

ESDコーデイネータのための

静電気対策基礎シリーズ①

静電気の基礎

著者 鈴木輝夫(春日電機株)

監修 二澤正行

プラスチック・エージ

「ESDコーデイネータのための静電気対策基礎シリーズ」序文

日々、変化し、進化し続ける最先端のエレクトロニクス技術は、従来では、考えられなかったようなものまで、多種多様に使用されています。そのため、その中心となる電子・電気部品や装置は、微細化、高速化、高密度化が進み、その結果として、従来では、想像すらできなかった微小な静電気の放電(ESD)への耐性も著しく低下してしまいました。そこで、これらの部品の製造や実装工程でのESD対策は、非常に重要なものとなってきました。

一般財団法人 日本電子部品信頼性センター(RCJ)は、実装工程における電子デバイスのESD対策の普及が、非常に重要と考え、国際規格を基にし、日本の接地環境に適応したESD管理システム標準(RCJ-SP)を策定し、この標準の普及のために、ESDコーデイネータ(ESD管理技術者)の育成を進めてきました。この13年間の実績として、300名以上のESDコーデイネータの資格認証を行い、日本にESD管理技術が定着しつつあります。

ESD管理技術は、ESD保護区域(EPA)の構築、EPA内での人体接地の構築(リストラップや床/靴システムなど)、EPA内で使用するESD管理用アイテム(衣類、靴、作業表面など)の選定など多岐にわたります。また、作業員の教育・訓練、管理システムの維持のための監査などのマネジメント側面の確立も重要です。このような広範囲にわたるESD管理技術の理解の助けとするため、「ESDコーデイネータのための静電気対策基礎シリーズ」を刊行することにしました。ESD管理の実際について、原点にたつて平易に解説することを心がけています。「静電気の基礎」から始まり、「静電気対策の手法と評価」、「静電気管理用衣服、靴」、「イオナイザ」等をテーマとした基礎シリーズを刊行していく予定です。

2016年12月

二澤 正行

〔一財〕日本電子部品信頼性センター(RCJ)〕

目次

第1章	静電気の基礎	11
1	静電気とは	12
	①帯電物体と非帯電物体の違い	14
	②正・負の帯電物体の電界	16
2	静電界とは	18
3	静電気力(クーロン力)	20
	①静電気力(クーロン力)の伝わり方	22
4	物体の静電気の帯電	24
5	静電気の発生	26
	①接触・分離による静電気力の発生	28
	②接触帯電機構	30
6	帯電列の例	34
	③接触電位差の計算	32
7	静電気の発生現象(破壊による静電気の発生)	36
	①静電気の発生現象(液体の流動帯電)	38
	②静電気の発生現象(液体の噴出帯電)	40
8	静電気の発生事例	42
9	静電気の緩和	44
	①電気伝導による電荷緩和	46
	②抵抗率と誘電率のデータ	48
	③絶縁体の緩和時間の計算例	50
10	静電誘導現象	52
	①誘導帯電機構	54
	②誘導帯電導体の接地の効果	56

11 物体を帯電させる過剰電荷の分布 58

①帯電した導体球の電荷分布 60

②導体表面では、導体表面電位が等電位になるように電荷は分布する 62

③導体表面に電位分布が発生したら 64

12 人体の電荷分布 66

①人体の電荷分布 68

②人体の電荷分布 70

13 基板の部分帯電による導体の電荷分布 72

①基板の部分帯電による導体の電荷分布 74

②基板の部分帯電による導体の電荷分布 76

14 帯電した作業者が絶縁性グリップのドライバーを持ったときの放電 78

帯電した作業者が持ったドライバーからの静電気放電の等価回路 80

15 工程内でのメタルコンタクトESDの発生例 82

第2章 静電気放電、力学現象 85

1 各種の静電気放電 86

①火花放電 88

②パッシェンの法則 90

③コロナ放電 92

④ブラシ放電 94

⑤二重層電荷の放電（沿面放電） 96

⑥放電エネルギーの算出 98

2 静電気による力学現象 100

①静電気による力学作用の種類 102

②影像電荷に起因した静電気トラブル事例（帯電粉体の付着） 104

③影像電荷に起因した静電気トラブル事例（帯電粉体の付着） 106

3 静電気によって発生する災害・障害 108

① 静電気によって発生する災害・障害 110

② 人体の帯電電位と電撃 112

第3章 静電気対策…………… 115

1 絶縁体と導体の接地対策の効果 116

2 静電気対策（導体（抵抗体）の接地対策） 118

① 電荷減衰と漏洩抵抗の関係 118

② RCJSの一般要求事項 120

3 人体の対策（リストストラップのみ） 122

① 人体の対策（導電性床のみ） 124

② 人体の対策（静電靴のみ） 124

4 作業者の静電気対策の考え方 126

① 作業者の静電気対策の考え方 126

② 作業者の静電気対策の考え方 128

③ 靴下の種類と漏洩抵抗、床の漏洩抵抗 129

5 帯電デバイスの対策、火花放電を避ける 130

① 対策…電荷をゆっくり逃がす静電マットの使用 132

② 対策…導電性材料のトレイを使用 134

③ パッケージが帯電したデバイスからの放電 136

6 不導体の帯電防止 138

① 相対湿度と表面抵抗の関係 140

② 相対湿度と繊維の帯電量 141

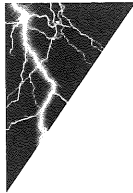
③ 作業者の帯電電位測定例（相対湿度の影響） 142

④ 極性溶剤の添加による導電率増加 143

⑤ イオナイザの種類、特徴及び用途 144

⑥ 電圧印加式イオナイザの除電原理 144

⑦ 自己放電式イオナイザの除電原理 146



第1章

静電気の基礎

索引

161

- ⑧ 工程内でのイオナイザの使用上の注意事項 148
- ⑨ 工程内でのイオナイザの除電効果確認(送風量) 149
- ⑩ ブロワー型イオナイザの除電効果(送風大) 150
- ⑪ ブロワー型イオナイザの除電効果(送風小) 151
- ⑫ 送風量とイオナイザの電圧減衰特性の関係 152
- ⑬ 工程内でのイオナイザの除電効果確認(風向) 153
- ⑭ イオナイザによる電圧減衰時間 154
- ⑮ 耐電物体の静電容量とイオナイザの電圧減衰特性の関係 156
- ⑯ 除電時間(電圧減衰時間)の管理の目安 158
- ⑰ 計測管理の実行 159
- ⑱ メンテナンス 160