



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111220874 A

(43)申请公布日 2020.06.02

(21)申请号 202010153082.9

(22)申请日 2020.03.06

(71)申请人 北京机电工程研究所
地址 100074 北京市丰台区云岗北里40号

(72)发明人 刘鹏超 李雄峰 李金钊 赵伟
刘雷 陈海峰

(74)专利代理机构 北京天达知识产权代理事务
所(普通合伙) 11386

代理人 李明里

(51) Int. Cl.
G01R 31/00(2006.01)

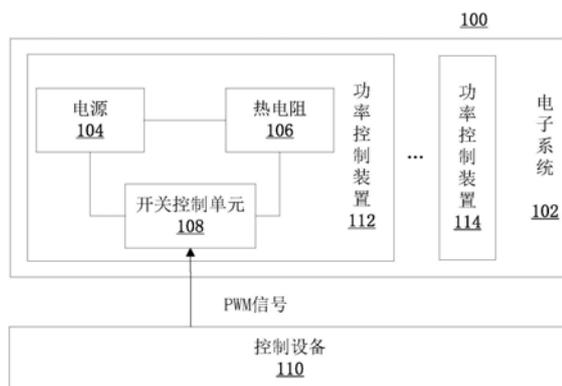
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种热仿真装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种热仿真装置及方法,属于仿真技术领域。该装置包括电子系统和控制设备,电子系统包括多个功率控制装置,每个功率控制装置用于模拟相应的热生成装置,每个功率控制装置包括电源、热电阻和开关控制单元,其中,电源、热电阻和开关控制单元电连接以组成回路;以及控制设备,用于生成多个不同的PWM信号并将多个不同的PWM信号发送给开关控制单元,其中,通过改变PWM信号的占空比来改变热电阻两端的有效电压。本发明能够有效模拟电子系统内不同设备的功耗,从而准确表达出电子系统内温度场变化,提高复杂电子系统热设计效能,避免了实际电子系统内温度场超出正常设备工作温度范围。



1. 一种热仿真装置,其特征在于,包括电子系统和控制设备,

所述电子系统包括多个功率控制装置,每个功率控制装置用于模拟相应的热生成装置,所述每个功率控制装置包括电源、热电阻和开关控制单元,其中,所述电源、所述热电阻和所述开关控制单元电连接以组成回路;以及

所述控制设备,用于生成多个不同的PWM信号并将所述多个不同的PWM信号发送给所述开关控制单元,其中,通过改变PWM信号的占空比来改变所述热电阻两端的有效电压。

2. 根据权利要求1所述的热仿真装置,其特征在于,所述开关控制单元包括MOS晶体管和光电耦合器:

所述MOS晶体管,其源极和漏极串联在所述回路中,其栅极与所述光电耦合器电连接;以及

所述光电耦合器用于接收所述PWM信号,并控制所述MOS晶体管的导通和截止。

3. 根据权利要求1所述的热仿真装置,其特征在于,所述功率控制装置还包括温度传感器和/或冗余的温度传感器,其中,所述温度传感器用于测量所述功率控制装置的温度。

4. 根据权利要求3所述的热仿真装置,其特征在于,所述温度传感器设置在所述功率控制装置的电路板上,其中,所述电路板上还设置有所述电源、所述热电阻和所述开关控制单元。

5. 根据权利要求4所述的热仿真装置,其特征在于,所述电路板位于所述功率控制装置的壳体内,所述电路板通过导热硅与所述壳体接触。

6. 根据权利要求1所述的热仿真装置,其特征在于,所述每个功率控制装置的热电阻具有相同电阻值,其中,通过改变所述热电阻两端的有效电压来模拟具有不同功率的所述热生成装置。

7. 根据权利要求1所述的热仿真装置,其特征在于,所述每个功率控制装置的外形尺寸与其相应的所述热生成装置的外形尺寸相同。

8. 根据权利要求3所述的热仿真装置,其特征在于,所述控制设备包括微控制单元MCU和人机交互界面,其中,所述微控制单元MCU从所述温度传感器接收温度数据并且将所述温度数据传输至所述人机交互界面。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的热仿真装置,其特征在于,

所述微控制单元MCU包括温度采集模块、温度数据发送模块、功率数据接收模块和功率更新模块;以及

所述人机交互界面包括温度显示单元、数据存储单元、数据处理单元和功率数据发送单元,其中,

所述数据存储单元,用于存储从微控制单元MCU接收的所述温度数据;

所述数据处理单元,用于从所述数据存储单元获取温度数据并对所述温度数据进行处理以获得温度值并发送给温度显示单元;

所述温度显示单元,用于显示所述温度值;以及

所述功率数据发送单元,用于将通过输入装置输入的功率发送至所述微控制单元MCU。

10. 一种热仿真方法,其特征在于,

利用权利要求1至9所述的热仿真装置对待设计的电子系统进行仿真;

接收功率值,并根据所述功率值调节PWM信号的占空比,以模拟具有不同功率的多个热

生成装置;以及

生成所述多个热生成装置的热温度场分布。

一种热仿真装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及仿真技术领域,尤其涉及一种热仿真装置及方法。

背景技术

[0002] 随着电子系统内的设备数量和集成度越来越高,电子系统变的越来越复杂,复杂电子系统内的设备发热问题成为不可忽略的一个关键点。例如,高温不但会导致电子系统运行不稳,使用寿命缩短,甚至有可能使某些部件烧毁。导致高温的热量不是来自电子系统外部,而是电子系统内部,或者说是集成电路内部。因此,在设计电子系统之前,电子系统的热仿真对设计人员的设计该电子系统时,考虑是否需要加装散热装置具有指导意义。

[0003] 一般复杂电子系统的设计均需要通过热仿真分析软件,简化仿真模型,设定边界条件,对模型进行网格划分,设定模型的功率及散热方式,然后进行软件热仿真分析,通过软件热仿真结果评估电子系统的热设计效果。

[0004] 然而,复杂电子系统的软件仿真很难给出仿真模型的确切边界条件,网格划分大小对仿真的结果影响也较大,软件热仿真结果很难准确表达出实际的电子系统温度场变化。

发明内容

[0005] 鉴于上述的分析,本发明旨在提供一种热仿真装置及方法,以解决目前复杂电子系统的软件仿真很难给出仿真模型的确切边界条件、导致网格划分大小对仿真的结果影响较大,以及软件热仿真结果很难准确表达出实际的电子系统温度场变化的问题。

[0006] 一方面,本发明实施例提供了一种热仿真装置,包括电子系统和控制设备,所述电子系统包括多个功率控制装置,每个功率控制装置用于模拟相应的热生成装置,所述每个功率控制装置包括电源、热电阻和开关控制单元,其中,所述电源、所述热电阻和所述开关控制单元电连接以组成回路;以及所述控制设备,用于生成多个不同的PWM信号并将所述多个不同的PWM信号发送给所述开关控制单元,其中,通过改变PWM信号的占空比来改变所述热电阻两端的有效电压。

[0007] 上述技术方案的有益效果如下:本发明实施例通过改变PWM信号的占空比来改变热电阻两端的有效电压,从而有效模拟电子系统内的不同设备的功耗,实现了对整个复杂电子系统进行热仿真分析,而不需要为电子系统内不同设备分别提供各自的仿真装置。因此,通过有效模拟电子系统内不同设备的功耗,从而准确表达出电子系统内温度场变化,提高复杂电子系统热设计效能,避免了实际电子系统内温度场超出正常设备工作温度范围。

[0008] 基于上述方法的进一步改进,所述开关控制单元包括MOS晶体管和光电耦合器:所述MOS晶体管,其源极和漏极串联在所述回路中,其栅极与所述光电耦合器电连接;以及所述光电耦合器用于接收所述PWM信号,并控制所述MOS晶体管的导通和截止。

[0009] 上述进一步改进方案的有益效果是:通过光电耦合器接收的PWM信号控制MOS晶体管的导通和截止,能够改变热电阻两端的有效电压,进而有效模拟电子系统内的不同设备

的功耗。

[0010] 基于上述方法的进一步改进,所述功率控制装置还包括温度传感器和/或冗余的温度传感器,其中,所述温度传感器用于测量所述功率控制装置的温度。

[0011] 上述进一步改进方案的有益效果是:通过温度传感器和/或冗余的温度传感器,能够测量功率控制装置的温度。在正常工作情况下,冗余的温度传感器不工作,而是作为备用温度传感器;当温度传感器发生故障时,冗余的温度传感器可以代替发生故障的温度传感器工作,不会影响热仿真装置的正常工作。

[0012] 基于上述方法的进一步改进,所述温度传感器设置在所述功率控制装置的电路板上,其中,所述电路板上还设置有所述电源、所述热电阻和所述开关控制单元。

[0013] 基于上述方法的进一步改进,所述电路板位于所述功率控制装置的壳体内,所述电路板通过导热硅与所述壳体接触。

[0014] 上述进一步改进方案的有益效果是:电路板通过导热硅与所述壳体接触,使得整个功率控制装置成为恒温装置,使得温度传感器的位置不会影响功率控制装置的温度,从而提高了温度测量的准确性。

[0015] 基于上述方法的进一步改进,所述每个功率控制装置的热电阻具有相同电阻值,其中,通过改变所述热电阻两端的有效电压来模拟具有不同功率的所述热生成装置。

[0016] 上述进一步改进方案的有益效果是:由于每个功率控制装置的热电阻具有相同电阻值,所以可以将功率控制装置设置为标准功率控制装置。因此,不仅简化了功率控制装置的制造过程,而且使得该标准功率控制装置可以用于模拟不同的热生成装置。另外,由于功率控制装置设置为标准功率控制装置,不仅方便增加功率控制装置,而且通过是否提供PWM信号,还可以模拟具有不同数量的热生成装置的电子装置。

[0017] 基于上述方法的进一步改进,所述每个功率控制装置的外形尺寸与其相应的所述热生成装置的外形尺寸相同。

[0018] 上述进一步改进方案的有益效果是:功率控制装置的外形尺寸与热生成装置的外形尺寸完全相同,使得仿真获得的温度值更精确。

[0019] 基于上述方法的进一步改进,所述控制设备包括微控制单元MCU和人机交互界面,其中,所述微控制单元MCU从所述温度传感器接收温度数据并且将所述温度数据传输至所述人机交互界面。

[0020] 基于上述方法的进一步改进,所述微控制单元MCU包括温度采集模块、温度数据发送模块、功率数据接收模块和功率更新模块;以及所述人机交互界面包括温度显示单元、数据存储单元、数据处理单元和功率数据发送单元,其中,所述数据存储单元,用于存储从微控制单元MCU接收的所述温度数据;所述数据处理单元,用于从所述数据存储单元获取温度数据并对所述温度数据进行处理以获得温度值并发送给温度显示单元;所述温度显示单元,用于显示所述温度值;以及所述功率数据发送单元,用于将通过输入装置输入的功率发送至所述微控制单元MCU。

[0021] 上述进一步改进方案的有益效果是:通过温度显示单元显示温度值,使得设计人员更直观地得到热生成装置的热温度场分布。

[0022] 另一方面,本发明实施例提供了一种热仿真方法,利用权利要求1至9所述的热仿真装置对待设计的电子系统进行仿真;接收功率值,并根据所述功率值调节PWM信号的占空

比,以模拟具有不同功率的多个热生成装置;以及生成所述多个热生成装置的热温度场分布。

[0023] 上述进一步改进方案的有益效果是:本发明实施例通过改变PWM信号的占空比来改变热电阻两端的有效电压,从而有效模拟电子系统内的不同热生成装置的功耗,实现了对整个复杂电子系统进行半实物热仿真分析,而不需要为电子系统内不同设备分别提供各自的仿真装置。此外,准确模拟出电子系统内温度场变化,提高复杂电子系统热设计效能,避免了实际电子系统内温度场超出正常设备工作温度范围。进而使得设计人员在设计时,根据所述热温度场分布确定是否为相应的热生成装置加装散热装置。

[0024] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分的从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0025] 附图仅用于示出具体实施例的目的,而并不认为是对本发明的限制,在整个附图中,相同的参考符号表示相同的部件。

[0026] 图1为本发明实施例的热仿真装置的结构框图;

[0027] 图2为本发明实施例的一种热仿真装置的具体结构图。

[0028] 图3为本发明实施例的人机交互界面的框架示意图。

[0029] 附图标记:

[0030] 100-热仿真装置;102-电子系统;104-电源;106-热电阻;108-开关控制单元;110-控制设备;300-人机交互界面;302-数据存储单元;304-数据处理单元;306-温度显示单元;308-功率数据发送单元;

具体实施方式

[0031] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例,其中,附图构成本申请一部分,并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理,并非用于限定本发明的范围。

[0032] 半实物热仿真是将控制器(实物)与在计算机上实现的控制对象的仿真模型(见数学仿真)联接在一起进行试验的技术。在这种试验中,控制器的动态特性、静态特性和非线性因素等都能真实地反映出来,因此它是一种更接近实际的仿真试验技术。本发明的实施例是半实物仿真的一种变型的热仿真装置。

[0033] 本发明的一个具体实施例,公开了一种热仿真装置,如图1所示。

[0034] 热仿真装置100包括电子系统102和控制设备110,电子系统102包括多个功率控制装置,每个功率控制装置用于模拟相应的热生成装置,每个功率控制装置包括电源104、热电阻106和开关控制单元108,其中,电源104、热电阻106和开关控制单元108电连接以组成回路;以及控制设备110,用于生成多个不同的PWM信号并将多个不同的PWM信号发送给开关控制单元108,其中,通过改变PWM信号的占空比来改变热电阻两端的有效电压。

[0035] 与现有技术相比,本实施例提供的热仿真装置,通过改变PWM信号的占空比来改变热电阻两端的有效电压,从而有效模拟电子系统内的不同设备的功耗,实现了对整个复杂电子系统进行半实物热仿真分析,而不需要为电子系统内不同设备分别提供各自的仿真装

置。

[0036] 下文中,参照图1和图2对热仿真装置进行详细描述。

[0037] 热仿真装置100包括电子系统102和控制设备110,电子系统102包括多个功率控制装置,例如,图1中的第一功率控制装置112至第N功率控制装置114(或者参见图2中的功率控制装置1、功率控制装置2至功率控制装置n,其中,n为大于等于3),每个功率控制装置用于模拟相应的热生成装置,例如,处理器的CPU、主板、存储器等或者机箱内的不同功率的板卡,每个功率控制装置包括电源104、热电阻106和开关控制单元108,其中,电源104、热电阻106和开关控制单元108电连接以组成回路;以及控制设备110,用于生成多个不同的PWM信号并将多个不同的PWM信号发送给开关控制单元108,其中,通过改变PWM信号的占空比来改变热电阻两端的有效电压。具体地,占空比是指在一个脉冲循环内,通电时间相对于总时间所占的比例。例如,占空比的调节范围可以为0%至100%,相应的有效电压为0V至12V或者其他电压范围。可选地,10%至90%,相应的有效电压为1V至9V等;或者33%至50%,相应的有效电压为3.3V至5V等。当占空比为0%时,相应的有效电压为0V,因此,通过将PWM信号的占空比设置为零能够断开该路功率控制装置。

[0038] 在该热仿真装置中,开关控制单元108包括MOS晶体管(又称MOS管)和光电耦合器(又称光耦)。MOS晶体管,其源极和漏极串联在回路中,其栅极与光电耦合器电连接;以及光电耦合器用于接收PWM信号,并控制MOS晶体管的导通和截止。

[0039] 本实施例提供的热仿真装置,通过光电耦合器接收的PWM信号控制MOS晶体管的导通和截止,能够改变热电阻两端的有效电压,进而有效模拟电子系统内的不同设备的功耗。具体地,根据功率的公式为 $P=U^2/R$ 可知,当电阻值为确定时,仅通过调节热电阻两端的电压即可以实现改变功率,即功耗。

[0040] 在该热仿真装置中,功率控制装置还包括温度传感器和/或冗余的温度传感器,其中,温度传感器用于测量功率控制装置的温度。在附图2中仅示出了温度传感器而没有示出冗余的温度传感器。

[0041] 本实施例提供的热仿真装置,通过温度传感器和/或冗余的温度传感器,能够测量功率控制装置的温度。在正常工作情况下,冗余的温度传感器不工作,而是作为备用温度传感器;当温度传感器发生故障时,冗余的温度传感器可以代替发生故障的温度传感器工作,不会影响热仿真装置的正常工作。

[0042] 在该热仿真装置中,温度传感器设置在功率控制装置112的电路板上,其中,电路板上还设置有电源104、热电阻106和开关控制单元108。电路板位于功率控制装置112的壳体内,电路板通过导热硅与壳体接触。

[0043] 本实施例提供的热仿真装置,电路板通过导热硅与所述壳体接触,使得整个功率控制装置成为恒温装置,使得温度传感器的位置不会影响功率控制装置的温度,从而提高了温度测量的准确性。

[0044] 在该热仿真装置中,每个功率控制装置112的热电阻106具有相同电阻值,其中,通过改变热电阻两端的有效电压来模拟具有不同功率的热生成装置。

[0045] 本实施例提供的热仿真装置,由于每个功率控制装置的热电阻具有相同电阻值,所以可以将功率控制装置设置为标准功率控制装置,也就是说,该热仿真装置为一种通用的热仿真装置,可以用于模拟处理器、平板电脑、计算机、手机等的电子装置。因此,不仅简

化了电子系统中功率控制装置的制造过程,而且使得该标准功率控制装置可以用于模拟不同的热生成装置。另外,由于功率控制装置设置为标准功率控制装置,不仅方便增加功率控制装置,而且通过是否提供PWM信号,还可以模拟具有不同数量的热生成装置的电子装置。

[0046] 在该热仿真装置中,每个功率控制装置的外形尺寸与其相应的热生成装置的外形尺寸相同。功率控制装置的外形尺寸即功率控制装置的壳体的外部形状和相应尺寸。热生成装置的外形尺寸即热生成装置的外部形状和相应尺寸。

[0047] 本实施例提供的热仿真装置,功率控制装置的外形尺寸与热生成装置的外形尺寸完全相同,使得仿真获得的温度值更精确。

[0048] 在该热仿真装置中,控制设备包括微控制单元MCU和人机交互界面,其中,微控制单元MCU从温度传感器接收温度数据并且将温度数据传输至人机交互界面。

[0049] 在该热仿真装置中,微控制单元MCU包括温度采集模块、温度数据发送模块、功率数据接收模块和功率更新模块。具体地,温度采集模块用于从温度传感器接收温度数据;温度数据发送模块用于将温度数据传输至人机交互界面;功率数据接收模块用于从人机交互界面接收功率数据;功率更新模块用于根据功率数据接收模块接收功率数据对功率进行更新,以调节PWM的占空比。如图3所示,人机交互界面300包括数据存储单元302、数据处理单元304、温度显示单元306和功率数据发送单元308,其中,数据存储单元302,用于存储从微控制单元MCU接收的温度数据;数据处理单元304,用于从数据存储单元302获取温度数据并对温度数据进行处理以获得温度值并发送给温度显示单元306;温度显示单元306,用于显示温度值;以及功率数据发送单元308,用于将通过输入装置输入的功率发送至微控制单元MCU。

[0050] 本实施例提供的热仿真装置,通过温度显示单元显示温度值,使得设计人员更直观地得到热生成装置的热温度场分布。

[0051] 下文中,将参照附图2以具体实例的方式对热仿真装置进行详细描述。

[0052] 复杂电子系统半实物热仿真装置包括电子系统和功率设备,电子系统包括多个功率控制模块。功率控制模块,能够通过控制设备,调节功率控制模块的功率,用于模拟实际设备的功率。功率控制模块主要包括热电阻、MOS管、光耦及温度传感器四个部分。其中,热电阻、电源和MOS管构成了一个回路,热电阻为整个回路中的发热器件,MOS管的作用主要是实现回路的通断,通过控制设备中的MCU发出PWM脉宽信号,驱动光耦芯片,控制MOS管的通断,通过改变PWM脉宽信号的占空比来改变热电阻两端的电压,实现功率控制模块的功率调节,进而可以模拟复杂电子系统内各热设备的功率。

[0053] 在功率控制模块内设计有温度传感器,用于测量功率控制模块的温度,通过MCU将采集的温度数据传输至人机交互界面,以直观的温度数据来对比反映实际电子系统正常工作温度范围。

[0054] 控制设备中主要包括电源、微控制单元(MCU)、人机交互界面三个部分。人机交互界面上用于设计温度显示模块、功率数据发送模块、数据储存模块、数据计算处理模块等,实现对温度数据的采集、显示和处理功能。

[0055] 微控制单元可以部署温度采集软件、温度发送数据软件、功率数据接收软件、功率更新软件等,微控制器通过发出PWM信号给光耦,通过调节PWM信号的占空比,结合MOS管实现热电阻两端有效电压的调节,进而实现对功率控制模块的功率调节。

[0056] 一般一个电子系统内有多种不用功率的设备,在一个电子系统内按照实际需求布局功率控制模块,模拟整个电子系统的热设备功率分布及热温度场分布。本发明实施例的热仿真装置能够准确模拟表达出电子系统内温度场变化,提高复杂电子系统热设计效能,避免实际电子系统内温度场超出正常设备工作温度范围,为电子系统设计提供有力的热设计支撑。例如,假设实际电子系统的正常工作范围为低于100℃,如果仿真获得的一个部件的温度为120℃时,则设计人员在设计该实际电子系统时,需要对该部件加装散热器,从而避免设计出的部件由于超出正常工作范围而无法正常工作。

[0057] 下文中,将对热仿真方法进行描述。

[0058] 热仿真方法利用以上所述的热仿真装置对待设计的电子系统进行仿真;接收功率值,并根据功率值调节PWM信号的占空比,以模拟具有不同功率的多个热生成装置;以及生成多个热生成装置的热温度场分布。

[0059] 本发明实施例通过改变PWM信号的占空比来改变热电阻两端的有效电压,从而有效模拟电子系统内的不同热生成装置的功耗,实现了对整个复杂电子系统进行半实物热仿真分析,而不需要为电子系统内不同设备分别提供各自的仿真装置。此外,准确模拟出电子系统内温度场变化,提高复杂电子系统热设计效能,避免了实际电子系统内温度场超出正常设备工作温度范围。进而使得设计人员在设计时,根据所述热温度场分布确定是否为相应的热生成装置加装散热装置。

[0060] 本发明的整体技术构思:为准确模拟表达出电子系统内温度场变化,提高复杂电子系统热设计效能,避免实际电子系统内温度场超出正常设备工作温度范围,为电子系统设计提供有力的热设计支撑。

[0061] 本领域技术人员可以理解,实现上述实施例中方法的全部或部分流程,可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可存储于计算机可读存储介质中。其中,所述计算机可读存储介质为磁盘、光盘、只读存储记忆体或随机存储记忆体等。

[0062] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

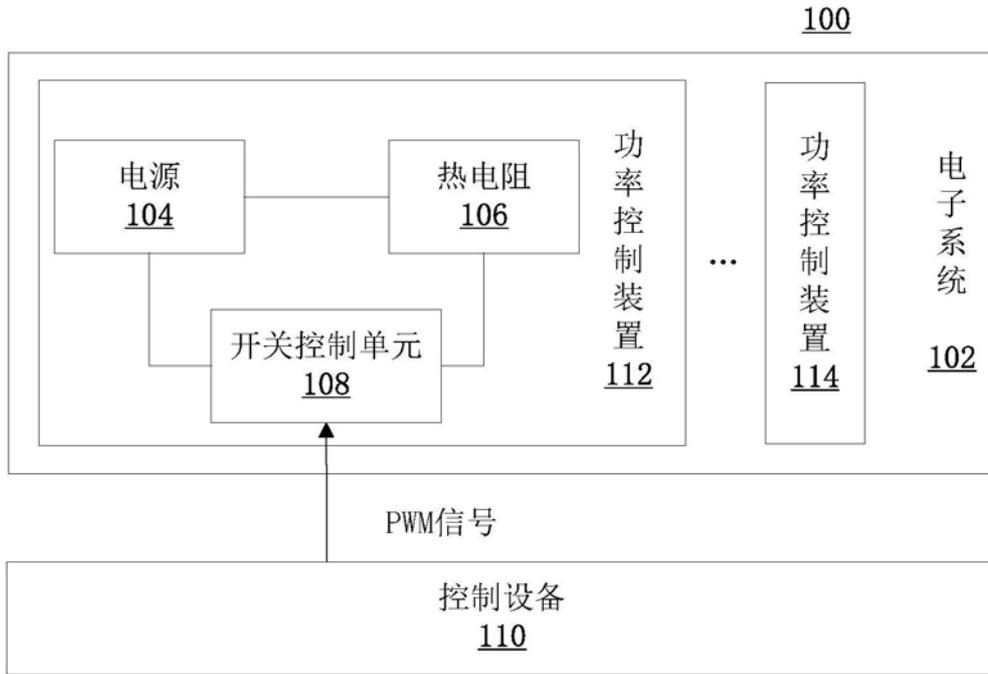


图1

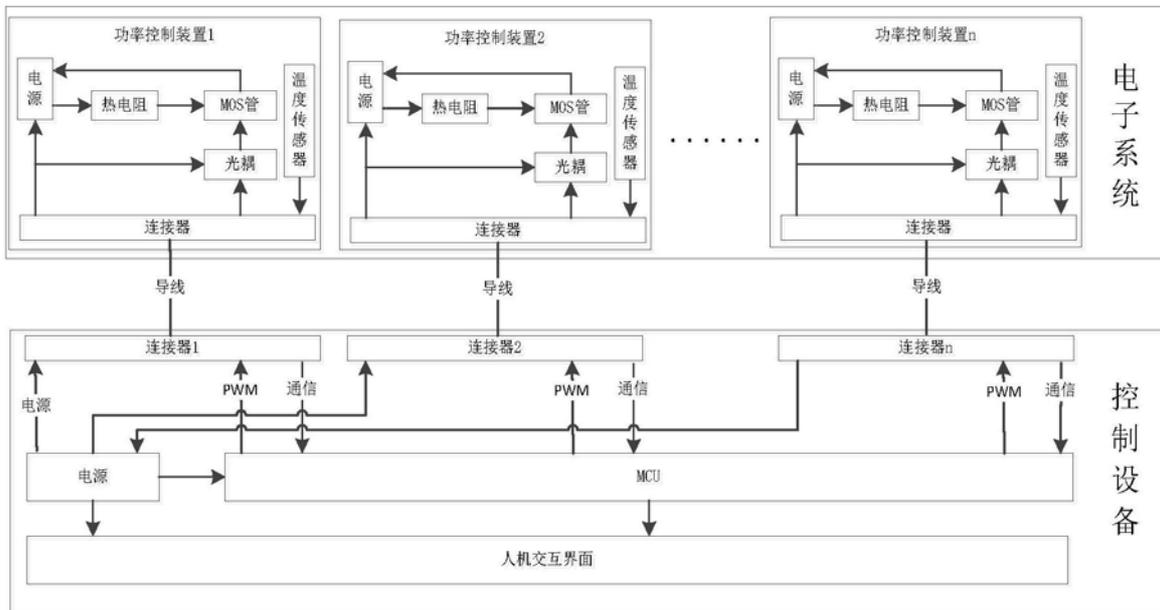


图2

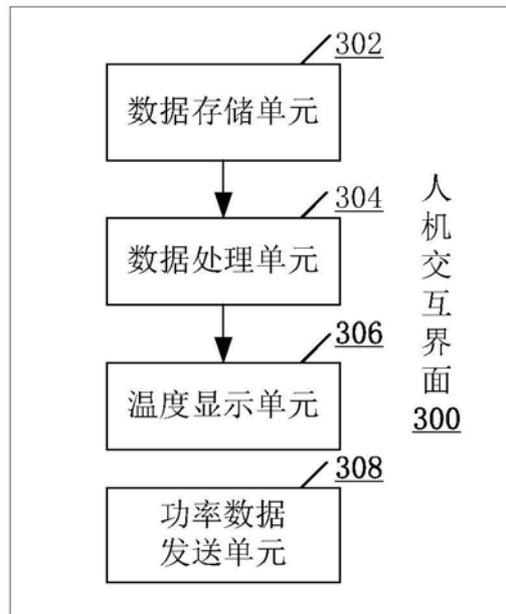


图3