



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105511066 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201610064651. 6

(22) 申请日 2016. 01. 29

(71) 申请人 福州大学

地址 350108 福建省福州市闽侯县上街镇大学城学园路 2 号福州大学新区

(72) 发明人 许灿华 马靖 裴丽燕 邱鑫茂
吕佩伟

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

G02B 21/00(2006. 01)

G02B 21/36(2006. 01)

G02B 27/00(2006. 01)

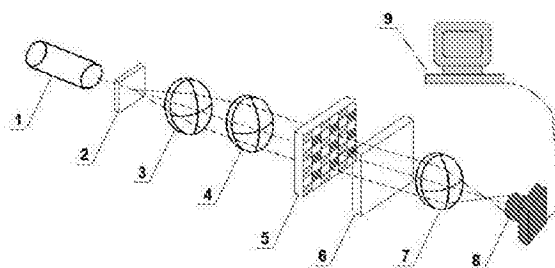
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置及其实现方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置,包括依次并排设置的一激光光源、一显微物镜、一显微目镜、一微波片阵列、一单向偏振片、一成像透镜及一面阵相机;所述激光光源与显微物镜间于所述显微物镜的焦距位置处放置待测样品,所述显微物镜和所述显微目镜对待测样品形成的图像进行放大,所述微波片阵列处于所述显微目镜的焦距位置,对放大后的图像进行偏振调制,所述单向偏振片将图像的二维偏振态分布转换成二维光强分布,所述成像透镜将所述二维光强分布耦合到所述面阵相机中;本发明还涉及一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置的实现方法。本发明能够进行动态测量,实现高时间、空间分辨率的显微图像完全偏振态测量。



1.一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置,其特征在于:包括依次并排设置的一激光光源、一显微物镜、一显微目镜、一微波片阵列、一单向偏振片、一成像透镜及一面阵相机;所述激光光源与显微物镜间于所述显微物镜的焦距位置处放置待测样品,所述显微物镜和所述显微目镜对待测样品形成的图像进行放大,所述微波片阵列处于所述显微目镜的焦距位置,对放大后的图像进行偏振调制,所述单向偏振片将图像的二维偏振态分布转换成二维光强分布,所述成像透镜将所述二维光强分布耦合到所述面阵相机中。

2.根据权利要求1所述的基于微波片阵列的显微偏振成像装置,其特征在于:所述面阵相机的输出端还连接至一计算机处理系统,所述计算机处理系统对接收到的光强数据进行处理和反演计算,得到图像上每个像素点的偏振态信息。

3.根据权利要求1所述的基于微波片阵列的显微偏振成像装置,其特征在于:所述微波片阵列的制作过程为:采用超快激光在一透明介质内部刻蚀出若干方形亚波长光栅,并引入相位延时,调整加工参数使四个相邻的亚波长光栅的光轴方向和引入的相位延时不同,构成微型波片阵列。

4.根据权利要求3所述的基于微波片阵列的显微偏振成像装置,其特征在于:所述微型波片阵列在二维空间重复排列,覆盖整个通光面;所述加工参数包括所述超快激光的偏振方向、加工时间及聚焦参数。

5.根据权利要求3所述的基于微波片阵列的显微偏振成像装置,其特征在于:所述四个相邻的亚波长光栅的光轴方向分别为与水平方向夹角 0° , 30° , 45° 和 60° ,所述相位延时为 90° 。

6.根据权利要求1-5任一项所述的基于微波片阵列的显微偏振成像装置的实现方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤S1:根据待测样品选用特定波长的激光光源作为照明光源;

步骤S2:所述激光光源产生一入射光经过所述待测样品后产生由所述待测样品光学参数决定的偏振图像;

步骤S3:采用所述显微物镜和显微目镜对所述偏振图像进行放大;

步骤S4:所述微波片阵列对所述步骤S3放大后的偏振图像进行偏振态调制,所述的单向偏振片将进行偏振态调制后的偏振态图像转换成二维光强分布,所述的成像透镜将所述二维光强分布耦合到所述面阵相机,所述面阵相机将光强数据传输至所述计算机处理系统;

步骤S5:所述计算机处理系统对接收到的光强数据进行处理和反演计算,得到偏振图像上每个像素点的偏振态信息。

7.根据权利要求6所述的基于微波片阵列的显微偏振成像装置的实现方法,其特征在于:所述步骤S5具体包括以下步骤:

步骤S51:所述计算机处理系统采用公式 $S(in) = M^{-1} S_o^i(out) = \frac{M^*}{|M|} S_o^i(out)$ 计算出射光

经过待测样品后的偏振态,其中, $S_o^i(out)$ 为面阵相机采集的光强数据, $S(in)$ 为入射光偏振态, M 为一 4×4 的Müller矩阵,用以描述偏振器件;

步骤S52:所述计算机系统采用步骤S51的方法对整个通光面进行计算,从而获得图像

整个二维面内的偏振态信息。

8. 根据权利要求7所述的基于微波片阵列的显微偏振成像装置的实现方法,其特征在在于:所述步骤S51中公式由以下推断而出:

用Stokes矢量 S_0, S_1, S_2, S_3 来描述光的偏振态,对于四次独立的测量,经微波片阵列的偏振态变化可以用 4×4 的Müller矩阵来表示:

$$\begin{bmatrix} S_0(out) \\ S_1(out) \\ S_2(out) \\ S_3(out) \end{bmatrix} = M^i(\theta, \varphi) \begin{bmatrix} S_0(in) \\ S_1(in) \\ S_2(in) \\ S_3(in) \end{bmatrix}$$

$$M^i = \begin{bmatrix} M_{11}^i & M_{12}^i & M_{13}^i & M_{14}^i \\ M_{21}^i & M_{22}^i & M_{23}^i & M_{24}^i \\ M_{31}^i & M_{32}^i & M_{33}^i & M_{34}^i \\ M_{41}^i & M_{42}^i & M_{43}^i & M_{44}^i \end{bmatrix}$$

其中,上标 $i=1,2,3,4$ 表示测量的次数;

由于面阵相机只对光强有响应,因此每次测量只能得到 S_0 的值,通过四次测量的结果,即面阵相机采集的光强数据可表示为:

$$\begin{bmatrix} S_0^1(out) \\ S_0^2(out) \\ S_0^3(out) \\ S_0^4(out) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11}^1 & M_{12}^1 & M_{13}^1 & M_{14}^1 \\ M_{11}^2 & M_{12}^2 & M_{13}^2 & M_{14}^2 \\ M_{11}^3 & M_{12}^3 & M_{13}^3 & M_{14}^3 \\ M_{11}^4 & M_{12}^4 & M_{13}^4 & M_{14}^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_0(in) \\ S_1(in) \\ S_2(in) \\ S_3(in) \end{bmatrix} \quad (1)$$

所述微波片阵列中四个相邻的亚波长光栅的光轴方向分别为 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ 和 60° ,相位延时为 90° ,则可以计算出:

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0.25 & 0.43 & -0.87 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0.25 & -0.43 & -0.87 \end{bmatrix} \quad (2)$$

M的行列式为1.005,不为零,从而使方程(1)存在解,简写为:

$$S(in) = M^{-1} S_0^i(out) = \frac{M^*}{|M|} S_0^i(out) \quad (3)$$

其中, M^{-1} 和 M^* 分别表示M的逆矩阵和伴随矩阵, $S_0^i(out)$ 通过面阵相机测量得到,利用公式(3)计算可得入射光的偏振态 $S(in)$ 。

一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置及其实现方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置及其实现方法。

背景技术

[0002] 偏振成像技术是指记录图像偏振信息的技术。图像的偏振态可提供从光谱、光强、相干度等量中无法获取的,包括表面特征、形状、阴影以及粗糙度等大量的信息,因而利用偏振成像技术可以对目标进行区别和特性表征。在气象环境科学研究中,利用卷云散射辐射的偏振特征来获得其微观特性和光学特性,为全球的辐射平衡和气候变化的研究提供重要依据;在军事、海洋以及卫星遥感等领域,利用人造物体与自然背景反射和辐射光偏振态的差别,可以从复杂背景中提取人造物体目标,区分不同的地表形态等等。多维的信息和广泛的应用使偏振成像近年来成为国内外光学探测和遥感领域的研究热点。

[0003] 由于现有的CCD或者CMOS等感光元件不能直接分辨光的偏振态,所以通常需要在探测器前加装波片和偏振片来实现图像偏振态测量。光偏振态可用Stokes矢量进行完全描述(S_0, S_1, S_2, S_3),具有四个独立的分量。要获得完整偏振态信息至少需要四次不同波片和偏振片组合的独立测量。根据多次测量的方式不同,可以把偏振成像成分时成像和同时成像两大类。分时成像通过旋转或者调制光学器件在不同时间获得多次测量结果,适用于植被、矿物、建筑等静态目标的探测。而同时偏振成像技术通过多分光路单次曝光的方式获取多个测量结果,具有动态测量能力。已有的同时成像技术中主要采用分幅、分孔径、分频谱通道以及分焦平面等几种分光方案。目前分幅和分孔径偏振成像的时间、空间分辨率较高,但是光路复杂,稳定性不足,而且不同偏振态的图像难以进行像素量级的对准;而分频谱通道方案采用双折射晶体劈组调制图像偏振态,干涉条纹的存在导致空间分辨率偏低;分焦平面方案通过单次曝光可以实现偏振态测量,而且整体系统结构紧凑、性能稳定,已经被用于美国军方的雷达遥感系统,是偏振成像技术未来的发展方向。但是目前基于微波片阵列的分焦平面偏振成像只能测量Stokes矢量的前三个分量(S_0, S_1, S_2),其原因在于通过单纯的偏振片方向变化无法测量代表旋光成分的 S_3 分量。随着偏振成像技术应用范围的扩展,特别是在动态目标遥感研究中,迫切需要发展同时具备高时间、空间分辨率,并且能够进行全Stokes矢量测量以及长期稳定运行等特点的全新偏振成像技术。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置及其实现方法,能够进行动态测量,实现高时间、空间分辨率的显微图像完全偏振态测量。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置,其特征在于:包括依次并排设置的一激光光源、一显微物镜、一显微目镜、一微波片阵列、一单向偏振片、一成像透镜及一面阵相机;所述激光光源与显微物镜间于所述显微物镜的焦距位置处放置待测样品,所述显微物镜和所述显微目镜对待测样品形成的图像进行放大,所述微波片阵列处于所述显微目镜的焦距位置,对放大后的图像进行偏振调制,所述

单向偏振片将图像的二维偏振态分布转换成二维光强分布,所述成像透镜将所述二维光强分布耦合到所述面阵相机中。

[0006] 进一步的,所述面阵相机的输出端还连接至一计算机处理系统,所述计算机处理系统对接收到的光强数据进行处理和反演计算,得到图像上每个像素点的偏振态信息。

[0007] 进一步的,所述微波片阵列的制作过程为:采用超快激光在一透明介质内部刻蚀出若干方形亚波长光栅,并引入相位延时,调整加工参数使四个相邻的亚波长光栅的光轴方向和引入的相位延时不同,构成微型波片阵列。

[0008] 进一步的,所述微型波片阵列在二维空间重复排列,覆盖整个通光面;所述加工参数包括所述超快激光的偏振方向、加工时间及聚焦参数。

[0009] 进一步的,所述四个相邻的亚波长光栅的光轴方向分别为与水平方向夹角 0° , 30° , 45° 和 60° ,所述相位延时为 90° 。

[0010] 一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置的实现方法,其特征在于包括以下步骤:

[0011] 步骤S1:根据待测样品选用特定波长的激光光源作为照明光源;

[0012] 步骤S2:所述激光光源产生一入射光经过所述待测样品后产生由所述待测样品光学参数决定的偏振图像;

[0013] 步骤S3:采用所述显微物镜和显微目镜对所述偏振图像进行放大;

[0014] 步骤S4:所述微波片阵列对所述步骤S3放大后的偏振图像进行偏振态调制,所述的单向偏振片将进行偏振态调制后的偏振态图像转换成二维光强分布,所述的成像透镜将所述二维光强分布耦合到所述面阵相机,所述面阵相机将光强数据传输至所述计算机处理系统;

[0015] 步骤S5:所述计算机处理系统对接收到的光强数据进行处理和反演计算,得到偏振图像上每个像素点的偏振态信息。

[0016] 进一步的,所述步骤S5具体包括以下步骤:

[0017] 步骤S51:所述计算机处理系统采用公式 $S(in) = M^{-1} S_0^i(out) = \frac{M^*}{|M|} S_0^i(out)$ 计算出

射光经过待测样品后的偏振态,其中, $S_0^i(out)$ 为面阵相机采集的光强数据, $S(in)$ 为入射光偏振态, M 为一 4×4 的Müller矩阵,用以描述偏振器件;

[0018] 步骤S52:所述计算机系统采用步骤S51的方法对整个通光面进行计算,从而获得图像整个二维面内的偏振态信息。

[0019] 进一步的,所述步骤S51中公式由以下推断而出:

[0020] 用Stokes矢量 S_0, S_1, S_2, S_3 来描述光的偏振态,对于四次独立的测量,经微波片阵列的偏振态变化可以用 4×4 的Müller矩阵来表示:

$$[0021] \quad \begin{bmatrix} S_0(out) \\ S_1(out) \\ S_2(out) \\ S_3(out) \end{bmatrix} = M^i(\theta, \varphi) \begin{bmatrix} S_0(in) \\ S_1(in) \\ S_2(in) \\ S_3(in) \end{bmatrix}$$

$$[0022] \quad M^i = \begin{bmatrix} M_{11}^i & M_{12}^i & M_{13}^i & M_{14}^i \\ M_{21}^i & M_{22}^i & M_{23}^i & M_{24}^i \\ M_{31}^i & M_{32}^i & M_{33}^i & M_{34}^i \\ M_{41}^i & M_{42}^i & M_{43}^i & M_{44}^i \end{bmatrix}$$

[0023] 其中,上标*i*=1,2,3,4表示测量的次数;

[0024] 由于面阵相机只对光强有响应,因此每次测量只能得到 S_0 的值,通过四次测量的结果,即面阵相机采集的光强数据可表示为:

$$[0025] \quad \begin{bmatrix} S_0^1(out) \\ S_0^2(out) \\ S_0^3(out) \\ S_0^4(out) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11}^1 & M_{12}^1 & M_{13}^1 & M_{14}^1 \\ M_{11}^2 & M_{12}^2 & M_{13}^2 & M_{14}^2 \\ M_{11}^3 & M_{12}^3 & M_{13}^3 & M_{14}^3 \\ M_{11}^4 & M_{12}^4 & M_{13}^4 & M_{14}^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_0(in) \\ S_1(in) \\ S_2(in) \\ S_3(in) \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0026] 所述微波片阵列中四个相邻的亚波长光栅的光轴方向分别为 0° , 30° , 45° 和 60° , 相位延时为 90° ,则可以计算出:

$$[0027] \quad M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0.25 & 0.43 & -0.87 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0.25 & -0.43 & -0.87 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0028] M 的行列式为1.005,不为零,从而使方程(1)存在解,简写为:

$$[0029] \quad S(in) = M^{-1} S_0^i(out) = \frac{M^*}{|M|} S_0^i(out) \quad (3)$$

[0030] 其中, M^{-1} 和 M^* 分别表示 M 的逆矩阵和伴随矩阵, $S_0^i(out)$ 通过面阵相机测量得到,利用公示(3)计算可得入射光的偏振态 $S(in)$ 。

[0031] 本发明与现有技术相比具有以下有益效果:

[0032] 1、本发明可测量包含旋光分量在内的全Stokes矢量;

[0033] 2、本发明的微波片阵列采用超快激光微加工制作,可对其引入的相位延迟主轴方向和延迟量进行设计,优化性能,并且制作精度高,成本和技术要求较低;

[0034] 3、本发明所采用的微波片阵列存在于透明基地的内部,便于对其表面进行镀膜和维护,可降低成像光路中多重反射和散射等影响,从而提高成像质量。

附图说明

[0035] 图1是本发明一实施例的成像装置结构示意图。

[0036] 图2是本发明一实施例的微波片阵列结构示意图。

[0037] 图中:1-激光光源;2-待测样品;3-显微物镜;4-显微目镜;5-微波片阵列;6-单向偏振片;7-成像透镜;8-面阵相机;9-计算机处理系统。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步说明。

[0039] 请参照图1,本实施例提供一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置,其特征在于:包括依次并排设置的一激光光源1、一显微物镜3、一显微目镜4、一微波片阵列5、一单向偏振片6、一成像透镜7及一面阵相机8;所述激光光源1与显微物镜3间于所述显微物镜3的焦距位置处放置待测样品2,本实施例采用808nm的LD激光光源,分别采用线偏振光、左旋与右旋偏振光作为照射光源,产生一入射光经过待测样品2后产生有待测样品2的光学参数决定的偏振图像,所述显微物镜3和所述显微目镜4对待测样品2形成的图像进行放大,所述微波片阵列5处于所述显微目镜4的焦距位置,对放大后的图像进行偏振调制,所述单向偏振片6将图像的二维偏振态分布转换成二维光强分布,所述成像透镜7将所述二维光强分布耦合到所述面阵相机8中;所述面阵相机8的输出端还连接至一计算机处理系统9,所述计算机处理系统9对接收到的光强数据进行处理和反演计算,得到图像上每个像素点的偏振态信息;所述处理和反演计算具体为在Labview软件平台下采用中值滤波、傅里叶变换以及数组操作等模块编写程序,进行滤波、消除背景处理及图像偏振态反演计算。

[0040] 所述微波片阵列5的制作过程为:采用超快激光在一透明介质内部刻蚀出若干边长为几微米的方形亚波长光栅,并引入相位延时,调整加工参数使四个相邻的亚波长光栅的光轴方向和引入的相位延时不同,构成微型波片阵列;所述微型波片阵列在二维空间重复排列,覆盖整个通光面;所述加工参数包括所述超快激光的偏振方向、加工时间及聚焦参数;如图2所示,本实施例中四个相邻的亚波长光栅的光轴方向分别为与水平方向夹角为 0° , 30° , 45° 和 60° ,所述相位延时为 90° ,图中,单个微型光栅的尺寸约为 5×5 微米,而四个不同光轴方向的微型光栅构成一个 2×2 排列的波片周期单元,整个通光面由这样的周期单元重复覆盖,对入射图像的偏振态进行相位调制。

[0041] 于本实施例中,采用近红外波段的超快激光器在透镜石英玻璃内部进行加工,由于超快激光在石英内部加工获得的微型光栅的周期 T 与加工激光波长 λ 的关系为: $T = \lambda / 2n$,其中 n 是材料的折射率,对于石英材料,其折射率为1.5左右;采用800nm的超快激光,获得的微型光栅的周期为266nm附近;对于808nm的入射光来说,该光栅为亚波长光栅,由于亚波长光栅的投射光中只存在零级衍射,而且投射光的TM分量(偏振与栅条方向垂直的分量)和TE分量(偏振与栅条方向平行的分量)的透过率和相位延迟量不一样,从而相当于波片的作用,该波片引入的相位延迟与光栅的厚度相关。通过理论设计和控制加工激光的偏振方向、加工时间,聚焦深度等参数可以获得特定光轴方向的具有特定相位延迟量的微型波片阵列。

[0042] 一种基于微波片阵列的显微偏振成像装置的实现方法,其特征在于包括以下步骤:

[0043] 步骤S1:根据待测样品选用特定波长的激光光源作为照明光源;

[0044] 步骤S2:所述激光光源产生一入射光经过所述待测样品后产生由所述待测样品光学参数决定的偏振图像;

[0045] 步骤S3:采用所述显微物镜和显微目镜对所述偏振图像进行放大;

[0046] 步骤S4:所述微波片阵列对所述步骤S3放大后的偏振图像进行偏振态调制,所述的单向偏振片将进行偏振态调制后的偏振态图像转换成二维光强分布,所述的成像透镜将所述二维光强分布耦合到所述面阵相机,所述面阵相机将光强数据传输至所述计算机处理系统;

[0047] 步骤S5:所述计算机处理系统对接收到的光强数据进行处理和反演计算,得到偏振图像上每个像素点的偏振态信息。

[0048] 进一步的,所述步骤S5具体包括以下步骤:

[0049] 步骤S51:所述计算机处理系统采用公式 $S(in) = M^{-1}S_0^i(out) = \frac{M^*}{|M|}S_0^i(out)$ 计算出入

射光经过待测样品后的偏振态,其中, $S_0^i(out)$ 为面阵相机采集的光强数据, $S(in)$ 为入射光偏振态, M 为一 4×4 的Müller矩阵,用以描述偏振器件;

[0050] 步骤S52:所述计算机系统采用步骤S51的方法对整个通光面进行计算,从而获得图像整个二维面内的偏振态信息。

[0051] 进一步的,所述步骤S51中公式由以下推断而出:

[0052] 本实施例以线偏振、左旋和右旋偏振光为入射光,模拟了相机采集到的二维光强图像以及数据反演的结果。用Stokes矢量 S_0, S_1, S_2, S_3 来描述光的偏振态,对于四次独立的测量,经微波片阵列的偏振态变化可以用 4×4 的Müller矩阵来表示:

$$[0053] \begin{bmatrix} S_0(out) \\ S_1(out) \\ S_2(out) \\ S_3(out) \end{bmatrix} = M^i(\theta, \varphi) \begin{bmatrix} S_0(in) \\ S_1(in) \\ S_2(in) \\ S_3(in) \end{bmatrix}$$

$$[0054] M^i = \begin{bmatrix} M_{11}^i & M_{12}^i & M_{13}^i & M_{14}^i \\ M_{21}^i & M_{22}^i & M_{23}^i & M_{24}^i \\ M_{31}^i & M_{32}^i & M_{33}^i & M_{34}^i \\ M_{41}^i & M_{42}^i & M_{43}^i & M_{44}^i \end{bmatrix}$$

[0055] 其中,上标 $i=1, 2, 3, 4$ 表示测量的次数;

[0056] 由于面阵相机只对光强有响应,因此每次测量只能得到 S_0 的值,通过四次测量的结果,即面阵相机采集的光强数据可表示为:

$$[0057] \begin{bmatrix} S_0^1(out) \\ S_0^2(out) \\ S_0^3(out) \\ S_0^4(out) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11}^1 & M_{12}^1 & M_{13}^1 & M_{14}^1 \\ M_{11}^2 & M_{12}^2 & M_{13}^2 & M_{14}^2 \\ M_{11}^3 & M_{12}^3 & M_{13}^3 & M_{14}^3 \\ M_{11}^4 & M_{12}^4 & M_{13}^4 & M_{14}^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_0(in) \\ S_1(in) \\ S_2(in) \\ S_3(in) \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0058] 所述微波片阵列中四个相邻的亚波长光栅的光轴方向分别为 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ 和 60° ,相位延时为 90° ,则可以计算出:

$$[0059] M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0.25 & 0.43 & -0.87 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0.25 & -0.43 & -0.87 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0060] M 的行列式为1.005,不为零,从而使方程(1)存在解,简写为:

[0061]
$$S(in) = M^{-1} S_0^i(out) = \frac{M^*}{|M|} S_0^i(out) \quad (3)$$

[0062] 其中, M^{-1} 和 M^* 分别表示 M 的逆矩阵和伴随矩阵, $S_0^i(out)$ 通过面阵相机测量得到, 利用公示(3)计算可得入射光的偏振态 $S(in)$, 对整个通光面进行计算就可以获得图像整个二维面内的偏振态信息。

[0063] 从下表的模拟计算结果看出具有特定偏振态的入射光, 经过微波片阵列和单向偏振片后, 对应了特定的二维光强分布。用公式(3)反演计算的结果与输入光的偏振态一致。由于表格中的偏振态覆盖了 Stokes 矢量的各个独立分量, 可见对于任意偏振态的测量和反演计算, 本发明提供的方法都是有效的。而且所使用的微波片阵列单个波片的尺寸在几个微米量级, 从而可以对整个图像进行完整的偏振态测试。

	入射偏振态	入射 Stock 矢量	出射二维光强分布	反演 Stock 矢量
[0064]	自然光	[1, 0, 0, 0]	[1, 1, 1, 1]	[1, 0, 0, 0]
	水平线偏光	[1, 1, 0, 0]	[2, 1.25, 1, 1.25]	[1, 1, 0, 0]
	垂直线偏光	[1, -1, 0, 0]	[0, 0.75, 1, 0.75]	[1, -1, 0, 0]
	45° 线偏光	[1, 0, 1, 0]	[1, 1.43, 1, 0.57]	[1, 0, 1, 0]
	-45° 线偏光	[1, 0, -1, 0]	[1, 0.57, 1, 1.43]	[1, 0, -1, 0]
	右旋偏振光	[1, 0, 0, 1]	[1, 0.13, 0, 0.13]	[1, 0, 0, 1]
	左旋偏振光	[1, 0, 0, -1]	[1, 1.87, 2, 1.87]	[1, 0, 0, -1]

[0066] 综上所述, 本发明的可测量包含旋光分量在内的全 Stokes 矢量; 微波片阵列采用超快激光微加工制作, 可对其引入的相位延迟主轴方向和延迟量进行设计, 优化性能, 并且制作精度高, 成本和技术要求较低; 本发明所采用的微波片阵列存在于透明基底的内部, 便于对其表面进行镀膜和维护, 可降低成像光路中多重反射和散射等影响, 从而提高成像质量。

[0067] 以上所述仅为本发明的较佳实施例, 凡依本发明申请专利范围所做的均等变化与修饰, 皆应属本发明的涵盖范围。

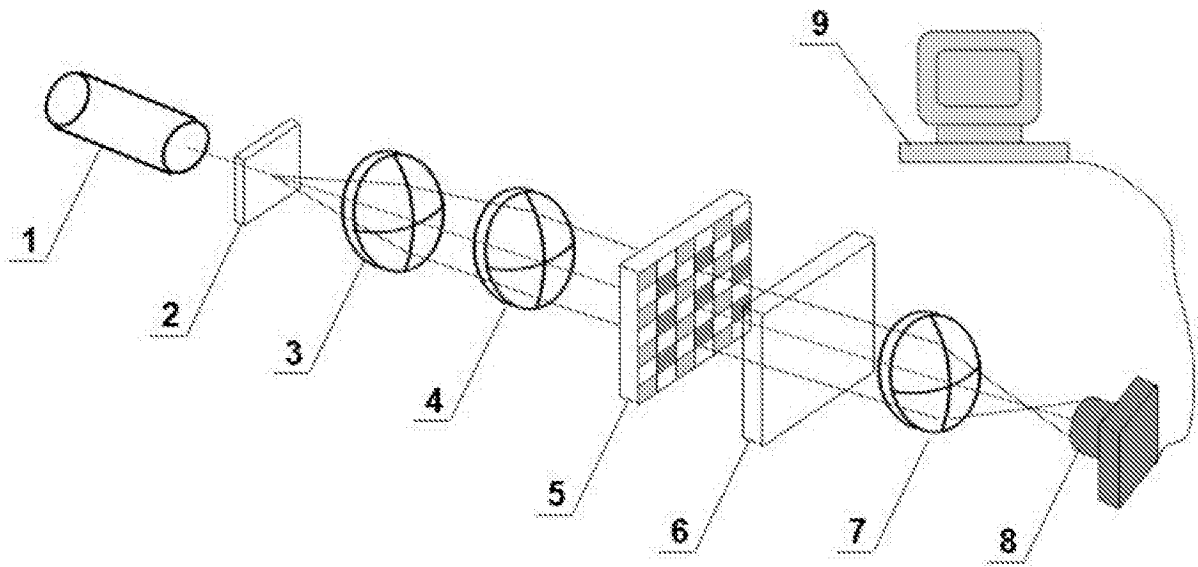


图1

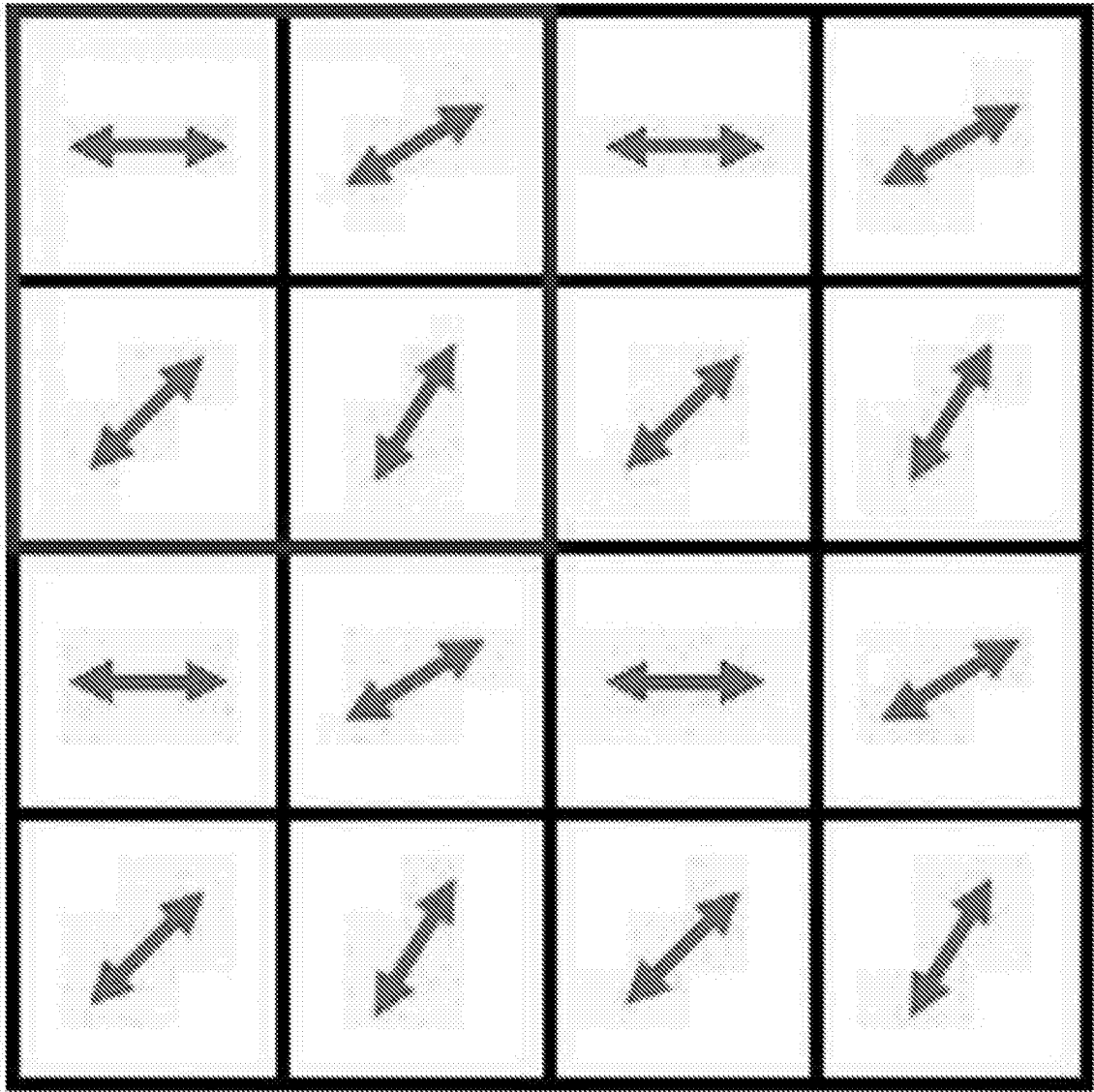


图2