



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110133390 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201910538393.4

(22)申请日 2019.06.20

(71)申请人 贵州电网有限责任公司电力科学研究院

地址 550002 贵州省贵阳市南明区解放路86号

(72)发明人 杨涛 黄良 吴建蓉 朱勇 黄军凯 许逵

(74)专利代理机构 北京智汇东方知识产权代理有限公司(普通合伙) 11391

代理人 刘长江

(51)Int.Cl.

G01R 29/12(2006.01)

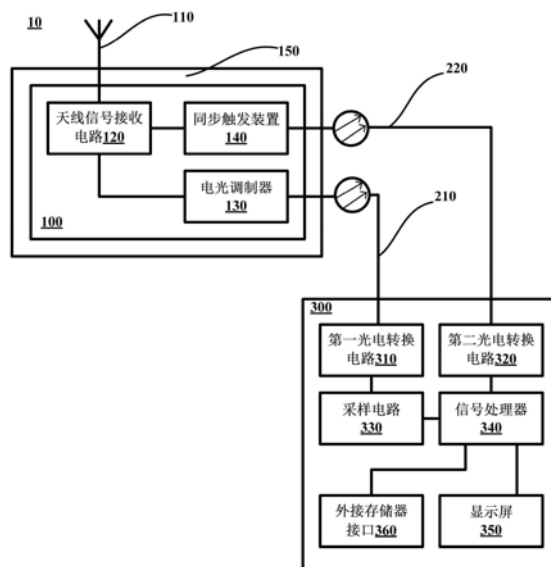
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种便携式特快速暂态高频电场测量系统

(57)摘要

本发明提供了一种便携式特快速暂态高频电场测量系统。该测量系统包括：信号感测装置、第一传输光纤、信号处理装置。在信号感测装置中，电场信号接收天线接收GIS开关释放的特快速暂态高频电场信号，特快速暂态高频电场信号经天线信号接收电路对接收信号进行信号调理后，由电光调制器调制为光信号。在信号处理装置中，第一光电转换电路将光信号转换为电信号；采样电路对电信号进行采样，信号处理器用于处理并存储采样数据。通过硬件优化，使得测量系统可以满足GIS变电站高频暂态电场的测量要求。由于采用光信号传输，也避免了在传输过程中干扰以及衰减，从而提供了测量精确性，为评估GIS变电站电磁兼容水平提供了支撑。



1. 一种便携式特快速暂态高频电场测量系统,包括:
 - 信号感测装置,其包括:
 - 屏蔽外壳,其内形成部件安装腔;
 - 电场信号接收天线,安装于所述屏蔽外壳外侧,用于接收GIS开关释放的特快速暂态高频电场信号;
 - 天线信号接收电路,安装于所述部件安装腔内,其输入端与所述电场信号接收天线的尾端连接,用于对所述电场信号接收天线的接收信号进行信号调理;
 - 电光调制器,安装于所述部件安装腔内,与所述天线信号接收电路的输出端连接,用于将所述天线信号接收电路的输出信号调制为光信号;
 - 第一传输光纤,与所述电光调制器的光输出口连接,用于输出所述光信号;
 - 信号处理装置,其包括:
 - 第一光电转换电路,与所述第一传输光纤连接,用于将所述光信号转换为电信号;
 - 采样电路,与所述第一光电转换电路连接,用于对所述电信号进行采样;
 - 信号处理器,与所述采样电路连接,用于处理并存储采样数据。
 - 2. 根据权利要求1所述的测量系统,其中所述信号感测装置还包括:
 - 同步触发装置,安装于所述部件安装腔内,其输入端也与所述电场信号接收天线的尾端连接,用于在所述电场信号接收天线的接收信号在预设频率范围内的情况下,输出触发信号;并且
 - 所述信号处理器,还与所述同步触发装置连接,并根据所述触发信号启动。
 - 3. 根据权利要求2所述的测量系统,其中
 - 所述同步触发装置内设置有光信号输出电路,所述光信号输出电路被所述预设频率范围的天线接收信号触发,输出光形式的所述触发信号;
 - 所述测量系统还包括:第二传输光纤,与所述光信号输出电路,用于输出所述触发信号;并且
 - 所述信号处理装置还包括:第二光电转换电路,与所述第二传输光纤连接,用于将所述触发信号转换为电触发信号,向所述信号处理器提供。
 - 4. 根据权利要求2所述的测量系统,其中
 - 所述屏蔽外壳为铝制盒,并通过接地线接地,并且所述天线信号接收电路、所述电光调制器、所述同步触发装置通过绝缘层与所述屏蔽外壳固定。
 - 5. 根据权利要求2所述的测量系统,其中
 - 所述电场信号接收天线为单极天线,其信号接收频率范围配置为10kHz~500MHz。
 - 6. 根据权利要求2所述的测量系统,其中
 - 所述天线信号接收电路包括高输入电阻的快速FET运放,所述运放的同相输入端连接一PIN限幅器,所述运放的反相输入端连接为电压跟随器,所述运放的输出端连接所述电光调制器。
 - 7. 根据权利要求2所述的测量系统,其中所述电光调制器包括:
 - 激光器,用于发射激光束,所述激光束的光参量随所述天线信号接收电路的输出信号改变;
 - 起偏器,用于使所述激光束入射后变换为线偏振光;

铌酸锂晶体,用于将所述线偏振光分解为两个垂直分量;
延迟玻片,用于通过延迟使所述两个垂直分量产生设定的相位差;以及
检偏器,输出产生所述相位差的光信号。

8. 根据权利要求2所述的测量系统,其中

所述第一传输光纤为多模光纤,并且与所述电光调制器的连接处设置有防水密封结构。

9. 根据权利要求3所述的测量系统,其中所述信号处理装置还包括:

显示屏,与所述信号处理器连接,用于根据所述采样信号还原出的高频暂态电场波形;
外接存储器接口,与所述信号处理器连接,用于连接外部存储器,以供数据输出。

10. 根据权利要求9所述的测量系统,其中

所述第一光电转换电路、所述第二光电转换电路、所述信号处理器、所述同步触发装置、所述显示屏、所述外接存储器接口集成在一块PCB板上。

一种便携式特快速暂态高频电场测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电力设备测量技术领域,特别是涉及一种便携式特快速暂态高频电场测量系统。

背景技术

[0002] 随着GIS(Gas Insulated Switchgear,气体绝缘金属封闭开关设备)变电站在我国电网的应用越来越广泛,电网智能化水平越来越高,变电站电磁兼容问题越来越突出。由于智能变电站合并单元、智能终端等二次设备位于开关场一次设备附近,失去了继保室的屏蔽保护,因此这些基于微机原理的低功率电子装置在变电站发生开关操作、系统短路或者遭受雷击时容易受到电磁干扰,尤其是开关操作产生的空间暂态电磁场TEM(Transient Electromagnetic field),其对变电站的安全可靠运行具有很大影响。因此,研制出一种针对GIS开关操作产生的特快速高频暂态电磁场的测量装置对保证智能变电站的可靠、安全运行有着十分重要的意义。

[0003] GIS变电站开关操作产生的电场是伴随着开关操作电磁暂态而出现的一种特快速暂态高频电场,具有电场脉冲上升沿陡,幅值变化快速、频率高等特点,主要技术指标参数为:频率主要分布在1MHz~300MHz范围,场强(峰-峰值)范围为5KV/m~7kV/m,特快速暂态高频电场的这些特点使得现有的电场测量技术和装置均不能满足其测量要求。。

发明内容

[0004] 本发明的一个目的是要提供一种满足GIS变电站特快速暂态高频电场测量要求的便携式特快速暂态高频电场测量系统。

[0005] 本发明一个进一步的目的是要提高对GIS开关动作时产生的辐射电场测量的精确性。

[0006] 本发明另一个进一步的目的是要使得测量系统结构更加紧凑,提高便携性。

[0007] 本发明另一个进一步的目的是要节省测量系统所需的存储容量。

[0008] 特别地,本发明提供了一种便携式特快速暂态高频电场测量系统。该测量系统包括:信号感测装置、第一传输光纤、信号处理装置。

[0009] 信号感测装置包括:屏蔽外壳,其内形成部件安装腔;电场信号接收天线,安装于屏蔽外壳外侧,用于接收GIS开关释放的特快速暂态高频电场信号;天线信号接收电路,安装于部件安装腔内,其输入端与电场信号接收天线的尾端连接,用于对电场信号接收天线的接收信号进行信号调理;电光调制器,安装于部件安装腔内,与天线信号接收电路的输出端连接,用于将天线信号接收电路的输出信号调制为光信号。

[0010] 第一传输光纤,与电光调制器的光输出口连接,用于输出光信号。

[0011] 信号处理装置包括:第一光电转换电路,与第一传输光纤连接,用于将光信号转换为电信号;采样电路,与第一光电转换电路连接,用于对电信号进行采样;信号处理器,与采样电路连接,用于处理并存储采样数据。

[0012] 可选地,信号感测装置还包括:同步触发装置,安装于部件安装腔内,其输入端也与电场信号接收天线的尾端连接,用于在电场信号接收天线的接收信号在预设频率范围内的情况下,输出触发信号;并且信号处理器,还与同步触发装置连接,并根据触发信号启动。

[0013] 可选地,同步触发装置内设置有光信号输出电路,光信号输出电路被预设频率范围的天线接收信号触发,输出光形式的触发信号;测量系统还包括第二传输光纤,与光信号输出电路,用于输出触发信号;并且信号处理装置还包括:第二光电转换电路,与第二传输光纤连接,用于将触发信号转换为电触发信号,向信号处理器提供。

[0014] 可选地,所述屏蔽外壳为铝制盒,并通过接地线接地,并且所述天线信号接收电路、所述电光调制器、所述同步触发装置通过绝缘层与所述屏蔽外壳固定。

[0015] 可选地,电场信号接收天线为单极天线,其信号接收频率范围配置为10kHz~500MHz。

[0016] 可选地,天线信号接收电路包括高输入电阻的快速FET运放,运放的同相输入端连接一PIN限幅器,运放的反相输入端连接为电压跟随器,运放的输出端连接电光调制器。

[0017] 可选地,电光调制器包括:激光器,用于发射激光束,激光束的光参量随天线信号接收电路的输出信号改变;起偏器,用于使激光束入射后变换为线偏振光;铌酸锂晶体,用于将线偏振光分解为两个垂直分量;延迟玻片,用于通过延迟使两个垂直分量产生设定的相位差;以及检偏器,输出产生相位差的光信号。

[0018] 可选地,第一传输光纤为多模光纤,并且与电光调制器的连接处设置有防水密封结构。

[0019] 可选地,信号处理装置还包括:显示屏,与信号处理器连接,用于根据采样信号还原出的高频暂态电场波形;外接存储器接口,与信号处理器连接,用于连接外部存储器,以供数据输出。

[0020] 可选地,第一光电转换电路、第二光电转换电路、信号处理器、同步触发装置、显示屏、外接存储器接口集成在一块PCB板上。

[0021] 本发明的便携式特快速暂态高频电场测量系统,信号感测装置通过第一传输光纤向信号处理装置提供被测信号。其中在信号感测装置中,电场信号接收天线接收GIS开关释放的特快速暂态高频电场信号,特快速暂态高频电场信号经天线信号接收电路对接收信号进行信号调理后,由电光调制器调制为光信号。在信号处理装置中,第一光电转换电路将光信号转换为电信号;采样电路对电信号进行采样,信号处理器用于处理并存储采样数据。通过硬件优化,使得测量系统可以满足GIS变电站高频暂态电场的测量要求。由于采用光信号传输,也避免了在传输过程中干扰以及衰减,从而提供了测量精确性,为评估GIS变电站电磁兼容水平提供了支撑。

[0022] 进一步地,本发明的便携式特快速暂态高频电场测量系统,通过同步触发装置,可以在电场信号接收天线的接收信号在预设频率范围内(该频率范围根据GIS动作时电场频率设定,可为较高频)的情况下,输出触发信号,响应时间可达纳秒级,使用多点光信号同步触发方式提高抗电磁干扰能力,使得信号处理器根据同步触发信号启动,减少了功率消耗,并且节省了存储空间,从而节省了测量系统所需的存储容量。

[0023] 更进一步地,本发明的便携式特快速暂态高频电场测量系统中,信号感测装置具有屏蔽外壳,天线信号接收电路、电光调制器、同步触发装置安装于屏蔽外壳内,避免了外

界干扰,提高了测量准确性和可靠性。

[0024] 更进一步地,本发明的便携式特快速暂态高频电场测量系统中,信号处理装置采用采样电路(包括A/D转换功能)连接信号处理器,并将第一光电转换电路、第二光电转换电路、信号处理器、同步触发装置、显示屏、外接存储器接口集成在一块PCB板上,缩小了系统体积,提高了可便携性。

[0025] 根据下文结合附图对本发明具体实施例的详细描述,本领域技术人员将会更加明了本发明的上述以及其他目的、优点和特征。

附图说明

[0026] 后文将参照附图以示例性而非限制性的方式详细描述本发明的一些具体实施例。附图中相同的附图标记标示了相同或类似的部件或部分。本领域技术人员应该理解,这些附图未必是按比例绘制的。附图中:

[0027] 图1是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统的示意图;

[0028] 图2是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统中天线信号接收电路的示意图;

[0029] 图3是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统中电光调制器的示意图;

[0030] 图4是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统中第一光电转换电路的示意图;以及

[0031] 图5是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统中同步触发装置的示意图。

具体实施方式

[0032] 图1是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10的示意图。该便携式特快速暂态高频电场测量系统10一般性地可包括:信号感测装置100、第一传输光纤210、信号处理装置300。

[0033] 信号感测装置100可以包括:屏蔽外壳150、电场信号接收天线110、天线信号接收电路120、电光调制器130。信号感测装置100用于布置在电场测量区域内,在测量时,使电场信号接收天线110垂直于地面。

[0034] 屏蔽外壳150内形成部件安装腔。屏蔽外壳150可以铝制盒,并通过接地线接地,一种优选实施例为屏蔽外壳150采用厚度为3mm金属铝材质,尺寸可为100×100×75mm,满足电磁屏蔽要求以及安全要求。

[0035] 电场信号接收天线110,安装于屏蔽外壳150外侧,用于接收GIS开关释放的特快速暂态高频电场信号。电场信号接收天线110可为单极天线,其信号接收频率范围配置为10kHz~500MHz。天线110可采用单极结构,根据待测电场的幅频特性可确定出单极天线的直径长度。本发明提供的一种便携式GIS变电站高频暂态电场检测测量系统10的一个实施例中选取单极天线长度取12mm,测量电场频率范围可达到10kHz~500MHz。电场信号接收天线110的尾端穿入部件安装腔,以与天线信号接收电路120相连。

[0036] 天线信号接收电路120安装于部件安装腔内,其输入端与电场信号接收天线110的

尾端连接,用于对电场信号接收天线110的接收信号进行信号调理。图2是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10中天线信号接收电路120的示意图。天线信号接收电路120包括高输入电阻的快速FET运放OP1(场效应晶体管运算放大器),运放OP1的同相输入端连接一PIN限幅器(二极管限幅器),运放OP1的反相输入端连接为电压跟随器,运放OP1的输出端连接电光调制器130。在一种可选实施例中可以选用型号为ADA4817的FET运放。

[0037] 电光调制器130也安装于部件安装腔内。电光调制器130与天线信号接收电路120的输出端,用于将天线信号接收电路120的输出信号调制为光信号。图3是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10中电光调制器130的示意图。电光调制器130包括:激光器131、起偏器132、铌酸锂晶体133、延迟玻片134和检偏器135。激光器131用于发射激光束,激光束的光参量随天线信号接收电路120的输出信号改变。例如调制信号可以作用于激光器131外的调制器上,使通过调制器的激光束的光参量随信号而改变。起偏器132用于使激光束入射后变换为线偏振光。铌酸锂晶体133用于将线偏振光分解为两个垂直分量;延迟玻片134用于通过延迟使两个垂直分量产生设定的相位差;以及检偏器135输出产生相位差的光信号。例如,信号在电光调制器130内的传输情况为:通过调制器的激光束的光参量随信号而改变,激光器131产生的入射光经过起偏器132变为线偏振光,进入铌酸锂晶体133后分解为两个垂直的分量,再经过一个1/4延迟玻片134是两个分量产生的 $\pi/2$ 固定相位差,最后经检偏器135输出调制光。此外电光调制器130还可以使用准直器作为光信号输出接口。

[0038] 第一传输光纤210与电光调制器130的光输出口连接,用于输出光信号。该第一传输光纤210可为多模光纤,并且与电光调制器130的连接处设置有防水密封结构,也即多模光纤外壳及接口具有良好防水密封性。

[0039] 信号处理装置300包括:第一光电转换电路310、采样电路330、信号处理器340。

[0040] 第一光电转换电路310与第一传输光纤210连接,用于将光信号转换为电信号;图4是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10中第一光电转换电路310的示意图。该第一光电转换电路310可以使用PIN光电二极管L1接收第一传输光纤210输入的调制光信号。可选地,使用两个级联的OPA658放大器OP2、OP3对转换后的电信号进行放大,并通过选择合适的电阻值调整放大倍数。

[0041] 采样电路330,与第一光电转换电路310连接,用于对电信号进行采样,从而实现A/D(模拟数字转换)采样功能,例如可以选用双8位高速A/D转换器,例如MXT2001,其性能应接近或达到以下条件:8位采样精度,单通道采样率达到1.3GS/s,优选采用高速模数转换电路以及数字自校准技术,保证器件的高速和高动态特性。A/D器件内部可集成串行接口,支持用户控制、改变电路参数,以提高性能和满足系统要求。

[0042] 信号处理器340,与采样电路330连接,用于处理并存储采样数据。信号处理器340可以选用DSP(Digital Signal Processor,数字信号处理器),例如可以选用型号为TMS320DM8167SCYG4的DSP,其最大时钟频率可达1.2GHz,数据RAM大小为64kB,数据总线宽度为32bit。

[0043] 本实施例的测量系统10,通过硬件优化,可以满足GIS变电站高频暂态电场的测量要求。由于采用光信号传输,也避免了在传输过程中干扰以及衰减,从而提供了测量精确

性,为评估GIS变电站电磁兼容水平提供了支撑。

[0044] 本实施例的测量系统10提及的具体的器件型号均为例举,本领域技术人员可以根据需要选择功能相同、性能近似或更高的类似器件。

[0045] 另外,本实施例的测量系统10还可以设置同步触发装置140。该同步触发装置140也安装于部件安装腔内,其输入端也与电场信号接收天线110的尾端连接,用于在电场信号接收天线110的接收信号在预设频率范围内的情况下,输出触发信号;并且信号处理器340还与同步触发装置140连接,并根据触发信号启动。

[0046] 可选地,同步触发装置140内设置有光信号输出电路,光信号输出电路被预设频率范围的天线接收信号触发,输出光形式的触发信号;测量系统10还包括第二传输光纤220,与光信号输出电路,用于输出触发信号;并且信号处理装置300还包括:第二光电转换电路320,与第二传输光纤220连接,用于将触发信号转换为电触发信号,向信号处理器340提供。

[0047] 图5是根据本发明一个实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10中同步触发装置140的示意图。同步触发装置140采用多点同步触发方式,当同步触发装置140接收到较高频段的电磁波时,其能量可导通电光转换电路中的三极管Q1,进而驱动多个发光二极管L2产生光信号,光信号耦合至第二传输光纤220分别传输至第二光电转换电路320,将光信号转换成电信号,进而触发信号处理器340(DSP主控芯片)开始工作。

[0048] 第二传输光纤220以及第二光电转换电路320可以分别与第一传输光纤210以及第一光电转换电路310采用相同的方案,也即第二传输光纤220采用多模光纤,并与屏蔽外壳150的连接处设置有防水密封结构;第二光电转换电路320使用两个级联的OPA658放大器对转换后的电信号进行放大,并通过选择合适的电阻值调整放大倍数。

[0049] 本实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10,利用同步触发装置140在电场信号接收天线110的接收信号在预设频率范围内(该频率范围根据GIS动作时电场频率设定,可为较高频)的情况下,输出触发信号,响应时间可达纳秒级,使用多点光信号同步触发方式提高抗电磁干扰能力,使得信号处理器340根据同步触发信号启动,减少了功率消耗,并且节省了存储空间,从而节省了测量系统10所需的存储容量。

[0050] 信号处理装置300还可以包括:显示屏350、外接存储器接口360。显示屏350与信号处理器340连接,用于根据采样信号还原出的高频暂态电场波形;外接存储器接口360,与信号处理器340连接,用于连接外部存储器,以供数据输出。显示屏350可以使用LCD(液晶显示屏),信号处理器340对信号的处理结果(例如幅值、频谱等)也可以通过显示屏350输出。外接存储器接口360可以使用SD卡插座,从而可将数据拷出。

[0051] 第一光电转换电路310、第二光电转换电路320、信号处理器340、同步触发装置140、显示屏350、外接存储器接口360集成在一块PCB板上,从而极大地缩小了系统体积,提高了可便携性。

[0052] 本实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10还可以包括电源模块(图中未示出)。电源模块可以将220V工频交流电进行降压稳压再给各部件供电,例如可以将220V工频交流电进行降压、逆变、稳压、滤波后输出稳定3.3V、5V直流电。

[0053] 本实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10还可以包括置位/复位电路、输入模块(图中均未示出)等。置位/复位电路用于对于测量系统10进行复位,以在故障发生时恢复系统10的正常测量。输入模块可以用于用户输入操作指令,例如进行数据拷贝、参数

设置的操作。

[0054] 使用本实施例的便携式特快速暂态高频电场测量系统10时,应将信号感测装置100水平放置于被测空间内,电场信号接收天线110垂直于地面,当GIS变电站进行开关操作产生的高频暂态电场被电场信号接收天线110接收后,天线信号接收电路120将信号分别传输至同步触发装置140和电光调制器130,同步触发装置140接收到较高频段的电磁波时,其能量可导通光信号输出电路中的三极管,进而驱动多个发光二极管产生光信号,光信号耦合至多模光纤分别传输至后端多个光电转换电路,将光信号转换成电信号,进而触发信号处理器340开始工作,采样电路330将光电转换电路输出的模拟电信号转换成数字信号提供给信号处理器340进行处理,最后在显示屏350上产生高频暂态电场波形,并将采集到的数据存储至SD卡中。

[0055] 至此,本领域技术人员应认识到,虽然本文已详尽示出和描述了本发明的多个示例性实施例,但是,在不脱离本发明精神和范围的情况下,仍可根据本发明公开的内容直接确定或推导出符合本发明原理的许多其他变型或修改。因此,本发明的范围应被理解和认定为覆盖了所有这些其他变型或修改。

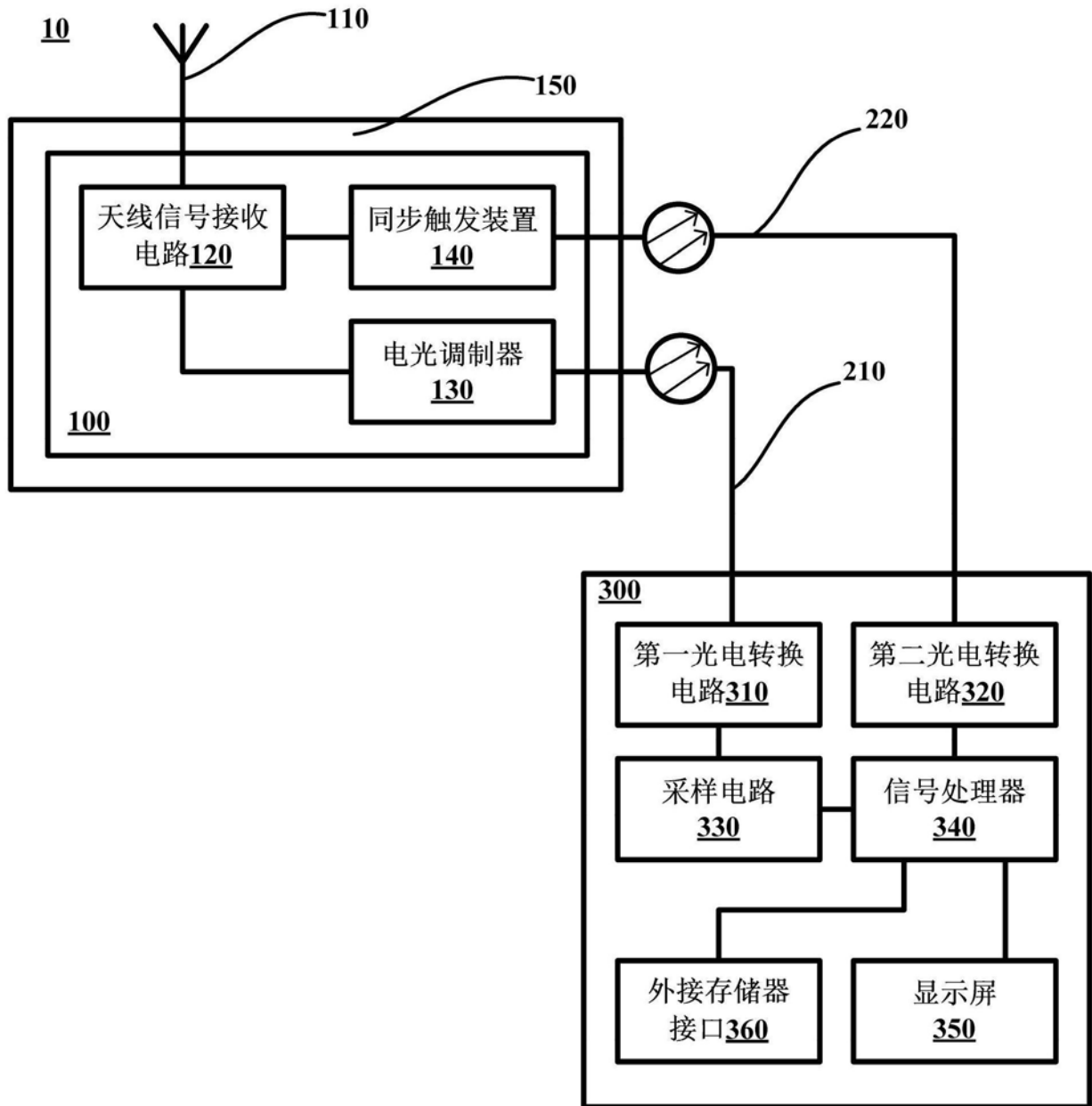


图1

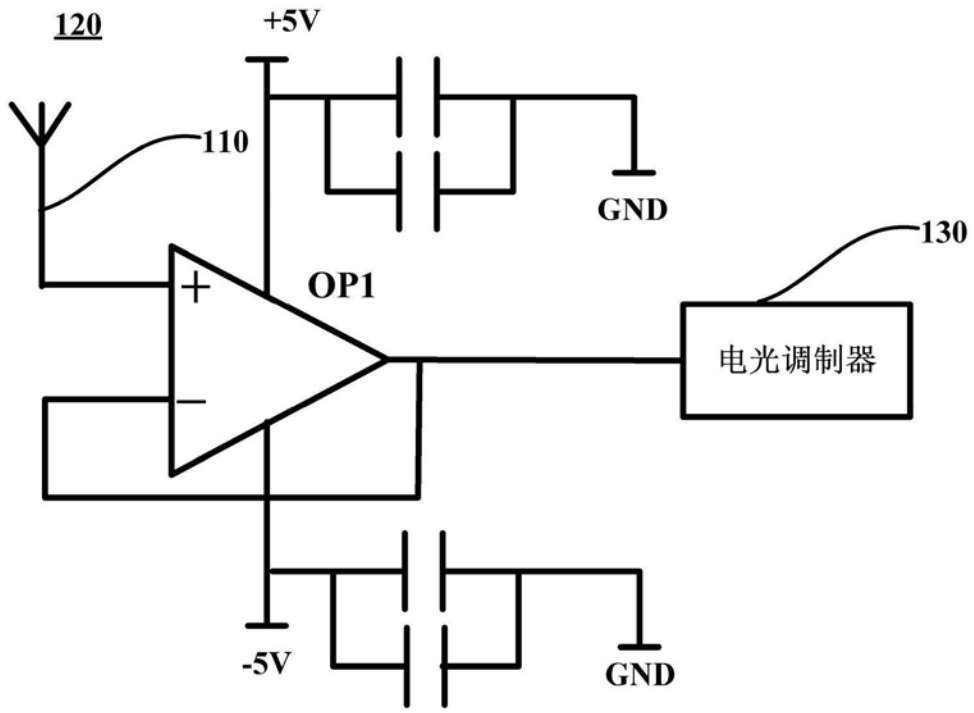


图2

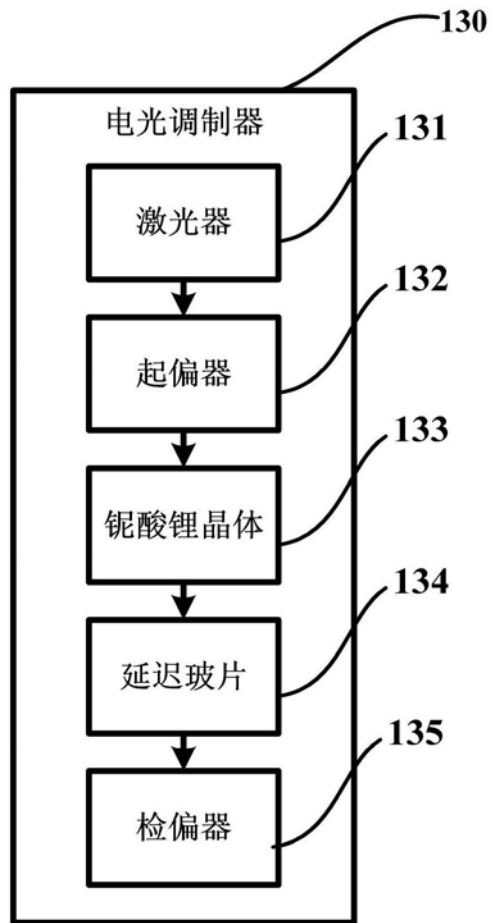


图3

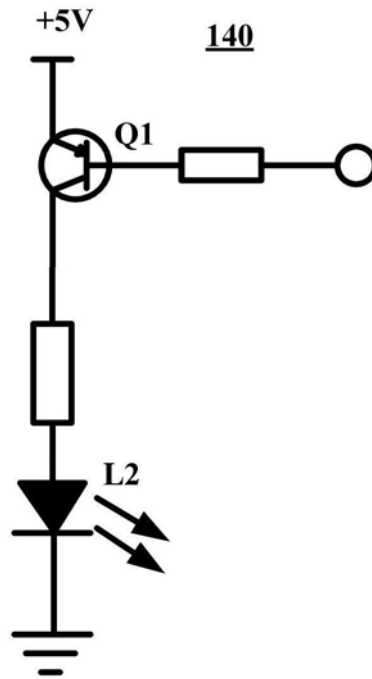


图4

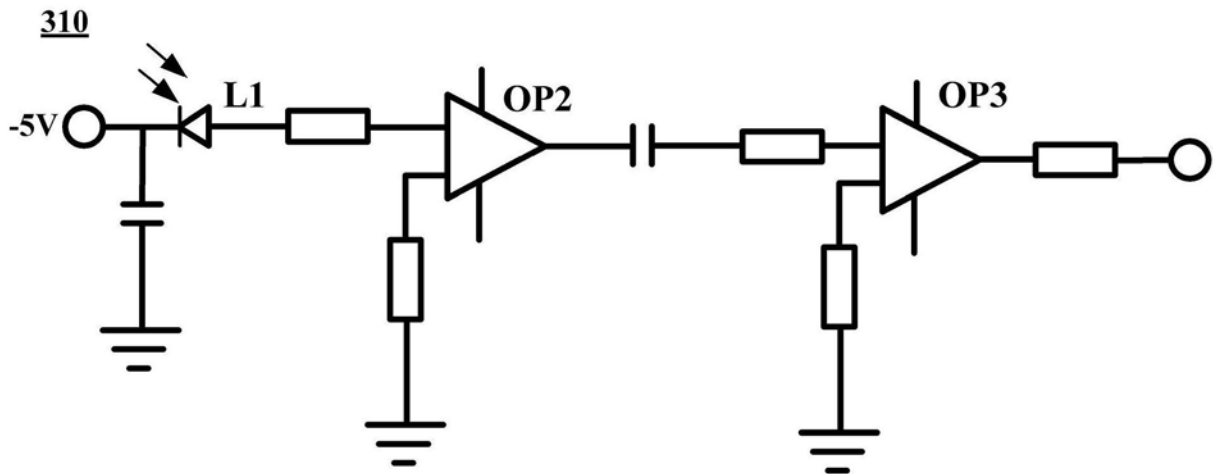


图5