

半导体器件平面工艺

制 版



上海人民出版社

半导体器件平面工艺

制 版

上海无线电十九厂

上海人民出版社

半导体器件平面工艺
制 版

上海无线电十九厂
上海人民出版社出版
(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海东方红印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.125 字数 109,000
1971年11月第1版 1971年11月第1次印刷

书号: 15·4·193 定价: 0.29 元

发行范围: 只限国内发行

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

编 者 的 话

平面工艺是目前制造半导体器件的一种广泛使用的工艺,它包括制版、氧化、光刻、扩散、外延、蒸发、热压、封装等一整套技术工艺。

平面工艺主要是将光刻技术和选择扩散相互结合起来的—种生产工艺,它不仅提高了半导体器件的可靠性和稳定性,而且对制作高频大功率器件,尤其是对缩小器件体积,制作大面积集成电路提供了十分有利的条件。

为了贯彻落实伟大领袖毛主席的“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针,为了满足电子工业战线广大工人和革命技术人员的需要,我们在有关工厂的大力支持下,组织编写了这套《半导体器件平面工艺》,选择了半导体器件生产中比较主要和急需的选题,分期、分批地陆续出版。

《制版》一书是由上海无线电十九厂组织编写的,在编写过程中曾经多次听取了有关工人和技术员的意见,并进行了认真的修改。

由于我们学习毛泽东思想很不够,实践经验也有限,所以本书在内容上还有不少缺点、错误,欢迎广大革命的读者提出批评和建议,以便修改提高。

《半导体器件平面工艺》编写组

目 录

第一章 制版概述	1
1-1 制版的意义	1
1-2 对光刻掩模的要求	1
1-3 制版工艺流程	2
第二章 绘图与刻图	4
2-1 概述	4
2-2 绘图	4
2-3 刻图	10
2-4 复合版的刻图	12
2-5 刻图后的检查	14
2-6 补拍版子的方法	15
第三章 初缩工艺	17
I 罗甸湿版	17
3-1 罗甸湿版的制造	17
3-2 罗甸湿版所使用的药品及配方	31
3-3 湿版工艺中的常见故障及排除方法	35
II 高反差明胶干版	36
3-4 高反差明胶干版的制造	37
3-5 几个问题的说明	43
3-6 曝光	45
3-7 显影和定影	45
第四章 罗甸干版	46
4-1 罗甸干版的特点	46
4-2 罗甸干版的制造	46

4-3	罗甸干版的检验	53
4-4	罗甸干版的显影和定影	53
4-5	制作罗甸干版的药品及配方	54
第五章 超微粒干版		57
5-1	超微粒干版的特点	57
5-2	超微粒干版的制造	57
5-3	超微粒干版的使用	63
5-4	提高超微粒干版质量的几个问题	68
5-5	部分药剂及设备的制作	72
第六章 精密缩小与分步重复		75
6-1	精缩分步的基本原理	75
6-2	精缩分步的主要设备	77
6-3	精缩分步的操作工艺	88
第七章 真空蒸铬		96
7-1	真空蒸发的基本原理	96
7-2	蒸发设备及系统	97
7-3	蒸发工艺	99
7-4	铬版的优点	102
7-5	铬膜质量的几点讨论	103
7-6	真空蒸铬时经常发生的故障及排除方法	105
第八章 复印工艺		107
8-1	复印的基本原理	107
8-2	复印机	107
8-3	干版复印	110
8-4	修版	113
8-5	铬版复印	115
8-6	特细线条复印和复合版复印	127
8-7	复印对版子套准的影响	128

附录	130
I 照相机镜头常识	130
II 显影和定影技术	136
III 常用配方	149
IV 尺寸单位	152
V 摄影用有毒药品及解毒法	153

第一章 制版概述

1-1 制版的意义

平面管、集成电路和采用平面工艺的其他半导体器件,都要利用光刻技术来进行定域扩散和淀积,以获得一定形状的二极管、三极管和一定数值的电阻、电容。然而,要想刻出好的图形,就必须制出优良的光刻掩蔽模版(简称光刻掩模)。随着半导体器件和集成电路向高频、微波和超高速领域的发展,越来越要求进一步缩小元件的尺寸和体积,因此,对光刻掩模的要求也就愈来愈高了。

1-2 对光刻掩模的要求

光刻掩模应该做到:

- (1) 每个图形的大小尺寸要正确。
- (2) 图形内应无针孔,图形外应无黑点。
- (3) 图形边缘应光洁,无毛刺。

(4) 每块版子应有一定数量的形状大小完全一致的图形。图 1-1 所示门电路的版子的放大图,每个图形是完全一致的。

(5) 整套版中的各块版子应能一一套准。

(6) 版面应平整、光洁。

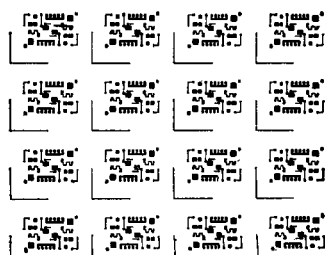


图 1-1 门电路的版子(部分)

(7) 图形区内应有掩蔽作用,图形区外应完全透过紫外光或对光吸收极小。

(8) 版子要牢,图形应不易损坏,使用寿命要长。

1-3 制版工艺流程

(1) 图形简单,用于小批生产的平面管版子的制版工艺流程如图 1-2 所示:

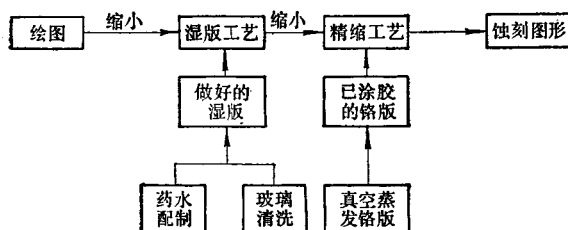


图 1-2 图形简单,用于小批生产的平面管版子的制版工艺流程图

(2) 图形简单,用于大量生产的平面管版子的制版工艺流程如图 1-3 所示:

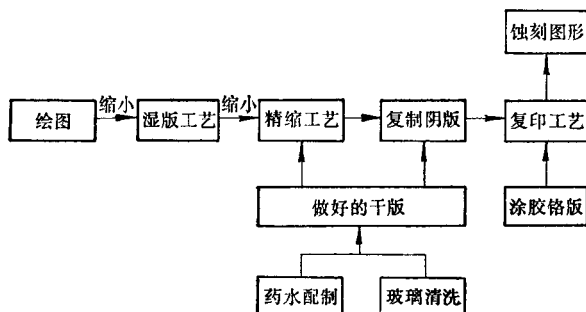


图 1-3 图形简单,用于大量生产的平面管版子的制版工艺流程图

(3) 集成电路版子的制版工艺流程如图 1-4 所示:

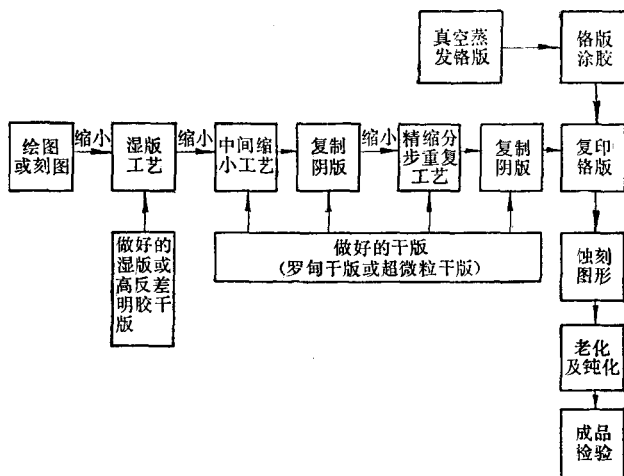


图 1-4 集成电路版子的制版工艺流程图

第二章 绘图与刻图

2-1 概 述

绘图与刻图是制版工作的第一步,有了良好的图,就能制出高质量的光刻掩模版子。

绘图与刻图是把设计好的总图进行分解,绘出光刻掩模的分图。例如:集成电路的总图可以分解为隐埋、隔离、硼扩散、磷扩散、引线孔和反刻铝引线六个分图,如图 2-1 所示,我们就是按此分图做成六块光刻掩模的版子。

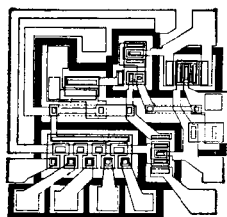
绘图与刻图的放大倍率须根据原设计图形的尺寸而定,一般是从图形的最小尺寸、便于计算和制版等几个方面来确定放大倍率的。通常,放大倍率取 200 倍、400 倍、500 倍和 1000 倍四种。有时只有设计原图的尺寸和草图,则绘图时就应该根据设计草图来确定放大倍率,然后在标准方格纸上画出正式图形(总图)。

制版工艺对图的要求如下:

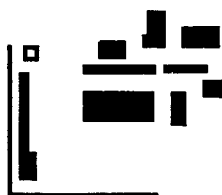
- (1) 图形的尺寸要准确并符合设计的要求;
- (2) 图形的边缘要光滑,棱角方正;
- (3) 图形的反差要高(即透光与不透光的对比要高);
- (4) 绘好与刻好的各个分图要套得准;
- (5) 便于保存。

2-2 绘 图

绘制光刻掩模图常有如下两种情况:有时只有设计草图



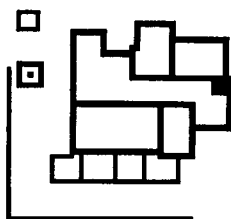
(a) 总图



(b) 隐埋



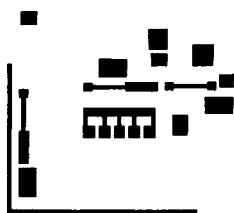
(e) 磷扩散



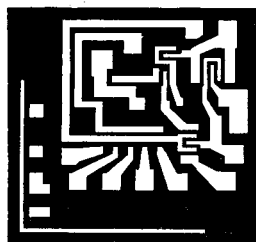
(c) 隔离



(f) 引线孔



(d) 硼扩散



(g) 反刻铝引线

六个分图

图 2-1 光刻掩模

(元件的尺寸图)而没有画出合适放大倍率的总图;有时已有合适放大倍率的总图,而尚须画出各个分图。

1. 当第一种情况时,可以根据草图中最小的单元尺寸是多少微米(μ)* 来确定画总图应选取的放大倍率。例如:最小的单元尺寸是5微米,那么绘图放大倍率可选取400倍或1000倍,通常不选取500倍。一般标准方格纸每一小格为1毫米,如果放大倍率选取400倍,则每一小格就表示2.5微米,此时5微米只须在方格纸上取2小格就可以了。如果放大倍率选取1000倍,则每一小格就表示1微米,此时5微米只须在方格纸上取5小格就可以了。

但是,如果放大倍率选取500倍,则每一小格就表示2微米,此时,5微米就须2.5格,绘图时取半格就会影响精确度。

一般,总图放大倍率选取得大,则绘图的精确度也高而且也较易绘制,但是,放大倍率一大,相应的缩小倍率亦就多。因此,必须选取绘图和照相二者均为方便的放大倍率。

由于纸张的伸缩以及印刷的关系,每张标准方格纸变形的情况是不一致的,如用50公分的尺去测量方格纸的公分标记时就会出现二者不相符的现象,有时长出1~2毫米,有时却短了1~2毫米。此时,若仍用六张标准方格纸绘制,就会出现误差了。因此,经过实践,为了克服由于绘图而引起的较大的误差,我们采用先绘总图,然后以此总图分别刺孔绘出其余六个分图的方法,这种方法就减少了各分图间的相对误差。

绘制总图时,一般先将隔离版画好,隔离版好象盖房子似的,它一经画好便不易将管子、电阻等画错。然后依次绘制硼扩散、磷扩散、引线孔和反刻铝引线。

总图绘制后便作为母本,分别用刺孔的方法将六个分图

* 一般图形的最小尺寸部分是引线孔。

刺在六张白卡纸上,再用铅笔将刺下的孔按图形连接起来,并用鸭嘴笔上墨线,最后,用广告色把整个图画好。

刺孔有二种方法:一种是直接按图形的边角刺下去;另一种是沿图形的每边延长线刺下去。如图 2-2 所示。

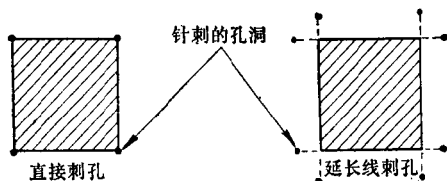


图 2-2 刺孔方法

这二种方法中后者效果较好,绘制的图形边角方正;前者效果较差,易出现缺角或圆角的弊病。

刺孔时,刺孔不宜太大,若太大,则会影响连线时的精确性,有时甚至招致图形变形。一般刺孔针应尖而锋利,这样刺出的孔小,连线时就较准确,图形亦不易变形。

上墨线应使线条光洁而无毛刺,往往墨线略粗一些为好,若墨线过细,则涂广告颜料时就易涂出墨线之外,但墨线过粗也会使图形尺寸不准而且边缘易毛。通常,墨线粗细在 0.5~1 毫米左右为宜。

由于上墨线的鸭嘴笔放得比较开,因此,在绘图时,反刻板应以线条为准而往外粗出,其余各分版应以线条为准而往里粗出,如图 2-3 所示。

这样做的优点是图形的尺寸不会改变,而且涂墨时,由于线条较粗而不易涂到图外。

2. 当第二种情况时,可以先在总图上选取适当的位置,画出对准线(或称为定位线),然后按图形刺孔、连线、上墨线和涂墨。

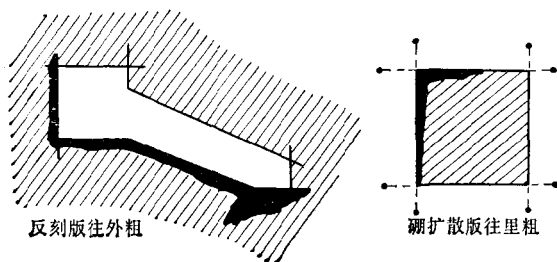


图 2-3 反刻与硼扩散的画法

绘制对准线的目的是:

(1) 它系作为缩小倍率的测量线, 即如对准线长度为 10 公分, 则缩小 10 倍后, 此对准线应为 1 公分。

(2) 它系作为分步重复的校正线, 即它将在分步重复时均校正处在同一个水平上, 如图 2-4 所示。必须指出: 六块版子均应校正成水平。

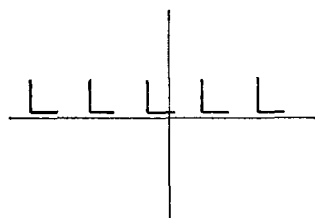


图 2-4 分步重复校正线

(3) 它系作为光刻的对准线, 即在光刻时, 六块光刻掩模版均应相互套准, 因此对准线必须很精确。

绘制对准线时, 应先根据总图的放大倍率确定对准线的长短。对准线的形状取 L 形, 这样就有方向性, 不易搞错。一般如总图放大 500 倍, 则对准线一边取 50 公分, 另一边取 40 公分或 30 公分均可; 如总图尺寸小于 50 公分, 则欲测量的一边长度可取 25 公分。总之, 长度的确定以便于测量为原则。对准线的位置一般绘制在分步重复时二个图形的中间位置, 也即绘制在硅片的划片间距之中, 硅片的划片间距如取 0.35~0.5 毫米, 则以反刻为准时, 对准线应离反刻的边缘 200 微米

左右,线条的粗细习惯上为 20 微米,如图 2-5 所示。

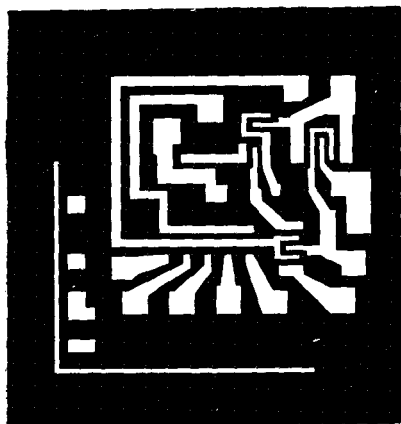


图 2-5 对准线的绘制

绘制方块与圆的图形边缘情况如图 2-6 所示。

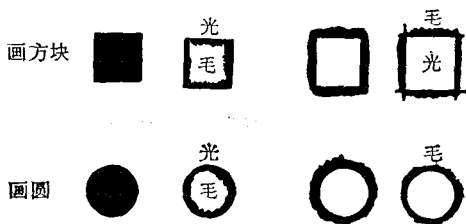


图 2-6 图形边缘情况

(注: 实际情况并不会象图上那样毛, 这里的画法比较夸张了一些)

反刻版的图形在上好墨线后还须分区涂墨(或黑色广告颜料)。这可先将墨线边缘涂墨, 然后加宽墨线, 待干燥后再分区涂墨。涂墨时最好是东涂一块、西涂一块, 以使纸面均匀受潮, 均匀干燥, 从而减小由于纸张受潮不匀而引起纸张的曲折及伸缩, 以保证光刻掩模能套合准确, 大面积涂墨时一般采用黑色广告颜料为好, 因其无反光, 可以提高拍摄的质量。