

# 九大タンデム SNICS II イオン源の移設について

前田豊和、相良建至、上妻宗広、大庭弘、御手洗志郎、森川恒安、二宮重史\*

九州大学大学院理学研究院原子核実験室

\*高エネルギー加速器研究機構

## 1. はじめに

九大タンデムでは建設期の 1970 年代に重イオン源として SNICS I を導入し、その後 SNICS II に入れ換え電源も更新して長年使用してきた。その後パルスビームの要求からバンチャーとチョッパーの追加をした。2005 年 1 2 月よりイオン源前段バンチャー導入のためにビームコースを長くする必要から大規模な SNICS II の移設を行った。移設完了まで 3 ヶ月を要したが、現在は順調にビーム加速され実験に使用されている。以下に今回おこなった事について紹介する。

## 2. 移設について

SNICS II イオン源に前段バンチャーを増設する事でタンデム入射部の主バンチャーに来るビームを前段バンチし、ビームパルス化効率を上げるのが目的である。イオン源での初期加速電圧(13kV)に±300V の鋸歯状波電圧を印加して、ビームに周期的に速度差をつける。その速度差でビームを 4m 走らせてバンチさせ、それからビームを 190 kV に加速して主バンチャーへ、そしてタンデムへと入射する。

4m の距離を確保するためにイオン源を移設し、4m のダクトの 2 ヶ所にアインツエルレンズを挿入し、クライオポンプ、ターボポンプを追加した。またビームの時間構造測定のため、アモルファスコア (Finemet core) を用いたビームモニタを装備した。図 1 に移設前と移設後の概略を示す。

## 3. イオン源前段バンチャー

イオン源で前段バンチする為には鋸歯状波電圧を引き出し電圧のみに印可すれば良いのであるが検討した結果小さい浮遊容量や絶縁のやり易さなどからカソード電圧と引き出し電圧を変調する位置を選ばざるを得なかった。(カソード電圧を変調するのは理想的なことではないだろう。)

図 2 に鋸歯状波電圧印可簡略図を示す。ここで一番難しかったのは直線性が良く立ち上がりの早い波形を作るか否かである。図に示すように高周波電力増幅器の出力は 50 Ω 整合器に繋がれそこで電力の殆どを費やしている。(整合器のみでは直線性の良い波形をしている)。この整合器と並列に 1 T : 2 T のコアを入れて出力電圧を 2 倍にステップアップしている。

図 3 にコアの 2 次側に 100 : 1 プローブのみを負荷とした時に、6 MHz、600 V<sub>p-p</sub> を発生させた電圧波形を示す。ここでは載せていないが周波数が低くなると直線性の良好な波形となる。

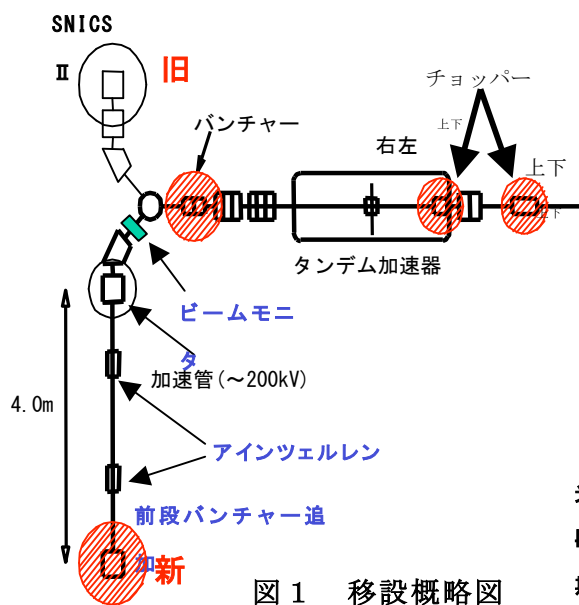


図1 移設概略図

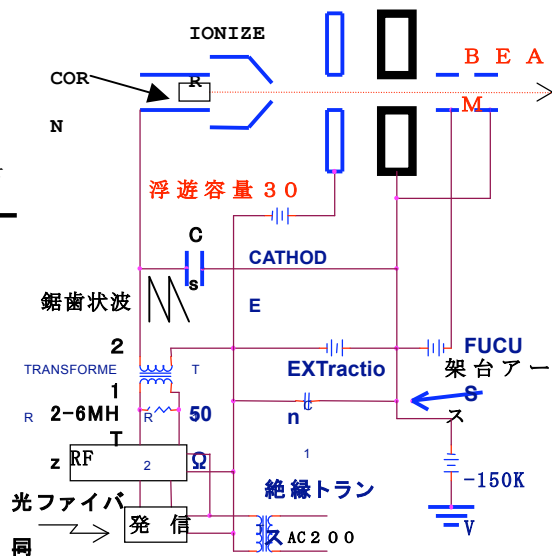


図2 SNICSイオン源  
鋸歯状波印加簡略図

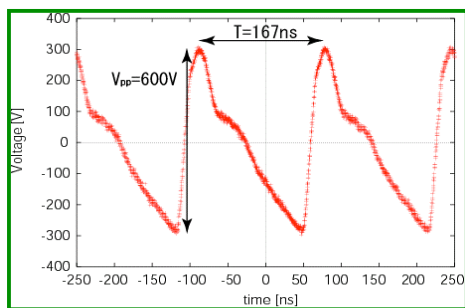


図3 鋸歯状波測定波

#### 4. パルスビームテスト実験

パルスビームの時間構造を調べる為に散乱実験を行った。ビームは  $^{12}\text{C}$  13.96MeV 10particle-nA でターゲットは  $^{12}\text{C}$  foil  $10\mu\text{g}/\text{cm}^2$  である。弾性散乱  $^{12}\text{C}$  粒子をシリコン検出器で検出して TDC のスタート信号を作り、ストップ信号は鋸歯状波電源から取った。この TDC 出力を ADC へ入力するとビームの時間構造が見える。図4 バンチ効率 がその結果である。図のように前段バンチャャーと主バンチャャャを同時に働かせることに依って 10 n S 幅に 60%までバンチに成功した。

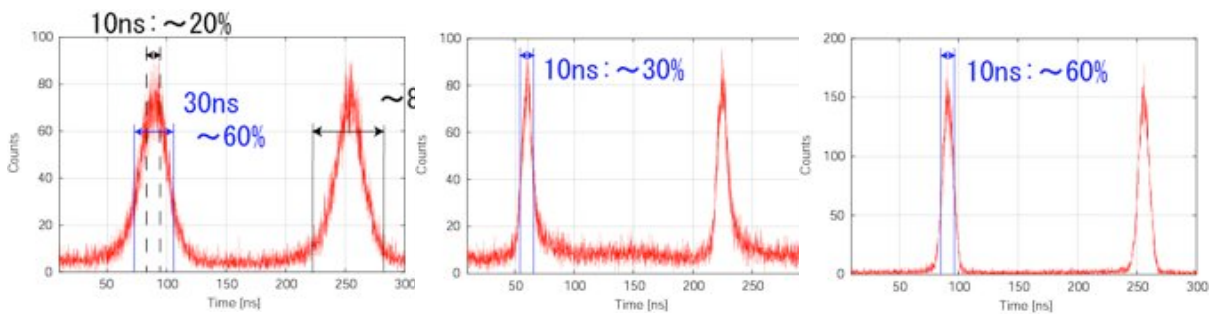
次の段階ではセカンドバンチャャを同時に働かせる事。さらに主バンチャャとセカンドバンチャャの間隔の最適化を図る事でさらに効率を上げられるであろう。

#### 5. 大口径アモルファスコアを用いたビームモニタ

SNICS IIイオン源の-190KV加速した直後の位置に、図5 (A) に示すようにビームダクト(IN)がアモルファスコアを貫き、その先はテフロンフランジで絶縁され、金属

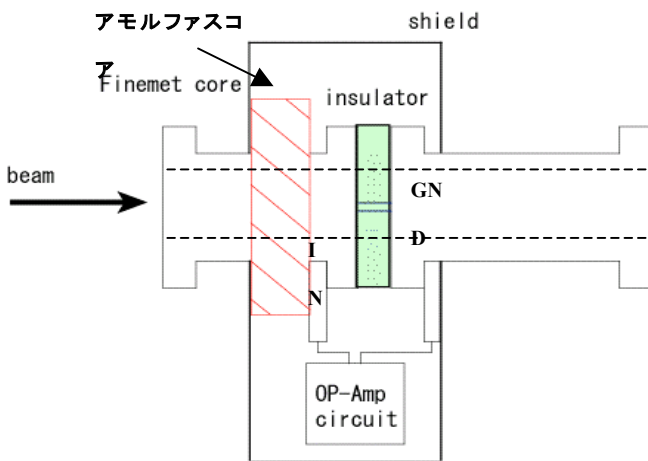
のビームダクト(GND)に繋がっている。これらのダクトの中をパルスビームが通過するとその電流に応じたウォール電流が流れる、当然DCビームではウォール電流は流れない。この電流を電圧変換して電圧信号を得た。DCビーム  $1\ \mu\text{A}$  に対して OPAMP 出力は  $1\text{mVp-p}$  以下のノイズであった。前段バンチしたビームを通し図 5 (B) の  $2\text{mVp-p}$  交流波形を得た、もっと切れの良い波形を予想したのだが。この波形がここの地点でのビーム時間構造を正しく反映しているのかまだ定かでない。

ここで使用した電流電圧変換アンプは電流帰還型 OPAMP の LM6181 である。高周波特性の問題から、ここで使用する電流電圧変換用フィードバックの抵抗値を  $1.5\text{K}\Omega$  以上には出来ない。正確には抵抗自体の周波数特性が良くない。さらにもっと S/N 比を良くするには OPAMP や抵抗の選定などまだ解決しなければならない問題が多い。

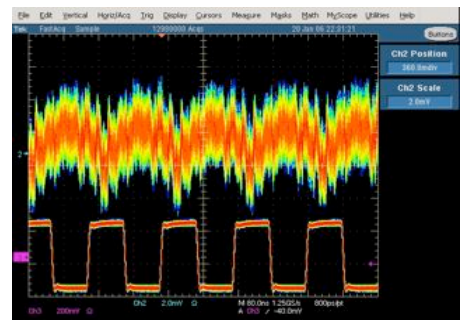


(A) 前段バンチャ (B) 主バンチャーのみ (C) 前段バンチャー + 主バンチャー

図 4 バンチ効率



(A) 構造



(B) 鋸歯状波電圧 =  $600\text{Vp-p}$  の

OPAMP出力波形

図

図 5 大口径アモルファスコアを用いたビームモニタ