

# 反射型クライストロンの抑振特性

石 田 光 夫

(信州大学教授 工学部)

## THE QUENCHED CHARACTERISTICS OF A REFLEX KLYSTRON

Mitsuo ISHIDA

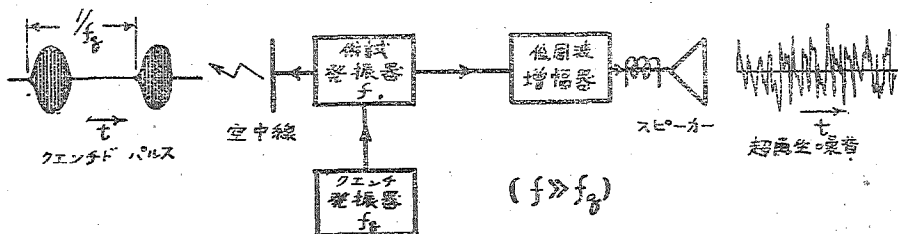
PROFESSOR OF ELECTRICAL COMMUNICATION  
ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

### 〔目 的〕

最近高周波振動の勢力を時間的に断続し、pulse として利用する事が盛に行はれる様になって来た。即ちPTM通信方式、電波測距、超音波測厚・探傷、線路障害点検出、或は超再生方式の各種応用(核磁気能率測定、高周波滴定、Transponder 其他)等である。之等の応用を計る場合に対象となる pulse の中は数  $\mu\text{s}$  若くはそれ以下である。従って利用される高周波振動の周波数は数mc乃至、数kmcである。斯様な周波数帯に於ける発振器を、pulse sender としての見地よりその起動特性、特に振動確立現象を吟味して置く事は、動作機構の解析を行う上からも又性能の向上を計る上からも極めて必要な事である。この必要性は増幅並びに波形観測技術の確立して居ないマイクロ波帯に於て強調される。

斯様な見地より、我々は差当ってマイクロ波用発振管として広く実用されて居る反射型クライストロンについて、その振動確立に伴う諸現象を調べる事にした。

観測方法として、超再生検波原理に基いてその抑振特性より解析する方法が好都合である事を知った。尙この方法は一般に微弱な振動、或は高周波電圧増幅の極めて困難なマイクロ波帯領域に於ける振動確立時間、及び pulse envelope の測定法として何等高級な装置を必要としない点に特長がある。斯様な点についても併せて検討を加へる事にする。



第 1 図

〔Ⅱ〕観測原理

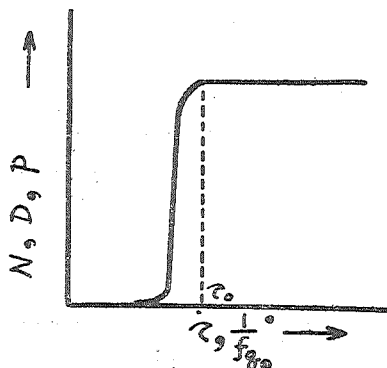
一般に第1図に示す回路構成に従って、供試発振器（周波数 $f$ ）を、それより低い周波数 $f_q$ の電圧 $V_q$ で quench すると

(a) 高周波振動が、時間的に $1/f_q$ の周期で断続されて quenched pulse となる。

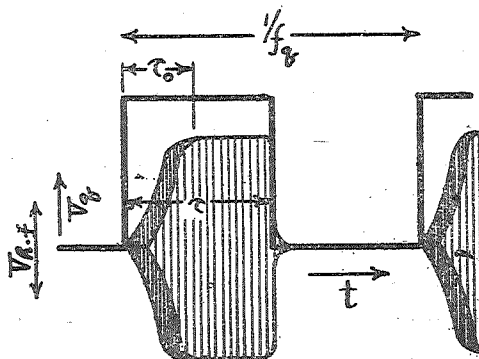
(b) 一方発振管の陽極電流はその雑音電圧及び抑振特性に関連して変動を生じ、超再生方式特有の quenched noise を発生する。

(c) 斯様な動作状態に於ては、外来信号波に対して極めて勝れた検波能を呈する。事等が観察される。

次に quench 発振器の周期 $\tau$ を変化して、以上の関係がどの様に影響されるかを調べると、傾向的に第2図に示す特性を持つ事が分る。即ち或る周期 $\tau_0$ 以下になると之等の諸量並びに性能が急激に低下する。この現象は、信号電圧によって振動開始点、従って quenched pulse の front envelope が所謂“advance”する事に超再生検波機構が基いて居る事によって説明され、振動確立時間と $\tau_0$ の一致する事が結論される。第3図はこの関係を矩形波電圧を用いてquench した場合の模様を示したもので、濃く hatch した部分は雑音電圧によって変動して居る事を表す。



第2図



第3図

従って quench 電圧波形を相似に保ちながら  $f_q$  を変へて quenched noise  $N$ , 検波感度  $D$ , 若くは quenched pulse の平均出力  $P$  の急激に低下する値を測定すれば、発振の build up 一般に pulse の front envelope が観測出来る事になる。

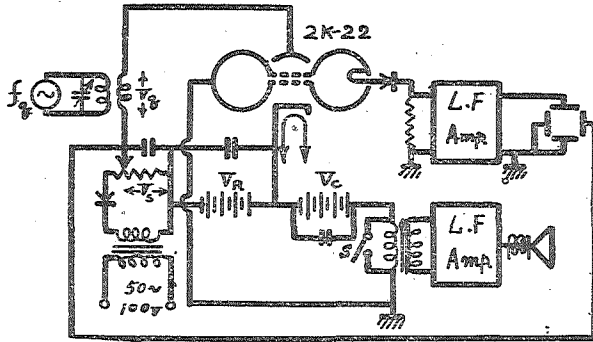
この原理は発振方式、適用周波数に何等制限される事なしに應用出来る事が特長である。

〔Ⅲ〕測定回路

以上の原理に基いて実際の測定は第4図の回路に従って行った。即ち  $V_q$  を repeller の電圧  $V_R$  に重疊して加へ、quenched noise は Cavity の直流回路より取出した。

一方振動の各 mode の出力特性を同時に見る為にはブラウン管を併用した。50 サイタ

ルの半波整流電圧 $V_s$ は各 mode を掃引する為のもので $V_R$ に重疊して加へた。従つて $V_R$



第 4 図

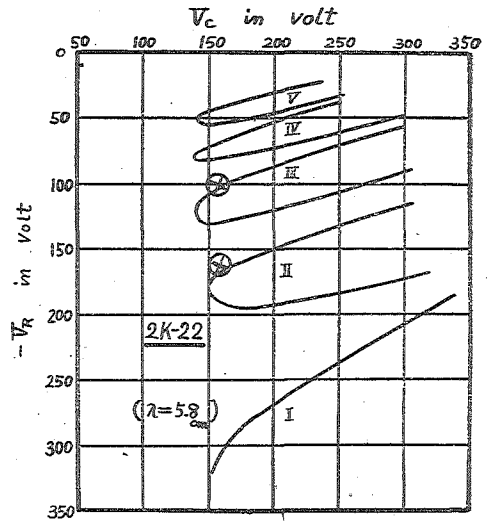
供試管は第 5 図にその特性を示す  
2k-22 ( $\lambda=5.8\text{cm}$ ) を用いた。

〔IV〕 実験結果

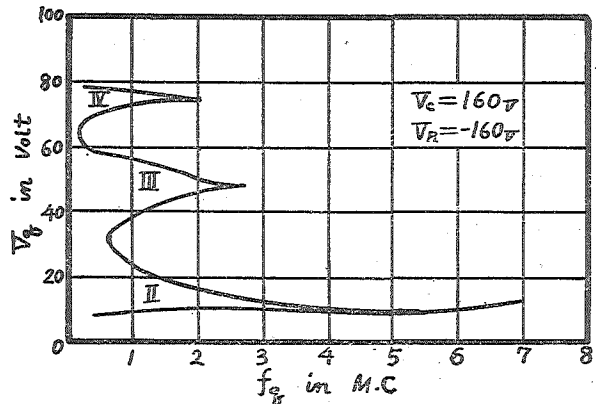
(i)  $f_a, V_a$  — 噪音特性  $f_a$  及び  $V_a$  を変へた場合に、超再生噪音発生領域が如何様に分布して居るかを見る為の実験を行った。動作点を仮りに第 5 図の ⊗ 印点に選び、噪音発生限界域を測定した結果、夫々第 6, 7 図に示す様に特異な性質を持つ事が分つた。この特性は反結合管の場合に較べて著しい相違を示し、この形状は動作点の選び方によつても変形するが、I, II, III 等の領域に分枝する事が特色である。又動作電圧の値と之等の關係を比較すれば容易に、I, II, III 等の符号が第 5 図の mode につけた番号と対応する事が知られる。

之等の關係で分枝の先端の振動確立時間に概当するものである。然し第 6 図の III, IV, 第 7 図の I, II, IV, V 領域の値を

と  $V_s$  の組合せによつて各 mode 特性を同時に見たり、又は特定の mode 丈を単独に拡大して見る事が出来る。尚ブラウン管を用いて測定する場合には、電圧降下に基く影響を避ける為、低周波増幅器の入力端子は開閉器 S によつて短絡して行つた。



第 5 図



第 6 図

用いて直接比較する事は出来ない。(quench 電圧波形が矩形波なら差支ない。)又第7図のⅡとⅤの領域は混合したものと判断される。

(ii) 各 mode の出力特性  $f_q$  及び  $V_q$  を変へた場合に、各振動 mode の出力が如何様に変化するかをブラウン管を用いて観察した。第8図はその代表例を示したもので、 $V_q$  の大きさを順に増加して出力の変遷を見た結果である。即ち mode の次数の高い程早く消滅する事が知られ、又この傾向は  $f_q$  の高い程顕著である。低次 mode の波形の乱れは  $f_q$  の低い程著しい。又之等の性質は各 mode 丈を単独に取出し詳細に調べても勿論傾向は同じである。

(図の右端にたゞみ込まれた図形は掃引電圧の都合で裏返しに現れたもので、今の場合この部分を除外して考へて差支ない。)

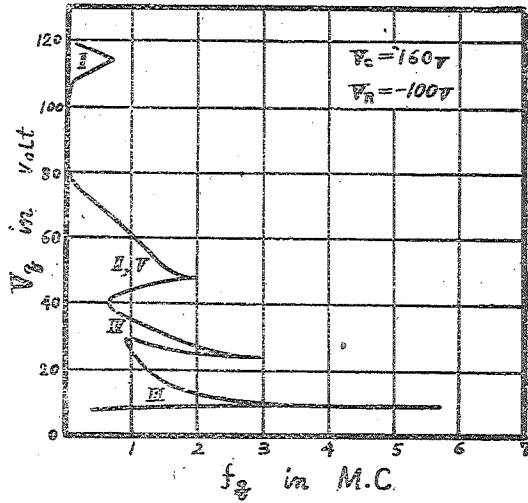
〔V〕 考 察

之等の観測された事実を、従来迄得られた超再生方式に関する研究結果と総合して考へれば、反射型クライストロンは次の特性を持つ事が分る。

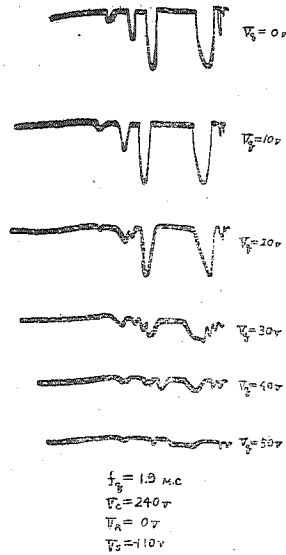
- (a) 高次 mode 程振動確立時間が大きい。
- (b) 噪音発生領域が第6, 7図に示す如く分枝し、各 mode とⅠ, Ⅱ, Ⅲ等の領域が密接な関連を持つ。
- (c) 従って各 mode について最高適用  $f_q$  を求めれば振動確立所要時間が測定出来る。

例へば第6, 7図の結果を比較すれば、第Ⅱ mode と第Ⅲ mode との振動確立時間の比は 5.5 : 7 (確立サイクル比は 184.5 サイクル : 235 サイクル) となる。但し之等の値は相対値である。

(d) 超再生検波並びにその応用を計る場合に、 $f_q$  を必要以上に高める事は不安定な動作をひき起し、又  $V_q$  の値は動作直流電圧と関連して決むべきで、必要以上に大きくするときは他の mode にまたがり、その為に s/n 比の低下を齎すものと考へられる。



第 7 図



第 8 図

## 〔VI〕 謝 辞

本研究の一部は文部省科学研究費並びに極超短波総合研究委員会研究費によって、東北大学電気通信研究所に於て行はれたものである。

又実験は同学大学院学生渡部力君の助力に負う所極めて多く、総合研究委員会各位の御批制と共に併せて厚く謝意を表す。

## 文 献

- (1) Frederik W Frink "The Basic Principles of Super-regenerative Reception"  
P. I. R. E 1938
- (2) 石田光夫 "超再生方式によるFM波の検波機構について"  
電気3学会東京支部大会講演予稿 昭24. 10
- 石田光夫 "超再生方式の検波能について"  
電気2学会東北支部大会講演予稿 昭24. 11
- 石田光夫 "超再生方式による衝撃波形の観測法"  
電気3学会第25回連合大会講演予稿 昭26. 5

## The Quenched Characteristics of A Reflex Klystron

Mitsuo ISHIDA\*

The developments for the applications of pulse technik in high frequency engineering, attract our attentions. The objective frequency band are from few mc to few kmc, and the pulse width is few micro second or less.

That, it is very necessary to study on the oscillation build up characteristics of the oscillator, in order to analyse the working mechanism or to improve the faculty, on the point of pulse sender at these frequency band, especially in micro wave band. These necessity are emphasised because of the difficulties of voltage amplification and wave form observation.

We have studied, as the first step, on the build up phenomena of a reflex klystron, that is used widely in micro wave region.

The method of the measurements are based on the super regenerative principles, that the quenched characteristics of an oscillator can be used to analyse the build up characteristics such as build up time or pulse envelope etc.

As the results, next conclusions can be induce : (1) it needs the more time

\* Professor of Electrical Communication Engineering, Faculty of Engineering.

for build up, as the mode is more higher (2) the noise domain of quenched oscillation split in few branches likewise a Christmas Tree, and each branches have closely relations to the corresponding mode.

(3) On the otherhand, these characteristics are usefull in designing the super regenerative detector of micro wave frequency used a reflex klystron.