

A TRIAL FOR A GROUNDED-GRID FAST PULSE AMPLIFIER WITH PLANAR TRIODE

Kiyoshi TAKAMI

RESEARCH REACTOR INSTITUTE
KYOTO UNIVERSITY

ABSTRACT

The grounded-cathode pulse amplifier has a limit in amplification of fast pulses by Miller effect. On the contrary, the effect cannot be found in the grounded-grid pulse amplifier, which can be expected to be a fast pulse amplifier. In this report, coaxial cavity type transformers have been proposed and made aiming at the practical use of this fast amplifier with planar triode.

Although the present fast pulse amplifier has not always shown satisfactory responses due to the selection of high- μ ferrite as core material, the present trials have given the knowledge which can be expected in future fast pulse amplifiers using low- μ cores.

板極管グリッド接地高速パルス増幅器の試作

1. はじめに

電子銃駆動用パルサーに從來から使われてきた板極管(PLANAR TRIODE)カソード接地パルス増幅器は大型・複雑化等の欠点から敬遠され、アバランシェ・トランジスタ方式に移行しているが、振幅調整の容易さや高出力での信頼性(丈夫さ)から板極管にも捨て難いものがある。しかし、板極管増幅器がアバランシェ・トランジスタに比べて高速パルスの発生(増幅)が難しいことから短パルスでは特にアバランシェ・トランジスタでの開発努力がなされている。

板極管がマイクロ波増幅素子でありながら、高速パルスの増幅が難しいとされる原因はカソード接地増幅器では板極管の入出力間にミラー効果があり、これによって高速化に限界が生じていると考えられる(1)。かつて、米国 POWER SPECTRA社から板極管パルス増幅器(Output:5kV, 100A, Tw:125nsec max, Tr:2.5nsec)が商品化されたことがある。詳細は不明だがグリッド接地が採用されている。この性能はカソード接地では不可能な値に思える。

そこで、板極管を用いて高速パルス増幅器を実現するにはグリッド接地増幅器にする必要があるとして「同軸空洞型パルス・トランス」(自称)を使ったグリッド接地増幅器を試作したので報告する。本パルス・トランスは電子銃への短パルス給電方法にも有効と考えている。

2. グリッド接地パルス増幅器の検討

グリッド接地増幅器ではミラー効果を生じることはないが、電流を増幅(降圧)するパルス・トランス(インピーダンス変換器)が必要になる。板極管の入力インピーダンスがかなり小さくなるのでパルス・トランスの漏れインダクタンスは小さいことが要求される。加えてヒータへの電力

供給方法の考慮も必要になる。

これらを解決する一つの手法として「同軸空洞型パルス・トランス」を考えた。これは、マイクロ波増幅器に使用する半同軸空洞をパルス・トランスの巻線とし、空洞内にトロイダル・コアを入れ、これにもう片方のコイルをコアの全面を覆うように巻くことで漏れインダクタンスの小さいパルス・トランスにするというものである。この原理を図 1 に示す。このパルス・トランスは巻数が 1 回になり、大きな励磁インダクタンスの確保ができないので広いパルス巾の増幅はできないが、数 10nsec のパルスの増幅であれば使用可能と考えられる。

3. グリッド接地増幅器の試作

原理的な考えだけで、製作上の不明な点も多いが、手持ち部品で作ってみることにした。

板極管は 7211 を 1+1+2 本で構成し、陽極側はインピーダンスの高いこととその形状から従来通りのコンデンサ結合方式で製作した。パルス・トランスのフェライト・コアは TDK 社製の H50・T28-16-13 を 2ヶ重ねにし、出力振幅 $\sim 1\text{kV}$ 、パルス巾 $\sim 100\text{nsec}$ を目標にした。全体の回路構成を図 2 に示し、増幅器 1 段の断面を図 3 に示す。入力は一アバランシェ・トランジスタ (2N5551 1 本に RG-58/U 2 本並列) で得た $\sim 160\text{V}$ (at 25ohm LOAD) のパルスを使用した。

得られた出力波形を写真 1 に示すが、結果はかなり遅い応答波形 (立上がり・立下がり時間: $\sim 12\text{nsec}$) になった。製作が終った段階でまだ十分な検討をしていないが、遅くなった最大の原因は High- μ (低速) のコアを使ったことにあると考えている。

4. 今後の課題

低速に終った原因と考えるコア材質の選択以外にも高速化には、次のような検討課題がある。

- イ) トランスの形状や巻線方法。
- ロ) 真空管の選択、利得等の設定
- ハ) インピーダンス整合の方法、等々。

nsec クラスのパルス増幅は容易でない。しかし、元来、板極管がマイクロ波を増幅できる高速性を持っているので、いい回路があれば数 nsec の応答速度は可能と判断している。

5. おわりに

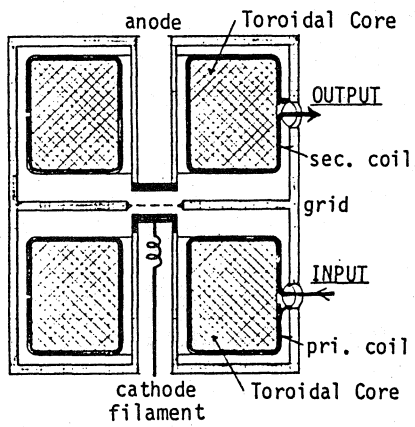
電子銃への高速パルスの給電方法としてカソード・ドライブが採用されているが、インピーダンス整合やヒータ配線等の問題があり、十分な性能を出すことは難しい。板極管グリッド接地増幅器のカソード・ドライブ部と電子銃のドライブ回路は同様に思える。このことからグリッド接地増幅器の検討は電子銃の駆動回路の検討にも有用と考える。

今回の試作で実証を目差したが検討不足からパルスを増幅できることを示す程度に終った。今後はさらに検討を深めてより高速・高出力の増幅器を試作したい。

本増幅器の製作は機械工作に依るところが多く、原子炉実験所の機械工場に製作して戴きました。忙しい中、無理を聞いて戴いた坪倉宏嗣、阪上勝美の両氏に深く感謝します。

参考文献

- (1) 高見 清 : 板極管パルサ高速化の検討, 阪大産研「アバランシェ・パルサーと電子銃、並びにその利用」, P25, 1987. 2. 16,



同軸空洞をパルス・トランス

図 1. の巻線としたグリッド接地
パルス増幅器の原理図

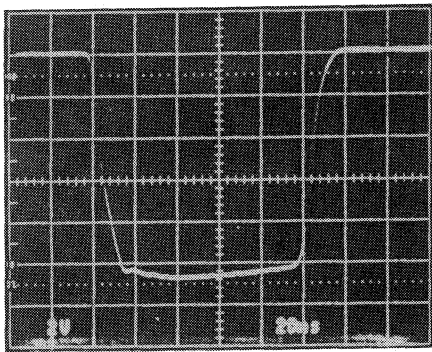


写真 1. 出力波形

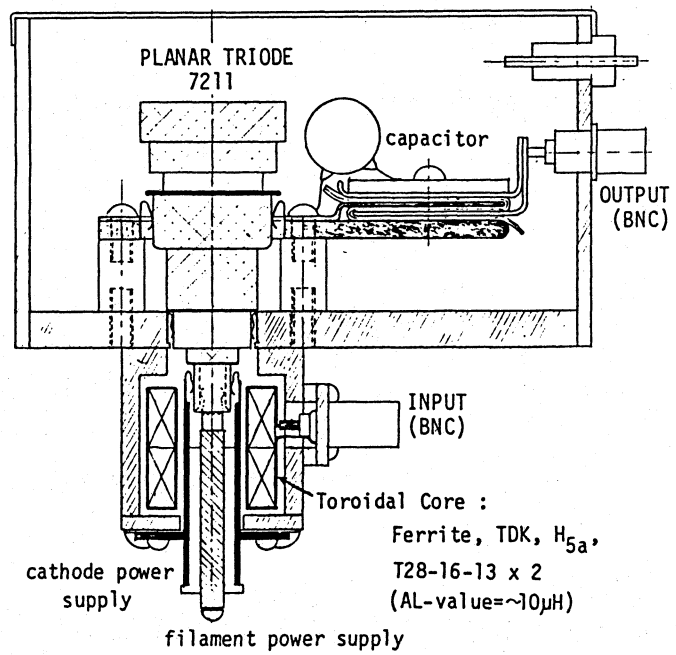
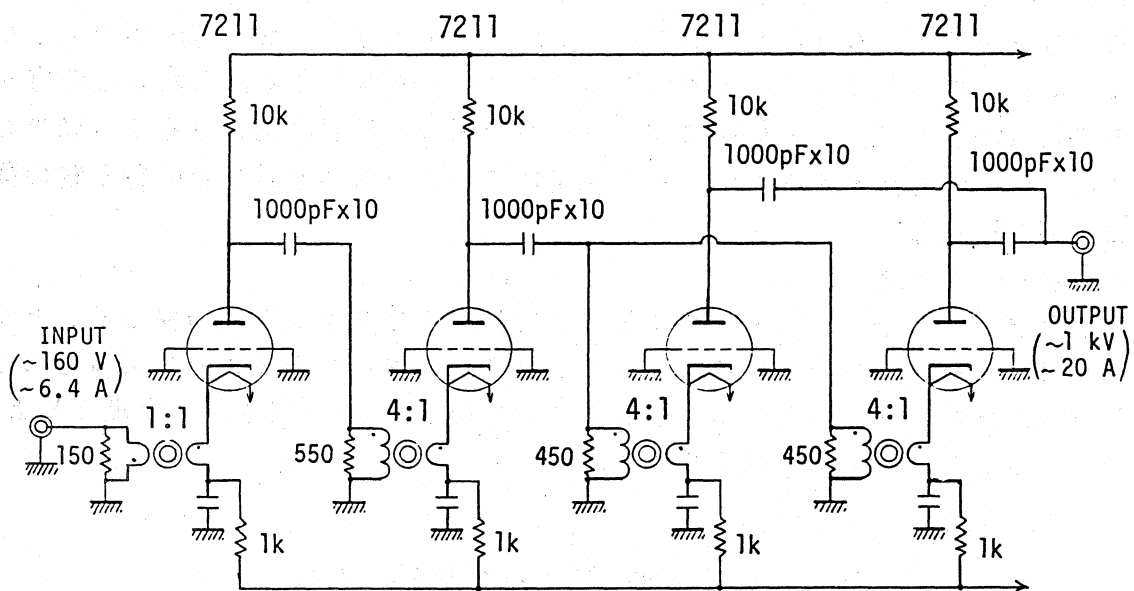


図 3. 試作品一段の断面図

OUTPUT waveform
at 50 ohms load
100:1 ATT
200 V/div, 20nS/div



TEST CIRCUIT FOR THE GROUNDED-GRID
FAST PULSE AMPLIFIER WITH PLANAR TRIODE

図 2. 試作回路