

ノイズ対策技術に関する研究*

小田 誠*¹

Research on Noise Measure Technology

Makoto ODA

電子機器に多く使われるようになってきたスイッチング電源は、スイッチング周波数の高周波化、部品実装の高密度化などにより小型化が進んでいる。このため電源部分から発生するノイズ発生量が多くなり、伝搬経路が複雑になったので対策が困難になってきた。本研究では、スイッチング電源から発生するノイズの発生メカニズムを解明した上で、スイッチング電源を構成するラインフィルタやYコンデンサ等の部品定数を検討することにより伝導性妨害を低減させることができた。また、ノイズの伝搬経路を解明し、入出力に使用するケーブルの取り付け方法に検討を行うことにより、放射性妨害を低減させることが出来たので報告する。

キーワード：スイッチング電源、伝導性妨害、放射性妨害

1 はじめに

スイッチング電源はパーソナルコンピュータを始め多くのOA機器に採用されており、最近では性能の向上もありAV機器にまで採用されるようになってきた。スイッチング電源は交流を整流し直流に変換し、それをスイッチングによってPWM制御することにより安定したDC出力を得ている。スイッチングスピードを速くすることによってトランスの小型化や効率の向上が得られる反面スイッチング素子を中心に多くの高周波ノイズを発生する可能性があり、EMC対策はさらに高度な技術を要求されることになる。今回はスイッチング電源のEMI対策を中心に検討を行った。

出力部に分けられる。

スイッチング電源仕様

定格入力電圧 AC100V
入力周波数 47～470Hz
定格出力電圧 5V
定格出力電流 2A

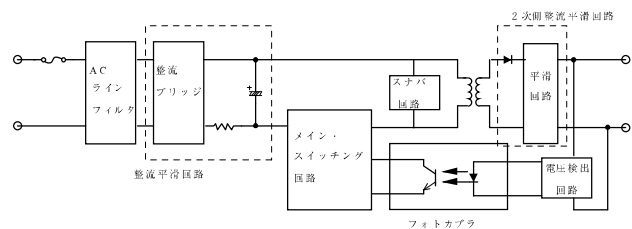


図1 スwitchング電源のブロック図

2 実験方法

2-1 スwitchング電源回路設計

ノイズ対策評価用にRCC方式レギュレータを試作した。試作したスイッチング電源の仕様は次のとおりである。

またスイッチング電源をブロック別に分けると図1のように、AC入力部、スイッチング部、DC

2-2 ノイズ測定

高周波のエミッション規格としてCISPR22に規定されている、伝導性妨害及び放射性妨害を測定し、ノイズ対策効果を評価した。測定方法もCISPR 22によって行った。

* ノイズ対策技術に関する研究(第3報)

* 1 機械電子・デザイン部

2 - 3 AC入力部への対策

Yコンデンサの定数を(1)4,700pF、(2)2,200pF、(3)0 pFにした場合のノイズを測定した。またラインフィルタの定数を(1)33mH、(2)5 mH、(3)0 mHにした場合のノイズを測定した。

2 - 4 スイッチング部への対策

スナバ回路用コンデンサの定数を(1)22,000pF、(2)10,000pF、(3)0 pFにした場合のノイズを測定した。

2 - 5 DC出力部への対策

チョークコイルの定数を(1)8 μ H、(2)3.3 μ H、(3)0 μ Hにした場合のノイズを測定した。

2 - 6 AC入力電源線への対策

AC入力電源線に(1)フェライトコアを装着した場合、(2)電源線をシールドした場合のノイズを測定した。

2 - 7 DC出力電源線への対策

DC出力電源線に(1)フェライトコアを装着した場合、(2)電源線をシールドした場合のノイズを測定した。

3 結果及び考察

3 - 1 ノイズ測定

試作したスイッチング電源の伝導性妨害及び放射性妨害を測定した。図2、図3に示す。また、基板を接地した場合の放射性妨害を図4に示す。

接地をとることによってコモンモード電流が減少し、放射性妨害が減少することが分かった。

3 - 2 AC入力部への対策結果

Yコンデンサの定数を(1)4,700pF、(2)2,200pF、(3)0 pFにした場合の伝導性妨害測定結果を図5～7に示す。またラインフィルタの定数を(1)33 mH、(2)5 mH、(3)0 mHにした場合の伝導性妨害測定結果を図8～10に示す。AC入力部の部品定数の違いにより伝導性妨害が大幅に変化した。同様に放射性妨害の測定も行ったが、部品交換による変化はほとんどなかった。

3 - 3 スイッチング部への対策結果

スナバ回路用コンデンサの定数を(1)22,000pF、(2)10,000pF、(3)0 pFにした場合の伝導性妨害測定結果を図11～13に示す。スイッチング部の部品定数の違いにより伝導性妨害が変化した。同様に

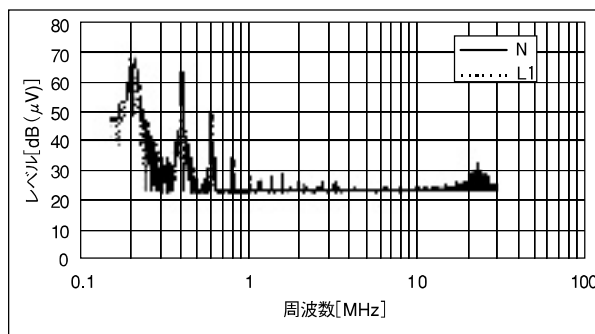


図2 伝導性妨害

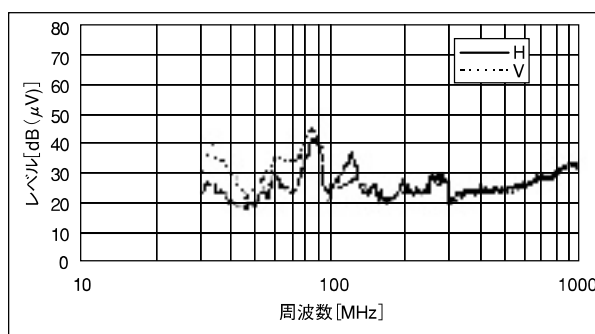


図3 放射性妨害

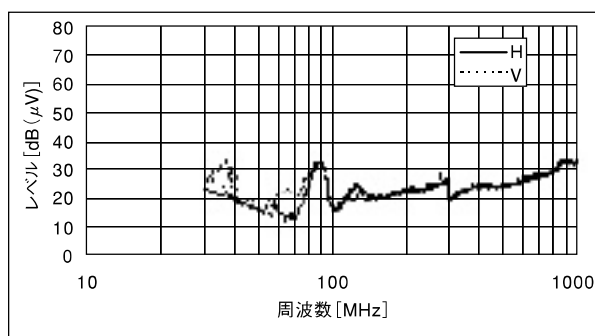


図4 放射性妨害（アース付）

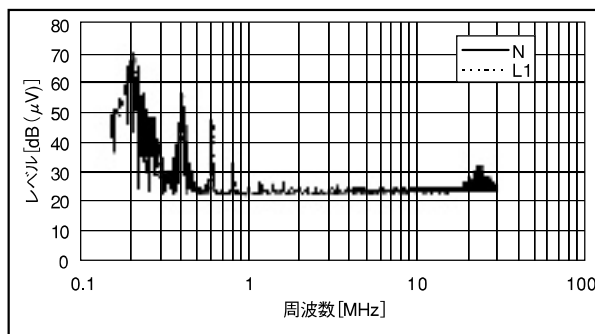


図5 Yコンデンサ4,700pF

放射性妨害の測定も行ったが、部品交換による変化はほとんどなかった。

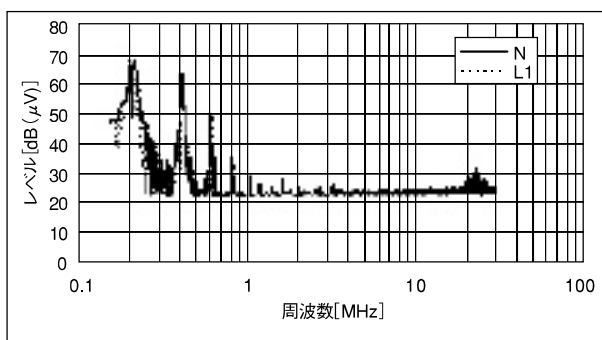


図6 Yコンデンサ2,200pF

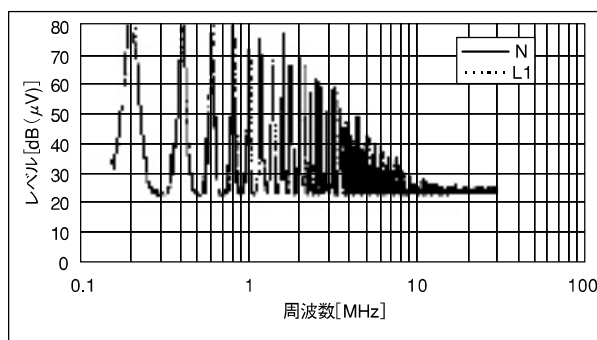


図10 ラインフィルタ0 mH

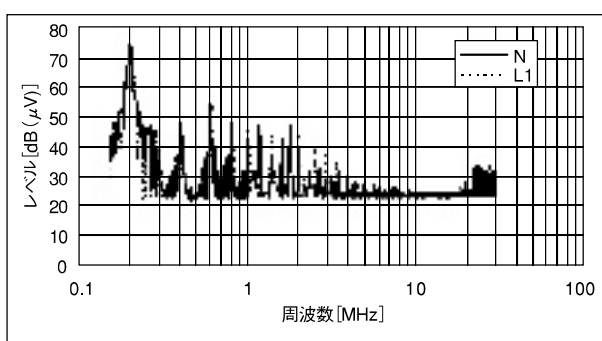


図7 Yコンデンサ0 pF

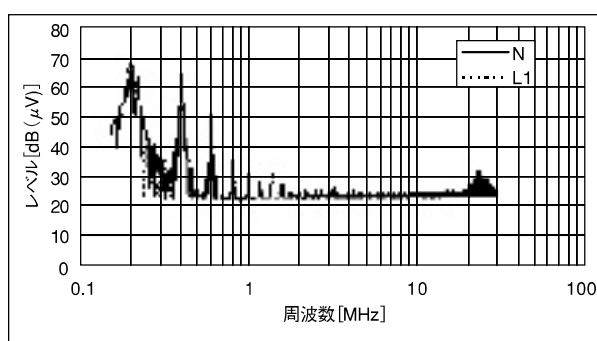


図11 スナバ回路用コンデンサ22,000pF

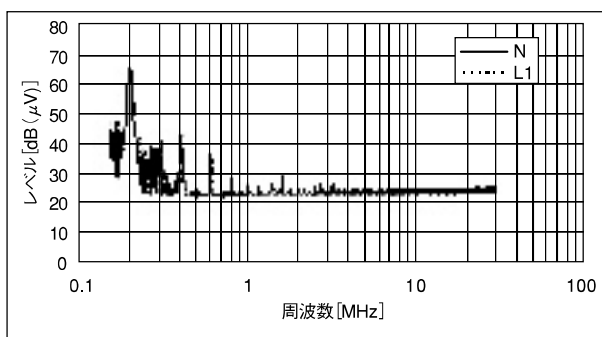


図8 ラインフィルタ33mH

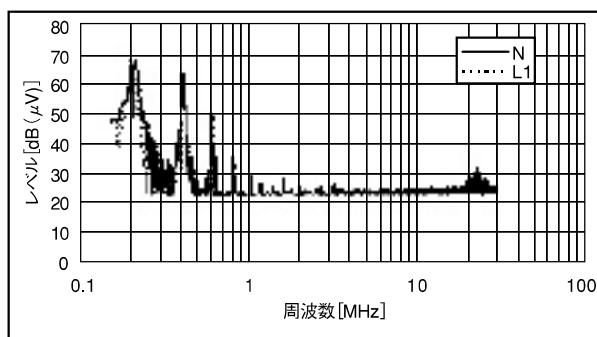


図12 スナバ回路用コンデンサ10,000pF

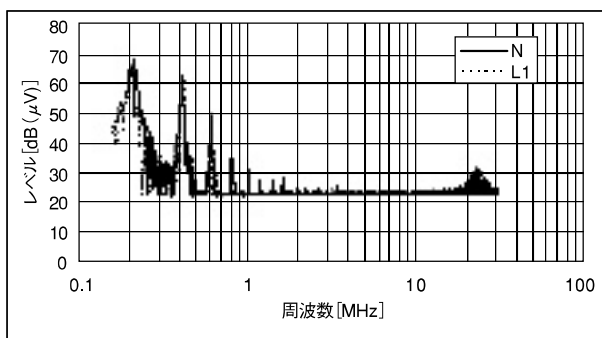


図9 ラインフィルタ5 mH

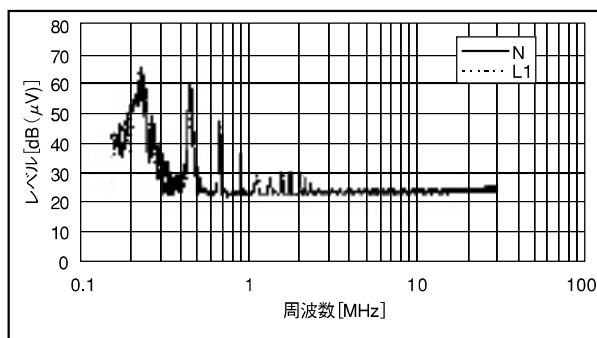


図13 スナバ回路用コンデンサ0 pF

3 - 4 DC出力部への対策結果

チョークコイルの定数を(1) $8\mu\text{H}$ 、(2) $3.3\mu\text{H}$ 、(3) $0\mu\text{H}$ にした場合の伝導性妨害測定結果を図14~16に示す。同様に放射性妨害の測定も行ったが、部品交換による変化はほとんどなかった。

AC入力部、スイッチング部、DC出力部の部品の定数の違いにより伝導性妨害は減少したが、放射性妨害の低減には効果がなかった。このことより伝導性妨害の対策には回路設計によるスイッチング周波数等の検討が効果的であることが分かった。

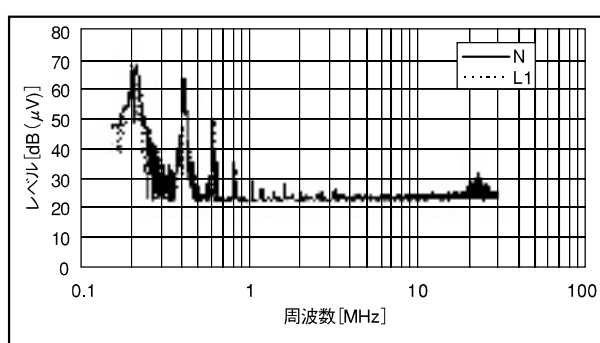


図14 チョークコイル $8\mu\text{H}$

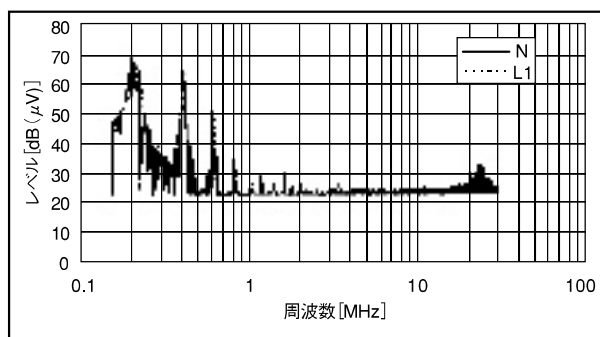


図15 チョークコイル $3.3\mu\text{H}$

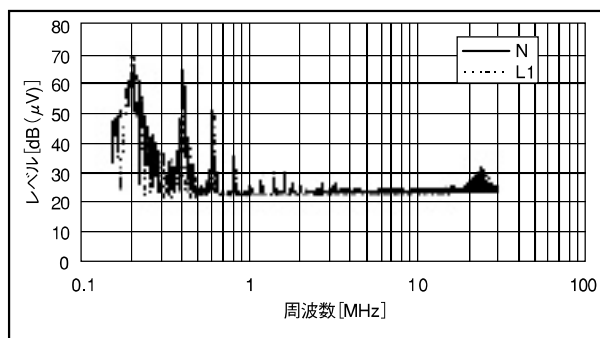


図16 チョークコイル $0\mu\text{H}$

3 - 5 AC入力電源線への対策結果

AC入力電源線に(1)フェライトコアを装着した場合、(2)電源線をシールドした場合の放射性妨害測定結果を図17~18に示す。同様に伝導性妨害の測定も行ったが、変化はほとんどなかった。またシールド線を使用する際にはシールド部分を接地しないとノイズ対策の効果が全く出ないことが分かった。

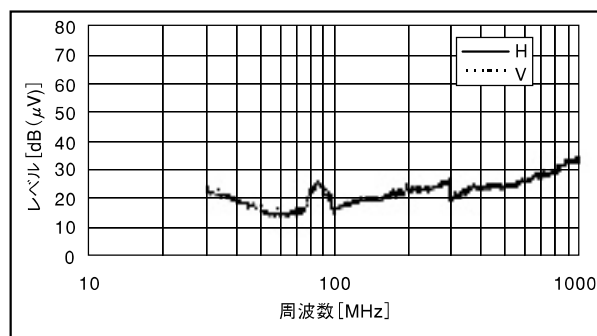


図17 AC電源線フェライトコア装着

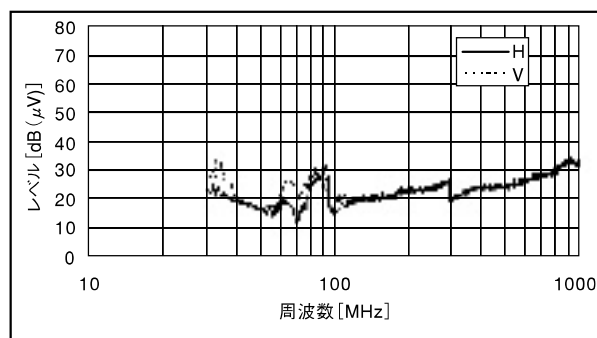


図18 AC電源線シールド

3 - 6 DC出力電源線への対策結果

DC出力電源線に(1)フェライトコアを装着した場合、(2)電源線をシールドした場合の放射性妨害測定結果を図19~20に示す。同様に伝導性妨害の測定も行ったが、変化はほとんどなかった。

AC入力、DC出力部の電源線に対策を施すことにより放射性妨害を減少させることが出来た。シールドによる効果があまり大きくなかったことから今回試作した回路においては、ノイズ発生源からケーブルにカップリングしているノイズがあまりないことが予想される。また、放射性妨害は発生源が存在しても外部へのケーブル類が無ければ発生しないことが分かった。このことよりノイズ発生源とケーブルの距離を十分大きくとり、カップリングを小さ

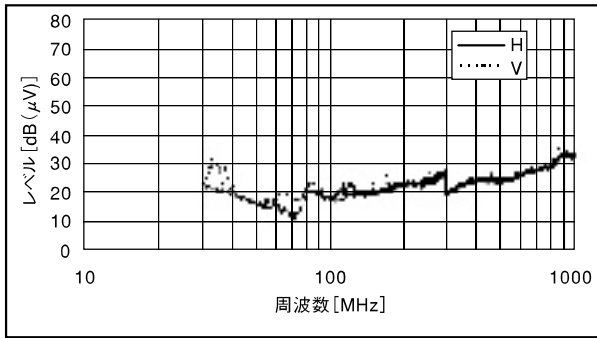


図19 DC電源線フェライト装着

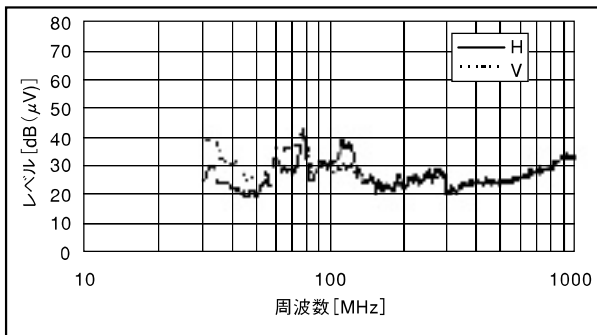


図20 DC電源線シールド

くする必要があると分かった。放射性妨害の周波数は回路のスイッチング周波数ではなく、ケーブルや基板のパターンとの共振周波数によるところが大きいと考えられる。

4 まとめ

伝導性妨害は電源の中で発生するノイズがACコードを伝って外部に出ていくものである。周波数成分は比較的低いところにあり、対策は、回路内の部品定数によるところが大きいことが分かった。

また、放射性妨害は周波数成分が比較的高いところにあり、周波数はケーブル類との共振によるものである。対策には外部へのケーブル類とのカップリングを少なくすることが効果的であることが分かった。

5 参考文献

- 1) 戸川治朗, 実用電源回路ハンドブック, CQ出版社, 2001