

# 一种光掩模缺陷检查技术

傅丽珍 王家楫

(复旦大学)

1982年2月2日收到

## 提 要

这里介绍的光掩模缺陷检查技术(MDI)是应用了方向性空间滤波原理,其检查速度比常规显微镜的快2—3倍,可检测的最小缺陷约为 $3\mu\text{m}$ .这种检查技术操作简便,为实现光掩模缺陷的自动检测打下了基础.

MDI 是一种比较实用的检测技术,它具有检测效率高、重复性好、通用性强、操作简便以及成本低廉等优点.用这种方法对大规模 IC 图形中 $3\mu\text{m}$ 左右的缺陷的显示,效果良好.下面对 MDI 技术的原理和操作方法作简单介绍.

## 一、原 理

MDI 技术是应用方向性相干空间滤波原理<sup>[1]</sup>,滤除了掩模上正常图形的光信息,掩模上缺陷信息能在暗场里以红色亮点显示.图1为该原理的示意图.

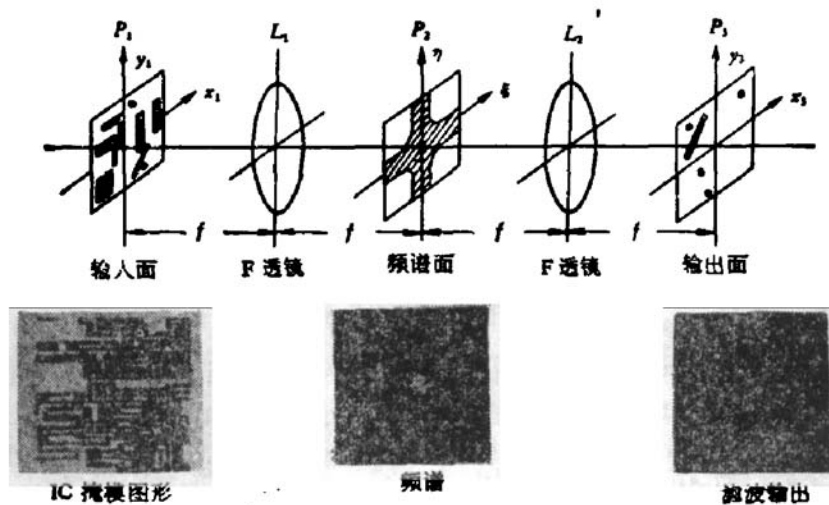


图1 方向性相干空间滤波

设物面  $P_1$  的输入函数为  $g(x_1, y_1)$ , 在频谱面  $P_2$  上得到  $g(x_1, y_1)$  的空间频谱函数  $G(\mu, \nu)$ , 它们互为傅里叶变换, 其数学关系为:

$$G(\mu, \nu) = \iint_{-\infty}^{+\infty} g(x_1, y_1) \exp[-i2\pi(\mu x_1 + \nu y_1)] dx_1 dy_1 \quad (1)$$

IC 光掩模上的图形包括正常图形和缺陷图形,因此,频谱函数可以表示为:

$$G(\mu, \nu) = C_0 G_1(\mu, \nu) \cdot G_2(\mu, \nu) \quad (2)$$

式中  $G_1(\mu, \nu)$  为正常图形的频谱函数,  $G_2(\mu, \nu)$  为缺陷频谱函数,  $C_0$  为常数。

若在频谱面  $P_2$  上放置一特定的滤波器,使它的分布函数为

$$C_1 G_1^{-1}(\mu, \nu) \quad C_1 = \text{常数}$$

则象面  $P_3$  上得到的输出函数为

$$g'(x_3, y_3) = C \iint_{-\infty}^{+\infty} G_2(\mu, \nu) \exp[i2\pi(\mu x_3 + \nu y_3)] d\mu d\nu \quad (3)$$

$C = \text{常数}$ 。由(1)、(2)、(3)式可看出,我们可以采用特定滤波器来实现修改物的频谱,使最终在象面  $P_3$  上的输出函数作相应的改变。

由于 IC 掩模图形均由大小不等的矩形单元构成,每个矩形单元都有相同的特定取向,对应的频谱分布也具有特定方向性如图 2a 所示。然而,IC 掩模上缺陷的形状是任意的,边缘无特定的取向,它们的频谱分布也不具有特定方向性,并且缺陷的频谱分布在频谱面上更广的范围,如图 2b 所示。鉴于二者频谱分布的差异,采用“方向性”滤波器来显示缺陷是一种比较有效的方法<sup>[2]</sup>。对于边缘取向为  $0^\circ, 90^\circ$  的 IC 图形,其频谱分布为

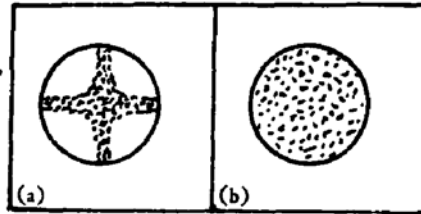


图 2 掩模图形和缺陷的频谱分布

“十”字形;对于具有  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$  的 IC 图形,其频谱分布为“米”字形。只要制备相应的滤波器就可实现缺陷的检查。各种掩模图形具有类似的频谱。因此,制作几种典型形状的方向性滤波器,就能基本上满足各种掩模版的检查。

在检查装置中,我们还采用了绿色非相干光系统,使红色缺陷信息和绿色 IC 图形同时显示,以判别缺陷的置命度。

## 二、操作方法

图 3 为 MDI 装置的方框图。根据傅里叶变换的性质<sup>[3]</sup>,掩模图形旋转  $\alpha$  角度,频谱面上空间频谱也同时转动  $\alpha$  角度。当掩模作平移 ( $x$  方向或  $y$  方向)时,对应的空间频谱不变,只是位相因子发生了变化。因此,检查时,操作人员只需转动滤波器,直至与 IC 图形的频谱对准。然后,通过  $x, y$  方向的平移,就可依次逐个对单元图形进行检查。一般先开启激光电源,关闭绿色光,操作人员观察到暗视场里的红色亮点即为缺陷。然后开启

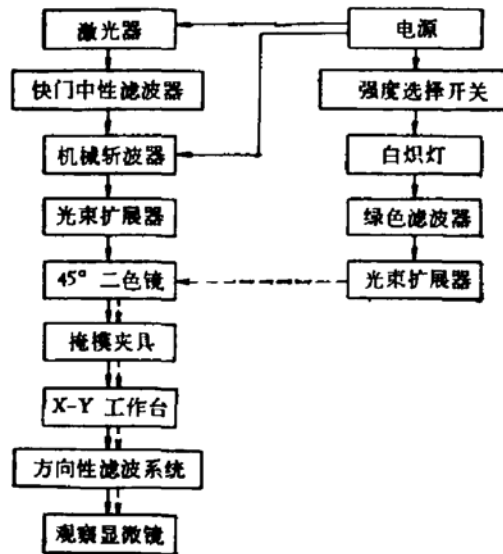


图3 MDI 装置示意图

绿色光和机械斩波器,这时,缺陷在绿色正常图形背景上以闪烁红点显示。检查者容易地判别缺陷在 IC 单元图形上的相对位置。

该检查系统对下列缺陷类型均可显示。如表面沾污、黑点、针孔、图形损伤、划痕、凹进、凸起、明胶不均匀以及玻璃基片不均匀等。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] N. N. Axelrod, *Proc. IEEE.*, 60, 448 (1972).
- [ 2 ] 南 木村, 特许出愿公开, 昭53-12366 (1978).
- [ 3 ] M. Francon et S. Slansky, *Diffraction Coherence en Optique*, § 3. 4 (1974).

## A Technique for Inspecting Photo-Mask Defects

Fu Lizhen and Wang Jiaji

(Fudan University)

### Abstract

This paper describes a practical technique to detect defects in IC photomasks by the principle of directional spatial filtering. Its inspection speed is 2 or 3 times faster than that by conventional microscopes and the minimum detect size is around  $3\mu\text{m}$ . This method is very easy to operate and is to provide a useful technique for automatic photomask defect inspection.