



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102607704 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 25

(21) 申请号 201210073620. 9

(22) 申请日 2012. 03. 20

(71) 申请人 苏州大学

地址 215006 江苏省苏州市十梓街 1 号

申请人 浙江师范大学

(72) 发明人 施逸乐 王辉

(74) 专利代理机构 杭州浙科专利事务所 33213

代理人 吴秉中

(51) Int. Cl.

G01J 3/46(2006. 01)

G01J 3/10(2006. 01)

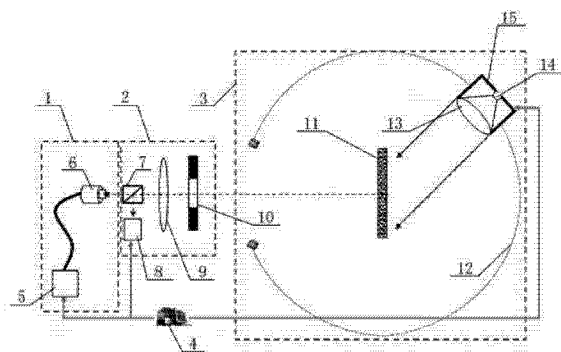
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

彩色全息图颜色测量装置及测量方法

(57) 摘要

本发明属于彩色全息图像质评价领域,具体为一种彩色全息图颜色测量装置及测量方法。本发明采用可调角度再现光源为彩色全息图的照明光源,并且将全息再现像的光谱进行滤波成像于光谱检测系统,通过光谱检测系统获取彩色全息图再现像的光谱成分,进而定量计算彩色全息再现像的颜色量。系统配备有与光谱检测系统成镜像关系的摄像头 CCD,这样摄像头 CCD 上的成像情况即反应了光谱检测系统上全息像的成像情况,因而具有自动监控功能,另外系统采用的是光纤光谱仪,具有体积小、响应快速、检测方便等一系列的优点,同时可以通过移动光纤探头实现对全息再现像各局部区域进行颜色分析。



1. 彩色全息图颜色测量装置,其特征在于由照明系统、成像系统、光谱检测系统以及主控计算机四部分组成,主控计算机分别与照明系统、成像系统、光谱检测系统相连,

照明系统由平行光管和弧形导轨组成,白光源和消色差准直透镜相配合构成平行光管,平行光管安装设置在弧形导轨的连接板上并通过主控计算机控制沿弧形导轨滑动;

成像系统由滤波器、消色差成像透镜、分束棱镜和摄像头 CCD 配合而成,摄像头 CCD 连接主控计算机,全息图置于弧形轨道的圆心处,全息图衍射光经过滤波器和消色差成像透镜成缩小像于光纤光谱仪的探头处;

光谱检测系统采用光纤光谱仪采集全息再现像的光谱 $P(\lambda)$,并将其保存在主控计算机中以供色度计算。

2. 根据权利要求 1 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的摄像头 CCD 和光纤光谱仪的探头的位置是镜像的,CCD 用于监控当照明光源入射角改变时,衍射光是否在光纤光谱仪的探头处成清晰像。

3. 根据权利要求 1 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的滤波器用于滤除彩虹全息色串扰像。

4. 根据权利要求 1 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的白光源和消色差准直透镜通过支架相连构成平行光管,在平行光管的下方设置螺栓,平行光管通过螺栓与连接板上的螺孔相连,连接板通过主控计算机控制在电机带动下绕弧形导轨滑动。

5. 根据权利要求 1 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的白光源采用溴钨灯。

6. 一种如权利要求 1 所述的彩色全息图颜色测量装置的测量方法,其特征在于:

1) 用户将待检测彩色全息图固定于全息图放置位置处;

2) 开启光源选择相应的照明模式,并启动与连接板相连的电机使平行光管在弧形导轨上慢速滑动;

3) 在自动监控摄像头 CCD 处监控光纤光谱仪的探头处全息像的成像情况,当成像清晰时,即停止平行光管滑动并启动光纤光谱仪进行光谱采集进而进行颜色量的计算。

彩色全息图颜色测量装置及测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于彩色全息图像质评价领域,具体为一种彩色全息图颜色测量装置及测量方法。

背景技术

[0002] 彩色全息术因其具有极具现场性的彩色再现能力而备受学术界以及产业界的高度关注,目前彩色全息术已经被应用在诸多领域,诸如:全息包装、全息防伪、以及三维显示等诸多领域。

[0003] 目前实现彩色全息显示的主要技术手段有两种,分别是反射全息术和彩虹全息术。1967年Karl A. Stetson提出了反射全息术,其基本原理是用激光照射待记录物体,物体的散射光传播到达全息记录介质作为物光波,再从全息记录介质的另外一侧引入与物光波相干的一束参考光波,从而在全息介质内部形成具有一定体积结构的全息图。体全息图具有很好的波长敏感性,所以当用白光再现体全息图时,体全息图将对白光中的各光谱成分进行选频,只有满足布拉格条件的一极窄光谱带的光才能被反射参与衍射成像,可以认为是准单色光,所以反射全息图的色模糊量是非常小的,因而可以进行白光再现。可以采用全色全息记录介质或者夹层全息的方法来制作彩色反射全息图。1969年美国科学家本顿提出了彩虹全息术,彩虹全息术的基本原理是在全息图拍摄光路中的适当位置放置狭缝,以限制能够传播到彩虹全息记录面上物光波空间频率,以此来限制白光再现全息图时引起的色模糊,因而彩虹全息图可进行白光再现。该技术的发明使得全息术从先前的激光记录激光再现,迈向了激光记录白光再现阶段,在很大程度上促进了全息技术的实用化。实现彩色彩虹全息术目前常用的方法是两步法彩虹全息术,首先,用三原色激光分别记录彩色物体的三张分色菲涅耳全息图,然后,将三张分色菲涅耳全息图作为主全息图,再拍摄第二步彩虹全息图,通过合理的光路设置,可以使得当白光再现彩虹全息图时,三原色再现像能够精确重合以实现彩色显示。

[0004] 彩色全息图颜色测量是全息图商业化道路上的一项至关重要的技术,尤其是当高质量的彩色全息图商品化时,必须对全息图的像质进行客观定量的评价,其中彩色全息像的颜色是一项必不可少的技术指标,但至今尚未见有关彩色全息图颜色测量技术的论文及专利。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种彩色全息图颜色测量装置及测量方法的技术方案,主要用于彩色全息图颜色的定量检测。

[0006] 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于由照明系统、成像系统、光谱检测系统以及主控计算机四部分组成,主控计算机分别与照明系统、成像系统、光谱检测系统相连,

照明系统由平行光管和弧形导轨组成,白光源和消色差准直透镜相配合构成平行光

管,平行光管安装设置在弧形导轨的连接板上并通过主控计算机控制沿弧形导轨滑动;

成像系统由滤波器、消色差成像透镜、分束棱镜和摄像头 CCD 配合而成,摄像头 CCD 连接主控计算机,全息图置于弧形轨道的圆心处,全息图衍射光经过滤波器和消色差成像透镜成缩小像于光纤光谱仪的探头处;

光谱检测系统采用光纤光谱仪采集全息再现像的光谱 $P(\lambda)$,并将其保存在主控计算机中以供色度计算。

[0007] 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的摄像头 CCD 和光纤光谱仪的探头的位置是镜像的,CCD 用于监控当照明光源入射角改变时,衍射光是否在光纤光谱仪的探头处成清晰像。

[0008] 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的滤波器用于滤除彩虹全息色串扰像。

[0009] 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的白光源和消色差准直透镜通过支架相连构成平行光管,在平行光管的下方设置螺栓,平行光管通过螺栓与连接板上的螺孔相连,连接板通过主控计算机控制在电机带动下绕弧形导轨滑动。

[0010] 所述的彩色全息图颜色测量装置,其特征在于所述的白光源采用溴钨灯。

[0011] 所述的彩色全息图颜色测量装置的测量方法,其特征在于:

1) 用户将待检测彩色全息图固定于全息图放置位置处;

2) 开启光源选择相应的照明模式,并启动与连接板相连的电机使平行光管在弧形导轨上慢速滑动;

3) 在自动监控摄像头 CCD 处监控光纤光谱仪的探头处全息像的成像情况,当成像清晰时,即停止平行光管滑动并启动光纤光谱仪进行光谱采集进而进行颜色量的计算。

[0012] 本发明具有以下优点:

1. 选择溴钨灯为平行光管的白光源,其光谱成分丰富,具有非常好的显色性,这样即可满足不同主色调彩色全息图的颜色检测;

2. 本系统采用将白光源和消色差准直透镜组合成平行光管,这样在校准并行光管时,调整白光源和消色差准直透镜之间的距离为消色差准直透镜的一倍焦距,并将其固定这样既可保证从平行光管出射的光为平行光,以使得全息图检测时照明环境和实际全息图观看时候照明条件等价(实际全息图观看时,再现光通常为平行光);

3. 平行光管可以在主控计算机的控制下在弧形导轨上滑动,这样可以自由改变平行光入射到全息图上的入射角,以满足不同参考光记录条件下全息图的再现,同时可以实现两种照明模式分别是反射式和透射式照明,以满足不同类型全息图的检测;

4. 采用成像系统将彩色全息再现像的光谱进行成像,在光纤光谱仪的探头处成缩小像,这样可提高再现像各局部区域的亮度,便于光谱仪的检测;另外,装置采用带通滤波器,可以有效地滤除彩虹全息色串扰像对真彩色再现像颜色检测的影响,因而可以准确地对真彩色区域的全息再现像进行颜色检测;

5. 本系统采用光纤光谱仪和成像系统配合,可以通过移动光纤光谱仪的探头来检测再现像不同区域的光谱成分,进而计算色度;另外,系统配备有摄像头 CCD,它与光纤光谱仪的探头成镜像关系,通过监控 CCD 上的成像情况即可知道探头上的成像情况,因而可以自动监控当全息图再现光入射角改变时,在光纤光谱仪的探头上的成像情况;

6. 光纤光谱仪的体积小,有利于彩色全息图颜色测量和分析系统的小型化;无需通过旋转色散元件实现整个光谱的扫描,而是采用面阵探测器对整个光谱进行检测,因而检测速度快;光纤探头可以自由移动,因而可以灵活地对全息再现像的不同区域进行颜色测量。

附图说明

[0013] 图 1 为本发明的结构示意图;

图 2 为本发明平行光管与连接板的连接结构示意图;

图中:1- 光谱检测系统,2- 成像系统,3- 照明系统,4- 主控计算机,5- 光纤光谱仪,6- 光纤光谱仪的探头,7- 分束棱镜,8- 摄像头 CCD,9- 消色差成像透镜,10- 滤波器,11- 全息图,12- 弧形导轨,13- 消色差准直透镜,14- 白光源,15- 支架,16- 平行光管,17- 螺栓,18- 连接板,19- 螺孔。

具体实施方式

[0014] 下面结合说明书附图对本发明做进一步说明:

彩色全息图颜色测量装置,由照明系统 3、成像系统 2、光谱检测系统 1 以及主控计算机 4 四部分组成,主控计算机 4 分别与照明系统 3、成像系统 2、光谱检测系统 1 相连。

[0015] 照明系统 3 由平行光管 16、弧形导轨 12 组成,白光源 14 和消色差准直透镜 13 通过支架 15 相连构成平行光管 16,在平行光管 16 的下方设置螺栓 17,平行光管 16 通过螺栓 17 与连接板 18 上的螺孔 19 相连,连接板 18 通过主控计算机 4 控制绕弧形导轨滑动,如图 2 所示。消色差准直透镜 13 的焦距为 f_1 ,白光源 14 离消色差准直透镜 13 的距离为 f_1 ,白光源 14 发出的球面波经过消色差准直透镜 13 后成为一束平行光用于再现全息图 11。平行光管 16 安装在弧形导轨的连接板上如图 2。平行光管 16 可以在主控计算机的控制下在弧形导轨上滑动,设计这种结构主要有两个目的:一、可以自由改变平行光入射到全息图上的入射角,以满足不同参考光记录条件下全息图的再现;二、可以实现两种照明模式分别是反射式和透射式照明,以满足不同类型全息图的检测,当平行光管位于全息图右侧时为透射式照明模式,在全息图左侧时为反射式照明模式。反射全息图通常是采用反射式照明模式,彩虹全息图则是根据实际情况选择不同的照明模式,比如彩虹全息图是记录于卤化银全息干板、PVC、PET 膜等透明材料上,则应采用透射式照明模式,若是记录在光刻胶、模压全息电铸镍版、电化铝等反射型材料上,则采用反射式照明模式。

[0016] 成像系统 2 由滤波器 10、消色差成像透镜 9、分束棱镜 7、摄像头 CCD8 组成,摄像头 CCD8 与主控计算机 4 相连。全息图 11 置于弧形轨道的圆心处,全息图衍射光经过滤波器 10 和消色差成像透镜 9 成缩小像于光纤光谱仪的探头 6 处。摄像头 CCD8 和光纤光谱仪的探头 6 的位置是镜像的,摄像头 CCD8 的功能是监控当照明光源入射角改变时,衍射光是否在光纤光谱仪的探头 6 处成清晰像。滤波器 10 的功能是滤除彩虹全息色串扰像,由彩色彩虹全息图原理知,当白光再现彩色彩虹全息图时有九个再现像,其中三个重合的原色再现像是我们所期望看到的真彩色像,其它像为串扰像,采用滤波器即可将其滤除。采用成像系统主要有以下两方面的优越性:一、如果是彩虹全息图再现,则在距离全息图一定距离处即可再现出重合的三原色狭缝像,人眼是位于此处观看全息再现像,三原色狭缝像的光谱包含了全息再现像各不同区域的颜色信息,即全息再现像各不同区域的光谱是混合在一起

的,在此处直接用光谱仪测量便无法实现对全息再现像不同区域的光谱成分进行检测,因而采用了成像系统,即可将全息再现像成像于光纤光谱仪的探头处,这样即可通过移动光纤光谱仪的探头来检测再现像不同区域的光谱成分,进而计算色度;二、成像系统带有监控摄像头 CCD,这样可以自动监控当全息图再现光入射角改变时,在光纤光谱仪的探头上的成像情况。

[0017] 光谱检测系统 1 采用光纤光谱仪 5 采集全息再现像的光谱 $P(\lambda)$, 将其保存在计算机中以供色度计算。传统的光谱仪一般都包括入射狭缝、准直镜、色散元件(光栅或棱镜)、聚焦光学系统和探测器。通常还包括出射狭缝,让整个光谱中一个很窄的部分照射到单象元探测器上,而入射和出射狭缝往往位置固定而宽度可调,通过旋转机构驱动色散元件旋转以对整个光谱进行检测。光纤光谱仪是采用面阵探测器对整个光谱进行检测的集成化设备。本发明采用光纤光谱仪相比传统的光谱仪,在本系统中体现的优点主要有:一、光纤光谱仪的体积小,有利于彩色全息图颜色测量和分析系统的小型化;二、无需通过旋转色散元件实现整个光谱的扫描,而是采用面阵探测器对整个光谱进行检测,因而检测速度快;三、光纤探头可以自由移动,因而可以灵活地对全息再现像的不同区域进行颜色测量。

[0018] 彩色全息图颜色测量装置的测量方法如下:

- 1) 用户将待检测彩色全息图固定于全息图放置位置处;
- 2) 开启光源选择相应的照明模式,并启动与连接板相连的电机使平行光管在弧形导轨上慢速滑动;

3) 在自动监控摄像头 CCD 处监控光纤光谱仪的探头处全息像的成像情况,当成像清晰时,即停止平行光管滑动并启动光纤光谱仪进行光谱采集进而进行颜色量的计算。

[0019] 彩色全息图的色度计算方法如下:

依据色度学原理,当样品的光谱分布为 $P(\lambda)$, 波长范围是 $\lambda_1 < \lambda < \lambda_2$, CIE 1931-XYZ 色系的光谱三刺激值为 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$, 则该颜色在 CIE 1931-XYZ 色系下的三刺激值为:

$$\begin{aligned} X &= k \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y &= k \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z &= k \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (1)$$

其中 k 为调整因数,它是将待测样品的 Y 值调整到 100 时得出的,即:

$$k = \frac{100}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) d\lambda} \quad (2)$$

根据三刺激值和色度坐标之间的关系,得到样品的色度坐标为:

$$\begin{aligned}x &= \frac{X}{X+Y+Z} \\y &= \frac{Y}{X+Y+Z} \\z &= \frac{Z}{X+Y+Z}\end{aligned}\quad (3)。$$

[0020] 本发明采用可调角度再现光源为彩色全息图的照明光源,并且将全息再现像的光谱进行滤波成像于光谱检测系统,通过光谱检测系统获取彩色全息图再现像的光谱成分,进而定量计算彩色全息再现像的颜色量。系统配备有与光谱检测系统成镜像关系的摄像头 CCD,这样摄像头 CCD 上的成像情况即反应了光谱检测系统上全息像的成像情况,因而具有自动监控功能,另外系统采用的是光纤光谱仪,具有体积小、响应快速、检测方便等一系列的优点,同时可以通过移动光纤探头实现对全息再现像各局部区域进行颜色分析。

[0021] 本发明采用白光源和消色差准直透镜配合而成的平行光管作为全息图再现光源,并且将平行光管安装于弧形导轨,这样一方面可满足不同参考光入射角记录全息图的检测,另外,可以满足不同类型(反射型和投射型)全息图再现像颜色的检测。采用带有空间滤波器的成像系统,将全息再现像的光谱汇聚成缩小像于光纤光谱仪的探头处,这样可以有效地消除彩虹全息图再现时色串扰像对真彩色再现像颜色检测的影响。为使得系统具有自动监控光纤光谱仪的探头处全息像的成像情况,采用一个与光纤光谱仪的探头成镜像关系的摄像头 CCD,这样既可通过监控摄像头 CCD 上的成像情况进而监控光纤光谱仪的探头上的成像监控,达到实时自动监控的功能。本发明采用了光纤光谱仪作为彩色全息图再现像的光谱信息采集设备,可以通过移动光纤光谱仪的探头对彩色全息再现像的各局部区域灵活地进行检测。

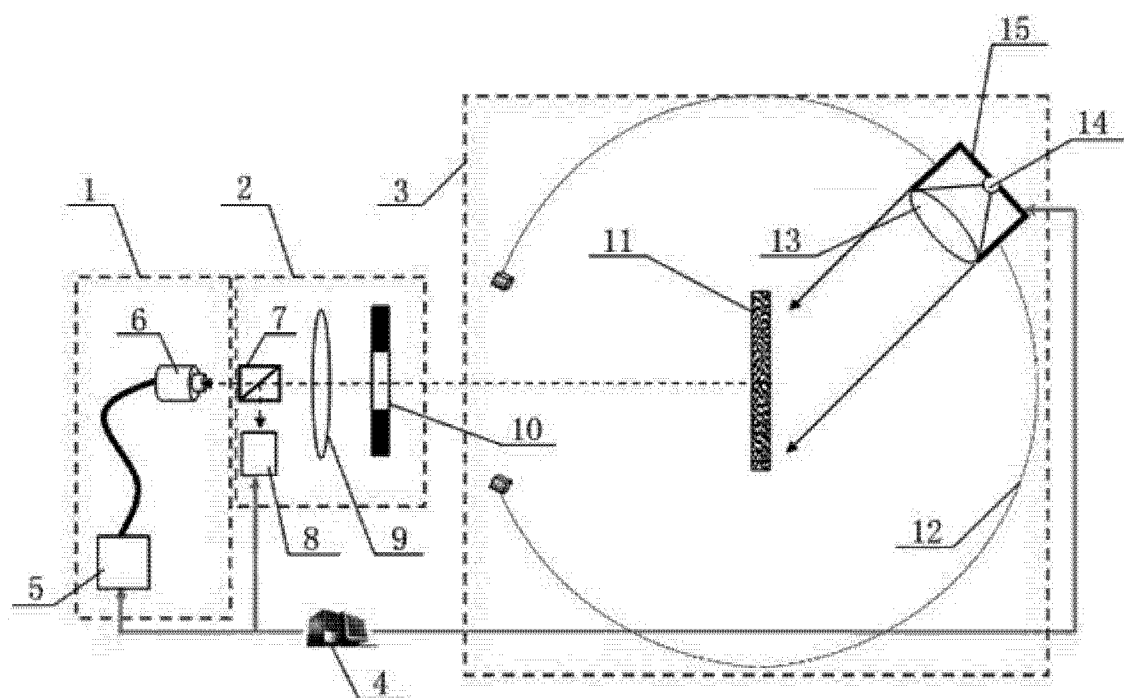


图 1

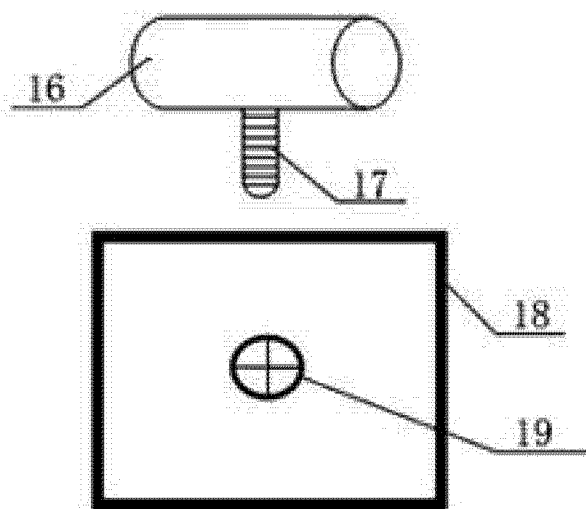


图 2