

Hitoshi Kobayashi, Toru Ueda, Toshiaki Kobayashi,* Seichi Tagawa, and Yoneho Tabata

Nuclear Engineering Research Lab., Fac. of Eng. Univ. of Tokyo

* Research Center for Nuclear Science and Engineering Univ. of Tokyo

ABSTRACT

This report describes the development and improvements of an electron gun which contains a grid-cathode structure taken from an UHF planar triode. A current of 5 amps was obtained at grid voltage of 200 V. The trajectories and pulse width of electron beams emitted from the electron gun was measured.

くはじめに> ピコ秒シングルビームの出力強度を増強する場合にはそのパルス幅がせまいために電子銃において多くの困難な問題がある。サブハーモニックプリバンチャーの周波数を下げて許容しうる入射電子線のパルス幅をひろげるとか、テラフワマーを用いてプラライトを除いたか入射部のシステム全体も含めて検討しない限りそう大幅に電荷量を増大させることはできない。しかしピコ秒シングルビームの歴史が決く現状のシステムに多くの改良すべき点があることも事実である。現在進めている作業はこれらのことをかま之次の入射部のシステムの改良のために現状をできる限り整理し把握することである。現在は電子銃の開発と特性測定、入射部収束系の設計と特性測定、入射部のバンチングの計算と測定等を計画し進めている。それによつてビーム出力増強にはどこを改善するのが最も有効であるかの情報を得ることを目的としている。本報告は今迄実施した電子銃の開発と得られた特性について報告する。

く入射部の検討> 半値幅0.8nsの速いパルスを電子銃からとりだしサブハーモニックプリバンチャー(S.H.B)で速度変調をかけ、プリバンチャー(P.B)のオリ空間のパルス幅を350ピコ秒以下にする場合に次のことバ問題になる。

- ① 電子銃とグリッドパルサーの組合せによつて半値幅0.8nsの電子線が何Aでどのようなビーム軌道でとり出せるか。
 - ② 電子銃からのビームを比較的長いドリフトスペースを通して、PBなどのような形で誘導できるか。
 - ③ 単空間方式のS.H.Bによる軸方向の集群を考えた場合、スペースチャージの影響で350ピコ秒内に集群できる最大チャージ量は決定される。この量はビーム径とも関連するが最大値はいくらか。
 - ④ 加速部における加速効率と収束の問題
- ①～④のすべてを検討すべきであるが加速部の加速効率と入射部の性能は関係あること等よりまず入射部の正確な情報をあつめることが急務であろうと考えている。

く電子銃の改良の概要> 電子銃については昨年の本研究会で板極管のグリッド-カソード部を組込んだものを用発、使用開始した旨の報告をした。それ以後の変わったこととして

は、ウェーネットの形状とビーム特性の試験、電子銃から得られるビームのパルス幅の正確な計測、本カソードのカソードとしての能力の試験、及び本電子銃の一年間のフィールドテストができたことである。これら試験の結果としては電子銃直後の収束系が非常に重要であることがわかってきている。

〈電子銃出力電流〉 このビーム増強計画は電子銃から5A、0.8ns(4nc)のパルスととり出し80%の効率で加速し出力3ncを得ることを目標としている。このことより電子銃の仕様は現在のグリッドパルサーの出力電圧で5Aの出力電流が得られること、ということになる。製作された電子銃の出力電流とグリッド-カソード間の電圧の関係を図-1に示す。5Aの出力を得るには200V+カットオフ電圧分のパルスがあれば良い。これは幸い十分に現行グリッドパルサーでカバーできようである。しかし現状の収束系の性能より電子銃から得られた電流を効率良くPB送達できないことも確かである。収束系の検討もすみ改善工場の集束系と本電子銃と組合せて近く試験される予定である。

〈電子銃ウェーネット形状とビームプロファイル〉 電子銃のウェーネット、アノードの形状、カソード-アノードの距離と数種類がえてそれぞれビームプロファイルと測定した。アノード孔レンズの影響が大きくなり、試験した形状のうちで1Aを越える出力電流の場合にアノード孔以降さらにビームが収束傾向をもつものはなかった。ピコ秒シングルビーム用電子銃は必ずしもビーム径の小い電子銃ではなくむしろカソード径10mm中でそのまま平行に出て来るものが望ましい。その後の収束系でもその径を維持し十分に加速工してから小さく収束するのが軸方向のスペースチャージ力とをけるのに適していると考えている。試験された電子銃の一例をウェーネットの形状、ビーム形状と共に図-2に示す。

〈電子銃グリッドパルサー〉 短パルス電子線の発生において電子銃と共に重要なものにグリッドパルサーがある。短パルス大電流の電子銃においては必然的にグリッドアース回路となるので負帰還がかかる。このためグリッドパルサー回路の出力インピーダンスを下げることで大電流をとりだすためには重要であると考えている。現パルサーは前述の通り仕様を満たすものと推定されるが出力インピーダンスを下げることも検討している。

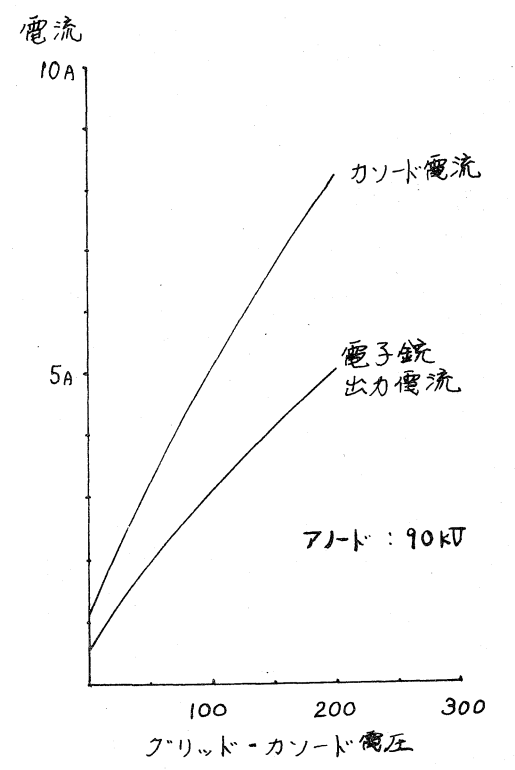


図-1. 電子銃グリッド特性

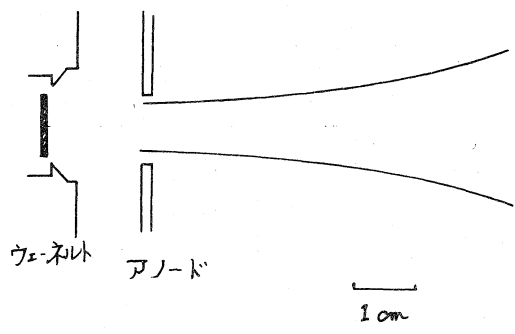


図-2. ビームプロファイルの一例(5Aの場合)

＜マイクロ秒ビーム用グリッドパルサー＞ この電子銃を用いた場合電圧が小さくてすむためマイクロ秒ビームのように小さい電流（500nA～1A）の時にはグリッドパルサーを容易に作る事ができる。従来真空管で構成されたグリッドパルサーをVMOSのトランジスタで置きかえる事ができた²⁾。これはこのタイプの電子銃の大きなメリットである。

＜電子銃からのビームのパルス幅の計測＞ 電子銃から打出される電子線パルス幅を同軸コネクタチャッカーを用いて計測した。ピコ秒シングルビーム用のグリッドパルサー出力を図-3(a)にそのときの電子銃からの電子線出力波形を図-3(b)に示す。図-4(a)に10ns用のグリッドパルサーの波形とそれの電子線出力波形を図-4(b)に示す。この入力パルス波形と出力ビームの波形よりパルス伝達性は良好であることがわかった。

＜電子銃フィールドテスト結果＞ 板極管のカソードを利用した電子銃も1年の使用経験をつむ事ができた。この間に改良等のためには電子銃の交換をいくつか、故障のために交換したことはない。但しカソード温度がひどいこともあって真空度に対しては従来多く用いられているバリウム含浸タイプ（BI型）よりも敏感である。加速管などにおける放射線による一時的な真空劣化にも敏感で、一時的なエミッションの減少がおこる。しばらくすると回復する。総合的にみて真空度の良い方では十分実用になる。

＜参考文献＞

- 1) H. Kobayashi, T. Ueda, T. Kobayashi, S. Tagawa, and Y. Tabata, J. Fac. Eng. Univ. of Tokyo 36B (1981) 87
- 2) H. Kobayashi, T. Ueda, T. Kobayashi, S. Tagawa, and Y. Tabata, UTNL-R-0100

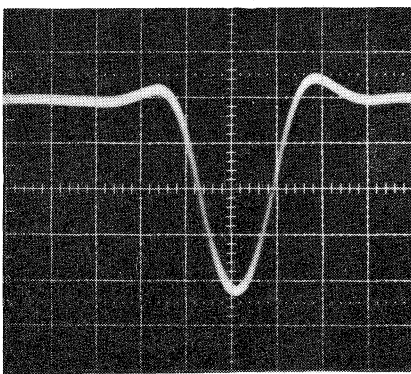


図-3(a)
グリッドパルサー
出力波形
1ns/div
50V/div

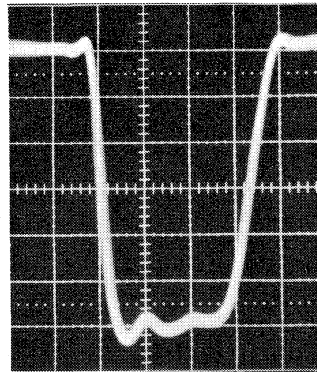


図-4(a)
グリッドパルサー
出力波形
5ns/div
50V/div

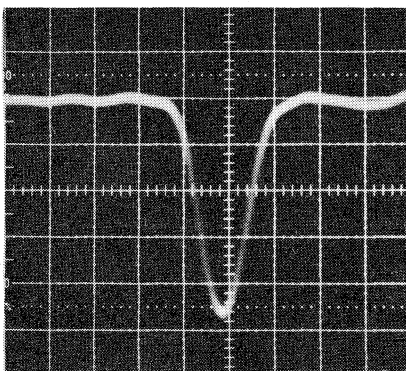


図-3(b)
出力電流波形
1ns/div
F2軸任意

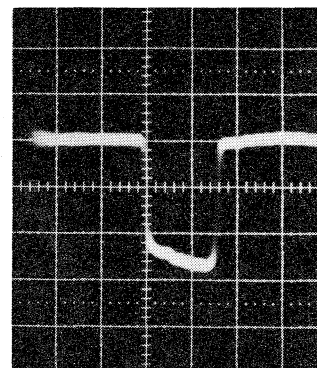


図-4(b)
出力電流
10ns/div
F2軸任意