



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510016796.0

[43] 公开日 2005 年 11 月 9 日

[11] 公开号 CN 1693866A

[22] 申请日 2005.5.18
 [21] 申请号 200510016796.0
 [71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
 地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号
 [72] 发明人 李宏升 禹秉熙

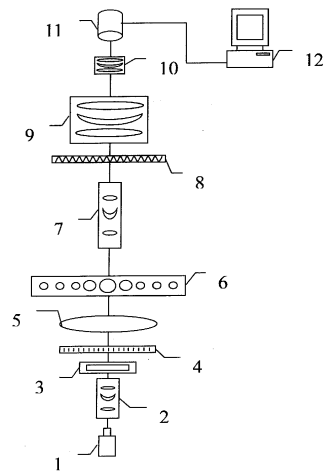
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
 代理人 梁爱荣

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称 光学传递函数的测量方法及其装置

[57] 摘要

本发明涉及利用光学空间滤波器，进行光学传递函数测量的装置，包括激光器 1、光束整形系统 2、减光板 3、矩形光栅 4、傅立叶变换透镜 5、光学空间滤波器 6、变焦准直系统 7、限制性光栏 8、待测光学系统 9、变倍放大系统 10、面阵 CCD11、计算机处理系统 12。方法是调节光学空间滤波器，在基频正弦光强像的基础上产生二倍频、三倍频的正弦光强像，调整减光板使基频同二倍频、三倍频的正弦光强像的光强接近，比较输入和输出到面阵 CCD 的正弦光强像振幅衰减和位相移动，得到光学传递函数测量值，因此避免制作正弦光栅的困难；采用激光光源，提高了光度效率；数学处理简单；各种光学元件均采用常用器件，使制作容易，可在实验室简单配置，亦可批量生产。



1、光学传递函数的测量装置，包括：矩形光栅(4)、变焦准直系统(7)、待测光学系统(9)、变倍放大系统(10)、面阵 CCD(11)、计算机处理系统(12)，其特征在于还包括：激光器(1)、光束整形系统(2)、减光板(3)傅立叶变换透镜(5)、光学空间滤波器(6)、限制性光阑(8)，光束整形系统 (2)位于激光器(1)的后面，对激光束扩束、准直、整形；减光板(3)位于光束整形系统(2)的后面；矩形光栅 (4)位于减光板(3)的后面，使矩形光栅(4)定位在傅立叶变换透镜(5)的前焦平面上；光学空间滤波器 (6)位于傅立叶变换透镜(5)的后焦平面上，并定位在变焦准直系统 (7)的前焦平面上；限制性光阑(8)定位在变焦准直系统(7)的后焦平面上；待测光学系统(9)的前焦平面定位在限制性光阑(8)的附近。

2、光学传递函数的测量方法，其特征在于测量方法如下：

a. 首先调整由激光器、光束整形系统、减光板、矩形光栅、傅立叶变换透镜、光学空间滤波器、变焦准直系统、限制性光阑、待测光学系统、变倍放大系统、面阵 CCD 组成整个光路系统的同轴等高，再将待测光学系统；

b. 调节光学空间滤波器上板的 V 字光阑相对于底板的一字光阑上下滑动选择基频，并调整减光板使基频同二倍频、三倍频的正弦光强像的光强接近，调节变焦准直系统放大倍率为一，调节变倍放大系统适应面阵 CCD 的图像采集，利用变倍放大系统及面阵 CCD 采集待测光学系统输入的正弦光强像，再将输入的正弦光强像输入到计算机处理系统；再利用变倍放大系统及面阵 CCD 采集待测光学系统输出的正弦光强像，再将输出的正弦光强像输入计算机处理系统。比较输入和输出到面阵 CCD 的正弦光强像振幅衰减和位相移动，即可得到

待测光学系统在基频下的光学传递函数；

c.微调限制性光栏，改变初位相，其它如步骤 b，可得到待测光学系统在基频下不同初位相下的光学传递函数；

d.去掉减光板，调节光学空间滤波器产生二倍频、三倍频的正弦光强像输入，调节变倍放大系统适应面阵 CCD 的图像采集，其它如步骤 b、c，得到待测光学系统在二倍频、三倍频的空间频率下的光学传递函数；

e.更换不同空间频率的矩形光栅，以及调节变焦准直系统和光学空间滤波器对需要检测的空间频率进行扫描，调节变倍放大系统适应面阵 CCD 的图像采集，其它如步骤 b、c，得到待测光学系统在需要检测的空间频率下的光学传递函数；

f.在使用的光谱波段，变换不同波长的激光器，再按照 b、c、d、e 步骤测量各波长的光学传递函数，然后进行光谱加权平均得到多色光传递函数，则完成了光学传递函数的测量。

3、根据权利要求 1 所述的光学传递函数的测量装置，其特征在于：光学空间滤波器(6)包括：上板(13)和底板(14)，上板(13)与底板 (14)叠放在一起，在上板(13)本体上制备有 V 字光阑(15)，在底板(14)本体上制备有一字光阑(16)，V 字光阑(15)与一字光阑(16)相对放置。

4、根据权利要求 1 所述的光学传递函数的测量装置，其特征在于：光学空间滤波器 (6)可采用液晶光阀式，利用多路选通控制电路，控制相应级次的衍射光。

5、根据权利要求 1 所述的光学传递函数的测量装置，其特征在于：调节减光板(3)，使基频同二倍频、三倍频的正弦光强像的光强接近。

6、根据权利要求 1 所述的光学传递函数的测量装置，其特征在于：微调限制性光栏(8)，改变输入的正弦光强像的初位相。

光学传递函数的测量方法及其装置

技术领域：本发明属于光学传递函数测量领域，涉及利用光学空间滤波器，对光学传递函数进行测量的方法和装置。

背景技术：现代的光学传递函数测量仪器，根据光学傅立叶分析法，就需要面积型或密度型的正弦光栅，但是正弦光栅的制作比较困难。

光电傅立叶分析法使用矩形光栅代替正弦光栅，并以电学滤波方法除去高次谐波，进行零频归一而取出正弦波；摩尔条纹法，利用摩尔条纹产生的三角波代替正弦波；电学傅立叶分析法，要利用多个滤波器测量各次谐波；数字傅立叶分析法，也是使用矩形光栅，利用计算机对结果进行傅立叶分析；此外还有自相关法、互相关法和频谱比较法等，这几种光学传递函数测量方法或者在数学处理上比较麻烦，或者在仪器制造上比较困难。光源采用溴钨灯的方法，由于使用窄带滤光片，一般光度效率比较低。

发明内容：本发明针对背景技术溴钨灯光源和窄带滤光片组合造成光度效率比较低，制作正弦光栅比较困难，以及使用矩形光栅的在数学处理上比较麻烦等问题，本发明利用激光光源和光学空间滤波器产生正弦光强像，进行光学传递函数测量，并提供一种光学传递函数的测量装置。

本发明装置包括：激光器、光束整形系统、减光板、矩形光栅、傅立叶变换透镜、光学空间滤波器、变焦准直系统、限制性光栏、待测光学系统、变倍放大系统、面阵 CCD、计算机处理系统。光束整形系统位于激光器的后面，对激光束扩束、准直、整形；减光板位于

光束整形系统的后面；矩形光栅位于减光板的后面，使矩形光栅定位在傅立叶变换透镜的前焦平面上；光学空间滤波器位于傅立叶变换透镜的后焦平面上，并定位在变焦准直系统的前焦平面上；限制性光栏定位在变焦准直系统的后焦平面上；待测光学系统的前焦平面定位在限制性光栏的附近；变倍放大系统位于面阵 CCD 的前面，并定位在待测光学系统的后焦平面附近；面阵 CCD 的输出信号线连接到计算机处理系统。

当采用本发明进行光学传递函数测量时：

a. 首先调整由激光器 1、光束整形系统 2、减光板 3、矩形光栅 4、傅立叶变换透镜 5、光学空间滤波器 6、变焦准直系统 7、限制性光栏 8、待测光学系统 9、变倍放大系统 10、面阵 CCD 11 组成的整个光路系统的同轴等高，再将待测光学系统，如图 1 位置配置；

b. 调节光学空间滤波器上板的 V 字光阑，使 V 字光阑相对于底板的一字光阑上下滑动选择基频，并调整减光板使基频同二倍频、三倍频的正弦光强像的光强接近，调节变焦准直系统放大倍率为 1，调节变倍放大系统适应面阵 CCD 的图像采集，利用变倍放大系统及面阵 CCD 采集待测光学系统输入的正弦光强像，再将输入的正弦光强像输入到计算机处理系统；再利用变倍放大系统及面阵 CCD 采集待测光学系统输出的正弦光强像，再将输出的正弦光强像输入计算机处理系统比较输入和输出到面阵 CCD 的正弦光强像振幅衰减和位相移动，即可得到待测光学系统在基频下的光学传递函数；

c. 微调限制性光栏，改变初位相，其它如步骤 b，可得到待测光学系统在基频下不同初位相下的光学传递函数；

d. 去掉减光板，调节光学空间滤波器产生二倍频、三倍频的正弦光强像输入，调节变倍放大系统适应面阵 CCD 的图像采集，其它如

步骤 b、c，得到待测光学系统在二倍频、三倍频的空间频率下的光学传递函数；

e.更换不同空间频率的矩形光栅，以及调节变焦准直系统和光学空间滤波器对需要检测的空间频率进行扫描，调节变倍放大系统适应面阵 CCD 的图像采集，其它如步骤 b、c，得到待测光学系统在需要检测的空间频率下的光学传递函数；

f.在使用的光谱波段，变换不同波长的激光器，再按照 b、c、d、e 步骤测量各波长的光学传递函数，然后进行光谱加权平均得到多色光传递函数，则完成了光学传递函数的测量。

本发明的优点：

由于本发明采用激光光源，解决了窄带滤光片带来的光度效率低的问题，使得光学系统的光度效率高；利用光学空间滤波器（机械式或液晶光阀式），产生正弦光强像，调节光学空间滤波器可在基频的基础上产生二倍频、三倍频的正弦光强像，避免了制作正弦光栅的困难，并且数学处理简单，仪器制造容易；本发明采用各种光学元件均为常用器件，制作容易，可在实验室简单配置，亦可进行批量生产。本发明主要应用于航天、航空、军事、民用等光学函数测量技术领域。

附图说明：

图 1 是本发明装置示意图

图 2 是本发明机械式光学空间滤波器的上板和 V 字光阑

图 3 是本发明机械式光学空间滤波器的底板和一字光阑

图 4 是本发明机械式光学空间滤波器的动态工作表示

具体实施方式如图 1、图 2、图 3、图 4 所示：

本发明包括激光器 1、光束整形系统 2、减光板 3、矩形光栅 4、傅立叶变换透镜 5、光学空间滤波器 6、变焦准直系统 7、限制性光

栏 8、待测光学系统 9、变倍放大系统 10、面阵 CCD11，计算机处理系统 12。

光学空间滤波器 6 包括：上板 13 和底板 14，上板 13 与底板 14 叠放在一起，在上板 13 本体上制备有 V 字光阑 15，在底板 14 本体上制备有一字光阑 16，V 字光阑 15 与一字光阑 16 相对放置。

激光器 1、光束整形系统 2、减光板 3、矩形光栅 4、傅立叶变换透镜 5、光学空间滤波器 6、变焦准直系统 7、限制性光阑 8、待测光学系统 9、变倍放大系统 10、面阵 CCD11 均放置在三维调整架上，并同调整架共同置于光学导轨或光学平台上。光学空间滤波器 6 采用机械式或液晶光阀式。

傅立叶变换透镜 5、变焦准直系统 7 和变倍放大系统 10 的空间分辨率一定要高于待测光学系统 9 的空间分辨率。

激光器 1 选用单模激光器（最好为面发射，面集成），为了多色光传递函数的测量，选择固体激光器，在可见及近红外波段有各种波长的激光器可供选用。

光束整形系统 2 针对大的光栅面积，对激光束扩束准直，并达到被照射光栅面的光强密度均匀。

减光板 3 是防止最终辐射到面阵 CCD 光敏面的照度过大而饱和。并且调整减光板使基频同二倍频、三倍频的正弦光强像光强接近

矩形光栅 4 和傅立叶变换透镜 5，要调节矩形光栅 4 定位在傅立叶变换透镜 5 的前焦平面上。矩形光栅 4，设计一组不同空间分辨率的矩形光栅；傅立叶变换透镜 5，设计不同 F 数的一组与不同空间分辨率的矩形光栅配合使用。

光学空间滤波器 6，调节定位在傅立叶变换透镜 5 的后焦平面上。

机械式光学空间滤波器的工作方式如图 4 所示, 调节光学空间滤波器的上板 13V 字光阑 15 相对于底板 14 一字光阑 16 上下滑动选择基频。调节光学空间滤波器可在基频的基础上产生二倍频、三倍频的正弦光强像, 基频对应于一级衍射光, 其它倍频对应于相应的高级次衍射光; 液晶光阀式的工作方式相同, 区别是需要多路选通控制电路, 对相应级次的衍射光进行通断控制。

变焦准直系统 7, 同时光学空间滤波器 6 要定位在变焦准直系统 7 的前焦面附近, 其 F 数要大于傅立叶变换透镜 5 的 F 数, 并保证有用级次的衍射光有效通过。其作用是改变输入待测镜头正弦光强像的空间频率, 并结合不同空间分辨率的矩形光栅 4、光学空间滤波器 6, 共同调节输入到待测光学系统正弦光强像的空间频率, 在较宽的空间频率范围内实现有效的空间频率扫描。

限制性光阑 8, 限制性光阑的作用是容易比较面阵 CCD 采集的正弦光强位相的移动, 位于正弦光强像输入面, 微调限制性光阑 8, 改变输入的正弦光强像的初位相。

待测光学系统 9, 前焦平面位于限制性光阑 8 的位置。

变倍放大系统 10, 定位在待测光学系统 9 的后焦平面位置, 对待测光学系统 9 输出的正弦光强像进行放大。

面阵 CCD11, 采集经由变倍放大系统 10 放大的待测光学系统 9 输出的正弦光强像。面阵 CCD11 采集的两次数据输出到计算机处理系统 12。

计算机处理系统 12, 配备 8bit 的图像采集卡及灰度处理软件。对由面阵 CCD11 采集的两次数据进行处理, 比较有待册光学系统输入和输出的正弦光强像振幅衰减和位相移动, 得到待测光学系统在基

频下的光学传递函数。

调节变焦准直系统 7、光学空间滤波器 6、并结合不同空间分辨率的矩形光栅 4，改变输入待测镜头正弦光强像的空间频率，在宽的空间频率范围内实现有效的空间频率扫描。处理面阵 CCD11 采集的数据，得到待测光学系统在其它频率下的光学传递函数。

变换不同波长的激光器，在使用的光谱波段，测量出各波长的光学传递函数，然后进行光谱加权平均得到多色光传递函数。

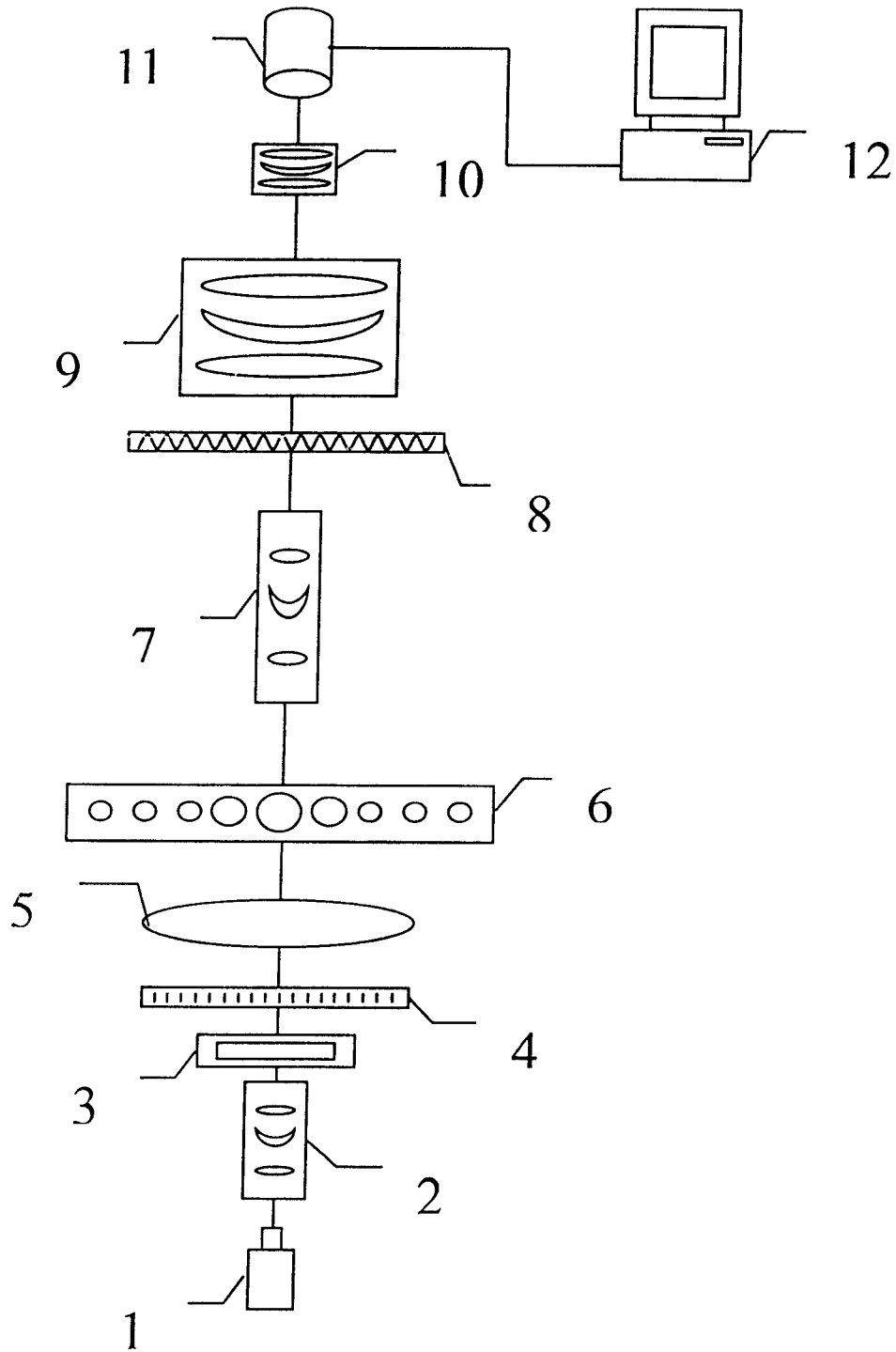


图 1

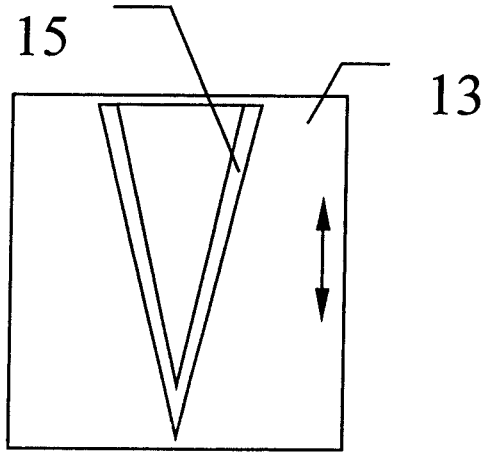


图 2

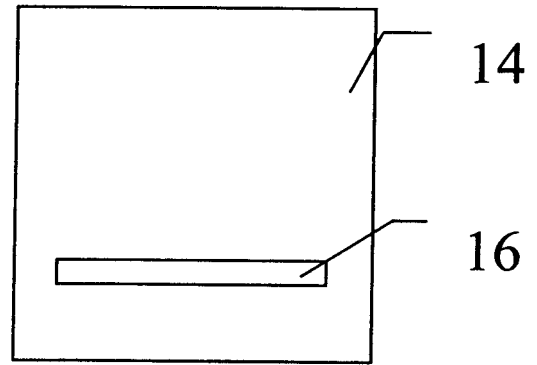


图 3

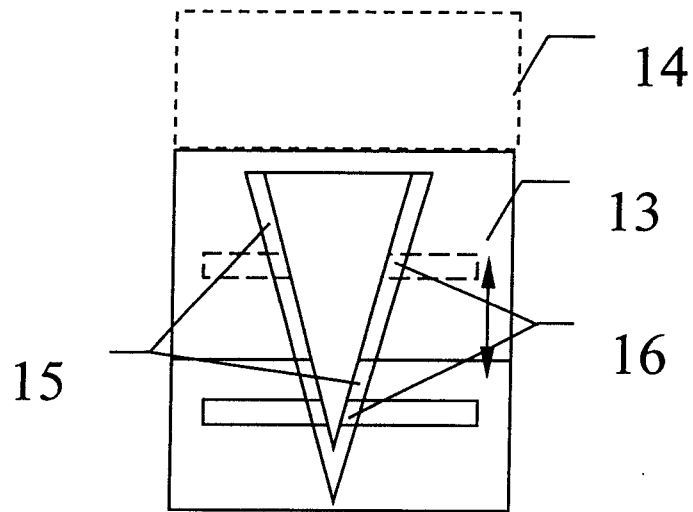


图 4