

ELECTRON GUN PULSER FOR BURST MODE INJECTION

Kunihiko TSUMORI, Tamotsu YAMAMOTO, Toshihiko HORI, Shouji SUEMINE[#]
and Setsuo TAKAMUKU

Radiation Laboratory, The Institute of Scientific and Industrial Research,
Osaka University

[#]Unicon System Co. Ltd.

ABSTRACT

In order to obtain multi bunch beams for the experiments of a free electron laser, an electron gun pulser working on burst mode at high duty cycle has been developed. By applying pulsed rf (27MHz, 300V) to the grid of the electron gun, good performance of the gun (a pulse width of 4.5ns and an interval of 38.6ns) has been achieved. The dependence of the peak current and the pulse width on the grid bias voltage is also reported.

バーストモード入射用電子銃パルサー

1. はじめに

最近我が国においても次世代の優れた光源として自由電子レーザー(FEL)が注目されはじめ、欧米の水準に近付けようと各方面で研究が始められている。当放射線実験所においても、既設の38MeV シングルバンチライナックを用いた FEL の研究が計画され、現在、実験装置の準備が進められている。その概要は、本研究会の現状報告、その他で発表されている¹⁾²⁾³⁾。この報告では、FEL の発振実験に用いられるシングルバンチビームのバーストモード(マルチバンチ)運転に必要な電子銃パルサーの構成と、その動作特性について述べる。

2. 電子銃パルサーの概要

バーストモードのシングルバンチビームを用いたFELの実験装置において、ウイグラー、偏向磁石、ミラーなどで構成される光共振器の長さは、ライナックのサブハーモニックプリバンチャー(SHPB)の励振周波数によって決まるシングルバンチビームの時間間隔が重要なファクターとなる。阪大シングルバンチライナックのSHPBは、108MHzで励振されているので、加速されたビームの間隔は9.2 ns となり、現在準備中の長さ約5.5mの光共振器では、その光の往復時間から36.8nsの間隔をもったバーストモードのシングルバンチビームが必要である。

このビームを発生させるための電子銃パルサーの条件として、幅4.5 ns、間隔36.8ns、波高約300Vのマイクロパルスが、幅4 μ sのマクロパルス内に含まれることが必要である。この場合、マイクロパルスの幅と波高は、従来のパルサーでも充分

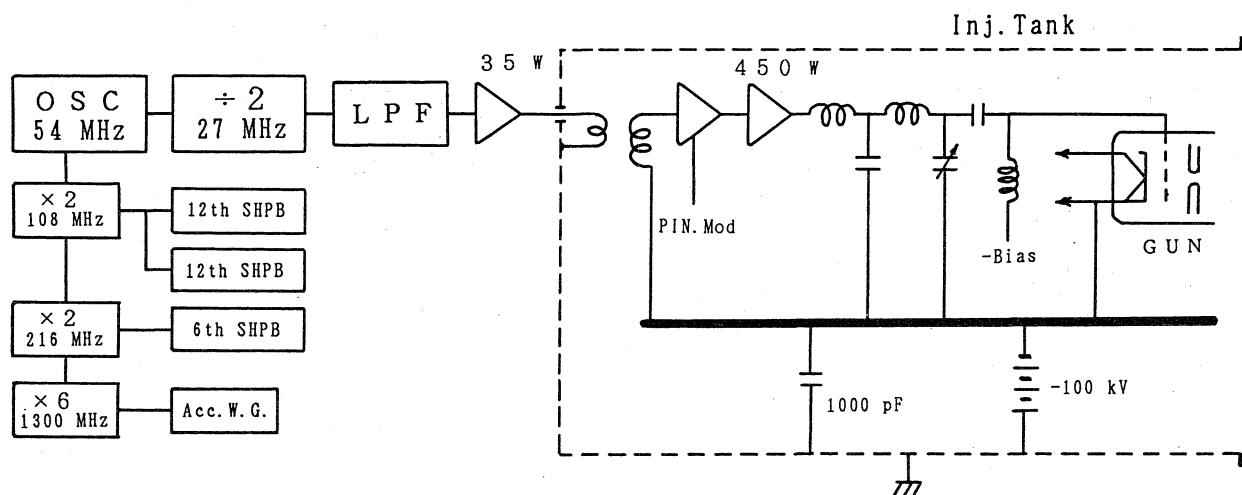


図1 バーストモード入射用電子銃パルサーの構成

対応できるが、36.8nsのパルス間隔、すなわち27MHzの繰返し周波数を実現することは極めて困難である。

今回試作したパルサーは、27MHzのrfをマクロパルスの幅(4 μ s)に変調してRPC(ARCO) Model-12電子銃のグリッドに与え、適当なバイアス電圧によってサイン波の下部をカットして4.5 nsの電子ビームを発生させた。システムの概要は図1に示している。このライナックのrf発振器は、54MHzが基本周波数となっているので、これを分周して27MHzを作った。電子銃とパルサーは、DC100KVにフローティングされているので、85mm隔てた結合コイルを用いてアース側から高電圧側へrfを伝送した。この間での減衰量は約20dBであった。送り込まれたCWのrfは、PIN Mod.で4 μ sの幅にパルス化して450Wに増幅した後、マッチング回路を経て電子銃のグリッドをコントロールした。これらの回路が組み込まれている高電圧側は、高周波的にアースから浮いた形になっているので、1000pF、120KVのセラミックコンデンサーでバイパスした。これによってrf回路の動作は非常に安定になった。図2は、そのrf波形を示したもので、約600V (P-P)の電圧が得られた。

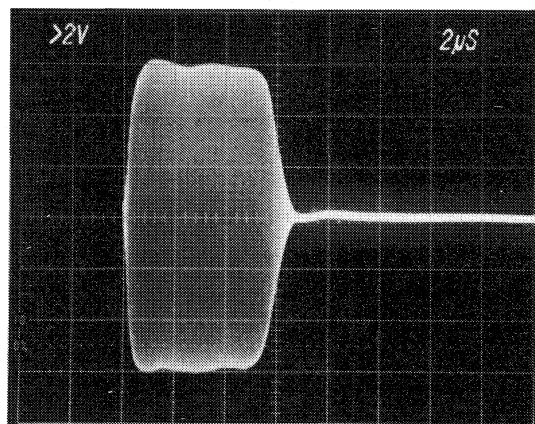


図2 グリッド制御用rf波形

3) 電子銃のビーム特性

このパルサーを動作させて、電子銃からSHPBに入射するビームの状況を調べた。図3、図4は、電子銃出口の電流モニターで測定したマクロパルス、および36nsの間隔のマイクロパルスをそれぞれ示した。マクロパルスの平坦度は、rf波形の頭

部の形がそのまま反映している。これはマッチング回路の調整時に、できるだけ高いrf電圧を得ようとして平坦度を犠牲にしたが、その後に行なったデータ解析では、電圧がそれほど必要でないことが判明したので、次回のテストでは、平坦度を重視した調整を行なう予定である。

図5は電子銃のグリッドバイアス電圧の変化に対して、マイクロパルスの半値幅と、そのピーク電流の値をそれぞれ示したものである。このライナックのSHPBシステムでは、4.5 nsまでのパルス幅を受け入れるので、図から1.1A、電荷量にして約5nCが入射可能で、この値はシングルバンチのバーストモード運転には充分である。

4) まとめ

FELの発振実験に必要なバーストモード入射用電子銃パルサーを開発し、所期の性能を得ることができた。さらに細部の調整によって波形を改善し、シングルバンチのバーストモードの加速テストを行なって、それらの結果を報告する予定である。

またこの方式は、2 ns程度のパルス幅でもピーク電流が充分取り出せるので、Sバンドのシングルバンチライナックの電子銃システムに用いても、バーストモードの運転が可能であろう。

参考文献

- 1) T.Hori et.al., this meeting 11a-6
- 2) K.Emura et.al., this meeting 12p-6
- 3) S.Okuda et.al., this meeting 11-1p

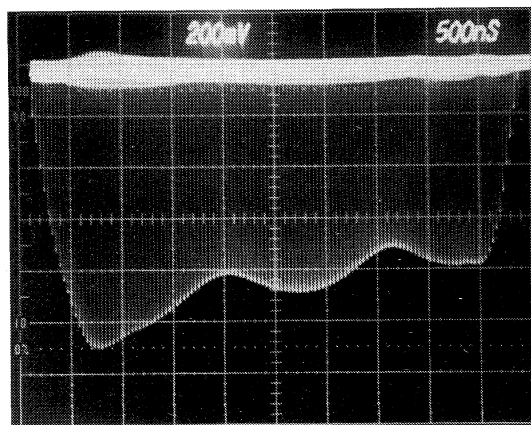


図3 マクロパルス波形

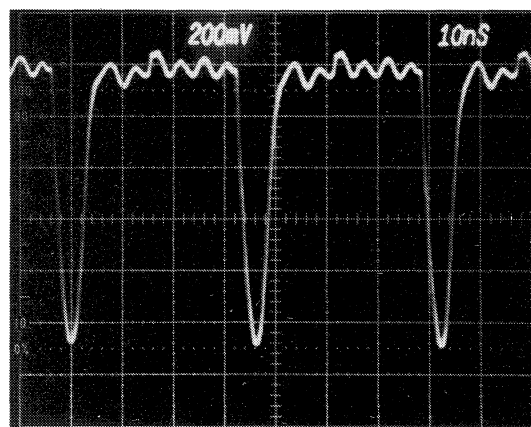


図4 ミクロパルス列

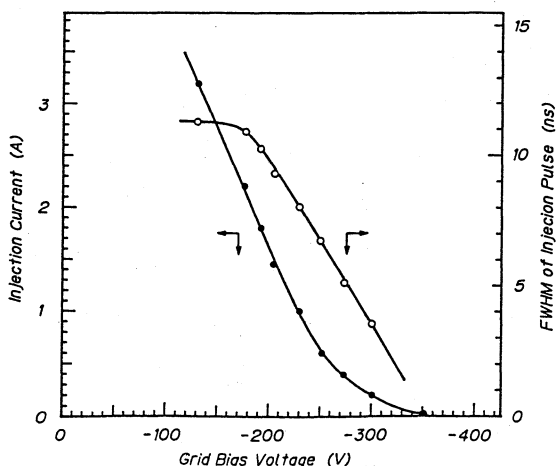


図5 グリッドバイアス特性