

An Avalanche Pulser For Single Bunch Beam

Y. Hosono, K. Hasegawa, T. Ueda

and

*C. Nakano

Faculty of Engineering, University of Tokyo.

*Research Center for Nuclear Science and Technology, University of Tokyo.

ABSTRACT

A high speed, high voltage pulser for the beam pulsing of a s-band single bunch mode linear accelerator is described. The pulser consists of seven avalanche transistors in cascade with a capacitor(10pf) charge element. The characteristics of the pulser as follows; rise time :1.5ns (b)peak current:about 9A(across 50 ohm) (c)pulse width (FWHM) \leq 1.5 ns (d)life time \geq about one year(at 50 pps).

This grid pulser can provide a current of more than 90 A [pulse width(FWHM) = 10 pS] at a 35 MeV electron linac of University of Tokyo.

シングルバンチビーム用アバランシェパルサー

1. はじめに

アバランシェトランジスタ回路は、立ち上がり時間が数ナノ秒でパルス出力数100Vを簡単に発生させることができ、物理・化学・レーザ・電子線形加速器を始めする様々な研究分野に応用されてきた。一方、アバランシェトランジスタは、素子の定格より大きなコレクタ電流域で使用するため、パルス衝撃によるトランジスタ破壊が起こり、ライフタイムが存在する¹⁾。このため、出力ピーク電流値とライフタイムの関係をしておくことが、同回路の応用上極めて重要である。

本報では、ピコ秒パルス電子線用グリッドパルサーとして開発したアバランシェトランジスタ回路とビーム加速結果、およびそれに用いた素子のライフタイムについて述べる。

2. パルサー回路とビーム加速結果

今回試作した回路は、従来の板極管にかわるタイプ（以下タイプ1とする）と、電子銃の内部に組み込むタイプ（タイプ2とする）のものである。タイプ1の回路図とレイアウトの概要をFig. 1に示す（バイアス抵抗は略）。

同図の回路は、従来我々が報告してきた回路とまったく変わらないが、レイアウトは円形となっている。この様にした理由は、最終段のトランジスタのエミッターがパルサー出力に近い場合、電流ループが単純化され、アースが取り易くなるためである（高速パルス回路では、アースのとりかたでしばしば出力波形が変化する）。

タイプ2の回路は、2SC97Aの6段で回路を構成した（回路図は略）。この回路は、組み込むタイプのため、レイアウトは円形としなかった。この2つのパルサーを用いてビーム加速テストを行ったところ、何れの場合も従来の方式と同程度もしくはそれ以上の出力を得た。出力ビーム波形の一例として、0.9nA/Pulse を加速した場合をFig. 2に示す。なお、同図はビームが空中を走る時に生ずるチェレンコフ光をストリークカメラで測定したものである。

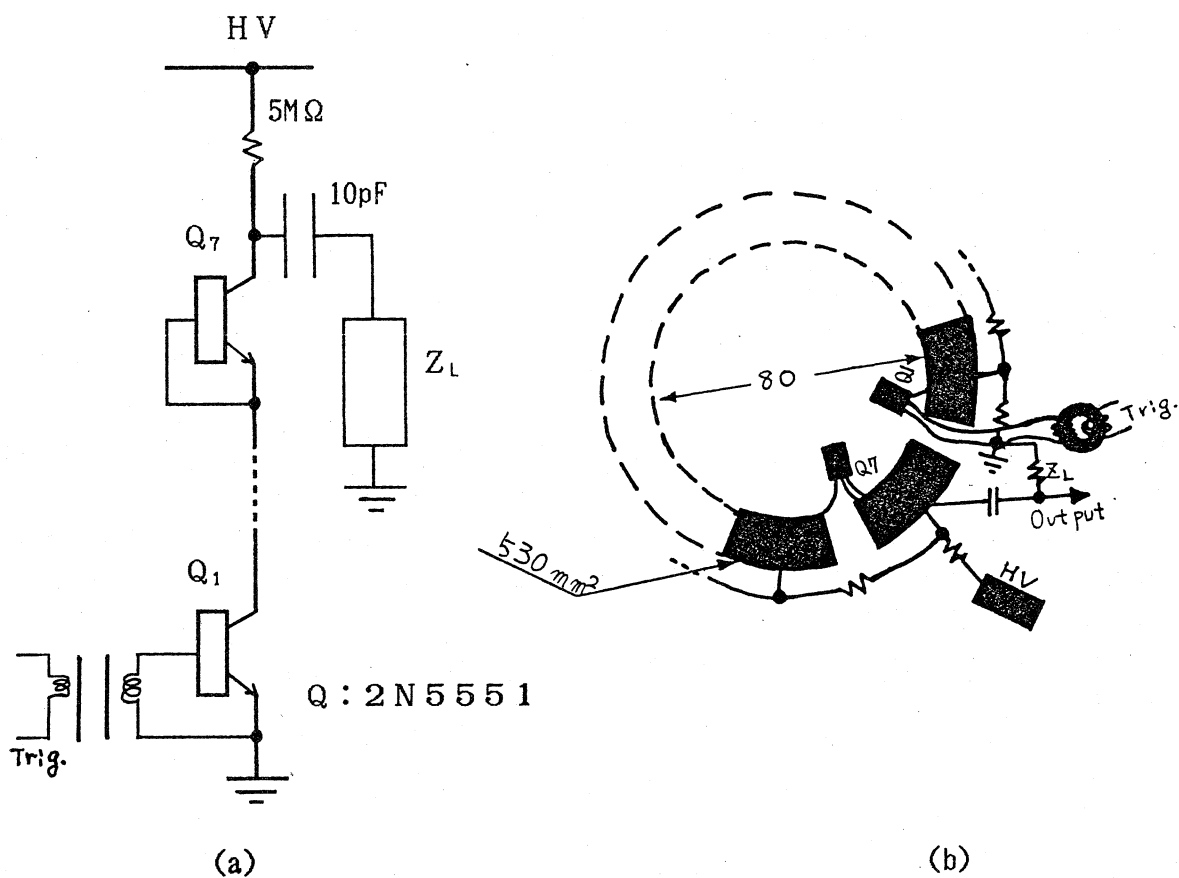


Fig. 1 Avalanche pulser.
 (a)circuit diagram. (b)layout.

15 [A/div.]



Pulse width(FWHM)= 10 pS

Fig.2 Output waveform of the beam current.

3. ライフタイムの測定

アバランシェトランジスタの出力電流とライフタイムとの関係を知るため、2N5551 (350mW) を用いて実験を行った。実験条件は以下の通りである。

a) 平均出力パワーは定格の $1/7$ 程度 b) 出力ピーク電流は約60A前後から100A以下
c) トランジスタは1段 d) 負荷抵抗は1Ω、とした。このような条件で、ライフタイムを出力パルスの個数として求めた。出力ピーク電流に対するライフタイムの測定結果をFig. 3に示す。

同図から明らかなように、ライフタイムは、出力ピーク電流に対し指数関数的であることがわかる。この傾向は、多段回路でも同じであった。また、多段回路において壊れ易いのはトリガーを入力されるトランジスタである、という実験結果を得ている(字数の関係で詳細なデータは略)。Fig. 3に示した結果は一段の場合であるが、このデータからおおよその検討をつけると、今回試作した回路は出力が30A以下であるので、ライフタイムはパルスの個数で 10^9 のオーダーと予想される。この値は、50PPS以下の昼夜連続運転なら半年以上である。実際は、半年間の昼夜連続運転はありえないので、ライフタイムは一年以上と考えられる。2SC97A (800mW) の実験結果は省略するが、パワーが大きいので2N5551より長い²⁾。

4. 結論

ピコ秒パルス電子線用グリッドバルサー回路を試作し、ビーム加速テストを行った。その結果ピコ秒シングルビームで約1nC/Pulseの加速が確認された。また、使用したトランジスタのライフタイム測定を行った。実験結果を以下にまとめる。

- 1) アバランシェトランジスタ回路によって、小型で経済的なバルサーができた。このバルサーは、従来の方式に比べ、同じかそれ以上の特性を持つことが確認された。また、今回の実験で、日常的に安定した1nC以上のピコ秒パルス電子線を加速するには、単にバルサーだけでなく全体的な検討が必要である、ことがわかった。
- 2) ライフタイムは、ピーク電流の増加に対し指数関数的に短くなる傾向があるとわかった(60A以上)。試作したバルサーのライフタイムは昼夜連続運転で半年以上、実用上は一年以上と予想される。また多段の回路では、トリガー入力をもつトランジスタが壊れ易く、ライフタイムはこの素子で決まる傾向がある。

5. 参考文献

- 1) Werner B. Herdem: IEEE . IM-25-2
32 (1976) P152
- 2) 細野、長谷川、中野: アバランシェトランジスタ回路の特徴. アバランシェ・バルサーと電子銃, 並びにその利用. 阪大産研 1987.2

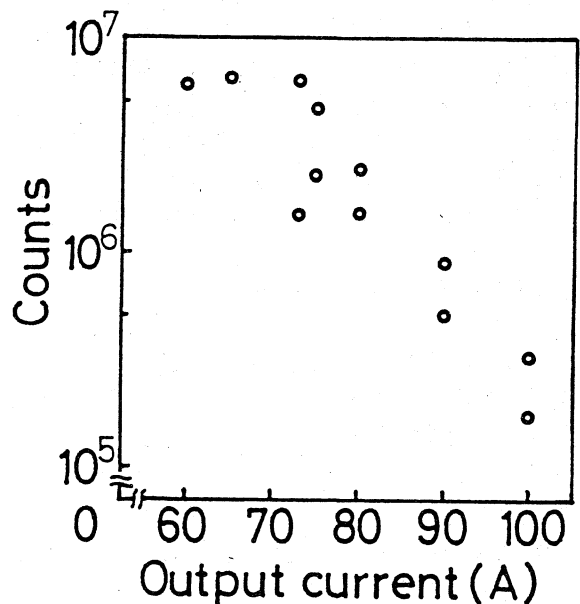


Fig. 3 Life time VS. output current