

Development of Compact Klystron Modulator

Eiji Oshita, Isao Ito, Yuzo Miyai

NISSIN ELECTRIC CO., LTD.

47, Umezu-Takase-cho, Ukyo-ku, Kyoto 615, Japan

ABSTRACT

It is need to be compact and high quality for pulse klystron modulator using to electron linac, etc.

We have developed high-flatness (0.3%), long-pulse (10 μ s) and compact pulse klystron modulator and described the outline in this paper.

小型高性能クライストロンモジュレータの開発

1. はじめに

電子リニアック等の加速器において用いられるパルスクライストロン用モジュレータには、パルス平坦度が良い、あるいはパルスの安定度が良いなどの高性能であることはもちろん小型な装置であることが要求される。

我々は、全幅3.9m、奥行1m、高さ1.9m（占有面積従来の50%）の小型でかつ平坦度0.3%、有効パルス幅10 μ s、安定度0.5%のパルスクライストロン用モジュレータを開発した。表1にモジュレータの仕様を示す。

2. 装置構成

図1に本モジュレータの回路図を示す。

本モジュレータは、制御盤、直流安定化電源、PFN (Pulse Forming Network) 回路部、パルストランスを設置したクライストロンマウントタンクにより構成されている。

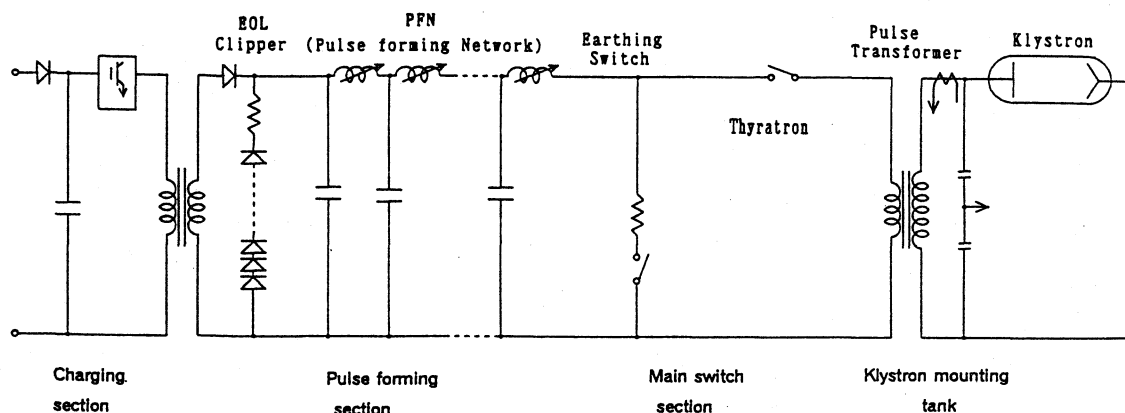
出力電圧は、パルストランス2次側にて、C分圧器を用いて測定している。

表1 クライストロンモジュレータ仕様

定格電圧	170 kV
定格電流	140 A
有効パルス幅*1	10 μ s 以上
半値幅	14 μ s
パルス平坦度	0.3% 以下
パルス安定度	0.5% 以下
パルス繰返し	10 pps
パルス立上り*2	1.5 μ s 以下
パルス立下り*2	3.0 μ s 以下

※1) パルス平坦度を満足する時間

※2) 10%~90%値



Circuit of the Klystron Pulse Power Supply

(1) 充電電源

装置の小型化を考え充電電源は I VR ~ De-Qing による共振充電方式とせず、今回はエキシマレーザ等で多数実績のある市販の直流安定化電源を採用した。

本電源は、インバータ制御による定電流、定電圧充電方式のものであり、定電圧モードにて充電電流を絞り、充電電圧の精度を良くするものである。

本電源を採用することにより、装置の小型化を図ることが出来た。

(2) PFN回路部

従来、我々は高平坦度とするために PFN 回路を 4 並列あるいは 2 並列で構成していたが、今回は 1 列構成とした。PFN の 1 列構成とするにあたっては、シミュレーションにより 2 並列と 1 列との比較を行い、可変リアクトルを工夫することにより、1 列でも問題ないことを確認した。

これにより部品点数を大幅に削減でき、装置の小型化を達成した。

PFN 用の可変リアクトルは、従来同様打消円筒をモータによる駆動とし、制御盤より遠隔操作を行い波形調整を容易に行うことができる様にした。

また PFN 回路部内には、クライストロン用ヒータ電源、パルストランスバイアス用電源、サイクロン及びサイクロンパルスが収納されている。

PFN の 1 列化等の工夫により PFN 回路部は、幅 2.1 m、奥行 1 m、高さ 1.9 m と非常にコンパクトなものとなっている。

(3) クライストロンマウントタンク

マウントタンク内には、パルストランス、電圧測定用 C 分圧器、電流測定用パルス CT、ヒータ用トランス等が収納されている。

電流測定用パルス CT は、波形へのノイズの影響を少なくするため、パルストランス高圧側に設置している。

また PFN 回路とパルストランスとの接続は、同軸ケーブルは用いず、銅板にて接続して、パルス立上り時間を決定するインダクタンスを極力小さくする構造とした。

3. 試験結果

クライストロン実負荷相当の模擬負荷を用い、モジュレータの性能確認試験を行った。

表 2 にその出力特性を示す。

また図 2、図 3 に出力電圧波形、フラットトップ拡大波形をそれぞれ示す。

表 2 試験結果

定格電圧	170 kV
定格電流	140 A
有効パルス幅	10.4 μ s
半値幅	14.6 μ s
パルス平坦度	0.29%
パルス安定度	0.33%
パルス立上り	1.12 μ s
パルス立下り	1.92 μ s

これにより、モジュレータの要求仕様を満足していることを確認した。

4. まとめ

今回我々は、平坦度 0.3%、有効パルス幅 10 μ s、安定度 0.3% でかつ装置寸法が全幅 3.9 m、奥行 1 m、高さ 1.9 m というコンパクト、高性能なクライストロンモジュレータの開発に成功した。

今後も、よりコンパクト、高性能なモジュレータの開発に鋭意努力する所存である。

図 2 出力電圧波形

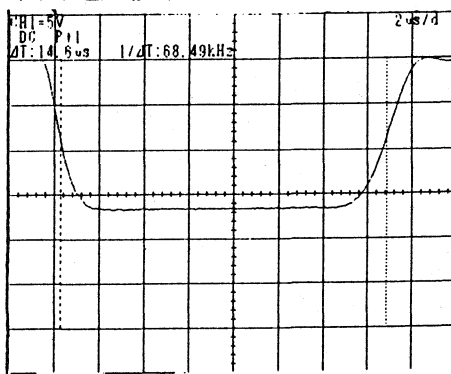


図 3 フラットトップ拡大波形

