

STABILIZATION OF BEAM CURRENT EXTRACTED FROM A GUN

M. Mutoh, A. Kurihara, S. Urasawa

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University

1-2-1, Mikamine, Sendai 982

Abstract

The control equipment to stabilize beam current extracted from an electron gun was developed. The control equipment using a micro-computer measures beam current using a core monitor existing between gun and buncher, controls pulse voltage which is added to gun grid. Consequently, the drift of beam current was eliminated completely, it is very useful for the machine operation.

1. 概要

リニアックにおいて電子銃から取り出されるビーム電流の変動は運転を繁雑化し、更にマシンのシャットダウンの原因になることもある。核理研でのリニアックの運転は、起動以外の定常運転は実験グループが行うことになっており、このためビーム電流の安定化は加速のためのRFの安定化と共にかなり以前から強く望まれていた事柄の一つであった。そこで、電子銃からのビーム電流をモニタし、それによって電子銃のグリッドに加えられるパルス電圧を制御してビーム電流の安定化をはかる装置を製作した。

2. 経過

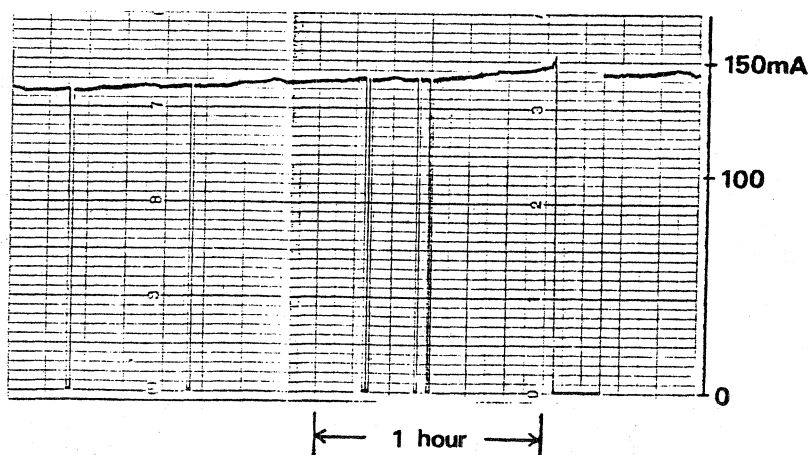
核理研のリニアックでは多目的の実験が行われるためビームの電流、パルス幅、加速エネルギーは多様である。今回安定化を行ったのはビーム電流が100~600 mA (ピーク値) でパルス幅4 μ secの範囲内のものについてである。核理研で使っている電子銃の概略は次のとおりである。

- ◇ヒータ 直流6.5 V 14 A
- ◇カソード バリウム酸化物含侵型 直径17 mm 厚さ2 mm
- ◇カソード・グリッド間隔 3 mm
- ◇グリッド・バイアス -200 V
- ◇カソード・パルサ -80 KV パルス幅5 μ Sec
- ◇グリッド・パルサ 0~1.2 KV パルス幅10 nSec~4 μ Sec

電子銃からのビーム電流は電子銃から約10 cm下流にあるコア・モニタで観測でき、このモニタからの信号をピーク・ホールド回路で直流化して記録したのが第1図である。安定化の対策を施す前の状態であるこの記録には、(1)短時間での変動 (2)長時間に渡っての緩やかな変動 (3)ビームを一時止めた後のビーム電流が止める直前の値と一致し

ないなどの現象がみられ、いずれもマシンの運転を難しくする原因になっている。(1)については高分解能のエネルギー・スペクトルを必要とする原子核実験の場合、ビーム電流の変化によって起こるエネルギーの変化を寸暇をおかずに補正しなければならない煩わしさがある。また、(2)についてはエネルギーの変化を加速管に供給するRFの位相調整だけで行う場合、エネルギーのずれが次第に大きくなってついに移相器の調整だけでは追い掛けられず窮地に追いやられるオペレーターも見受けられる。更に、(3)の場合にはビームの加速を再開したとき実験室へビームが通らず、調整に手間取っている間にビームが途中のダクトなどにぶつかり真空を悪化させることもしばしばあった。

ビーム電流がこのように変動する原因としてはカソードの温度、カソード表面状態の変化それにカソード、グリット・パルサの動作状態の時間変化などが考えられる。しかし、それら一つ一つの問題点を確かめて原因を除去し、本質的な安定化をはかるにはかなりの時間が必要だと思われる。今回は上記の不安定要因を一応棚上げにして、リニアックの運転の容易さだけを考慮してビーム電流の安定化を図った。



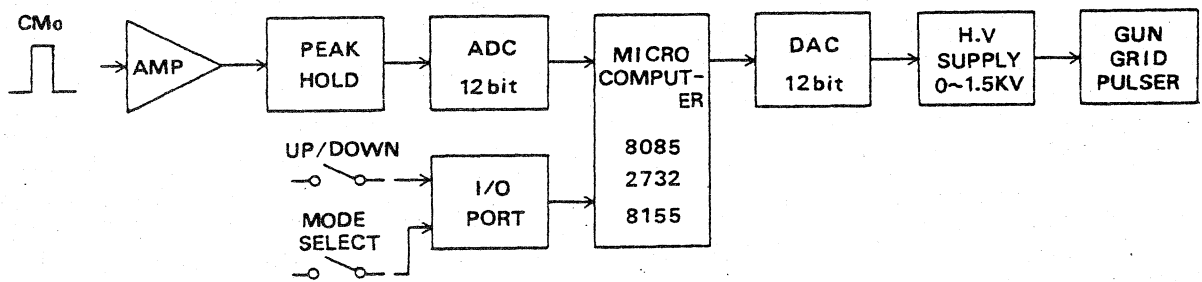
第1図 安定化を施す前のビーム電流

3. 装置の構成

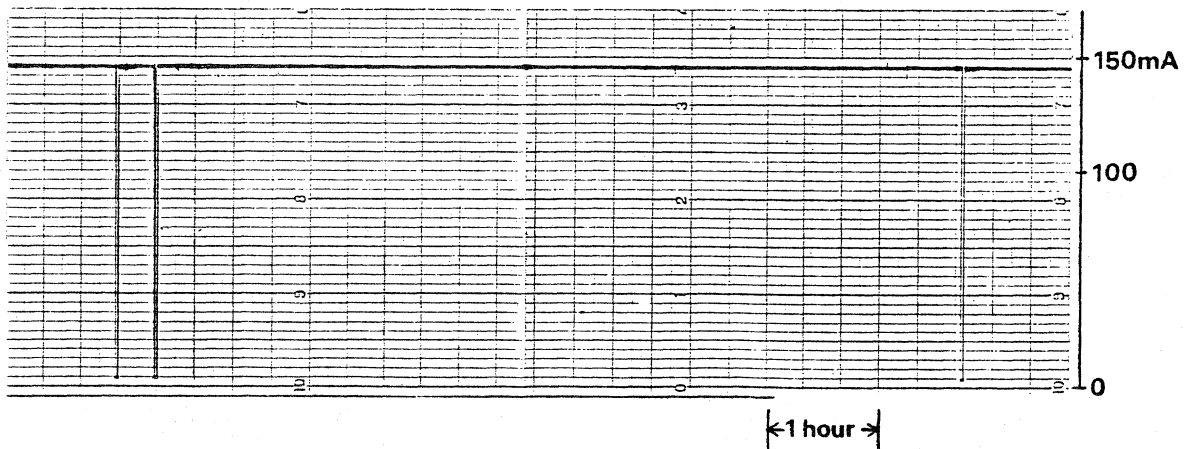
装置のブロック・ダイアグラムを第2図に示す。コア・モニタから得られるビームの電流波形はピーク・ホールド回路で直流化され、その値はADC (Analog to Digital Converter) によってマイクロコンピュータに読み込まれる。そして、その値は設定値と比較され、その結果マイクロコンピュータからの制御信号は、DAC (Digital to Analog Converter) を通して0~1.5KVの高圧電源の電圧を制御し、これによって電子銃のグリットに加わるパルス電圧が変化する。こうした制御ループを形成することによってビーム電流は常に一定の値に保たれる。また、何んらかの原因でこの装置内のDACの出力電圧が最高値に致ってもなおビーム電流が設定値まで上がらないような場合(例えば電子銃のヒータ電圧が規定値より低くセットされているとき)などには、警報を発してオペレーターに注意を促すようになっている。この装置のピーク・ホールド回路、マイクロコンピュータ(インテル 8085)、DAC回路はNIM2幅のモジュールに実装されていて、制御卓に置かれている。

4. 結果

この装置を用いてリニアックを運転したときのビーム電流の記録を第3図に示す。実験の種目、電子銃パルサの動作状態などの諸条件は第1図の場合と同じである。この方式によってビーム電流の変動を完全に除去することができ、またリニアックの運転においても先に述べたようなオペレータの負担を軽減することができ、更にマシン・トラブルの減少にも寄与しているものと思う。



第2図 ビーム電流安定化装置のブロック・ダイアグラム



第3図 安定化対策後のビーム電流