

リンクサーキット株式会社

(<http://www.link-circuit.co.jp>)

製品の EMC 適合性を確保するためにプリント基板設計技術はますます重要になっています。

リンクサーキット株式会社では、EMC に強いプリント基板設計技術の習得のために、当社の製品を使用して埼玉県産業技術総合センターに研究委託を行いました。この「製品の EMC 対策の考察」はその成果として報告されたものです。

製品のEMC対策の考察

能戸崇行*¹

Consideration of the EMC measure against of a product

NOTO Takayuki*¹

抄録

リンクサーキット株式会社製のガス濃度測定監視システム多点サンプリング装置について、当センターが保有するEMC(ElectroMagnetic Compatibility) 関連設備である電磁波障害対策室において、国際規格であるIEC61000-4-3第3版の放射無線周波数電磁界イミュニティ試験を行い、被試験機に対しての妨害耐性を各対策ごとに検証した。その結果、対策を行うことで未対策の状態よりは耐性を増すことができたが、完全に電磁界の影響を抑えることはできなかった。更に耐性を上げるにはFG(FrameGround)とSG(SignalGround)を切り分ける等の機器内部における基板ベースの対策等が必要と思われる。

キーワード：EMC，放射無線周波数電磁界イミュニティ試験，対策

1 はじめに

近年さまざまな機器の電子制御の利用、デジタル化及び処理速度の高速化に伴い、電子電気機器における電磁ノイズの問題が発生してきている。それに伴いさまざまな製品への法制化、規制の強制化が実施されてきており、製造業や商社等の各企業が電磁ノイズへの対応を迫られている。それらの企業でも自社にて製品を開発していない企業にとってはブラックボックス化している電子部品や電子回路基板等から不要に発生する電磁ノイズやそこに影響する外部の電磁ノイズへの対応が困難な問題となっている。そこで今回はリンクサーキット株式会社製のガス多点サンプラーについて、国際規格であるIEC61000-4-3第3版の放射無線周波数電磁界イミュニティ試験を行い、被試験機に対しての妨害耐性を各対策ごとに検証した。

2 試験方法

試験条件としてIEC61000-4-3に基づいたLevel3 10V/m, 1kHz80%変調, 周波数ステップ1%, 掃引周波数80MHz-1000MHzにて試験を行う。当センターで使用している木製テーブルのスペックはIEC61000-4-3での試験に対応した木製のテーブルで、床面からの高さ800, テーブル面(W1500, D1000)の非導電性テーブルを使用している。被試験機であるガス多点サンプラーは本体下部から入出力信号のケーブルが複数接続されており、このケーブルの可曲性が良くなかったため、機器はテーブルの中心部にセッティングして、そこにある穴からケーブルを垂直に落とした。被試験機の設定条件はUSBマウント状態、動作はAUTOモード、測定時間設定ガス入れ替え時間5秒、測定時間10秒、測定チャンネル2ch。その際の入出力信号の仕様としてケーブル長は3m、同軸ケーブルを使用、アナログ入力信号は0-10Vレンジで0V設定、信号ラインとGNDはショート状態として0.1uFを介して

*¹ 技術支援室 電気・電子技術担当



写真1 デジタルマルチメーター

接地。接点入力信号は全てオープン。アナログ出力信号は4-20mAで4mA出力、100Ω抵抗を介して400mV出力とする。その電圧を写真1のとおりデジタルマルチメーターで測定して放射無線周波数電磁界イミュニティ試験の影響を確認する。ロガーのような連続的な記録計では試験の影響を受けてしまい、数字のバラつきが被測定物の影響なのか、記録計の影響なのかを切り分けられなかった。前記試験において安定した実績のあるデジタルマルチメーターによる目読とした。接点出力は信号端を10kΩの抵抗で接続して、0.1μFを介して接地した。

今回の試験では電源線からの影響を取り除いて原因を絞るため、あらかじめ星和電機製高周波用(E04SR301334)と低周波用(E04SRM563218)の2種類のフェライトコアを電源線の筐体イントレット側に装着しておく。

3. 結果及び考察

3.1 未対策及び未接地

まずは垂直偏波、正面方向より電波を印加して未対策時の状況を確認した。掃引周波数80-1000MHzにて全体的に正常値の400mVを超えているが、大きなバラつきが確認できた周波数が4ポイントほど確認できた。周波数とレベルを()内に記す。90MHz付近(約800mV)、130MHz付近(約700mV)、250MHz付近(約700mV)、500MHz付近(約600mV)。これから対策を施して試験を行う

が、上記のアナログ出力値が大きく外れたポイントに対しての効果を検証していく。また、これ以降の試験についても垂直偏波、正面方向より電波を印加した条件で行う。

3.2 シールド線、コンセントアースに接地接続

写真2のとおりACコンセント端にある接地端子に同軸ケーブルのシールド線を接続した。

90MHz付近は(約800mV 約750mV)と若干下げることができたが、130MHz付近(約700mV)、250MHz付近(約700mV)、500MHz付近(約600mV)についてはほとんど改善がみられなかった。

SG(Signal Ground)とFG(Frame Ground)が共通でとられていることから、同軸ケーブルのシールド線は既に電源線のアースで接地されており、効果が期待できないことが考えられる。

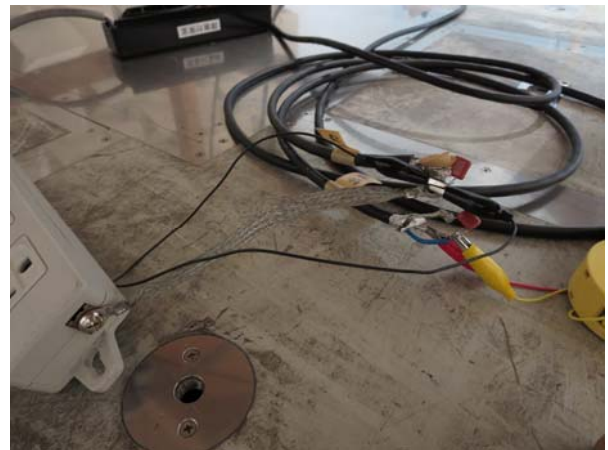


写真2 同軸シールド線接地

3.3 3.2に信号線にフェライト、シールド線を銅テープでアースを共通

写真3のとおり被試験機下部にあるコネクタへのケーブル接続部にフェライトコアを取り付け、同軸ケーブルのシールドを銅テープで共通化した。フェライトは星和電機製E04SR170730A。

90MHz付近(約800mV 530mV)はかなり軽減することができた。130MHz付近(約700mV)は変化なし、250MHz付近(約700mV 600mV)、500MHz付近(約600mV)は変化なし。

90MHz付近の低い帯域ではフェライトコアの効果



写真3 信号線対策、シールド線共通接地

がはっきりあらわれた。

250MHz付近もシールドの接地強化による若干の効果があった。

3.4 3.3に信号線をジッパーチューブでシールド
写真4のとおり被試験機下部の信号線ケーブル全体に日本ジッパーチュービング製のMTF-25で全体を覆ってみた。

3.3の結果に比べて90MHz付近（約800mV 530mV）は変わらず。130MHz付近（約800mV 650mV）は若干改善された。



写真4 信号線にジッパーチューピング

250MHz付近（約700mV 600mV）も変化なし、500MHz付近（約600mV 550mV）は若干改善された。

同軸ケーブルのシールド上に、さらにシールドを強化するために使用した結果、若干の改善はみられたが、効果的にノイズを減らすほどには至らなかった。

シールドの強化だけでは限界と思われる。

3.5 3.4に盤内フラットケーブルにフェライト

3.4までで被試験機外部の信号線に対しての対策はほぼやりつくしたので、ここでは被試験機内部の対策を行ってみる。

筐体自体はほとんど鋼板で覆われていて、唯一前面切りかけの部分に表示パネル及びその基板がある。そこから内部の基板に向けて電源や信号線がケーブルで結ばれている。



写真5 盤内フラットケーブルに対策

前面の基板やケーブルからのノイズの影響を確認するために、写真5のとおりフラットケーブルに星和電機製E04SR311835Fフラットケーブル用フェライトコアを取り付けてみて効果を確認した。試験をした結果、3.4の結果と変わらないことから、妨害電磁波が筐体内部に入り込んで、値を乱す原因となっていない事が確認できた。

3.6 3.4にコネクタ部をアルミ箔でシールド

信号線が直接暴露している被試験機下部のコネクタ部分を写真6のとおりアルミ箔で覆ってみて、ケーブルのシールドに加え、シールドを強化した



写真6 3.4の状態でコネクタ部アルミ箔シールド

効果を確認する。

しかし試験をした結果、3.4の結果と変わらないことから、こちらも暴露しているコネクタ部分が直接ノイズを拾って、値を乱す原因となっていない事が確認できた。

4 まとめ

基板上以外での対策を一通り行ってみたが、一部効果的な対策はとれたが、部分的にまだまだ放射免疫試験の影響で値がかなり高くなってしまっているところがある。

信号線のシールドの接地への不十分さがあるために、放射免疫試験の影響をダイレクトに受けてしまい微少な電流信号に影響を及ぼしていることが考えられる。

今後考えられる対策としては外部だけでは不十分なので、金属コネクタによるシールドとの完全な結合、FGとSGとの切り分け、機器内部における基板上的アース、信号線へのローパスフィルタによる対策等基板のパターンの改版を行う必要があると思われる。

参考文献

- 1) 戸枝保、能戸崇行：電磁波障害対策の効果的適用方法に関する研究，埼玉県産業技術総合センター研究報告，1(2003)
- 2) 関口克己，戸枝保：放射電磁ノイズにおける対策手法と適用方法に関する研究，玉県産業技術総合センター研究報告，7(2009)