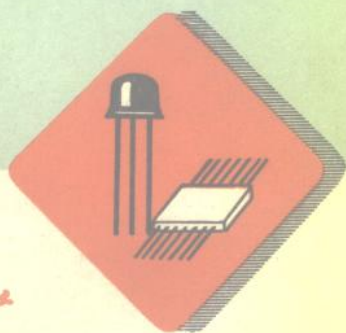




半导体器件制造技术丛书 3

衬底制备



国防工业出版社

172

半导体器件制造技术丛书 3

衬底制备

《半导体器件制造技术丛书》编写组 编

国防工业出版社

1972

内 容 简 介

本书系《半导体器件制造技术丛书》之三。主要介绍当前普遍采用的硅片的切、磨、抛方法；并对生产中经常出现的一些质量问题进行了分析讨论；对目前出现的新工艺也作了简要地介绍。

本书内容较浅显易懂，可供从事有关工作的工人、革命干部和革命技术人员以及有关院校革命师生参考。

半导体器件制造技术丛书 3

衬 底 制 备

(只限国内发行)

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 3¹/₄ 64 千字

1972年 3 月第一版 1972年 3 月第一次印刷

统一书号：15034·1257 定价：0.28元

毛主席语录

辩证法的宇宙观，主要地就是教导人们要善于去观察和分析各种事物的矛盾的运动，并根据这种分析，指出解决矛盾的方法。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

人们的社会存在，决定人们的思想。而代表先进阶级的正确思想，一旦被群众掌握，就会变成改造社会、改造世界的物质力量。

8597/101

毛主席语录

人们要想得到工作的胜利即得到预想的结果，一定要使自己的思想合于客观外界的规律性，如果不合，就会在实践中失败。

世界上只有唯心论和形而上学最省力，因为它可以由人们瞎说一气，不要根据客观实际，也不受客观实际检查的。唯物论和辩证法则要用气力，它要根据客观实际，并受客观实际检查，不用气力就会滑到唯心论和形而上学方面去。

目 录

前言.....	5
一、概述.....	7
1-1 单晶硅加工的工艺过程.....	8
1-2 硅片加工中硅材料的损耗.....	10
1-3 硅片加工的质量要求.....	14
二、切片.....	16
2-1 切片机.....	17
2-2 单晶硅切片前的准备处理.....	19
2-3 粘结剂的配制.....	21
2-4 定晶向.....	24
2-5 内圆刀片的安装.....	26
2-6 内圆切片机的操作要点.....	29
2-7 内圆刀片的修理方法.....	31
2-8 切片过程中常出现的故障.....	45
2-9 方片切割.....	49
2-10 特殊晶向的切割.....	50
2-11 片子清洗.....	53
2-12 切片冷却.....	54
2-13 切片机的一般检修.....	57
三、磨片.....	61
3-1 概述.....	61
3-2 磨片的基本原理.....	62
3-3 单面磨片.....	66
3-4 行星式双面磨片法.....	69

3-5 附测微仪表的研磨机	70
3-6 平面磨床研磨法	76
3-7 手工磨片	77
四、硅片的抛光	78
4-1 氧化镁机械抛光	79
4-2 SiO_2 胶体化学机械抛光	83
4-3 铜离子化学机械抛光	87
4-4 铬离子抛光	89
五、小片制作	91
5-1 划片	92
5-2 超声波切割机	96
附录: 常用磨料型号规格	101

半导体器件制造技术丛书 3

衬底制备

《半导体器件制造技术丛书》编写组 编

国防工业出版社

1972

内 容 简 介

本书系《半导体器件制造技术丛书》之三。主要介绍当前普遍采用的硅片的切、磨、抛方法；并对生产中经常出现的一些质量问题进行了分析讨论；对目前出现的新工艺也作了简要地介绍。

本书内容较浅显易懂，可供从事有关工作的工人、革命干部和革命技术人员以及有关院校革命师生参考。

半导体器件制造技术丛书 3

衬底制备

(只限国内发行)

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 3 1/4 64 千字

1972 年 3 月第一版 1972 年 3 月第一次印刷

统一书号：15034·1257 定价：0.28 元

目 录

前言	5
一、概述	7
1-1 单晶硅加工的工艺过程	8
1-2 硅片加工中硅材料的损耗	10
1-3 硅片加工的质量要求	14
二、切片	16
2-1 切片机	17
2-2 单晶硅切片前的准备处理	19
2-3 粘结剂的配制	21
2-4 定晶向	24
2-5 内圆刀片的安装	26
2-6 内圆切片机的操作要点	29
2-7 内圆刀片的修理方法	31
2-8 切片过程中常出现的故障	45
2-9 方片切割	49
2-10 特殊晶向的切割	50
2-11 片子清洗	53
2-12 切片冷却	54
2-13 切片机的一般检修	57
三、磨片	61
3-1 概述	61
3-2 磨片的基本原理	62
3-3 单面磨片	66
3-4 行星式双面磨片法	69

3-5 附测微仪表的研磨机	70
3-6 平面磨床研磨法	76
3-7 手工磨片	77
四、硅片的抛光	78
4-1 氧化镁机械抛光	79
4-2 SiO_2 胶体化学机械抛光	83
4-3 铜离子化学机械抛光	87
4-4 铬离子抛光	89
五、小片制作	91
5-1 划片	92
5-2 超声波切割机	96
附录: 常用磨料型号规格	101

前 言

革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。

史无前例的无产阶级文化大革命，极大地激发了亿万革命群众的革命积极性，有力地推动了我国社会主义建设事业的飞速发展。奋战在电子工业战线上的广大工人、革命干部和革命技术人员，高举“鞍钢宪法”的旗帜，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇一类政治骗子所贩卖的“洋奴哲学”、“爬行主义”、“唯生产力论”等反革命修正主义黑货，坚持毛主席“自力更生”、“艰苦奋斗”的伟大方针，大搞技术革新和技术革命的群众运动。新材料、新工艺、新产品不断涌现，革命轰轰烈烈，生产蒸蒸日上，形势一派大好。

为了适应这种大好形势，遵照毛主席关于“要认真总结经验”的教导，在有关领导部门和厂、所、院校的大力支持下，我们组成了以工人为主体，有革命干部和革命技术人员参加的“三结合”编写组，坚持以生产第一线为编写现场，编写了这套《半导体器件制造技术丛书》。

本丛书按照硅平面器件和半导体集成电路制造工艺分为十二册：《硅平面器件工艺基础》、《硅材料制备》、《衬底制备》、《外延生长技术》、《氧化技术》、《扩散技术》、《隔离技术》、《制版技术》、《光刻技术》、《引线封装》、《测试》和《化学清洗》等。内容着重介绍了国内目前普遍采用的工艺方法和某些先进经验，并对各工艺技术的基本原理及生产过程中常出现的质量问题，作了简要的介绍和分析；

在叙述上，力求以浅显易懂的物理概念和图表说明问题，尽量避免了繁杂的数学推导。

本丛书在编写过程中，曾得到有关单位党委、革委会以及广大革命群众的大力支持和协助，在此，谨表示感谢。

由于我们学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想不够，业务水平有限，本丛书缺点和错误在所难免，望同志们提出批评指正，以便再版时修订。

毛主席语录

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，
还须再回到实践去。

一、概 述

单晶硅是制造半导体硅器件的重要原始材料。但单晶硅棒是不能直接用来制造硅器件的。在制造器件之前必须利用切片机、磨片机、抛光机、划片机等设备将单晶硅棒加工成符合一定要求的单晶硅片，这个过程叫做单晶硅的加工。在平面器件的制造中，单晶硅片一般多是用作外延衬底，因此这个过程又常称为衬底制备。

加工成的硅片必须表面高度平整光洁，且具有一定的晶向和厚度，才能符合器件制造的要求。不然将要影响器件的性能和生产的成品率。例如在硅平面管和集成电路的制造中，如果硅片表面不平整，将使光刻时掩模和硅表面不能很好地密合接触，造成光刻图形的变坏；硅片表面存在有微小裂缝或划痕，将引起外延生长过程中出现大量的位错缺陷；硅片表面的凹凸将直接造成通过扩散所形造的 $p-n$ 结面凹凸不平；如果硅片过薄，则在器件生产的过程中容易碎片；由于晶体的各向异性，如果硅片偏离通常要求的 (111) 晶面较大，将要影响器件的电学性质，等等。所有这些，都严重地影响着器件生产成品率的提高。因此，通过切片、研磨、抛

光，获得厚度一定而表面又高度平整光洁的硅片，是保证优质高产生产半导体硅器件的前提。

我国电子工业战线上的广大革命职工在毛泽东思想的指引下，高举三面红旗，几年来，在单晶硅加工工作中，已经取得了很大的成绩。遵照毛主席关于“**要进一步节约闹革命**”的伟大教导，认真总结经验，进一步提高单晶硅片质量、产量和降低单晶硅材料的损耗，仍然是当前一个很重要的问题。

本书主要介绍当前常用的几种切、磨、抛方法；并对几年来生产中经常出现的一些问题和改进方法进行了初步的总结；对目前出现的一些新工艺也作了简要的介绍。供同志们在生产实践中参考。

1-1 单晶硅加工的工艺过程

将单晶硅棒加工成符合硅平面器件生产要求的单晶硅片的工艺流程一般如图 1-1 所示：

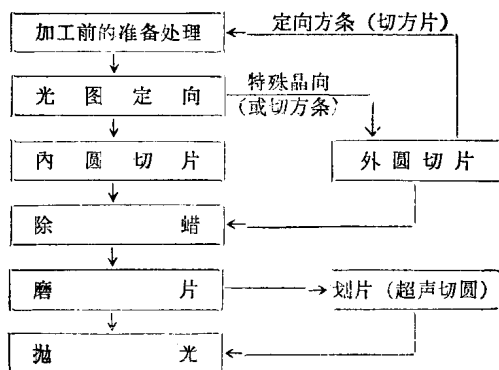


图1-1 硅片加工工艺流程方框图

1. 工艺概述

由图 1-1 可见,单晶硅加工的第一个工序是切片;在切片之前,要进行粘结和光图定向等准备工作。切 (111) 晶面的片子,用内圆切片机即可,如果切特殊晶向〔(如 (110)、(211)、(100))〕的片子,最好用外圆切片机。由于切割下的硅片不完全平整,有一定的弯曲度,且表面还有一层切割引起的损伤层,因此硅片经除蜡清洗后还必须进行研磨。一般磨去约 6~12 丝 (1 丝=10 微米) 即可去除表面损伤层,并使硅片表面平整,厚度符合要求。研磨量的多少和切片质量有很大的关系。为了缩短时间,保证质量,一般磨片分粗磨、细磨两步进行。两次研磨基本方法一样,只是磨料粗细不同。通常粗磨用 M20 或 M14 号金刚砂,细磨用 M5 或 M3.5 号金刚砂。由于研磨中所用磨料粒度较大,因此其表面的平整度、光洁度都受到一定的影响,还需进行抛光,以进一步除去研磨中在硅片表面所产生的“伤痕”,获得高度平整、光洁的表面,满足硅平面晶体管和集成电路生产的需要。若切片后不经磨片就直接进行抛光,将大大增加抛光时间,很不经济。

2 切、磨、抛作用的基本原理

切、磨、抛作用的基本原理实质上 都是一种“磨削”作用,即采用一种硬度较高的磨料(如金刚砂)和硅的加工部位接触,通过相互摩擦而起到磨削作用,达到加工的目的。

例如切片时是将磨料金刚石直接镶铸在刀片上,通过刀片的高速旋转,实现金刚石刀刃和单晶硅棒的接触摩擦作用,而将硅片从棒上“切割”下来。磨片和抛光一般是通过硅片

本身的转动使其表面直接和磨料接触摩擦，而达到直接去除硅片表面弯曲部分和损伤层的目的（机械化学抛光等方法中还有化学作用，将在第四章介绍）。随着生产的发展，当前已发展了多种切、磨、抛的方法，下面将分别予以介绍。

1-2 硅片加工中硅材料的损耗

不同的半导体硅器件对单晶硅片的厚度、形状、晶向、表面光洁度和尺寸公差等有着不同的要求。生产中应根据单晶硅片的规格，采取合理的加工方法，以达到产品优质、加工迅速和节约材料（即优质、高产、低消耗）的目的。目前在硅片加工过程中，材料的损耗是一个比较突出的问题，因此设法提高硅材料的利用率，是硅片加工工艺的一个主要任务。本节首先介绍一下材料利用率的估算及加工片数的计算方法，最后分析影响材料利用率的主要因素。

1. 单晶硅材料利用率的估算

硅片加工过程中，从硅棒切片到抛光完成，其厚度变化如图 1-2 所示。

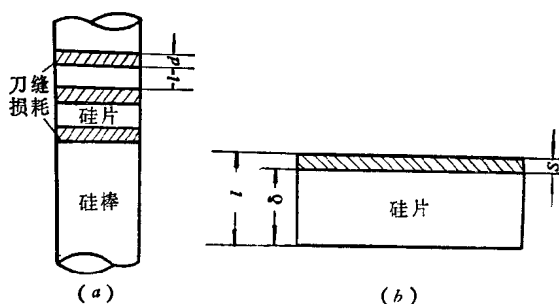


图1-2 硅片加工过程中厚度的变化

(a) 切片；(b) 磨、抛。