(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108617047 A
(43)申请公布日 2018.10.02

(21)申请号 201611141893.7

(22)申请日 2016.12.12

(71)申请人 詹志光
地址 516000 广东省惠州市仲恺高新区惠风东二路科创中心C栋

(72)发明人 詹志光

(74)专利代理机构 惠州市超越知识产权代理事务所(普通合伙) 44349
代理人 卢浩

(51)Int.Cl.
H05B 33/08(2006.01)
G09B 23/18(2006.01)

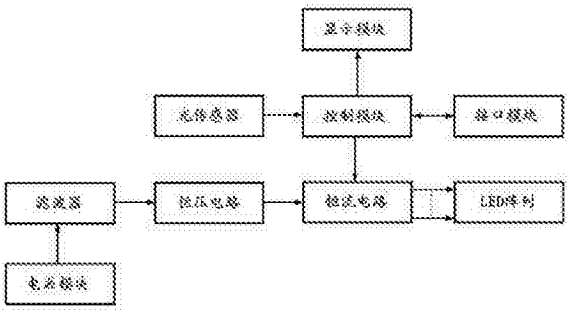
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种智能调光LED实验设备

(57)摘要

本发明公开了一种智能调光LED实验设备，该实验设备由电源模块、滤波器、恒压电路、恒流电路、光传感器、控制模块、接口模块和显示模块组成。其中滤波器为EMI滤波器，恒压电路为L6562单级PFC恒压电路，恒流电路为HV9910降压恒流电路，光传感器为BH1710数字光强传感器，控制器为AT89C2051微处理器。光传感器BH1710采集到环境光强信息后通过I^2C通信协议发送给控制器AT89C2051为主要器件的控制中心，控制中心接收到数据进行处理，然后依据数据改变恒流电路HV9910的PWMD脚的PWM输入信号的占空比，进而达到自动调光的目的。该实验设备兼容性好、结构简单、成本较低，能够实现LED自动调光节能，可以让学生充分的理解LED自动调光的原理。



CN 108617047 A

1.一种智能调光LED实验设备，该实验设备由电源模块、滤波器、恒压电路、恒流电路、光传感器、控制模块、接口模块和显示模块组成，其特征在于：

电源模块为该教学实验设备提供电源；

滤波器为EMI滤波器，与恒压电路连接，用于抑制交流电网中高频干扰，该EMI滤波器的电路中包括共模电容C_{y1}、C_{y2}、C_{y3}、C_{y4}，共模电感L_1，差模电容C_{x1}、C_{x2}，压敏电阻R_V以及负温度系数的热敏电阻NTC；

恒压电路为L6562单级PFC恒压电路，分别与滤波器和恒流电路连接，该单级PFC恒压电路中包括开关管、稳压芯片TL431和光电耦合器PC817；

控制模块为AT89C2051微处理器，分别与恒流电路、光传感器、显示模块和接口模块连接，控制模块接收来自光传感器的数据并向恒流电路输出控制信号，控制模块通过数据I/O与显示模块连接，并通过RS232接口与接口模块连接；

所述显示模块为LED数码管；

光传感器为BH1710新型数字光强传感器，与控制模块相连，该光传感器使用稳压芯片AMS1117来提供3.3V工作电压，光传感器BH1710的引脚ADDR接至GND，引脚DVI经1μF电容接GND，引脚SCL与SDA分别经过1 kΩ的限流电阻接控制模块AT89C2051的P3.2与P3.3脚；

恒流电路为HV9910降压恒流电路，分别与恒流电路和LED阵列连接，HV9910的PWMD引脚与控制模块AT89C2051的调光I/O端口P1.0引脚相连。

2.根据权利要求1中所述的智能调光LED实验设备，其特征在于：共模电感L_1是由两个匝数相同、绕向相反的绕组构成，共模电容和差模电容为安规电容。

一种智能调光LED实验设备

技术领域

[0001] 本发明涉及教学实验设备技术领域，特别涉及一种智能调光LED实验设备。

背景技术

[0002] 随着近年来石油、煤炭、天然气等不可再生资源的日渐枯竭和人类对能源需求的日益增加，节能减排引起了人们的高度重视。LED 作为一种新型照明光源技术已经备受关注，各国也开始出台相关政策限制白炽灯，日光灯的生产销售，转而扶持LED。LED光源具有很高的效能，消耗能量较同光效的白炽灯减少80%，又不含汞和玻璃，被公认为绿色节能先锋。

[0003] 为了更好地发挥LED照明节能的优点，在LED驱动器中加入调光功能是大势所趋。通常，LED驱动器的调光方式有3种：可控硅调光、模拟调光、PWM调光。每种调光方式都有其优点及局限性。PWM调光是使开关电路以相对于人眼识别能力来说足够高的频率工作，通过设置周期和占空比来改变输出电流平均值，其输出电流只有两种状态：最大额定工作电流和零电流。模拟调光是通过改变输出电流的幅值来实现调光功能，可控硅调光是通过调节电源的输出功率来实现调光功能。

[0004] PWM调光可以保证LED的色温恒定，驱动器的效率较高，并且能够进行精确控制。模拟调光相对PWM调光电路简单、容易实现，但会使LED色温发生变化，同时效率低、输出电流精度不易调节、调光范围有限。可控硅调光是利用现有的可控硅调光器，通过改变可控硅的导通角，调节输出功率来实现调光，其优点是不用改变原有日光灯调光设备。但是缺点更严重：其会严重降低驱动器效率及功率因数，同时也会使LED产生闪烁。

[0005] 因此，如何调节LED 发光亮度，提供给人们一个舒适的视觉环境的同时，有效的降低了电力能源消耗，已成为急需解决的技术问题。与此同时，在高职院校的光电专业教学中，如何让学生深入的理解LED驱动与调光原理，进而掌握LED照明控制系统的设计与实现，是目前教学中的一项重要任务，然而没有一款能够直接应用于教学中的实验设备。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的上述缺陷，本发明的目的是提供一种智能调光LED实验设备，该设备电路简单、成本低廉、可操作性强，该设备将LED数码管、点阵LED灯作为被控对象，模拟LED照明产品的实际应用，其中该设备测量照度数据后根据算法调节LED 发光亮度，对降低电力能源消耗有着很好的辅助作用。

[0007] 为达上述目的，本发明采取如下方案：

一种智能调光LED实验设备，该教学实验设备由电源模块、滤波器、恒压电路、恒流电路、光传感器、控制模块、接口模块和显示模块组成，其特征在于：

电源模块为该教学实验设备提供电源；

滤波器为EMI滤波器，与恒压电路连接，用于抑制交流电网中高频干扰，该EMI滤波器的电路中包括共模电容C_{y1}、C_{y2}、C_{y3}、C_{y4}，共模电感L_1，差模电容C_{x1}、C_{x2}，压敏电阻R_V以及负温度

系数的热敏电阻NTC；

恒压电路为L6562单级PFC恒压电路，分别与滤波器和恒流电路连接，该单级PFC恒压电路中包括开关管、稳压芯片TL431和光电耦合器PC817；

控制模块为AT89C2051微处理器，分别与恒流电路、光传感器、显示模块和接口模块连接，控制模块接收来自光传感器的数据并向恒流电路输出控制信号，控制模块通过数据I/O与显示模块连接，并通过RS232接口与接口模块连接；

所述显示模块为LED数码管；

光传感器为BH1710新型数字光强传感器，与控制模块相连，该光传感器使用稳压芯片AMS1117来提供3.3V工作电压，光传感器BH1710的引脚ADDR接至GND，引脚DVI经1μF电容接GND，引脚SCL与SDA分别经过1 kΩ的限流电阻接控制模块AT89C2051的P3.2与P3.3脚；

恒流电路为HV9910降压恒流电路，分别与恒流电路和LED阵列连接，HV9910的PWMD引脚与控制模块AT89C2051的调光I/O端口P1.0引脚相连。

[0008] 优选的，共模电感L_1是由两个匝数相同、绕向相反的绕组构成，共模电容和差模电容为安规电容。

[0009] 本发明具有以下优点和积极效果：

1)该教学实验设备兼容性好，整体电路无需用到专用的调光IC，结构简单，成本较低，能够实现LED自动调光节能，并可以设置随环境亮度的逐渐变暗，利用光敏探头信号反馈，使LED照明发光亮度逐渐加强。可以让学生充分的理解LED自动调光的原理。

[0010] 3)利用接口模块，实验设备之间能够进行数据通信，实现LED照明的网络化控制；

4)该教学实验设备按照实验难度分为基础性实验、综合性实验和设计性实验三个层次，其中设计性实验可以极大地激发学生的实验热情，调动学生的积极性和主动性；使学生从市场和用户的角度出发，提高学生的自主学习能力和岗位适应能力；

5)该教学实验设备适用于光源与照明专业的实验教学，填补了市场空白。

附图说明

[0011] 图1为该教学实验设备的系统组成原理图；

图2为该教学实验设备中滤波器电路原理图；

图3为该教学实验设备中恒压电路原理图；

图4为该教学实验设备中恒流电路原理图；

图5为该教学实验设备中光传感器电路原理图；

图6为该教学实验设备中控制模块电路原理图；

图7为该教学实验设备的集中式网络拓扑图；

图8为该教学实验设备的集散式网络拓扑图。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图对本发明的实施方式做进一步的说明。

[0013] 该教学实验设备的原理图如图1所示。一种智能调光LED实验设备，该实验设备由电源模块、滤波器、恒压电路、恒流电路、光传感器、控制模块、接口模块和显示模块组成，电源模块为该教学实验设备提供电源，显示模块为LED数码管。学生操作时候只需将该教学实

验设备与LED阵列相连即可操作，实验操作非常简便。

[0014] 其中滤波器为EMI滤波器，恒压电路为L6562单级PFC恒压电路，恒流电路为HV9910降压恒流电路，光传感器为BH1710新型数字光强传感器，控制模块为AT89C2051微处理器。光传感器BH1710采集到环境光强信息后通过I^2C通信协议发送给控制模块AT89C2051为主要器件的控制中心，控制中心接收到数据进行处理，然后依据数据改变恒流电路HV9910的PWMD脚的PWM输入信号的占空比，进而达到自动调光的目的。

[0015] 滤波器电路原理图如图2所示。EMI滤波器主要用来抑制交流电网中高频干扰对驱动设备的影响，同时也抑制驱动设备由于高频开关而对交流电网产生的影响，干扰主要为共模干扰和差模干扰。共模电容C_{y1}、C_{y2}、C_{y3}、C_{y4}和共模电感L_1用来滤除共模噪声，L_1是由两个匝数相同、绕向相反的绕组构成。C_{x1}、C_{x2}是差模电容，用来滤除差模干扰。共模电容要选择Y_2安规电容，差模电容选择X_1安规电容，R_V是压敏电阻，NTC是负温度系数的热敏电阻。

[0016] 恒压电路原理图如图3所示。意法半导体公司生产的峰值电流型控制芯片L6562被广泛应用于有源功率因数(APFC)校正电路中，其工作在临界(TM)模式，通过控制电感峰值电流，使得输入电流跟随输入电压变化，以达到功率因数校正的目的。而单级PFC恒压电路是将有源功率因数校正电路中的升压电感替换为变压器，并进行其他改进，形成的反激拓扑电路。

[0017] 在图3所示的电路中，当开关管Q_2打开时，经过EMI滤波器之后的交流输入电压经过整流桥整流、输入滤波电容C_1之后，加在变压器T_1的原边电感上，电感电流线性上升，此时变压器副边整流二极管VD_5和VD_6反向截止，输出端由输出电容C_o和C_{o1}供电。当原边电流检测电阻R_{12}上的电压达到L6562 CS引脚的基准电压时，开关管Q_2关断，此时副边整流二极管VD_5、VD_6导通，副边绕组经过整流二极管为负载供电，同时为输出电容充电。反激拓扑结构是在开关管关闭时，传递能量。当L6562的ZCD零电流检测引脚检测到辅助绕组中无电流时，说明原边电感已完成磁复位，L6562重新驱动开关管Q_2导通，如此反复。

[0018] 单级PFC恒压电路的主输出电压是由稳压芯片TL431和光电耦合器PC817组成的输出反馈网络中的分压电阻R_{15}和R_{17}设置的，当输出电压大于设计好的额定输出电压时，电阻R_{17}上的电压大于TL431引脚的基准电压2.5 V，此时输出端反馈信号通过PC817反馈到L6562的INV引脚，由于INV引脚的基准电压为2.5 V，如果反馈信号的电压大于2.5 V，那么就会有电流经过R_6、C_7、R_7组成的补偿网络流入L6562的COMP引脚，当该电流大于40 μA时，就会进入过压保护状态，L6562停止工作，直到该电流降低到低于10 μA时，L6562会重新启动。从输出电路用于为控制模块AT89C2051供电，其输出电压为5 V，当主输出电压恒定时，从输出电压基本恒定。

[0019] 电路中整流桥之后的输入滤波电容C_1的选取要注意：如果选择的过大，会使整流桥的导通角变得过小，同时会使L6562的MULT引脚的类正弦电压波形变得越加不像正弦波，降低电路的功率因数同时增加总谐波畸变(THD)；如果电容选择的过小，则起不到滤波的作用，这会加大前端EMI滤波器的大小和成本。

[0020] 恒流电路原理图如图4所示。HV9910是Supertex半导体公司生产的通用高亮度LED驱动芯片，其特点是：

1)效率大于90%；

2)8 V~450 V输入电压范围；

3)恒流LED驱动器；

4)输出电流从几毫安到大于1 A；

5)驱动的LED串从1个到几百个；

6)通过使能引脚进行PWM低频调光。

[0021] 在该驱动设备中采用Buck(降压)拓扑结构实现LED恒流驱动，其工作原理为：L6562单级PFC产生的恒压V_o接入到该电路的VIN引脚，当开关管Q打开时，输入电流经过负载LED、电感L、开关管Q、检测电阻R_{cs}流入到地。此时，电感电流线性上升，储存能量，当检测电阻上的电压达到HV9910 CS引脚检测电压时，开关管关闭。由于电感具有阻碍电流变化的作用，当开关管关闭时，电感电流通过续流二极管与输出电容C_o一起为负载LED供电，此时电感电流从峰值电流线性下降，电感电流的平均值即为输出电流。

[0022] 为了使LED串中流过电流纹波较小，Buck转换器工作在连续模式。因为工作在连续模式时，当占空比超过0.5时，电路会出现次谐波振荡，使系统不稳定，需要进行谐波补偿。而HV9910芯片不具有谐波补偿功能，所以使用该芯片时，要保证输入电压为输出电压的2倍以上，以使占空比小于0.5，避免出现次谐波振荡。HV9910的调光引脚PWMD在不进行调光时，通常与VDD引脚连接，而进行PWM调光时，使PWMD引脚与控制模块AT89C2051的调光I/O端口相连，当PWMD引脚电压大于2.4 V时，HV9910正常工作，当PWMD引脚电压低于2.4 V时，HV9910被禁用。通过PWM调光，LED中的电流只有两种状态：零电流和设置的额定输出电流。

[0023] 利用控制模块AT89C2051调节PWM信号的脉宽，即可调节LED的平均电流即输出电流。输出电流可以从0调节到额定输出电流，即调光范围可以从0~100%，HV9910支持100 Hz~1 kHz的PWM调光。

[0024] 光传感器电路原理图如图5所示。应用稳压芯片AMS1117将5 V电压稳压至3.3 V为BH1710提供工作电压。BH1710的引脚ADDR接至GND，引脚DVI经1μF电容接GND，引脚SCL与SDA分别经过1 kΩ的限流电阻接AT89C2051单片机的P3.2与P3.3脚。BH1710 传感器内置16bit AD转换器，直接输出数字量值，支持I^2C通信协议，应用电路无需更多外围器件，较为简单易用。

[0025] 控制模块电路原理图如图6所示。AT89C2051单片机的P3.2引脚与P3.3引脚模拟I^2C通信所需的SCL与SDA信号线，和BH1710传感器进行数据通信，来获取自调光所需要的光照强度数据。由于BH1710的工作电压为2.4 V～3.6 V，所以为了能和工作电压为5 V的单片机正常通信，需要将SDA和SCL信号线接5.1 kΩ的上拉电阻，接至5 V电源上。P1.0引脚用于向HV9910B芯片的PWMD 脚输出PWM方波信号，PWMD引脚所需的不同占空比PWM信号可由单片机内部的16 bit定时器进行精确控制产生。

[0026] 单片机AT89C2051的第4引脚与第5引脚接外界石英晶体振荡器。AT89C2051在V_{cc}=2.7 V～6 V时可支持0～12 MHz的晶振，在V_{cc}=4 V～6 V时可支持0～24 MHz的晶振。晶振两端的两个负载电容选取容值为(30±10)pF的电容较为合适。

[0027] 由于 BH1710 光强传感器内置16 bit AD，直接输出数字信号，并且支持 I^2C 通信协议，这使得驱动器的单片机程序设计变得十分容易。只需要AT89C2051单片机的P3.2与P3.3引脚模拟I^2C通信中SCL与SDA的时序，从传感器中读取其输出的数字信号即可。然后对数字信号进行处理，判断，然后通过一定的算法来修改单片机定时器的中断频率，从而改变P1.0引脚的PWM信号的占空比，使 LED 驱动器实现自动调光。

[0028] 该教学实验设备能够开设LED数码管显示实验、LED点阵显示实验、LED灯的亮度调节实验。该教学实验设备中的接口模块能够支持电力线通信、以太网通信、CAN总线通信或者Zigbee无线通信中的至少一种通信方式。

[0029] 图7示出了该教学实验设备的集中式网络拓扑连接图，教学实验设备1通过电力线/以太网/CAN/Zigbee中的某一种通信方式与教学实验设备2、教学实验设备3、到教学实验设备n相连接，形成以教学实验设备1为集中控制器的集中式网络拓扑结构，用于模拟一个房间内部照明控制。教学实验设备1相当于集中控制面板，教学实验设备2到n，相当于每个房间内每盏灯的单灯控制器。给每个教学实验设备设定地址后，教学实验设备1就能对网络内的其他教学实验设备进行单独控制或群组控制。

[0030] 该实验设备能够开设基于电力线载波的LED照明控制实验、基于以太网的LED照明控制实验、基于CAN总线的LED照明控制实验和基于Zigbee的LED照明控制实验。

[0031] 图8示出了该教学实验设备的集散式网络拓扑连接图。实验设备1通过电力线/以太网/CAN/Zigbee中的某一种通信方式与实验设备2相连接，实验设备2再通过电力线/以太网/CAN/Zigbee中的某一种通信方式与实验设备3、到实验设备n相连接，形成以实验设备1为集中控制器、实验设备2为分控器的集散式网络拓扑结构，用于模拟一撞楼宇内部照明控制，则实验设备1相当于楼宇照明总控制器，实验设备2相当于每个楼层的照明分控制器，实验设备3到n相当于每个房间的照明控制器。整个系统可以为某一种通信方式，也可以是不同种通信方式。为每个实验设备的设定地址后，实验设备1和2就能对网络内的其他实验设备进行单独控制或群组控制，其中实验设备2起到数据转发的网桥功能。

[0032] 该教学实验设备按照实验难度分为基础性实验、综合性实验和设计性实验三个层次，其中设计性实验可以极大地激发学生的实验热情，调动学生的积极性和主动性；使学生从市场和用户的角度出发，提高学生的自主学习能力和岗位适应能力。该教学实验设备适用于光源与照明专业的实验教学，填补了市场空白。

[0033] 本发明的保护范围并不限于上述的实施例，显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变形而不脱离本发明的范围和精神。倘若这些改动和变形属于本发明权利要求及其等同技术的范围内，则本发明的意图也包含这些改动和变形在内。

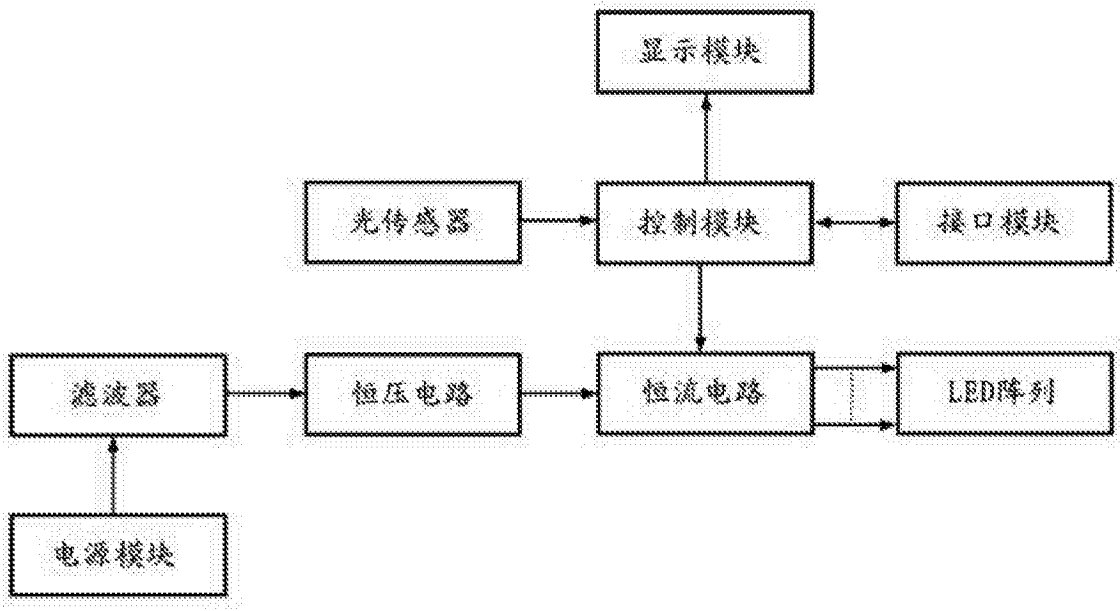

显示模块
光传感器
控制模块
接口模块
滤波器
恒压电路
恒流电路
LED阵列
电源模块

图1

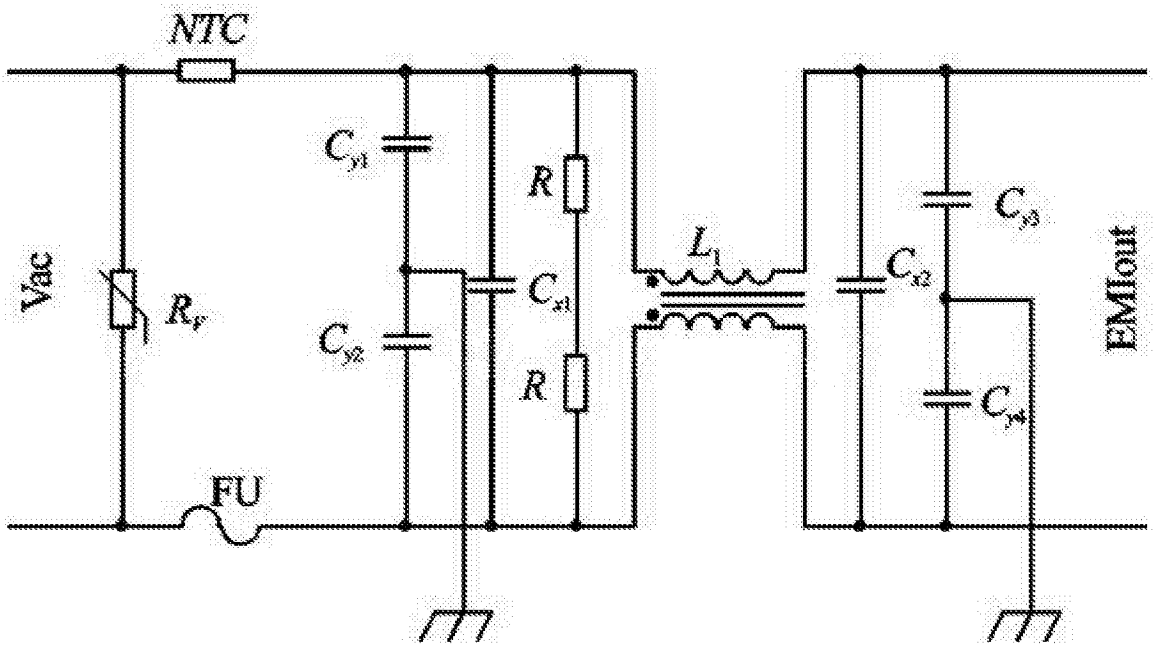

NTC
Vac
R_r
C_{y1}
C_{y2}
R
C_{x1}
R
FU
L_1
C_{x2}
C_{y3}
C_{y4}
EMIout

图2

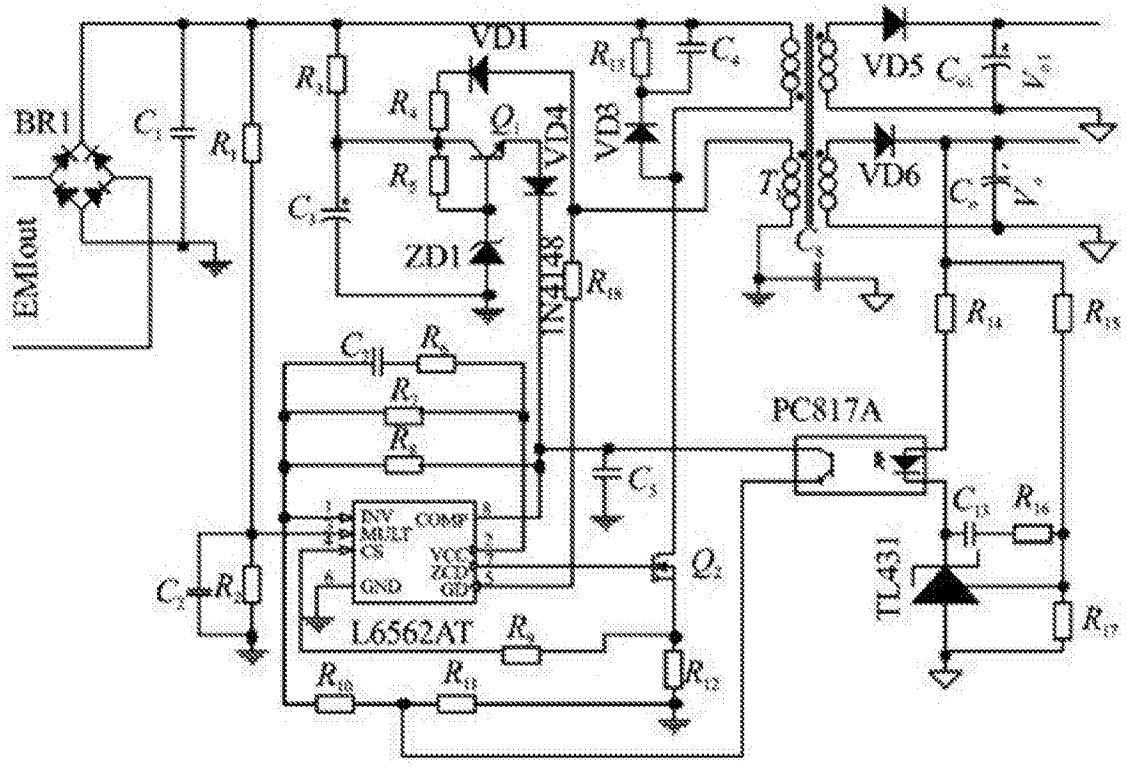

BR1
EMIout
VD1
VD2
VD3
VD4
VD5
VD6
ZD1
1N4148
T
PC817A
TL431
L6562AT
INV
MULT
COMP
CS
VCC
ZCD
GND

图3

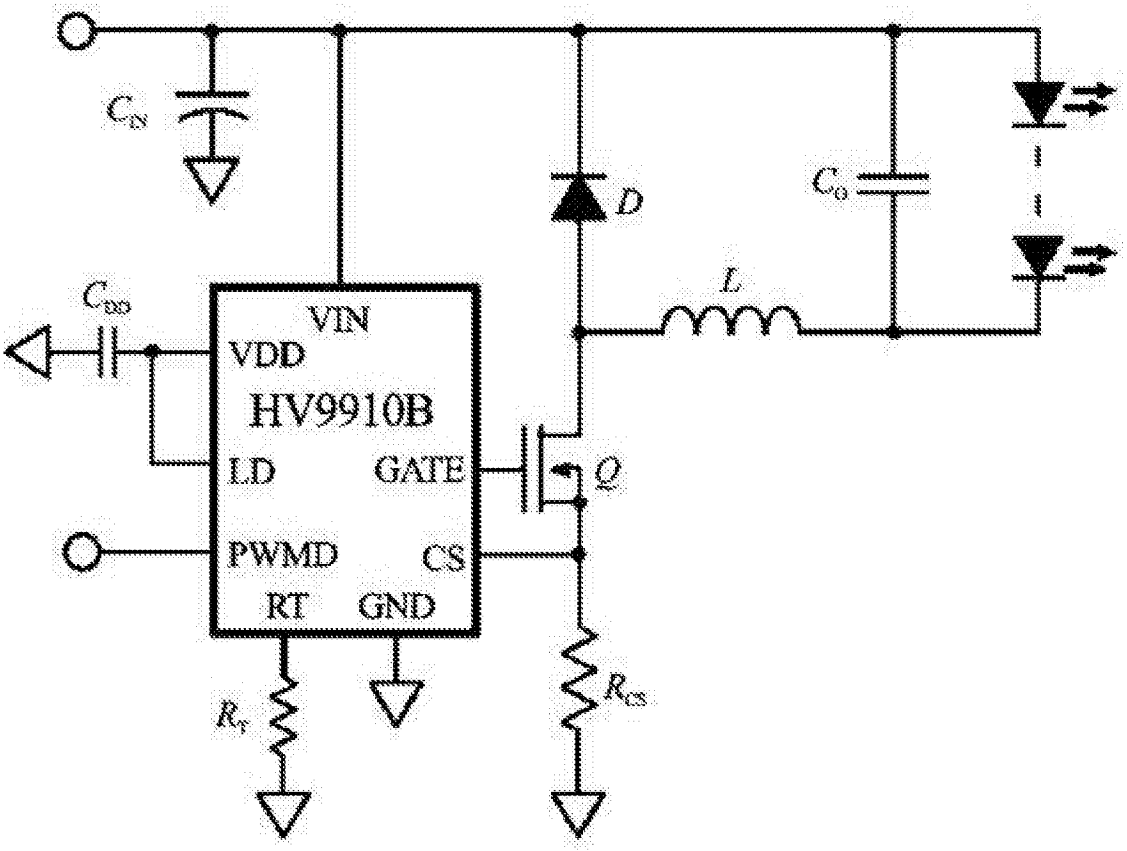

VIN
VDD
HV9910B
LD
GATE
PWMD
CS
RT
GND
D
L
Q

图4

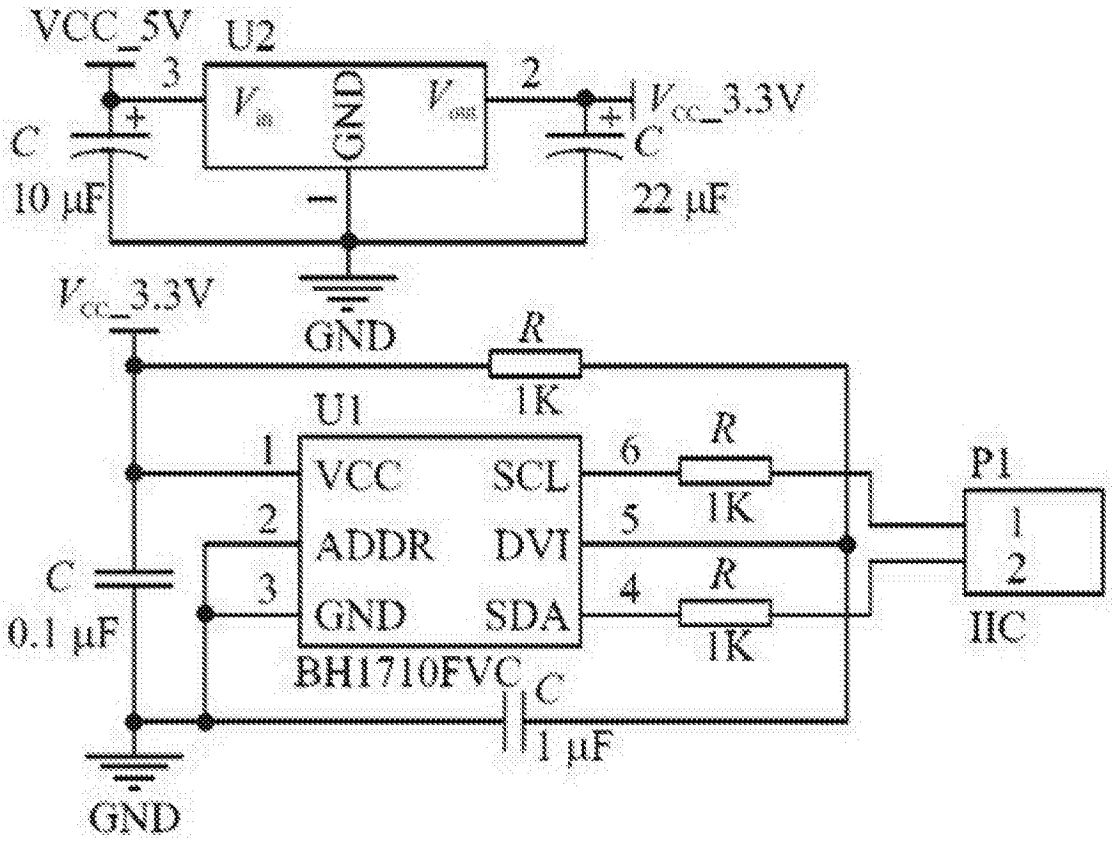

VCC_5V
U2
3
2
C
10 μF
GND
V_{cc}_3.3V
22 μF
V_{cc}_3.3V
GND
R
1K
U1
1
VCC
SCL
6
R
1K
P1
2
ADDR
DVI
5
1
2
C
0.1 μF
3
GND
SDA
4
R
1K
IIC
BH1710FVC
C
1 μF
GND

图5

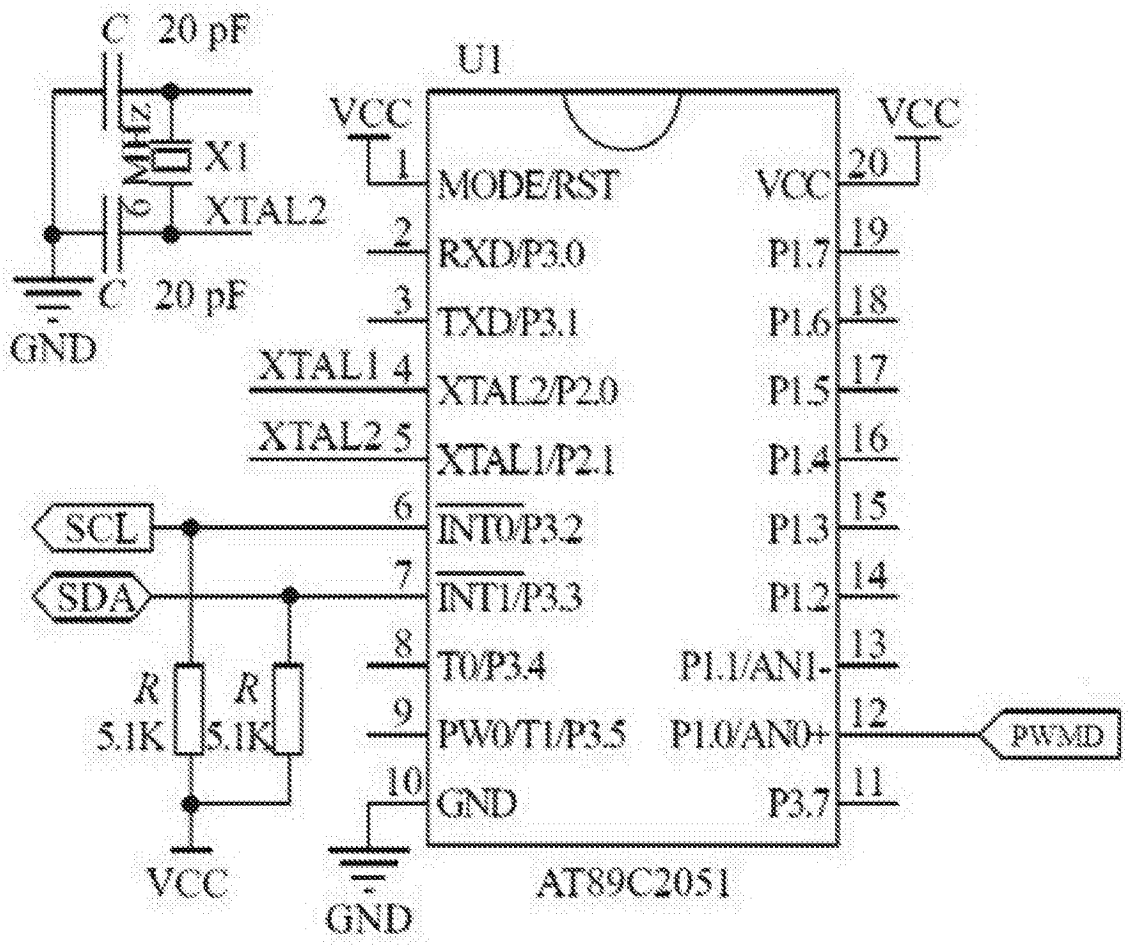

C 20 pF
X1
XTAL2
C 20 pF
GND
U1
VCC
1
MODE/RST
2
RXD/P3.0
3
TXD/P3.1
XTAL1 4
XTAL2/P2.0
XTAL2 5
XTAL1/P2.1
6
INT0/P3.2
SCL
7
INT1/P3.3
SDA
8
T0/P3.4
R 5.1K
R 5.1K
9
PWO/T1/P3.5
10
GND
VCC
GND
AT89C2051
VCC
20
VCC
P1.7
19
P1.6
18
P1.5
17
P1.4
16
P1.3
15
P1.2
14
P1.1/AN1-
13
P1.0/AN0+
12
PWMD
P3.7
11

图6

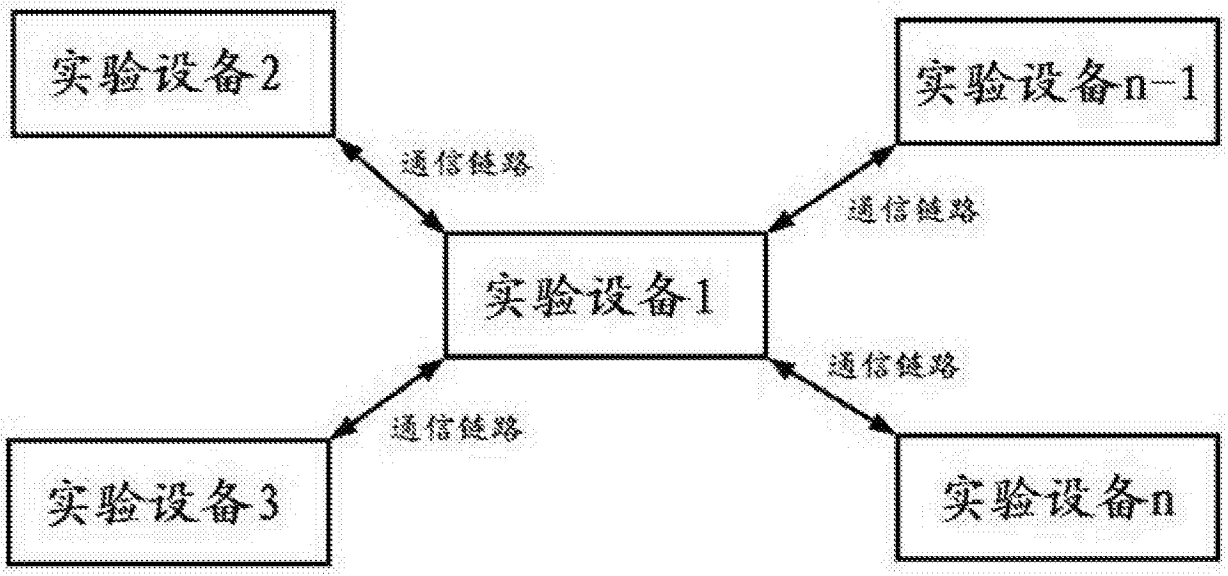

实验设备2
实验设备n-1
通信链路
通信链路
实验设备1
通信链路
通信链路
实验设备3
实验设备n

图7

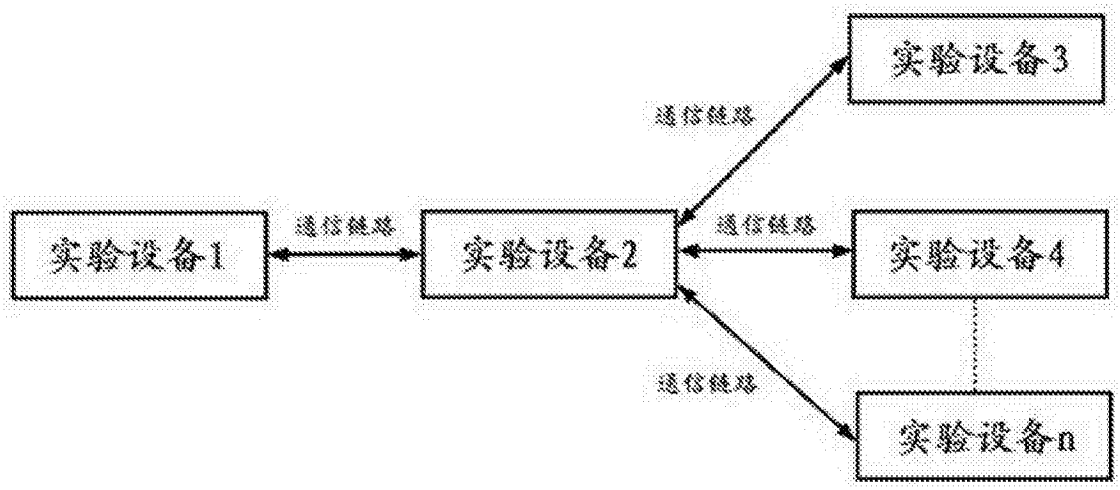


图8