

E. Tojyo, S. Arai, K. Kobayashi and K. Yoshida

Institute for Nuclear Study, University of Tokyo

ABSTRACT

Recent improvement of the INS injector linac includes : (1) Conversion of the diode electron gun to a triode one. Grid pulse (2kV, 3 μ sec) is generated by a solid state circuit placed at the earth level and is transmitted to the gun through the secondary winding of the pulse transformer for gun high tension. (2) Employment of a planar tube as a microwave amplifier for driving the klystron. Phase stability as well as amplitude one is quite satisfactory. The quality of the linac beam has been much improved to renew the intensity record of the INS synchrotron.

1) 三極管型電子銃の導入

INS Linacでは長年、二極管型電子銃を使用してきたが、昨年度より三菱電機製の三極管型電子銃を用いている。これに伴って、グリッドには最大十KVのパルス電圧をかけることになるが、我々のところではパルス電源を浮かす手段として、1:10の巻数比のパルストランスにヒーター用巻線と同様に、グリッド用の同軸線を巻き込み^{*}、アース電位からパルスを送る方法を採用した。

またパルサーに関しては、東大工学部の細野氏の協力を得て、従来のPFN方式、Hard Tube方式に代る、Solid-stateの高圧パルサーを製作した。(同氏の発表参照)

現在の問題点としては、電子銃のEmission電流が(室温等の変化による)真空度の変動に伴って変化をきたし、昼夜連続運転で安定なビームを供給するうえで障害となっている。その対策としては真空排気系の改善を図ると共に、EmissionのFine Controlを行なり必要がある。さし当りは、Sample & Hold回路でEmissionをモニターして、グリッド電圧ないしヒーター電流を自動コントロールする方針である。また三極管電子銃の導入により、SOR-Ringへの単パルス入射が可能になるので、具体的な検討を始めている。

* 藤原 1.5D-QEV

2) 板極管増幅器の導入と特性テスト

マイクロ波系の中段増幅器には従来、パリアン社の進行波管(VTS-5253A)を用いてきたが、経年性が悪く保守用品化していることと、位相安定性が良くないため、今年度から板極管に切替えた。(一時期にはSolid-stateによる大電力増幅も検討したが、現状では板極管増幅の方がずっと安価にできる。)

Fig. 1 に進行波管増幅器の場合と比較したパルス内位相変化を示した。板極管増幅器の方が明らかに位相変動が少なく、パルス内で振幅が十分立上った後では位相変動は全く認められない。但し、このような特性が実現するためには、アノード用直流電源のパルス負荷に対する瞬時垂下が十分少なくなければならない。Fig. 2は用いた電源のパルス負荷応答と、出カマイクロ波の位相変化を示す。電圧レベルの瞬時垂下は $\approx 0.8\%$ であり、この程度ならば位相への影響は無視できる。このように

パルス内位相特性が改善された結果、ライナックのビーム特性が向上し、シンクロトロン最終ビーム強度の記録が更新されることになった。

Fig. 3は板極管のヒーターをACで点火した場合のパルス内位相特性を示すが、Fig. 1(b)と本質的な差はないことが確認される。(出力電力の波形が異なっているのは、ヒーター電源を浮せているため、グリッド-カソード間のcapacitanceが変わったためと考えられる。) またFig. 1(b)とFig. 4を比較することにより、2種の管(7815R, 7211; 通常は前者を使用する)による位相特性の異同がわかる。7815Rに比べて7211の方がいくらか位相特性が悪いが、出力電力は高くとれる。両者は形状・寸法が同じで同じ共振空洞に入れ替えるだけで測定できた。

Fig. 5は入力と出力の周波数帯域特性を示し、出力電力の半値幅はおよそ7.1 MHzある。共振空洞の無負荷Q値は、計算で ≈ 725 であるが、この時の半値幅のおよそ2倍程度に相当する。定常運転時には共振周波数を2758.25 MHzの前後で最大 ± 50 kHz変えてBeamの最適化を行なうため、Q値は必要以上に高くない方が良く、実用上この程度で十分である。Fig. 6は使用する周波数の近傍だけ出力レベルをとったもので、運転周波数区間2758.2~2758.3 MHzでの出力レベルの変化は0.3%以下である。

アノード電圧をパラメータとする入出力特性をFig. 7に示した。通常は2.0 kVを基準にして調整し、入力1.7 W (Full Power) で300 W以上の出力が安定に得られている。

なお、この板極管増幅器への切替えに際し、当初は周囲温度が昼夜で最大 $\sim 15^\circ\text{C}$ 変化した場合に、出力特性が大きく変る危険性を考慮し、2個の共振空洞を厚い銅板に直結し、 30.0°C の循環水を廻して温度を一定化する予定だったが、現状ではその必要性がないことが確認されている。

終りにこれら一連の改修作業に協力いただいたESマシニンググループ各位、及び椎野二男氏に感謝する。

《板極管増幅器設計パラメータ》	
管種	7815R
段数	(7211も可) 2段
入力電力	1.7 W max (CW)
出力電力	> 300 W (Pulse)
Anode 電圧	2.00 kV mean
Cathode Bias 電圧	40 V
Heater 電圧	6.0 V D.C.
パルス幅	5~10 μs
くり返し	~ 50 ms
出力パルス内位相変動	$< 1^\circ$
共振空洞冷却温度	30.0°C (当面は冷却せず)
駆動周波数	2758 MHz

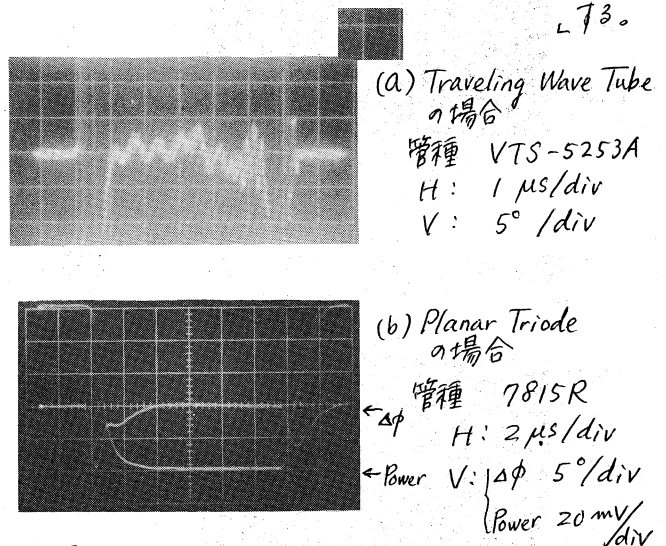
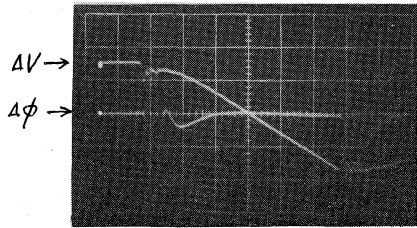
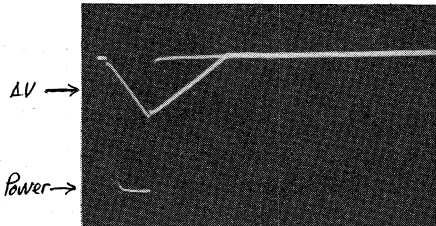


Fig. 1 パルス内位相変化特性の比較



(a) H: $2\mu\text{s}/\text{div}$
 V: $\begin{cases} \Delta V & 5\text{V}/\text{div} \\ \Delta\phi & 5^\circ/\text{div} \end{cases}$



(b) H: $10\mu\text{s}/\text{div}$
 V: $\begin{cases} \Delta V & 5\text{V}/\text{div} \\ \text{Power} & 50\text{mV}/\text{div} \end{cases}$

管種 7815R, Heater: DC点火
 $V=2.00\text{kV}$, $\Delta V/V \approx 0.8\%$
 Fig. 2 Anode電源のPulse負荷応答

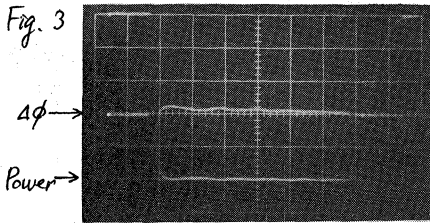


Fig. 3

H: $2\mu\text{s}/\text{div}$
 V: $\begin{cases} \Delta\phi & 5^\circ/\text{div} \\ \text{Power} & 20\text{mV}/\text{div} \end{cases}$

管種 7815R Heater: AC点火
 $V=2.00\text{kV}$, $f=2758.26\text{MHz}$

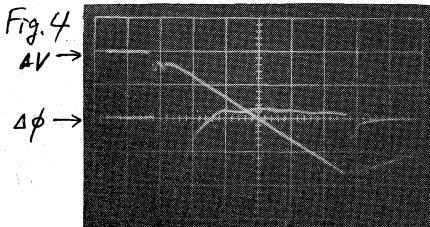


Fig. 4

H: $2\mu\text{s}/\text{div}$
 V: $\begin{cases} \Delta V & 5\text{V}/\text{div} \\ \Delta\phi & 5^\circ/\text{div} \end{cases}$

管種 7211 Heater: DC点火
 $V=2.00\text{kV}$, $f=2758.26\text{MHz}$

