

大规模 集成电路工厂洁净技术

编著〔日〕

鈴木 道夫 佐藤

久雄 橋本 孝禧

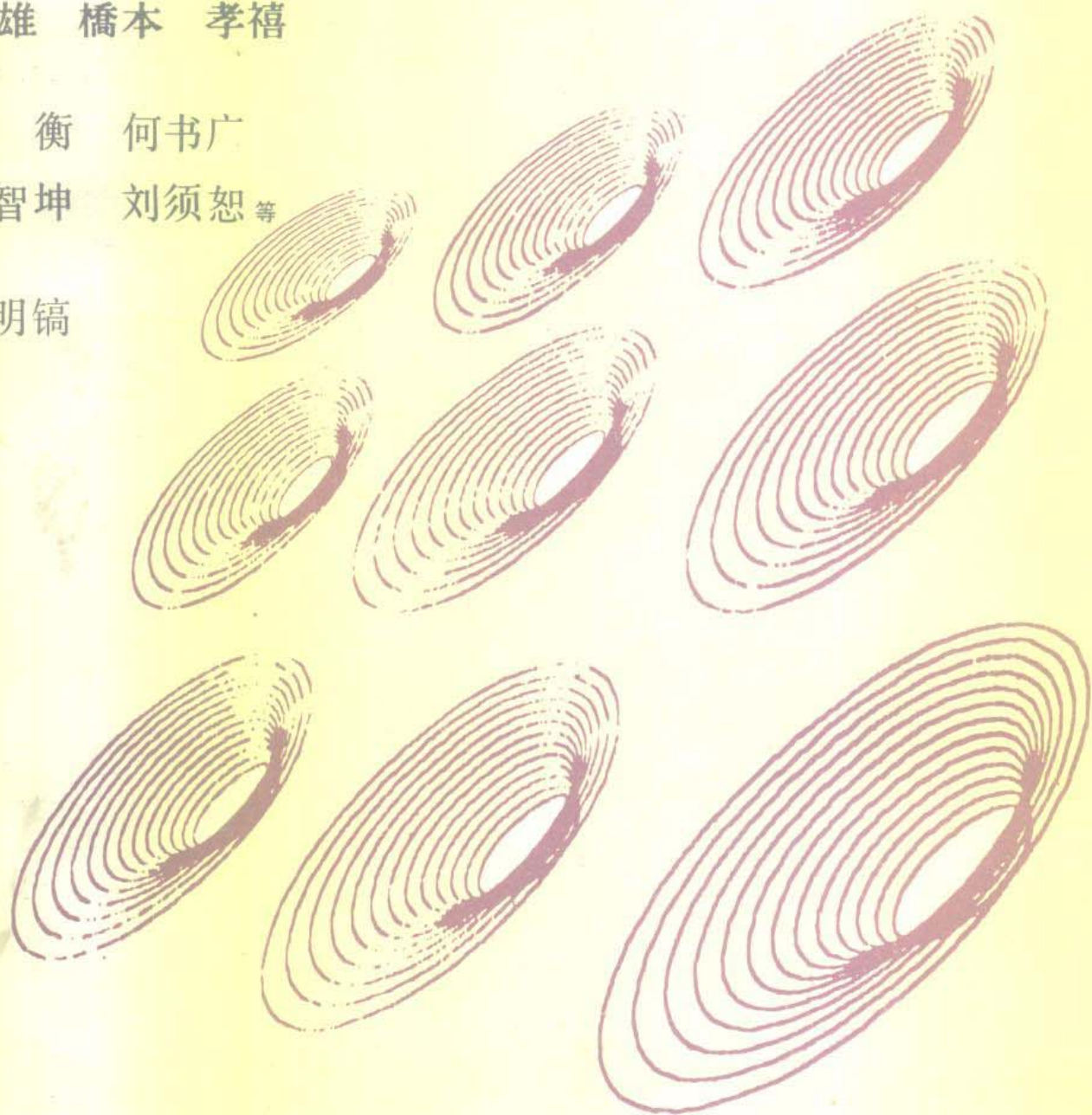
译者

陈 衡 何书广

田智坤 刘须恕 等

校者

许明镐



電子工業出版社

71-44
21

大规模集成电路工厂洁净技术

铃木 道夫
〔日〕 佐藤 久雄 等著
桥本 孝禧

陈 衡 何书广 等译
田智坤 刘须恕

许明镐 校



电子工业出版社

9110044

内 容 提 要

本书内容既新颖又全面,是一部学术和实用价值极高的书籍。作者以理论和实践两方面详细阐述了当前大规模集成电路生产工艺对洁净技术的要求和今后发展方向,超级洁净室的设计、施工技术问题和应采取的措施,辅助设施超纯水、药品、废水处理和高纯气体等最新应用技术,以及洁净室运行管理的实际问题。本书内容也适用于生物、医药、食品、精密仪器等工程。

本书列举了很多工程实例,图文并茂,阐述透彻具体。本书对于电子、航天、精仪方面人员,建筑、空调、给排水设计人员,尤其是洁净室的设计、制造和使用人员都是一本极有价值的参考书。本书也可供大、中院校有关师生参考。

大规模集成电路工厂洁净技术

责任编辑:张宇澜 双燕凌

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京市顺义县李史山印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张 34 字数 855千字

1990年6月第一版 1990年9月第一次印刷

印数:1—1200册 定价:24.00元

ISBN 7-5053-0667-7/TN·244

译者的话

随着现代工业和科学技术的发展,产品零部件日趋复杂和微细化,精度要求越来越高,特别是半导体集成电路已发展到超大规模时代,这样对生产环境条件也相应地提出了超洁净化的要求。当今洁净技术已成为现代科学技术发展不可缺少的重要组成部分和标志。近些年来我国的洁净技术发展得很快,已广泛应用在电子、空间技术的科研和生产领域,在冶金、化工、医药、食品等部门也开始应用。这对提高产品质量和降低废品率等方面,发挥着很好的效益。为了适应我国科学技术的发展需要,我们翻译了这本技术内容较为先进的专著,介绍给我国读者,以资借鉴和吸收。

本书是对科研、教学、生产、运行管理和制造方面的人员有重要参考价值的书。

参加本书翻译工作的有航天工业部第七设计研究院和电子工业部第十设计研究院的几位同志:田智坤(第一篇:第一、二、三、四章)、陈衡(第二篇:第三、五、九、十一章)、何书广(第二篇:第四、八章,第四篇:第四、五章)、高树德(第二篇:第六、十章,第四篇:第三、四章)、华春山(第二篇:第一、二章)、赵广大(第二篇:第七章,第四篇:第一章)、刘须恕、徐志通、吴颖忠(第三篇:第一、二、三章)、李惠铭(第三篇:第四章)。本书整个翻译中,何书广同志担任组织工作,李承跃同志和徐本祺同志参加了审稿工作,最后,由电子工业部第十设计研究院许明镐同志校对和审定全稿。

读者发现本书译文有不妥之处,敬请批评指正,以便将来修订时予以改正。

本书的出版得到下列单位的大力支持。在此谨致谢意:

1. 深圳市先科激光电视有限总公司;
2. 深圳市深飞激光光学系统有限公司;
3. 深圳中航大记有限公司;
4. 上海金山净化设备厂;
5. 天津净化设备厂;
6. 中国电子系统第一安装公司;
7. 江苏扬中华联实业公司。

译者 1987 年 8 月

发刊词

随着大规模集成电路向高集成度、微细化方向发展，对其生产环境条件也相应地提出了超净化的要求。

本书的内容是实践的总结，是与当前超大规模集成电路的时代要求相适应的。它必将对生产环境、洁净室施工、生产设备、各种原材料及辅助材料开发等诸方面的人员有所帮助。本书内容共分为四个部分。

第一部分内容是从用户和设备制造厂家的观点出发，叙述了洁净室的环境净化问题，同时还叙述了大规模集成电路生产工艺和生产设备的洁净度现状与所面临的课题。并以此为依据提出了洁净技术今后应该考虑的发展方向。

第二部分内容是从洁净室施工的角度出发，特别详细地叙述了超级洁净室的技术问题，以及应该采取的措施。作者坚信，学习并掌握这部分的内容，对洁净室的使用人员将是有益的。

第三部分叙述了近年来受到特别重视的超纯水、药品、工艺用气体和废水处理等方面应用技术的最新情况。

第四部分叙述了洁净室运行管理方面的实际问题。在使用过程中如果对洁净室的维护管理不善，将不可能保持住初建时的性能。这一问题是非常重要的。

本书就是本着上述四个方面的宗旨，特邀请有实践经验和理论水平的专家们编写而成的。其中也曾邀请了（株）日建设计的市蒲昭氏执笔，后来他在日航飞机失事事件中不幸遇难，在此再一次地为故人祈祷。同时也希望本书能够推动导体行业的技术人员、研究人员不断地取得新的成就。

编委代表 铃木道夫

目 录

第一篇 大规模集成电路工艺中的净化

第一章 大规模集成电路工艺中的净化	〔铃木 道夫〕	(3)
1.1 集成度和环境条件		(3)
1.2 工艺设备的平面布置		(5)
1.3 操作人员及其环境条件和安全问题		(6)
1.4 洁净室的使用方法和环境条件		(9)
1.5 洁净室的实用材料和辅助材料		(10)
第二章 大规模集成电路生产工艺和洁净度	〔平野 均〕	(13)
2.1 大规模集成电路生产工艺概况		(13)
2.2 洁净度和硅片的缺陷		(14)
2.2.1 粒子		(14)
2.2.2 杂质		(15)
2.3 硅片和加工工艺的清洗技术		(22)
2.3.1 硅片生产线的污染和硅片清洗		(22)
2.3.2 化学处理方法		(23)
2.3.3 物理处理方法		(28)
2.3.4 冲洗和干燥		(30)
2.3.5 干法清洗		(31)
2.3.6 洁净度评价		(32)
第三章 大规模集成电路生产设备和洁净度		(35)
3.1 工艺设备的洁净	〔饭田 进也〕	(35)
3.1.1 展望		(35)
3.1.2 电炉污染		(35)
3.1.3 反应室的制造材料		(36)
3.1.4 硅片的夹持		(38)
3.1.5 硅片的输送		(38)
3.1.6 加热方式		(41)
3.1.7 气体、配管和气瓶		(42)
3.1.8 真空装置		(43)
3.2 真空设备的洁净	〔山川 洋幸〕	(44)
3.2.1 前言		(44)
3.2.2 分子、原子级的洁净化——超真空和洁净真空		(45)
3.2.2.1 表面洁净		(46)
3.2.2.2 极限压力和脱气		(48)
3.2.2.3 改变表面性质		(50)
3.2.2.4 洁净真空和超真空用泵		(51)
3.2.3 对尘粒的净化		(53)

3.2.3.1	真空中的尘粒运动	(53)
3.2.3.2	真空中的尘粒计测	(54)
3.2.3.3	真空中尘粒污染的防止与净化	(56)
第四章	大规模集成电路工厂生产自动化和展望 〔今仲 清治〕	(60)
4.1	前言	(60)
4.2	制造半导体硅片的特殊性	(60)
4.2.1	半导体硅片制造工艺的特点	(60)
4.2.2	半导体器件和尘埃	(61)
4.3	实现全自动化的途径	(62)
4.4	单机自动化	(64)
4.4.1	片盒到片盒方式	(64)
4.4.2	局部联机	(64)
4.4.3	接口标准化	(65)
4.5	输送自动化	(66)
4.5.1	输送系统的平面布置	(66)
4.5.2	输送单位	(67)
4.5.3	输送路线和输送设备	(67)
4.6	设备发生与防尘	(69)
4.7	自动化和洁净室	(70)

第二篇 大规模集成电路工厂洁 净环境的设计及其实施

第一章	洁净室建筑设计 〔市浦 昭/神部 千太郎〕	(71)
1.1	序言	(71)
1.2	洁净室与建筑	(71)
1.3	洁净技术的发展	(71)
1.4	洁净室的重要性	(72)
1.5	洁净室的建筑设计	(72)
1.6	分区	(72)
1.7	建筑设计	(73)
1.8	设计程序	(73)
1.8.1	设计程序(1)	(73)
1.8.2	设计程序(2)	(74)
1.9	洁净室的建筑材料要法	(75)
1.10	洁净室的地板、壁板、顶棚	(75)
第二章	大规模集成电路工厂的洁净室方式 〔富所 正时〕	(89)
2.1	大规模集成电路工厂的特点	(89)
2.2	洁净室的方式及其特点	(90)
2.3	乱流洁净室的特点	(92)
2.3.1	维持一定的正压	(92)
2.3.2	内部环境管理	(94)
2.3.3	送、回风口的设置	(95)
2.3.4	换气次数与过滤器的组合	(95)

2.4	垂直层流洁净室的特点	(96)
2.4.1	高效过滤器框架系统的可靠性	(96)
2.4.2	均匀气流的保证	(97)
2.4.3	防止诱导现象	(99)
2.5	隧道式洁净室的特点	(99)
2.5.1	主体的形状	(99)
2.5.2	支架的构造	(99)
2.5.3	辅助区的形状	(102)
2.6	开式“海湾”型洁净室的特点	(102)
2.6.1	环境条件的保持	(102)
2.6.2	灵活性	(103)
2.7	大规模集成电路工厂洁净室方式示例	(103)
2.7.1	薄膜扩散工序	(103)
2.7.2	光刻工序 1	(105)
2.7.3	光刻工序 2	(105)
第三章	超洁净空间的条件 〔桥本 孝禧〕	(107)
3.1	集成电路工厂对洁净度的要求	(107)
3.2	对 0.1 μ m 级的探讨	(107)
3.2.1	0.1 μ m 高效过滤器的效率	(107)
3.2.2	大气中悬浮微粒子的粒径分布	(108)
3.2.3	0.1 μ m 级洁净室的问题	(109)
3.3	晶片上附着的尘埃	(111)
3.3.1	通过高效过滤器的过滤空气产生的污染概率	(111)
3.3.2	晶片上附着尘埃的来源	(111)
3.4	超洁净空间的条件	(112)
3.4.1	空气洁净技术的可行性	(112)
3.4.2	检漏试验方法	(113)
3.4.3	保持适当的气流组织	(114)
3.4.4	高效过滤器上风侧的管理	(118)
3.4.5	正压值的稳定保持	(119)
3.5	适合于超大规模集成电路工厂要求的洁净室	(120)
3.5.1	洁净室技术	(120)
3.5.2	半导体制造设备	(122)
3.5.3	操作人员	(122)
3.5.4	材料和辅助设施	(122)
第四章	空气调节方式和自动控制 〔大神 龙几〕	(124)
4.1	前言	(124)
4.2	自动控制的基础	(124)
4.2.1	控制方式的特点	(124)
4.2.2	各种控制动作	(127)
4.2.3	调节阀的选择	(129)
4.3	各生产工序的条件	(131)
4.4	空调系统和自动控制	(132)
4.4.1	新风空调机控制	(132)

4.4.2	光刻制版工序	(133)
4.4.3	刻蚀工序	(135)
4.4.4	扩散、离子注入工序	(135)
4.4.5	装配工序	(136)
4.4.6	热源系统	(137)
4.4.7	节能系统	(137)
4.5	结束语	(139)
第五章	各种空气过滤器的特性与应用 [上岛 也]	(140)
5.1	高效过滤器	(140)
5.1.1	性能规格	(141)
5.1.2	构造	(142)
5.1.3	滤纸	(143)
5.1.4	捕集机理	(143)
5.1.5	性能试验	(148)
5.2	超高效过滤器	(148)
5.3	低压力损失过滤器	(150)
5.4	超高性能过滤器框架系统	(151)
5.5	新风处理过滤器	(153)
5.6	中间过滤器的必要性及其应用	(155)
5.7	过滤器组合示例	(156)
5.8	静电过滤器	(157)
第六章	洁净室设备组成及附属装置 [松田 弘一]	(161)
6.1	前言	(161)
6.2	洁净室设备组成及附件的概况	(161)
6.2.1	消音型高效空气过滤器	(161)
6.2.2	除盐雾过滤器	(163)
6.2.3	空气吹淋室	(165)
6.2.4	传递箱	(167)
6.2.5	气闸室	(168)
6.2.6	洁净工作台	(169)
6.2.7	洁净隧道形式	(172)
6.2.8	超精密温湿度控制小室	(174)
6.2.9	局部冷却装置	(176)
6.2.10	洁净室用的卫生设备	(181)
6.2.11	排热回收装置	(182)
6.2.12	微压差控制闸阀	(183)
6.2.13	微压差传感器与压力计	(184)
6.2.14	洁净服与工作鞋	(186)
6.2.15	洁净室用地面回风口	(189)
6.2.16	洁净室用照明灯具	(190)
6.3	结束语	(192)
第七章	生产过程中的排气及其处理设备 [神子 安雄/山田 康雄]	(194)
7.1	排气系统的分类	(194)

7.1.1	排出的主要气体种类	(195)
7.1.2	排气系统的考虑	(195)
7.2	排气管道的材料	(196)
7.2.1	按排出的气体分类	(196)
7.2.2	使用材料的特性	(197)
7.3	管道施工上的要点	(197)
7.4	防火、防爆措施	(202)
7.5	排气处理设备的设计和注意事项	(202)
7.5.1	其本的考虑方法	(202)
7.5.2	处理装置必须具备的条件	(203)
7.6	束语	(203)
第八章	大规模集成电路工厂洁净室的节能 [铃木 正身]	(205)
8.1	大规模集成电路工厂节能的基本方法	(205)
8.1.1	节能的必要性及重要性	(205)
8.1.2	节能措施	(205)
8.2	制造装置的发热量和负荷率以及对于发热的节能措施	(209)
8.2.1	用于计算空调负荷的制造装置发热量的确定	(209)
8.2.2	对于制造装置发热的节能措施	(209)
8.3	减少送风用电量	(210)
8.3.1	洁净室的送风用电量	(210)
8.3.2	减少循环风量	(210)
8.3.3	减少送风机的静压	(211)
8.3.4	不同空调方式的送风用电量差别	(213)
8.3.5	用风量控制的节能	(215)
8.4	减少新风负荷	(217)
8.4.1	系统的目的	(217)
8.4.2	系统的概述	(217)
8.4.3	效果	(217)
8.5	寒冷季节新风的利用	(217)
8.5.1	新风利用系统的注意事项	(217)
8.6	其它方面的节能	(219)
第九章	大规模集成电路工厂的防振措施 [松下 英二]	(221)
9.1	为什么忌讳振动	(221)
9.2	主振源——影响避振设备性能的振动——	(222)
9.2.1	从外部传入建筑物内部的振动	(222)
9.2.2	建筑物内沿着有振源的构造体传入设备的振动	(222)
9.3	大规模集成电路工厂的振动允许值	(223)
9.4	建筑物的防振措施	(226)
9.4.1	防振原理	(226)
9.4.2	建筑物外部振动及传播	(228)
9.4.3	建筑物内部的振动与传播特性	(229)
9.4.4	振动沿建筑物的各部分传递过程	(229)
9.4.5	减振装置的特性	(230)
9.4.6	结束语	(230)

第十章 空气中悬浮粒子的测定技术〔角间 健二〕.....(232)

- 10.1 粒子计数器的种类及其特点(232)
- 10.2 洁净度的测定方法(235)
- 10.3 大规模集成电路工厂超洁净度的检测方法与存在的问题(237)
- 10.4 检漏试验方法与试验粒子(240)
- 10.5 1级及高于1级的高等级洁净度的测定(242)

第十一章 大规模集成电路工厂的电磁波干扰与防静电措施〔关康 雄〕.....(244)

- 11.1 电磁波干扰的现状(244)
 - 11.1.1 厂房周围的电磁环境(244)
 - 11.1.2 室内电磁环境(245)
- 11.2 防止电磁干扰的措施(248)
 - 11.2.1 电磁干扰的传递途径及防止措施(248)
 - 11.2.2 抗干扰性(250)
- 11.3 静电故障(250)
 - 11.3.1 静电的发生(250)
 - 11.3.2 静电故障(250)
 - 11.3.2 静电放电与电磁干扰(251)
 - 11.3.4 抗干扰性(251)
 - 11.3.5 半导体与静电损坏(253)
- 11.4 静电故障的防止措施(254)
 - 11.4.1 静电故障防止措施的评定(254)
 - 11.4.2 静电故障的防止措施(257)
- 11.5 大规模集成电路工厂与电磁干扰、静电放电(259)
 - 11.5.1 大规模集成电路工厂的选址条件(259)
 - 11.5.2 防干扰措施步骤(260)

第三篇 大规模集成电路工厂的辅助设施

第一章 超纯水系统及其管理(263)

- 1.1 半导体工业用超纯水水质的展望〔佐藤 久雄〕(263)
 - 1.1.1 前言(263)
 - 1.1.2 超纯水制造系统的现状(263)
 - 1.1.3 系统与水质标准(264)
 - 1.1.4 结束语(266)
- 1.2 超纯水水质的评定技术〔太田 诚一/太田 嘉治〕(266)
 - 1.2.1 前言(266)
 - 1.2.2 电阻率(266)
 - 1.2.2.1 测定原理(268)
 - 1.2.2.2 电阻率计、电导率计(269)
 - 1.2.3 微生物、微粒子(270)
 - 1.2.3.1 微生物(270)

1.2.3.2	微粒子	(271)
1.2.4	无机物	(274)
1.2.4.1	超微量分析	(274)
1.2.4.2	原子吸收分光光度法	(276)
1.2.4.3	离子色谱	(276)
1.2.4.4	二氧化硅	(277)
1.2.5	有机物	(277)
1.2.6	溶解气体	(278)
1.3	微粒子的动向与除去措施 [太田 嘉治]	(280)
1.3.1	纯水中的微粒子	(280)
1.3.1.1	原水中的微粒子	(280)
1.3.1.2	纯水中的微粒子	(282)
1.3.2	微粒子的动态	(284)
1.3.2.1	微粒子的计数问题	(284)
1.3.2.2	微粒子的附着及再飞散	(286)
1.3.2.3	微粒子对纯水装置的影响	(286)
1.3.3	微粒子的除去	(287)
1.4	微生物的动态与除去措施 [土崎 南]	(289)
1.4.1	纯水制备过程中的微生物	(289)
1.4.2	纯水中微生物的繁殖	(290)
1.4.3	微生物的测定	(290)
1.4.3.1	活细菌数的测定	(291)
1.4.3.2	总细菌数测定法	(292)
1.4.4	纯水制造与微生物对策	(292)
1.4.4.1	反渗透装置	(292)
1.4.4.2	紫外线杀菌灯	(293)
1.4.4.3	终端过滤器	(293)
1.4.4.4	系统管理	(293)
1.5	超纯水的制造方法 [佐藤 久雄]	(294)
1.5.1	概述	(294)
1.5.2	前处理设备工序	(295)
1.5.2.1	前处理的目的	(295)
1.5.2.2	二氯化硅的除去	(295)
1.5.2.3	TOC的除去	(295)
1.5.2.4	游离氯的危害	(295)
1.5.3	一次纯水制造流程	(296)
1.5.3.1	系统的一般构成	(296)
1.5.3.2	反渗透装置	(297)
1.5.3.3	真空脱气塔	(300)
1.5.3.4	离子交换纯水装置	(301)
1.5.3.5	紫外线杀菌灯(UV)	(302)
1.5.3.6	超纯水制造流程	(305)
1.5.4	超纯水水质的保持及分配流程	(307)
1.5.4.1	超纯水与循环方式	(307)
1.5.4.2	管道材料及施工	(308)
1.5.4.3	系统构成材料的清洗	(309)

1.5.5	超纯水设备的计量测试设备	(310)
1.5.5.1	计量测试设备	(310)
1.5.5.2	测试设备的设计注意事项	(311)
1.6	系统的运行管理 [星尾 明则]	(312)
1.6.1	运行管理的特点	(312)
1.6.2	日常及定期管理	(312)
1.6.2.1	日常管理	(312)
1.6.2.2	定期管理	(317)
1.6.3	不定期操作	(320)
1.6.4	预防和保养	(320)
1.6.5	未来的运行管理	(321)
第二章	化学药品的净化及其管理	(323)
2.1	半导体工业用药品净化的展望 [村 久志]	(323)
2.1.1	前言	(323)
2.1.2	目前药品净化问题的现状	(323)
2.1.3	器件的亚微米化及对药品洁净度的要求	(325)
2.1.4	结束语	(327)
2.2	半导体工业所要求的药品质量 [山下 朝郎]	(328)
2.2.1	前言	(328)
2.2.2	半导体制造过程所用的药品	(328)
2.2.3	质量	(331)
2.2.3.1	微量金属杂质	(334)
2.2.3.2	微粒子	(334)
2.2.4	污染源	(336)
2.2.5	结束语	(338)
2.3	使用药品的鉴定技术 [森 清人]	(339)
2.3.1	前言	(339)
2.3.2	药品中微量金属的分析方法	(339)
2.3.2.1	各种分析方法及其定量界限	(339)
2.3.2.2	原子吸收分光光谱分析、发射光谱分析(ICP)的检测界限	(339)
2.3.2.3	测定中的污染问题	(341)
2.3.3	药品中微粒子的分析方法	(343)
2.3.3.1	微粒子测定方法	(343)
2.3.4	微粒子的组成分析	(348)
2.3.5	结束语	(349)
2.4	药品中微粒子的动态与除去措施 [村 久志]	(350)
2.4.1	前言	(350)
2.4.2	药品中的微粒子的微生物	(351)
2.4.3	药品中的微粒子对大规模集成电路处理工艺的影响	(351)
2.4.4	药品中的微生物对大规模集成电路处理工艺的影响	(353)
2.4.5	药品中微粒子的除去与精密过滤器	(355)
2.4.6	结束语	(358)
2.5	半导体工业用药品的自动供给装置 [齐藤 次男/ 田 利男]	(359)
2.5.1	前言	(359)
2.5.2	采用药品自动供给装置的优缺点	(359)

2.5.2.1	优点	(359)
2.5.2.2	缺点	(360)
2.5.3	药品自动供给装置及系统	(360)
2.5.3.1	药品自动供给装置	(360)
2.5.3.2	设计施工中的注意事项	(363)
2.5.3.3	装置设置的场所	(363)
2.5.3.4	目前的施工状况	(364)
2.5.3.5	今后的药品自动供给装置及系统	(364)
第三章	半导体工厂的废水处理和水的回收	(365)
3.1	废水处理及水回收的现状 [高士居 忠/加藤 勇]	(365)
3.1.1	前言	(365)
3.1.2	高浓度废水的处理	(366)
3.1.2.1	废水的种类及处理方法	(366)
3.1.2.2	废水的处理方法	(366)
3.1.3	水回收	(368)
3.1.3.1	低浓度废水的回收处理	(368)
3.1.3.2	封闭处理	(370)
3.1.4	结束语	(370)
3.2	废水水质和辨别方法 [水庭 哲夫]	(370)
3.2.1	前言	(370)
3.2.2	晶片工序的废水	(271)
3.2.2.1	晶片制造工序	(371)
3.2.2.2	集成电路制造过程	(371)
3.2.3	废水的分类方法	(373)
3.2.3.1	废水分类	(373)
3.2.3.2	监控分类	(374)
3.2.4	结束语	(376)
3.3	废水处理系统的计划 [本 俊/下山 敏昭]	(377)
3.3.1	前言	(377)
3.3.2	个别处理技术	(377)
3.3.2.1	氟处理	(377)
3.3.2.2	有机物处理	(380)
3.3.2.3	酸碱处理	(384)
3.3.2.4	硅研磨废水处理	(384)
3.3.2.5	过氧化氢、砷、铬酸处理	(385)
3.3.2.6	污泥脱水处理	(387)
3.3.3	废水处理系统规划实例	(389)
3.3.4	结束语	(390)
3.4	废水回收系统的规划 [矢部 江一]	(391)
3.4.1	前言	(391)
3.4.2	废水回收系统规划的基本知识	(391)
3.4.2.1	废水回收的经济性	(391)
3.4.2.2	废水的回收方式	(392)
3.4.3	废水回收系统的组成	(395)
3.4.3.1	活性炭吸附塔	(395)

3.4.3.2	离子交换装置	(396)
3.4.3.3	反渗透膜装置	(400)
3.4.3.4	紫外线氧化处理装置	(402)
3.4.3.5	超过滤装置	(404)
3.4.4	废水回收系统的规划实例	(406)
3.4.4.1	研磨废水的回收	(406)
3.4.4.2	含氟废水的回收	(406)
3.4.4.3	低浓度混合废水的回收	(408)
3.4.4.4	封闭系统	(411)
3.4.5	结束语	(411)
第四章	高纯度气体及其管理〔高市 侃〕	(412)
4.1	高纯度气体的质量要求及评定方法	(412)
4.1.1	半导体用气体的种类和质量标准	(412)
4.1.2	高纯度气体的评价方法	(416)
4.1.3	高纯度气体分析所存在的问题	(418)
4.2	气体中杂质的动态及其除去措施	(426)
4.2.1	杂质对半导体器件的影响	(426)
4.2.2	气体中杂质的活动状态	(428)
4.2.3	除去气体中杂质的措施	(429)
4.3	高纯度气体的制造方法	(430)
4.3.1	无机气体	(430)
4.3.2	氟隆气体	(431)
4.3.3	硅烷类气体	(433)
4.3.4	卤化物	(434)
4.3.5	氮化物	(435)
4.4	高压储气瓶内气体的有关问题	(436)
4.4.1	气体的灌装	(436)
4.4.2	高压储气瓶内壁的特殊处理	(437)
4.5	气体的安全性	(438)
4.5.1	危险性气体的分类	(439)
4.5.2	高压储气瓶的使用	(441)
4.5.3	气体的使用	(443)
4.5.4	气体的防漏措施	(444)

第四篇 大规模集成电路工厂的管理

第一章	洁净室管理概要〔浅田 敏滕〕	(449)
1.1	前言	(449)
1.2	洁净室管理组织	(449)
1.3	洁净室的管理项目和标准	(451)
1.3.1	粉尘微粒的污染机理	(451)
1.3.2	管理项目的选定	(452)
1.3.3	高效过滤器的管理	(452)

1.4 “洁净室运行管理指南”(JACA—No. 14A—1984)	(455)
1.4.1 前言	(455)
1.4.2 适用范围	(455)
1.4.3 用语的意义	(456)
1.4.4 洁净室操作人员的注意事项	(456)
1.4.5 洁净室用工作服的管理项目	(456)
1.4.6 洁净室的管理项目	(457)
1.4.7 结束语	(458)
1.5 洁净室内的发生源	(458)
1.6 洁净室的运行监测	(464)
1.6.1 前言	(464)
1.6.2 监测的目的和方法	(464)
1.7 洁净室的防灾	(466)
第二章 操作人员的活动及发尘量〔浅田 敏腰〕	(469)
2.1 操作人员的各种不同动作的发尘量	(469)
2.2 操作人员的动作与空气流型及分布	(474)
2.3 操作人员的生理负担问题	(474)
2.4 操作人员吸烟的影响	(476)
2.5 操作人员化妆的影响	(477)
第三章 洁净室用洁净工作服及其管理〔浅田 敏腰〕	(485)
3.1 对洁净工作服的性能要求	(485)
3.2 洁净工作服的衣料	(488)
3.3 洁净室用工作服的发尘	(490)
3.4 洁净工作服的清洗管理	(494)
3.5 洁净工作服的现场管理	(496)
3.5.1 前言	(496)
3.5.2 实验概况	(496)
3.5.3 实验方法和样品	(496)
3.5.4 结果与考察	(502)
3.5.5 结束语	(503)
第四章 洁净室的清扫管理〔浅田 敏腰〕	(504)
4.1 前言	(504)
4.2 洁净室构造材料的老化和发尘	(504)
4.3 洁净室的清扫次数和清扫方法	(505)
4.4 洁净室的清扫工具	(506)
第五章 洁净室改建设计及施工注意事项〔佐藤 宇昭〕	(508)
5.1 改建设计及施工特点	(508)
5.2 建设初期设计上的问题	(508)
5.2.1 建设初期设计上的考虑点	(509)
5.2.2 洁净室设备的灵活性	(509)
5.3 改建设计及施工方法	(510)

5.3.1	改建设计及施工的程序	(510)
5.3.2	改建设计、施工的方法及其注意事项	(510)
5.4	具体示例	(514)
5.4.1	更换过滤器的要领	(514)
5.4.2	光刻室排风管道施工	(517)
5.4.3	刻蚀室的风管及配管施工	(517)
5.4.4	轻质隔墙穿洞的注意事项	(519)
5.4.5	电动工具的使用注意事项	(520)
5.4.6	装置的冷却水管施工	(520)
5.4.7	空调开始运行时的注意事项	(520)
5.4.8	工作人员的教育资料	(521)