

# 目 次

はしがき

第1章 総 論 .....	1
1.1 信頼性概念 .....	1
1.2 トランジスタ・IC の信頼性 .....	2
第2章 故障概念 .....	5
2.1 故障の種類 .....	5
2.1.1 故障のモードとメカニズム .....	5
2.1.2 劣化故障と突発故障 .....	5
2.1.3 トランジスタの劣化特性 .....	7
2.1.4 ゲルマニウム・トランジスタ, シリコン・トランジスタの故障比較 .....	9
2.1.5 IC の故障 .....	12
2.1.6 小信号トランジスタと大信号トランジスタの故障 .....	14
第3章 最大定格とディレーティング .....	17
3.1 最大定格 .....	17
3.1.1 最大定格とその意義 .....	17
3.1.2 最大定格の決め方と注意 .....	18
3.1.3 電圧の最大定格 .....	19
3.1.4 電流の最大定格 .....	24
3.1.5 最大許容温度, 最大許容電力損失 .....	26
3.1.6 直流定格とパルス定格 .....	28
3.2 ディレーティング .....	28
3.2.1 アレニウスの反応則 .....	29

3・2・2	ストレスと故障	30
3・2・3	電氣的ストレスとディレーティング	33
3・2・4	ディレーティングすべき回路	34
第4章 信頼性試験法と寿命予測		37
4・1	環境試験法	37
4・1・1	耐寒性試験	37
4・1・2	耐熱性試験	38
4・1・3	温度サイクル試験	38
4・1・4	耐湿性試験(定常状態)	39
4・1・5	耐湿性試験(温湿度サイクル試験)	41
4・1・6	振動試験	42
4・1・7	その他の試験法	43
4・2	動作寿命試験法	44
4・2・1	直流電力印加試験	44
4・2・2	電力断続印加試験	46
4・2・3	交流信号印加試験	46
4・2・4	高温逆バイアス試験	47
4・2・5	実動作試験	47
4・3	故障判定基準について	47
4・3・1	故障判定基準とは	47
4・3・2	故障判定基準の例	48
4・4	信頼性予測法	49
4・4・1	初期特性値による信頼性予測	50
4・4・2	信頼度関数と故障率	52
4・4・3	指数分布による推定	53
4・4・4	ワイブル分布による推定	55
4・4・5	スクリーニングの効果	62
4・4・6	加速寿命試験と加速係数	64
4・4・7	故障内容の解析	67

第5章 熱抵抗とその測定法	71
5.1 発熱体からの熱放散	71
5.1.1 熱ふく射	71
5.1.2 対 流	72
5.1.3 熱 伝 導	72
5.2 熱 抵 抗	73
5.2.1 飽和熱抵抗	74
5.2.2 ケース絶縁シート	77
5.2.3 共通放熱板の熱抵抗	79
5.3 過渡熱抵抗と接合部温度上昇	81
5.3.1 パルス電力損失動作での接合部温度上昇の理論	81
5.3.2 過渡接合部温度上昇算法	84
5.3.3 種々の方形波電力損失の場合	87
5.3.4 任意の電力損失波形の場合	87
5.3.5 パルス動作時の放熱板設計	89
5.4 IC と熱抵抗	90
5.5 熱抵抗の測定法	91
5.5.1 トランジスタの熱抵抗測定法	92
5.5.2 ICの熱抵抗測定法	93
第6章 トランジスタの破壊と対策	95
6.1 ま え が き	95
6.2 二次降伏現象	95
6.2.1 二次降伏とは	95
6.2.2 順方向バイアス二次降伏	98
6.2.3 逆方向バイアス二次降伏	102
6.2.4 周囲温度と二次降伏	105
6.2.5 電氣的特性値と二次降伏	106
6.2.6 安全動作領域	108

6・2・7 安全動作領域の測定法	111
6・3 回路における破壊の実例と対策	114
6・3・1 オーディオ電力増幅器におけるトランジスタの破壊と対策	114
6・3・2 テレビ水平偏向回路における破壊と対策	123
第7章 回路の信頼性	129
7・1 バイアス回路の安定度	129
7・1・1 安定度の基本式	129
7・1・2 回路安定度の例	136
7・2 交流動作での熱逸走	138
7・2・1 A級増幅器の回路安定	138
7・2・2 B級増幅器の回路安定	140
7・2・3 B級増幅器の無信号動作の熱逸走	141
7・3 スイッチング回路でのトランジスタ破壊	143
7・3・1 スイッチング動作とトランジスタ特性	144
7・3・2 エピタキシャル・トランジスタの信頼性	146
7・3・3 トランジスタのパルス破壊	147
7・3・4 逆バイアスとトランジスタ劣化	149
7・4 高周波回路の信頼性	150
7・4・1 高周波動作でのコレクタ耐圧	150
7・4・2 異常電圧でのトランジスタ破壊と対策	151
7・5 回路の冗長度	154
第8章 信頼性対策事例	157
8・1 パワートランジスタ用絶縁シート	157
8・2 商用電源の異常サージ	159
8・3 ハンダづけと注意	159
8・4 IC汚染故障と検出法	162
8・5 トランジスタの耐圧保護回路	163
8・6 リレー駆動トランジスタ	165

---

付図・附表	167
索引	卷末