

R-62-ES-01

静電気対策用資材評価のための
測定方法に関する調査研究成果報告書

昭和 63 年 3 月

財団法人 日本電子部品信頼性センター

序 文

当センターでは、半導体デバイスの関係の強いご要望により、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の破壊現象とメカニズムの解明、並びにその標準的な試験方法の確立のための調査研究を実施いたしております。その成果は「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していただいております。

又、昭和62年度は、新たに半導体デバイスの静電気破壊防止や電子機器の誤動作防止に使用されてい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。

ここに本年度の成果を取纏めましたので、広く関係各方面のご参考となり、活用されることを心から希望いたします。

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。

昭和63年3月

財団法人 日本電子部品信頼センター

理事長 高 木 昇

目 次

序 文

昭和62年度 静電気対策委員会構成表

1. 緒 言	1
2. 内外の静電気対策用資材評価の現状と実態	5
2.1 静電気防止袋	5
2.2 塗布型静電気防止剤	8
2.3 ディップスティック	9
2.4 各種静電気防止袋の I C 保護能力評価試験の結果	12
2.4.1 試験方法	13
2.4.2 試験条件	14
2.4.3 試料の構造及び試験結果	15
2.4.4 評価試験結果の一考察	17
2.5 導電性コンテナの静電シールド性能評価試験の結果	18
2.5.1 はじめに	18
2.5.2 評価試験方法	18
2.5.3 試験結果	20
2.5.4 まとめ	22
2.6 導電床材料の電気抵抗値促進評価試験の結果	22
2.6.1 はじめに	22
2.6.2 評価試験方法	22
2.6.3 試験結果	24
2.6.4 まとめ	25
3. インテリジェントビルにおける課題	27
3.1 インテリジェントオフィスの環境	27
3.2 オフィスでの静電気問題	27
3.3 現状の静電気対策	28
4. 評価のための測定方法の現状（主として抵抗測定について）	31
4.1 材料の帯電防止と電気抵抗	31
4.1.1 静電容量と電気抵抗	31
4.1.2 電気抵抗と抵抗率	32
4.1.3 抵抗率に関する用語と単位	34
4.2 抵抗率測定法（三端子法）	34
4.2.1 表面抵抗と体積抵抗の分解	34
4.2.2 抵抗率への換算	35

4.2.3	抵抗率測定 of 誤差要因	35
(1)	体積抵抗率測定 of 誤差要因	35
(2)	表面抵抗率測定 of 誤差要因	35
(3)	測定器 of 入力抵抗と測定誤差	38
i)	電圧測定による方法	38
ii)	電流測定による方法	39
iii)	三端子抵抗測定法と入力測定器抵抗 of 関係	40
4.3	四端子法による抵抗率測定法	40
4.4	二端子法による抵抗率測定法	41
4.5	静電気材料 (用品) としての電気抵抗測定法	42
4.5.1	層構造をもつ材料 of 抵抗測定	43
(1)	二層構造材料	43
(2)	三層構造材料	43
4.5.2	導電性物質 of 混合・配合	44
4.6	抵抗測定 of 問題点	45
4.6.1	オフセット電流	45
4.6.2	電極について	46
4.6.3	今後 of 問題	47
5.	評価指標を得るための測定方法 of 検討	49
5.1	リング状電極による表面抵抗率 of 測定	49
5.1.1	はじめに	49
5.1.2	測定方法と測定結果	49
5.1.3	考察と測定方法 of 留意点	53
5.1.4	補 足	54
5.1.5	まとめ	57
5.2	床面等 of 静電気測定	57
5.2.1	はじめに	57
5.2.2	床面静電気測定器 of 概要	58
5.2.3	床面等 of 静電気測定結果とその考察	59
5.2.4	カーベットの静電気測定結果とその考察	64
6.	評価指標 of 二、三 of 提案	67
6.1	静電気対策用資材 of 選択に対する留意点	67
6.1.1	静電気防止性能 of 評価指標	67
6.1.2	材料組成	67
6.2	静電気帯電評価指標	69
7.	結 言	73

1. 緒 言

各種システムのエレクトロニクス化は、EOS/ESD に関する耐性付与技術の向上を促し、各種の対策器材・試験装置・評価法が提案されるようになった。いづれも使用実績にもとづいて、それぞれに成果を挙げている。しかし試験装置と評価法の種類が増加するにしたがって、それらが示す試験結果および評価結果に顕著な差を生じる場合が増加し、評価法の信頼性を検討する必要性が生じてきた。

EOS/ESD の根源は静電気である。しかし、静電気がEOS/ESD に変換される過程とその環境条件には種々の様式が存在し、静電気とEOS/ESD とは1対1の対応性を示さない。従来、この点が軽視され、EOS/ESD の特定の様式に対処する評価法がケーススタディ的にその都度提案されてきた。本委員会は、このような情勢に対処すべく、(1)従来から汎用されてきた評価法および最近提案された評価法に関する諸般の情報を調査集積する。(2)集積された各種資料を、委員各社が有する社内の経験的資料と照合分析する。(3)得られた照合結果の妥当性と不足点について委員会として検討する。この3項目を昭和62年4月1日から昭和63年3月31日までの調査研究課題とし、EOS/ESD 対策技術の進歩をめざすことになった。

従来から、静電気対策資材の評価には表面抵抗率が有力な評価指標として重宝されている。(1)静電気が存在しないところにEOS/ESD は発生しないという自明の理、(2)電気抵抗の小さい絶縁物は静電気を生じないという経験則の2つが抵抗率を評価指標に位置づけた理由である。しかし、(1)表面抵抗とは絶縁能力すなわち表面の伝導電流を評価する指標で、静電気とは無関係ではないがEOS/ESD を代表できる程のものではない。(2)静電気は、 $Q \cdot V \cdot C$ の三要素を使用して説明される場合が多い。しかし、デバイスの損傷とシステムの誤動作の原因となるEOS/ESD は $Q \cdot V \cdot C$ の他にデバイスの構造と周辺条件が関係する。したがって、この基本的事項を省略した評価には適用限界を明示することが望ましい。

上記した2つの事項すなわちEOS/ESD は表面抵抗のみで解析しうる現象ではないにもかかわらず、表面抵抗測定器またはこれに類するものが標価指標を作成するための原器に近い位置を占めている。このような現状に対処すべく、委員会は、(1)表面抵抗が帯電に及ぼす影響の程度とその使用限界、(2)帯電に及ぼす諸要素の列記とそれらが帯電に及ぼす影響の程度、(3)静電気がEOS/ESD に変換される変換様式の分類、についても可能な限り言及し、今後、何を追加すべきかを併せて検討することによって以下のことが明らかになった。

(1) 表面抵抗の測定は、電池から供給された電荷担体の移動度測定である。一方静電気の減すいは、摩擦または剝離で生じた電荷担体で、前者のような正負の電極が存在しない。したがって、表

面抵抗値を指標とする場合には、両者の相違を加味する必要がある。

(2) 表面抵抗測定用電極と試料との接触面は、印加電圧の大きさによっては変質する場合がある。また、変質による抵抗値の変化方向は材質に依存する。したがって、表面抵抗には測定電圧、変質電圧、変質による抵抗値変化の方向を付記することが望ましい。

(3) 電荷の半減期から求めた等価表面抵抗は、直偏法で求めた表面抵抗と一致しない場合が多い。また、電荷の減すいは非線形特性を示す素材が多い。したがって、半減期を指標とする場合には、初期電位を付加することが望ましい。また、ユーザとしては、最適初期電位を用途によって指定できるよう現場状況を整備することが望ましい。

(4) 表面抵抗または半減期を測定する計器および付属品に上記した(1)~(3)の現象を生じないように取扱いに注意が必要である。

(5) コロナ荷電された試料の半減期と、摩擦帯電した試料の半減期とは必ずしも一致しない。したがって、摩擦帯電を念頭において半減期を評価する必要がある。ただし、摩擦帯電は再現性が悪いので、現状では、順位の高い指標として推奨し難い。

(6) 静電気の漏洩抵抗は、表面を拡散する経路の抵抗と、試料からアースへ流出するときの界面に直角の界面抵抗との直列抵抗である。従来は、界面抵抗を無視してきた。今後は、界面抵抗も評価対象とする必要がある。⁽¹⁾

(7) 静電気のトラブルは、静電気が EOS/ESD として作用するときを生じる。したがって、静電気が EOS/ESD に変換される様式を現場条件に応じて類型化し、 ESD/ESD のエネルギー状態とトラブルの種類との相関性についてのデータを集積すると、表面抵抗よりも信頼性の高い指標が可能とおもわれる。

(8) EOS/ESD には、帯電した試料または外在物体の運動による電界帯電と称する現象が存在する。⁽¹⁾ ただし、電解帯電は従来気づかれていなかった現象で、誘導帯電と同程度のエネルギーを有する。また、現場での発生頻度が高くなりつつあるので、今後研究をすすめる必要がある。

上記したことは、従来の経過を踏まえ、表面抵抗を評価指標の一つとして今後も尊重することが望ましいという観点から得られた今年度の成果であるが、表面抵抗は EOS/ESD を直接支配する因子でないことを理解し、特性評価には、半減期・抵抗率・摩擦電気発生量・界面抵抗・誘導帯電能・電解帯電能および転写抵抗の7つのうちのいくつかを使用目的によって指標として選択するという慣習育成が望ましい。⁽¹⁾

上記した事項とは別に、委員会の議題として各種の損傷例・誤動作例が報告され、それらについても検討がすすめられた結果、評価の基本姿勢としては従来尊重されてきた静的特性よりも、動的特性を今後重視すべきであるという意見が多かった。また、トラブル対策は動的特性の改良を主体としなければ実情に合致し難いという委員の経験的主張が多かった。以上のことから本報告書は、

静的特性の評価を主体として編集するが、委員会で集積した動的特性評価に関する資料も併せて採録し、次年度以降に動的特性評価法を引き継ぐことにした。また、静電気および EOS/ESD は膜厚の程度によって様相が顕著に変化することが指摘され、薄膜に関する評価法は別に委員会を設け、EMI を含めた立場で検討することになった。

参 考 文 献

- (1) 村崎憲雄 電気学会論文誌D PP1243 ~ 1249 1987