



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115792477 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 14

(21) 申请号 202310066119.8

(22) 申请日 2023.02.06

(71) 申请人 北京京瀚禹电子工程技术有限公司  
地址 102200 北京市昌平区沙河镇松兰堡村西海特光电院内办公楼1层102室

(72) 发明人 王臣 刘龙超 赵杰 杜雅林

(74) 专利代理机构 北京鑫瑞森知识产权代理有限公司 11961  
专利代理师 王钟楠

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

权利要求书1页 说明书4页 附图10页

(54) 发明名称

一种基于高精度仪器的自动测试系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于高精度仪器的自动测试系统,属于自动化测试领域,本发明是一种基于直流电源、高精度数字万用表的一套集成测试系统,包括上位机软件、测试母板、电源、信号发生器、示波器、电子负载和数字万用表,本系统可以用于芯片、板卡、系统的电性能测试;采用高精度的数字万用表和直流电源集成出性能与国外测试系统相同性能的测试系统。且成本远低于现有的测试系统。



1. 一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,包括测试母板、电源、信号发生器、示波器、电子负载、数字万用表和测试系统管理终端;

所述电源、信号发生器、示波器、电子负载和数字万用表均与测试母板连接;

所述测试系统管理终端通过高速USB串行接口与测试母板进行通信;

所述测试母板用于转发测试系统管理终端的通信信息,待测设备与测试母板连接后,通过读取待测设备测量信息,将测量信息反馈到测试系统管理终端;

所述测试母板用于转发测试系统管理终端的通信信息,待测设备与测试母板连接后,通过读所述测试系统管理终端用于与测试母板进行连接,将接收到的测试母板的测试信息进行转换,自动适配待测设备型号,并将通信结果及测试数据结果显示和将测试数据结果储存;取待测设备测量信息,将测量信息反馈到测试系统管理终端;

所述测试母板包括单片机控制电路、USB\_HUB从设备扩展电路、设备接口和子板接口。

2. 根据权利要求1所述的一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,所述单片机控制电路用于显示测试进程和测试结果,同时控制测试流程,利用单片机IO口实现图形功能,与待测设备进行通信。

3. 根据权利要求1所述的一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,所述USB\_HUB从设备扩展电路用于在基于高精度仪器的自动测试系统中增加上位机测试系统管理终端作为主设备,其它设备作为从设备进行通信。

4. 根据权利要求1所述的一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,所述设备接口和子板接口用于实现外部设备与子板的连接,将数字电源、信号发生器、电子负载、示波器、万用表和待测设备与测试母板进行连接,进行测试。

5. 根据权利要求1所述的一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,所述USB\_HUB从设备扩展电路、设备接口和子板接口分别与单片机控制电路连接。

6. 根据权利要求1所述的一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,所述USB\_HUB从设备扩展电路包括2个SL2.1A芯片、6个U-USBAR04P-F001芯片和1个micro 5P\_C77238芯片。

7. 根据权利要求1所述的一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,所述设备接口包括数字发生器电路、信号发生器电路、电子负载电路、示波器电路和数字万用表电路。

8. 根据权利要求1所述的一种基于高精度仪器的自动测试系统,其特征在于,所述子板接口包括2个CON32X2芯片。

## 一种基于高精度仪器的自动测试系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及自动化测试领域,具体涉及一种基于高精度仪器的自动测试系统。

### 背景技术

[0002] 目前,随着时代不断发展,工业技术不断提升,工业化普及程度越来越高,许多厂家都购置了许多自动化生产仪器或设备,这也导致许多设备以及仪器对其精度的稳定性和准确度要求越来越高,如果有高精度参数测试需求则需要通过示波器、高精度万用表、数字电源等手动安装后进行测试,手动记录,但是该方法测试效率低,且保存数据繁琐。

[0003] 因此,设计出一种能够利用现有的高精度万用表和直流平台配合软件部分可以实现器件自动测试、测试数据保存且能够价格低廉能被广泛利用的装置是很有必要的。

### 发明内容

[0004] 本发明克服现有技术的不足,针对上诉缺点本发明做出了以下的改进和优化。

[0005] 本发明的目的通过以下的技术方案实现:

提供了一种基于高精度仪器的自动测试系统,包括测试母板、电源、信号发生器、示波器、电子负载、数字万用表和测试系统管理终端;

所述电源、信号发生器、示波器、电子负载和数字万用表均与测试母板连接;

所述测试系统管理终端通过高速USB串行接口与测试母板进行通信;

所述测试母板用于转发测试系统管理终端的通信信息,待测设备与测试母板连接后,通过读取待测设备测量信息,将测量信息反馈到测试系统管理终端;

所述测试母板用于转发测试系统管理终端的通信信息,待测设备与测试母板连接后,通过读所述测试系统管理终端用于与测试母板进行连接,将接收到的测试母板的测试信息进行转换,自动适配待测设备型号,并将通信结果及测试数据结果显示和将测试数据结果储存;取待测设备测量信息,将测量信息反馈到测试系统管理终端;

所述测试母板包括单片机控制电路、USB\_HUB从设备扩展电路、设备接口和子板接口。

[0006] 优选的,所述单片机控制电路用于显示测试进程和测试结果,同时控制测试流程,利用单片机IO口实现图形功能,与待测设备进行通信。

[0007] 优选的,所述USB\_HUB从设备扩展电路用于在基于高精度仪器的自动测试系统中增加上位机测试系统管理终端作为主设备,其它设备作为从设备进行通信。

[0008] 优选的,所述设备接口和子板接口用于实现外部设备与子板的连接,将数字电源、信号发生器、电子负载、示波器、万用表和待测设备与测试母板进行连接,进行测试。

[0009] 优选的,所述USB\_HUB从设备扩展电路、设备接口和子板接口分别与单片机控制电路连接。

[0010] 优选的,所述USB\_HUB从设备扩展电路包括2个SL2.1A芯片、6个U-USBAR04P-F001芯片和1个micro 5P\_C77238芯片。

[0011] 优选的,所述设备接口包括数字发生器电路、信号发生器电路、电子负载电路、示波器电路和数字万用表电路。

[0012] 优选的,所述子板接口包括2个CON32X2芯片。

[0013] 本发明提供了一种基于高精度仪器的自动测试系统,其系统通过外围设备组建整套测试系统,所以测试系统维护便捷,芯片内部集成多种外设,能够满足系统要求,且该芯片运行速度快,价格合理,能够降低系统成本。价格低廉,易于替换测试组件,适配大多数设备;系统可扩展性优于现有设备;测试系统的测量、电源精度等取决于外围设备的精度,更换设备可以提高系统的整体精度;并能够对待测设备进行自动测试、测试数据自动保存,自动化程度高。系统采用高速高精度时钟8M和RTC时钟作为系统的时钟输入,配合STM32F407VGT6芯片内部的PLL倍频生成芯片内部的高速总线时钟,实现高速信号处理。

## 附图说明

[0014] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

- [0015] 图1为本发明高精度仪器的自动测试系统的结构示意图;  
图2为本发明单片机控制电路的主控芯片电路部分连接示意图;  
图3为本发明单片机控制电路的主控芯片电路部分连接示意图;  
图4为本发明主控芯片电路的外围部分电路示意图;  
图5为本发明测试母板的按钮及显示电路示意图;  
图6为本发明USB\_HUB从设备扩展部分电路图;  
图7为本发明USB\_HUB从设备扩展部分电路图  
图8为本发明数字电源电路图;  
图9为本发明信号发生器电路图;  
图10为本发明电子负载电路图;  
图11为本发明示波器电路图;  
图12为本发明数字万用表电路图;  
图13为本发明子板接口的其中一个CON32X2芯片电路图;  
图14为本发明子板接口的其中一个CON32X2芯片电路图;  
图15为本发明LT1936连接电路图;  
图16为本发明测试系统管理终端使用界面图。

## 具体实施方式

[0016] 以下结合具体实施例对一种基于高精度仪器的自动测试系统作进一步的详细描述,这些实施例只用于比较和解释的目的,本发明不限于这些实施例中。

[0017] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“左”、“右”、“顶”、“底”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。

[0018] 在一实施例中,提供了一种基于高精度仪器的自动测试系统,如图1所示,提供了一种基于高精度仪器的自动测试系统,包括测试母板、电源、信号发生器、示波器、电子负载、数字万用表和测试系统管理终端;

所述电源、信号发生器、示波器、电子负载和数字万用表均与测试母板连接;

所述测试系统管理终端通过高速USB串行接口与测试母板进行通信;

所述测试母板用于转发测试系统管理终端的通信信息,待测设备与测试母板连接后,通过读取待测设备测量信息,将测量信息反馈到测试系统管理终端;

所述测试母板用于转发测试系统管理终端的通信信息,待测设备与测试母板连接后,通过读所述测试系统管理终端用于与测试母板进行连接,将接收到的测试母板的测试信息进行转换,自动适配待测设备型号,并将通信结果及测试数据结果显示和将测试数据结果储存;取待测设备测量信息,将测量信息反馈到测试系统管理终端;

通信结果包括测试母板与待测设备之间的通信连接是否成功,测试数据结果包括待测设备的型号信息及其各端口连接是否正常。

[0019] 所述测试母板包括单片机控制电路、USB\_HUB从设备扩展电路、设备接口和子板接口。

[0020] 优选的,所述单片机控制电路用于显示测试进程和测试结果,同时控制测试流程,利用单片机IO口实现图形功能,与待测设备进行通信。

[0021] 如图2~5所示,图2和图3为单片机控制电路的主控芯片电路,图4为主控芯片电路的外围部分,包括复位电路、8M晶振电路、RTC电路和调试接口电路,图5为USB测试电路图,该部分电路主要提供USB接口与测试系统管理终端进行通信。

[0022] 1. 单片机控制电路:

该部分电路主要提供USB与主机进行通信,用于显示测试进程和测试结果,同时控制测试流程,后续利用单片机IO口实现图形功能,可以与待测器件进行通信。

[0023] 单片机电路实现人机交互系统,提供外部测试按键和测试结果显示;通过按键进行测试流程控制,使用LED显示测试结果和系统状态。在本实施例中,本系统采用高速高精度时钟8M和RTC时钟作为系统的时钟输入,配合STM32F407VGT6芯片内部的PLL倍频生成芯片内部的高速总线时钟,实现高速信号处理。RTC时钟用来实现时钟。

[0024] 单片机系统通过上位机的指令实现对外部测试仪器的控制,同时采集设备的测量信息,对数据简单处理后将测试信息包发送到上位机,主控芯片采用STM32F407VGT6,该芯片采用ARM Cortex-M4 内核,芯片内部集成多种外设,能够满足系统要求,且该芯片运行速度快,价格合理,能够降低系统成本。

[0025] 优选的,所述USB\_HUB从设备扩展电路用于在基于高精度仪器的自动测试系统中增加上位机测试系统管理终端作为主设备,其它设备作为从设备进行通信。

[0026] 优选的,所述设备接口和子板接口用于实现外部设备与子板的连接,将数字电源、信号发生器、电子负载、示波器、万用表和待测设备与测试母板进行连接,进行测试。

[0027] 优选的,所述USB\_HUB从设备扩展电路、设备接口和子板接口分别与单片机控制电路连接。

[0028] 优选的,所述USB\_HUB从设备扩展电路包括2个SL2.1A芯片、6个U-USBAR04P-F001芯片和1个micro 5P\_C77238芯片。

[0029] 如图6和图7所示,为本发明的USB\_HUB从设备扩展电路图;增加上位机测试系统管理终端作为主设备,其它设备作为从设备进行通信,为了方便进行集成,母板增加USB\_HUB电路,主要采用两片SL2.1A芯片完成电路功能。

[0030] 在本发明的测试系统中添加上位机作为主设备,其它设备作为从设备进行通信,为了方便进行集成,母板增加USB\_HUB电路,主要采用两片SL2.1A芯片完成电路功能。

[0031] USB从设备电路用来实现USB\_HUB电路,该电路可以实现一个主机,多个从机,实现系统设备的扩展,将各种测量设备集成到系统中,USB主控为STM32F407VGT6芯片,芯片通过该部分电路实现对各种测试仪器的配置和读取。

[0032] 优选的,所述设备接口包括数字发生器电路、信号发生器电路、电子负载电路、示波器电路和数字万用表电路。

[0033] 如图8~12所示,为本发明设备接口数字电源电路、信号发生器电路、电子负载电路、示波器电路、万用表电路示意图,该部分电路实现外部设备与子板的连接,将数字电源、信号发生器、电子负载、示波器、万用表等设备与母板进行连接,进行测试。

[0034] 优选的,所述子板接口包括2个CON32X2芯片。

[0035] 如图13、图14所示,子板接口包括2个CON32X2芯片,测试子板需要根据不同待测芯片的原理进行设计,在本实施例中以LT1936芯片为例,该芯片为Linear生产的一款最大1.4A电源输出的降压电源芯片,通过模板提供的测试资源,可以基本实现该芯片的功能和参数测试。

[0036] 该部分电路用于实现外部设备与子板的连接,将数字电源、信号发生器、电子负载、示波器、万用表等设备与子板进行连接,进行测试。

[0037] 子板接口在本实施例中采用常用的欧式插座,可以兼容部分测试仪器,设备接口均为常用的设备接口,方便更换,成本较低。

[0038] 测试子板需要根据不同待测芯片的原理进行设计,以LT1936芯片为例,该芯片为Linear生产的一款最大1.4A电源输出的降压电源芯片,通过模板提供的测试资源,可以基本实现该芯片的功能和参数测试,测试子板中的母板接口用于母板连接。通过该接口可以更灵活的对各种芯片进行定制测量,芯片测试符合国标要求,满足数据手册测量条件。

[0039] 在本实施例中,使用LT1936作为待测设备,如图15所示的LT1936连接电路图,本系统其他设备采用两路可控电源0~36V、两路数字万用表(型号2002:八位半)、一路电子负载、两路示波器和一路信号发生器,同时测试母板提供LED显示和按键控制功能,测试母板通过读取LT1936芯片信息,测试系统管理终端获得如图16所示的界面,通过以下步骤测试:

- 1) 读取用户配置文件,根据用户配置文件设定测试流程、测试条件等;
- 2) 与LT1936进行连接,自动适配测试设备型号,进行通信,并将通信结果显示;
- 3) 用户填写器件型号、流程卡、人员等信息后进行数据存储;
- 4) 点击开始测试按键进行测试;
- 5) 测试完成后自动处理和保存数据。

[0040] 最后应当说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对本发明保护范围的限制,尽管参照较佳实施例对本发明作了详细地说明,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实质和范围。

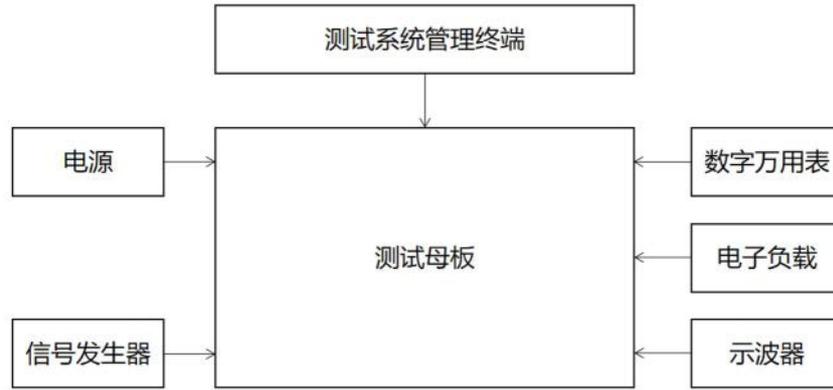


图 1

U2A

PA0-WKUP/PA0/USART2_CTS/UART4_TX/ETH_MII_CRIS/TIM2_CH1_ETR/TIM5_CH1/TIM8_ETR/EVENTOUT/ADC123_IN0/WKUP	23 PA0
PA1/USART2_RTS/UART4_RX/ETH_RMII_REF_CLK/ETH_MII_RX_CLK/TIM5_CH2/TIM2_CH2/EVENTOUT/ADC123_IN1	24 PA1
PA2/USART2_TX/TIM5_CH3/TIM9_CH1/TIM2_CH3/ETH_MDI0/EVENTOUT/ADC123_IN2	25 PA2
PA3/USART2_RX/TIM5_CH4/TIM9_CH2/TIM2_CH4/OTG_HS_ULPI_D0/ETH_MII_COLE/EVENTOUT/ADC123_IN3	26 PA3
PA4/SP1_NSS/SP3_NSS/USART2_CK/DCM1_HSYNCO/OTG_HS_SOF/2S3_WS/EVENTOUT/ADC12_IN4/DAC1_OUT	27 PA4
PA5/SP1_SCK/OTG_HS_ULPI_CK/TIM2_CH1_ETR/TIM8_CH1/EVENTOUT/ADC12_INSDAC2_OUT	28 PA5
PA6/SP1_MISO/TIM8_BKIN/TIM13_CH1/DCM1_PXCLK/TIM5_CH1/TIM1_BKIN/EVENTOUT/ADC12_IN6	29 PA6
PA7/SP1_MOSI/TIM8_CH1N/TIM14_CH1/TIM3_CH12/ETH_MII_RX_DV/TIM1_CH1N/RMII_CRS_DV/EVENTOUT/ADC12_IN7	30 PA7
PA8/R0I/USART1_CK/TIM1_CH1/DC1_SCLK/OTG_FS_SOF/EVENTOUT	31 PA8
PA9/USART1_TX/TIM1_CH2/DC3_SMB/DCM1_D0/EVENTOUT/OTG_FS_VBUS	32 PA9
PA10/USART1_RX/TIM1_CH3/OTG_FS_ID/DCM1_D1/EVENTOUT	33 PA10
PA11/USART1_CTS/CAN1_RX/TIM1_CH4/OTG_FS_DM/EVENTOUT	34 PA11 PA11
PA12/USART1_RTS/CAN1_TX/TIM1_ETR/OTG_FS_DP/EVENTOUT	35 PA12 PA12
PA13/TIM5-SWDIO/OTG_FS-SWDIO/EVENTOUT	36 PA13
PA14/JTCK-SWCLK/JTCK-SWCLK/EVENTOUT	37 PA14
PA15(OTD)/JTDS/SP3_NSS/2S3_WS/TIM2_CH1_ETR/SP1_NSS/EVENTOUT	38 PA15
PB0/TIM3_CH3/TIM8_CH2/NOTG_HS_ULPI_D1/ETH_MII_RXD2/TIM1_CH2N/EVENTOUT/ADC12_IN8	39 PB0
PB1/TIM3_CH4/TIM8_CH3/NOTG_HS_ULPI_D2/ETH_MII_RXD3/OTG_HS_INTN/TIM1_CH3N/EVENTOUT/ADC12_IN9	40 PB1
PB2/BOOT1/PRE/EVENTOUT	41 PB2 PB2
PB3(OTD/TRACESWO)/JTD0/TRACESWO/SP3_SCK/2S3_CK/TIM2_CH2/SP1_SCK/EVENTOUT	42 PB3
PB4(NTRST)/NTRST/SP3_MISO/TIM3_CH1/SP1_MISO/12S3ext_SD/EVENTOUT	43 PB4
PB5/I2C1_SMB/ACAN2_RX/OTG_HS_ULPI_D7/ETH_PPS_OUT/TIM8_CH2/SP1_MOSI/SP3_MOSI/DCM1_D10/2S3_SD/EVENTOUT	44 PB5
PB6/I2C1_SCL/TIM4_CH1/ACAN2_TX/DCM1_DS/USART1_TX/EVENTOUT	45 PB6
PB7/I2C1_SDA/FSMC_N1/DCM1_VSYNCO/USART1_RX/TIM4_CH2/EVENTOUT	46 PB7
PB8/TIM4_CH3/SRDIO_D4/TIM10_CH1/DCM1_D6/ETH_MII_TXD3/MC1_SCL/CAN1_RX/EVENTOUT	47 PB8
PB9/SP2_NSS/2S2_WS/TIM1_CH4/TIM11_CH1/SRDIO_DS/DCM1_D7/I2C1_SDA/CAN1_TX/EVENTOUT	48 PB9
PB10/I2C2_SCK/2S2_CK/I2C2_SCL/USART3_TX/OTG_HS_ULPI_D3/ETH_MII_RX_ER/TIM2_CH3/EVENTOUT	49 PB10
PB11/I2C2_SDA/USART3_RX/OTG_HS_ULPI_D4/ETH_RMII_TX_EN/ETH_MII_TX_EN/TIM2_CH4/EVENTOUT	50 PB11
PB12/SP2_NSS/2S2_WS/I2C2_SMB/USART3_CK/TIM1_BKIN/CAN2_RX/OTG_HS_ULPI_D5/ETH_RMII_TXD0/ETH_MII_TXD0/OTG_HS_ID/EVENTOUT	51 PB12
PB13/SP2_SCK/2S2_CK/USART3_CTS/TIM1_CH1N/CAN2_TX/OTG_HS_ULPI_D6/ETH_RMII_TXD1/ETH_MII_TXD1/EVENTOUT/OTG_HS_VBUS	52 PB13
PB14/SP2_MISO/TIM1_CH2N/TIM12_CH1/OTG_HS_DM/USART3_RTS/TIM8_CH2N/2S2ext_SD/EVENTOUT	53 PB14
PB15/SP2_MOSI/2S2_SD/TIM1_CH3N/TIM8_CH3N/TIM12_CH2/OTG_HS_DP/EVENTOUT	54 PB15

STM32F407VGT6

图 2

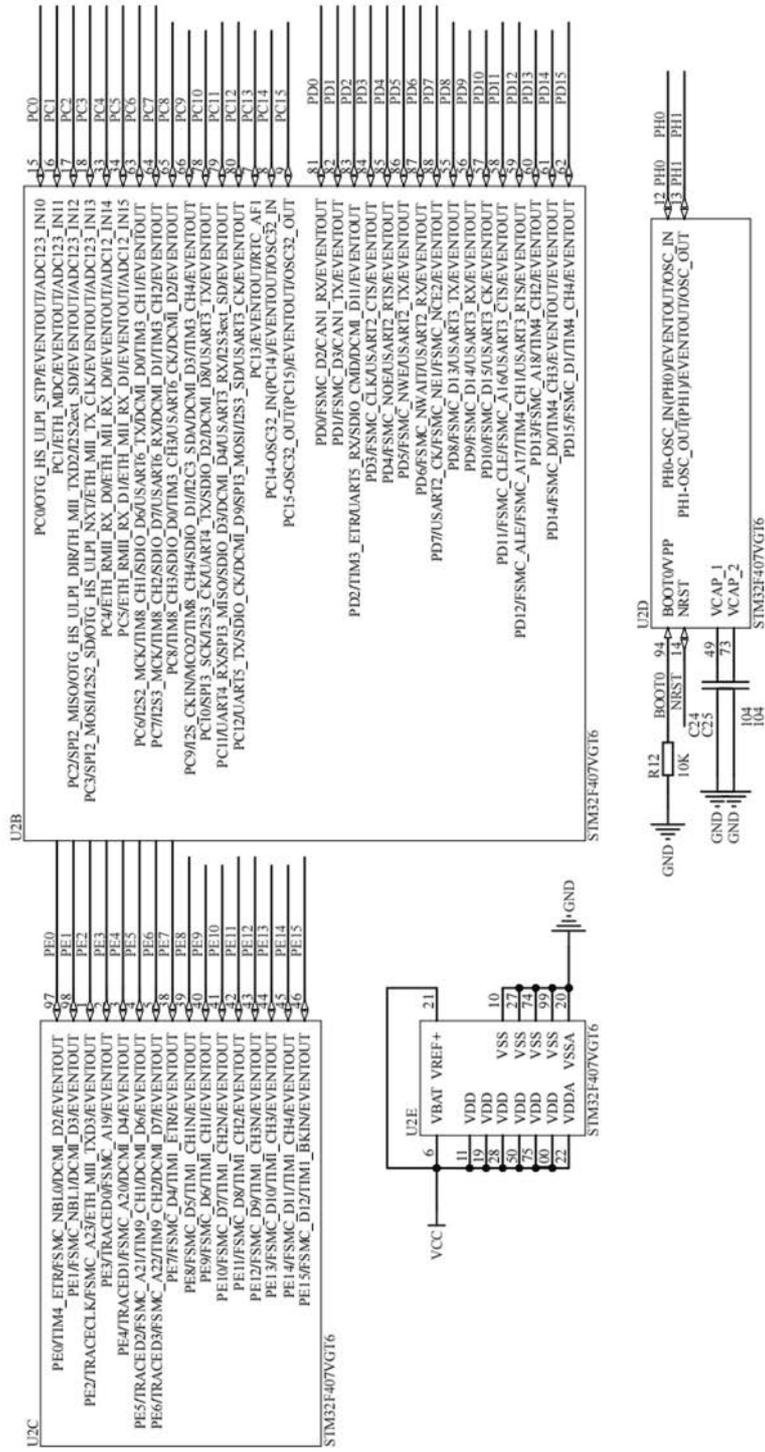


图 3

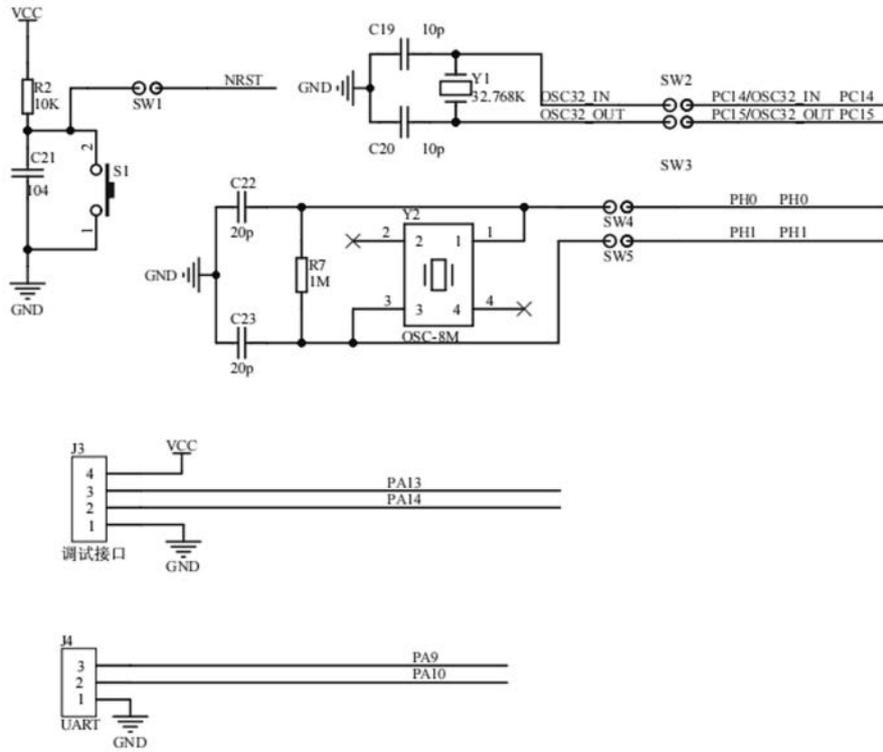


图 4

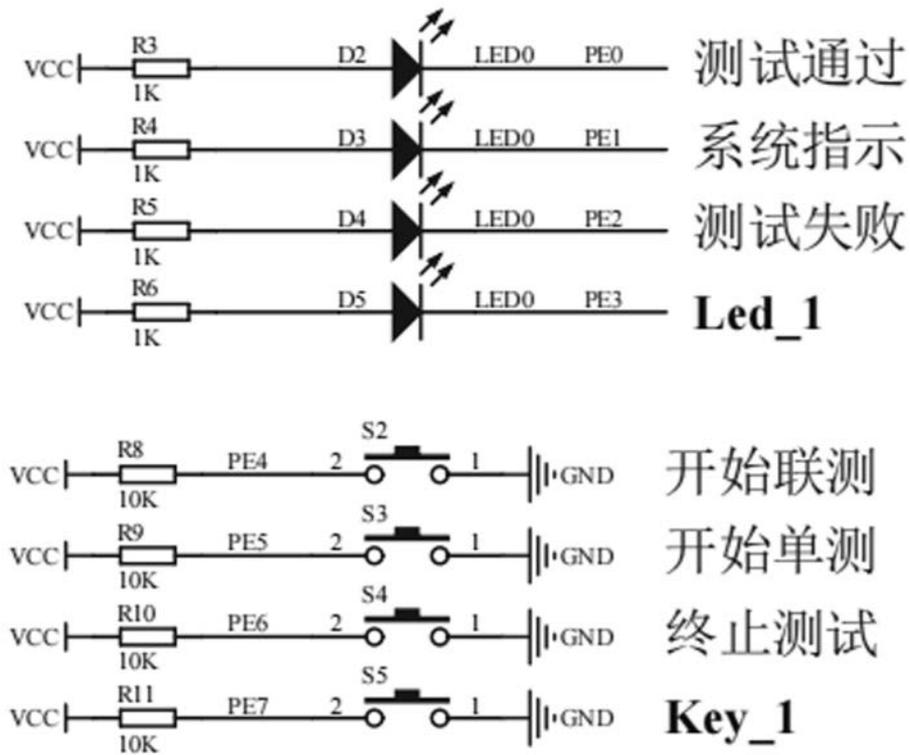


图 5

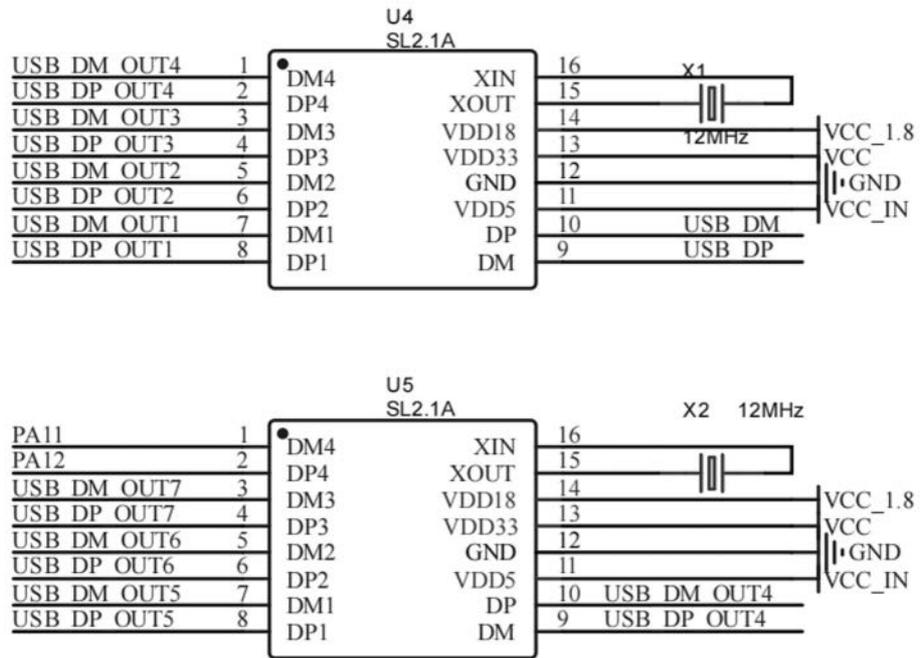


图 6

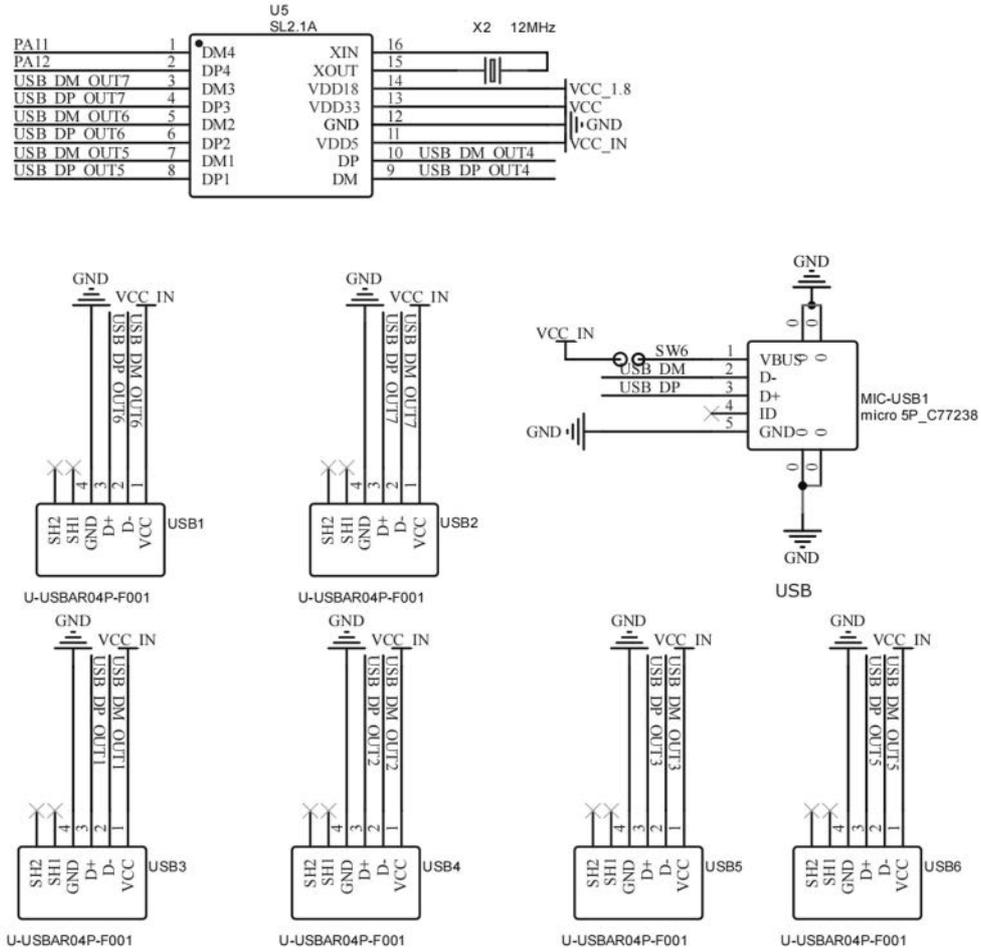


图 7

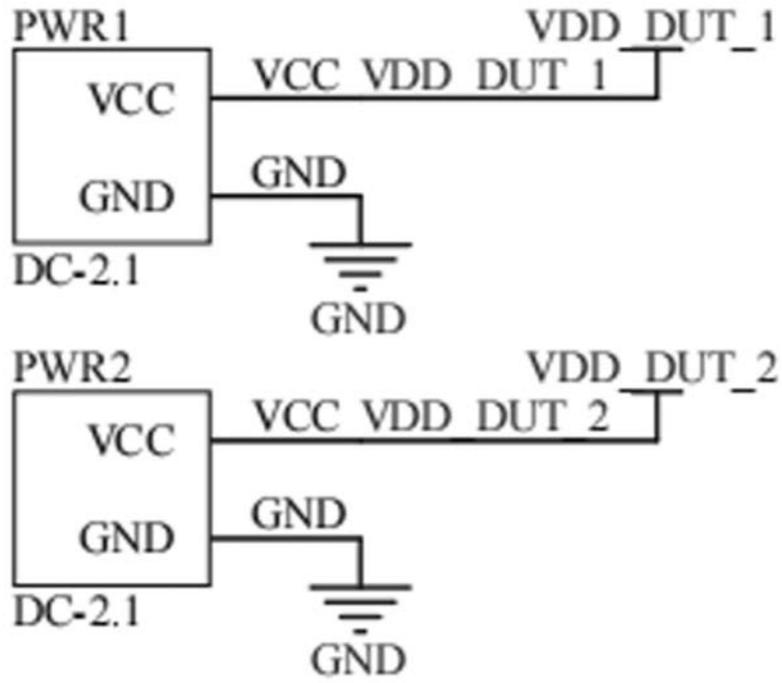


图 8

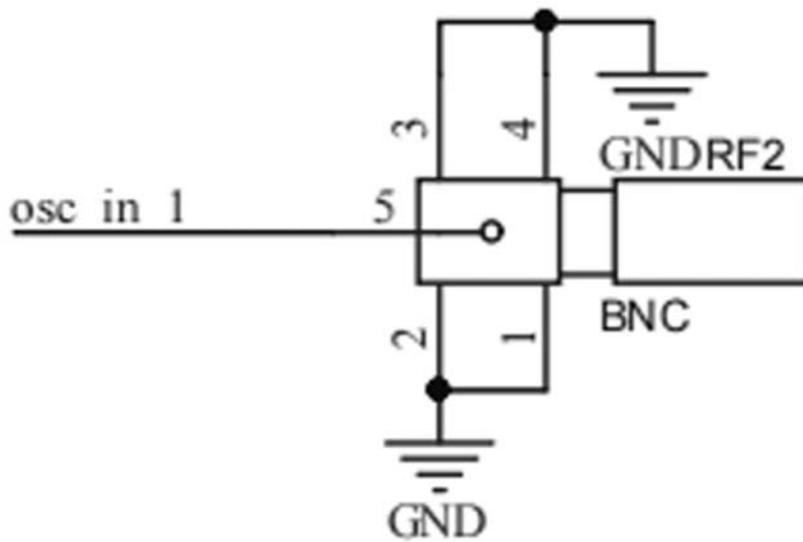


图 9

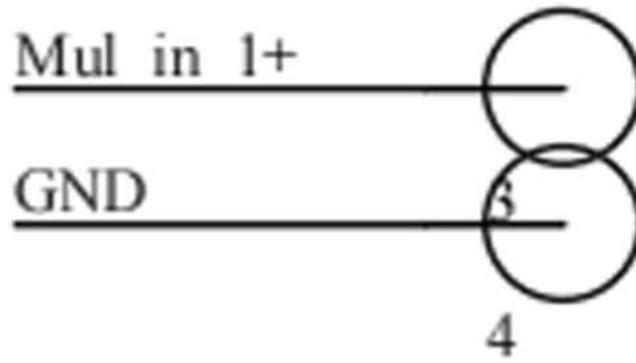


图 10

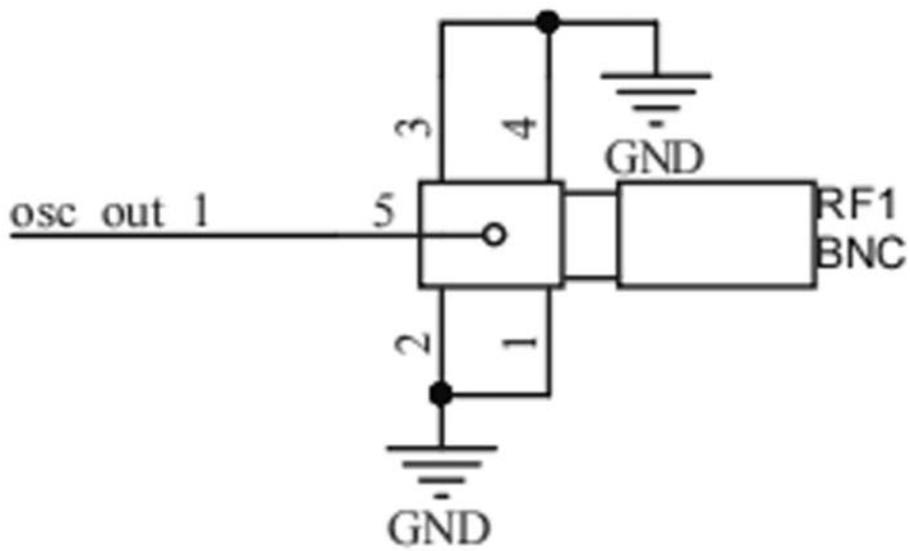


图 11

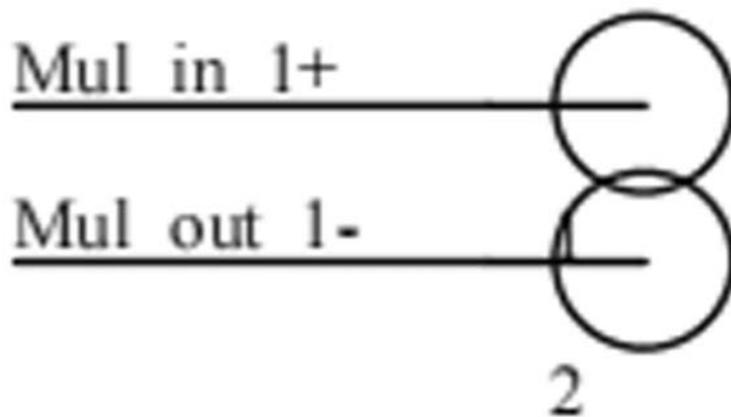


图 12

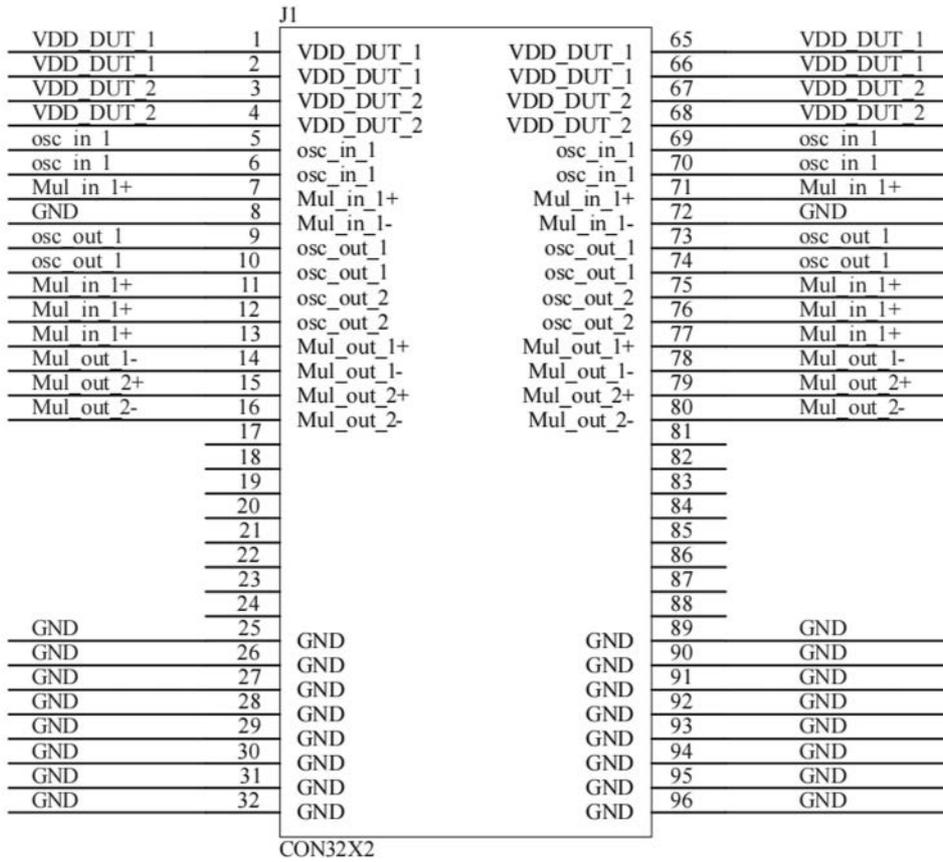


图 13

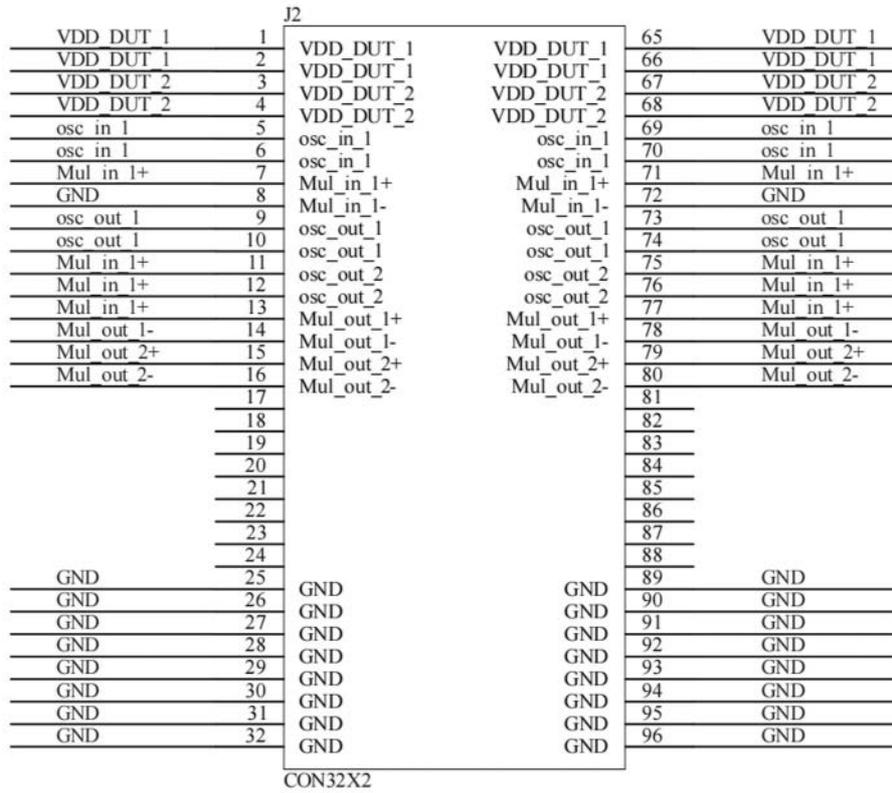


图 14

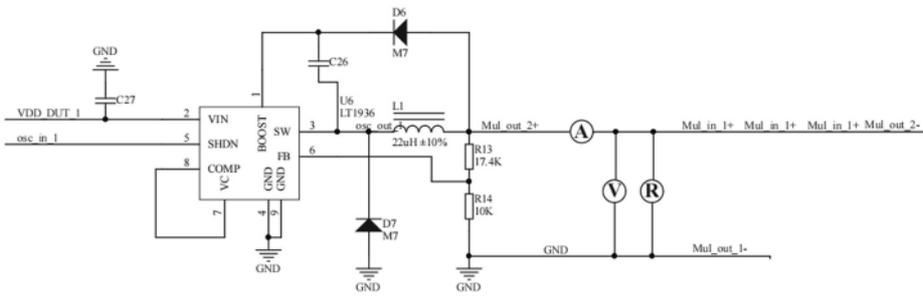


图 15



图 16