

高速電力線通信(PLC)の漏洩電磁波も止めるAC電源フィルタ コンセントの開発

The Development of AC Power Supply Tap with GHz Eliminator Filter for PLC

小宮邦文[†] 阿部康弘^{††}

[†]ケイアールエフエム株式会社 横浜本社

^{††}ケイアールエフエム株式会社 東京 R&D

1. はじめに

100V電源線に高周波信号を重畳する高速電力線通信(PLC)機器が発売され、日本においても電力線を利用する通信方式が一般家庭に展開されることになった。

しかしながら、ディファレンシャルモードのバランスが取れなくなって発生するコモンモード電流ノイズ障害などから漏洩する電磁波ノイズに関する懸念は払拭されていない。

このことから、PC周辺機器や通信機器に対するEMC(電磁環境適合性)対応を心配する電子機器技術者は多い。

そこで、問題になりそうなAC配線からの電磁波ノイズをシャットアウトするフィルタリング機器の開発が、環境電磁波ノイズ対策の、ひとつの解法になると考え、30MHzまでは勿論のこと、GHz帯域までの電磁波ノイズをAC商用電源から除去するPLC機器用コンセント(TAP)を開発した。

2. AC100V電源のフィルタ

従来のAC電源線用フィルタ製品は、用途別に、多岐にわたる品揃えがあり、フィルタリングされる帯域も減衰量もいろいろあってオフィスや家庭で、どれを使えば「安心できるAC電源」になるのか、判断に困るのが現状である。

また、ADSLやFTTHなどの通信配線の施工を行う事業会社などが用いる、AC電源フィルタ製品は電磁波ノイズというよりも、雷や異常電圧サージの保護も含めた多目的用途に開発されてきたために、PLC通信保護のための電源ノイズフィルタとしては問題があると言わざるを得ない。

このような状況から、PLC機器のためのフィルタ開発というコンセプトは変更し「電子機器を安心して使える一般のAC100V電源」のための安心電源フィルタ開発とした。

2.1 AC電源線ノイズフィルタ

図1は、電源線ノイズフィルタと呼ばれるAC電源のフィルタの周波数特性(50オーム系測定)の一例である。

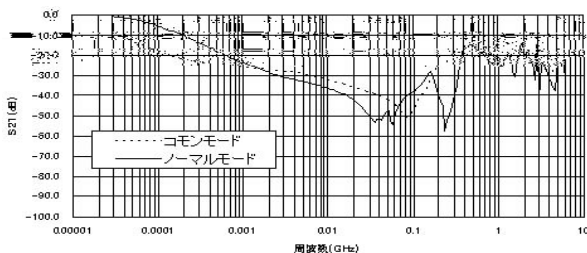


図1. インレット型AC電源線ノイズフィルタ

これらの電源フィルタの基本的な回路は、AC電源に並列

に入る抵抗とコンデンサ(Xコン)に続いて、直列にチョークコイル(コモンモード)そして両方の線路からGNDの接地線路に繋がる2個のコンデンサ(Yコン)で構成されている。

けれども、100MHz帯まで伸びているフィルタは、逆に100kHz以下が切れていないといった具合に、フィルタリング帯域は狭くて、PLCの全帯域である10kHzから450kHzと2MHzから30MHzの両方をカバーしてGHzの帯域まで切れているフィルタは見つけれなかった。

2.2 AC電源線の周波数特性

AC電源線にGHzの信号を通しても、線路中で減衰して通らないという意見は多い。しかし、電源線自体が電波に対しシールドされていないのだから、AC電源の入口に付くフィルタとしてはGHz帯域までの除去が必要である。よって、開発する電源フィルタの上限目標はマイクロ波帯とした。

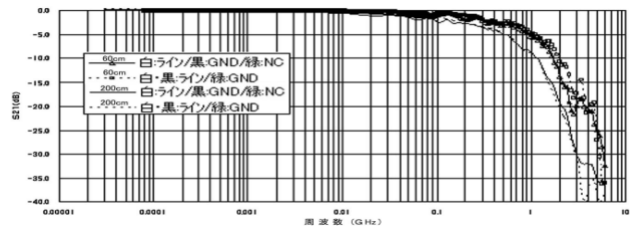


図2. AC電源線(3芯)の周波数帯域と減衰量
50オーム系(ネットワークアナライザ)使用

図2の3芯AC線に対して断面積では100分の1以下の細い同軸線の減衰が、数GHz帯でも減衰量は3dB以下に収まっている。これは、高周波の測定系にマッチした線材の構造である同軸線と、純抵抗は低いかもしれないが、高周波対応の線路でないAC電源線のインピーダンス系が違うために現れた測定結果であるが、片側の線が接地極で不平衡であるAC電源線にはノーマル、コムの両モードが混在して重畳しやすく、図2のグラフもGHz帯は測定が暴れている。

2.3 AC電源線安心電源フィルタ

AC電源線には、伝搬する電磁波ノイズに飛んできた電波ノイズも重畳することを考慮すると、開発するAC電源フィルタは、金属ケースに入れることが望ましく、特に出力側ACコンセントからは、すぐに電子機器のACコンセントに繋がる構造にすることも必要である。

2.4 フィルタ特性測定回路

主要な特性である周波数特性の確認には、ノーマルモード測定とコモンモード測定の両モードの測定を行なった。

GHz を越える超広帯域のコモンモード測定に用いるパワーデバイスが、時間の制約もあり入手できないことから、直接入力線の2線を繋いで測定した。このときにGND線路は、フィルタ基板に作られた独立のGNDパターンを利用した。

ノーマルモード測定は、これもGHz帯域までの超広帯域をカバーするバルン(平衡不平衡マッチング・トランス)がないために、直接フィルタ基板に接続して測定した。



図3. 両モードの測定回路構成

3. フィルタ回路構成

コモンモード・チョークコイルとコンデンサのそれぞれについては、互いの共振点が大きく狂わないように、個別に測定を行なうと共に、ペアリングの周波数特性も測定した。

このときの測定基板は、実際に組み込む基板を用いて測定した。これは、AC電源フィルタ基板が、高周波の電磁波ノイズの除去に相応しく作られた基板ではないため、個別測定を行ううちに、この基板の形状や材質、厚み等で決まる固有の共振点が、いくつかあることも解った。

3.1 大電力用コイルフィルタ

開発のスタート時から、特許取得したショートリングタイプのコイルフィルタを活用できないかということは、開発目標のひとつでもあったので、大型(大電力用)のコイルフィルタ実験も平行して進めた。



写真1. 従来品と大電力用コイルフィルタ

その結果、写真1の、太い線で大口径に巻いたコイルフィルタと細い線で巻いたコイルフィルタは、電力の違いはあるが、線径とコイル径との関係が同様であれば、ほぼ同じ周波数特性となることも解った。

3.2 安全、安心回路の追加

産業用の従来品には搭載されている、雷保護、異常サージ保護、過電流保護、などの安全対策を付加するべきかどうかについては、近年の商用電源のノイズな状況を考えると、電源フィルタに安全対策を付加すべきであると判断した。

4. フィルタ特性

超広帯域を実現するために、コモンモード・コイルも、ノ-

マルモード・コイルも新しく専用に開発製作した。

図4は、超広帯域にわたる周波数特性測定のために3台のネットワーク・アナライザのデータで作成した最終の電源フィルタのコモンモードとノーマルモードの、両モードでの周波数特性の測定結果である。

低域特性は、基板の低域共振が取れなくてグラフが暴れるため28kHzからになった。高域は20GHzまでの除去特性を確認し、-20dB帯域での超広帯域特性は実現した。

-30dBの帯域は、数10MHzから数100MHzまでの帯域が十分に落ちていない等の課題が残った

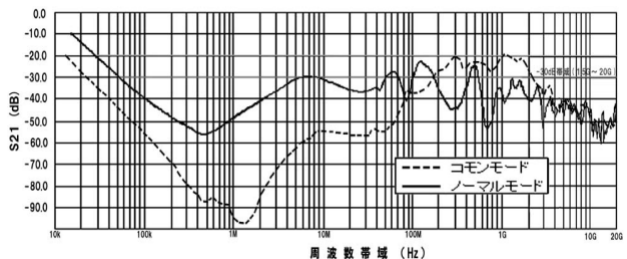


図4. 周波数特性(10kHzから20GHzまで)

4.2 製品説明

写真2は、開発した金属ケースの安心・電源フィルタ製品である。出力側は、ACインレットタイプのコネクタが一体成形されたコネクタ・ケーブルで、コネクタ端までシールドされている。



写真2. 金属ケースの電源フィルタ・モジュール

金属ケースの入力部は、3芯のインレットコネクタを差し込めるように、レセプタクルのインレット型になっている。

この安心・電源フィルタの使い方は、デスクトップタイプパソコンの電源コネクタを引き抜いて、このフィルタに差し込む。反対側から出ている出力インレットケーブルを抜いたパソコンの電源に差す。

6. まとめ

今回開発したショートリングタイプ・コイルフィルタのGHz帯域での電気的特性に関しては、巻き方向、形状、コア材特性などの条件による諸特性の中に、解明できていない未解決な課題もあり、継続して開発を続ける。

参考文献

[1] 上芳夫、「高速電力線通信からの妨害の許容値」
CHOFU Network Vol.18-3 2006