



(21)申请号 201610775652.1

(22)申请日 2016.08.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106404608 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(73)专利权人 清华大学
地址 100084 北京市海淀区北京100084-82
信箱

(72)发明人 马丽然 刘德裕 梁勇 尹相雨
雒建斌

(74)专利代理机构 深圳市鼎言知识产权代理有限公司 44311
代理人 郑海威

(51)Int.Cl.
G01N 13/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104990872 A, 2015.10.21,
CN 101109680 A, 2008.01.23,
CN 2556636 Y, 2003.06.18,
CN 205027646 U, 2016.02.10,
WO 2008112955 A1, 2008.09.18,
JP 2004333271 A, 2004.11.25,
JP 2008202993 A, 2008.09.04,
汪源等. 和频与差频振动光谱实验构型的分析模拟.《物理化学学报》.2011,第27卷(第12期),
Michael T. L. Casford et al..The Adsorption of Synovene on ZDDP Wear Tracks: A Sum Frequency Generation (SFG) Vibrational Spectroscopy Study.《Tribol Lett》.2016,第62卷

审查员 吴文惠

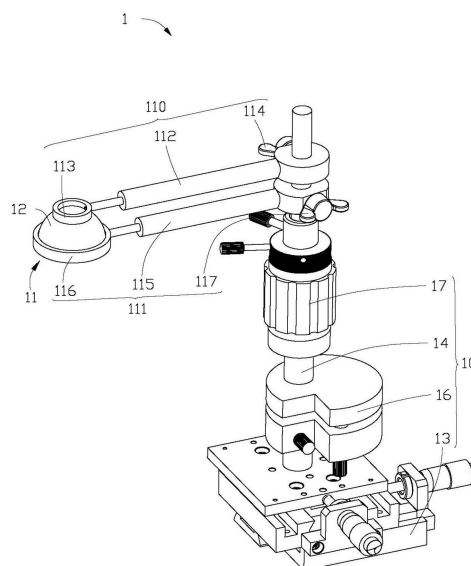
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

润滑界面和频信号测量装置及测量摩擦化学性能的方法

(57)摘要

本发明涉及一种润滑界面和频信号测量装置,其包括:一棱镜架位移调节机构、一棱镜架、一半球缺棱镜以及一可动球。所述棱镜架设置于所述棱镜架位移调节机构,所述半球缺棱镜设置于所述棱镜架,所述可动球可以旋转或摆动。所述棱镜架位移调节机构可以调整所述棱镜架的高度以及该棱镜架与水平面的平行度,进而调整所述半球缺棱镜的高度以及该半球缺棱镜与水平面的平行度,使所述半球缺棱镜与所述可动球相接触,所述可动球与所述半球缺棱镜构成一对摩擦副。另外,本发明还涉及一种在线测量润滑界面摩擦化学性能的方法。



1. 一种润滑界面和频信号测量装置,其包括:

一棱镜架位移调节机构;

一棱镜架,该棱镜架设置于所述棱镜架位移调节机构;

一半球缺棱镜,该半球缺棱镜为一个半球棱镜的顶部被平面截下后的棱镜,该半球缺棱镜包括上表面、下表面以及设置于所述上表面和下表面之间的圆周面,所述上表面和下表面平行,该半球缺棱镜设置于所述棱镜架;

一可动球,该可动球能够旋转或摆动;

一显微镜,该显微镜用于观察光点的重合;

所述棱镜架位移调节机构能够调整所述棱镜架的高度以及该棱镜架与水平面的平行度,进而调整所述半球缺棱镜的高度以及该半球缺棱镜与水平面的平行度,使所述半球缺棱镜与所述可动球相接触,所述可动球与所述半球缺棱镜构成一对摩擦副,

所述棱镜架位移调节机构包括垂直位移调节平台、竖向固定杆架、棱镜架水平位移调节单元以及高度调节旋钮;所述竖向固定杆架设置于所述垂直位移调节平台;所述棱镜架设置于所述竖向固定杆架,所述棱镜架水平位移调节单元设置于所述竖向固定杆架,用于调整所述棱镜与水平面的平行度;所述高度调节旋钮设置于所述竖向固定杆架,用于调整所述棱镜的高度;所述竖向固定杆架包括第一竖向固定杆架和第二竖向固定杆架;所述棱镜架水平位移调节单元包括第一平台、第二平台以及穿设于所述第一平台并与所述第二平台接触的多个旋钮,所述第一平台通过第一竖向固定杆架设置于所述垂直位移调节平台,所述第二平台设置在穿设于所述第一平台的多个旋钮;所述第二竖向固定杆架固定于所述第二平台;通过调整某些旋钮能够调节所述半球缺棱镜的底面与水平面平行。

2. 如权利要求1所述的润滑界面和频信号测量装置,其特征在于:所述上表面和下表面的直径比例为1:2。

3. 如权利要求1所述的润滑界面和频信号测量装置,其特征在于:所述棱镜架由第一棱镜架和第二棱镜架组成,该第一棱镜架和第二棱镜架将所述半球缺棱镜固定。

4. 如权利要求3所述的润滑界面和频信号测量装置,其特征在于:所述第一棱镜架包括第一横向杆架,第一固定装置以及第一锁紧装置,该第一固定装置设置于所述第一横向杆架的一端,该第一横向杆架的另一端通过第一锁紧装置固定于所述第二竖向固定杆架;所述第二棱镜架包括第二横向杆架,第二固定装置以及第二锁紧装置,该第二固定装置设置于所述第二横向杆架的一端,该第二横向杆架的另一端通过第二锁紧装置固定于所述第二竖向固定杆架;所述第一固定装置和第二固定装置在竖直方向相对设置,用于将所述半球缺棱镜固定。

5. 如权利要求4所述的润滑界面和频信号测量装置,其特征在于:所述第一固定装置和第二固定装置分别与所述半球缺棱镜的上表面和下表面接触,将所述半球缺棱镜固定。

6. 一种测量摩擦化学性能的方法,其包括以下步骤:

提供一如权利要求1~5任意一项所述的润滑界面和频信号测量装置,该润滑界面和频信号测量装置中球与半球缺棱镜形成一对摩擦副;

和频系统的两束光分别从所述半球缺棱镜的圆周面垂直入射,会聚于所述半球缺棱镜和可动球的接触点,从而产生和频光;

所述和频光经所述半球缺棱镜的圆周面垂直出射和后续反射镜反射后进入单色仪,用

于分析摩擦过程中产生的化学变化。

7.如权利要求6所述的测量摩擦化学性能的方法,其特征在于:所述可动球与所述半球缺棱镜的接触区添加有润滑剂。

润滑界面和频信号测量装置及测量摩擦化学性能的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种实验装置和方法,尤其涉及一种润滑界面条件下摩擦过程的和频信号在线测量装置以及测量润滑界面摩擦化学性能的方法。

背景技术

[0002] 界面现象与自然界密切相关,界面研究与许多物理化学问题联系紧密,界面研究被运用在材料科学、物理化学、分析化学、高分子化学、环境保护和石油化工等领域。润滑界面在摩擦过程中界面分子会发生化学变化,摩擦过程对于界面研究具有重要的意义。目前已经存在一些界面研究手段,如力学、光学、电化学方法,以及粒子散射、X射线衍射技术等,这些方法大多需要在真空条件下进行,而且需要改变样品表面状态,力学方法如表面张力、接触角测量,虽然能够了解气液界面和固液界面的宏观性质,但是得不到它们的微观分子信息。以上的实验技术受到各种不同条件的制约,而和频振动光谱作为非线性光学方法,具有独特的界面选择性和界面单分子层灵敏性,利于分析测量信号得到界面分子信息。

[0003] 和频振动光谱可以通过对光强、相位、偏振的测量给出分子在界面的取向、界面分子密度、分子振动峰模式归属以及动力学等方面的信息。但和频信号十分微弱,需要设计一种实验装置,用于测量润滑界面条件下摩擦过程的和频信号。

发明内容

[0004] 有鉴于此,确有必要提供一种测量动态系统中和频信号的装置以及测量润滑界面摩擦化学性能的方法。

[0005] 一种润滑界面和频信号测量装置,其包括:一棱镜架位移调节机构、一棱镜架、一半球缺棱镜以及一可动球。所述棱镜架设置于所述棱镜架位移调节机构,所述半球缺棱镜设置于所述棱镜架,所述可动球可以旋转或摆动。所述棱镜架位移调节机构可以调整所述棱镜架的高度以及该棱镜架与水平面的平行度,进而调整所述半球缺棱镜的高度以及该半球缺棱镜与水平面的平行度,使所述半球缺棱镜与所述可动球相接触,所述可动球与所述半球缺棱镜构成一对摩擦副。

[0006] 一种测量摩擦化学性能的方法,其包括以下步骤:提供一润滑界面和频信号测量装置,该润滑界面和频信号测量装置中球与半球缺棱镜形成一对摩擦副;和频系统的两束光分别从所述半球缺棱镜的圆周面垂直入射,会聚于所述半球缺棱镜和可动球的接触点,从而产生和频光;所述和频光经所述半球缺棱镜的圆周面垂直出射和后续反射镜反射后进入单色仪,用于分析摩擦过程中产生的化学变化。

[0007] 与现有技术相比较,本发明提供的润滑界面和频信号测量装置实现了摩擦过程中可动球与半球缺棱镜的精密接触;半球缺棱镜既提供了固定界面,又使光垂直入射,还保证了入射光在界面处的全反射,增强了光的能量从而增强和频信号;实现了摩擦过程中和频信号的在线测量。另外,本发明采用和频振动光谱方法,以红外光和可见光为入射光,两束光在润滑界面处重叠产生和频信号,具有独特的界面选择性和界面单分子层灵敏性,利于

分析测量信号得到界面分子信息。

附图说明

- [0008] 图1是本发明实施方式提供的润滑界面和频信号测量装置的立体结构示意图。
- [0009] 图2是本发明实施方式提供的润滑界面和频信号测量装置的俯视图。
- [0010] 图3是本发明实施方式提供的润滑界面和频信号测量装置的侧视图。
- [0011] 图4是本发明实施方式提供的半球缺棱镜的立体结构的示意图。
- [0012] 图5是本发明实施方式提供的测量润滑界面和频信号的实验原理图。
- [0013] 主要元件符号说明
- [0014]

滑界面和频信号的测量装置	1
棱镜架位移调节机构	10
棱镜架	11

[0015]

半球缺棱镜	12
垂直位移调节平台	13
竖向固定杆架	14
棱镜架水平位移调节单元	16
高度调节旋钮	17
可动球	18
显微镜	19
润滑剂	20
第一棱镜架	110
第二棱镜架	111
第一横向杆架	112
第一固定装置	113
第一锁紧装置	114
第二横向杆架	115
第二固定装置	116
第二锁紧装置	117
第一平台	161
第二平台	162
旋钮	163

[0016] 如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

具体实施方式

[0017] 下面将结合附图及具体实施例,对本发明提供的润滑界面和频信号测量装置作进一步的详细说明。

[0018] 润滑界面和频信号测量装置包括棱镜架位移调节机构、棱镜架、半球缺棱镜以及可动球。所述半球缺棱镜设置于所述棱镜架,所述棱镜架设置于所述棱镜架位移调节机构,该棱镜架位移调节机构可以调整所述棱镜架的高度以及该棱镜架与水平面的平行度,进而调整所述半球缺棱镜的高度以及该半球缺棱镜与水平面的平行度,使所述半球缺棱镜与所述可动球相接触。

[0019] 润滑界面和频信号测量装置的具体结构请参阅图1至图3,润滑界面和频信号测量装置1包括:棱镜架位移调节机构10、棱镜架11、半球缺棱镜12以及可动球。所述棱镜架位移

调节机构10包括垂直位移调节平台13、竖向固定杆架14、棱镜架水平位移调节单元16以及高度调节旋钮17。

[0020] 所述垂直位移调节平台13可以采用剪式升降台,手动带动该垂直位移调节平台13升降,当然也可以其他形式的升降台,只要能实现该垂直位移调节平台13升降即可。

[0021] 所述竖向固定杆架14包括第一竖向固定杆架141和第二竖向固定杆架142。所述棱镜架水平位移调节单元16包括第一平台161、第二平台162以及穿设于所述第一平台161并与所述第二平台162接触的多个旋钮163。所述第一平台161通过第一竖向固定杆架141设置于所述垂直位移调节平台13,所述第二平台162设置于穿设于所述第一平台161的多个旋钮163。所述第二竖向固定杆架142固定于所述第二平台162。所述高度调节旋钮17设置于所述第二竖向固定杆架142,可以调整所述竖向固定杆架14的高度。

[0022] 所述棱镜架11由第一棱镜架110和第二棱镜架111组成,所述第一棱镜架110包括第一横向杆架112,第一固定装置113以及第一锁紧装置114,该第一固定装置113设置于所述第一横向杆架112的一端,该第一横向杆架112的另一端通过第一锁紧装置114固定于所述第二竖向固定杆架142。所述第二棱镜架111包括第二横向杆架115,第二固定装置116以及第二锁紧装置117,该第二固定装置116设置于所述第二横向杆架115的一端,该第二横向杆架115的另一端通过第二锁紧装置117固定于所述第二竖向固定杆架142。并且,所述第一固定装置113和第二固定装置116在竖直方向相对设置,用于将所述半球缺棱镜12固定在其中。所述第一棱镜架110和第二棱镜架111在所述第二竖向固定杆架142的位置可调,所以,通过该棱镜架11可以夹持大小不同的半球缺棱镜12。

[0023] 所述可动球由一个支撑装置支撑(图未示),具体的该可动球可以设置在三个陶瓷轴承上,由该三个陶瓷轴承支撑,且该可动球一端连接到连接轴,该连接轴连接到传动轴,该传动轴通过联轴器连接到电机。在所述电机的驱动下,所述可动球可以旋转或摆动。

[0024] 通过调整所述垂直位移调节平台13、高度调节旋钮17或所述棱镜架11均可以调节所述半球缺棱镜12的高度,实现所述半球缺棱镜12与所述可动球的接触。

[0025] 所述半球缺棱镜12通过所述第一固定装置113和第二固定装置116固定,通过调整穿设于所述第一平台161的多个旋钮163中的某些旋钮163可以调整所述第二平台162与水平面的平行度,进而调节所述半球缺棱镜12的底面与水平面平行。

[0026] 通过控制所述润滑界面和频信号测量装置1可以实现所述可动球与所述半球缺棱镜12相接触,在电机转动后带动所述可动球旋转或摆动,可动球与所述半球缺棱镜12的下表面构成一对摩擦副。

[0027] 所述半球缺棱镜12是自行设计加工的半球缺石英棱镜。请一并参阅图4,所谓半球缺棱镜12即一个半球棱镜的顶部被平面截下后的棱镜。所述半球缺棱镜12包括上表面、下表面以及设置于所述上表面和下表面之间的圆周面。所述上表面和下表面可以平行也可以不平行。优选地,所述上表面和下表面平行,且上表面和下表面的直径比例为1:2。所述第一固定装置113和第二固定装置116分别与所述上表面和下表面接触,将所述半球缺棱镜12夹持其中。

[0028] 可以理解,所述润滑界面和频信号测量装置1可以进一步包括一显微镜19,该显微镜19方便观察光点的重合。

[0029] 本发明实施例还提供一种在线测量润滑界面摩擦化学性能的方法。

[0030] 首先,提供一种如前所述的润滑界面和频信号测量装置1。请参阅图5,以半球缺棱镜12和可动球18作为一对摩擦副,之间添加有润滑剂20。半球缺棱镜12的下表面平行于水平面放置,半球缺棱镜12和可动球18接触,然后启动电机,可动球18获得转速,可动球18和半球缺棱镜12之间产生摩擦。调节半球缺棱镜12和可动球18的位置,使半球缺棱镜12和可动球18正好位于红外光和可见光的会聚点。和频系统的红外光和可见光分别从半球缺棱镜的圆周面垂直入射,也就是说和频系统的红外光和可见光入射至所述半球缺棱镜的球心,即会聚于半球缺棱镜12和可动球18的接触点,同时两束光的光程差为0,保证时间上重叠。由此产生频率为两束光频率之和的和频光,通过半球缺棱镜12的圆周面垂直出射,之后经反射镜反射进入单色仪,用于实时分析摩擦过程中产生的化学变化。

[0031] 和频振动光谱属于二阶非线性光学效应,和频振动光谱是不同频率的光 ω_1 和 ω_2 与非线性介质相互作用产生一束频率为 $\omega_1 + \omega_2$ 的光。和频振动光谱是界面分子的振动光谱。实验中,一束可调谐频率的红外光 ω_1 和一束固定频率 ω_2 的可见光共同作用于界面分子,两束光在时间和空间上完全重合,能够产生频率为 $\omega_1 + \omega_2$ 的和频光,调谐红外光的频率 ω_1 ,直至红外光频率与界面分子振动能级匹配时发生共振,和频光就会增强,表现在光谱上是一个光谱峰,和频信号随红外光频率的变化,即为界面分子的和频光谱。

[0032] 在线测量润滑界面摩擦化学性能的方法的工作原理:润滑界面摩擦实验的化学性能表征,采用和频振动光谱方法,以红外光和可见光为入射光,两束光在润滑界面处重叠产生和频信号,测量和频振动光谱以分析摩擦过程中界面分子信息。当可动球18随着电机同轴转动,与半球缺棱镜12构成一对摩擦副,添加润滑剂20后形成润滑界面,根据测得的和频信号可以在线检测可动球18和半球缺棱镜12摩擦过程中润滑界面分子的变化。

[0033] 本实施例提供的润滑界面和频信号测量装置可以实现:摩擦过程中球与棱镜的精密接触;自行设计的半球缺棱镜既提供了固定界面,又使光垂直入射,还保证了入射光在界面处的全反射,增强了光的能量从而增强和频信号;实现了摩擦过程中和频信号的在线测量。本实施例采用和频振动光谱方法,以红外光和可见光为入射光,两束光在润滑界面处重叠产生和频信号,具有独特的界面选择性和界面单分子层灵敏性,利于分析测量信号得到界面分子信息。

[0034] 另外,本领域技术人员还可以在本发明精神内做其它变化,这些依据本发明精神所做的变化,都应包含在本发明所要求保护的范围内。

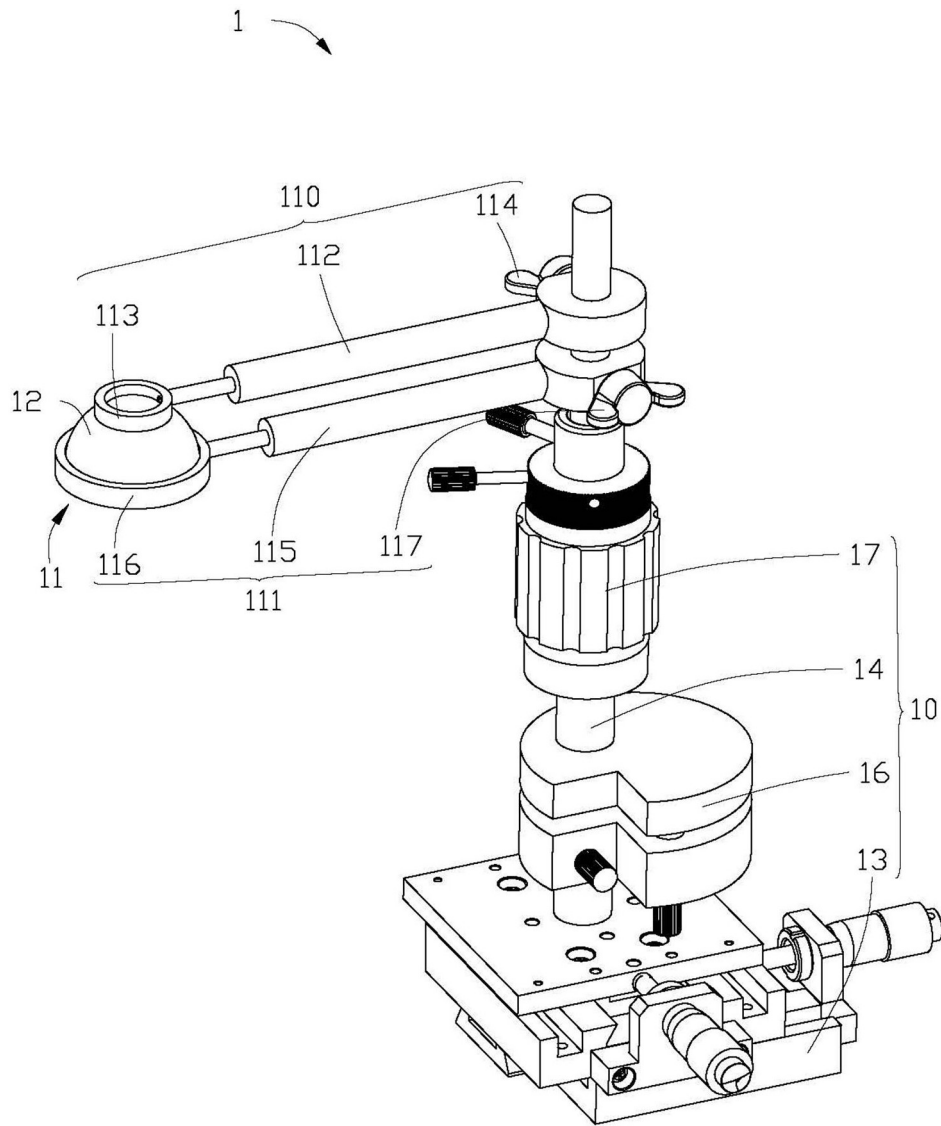


图1

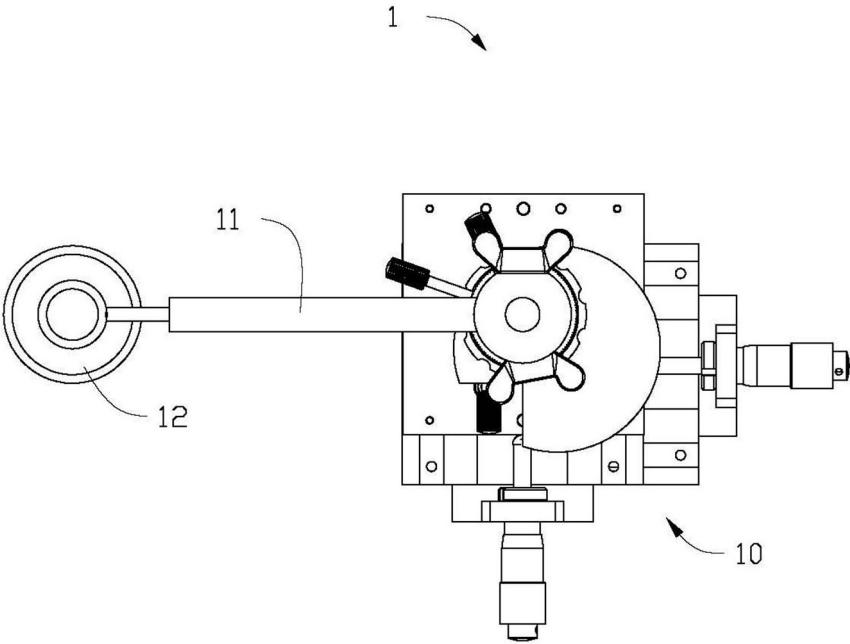


图2

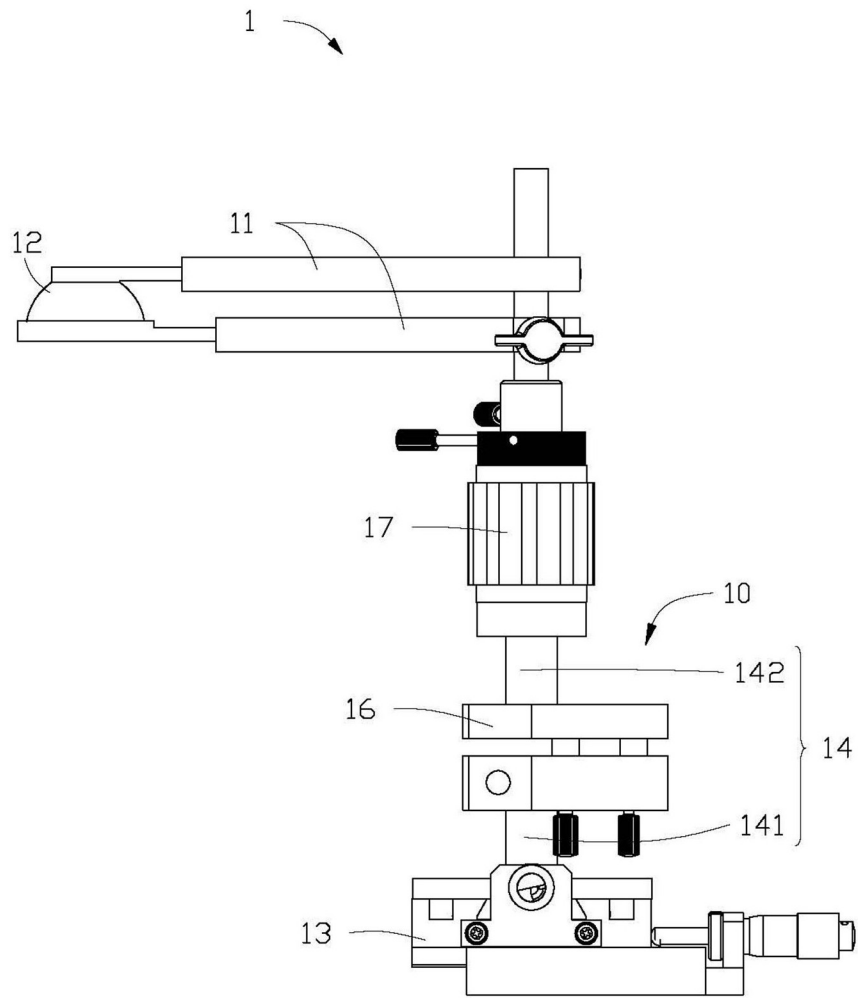


图3

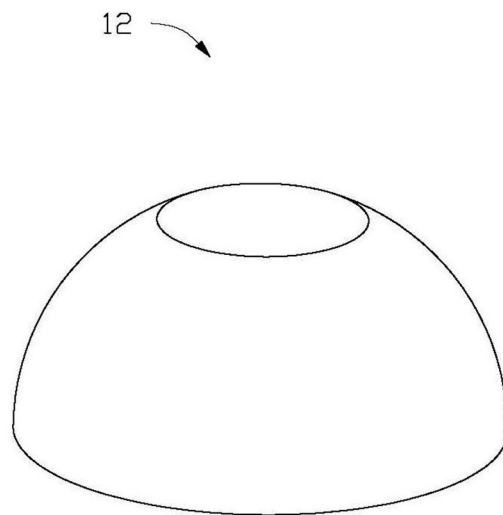


图4

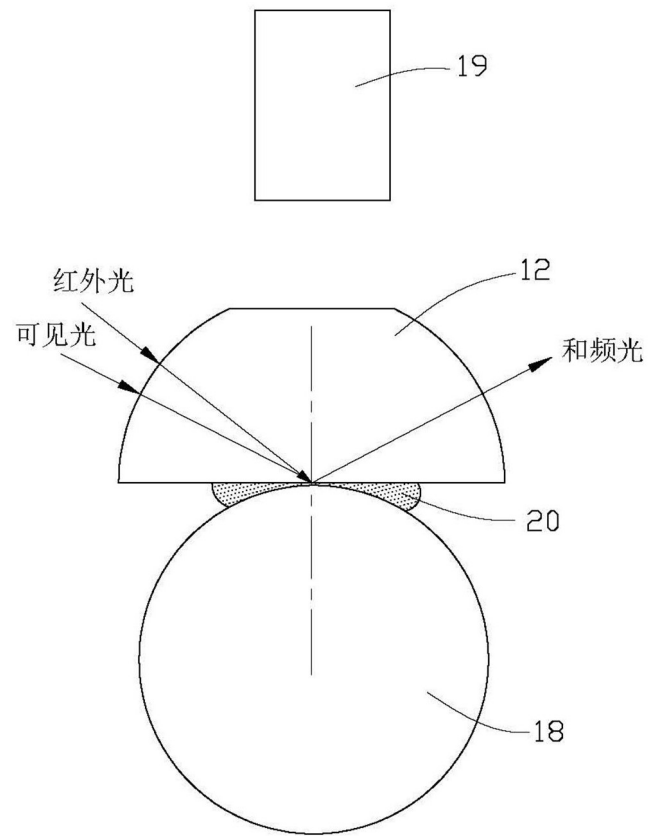


图5