

HYDROGEN THYRATRON RANGING (TUNING METHOD OF RESERVOIR VOLTAGE) OF KLYSTRON MODULATORS.

H. Iijima, H. Honma, T. Shidara, S. Anami

National Laboratory for High Energy Physics
1-1 Oho Tukuba-Shi Ibaraki-Ken 305 Japan

ABSTRACT

The proper timing between accelerated beam and rf pulses is important to achieve stable linac operation. Since a total of 48 klystron modulators are used in the KEK 2.5G eV linac, careful consideration has been paid to the adjustment of the reservoir voltage of thier switch tubes (hydrogen thyratrons), in order that the pressure of the gas within the thyatron is such that it operates properly. "Thyatron ranging", the procedure of checking the correct operating range of the thyatron has been adopted in our linac since 1987.

In this paper, we describe the detail of this procedure and the variation of the correct operating range when an accumulated operation time is increased.

大電力クライストロンモジュレーター内サイラトロンのリザーバー電圧調整法

1) 最初に

ライナックの安定した運転にはクライストロン出力とビームのタイミングが一定でなくてはならない。そのためにはクライストロンをトリガー入力に応じて正しく動作させる必要があり、当ライナックではそのためのスイッチ素子として水素サイラトロンを使用している。水素サイラトロンは内部の水素ガス圧が高過ぎると自己放電を起こして連続通電状態等になり、低過ぎれば放電開始のタイミングが一定とならずに遅れやジッタ等を引き起こす。この水素ガス圧を調整するためのものがリザーバー電圧である。しかし、リザーバー電圧の最適値は経時変化するので、定められた調整方法の下で定期的な実施する必要がある。

ここでは当マイクロ波源で1987年より行なわれている調整方法を発表すると同時に最適設定値等の経時変化の代表例を報告する。

2) 調整方法

モジュレーターを運転状態にし、PFNコンデンサーへの充電電圧波形(写真①)をオシロスコープで見ながらリザーバー電圧を少しずつ上げていく(この時、サイラトロン内の水素イオン量が平衡状態に落ち着くまで待ちながら上げる必要が有る)。もし水素ガス圧が高くなり過ぎればサイラトロンが入力なしにファイヤーしてしまうため、PFNコンデンサーの充電電圧波形に異常がおこる(写真②)。この時のリザーバー電圧の値をリザーバー電圧の上限値とする。

次に、リザーバー電圧を測定前の値に戻し、クライストロンパルス電流(電圧)波形(写真③)をオシロスコープで見ながらリザーバー電圧を少しずつ下げていく(この時も平衡状態になるまで待ちながら下げる必要が有る)。この際、水素ガス圧が低くなり過ぎれば、サイラトロンがファイヤーしにくくなり、クライストロンパルス電流波形の立ち上がり部にジッタが生じる。この値が50ns以上になった場合(写真④)、これをリザーバー電圧の下限値とする。

上記で求めた上限値と下限値の間をとり、これを最適設定値とする。

3) 最適値等の経時変化

上記の方法で求めた最適設定値は1987~1990の間に年1回行った計4回の調整から経時変化が確認できる。これを傾向的に分類すると、だいたい6種類ほどに分類できる(当マイクロ波源にある48台中14台は途中でサイラトロン交換等を行なったので34台のみを分類した)。

時間変化に関わらずリザーバー電圧が変化しないもの(グラフ①)は一番望ましい状態であるが、これは34台中わずか1台のみである。時間変化と共にリザーバー電圧が上昇するもの(グラフ②)は34台中12台と1番多い。水素封入管の水素量減少を補うためのものと考えられ、経時変化として考えるには1番納得できる。逆にリザーバー電圧が下降を示すもの(グラフ③)は34台中2台である。後に述べる3種も含んで下降するものは先に述べた方法で求めたリザーバー電圧の下限値の下降が関係している事が多い。これは使用時間が長くなるにつれ、ジッタが起こりにくくなっていることを示している。上昇していたが途中で下降を始めたという山形(グラフ④)は34台中12台と単調上昇と並んで1番多い。この逆である谷形(グラフ⑤)は34台中3台である。最後にその他(グラフ⑥)が34台中4台。これはその時々によって上昇と下降を繰り返している。ここで示したグラフはその代表例である。なお、まだ4回しか測定していないので、この分類での数の分布は変わる可能性が有る事、及び下限値はジッタの幅の見方によつての誤差が生じやすい事を考慮する必要がある。

リザーバー電圧の上限値と下限値の差も重要である。特にこの値が小さいと電源ラインの変動でリザーバー電圧そのものが変動した場合、自己放電やジッタが起こりやすいからである。

上限値と下限値の差を最適値の経時変化と同様に分類すると、残念ながら一定なものは1台もなく、増加(グラフ⑦)が34台中9台、減少(グラフ⑧)が34台中3台、山形(グラフ⑨)が34台中7台、谷形(グラフ⑩)が34台中5台、その他(グラフ⑪)が34台中10台となる。

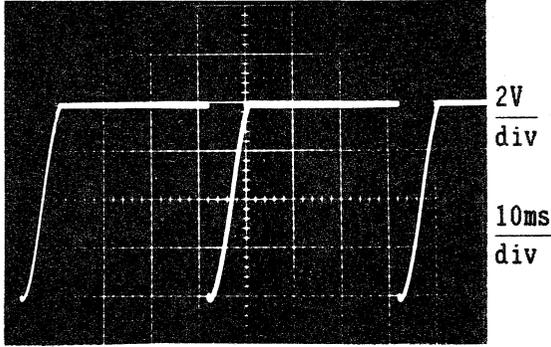
4) 最後に

当ライナックでは6月に通常の25 pps 運転から一時的に50 pps に切り替えてみた。その時、48台中2台のサイラトロンの動作タイミングが遅れた上、内1台はジッタも生じたが、リザーバー電圧を調整することにより回復した。PFNコンデンサーへの充電電圧は変えていないので、繰り返し数を倍にしたことによる平均電流の変化が影響を与えたと考えられる。今後、定期的に50 pps 運転を行なう予定であるため、クライストロンモジュレーターの安定した動作のためにもこれまでに述べたリザーバー電圧の調整法が重要なものとなる。

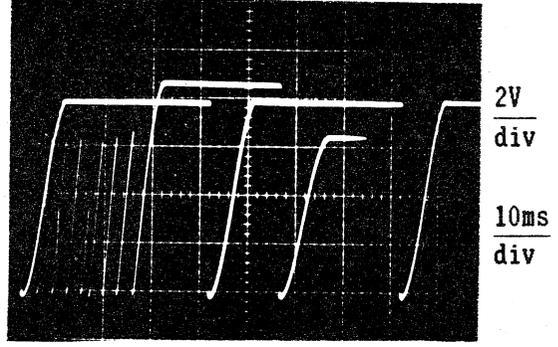
謝辞

今回発表した方法はSLACのR. Hanselman氏、並びにR. McClure氏の方法を参考にさせて頂きました。深く感謝致します。

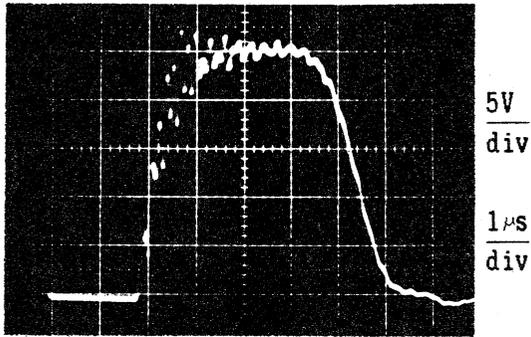
写真①正常時PFN充電電圧



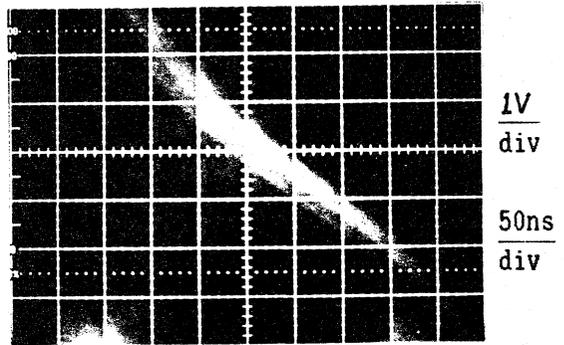
写真②異常時PFN充電電圧(スイープ2回)



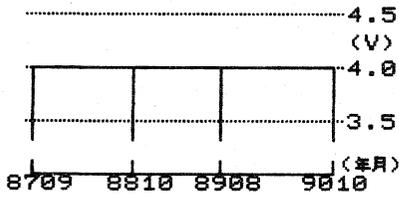
写真③パルスタンク内電流全体



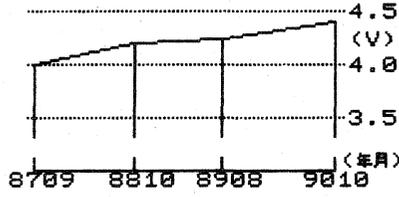
写真④ジッタ発生時パルスタンク内電流立下がり



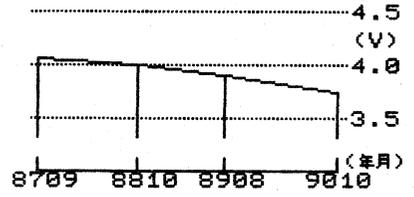
グラフ①最適値一定



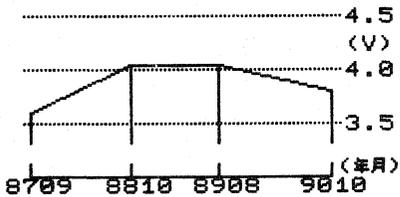
グラフ②最適値上昇



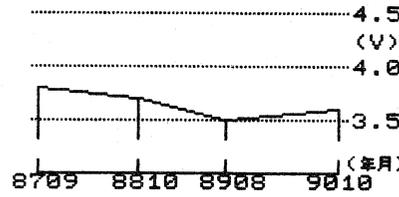
グラフ③最適値下降



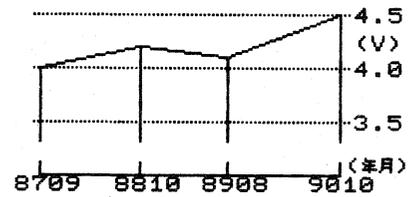
グラフ④最適値変化山形



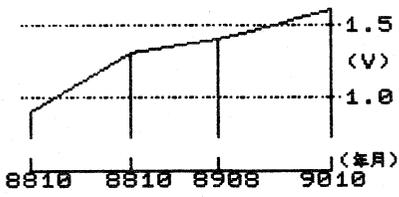
グラフ⑤最適値変化谷形



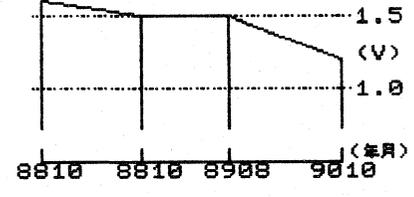
グラフ⑥最適値変化その他



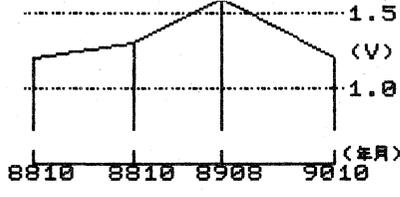
グラフ⑦電圧差増加



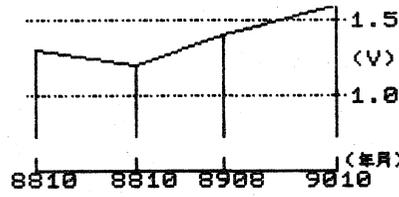
グラフ⑧電圧差減少



グラフ⑨電圧差変化山形



グラフ⑩電圧差変化谷形



グラフ⑪電圧差変化その他

