

扫描球面—平面干涉仪

中国科学院物理研究所 许祖彦 张祖仁 李秀英

在近代光学研究中,高分辨率光谱仪,占有十分重要的地位,例如光谱精细结构研究,激光振荡器模分析,激光光谱学等都要求分辨率高达 $10^7 \sim 10^9$ 的光谱仪,若采用通常的光栅技术,则光栅尺寸将为数百米,若使用一般的 Fabry-Perot 标准具,则难于克服衍射损耗。

扫描干涉仪分辨率可高达 2.5×10^9 , 由于使用被动腔光场本征模的耦合及压电陶瓷体空间扫描技术,故不须将被测光束发散,入射到反射镜面上光点的直径很小(约为 0.1 毫米),这就降低了对反射镜面的质量要求,放宽了所允许的反射镜面倾斜角度,并且由于采用光电倍增管代替照相底板作接收器,观察灵敏度将大大提高。

我们采用廉价而易买到的气体激光器谐振腔介质反射镜制作了一台扫描球面—平面干涉仪,分辨率为 6.7×10^7 精细度为 180, 并用它来观察和检测了 He-Ne 激光器及氩离子的单频选模工作。

干涉仪腔长的改变采用锯齿波电压激励的压电陶瓷完成,光电倍增管接收到的信号输入示波器,示波屏上就显示出被测光源的频谱,谱线显示位移在扫描器上加直流偏压完成。

干涉仪采用球面—平面结构,此种结构比采用双平面结构具有较小的衍射损耗,较好的调整稳定性;较之采用双球面结构具有不需同轴调整设备的优点。

干涉仪镜面的平行调整采用粗、细、精三级调整系统,粗调用一般气体激光腔的细牙螺丝调节方向环设计;细调用尖劈调节方向环,精度约为粗调的 10 倍,精调用 PZT 压电陶瓷电调,范围约数秒,实验证明,这样的三级调节系统可保证将干涉仪调至足够的精度。

三平板环路干涉仪

中国科学院上海光机所 王之江 蔡希浩 高脐媛

Sagnac 环路干涉仪是双光束干涉仪的基本类型之一,能够实现横向平移剪切、横向非平移剪切、径向剪切、旋转剪切等多种剪切方式的双光束干涉。本文研究的三平板环路干涉仪是其最简单的形式,并已越来越多地应用到激光技术中,如环形谐振腔、时间整形器等。

研究表明三平板环路干涉仪永远是横向平移剪切双光束干涉仪,并不需要由调整来保证,但是当三平板调整到使干涉仪内的顺时针环路和逆时针环路全同时,三平板的加工误差对双光束带来的影响基本相同,不会引起或极少引起附加光程差,因而使用非理想光学平板也能获得干涉仪的理论测量精度,此时双光束严格等光程,条纹对比度仅由和剪切量 d 相对应的光源的空间相干性所限制。

利用环路干涉仪的前向反射光输出调整干涉仪最为简单,当二束前向反射光对称地分布在入射光束二边时,表明干涉仪已处于全同环路状态,而两束前向反射光的间距即为剪切量 d 。只需要一个小孔光阑就可以完成上述调整步骤。我们注意到剪切量 d 为零值的全同环路状态也就是环形谐振腔的工作状态。

用 $\phi 60$ 毫米口径为 He-Ne 激光束作实验,不同剪切量下 (13.5~31 毫米) 环路干涉仪 (全同环路状态) 测得的波面半径平均值为 49.8 米,实测波面半径为 47.9 米,测量误差 2.3%, 环路干涉仪的理论测量精度

$$\Delta R = \frac{\Delta \lambda}{\frac{1}{2R^2} [h^2 - (h-d)^2]}$$

其中 R 为被测波面半径, h 为光束半口径, d 为剪切量, $\Delta \lambda$ 为光程差测量精度, 由于条纹对比度高, $\Delta \lambda$ 达到 $\lambda/6$ 或 $\lambda/8$ 是不困难的, 这样计算的理论测量精度稍高于 2.3%。以上测量所用的三平板的光学质量低于干涉平板, 其中半透光板还是楔板, 如果干涉仪偏离全同环路状态, 测量精度下降, 干涉条纹与剪切方向不垂直, 有明显的色散出现。

为了使环路干涉仪安全地应用于高能钕玻璃激光系统, 本文给出了防止干涉仪反馈的方法。

三平板环路干涉仪具有高测量精度、等光程、等光强、剪切量连续可调、调整方便、加工要求低等优点, 缺点是波面型处理不够直观, 此种干涉仪已应用于我所大型单路及多路钕玻璃高功率激光系统的波面测量。

采用径向剪切干涉仪测激光束的波面

中国科学院上海光机所 梁向春 陈时胜 李安民

在干涉检验中, 大多数干涉仪要有标准参考面, 随着干涉仪口径的增加, 这种标准面的加工就相当困难、为此人们曾设想设计一种不要参考面的干涉仪, 结果研制出一种波前剪切干涉仪, 这种干涉仪能将检验的波前重迭在其自身的剪切象上。剪切方式分为横向剪切、旋转剪切、反转剪切和径向剪切。

本报告中所描述的径向剪切干涉仪, 是各种形式的径向剪切干涉仪的一种, 它是由一块光学平板中心穿洞置一负透镜而组成。使用时是将待测光束的波面, 取其中中心局部放大后, 与整体光束相干获得径向剪切干涉图。对于干涉图的分析可说明波面位相均匀性、波面象差、光束空间相干度等。

我们用此种径向剪切干涉仪对高功率钕玻璃毫微秒脉冲激光振荡器光束和多级行波放大后的光束进行了波面测量, 给出了激光束径向波面曲率变化。测量表明, 激光束波面在接近中心区域内的曲率半径较边缘区大, 而且是逐渐过渡的, 这种现象说明激光束中包含有球差, 这种球差的产生来自棒状放大器的光泵径向不均匀。后来采用圆环哈特曼网格以及三角形环路横向剪切干涉仪测量波面, 所得结果是一致的。

这种径向剪切干涉仪的主要优点是, 干涉图呈圆环形, 若把中心负透镜部分的波面视为参考光束的话, 则这种径向剪切干涉仪就与有参考标准面的泰曼-格林干涉仪近似相同, 随着剪切量的增大, 就越趋于相同, 从而处理数据变得简单适用。

我们采用的径向剪切干涉仪结构, 实质上又是一种共轴全息照相装置, 它能使原始波前再现, 提供判断原始波前质量的手段, 曾用 He-Ne 光源做了这方面的实验。

报告中说明了组成径向剪切干涉仪的结构, 参数选择, 实验数据以及精度分析等。

平晶型激光错位干涉仪原理及其应用

中国科学院力学研究所 刘建邦 夏生杰

平晶型激光错位干涉仪(简称平晶干涉仪)的原理是: 由激光器发出的激光经扩束平行光管后, 变成一束截面积大、方向性良好的平面波, 它通过被测系统后依次在一块平晶的前后表面反射, 形成位置稍稍错开的两束光, 其重迭部分出现干涉图案。它本质上是一种波前干涉仪。本文对平面波前检验及球面波前检验两种情况进行了理论分析, 其主要结论是: 对于理想平面波前及满足一定条件时的理想球面波前, 其干涉图案是一组平行等间距直线条纹, 而被测系统的非理想性则导致干涉条纹的弯曲。平面波前检验主要用于气、液体流场观测及透明固体介质的均匀性检验, 文中给出了介质密度差与干涉图案形状的定量关系。球面波前