



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103424196 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201310346686. 5

(22) 申请日 2013. 08. 09

(73) 专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市嘉定区 800 — 211 邮政
信箱

(72) 发明人 曾爱军 刘蕾 朱玲琳 黄惠杰

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司
31213

代理人 张泽纯

(51) Int. Cl.

G01J 9/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202329545 U, 2012. 07. 11, 全文 .

US 2003/0043384 A1, 2003. 03. 06, 全文 .

审查员 胡涛

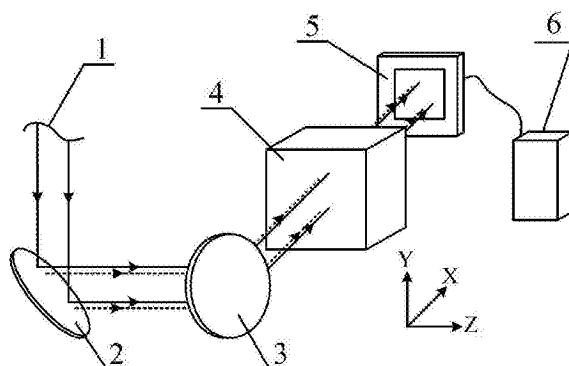
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

双平板偏振移相剪切干涉仪

(57) 摘要

一种双平板偏振移相剪切干涉仪，特点在于其构成包括第一偏振分光剪切平板、第二偏振分光剪切平板、偏振移相器、图像传感器和计算机组成，第一偏振分光剪切平板和第二偏振分光剪切平板完全相同。本发明具有等光程共光路干涉的特点，结构简单、紧凑，不易受环境影响。



1. 一种双平板偏振移相剪切干涉仪，特征在于其构成包括第一偏振分光剪切平板(2)、第二偏振分光剪切平板(3)、偏振移相器(4)、图像传感器(5)和计算机(6)，上述元部件的位置关系如下：

沿入射光(1)方向依次是第一偏振分光剪切平板(2)、第二偏振分光剪切平板(3)、偏振移相器(4)和图像传感器(5)，设入射光(1)方向沿直角坐标系的Y轴负方向，所述的第一偏振分光剪切平板(2)和第二偏振分光剪切平板(3)完全相同，所述的第一偏振分光剪切平板(2)的前表面(2a)和所述的第二偏振分光剪切平板(3)的前表面(3a)均镀有偏振分光膜，所述的第一偏振分光剪切平板(2)的后表面(2b)和所述的第二偏振分光剪切平板(3)的后表面(3b)均镀有全反膜，第一偏振分光剪切平板(2)垂直于YZ平面而与XY平面的夹角为45°，第二偏振分光剪切平板(3)垂直于XZ平面而与XY平面的夹角为45°，所述的图像传感器(5)的输出端与所述的计算机(6)的输入端相连。

2. 根据权利要求1所述的双平板偏振移相剪切干涉仪，其特征在于所述的偏振移相器(4)是由四分之一波片和可旋转的检偏器组成的时域移相器，或是由分束棱镜或是衍射元件与偏振片组组成的空域移相器。

双平板偏振移相剪切干涉仪

技术领域

[0001] 本发明涉及光学测量领域，涉及一种双平板偏振移相剪切干涉仪。

背景技术

[0002] 波前测量技术广泛应用于光学加工、激光通讯、传感器探测等领域。它利用波面的变化反应光波经过的媒质或系统的相关特性，进而可以获得媒质或系统的多种相关信息。波面测量通常采用剪切干涉测量方法来实现，它将被测波面与其被剪切复制的波面进行干涉，对干涉图进行解包裹进行波面重建，该方法无需标准参考面，且其结构简单、紧凑、稳定。引入移相形成了移相剪切干涉测量技术，可以进一步提高剪切干涉波面测量的精度和空间分辨率。

[0003] 先技术 [1] (刘晓军, 章明, 李柱. “共路移相剪切干涉测量仪的研制”. 华中理工大学学报, 27 (3):16-18 (1999))利用光轴与表面平行的单轴晶体平板的双折射效应，实现了共光路横向剪切干涉，但是不能满足等光程干涉，不适合于测量低相干光源波面的检测。

[0004] 先技术 [2] (李竹, 刘立人, 刘德安, 滕树云. “双剪切波面干涉测量法”. 光学学报, 24 (10):1417-1420 (2004))利用雅满平行平板进行分束，被四个楔形板分别剪切后由另一块雅满平行平板合束后进行干涉，该干涉仪能实现几乎等光程干涉，但该干涉仪分光路剪切干涉，对环境振动敏感。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足，提供一种双平板偏振移相剪切干涉仪。该干涉仪具有等光程和共光路干涉等优点。

[0006] 本发明的技术解决方案如下：

[0007] 一种双平板偏振移相剪切干涉仪，特点在于其构成包括第一偏振分光剪切平板、第二偏振分光剪切平板、偏振移相器、图像传感器和计算机组成，上述元部件的位置关系如下：

[0008] 沿入射光方向依次是第一偏振分光剪切平板、第二偏振分光剪切平板、偏振移相器和图像传感器，设入射光方向沿直角坐标系的 Y 轴负方向，所述的第一偏振分光剪切平板和第二偏振分光剪切平板完全相同，所述的第一偏振分光剪切平板的前表面和所述的第二偏振分光剪切平板的前表面均镀有偏振分光膜，所述的第一偏振分光剪切平板的后表面和所述的第二偏振分光剪切平板的后表面均镀有全反膜，第一偏振分光剪切平板垂直于 YZ 平面而与 XY 平面的夹角为 45°，第二偏振分光剪切平板垂直于 XZ 平面而与 XY 平面的夹角为 45°，所述的图像传感器的输出端与所述的计算机的输入端相连；

[0009] 所述的偏振移相器是由四分之一波片和可旋转的检偏器组成的时域移相器，或是由分束棱镜或是衍射元件与偏振片组组成的空域移相器。

[0010] 被测光束沿 Y 轴负方向入射到与 XY 平面成 45° 夹角的第一偏振分光剪切平板上，被其前表面分为偏振方向互相垂直的两束线偏振光波：s 波和 P 波。s 波直接被第一偏振分

光剪切平板的前表面反射形成反射波, p 波透过其前表面后被后表面反射, 再次透过其前表面形成另一束反射波。两束反射波沿着 Z 方向以 45° 夹角入射到与 XY 平面成 45° 夹角的第二偏振分光剪切平板, p 波直接被第二偏振分光剪切平板的前表面反射, 成为 ps 光波, 而 s 波透过其前表面后被后表面反射, 再次透过其前表面形成另一束反射波 sp 光波。两束反射波经过所述的偏振移相器形成移相剪切干涉图, 所述的移相剪切干涉图被所述的图像传感器接收, 并传入所述的计算机, 计算机利用移相剪切干涉图处理软件进行相关处理, 获得复原被测波面。

[0011] 与在先技术相比, 本发明的装置效果如下:

[0012] 1、结构简单、紧凑, 不易受环境影响。

[0013] 本发明等光程剪切平板仅由两块偏振分光剪切平板构成, 同时实现了共光路干涉, 故其结构简单、紧凑, 不易受环境影响。

[0014] 2、等光程干涉。

[0015] 本发明利用两块偏振分光剪切平板, 利用空间位置和偏振分光剪切平板的特性实现了光程差的补偿, 适合低相干光束波面的检测。

附图说明

[0016] 图 1 为本发明双平板偏振移相剪切干涉仪的光路结构图

[0017] 图 2 为光入射到第一偏振分光剪切平板上的光路图

[0018] 图 3 为光入射到第二偏振分光剪切平板上的光路图

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明, 但不应以此限制本发明的保护范围。

[0020] 先请参阅图 1, 图 1 为本发明双平板偏振移相剪切干涉仪的光路结构图。由图 1 可见, 本发明双平板偏振移相剪切干涉仪由第一偏振分光剪切平板 2、第二偏振分光剪切平板 3、偏振移相器 4、图像传感器 5 和计算机 6 组成, 上述元部件的位置关系如下:

[0021] 所述的第一偏振分光剪切平板 2 和第二偏振分光剪切平板 3 完全相同, 为光学平行平板。请参阅图 2 和图 3, 图 2 为光入射到第一偏振分光剪切平板上的光路图, 图 3 为光入射到第二偏振分光剪切平板上的光路图。所述的第一偏振分光剪切平板 2 的前表面 2a 和所述的第二偏振分光剪切平板 3 的前表面 3a 均镀有偏振分光膜, 所述的第一偏振分光剪切平板 2 的后表面 2b 和所述的第二偏振分光剪切平板 3 的后表面 3b 均镀有全反膜。请参阅图 1, 建立如图所示的直角坐标系 XYZ。所述的入射光 1 平行于 Y 轴, 第一偏振分光剪切平板 2 垂直于 YZ 平面而与 XY 平面的夹角为 45°, 第二偏振分光剪切平板 3 垂直于 XZ 平面而与 XY 平面的夹角为 45°, 所述的偏振移相器 4 可以是由四分之一波片和可旋转的检偏器组成的时域移相器, 也可以是由分束棱镜或是衍射元件与偏振片组组成的空域移相器。所述的图像传感器 5 的输出端与所述的计算机 6 的输入端相连;

[0022] 被测光束 1 沿 Y 轴负方向入射到与 XY 平面成 45° 夹角的第一偏振分光剪切平板 2 上, 被前表面 2a 分为偏振方向互相垂直的两束线偏振光波:s 波和 P 波。s 波直接被第一偏振分光剪切平板 2 的前表面 2a 反射形成反射波, p 波透过前表面后被其后表面 2b 反射,

再次透过其前表面 2a 形成另一束反射波。两束反射波沿着 Z 方向以 45° 夹角入射到与 XY 平面成 45° 夹角的第二偏振分光剪切平板 3, p 波直接被第二偏振分光剪切平板 3 的前表面 3a 反射, 成为 ps 光波, 而 s 波透过前表面后被其后表面 3b 反射, 再次透过其前表面 3a 形成另一束反射波 sp 光波。两束反射波经过所述的偏振移相器 4 形成移相剪切干涉图, 所述的移相剪切干涉图被所述的图像传感器 5 接收, 并传入所述的计算机 6, 计算机 6 利用移相剪切干涉图处理软件进行相关处理, 获得复原被测波面。

[0023] 本发明的双平板偏振移相剪切干涉仪工作过程如下:

[0024] 被测光束 1 沿 Y 轴负方向入射到与 XY 平面成 45° 夹角的第一偏振分光剪切平板上 2, 被前表面 2a 分为偏振方向互相垂直的两束线偏振光波 : s 波和 P 波, s 波的振动方向垂直于入射面 YZ 平面、同时平行于第一偏振分光剪切平板 2 的表面, 而 p 波的振动方向平行于入射面 YZ 平面, 与第一偏振分光剪切平板 2 的表面呈 45° 夹角。s 波直接被第一偏振分光剪切平板 2 的前表面 2a 反射形成反射波, p 波透过其前表面 2a 后被后表面 2b 反射, 再次透过前表面形成另一束反射波。第一偏振分光剪切平板 3 引入的光程差为:

[0025]

$$OPD_1 = d \cdot n \cdot \sqrt{2(2n^2 - 1)} \quad (1)$$

[0026] 其中, d 为第一偏振分光剪切平板 2 的厚度, n 为折射率。两束反射波以 45° 夹角入射到与 XY 平面成 45° 夹角的第二偏振分光剪切平板 3, 此时 s 波的振动方向平行于入射面 XZ 平面, 与第二偏振分光剪切平板 3 的表面成 45° 夹角, p 波垂直于入射面 XZ 平面, 同时平行于第二偏振分光剪切平板 3 的表面。p 波直接被第二偏振分光剪切平板 3 的前表面 3a 反射, 成为 ps 光波, 而 s 波透过其前表面 3a 后被后表面 3b 反射, 再次透光前表面 3a 形成另一束反射波 sp 光波。第二偏振分光剪切平板 3 引入的光程差为:

$$OPD_2 = -d \cdot n \cdot \sqrt{2(2n^2 - 1)} \quad (2)$$

[0028] 其中, d 为第一偏振分光剪切平板的厚度, n 为折射率。由公式 (1) (2) 得到, 经过第一偏振分光剪切平板 2 和第二偏振分光剪切平板 3 后, 两束光的光程差得到补偿, 光程差为零。两束反射波经过所述的偏振移相器 4 形成的移相剪切干涉图, 所述的移相剪切干涉图被所述的图像传感器 5 接收, 并传入所述的计算机 6, 计算机 6 利用移相剪切干涉图处理软件进行相关处理, 从而复原被测波面, 实现移相剪切干涉测量。

[0029] 下面给一个实施例的具体参数:

[0030] 待测波面 1 由口径为 2mm 的氦氖激光器的光束经过 5 倍扩束镜扩束得到。偏振分光剪切平板 2 由 HK9L 制成, 大小为 50mm × 2mm。偏振分光剪切平板 2 和偏振分光剪切平板 3 完全相同, 其消光比为 10000:1。偏振移相器 4 取四分之一波片和可旋转检偏器, 四分之一波片为石英波片, 延迟量精度为 $\lambda / 300$, 检偏器为消光比为 1000:1 的偏振片。图像传感器 5 为像素 600 × 400 的 CCD。

[0031] 与在先技术相比, 本发明结实现共光路和等光程移相剪切干涉, 结构简单、紧凑, 不易受环境影响, 适合低相干光束波面的检测。

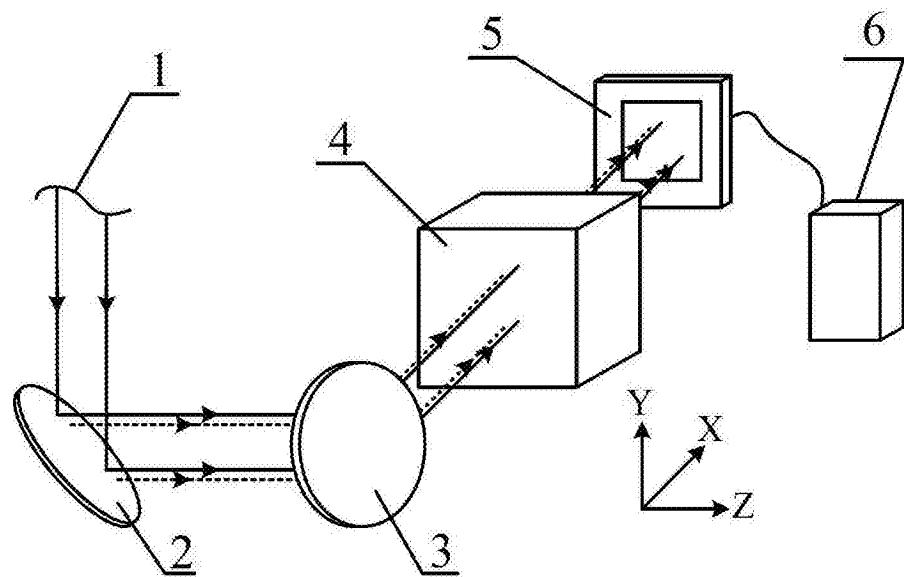


图 1

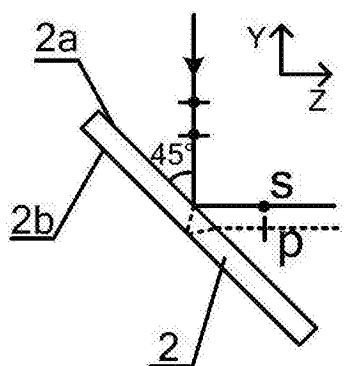


图 2

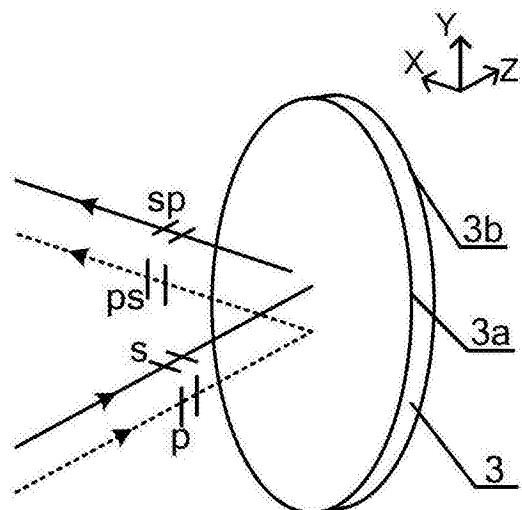


图 3