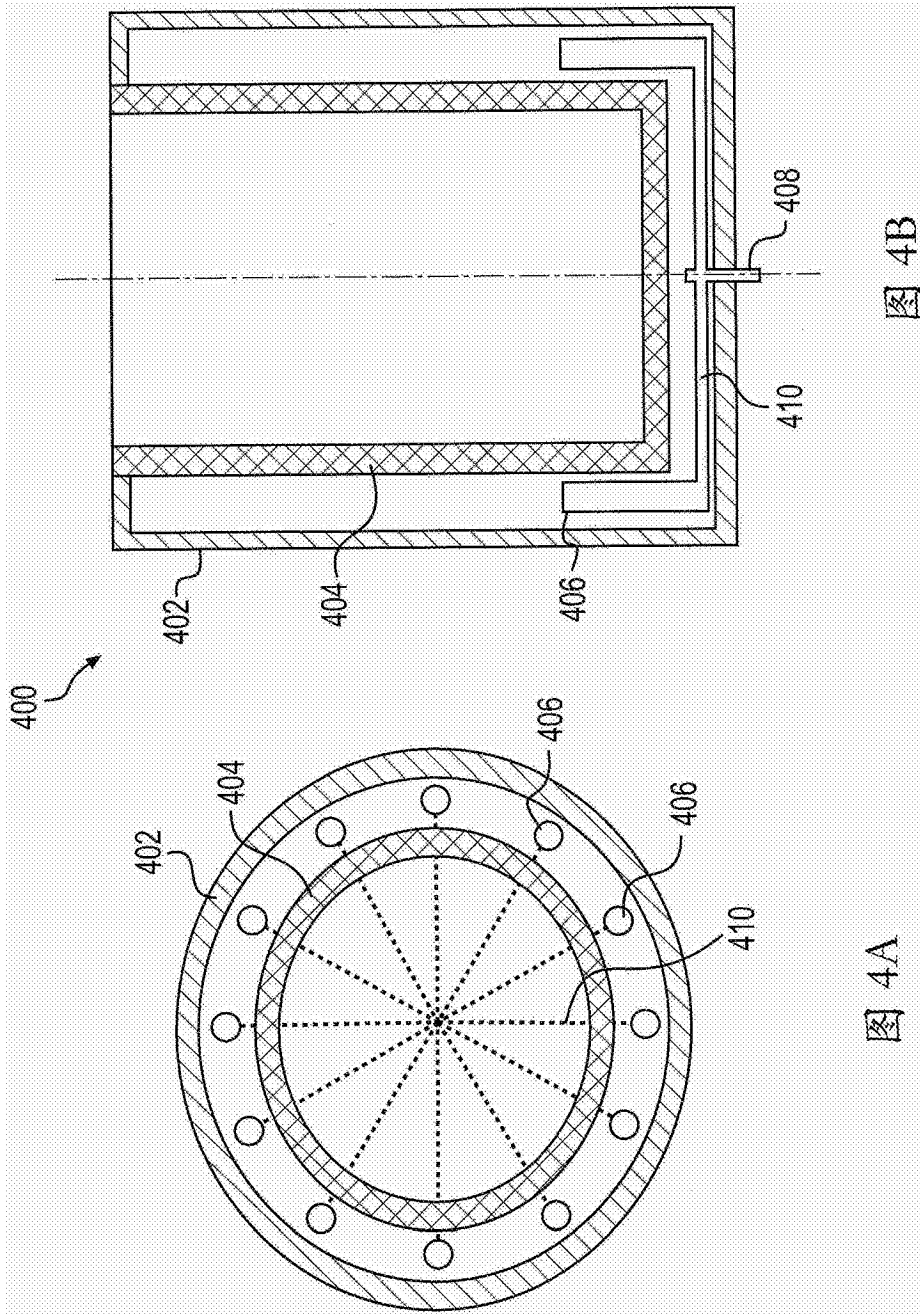


图 4B

图 4A

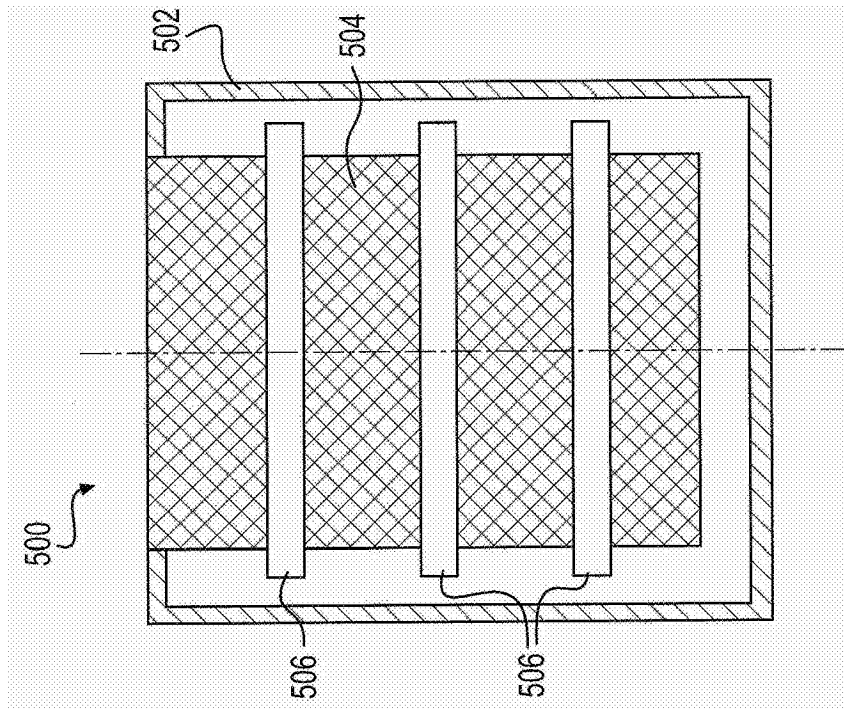


图5A

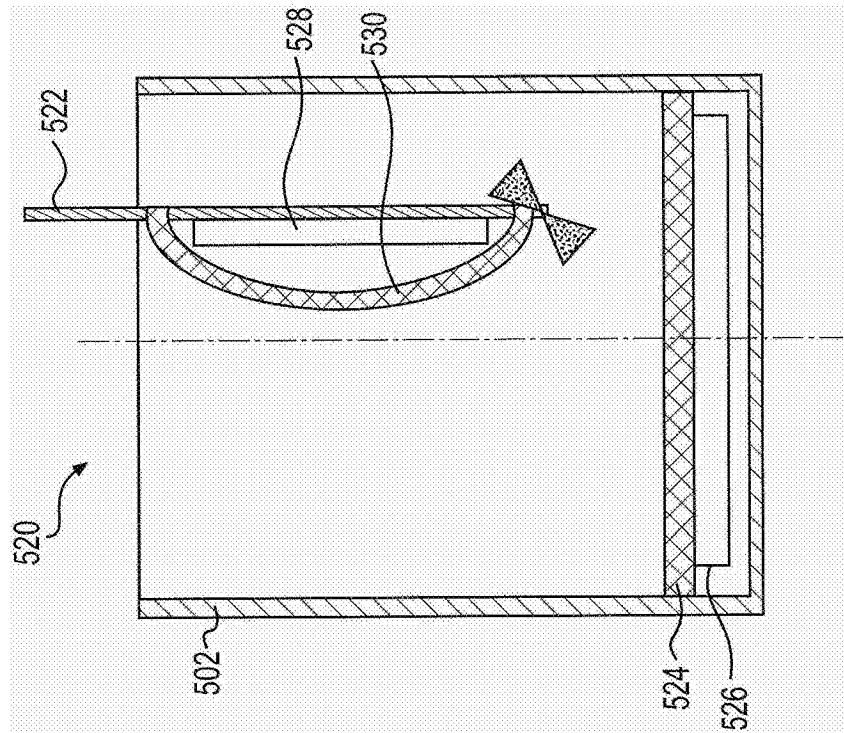


图5B

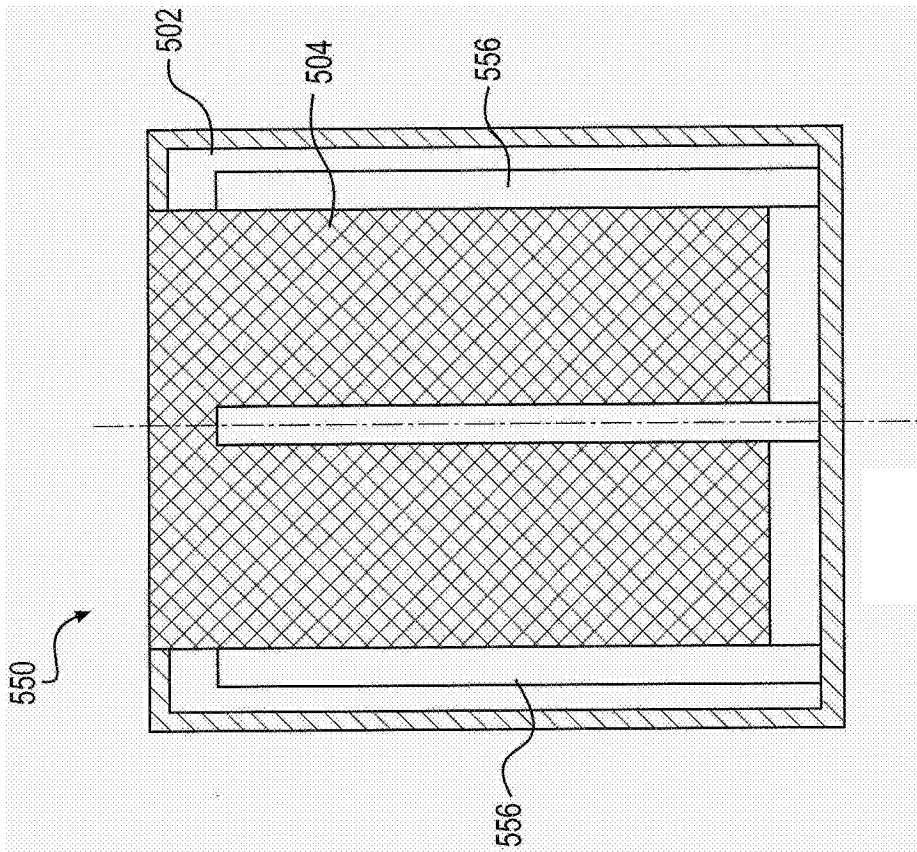


图5C

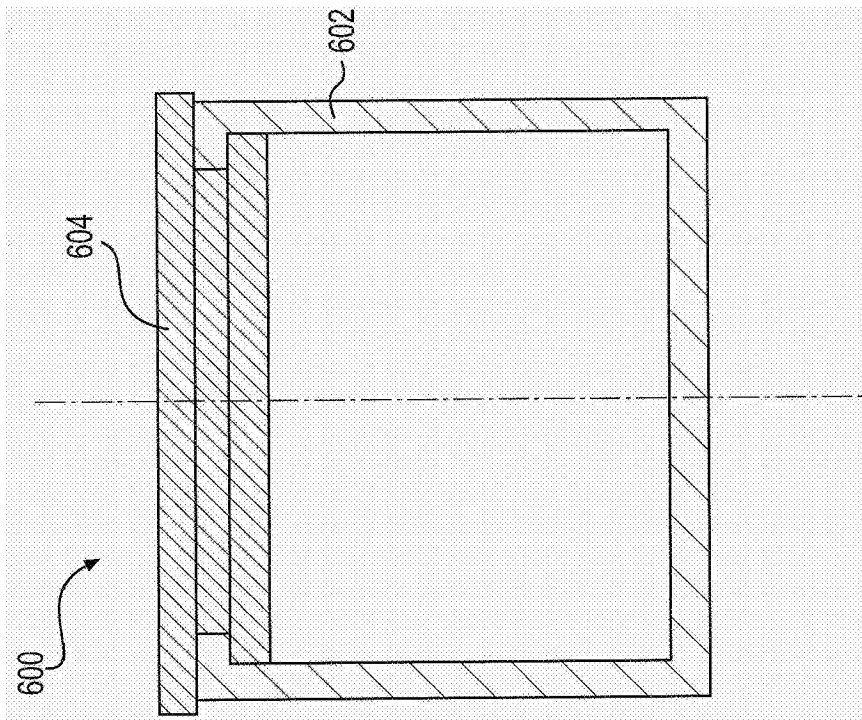


图6A

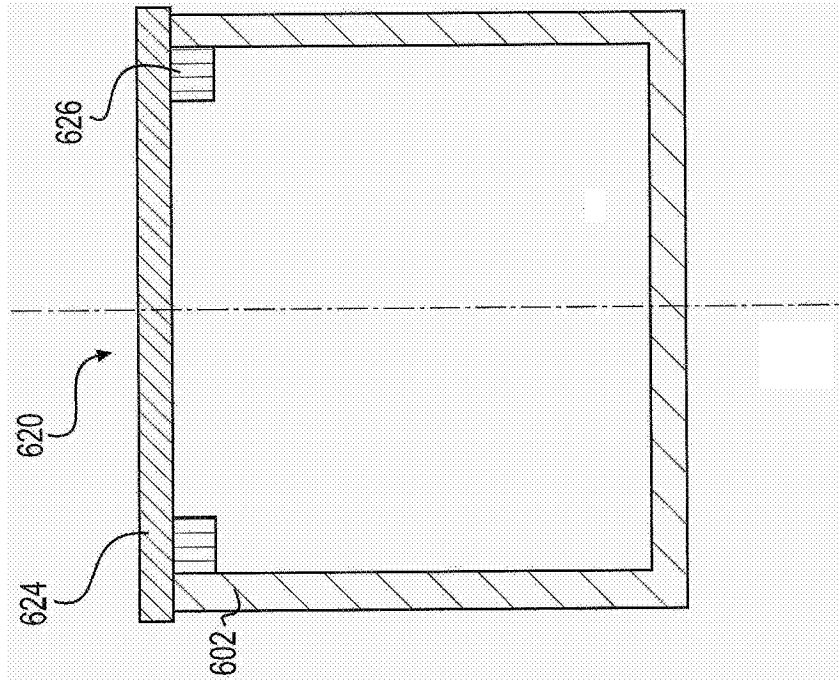


图6B

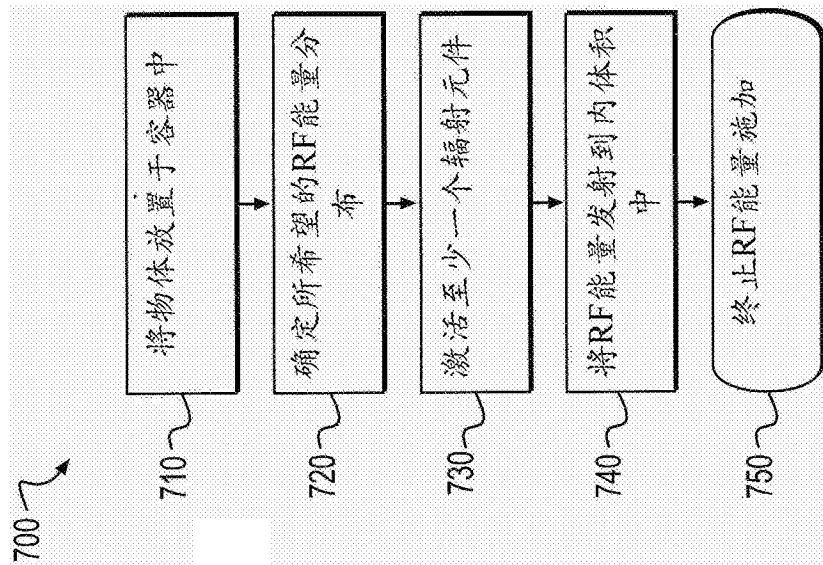


图7

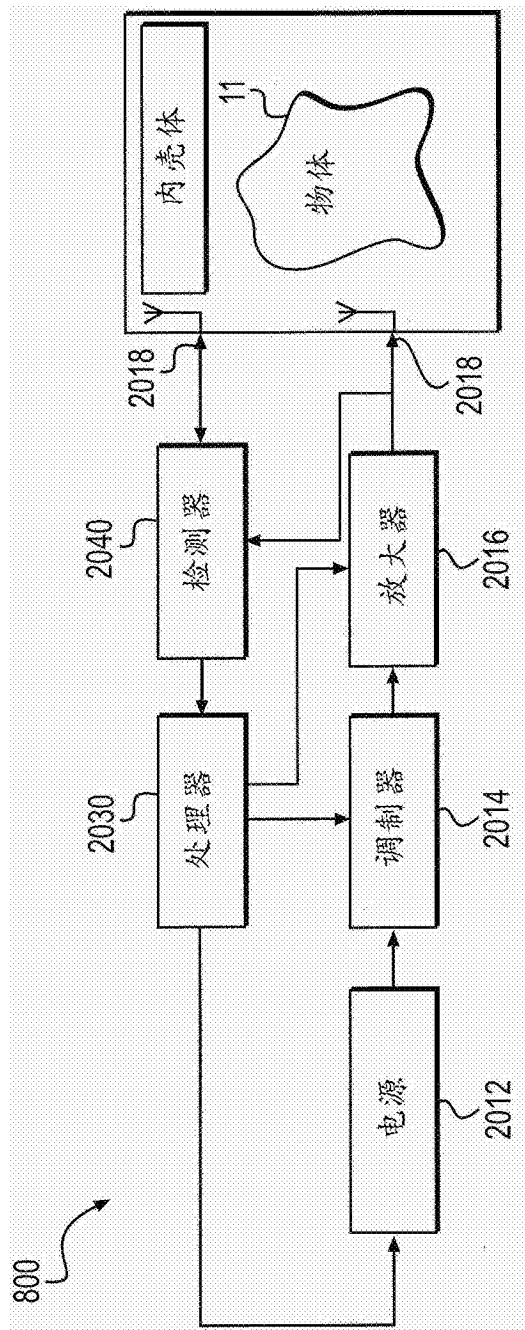


图8A

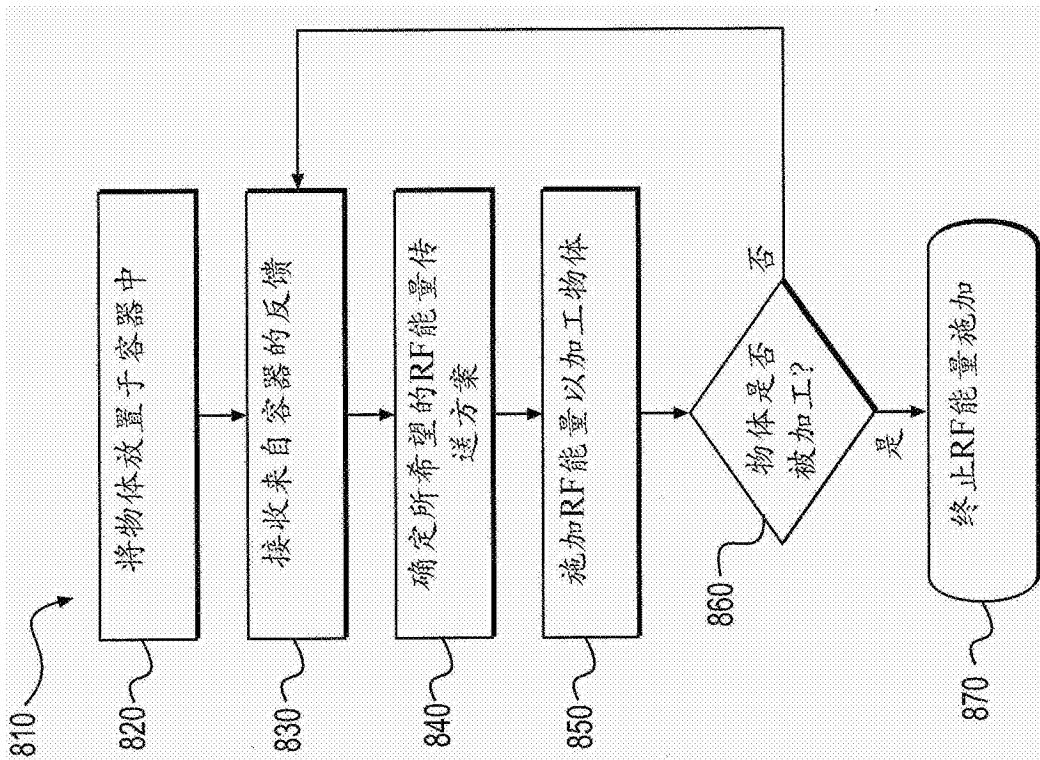


图8B

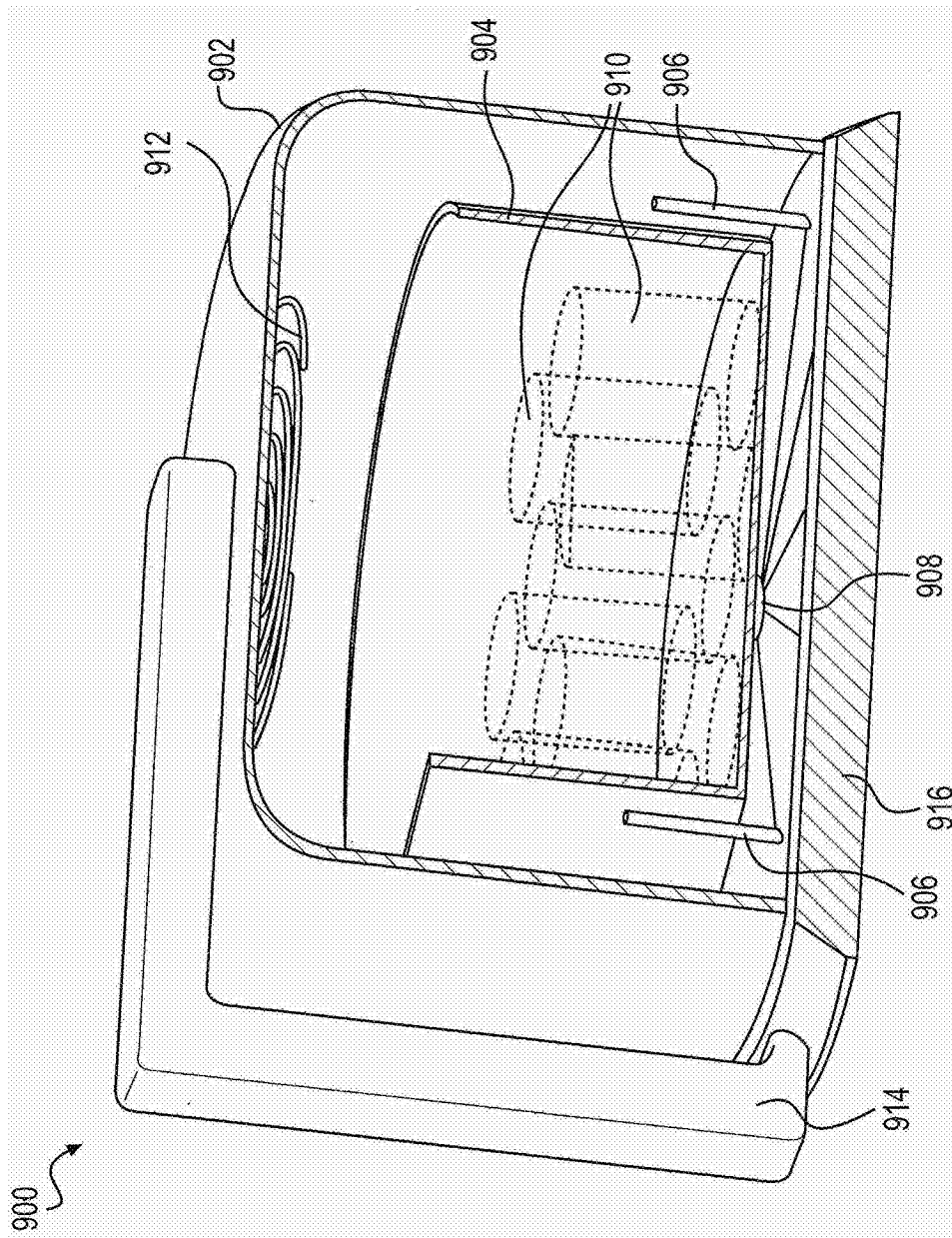


图9A

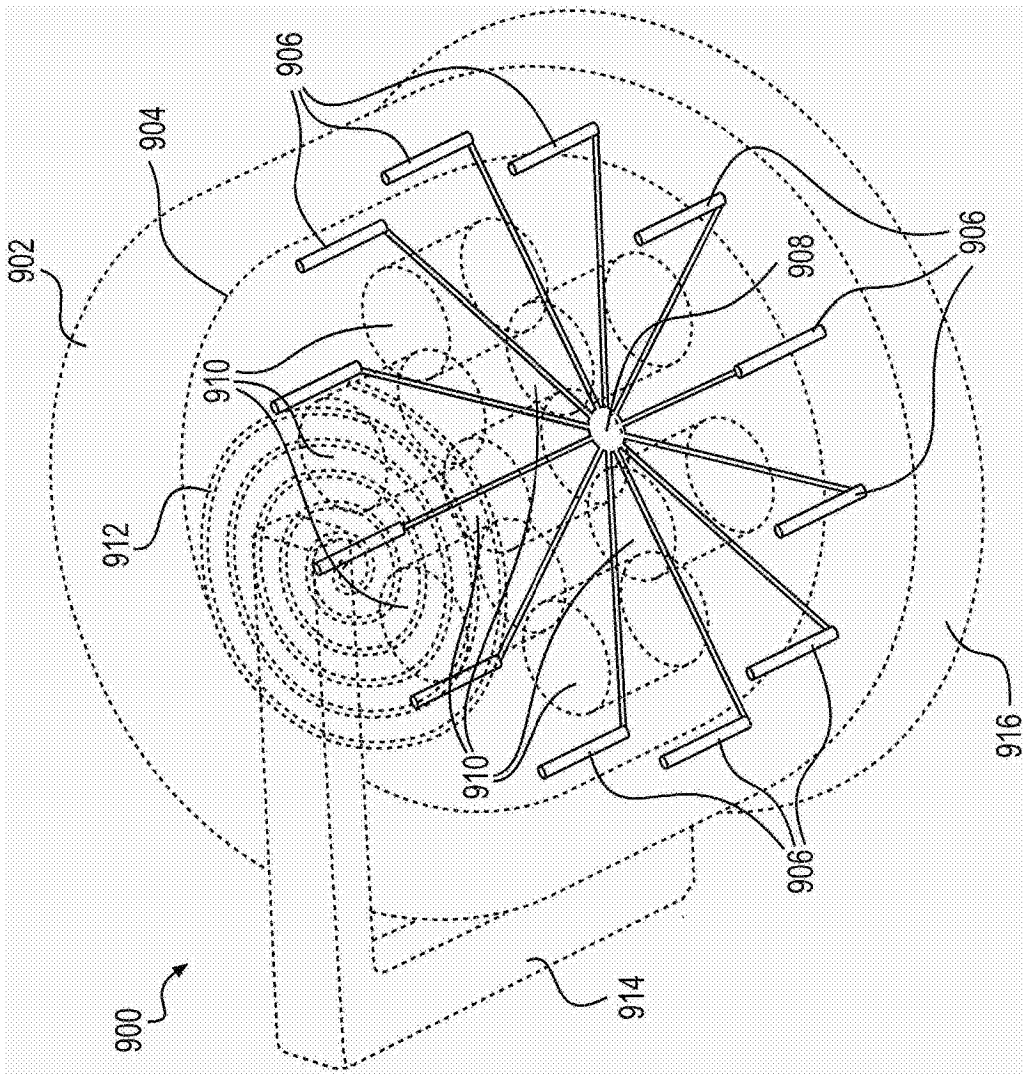


图9B

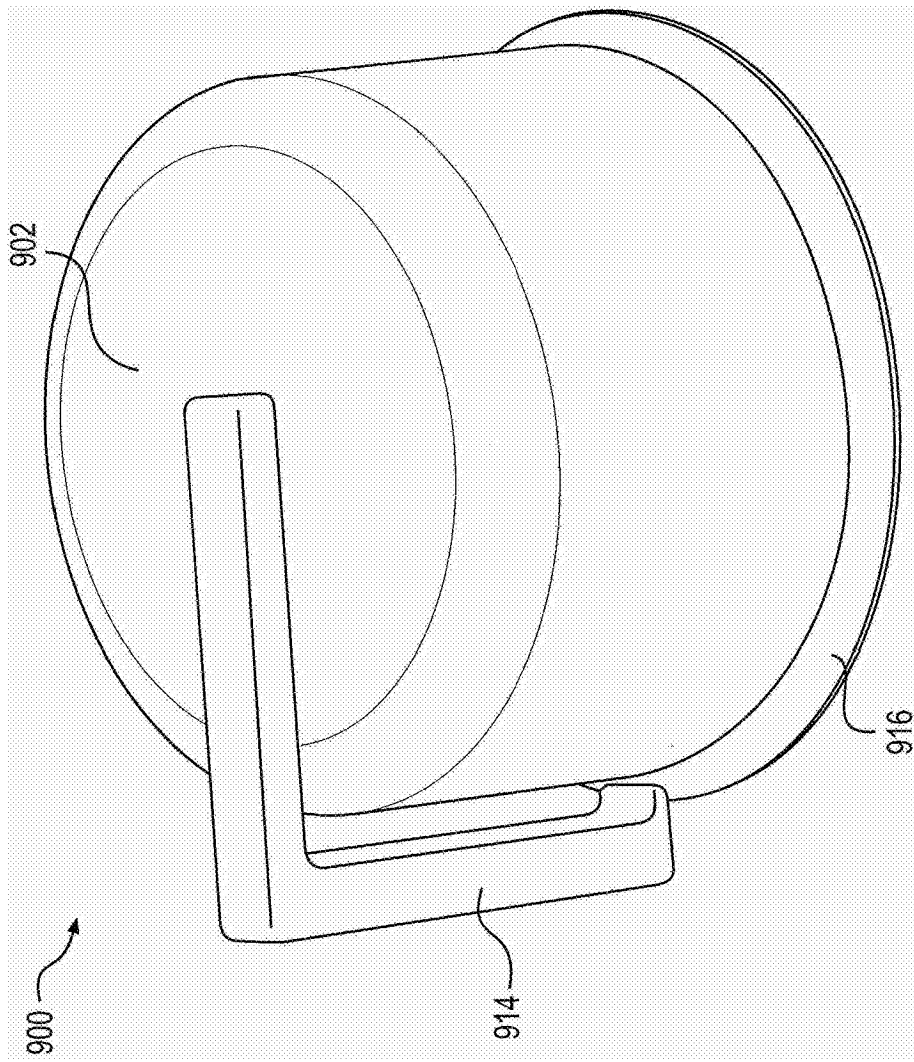


图9C

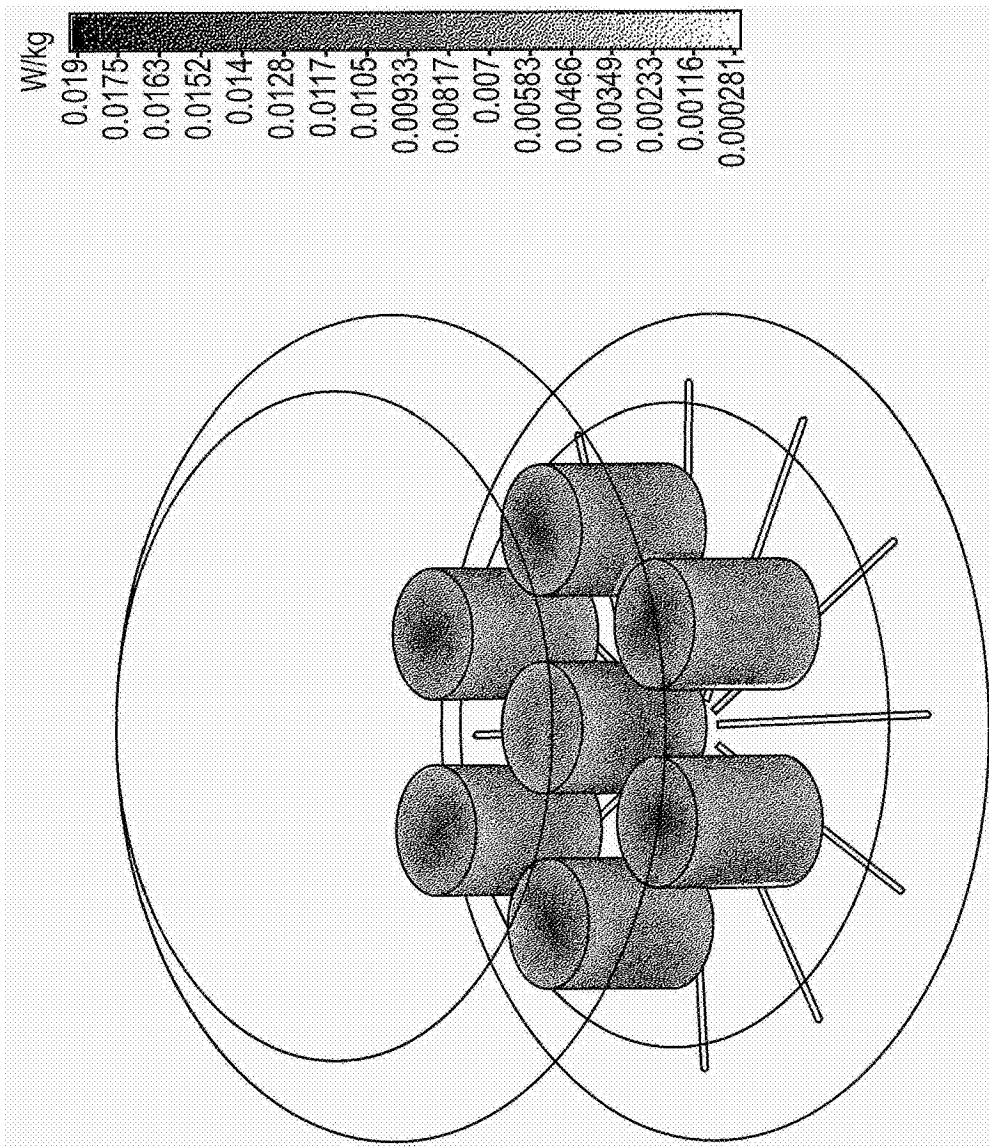


图10

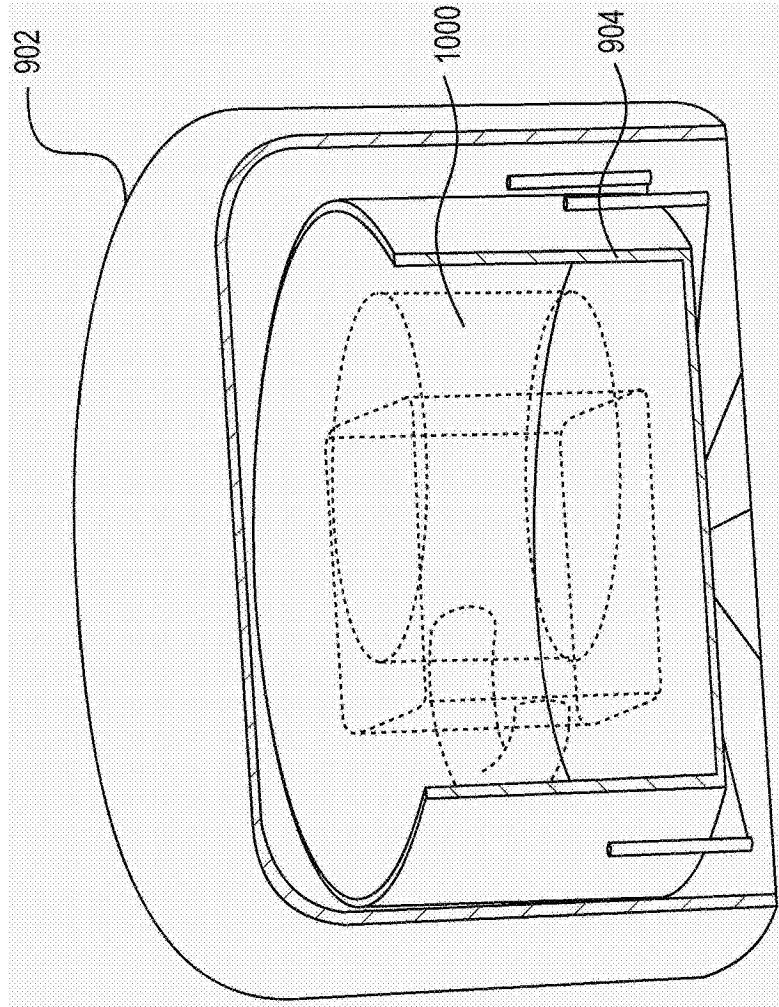


图11A

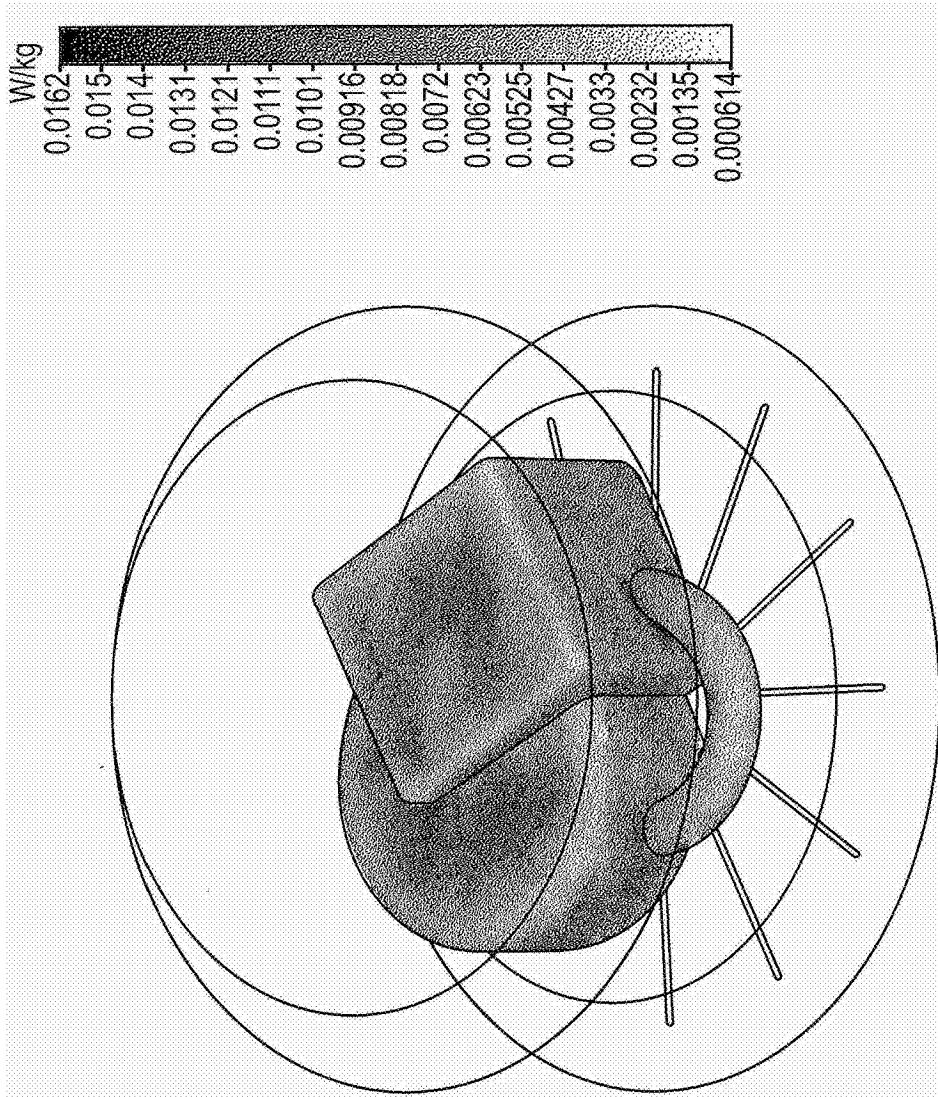


图11B

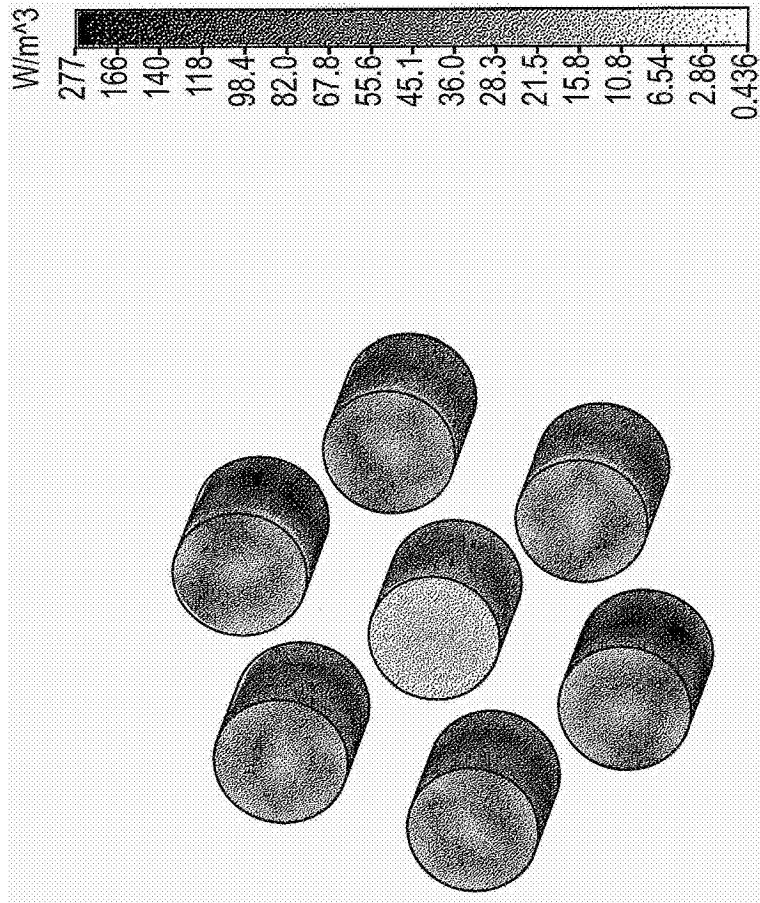


图12

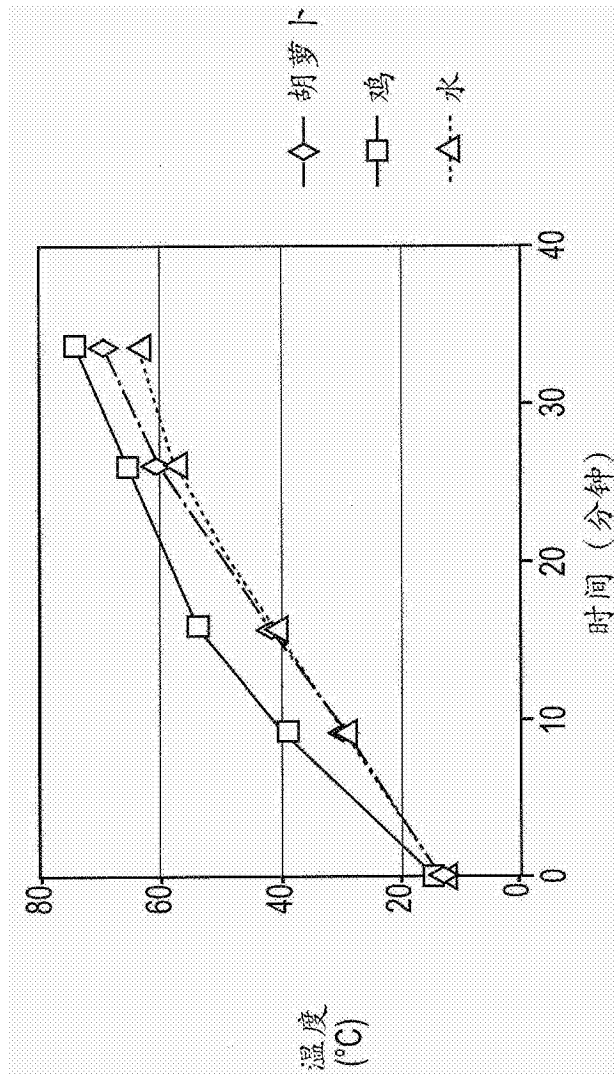


图13