

# 目次

まえがき .....	iii
------------	-----

## 1. IC はなぜ動く

見えない心臓部 .....	1
チップはプリント板と同じ原理 .....	2
電圧をかけて、絶縁物の“皮”をつくる .....	5
アイランドをトランジスタにする .....	6
もうひとつの絶縁物、酸化シリコン .....	8
導体にもなるシリコン .....	9
重要なのは表面だけ .....	10

## 2. IC はなぜ小さいのか

物の適当な大きさ .....	11
小さいほど安い .....	12
微細加工技術の競争 .....	14
半導体技術の怪物、歩留り .....	18

## 3. シリコン単結晶

IC の性能をきめるシリコン .....	20
らせん階段のような欠陥 .....	22
転位がみえる .....	23
転位はなぜできる .....	24
無転位結晶をつくる .....	25
均一にドーピングする .....	26
シリコンは電気のかたまり .....	28

## 4. 表面のはたらき

表面では何かが起る .....	29
PN 接合の敵, チャンネル .....	31
どうやってチャンネルを防ぐか .....	32
シリコン酸化膜を使う .....	33
大きな副産物, 選択拡散 .....	34
酸化膜はナトリウムがきれい .....	35
パシベーションをもう1枚 .....	36
チャンネルを止めよう .....	37
まるで十二単衣 .....	38

## 5. 不純物拡散

もっとも基本的な技術 .....	39
拡散とは基本的な物理, 社会現象 .....	39
金属にもしみ込むだろうか .....	40
表面ほど濃くなる .....	41
物質によって入り易さがちがう .....	43
選択拡散——好きなところだけ拡散させる .....	44
拡散層がみえる .....	45
不純物蒸気の発生 .....	46
精度がよく, 均熱長の長い拡散炉 .....	47

## 6. エピタキシャル成長

ウエハを裏打ちする .....	49
シリコン原子を降りつもらせる .....	51
シリコンの塩化物ガスを使う .....	52
温度でどう変わる .....	54
SiH <sub>4</sub> などにも使える .....	55
エピタキシャル成長装置 .....	56

## 7. CVD 技術

IC は絶縁膜の服を着ている .....	58
----------------------	----

融点より低くて出来る CVD .....	59
ガスを流して加熱 .....	60
温度が低いと軟らかい $\text{SiO}_2$ .....	61
ガスを変えても $\text{SiO}_2$ になる .....	62
窒化シリコン膜をつくる .....	63
プラズマによる低温の $\text{Si}_3\text{N}_4$ .....	63
圧力を低くして大量生産 .....	64

## 8. フォトエッチングの驚異

地球上で最も細かい絵 .....	67
フォトエッチングの原理 .....	69
酸化膜を切り取る .....	71
アルミニウムもフォトエッチング .....	73
パターンは崩れやすい——ほけとの戦い .....	74

## 9. ミクロへの挑戦

トランジスタの詰み込み競争 .....	76
1ミクロンの壁 .....	77
壁に近づくと何が起るのか .....	79
マスクのパターンが厚すぎる .....	80
回折があると光が裏まで浸みこむ .....	82
エッジからの光が干渉し合う .....	82
フォトレジストの性能とタイプ .....	83

## 10. マスクアライナー

フォトエッチングの最重要装置 .....	85
マスクを密着するかどうか .....	86
レンズを使って投影——プロジェクション方式 .....	90
少しずつ露光——縮小投影ステッパ .....	92
紫外線をえらぶ .....	94
ポジレジストの方がよい .....	94
ごみからマスクを守る .....	95

## 11. フォトマスク

LSIの重要技術 .....	97
マスクを変えればICが変わる .....	98
コピーは必ず悪くなる .....	98
フォトマスクの作り方 .....	99
コンピュータを使う .....	101
マスク材料もいろいろ .....	102
ソフトマスク .....	102
硬いマスクにもいろいろある .....	104
すけて見えるシースルーマスク .....	105

## 12. フォトレジスト

草分けのKPR .....	107
紫外線に感光する .....	109
光があたると溶ける——ポジ形レジスト .....	110
エッチングに強いゴム系レジスト .....	111
フォトレジストの塗り方 .....	111
プリベークとポストベーク .....	113
露光, 現像, レジスト剝離 .....	114
レジストをはがす .....	115
新しいレジスト .....	115

## 13. 電子ビーム露光

どこまでも細かいパターンが必要 .....	116
光の波長による限界 .....	117
電子ビームのはたらき .....	118
マスクは使えない .....	119
電子ビーム露光は時間がかかる .....	121
テレビ方式と塗りつぶし方式 .....	123
細いペンと太いペン .....	124
位置合わせをどうするか .....	124
電子ビーム露光装置は超精密 .....	125

## 14. イオン注入技術

不純物を入れるいろいろな方法	127
不純物原子を銃で打ち込む	128
原子を加速する	129
イオンは途中で曲げてやる	130
注入すると、結晶がこわれる	133
イオン注入では山型の分布になる	133
フォトレジストでマスクできる	135

## 15. ドライエッチング

膜を溶かすエッチング	138
ウエットエッチングの問題点	138
ドライエッチングでは何が起るか	140
プラズマエッチングとは	142
フォトレジストの剝離もできる	145
さらに進んだ反応性スパッタエッチング	146

## 16. クリーンルームと純水

塵埃にかこまれた生活	149
塵埃はICの大敵	150
クリーンルームをつくる	153
クリーンにするための注意	155
超純水をつくる	157
おそろしいバクテリア	158

## 17. ワイヤボンディング

ICの外の世界	160
信頼性をきめるワイヤボンディング	161
アルミニウムのボンディングパット	162
熱圧着ボンディング	164
超音波ボンディング	166
いろいろなボンディング	168

ボンディングの病気 .....	169
ワイヤボンダー .....	170

## 18. パッケージ

チップだけでは使えない .....	172
チップと組立ては別の工場 .....	173
最も多い DIP パッケージ .....	174
リードフレームを使う .....	175
金型に樹指を押し込む .....	177
湿度に強いセラミックパッケージ .....	178
もっと小さく .....	180
熱を逃がしてやる .....	181

## 19. IC の弱点

アキレス腱はあるのか .....	182
熱に弱い IC .....	183
電圧に弱い IC .....	184
水分にも弱い .....	185
汚れとイオン .....	187
電流の大きさ .....	187
樹脂のストレス .....	188
光と磁石と圧力と放射線 .....	188

## 20. IC の信頼性

IC の故障は大事故につながる .....	190
環境によって病気がでる .....	191
IC はすり減るか .....	193
抜き取り試験と製造ロット .....	195
エージングでならし運転 .....	196
高い温度で何が起るか .....	196
湿度は金属を侵す .....	199
不思議な静電気とホイスカーとソフトエラー .....	200

## 21. メモリ

情報を覚えておく方法 .....	201
どうやって記憶するのか .....	202
情報がたくさん欲しい——ダイナミックメモリ .....	206
いつまでも覚えている不揮発性メモリ .....	209
ROM——印刷したメモリ .....	210
いろいろなメモリ .....	211

## 22. ハイブリッド IC

少数派のハイブリッド IC .....	212
モノリシック IC の弱いところ .....	213
ハイブリッド IC の基本の構造 .....	214
基板が必要 .....	215
回路と抵抗の印刷 .....	217
LSI ものせる .....	219
コンデンサ, 抵抗, コイルもチップで .....	220
パワー IC .....	221
ハイブリッド IC のパッケージ .....	221

## 23. IC のはたらき

IC に何ができるのか .....	222
電力を使わない時計用 IC .....	222
成長続く電卓用 IC .....	224
マイクロプロセッサとメモリ .....	225
自動焦点合せのできるカメラ用 IC .....	227
テレビ, VTR 用の IC .....	228
きわめて多種類, ロジック IC .....	229
電源用レギュレータ IC .....	229
あとがき .....	232