

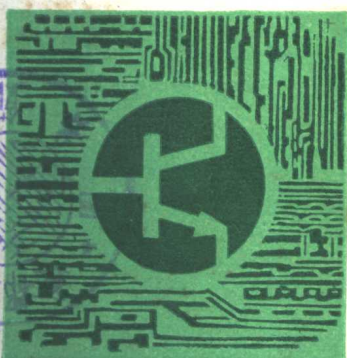
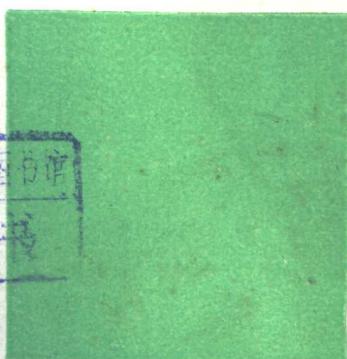
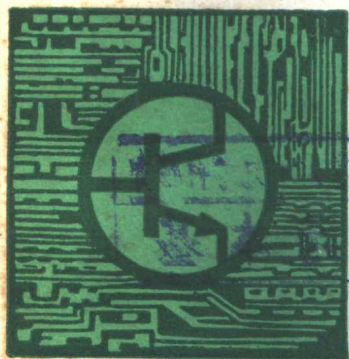
50022

282

660422

双极型 集成电路工艺规范

徐 皓 译 诸民家 校



上海科学技术文献出版社

双极型集成电路工艺规范

徐 皓 译

诸民家 校

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行
浙江洛舍印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5 字彙 118,000

1982年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数: 1—4,800

书号: 15192·211 定价: 0.63 元

《科技新书目》30-254

出版说明

本书是根据美国集成电路工程公司 (Integrated Circuit Engineering Corporation) 1977 年出版的硅片制造手册 (Silicon Wafer Fabrication Manual) 的第三卷翻译而成的, 原书名是“双极硅片加工”(Bipolar Silicon Wafer Processing)。这套书的第一卷是“硅片加工工艺学”(Silicon Wafer Process Technology), 第二卷是“MOS 硅片加工(MOS Silicon Wafer Processing)”(第二卷已于 1980 年 7 月出版)。

双极型集成电路即线性集成电路,它在收音机、电视机、测量仪器、控制设备、通信机、雷达和电子计算机等方面有广泛的用途。近年来,在我国的半导体制造领域内,线性集成电路在品种和数量上都有了一定的发展,在收音机集成电路、录音机集成电路、电视机集成电路等方面,已具有一定的生产能力。但与国外先进水平相比,仍有一定的差距,有许多工艺问题还有待解决。本书详细地叙述了制造低、中、高压线性集成电路的工艺规范和设计规范,其中包括了美国的一些专利。此外,本书在工艺介绍方面比较详尽,对我国的半导体集成电路制造业有一定的借鉴作用。

本书可供从事双极线性集成电路生产和科研单位的工人、工程技术人员参考。对于从事 MOS 线性集成电路以及 BIMOS 线性集成电路生产和研制的科研人员,也有一定的参考价值。

译者

1981 年 9 月

目 录

通用工艺规范.....	1
低压线性双极型工艺规范.....	114
中压线性双极型工艺规范.....	129
高压线性双极型工艺规范.....	143

通用工艺规范

产品类别: 双极型

工艺名称: 通用工艺规范

工艺规范编号: GS-120000

名 称	工艺规范编号
工艺流程表	GS-120005
原始材料规范	GS-120010
监控晶片规范(N型)	GS-120015
监控晶片规范(P型)	GS-120020
车间环境管理	GS-120025
氧化层厚度的测量	GS-120030
扩散炉炉温调测	GS-120035
四探针测试(测量电阻率和类型)	GS-120040
铝腐蚀液的配制	GS-120045

产品类别: 双极型

工艺名称: 工艺流程表

工艺规范编号: GS-120005

序号	名 称	工艺规范编号
0.	工艺流程表	GS-120005
1.	一次氧化前硅片清洗	GS-120200
2.	一次氧化	GS-120205
3.	埋层光刻	GS-120210
4.	显影检查	GS-120215
5.	埋层腐蚀	GS-120220
6.	去胶(氧化层上的光刻胶)	GS-120225

7. 最后检查	GS-120230
8. 扩散前硅片清洗	GS-120235
9. 埋层扩散	GS-120240
10. 去除氧化层	GS-120245
11. 外延淀积前清洗	GS-120250
12. 外延淀积	GS-120255
13. 外延层检测	GS-120260
14. 扩散前清洗	GS-120235
15. 外延氧化	GS-120265
16. 隔离光刻	GS-120210
17. 显影检查	GS-120215
18. 隔离腐蚀	GS-120220
19. 去胶(氧化层上的光刻胶)	GS-120225
20. 最后检查	GS-120230
21. 扩散前清洗	GS-120235
22. 隔离淀积	GS-120270
23. 去除硼硅玻璃	GS-120275
24. 隔离扩散	GS-120280
25. 去除氧化层	GS-120245
26. 隔离再氧化前硅片清洗	GS-120285
27. 隔离再氧化	GS-120290
28. 基区和电阻区光刻	GS-120210
29. 显影检查	GS-120215
30. 基区和电阻区腐蚀	GS-120220
31. 去胶(氧化层上的光刻胶)	GS-120225
32. 最后检查	GS-120230
33. 扩散前清洗	GS-120235
34. 基区淀积	GS-120295
35. 去除硼硅玻璃	GS-120300
36. 基区扩散	GS-120305
37. 发射区光刻	GS-120210

38. 显影检查	GS-120215
39. 发射区腐蚀	GS-120220
40. 去胶(氧化层上的光刻胶)	GS-120225
41. 最后检查	GS-120230
42. 扩散前清洗	GS-120235
43. 发射区淀积	GS-120310
44. 去除磷硅玻璃	GS-120315
45. 发射区再氧化	GS-120320
46. 引线孔光刻	GS-120210
47. 显影检查	GS-120215
48. 引线孔腐蚀	GS-120220
49. 去胶(氧化层上的光刻胶)	GS-120225
50. 最后检查	GS-120230
51. 蒸铝	GS-120325
52. 铝光刻	GS-120210
53. 显影检查	GS-120215
54. 铝腐蚀	GS-120330
55. 去胶(铝和钝化层上的光刻胶)	GS-120335
56. 最后检查	GS-120230
57. 铝合金	GS-120340
58. 钝化	GS-120345
59. 压焊点光刻	GS-120210
60. 显影检查	GS-120215
61. 压焊点腐蚀	GS-120220
62. 去胶(铝层和钝化层上的光刻胶)	GS-120335
63. 最后检查	GS-120230

工艺名称: 原始材料规范——双极, <111>面 3 英寸硅片

工艺规范编号: GS-120010

硅片规格: 双极 3 英寸。

类型: *P* 型, 掺硼。

直径: 3.0 ± 0.03 英寸。

晶向: 朝最近的 $\langle 110 \rangle$ 晶面偏离 $2^\circ \sim 3^\circ$ 的 $\langle 111 \rangle$ 面。

厚度: 20 ± 1 密耳。

电阻率: $10 \sim 20$ 欧姆-厘米。

梯度: 在 $R/2$ 范围内电阻率变化 $< 15\%$ 。

位错密度: < 500 个/厘米²。

基准面: 沿 $\langle 110 \rangle$ 晶面 $\pm 1^\circ$ 切割出一条长 $3/4 \sim 1$ 英寸长的边作为基准面。

消除应力: 化学腐蚀硅片背面, 消除所有的切磨损伤。

表面: 单面抛光, 不应有桔皮状和雾状缺陷。

目检标准:

A. 用 100 倍显微镜检验

1. 不允许出现线状或颗粒状的晶粒间界。
2. 不允许有晶面滑移。
3. 不允许有擦伤。

B. 直观检验

1. 不允许硅片边沿上有碎裂。
2. 不允许硅片表面上有划痕。
3. 不允许有指纹、凹点、凸点和其它表面缺陷。

注意: 本规范是对 3 英寸硅片而制定的, 如果选择其它直径的硅片, 则要改变硅片的厚度和基准面的切口长度。

工艺名称: 原材料规范——双极, 用于 *P* 型扩散的 *N* 型 $\langle 111 \rangle$ 面
3 英寸监控硅片

工艺规范编号: GS-120015

硅片规格: 双极 3 英寸。

类型: *N* 型, 掺磷。

直径: 3.0 ± 0.03 英寸。

晶向: $\langle 111 \rangle$ 。

厚度: $20(-5, +2)$ 密耳。

电阻率: $1 \sim 7$ 欧姆-厘米。

注意: 本规范是对 3 英寸硅片而制定的, 如果选择其它直径的硅片, 则要改变硅片的厚度。

工艺名称: 原材料规范——双极, 用于 *N* 型扩散的 *P* 型 $\langle 111 \rangle$ 面
3 英寸监控硅片

工艺规范编号: GS-120020

硅片规格: 双极 3 英寸。

类型: *P* 型, 掺硼。

直径: 3.0 ± 0.03 英寸。

晶向: $\langle 111 \rangle$ 。

厚度: $20(-5, +2)$ 密耳。

电阻率: $1 \sim 30$ 欧姆-厘米。

注意: 本规范是对直径 3 英寸的硅片而制定的, 如果选择其它直径的硅片, 则要改变硅片的厚度。

工艺名称: 车间环境管理

工艺规范编号: GS-120025

一、说明

本规范概述了所要实施的操作步骤, 以便尽量保持工作场所的清洁。

二、应用目的

在半导体工业中, 片子的清洁度是提高成品率的基本条件。

执行本规范可避免硅片表面沾污灰尘、油类等。

三、设备

1. 层流净化台。
2. 硅片清洗腐蚀柜。
3. 扩散炉。
4. 橡胶手套。
5. 防护眼镜或塑料眼罩。
6. 塑料围裙。
7. 工作台。
8. 塑料挤瓶。
9. 大号不锈钢镊子钳。

四、材料

1. 揩布。
2. 去离子水。
3. 异丙醇。
4. 硅片腐蚀剂($\text{HNO}_3:\text{HF}=1:1$)。

五、安全注意事项

1. 在使用酸和化学溶剂的地方,必须穿戴好塑料手套、围裙和防护眼镜。

2. 切勿将酸或化学溶剂靠近或接触高温扩散炉管。

3. 切勿将酸和溶剂混合。

六、准备工作

1. 在接触危险的化学品时,一定要穿戴好安全防护用具。

2. 如果对所从事的工作在安全性方面有丝毫怀疑的话,应向主管人员或工艺技术员询问。

3. 配制硝酸:氢氟酸=1:1的硅腐蚀液。

七、操作步骤

1. 在扩散场所内, 以下区域要遵守本规范

- (1) 层流净化台。
- (2) 硅片清洗腐蚀柜。
- (3) 硅片冲洗槽。
- (4) 炉前区域和气柜。
- (5) 硅片离心干燥器。

2. 层流净化台

- (1) 用手控喷射器把 2~3 块揩布用去离子水喷湿。
- (2) 挤出多余的水。
- (3) 擦净化台的台面, 去掉灰尘、棉屑、碎片等。
- (4) 用异丙醇湿润 2~3 块揩布。
- (5) 挤出多余的异丙醇, 随去离子水流走。不要把多余的异丙醇挤入硅片多级冲洗器, 也不要挤在靠近酸的地方。
- (6) 擦净净化台的台面。
- (7) 应使异丙醇很快挥发, 使净化台擦净后 3~5 分钟内就可使用。
- (8) 不要让去离子水或异丙醇积成水窝, 要用揩布擦干, 避免这些液体在净化台上积聚。

3. 炉前区域和气柜

- (1) 用手控去离子水喷射器喷湿 2~3 块揩布。
- (2) 用钳子夹住揩布揩擦炉前区域和气柜的搁板。
- (3) 不要留水窝。
- (4) 在这些地方不要使用醇类, 因为它可能会燃烧。
- (5) 在清扫有三氧化二砷粉末的地方时, 要戴好防毒面具。

4. 硅片清洗腐蚀柜

- (1) 按照七、2. 节概述的操作步骤进行。
- (2) 注意: 七、2. 节操作步骤所用的异丙醇不能用于存有

酸(冷的或热的)的通风柜里,在电炉上加热醇类时要小心。

5. 硅片清洗槽

(1) 关闭去离子水和氮气。

(2) 吸出多级冲洗器槽里的水。

(3) 把足量的硅腐蚀液(1:1)倒入多级冲洗器的每级槽里,使腐蚀液完全覆盖每级的底部。

(4) 让硅腐蚀液在底部浸泡 20~30 分钟。

(5) 从塑料挤压瓶中挤出硅腐蚀液,冲洗多级冲洗器内的每一侧面,每面最少冲洗三遍。

(6) 20~30 分钟后,吸出多级冲洗器各处的硅腐蚀液。

(7) 检查多级冲洗器是否干净,如果不清洁,则报告主管人员。

(8) 如果多级冲洗器已干净,则接通去离子水和氮气。

(9) 用去离子水冲洗多级冲洗器,至少冲洗 30 分钟或者冲净硅腐蚀液为止。

(10) 用手控喷射器冲洗掉死角上的残迹。

6. 硅片离心干燥器

(1) 取出离心干燥器里的转架。

(2) 用手控喷射器把二三块揩布用去离子水喷湿,然后挤出多余的水。

(3) 擦净离心干燥器的内壁。

(4) 擦净转架表面。

(5) 检查是否有残留的硅片,如发现有应清除掉。

(6) 把转架重新放回离心干燥器里。

(7) 离心干燥器待用。

(8) 如有碎片落入离心干燥器,就应进行清除,然后才能作进一步的干燥处理。

7. 注意:

(1) 用化学试剂清洁设备时,凡有不明白的地方,一定要问清楚后再进行。

(2) 在清洁工作中凡出现异常现象,都要报告主管人员。

八、清洁制度

设备	最少清洁次数
1. 层流净化工作台	每班结束时
2. 硅片清洗腐蚀柜	每班结束时
3. 硅片清洗槽	每周一次
4. 炉前区域和气柜	每班结束时
5. 硅片离心干燥器	每周一次
6. 以上是最低限度的清洁次数,每当设备被弄脏时,都要随时清洁。	

工艺名称: 氧化层厚度的测量

工艺规范编号: GS-120080

工艺概要

1. 在监控晶片上涂一条蜡。
2. 用氢氟酸溶液腐蚀氧化层。
3. 冲净和干燥。
4. 去蜡。
5. 测量氧化层厚度。
6. 记录氧化层厚度。

注意: 一次氧化后的监控晶片在去除氧化层后,可重新使用。

一、工艺说明

测量氧化层厚度的方法是先去除监控晶片上的一部分氧化

层,然后在显微镜下数干涉条纹数,再对照氧化层比色干涉表确定氧化层厚度。

二、设备

1. 具有 20 倍物镜和 15 倍目镜的显微镜。
2. 酸槽(有排风)。
3. 溶剂槽(有排风)。
4. 电炉。
5. 聚四氟乙烯片架。
6. 聚四氟乙烯烧杯。
7. 聚乙烯喷射瓶。
8. 多级冲洗器(3 级)。
9. 氮气喷枪。
10. 镊子。
11. 橡胶手套。
12. 防护眼镜。
13. 氧化层厚度比色干涉对照表。

三、材料

1. 氧化后的待测监控晶片。
2. 浓氢氟酸(49% 氢氟酸)。
3. 三氯乙烯。
4. 黑封蜡。
5. 去离子水。
6. 干氮。

四、安全注意事项

1. 在配制和使用化学试剂时,要始终戴好橡胶手套和防护眼镜。
2. 切勿将酸和化学溶剂混合。

3. 切勿将溶剂倒入酸槽里。
4. 把使用过的溶剂倒入溶剂槽或安全罐。
5. 把酸倒入酸槽时, 要用大量的自来水或去离子水稀释。

五、硅片涂蜡

1. 用镊子夹住硅片, 氧化层朝上放在电炉上加热。
2. 在硅片表面上涂一条封蜡, 加热时蜡即熔化。
3. 从电炉上取下硅片, 冷却。

六、腐蚀氧化层

1. 把足量的浓氢氟酸倒在聚四氟乙烯烧杯里, 要能浸没待腐蚀的硅片。

2. 把硅片装入聚四氟乙烯腐蚀片架上, 然后浸入氢氟酸溶液里, 腐蚀到硅片表面不沾水为止。

七、冲洗和干燥

1. 将片架放入多级冲洗器里, 最少冲洗 10 分钟。

最低级, 2 分钟(最少);

中间级, 2 分钟(最少);

最高级, 6 分钟(最少)。

2. 用氮气喷枪把硅片吹干。

八、去蜡

1. 用三氯乙烯去净硅片上的蜡

(1) 用三氯乙烯喷射硅片, 到蜡完全去净为止。

2. 用氮气喷枪吹干硅片。

九、氧化层厚度的测量

1. 把硅片放在显微镜下。

2. 打开显微镜的照明灯。

3. 把显微镜聚焦在硅片氧化层被腐蚀掉的边缘上。

4. 观察一些明暗相间的条纹, 即干涉条纹。

5. 数出暗条纹数。

6. 观察氧化层表面的颜色。

7. 用氧化层厚度比色干涉对照表, 根据氧化层的颜色和暗色条纹数确定氧化层厚度。

十、把氧化层厚度记录在随工单上。

氧化层厚度比色干涉对照表

白色	0Å	蓝红色(深)	3250Å
黄褐色	280Å	蓝色(深)	3300Å
棕色	560Å	蓝绿色(深)	3500Å
棕色(深)	630Å	绿黄色(深)	3800Å
褐紫色	705Å	黄色(淡)	4000Å (亮线 4000Å)
褐蓝色	845Å	桃红绿色	4200Å
紫色	985Å (暗线 1000Å)	品红色	4400Å
紫蓝色	1125Å		
蓝色	1265Å	品红蓝色	4500Å
蓝色(中)	1310Å	品红紫色	4550Å
蓝色(深)	1400Å	紫蓝色	4890Å
蓝色(淡)	1450Å	紫色(深)	5000Å (暗线 5000Å)
蓝色(很淡)	1690Å	蓝绿色	5230Å
黄蓝色	1750Å	绿色	5500Å
黄绿色(淡)	1810Å	绿黄色	5700Å
黄绿色	1870Å	绿色(淡)	6000Å (亮线 6000Å)
黄色(淡)	1930Å	桃红白色	6160Å
黄色	2000Å (亮线 2000Å)	品红色(淡)	6600Å
白色	2050Å	品红色(深)	7000Å (暗线 7000Å)
黄色(金)	2180Å	蓝绿色	7500Å
琥珀色	2230Å	蓝绿色(淡)	7750Å (亮线 8000Å)
橙黄色	2270Å	白色	8240Å
桃红琥珀色	2340Å	琥珀色(淡棕)	8650Å
桃红橙色	2380Å	品红色(淡)	9000Å (暗线 9000Å)
橙色	2500Å	琥珀色(很淡)	12000Å
桃红色(深)	2605Å	灰色(深)	13000Å
桃红色	2750Å	桃红色(很淡)	14300Å
紫红色(深)	3000Å (暗线 3000Å)	灰色(很淡)	16900Å
紫色(深)	3100Å	灰色(中)	17500Å

工艺名称: 炉温的调测

工艺规范编号: GS-120035

一、工艺说明

本规范概述了测试扩散炉炉温操作步骤。

二、应用目的

要获得稳定和较高的成品合格率, 必须精确控制扩散炉炉温。

三、设备

1. 扩散炉。

2. 热电偶测温仪。Doric DS-350, R 型 $0 \sim +1600^{\circ}\text{C}$ 。

3. 热电偶(R 型; 铂/铂, 13% 铑)55 英寸长; N 型护套管。

4. 热电偶(R 型; 铂/铂, 13% 铑) 55 英寸长; P 型护套管。

5. 热电偶(R 型; 铂/铂, 13% 铑) 55 英寸长; 氧化层型护套管。

6. 钢皮尺。

7. 调测炉温用的炉管帽。

四、材料

绘制炉温曲线用的记录纸。

五、安全注意事项

高温热电偶很危险, 操作时要非常小心。

六、准备工作

1. 填写炉温曲线记录纸上的有关部分(即: 日期, 所需温度等)。

2. 把测炉温用的管帽盖在炉管末端, 然后, 把适当的热电偶放入扩散炉管里, 热电偶预热并趋于稳定。热电偶的热接点放在扩散炉中心(在钢皮尺的 16.5 英寸处)。

A. 金属螺母和热电偶外套管的接合点。该点作为热电偶