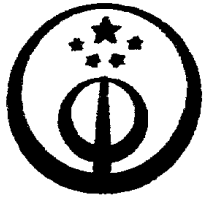


(19)中华人民共和国专利局

(11)公开号 CN 1079055A



# (12)发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 92103398.2

[51] Int.Cl<sup>5</sup>

(43) 公开日 1993年12月1日

G02B 27/00

[22]申请日 92.5.16

[71]申请人 中国科学院长春光学精密机械研究所  
地址 130022 吉林省长春市斯大林大街112号

[72]发明人 韩昌元 顾去吾 卢振武 刘斌

[74]专利代理机构 中国科学院长春专利事务所  
代理人 梁爱荣

G01B 11/30

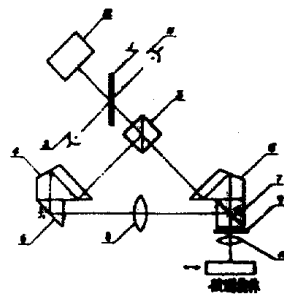
说明书页数: 4

附图页数: 2

## 54发明名称 激光外差共路干涉方法及其光学系统

### 57摘要

本发明涉及一种测量物体超光滑表面的粗糙度、微细表面轮廓、微小位移、微小变形的装置及方法,是对激光外差干涉方法及系统的改进。本发明的共路干涉系统由光源 12、接收器 2、接收器 11、分束器 1,偏振分束器 3,多面反射镜 5、偏振分束器 7、波片 9、透镜 10、透镜 8、反射镜 6,多面反射镜 4 组成。本发明具有共路干涉系统,使得参考光束和测量光束在同一个光路中互逆行进,由接收器 11 干涉产生测量信号,使光学系统具有稳定性和精度高,对使用环境要求低,抗干扰能力强,使用方便。



<37>

# 权 利 要 求 书

1、一种用于测量物体表面粗糙度、微细表面轮廓、微小振动、微小位移、微小变形的共路干涉方法，采用光源12的光束射入光学系统中，经分束器1部分反射到接收器2作为参考信号，并部分透射产生测量信号，其特征在于：在同一个光路中产生参考光束和测量光束，两个光束由接收器11接收并产生测量信号，

(1) 光源12的平行和垂直于纸面方向振动的线偏振光束通过分束器1透射，由偏振分束器3分别透过和反射，其光束走向为：

(2.1) 偏振分束器3使光源12的平行于纸面方向振动的线偏振光束透射，经多面反射棱镜5，透过偏振分束器7，再经波片9，由透镜10会聚到被测物体表面的一点上，然后由透镜10自准返回，再经波片9变成垂直于纸面方向振动的线偏振光，而由偏振分束器7反射投向透镜8，由透镜8会聚到反射棱镜6的反射面的 $f_1$ 点，然后经由多面反射棱镜4和偏振分束器3及分束器1反射射向接收器11而成为测量光束。

(2.2) 偏振分束器3使光源12的垂直于纸面方向振动的线偏振光束反射，经多面反射棱镜4和反射棱镜6投向透镜8，由透镜8会聚到偏振分束器7反射面的 $f_2$ 点，再经偏振分束器7反射和透过波片9后，由透镜10透射成为平行光束而垂直地投向被测物体表面，再由被测物体表面自准返回，经透镜10、波片9会聚到偏振分束器7反射面的 $f_2$ 点，变成平行于纸面方向的线偏振光束，因而透过偏振分束器7，再由多面反射棱镜5反射和透过偏振分束器3，然后由分束器1反射射向接收器11而产生参考光束。

2、一种用于测量物体表面粗糙度、微细表面轮廓、微小振动、微小位移、微小变形的共路干涉光学系统，采用光源12、波片9、接收器2和接收器11，其特征在于：分束器1与偏振分束器3的分

束面相互平行，分束器1分束面法线与入射光源12的双频且相互垂直偏振的平行光束构成一定的 $\alpha$ 角度，偏振分束器3与多面反射棱镜4和多面反射棱镜5构成三角形，反射棱镜6的反射面与偏振分束器7的反射面平行，并且其中心在光轴连线对称的位置上，透镜8的光轴垂直于偏振分束器3的分束面，透镜8和透镜10的焦点重合且光轴相互垂直。

3、根据权利要求2所述的共路干涉光学系统，其特征在于：多面反射棱镜4和多面反射棱镜5相同，是由四个一定的 $\alpha$ 角度和四个棱镜面组成。

4、根据权利要求2和3所述的共路干涉光学系统，其特征在于：反射棱镜6的透射面与多面反射棱镜4的一个透射面胶合。

5、根据权利要求2和3所述的共路干涉光学系统，其特征在于：偏振分束器7中的一个透射面与反射棱镜5的一个透射面胶合。

激光外差共路干涉方法及其光学系统

本发明涉及一种测量物体超光滑表面的粗糙度、微细轮廓、微小振动、微小位移、微小变形的方法及装置，是对其激光外差干涉方法及系统的一种改进。

美国Optical Engineering Vol. 23, No. 4, 365 (1984) 和Applied Optics Vol. 25, No. 22, 4168 (1986) 两刊物中公开的激光外差表面轮廓仪的光路示意如图1所示，由光源射入分束器 $BS_1$ 的光束一部分反射到接收器 $D_1$ 产生参考信号，另一部分透过 $BS_1$ 经偏振分束器PBS分成两个光路，一个光路作为参考光束另一个光路作为测量光束，由于接收来自两个各走不同光路的参考光束和测量光束并干涉产生测量信号，因此两个光路中任何元件的震动或温度变化及空气抖动都会引起各自光路的光程变化，使两个光束干涉产生相位差，故接收器 $D_2$ 所产生的测量信号有相位误差，从而影响测量系统的稳定性和精度，它的系统稳定度达到50埃。

本发明的目的是提供一种改进的具有共路干涉系统的测量表面粗糙度，微细表面轮廓，微小振动，微小位移，微小变形的方法及装置。它具有参考光束和测量光束在同一个光路中互逆行进，使该光学系统具有稳定度和精度高，对使用环境条件要求低，抗干扰能力强，使用方便的特点。

为了克服上述方法中的缺点，如图2是本发明的方法采用光源12的光束射入光学系统中，经分束器1部分反射到接收器2作为参考信号，并部分透射产生测量信号。其特点是在同一个光路中产生参考光束和测量光束，两个光束由接收器1接收并产生测量信号，

1. 光源12的平行和垂直于纸面方向振动的线偏振光束通过分束

器1透射,由偏振光束器3分别透过和反射,其光束走向为:

2.1. 偏振分束器3使光源12的平行于纸面方向振动的线偏振光透射,经多面反射棱镜5,透过偏振分束器7,再经波片9,由透镜10会聚到被测物体表面的一点上,然后由透镜10自准返回,再经波片9变成垂直于纸面方向振动的线偏振光,而由偏振分束器7反射投向透镜8,由透镜8会聚到反射棱镜6的反射面的 $f_1$ 点,然后经由多面反射棱镜4和偏振分束器3及分束器1反射射向接收器11而成为测量光束。

2.2 偏振分束器3使光源12的垂直于纸面方向振动的线偏振光反射,经多面反射棱镜4和反射棱镜6投向透镜8,由透镜8会聚到偏振分束器7反射面的 $f_2$ 点,再经偏振分束器7反射和透过波片9后,由透镜10透射成为平行光束而垂直地投向被测物体表面,再由被测物体表面自准返回,经透镜10、波片9会聚到偏振分束器7反射面的 $f_2$ 点,变成平行于纸面方向的线偏振光,因而透过偏振分束器7,再由多面反射棱镜5反射和透过偏振分束器3,然后由分束器1反射射向接收器11而产生参考光束。

本发明的装置采用光源12、波片9、接收器2和接收器11,分束器1与偏振分束器3的分束面相互平行,分束器1分束面法线与入射光源12的双频且相互垂直偏振的平行光束构成 $\alpha$ 角度,偏振分束器3与多面反射棱镜4和多面反射棱镜5构成三角形,反射棱镜6的反射面与偏振分束器7的反射面平行,并且其中心在光轴连线对称的位置上,透镜8的光轴垂直于偏振分束器3的分束面,透镜8和透镜10的焦点重合且光轴相互垂直。多面反射棱镜4和多面反射棱镜5相同,是由四个一定的 $\alpha$ 角度和四个棱镜面组成。反射棱镜6的透射面与多面反射棱镜4的一个透射面胶合。偏振分束器7中的一个透射面与反射棱镜5的一个透射面胶合。

本发明的积极效果是在一个共用的光路系统产生两个光束，即测量光束和参考光束，它们在同一光路系统中互逆行进，使得在该光路系统中的任何机械震动，温度变化和空气抖动等干扰引起的光程变化是相同的，所以不产生测量信号的相位变化，保证了测量的精度，从而提高了光学系统的测量精度。光学系统对环境条件要求不高，在普通房间里不用防震平台就可以实现一个埃的稳定度，其测量物体的表面粗糙度、微细表面轮廓、微小振动、微小位移和微小变形的分辨率达到1埃水平，其系统具有稳定度和精度高，抗干扰能力强，使用方便并且可在加工车间在线测量。

图2是本发明的一个实施例和工作原理图，其光源1 2采用互为垂直偏振的双频激光平行光束，射入本发明光学系统时，与镀有半反半透膜的平板分束器1分束面的法线构成 $45^\circ$ 入射角，经分束器1部分反射到接收器2产生一个参考信号，同时经分束器1透射的光束通过光路系统将产生测量信号。测量信号是测量光束和参考光束干涉而成，是在一个共有的光路中同时互逆行进，并且在接收器1 2干涉而产生的，即：

经分光束器1透射，光源1 2的平行于纸面方向振动的线偏振光束透过由两块 $45^\circ$ 直角棱镜胶合而成的偏振分束器3，经过具有 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 和两个 $112^\circ$ 角的四个棱面的反射棱镜5，透过由两块 $45^\circ$ 直角棱镜胶合而成的偏振分束器7，再经过 $\lambda/4$ 的波片9并由具有正反光路相对孔径不同的透镜10会聚到被测物体的表面一点上，由被测表面反射经透镜10自准返回的光再经 $\lambda/4$ 波片9变成垂直于纸面方向振动的线偏振光，故由偏振分束器7反射投向透镜8而会聚到反射棱镜6反射面的中心 $f_1$ 点，经直角反射棱镜6和具有 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 和两个 $112^\circ$ 角四个棱面的反射棱镜4，再

经过偏振分束器3反射和由分束器1反射射向接收器11成为测量光束。偏振分束器3位于等腰三角形的 $90^\circ$ 角位置，多面反射棱镜4和多面反射棱镜7位于等腰三角形的 $45^\circ$ 角位置。

偏振分束器7的分束面是斜面，其直角面与反射棱镜5的直角面胶合。直角反射棱镜6的直角面与反射棱镜4的直角面胶合。

经分束器1透射，光源12的垂直于纸面方向振动的线偏振光束由偏振分束器3反射，经多面反射棱镜4和反射棱镜6的反射面反射投向具有对称形物镜结构的透镜8，会聚在偏振分束器7反射面的 $f_2$ 点上，而由此反射经由 $\lambda/4$ 波片9，再由透镜10变成平行光束垂直地投向被测物体表面，经被测表面自准反射的光再经过透镜10和 $\lambda/4$ 波片9而会聚到偏振分束器7分束面的 $f_2$ 点，这个光束由于两次经过 $\lambda/4$ 波片9而变成平行于纸面方向的线偏振光，因此它透过偏振分束器7、反射棱镜5，再透过偏振分束器3，由分束器1反射射向接收器11成为参考光束。接收器11接收参考光束和测量光束并且干涉产生测量信号。接收器2输出的参考信号和接收器11输出的测量信号通过电子学相位计进行相位比较而得出被测物体表面的信息，根据此信息去判断被测物体的表面粗糙度、微细表面轮廓、微小振动，微小位移和微小变形。

说明书附图

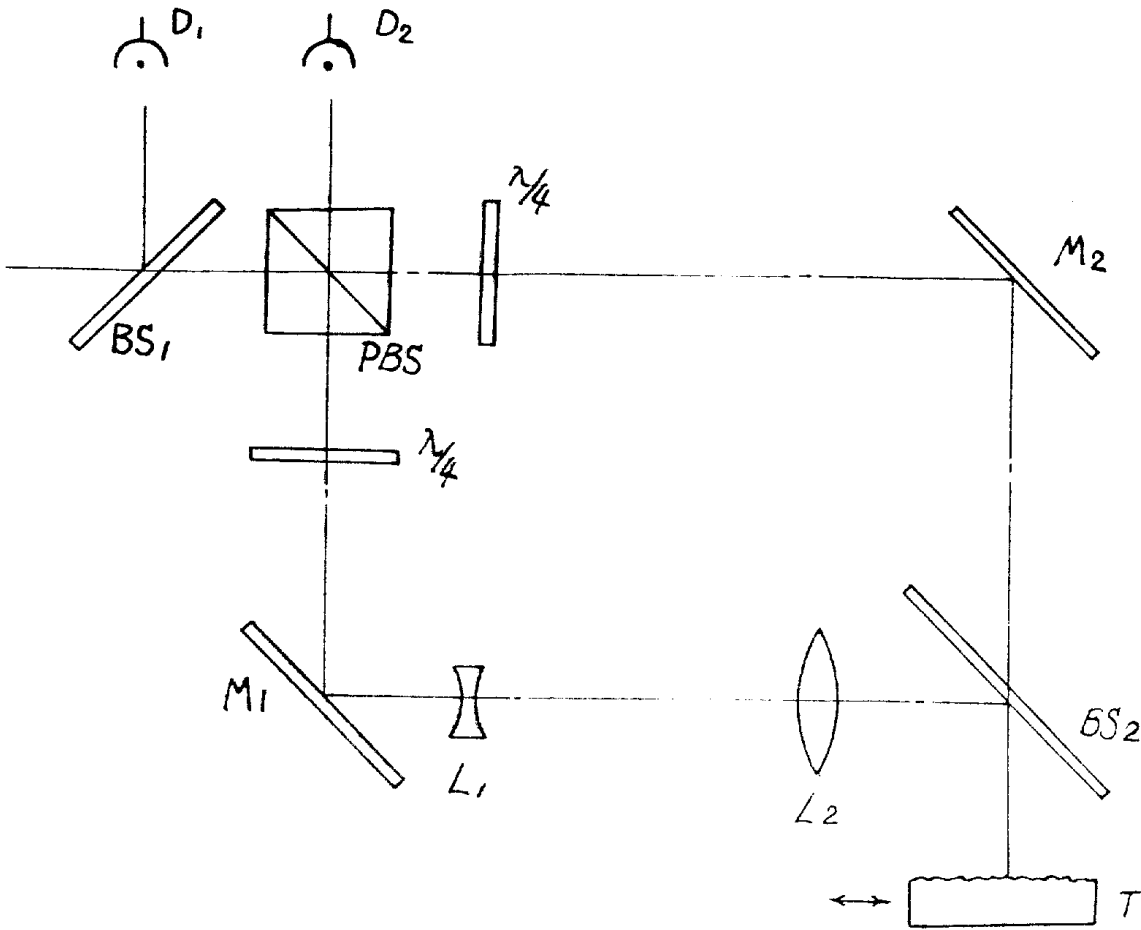


图 1



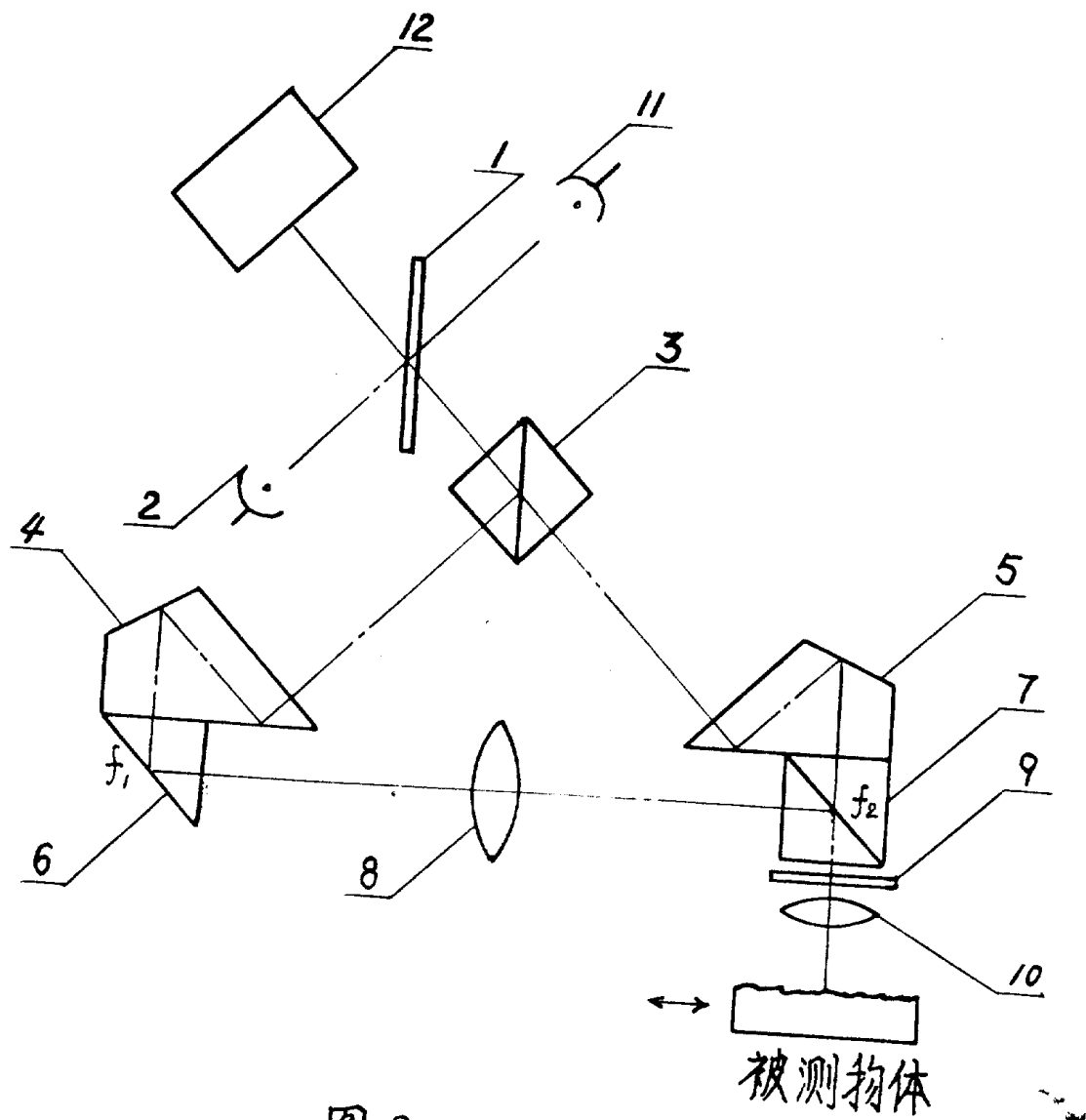


图 2