

文章编号: 0253-2239(2006)05-0679-6

# 光刻机投影物镜的像差原位检测新技术

张冬青<sup>1,2</sup> 王向朝<sup>1</sup> 施伟杰<sup>1,2</sup> 王帆<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup> 中国科学院上海光学精密机械研究所信息光学实验室, 上海 201800)  
(<sup>2</sup> 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:** 提出了一种新的光刻机投影物镜像差原位检测(AMF)技术。详细分析了该技术利用特殊测试标记检测投影物镜球差、像散、彗差的基本原理,论述了该技术利用对准位置坐标计算像差引起的成像位置偏移量的方法。实验结果表明 AMF 技术可实现球差、彗差、像散等像差参量的精确测量。AMF 技术考虑了光刻胶等工艺因素对像差引起的成像位置偏移量的影响,有效避免了目前基于硅片曝光方式的彗差原位检测技术对离焦量、像面倾斜等像质参量限制的依赖。

**关键词:** 信息光学; 像差; 投影物镜; 光刻机; 原位检测

中图分类号: R778 文献标识码: A

## New Technique for Aberration In-Situ Measurement of a Lithographic Projection System

Zhang Dongqing<sup>1,2</sup> Wang Xiangzhao<sup>1</sup> Shi Weijie<sup>1,2</sup> Wang Fan<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup> Information Optics Laboratory, Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics,  
The Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)  
(<sup>2</sup> Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

**Abstract:** A new technique for measuring the aberrations of a lithographic projection system in situ is proposed, in which the basic theory used to measure the spherical aberration, coma and astigmatism of the projection system with special measurement mark is analyzed in detail, and the method to calculate the image displacement caused by aberration through aligned position coordinate is presented. Through experiments, the aberration parameters, such as spherical aberration, coma and astigmatism of the projection system are obtained with high accuracy by the technique. Taking into account of the influences of process factors, e. g. resist process, on the image displacement induced by aberration, the new technique avoids the dependence of coma in-situ measurement based on wafer exposure on the image parameters, such as defocus and image tilt.

**Key words:** information optics; aberration; projection lens; lithographic tool; in-situ measurement

## 1 引 言

光刻机投影物镜的像差<sup>[1~3]</sup>,如球差、彗差、像散等是影响光刻分辨率与套刻精度的重要因素。随着光刻特征尺寸的不断减小,像差对光刻性能的影响越来越显著,因此光刻机投影物镜的像差原位测量技术不可或缺。

目前,多照明设置空间像测量<sup>[4]</sup>(Translation image sensor at multiple illumination settings, TAMIS)技术、多照明设置像差测量<sup>[5]</sup>(Distortion at multiple illumination settings, DAMIS)技术与多

照明设置 FOCAL 测量<sup>[6]</sup>(Focus calibration using alignment system at multiple illumination settings, FAMIS)技术是国际上常用的光刻机投影物镜像差的原位检测技术。TAMIS 技术可检测投影物镜的球差、彗差、像散等像差参量。它利用空间像传感器(Translation image sensor, TIS)测量投影物镜的空间像光强分布,通过计算得到像差。该技术没有考虑光刻胶等工艺因素对像差引起的成像位置偏移量的影响,因此难以确定最优的像质校正方式,如调整物镜可调镜片的位置、掩模台高度与倾斜等,以消

作者简介: 张立青(1978~),女,山东淄博人,中国科学院上海光学精密机械研究所博士研究生,主要从事高分辨力步进扫描投影光刻机像质在线检测技术的研究。E-mail: zdq@siom.ac.cn

收稿日期: 2005-05-23; 收到修改稿日期: 2005-07-10

减光刻机投影物镜的像差。DAMIS 技术对涂胶硅片进行曝光、显影后,利用光刻机对准系统<sup>[7]</sup>检测的曝光图形水平位置偏移量来计算投影物镜的彗差。该技术仅检测投影物镜的彗差,其测量精度依赖于对离焦量、像面倾斜等像质参量的限制程度。FAMIS 技术是一种通过检测涂胶硅片上曝光图形线宽与位置偏移量来计算像差的原位检测技术。该技术仅能检测光刻机投影物镜的球差与像散,不能实现彗差的检测。

本文在 FAMIS 技术基础上提出了一种新的光刻机投影物镜像差原位检测技术,以下简称为 AMF (Aberration measurement based on FAMIS technique) 技术。与 DAMIS 与 FAMIS 相比,AMF 可同时实现球差、彗差、像散的检测。AMF 考虑了光刻胶等工艺因素对像差引起的成像位置偏移量的影响,有效避免了 DAMIS 技术对离焦量、像面倾斜等像质参量限制的依赖。

## 2 检测原理

AMF 技术的检测过程包括硅片曝光、硅片显影、对准读数、数据处理等五部分。改变数值孔径 NA 与相干因子  $\sigma$ ,在不同照明方式下将 FOCAL 掩模<sup>[8]</sup>曝光在处于不同离焦面的涂胶硅片上。后烘、显影后,由光刻机对准系统记录 FOCAL 标记的对准位置坐标。经数据处理得到球差、彗差、像散等像质参量。

由于光刻机的光刻分辨力已达亚波长范围,为了充分考虑光的波动性,采用波像差理论对投影物镜像差进行分析。物镜出瞳面上的波像差指实际波前与理想波前之间的光程差,通常将其分解为泽尼克多项式<sup>[9]</sup>

$$w(\rho, \theta) = Z_1 + Z_2 \cdot \rho \cos \theta + Z_3 \cdot \rho \sin \theta + Z_4 \cdot (2\rho^2 - 1) + Z_5 \cdot \rho^2 \cos 2\theta + Z_6 \cdot \rho^2 \sin 2\theta + Z_7 \cdot (2\rho^3 - 2\rho) \cos \theta + Z_8 (3\rho^3 - 2\rho) \sin \theta + Z_9 (6\rho^4 - 6\rho^2 + 1) + \dots, \quad (1)$$

其中  $\rho$  与  $\theta$  为出瞳面上的归一化极坐标。 $Z_2$  与  $Z_3$  表征波前倾斜。 $Z_4$  表征焦面偏移, $Z_5$  与  $Z_6$  表征三阶像散, $Z_7$  与  $Z_8$  分别表征 X 方向与 Y 方向的三阶彗差,

$Z_9$  表征三阶球差。通过 AMF 测试可得到  $Z_7, Z_8, Z_9$  以及五阶球差  $Z_{16}$ , X 方向与 Y 方向的五阶彗差  $Z_{14}, Z_{15}$ , 五阶、七阶像散  $Z_{12}, Z_{21}$  等像差参量。

AMF 技术首先确定不同照明方式下,曝光视场中各点对应的最佳子午像点与最佳弧矢像点,其轴向位置偏差分别表示为  $\Delta Z_H(NA, \sigma), \Delta Z_V(NA, \sigma)$ 。球差  $Z_9, Z_{16}$  与像散  $Z_{12}, Z_{21}$  由下式得<sup>[10]</sup>

$$\begin{bmatrix} Z_4 \\ Z_9 \\ Z_{16} \end{bmatrix} = (\mathbf{S}'_{\text{sph}} \cdot \mathbf{S}_{\text{sph}})^{-1} \mathbf{S}'_{\text{sph}} \begin{bmatrix} \Delta Z_s(NA_1, \sigma_1) \\ \Delta Z_s(NA_2, \sigma_2) \\ \dots \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} Z_5 \\ Z_{12} \\ Z_{21} \end{bmatrix} = (\mathbf{S}'_{\text{ast}} \cdot \mathbf{S}_{\text{ast}})^{-1} \mathbf{S}'_{\text{ast}} \begin{bmatrix} \Delta Z_a(NA_1, \sigma_1) \\ \Delta Z_a(NA_2, \sigma_2) \\ \dots \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$\text{其中} \quad \begin{cases} \Delta Z_s = (\Delta Z_H + \Delta Z_V)/2, \\ \Delta Z_a = \Delta Z_H - \Delta Z_V, \end{cases} \quad (4)$$

$\mathbf{S}_{\text{sph}}$  与  $\mathbf{S}_{\text{ast}}$  分别表示球差与像散在不同照明条件下的灵敏度矩阵<sup>[11]</sup>,  $\mathbf{S}'_{\text{sph}}, \mathbf{S}'_{\text{ast}}$  分别为其转置矩阵,每个分量由下式计算:

$$S_{n, Z_m} = \partial \Delta M(NA_n, \sigma_n) / \partial Z_m, \quad (5)$$

式中  $S_{n, Z_m}$  表示第  $n$  种照明方式下第  $m$  项泽尼克系数的灵敏度矩阵分量,  $\Delta M$  为像差  $Z_m$  引起的位置偏移量。

下面详细讨论 AMF 技术检测投影物镜彗差的基本原理。通过分析泽尼克多项式可知,彗差引起的成像位置水平偏移量与光线的空间频率有关<sup>[12]</sup>:

$$\begin{cases} \Delta X_{Z_7}(\rho) \propto Z_7(3\rho^2 - 2), \\ \Delta Y_{Z_8}(\rho) \propto Z_8(3\rho^2 - 2), \\ \Delta X_{Z_{14}}(\rho) \propto Z_{14}(10\rho^4 - 12\rho^2 + 3), \\ \Delta Y_{Z_{15}}(\rho) \propto Z_{15}(10\rho^4 - 12\rho^2 + 3), \end{cases} \quad (6)$$

式中  $\Delta X_{Z_7}, \Delta Y_{Z_8}, \Delta X_{Z_{14}}, \Delta Y_{Z_{15}}$  分别表示由泽尼克多项式第 7、8、14、15 项像差引起的成像位置水平偏移量。照明系统的部分相干因子  $\sigma$  或投影物镜数值孔径 NA 改变后,不同空间频率的光强分布会发生变化。因此,彗差引起的成像位置水平偏移量与 NA、 $\sigma$  有关。

对于高分辨力的投影光刻机,成像系统的彗差仅在几纳米范围内,成像位置水平偏移量与彗差各分量之间均成线性关系<sup>[13]</sup>,关系式为

$$\begin{cases} \Delta X(NA, \sigma) = \frac{\partial \Delta X(NA, \sigma)}{\partial Z_2} \cdot Z_2 + \frac{\partial \Delta X(NA, \sigma)}{\partial Z_7} \cdot Z_7 + \frac{\partial \Delta X(NA, \sigma)}{\partial Z_{14}} \cdot Z_{14}, \\ \Delta Y(NA, \sigma) = \frac{\partial \Delta X(NA, \sigma)}{\partial Z_3} \cdot Z_3 + \frac{\partial \Delta X(NA, \sigma)}{\partial Z_8} \cdot Z_8 + \frac{\partial \Delta X(NA, \sigma)}{\partial Z_{15}} \cdot Z_{15}, \end{cases} \quad (7)$$

其中  $\Delta X(NA, \sigma), \Delta Y(NA, \sigma)$  是在给定  $NA$  与  $\sigma$  下的成像位置  $X$  向偏移量与  $Y$  向偏移量。对于不同的  $NA$  和  $\sigma$  可以得到

$$\begin{bmatrix} \Delta X(NA_1, \sigma_1) \\ \Delta X(NA_2, \sigma_2) \\ \dots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta X(NA_1, \sigma_1)}{\partial Z_2} & \frac{\partial \Delta X(NA_1, \sigma_1)}{\partial Z_7} & \frac{\partial \Delta X(NA_1, \sigma_1)}{\partial Z_{14}} \\ \frac{\partial \Delta X(NA_2, \sigma_2)}{\partial Z_2} & \frac{\partial \Delta X(NA_2, \sigma_2)}{\partial Z_7} & \frac{\partial \Delta X(NA_2, \sigma_2)}{\partial Z_{14}} \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_2 \\ Z_7 \\ Z_{14} \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta Y(NA_1, \sigma_1) \\ \Delta Y(NA_2, \sigma_2) \\ \dots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta Y(NA_1, \sigma_1)}{\partial Z_3} & \frac{\partial \Delta Y(NA_1, \sigma_1)}{\partial Z_8} & \frac{\partial \Delta Y(NA_1, \sigma_1)}{\partial Z_{15}} \\ \frac{\partial \Delta Y(NA_2, \sigma_2)}{\partial Z_3} & \frac{\partial \Delta Y(NA_2, \sigma_2)}{\partial Z_8} & \frac{\partial \Delta Y(NA_2, \sigma_2)}{\partial Z_{15}} \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_3 \\ Z_8 \\ Z_{15} \end{bmatrix}, \quad (9)$$

(8)式, (9)式可简写为  $M = S \cdot Z$ 。其中  $M$  为不同  $NA, \sigma$  下的成像位置  $X$  向偏移量或  $Y$  向偏移量,  $Z$  为要求解的泽尼克系数向量,  $S$  为彗差的灵敏度矩阵。由(8)式, (9)式可计算得到表征彗差的泽尼克多项式系数  $Z_7, Z_8, Z_{14}, Z_{15}$ 。

根据上述彗差计算模型, 为了得到彗差 AMF 技术需获得彗差引起的成像位置水平偏移量 ( $\Delta X, \Delta Y$ )。下面就如何利用 AMF 测试标记的对准位置坐标计算彗差引起的成像位置水平偏移量 ( $\Delta X, \Delta Y$ ) 进行详细讨论。

AMF 技术所采用的测试标记是由左右两个 FOCAL 图形构成的 FOCAL 标记<sup>[8]</sup>。与线空比 1:1 的光栅结构不同, FOCAL 标记的一个光栅周期内包含线宽更细的密集线条, 这部分密集线条称为 FOCAL 标记的精细结构, 如图 1 所示。左右两个 FOCAL 图形的周期与线条宽度完全相同, 两个图形精细结构相对于宽线条的位置互为镜像。在 AMF 技术的对准位置检测过程中, 光刻机对准系统分别对镜像 FOCAL 标记的左右两个 FOCAL 图形进行对准, 记录其对准位置坐标  $P_L(x_L, y_L), P_R(x_R, y_R)$ 。对准位置偏移量  $AO_L(\Delta x_L, \Delta y_L)$  与  $AO_R(\Delta x_R, \Delta y_R)$  分别为各 FOCAL 图形对准位置坐标与其对应的名义位置坐标的差值, 即

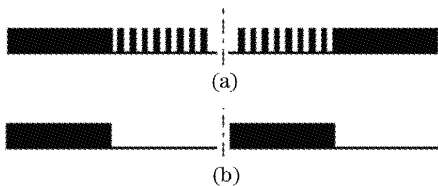


图 1 FOCAL 标记的镜像结构(a)与线空比 1:1 的光栅结构(b)

Fig. 1 Mirror-symmetry structure of the FOCAL mark (a) and the grating with  $L/S=1$  (b)

$$\begin{cases} \Delta x_{L(R)} = x_{L(R)} - x_{0L(R)}, \\ \Delta y_{L(R)} = y_{L(R)} - y_{0L(R)}, \end{cases} \quad (10)$$

在 AMF 测试中, 引起 FOCAL 标记对准位置偏移的因素有两方面。一方面 AMF 测试在不同离焦量下对硅片曝光, FOCAL 标记精细结构线宽发生变化导致对准位置偏移, 这部分偏移量用  $AO^v(\Delta x^v$  或  $\Delta y^v)$  表示。另一方面是由彗差引起的成像位置水平偏移, 这部分偏移量用  $AO^c(\Delta x^c$  或  $\Delta y^c)$  表示。对准位置偏移量  $AO_L$  与  $AO_R$  可表示为

$$\begin{cases} AO_L = AL_L^v + AO_L^c, \\ AO_R = AL_R^v + AO_R^c. \end{cases} \quad (11)$$

FOCAL 标记左右两部分图形之间距离小于 0.3 mm, 相对于整个曝光视场而言可认为两个图形的成像条件近似相同, 由物镜彗差引起的左右两部分图形的成像位置水平偏移量相等:

$$AO_L^c = AO_R^c. \quad (12)$$

由于 FOCAL 标记的两个 FOCAL 图形互为镜像, 由离焦引起的左右两个 FOCAL 图形的对准位置偏移量  $AO_R^v, AO_L^v$  满足

$$AO_R^v = -AO_L^v. \quad (13)$$

由(11)式~(13)式可得

$$AO_L^c = AO_R^c = (AO_R + AO_L)/2. \quad (14)$$

根据离焦量与对准位置偏移量之间的变化关系<sup>[14]</sup>, 通过曲线拟合可得到最佳焦面处的对准位置偏移量  $AO_R^{BF}(\Delta x_R^{BF}$  或  $\Delta y_R^{BF})$  与  $AO_L^{BF}(\Delta x_L^{BF}$  或  $\Delta y_L^{BF})$ 。将  $AO_R^{BF}$  与  $AO_L^{BF}$  代入(14)式得到由彗差引起的成像位置水平偏移量

$$\begin{cases} \Delta X = (\Delta x_R^{BF} + \Delta x_L^{BF})/2, \\ \Delta Y = (\Delta y_R^{BF} + \Delta y_L^{BF})/2, \end{cases} \quad (15)$$

将(15)式得到的成像位置水平偏移量代入(8)式, (9)式可得到彗差  $Z_7, Z_8, Z_{14}, Z_{15}$ 。AMF 技术利用

硅片曝光的方法检测投影物镜的球差、彗差与像散等像差参量,考虑了光刻胶等工艺因素对像差引起的成像位置偏移量的影响。利用曲线拟合得到的最佳焦面处的成像位置水平偏移量来计算彗差,有效避免了测量精度对离焦量、像面倾斜等像质参量限制的依赖。

### 3 实验与实验结果分析

在 ASML 公司的 PAS5500/550 型步进扫描投影光刻机上进行 AMF 测试。在 4 种照明方式下,将 FOCAL 掩模曝光在处于不同离焦面的硅片上。在每种照明方式下将  $11 \times 1$  个 FOCAL 标记沿垂直

于工件台扫描运动方向——X 方向成像在涂胶硅片上。由对准系统记录每个 FOCAL 标记左右两个图形的对准位置信息。将拟合得到的最佳像点轴向位置偏差代入球差与像散计算模型,得到球差与像散的泽尼克系数  $Z_9, Z_{16}, Z_{12}, Z_{21}$ 。将(15)式计算得到的彗差引起的成像位置水平偏移量代入彗差计算模型,得到彗差的泽尼克系数  $Z_7, Z_8, Z_{14}, Z_{15}$ 。由不同照明条件下视场内各点的成像位置偏移量得到各点泽尼克系数,结果如图 2~图 4 所示。图中各点表示实验得到的曝光视场内不同位置处的泽尼克系数。横坐标为视场内 X 方向的不同位置坐标,纵坐标为表征各像差的泽尼克系数。

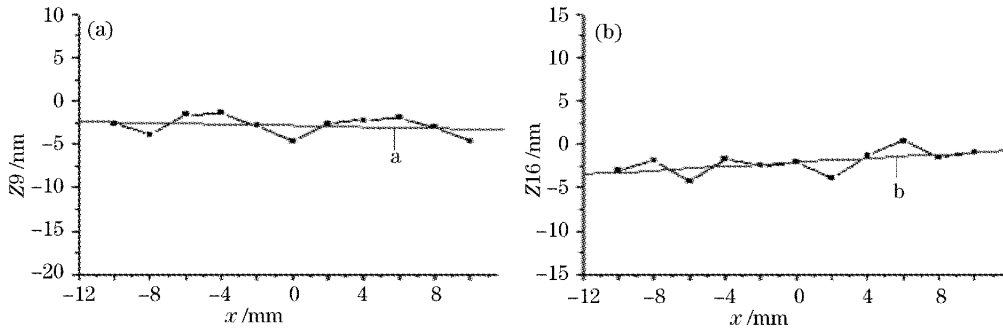


图 2 AMF 技术的球差测量结果

Fig. 2 Spherical aberration obtained by AMF technique

在同一 PAS5500/550 型步进扫描投影光刻机上进行 TAMIS 测试,将 TAMIS 的像差测量结果

与 AMF 的测量结果进行比较。TAMIS 技术采用最小二乘法对视场内各点的泽尼克系数进行一次曲

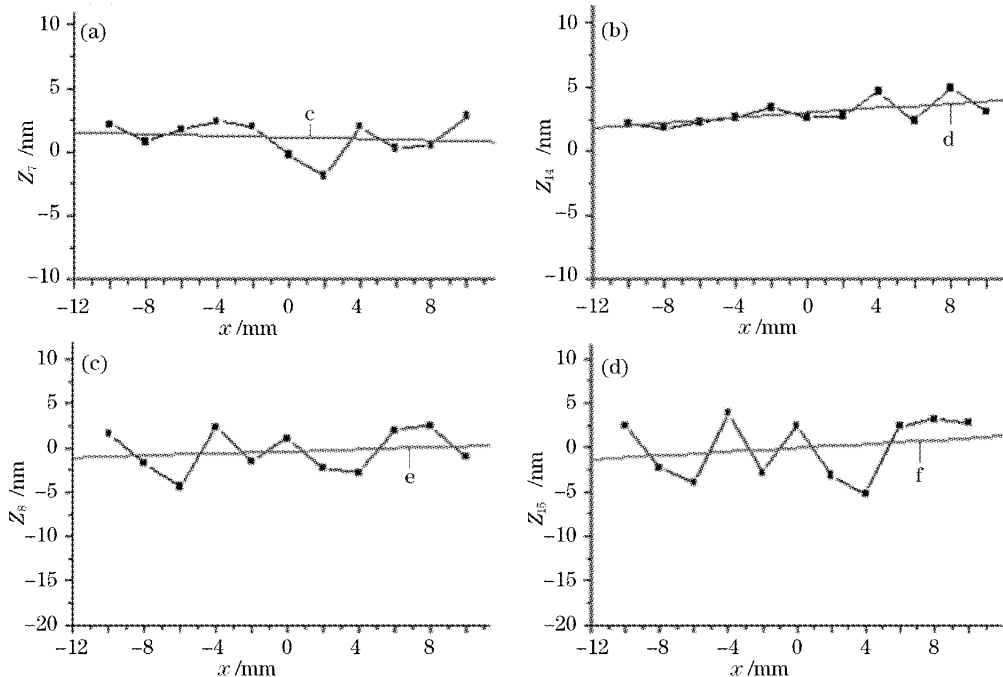


图 3 AMF 技术的彗差检测结果

Fig. 3 Coma obtained by AMF technique

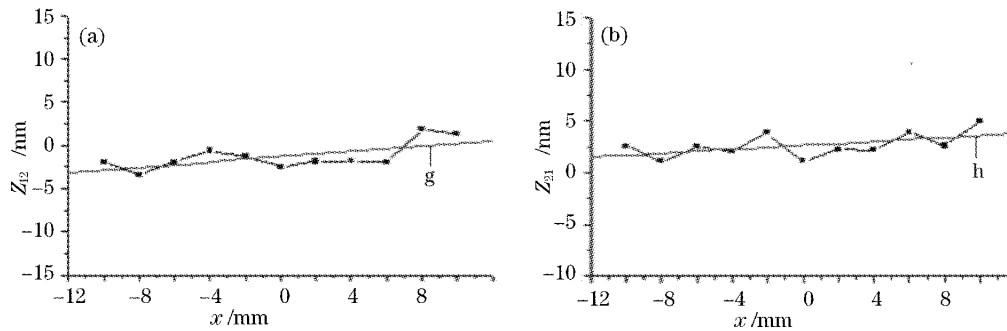


图 4 AMF 技术的像散检测结果

Fig. 4 Astigmatism obtained by AMF technique

线拟合,分别得到各泽尼克系数的拟合直线。对实验得到的曝光视场内不同位置处的泽尼克系数进行一次曲线拟合,得到曲线 a~h,如图 2~图 4 所示。拟合直线表达式为

$$\begin{cases} Z_{\text{sph}}(X) = a_{\text{sph}} \cdot X + b_{\text{sph}}, \\ Z_{\text{coma}}(X) = a_{\text{coma}} \cdot X + b_{\text{coma}}, \\ Z_{\text{ast}}(X) = a_{\text{ast}} \cdot X + b_{\text{ast}}, \end{cases} \quad (16)$$

式中  $Z$  表示各像差的泽尼克系数,  $a, b$  为各表达式的系数。其中  $b_{\text{sph}}, b_{\text{coma}}, b_{\text{ast}}$ , 分别为所求的球差、彗差与像散。两种技术像差测量结果的比较如图 5 所示。

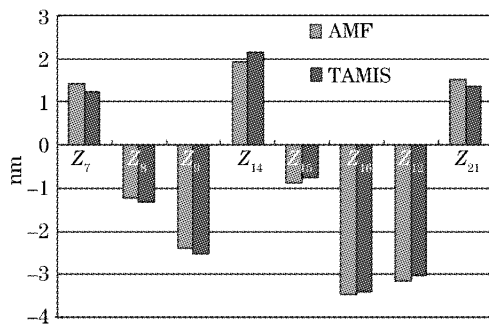


图 5 AMF 技术与 TAMIS 技术像差测量结果的比较

Fig. 5 Aberration parameters obtained by AMF technique and TAMIS technique

从图 5 可以看出,AMF 技术与 TAMIS 技术的测量结果接近。球差、彗差与像散的绝对误差分别小于 0.13 nm, 0.3 nm, 0.15 nm, 远小于光刻机光学对准系统的对准精度 7 nm<sup>[15]</sup>, 这表明 AMF 技术可实现彗差的高精度原位检测。AMF 技术根据光刻胶上的曝光图形位置偏差来计算像差, 而 TAMIS 技术利用空间像光强分布来计算像差, 没有考虑光刻胶等工艺因素对像差引起的成像位置偏移量的影响。

## 4 结 论

本文在 FAMIS 技术基础上提出了一种新的像差原位检测技术, AMF 技术。讨论了 AMF 技术检测球差、彗差、像散的基本原理。通过实验比较了 AMF 技术与目前国际上广泛使用的 TAMIS 技术的像差测量结果, 表明 AMF 技术可实现像差的精确测量。与 TAMIS 相比, AMF 考虑了光刻胶等工艺因素对像差引起的成像位置偏移量的影响, 从而可确定最优的像质校正方式以消减光刻机投影物镜的像差。AMF 技术利用特殊 FOCAL 标记, 通过检测其对准位置偏移量获得彗差引起的成像位置水平偏移量, 有效避免了 DAMIS 技术对离焦量、像面倾斜等像质参量限制的依赖。

## 参 考 文 献

- 1 Paul Gräcupner, Reiner Garreis, Aksel Göchnermeier. Impact of wavefront errors on low  $k_1$  processes at extremely high NA[C]. *Proc. SPIE*, 2003, **5040**: 119~130
- 2 Shen Tingzheng, Lu Haibao, Gao Yiqing. Research of mask division for improving the edge sharpness of photolithography [J]. *Acta Optica Sinica*, 2005, **25**(4): 533~537 (in Chinese)
- 3 谌廷政, 吕海宝, 高益庆. 掩模分形提高光刻边缘锐度的研究 [J]. *光学学报*, 2005, **25**(4): 533~537
- 3 Jieh-jang Chen, Chen-ming Huang, Fan-jia Shiu. Influence of coma effect on scanner overlay[C]. *Proc. SPIE*, 2002, **4689**: 280~285
- 4 H. Nomura, T. Sato. Techniques for measuring aberrations in lenses used in photolithography with printed patterns[J]. *Appl. Opt.*, 1999, **38**(13): 2800~2807
- 5 Joost Sytsma, Hans van der Laan, Marco Moers *et al.*. Improved imaging metrology needed for advanced lithography [J]. *Semiconductor International*, 2001, (4):
- 6 Hans van der Laan, Marco H Moers. Method of measuring aberration in an optical imaging system[P]. *US Patent No.*: US 6,646,729 B2, 2003
- 7 G. Bouwhuis, S. Wittekoek. Automatic alignment system for optical projection printing[C]. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 1979, **ED-26**(4): 723~733

- 8 Thomas E. Adams. Application of latent image metrology in microlithography[C]. *Proc SPIE*, 1991, **1464**: 294~312
- 9 M. Born, E. Wolf. *Principles of Optics* [M]. 7th ed. Pergamon, Cambridge, 1999. 517~543
- 10 Jinwon Sung, Mahesh Pitchumani, Eric G. Johnson. Aberration measurement of photolithographic lenses by use of hybrid diffractive photomasks[J]. *Appl. Opt.*, 2003, **42**(11): 1987~1995
- 11 Han van der Laan, Marcel Dierichs, Henk van Greevenbroek *et al.*. Aerial image measurement methods for fast aberration set-up and illumination pupil verification[C]. *Proc. SPIE*, 2001, **4346**: 394~407
- 12 Fan Wang, Xiangzhao Wang, Mingying Ma *et al.*. Coma measurement by transmission image sensor with a PSM[C]. *Proc SPIE*, 2004, **5645**: 208~216
- 13 Peter Dirksen, Casper A. Juffermans, Andre Engelen *et al.*. Impact of high-order aberrations on the performance of the aberration monitor[C]. *Proc. SPIE*, 2000, **4000**: 9~17
- 14 Dongqing Zhang, Xiangzhao Wang, Weijie Shi. A new method to determine the energy range for the FOCAL technique[C]. *Proc SPIE*, 2005, **5645**: 180~187
- 15 G. de. Zwart, M. van den Brink, R. George *et al.*. Performance of a step and scan system for DUV lithography[C]. *Proc SPIE*, 1997, **3051**: 817~835

### **Chinese Optics Letters** 论文获得第三届中国科协期刊优秀学术论文奖

为激励我国科技人员不断创新,倡导和鼓励高水平的学术论文在国内学术期刊发表,进一步提高我国学术期刊质量,促进我国学术交流的不断繁荣。中国科协举办了第三届科协期刊优秀学术论文评选。

由中国光学学会和光学期刊联合编辑部共同推荐,徐至展、杨晓东、冷雨欣等人撰写的论文“Highpoweroutput from a compact OPCPA laser system”荣获“优秀学术论文奖”(Chinese Optics Letters, 2003年,第1卷第1期),在入选的100篇论文中,排名第10。该获奖论文是2004年度国家科学技术进步奖一等奖项目“小型化 OPCPA(光学参量啁啾脉冲放大)超短超强激光装置研究”的重要成果,报导了我国科学家在新一代超短超强激光科学技术的开拓、发展与应用研究中获得的重大自主创新突破。

Chinese Optics Letters 自创办以来一直以迅速报道国内光学研究的新进展为已任,平均周期180天。上述论文从收稿到发表仅用时72天,迄今已有7次SCI引用记录。

这次“优秀学术论文奖”是继美国光学学会 OpticsInfoBase 收录 Chinese Optics Letters 之后又一振奋人心的消息。Chinese Optics Letters 将再接再厉,继续扮演好国内光学科研成果重要载体的角色,为我国光学事业的发展及国内外光学研究的交流做出更大贡献。

(Chinese Optics Letters 编辑部)