



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105072729 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201510588190. 8

(22) 申请日 2015. 09. 16

(71) 申请人 厦门安东电子有限公司

地址 361000 福建省厦门市思明区软件园二期
期望海路 19 号楼 207 室厦门安东电子
有限公司

(72) 发明人 肖国专

(74) 专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限
公司 50212

代理人 王海凤

(51) Int. Cl.

H05B 6/04(2006. 01)

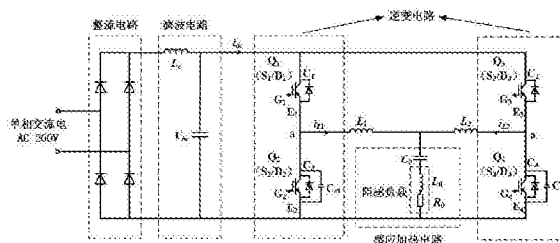
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种双半桥谐振感应加热电源主电路及其系
统

(57) 摘要

本发明公开了一种双半桥谐振感应加热电源主电路及其系统,该加热电源主电路包括整流电路将交流电整流为直流电,包括四个 IGBT 形成的双半桥逆变电路以及包括相互连接的互感电容 C_n 和感应加热线圈的感应加热电路。逆变电路还包括相互连接的电感 L_1 和电感 L_2 , L_1 的一端连接在 S_1 的发射极 E_1 与 S_2 的集电极 C_2 之间, L_2 的另一端连接在 S_3 的发射极 E_3 与 S_4 的集电极 C_4 之间;互感电容 C_n 的一端连接在电感 L_1 和电感 L_2 之间,感应加热线圈的另一端与整流电路的直流负极输出端连接。感应加热电路的设置位置构成了半桥谐振的感应加热方式,即对应于每一个时刻,该电路都具有两个谐振的加热回路。该电路可减少逆变器损耗提高加热效率。



1. 一种双半桥谐振感应加热电源主电路,其特征在于:包括整流电路,逆变电路和感应加热电路;

所述整流电路的交流正负极输入端交流电,用于引入交流电,整流电路的直流正负极输出端分别接逆变电路,用于输出直流电;

所述逆变电路包括四个 IGBT,分别记为 S_1 , S_2 , S_3 和 S_4 ;其中 S_1 的集电极 C_1 、 S_3 的集电极 C_3 分别与整流电路的直流正极输出端连接, S_3 的发射极 E_3 、 S_4 的发射极 E_4 分别与整流电路的直流负极输出端连接, S_1 的发射极 E_1 与 S_2 的集电极 C_2 连接, S_3 的发射极 E_3 与 S_4 的集电极 C_4 连接; S_3 的集电极 C_3 与发射极 E_3 之间并联有电容 C_{s1} , S_4 的集电极 C_4 与发射极 E_4 之间并联有电容 C_{s2} ;

IGBT S_1 的集电极 C_1 和发射极 E_1 之间并联有二极管 D_1 形成逆变单元 Q_1 , IGBT S_2 的集电极 C_2 和发射极 E_2 之间并联有二极管 D_2 形成逆变单元 Q_2 , IGBT S_3 的集电极 C_3 和发射极 E_3 之间并联有二极管 D_3 形成逆变单元 Q_3 , IGBT S_4 的集电极 C_4 和发射极 E_4 之间并联有二极管 D_4 形成逆变单元 Q_4 ;

还包括电感 L_1 和电感 L_2 ,其中,电感 L_1 的一端连接在 S_1 的发射极 E_1 与 S_2 的集电极 C_2 之间,电感 L_1 的另一端与电感 L_2 的一端连接,电感 L_2 的另一端连接在 S_3 的发射极 E_3 与 S_4 的集电极 C_4 之间;

所述感应加热电路是由谐振电容 C_0 、感应加热线圈 L_0 和加热负载 R_0 构成的 RLC 串联谐振电路,该 RLC 串联谐振电路的一端与电感 L_1 、电感 L_2 的公共端相连,另一端与整流电路的直流负极输出端相连。

2. 如权利要求 1 所述是双半桥谐振感应加热电源主电路,其特征在于:还包括保护电路,

该保护电路包括电压传感器、温度传感器、电流传感器、故障显示器、微处理器 MCU 和保护硬件电路;

电压传感器、温度传感器、电流传感器分别用于检测感应加热线圈的电压、温度和电流,电压传感器、温度传感器和电流传感器的信号输出端分别与微处理器 MCU 的信号输入端连接,微处理器 MCU 的故障显示信号与故障显示器连接,微处理器 MCU 的故障控制信号与保护硬件电路的控制信号连接;

所述整流电路的交流正负极输入端通过保护硬件电路与市电连接。

3. 一种双半桥谐振感应加热电源系统,其特征在于,包括控制电路、权利要求 1 所述的双半桥谐振感应加热电源主电路和权利要求 1 中四个 IGBT 的驱动电路;

所述控制电路具有四个输出端,该四个输出端分别与驱动电路的四个输入端连接,驱动电路具有八个输出端,分别为 G_1 , E_1 , G_2 , E_2 , G_3 , E_3 , G_4 和 E_4 ,其中驱动电路输出端 G_1 与 IGBT S_1 的门极 G_1 连接,驱动电路输出端 E_1 和 IGBT S_1 的发射极 E_1 连接;驱动电路输出端 G_2 与 IGBT S_2 的门极 G_2 连接,驱动电路输出端 E_2 和 IGBT S_2 的发射极 E_2 连接;驱动电路输出端 G_3 与 IGBT S_3 的门极 G_3 连接,驱动电路输出端 E_3 和 IGBT S_3 的发射极 E_3 连接;驱动电路输出端 G_4 与 IGBT S_4 的门极 G_4 连接,驱动电路输出端 E_4 和 IGBT S_4 的发射极 E_4 连接;

所述控制电路通过驱动电路控制四个 IGBT 的导通和断开。

一种双半桥谐振感应加热电源主电路及其系统

技术领域

[0001] 本发明涉及感应加热领域,具体指一种双半桥谐振感应加热电源主电路及其系统。

背景技术

[0002] 随着国家节能减排政策的大力推进,高效节能已成为众多企业生产部门不断追求的目标。针对注塑机、定形机生产行业,各厂家通过完善注塑机功能、结构和质量,使其发展达到一个相对稳定的高峰时期。但是,目前市场上普遍采用的多为液压型、线圈加热类型设备,其效率很低,能源利用率往往不到一半,电费往往占据相当大的成本比例。对设备的机械结构、控制系统,以及操作条件进行基于最小能耗的全面优化设计以实现高效节能目标,成为当前急需解决的问题。注塑机、定形机节能主要包括四部分,电热节能、干燥机节能、伺服节能、循环冷却节能,其中电热部分普遍采用的加热方式为电热圈加热。它通过接触传导方式把热量传到料筒上,只有紧靠料筒表面内侧的热量才能传到料筒,外侧热量大部分散失到空气中,导致周围环境温度上升,存在大量热传导损失。另外,电阻丝加热的功率密度低,无法适用于一些需要温度较高的加热场合。

[0003] 感应加热法则是通过电磁感应的方法来加热轴承。此方法是目前过盈配合工件拆卸的主流研究方向,与其它类型的加热技术相比,感应加热法具有显著的优势:

- (1) 感应加热方法为非接触式加热,因此不会给加热对象(工件)引入杂质;
- (2) 感应加热的加热功率和区域可以得到准确而快速的控制,因此局部加热和温度控制实现容易;
- (3) 感应加热过程中不会产生污染物且噪音小。

[0004] 虽然感应加热方法具有诸多优点,但我国感应加热技术研究的起步较晚,且直到20世纪80年代才开始快速发展。目前,国内感应加热装置的拓扑结构多采用单桥谐振或全桥谐振的感应加热电路。存在的主要问题是:加热对象类型单一,损耗大、效率低下,且安全性较差。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的上述问题,本发明的第一个目的是提供一种高效能的双半桥谐振感应加热电源主电路。

[0006] 本发明的第二个目的是提供一种双半桥谐振感应加热电源系统,用于对上述双半桥谐振感应加热电源系统进行控制,提高效能,降低损耗。

[0007] 为实现上述第一个目的,本发明采用如下技术方案:一种双半桥谐振感应加热电源主电路,包括整流电路,逆变电路和感应加热电路;所述整流电路的交流正负极输入端交流电,用于引入交流电,整流电路的直流正负极输出端分别接逆变电路,用于输出直流电;

所述逆变电路包括四个 IGBT,分别记为 S_1 , S_2 , S_3 和 S_4 ;其中 S_1 的集电极 C_1 、 S_3 的集电极 C_3 分别与整流电路的直流正极输出端连接, S_3 的发射极 E_3 、 S_4 的发射极 E_4 分别与整流电

路的直流负极输出端连接, S_1 的发射极 E_1 与 S_2 的集电极 C_2 连接, S_3 的发射极 E_3 与 S_4 的集电极 C_4 连接; S_3 的集电极 C_3 与发射极 E_3 之间并联有电容 C_{s1} , S_4 的集电极 C_4 与发射极 E_4 之间并联有电容 C_{s2} ;

IGBT S_1 的集电极 C_1 和发射极 E_1 之间并联有二极管 D_1 形成逆变单元 Q_1 , IGBT S_2 的集电极 C_2 和发射极 E_2 之间并联有二极管 D_2 形成逆变单元 Q_2 , IGBT S_3 的集电极 C_3 和发射极 E_3 之间并联有二极管 D_3 形成逆变单元 Q_3 , IGBT S_4 的集电极 C_4 和发射极 E_4 之间并联有二极管 D_4 形成逆变单元 Q_4 ;

还包括电感 L_1 和电感 L_2 , 其中, 电感 L_1 的一端连接在 S_1 的发射极 E_1 与 S_2 的集电极 C_2 之间, 电感 L_1 的另一端与电感 L_2 的一端连接, 电感 L_2 的另一端连接在 S_3 的发射极 E_3 与 S_4 的集电极 C_4 之间;

所述感应加热电路是由谐振电容 C_0 、感应加热线圈 L_0 和加热负载 R_0 构成的 RLC 串联谐振电路, 该 RLC 串联谐振电路的一端与电感 L_1 、电感 L_2 的公共端相连, 另一端与整流电路的直流负极输出端相连。

[0008] 作为优化, 还包括保护电路, 该保护电路包括电压传感器、温度传感器、电流传感器、故障显示器、微处理器 MCU 和保护硬件电路; 电压传感器、温度传感器、电流传感器分别用于检测感应加热线圈的电压、温度和电流, 电压传感器、温度传感器和电流传感器的信号输出端分别与微处理器 MCU 的信号输入端连接, 微处理器 MCU 的故障显示信号与故障显示器连接, 微处理器 MCU 的故障控制信号与保护硬件电路的控制信号连接; 所述整流电路的交流正负极输入端通过保护硬件电路与市电连接。

[0009] 为实现上述第二个目的, 本发明采用如下技术方案: 一种双半桥谐振感应加热电源系统, 包括控制电路、上述的双半桥谐振感应加热电源主电路和上述中四个 IGBT 的驱动电路; 所述控制电路具有四个输出端, 该四个输出端分别与驱动电路的四个输入端连接, 驱动电路具有八个输出端, 分别为 $G_1, E_1, G_2, E_2, G_3, E_3, G_4$ 和 E_4 , 其中驱动电路输出端 G_1 与 IGBT S_1 的门极 G_1 连接, 驱动电路输出端 E_1 和 IGBT S_1 的发射极 E_1 连接; 驱动电路输出端 G_2 与 IGBT S_2 的门极 G_2 连接, 驱动电路输出端 E_2 和 IGBT S_2 的发射极 E_2 连接; 驱动电路输出端 G_3 与 IGBT S_3 的门极 G_3 连接, 驱动电路输出端 E_3 和 IGBT S_3 的发射极 E_3 连接; 驱动电路输出端 G_4 与 IGBT S_4 的门极 G_4 连接, 驱动电路输出端 E_4 和 IGBT S_4 的发射极 E_4 连接; 所述控制电路通过驱动电路控制四个 IGBT 的导通和断开。

[0010] 相对于现有技术, 本发明具有如下优点:

双半桥谐振感应加热电源主电路中, 感应加热电路的设置位置与现有技术不同, 这样就构成了半桥谐振的感应加热方式, 即对应于每一个时刻, 该电路都具有两个谐振的加热回路。该电路的工作优点是, 由于可实现全控器件的零电压开通, 以及零电压零电流关断, 因此极大的减少了逆变器损耗, 从而提高了加热效率; 在该电路的拓扑结构下, 如果采用非对称的 PWM 出发脉冲, 还可以进一步扩大感应加热负载的可调范围, 并在较小负载条件下仍能保持较高的加热效率。

附图说明

[0011] 图 1 双半桥谐振感应加热电源主电路结构图。

[0012] 图 2 双半桥谐振感应加热电源系统结构图。

- [0013] 图 3 控制电路结构图。
- [0014] 图 4 驱动电路结构图。
- [0015] 图 5 保护电路结构示意图。
- [0016] 图 6 感应加热电路电流电压工作波形图。

具体实施方式

[0017] 下面对本发明作进一步详细说明。

[0018] 实施例 1: 参见图 1, 一种双半桥谐振感应加热电源主电路, 包括整流电路、滤波电路、逆变电路和感应加热电路。

[0019] 所述整流电路的交流正负极输入端接交流电, 用于引入交流电, 整流后的电压经过 LC 滤波电路进行滤波, 经过滤波后的直流电压正负极输出端分别接逆变电路, 用于输出直流电

所述逆变电路包括四个 IGBT, 分别记为 S_1 , S_2 , S_3 和 S_4 ; 其中 S_1 的集电极 C_1 、 S_3 的集电极 C_3 分别与整流电路的直流正极输出端连接, S_3 的发射极 E_3 、 S_4 的发射极 E_4 分别与整流电路的直流负极输出端连接, S_1 的发射极 E_1 与 S_2 的集电极 C_2 连接, S_3 的发射极 E_3 与 S_4 的集电极 C_4 连接; S_3 的集电极 C_3 与发射极 E_3 之间并联有电容 C_{s1} , S_4 的集电极 C_4 与发射极 E_4 之间并联有电容 C_{s2} 。

[0020] 还包括电感 L_1 和电感 L_2 , 其中, 电感 L_1 的一端连接在 S_1 的发射极 E_1 与 S_2 的集电极 C_2 之间, 电感 L_1 的另一端与电感 L_2 的一端连接, 电感 L_2 的另一端连接在 S_3 的发射极 E_3 与 S_4 的集电极 C_4 之间。

[0021] IGBT S_1 的集电极 C_1 和发射极 E_1 之间并联有二极管 D_1 形成逆变单元 Q_1 , IGBT S_2 的集电极 C_2 和发射极 E_2 之间并联有二极管 D_2 形成逆变单元 Q_2 , IGBT S_3 的集电极 C_3 和发射极 E_3 之间并联有二极管 D_3 形成逆变单元 Q_3 , IGBT S_4 的集电极 C_4 和发射极 E_4 之间并联有二极管 D_4 形成逆变单元 Q_4 ; 由于电路的负载存在电感, 所以需要二极管续流。 C_{s1} 、 C_{s2} 、 L_1 、 L_2 是软开关电路特有的器件, 是为了实现软开关技术, 减少器件关断期间的损耗。 C_0 与感应线圈的电感形成串联谐振。

[0022] 所述感应加热电路是由谐振电容 C_0 、感应加热线圈 L_0 和加热负载 R_0 构成的 RLC 串联谐振电路。该 RLC 串联谐振电路的一端与电感 L_1 、 L_2 的公共端相连, 另一端与整流电路的直流负极输出端相连, 有别于传统的负载侧放置位置。为了防止双半桥谐振感应加热电源主电路出现过压、欠压、浪涌、过流、超温等故障, 并能及时提醒, 参见图 4, 一种双半桥谐振感应加热电源主电路还包括保护电路。

[0023] 该保护电路包括电压传感器、温度传感器、电流传感器、故障显示器、微处理器 MCU 和保护硬件电路。

[0024] 电压传感器、温度传感器、电流传感器分别用于检测感应加热线圈的电压、温度和电流, 电压传感器、温度传感器和电流传感器的信号输出端分别与微处理器 MCU 的信号输入端连接, 微处理器 MCU 的故障显示信号与故障显示器连接, 微处理器 MCU 的故障控制信号与保护硬件电路的控制信号连接; 所述整流电路的交流正负极输入端通过保护硬件电路与市电连接。

[0025] 具体使用时, 中微处理器 MCU 中预设电压阈值、温度阈值和电流阈值, 当电压传感

器、温度传感器和电流传感器检测的感应加热线圈的电压、温度和电流中的任何一个超出其对应的阈值,则微处理器 MCU 向保护硬件电路发出控制信号,保护硬件电路断开,双半桥谐振感应加热电源主电路不再有交流电输入,同时微处理器 MCU 向故障显示器发出故障显示信号,故障显示器显示故障报警,故障显示器可以是 LED 灯或显示屏等。

[0026] 实施例 2:参见图 2-图 4,一种双半桥谐振感应加热电源系统,包括控制电路、实施例 1 所述的双半桥谐振感应加热电源主电路和实施例 1 中四个 IGBT 的驱动电路。

[0027] 所述控制电路具有四个输出端,该四个输出端分别与驱动电路的四个输入端连接,驱动电路具有八个输出端,分别为 $G_1, E_1, G_2, E_2, G_3, E_3, G_4$ 和 E_4 ,其中驱动电路输出端 G_1 与 IGBT S_1 的门极 G_1 连接,驱动电路输出端 E_1 和 IGBT S_1 的发射极 E_1 连接;驱动电路输出端 G_2 与 IGBT S_2 的门极 G_2 连接,驱动电路输出端 E_2 和 IGBT S_2 的发射极 E_2 连接;驱动电路输出端 G_3 与 IGBT S_3 的门极 G_3 连接,驱动电路输出端 E_3 和 IGBT S_3 的发射极 E_3 连接;驱动电路输出端 G_4 与 IGBT S_4 的门极 G_4 连接,驱动电路输出端 E_4 和 IGBT S_4 的发射极 E_4 连接。

[0028] 控制电路通过驱动电路控制四个 IGBT 的导通和断开。

[0029] 该控制电路可控制 PWM 信号的频率。本控制电路所采用的主要工作芯片为 UCC3895,该芯片具有良好的脉宽调制性能,主要用于定频脉宽调制,同时配合零电压开关工作以实现在高频时的局部软开关性能。对图 3 中的 4、8、9、10 号管脚的输入进行调整,即可实现换相角、频率和死区时间的调整。

[0030] 该双半桥谐振感应加热电源系统的工作过程如下:

参见图 6,感应加热电路的工作过程可分为 12 个工作模式。

[0031] 工作器件顺序为:模式 1: $S_1、S_3$ —模式 2: $C_{s1}、S_3$ —模式 3: $D_2、S_3$ —模式 5: $S_2、S_3$ —模式 6: $S_2、C_{s2}$ —模式 7: $S_2、D_4$ —模式 8: $S_2、S_4$ —模式 9: $C_{s1}、S_4$ —模式 10: $D_1、S_4$ —模式 11: $S_1、S_4$ —模式 12: $S_1、C_{s2}$ —模式 1: $S_1、S_3$ ……

模式 1 ($t_0 \sim t_1$), $S_1、S_3$ 导通,电路由两个回路构成,回路 1:由直流电源、 $S_1、L_1$ 和感应加热电路构成;回路 2:由直流电源、 $S_2、L_2$ 和感应加热电路构成;电流分别由直流电源流向感应加热负载,且两回路电流方向相同。

[0032] 模式 2 ($t_1 \sim t_2$),在 t_1 时刻 S_1 关断,由于电感 L_1 的续流作用,向电容 C_{s1} 充电,回路 1 变为电感 L_1 、感应加热电路、 C_{s1} ;回路 2 不变。此时由于电感 L_1 的存在, Q_1 的两端电压缓慢上升,实现了 ZVS (零电压开关) 关断,降低了损耗。两回路电流方向相同。

[0033] 模式 3 ($t_2 \sim t_3$), t_2 时刻 Q_1 两端电压达到直流电压, ZVS 关断阶段结束, D_2 正向偏置,回路 1:电路变为 L_1 、感应加热电路、二极管 D_2 , Q_2 则实现了 ZVZCS (零电压零电流开关) 开通,减小了开通损耗;回路 2 仍然不变。两回路电路方向相同。模式 4 ($t_3 \sim t_4$), t_3 时刻 S_2 导通,回路 1 由 L_1 、感应加热电路、 S_2 构成,此时由于 C_0 与电磁线圈 L_0 的串联谐振作用导致电流方向与回路 2 相反,回路 2 保持不变。

[0034] 模式 5 ($t_4 \sim t_5$),在 t_4 时刻 S_3 关断,由于电感 L_2 的续流作用,向电容 C_{s2} 充电,回路 2 变为电感 L_2 、感应加热电路、 C_{s2} ;回路 1 不变。此时由于电感 L_2 的存在, Q_1 的两端电压缓慢上升,实现了 ZVS (零电压开关),降低了损耗。两回路电流方向相反。

[0035] 模式 6 ($t_5 \sim t_6$), t_5 时刻 Q_3 两端电压达到直流电压, ZVS 关断阶段结束, D_4 正向偏置,回路 2:电路变为 L_2 、感应加热电路、二极管 D_4 , Q_4 则实现了 ZVZCS (零电压零电流开关) 开通,减小了开通损耗;回路 1 仍然不变。两回路电路方向相反。

[0036] 如此往复,模式 7~12 工作方式与前述模式 1~6 相类似,可以此类推。值得指出的是,本电路在每一个时刻均由构成两个回路,且 S_1 、 S_3 关断时可实现 ZVS 关断, S_2 、 S_4 开通时可实现 ZVZCS 开通,极大的减少了该电路的开关损耗,有利于提高感应加热效率,且能更好的保护器件。

[0037] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

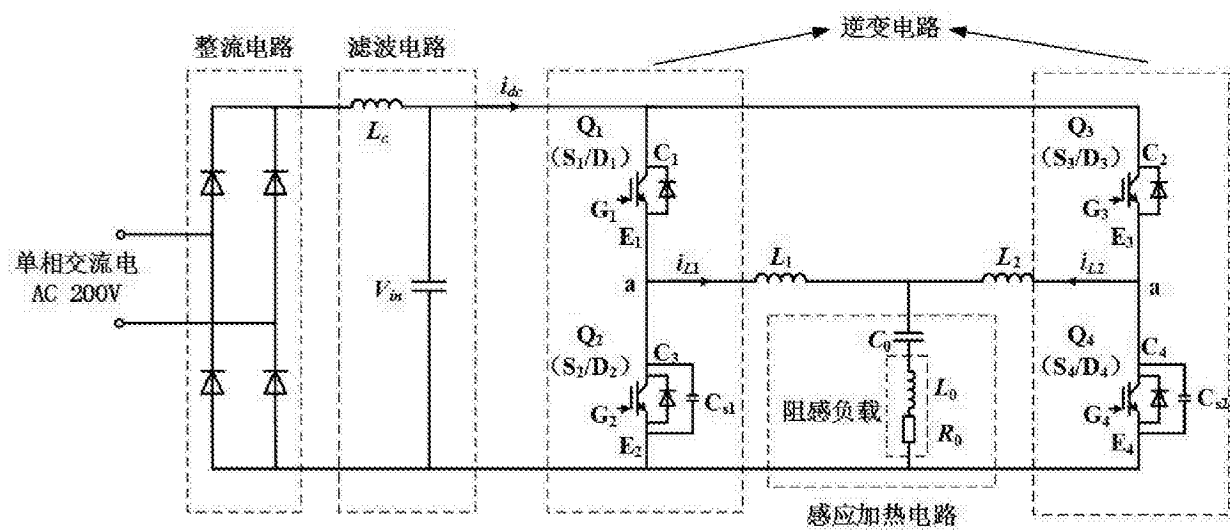


图 1

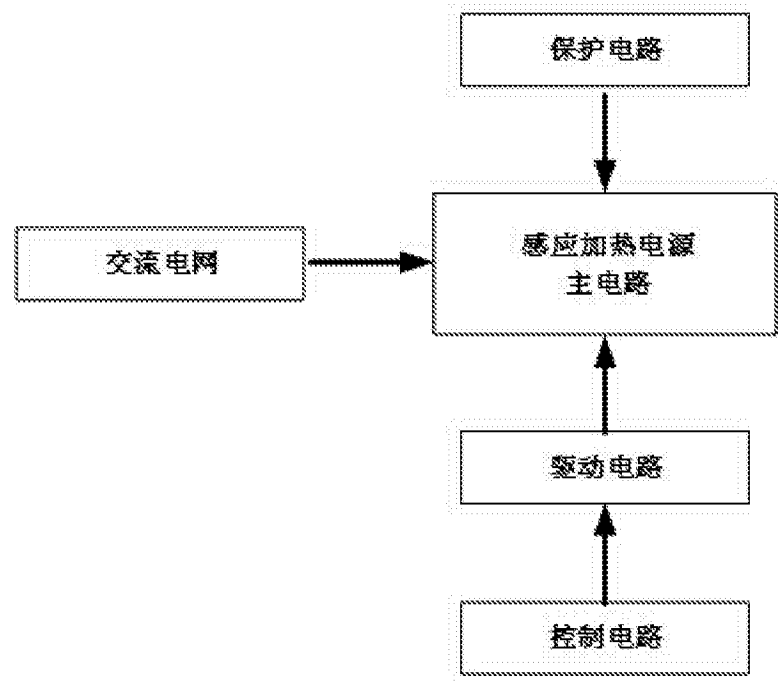


图 2

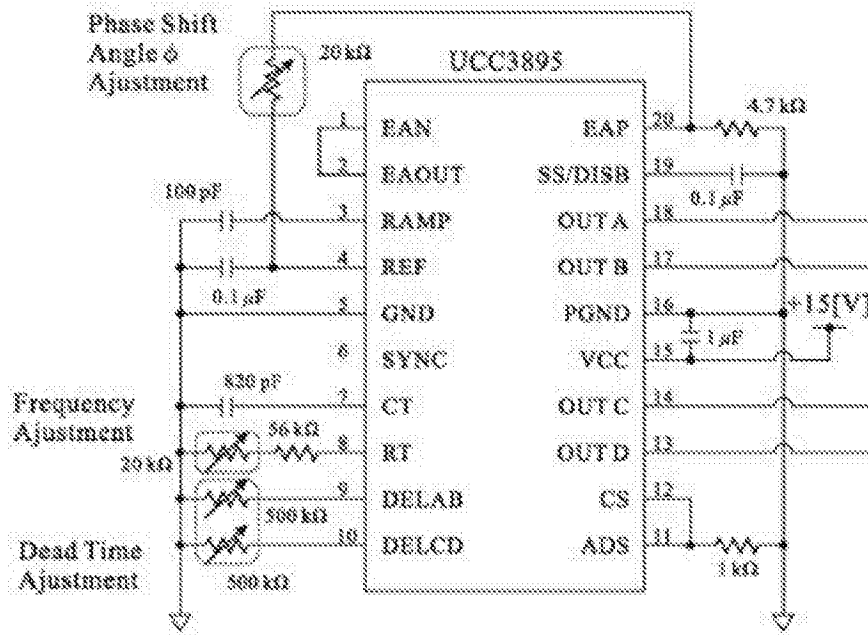
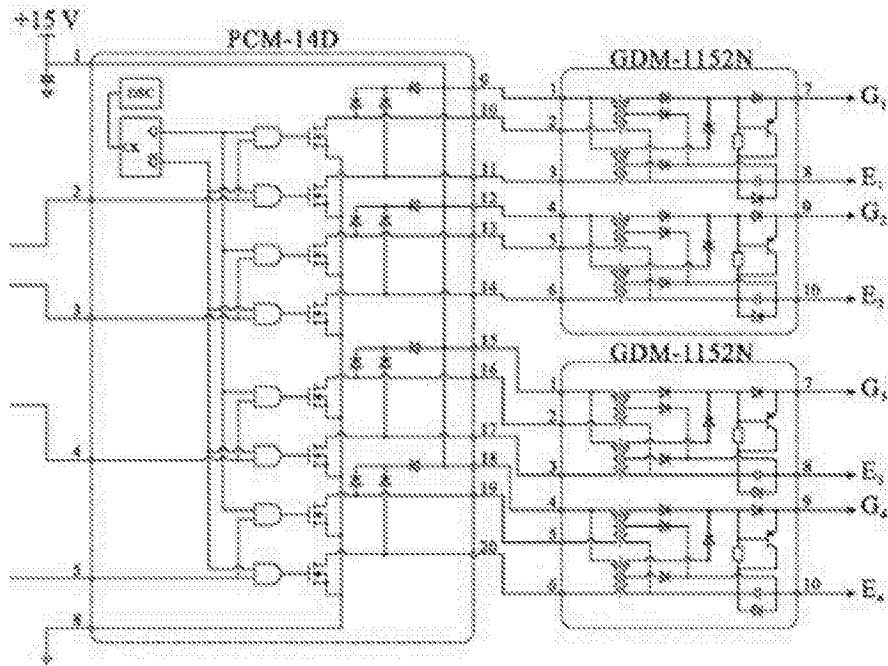


图 3



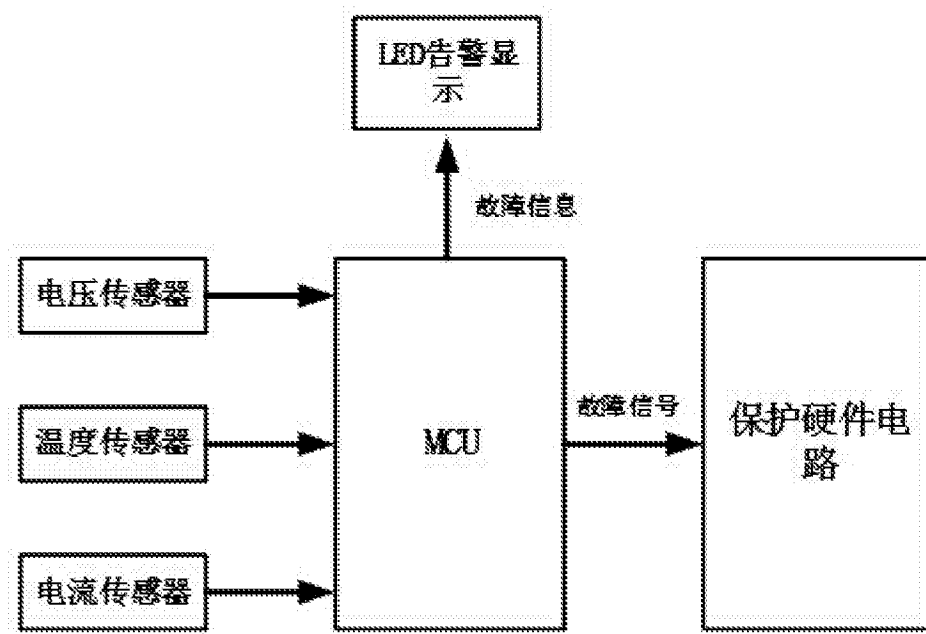


图 5

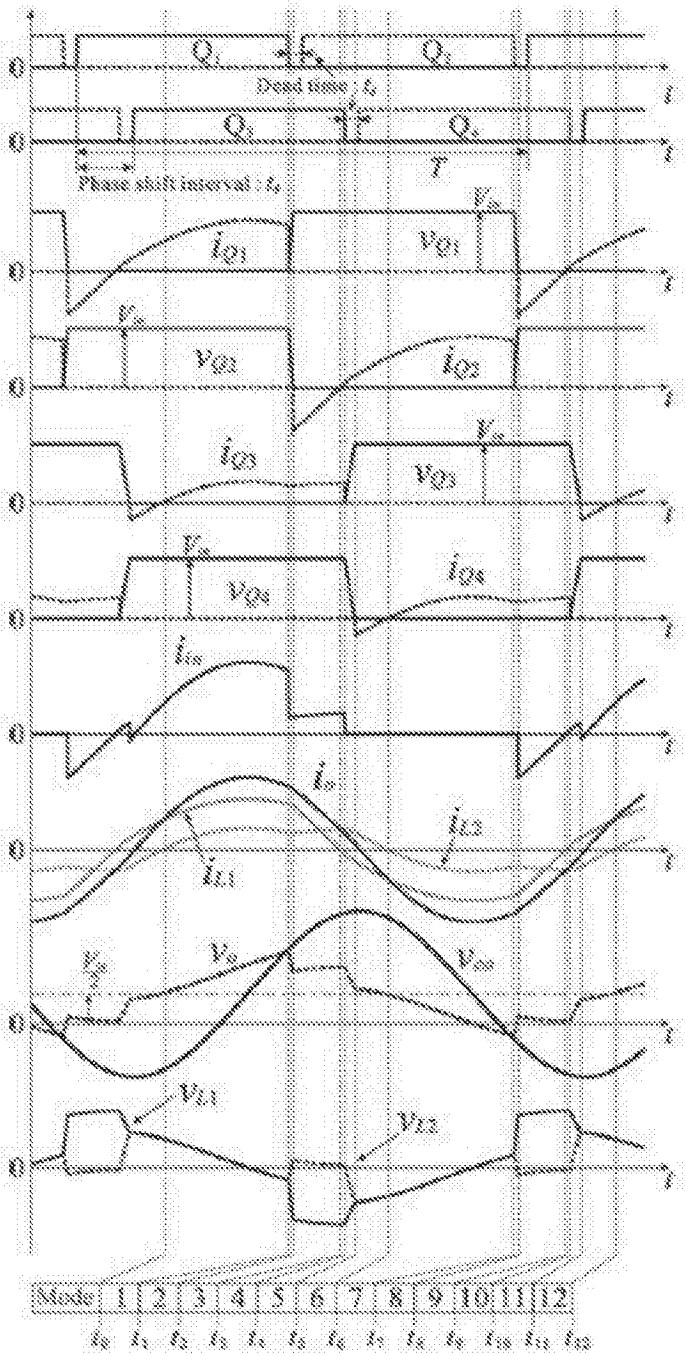


图 6