



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109416183 A

(43)申请公布日 2019.03.01

(21)申请号 201680087308.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.12.27

F24C 7/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.12.28

H01L 23/34(2006.01)

H05B 6/72(2006.01)

B82Y 30/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/068723 2016.12.27

(87)PCT国际申请的公布数据
W02018/125051 EN 2018.07.05

(71)申请人 惠而浦公司
地址 美国密歇根州
申请人 松下电器产业株式会社

(72)发明人 E·布齐 M·希扎尔

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王小东 黄纶伟

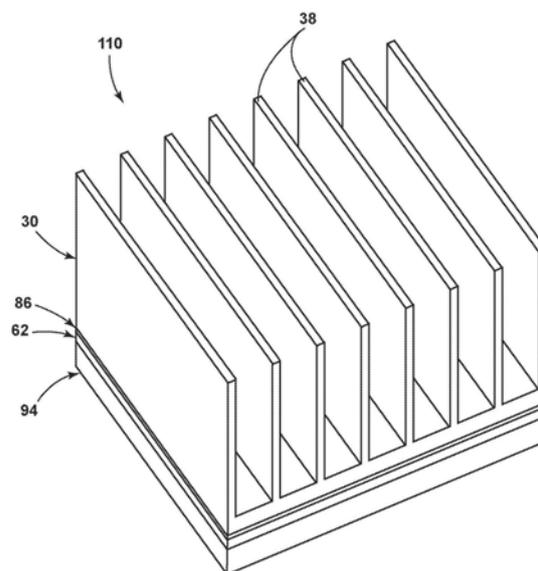
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

固态烹饪用微波炉中的纳米冷却

(57)摘要

电磁烹饪设备包括腔体,食物放置在该腔体中。多个射频馈送器被配置为将电磁辐射引入腔体中以加热食物。射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号,其中高功率放大器联接到射频信号发生器,其中高功率放大器被配置为将低功率射频信号放大为高功率射频信号。散热器联接到高功率放大器,其中散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片。薄金属板包括多个穿孔,其中所述穿孔填充有具有碳纳米管负载的环氧树脂。



1. 一种电磁烹饪设备,其包括:
腔体,食物放置在该腔体中;
多个射频馈送器,所述多个射频馈送器被配置为将电磁辐射引入所述腔体中以加热食物;
射频信号发生器,所述射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;
高功率放大器,所述高功率放大器联接到所述射频信号发生器,其中,所述高功率放大器被配置为将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;
散热器,所述散热器联接到所述高功率放大器,其中所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;以及
薄金属板,所述薄金属板具有多个穿孔,其中所述穿孔填充有环氧树脂,所述环氧树脂具有碳纳米管负载,其中所述薄金属板位于所述散热器和所述高功率放大器之间。
2. 根据权利要求1所述的电磁烹饪设备,其中,所述碳纳米管负载均匀地分散在所述环氧树脂中。
3. 根据权利要求1和2中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述环氧树脂具有约1wt%至约25wt%的所述碳纳米管负载。
4. 根据权利要求1和2中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述环氧树脂具有约5wt%的所述碳纳米管负载。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述碳纳米管负载包括任何形态的单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、少壁碳纳米管、多壁碳纳米管、短双壁碳纳米管、薄多壁碳纳米管、短薄多壁碳纳米管、官能化碳纳米管及其组合。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述薄金属板包括选自自由铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铯、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铟、铪、铌及其组合组成的组的金属。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述散热器包括选自自由铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铯、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铟、铪、铌及其组合组成的组的金属。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述环氧树脂包括二缩水甘油醚和一种或多种双酚分子的混合物。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述薄金属板的厚度为约0.010英寸厚至约0.100英寸。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述散热器通过粘合剂和/或机械紧固件联接到所述高功率放大器。
11. 一种用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,其包括:
形成具有多个穿孔的薄金属板;
用包括碳纳米管的环氧树脂填充所述穿孔以形成注入了碳纳米管的基板;
将所述注入了碳纳米管的基板联接到散热器的第二侧,其中,所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;
将所述散热器的带有所述注入了碳纳米管的基板的所述第二侧联接到所述高功率放大器;

利用射频信号发生器产生射频,该射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;
利用联接到所述射频信号发生器的所述高功率放大器将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;以及

利用多个射频馈送器将所述高功率射频(电磁辐射)引入进入腔体,用于加热食物。

12. 根据权利要求11所述的用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,其中,用包括碳纳米管的环氧树脂填充所述穿孔包括使用约1wt%至约25wt%的碳纳米管的负载。

13. 根据权利要求11所述的用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,其中,用包括碳纳米管的环氧树脂填充所述穿孔包括使用约5wt%的碳纳米管的负载。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,其中,所述碳纳米管包括任何形态的单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、少壁碳纳米管、多壁碳纳米管、短双壁碳纳米管、薄多壁碳纳米管、短薄多壁碳纳米管、官能化碳纳米管及其组合。

15. 根据权利要求11至14中任一项所述的用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,其中,形成具有多个穿孔的薄金属板包括使用选自铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铯、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铟、铊、铋及其组合组成的组的金属。

16. 根据权利要求11至15中任一项所述的用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,其中,具有多个穿孔的薄金属板被形成为具有约0.010英寸厚至约0.100英寸厚的厚度。

17. 根据权利要求11至16中任一项所述的用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,其中,所述散热器的所述第二侧和所述注入了碳纳米管的基板使用粘合剂和/或机械紧固件联接到所述高功率放大器。

18. 一种温度调节高功率放大器,其包括:

射频信号发生器,所述射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;

高功率放大器,所述高功率放大器被联接到所述射频信号发生器,其中所述高功率放大器被配置为将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;

散热器,所述散热器联接到所述高功率放大器,其中,所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;以及

薄金属板,所述薄金属板具有多个穿孔,其中所述穿孔填充有具有碳纳米管负载的环氧树脂。

19. 根据权利要求18所述的电磁烹饪设备,其中,所述环氧树脂具有约1wt%至约25wt%的所述碳纳米管负载。

20. 根据权利要求18和19中任一项所述的电磁烹饪设备,其中,所述碳纳米管负载包括任何形态的单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、少壁碳纳米管、多有壁碳纳米管、短双壁碳纳米管、薄多壁碳纳米管、短薄多壁碳纳米管、官能化碳纳米管及其组合。

固态烹饪用微波炉中的纳米冷却

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及用于电磁烹饪的方法和装置,更具体地,涉及用于热调节微波炉内的部件的方法和装置。

背景技术

[0002] 常规微波炉通过介电加热过程来烹饪食物,其中高频交变电磁场分布在整个封闭腔体中。射频频谱的子带,2.45GHz或其附近的微波频率,主要通过吸收水中的能量来引起介电加热。

[0003] 为了在常规微波中产生微波频率辐射,施加到高压变压器的电压导致施加到产生微波频率辐射的磁控管的高压功率。然后微波通过波导传输到容纳食物的封闭腔体。在具有单个非相干源(如磁控管)的封闭腔体中烹饪食物会导致食物的不均匀加热。为了更均匀地加热食物,微波炉除了其它之外还包括机械解决方案,例如微波搅拌器和用于旋转食物的转盘。常见的基于磁控管的微波源不是窄带的并且不是可调谐的(即,以随时间变化且不可选择的频率发射微波)。作为这种常见的基于磁控管的微波源的替代方案,固态源可以被包括在可调谐且相干的微波炉中。

发明内容

[0004] 在至少一个方面,提供了一种电磁烹饪设备。电磁烹饪设备包括:腔体,食物放置在该腔体中;多个射频馈送器,所述多个射频馈送器被配置为将电磁辐射引入所述腔体中以加热食物;射频信号发生器,所述射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;高功率放大器,所述高功率放大器联接到所述射频信号发生器,其中,所述高功率放大器被配置为将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;散热器,所述散热器联接到所述高功率放大器,其中所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;以及薄金属板,所述薄金属板具有多个穿孔,其中所述穿孔填充有环氧树脂,所述环氧树脂具有碳纳米管负载,其中所述薄金属板位于所述散热器和所述高功率放大器之间。

[0005] 在至少另一方面,提供了一种用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法。该方法包括:形成具有多个穿孔的薄金属板;用包括碳纳米管的环氧树脂填充所述穿孔以形成注入了碳纳米管的基板;将所述注入了碳纳米管的基板联接到散热器的第二侧,其中,所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;将所述散热器的带有所述注入了碳纳米管的基板的所述第二侧联接到所述高功率放大器;利用射频信号发生器产生射频,该射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;利用联接到所述射频信号发生器的所述高功率放大器将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;以及利用多个射频馈送器将所述高功率射频(电磁辐射)引入进入腔体,用于加热食物。

[0006] 在至少另一方面,提供了一种温度调节高功率放大器。温度调节高功率放大器包

括:射频信号发生器,所述射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;高功率放大器,所述高功率放大器被联接到所述射频信号发生器,其中所述高功率放大器被配置为将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;散热器,所述散热器联接到所述高功率放大器,其中,所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;以及薄金属板,所述薄金属板具有多个穿孔,其中所述穿孔填充有具有碳纳米管负载的环氧树脂。

[0007] 通过研究以下说明书、权利要求和附图,本领域技术人员将进一步理解和领会本装置的这些和其它特征、优点和目的。

附图说明

[0008] 在附图中:

[0009] 图1是根据本文描述的各个方面的具有多个相干射频馈送器的电磁烹饪设备的框图;

[0010] 图2是散热器的俯视图;

[0011] 图3是图2中所示的散热器的侧视图;

[0012] 图4是图2至图3中所示的散热器的立体图;

[0013] 图5是根据本公开的一个方面的薄金属板的立体图;

[0014] 图6是根据本公开的一个方面的注入了碳纳米管的基板的立体图;

[0015] 图7示出了根据本公开的一个方面的碳纳米管散热器的组件;

[0016] 图8是根据本公开的一个方面的温度调节高功率放大器的底部立体图;

[0017] 图9是根据本公开的一个方面的温度调节高功率放大器的顶部立体图;

[0018] 图10是表示散热器的温度随时间的差异的图表;

[0019] 图11是表示使用碳纳米管的散热器的温度随时间的差异的图表;以及

[0020] 图12是示出根据本公开的一个方面的用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法的示意图。

具体实施方式

[0021] 出于描述的目的,词语“上”、“下”、“右”、“左”、“后”、“前”、“竖直”、“水平”及其派生词应涉及如图1中取向的装置。然而,应该理解,除非明确地相反指出,否则该装置可以采用各种替代方位和步骤顺序。还应理解,附图中示出的以及以下说明书中描述的特定装置和过程仅是所附权利要求中限定的发明构思的示例性实施方式。因此,除非权利要求另有明确说明,否则与本文公开的实施方式相关的具体尺寸和其它物理特性不应被视为限制。

[0022] 固态射频(RF)烹饪器具通过将电磁辐射引入封闭腔体来加热和准备食物。处在封闭腔体中的不同位置处的多个RF馈送器在它们辐射时产生动态电磁波图案。为了控制和成形封闭腔体中的电磁波图案,多个RF馈送器可以辐射具有单独控制的电磁特性的波,以保持封闭腔体内的相干性(即,静止的干涉图案)。例如,每个RF馈送器可以相对于其它馈送器发送不同的频率、相位和/或幅度。其它电磁特性在RF馈送器中可能是共同的。例如,每个RF馈送器可以以共同但可变的频率发送。尽管以下实施方式涉及烹饪器具,其中RF馈送器引导电磁辐射以加热封闭腔体中的物体,但是应当理解,本文描述的方法和由此衍生的发明

构思不限于此。所涵盖的概念和方法适用于任何RF装置,其中电磁辐射被引导到封闭腔体以作用在腔体内的物体上。示例性装置包括烘箱、烘干机、蒸汽机等。

[0023] 参见图1至图12,电磁烹饪设备10包括腔体14,食物放置在腔体14中。多个RF馈送器18被配置为将电磁辐射引入腔体14中以加热食物。射频信号发生器22被配置为产生低功率射频信号,其中高功率放大器26联接到射频信号发生器22,其中高功率放大器26被配置为将低功率射频信号放大到高功率射频信号。散热器30联接到高功率放大器26,其中散热器30包括平坦基部34,平坦基部34联接到多个翅片38,翅片38从平坦基部34的第一侧42垂直延伸。薄金属板46包括多个穿孔50,其中穿孔50填充有具有碳纳米管负载58的环氧树脂54。

[0024] 图1示出了根据一个实施方式的具有多个相干RF馈送器18A至18D的电磁烹饪设备10的框图。如图1所示,电磁烹饪设备10包括电源66、控制器70、RF信号发生器22、人机接口78和联接到多个RF馈送器18A至18D的多个高功率RF放大器(或高功率放大器)26A至26D。多个RF馈送器18A至18D各自将RF功率从多个高功率RF放大器26A至26D中的一个高功率RF放大器传送到封闭腔体14中。

[0025] 电源66将来自市电的电功率提供给控制器70、RF信号发生器22、人机接口78和多个高功率RF放大器26A至26D。电源66将市电转换为其供电的每个装置所需的功率水平。电源66可以提供可变的输出电压电平。例如,电源66可以输出以0.5伏步长选择性地控制的电压电平。以这种方式,电源66可以被配置为通常向每个高功率RF放大器26A至26D提供28伏直流电,但是可以提供较低电压,例如15伏直流电,以降低RF输出功率水平达到所需水平。

[0026] 控制器70可以被包括在电磁烹饪设备10中,其可以与电磁烹饪设备10的各种部件可操作地联接以实现烹饪循环。控制器70还可以与控制面板或人机界面78可操作地联接,用于接收用户选择的输入并将信息传送给用户。人机界面78可以包括操作控制,例如拨盘、灯、开关、触摸屏元件和显示器,使用户能够向控制器70输入诸如烹饪循环之类的命令并接收信息。用户界面78可以包括一个或多个元素,这些元素可以相对于彼此集中或分散。控制器70还可以选择由电源66提供的电压电平。

[0027] 控制器70可以设置有存储器和中央处理单元(CPU),并且可以优选地实现在微控制器中。存储器可用于存储可在完成烹饪循环时由CPU执行的控制软件。例如,存储器可以存储一个或多个预编程的烹饪循环,其可以由用户选择并由电磁烹饪设备10完成。控制器70还可以从一个或多个传感器接收输入。可与控制器70可通信地联接的传感器的非限制性示例包括用于测量RF功率水平的RF工程领域中已知的峰值水平检测器和用于测量封闭腔体或一个或多个高功率放大器26A至26D的温度的温度传感器。

[0028] 基于由人机接口78提供的用户输入和包括来自多个高功率放大器26A至26D的前向和后向(或反射)功率幅度的数据(在图1中由从每个高功率放大器26A至26D通过RF信号发生器22到控制器70的路径表示),控制器70可以确定烹饪策略并计算RF信号发生器22的设置。这样,控制器70的其中一个主要功能是致动电磁烹饪设备10以实例化由用户启动的烹饪循环。然后,下面将要描述的RF信号发生器22可以基于控制器70指示的设置产生多个RF波形,即,每个高功率放大器26A至26D一个。

[0029] 每个联接到RF馈送器18A至18D之一的高功率放大器26A至26D各自基于由RF信号发生器22提供的低功率RF信号输出高功率RF信号。输入到每个高功率放大器26A至26D的低

功率RF信号可以通过将由电源66提供的直流电功率转换为高功率射频信号而被放大。在一个非限制性示例中,每个高功率放大器26A至26D可以被配置为输出范围从50到250瓦的RF信号。每个高功率放大器的最大输出功率可以大于或小于250瓦,这具体取决于实现方式。每个高功率放大器26A至26D可以包括虚拟负载以吸收过多的RF反射。

[0030] 多个RF馈送器18A至18D将来自多个高功率RF放大器26A至26D的功率传输到封闭腔体14。多个RF馈送器18A至18D可以在空间上分离但物理上固定的位置联接到封闭腔体14。多个RF馈送器18A至18D可以通过设计用于RF信号的低功率损耗传播的波导结构来实现。在一个非限制性示例中,微波工程中已知的金属矩形波导能够将RF功率从高功率放大器26A至26D引导到封闭腔体14,功率衰减大约为每米0.03分贝。

[0031] 另外,RF馈送器18A至18D中的每一个RF馈送器可以包括用于测量放大器输出处的前向和后向功率水平或相位的幅度的感测能力。测得的后向功率表示由于高功率放大器26A至26D和封闭腔体14之间的阻抗不匹配而返回到高功率放大器26A至26D的功率水平。除了向控制器70和RF信号发生器22提供反馈以部分地实施烹饪策略之外,后向功率水平可以指示可能损坏高功率放大器26A至26D的过量反射功率。

[0032] 随着每个高功率放大器26A至26D处的后向功率水平的确定,高功率放大器26A至26D处(包括在虚拟负载处)的温度感测可以提供确定后向功率水平是否已超过预定阈值的必要数据。如果超过阈值,则RF传输链中的任何控制元件,包括电源66、控制器70、RF信号发生器22或高功率放大器26A至26D,可以确定高功率放大器26A至26D可以切换到较低功率水平或完全关闭。例如,如果后向功率水平或感测温度太高几毫秒,则每个高功率放大器26A至26D可以自动关闭。或者,电源66可以切断提供给高功率放大器26A至26D的直流电。

[0033] 通过在封闭腔体14中插入可选的分隔器82,封闭腔体14可以选择性地包括子腔体74A至74B。封闭腔体14可以在至少一侧上包括屏蔽门,以允许用户进入封闭腔体14的内部以放置和取回食物或可选的分隔器82。

[0034] 每个RF馈送器18A至18D的发送带宽可以包括范围从2.4GHz到2.5GHz的频率。RF馈送器18A至18D可以被配置为发送其它RF频带。例如,2.4GHz和2.5GHz之间的频率带宽是构成工业、科学和医疗(ISM)无线电频段的几个频段之一。预期其它RF频带的传输,并且可包括由以下频率定义的ISM频带中包含的非限制性示例:13.553MHz至13.567MHz、26.957MHz至27.283MHz、902MHz至928MHz、5.725GHz至5.875GHz和24GHz至24.250GHz。

[0035] 现在参照图2至图4,示出了散热器30的不同视角。散热器30包括平坦基部34,该平坦基部34联接到从平坦基部34的第一侧42垂直延伸的多个翅片38。平坦基部34另外包括用于将散热器30联接到另一个表面例如薄金属板46(图5)或高功率放大器26(图1)的第二侧44。散热器30可以由高导热材料制成,例如金属、陶瓷或复合材料。在一些实施方式中,散热器30可由包括铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铯、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铀、锶及其组合的金属制成或构成。在一些实施方式中,散热器30可以由铜制成或构成,并且在其它实施方式中,散热器30可以由铝制成或构成。

[0036] 散热器30可以设计成根据所需的应用来优化热损失。例如,为了热调节高功率放大器26,散热器30被设计成通过选择提供高导热率的材料并通过提供高表面积以将热量从高功率放大器26装置传递出去而使高功率放大器26的热损失最大化。在一些实施方式中,散热器30可具有约5mm至约100mm、约15mm至约50mm或约25mm至约30mm的宽度。在一些实施

方式中,散热器30可具有约5mm至约100mm、约20mm至约60mm或约30mm至约50mm的长度。在一些实施方式中,散热器30可具有高度,其包括平坦基部34和多个翅片38的尺寸,从约5mm至约100mm、约20mm至约60mm或约30mm至约50mm。在一些实施方式中,散热器30可具有约1,000mm²至约100,000mm²、约5,000mm²至约75,000mm²、约10,000mm²至约50,000mm²、约15,000mm²至约25,000mm²的总表面积。

[0037] 现在参考图5,薄金属板46包括横跨薄金属板46的表面延伸的多个穿孔50。穿孔50的数量和总面积可以变化,但是在一些实施方式中,穿孔50的总面积可以达到薄金属板的总面积的90%、80%、70%、60%、50%、40%、30%、20%、10%。薄金属板46可以由高导热材料制成,例如金属、陶瓷或复合材料。在一些实施方式中,散热器30可由包括铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铈、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铀、锑、铋及其组合的金属制成或构成。在一些实施方式中,薄金属板46可以由铜制成或构成,并且在其它实施方式中,薄金属板46可以由铝制成或构成。在一些实施方式中,薄金属板46可具有约0.010英寸厚至约0.100英寸厚、约0.010英寸厚至约0.050英寸厚或约0.010英寸厚至约0.0250英寸厚的厚度。在一些实施方式中,薄金属板46可以是亚微米薄金属板。

[0038] 横跨薄金属板46定位的多个穿孔50可以通过机械加工、冲压、模制或通过本领域已知的任何其它方式形成。多个穿孔50可包括一个或多个横截面形状,包括例如圆形、正方形、椭圆形、三角形、六边形或任何其它几何形状或其组合。在一些实施方式中,在制造薄金属板46之后将多个穿孔50添加到薄金属板46,并且在其它实施方式中,在制造薄金属板46期间将多个穿孔50添加到薄金属板46。

[0039] 现在参考图6,处于如图5所描述的薄金属板46中的多个穿孔50被示出为填充有环氧树脂54,环氧树脂54具有碳纳米管58负载以形成注入了碳纳米管的基板86。环氧树脂54可选自本领域已知的任何环氧树脂,尤其是已知并用于结合和混合碳纳米管和其它碳同素异形体的环氧树脂54。在一些实例中,环氧树脂54可包括二缩水甘油醚和一种或多种双酚分子的混合物。注入环氧树脂54的碳纳米管58的厚度设计成与厚度D表示的薄金属板46具有相同或几乎相似的厚度。

[0040] 碳纳米管58均匀地分散在整个环氧树脂54中,使得它们均匀分布。为了获得碳纳米管58在环氧树脂54中的有效分散,使用离子液体同时使用恒温器来控制温度。在一些实施方式中,通过促进纳米管网络内的物理束的耗尽并通过使用一种或多种离子液体控制碳纳米管58的分子顺序,可以将碳纳米管58稀释并分散在环氧树脂54中的单个碳纳米管水平上。使用的离子液体可以是本领域已知的任何离子液体。通过在不同的纳米管负载下控制分散的碳纳米管58之间的距离,可以获得具有增强的断裂、机械和热机械性能的复合材料,而不会降低其热性能。在一些实施方式中,环氧树脂54具有约1wt%至约25wt%、约1wt%至约10wt%或约1wt%至约5wt%的碳纳米管58。在一些实施方式中,环氧树脂54具有约5wt%、约4wt%、约3wt%、约2wt%或约1wt%的碳纳米管58负载。这里使用的重量百分比是指碳纳米管的重量分数相对于环氧树脂54和碳纳米管58复合混合物的总重量。装载在环氧树脂54中的碳纳米管58的类型可包括为碳纳米管发现的任何形态或结构的异构体,例如单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、少壁碳纳米管、多壁碳纳米管、短双壁碳纳米管、薄多壁碳纳米管、短薄多壁碳纳米管、官能化碳纳米管及其组合。

[0041] 现在参照图7,碳纳米管散热器90的组装包括将空隙填料62联接到注入了碳纳米

管的基板86和散热器30,其中注入了碳纳米管的基板86夹在空隙填料62和散热器30的第二侧44之间。可以使用粘合剂和/或机械紧固件将空隙填料62、注入了碳纳米管的基板86和散热器30联接在一起。注入了碳纳米管的基板86包括联接在多个穿孔50内的注入了碳纳米管58的环氧树脂54。在一些实施方式中,可以使用相同的环氧树脂54将注入了碳纳米管的基板86联接在散热器30的第二侧44。在一些实施方式中,为了确保良好的机械粘合,可以设计和/或机械加工散热器30的底部,以在固化到注入了碳纳米管的基板86时产生类似铆钉的效果。

[0042] 空隙填料62可包括本领域已知的任何导热材料,其可符合微磨损、丘陵、山谷或任何其它表面缺陷,例如,含有纳米金刚石、金属颗粒、炭黑或任何其它颗粒的Si1-Pad、油脂或浆料。碳纳米管散热器90可以联接到高功率放大器26或产生热量的任何其它装置。

[0043] 现在参照图8,示出了温度调节的高功率放大器110,其包括晶体管盒94、空隙填料62、注入了碳纳米管的基板86以及具有多个翅片38的散热器30。晶体管盒94中包括第一晶体管对98、第二晶体管对102和第三晶体管对106。在一些实施方式中,高功率放大器可包括构成500瓦晶体管盒94的两个240瓦、两个9瓦和两个1瓦的晶体管。在一些实施方式中,一个或多个晶体管可以累加到500瓦的总晶体管瓦特数。在其它实施方式中,一个或多个晶体管可以累加到1000瓦的总晶体管瓦特数。在其它实施方式中,一个或多个晶体管可以累加到2000瓦的总晶体管瓦特数。在一些实施方式中,空隙填料62、注入了碳纳米管的基板86和散热器30各自具有与晶体管盒94相同的面积,以提供每个层的几乎完全重叠,并且在其它实施方式中,空隙填料62、注入了碳纳米管的基板86和散热器30可各自具有变化的区域,以在各层之间留下边缘或间隙。

[0044] 现在参考图9,温度调节高功率放大器110被表示为已完全组装,具有包括晶体管盒94、空隙填料62、注入了碳纳米管的基板86和具有从底层开始并且向上延伸的多个翅片38的散热器30的结构。

[0045] 现在参考图10,散热器30定位在电加热器上,空隙填料62夹在散热器30和电加热器之间,多个翅片38背离电加热器的表面指向。电加热器上的散热器30和空隙填料62的这种布置用作比较示例。在散热器30上监测两个单独的温度读数。使用位于空隙填料62和散热器30中的平坦基部34的第二侧44之间的热电偶测量第一监测温度。使用位于中心翅片38的顶部的热电偶测量第二监测温度。图10中示出的两个相应的图表代表第一监测温度和第二监测温度,并且该数据示出了散热器30将热量从电加热器热传导到周围环境的能力。如图所示,平坦基部34和中心翅片38之间的平均温差约为3.18°F。

[0046] 现在参考图11,碳纳米管散热器90定位在电加热器上,空隙填料62与电加热器直接接触,并且多个翅片38背离电加热器的表面指向。在碳纳米管散热器90上监测两个单独的温度读数。使用位于空隙填料62和碳纳米管散热器90的注入了碳纳米管的基板86之间的热电偶测量第一监测温度。使用位于中心翅片38的顶部的热电偶测量第二监测温度。图11中示出的两个相应的图表代表第一监测温度和第二监测温度,并且该数据示出了碳纳米管散热器90将热量从电加热器热传导到周围环境的能力。如图所示,注入了碳纳米管的基板86和中心翅片38之间的平均温差约为2.88°F。

[0047] 比较来自图10至图11的结果,注入了碳纳米管的基板86与散热器30和空隙填料62的使用增加了装置的导热率并且使温度差(ΔT)降低了约.30°F或约10%。将注入了碳纳米

管的基板86与散热器30一起使用可以预期将因使热顺着传导翅片38移动而产生的热损失改善至少30%、至少25%、至少20%、至少15%、至少10%或至少5%。

[0048] 现在参考图12,公开了一种用于热管理电磁烹饪设备10中的高功率放大器26的方法200。根据方法200,通过形成具有多个穿孔50的薄金属板46来提供电磁烹饪设备10(步骤204)。用具有碳纳米管58的环氧树脂54填充多个穿孔50以形成注入了碳纳米管的基板86(步骤208)。将注入了碳纳米管的基板86联接到散热器30以形成碳纳米管散热器90(步骤212)。将碳纳米管散热器90联接到高功率放大器26(步骤216)。然后,射频信号发生器22产生射频以产生低功率射频信号(步骤220),然后利用高功率放大器26将低功率射频信号放大到高功率射频(步骤224)。然后将高功率射频引入腔体14中以加热食物(步骤228)。

[0049] 应当理解,概述和教导先前讨论的温度调节高功率放大器110的描述可以以任何组合使用,并且同样适用于图12中公开的方法,在适用的情况下,进一步公开了用于热管理电磁烹饪设备10中的高功率放大器26的方法。

[0050] 试验

[0051] 使用测试床来创建可以以可容忍的精度复制的测试程序。该试验台基本上在陶瓷板上提供安装由Kapton制成的类型的电加热器的位置和与在聚酰胺盖板之间蚀刻的电阻铜线圈,这与印刷电路制造工业中已知的现代柔性电路中使用的非常类似。该测试被设计成将热源和散热器30顶部的中间翅片38之间的温度差(ΔT)相互比较。更接近或更小的温度差(ΔT)将表示整个散热器30的更好的热传导。

[0052] 精密DC电源用于为Kapton加热器供电,该Kapton加热器提供数字读数以确保通向热源的精确定功率传输。在两个测试中,对照样品(图10)和纳米管增强型(图11)各自通过控制9VDC的电压和0.3安培的电流精确地接收发送到电加热器的2.7瓦。

[0053] 在每个样品中,将0.030英寸厚的“Sil-Pad”粘附到基部上以试图确保加热器和相应的测试散热器之间不存在气隙。在样品居中并堆叠在加热器上之后,将1千克重量添加到散热器的顶部以模拟用螺栓固定或夹紧到热源或高功率放大器的顶部。每个样品以所描述的方式分开运行一小时。

[0054] 通过将来自先前校准的Omega Engineering的“T”型热电偶应用于Sil-Pad和基部之间的相应散热器的底部以及在散热器顶部上居中的中间翅片来实现数据采集。在两个试验中使用橡胶压力垫以确保翅片上的接触电阻具有相等的比例。然后使用塑料护罩覆盖整个测试,以防止空调或其它环境气流干扰测试。

[0055] 本领域普通技术人员将理解,所描述的装置和其它部件的构造不限于任何特定材料。除非本文另有说明,否则本文公开的装置的其它示例性实施方式可由多种材料形成。

[0056] 出于本公开的目的,词语“联接”(以其所有形式)通常意味着两个组件(电或机械)彼此直接或间接地接合。这种接合本质上可以是固定的或者本质上是可移动的。这种接合可以通过两个部件(电的或机械的)实现,并且任何另外的中间构件可以彼此一体地形成成为单个整体,或者与两个部件一体地形成。除非另有说明,否则这种接合本质上可以是永久性的,或者可以是可移除的或可释放的。

[0057] 同样重要的是要注意,如示例性实施方式中所示的装置的元件的构造和布置仅是说明性的。尽管在本公开中仅详细描述了本公开的一些实施方式,但是本领域技术人员将容易理解,可以进行许多修改(例如,各种元件的大小、尺寸、结构、形状和比例的变化;参数

值、安装布置、材料的使用;颜色;取向等),而不实质上脱离所述主题的新颖教导和优点。例如,示出为整体形成的元件可以由多个部件或元件构成,示出为多个的部件可以整体形成,接口的操作可以颠倒或以其它方式变化,系统的结构和/或构件或连接器或其它元件的长度或宽度可以改变,元件之间提供的调节位置的性质或数量可以改变。应该注意的是,系统的元件和/或组件可以由多种材料中的任何一种构成,这些材料以各种颜色、纹理和组合中的任何一种提供足够的强度或耐久性。因此,所有这些修改旨在包括在本公开的范围。在不脱离本公开的精神的情况下,可以在期望的和其它的示例性实施方式的设计、操作条件和布置中进行其它替换、修改、改变和省略。

[0058] 应当理解,所描述的过程中的任何描述的过程或步骤可以与其它公开的过程或步骤组合以形成本装置范围内的结构。本文公开的示例性结构和过程用于说明目的,而不应解释为限制。

[0059] 还应理解,可以在不脱离本装置的概念的情况下对前述结构和方法进行变化和修改,并且还理解,这些概念旨在由所附权利要求涵盖,除非这些权利要求通过其语言明确说明。

[0060] 以上描述仅被认为是所示实施方式的描述。本领域技术人员以及制造或使用该装置的人员将想到该装置的修改。因此,应当理解,附图中示出的和上面描述的实施方式仅用于说明目的,并不旨在限制设备的范围,该设备的范围由根据专利法原理解释的所附权利要求限定,包括等同原则。

[0061] 非限制性实施方式的列举

[0062] 实施方式A是一种电磁烹饪设备,其包括:腔体,食物放置在该腔体中;多个射频馈送器,所述多个射频馈送器被配置为将电磁辐射引入所述腔体中以加热食物;射频信号发生器,所述射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;高功率放大器,所述高功率放大器联接到所述射频信号发生器,其中,所述高功率放大器被配置为将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;散热器,所述散热器联接到所述高功率放大器,其中所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;以及薄金属板,所述薄金属板具有多个穿孔,其中所述穿孔填充有环氧树脂,所述环氧树脂具有碳纳米管负载,其中所述薄金属板位于所述散热器和所述高功率放大器之间。

[0063] 实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述碳纳米管负载均匀地分散在所述环氧树脂中。

[0064] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述环氧树脂具有约1wt%至约25wt%的所述碳纳米管负载。

[0065] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,环氧树脂具有约5wt%的所述碳纳米管负载。

[0066] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述碳纳米管负载包括任何形态的单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、少壁碳纳米管、多壁碳纳米管、短双壁碳纳米管、薄多壁碳纳米管、短薄多壁碳纳米管、官能化碳纳米管及其组合。

[0067] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述薄金属板包括选自自由铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铯、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铟、铊、铋及其组合组成的组的金属。

[0068] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述散热器包括选自自由铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铈、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铟、锑、铋及其组合组成的组的金属。

[0069] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述环氧树脂包括二缩水甘油醚和一种或多种双酚分子的混合物。

[0070] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述薄金属板的厚度为约0.010英寸厚至约0.100英寸。

[0071] 实施方式A或具有任何介入特征的实施方式A的电磁烹饪设备,其中,所述散热器通过粘合剂和/或机械紧固件联接到所述高功率放大器。

[0072] 实施方式B是一种用于热管理电磁烹饪设备中的高功率放大器的方法,该方法包括:形成具有多个穿孔的薄金属板;用包括碳纳米管的环氧树脂填充所述穿孔以形成注入了碳纳米管的基板;将所述注入了碳纳米管的基板联接到散热器的第二侧,其中,所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;将所述散热器的带有所述注入了碳纳米管的基板的所述第二侧联接到所述高功率放大器;利用射频信号发生器产生射频,该射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;利用联接到所述射频信号发生器的所述高功率放大器将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;以及利用多个射频馈送器将所述高功率射频(电磁辐射)引入进入腔体,用于加热食物。

[0073] 实施方式B的方法,其中;用包括碳纳米管的环氧树脂填充所述穿孔包括使用约5wt%碳纳米管的负载。

[0074] 实施方式B或具有任何介入特征的实施方式B的方法,其中,所述碳纳米管包括任何形态的单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、少壁碳纳米管、多壁碳纳米管、短双壁碳纳米管、薄多壁碳纳米管、短薄多壁碳纳米管、官能化碳纳米管及其组合。

[0075] 实施方式B或具有任何介入特征的实施方式B的方法,其中,形成具有多个穿孔的薄金属板包括使用选自自由铜、铝、黄铜、铍、钢、铁、镁、铂、铈、钛、钨、锌、硒、钽、锡、钒、锆、金、银、钴、铬、镉、铟、锑、铋及其组合组成的组的金属。

[0076] 实施方式B或具有任何介入特征的实施方式B的方法,其中,具有多个穿孔的薄金属板被形成为具有约0.010英寸厚至约0.100英寸厚的厚度。

[0077] 实施方式B或具有任何介入特征的实施方式B的方法,其中,所述散热器的所述第二侧和所述注入了碳纳米管的基板使用粘合剂和/或机械紧固件联接到所述高功率放大器。

[0078] 实施方式C是一种温度调节高功率放大器,其包括:射频信号发生器,所述射频信号发生器被配置为产生低功率射频信号;高功率放大器,所述高功率放大器被联接到所述射频信号发生器,其中所述高功率放大器被配置为将所述低功率射频信号放大为高功率射频信号;散热器,所述散热器联接到所述高功率放大器,其中,所述散热器包括平坦基部,所述平坦基部联接到从该平坦基部的第一侧垂直延伸的多个翅片;以及薄金属板,所述薄金属板具有多个穿孔,其中所述穿孔填充有具有碳纳米管负载的环氧树脂。

[0079] 实施方式C的温度调节高功率放大器,其中,所述环氧树脂具有约1wt%至约25wt%的所述碳纳米管负载。

[0080] 实施方式C或具有任何介入特征的实施方式C的温度调节高功率放大器,其中,所

述碳纳米管负载包括任何形态的单壁碳纳米管、双壁碳纳米管、少壁碳纳米管、多有壁碳纳米管、短双壁碳纳米管、薄多壁碳纳米管、短薄多壁碳纳米管、官能化碳纳米管及其组合。

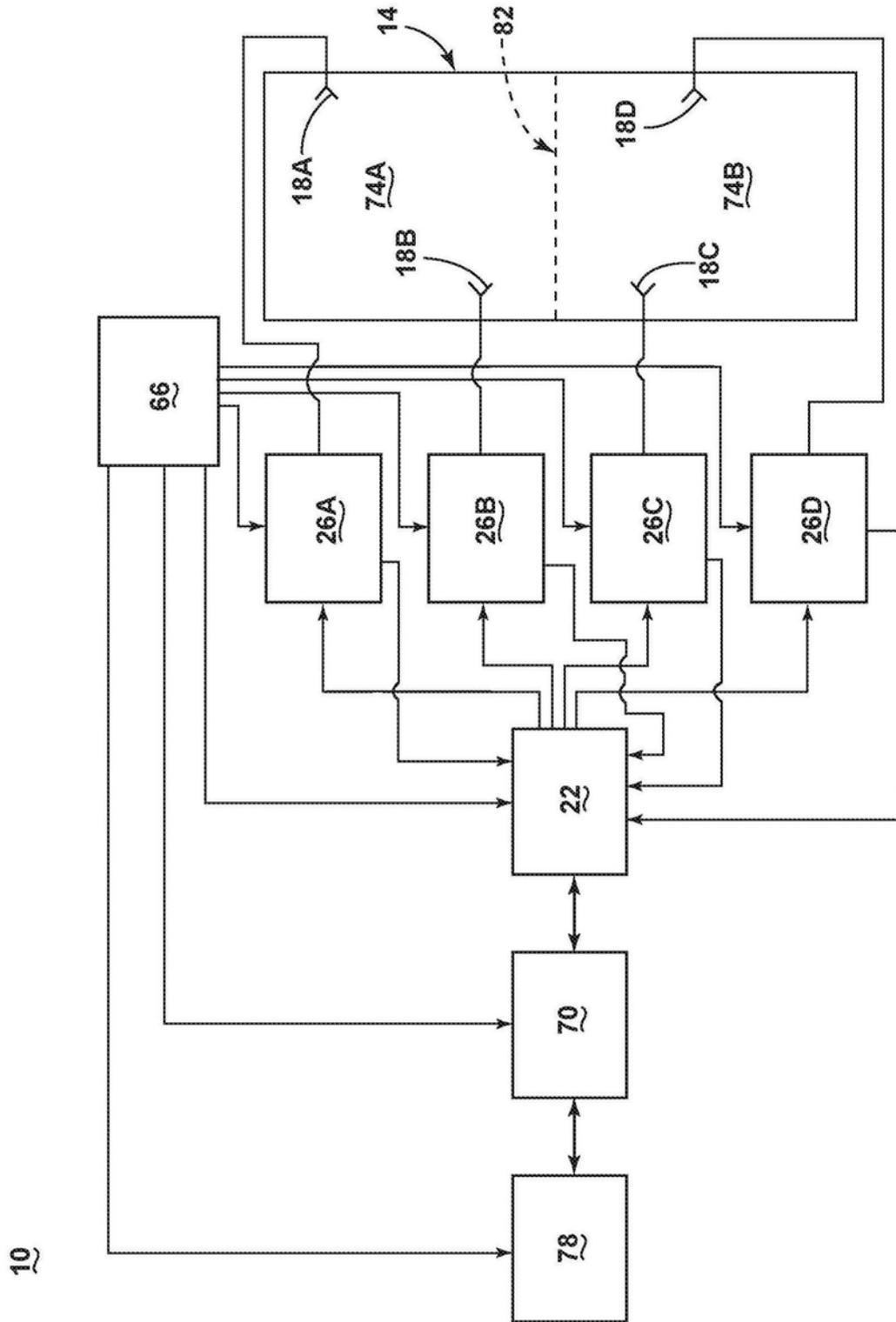


图1

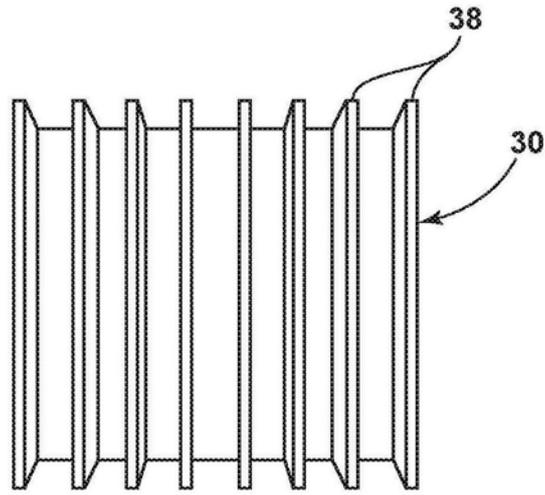


图2

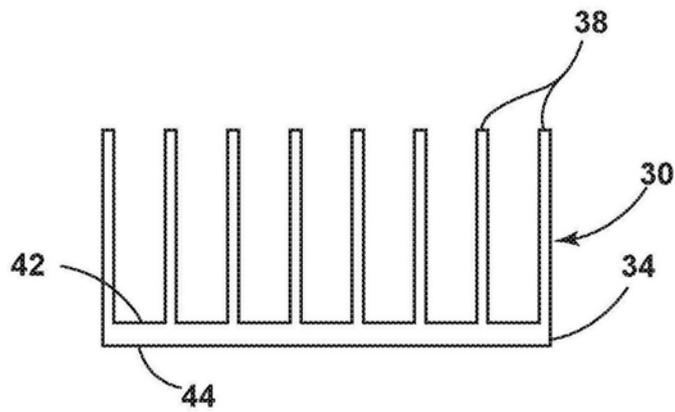


图3

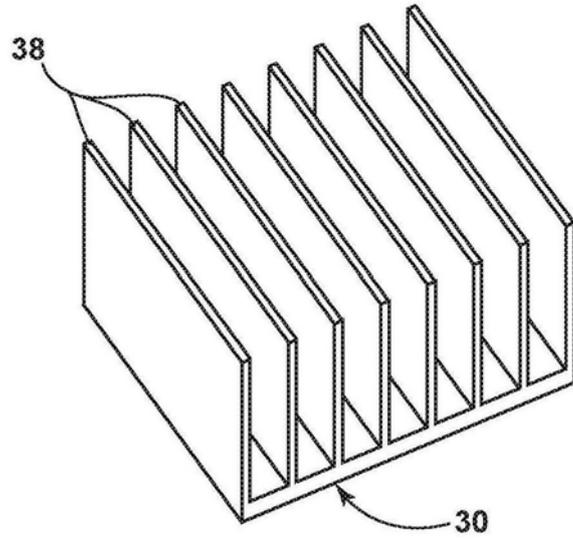


图4

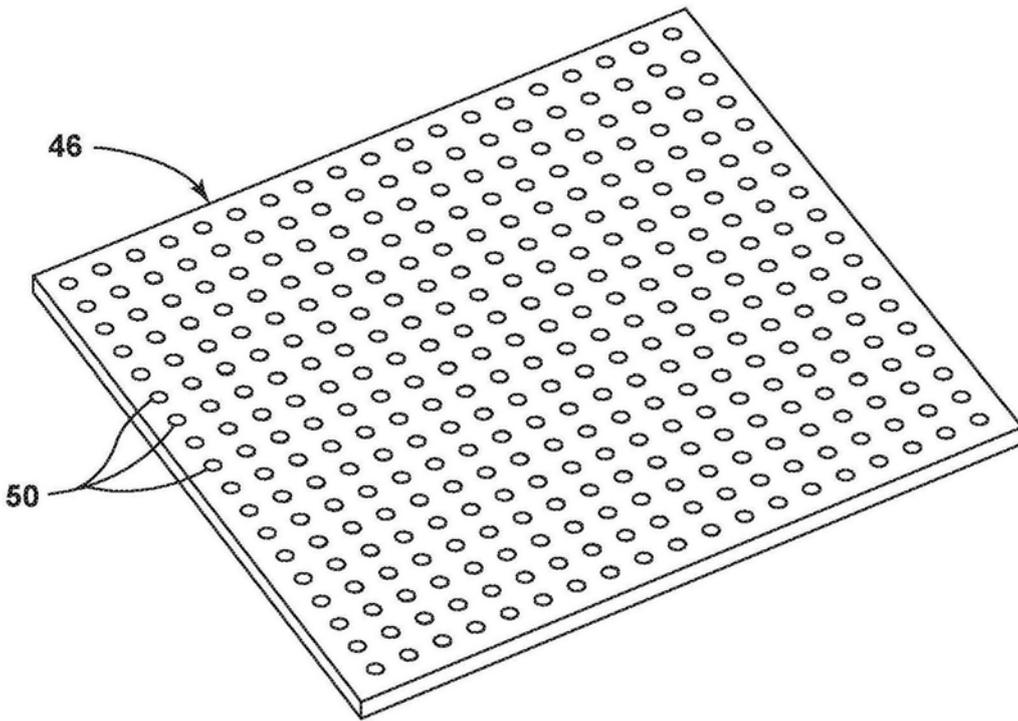


图5

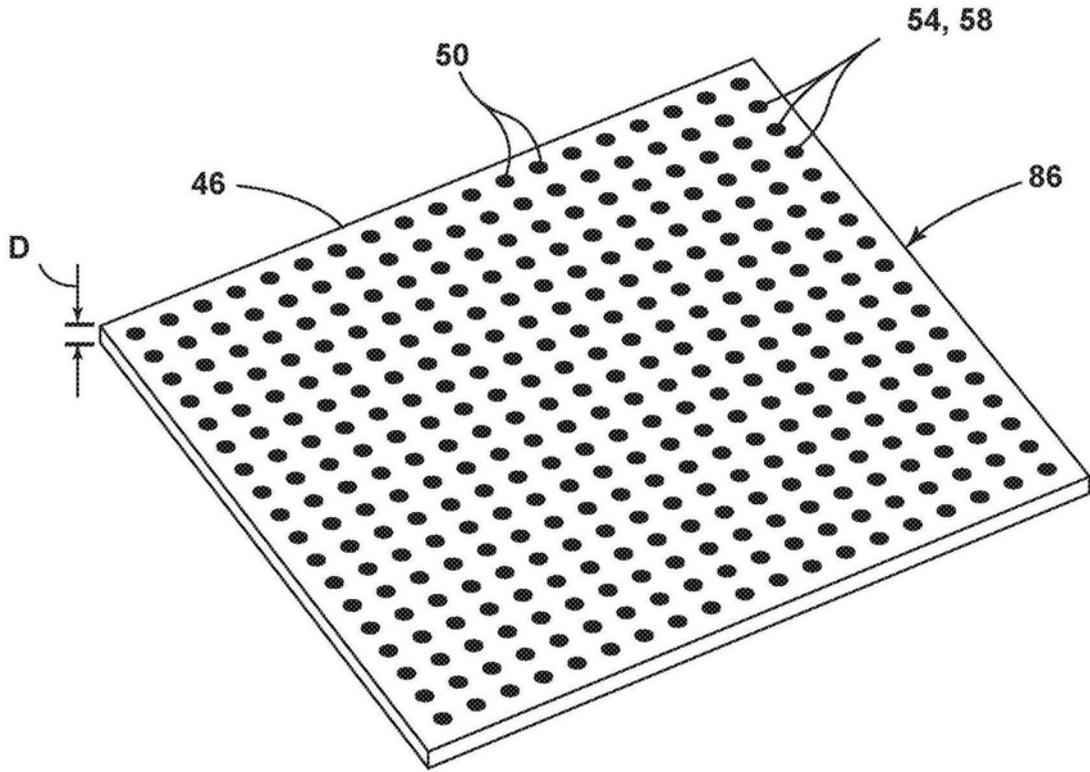


图6

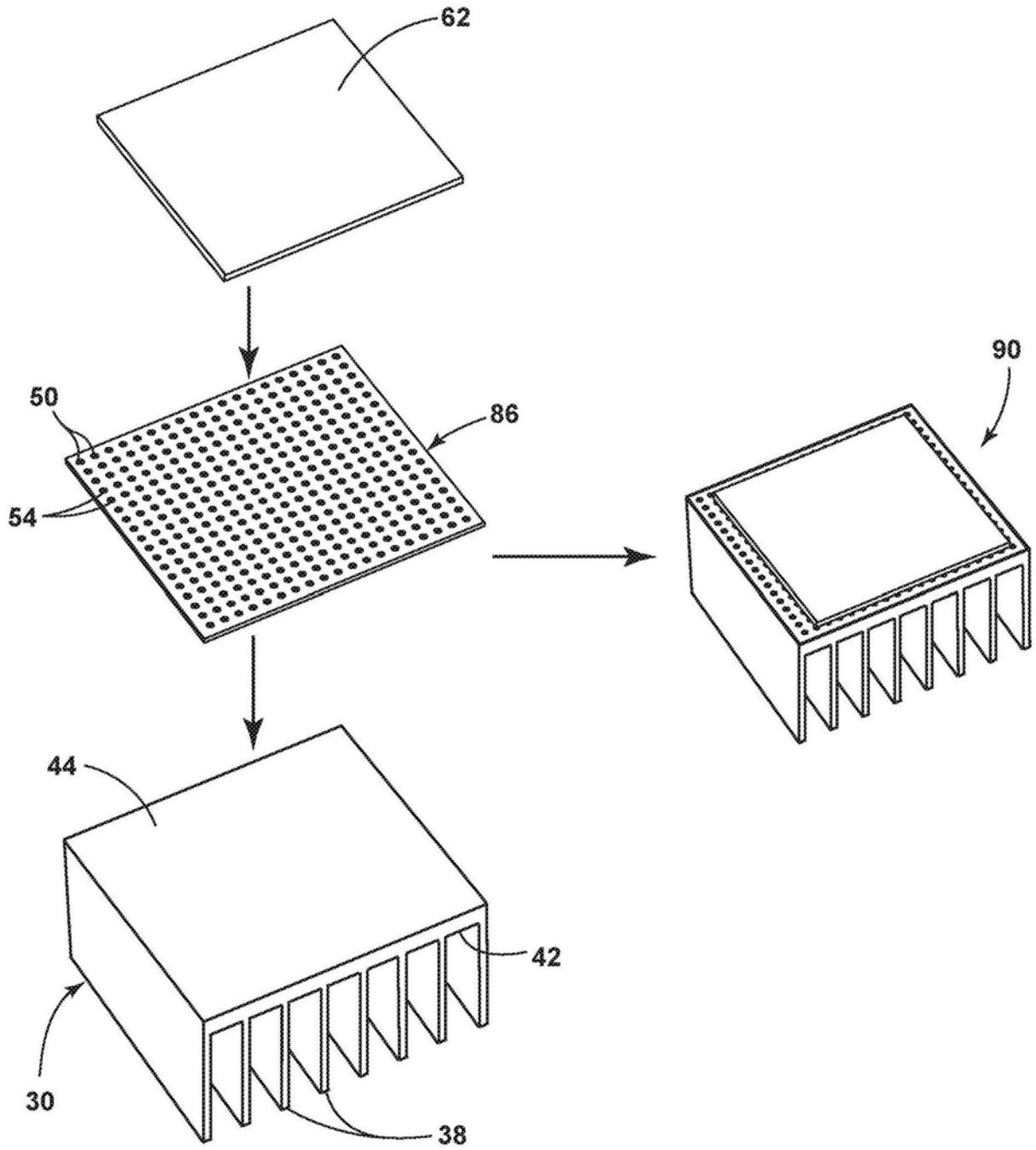


图7

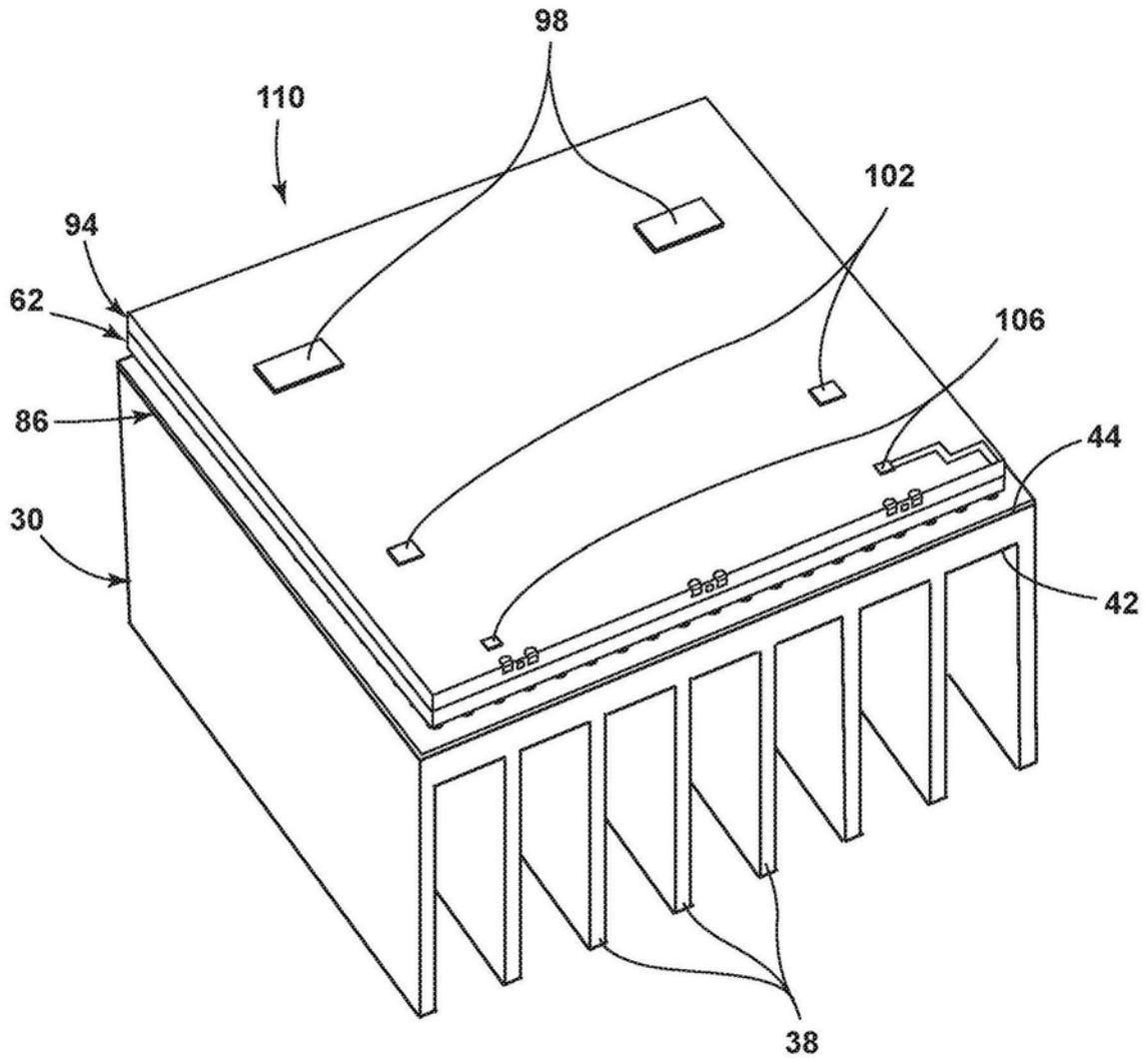


图8

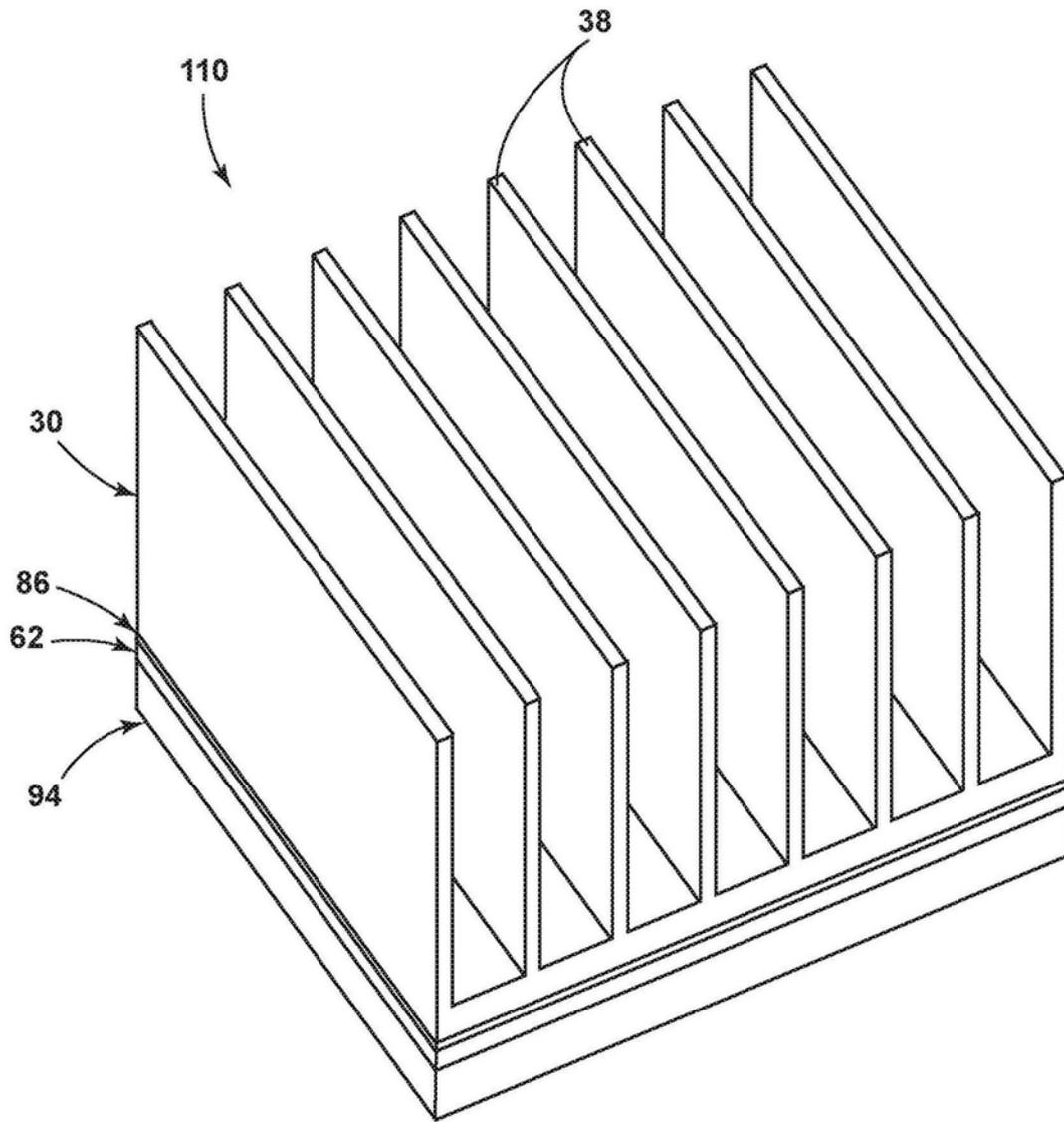


图9

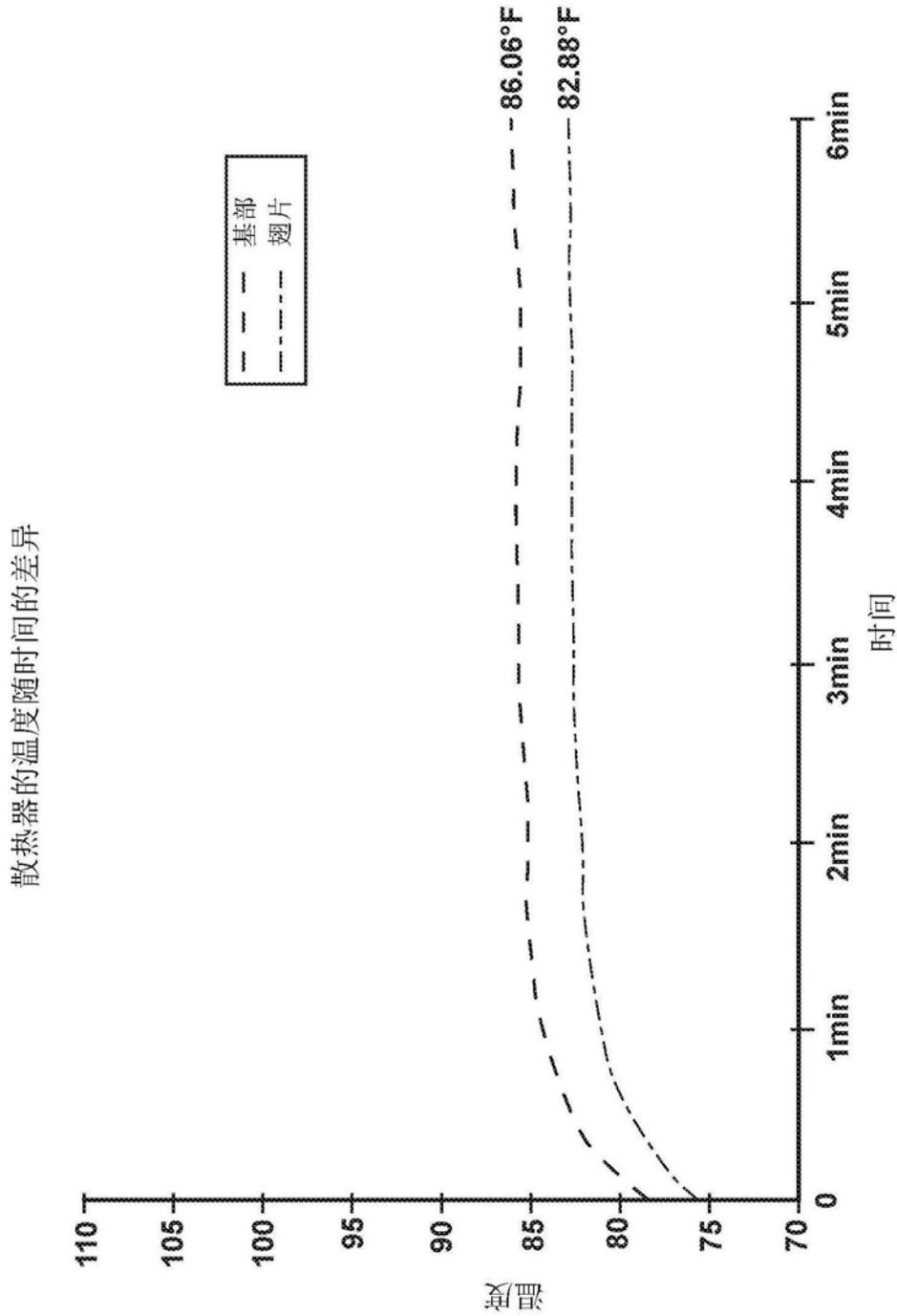


图10

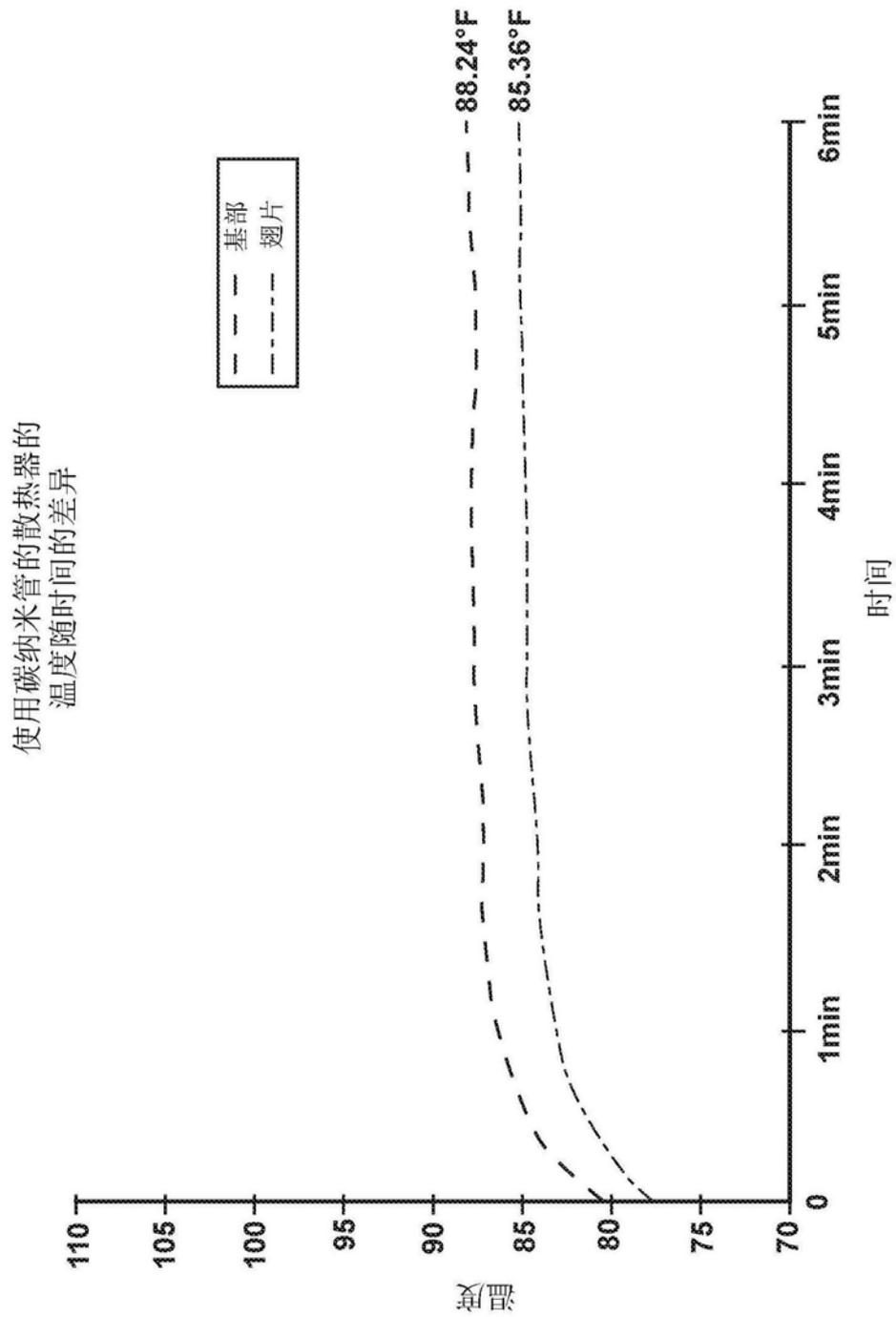


图11

用于热管理电磁烹饪设备中的
高功率放大器的方法200

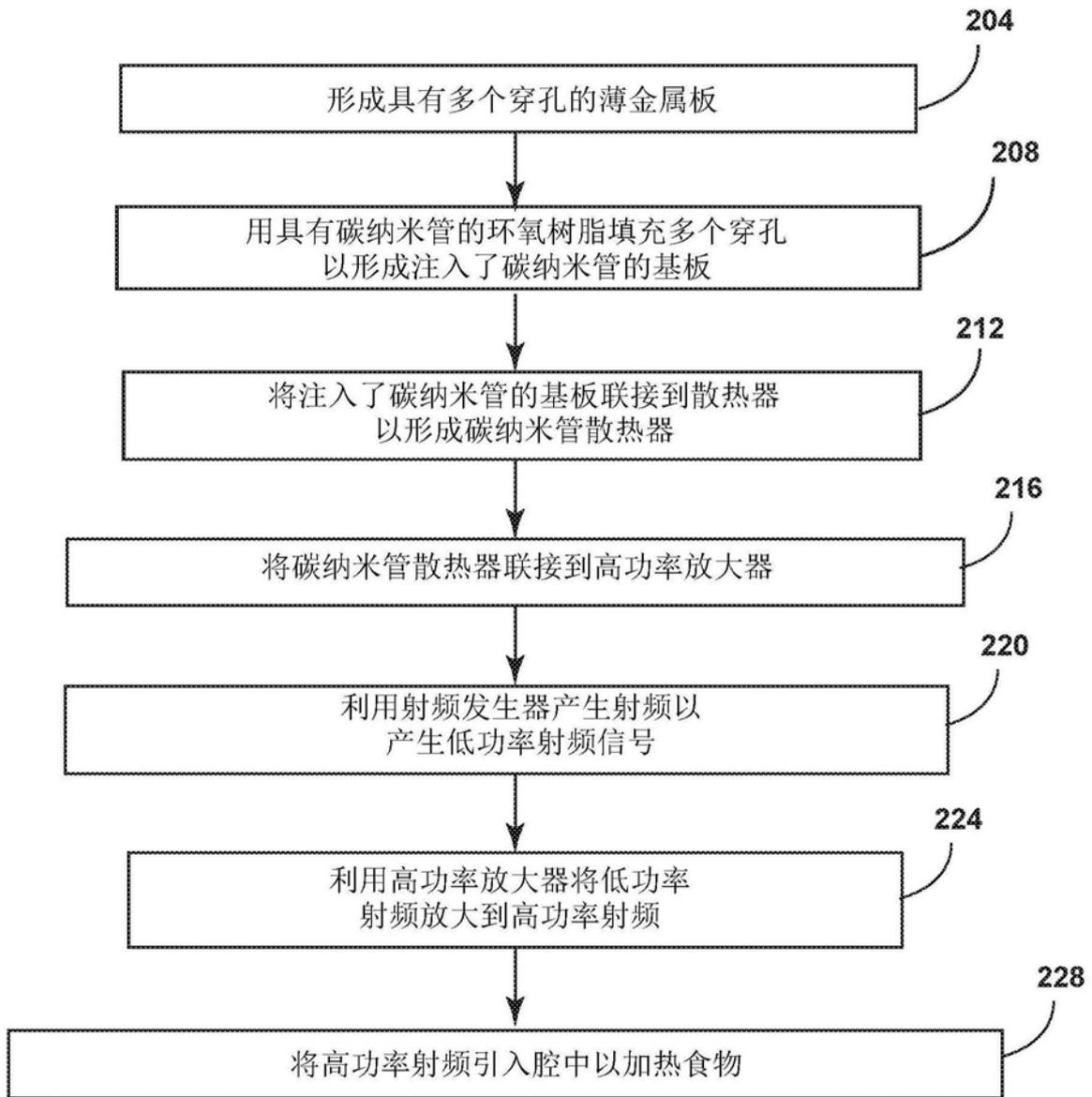


图12