

R-5-ES-01

デバイスの静電気耐性試験規格化 に関する調査研究成果報告書

平成6年3月

財団法人 日本電子部品信頼性センター

デバイスの調査研究成果報告書

目 次

平成5年度 静電気対策委員会構成表

1. 序 言	1
2. 半導体デバイスの静電気破壊試験	3
2.1 静電気破壊試験の目的	3
2.2 静電気破壊試験方法の経緯	3
2.3 半導体デバイスの静電気破壊現象	4
2.4 人体帯電モデル試験法とマシンモデル試験法	6
2.5 マシンモデル試験法とデバイス帯電、パッケージ帯電モデル	9
2.6 今後の静電気破壊試験方法とマシンモデル試験法	9
3. 半導体デバイスにおける静電気破壊モデル	11
3.1 半導体デバイスにおける静電気破壊現象に対する一般的認識	11
3.1.1 TDD B (Time Dependent Dielectric Breakdown)	11
3.1.2 静電気破壊モデル	13
(1) 人体帯電モデル (Human Body Model : HBM)	13
(2) マシンモデル (Machine Model : MM)	13
(3) デバイス帯電モデル (Charged Device Model : CDM)	13
(4) パッケージ帯電モデル (CPM)	13
(5) 帯電体誘導モデル (EBIM)	14
(6) 電界誘導モデル (Field Induced Model : FIM)	14
4. 静電気耐性試験方法	15
4.1 人体帯電モデルの試験法	15
4.2 マシンモデルの試験法	17
4.3 CDM、CPM試験法	18
4.3.1 CDM試験法	18
4.3.2 CPM試験法	20
4.4 小容量コンデンサ放電法	22
5. 半導体デバイス静電気破壊防止対策の基本	25
5.1 マシンモデル・人体帯電モデルに対する静電気対策	25
5.1.1 MM/HBMによる静電気破壊の発生頻度	25
5.1.2 人体帯電モデルの静電気破壊に対する対策	25
5.1.3 静電気対策用資材の定期点検	28
5.2 CDM/CPMに対する静電気対策	29
5.2.1 CDM/CPMによる静電気破壊発生頻度	29
5.2.2 CDM/CPMに対する破壊防止対策	30
5.3 放電モデルと静電気対策の関係	35

5.4	静電気破壊の事故例と破壊モデルの関係	36
6.	結 言	39

1. 序 言

デバイスの集積度向上とシステムの巨大化に平行して、RCJ静電気対策委員会は、デバイスの静電気耐性試験・静電気破壊・対策用資材の評価方法および建築関係のESD対策・静電気対策の現場技術と環境整備・関係規格の調整等を各年度ごとの主要課題として、その年度ごとにおける必要な内外の資料を整理し、関係業界に提供すると共に、それらをガイドラインとして総括してきた。しかしながら、デバイスの高性能化と耐性増強技術の進歩は、ESDの発生様式を変化させ、既存の有力な試験方法で得られる耐性値と、現場で発生している損傷事例との間の相関性を低下させている。すなわち、新規の試験方法と損傷モデルの追加が必要となってきた。

事象追跡用の破壊モデルおよび損傷確認のための試験方法を開発することは、デバイス損傷の原因究明および耐性増強技術の向上にその都度デバイスメーカーには必要である。しかしながらこれらのすべてをデバイスの耐性値であると容認し、メーカーとユーザとの間で登録事項化することと、デバイスのESD耐性の評価試験方法を規格化することとは次元の異なる課題である。すなわち、事象追跡用の損傷モデルおよび損傷確認のための試験方法は、デバイスメーカーが自社の製品開発と工程改良を目的としておこなうもので、結果としては品質管理にそれらは使用される。一方、規格化されたESD耐性とは、ユーザ段階で生じるESDに対するメーカーの品質保証値である。すなわちユーザは、この値にもとづいて、作業環境の整備と作業規則を制定すれば、不測の事態が生じない限り、ESD障害の免除をユーザにメーカーが保証する指標である。したがって、極論的な表現をすれば、ESDに対して、超感受性・感受性・普通の三段階表示であっても、技術的レベルの高いメーカーとユーザとの間であれば実用上の目的を達することは可能である。

MIL規格のように、ESDに関する規格はユーザが必要にせまられて制定したものが多く、数年ごとに何らかの改定がおこなわれてきた。しかし、「もっとも合理的な規格とは何か」という基本についてのメーカー・ユーザ間の討議内容に関する記録は乏しい。規格の制定は必然的に未来予測を前提としているので、急速な進歩途上にあるデバイス技術に伴うESD損傷様式の変化を先見するには危惧が伴う。規格化よりも事象追跡と防止方法の方がメーカー技術者の急務であることなどが理由とおもわれる。

デバイスが進歩する限り、将来とも、ESD損傷様式は多様化する。したがって、従来のように、各種のモデルまたは試験方法をその都度ごとに追認整理していくというガイドライン方式では、逐年的に、ESDに関する問題は、メーカーにもユーザにも付加価値を殆んど伴わない繁忙性のみの増加となる。従来の実績を踏まえ、規格制定に必要な事項を整備することが委員会設置の本旨であるという意見が増加した。

ユーザが静電気対策としての環境整備と作業規則を作成するとき、単純明快に作業をすすめるために必要な耐性値を、可能なかぎり少数個に収斂させるためには、ユーザ段階のESD損傷事例を規格化することが必要である。既刊資料の中からESDの規格として推薦できるものをあらためて抜粋解説し、各位の批判を得て妥当な規格化案を次年度作成することになった。

試験方法とモデルの種類についての評価に関する重視度は、関係者の立場によって異なり、現状では混沌としている。それゆえに本年度は、規格制定に必要な以下の方向性を中心として資料を抜粋解説し、忌憚のない批判と提案を各位から得られるよう心がけた。

委員会が目指す規格制定の方向とは、できうれば、一つまたは二つの規格に既出のモデルを収斂することを理想とする。ユーザにおけるESDとは、放電電極・空間電荷の分布様式・周辺の導体と誘電体との複合状態およびそれらの間の相対運動の大きさによって変化する動的過渡現象である。したがって、事象追跡型の意識では数個の模型に収斂させることはできない。しかしながら、ESDの発生箇所は、帯電体からデバ

イスへの放電・帯電したデバイスから導体への放電・静電誘導による放電の三つに分類できる。それゆえに、前記の三種類の放電を三つの規格に収斂させる方法が考えられる。また、ESDの波型を対象とすると、0から最高値を経て0に至る波形と最高値から0に至る波形の二つに収斂させることが考えられる。二規格案と三規格案のいずれが関係業界に有益であるか、試験用回路の定数をいくらに選定するか、試験用回路の原エネルギーを規格値とするか、それとも破壊個所が消費するエネルギーを規格値とするか、という具体的な課題は、本報告への批判を得て次年度検討することになった。