

目 次

巻頭言 i

1章 今、なぜ信頼性か？ ——高信頼性時代とその対応 1

1. 1	電子化の現状	1
1. 2	電子化の進展と高信頼性時代	2
1. 2. 1	高信頼性時代とは	2
1. 2. 2	高信頼性時代に何を指すか	4
1. 3	高信頼性時代の信頼性確保	6
1. 3. 1	信頼性の作り込み	6
1. 3. 2	電子部品・デバイスの信頼性と選定	6
1. 3. 3	実装信頼性の作り込み	7
1. 4	セットメーカーの役割と課題	8
1. 4. 1	セットメーカーが果たすべき役割	8
1. 4. 2	セットメーカーへの要求事項と課題	8
1. 4. 3	新しい信頼性技術と管理	10
1. 4. 4	情報の共有化	12

コラム 日本製品の良さとは 14

2章 電子部品・デバイスの信頼性の作り込み 15

2. 1	コンデンサメーカーがつくる信頼性	15
2. 1. 1	日本製電子部品への回帰	15
2. 1. 2	アルミ電解コンデンサの信頼性	16
(1)	アルミ電解コンデンサの構造	16
(2)	アルミ電解コンデンサの信頼性と電気特性	17
(3)	アルミ電解コンデンサの信頼性不具合の要因	17

(4) 海外メーカー品の信頼性不具合品の構造	19
(5) 信頼性の作り込み、信頼性のある構造の実現	22
(6) 信頼性試験の項目・試験方法・数量	22
(7) 商品価値に違いを与えた信頼性	24
2. 1. 3 最近の動向と電源用スリムコンデンサ	24
2. 1. 4 セットユーザーの使われ方	26
2. 1. 5 まとめ	26
2. 2 デバイスメーカーとつくる信頼性	28
2. 2. 1 協力体制に向けて	28
2. 2. 2 デバイスの基本構造から見た LSI の故障	29
2. 2. 3 LSI 製造プロセスによる故障	31
(1) 要素プロセス	31
(2) プロセスフロー	33
2. 2. 4 LSI の信頼性の作り込み	40
(1) 設計から製造までの信頼性の作り込み	40
(2) 製造における信頼性の作り込み	42
(3) 検査工程	44
2. 2. 5 LSI の市場故障	45
(1) LSI 製造における不良や不具合	45
(2) 市場故障のバスタブ曲線	46
(3) 市場における主な故障	48
(4) 市場故障に対する解析	54
2. 2. 6 信頼性の作り込み	55
(1) デバイスメーカーにおける信頼性評価と管理	55
(2) 信頼性試験の問題と対応	55
(3) ビジネス上の問題	56
2. 2. 7 デバイスメーカーとつくる信頼性	56
2. 3 電子部品の基板実装における信頼性の作り込み	58
2. 3. 1 実装技術による信頼性の作り込み	58
(1) 設計と製造の信頼性・安全性への関わり	58

(2) 実装設計	59
(3) 実装品の評価	63
(4) 実装現場における信頼性の作り込み	64
(5) 主な実装トラブル事例と実装上の留意点	70
(6) 統計的品質管理 (SQC) や統計的工程管理 (SPC) の活用	75
(7) まとめ	75
2. 3. 2 解析技術による信頼性の作り込み	77
(1) 接続部の故障形態と解析上の問題	77
(2) X線透過装置による観察	78
(3) 解析事例	79
(4) FIBを用いた接続部の観察	83
(5) 解析事例：ボンディング部の加工・観察	83
(6) 高信頼性時代に向けて	84
コラム Made in Occupied Japan	85

3章 新しい信頼性試験と解析 87

3. 1 新しい信頼性技術とその概要	87
3. 2 高信頼性を実現するセットメーカーの試験と解析	87
3. 2. 1 はじめに	87
3. 2. 2 信頼性評価の概要	88
(1) 信頼性用語の定義	88
(2) 市場故障の数と時間の関係	89
(3) いろいろな信頼性試験	91
(4) 信頼性試験の目的	92
(5) 信頼性評価の考え方	93
3. 2. 3 劣化を加速させる考え方	94
(1) 加速寿命試験とは	94
(2) 温度劣化に対する寿命予測モデル	95
(3) 湿度劣化に対する寿命予測モデル	96

(4) 電圧での劣化に対する寿命予測モデル	97
3. 2. 4 信頼性試験の計画	97
(1) ワイブル分布	98
(2) 打ち切り	99
(3) 最尤法	99
(4) 打ち切りを含む場合の尤度関数	100
(5) パラメータの点推定	100
(6) パラメータの区間推定	103
(7) 区間推定	104
(8) 信頼性試験計画の策定	105
(9) 一般的に実施されているサンプル数 22 個の意味	110
3. 2. 5 実際の加速試験による寿命予測	112
(1) アルミ電解コンデンサに対する寿命予測	113
(2) フィルムコンデンサに対する寿命予測	124
3. 2. 6 まとめ	133
コラム 日本文化のオリジナリティ ——その1	135
3. 3 セットメーカーのための信頼性評価技術	136
3. 3. 1 はじめに	136
3. 3. 2 信頼性評価技術	136
(1) 信頼性評価の取り組み	136
(2) 信頼性評価法	137
3. 3. 3 部品調達に適用される信頼性評価	138
(1) 電気特性の評価方法	139
(2) 加速試験	139
(3) スクリーニング	141
(4) 環境試験	142
(5) 良品解析	142
(6) 市場流通在庫品の健全性評価	148
3. 3. 4 故障解析	151

3. 3. 5 まとめ	154
3. 4 新しい製品評価技術	156
3. 4. 1 HALT 試験	156
(1) HALT 試験の概要	156
(2) HALT 装置と HALT 試験の進め方	160
(3) 高信頼化時代に向けて (HALT 試験の活用)	165
3. 4. 2 信頼性評価の可視化技術	165
(1) 可視化の意義	166
(2) X 線透視による可視化	166
(3) 再現試験による可視化	173
(4) 長期使用製品安全性評価の可視化	178
(5) 高信頼化時代に向けて	181
3. 4. 3 ミクロ解析技術 (錫ウイスカの解析例)	181
(1) 光学顕微鏡による観察	182
(2) SEM による錫ウイスカの解析	183
(3) FIB によるウイスカの解析	185
(4) EBSP による結晶解析	187
(5) ウイスカ対策の現状と今後の課題	188
コラム 日本文化のオリジナリティ ——その2	190

4章 セットメーカーの信頼性管理への提言 191 ——あるべき姿とその実現に向けて

4. 1 信頼性問題が示すこれからの道 (信頼性管理)	191
4. 1. 1 尽きない信頼性問題、歴史は繰り返す	191
(1) 科学技術振興機構 (JST) の失敗知識データベース	193
(2) 製品評価技術基盤機構 (nite) の事故情報収集制度	194
(3) 最近の製品安全に関する情報	200
(4) 高信頼性時代への対応	201
4. 1. 2 企業に求められる製品の安全性	202

(1) 時代とともに製品に対する要求は変化している	202
(2) 事故に学ぶ製品の安全性	203
(3) これからの企業に求められること	206
コラム 信頼性に関する特異な事例	206
4. 2 高信頼性時代における信頼性評価技術の適用	207
4. 2. 1 信頼、解析サービスからみた最近の課題	207
4. 2. 2 高信頼性時代の部品調達と信頼性評価	207
(1) 信頼性のコストとバランス—部品メーカーとの協力体制	207
(2) 高信頼性時代における信頼性評価技術の適用	209
4. 2. 3 まとめ	212
4. 3 安全問題の未然防止—製品事故解析部門の立場から	213
4. 3. 1 製品事故調査の現状	213
(1) 信頼性、安全性への意識	213
(2) 事故調査への取り組み	214
4. 3. 2 解析データのネットワーク化	215
4. 3. 3 高信頼性時代に向けて	217
(1) 長期使用品における事故の現状	217
(2) ライフエンド設計の進め方	218
(3) ライフエンド安全設計手法例	219
4. 3. 4 今後の課題	220
コラム 海外への工場進出にあたって	222
5章 セットメーカーが進める信頼性管理	223
5. 1 分野別信頼性管理の現状と課題	223
5. 1. 1 宇宙分野における信頼性	223
(1) 軌道上環境と部品・デバイスへの影響	225
(2) 宇宙機と部品の信頼度要求	227
(3) 宇宙用部品・デバイスを取り巻く環境の変化	227

(4) 宇宙用と地上用の比較	230
(5) 部品プログラム	231
(6) 部品使用上での信頼性向上	232
5. 1. 2 車載電装・産業機器・一般産業分野における信頼性	238
(1) 今、なぜ信頼性が重要か	238
(2) 信頼性向上の実現に向けた取り組み	241
(3) 今後、高信頼性のためにやるべきこと	243
(4) 高信頼性のための人づくり	244
5. 2 セットメーカーの共通重要課題	246
5. 2. 1 セットメーカーの部品調達の実際	246
(1) 宇宙用高信頼性部品の調達	246
* (2) 一般産業用部品の調達	254
5. 2. 2 セットメーカーの日常管理と不具合発生時の対応	261
(1) 宇宙用機器の信頼性確保	261
(2) 電子機器の部品実装工程と検査	266
(3) 電子装置の製造工程と検査	268
(4) 市場故障が発生したときの対応	272
おわりに——高信頼性時代に向けての取り組みと課題	278
索引	281