



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113686831 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202110931256.4

(22) 申请日 2021.08.13

(71) 申请人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号

(72) 发明人 赵珩翔 冯玉涛 李娟 孙剑
傅頔 畅晨光 吴阳 周冠 孙晨
范博昭

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 董娜

(51) Int. Cl.

G01N 21/65 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

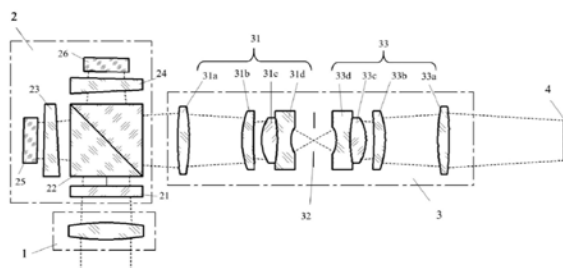
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统

(57) 摘要

本发明提供一种用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统,解决现有拉曼光谱仪小狭缝设计限制进入光谱仪通光量、探测灵敏度和光谱范围的问题。该系统包括沿光路依次设的前置准直镜头、空间外差干涉仪、条纹成像镜头和光电探测器;前置准直镜头将入射激发光以平行光形式传输至空间外差干涉仪;空间外差干涉仪将平行光在定域面处形成干涉图,条纹成像镜头将干涉图成像在光电探测器上,空间外差干涉仪包括滤光片、分束器、第一视场展宽棱镜、第二视场展宽棱镜、第一光栅和第二光栅;分束器设在前置准直镜头出射光路上;第一光栅与第一视场展宽棱镜形成第一光学单元、第二光栅与第二视场展宽棱镜形成第二光学单元分别位于分束器两路出射光路中。



1. 一种用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统, 其特征在于: 包括沿光路依次设置的前置准直镜头 (1)、空间外差干涉仪 (2)、条纹成像镜头 (3) 和光电探测器 (4);

所述前置准直镜头 (1) 用于将入射的激发光以平行光形式传输至空间外差干涉仪 (2);

所述空间外差干涉仪 (2) 用于将入射的平行光在定域面处形成干涉图, 其包括滤光片 (21)、分束器 (22)、第一视场展宽棱镜 (23)、第二视场展宽棱镜 (24)、第一光栅 (25) 和第二光栅 (26);

所述滤光片 (21)、分束器 (22) 依次设置在前置准直镜头 (1) 的出射光路上;

所述第一光栅 (25) 与第一视场展宽棱镜 (23) 的后表面平行, 二者形成第一光学单元; 所述第二光栅 (26) 与第二视场展宽棱镜 (24) 的后表面平行, 二者形成第二光学单元; 第一光学单元和第二光学单元分别位于分束器 (22) 的两路出射光路中;

所述条纹成像镜头 (3) 用于将形成的干涉图成像在光电探测器 (4) 上。

2. 根据权利要求1所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统, 其特征在于: 所述激发光的波长为532nm;

所述第一视场展宽棱镜 (23) 和第二视场展宽棱镜 (24) 为相同的棱镜, 顶角为 3.02° ;

所述第一光栅 (25) 和第二光栅 (26) 的刻线密度均为150gr/mm, 闪耀角为 2.33° 。

3. 根据权利要求2所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统, 其特征在于: 所述条纹成像镜头 (3) 为全对称结构, 包括沿光路依次同轴设置的第一镜组单元 (31)、孔径光阑 (32) 和第二镜组单元 (33);

所述第一镜组单元 (31) 包括沿光路依次同轴设置的第一成像透镜 (31a)、第二成像透镜 (31b)、胶合镜组, 第一成像透镜 (31a) 为双凸正透镜, 第二成像透镜 (31b) 为朝向物方凸的弯月正透镜;

所述胶合镜组由第三成像透镜 (31c) 和第四成像透镜 (31d) 胶合而成, 第三成像透镜 (31c) 为一个双凸正透镜, 第四成像透镜 (31d) 为一个双凹负透镜; 所述第二镜组单元 (33) 和第一镜组单元 (31) 结构相同, 且关于孔径光阑 (32) 镜像对称。

4. 根据权利要求3所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统, 其特征在于: 所述前置准直镜头 (1) 在滤光片 (21) 处的通光直径为 $26\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$;

所述滤光片 (21) 与分束器 (22) 的间隔为 $15\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$;

所述条纹成像镜头 (3) 与分束器 (22) 的间隔为 $12\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

所述条纹成像镜头 (3) 与光电探测器 (4) 的间隔为 $46.4\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

所述第一成像透镜 (31a) 与第二成像透镜 (31b) 的间隔为 $41.9\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

所述第二成像透镜 (31b) 与第三成像透镜 (31c) 的间隔为 $0.7\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

所述第四成像透镜 (31d) 与孔径光阑 (32) 的间隔为 $9.2\text{mm} \pm 0.02\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求4所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统, 其特征在于: 所述滤光片 (21) 的中心波长为610.5nm, 峰值半高宽为131nm。

6. 根据权利要求3或4或5所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统, 其特征在于: 所述第一成像透镜 (31a)、第二成像透镜 (31b)、第三成像透镜 (31c)、第四成像透镜 (31d) 的材料分别为H-ZK21、H-ZK21、H-ZK3、H-F4。

7. 根据权利要求6所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统, 其特征在于: 定义透镜的光线入射面为前表面, 光线出射面为后表面;

所述第一成像透镜(31a)的厚度为5mm,其前表面为球面,曲率半径为132.07mm,后表面为球面,曲率半径为-88.51mm;

所述第二成像透镜(31b)的厚度为5mm,其前表面为球面,曲率半径为37.4mm,后表面为球面,曲率半径为134.94mm;

所述第三成像透镜(31c)的厚度为7mm,其前表面为球面,曲率半径为18.33mm,后表面的曲率半径为-53.12mm;

所述第四成像透镜(31d)的厚度为6mm,其前表面为球面,曲率半径为-53.12mm,后表面为球面,曲率半径为11.368mm。

8.根据权利要求1所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统,其特征在于:所述条纹成像镜头(3)的工作F/#为12,放大率为 $-1\times$,像高为 $10\text{mm}\times 16\text{mm}$,远心度小于 0.1° 。

9.根据权利要求1所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统,其特征在于:所述滤光片(21)为宽带通滤光片,高透波长为 $545\text{nm}\sim 676\text{nm}$,抑制波段为 $300\text{nm}\sim 1200\text{nm}$ 。

10.根据权利要求1所述用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统,其特征在于:所述光电探测器(4)为SCOMS探测器,光谱响应范围为 $400\text{nm}\sim 800\text{nm}$,探测器分辨率为 1125×1875 ,像元尺寸 $8\mu\text{m}$;

或者,所述光电探测器(4)为CCD相机,光谱范围为可见光,像元尺寸为 $8\mu\text{m}$,分辨率为 1125×1875 ,工作温度 $-40^\circ\text{C}\sim +71^\circ\text{C}$ 。

一种用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光谱探测技术,具体涉及一种用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统。

背景技术

[0002] 拉曼光谱技术是一种基于拉曼效应的光谱检验技术,利用激光照射待测样品,收集并分析样品产生的拉曼散射光,实现对样品的定性分析和定量测量,具有准确、无损、高效、特征峰明显、重现性好以及无需样品制备等特点。

[0003] 目前常用的拉曼光谱仪,多采用无动件的光栅光谱仪。这类光谱仪需要较小的狭缝以获得较高的光谱分辨率,这种小狭缝设计将限制进入光谱仪的通光量,限制系统的探测灵敏度,并限制系统的光谱范围。

发明内容

[0004] 为了解决现有拉曼光谱仪需要较小的狭缝,以获得较高的光谱分辨率,而小狭缝设计限制进入光谱仪通光量、系统探测灵敏度和光谱范围的技术问题,本发明提供了一种用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供的技术方案是:

[0006] 一种用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统,其特殊之处在于:包括沿光路依次设置的前置准直镜头、空间外差干涉仪、条纹成像镜头和光电探测器;

[0007] 所述前置准直镜头用于将入射的激发光以平行光形式传输至空间外差干涉仪;

[0008] 所述空间外差干涉仪用于将入射的平行光在定域面处形成干涉图,其包括滤光片、分束器、第一视场展宽棱镜、第二视场展宽棱镜、第一光栅和第二光栅;

[0009] 所述滤光片、分束器依次设置在前置准直镜头的出射光路上;

[0010] 所述第一光栅与第一视场展宽棱镜的后表面平行,二者形成第一光学单元;

[0011] 所述第二光栅与第二视场展宽棱镜的后表面平行,二者形成第二光学单元;第一光学单元和第二光学单元分别位于分束器的两路出射光路中;

[0012] 所述条纹成像镜头用于将形成的干涉图成像在光电探测器上。

[0013] 进一步地,所述激发光的波长为532nm;

[0014] 所述第一视场展宽棱镜和第二视场展宽棱镜为相同的棱镜,顶角为 3.02° ;

[0015] 所述第一光栅和第二光栅的刻线密度均为150gr/mm,闪耀角为 2.33° 。

[0016] 进一步地,所述条纹成像镜头为全对称结构,包括沿光路依次同轴设置的第一镜组单元、孔径光阑和第二镜组单元;

[0017] 所述第一镜组单元包括沿光路依次同轴设置的第一成像透镜、第二成像透镜、胶合镜组,第一成像透镜为双凸正透镜,第二成像透镜为朝向物方凸的弯月正透镜;

[0018] 所述胶合镜组由第三成像透镜和第四成像透镜胶合而成,第三成像透镜为一个双凸正透镜,第四成像透镜为一个双凹负透镜;所述第二镜组单元和第一镜组单元结构相同,

且关于孔径光阑镜像对称。

[0019] 进一步地,所述前置准直镜头在滤光片处的通光直径为 $26\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$;

[0020] 所述滤光片与分束器的间隔为 $15\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$;

[0021] 所述条纹成像镜头与分束器的间隔为 $12\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

[0022] 所述条纹成像镜头与光电探测器的间隔为 $46.4\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

[0023] 所述第一成像透镜与第二成像透镜的间隔为 $41.9\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

[0024] 所述第二成像透镜与第三成像透镜的间隔为 $0.7\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$;

[0025] 所述第四成像透镜与孔径光阑的间隔为 $9.2\text{mm} \pm 0.02\text{mm}$ 。

[0026] 进一步地,所述滤光片的中心波长为 610.5nm ,峰值半高宽为 131nm 。

[0027] 进一步地,所述第一成像透镜、第二成像透镜、第三成像透镜、第四成像透镜的材料分别为H-ZK21、H-ZK21、H-ZK3、H-F4。

[0028] 进一步地,定义透镜的光线入射面为前表面,光线出射面为后表面;

[0029] 所述第一成像透镜的厚度为 5mm ,其前表面为球面,曲率半径为 132.07mm ,后表面为球面,曲率半径为 -88.51mm ;

[0030] 所述第二成像透镜的厚度为 5mm ,其前表面为球面,曲率半径为 37.4mm ,后表面为球面,曲率半径为 134.94mm ;

[0031] 所述第三成像透镜的厚度为 7mm ,其前表面为球面,曲率半径为 18.33mm ,后表面的曲率半径为 -53.12mm ;

[0032] 所述第四成像透镜的厚度为 6mm ,其前表面为球面,曲率半径为 -53.12mm ,后表面为球面,曲率半径为 11.368mm 。

[0033] 进一步地,所述条纹成像镜头的工作F/#为12,放大率为 $-1\times$,像高为 $10\text{mm} \times 16\text{mm}$,远心度小于 0.1° 。

[0034] 进一步地,所述滤光片为宽带通滤光片,高透波长为 $545\text{nm} \sim 676\text{nm}$,抑制波段为 $300\text{nm} \sim 1200\text{nm}$ 。

[0035] 进一步地,所述光电探测器为sCOMS探测器,光谱响应范围为 $400\text{nm} \sim 800\text{nm}$,探测器分辨率为 1125×1875 ,像元尺寸 $8\mu\text{m}$ 。

[0036] 或者,所述光电探测器为CCD相机,光谱范围为可见光,像元尺寸为 $8\mu\text{m}$,分辨率为 1125×1875 ,工作温度 $-40^\circ\text{C} \sim +71^\circ\text{C}$ 。

[0037] 与现有技术相比,本发明的优点是:

[0038] 1、本发明通过空间外差干涉仪在拉曼光谱探测方面的应用,能够对 532nm 激发光源的拉曼光谱进行探测,满足拉曼光谱反演的精度要求。

[0039] 2、本发明通过对空间外差干涉仪和条纹成像镜头的设计,采用空间外差方法引入光程差,在不引入运动模块的前提下实现高光谱分辨率,并对空间外差干涉仪的视场展宽棱镜、光栅设计,有效提高了轴外的视场光线对应的干涉条纹调制度,增大了系统工作的视场角,实现了扩视场空间外差干涉仪在拉曼光谱探测器中的应用,干涉仪系统在工作波段内得到的仿真干涉条纹具有较高的调制度,能够满足激发波长为 532nm 的拉曼光谱反演的精度要求,且光谱分辨率达到 4cm^{-1} 。

[0040] 3、与现有光谱仪相比,本发明没有狭缝的限制,因此具有更高的光通量、更宽的谱段范围;并且,与现有迈克尔逊拉曼光谱仪相比,本发明没有移动件,具有更高的稳定性、更

小的体积和更高的时间分辨率。

附图说明

[0041] 图1是本发明用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统的光路结构示意图；

[0042] 图2是本发明用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统中条纹成像镜头结构示意图；

[0043] 图3是本发明用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统中条纹成像镜头在不同视场下的点列图；

[0044] 图4是本发明用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统中条纹成像镜头的MTF曲线图；

[0045] 图5是545nm单色光入射本发明用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统的仿真干涉图；

[0046] 图6是复色光入射本发明用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统的仿真干涉图；

[0047] 图7是复色光入射本发明用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统的仿真光谱图；

[0048] 其中,附图标记如下:

[0049] 1-前置准直镜头;

[0050] 2-空间外差干涉仪,21-滤光片,22-分束器,23-第一视场展宽棱镜,24-第二视场展宽棱镜,25-第一光栅,26-第二光栅;

[0051] 3-条纹成像镜头,31-第一镜组单元,31a-第一成像透镜,31b-第二成像透镜,31c-第三成像透镜,31d-第四成像透镜;32-孔径光阑,33-第二镜组单元,33a-第五成像透镜,33b-第六成像透镜,33c-第七成像透镜,33d-第八成像透镜;

[0052] 4-光电探测器。

具体实施方式

[0053] 为使本发明的目的、优点和特征更加清楚,以下结合附图和具体实施实例对本发明提出的用于拉曼光谱探测的扩视场空间外差干涉仪光学系统作进一步的详细说明。

[0054] 本实施提供了一种扩视场空间外差拉曼干涉仪的光学系统,以实现532nm激发光源的拉曼光谱信号的探测,如图1所示,该光学系统包括前置准直镜头1、空间外差干涉仪2、条纹成像镜头3和光电探测器4;待测目标波前经前置准直镜头1进行准直并传输至空间外差干涉仪2,通过空间外差干涉仪2,将入射的平行光在定域面处产生一系列的干涉图,条纹成像镜头3将所述干涉图按比例成像在光电探测器4的靶面上,由光电探测器4记录所述干涉图;最终通过数据反演即可得到待测目标的拉曼光谱信息。

[0055] 前置准直镜头1只要满足光路中对应位置通光孔径限制要求和平行光入射即可。

[0056] 空间外差干涉仪2包括滤光片21、分束器22、第一视场展宽棱镜23、第一光栅25、第二视场展宽棱镜24和第二光栅26;分束器22放置在前置准直镜头1的出射光路中,滤光片21放置在分束器22和前置准直镜头1的之间,第一光栅25和第一视场展宽棱镜23的后表面平

行,二者形成第一光学单元,第二光栅26和第二视场展宽棱镜24的后表面平行,二者形成第二光学单元,第一光学单元和第二光学单元分别位于分束器22的两路出射光路中。

[0057] 滤光片21为宽带通滤光片,高透波长为545nm~676nm,抑制波段为300nm~1200nm。本实施例滤光片21的中心波长为610.5nm,峰值半高宽为131nm;第一视场展宽棱镜23和第二视场展宽棱镜24为相同的棱镜,顶角为 3.02° ;第一光栅25和第二光栅26的刻线密度均为150gr/mm(线对/毫米),闪耀角为 2.33° 。

[0058] 前置准直镜头1在滤光片21处的通光直径为 $26\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$;滤光片21到空间外差干涉仪2分束器22的间距为 $15\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$;空间外差干涉仪2分束器22到条纹成像镜头3的间距为 $12\text{mm}\pm 0.04\text{mm}$ 。

[0059] 图2所示,条纹成像镜头3的工作F/#为12,放大率为 $-1\times$,像高为 $10\text{mm}\times 16\text{mm}$,远心度小于 0.1° 。条纹成像镜头3为全对称结构,包括光路依次同轴设置的第一镜组单元31、孔径光阑32和第二镜组单元33。

[0060] 第一镜组单元31包括沿光路依次同轴设置的第一成像透镜31a、第二成像透镜31b、第三成像透镜31c和第四成像透镜31d;其中第三成像透镜31c和第四成像透镜31d组成胶合镜组;第一成像透镜31a为双凸正透镜,第二成像透镜31b为朝向物方凸的弯月正透镜,第三成像透镜31c为一个双凸正透镜,第四成像透镜31d为一个双凹负透镜;

[0061] 第二镜组单元33和第一镜组单元31结构相同,且关于孔径光阑32镜像对称,具体的,第二镜组单元33包括沿光路依次同轴设置的第五成像透镜33a、第六成像透镜33b、第七成像透镜33c和第八成像透镜33d,第五成像透镜33a与第四成像透镜31d的面型结构相同,且关于孔径光阑32镜像对称,第六成像透镜33b与第三成像透镜31c的面型结构相同,且关于孔径光阑32镜像对称,第七成像透镜33c与第二成像透镜31b的面型结构相同,且关于孔径光阑32镜像对称,第八成像透镜33d与第一成像透镜31a的面型结构相同,且关于孔径光阑32镜像对称。

[0062] 条纹成像镜头3到光电探测器4的间距为 $46.4\text{mm}\pm 0.04\text{mm}$;条纹成像镜头3中第一成像透镜31a到第二成像透镜31b的距离为 $41.9\text{mm}\pm 0.04\text{mm}$,第二成像透镜31b到第三成像透镜31c的距离为 $0.7\text{mm}\pm 0.04\text{mm}$,第四成像透镜31d到孔径光阑32的距离为 $9.2\text{mm}\pm 0.02\text{mm}$ 。第二镜组单元33和第一镜组单元31结构相同,则孔径光阑32到第五成像透镜33a的距离为 $9.2\text{mm}\pm 0.02\text{mm}$;第六成像透镜33b到第七成像透镜33c的距离为 $0.7\text{mm}\pm 0.04\text{mm}$;第七成像透镜33c到第八成像透镜33d的距离为 $41.9\text{mm}\pm 0.04\text{mm}$ 。

[0063] 本实施例光学系统中部分透镜的具体结构参数如下表1(单位为mm):

[0064]

透镜名称	面型	曲率半径	厚度/间隔	材料
滤光片21	平面	-	6	Silica
	平面	-	15	
第一成像透镜31a	球面	132.07	5	H-ZK21
	球面	-88.51	41.9	
第二成像透镜31b	球面	37.4	5	H-ZK21
	球面	134.94	0.7	
第三成像透镜31c	球面	18.33	7	H-ZK3
	球面	-53.12	0	
第四成像透镜31d	球面	-53.12	6	H-F4

[0065]

	球面	11.368	9.2	
孔径光阑32	-	-	9.2	-

[0066] 条纹成像镜头3为全对称结构,则第二镜组单元33的第五成像透镜33a、第六成像透镜33b、第七成像透镜33c和第八成像透镜33d材质分别与第四成像透镜31d、第三成像透镜31c第二成像透镜31b和第一成像透镜31a相同,即第五成像透镜33a、第六成像透镜33b、第七成像透镜33c和第八成像透镜33d材质分别为H-F4、H-ZK3、H-ZK21、H-ZK21;

[0067] 以及,第五成像透镜33a、第六成像透镜33b、第七成像透镜33c、第八成像透镜33d的曲率半径分别与第四成像透镜31d、第三成像透镜31c第二成像透镜31b和第一成像透镜31a的曲率半径相适配,即第五成像透镜33a的厚度为6mm,其前表面为球面,曲率半径为-11.368mm,后表面为球面,曲率半径为53.12mm;第六成像透镜33b的厚度为7mm,其前表面为球面,曲率半径为53.12mm,后表面的曲率半径为-18.33mm;第七成像透镜33c的厚度为5mm,其前表面为球面,曲率半径为-134.94mm,后表面为球面,曲率半径为-37.4mm;第八成像透镜33d的厚度为5mm,其前表面为球面,曲率半径为88.51mm,后表面为球面,曲率半径为-132.07mm。

[0068] 本实施例条纹成像镜头3的透镜均为球面,易于加工制造,且成本较低。

[0069] 本实施例光电探测器4为SCOMS探测器,光谱响应范围为400nm~800nm,探测器分辨率为 1125×1875 ,像元尺寸 $8\mu\text{m}$ 。在其他实施例中,光电探测器4也可选择CCD相机,光谱范围为可见光,像元尺寸为 $8\mu\text{m}$,分辨率为 1125×1875 ,工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +71^{\circ}\text{C}$ 。

[0070] 参见图3和图4,本实施例条纹成像镜头3在常温常压下的点列图,反映了光学系统在像面上成像弥散斑的大小,从中可看出,轴上视场和轴外视场RMS半径均满足设计要求;在奈奎斯特频率65p/mm处,本实施例光学系统的MTF曲线接近衍射极限,满足像质要求。

[0071] 参见图5,本实施例扩视场空间外差拉曼干涉仪全系统仿真得到,在常温常压下,540nm波长对应的干涉条纹,从中可以看出,调制度均在0.99以上,获得的干涉图像质量较好。

[0072] 参见图6和图7,本实施例扩视场空间外差干涉仪全系统仿真得到在常温常压下,复色光对应的干涉条纹以及反演得到的光谱图,光谱分辨率为 4cm^{-1} ,光谱分辨率满足要求。

[0073] 综上,本实施例通过对前置准直镜头1、空间外差干涉仪2、条纹成像镜头3的光学设计,实现了空间外差拉曼干涉仪的光学全系统搭建,仿真得到的在工作条件下的干涉条纹调制度能够满足数据反演的精度要求,为后续拉曼光谱的反演提供了计算仿真模型。

[0074] 本实施例实现了空间外差干涉仪在拉曼光谱探测方面的应用,通过对空间外差干涉仪2和条纹成像镜头3的设计,干涉系统在工作波段内得到的仿真干涉条纹具有较高的调制度,能够对532nm激发光源的拉曼光谱进行探测,满足拉曼光谱反演的精度要求。

[0075] 本实施例在空间外差干涉仪中添加了视场展宽棱镜,有效提高了轴外的视场光线对应的干涉条纹调制度,增大了系统工作的视场角。

[0076] 以上仅是对本发明的优选实施方式进行了描述,并不将本发明的技术方案限制于此,本领域技术人员在本发明主要技术构思的基础上所作的任何变形都属于本发明所要保护的技术范畴。

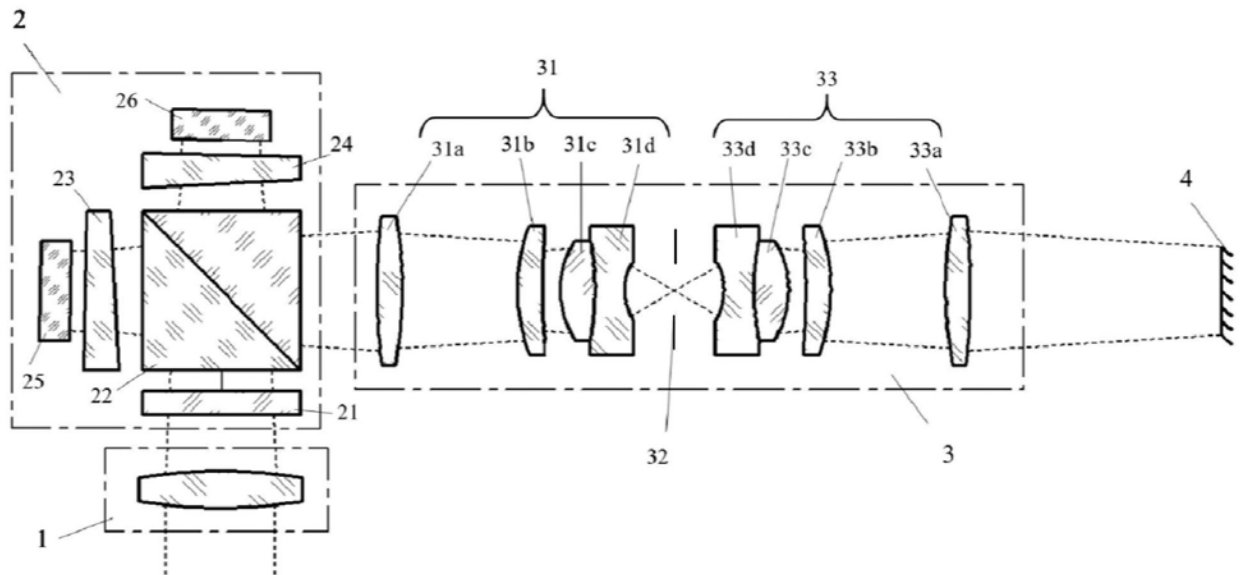


图1

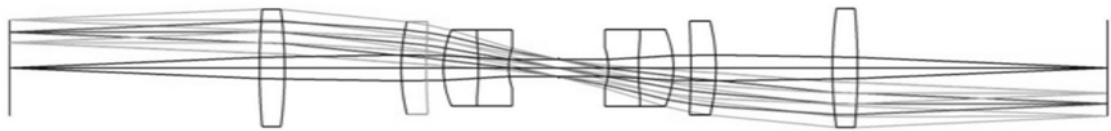


图2

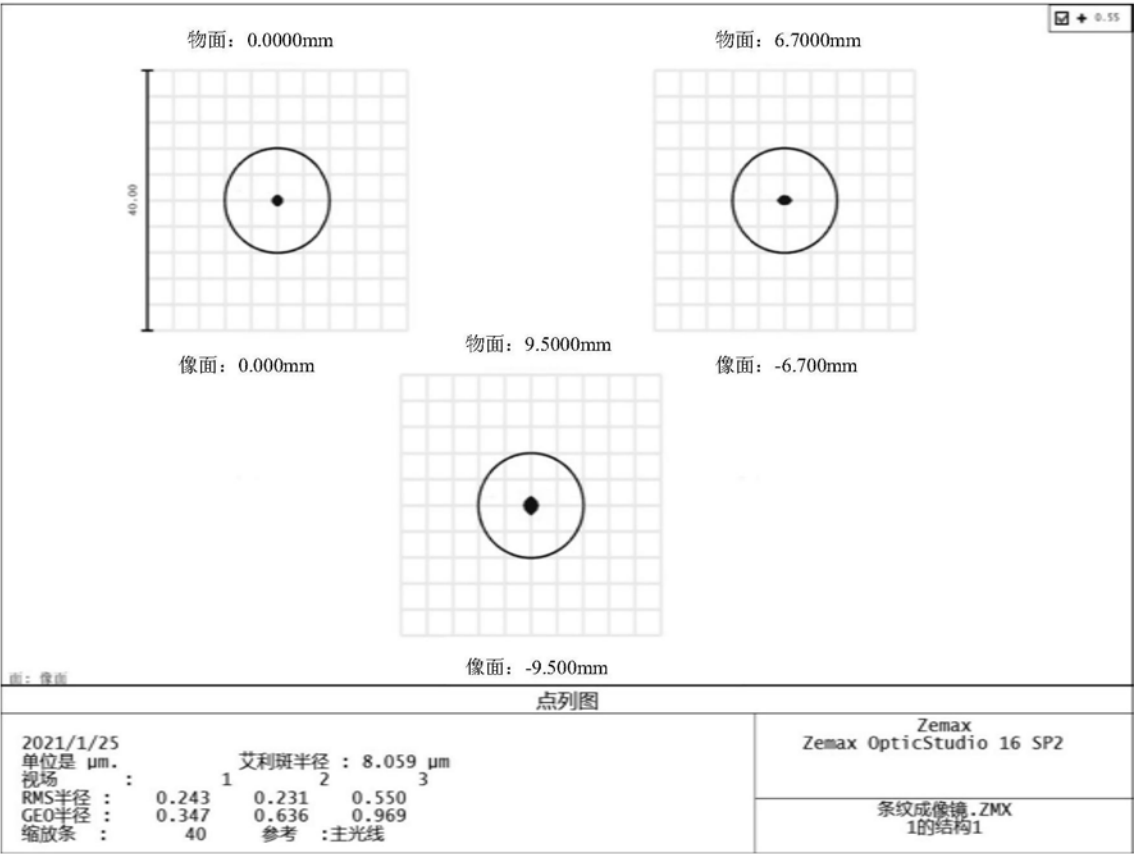


图3

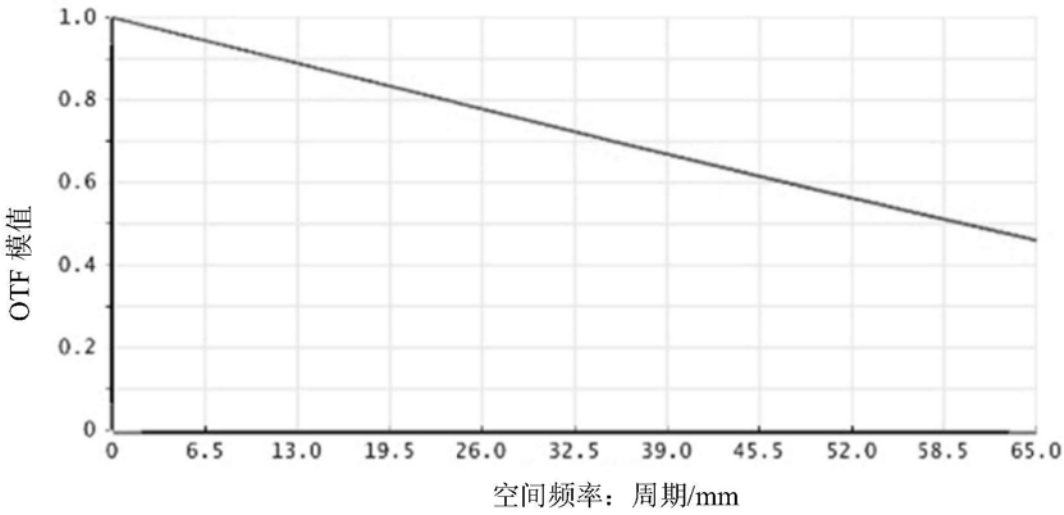


图4

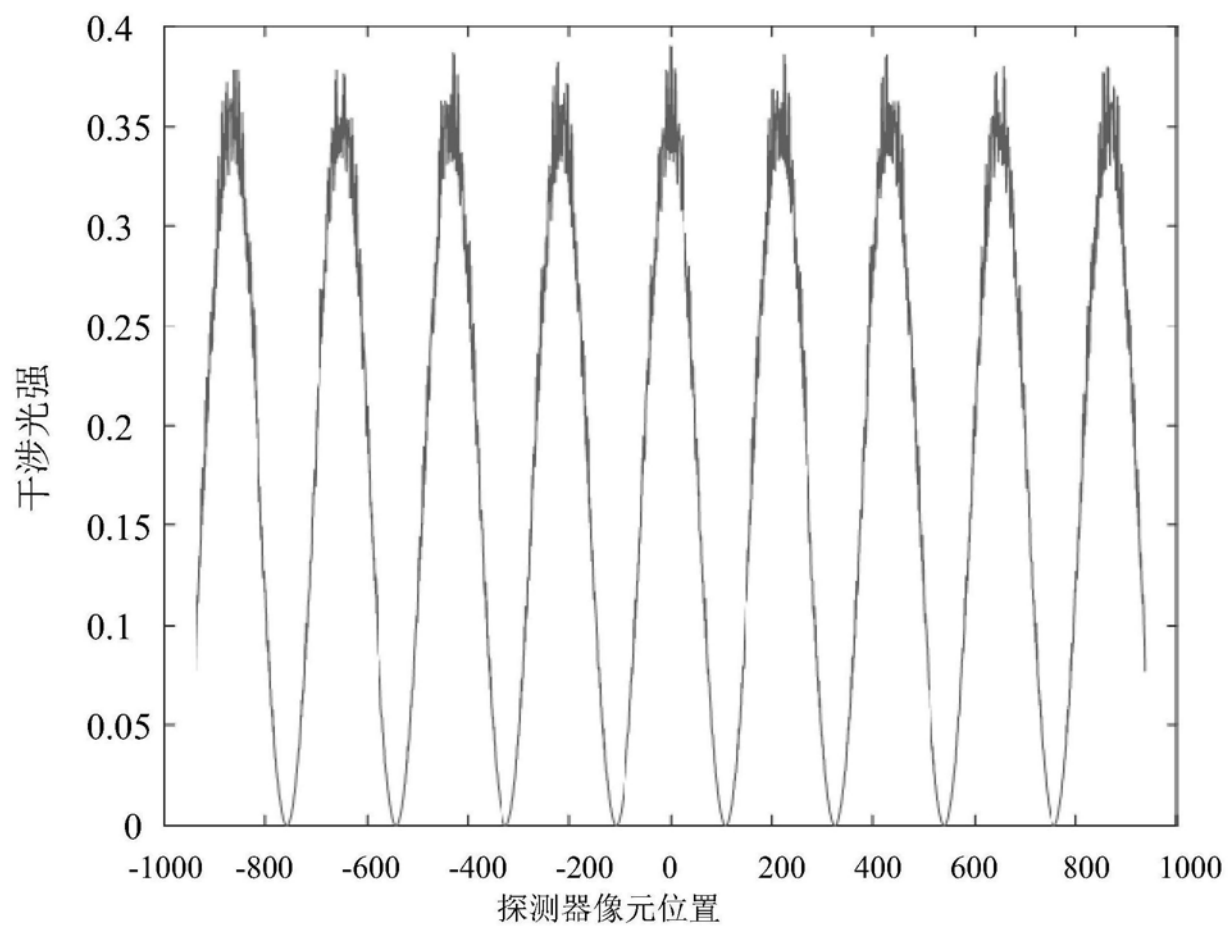


图5

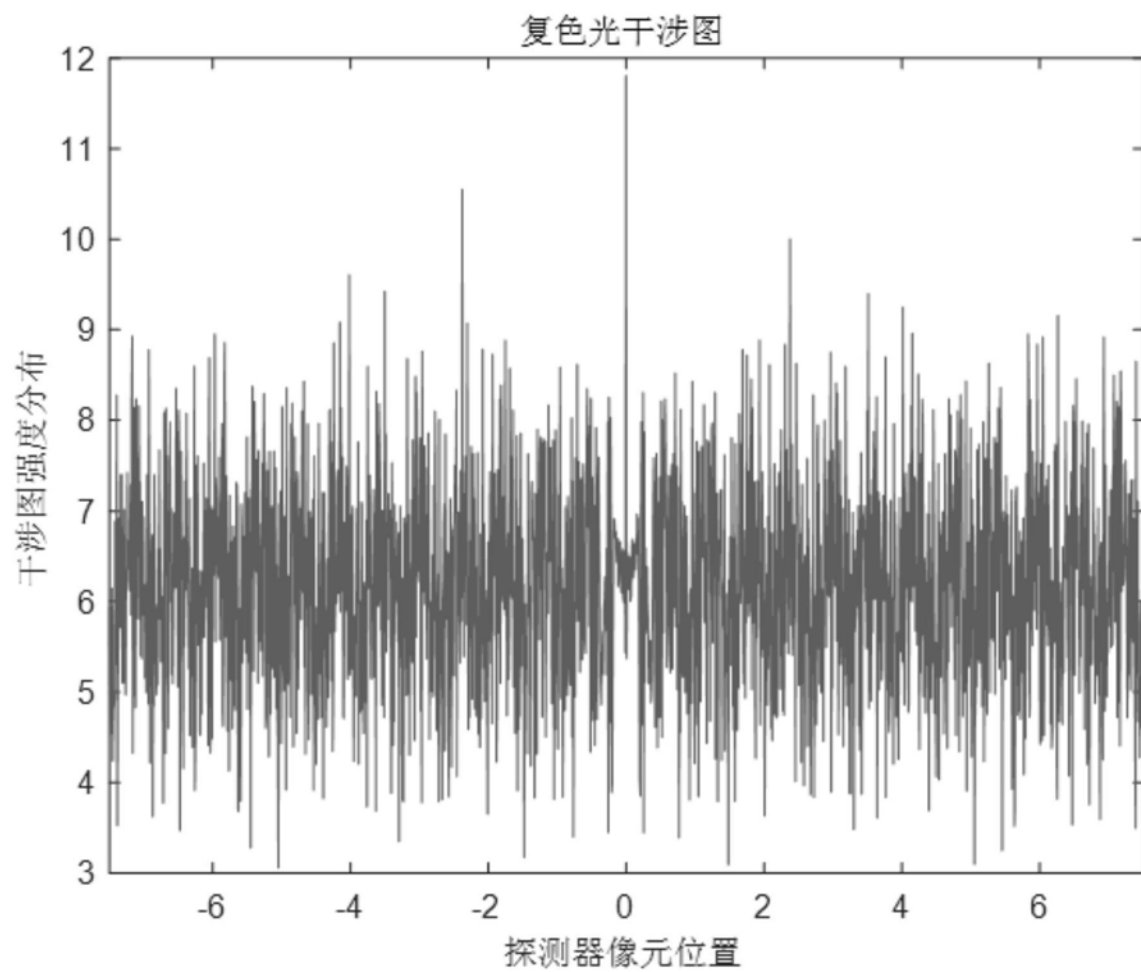


图6

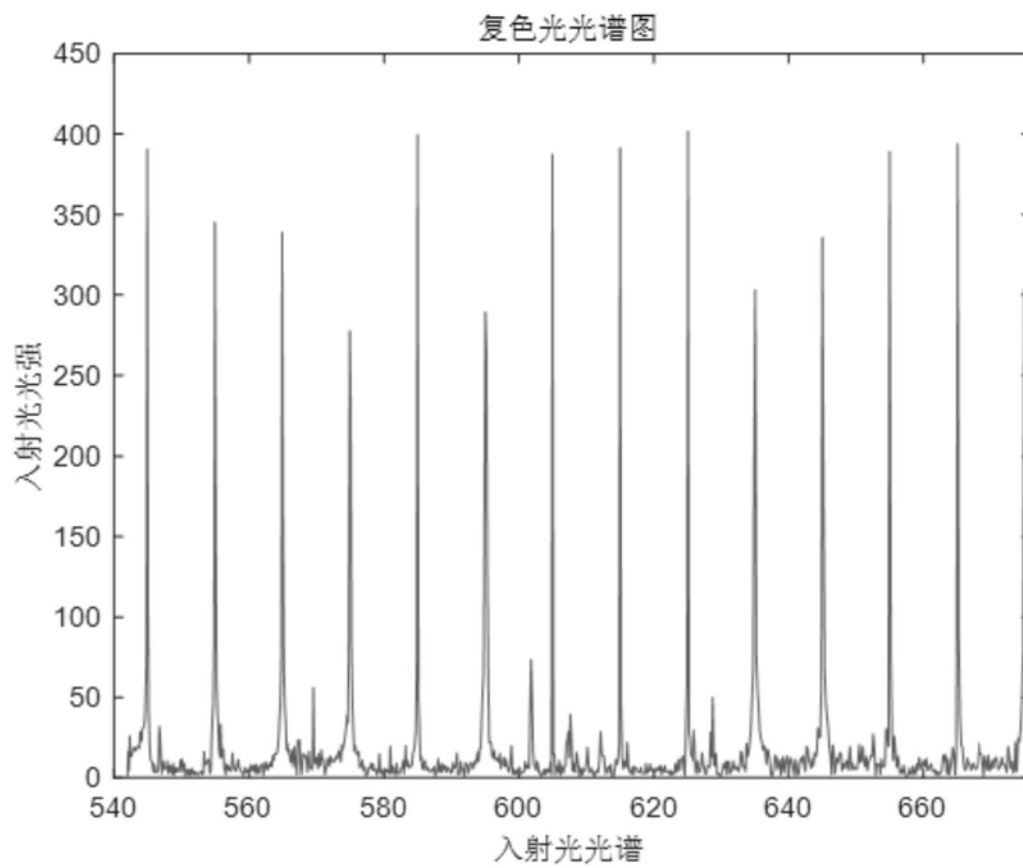


图7