



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99104238.7

[45] 授权公告日 2003 年 1 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1097724C

[22] 申请日 1999.4.28 [21] 申请号 99104238.7
[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械研究所
地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
[72] 发明人 向 阳
审查员 李 璐

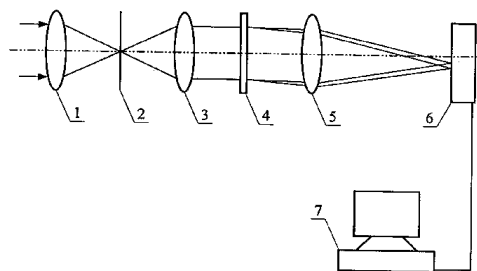
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

[54] 发明名称 光栅与棱镜组合式超光谱图像测量方法

[57] 摘要

本发明属于光谱测量技术领域,涉及一种测量物体超光谱图像的方法。本发明同时使用一维光栅和棱镜对物体的像进行空间和光谱编码,采用探测器对编码图像进行数据采集,通过数字减法运算复原出物体的超光谱图像。本发明能以高光谱和空间分辨率测量定态、动态和弱辐射物体,相应的仪器有结构简单、稳定性好、使用简便等特色,可用于科学研究、资源普查、环境监测、目标识别等领域。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1.一种光栅与棱镜组合式测量物体超光谱图像的方法，其内容和测量步骤如下：

（1）首先，使用一维光栅，对由物镜所获取的物体的像进行空间编码；

（2）其次，使用棱镜对空间编码图像进行光谱编码，调节棱镜，使棱镜的色散方向与光栅的刻线方向相平行；

（3）在与光栅互为物像共轭的平面上，使用探测器完成对空间和光谱编码图像的数据采集，并将所采集的图像数据通过导线送入到计算机内；

（4）计算机根据物体像与其编码图像间的数理关系，由空间和光谱编码图像出发，通过数字减法运算后，复原出物体的超光谱图像。

光栅与棱镜组合式超光谱图像测量方法

技术领域：

本发明属于光谱测量技术领域，涉及一种利用光栅与棱镜组合测量物体超光谱图像的方法。

背景技术：

超光谱图像系指由“连续”的一维波长和二维空间所描绘的三维图像，例如物体经过光学成像系统后所形成的像。

国际上自八十年代初开始发展测量物体超光谱图像的方法与技术。近二十年来，工程上所用技术方法主要是将成像技术与光谱技术相结合的成像光谱技术方法。在成像光谱技术中，前光学系统将物体成像在光谱仪的入射狭缝上；光谱仪将通过狭缝进入的光辐射按波长进行分离，通过线阵探测器摆扫或面阵探测器推扫来测量物体的超光谱图像。为了减轻成像光谱仪器的质量，八十年代末，国际上开始研究用干涉术替代分光术的成像光谱技术。由于必须借助狭缝来实现空间分辨，成像光谱技术存在着两个局限性：（1）光子有效利用率很低，探测弱辐射十分困难；（2）只适合测量静态物体的超光谱图像。

要实现对弱辐射和动态物体的超光谱测量，就必须采用全视场光学系统。九十年代初，国际上提出了一种将分光技术和层析成像思想相结合的全视场超光谱测量方法——光谱层析方法。光谱层析方法，首先使用一种分光元件（棱镜或光栅）来产生超光谱图像的一组断层投影；然后由该断层投影序列，通过数据反演，重构出物体的超光谱图像。按照形成断层投影序列方式的不同，光谱层析术分为两种。第一种，采用棱镜作为分光元件，通过绕光轴旋转整个光学系统（Opt. Eng. 32, (1993) 3133~3138）或更换棱镜（Proc. SPIE. Vol.1843, (1991) 315~322）产生多幅断层投影，被用来测量弱辐射定态物体，主要缺点是：“转系统法”对旋转稳定性要求很高；“换棱镜法”对棱镜组的性能要求很高，并且使用复杂。第二种，采用二维透射光栅作为分光元件，借助二维透射光栅的双向衍射效应同时产生多个断层投影（Opt. Lett. 16(16), 1277~1279 (1991), Appl. Opt. 36(16), 3694~3698 (1997)），主要用于探测窄波带、分辨率要求不高的动态物体。光谱层析术，由于断层投影序列与原始超光谱图像之间数理关系复杂，所以需通过多次代数迭代或复杂变换才能重构出物体的超光谱图像，而重构超光谱图像呈现出很强的“平滑”效应，因此，不适合测量有较细致的空间和光谱结构的物体。

为了克服仅采用光栅或棱镜的现有成像光谱方法和光谱层析方法所存在的问题，本发明的目的是同时采用光栅与棱镜的组合，提供一种能以高光谱和空间分辨率测量定态物体、动态物体和弱辐射物体的超光谱图像的方法。

发明内容:

本发明测量超光谱图像的方法和步骤如下:

(1) 首先, 使用一维光栅, 对由物镜所获取的物体的像进行空间编码, 一维光栅的光栅常数由所需的分辨率决定;

(2) 其次, 使用棱镜对空间编码图像进行光谱编码, 为了简化空间和光谱编码图像与对应物体像之间的数理关系, 调节棱镜, 使棱镜的色散方向与光栅的刻线方向相平行;

(3) 在与光栅互为物像共轭的平面上, 使用探测器完成对空间和光谱编码图像的数据采集, 并将所采集的图像数据通过导线送入到计算机内;

(4) 计算机根据物体像与其编码图像间的数理关系(见图2), 由空间和光谱编码图像出发, 通过数字相减运算, 复原出物体的超光谱图像。

本发明提供的光栅与棱镜组合式超光谱图像测量方法的优点和积极效果如下:

(1) 本发明提供了一种同时使用光栅和棱镜对超光谱图像进行编码的方法。它对超光谱图像编码的结果如图2所示。在图2中, 区间1中沿x方向探测器每一像元所采集到的光信号, 是同一物元不同光谱的叠加, 因此, 经由代数减法运算, 便可求得对应物元的光谱图; 区间2虽然与区间1有部分重合, 但由于区间1的光谱数据已知, 所以, 仍可由代数减法运算求出相应物元的光谱图; 以下类推。由上述过程可见, 本发明方法使得由一幅编码图像, 经过代数减法运算, 就可精确复原出物体的超光谱图像, 从而超光谱图像的光谱和空间复原精度高。

图3是光谱层析术中用来重构超光谱图像的一个断层投影。由图3显而易见, 探测器像元所采集到的光信号, 是相邻物元的不同光谱辐射的叠加, 这使得断层投影序列与其相应的超光谱图像间数理关系复杂, 需由若干幅断层投影经过多次代数迭代或复杂变换才能重构出物体的超光谱图像。所以, 光谱层析术重构过程复杂、费时, 精度不高。

因此, 本发明克服了光谱层析法光谱和空间分辨率不高的问题。

(2) 由于本发明采用光栅与棱镜的组合式, 使得超光谱图像测量系统是全视场的, 所以光子有效利用率高, 能以高光谱和空间分辨率测量弱辐射物体, 从而克服了成像光谱方法和光谱层析方法不能以高光谱和空间分辨率测量弱辐射物体的问题。

(3) 由于本发明能同时获得用于复原物体超光谱图像所需的全部空间和光谱信息, 所以能测量动态物体的超光谱图像, 从而克服了成像光谱方法不能测量动态物体超光谱图像的问题。

(4) 本发明方法既可测量弱辐射物体的超光谱图像, 又可测量动态物体的超光谱图像, 克服了光谱层析法一种结构只能测量一类物体超光谱图像的问题。

(5) 与成像光谱系统和光谱层析系统相比, 由本发明所制造的超光谱图像测量仪

具有结构简单、稳定性好、使用简便等特性。

附图说明：图 1 是本发明的一种实施例原理示意图。图 2 是本发明技术对超光谱图像进行编码的示意图。图 3 是光谱层析技术对超光谱图像进行编码的示意图。

具体实施方式：

本发明的一种实施例：

利用本发明方法制造的一种超光谱图像测量装置如图 1 所示。该装置由物镜 1、一维光栅 2、透镜 3、棱镜 4、透镜 5、探测器 6 和计算机 7 等部分构成。其中，一维光栅 2 采用振幅型光栅；透镜 3 采用准直镜头；棱镜 4 采用色散棱镜，也可用一维光栅替代色散棱镜；透镜 5 采用会聚镜头；探测器 6 采用面阵探测器。一维光栅 2 位于物镜 1 的像面上；透镜 3 的前焦面与一维光栅 2 相重合；在透镜 3 与透镜 5 之间放置棱镜 4，棱镜的色散方向与光栅的刻线方向平行；探测器 6 的探测面与透镜 5 的后焦面重合；探测器 6 经导线与计算机 7 相连。一维光栅 2 的光栅常数由所需的分辨率根据采样定理决定。

物镜 1 将物体成像在一维光栅 2 上，形成一幅由连续的一维波长和二维空间描绘的超光谱图像。一维光栅 2 对此超光谱图像进行空间编码。透镜 3 将经一维光栅 2 空间编码的超光谱图像准直为平行光。棱镜 4 依据其折射率随光波波长而变的性质，对各平行光进行光谱编码。透镜 5 将平行光会聚于探测器 6 的探测面上，形成物体超光谱图像的一幅空间和光谱编码图像。探测器 6 对空间和光谱编码图像进行数据采集，并通过导线传给计算机 7。计算机 7 根据编码图像的光谱和空间编码规则，进行数字反演，复原出物体的超光谱图像。

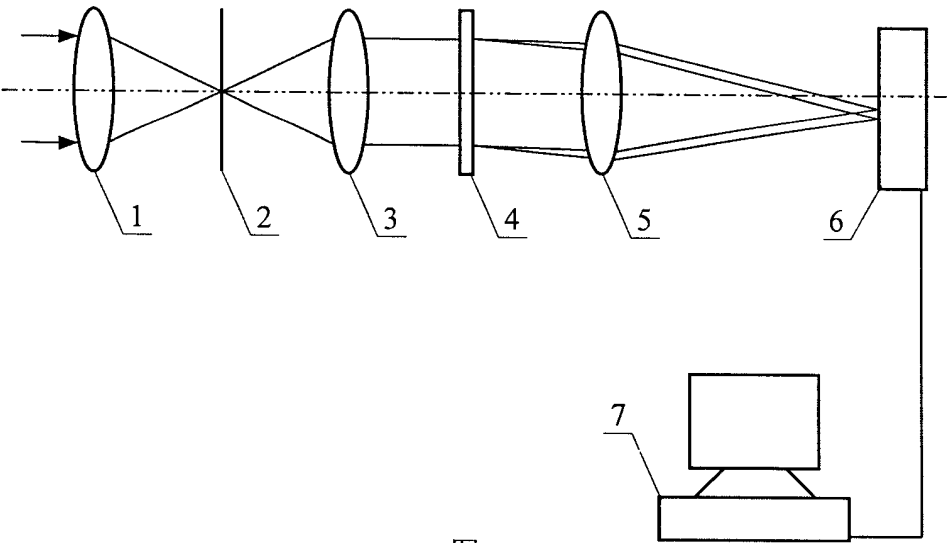


图 1

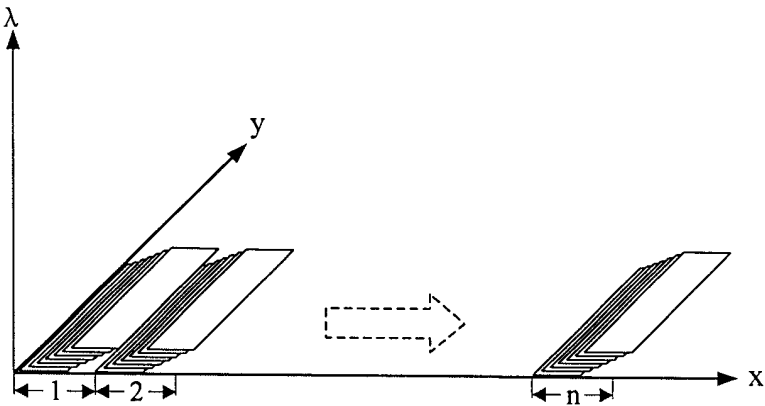


图 2

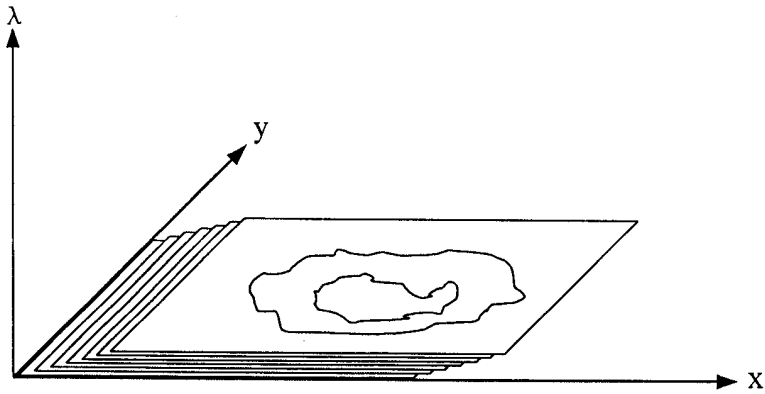


图 3