

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 8 月 16 日 (16.08.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/145374 A1

(51) 国际专利分类号:
H05B 6/06 (2006.01)

山市顺德区北滘镇三乐东路 19 号,
Guangdong 528311 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/086211

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 26 日 (26.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710074230.6 2017 年 2 月 10 日 (10.02.2017) CN

(71) 申请人: 佛山市顺德区美的电热电器
制造有限公司 (FOSHAN SHUNDE MIDEA ELE-
CTRICAL HEATING APPLIANCES MANUFACTU-
RING CO., LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省佛

(72) 发明人: 江德勇 (JIANG, Deyong); 中国广东省佛
山市顺德区北滘镇三乐东路 19 号, Guangdong
528311 (CN)。王云峰 (WANG, Yunfeng); 中国
广东省佛山市顺德区北滘镇三乐东路 19 号,
Guangdong 528311 (CN)。杜放 (DU, Fang); 中国
广东省佛山市顺德区北滘镇三乐东路 19 号,
Guangdong 528311 (CN)。卢伟杰 (LU, Weijie);
中国广东省佛山市顺德区北滘镇三乐东路 19
号, Guangdong 528311 (CN)。李睿 (LI, Rui); 中
国广东省佛山市顺德区北滘镇三乐东路 19
号, Guangdong 528311 (CN)。钟石刚 (ZHONG,
Shigang); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇三
乐东路 19 号, Guangdong 528311 (CN)。曾露添
(ZENG, Lutian); 中国广东省佛山市顺德区北滘

(54) Title: ELECTROMAGNETIC HEATING DEVICE, ELECTROMAGNETIC HEATING SYSTEM, AND HEATING CON-
TROL METHOD AND APPARATUS THEREFOR

(54) 发明名称: 电磁加热设备、电磁加热系统及其加热控制方法和装置

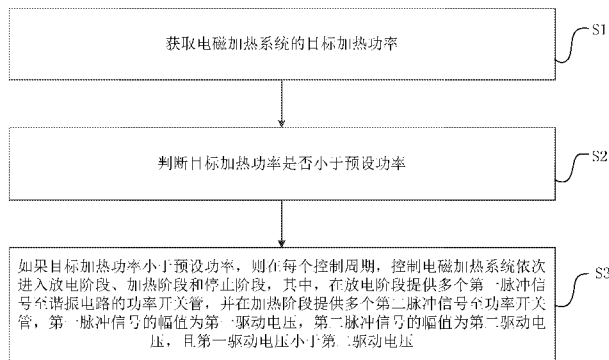


图 4

- S1 Acquire a target heating power of the electromagnetic heating system
- S2 Determine whether the target heating power is less than a preset power
- S3 If the target heating power is less than the preset power, control, in each control period, the electromagnetic heating system to enter a discharge phase, a heating phase, and a stop phase in sequence: in the discharge phase, providing a plurality of first pulse signals to a power switch tube of a resonance circuit, and in the heating phase, providing a plurality of second pulse signals to the power switch tube, the amplitude value of the first pulse signals being a first drive voltage, the amplitude value of the second pulse signals being a second drive voltage, and the first drive voltage being less than the second drive voltage

(57) Abstract: Disclosed in the present invention are an electromagnetic heating device, an electromagnetic heating system, and a heating control method and apparatus therefor. The method comprises the following steps: acquiring a target heating power of the electromagnetic heating system; determining whether the target heating power is less than a preset power; if the target heating power is less than the preset power, controlling, in each control period, the electromagnetic heating system to enter a discharge phase, a heating

镇三乐东路19号, Guangdong 528311 (CN)。 张帆(ZHANG, Fan); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇三乐东路19号, Guangdong 528311 (CN)。 雷俊(LEI, Jun); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇三乐东路19号, Guangdong 528311 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙)(TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼301室, Beijing 100084 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

phase, and a stop phase in sequence: in the discharge phase, providing a plurality of first pulse signals to a power switch tube of a resonance circuit, and in the heating phase, providing a plurality of second pulse signals to the power switch tube, the amplitude value of the first pulse signals being a first drive voltage, the amplitude value of the second pulse signals being a second drive voltage, and the first drive voltage being less than the second drive voltage. Therefore, by means of pre-discharging, the present invention is able to suppress the pulse current of the power switch tube, thereby achieving low-power heating with millisecond duty cycle.

(57) 摘要: 本发明公开了一种电磁加热设备、电磁加热系统及其加热控制方法和装置, 所述方法包括以下步骤: 获取所述电磁加热系统的目标加热功率; 判断所述目标加热功率是否小于预设功率; 如果所述目标加热功率小于所述预设功率, 则在每个控制周期, 控制所述电磁加热系统依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段, 其中, 在所述放电阶段提供多个第一脉冲信号至谐振电路的功率开关管, 并在所述加热阶段提供多个第二脉冲信号至所述功率开关管, 所述第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压, 所述第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压, 且所述第一驱动电压小于所述第二驱动电压。由此, 通过预放电方式, 能够抑制功率开关管的脉冲电流, 进而实现毫秒级占空比的低功率加热。

电磁加热设备、电磁加热系统及其加热控制方法和装置

技术领域

本发明涉及家用电器技术领域，特别涉及一种电磁加热系统的加热控制方法、一种电磁加热系统的加热控制装置、一种电磁加热系统以及一种电磁加热设备。

背景技术

相关技术中，单 IGBT 的电磁谐振电路通常采用并联谐振方式，并在实现大功率运行的前提下设置谐振参数，如图 1 所示，当以高功率进行加热时，因谐振参数匹配，IGBT 导通时的超前电压非常小，IGBT 的脉冲电流也非常小。然而，如图 2 所示，在采用低功率加热时，IGBT 的超前电压非常高，导致 IGBT 的脉冲电流非常大，特别容易超出 IGBT 的使用限值，损坏 IGBT。

为了实现低功率，相关技术通常采用如图 3 所示的占空比方式进行间断加热，例如通过加热 5s 停止 5s 的方式，实现 5/10 的低功率，但是，相关技术存在的问题是，如果间断加热周期较长，会影响烹饪功能，例如在煮粥的时容易溢出，降低用户的烹饪体验，如果间断加热周期较短，会导致 IGBT 硬开通，进而导致 IGBT 的脉冲电流非常大，而且噪音严重。

发明内容

本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此，本发明的第一个目的在于提出一种电磁加热系统的加热控制方法，能够抑制功率开关管的脉冲电流，可实现毫秒级占空比的低功率加热。

本发明的第二个目的在于提出一种电磁加热系统的加热控制装置。本发明的第三个目的在于提出一种电磁加热系统。本发明的第四个目的在于提出一种电磁加热设备。

为达到上述目的，本发明第一方面实施例提出了一种电磁加热系统的加热控制方法，包括以下步骤：获取所述电磁加热系统的目标加热功率；判断所述目标加热功率是否小于预设功率；如果所述目标加热功率小于所述预设功率，则在每个控制周期，控制所述电磁加热系统依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在所述放电阶段提供多个第一脉冲信号至所述谐振电路的功率开关管以使流过所述功率开关管的电流小于预设电流值，并在所述加热阶段提供多个第二脉冲信号至所述功率开关管，所述第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压，所述第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且第一驱动电压小于第二驱动电压。

根据本发明实施例提出的电磁加热系统的加热控制方法，当目标加热功率小于预设功率时，在每个控制周期，控制电磁加热系统的谐振电路依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在放电阶段提供多个第一脉冲信号至谐振电路的功率开关管以使流过所述功率开关管的电流小于预设电流值，并在加热阶段提供多个第二脉冲信号至功率开关管，第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压，第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且第一驱动电压小于第二驱动电压。由此，通过预放电方式，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

另外，根据本发明上述实施例的电磁加热系统的加热控制方法还可以具有如下附加的技术特征：

根据本发明的一个实施例，在所述停止阶段持续输出第三驱动电压至所述功率开关管，以驱动所述功率开关管关断。

根据本发明的一个实施例，所述多个第一脉冲信号的脉冲宽度逐渐增加，且相邻两个第一脉冲信号的脉冲宽度的差值小于等于预设宽度阈值。其中，所述预设宽度阈值的取值范围可为 1.5 us -2.5us，第一个第一脉冲信号的脉冲宽度可大于等于 0.1us 且小于等于 10us。

根据本发明的一个实施例，通过交流电源为所述电磁加热系统供电，所述

方法还包括：获取所述交流电源的电压过零点；根据所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述放电阶段。

根据本发明的一个实施例，所述的电磁加热系统的加热控制方法还包括：在进入所述放电阶段预设时间后或者在所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述加热阶段，以使所述放电阶段处于以所述电压过零点为中心构造的过零电压区间内。其中，所述电压过零区间可为 $[-5\text{ms}, 5\text{ms}]$ 。

根据本发明的一个实施例，所述预设电流值为 85A。

根据本发明的一个实施例，所述第一驱动电压大于等于 5V 且小于等于 14.5V，所述第二驱动电压大于等于 15V。

为达到上述目的，本发明第二方面实施例提出了一种电磁加热系统的加热控制装置，包括：谐振电路，所述谐振电路包括功率开关管；驱动电路，所述驱动电路与所述功率开关管的控制端相连，所述驱动电路用于输出第一驱动电压至所述功率开关管以驱动所述功率开关管工作在放大状态，或者输出第二驱动电压至所述功率开关管以驱动所述功率开关管工作在饱和状态，或者输出第三驱动电压至所述功率开关管以驱动所述功率开关管关断；控制单元，所述控制单元与所述驱动电路相连，所述控制单元用于获取所述电磁加热系统的目标加热功率，并判断所述目标加热功率是否小于预设功率，以及在所述目标加热功率小于所述预设功率时，在每个控制周期控制所述电磁加热系统依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在所述放电阶段控制所述驱动电路提供多个第一脉冲信号至所述功率开关管以使流过所述功率开关管的电流小于预设电流值，并在所述加热阶段控制所述驱动电路提供多个第二脉冲信号至所述功率开关管，所述第一脉冲信号的幅值为所述第一驱动电压，所述第二脉冲信号的幅值为所述第二驱动电压，且所述第一驱动电压小于所述第二驱动电压。

根据本发明实施例提出的电磁加热系统的加热控制装置，当目标加热功率小于预设功率时，在每个控制周期，控制单元控制电磁加热系统的谐振电路依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在放电阶段提供多个第一脉冲

信号至谐振电路的功率开关管以使流过所述功率开关管的电流小于预设电流值，并在加热阶段提供多个第二脉冲信号至功率开关管，第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压，第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且第一驱动电压小于第二驱动电压。由此，通过预放电方式，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

根据本发明的一个实施例，所述控制单元还用于在所述停止阶段持续输出第三驱动电压至所述功率开关管，以驱动所述功率开关管关断。

根据本发明的一个实施例，所述多个第一脉冲信号的脉冲宽度逐渐增加，且相邻两个第一脉冲信号的脉冲宽度的差值小于等于预设宽度阈值。其中，所述预设宽度阈值的取值范围为 1.5 us -2.5us，第一个第一脉冲信号的脉冲宽度大于等于 0.1us 且小于等于 10us。

根据本发明的一个实施例，通过交流电源为所述电磁加热系统供电，所述装置还包括：过零检测单元，所述过零检测单元与所述控制单元相连，所述过零检测单元用于获取所述交流电源的电压过零点，所述控制单元用于根据所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述放电阶段。

根据本发明的一个实施例，所述控制单元还用于在进入所述放电阶段预设时间后或者在所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述加热阶段，以使所述放电阶段处于以所述电压过零点为中心构造的过零电压区间内。其中，所述电压过零区间为[-5ms, 5ms]。

根据本发明的一个实施例，所述预设电流值为 85A。

根据本发明的一个实施例，所述第一驱动电压大于等于 5V 且小于等于 14.5V，所述第二驱动电压大于等于 15V。

为达到上述目的，本发明第三方面实施例提出了一种电磁加热系统，包括所述的电磁加热系统的控制装置。

根据本发明实施例提出的电磁加热系统，通过预放电方式，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

为达到上述目的，本发明第四方面实施例提出了一种电磁加热设备，包括所述的电磁加热系统。

根据本发明实施例提出的电磁加热设备，通过预放电方式，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

根据本发明的一个实施例，所述电磁加热设备可为电磁炉、电磁灶、电磁电饭煲或电磁压力锅。

附图说明

图 1 是相关技术中电磁加热系统以高功率进行加热时 IGBT 的驱动波形示意图；

图 2 是相关技术中电磁加热系统以低功率进行加热时 IGBT 的驱动波形示意图；

图 3 是相关技术中电磁加热系统以占空比方式进行加热时的占空比波形图；

图 4 是根据本发明实施例的电磁加热系统的加热控制方法的流程图；

图 5 是根据本发明一个具体实施例的 IGBT 管的驱动电压与电流之间的关系曲线示意图；

图 6 是根据本发明一个实施例的电磁加热系统的加热控制方法的原理示意图；

图 7 是图 6 中放电阶段 D1、加热阶段 D2 和停止阶段 D3 的驱动波形展开图；

图 8 是根据本发明一个实施例的电磁加热系统的加热控制方法中第一脉冲信号和第二脉冲信号的控制原理图；

图 9 是根据本发明实施例的电磁加热系统的加热控制装置的方框示意图；

图 10 是根据本发明一个实施例的电磁加热系统的加热控制装置的方框示意图；

图 11 是根据本发明一个实施例的电磁加热系统的电路原理图；以及

图 12 是根据本发明实施例的电磁加热系统的方框示意图。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

下面参照附图来描述根据本发明实施例提出的电磁加热系统的加热控制方法、电磁加热系统的加热控制装置、电磁加热系统和电磁加热设备。

图 4 是根据本发明实施例的电磁加热系统的加热控制方法的流程图。如图 4 所示，该加热控制方法包括以下步骤：

S1：获取电磁加热系统的目标加热功率 $W1$ 。

其中，目标加热功率 $W1$ 是电磁加热系统在不同烹饪参数下所需达到的加热功率。例如，用户想要煮小米粥时，可在电磁加热系统的控制面板上选择煮粥模式，电磁加热系统进入煮粥模式，在煮粥模式下电磁加热系统可以 800W 的加热功率进行低功率加热，此时对应的目标加热功率为 800W。

S2：判断目标加热功率 $W1$ 是否小于预设功率 $W2$ 。

其中，预设功率 $W2$ 可为根据实际情况标定的一个功率值，当目标加热功率 $W1$ 小于预设功率 $W2$ 时，判断电磁加热系统为低功率加热，而目标加热功率 $W1$ 大于预设功率 $W2$ 时，判断电磁加热系统为高功率加热。

根据本发明的一个具体实施例，预设功率 $W2$ 可为 1400W，从而降低频繁启动带来的噪音。

S3：如果目标加热功率 $W1$ 小于预设功率 $W2$ ，则在每个控制周期，控制电磁加热系统依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在放电阶段提供多个第一脉冲信号至谐振电路的功率开关管，并在加热阶段提供多个第二脉冲信号至功率开关管以使流过功率开关管的电流小于预设电流值，第一脉冲信

号的幅值为第一驱动电压，第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且第一驱动电压小于第二驱动电压。

进一步地，根据本发明的一个实施例，在停止阶段持续输出第三驱动电压至功率开关管，以驱动功率开关管关断。其中，第三驱动电压可为 0V。

根据本发明的一个实施例，预设电流值可为 85A。

需要说明的是，在采用第一驱动电压驱动功率开关管例如 IGBT 管时，可使功率开关管工作在放大状态；在采用第二驱动电压驱动功率开关管例如 IGBT 管时，可使功率开关管工作在饱和导通状态。其中，在功率开关管工作在放大状态时，从图 5 所示的 IGBT 管的驱动电压与电流之间的关系可知，通过调整提供至 IGBT 管的驱动电压可限制 IGBT 管的电流，由此，采样第一驱动电压驱动 IGBT 管，可将 IGBT 管的电流限制在 85A 以下，从而有效抑制脉冲电流。

根据本发明的一个具体实施例，第一驱动电压 V1 可大于等于 5V 且小于等于 14.5V，第二驱动电压 V2 大于等于 15V。更具体地，功率开关管可为 IGBT，第一驱动电压 V1 可优选为 9V，当提供至 IGBT 的第一驱动电压为 9V 时，IGBT 的 C 极电流可恒定为 22A 左右，并且 IGBT 工作在放大状态，从而很好的抑制了脉冲电流。第二驱动电压 V2 可优选为 15V，在第二驱动电压 V2 的驱动下，IGBT 工作在饱和状态。第三驱动电压 V3 可为 0V，在第三驱动电压 V3 的驱动下，IGBT 关断。

具体来说，当目标加热功率 W1 小于预设功率 W2 时，如图 6-7 所示，每个控制周期包括放电阶段 D1、加热阶段 D2 和停止阶段 D3，即在每个控制周期内，控制谐振电路（如图 11 中并联的 C2 和 L2）依次进入放电阶段 D1、加热阶段 D2 和停止阶段 D3。更具体地，可先进入放电阶段 D1，控制电磁加热系统的驱动电路输出多个第一脉冲信号至功率开关管的控制端，以使功率开关管工作在放大状态，从而可将前一个控制周期中停止阶段期间滤波电容（即图 11 中的 C1）存储的电能量释放，使得进入加热阶段 D2 时功率开关管的集电极电压基本为 0V，降低功率开关管的脉冲电流。在放电阶段 D1 完成后再进入加热

阶段 D2，在加热阶段 D2，控制驱动电路输出多个第二脉冲信号至功率开关管的控制端，以使功率开关管工作在饱和导通状态，此时电磁加热系统可进行正常的谐振加热。并且，在加热阶段 D2 完成后进入停止阶段 D3，在停止阶段 D3，控制驱动电路输出第三驱动电压即 0V，不输出脉冲信号，功率开关管关断，此时电磁加热系统停止加热。

并且，可采用占空比方式控制电磁加热系统将进行低功率加热，即在每个控制周期，可控制电磁加热系统先加热 t_1 时间再停止加热 t_2 时间，占空比即为 $t_1/(t_1+t_2)$ 。具体地，如图 6 所示，在本发明的一个实施例中，可将控制周期缩短至毫秒级，例如以交流市电的半波周期为单位设置占空比，从而采用毫秒级占空比方式控制电磁加热系统将进行低功率加热，此时占空比可指加热阶段所占的半波数量与整个控制周期所占的半波数之比，例如，控制周期为 4 个半波时，如果加热 1 个半波，停止加热 3 个半波，则占空比为 $1/4$ ，即每个控制周期中加热阶段 D2 的持续时间大约为一个半波周期；又如，控制周期为 4 个半波时，如果加热 2 个半波，停止加热 2 个半波，则占空比为 $2/4$ ，即每个控制周期中加热阶段 D2 的持续时间大约为两个半波周期；再如，控制周期为 4 个半波时，如果加热 3 个半波，停止加热 1 个半波，则占空比为 $3/4$ ，即每个控制周期中加热阶段 D2 的持续时间大约为三个半波周期。

由此，通过预放电方式即采用放电阶段释放滤波电容存储的电能，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而可将控制周期缩短至毫秒级，使得加热效果基本等同于连续低功率。

根据本发明的一个实施例，通过交流电源例如交流市电为电磁加热系统供电，方法还包括：获取交流电源的电压过零点；根据电压过零点控制电磁加热系统进入放电阶段。

需要说明的是，可在电压过零点附近进入放电阶段，即可在电压过零点之前、电压过零点或电压过零点之后进入放电阶段。

进一步地，电磁加热系统的加热控制方法还包括：在进入放电阶段预设时

间后或者在电压过零点控制电磁加热系统进入加热阶段，以使放电阶段处于以电压过零点为中心构造的过零电压区间内。

也就是说，可以时间为基准判断放电阶段是否完成，即如果放电阶段的持续时间达到预设时间，则控制谐振电路退出放电阶段，进入加热阶段。或者，也可以电压过零点判断放电阶段是否完成，即如果检测到电压过零点，则控制谐振电路退出放电阶段，进入加热阶段。

其中，电压过零区间为 $[-5\text{ms}, 5\text{ms}]$ 。也就是说，放电阶段可处于电压过零点前后 5ms 内。

另外，在本发明的一个实施例中，电磁加热系统的加热控制方法还包括：还可根据电压过零点控制电磁加热系统进入停止阶段。

具体地，结合图 6 的实施例，假设根据目标加热功率选择 2/4 占空比的低功率加热，那么整个控制周期为 4 个半波，加热周期接近 2 个半波。电磁加热系统的加热控制方法如下：

可在第一个过零点 A1 之前进入放电阶段 D1，例如可以先估算出第一个过零点 A1，然后根据估算出的第一个过零点 A1 和放电阶段 D1 需持续的预设时间 t_f 获取放电阶段 D1 的开始时刻，在开始时刻控制电磁加热系统进入放电阶段 D1，即控制驱动电路输出幅值为第一驱动电压 V1 的第一脉冲信号至功率开关管，以使功率开关管工作在放大状态。

在控制驱动电路输出第一脉冲信号的过程中，实时检测电压过零点，并在检测到电压过零点即第一个过零点 A1 时，控制电磁加热系统进入加热阶段 D2，即控制驱动电路输出幅值为第二驱动电压 V2 的第二脉冲信号至功率开关管的控制端，以使功率开关管工作在饱和导通状态，此时电磁加热系统可进行正常的谐振加热。

加热阶段 D2 的持续时间接近两个半波周期，在控制驱动电路输出第二脉冲信号的过程中，继续实时检测电压过零点，并在检测到第三个过零点 A3 时，控制电磁加热系统进入停止阶段 D3，即控制驱动电路持续输出第三驱动电压即

0V 至功率开关管的控制端，以驱动功率开关管关断，电磁加热系统停止加热。

停止阶段 D3 的持续时间接近两个半波周期，在停止阶段 D3，可以先估算出第五个过零点 A5，然后根据估算出的第五个过零点 A5 和放电阶段 D1 需持续的预设时间获取下一个控制周期中放电阶段 D1 的开始时刻。

如此重复，可实现毫秒级占空比的低功率加热，使得加热效果基本等同于连续低功率。

根据本发明的一个实施例，如图 7 所示，多个第一脉冲信号的脉冲宽度可逐渐增加，且相邻两个第一脉冲信号的脉冲宽度的差值小于等于预设宽度阈值。

应当理解的是，脉冲宽度可指高电平的持续时间，多个第一脉冲信号的脉冲宽度逐渐增加是指多个第一脉冲信号的脉冲宽度的整体趋势是递增的，递增方式可为多种，包括但不限于，按照相同的预设增量依次增加，或者按照不同的预设增量依次增加，或者在增加过程中可使得连续的多个脉冲宽度保持不变。

具体来说，如图 7 所示，假设在放电阶段 D1，驱动电路输出 M 个第一脉冲信号至功率开关管，以释放在前一个停止阶段 D3 滤波电容存储的电能，其中，M 个脉冲信号的脉冲宽度可以分别为 Y1、Y2、…、Y_{m-2}、Y_{m-1}、Y_m，当脉冲宽度逐渐增加时，M 个脉冲信号的脉冲宽度之间可满足以下关系： $Y_m \geq Y_{m-1} \geq Y_{m-2}, \dots, \geq Y_2 \geq Y_1$ 。更具体地，每两个相邻的第一脉冲信号的脉冲宽度差值可相等，即按照相同的预设增量依次增加；或者存在两个相邻第一脉冲信号的脉冲宽度的差值为零，即可使得连续的多个脉冲宽度保持不变。

另外，根据本发明的一个实施例，多个第一脉冲信号的脉冲宽度也可相同或逐渐减小。也就是说，当脉冲宽度相同时，M 个脉冲信号的脉冲宽度之间可满足以下关系： $Y_m = Y_{m-1} = Y_{m-2}, \dots, = Y_2 = Y_1$ ，或者，当脉冲宽度逐渐减小时，M 个脉冲信号的脉冲宽度之间可满足以下关系： $Y_m \leq Y_{m-1} \leq Y_{m-2}, \dots, \leq Y_2 \leq Y_1$ 。

其中，根据本发明的一个实施例，预设宽度阈值的取值范围可为 1.5 us -2.5us，优选为 2us。第一个第一脉冲信号的脉冲宽度即 Y1 可大于等于 0.1us

且小于等于 10us。

需要说明的是，任一个第一脉冲信号的脉冲宽度小于每个第二脉冲信号的脉冲宽度。换言之，放电阶段提供的多个第一脉冲信号的脉冲宽度均小于加热阶段提供的多个第二脉冲信号的脉冲宽度中的最小脉冲宽度。具体地，假设多个第二脉冲信号的脉冲宽度均为 Y_n ，那么， Y_m 、 Y_{m-1} 、 Y_{m-2} 、 $\dots$ 、 Y_2 、 Y_1 均小于 Y_n 。

另外，根据本发明的一个实施例，目标加热功率 W_1 大于或等于预设功率 W_2 时，可采用单一的第二驱动电压驱动功率开关管，此时电磁加热系统可进行连续高功率加热。

还需说明的是，如图 8 和 11 所示，电磁加热系统的驱动电路可包括驱动模块和变压模块，驱动模块用于输出驱动脉冲信号至功率开关管以驱动功率开关管导通或关断，变压模块用于调整驱动脉冲信号的驱动电压。电磁加热系统的控制单元具有第一控制输出端和第二控制输出端，第一控制输出端与驱动模块相连，第二控制输出端与变压模块相连，控制单元在通过第一控制输出端输出第一控制信号例如 PPG 信号并通过第二控制输出端输出第二控制信号例如高电平信号时，变压模块进行变压以将驱动脉冲信号的驱动电压调整为第一驱动电压 V_1 ，驱动电路可提供幅值为第一驱动电压 V_1 的第一脉冲信号至功率开关管；控制单元在通过第一控制输出端输出第一控制信号例如 PPG 信号并通过第二控制输出端输出第三控制信号例如低电平信号时，变压模块不进行变压，驱动脉冲信号的驱动电压保持为第二驱动电压 V_2 ，驱动电路可提供幅值为第二驱动电压 V_2 的第二脉冲信号至功率开关管。

综上所述，根据本发明实施例提出的电磁加热系统的加热控制方法，首先获取电磁加热系统的目标加热功率，接着判断目标加热功率是否小于预设功率，如果目标加热功率小于预设功率，则在每个控制周期，控制电磁加热系统的谐振电路依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在放电阶段提供多个第一脉冲信号至谐振电路的功率开关管以使流过所述功率开关管的电流小于预

设电流值，并在加热阶段提供多个第二脉冲信号至功率开关管，第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压，第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且第一驱动电压小于第二驱动电压。由此，通过预放电方式，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

图 9 是根据本发明实施例的电磁加热系统的加热控制装置的方框示意图。如图 9 所示，电磁加热系统的加热控制装置，包括：驱动电路 10、谐振电路 20 和控制单元 30。

其中，谐振电路 20 包括功率开关管驱动 40，如图 11 所示，功率开关管驱动 40 可为 IGBT 管，谐振电路 20 还包括谐振电容 C2 和加热线圈 L2，谐振电容 C2 和加热线圈 L2 可并联连接，并联的谐振电容 C2 和加热线圈 L2 的一端与滤波电感 L1 相连，还与滤波电容 C1 的一端相连，滤波电容 C1 的另一端接地，并联的谐振电容 C2 和加热线圈 L2 的另一端与 IGBT 管的 C 极相连，IGBT 管的 E 极接地。

驱动电路 10 与功率开关管 40 的控制端例如 IGBT 的 G 极相连，驱动电路 10 用于输出第一驱动电压至功率开关管 40 以驱动功率开关管 40 工作在放大状态，或者输出第二驱动电压至功率开关管 40 以驱动功率开关管 40 工作在饱和状态，或者输出第三驱动电压至功率开关管 40 以驱动功率开关管 40 关断。

控制单元 30 与驱动电路 10 相连，控制单元 30 用于获取电磁加热系统的目标加热功率，并判断目标加热功率是否小于预设功率，以及在目标加热功率小于预设功率时，在每个控制周期控制电磁加热系统依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在放电阶段控制驱动电路 10 提供多个第一脉冲信号至功率开关管 40 以使流过功率开关管 40 的电流小于预设电流值，并在加热阶段控制驱动电路 10 提供多个第二脉冲信号至功率开关管 40，第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压，第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且第一驱动电压小于第二驱动电压。

进一步地，根据本发明的一个实施例，控制单元 30 还用于在停止阶段持续

输出第三驱动电压至功率开关管 40，以驱动功率开关管 40 关断。

其中，目标加热功率 $W1$ 是电磁加热系统在不同烹饪参数下所需达到的加热功率。例如，用户想要煮小米粥时，可在电磁加热系统的控制面板上选择煮粥模式，电磁加热系统进入煮粥模式，在煮粥模式下电磁加热系统可以 $800W$ 的加热功率进行低功率加热，此时对应的目标加热功率为 $800W$ 。

其中，预设功率 $W2$ 可为根据实际情况标定的一个功率值，当目标加热功率 $W1$ 小于预设功率 $W2$ 时，判断电磁加热系统为低功率加热，而目标加热功率 $W1$ 大于预设功率 $W2$ 时，判断电磁加热系统为高功率加热。

根据本发明的一个具体实施例，预设功率 $W2$ 可为 $1400W$ ，从而降低频繁启动带来的噪音。

根据本发明的一个实施例，预设电流值可为 $85A$ 。

需要说明的是，在采用第一驱动电压驱动功率开关管 40 例如 IGBT 管时，可使功率开关管 40 工作在放大状态；在采用第二驱动电压驱动功率开关管例如 IGBT 管时，可使功率开关管 40 工作在饱和导通状态。其中，在功率开关管 40 工作在放大状态时，从图 5 所示的 IGBT 管的驱动电压与电流之间的关系可知，控制单元 30 通过调整提供至 IGBT 管的驱动电压可限制 IGBT 管的电流，例如，当提供至 IGBT 管的驱动电压为 $9V$ 时，IGBT 管的 C 极电流可恒定在 $22A$ 左右，由此，采用第一驱动电压驱动 IGBT 管，可将 IGBT 管的电流限制在 $85A$ 以下，从而有效抑制脉冲电流。

根据本发明的一个具体实施例，第一驱动电压 $V1$ 可大于等于 $5V$ 且小于等于 $14.5V$ ，第二驱动电压 $V2$ 大于等于 $15V$ 。更具体地，功率开关管 40 可为 IGBT，第一驱动电压 $V1$ 可优选为 $9V$ ，当提供至 IGBT 的第一驱动电压为 $9V$ 时，IGBT 的 C 极电流可恒定为 $22A$ 左右，并且 IGBT 工作在放大状态，从而很好的抑制了脉冲电流。第二驱动电压 $V2$ 可优选为 $15V$ ，在第二驱动电压 $V2$ 的驱动下，IGBT 工作在饱和状态。第三驱动电压 $V3$ 可为 $0V$ ，在第三驱动电压 $V3$ 的驱动下，IGBT 关断。

具体来说, 当目标加热功率 $W1$ 小于预设功率 $W2$ 时, 如图 6-7 所示, 每个控制周期包括放电阶段 $D1$ 、加热阶段 $D2$ 和停止阶段 $D3$, 即在每个控制周期内, 控制单元 30 控制谐振电路 (如图 11 中并联的 $C2$ 和 $L2$) 依次进入放电阶段 $D1$ 、加热阶段 $D2$ 和停止阶段 $D3$ 。更具体地, 可先进入放电阶段 $D1$, 控制单元 30 控制驱动电路 10 输出多个第一脉冲信号至功率开关管 40 的控制端, 以使功率开关管 40 工作在放大状态, 从而可将前一个控制周期中停止阶段期间滤波电容 (即图 11 中的 $C1$) 存储的电能释放, 使得进入加热阶段 $D2$ 时功率开关管 40 管的集电极电压基本为 $0V$, 降低功率开关管 40 的脉冲电流。在放电阶段 $D1$ 完成后再进入加热阶段 $D2$, 在加热阶段 $D2$, 控制单元 30 控制驱动电路 10 输出多个第二脉冲信号至功率开关管 40 的控制端, 以使功率开关管 40 工作在饱和导通状态, 此时电磁加热系统可进行正常的谐振加热。并且, 在加热阶段 $D2$ 完成后进入停止阶段 $D3$, 在停止阶段 $D3$, 控制单元 30 控制驱动电路 10 输出第三驱动电压即 $0V$, 不输出脉冲信号, 功率开关管 40 关断, 此时电磁加热系统停止加热。

并且, 可采用占空比方式控制电磁加热系统将进行低功率加热, 即在每个控制周期($t1+t2$)可控制电磁加热系统先加热 $t1$ 时间再停止加热 $t2$ 时间, 占空比即为 $t1/(t1+t2)$ 。具体地, 如图 6 所示, 在本发明的一个实施例中, 可将控制周期缩短至毫秒级, 例如以交流市电的半波周期为单位设置占空比, 从而采用毫秒级占空比方式控制电磁加热系统将进行低功率加热, 此时占空比可指加热阶段所占的半波数量与整个控制周期所占的半波数之比, 例如, 控制周期为 4 个半波时, 如果加热 1 个半波, 停止加热 3 个半波, 则占空比为 $1/4$; 又如, 控制周期为 4 个半波时, 如果加热 2 个半波, 停止加热 2 个半波, 则占空比为 $2/4$; 再如, 控制周期为 4 个半波时, 如果加热 3 个半波, 停止加热 1 个半波, 则占空比为 $3/4$ 。

由此, 通过预放电方式即采用放电阶段释放滤波电容存储的电能, 能够抑制功率开关管的脉冲电流, 进而可将控制周期缩短至毫秒级, 使得加热效果基

本等同于连续低功率。

根据本发明的一个实施例，可通过交流电源为电磁加热系统供电，如图 10 所示，装置还包括：过零检测单元 50，过零检测单元 50 与控制单元 30 相连，过零检测单元 50 用于获取交流电源的电压过零点，控制单元 30 用于根据电压过零点控制电磁加热系统进入放电阶段。

需要说明的是，控制单元 30 可控制谐振电路 20 在电压过零点附近进入放电阶段，即可在电压过零点之前、电压过零点或电压过零点之后进入放电阶段。

根据本发明的一个实施例，控制单元 30 还用于在进入放电阶段预设时间后或者在电压过零点控制电磁加热系统进入加热阶段，以使放电阶段处于以电压过零点为中心构造的过零电压区间内

也就是说，可以时间为基准判断放电阶段是否完成，即如果放电阶段的持续时间达到预设时间，控制单元 30 则控制谐振电路退出放电阶段，进入加热阶段。或者，也可以电压过零点判断放电阶段是否完成，即如果检测到电压过零点，控制单元 30 则控制谐振电路退出放电阶段，进入加热阶段。

其中，电压过零区间为 $[-5\text{ms}, 5\text{ms}]$ 。也就是说，放电阶段可处于电压过零点前后 5ms 内。

另外，在本发明的一个实施例中，控制单元 30 还可根据电压过零点控制电磁加热系统进入停止阶段。

具体地，结合图 6 的实施例，假设根据目标加热功率选择 2/4 占空比的低功率加热，那么整个控制周期为 4 个半波，加热周期接近 2 个半波。控制单元 30 可以如下方式进行加热控制：

控制单元 30 可在第一个过零点 A1 之前控制电磁加热系统进入放电阶段 D1，例如可以先估算出第一个过零点 A1，然后根据估算出的第一个过零点 A1 和放电阶段 D1 需持续的预设时间获取放电阶段 D1 的开始时刻，在开始时刻控制单元 30 控制电磁加热系统进入放电阶段 D1，即控制驱动电路 10 输出幅值为第一驱动电压 V1 的第一脉冲信号至功率开关管，以使功率开关管 40 工作在放

大状态。

控制单元 30 在控制驱动电路 10 输出第一脉冲信号的过程中，通过过零检测单元 50 实时检测电压过零点，并在检测到电压过零点即第一个过零点 A1 时，控制电磁加热系统进入加热阶段 D2，即控制单元 30 控制驱动电路 10 输出幅值为第二驱动电压 V2 的第二脉冲信号至功率开关管 40 的控制端，以使功率开关管 40 工作在饱和导通状态，此时电磁加热系统可进行正常的谐振加热。

加热阶段 D2 的持续时间接近两个半波周期，控制单元 30 在控制驱动电路 10 输出第二脉冲信号的过程中，继续，通过过零检测单元 50 实时检测电压过零点，并在检测到第三个过零点 A3 时，控制电磁加热系统进入停止阶段 D3，即控制单元 30 控制驱动电路 10 持续输出第三驱动电压即 0V 至功率开关管 40 的控制端，以驱动功率开关管 40 关断，电磁加热系统停止加热。

停止阶段 D3 的持续时间接近两个半波周期，在停止阶段 D3，控制单元 30 可以先估算出第五个过零点 A5，然后根据估算出的第五个过零点 A5 和放电阶段 D1 需持续的预设时间获取下一个控制周期中放电阶段 D1 的开始时刻。

如此重复，可实现毫秒级占空比的低功率加热，使得加热效果基本等同于连续低功率。

根据本发明的一个实施例，如图 7 所示，多个第一脉冲信号的脉冲宽度逐渐增加，且相邻两个第一脉冲信号的脉冲宽度的差值小于等于预设宽度阈值。

应当理解的是，脉冲宽度可指高电平的持续时间，多个第一脉冲信号的脉冲宽度逐渐增加是指多个第一脉冲信号的脉冲宽度的整体趋势是递增的，递增方式可为多种，包括但不限于，按照相同的预设增量依次增加，或者按照不同的预设增量依次增加，或者在增加过程中可使得连续的多个脉冲宽度保持不变。

具体来说，如图 7 所示，假设在放电阶段 D1，驱动电路输出 M 个第一脉冲信号至功率开关管，以释放在前一个停止阶段 D3 滤波电容存储的电能，其中，M 个脉冲信号的脉冲宽度可以分别为 Y1、Y2、…、Y_{m-2}、Y_{m-1}、Y_m，当脉冲宽度逐渐增加时，M 个脉冲信号的脉冲宽度之间可满足以下关系：Y_m

$\geq Y_{m-1} \geq Y_{m-2}, \dots, \geq Y_2 \geq Y_1$ 。更具体地, 每两个相邻的第一脉冲信号的脉冲宽度差值可相等, 即按照相同的预设增量依次增加; 或者存在两个相邻第一脉冲信号的脉冲宽度的差值为零, 即可使得连续的多个脉冲宽度保持不变。

另外, 根据本发明的一个实施例, 多个第一脉冲信号的脉冲宽度也可相同或逐渐减小。也就是说, 当脉冲宽度相同时, M 个脉冲信号的脉冲宽度之间可满足以下关系: $Y_m = Y_{m-1} = Y_{m-2}, \dots, = Y_2 = Y_1$, 或者, 当脉冲宽度逐渐减小时, M 个脉冲信号的脉冲宽度之间可满足以下关系: 满足 $Y_m \leq Y_{m-1} \leq Y_{m-2}, \dots, \leq Y_2 \leq Y_1$ 。

其中, 根据本发明的一个实施例, 其中, 预设宽度阈值的取值范围可为 $1.5 \mu s - 2.5 \mu s$, 优选为 $2 \mu s$, 第一个第一脉冲信号的脉冲宽度即 Y_1 可大于等于 $0.1 \mu s$ 且小于等于 $10 \mu s$ 。

需要说明的是, 任一个第一脉冲信号的脉冲宽度小于每个第二脉冲信号的脉冲宽度。换言之, 放电阶段提供的多个第一脉冲信号的脉冲宽度均小于加热阶段提供的多个第二脉冲信号的脉冲宽度中的最小脉冲宽度。具体地, 假设多个第二脉冲信号的脉冲宽度均为 Y_n , 那么, Y_m 、 Y_{m-1} 、 Y_{m-2} 、 $\dots$ 、 Y_2 、 Y_1 均小于 Y_n 。

另外, 根据本发明的一个实施例, 目标加热功率 W_1 大于或等于预设功率 W_2 时, 控制单元 30 可采用单一的第二驱动电压驱动功率开关管 40, 此时电磁加热系统可进行连续高功率加热。

还需说明的是, 如图 8 和 11 所示, 电磁加热系统的驱动电路 10 可包括驱动模块 11 和变压模块 12, 驱动模块 11 用于输出驱动脉冲信号至功率开关管 30 以驱动功率开关管 30 导通或关断, 变压模块 12 用于调整驱动脉冲信号的驱动电压。电磁加热系统的控制单元 30 具有第一控制输出端 PPG 和第二控制输出端 EN, 第一控制输出端 PPG 与驱动模块 11 相连, 第二控制输出端 EN 与变压模块 12 相连, 控制单元 30 在通过第一控制输出端 PPG 输出第一控制信号例如 PPG 信号并通过第二控制输出端 EN 输出第二控制信号例如高电平信号时, 变

压模块 12 进行变压以将驱动脉冲信号的驱动电压调整为第一驱动电压 V1，驱动电路 10 可提供幅值为第一驱动电压 V1 的第一脉冲信号至功率开关管 40；控制单元 30 在通过第一控制输出端 PPG 输出第一控制信号例如 PPG 信号并通过第二控制输出端 EN 输出第三控制信号例如低电平信号时，变压模块 12 不进行变压，驱动脉冲信号的驱动电压保持为第二驱动电压 V2，驱动电路 10 可提供幅值为第二驱动电压 V2 的第二脉冲信号至功率开关管 40。

综上所述，根据本发明实施例提出的电磁加热系统的加热控制装置，当目标加热功率小于预设功率时，在每个控制周期，控制单元控制电磁加热系统的谐振电路依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在放电阶段提供多个第一脉冲信号至谐振电路的功率开关管以使流过功率开关管的电流小于预设电流值，并在加热阶段提供多个第二脉冲信号至功率开关管，第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压，第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且第一驱动电压小于第二驱动电压。由此，通过预放电方式，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

另外，本发明实施例还提出了一种电磁加热系统。

图 12 是根据本发明实施例的电磁加热系统的方框示意图。如图 12 所示，电磁加热系统 60 包括：上述实施例的电磁加热系统的加热控制装置 70。

根据本发明的一个实施例，电磁加热系统 60 适用于电磁炉、电磁灶、电磁电饭煲或电磁压力锅等。

根据本发明实施例提出的电磁加热系统，通过预放电方式，能够抑制功率开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

最后，本发明实施例还提出了一种电磁加热设备，包括上述实施例的电磁加热系统。

根据本发明的一个实施例，电磁加热设备可为电磁炉、电磁灶、电磁电饭煲或电磁压力锅等。

根据本发明实施例提出的电磁加热设备，通过预放电方式，能够抑制功率

开关管的脉冲电流，进而实现毫秒级占空比的低功率加热，提高用户体验。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明

书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，该程序在执行时，包括方法实施例的步骤之一或其组合。

此外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用，也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

权利要求书

1、一种电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，包括以下步骤：

获取所述电磁加热系统的目标加热功率；

判断所述目标加热功率是否小于预设功率；

如果所述目标加热功率小于所述预设功率，则在每个控制周期，控制所述电磁加热系统依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在所述放电阶段提供多个第一脉冲信号至所述电磁加热系统的谐振电路的功率开关管以使流过所述功率开关管的电流小于预设电流值，并在所述加热阶段提供多个第二脉冲信号至所述功率开关管，所述第一脉冲信号的幅值为第一驱动电压，所述第二脉冲信号的幅值为第二驱动电压，且所述第一驱动电压小于所述第二驱动电压。

2、根据权利要求1所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，其中，在所述停止阶段持续输出第三驱动电压至所述功率开关管，以驱动所述功率开关管关断。

3、根据权利要求1所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，所述多个第一脉冲信号的脉冲宽度逐渐增加，且相邻两个第一脉冲信号的脉冲宽度的差值小于等于预设宽度阈值。

4、根据权利要求3所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，其中，所述预设宽度阈值的取值范围为 1.5 us -2.5us。

5、根据权利要求3所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，其中，第一个第一脉冲信号的脉冲宽度大于等于 0.1us 且小于等于 10us。

6、根据权利要求3所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，通过交流电源为所述电磁加热系统供电，所述方法还包括：

获取所述交流电源的电压过零点；

根据所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述放电阶段。

7、根据权利要求6所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，还

包括：在进入所述放电阶段预设时间后或者在所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述加热阶段，以使所述放电阶段处于以所述电压过零点为中心构造的过零电压区间内。

8、根据权利要求 7 所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，其中，所述电压过零区间为 $[-5\text{ms}, 5\text{ms}]$ 。

9、根据权利要求 1 所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，所述预设电流值为 85A。

10、根据权利要求 1 或 9 所述的电磁加热系统的加热控制方法，其特征在于，所述第一驱动电压大于等于 5V 且小于等于 14.5V，所述第二驱动电压大于等于 15V。

11、一种电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，包括：

谐振电路，所述谐振电路包括功率开关管；

驱动电路，所述驱动电路与所述功率开关管的控制端相连，所述驱动电路用于输出第一驱动电压至所述功率开关管以驱动所述功率开关管工作在放大状态，或者输出第二驱动电压至所述功率开关管以驱动所述功率开关管工作在饱和状态，或者输出第三驱动电压至所述功率开关管以驱动所述功率开关管关断；

控制单元，所述控制单元与所述驱动电路相连，所述控制单元用于获取所述电磁加热系统的目标加热功率，并判断所述目标加热功率是否小于预设功率，以及在所述目标加热功率小于所述预设功率时，在每个控制周期控制所述电磁加热系统依次进入放电阶段、加热阶段和停止阶段，其中，在所述放电阶段控制所述驱动电路提供多个第一脉冲信号至所述功率开关管以使流过所述功率开关管的电流小于预设电流值，并在所述加热阶段控制所述驱动电路提供多个第二脉冲信号至所述功率开关管，所述第一脉冲信号的幅值为所述第一驱动电压，所述第二脉冲信号的幅值为所述第二驱动电压，且所述第一驱动电压小于所述第二驱动电压。

12、根据权利要求 11 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，

所述控制单元还用于在所述停止阶段持续输出第三驱动电压至所述功率开关管，以驱动所述功率开关管关断。

13、根据权利要求 11 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，所述多个第一脉冲信号的脉冲宽度逐渐增加，且相邻两个第一脉冲信号的脉冲宽度的差值小于等于预设宽度阈值。

14、根据权利要求 13 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，其中，所述预设宽度阈值的取值范围为 1.5 us -2.5us。

15、根据权利要求 13 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，其中，第一个第一脉冲信号的脉冲宽度大于等于 0.1us 且小于等于 10us。

16、根据权利要求 13 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，通过交流电源为所述电磁加热系统供电，所述装置还包括：

过零检测单元，所述过零检测单元与所述控制单元相连，所述过零检测单元用于获取所述交流电源的电压过零点，所述控制单元用于根据所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述放电阶段。

17、根据权利要求 16 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，所述控制单元还用于在进入所述放电阶段预设时间后或者在所述电压过零点控制所述电磁加热系统进入所述加热阶段，以使所述放电阶段处于以所述电压过零点为中心构造的过零电压区间内。

18、根据权利要求 17 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，其中，所述电压过零区间为[-5ms, 5ms]。

19、根据权利要求 11 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，所述预设电流值为 85A。

20、根据权利要求 11 或 19 所述的电磁加热系统的加热控制装置，其特征在于，所述第一驱动电压大于等于 5V 且小于等于 14.5V，所述第二驱动电压大于等于 15V。

21、一种电磁加热系统，其特征在于，包括根据权利要求 11-20 中任一项

所述的电磁加热系统的加热控制装置。

22、一种电磁加热设备，其特征在于，包括根据权利要求 21 所述的电磁加热系统。

23、根据权利要求 22 所述的电磁加热设备，其特征在于，所述电磁加热设备为电磁炉、电磁灶、电磁电饭煲或电磁压力锅。

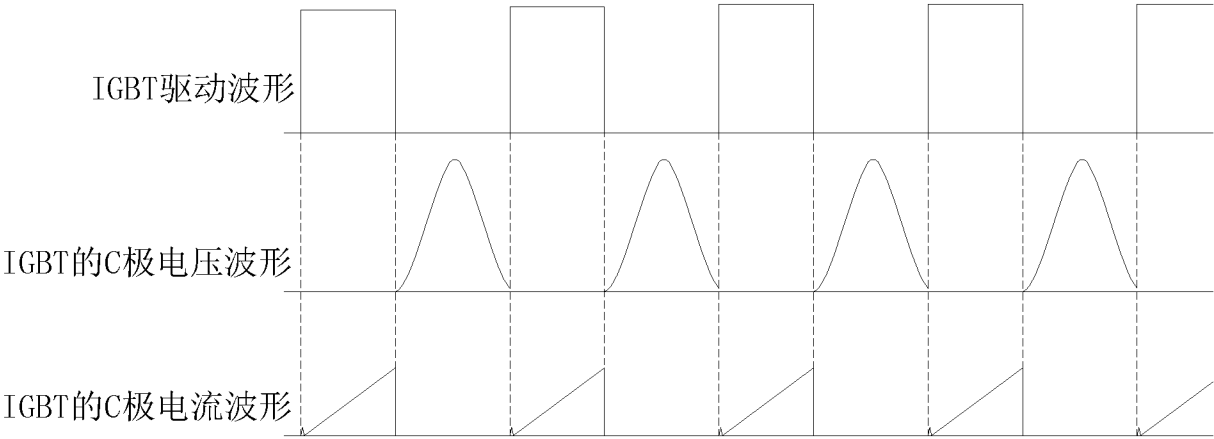


图 1

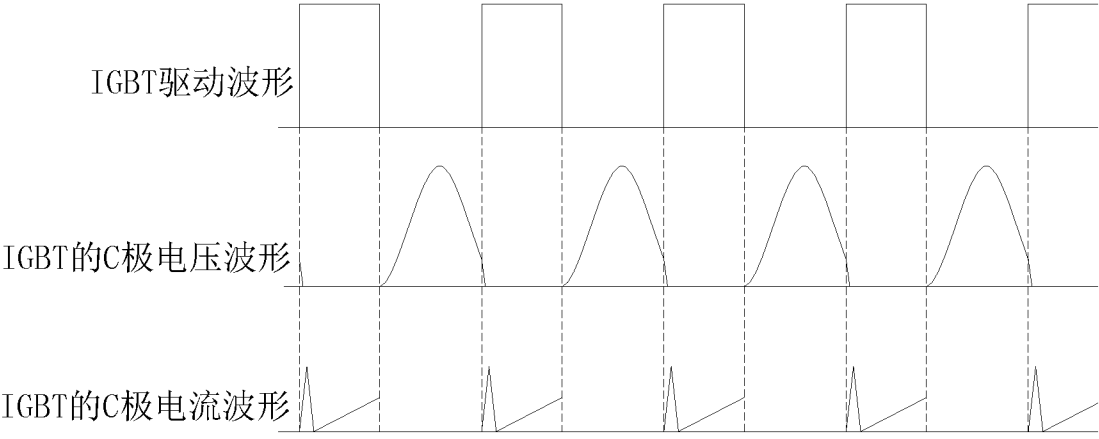


图 2

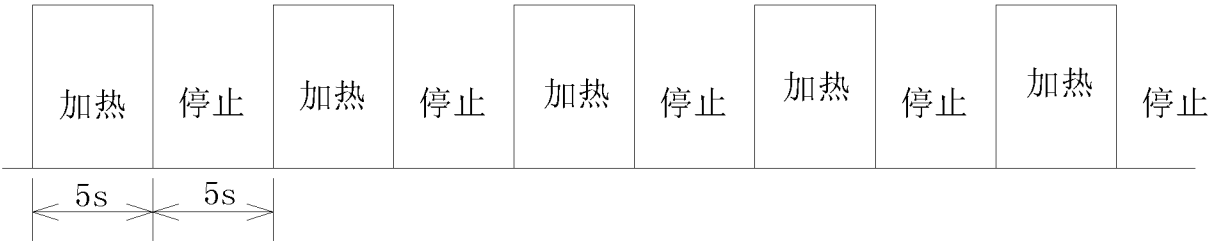


图 3

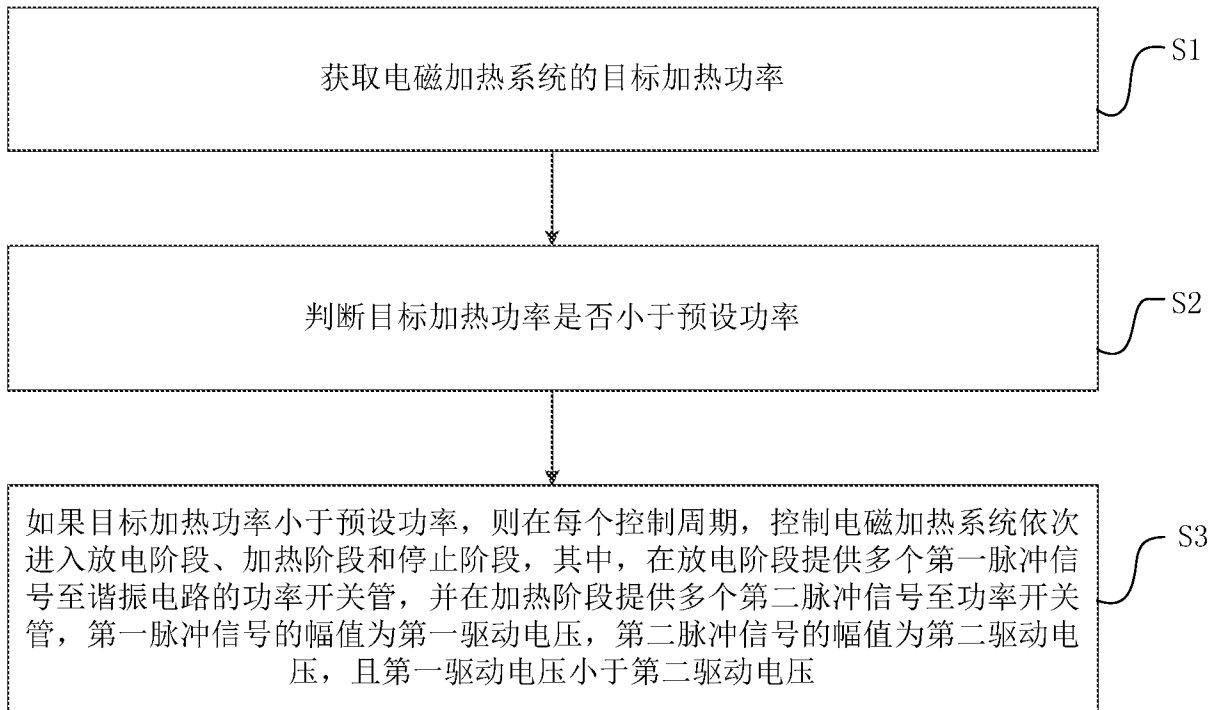


图 4

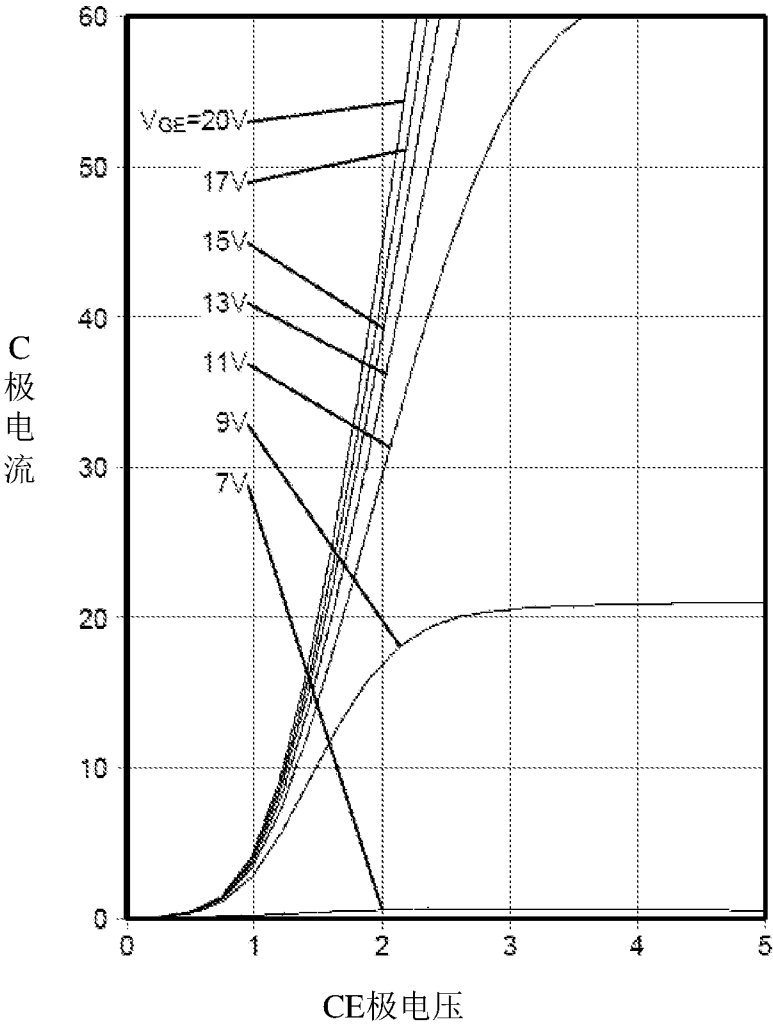


图 5

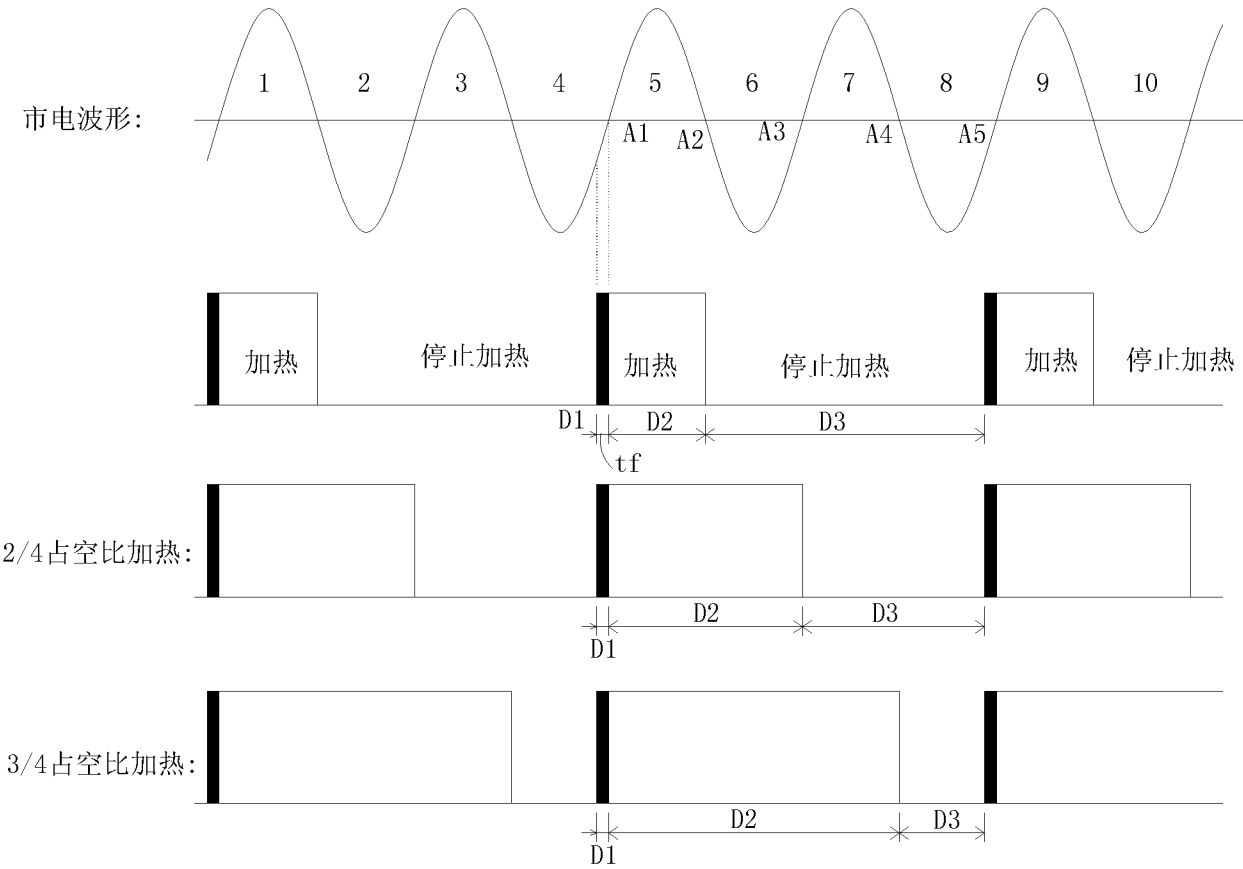


图 6

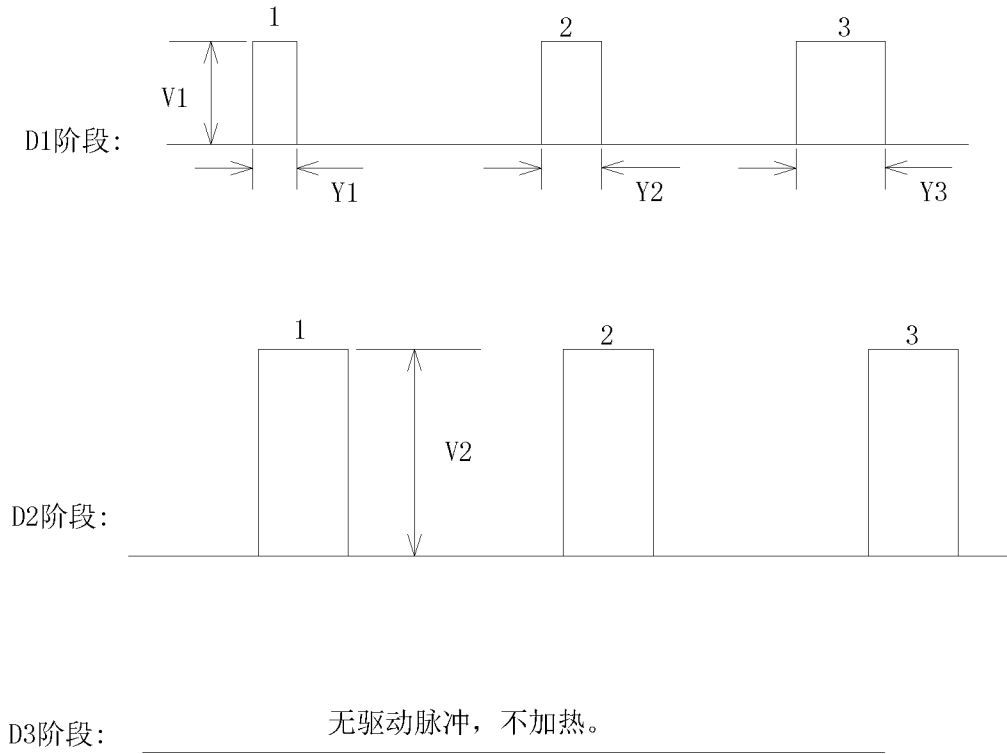


图 7

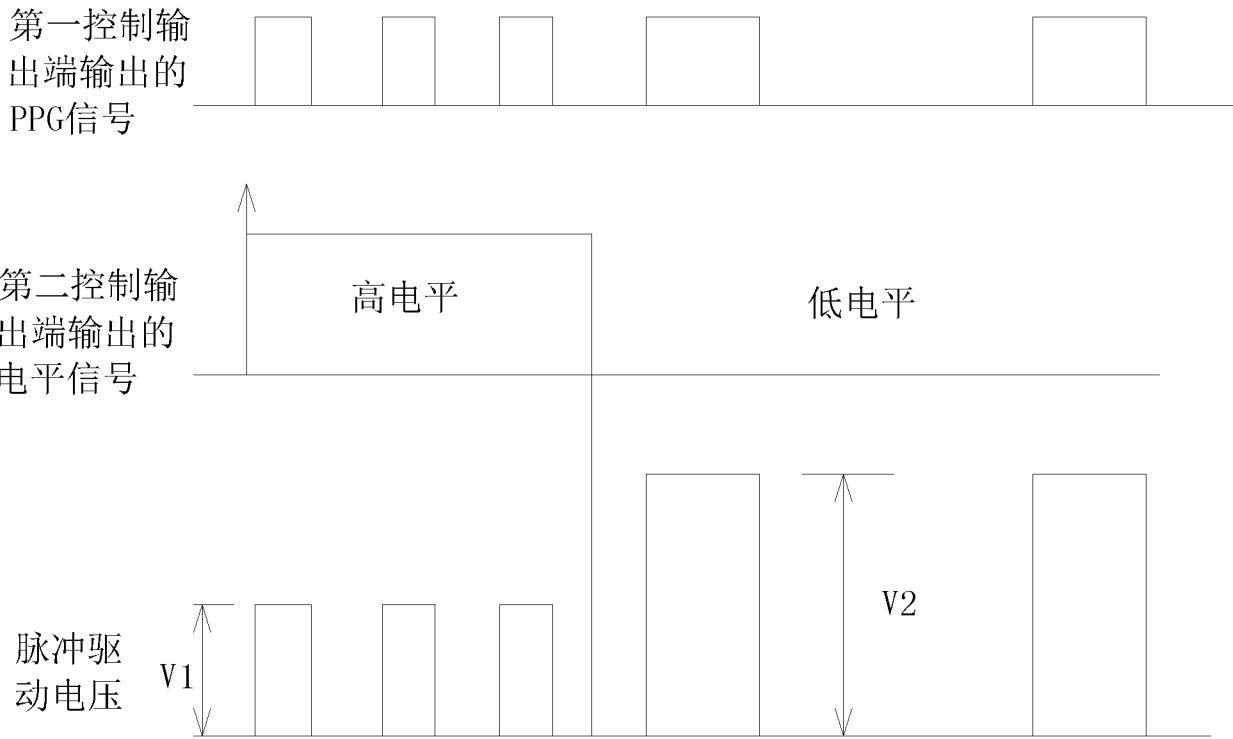


图 8

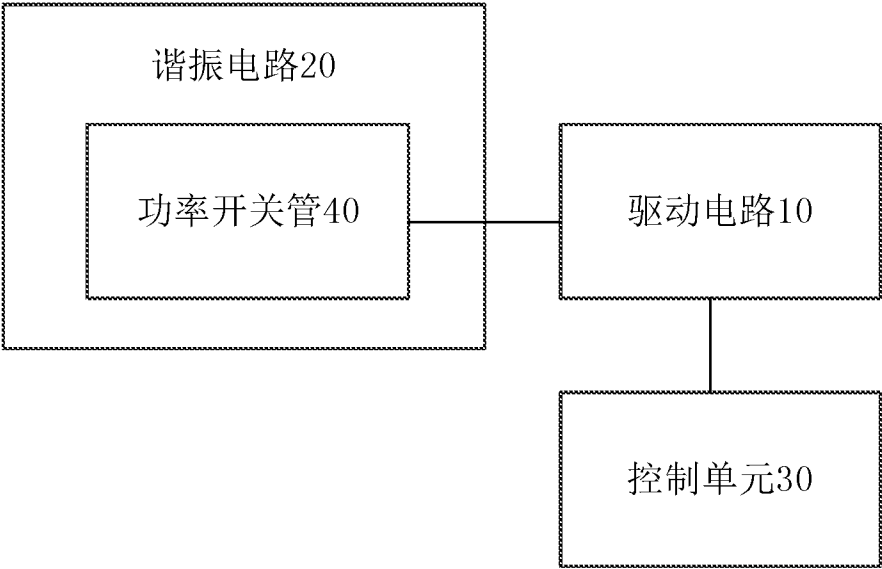


图 9

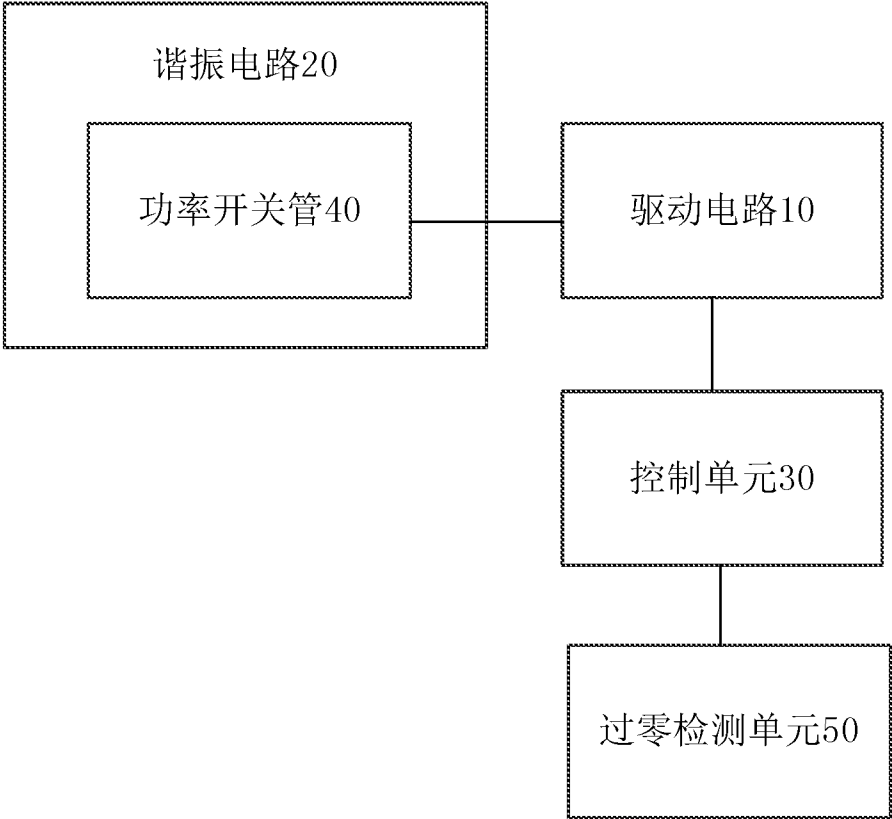


图 10

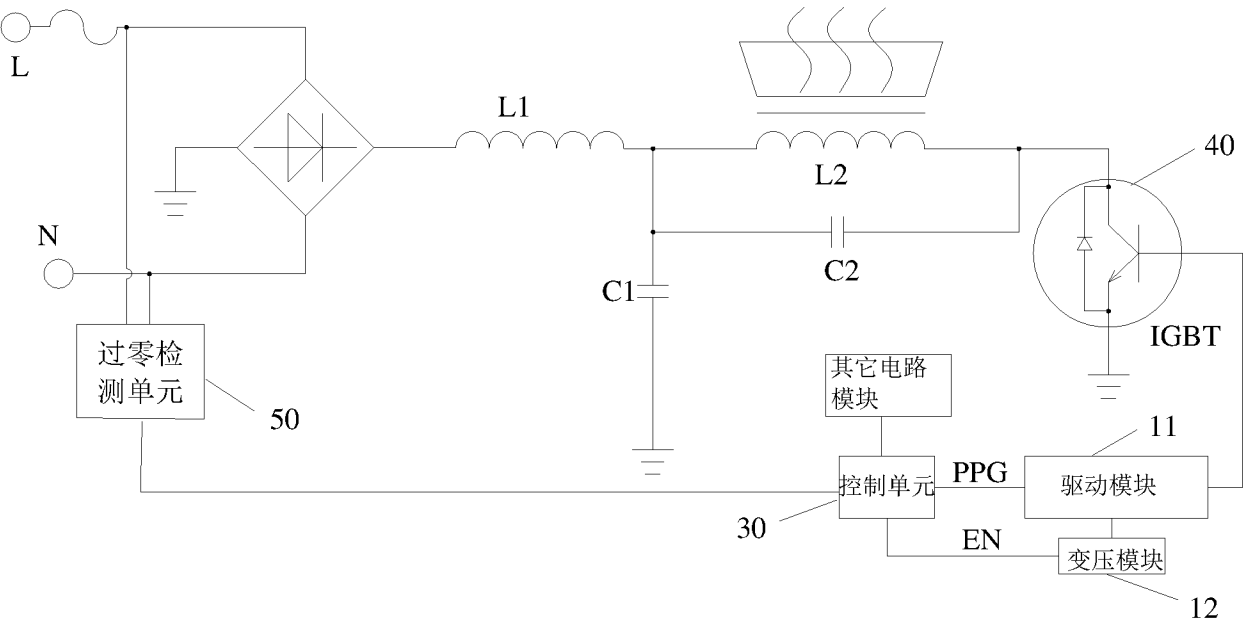


图 11

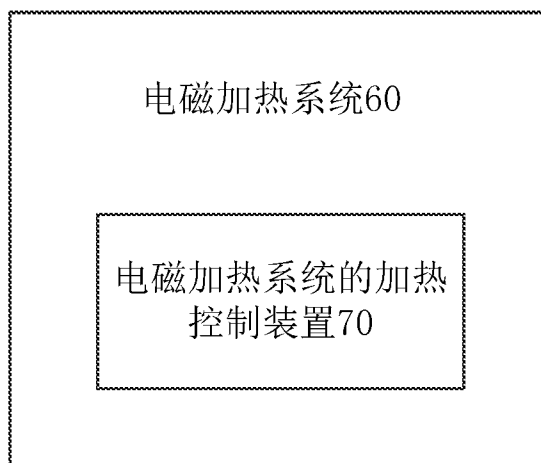


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/086211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 6/06 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, DWPI: 电磁, 加热, 驱动电压, 谐振, 功率开关管, electromagnet, heat, drive, voltage, resonance, syntony, on-off? switch, IGBT

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 205430652 U (FOSHAN SHUNDE MIDEA ELECTRICAL HEATING APPLIANCES MANUFACTURING CO., LTD.), 03 August 2016 (03.08.2016), description, paragraphs [0028]-[0050], and figures 1 and 2	1-23
X	CN 205430653 U (FOSHAN SHUNDE MIDEA ELECTRICAL HEATING APPLIANCES MANUFACTURING CO., LTD.), 03 August 2016 (03.08.2016), description, paragraphs [0023]-[0047], and figures 1 and 2	1-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 September 2017

Date of mailing of the international search report
20 October 2017

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
CHANG, Shasha
Telephone No. (86-10) 010-62089298

International application No.
PCT/CN2017/086211

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/086211

A. 主题的分类 H05B 6/06 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类											
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H05B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS、CNKI、DWPI: 电磁, 加热, 驱动电压, 谐振, 功率开关管, electromagnet, heat, drive, voltage, resonance, syntony, on-off, switch, IGBT											
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 205430652 U (佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第[0028]-[0050]段, 图1、2</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 205430653 U (佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第[0023]-[0047], 图1、2</td> <td>1-23</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 205430652 U (佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第[0028]-[0050]段, 图1、2	1-23	X	CN 205430653 U (佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第[0023]-[0047], 图1、2	1-23
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求									
X	CN 205430652 U (佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第[0028]-[0050]段, 图1、2	1-23									
X	CN 205430653 U (佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第[0023]-[0047], 图1、2	1-23									
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。											
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件											
国际检索实际完成的日期 2017年 9月 22日		国际检索报告邮寄日期 2017年 10月 20日									
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 常莎莎 电话号码 (86-10)010-62089298									

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/086211

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	205430652	U	2016年 8月 3日	无	
CN	205430653	U	2016年 8月 3日	无	