



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113218961 B

(45) 授权公告日 2023.08.11

(21) 申请号 202110430767.8

(22) 申请日 2021.04.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113218961 A

(43) 申请公布日 2021.08.06

(73) 专利权人 中国科学院光电技术研究所
地址 610209 四川省成都市双流350信箱

(72) 发明人 罗先刚 赵承伟 王长涛 马晓亮
罗云飞

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251
专利代理师 张乾桢

(56) 对比文件

CN 206248563 U, 2017.06.13

CN 106018413 A, 2016.10.12

CN 204629260 U, 2015.09.09

CN 108267460 A, 2018.07.10

CN 104040287 A, 2014.09.10

CN 108445615 A, 2018.08.24

CN 110031478 A, 2019.07.19

CN 212963235 U, 2021.04.13

US 2002196338 A1, 2002.12.26

US 2015355106 A1, 2015.12.10

JP H1075051 A, 1998.03.17

审查员 蔡绮幸

(51) Int. Cl.

G01N 21/95 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

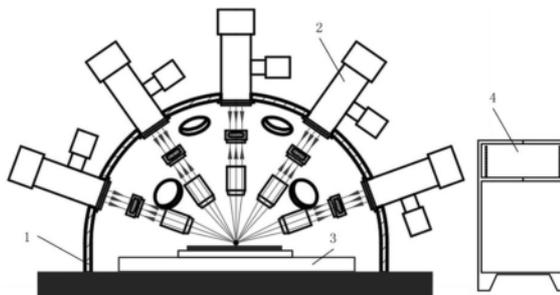
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基片缺陷检测装置与方法

(57) 摘要

本发明是一种基片缺陷检测装置与方法,基片缺陷检测装置包括支撑框架、照明与拍摄模块、承片模块和控制系统;支撑框架包含半球壳、底座和连接段,半球壳通过连接段设置在底座上;连接段上设置有送片窗口,半球壳上均匀设置有多个安装孔,各安装孔的轴线设置为穿过半球壳的球心;承片模块安装在底座上,用于稳定承载待检测基片;照明与拍摄模块能够实现对承片模块上待检测基片的照明与拍摄;控制系统用于照明与拍摄模块和承片模块的信号采集、数据处理以及联动控制。本发明基于散射成像基本原理,采用全方位多场照明与拍摄的方式,进行基片缺陷检测,实现全方位的多场照明与拍摄,弥补散射成像方法在基片缺陷精确检测方面的不足。



1. 一种基片缺陷检测装置,其特征在于:包括支撑框架(1)、照明与拍摄模块(2)、承片模块(3)和控制系统(4);

所述支撑框架(1)包含半球壳(1-1)、底座(1-2)和连接段,所述半球壳(1-1)通过连接段设置在所述底座(1-2)上;所述连接段上设置有送片窗口,所述半球壳(1-1)上均匀设置有多个安装孔,各所述安装孔的轴线设置为穿过所述半球壳(1-1)的球心;

所述承片模块(3)安装在所述底座(1-2)上,用于稳定承载待检测基片(3-3);

所述照明与拍摄模块(2)包括位于半球壳(1-1)中心区域的至少一个中心照明与拍摄模块(2)和位于所述半球壳(1-1)中心区域外围的至少一个外围照明与拍摄模块(2),多个所述照明与拍摄模块(2)分别对应安装在所述半球壳(1-1)的所述多个安装孔上,所述照明与拍摄模块(2)能够实现对所述承片模块(3)上待检测基片(3-3)的照明与拍摄;

所述控制系统(4)接收用户指令,按需对所有照明和拍摄模块(2)根据检测策略切换照明与拍摄功能,控制系统(4)可控制不同纬度层上的照明与拍摄模块(2)进行照明功能和拍照功能的切换,使得中心照明与拍摄模块(2)照明时,外围照明与拍摄模块(2)进行信号采集;或外围照明与拍摄模块(2)照明时,中心照明与拍摄模块(2)进行信号采集,进而实现不同形式的照明和拍摄模式。

2. 如权利要求1所述的基片缺陷检测装置,其特征在于:所述照明与拍摄模块(2)包括探测器(2-1)、照明光源(2-2)、分光镜筒(2-3)、锁紧环(2-4)、镜筒透镜(2-5)和成像物镜(2-6),所述照明与拍摄模块(2)通过锁紧环(2-4)安装在所述安装孔上,所述探测器(2-1)、所述照明光源(2-2)和所述镜筒透镜(2-5)安装在所述分光镜筒(2-3)上,所述成像物镜(2-6)与所述镜筒透镜(2-5)连接。

3. 如权利要求2所述的基片缺陷检测装置,其特征在于:所述成像物镜(2-6)为无限远物镜;所述镜筒透镜(2-5)与所述探测器(2-1)、所述照明光源(2-2)和所述成像物镜(2-6)相匹配。

4. 如权利要求3所述的基片缺陷检测装置,其特征在于:所述承片模块(3)包括位移台(3-1)和吸盘(3-2),所述位移台设置在所述底座(1-2)上,所述吸盘(3-2)设置在所述位移台(3-1)上并用于吸附待检测基片(3-3)。

5. 如权利要求4所述的基片缺陷检测装置,其特征在于:所述位移台(3-1)为六轴位移台;所述控制系统(4)用于所述探测器(2-1)、所述照明光源(2-2)和所述六轴位移台(3-1)的信号采集、数据处理以及联动控制。

6. 基于权利要求1至5中任一项所述基片缺陷检测装置的检测方法,其特征在于:利用所述基片缺陷检测装置的控制系统(4)协同控制照明与拍摄模块(2)和承片模块(3),实现对承片模块(3)上待检测基片(3-3)的散射特性分析处理、全方位信号采集处理、缺陷识别处理或拼接检测处理。

7. 根据权利要求6所述基片缺陷检测装置的检测方法,其特征在于:在散射特性分析处理过程中,控制所述至少一个外围照明与拍摄模块(2)依次开启照明功能,控制所述至少一个中心照明与拍摄模块(2)开启拍摄功能并采集图像,将所述图像用于分析不同照明条件下待检测基片(3-3)上缺陷的散射能量强度信息。

8. 根据权利要求6所述基片缺陷检测装置的检测方法,其特征在于:在全方位信号采集处理过程中,控制所述至少一个中心照明与拍摄模块(2)开启照明功能,控制所述至少一个

外围照明与拍摄模块(2)同时开启拍摄功能,用于分析待检测基片(3-3)上缺陷的散射能量强度信息。

9.根据权利要求6所述基片缺陷检测装置的检测方法,其特征在于:在缺陷识别处理过程中,基于检测要求切换多个所述照明与拍摄模块(2)的照明功能与拍摄功能,对采集的图像进行分析并对待检测基片(3-3)上表面的颗粒、凹坑、划伤和/或水渍缺陷进行识别。

10.根据权利要求6所述基片缺陷检测装置的检测方法,其特征在于:在拼接检测处理的过程中,利用所述控制系统(4)协同控制所述承片模块(3)和多个所述照明和拍摄模块(2),实现整个待检测基片(3-3)的缺陷拼接检测。

一种基片缺陷检测装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及芯片缺陷检测技术领域,具体涉及一种基片缺陷检测装置与方法。

背景技术

[0002] 经过几十年的发展,基于散射成像方法的基片缺陷检测技术已经开拓了多条技术路线:

[0003] (1)斜入射(Oblique Incidence)散射成像,斜入射散射成像方法是将照明光束从成像物镜外围斜入射在基片表面,散射光通过成像物镜被探测器收集,对缺陷进行检测。美国科磊(KLA)(美国专利:8605275)、日本日立(Hitachi)(美国专利:9933370)、中科飞测(中国专利:201810954898.4)等都基于该原理研究了系列缺陷检测系统与方法。

[0004] (2)暗场(Dark Field)显微成像,暗场显微成像的照明光束从成像物镜内部外环通孔进入,然后通过反射均匀的照射在基片表面上,散射光再从物镜中间回到探测器。美国科磊(KLA)(美国专利:19726615)和上海理工大学(中国专利:201611167202)等基于暗场显微成像原理开展了缺陷检测系统与方法的研究。

[0005] (3)组合模式成像,组合模式成像主要是对不同的照明方式和不同的信号采集方式进行组合,一方面通过均匀照明提高缺陷信息的完整性,另一方面通过散射成像进行缺陷寻找,通过明场成像进行缺陷识别。为了尽可能兼顾检测效率和缺陷信息的完整性,研究人员提出了多种组合模式的散射成像方法:1)正入射与斜入射照明,散射成像(美国专利:6590645);2)正入射与斜入射照明,同轴明场成像与散射成像(美国专利:9053390)。3)斜入射照明,反射明场成像与散射成像(美国专利:20160150191)。4)正入射与斜入射照明,同轴明场成像、反射明场成像和散射成像(美国专利:10551320)。

[0006] 散射成像方法本是对缺陷信息最为敏感的,但是为了兼顾检测效率和缺陷信息的完整性,只能选择组合成像的模式进行基片缺陷检测,甚至牺牲散射成像的优势。散射能量强度与散射角直接相关,采用传统的单场照明与拍摄,只能收集到能量场缺陷的局部信息,无法完整获取缺陷信息,进而无法准确识别缺陷的大小和类型,本发明全方位多场照明与拍摄方式将有效解决相关问题。

发明内容

[0007] 本发明需要解决的技术问题是:提出一种基片缺陷检测装置与方法,本发明基于散射成像基本原理,采用全方位多场照明与拍摄的方式,进行基片缺陷检测,实现全方位的多场照明与拍摄,弥补散射成像方法在基片缺陷精确检测方面的不足。

[0008] 本发明的技术解决方案是:一种基片缺陷检测装置,包括支撑框架、照明与拍摄模块、承片模块和控制系统;

[0009] 所述支撑框架包含半球壳、底座和连接段,所述半球壳通过连接段设置在所述底座上;所述连接段上设置有送片窗口,所述半球壳上均匀设置有多个安装孔,各所述安装孔的轴线设置为穿过所述半球壳的球心;

[0010] 所述承片模块安装在所述底座上,用于稳定承载待检测基片;

[0011] 所述照明与拍摄模块包括位于半球壳中心区域的至少一个中心照明与拍摄模块和位于所述半球壳中心区域外围的至少一个外围照明与拍摄模块,多个所述照明与拍摄模块分别对应安装在所述半球壳的所述多个安装孔上,所述照明与拍摄模块能够实现与所述承片模块上待检测基片的照明与拍摄;

[0012] 所述控制系统用于所述照明与拍摄模块和所述承片模块的信号采集、数据处理以及联动控制。

[0013] 进一步地,所述照明与拍摄模块包括探测器、照明光源、分光镜筒、锁紧环、镜筒透镜和成像物镜,所述照明与拍摄模块通过锁紧环安装在所述安装孔上,所述探测器、所述照明光源和所述镜筒透镜安装在所述分光镜筒上,所述成像物镜与所述镜筒透镜连接。

[0014] 进一步地,所述成像物镜为无限远物镜;所述镜筒透镜与所述探测器、所述照明光源和所述成像物镜相匹配。

[0015] 进一步地,所述承片模块包括位移台和吸盘,所述位移台设置在所述底座上,所述吸盘设置在所述位移台上并用于吸附待检测基片。

[0016] 进一步地,所述位移台为六轴位移台;所述控制系统用于所述探测器、所述照明光源和所述轴位移台的信号采集、数据处理以及联动控制。

[0017] 进一步地,利用所述基片缺陷检测装置的控制系统的协同控制照明与拍摄模块和承片模块,实现对承片模块上待检测基片的散射特性分析处理、全方位信号采集处理、缺陷识别处理或拼接检测处理。

[0018] 进一步地,在散射特性分析处理过程中,控制所述至少一个外围照明与拍摄模块依次开启照明功能,控制所述至少一个中心照明与拍摄模块开启拍摄功能并采集图像,并用于分析不同照明条件下待检测基片上缺陷的散射能量强度信息。

[0019] 进一步地,在全方位信号采集处理过程中,控制所述至少一个中心照明与拍摄模块开启照明功能,控制所述至少一个外围照明与拍摄模块同时开启拍摄功能,用于分析待检测基片上缺陷各角度的散射能量强度信息。

[0020] 进一步地,在缺陷识别处理过程中,基于检测要求切换多个所述照明与拍摄模块的照明功能与拍摄功能,对采集的图像进行分析并对待检测基片上表面的颗粒、凹坑、划伤和/或水渍缺陷进行识别。

[0021] 进一步地,在拼接检测处理的过程中,利用所述控制系统协同控制所述承片模块和多个所述照明和拍摄模块,实现整个待检测基片的缺陷拼接检测。

[0022] 本发明的有益效果是:

[0023] 1、该装置基于球面布置多路照明和拍摄模块,实现了全方位的多场照明与拍摄,弥补了散射成像方法在基片缺陷精确检测方面的不足。

[0024] 2、该装置半球壳上不同位置可以配置相同或者不同性能指标的照明和拍摄模块,工作时可以开启或者关闭任一照明和拍摄模块的照明或者拍摄功能,进而实现任意组合形式的照明和拍摄。

[0025] 3、基于该装置可以分析不同照明条件下缺陷的散射能量强度信息,进而获取缺陷的散射特性。基于该装置可以分析缺陷各维度的散射能量强度信息,并且基于多维度散射能量强度信息协同分析缺陷特征。基于该装置可以对各路采集的图像进行综合分析,进而

对基片表面颗粒、凹坑、划伤、水渍等缺陷进行高效精准识别。

[0026] 4、基于该装置可以通过控制系统协同控制承片模块和照明和拍摄模块,进而实现整个基片缺陷的高效拼接检测。

附图说明

[0027] 图1为本发明的一种基片缺陷检测装置的整体结构示意图;

[0028] 图2为本发明的一种基片缺陷检测装置的支撑框架结构示意图;

[0029] 图3为本发明的一种基片缺陷检测装置的照明与拍摄模块结构示意图;

[0030] 图4为本发明的一种基片缺陷检测装置的承片模块结构示意图。

[0031] 附图标记:

[0032] 1-支撑框架、1-1-半球壳、1-2-底座、2-照明与拍摄模块、2-1-探测器、2-2-照明光源、2-3-分光镜筒、2-4-锁紧环、2-5-镜筒透镜、2-6-成像物镜、2-7-缺陷特征、3-承片模块、3-1-六轴位移台、3-2-吸盘、3-3-待检测基片、4-控制系统。

具体实施方式

[0033] 为使本发明的目的、技术方案和装置等的优点更加清楚,以下结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0034] 不管-瑞利散射理论还-米氏散射理论,散射能量强度与散射角都直接相关,采用传统的单场照明与拍摄,只能收集到能量场缺陷的局部信息,无法完整获取缺陷信息,进而无法准确识别缺陷的大小和类型。单场照明时,缺陷在不同球面位置的散射角存在差异,不同球面位置获得的散射能量强度也会不一样,因此单场照明和拍摄无法获取缺陷的完整信息。本发明全方位多场照明与拍摄方式将有效解决相关问题。该装置基于球面布置多路照明和拍摄模块,实现了全方位的多场照明与拍摄,弥补了散射成像方法在基片缺陷精确检测方面的不足。

[0035] 参照图1-4,该装置包括用于集成照明与拍摄模块和承片模块的支撑框架1;用于实现全方位多场照明与拍摄的照明与拍摄模块2;用于基片安装与位置调节的承片模块3;以及用于探测器、照明光源和位移台的信号采集、数据处理和联动控制的控制系统4。其中照明与拍摄模块2通过锁紧环2-4安装在支撑框架1的半球壳1-1安装孔上,承片模块3通过六轴位移台3-1安装在支撑框架1的底座1-2上。

[0036] 参照图1-2,该装置的支撑框架1包含半球壳1-1和底座1-2,半球壳1-1通过连接段安装在底座1-2上。连接段一体或可拆卸的设置半球壳1-1边缘,连接段上设置有送片窗口,送片窗口可为矩形窗口,窗口外设有推拉门,关门后能够有效防止漏光。半球壳1-1内壁进行染黑处理,能够有效吸收光源,避免杂散光。半球壳1-1上均匀设置有多个用于安装照明与拍摄模块2的安装孔;各安装孔轴线穿过球心。在本实施例中,在不同纬度面上设置相同数量的安装孔,同一纬度面上相邻安装孔间夹角相等,如本实施例中同一纬度面上相邻照明与拍摄模块之间角度为 60° 。虽然,同一纬度面上设置安装孔的数量越多,全方位多场照明和拍摄所获得的缺陷信息越全面,但本领域技术人员需要根据检测需求进行光场分析确定安装孔的数量和同一纬度面上相邻安装孔间夹角的大小,同时应避免相邻的照明与拍摄模块2空间干涉。

[0037] 参照图1、图3,该装置的照明与拍摄模块2包含探测器2-1、照明光源2-2、分光镜筒2-3、锁紧环2-4、镜筒透镜2-5、成像物镜2-6,其中探测器2-1、照明光源2-2和镜筒透镜2-5安装在分光镜筒2-3上,成像物镜2-6与镜筒透镜2-5连接。照明与拍摄模块2通过锁紧环2-4安装在支撑框架1的半球壳1-1和安装孔上。整个照明与拍摄模块2的零部件需根据照明波长、检测视场、分辨力以及安装布局进行选配;探测器2-1应满足成像视场、分辨率、灵敏度和信噪比等要求;照明光源2-2应满足照明面积、准直性、均匀性以及光强等要求;成像物镜2-6需为无限远物镜,可以定制物镜或者标准物镜;镜筒透镜2-5需与探测器2-1、照明光源2-2和成像物镜2-6匹配。照明与拍摄模块2包括位于半球壳1-1中心区域的至少一个中心照明与拍摄模块2和位于半球壳1-1中心区域外围的至少一个外围照明与拍摄模块2,照明与拍摄模块2能够实现对待检测基片3-3的照明与拍摄;

[0038] 参照图4,该装置的承片模块3包括六轴位移台3-1、吸盘3-2和待检测基片3-3,其中吸盘3-2安装在六轴位移台3-1上,待检测基片3-3吸附在吸盘3-2上。六轴位移台3-1应满足步进检测、姿态调节、检测调焦以及基片厚度兼容等功能的行程和精度要求,吸盘3-2应兼容不同规格尺寸的待检测基片3-3吸附安装。

[0039] 该装置基于球面布置多路照明和拍摄模块2,实现了全方位的多场照明与拍摄,弥补了散射成像方法在基片缺陷精确检测方面的不足。基于该基片缺陷检测装置的检测方法,控制系统4接收用户指令发送控制信号给位于不同纬度层上的照明和拍摄模块2,使得中心照明与拍摄模块2照明时,外围照明与拍摄模块2进行信号采集;或中外围照明与拍摄模块2照明时,中心照明与拍摄模块2进行信号采集,进而实现不同形式的照明和拍摄模式。当然,本领域技术人员可以根据需要使用需要,设置并选用不同性能指标的照明和拍摄模块2设置在不同位置上。

[0040] 以下为几类典型的工作模式与功能:

[0041] (a) 散射特性分析:控制系统4接收用户指令,控制基片正上方中心照明和拍摄模块2仅开启拍摄功能,其余位置照明和拍摄模块2依次开启照明功能。正上方的照明和拍摄模块2采集到从不同照明角度所获得的散射强度信息。控制系统4通过处理由正上方的照明和拍摄模块2传回的信号数据,进行处理后获得四周照明条件下缺陷的特性;

[0042] (b) 全方位信号采集:控制系统4接收用户指令,控制基片正上方中心照明和拍摄模块2开启照明功能,其余位置照明和拍摄模块2同时开启拍摄功能。不同方位角度的照明和拍摄模块2采集到缺陷所散射的从正上方的照明所获得的散射强度信息。控制系统4通过处理由不同方位角度的照明和拍摄模块2传回的信号数据,进行处理后获得正上方照明、不同方位角散射条件下缺陷的特性,进而可以基于多维度散射能量强度信息协同分析缺陷特征;

[0043] (c) 缺陷识别:控制系统4接收用户指令,本领域技术人员可以按需对所有照明和拍摄模块2根据检测策略切换照明与拍摄功能,启用拍摄功能的照明和拍摄模块2,采集到缺陷散射的从启用照明功能的照明和拍摄模块2处获得的能量,并将采集到的信号传输回控制系统4,通过控制系统4的综合分析,对具有不同散射强度信息的基片表面颗粒、凹坑、划伤、水渍等缺陷进行高效精准识别。

[0044] (d) 拼接检测:控制系统4协同控制承片模块3和照明和拍摄模块2,实现整个基片的缺陷拼接检测。在对面积较大的基片进行检测时,控制系统4通过控制六轴位移台3-1实

现基片检测区域的移动,六轴位移台3-1将基片待检测区域移动到半球壳1-1球心时,按需选择以上(a)-(c)中的任一模式进行检测,控制系统4将采集的信号和处理的结果进行存储后完成一个待检测区域的检测;然后再循环进行前一检测步骤,直到基片检测完毕;检测完毕后,由控制系统4将存储的检测图像进行拼接,检测结果进行整合,得到整个面积较大基片的检测结果。

[0045] 采用本发明的上述装置,进行多模式的检测,相较于传统技术其能够更便捷分析不同照明条件下缺陷的散射能量强度信息,进而分析缺陷的散射特性。其能够有效提升缺陷散射能量强度,从而更精准的检测缺陷。其能够分析缺陷各维度的散射能量强度信息,从而获取更精确的缺陷轮廓信息,进行更有效的区分不同缺陷的类型。

[0046] 以上,仅为本发明中的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此。任何熟悉该技术的人在本发明所揭露的技术范围内,可理解想到的变换或替换,都涵盖在本发明的包含范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

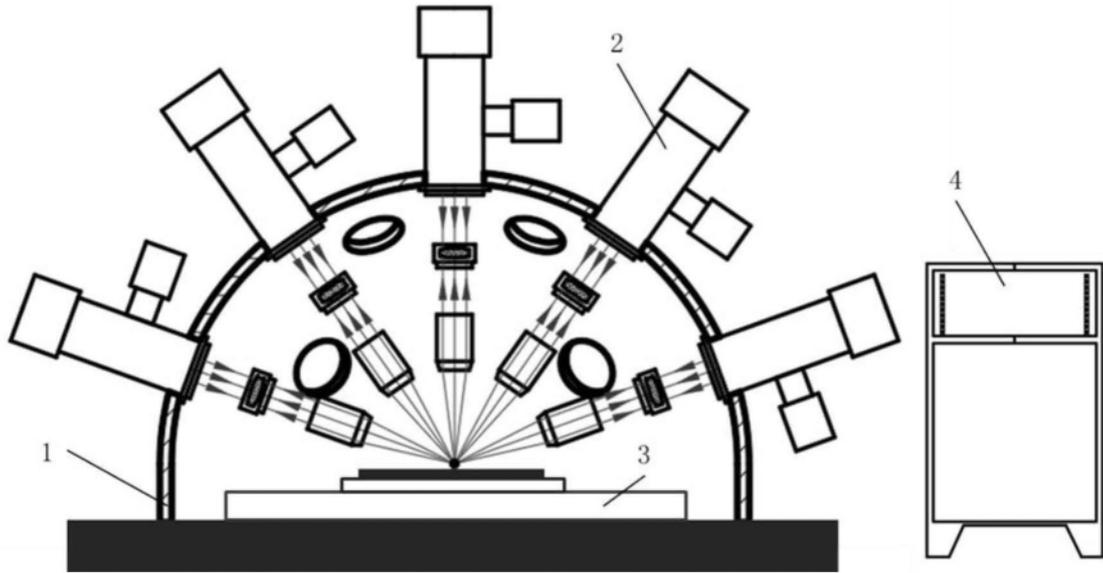


图1

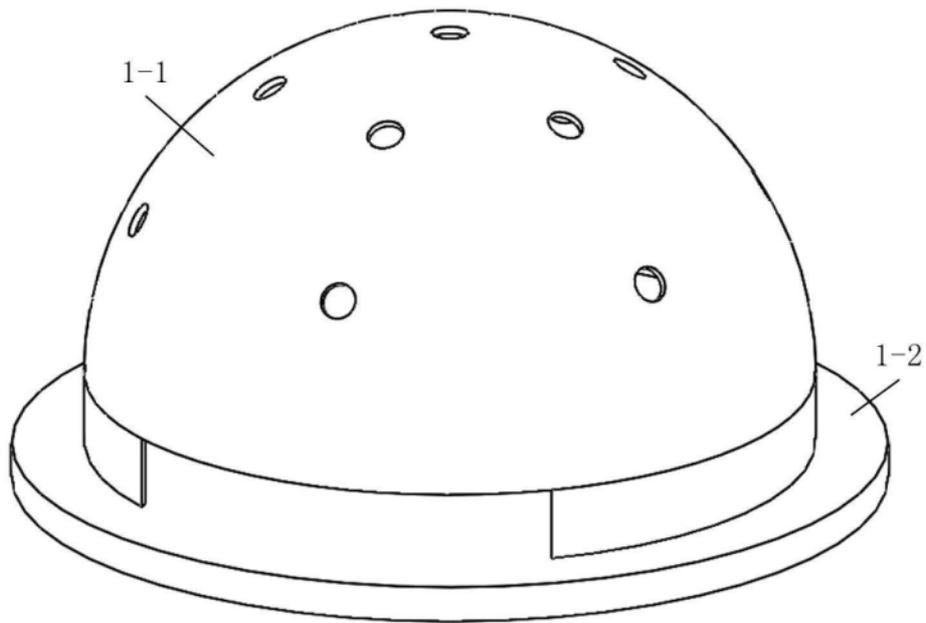


图2

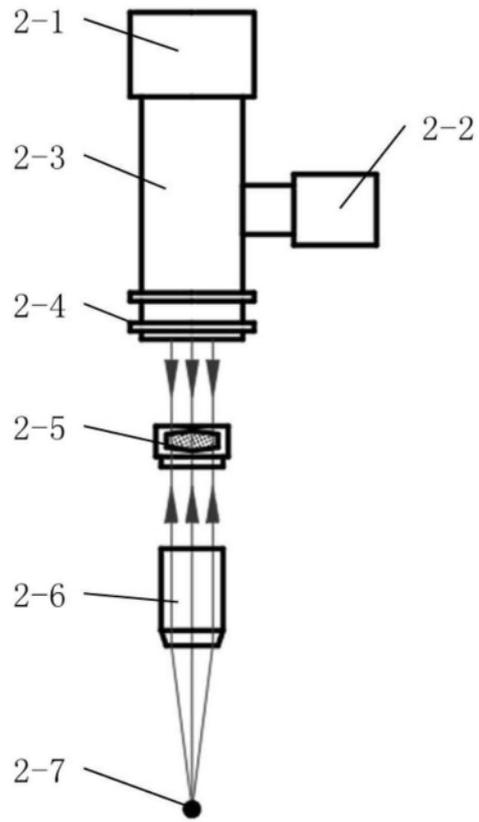


图3

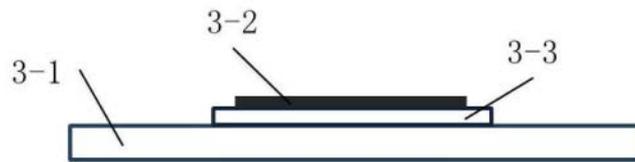


图4