

目 次

1. はじめに

1.1 接触部品の沿革	3
1.2 信頼性の概要	6
1.3 接触部品に関する規格	15
1.3.1 内外規格の動向	15
1.3.2 信頼性仕様書の要求レベル	21

2. 接触部品の信頼性概論

2.1 信頼性の数理	26
2.1.1 指数分布	26
2.1.2 正規分布	29
2.1.3 ワイブル分布	30
2.1.4 コンタクトの直列, 並列結合	32
2.1.5 装置の信頼度と部品の故障率	34
2.2 寿命と故障率	36
2.3 寿命試験と故障率試験	40
2.4 最低寿命の推定法	47
2.4.1 ノンパラメトリックによる方法	47
2.4.2 ポアソン分布による方法	50
2.5 故障率の算出法	51
2.6 認定と保証の手順	53
2.7 量産効果と信頼性	59
2.8 故障率の合否判定と総試験時間	60

3. 環境による接触部品の信頼性

3.1 大気汚染と接触部品の環境汚染	65
3.2 接触部品の汚染	69
3.2.1 酸素の影響	70

3.2.2 汚染気体の影響	72
3.3 接触部品の汚染とその電気的特性	74
3.3.1 接触抵抗の性質	74
3.3.2 皮膜破壊電圧	81
3.4 接触障害の機構と信頼性	84
3.5 接触部品の信頼性と接触抵抗の考え方	86
3.5.1 接触抵抗の考え方	86
3.5.2 環境による接触部品の信頼性	87

4. じんあいによる接触障害

4.1 じんあいとその障害の実情	92
4.2 じんあいの測定法	93
4.2.1 沈積じんあい	94
4.2.2 浮遊じんあい	94
4.3 じんあいの接触現象に及ぼす影響	96
4.4 じんあいの影響試験法	99

5. 接触信頼性試験法

5.1 試験法に関する規格	103
5.1.1 接触部品の規格	103
5.1.2 用語	104
5.2 電気的性能試験	105
5.3 環境試験	109
5.4 連続動作試験	114
5.4.1 静接触部品の連続動作試験	115
5.4.2 動接触部品の連続動作試験	116

6. 中小電流用コンタクト

6.1 コンタクトに要求される特性	125
6.1.1 Agに対する消耗特性の改善	128
6.1.2 Agに対する耐食性の改善	129
6.1.3 耐溶着特性の改善	129

6.2 Ag および Ag 合金コンタクト材料	130
6.3 焼結 Ag 合金コンタクト材料	133
6.3.1 固相焼結コンタクト材料	133
6.3.2 液相焼結コンタクト材料	137
6.4 内部酸化による Ag-酸化物コンタクト材料	138
6.5 Ag-酸化物複合コンタクト材料	141
6.6 中小電流コンタクトの形成	144

7. 中電流用電磁継電器の信頼性

7.1 プランジャ形電磁継電器の概要	147
7.1.1 構造	147
7.1.2 性能	147
7.1.3 内外の適用規格	150
7.1.4 適用分野	151
7.1.5 将来の展望	152
7.2 プランジャ形電磁継電器の信頼性	154
7.2.1 故障メカニズムと故障モード	154
7.2.2 接触不良の原因と対策	155
7.2.3 接触信頼性試験	159
7.2.4 試験結果	159
7.2.5 電氣的寿命と機械的寿命	163
7.2.6 適切なプランジャ形継電器の選定	167
7.2.7 低電圧・低電流領域 (6~24V) での継電器の適用	168

8. 小電流用電磁継電器の接触信頼性

8.1 電磁継電器の構造と機能	170
8.1.1 電磁継電器の構造	170
8.1.2 電磁継電器の動作と復旧	175
8.2 接触信頼性に影響する因子とその対策	176
8.2.1 障害の種類	176
8.2.2 コンタクトの消耗とその対策	177
8.2.3 接触抵抗の増大とその対策	180

8.2.4	機構の損耗	183
8.3	電磁継電器の寿命と故障率の試験方法	184
8.4	電磁継電器の種類と特性	188
8.4.1	電磁継電器の種類	188
8.4.2	通信機用継電器	190
8.4.3	一般制御用継電器	191
8.4.4	密封形継電器	193
8.4.5	封入コンタクト形継電器(リードリレー)	193
8.4.6	水銀コンタクト継電器	195
8.5	電磁継電器の選び方	196

9. スイッチの信頼性

9.1	スイッチの種類と構造	199
9.1.1	ロータリースイッチ	199
9.1.2	スライドスイッチ	201
9.1.3	レバースイッチ	202
9.1.4	シーソースイッチ	203
9.1.5	プッシュスイッチ	204
9.1.6	ピアノスイッチ	205
9.1.7	その他(電源スイッチ)	206
9.2	低電流用コンタクトの基本構造と材料	207
9.2.1	狭圧コンタクト形	207
9.2.2	圧接コンタクト形	208
9.2.3	スライドブロック形コンタクト	209
9.2.4	スライド多接触形コンタクト	210
9.2.5	コンタクトの構成部品に対する配慮	211
9.3	スイッチの特性と試験方法	213
9.3.1	スイッチの特性	213
9.3.2	スイッチの試験方法に関連する規格	217
9.4	スイッチの故障要因と評価	219
9.4.1	スイッチの故障要因	219
9.4.2	スイッチの故障率算出例	220

10. コネクタの接触信頼性

10.1 コネクタ接触部の基本的事項	226
10.2 コネクタの環境特性	234
10.3 コネクタの信頼度予測	239

11. はんだ付の信頼性

11.1 接触接合技術としてのはんだ付の位置	245
11.2 はんだ付に対する期待と問題	248
11.3 はんだ材料のあらまし	249
11.3.1 はんだ	249
11.3.2 フラックス	256
11.4 はんだ付の信頼性	260
11.4.1 はんだと母材	262
11.4.2 材料と設計	263
11.5 はんだ付とコンタクト障害	267
11.6 はんだ付に関連した信頼性試験	270

12. MIL-HDBK-217Bによる接触部品の故障率の求め方

12.1 継電器	279
12.2 スイッチ	284
12.3 コネクタ	289