



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102243442 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 16

(21) 申请号 201010173160. 8

(22) 申请日 2010. 05. 12

(71) 申请人 上海微电子装备有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园
区张东路 1525 号

申请人 上海微精密机械工程有限公司

(72) 发明人 王海江 王诗华 戈亚萍 唐文力

李运锋 程鹏 陈振飞 宋海军

韦学志 胡明辉

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有

限公司 11278

代理人 王光辉

(51) Int. Cl.

G03F 7/20(2006. 01)

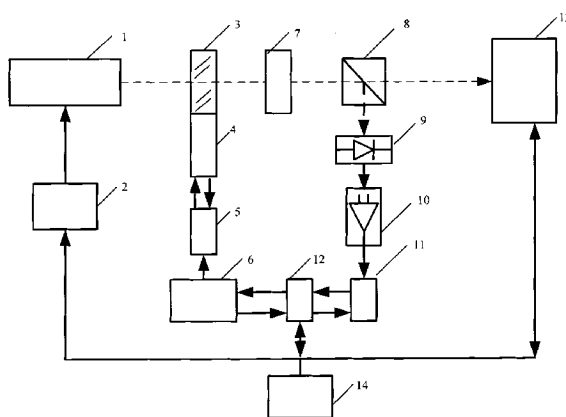
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

硅片对准光源幅度调制装置

(57) 摘要

一种硅片对准光源幅度调制装置,包括:激光器、光弹晶体、压电晶体、功率驱动器、调制控制器、光学组件、偏振分光镜、光电探测器、信号调理单元、信号采集单元及控制单元。光源模块提供的入射光束依次经过光幅调制模块、光学组件、分束器后形成第一调制光束与第二调制光束,光电探测模块探测所述第二调制光束的光信号,根据所述光信号的规律,判断及输出一调制参数,所述光幅调制模块根据所述调制参数调制所述入射光束。



1. 一种用于硅片对准系统的光源幅度调制装置,其特征在于:

光源模块提供的入射光束依次经过光幅调制模块、光学组件、偏振分束器后形成第一调制光束与第二调制光束,光电探测模块探测所述第二调制光束的光信号,根据所述光信号的规律,判断及输出一调制参数,所述光幅调制模块根据所述调制参数调制所述入射光束。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述光幅调制模块包括光弹晶体、压电晶体、功率驱动器及调制控制器,所述调制控制器接收所述调制参数后控制功率驱动器产生驱动信号,所述驱动信号通过驱动压电晶体发生形变使光弹晶体在周期性外力的作用下,对入射光进行调制。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述光学组件包括四分之一滤波片、旋光片。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述光电探测模块包括光电探测器、信号调理单元、信号采集单元及控制单元。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述光源模块包括激光器及激光控制器。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一调制光束是硅片对准系统的入射光。

7. 一种用于硅片对准系统的光源幅度调制方法,其特征在于:

根据晶体的谐振频率设置调制控制器的调制频率参数,调整相位参数 δ_0 的步骤如下:

(1) 设置 δ_0 为 $\pi/2-k*d$,其中 d 为步长, k 取正整数,大于10倍调制频率的采样频率对两个周期的信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间;

(2) 在 $[\pi/2-k*d, \pi/2+k*d]$ 区间,按照步长 d 调整 δ_0 ,对于每一个 δ_0 ,以大于10倍调制频率的采样频率对两个周期信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间;

(3) 对极大值进行比较,对极大值对应的时间进行比较,找出在一个调制周期内,有一个极大值的一组 δ_0 ,在这组极大值中再进行一次筛选找出最大的极大值对应 δ_0 ,即为调制参数。

硅片对准光源幅度调制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光刻领域,尤其涉及用于光刻机中的硅片对准光源幅度调制装置。

背景技术

[0002] 现有的光刻设备的硅片对准中,采用了光源幅度调制技术,其直接使用比较独立的单元,即包括光弹晶体、压电晶体、功率驱动单元、调制控制器,如图 1 所示。

[0003] 现有方案在实际的应用中存在以下缺点:首先,通过手动调整调制控制器的操作面板上的按钮,调整调制器的调制频率和调制强度。但是由于仪器加工制造过程中存在的误差,使得面板上的调整读数与实际设置下去的调制参数也可能存在一定的误差。影响了调制的准确性。尤其是在硅片对准中,对准探测精度要求在几个 nm 量级,这种调制准确性的问题,会直接影响到硅片对准的整体精度。

[0004] 即时调制参数已准确设置,但是在与硅片对准的光路进行配合使用时,由于光路中的其它光学组件制造参数上偏差,使得实际整体调制情况偏离理想设计。

[0005] 另外,由于调制器工作外界环境条件存在长期稳定性的问题,也直接影响到调制器的稳定性。也影响到硅片对准的整体性能。需要一种新的光源幅度调制装置解决原有装置的不足。

[0006] 针对上述问题,本发明提出了一种硅片对准光源幅度调制装置,通过探测调制后的光信号,根据信号的规律,判断并调整调制参数,使得调制效果最优,并将设置参数锁定。实现精确调制的目的。通过定期的重新对调制参数进行优化设置,保证硅片对准不会因为调制环节而降低对准精度。

发明内容

[0007] 为了克服现有技术中通过手动调节参数不准确、不方便的不足,保证调制器与光源照明光路整体优化配合,同时也能根据实际外界环境的变化,重新对调制参数进行优化设置,提高该装置抗外界干扰性,提高和保证硅片对准精度,本发明提供了一种硅片对准光源幅度调制装置。该装置通过采集调制后的光电信号,根据采集信号的规律来对调制参数进行设置,直至找到最优参数设置值。

[0008] 本发明提出一种用于硅片对准系统的光源幅度调制装置,光源模块提供的入射光束依次经过光幅调制模块、光学组件、偏振分束器后形成第一调制光束与第二调制光束,光电探测模块探测所述第二调制光束的光信号,根据所述光信号的规律,判断及输出一调制参数,所述光幅调制模块根据所述调制参数调制所述入射光束。

[0009] 其中,所述光幅调制模块包括光弹晶体、压电晶体、功率驱动器及调制控制器,所述调制控制器接收所述调制参数后控制功率驱动器产生驱动信号,所述驱动信号通过驱动压电晶体发生形变使光弹晶体在周期性外力的作用下,对入射光进行调制。

[0010] 其中,所述光学组件包括四分之一滤波片、旋光片。

[0011] 其中,所述光电探测模块包括光电探测器、信号调理单元、信号采集单元及控制单

元。

[0012] 其中,所述光源模块包括激光器及激光控制器。

[0013] 其中,所述第一调制光束是硅片对准系统的入射光。

[0014] 一种用于硅片对准系统的光源幅度调制方法,根据晶体的谐振频率设置调制控制器的调制频率参数,调整相位参数 δ_0 的步骤如下:

[0015] (4) 设置 δ_0 为 $\pi/2-k*d$,其中 d 为步长, k 取正整数,大于 10 倍调制频率的采样频率对两个周期的信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间;

[0016] (5) 在 $[\pi/2-k*d, \pi/2+k*d]$ 区间,按照步长 d 调整 δ_0 ,对于每一个 δ_0 ,以大于 10 倍调制频率的采样频率对两个周期信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间;

[0017] (6) 对极大值进行比较,对极大值对应的时间进行比较,找出在一个调制周期内,有一个极大值的一组 δ_0 ,在这组极大值中再进行一次筛选找出最大的极大值对应 δ_0 ,即为调制参数。

[0018] 根据本发明的硅片对准光源幅度调制装置,其功率参数可以自动寻优设置,其自动寻优设置则是根据调制后的光信号规律,判断并调整调制参数,最终达到参数的优化设置,并将设置参数锁定,实现了精确调制的目的,进一步提高了硅片对准探测的精度,解决了原有装置通过手动调节参数不准确、不方便的不足,保证了调制器与光源照明光路整体优化配合,同时也能根据实际外界环境的变化,重新对调制参数进行优化设置,提高了该装置抗外界干扰性,提高和保证了硅片对准精度。

附图说明

[0019] 图 1 所示为现有技术中采用的幅度调制装置的结构;

[0020] 图 2 所示为根据本发明的硅片对准光源幅度调制装置的第一实施方式;

[0021] 图 3 所示为根据本发明的硅片对准光源幅度调制装置的第二实施方式;

[0022] 图 4 所示为光弹晶体在压电晶体作用下的拉伸和压缩;

[0023] 图 5 所示为光弹调制原理;

[0024] 图 6 所示为不同调制强度下,幅度调制输出信号时域波形;

[0025] 图 7 所示为不同调制强度下,调制解调后的信号时域波形。

具体实施方式

[0026] 下面,结合附图详细描述根据本发明的优选实施例。为了便于描述和突出显示本发明,附图中省略了现有技术中已有的相关部件,并将省略对这些公知部件的描述。光电幅度调制原理为:当对压电晶体施加周期性的电压信号时,压电传感器对与它连在一起的光弹晶体施加周期性的机械力,此时光学晶体中产生周期性的光弹性效应。所谓光弹性效应,即通常晶体在自然状态下表现为各向同性,但当施加机械外力时变为各向异性,光通过时产生双折射效应。此时,如果一束偏振光入射到光弹晶体,则出射光仍然为同方向的偏振光。通过光路后面的旋光片和偏振分束器处理后,透射的光强的能量规律与施加到压电晶体上的电压信号的规律相对应。

[0027] 本发明给出了一种硅片对准光源幅度调制装置,该装置的结构的第一实施方式如图 2 所示,该装置包括:为硅片对准提供对准光源的激光器 1;在周期性外力的作用下,对入射光进行调制的光弹晶体 3;在一定规律的输入电压作用下,可以产生拉伸与压缩,并带动光弹晶体按一定的规律拉伸和压缩,使得光弹晶体内部物理特性按一定的规律变化的压电晶体 4;在调制控制器的控制下产生一定功率的驱动信号,驱动压电晶体的功率驱动器 5;接收数据处理单元的调制参数,并按调制参数产生一定频率的信号,同时根据调制参数控制功率驱动器产生一定频率、一定功率的驱动信号的调制控制器 6;包括 1/4 波长的滤波片、旋光片的光学组件 7,其中,滤波片使得入射偏振光各向量之间的产生固定相位差(光程差),旋光片改变偏振光各向量的方向(在与光传播方向垂直的平面上,改变向量的方向为 45 度);偏振分束器 8 对偏振光进行分束,使得偏振分束器 8 出射光能量与调制规律上保持一致,分束器 8 优选为偏振分光镜,用于保证入射光一部分输出用于对准探测,一部分耦合输出用来对调制光信号进行采集分析和处理;对光信号进行光电转换,转换后的电信号引入信号调理单元的光电探测器 9;对光电探测器输出的电信号进行调理的信号调理单元 10;接收数据处理单元 12 的命令对信号调理单元输出的电信号进行采集的信号采集单元 11;控制单元 15 具有能根据接收 11 信号采集单元采集数据,自动对调制控制器进行控制,自动完成调整控制器参数的优化设置,一旦找到最优参数后,将最优参数锁定,光源幅度调制装置按着最优参数进行工作。当外界环境参数变化时,需要光源幅度调制装置重新对调制参数进行优化设置,只要使控制单元启动自动调制参数调整功能,就可以按着相应的步骤在进行调制参数的寻优,找到最优参数后,将最优参数锁定,光源幅度调制装置按着最优参数进行工作。

[0028] 光弹调制的原理为:

[0029] 调制控制器产生一定频率和一定功率的电信号给压电晶体,信号描述为

$$[0030] \quad V = V_m * \sin(2 * \pi * f * t)$$

[0031] 其中 f 为电信号频率,与压电晶体的谐振频率相对应,

[0032] V_m 为电信号的幅值,与压电晶体变形的强度相对应,

[0033] t 为时间变量。

[0034] 压电晶体在驱动信号的作用下,按一定规律产生变形,如拉伸和压缩,相应的带动光弹晶体产生拉伸和压缩,如图 4 所示,光弹晶体的物理特性也随着拉伸和压缩发生变化。

[0035] 此时如果偏振光入射到光弹晶体上,偏振光表示为两个互相垂直的向量 O 光和 E 光,并与光的传播方向 Z 轴垂直,在未进入光弹晶体前,O 光和 E 光相位差为 0 度,由于光弹晶体的物理特性发生变化,引起 O 光和 E 光在各自的传输方向上特性不同,表现为调制后的偏振光的 O 光和 E 光相互之间有相位差,如果施加到压电晶体的驱动信号为一定频率的信号,则 O 光和 E 光的相位差按着一定的规律发生变化,驱动信号的强度决定了 O 光和 E 光产生的最大的相位差的大小。如图 5 所示,R 为某一时刻调制后 O 光和 E 光的相位差。

[0036] 偏振光经过调制器、1/4 滤波片、旋光片几个环节后,光强能量的数学模型推导描述如下:

[0037] 入射偏振光数学模型为:

$$[0038] \quad E_m = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0039] 即包含 X 向和 Y 向矢量,幅度调制器矩阵模型表示为:

$$[0040] \quad M_1 = \begin{bmatrix} \cos \frac{\delta}{2} - i \sin \frac{\delta}{2} & 0 \\ 0 & \cos \frac{\delta}{2} + i \sin \frac{\delta}{2} \end{bmatrix}$$

[0041] 其中 $\delta = \delta_0 \sin(2\pi ft)$, (δ_0 为调制振幅、f 为调制频率)

[0042] 四分之一波带片的数学矩阵表示式为:

$$[0043] \quad M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{bmatrix}$$

[0044] 旋光片的模型矩阵表示式为:

$$[0045] \quad M_3 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

[0046] 则偏振光依次经过调制器、1/4 滤波片、旋光片后,光用向量表示为:

$$[0047] \quad E_{out} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \cos \frac{\delta}{2} - \sin \frac{\delta}{2} + i \cos \frac{\delta}{2} - i \sin \frac{\delta}{2} \\ -\cos \frac{\delta}{2} - \sin \frac{\delta}{2} + i \cos \frac{\delta}{2} + i \sin \frac{\delta}{2} \end{bmatrix}$$

[0048] 由于在旋光片后放有偏振分束器,从而只让出射光场的一个分量通过,假设 X 项通过,则出射光强为:

$$[0049] \quad I_{out} = |E_{outx}| = \frac{1}{2} (1 - \sin \delta) = \frac{1}{2} (1 + \cos(\delta + \frac{\pi}{2}))$$

$$[0050] \quad I_{out} = \frac{1}{2} (1 + \cos(\delta_0 \sin(2\pi ft) + \frac{\pi}{2}))$$

[0051] 其中 δ_0 参数可以通过调制控制器进行调整和设置。

[0052] 随着设置的相位参数不同,调制后的信号的时域特性也不同。当设置的相位参数小于 $\pi/2$ 时,信号的幅值随着相位角的增大而增大。当到达 $\pi/2$ 时,信号的幅值达到最大值。在小于等于 $\pi/2$ 时,一个调制周期内只有一个极大值点。当大于 $\pi/2$ 时,在一个调制周期内,会出现 2 个极大值点。设置不同的 δ_0 ,调制后信号波形如图 6 所示,可以看出 δ_0 为 $\pi/2$ 时,信号的幅值达到最大,并且在一个调制周期内有一个极大值的特征。所以根据这一特征,可以根据信号的规律来判断所设置的相位参数是否与理想相位参数最接近。具体操作见下面对 δ_0 的设置调整步骤。

[0053] 对 δ_0 的设置调整步骤如下:

[0054] (1) 设置 δ_0 为 $\pi/2 - k*d$ (d 为步长, k 正整数);并以大于 10 倍 f 的采样频率对两个周期的信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间。

[0055] (2) 在 $[\pi/2 - k*d, \pi/2 + k*d]$ 区间,按着步长 d 调整 δ_0 ,对于每一个 δ_0 ,以大于 10 倍 f 的采样频率对两个周期信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间。

[0056] (3) 控制单元对极大值进行比较,对极大值对应的时间进行比较,可以找出在一个调制周期内,有唯一一个极大值的一组 δ_0 ,在这组极大值中再进行一次筛选找出最大的极大值对应 δ_0 ,即为准确的设置值。

[0057] 控制单元将最优的参数设置到调制控制单元中,并进行锁定,完成调制参数自动优化设置。

[0058] δ_0 的精确设置可以在一定的程度上提高离轴对准精度。下面从解调后的信号规律来进行说明。

[0059] 调制器调制后信号,经过后面进行解调,可以得到解调后的信号为:

$$[0060] \quad y = \frac{1}{2} \cos(\delta_0 \sin(2\pi f t) + \frac{\pi}{2}) * \sin(2\pi f t)$$

[0061] 当 δ_0 为 $\pi/2$ 时,解调后的幅值达到最大。设置不同的 δ_0 ,解调后的信号波形如图 7 所示。从波形上也可以看出, δ_0 为 $\pi/2$ 时,解调信号的幅值达到最大,在其它外界条件(各种噪声)不变的情况下,由于有效信号幅值增大,相对的提高了对准探测信号的信噪比,相应的提高了对准精度。

[0062] 本发明的第二实施方式如图 3 所示,在该实施例中包括在上位机的命令下控制激光器的开启并获取激光器的状态的激光器控制器 2;接收数据处理单元 12 的命令对信号调理单元输出的电信号进行采集的信号采集单元 11;接收信号采集单元 11 采集到的数据并进行处理的数据处理单元 12;进行对准信号的采集与处理的对准探测单元 13 和上位机 14。其中数据处理单元 12 有两种工作模式,一种工作模式是接收上位机 14 的命令,对调制控制器 6 进行调制参数设置;另一种工作模式为自动对调制参数进行优化设置,首先设置调制控制器 6 的调制参数,下发给信号采集单元 11 采集命令,并对采集的数据进行分析和处理,根据结果自动调整下发给调制控制器 6 的调制参数,直至调制结果最优。上位机 14,下发给数据处理单元命令,对激光控制器进行控制,对对准探测单元进行控制,获取对准探测单元信息,获取数据处理单元信息。本实施例中实现了功率参数自动寻优设置,并将设置参数锁定,实现了精确调制的目的,进一步提高了硅片对准探测的精度,解决了原有装置通过手动调节参数不准确、不方便的不足。同时,保证了调制器与光源照明光路整体优化配合,并能根据实际外界环境的变化,重新对调制参数进行优化设置,提高了该装置抗外界干扰性,提高和保证了硅片对准精度。

[0063] 在根据本发明的硅片对准光源幅度调制装置的实际操作中,调制步骤如下:

[0064] 步骤一、通过操作上位机,控制激光控制器开启激光;

[0065] 步骤二、上位机下发命令给数据处理单元,首先设置调制控制器的调制频率参数,主要根据晶体的谐振频率进行设置,该参数不影响硅片对准精度,设置为 40kHz;

[0066] 步骤三、操作上位机下发命令给数据处理单元,设置数据处理单元的模式为自动参数优化设置模式;

[0067] 步骤四、数据处理单元将按着以下步骤对相位参数 δ_0 进行调整设置:

[0068] (1) 设置 δ_0 为 $\pi/2 - k*d$ (d 为步长, k 正整数);并以大于 10 倍 f 的采样频率对两个周期的信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间。

[0069] (2) 在 $[\pi/2 - k*d, \pi/2 + k*d]$ 区间,按着步长 d 调整 δ_0 ,对于每一个 δ_0 ,以大于 10 倍 f 的采样频率对两个周期信号进行采集,计算出一个调制周期内信号的极大值,并记录极大值对应的时间。

[0070] (3) 对极大值进行比较,对极大值对应的时间进行比较,可以找出在一个调制周期内,有一个极大值的一组 δ_0 ,在这组极大值中再进行一次筛选找出最大的极大值对应 δ_0 ,

即为准确的设置值。

[0071] 步骤五、数据处理单元将最优的参数设置下去,并进行锁定,完成调制参数自动优化设置。

[0072] 本说明书中所述的只是本发明的几种较佳具体实施例,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对本发明的限制。凡本领域技术人员依本发明的构思通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在本发明的范围之内。

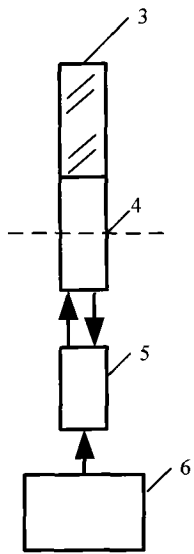


图 1

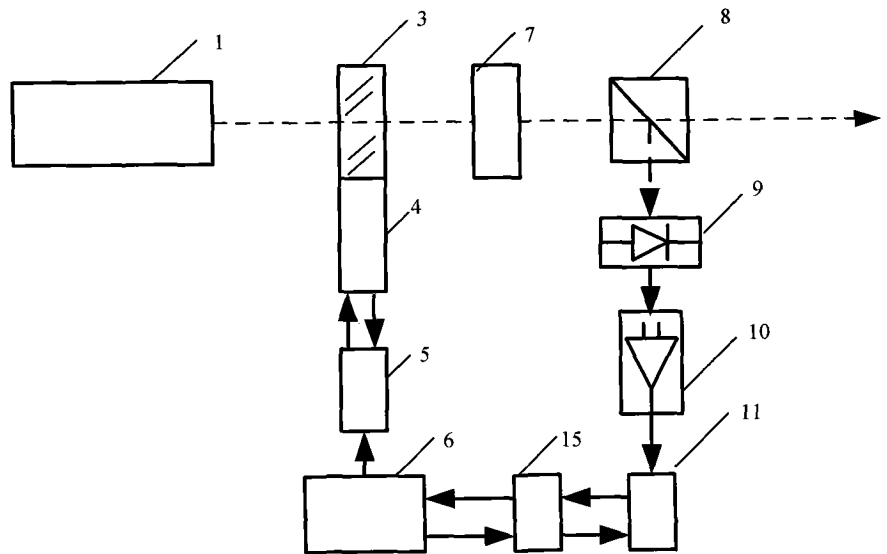


图 2

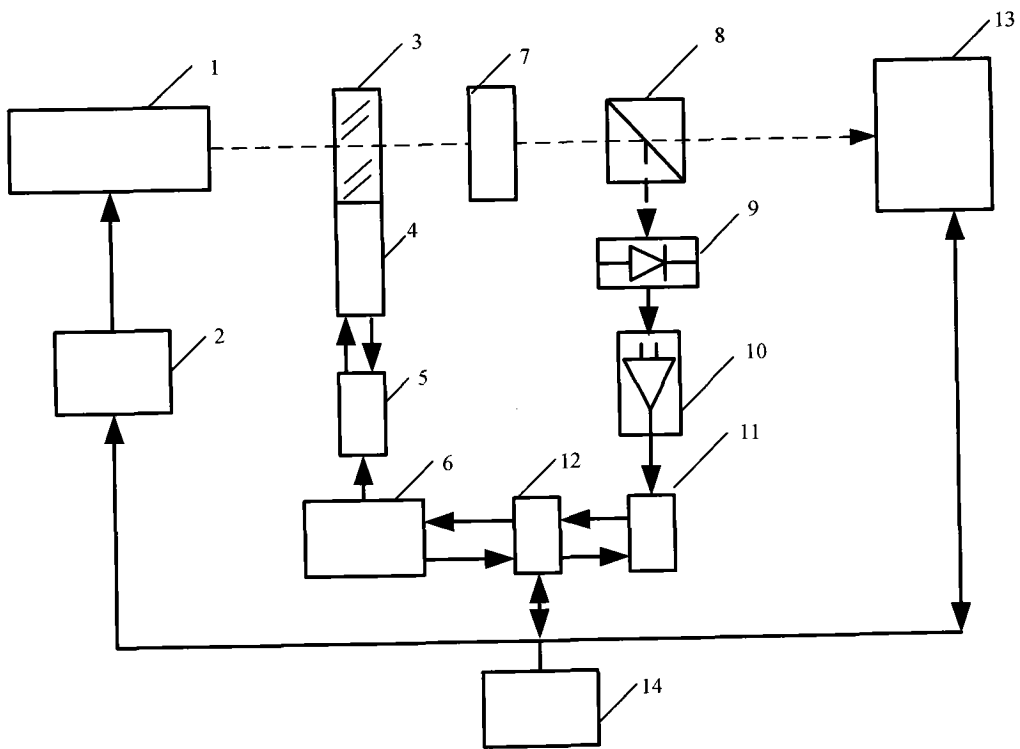


图 3

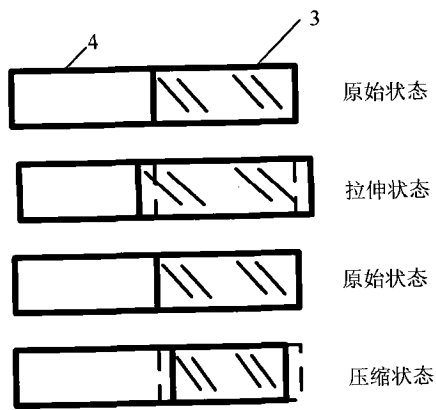


图 4

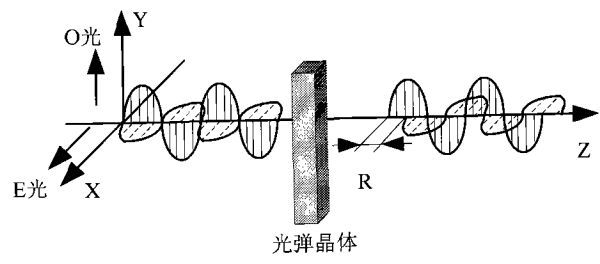


图 5

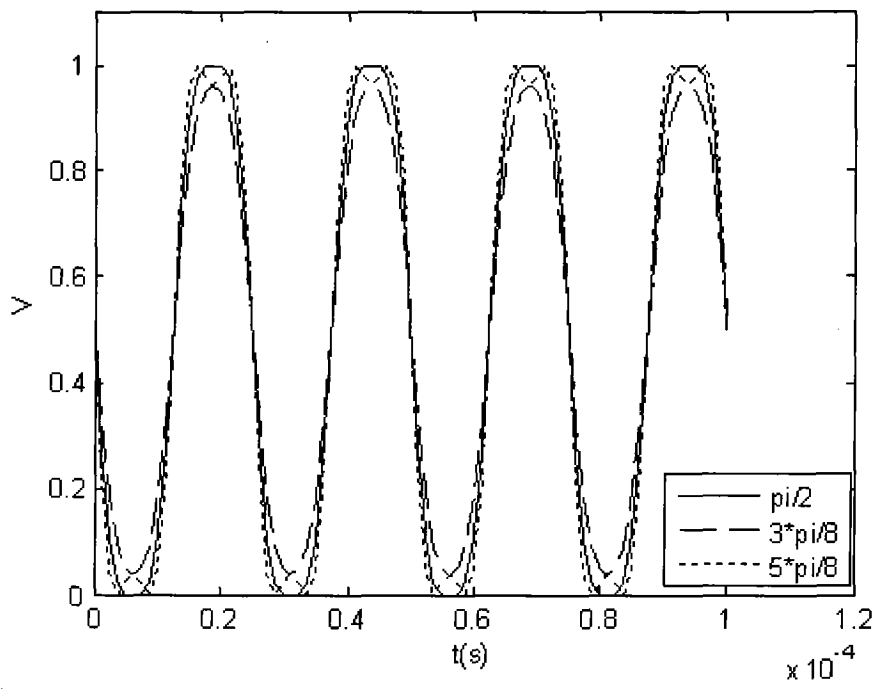


图 6

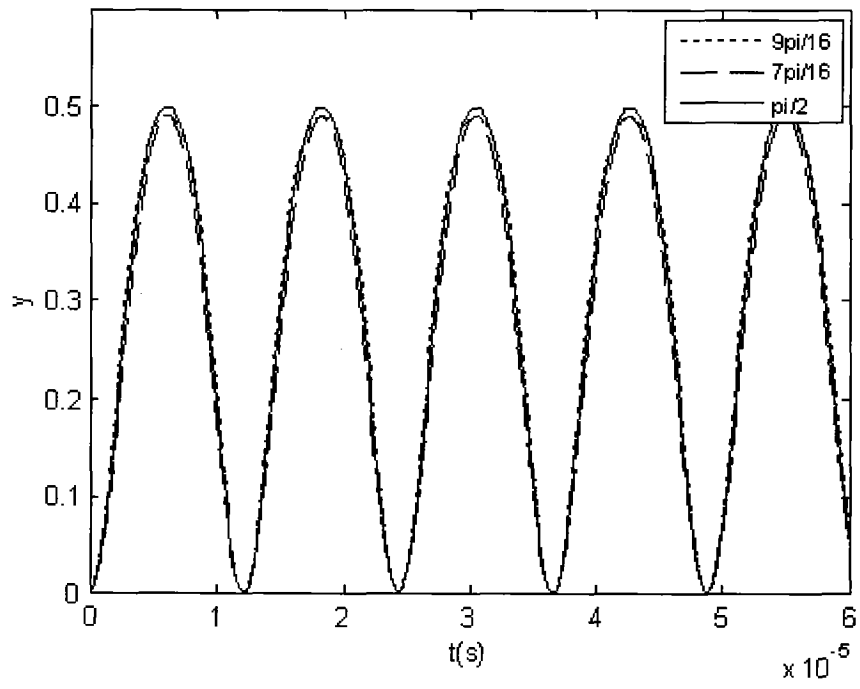


图 7