

静電気対策用資材評価技術に関するガイドライン

平成2年3月

## 序 文

当センターでは、半導体メーカーとシステムメーカーの信頼性担当の方々の強いご要請により、昭和59年度から小型自動車等機械振興資金の補助を受けて、静電気による半導体デバイスや機器・システムなどの半導体デバイスの破壊現象や誤動作のメカニズムの解明、並びに標準的な静電気耐性の評価試験方法の確立のための調査研究を実施いたしてまいりました。

その成果は、すでに「半導体デバイスの静電気破壊現象とその評価方法に関するガイドライン」として皆様にご利用いただいております。

又、昭和62年度からは、半導体デバイスの静電気破壊防止や電子機器の誤動作等の防止に使用する各種静電気対策用資材の正しい評価方法の確立のために調査・試験研究を開始いたしました。

ここに3年間の成果を、「静電気対策用資材の評価技術に関するガイドライン」として取り纏めましたので、広く関係各方面のご参考となり活用されることを希望いたします。

尚、本事業を遂行するにあたり、当センターで組織いたしました「静電気対策委員会」村崎憲雄委員長を始め、委員の皆様の多大のご尽力に対し厚くお礼申し上げます。

平成 2 年 3 月

財団法人 日本電子部品信頼性センター

理 事 長 高 木 昇

# 静電気対策用資材評価技術に関するガイドライン

## 目 次

### 序 文

#### 平成元年度静電気対策委員会構成表

1. 緒 言 .....	1
2. 静電気障害防止の概念 .....	3
2.1 静電気の発生・消滅とその制御 .....	3
2.1.1 電荷の発生と消滅 .....	5
2.1.2 電荷の発生・消滅の多様性 .....	10
2.1.3 電荷発生の抑制と漏洩の促進 .....	11
2.2 発生電荷の漏洩 .....	12
2.2.1 放 電 .....	12
2.2.2 大地への漏洩 .....	12
2.3 発生電荷の再分布と再結合 .....	14
2.3.1 帯電防止の考え方 .....	14
2.3.2 電荷の発生 .....	15
2.3.3 再 結 合 .....	15
2.3.4 電荷の再分布 .....	18
2.3.5 電荷の再分布 / 再結合と電気抵抗 .....	19
2.3.6 電荷の再分布と静電気放電 .....	21
2.3.7 静電気放電と電気抵抗 .....	22
2.3.8 障害制御 .....	24
3. 評価方法 .....	29
3.1 概 要 .....	29
3.2 抵抗測定 .....	41
3.2.1 抵抗及び抵抗率に関する用語と単位 .....	41
3.2.2 抵抗率測定 .....	42
3.2.3 表面抵抗と体積抵抗の分離及び抵抗率の算出 .....	43
3.2.4 抵抗率・抵抗率測定における誤差要因 .....	45
3.2.5 四端子方法による抵抗測定 .....	53

3.2.6	二端子方法による抵抗測定	54
3.2.7	静電気対策用資材の抵抗測定方法	56
	(1) 層構造を持つ材料の抵抗測定	56
	(2) 導電性物質の混合 / 配合	58
3.2.8	帯電防止材料における抵抗測定の問題点	59
	(1) 帯電防止材料一般	59
	(2) 施工床の抵抗測定	60
	(3) 今後の課題	63
3.3	静電抵抗	64
3.3.1	静電抵抗の定義及び測定原理	64
3.3.2	測定装置と測定方法	64
3.3.3	測定例	66
3.4	減衰測定	68
3.4.1	半減期測定方法 (JIS L-1094)	68
	(1) 電荷の減衰測定	68
	(2) 半減期測定装置の構成及び測定方法	68
3.4.2	Federal Test Method (FTMS) No.101C Method 4046	70
	(1) 評価基準	71
	(2) 測定環境	71
	(3) 測定概要	71
	(4) 測定例	73
3.5	静電気シールド性能評価試験	77
3.5.1	試験方法	77
	(1) 静電気シールド性能試験方法	77
	(2) 加速耐久性試験方法	77
	(3) IC破壊試験方法	79
3.6	電荷測定	80
3.6.1	測定の原理	80
3.6.2	帯電方法	81
3.6.3	半導体デバイスと摩擦静電気 (パッケージ帯電モデル)	82
	(1) パッケージ帯電モデルによる静電気破壊	82
	(2) 摩擦帯電特性	85

(3) パッケージ帯電モデル危険指数K .....	85
3.6.4 半導体デバイスに対する静電気帯電物体の影響 .....	88
(1) 帯電体誘導モデルによる静電気破壊 .....	88
(2) ベアチップ状態での静電気破壊現象 .....	90
4 ケーススタディ .....	93
4.1 静電気対策用資材の概要 .....	93
4.2 帯電防止剤 .....	95
4.2.1 帯電防止剤の概要 .....	95
4.2.2 帯電防止剤の分類と特徴 .....	98
(1) アニオン系帯電防止剤 .....	98
(2) カチオン系帯電防止剤 .....	100
(3) 非イオン系帯電防止剤 .....	100
(4) 両性系帯電防止剤 .....	101
(5) その他の帯電防止剤 .....	101
4.2.3 帯電防止剤と樹脂との相関 .....	102
4.2.4 帯電防止効果の評価方法 .....	104
4.2.5 帯電防止剤の開発と今後の動向 .....	105
4.3 静電気防止袋 / DIPスティックの概要 .....	106
(1) 静電気防止袋 .....	106
(2) DIPスティック .....	110
4.3.1 静電気防止袋のIC保護能力評価試験結果 .....	112
(1) 試験方法 .....	112
(2) 試験条件 .....	113
(3) 試料の構造及び試験結果 .....	115
(4) 評価試験結果の一考察 .....	116
4.3.2 導電性コンテナ, ICマガジンの静電気シールド性能評価試験結果 .....	116
(1) 試験方法 .....	116
(2) 試験条件 .....	120
(3) 試料及び結果 .....	120
(4) 考 察 .....	122
(5) ま と め .....	122
4.4 床材料の測定 .....	123

4.4.1	床構法と静電気防止 .....	123
4.4.2	インテリジェントオフィスにおける静電気対策の概要 .....	126
	(1) オフィスの床材 .....	126
	(2) オフィス床の帯電防止 .....	129
	(3) 電磁波障害 .....	131
4.4.3	床仕上げ材の概要 .....	133
	(1) 置き敷きタイプ .....	133
	(2) 張り床タイプ .....	133
	(3) 塗り床タイプ .....	134
	(4) 注意事項 .....	134
4.4.4	床材料の電気抵抗促進評価試験の結果 .....	135
	(1) 目的 .....	135
	(2) 試験方法 .....	135
	(3) 試験結果 .....	136
	(4) 考察 .....	137
4.4.5	床材料の評価例 .....	138
	(1) 概要 .....	138
	(2) 評価項目 .....	138
	(3) 漏洩抵抗の測定 .....	138
	(4) 測定結果 .....	139
	(5) 帯電防止床の構造と接地 .....	139
	(6) 帯電防止床の効果 .....	139
5.	結 言 .....	141

# 1. 緒 言

半導体デバイスの静電気破壊現象とその評価に関するガイドライン作成委員会および静電気対策用資材評価技術に関するガイドライン作成委員会は、昭和59年以降各年度ごとに報告書<sup>(1)~(6)</sup>を刊行し、静電気対策技術の向上に資してきた。この間、関係者各位の尽力により、静電気対策技術は格段に進歩し、(1)予防可能な静電気損傷を放置しておくことは技術的におかしい。(2)静電気対策を構じることによって得られる利益は大きい。という常識が経営基準の高い企業から低い方に向かって順次育成された。次いで、事業を効率よく運営するために、多くの企業が静電気対策基準を社内に設け社内・社外・関係団体等に応分の責任を分担する姿勢を示しはじめた。すなわち、ハードとしての静電気対策技術は、一応は充分な状況に到達したので、今後は、「対策を強化する」という意識で静電気対策を検討する姿勢を企業社会が示すようになってきた。

静電気対策のもっとも重要な要素は、作業環境におかれた作業者の静電気対策に対する資質である。しかし、ラインの専門職としての学識経験の高低と、静電気対策技術者としての資質の高低との間には、一般には相関性のない場合が多い。また、事故の責任は、手引書通りの作業をしなかった現場の誤りとして処理される場合が多かった。本委員会のみ功績ではないが、この点がそれぞれに反省され、「静電気を正確に理解し、積極的に静電気対策に取組む人を養成する」「静電気損傷が生じた場合の責任は、作業規則・手引書通りに作業しなかった作業者の失敗という責任転嫁意識を排除し、責任はライン管理者にある」という2つの事項をライン管理者に義務づけ、これを「静電気対策の強化」と世上では称するようになってきた。

電子機器・システムは常に進歩する。したがって、将来起こりうるすべてを予測してラインの設計・作業基準を整備することは不可能で、すべての可能性を想定した手引書を作成することはできない。

しかし、本報告書は、以上のような状況を踏まえ、ライン管理者が修得すべき知識のガイドラインとなるよう、以下の事項に留意した。

(1) ラインの責任者は、対策の責任者として位置づけられている以上、たゆまぬ努力と現場作業者との間のコミュニケーションによって、対応基準のソフトとハードの両方についての学習プロセスを作成し、誤りの発生を防止することに必要な事項を整備する能力やそれに応え得る実用性の重視が要求される。

(2) また、ラインには、個々の特殊事情・社内・社外との関係において将来に生じる予測的問題・他の要因と組合わされたときの問題・潜在している事故に近い near miss 等が存在する。

すなわち、管理者が必要とするガイドラインとは、静電気現象・障害防止方法・測定方法・対策

の評価方法等についての正確な知識・具体例・有力な標準規格またはモデルおよび陥り易い誤りとは何かとの記述である。

#### 参 考 文 献

- (1) 半導体デバイスの破壊現象とその評価方法に関する調査研究報告書（上）昭60年3月 RCJ
- (2) 同 上 昭61年3月 RCJ
- (3) 同上ガイドライン 昭62年3月 RCJ
- (4) 同上合本 昭62年8月 RCJ
- (5) 静電気対策用資材評価技術に関する調査研究報告書 / 昭63年3月 RCJ
- (6) 同上 II 平成1年3月 RCJ