EMI対策回路技術の研究

濱口　純一*，林　一哉*，田畑　康晴*

Study on Technology of EMI Prevention Circuits

by Junichi HAMAGUCHI, Kazuya HAYASHI and Yasuharu TABATA

[要　旨]

情報機器，制御機器等の誤動作の原因となる電磁波ノイズの対策方法について調査を行った．また，電動工具に対する放射ノイズ，電源ラインノイズに対する測定を行った．また電源ラインノイズについては，対策を行い規格より20dB程度低く押さえることができた．

1．はじめに

ディジタル技術の発達にともなって，電子機器からの電磁波ノイズによる機器誤動作が問題となっている．加えて，電子機器の小型化，軽量化は高密度，高感度の回路を構成することになり，誤動作の可能性を高くしている．このような状況の下，電磁波ノイズに対する国際基準が整備され，規制が強化されると共に，電磁波ノイズの低減が求められている．

今回は，当センターを利用する企業を中心に行った電磁波ノイズ対策調査と，電動工具のノイズ測定及び対策を行ったのでこれを報告する．

2．電磁波ノイズ対策調査

付録に一例を示したように，対策の方法は製品やノイズの発生要因により異なることがわかる．そのためノイズの低減を行うには，まずノイズ発生源の把握（ノイズ発生周波数，ノイズ発生周期からの推測やノイズ輻射の強い部分の調査）とノイズ伝導経路の把握（筐体からの輻射，ケーブルからの輻射など）を行い，その後，適切な対策を効じるべきである．

対策は以下の様なものがある．

1）グランドの強化
2）シールドによる対策
3）EMI対策部品の使用

3．実験方法

3．1　測定方法

放射電界測定及び雑音端子電圧測定は簡易電波暗室（7ｍ×3ｍ×3ｍ：日本ガイシ製）及びシールドルーム（4ｍ×3ｍ×3ｍ：日本ガイシ製）にて行った．放射電界測定測定については30MHz～1000MHz，雑音端子電圧測定については150ｋ～30MHzの範囲で測定を行った．両測定とも測定ノイズはスペクトラムアナライザを通し，パソコンにより補正を行い出力される．

3．2　測定条件

今回の実験に使用した電動鋸は速度制御に半波位相制御回路を用いている．図1にその回路図を示す．図中の交流電源には，商用電源を用いた．またモータは直流直巻整流子モータを用いている．

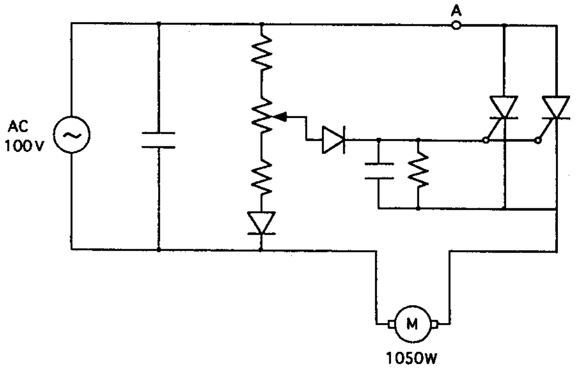

図1　半波位相制御回路

*　機械電子部門電子担当

4．結果及び考察

4．1　放射電界測定

半波位相制御回路を通した場合と商用電源に直接つないだ場合の放射電界測定を行った．測定結果は，放射ノイズに対しては制御回路の影響は少なく，ノイズはブラシの火花放電によるものと考えられる．

4．2　雑音端子電圧測定

半波位相制御回路を使用した雑音端子電圧測定の結果を図2，3に示す．図2は電源フィルタなし，図3は電源フィルタ有りである．フィルタを通すとインパルス状のものを除いてノイズレベルが下がっている．半波位相制御回路を通さない場合，つまり商用電源とモータを直接接続し，フィルタを通した場合の雑音端子電圧測定を行うと，インパルス状のノイズはほとんどない．即ち，インパルス状のノイズは半波位相制御回路から出たものと考えられる．

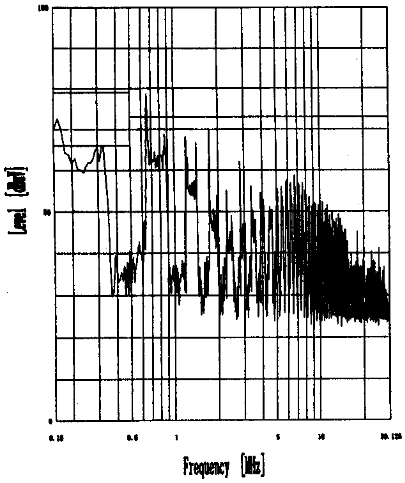

図2　フィルタを使用しない場合の雑音端子電圧測定

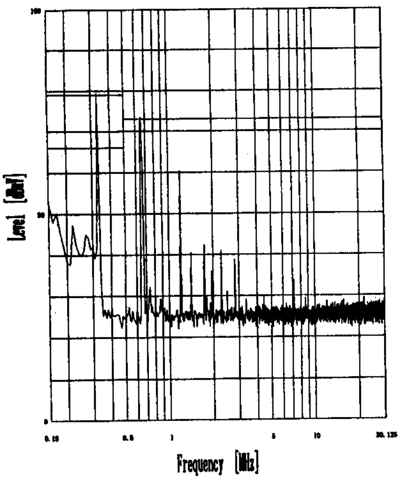

図3　フィルタを使用した場合の雑音端子電圧測定

4．3　EMI対策

今回は，4．2項にて問題となっているインパルス状のノイズに対して以下のEMI対策を行った．

【制御方式の変更による対策】

図3のインパルス状のノイズの原因は，半波位相制御回路で用いているサイリスタのオン・オフ動作によるものと考えられる．半波位相制御回路を通してユニバーサルモータに電圧を印可している場合は27～30［V］の範囲で行っている．この範囲でサイリスタをオン・オフさせるのであれば，全波位相制御回路を用いた方が位相角が大きくなり，電圧波形の小さいところでオンできる．つまりノイズが小さくなると考え全波位相制御回路による駆動を行った．全波位相制御回路を図4に，その結果を図5に示す．

結果は両者間で大差はなく，半波制御回路を全波制御回路に替えたことによるノイズ低減の効果はなかった．全波制御回路おいてはヒステリシスの影響により，予想したほどの位相角が大きくならなかった．

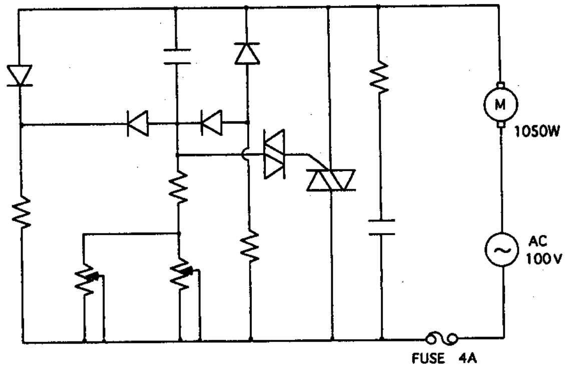

図4　全波位相制御回路

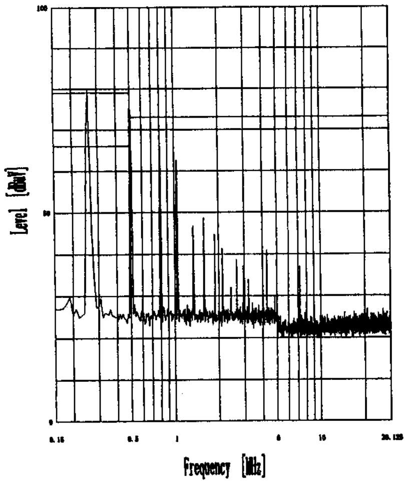

図5　フィルタを使用し，全波位相制御回路を用いた場合の雑音端子電圧波形

【ノイズ対策部品による対策】

インパルス状のノイズを低減させるために半波制御回路（図1）のA点に伝導雑音の周波数帯域にフィルター効果を持つチョークコイルを挿入し，そのノイズ低減効果を調べた．チョークコイルは図1のA点に直列に挿入した．またチョークコイルの周波数特性を図6に示す．L＝318［μH］の場合の雑音端子電圧測定を図7に示す．L＝318［μH］程度になると規格ラインよりも20dB程度減衰している．インダクタンスを上げればノイズレベルも下がると考えられるが，同時にモータの回転数が下がる等の影響がでると考えられる．この回路においてはL＝300［μH］程度のチョークコイルが妥当と考える．

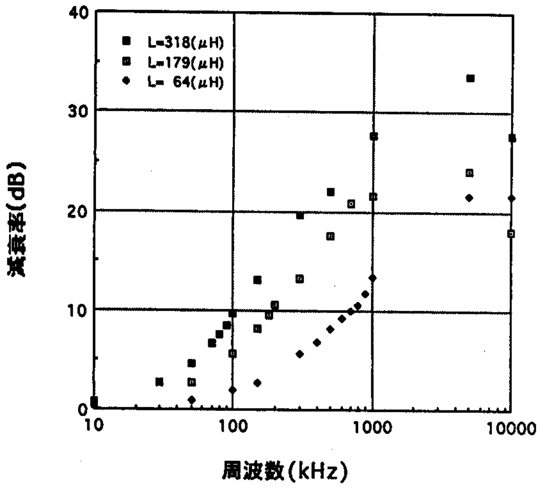

図6　フィルタの周波数－減衰率特性

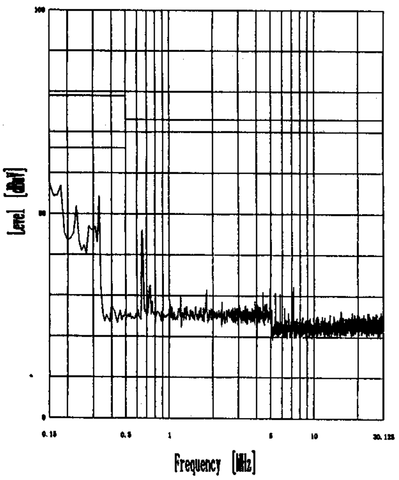

図7　雑音端子電圧測定

5．まとめ

電動鋸を用いて放射電界測定，雑音端子電圧測定及びその回路のEMI対策を行った．放射ノイズは，放射電界測定の結果から直流直巻整流子モータのブラシによるものが大きいと思われるが，今回はブラシのノイズ対策までには至らなかった．対策の方法は，ブラシ間にコンデンサーを挿入するなどが考えられる．また電源ラインへのノイズは，雑音端子電圧測定の結果から，サイリスタのオン・オフ動作によるにノイズが大きいことが分かった．このノイズ対策として次の2つの対策を行った．制御方式によるノイズ対策は，半波及び全波の位相制御方式による違いはなかった．ノイズ対策部品による対策はチョークコイルをサイリスタの直前につけることでインパルス状のノイズをほぼ除去することができた．

謝　辞

本研究に対し，ご助言等を頂いた三重大学工学部堀孝正教授，石田宗秋助教授に深く感謝いたします．

参考文献

1）伊藤健一，“アースとノイズ対策”（1987）日刊工業新聞．
2）在田保信，森　敏，由宇義珍，“改訂　電力制御回路設計ノウハウ”（1985）CQ出版．
3）藤原　隆，“ノイズ対策の基礎解説と対策事例”（1992）TDK株式会社．
4）坂本幸夫，山本秀俊，“現場のノイズ対策”（1993）日刊工業新聞社．

電磁波ノイズ対策調査結果

以下に調査した機器別及び要因別の対策事例を示します.

<パソコン>

・スイッチング電源から発生するノイズ

スイッチング電源ノイズとしては，伝導性ノイズと輻射ノイズの両方がある．伝導性ノイズに対しては，電源ライン用ノイズフィルタを主とし，適宜コンデンサを併用する.

・筐体の不完全接触による輻射ノイズ

筐体カバーと筐体の電気的接触を強化するとともに，コネクタ金属カバーをできる限り低いインピーダンスでグランドに接続する必要がある.

<プリンタ>

・モータ，アクチュエータの動作に起因するノイズ

ヘッド駆動用モータ，紙送り用モータ，アクチュエータの動作に起因するノイズに対しては，バリスタやコンデンサを用いる．また，モータ回路の電源ケーブルに重畳した高周波成分については，電源ケーブルにフェライトビーズコアを装着する.

・サーモスタットの動作に起因するノイズ

サーモスタットは，そのオン・オフ時にきわめて急峻な尖頭値を持つ非定常ノイズを発生するので，フェライトビーズコアなどの吸収素子やセラミックコンデンサ，メタライズドペーパーコンデンサなどのバイパス素子を用いる.

<CRTディスプレイ>

・デジタル素子・回路に起因するノイズ

プリント基板上に高周波吸収特性に優れたインピーダンス素子と信号ライン用ノイズフィルタ，コンデンサなどを挿入する.

<モデム>

・インターフェースケーブルのクロストークノイズ

インタフェース信号にスパイク上のノイズが重畳してモデムの誤動作を招く場合は，レシーバのR．C端子にコンデンサを挿入しスパイクをバイパスするとともに，ドライバの出力端子にもコンデンサを挿入することで信号の立ち上がりを制御し，インターフェースケーブルのクロストークを防ぐ.

<電子レンジ>

・発振管に起因するノイズ

電源部全体を強固なシールドケースで囲う．さらに伝導ノイズを阻止するために，フィラメントリードに1～3 μHのチョークコイルを挿入し，シールドケース部には貫通コンデンサ（～500pF）を装着することにより，LCフィルタ効果を効かせながら，シルードケースから電源ラインを引き出すようにする.

<インバータ>

・サイリスタに起因するノイズ

入力側にチョークコイルを挿入して入力電流波形を鈍らせるとともに，サイリスタと並列にダンピング素子を入れて電圧の急峻な立ち上がりを制御する.

・高速スイッチングトランジスタ，ダイオードに起因するノイズ

PWM方式のような高速スイッチング素子を使用している場合は，そのスイッチング動作に伴いレベルの高い高周波ノイズが発生する．この場合，素子のリードピンに高周波－インピーダンス特性に優れたフェライトビーズコアを挿入する.