

Development of Avalanche Pulse Generator Utilizing Transmission-lines

A.Homma, S.Nagahara and H.Yamazaki

Department of Nuclear Engineering Hokkaido University

Abstract

A novel avalanche pulse generator utilizing transmission-lines was designed, constructed and tested. This pulse generator has the merit of low voltage operation and of low rise time degradation at increasing output voltage. The test results are the following:

- 1) rise time: less than 600(pS)
- 2) pulse width: 1.2(nS)
- 3) output voltage: 280(V) at 400(V) supply voltage.

1. はじめに

トランジスタのアバランシェ動作を利用したパルス発生器は、高速のパルスを得ることができるため、電子銃駆動用として用いられる外、他の多くの分野で利用されている。一般に高い出力電圧を発生させるために、トランジスタを直列に積み上げる方式が採用されてきた。しかしながら、この方式では積み上げるトランジスタの個数に比例し、立ち上がり時間が長くなること、パルス幅が広がることなどが無視できなくなる。また、出力電圧の2~3倍程度の電源電圧が必要であるため、通常は供給電圧に1000(V)前後の電源装置が要求される。

著者らは、数個のパルス発生器を異なる時刻で動作させ、その出力を伝送線路上で波動として重ね合わせる方式を考案した。この方法によれば、電源電圧に近い出力電圧を得ること、立ち上がり時間、パルス幅の劣化を招くことなく、出力電圧を増大させることが期待できる。本報では、原理、試作とその性能試験の結果を報告する。

2. 動作原理

図1)は、動作原理を確認するための回路で、3個のパルス発生器と2本の伝送線路で構成されている。トリガー信号はトリガー用伝送線路を伝搬し、No. 1のパルス発生器を動作させる。発生した出力は、出力伝送線路上を点①から左右に進行するが、左方向の信号は終端抵抗 R_o に吸収される。右方向へ伝搬する信号が、点②へ達する時点で、トリガー信号も点②'へ達し、No. 2の回路が作動、出力が発生し、点①から進行してきた信号に重畳する。以下同様に、伝搬時間差 Δt の間隔で回路が作動し、新たな出力が過去の出力信号に積み上げられていく。図1 a)は、各々のパルス発生器の出力であり、図1 b)は、それらを重ね合わせた出力波形である。

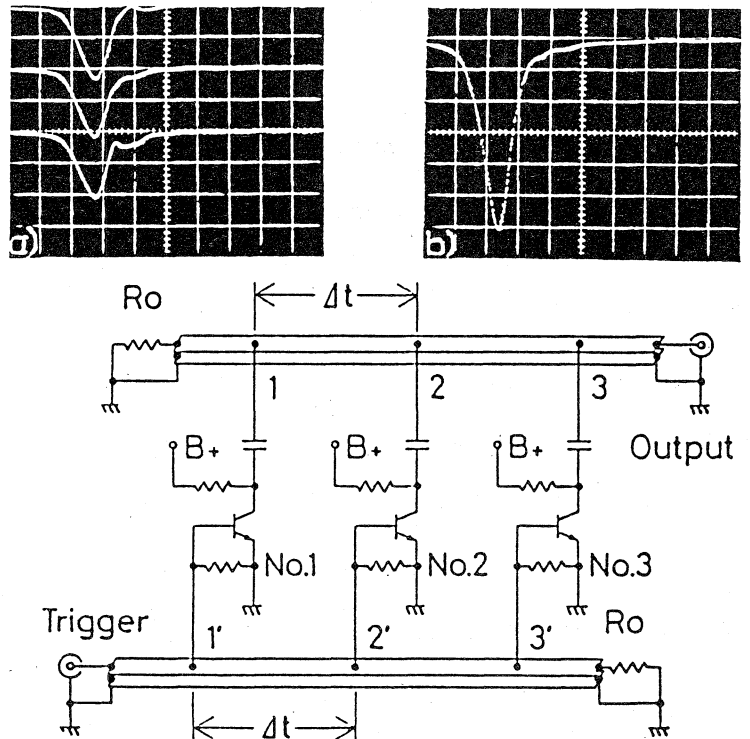


図. 1 動作原理確認のための回路と、その出力波形。
a) : 各パルサーの出力波形、
b) : 重ね合わせた出力波形。
[H:2(nS/div), V:20(V/div)]

3. 試作と性能試験

試作回路を図2)に示す。試作にあたり、1ステージ当りの出力を増加させるため、トランジスタ3個の直列回路を採用した。また、全ステージ数は、5段とした。トリガー素子として、アバランシェトランジスタを用い、 π 型減衰器によりトリガーレベルを調整した。伝送線路は、同一基板上に制作したマイクロストリップライン [$Z_o = 50(\Omega)$] である。各ステージの出力点での出力波形を図2 a) ~ e) に示す。出力電圧尖頭値は、 $V_{peak} = 280(V)$ 、立ち上がり時間は、 $t_{rise} = 600(pS)$ であった。このときの供給電圧は、 $400(V)$ である。

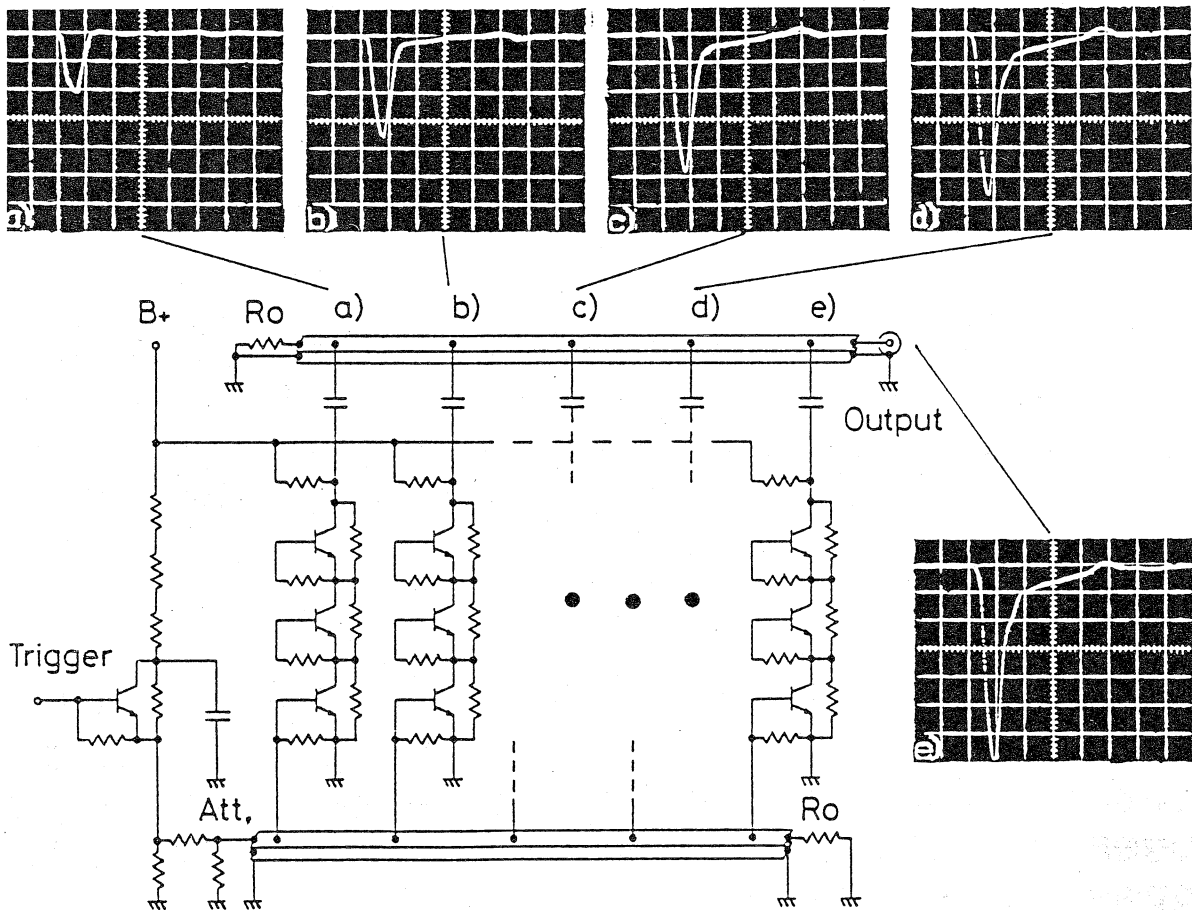


図. 2 試作したパルス回路と、各出力点 a) ~ e) で重畳した出力波形。 [H:2(nS/div), V:40(V/div)]

4. おわりに

アバランシェパルス発生器の出力パルス信号を波動として扱うことにより、伝送線路上での信号の重ね合わせを試みた。従来の方式を高インピーダンス動作と見るならば、本方式は低インピーダンス動作ともみれる。並列回路との違いは、異なる時刻に各回路が独立に作動することである。試作器では、供給電圧に近い400(V)前後の出力を予想して制作したが、出力電圧280(V)と低い値になった。主な原因は、線路とステージ、あるいはステージ間の不整合によるものとおもわれる。引き続き詳細な研究を続けていく予定である。