

M. Kase

RIKEN, The Inst. of Phys. and Chem. Research

ABSTRACT

Two types of bunch probes used at the RIKEN Heavy Ion LINAC are described. One is a beam destructive type and the signals are produced in terms of secondary electrons. The other is a non-destructive type and a capacitive pick-up. The result of performance test of these probes is also presented.

1 まえがき

理研の周波数可変重イオンリニアックは、種々のイオンを周波数(17 ~ 45 MHz)で、最大6段のキャビティを連動して加速するため、その運転には、調整すべきいろいろなパラメータが存在する。その複雑な調整の指針を与えるものとして、ビーム診断は、重要な役割を果すが、その中でも、ビームバッチ測定は、特に、高周波のパラメータ調整のために大いに役立つ。

加速されたビームのバッチ信号には、様々な情報が含まれている。その信号の波形から、バッチの形(特にバッチの長さ)がわかる。加速電圧との相対的關係より、同期位相(ϕ_s)の測定が可能であり、二つの位置に設置されたアローブの信号の時間差より、加速ビームの平均速度(TOF)については、ビームのエネルギーを知ることができるし、又、加速ビームの強度の非破壊モニターとしても使える。ビーム強度の広い帯域(1 kHz ~ 1 MHz)にわたる振動(主に、イオン流のプラズマ振動)のモニターにも役立つ。

このように、いろいろな目的に応じたバッチ測定が行なわれるが、その目的に応じて、いく種類かのバッチアローブの試作しテストを行ってきた。そのうちここでは、2種類のバッチアローブ(二次電子効果バッチピックアップとビーム透過型ピックアップ)の構造と性能について報告する。

2 二次電子効果バッチアローブ

このバッチアローブは、おもにバッチの構造と精度よく観測するために開発されたもので、次にあげる2つの特長がある。その1つは、初期加速段階の比較的速度の遅いビームのバッチ構造と精度よく測定できることである。従来のアローブに見られた遅いイオンによって誘起される信号のゆがみをとり除くことができる。他の1つは、このバッチアローブは、アローブ自身に信号と10倍以上に増幅する作用があるため、弱いビームの測定に有利であり、アローブ以降の信号処理も簡単になる。

このアローブの構造を Fig.1 に示す。主に2つの電極よりできている。50 Ω に整合された同軸信号線につながっている Stopping plate と、アースに対して正電圧(最大2 kV)が印加

される Electron Collector である。パunched重イオンビームは、まず Stopping plate に衝突する。その際、いろいろな方向に、いろいろなエネルギーの二次電子を多数放出する。これらの二次電子は、ほとんど、正電位の Electron collector によって捕捉される。

Stopping plate からは、イオンが近づいてくる時に誘起されるものと、二次電子放出による2種類の信号が得られる。理研リニアックの入射ビームは、 β が $0.0063 \sim 0.015$ 又、第1加速タンクの出口で β が $0.015 \sim 0.038$ 程度であり、これらのビームの測定をした場合、イオンによる信号は、シールドを取り付けたとしても、かなりゆがんだものになる。一方、二次電子は、数kVの電圧により、イオンの速度の10倍程に加速されて Electron collector に捕捉されるため、二次電子による信号は、イオンの信号に比べて、速度効果によるゆがみは、ずっと小さい。この様子を、 $\beta = 0.015$ の場合に計算した例を、Fig 2 に示す。計算は、ビームパunchedの電荷分布が半値巾2nsecの三角形をしているとして行なった。図中、実線の曲線は、イオンによる信号であり、一点鎖線は、二次電子による効果を示している。入射ビームのピーク高 a と二次電子の信号のピーク高 b との比 b/a は、1.5 MeV N^+ の場合、銅製の Stopping plate を用いた場合で、 $b/a \sim 16$ 程にもなる。最終的に、この2種類の波形をたし合わせた時、得られる波形は、ほとんど、二次電子による信号で決定される。実際の測定例を Fig 3 に示す。

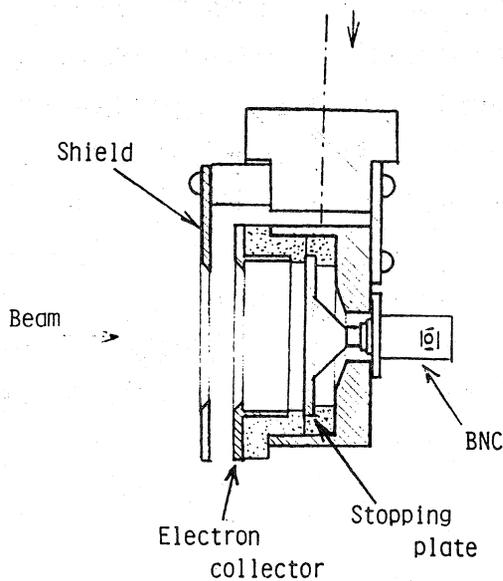


Fig.1 Secondary electron effect bunch probe

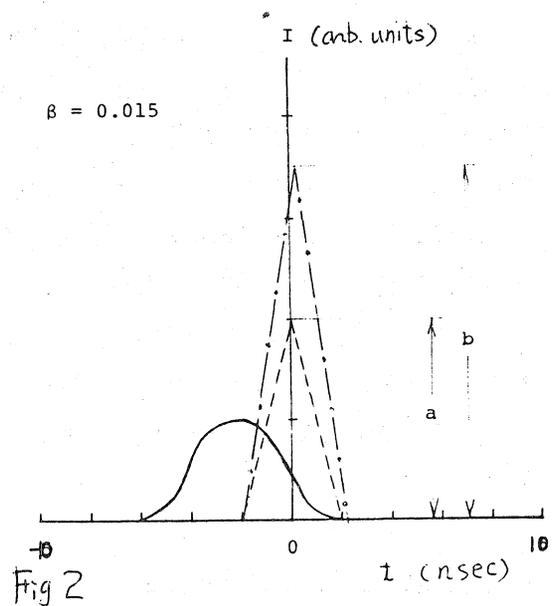


Fig 2

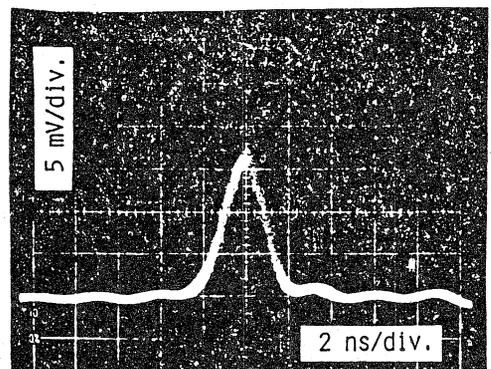
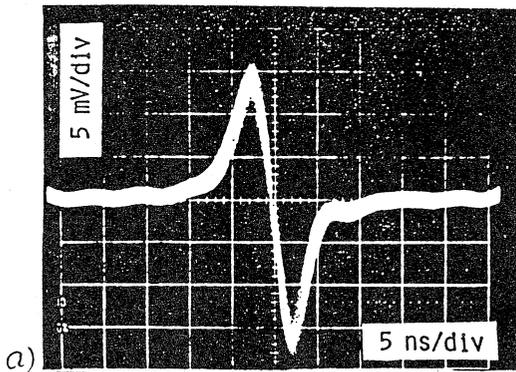


Fig 3

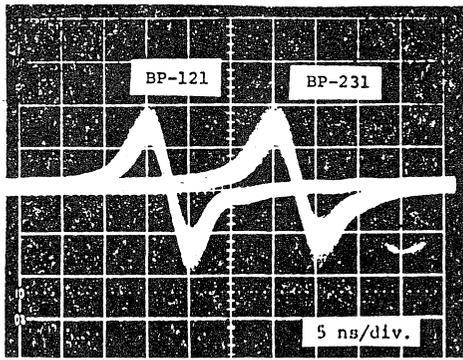
Fig 3に示す信号は、 N^+ 1.8 MeV ($\beta = 0.015$), 1.2 μA について測定されたもので、信号レベルはかなり高く、特にWBアンプを使用せずに直接オシロスコープでの観測が可能である。

3 透過型ピックアップ

最終的なピックアップとしては、非破壊型が好ましい。そこで、UNILAC で用いられている Capacitive pick-up¹⁾ と同型のもので製作し、テストを行った。これまでに、TCFによるビームのエネルギー測定が試みられ、十分に使用できることが確認された。その時の信号波形の例を Fig 4 に示す。又、イオン源のプラズマ振動の様子も観測され Fig 5 に示す。



a)



b)

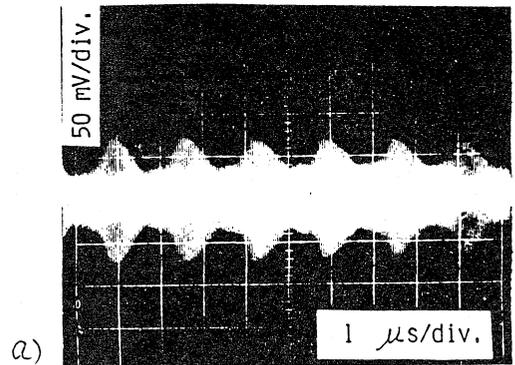
Fig 4 a) 単一のピックアップよりの信号

b) 2つのピックアップ (BP121とBP231)

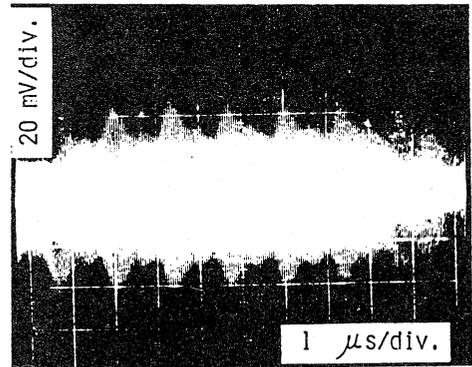
よりの同一ビームの信号を重ね合わせた図、
2つの信号の時間差 Δt よりビームの速度を式

$$L = v (\Delta t + [N]T) \text{ で求める。}$$

L は 2つのピックアップの設置された距離、 N は L 内の
ピックアップの個数、 T はRFの周期



a)



b)

Fig 5 イオン源 プラズマ振動の様子
 Ar^{3+}

アーク条件 a) 250V x 1.6A

b) 290V x 1.2A

参考文献

- 1) J Klabunde et al. Proceedings of 1979 Linear Accelerator Conference, p. 297 - p 303