

A PULSE-FORMING NETWORK FOR HIGH-POWER TEST OF A 5045 KLYSTRON

H.Honma, T.Shidara, K.Nakao, S.Anami
National Laboratory for High Energy Physics
1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305 Japan

ABSTRACT

A pulse-forming network(PFN) was produced for high-power test of a 5045 klystron. It consists of two identical PFN's connected in parallel and is symmetrical about wiring and arrangement of components. The pulse-shape adjustment of this PFN was easier than that of the present PFN at the PF linac.

5045クライストロン試験用PFN

1. はじめに

放射光実験施設入射器マイクロ波源では、Bファクトリー計画の一環として大電力クライストロンとパルス電源の増強に関する検討⁽¹⁾と予備試験が始まっている。この検討では、PFNコンデンサーの総容量を2倍にする事により現在より大きいピーク出力電力(46~67MW)と広いパルス幅(3.8~5.5 μ s)を目指しているが、やり方として現在のコンデンサーをそのまま使う場合、その数を20個から40個に増やす必要がある。

SLAC製5045クライストロンを使った予備試験は、現在、クライストロンギャラリーに於ける加速管負荷を用いた段階に入っている。クライストロン準備室での試験では、使用したPFN(現PFNの改造品)の波形調整がほとんど困難であり、平坦なパルス波形を得る事が出来なかった。

これらのことから現在より総容量が大きく(現コンデンサー26個使用)、改造品より波形調整が容易な並列PFNを試作し、加速管負荷試験に用いると同時に今後の参考にした。本稿ではこのPFNの構造とその特性評価結果について報告する。

2. 並列PFNの構造

図1に3種類のPFN(現PFN、改造品、並列PFN)に於けるコンデンサー、可変コイルの配置、配線を模式的に示す。改造品では、5045クライストロンの動作値で決まる3.6 Ω のインピーダンスを実現するために、コンデンサー2個と現コイルのインダクタンス値より小さいコイル2個とをそれぞれ並列に接続していた。このためコイル本体のインダクタンスに比して並列配線のインダクタンスやコンデンサーの残留インダクタンスがかなり大きくなり、波形調整をほとんど困難にしていた⁽²⁾。

今回試作した並列PFNは3.6 Ω の倍のインピーダンスを持つPFNを2個並列に用いたもので、コイル本体のインダクタンスが十分大きく、配線も短いので上記の影響を受けにくい。このPFNについて、その他の特徴を以下に示す。

- (1) 現PFNとは異なり、コンデンサーの配置が縦一列に近い形になっているので、誘導及び容量的な結合が各セクション間で均一になる。
- (2) 2つのPFNで定数が同じなら、パルスが進行する時間が変わらず結合も起こらないので、コンデンサー、コイルの配置、配線を左右対称としている。

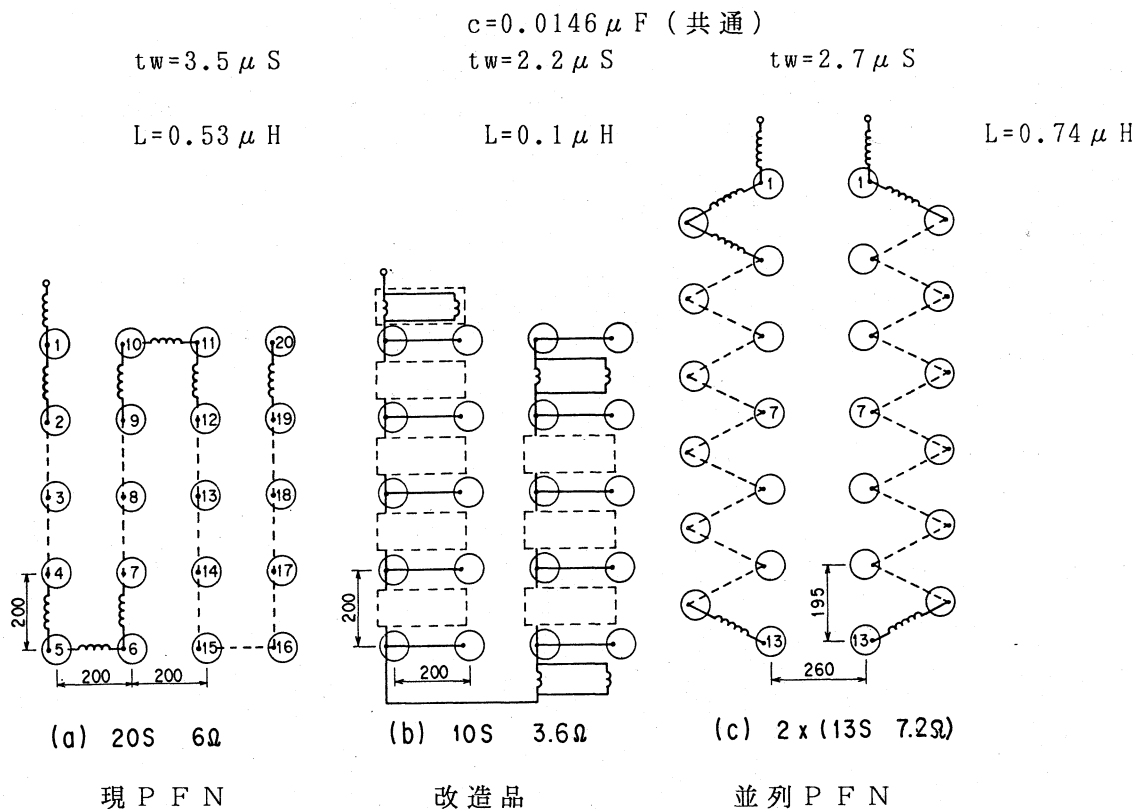
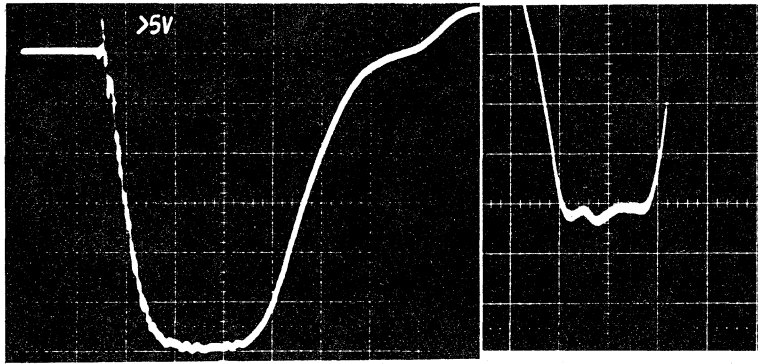


図1 並列 P F N の配置、配線

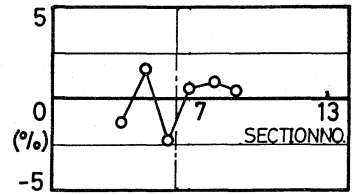
3. 並列 P F N の特性評価

並列 P F N を調整して 5045 クライストロンに印加したパルス電圧波形と出力 R F の位相波形を写真 1 に示す。このクライストロンはパルストランスタンク込みで購入された。この調整の際、S L A C のタンクと入射器のタンクの仕様の違いのためか、拡大したパルス電圧波形上のノイズを小さくしきれなかった。そのためパルスの平坦度を見るのに R F 位相波形を参考にして調整を行った。写真 2 は現在入射器で使用している P F N とクライストロンに於ける同様の波形である。パルス幅 (半値幅) が両者共に図 1 で示される計算値 (tw) より広い。これは、並列 P F N については、平坦部を広く取るためインピーダンスが高めの調整をしたためであり、現 P F N についてはパルス立ち上がり部のリングングをとるために初段側コイルのインダクタンスを大きくしたためである。並列 P F N の半値幅が現在のもものより、約 $0.5 \mu s$ 狭いものにも係わらず、平坦度 1° 以内の部分ほぼ同じ程度の時間幅で得られている事が分かる。

図 2 は両者の調整のバラつきを比較するため、調整後のコイルインダクタンスとコンデンサー容量の測定値から計算したインピーダンス (Z) を、その平均値からのずれの形でプロットしたものである。実際の調整では、初段側と終段側は波形にほとんど効かなかったのでプロットから省略した。この図から並列 P F N のバラつきが現 P F N の約 $\frac{1}{3}$ であることがわかる。現 P F N のプロットのうち、他のセクションより値が大きくずれている 6、11、12、15 セクション (矢印で示す) は、図 1 の模式図で配線の曲がり角のセクションとなっている。このことは上述のセクションと対向するセクションとの間で、パルス電流が流れ始める時刻が大きくずれ誘導及び容量的な結合が強くなるため、他のセクションと大きく異なったインダクタンス値にコイルを調整しなければ平坦度が得られなくなっていると考えられる。



縦：パルスレベル 344kV 縦軸：3° / div
 横軸：1 μs / div 横軸：0.5 μs / div

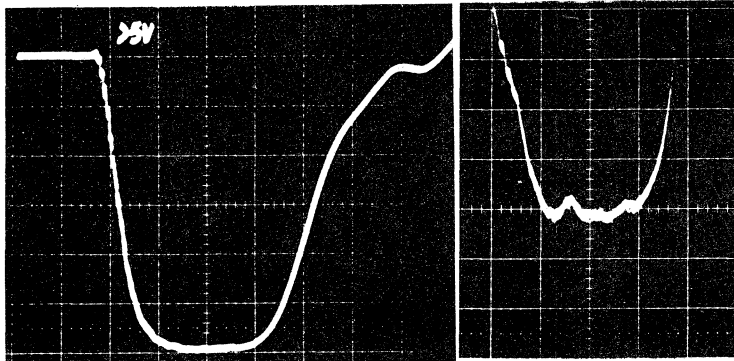


(c)

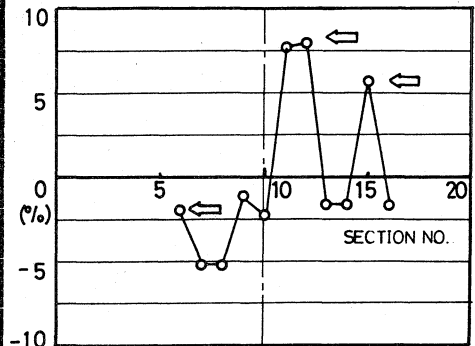
並列 P F N

$$\frac{Z - \bar{Z}}{\bar{Z}} \times 100(\%)$$

写真1 並列 P F N の電圧波形と R F 位相波形



縦：パルスレベル 265kV 縦軸：3° / div
 横軸：1 μs / div 横軸：0.5 μs / div



(a)

現 P F N

図2 各セクションのインピーダンスのバラつき

写真2 現 P F N の電圧波形と R F 位相波形

4. 今後の課題

今回の P F N 調整では平坦部をできるだけとるためにインピーダンスが高めになった。今後、設計インピーダンス値での調整を行う予定である。尚、総容量を倍以上にするために現在のコンデンサーを 40 個以上使用する次の P F N については、パルス電源全体の大幅な改造も含めた形で、設計が進められている。

5. 謝辞

試作 P F N のパルス電源への収納と 5045 クライストロンの設置に協力していただきました三菱電気サービス(株)の方々に感謝いたします。

6. 参考文献

- (1) 穴見昌三 その他、「Bファクトリーのための P F リニアック R F 源の増強」、第 17 回リニアック研究会予稿集
- (2) 本間博幸 その他、「5045 クライストロンの 65 MW 試験運転」、第 16 回リニアック研究会予稿集 P 136