



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112179762 A

(43)申请公布日 2021.01.05

(21)申请号 202010144172.1

(22)申请日 2020.03.05

(71)申请人 成都迪泰科技有限公司

地址 610021 四川省成都市锦江区顺城大街127号嘉好大厦620室

(72)发明人 张为印 王庆武 罗倩 刘云龙

袁琳 孙洁 胡玲玲 张为斌

(51)Int.Cl.

G01N 3/06(2006.01)

G01N 3/14(2006.01)

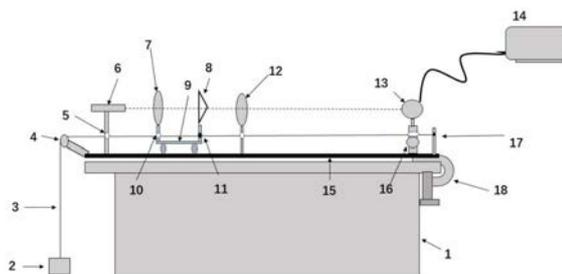
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

双棱镜辅助测量金属丝的杨氏模量

(57)摘要

杨氏模量是弹性形变材料的一个基本属性，其通过观测物体的正应变随可控外力变化的关系获得。利用光杠杆，一般实验室放大倍数在50倍左右，能精确读出0.02毫米的伸长量变化。本项目旨在设计一种新型的拉伸法测量金属丝杨氏模量的装置。利用双棱镜获得两个虚光像。通过测量物象的变化，计算金属丝伸长量。放大后的伸长量随透镜的放大率的平方而改变。配合横向位移装置，1米范围内，采用焦距 $f=50$ 毫米的凸透镜，能观测到的最小形变量大约是0.0015毫米，远高于利用光杠杆测量的实验精度。本项目结合了物体形变规律和透镜成像规律。如果作为教学设备，本项目可以让学生同时了解杨氏模量、相干光干涉以及透镜成像原理。



1. 一种测量金属丝杨氏模量的组合装置,其特征在于有一个带刻度导轨15、一个激光器6、一个双棱镜8、两个凸透镜7和12、一个可移动平台9、一个位移架16、一个光电探头13。
2. 有一个可移动平台9,其特征在于可以放置第一凸透镜7和双棱镜8。
3. 根据权利要求2要求的可移动平台,其特征在于有一种固定杆11,可让金属丝3穿过,并夹紧金属丝。
4. 根据权利要求2要求的可移动平台,其特征在于有一种微调移动滑块10,可以在移动平台9上滑动。
5. 一种带孔移动滑块5,其特点在于中间有可以让金属丝自由穿过的孔,孔的直径形状任意。
6. 一种导轨15,其特征在于两端分别有固定滑轮10、固定钩18以及固定夹头17。

双棱镜辅助测量金属丝的杨氏模量

技术领域

[0001] 本发明涉及实验技术领域,具体涉及拉伸法测量钢丝的杨氏模量和透镜成像。

背景技术

[0002] 杨氏模量是弹性形变材料的一个基本属性,其通过观测物体的正应变随可控外力变化的关系获得。常用的方法有拉伸法和弯曲法。对于金属丝等线性材料,拉伸法最为方便。固定金属丝的一段,拉伸另一端,观测金属丝长度的变化,可以计算出材料的杨氏模量。目前市面上有多种拉升法测量金属丝杨氏模量的装置。比如利用拉力传感器和电子引伸计可直接读取杨氏模量的设备,虽然省去了光杠杆和读数望远镜,但价格昂贵,如果作为教学设备,演示效果不直观;另外的方法包括通过读数显微镜读取附着在钢丝上的标尺或者通过光杠杆放大变化通过读数望远镜读取金属丝的伸长量。但笨重的显微镜望远镜常常容易损坏且价格也不便宜。

[0003] 利用光杠杆,放大率为望远镜到光杠杆距离(D)与光杠杆尺度(K)比值的二倍,因此放大率受空间限制。一般实验室这个放大倍数在50倍左右。通过望远镜,光测标尺的读数最小刻度为1毫米,考虑放大倍数,能精确读出0.02毫米的伸长量变化。当金属丝的杨氏模量较小时,只有增加金属丝配重的变化量,才能引起足够大的伸长量使得在望远镜中观测到明显的读数变化。当对材料不完全了解时,增加负重,有可能超出材料的正比极限而靠近弹性形变极限。这时测到的杨氏模量就不准确。

发明内容

[0004] 本项目旨在设计一种新型的拉伸法测量金属丝杨氏模量的装置。

[0005] 激光通过透镜扩束,再通过双棱镜获得两个虚光像。再通过凸透镜成像。通过测量物象的变化获得金属丝长度的该变量。

[0006] 金属丝伸长改变凸透镜物距。物距的改变使得放大镜放大率发生改变。通过横向位移装置而不是望远镜或显微镜测量物象的变化,计算金属丝伸长量。放大后的伸长量随透镜的放大率的平方而改变。

[0007] 本项目结合了物体形变规律和透镜成像规律。如果作为教学设备,本项目可以让学生同时了解杨氏模量、相干光干涉以及透镜成像原理。

[0008] 具体的装置示意图如图1,成像原理光路图如图2。实验原理如下。

[0009] 激光器发出来的平行光经过第一凸透镜7汇聚得到发散的点光源19,点光源经过双棱镜8的发散作用形成两个虚光像20,虚光源再通过第二凸透镜12在屏上汇聚得到实像21。两个虚光源的距离为物高即两个虚光源20的距离,设为为 d_0 ,第二凸透镜12焦距设为 f 。第一次成像时物距为 a_1 ,即点光源19到透镜12的距离第一次成像时;第一次成像的像距为 b_1 ,即第二透镜12到实像21的距离;第一次成像高度为 d_1 ,即两个实像21之间的距离。第二次成像时物距为 a_2 ,像距为 b_2 ,成像高度为 d_2 。

[0010] 放大镜成像公式满足:

[0011] $1/a_1+1/b_1=1/f$ (1)

[0012] $1/a_2+1/b_2=1/f$ (2)

[0013] 透镜放大率公式为:

[0014] $a_1/b_1=d_0/d_1$ (3)

[0015] $a_2/b_2=d_0/d_2$ (4)

[0016] (1)*a₁-(2)*a₂,再利用公式(3)和(4)可以得到:

[0017] $(a_2-a_1)/f=d_0*(1/d_2-1/d_1)=(d_1-d_2)*d_0/(d_2*d_1)$,即

[0018] $(a_2-a_1)=(d_1-d_2)*f*d_0/(d_2*d_1)$ (5)

[0019] 其中(a₂-a₁)就是要测量的金属丝的伸长量。伸长量的放大倍数为 $F=(d_1-d_2)/(a_2-a_1)=(d_2*d_1)/(f*d_0)$ 。

[0020] 注意,这不是透镜的放大率,两次测量放大镜放大率为 $d_1/d_0, d_2/d_0$ 。

[0021] 因此本装置,把钢丝的在水平方向的变化,改变到物象的纵向变化,并放大。

[0022] 当伸长量变化很小时, d_2 近似等于 d_1 , 设 $d_1/d_0=d_2/d_0=F_0$, 则

[0023] $F=F_0^2/(f*d_0)$. (6)

[0024] 其中 F_0 是第二凸透镜12成像的放大率。选用短焦距的凸透镜,缩短物距,在有限距离内可以提高透镜的放大率和物象高度 d_1 ,进而提高杨氏模量测量仪的放大率。比如在1米范围内($a_1+b_1=1$ 米), $f=50$ 毫米,利用公式(1),放大镜放大率 $F_0=b_1/a_1\sim 18$ 。假定物高 $d_0=1$ 毫米,带入公式(6)可得 $F\sim 6.4$ 。当采用螺旋测微,最小准确读数是0.01毫米,因此,能观测到的最小形变量大约是0.0015毫米,远高于光杠杆法的实验精度。同时,选择不同的凸透镜12或者通过调节双棱镜8到第一凸透镜7的距离可改变物高 d_0 和物距 a_1 ,进而可以自由获得不同的放大率。

附图说明

[0025] 附图1是双棱镜辅助测量金属丝的杨氏模量装置示意图。

[0026] 附图2是光路原理图

[0027] 图中空心圆圈表示小孔,可让金属丝穿过并自由移动。

[0028] 图中:1.固定平台,2.配重,3.金属丝,4.滑轮,5.带孔移动滑块,6.激光器,7.第一凸透镜,8.双棱镜,9.可移动平台,10.微调移动滑块,11.固定杆,12.第二凸透镜,13.光电探头,14.功率计,15.导轨,16.位移架,17.固定夹头,18.固定钩,19.实光源,20.虚光像,21.实像

具体实施方式

[0029] 根据装置示意图,相应的测量元件装置的使用方法描述如下:

[0030] (1) 安置好各设备的位置

[0031] 第一步骤:安装

[0032] 导轨15放置于固定平台1上,通过固定钩18锁紧。金属丝3一端通过金属丝的固定夹头17连接在导轨上,平行于导轨延长到另一端。通过滑轮4悬挂在桌面一侧。激光器6、第一凸透镜7、双棱镜8、第二凸透镜12、光电探头13依次同轴等高排列。为了做到同轴等高,要求激光器开启后,每次放入器件后,激光器光斑能在同一高度且中心重合。放上双棱镜,要

求能光测到2条左右干涉条纹为宜,以保证形成两个虚光像。第二凸透镜的位置,以使得光电探头位置有清晰的实像21。具体判别实像的标准是,沿导轨移动,投射到光电探头处的光斑出现模糊清晰到模糊的变化过程,选择最亮最清晰的位置,固定好第二凸透镜。激光器、第二凸透镜配有带孔固定滑块5。第一凸透镜和双棱镜放置在可移动平台9上。平台9上的第一凸透镜7可以在平台上通过微调移动滑块10进行水平移动,以调节两个虚光像20的间距。双棱镜通过固定杆11与平台连接。固定杆11虚夹紧金属丝3。

[0033] 第二步:测试

[0034] 改变金属丝的配重2,金属丝3伸长,带动第一凸透镜7和双棱镜8随可移动平台9一起移动,引起第二凸透镜12物距和像距的改变,轻微调节第二凸透镜12,得到清晰的实像21。通过旋转横向位移架16上的测微螺旋,让实像21依次进入光电探头13,通过功率计14显示最大光功率,从而获得实像21的空间相对位置。改变配重并重复步骤,获得新的数据。

[0035] 本设计原则上无需导轨具有刻度,但如果要获得实验具体的放大率,可以选用有刻度的导轨,这样钢丝的长度也可以轻松读出来。

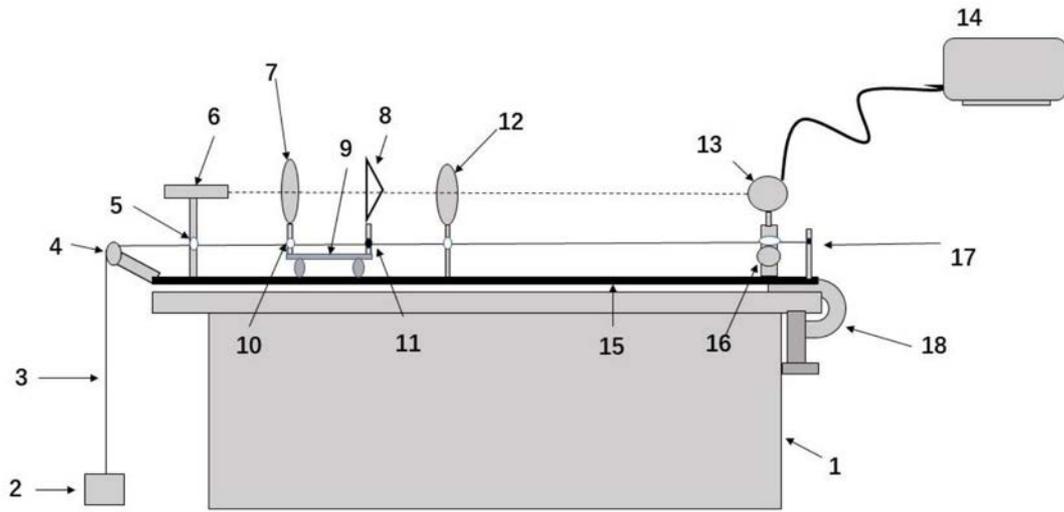


图1

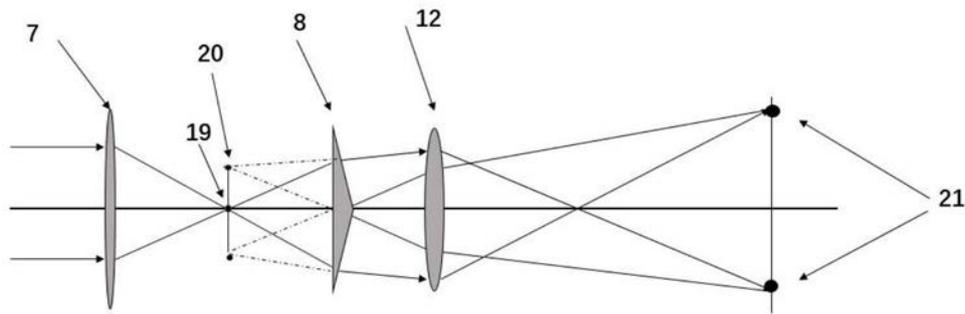


图2