

PCI 技术在电饭煲中的应用

王翔 邹凌风 周高翔

(九阳股份有限公司 浙江杭州 310000)

摘要: PCI (相变抑制) 传热技术是一种新型的传热技术, 通过在特殊设计的封闭槽道腔体内注入特配工质, 利用传热工质在局部压力的变化来抑制其沸腾现象的发生, 从而实现整个传热器件的高效热传导。这种技术具有高传热密度、高均温性和高效热管理等优点, 被广泛应用于 5G 通讯、高清视频显示终端、电力电子、家电、新能源和航空航天等众多领域。

关键词: PCI; 电饭煲; 加热技术; 电磁线盘; 导热系数; 辐射

1. 引言

随着日本第一台电饭煲诞生, 慢慢成为厨房舞台的主演, 作为家庭硬核的必备电饭煲的线上销量仍能稳步增长。即使在厨电产品整体下跌的情况下, 电饭煲仍然保持增长。根据奥维云网^[1]整理厨房电器销售数据 296.1 亿、-9.9% (线上), 92.4 亿, -8.9% (线下), 但电饭煲的规模仍在增加 (2023 年 1-9 月); 而且价格指数正增长。所以电饭煲作为厨电类刚需产品, 其市场地位非常重要。为了满足消费者不断提高的需求, 电饭煲技术也在不断的更新换代; IH 加热电饭煲, 低糖电饭煲^[2], 远红外加热电饭煲, 蒸汽电饭煲, 0 涂层电饭煲等层出不穷。

2. PCI 技术应用方面

利用 PCI 技术能够高效传热的原理, 其应用在电饭煲有以下几个方面:

均热内胆: 现有电饭煲内胆, 一般采用铝基, 铁基, 不锈钢或复合材料为基材; 通过拉伸成型, 制成内胆。内胆厚度一般在 1.5-4mm 之间, 所以内胆底部与发热源基础的位置, 可能很快获得热量加热实物, 但内胆侧部或顶部位置需要通过内胆壁或下层食物传递热量。所以食物会存在加热不均的现象, 造成米饭烹饪效果差。但使用 PCI 技术的高效导热内胆^[3], 则可以很大程度上解决这个问题。

首先材料必须要采用两层或两层以上的金属材料 (一般采用铝合金/铜/不锈钢), 在利用高温高压将材料复合在一起形成复合材料。在复合前还需要在两层材料中间, 先移印上管路; 移印管路的材料一般采用石墨材质; 石墨的作用是防止高温使该处的内外两层材料结合在一起, 这个管路高压吹胀起来就是储存导热工质的脉管, 脉管的形状一般采用蜂窝六边形, 这种形状结构结合内胆形状最合理。

在材料高温复合后, 先将复合板材拉伸成内胆的形状; 再需要在移印有脉管的材料外表面开孔接气管; 然后把内胆置入特定的模具中, 再往内通入高压气体, 使原来印刷有石墨脉管被吹胀起来, 形成中空的腔体。这样在内胆的外侧的底部和侧部会形成六边形网状的腔体结构; 然后将整个内胆进行退火处理, 消除吹胀形成的应力; 再将内胆脉管腔体进行抽取真空, 再填装一定比例的导热工质, 最后将装填口进行焊接封闭。

因为内胆布置有这种类似网状热管结构, 保证整体拥有很高的导热效率; 解决了内胆底部和侧部, 因为受热不均造成的加热不良

的问题; 同时也提高了控温的精准性, 使得电饭煲的烹饪效果大大提升。

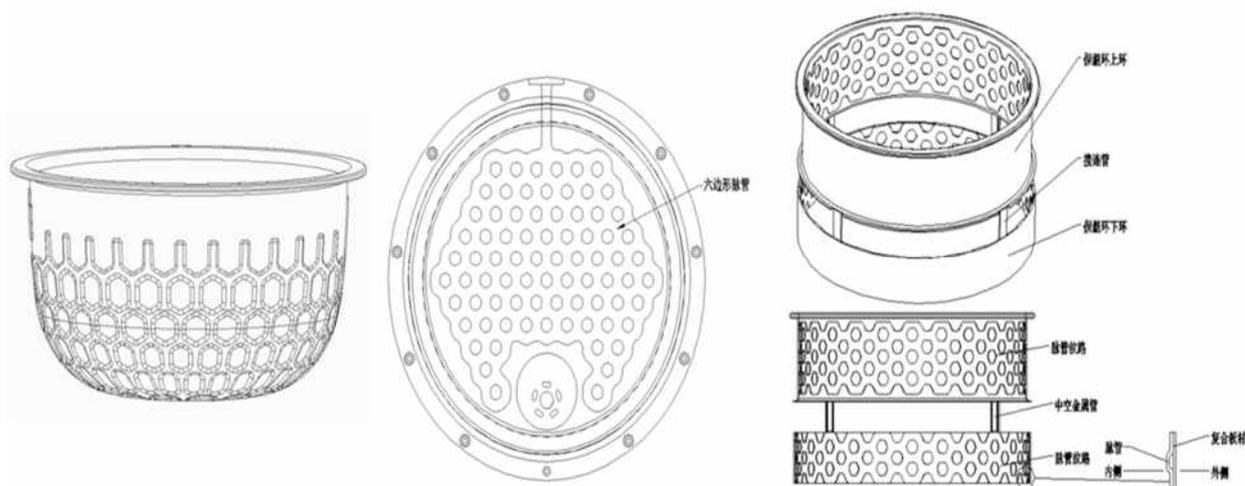
均热内盖^[4]: 通常电饭煲内部的封闭空间是内胆和内盖组成的。很多消费者的痛点是电饭煲开盖时, 内盖内测粘附有很多高温水滴, 水滴过多会滴落到米饭表面从而影响米饭的口感。传统解决方法是在内盖上表面增加一套加热组件; 将热量传递给金属内盖, 提高内盖的温度使水滴蒸发。这种方法虽然可以解决内盖冷凝水的问题; 但这种加热组件需要进行控温, 增加了电控的成本或热失控的风险, 同时加热组件安装部位需要加强耐温等级, 又增加了成本。

均热内盖是采用 2 层或 3 层金属材料, 一般是铝板+铝板或者铝板+铝板+不锈钢板。在铝板之间用石墨印刷蜂窝状六边形脉管, 再热压, 吹胀, 退火, 真空, 罐装, 封闭, 其方式类似于均热内胆制作方式。成型好的均热内盖因 PCI 技术实现了良好的均热效果, 所以加热模块只需要做成较小的模块; 就可以把热量均匀地传递到内盖各个部位。这样对监测温度和控制温度也有很大的帮助, 可以有效防止出现热失控; 而且不易出现局部高温, 使安装部位选用低温材料。这样可以大大降低整机的制造成本。

一体式均热保温罩: IH 电饭煲^[5]因为采用通电线圈直接加热内胆, 所以拥有很高的能效和快速的加热效率。但因为线盘生产的磁场是全方位发射, 虽然线圈外侧有磁条对磁场进行束缚, 保证磁场大部分面向内侧的内胆, 但仍有部分磁场会泄露造成低频辐射或电饭煲外壳金属被加热; 影响消费者使用体验和身体。为解决这个问题, 通常采用在磁条外部再加一层环形铝圈; 起到屏蔽泄露磁场的作用; 环形隔磁圈屏蔽了泄露磁场, 但本身也会被加热。长期的反复加热隔磁圈会造成固定隔磁圈的塑料紧固件出现过早疲劳, 同时隔磁圈产生的热量也被白白浪费, 降低 IH 电饭煲的能效等级。

均热保温罩也采用类似均热内盖、内胆的工艺, 事先做成条状均热板; 再将均热板做成环状的保温罩。该均热保温罩拥有两条保温环, 两条保温环采用上下布置。上保温环放置在线圈盘上, 既起到传统保温环的支撑作用, 又起到加热内胆作用。下保温环放置在线圈盘下部, 既起到屏蔽磁场作用, 又起到产生热量的作用。中间有中空铝管将上下两个保温环的脉管连接起来, 起到将下部保温环发热能量传递到上部保温环的作用。采用这种一体式均热保温罩, 既拥有传统保温罩结构支撑的作用, 又起到屏蔽磁场, 提高加热能

效的作用。



3. PCI 技术应用的问题

虽然 PCI 拥有很好的导热能力,能提高电饭煲的烹饪效果,缩短烹饪时间。但也有不少缺陷急需完善。PCI 技术配件均热效果好,散热效果也好。如果电饭煲整体结构优化不良,会出现能效下降;所以需要采用局部隔热设计,通常在不需要加热部位涂敷或者覆盖耐高温隔热材料。

导热工质在脉管中为气液两相,加热后工质气化高压对管壁产生压力;长期使用金属管壁会生产疲劳,当温度过高,压力过大会造成脉管破损泄压。还需要设计安全泄压结构,提前释放过高压力。

均热产品一般选用金属且导热好的材料(铝、铜等),需要一次或者多次进行热压复合,还需要做热处理退火;所以整体成本高,难以普及到中低端电饭煲产品。

4. 结束语

现在家用电器同质化严重,产品竞争力不断下降。PCI 技术作为一种新型的传热技术,其在厨房加热器具上还有更加广阔的前景,如能在微细化、电气化、低成本上突破,则更能提升它的价值。

微细化:现有 PCI 技术对脉管的结构强度有要求,造成结构体积较大,造成对多小型电器产品无法使用。后期需要升级材料强度,做到体积小耐压高。

电气化:现有带 PCI 的厨房电器产品,一般是将其作为一个单独的组件去传递或散发热量。后期可以和电子电气件组合,形成一套能独立完成功能的结构。如:同测温组件结合,与小功率 PTC 组件结构等。

低成本:做好受力分析,优化结构材料,优化复合加工和热处理工艺,使用大规模设备和专业工装等方案降低 PCI 组件的成本。

参考文献

[1]奥维云网.2023 年 Q3 小家电市场报告:整体行业需求理性,产品分化 | 报告看点.[EB/OL].(2023.10.21)[2024.1.25]. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5MjU3ODMyNA==&mid=2650929509&idx=1&sn=af93223370278bfc4b067cf6fa3dd7fe&chksm=bd51771e8a26fe08b4420cee6c2c24e2090306cc71c26fb564a59acc866cea5e450c9922

b85b&scene=21#wechat_redirect

[2]王源,谢伟峰.低糖电饭煲技术分析[J].家用电器,2022(07): 56-58+62.

[3]王源等.电饭煲加热技术的研究与发展[J].中国科技信息,2023(34): 174

[4]朱泽春等.烹饪容器及使用该烹饪容器的烹饪器具: CN217137594U [P].2022-08-09.

[5]朱泽春等.一种顶部加热的烹饪器具: CN117338149A [P].2024-01-05.

作者简介:

[1]王翔,男,工程师,本科,九阳股份有限公司,研究方向:家电产品研发设计;

[2]邹凌风,男,工程师,本科,九阳股份有限公司,研究方向:家电产品研发设计;

[3]周高翔,男,工程师,本科,九阳股份有限公司,研究方向:家电产品研发设计