

恢复横向剪切干涉原始波面的新方法

徐文东 谢元营 李锡善

(中国科学院上海光机所 上海 201800)

提要 介绍了一种由横向剪切干涉信号(相位差、光程差或高度差)恢复原始波面(相位差、光程差或高度差)的新方法。在理想情况下,利用离散傅里叶变换及其性质,能精确恢复原始波面。使用该方法不仅在理论上可以深入地研究横向剪切干涉的性质,它的灵敏度和误差传递,以寻求最佳剪切量、最佳工作条件,发挥横向剪切干涉特有的长处;而且在某些实际的横向剪切干涉仪数据处理中,也显示了良好的应用前景。

关键词 横向剪切干涉,离散傅里叶变换,原始波面

1 引言

剪切干涉测量是一种利用待测波面自身实现干涉的干涉测量技术,它除了具有一般干涉所具有的非接触式、高灵敏度、高精度的特点外,还具有无需另外的光学参考面、仪器结构相对简单、制造容易等特点;另外,许多剪切干涉仪是共光路系统,干涉条纹稳定,环境适应性强,因此在光学测量领域获得了广泛的应用。横向剪切干涉是其中最基本、用得最多的一种。

由横向剪切干涉信号(相位差、光程差或高度差)恢复原始波面的方法有许多。文献[1,2]中的方法是实际使用最多的一种。该方法甚至可以补偿两剪切波面间的倾斜。但该方法严格受限于数据抽样间隔等于剪切量这一条件,使得在增加数据量、更详细描述原始波面的同时,必须减小剪切量,而剪切量的减小在许多情况下,将导致干涉仪灵敏度和精度的降低。拟合法是一种得到连续原始波面的方法,但拟合法中掺杂着对原始波面的某种猜测,其结果是近似的,因而适用范围受到限制。

本文介绍了一种原始波面的傅里叶变换恢复方法。利用离散傅里叶变换及其性质,在剪切量固定不变且已知的情况下,可以精确地恢复出原始波面(除某一频率或某些频率由于横向剪切干涉的性质无法恢复外)。该方法不仅便于理论上深入研究横向剪切干涉的性质及对各种条件的要求,而且在实际的横向剪切干涉仪中得到了应用。

2 方法描述

横向剪切干涉数据处理的最基本表达式(沿 x 方向剪切的一维情况)为

$$s(x) = y(x) - y(x - s) \quad (1)$$

其中, $s(x)$ 为剪切干涉信号(相位差、光程差或高度差), $y(x)$ 为原始波面, s 为剪切量,且为一常

恢复横向剪切干涉原始波面的新方法

徐文东 谢元营 李锡善

(中国科学院上海光机所 上海 201800)

提要 介绍了一种由横向剪切干涉信号(相位差、光程差或高度差)恢复原始波面(相位差、光程差或高度差)的新方法。在理想情况下,利用离散傅里叶变换及其性质,能精确恢复原始波面。使用该方法不仅在理论上可以深入地研究横向剪切干涉的性质,它的灵敏度和误差传递,以寻求最佳剪切量、最佳工作条件,发挥横向剪切干涉特有的长处;而且在某些实际的横向剪切干涉仪数据处理中,也显示了良好的应用前景。

关键词 横向剪切干涉,离散傅里叶变换,原始波面

1 引言

剪切干涉测量是一种利用待测波面自身实现干涉的干涉测量技术,它除了具有一般干涉所具有的非接触式、高灵敏度、高精度的特点外,还具有无需另外的光学参考面、仪器结构相对简单、制造容易等特点;另外,许多剪切干涉仪是共光路系统,干涉条纹稳定,环境适应性强,因此在光学测量领域获得了广泛的应用。横向剪切干涉是其中最基本、用得最多的一种。

由横向剪切干涉信号(相位差、光程差或高度差)恢复原始波面的方法有许多。文献[1,2]中的方法是实际使用最多的一种。该方法甚至可以补偿两剪切波面间的倾斜。但该方法严格受限于数据抽样间隔等于剪切量这一条件,使得在增加数据量、更详细描述原始波面的同时,必须减小剪切量,而剪切量的减小在许多情况下,将导致干涉仪灵敏度和精度的降低。拟合法是一种得到连续原始波面的方法,但拟合法中掺杂着对原始波面的某种猜测,其结果是近似的,因而适用范围受到限制。

本文介绍了一种原始波面的傅里叶变换恢复方法。利用离散傅里叶变换及其性质,在剪切量固定不变且已知的情况下,可以精确地恢复出原始波面(除某一频率或某些频率由于横向剪切干涉的性质无法恢复外)。该方法不仅便于理论上深入研究横向剪切干涉的性质及对各种条件的要求,而且在实际的横向剪切干涉仪中得到了应用。

2 方法描述

横向剪切干涉数据处理的最基本表达式(沿 x 方向剪切的一维情况)为

$$s(x) = y(x) - y(x - s) \quad (1)$$

其中, $s(x)$ 为剪切干涉信号(相位差、光程差或高度差), $y(x)$ 为原始波面, s 为剪切量,且为一常