

電気・電子装置のEMC対策における グラウンド設計に関する調査研究

堀 将 季 *

【要 旨】

電気・電子製品の電磁ノイズ放出レベルを抑制すると同時に電磁ノイズに対する耐性を高める EMC (Electro-Magnetic Compatibility : 電磁環境両立性) への対応が求められている。また、製品から放射される電磁ノイズの抑制や静電気放電ノイズへの耐性に係る EMC 設計では、SG (信号グラウンド) と FG (筐体グラウンド) のグラウンド設計が重要な要素となっている。しかし、SG と FG が同電位に接続されている方が EMC の面からは有利だとする報告もあるものの、有利とは言えない場合も多くあることから、現実的には課題が多くケースバイケースとなっているのが現状である。

そこで、EMC 設計上の問題を抱えている電気・電子製品を2種類抽出し、課題を抽出・整理するなどを行って、製品に相応しいグラウンド設計のノウハウを蓄積するための調査研究を行った。また、抽出した製品で問題の原因と対策の結果をフィードバックし、製品の改良を実施した。

1 はじめに

当センターにおける EMC 依頼試験や技術指導では、静電気放電ノイズへの耐性の観点から、これまでは電気・電子製品の SG (信号グラウンド) と FG (筐体グラウンド) を十分に絶縁することを推奨してきた。ところが、近年、SG と FG を同電位に接続することにより、静電気放電ノイズへの耐性や放射性電磁ノイズの抑制が向上したとする報告¹⁾もあることから、府内中小企業などの製品設計においても、グラウンド設計の考え方が多様化している。よって、静電気放電ノイズへの耐性や放射性電磁ノイズの抑制に有効なグラウンド設計について、当センターとしても知見を蓄積し、日々の EMC 技術支援において個々の製品に相応しい解決策のアドバイスを行う必要性が生じている。

そこで、当センターに EMC 依頼試験等で持ち込まれる製品について、EMC 設計に課題を抱える製品を抽出して、できるだけ様々な事例によってケーススタディーを実施することを目指し、調査研究を行うこととした。

2 EMC設計に課題を抱える製品

当センターに EMC 依頼試験等で持ち込まれる製品において、対象製品や協力企業先を探した。

東日本大震災以降、被災メーカーの電子部品の生産停止や在庫不足などがあり、平成23年度中は、既存製品に組み込まれている部品の変更による EMC 試験・評価が喫緊の課題となった企業が多く、グラウンド設計を含めた EMC 設計を根本的に変更し見直す製品を殆ど見かけることができなくなった。よって、当該研究テーマと同様の課題を有する事例を2種類抽出したに留まり、数多く抽出するには至っていない。

◆カメラ・映像レコーダ

(概要) 静電気放電ノイズの耐性に問題のある製品であり、EMC 設計に抜本的な見直しが必要な製品。

◆分析・計測機器

(概要) これまでの当センターでの EMC 試験で静電気放電ノイズへの耐性や放射性電磁ノ

* 応用技術課 副主査

イズの抑制に苦労された製品で、EMC設計に課題を抱える製品。

3 EMC設計の課題調査と対策検討

上記「カメラ・映像レコーダ」において、EMC設計の課題の調査と対策の検討を行った内容について報告する。

3. 1 製品の初期状態

製品の1箇所静電気ノイズを印加したところ、各部、1kVでは正常に動作したが、2kVでは製品の他の3箇所に印加した際に製品がフリーズした。また、製品の蓋を開けて、同様に製品の他の2箇所に2kVを印加した際も製品がフリーズした。

3. 2 静電気ノイズの伝搬経路調査

製品のフリーズの原因は、静電気ノイズが製品のDC電源線、シールドボックス、電源ユニット、LANケーブルなどの各部品類を伝搬してマザーボードに侵入し、CPUが誤動作している可能性が高い。よって、それぞれの部品からの伝搬について調査検討を行った。

3. 2. 1 DC電源線

製品内を配線されているDC電源線からマザーボードに静電気ノイズが伝搬し、フリーズの原因となっていると仮定し、製品筐体に向かって、カメラ・SSD・マザーボード・無線LANを製品左側に配置して離し、中心にシールド板を垂直に配置した。また、DC電源線は製品筐体からカメラ・SSD・マザーボード・無線LANまで配線し、シールド板の下を通して、伝搬の影響について調査検討を行った。

製品筐体に静電気ノイズ2kVを印加すると、製品はフリーズした。また、DC電源線に平編シールド材を施し、同様に製品筐体に静電気ノイズ2kVを印加すると、製品はフリーズした。よって、

静電気ノイズがDC電源線を伝ってマザーボードに侵入している可能性が高いことがわかった。

続いて、DC電源線にフェライトコアを装着(2重巻)して製品筐体に静電気ノイズを印加したところ、2kV~6.5kV印加時はフリーズせず7kV印加時にフリーズを起こして、劇的に耐性が向上した。

したがって、DC電源線へのシールドやノイズ・フィルタ対策により、静電気ノイズへの耐性は向上することがわかった。

3. 2. 2 シールドボックス

DC電源線に係る調査検討結果を受けて、DC電源線にシールドやノイズ・フィルタ対策(平編シールド材+フェライトコア(2重巻))を施した状態で、製品筐体内に各部品を戻した。製品の3箇所に静電気ノイズ2kV~3.5kVを印加したところ、3箇所のうち2箇所に3kV,3.5kVを印加した時にフリーズした。

製品筐体は金属製ではあるものの、防水性の観点などから繋ぎ目はゴムパッキンにて絶縁されており、筐体のシールド性としては不完全でありシールド効果を期待することはできない。よって、静電気ノイズに弱いマザーボードやSSDは、別途、シールドボックス内に収める必要があることがわかった。

そこで、マザーボードやSSDをシールドボックス内に収納して、FG(=アースに接続)と同電位に接続した状態で製品筐体に収めて静電気ノイズを印加したところ、4kVの製品目標レベルまではフリーズしないことがわかった。

3. 2. 3 電源ユニット

DC電源として、当初はシールドボックスなしのACアダプターを採用していた。この状態で、製品に静電気ノイズ3.5kVの印加でフリーズした。

AC アダプターの出力に静電気ノイズが伝搬していることを疑い、シールドボックスに覆われた電源ユニットを試しに用いて、同じ試験条件下で静電気ノイズを製品に印加した。4kV の製品目標レベルまではフリーズせず、5kV でフリーズした。

3. 2. 4 LANケーブル

製品内を配線されているLANケーブルについても、マザーボードに静電気ノイズを伝搬している原因ではないかと仮定し、シールド性のないLANケーブルと、シールド性のあるものとで比較検討を行った。

シールド性のないLANケーブルを採用した製品では、製品に静電気ノイズ 3.5kV の印加でフリーズした。一方、シールド性のあるLANケーブルを採用した製品では、同じ試験条件下で、静電気ノイズ 4kV の製品目標レベルでの印加でフリーズしないことがわかった。

4 まとめ

(1) 静電気放電ノイズの耐性に問題のある製品（カメラ・映像レコーダ）と、これまでの当センターでのEMC試験で静電気放電ノイズの耐性や放射電磁ノイズの抑制に苦勞された製品（分析・計測機器）との2種類を、EMC設計に課題を抱える製品として抽出した。

(2) 上記製品において、製品内のDC電源線や不完全なシールドボックス、ACアダプター、シールド性のないLANケーブルからマザーボードに静電気ノイズが伝搬し、製品に不具合が生じている状況を確認した。対策として、配線類へのノイズ・フィルタの追加、シールドケーブルやシールドボックスの採用などにより静電気ノイズの耐性が向上することを確認した。現在、この確認結果により、製品改良が行われている。

(3) 製品の静電気放電ノイズへの耐性や放射性電磁ノイズの抑制においては、ノイズ・フィルタ、シールドボックスやグラウンド設計など、1つの対策方法の採用だけでなく、多面的かつ総合的な対策が必要であった。

(参考文献)

- 1) 沖エンジニアリング株式会社 ホームページ
http://www.oeg.co.jp/Exhibition/pdf/2007OEG_EMG.pdf