



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105852628 B

(45)授权公告日 2018.04.13

(21)申请号 201610379220.9

A47J 36/00(2006.01)

(22)申请日 2016.05.31

A47J 36/24(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105852628 A

(56)对比文件

KR 10-2006-0033015 A, 2005.04.08, 全文.

CN 201948765 U, 2011.08.31, 全文.

CN 203195416 U, 2013.04.25, 全文.

CN 103330476 A, 2013.10.02, 全文.

CN 104207021 A, 2014.12.17, 全文.

CN 104739209 A, 2015.07.01, 全文.

CN 205144276 U, 2016.04.13, 全文.

(43)申请公布日 2016.08.17

审查员 李江军

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72)发明人 曹燕 常志刚 王贤林 杨萃
韦岗

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍

(51)Int.Cl.

A47J 27/00(2006.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图4页

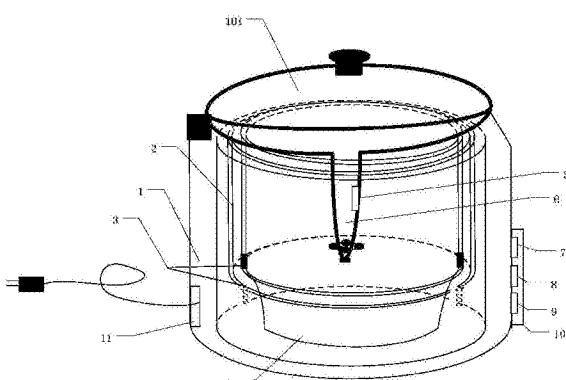
(54)发明名称

超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅及其工作方法

(57)摘要

本发明公开超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅及其工作方法。电饭锅于包括外锅体、内锅、电磁阀控制模块、加热模块、温度采集模块、超声波探测模块、信号处理模块、存储器模块、控制模块、人机交互模块和电源接口；所述超声波探测模块包括超声发送阵列和超声接收阵列，所述信号处理模块计算出超声在米水混合物中的声速，然后和存储器中存储的声速训练数据进行对比分析，给控制模块提供打开内腔锅阀门孔、关闭内腔锅阀门孔或停止加热控制信息。本发明能控制滤出的米汤量和加热时间，滤出的米汤存于内锅外腔以达到保温的作用，米饭和米汤的分离使得米汤的食用价值提高，同时有利于对糖分需求量少的人群的健康。

B
CN 105852628



1. 一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于包括外锅体、内锅、电磁阀控制模块、加热模块、温度采集模块、超声波探测模块、信号处理模块、存储器模块、控制模块、人机交互模块和电源接口；

所述外锅体是电饭锅的外部形体，是整个电饭锅的载体，承载内锅，并集成所述加热模块、控制模块、电磁阀控制模块、信号处理模块、存储器模块与人机交互模块；外锅体还包含一个连体的锅盖，锅盖上安装所述温度采集模块和超声波探测模块；所述控制模块控制整个电饭锅除控制模块外的其他模块的工作；

所述内锅采用双锅结构，双锅结构包括内腔锅与外腔锅，内腔锅与外腔锅成同心圆结构，内腔锅为现有电饭锅的内锅材质制作，内腔锅主要是盛装米和水的容器，内腔锅靠近底面的下部壁设有阀门孔，该阀门孔处于常闭的状态，阀门孔内置有电磁铁；外腔锅作为存储从内腔锅滤出的米汤的容器，外腔锅与内腔锅呈嵌套关系；内腔锅的阀门孔通过电磁阀模块的控制实现阀门孔的打开和关闭；

所述加热模块由控制模块控制火力强弱，加热模块正放于内腔锅底部，只对内腔锅加热；所述温度采集模块对电饭锅进行温度采集；所述超声波探测模块包括超声发送阵列和超声接收阵列；超声发送阵列由多个超声发射探头组成；超声接收阵列由多个接收探头组成，围绕在超声发射探头周围，即使每个超声发射探头周围都围绕一圈超声接收探头；所述信号处理模块，负责产生要发送的超声波信号和对接收的超声回波信号进行分析处理，计算出超声在米水混合物中的声速，然后和存储器中存储的声速训练数据进行对比分析，给控制模块提供打开内腔锅阀门孔、关闭内腔锅阀门孔或停止加热控制信息；所述存储器模块存储已经训练好的声速训练数据；

所述人机交互模块是电饭锅的信息显示与用户操作端，用户通过人机交互模块对电饭锅进行操控，也能通过显示屏读取相关状态信息；所述电源接口为所有模块提供电力支持。

2. 根据权利要求1所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于

阀门孔采用错层三层设计，内层中间开孔，中层是由电磁铁制作的电磁铁薄片，外层也是中间开孔的；当电饭锅不工作时阀门孔是关闭的；当工作时需要打开阀门孔，则电磁阀控制模块产生与电磁铁薄片极性相同的磁场，使得电磁铁薄片被从下往上推开，从而内层中间开孔与外层中间开孔对齐贯通，内腔锅内的米汤经由阀门孔流出；当工作时需要关闭阀门孔，则电磁阀控制模块产生与电磁铁薄片极性相反的磁场，使得电磁铁薄片被吸引从上往下移动，使得内层中间开孔与外层中间开孔被电磁铁薄片挡住，从而使得阀门孔被关闭；阀门孔设置一个以上。

3. 根据权利要求2所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于所述电磁阀控制模块主要产生一个与阀门孔的电磁铁薄片相同极性或者相反极性的磁场来控制电磁铁薄片的机械运动，磁场由金属导体来产生或由线圈来产生，电磁阀控制模块的个数和阀门孔的个数一致；金属导体或者线圈位于内腔锅底部内腔锅的阀门孔的正下方。

4. 根据权利要求2所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于所述超声波探测模块、温度采集模块、信号处理模块和存储器模块一起工作完成米粒的

浓度检测，控制模块根据检测结果完成相应的操作；对于浓度检测，由于超声波在介质中的传播特性与介质的特性有关，对于不同浓度的米水混合物以及软硬不同的米粒中，超声波传播速度是不一样的，故通过测量超声在沸腾的米水混合物中的声速来比拟此时米水混合物的浓度，以及滤出米汤后测量超声在米饭基本吸水成型后的声速来比拟此时米粒的浓度；另外超声的传播速度与温度也有关系，因此监测煮饭过程中的声速和温度就能实时获取当前的米粒浓度信息，从而在煮饭过程中智能判断何时滤出米汤，滤出的米汤量，何时停止加热，停止工作。

5. 根据权利要求2所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于在煮饭时米粒为4个阶段：吸水、加热升温，沸腾，焖饭；温度90至100摄氏度之间临界沸腾阶段设定一个沸腾温度阀值，高于此温度时，超声波探测模块开启，每隔设定的时间间隔对米水混合物发送一次超声波，然后接收超声回波，信号处理模块对超声回波信号进行处理，计算出此时的声速，与存储器模块里面声速训练数据对比，当测量到声速和当前的温度与声速训练数据的开启阀门孔时的声速-温度一致时，反馈信息给控制模块，控制模块开启电磁阀控制模块，打开内腔锅阀门孔，将米汤滤出；超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测声速、温度达到声速训练数据的关闭阀门孔的声速-温度时，反馈信息给控制模块，控制模块发出关闭内腔锅阀门孔的控制信息给电磁阀控制模块，关闭内腔锅阀门孔，米汤停止滤出；超声波探测模块继续开启，继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测声速和当前的温度达到声速训练数据的停止加热的声速-温度时，反馈信息给控制模块，控制模块控制加热模块停止加热进入焖饭阶段；超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测米粒声速和当前的温度达到声速训练数据的停止焖饭的声速-温度时，即停止工作，让滤出在外腔锅的米汤来进行保温。

6. 根据权利要求2所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于所述声速训练数据的获得是通过对样本的采集和样本的训练获取特征；由于米饭最终煮出的口感所对应的整个工作过程中的米粒浓度不一样，需要采集不同的样本，用来训练出不同的米饭口感所对应的在蒸煮过程中不同时间，不同温度条件下米粒的声速；

首先是样本的采集：采用若干组不同重量的米和水来煮饭进行测试，测试不同的打开阀门孔、关闭阀门孔、停止加热和停止工作的时间情况下，采用与所述电饭锅一样模式的火力进行加热，用相同强度与频率的超声波，在沸腾温度阀值到停止工作前一直检测记录米水混合物或米粒的声速信息和温度信息，最后记录米饭的软硬程度的评价，若由硬到软分成5个等级，则得到5组若干样本的声速数据和温度数据；

然后对每组样本进行训练，获取特征：对不同样本采集工作完成后，把归为软硬等级1-5的各组样本进行训练；每种等级对应的训练样本有若干个，采用统计学的方法对训练样本进行处理，挖掘出组与组之间区分度高，而组内特征集中度好的声速-温度特征曲线；此声速-温度特征曲线存储于存储器模块，存储器模块存储的声速训练数据即是训练好的各等级的声速-温度特征曲线，由此得到各个软硬等级在具体的温度和声速下打开阀门孔，关闭阀门孔，以及停止加热和停止工作。

7. 根据权利要求1所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于所述超声波探测模块包括支撑物、超声发送阵列和超声接收阵列；支撑物中空为防水材

料制作，里面放置超声发送阵列和超声接收阵列的电缆连接线，且支撑物中间段可升缩；超声发送阵列在支撑物的底部。

8. 根据权利要求7所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于

支撑物为圆锥体或者圆柱体，支撑物中间段可以升缩，开始煮饭前，锅盖还未关闭时，把支撑物伸长，使得盖上锅盖后发射探头和接收探头能触伸到内腔锅的底部，接触到米水混合物以及滤出米汤之后的米粒。

9. 根据权利要求1所述的一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅，其特征在于

所述外锅体是电饭锅的外部形体，外腔锅则为空心圆柱体形状的锅体；内腔锅和外腔锅可分离；外腔锅底面设有凹凸部位使内腔锅扣于外腔锅的底面凹凸处。

10. 权利要求1~9任一项所述一种超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅的工作方法，其特征在于存储器模块存储好声速训练数据后，包括如下步骤：

(1) 选择模式，开启工作；用户先放适量的生米到内腔锅中，加入适当过量的水，插好电源；再于人机交互模块中选择相应的米饭的软硬度等级后，按“开始”键，电饭锅开始工作；

(2) 电饭锅加热；在控制模块的控制下加热模块开始工作，用电加热，同时温度采集模块也一起工作，监测锅内温度；

(3) 滤出米汤；加热到达设定的沸腾温度阀值时，控制模块启动超声波探测模块工作，超声波探测模块在固定的时间间隔内发超声波，接收超声回波信号，接收的超声回波信号传给信号处理模块处理，得到此刻米水混合物中的超声声速，一直重复，直到计算的米水混合物中的超声声速以及当前的温度达到存储器中的存储的开启阀门孔时的声速-温度，则反馈给控制模块，控制模块启动电磁阀控制模块，打开阀门孔，米汤从阀门孔流出到外腔锅；超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测声速、温度达到声速训练数据的关闭阀门孔的声速-温度时，把此反馈信息传给控制模块，控制模块发出关闭内腔锅阀门孔的控制信息给电磁阀控制模块，关闭内腔锅阀门孔，米汤停止滤出；滤出的米汤在外腔锅和内腔锅之间存储；

(4) 继续加热；超声波探测模块继续发超声波，接收超声回波信号，接收的超声波信号传给信号处理模块处理，得到此刻米粒中的超声声速，一直重复，直到计算出的米粒中的超声声速和当前的温度达到声速训练数据的停止加热的声速-温度时，则反馈给控制模块，控制模块则把停止加热的指令传给加热模块，加热模块停止工作；

(5) 停止加热，焖饭；加热完成后，就开始焖饭，超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测米粒声速和当前的温度达到声速训练数据的停止焖饭的声速-温度时，即停止工作；

(6) 停止工作，米汤保温；停止工作后，内腔锅中是煮熟的米饭，滤出的米汤存储于外腔锅与内腔锅之间，对内腔锅的米饭起保温作用；内腔锅的米饭和外腔锅的米汤都能食用。

超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电饭锅，具体涉及超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅及其工作方法。

背景技术

[0002] 电饭锅是一种利用电热烹饪食物(主要是米饭)的厨房电器，可以进行蒸、煮、炖、煨、焖等多种烹饪操作。它不但能够把食物烹熟，而且能够保温，使用起来清洁卫生，省时省力，是家务劳动现代化不可缺少的生活用具之一。

[0003] 针对电饭锅煮饭的功能，为了使煮出的米饭具有良好口感，现在很多智能电饭锅都通过一些方法来提升米饭口感。主要有：一、从电饭锅锅体的形状上进行改造，如使用球釜形设计，环流沸腾的方式，使米粒膨胀得更加饱满。二、从加热温控设计下功夫，在不同温度时加以不同的火力，使米饭的口感更好。三、通过选用不同模式，如分为普通、软、硬三种不同的模式，来控制加热的时间。

[0004] 米饭的口感与水量多少、火力强弱、加热时间和保温时间有关，由经验易知：对于同样品质的大米，最终米粒的口感受大米与水的比例，即米水混合物的浓度，影响很大。水较多会造成米饭口感较软，饭粒较软糯；而水较少会造成米饭口感较干，饭粒较硬。若电饭锅仅从外部进行设计来提升米饭的口感，不能真实获取米粒在煮的过程中的米水混合物的浓度，这种口感的提升有一定的限度，有必要设计一种加热过程中对米饭软硬等参数直接进行监测与反馈的检测系统。

[0005] 在米粒的加热过程中，米粒一直不断地吸水膨胀，吸了水的米粒在整个米水混合物的体积分数可以反映最终米饭的干湿口感。米粒的干湿度可以通过一开始加水量的多少来控制，另外，为了减少人工干预，若能自动在沸腾的过程中滤出一定量的米汤就能更好地控制米饭的干湿口感。米汤又叫米油，是用上等大米熬稀饭或做干饭时，凝聚在锅面上的一层粥油。米汤性味甘平，有益气、养阴、润燥的功能，经常喝米汤对孩子的健康和发育有益，有助于消化和对脂肪的吸收，故用米汤给婴儿作为辅助饮料，是比较理想的。另外有些人群不适合喝米汤，如米汤含糖分比较高，不适合糖尿病患者饮用，而现在的电饭锅大多都无法把米汤过滤掉，而是直接加热变干，但是这样糖分仍然留在饭里面，若能把米汤滤出来则有益于这类人群的健康。

[0006] 目前的电饭锅，为了在合适的时间吃到温热的饭，经常使用预约或者保温的功能，这两个功能都需要一定的耗电量。在节能保温方面，2001年1月17日公开的中国发明专利申请CN2414701，提出一种双层电饭锅，锅体内下部有发热板及开关，锅内设有内胆锅和外层锅，内胆锅和外层锅之间为储水层，内胆锅通过支撑脚安装在外层锅上。其采用发热板与内胆锅分离的结构，使内胆锅的使用寿命延长，利用加热后的热水来保温，保温效果好且环保，不消耗额外的功率，不会发生糊锅现象，内胆锅还可减少水垢的形成，保护人体健康。这种双层电饭锅类似隔水炖锅，对外层锅进行加热，使得外层锅沸腾的水来对煮熟的装在内胆锅的米饭保温。

[0007] 纵观现在的电饭锅功能日益增多,功能设计也越来越人性化,但是仍有一些地方值得改进:

[0008] 1.米饭软硬的控制。现有的电饭锅只能按照人工传统经验添加控制米量和水量,对于不经常做饭的人或更换大米的品种后就不易控制米饭的口感软硬。若水量过少,米饭会因为干锅而糊掉;若水量过多,米饭会变稀。

[0009] 2.米汤的滤出。现有的电饭锅不能自动滤出米汤,不能同时煮饭和熬米汤,故不能满足一些老人和孩子的需求。

[0010] 3.预约模式和保温模式下仍然消耗电能。电饭锅在预约的模式下需要一定的电量,煮好之后保温模式下仍然耗电,而双层锅对外层锅也进行了额外的加热,所以耗电量比单层锅多。

发明内容

[0011] 针对目前电饭锅不能自主控制米饭干湿软硬、需要依靠经验估计来控制加水量、无法滤出米汤故不合特定人群口味、米饭保温节能等问题。该发明旨在提出一种新型电饭锅,利用超声波对所煮米饭进行实时的米粒浓度探测,从而控制滤出的米汤量和加热时间,滤出的米汤存于内锅外腔以达到保温的作用,米饭和米汤的分离使得米汤的食用价值提高,同时有利于对糖分需求量少的人群的健康。

[0012] 本发明的目的至少通过如下技术方案之一实现。

[0013] 本发明所设计超声检测米饭软硬可自动滤水的双层电饭锅,包括外锅体、内锅、电磁阀控制模块、加热模块、温度采集模块、超声波探测模块、信号处理模块、存储器模块、控制模块、人机交互模块和电源接口。

[0014] 所述外锅体是电饭锅的外部形体,与市面上的普通电饭锅一样,是整个电饭锅的载体,承载内锅,并集成加热模块、控制模块、电磁阀控制模块、信号处理模块、存储器模块与人机交互模块等。外锅体还包含一个连体的锅盖,锅盖上安装温度采集模块和超声波探测模块。

[0015] 所述内锅采用双锅结构,这两个锅分别称为内腔锅与外腔锅,内腔锅与外腔锅成同心圆结构,内腔锅为传统电饭锅的内锅材质制作,外腔锅则为空心圆柱体形状的锅体。内腔锅主要是盛装米和水的容器,内腔锅靠近底面的下部壁有一个阀门孔,该阀门孔处于常闭的状态,阀门孔内置有电磁铁。外腔锅作为存储滤出米汤的容器,半径略大于内腔锅,与内腔呈嵌套关系,煮饭时米汤存于内腔锅与外腔锅之间。优选的,为了便于清洗或维修,内腔锅和外腔锅可分离;另外,为了使内腔锅更好地固定于外腔锅内,外腔锅底面可以有凹凸设计,内腔锅底面朝下面有相应的凸凹设计,使之能扣于外腔锅的底面凹凸处。内腔锅通过阀门孔把米汤滤出到外腔锅,滤出来的米汤可以对米饭进行保温,节约能源。

[0016] 上述内腔锅的阀门孔用电磁阀的原理来设计,可结合电磁阀模块通过多种方案来实现阀门孔的打开和关闭。例如:阀门孔采用错层三层设计,内层中间开孔,中层是由电磁铁制作的电磁铁薄片,外层也是中间开孔的。当电饭锅不工作时阀门孔是关闭的;当工作时需要打开阀门孔,则电磁阀控制模块产生与电磁铁薄片极性相同的磁场,使得电磁铁薄片被从下往上推开,从而内层中间开孔与外层中间开孔对齐贯通,内腔锅内的米汤经由阀门孔流出;当工作时需要关闭阀门孔,则电磁阀控制模块产生与电磁铁薄片极性相反的磁场,

使得电磁铁薄片被吸引从上往下移动，使得内层中间开孔与外层中间开孔被电磁铁薄片挡住，从而使得阀门孔被关闭。为使米汤快速流出，阀门孔设置多个。

[0017] 所述电磁阀控制模块主要产生一个与阀门孔的电磁铁薄片相同极性或者相反极性的磁场来控制其机械运动，可以由金属导体来产生磁场，也可以由线圈来产生，故该模块包括金属导体或线圈，且个数和阀门孔的个数一致。例如，阀门孔用一个，且阀门孔采用上述的错层三层设计，则电磁阀控制模块包括一个金属导体或者线圈，通过控制金属导体或者线圈所通的电流的方向，产生与电磁铁薄片相同极性的磁场，电磁铁薄片被从下往上推开，若产生与电磁铁薄片相反极性的磁场，则吸引电磁铁薄片从上往下移动。金属导体或者线圈位于内腔锅底部内腔锅的阀门孔的正下方。

[0018] 所述加热模块是电饭锅必需模块，一般采用智能电加热的形式，可由控制模块控制其火力强弱，加热模块正放于内腔锅底部，只对内腔锅加热。

[0019] 所述温度采集模块为电饭锅整个加热系统进行温度采集。

[0020] 所述超声波探测模块，主要包括支撑物、超声发送阵列和超声接收阵列，安装在外锅体的锅盖上。支撑物中空，里面放置发送探头和接收探头的电缆连接线，为防水材料制作，且支撑物中间段可以升缩；超声发送阵列在支撑物的底部，向内腔锅的底部发送超声波，由多个超声发射探头组成。超声接收阵列由多模小口径接收探头组成，围绕在超声发射探头周围，即是每个超声发射探头周围都围绕一圈超声接收探头。超声接收探头可以为陶瓷晶片探头或CMUT探头等。支撑物可以为圆锥体或者圆柱体等，由于支撑物中间段可以升缩，开始煮饭前，锅盖还未关闭时，把支撑物伸长，使得盖上锅盖后发射探头和接收探头能触伸到内腔锅的底部，接触到米水混合物以及滤出米汤之后的米粒。煮饭结束后在微微打开锅盖时，把支撑物缩短，则可打开锅盖。

[0021] 所述信号处理模块，主要负责产生要发送的超声波信号和对接收的超声回波信号进行分析处理，计算出超声在米水混合物中的声速，然后和存储器里面存储的声速训练数据进行对比分析，给控制模块提供打开内腔锅阀门孔、关闭内腔锅阀门孔、停止加热等控制信息。

[0022] 所述存储器模块主要存储已经训练好的声速训练数据。

[0023] 所述控制模块控制整个电饭锅的运行。

[0024] 所述人机交互模块是电饭锅的信息显示与用户操作端，用户可以通过按键对电饭锅进行操控，也可通过显示屏幕读取相关状态信息。

[0025] 所述电源接口为上述所有模块提供电力支持。

[0026] 上述超声波探测模块、温度采集模块、信号处理模块和存储器模块一起工作完成米粒的浓度检测，以及给出控制信息给控制模块完成相应的操作。对于浓度检测，由于超声波在介质中的传播特性与介质的特性有关，对于不同浓度的米水混合物以及软硬不同的米粒，其超声波传播速度是不一样的，故可以通过测量超声在沸腾的米水混合物中的声速来比拟此时米水混合物的浓度，以及滤出米汤后测量超声在米饭基本吸水成型后的声速来比拟此时米粒的浓度。另外超声的传播速度与温度也有关系，因此监测煮饭过程中的声速、温度就可以实时获取当前的米粒浓度信息，从而在煮饭过程中智能判断何时滤出米汤，滤出的米汤量，何时停止加热，停止工作等。

[0027] 在煮饭时米粒一般可分为4个阶段：吸水、加热升温，沸腾，焖饭。温度90至100之间

临界沸腾阶段设定一个沸腾温度阀值，高于此温度时，超声波探测模块开启，每隔一定的时间间隔对米水混合物发送一次超声波，然后接收超声回波，信号处理模块对超声回波信号进行处理，计算出此时的声速，与存储器模块里面声速训练数据对比，当测量到声速和当前的温度与声速训练数据的开启阀门孔时的声速-温度一致时，把此反馈信息传给控制模块，控制模块开启电磁阀控制模块，打开内腔锅阀门孔，将米汤滤出。超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测声速、温度达到声速训练数据的关闭阀门孔的声速-温度时，把此反馈信息传给控制模块，控制模块发出关闭内腔锅阀门孔的控制信息给电磁阀控制模块，关闭内腔锅阀门孔，米汤停止滤出。超声波探测模块继续开启，继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测声速和当前的温度达到声速训练数据的停止加热的声速-温度时，把此信息反馈给控制模块，控制模块控制加热模块停止加热进入焖饭阶段。超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测米粒声速和当前的温度达到声速训练数据的停止焖饭的声速-温度时，即可以停止工作，让滤出在外腔锅的米汤来进行保温。

[0028] 上述声速训练数据的获得是通过对样本的采集和样本的训练获取特征。由于米饭最终煮出的口感所对应的整个工作过程中的米粒浓度不一样，因此需要采集大量的样本，用来训练出不同的米饭口感所对应的在蒸煮过程中不同时间，不同温度条件下米粒的声速。

[0029] 首先是样本的采集：采用若干组不同重量的米和水来煮饭进行测试，测试不同的打开阀门孔、关闭阀门孔、停止加热和停止工作的时间情况下，采用与本电饭锅一样模式的火力进行加热，用相同强度与频率的超声波，在沸腾温度阀值到停止工作前一直检测记录米水混合物或米粒的声速信息和温度信息，最后记录米饭的软硬程度的主观评价，如由硬到软分成5个等级，得到5组若干样本的声速数据和温度数据。

[0030] 然后对每组样本进行训练，获取特征：大量的样本采集工作完成后，把归为软硬等级1-5的各组样本进行训练。每种等级对应的训练样本有若干个，采用统计学的方法对训练样本进行处理，挖掘出组与组之间区分度高，而组内特征集中度好的声速-温度特征曲线。此声速-温度特征曲线存储于存储器模块，存储器模块存储的声速训练数据即是训练好的各等级的声速-温度特征曲线，由此得到各个软硬等级在什么样的温度和声速下打开阀门孔，关闭阀门孔，以及停止加热和停止工作。

[0031] 存储器模块存储好声速训练数据后，整个电饭锅的工作过程如下：

[0032] 1.选择模式，开启工作。用户先放适量的生米(干米或淘过的湿米皆可)到内腔锅中，加入过量的水，插好电源。再于人机交互模块中选择相应的米饭的软硬度等级后，按“开始”键，电饭锅开始工作。

[0033] 2.电饭锅加热。在控制模块的控制下加热模块开始工作，用电加热，同时温度采集模块也一起工作，监测锅内温度。

[0034] 3.滤出米汤。加热到达特定的沸腾温度阀值时，控制模块启动超声探测模块工作，超声探测模块在固定的时间间隔内发超声波，接收超声回波信号，接收的超声回波信号传给信号处理模块处理，得到此刻米水混合物中的超声声速，一直重复，直到计算的米水混合物中的超声声速以及当前的温度达到存储器中的存储的开启阀门孔时的声速-温度，则反馈给控制模块，控制模块启动电磁阀控制模块，打开阀门孔，米汤从阀门孔流出到外腔锅。

超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波,信号处理模块处理计算出声速,直至实测声速、温度达到声速训练数据的关闭阀门孔的声速-温度时,把此反馈信息传给控制模块,控制模块发出关闭内腔锅阀门孔的控制信息给电磁阀控制模块,关闭内腔锅阀门孔,米汤停止滤出。滤出的米汤在外腔锅和内腔锅之间存储。

[0035] 4.继续加热。超声探测模块继续发超声波,接收超声回波信号,接收的超声波信号传给信号处理模块处理,得到此刻米粒中的超声声速,一直重复,直到计算出的米粒中的超声声速和当前的温度达到声速训练数据的停止加热的声速-温度时,则反馈给控制模块,控制模块则把停止加热的指令传给加热模块,加热模块停止工作。

[0036] 5.停止加热,焖饭。加热完成后,就开始焖饭,超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波,信号处理模块处理计算出声速,直至实测米粒声速和当前的温度达到声速训练数据的停止焖饭的声速-温度时,即可以停止工作。

[0037] 6.停止工作,米汤保温。停止工作后,内腔锅中是煮熟的米饭,滤出的米汤存储于外腔锅与内腔锅之间,对内腔锅的米饭起保温作用。内腔锅的米饭和外腔锅的米汤都可以食用。

[0038] 与现有的方法相比,本发明具有以下优点:

[0039] 1.米饭软硬的智能控制。通过超声探测米粒的浓度来控制滤出的米汤量和加热时间,智能控制米饭的口感软硬,而和米的种类以及加水量的多少没有关系。

[0040] 2.米汤的自动滤出。沸腾后根据米粒的浓度检测通过阀门孔滤出适量的米汤,降低米饭含有的糖分,有益于糖尿病患者的健康。另外也可以作为婴幼儿的辅食。

[0041] 3.省电。滤出的米汤存于外腔锅,对内腔锅米饭起保温的作用,以达到省电的目的,即是饭做好之后可以不用电来保温。

[0042] 4.加热时间的智能控制。加热时间不再是通过设置固定的时间和一定的火力来控制,而是根据实测的米粒浓度来控制加热时间,具体是达到某声速-温度,即是某种米粒的浓度就停止加热,如加热到8分钟,浓度刚好达到要求就停止加热。

[0043] 5.该方法也可以推广到煲汤的应用中,通过对所煲汤的浓度实时检测来控制加热时间和控制火力等。

附图说明

[0044] 图1是本实施例的外形示意图。

[0045] 图2是本实施例的组成结构框图。

[0046] 图3a是本实施例的内锅工作时内腔锅的阀门孔的关闭的示意。

[0047] 图3b是本实施例的内锅工作时内腔锅的阀门孔的打开的示意。

[0048] 图4是本实施例的超声探测模块示意图。

[0049] 图5是本实施例的工作流程图。

具体实施方式

[0050] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0051] 如图1所示,是本实施例的外形示意图。本发明包括外锅体1、内锅2、电磁阀控制模

块3、加热模块4、温度采集模块5、超声波探测模块6、信号处理模块7、存储模块8、控制模块9、人机交互模块10和电源接口11。外锅体是电饭锅的外部形体，与现有的普通电饭锅一样，是整个电饭锅的载体，承载着内锅2，并集成电磁阀控制模块3、加热模块4、信号处理模块7、存储模块8、控制模块9与人机交互模块10等。外锅体还包含一个连体的锅盖101，锅盖上安装温度采集模块5和超声波探测模块6。加热模块4正放于内腔锅底部，只对内腔锅加热。

[0052] 如图2所示，是本实施例的结构框图。电源给各个模块提供电力，人机交互模块是电饭锅的信息显示与用户操作端，用户可以通过按键对设备进行操控，也可通过显示屏幕读取相关状态信息。如得到开始工作的用户指令，则人机交互模块把此信息传到控制模块，控制模块发出指令给加热模块和温度采集模块，开启工作，当温度采集模块采集的温度达到沸腾温度阈值 T_0 时，超声波探测模块开启，每隔一定的时间间隔对米水混合物发送一次超声波，然后接收超声回波，信号处理模块对超声回波信号进行处理，计算出此时的声速，与存储器模块里面声速训练数据对比，当测量到声速和当前的温度与声速训练数据的开启阀门孔时的声速-温度一致时，把此反馈信息传给控制模块，控制模块开启电磁阀控制模块，打开内腔锅阀门孔，将米汤滤出。超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测声速、温度达到声速训练数据的关闭阀门孔的声速-温度时，把此反馈信息传给控制模块，控制模块发出关闭内腔锅阀门孔的控制信息给电磁阀控制模块，关闭内腔锅阀门孔，米汤停止滤出。超声波探测模块继续开启，继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测声速和当前的温度达到声速训练数据的停止加热的声速-温度时，把此信息反馈给控制模块，控制模块控制加热模块停止加热进入焖饭阶段。超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波，信号处理模块处理计算出声速，直至实测米粒声速和当前的温度达到声速训练数据的停止焖饭的声速-温度时，即可以停止工作。温度采集模块一直反馈温度信息给控制模块，信号处理模块给控制模块提供打开内腔锅阀门孔、关闭内腔锅阀门孔、停止加热、停止工作等控制信息。

[0053] 如图3所示，是本实施例的内锅结构示意和内锅工作时内腔锅的阀门孔的打开和关闭的示意。内锅2采用双锅结构，这两个锅分别称为内腔锅21与外腔锅22，内腔锅与外腔锅成同心圆结构，内腔锅为传统形状的电饭锅内锅材质制作，外腔锅则为空心圆柱体形状的锅体。内腔锅主要是盛装米和水的容器，内腔锅靠近底面的下部壁有两个阀门孔31，对称分布。阀门孔处于常闭的状态，阀门孔内置有电磁铁。外腔锅作为存储滤出米汤的容器，半径略大于内腔锅，与内腔呈嵌套关系，煮饭时米汤存于内腔锅与外腔锅之间。为了便于清洗或维修，内腔锅和外腔锅可分离；另外，为了使内腔锅更好地固定于外腔锅内，外腔锅底面可以有凹凸设计，内腔锅底面朝下面有相应的凸凹设计，使之能扣于外腔锅的底面凹凸处。

[0054] 仅仅作为一种例子，本领域可以采用多种方式实现阀门控制，本实例中，阀门孔31采用错层三层设计，内层中间开孔，中层是由电磁铁制作的电磁铁薄片，外层也是中间开孔的。电磁阀控制模块32产生一个与阀门孔的电磁铁薄片相同极性或者相反极性的磁场来控制其机械运动，图示由通电的线圈来产生，线圈位于内腔锅的阀门孔的正下方，内嵌于外体，两者保证足够近的距离。由于有两个阀门孔31，相应地也在下方布置了两个线圈。电磁阀控制模块通过线圈所通的电流的方向，产生与电磁铁薄片相同极性的磁场，则电磁铁薄片被从下往上推开，若产生与电磁铁薄片相反极性的磁场，则吸引电磁铁薄片从上往下移动。线圈位于内腔锅底部内腔锅的阀门孔的正下方。阀门孔口径不大于一般米粒大小(必要

时在孔前加一层滤网),保证滤出米汤时不滤出米粒。整个阀门孔要实现很好的密闭性与耐高温的性能(如使用硅橡胶制作,硅橡胶是一种高活性吸附材料,不溶于水和任何溶剂,无毒无味,化学性质稳定,具有粘结力强、耐高温($1500\text{--}1600^{\circ}\text{C}$)等特点)。图3(a)所示,是本实施例的内锅工作时内腔锅的阀门孔关闭的示意。图3(b)所示,是本实施例的内锅工作时内腔锅的阀门孔打开的示意,米汤可以顺着此孔流到外腔锅。

[0055] 如图4所示,是本实施例安装在锅盖上的超声波探测模块和温度采集模块示意。锅盖101是外锅体的一部分,且和外锅体是连体的,这为了示意清楚,只示意了锅盖。锅盖上安装温度采集模块5和超声波探测模块6。超声波探测模块6包括支撑物61、超声发送阵列62和超声接收阵列63。支撑物中空,里面放置发送探头和接收探头的电缆连接线,为防水材料制作;超声发送阵列在支撑物的底部,向内腔锅的底部发送超声波,由多个超声探头组成,图中示意的是放置1个超声发射探头62。超声接收阵列由多模小口径接收探头63组成,围绕在超声发射探头周围,接收超声回波。支撑物可以为圆锥体、圆柱体或者其他不规则柱体等,且支撑物中间段可以升缩,开始煮饭前,锅盖还未关闭时,把支撑物伸长,使得盖上锅盖后发射探头和接收探头能触伸到内腔锅的底部,接触到米水混合物以及滤出米汤之后的米粒。煮饭结束后在微微打开锅盖时,支撑物缩短,则可打开锅盖。

[0056] 如图5所示,存储器模块存储好声速训练数据后,电饭锅的工作过程如下:

[0057] 1.选择模式,开启工作。用户先放适量的生米(干米或淘过的湿米皆可)到内腔锅中,加入过量的水,插好电源。根据自己的喜好在人机交互模块中选择相应模式:如“软米饭+米汤”模式、“硬米饭+米汤”模式、“浓粥+米汤”模式、“黄金硬度+米汤”模式等等,这其实就是对应的米饭的软硬度。按“开始”键,电饭锅开始工作。

[0058] 2.电饭锅加热。在控制模块的控制下加热模块开始工作,用电加热,同时温度采集模块也一起工作,监测锅内温度。

[0059] 3.滤出米汤。加热到达特定的沸腾温度阈值 T_0 时,控制模块启动超声探测模块工作,超声探测模块在固定的间隔内发超声波,接收超声回波信号,接收的超声回波信号传给信号处理模块处理,得到此刻米水混合物中的超声声速,一直重复,直到计算的米水混合物中的超声声速以及当前的温度达到存储器中的存储的开启阀门孔时的声速-温度,则反馈给控制模块,控制模块启动电磁阀控制模块,打开阀门孔,米汤从阀门孔流出到外腔锅。超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波,信号处理模块处理计算出声速,直至实测声速、温度达到声速训练数据的关闭阀门孔的声速-温度时,把此反馈信息传给控制模块,控制模块发出关闭内腔锅阀门孔的控制信息给电磁阀控制模块,关闭内腔锅阀门孔,米汤停止滤出。滤出的米汤在外腔锅和内腔锅之间存储。

[0060] 4.继续加热。超声探测模块继续发超声波,接收超声回波信号,接收的超声波信号传给信号处理模块处理,得到此刻米粒中的超声声速,一直重复,直到计算出的米粒中的超声声速和当前的温度达到声速训练数据的停止加热的声速-温度时,则反馈给控制模块,控制模块则把停止加热的指令传给加热模块,加热模块停止工作。

[0061] 5.停止加热,焖饭。加热完成后,就开始焖饭,超声波探测模块继续发射超声波和接收超声回波,信号处理模块处理计算出声速,直至实测米粒声速和当前的温度达到声速训练数据的停止焖饭的声速-温度时,即可以停止工作。

[0062] 6.停止工作,米汤保温。停止工作后,内腔锅中是煮熟的米饭,滤出的米汤存储于

外腔锅与内腔锅之间，对内腔锅的米饭起保温作用。内腔锅的米饭和外腔锅的米汤都可以食用。

[0063] 综上可知，由于采用了上述技术，本发明可以通过超声波探测米水混合物或米粒的浓度来自主控制一定量的米汤的滤出，将米饭与米汤分离出来，做到米饭的水量自主控制，可以根据个人喜好做成稍软或稍硬的米饭，使用便捷，米汤也可再利用。

[0064] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围。

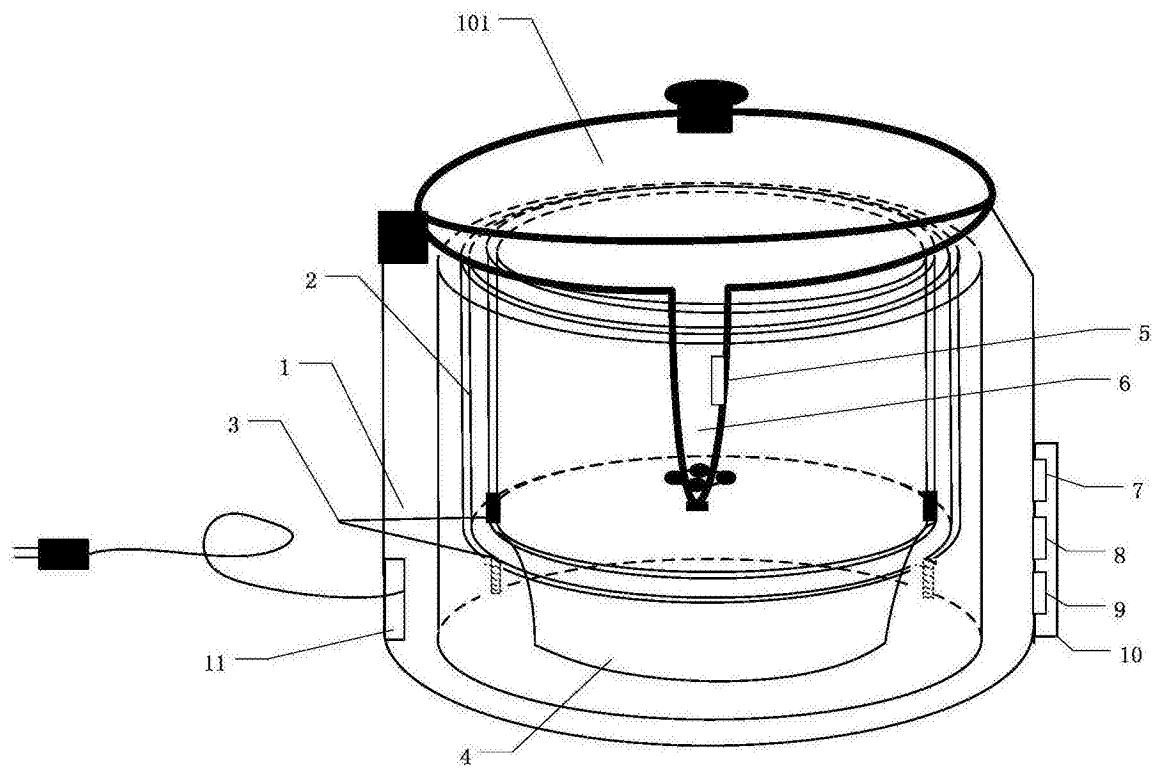


图1

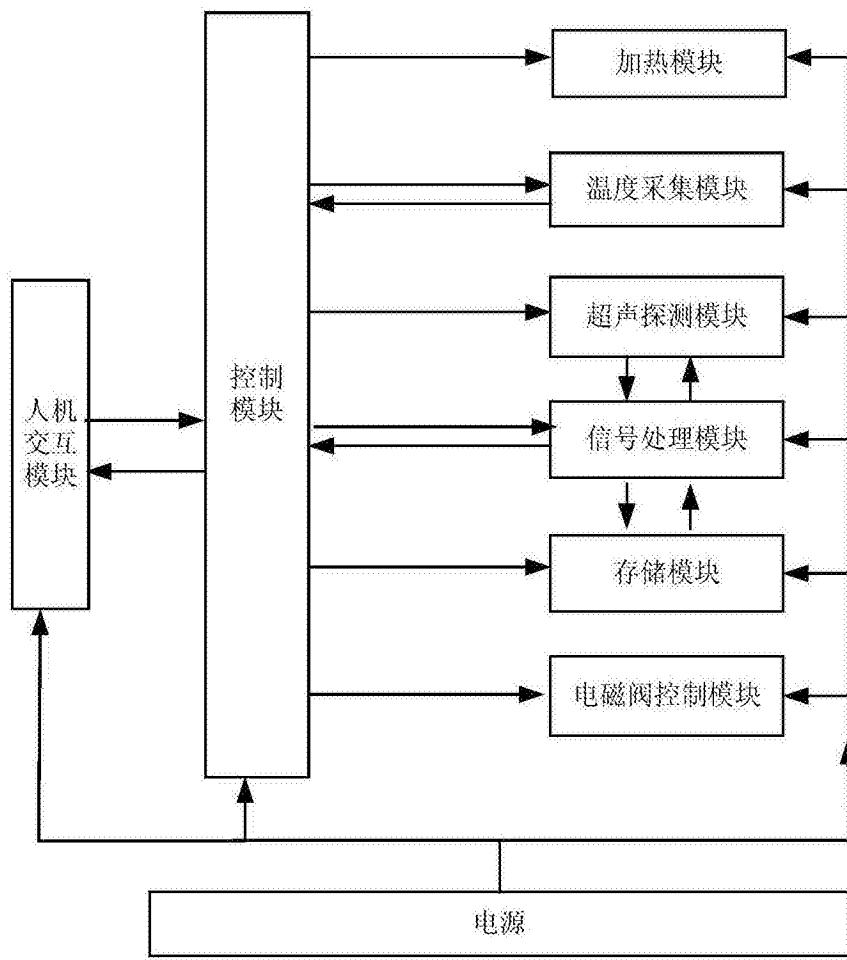


图2

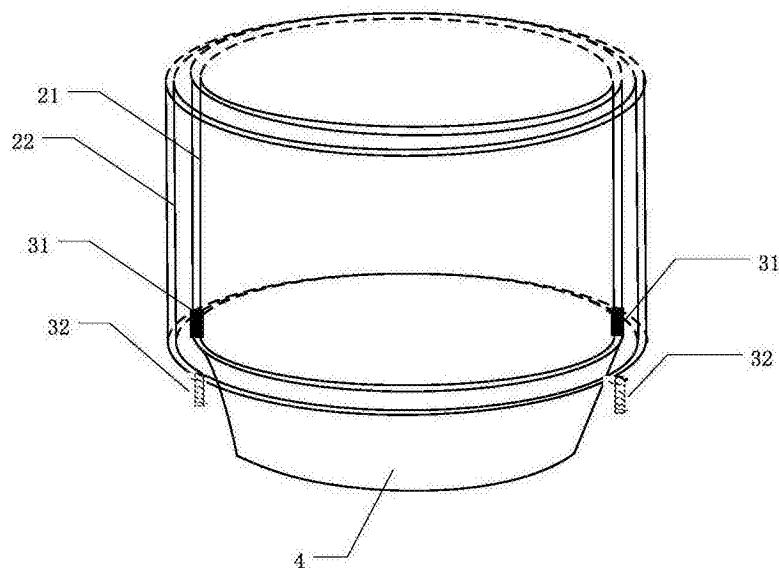


图3a

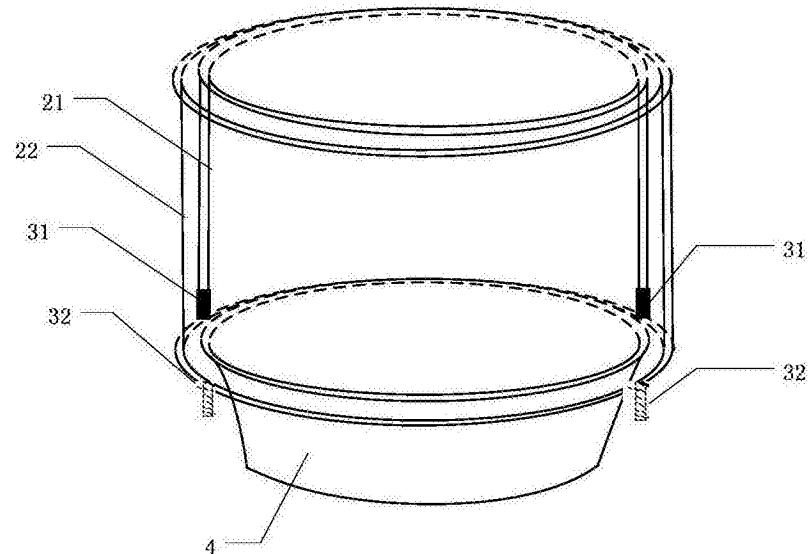


图3b

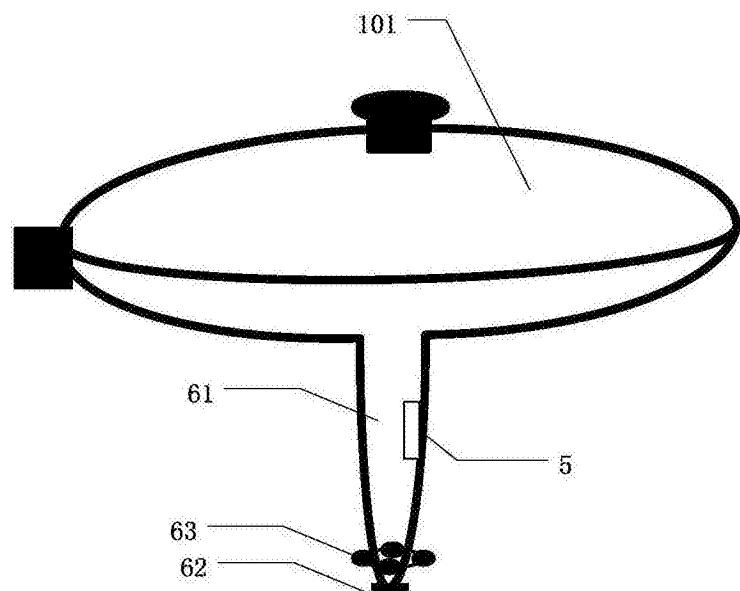


图4

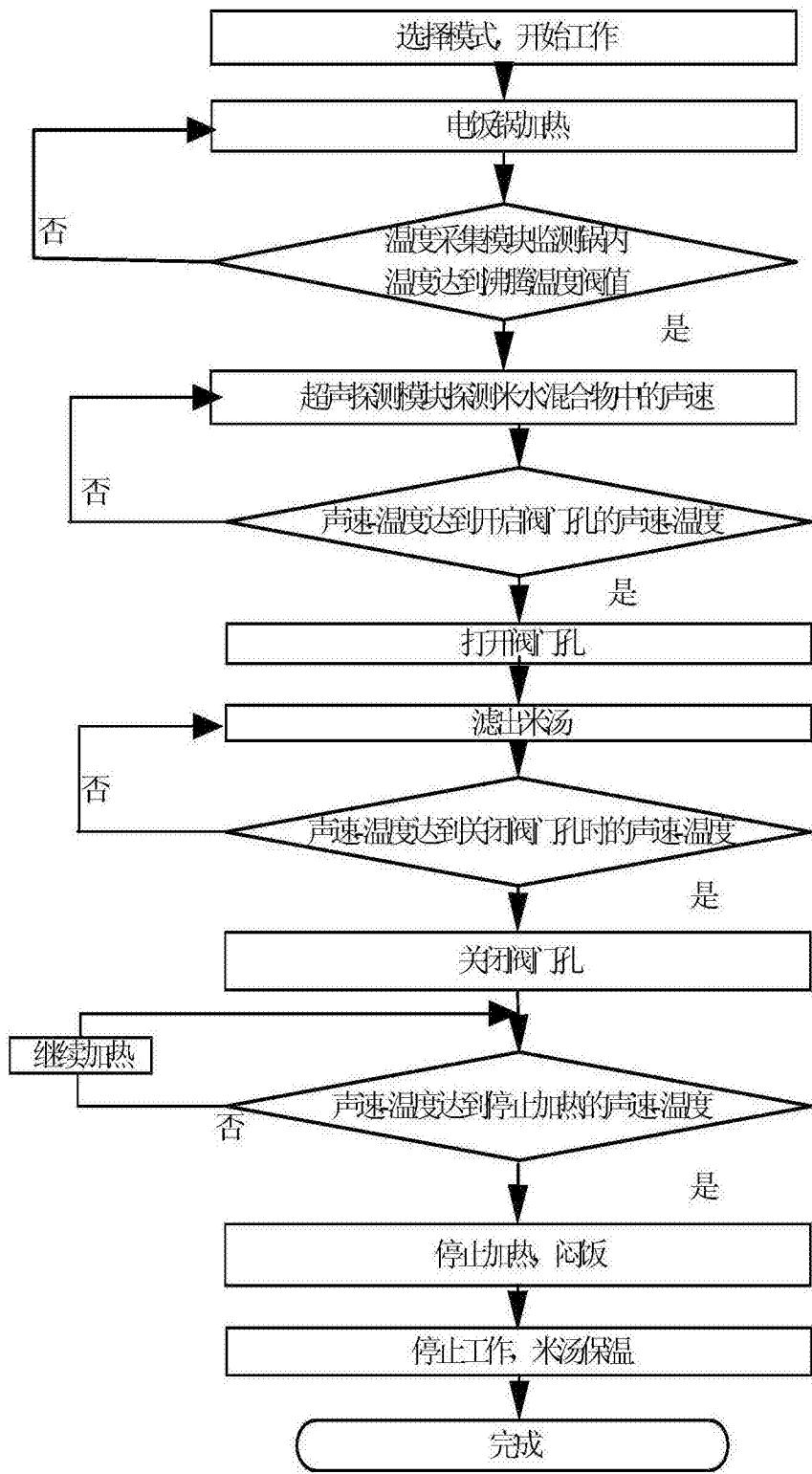


图5