



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109329697 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 12

(21) 申请号 201811143632.8

(22) 申请日 2018.09.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109329697 A

(43) 申请公布日 2019.02.15

(30) 优先权数据
15/721,256 2017.09.29 US

(73) 专利权人 恩智浦美国有限公司
地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 D·P·莱斯特 D·J·维扎

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
代理人 刘偶

(51) Int.Cl.

H05B 6/54 (2006.01)

H05B 6/46 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4980530 A,1990.12.25

JP 2012-207900 A,2012.10.25

GB 621320 A,1949.04.07

CN 106922798 A,2017.07.07

CN 107787604 A,2018.03.09

EP 3060029 A1,2016.08.24

GB 2465542 A,2010.05.26

JP 2004278889 A,2004.10.07

JP 2019075361 A,2019.05.16

JP 2005129335 A,2005.05.19

审查员 邱臣

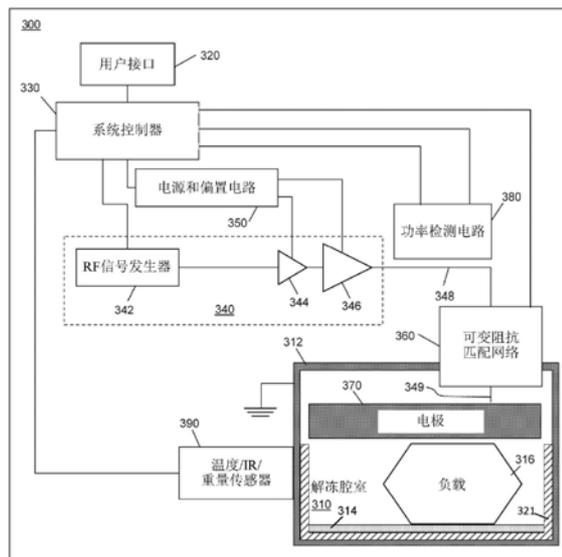
权利要求书2页 说明书29页 附图12页

(54) 发明名称

用于射频加热和解冻的设备和方法

(57) 摘要

本公开涉及用于射频加热和解冻的设备和方法。一种射频(RF)加热系统可包括可装卸抽屉,其可插入在所述RF加热系统的固定托架下方以形成封闭腔室。所述抽屉可包括可与解冻系统的所述托架介接以便将所述抽屉电耦合到所述RF加热系统的导电通道或侧轨条。所述抽屉可包括在将所述抽屉插入于所述托架下方时电耦合到地面或RF信号源的电极。所述托架可包括具有不同大小的可选择电极。所述RF加热系统可使用识别电路以辨别已经插入于所述托架下方的抽屉的类型。可将RF能量施加到所述抽屉的所述电极或所述托架以加热所述封闭腔室中的负载。



1. 一种射频 (RF) 加热或解冻系统, 其特征在于, 包括:
 - 射频 (RF) 信号源, 其被配置成产生 RF 信号;
 - 第一结构, 其包括第一电极, 其中所述第一电极电耦合到所述 RF 信号源;
 - 第二结构, 其中所述第一结构和所述第二结构被配置成以非永久性方式物理地接合在一起以在所述第一结构与所述第二结构之间形成腔室, 所述第二结构包括:
 - 第二电极, 其在所述第二结构与所述第一结构物理地接合时与所述第一电极至少部分地竖直重叠, 和
 - 第一导电特征, 其永久性地耦合到所述第二结构; 以及
 - 第二导电特征, 其被配置成在所述第二结构与所述第一结构完全物理地接合时物理地连接到且电连接到所述第一导电特征;
 - 所述第一结构包括托架, 其中所述第二结构包括形成可装卸抽屉的一部分的可装卸平台, 且其中所述第一导电特征永久性地电耦合到所述第二电极;
 - 其中所述可装卸抽屉进一步包括:
 - 侧轨条, 所述第一导电特征连接到所述侧轨条;
 - 电介质材料, 所述第二电极形成在所述电介质材料上或所述电介质材料中; 以及
 - 一个或多个导电迹线, 其形成在所述电介质材料中或所述电介质材料上, 将所述第二电极电连接到所述第一导电特征。
2. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述可装卸抽屉完全由导电材料形成。
3. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述第一导电特征与所述侧轨条一体地形成。
4. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 进一步包括:
 - 电压参考, 其电耦合到所述第二导电特征; 和
 - 通道, 所述侧轨条可插入到所述通道中, 其中所述第一与第二导电特征在将所述侧轨条完全插入到所述通道中时连接以在所述第二电极与所述电压参考之间提供电路径。
5. 根据权利要求 4 所述的系统, 其特征在于, 所述第二导电特征定位于所述通道的顶部内表面处, 且其中所述通道包括:
 - 结块, 其形成于所述通道的底部内表面的一部分上, 其中在将所述侧轨条完全插入到所述通道中时在所述通道的所述顶部内表面处通过所述结块使所述侧轨条的所述第一导电特征与所述第二导电特征保持电接触。
6. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 进一步包括:
 - 标识符, 其耦合到所述可装卸平台, 识别所述第二电极的一个或多个特征。
7. 一种射频 (RF) 加热或解冻系统, 其特征在于, 包括:
 - 射频 (RF) 信号源, 其被配置成产生 RF 信号;
 - 托架, 其包括第一电极;
 - 传输路径, 其在所述 RF 信号源与所述第一电极之间, 接近于所述系统的腔室定位, 其中所述传输路径被配置成将所述 RF 信号从所述 RF 信号源传送到所述第一电极; 以及
 - 形成可装卸抽屉的一部分的可装卸平台, 其安置在所述托架下方且包括与所述第一电极相对且面向所述第一电极布置的第二电极;
 - 导电侧轨条, 被配置成插入到所述托架的金属通道中;

标识符,其形成于所述可装卸抽屉的所述可装卸平台上,识别所述第二电极的一个或多个特征;和

导电迹线,其形成于所述可装卸抽屉的电介质内部底壁和所述可装卸抽屉的内部侧壁上,将所述导电侧轨条电耦合到所述第二电极。

8. 一种被配置成插入在托架下方以形成腔室的抽屉,其特征在于,所述抽屉包括:

电极,其形成于所述抽屉的平台上,所述电极在将所述抽屉插入在所述托架下方时与所述托架的第二电极重叠;以及

导电侧轨条,其电耦合到所述电极且被配置成插入到所述托架的金属通道中;

标识符,其形成于所述抽屉的所述平台上,识别所述第二电极的一个或多个特征;和

导电迹线,其形成于所述抽屉的电介质内部底壁和所述抽屉的内部侧壁上,将所述导电侧轨条电耦合到所述电极。

用于射频加热和解冻的设备和方法

技术领域

[0001] 本文中所述的主题的实施例大体上涉及使用射频 (RF) 能量解冻和加热负载的设备和方法。

背景技术

[0002] 常规的电容性食物解冻 (或融化) 系统包括包含在加热室内的大型平面电极。在将食物负载放置在电极之间且使电极与食物负载接触之后, 将低功率电磁能供应到电极, 以实现食物负载轻微加热。在这些常规电容性食物解冻系统中, 上面安置有食物负载的电极在进行解冻或融化操作之后可能需要清洁。举例来说, 由于融化食物产生的滴落和凝结可在系统的加热室中进行积累, 且可腐化或形成有害细菌可在保持无人照管的情况下生长的环境。然而, 清洁常规系统的电极或加热室可能是困难或不方便的。

[0003] 此外, 常规电容性食物解冻系统包括具有固定大小和形状的加热室。在明显大于食物负载的加热室中解冻食物负载相对于用于执行解冻的电量可能是低效的。相反地, 一些食物负载对于用以容纳的给定加热室来说可能过大。

发明内容

[0004] 根据本发明的第一方面, 提供一种系统, 包括:

[0005] 射频 (RF) 信号源, 其被配置成产生 RF 信号;

[0006] 第一结构, 其包括第一电极, 其中所述第一电极电耦合到所述 RF 信号源;

[0007] 第二结构, 其中所述第一结构和所述第二结构被配置成以非永久性方式物理地接合在一起以在所述第一结构与所述第二结构之间形成腔室, 所述第二结构包括:

[0008] 第二电极, 其在所述第二结构与所述第一结构物理地接合时与所述第一电极至少部分地垂直重叠, 和

[0009] 第一导电特征, 其永久性地耦合到所述第二结构; 以及

[0010] 第二导电特征, 其被配置成在所述第二结构与所述第一结构完全物理地接合时物理地连接到且电连接到所述第一导电特征。

[0011] 在一个或多个实施例中, 所述第一结构包括托架, 其中所述第二结构包括形成可装卸抽屉的一部分的可装卸平台, 且其中所述第一导电特征永久性地电耦合到所述第二电极。

[0012] 在一个或多个实施例中, 所述可装卸抽屉完全由导电材料形成。

[0013] 在一个或多个实施例中, 所述可装卸抽屉进一步包括:

[0014] 侧轨条, 所述第一导电特征连接到所述侧轨条;

[0015] 电介质材料, 所述第二电极形成在所述电介质材料上或所述电介质材料中; 以及

[0016] 一个或多个导电迹线, 其形成在所述电介质材料中或所述电介质材料上, 将所述第二电极电连接到所述第一导电特征。

[0017] 在一个或多个实施例中, 所述第一导电特征与所述侧轨条一体地形成。

- [0018] 在一个或多个实施例中,所述系统进一步包括:
- [0019] 电压参考,其电耦合到所述第二导电特征;和
- [0020] 通道,所述侧轨条可插入到所述通道中,其中所述第一与第二导电特征在将所述侧轨条完全插入到所述通道中时连接以在所述第二电极与所述电压参考之间提供电路路径。
- [0021] 在一个或多个实施例中,所述第二导电特征定位于所述通道的顶部内表面处,且其中所述通道包括:
- [0022] 结块,其形成于所述通道的底部内表面的一部分上,其中在将所述侧轨条完全插入到所述通道中时在所述通道的所述顶部内表面处通过所述结块使所述侧轨条的所述第一导电特征与所述第二导电特征保持电接触。
- [0023] 在一个或多个实施例中,所述结块由选自尼龙和聚四氟乙烯组成的组的材料形成。
- [0024] 在一个或多个实施例中,所述侧轨条包括:
- [0025] 第一部分,其沿着第一轴延伸且包括在将所述侧轨条完全插入到所述通道中时与所述结块和所述通道的所述顶部内表面接触的远端部分;
- [0026] 第二部分,其沿着平行于所述第一轴的第二轴延伸且与所述通道的所述底部内表面的额外部分接触,所述额外部分不同于所述通道的所述底部内表面中在将所述侧轨条完全插入到所述通道中时上面形成有所述结块的部分;以及
- [0027] 第三部分,其沿着与所述第一轴与第二轴相交的第三轴延伸且将所述第一部分连接到所述第二部分。
- [0028] 在一个或多个实施例中,所述系统进一步包括:
- [0029] 标识符,其耦合到所述可装卸平台,识别所述第二电极的一个或多个特征。
- [0030] 在一个或多个实施例中,所述托架进一步包括:
- [0031] 第三电极,其邻近于所述第一电极;
- [0032] 第四电极,其邻近于所述第三电极和所述第一电极;以及
- [0033] 辨识电路,其被配置成基于所述标识符而确定所述第二电极的所述一个或多个特征。
- [0034] 在一个或多个实施例中,所述托架基于所述第二电极的所述经识别的一个或多个特征选择性地将所述RF信号施加到所述第一电极、所述第三电极和所述第四电极中的一个或多个。
- [0035] 根据本发明的第二方面,提供一种系统,包括:
- [0036] 射频(RF)信号源,其被配置成产生RF信号;
- [0037] 托架,其包括第一电极;
- [0038] 传输路径,其在所述RF信号源与所述第一电极之间,接近于所述系统的腔室定位,其中所述传输路径被配置成将所述RF信号从所述RF信号源传送到所述第一电极;以及
- [0039] 可装卸平台,其安置在所述托架下方且包括与所述第一电极相对且面向所述第一电极布置的第二电极。
- [0040] 在一个或多个实施例中,所述可装卸平台形成可装卸抽屉的部分,所述可装卸抽屉包括:
- [0041] 导电侧轨条,其永久性地连接到所述可装卸抽屉的一侧;

- [0042] 电介质材料,在其上安置有所述第二电极;以及
- [0043] 一个或多个导电迹线,其安置于所述电介质材料上,将所述第二电极电连接到所述导电侧轨条。
- [0044] 在一个或多个实施例中,所述系统进一步包括:
- [0045] 支撑结构,其与所述可装卸平台接触且被配置成推动所述可装卸抽屉以与所述托架接触。
- [0046] 在一个或多个实施例中,所述托架进一步包括:
- [0047] 电压参考;和
- [0048] 导电端,其与所述导电侧轨条和所述电压参考电接触,其中所述导电端将所述导电侧轨条电耦合到所述电压参考,且其中所述支撑结构被配置成将压力施加到所述可装卸抽屉的所述可装卸平台以维持所述导电端与所述导电侧轨条之间的电接触。
- [0049] 在一个或多个实施例中,所述可装卸抽屉进一步包括:
- [0050] 标识符,其安置于所述可装卸平台上,识别所述第二电极的一个或多个特征。
- [0051] 在一个或多个实施例中,所述托架进一步包括:
- [0052] 第三电极,其邻近于所述第一电极;
- [0053] 第四电极,其邻近于所述第三电极和所述第一电极;以及
- [0054] 辨识电路,其被配置成基于所述标识符确定所述第二电极的所述一个或多个特征,其中所述托架基于所述第二电极的所述经识别的一个或多个特征选择性地将所述RF信号施加到所述第一电极、所述第三电极和所述第四电极中的一个或多个。
- [0055] 根据本发明的第三方面,提供一种被配置成插入在托架下方以形成腔室的抽屉,所述抽屉包括:
- [0056] 电极,其形成于所述抽屉的平台上,所述电极在将所述抽屉插入在所述托架下方时与所述托架的第二电极重叠;以及
- [0057] 导电侧轨条,其电耦合到所述电极且被配置成插入到所述托架的金属通道中。
- [0058] 在一个或多个实施例中,所述抽屉进一步包括:
- [0059] 标识符,其形成于所述抽屉的所述平台上,识别所述第二电极的一个或多个特征;和
- [0060] 导电迹线,其形成于所述抽屉的电介质内部底壁和所述抽屉的内部侧壁上,将所述导电侧轨条电耦合到所述电极。
- [0061] 本发明的这些和其它方面将根据下文中所描述的实施例显而易见,且参考这些实施例予以阐明。

附图说明

- [0062] 可以结合以下图式考虑,通过参考具体实施方式和权利要求书得到对主题的更完整理解,其中相同附图标记在各图中指代类似元件。
- [0063] 图1是根据例子实施例的解冻器具的透视图。
- [0064] 图2是包括解冻系统的其它例子实施例的制冷机/冷冻机器具的透视图。
- [0065] 图3是根据例子实施例的解冻设备的简化框图。
- [0066] 图4是根据例子实施例的可变电感匹配网络的示意图。

- [0067] 图5是根据例子实施例的可变电感网络的示意图。
- [0068] 图6是描绘在可变阻抗匹配网络实施例中的多个电感可如何使输入腔室阻抗与RF信号源匹配的史密斯圆图的例子。
- [0069] 图7是根据例子实施例的解冻系统的横截面侧视图。
- [0070] 图8是根据例子实施例的解冻系统的一部分的透视图。
- [0071] 图9是根据例子实施例的利用动载匹配操作解冻系统的方法的流程图。
- [0072] 图10是标绘通过用于两个不同负载的解冻操作的腔室匹配设置对比RF信号源匹配设置的图表。
- [0073] 图11A是根据例子实施例的可在图2的解冻系统中使用的抽屉的正视图。
- [0074] 图11B是根据例子实施例的可在图2的解冻系统中使用的抽屉的侧视图。
- [0075] 图11C是根据例子实施例的可在图2的解冻系统中使用的抽屉的后视图。
- [0076] 图12A是根据例子实施例的可在图2的解冻系统中使用的抽屉的正视图。
- [0077] 图12B是根据例子实施例的可在图2的解冻系统中使用的抽屉的侧视图。
- [0078] 图12C是根据例子实施例的可在图2的解冻系统中使用的抽屉的后视图。
- [0079] 图13A是根据例子实施例的用于抽屉的侧轨条在导电通道中处于脱离位置的解冻系统的接触机构的侧视图。
- [0080] 图13B是根据例子实施例的用于抽屉的侧轨条在导电通道中处于部分接合位置的解冻系统的接触机构的侧视图。
- [0081] 图13C是根据例子实施例的用于抽屉的侧轨条在导电通道中处于接合位置的解冻系统的接触机构的侧视图。
- [0082] 图14A是根据例子实施例的用于抽屉处于脱离位置的解冻系统的接触机构的正视图。
- [0083] 图14B是根据例子实施例的用于抽屉在经推动以与导电端接触之后处于接合位置的解冻系统的接触机构的正视图。
- [0084] 图15是根据例子实施例的可在图11A-12C的抽屉中使用的抽屉的内部底壁的俯视图,其中内部底壁包括电极。
- [0085] 图16是根据例子实施例的可在图11A-12C的抽屉中使用的抽屉的内部底壁的俯视图,其中内部底壁包括电极。
- [0086] 图17是根据例子实施例的解冻系统的内部顶表面的仰视图,其中内部顶表面可包括具有不同大小和形状的可个别选择的电极,且其中内部顶表面可面向图15或图16中所示出的类型的抽屉的内部底壁。
- [0087] 图18是根据例子实施例的示出插入在托架下方以形成安置有负载的腔室的抽屉的说明性解冻系统的横截面正视图。

具体实施方式

[0088] 以下详细描述本质上仅为说明性的,且并不意图限制主题的实施例或此类实施例的应用和使用。本文中所使用的词语“示例性”和“例子”意味着“充当例子、实例或说明”。本文中描述为示例性或例子的任何实施方案未必应被解释为比其它实施方案优选或有利。此外,不希望受先前技术领域、背景技术或以下详细描述中呈现的任何所表达或暗示的理论

的限定。

[0089] 本发明主题的实施例包括用于使用加热室或电极解冻和/或加热食物负载(或其它类型的负载)的设备和方法,加热室或电极可经移除以供清洁和/或具有模块化调谐腔室以容纳具有不同大小和/或形状的负载。本文中所描述的主题的实施例涉及可并入到独立器具或其它系统中的固态解冻或加热设备。如下文更详细地描述,使用安置在腔室中的第一电极、放大器布置(包括一个或多个晶体管)、耦合于放大器布置的输出与第一电极之间的阻抗匹配网络和可检测解冻设备的解冻操作的进度的测量与控制系统实现示例性解冻/加热系统。在实施例中,阻抗匹配网络为可变阻抗匹配网络,可变阻抗匹配网络可在解冻操作期间经调整以改善放大器布置和腔室之间的匹配。

[0090] 一般来说,术语“解冻”意指将冷冻负载(例如,食物负载或其它类型的负载)的温度升高到负载不再冷冻的温度(例如,处于或接近0摄氏度的温度)。应注意,在本公开中,对“食物负载”进行引用作为用于解冻系统的负载的例子,且应理解,对食物负载的引用也可指代可由解冻系统加热的其它类型的负载(例如,液体、非消耗材料)。

[0091] 如本文中所使用,术语“解冻”更广泛地意指通过对负载施加RF功率而增加负载(例如,食物负载或其它类型的负载)的热能或温度的过程。因此,在各种实施例中,可以对具有任何初始温度(例如,高于或低于0摄氏度的任何初始温度)的食物负载执行“解冻操作”,且可以在高于初始温度的任何最终温度(例如,包括高于或低于0摄氏度的最终温度)时停止解冻操作。也就是说,本文中所描述的“解冻操作”和“解冻系统”可替换地被称为“热增加操作”和“热增加系统”。术语“解冻”不应被解释为将本发明的应用限制于仅能够将冷冻负载的温度升高到处于或接近0摄氏度的温度的方法或系统。

[0092] 在负载的解冻期间,液体可由于凝结或泄漏而积累在解冻系统的密闭结构中。此液体可在保持无人照管过长的情况下不当腐化,这可形成对于清洁解冻系统的密闭结构的需要。因此,为了更容易清洁,相较于不具有可装卸密封结构的解冻系统,解冻系统包括可装卸密封结构(例如,抽屉或平台)可为有利的。举例来说,一些解冻系统可安置在对于与彻底清洁相关联的时间长度消费者难以到达的位置,例如安置在高托架上或接近于地面安置。相比之下,可将例如本文中所论述的抽屉的可装卸密封结构移动到可更容易且有效地执行清洁的位置,例如水槽。

[0093] 此外,常规解冻系统通常包括具有固定大小和形状的电极和密封结构。然而,具有给定大小和形状的电极或密封结构对于解冻具有各种形状和/或大小的负载可能并不理想。举例来说,在明显大于负载的密闭结构中解冻负载相对于用于执行解冻操作的电量可为低效的。相反地,对于用以容纳的给定密闭结构,一些负载可能过大。作为另一例子,使用相对较大电极解冻负载可由于电极之间传递的RF能量的一部分在解冻期间将并不趋于加热负载而导致功率效率低下。相反地,使用相对较小电极解冻负载可由于负载中并不与电极重叠的部分可不接收负载中与电极重叠的部分那么多的RF能量而导致负载并未经均匀或完全加热。因此,使用与具有不同形状和大小和/或具有具有不同形状、大小或配置的电极的多个抽屉相容的解冻系统以使得可容纳具有不同形状和大小的负载可为有利的。

[0094] 图1是根据例子实施例的解冻系统100的透视图。解冻系统100包括解冻腔室110、控制面板120、一个或多个射频(RF)信号源(例如,RF信号源340,图3)、电源(例如,电源350,图3)、第一电极170、功率检测电路(例如,功率检测电路380,图3)和系统控制器(例如,系统

控制器330,图3)。解冻腔室110由顶部、底部、侧部和背面腔室壁111、112、113、114、115的内表面和门116的内表面限定。在门116关闭的情况下,解冻腔室110限定封闭的空气腔室。如本文中所使用,术语“空气腔室”可意味着包含空气或其它气体的封闭区域(例如,解冻腔室110)。

[0095] 根据实施例,第一电极170被布置成接近于腔壁(例如,顶壁111),第一电极170与其余的腔壁(例如,壁112到壁115和门116)电隔离,且其余的腔壁均接地。在此类配置中,系统可以简单化的方式建模成电容器,其中第一电极170充当一个导电板,接地的腔壁(例如,壁112到壁115)充当第二导电板(或电极),且空气腔室(包括包含于其中的任何负载)充当第一导电板与第二导电板之间的电介质。尽管未在图1中示出,但非导电阻挡层(例如,阻挡层314,图3)也可包括于系统100中,且非导电阻挡层可用于将负载与底部腔壁112电隔离和物理隔离。尽管图1示出第一电极170接近于顶壁111,但可替换的是,第一电极170可接近于其它壁112到壁115中的任何一个,如替代电极172到替代电极175所指示。

[0096] 根据实施例,在解冻系统100的操作期间,用户(未示出)可将一个或多个负载(例如,食物和/或液体)放置到解冻腔室110中,且任选地可经由控制面板120提供指定负载的特性的输入。举例来说,指定的特性可包括负载的大致重量。此外,所指定的负载特性可指示形成负载的材料(例如,肉类、面包、液体)。在替代实施例中,可以某一其它方式(例如,通过扫描负载包装上的条形码或从负载上或嵌入负载内的RFID标签接收射频识别(RFID)信号)而获得负载特性。无论如何,如将稍后更详细地描述,关于此类负载特性的信息使得系统控制器(例如,系统控制器330,图3)能够在开始解冻操作时建立用于系统的阻抗匹配网络的初始状态,其中初始状态可相对接近于实现到负载中的最大RF功率传送的最佳状态。可替换的是,在解冻操作开始之前可能并不输入或接收负载特性,且系统控制器可建立用于阻抗匹配网络的默认初始状态。

[0097] 为了开始解冻操作,用户可经由控制面板120提供输入。作为响应,系统控制器使RF信号源(例如,RF信号源340,图3)向第一电极170供应RF信号,第一电极170响应性地将电磁能辐射入解冻腔室110中。电磁能增加了负载的热能(即,电磁能使负载升温)。

[0098] 在解冻操作期间,负载的阻抗随着负载热能的增加而改变(且因此腔室110加负载的总输入阻抗也发生改变)。阻抗变化更改了负载对RF能量的吸收,且因此更改了反射功率的量值。根据实施例,功率检测电路(例如,功率检测电路380,图3)持续地或周期性地测量沿着RF信号源(例如,RF信号源340,图3)与第一电极170之间的传输路径(例如,传输路径348,图3)的前向功率和/或反射功率。基于这些测量值,系统控制器(例如,系统控制器330,图3)可检测解冻操作的完成,如下文将详细描述,或确定食物负载已达到所要温度或最终状态。根据另一实施例,阻抗匹配网络为可变的,且基于前向功率和/或反射功率测量值,系统控制器可在解冻操作期间更改阻抗匹配网络的状态以增强负载对RF功率的吸收。

[0099] 图1的解冻系统100体现为台面型器具。在另一实施例中,解冻系统100还可包括用于执行微波烹饪操作的组件和功能性。可替换的是,解冻系统的组件可并入其它类型的系统或器具中。举例来说,图2是包括解冻系统210、220的其它例子实施例的制冷机/冷冻机器具200的透视图。更具体地说,解冻系统210示出为并入系统200的冷冻室212内,且解冻系统220示出为并入系统的制冷室222内。实际的制冷机/冷冻机器具可能将包括解冻系统210、220中的仅一个,但这两者均在图2中示出以简明地传达这两者的实施例。

[0100] 类似于解冻系统100,解冻系统210、220中的每一个包括解冻腔室;控制面板214、224;一个或多个RF信号源(例如,RF信号源340,图3);电源(例如,电源350,图3);第一电极(例如,电极370、770、1704、1706、1708、1812,图3、7、17、18);第二电极(例如,电极772、1504、1604,图7、15、16);功率检测电路(例如,功率检测电路380,图3);抽屉218、228以及系统控制器(例如,系统控制器330,图3)。举例来说,解冻腔室可由抽屉218、228(例如,抽屉321、721、1110、1210、1412、1802,图3、7、11、12、14、18)的底部、侧部、前部和后部壁的内表面和固定托架216、226(例如,托架1426、1804,图14、18)的内部顶表面限定,抽屉218、228可在固定托架216、226下方滑动;插入在固定托架216、226下方或以其它方式物理接合。抽屉218、228可包含或可充当用于系统210、220的第二电极。在抽屉218、228完全在托架下方滑动的情况下,抽屉218、228和托架216、226将腔室限定为封闭空气腔室。在各种实施例中,解冻系统210、220的组件和功能性可能与解冻系统100的组件和功能性大体上相同。

[0101] 此外,根据实施例,解冻系统210、220中的每一个可分别与其中安置有系统210的冷冻室212或其中安置有系统220的制冷室222具有充足的热连通。在此类实施例中,在完成解冻操作之后,负载可维持在安全温度(即,延缓食物腐败的温度),直到将负载从系统210、220中移出。更具体地说,基于冷冻机的解冻系统210完成解冻操作后,其内包含解冻后的负载的腔室可与冷冻室212热连通,且如果不即时将负载从腔室中移出,那么负载可能会再次冻结。类似地,当通过基于制冷机的解冻系统220完成解冻操作时,其内包含解冻负载的腔室可与制冷室222热连通,且如果不即时将负载从腔室中移出,那么负载可能在制冷室222内的温度下维持解冻状态。

[0102] 基于本文中的描述,本领域的技术人员将理解,解冻系统的实施例还可并入具有其它配置的系统或器具中。因此,上文所描述的独立器具中的解冻系统的实施方案、微波烘炉器具、冷冻机和制冷机并非意味着仅将实施例的使用限制于那些类型的系统。

[0103] 尽管解冻系统100、200被示出其组件关于彼此呈特定的相对定向,但应理解,各种组件也可不同定向。另外,各种组件的物理配置可不同。举例来说,控制面板120、214、224可具有更多、更少或不同的用户接口元件,和/或用户接口元件可以不同方式布置。另外,控制面板214、224可定位在其它处(例如,冷冻室212或制冷室222内的壁上或固定托架216、226中的一个上)。此外,尽管在图1中示出大体上立方形的解冻腔室110,但应理解,在其它实施例中,解冻腔室可具有不同形状(例如,圆柱形,等等)。另外,解冻系统100、210、220可包括图1、2中并不特定地描绘的额外组件(例如,风扇、固定或旋转板、托盘、电线等等)。

[0104] 图3是根据例子实施例的解冻系统300(例如,解冻系统100、210、220,图1、图2)的简化框图。在实施例中,解冻系统300包括解冻腔室310、用户接口320、系统控制器330、被配置成产生RF信号的RF信号源340、电源和偏置电路350、可变阻抗匹配网络360、电极370和功率检测电路380。另外,在其它实施例中,解冻系统300可包括温度传感器、红外(IR)传感器和/或重量传感器390,但可排除这些传感器组件中的一些或全部。应理解,图3为出于解释和方便描述的目的的解冻系统300的简化表示,且其实际实施例可包括其它装置和组件,以提供额外功能和特征,和/或解冻系统300可为较大电力系统的部分。

[0105] 用户接口320可对应于例如使用户能够向系统提供关于用于解冻操作的参数的输入(例如,待解冻负载的特性等)的控制面板(例如,控制面板120、214、224,图1、图2)、开始和取消按钮、机械控件(例如,门/抽屉打开锁)等。此外,用户接口可被配置成提供指示解冻

操作的状态的用户可感知输出(例如,倒数计时器、指示解冻操作的进度或完成的可见标志和/或指示解冻操作的完成的可听音)和其它信息。

[0106] 系统控制器330可包括一个或多个通用或专用处理器(例如,微处理器、微控制器、专用集成电路(application specific integrated circuit,ASIC)等等)、易失性和/或非易失性存储器(例如,随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、闪存、各种寄存器等等)、一个或多个通信总线以及其它组件。根据实施例,系统控制器330耦合到用户接口320、RF信号源340、可变阻抗匹配网络360、功率检测电路380和传感器390(如果包括)。系统控制器330被配置成接收指示经由用户接口320所接收的用户输入的信号,且从功率检测电路380接收前向和/或反射功率测量值。响应于所接收的信号和测量值,且如随后将更详细地描述,系统控制器330将控制信号提供到电源和偏压电路350以及RF信号源340的RF信号发生器342。此外,系统控制器330将控制信号提供到可变阻抗匹配网络360,此举促使网络360改变其状态或配置。

[0107] 解冻腔室310包括具有第一平行板电极和第二平行板电极的电容性解冻布置,第一平行板电极和第二平行板电极通过其内可放置待解冻负载316的空气腔室分隔开。举例来说,第一电极370(例如,第一电极770,图7或电极1704、1706、1708、1812中的一个,图17、图18)可定位于空气腔室上方,且第二电极(电极1504、1604、1802,图15、16、18)可通过抽屉321(例如,抽屉218、228、721、1110、1210、1412、1802,图2、7、11、12、14、18)的一部分提供,或对于抽屉导电的情况,通过整个抽屉321提供。对于抽屉321整体导电的情况,密闭结构312可包括抽屉321的底壁和侧壁和第一电极370。在此例子中,抽屉321的底壁和侧壁的内表面结合第一电极370的内表面限定腔室310(例如,腔室110,图1)。根据实施例,腔室310可经密封(例如,通过关闭门116,图1或导电推拉门,或通过滑动封闭在例如托架216、226、1426、1804的托架下方的抽屉321,图2、14、18)以包含在解冻操作期间引入到腔室310中的电磁能。对于抽屉321仅部分导电的情况(例如,如图15、16中所示),密闭结构312可包括并非抽屉321的一部分且用于包含例如在腔室310中或由密闭结构312包围的区域中的其它处(例如,例如电感器712-715的电感器,图7)引入的电磁能的顶壁、底壁和侧壁(例如,完全导电或部分导电壁)。系统300可包括确保在解冻操作期间密封完好的一个或多个联锁机构。如果联锁机构中的一个或多个指示密封被破坏,那么系统控制器330可停止解冻操作。根据实施例,密闭结构312至少部分地由导电材料形成,且密闭结构的导电部分可接地。可替换的是,对应于腔室310的底表面的密闭结构312的至少部分可由导电材料形成且接地。无论如何,密闭结构312(或密闭结构312中至少与第一电极370平行的部分,例如抽屉218、228、1110、1210、1412、1802中的一个的底部内表面或“平台”,图2、11、12、14、18)充当电容性解冻布置的第二电极。为了避免负载316与腔室310的接地底表面之间的直接接触,非导电阻挡层314可定位于腔室310的底表面(例如,底壁或“平台”1111、1211,图11、12)上方。

[0108] 解冻腔室310和定位于解冻腔室310中的任何负载316(例如,食物、液体等)呈现为用于通过第一电极370辐射入腔室310中的电磁能(或RF功率)的累积负载。更具体地说,腔室310和负载316向系统呈现在本文中被称作“腔室输入阻抗”的阻抗。腔室输入阻抗在解冻操作期间随着负载316的温度提高而改变。当食物负载从冷冻状态转变为解冻状态时,许多类型的食物负载的阻抗相对于温度以略微可预测的方式改变。根据实施例,基于来自功率检测电路380的反射和/或前向功率测量值,系统控制器330被配置成在解冻操作期间识别

腔室输入阻抗的变化率指示负载316正接近特定温度(例如,-4摄氏度与0摄氏度之间)时的时间点,此时系统控制器330可终止解冻操作。具体地说,系统控制器330被配置成在食物负载经解冻时随时间推移监测反射和/或前向功率测量值。在检测到回损的改变速率何时趋于稳定之后,控制器使用回损的改变速率的历史测量值以确定用于继续解冻过程的额外时间量和/或能量以使食物负载达到所要最终状态-即,-4摄氏度与0摄氏度之间的温和状态。使用所需的确定额外时间量或能量,可接着控制解冻过程且在食物负载已达到所要最终状态时停止解冻过程。

[0109] 在实施例中,第一电极370经由可变阻抗匹配网络360和传输路径348电耦合到RF信号源340。如将稍后更详细地描述,可变阻抗匹配电路360可安置于通过密闭结构312形成的腔室的密封部分内(例如,第一电极370上方),且被配置成执行从RF信号源340的阻抗到解冻腔室340的输入阻抗的阻抗变换,如通过负载316修改。在实施例中,可变阻抗匹配网络360包括无源组件(例如,电感器、电容器、电阻器)的网络。根据更特定实施例,可变阻抗匹配网络360包括定位在密闭结构312内且电耦合到第一电极370的多个固定值电感器(例如,电感器412-414、712-714、812-814,图4、7、8)。另外,可变阻抗匹配网络360包括多个可变电感网络(例如,网络410、411、500,图4、5),其可定位于腔室310内部或腔室310外部。使用来自系统控制器330的控制信号建立由可变电感网络中的每一个提供的电感值,如将稍后更详细地描述。在任何情况下,通过在整个解冻操作过程中改变可变阻抗匹配网络360的状态以动态匹配不断改变的腔室输入阻抗,可使负载316吸收的RF功率的量维持在高水平,即使在解冻操作期间负载阻抗发生变化。

[0110] 根据实施例,RF信号源350包括RF信号发生器342和功率放大器(例如,包括一个或多个功率放大器级344、346),其可以例如安置在制冷机(例如,图2的系统200)的后壁后方或可集成为形成密闭结构312的部分的托架组合件(例如,托架216、226、1426、1804,图2、14、18)的部分。响应于由系统控制器330提供的控制信号,RF信号发生器342被配置成产生具有ISM(工业、科学和医学)频带内频率的振荡电信号,但系统也可进行修改以支持在其它频带内的操作。在各种实施例中,RF信号发生器342可被控制以产生不同功率电平和/或不同频率的振荡信号。举例来说,RF信号发生器342可产生在约3.0兆赫(MHz)到约300MHz范围内进行振荡的信号。一些合乎需要的频率可为例如13.56MHz(+/-5%)、27.125MHz(+/-5%)和40.68MHz(+/-5%)。在一个特定实施例中,举例来说,RF信号发生器342可产生在约40.66MHz到约40.70MHz范围内且在约10分贝(dB)到约15dB范围内的功率电平下进行振荡的信号。可替换的是,振荡频率和/或功率电平可比上文给出的范围或值更低或更高。

[0111] 在图3的实施例中,功率放大器包括驱动器放大器级344和最终放大器级346。功率放大器被配置成从RF信号发生器342接收振荡信号,且放大信号以在功率放大器的输出处产生显著更高功率的信号。举例来说,输出信号可具有在约100瓦特到约400瓦特或更高范围内的功率电平。可使用由电源和偏置电路350向每一放大器级344、346提供的栅极偏置电压和/或漏极供应电压控制由功率放大器施加的增益。更具体地说,根据从系统控制器330接收的控制信号,电源和偏置电路350向每一RF放大器级344、346提供偏置和供应电压。

[0112] 在实施例中,每个放大器级344、346被实施为功率晶体管,例如场效应晶体管(field effect transistor,FET),具有输入端(例如,栅极或控制端)和两个载流端(例如,源极和漏极端)。在各种实施例中,阻抗匹配电路(未示出)可耦合到驱动器与最终放大器级

346之间的驱动器放大器级344的输入(例如,栅极),和/或耦合到最终放大器级346的输出(例如,漏极端)。在实施例中,放大器级344、346的每个晶体管包括侧向扩散的金属氧化物半导体FET(LDMOSFET)晶体管。然而,应注意,晶体管并不希望限于任何特定半导体技术,且在其它实施例中,每个晶体管可被实现为高电子迁移率晶体管(HFET)(例如,氮化镓(GaN)晶体管)、另一类型的MOSFET晶体管、双极型晶体管(BJT)或利用另一半导体技术的晶体管。

[0113] 在图3中,功率放大器布置描绘为包括以特定方式耦合到其它电路组件的两个放大器级344、346。在其它实施例中,功率放大器布置可包括其它放大器拓扑和/或放大器布置可包括仅一个放大器级或多于两个放大器级。举例来说,功率放大器布置可包括以下各种实施例:单端放大器、双端放大器、推挽式放大器、杜赫放大器、开关模式功率放大器(Switch Mode Power Amplifier, SMPA)或另一类型的放大器。

[0114] 在实施例中,功率检测电路380沿着RF信号源340的输出与输入之间的传输路径348而耦合到可变阻抗匹配网络360。在替代实施例中,功率检测电路380可耦合到可变阻抗匹配网络360的输出与第一电极370之间的传输路径349。无论如何,功率检测电路380被配置成监测、测量或以其它方式检测沿着传输路径348行进的前向信号(即,从RF信号源340朝向第一电极370)和/或反射信号(即,从第一电极370朝向RF信号源340)的功率。

[0115] 功率检测电路380向系统控制器330供应传达前向信号功率和/或反射信号功率的量值的信号。系统控制器330反过来可计算反射信号功率与前向信号功率的比率,或S11参数。可替换的是,系统控制器330可仅计算反射信号功率的量值。如将在下文更详细地描述,在反射与前向功率比或反射功率量值超出阈值时,这指示系统300并不充分匹配,且负载316的能量吸收率可为次最佳的。在此种情况下,系统控制器330编排更改可变阻抗匹配网络的状态的过程,直到反射与前向功率比或反射功率量值减小到所要水平,由此重新建立可接受的匹配且促使负载316进行更佳的能量吸收。

[0116] 如上文所提及,解冻系统300的一些实施例可包括温度传感器、IR传感器和/或重量传感器390。温度传感器和/或IR传感器可定位在使得能够在解冻操作期间感测负载316的温度的位置。在提供给系统控制器330时,温度信息使得系统控制器330能够更改通过RF信号源340供应的RF信号的功率(例如,通过控制通过电源和偏压电路350提供的偏置和/或供电电压);以调整可变阻抗匹配网络360的状态和/或确定解冻操作何时应终止。重量传感器定位在负载316下方且被配置成将负载316的重量的估计值提供到系统控制器330。系统控制器330可使用此信息例如以确定通过RF信号源340供应的RF信号的所要功率电平;确定可变阻抗匹配网络360的初始设置和/或确定解冻操作的大致持续时间。

[0117] 如上文所论述,可变阻抗匹配网络360用于匹配解冻腔室310加负载316的输入阻抗,以尽可能地最大化传送到负载316的RF功率。在解冻操作开始时可能无法准确得知解冻腔室310和负载316的初始阻抗。另外,负载316的阻抗在解冻操作期间随着负载316升温而改变。根据实施例,系统控制器330可将控制信号提供到可变阻抗匹配网络360,这引起对可变阻抗匹配网络360的状态的修改。这使得系统控制器330能够在具有相对低的反射与前向功率比或反射功率量值的解冻操作开始时建立可变阻抗匹配网络360的初始状态,且因此建立负载316对RF功率的相对高的吸收率。另外,这使得系统控制器330能够修改可变阻抗匹配网络360的状态以使得可在整个解冻操作中维持充分匹配,尽管负载316的阻抗会改变。

[0118] 根据实施例,可变阻抗匹配网络360可包括无源组件的网络,且更具体地说,可包括固定值电感器(例如,集总电感组件)和可变电感器的网络(或可变电感网络)。如本文中所使用,术语“电感器”意味着在不插入其它类型组件(例如,电阻器或电容器)的情况下电耦合在一起的离散电感器或电感组件集合。

[0119] 图4是根据例子实施例的可变阻抗匹配网络400(例如,可变阻抗匹配网络360,图3)的示意图。如将在下文更详细地解释,可变阻抗匹配网络360基本上具有两个部分:一个部分匹配RF信号源(或末级功率放大器);且另一部分匹配腔室加负载。

[0120] 可变阻抗匹配网络400包括根据实施例的输入节点402、输出节点404、第一可变电感网络410和第二可变电感网络411,以及多个固定值电感器412到415。在并入到解冻系统(例如,系统300,图3)中时,输入节点402电耦合到RF信号源(例如,RF信号源340,图3)的输出,且输出节点404电耦合到解冻腔室(例如,解冻腔室310、774、1806,图3、7、18)内的电极(例如,电极370、770、1704、1706、1708、1812,图3、7、17、18或电极772、1504、1604,图7、15、16)。

[0121] 在实施例中,在输入节点402与输出节点404之间的可变阻抗匹配网络400包括串联耦合的第一固定值电感器412和第二固定值电感器414。在实施例中,当第一固定值电感器412与第二固定值电感器414可经设计以用于相对低频率(例如,约4.66MHz到约4.68MHz)和高功率(例如,约50瓦特(W)到约500W)操作时,其大小和电感值两者均相对较大。举例来说,电感器412、414可具有在约200毫微亨(nH)到约600nH范围内的值,但在其它实施例中其值可能更低和/或更高。

[0122] 第一可变电感网络410是耦合于输入节点402与接地参考端(例如,接地密闭结构312,图3)之间的第一并联电感网络。根据实施例,第一可变电感网络410被配置成匹配RF信号源(例如,RF信号源340,图3)的阻抗,或更具体地说匹配末级功率放大器(例如,放大器346,图3)。因此,第一可变电感网络410可被称为可变阻抗匹配网络400的“功率放大器匹配部分”。根据实施例,且如将结合图5更详细地描述,第一可变电感网络410包括可选择性地耦合在一起以提供在约20nH到约400nH范围内的电感的电感组件的网络,但也可将范围扩展到更低或更高电感值。

[0123] 相比之下,可变阻抗匹配网络400的“腔室匹配部分”通过耦合在节点420(在第一固定值电感器412与第二固定值电感器414之间)与接地参考端之间的第二并联电感网络416提供。根据实施例,第二并联电感网络416包括串联耦合的第三固定值电感器413和第二可变电感网络411,在第三固定值电感器413与第二可变电感网络411之间具有中间节点422。由于可以改变第二可变电感网络411的状态以提供多个电感值,因此第二并联电感网络416被配置成最优地匹配腔室加上负载(例如,腔室310加上负载316,图3)的阻抗。举例来说,电感器413可具有在约400nH到约800nH范围内的值,但在其它实施例中其值可更低和/或更高。根据实施例,且如将结合图5更详细地描述,第二可变电感网络411包括可选择性地耦合在一起以提供在约50nH到约800nH范围内的电感的电感组件的网络,但范围还可扩展到更低或更高电感值。

[0124] 最后,可变阻抗匹配网络400包括耦合在输出节点404与接地参考端之间的第四固定值电感器415。举例来说,电感器415可具有在约400nH到约800nH范围内的值,但在其它实施例中其值可更低和/或更高。

[0125] 如将结合图7和图8更详细地描述,固定值电感器412到415的集合430可以物理方式位于腔室(例如,腔室310,图3)内,或至少位于密闭结构(例如,密闭结构312,图3)的界限内。这使得由固定值电感器412到415产生的辐射能够包含在系统内,而非辐射到周围环境中。相比之下,在各种实施例中,可变电感网络410、411可或可不包含在腔室或密闭结构内。

[0126] 根据实施例,图4的可变阻抗匹配网络400的实施例包括“仅电感器”以为解冻腔室310加上负载316的输入阻抗提供匹配。因此,网络400可被视为“仅电感器”匹配网络。如本文中所示,短语“仅有的电感器”或“仅电感器”在描述可变阻抗匹配网络的组件时意味着网络并不包括具有大电阻值的离散电阻器或具有大电容值的离散电容器。在一些情况下,匹配网络的组件之间的导电传输线可具有极小电阻,和/或极小寄生电容可呈现在网络内。此些极小电阻和/或极小寄生电容并不解释为将“仅电感器”网络的实施例转换为还包括电阻器和/或电容器的匹配网络。然而,本领域的技术人员将理解,可变阻抗匹配网络的其它实施例可包括以不同方式配置的仅电感器匹配网络,和包括离散电感器、离散电容器和/或离散电阻器的组合的匹配网络。如结合图6将更详细地描述,“仅电感器”匹配网络可替换的是可定义为能够使得仅仅或主要使用电感组件的电容负载的阻抗匹配的匹配网络。

[0127] 图5是根据例子实施例的可并入到可变阻抗匹配网络(例如,为可变电感网络410和/或411,图4)中的可变电感网络500的示意图。网络500包括输入节点530、输出节点532和在输入节点530与输出节点532之间彼此串联耦合的N个离散电感器501到504,其中N可为2与10或更大之间的整数。此外,网络500包括N个开关511到514,其中每一开关511到514横跨电感器501到504中的一个的端而并联耦合。开关511到514可被实施为例如晶体管、机械继电器或机械开关。使用来自系统控制器(例如,系统控制器330,图3)的控制信号521-524控制每个开关511-514的导电状态(即,断开或闭合)。

[0128] 对于每个并联电感器/开关组合,当电感器的对应开关处于断开或不导电状态时,大体上所有电流流动通过电感器,且当开关处于闭合或导电状态时,大体上所有电流流动通过开关。举例来说,当所有开关511-514断开时,如图5中所示出,在输入节点530与输出节点532之间流动的大体上所有电流流动通过一系列电感器501-504。此配置表示网络500的最大电感状态(即,其中输入节点530与输出节点532之间存在最大电感值的网络500的状态)。相反地,在所有开关511-514闭合时,在输入节点530与输出节点532之间流动的大体上所有电流略过电感器501-504且替代地流动通过开关511-514和节点530、532与开关511-514之间的导电互连。此配置表示网络500的最小电感状态(即,其中输入节点530与输出节点532之间存在最小电感值的网络500的状态)。理想地,最小电感值将接近零电感。然而,实际上,由于开关511到514的累积电感和节点530、532与开关511到514之间的导电互连,最小电感状态中存在“微量”电感。举例来说,在最小电感状态中,用于可变电感网络500的微量电感可在约20nH到约50nH范围内,但微量电感也可更小或更大。更大、更小或大体上类似的微量电感也可其它网络状态中的每一个中所固有的,其中用于任何给定网络状态的微量电感为一系列导体和开关(电流主要穿过导体和开关经由网络500而被携带)的电感的总和。

[0129] 从最大电感状态(其中所有开关511到514均断开)开始,系统控制器可提供导致开关511到514的任何组合闭合的控制信号521到524,以便通过略过电感器501到504的对应组合来减小网络500的电感。在一个实施例中,每个电感器501-504具有大体上相同的电感值,

在本文中被称作I的正规化值。举例来说，每个电感器501-504可具有在约100nH到约200nH范围内的值或某一其它值。在此实施例中，网络500的最大电感值(即，当所有开关511到514处于断开状态时)将为约 $N \times I$ ，加上当网络500处于最大电感状态时可在网络500中存在的任何微量电感。当任何n个开关处于闭合状态时，网络500的电感值将为约 $(N-n) \times I$ (加上微量电感)。在此实施例中，网络500的状态可被配置成具有电感的 $N+1$ 个值中的任一个。

[0130] 在替代实施例中，电感器501到504可具有彼此不同的值。举例来说，从输入节点530向输出节点532移动，第一电感器501可具有经归一化的电感值I，且串联的每个随后电感器502到504可具有更大或更小的电感值。举例来说，每个后续电感器502-504可具有电感值，电感值是最接近的下游电感器501-503的电感值的倍数(例如，约两倍)，但是差异可未必为整数倍数。在此类实施例中，网络500的状态可被配置成具有 2^N 个电感值中的任一个。举例来说，当 $N=4$ 且每个电感器501到504具有不同值时，网络500可被配置成具有16个电感值中的任一个。举例来说但不限于，假设电感器501具有值I，电感器502具有值 $2 \times I$ ，电感器503具有值 $4 \times I$ ，以及电感器504具有值 $8 \times I$ ，下方的表1-所有可能的可变电感网络状态的总电感值指示网络500的所有16个可能状态的总电感值(未考虑微量电感)：

网络状态	开关 511 状态 (501 值= I)	开关 512 状态 (502 值= $2 \times I$)	开关 513 状态 (503 值= $4 \times I$)	开关 514 状态 (504 值= $8 \times I$)	总网络电感(有/无微量电感)
0	闭合	闭合	闭合	闭合	0
1	断开	闭合	闭合	闭合	I
2	闭合	断开	闭合	闭合	$2 \times I$
3	断开	断开	闭合	闭合	$3 \times I$
4	闭合	闭合	断开	闭合	$4 \times I$
5	断开	闭合	断开	闭合	$5 \times I$
6	闭合	断开	断开	闭合	$6 \times I$
7	断开	断开	断开	闭合	$7 \times I$
8	闭合	闭合	闭合	断开	$8 \times I$
9	断开	闭合	闭合	断开	$9 \times I$
10	闭合	断开	闭合	断开	$10 \times I$
11	断开	断开	闭合	断开	$11 \times I$
12	闭合	闭合	断开	断开	$12 \times I$
13	断开	闭合	断开	断开	$13 \times I$
14	闭合	断开	断开	断开	$14 \times I$
15	断开	断开	断开	断开	$15 \times I$

[0133] 表1-所有可能的可变电感网络状态的总电感值

[0134] 再次参考图4，可以用具有上述例子特性(即， $N=4$ 且每一连续电感器是前一电感器的电感的约两倍的)的可变电感网络500的形式来实施可变电感网络410的实施例。假设最小电感状态中的微量电感是约20nH，且可由网络410实现的电感值的范围是约20nH(微量电感)到约400nH，那么电感器501到504的值可分别为例如约30nH、约50nH、约100nH和约200nH。类似地，如果可变电感网络411的实施例以相同方式实施，且假设微量电感是约50nH且可由网络411实现的电感值的范围是约50nH(微量电感)到约800nH，那么电感器501到504的值可分别为例如约50nH、约100nH、约200nH和约400nH。当然，多于或少于四个电感器501

到504可包括在可变电感网络410、411中的任一个中,且每个网络410、411内的电感器可具有不同值。

[0135] 尽管上述例子实施例指定网络500中开关的电感的数目等于四,且每个电感器501-504具有为值I的某一倍数的值,但是可变电感网络的替代实施例可具有多于或少于四个电感器、电感器的不同相对值、不同数目的可能网络状态,和/或不同配置的电感器(例如,以不同方式连接的并联和/或串联耦合的电感器集合)。无论哪种方式,通过在解冻系统的阻抗匹配网络中提供可变电感网络,系统可能更好地匹配在解冻操作期间呈现的不断改变的腔室输入阻抗。

[0136] 图6是描绘在可变阻抗匹配网络(例如,网络360、400,图3、4)实施例中的多个电感可如何匹配输入腔室阻抗与RF信号源的史密斯圆图600的例子。例子史密斯圆图600假设系统是50欧姆系统,且RF信号源的输出是50欧姆。基于本文中的描述,本领域的技术人员将理解史密斯圆图可如何针对具有不同特性阻抗的系统和/或RF信号源进行修改。

[0137] 在史密斯圆图600中,点601对应于在不存在由可变阻抗匹配网络(例如,网络360、400,图3、图4)提供的匹配的情况下负载(例如,腔室310加负载316,图3)将位于(例如,在解冻操作开始时)的点。如由负载点601在史密斯圆图600的右下方象限中的位置指示,负载是电容负载。根据实施例,可变阻抗匹配网络的并联和串联电感向最佳匹配点606(例如,50欧姆)依序移动大体上电容性负载的阻抗,在最佳匹配点606处,到负载的RF能量传送可具有最小损失。更具体地说,且还参考图4,并联电感415将阻抗移动到点602,串联电感414将阻抗移动到点603,并联电感416将阻抗移动到点604,串联电感412将阻抗移动到点605,且并联电感410将阻抗移动到最佳匹配点606。

[0138] 应注意,由可变阻抗匹配网络的实施例提供的阻抗变换的组合将阻抗保持在史密斯圆图600的右下方象限内或极接近于史密斯圆图600的右下方象限的任一点处。由于史密斯圆图600的这个象限的特征在于相对较高的阻抗和相对较低的电流,所以在不将电路的组件暴露于相对较高且潜在损害性的电流的情况下实现阻抗变换。因此,如本文所使用,“仅电感器”匹配网络的替代定义可为仅使用或主要使用电感组件实现电容负载的阻抗匹配的匹配网络,其中阻抗匹配网络执行大体上在史密斯圆图的右下方象限内的变换。

[0139] 如先前所论述,负载的阻抗在解冻操作期间发生改变。因此,点601在解冻操作期间相应地移动。根据先前所述的实施例,通过改变第一并联电感410和第二并联电感411的阻抗以使得由可变阻抗匹配网络提供的最终匹配仍可以到达最佳匹配点606处或附近来补偿负载点601的移动。尽管本文中已经示出和描述了特定可变阻抗匹配网络,但本领域的技术人员将了解,基于本文中的描述,以不同方式配置的可变阻抗匹配网络可实现相同或类似于通过史密斯圆图600传送的那些的结果。举例来说,可变阻抗匹配网络的替代实施例可具有更多或更少的并联和/或串联电感,且或电感中的不同者可被配置为可变电感网络(例如,包括一系列电感中的一个或多个)。因此,尽管在本文中已经示出和描述特定的可变电感匹配网络,但是本发明的主题不限于所示出的和所描述的实施例。

[0140] 现将与图7和8结合描述解冻系统的特定物理配置。更具体地说,图7为根据例子实施例的解冻系统700的横截面侧视图,且图8为解冻系统700的一部分的透视图。应注意,图7和8中所示出的解冻系统700的一些部分可能并不按比例绘制以使得解冻系统700的组件可更为清晰地描绘。在实施例中,解冻系统700大体上包括解冻腔室774(在本文中有时被称作

空气腔室774)、用户接口(未示出)、系统控制器730、RF信号源740、电源和偏置电路(未示出)、功率检测电路780、可变阻抗匹配网络760、第一电极770和第二电极772(例如,电极1504、1604,图15、16)以及抽屉721(例如,抽屉218、228、321、1110、1210、1412、1802,图2、3、11、12、14、18)。另外,在一些实施例中,解冻系统700可包括重量传感器790、温度传感器和/或IR传感器792。

[0141] 在实施例中,解冻系统700包含在密闭结构750内。根据实施例,密闭结构750可限定三个内部区域:解冻腔室774(例如,腔室310、1806,图3、18)、固定电感器区域776和电路壳体区域778。密闭结构750包括底壁、顶壁和侧壁。密闭结构750的壁中的一些的内表面的各部分可限定解冻腔室774,且对于抽屉721导电的情况,可由抽屉721的侧壁或底壁(例如,“平台”)(例如,壁1112、1122、1132、1212、1222、1232中的任何一个或多个,图11、12)形成。解冻腔室774包括具有第一平行板电极770和第二平行板电极772的电容性解冻布置,第一平行板电极770和第二平行板电极772通过其内可放置待解冻负载716的空气腔室774分隔开。举例来说,第一电极770(例如,电极370、1704、1706、1708、1812,图3、17、18)可定位于空气腔室774上方,且第二电极772(例如,电极1504、1604,图15、16)可由抽屉721的导电部分(例如,抽屉721的底壁或平台的一部分,其在一些实施例中可被称为第二结构)提供。可替换的是,第二电极772可由不同于密闭结构750的导电板形成。第一电极770可形成为托架(例如,托架216、226、1426、1804,图2、14、18,其在一些实施例中可被称为第一结构)的部分,抽屉721可插入到该部分中或抽屉721可以其它方式与该部分物理接合。根据实施例,可采用非导电支撑结构754以将第一电极770悬置在空气腔室上方,从而使第一电极770与密闭结构750电隔离且使第一电极770相对于空气腔室774固持在固定物理定向。尽管抽屉721在此处示出为具有侧壁,但应注意,在一些实施例中,抽屉721可为大体上平坦的不具有侧壁的平台且可被配置成插入在第一电极770下方(例如,通过将抽屉721的轨条插入到密闭结构750的对应通道中,其中抽屉721的轨条中的至少一个永久性地电耦合到第二电极772,或可替换的是,通过将密闭结构750的轨条插入到抽屉721的对应通道中,其中抽屉721的通道中的至少一个永久性地电耦合到第二电极772)。

[0142] 根据实施例,密闭结构750至少部分地由导电材料形成,且密闭结构的导电部分可接地以为系统的各种电气组件提供接地参考。可替换的是,对应于第二电极772的抽屉721的至少部分可由导电材料形成且接地。为了避免负载716与第二电极772之间的直接接触,非导电阻挡层756可定位在第二电极772上。

[0143] 在包括在系统700中时,重量传感器790可直接定位在负载716下方,或可直接定位在抽屉721下方。重量传感器790被配置成将负载716的重量的估计值提供到系统控制器730。温度传感器和/或IR传感器792可定位在使得在解冻操作之前、在解冻操作期间且在解冻操作之后能够感测到负载716的温度的位置。根据实施例,温度传感器和/或IR传感器792被配置成将负载温度估计值提供到系统控制器730。

[0144] 在实施例中,系统控制器730、RF信号源740、电源和偏置电路(未示出)、功率检测电路780的各种组件中的一些或全部和可变阻抗匹配网络760的部分710、711可耦合到密闭结构750的电路壳体区域778内的共同衬底752。根据实施例,系统控制器730通过共同衬底752上或内的各种导电互连件耦合到用户接口、RF信号源740、可变阻抗匹配网络760和功率检测电路780。另外,在实施例中,功率检测电路780沿着RF信号源740的输出与输入702之间

的传输路径748而耦合到可变阻抗匹配网络760。举例来说,衬底752可包括微波或RF层合物、聚四氟乙烯(PTFE)衬底、印刷电路板(PCB)材料衬底(例如,FR-4)、氧化铝衬底、陶瓷砖片,或另一类型的衬底。在各种替代性实施例中,组件的各者可利用衬底与组件之间的电互连件耦合到不同衬底。在又其它替代实施例中,组件中的一些或全部可耦合到腔壁,而不是耦合到不同衬底。

[0145] 在实施例中,第一电极770通过可变阻抗匹配网络760和传输路径748电耦合到RF信号源740。如先前所论述,可变阻抗匹配网络760包括可变电感网络710、711(例如,网络410、411,图4)和多个固定值电感器712到715(例如,电感器412到415,图4)。在实施例中,可变电感网络710、711耦合到共同衬底752且位于电路壳体区域778内。相比之下,固定值电感器712到715定位在密闭结构750的固定电感器区域776内(例如,在共同衬底752与第一电极770之间)。导电结构(例如,导电通孔或其它结构)可提供电路壳体区域778内的电路与固定电感器区域776内的固定值电感器712到715之间的电连通。

[0146] 为了促进对系统700的理解,图7和图8中描绘的可变阻抗匹配网络760的节点和组件现将与图4中所描绘的可变阻抗匹配网络400的节点和组件相关。更具体地说,根据实施例,可变阻抗匹配网络760包括输入节点702(例如,输入节点402,图4)、输出节点704(例如,输出节点404,图4)、第一可变电感网络710与第二可变电感网络711(例如,可变电感网络410、411,图4)和多个固定值电感器712到715(例如,电感器412到415,图4)。输入节点702通过各种导电结构(例如,导电通孔和迹线)电耦合到RF信号源740的输出,且输出节点704电耦合到第一电极770。

[0147] 在实施例中,在输入节点702与输出节点704(例如,输入节点402与输出节点404,图4)之间,系统700包括四个固定值电感器712到715(例如,电感器412到415,图4),固定值电感器712到715定位在固定电感器区域776内。可通过同时参考图7和图8两者实现促进对固定电感器区域776内的固定值电感器712到715的物理配置的实施例的理解,其中图8描绘固定电感器区域776的顶部透视图。在图8中,位于电感器712到715之下的形状不规则的阴影区表示电感器712到715在空间上在第一电极770上方的悬置。换句话说,阴影区指示其中电感器712到715通过空气与第一电极770电绝缘。可在这些区域中包括非导电间隔物,而不是依赖于空气电介质。

[0148] 在实施例中,第一固定值电感器712具有电耦合到输入节点702(且因此电耦合到RF信号源740的输出)的第一端和电耦合到第一中间节点720(例如,节点420,图4)的第二端。第二固定值电感器713具有电耦合到第一中间节点720的第一端,和电耦合到第二中间节点722(例如,节点422,图4)的第二端。第三固定值电感器714具有电耦合到第一中间节点720的第一端,和电耦合到输出节点704(且因此耦合到第一电极770)的第二端。第四固定值电感器715具有电耦合到输出节点704(且因此电耦合到第一电极770)的第一端,和电耦合到接地参考节点(例如,通过一个或多个导电互连件电耦合到接地密闭结构750)的第二端。

[0149] 第一可变电感网络710(例如,网络410,图4)电耦合在输入节点702与接地参考端(例如,接地密闭结构750)之间。最后,第二并联电感网络711电耦合于第二中间节点722与接地参考端之间。

[0150] 现在已经描述了解冻系统的电气方面和物理方面的实施例,现将描述用于操作此类解冻系统的方法的各种实施例。更具体地说,图9是根据例子实施例的通过动载匹配操作

解冻系统(例如,系统100、210、220、300、700,图1至3、7)的方法的流程图。

[0151] 在框900中,方法可在用户将负载(例如负载316,图3)放置到系统的解冻腔室(例如,腔室310,图3,对应于抽屉1110、1210、1412、1802中的一个,图11、12、14、18)中且密封腔室(例如,通过关闭抽屉)时开始。在实施例中,腔室的密封件可与一个或多个安全联锁机构接合,其在接合后指示供应到腔室的RF功率大体上将不会泄漏到腔室外部的环境中。如稍后将描述,安全联锁机构的脱离接合可使系统控制器立即暂停或终止解冻操作。

[0152] 在框900中,系统控制器(例如,系统控制器330,图3)接收系统已经密封的指示。举例来说,可通过将抽屉(例如,抽屉218、228、321、721、1110、1210、1412、1802,图2、3、7、11、12、14、18)完全插入到可形成密闭结构的部分的托架(例如,托架216、226、1426、1804,图2、14、18)下方的密闭结构中(例如,使得抽屉与密闭结构物理接合)或通过已经在完全将抽屉插入到密闭结构中以后完全封闭腔室之后关闭门(例如,门116,图1)而密封系统(例如,系统的解冻腔室)。此指示可以是例如由安置在密闭结构中或密闭结构上的安全联锁提供的电信号。

[0153] 在框902中,系统控制器(例如,系统控制器330,图3)接收解冻操作应开始的指示。举例来说,可在用户已按压开始按钮(例如,用户接口320的开始按钮,图3)时接收此指示。根据各种实施例,系统控制器可任选地接收指示负载类型(例如,肉类、液体或其它材料)、初始负载温度和/或负载重量的额外输入。举例来说,可通过与用户接口的交互(例如,通过从经辨别负载类型列表的用户选择)从用户接收关于负载类型的信息。可替换的是,系统可被配置成扫描在负载外部上可见的条形码,或从负载上或嵌入负载内的RFID装置接收电子信号。举例来说,可从系统的一个或多个温度传感器和/或IR传感器(例如,传感器390、792,图3、7)接收关于初始负载温度的信息。可通过与用户接口的交互从用户接收或从系统的重量传感器(例如,传感器390、790,图3、7)接收关于负载重量的信息。如上文所指出,对指示负载类型、初始负载温度和/或负载重量的输入接收是任选的,且系统可替换地不接收这些输入中的一些或全部。

[0154] 在框904中,系统控制器将控制信号提供到可变匹配网络(例如,网络360、400,图3、4)以建立可变匹配网络的初始配置或状态。如结合图4和图5详细地描述,控制信号影响可变匹配网络内可变电感网络(例如,网络410、411,图4)的电感。举例来说,控制信号可影响旁路开关(例如,开关511到514,图5)的状态,该等状态响应于来自系统控制器的控制信号(例如,控制信号521到524,图5)。

[0155] 还如先前所论述,可变匹配网络的第一部分可被配置成为RF信号源(例如,RF信号源340,图3)或末级功率放大器(例如,功率放大器346,图3)提供匹配,且可变匹配网络的第二部分可被配置成为腔室(例如,腔室310,图3)加上负载(例如负载316,图3)提供匹配。举例来说,参考图4,第一并联可变电感网络410可以被配置成提供RF信号源匹配,且第二并联可变电感网络416可以被配置成提供腔室加上负载匹配。

[0156] 已经观察到用于冷冻负载的最佳初始总体匹配(即,负载吸收最大量的RF功率所在的匹配)通常具有用于匹配网络的腔室匹配部分的相对较高的电感和用于匹配网络的RF信号源匹配部分的相对较低的电感。举例来说,图10是标绘通过用于两个不同负载的解冻操作的最佳腔室匹配设置对比RF信号源匹配设置的图表,其中迹线1010对应于第一负载(例如,具有第一类型、重量等),且迹线1020对应于第二负载(例如,具有第二类型、重量

等)。在图10中,在解冻操作开始时(例如,当负载是冷冻的时候)的两个负载的最佳初始匹配设置分别由点1012和1022指示。如可见,这两个点1012和1022指示相比于相对低的RF源匹配设置的相对高的腔室匹配设置。参考图4的实施例,这将转化成用于可变电感网络416的相对高的电感和用于可变电感网络410的相对低的电感。

[0157] 根据实施例,为了在框904中建立用于可变匹配网络的初始配置或状态,系统控制器向第一和第二可变电感网络(例如,网络410、411,图4)发送控制信号,以致使用于RF信号源匹配的可变电感网络(例如,网络410)具有相对较低的电感,并致使用于腔室匹配的可变电感网络(例如,网络411)具有相对较高的电感。系统控制器可确定基于系统控制器凭经验得知的负载类型/重量/温度信息而将电感设置得多低或多高。如果没有凭经验获得的负载类型/重量/温度信息可用于系统控制器,那么系统控制器可选择用于RF信号源匹配的相对低的默认电感和用于腔室匹配的相对高的默认电感。

[0158] 然而,假设系统控制器的确具有关于负载特性的先验信息,系统控制器可试图建立接近最佳初始匹配点的初始配置。举例来说,且再次参考图10,第一类型的负载的最佳初始匹配点1012具有约为网络的最大值的80%的腔室匹配(例如,通过网络411实施),且具有约为网络的最大值的10%的RF信号源匹配(例如,通过网络410实施)。举例来说,假设可变电感网络中的每一个具有类似于图5的网络500的结构,且假设来自以上表1-所有可能的可变电感网络状态的总电感值的状态适用,那么对于第一类型的负载,系统控制器可初始化可变电感网络以使得腔室匹配网络(例如,网络411)具有状态12(即,约为网络411的最大可能电感的80%),且RF信号源匹配网络(例如,网络410)具有状态2(即,约为网络410的最大可能电感的10%)。相反地,第二类型的负载的最佳初始匹配点1022具有约为网络的最大值的40%的腔室匹配(例如,通过网络411实施),且具有约为网络的最大值的10%的RF信号源匹配(例如,通过网络410实施)。因此,对于第二类型的负载,系统控制器可初始化可变电感网络以使得腔室匹配网络(例如,网络411)具有状态6(即,约为网络411的最大可能电感的40%),且RF信号源匹配网络(例如,网络410)具有状态2(即,约为网络410的最大可能电感的10%)。

[0159] 再次参考图9,一旦初始可变匹配网络配置建立,系统控制器便可执行在必要时调整可变阻抗匹配网络的配置以基于指示匹配质量的实际测量值找到可接受的或最佳的匹配的过程910。根据实施例,在框912中,此过程包括使得RF信号源(例如,RF信号源340)通过可变阻抗匹配网络将相对低的功率RF信号供应到第一电极(例如,第一电极370)。系统控制器可通过到电源和偏压电路(例如,电路350,图3)的控制信号而控制RF信号功率电平,其中控制信号导致电源和偏压电路将供应电压和偏置电压提供到符合所要信号功率电平的放大器(例如,放大器级344、346,图3)。举例来说,相对较低功率的RF信号可为具有在约10W到约20W范围内的功率电平的信号,但是可替换地使用不同功率电平。在匹配调整过程910期间的相对低功率电平的信号希望降低损坏腔室或负载的风险(例如,在初始匹配引起高反射功率的情况下),且降低损坏可变电感网络的开关组件的风险(例如,归因于跨越开关接触的电弧作用)。

[0160] 在框914中,功率检测电路(例如,功率检测电路380,图3)接着沿着RF信号源与第一电极之间的传输路径(例如,路径348,图3)测量前向和/或反射功率,且将那些测量值提供到系统控制器。系统控制器接着可确定反射信号功率与前向信号功率之间的比率,且可

基于该比率确定系统的S11参数。在实施例中,系统控制器可存储计算出的比率和/或S11参数以供未来评估或比较。

[0161] 在框916中,系统控制器可基于反射信号功率与前向信号功率的比率和/或S11参数和/或反射信号功率量值确定由可变阻抗匹配网络提供的匹配是否可接受(例如,该比率为10%或更小,或有利地与某一其它准则进行比较)。可替换的是,系统控制器可被配置成确定匹配是否是“最佳”匹配。举例来说,可通过反复地测量所有可能的阻抗匹配网络配置(或至少阻抗匹配网络配置的限定子集)的前向和/或反射RF功率并确定哪一配置产生最低的反射功率与前向功率的比率或反射功率量值而确定“最佳”匹配。

[0162] 当系统控制器确定匹配不是可接受的或不是最佳匹配时,在框918中,系统控制器可通过重新配置可变电感匹配网络来调整匹配。举例来说,这可通过向可变阻抗匹配网络发送控制信号来实现,这使得网络增大和/或减小网络内的可变电感(例如,通过使可变电感网络410、411具有不同电感状态)。在重新配置可变电感网络之后,可反复执行框914、916和918直到在框916中确定可接受的或最佳的匹配为止。

[0163] 一旦确定可接受的或最佳的匹配,便可开始解冻操作。解冻操作的开始包括在框920中将由RF信号源(例如,RF信号源340)供应的RF信号的功率增加到相对高功率的RF信号。同样,系统控制器可通过到电源和偏压电路(例如,电路350,图3)的控制信号而控制RF信号功率电平,其中控制信号导致电源和偏压电路将供应电压和偏置电压提供到符合所要信号功率电平的放大器(例如,放大器级344、346,图3)。举例来说,相对较高功率的RF信号可为具有在约50W到约500W范围内的功率电平的信号,但是可替换地使用不同功率电平。

[0164] 在框922中,功率检测电路(例如,功率检测电路380,图3)接着沿着RF信号源与第一电极之间的传输路径(例如,路径348,图3)周期性地测量前向和/或反射功率,且将那些测量值提供到系统控制器。系统控制器可再次确定反射信号功率与前向信号功率之间的比率,且可基于该比率确定系统的S11参数。在实施例中,系统控制器可存储计算出的比率和/或S11参数和/或反射功率量值以供未来评估或比较。根据实施例,前向和/或反射功率的周期性测量值可在相当高频率(例如,约毫秒)下或在相当低频率(例如,约秒)下获得。举例来说,用于获得周期性测量值的相当低频率可为每10秒到20秒一个测量值的速率。

[0165] 在框924中,系统控制器可基于计算出的一个或多个反射信号功率与前向信号功率的比率和/或计算出的一个或多个S11参数和/或一个或多个反射功率量值测量值而确定由可变阻抗匹配网络提供的匹配是否可接受。举例来说,系统控制器可在进行此确定时使用单个计算出的反射信号功率与前向信号功率的比率或S11参数或反射功率测量值,或可在进行此确定时采用多个先前计算出的反射功率与前向功率的比率或S11参数或反射功率测量值的平均值(或另一计算值)。为了确定匹配是否可接受,系统控制器可例如将计算出的比率和/或S11参数和/或反射功率测量值与阈值进行比较。举例来说,在一个实施例中,系统控制器可将计算出的反射前向信号功率比与阈值10%(或某一其它值)进行比较。低于10%的比率可指示匹配仍可接受,且高于10%的比率可指示匹配不再可接受。在计算出的比率或S11参数或反射功率测量值大于阈值(即,比较是不利的),指示不可接受的匹配时,系统控制器接着可通过再次执行过程910而起始可变阻抗匹配网络的重新配置。

[0166] 如先前所论述,由可变阻抗匹配网络提供的匹配可在整个解冻操作过程中降级,因为负载(例如,负载316,图3)的阻抗随着负载升温而发生改变。已经观察到,在整个解冻

操作过程中,最佳腔室匹配可通过减小腔室匹配电感(例如,通过减小图4的可变电感网络411的电感)且通过增大RF信号源电感(例如,通过增大图4的可变电感网络410的电感)来维持。再次参考图10,举例来说,在解冻操作结束时用于第一类型的负载的最佳匹配由点1014指示,且在解冻操作结束时用于第二类型的负载的最佳匹配由点1024指示。在两种情况下,解冻操作的开始和完成之间的最佳匹配的跟踪涉及逐渐减小腔室匹配的电感以及增大RF信号源匹配的电感。

[0167] 根据实施例,在重新配置可变阻抗匹配网络的反复过程910中,系统控制器可考虑此倾向。更具体地说,当在框918中通过重新配置可变阻抗匹配网络来调整匹配时,系统控制器最初可选择用于对应于更低电感(用于腔室匹配,或网络411,图4)和更高电感(用于RF信号源匹配,或网络410,图4)的腔室和RF信号源匹配的可变电感网络的状态。当相比于并未考虑这些倾向的重新配置过程时,通过选择倾向于遵循期望的最佳匹配轨迹的阻抗(例如,图10中所示出的那些)可减少执行可变阻抗匹配网络重新配置过程910的时间。

[0168] 在替代实施例中,系统控制器可替代地反复测试每一邻近配置,以试图确定可接受的配置。举例来说,再次参考上文的表1-所有可能的可变电感网络状态的总电感值,如果当前配置对应于用于腔室匹配网络的状态12和用于RF信号源匹配网络的状态3,那么系统控制器可测试用于腔室匹配网络的状态11和/或状态13,且可测试用于RF信号源匹配网络的状态2和/或状态4。如果那些测试并未产生有利的结果(即,可接受的匹配),那么系统控制器可测试用于腔室匹配网络的状态10和/或状态14,且可测试用于RF信号源匹配网络的状态1和/或状态5等。

[0169] 实际上,存在多种不同的系统控制器可采用以重新配置系统以具有可接受的阻抗匹配的搜索方法,包括测试所有可能的可变阻抗匹配网络配置。搜索可接受配置的任何合理方法均被视为落入本发明主题的范围内。在任何情况下,一旦在框916中确定可接受匹配,解冻操作便在框920中恢复且过程继续反复进行。

[0170] 返回参考框924,在系统控制器基于一个或多个计算出的反射前向信号功率比和/或一个或多个计算出的S11参数和/或一个或多个反射功率测量值确定由可变阻抗匹配网络提供的匹配仍然可接受(例如,计算出的比率或S11参数小于阈值,或比较为有利的)时,系统可在框926中评估是否已发生退出条件。实际上,是否已发生退出条件的确定可以是可能发生在解冻过程期间的任意时刻的中断驱动过程。然而,为了将退出条件包括于图9的流程图中,该过程被示出为发生在框924之后。

[0171] 在任何情况下,若干条件可保证解冻操作的停止。举例来说,系统可确定在安全连锁被破坏(例如,抽屉已经打开)时,退出条件已发生。可替换的是,系统可确定当由用户(例如,通过用户接口320,图3)设置的计时器到期时或当由系统控制器基于系统控制器对应执行解冻操作的时长的估计值而建立的计时器到期时,退出条件已发生。

[0172] 如果退出条件尚未发生,那么可通过反复执行框922和框924(和匹配网络重新配置过程910,视需要)继续解冻操作。当退出条件已发生时,接着在框928中,系统控制器使RF信号源中断对RF信号的供应。举例来说,系统控制器可停用RF信号发生器(例如,RF信号发生器342,图3)和/或可使电源和偏置电路(例如,电路350,图3)中断对供应电流的提供。另外,系统控制器可将使用户接口产生退出条件的用户可察觉标志(例如,通过在显示装置上显示“抽屉打开”或“完成”或提供可听音)的信号发送到用户接口(例如,用户接口320,图

3)。接着,方法可结束。

[0173] 在负载的解冻期间,液体可由于凝结或泄漏而积累在解冻系统的密闭结构中。此液体可在保持无人照管过长的情况下不当腐化,这可形成对于清洁解冻系统的密闭结构的需要。因此,相较于不具有可装卸密封结构的解冻系统,为了更容易清洁,解冻系统包括可装卸抽屉可为有利的。举例来说,一些解冻系统可安置在与彻底清洁相关联的时间长度内消费者难以到达的位置,例如安置在高托架上或接近于地面安置。相比之下,可将例如本文中所述论的抽屉的可装卸密封结构移动到可更容易且有效地执行清洁的位置,例如水槽。

[0174] 此外,常规解冻系统通常包括具有固定大小和形状的电极和密封结构。然而,具有给定大小和形状的电极或密闭结构对于解冻具有各种形状和大小的负载可能并不理想。举例来说,在明显大于负载的密闭结构中解冻负载相对于用于执行解冻操作的电量可为低效的。相反地,对于用以容纳的给定密闭结构,一些负载可能过大。作为另一例子,使用相对较大电极解冻负载可由于电极之间传递的RF能量的一部分在解冻期间将并不趋于加热负载而导致功率效率低下。相反地,使用相对较小电极解冻负载可由于负载中并不与电极重叠的部分可不接收负载中与电极重叠的部分那么多的RF能量而导致负载并未经均匀或完全加热。因此,使用与具有不同形状和大小和/或具有具有不同形状、大小或配置的电极的多个抽屉相容的解冻系统以使得可容纳具有不同形状和大小的负载可为有利的。

[0175] 如先前所描述,解冻系统(例如,图2中所示出的解冻系统210和220)可包括可在固定托架下方滑动以便形成其中可进行RF解冻的封闭空气腔室(例如,谐振腔室)的抽屉。每个抽屉可充当用于其相应解冻系统的密闭结构和电极(例如,例如图7中示出的电极772的接地电极)两者,而固定托架可包括信号电极,在信号电极处产生RF信号以用于对解冻系统的空气腔室中的负载执行解冻操作。在替代实施例中,抽屉可包括信号电极,且固定托架可包括接地电极。

[0176] 图11A到11C示出可在例如图2中所示出的解冻系统210和220的解冻系统中用作密闭结构的示例性抽屉(例如,抽屉218、228、321、721、1802,图2、3、7、18)的相应正视图、侧视图和后视图。抽屉1110可完全由例如金属的导电材料形成,或可由导电材料与电介质材料的组合形成。在一些实施例中,抽屉1110主要可由电介质材料(例如,塑料)以及(例如,经由电镀)形成于电介质材料上或集成到电介质材料中的导电部分(例如,金属)形成。在一些实施例中,非导电涂层可形成于抽屉1110的各部分上方(例如,通过以塑料或某一其它电介质材料浸涂经冲压金属抽屉,同时使轨条暴露)。抽屉1110的导电部分可在解冻系统中充当电极,类似于图7中所示出的电极772。抽屉1110还可在将其放置在解冻系统的固定托架(例如,图2中所示出的托架216、226)下方(例如,在固定托架下方滑动)时形成封闭谐振腔室的全部或部分。托架可包括在供应有RF信号时响应性地辐射电磁能(例如,在抽屉1110的托架电极与导电部分之间)的另一电极。此电磁能对通过解冻系统解冻的负载进行加热。

[0177] 抽屉1110包括底壁1111(例如,“平台”)、前壁1112、侧轨条1114和1116、延伸前部部分1126、突出唇缘1124、侧壁1122以及后壁1132。侧轨条1114和1116可永久性地耦合到抽屉1110。在一些实施例中,侧轨条1114和1116两者均可导电,而在其它实施例中,侧轨条1114和1116中的仅一个可导电。包括延伸前部部分1126的前壁1112具有高度H1-1,而侧壁1122和后壁1132各自具有小于高度H1-1的高度H1-2。壁的高度基本上限定可放置负载的内部隔室的深度。可替换的是,高度H1-1与高度H1-2可大体上相等,或高度H1-1可小于高度

H1-2。侧轨条1114和116从侧壁1122延伸。举例来说，侧轨条1114和1116可在将抽屉1110插入(例如，以物理方式接合)到解冻系统中(例如，插入在托架下方、插入到托架的通道中、插入到托架的轨条上或以其它方式与托架以物理方式接合)时滑动到托架的导电(例如，金属)通道中或在冷冻机、制冷机或其它隔室(例如，隔室212、222、312，图2、3)的壁内滑动。可替换的是，在将抽屉1110与托架接合以形成封闭腔室时，可推动侧轨条1114和1116以与托架的金属端接触。可替换的是，举例来说，可实施侧轨条1114和1116可包括相应通道且托架包括在将抽屉1110插入于托架下方时滑动到这些通道中的轨条的反向配置。

[0178] 在一些实施例中，后壁1132可包括可在将抽屉1110完全插入在固定托架下方时电耦合到解冻系统的对应插头或插座(例如，安置于解冻系统的后部内壁上)的插头或插座。在抽屉1110的插塞电耦合到解冻系统的插塞时，抽屉1110中的一些或全部可电耦合到接地参考端(例如，接地密闭结构312、750，图3、7)或RF信号源(例如，RF信号源340，图3)。

[0179] 图12A到12C示出相较于图11A到11C中所示出的抽屉1110具有更大高度(且因此具有更深且更大的内部隔室)的抽屉1210(例如，抽屉218、228、321、721、1802，图2、3、7、18)的正视图、侧视图和后视图，抽屉1210可在例如图2中所示出的解冻系统210和220的解冻系统中用作密闭结构。类似于抽屉1110，抽屉1210包括底壁1211(例如，“平台”)、前壁1212、侧轨条1214和1216、延伸前部部分1226、突出唇缘1224、侧壁1222和后壁1232。抽屉1210的特征中的一些可类似于抽屉1110的特征，且此处出于简洁起见并不重复。

[0180] 包括延伸前部部分1226的前壁1212具有高度H2-1，而侧壁1222和后壁1232各自具有小于高度H2-1的高度H2-2。高度H2-1大于高度H1-1且高度H2-2大于高度H1-2。因此，抽屉1210的内部隔室比抽屉1110的内部隔室深。然而，在将抽屉1110、1210插入到解冻系统中(例如，插入在托架下方、插入到托架的通道中、插入到托架的轨条上或以其它方式与托架以物理方式接合)时滑动到托架的导电(例如，金属)通道中或在冷冻机、制冷机或其它隔室(例如，隔室212、222)的壁内滑动的抽屉1110、1210的特征的相对尺寸和放置对于抽屉1110、1210两者是相同的。抽屉1110和1210之间的差异示出具有不同高度的抽屉(即，内部隔室的深度或大小不同的抽屉)可在同一解冻系统中使用。换句话说，抽屉1110和1210可形成可相容以在同一解冻系统中使用的多个抽屉的套件的两个组件。归因于抽屉1110与抽屉1210之间的高度差异，使用抽屉1110用于解冻较小(较短)负载可能有利，而使用抽屉1210用于解冻相对较大(较高)负载可能有利。举例来说，较小负载可拟合到抽屉1110和1210两者中，但在抽屉1110中解冻较小负载可能更省电，由于相较于由抽屉1210形成的谐振腔室，抽屉1110形成较小谐振腔室(例如，归因于抽屉高度或内部隔室深度的差异)。作为另一例子，较大负载可拟合到抽屉1210中，但在不阻碍抽屉1110关闭能力(例如，在托架下方滑动)的情况下可能过大或过高而无法拟合到抽屉1110中。因此，具有大小不同的能够在单个解冻系统中使用的两个或多于两个抽屉可为有利的，由于这使得消费者针对具有给定形状和大小的负载选择将形成适当大小的谐振腔室的抽屉。

[0181] 为了使抽屉1110和1210的导电部分安全地接地，可实施一个或多个接触机构。接触机构基本上可充当安全联锁，原因在于可在接触机构并不接合(例如，如下文图13A和13B中所示出)时禁止系统执行解冻或加热操作，且可在接触机构接合(例如，如下文图13C中所示出)时使系统能够执行解冻或加热操作。更具体地说，图13A到13C示出用于确保抽屉的侧轨条(例如，抽屉1110的侧轨条1114或抽屉1210的侧轨条1214)与托架(例如，图2中所示出

的托架216)的部分导电通道或冷冻机、制冷机或其它隔室的壁之间的安全接触的机构的各种位置的侧视图。基本上,部分导电通道经定形以使得侧轨条可以可滑动方式与通道接合,且通道的底部内表面可支撑侧轨条的底表面(且因此通道可支撑抽屉)。

[0182] 图13A示出其中侧轨条1314(例如,抽屉1110的侧轨条1114或抽屉1210的侧轨条1214,图11、12)部分插入到托架的部分导电(例如,金属)通道1312(例如,在一些实施例中可被称为第二导电特征)或隔室壁中但尚未插入得足够远以接触结块1308的接触机构的脱离位置的侧视图。在一些实施例中,侧轨条1314可包括与侧轨条1314一体地形成且可永久性地电耦合到抽屉的电极的导电涂层(例如,在一些实施例中可被称为第一导电特征),侧轨条1314例如通过形成于抽屉的电介质材料上的导电迹线永久性地连接到电极。通道1312可包括顶部内壁1316和底部内壁1318。侧轨条1314可包括多个部分1302、1304和1306。部分1302可明显长于部分1304和1306。部分1306可沿着平行于轴线(例如,第一轴)且从该轴偏移的轴线(例如,第二轴)延伸,部分1302沿着第一轴延伸。部分1304可将部分1302的一端连接到部分1306的一端且可沿着与部分1302和1306沿着延伸(例如,对角地)的轴线相交的轴线延伸。结块1308可为安置于导电通道1312中的底部内表面上的凸块或摩擦按钮。结块1308可具有大体上平滑表面且可由摩擦系数相对低的材料形成,例如聚四氟乙烯(PTFE)或尼龙,以便使得侧轨条1314的部分1302沿着其表面滑动。在此位置中,抽屉部分打开且禁止抽屉执行解冻操作。

[0183] 图13B示出其中侧轨条1314部分插入到导电通道1312中且与结块1308接触的接触机构的部分接合位置的侧视图。侧轨条1314的部分1304和1306仍然在导电通道1312之外,但部分1302的远端在沿着结块1308滑动之后已经升高使得此远端与结块1308和导电通道1312的顶部内壁1316两者接触。在此位置中,抽屉仍然部分打开且仍禁止抽屉执行解冻操作。

[0184] 图13C示出接触机构的完全接合位置的侧视图,其中侧轨条1314完全插入到导电通道1312中(例如,使得侧轨条1314永久性地附接到的可装卸抽屉或平台完全与包括导电通道1312的托架以物理方式接合),使得侧轨条1314的部分1302的远端与结块1308和顶部内壁1316接触,使得侧轨条1314的部分1306与底部内壁1318接触(例如,壁1318的底部内表面中不同于上面形成有结块1308的部分的额外部分),且使得导电通道1312以物理方式连接到且电连接到侧轨条1314。侧轨条1314的所有部分1302、1304和1306定位于导电通道1312内部,且通过部分1304和1306且通过结块1308有效地推动部分1302的顶部以发生接触且与导电通道1312的顶部内壁1316(例如,壁1316的顶部内表面)保持安全电接触。在此位置中,关闭抽屉以形成封闭腔室且启用和可执行解冻操作。在一些实施例中,侧轨条1314可通过其与导电通道1312的连接件而电连接到接地电压参考,而在其它替代实施例中,导电通道1312可通过侧轨条1314电连接到接地电压参考。

[0185] 在一些实施例中,导电通道1312在顶部内壁1316和/或底部内壁1318上可内衬有导电弹簧状材料(例如,金属簧片垫圈),而非包括结块1308。这些内衬可在侧轨条1314完全插入在导电通道1312中时在导电通道1312与侧轨条1314之间提供电耦合,且可有助于将侧轨条1314固持在适当位置。可替换的是,机械夹具可用于使侧轨条1314与导电通道1312保持接触。

[0186] 图14A和14B示出用于在解冻系统(例如,图2中所示出的解冻系统210和220)中确

保托架(例如,图2中所示出的托架216、226)与抽屉(例如,抽屉218、228、321、721、1110、1210,图2、3、7、11、12)之间的电接触(例如,接地)的替代接触机构的正视图。抽屉1412可置于固定托架1426下方的块1422或其它类型的支撑结构上。托架1426可包括可以例如电连接到地面或共同电压电位的导电端1418和1420。可替换的是,导电端1418和1420可连接到冷冻机、制冷机或其它隔室的壁。块1422可具有接触抽屉1412的底壁1411(例如,平台)的底表面(例如,外部底表面)的顶表面,且可具有连接到例如剪式升降机的抬升机构(未示出)的底表面。抬升机构可手动操作或可电力驱动。

[0187] 图14A示出呈脱离状态的接触机构,其中抽屉1412的侧轨条1414和1416与导电端1418和1420并不电接触。在此位置中,抽屉1412被视为打开(即,安全联锁脱离)且禁止系统执行解冻操作。通过操作抬升机构,块1422可在箭头1424的方向上推动(例如,施加压力到)抽屉1412。图14B示出呈接合状态的接触机构,其中块1422已推动抽屉1412以使得侧轨条1414和1416(和/或抽屉1412的导电侧壁)与导电端1418和1420电接触。块1422可维持抽屉1412的底表面上的压力以便确保侧轨条1414和1416与托架1426的导电端1418和1420保持电接触。侧轨条1414、1416与导电端1418、1420之间的连接件可用以为充当解冻系统的电极的抽屉1412的导电部分提供电接地。在此位置中,抽屉1412被视为关闭且启用系统以执行解冻操作。

[0188] 图15示出抽屉(例如,抽屉218、228、321、721、1110、1210,图2、3、7、11、12)的内部底壁1500(例如,内部底表面或“平台”)的俯视图且示出其中仅抽屉的一部分由导电材料形成的实施例。壁1500包括电极1504(例如,电极772,图7)和由例如金属(例如,铜、钨、金或这些金属的任何组合)的导电材料形成且电耦合到电极1504的导电路径1506和1508。壁1500进一步包括可例如由塑料或玻璃形成的电介质材料1502。电极1504和导电路径1506和1508可堆积在电介质材料1502上,且在一些情况下可嵌入电介质材料1502中,使得电极1504和导电路径1506与1508的上表面以及电介质材料1502的上表面大体上为平面的。导电路径1506和1508可将电极1504电连接到抽屉的导电侧轨条。举例来说,导电路径1506可与抽屉的侧壁(例如,壁1112、1122、1132、1212、1222、1232中的任何一个或多个,图11、12)中或侧壁上的导电金属氧化物(未示出)电接触,其中导电金属氧化物还与抽屉的导电侧轨条导电接触。以此方式,电极可电耦合到通过解冻系统的托架的通道(或室壁)的导电部分供应的电压电位(例如,接地电压电位)。尽管电极1504示出为圆形,但应理解,这是说明性的且电极1504可呈任何所要形状,包括正方形、矩形、角锥形等等。如所示出,电极1504具有直径D1。电极1504的面积明显小于抽屉的底部内表面的面积。在替代实施例中,电极1504的面积可大体上等于抽屉的底部内表面的面积。

[0189] 标识符1510可包括在壁1500中。标识符1510可为多种类型的标识符中的一个,包括但不限于:RF识别(RFID)标记、可通过光学辨识系统检测的形状或图案,或任何其它所要类型的标识符。标识符1510可在通过耦合到下方安置有抽屉的托架的辨识电路进行处理时指示电极1504和/或壁1500可为其部分的抽屉的一个或多个特征,例如电极1504的大小和形状和/或抽屉的大小和形状,结合以下图17更详细地描述。

[0190] 图16示出抽屉(例如,抽屉218、220、321、721、1110、1210,图2、3、7、11、12)的内部底壁(例如,内部底表面或“平台”)的俯视图且示出其中仅抽屉的一部分由导电材料形成的实施例。壁1600包括电极1604(例如,电极772,图7)和由例如金属(例如,铜、钨、金或这些金

属的任何组合)的导电材料形成且电耦合到电极1604的导电路径1606和1608。壁1600进一步包括可例如由塑料或玻璃形成的电介质材料1602。电极1604和导电路径1606与1608可堆积在电介质材料1602上,且在一些情况下可嵌入电介质材料1602中,使得电极1604和导电路径1606与1608的上表面以及电介质材料1602的上表面大体上为平面的。导电路径1606和1608可将电极1604电连接到抽屉的侧轨条。举例来说,导电路径1606可与抽屉的侧壁(例如,壁1112、1122、1132、1212、1222、1232中的任何一个或多个,图11、12)中或侧壁上的导电金属氧化物(未示出)电接触,其中导电金属氧化物还与抽屉的导电侧轨条导电接触。以此方式,电极可电耦合到通过解冻系统的托架的通道(或室壁)的导电部分供应的电压电位(例如,接地电压电位)。尽管电极1604示出为圆形,但应理解,这是说明性的且电极1604可呈任何所要形状,包括正方形、矩形等等。如所示出,电极1604具有直径D2。

[0191] 如图15和图16中所示出,壁1500和1600可各自具有具有不同直径或面积的电极。图1500的电极1504的直径D1大于图1600的电极1604的直径D2,且因此电极1504的面积明显大于电极1604的面积。通过在与解冻/加热系统相关联的套件中提供各自具有不同电极大小的多个抽屉,消费者能够选择具有最合适经解冻的负载的大小和形状的电极的用于解冻系统中的抽屉。举例来说,较小负载可拟合在电极1504和1604两者的圆周内,但可通过使用较小电极1604加热较小负载而节约电力,由于通过较大电极1504加热较小负载可导致在解冻操作期间产生的RF能量的一部分被浪费掉(例如,并不有助于较小负载的加热)。相反地,较大负载可拟合在电极1504的圆周内,但不拟合在电极1604的圆周内。尝试通过电极1604加热此较大负载可导致较大负载的一部分未成功地通过由解冻系统执行的解冻/加热操作解冻或加热,由于较大负载的这些部分可不与电极1604重叠且因此相较于与电极1604重叠的较大负载的部分将接收极少或不接收RF能量(例如,加热能量)。因此,解冻系统包括且与具有大小和形状各不相同的电极的多个抽屉相容以使得可解冻具有不同形状和大小的较广范围的负载可能有利。图16的标识符1610可不同于图15的标识符1510以使得不同大小的电极1604和1504中的每一个在其相应抽屉被插入在托架下方/插入到托架中时可唯一地经识别(例如,通过耦合到托架的辨识电路)。

[0192] 尽管解冻系统的含电极抽屉可易于根据消费者的电极大小需要进行调换,但静态托架内包含的电极调换起来可能并不简单。图17示出具有多个可选择电极以供使用,例如结合图15和16中所示出的电极1504和1604的托架(例如,图2中所示出的托架216或226)的内部俯视图。托架1700包括由例如金属(例如,铜、钨、金或这些金属的任何组合)的导电材料形成的电极1704、1706和1708(例如,电极370、770、1812,图3、7、18)。电极1704、1706和1708可与安置在托架1700下方的抽屉(例如,抽屉218、228、321、721、1110、1210,图2、3、7、11、12)的电极相对且面向电极布置,且跨越可放置负载的腔室(例如,腔室310、1806,图3、18)布置。托架1700进一步包括包括安置于电极1708与电极1706之间的部分1710和安置于电极1706与电极1704之间的部分1712的电介质材料1702。电介质材料1702可例如由塑料或玻璃形成。电极1704、1706和1708可堆积在电介质材料1702上,且在一些情况下可嵌入电介质材料1702中,使得电极1704、1706和1708的上表面以及电介质材料1702的上表面大体上为平面的。电介质材料1702的部分1710和1712可在未选择这些电极中的一个或多个以供使用时用以使电极1704、1706和/或1708彼此电隔离。托架1700可包括或可耦合到开关电路(未示出),其可选择电极1704、1706和1708中的一个或组合以在解冻操作期间接收RF信号

(例如,从RF信号源340,图3)且响应性地辐射电磁能。可至少基于安置于托架1700之下的抽屉的电极的大小和形状而选择电极以供使用。举例来说,在检测到所插入抽屉包括图15中所示出的具有直径D1的电极1504时,电极1704和1706可各自经选择为有效电极直径D1以匹配电极1504的直径。作为另一例子,在检测到所插入抽屉包括图16中所示出的具有直径D2的电极1604时,仅电极1704可经选择为有效电极直径D2以匹配电极1604的直径。可能并不选择具有大于直径D1和D2的直径D3的电极1708,除非检测到抽屉电极具有大于或等于D3的直径。

[0193] 托架1700可包括用于基于存在于抽屉上的标识符(例如,图15中所示出的标识符1510或图16中所示出的标识符1610)确定插入在托架1700下方/插入到托架1700中的抽屉的类型的辨识电路1714。举例来说,辨识电路1714可包括RFID扫描器或例如光学相机的光学形状或图案辨识电路。托架中的辨识电路1714可处理标识符以产生对应标识符数据。可(例如,通过系统控制器330,图3)将此标识符数据与存储在存储器中的值(例如,作为查找表(look-up-table,LUT)的部分)进行比较以确定已经插入的抽屉的类型,这又可确定经预定以与该特定标识符相关联的电极的大小和形状(例如,对应于图15中所示出的电极1504或图16中所示出的电极1604的大小和形状),和/或可确定应选择的电极1704、1706、1708的组合。可选择电极1704、1706和1708的组合以在通过解冻系统执行的解冻操作期间接收RF信号。接收输入RF信号的电极的组合(例如,通过RF信号供能的电极)是基于插入在托架1700下方/插入到托架1700中的电极和/或抽屉的一个或多个特征而选择,特征例如为通过辨识电路1714确定的插入在托架1700下方/插入到托架1700中的抽屉的电极的大小和形状。已经插入的抽屉的类型还可显示于用户接口(例如,用户接口320,图3)的屏幕上。

[0194] 应注意,上文结合抽屉辨识功能所描述的识别电路和辨识电路为说明性的。视需要,可替代地实施其它抽屉识别方式。

[0195] 通过可切换地选择托架1700中哪些电极在解冻操作期间为有源的,解冻系统可适应各种抽屉电极大小而不必以物理方式更换托架1700中的电极。应注意,尽管此处仅示出三个电极1704、1706、1708,但这不希望是限制性的,且在如所示出的同心圆布置中或在其它布置中,在解冻系统的托架中可包括具有不同直径、尺寸、形状和相对位置的任何数目的可选择电极。

[0196] 图18示出具有插入在托架(例如,托架216、226,图2)下方/插入到托架中以形成安置负载(例如,图3中示出的负载316)的腔室的抽屉(例如,抽屉218、228、321、721、1110、1210、1412,图2、3、7、11、12、14)的解冻系统(例如,图2中所示出的解冻系统210和220)的横截面正视图。如所示出,抽屉1802可放置在托架1804下方/放置到托架1804中(例如,滑动或插入或以其它方式物理接合)。抽屉1802可为可装卸的,但可在将其完全插入如所示的托架1804下方/插入到托架1804中时连同托架1804一起形成封闭腔室1806。抽屉1802可包括侧壁(例如,侧壁1122、1222,图11、12)以及至少部分地插入到托架1804的导电通道1818(例如,通道1312,图13)(或形成在冷冻机、制冷机或其它隔室的壁中的通道)中使得侧轨条1814和1816与至少部分导电通道1818之间存在电接触的导电侧轨条1814和1816(例如,侧轨条1114、1116、1214、1216、1414、1416,图11、12、14)。此电接触可使得电压参考信号(例如,接地或共同电压参考信号)能够通过至少部分导电通道1818从托架1804(或冷冻机、制冷机或其它隔室)中的电压参考源(未示出)施加到侧轨条1814和1816。如上文所论述,在替

代实施例中,抽屉可包括一个或多个通道,且托架(或室壁)可包括一个或多个对应导电轨条。

[0197] 在一些情况下,抽屉1802可完全由导电材料形成。在其它情况下,抽屉1802可由导电材料和电介质材料两者形成,且抽屉1802的导电材料可形成类似于图15和16中所示出的电极1504和1604的电极。可形成与非导电阻挡层1810重叠的此电极。负载1808为安置在腔室1806中待解冻的负载。举例来说,负载1808可为食物负载或需要解冻、融化或加热的任何其它负载。托架1804包括可类似于图17中所示出的电极1704、1706和1708布置和配置的一个或多个电极1812。

[0198] 在实施例中,其中抽屉1802包括形成在电介质材料中或电介质材料上的电极,在将抽屉1802完全安装于系统中时,可面向且与托架1804的电极1812相对地形成抽屉电极。抽屉电极还可接收在侧轨条1814处通过形成于抽屉1802的内壁上或内壁下方的导电迹线施加的电压参考信号(或接地信号)。

[0199] 应理解,与本文所描述的和图式中所描绘的方法相关联的操作的次序对应于例子实施例,且不应解释为将操作的顺序仅限于所示出的次序。替代地,一些操作可以不同次序执行,和/或一些操作可并行地执行。

[0200] 本文中包含的各图中示出的连接线意图表示各种元件之间的示例性功能关系和/或物理耦合。应注意,主题的实施例中可以存在许多替代或额外的功能关系或物理连接。此外,本文中还可以仅出于参考的目的使用某些术语,且因此这些术语并不意图具有限制性,并且除非上下文明确指示,否则指代结构的术语“第一”、“第二”和其它此类数值术语并不暗示顺序或次序。

[0201] 如本文所用,“节点”意味着任何内部或外部参考点、连接点、接合点、信号线、导电元件等等,在“节点”处存在给定信号、逻辑电平、电压、数据模式、电流或量。此外,两个或多个节点可以通过一个物理元件实现(并且尽管在公共节点处接收或输出,但是仍然可以对两个或更多个信号进行多路复用、调制或者以其它方式区分)。

[0202] 以上描述指代元件或节点或特征“连接”或“耦合”在一起。如本文所使用,除非以其它方式明确地陈述,否则“连接”意味着一个元件直接接合到另一元件(或直接与另一元件通信),且不必以机械方式接合。同样,除非以其它方式明确地陈述,否则“耦合”意味着一个元件直接或间接接合到另一元件(或直接或间接与另一元件通信),且不必以机械方式接合。因此,尽管图中示出的示意图描绘元件的一个示例性布置,但是另外的介入元件、装置、特征或组件可存在于所描绘主题的实施例中。

[0203] 根据实施例,系统可包括可产生RF信号的射频(RF)信号源、包括第一电极的第一结构、第二结构和第二导电特征。第二导电结构可包括在第二结构与第一结构物理接合时与第一电极至少部分地垂直重叠的第二电极和永久性地耦合到第二结构的第一导电结构。第一结构可电耦合到RF信号源。第一结构和第二结构可以非永久性方式物理接合在一起在第一结构与第二结构之间形成腔室。第二导电特征可在第二结构与第一结构完全物理接合时以物理方式连接且电连接到第一导电特征。

[0204] 根据实施例的另一方面,第一结构可包括托架。第二结构可包括形成可装卸抽屉的一部分的可装卸平台。第一导电特征可永久性地电耦合到第二电极。

[0205] 根据实施例的另一方面,可装卸抽屉可完全由导电材料形成。

[0206] 根据实施例的另一方面,可装卸抽屉可包括侧轨条,第一导电特征连接到侧轨条;电介质材料,第二电极形成在电介质材料上或电介质材料中;以及形成在电介质材料中或电介质材料上的一个或多个导电迹线,其将第二电极电连接到第一导电特征。第一导电特征可与侧轨条一体地形成。

[0207] 根据实施例的另一方面,系统可包括电耦合到第二导电特征的电压参考,和通道,侧轨条可插入到通道中。可在将侧轨条完全插入到通道中时连接第一导电特征与第二导电特征以在第二电极与电压参考之间提供电路路径。

[0208] 根据实施例的另一方面,第二导电特征可定位于通道的顶部内表面处。通道可包括形成于通道的底部内表面的一部分上的结块。可在将侧轨条完全插入到通道中时在通道的顶部内表面处通过结块使侧轨条的第一导电特征与第二导电特征保持电接触。结块可由尼龙或聚四氟乙烯形成。

[0209] 根据实施例的另一方面,侧轨条可包括第一部分、第二部分和第三部分。第一部分可沿着第一轴延伸且可包括在将侧轨条完全插入到通道中时与结块和通道的顶部内表面接触的远端部分。第二部分可沿着平行于第一轴的第二轴延伸且与通道的底部内表面的额外部分接触,额外部分不同于通道的底部内表面中在将侧轨条完全插入到通道中时上面形成有结块的部分。第三部分可沿着与第一轴与第二轴相交的第三轴延伸且可将第一部分连接到第二部分。

[0210] 根据实施例的另一方面,系统可包括识别第二电极的一个或多个特征的耦合到可装卸平台的标识符。托架可包括邻近于第一电极的第三电极、邻近于第三电极和第一电极的第四电极和基于标识符确定第二电极的一个或多个特征的辨识电路。托架可基于第二电极的经识别的一个或多个特征而选择性地施加RF信号到第一电极、第三电极和第四电极中的一个或多个。

[0211] 根据实施例,系统可包括产生RF信号的RF信号源、包括第一电极的托架、接近于系统的腔室定位的在RF信号源与第一电极之间的传输路径,以及安置在托架下方且包括与第一电极相对且面向第一电极布置的第二电极的可装卸平台。传输路径可将RF信号从RF信号源传送到第一电极。

[0212] 根据实施例的另一方面,可装卸平台可形成可装卸抽屉的部分,可装卸抽屉包括永久性地连接到可装卸抽屉的一侧的导电侧轨条、上面安置有第二电极的电介质材料和将第二电极电连接到导电侧轨条的安置于电介质材料上的一个或多个导电迹线。

[0213] 根据实施例的另一方面,系统可包括与可装卸平台接触且可推动可装卸抽屉以与托架接触的支撑结构。

[0214] 根据实施例的另一方面,托架可以进一步包括电压参考和与导电侧轨条和电压参考电接触的导电端。导电端可将导电侧轨条电耦合到电压参考。支撑结构可将压力施加到可装卸抽屉的可装卸平台以维持导电端与导电侧轨条之间的电接触。

[0215] 根据实施例的另一方面,抽屉可包括识别第二电极的一个或多个特征的安置于可装卸平台上的标识符。托架可包括邻近于第一电极的第三电极、邻近于第三电极和第一电极的第四电极和可基于标识符确定第二电极的一个或多个特征的辨识电路。托架可基于第二电极的经识别的一个或多个特征而选择性地施加RF信号到第一电极、第三电极和/或第四电极。

[0216] 根据实施例,能够插入在托架下方以形成腔室的抽屉可包括形成于抽屉的平台上的电极和电耦合到电极的导电侧轨条。电极可在将抽屉插入于托架下方时与托架的第二电极重叠。可将导电侧轨条插入到托架的金属通道中。

[0217] 根据实施例的另一方面,抽屉可包括识别第二电极的一个或多个特征的形成于抽屉的平台上的标识符,和形成于抽屉的电介质内部底壁和抽屉的内部侧壁上的导电迹线。导电迹线可将导电侧轨条电耦合到电极。

[0218] 尽管先前详细描述中已呈现至少一个示例性实施例,但应了解,存在大量变化。还应了解,本文中所描述的示例性实施例并不意图以任何方式限制所要求的主题的范围、适用性或配置。实际上,以上详细描述将向本领域的技术人员提供用于实施所描述的一个或多个实施例的方便的指南。应理解,可在不脱离权利要求书所限定的范围的情况下对元件的功能和布置作出各种改变,权利要求书所限定的范围包括在提交本专利申请时的已知等效物和可预见的等效物。

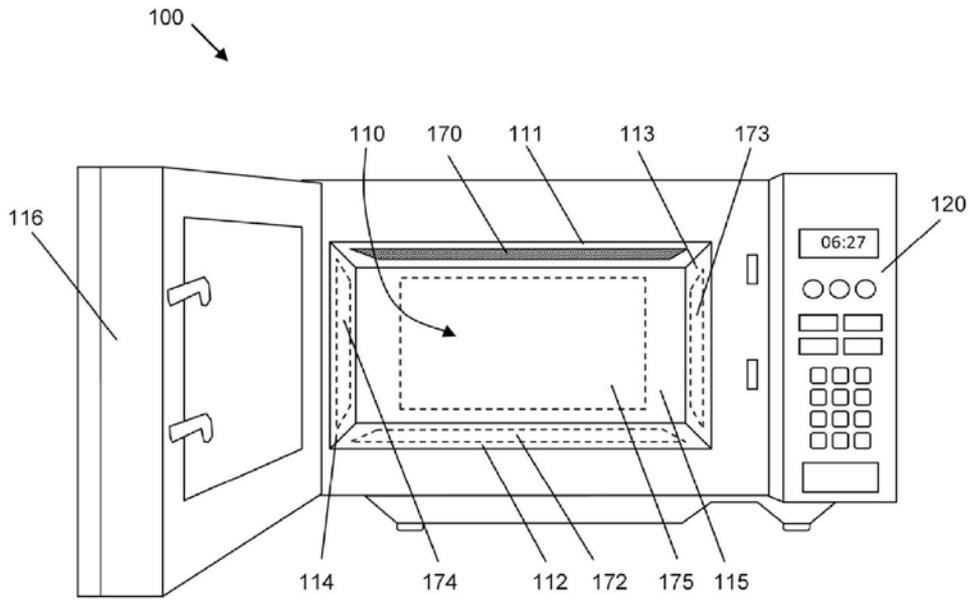


图1

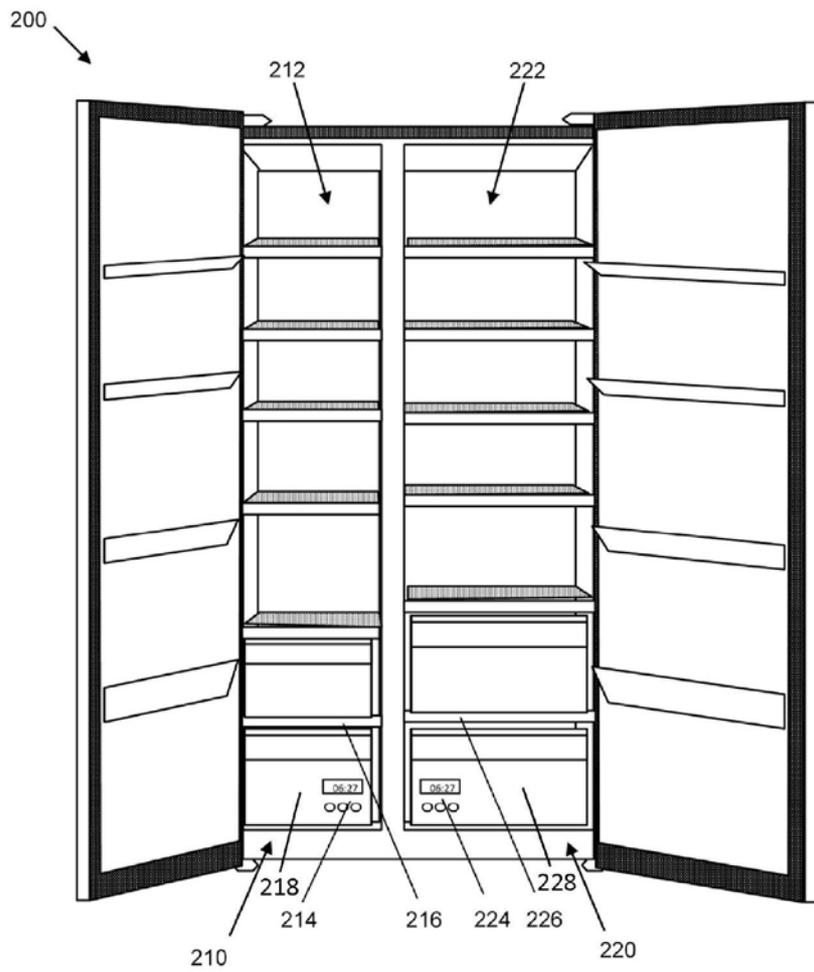


图2

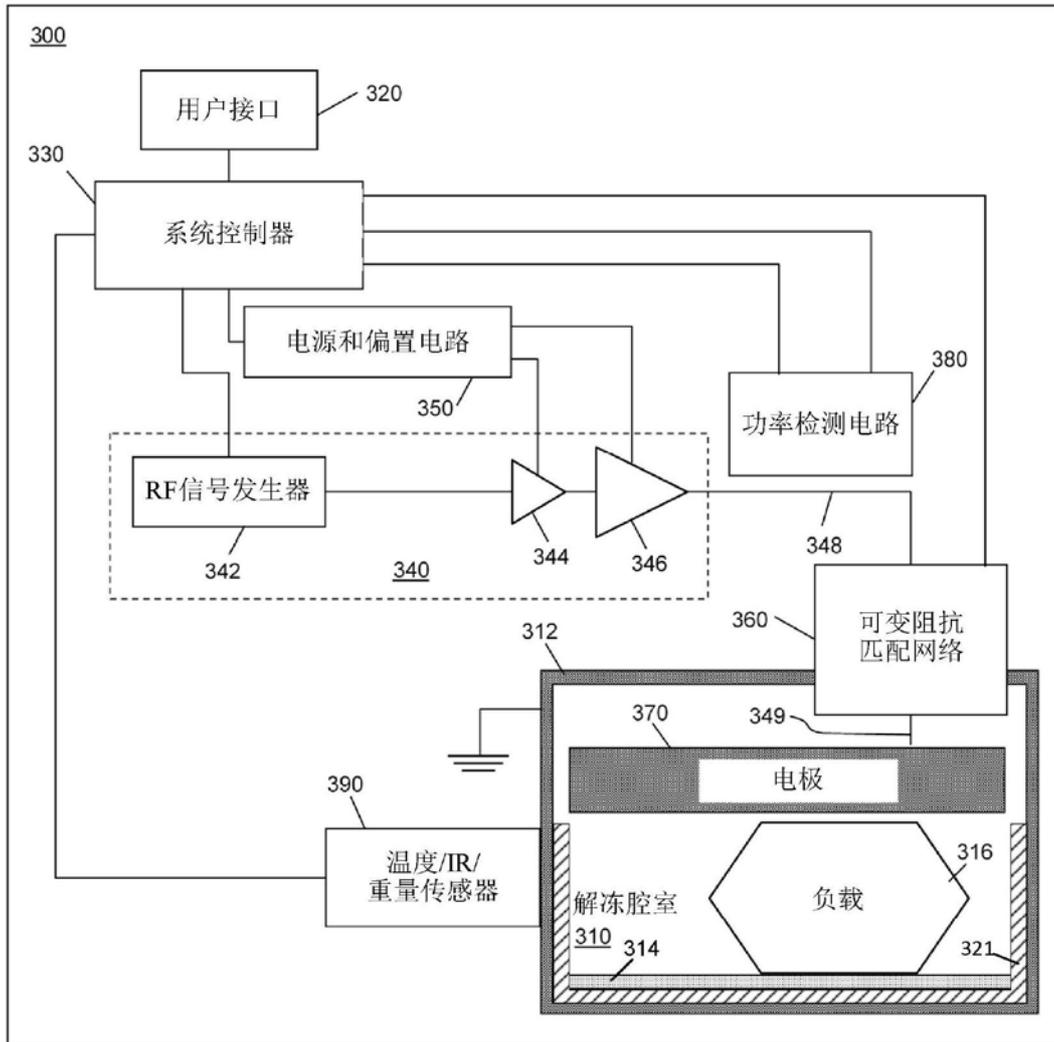


图3

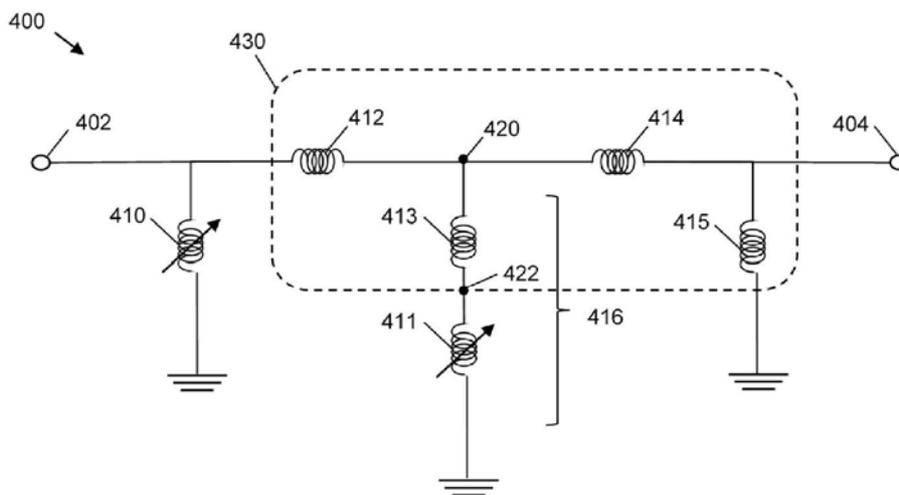


图4

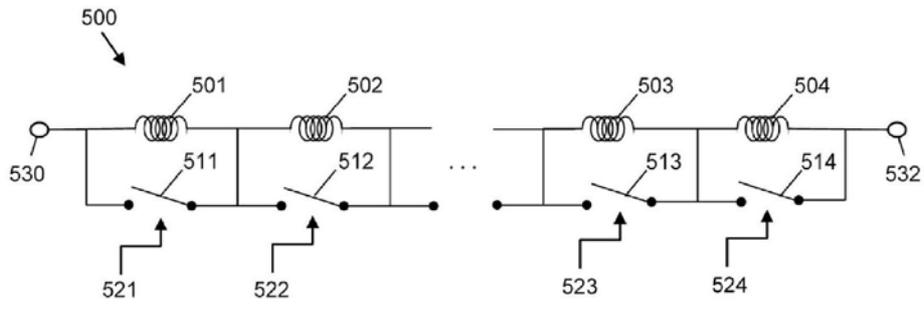


图5

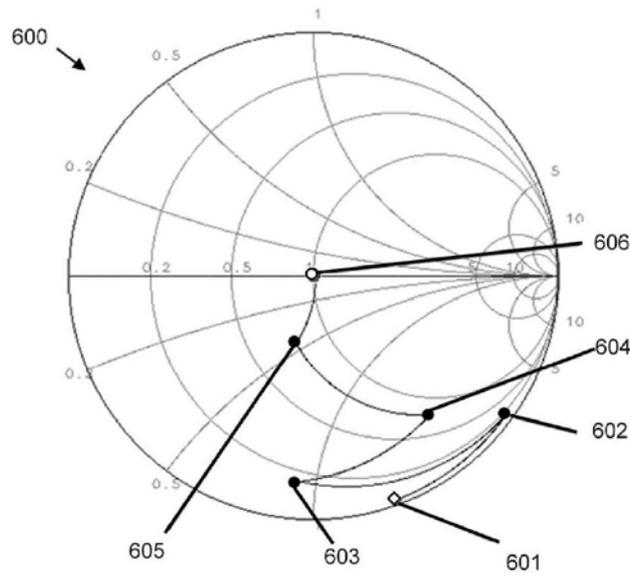


图6

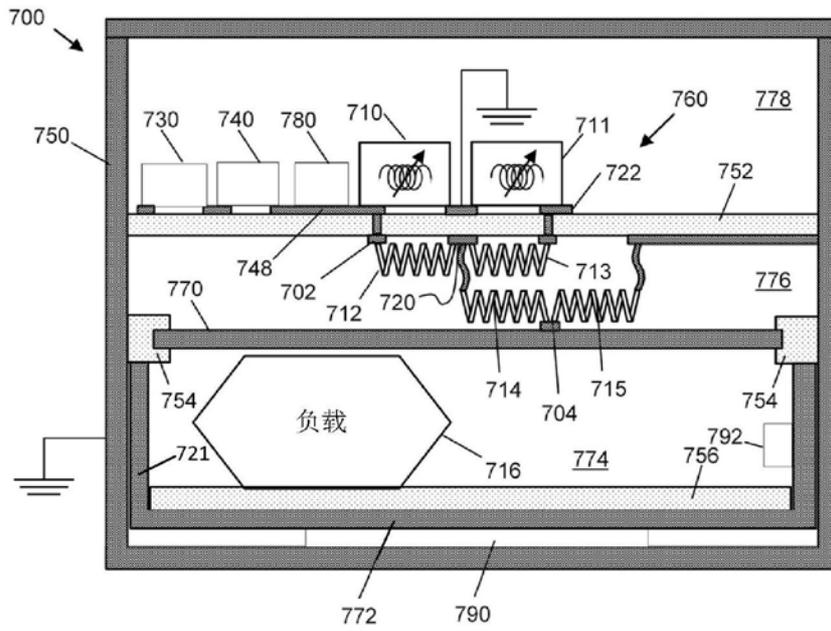


图7

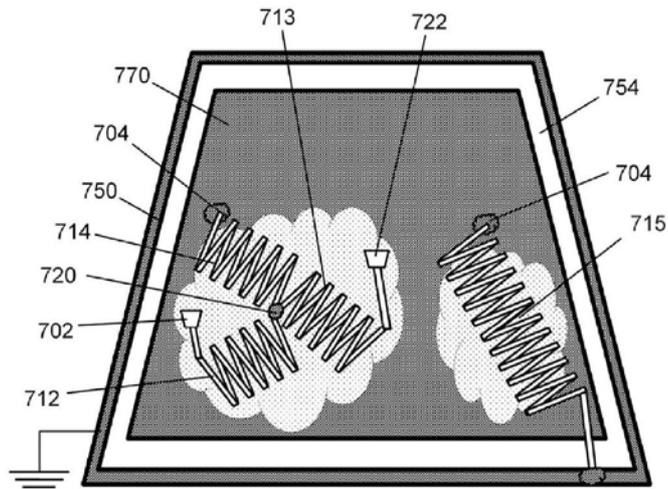


图8

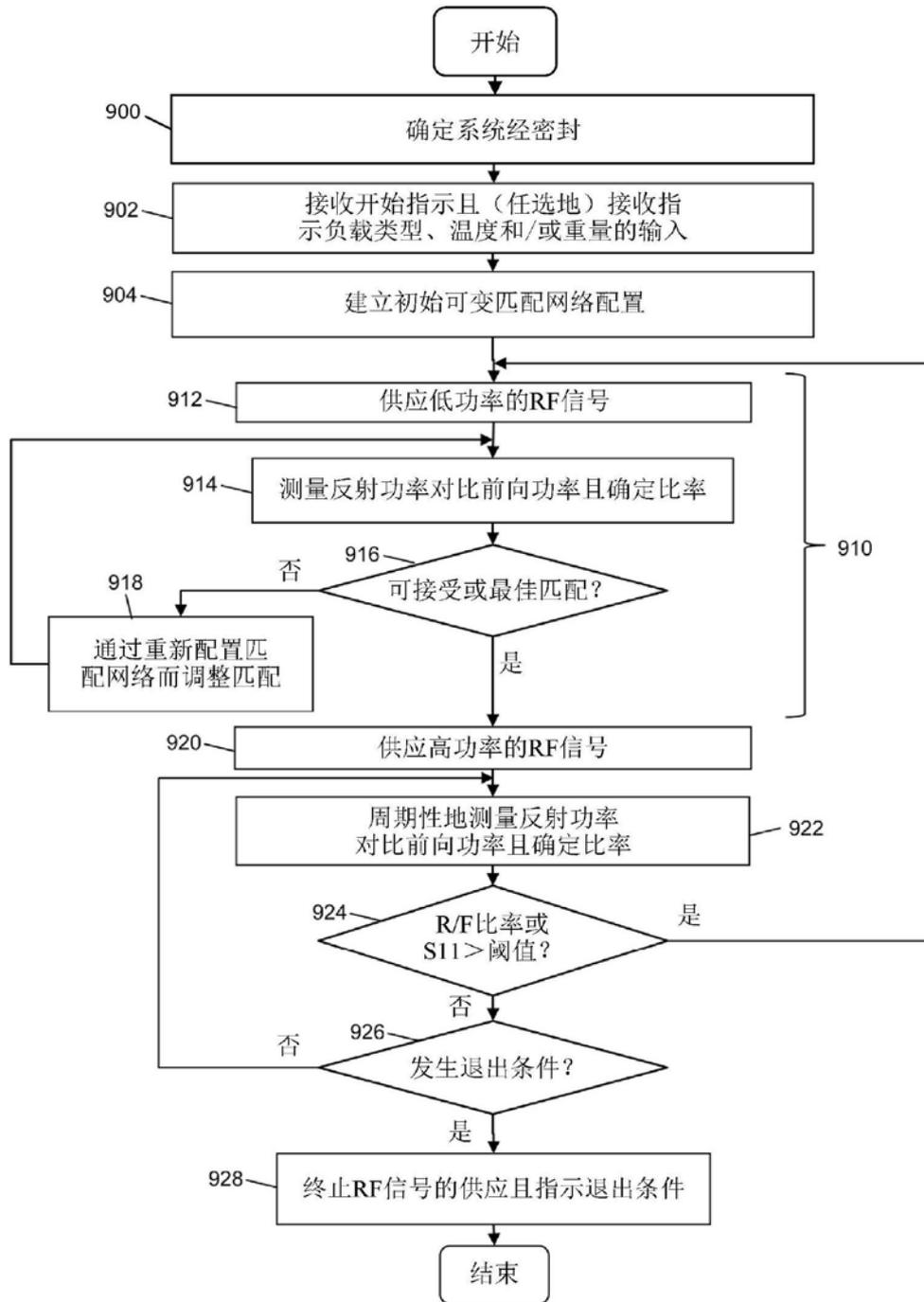


图9

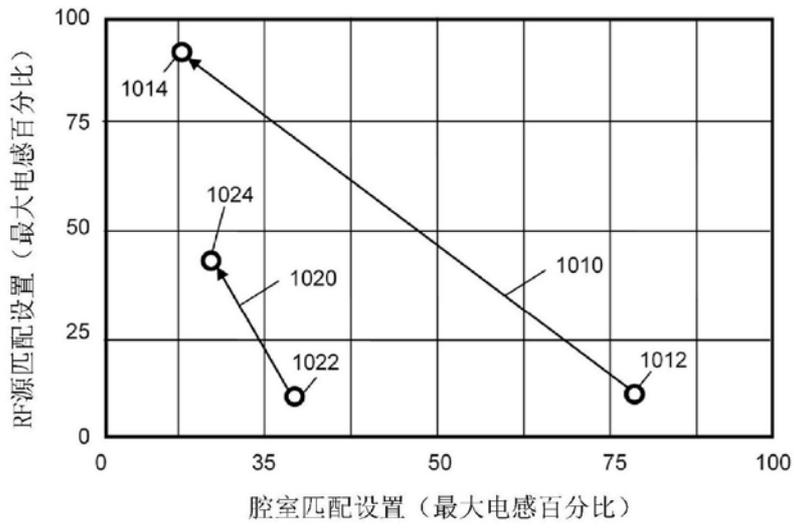


图10

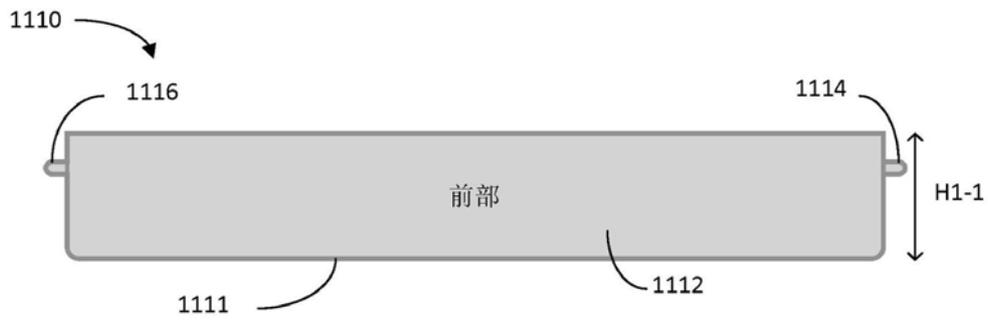


图11A

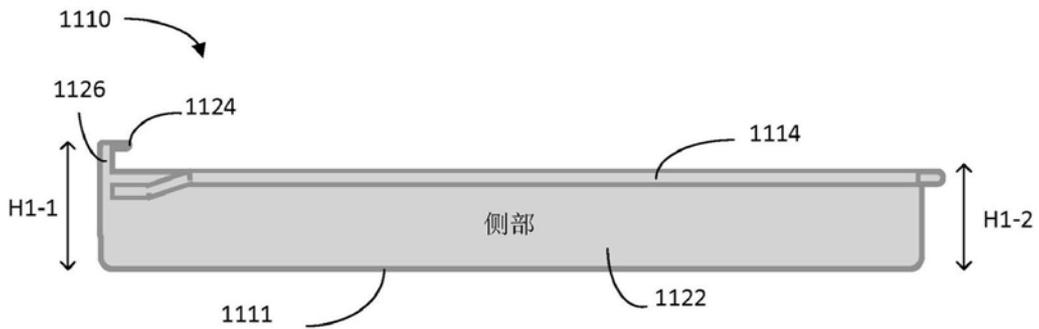


图11B

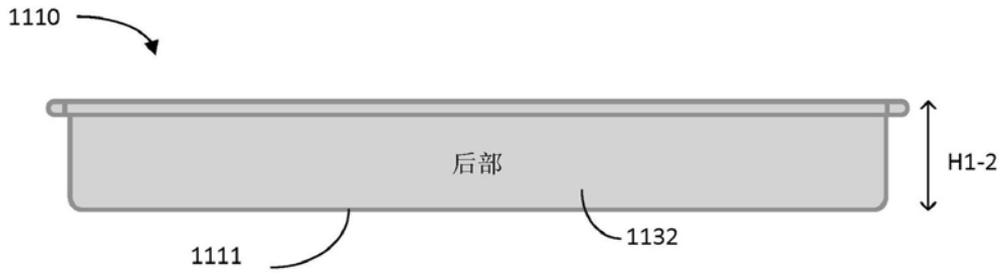


图11C

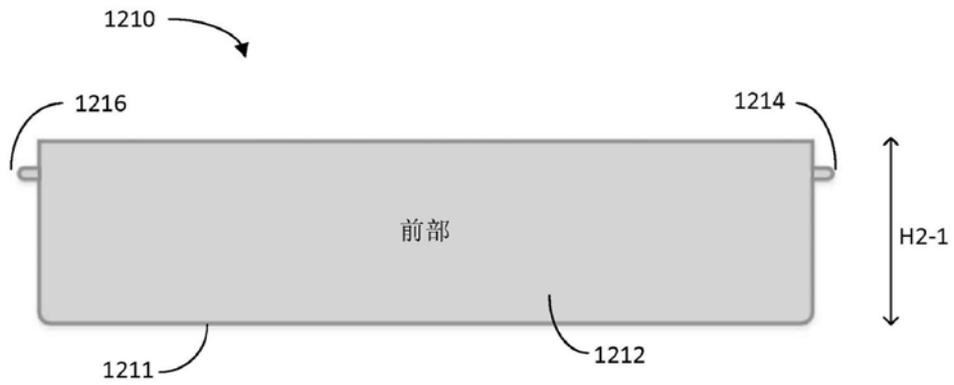


图12A

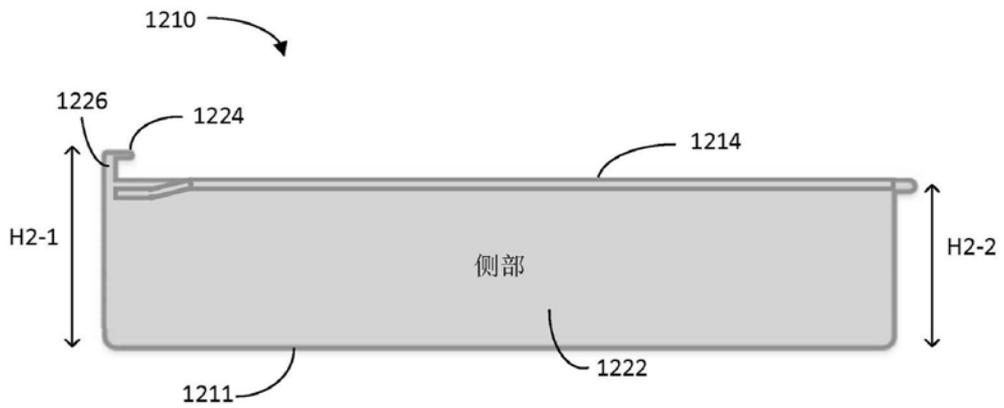


图12B



图12C



图13A

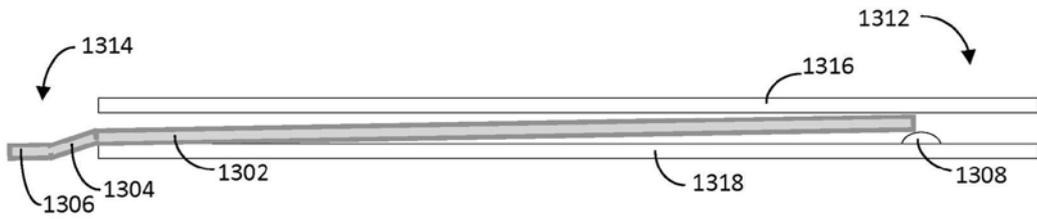


图13B

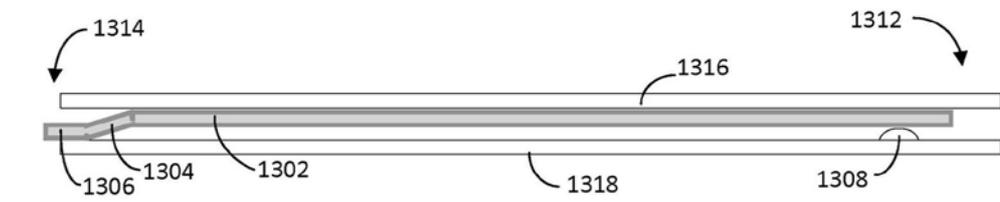


图13C

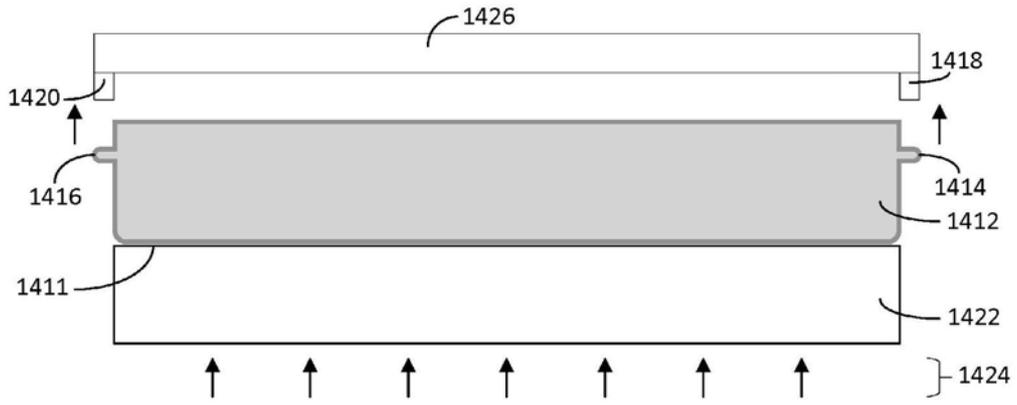


图14A

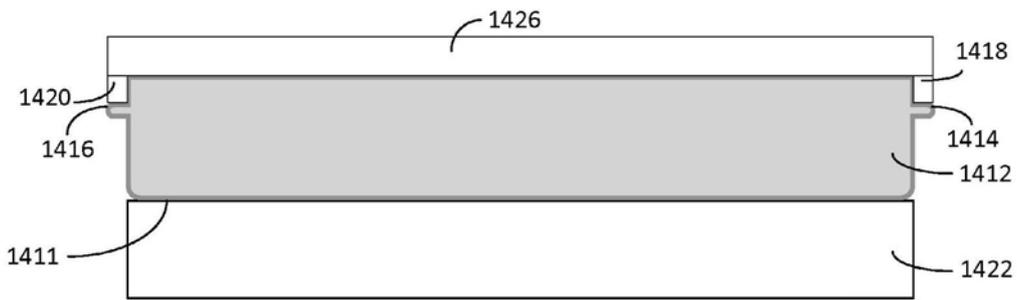


图14B

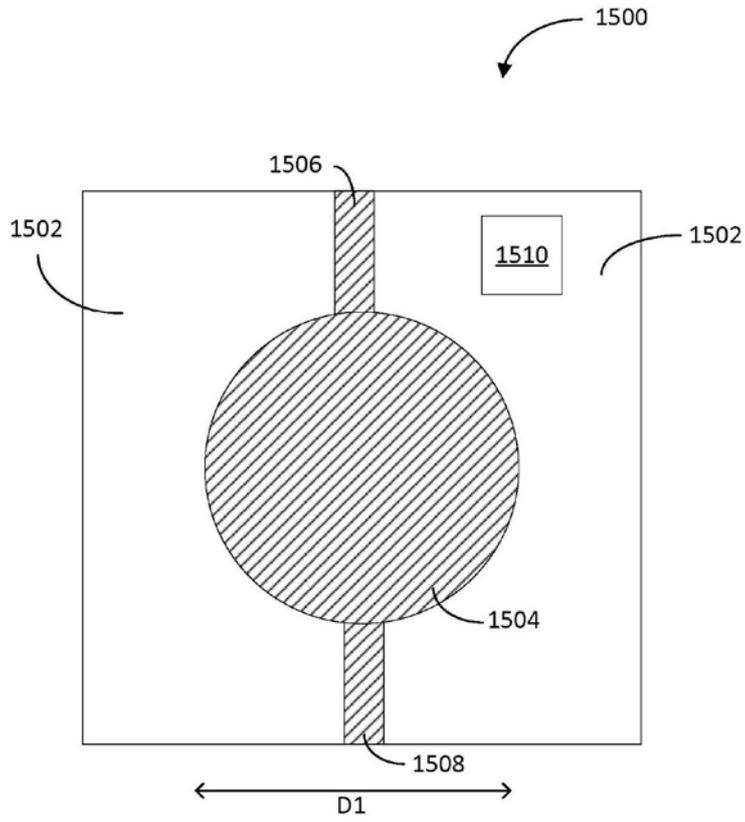


图15

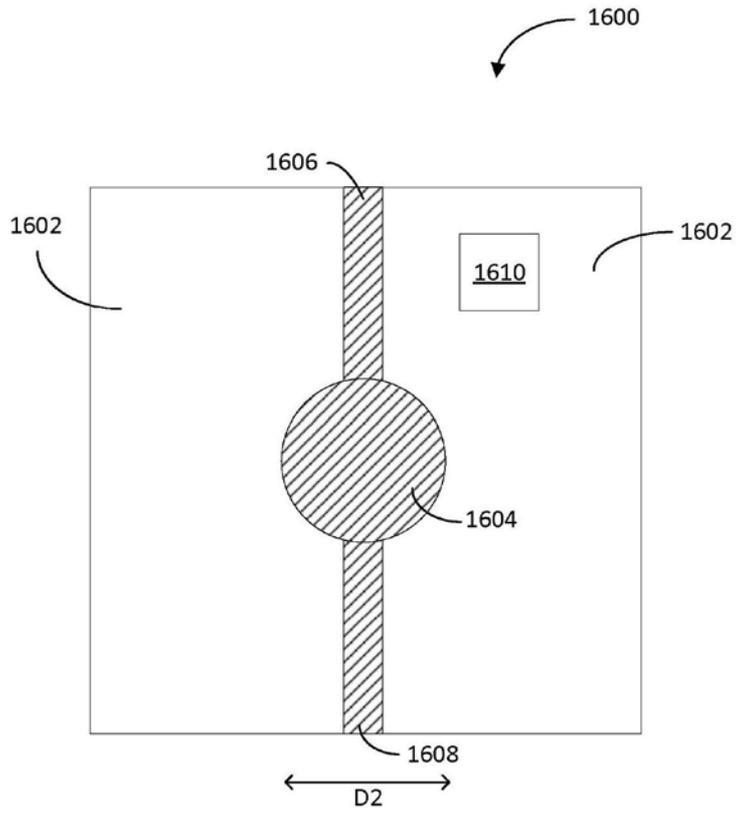


图16

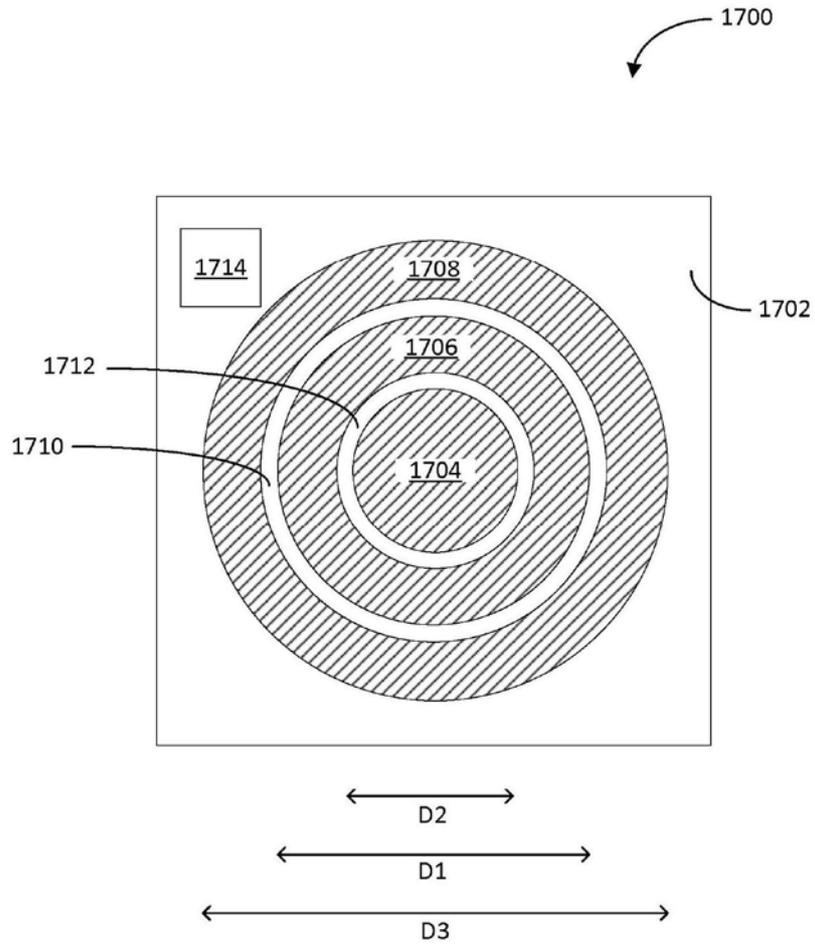


图17

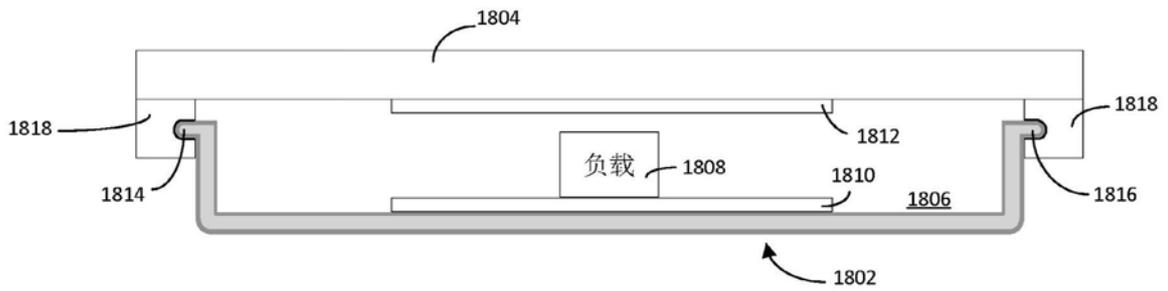


图18