



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114763988 B

(45) 授权公告日 2024.05.10

(21) 申请号 202110046223.1

(22) 申请日 2021.01.14

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114763988 A

(43) 申请公布日 2022.07.19

(73) 专利权人 致茂电子(苏州)有限公司  
地址 215129 江苏省苏州市高新区珠江路  
855号(第七号厂房)

(72) 发明人 蔡政廷 邱国智

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202  
专利代理师 戴建波

(51) Int. Cl.  
G01B 11/24 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 105852800 A, 2016.08.17
- CN 109557767 A, 2019.04.02
- CN 108169207 A, 2018.06.15
- CN 108761078 A, 2018.11.06
- CN 110389112 A, 2019.10.29
- JP H06137864 A, 1994.05.20
- JP H07235720 A, 1995.09.05
- JP H08159726 A, 1996.06.21
- US 2009310083 A1, 2009.12.17

审查员 熊洁

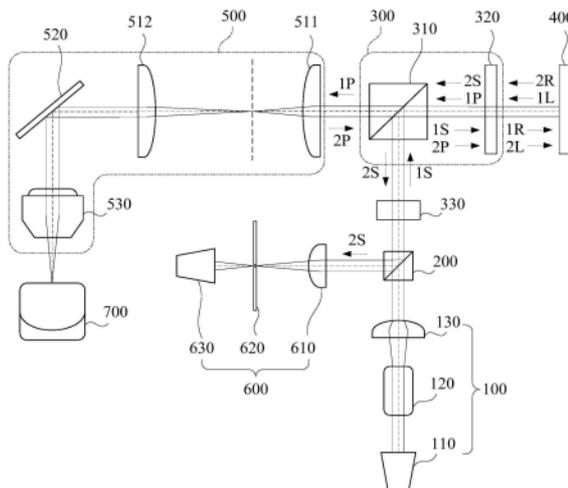
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

激光共焦测量系统及激光共焦测量系统的光控制模块

## (57) 摘要

本发明公开了一种激光共焦测量系统及其光控制模块,用于在微机电反射镜模块的进/出光路径上进行控制。光控制模块接收第一偏振态的激光光束,以及接收来自待测物且为第二偏振态的测量光,第一偏振态正交于第二偏振态。光控制模块使出射且射向微机电反射镜模块的激光光束为圆形偏振光或椭圆偏振光,以及使反射自微机电反射镜模块的激光光束转换为线性偏振光。通过微机电反射镜模块的反射机制搭配不同偏振光型态间的转换,让入射至微机电反射镜模块的光线可呈0度入射且所形成的扫描光具有低失真与低光衰的特性。



1. 一种激光共焦测量系统的光控制模块,用于在一微机电反射镜模块的进/出光路径上进行控制,并用于接收第一偏振态的激光光束,以及用于接收来自待测物且为第二偏振态的测量光以提供至所述微机电反射镜模块,其特征在于:所述光控制模块用以使出射且射向所述微机电反射镜模块的所述激光光束与所述测量光被由线性偏振光转换为圆形偏振光或椭圆偏振光,且所述光控制模块用以使反射自所述微机电反射镜模块的所述激光光束与所述测量光被由圆形偏振光或椭圆偏振光转换为线性偏振光,所述第一偏振态正交于所述第二偏振态,其中,所述光控制模块反射所述第一偏振态的入射光,以及透射所述第二偏振态的入射光。

2. 如权利要求1所述的光控制模块,其中,所述光控制模块包含:

一极化分光器,反射所述第一偏振态的入射光,以及透射所述第二偏振态的入射光;以及

一1/4波板,配置于所述极化分光器与所述微机电反射镜模块之间,

其中,自所述极化分光器出射且远离所述微机电反射镜模块的所述激光光束为所述第二偏振态,自所述极化分光器出射且远离所述微机电反射镜模块的所述测量光为所述第一偏振态。

3. 如权利要求2所述的光控制模块,其中,该光控制模块还包含一极化器,配置于所述极化分光器接收所述第一偏振态的所述激光光束的这一侧,所述极化器使通过的光线转换为所述第一偏振态的光线。

4. 如权利要求2所述的光控制模块,其中,所述第一偏振态为S偏振,所述第二偏振态为P偏振。

5. 如权利要求2至4之一所述的光控制模块,其中,自所述极化分光器出射且射向所述微机电反射镜模块的所述激光光束的线偏振方向与所述1/4波板的光轴间具有 $\pm 45^\circ$ 的夹角。

6. 一种激光共焦测量系统,用于在第一光路径上将激光光束提供至待测物,并接收来自所述待测物的测量光以使所述测量光被导引至测量装置,所述激光共焦测量系统包含:

一分光模块,配置为透射所述激光光束,以及反射所述测量光至第二路径,使所述测量光入射至所述测量装置;

一微机电反射镜模块;

一聚焦模块,配置为透射作为扫描光束的所述激光光束,以及透射来自所述待测物的所述测量光;及

一光控制模块,配置为调整来自所述分光模块的所述激光光束以入射至所述微机电反射镜模块,及接收来自所述微机电反射镜模块所反射的所述激光光束以入射至所述聚焦模块,所述光控制模块使出射且射向所述微机电反射镜模块的所述激光光束与所述测量光被由线性偏振光转换为圆形偏振光或椭圆偏振光,以及使反射自所述微机电反射镜模块的所述激光光束与所述测量光被由圆形偏振光或椭圆偏振光转换为线性偏振光,以及使出射且远离所述微机电反射镜模块的所述测量光为第一偏振态的线性偏振光,以及使出射且远离所述微机电反射镜模块的所述激光光束为第二偏振态的线性偏振光,所述第一偏振态正交于所述第二偏振态,其中,所述光控制模块反射所述第一偏振态的入射光,以及透射所述第二偏振态的入射光。

7. 如权利要求6所述之激光共焦测量系统,其中,所述光控制模块还包含:
  - 极化分光器,接收来自所述分光模块的所述激光光束,所述极化分光器用于反射所述第一偏振态的入射光,以及透射所述第二偏振态的入射光;以及
  - 1/4波板,配置于所述极化分光器与所述微机电反射镜模块之间。
8. 如权利要求7所述的激光共焦测量系统,其中,该激光共焦测量系统还包含一极化器,其配置于所述极化分光器与所述分光模块之间,所述极化器使通过的光线转换为所述第一偏振态的光线。
9. 如权利要求8所述的激光共焦测量系统,其中,所述极化器为一检偏器或一起偏器。
10. 如权利要求7至9之一所述的激光共焦测量系统,其中,自所述极化分光器出射且射向所述微机电反射镜模块的所述激光光束的线偏振方向与所述1/4波板的光轴间具有 $\pm 45$ 度的夹角。

## 激光共焦测量系统及激光共焦测量系统的光控制模块

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量系统及光控制模块,更具体地讲,本发明涉及一种基于激光共焦测量技术的激光共焦测量系统及激光共焦测量系统的光控制模块。

### 背景技术

[0002] 激光共焦系统(又称激光共轭焦系统)为一种可用来测量物体表面形貌的技术,其精度范围约为1~100纳米的等级,可符合高精度测量的目的。

[0003] 已知的激光共焦系统中,是通过被操控在两个轴向上产生旋转的微机电反射镜来达到二维的扫描。一般而言,微机电反射镜采用45度角的倾斜配置,以使反射光可被90度转向而反射至待测面上,然而,这样的配置会导致较严重的扇形失真(distortion),在扫描精度逐渐提高下,这样的倾斜配置方式难以符合扫描需求。

[0004] 另一种方式是,在微机电反射镜前额外配置一个分光镜(Beam splitter),激光光束在入射微机电反射镜前,先入射至分光镜,经由分光镜改变光路径,让入射微机电反射镜的光线是来自分光镜的反射光。而自微机电反射镜所反射的光线,则再经由分光镜的透射,朝待测面的方向入射。这样,入射微机电反射镜的入射角可以小于前述举例的倾斜配置方式,然而,由于分光镜具有50%反射光线及50%透射光线的特性,因此光每通过一次分光镜即会损失50%的能量,导致入射光到达待测面时衰减了75%。基于激光共焦测量技术,自待测面发出的光线会再经过相同的反向路径射回,因此,从待测物反射的光线沿原光路镜返回至光电倍增管(photomultiplier tube, PMT)后,用光效率只剩下原始出射光的6~7%。

[0005] 因此,已知的激光共焦系统存在失真严重或用光效率不佳的问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的之一在于解决激光共焦系统中的影像失真问题。

[0007] 本发明的另一目的在于提高激光共焦系统中的用光效率。

[0008] 为了实现上述目的及其他目的,本发明提出一种激光共焦测量系统的光控制模块,用于在一微机电反射镜模块的进/出光路径上进行控制,并用于接收第一偏振态的激光光束,以及用于接收来自待测物且为第二偏振态的测量光以提供至微机电反射镜模块,其中,光控制模块是用以使出射且射向微机电反射镜模块的激光光束为圆形偏振光或椭圆偏振光,光控制模块并用以使反射自微机电反射镜模块的该激光光束转换为线性偏振光,第一偏振态正交于第二偏振态。

[0009] 在本发明的一实施例中,光控制模块包含:极化分光器及1/4波板。极化分光器反射第一偏振态的入射光,以及透射第二偏振态的入射光。1/4波板被配置于极化分光器与微机电反射镜模块之间。其中,自极化分光器出射且远离微机电反射镜模块的激光光束为第二偏振态,自极化分光器出射且远离微机电反射镜模块的测量光为第一偏振态。

[0010] 在本发明的一实施例中,可更包含一极化器,极化器配置于极化分光器接收第一偏振态的激光光束的这一侧,极化器使通过的光线转换为第一偏振态的光线。

[0011] 在本发明的一实施例中,第一偏振态为S偏振,第二偏振态为P偏振。

[0012] 在本发明的一实施例中,自极化分光器出射且射向微机电反射镜模块的激光光束的线偏振方向与1/4波板的光轴间具有 $\pm 45^\circ$ 的夹角。

[0013] 为了实现上述目的及其他目的,本发明还提出了一种激光共焦测量系统,用于在第一光路径上将激光光束提供至待测物,并接收来自待测物的测量光以使测量光被导引至测量装置,激光共焦测量系统包含:分光模块、微机电反射镜模块、聚焦模块、及光控制模块。分光模块配置为透射激光光束,以及反射测量光至第二路径,使测量光入射至测量装置。聚焦模块配置为透射作为扫描光束的激光光束,以及透射来自待测物的测量光。光控制模块配置为调整来自分光模块的激光光束以入射至微机电反射镜模块,及接收来自微机电反射镜模块所反射的激光光束以入射至聚焦模块,光控制模块使出射且射向微机电反射镜模块的激光光束为圆形偏振光或椭圆偏振光,以及使反射自微机电反射镜模块的激光光束转换为线性偏振光,以及使出射且远离微机电反射镜模块的测量光为第一偏振态的线性偏振光,以及使出射且远离微机电反射镜模块的激光光束为第二偏振态的线性偏振光,第一偏振态正交于第二偏振态。

[0014] 因此,通过微机电反射镜模块的反射机制搭配不同偏振光型态间的转换,可让入射至微机电反射镜模块的光线在呈 $0^\circ$ 入射的情况下,不会有过多的用光效率的损失,进而使所形成的扫描光具有低失真与低光衰的特性。

#### 附图说明

[0015] 图1为本发明一实施例的激光共焦测量系统的示意图;

[0016] 图2为本发明一实施例的光控制模块内使用1/4波板的原理示意图。

#### 具体实施方式

[0017] 为充分了解本发明的目的、特征及功效,现借助下述具体的实施例,并配合附图,对本发明做一详细说明,说明如后:

[0018] 于本文中,所描述的用语“一”或“一个”来描述单元、部件、结构、装置、模块、系统、部位或区域等。此举只是为了方便说明,并且对本发明的范畴提供一般性的意义。因此,除非很明显地另指他意,否则此种描述应理解为包括一个或至少一个,且单数也同时包括复数。

[0019] 于本文中,所描述的用语“包含、包括、具有”或其他任何类似用语意非仅限于本文所列出的此等要件而已,而是可包括未明确列出但却是所述单元、部件、结构、装置、模块、系统、部位或区域通常固有的其他要件。

[0020] 于本文中,所描述的“第一”或“第二”等类似序数的词语,是用以区分或指关联于相同或类似的元件或结构、部位或区域,且不必然隐含此等元件、结构、部位或区域在空间上的顺序。应了解的是,在某些情况或配置下,序数词语可交换使用而不影响本发明的实施。

[0021] 请参照图1,其为本发明一实施例的激光共焦测量系统的示意图。激光共焦测量系统将激光光源装置100提供的激光光束经由光束控制后,提供至聚焦模块500,进而照射置放在载台700上的待测物。

[0022] 微机电反射镜模块400可为一种二维微机电反射镜(2D MEMS Mirror),通过数位控制的微镜来使光线反射至所需的路径。据此,经由光控制模块300及微机电反射镜模块400的协同运作,可形成对待测物表面上一定区域范围内的扫描动作。作为扫描光束的激光光束在照射待测物后,自待测物表面反射或发光的光线为测量光。在后述实施例中,为便于区分,将未入射至待测物的光束称为激光光束,并将自待测物表面返回的光线统一称为测量光。

[0023] 自待测物表面返回的光线会再次入射光控制模块300及微机电反射镜模块400,再经由分光模块200将测量光改变至第二光路径。其中,自激光光源装置100出发的激光光束所经过的路径以及测量光返回至分光模块200的路径定义为第一光路径,自分光模块200至测量装置600的光电倍增管630(Photomultiplier Tube, PMT)的路径定义为第二光路径。测量装置600包含:聚焦透镜610、针孔装置620(Pinhole)、及光电倍增管630、

[0024] 后续通过聚焦透镜610使测量光汇聚,并于焦点处设置针孔装置620,将非聚焦面的光线排除在外,最后令聚焦面的测量光入射至光电倍增管630。自待测物表面返回的光线的出发点若是处于聚焦模块500焦点上,那么返回至聚焦透镜610的焦点处的针孔装置620时,就同样可通过针孔装置620,其余光线则会被针孔装置620所阻挡,进而形成共聚焦的测量。

[0025] 激光光源装置100例如可透过激光光源110、导引激光光束的光纤120及使激光光形成平行光束的准直透镜130(Collimator lens)来形成入射分光模块200的激光光束。分光模块200可令激光光束透射,以及可令前述的测量光反射。

[0026] 聚焦模块500通过可进一步确保激光光束的平行化或同时扩大平行光的光束的扫描透镜511(Scan lens)及镜筒透镜512(Tube lens)的组合,提高入射至待测物的光束质量。分光装置520在图1中基于光路的安排而使用,在其他实施方式中,也可能无须使用分光装置520或是替换为反射镜。分光装置520在图1中被绘示为作为反射镜使用,也可利用分光装置520透射的特性,将测量光在分光装置520所产生的透射分量(图未示)作为观察使用,用以进行初步定位来对准待测物。物镜530用于将激光光束聚焦至载台700,同时可接收自待测物表面的反射或发出的测量光,使测量光透射,进而可沿着原路径返回分光模块200。

[0027] 光控制模块300用于在微机电反射镜模块400的进/出光路径上进行控制。微机电反射镜模块400的进光路径与出光路径指在激光共焦测量系统中,位于微机电反射镜模块400前方一区段的光路径,亦即入射至微机电反射镜模块400的一段路径与自微机电反射镜模块400出射后的一段路径。

[0028] 光控制模块300可用于接收来自激光光源装置100所提供的第一偏振态的激光光束1S,以提供至微机电反射镜模块400。以及,光控制模块300可用于接收来自待测物且为第二偏振态的测量光2P,以提供至微机电反射镜模块400。实施例中所述的第一偏振态与第二偏振态的光束是指光束的电磁波的偏振方向,第一偏振态与第二偏振态相垂直。其中第一偏振态可以是P偏振或S偏振,实施例中是以第一偏振态为S偏振来做为示例。

[0029] 光控制模块300可让出射且射向微机电反射镜模块400的激光光束形成圆形偏振光或椭圆偏振光。此外,光控制模块300并可让自微机电反射镜模块400反射的激光光束,在入射光控制模块300后,使其转换为线性偏振光。

[0030] 光控制模块300主要可包含:极化分光器310及1/4波板320。极化分光器310主要用

来将入射的光束分成两个极化方向互相正交的光束。1/4波板是一种双折射材料。当入射的光束的极化方向与1/4波板的光轴(或称晶体光轴)具有非0的一夹角时,1/4波板可发挥出相位延迟的效果,进而调整光束的极化状态。

[0031] 如图1所示,极化分光器310反射第一偏振态的激光光束1S,使激光光束改变路径而朝向1/4波板320入射。第一偏振态的激光光束1S经过1/4波板320后,可成为圆形偏振光或椭圆偏振光。如图1所示,第一偏振态的激光光束1S经过1/4波板320后成为右旋的圆偏振光1R(以微机电反射镜模块400的观察角度)。接着,再经微机电反射镜模块400的反射后,再次入射1/4波板320。入射至1/4波板320时,以1/4波板320的观察角度来说,是以左旋的圆偏振光1L入射。出射后的激光光束改变为第二偏振态的激光光束1P。极化分光器310透射第二偏振态的激光光束1P,此激光光束即成为照射至待测物上的扫描光。

[0032] 如图1所示,自待测物处所返回的测量光,可能同时有第一偏振态及第二偏振态,后续仅对第二偏振态进行调整。第二偏振态的测量光2P进入极化分光器310后可被透射,进而入射1/4波板320。第二偏振态的测量光2P经过1/4波板320后可成为左旋的圆偏振光2L(以微机电反射镜模块400的观察角度),经微机电反射镜模块400的反射后,再次入射1/4波板320。入射至1/4波板320时,以1/4波板320的观察角度来说,是以右旋的圆偏振光2R入射,出射后的激光光束则改变为第一偏振态的测量光2S。极化分光器310反射第一偏振态的测量光2S,此测量光后续透过分光模块200可被反射至第二路径,进而入射测量装置600。

[0033] 此外,为了确保入射进极化分光器310的激光光束为线性偏振光,如图1的示例所示,于极化分光器310与分光模块200之间可进一步加入极化器330。极化器330可以是具过滤性质的检偏器或是可调整偏振方向的起偏器(例如1/2波板)。是以,极化器330用于使通过的光线转换为第一偏振态的光线。

[0034] 接着请同时参照图1及图2,图2为本发明一实施例的光控制模块内使用1/4波板的原理示意图。如图2所示,1/4波板320左边的入射光线为线性偏振光,具有线性偏振方向322,线性偏振方向322与1/4波板320的光轴321间的夹角为 $\theta$ 。当夹角 $\theta$ 为 $\pm 45$ 度(45度或-45度)时,自1/4波板320右边出射的光线会形成圆形偏振光。当夹角 $\theta$ 非为0度或非为 $\pm 45$ 度时,自1/4波板320右边出射的光线会形成椭圆偏振光。

[0035] 图2中的夹角 $\theta$ 为45度,对于微机电反射镜模块400来说,所观察到的出射光线为右旋的圆形偏振光。由于微机电反射镜模块400为反射镜,故反射回1/4波板320的光线会恰好相反,亦即,右旋的圆形偏振光入射微机电反射镜模块400后,反射出来的光线对于1/4波板320的观察角度来说,变为左旋的圆形偏振光,进而通过1/4波板320的特性让左旋的圆形偏振光转变回线性偏振光且偏振态亦被转换(第一偏振态变为第二偏振态,或第二偏振态变为第一偏振态)。其中,在椭圆偏振光的状态下亦同。

[0036] 因此,1/4波板320与极化分光器310的搭配,使用在微机电反射镜模块400上,即可具有光线通过极化分光器310时不会被大幅衰减强度的优点(因偏振态的匹配),且同时又可对微机电反射镜模块400形成0度入射(因分光镜的使用),让激光共焦测量系统达到低失真且低光强损耗的目的。

[0037] 本发明在上文中公开了优选的实施例,然熟习本领域技术人员应理解的是,此处的实施例仅用于描述本发明,而不应解读为限制本发明的范围。应注意的是,所有与实施例等效的变化与置换,均应理解为涵盖于本发明的范畴内。因此,本发明的保护范围当以权利

要求的保护范围为准。

[0038]	附图标记	
[0039]	100	激光光源装置
[0040]	110	激光源
[0041]	120	光纤
[0042]	130	准直透镜
[0043]	200	分光模块
[0044]	300	光控制模块
[0045]	310	极化分光器
[0046]	320	1/4波板
[0047]	321	光轴
[0048]	322	线性偏振方向
[0049]	330	极化器
[0050]	400	微机电反射镜模块
[0051]	500	聚焦模块
[0052]	511	扫描透镜
[0053]	512	镜筒透镜
[0054]	520	分光装置
[0055]	530	物镜
[0056]	600	测量装置
[0057]	610	聚焦透镜
[0058]	620	针孔装置
[0059]	630	光电倍增管
[0060]	700	载台
[0061]	1P	第二偏振态的激光光束
[0062]	1S	第一偏振态的激光光束
[0063]	1R	右旋的圆偏振光
[0064]	1L	左旋的圆偏振光
[0065]	2P	第二偏振态的测量光
[0066]	2R	右旋的圆偏振光
[0067]	2L	左旋的圆偏振光
[0068]	2S	第一偏振态的测量光
[0069]	$\theta$	夹角

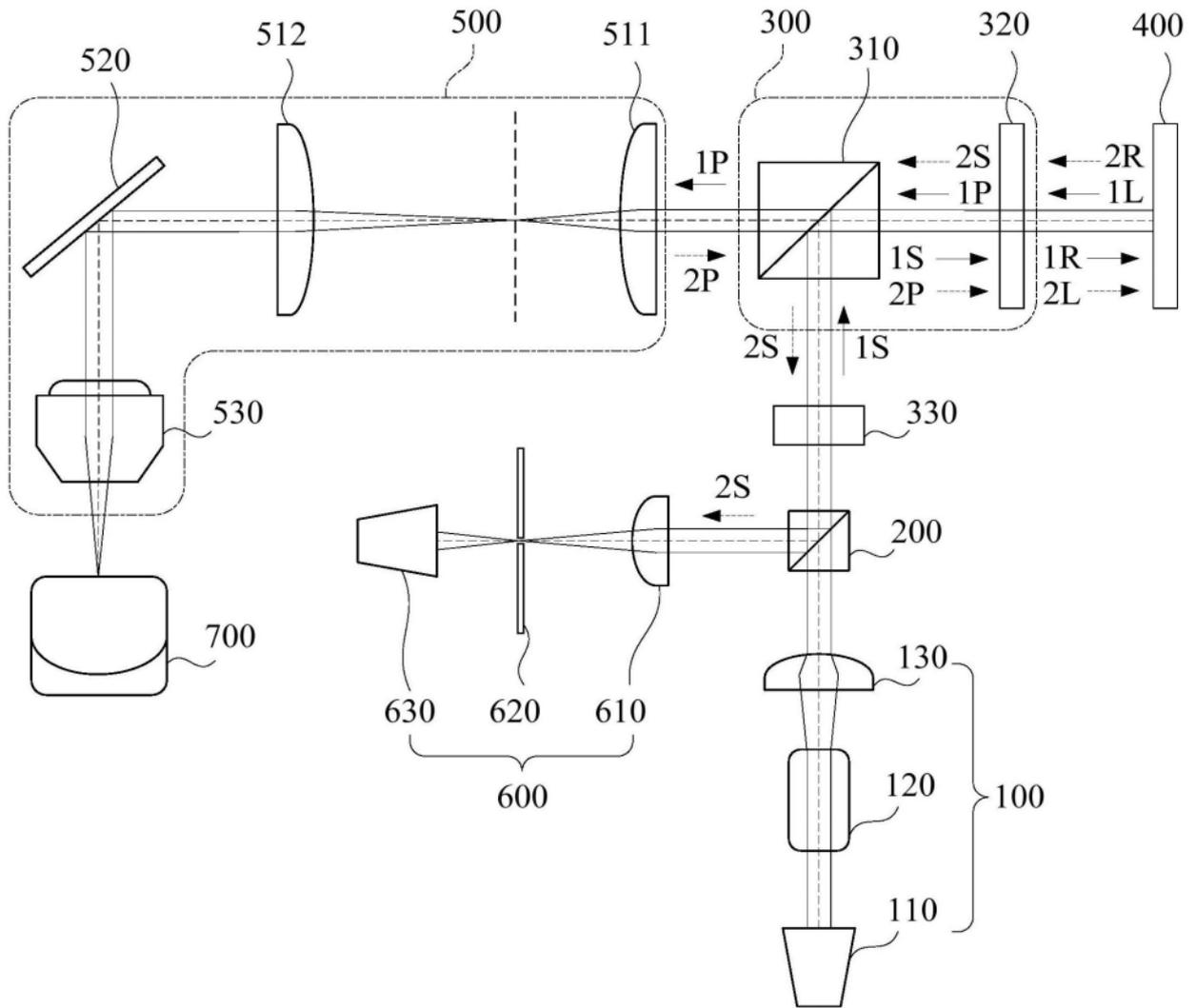


图1

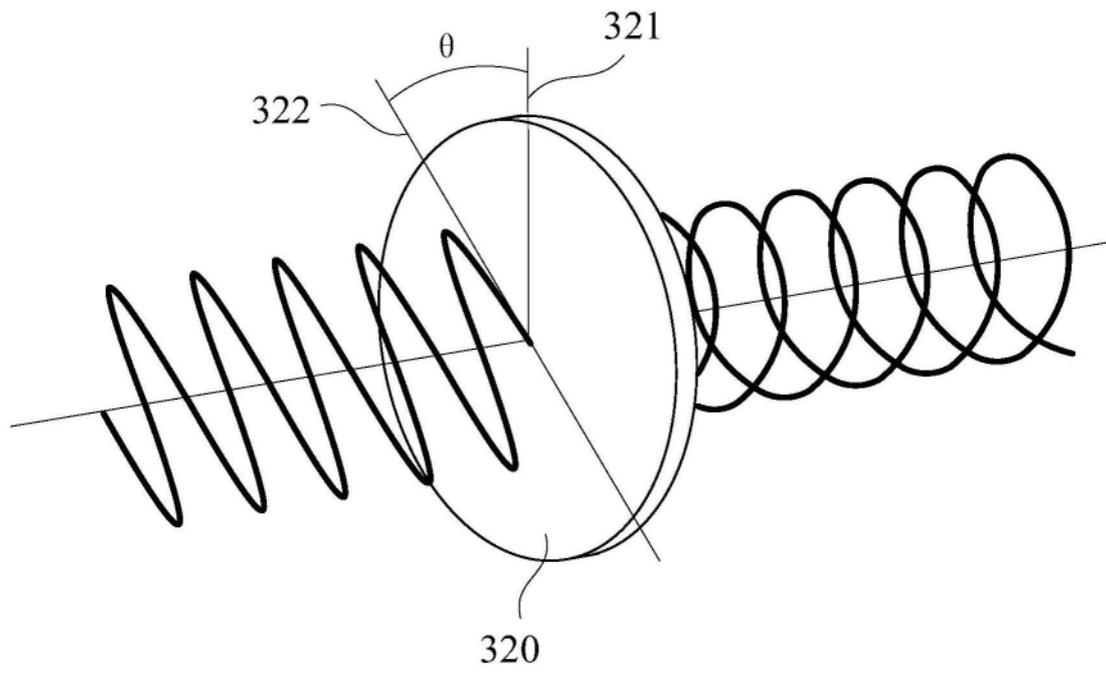


图2