



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111007079 A

(43)申请公布日 2020.04.14

(21)申请号 201911353154.8

(22)申请日 2019.12.25

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 郭小红 李斌成 王静

(51)Int.Cl.

G01N 21/95(2006.01)

G06T 7/00(2017.01)

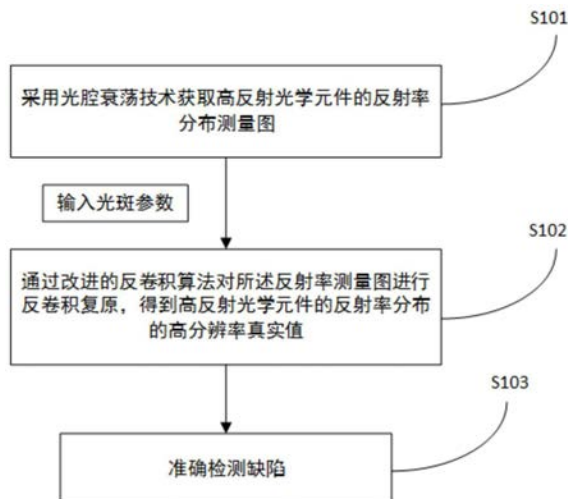
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法

(57)摘要

本发明提供了一种提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法,该方法包括:采用光腔衰荡技术获取高反射光学元件的反射率分布测量图;通过改进的反卷积算法对反射率分布测量图进行反卷积复原,消除光斑尺寸的影响,得到高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值,从而更准确地检测缺陷。该方法与传统的光腔衰荡光学元件缺陷检测技术相比,采用反卷积方法对反射率分布图进行恢复,最终得到分辨率更高的光学元件反射率分布真实值结果,提高了检测精度。



1. 一种提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法,所述方法包括:

获取高反射光学元件的反射率分布测量图,其中,所述反射率分布测量图是由所述高反射光学元件采用光腔衰荡技术经过电动位移台扫描得到的;

通过改进的反卷积算法对所述反射率分布测量图进行反卷积复原,得到所述高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值,从而更准确地检测缺陷。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过改进的反卷积算法对所述反射率测量图进行反卷积复原,得到所述高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值包括:

获取所述改进的反卷积算法的初始解,其中,所述初始解为初始的高反射光学元件反射率值,第一次初始解采用光腔衰荡技术对所述高反射光学元件进行扫描获得;

在得到所述初始解后,执行以下迭代步骤,直至得到所述高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值为止;

通过输入的光斑参数确定仪器响应函数,对仪器响应函数与初始解进行卷积计算,得到初始解与卷积结果的差值;

通过引入的松弛函数修正差值,根据所述高反射光学元件的反射率值和所述修正差值,得到所述高反射光学元件的新反射率值;

通过所述高反射光学元件的反射率值及新反射率值的差值,得到均方根误差;

判断所述均方根误差是否为极小量,如果所述均方根误差是所述极小量,则将所述高反射光学元件的新反射率值作为所述高反射光学元件的反射率分布真实值结果;

如果所述均方根误差不是极小量,则将所述高反射光学元件的新反射率值作为所述初始解,继续执行以上迭代步骤,直到得到所述高反射光学元件的反射率分布真实值结果为止。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,采用光腔衰荡技术得到所述高反射光学元件的反射率分布测量图。

一种提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学检测的技术领域,尤其是涉及一种提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法。

背景技术

[0002] 精密高反射光学元件在各个工业领域都有着广泛的应用。高反射光学元件,特别是光学膜层,由于材料本身和镀膜工艺的原因,膜层中存在各种缺陷,缺陷在膜层中以一定的方式和密度分布,这些缺陷往往是导致高反射光学元件激光损伤的主要原因。高功率激光技术的快速发展对高反射光学元件的反射率二维分布及其缺陷检测提出了非常高的要求。因此,有必要研究高反射光学元件的缺陷检测,找到提高检测分辨率的方法。

[0003] 目前,光学元件的缺陷检测方法有目视法、滤波成像法、频谱分析法等。检测结果存在效率低,准确性差等问题。其中目视法是指在暗场照明环境下,由观察者利用放大镜直接肉眼观测高反射光学元件表面并进行判断,这种方法检测效率和精度都很低,受各种限制。滤波成像法与目视法的基本原理相似,不同之处在于滤波成像是由光学传感器来代替人眼,经被测光学元件表面透射或反射后,滤波来限制光束中的低频或者高频成分,留下的高频或者低频成分经过光学传感器成像,此时的像为暗背景下呈现为缺陷的像,以此判断缺陷的大小和特性。频谱分析法是将元件表面缺陷引起的散射光穿过傅里叶透镜,由后焦平面的光强分布得到缺陷后向衍射谱的能量,再通过能量积分处理得出缺陷大小及深度情况。该检测系统由光学部分,运动控制部分以及计算机等构成,通过反向衍射光的能量评估元件表面缺陷测。

[0004] 专利申请CN109975319提供了一种平面光学元件表面质量检测的装置,该装置通过激光光源发出的探测光束依次穿过分束镜、激光扩束器、高反射镜经积分球入射到被测元件上形成散射光,并分析散射光能量的大小和角度分布,得出缺陷的实际情况。此法的缺点是检测系统过于复杂,检测速度比较慢,并且无法确定缺陷的具体位置。

[0005] 需要一种新的检测方法来精确检测高反射光学元件的缺陷,因此引入光腔衰荡技术。光腔衰荡(CRD)技术是一种基于高精度谐振腔的高灵敏度探测技术,通过测量光在谐振腔中的衰荡时间来确定待测镜的反射率。它是一种绝对测量方法,不需要标定,测量灵敏度高,装置简单,不受激光输出功率波动的影响,相对于传统测量方法具有无可比拟的优势和广泛的应用领域。通过光腔衰荡技术来获得高反射光学元件的反射率分布图并确定光学元件的缺陷情况,提高了缺陷检测的灵敏度。但传统光腔衰荡技术中探测光束的光斑尺寸一般大于缺陷尺寸,导致缺陷检测的分辨率受限。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种提高高反射光学元件缺陷的检测分辨率的方法,以缓解现有检测技术的检测分辨率不高的技术问题。

[0007] 本发明实施例提供了一种提高高反射光学元件缺陷的检测分辨率的方法,所述方

法包括：

[0008] 获取高反射光学元件的反射率分布测量图，其中，所述反射率分布测量图是由所述高反射光学元件采用光腔衰荡技术经过电动位移台扫描得到的；

[0009] 通过改进的反卷积算法对所述反射率分布测量图进行反卷积复原，得到所述高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值，从而更准确地检测缺陷。

[0010] 其中，通过改进的反卷积算法对所述反射率测量图进行反卷积恢复，得到所述高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值结果包括：

[0011] 获取所述改进的反卷积算法的初始解，其中，所述初始解为初始的高反射光学元件反射率值，第一次初始解采用光腔衰荡技术对所述高反射光学元件进行扫描获得；

[0012] 在得到所述初始解后，执行以下迭代步骤，直至得到所述高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值为止；

[0013] 通过输入的光斑参数确定仪器响应函数，对仪器响应函数与初始解进行卷积计算，得到初始解与卷积结果的差值；

[0014] 通过引入的松弛函数修正差值，根据所述高反射光学元件的反射率值和所述修正差值，得到所述高反射光学元件的新反射率值；

[0015] 通过所述高反射光学元件的反射率值及新反射率值的差值，得到均方根误差；

[0016] 判断所述均方根误差是否为极小量，如果所述均方根误差是所述极小量，则将所述高反射光学元件的新反射率值作为所述高反射光学元件的反射率分布真实值结果；

[0017] 如果所述均方根误差不是极小量，则将所述高反射光学元件的新反射率值作为所述初始解，继续执行以上迭代步骤，直到得到所述高反射光学元件的反射率分布真实值结果为止。

[0018] 根据改进的迭代算法得到的高反射光学元件的反射率分布真实值，可以更准确地确定高反射光学元件的缺陷情况。

[0019] 本发明实施例带来了以下有益效果：本发明实施例提供了一种提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法，该方法应用于终端设备，包括：采用光腔衰荡技术获取高反射光学元件的反射率分布测量图；通过改进的反卷积算法对反射率分布测量图进行反卷积复原，消除光斑尺寸的影响，得到高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值，从而更准确地检测缺陷。与传统的光腔衰荡光学元件缺陷检测技术相比，本方法采用反卷积方法对反射率分布图进行恢复，最终得到分辨率更高的光学元件反射率分布真实值结果，提高了检测精度和分辨率。

[0020] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施发明而了解。本发明的目的和其他优点在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0021] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举实施例，并配合附图，作详细说明如下。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式，下面将对具体实施方式所需要使用的附图做简单介绍。显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一种实施方式，对于本领域技术

人员来讲,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1为本发明实施例提供的提高高反射光学元件缺陷检测分辨率方法的流程图;

[0024] 图2为本发明实施例提供的采用光腔衰荡技术进行高反射光学元件反射率分布测量图的系统示意图;

[0025] 图3为本发明实施例提供的通过改进的反卷积算法对反射率分布测量图进行反卷积恢复,得到高反射光学元件的缺陷检测结果的流程图;

[0026] 图4为本发明实施例提供的改进的反卷积恢复算法的流程图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整的描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 一种提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法,应用于终端设备,参考图1,该方法包括:

[0029] S101、采用光腔衰荡技术获取高反射光学元件的反射率分布测量图;

[0030] 本发明实施例针对采用光腔衰荡技术由电动位移台扫描得到的高反射光学元件的反射率分布测量图,由改进的反卷积恢复算法得到高反射光学元件的反射率真实值。

[0031] 采用光腔衰荡技术进行高反射光学元件反射率分布测量图的系统装置图如图2所示。

[0032] 其中,激光器产生激光束,激光器波长可根据高反射光学元件要求进行选择。

[0033] 光束在两腔镜、耦合镜和待测的高反射光学元件之间来回反射,其中,两腔镜为反射率已知的高反射镜,耦合镜用于形成折叠腔。从腔镜透射出去的光经过聚焦透镜聚焦后,被光电探测器接收。

[0034] 其中,待测元件装载于电动位移台上,在轴向移动的基础上,电动位移台和探测器分别与终端设备(比如计算机)连接,用户可以在计算机上预设扫描中心和扫描步长,然后电动位移台根据指令进行移动,探测器将光信号转换为电信号,经过拟合计算得到高反射光学元件的反射率分布测量图。

[0035] S102、通过改进的反卷积算法对所述反射率分布测量图进行反卷积复原,得到高反射光学元件的反射率真实值检测结果。

[0036] 反卷积算法利用采集到的反射率值以及输入的光斑参数等,通过迭代优化算法复原出高反射光学元件的真实反射率值。

[0037] S103、对于高反射光学元件检测而言,获得了真实的反射率值即可推算出缺陷,从而实现检测。

[0038] 现有的散射分析法对光学元件进行检测时,需要收集散射光进行分析,检测系统复杂,也无法确定缺陷的具体位置。而与传统的光腔衰荡光学元件缺陷检测技术相比,本方法采用反卷积方法对反射率分布图进行恢复,最终得到分辨率更高的光学元件反射率分布真实值结果,提高了检测精度。本检测方法系统装置简单,不受外界环境的干扰,检测精度高,缓解了现有技术检测系统复杂,不能确定缺陷具体位置的技术问题。

[0039] 以上内容对提高高反射光学元件缺陷检测分辨率的方法进行了整体介绍,下面对其中的具体内容进行详细描述。

[0040] 参考图3,通过改进的反卷积恢复算法对高反射光学元件的反射率分布测量值进行反卷积处理,得到高反射光学元件的反射率分布真实值的检测结果包括:

[0041] S301、获取改进的反卷积恢复算法的初始解,其中,第一次高反射光学元件的初始解通过光腔衰荡技术实测获得,可以通过预设位移台的扫描中心及扫描步长,得到待测元件的一维或者二维反射率测量结果;

[0042] 反卷积恢复算法一般基于Van Cittert迭代算法实现,本发明针对高反射光学元件的缺陷检测问题,提出用于提高检测分辨率的反卷积恢复算法流程图如图4所示,图中所示为第n次迭代的过程。

[0043] 第一次初始解将光学元件通过光腔衰荡系统得到的数据作为反卷积恢复算法的初始解。其中 R_m 表示探测器实测数据。

[0044] 后续迭代过程中的初始解是由上一次迭代完成后得到的结果作为初始解进行的迭代过程。

[0045] 在得到初始解后,执行以下迭代步骤,直至得到高反射光学元件的反射率分布真实值结果为止:

[0046] S302、通过输入的光斑函数与初始解进行卷积计算,得到初始解与卷积结果的差值;

[0047] 迭代算法的基本思路类似于寻找滤波器,首先假设初始解为所求解,将其与仪器响应函数进行卷积计算后与初始解做差值计算,得到第一微小差值;

[0048] S303、通过引入的松弛函数修正差值,根据高反射光学元件的反射率测量值和第一微小差值,得到新反射率值;

[0049] 为了改善随迭代过程而增长的不真实峰,在此引入松弛函数,与第一微小差值做乘积以修正差值,该差值与所述高反射光学元件的反射率值相加,得到新的反射率值;

[0050] S304、通过所述高反射光学元件的反射率测量值及新反射率值的差值,得到均方根误差;

[0051] 将所述新反射率值与所述高反射光学元件反射率测量值进行均方根误差计算,得到第二微小差值;

[0052] S305、判断均方根误差是否为极小量,其中,判断过程是依据迭代趋势而确定的,若本次均方根误差与前次均方根误差相差小于一定数量级,则均方根误差为极小量,迭代收敛;

[0053] S306、如果均方根误差是极小量,则将高反射光学元件的新反射率值作为所述高反射光学元件的检测结果;

[0054] S307、如果均方根误差不是极小量,则将高反射光学元件的新反射率值作为所述初始解,继续执行以上迭代步骤,直到得到高反射光学元件的检测结果为止。

[0055] 本发明相对于传统的高反射光学元件缺陷检测方式具有以下优点:

[0056] 1.可提高高反射光学元件缺陷的检测分辨率。通过针对性地获取高反射光学元件的反射率测量图,提出改进的反卷积算法对反射率分布测量图进行反卷积复原,消除光斑尺寸的影响,得到高反射光学元件的反射率分布的高分辨率真实值,从而更准确地检测缺

陷；

[0057] 2. 本发明是利用光腔衰荡技术采集数据，系统装置简单，不受激光输出功率波动的影响。

[0058] 最后应说明的是：以上所述实施例，仅为本发明的具体实施方式，用以说明本发明的技术方案，而非对其限制，本发明的保护范围不局限于此，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细说明，本领域的技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化，或对其中部分技术特征进行同等替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

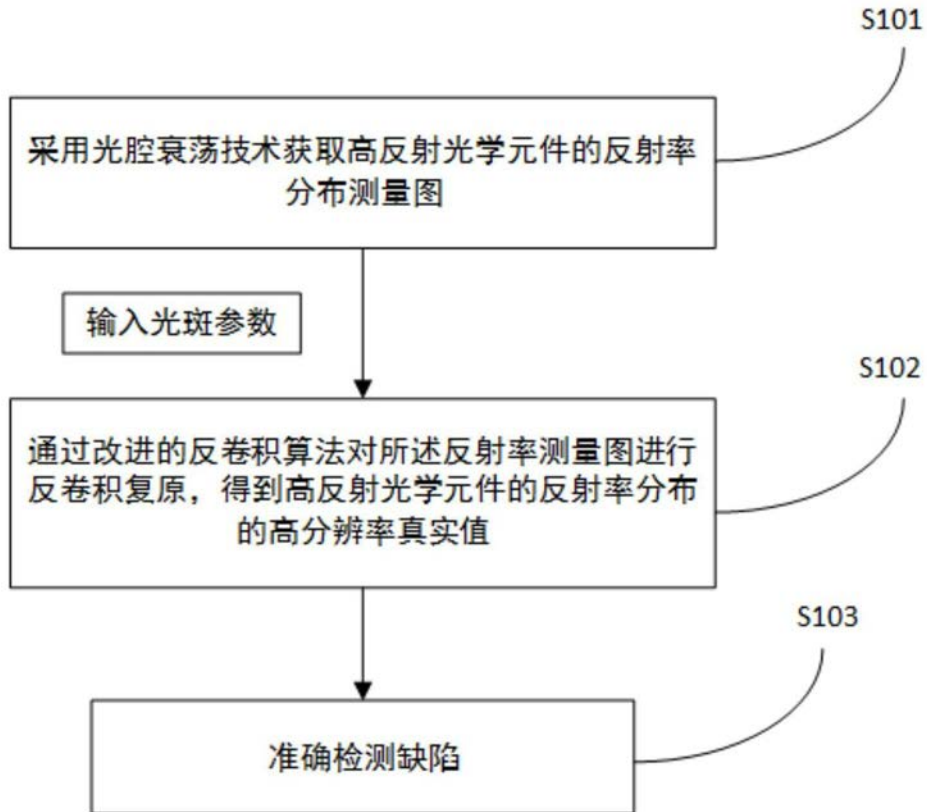


图1

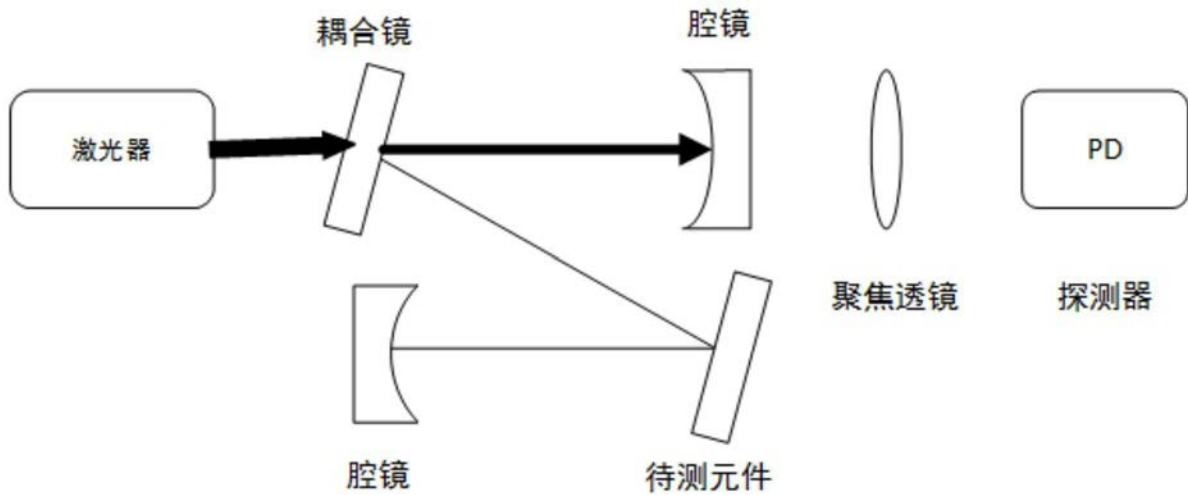


图2

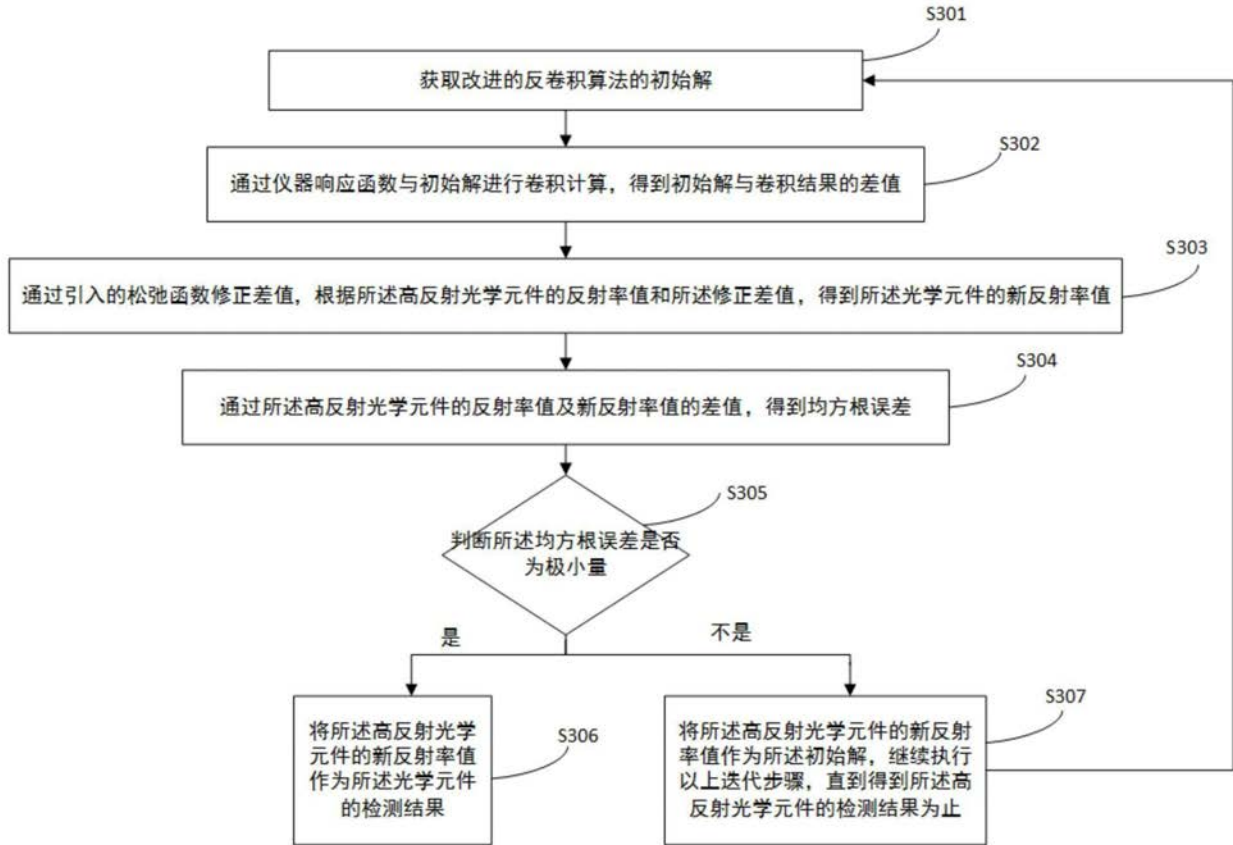


图3

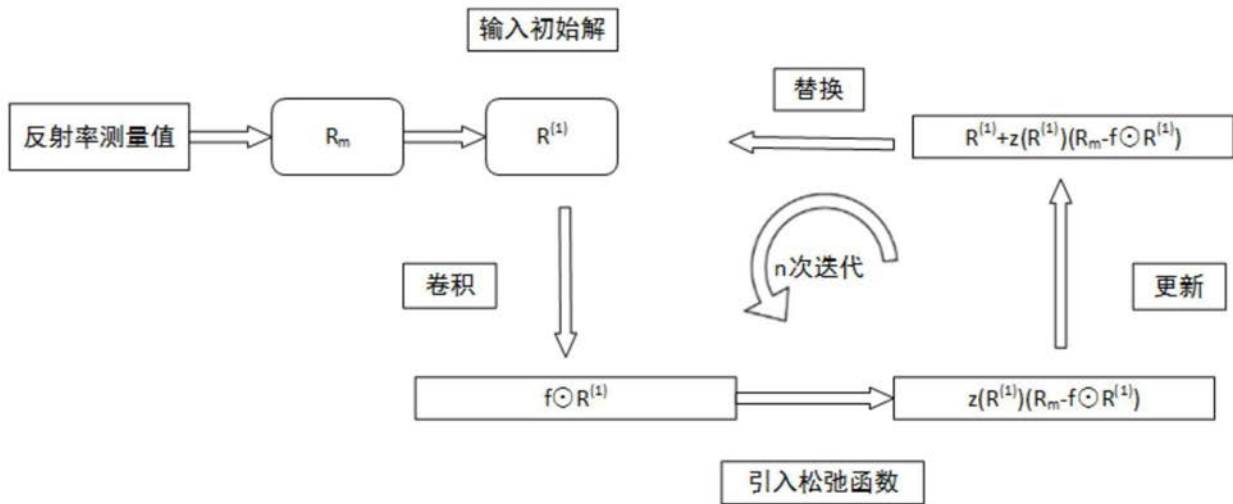


图4