



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106200029 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610819235.2

(22)申请日 2016.09.12

(71)申请人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96号

(72)发明人 江晓 黎娜 潘建伟

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王宝筠

(51)Int.Cl.

G02F 1/11(2006.01)

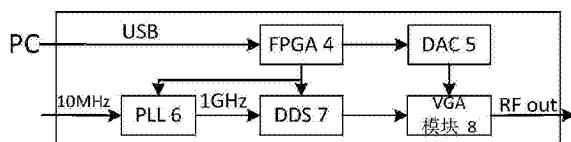
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种声光调制器驱动电路及其扫描方法

(57)摘要

本申请提供一种声光调制器驱动电路及其扫描方法，所述驱动电路包括控制器、锁相环、直接数字频率合成器、数字模拟转换器、可变增益放大器模块；在所述直接数字频率合成器的输出端和所述数字模拟转换器的输出端增加设置了可变增益放大器模块，所述可变增益放大器模块能够对所述直接数字频率合成器输出的信号的幅度进行放大，同时所述放大倍数受到所述数字模拟转换器输出的控制，从而实现了声光调制器驱动电路输出信号的频率值和幅度值可调节，通过所述控制器控制使得驱动电路对输出信号的频率和幅度能够灵活快速的进行切换或扫描等操作。所述扫描方法基于所述扫描电路，本发明提供的扫描方法可以预设或自定义不同的扫描点，进而提供更多扫描方式。



1. 一种声光调制器驱动电路,其特征在于,包括:

控制器、锁相环、直接数字频率合成器、数字模拟转换器、可变增益放大器模块;

所述锁相环与所述直接数字频率合成器的输入端相连,所述锁相环受所述控制器控制将参考时钟转变为参考信号提供给所述直接数字频率合成器;

所述直接数字频率合成器的输出端输出差分信号,所述直接数字频率合成器的输出端与所述可变增益放大器模块的正输入端和负输入端分别连接;

所述数字模拟转换器的输入端与所述控制器相连,输出端连接所述可变增益放大器模块;

所述控制器通过所述锁相环控制所述直接数字频率合成器输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值;并通过所述数字模拟转换器,控制所述可变增益放大器模块输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的幅度值。

2. 根据权利要求1所述的声光调制器驱动电路,其特征在于,所述可变增益放大器模块包括第一可变增益放大器和第二可变增益放大器;

所述第一可变增益放大器的正输入端和负输入端均与所述直接数字频率合成器的输出端相连;

所述第一可变增益放大器的输出端与所述第二可变增益放大器的正输入端相连;

所述第二可变增益放大器的负输入端接地;

所述第一可变增益放大器的增益管脚和所述第二可变增益放大器的增益管脚相连,并受所述数字模拟转换器控制。

3. 根据权利要求2所述的声光调制器驱动电路,其特征在于,所述可变增益放大器模块还包括第三可变增益放大器;

所述第三可变增益放大器的正输入端与所述数字模拟转换器的输出端相连;

所述第三可变增益放大器的负输入端接地;

所述第三可变增益放大器的输出端与所述第一可变增益放大器的增益管脚和所述第二可变增益放大器的增益管脚相连;

所述第三可变增益放大器的增益管脚与所述声光调制器驱动电路之外的模拟开关相连,所述模拟开关用于控制所述声光调制器驱动电路的关断和打开。

4. 根据权利要求3所述的声光调制器驱动电路,其特征在于,还包括第四可变增益放大器,所述第四可变增益放大器的正输入端连接所述锁相环的输入端,用于接收参考时钟;

所述第四可变增益放大器的负输入端接地;

所述第四可变增益放大器的增益管脚连接固定电压源;

所述第四可变增益放大器的输出端连接与所述声光调制器驱动电路级联的声光调制器驱动电路中的锁相环的输入端,用于实现两个声光调制器驱动电路的参考时钟同步。

5. 根据权利要求4所述的声光调制器驱动电路,其特征在于,所述第一可变增益放大器、所述第二可变增益放大器、所述第三可变增益放大器和所述第四可变增益放大器的型号均为VCA824。

6. 根据权利要求1所述的声光调制器驱动电路,其特征在于,还包括机械编码器,所述机械编码器与所述控制器的输入端相连,用于改变所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值和幅度值。

7.根据权利要求1所述的声光调制器驱动电路,其特征在于,还包括带电可擦可编程只读存储器,所述带电可擦可编程只读存储器与所述控制器相连,用于在所述声光调制器驱动电路掉电时存储所述声光调制器驱动电路的信息,以便所述声光调制器驱动电路重新上电时恢复上次掉电时的状态。

8.根据权利要求1-7任意一项所述的声光调制器驱动电路,其特征在于,所述控制器为现场可编程门阵列、单片机或数字信号处理器。

9.一种声光调制器驱动电路的扫描方法,其特征在于,基于权利要求1-8任意一项所述的声光调制器驱动电路,所述扫描方法包括:

获取预设扫描点的文件,所述扫描点包括频率值和幅度值;

将所述预设扫描点的文件存储在所述控制器中;

接收触发信号;

读取所述预设扫描点的文件,并按照所述预设扫描点的文件中预设扫描点的顺序依次输出相应的频率值和相应的幅度值。

10.根据权利要求9所述的扫描方法,其特征在于,在所述将所述预设扫描点的文件存储在所述控制器中和所述接收触发信号之间还包括:

获取所述扫描点的输出指令,所述输出指令包括每次输出的扫描点的个数,以及输出两个相邻扫描点的时间间隔。

一种声光调制器驱动电路及其扫描方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信号发生器领域,尤其涉及一种声光调制器驱动电路及其扫描方法。

背景技术

[0002] 冷原子与超冷原子提供了一种非常理想的微观量子态,在量子物理与量子信息相关实验中占据着重要的地位。在冷原子实验领域,比如量子存储、超流、光晶格等实验中,声光调制器(Acousto-optical Modulators,缩写为AOM)发挥着重要作用,声光调制器通过改变激光的波长、幅度、相位等参数,再通过光与原子相互作用机制影响和操控冷原子的量子态。

[0003] 声光调制器需要一个正弦波电信号驱动电路来驱动。由于冷原子的各种特征都很精细,对驱动声光调制器的正弦波电信号驱动电路的频率分辨率、精度、稳定度等都有比较高的要求。同时,量子信息实验的复杂过程要求该正弦波电信号驱动电路可以对频率和幅度进行灵活快速的切换或扫描等操作。

[0004] 但目前还没有能够满足上述要求的正弦波电信号驱动电路。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供一种声光调制器驱动电路及其扫描方法,以解决现有技术中的正弦波电信号驱动电路无法对频率和幅度进行灵活快速的切换或扫描的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种声光调制器驱动电路,包括:

[0008] 控制器、锁相环、直接数字频率合成器、数字模拟转换器、可变增益放大器模块;

[0009] 所述锁相环与所述直接数字频率合成器的输入端相连,所述锁相环受所述控制器控制将参考时钟转变为参考信号供给所述直接数字频率合成器;

[0010] 所述直接数字频率合成器的输出端输出差分信号,所述直接数字频率合成器的输出端与所述可变增益放大器模块的正输入端和负输入端分别连接;

[0011] 所述数字模拟转换器的输入端与所述控制器相连,输出端连接所述可变增益放大器模块;

[0012] 所述控制器通过所述锁相环控制所述直接数字频率合成器输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值;并通过所述数字模拟转换器,控制所述可变增益放大器模块输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的幅度值。

[0013] 优选地,所述可变增益放大器模块包括第一可变增益放大器和第二可变增益放大器;

[0014] 所述第一可变增益放大器的正输入端和负输入端均与所述直接数字频率合成器的输出端相连;

[0015] 所述第一可变增益放大器的输出端与所述第二可变增益放大器的正输入端相连;

[0016] 所述第二可变增益放大器的负输入端接地;

- [0017] 所述第一可变增益放大器的增益管脚和所述第二可变增益放大器的增益管脚相连，并受所述数字模拟转换器控制。
- [0018] 优选地，所述可变增益放大器模块还包括第三可变增益放大器；
- [0019] 所述第三可变增益放大器的正输入端与所述数字模拟转换器的输出端相连；
- [0020] 所述第三可变增益放大器的负输入端接地；
- [0021] 所述第三可变增益放大器的输出端与所述第一可变增益放大器的增益管脚和所述第二可变增益放大器的增益管脚相连；
- [0022] 所述第三可变增益放大器的增益管脚与所述声光调制器驱动电路之外的模拟开关相连，所述模拟开关用于控制所述声光调制器驱动电路的关断和打开。
- [0023] 优选地，所述声光调制器驱动电路还包括第四可变增益放大器，所述第四可变增益放大器的正输入端连接所述锁相环的输入端，用于接收参考时钟；
- [0024] 所述第四可变增益放大器的负输入端接地；
- [0025] 所述第四可变增益放大器的增益管脚连接固定电压源；
- [0026] 所述第四可变增益放大器的输出端连接与所述声光调制器驱动电路级联的声光调制器驱动电路中的锁相环的输入端，用于实现两个声光调制器驱动电路的参考时钟同步。
- [0027] 优选地，所述第一可变增益放大器、所述第二可变增益放大器、所述第三可变增益放大器和所述第四可变增益放大器的型号均为VCA824。
- [0028] 优选地，所述声光调制器驱动电路还包括机械编码器，所述机械编码器与所述控制器的输入端相连，用于改变所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值和幅度值。
- [0029] 优选地，所述声光调制器驱动电路还包括带电可擦可编程只读存储器，所述带电可擦可编程只读存储器与所述控制器相连，用于在所述声光调制器驱动电路掉电时存储所述声光调制器驱动电路的信息，以便所述声光调制器驱动电路重新上电时恢复上次掉电时的状态。
- [0030] 优选地，所述控制器为现场可编程门阵列、单片机或数字信号处理器。
- [0031] 本发明还提供一种声光调制器驱动电路的扫描方法，基于上述的声光调制器驱动电路，所述扫描方法包括：
- [0032] 获取预设扫描点的文件，所述扫描点包括频率值和幅度值；
- [0033] 将所述预设扫描点的文件存储在所述控制器中；
- [0034] 接收触发信号；
- [0035] 读取所述预设扫描点的文件，并按照所述预设扫描点的文件中预设扫描点的顺序依次输出相应的频率值和相应的幅度值。
- [0036] 优选地，在所述将所述预设扫描点的文件存储在所述控制器中和所述接收触发信号之间还包括：
- [0037] 获得所述扫描点的输出指令，所述输出指令包括每次输出的扫描点的个数，以及输出两个相邻扫描点的时间间隔。
- [0038] 经由上述的技术方案可知，本发明提供的声光调制器驱动电路包括：控制器、锁相环、直接数字频率合成器、数字模拟转换器、可变增益放大器模块；所述锁相环与所述直接数字频率合成器的输入端相连，所述锁相环受所述控制器控制将参考时钟转变为参考信号

提供给所述直接数字频率合成器；所述直接数字频率合成器的输出端输出差分信号，所述直接数字频率合成器的输出端与所述可变增益放大器的正输入端和负输入端分别连接；所述数字模拟转换器的输入端与所述控制器相连，输出端连接所述可变增益放大器模块；所述控制器通过所述锁相环控制所述直接数字频率合成器输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值；并通过所述数字模拟转换器，控制所述可变增益放大器模块输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的幅度值。

[0039] 即本发明提供一种新的声光调制器驱动电路，在所述直接数字频率合成器的输出端和所述数字模拟转换器的输出端增加设置了可变增益放大器模块，所述可变增益放大器模块能够对所述直接数字频率合成器输出的信号的幅度进行放大，从而实现了声光调制器驱动电路输出信号的频率值和幅度值可调节，通过所述控制器控制使得驱动电路对输出信号的频率和幅度能够灵活快速的进行切换或扫描等操作。

[0040] 进一步地，本发明还提供一种声光调制器驱动电路的扫描方法，基于上述声光调制器驱动电路，所述扫描方法通过获取预设扫描点的文件，再在触发信号作用下，依据所述预设扫描点的文件输出相应的频率值和相应的幅度值，由于所述文件为预设扫描点的文件，因此，本发明提供的扫描方法可以依据用户需求，预设或自定义不同的扫描点，进而提供更多扫描方式，相对于目前只有线性扫描或对数扫描等规则的扫描方式，本发明提供的声光调制器驱动电路的扫描方法提供了更加灵活地扫描方式，进而使得所述声光调制器驱动电路输出信号的频率和幅度能够灵活快速的进行切换或扫描。

附图说明

[0041] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0042] 图1为现有技术中AOM工作原理示意图；

[0043] 图2为本发明实施例提供的AOM驱动电路框架结构示意图；

[0044] 图3为本发明实施例提供的一种VGA模块的具体结构示意图；

[0045] 图4为本发明实施例提供的另一种优选地VGA模块的具体结构示意图；

[0046] 图5为本发明实施例提供的多块AOM驱动电路级联结构示意图；

[0047] 图6为本发明实施例提供的一种扫描方法的流程图。

具体实施方式

[0048] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0049] 声光调制器由声光介质和压电换能器构成，当声光调制器驱动源的某种特定载波频率驱动换能器时，换能器即产生同一频率的超声波并传入声光介质，在介质内形成折射率变化，光束通过介质时即发生相互作用而改变光的传播方向即产生衍射。

[0050] 直接数字式频率合成器(Direct Digital Synthesizer,以下简称为DDS)技术被公认是非常适合用于AOM驱动的方法。目前已经有很成熟的单片集成DDS芯片,且有多个应用于AOM驱动电路的例子。如图1所示,AOM2在DDS的输出信号3的驱动下,将激光1的传播方向改变。

[0051] 但目前DDS芯片输出信号的幅度无法控制,幅度调制带宽较小,且无法进行复杂的频率和幅度的扫描,因此,目前的DDS技术驱动AOM只能应用于一些简单的冷原子量子信息实验,而无法应用于精密的量子信息实验中。

[0052] 基于此,本发明实施例提供一种声光调制器驱动电路,包括:控制器、锁相环(Phase Locked Loop,以下简称为PLL)、直接数字频率合成器、数字模拟转换器(Digital to Analog converter,以下简称为DAC)、可变增益放大器(variable gain amplifier,以下简称为VGA)模块;锁相环与直接数字频率合成器的输入端相连,锁相环受控制器控制将参考时钟转变为参考信号提供给直接数字频率合成器;直接数字频率合成器的输出端输出差分信号,直接数字频率合成器的输出端与可变增益放大器的正输入端和负输入端分别连接;数字模拟转换器的输入端与控制器相连,输出端连接可变增益放大器;控制器通过锁相环控制直接数字频率合成器输出声光调制器驱动电路的输出信号的频率值;并通过数字模拟转换器控制可变增益放大器模块输出声光调制器驱动电路的输出信号的幅度值。

[0053] 需要说明的是,本实施例中所述控制器可以是现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,以下简称为FPGA),也可以是单片机或数字信号处理器(Digital Signal Processing,缩写为DSP),本实施例中对此不做限定,只要是能够控制其他元件运作进行数字信号处理并具有存储功能的控制器均可以用做本实施例中的控制器。本实施例中以所述控制器为FPGA为例进行详细说明,当所述控制器为单片机或DSP时,本领域技术人员容易想到的,将所述FPGA替换为单片机或DSP即可,本实施例中对此不做详细赘述。

[0054] 如图2所示,所述声光调制器驱动电路包括:现场可编程门阵列FPGA4、数字模拟转换器DAC5、锁相环PLL6、直接数字频率合成器DDS7和可变增益放大器VGA模块8。

[0055] 本实施例中FPGA4与PLL6、DDS7和DAC5相互通信,FPGA4接受上位机(图2中的PC所示)的指令,从而控制PLL6、DDS7和DAC5。具体地,FPGA4通过PLL6控制DDS7输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值;FPGA4通过DAC5控制VGA模块8输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的幅度值。

[0056] 需要说明的是,所述上位机PC对FPGA进行控制可以预先将写好的命令存储在FPGA4中,FPGA4根据触发信号的触发,读取命令从而执行命令。上位机将命令存储在FPGA中的实现方式,本实施例中不做限定,优选地,上位机通过USB(Universal Serial Bus,通用串行总线)转换芯片将上位机的USB信号转换后传送给FPGA,因此,本实施例中,所述声光调制器驱动电路还包括USB转换芯片,所述USB转换芯片与所述现场可编程门阵列的输入端相连。

[0057] 本实施例中PLL6与DDS7的输入端相连,并与FPGA4的输出端相连,通过FPGA4控制设置好PLL6分频比,PLL6受FPGA4的控制将10MHz的参考时钟转变为1GHz的参考信号提供给DDS7。PLL6所需的参考时钟可以由所述声光调制器驱动电路的电路板内晶振提供,或者由声光调制器驱动电路的外部参考信号提供,本实施例中对此不做限定。

[0058] DDS7接收PLL6发送的1GHz参考信号，并接收FPGA4的频率值指令，将参考信号转变为频率值指令指定的频率值，从而输出不同的频率值。即DDS7的频率通过FPGA4数字控制输出。根据采样定理，本实施例中DDS7可以输出频率范围0MHz～400MHz内的频率值。优选为具有32位控制频率的数字模块和16位控制相位的数字模块的AD9858型号的DDS芯片。

[0059] 由于DDS7没有能控制声光调制器驱动电路的输出信号的幅度的数字模块，因此，本实施例中在DDS7的输出端增加设置了VGA模块8，本实施例中DDS7的输出端与VGA模块8的输入端相连，需要说明的是，DDS7输出的是差分信号，DDS7与VGA模块8之间为差分传输；差分传输是一种信号传输的技术，区别于传统的一根信号线一根地线的做法，差分传输在这两根线上都传输信号，这两个信号的振幅相等，相位相反，在两根线上传输的信号就是差分信号。因此，本实施例中DDS7的输出端同时与VGA模块8的正输入端和负输入端均相连。

[0060] DAC5的输入端与FPGA4的输出端相连，DAC5的输出端与VGA模块8相连，DAC5用于将FPGA4输出的幅度值的数字信号转换为模拟信号，进而使得所述幅度值通过VGA模块8进行放大。

[0061] 需要说明的是，本实施例中的VGA采用VCA824，但VCA824的动态范围为40dB，其动态范围达不到冷原子实验的要求，因此，本实施例中采用串行两个VGA对所述声光调制器的输出信号的幅度值进行控制，两个VCA824的关断隔离可以达到70dB以上，从而满足冷原子实验的要求。

[0062] 也即VGA模块8包括第一可变增益放大器和第二可变增益放大器；如图3所示，第一可变增益放大器U1的正输入端和负输入端均与DDS的输出端相连；第一可变增益放大器U1的输出端与第二可变增益放大器U2的正输入端相连，第二可变增益放大器U2的负输入端接地，形成两级可变增益放大器；第一可变增益放大器U1的增益管脚和第二可变增益放大器U2的增益管脚相连，并与DAC的输出端相连，通过调节两个可变增益放大器的增益管脚Vg的输入电压来调节VGA的放大倍数。

[0063] DAC受FPGA控制输出幅度值，所述幅度值再经过第一可变增益放大器和第二可变增益放大器的两级放大，从而使得声光调制器驱动电路的输出信号的幅度值能够随之被放大，进而使得所述VGA的动态范围达到冷原子实验的要求。

[0064] 需要说明的是，为了达到快速关断输出信号的目的，本实施例中所述VGA模块还包括第三可变增益放大器，第三可变增益放大器的型号也可以优选为VCA824，如图4所示，第三可变增益放大器U3的正输入端与DAC的输出端相连；第三可变增益放大器的负输入端接地；第三可变增益放大器U3的输出端与第一可变增益放大器U1的增益管脚和第二可变增益放大器U2的增益管脚相连；第三可变增益放大器U3的增益管脚与声光调制器驱动电路之外的模拟开关相连，模拟开关提供ON/OFF输入电压，从而通过控制第三可变增益放大器U3的增益管脚的电压控制声光调制器驱动电路的关断和打开。

[0065] 另外，本实施例中第三可变增益放大器U3的输入可以由DAC控制，还可以由外部电压控制，本实施例中对此不做限定。为了实现声光调制器驱动电路的输出信号的幅度可以同时被模拟信号和数字信号控制，第三可变增益放大器U3的输入由外部模拟电压和DAC同时控制，所述DAC优选为14位的AD9755型号。

[0066] 本实施例中还可以优选地，所述声光调制器驱动电路还包括机械编码器，所述机械编码器与所述现场可编程门阵列的输入端相连，用于改变所述声光调制器驱动电路的输

出信号的频率值和幅度值。即在定频输出时,可以通过机械编码器手动调节当前频率和幅度的大小,从而改变声光调制器驱动电路的输出信号的频率值和幅度值。

[0067] 另外,为增加人机交互,方便用户进行操作,本实施例中提供的声光调制器驱动电路还可以包括显示屏幕,所述显示屏幕与所述现场可编程门阵列相连,用于显示所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值和幅度值。优选地,本实施例中所述显示屏幕为液晶显示屏幕(Liquid Crystal Display,LCD)。

[0068] 进一步地,本实施例中提供的声光调制器驱动电路还可以包括带电可擦可编程只读存储器(EEPROM),所述带电可擦可编程只读存储器与所述现场可编程门阵列相连,用于存储所述声光调制器驱动电路的信息。由于EEPROM是一种掉电后数据不丢失的存储芯片,因此,本实施例中在FPGA旁边增加设置一个EEPROM,用来存储AOM驱动电路的各种信息,断电后也可以保存数据,从而在再次上电时,AOM驱动电路可以恢复之前的状态。

[0069] 本实施例中FPGA的指令由USB转换芯片通过上位机PC转换得到,而DAC被FPGA控制,也就是说通过上位机可以控制声光调制器驱动电路的输出信号的幅度,而DDS和PLL同样受FPGA控制,同样上位机也可以控制声光调制器驱动电路的输出信号的频率和相位。如此,便可通过上位机同时控制AOM驱动电路输出信号的频率、幅度和相位。

[0070] 另外,在光晶格实验中,需要通过两块AOM对激光光束的指向进行高速和精细的二维扫描,此时需要两块AOM驱动电路之间的时钟信号同步,为保证两块AOM驱动电路之间的时钟信号同步,如图5所示,本实施例提供的AOM驱动电路还可以包括第四可变增益放大器U4,第四可变增益放大器U4的正输入端连接第一块AOM驱动电路9的10MHz参考时钟信号,该时钟信号优选由AOM驱动电路的外部参考信号提供。第四可变增益放大器U4的负输入端接地,其增益管脚连接固定电压,本实施例中对所述固定电压不做限定。第四可变增益放大器U4的输出端连接第二块AOM驱动电路10中的PLL的输入端,为第二块AOM驱动电路10提供参考时钟信号,从而实现两块AOM驱动电路级联,二者的时钟信号能够同步,进而可以应用于需要高速和精细二维扫描的光晶格实验中。第二块AOM驱动电路的第四可变增益放大器U4可以继续级联下一块AOM驱动电路,实现多级级联,多级级联的AOM驱动电路的参考时钟信号均同步。

[0071] 需要说明的是,本实施例中优选地,所述第四可变增益放大器的型号与第一可变增益放大器、第二可变增益放大器、第三可变增益放大器的型号相同,均为VCA824,从而具有直流耦合、高带宽、单调连续可变以及增益调节动态范围较大的特点。

[0072] 本实施例中提供一种同时控制输出信号幅度和频率的AOM驱动电路,所述AOM驱动电路包括控制器、锁相环、直接数字频率合成器、数字模拟转换器、可变增益放大器模块,所述控制器通过所述锁相环控制所述直接数字频率合成器输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的频率值;并通过所述数字模拟转换器控制所述可变增益放大器模块输出所述声光调制器驱动电路的输出信号的幅度值。

[0073] 本发明提供的AOM驱动电路在扫描时,USB的传输速率赶不上幅频扫描的速率,因此,本发明实施例还提供一种声光调制器驱动电路的扫描方法,基于上一实施例所述的声光调制器驱动电路,所述扫描方法,如图6所示,包括:

[0074] 步骤S101:获取预设扫描点的文件,所述扫描点包括频率值和幅度值;

[0075] 需要说明的是,所述预设扫描点的文件可以是TXT文本文件或excel文件,还可以

是其他文件,只要是能够被上位机中的Labview软件识别的文件即可,本实施例中对此不做限定。优选地采用TXT文本文件,在一个TXT文本文件中写好扫描点,比如4000个扫描点。每一个扫描点都有自己独立的32位频率值和14位幅度值。

[0076] 步骤S102:将所述预设扫描点的文件存储在所述控制器中;

[0077] 本实施例中将所述预设扫描点的文件存储在所述控制器中,优选地,通过上位机的Labview软件,把上述预设扫描点的TXT文本文件传送到FPGA中,预先储存在FPGA的RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)中。

[0078] 步骤S103:接收触发信号;

[0079] 所述触发信号为声光调制器驱动电路的启动触发信号,当FPGA接收触发信号后开始执行扫描动作。

[0080] 步骤S104:读取所述预设扫描点的文件,并按照所述预设扫描点的文件中预设扫描点的顺序依次输出相应的频率值和相应的幅度值。

[0081] 当接收外部的触发信号时,FPGA从RAM中读取预设扫描点的TXT文本文件,并按照TXT文本文件中预设扫描点的顺序依次输出这些频率幅度点。

[0082] 需要说明的是,TXT文本的幅频点数由FPGA的RAM的储存大小决定,最大可以达到4096个。为使扫描方式能够更加灵活,本实施例中在步骤S102和步骤S103之间,还包括调节步骤,所述调节步骤具体为:控制器获取扫描点的输出指令,所述扫描点的输出指令包括每次输出的扫描点的个数,以及输出两个相邻扫描点的时间间隔。即AOM驱动电路输出的点数,以及每相邻两个点之间的时间间隔都可以在上位机中的Labview软件中设置。本实施例中优选地,每两个点的时间间隔10ns为一个调节单位,范围为80ns到2s。

[0083] 另外,在AOM驱动电路按照预设扫描点文件中预设的扫描点输出顺序以及扫描点的输出指令输出一定的扫描点后,还可以返回调节步骤,继续调节AOM驱动电路的输出点数以及每相邻两个点之间的时间间隔,进而继续输出相应的扫描点。如果扫描到文件中的最后一个扫描点,扫描动作自动停止,停在文件的最后一个点,当下次触发来临时,再从文件的第一个点开始扫描。

[0084] 相对于现有技术中的线性扫描或对数扫描等规则的扫描方式,本发明实施例提供的扫描方式更加灵活,且方便用户依据需求对扫描过程进行调节。

[0085] 本发明提供的AOM驱动电路及驱动电路的扫描方法,至少具有以下有益效果:

[0086] a)采用FPGA和DDS的架构使得输出频率和相位可以进行快速和灵活的跳变或者扫描控制,还包含了高速DAC模块,可以通过FPGA进行数字幅度控制以及快速和灵活的幅度跳变或者扫描控制,能应对目前以及未来几年绝大多数冷原子量子信息实验的需求。

[0087] b)本发明提供的AOM驱动电路由两级VGA组成的高带宽高动态范围幅度控制电路,弥补了大多数DDS芯片没有、或者仅有性能受限的幅度控制功能的缺点。同时,所述VGA还支持外部模拟信号控制以及外部数字开关信号控制,具有高带宽、高动态范围和高关断比等优点,可以满足多种实验情况下的需要。

[0088] c)本发明提供的AOM驱动电路还可以对参考时钟进行级联,不需要其它模块或者板卡就可以实现多块AOM驱动电路之间的时钟同步。

[0089] d)AOM驱动电路还包含USB接口,可以方便地通过计算机对其进行全面的程序化控制。

[0090] e) AOM驱动电路还包含LCD和机械编码器组成的简洁人机控制界面,可以无需计算机连接就能方便地对频度、幅度、相位等参数进行一些简单的设置。

[0091] 需要说明的是,本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0092] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

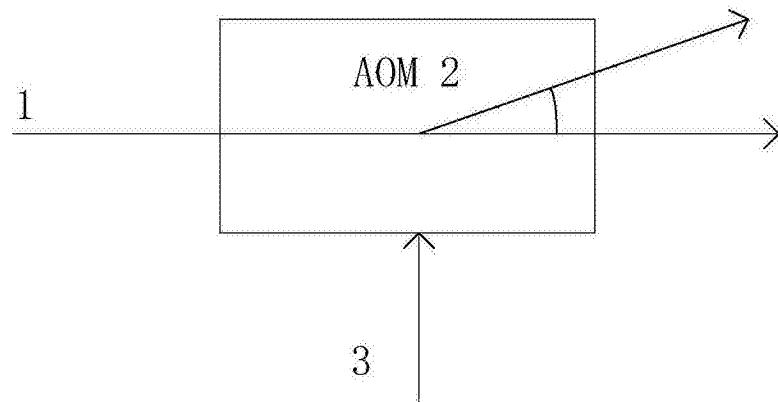


图1

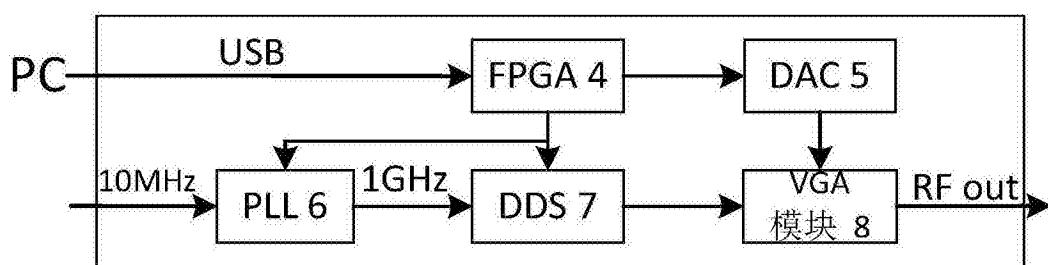


图2

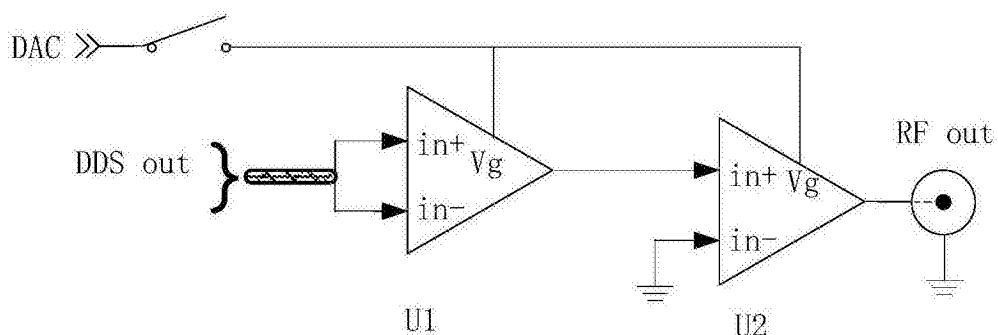


图3

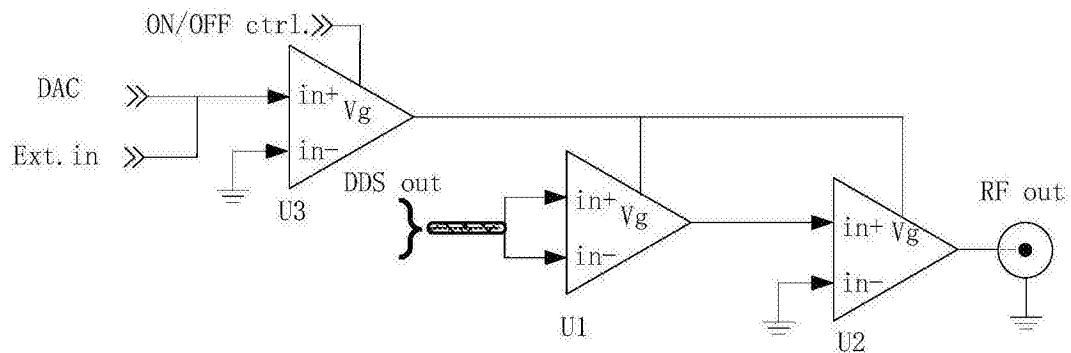


图4

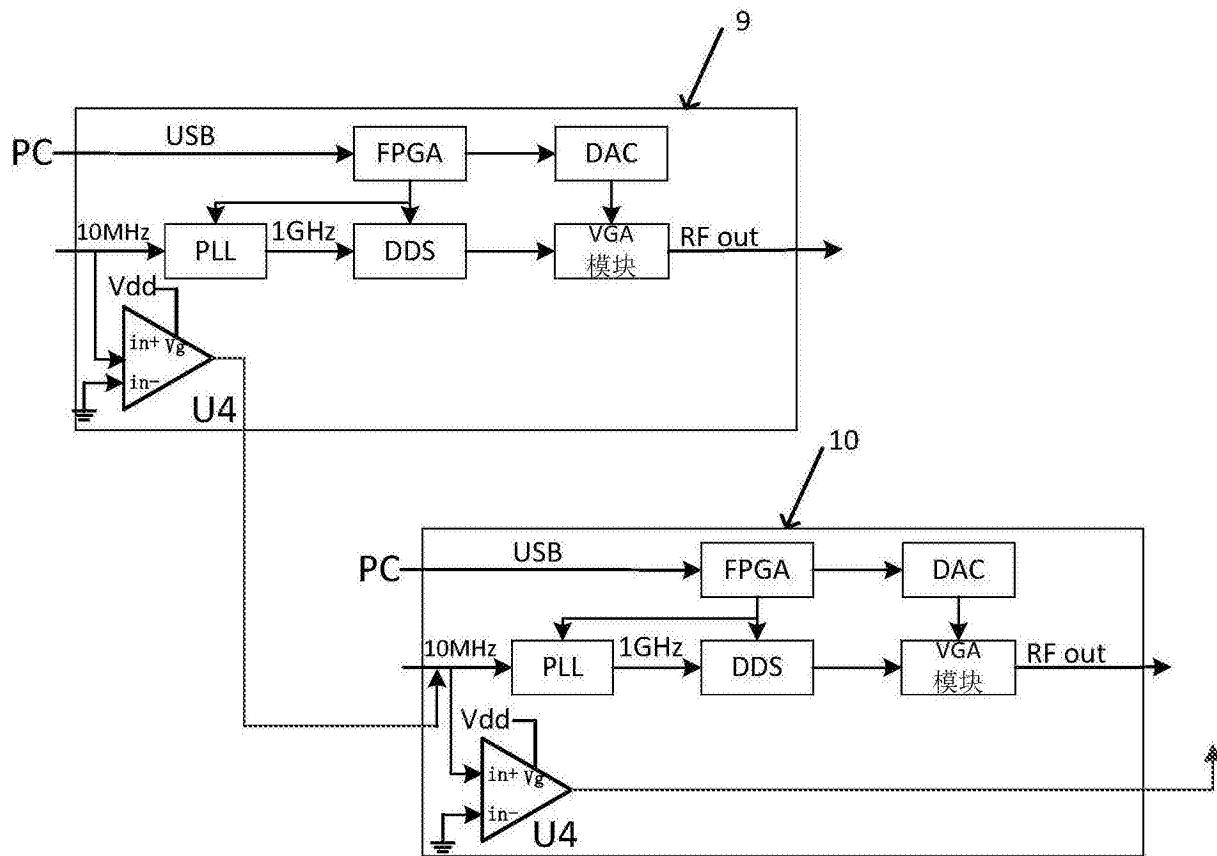


图5

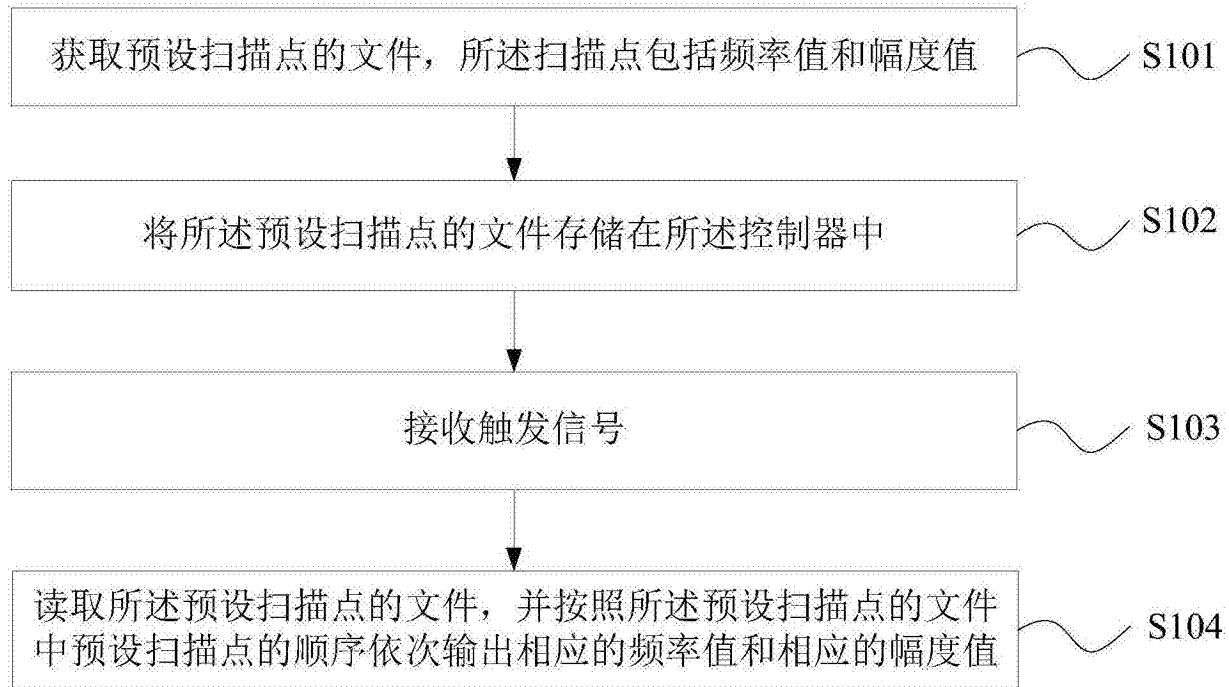


图6