



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104540261 A

(43) 申请公布日 2015.04.22

(21) 申请号 201510042042.6

代理人 孙静 郑霞

(22) 申请日 2010.05.12

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

PCT/IL2009/001058 2009.11.10 IL

61/282,981 2010.05.03 US

61/282,980 2010.05.03 US

61/282,983 2010.05.03 US

H05B 6/64(2006.01)

H05B 6/68(2006.01)

(62) 分案原申请数据

201080050439.5 2010.05.12

(71) 申请人 高知有限公司

地址 百慕大哈密尔顿

(72) 发明人 亚历山大·比尔钦斯基

艾兰·本-什穆尔

丹妮拉·阿兹莫尼

平夏斯·艾恩齐格 阿米特·拉贝尔

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

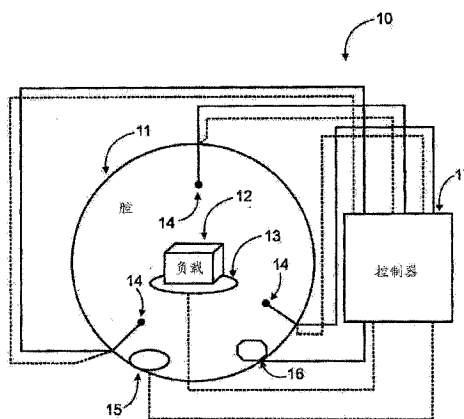
权利要求书1页 说明书41页 附图10页

(54) 发明名称

使用 RF 能量进行加热的装置和方法

(57) 摘要

本申请涉及使用 RF 能量进行加热的装置和方法。施加 EM 能量到负载的设备可以包括至少一个处理器，该处理器被配置为接收指示针对多个调制空间元素中的每一个的耗散能量的信息，并且基于所接收的指示耗散能量的信息将若干该多个调制空间元素分组为至少两个子集。该处理器还可以被配置为将一种功率输送协议与该至少两个子集中的每一个相关联，其中该功率输送协议在子集之间不同并且根据每个功率输送协议调节施加到负载的能量。



1. 一种使用 RF 加热负载的方法,该负载具有过度加热温度点,所述方法包括:
 - (a) 以避免过度加热的方式来选择有待耗散到该负载中的最大功率,以及
 - (b) 以多个不同的调制空间元素将 RF 功率应用到所述负载,所述 RF 功率在不同的调制空间元素上是不同的并且在所有调制空间元素上都低于所述最大功率。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,应用 RF 功率包括导致所述负载中的相变。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中,所述相变包括融化。
4. 如权利要求 2 所述的方法,其中,所述相变包括蒸发。
5. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,包括应用所述 RF 功率以有区别地加热不同的部分。
6. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,其中,以在所述应用期间避免在所述负载中的热失控的方式来选择和应用所述 RF 功率。
7. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,其中,选择最大功率包括将最大功率选择为该负载的平均耗散的函数。
8. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,其中,选择最大功率包括选择最大功率作为该负载的频谱信息的函数。
9. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,包括应用所述 RF 功率以达到不同的最终温度。
10. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,包括选择最小功率以便在其中应用了功率的调制空间元素上进行应用。
11. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,包括为所述多个不同的调制空间元素中的每一个选择功率。
12. 如权利要求 11 所述的方法,其中,选择功率包括在用于应用所述 RF 功率的系统的较宽的带宽内给功率选择频率的一个或多个子频带。
13. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,包括检索所述负载的频谱信息并且使用所述频谱信息来指导所述选择和所述应用中的至少一个。
14. 如权利要求 13 所述的方法,其中,反复地执行频谱信息的所述检索。
15. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,包括避免在具有低于低阈值水平的耗散率的调制空间元素下应用功率。
16. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,包括避免在具有高于高阈值水平的耗散率的调制空间元素下应用功率。
17. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,其中,应用功率包括持续一个给定的时间段应用不同的合计的功率的量,使得针对某一调制空间元素的实际功率固定,但是在时间段内应用该功率的持续时间在调制空间元素之间变化,产生针对不同调制空间元素的不同有效合计功率。
18. 如权利要求 1-4 中的任一项所述的方法,其中,应用功率包括将多个所述调制空间元素分为多个组,并且基于每组所应用的功率来改变所应用的功率的量。
19. 一种使用 RF 加热负载的装置,被配置成执行如权利要求 1 至 18 中的任一项所述的方法。

使用 RF 能量进行加热的装置和方法

[0001] 本申请是申请日为2010年05月12日,申请号为201080050439.5,发明名称为“使用 RF 能量进行加热的装置和方法”的申请的分案申请。

[0002] 本申请要求以下各项的权益:1) 于2009年11月10日提交的题目为“控制能量的装置与方法”的国际申请号 PCT/IL 2009/001058 ;2) 于2010年5月3日提交的题目为“模态分析”的美国临时专利申请 ;3) 于2010年5月3日提交的题目为“耗散曲线分析”的美国临时专利申请 ;4) 于2010年5月3日提交的题目为“空间控制的能力输送”的美国临时专利申请。所有这些列出的申请通过引用以其全文结合在此。

[0003] 本申请涉及于2010年5月3日提交的四个其他的美国临时专利申请,题目为:1) 模态能量申请 ;2) 退化模态腔 ;3) 分区腔 ;4) 在电磁能量发射系统中的天线放置。所有这些列出的申请通过引用以其全文结合在此。

技术领域

[0004] 本申请在其一些实施方案中一般关注在负载中的电磁 (EM) 能量的耗散,并且特别地关注使用 EM 能量用于融化、加热和 / 或烹饪。

背景技术

[0005] 在当今社会微波炉是普遍特征。然而,其限制是众所周知的。例如,这包括特别是对融化 (或解冻) 的不均匀加热和热量的缓慢吸收。事实上,普通的微波炉当用于融化和均匀加热时,导致在食物中的一部分可正常加热或者部分地均匀烹饪,或者在另一部分均匀解冻之前过度烹饪。使用常规的微波炉来融化和加热对象一般承受在负载中不均匀和典型地不受控制的能量耗散的问题。

发明内容

[0006] 本发明在一些实施方案中源于发明人的实现,即,在融化期间进入负载的能量的相等耗散有时可能产生负载的不均匀的温度分布,以及可能的热失控现象 (其中在负载的一部分中温度的增加比其他部分中快得多)。具体而言,热失控能够导致以下情况:较热的部分中的温度变化超过某一点就会导致在该部分中的温度改变速率增加,因此会连续地增加温度差。

[0007] 在本发明的一个示例性实施方案中,用以下三种方式中的一种或多种控制能量耗散。(a) 减小最大耗散能量 (例如以发射频率或 MSE (将在以下对调制空间元素进行详细描述) 中的全部或部分);(b) 以相比较于其中耗散率较高的频率而其中低耗散率较低的频率或 MSE,导致更高效的能量耗散到负载中;和 / 或 (c) 足够紧密地监测负载以避免在监测动作之间的过度加热。可选地,较少的功率不同地耗散,特别是在其中热失控具有很大危险的负载的一部分,例如液体水部分中。

[0008] 在本发明的示例性实施方案中,不是使用 / 测量耗散速率,所测量的是耗散率 (例如在输入和耗散之间的比率),或者甚至规范化为耗散率,例如规范化为例如0到1的范围,

或者规范化为平均耗散率。

[0009] 在本发明的一个示范性实施方案中,耗散功率和耗散率的关系图是准高斯曲线,而不是实际上反相关的。在较低耗散率上,可能期望耗散更多的功率,但是这种耗散受到较差耗散率的限制,即使使用了最大可用功率设定也是如此。以最高的耗散率,可能期望不(或者非常少)发射任何东西。中间水平受到两种趋势的影响,因此准高斯形状。

[0010] 在本发明的示范性实施方案中,假设每个频率或 MSE 表示一个负载部分或多个负载部分负载的相同部分可以吸收多个频率或 MSE。在本发明的示范性实施方案中,假设一个频率或 MSE 下的耗散与这些部分中的耗散是相适应的。

[0011] 在本发明的一个示范性实施方案中,最大施加的能量 (hp1) 是基于负载的频谱信息来计算的。可选地或可替代地,每个频率或 MSE 的功率水平选择是按照这些特性来选择的。可选地或可替代地,每个频率或 MSE 的功率选择是基于一个频率或 MSE 子集的选择,其中将更多功率耗散到负载中。可选地或可替代地,对于每个频率或 MSE 而言,每个频率或 MSE 的功率选择是基于对在频带上所有频率或 MSE 获得的频谱信息的分析,或者基于认为耦合到负载的所有频率或 MSE 上获得的频谱信息(例如没有具有高 Q 值的频带,例如高于 0.25% 或 0.5% 或 1%)。

[0012] 在本发明的一个示范性实施方案中,分析频谱信息以区分融化和未融化的部分。可选地,这种区分是基于频谱信息的一般特性,而不是基于通过频率对频率,通过 MSE 对 MSE 的分析,例如假设在冰与水之间的频谱耗散图像的双峰分布能够允许根据对预期的双峰分布的匹配按总量分离冰和水。有时,在两种模式之间存在重叠,其中在某种程度上频率或 MSE 耗散到负载的水和冰的两部分中。

[0013] 在本发明的一个示范性实施方案中,融化协议参数依赖于负载的尺寸和/或体积,例如对估计融化的含水/含冰物的方法的校正,该含水/含冰物可以是由大目标物中较大的绝对含冰物融化获得,和/或若其初始温度接近融化。

[0014] 在本发明的示范性实施方案中,对含水物/高耗散频率的识别是基于冰比水具有更低耗散的假设。可选地,相对和绝对的阈值用来检测这样的频率或 MSE。可选地,提供了一个用于相对纯净的冰的阈值,在该阈值以上假设物质为冰和水的混合物。可选地,系统一般被设计成非负载部分具有较低的耗散,或者没有能力或非常少能量以预计在其中耗散的频率或 MSE 发射。可选地,提供了高阈值,在该阈值之上假设吸收物质是水,并且因此应发射较低功率或不发射功率,这导致低功率或无功率耗散到负载中。可选地,追踪中等耗散率频率或 MSE,这是基于它们反映混合水冰部分的假设,这些部分可以全部融化和/或其中含水物具有失控的热事件的中等危险。可选地,这些中等频率或 MSE 接收中等功率水平。

[0015] 在本发明的一个示范性实施方案中,大冰块(在所有频率或 MSE 上具有低耗散)未被过度补偿(例如不假设为水,并因此接收低功率),这通过基于频谱信息检测存在大冰块,并且在这些频率或 MSE 上提供更多的能量,直到在频谱信息中开始出现小的冰块的指示为止。例如,在这些频率或 MSE 表示大冰块的情况中,以具有中等耗散率的频率或 MSE 的能量发射不会减小到与具有高耗散率的频率或 MSE 的能量发射相同的程度。

[0016] 在本发明的示范性实施方案中,这些和/或其他参数(比如阈值、功率/频率比例和时间)依赖于负载的特性和/或所期望的加热效果。可选地,带有各种选项的表格存储在存储器中,并且用户能够选择。可选地或可替代地,根据用户的选择或自动选择提供并应

用一系列功能。

[0017] 可选地或可替代地,使用试错法和 / 或作为负载中的平均耗的函数计算最大功率水平。

[0018] 在本发明的一个示例性实施方案中,最大应用功率水平和 / 或依赖功率水平的频率或 MSE 在融化或其他加热或能量应用过程中更新。可选地,在融化过程中,这种更新会发生多次(例如,实际上连续地,比如 1000 次 / 秒或 2 次 / 秒,或者甚至是每 5 秒或更多秒一次)。

[0019] 在本发明的一个示例性实施方案中,选择在扫描之间的时间和 / 或在扫描之间的耗散,以降低过度加热和 / 或热失控的危险。可选地,所使用的功率水平、阈值、扫描速率、和 / 或其他参数依赖于有待避免的情况。在一个例子中,若少量的水被误认为使大量的冰(因为以高功率辐射),将扫描设置和 / 或 hp1 选择为使下一次扫描将会检测到这样的效果(以使其不被误认为冰的方式的水增量所导致)。

[0020] 可选地,操纵负载和 / 或腔以改善频谱信息,例如以协助区分水和冰。这可允许计算关于发射的较高的功率水平(例如,平均的)和 / 或较高的耗散率(例如平均或最小的),并且因此允许较快融化并且具有足够的质量。例如,负载在腔中的位置可以改变(例如,通过旋转或搅动其上放置负载的盘),并且频谱信息在多个位置之间进行比较。可选地,能量发射将随着定位的负载发生,使得所获得的频谱信息对于冰 / 水的区分而言是最有用的(例如具有最高的计算 hp1)。

[0021] 在本发明的一个示例性实施方案中,在其中之前已应用功率的频率或 MSE 上耗散最小的低功率水平,以防止这些融化部分的冷却和 / 或重新冻结。可选地或可替代地,允许在第一次和第二次获得频谱信息之间的给定频谱耗散到负载中的最大功率使得在基于频谱信息中的改变而停止功率之前融化部分将不会加热到远高于融化温度。

[0022] 在本发明的一个示例性实施方案中,不是应用精确的功率量,而是使用频繁的反馈。可选地或可替代地,应用功率的方法考虑到所适用的功率放大器的特性。

[0023] 发明人假设有如下详细描述的可能性中的一个或多个可导致或加剧不均匀的温度分布。然而,应注意在本文中所描述的方法也可以独立于这些前提来应用。此外,应注意根据本发明的一些实施方案,需要避免的不是不均匀的温度本身,而是过度加热或者在负载的有效部分中的过度加热的危险(例如 0.1%、0.5%、1%、2%、5%、10%、或中等百分比,例如,依赖于应用、用户期望)。

[0024] (a) 非均匀的成分。实际的负载通常包括不同的物质(例如,在鸡肉部分中的脂肪、骨骼、皮肤、以及肌肉,或者在绞肉中的气泡,或者在虾包装中的虾之间形成的冰柱),它们具有不同的比热(C_p)和 / 或不同的潜热(L)。在这种情况下,相等的耗散能量可导致不相等的温度(因为 RF 加热通常快于在物体内部通过传导的热传递)。根据本发明的一些实施方案,在确定与这些不同的物质相关联的负载部分的功率水平时,这是要考虑的内容(例如,使用预设的表格)。

[0025] (b) 非均匀的热状态和热传递行为。(在最开始或熔化过程中)负载可以在不同的位置具有不同的温度。这可能例如是由于在熔化开始之前非均衡的冷却(例如,若冻结不完全,内部比外部更热,或者反之亦然,若冷冻的对象简单地暴露到比其自身高的温度中,则外部比内部更热),或者由于在加热之前或加热期间,将负载的表面暴露于不同的环境

(可能在加热期间,热空气、内部和外部的对流、制冷板),或者由于如上所述的非均匀成分或者由于负载的不规则形状(一些部分比其他部分更薄),或者由于负载的不规则的形状,例如,因此不同的部分会具有不同的表面/体积比,或者上述中的两个或更多的组合。这可导致在一个或多个较冷部分开始发生相变很久之前,一个或多个相对热的部分已经发生相变(甚至当负载 100%均匀,以及耗散到其所有部分上的能量都相同时也如此)。在本发明的一个示例性实施方案中,加热协议在加热期间考虑这些非均匀的温度和/或热耗散。可选地,这种考虑是自动将大多数功率引导至冰的部分。

[0026] (c) 依赖温度的加热。对于许多类型的物质而言,若在相变之后应用到物质上时,引起相变所期望的能量的量将导致温度的明显增加(例如,增加 20°C、40°C、或甚至 80°C)。因此,在冷冻物质中相等的能量耗散可导致在一个或多个较冷部分中已完成相变之前,一个或多个较热部分被过度加热。在本发明的一个示例性实施方案中,通过降低达到对多读加热敏感和/或功率/热的比率在其中指示为较快加热物质的区域中的功率来避免这种过度加热。

[0027] 要注意的是,上述加热有时也可应用到没有融化的负载的加热,无论有相变(例如,沸腾)或是没有相变(例如,升高负载的温度和/或将其维持在所期望的水平上)。

[0028] 应注意引用的施加电磁能量到其中的“对象”(也称为“负载”或“有待加热的对象”)不限于具体的形式。取决于本发明利用的具体的过程,“对象”或“负载”可以包括液体、固体、或气体。该对象还可以包括合成物或在不同相位的物质的混合物。因此,通过非限制的示例,术语“对象”包括如待解冻或烹饪的食物的这样的物质;待烘干的衣服或其他湿物质;待溶化的冷冻器官;待反应的化学品;待燃烧的燃料或其他可燃物质;待去水的含水物质,待膨胀的气体;待加热、沸腾或蒸发的液体,或期望甚至通常施加电磁能量的任何其他物质。

[0029] 根据本发明的示例性实施方案,若在未经受相变的部分中比在已经相变的部分中耗散明显更多的 RF 能量时,至少在一定程度上避免不均匀或至少热失控。一个具体的示例是在融化的部分中比在未融化的部分,脂肪和/或其他非冷冻的物质中耗散更多的功率。

[0030] 应注意,如在本文中使用的,术语“RF 或电磁能量”包括电磁频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。在一个具体的示例中,所施加的电磁能量可以包括具有波长在 100km 到 1mm 的自由范围的 RF 能量,其频率分别是在 3KHz 到 300GHz。在一些其他的示例中,频带可以是在 500MHz 到 1500MHz 之间、或 700MHz 到 1200MHz 之间、或 800MHz 到 1GHz 之间。微波和超高频(UHF)能量例如都在 RF 范围内。尽管在本文中结合 RF 能量的应用描述了本发明的示例,提供这些描述示出本发明的几个示例原理,并不旨在限制本发明到电磁频谱的任何具体的部分。

[0031] 在本发明的一个示例性实施方案中,能量耗散的这种不均匀分布的实现是通过以具有相对低耗散率的频率或 MSE、或者以主要在冰中耗散的频率或 MSE 来发射高功率,同时以具有相对高耗散率的频率或 MSE、或者以主要在水中耗散的频率或 MSE 来发射低(或者甚至是无)功率。

[0032] 根据本发明的一些示例性实施方案,要注意的是,给定频率或 MSE 在不同的负载部分(例如,水,以及在冰或出于任何其他原因具有不同的耗散率的负载部分中,包括例如极性、含脂肪量量和含水量)中的耗散依赖于许多因素,包括负载的成分、尺寸、形状、在腔

内的位置和定向、以及在负载不同的部分中的精确温度和相位。在不同条件下,给定的频率或 MSE 可主要耗散在水中、主要耗散在冰中、或者二者中。然而,本发明人发现当从腔获得频谱信息时,对所获得信息的分析可用于推演有用的融化协议,和 / 或可反映可在水中和 / 或冰中发生的耗散模式。

[0033] 在本申请的背景中,术语“频谱信息”是指关于腔内 RF 在不同频率或 MSE 上的和 / 或与腔内负载的交互数据,例如,每次使用一个或多个腔馈源以恒定的或变化的功率来进行频率或 MSE 扫描,并且测量由所述一个或多个腔馈源所接收的反射功率,可选地考虑了以每个频率或 MSE 实际发射到腔中的功率。有时,一个腔馈源在进行发射,而同时一个或多个其他的馈源(或所有其他的馈源)测量反射功率。有时,为多个馈源中的一个或多个重复该过程。非限制性的例子是获得如 PCT 公布 W007/096878 中所描述的频谱图像。

[0034] 在本发明的一个示例性实施方案中,使用抑制函数来计算发射到腔中的 RF 功率,以便少量的能量(或者完全没有能量)耗散到具有相对高的耗散率的部分中,同时大量的能量将耗散到具有相对低的耗散率的部分中。在本发明的一个示例性实施方案中,选择该函数,以便与具有低或中等耗散率的部分相比,对于具有高消耗率的部分而言,每体积单位耗散的能量(或者每质量单位的耗散)较小。在本发明的一个示例性实施方案中,使用抑制函数来计算发射到腔中的 RF 功率,以便较少的能量(或者完全没有能量)以具有相对高的耗散率的频率或 MSE 耗散到负载中,同时大量的能量以具有相对低的耗散率的频率或 MSE 耗散到负载中。在本发明的一个示例性实施方案中,加热自动地和 / 或固有地调节变为已融化(或已部分融化)的负载部分(或者增加了负载中的耗散率的频率或 MSE),并由此重新划分为“高耗散部分(或频率或 MSE)”(或者“中等耗散部分(或频率或 MSE)”)。例如,通过在加热会话之后执行频率或 MSE 扫描或扫频,在所使用频率或 MSE 中的至少一些的耗散率上改变可能变得明显,这些改变与负载的对应部分中的相变至少部分地相关。通过基于新得到的频谱信息重新计算发射协议,设备本身能够调节融化进程(和 / 或负载在操作期间有所移动时的位置的改变)

[0035] 在本发明的一个示例性实施方案中,选择每个频率或 MSE 下的发射能量,使得将以具有高耗散率(例如,70%或更多,或者 80%或更多)的频率或 MSE 耗散到负载中的能量的量可以为 50%,或者小于以具有低耗散率(例如 40%或者更少,30%或者更少)的频率或 MSE 耗散到负载中的能量。有时,这将是具有低耗散率的频率或 MSE 耗散的能量的 20%或更少,5%或更少,0.1%,甚至 0%。

[0036] 虽然以上说明集中于融化,其可以被应用到其他的相变,或者应用到其中功率耗散与加热速率之间的关系突然改变的情况,和 / 或其中需要避免热失控的情况(例如,当尝试均匀地加热包含了低耗散率和高耗散率两部分的对象时,分别与高和低比热、和 / 或高和低潜热相称)。此外,可以提供多个(例如,3、4、5 或更多个)被不同加热的部分。有时,用于加热的工作频带中的多个部分不包括其中无能量发射频率或 MSE(或部分)。可选地,基于它们的耗散率将不同的频率或 MSE 分配给该多个部分。然而,要注意的是,由于与温度改变所期望的能量相比相变需要更大的能量,并且考虑到食物通常被冷冻储存和提供或者准备融化,所以融化是尤其令人感兴趣的一点。相类似地,可能由过度加热而被破坏的部分和 / 或如果加热不足便不可接受的部分附加地或可替代地是令人感兴趣的。有时,可能会出于任何其他的原因可能期望有区别地加热不同的部分(例如,加热(例如,烹调)一部

分而不是另一部分,或者达到不同的最终温度)。

[0037] 还需要注意的是,虽然基本策略在一些实施方案中是按照功率在目标负载部分上的效果来调整每体积单位的功率,但是按照一些实施方案,则是通过将特定功率或 MSE 确定为目标和按照这些频率或 MSE 上的耗散来调整功率来直接实现这一点,而不直接确保每单位体积上一一定的功率水平。

[0038] 根据本发明的一个示例性实施方案,提供了一种使用 RF 加热负载的方法,包括:

[0039] (a) 提供一个负载,该负载具有过度加热温度点;

[0040] (b) 以避免过度加热的方式来选择有待耗散到负载中的最大功率,以及

[0041] (c) 以多个不同频率或 MSE 将 RF 功率应用到所述负载,所述功率在不同的频率或 MSE 上是不同的并且在所有频率或 MSE 上都低于所述最大功率。

[0042] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述选择包括在加热均匀性与加热速度之间进行折衷。有时,所选择的最大功率可以是在任何给定频率或 MSE 上的设备可用的最大功率乘以该频率或 MSE 上的耗散率。可选地或可替代地,应用 RF 功率包括导致所述负载中的相变。可选地,所述相变包括融化。可替代地,所述相变包括蒸发。

[0043] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述相变包括在导致在负载部分单位中的相变的功率的有效性和增加了通过 1 摄氏度已发生相变的负载部分单位的温度的功率的有效性之间至少 1:20 的比率。

[0044] 在本发明的一个示例性实施方案中,以在所述应用期间避免在所述负载中的热失控的方式来选择和应用所述功率。

[0045] 在本发明的一个示例性实施方案中,选择最大功率包括将最大功率选择为负载的平均耗散的函数。

[0046] 在本发明的一个示例性实施方案中,选择最大功率包括选择最大功率作为负载的频谱信息的函数。

[0047] 在本发明中的一个示例性实施方案中,所述方法包括选择最小功率以便在其中应用了功率的频率或 MSE 上进行应用。

[0048] 在本发明的一个示例性实施方案中,该方法包括为所述多个频率或 MSE 中的每一个选择一个功率。可选地,选择功率包括在用于应用所述 RF 功率的系统的较宽的带带内给功率选择频率的一个或多个子频带。

[0049] 在本发明的一个示例性实施方案中,该方法包括反复地检索所述负载的频谱信息并且使用所述信息来指导所述选择和所述应用中的至少一个。

[0050] 在本发明的一个示例性实施方案中,应用所述 RF 功率包括在具有与一个频率下的耗散率成反比的耗散率的所述频率来应用功率。

[0051] 在本发明的一个示例性实施方案中,该方法包括避免在具有低于高阈值水平的耗散率的频率下应用功率。

[0052] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述方法包括避免在具有高于高阈值水平的耗散率的频率下应用功率。

[0053] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述应用响应于对所述负载中冰的识别,并且其中所述识别包括按照具有低耗散的频率进行识别。可选地,识别补偿了负载的质量。可选地或可替代地,识别是按照依赖于负载类型的阈值。

[0054] 根据本发明的一个示例性实施方案,提供了一种装置,该装置被配置为执行如前述权利要求中任一项所述的选择和应用。

[0055] 根据本发明的一个示例性实施方案,提供了一种使用 RF 加热负载的方法,包括:

[0056] (a) 提供一个负载,该负载在不同的部分上具有不同的耗散率;

[0057] (b) 设定频率/能量对,使得在加热负载时,在以第一耗散率耗散的频率下发射能量(或功率)小于在以第二耗散率耗散的频率下发射能量(或功率),其中在给定发射循环内所述第二耗散率高于所述第一耗散率;以及

[0058] (c) 应用所述频率功率对以加热所述负载。

[0059] 根据本发明的一个示例性实施方案,提供了一种使用 RF 加热负载的方法,包括:

[0060] (a) 提供一个负载,该负载具有被应用到不同部分上的每发射能量加热(h/te)的不同速率;

[0061] (b) 设定频率/能量对,以便在加热负载时,在与具有高h/te速率的部分相对应的频率下发射的部分的每单位体积上的能量小于在与具有低h/te速率的部分相对应的频率下的发射的部分的每单位体积上的能量;以及

[0062] (c) 应用所述频率功率对以加热所述负载。

[0063] 根据本发明的一个示例性实施方案,提供了一种使用 RF 加热负载的方法,包括:

[0064] (a) 提供一个负载,该负载在不同的部分上具有不同耗散率;

[0065] (b) 设定频率/功率对,使得在加热负载时,不同的功率应用协议被应用到以第一耗散率耗散的频率下,并且被应用到以第二耗散率耗散的频率下;以及

[0066] (c) 应用所述频率/功率对以加热所述负载。

[0067] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述应用包括为具有较低耗散率的部分应用更多功率。可选地或可替代地,在两个或更多功率应用协议之间的差异包括有待耗散在其对应的负载部分中的每负载量的能量的总量。可选地或可替代地,在两个或更多功率应用协议之间的差异包括在加热速度和均匀性之间的折衷。

[0068] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述设定包括将频率关联到与耗散率相关联的组;并且其中所述设定包括按照所述组来选择频率/功率对。可选地,所述设定包括选择每组的功率水平。可选地或可替代地,所述关联包括基于除所述耗散率之外的信息进行关联。可选地或可替代地,至少一个组包括多个非连续的频率范围,其中至少一个频率属于在所述范围之间的另一个组。可选地或可替代地,至少一个组与冷冻物质相对应。可选地或可替代地,所述关联包括关联到至少三个组。可选地或可替代地,所述关联的频率或MSE关联到组中是通过关联到预定数量的组来实现的。可选地,所述预定数量的组是在2组到10组之间。

[0069] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述关联包括关联到至少两个组中,所述至少两个组各自都具有被分配给其中多个频率的相当的量的耗散能量或功率,所述相当的量是在加热循环中被分配到组的整个耗散功率的至少7%。可选地或可替代地,所述组中的至少两个组具有非零的发射功率,并且其中一个组的平均耗散功率是另一个组的平均耗散功率的至少两倍。可选择的或可替代地,所述组中的至少两个组具有非零的发射功率,并且其中一个组的平均耗散功率是另一个组的平均耗散功率的至少五倍。可选地或可替代地,所述组中的至少两个组具有非零的发射功率,并且其中一个组的平均耗散功率是另一个组的

平均耗散功率的至少十倍。可选地或可替代地,为其发射功率的一个组或一些组覆盖工作频率或MSE中的至少5%。可选地或可替代地,为其发射功率的一个组或一些组覆盖工作频率或MSE中的至少20%。可选地或可替代地,所述组中的至少两个组各自都与至少10%的数值的耗散率范围相对应。

[0070] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述负载包括食物。可选地或可替代地,所述负载包括至少两个食物部分的组合。可选地或可替代地,所述应用导致所述负载的相变。可选地或可替代地,所述应用导致所述负载中至少一部分的融化。

[0071] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述方法包括重复(b)和(c)至少两次作为加热过程的一部分。

[0072] 根据本发明的一个示例性实施方案,还提供了一种使用RF加热负载的方法,包括:

[0073] (a) 提供一个负载,该负载具有被应用到不同部分上的每功率加热(h/p)的不同速率;

[0074] (b) 设定频率/功率对,使得在加热负载时,在与具有高h/p速率的部分相对应的频率下发射的部分的每单位体积上的功率小于在与具有低h/p速率的部分相对应的频率下发射的部分的每单位体积上的功率;以及

[0075] (c) 应用所述频率功率对以加热所述负载。

[0076] 根据本发明的一个示例性实施方案还,提供了一种装置,该装置被配置为执行如前述权利要求中任一项所述的选择和应用。可选地,所述装置包括一个存储器,该存储器具有存储在其中的多个功率应用协议,并且被配置为将不同的协议应用至不同的频率组。

[0077] 根据本发明的一个示例性实施方案,还提供了一种使用RF加热负载的方法,包括:

[0078] (a) 提供一个负载,该负载具有在过度加热温度点;

[0079] (b) 以避免过度加热的方式选择有待在负载中耗散的最大功率;以及

[0080] (c) 在多个不同的频率下将RF功率应用到所述负载,所述功率在不同的频率下有所不同并且在所有频率下低于所述最大功率。可选地,应用RF功率包括导致所述负载中的相变。可选地,所述相变包括融化。可选地或可替代地,所述相变包括蒸发。

[0081] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述相变包括在导致在负载部分单位中的相变的功率的有效性和增加了负载部分单位的温度的功率的有效性之间至少1:20的比率,所述负载部分单位通过1摄氏度发生相变。

[0082] 在本发明的一个示例性实施方案中,以避免所述负载在所述应用期间热失控的方式选择和应用所述功率。可选地或可替代地,选择最大功率包括选择最大功率作为负载的平均耗散的函数。可选地或可替代地,选择最大功率包括选择最大功率作为负载的频谱信息的函数。可选地或可替代地,选择最大功率包括选择最大功率作为可在任何给定频率下由设备发射到腔中的最大功率的函数。

[0083] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述方法包括选择最小功率以在其上应用了功率的频率或MSE上进行应用。可选地或可替代地,所述方法包括为所述多个频率或MSE中的每一个选择功率。可选地,选择功率包括在应用所述RF功率的系统的较宽的带宽内给功率选择频率或MSE的一个或多个子频率。

[0084] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述方法包括检索所述负载的频谱信息,并且使用所述信息指导所述选择和所述应用中的至少一个。可选地,反复执行所述频谱信息的检索。

[0085] 在本发明的一个示例性实施方案中,应用所述 RF 功率包括在与一个频率或 MSE 上的耗散逆相关的所述频率或 MSE 上应用功率。

[0086] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述方法包括避免在具有低阈值水平以下的耗散率的频率或 MSE 上应用功率。

[0087] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述方法包括避免在具有高阈值水平以上的耗散率的频率或 MSE 上应用功率。

[0088] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述应用响应于对所述负载中的冰的识别,并且其中所述识别包括按照具有低耗散的频率或 MSE 进行识别。可选地,识别补偿了负载的质量。可选地或可替代地,识别是按照依赖于负载的类型的阈值。

[0089] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述应用包括耗散率数值的规范化。

[0090] 在本发明的一个示例性实施方案中,应用功率包括持续一个给定的时间段应用不同的合计的功率的量,使得针对某一频率或 MSE 的实际功率固定,但是在时间段内应用该功率的持续时间在频率或 MSE 之间变化,产生针对不同频率或 MSE 的不同有效合计功率。

[0091] 在本发明的一个示例性实施方案中,应用功率包括将多个所述频率或 MSE 分为多个组,并且基于每组所应用的功率来改变所应用的功率的量。

[0092] 在本公开中,已经结合频率和 / 或调制空间元素描述了许多概念。在一些实施方案中,频率可以包括在一个或多个用来确定或操纵一个调制空间元素的参数之中。总之,因此,根据频率描述的与本公开的实施方案相关的概念还可以更总体上延伸到包括使用调制空间元素的实施方案。

[0093] 一些示例性实施方案可以包括一种用于施加 EM 能量到负载的设备。该设备可以包括至少一个处理器,该处理器被配置为接收指示针对多个调制空间元素中的每一个的耗散能量的信息并且基于所接收的指示耗散能量的信息将若干该多个调制空间元素分组为至少两个子集。该处理器还可以被配置为将一种功率输送协议与该至少两个子集中的每一个相关联,其中该功率输送协议在子集之间不同,并且根据每个功率输送协议调节施加到负载的能量。

[0094] 该处理器可被配置为基于与调制空间元素相关联的耗散率将调制空间元素分组为多个子集。

[0095] 每个子集可与调制空间元素的高耗散组、调制空间元素的中等耗散率、以及调制空间元素的低耗散组中的至少一个相关联,并且该处理器可被配置为调节施加到负载的能量,以便通过高耗散组比通过低耗散组在负载中耗散一个更低量的能量。

[0096] 该处理器可被配置为调节施加到负载的能量,以便通过中等耗散组在负载中耗散的能量比通过高耗散组更高并且比低耗散组更低。

[0097] 该处理器可被配置为通过控制该多个调制空间元素的至少一个扫频来接收指示由负载所耗散的能量信息。

[0098] 该多个调制空间元素中的每一个可与在一个能量应用区域中的一种场模式相关联。

- [0099] 指示耗散能量的信息可包括反射能量的一种指示。
- [0100] 所述设备进一步可包括一个用于接收负载的腔和用于将 EM 能量指引到负载的至少一个辐射元件。
- [0101] 所述设备进一步可包括通过该至少一个辐射元件用于供应 EM 能量到负载的一个 EM 能量发生器。
- [0102] 该至少一个处理器可被配置为以至少约每分钟 120 次的速率为至少一个子集确定耗散率。
- [0103] 该至少一个处理器可被配置为以少于约每分钟 120 次的速率为至少一个子集确定耗散率。
- [0104] 该多个调制空间元素中的每一个可以是由频率、相位、及振幅中的至少两者的值所定义的。
- [0105] 该多个调制空间元素中的每一个可以是由频率、相位、及振幅的值所定义的。
- [0106] 该多个调制空间元素中的每一个可仅在频率、相位及振幅之一中彼此不同。
- [0107] 该多个调制空间元素中的每一个可仅在频率中彼此不同。
- [0108] 其他的示例性实施方案可以包括一种用于施加 EM 能量到负载的方法。该方法可以包括接收指示针对多个调制空间元素中的每一个耗散的能量的信息；并且基于所接收的指示耗散能量的信息将若干该多个调制空间元素分组为至少两个子集；将一种功率输送协议与该至少两个子集中的每一个相关联，其中该功率输送协议在子集之间不同，并且根据每个功率输送协议调节施加到负载的能量。
- [0109] 基于与这些调制空间元素相关联的耗散率可将这些调制空间元素分组为多个子集。
- [0110] 每个子集可与调制空间元素的高耗散组和调制空间元素的低耗散组中的至少一个相关联，并且其中在调节施加到负载的能量的过程中，以便通过高耗散组比通过低耗散组在负载中吸收更低量的能量。
- [0111] 接收信息可包括对该多个调制空间元素进行扫频以确定与每个调制空间元素相关联的一个耗散值。
- [0112] 另一个示例性实施方案可以包括一种用于施加能量到具有多个子组件的负载的设备。该设备可以包括至少一个处理器，该处理器被配置为确定与每个子组件相关联的能量耗散特征值；以及基于能量耗散特征值调节到物质的能量传递，以便促使第一类型的子组件比第二类型的子组件吸收更多的能量。这些子组件例可以在物质的相位（例如冻结和融化）上彼此不同。
- [0113] 该第一类型的子组件可包括一个第一物质相位，并且该第二类型的子组件可包括一个第二物质相位，并且该处理器可被配置为以便促使包含该第一物质相位的子组件比包含该第二物质相位的子组件吸收更多的能量。
- [0114] 该处理器可被配置为在包括不同物质相位的子组件之间区分。
- [0115] 能量耗散特征值是可以吸收能量和反射能量中的至少一个的指示符。
- [0116] 第一类型的相位可以是固体，第二类型的相位可以是液体。
- [0117] 该固体可包括冰。
- [0118] 该液体可包括水。

- [0119] 能量耗散特征的至少一个可包括耗散率。
- [0120] 该处理器可被配置为调节能量传递以便促使第一物质相位到第二物质相位的转换,并且该处理器可进一步被配置为当该转换基本上完成时终止能量传递。
- [0121] 调节能量传递,该处理器可进一步被配置为
- [0122] 接收指示针对多个调制空间元素中的每一个由负载耗散的能量的信息;
- [0123] 将一种功率发射协议与该多个调制空间元素的至少两个子集中的每一个相关联,其中该功率输送协议可在子集之间不同;以及
- [0124] 根据每个功率发射协议调节施加到负载的能量。
- [0125] 所述设备可进一步包括一个用于接收负载的腔和用于将 EM 能量指引到负载的至少一个辐射元件。
- [0126] 所述设备可进一步包括通过该至少一个辐射元件用于供应 EM 能量到负载的一个 EM 能量发生器。
- [0127] 另一个示例性实施方案可以包括一种用于施加能量到具有第一物质相位和第二物质相位的物质的设备。该设备可以包括至少一个处理器,该处理器被配置为调节 EM 能量的应用以选择性地施加能量到具有第一物质相位的物质的第一部分,并且选择性地限制施加到具有第二物质相位的物质的第二部分的能量。
- [0128] 该处理器可被配置为接收指示可由物质吸收的能量的信息,以选择多个场模式用于发射能量到负载,并且用于选择性地分配多个功率水平值到该多个场模式中的每一个。
- [0129] 该第一部分可包括固体,并且第二部分可包括不同于固体的形式的物质,并且其中该处理器可被配置为选择性地施加到第一部分的能量的量不同于施加到第二部分的能量的量。

附图说明

- [0130] 下面根据附图来描述本发明的示例性非限制性实施方案。这些附图是说明性的,并且一般不按照精确的比例。在不同的图中的相同或相类似的元件,其使用相同的参考数字来进行引用。
- [0131] 图 1 示意性地描绘了根据本发明的示例性实施方案的一个装置;
- [0132] 图 2 是根据本发明的实施方案的一种对融化设备进行操作方法的简化流程图;
- [0133] 图 3 是针对示例性判定函数的相对补偿与规范化的耗散率的关系图;
- [0134] 图 4 是按照本发明的另一个实施方案对设备进行操作方法的简化流程图;
- [0135] 图 5 是示出了一种选择 hp1 参数值作为平均耗散的函数的方法的图表;
- [0136] 图 6 是显示了平均的且以改变的频率用于具有相同质量的牛肉和金枪鱼的、所测量的耗散率的图表;
- [0137] 图 7 显示了平均的、且以改变的频率用于大块鸡肉和用于小块鸡肉的、所测量的耗散率的图表;
- [0138] 图 8 是根据本发明的一个示例性实施方案的一种有区别地加热具有不同耗散率的物质的方法的流程图;
- [0139] 图 9 显示了图 3 中例子的一种示例性替代方案;

- [0140] 图 10 显示了针对米饭和鸡肉混合物的不同耗散率；
- [0141] 图 11 是根据本发明的示例性实施方案的一种施加电磁能量到负载的设备的图解；
- [0142] 图 12 示出了根据本发明的实施方案的耗散率频谱（虚线）和输入能量频谱（实线）；
- [0143] 图 13 示出了根据本发明的实施方案的耗散率频谱；
- [0144] 图 14 示出了根据本发明的示例性实施方案的一个装置；以及
- [0145] 图 15 示出了一个示例性调制空间。

具体实施方式

[0146] 概述

[0147] 本申请尤其是描述了在用 RF 加热（例如，微波或 UHF）的加热装置领域中的大量改进。然而，为方便起见，这些改进在各种装置和方法的背景中一起进行了描述，这些改进中的每一个通常都是独立的并且能够使用现有技术中的装置或方法（如果适用的话）来实现，或者使用本文中所描述的其他改进的非最优版本来实现。此外，在本发明的一个实施方案的背景中所描述的改进能够用在其他实施方案中，并且应当视为尽可能被结合作为在其他实施方案的描述中的可选特性。这些实施方案以稍微简化的形式来展现以强调某些发明性的元素。此外，要注意的是，对于本发明的一些或全部实施方案而言共同的一些特性可能已在标题为“发明概述”章节中进行了描述，且应当被视为是各种实施方案的详细描述的一部分。

[0148] 一种用于在一般不规则的负载上提供基本上相等的能量耗散的方法和设备根据的是通过引用结合在此的 Ben-Shmuel 和 Bilchinsky ('878) 的 PCT 公布 W007/096878。在示例性实施方案中，一个按照 '878 的设备使用了通过将多个 RF 频率（所有均在一个频带内）发射到腔中以获得在该频带内的腔的全部 S 参数从而得到的信息，由此能够确定腔的频谱信息（例如，进入腔中的能量耗散）作为频率的函数。这种信息被用于推演（如果有的话）扫描频率中的每一个应当以哪个功率被发射到设备中，以便获得在该腔中所期望的耗散模式。

[0149] 一个选择是，仅发射主要在负载上耗散的频带内的功率（并且无表面电流或者在天线之间）。这能够被执行例如使得效率 η 与馈入功率的乘积对于所有被发射频率或 MSE 而言是基本上恒定的，并且其允许在负载或腔中基本上相等的能量耗散（作为频率或 MSE 的函数），而无论负载的成分如何。

[0150] 在对象融化期间，对象中的冰融化成水。对于 RF 能量而言，冰和水具有不同的吸收率，这导致了不同的回波损耗，并且结合作为频率的函数。这可改变匹配，并且在通过对匹配元件进行调整而实现重新匹配之后，吸收效率峰值的频率可以改变。可选地，通过监控（基于所得到的信息）被选择用于输入的频率并且特别是改变速率，在其上所有冰都融化成水的点能够被确定，并且结束加热（如果仅需要融化）。

[0151] 更具体地，不同的物质（或具有变化的特性的物质）典型地具有可变的吸收特性（例如由于是由具有不同相位的多个物质或一个物质组成）。此外，吸收特性通常是对象中的物质的温度和 / 或相位的函数。因此，随着对象的温度和 / 或相位改变，对象的吸收特性

可以改变,该改变的速率和大小可以取决于在对象中的一个或多个物质的特性。此外,对象的形状也与其在具体的频率下的吸收特征相关。不规则形状的对象例如可以展现为不规则的电磁能量吸收。所有这些因素使得控制在对象中的电磁能量的吸收更困难。

[0152] 示例性系统

[0153] 图 1 示意性地描绘了根据本发明的示例性实施方案的一个装置 10。在本发明的一个示例性实施方案中,如 W007/096878 中所描述的来构建并操作该设备,并且具有以下详细描述的改变中的一个或多个。具体而言,在本发明的一个示例性实施方案中,将控制器配置为使得避免功率发射达到高吸收部分(例如,与已融化部分、或多个极性部分、或者具有较低的含脂肪量或较高的含水量或含盐量的部分相对应)以便降低过度加热的危险。额外地或可替代地,例如,将明显较低的功率提供至已解冻的部分,因为温度改变和未融化区域的融化所期望的要的功率远高于液体部分加热需要的功率,因此提供相似的功率水平将导致对已融化部分的失控加热,并且仅轻微地加热/融化未融化部分。

[0154] 如图所示,设备 10 包括一个腔 11。如图所示,腔 11 是由导体制成的圆柱形的腔,例如金属,比如铝。然而,应当理解的是,本发明的一般方法不限于任何具体的谐振腔形状。腔 11 或者由导体制成的任何其他腔操作为用于具有截止频率(例如,50MHZ)以上的频率的电磁波的谐振器,其尤其是可以依赖于腔的几何形状。例如,可使用宽频带的 RF 频率,例如 800-1000MHz。基于几何形状确定截止频率的方法在本领域中是众所周知的,并且可以使用。将负载 12 放入腔内,可选地放在支撑构件 13(例如,常规的微波炉盘)上。在本发明的一个示例性实施方案中,腔 11 包括一个或多个馈源 14(例如,天线或辐射元件),其可用于将 RF 能量发射入腔中。使用任何在本领域中公知的方法和装置来发射能量,包括例如使用固态放大器。馈源 14 中的一个或多个,以及有时全部馈源还能够为了获得在给定 RF 频带内腔的频谱信息在加热过程中使用一次或多次,以便确定该腔的频谱信息(例如,进入腔中的能量耗散)作为在工作频带中的频率的函数。该信息由控制器 17 收集并处理,正如下面将详细描述的一样。

[0155] 控制器 17 可以包括至少一个处理器,该处理器被配置为执行与本公开的实施方案相关联的指令。如在本文中使用的,术语“处理器”可以包括执行在一个输入或多个输入中的逻辑操作。例如,这样的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、中央处理单元(CPU)的所有或部分、图形处理单元(GPU)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、或适用于执行指令或执行逻辑操作的其他电路。

[0156] 腔 11 可以包括或在一些情况中定义一个能量应用区域。这样的能量应用区域可以空穴、位置、区域、或电磁能量可以施加的区域。其可以包括一个洞,或可以填充或部分地填充有液体、固体、气体、离子体、或其组合。仅通过示例,能量应用区域可以包括允许电磁波的存在、传播、和/或共振的封闭罩的内部、部分封闭罩的内部、开放的空间、固体、或部分固体。用于本公开的目的,所有这种能量应用区域可以称为腔。若对象的至少一部分定位在区域中或对象的某个部分接收到输送的电磁辐射,那么该对象(a/k/a 负载)被视为“在能量应用区域中”

[0157] 如在本文中使用的,术语“辐射元件和天线”可以广泛地指任何结构,从该结构中可以进行辐射和/或接收电磁能量,而不管该结构是否原本设计为辐射或接收能量,并且不管该结构是否用于任何附加的功能。例如,辐射元件或天线可以包括孔形/槽形天线,或包括共

同地、或同时、或以受控的动态相位差（例如相控阵天线）发射的多个终端的天线。根据一些示范性实施方案，馈源 14 可以包括供应能量到电磁能量应用区域的电磁能量发射器（在本文中称为“发射天线”）、从区域接收能量的电磁能量接收器（在本文中称为“接收天线”）、或发射器和接收器两者的组合。

[0158] 供应到发射天线的能量可以导致由发射天线放射的能量（在本文中称为“入射能量”）。入射能量可以输送到能量应用区域，并且其量可以是与由能量源供应到天线的能量的量相等。入射能量的部分可以由对象耗散（在本文中称为“耗散能量”）。另一部分可以在发射天线反射（在本文中称为“反射能量”）。反射能量例如可以包括由对象和 / 或能量应用区域造成的失配所导致的反射回到发射天线的能量。反射能量还可以包括由发射天线的端口保留的能量（即由天线放射的能量不会流到该区域中）。入射能量的剩余部分（而不是反射能量和耗散能量）可以发射到不同于发射天线的的一个或多个接收天线（在本文中称为“发射能量”）。因此，供应到发射天线的入射能量（“I”）可以包括耗散能量（“D”）、反射能量（“R”）、及发射能量（“T”）的所有，它们之间关系可以使用如下公式表示： $I = D + R + \sum T_i$ 。

[0159] 根据本发明的某些方面，该一个或多个发射天线可以输送电磁能量到能量应用区域。通过发射天线输送到区域中的能量（在本文中称为“输送能量”或“d”）可以是天线放射的入射能量减去在相同的天线反射的能量。即，该输送的能量可以是从天线流到该区域的净能量，即 $d = I - D$ 。或者，该输送能量还可以表示为耗散能量和发射能量的总和，即 $d = R + T$ 。

[0160] 在本发明的一个示范性实施方案中，腔 11 还包括一个或多个传感器 15。这些传感器可以为控制器 17 提供额外地信息，其中包括例如温度（例如，通过一个或多个 IR 传感器、光纤或电子传感器）、湿度、重量，等等。另一个选择是使用一个或多个被嵌入或者附加到负载上的内部传感器（例如，如 W007/096878 中所公开的光纤或 TTT）。

[0161] 可替代地或额外地，腔 11 可包括一个或多个场调节元件 (FAE) 16。FAE 是可影响腔的频谱信息或从腔推导出频谱信息的腔中的任何元件。因此 FAE 16 可以例如是腔 11 中任何对象，其包括在腔内的金属元件、馈源 14、支撑结构 13 以及甚至负载 12 中的一个或多个。FAE 16 的位置、定向、形状、和 / 温度可选地受到控制器 17 的控制。在本发明的一些实施方案中，控制器 17 被配置为执行若干连续的扫频。根据不同 FAE 性质（例如，改变一个或多个 FAE 的位置或定向）执行每次扫频，使得可以推演出不同的频谱信息。控制器 17 随后可基于所获得的频谱信息选择 FAE 性质。这些扫频可以在 RF 能量发射到腔中之前执行，并且这些扫频可以在设备 10 工作期间执行若干次，以便调节发射功率和频率（并且有时也调节 FAE 性质），使之适应在操作期间腔中发生的改变。

[0162] 在本发明的一个示范性实施方案中，FAE 受到控制，和 / 或负载旋转或移动，以便取得关于选择性辐射和 / 或关于辐射参数比如 hp1 的设定的最有用的频谱信息，例如如下所描述的。可选地或可替代地，负载和 / 或 FAE 被周期性地操纵和 / 或基于所取得频谱信息的质量或其他性质。可选地，选择允许选择最高 hp1 的设置。

[0163] 虚线描绘了到控制器的信息的示范性传送。直线描绘了由控制器 17 施加的控制（例如，有待由馈源 14 发射和 / 或指示 FAE 16 的特性的功率和频率）。可以通过本领域公知的任何手段来发射信息和 / 或控制，包括有线通信和无线通信。

[0164] 示例性融化

[0165] 将注意力转向图 2,其描绘了流程图 20,该流程图显示了按照本发明的示例性实施方案设备 10 可如何工作以融化冷冻负载(例如,食物)。

[0166] 在将负载 12 放入腔 11 之后,执行扫频 21。扫频 21 可包括一次或多次扫描,允许获得若干扫描的平均值,由此获得更精确的结果。额外地或可替代地,扫频 21 根据不同的 FAE 性质或不同的负载/盘子的位置来重复(可选地,扫描按每个配置执行若干次)和/或使用用于发射/感测的不同天线。

[0167] 为了改进扫描结果分析的精确度,在一个示例性实施方案中,以每个频率实际发射的功率的量(例如,如果以不同频率发射的功率不相同)要包括在计算中,以便推演被耗散在腔中的发射能量的百分比。这种在频率之间功率发射的差异可以例如是设备和/或设备组件比如放大器的固有特性。

[0168] 一旦获得了一个或多个扫频结果,执行分析 22。在分析 22,使用融化算法以基于在扫频 21 获得的频谱信息确定发射频率和在每个频率发射能量的量(可选地结合其他输入方法,如机器可读标签、传感器读数或用户接口)。因此,可选地如分析 22 指示,发射能量 23 到腔中。可选地,所期望的耗散功率低于所期望的功率,该所期望的功率低于最大功率乘以耗散率。

[0169] 在本发明的示例性实施方案中,在一分钟扫描负载 120 次。可以使用更高(例如 200/分、300/分)或更低(例如,100/分、20/分、2/分、10/融化时间、3/融化时间)以及不均匀的采样速率。有时,可以每 0.5 秒一次或每 5 秒一次或以任何的速率(如更高或更低)执行扫描序列(例如一个或多个扫描)。此外,在扫描之间的时间段可以由有待发射到腔的能量的量和/或有待耗散到负载的能量的量来定义。例如,在给定的能量的量(例如 10kJ 或更少或 1kJ 或更少或几百个焦耳或甚至 100J 或更少)被发射或耗散到负载或负载的给定的部分(例如 100g 的重量或如负载的 50%的百分比),可以执行新的扫描。在一些情况中,使用其他的手段提供该信息,如 RF/条形码可读标签(例如,具有先前的扫描信息或融化预设)或使用温度传感器。

[0170] 在本发明的示例性实施方案中,扫频的速率取决于在扫频之间的频谱信息中的变化的速率,例如可以提供在损耗和/或频率中的变化的阈值(例如在总和整体上的 10%的变化)或与不同的扫频速率相关联的不同的变化速率,例如使用表格。在另一个示例中,所确定的是在扫频之间的变化的速率(例如,若在扫频之间的平均变化少于在上两个扫频之间的变化)。这样的变化可以用来在加热过程中调节在扫描之间的时间段一次或超过一次。可选地或可替代地,在系统中的变化(例如,盘的移动)会影响扫频速率(典型地大部分变化增加了速率,而少部分或没有变化降低速率)。

[0171] 该过程可选地重复持续预定的时间段,或者直到用户将其结束为止。可选地,融化过程可以自动结束 24。在 24,其可以在每次扫频之后、在每次能量发射之前和/或在该过程的任何其他阶段上执行,扫频结果和/或传感器读数被用于确定融化是否可结束或者是否应当结束。例如,如果检测到相变完成或者如果测量到对象的温度在给定温度以上(例如,外部温度 5°C 或更高),融化可以结束。在另一个例子里,如果耗散到负载中的总能量达到能量的预定的量,即融化到所期望的最终温度的能量(例如,考虑负载的初始温度和成分)。则融化可结束。对流程图的修改可用于任何其他的加热过程,包括例如加热(有或没

有温度提升)以及烘干。在这些情况下,结束点也可以通过其他参数来定义,所述参数包括测量温度、在负载中耗散的能量、所期望的总量、湿度水平、温度改变速率,等等。

[0172] 可选地对用于融化的(频率/能量)或(频率/功率)对进行选择,以增加(或甚至是最大化)以具有低耗散率的频率耗散在负载(例如,主要是固体或冰的部分)中的能量,并且降低(甚至是最小化)以具有相对高的耗散率的频率耗散(例如,主要是已融化部分,比如液体或水)的能量。例如,以低耗散率,设备将被设定成产生有效率的功率耗散(例如,作为可能的最大功率可能性的因素),而以高耗散率,设备将被设定成耗散掉比可能会耗散的少得多的量。有时,比如当固定了用于发射每个频率的时间时,(频率/能量)对可以是(频率/实际功率)对。如本文中所使用的,功率不必是时间的直接函数,但可以是时间的间接函数。例如,如果在给定的时间段内(比如一分钟内)使用了固定的功率,但是应用该功率的持续时间发生了改变(例如,从1秒到2秒),则最终结果是每个确定时间单位所应用的能量中的差值,其是功率。因此,频率/功率对能够包括具有应用协议的频率/能量对。还应当注意的是,一旦决定了用于一组dr值的协议,则其可以通过随着时间改变通过提供频率/功率设定来实现,该设定能够针对相同的频率随着时间而改变。另外,如下所述,频率/功率对可直接与一组频率相关联,其中为频率分配的实际功率被决定为应用协议的一部分。

[0173] 一种示例性融化计算法是在所选择的工作频率范围 $[f_1, f_2]$ 中以具有在最大耗散率的预定阈值(例如,70%的耗散率或70%的规范化耗散,如下所解释)以上的耗散率的频率来发射零功率(或能量)并且在该范围中的其他频率下发射非零功率。在一些情况下,以二元方式选择功率,即不是最大就是最小。在一些情况下,通过允许在一个循环中不同频率有不同发射时间来发射不同的功率量(相对于其他频率,或绝对)。可替代地,提供中等的功率水平(或能量的量),例如具有中等的耗散水平的部分。

[0174] 在本发明的一个示例性实施方案中,当功率被提供至一频率或频率组时,该功率水平被选择为是有重要意义的。例如,这种重要性能够被测量作为在扫描/发射循环中所提供的全部功率的函数(例如,5%、10%、20%、或较小、或较大、或中等的值)。可选地或可替代地,这种重要性能够被测量作为在一个循环中负载的至少5%的部分的温度上的作用,例如,至少 0.1°C 、 0.2°C 、 0.5°C 或较小的、或中等的、或较高的温度改变。可选地或可替代地,能够基于由耗散功率所导致发生相变的量来测量该重要性,例如该耗散功率例如足以改变光谱图像(RMSE),该改变为在一个循环或比如30秒的时间段中至少1%、3%、5%、10%、或较小的、或中等、或较大的量。

[0175] 在本发明的一个示例性实施方案中,所述设备包括其上存储了多个阈值、hp1值、耗散/功率比例、耗散/能量比率、和/或用于各种负载特性的参数的存储器。可选地,设备和/或用户在这些被存储的选项之间进行选择,作为关于融化的初始设定或最终设定。例如,(在每个频率下放大器的最大功率的)80%的固定hp1可被用于一定重量的冷冻牛肉。

[0176] 示例性融化算法

[0177] 以下是一种示例性融化算法。在所选择的工作范围 $[f_1, f_2]$ 中,选择高边界功率和低边界功率(hp1, lp1),并且在这些边界之间维持任何所施加的能量。

[0178] 边界低功率水平(lp1)是最小的功率水平,其中在负载上的耗散高得足以是有用的。例如,如果选择15%为最小的有用耗散,lp1将为每个频率设定为是可发射的最大功率

的 15%。可替代地,可以在一预先选择的低功率上为所有频率(例如,60 瓦特或更低)或上述内容的任意组合对其进行设定;如果负载中的耗散在一个给定的频率下低于 1p1,则在该频率下的发射功率将被设定到零。

[0179] 边界高功率水平 (hp1) 确定了最高的可允许耗散功率。这意味着被输出的最大功率受到抑制以避免不希望出现的热效应。此外,以给定频率输出的实际功率可按照频谱信息进行选择,具体而言,可选地确定未融化区域为目标。可选地,功率水平一般与耗散反相关。如可以注意到的,降低最大的烤炉功率一般将延长融化时间。在一些情况下,所应用的功率水平满足一种二元标准:用于低耗散部分的 hp1,以及用于高耗散区域的一些其他的值(比如零)。

[0180] 使用非常高的 hp1 可导致在负载中不可接受的不均匀温度分布,并可导致热失控。负载对发射功率(例如,在某工作频带上)越敏感,可接受 hp1 的功率将越低。可选地,按照哪个工作频带更好地区分水和冰来选择工作频带。

[0181] 一般来说,为敏感的负载设定低 hp1,尽管代价是增加了融化时间,但是这种 hp1 还可被用于较不敏感的负载。但是,有时可能优选的是为每个负载设定最高 hp1,该最高 hp1 将在负载上提供可接受的融化后温度分布(例如,±15°C、±10°C、±5°C、±2°C 或者甚至更加均匀)。该可接受的融化后温度分布能够依赖于例如:负载成分中的一个或多个、对过度加热的敏感性(例如,是否导致损坏;其扩展性和可逆性;以及到什么程度物质损坏)、以及试图加热负载的目的。要注意的是,有时优选的是融化速度而不是质量,在这种情况下使用较高的 hp1,并且融化后质量将是次优的。可选地,设备被提供具有在一致性、最大温度、和 / 或融化速率之间的用户可选择的折衷(例如,旋钮或数据输入)。

[0182] 要注意的是,按照本发明的一些实施方案,主动优选的是防止热点而不是融化、加热、和 / 或能量耗散的一致性。

[0183] 可选地, hp1 被设定得足够低,以至于已融化部分将不会在以其相关频率进行的加热停止或降低之前过度加热。

[0184] 确定 hp1 (高功率水平) 的示例性方法

[0185] hp1 可以通过各种方式来确定,例如通过试错法。在本发明的一个示例性实施方案中,尝试了若干 hp1 设定,以确定在融化后的负载上提供可接受的温度分布的最大 hp1。这些尝试可在融化期间继续,例如,在每次扫描时执行、每秒执行、或每分钟执行、或以中等的时间段执行。在本发明的一个示例性实施方案中, hp1 开始于低值,并且逐步地增加。可选地, hp1 根据项目的类型设定。

[0186] 在本发明的一个示例性实施方案中,预设的 hp1 值被提供用于负载特性的各种组合,比如形状、重量、温度、所期望的效果、和 / 或物质类型中的一个或两个或更多。可选地,用户能够选择这些特性,并且设备将相应地建议和 / 或使用 hp1。

[0187] 可选地, hp1 在融化期间周期性地更新。

[0188] 在本发明的一个示例性实施方案中,借助于负载和 / 或腔的改变估算 hp1 (最初地或以不间断的方式),从而得到更有用的频谱信息。一般来说,如果所得到的频谱信息更好,则可以识别在冰和水之间更好的分离点,允许更高 hp1 用于冰块,并且允许以相同的质量(例如,均匀性)更快加热,和 / 或以相同的速度以更高的质量加热。

[0189] 可选地,并且同时不希望受理论的约束,提议可基于在负载的已融化和冻结部分

中的能量的相对耗散来确定负载的敏感性。当冻结部分和已融化部分中的耗散相对相似（例如，10%–15%耗散差异，比如在40%与50%耗散率之间）（例如，由于低含水量），该样本被视为有高敏感性（例如，在冰和水之间的差别要求更敏感确定）。在已融化部分和冻结部分中的耗散之间的不一致性越大，负载的敏感性越低。因此，可以通过获得负载的频谱信息并且比较在工作频带中的最大耗散 (d_{\max}) 和最小耗散 (d_{\min}) 来确定 hpl。在 d_{\max} 与 d_{\min} 之间的差越大，则负载的敏感性越低，并且应当可选地使用的 hpl 越高。

[0190] 要注意的是，如果提供了对中等耗散频率的更好的功率选择，则可允许更高的 hpl。

[0191] 还可选地，并且同时不希望受理论的约束，提议可基于能够在每个频率 ($ep(f)$) 和 ldl 上耗散到负载中的最大功率来确定 hpl。hpl 可被设定使得所使用频率的部分，例如在工作频带中的所有频率（例如，跨800–1000MHz的频带）（或其他的频率组），其被认为耗散到负载中，并且其中 $lp1 < ep(f) < hpl$ 将小于预设的阈值。例如，该阈值可被选择为10%或20%或30%或其之间的任何值。可选地，该方法是基于设备一般被限制在最大功率中的实现（和/或这种情况），并且实际上，hpl 越接近最大功率，可能越不容易地在不同的近似的频率下提供不同的功率水平。可选地，百分比依赖于所期望的在质量和/或速度之间的折衷。

[0192] 因此，融化协议可使用单个 hpl 值（例如，如果专用于具有相似敏感性的负载；或者将适用于大多数预期负载的低 hpl）。可替代地，该协议可使用在若干可能的 hpl 值之间的选择（例如，在一些预设值之间的选择，或手动地或自动地将其设定为与给定负载和/或可接受的融化后温度分布相对应）。最终，该协议可以使用该装置中的功率能中内的任何值（例如自动计算或手动选择）。一个相对高的 hpl 的例子可以是300瓦特或者在该频率下放大器的最大功率的80%。一个相对低的 hpl 的例子可以是120瓦特或者在该频率下放大器的最大功率的30%。中间值也是有可能的。

[0193] 耗散函数 $dr(f)$ 的示例性确定

[0194] $dr(f)$ 表示作为频率的函数的耗散率，即通过每个馈源（例如，馈源 j ）发射的、被耗散在负载中的功率的百分比。该函数具有在0与1之间的可能值，并且可选地如公式1所示被计算，这基于所测量的功率并使用所测量的频谱信息。然而，正如此处所述，可以使用二元函数或非线性函数和/或非单调函数（例如，在工厂或在校准过程中确定）。

$$[0195] \quad dr_j(f) = \frac{P_{incident, watt}^j(f) - \sum_i P_{returned, watt}^i(f)}{P_{incident, watt}^j(f)} = 1 - \frac{\sum_i P_{returned, watt}^i(f)}{P_{incident, watt}^j(f)} \quad (\text{公式 1})$$

[0196] $dr(f)$ 的规范化

[0197] 冻结部分（例如，冰）的耗散率相对于低于已融化部分（例如，液体/水）的耗散率，但是大量的冰能够显示相当大的耗散。为了对以具有低耗散率（例如，冰）的频率中的耗散和以具有高耗散率（例如，液体/水）的频率中的耗散进行区分，同时降低相对质量的影响， $dr(f)$ 函数可选地规范化到在0到1之间的整个范围；在冻结部分中的耗散与已融化部分中的耗散之间的差相对较小，而无论其原因（例如，低含水量）的其他的情况下，这种规范化也可能是有用的。如以下所显示，规范化函数 $-dr'(f)$ 可用于计算补偿因数。

$$\begin{aligned}
 drh &= \min\{dr(f)\}_{f \in [f_1, f_2]} \\
 [0198] \quad drl &= \max\{dr(f)\}_{f \in [f_1, f_2]} \quad (\text{公式 2}) \\
 dr'(f) &= (dr(f) - drl) / (drh - drl)
 \end{aligned}$$

[0199] 在一些负载的情况下, 可选地避免 $dr'(f)$ 的使用, 而是使用原始的 $dr(f)$ 。可选地, 设备被配置为具有用于替代用途的协议。在协议之间的选择可以基于用户输入 (例如, 用户接口或机器可读标签) 或者在设备内的传感器读数 (例如, 重量传感器)。或者, $dr'(f)$ 可以用于所有负载。

[0200] 能够在每个频率 (表示为 $ep(f)$) 上耗散到负载中的最大功率可选地如下所述计算, 给定 $P_{\text{maximum}, j, \text{watt}}$ 是每个频率下可从放大器获得的最大功率。

$$[0201] \quad ep_j(f) = dr_j(f) P_{\text{maximum}, j, \text{watt}}(f) \quad (\text{公式 3})$$

[0202] 使用上述公式, 可选地计算补偿函数 ($coeff(f)$)。该函数可选地使用以确定应当在每个频率下耗散到负载的中相对量的能量, 作为 $dr'(f)$ 的函数, 例如公式 4A 中所示:

$$[0203] \quad coeff(f) = F(dr'(f)) \quad (\text{公式 4})$$

$$[0204] \quad F(dr'(f)) = \begin{cases} dr' < 0.3 & 0 \\ dr' > 0.8 & 1 \\ \text{否则} & -2dr'^2 + 1.6 \end{cases} \quad (\text{公式 4A})$$

[0205] 在本发明的一个示例性实施方案中, 一些频率可按照它们的耗散率分类为“冰”、“水”、和 / 或“混合的冰 / 水”。可选地, 较高的功率提供到冰和混合的冰 / 水中, 并且纯净水提供带有低功率或无功率。

[0206] 可选地, 提供了一个耗散阈值, 在该耗散阈值以下, 因为负载部分被假设为不是冰, 进入负载的耗散很低以至于无功率发射。在本发明的一个示例性实施方案中, 设备被设计成在任何频率下都具有非常低的固有耗散, 或者仅在一些频率下具有已知的耗散 (其中阈值可以随后提高)。

[0207] 应注意, 大块的冰可具有相对高的耗散。可选地, 若没有 (或具有极少, 例如, 在阈值以下) 低耗散频率, 并且已知负载冻结, 则假设最低的耗散频率是冰, 并且以这种频率提供功率 (通常或者略微降低的水平), 直到指示具有较小的冻结区域形成的较低的耗散频率出现为止。

[0208] 示例 $dr(f)$

[0209] 根据公式 (4), 函数的例子如在图 3 中所示。如能够看到的, 设定了两个限制。在一些频率下, 到负载中耗散小于预设的阈值 (例如, 如在图 3 中的例子中, $dr'(f) < 0.3$), 将发射最大允许功率, 该最大允许功率是在 $ep(f)/dr(f)$ 和 $hpl(f)/dr(f)$ 之间的最小值。在一些频率下, 将到负载中的耗散大于预设的值 (例如, 如在图 3 的例子中 $dr'(f) > 0.8$), 将不发射能量。在所有其他的频率下 (如在图 3 的例子中, $0.3 < dr'(f) < 0.8$), 使用所选择的函数计算功率发射。在图 3 的情况中, 其为一般的线性函数, 但是其他的函数 (可选地为非线性的函数) 可以用于提供在 $dr'(f)$ 和 $coeff(f)$ 之间的反相关 (例如, 指数式、阶跃函数式、分段线性、多项式、和 / 或一般查找表, 优选地使用内插法)。可选地, 该函数更偏好将功率应用于低耗散区域到大于简单的反函数的程度。可选地, 基于已察觉到的损坏负载的风

险来选择函数。

[0210] 示例性实际功率计算

[0211] $gl(f)$ 是有待耗散到有待加热的对象中的功率,考虑最大功率能够以每个频率 ($ep(f)$) 和 $hpl(f)$ 和补偿函数 ($coeff(f)$) 耗散到负载中,如下所示:

$$[0212] \quad gl(f) = \begin{cases} hpl < ep(f) & hpl \cdot coeff(f) \\ lpl < ep(f) < hpl & ep(f) \cdot coeff(f) \\ else & 0 \end{cases} \quad (\text{公式 5})$$

[0213] 使用 $gl(f)$,有待从放大器发射以便在每个频率下导致在负载上所期望的耗散的功率 ($nopw(f)$) 可选地计算,如下所示:

$$[0214] \quad nopw(f) = gl(f) / dr(f) \quad (\text{公式 6})$$

[0215] $nopw(f)$ 总是低于 $P_{\text{maximum}, j, \text{watt}}(f)$, 其由于如下原因是可在每个频率下从放大器中提取的最大功率:

$$[0216] \quad gl(f) = \begin{cases} hpl < ep(f) & hpl \cdot coeff(f) \\ lpl < ep(f) < hpl & ep(f) \cdot coeff(f) \\ else & 0 \end{cases} \quad (\text{公式 7})$$

$$\max\{gl(f)\} = ep(f) \cdot coeff(f) = dr(f) \cdot P_{\text{maximum}, j, \text{watt}} \cdot coeff(f)$$

$$\max\{nopw(f)\} = \max\{gl(f)\} / dr(f) = P_{\text{maximum}, j, \text{watt}} \cdot coeff(f)$$

[0217] 使用平均耗散计算 hpl

[0218] 图 5 示出了 hpl , 其被计算为在工作频带或在所选择的频带内的平均耗散率的函数。可选地,这是基于假设较低的平均耗散意味着较高的敏感性,并且反之亦然。还可以使用其他的函数,例如,将 hpl 匹配到平均耗散的表格。

[0219] 如在图中所见,低平均耗散率指示负载的高敏感性,并且相应地指示低 hpl 。低的 hpl 值可选地选择为略高于 lpl (以提供最小的工作范围)。例如,最小的 hpl 值可以在 70 和 120 瓦特之间 (例如,80 瓦特)。 hpl 的最大水平可以被选择为与最大的可能放大器功率一样高或者比其略低。如在图 5 中所见,当平均耗散率低于预设的下限时, hpl 选择为所允许的最低 hpl , 并且当平均耗散率高于预设的上限时, hpl 选择为所允许的最高 hpl 。平均耗散率的下限可以在例如 0.1 和 0.3 之间 (例如,0.2), 同时上限可以在例如 0.5 和 0.9 之间 (例如,0.6)。

[0220] 平均耗时的中间值可选地指示中等的 hpl 值。应理解,虽然图 5 描绘了针对中等的平均耗散率数值的一般线性相关性,可选地是其他非线性函数可用于提供在平均耗散率和 hpl 之间的正相关 (例如,指数式、阶跃函数式、多项式、分段线性式)。

[0221] 在一些情况下,频率分布在频带中,以至于一个频带能够被确认为与冰匹配 (例如,低耗散) 并且另一个频带与水匹配 (例如,高耗散)。可选地,不是计算 hpl 或者除了计算 hpl 之外, $gl(f)$ 被设定为零,或者设定成针对与水相关的频带的 lpl (或任何其他预设低值), 以及设定成针对相关于冰的频带的任何预设高值 (例如, hpl 或最大可用功率或其他设定)。可选地,基于周期性地得到的频谱信息,作为水 / 冰的频带的分类可选地周期性更新。

[0222] 虽然如上描述了计算 hpl 和 $gl(f)$ 的具体方法,但是这些方法能够例如在数学上或逻辑上组合,例如使用若干方法的平均值,或者使用最大或最小或多个方法。例如 $dr(f)$ 的 (或 $dr'(f)$ 的) 高斯函数可用于计算 $gl(f)$ 。

[0223] 示例性操作

[0224] 注意转到图 4,其描绘了流程图 40,该流程图根据本发明的示例性实施方案显示了可以如何操作设备 10。

[0225] 扫频 41 与图 2 中的扫频 21 基本相同。一旦获得了一个或多个扫频结果,就执行判断 42。在判断 42 作出判断;即在两个或更多个能量发射协议之间进行选择,和 (可选地) 结束操作序列。该判断可以包括以下判断中的一个或多个:

[0226] 融化协议,当以融化模式操作时,判断 42 可选地包括对频率 / 功率对或者频率 / 能量对的选择,预计所述频率 / 功率对或者频率 / 能量对将耗散到冰中的能量比耗散到水中的更多 (例如,如以上所述)。在本发明的一个示例性实施方案中,通过追踪频谱图像中的改变速率 (例如,改变快于相变)、温度改变速率 (例如,温度改变快于相变) 和 / 或温度 (例如,使用传感器) 中的一个或多个检测融化。

[0227] 加热协议 A,当以该模式操作时,判断 42 可选地包括对频率 / 功率对或者频率 / 能量对的选择,预计所述频率 / 功率对或者频率 / 能量对的选择以给定的绝对或相对的 dr (或 dr') 值范围为特征的一组频率来耗散不同于由至少其他的一组频率耗散的能量模式。在本发明的一个示例性实施方案中,每个加热循环中的高功率或较大的能量通过一组频率耗散 (例如,比具有较低 dr 或 dr' 的频率具有相对高 dr 或 dr' 的频率),同时在两个组中非零量的功率和能量耗散。

[0228] 加热协议 B,在示例性实施方案中,判断 42 包括对于频率 / 功率对的选择,预计该频率 / 功率对耗散到负载中的能量比耗散在其他地方 (例如,表面电流、天线匹配等等) 的能量更多。在 PCT 公布 W007/096878 和 W008/007368 中公开了用于这些协议的非限制性的例子。

[0229] 保温协议,在示例性实施方案中,判断 42 包括对频率 / 功率对或者频率 / 能量对的选择,预计所述频率 / 功率对或者频率 / 能量对在一个循环中将基本上相等量的能量耗散到负载的所有部分中。可选地,这种加热受到控制,使得对象的温度将不会明显地偏离预设温度 (例如, $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 或 $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)。例如,这可通过使用来自温度传感器的反馈或通过限制允许在任何给定的时间耗散的能量实现。应注意,加热水可导致水蒸发,由此利用蒸发所耗散的功率,同时,其他部分可能还未蒸发,导致加热。

[0230] 协议选择,在示例性实施方案中,协议能够自动改变操作模式 (例如,一旦完成相变即结束融化,和 / 或在该时刻开始加热,或者选择融化判断公式)。这可能依赖于传感器的输入和 / 或频率扫描中获得的信息和 / 或基于指令 (例如,在给定步骤上有待耗散到负载中的能量的量)。该判断可以结束操作或者从一个协议 (例如,融化) 改变到另一个协议 (例如,保温)。

[0231] 一个传感器输入的例子包括对温度的感测。一旦温度由传感器中的一个或多个感测到 (或者计算出温度,例如平均温度),或者所有传感器上的温度都达到预定温度,则设备可以决定改变加热协议。例如,若感测到的温度指示融化完成,则设备可将协议改变成结束加热或者开始烹饪或者维持所感测的温度 (例如,若负载的一部分仍冻结则确保完全融

化和 / 或防止再结晶, 或者将负载维持到服务就绪的温度上)。

[0232] 有时, 指示融化完成的预定温度略高于冻结点 (例如 2°C - 15°C)。当 (例如通过使用 IR 传感器) 感测到的温度是负载的外部温度时, 则预定温度有时可以选择为略高于使用内部传感器的时候 (例如 8°C - 10°C), 因为有时, 在融化结束时的内温度低于外温度 (特别是当设备提供了保温内腔时)。在另一个替代方案中, 若设备的内部冷却, 则可预计内部温度超过外部温度, 这种情况下, 指示融化结束的传感器读数可以较低 (4°C - 8°C)。有时 (例如, 当使用多个内部传感器时), 优选地为较小的温度范围 (例如, 4°C - 6°C)。

[0233] 判断 42 还可以基于用户输入的某种形式, 该形式在可在操作之前或操作期间提供。该输入可通过用户接口中的一个或多个提供, 并且使用机器可读标签, 比如条形码或 RFID。用户输入可以包括关于判断序列和 / 或其触发信息, 比如有待耗散的能量、相变、温度改变和 / 或温度改变速率中的一个或多个。

[0234] 一旦推论出判断 42, 在所选择的频率 / 功率对或频率 / 能量对上的能量发射步骤 43 可被发射。可选地, 该判断是结束操作, 在该情况下设备将不发射能量到负载, 并且可发送提示 (例如, 通过播放声音、光或者任何通信形式) 给用户。在这时, 设备可自动地结束操作。这可伴随着给用户的通知 (例如, 通过光、声音或消息显示, 或者通过发射电子消息至远程设备例如移动电话或计算机)。

[0235] 能量发射 43 可以继续一段时间 (预定的或基于传感器反馈) 并且自动地结束。可选地或可替代地, 发射 43 之后是重复扫频 41, 其允许将设备调整到在加热期间所发生的改变 (例如, 相变或新的频谱信息)。可选地或可替代地, 在每个阶段上设备的操作可由用户手动地结束。

[0236] 附加的示例性操作

[0237] 如上所述, 物质可以包括两个或更多部分 (例如三个或更多), 其可期望通过每单位质量 (或体积) 不同量的能量和 / 或以不同的一致性 / 效率的比例和 / 或其中观察到的不同的耗散率来加热。可选地或可替代地, 有可能的是这些部分中的大多数或全部不是冻结的物质或者在加热期间改变相位的物质。例如, 脂肪含量相对高的物质的一部分可以与脂肪含量相对低的物质的一部分和 / 或水含量相对高的物质的一部分、或其混合物一起加热。

[0238] 在本发明的一个示例性实施方案中, 当功率应用到对象上时, 对象中的一些部分根据其耗散率进行分类, 并且这驱动用于每个这种分类部分的功率 (或能量) 应用协议。应注意在一些部分可物理地分离或混合。在本发明的一个示例性实施方案中, 当功率施加到负载上时, 发射频率根据它们在负载中的耗散率进行分类, 并且这驱动用于每个这种分类部分的功率 (或能量) 应用协议。应注意有时区别地发射至少两个不同的频率组, 使得相当量的能量在所述至少两个组中的所有频率下耗散。

[0239] 图 8 是根据本发明的一个示例性实施方案的一种使用在负载中具有不同耗散率的频率有区别地加热物质的方法的流程图。

[0240] 在 802, 可选地获得频谱信息。可选地或可替代地, 可以例如手动地、使用摄像机、或使用与对象相关的带有信息的标签来输入待加热的对象的多个部分的电磁特性。可替代地, 例如对于一些协议例如融化而言, 可提前提供水和冰的频率。

[0241] 在 804, 根据对所预期的加热有用的各种“工作”频率来可选地对其识别。可选地

或可替代地,确定系统使用哪个频率,例如,基于放大器能力和 / 或其他考虑因素,比如不以高 Q 因数操作,或者以过度低的耗散率(例如 10%或更少)操作。

[0242] 在 806,耗散率数值被可选地规范化,例如,使得最大的观察到的耗散被给定 100%的值,并且最小的观察到的耗散率被给定 0%的值。规范化可选地是线性的,例如,如在以上的融化例子中所解释的一样。

[0243] 在 808,工作频率根据它们的耗散率(dr)或规范化的耗散率(dr')和 / 或加热速率分组。可选地,根据阈值将频率聚集成群。可选地,如上关于信息输入所述,提供这种阈值。可选地或可替代地,根据它们的耗散率将频率聚集成群。可选地,耗散率的分布用于识别对象和 / 或提供对其成分和 / 或物质相的位指示。可选地,使用额外的输入,比如摄像机、或称量台、和 / 或湿度 / 温度 = 传感器、和 / 或手动或由机器可读标签(例如,RFID)提供的信息。例如,可以有 2、3、4、5 或更多个不停的耗散率分组,其被确定,用于将频率与其相关联。可选地,一组功率是至少一个参数 2、3、4、7、10 或具有非零发射率的第二组的较小或中等因数的至少一个因数。在本发明的一个示例性实施方案中,至少一组或者可选地所有的组都具有至少为整个工作带宽的 5%、10%、20%、或较小或中等的带宽百分比的带宽。在本发明的一个示例性实施方案中,至少一组并且可选地所有的组都对应于至少 5%、10%、20%的跨度、或者较小或中等的耗散率数值跨度的耗散率,例如,对应于 45%和 55%的耗散率之间的范围的组。

[0244] 在一些情况下,在与不同的部分类型或位置相关的耗散率范围之间具有叠加。有时,给定的频率或频率组在负载的一个或多个高耗散率部分和在负载的一个或多个低耗散率部分中耗散,使得该频率显示出中等的整体耗散率。在一些实施方案中,在这些叠加内的频率简单地是不使用的。可选地或可替代地,这种频率被分配独立的类别。应注意,在本发明的一些实施方案中,感兴趣的是增加被传递至一个具体部分的功率(或加热)的量,和 / 或降低使用的频率的数量,同时尽可能降低均匀性。这不需要干扰区别地将功率或热量应用到不同的部分的主要目标。这还能够影响被应用到不同组的协议。例如,协议可以被定义为与提供给一个组的功率的量相关,并且该功率水平可分布在或更多或更少的频率之间,这基于例如频率改变的简易性、与具体部分相关的频率的识别的可靠性。可选地或可替代地,出于向其分配不同的协议的目的,单个部分的单组频率可被分解成多个组(和 / 或与另一个组进行组合)。这对提供所期望的的均匀性水平和 / 或加热速度是有用的。可选地或可替代地,可将两个组进行组合。可选地,一些组和与其相关的频率可在加热期间改变。可选地,对象的加热协议包括重新考虑频率与组的相关性的时间点。

[0245] 在一些实施方案中,事先为其固定频率组的组数,例如 2 到 10 组或 2 到 4 组频率,其中使用每个组以不同的加热协议将能量发射到负载。

[0246] 在 810,不同的功率应用协议与每个组相关。功率应用协议能够包括例如以项中的一个或多个:最大功率、最小功率、相对于其他组的功率或相对于组内的其他功率的功率、最大加热速率、最小加热速率、相对加热速率(例如,在一些组之间或者在一些组内的频率之间)、每组的功率、组内每个频率的功率、有待由一个给定的组或组内的频率耗散到负载中的功率、功率应用的时间曲线、功率应用的持续时间、非最大功率实现的方法(例如,放大因数、每个频率下的持续时间、在组中重复的数量、和 / 或其组合)、加热一致性与速度的折衷、在功率应用之间的暂停时间曲线、和 / 或在频率之间的功率应用循环。设备可以包括

其中存储有多个这种协议的存储器。应注意这些协议可以显著不同,例如,食物中的一部分可融化,而同时另一部分烹饪或烘烤。

[0247] 在另一个例子中,存在很少或没有以较高耗散率的极少的功率(或能量)发射,并且可选地存在很少或没有以较低耗散率的均匀发射。可选地,对于中等的耗散率,有离散递减的函数(可选地以30%或50%的耗散率的阶梯函数),例如如以上关于融化应用描述。

[0248] 在另一个例子中,一个食物部分(例如,对过度加热较不敏感的食物)以最大功率快速加热,有可能导致更大的非均匀性,同时具有其他耗散特征的另一个食物部分被缓慢加热,和/或加热到较低的温度,以及可选地更加均匀。

[0249] 在812,应用功率应用协议。该过程随后可重复。在一些实施方案中,获得频率信息和/或分配配置文件不需要在每次发射扫频和/或在相同频率下应用。在加热进程之间的扫频速率可以是固定的,或者其可在加热期间改变,例如,如以上关于示例性融化过程所描述。

[0250] 应注意,虽然以上描述是指将频率与组相关,但这不需要实际完成。而是为不同的功率应用协议设定的阈值内在地描述了这些组,并且允许根据频率将功率应用协议应用到一个频率上的判断。还应注意,在一些情况下,确定应用多少功率,并且在什么协议中,以成组而不是单独的频率的方式定向这些功率,关于频率/功率对的判断的确定在将功率分配到组之后进行。

[0251] 如在本发明中所注意到的,当功率与频率相关,这种不需要意味着其中能量以所述频率发射的功率必须改变。相反地,功率是合计功率,并且能够例如被较长的发射时间影响。可选地,实际发射功率根据系统放大器的能力选择,例如,根据放大器的高效点选择,或者根据改变放大倍数所需要的时间。有可能的是实际功率将依赖于在任何频率下的最大功率。可选地或可替代地,依赖于可用的放大倍数作出可使用的频率的选择,其中可选地避免具有低放大倍数的频率。

[0252] 现返回到上述引进的概念中的几个,应注意,在某些实施方案中,至少一个处理器可以被配置为接收或确定指示针对多个调制空间元素中的每一个的耗散能量的信息。这种情况可以使用一个或多个查找表发生,通过预编程处理器或与该处理器相关联的存储器,和/或通过测试在能量应用区域中的对象以确定其可吸收的能量特征。进行这样的测试的一个示例性方法是通过扫频。

[0253] 如在本文中使用的,单词“扫频”例如可以包括超过一个频率的随时间的发射。例如,扫频可以包括在邻近频段中的多个频率的连续发射;在超过一个非邻近频段中的多个频率的连续发射;单个非邻近频率的连续发射;和/或具有所期望的频率/功率频谱内容(即时间上的合成脉冲)的发射。因此,在频率扫频过程中,该至少一个处理器可以调节供应到至少一个天线的能量以在各种频率输送电磁能量到能量应用区域90,并且接收用来作为由对象或负载110可吸收的能量的指示符的反馈,如在图11中所示。虽然本发明不限于指示在对象中的能量吸收的反馈的任何具体的测量值,在下文可以讨论各种示例性指示值。

[0254] 在扫频过程中,可以调节电磁能量应用子系统96以在一个或多个天线102反射和/或耦合的电磁能量(例如包括馈源或天线14),并且通过接口130将所测量的能量信息传递回到子系统92,如在图11中所示。包括一个或多个处理器的子系统92然后可以基于所接收的信息确定指示在多个频率中的每一个下由对象110可吸收的能量的值。根据本公

开的实施方案并仅通过示例,指示可吸收能量的值可以是与多个频率中的每一个相关联的耗散率(在本文中称为“DR”)。如本文中引用,“耗散率”(也称为“吸收效率”或“功率效率”)可以定义为在由对象 110 吸收的电磁能量和供应到电磁能量应用区域 90 中的电磁能量之间的比率。一个指示可吸收能量的值可以是与可吸收能量直接、简介或甚至相反或总体上相反地对应的任何测量值或指示符。例如,该值可以是由对象反射的能量或从该对象定位于其中的能量应用区域反射的能量的测量值或指示符。或者,该值可以是当能量施加到对象或该对象定位在其中的能量应用区域时所损失的能量的测量值。此外,该值可以是来源于可吸收能量的任何其他的指示符。这些概念进一步在后续段落中描述。

[0255] 可由对象耗散或吸收的能量在本文中称作“可吸收能量”。可吸收能量可以是对象吸收能量的能力或设备促使能量在给定的对象中耗散的能力的指示符。在本公开的一些实施方案中,可吸收能量可以计算为供应到至少一个天线的最大入射能量与耗散率的乘积。反射能量(即未吸收或发射能量)例如可以是指示由对象或其他负载吸收的能量的值。通过另一个示例,处理器可以基于所反射的入射的能量的一部分和所发射的部分来计算或估计可吸收能量。该估计或计算可以用作指示吸收能量的值。

[0256] 在扫频(或将在以下描述 MSE 扫频)中,例如,该至少一个处理器可以被配置为控制电磁能量源以便在一系列频率或 MSE 下连续供应能量到对象。该至少一个处理器然后可以接收指示在每个频率或 MSE 反射的能量的信号,及可选地指示发射到其他天线的能量的信号。使用供应到天线的入射能量的已知的量和反射和/或发射能量的已知的量(即从而指示在每个频率或 MSE 吸收的量)可以计算或估计可吸收能量指示符。或者,该处理器可以简单地依赖作为指示可吸收能量的值的反映的指示符。

[0257] 可吸收能量还可以包括对象定位于其中的能量应用区域的结构所耗散的能量。因为在金属或传导物质(例如腔壁或腔中的元件)中的吸收以较大质量因数(也称为“Q 因数”)为特征,这样的频率或 MSE 可以被识别为耦合到传导物质,并且有时,可以选择不在这样的子频段中发射能量。在该情况中,在腔壁中吸收的电磁能量可以基本上较小,并且因此,在对象中吸收的电磁能量的量可以基本上等于可吸收能量的量。

[0258] 在本公开的实施方案中,可以使用如下公式计算耗散率:

$$[0259] \quad DR = (P_{in} - P_{rf} - P_{cp}) / P_{in}$$

[0260] 其中 P_{in} 表示由天线 102 供应到区域 90 的电磁能量, P_{rf} 表示在那些作为发射器的天线反射/返回的电磁能量,及 P_{cp} 表示在作为接收器的那些天线耦合的电磁能量。DR 可以是在 0 到 1 之间的值,并且本公开的实施方案中,可以通过百分比数表示。

[0261] 例如,在包括天线 1、2、3 的三天线系统中,子系统 92 可以被配置为基于在扫频过程中测量的功率信息确定输入反射系数 S_{11} 、 S_{22} 、和 S_{33} 以及传递系数 $S_{12} = S_{21}$ 、 $S_{13} = S_{31}$ 、 $S_{23} = S_{32}$ 。因此,根据如下公式,基于这些系数可以确定对应于天线 1 的耗散率 DR:

$$[0262] \quad DR = 1 - (|S_{11}|^2 + |S_{12}|^2 + |S_{13}|^2)$$

[0263] 对于具体的对象 110 而言,耗散率可以随着供应的电磁能量的频率或 MSE 而改变。因此,通过绘制与针对对应的频率或 MSE 的每一个频率或 MSE 相关联的耗散率可以产生频谱。在图 12 和图 13 中分别展示了示例性耗散率(效率)频谱 210 和 250。图 12 描绘了披绿并且图 13 描绘了与高和低耗散率相对应的 MSE。这两个图都展示了比其他更宽的耗散率峰值。

[0264] 图 13 示出了在一系列调制空间元素 (MSE) 上的耗散率频谱 250。频谱 250 描绘了用于一系列 MSE 的耗散率 (DR)。频谱 250 可以包括某些区域,如局部峰值 254,该局部峰值高于周围区域。局部峰值 254 可以指示在相应的 MSE 或 MSE 的范围耗散的功率的较高百分比。曲线 225 可以表示在多个 MSE 上的能量耗散的所期望的水平。基于在耗散率频谱 250 中包括的信息,可以确定在各种 MSE 施加能量的功率和 / 或施加的能量的持续时间,以基本上实现所期望的能量耗散水平 225。

[0265] 现返回到图 12,曲线 210 表示在一系列频率上的耗散率值的频谱。使用该信息,在该范围内在多个频率中的每一个可以提供所期望的功率水平以实现所期望的能量应用廓线。曲线 220 表示在频带上施加的功率水平。可以看出功率水平反比例于耗散率曲线 210。在图 12 中所示的示例中,400W 表示可用于发射的最大功率。

[0266] 根据另一个示例性实施方案,该至少一个处理器被配置为调节子系统 96(图 11)用于测量在第一频率或 MSE 在发射天线的入射能量的第一量;测量由于入射能量的第一量导致的在发射天线反射的能量的第二量;测量由于入射能量的第一量导致的发射到接收天线的能量的第三量;以及基于第一量、第二量、及第三量确定耗散率。通过示例,该至少一个处理器可以被配置为测量在第一天线 102 的入射能量的第一量,该第一天线作为在第一频率或 MSE 的一个发射器执行;测量由于入射能量的第一量导致的在第一天线 102 反射的能量的第二量;测量由于入射能量的第一量导致的发射到作为一个接收器执行的第二天线 102 的能量的第三量;以及基于第一量、第二量、及第三量确定耗散率

[0267] 该指示可吸收能量的值可以进一步指与功率放大器相关联的最大入射能量,该功率放大器与在给定的频率或 MSE 的子系统 96 相关联。如在本文中引用,“最大入射能量”可以定义为在整个给定的时间段在给定的频率或 MSE 下可以提供到天线的最大功率。因此,指示可吸收能量的一个替代值可以是最大入射能量和耗散率的乘积。这些仅是可以是指示可吸收能量的值的两个示例,这些值可以单独或一起用作使用处理器实施的控制协议的一部分。取决于所采用的结构和应用可以使用可吸收能量的替代标记。

[0268] 在某些实施方案中,处理器还可以被配置为促使能量供应到在多个频率或 MSE 的至少一个子集中的至少一个辐射元件,其中在频率或 MSE 的子集的每一个下发射到区域的能量可以是在每个频率或 MSE 的可吸收能量的函数。例如,在频率或 MSE 的子集中的每一个供应到至少一个天线 102 的能量可以被确定为在每个频率或 MSE 的可吸收能量的函数(例如作为耗散率、最大入射能量、耗散率和最大入射能量的组合、或一些其他的指示符的函数)。在本公开的一些实施方案中,这可以发生作为在一个扫频或 MSE 扫频过程中获得的可吸收能量反馈的结果。即,使用该可吸收能量信息,该至少一个处理器可以调节在每个频率或 MSE 供应的能量以便在具体的频率或 MSE 的能量在某些方面可以是在该频率或 MSE 可吸收能量的指示符的函数。该函数相关性可以取决于应用变化。对于可吸收能量相对较高的一些应用而言,可能期望使得该至少一个处理器实施促使在发射频率或 MSE 中的每一个的相对较低的能量供应的功能。例如当期望穿过对象 110 的更均匀的能量分布廓线时这可以是所期望的。

[0269] 对于其他的应用而言,可能期望使得处理器实施促使相对较高的能量供应的功能。这对于将具有较高可吸收能量廓线的对象的特定区域设定为目标可能是所期望的。也对于其他的应用而言,可能令人期望的是定制供应到对象 110 的已知或疑似能量吸收廓线

的能量。仍然在其他的应用中,可以应用动态算法或查找表以改变所施加的能量作为至少可吸收能量以及或许一个或多个其他变量或特征的函数。这些不过是在频率或 MSE 的子集中的每一个发射到区域中的能量如何是在每个频率或 MSE 的可吸收能量的函数的几个示例。本发明不限于任何具体的方案,而是可以包含通过考虑可吸收能量的指示符用于控制所供应的能量的任何技术。

[0270] 在某些实施方案中,在频率或 MSE 的子集中的每一个供应到至少一个辐射元件的能量可以是在多个频率或 MSE 而不是供应能量的频率或 MSE 的可吸收能量值的函数。例如,在本公开的一些实施方案中,在争议的频率或 MSE 周围的一系列“邻居”频率或 MSE 的耗散率可以用于确定所供应的能量的量。在本公开的一些实施方案中,排除与极低耗散率(例如这可以与金属物质相关联)相关联的某些频率或 MSE 的整个工作带可以用于确定。

[0271] 在某些实施方案中,该处理器可以被配置为促使在多个频率或 MSE 的至少一个子集供应到至少一个辐射元件的能量,其中在频率或 MSE 的子集中的每一个发射到区域的能量反相关于在每个频率或 MSE 的可吸收能量。这样的相反关系可以指总体趋势,当在具体的频率或 MSE 的子集(即一个或多个频率或 MSE)中的可吸收能量的指示符倾向于相对较高,在该频率或 MSE 子集的实际入射能量可以是相对较低。以及当在具体的频率或 MSE 的子集中的可吸收能量的指示符倾向于相对较低时,入射能量可以是相对较高。相反的关系可以甚至更接近相关联的。例如,在本公开的一些实施方案中,可以设定发射能量以便其与可吸收能量的乘积(即由对象 110 可吸收的能量)在所施加的频率或 MSE 中是基本上恒定的。在任一例子中,发射能量的绘图总体上展现为指示吸收的值的相反图形(例如耗散率或耗散率与在每个发射频率或 MSE 可获得的最大入射功率的乘积)。例如,图 12 提供了在根据本公开的实施方案构造和操作的装置的操作过程中采用的耗散率频谱 210(虚线)和相应的入射功率频谱 220(实线)的描绘的示例。在图 12 中所示绘图采用具有约 400 瓦特的最大入射功率的炉子,其中放置了 100gr 的一块牛绞肉。扫频在 800MHz 和 1GHz 之间的频率的范围,并且基于该扫频供应能量,以便在牛肉块中实现基本上均匀的能量耗散。

[0272] 在某些实施方案中,该至少一个处理器可以被配置为调节是噢供应的能量以便针对一系列频率或 MSE 上的可吸收能量绘制所供应的能量,该两个绘图倾向于彼此镜像。在本公开的实施方案中,该两个绘图可以是相互镜像的图像。在本公开的实施方案中,该绘图可以不确切地相互镜像,而是具有总体上相反的倾斜方向,即当在一个绘图中的对应于具体的频率或 MSE 的值相对较高时,在另一个绘图中的对应于具体的频率或 MSE 的值相对较低。例如,如图 12 所示,可以比较在发射能量的绘图(例如入射功率频谱 220)和可吸收能量值(例如耗散率频谱 210)的绘图之间的关系以便当发射能量曲线在曲线的至少一段上升时,可吸收能量曲线在相同的段上下降。此外,当可吸收能量曲线在该曲线的至少一段上升时,发射能量曲线将在相同的段下降。例如,在图 12 中,入射功率频谱 220 在 900Hz-920Hz 的频率范围上升,而耗散率频谱 210 在该频率范围下降。有时,发射能量的曲线会达到最大值,在其之上不会增加,在该情况中在发射曲线中可以观察到稳定状态(或近似稳定状态),而不管在该段中的可吸收能量。例如,在图 12 中,当入射功率达到 400W 的最大值,入射功率基本上保持恒定而不管在耗散率中的变化。

[0273] 一些示例性方案会导致在对象 110 中的空间上更均匀的能量吸收。如在本文中使用的,“空间均匀性”是指一个条件:为能量应用而被设定为目标的在整个对象或对象的一部

分（例如所选择的一部分）的能量吸收是基本上恒定的。若在对象的不同位置耗散能量的变化低于阈值，则能量吸收被认为“基本上恒定”。例如，可以基于耗散能量的分布计算偏差，并且若该偏差低于 50%，则可吸收能量被认为“基本上恒定”。因为在许多的情况中，空间均匀的能量吸收会导致空间均匀的温度上升，符合本公开的一些实施方案，“空间均匀性”还指一个条件：为能量应用而被设定为目标的在整个对象或对象的一部分（例如所选择的一部分）的温度上升是基本上恒定的。温度上升可以通过传感装置（如在区域 90 中的温度传感器）测量。

[0274] 为实现在对象或对象的一部分中的近似基本上恒定的能量吸收，控制器 101 可以被配置为保持基本上恒定在每个频率或 MSE 供应能量到天线 102 的时间的量，同时改变作为可吸收能量的函数在每个频率或 MSE 供应的功率的量。

[0275] 在某些情形中，当可吸收能量值低于用于一个具体的频率、多个频率、MSE 或多个 MSE 的一个预定阈值时，不可能实现在每个频率或 MSE 的吸收均匀性。在这样的例子中，符合本公开的一些实施方案，控制器 101 可以被配置为以基本上等于该装置的最大功率水平的功率水平促使针对该具体的频率、多个频率、MSE 或多个 MSE 将能量供应到天线。或者，根据一些其他的实施方案，控制器 101 可以被配置为促使放大器在这些具体的频率、多个频率、MSE 或多个 MSE 处一点不供应能量。有时，仅在相比较于均匀的发射能量水平（例如 50% 或更多，或甚至 80% 或更多）放大器可以向对象供应能量的至少阈值百分比时，可以决定在基本上等于放大器的最大功率水平的功率水平供应能量。有时，仅在反射能量低于预定阈值例如以便防止设备吸收多余的功率时，决定在基本上等于放大器的最大功率水平的功率水平供应能量。基于引进反射能量的假负载的温度或在假负载和环境之间的温度差可以进行决定。该至少一个处理器因此可以被配置为通过一个假负载控制反射能量或吸收能量。类似地，若可吸收能量值超过预定阈值，控制器 101 可以被配置为促使天线在低于天线的最大功率水平的功率水平供应能量。

[0276] 在一个替代方案中，可以通过将所施加的功率保持在基本上恒定的水平的同时改变能量输送的持续时间实现均匀的吸收。换言之，展现更低可吸收的能量值的频率比展现更高吸收值的频率或 MSE 能量应用的持续时间更长。以此方式，在多个频率或 MSE 供应的功率的量可以基本上恒定，同时取决于在具体的频率或 MSE 的可吸收能量值，供应的能量的时间的量改变。

[0277] 在某些实施方案中，该至少一个天线可以包括多个天线，并且该至少一个处理器可以被配置为促使能量供应到使用具有不同相位的波的多个天线。例如，天线 102 可以是包括形成一个阵列的多个天线的相控阵天线。能量可以在不同相位的电磁波供应到每个天线。可以调节该相位以匹配相控阵的几何结构。在本公开的一些实施方案中，该至少一个处理器可以被配置为动态地和独立地控制每个天线的相位。当使用相控阵天线时，供应到天线的能量可以是供应到在阵列中的每一个天线的能量的总和。

[0278] 因为取决于应用，可吸收能量可以基于包括对象温度的大量因素而改变，这对规律地更新可吸收能量值以及因此基于该更新的吸收值调节能量应用是有利的。取决于应用，这些更新可以在一秒发生多次，或每个几秒或更长发生。总之，更频繁的更新会增加能量吸收的均匀性。

[0279] 根据本公开的实施方案的一些，控制器可以被配置为根据供应能量的频率或 MSE

来调节从天线供应的能量。例如,不管是否利用扫频或能量吸收的一些其他主动指示符,某些频率或 MSE 可以被设定为目标或避免用于能量应用。即,具有控制器 101 一起避免的频率或 MSE,如在吸收水平降到低于预定阈值的场合时。例如,金属倾向于电磁能量的弱吸收器,并且因此与金属相关联的某些频率或 MSE 展现更低的吸收指示符值。在这样的例子中,金属可以符合已知的曲线,并且可以避免相关联的频率或 MSE。或者,可以动态地确定吸收指示符值,并且当其低于预定阈值时,控制器 101 可以防止天线 102 在这样的频率供应电磁能量。或者,若期望供应能量仅到对象的一部分,若相关联的频率阈值已知或动态地确定,能量可以指向这些部分。根据本发明的另一个方面,该至少一个处理器可以被配置为确定在多个频率或 MSE 中的每一个处的所期望的能量吸收,并且调节在每个频率或 MSE 从天线供应的能量,以便将在每个频率或 MSE 的所期望的能量吸收水平设定为目标。例如如之前讨论,控制器 101 可以被配置为将在每个频率或 MSE 所期望的能量吸收水平设定为目标试图在一系列频率或 MSE 实现或近似基本上均匀的能量吸收。或者,控制器 101 可以被配置为将在整个对象 110 的能量吸收曲线设定为目标,这可以计算为避免均匀的能量吸收,或仅在对象 110 的一部分实现基本上均匀的吸收。

[0280] 调制空间 (MS) 和调制空间元素 (MSE)

[0281] 如上所述,本公开的实施方案可以被配置为在负载中、在包括多个对象的负载中、在包括多个耗散率、物质的一种或多种不同的相位和 / 或不同物质成分的负载中实现所期望的能量应用模式(例如,加热模式)例如,通过在一系列频率对负载进行扫描,可以为每个频率确定耗散率。使用该耗散率信息,控制器 101 可以被配置为将在每个频率所期望的能量吸收水平设定为目标。在一个示例性实施方案中,可以控制在每个频率供应的功率水平,以便在展现较高耗散率的频率供应较低的功率水平,并且展现较低耗散率的频率可以供应较高的功率水平。结果,如上所述,这样的实施方案可以在频率范围中实现或近似基本上均匀的能量吸收,并且该负载可以均匀地加热。

[0282] 然而,本公开的实施方案不限于扫频的概念并且在扫频之内在多个频率实现变化的功率水平。而是,可以通过控制可能影响输送到负载或负载的一部分的能量的任何参数来更广泛地实现符合本公开的实施方案的能量传递。频率可以仅是用来影响由负载或负载的一部分的吸收的能量的参数的一个示例。

[0283] 在能量应用区域中的电磁波可以展现为某种场模式。“场模式”可以指电磁场配置,其特征在于,例如在能量应用区域中的电场强度分布的振幅。总之,电磁场强度可以是时变和空间依赖的。即不仅在不同的空间位置场强度可以改变,而且在空间中的给定位置,场强度可以常常以正弦的方式随时间改变或可以振荡。因此,在不同的空间位置,场强度同时可以未达到其最大值(即其最大振幅值)。因为在给定位置的场强度振幅可以披露关于电磁场的信息,如电磁功率密度或能量传递能力,在本文提及的场模式可以包括表示在一个或多个空间位置的场强度的振幅的曲线。这样的场强度振幅曲线可以相同于或不同于在区域中在给定时间的瞬时场强度分布的快照。如在本文中使用,术语“振幅”与“大小”是可互换的。

[0284] 通过施加电磁能量到能量应用区域可以激发场模式。如在本文中使用,术语“激发”与“产生”、“创建”、及“施加”是可互换的。总之,在能量应用区域中的场模式可以不平坦的(即不均匀的)。即,场模式可以包括具有相对高振幅的场强度的区域和具有相对低振

幅的场强度的其他区域。能量传递的速率可以取决于场强度的振幅。例如,能量传递在在具有较高振幅的场强度的区域比在具有较低场强度的振幅的区域发生更快。如在本文中使用的,术语“能量传递”与“能量输送”是可互换的。

[0285] 图 1 的设备可以被配置为控制在能量应用区域中的高振幅电磁场(最大和最小)和低振幅电磁场的分布和强度,因此输送不同的目标量的能量到应用区域中的任何两个(或更多个)给定的区域。能量应用可以是模态腔。如在本文中使用的,“模态腔”是指满足“模态条件”的腔。模态条件是指在由能量应用区域支持的最大共振波长和由源所支持的输送的电磁波能量的波长之间的关系。若由源供应的输送的电磁能量的波长大于该能量应用区域所支持的最大共振波长的约四分之一,则满足模态条件。在能量应用区域中的电磁场的分布和强度的值可以通过选择“MSE”而发生(如后文描述)。MSE 选择的选项可以影响有多少能量分布在能量应用区域的区域中。当不满足模态条件时,通过 MSE 的控制会更难实现所期望的能量应用分布。

[0286] 术语“调制空间”或“MS”用来集中地指影响在能量应用及其所有组合中的场模式的所有参数。在一些实施方案中,“MS”可以包括可以使用的所有可能的组件及其潜在的设置(与其他相比绝对的或相对的)和与这些组件相关联的可调节参数。例如,“MS”可以包括多个可变参数、天线的数目、它们的定位和/或方向(若可修改的)、可用的带宽、一组所有可用的频率及其任何组合、功率设置(例如同时输送到两个或更多个辐射馈源的相对功率)、时间设置、相位等。

[0287] 调制空间的能量应用区域相关的方面的示例可以包括能量应用区域的尺寸和形状以及从其构造能量应用区域的物质。调制空间的能量源相关方面的示例可以包括能量输送的振幅、频率及相位。调制空间的辐射元件相关方面的可以包括类似天线结构的类型、数目、尺寸、形状、配置、方位及放置。

[0288] 与 MS 相关联的每一个可变参数是指 MS 尺寸。通过示例,图 15 示出了具有指定为频率(F)、相位(ϕ)、振幅(A)三个维度的一个三维调制空间 1500(例如在两个或更多个之间的振幅通过一个给定 MSE 的激发电磁场)。即,在 MS 1500 中,在能量输送期间可以调制电磁波的频率、相位、及振幅,在能量输送期间可以预先确定并固定所有其他的参数。MS 可以是一维的,其中在能量输送的过程中仅改变一个参数。MS 还可以是更高维度的以便改变超过一个参数。

[0289] 术语“调制空间元素”或“MSE”可以指在 MS 中的可变参数的特定组的值。因此,MS 还可以被视为所有可能的 MSE 的集合。例如,两个 MSE 在供应到多个辐射元件的相对能量振幅中可以彼此不同。例如,图 15 示出在三维 MS 1500 中的一个 MSE 1501。MSE 1501 可以具有特定的频率 $F(i)$ 、特定的相位 $\phi(i)$ 、及特定的振幅 $A(i)$ 。若甚至这些 MSE 变量之一改变时,然后该新组确定另一个 MSE。例如,(3GHz, 30° , 12V) 以及 (3GHz, 60° , 12V) 是两个不同的 MSE,尽管只是相位分量改变了。在一些实施方案中,连续扫频的 MSE 没有必要彼此相关。此外,它们的 MSE 变量可以从 MSE 到 MSE 而明显不同(或可以是逻辑上相关的)。在一些实施方案中, MSE 变量从 MSE 到 MSE 而明显不同,可能在它们之间可能没有逻辑关联,然而总的来说,一组工作 MSE 可以实现所期望的能量应用目标。

[0290] 这些 MS 参数的不同组合会导致在能量应用区域中的不同的场模式,并且进而,在对象中区分能量分布模式。多个 MSE 可以连续或同时执行以激发在能量应用区

域中的具体的场模式,可以统称为“能量输送协议”。例如,能量输送协议可以包括三个 $MSE(F_{(1)}, \varphi_{(1)}, A_{(1)}), (F_{(2)}, \varphi_{(2)}, A_{(2)}), (F_{(3)}, \varphi_{(3)}, A_{(3)})$ 。能量输送协议可以包括附加的非 MSE 参数,如在施加每个 MSE 的过程中的时间或在每个 MSE 输送的功率。因为实际上具有无限多个 MSE,具有实际上无限多个不同的能量输送协议,导致在任何给定的能量应用区域中的实际上无限多个不同的场模式(尽管不同的 MSE 有时可以促使高度类似或甚至相等的场模式)。当然,不同能量输送协议的数目可以部分地是可获得的 MSE 的数目的函数。本发明在其最广泛的意义上不限于 MSE 或 MSE 组合的任何具体的数目。此外,取决于如所期望的使用、所期望的控制水平、硬件或软件解决方案或成本的因素,可以利用的选项的数目可以少到两个或多到设计者所期望的一样多。

[0291] 该调制空间可以包括线性空间或非线性空间。当该调制空间是线性的时,通过应用两个 MSE (MSE_1 和 MSE_2) 促使的总的场模式与通过应用 MSE_1 和 MSE_2 的组合的一个 MSE 促使的场模式相同。通过示例,如在图 15 中的所示的线性调制空间 1500 中的 $MSE_1 = (F_{(1)}, \varphi_{(1)}, A_{(1)})$ 和 $MSE_2 = (F_{(2)}, \varphi_{(2)}, A_{(2)})$, $I(MSE_1) + I(MSE_2) = I(MSE_1 + MSE_2)$ 。根据本公开的实施方案,当 MSE 激发在能量应用区域中的模式时,调制空间可以是线性的。在其他的情况中,该调制空间可以是非线性的,例如 $I(MSE_1) + I(MSE_2) \neq I(MSE_1 + MSE_2)$ 。

[0292] 如上所述,本发明的设备或方法可以涉及使用处理器用于执行指令或执行逻辑操作。由处理器执行的指令例如可以预加载到处理器中或可以存储在单独的存储单元如 RAM、ROM、硬盘、光盘、磁介质、闪存存储器、其他永久的、固定的或易失性存储器、或能够提供指令到处理器的任何其他机构。一个或多个处理器可以定制用于具体的用途,并且通过执行不同的软件执行不同的功能。

[0293] 若利用了超过一个处理器,所有这些处理器可以是类似的结构,或它们可以是彼此电连接或分离的不同的指令。它们可以是单独的电路或集成在单个电路中。当使用超过一个处理器时,它们可以被配置为独立或协作地操作。它们可以电连接、磁连接、光连接、声连接、机械连接、无线连接或允许至少一个信号在它们之间通信的任何其他方式连接。

[0294] 单个或多个处理器可以提供用于调节能量源的单个目的。或者,单个或多个处理器可以除提供其他功能之外还提供有调节能量源的功能。例如,用来调节能量源的一个或多个相同的处理器可以集成到控制电路中,该控制电路提供附加的控制功能到不同于能量源的组件。

[0295] 根据本发明的一些实施方案,该至少一个处理器可以被配置为在能量应用区域调节能量源以便输送第一预定的量的能量到第一预定区域和第二预定的量的能量到第二预定区域,其中第一预定量的能量不同于第二预定量的能量。例如,场模式可以选择具有高振幅的电磁场强度的已知区域(热点)。因此,通过将热点与在能量应用区域中的一个区域匹配,可以选择预定的场模式以输送第一预定量的能量到第一预定区域。当选择具有不同热点的另一个场模式时,第二场模式可以导致输送第二预定量的能量到第二预定区域。如在下文描述,可以选择不同的 MSE 和 / 或 MSE 的组合以便输送不同预定的量的能量到不同的预定区域。在又一个例子中,通过处理器选择具体的场模式或 MSE 和 / 或例如控制功率水平(例如为给定的 MSE 提供的整体功率)、在具体的条件中施加的功率的持续时间、或上述

的组合中的任意一个可以实现所施加的能量的量的控制。该处理器可以进行这样的选择以便实现所期望的能量应用曲线。

[0296] 术语“区域”可以包括能量应用区域中的任何部分,如一个单元、子体积、子分区、分离的子空间、或能量应用区域的任何分组,而不管该分组如何分离。在一个具体的示例中,能量应用区域可以包括两个区域。在另一个示例中,能量应用区域可以包括超过两个区域。该区域可以或可以不彼此重叠,每个区域的尺寸可以或可以不相同。

[0297] 该至少一个处理器还可以被配置为预先确定第一区域和第二区域的位置。例如这种情况可以通过从能量应用区域的反射的反馈来发生,提供关于在该区域中的对象的位置的信息。在其他的实施方案中,这可以通过成像实现。在一些实施方案中,区域可以对应于对象的不同部分,并且可以输送不同目标的量的电磁能量到这些对象的不同部分。在每个区域中实际的耗散能量的量可以取决于在该区域的场强度和在该具体的区域的相应部分的吸收特征。还在另一个实施方案中,预先确定的位置可以是场模式的已知的几何形状的函数,而不管在该能量应用区域中的对象。在一些实施方案中,第一区域和第二区域的位置还可以通过不同于至少一个处理器的用户或装置预先确定。

[0298] 两个区域可以在能量应用区域中彼此相邻定位。例如,能量应用区域可以包括由对象或对象的一部分占有的区域,以及定义不同于对象的区域的区域的另一个区域。在该情况中,这两个区域可以彼此相邻并且通过边界分离。例如,第一区域可以是在加热的一杯汤之内,而第二区域可以是在这杯汤之外。在另一个示例中,能量应用区域可以包括在对象中具有不同的能量吸收特征的两个区域。例如,第一区域可以在汤的顶层大部分包含水,第二区域可以在汤底层大部分包含马铃薯和 / 或肉。在另一个示例中,第一区域可以包含具体相位(例如液态水)的物质,并且第二区域可以包含相同物质但不同的相位(例如固态冰)。因为它们的不同能量吸收特征,对于激发在这两个区域具有不同的场强度的场模式时有利的。基于两个区域的局部场强度和能量吸收特征的不同,可以预先确定在这些区域中的每一个中的耗散能量。因此,耗散能量可以基本上相等或不同,如所期望的,在对象中的不同区域,通过选择和控制用于构造合适的能量输送方案的 MSE 用于输送能量。

[0299] MSE 选择可以影响多少能量被分布在能量应用区域的区域中。为输送不同目标量的电磁能量到在能量应用区域中的不同预定区域,处理器可以控制一个或多个 MSE 以便实现一种场模式,该场模式将到应用区域中的一个特定的预定区域的能量设定为目标。导致驻波的 MSE 选择可以提供附加的控制测量,因为驻波倾向于展现可预测和不同定义的“高强度区域”(热点)和“低强度区域”(冷点),如早前描述,高强度区域可以展现明显不同于低强度区域的能量浓度。应理解术语“冷点”不必要求完全不施加能量。而是,它还可以指相对于热点具有减少的强度的区域。即,在高强度区域,场强度的振幅高于在低强度区域中的场强度的振幅。因此,在高强度区域中的功率密度大于在低强度区域中的功率密度。空间位置的功率密度和场强度相关于输送电磁能量到在该位置中放置的对象的能力。因此,能量输送或传递速率在高强度区域比在低强度区域更高。换言之,能量输送或传递在高强度区域更有效。因此,通过控制在能量应用区域中高强度区域和 / 或低强度区域,处理器可以控制到特定空间位置的能量输送。通过 MSE 控制可以实现这种高和低强度区域控制。

[0300] 可控制的 MSE 变量可以包括发射电磁波的振幅、相位、及频率;每个辐射元件的位置、方位、及配置;或这些参数的任何的组合,会影响场模式的其他参数的一个或多个。例

如,如在图 14 中所描绘的,示例性处理器 1401 可以电连接到能量源的各种组件,如电源 1402、调制器 1404、放大器 1406、及辐射元件 1408。处理器 1401 可以被配置为执行调节这些组件的一个或多个的指令。例如,处理器 1401 可以调节由电源 1402 供应的功率水平。处理器 1401 例如还可以通过切换在放大器中的晶体管调节放大器 1406 的放大率。可替代地或附加地,处理器 1401 可以执行放大器 1406 的脉宽调制控制,以便放大器输出所期望的波形。处理器 1401 可以调节由调制器 1404 执行的调制,并且可以可替代地或附加地如通过电机装置调节每个辐射元件 1408 的位置、方位、及配置中的至少一个。这样的电机装置可以包括马达或其他活动结构用于旋转、转动、移动、滑动或改变辐射元件 1408 的一个或多个的方位或位置。处理器 1401 可以进一步被配置为调节定位在能量应用区域中任何场调节元件,以便改变该区域中场模式。例如,场调节元件可以被配置为选择性地控制来自辐射元件的电磁能量的方向,或同时匹配作为发射器的辐射元件以减少连接到作为发射器的一个或多个辐射元件。

[0301] 在另一个示例中,当使用相位调制器时,可以对其进行控制以执行在 AC 波形上的预定序列的延时,以便 AC 波形的相位持续一系列时间段中的每一个增加了多个度数(例如 10 度)。或者,处理器可以基于来自能量应用区域的反馈动态地和/或适应地调节调制。例如,处理器 1401 可以被配置为接收来自检测器 1416 的模拟或数字反馈信号,该信号指示从腔 1412(包括对象 1410)所接收的电磁能量的量,并且处理器 1401 可以基于所接收的反馈信号动态地确定下一个时间段在相位调制器的延时。

[0302] 例如通过测试、模拟、或分析计算可以确定从 MSE 的任何给定的组合产生的能量分布。使用测试方法,传感器(例如小型天线)可以放置在能量应用区域中,以测量从 MSE 的给定的组合中产生的能量分布。分布然后例如可以存储在查找表中。在模拟的方法中,可以构造虚拟模型以便以虚拟的方式测试 MSE 的组合。例如,可以基于输入到计算机的一组 MSE 在该计算机中执行能量应用区域的模拟模型。如 CST 或 HFSS 的模拟引擎可以用来在数字上计算在能量应用区域内部的场分布。可以使用图像技术将所产生的场模式图形化或作为数字数据存储在计算机中。能够以此方式建立在 MSE 和所产生的场模式之间的关联。该模拟方法可以预先较好地发生,并且在能量应用操作过程中按照需要的基础进行存储在查找表中的已知的组合或模拟。

[0303] 类似地,作为对测试和模拟的一种替代方案,可以基于分析模型执行计算以便基于 MSE 的所择组合预测能量分布。例如,假定具有已知的尺寸的能量应用区域的形状,可以从分析公式计算对应于给定的 MSE 的基本场模式。该基本的场模式也称为“模式”,然后通过线性组合用来构建所期望的场模式。正如该模拟方法以及存储在查找表中的已知的组合可以在能量应用操作过程中按照需要的基础进行,该分析的方法可以预先较好地发生。

[0304] 根据本发明的一些实施方案,该处理器可以被配置为输送预定量的能量到在能量应用区域中的至少两个区域。可以基于在能量应用区域中的对象(a/k/a,负载)的已知的特征来预先确定该能量。例如,在反复加热具有相同的物理特征的产品的专用炉子的情况中(例如完全相同的汉堡帕蒂),该处理器可以预编程以输送对应至少两个已知的场模式的不同的已知的量的能量。取决于场模式该处理器可以施加不同量的能量。作为施加的场模式的功能可以改变能量应用的功率或持续时间。(即,从 MSE 产生)。如上述讨论,在施

加的预定量的能量和场模式之间的关联可以通过测试、模拟或解析式分析确定。

[0305] 在场模式和输送能量的量之间的关联还可以由对象 1410 的能量吸收曲线确定。即,可以使用一个或多个 MSE 扫描对象 1410,并且可以确定指示针对该一个或多个 MSE(与耗散率相对应)的耗散能量的信息。基于耗散率和所期望的能量输送特征,可以为所扫描的 MSE 中的每一个选择功率水平以实现所期望的目标。例如,若目标是均匀地在整个对象的体积施加能量,那么该处理器可以选择导致均匀的能量应用的 MSE 的组合。若在另一方面,期望不均匀的能量应用,那么该处理器可以施加具有每个不同的场模式的预定量的能量以便实现所期望的不均匀性。基于所接收的指示耗散能量的信息该 MSE 可以分组为多个子集,并且这些子集中的每一个可以与能够用来调节施加到负载的能量功率输送协议相关联。因为可以选择和扫频频率的子集,如在上述扫频示例中描述,所以可以选择和扫频 MSE 的子集以便实现所期望的能量应用目标。这样的一个连续过程在本文可以称为“MSE 扫频”。该扫频过程可以结合任何用来特征化一个或多个 MSE 参数(例如频率、相位、振幅等)使用。该扫频过程可以包括与在 MS 中的单个维度相关联的连续变化的值,如频率、相位、或振幅(例如,在单个 MSE 之内使用的多个馈源之间的振幅中的差),如在图 15 中所示。或者,扫频过程可以包括在扫频中的每个步骤在 MS 中连续改变超过一个参数。

[0306] 现返回到图 2,扫频/感测步骤 21 包括以任何 MSE 扫频。因此,步骤 23 可以包括由任何所选择的 MSE 的应用导致的反馈信息的分析。在步骤 23,使用如在步骤 21 使用的那些相同或不同的 MSE 组发射能量。

[0307] MSE 扫频可以用来不同地加热对象的部分或区域。例如,可以扫描一个或多个 MSE,并且可以确定对象或负载的一部分的耗散特征(例如为所扫描的 MSE 确定耗散率)。基于负载的耗散特征,可以为在所扫描的 MSE 中的每一个或所扫描的 MSE 的一部分处的应用选择所期望的功率水平和持续时间。在一个示例中,可以为展现较大耗散率的 MSE 分配相对较低功率值,并且可以为展现较小耗散率的 MSE 分配较高功率值。当然,取决于具体的能量应用目标可以利用为所扫频的 MSE 分配功率水平的任何方案。然后可以开始 MSE 扫频,在这过程中将所选择的功率水平在对应的 MSE 施加持续某个时间。MSE 扫频可以继续直到对象已实现所期望的加热水平或所期望的热廓线。

[0308] 定期地,在 MSE 扫频过程中,可以使用相同或不同的 MSE 再扫描该负载以获得一组更新后的耗散率。基于该组更新后的耗散率,可以调节在 MSE 中的每一个施加的功率水平。取决于具体的实施方案的要求该, MSE 扫描可以任何所期望的速率发生。在一些实施方案中, MSE 扫描可以每分钟约 120 次的速率重复。可以使用更高的扫描速率(例如 200/分或 300/分)或更低的扫描速率(例如约 100/分、20/分、2/分、10/融化时间、或 3/融化时间)。此外,可以非定期地执行该扫描。有时,可以每 0.5 秒一次或每 5 秒一次或以任何速率执行 MSE 扫描序列(例如一个或多个扫描)。此外,可以通过发射到腔的能量的量和/或耗散到负载的能量的量确定在扫描之间的时间段。例如,在给定的能量的量(例如 10kJ 或更少或 1kJ 或更少或几百个焦耳或甚至 100J 或更少被发射或耗散到负载或负载的一个给定的部分(例如 100g 的重量或如负载的 50%的百分比)之后,可以执行新的扫描。

[0309] 为重复并进一步展开上述讨论的原理,本公开的实施方案可以包括一个施加 RF 能量到负载的设备。如上所述,该设备可以包括至少一个处理器。例如,该处理器可以包括在一个输入或多个输入上执行逻辑操作的电路。例如,这样的一个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、中央处理单元 (CPU) 的所有或部分、图形处理单元 (GPU)、数字信号处理器 (DSP)、现场可编程门阵列 (FPGA)、或适用于执行指令或执行逻辑操作的其他电路。

[0310] 该至少一个处理器可以被配置为接收指示针对多个调制空间元素 (MSE) 中的每一个的耗散能量的信息。例如,所接收的指示由负载耗散的能量的信息可以包括指示由负载吸收的能量的量的信息,或任何其他合适的能量耗散指示符,如先前讨论。在一个示例性实施方案中,该处理器,基于指示由负载耗散的能量的信息可以为该多个 MSE (MSE 的集合) 中的每一个确定耗散率。

[0311] 该处理器可以任何所期望的速率为 MSE 集合确定耗散率。在一个实施方案中,可以至少约每分钟 120 次的速率确定对应于 MSE 集合的一组耗散率。在其他的实施方案中,可以少于约每分钟 120 次的速率确定对应于 MSE 集合的一组耗散率。该速率可以取决于对象的性质、MSE 的性质、系统的物理特征以及有待实现的所期望的结果。仅通过示例,在一些例子中超过 5 次每秒的速率是令人所期望的。在其他的例子中少于每秒两次的速率是所期望的。

[0312] 该处理器可以被配置为基于所接收的指示耗散能量的信息将若干该多个 MSE 分组为至少两个子集。例如,具有较高耗散率的 MSE 可以分组为一个子集,并且具有较低耗散率的 MSE 可以分组为另一个子集。该多个 MSE 可以被一起分组为任何数目的子集。该处理器还可以被配置为将功率输送协议与该至少两个子集中的每一个相关联,其中该功率输送协议在子集之间不同。如在本文中使用的,术语“功率输送协议”可以包括施加能量的任何方式和 / 或量,如能量的量、功率水平、以及功率应用的持续时间。该处理器可以为 MSE 的不同子集确定不同的功率输送协议。功率输送协议的示例可以包括 (a) 通过在一个组中的所有 MSE 在负载中具有相同量的功率的耗散, (b) 基于关联能量和组员的函数的任何形式通过不同的 MSE 在负载中具有不同量的功率的耗散, (b) 在给定的组中的 MSE 的功率发射的最大或最小设置,或更多。该处理器可以进一步被配置为根据每个功率输送协议调节施加到负载的能量。例如,如上所述,展现更高耗散率的 MSE 比展现更低耗散率的其他 MSE 可以接收功率在更低水平和 / 或更短时间。展现较低耗散率的 MSE 可以在比展现较低耗散率的其他 MSE 在更高的水平接收功率。此外,展现中等水平的耗散率的 MSE 可以根据包括变化的施加功率水平值的预定函数接收功率。当然,可以根据具体的实施方案的要求或能量输送目标将可用范围内的任何功率水平和 / 或用于施加功率的任何所期望的函数分配到任何 MSE 或 MSE 的子集。类似地,在能量应用过程中可以分配任何持续时间到任何 MSE。

[0313] 如上所述,该多个 MSE 中的每一个可以由可能影响输送到负载的能量的多个参数中的任意一个的值来定义。在一个实施方案中,该多个 MSE 可以由频率值、相位值、及振幅值和可选地其他尺寸值来定义。在其他的实施方案中, MSE 可以是一维的以便仅一个参数变化,并且任何其他参数保持恒定。例如,一组一维 MSE 可以仅在频率、相位及振幅之一中彼此不同。在某些实施方案中,频率值可以在多个 MSE 中变化,而其他参数的值如相位和 / 或振幅保持恒定。

[0314] 可以根据任何所期望的能量输送程序选择与多个 MSE 中的每一个相关联的功率输送协议。在一个实施方案中,对应于与第一耗散率相关联的功率水平低于对应于与低于第一耗散率的第二耗散率相关联的 MSE 的功率水平。

[0315] 本公开的实施方案还可以包括一个用于接收负载的腔和用于将 EM 能量指引到到负载的至少一个辐射元件。此外,该设备可以包括通过该至少一个辐射元件供应 EM 能量到负载中的一个 EM 能量发生器。

[0316] 本公开的实施方案还可以用来施加能量到包括多个物质相位的物质(例如,超过固态、液态、气体、或等离子体中的一个)。在这样的实施方案中,该处理器可以被配置为确定与该物质相关联的能量耗散特征值,并且基于能量耗散特征值调节传递到物质的能量,以便定位在物质的一个区域中的第一类型的相位比定位在该物质的另一个区域中的第二类型的相位接收更多的能量。如在本文中使用的术语“能量耗散特征”可以包括耗散率、反射能量指示符、吸收能量指示符、或负载耗散能量的能力的任何其他直接或间接指示符。在某些实施方案中,气体可以包括蒸汽,固体可以包括冰,并且液体可以包括水。然而,可以认识到本公开的实施方案可以与不同于冰的固体、不同于水的液体、以及不同于蒸汽的气体一起使用。

[0317] 在其他实施方案,该处理器可以被配置为调节 RF 能量的应用以选择性地施加能量到具有第一物质相位的物质的第一部分,并且选择性地限制施加到具有第二物质相位的物质的第二部分的能量。例如,该处理器可以被配置为选择性地施加能量到包括固态相位的物质的区域,并且可以选择性地限制在包括液态相位的物质的另一个区域中的能量应用。因此,供应到物质的第一部分的能量的量(例如包括固体的区域)可以不同于施加到该物质的第二部分的能量的量(例如包括液体的区域)。例如在该选择性的能量应用的方式中,冰可以融化,同时可以选择性地限制到不包含冰的区域中的能量应用。

[0318] 能量传递的调节例如基于来自如早先描述的负载的反馈发生,并且此后调节用于不同 MSE 的输送功率(例如振幅、时间或两者)以便实现所期望的结果。该调节可以取决于预期的用途而改变。例如,若期望均匀的能量应用,能量传递的调节将不同于期望选择性地仅施加能量到负载的特定部分的情形。

[0319] 在一些本公开的实施方案中,在接收指示由物质可吸收的能量的信息之后(例如相比较于入射能量水平的反射能量的量),该处理器可以选择多个场模式用于输送能量到负载。例如根据与每个场模式相关联的能量吸收特征选择这些场模式。导致高耗散率的场模式比与低耗散率相关联的场模式,例如,可以包括更高强度区域(例如热点),该更高强度区域具有与更高的能量吸收物质或物质相位的更多的重叠。基于这些场模式的能量吸收特征,该处理器被配置为选择性地分配功率输送协议到多个场模式中的每一个。

[0320] 在施加能量到包括多个物质相位的物质的实施方案中,传递到物质的能量可以促使第一类型的相位到第二类型的相位的转换。例如,能量传递可以促使冰融化成水。在某些实施方案中,当该转换基本完成时该处理器可以被配置为终止能量传递。例如,当来自负载的反馈指示冰的实质的量不存在于负载中时,这种情况可以发生。已知的成像技术可以提供这样的反馈,或因为不同物质相位可以展现不同吸收(与反射)特征,该反馈可以相关于从负载反射的或总体上从能量应用区域能量的量,或可以相关于任何能量吸收指示符。

[0321] 本公开的实施方案可以包括一种用于施加 RF 能量到负载的设备,其中该设备包括至少一个处理器,该处理器被配置为确定与负载相关联的多个耗散率,并且基于该多个耗散率设定频率/功率对(如在上详细描述)。该处理器还可以被配置为调节频率/功率对的应用以施加能量到负载。当第一耗散率高于第二耗散率时,该处理器可以被配置为设

定频率 / 功率对以便与第一耗散率相关联的频率被分配有比与第二耗散率相关联的第二频率更低的功率水平。在另一个实施方案中,该处理器可以被配置为设定频率 / 功率对以便在具有至少 0.7 的耗散率的频率到负载的能量传递的速率是 50% 或少于在具有少于 0.4 的耗散率的频率到负载的能量传递的速率。

[0322] 多食物加热试验的示例

[0323] 一些食物或食物类型的耗散特性在各种条件或频率下是已知的。见例如杂志微波功率 (Microwave power) 6 :107 至 123 中本特森 N. E. & 瑞斯曼, P. O. 1971 “在 3GHz 下由腔扰动技术确定的食物的介电特性 II 测量食物原料 (Dielectric properties of food at 3GHz as determined by a cavity perturbation technique. II. Measurements on food material)”。. 这些已知的值 (关于食物或任何其他负载), 或使用各种技术在不同的频率下估算或测量用于盘子 (或负载) 的组合的耗散率, 可选地为不同的对象 (例如, 食物原料) 提供不同的加热, 例如, 如在以下例子中所示的, 其目标在于控制对不同负载的相对加热:

[0324] 两个加热过程使用工作频带为 800-1000MHz 的 900 瓦特的设备执行, 所述设备基本上根据 W007/096878 (‘878) 的实施方案来构造并操作;

[0325] 熟米饭和未加工的鸡腿被一起放置在常规的家用盘子上, 并且按照以下协议之一进行加热:

[0326] 协议 1: 加热被限制到具有相对高的耗散率的频率, 但是在所有发射频率下执行基本上均匀的能量传递。在该特定的协议中, 因为 $\epsilon_p(f)$ 通常与耗散率彼此相关, 均匀量的能量 (或功率) 的发射在具有最高 $\epsilon_p(f)$ 的频率的 30% 中执行。此外, 发射在具有所述频率的 30% 的最低 $\epsilon_p(f)$ 的频率的 80% 中执行。应注意还在本文所描述的其他协议中, 可以根据百分比而不是阈值将频率分离到与多个部分相对应的组中。

[0327] 协议 2: 在具有大约 30% 或更少规范化的耗散率 (dr') 的频率下执行最大发射, 并且在具有 80% 或更多规范化的耗散率的频率下不执行发射, 其中在频率与规范化的耗散率之间具有近似性的关系。如在图 9 中所示, 附上显示所使用的确切函数的图像。

[0328] 在 (T_0) 之前和 (T_1 ; $\Delta T = T_1 - T_0$) 加热之后测量温度。在鸡肉中, 可探测若干位置, 并且可观察在加热之后的一些温度变化。在米饭中, 温度在任何相同的位置被检测。其结果在以下表格中进行总结:

[0329]

协议	盘子成分	$T_0(^{\circ}\text{C})$	$T_1(^{\circ}\text{C})$	ΔT
1	100-g 鸡肉	12	70-77	58-65
	160-g 米饭	11	47	36
2	105-g 鸡肉	14	66-70	52-56
	160-g 米饭	11	72	61

[0330] 如以上所见, 在协议 1 中, 鸡肉被加热至比米饭高得多的程度, 在协议 2 中, 在两种

食物之间的加热更加均匀,其中对米饭的加热稍高于鸡肉。在重复的实验中获得类似的结果。应注意依赖于环境(例如,用户偏好),任何结果都是可以期望的。

[0331] 图 10 是显示在以上关于协议 2 所示的加热实验中,在不同频率下所测量的设备腔中的关于盛米饭和鸡肉的盘子的规范化耗散率的图标。在加热期间因为加热在进行并且因为负载的定位和/或位置改变,所以所测量的耗散率能够改变。尽管如此,第一近似值是针对较高的耗散率频率而言大多数的能量耗散在负载的高耗散率部分中(在本例中为鸡肉),并且对于较低的耗散率频率而言大多数的能量耗散在负载的低耗散率部分中(在本例中为米饭)。

[0332] 因此,当使用协议 1 时,加热主要在高耗散率频率下,因此主要加热鸡肉;当使用协议 2 时,加热主要是在低耗散率频率下(但还具有在中间耗散率的频率下的变化的量),因此对米饭的加热稍高于对鸡肉的加热。

[0333] 示例性变化

[0334] 在本发明的一个示例性实施方案中,能够使用以上方法,不仅是避免达到某一温度而且是附加地或可替代地将温度窗中的时间最小化。例如,若维持一些温度,可能促使细菌滋生或食物变质。例如,以上方法可用于确保所有负载不会达到但会接近的温度窗的下限,并且随后相对较快地应用加热直到通过温度窗的上限为止。

[0335] 虽然上面已经将其描述为用于确定完整辐射曲线的方法,但是以上的方法还可以根据其他方式使用。例如,以上 hp1 的计算可以被用作在选择其他辐射曲线之后所应用的限制,例如,作为安全测量值以避免失控的加热。在另一个例子中,可选择频带,使得在其中没有发射功率,以防止水沸腾,并且这种选择被应用到以其他形式确定频率/功率组的方法中。

[0336] 可选地,在一部分达到目标热量和/或熔化之后,能量供应未停止(或者在一些情况下被设定到 hp1),而是被选择以确保该部分不会重新结晶和/或保持在所期望的要温度处。如所理解的一样,一旦知道该部分被熔化,在该部分上具有所期望的温度效果的功率水平可从物理因素或使用查找表计算。

[0337] 示例

[0338] 以下非限制性的示例示出了本发明的一些示例性实施方案的应用,并且不应理解为必须的限制。在以下的试验中,单个冻结的对象每次(如以下详细描述)都被放置烤炉的腔中进行解冻并获得频谱信息,所述烤炉在圆柱形的腔中具有以 0.9kW 工作的三个输入天线。

[0339] 图 6 示出了根据冻结(-20°C)的 790 克金枪鱼部分(实线)所获得的频谱信息的图像。还显示了(虚线)从频谱信息中计算的平均耗散,其中关于肉的平均耗散显示为大约 0.5 并且关于鱼大约 0.17。虚线描绘了 hp1 所允许的最大和最小值(其一般是设备而非负载的函数)。在耗散率指示了冰、水、或冰/水的一些位置的例子上作了标记。

[0340] 图 7 显示了根据冻结(-20°C)的 1250 克鸡肉(虚线)所获得的频谱信息、以及根据冻结(-20°C)的 450 克鸡肉(实线)所获得频谱信息。如图所示(虚线)是从频谱信息中计算的平均耗散,其中关于较大鸡肉的平均耗散显示为大约 0.55,而关于较小鸡肉的平均耗散为大约 0.29。

[0341] 如在图中所示,在每个频率下的耗散以及平均耗散尤其是受到负载成分(例如,

肉相比鱼,具有不同的脂肪 / 蛋白质 / 水的比率) 及其尺寸 (其中较大的鸡肉具有更多的液态水以及在吸收率相对较低的频率下吸收 RF 能量) 的影响。

[0342] 概要

[0343] 以下是描述可以与在本文中描述的方法和设备一起使用的 RF 烤炉和方法的应用与公布列表:

[0344]

标题	国家	序列号
烘干设备与方法以及与其一起使用的组件	PCT ^o	IL2008/000231 ^o
电磁加热	PCT ^o	IL2007/000235 ^o
食物制备	PCT ^o	IL2007/000864 ^o
RF 控制的冷冻	PCT ^o	IL2007/001073 ^o
用于模块化装置的方法及系统	USA ^o	61/064,201 ^o
RF 共振器腔中的动态阻抗匹配	USA ^o	12/230,431 ^o
电磁加热	USA ^o	12/153,592 ^o

[0345] 在以上说明中,不同的频率被描述为具有不同的发射功率。这种功率差异能够具有若干类型,包括以下各项中的一个或多个:不同的峰值功率、不同的负载循环和 / 或不同的速率 (例如,以固定的振幅提供功率,但是以用于不同频率的脉冲之间的不同速率和 / 或延迟) 和 / 或以不同的效率 (例如,在更多功率被反射回到馈源的配置中进行发射)。在另一个例子中,在扫频中提供功率,并且对于每个扫频而言,是否在在一个频率下提供功率依赖于要在该频率下传递的总功率。在另一个例子中,功率被提供作为多频率脉冲,其中每个脉冲包在多个频率中括功率;可以选择在每个脉冲的频率和 / 或用于脉冲中的频率的功率振幅以应用所期望的平均功率。

[0346] 一般地,术语“功率”用于描述提供作为在时间 (例如,在扫频之间的时间) 上的平均值的功率。

[0347] 除非以其他方式定义,在本文中使用的所有技术和 / 或科学术语在对于本发明所属的本领域普通技术人员的共同理解具有相同的意思。虽然与此处所描述的那些方法和物质类似或等效的方法和物质能够在本发明的实施方案的实践或测试中使用,但是仍在下面描述了示例性方法和 / 或物质。在有冲突的情况下,该包括多个定义的专利说明书将对其进行控制。此外,这些物质、方法、及例子仅仅是说明性的,而不旨在必需的限制。

[0348] 本发明的实施方案的方法和 / 或系统的实施方案可以涉及手动、自动、或其组合执行或完成所选择的任务。此外,根据本发明的实施方案的方法和 / 或系统的实施方案的实际仪器和设备可以通过硬件、软件、或通过固件、或通过其组合使用操作系统实施几个所选择的任务。

[0349] 例如,根据本发明的实施方案执行所选择的任务的硬件可以实施为芯片或电路。作为软件,可以通过使用任何合适的操作系统的计算机执行的多个软件指令实施根据本发明的实施方案的所选择的任务。在本发明的示例性实施方案中,根据如本文描述的方法和/或系统的示例性实施方案的一个或多个任务通过数据处理器执行,如用于执行多个指令的计算平台。可选地,该数据处理器包括存储指令和/或数据的易失性存储器和/或数据和/或非易失性存储器,例如磁硬盘和/或可移动媒质,用于存储指令和/或数据。可选地还提供了网络连接。还可选地提供了显示器和/或如键盘或鼠标的用户输入装置。

[0350] 在本文中使用的单词“示例性”意思为“用作一个示例、例子或例证”。描述为“示例性”的任何实施方案不必认为相对于其他的实施方案是优选的或有利的和/或从其他的实施方案排除特征的合并。

[0351] 在本文中使用的单词“可选地”是指“在一些实施方案中提供而不在其他的实施方案中提供”。本发明的任何实施方案可以包括除了那些冲突的特征的多个“可选的”的特征。

[0352] 如在本文中所使用的术语“大约”指的是 ± 10 。

[0353] 术语“包括”“具有”及其词形变换意味着“包括但不限于”。

[0354] 术语“由……组成”是指“包括但不限于”。

[0355] 术语“主要由……组成”是指成分、方法或结构可包括附加的成分、步骤和/或部分,但仅当这些附加的成分、步骤和/或部分不会实质性地改变所要求权利的成分、方法或结构中的基础特征和新颖性特征才可行。

[0356] 除非上下文中已经明确指示,如在本文中所使用,单数形式“一个”、“一种”以及“该”包括复数引用。例如,术语“一种化合物”或“至少一个化合物”可包括多个化合物,其中包括这些化合物的混合物。

[0357] 贯穿本申请,本发明的各种实施方案可在范围格式中表示。但应理解,使用范围格式的说明书仅仅是出于方便和简洁的目的,并且不应当被解释为使对本发明范围不可变更的限制。因此,范围的描述应当被认为是具有具体公开的所有可能子范围以及在该范围内的单独数值。例如,比如在从 1 到 6 的范围的描述应当被认为是具有具体公开的子范围比如从 1 到 3、从 1 到 4、从 1 到 5、从 2 到 4、从 2 到 6、从 3 到 6 等等,以及在该范围内的单独数字,例如 1、2、3、4、5、及 6。这种情况应用而不论范围的宽度如何。

[0358] 每当在此处指明了数字范围,就意味着包括在指明的范围内的任何被列举的数字(分数或整数)。短语“范围/范围在……之间”是在第一个显示数和第二显示数之间,而“范围/范围从……开始”是从第一个显示数“到”第二个显示数,此处这两个短语可以可替代地使用,并且意味着包括第一个和第二显示数,以及在其之间的所有分数和整数。

[0359] 在本文中所使用的术语“方法”指的是用于完成给定任务的方式、手段、技术、和过程,其包括但不限于那些已知的方式、手段、技术和过程,或者由化学、药理、生物、生化和医疗领域中的从业者由已知的方式、手段、技术和过程容易地发展得来的方式、手段、技术和过程。

[0360] 如本文所使用的,术语“处理”包括废止、实质上抑制、减慢或者逆转条件进程,实质上改进条件的客观或审美特征、或者是实质上防止条件的客观或审美特征的出现。

[0361] 应理解本发明的某些特性出于清楚的目的在上下文中分离的实施方案中描述,其还可以通过单个实施方案的组合来提供。相反地,本发明的各种特性出于简洁的目的在上

下文中在单个实施方案中描述,其还可以分离地提供,或以任何适合的部分组合的方式提供,或者作为在发明的任何其他被描述的实施方案中适合的方式提供。在各种实施方案的上下文中描述的某些特征不认为是这些实施方案的基本特性,除非该实施方案在缺少这些元素的情况下不工作。

[0362] 虽然已经结合其特定的实施方案进行描述,但很明显对于本领域中的技术人员而言,许多替代方案、修改、和变化是明显的。因此,此处旨在涵盖落于所附权利要求的精神和广义范围内的所有这些替代方案、修改、及变化。

[0363] 在该说明书中提供的所有公开、专利和专利申请在此处通过引用结合到本说明书中,这达到如同每个单独的公布、专利、或专利申请具体地或单独地指明要通过引用结合在此的相同的程度。此外,在该申请中的任何参考文件的引用或认定不应被解释为承认该参考文件是本发明的现有技术。以所使用的分类标题的范围为限,它们不应被解释为必需的限制。

[0364] 已使用其实施方式的详细描述描述了本发明,其通过举例说明的方式提供,并且不旨在限制本发明的范围。所描述的实施方案包括不同的特征,在本发明的所有实施方案中并不都需要所有这些特征。本发明的一些实施方案仅利用了这些特征中的一些或这些的可能组合。本领域中的专业人士会想到已描述的本发明的各种实施方案以及包括所述的实施方案中注明的特性的不同组合的本发明的实施方案。

[0365] 虽然本发明已经主要在融化的背景中进行了描述,但是本发明的方法有可能在较高频率下能够用于烘烤或烹饪或者以任何其他的加热形式(不限于厨房中的加热形式),即在其中常规的微波炉是众所周知弱点很明显的领域中。在一个例子中,当加热奶酪糕点时,奶酪加热快于可能富含油的油酥面团,并且可应用以上所描述的方法以确保均匀的加热。另一个例子是加热带有更多耗散填充物(例如,肉、奶酪、蔬菜)的三明治,其中以加热三明治而不加热填充物(或者仅融化填充物)的方式进行加热。其他的例子包括鱼和沙拉的菜肴(例如,加热鱼/肉而不加热蔬菜)或者有肉或鱼以及米饭/通心粉的菜肴(例如,更多地加热米饭而不是鱼,或者反之亦然,如以上所示)。

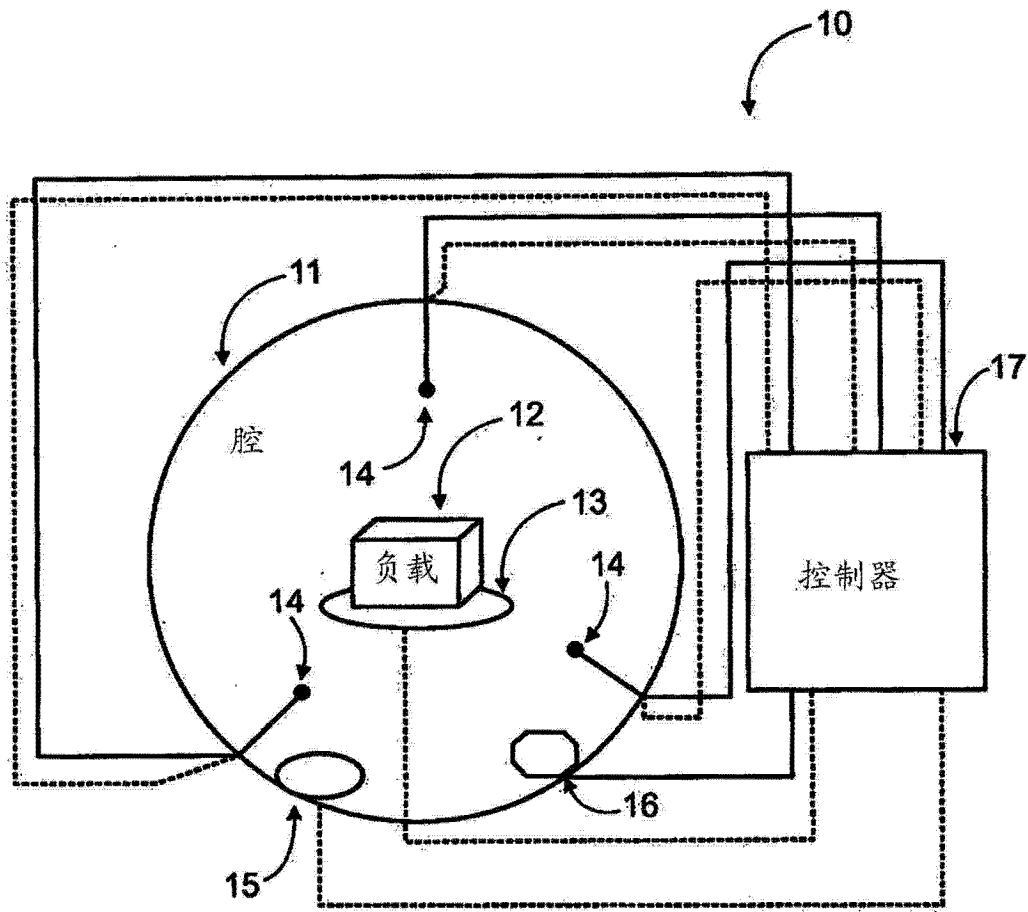


图 1

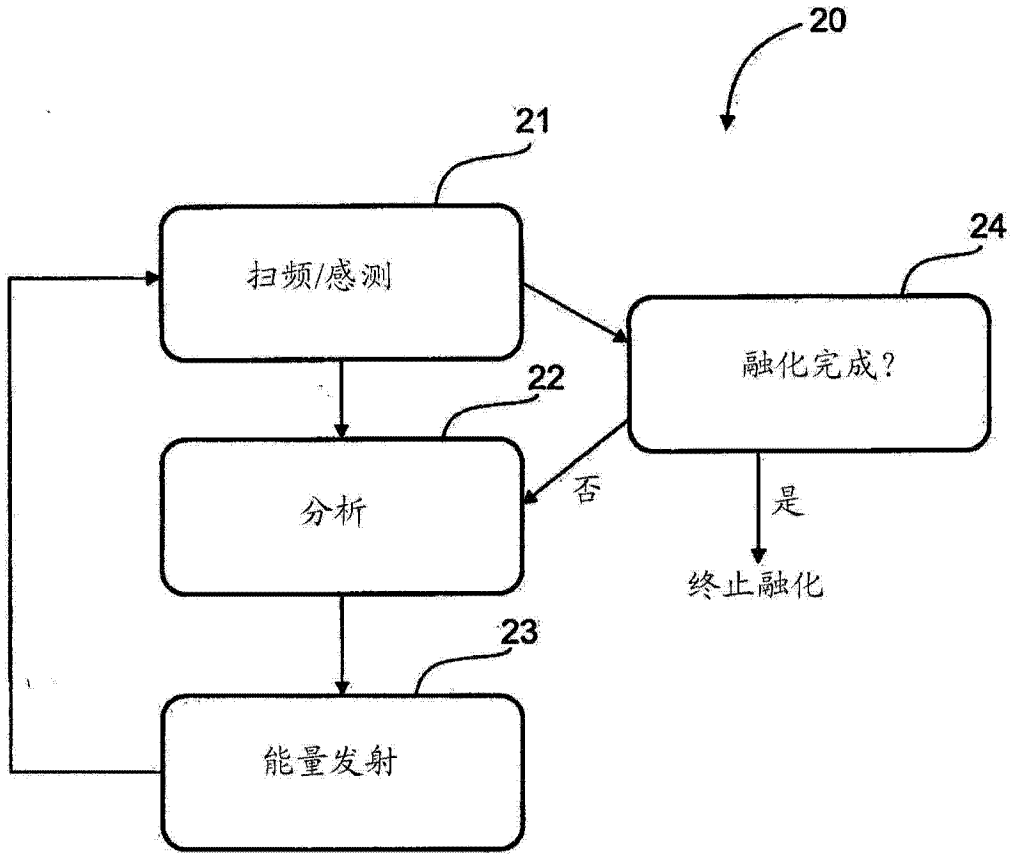


图 2

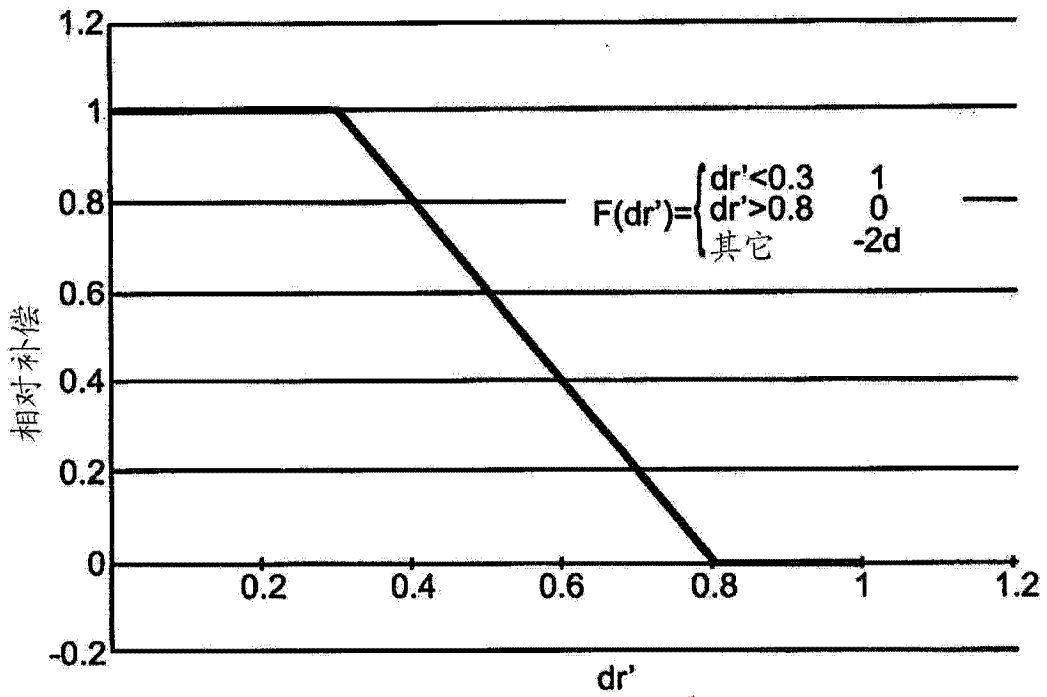


图 3

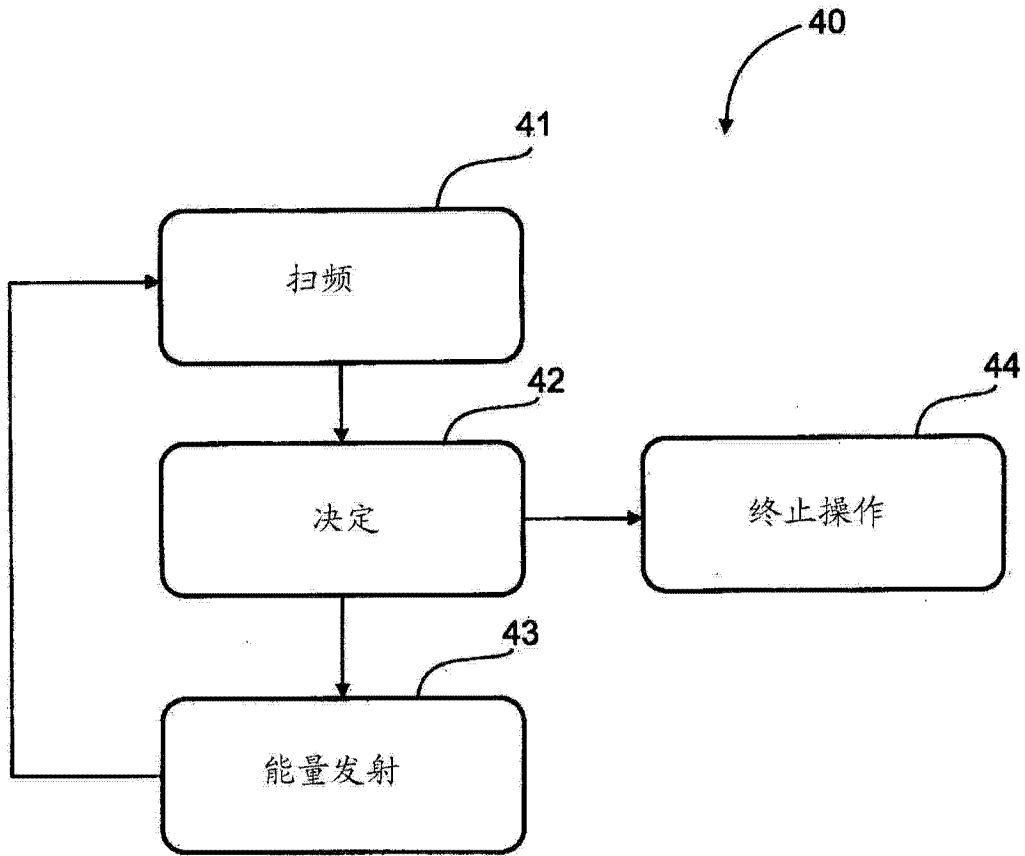


图 4

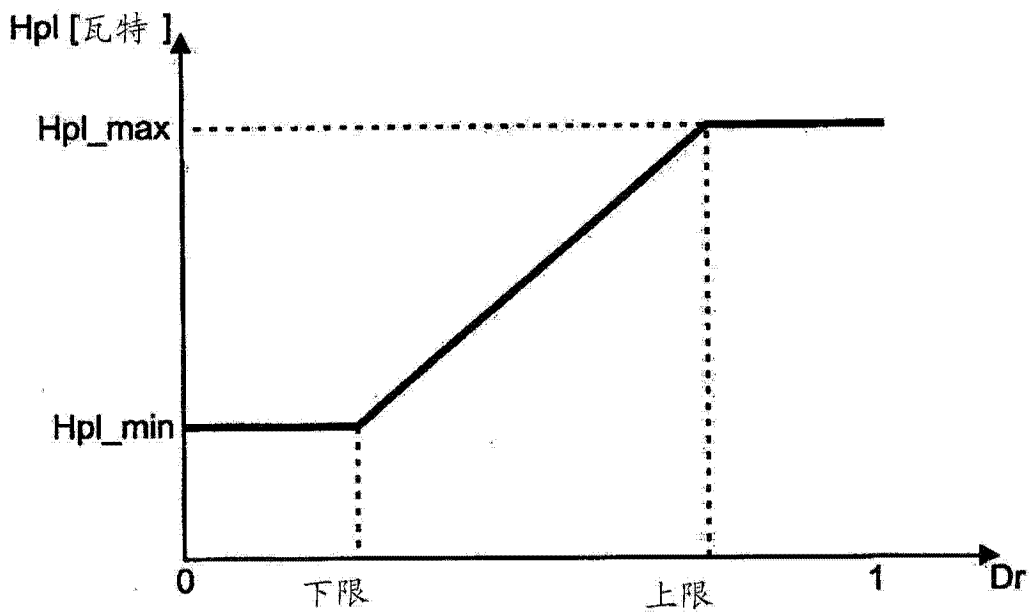


图 5

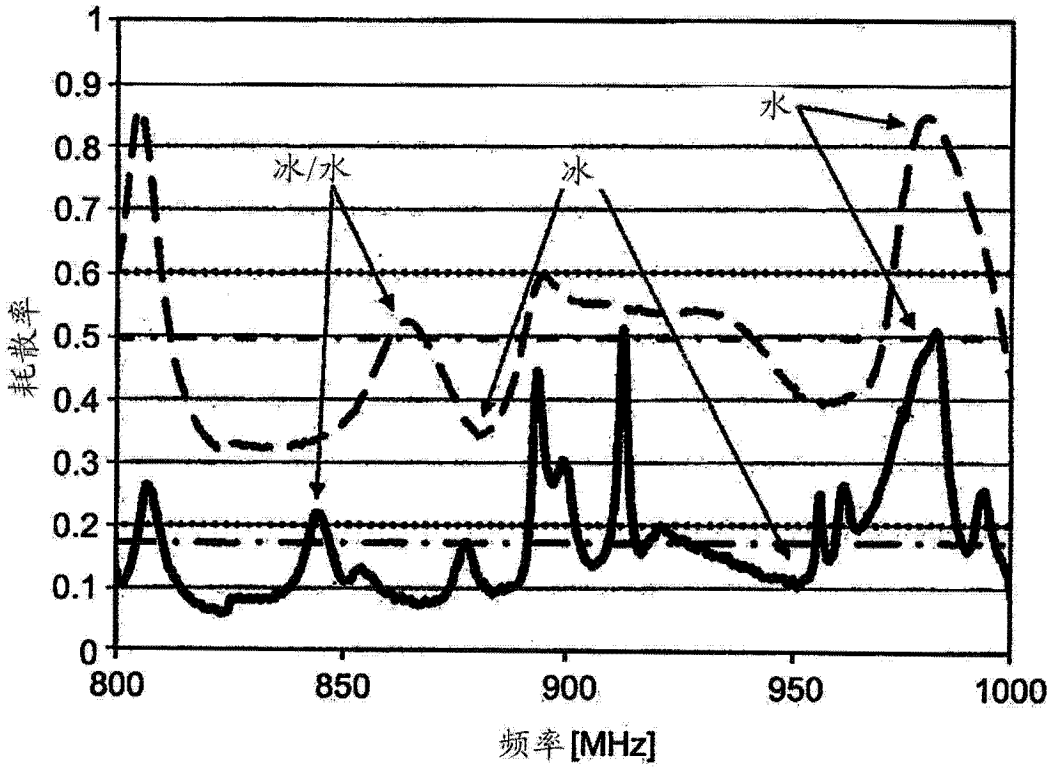


图 6

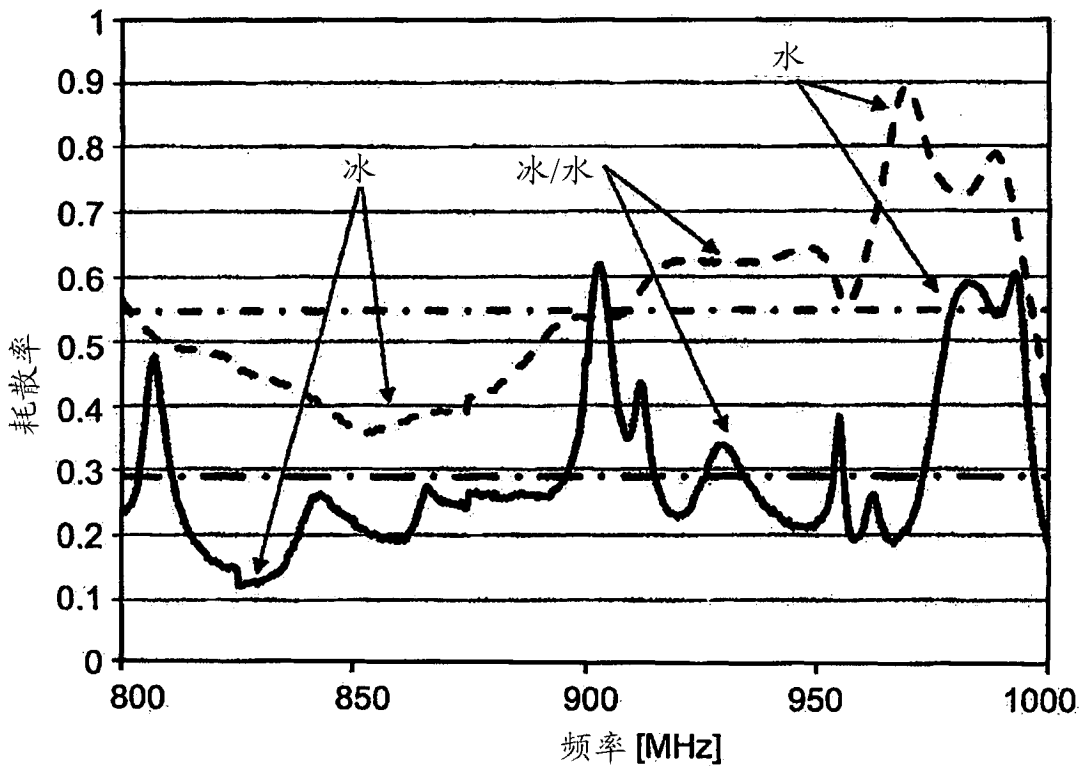


图 7

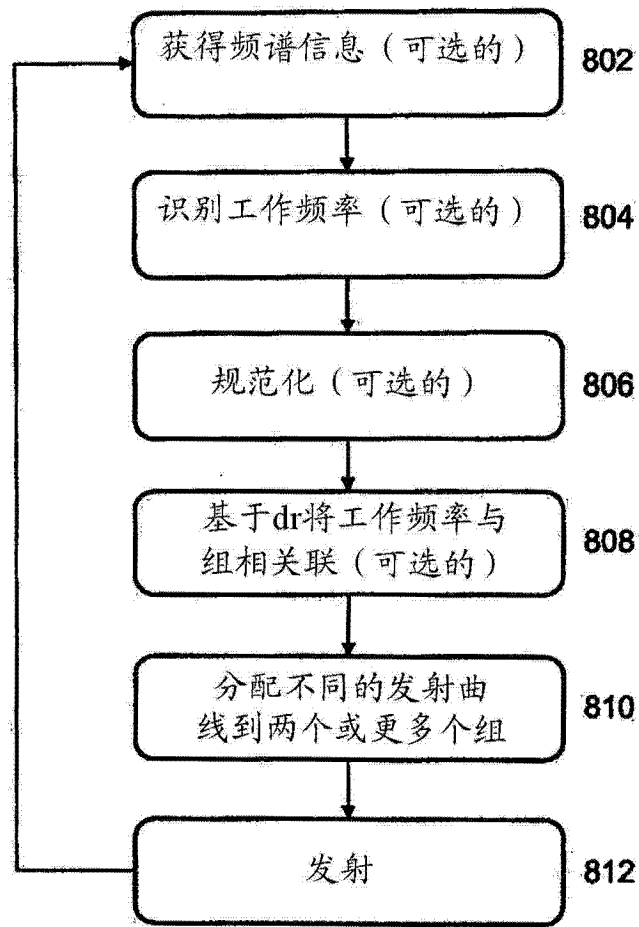


图 8

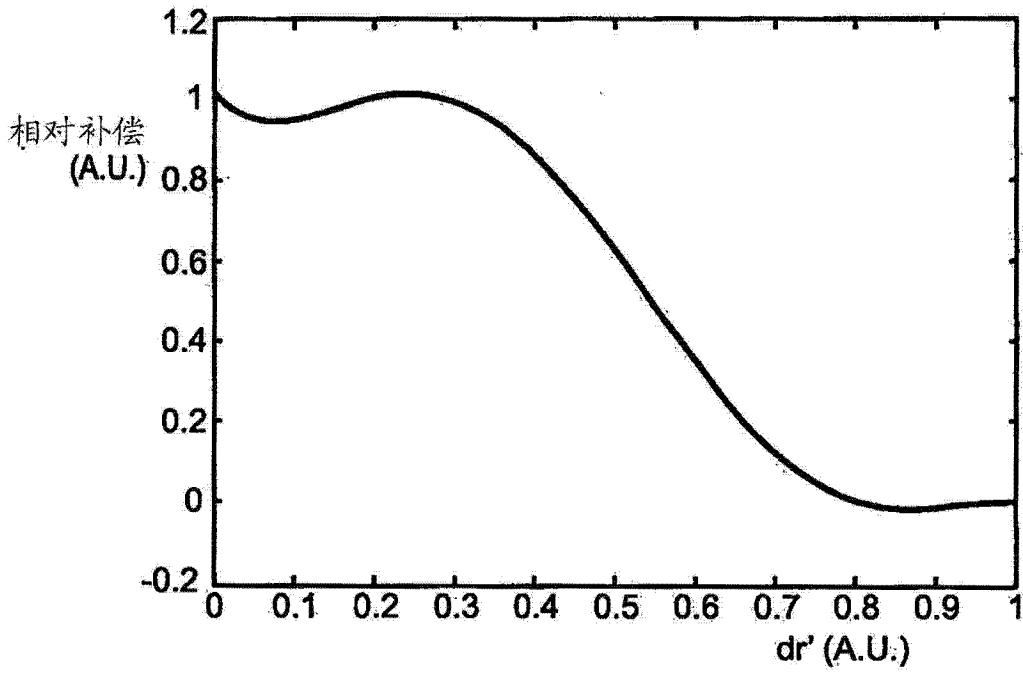


图 9

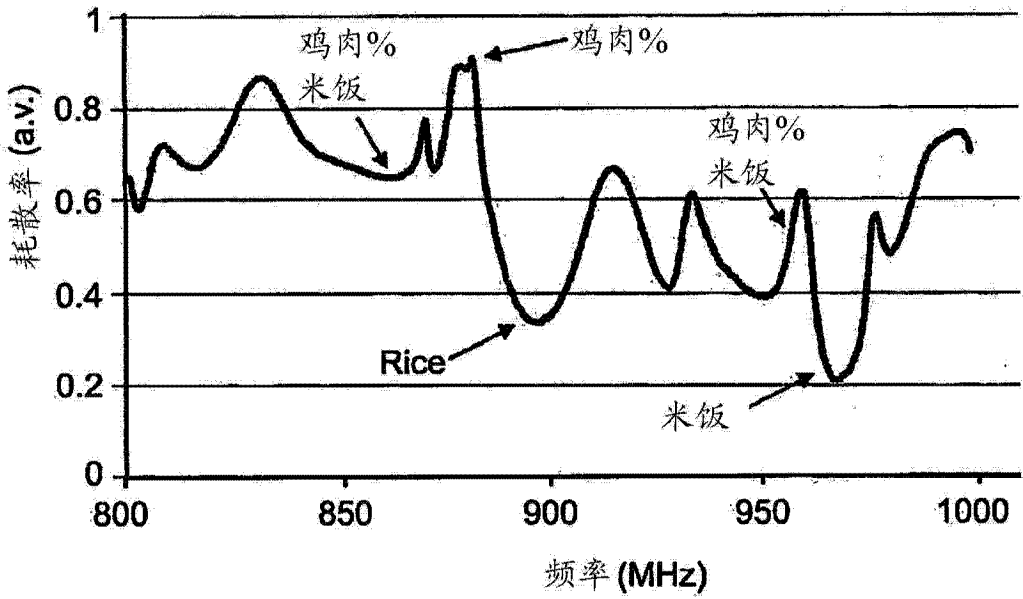


图 10

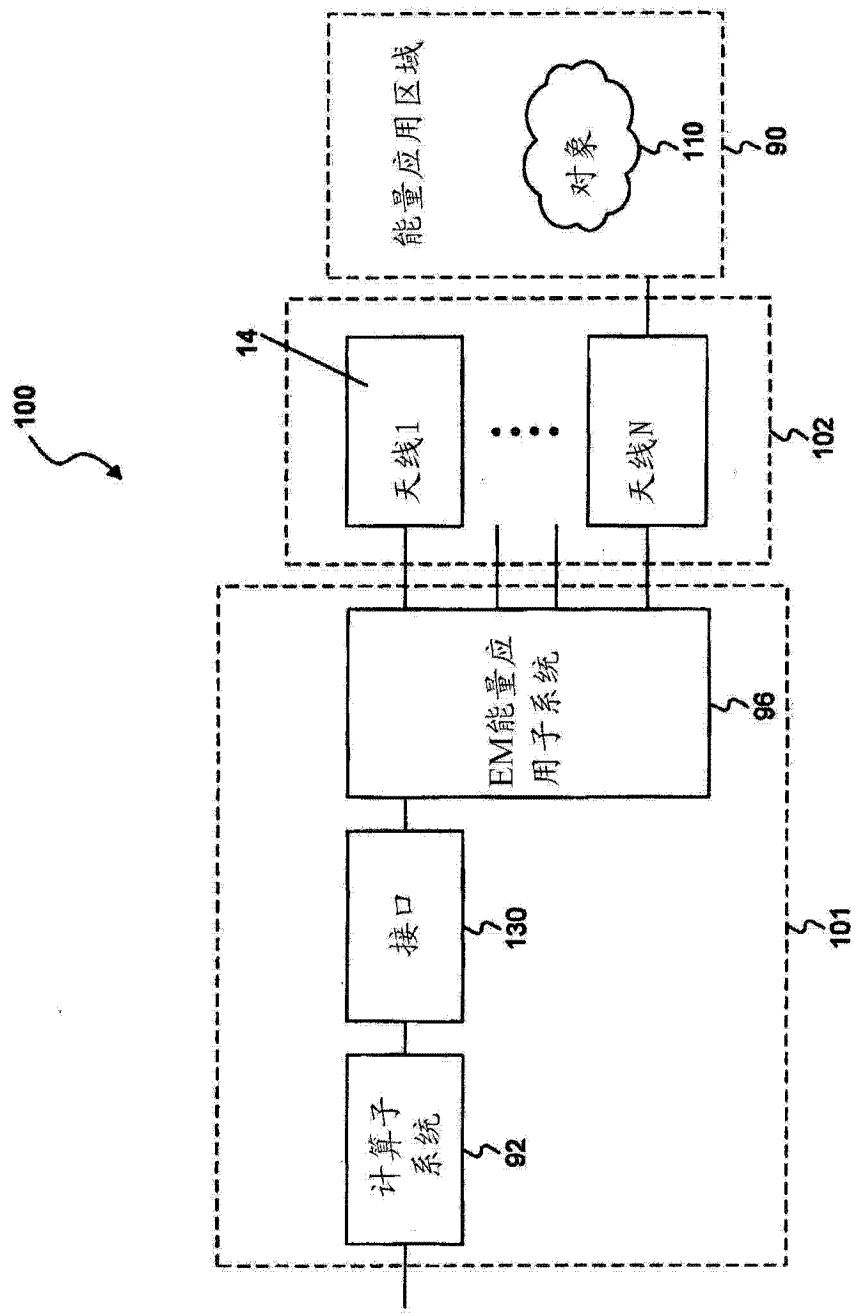


图 11

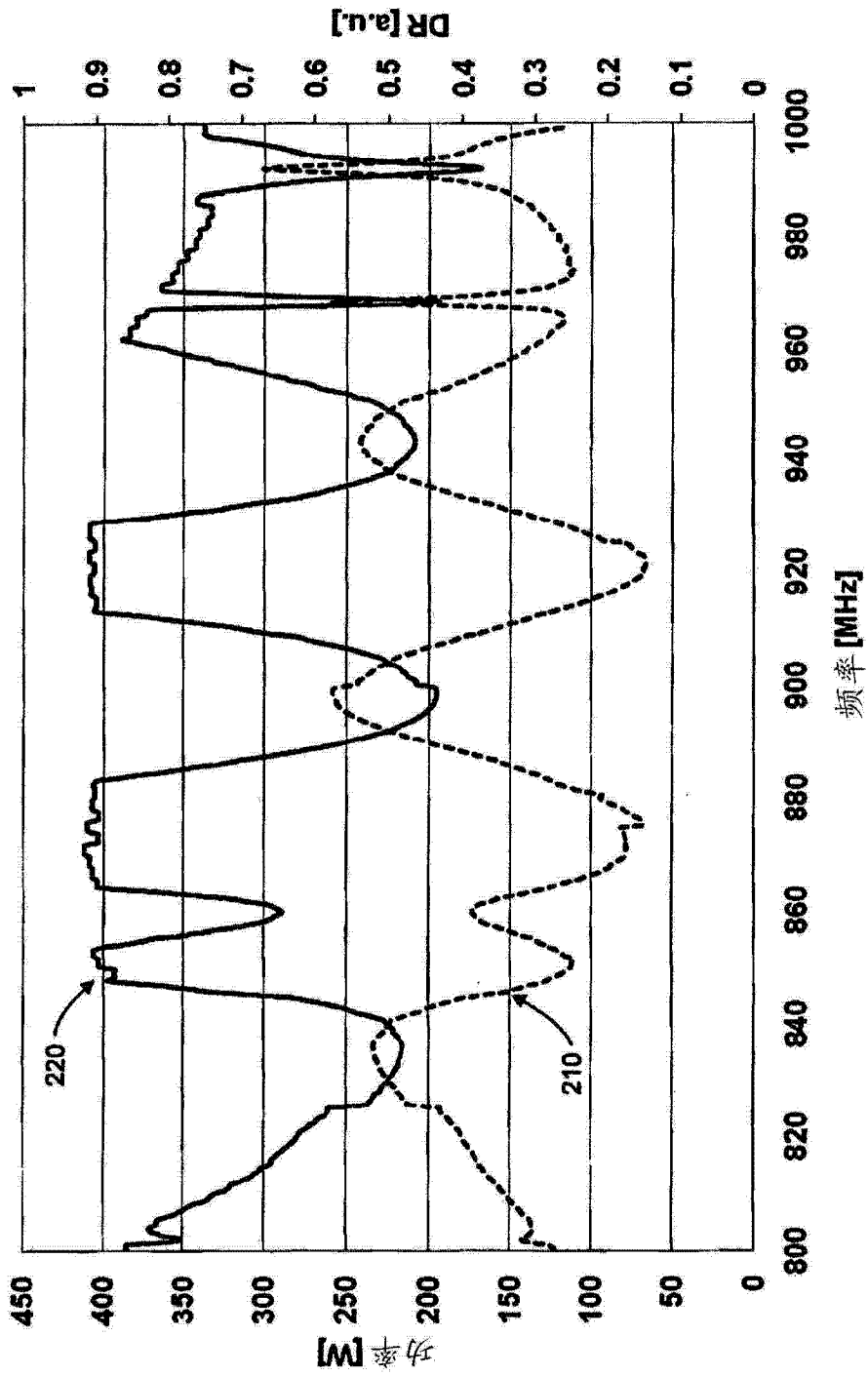


图 12

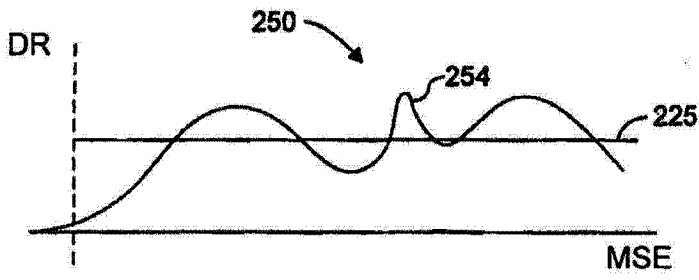


图 13

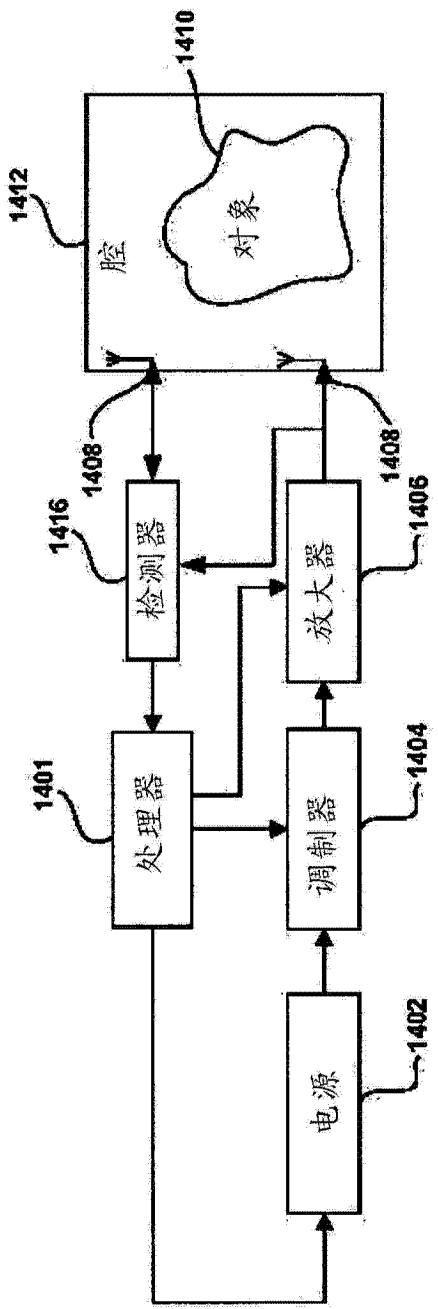


图 14

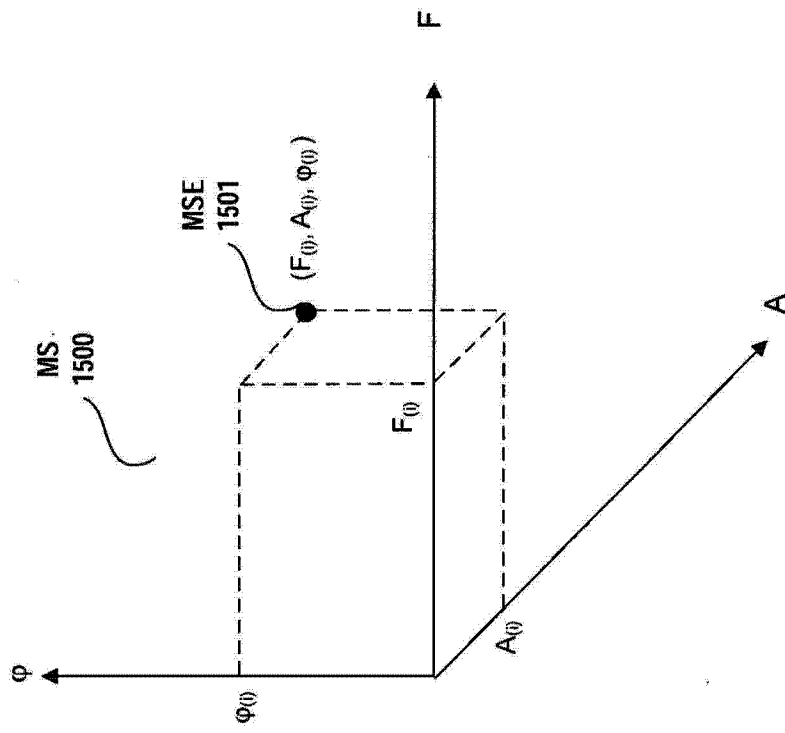


图 15