

# Trigger pulser using SCRs as a driver of large thyratrons

T. Shoji

Japan Atomic Energy Research Institute

## Abstract

This paper describes a trigger pulser of line-type using SCRs to drive the large thyratrons in linac main modulators in replacement of small thyatron 5C22. This pulser uses 2 SCRs in series to keep enough voltage-endurance and switching speed, generating pulse output of 1.5KV max. in voltage and of  $2\mu\text{sec}$  in width into the load of  $60\Omega$ .

Trial use for one month shows good result.

## はじめに

原研リニアックでは、同期ハルス系（発振、遅延、分配、駆動回路）の半導体素子化を進めている。そのなかで、大形サイラトロン回路内のスイッチ部の半導体素子化が、とくにいそがれている。現在の上記駆動回路内のスイッチとしては、小型サイラトロン5C22（or 2G22P）が用いられているが、この管球は入手し難く、寿命が短い（半導体と比較）。

今回5C22の代りにSCR（Silicon Controlled Rectifier, or サイリスター）を使用した主サイラトロン駆動回路を、試作した。実装試験で、良好な結果を得た。

## 回路概略

今回試作した回路はこれまで用いられてきている（5C22使用）回路方式に類したものであるが、サイラトロンとSCR（サイリスター）の特性の相異による変更を行っている。

第1図に回路図を示す。

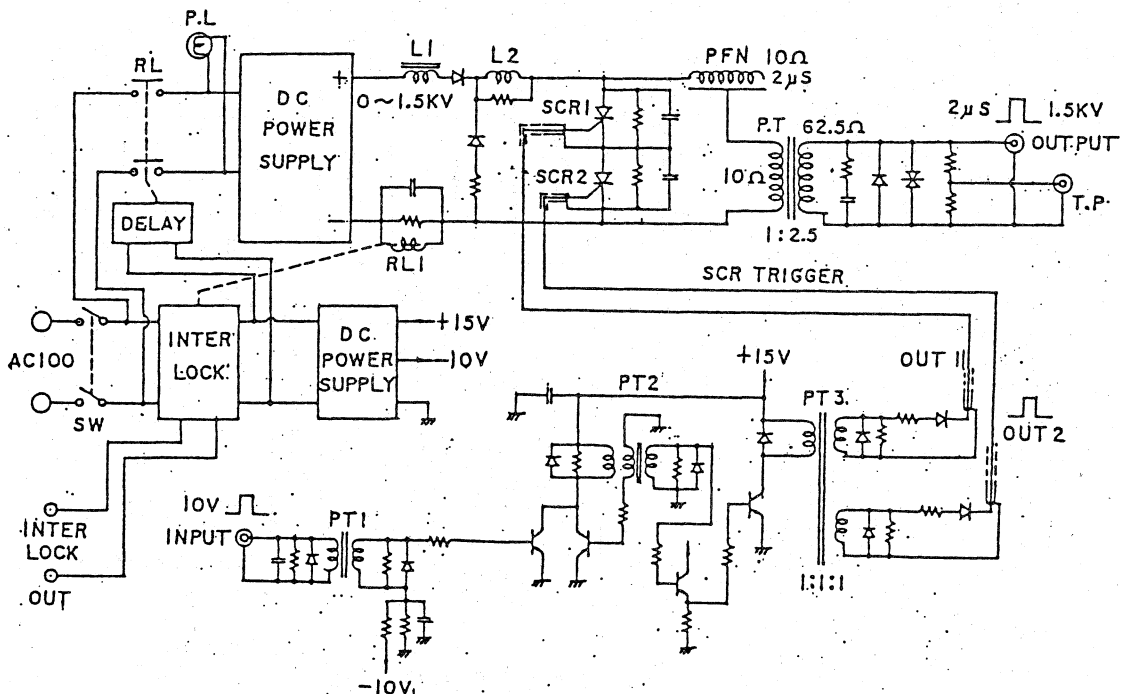


図1 SCRを使用した大形サイラトロン駆動回路 回路図

主な変更点は（SCRを使用すること、インピーダンスが低く大電流が流せることで）PFN、出力用パルストランスのインピーダンスを $10\Omega$ （パルストランスの1次側）にしたことである。

最大出力 $1.5\text{KV}$ 、 $2\mu\text{Sec}$ 、 $60\Omega$ の出力を得るために、出力パルストランス昇圧比を $1:2.5$ に選ぶと、（インピーダンス比で $10\Omega:62.5\Omega$ ）SCRアノードに約 $1.5\text{KV}$ が印加する。

SCR 1ケで、出力パルストランス昇圧比の大きいものを用いる回路も検討してみた。

このときは、SCRの特性（電流増加率/時間）によってRiseが充分でなかった。

出力パルストランスの昇圧比及び2次側インピーダンスの値は負荷のサイラトロン（8479/KU275,ITT）の入力側インピーダンス及びSCRのスイッチング電流が $100\text{A}$ 位になるように選んだ。

SCRのアノード電圧 $1.5\text{KV}$ で使用する為に最大使用耐圧 $1.6\text{KV}$ のSCR（IR,68RS160,の主要規格を図2に示す。）を2ケ シリーズで使用している。

図2 IR,68RS160 主要規格

くり返しピーク逆電圧	1600V
平均整流電流	60A
サージオン電流	1200A
臨界オン電流上昇率	200A/ $\mu\text{S}$
臨界オフ電圧上昇率	200V/ $\mu\text{S}$

その他の問題点は直流高圧電源のリップルであった。電源電圧にリップルがあると。出力同期パルスに時間ジッターを生ずる。（入力トリガーに対して出力パルスの時間変化）

この影響は $300\text{PPS}$ 以上のくり返しでは単相両波整流の直流高圧電源の場合リップルの頂点と谷にトリガールパルスが来る為に出力にジッターが出る為である。

リップルは数%以下でないとう実用にならない。

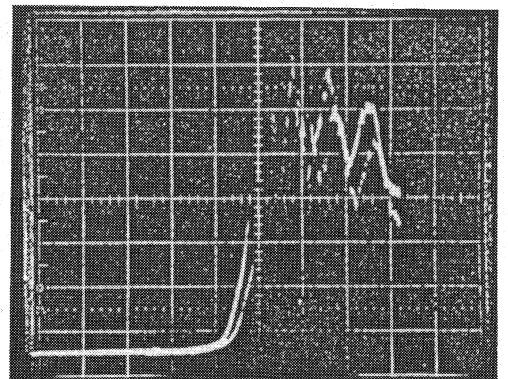
高リップル電源の場合の出力にジッターのある波形を図3,4に示す。図3は本回路の出力波形、図4はクライストロンモニター波形である。

直流電源は小形、軽量、出力が安定化されている出力可変形スイッチングレギュレータータイプ電源を採用する方針である。これが出来れば電源リップルの影響による出力のジッターの問題は解決出来る。

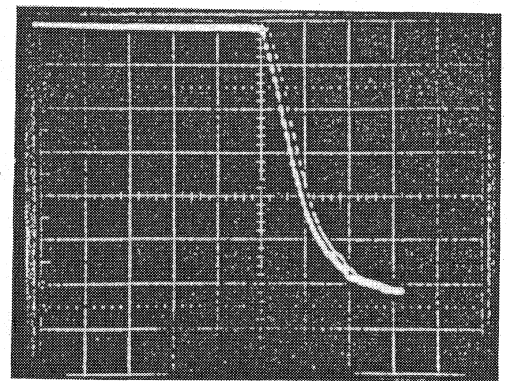
出力波形を図5,6に 又SCRアノード波形を図7,8に示す。

図5は負荷である大型（or主）サイラトロン（8479/KU275,ITT）印加電圧OFF時の（トリガールパルス）波形、図6は大型サイラトロン動作時の波形である。

立上がりはサイラトロントリガールパルサーの場合と変わらない。図7はSCR 2ケの各々のアノード波形及び出力波形である。SCRは $2\mu\text{Sec}$ では完全にONになり切っていない。



第3図 SCRトリガー出力（ジッターがある）  
5V/Div 0.5 $\mu\text{S}$ /Div



第4図 クライストロンモニター波形  
5V/Div 0.5 $\mu\text{S}$ /Div

図8はSCRのアノード電圧の回復波形である。

SCRは半導体である為に保護回路の必要があり、現在はリレーを使用してSCRが切れない場合の連続通電を検出して一次AC Powerを落としている。

(図1のインターロック回路)

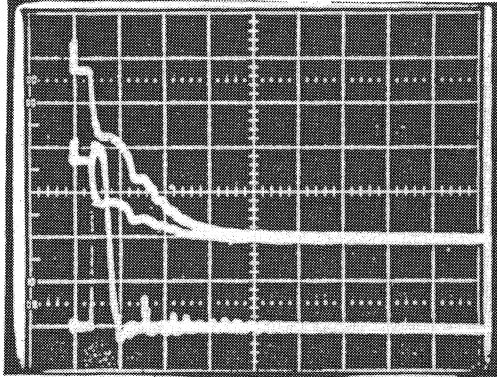


図7 SCRアノード波形 上:SCR1  
下:SCR2 50V/Div 5μS/Div

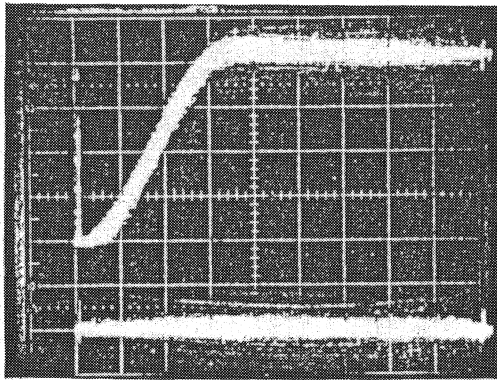


図8 SCR アノード 回復波形  
0.5mS/Div

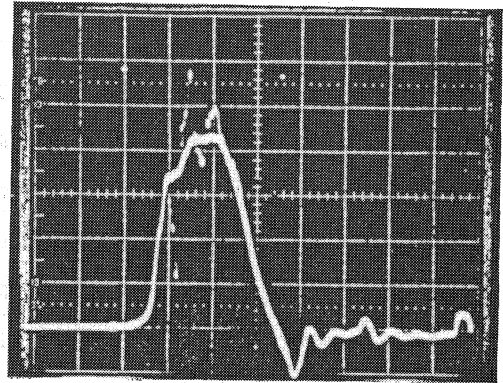


図5 SCR 出力波形 (大型サイラトロンOFF) 5V/Div 1μS/Div

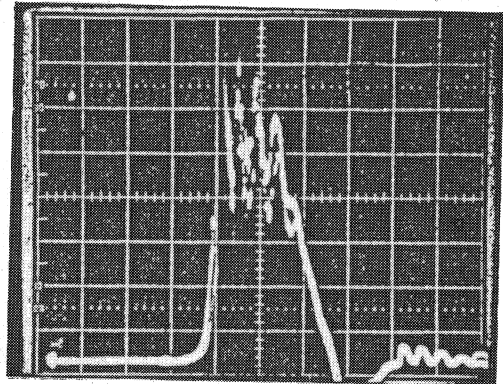


図6 SCR 出力波形 (大型サイラトロンON時) 5V/Div 1μS/Div

おわりに

今回使用したSCR(IR, 68RS160)は電流用量が大きいタイプである為(60Aタイプ)、GateトリガーのPowerが必用であることと、スイッチング時間が遅いが耐圧が1600Vはこのタイプしか入手出来ない。

この種の回路には電流容量が小さくて耐圧が高いSCRが望ましい。

今後スイッチングタイムの早いSCRが出来ればSCRを1ヶで低圧で使用し(大電流を流す)、出力パルストランスで出力パルス高を得れば使いやすい。

約1ヶ月間の試用では、主パルス変調回路からのノイズの影響とも考えられる原因でSCRが導通状態になる。(5C22駆動回路を用いても、同じ症状が約半分の頻度でおきる。)

外部からのノイズ対策を強化する必要も認められるがSCRの破損もなく(耐耐圧、熱等)良好な結果である。現在原研リニアックでは全5C22サイラトロン回路を本回路(SCRを使った駆動回路)に置き替える計画で今年度6セット製作する。