



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107941466 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(21)申请号 201711139436.9

(22)申请日 2017.11.16

(71)申请人 长飞光纤光缆股份有限公司
地址 430073 湖北省武汉市东湖新技术开发区光谷大道9号

(72)发明人 李丁珂 杨笛 陶金金 方勇
童维军 刘彤庆 杨晨

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42222
代理人 蔡瑞

(51)Int.Cl.
G01M 11/00(2006.01)

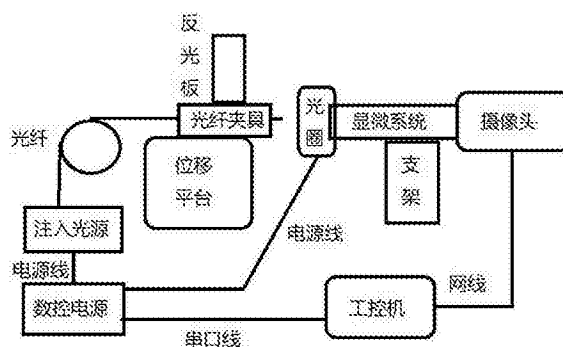
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

特种光纤端面几何测试系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种特种光纤端面几何参数测试系统及方法,包括位移平台、光纤夹具、显微系统、摄像头、工控机、注入光源。用所述光纤夹具固定待测光纤一端,通过位移平台将待测光纤端面移入显微系统的视场内,通过所述显微系统观测待测光纤端面图像。注入光源连接待测光纤另一端,以使所述摄像头观测到稳定且点亮的光纤纤芯,所述摄像头与工控机连接,用于将待测光纤端面的图像发送到工控机进行处理以计算出待测光纤几何参数。本发明不仅可以测得圆形/椭圆形包层光纤的几何参数,还可以测得多边形包层光纤的几何参数。本发明可以测试有源光纤以及相似结构的特种光纤端面的几何参数,将通信光纤端面几何参数测试系统的测试范围扩展到特种光纤领域。



1. 一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,包括位移平台、光纤夹具、显微系统、摄像头、工控机、注入光源,所述光纤夹具固定待测光纤一端,通过所述位移平台将待测光纤端面移入所述显微系统的视场内,通过所述显微系统观测光纤端面图像,调节所述位移平台位移旋钮,使得光纤端面处于摄像头焦点处,以便所述摄像头拍摄到对焦良好的图像,所述注入光源连接待测光纤另一端,使得所述摄像头观测到稳定且点亮的光纤纤芯,所述摄像头与工控机连接,用于将待测光纤端面的图像发送到工控机进行处理以计算出待测光纤几何参数。

2. 根据权利要求1所述的一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,所述注入光源带有良好的耦合系统,使得光源能将能量注入所述待测光纤的纤芯,并在所述待测光纤内形成稳定的模场,且避免待测光纤纤芯亮度超过摄像头的饱和度。

3. 根据权利要求2所述的一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,所述注入光源的输出光的光强稳定可调,通过调节给所述注入光源供电的电源的功率来避免待测光纤纤芯亮度超过摄像头的饱和度。

4. 根据权利要求2所述的一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,所述注入光源通过在耦合光路上增加光学衰减器来避免待测光纤纤芯亮度超过摄像头的饱和度。

5. 根据权利要求1所述的一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,所述摄像头像素点范围为100万~1000万。

6. 根据权利要求1所述的一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,所述待测光纤涂敷层折射率与包层折射率不同。

7. 根据权利要求1所述的一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,所述待测光纤包层的横截面形状为圆形、椭圆形或者多边形。

8. 根据权利要求1所述的一种特种光纤端面几何参数测试系统,其特征在于,所述显微系统物镜的焦距为15cm到50cm;

所述测试系统还包括数控电源和固定在显微系统前端的光圈,所述数控电源由工控机控制,用于给光圈和注入光源供电。

9. 一种采用权利要求1-8任一项所述的特种光纤端面几何参数测试系统的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S1、判断摄像头获取的待测光纤端面的图像是否达到预设的清晰度值和亮度值;

步骤S2、如果未达到则报警,否则将待测光纤端面的图像压入待测队列,将图像分离出纤芯图像和包层图像;

步骤S3、若待测光纤的包层为圆形/椭圆形,通过灰度算法提取出包层的边界,得到边界点集,将所述边界点集做椭圆拟合计算出待测光纤几何尺寸;

步骤S4、若待测光纤的包层为多边形,获取步骤S2分离得到的包层灰度图像,通过灰度算法提取出包层的边界,得到边界点集,将所述边界点集滤波并排除该点集中不在边界上的噪点,排序出点集中点距最大的两点,搜索点集中与上述点距最大的两点连线为 90° 的点,取上述三个点和任意两个边界点为目标点集,对上述目标点集做椭圆拟合计算出待测光纤几何尺寸。

10. 根据权利要求9所述的一种特种光纤端面几何参数测试方法,其特征在于,通过拟合计算出待测光纤几何尺寸的方法为:

根据纤芯图像得到的椭圆的长轴和短轴长度的平均值为纤芯半径；
根据包层图像得到的椭圆的长轴和短轴长度的平均值为包层半径；
纤芯和包层椭圆的圆心之间的距离为同芯度；
纤芯椭圆长轴和短轴之差为纤芯不圆度；
包层椭圆长轴和短轴之差为包层不圆度；
纤芯不圆度除以纤芯半径得单位为百分比的纤芯不圆度；
包层不圆度除以包层半径得单位为百分比的包层不圆度。

特种光纤端面几何测试系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于光纤测试技术领域,具体涉及一种适用于特种光纤端面几何参数测试系统及方法。

背景技术

[0002] 随着光纤技术的发展,区别于常规通信光纤的特种光纤的应用越来越广泛。特种光纤由于其应用领域的特殊性,在光纤结构上需要做特殊的设计,因此,特种光纤往往不能用常见的通信光纤的测试手段去测试。比如,应用于激光器领域的有源光纤。为了提高能量的吸收,有的有源光纤的包层被设计成一种多边形的包层以提高能量的吸收,与此同时有源光纤的涂敷层的折射率被设计的低于包层折射率。这些特殊的设计为光纤几何参数的测试提出了新的挑战。

[0003] 为了测试精度和测试效率,特种光纤几何测试系统往往对通信光纤的测试进行了优化,具体为,通信光纤的特点为涂敷层折射率高于包层折射率、包层形状为圆形。而特种光纤测试系统以及算法,应该更改相应的设计,能测试涂敷层折射率低于包层折射率、包层为多边形的光纤,并在扩大测试范围的同时,保证其测试精度。

[0004] 与此同时,在光纤测试技术领域的另一个趋势就是集成化,能在同一个设备上测试多个光纤参数。因此,对于新设计的几何测试系统,需要在光路设计上进行针对性的优化,以达到易于集成的目的。

发明内容

[0005] 本发明鉴于上述情况而提出,其目的在于,提供一种特种光纤端面几何测试系统及方法,将光纤端面几何测试系统的测试范围扩展到特种光纤领域,并不损失测试精度,并且具有可集成的特性。

[0006] 本发明所采用的技术方案如下:

一种特种光纤端面几何参数测试系统,包括位移平台、光纤夹具、显微系统、摄像头、工控机、注入光源,所述光纤夹具固定待测光纤一端,通过所述位移平台将待测光纤端面移入所述显微系统的视场内,通过所述显微系统观测光纤端面图像,调节所述位移平台位移旋钮,使得光纤端面处于摄像头焦点处,以便所述摄像头拍摄到对焦良好的图像,所述注入光源连接待测光纤另一端,使得所述摄像头观测到稳定且点亮的光纤纤芯,所述摄像头与工控机连接,用于将待测光纤端面的图像发送到工控机进行处理以计算出待测光纤几何参数。

[0007] 其中,所述注入光源带有良好的耦合系统,使得光源能将能量注入所述待测光纤的纤芯,并在所述待测光纤内形成稳定的模场,且避免待测光纤纤芯亮度超过摄像头的饱和度和度。

[0008] 其中,所述注入光源的输出光的光强稳定可调,通过调节给所述注入光源供电的电源的功率来避免待测光纤纤芯亮度超过摄像头的饱和度和度。

[0009] 其中,所述注入光源通过在耦合光路上增加光学衰减器来避免待测光纤纤芯亮度超过摄像头的饱和度。

[0010] 其中,所述摄像头像素点范围为100万~1000万。

[0011] 其中,所述待测光纤涂敷层折射率与包层折射率不同。

[0012] 其中,所述待测光纤包层的横截面形状为圆形、椭圆形或者多边形。

[0013] 其中,所述显微系统物镜的焦距为15cm到50cm;

所述测试系统还包括数控电源和固定在显微系统前端的光圈,所述数控电源由工控机控制,用于给光圈和注入光源供电。

[0014] 一种采用上述所述的特种光纤端面几何参数测试系统的方法,包括以下步骤:

步骤S1、判断摄像头获取的待测光纤端面的图像是否达到预设的清晰度值和亮度值;

步骤S2、如果未达到则报警,否则将待测光纤端面的图像压入待测队列,将图像分离出纤芯图像和包层图像;

步骤S3、若待测光纤的包层为圆形/椭圆形,通过灰度算法提取出包层的边界,得到边界点集,将所述边界点集做椭圆拟合计算出待测光纤几何尺寸;

步骤S4、若待测光纤的包层为多边形,获取步骤S2分离得到的包层灰度图像,通过灰度算法提取出包层的边界,得到边界点集,将所述边界点集滤波并排除该点集中不在边界上的噪点,排序出点集中点距最大的两点,搜索点集中与上述点距最大的两点连线为 90° 的点,取上述三个点和任意两个边界点为目标点集,对上述目标点集做椭圆拟合计算出待测光纤几何尺寸。

[0015] 其中,通过拟合计算出待测光纤几何尺寸的方法为:

根据纤芯图像得到的椭圆的长轴和短轴长度的平均值为纤芯半径;

根据包层图像得到的椭圆的长轴和短轴长度的平均值为包层半径;

纤芯和包层椭圆的圆心之间的距离为同心度;

纤芯椭圆长轴和短轴之差为纤芯不圆度;

包层椭圆长轴和短轴之差为包层不圆度;

纤芯不圆度除以纤芯半径得单位为百分比的纤芯不圆度;

包层不圆度除以包层半径得单位为百分比的包层不圆度。

[0016] 本发明的有益效果是:

本发明通过良好的注入光源的设计,使得纤芯中的照明光相对于打在包层的照明光的对比度增加,不仅增加了测试精度,而且使得几何参数测试不会受到较低折射率的涂敷层影响。硬件上采用高分辨率的摄像头镜头,图像处理采用滤波算法以及椭圆拟合算法,保证了测试精度不会降低。增加了多边形包层的轮廓提取算法,使得几何参数测试系统能应对不规则外包层的特种光纤。显微系统采用长焦距的物镜,使得输出端可以容纳更多来自其他系统的透镜,保证了其可集成性。

附图说明

[0017] 图1是本发明提供的特种光纤端面几何参数测试系统构造图。

[0018] 图2是特种光纤折射率分布图。

[0019] 图3是本发明提供的特种光纤端面几何参数测试方法流程图。

[0020] 图4是多边形边界提取算法流程图。

具体实施方式

[0021] 为使本发明目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的实施方式作进一步地详细描述。

[0022] 实施例1

如图1所示,本发明所述的一种特种光纤端面几何测试系统,包含待测光纤、反光板、光纤夹具、位移平台、光圈、显微系统、显微系统的支架、摄像头、网线、工控机、串口线、电源线、数控电源、注入光源。

[0023] 所述光纤夹具和位移平台将待测光纤移动至显微系统视场内。所述反光板和光圈提供背景光照明。所述显微系统、显微系统的支架、摄像头组成图像采集系统,将采集的图像通过网线传至工控机处理。所述数控电源通过串口线与工控机连接,所述工控机、网线、串口线组成上位机控制系统,进行图像处理和照明控制。数控电源通过电源线分别与光圈和注入光源连接,注入光源作为纤芯打光模块。数控电源和电源线提供背景光照明系统和纤芯打光模块供电,数控电源根据工控机通过串口线传来的控制信号控制照明系统的光照强度。

[0024] 将待测光纤一端切割平整,用光纤夹具固定,置于位移平台上。调整位移平台使得待测光纤端面清晰显示在摄像头视场中央。将待测光纤另一端切割平整,通过裸纤适配器接入注入光源。调整数控电源电流,使得纤芯光和背景光亮度在算法判定的合适范围内。最后通过所述图像处理算法计算出光纤端面几何尺寸。

[0025] 如图2所示,有源光纤是一种大规模应用的特种光纤,其折射率分布和通信光纤有所区别。图2左侧401是光纤的涂敷层,402是光纤的包层,403是光纤的纤芯。图2右侧404是通信光纤折射率分布,405是有源光纤折射率分布,这两个坐标轴的x轴分别为纤芯外延,包层外延和涂敷层外延离光纤中心的距离,y轴是各层折射率差。

[0026] 有源光纤的涂敷层折射率比包层折射率低,而通信光纤中涂敷层折射率比包层折射率高。这是为了提高有源光纤对泵浦能量的吸收导致的设计。基于这一设计的特种光纤,主要是有源光纤,不能采用通过空间耦合的方式将照明光注入纤芯,应采用裸纤适配器搭配法兰盘的方式,将照明光由待测光纤的另一端注入纤芯。如果采用空间平行光的注入方式,注入光能量有很大部分都耦合进了包层,对于涂敷层折射率比包层折射率高的光纤,比如通信用的单模光纤,这部分耦合进包层的能量会在传输一段距离后泄露到涂敷层,最后损耗掉。而对于涂敷层折射率比包层折射率低的光纤而言,这部分耦合进包层的光并不会泄露到涂敷层,在光纤出射端就会得到包层和纤芯同时点亮的图像,如果包层和纤芯中的光强对比度太低,是无法正确识别出纤芯的几何尺寸的。为了达到测试特种光纤纤芯的几何尺寸的目的,需要采用这种耦合效率高的注入方式,这种方式同样适用于常规的测试方法,同样可以用于通信光纤的测试。

[0027] 所述裸纤适配器根据实际的待测光纤的包层半径搭配使用,插入裸纤适配器前需要用剥线钳剥除涂敷层,并用切割刀切割,获得平坦无杂质的光纤剖面。

[0028] 在本实施例中,所述注入光源带有良好的耦合系统,使得光源能将能量注入所述待测光纤纤芯,并在所述待测光纤内形成稳定的模场,且避免待测光纤纤芯亮度超过摄像

头的饱和度。所述注入光源的输出光的光强稳定可调,通过调节给所述注入光源供电的电源的功率来避免待测光纤纤芯亮度超过摄像头的饱和度。所述注入光源通过在耦合光路上增加光学衰减器达到不使纤芯亮度过饱和。

[0029] 所述摄像头像素点范围为100万~1000万。

[0030] 所述待测光纤涂敷层折射率高于包层折射率或者所述待测光纤涂敷层折射率低于包层折射率。

[0031] 所述待测光纤包层的横截面形状为圆形、椭圆形或者多边形。

[0032] 所述显微系统物镜的焦距为15cm到50cm;

实施例2

本实施例2属于方法实施例,上述实施例1属于系统实施例,本实施例2与上述实施例1属于同一技术构思,在本实施例中未详尽描述的内容,请参见实施例1。

如图3所示,描述的是从所述待测光纤图像中计算出几何参数流程图。具体为,

步骤S1、载入与相应待测光纤匹配测试参数;

步骤S2、从摄像头获取所述待测光纤端面的图像,判断获取的所述待测光纤端面的图像是否达到清晰度和亮度的条件,如果未达到则报警。否则将待测光纤端面的图像压入待测队列,将待测光纤端面图像按照RGB三个通道分离出纤芯图像和包层图像;

步骤S3、若待测光纤的包层为圆形/椭圆形,通过灰度算法提取出包层的边界,得到边界点集,将所述边界点集做椭圆拟合,通过拟合得椭圆计算出待测光纤几何尺寸;

步骤S4、若待测光纤的包层为多边形,获取步骤S2分离得到的包层灰度图像,通过灰度算法提取出包层的边界,得到边界点集,将所述边界点集滤波并排除该点集中不在边界上的噪点,排序出点集中点距最大的两点,搜索点集中与上述点距最大的两点连线为 90° 的点,取上述三个点和任意两个边界点为目标点集,对上述目标点集做椭圆拟合计算出几何尺寸。

[0033] 采用本方法可以测试包层为圆形或者为多边形的有源光纤以及相似结构的特种光纤的端面几何尺寸,将光纤端面几何测试系统的测试范围扩展到特种光纤领域。

[0034] 清晰度采用拉普拉斯算子计算得到。亮度的计算分为背景光亮度和纤芯亮度分开计算,背景光亮度以椒盐噪声的大小为标准,具体为在边角处R通道的椒盐噪声处于设定范围内;纤芯亮度以饱和度为标准,不饱和的情况是RGB通道中只有G通道有数值。

[0035] 具体到本实施方法中,按照RGB原理分离所述图像的纤芯和包层是按照R通道也就是红光分离出包层,按照G通道也就是绿光分离出纤芯。

[0036] 通过拟合得到的椭圆计算出几何尺寸的方法为:对根据纤芯图像得到的椭圆的长轴和短轴求平均为纤芯半径,对根据包层图像得到的椭圆的长轴和短轴求平均为包层半径。纤芯和包层椭圆的圆心之间的距离为同芯度。纤芯椭圆长轴和短轴之差为纤芯不圆度,包层椭圆长轴和短轴之差为包层不圆度。以上几何尺寸结果单位均为微米。上述纤芯不圆度除以纤芯半径得单位为百分比的纤芯不圆度,上述包层不圆度除以包层半径得单位为百分比的包层不圆度。

[0037] 如图4所示,描述了提取多边形包层的几何参数的算法流程,具体到本实例中是提取八边形包层的几何参数的算法流程。

[0038] 八边形外边界选取的算法流程具体为,获取上述方法中分离得到的包层灰度图

像,通过灰度算法提取出包层的边界,得到边界点集,将所述边界点集滤波并排除该点集中不在边界上的噪点,排序出点集中点距最大的两点,搜索点集中与上述点距最大的两点连线为 90° 的点,取上述三个点和任意两个边界点为目标点集,对上述目标点集做椭圆拟合计算出待测光纤几何尺寸。

[0039] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

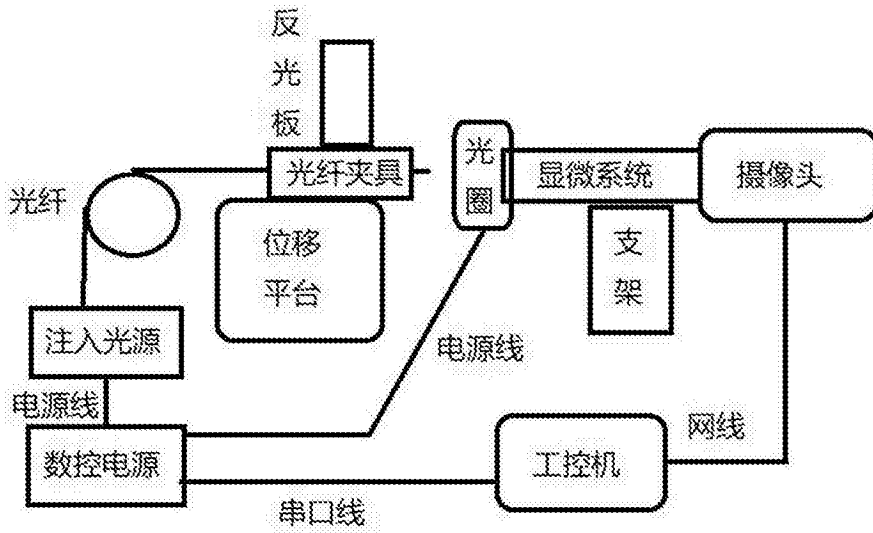


图1

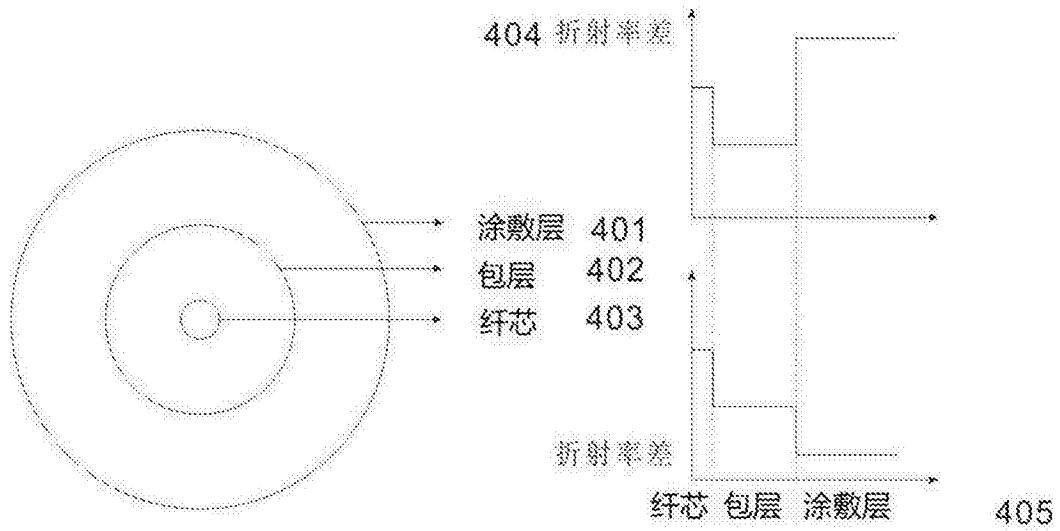


图2

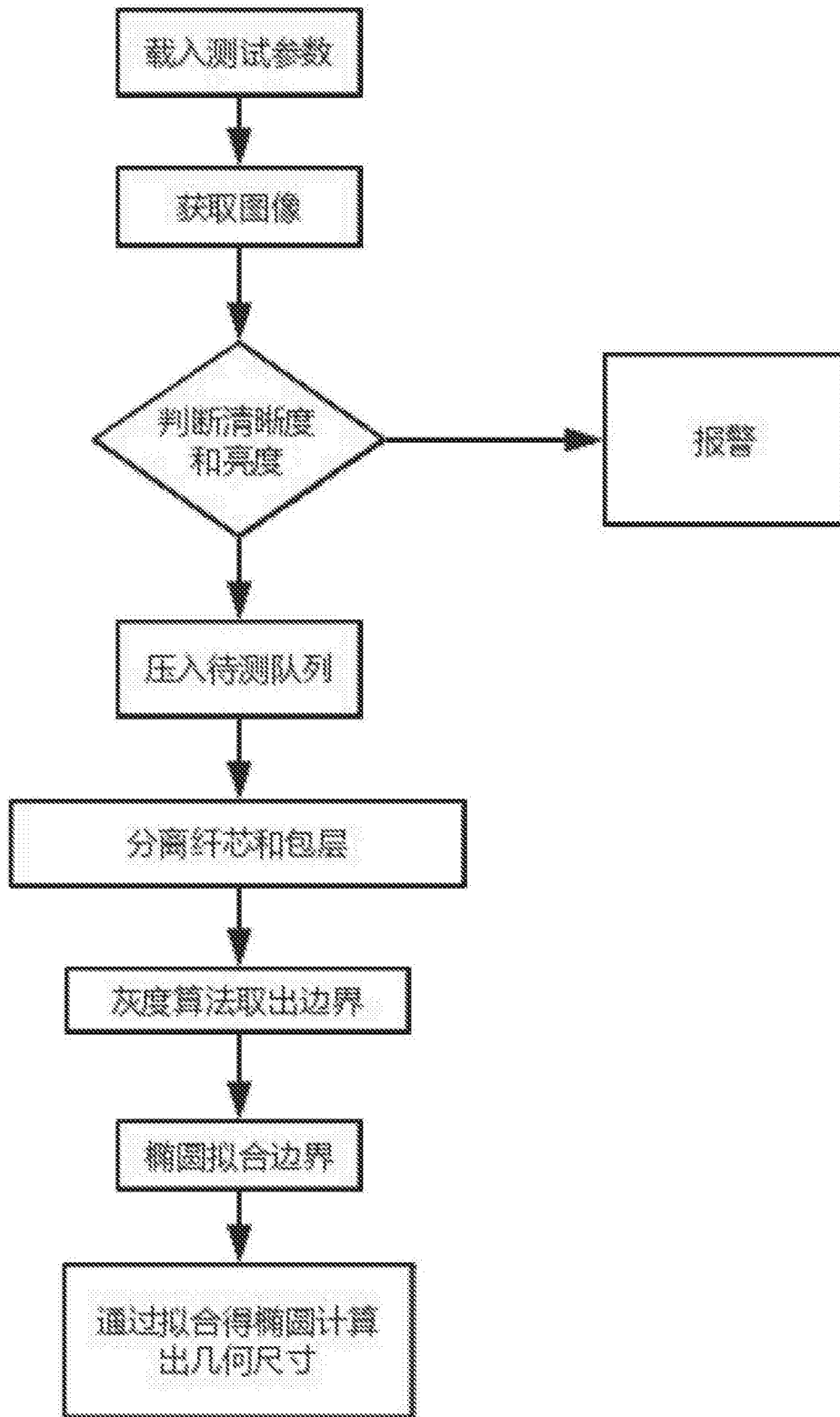


图3

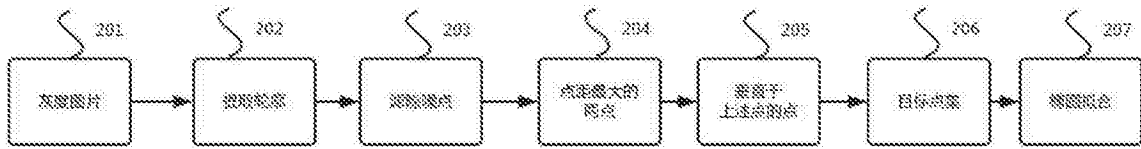


图4