



中华人民共和国国家标准

GB/T 17866—1999
idt SEMI P23:1993

掩模缺陷检查系统灵敏度分析所用的 特制缺陷掩模和 评估测量方法准则

Guideline for programmed defect masks and benchmark
procedures for sensitivity analysis of mask defect
inspection systems

1999-09-13 发布



C200009128

2000-06-01 实施

国家质量技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
掩模缺陷检查系统灵敏度分析所用的
特制缺陷掩模和
评估测量方法准则
GB/T 17866—1999

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
2000年1月第一版 2000年1月第一次印刷
印数 1—800

*

书号: 155066·1-16384 定价 10.00 元

*

标 目 396—35

前 言

本标准等同采用 1994 年 SEMI 标准版本“微型构图”部分中的 SEMI P23:1993《掩模缺陷检查系统灵敏度分析所用的特制缺陷掩模和评估测量方法准则》(Guideline for programmed defect masks and benchmark procedures for sensitivity analysis of mask defect inspection systems)。

SEMI 标准是国际上公认的一套半导体设备和材料国际标准,SEMI P23:1993《掩模缺陷检查系统灵敏度分析所用的特制缺陷掩模和评估测量方法准则》是其中的一项,它将与如下已经转化的八项国家标准:

- GB/T 15870—1995 《硬面光掩模用铬薄膜》(eqv SEMI P2:1986);
- GB/T 15871—1995 《硬面光掩模基板》(neq SEMI P1:1992);
- GB/T 16527—1996 《硬面感光板中光致抗蚀剂和电子束抗蚀剂规范》(eqv SEMI P3:1990);
- GB/T 16523—1996 《圆形石英玻璃光掩模基板规范》(eqv SEMI P4:1992);
- GB/T 16524—1996 《光掩模对准标记规范》(eqv SEMI P6:1988);
- GB/T 16878—1997 《用于集成电路制造技术的检测图形单元规范》(idt SEMI P19:1992);
- GB/T 16879—1997 《掩模曝光系统精密度和准确度的表示准则》(idt SEMI P21:1992);
- GB/T 16880—1997 《光掩模缺陷分类和尺寸定义的准则》(idt SEMI P22:1993),

以及与本标准同时转化的 GB/T 17864—1999《关键尺寸(CD)计量方法》(idt SEMI P24:1994)和 GB/T 17865—1999《焦深与最佳聚焦的测量规范》(idt SEMI P25:1994)两项 SEMI 标准形成一个国家标准微型构图系列。

本标准是根据 SEMI 标准 P23:1993《掩模缺陷检查系统灵敏度分析所用的特制缺陷掩模和评估测量方法准则》制定的。在技术内容上等同地采用了该国际标准。

本标准从 2000 年 6 月 1 日起实施。

本标准由中国科学院提出。

本标准由 SEMI 中国标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国科学院微电子中心。

本标准主要起草人:陈宝钦、陈森锦、廖温初、刘 明。

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 引用标准 1

3 特制缺陷的类别 1

4 特制缺陷的尺寸定义 6

5 基本单元与基本子单元 7

6 特制缺陷的识别符号 7

7 缺陷单元在芯片图形上的排列规则 8

8 特制缺陷掩模中芯片布局 8

9 测试掩模用于灵敏度评估 9

10 测试掩模的名称、比例和标题 9

中华人民共和国国家标准

掩模缺陷检查系统灵敏度分析所用的 特制缺陷掩模和 评估测量方法准则

GB/T 17866—1999
idt SEMI P23:1993

Guideline for programmed defect masks and
benchmark procedures for sensitivity
analysis of mask defect inspection systems

1 范围

本标准的目的是制定一套可用于评估掩模缺陷检查系统灵敏度的测试掩模。这套测试掩模包括：含特制图形缺陷的测试芯片，以及不含特制图形缺陷的参考测试芯片。由于测试芯片是由各种单元集合而成，所以在本标准中，测试芯片是用单元图形、单元图形中的特制缺陷、以及单元的布局来定义的。此外，测试掩模是通过规定测试芯片的排列来定义的。本标准还讲述这套掩模的用法。过去的设备在灵敏度测试中，许多设备生产厂家和用户使用不同的掩模，而且每个厂家和用户各自决定不同的测试方法。在某些情况下，迄今还没有统一的测量方法或灵敏度分析方法。所以，在对各厂家的设备进行灵敏度比较时，在厂家与用户商定规范时，在用户与用户商定规范时，都免不了要发生混淆。所以在评估掩模缺陷检查系统的灵敏度时，最好采用本标准规定的测试掩模。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 16880—1997 光掩模缺陷分类和尺寸定义的准则

SJ/T 10584—1994 微电子学光掩蔽技术术语

3 特制缺陷的类别

本标准所述的特制缺陷是利用两种背景图形来定义的。这两种背景图形是：

a) 接触孔图形(contact pattern)；

b) 线条套圈图形(wiring pattern)。

图形的设计规则规定为 $3\mu\text{m}$ (在掩模上)。

本章对这两种背景图形中的特制缺陷进行分类、定义并编号。在接触孔图形中的特制缺陷称为“接触孔缺陷”；在线条套圈图形中的特制缺陷称为“线条套圈缺陷”。

3.1 接触孔缺陷的类型

接触孔缺陷分为以下 46 类，并分别给予编号：

01. 小点

02. 针孔

03. 上边突起

04. 下边突起

- | | |
|------------|------------|
| 05. 左边突起 | 26. 过小 |
| 06. 右边突起 | 27. 图形丢失 |
| 07. 上边缺口 | 28. 上边外扩 |
| 08. 下边缺口 | 29. 下边外扩 |
| 09. 左边缺口 | 30. 左边外扩 |
| 10. 右边缺口 | 31. 右边外扩 |
| 11. 上边右角突起 | 32. 上边内缩 |
| 12. 右边下角突起 | 33. 下边内缩 |
| 13. 下边左角突起 | 34. 左边内缩 |
| 14. 左边上角突起 | 35. 右边内缩 |
| 15. 右边上角突起 | 36. 向上方错位 |
| 16. 下边右角突起 | 37. 向下方错位 |
| 17. 左边下角突起 | 38. 向左方错位 |
| 18. 上边左角突起 | 39. 向右方错位 |
| 19. 左上角缺口 | 40. 向右上方错位 |
| 20. 右下角缺口 | 41. 向右下方错位 |
| 21. 左下角缺口 | 42. 向左下方错位 |
| 22. 左上角缺口 | 43. 向左上方错位 |
| 23. 横向桥连 | 44. 半透明 |
| 24. 纵向桥连 | 45. 半透明点 |
| 25. 过大 | 46. 半透明孔 |

上述的接触孔缺陷如图 1 所示。

缺陷的尺寸原则上应满足以下条件：

缺陷编号 01~22: 宽度=高度

缺陷编号 25~26: X 方向涨缩值= Y 方向涨缩值

缺陷编号 40~43: X 偏差值= Y 偏差值

缺陷编号 45~46: 宽度=高度

半透明缺陷并不是指缺陷的透光率为 50% 的缺陷。此处可以选择不同透光率的几种半透明缺陷。

参考标准 GB/T 16880 中所讲述的半透明缺陷的透光率测量方法。

3.2 正方形线条套圈缺陷的类别

这些缺陷的分类与相应编号如下：

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 01. 水平间隙中小点 a | 13. 左下拐角间隙中小点 a |
| 02. 水平间隙中小点 b | 14. 左下拐角间隙中小点 b |
| 03. 水平间隙中小点 c | 15. 左下拐角间隙中小点 c |
| 04. 垂直间隙中小点 a | 16. 左上拐角间隙中小点 a |
| 05. 垂直间隙中小点 b | 17. 左上拐角间隙中小点 b |
| 06. 垂直间隙中小点 c | 18. 左上拐角间隙中小点 c |
| 07. 右上拐角间隙中小点 a | 19. 水平线条中针孔 a |
| 08. 右上拐角间隙中小点 b | 20. 水平线条中针孔 b |
| 09. 右上拐角间隙中小点 c | 21. 水平线条中针孔 c |
| 10. 右下拐角间隙中小点 a | 22. 垂直线条中针孔 a |
| 11. 右下拐角间隙中小点 b | 23. 垂直线条中针孔 b |
| 12. 右下拐角间隙中小点 c | 24. 垂直线条中针孔 c |

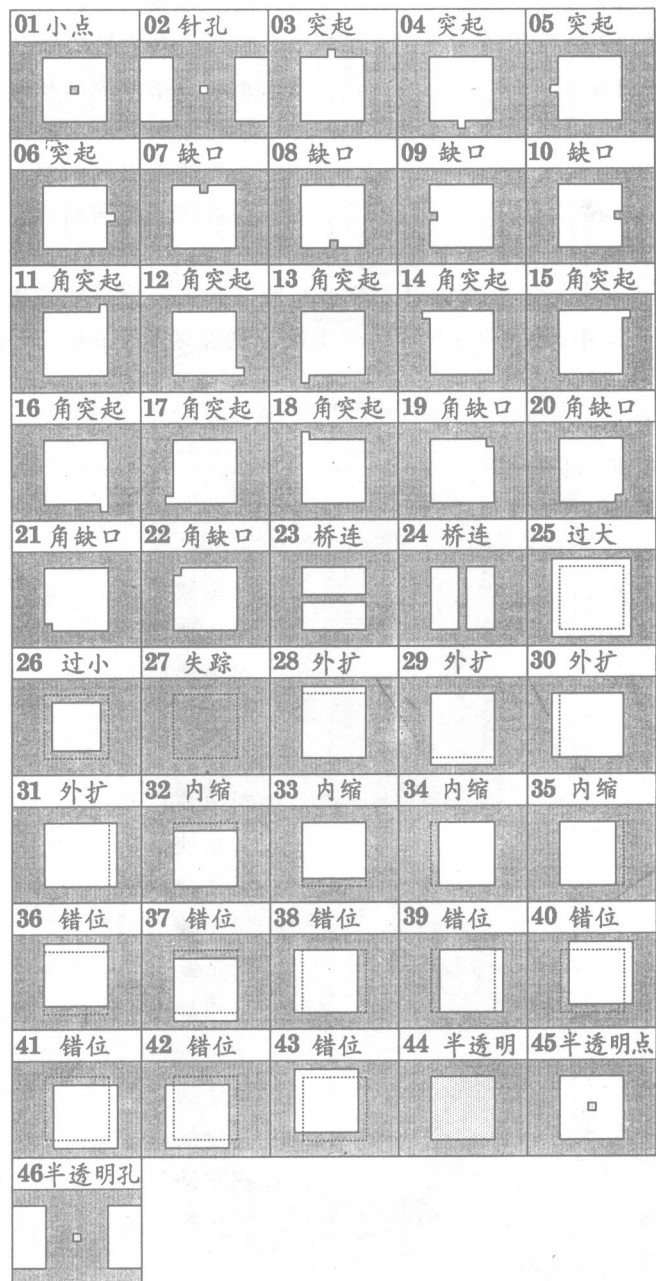


图 1 接触孔缺陷的图解

25. 右上拐角线条中针孔 a
 26. 右上拐角线条中针孔 b
 27. 右上拐角线条中针孔 c
 28. 右下拐角线条中针孔 a
 29. 右下拐角线条中针孔 b
 30. 右下拐角线条中针孔 c
 31. 左下拐角线条中针孔 a
 32. 左下拐角线条中针孔 b
 33. 左下拐角线条中针孔 c
 34. 左上拐角线条中针孔 a

35. 左上拐角线条中针孔 b
 36. 左上拐角线条中针孔 c
 37. 水平线条上边突起 a
 38. 水平线条上边突起 b
 39. 水平线条下边突起 a
 40. 水平线条下边突起 b
 41. 垂直线条左边突起 a
 42. 垂直线条左边突起 b
 43. 垂直线条右边突起 a
 44. 垂直线条右边突起 b

- 45. 水平线条上边缺口 a
- 46. 水平线条上边缺口 b
- 47. 水平线条下边缺口 a
- 48. 水平线条下边缺口 b
- 49. 垂直线条左边缺口 a
- 50. 垂直线条左边缺口 b

- 51. 垂直线条右边缺口 a
- 52. 垂直线条右边缺口 b
- 53. 水平线条间纵向桥连
- 54. 垂直线条间横向桥连
- 55. 水平线条纵向断线
- 56. 垂直线条横向断线

上述正方形线条套圈的各类缺陷示于图 2。

正方形线条套圈背景的尺寸及缺陷相对于线条套圈背景图形边缘的位置示于图 4。

在突起缺陷和缺口缺陷中(编号 37~52),“a”类缺陷的宽度为 2 μm,“b”类缺陷的宽度为 4 μm。

原则上,缺陷的尺寸应满足以下条件:

缺陷编号 01~06:宽度=高度

缺陷编号 19~24:宽度=高度

3.3 八角形线条套圈缺陷的类别

这些缺陷的分类和相应的编号如下:

- 01. 拐角突起 1a
- 02. 拐角突起 2a
- 03. 拐角突起 3a
- 04. 拐角突起 4a
- 05. 拐角突起 5a
- 06. 拐角突起 6a
- 07. 拐角突起 7a
- 08. 拐角突起 8a
- 09. 拐角突起 1b
- 10. 拐角突起 2b
- 11. 拐角突起 3b
- 12. 拐角突起 4b
- 13. 拐角突起 5b
- 14. 拐角突起 6b
- 15. 拐角突起 7b
- 16. 拐角突起 8b

- 17. 拐角缺口 1a
- 18. 拐角缺口 2a
- 19. 拐角缺口 3a
- 20. 拐角缺口 4a
- 21. 拐角缺口 5a
- 22. 拐角缺口 6a
- 23. 拐角缺口 7a
- 24. 拐角缺口 8a
- 25. 拐角缺口 1b
- 26. 拐角缺口 2b
- 27. 拐角缺口 3b
- 28. 拐角缺口 4b
- 29. 拐角缺口 5b
- 30. 拐角缺口 6b
- 31. 拐角缺口 7b
- 32. 拐角缺口 8b

上述八角形线条套圈的各类缺陷示于图 3。

八角形线条套圈背景的尺寸及缺陷相对于线条套圈背景图形边缘的位置示于图 4。

原则上,缺陷的尺寸应满足以下条件:

缺陷编号 01~32:宽度=高度

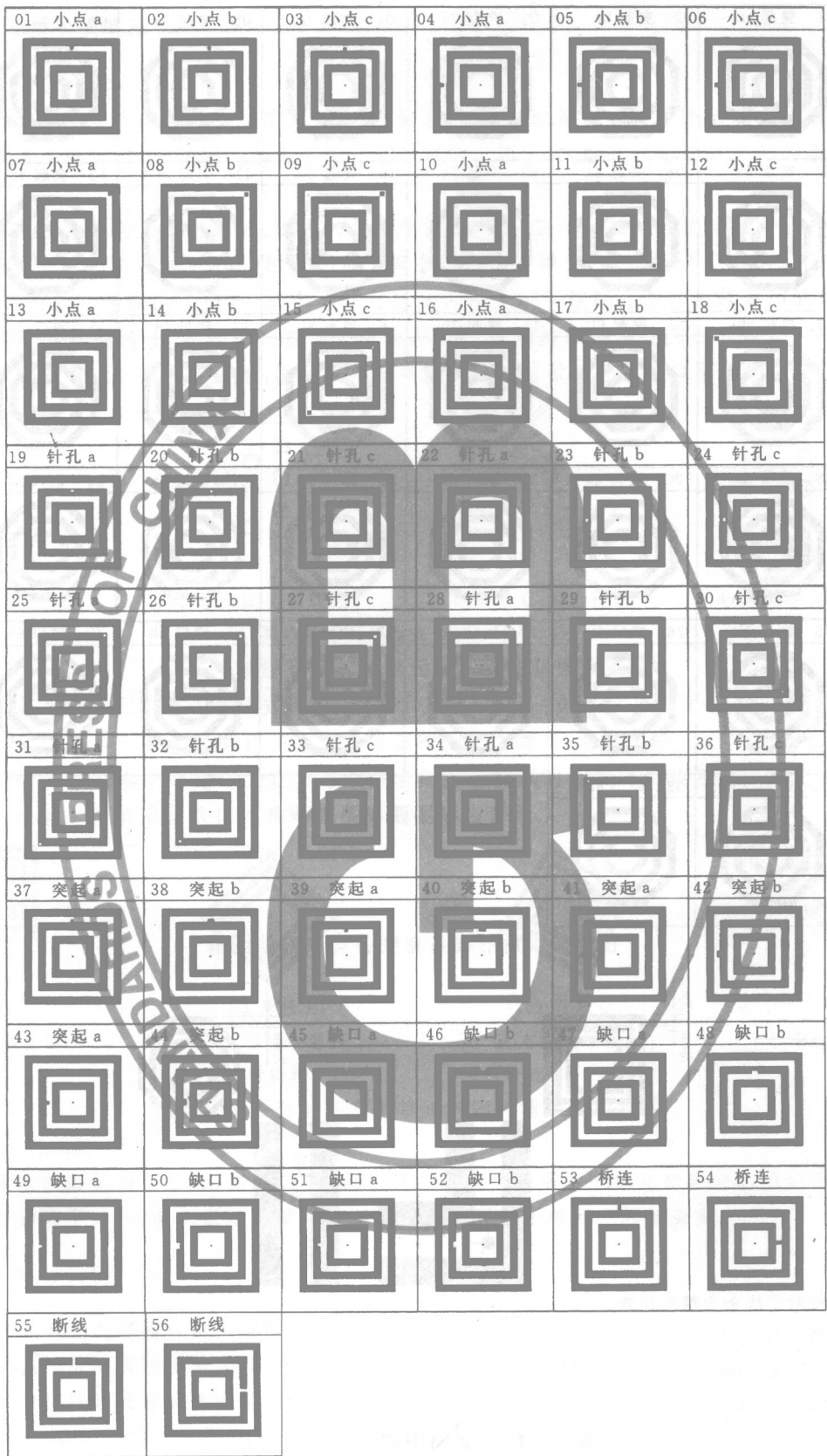
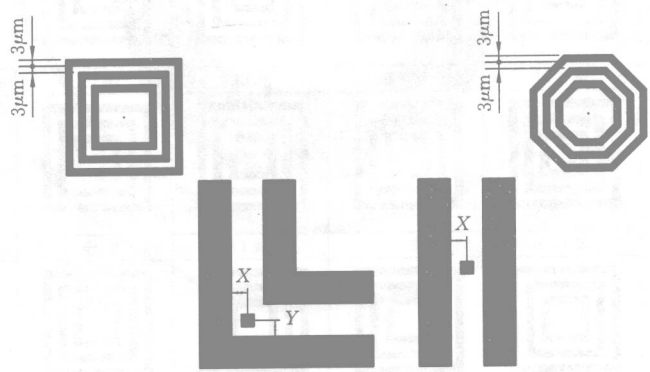


图 2 正方形线条套圈各类缺陷的图解

01 突起 1a	02 突起 2a	03 突起 3a	04 突起 4a	05 突起 5a	06 突起 6a
07 突起 7a	08 突起 8a	09 突起 1b	10 突起 2b	11 突起 3b	12 突起 4b
13 突起 5b	14 突起 6b	15 突起 7b	16 突起 8b	17 缺口 1a	18 缺口 2a
19 缺口 3a	20 缺口 4a	21 缺口 5a	22 缺口 6a	23 缺口 7a	24 缺口 8a
25 缺口 1b	26 缺口 2b	27 缺口 3b	28 缺口 4b	29 缺口 5b	30 缺口 6b
31 缺口 7b	32 缺口 8b				

图 3 八角形线条套圈各类缺陷的图解



线条套圈缺陷相对于线条边缘的位置：

- a 类 $X=Y=1.0\ \mu\text{m}$
- b 类 $X=Y=1.5\ \mu\text{m}$
- c 类 $X=Y=2.0\ \mu\text{m}$

图 4 线条套圈中缺陷的位置安排

4 特制缺陷的尺寸定义

特制缺陷的尺寸定义参见国家标准 GB/T 16880。

5 基本单元与基本子单元

5.1 基本子单元(basic subcell)

所有的特制缺陷均安排在基本子单元中。有两种基本子单元:接触孔背景图形基本子单元和线条套圈背景图形基本子单元。内有缺陷的基本子单元称为缺陷子单元(接触孔缺陷子单元和线条套圈缺陷子单元)。

接触孔基本子单元有 4 种形式 A、B、C 和 D。图 5(a)~(d)说明以接触孔为背景图形的基本子单元 4 种形式。基本子单元 A 为以单个接触孔图形为背景的缺陷子单元;基本子单元 B 为以阵列接触孔图形为背景,中心安放一个缺陷子单元;基本子单元 C 为以单个棱形接触孔图形为背景的缺陷子单元(即接触孔图形按顺时针旋转 45°的状态);基本子单元 D 为以阵列棱形接触孔图形为背景,中心安放一个棱形接触孔缺陷子单元。在子单元中,缺陷安排在接触孔阵列背景图形中黑块所示的位置上。

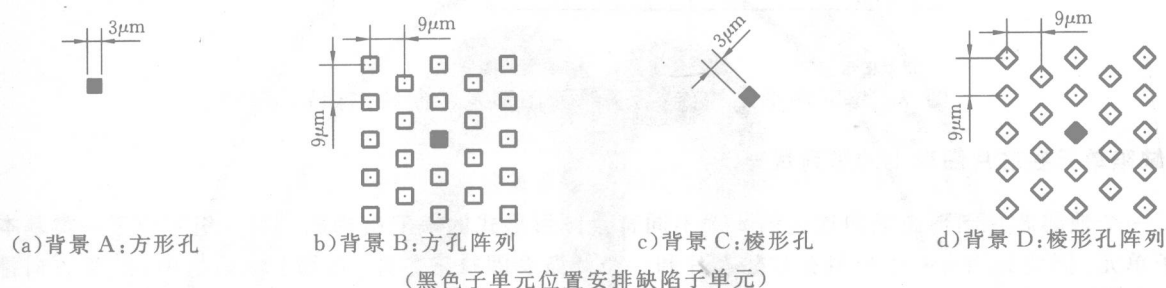


图 5 接触孔基本子单元的四种背景图形形式

线条套圈基本子单元也有 4 种形式 A、B、C 和 D。图 6(a)~(d)说明以线条套圈为背景图形的基本子单元 4 种形式。基本子单元 A 为以正方形线条套圈图形为背景;基本子单元 B 为正方形线条套圈图形按顺时针旋转 45°;基本子单元 C 为正方形线条套圈图形按顺时针旋转的角度为二分之一的反正切,即 $\arctan(1/2)$;基本子单元 D 为以八角形线条套圈图形为背景。

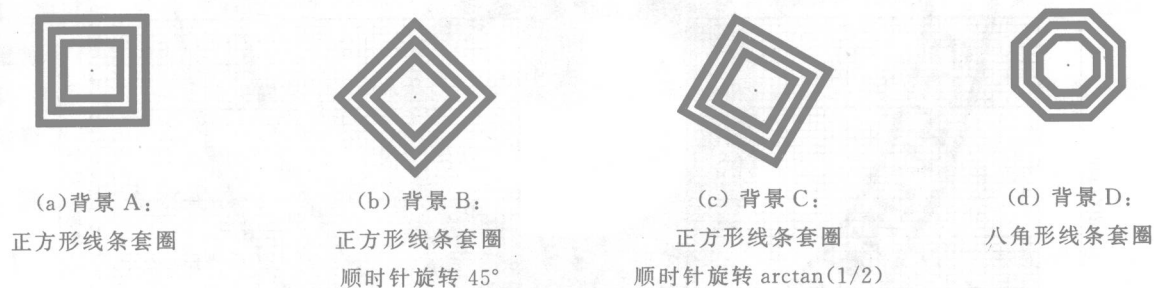


图 6 线条套圈基本子单元的四种背景图形形式

5.2 基本单元(basic cell)

基本单元占据边长为 250 μm 的正方形面积,其中心是一个基本子单元和相应的识别符号。单元中若安排了一个缺陷子单元,就叫做缺陷单元。图 7 说明单元与子单元之间的关系。

6 特制缺陷的识别符号

所有的缺陷单元内都写有识别符号。识别符号的形式如下:

$\text{CS}_1\text{S}_2\text{N}_1\text{N}_2:\text{C}$ 是用来表示单元类型的符号,可写 A、B、C 或 D;

S_1S_2 表示特制缺陷尺寸的两位数值,其单位为 0.1 μm ;

N_1N_2 表示缺陷编号的两位数值。

图 7 所示为一个实例。这个识别符号放在缺陷子单元的下方,识别符号 X 方向镜像后的反字放在缺陷子单元的上方。

设计识别符号时必须避免使用锐角,同时要有别于常用 IC 布局规则的点阵字符组。

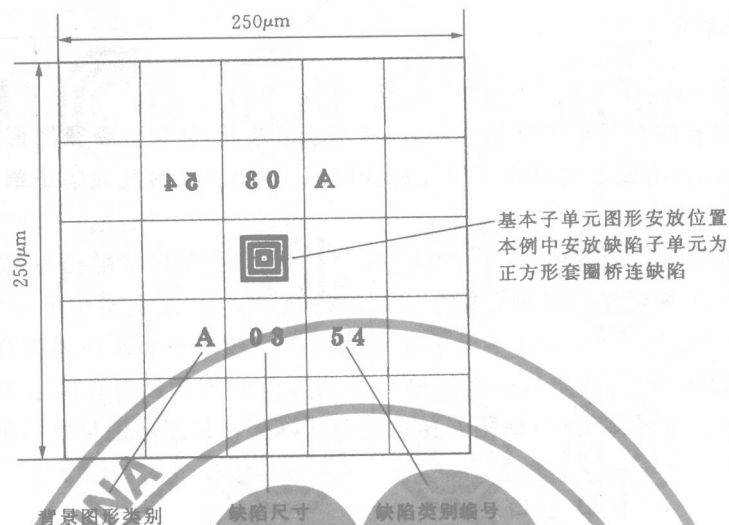


图 7 单元图形结构(包括子单元图形及特制缺陷识别符号)

7 缺陷单元在芯片图形上的排列规则

一个缺陷芯片图形由纵向连接的 4 个不同背景图形形式的缺陷组构成。每一组对应于一类基本缺陷子单元。因此分别有一个接触孔缺陷芯片和一个线条套圈缺陷芯片。在每个缺陷组中,在 X 方向排列着各种类型的缺陷单元,每一种缺陷占一个单元,在 Y 方向上同一种类型背景图形的缺陷占有 12 个单元,它们的背景图形相同只是特制缺陷尺寸不同,特制缺陷尺寸依次从 0.3 μm 递增至 1.4 μm,增量为 0.1 μm。每个缺陷单元之间以 250 μm 的间距排列成 XY 栅阵。

这些缺陷组的布局如图 8 所示。

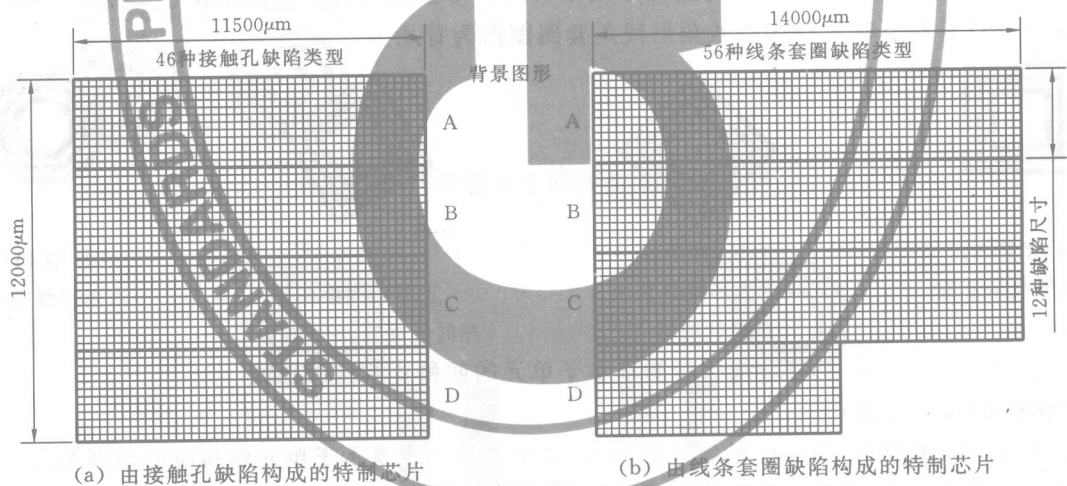


图 8 特制缺陷芯片图形的构成(各类缺陷单元图形的布置)

接触孔缺陷有 46 种,每种缺陷有 12 种缺陷尺寸,又有 4 类背景图形,所以接触孔芯片共有 $46 \times 12 \times 4 = 2\,208$ 个特制缺陷。该芯片的尺寸为 $11\,500\,\mu\text{m} \times 12\,000\,\mu\text{m}$ 。

线条套圈缺陷中子单元图形为 A、B 和 C 的正方形线条套圈为背景的缺陷各有 56 种,子单元图形为 D 的八角形线条套圈缺陷是 32 种。每种缺陷也有 12 种规定的尺寸。所以线条套圈缺陷芯片共有 $(56 \times 12 \times 3) + (32 \times 12 \times 1) = 2\,400$ 种特制缺陷。这种缺陷芯片的尺寸为 $14\,000\,\mu\text{m} \times 12\,000\,\mu\text{m}$ 。

8 特制缺陷掩模中芯片布局

8.1 图 9 表示缺陷芯片、参考芯片和标题的布局。标题的位置可根据需要安排。参考芯片的图形和缺陷芯片背景图形一致。

8.2 为了提高检查系统的测试速度,可以增加一些特殊图形,以便检查系统进行光量校准,旋转对位、目标设置和原点定位。增加的这些图形必须放在缺陷检查时扫描不到的地方。

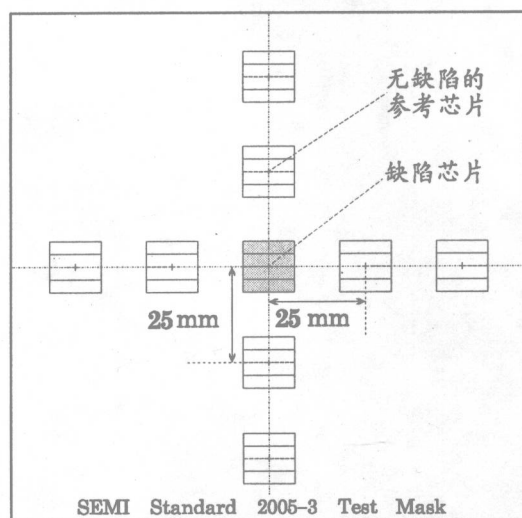


图 9 掩模缺陷检查系统灵敏度鉴定用的特制掩模

9 测试掩模用于灵敏度评估

9.1 需要时,可以通过检查全部或部分的基本缺陷芯片来测试被测的检查系统的灵敏度范围。如果超出检查系统的缺陷限度,可以把检查分成几部分。这种检查应当重复 10 次。

9.2 分析结果应当明确指出能在每个单元中 100% 查出的各种最小缺陷尺寸。作为参考,应当列出每个子单元的每种缺陷的尺寸,以及每种缺陷被查出的概率。尺寸大小应符合国家标准 GB/T 16880 的规定。

9.3 测试时,应保证掩模旋转 90° 或 180° 时检查系统具有相同的性能。若有差别,应当按照上述 9.2 的规定记录存档。

9.4 为了保证结果的可重复性,应当重复做 9.1 的测试。第二次测试最好在几天后进行,以测试检查系统的稳定性。

10 测试掩模的名称、比例和标题

10.1 按照本标准做出的掩模缺陷检查设备灵敏度测试掩模一概叫做 SEMI Standard 2005 Test Mask。

10.2 随着集成电路的线宽和/或大圆片分步重复机缩小倍率的减小,为了适应更小的基本线宽和更小缺陷的需要,允许用缩小的比例来制作 SEMI Standard 2005 Test Mask 用于鉴定光刻掩模缺陷检查设备。除了图 9 中的 25 mm 芯片间距保持不变外,本标准的所有尺寸都将缩小,缩小的比例为所需的设计规则与 3 μm 设计规则之比。

10.3 按本标准制成的所有测试掩模都应加上标题: SEMI Standard 2005-X Test Mask, 其中的 X 应替换为所用的设计规则。例如,当设计规则为 3 μm 时,测试掩模的标题应为 SEMI Standard 2005-3 Test Mask。设计规则为 1.5 μm 的 SEMI Standard Test Mask 应加上标题 SEMI Standard 2005-1.5 Test Mask。