



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105676498 B

(45)授权公告日 2018.09.28

(21)申请号 201610170245.8

(22)申请日 2016.03.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105676498 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(73)专利权人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路37号北
京航空航天大学

(72)发明人 张蓓 高枫 闫鹏 袁梅

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限
公司 11002

代理人 李相雨

(51)Int.Cl.
G02F 1/133(2006.01)
G09G 3/36(2006.01)

(56)对比文件

- CN 103105236 A, 2013.05.15,
- CN 103403610 A, 2013.11.20,
- US 6907124 B1, 2005.06.14,
- CN 101779168 A, 2010.07.14,
- JP 特开2000-47553 A, 2000.02.18,
- US 2010232000 A1, 2010.09.16,

审查员 刘志玲

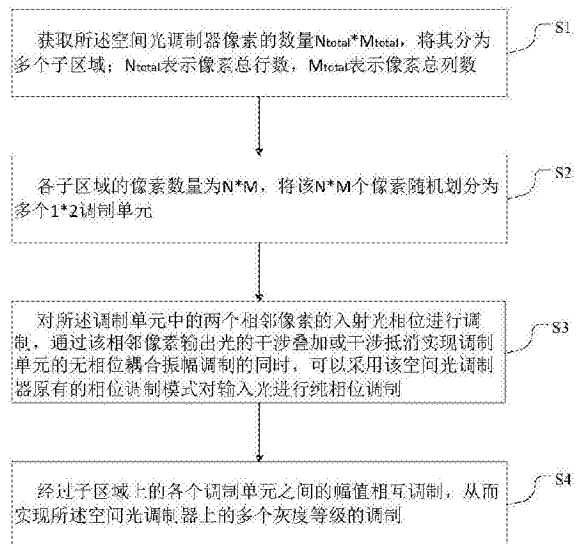
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

纯相位型空间光调制器的振幅调制方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种纯相位型空间光调制器的振幅调制方法及装置。所述方法包括：获取所述空间光调制器像素的数量 $N_{total} * M_{total}$ ，将其分为多个子区域，各子区域的像素数量为 $N * M$ ，将该 $N * M$ 个像素随机划分为多个 $1 * 2$ 调制单元；对所述调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制，通过该相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的振幅调制；再经过子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制，从而实现所述空间光调制器上的多个灰度等级的调制。本发明提供的振幅调制装置采用上述振幅调制方法实现。本发明不仅可以使纯相位型空间光调制器实现纯相位调制和无相位耦合的振幅调制，还可以实现相位与振幅相互独立的联合调制。



1. 一种纯相位型空间光调制器的振幅调制方法,其特征在于,所述方法包括:

获取所述空间光调制器像素的数量 $N_{total} * M_{total}$,将其分为多个子区域; N_{total} 表示像素总行数, M_{total} 表示像素总列数;

各子区域的像素数量为 $N * M$,将该 $N * M$ 个像素随机划分为多个 $1 * 2$ 调制单元;

对所述调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制,通过该两个相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时,可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制;

经过子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制,从而实现所述空间光调制器上的多个灰度等级的调制。

2. 根据权利要求1所述的振幅调制方法,其特征在于,所述空间光调制器在实现纯相位调制和无相位耦合振幅调制的步骤中采用以下表达式对每个像素的入射光相位进行调制:

$$E_{ij} = A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_i + \varphi_j);$$

式中, E_{ij} 表示经过第 i 个像素调制后的输出光; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_0 表示待调制光的初始相位; φ_i 表示该像素用于振幅调制所需要的调制相位; φ_j 为该像素用于相位调制所需要的调制相位。

3. 根据权利要求2所述的振幅调制方法,其特征在于,所述空间光调制器在实现无相位耦合振幅调制的步骤中,调制单元各像素输出光波上任意一点的振动状态采用以下表达式表示:

$$\begin{aligned} E_1 &= A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_1) \\ E_2 &= A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_2) \end{aligned};$$

式中, E_1 和 E_2 表示该调制单元的两个相邻像素调制后的输出光; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_0 表示待调制光的初始相位; φ_1 和 φ_2 表示该调制单元的两个相邻像素用于振幅调制所需要的调制相位。

4. 根据权利要求3所述的振幅调制方法,其特征在于,所述空间光调制器在实现无相位耦合振幅调制的步骤中,调制单元输出光的合振幅、初相位、灰度值分别采用以下公式表示:

$$\begin{aligned} A_{tot} &= 2A_m^2 + 2A_m^2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \\ \varphi_{tot} &= \tan^{-1}\left(\frac{\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2}{\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2}\right); \\ I_{tot} &= A_m \cos(\omega t + \varphi_{tot}) \end{aligned}$$

式中, A_{tot} 表示所述调制单元输出光的合振幅; φ_{tot} 表示所述调制单元输出光的初相位; I_{tot} 表示所述调制单元输出光的灰度值; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_1 和 φ_2 表示该调制单元的两个相邻像素用于振幅调制所需要的调制相位。

5. 根据权利要求1所述的振幅调制方法,其特征在于,所述子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制时,该子区域上可以实现 $(N * M) / 2 + 1$ 个灰度等级的控制。

6. 一种纯相位型空间光调制器的振幅调制装置,其特征在于,所述装置包括:

子区域获取模块,用于获取所述空间光调制器像素的数量 $N_{total} * M_{total}$,将其分为多个子区域; N_{total} 表示像素总行数, M_{total} 表示像素总列数;

调制单元获取模块,用于将子区域随机划分为多个1*2调制单元,所述子区域的像素数量为N*M;

幅值调制模块,用于对所述调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制,通过该两个相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时,可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制;

灰度调制模块,用于对子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制,从而实现所述空间光调制器上的多个灰度等级的调制。

7.根据权利要求6所述的振幅调制装置,其特征在于,所述幅值调制模块实现纯相位调制和无相位耦合的振幅调制时,采用以下表达式对每个像素的入射光相位进行调制:

$$E_{ij} = A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_i + \varphi_j);$$

式中, E_{ij} 表示经过第*i*个像素调制后的输出光; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_0 表示待调制光的初始相位; φ_i 表示该像素用于振幅调制所需要的调制相位; φ_j 为该像素用于相位调制所需要的调制相位。

纯相位型空间光调制器的振幅调制方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学技术领域,尤其涉及一种纯相位型空间光调制器的无相位耦合振幅调制和相位与振幅相互独立的联合调制方法及装置。

背景技术

[0002] 空间光调制器是一种能够对空间光束进行调制的器件,用于将待处理的原始信息处理成所要求的形式。空间光调制器由一系列独立的单元组成,其每个单元可以通过输入电信号或光信号对系统的光信号进行调制,并根据控制输入信号改变其自身的光学特性,从而实现对空间光波的调制,这些单元也称为像素。

[0003] 根据寻址方式的不同,空间光调制器可分为电寻址空间光调制器和光寻址空间光调制器,其中电寻址空间光调制器通过一对电极把电信号加载到调制器上,光寻址空间光调制器则可以把光学信号的光强分布转换成电荷的分布或折射率的分布等。根据输出光的输出方式不同,空间光调制器可以分为反射式空间光调制器和透射式空间光调制器,其中透射式空间光调制器的输入光与输出光在调制器两侧(如图1(a)所示),反射式空间光调制器的输入光与输出光在调制器同侧(如图1(b)所示)。本发明即可用于透射型也可用于反射型。

[0004] 空间光调制器主要应用于成像、投影、光束分束、激光束整形、相干波前调制、相位调制、光学镊子、全息投影、激光脉冲整形等,是实时光学信息处理,自适应光学和光计算等现代光学领域的关键器件。空间光调制器的性能在很大程度上影响和决定了这些领域的实用价值和发展前景,而且也是各种光学系统中成本占比很高的光学器件,调制方法是影响其在各光学技术的实际应用中的重要影响因素。空间光调制器的材料大多为液晶,其基本调制原理为,通过改变加载在液晶两端的电压值,改变液晶的空间结构,从而改变液晶的折射率,使得进入液晶的光束产生相位、振幅以及偏振态的变化。根据入射光的偏振状态,空间光调制器可工作在振幅模式、相位模式,以及振幅/相位混合模式下(如图2所示)。其中振幅模式只调制光波的振幅,相位模式只调制光波的相位,混合型模式同时对振幅和相位进行调制。然而混合型空间光调制器在对振幅和相位进行调制时,二者之间有耦合关系,即调制振幅时相位随着改变,调制相位时振幅亦随着改变,因此难以实现单个空间光调制器同时且独立地对振幅和相位分别进行调制。

发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明提供一种纯相位型空间光调制器的振幅调制方法及装置,可以解决现有技术中无法实现单个空间光调制器同时且独立地对振幅和相位分别进行调制的问题。

[0006] 第一方面,本发明提供了一种纯相位型空间光调制器的振幅调制方法,所述方法包括:

[0007] 获取所述空间光调制器像素的数量 $N_{total} * M_{total}$,将其分为多个子区域; N_{total} 表示

像素总行数, M_{total} 表示像素总列数;

[0008] 各子区域的像素数量为 $N*M$, 将该 $N*M$ 个像素随机划分为多个 $1*2$ 调制单元;

[0009] 对所述调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制, 通过该相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时, 可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制;

[0010] 经过子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制, 从而实现所述空间光调制器上的多个灰度等级的调制。

[0011] 可选地, 所述空间光调制器在实现纯相位调制和无相位耦合振幅调制的步骤中采用以下表达式对每个像素的入射光相位进行调制:

$$[0012] \quad E_{ij} = A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_i + \varphi_j);$$

[0013] 式中, E_{ij} 表示经过第 i 个像素调制后的输出光; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_0 表示待调制光的初始相位; φ_i 表示该像素用于振幅调制所需要的调制相位; φ_j 为该像素用于相位调制所需要的调制相位。

[0014] 可选地, 所述空间光调制器在实现无相位耦合振幅调制的步骤中, 调制单元各像素输出光波上任意一点的振动状态采用以下表达式表示:

$$[0015] \quad \begin{aligned} E_1 &= A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_1); \\ E_2 &= A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_2); \end{aligned}$$

[0016] 式中, E_1 和 E_2 表示该调制单元的两个相邻像素调制后的输出光; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_0 表示待调制光的初始相位; φ_1 和 φ_2 表示该调制单元的两个相邻像素用于振幅调制所需要的调制相位。

[0017] 可选地, 所述空间光调制器在实现无相位耦合振幅调制的步骤中, 调制单元输出光的合幅值、初相位、灰度值分别采用以下公式表示:

$$[0018] \quad \begin{aligned} A_{tot} &= 2A_m^2 + 2A_m^2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \\ \varphi_{tot} &= \tan^{-1} \left(\frac{\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2}{\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2} \right); \\ I_{tot} &= A_m \cos(\omega t + \varphi_{tot}) \end{aligned}$$

[0019] 式中, A_{tot} 表示所述调制单元输出光的合振幅; φ_{tot} 表示所述调制单元输出光的初相位; I_{tot} 表示所述调制单元输出光的灰度值; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_1 和 φ_2 表示该调制单元的两个相邻像素用于振幅调制所需要的调制相位。

[0020] 可选地, 所述子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制时, 该子区域上可以实现 $(N*M)/2+1$ 个灰度等级的控制。

[0021] 第二方面, 本发明实施例还提供了一种纯相位型空间光调制器的振幅调制装置, 所述装置包括:

[0022] 子区域获取模块, 用于获取所述空间光调制器像素的数量 $N_{total}*M_{total}$, 将其分为多个子区域; N_{total} 表示像素总行数, M_{total} 表示像素总列数;

[0023] 调制单元获取模块, 用于将子区域随机划分为多个 $1*2$ 调制单元, 所述子区域的像素数量为 $N*M$;

[0024] 幅值调制模块, 用于对所述调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制,

通过该相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时,可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制;

[0025] 灰度调制模块,用于对所述子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制,从而实现所述空间光调制器上的多个灰度等级的调制。

[0026] 可选地,所述幅值调制模块实现纯相位调制和无相位耦合的振幅调制时,采用以下表达式对每个像素的入射光相位进行调制:

$$[0027] \quad E_{ij} = A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_i + \varphi_j);$$

[0028] 式中, E_{ij} 表示经过第*i*个像素调制后的输出光; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_0 表示待调制光的初始相位; φ_i 表示该像素用于振幅调制所需要的调制相位; φ_j 为该像素用于相位调制所需要的调制相位。

[0029] 由上述技术方案可知,本发明对调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制,通过该相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时,可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制。本发明在现有硬件基础上不需要添加其他器件,不仅可以使纯相位型空间光调制器实现纯相位调制和无相位耦合的振幅调制,还可以实现相位与振幅相互独立的联合调制。

附图说明

[0030] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应该理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0031] 图1 (a) 是现有技术中透射型空间光调制器工作原理图;

[0032] 图1 (b) 是现有技术中反射型空间光调制器工作原理图;

[0033] 图2是空间光调制器的调制模式分类示意图;

[0034] 图3是本发明实施例提供的一种纯相位型空间光调制器的振幅调制方法流程图;

[0035] 图4是本发明实施例提供的一种纯相位型空间光调制器的振幅调制装置结构框图;

[0036] 图5是本发明实施例中透射相位型空间光调制器的振幅调制原理图;

[0037] 图6是本发明实施例中反射相位型空间光调制器的振幅调制原理图;

[0038] 图7是本发明实施例提供的空间光调制器的投影原理示意图。

具体实施方式

[0039] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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作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。

[0040] 第一方面,如图3所示,本发明提供了一种纯相位型空间光调制器的振幅调制方法,所述方法包括:

[0041] S1、获取所述空间光调制器像素的数量 $N_{total} * M_{total}$,将其分为多个子区域; N_{total} 表示像素总行数, M_{total} 表示像素总列数;

[0042] S2、各子区域的像素数量为 $N * M$,将该 $N * M$ 个像素随机划分为多个 $1 * 2$ 调制单元;

[0043] S3、对所述调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制,通过该相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时,可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制;

[0044] S4、经过子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制,从而实现所述空间光调制器上的多个灰度等级的调制。

[0045] 本发明对调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制,通过该相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时,可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制。本发明在现有硬件基础上不需要添加其他器件,不仅可以使纯相位型空间光调制器实现纯相位调制和无相位耦合的振幅调制,还可以实现相位与振幅相互独立的联合调制。

[0046] 本发明实施例中1*2调制单元的输出光的幅值调制具体方法为:所述两个相邻像素上所加的电信号需使调制后各输出光之间的相位差为0或 π ,在一段时间内观察到的光强 I_{tot} 分别为最大 $4A_m^2$ 或0,即干涉上的叠加效应和抵消效应,二维编码分别用1和0表示;下面以每个像素调制的相位为 φ_0+0 或者 $\varphi_0+\pi$ 为例具体说明,此时,经过所述的两个相邻像素调制后的相位有 2^2 共四种情况: φ_0+0 和 φ_0+0 、 φ_0+0 和 $\varphi_0+\pi$ 、 $\varphi_0+\pi$ 和 φ_0+0 、 $\varphi_0+\pi$ 和 $\varphi_0+\pi$,如表1所示:

[0047] 表1经1*2调制单元的像素调制后的相位示意图

[0048]

随机取值的情况	像素 1	像素 2	归一化后的合振幅
1	φ_0+0	φ_0+0	1

[0049]

2	φ_0+0	$\varphi_0+\pi$	0
3	$\varphi_0+\pi$	φ_0+0	0
4	$\varphi_0+\pi$	$\varphi_0+\pi$	1

[0050] 其中第二种情况与第三种情况的效果一样,两个相邻像素调制后的输出光产生干涉上的抵消效应,总光强值为0;第一种情况与第四种情况的效果一样,两个相邻像素调制后的输出光产生干涉上的叠加效应,总光强值为1。即1*2调制单元的幅值被调制成两种状态,定义为0和1。

[0051] 需要说明的是,在实际应用中,本发明可以根据需要随机选取以上所述四种情况中的一种。

[0052] 本发明所述子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制时,该子区域上可以实现 $(N*M)/2+1$ 个灰度等级的控制。下面以2个1*2调制单元之间的幅值相互调制举例说明。

[0053] 2个1*2调制单元可以认为是一个2*2调制单元,下面以每个像素调制的相位为 φ_0+0 或者 $\varphi_0+\pi$ 为例具体说明,此时,经过所述的四个相邻像素调制后的相位有 2^4 共十六

种情况:以符号“o”表示调制后的相位为 $\varphi_0 + 0$,符号“x”表示调制后的相位为 $\varphi_0 + \pi$,则经过四个相邻像素调制后存在三种效果不一样的情况,如表2所示:

[0054] 表2经2个1*2调制单元的像素调制后的相位示意图

[0055]

随机取值的 情况	1		2		3		4		5	
相位分布的 可能情况	o	o	o	o	o	o	o	x	x	x
	o	o	o	x	x	x	x	x	x	x

[0056] 在一段时间内观察到的光强 I_{tot} 分别对应1、0.5、0、0.5、1。即第一种情况与第五种情况的效果一样,四个相邻像素调制后的输出光产生干涉上的叠加效应,总光强值为1;第二种情况与第四种情况的效果一样,其中两个相邻像素调制后的输出光产生干涉上的叠加效应,另外两个相邻像素调制后的输出光产生干涉上的抵消效应,总光强值为0.5;第三种情况下,四个相邻像素调制后的输出光产生干涉上的抵消效应,总光强值为0。即2个1*2调制单元的幅值被调制成三种状态,定义为1、0.5、0。

[0057] 需要说明的是,多个1*2调制单元的幅值可以被调制成多个状态,即多个灰度等级,调制方法与以上所述的2个1*2调制单元的幅值调制方法相似,在此不再一一赘述。

[0058] 由于在实际应用中像素数量通常较多典型的值为512*512、1024*1024及以上,故调制精度仍可保证。

[0059] 第二方面,本发明实施例还提供了一种纯相位型空间光调制器的振幅调制装置,如图4所示,所述装置包括:

[0060] 子区域获取模块,用于获取所述空间光调制器像素的数量 $N_{total} * M_{total}$,将其分为多个子区域; N_{total} 表示像素总行数, M_{total} 表示像素总列数;

[0061] 调制单元获取模块,用于将子区域随机划分为多个1*2调制单元,所述子区域的像素数量为 $N * M$;

[0062] 幅值调制模块,用于对所述调制单元中的两个相邻像素的入射光相位进行调制,通过该相邻像素输出光的干涉叠加或干涉抵消实现调制单元的无相位耦合振幅调制的同时,可以采用该空间光调制器原有的相位调制模式对输入光进行纯相位调制;

[0063] 灰度调制模块,用于对所述子区域上的各个调制单元之间的幅值相互调制,从而实现所述空间光调制器上的多个灰度等级的调制。

[0064] 可选地,所述幅值调制模块实现纯相位调制和无相位耦合的振幅调制时,采用以下表达式对每个像素的入射光相位进行调制:

$$E_{ij} = A_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi_i + \varphi_j);$$

[0066] 式中, E_{ij} 表示经过第 i 个像素调制后的输出光; A_m 表示待调制光的振幅; ω 表示待调制光的角频率; φ_0 表示待调制光的初始相位; φ_i 表示该像素用于振幅调制所需要的调制相位; φ_j 为该像素用于相位调制所需要的调制相位。

[0067] 需要说明的是,本发明即可用于透射相位型空间光调制器(如图5所示),也可用于反射相位型空间光调制器(如图6所示)。

[0068] 需要说明的是,本发明使用的空间光调制器为电寻址型相位空间光调制器,它通过改变像素电极加载的电压来改变像素的光学特性,从而对光波的相位进行调制。在实际系统中如受到物理空间或系统原理所限,亦可使用空间光调制器对光进行调制再将调制后的光投影到需要的位置,如图7所示, f 为两侧透镜的焦距,由于空间光调制器的像素通常在几百纳米至数十微米量级,为了避免由于像素造成的衍射图像,在投影成像系统中可以加入光阑以使0级图像通过。本发明通过改变投影系统中光阑的位置可以让除0级衍射图像外的其他级衍射图像例如1级、2级衍射图像等通过,亦可不加光阑使得所有的衍射图像通过。

[0069] 需要说明的是,由于本发明实施例提供的幅值调制装置基于上文所述的幅值调制方法实现,因而可以与方法一样,解决相同的技术问题、达到相同的技术效果,在此不再赘述。

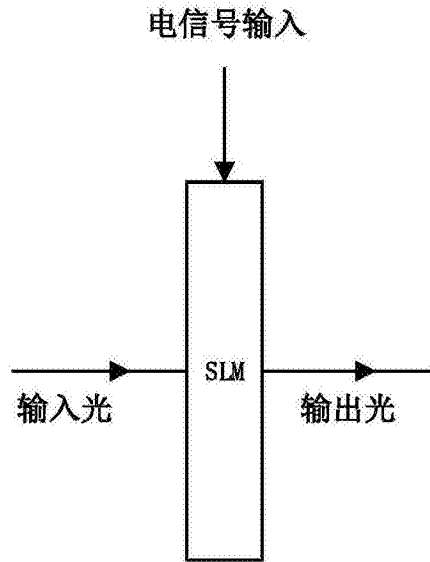
[0070] 本发明以纯相位型空间光调制器为硬件基础,提出一种使用空间光调制器的纯相位调制模式实现纯相位调制、无相位耦合的振幅调制、相位与振幅相互独立的联合调制。

[0071] 应当注意的是,在本实施例公开的装置的各个部件中,根据其要实现的功能而对其中的部件进行了逻辑划分,但是,本发明不受限于此,可以根据需要对各个部件进行重新划分或者组合,例如,可以将一些部件组合为单个部件,或者可以将一些部件进一步分解为更多的子部件。

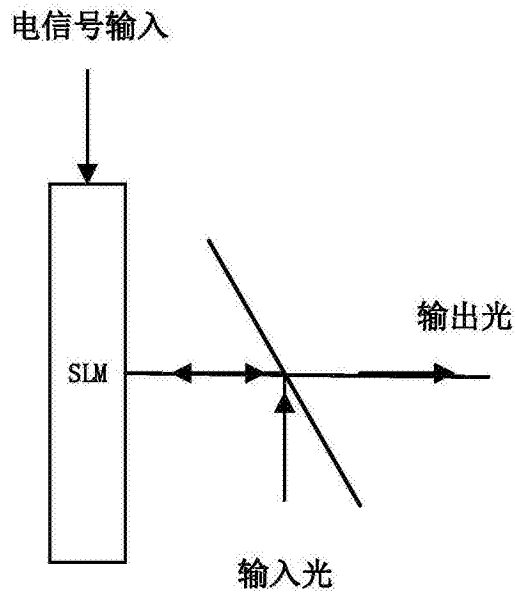
[0072] 本发明的各个部件实施例可以以硬件实现,或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现,或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解,可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器(DSP)来实现根据本发明实施例的系统的一些或者全部部件的一些或者全部功能。本发明还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的设备或者装置程序(例如,计算机程序和计算机程序产品)。这样的实现本发明的程序可以存储在计算机可读介质上,或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下载得到,或者在载体信号上提供,或者以任何其他形式提供。

[0073] 应该注意的是,上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制,并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。在权利要求中,不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本发明可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中,这些装置中的若干个可以是通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

[0074] 以上实施方式仅适于说明本发明,而并非对本发明的限制,有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型,因此所有等同的技术方案也属于本发明的范畴,本发明的专利保护范围应由权利要求限定。



(a)



(b)

图1

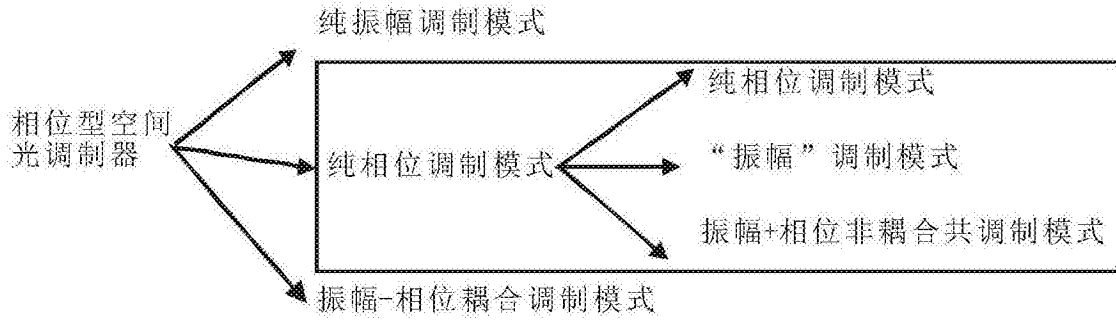


图2

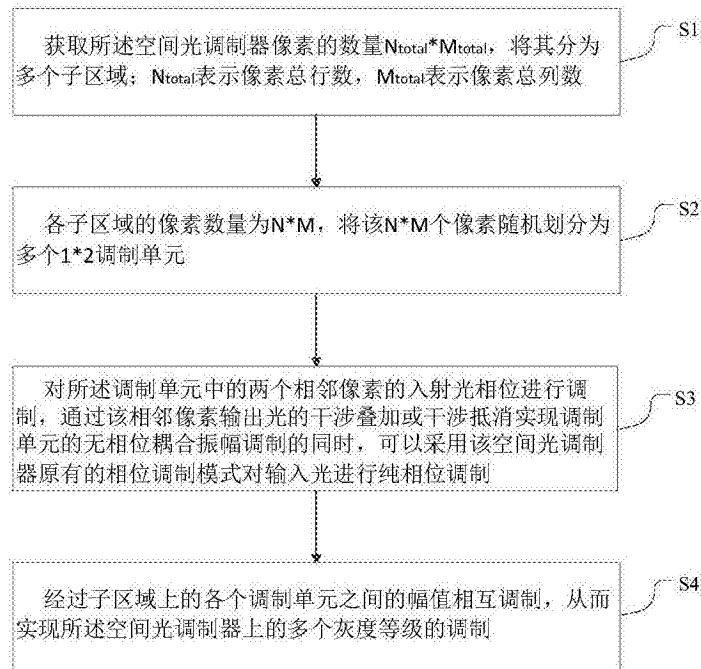


图3

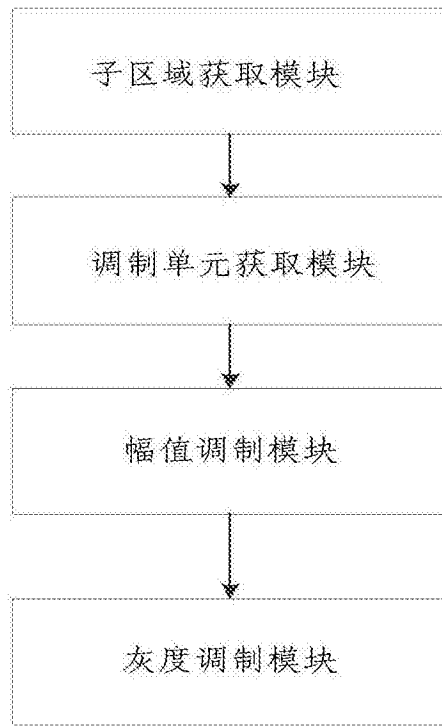


图4

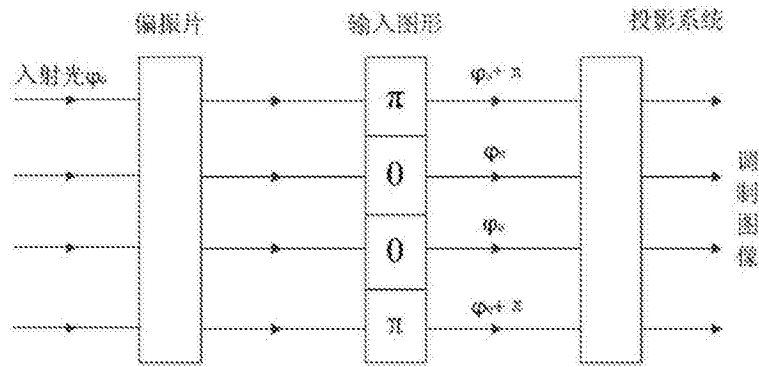


图5

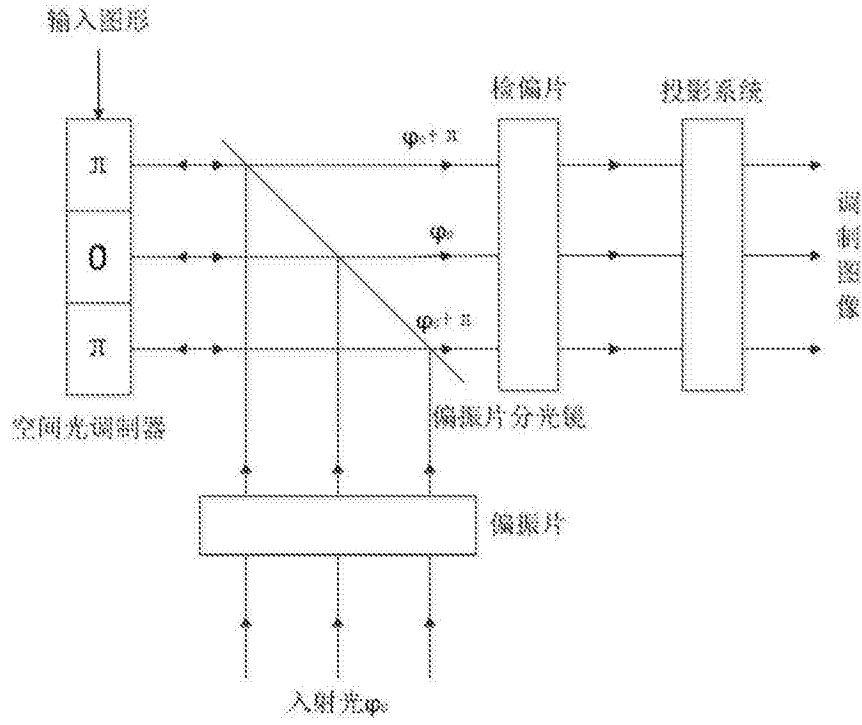


图6

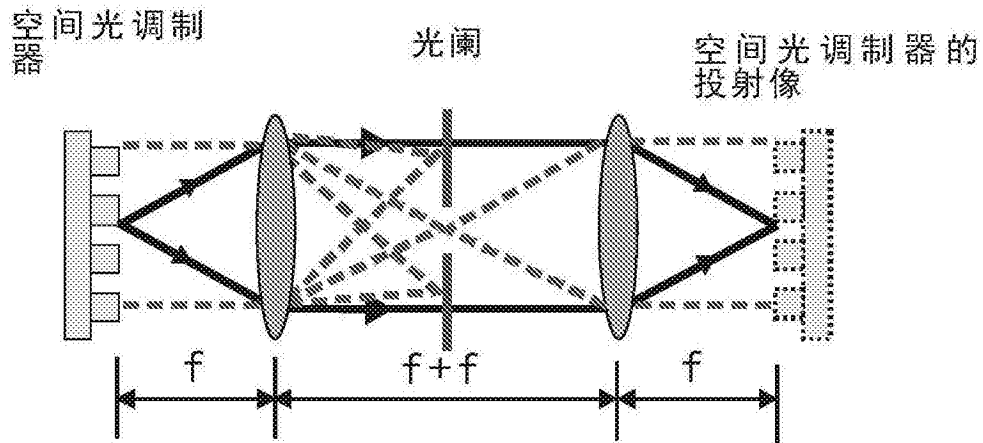


图7