

Y.HOSONO, K.HASEGAWA and *C.NAKANO

Department of Nuclear Engineering, Faculty of Engineering,
University of Tokyo

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

ABSTRACT

This report describes the life time of avalanche transistors used in linac grid pulsers. Experimental conditions are as follows: (a) Storage element $500\text{pF} \sim 0.04\mu\text{F}$, (b) Peak current $\leq 40\text{A}$, (c) Load resistor $5 \sim 100\Omega$, (d) High voltage 350V , (e) Duty ratio $< 10^{-5}$, (f) Pulse width $\leq 200\text{nS}$ (FWHM), (g) transistor stage 1.

Results indicated that life time has a considerable extent of variation depending on the circuit elements. When a transistor has a power less than $1/4[\text{w}]$, the duty ratio must be less than 10^{-6} .

1. はじめに

アバランシェトランジスタを用いたグリッドパルサーは、小型かつ安価で高速パルサーを容易に実現できるという特徴を有する。このため応用、開発がおこなわれてきた。¹⁾最近筆者らの開発した一例を Fig. 1 に示す。²⁾

アバランシェトランジスタのライフタイムは、適正な使用時には半永久的といっても良いが、出力電圧（電流）が増大するとスイッチング時のパルス衝撃によってエピタキシャル層が破壊されるようになり、ライフタイムが短くなるといわれている。³⁾この破壊にいたる過程は必ずしも明確になっていない。また、デューティレシオとライフタイムの関係も定量的に明かではない。

そこでわれわれは、デューティレシオを $1/100,000$ 以下とし、ピーク電流と出力パルス幅を変化させながら、ライフタイムの測定をおこなった。その結果を報告する。なお実験はアバランシェ動作の起こりやすい $1/4\text{W}$ のトランジスタを用いている。

2. 実験方法および結果

実験は、Fig. 2 に示す単純化した回路でおこなった。同図に示す回路を 6 種類製作し、同時運転をおこなった。

これらの回路は、ピーク電流を変化させるため負荷抵抗 R_L を $5, 10, 33\Omega$ というように変化させている。また、パルス幅とライフタイムの関係を測定した回路は、 R_L を 10Ω とし、コンデンサーの値を 500pF 、 1000pF と変化させておこなった。出力波形の一例を Fig. 3 に示し、実験結果を Table 1, Table 2 に示す。なお、本実験ではパルス幅によるライフタイムの測定の場合のみ 40Hz とし、他の実験は全て 500Hz でおこなっている。

Table 1 から明らかなように、パルス幅が数 10nS 以下の場合ライフタイムは、 500Hz でドライブしても 200hr 以上あることが明かである。パルスの個数に

比例するとすれば、2000 hr (50Hz) ともいえる。しかし、Table 2 に示したようにパルス幅 (時定数) が 400 ns 程度となると、短いもので数分、長いものでは数時間で破壊された。この実験よりアバランシェトランジスタのライフタイムは、同じロットの素子でもバラツキが相当あることが明らかになった。

次に、15分で破壊されたトランジスタの出力電流を時間ごとにプロットしたものを Fig. 4 に示す。同図より、トランジスタが破壊される過程がある程度推察できる。

3. 結び

エピタキシャル型トランジスタを用いてライフタイムの測定をおこなった。その結果、パルス幅が数 10 ns 以下の場合には、ライフタイムが極めて長く実用上問題とならないが、パルス幅が 400 ns 程度となると、トランジスタは数分 (長いものは数時間) で破壊されることが明らかになった。したがって 1/4W のトランジスタを用いる場合は、出力電流にもよるがデューティレシオ 10^{-6} 以下、パルス幅数 10 ns 以下とするのが安全の目安と考える。またアバランシェトランジスタの立ち上がり時間は相当バラツキとの指摘もあるが、それ以上にライフタイムはバラツキがあることが判明した。これは用いる素子によって少し違うと思われるが、同様の傾向を示すと考えられる。

今後の課題としては、パルス衝撃によるトランジスタ破壊を測定するため、KVオーダーの出力においてライフタイムを測定することと、半永久的パルサーをつくるため直並列型パルサーの開発をする必要がある。

参考文献

1. R. F. Koontz ; SLAC-PUB-2824 (1981)
2. 細野米市、長谷川賢一 ; 応物学会放射線投稿中
3. W. Michael Henebry ; Rev. Sci. Instrum. 32(1961)1198

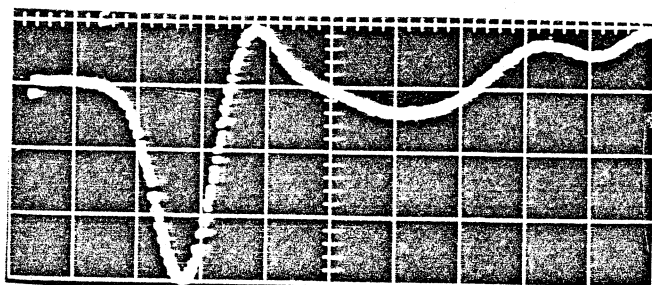


Fig.1 Output of the pulser with a capacitor (22 pF), 87A/div. 1ns/div.

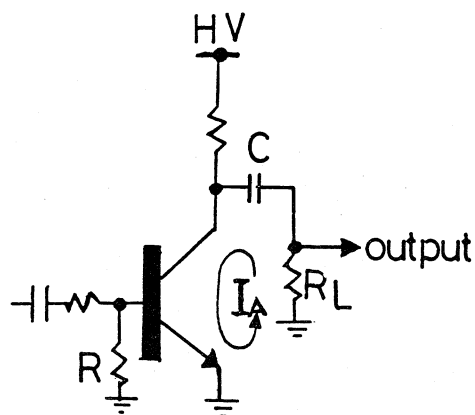


Fig.2 Schematic basic circuit

$R_L (\Omega)$	100	50	30	10
Life Time(hr)	>200	>200	>200	>200

Table 1 Life time for various load resistances at 500pulse/sec.

Time Constant(μs)	0.01	0.081	0.2	0.4
Life Time (hr)	>200	5.08 § 27.5	2.0 § 3.06	0.25 §

Table 2 Life time for various time constants at 40pulse/sec.

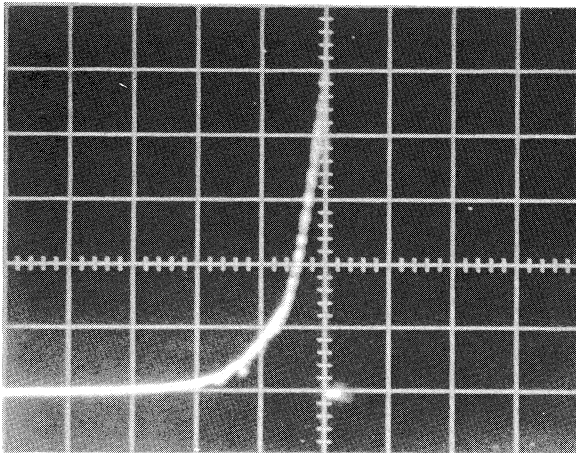


Fig.3 Output of the pulser with a capacitor (8100pF)
5A/div. , 0.2 μs /div.

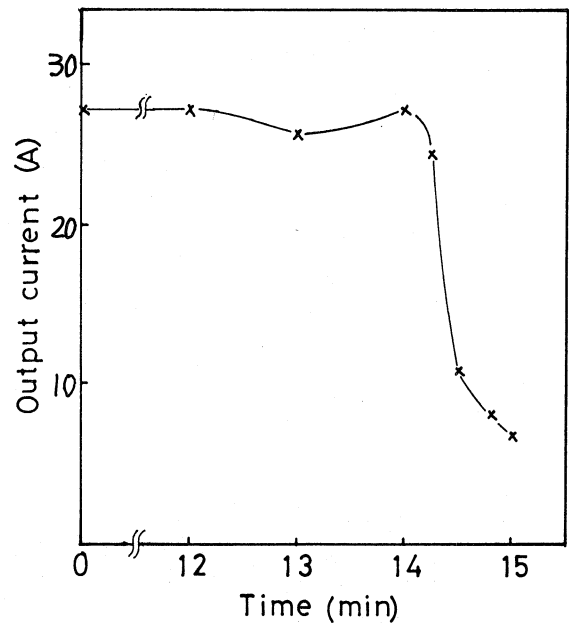


Fig.4 Output current vs. time