

過渡電磁界の電子機器及び 通信に対する障害

過渡電磁界の電子機器及び通信に対する障害調査専門委員会編

目 次

1. 調査専門委員会設置の趣意	3	4.2 ウェアラブル機器に対する ESD ストレス	41
1.1 目的	3	4.3 気中放電の代替試験法の提案と課題	43
1.2 背景および内外機関における調査活動	3	4.4 ESD イミュニティ試験における課題と対策	47
1.3 調査検討事項	3		
2. インパルス性過渡電磁界測定技術	4	5. ESD 放射界の特異性とレベル限界	48
2.1 光電磁界センサ	4	5.1 まえがき	48
2.2 新しい過渡電磁界測定用センサ	11	5.2 ESD モデルと界表現	48
2.3 過渡電磁界の信号処理による波形再生	15	5.3 検証	48
		5.4 むすび	49
3. 放電に伴う過渡電磁界の発生と電磁妨害	19	6. 過渡電磁界による電子通信機器への 故障注入とそのメカニズム	51
3.1 球電極の諸条件における ESD 電磁波放射特性	19	6.1 はじめに	51
3.2 ESD 接近電極による 火花放電の特性及びモデリング	22	6.2 注入タイミングを制御した故障注入法	51
3.3 放電発生時の電磁波特性	26	6.3 実験	51
3.4 ESD 電磁界の通信・放送に対する影響	28	6.4 故障発生メカニズムに関する考察	52
3.5 光電界センサによる ESD 近傍電磁界測定	31	6.5 まとめ	53
3.6 衝突電極による ESD の諸特性	33	7. まとめ	55
4. ESD イミュニティ試験における課題と対策	38	7.1 活動報告	55
4.1 接触放電における異常現象	38	7.2 成果と今後の課題	55

過渡電磁界の電子機器及び通信に対する障害 調査専門委員会委員

委員長	石上 忍(東北学院大学)	委員	高 義礼(釧路高専)
幹事	林 優一(奈良先端科学技術大学)		富田 一(労働安全衛生総合研究所)
幹事	吉田 孝博(東京理科大学)		藤原 修(電気通信大学)
幹事補佐	後藤 薫(情報通信研究機構)		本田 昌實(インパルス物理研究所)
委員	石田 武志(ノイズ研究所)		増井 典明(東京理科大学)
	大沢 隆二(精工技研)		馬杉 正男(立命館大学)
	大津 佳孝(沼津高専)		嶺岸 茂樹(東北学院大学)
	川又 憲(東北学院大学)		村川 一雄(大阪工業大学)
	曾根 秀昭(東北大学)		

執筆者一覧

石上 忍	1章, 2章(2.2, 2.3), 3章(3.4)
林 優一	6章
後藤 薫	3章(3.4)
石田 武志	4章
大沢 隆二	2章(2.1), 3章(3.5)
川又 憲	3章(3.1, 3.5)
曾根 秀昭	6章
高 義礼	3章(3.2)
富田 一	3章(3.6)
藤原 修	5章
馬杉 正男	3章(3.3)
嶺岸 茂樹	3章(3.1)

1. 調査専門委員会設置の趣意

1.1 目的

電気接点間の放電や静電気放電(ESD)などの非意図的な電磁界発生源の他、超広帯域(UWB)無線通信や自動車レーダなどに使用されるインパルスレーダ等の意図的な電磁界発生源は、非常に広い周波数帯域を有し、急峻な時間変動を伴う過渡的な電磁界である。この電磁界は、電子機器や通信機器の筐体あるいは空中線を介して、それらに障害を与えるばかりでなく、電源線、信号線、もしくは接地線を経由して機器のシステム内に侵入し、電気・電子素子の直接的な破損を又は回路の誤動作を誘発することが知られている。

一方、近年の電気電子システム内部では情報伝達信号のデジタル化が進み、システムの高集積化および高速処理化がはかられ、高度化および多機能化などの高性能化を実現している。しかしその反面、情報伝達信号の低レベル化により外来電磁雑音、特にインパルス性の過渡的な雑音源による影響を受けやすい傾向にあり、EMC(環境電磁工学)上の重要な問題となっている。

放電及びESDによって生じる電磁雑音は、数十ピコ秒オーダーの過渡現象を示し、マイクロ波帯にまでおよぶ超広帯域の周波数スペクトルを有する。このため、これらの電磁界の周波数領域及び時間領域における現象解明が重要である。さらに、放電による電磁雑音強度は必ずしも充電電圧に比例せず、放電電極形状や放電電流など様々な要因が複雑に関与するため、放電現象のどのようなパラメータが電磁雑音特性を決定するかについて系統的な現象究明が必要である。

そこで本委員会では、電磁両立性(EMC)の立場から、放電及びESDの電磁波の各特性と放電パラメータ、発生メカニズムについて、また通信や電子機器への影響について検討する。このことによって、ESD・放電等の過渡現象、広帯域電磁妨害源のEMC問題が明確になることが期待できる。これらEMC問題に対応するための基礎的資料を提供し、また放電等に伴う電磁雑音対策を進めるためのEMC技術の向上を図ることを目的として本委員会は設置された。

1.2 背景および内外機関における調査活動

電磁環境技術委員会では、放電によって発生する電磁雑音問題の重要性に立脚し、放電のEMC問題を検討調査する目的で、平成20年4月に「ESD静電気放電のEMC技術調査専門委員会(嶺岸茂樹委員長(東北学院大))」、さらに平成23年4月に「放電に伴う電磁ノイズ特性調査専門委員会(川又憲委員長(八戸工大, 現・東北学院大))」を発足させ調査・研究を進めてきた。

その結果、(1)放電に伴う電磁ノイズ特性の時間領域における測定技術について調査し、現在の広帯域測定手法の妥当性を確認した。また、(2)球電極ESDによる電磁波放射メカニズムを調査し、放射電磁波の振幅特性、指向特性、

さらには偏波面特性などの諸特性を明らかにした。さらに、(3)IEC61000-4-2におけるESDイミュニティ試験方法について、実際の現場で生じるESD障害との差異について、問題点の共有が図られた。また、(4)ESDイミュニティ試験における電磁ノイズ影響のモデリングとシミュレーション技術について、伝送線路モデルを用いた解析手法の提案を行い、その妥当性について検証を行った、等の成果を得ることができた。

しかしながら、放電及びESDの電磁波の各特性と放電パラメータとの関連、及び放電に伴う放射電磁波の発生メカニズムが十分に解明されたとはまだ言えず、さらにESDや放電等からの電磁界によって、電子機器や無線通信へどのような障害や影響が生じるかについて、定量的な評価についての調査検討までには及んでいない。

このようなことから、放電やESD等の広帯域・高速過渡現象のEMC問題の全容解明に向けて、これまでの先行委員会による調査研究結果を引き継ぎ、次のステップにおける調査課題を設定し、現象究明に向けた歩みを進める位置付けで調査を行った。

1.3 調査検討事項

上述の目的と背景を鑑み、本調査専門委員会では、以下の項目に関して調査検討を行った。

- ① 放電・ESD現象の基礎・発生メカニズム、物理的側面からの機構解明
- ② 放電による過渡電磁界および放射電磁界特性
- ③ ESDイミュニティ試験方法(例えばIEC61000-4-2など)の最適化
- ④ 放電のEMCモデリングとシミュレーション
- ⑤ 放電・ESD等の過渡電磁界の電子機器及び通信への影響評価、評価パラメータの検討
- ⑥ インパルス雑音による電子通信機器への故障注入メカニズム

本技術報告書において、項目①は3.1節、3.6節、5章の内容、項目②は3.3節及び3.5節の内容、項目③は4章の内容、項目④は3.2節、項目⑤は3.4節、項目⑥は6章がそれぞれ相当する。また調査検討において新たに重要な調査議題として提起され研究がすすめられた、「過渡電磁界の新しい測定法の検討」に関しては、2章に内容がまとめられている。(石上 忍)