

# 放電・静電気に起因する電子機器の 故障・誤動作防止

放電・静電気に起因する電子機器の故障・誤動作防止  
調査専門委員会編

## 目 次

1. 調査専門委員会設置の趣意	3	7.2 雷と静電気	36
1.1 目的	3	7.3 雷保護対策の概要	37
1.2 背景および内外機関における調査活動	3	7.4 雷保護システムの課題	39
1.3 調査検討事項	3	7.5 まとめ	41
2. 放電・静電気による電磁界測定のためのセンサ・ アンテナ及び電磁界測定方法	4	8. BEMS の構成とサイバーセキュリティ	43
2.1 まえがき	4	8.1 BEMS とサイバーセキュリティ	43
2.2 過渡電磁界の信号処理による波形再生	4	8.2 BEMS のネットワーク構成	43
2.3 光電界センサを用いた ESD 過渡電磁界測定	7	8.3 ネットワークと適用プロトコル	44
2.4 広帯域折返しアンテナの開発	9	8.4 BEMS におけるセキュリティ脅威	44
3. 光電圧プローブを用いたロボットの誤動作解析	13	8.5 BEMS のサイバーセキュリティ対策	45
3.1 はじめに	13	8.6 結言	46
3.2 実験方法	13	9. IH 調り器から発生するノイズと騒音	48
3.3 実験結果及び考察	13	9.1 はじめに	48
3.4 まとめ	15	9.2 ノイズの発生	48
4. 無線通信システムにおける干渉・雑音対策	17	9.3 電磁誘導加熱中の漏れ磁束	49
4.1 無線通信システム	17	9.4 IH 調り器内のインバータによって発生する 高周波騒音	49
4.2 無線通信システムの干渉・雑音対策	17	9.5 商用電源に重畳したノイズによって発生する 可聴領域騒音	51
5. 静電気力による堆積微粒子除去の検討	21	9.6 おわりに	52
5.1 はじめに	21	10. 帯電物体の遠ざかることで生じる 2 つの非接地の金 属筐体内の静電誘導電圧	53
5.2 実験方法	21	10.1 はじめに	53
5.3 実験結果と考察	22	10.2 実験装置	54
5.4 まとめ	27	10.3 実験方法	54
6. パワー半導体デバイス用絶縁材料評価	29	10.4 実験結果	54
6.1 パワー半導体デバイス用絶縁材料の問題点	29	10.5 考察	56
6.2 実機における絶縁材料の絶縁性評価	29	10.6 まとめ	57
6.3 Q(t)法の原理と特徴	31	11. おわりに	59
6.4 Diode bridge パッケージ絶縁層の Q(t)測定	31	11.1 活動報告	59
6.5 IGBT モジュールの Q(t)法測定結果	33	11.2 成果と今後の課題	59
7. 雷保護システムの概要と課題	36		
7.1 はじめに	36		

# 放電・静電気に起因する電子機器の故障・誤動作防止 調査専門委員会委員

委員長 石上 忍(東北学院大学)  
幹事 市川 紀充(工学院大学)  
委員 大津 孝佳(沼津工業高専)  
小川 将克(上智大学)  
清水 一男(静岡大学)

委員 田中 康寛(東京都市大学)  
土田 崇(関電工)  
豊田 武二(豊田SI技術士事務所)  
米盛 弘信(サレジオ工業高専)  
鷺野 将臣(三菱電機)

## 1. 調査専門委員会設置の趣意

### 1.1 目的

ビル内のオフィスで使われる例えばパソコン、有線および無線 LAN 等の電子機器（通信機器含む。）は、静電気が原因で起こる放電（以下、放電・静電気と呼ぶ。）、静電誘導が原因で生じる誘導電圧、蛍光灯等のスイッチのオン・オフで生じる伝導ノイズや電磁パルス等で故障や誤動作を引き起こすことがある。放電・静電気は、複写機（コピー機）や電気集塵機等に应用されているが、電子機器の故障や誤動作の原因となる。電子機器の故障や誤動作の問題は、例えば電子機器の金属筐体（導電性の筐体も含む。）の厚さが薄くなるにつれて、帯電した物体から静電誘導が原因で金属筐体に生じる誘導電圧が大きくなり、今後も無視できない大きな問題といえる。電子機器内には、MOS（Metal Oxide Semiconductor：金属酸化膜半導体）型デバイスやハードディスク等に電子部品が使われており、5～10 ボルト以下の電圧が生じるだけで電子機器が故障や誤動作を引き起こすことがある。電子機器内に誘導電圧が発生する原因としては、1) 人体等の帯電した物体が電子機器の金属筐体の近くにある、2) 電子機器の金属筐体の近くで放電が起こる、3) 電子機器の金属筐体の近くに過渡電界や過渡磁界の発生源がある等の理由が挙げられる。電子機器の故障や誤動作を防止するには、誘導電圧の発生源と金属筐体内に生じる誘導電圧の関係を明らかにし、金属筐体内に生じる誘導電圧を電子機器の故障や誤動作を起こさない大きさ以下に抑えることが必要になる。

エレクトロニクス化の進む需要家設備の稼働品質を向上し、特に静電気ノイズの耐量向上及び需要家施設の運用効率向上への寄与のため、帯電した人体の移動や静電気放電、過渡電界や過渡磁界のように、未だに解決されていない放電・静電気現象で起こる電子機器（情報通信機器も含む。）の故障や誤動作の問題を解決するための調査検討が重要である。また近年の放電・静電気が原因で起こる電子機器の故障や誤動作の文献等を調査し、電子機器設計の防護指針として役立つ内容を纏めることも重要である。

そこで本委員会では、未だに解決されていないこの種の静電気の障害を調査研究し、防止対策の基礎指針を社会に提供する。また放電・静電気が原因で起こる電子機器の故障や誤動作の問題に特化して調査することで、今後の電子機器の設計に役立てられる成果をまとめ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

電気学会内では、これまでに以下の関連する調査専門委員会が活動を行ってきている。本委員会は、帯電した人体の移動や静電気放電、過渡電界や過渡磁界のように、主として放電・静電気現象で起こる電子機器の故障や誤動作の問題を扱っており、関連する以下の調査専門委員会とは次の通

り異なる。項番(1)の調査専門委員会は主として静電気放電現象及び電気接点の開閉に伴う放電現象が原因で生じるギガヘルツ帯の電磁波を定量的に把握し、電子機器を一つのシステムとして考えたシステムレベルを含む半導体のデバイスレベルでの障害及び通信への影響、項番(2)の調査専門委員会はスマートグリッドシステムに使用される多様な電力機器に対する電磁環境ノイズの影響とその対応を検討、項番(3)の調査専門委員会はシステム LSI に関連する雑音の影響を低減するための計算機シミュレーション回路技術、レイアウト技術について調査や検討を行うことを目的としている。他方、本委員会は、帯電した人体の移動や静電気放電、過渡電界や過渡磁界のように、主として静電気現象として扱える空間内の電界を乱さない現象から静電気放電のような過渡インパルス電磁界の放電・静電気現象で起こる電子機器の故障や誤動作の問題を解決することを目的としており、項番(1)～(3)の調査専門委員会を補完するものとして位置づけられる。

- (1) 電子デバイスに対する ESD 過渡電磁界の影響評価調査専門委員会（A 部門：2017 年 8 月 1 日～2020 年 7 月 31 日）
- (2) IoT 時代のシステムと EMC 調査専門委員会（A 部門：2018 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日）
- (3) システム LSI に関連する雑音の影響を低減するための技術調査専門委員会（C 部門：2016 年 4 月 1 日～2019 年 3 月 31 日）

### 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・静電気が原因で起こる電子機器（情報通信機器含む。）の故障や誤動作の問題
- ② マイクロギャップ放電が原因で生じる電磁ノイズ測定法とその防止対策
- ③ 電磁波や静電気などが原因で発生する電子機器内の電磁ノイズとその防止対策（インバータ機器から発生する電磁ノイズとその防止対策も含む。）
- ④ 電子機器の故障や誤動作防止に役立つ機器設計
- ⑤ スマートグリッド実証プロジェクトにおける情報通信機器の EMC 対策
- ⑥ ビルや工場内の EMC（CEMS と BEMS を含む需要家側のスマートグリッドで生じる EMC 問題）
- ⑦ 放電・静電気の利活用

本技術報告書において、項目①②は 2 章、10 章の内容、項目③は 3 章、9 章の内容、項目④は 10 章の内容、項目⑤は 4 章、6 章、及び 10 章の内容、項目⑥は 7 章、8 章、項目⑦は 5 章の内容がそれぞれ相当する。