



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111289786 A  
(43)申请公布日 2020.06.16

(21)申请号 202010399716.9

(22)申请日 2020.05.13

(71)申请人 深圳市鼎阳科技股份有限公司  
地址 518000 广东省深圳市宝安区新安街  
道兴东社区68区安通达工业厂区4栋  
厂房3层、5栋办公楼1-3层

(72)发明人 林辉浪 邝被华 宋民

(74)专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有  
限公司 44281

代理人 郭燕

(51)Int.Cl.  
G01R 13/02(2006.01)

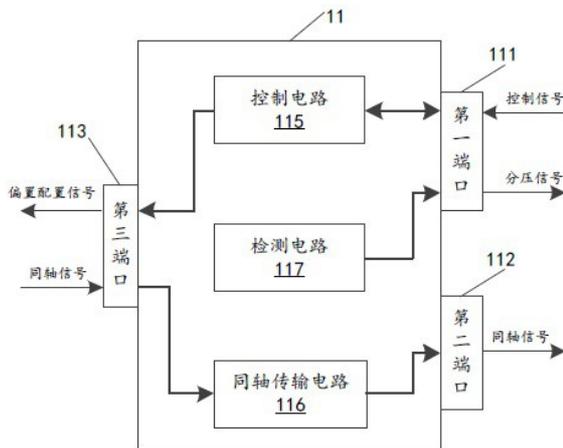
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

一种用于示波器的探头的探头接口电路和  
探头适配电路

(57)摘要

一种用于示波器的探头的探头接口电路和  
探头适配电路,其中探头包括探头接口电路和探  
头前端电路,探头接口电路包括控制电路、检测  
电路和同轴传输电路;探头接口电路用于从示波  
器的通信接口接收由示波器产生的控制信号,以  
及根据该控制信号进行直流偏置的配置以产生  
偏置配置信号,并通过其输出端输出偏置配置信  
号至探头前端电路,以使得探头前端电路在偏置  
配置信号的作用下对待检测信号进行直流偏置  
的叠加,并通过衰减调节和阻抗调节产生具有与  
示波器的BNC接口相匹配的输出阻抗的同轴信  
号。由于探头接口电路可以根据控制信号产生偏  
置配置信号,利于实现待检测信号的直流偏置的  
自由叠加,并克服现有示波器探头的功能不足之  
处。



1. 一种用于示波器的探头的探头接口电路,所述示波器包括通信接口和BNC接口,所述探头包括探头接口电路和探头前端电路,其特征在于,所述探头接口电路包括控制电路、检测电路和同轴传输电路;

所述控制电路具有输入端和输出端,所述控制电路的输入端用于与示波器的通信接口连接并接收由所述示波器产生的控制信号,以及根据接收到的所述控制信号进行直流偏置的配置以产生偏置配置信号,并通过其输出端输出所述偏置配置信号至探头前端电路,以使得所述探头前端电路在所述偏置配置信号的作用下对待检测信号进行直流偏置的叠加,并且通过衰减调节和阻抗调节产生具有与所述示波器的BNC接口相匹配的输出阻抗的同轴信号;

所述检测电路具有检测端,所述检测电路的检测端用于与所述示波器的通信接口连接,输出分压信号;所述分压信号用于被所述示波器识别且确定所接入探头的探头类型;

所述同轴传输电路具有输入端和输出端,所述同轴传输电路的输入端用于与所述探头前端电路连接并接收所述同轴信号,所述同轴传输电路的输出端用于与所述示波器的BNC接口连接;所述同轴传输电路用于对其输入端接收的所述同轴信号进行屏蔽干扰且通过其输出端发送至所述示波器的BNC接口。

2. 如权利要求1所述的探头接口电路,其特征在于,还包括供电电路,所述供电电路具有输入端和输出端,所述供电电路的输入端用于与所述示波器的通信接口连接并接收直流电,所述供电电路的输出端用于与所述探头前端电路连接;所述供电电路用于对其输入端接收的直流电进行稳压变换得到多个等级的正/负直流电,且通过其输出端输出,以使得所述探头前端电路在所述正/负直流电的驱动下进行工作。

3. 如权利要求2所述的探头接口电路,其特征在于,所述供电电路包括低压线性稳压器,在所述示波器的通信接口输出第一等级的直流电时,所述低压线性稳压器对第一等级的直流电进行直流稳压转换得到第二等级的正/负直流电,并通过所述供电电路的输出端输出第一等级的直流电和第二等级的正/负直流电。

4. 如权利要求2所述的探头接口电路,其特征在于,所述控制电路包括控制器、数模转换器和放大器;

所述控制器与所述控制电路的输入端连接,用于根据接收到的所述控制信号进行直流偏置的配置以产生配置信号;

所述数模转换器、所述放大器分别用于对所述控制器产生的配置信号进行数模转换和模拟放大,模拟放大之后生成所述偏置配置信号且通过所述控制电路的输出端输出。

5. 如权利要求4所述的探头接口电路,其特征在于,所述控制器内存储有探头参数信息,所述控制器还用于通过其输入端将所述探头参数信息发送至所述示波器的通信接口,以使得所述示波器利用所述探头参数信息生成所述控制信号;所述探头参数信息包括探头型号、探头带宽、探头输入电容、探头输入电阻、探头动态范围、探头衰减比中的一者或更多者。

6. 如权利要求2所述的探头接口电路,其特征在于,所述检测电路包括一电阻,所述电阻用于与所述示波器的通信接口配合形成分压线路且产生分压信号,并通过所述检测电路的检测端输出所述分压信号;所述分压信号的大小表示所接入探头的探头类型,所述探头类型为有源探头或特定衰减倍数的无源探头。

7. 如权利要求2-6中任一项所述的探头接口电路,其特征在于,所述探头接口电路具有第一端口、第二端口和第三端口;

所述控制电路的输入端、所述检测电路的检测端和所述供电电路的输入端构成所述探头接口电路的第一端口,所述探头接口电路的第一端口用于与所述示波器的通信接口适配连接,并传输所述控制信号、所述分压信号和直流电;

所述同轴传输电路的输出端构成所述探头接口电路的第二端口,所述探头接口电路的第二端口用于与所述示波器的BNC接口适配连接,并传输所述同轴信号;

所述控制电路的输出端、所述供电电路的输出端和所述同轴传输电路的输入端构成所述探头接口电路的第三端口,所述探头接口电路的第三端口用于与所述探头前端电路连接,并传输所述偏置配置信号、所述正/负直流电和所述同轴信号。

8. 如权利要求7所述的探头接口电路,其特征在于,所述探头接口电路的第一端口包括多路管脚,其中两路管脚构成所述控制电路的输入端并分别作为数据线、时钟线且配合传输所述控制信号,一路管脚构成所述检测电路的检测端并作为探头识别线且传输所述分压信号,三路管脚构成所述供电电路的输入端并分别作为正极电源线、负极电源线、接地线且配合传输直流电。

9. 如权利要求8所述的探头接口电路,其特征在于,所述探头接口电路的第二端口通过单通道的同轴线缆与所述同轴传输电路的输出端连接,所述探头接口电路的第三端口用于通过多通道的同轴线缆与所述探头前端电路连接。

10. 一种示波器的探头适配电路,其特征在于,包括:

通信接口和BNC接口,分别用于适配接入权利要求7-9中任一项所述探头接口电路的第一端口和第二端口;

电源电路,与所述通信接口连接,用于通过所述通信接口输出直流电;

识别电路,包括模数转换器,所述模数转换器的输入端与所述通信接口连接且经过一预设阻值的电阻连接至所述电源电路;所述识别电路用于利用内部的电阻与所述探头接口电路中的检测电路形成分压线路,以及利用所述模数转换器识别所述通信接口接收的分压信号;

阻抗电路,包括一预设阻值的阻抗元件,该阻抗元件的一端与所述BNC接口连接,另一端与所述电源电路的接地端连接;所述阻抗电路用于对所述BNC接口接收的所述同轴信号产生相匹配的输出阻抗;

处理器,与所述通信接口、所述BNC接口和所述识别电路中模数转换器的输出端连接,用于产生所述控制信号且通过所述通信接口输出,利用所述BNC接口获取所述同轴信号且进行数字分析得到数字分析结果,以及利用模数转换后的分压信号确定所接入探头的探头类型并且在确定所述探头类型之后生成所述控制信号。

## 一种用于示波器的探头的探头接口电路和探头适配电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及示波器技术领域,具体涉及一种用于示波器的探头的探头接口电路和探头适配电路。

### 背景技术

[0002] 示波器探头是把被测信号连接到示波器输入上的设备,其性能对测量结果的准确性以及正确性至关重要,它实质上是连接被测电路与示波器输入端的电子部件。最简单的探头是连接被测电路与电子示波器输入端的一根导线,由于没有采取屏蔽措施很容易受到外界电磁场的干扰,而且本身等效电容较大,容易造成被测电路的负载增加;然而,复杂的探头由阻容元件和有源器件组成。通常可以将示波器探头分为有源探头和无源探头。

[0003] 其中,无源探头由线缆和无源器件构成,探头不需要电源供电。无源探头通常能提供 $1\text{M}\Omega$ 或者 $10\text{M}\Omega$ 的高输入阻抗,但是输入电容无法做到很小,所以无源探头的带宽无法做到很高,带宽一般在 $500\text{MHz}$ 以内。有源探头内包含有源器件,比如放大器、晶体管,同时需要外部提供电源。有源探头在实现高输入阻抗的同时也能做到很小的输入电容,负载效应要明显优于无源探头,有源探头的带宽一般能做到大于 $1\text{GHz}$ 。

[0004] 此外,有源探头分为单端有源探头和差分有源探头。单端有源探头以地为参考,实现对被测电路单点测试,可以满足大部分应用场合;差分探头主要用于观测差分信号,差分信号时相互参考,而不是以地为参考。当前,有源探头多应用在中高端的示波器中,并一直被国外品牌如泰克、安捷伦等垄断,存在探头结构复杂,价格昂贵且维修成本高的应用情况。

[0005] 在专利文献(CN106018909B)中公开了一种数字示波器探头自动适配的电路,其设计有九个管脚,利用第一管脚、第二管脚、第八管脚和第九管脚分别连接稳压器电路,第三管脚连接基准电压源电路,第五管脚连接无源探头适配电路,第七管脚连接有源探头适配电路,无源探头适配电路、有源探头适配电路、基准电压源电路、第四管脚、第六管脚均与FPGA相互连接。然而,利用该电路进行探头适配连接时还存在一些问题:(1)偏置信号通过示波器上的连接器直接连接到有源探头,使得偏置信号传输过程裸露在环境中,容易受到环境电磁的干扰;(2)有源探头识别和无源探头识别都是通过高电平和低电平来识别,这种方式限制了可识别的探头类型,不利于扩展识别的需要;(3)使用具有9个管脚的连接器,增大了连接器接触不良的风险。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明主要解决的技术问题是如何解决现有示波器探头在应用中存在的问题,提供一种抗干扰能力强、直流偏置可调和结构简单的示波器探头。为解决上述技术问题,本申请提供一种用于示波器的探头的探头接口电路和探头适配电路。

[0007] 根据第一方面,一种实施例中提供一种用于示波器的探头的探头接口电路,所述示波器包括通信接口和BNC接口,所述探头包括探头接口电路和探头前端电路,所述探头接

口电路包括控制电路、检测电路和同轴传输电路；所述控制电路具有输入端和输出端，所述控制电路的输入端用于与示波器的通信接口连接并接收由所述示波器产生的控制信号，以及根据接收到的所述控制信号进行直流偏置的配置以产生偏置配置信号，并通过其输出端输出所述偏置配置信号至探头前端电路，以使得所述探头前端电路在所述偏置配置信号的作用下对待检测信号进行直流偏置的叠加，并且通过衰减调节和阻抗调节产生具有与所述示波器的BNC接口相匹配的输出阻抗的同轴信号；所述检测电路具有检测端，所述检测电路的检测端用于与所述示波器的通信接口连接，输出分压信号；所述分压信号用于被所述示波器识别且确定所接入探头的探头类型；所述同轴传输电路具有输入端和输出端，所述同轴传输电路的输入端用于与所述探头前端电路连接并接收所述同轴信号，所述同轴传输电路的输出端用于与所述示波器的BNC接口连接；所述同轴传输电路用于对其输入端接收的所述同轴信号进行屏蔽干扰且通过其输出端发送至所述示波器的BNC接口。

[0008] 所述的探头接口电路还包括供电电路，所述供电电路具有输入端和输出端，所述供电电路的输入端用于与所述示波器的通信接口连接并接收直流电，所述供电电路的输出端用于与所述探头前端电路连接；所述供电电路用于对其输入端接收的直流电进行稳压变换得到多个等级的正/负直流电，且通过其输出端输出，以使得所述探头前端电路在所述正/负直流电的驱动下进行工作。

[0009] 所述供电电路包括低压线性稳压器，在所述示波器的通信接口输出第一等级的直流电时，所述低压线性稳压器对第一等级的直流电进行直流稳压转换得到第二等级的正/负直流电，并通过所述供电电路的输出端输出第一等级的直流电和第二等级的正/负直流电。

[0010] 所述控制电路包括控制器、数模转换器和放大器；所述控制器与所述控制电路的输入端连接，用于根据接收到的所述控制信号进行直流偏置的配置以产生配置信号；所述数模转换器、所述放大器分别用于对所述控制器产生的配置信号进行数模转换和模拟放大，模拟放大之后生成所述偏置配置信号且通过所述控制电路的输出端输出。

[0011] 所述控制器内存储有探头参数信息，所述控制器还用于通过其输入端将所述探头参数信息发送至所述示波器的通信接口，以使得所述示波器利用所述探头参数信息生成所述控制信号；所述探头参数信息包括探头型号、探头带宽、探头输入电容、探头输入电阻、探头动态范围、探头衰减比中的一者或多者。

[0012] 所述检测电路包括一电阻，所述电阻用于与所述示波器的通信接口配合形成分压线路且产生分压信号，并通过所述检测电路的检测端输出所述分压信号；所述分压信号的大小表示所接入探头的探头类型，所述探头类型为有源探头或特定衰减倍数的无源探头。

[0013] 所述探头接口电路具有第一端口、第二端口和第三端口；所述控制电路的输入端、所述检测电路的检测端和所述供电电路的输入端构成所述探头接口电路的第一端口，所述探头接口电路的第一端口用于与所述示波器的通信接口适配连接，并传输所述控制信号、所述分压信号和直流电；所述同轴传输电路的输出端构成所述探头接口电路的第二端口，所述探头接口电路的第二端口用于与所述示波器的BNC接口适配连接，并传输所述同轴信号；所述控制电路的输出端、所述供电电路的输出端和所述同轴传输电路的输入端构成所述探头接口电路的第三端口，所述探头接口电路的第三端口用于与所述探头前端电路连接，并传输所述偏置配置信号、所述正/负直流电和所述同轴信号。

[0014] 所述探头接口电路的第一端口包括多路管脚,其中两路管脚构成所述控制电路的输入端并分别作为数据线、时钟线且配合传输所述控制信号,一路管脚构成所述检测电路的检测端并作为探头识别线且传输所述分压信号,三路管脚构成所述供电电路的输入端并分别作为正极电源线、负极电源线、接地线且配合传输直流电。

[0015] 所述探头接口电路的第二端口通过单通道的同轴线缆与所述同轴传输电路的输出端连接,所述探头接口电路的第三端口用于通过多通道的同轴线缆与所述探头前端电路连接。

[0016] 根据第二方面,一种实施例中提供一种示波器的探头适配电路,包括:通信接口和BNC接口,分别用于适配接入上述第一方面中所述探头接口电路的第一端口和第二端口;电源电路,与所述通信接口连接,用于通过所述通信接口输出直流电;识别电路,包括模数转换器,所述模数转换器的输入端与所述通信接口连接且经过一预设阻值的电阻连接至所述电源电路;所述识别电路用于利用内部的电阻与所述探头接口电路中的检测电路形成分压线路,以及利用所述模数转换器识别所述通信接口接收的分压信号;阻抗电路,包括一预设阻值的阻抗元件,该阻抗元件的一端与所述BNC接口连接,另一端与所述电源电路的接地端连接;所述阻抗电路用于对所述BNC接口接收的所述同轴信号产生相匹配的输入阻抗;处理器,与所述通信接口、所述BNC接口和所述识别电路中模数转换器的输出端连接,用于产生所述控制信号且通过所述通信接口输出,利用所述BNC接口获取所述同轴信号且进行数字分析得到数字分析结果,以及利用模数转换后的分压信号确定所接入探头的探头类型并且在确定所述探头类型之后生成所述控制信号。

[0017] 本申请的有益效果是:

依据上述实施例的一种用于示波器的探头的探头接口电路和探头适配电路,其中探头包括探头接口电路和探头前端电路,探头接口电路包括控制电路、检测电路和同轴传输电路;探头接口电路用于从示波器的通信接口接收由示波器产生的控制信号,以及根据该控制信号进行直流偏置的配置以产生偏置配置信号,并通过其输出端输出偏置配置信号至探头前端电路,以使得探头前端电路在偏置配置信号的作用下对待检测信号进行直流偏置的叠加,并且通过衰减调节和阻抗调节且产生具有与示波器的BNC接口相匹配的输出阻抗的同轴信号。第一方面,由于探头接口电路可以对其第一端口接收的直流电进行稳压变换,并通过其第三端口输出稳压变换后的直流电至探头前端电路,使得供电电路与探头前端电路相隔离,如此既可以满足探头前端电路的用电需求,也可以最大程度上避免供电电路对探头前端电路的干扰作用;第二方面,由于供电电路包括低压线性稳压器,使得探头接口电路的第一端输入第一等级的直流电时,低压线性稳压器能够对第一等级的直流电进行直流稳压转换得到第二等级的正/负直流电,从而达到对直流电的稳压变换作用,满足探头前端电路中的多种等级直流电的用电需求;第三方面,由于为示波器的探头不仅配置了探头前端电路,还配置了探头接口电路,从而使得探头接口电路主要完成直流电稳压变换、产生偏置配置信号的任务,和探头前端电路之间相互配合且互不干扰,如此可以提高探头前端电路对待检测信号的处理效率;第四方面,由于探头接口电路可以根据其第一端口接收的控制信号产生偏置配置信号,并将偏置配置信号由其第三端口传输至探头前端电路,以实现偏置配置信号的可调功能;第五方面,由于示波器为探头接口电路提供的是配置直流偏置所需的控制信号,而不是直接提供偏置配置信号,利于在探头接口电路的内部产生不同的偏

置配置信号,还可以避免偏置配置信号在探头与示波器的通信过程中受到环境电磁波的干扰;第六方面,由于探头接口电路包括检测电路,使得探头接口电路在于示波器的通信接口适配连接时能够快速地向示波器发送分压信号,可以使得示波器通过识别分压信号的电压值大小来确定所接入探头的探头类型;第七方面,由于探头接口电路的第一端口包括多路与示波器的通信接口相适配的管脚,使得探头接口电路与示波器的通信接口进行适配连接时,能够依据各个管脚的定义与示波器之间传输控制信号、分压信号和直流电,克服以往通信接口因通信协议固化而导致的通信能力不足的问题;第九方面,本申请中请求保护的探头适配电路设置于示波器上,能够通过通信接口和BNC接口与探头接口电路之间进行信号交互,达到对探头接口电路的偏置配置过程进行有效控制,以及对接收的同轴信号进行有效分析的目的。

## 附图说明

- [0018] 图1为本申请中示波器的探头的结构示意图;  
图2为探头接口电路的结构示意图之一;  
图3为探头接口电路的结构示意图之二;  
图4为探头接口电路中控制电路的结构示意图;  
图5为探头接口电路中第一端口内各个管脚的分布示意图;  
图6为第二端口的结构示意图;  
图7为线缆组件的截面示意图;  
图8为探头前端电路的结构示意图;  
图9为示波器的结构示意图;  
图10为示波器的通信接口和BNC接口的结构示意图;  
图11为检测模块和识别模块形成分压线路的示意图。

## 具体实施方式

[0019] 下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。其中不同实施方式中类似元件采用了相关联的类似的元件标号。在以下的实施方式中,很多细节描述是为了使得本申请能被更好的理解。然而,本领域技术人员可以毫不费力的认识到,其中部分特征在不同情况下是可以省略的,或者可以由其他元件、材料、方法所替代。在某些情况下,本申请相关的一些操作并没有在说明书中显示或者描述,这是为了避免本申请的核心部分被过多的描述所淹没,而对于本领域技术人员而言,详细描述这些相关操作并不是必要的,他们根据说明书中的描述以及本领域的一般技术知识即可完整了解相关操作。

[0020] 另外,说明书中所描述的特点、操作或者特征可以以任意适当的方式结合形成各种实施方式。同时,方法描述中的各步骤或者动作也可以按照本领域技术人员所能显而易见的方式进行顺序调换或调整。因此,说明书和附图中的各种顺序只是为了清楚描述某一个实施例,并不意味着是必须的顺序,除非另有说明其中某个顺序是必须遵循的。

[0021] 本文中为部件所编序号本身,例如“第一”、“第二”等,仅用于区分所描述的对象,不具有任何顺序或技术含义。而本申请所说“连接”、“联接”,如无特别说明,均包括直接和间接连接(联接)。

### [0022] 实施例一、

请参考图1和图2,本申请公开一种用于示波器的探头的探头接口电路,其中示波器2包括通信接口211和BNC接口212,探头1包括探头接口电路11和探头前端电路12,这里请求保护的探头接口电路11包括控制电路115、检测电路117和同轴传输电路116,分别说明如下。

[0023] 控制电路115具有输入端和输出端,控制电路115的输入端用于与示波器2的通信接口211连接并接收由示波器2产生的控制信号(可见图2中示意的控制信号),以及控制电路115的输入端用于根据接收到的控制信号进行直流偏置的配置以产生偏置配置信号(可见图2中示意的偏置配置信号),并通过其输出端输出偏置配置信号至探头前端电路12。探头接口电路11向探头前端电路12发送偏置配置信号的目的是,使得探头前端电路12在偏置配置信号的作用下对待检测信号进行直流偏置的叠加,并且通过衰减调节和阻抗调节产生具有与示波器2的BNC接口212的输入阻抗相匹配的输出阻抗的同轴信号(可见图2中示意的同轴信号)。

[0024] 检测电路117具有检测端,该检测电路117的检测端用于与示波器2的通信接口211连接,并且向通信接口211输出分压信号(可见图2中示意的分压信号)。这里的分压信号用于被示波器2识别且确定所接入探头的探头类型。可以理解,分压信号的大小可以与探头类型相互对应,某一电压值的分压信号对应于某一个探头类型的探头,那么示波器2接收和识别分压信号之后就可以通过判断分压信号的电压值大小来确定对应的探头类型。

[0025] 同轴传输电路116具有输入端和输出端,该同轴传输电路116的输入端用于与探头前端电路12连接并接收同轴信号,同轴传输电路116的输出端用于与示波器2的BNC接口212连接。该同轴传输电路116用于对其输入端接收的同轴信号进行屏蔽干扰且通过其输出端发送至示波器2的BNC接口212。可以理解,同轴传输电路116具有外部电磁干扰信号的屏蔽功能,使得同轴信号可以不受直流电和其它信号的影响而进行无失真地传输,最终完整地将同轴信号发送至示波器2的BNC接口212。

[0026] 进一步地,参见图3,探头接口电路11还包括供电电路114,该供电电路114具有输入端和输出端,该供电电路114的输入端用于与示波器2的通信接口211连接并接收直流电,供电电路114的输出端用于与探头前端电路12连接。这里的供电电路114用于对其输入端接收的直流电进行稳压变换得到多个等级的正/负直流电(可参见图3中示意的正/负直流电),且通过其输出端输出;供电电路114向探头前端电路12输送正/负直流电的目的是,使得探头前端电路12在正/负直流电的驱动下进行工作。这里的正/负直流电是指接地电压(0V),以及相对于接地电压而言的正极电压和负极电压,比如正/负直流电为+12V、-12V、+5V、-5V;可以理解,探头前端电路12内具有一些不同供电电压要求的有源器件,提供正/负直流电为+12V、-12V、+5V、-5V的电压时可以满足这些有源器件不同的供电电压要求。

[0027] 在一个具体实施例中,供电电路114包括低压线性稳压器,那么在示波器2的通信接口211输出第一等级的直流电时,该低压线性稳压器对第一等级的直流电进行直流稳压转换得到第二等级的正/负直流电,并通过供电电路的输出端输出第一等级的直流电和第二等级的正/负直流电。比如,若第一端111输入第一等级的正/负直流电,具体为接地0V、+12V、-12V,则低压线性稳压器可以输出第二等级的正/负直流电,具体为接地0V、+5V、-5V。此外,低压线性稳压器可以将第一等级的正/负直流电、第二等级的正/负直流电都通过供电电路114的输出端传输至探头前端电路12。可以理解,低压线性稳压器输出的第二等级的

正/负直流电还可以提供给探头接口电路11的控制电路115,使得控制电路115在供电情况下正常工作。

[0028] 需要说明的是,探头接口电路11实际上是探头前端电路12的辅助电路,用于为探头前端电路11提供工作所需的多个等级的直流电和偏置配置信号,还用将探头前端电路11输出的同轴信号发送至示波器2。如此,便可以使得探头前端电路12在多个等级的直流电的作用下驱动内部各个有源器件的正常工作,在偏置配置信号的作用下向待测信号叠加直流偏置。

[0029] 需要说明的是,本申请中所提及的同轴信号是探头前端电路12对待测电路3产生的待检测信号进行高低通衰减、阻抗变换、偏置反馈调节和输出阻抗调节之后生成的信号,由于同轴信号具有与示波器2的BNC接口212相匹配的输出阻抗,甚至同轴信号还可同时具有同轴线缆的特征阻抗和BNC接口的输入阻抗相匹配的输出阻抗,如此可以使得同轴信号能够顺利地被传输,且被BNC接口212所接收和识别,从而使得示波器2能够对同轴信号进行数字分析,通过展示分析结果来让用户了解待检测信号的特性。

[0030] 在本实施例中,参见图2和图3,探头接口电路11可以具有第一端口111、第二端口112和第三端口113。

[0031] 其中,控制电路115的输入端、检测电路117的检测端和供电电路的输入端构成探头接口电路11的第一端口111,关于第一端口111的连接关系可以参考图3。探头接口电路11的第一端口111用于与示波器2的通信接口211适配连接,并传输控制信号、分压信号和直流电。

[0032] 其中,同轴传输电路116的输出端构成探头接口电路11的第二端口112,并传输同轴信号,关于第二端口112的连接关系可以参考图3。探头接口电路11的第二端口112用于与示波器2的BNC接口212适配连接,并传输同轴信号。

[0033] 其中,控制电路115的输出端、供电电路114的输出端和同轴传输电路116的输出端构成探头接口电路11的第三端口113,关于第三端口113的连接关系可以参考图3。探头接口电路11的第三端口113用于与探头前端电路12连接,并传输偏置配置信号、正/负直流电和同轴信号。

[0034] 需要说明的是,探头接口电路11的第一端口111用于与示波器2的通信接口211连接,可以接收通信接口211输出的直流电和控制信号;探头接口电路11的第二端口112用于与示波器2的BNC接口212连接,可以向BNC接口212输出同轴信号;探头接口电路11的第三端口113与探头前端电路12连接,并接收来自探头前端电路12的同轴信号。

[0035] 需要说明的是,探头接口电路11的第一端口111应当和示波器2的通信接口211之间具有相适配的接口类型,探头接口电路11的第二端口112应当和示波器2的BNC接口212之间具有相适配的接口类型,比如相适配的公头和母头,如此便可以将第一端口111接入通信接口211,将第二端口112接入BNC接口212。

[0036] 在本实施例中,参见图4,探头接口电路11中的控制电路115包括控制器1151、数模转换器1152和放大器1153,分别说明如下。

[0037] 控制器1151与控制电路115的输入端连接,用于根据接收到的控制信号进行直流偏置的配置以产生配置信号。由于控制电路115的输入端参与构成了探头接口电路11的第一端口111,控制器1151可以通过第一端口111与示波器2的通信接口211进行通信连接,并

接收来自通信接口211的控制信号。

[0038] 数模转换器1152(也可简称DAC)的输入端与控制器1151的控制引脚(比如I/O引脚)连接,其输出端与放大器1153的输入端连接,放大器1153的输出端与控制电路115的输出端连接。数模转换器1152、放大器1153分别用于对控制器1151产生的配置信号进行数模转换和模拟放大,模拟放大之后生成偏置配置信号且通过控制电路的输出端输出。由于控制电路115的输出端参与构成了探头接口电路11的第三端口113,所以放大器1153可以通过第三端口113与探头前端电路12进行通信连接,并向探头前端电路12发送偏置配置信号。

[0039] 参见图4,控制器1151可以是单片机、微型处理器等部件,内部具有诸如ROM、RAM的存储部件,那么可以借助存储部件来存储有探头参数信息。控制器1151还用于通过其输入端将探头参数信息发送至示波器2的通信接口211,以使得示波器2利用探头参数信息生成控制信号。这里的探头参数信息(可参见图4中示意的探头参数信息)包括探头型号、探头带宽、探头输入电容、探头输入电阻、探头动态范围、探头衰减比中的一者或多者。

[0040] 需要说明的是,探头参数信息中的各个列举项目均是示波器探头常见的重要参数,均属于现有技术,所以这里不再对各项参数进行具体说明。此外,探头参数信息是单端有源探头基本性能的一种体现,示波器2在获知探头参数信息之后便可以在探头参数的约束范围内产生合理的控制信号,从而控制控制模块115内的控制器1151产生直流配置所需的配置信号;由于控制器1151输出的配置信号往往是数字信号的形式,比如SPI协议格式的数字信号且经过SPI总线传输至数模转换器1152的输入端;数模转换器1152输出的模拟信号往往比较弱,不足以驱动探头前端电路12中的直流偏置相关的电路,所以需要放大器1153经该模拟信号进一步地模拟放大,从而得到驱动能力强的偏置配置信号,该偏置配置信号主要用于调节探头前端电路12中的直流偏置。

[0041] 在本实施例中,参见图3和图11,检测电路117可以包括一电阻,该电阻用于与示波器2的通信接口211配合形成分压线路且产生分压信号(可参见图11中示意的分压信号),并通过检测电路117的检测端输出该分压信号。这里的分压信号的大小表示所接入探头的探头类型,探头类型为有源探头或特定衰减倍数的无源探头。可以理解,检测电路117通过探头接口电路11的第一端口111向示波器2的通信接口211发送分压信号时,还使得示波器2在识别该分压信号之后确定第一端口111接入通信接口211。在本实施例中,探头接口电路11的第一端口111与示波器2的通信接口211适配连接时,需要第一端口111和通信接口211满足相同的接口类型和通信协议,从而保证传输直流电的同时,也能够进行其它信号(如控制信号、探头参数信息、分压信号)的有效传输。这里优选地提供了一种自定义的接口类型,参见图5,探头接口电路11的第一端口111包括多路管脚,其中两路管脚(比如管脚3、4)构成控制电路115的输入端并分别作为数据线、时钟线(即I2C总线的通信形式)且配合传输控制信号,一路管脚(比如管脚2)构成检测电路117的检测端并作为探头识别线且传输分压信号,三路管脚(比如管脚5、6、1)构成供电电路114的输入端并分别作为正极电源线、负极电源线、接地线且配合传输直流电。

[0042] 本领域的技术人员可以理解,这里对第一端口111中各个管脚的排列分布仅是一种恰当分布形式,但并不构成对管脚其它分布形式和数量的限制,用户可以根据需要而将各个管脚分布成其它的形式,还可以根据其它功能需要而增加一些管脚;此外,第一端口111和通信接口211的接口类型应当相互适配,若第一端口111为公头,那么通信接口211就应

当为相适配的母头。例如,在探头接口电路11的第一端口111为6路管脚公头接口的情况下,示波器2上与之相适配的通信接口211必然是6路管脚的母头接口,并且第一端口111和通信接口211内管脚的分布位置相互对应,使得两者在适配连接之后可以通过对应的管脚传输控制信号、分压信号和直流电。可以理解,这里提供的第一端口111是一种优选的实施方式,可以减少接口连接所需的管脚,同时避免连接器具有过多管脚所引起的接触不良的风险发生。

[0043] 进一步地,探头接口电路11的第二端口112通过单通道的同轴电缆与同轴传输电路116的输出端连接,并在单通道的同轴电缆的末端形成第二端口112。这里的第二端口112的结构示意图可以参见图6,包括内部同轴线1122和外部包裹的屏蔽层1121,同轴线1122用来传输同轴信号,屏蔽层1121用于屏蔽外部电磁干扰信号的影响,起电磁屏蔽的作用。此外,探头接口电路11的第二端口112与示波器2的BNC接口212适配连接时,需要第二端口112和BNC接口212满足相同的BNC (Bayonet Nut Connector) 的接口类型;比如,若第二端口112是公头,则BNC接口212就应当为相适配的母头;由于BNC的接口类型属于非常成熟的技术,所以这里不再对其进行详细说明。

[0044] 在本实施例中,探头接口电路11的第三端口113用于通过多通道的同轴电缆与探头前端电路12连接,该多通道的同轴电缆可以传输同轴信号、偏置配置信号和正/负直流电,设置多通道的同轴电缆的目的是隔离探头接口电路11和探头前端电路12,使得探头接口电路11内部各电路工作时不会对探头前端电路12的内部电路造成电磁干扰的影响。这里的多通道的同轴电缆的截面图可以参考图7,在图7中提供了一种五通道的同轴电缆,使得该同轴电缆包括一条同轴线131和五条编织线(如附图标记p1、p2、p3、p4、p5),其中同轴线131作为同轴信号的传输线路,五条编织线p1、p2、p3、p4、p5分别作为第一等级的正直流电线路(比如+12V线路)、第一等级的负直流电线路(比如-12V线路)、第二等级的正直流电线路(比如+5V线路)、第二等级的负直流电线路(比如-5V线路)和偏置配置信号的传输线路。此外,该同轴电缆可以具有一些优异特性,比如最外层可以设置保护软胶,起到保护线缆的作用;保护软胶的内侧可以设置包括包裹五条编织线的地编制层,该地编制层不仅能够连接至供电模块114的接地线且传输0V直流电,还能够防止环境中的电磁波对内部的供电线路和信号线路的干扰,起电磁屏蔽的作用。

[0045] 在本实施例中,探头前端电路12可以采用现有技术,也可以采用改进型的技术。

[0046] 若探头前端电路12采用现有技术的话,则可以是专利文献(CN102735887B)中公开的数字示波器单端有源探头电路,输入的待检测信号首先经过高通模块、低通模块输入到阻抗变换模块进行阻抗变换和增强驱动,然后在输出电路中进行频率补充、增益调节和输出阻抗调节,最后输出给后级示波器。

[0047] 若探头前端电路12采用改进型的技术的话,则可以是图8中示意的电路结构。在图8中,探头前端电路12包括高通衰减电路123、低通衰减电路124、阻抗变换电路125、偏置反馈电路126和输出匹配电路127,分别说明如下。

[0048] 探头前端电路12具有第四端口121和第五端口122,其中第四端口121与探头接口电路11的第三端口113连接,以接收偏置配置信号和直流电;探头前端电路12的第五端口122用于与外部的待检测电路3连接并接收由待检测电路3发射的待检测信号。

[0049] 高通衰减电路123具有输入端和输出端,高通衰减电路123的输入端与探头前端电

路12的第五端口122连接并接收待检测信号。高通衰减电路123用于对接收的待检测信号进行高通衰减处理得到第一衰减信号,并通过其输出端输出至阻抗变换电路125。

[0050] 低通衰减电路124具有输入端、比较端和输出端,低通衰减电路124的输入端与探头前端电路12的第五端口122连接并接收待检测信号,用于对接收的待检测信号进行低通衰减处理得到第二衰减信号,并通过其输出端输出。低通衰减电路124的输出端和高通衰减电路123的输出端连接,第一衰减信号和第二衰减信号构成衰减信号并传输至阻抗变换电路125。

[0051] 阻抗变换电路125具有输入端和输出端,阻抗变换电路125的输入端接收衰减信号,用于对衰减信号进行阻抗变换处理,得到变换信号并通过其输出端输出。可以理解,由于高通衰减电路123、低通衰减电路124均将第五端口122与阻抗变换电路125之间进行隔离,降低了阻抗变换电路125的输入阻抗对第五端口122的输入阻抗的影响,也降低了阻抗变换电路125的输入电容对第五端口122的输入电容的影响,利于实现更低的输入电容和更高的信号带宽。

[0052] 偏置反馈电路126具有输入端、输出端和配置端,偏置反馈电路126的输入端与阻抗变换网络125的输出端连接且接收变换信号,偏置反馈电路126的输出端与低通衰减电路124的比较端连接,偏置反馈电路126的配置端与第四端口121连接且接收偏置配置信号。偏置反馈电路126用于根据变换信号和偏置配置信号得到反馈信号,并通过其输出端输出。可以理解,偏置反馈电路126为低通衰减电路124和阻抗变换电路125之间提供了大环路负反馈,使得低通衰减电路124和阻抗变换电路125能够稳定地工作,同时也提供了直流偏置的路径。

[0053] 输出匹配电路127的输入端与阻抗变换网络125的输出端连接,输出匹配电路127的输出端与探头前端电路12的第四端口121连接。输出匹配电路127用于对变换信号进行阻抗变换得到同轴信号,以使得同轴信号具有与示波器2的BNC接口212相匹配的输出阻抗(通常为 $50\ \Omega$ )。此外,输出匹配电路127的输出端输出同轴信号并通过第四端口121输出至探头接口电路11的第三端口113。

[0054] 需要说明的是,高通衰减电路123、低通衰减电路124、阻抗变换电路125、偏置反馈电路126和输出匹配电路127均具有一些有源器件,该些有源器件需要直流供电,所以由探头前端电路12的第四端121接收的稳压变换后的直流电(即正/负直流电)进行供电。这里的正/负直流电可以包括第一等级的正直流电、负直流电,第二等级的正直流电、负直流电,和接地直流电;比如正/负直流电可以包括+12V、-12V、+5V、-5V和0V,如此满足不同有源器件得到相适应的供电要求。

[0055] 需要说明的是,在图8中公开的偏置反馈电路126和现有技术(专利文献CN102735887B)之间存在差别,这里是将直流偏置的调节和变换信号的反馈集成在了一块儿,相比于现有技术方案,可以有效地向待测信号叠加直流偏置。此外,探头前端电路12实现的功能均可以采用专利文献中公开的技术方案,也可以采用现有技术中成熟电路结构,这里不做具体说明和限制。

[0056] 本领域的技术人员可以理解,应用本实施例中公开的探头接口电路11时,可以达到以下的技术优势:(1)探头接口电路可以对其第一端口接收的直流电进行稳压变换,并通过其第三端口输出稳压变换后的直流电至探头前端电路,使得供电电路与探头前端电路相

隔离,如此既可以满足探头前端电路的用电需求,也可以最大程度上减弱供电电路对探头前端电路的干扰作用;(2)供电电路包括低压线性稳压器,使得探头接口电路的第一端输入第一等级的直流电时,低压线性稳压器能够对第一等级的直流电进行直流稳压转换得到第二等级的正/负直流电,从而达到对直流电的稳压变换作用,满足探头前端电路中的多种等级直流电的用电需求;(3)由于为示波器的探头不仅配置了探头前端电路,还配置了探头接口电路,从而使得探头接口电路主要完成直流电稳压变换、产生偏置配置信号的任务,和探头前端电路之间相互配合且互不干扰,如此可以提高探头前端电路对待检测信号的处理效率(4)探头接口电路可以根据其第一端口接收的控制信号产生偏置配置信号,并将偏置配置信号由其第三端口传输至探头前端电路,实现偏置配置信号的可调功能;(5)示波器为探头接口电路提供的是配置直流偏置所需的控制信号,而不是直接提供偏置配置信号,利于在探头接口电路的内部产生不同的偏置配置信号,还可以避免偏置配置信号在探头与示波器的通信过程中受到环境电磁波的干扰;(6)探头接口电路包括检测电路,使得探头接口电路在于示波器的通信接口适配连接时能够快速地向示波器发送分压信号,可以使得示波器通过识别分压信号的电压值大小来确定所接入探头的探头类型;(7)探头接口电路的第一端口包括多路与示波器的通信接口相适配的管脚,使得探头接口电路与示波器的通信接口进行适配连接时,能够依据各个管脚的定义与示波器之间传输控制信号、分压信号和直流电,克服以往通信接口因通信协议固化而导致的通信能力不足的问题。

#### [0057] 实施例二、

请参考图9,本申请请求保护一种示波器的探头适配电路21,该探头适配电路21可以包括通信接口211、BNC接口212、电源电路213、识别电路214、处理器215和阻抗电路216,下面分别说明。

[0058] 通信接口211和BNC接口212分别用于适配接入实施例一中公开的探头接口电路11的第一端口111和第二端口112。

[0059] 电源电路213与通信接口211连接,用于通过通信接口211输出直流电。比如输出第一等级的直流电,可以包括+12V、-12V和0V。

[0060] 识别电路214包括模数转换器U1,该模数转换器U1的输入端与通信接口连接且经过一预设阻值的电阻R1连接至电源电路213,使得电源电路213为识别电路提供一直流电VCC。识别电路214用于利用内部的电阻R1与探头接口电路11的检测电路117形成分压线路,以及利用U1模数转换器识别通信接口211接收的分压信号。

[0061] 阻抗电路216包括一预设阻值的阻抗元件R2,该阻抗元件R2的一端与BNC接口212连接,另一端与电源电路213的接地端(即GND)连接。该阻抗电路216用于对BNC接口212接收的同轴信号产生相匹配的输入阻抗。如果设置R2为50 $\Omega$ ,那么阻抗电路216可提供的输入阻抗即为50 $\Omega$ 。

[0062] 处理器215与通信接口211、BNC接口212和识别电路214中模数转换器U1的输出端连接。处理器215用于产生控制信号且通过通信接口211输出,利用BNC接212口获取同轴信号且进行数字分析得到数字分析结果,以及利用模数转换后的分压信号确定所接入探头的探头类型并且在确定探头类型之后生成控制信号。

[0063] 在本实施例中,示波器2的通信接口211可以采用现有标准的通信接口(比如RS232、RS485、VGA、GPIB或HDMI为标准的通信接口),也可以采用自定义接口类型和通信协

议的通信接口,这里不做具体限定。示波器的BNC接口212(即Bayonet Nut Connector,简称BNC,也可以称作BNC接头)是一种用于同轴电缆的连接器。目前BNC接口被大量用于通信系统中,如网络设备中的E1接口就是用两根BNC接头的同轴电缆来连接的,在高档的监视器、音响设备中也经常用来传送音频、视频信号。

[0064] 在一个优选的实施例中,参见图10,通信接口211可以包括多个管脚,其中两路管脚(比如管脚3、4)与处理器215连接,分别作为数据线、时钟线且配合传输控制信号和探头参数信息;其中一路管脚(比如管脚2)通过识别电路214与处理器215连接,该管脚作为探头识别线且配合传输分压信号,使得分压信号通过识别电路214中的模数转换器U1进行转换之后变为处理器215可以接收的数字型的识别信号;其中三路管脚(比如管脚1、5、6)与电源电路213连接,分别作为接地线、正极电源线、负极电源线且配合传输直流电。此外,参见图10,通信接口211中的管脚2可以和BNC接口212之间存在物理上的配合关系,BNC接口212的外壳可以配套在管脚2上,从而认为BNC接口212的外部环形圈体属于管脚2的一部分。

[0065] 在本实施例中,图11表示识别电路214和检测模块117形成分压线路的示意图。识别电路214包括电阻R1和模数转换器U1,电阻R1的一端与供电电路213产生的正直流电VCC(比如3V)所在线路连接,另一端与模数转换器U1的输入端连接以及与通信接口211连接,而模数转换器24的输出端与处理器215连接。检测模块117为一个电阻R0,电阻R0的一端接地,另一端与探头接口电路11的第一端111连接。在探头接口电路11的第一端111适配连接至示波器2的通信接口211时,电阻R0未接地的一端和电阻R1未连接VCC的一端形成连通通道且传输分压信号。在图11中,识别电路214和检测模块117之间没有接通时,模数转换器U1检测到的是电阻R1上电压VCC;当识别电路214和检测模块117之间接通时,模数转换器U1检测到的是电阻R0上的分压,即为 $U_{VCC} * R_0 / (R_0 + R_1)$ ,模数转换器U1将该分压信号转换为数字化的识别信号,并发送至处理器215。

[0066] 在本实施例中,处理器215可以通过检测模数转换器U1输出识别信号的数值来判断探头类型,在处理器215中可以定义每种探头类型占用0.1V的电压宽度,不同探头类型之间预留0.1V的噪声电压宽度。例如,设置识别电路214中的电阻R1为1.5K $\Omega$ ,设置电阻R1接收的正直流电VCC的电压 $U_{VCC}=3V$ ,设置检测模块117中的电阻R0为某一个特定的阻值,通过电阻R0和电阻R1的配合作用使得检测电路117输出特定电压值的分压信号。当处理器215检测到识别信号对应的电压值介于2.55V~2.65V之间时,认为此时有十倍衰减的无源探头接入;当处理器215检测到识别信号对应的电压值介于2.35V~2.45V之间时,认为此时有百倍衰减的无源探头接入;当处理器215检测到识别信号对应的电压值介于0.45V~0.55V之间时,认为此时有有源探头接入;当处理器215检测识别信号对应的电压值介于2.95~3.05V之间时,认为此时没有探头接入。按照以上的分压检测方案,每设置电阻R0的一个阻值,就可以得到一个电压值的分压信号,通过检测对应的识别信号的电压值判断所接入探头的所属探头类型;理论上处理器215可以最多检测15种电压值的识别信号,那么最大可以支持识别15种类型的探头类型。

[0067] 在一个具体实施中,设置识别电路214中的电阻R1为1.5K $\Omega$ ,检测模块117中的电阻R0为294 $\Omega$ ,且设置电阻R1接收的正直流电VCC的电压 $U_{VCC}=3V$ ,那么,电阻R1和电阻R0将对VCC进行分压,电阻R0上的分压值为0.49V,并且分压值将被转换为数字化的识别信号达到处理器215,处理器215判断识别信号对应的电压(0.49V)介于0.45V~0.55V之间时,则确认

探头接口电路11的第一端口111接入了示波器2的通信接口211,且确定所接入的探头是有源探头。

[0068] 进一步地,参见图9,本实施例中的示波器2还包括显示器22,该显示器22与探头适配电路21中的处理器215通信连接,用于从处理器215获取同轴信号的数字分析结果,并对数字分析结果进行显示,比如进行波形显示和/或参数显示。

[0069] 本领域的技术人员可以理解,在应用本实施例公开的探头适配电路时,由于将探头适配电路设置于示波器上,能够通过通信接口和BNC接口与探头接口电路之间进行信号交互,达到对探头接口电路的偏置配置过程进行有效控制,以及达到对接收的同轴信号进行有效分析的目的。

[0070] 实施例三、

为更好地帮助本领域的技术人员理解本实施例中所提供的技术方案,这里利用实例一中公开的探头接口电路11、探头前端电路12,和实施例二中公开的探头适配电路21组成信号检测系统,并结合图1、图3、图8和图9对技术方案的工作原理进行详细说明。

[0071] 参见图1、图3和图8,示波器的探头1包括探头接口电路11和探头前端电路12,探头接口电路11通过其第一端口111适配连接至示波器2的通信接口211,探头接口电路11的第二端口112适配连接至示波器2的BNC接口212,探头接口电路11的第三端口113与探头接口电路12的第四端口121连接,探头前端电路12通过第五端口122与待检测电路3连接。可以理解,这里的待检测电路3可以是信号发生器或任意电子设备内部的电路,也可以是通信线路或电力载波线路等,只要是存在电信号的设备或线路即可。此外,待检测电路3产生的待检测信号可以是直流形式的信号也可以是交流形式的信号。

[0072] 参见图3和图9,示波器2中的电源电路213通过通信接口211输出直流电至探头接口电路11中的供电模块114,供电模块114对直流电进行稳压变换后通过第三端口113输出正/负直流电至探头前端电路12,同时供电模块114也为控制模块115提供工作所需的直流电。

[0073] 探头接口电路11中的检测模块117输出分压信号至识别电路214,识别电路214将分压信号转化为数字形式的识别信号并传输至处理器215;处理器215接收到识别信号之后,确定探头接口电路11的第一端口111已经适配连接至示波器2的通信接口211,以及判断确定所接入探头的探头类型。然后,探头接口电路11中的控制模块115向示波器2中的处理器215发送探头参数信息,处理器215接收探头参数信息并依据探头参数信息产生控制信号;具体地,处理器215可以控制在显示器22上展示探头参数信息和探头所属的探头类型,由用户在参阅探头参数信息和所属的探头类型之后设置探头直流偏置的大小,从而促使处理器215产生相应的控制信号。

[0074] 控制信号由通信接口211发送至探头接口电路11的控制模块115,控制模块115根据控制信号产生偏置配置信号并通过第三端口113发送至探头前端电路12的偏置反馈电路126。偏置配置电路126在偏置配置信号的作用将直流偏置调节到相应的用户预期的大小。

[0075] 探头接口电路11中的传输模块116接收来自探头前端电路12输出的同轴信号,且发送至示波器2中的阻抗模块216和处理器215。处理器215接收到同轴信号之后对同轴信号进行数字分析,根据分析结果得到待检测电路3产生的待检测信号参数。具体地,处理器215和BNC接口212之间还应该设有模数转换通道,能够对同轴信号进行连续采样并得到对

应的数字信号,处理器215接收该数字信号并对其进行数字分析,数字分析的过程可以包括计算周期、频率、RMS值、峰值、谷值等,还可以包括数字触发、数字波形绘制等。处理器215控制显示器22对数字分析的结果进行波形显示和/或参数显示,从而让用户通过观察显示器22即可了解待检测电路3产生的待检测信号的信号特性。

[0076] 本领域的技术人员可以理解,借助示波器的探头1可以对待检测信号进行有效处理并使得产生的同轴信号具有与示波器2的BNC接口相匹配的输出阻抗,借助示波器2不仅可以接收和数字分析同轴信号,还可以对探头1内的偏置反馈过程进行有效控制,从而在探头1和示波器2的配合作用下增强信号检测系统对待检测电路3产生的待检测信号的检测性能。

[0077] 本领域技术人员可以理解,上述实施方式中各种方法的全部或部分功能可以通过硬件的方式实现,也可以通过计算机程序的方式实现。当上述实施方式中全部或部分功能通过计算机程序的方式实现时,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:只读存储器、随机存储器、磁盘、光盘、硬盘等,通过计算机执行该程序以实现上述功能。例如,将程序存储在设备的存储器中,当通过处理器执行存储器中程序,即可实现上述全部或部分功能。另外,当上述实施方式中全部或部分功能通过计算机程序的方式实现时,该程序也可以存储在服务器、另一计算机、磁盘、光盘、闪存盘或移动硬盘等存储介质中,通过下载或复制保存到本地设备的存储器中,或对本地设备的系统进行版本更新,当通过处理器执行存储器中的程序时,即可实现上述实施方式中全部或部分功能。

[0078] 以上应用了具体个例对本发明进行阐述,只是用于帮助理解本发明,并不用以限制本发明。对于本发明所属技术领域的技术人员,依据本发明的思想,还可以做出若干简单推演、变形或替换。

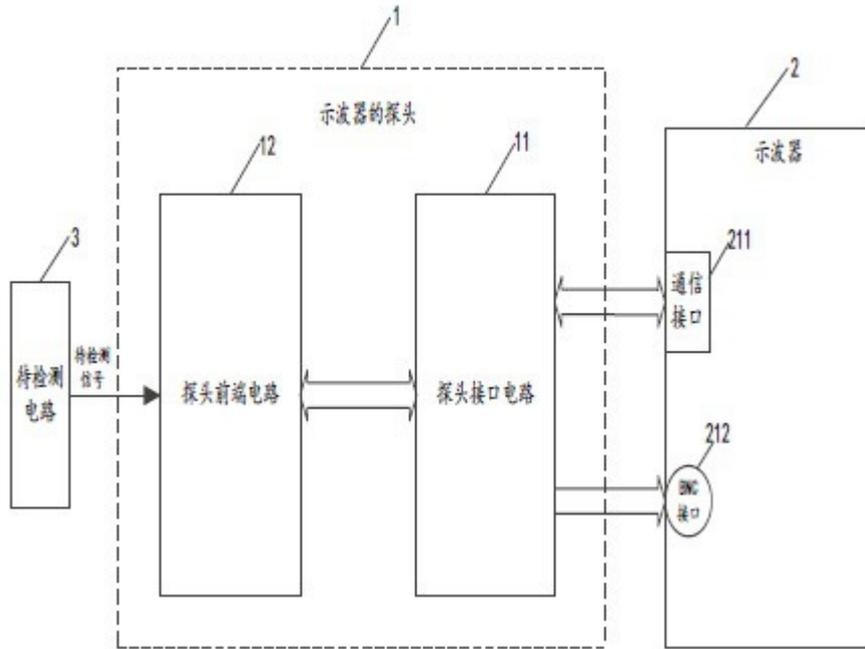


图1

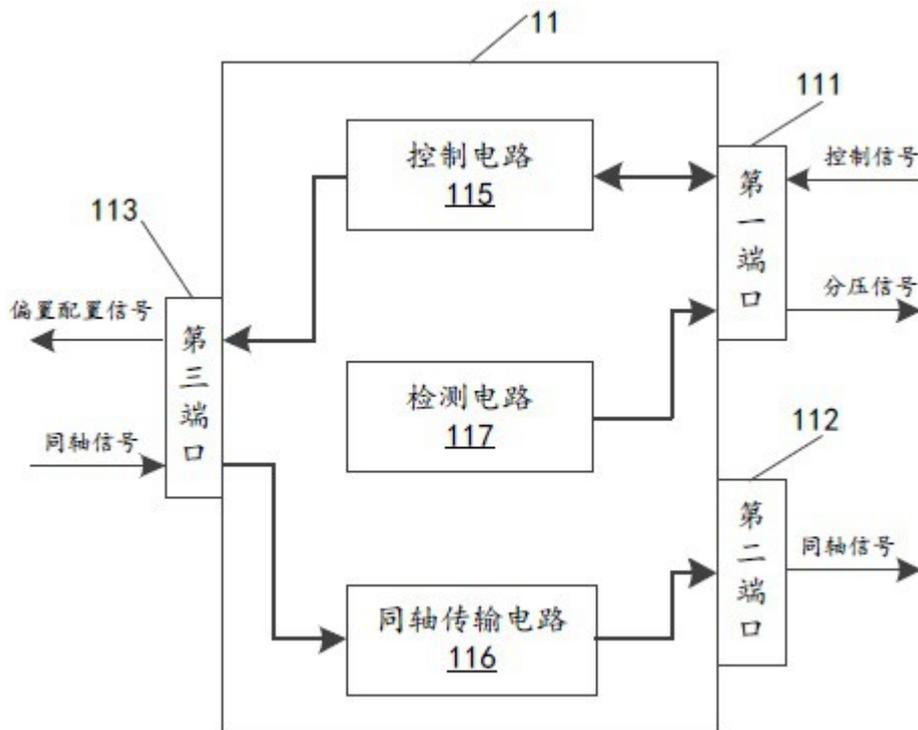


图2

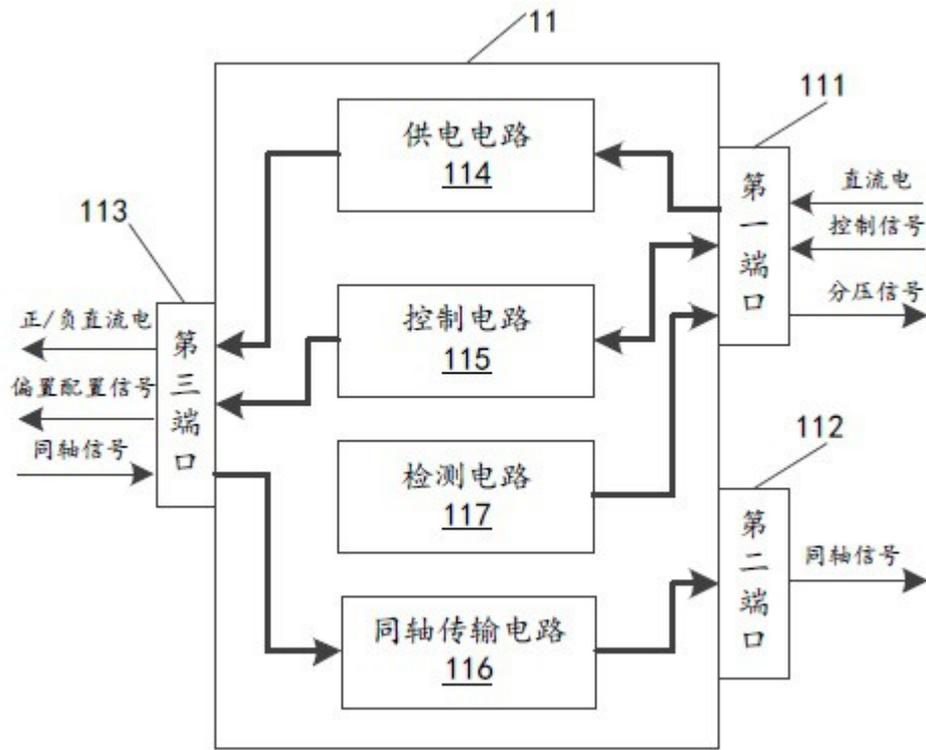


图3

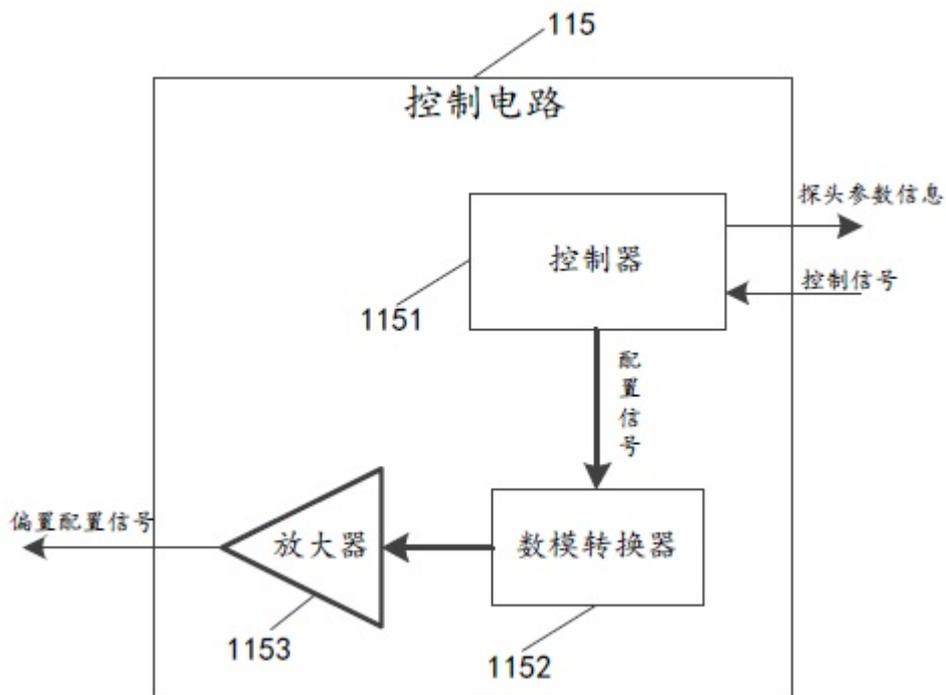


图4

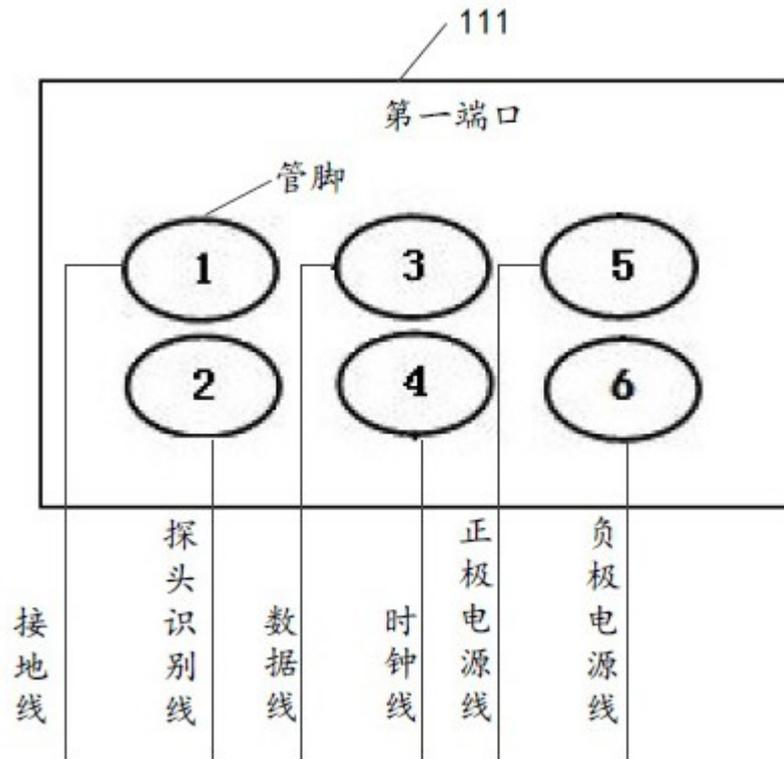


图5

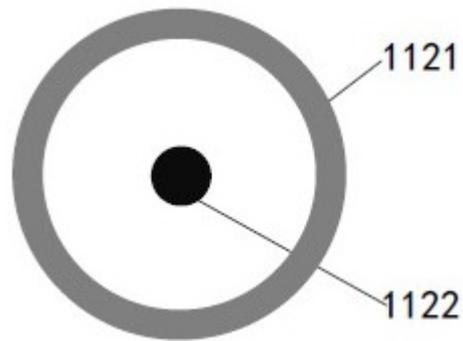


图6

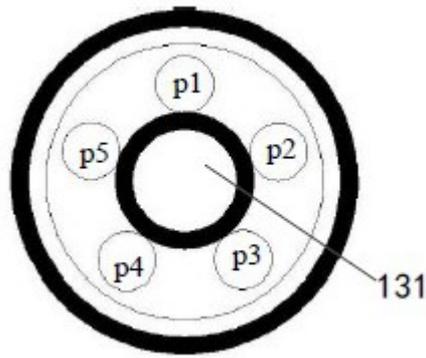


图7

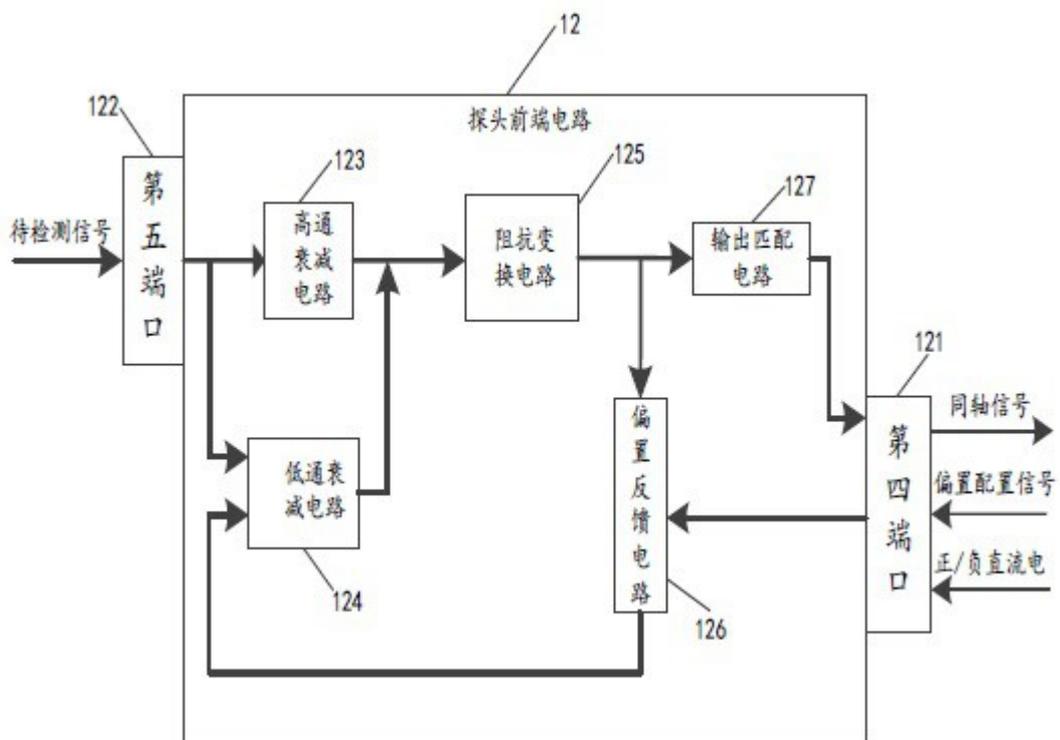


图8

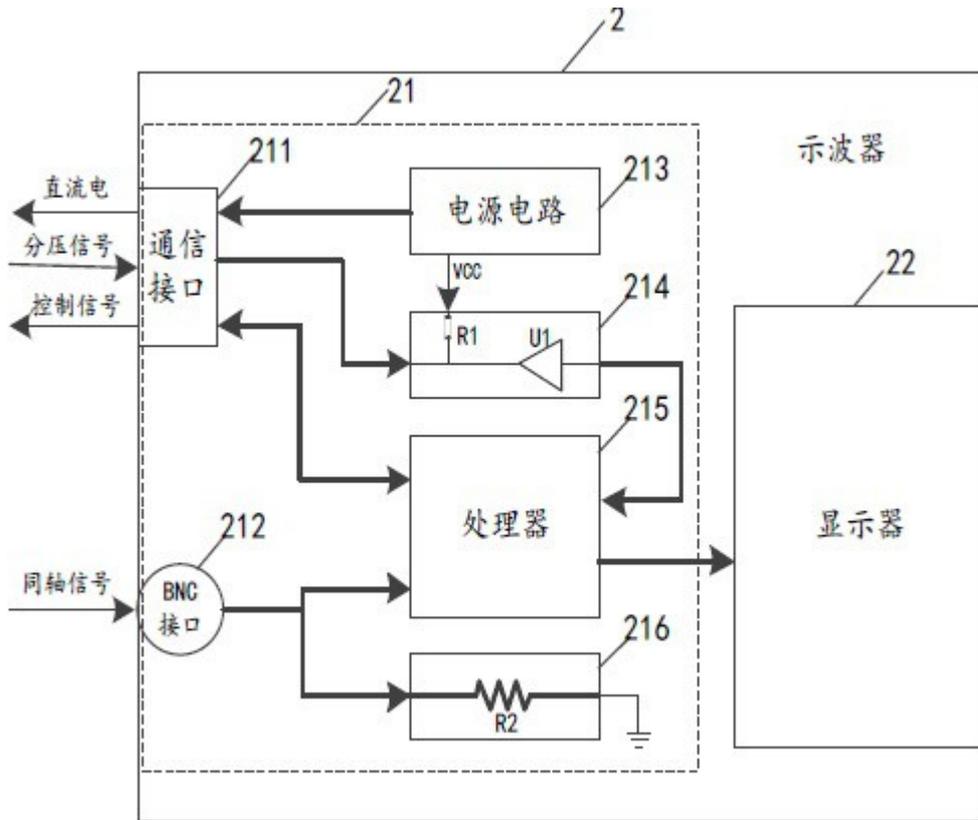


图9

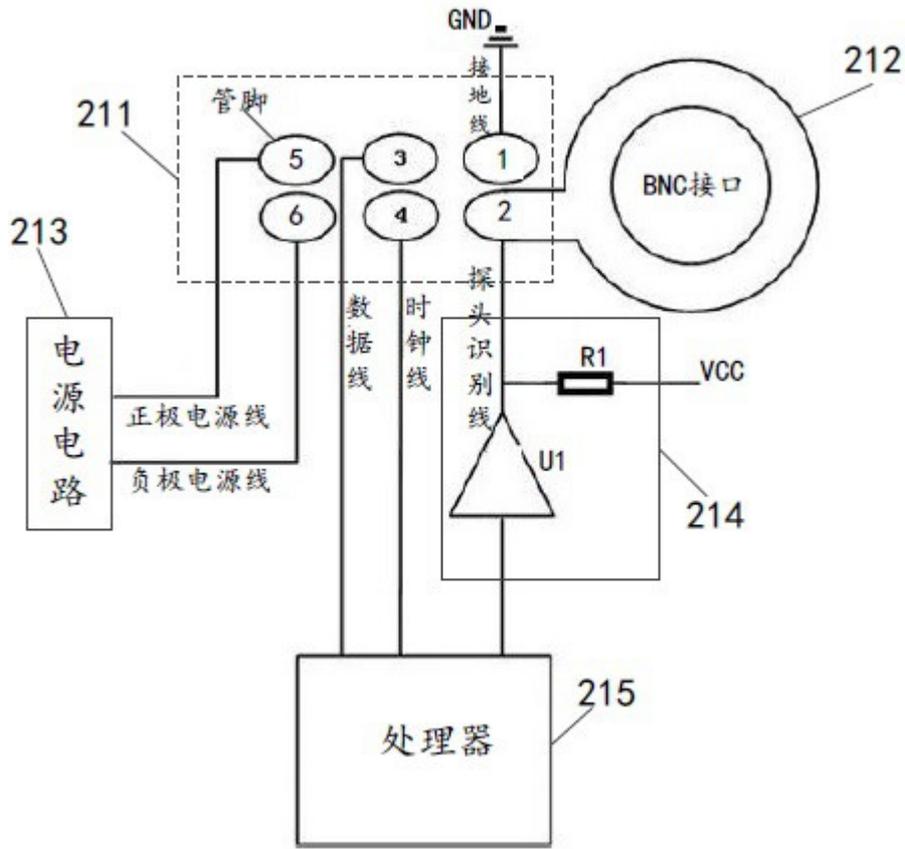


图10

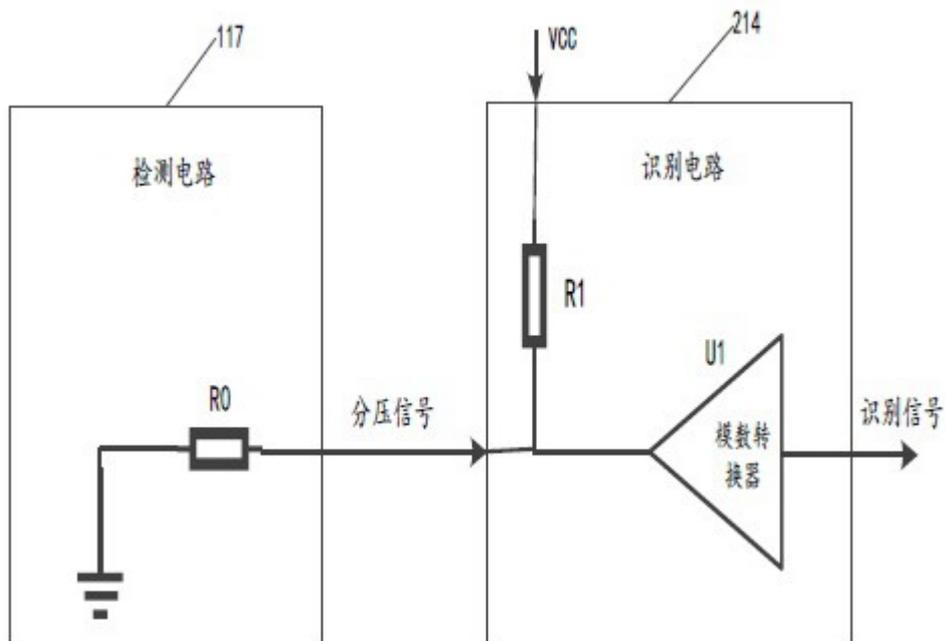


图11