

埃分辨率的激光系统及其在材料电致形变测量中的应用

朱鹤年 张培林

(清华大学物理系)

微位移测量可应用于微定位、测微仪校准、微致动器标定、低膨胀系数测量、微形变检测等许多技术领域。我们研制的具有一埃分辨率的激光测量系统,用频差波动小的稳定的 He-Ne 纵向塞曼(双频)激光器作光源,光学装置采用经过精确调整的迈克尔逊型双频偏振光干涉仪的光路,测出测量光和参考光的拍频信号间相位差的改变量 $\Delta\phi$,就可得知可动反射器的位移。

理想情况下 $\Delta\phi$ 与光程差改变量成正比,且测量光束两正交偏振方向各有一个频率分量,实际上频率分量数比一多。本文计算了测量光束中两正交方向上各频率分量的相对幅值对测量的非线性的影响,分析了对一些部件的要求,指出了四分之一波片与析光镜倒置可能产生的附加误差。

电路系统主要包含三级锁相倍频及混频,每级包括二个锁相倍频器和一个混频器,数显末位改变 1 表示相差改变量为 $2\pi/3000$,相应位移量为 1.05 埃。电路调整时要注意抑制各倍频器输出的相位抖动并适当调整环路的跟踪特性。整个测量系统具有分辨率较高、动态特性较好、装置较简单、量程较广的特点。

以前静态法直接测定石英等材料的逆压电系数 d_{ij} 较困难。运用本系统,测试了一片 X 切割的石英晶体试样在偏压每次改变 125 伏时的形变值,偏压变化范围为 1000 伏,平均形变值与偏压的相关系数达 0.998,算得试样的 d_{11} 为 2.6×10^{-12} 米/伏。此实验初步证明系统已达到埃的测量分辨率。

运用本系统观测过钛酸铅片状压电陶瓷在偏压突变时的形变驰豫行为,测量过某种复合陶瓷材料的电致伸缩。本系统还与阿贝比较仪进行过几毫米位移的对比实验,示值差均小于阿贝比较仪的仪器误差。