(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102374992 A
(43)申请公布日 2012.03.14

(21)申请号 201010247739.4

(22)申请日 2010.08.09

(71)申请人 张耀拓
地址 100085 北京市海淀区上地佳园15号楼3-201

(72)发明人 张耀拓

(51)Int.Cl.
G01N 21/87(2006.01)

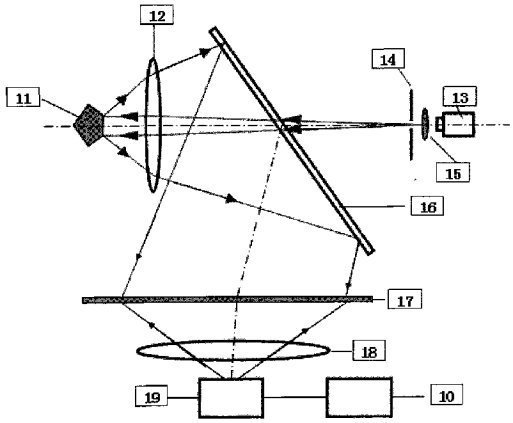
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54)发明名称

钻石身份特征鉴定方法及系统装置

(57)摘要

本发明提供了一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法，以及基于该方法的钻石身份特征检测分析鉴定系统装置。采用平行光束照明钻石台面，通过一个透镜对钻石切割面的反射光进行光学傅立叶变换，在透镜的后焦面得到钻石切割面的空间频谱信息，然后通过一个CCD成像系统收集钻石切割面的空间频谱信号图像输入计算机进行存储管理，并与计算机数据库中存储的钻石空间频谱信号图像进行比较，实现对钻石身份特征的检测分析鉴定。利用本发明对钻石身份特征信息进行存储管理可以有效打击钻石走私盗窃行为，加强对海关钻石进出口的管理。



CN 102374992 A

1. 一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法采用照明光路、光学傅立叶变换光路与 CCD 成像光路完全同轴的光学系统设计结构，平行光束正入射照明钻石台面，通过一个透镜对钻石切割面的反射光进行光学傅立叶变换，在透镜的后焦面得到钻石各切割面反射光的空间频谱，然后通过一个 CCD 成像光路收集钻石切割面反射光的空间频谱图像，输入计算机进行图像存储管理、图像识别与钻石身份特征分析鉴定；所述的系统装置包括光源照明系统、空间频谱生成系统、空间频谱图像采集系统、分析鉴定软件系统等四个部分；所述的系统装置中光源照明系统、空间频谱生成系统、空间频谱图像采集系统在光路结构上是同轴的。

2. 如权利要求 1 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述光源照明系统至少包括有一光源和一使所述光源变成平行光的透镜。

3. 如权利要求 1 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述空间频谱生成系统至少包括一透镜或由多个透镜联合组成的透镜组和一接收屏，接收屏位于透镜或透镜组的后焦平面上，钻石切割面的反射光经透镜或透镜组会聚在接收屏上，形成空间频谱图。

4. 如权利要求 1 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述空间频谱图像采集系统至少包括一 CCD 探测器或 CMOS 探测器、一成像透镜或镜头。

5. 如权利要求 1 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述分析鉴定软件系统包括一计算机和分析应用软件，实现图像存储处理、图像分析比较、数据库信息管理、钻石身份特征分析鉴定等功能。

6. 如权利要求 1，权利要求 2 和权利要求 3 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：在所述光源照明系统和所述空间频谱生成系统中，可以共用一个透镜或一个由多个透镜联合组成的透镜组或镜头，实现将光源准直成平行光，并将钻石切割面不同方向的反射光会聚在接收屏上，形成空间频谱图像。

7. 如权利要求 1 和权利要求 2 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：在所述光源照明系统中，可以采用凹面反射镜或透镜聚光在一个小孔光阑上，获得等效点光源，提高钻石照明光束的平行准直特性。

8. 一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法采用照明光路、傅立叶变换光路与 CCD 成像光路不完全同轴的光学系统设计结构，平行光束正入射照明钻石台面，通过一个透镜对钻石切割面的反射光进行光学傅立叶变换，在透镜的后焦面得到钻石各切割面反射光的空间频谱，然后通过一个不同轴的 CCD 成像光路收集钻石切割面反射光的空间频谱图像，输入计算机进行图像存储处理、图像畸变校正、图像识别与钻石身份特征分析鉴定。

9. 如权利要求 8 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述的系统装置包括光源照明系统、空间频谱生成系

统、空间频谱图像采集系统、分析鉴定软件系统等四个部分，在所述的系统装置中空间频谱图像采集系统在光路结构上与光源照明系统和空间频谱生成系统是不同轴的。

10. 如权利要求 8 和权利要求 9 所述的一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法与系统装置，其特征在于：所述的空间频谱图像采集系统通过一个反射镜来改变扩大图像采集成像光路的视场角，减少边缘高频成分的畸变，提高钻石身份特征频谱分析鉴定的准确性。

钻石身份特征鉴定方法及系统装置

技术领域

[0001] 本发明涉及珠宝领域的钻石特征分析与身份鉴定，包括一种用空间频谱来作为钻石形态指纹特征分析的鉴定方法，以及基于该方法的钻石特征分析鉴定系统装置。

背景技术

[0002] 钻石以其稀少、珍贵、坚硬的特质以及源远流长的钻石文化，被誉为“宝石之王”。目前国际国内钻石行业走私猖獗，假冒伪劣产品很多，钻石盗窃案件也频频发生，如何有效打击遏制这些违法犯罪，是一个迫切需要解决的问题。

[0003] 目前，国内外对钻石进行分析鉴定的技术研究分为三个层次。第一个层次相对比较简单，包括钻石的观察反射光和生长点、硬度检验、进行导热性试验，以及进行化学成分测验等，是最早使用的分析方法。第二个层次是相对比较可靠的钻石鉴定识别技术，包括测量特征光谱、折射率、双折射特性等，今天还在广泛采用这些方法。第三个层次是比较先进的钻石分析鉴定技术，包括阴极发光技术、X 射线衍射技术、拉曼光谱技术、中子活化分析技术等，可以实现对钻石物质成份的精确鉴定，相关测量仪器也比较昂贵。

[0004] 上面介绍的这些钻石鉴定技术重点在分析钻石的物质特性，而对钻石几何结构特征的分析非常少，可以这样说，在几十万颗五彩斑斓的钻石中很难找出 2 颗钻石的空间几何结构特征是完全一样的。因此，钻石空间几何结构特征可以作为钻石身份鉴定的重要依据之一。目前国内外对钻石表面几何外型结构特征指纹的分析研究非常少。

[0005] 平行激光束垂直照射在钻石台面上，表面反射光的空间频率谱与其表面几何特征一一对应，具有良好的特异性与空间不变性。将钻石的空间频谱图与其它信息（如拥有者、产地、出产年份、重量等）一起，录入专门的数据库，就可以作为钻石身份特征信息。当需要对钻石身份进行确认时，只要用检测仪器获得钻石的空间特征频谱，然后与数据库中记录的钻石身份特征信息进行对比，就可以对钻石的身份进行鉴定。因此，利用钻石空间几何结构特征频谱信息可以加强对钻石进出口的管理，有效打击钻石走私的不法行为。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种基于光学傅立叶变换的钻石身份特征指纹空间频谱分析方法，以及基于该方法的钻石身份特征指纹检测分析鉴定系统装置。

[0007] 本发明的钻石身份特征指纹空间频谱分析方法采用平行光束照明钻石台面，通过一个透镜对钻石切割面的反射光进行光学傅立叶变换，在透镜的后焦面得到钻石切割面反射光的空间频谱，然后通过一个 CCD 成像系统收集钻石切割面反射光的空间频谱强度信号图像输入计算机进行存储管理，最后由计算机进行空间频谱强度图像比较，实现钻石身份特征指纹检测分析鉴定。

[0008] 为了实现钻石身份特征指纹的空间频谱分析鉴定，本发明构建了一种钻石身份特征指纹空间频谱检测分析系统装置，包括光源照明系统、空间频谱生成系统、空间频谱图像采集系统、分析鉴定软件系统等四个部分；所述空间频谱生成系统至少包括有一光源和一

使所述光源变成平行光的透镜；所述空间频谱生成系统至少包括一透镜或由多个透镜联合组成的透镜组和一接收屏，接收屏位于透镜或透镜组的后焦平面上，钻石表面的反射光经透镜或透镜组会聚在接收屏上，形成空间频谱图像；所述空间频谱图像采集系统至少包括一 CCD 探测器和一计算机；所述分析鉴定软件系统具有图像存储处理、图像分析比较、数据库信息管理等功能。在所述光源照明系统和所述空间频谱生成系统中，可以共用一个透镜或一个由多个透镜联合组成的透镜组或镜头，实现将光源准直成平行光，并将钻石切割面不同方向的反射光会聚在接收屏上，形成空间频谱图像。

[0009] 在光源照明系统、空间频谱生成系统、空间频谱图像采集系统之间，可以采用同轴光学系统设计和非同轴光学系统设计两种布局形式。本发明介绍的系统装置实施示例包括 2 种同轴光学系统设计装置结构方案和 1 种非同轴光学系统设计装置结构方案。本发明介绍的同轴光学系统设计具有空间频谱平移不变性和旋转不变性，可以获得良好的钻石切割面反射光空间频谱图像，空间频谱图像不会出现畸变，有利于钻石身份特征指纹检测分析鉴定。非同轴或不完全同轴的光学系统设计获得的钻石切割面反射光空间频谱图像会出现一定的畸变，尤其是在边缘高频区域畸变较大，不利于钻石身份特征指纹检测分析鉴定。本发明介绍的非同轴光学系统设计装置结构方案采用一种反射镜增大视场角的方法来减少这种非同轴光学系统引起的边缘畸变，并通过软件校正进一步降低边缘畸变的影响，提高钻石身份特征指纹检测分析鉴定的准确性。

附图说明

[0010] 图 1 为本发明设计的第一种同轴光学系统装置结构实施方法示意图

[0011] 图 2 为本发明设计的第二种同轴光学系统装置结构实施方法示意图

[0012] 图 3 为本发明设计的一种非同轴光学系统装置结构实施方法示意图

[0013] 图 4 为用本发明系统装置获得的代表钻石身份特征的空间频谱图像示例

具体实施方式

[0014] 基于本发明提出的光学傅立叶变换钻石身份特征指纹空间频谱分析鉴定方法，本发明设计构建了钻石身份特征指纹空间频谱检测分析鉴定系统装置，包括光源照明系统、空间频谱生成系统、空间频谱图像采集系统、分析鉴定软件系统等四个部分。本发明提供了三种钻石身份特征指纹空间频谱检测分析鉴定系统装置结构实施方案，具体如下：

[0015] 方案一是一种分束镜分光的同轴钻石身份特征空间频谱检测分析鉴定系统装置结构，如图 1 所示，小孔光阑 14 和接收屏 17 均置于透镜 12 的后焦平面。光源 13（激光，LED，或其它单色、准单色和多波长复合光源）发出的光波经过聚光镜 15 会聚在小孔光阑 14 上成为点光源，点光源发出的光透过分束镜 16 后被透镜 12 准直成平行光，垂直钻石 11 台面正入射照明，从钻石各切割面反射回来的光束被透镜 12 聚集，经过分束镜 16 反射，在接收屏 17 上形成空间频谱图像。CCD 探测器 19 通过一成像透镜 18 对接收屏 17 上的空间频谱图进行成像，并将图像输入计算机 10。其中，光源照明系统由光源 13、聚光镜 15、小孔光阑 14 和透镜 12 组成，实现准直照明光路功能；空间频谱生成系统由透镜 12、分束镜 16 和接收屏 17 组成，实现光学傅立叶变换功能；空间频谱图像采集系统由 CCD 探测器 19 和成像透镜 18 组成，实现 CCD 成像数字化图像处理功能；分析鉴定软件系统包括计算机 10 和安装

在计算机 10 上的分析应用软件，实现钻石身份特征空间频谱图像存储、图像分析比较、数据库信息管理、钻石身份特征分析鉴定等功能。该方案的优点是：检测系统光路完全同轴，CCD 采集到的钻石切割面反射光空间频谱图像不会产生畸变。由于分束镜存在一定的反射透射分光比，因此接收屏上的空间频谱图像信号会有所下降，本发明通过提高光源的强度来提高接收屏上的空间频谱图像信号。

[0016] 方案二是一种反射式分光的同轴钻石身份特征空间频谱检测分析鉴定系统装置结构，如图 2 所示，小孔光阑 26 和接收屏 27 均置于透镜 22 的后焦平面。光源 24（激光，LED，或其它单色、准单色和多波长复合光源）发出的光波经过聚光镜 25 会聚在小孔光阑 26 上成为点光源，点光源发出的光经过反射镜 23 后被透镜 22 准直成平行光，垂直钻石 21 台面正入射照明，从钻石各切割面反射回来的光束被透镜 22 聚集，透过反射镜 23，在接收屏 27 上形成空间频谱图。CCD 探测器 29 通过一成像透镜 28 对接收屏 27 上的空间频谱图进行成像，并将图像输入计算机 20。其中，光源照明系统由光源 24、聚光镜 25、小孔光阑 26、反射镜 23 和透镜 22 组成，实现准直照明光路功能；空间频谱生成系统由透镜 22 和接收屏 27 组成，实现光学傅立叶变换功能；空间频谱图像采集系统由 CCD 探测器 29 和成像透镜 28 组成，实现 CCD 成像数字化图像处理功能；分析鉴定软件系统包括计算机 20 和安装在计算机 20 上的分析应用软件，实现钻石身份特征空间频谱图像存储、图像分析比较、数据库信息管理、钻石身份特征分析鉴定等功能。该方案的优点是：检测系统光路完全同轴，CCD 采集到的钻石切割面反射光空间频谱图像不会产生畸变，空间频谱图像直接从反射镜 23 周围投射在接收屏 27 上，空间频谱图像信号强度无损失。由于反射镜 23 存在一定的大小，零级和低级空间频谱图像信号被遮挡，无法达到接收屏 27 上，部分空间频谱信息有所损失。本发明通过优化系统结构，尽可能缩小反射镜 23 的结构尺寸，使之仅仅遮挡钻石切割面反射光的零级频谱信号，保证钻石身份特征空间频谱检测分析鉴定的准确性。

[0017] 方案三是一种非同轴钻石身份特征空间频谱检测分析鉴定系统装置结构，如图 3 所示，小孔光阑 34 和接收屏 33 均置于透镜 32 的后焦平面。光源 35（激光，LED，或其它单色、准单色和多波长复合光源）发出的光波经过小孔光阑 34 过滤成为点光源，点光源发出的光经过透镜 32 准直成平行光，垂直钻石 31 台面正入射照明，从钻石各切割面反射回来的光束被透镜 32 聚集，投射在接收屏 33 上形成空间频谱图。CCD 探测器 38 通过一成像透镜 37 和反射镜 36 对接收屏 33 上的空间频谱图进行成像，并将图像输入计算机 30。其中，光源照明系统由光源 35、小孔光阑 34 和透镜 32 组成，实现准直照明光路功能；空间频谱生成系统由透镜 32 和接收屏 33 组成，实现光学傅立叶变换功能；空间频谱图像采集系统由 CCD 探测器 38、成像透镜 37 和反射镜 36 组成，实现 CCD 成像数字化图像处理功能；分析鉴定软件系统包括计算机 30 和安装在计算机 30 上的分析应用软件，实现钻石身份特征空间频谱图像存储、图像畸变校正、图像分析比较、数据库信息管理、钻石身份特征分析鉴定等功能。该方案的优点是：检测系统没有分光与遮挡，空间频谱图像直接投射在接收屏上，没有信号强度和频率成分的损失。但是，由于是一种非同轴光路结构，CCD 采集到的钻石切割面反射光空间频谱图像会产生一定的变形或畸变，尤其是边缘高频成分的畸变更明显。本发明采用反射镜 36 来改变和扩大视场角，可以有效减少边缘高频成分的畸变，同时通过软件对边缘高频成分的畸变进行一定的校正，来保证钻石身份特征空间频谱检测分析鉴定的准确性。

[0018] 在方案一、方案二和方案三中，透镜和聚光镜可以是一个平凸透镜或一个凹凸透

镜或一个凸透镜或非球面镜等，也可以是由多个透镜片组合的透镜组或镜头；反射镜可以是平面反射镜或凹面反射镜；当光源出光束很小（＜＝ 1mm）或是等效点光源时，如激光或光纤光源，小孔光阑、聚光镜等均可以省略不用；CCD 探测器也可以是 CMOS 探测器或其他阵列光电转换器件；聚光镜还可以是凹面反射镜；分束镜也可以是分光镜或棱镜或二向色镜等。方案二中反射镜 23 也可以用一个分束镜（类似图 1 中分束镜 16）来替代，实现分束镜反射光路照明，分束镜透射光路生成空间频谱图像，分束镜大小不限，可以是几个毫米（空间频谱生成光路部分分束）也可以到几百毫米（空间频谱生成光路全部分束）。

[0019] 本发明系统装置获得的代表钻石身份特征的空间频谱图像示例如图 4 所示，图中亮点数量与钻石切割面数量相等，亮度位置与切割面结构特征一一对应，可以作为钻石身份特征的指纹信息。

[0020] 本发明可以达到以下性能指标：

[0021] 1、系统检测适应钻石等效直径大小范围为 0.1mm ～ 50mm。

[0022] 2、系统检测空间频谱范围为 0 ～ 1MHz。

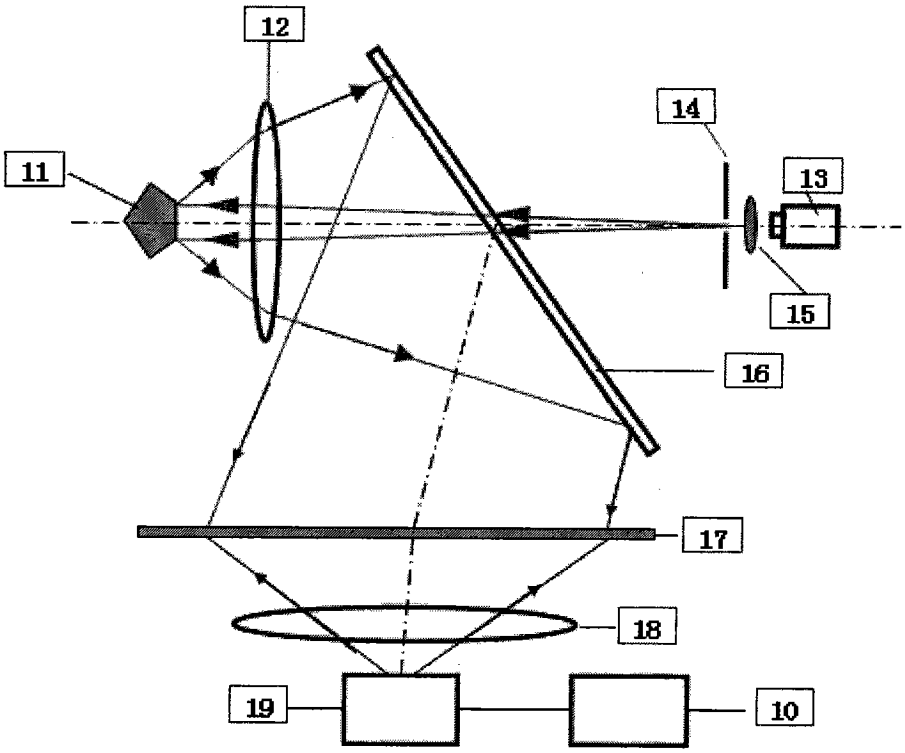


图 1

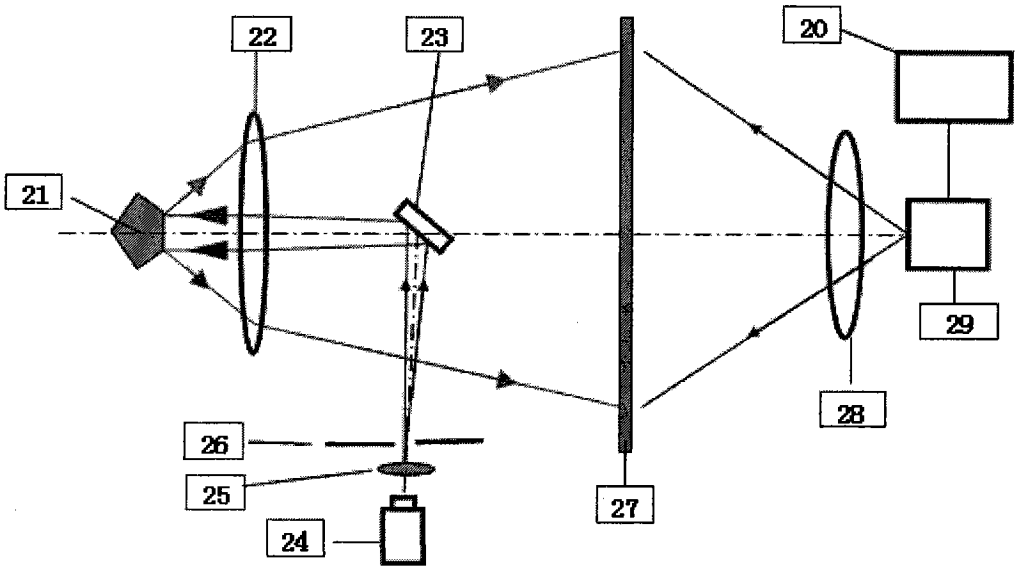


图 2

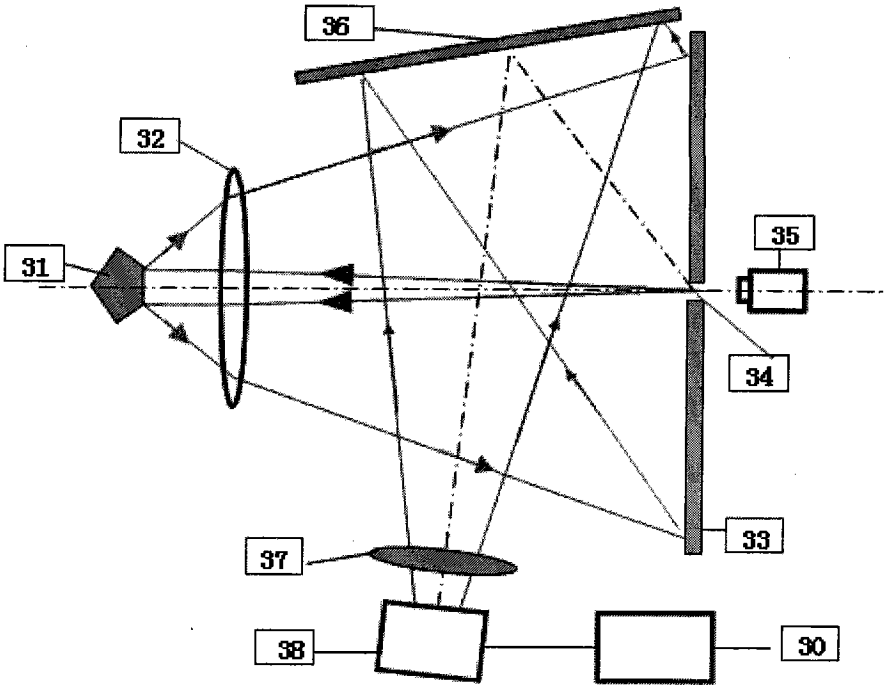


图 3

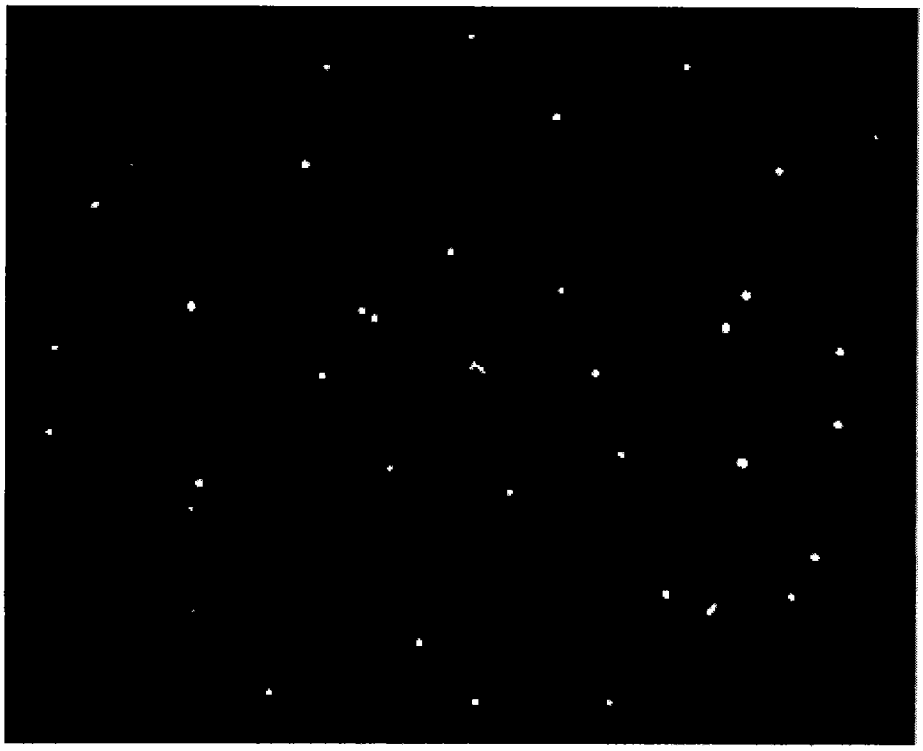


图 4