

技術ノート

歯科用ワイヤベンディング装置の開発

佐藤正利*1) 天早隆志*2) 森田 猛*3) 皆川信雄*3)

Development of the wire bending equipment for dental reform

Masatoshi SATOU, Takashi AMAHAYA, Takeru MORITA and Nobuo MINAGAWA

1. はじめに

歯科用ワイヤベンディング装置は、歯科矯正に使用するNi-Ti ワイヤの曲げ加工を行う装置である。この装置は、ワイヤの加工作業において電流量や通電時間をマイコン制御することで出来上がりの高品質化を図ることができる。しかし、短時間内に高電流を流す必要があるため、動作時にノイズが発生し制御回路に悪影響を及ぼし誤動作や停止等が起こる可能性がある。そこで、放射ノイズや電源ラインノイズを低減化し、携帯性の向上を目的とした歯科用ワイヤベンディング装置を試作した。

2. 開発内容

2.1 搭載機能の概要

本装置は、マン・マシンインターフェースの向上、携帯性の確保、電流フィードバックに対する機器動作の応答性に着目して開発した。主な開発内容は以下の通りである。測定システムの構成図を図1に示す。

- ① PICマイコンによる回路設計
- ② 回路のノイズ防止対策及び誤動作対策
- ③ ワイヤ電流通電制御回路の設計
- ④ 製品化への総合的品質管理

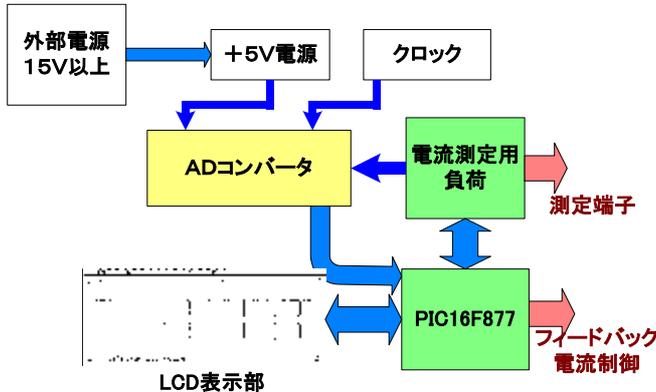


図1 測定システムの構成

2.2 制御部の機能

PICマイコンによる制御部は、各機能毎に以下の制御が行えるものを中心に設計を行った¹⁾。この設計には、マイコンとしてPIC16F877を使用した。

(1) LCD表示機能

AN0アナログ入力の値を読む。表示は2×16LCDモジュールに出力するプログラムとした。

(2) タイマー計測機能

PORTBピンで定期的に値を変えるのにTimer0モジュールによる割り込みを使用するプログラムとした。

(3) データログ機能

被測定アナログ信号の許容入力電圧範囲は0V~+2.5V、利得は1倍~100倍まで。AD変換は10bitで、SRAMに1チャンネル8kByteを記録。

2.3 ノイズ測定と対策

本装置では、インバータ方式の電源を搭載したことにより、サイリスタ方式と比較してノイズ発生が大きいことから十分なノイズ対策を行う必要があった。この装置の機能として持っている電流制御状態において、それぞれノイズ測定を行った。その測定結果から、特にノイズの顕著なものを確認し、その対策をすすめた。開発装置に搭載されているインバータ直流電源単体で放射ノイズ測定を行った結果、8kΩ負荷を接続した状態での放射ノイズ測定では、図2に示すピーク値ノイズが確認できた。この準尖頭値測定結果を表1に示す。

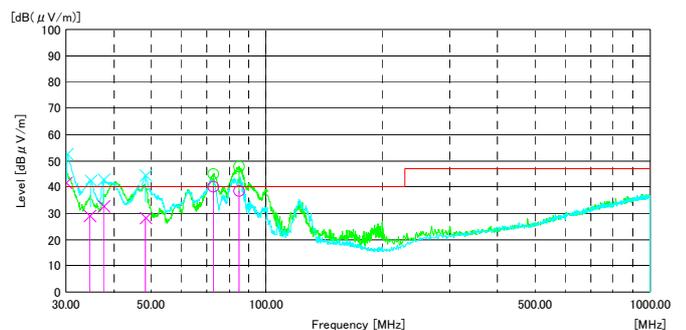


図2 インバータ直流電源の放射ノイズ (負荷8KΩ)

*1) エレクトロニクスグループ *2) 城南地域中小企業振興センター *3) 有限会社TMC

表1 放射ノイズ準尖頭値測定結果(負荷 8kΩ)

周波数 [MHz]	偏波	レベル QP [dB(μV/m)]	マージン QP [dB]	高さ [cm]	角度 [°]
30.091	V	41.8	-1.8	100	277
34.666	V	29	11.1	114	251
37.715	V	32.7	7.3	114	187
48.358	V	28.2	11.8	114	16
72.652	H	40.1	-0.1	400	319
84.703	H	38.5	1.5	400	327

図3と表2は、インバータ直流電源単体の雑音端子電圧測定結果である。直流電源装置に0.1Ωの負荷を付け、電流レベルを一定に設定して測定を行った。この結果から、ノイズ対策を行っていない状態では、ノイズレベルがCISPR11 classB 規定値を大きく超えていることがわかる²⁾。

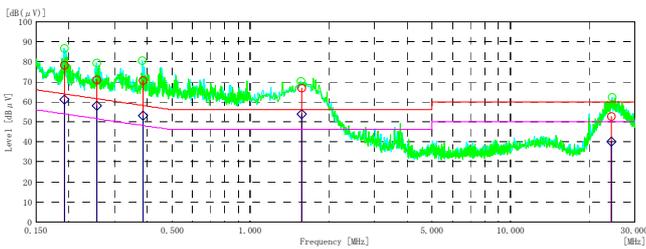


図3 インバータ直流電源の雑音端子電圧(負荷 0.1Ω)

表2 雑音端子電圧準尖頭値測定結果(負荷 0.1Ω)

周波数 [MHz]	測定相	レベル QP [dB(μV)]	レベル AV [dB(μV)]	マージン QP [dB]	マージン AV [dB]
0.19313	L1	78.2	60.9	-14.3	-7
0.25677	L1	71.2	57.9	-9.7	-6.4
0.38683	L1	70.6	53.1	-12.5	-5
1.5776	L1	66.8	53.9	-10.8	-7.9
24.466	L1	52.9	40.1	7.2	9.9

歯科用ワイヤベンディング装置には、電流通電用として赤外線センサ以外にフットスイッチを搭載している。電流通電用フットスイッチの設置場所を装置本体の横に置いた場合には、10MHz以上のノイズが大きくなった。装置とフットスイッチ相互の影響が、電源ラインにノイズとなって載ってしまうという結果が現れた。この測定結果を図4に示す。

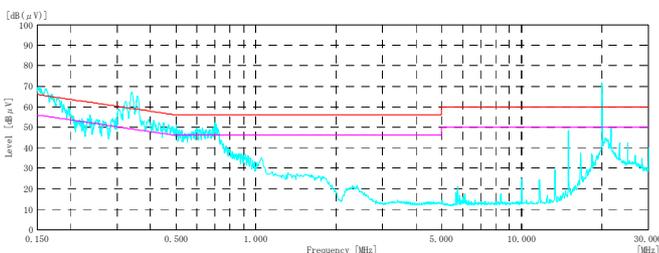


図4 改良型インバータ内蔵ヒート装置の雑音端子電圧(フットスイッチ横置き)

このノイズ対策として、電源ラインに8mHのコモンモードチョークコイルとフェライトコアを取り付けて測定した結果が図5である。ピーク値で350kHz近辺と20MHzにおいてCISPR11 classB 規定平均値をわずかに超えているが、

ノイズレベルを下げる事が可能であった³⁾。

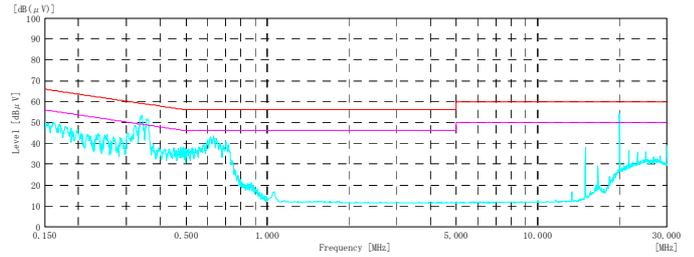


図5 改良型インバータ内蔵ヒート装置の雑音端子電圧(コモンモードチョークコイル 8mH, フェライトコアにより対策)

3. 結果

本装置を開発するに当たり、以下の結果が得られた。

- ① インバータ方式の電源ラインノイズ対策としては、コモンモードチョークコイルやフェライトコアを取り付けることで対処できた。
- ② PICマイコンを使用して、タイマー計測、データロガー、設定保持各機能の搭載が可能になった。
- ③ 電流波形の測定を行った結果、通電時間と電流の積分値から、電流センサの搭載が有効であった。

最終的に、小型携帯性を持たせたワイヤベンディング装置(図6)にマイコン機能を付加しながらも、ノイズ耐性に優れた装置を開発できた。



図6 歯科用ワイヤベンディング装置

4. まとめ

本研究開発により、携帯性に優れノイズ低減を図った歯科用ワイヤベンディング装置を開発・試作することができた。この結果、使いやすさと加工性能に優れた装置として活用できるものとなった。この開発で活用したマイコン機能やノイズ低減化技術は、歯科用ワイヤベンディング装置に特化したものであるが、個々の技術は他の同様の製品に応用できるものである。

参考文献

- 1) 後閑哲也:PIC 活用ガイドブック,技術評論社(2000).
- 2) 国際電気標準会議: CISPR11 2003年3月版(2003).
- 3) 電子技術 EMC/EMI 対策ハンドブック,日刊工業新聞社(1989).

(原稿受付 平成17年8月3日)