

HIGH VOLTAGE NANOSECOND PULSE GENERATOR BY USING AVALANCHE TRANSISTORS AND PULSE TRANSFORMER

Akira Homma, Hatsu Yamazaki and Kazuo Inaba

Department of Nuclear Engineering Hokkaido University

Abstract

A doubling of the output voltage through a line of 50 ohm impedance was achieved by using a parallel operation of four units of series-connected avalanche transistor circuit together with a pulse transformer composed of a transmission-line and junctions.

A merit of this method, in comparison with the one increasing the number of series-connected avalanche transistors, is a less internal dissipation power per transistor for a given output voltage, and a larger number of lifetime shots is expected.

The test result showed that this device was able to furnish 1.5-kV peak voltage, 2 nanosecond wide pulses to a 50 ohm load and had lifetime shots more than 6×10^8 .

アバランシェ動作トランジスタとパルスランスを用いたパルス発生器

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で高電圧のパルスを得るためにはトランジスタを直列に積み上げる方式が一般的に採用されている。

しかし、トランジスタの積み上げによる高電圧発生は寿命の短縮を伴う。^{1), 2)} この原因が熱的なものか、他の要因によるものかは明かでないが、積み上げ段数の増加による電力損失の増大に起因していると考えられる。そこで寿命を短縮させずに高電圧の出力を得るためにはトランジスタ1個当たりの負担(損失)を軽減させなければならないと考えられる。このような観点から著者等は低出力のパルス発生器を並列に動作させ、伝送線路上で出力を加算させる方式を考案、試作研究を行ってきた。³⁾ 今回新たに考案した伝送線路形式のパルスランスを用い、4台のパルス発生器の出力を合成、立ち上がり時間を維持したまま1.5 (kV) のパルスを得ることができたのでその結果について報告する。

昇圧の原理

fig. 1 に示す3ポートの接合線路を用いて出力インピーダンス $Z (\Omega)$ のパルス発生器2台からの正負の出力 $E (v)$ を直列加算すると出力は $2E (v)$ になる。しかし、インピーダンスも $2Z (\Omega)$ になる。出力インピーダンス $50 (\Omega)$ のパルス発生器を用い、加算後の出力インピーダンスも $50 (\Omega)$ とするためには正負各々

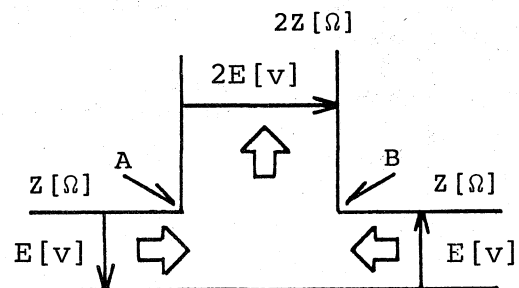


Fig.1 3 port junction

2台並列とし25 (Ω) のパルス発生器として用いる必要があり、計4台のパルス発生器を要する。

試作したトランスを f i g - 2 a、b に示す。4本の同軸ケーブル (50 Ω) に4台のパルス発生器からパルスを加える。パルス発生器の回路は f i g - 3 に示したものであり、2台の出力は反転トランス (同軸ケーブルの芯線と外側導体を逆に接続し、コイルモードの影響を軽減させるため磁性材を用いたもの⁴⁾) を経由し負パルスとして入力される。

上側2本のケーブル (a、b) には E (v) の正パルス、下側2本のケーブル (c、d) には E (v) の負パルスが入力される。その結果ストリップライン (50 Ω) 上の上下の入力ケーブルの接合部 (f i g - 2 b の A、B と f i g - 1 の A、B に対応) においてパルスの加算、すなはち昇圧が行われる。

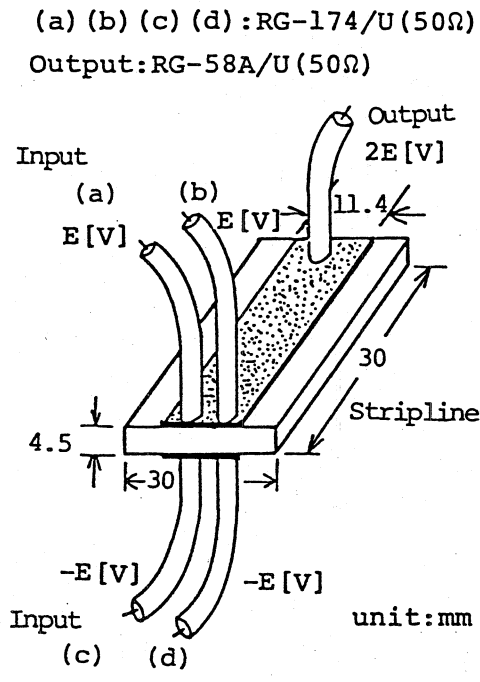


Fig.2a Step-up pulse transformer

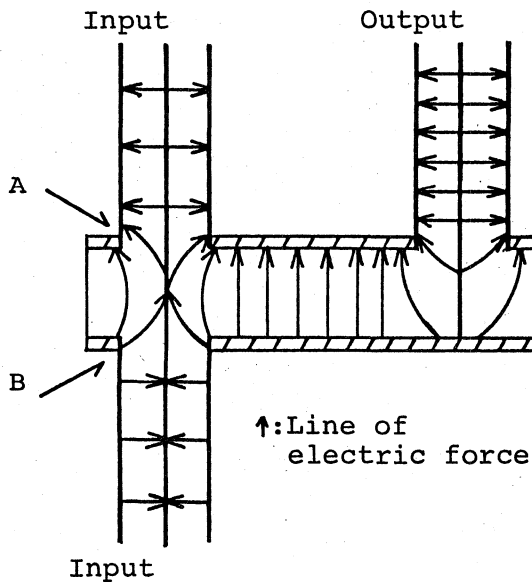


Fig.2b Schematic view of electric field

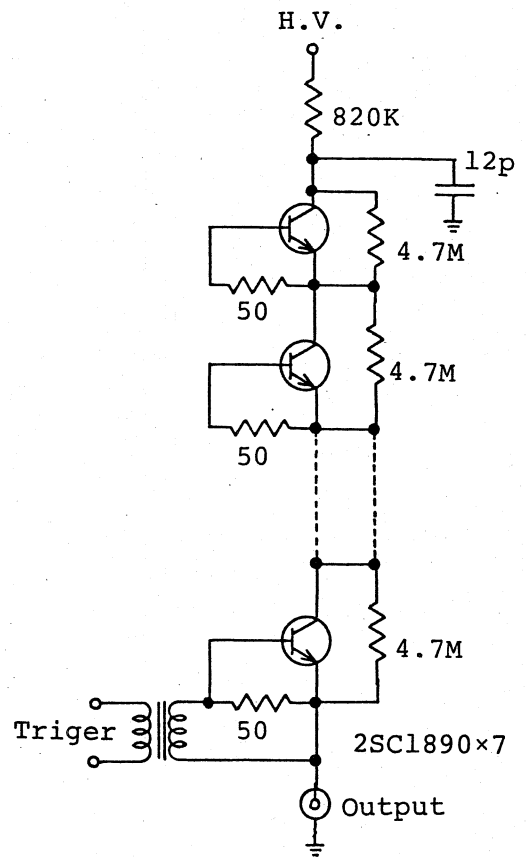


Fig.3 Unit of avalanche transistor circuit

結果

fig.-4はfig.-3に示したパルス発生回路からの出力波形である。供給電圧は2.8(kv)、各々の出力電圧は780(v)、765(v)、790(v)、750(v)である。これらの値から算出した出力電圧は1542.5(v)である。

fig.-5にこれらの出力を加算した結果を示す。出力パルスのピーク電圧は1.5(kv)半値幅は2.2ナノ秒である。計算で求めた値との比較からトランスの挿入損失は-0.5dBになり効率よく昇圧することができた。立ち上がり時間の劣化は認められなかった。

寿命試験は今までのところ繰り返し880(pps)でおよそ200時間(パルス発生回数 6×10^8)行った。200pps換算で1500時間をめどに更に試験を続ける予定である。

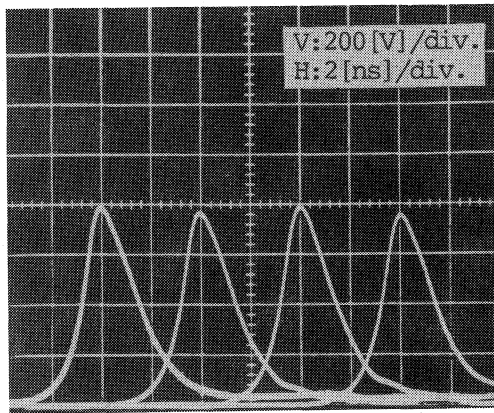


Fig.4 Input pulses from 4 units of avalanche transistor circuit

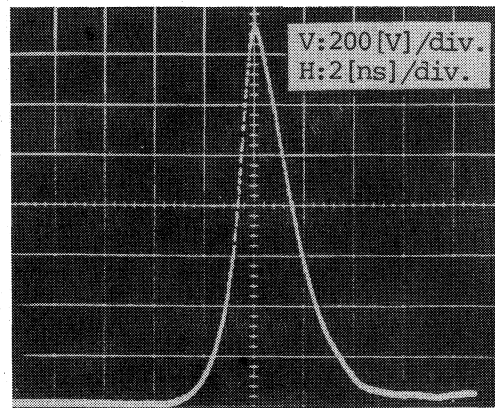


Fig.5 Output pulse

参考文献

- 1) K.Tsumori et al; "Life Test of the High Output Avalanche Pulser"
Proc. 12th meeting on linac in Japan, Aug., '87, p147.
- 2) Y.Hosono et al; "An Avalanche Pulser for Single Bunche Linac"
Proc. 12th meeting on linac in Japan, Aug., '87, p141.
- 3) A.Homma et al; "Development of Avalanche Pulse Generator Utilizing Transmission lines"
Proc. 11th meeting on linac in Japan, Sept., '86, p81.
- 4) Y.Yamazaki et al; "Isolation and Inversion Transformers for Nanosecond Pulses"
Rev.Sci.Instrum.55(5), May '84, p796.