

静電気破壊に関する研究報告書
—人体静電気放電による I C 破壊—

平成 7 年 7 月～平成 11 年 3 月

名古屋市工業研究所
中部エレクトロニクス振興会

序

戦後最悪の経済不況に直面している我が国の現状を打開すべく政府からは様々な施策が打ち出されており、一部には景気は底を打ったという見方もありますが、依然として厳しい状況にあることには変わりがありません。こうした事態を一気に打開することも、また以前のような急激な経済成長を期待することも困難な状況において企業が安定的な成長を遂げるためには、まず、ものづくりの基盤を強化し、信頼性の高い製品を世の中へ供給してゆく地道な努力が一層必要であると思います。

名古屋市工業研究所では、地元の中小企業を中心とした業界の方々に対する技術的支援策の一環として、中小企業団体との共同研究を長年にわたって実施してきております。特に、中部エレクトロニクス振興会との共同研究は10年以上の長きにわたって継続されていて、着実に成果を上げてきております。本共同研究における最近の取り組みとしましては、平成7年度から9年度まで3年間にわたって実施された「電子機器の信頼性評価ならびに電磁環境技術に関する研究」があり、平成10年度からは新たに「電子機器の実装技術に関する研究」を立ち上げております。いずれも、会員企業が共通的に抱える問題を研究テーマとして取り上げ、産官が協力し合ってこの解決に努力して参りました。この間、名古屋市工業研究所では平成9年度に日本自転車振興会からの補助を受けて電磁波障害防止技術に関する設備を拡充したり、平成10年度には中小企業事業団の「ものづくり試作開発支援センター整備事業」により電子機器の高信頼性を目的とした設備を導入するなどして、技術開発支援体制の強化にも努めて参りました。

このたび中部エレクトロニクス振興会の技術委員会第3分科会から、「静電気破壊に関する研究」の成果として報告書が発行されますことは、関係各位の熱意の表れであるとともに、電磁環境問題が声高に叫ばれている昨今では誠に時宜を得たものであると自負しております。本報告書の内容が企業の皆様の製品開発において何らかのお役に立ちますことを祈念しますとともに、今後とも当所に対するご支援とご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

名古屋市工業研究所
所長 林 盛彦

静電気破壊に関する研究

－技術委員会報告書発行に当たって－

中部エレクトロニクス振興会は、中部地区のエレクトロニクス関連企業を中心に、会員相互の技術交流や情報交換を目的として昭和43年に発足以来、中部エレクトロニクスショーの開催や、講演会、見学会の実施など様々な活動を長年にわたって続けてきております。

エレクトロニクス振興会に設けられた六つの委員会の一つであります技術委員会におきましては、そうした活動の一環として、企業が共通的に抱える技術的課題に対して、会員企業が名古屋市と共同研究の形で解決にあたって参りました。本共同研究では、技術的課題の解決そのものだけでなく、その過程を通じた会員相互の交流や技術力の向上も目的としております。昨年度までの「電子機器の信頼性評価ならびに電磁環境技術に関する研究」に引き続いて、平成10年度からは新たに「電子機器の実装技術に関する研究」をスタートさせました。現在、技術委員会に設置されている三つの分科会が、①新パッケージ（CSP、BGA）の接合信頼性に関する研究、②プリント回路基板の製造技術に関する研究、③静電気破壊に関する研究にそれぞれ取り組んでおります。

これらの研究テーマの中で、今回、「静電気破壊に関する研究」が一応の成果を上げ、報告書として纏める運びとなりました。静電気破壊の問題は、デジタルICを利用した電子機器の飛躍的な増大とともに益々重大なものとなりつつあります。本研究においては、特に人体静電気放電によるICの破壊について実験的に検討しております。静電気放電によるICの物理的な損傷ばかりでなく、その電気的特性についても解析を加えることによって、静電気破壊のより詳細な実体の解明に努めて参りました。本研究で得られた成果が、静電気問題対策に尽力されている企業の皆様の一助となりますことを心より念願するものであります。

最後に、共同研究者である名古屋市、本研究を実施するにあたりご指導を頂いた中部大学の岩田幸二副学長、多忙な業務のかたわら本研究に鋭意取り組まれた技術委員の方々、そして実験に協力いただいた愛知県工業技術センターの関係各位に深く感謝致す次第であります。

中部エレクトロニクス振興会
技術委員会委員長 春日井 孝

静電気破壊に関する研究
—人体静電気放電によるIC破壊—
平成7年7月～平成11年3月

1. はじめに	3
2. 目的 (テーマ)	3
3. 人体静電気放電	4
3-1. 静電気について	4
3-1-1. 静電気とは	4
3-1-2. 静電気の帯電と放電	5
3-1-3. 人体モデル (規格)	6
3-2. 人体帯電の測定	7
3-3. 放電電流測定	10
4. 静電気によるIC破壊	11
4-1. 実験方法	11
4-1-1. 実験試料	11
4-1-2. 人体への帯電方法	12
4-1-3. 人体からICへの放電方法	13
4-1-4. シミュレータによる放電方法	15
4-1-5. 電気的特性による解析	16
4-1-6. ICパッケージの開封による解析	18
4-2. 実験結果	19
4-2-1. サンプルICの初期特性	19
4-2-2. 人体からICへの放電	20
4-2-3. シミュレータによる放電	32
4-3. 考察	37
5. まとめ	39
6. 今後の課題	39

1. はじめに

半導体デバイス技術の躍進的な進歩はICの高集積・低電力化を促進させ、ICを多用するデジタル情報電子機器の高速化および高機能化をもたらした。しかし、一方では情報機器の電磁干渉 (Electromagnetic Interference : EMI) に対する耐性 (イミュニティ) は劣化するばかりで、この結果オフィスやコンピュータールームなどにおいてはEMIによる機器の誤動作が頻発しているという。特に、静電気放電 (Electrostatic Discharge : ESD) のEMIに対する情報機器の耐性劣化は甚だしく、高分子材料の使用拡大や空調設備の普及などが不測の障害発生に拍車をかけ、事態をさらに深刻にしている。

こうした背景を踏まえて、中部エレクトロニクス振興会第3分科会は、静電気放電に着目し、特に人体静電気放電によるIC破壊について研究活動を実施してきた。今回はその成果の報告を行う。

2. 目的 (テーマ)

一般的に電磁ノイズと呼ばれるものにはいろいろな種類があるが、人間が身を持って現象を感じることはできるのは静電気放電であろう。

また特に重要なことは、静電気の場合、人体が帯電体となって電子機器に放電することにより機器に影響を与えること、つまり人間が電磁ノイズの発生源になることである。そこで、第3分科会では人体静電気放電によるIC破壊を、実際の人体からの放電とシミュレータからの放電試験結果を比較しつつ、詳細に検討した。

3. 人体静電気放電

3-1. 静電気について

3-1-1. 静電気とは

一般に物質は電氣的に中性状態を保っている。これは正と負の総電荷量が等しいからである。図3-1のように異なった2つの物質が接触し、摩擦すると、片方が正、もう片方が負に帯電する。これが摩擦電気とよばれるものである。

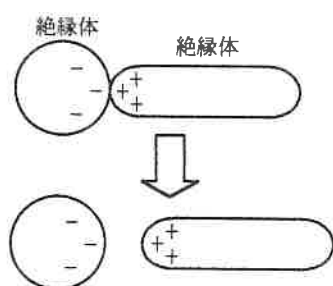


図3-1 摩擦電気

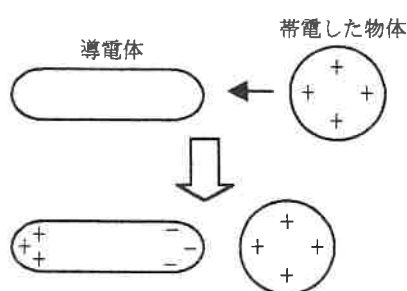


図3-2 静電誘導

次にこれら帯電体を引き離すと、それぞれの電荷はそれぞれの面に残留し、正負一對の静電気が発生したことになる。分離された物質上の電荷は漏洩と再結合により最終的には消失する。

また図3-2に示すように、絶縁された導体に帯電体を近づけると静電誘導により、導体の帯電体に近い表面には異種の電荷が、遠い表面には同種の電荷が現れる。

なお、物体に帯電する電荷量は、物質の性質、環境条件、摩擦条件などに依存し、常に一定ではない。

3-1-2. 静電気の帯電と放電

図3-3は床面上の歩行に伴う人体の帯電モデルを示す。図は無帯電状態の人体が静止時から歩行時に移行し片足だけを床面に接している状態を描いている。人体を導体とみなし、靴抵抗が床材の表面抵抗に比して十分小さく、床とグラウンド間のコンダクタンスは0とする。その時、歩行摩擦による帯電電荷が片足を通して人体容量と床容量とをほぼ同時に充電するので、グラウンドに対する人体電位は瞬間に上昇する。この電位は床と足との接触面電位に等しく、これが等電位を保ちながら床表面だけを介して漏洩する。

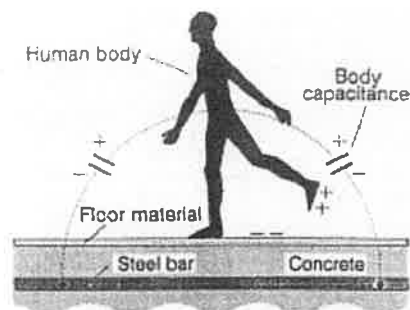


図3-3

次に、一般に公表されている、衣類の摩擦による人体の帯電電圧を測定したデータ例を表3-1に、製造工場内の静電気を測定したデータ例を表3-2に示す。

表3-1

単位 kV

		下 着					
		木綿	毛	アクリル	ポリエステル	ナイロン	ビニロン/綿
作業着	木綿	1.2	0.9	11.7	14.7	1.5	1.8
	ビニロン/綿	0.6	4.5	12.3	12.3	4.8	0.3
	ポリエステル/レーヨン	4.2	8.4	19.2	17.1	4.8	1.2
	ポリエステル/綿	14.1	15.3	12.3	7.5	14.7	13.8

表3-2

単位 V

	一般的な数値	最高の数値
カーペット上を歩いている人	12000	39000
ビニルタイル床を歩いている人	4000	13000
ベンチで働いている人	500	3000
プラスチック箱内にある16ピンDIP	3500	12000
プラスチックの出荷用チューブ内にある16ピンDIP	500	3000