

Upgrading of the Injector System at the Tohoku 300MeV Linac

Yoshinobu SHIBASAKI, Masayuki OYAMADA, Shigekazu URASAWA
Toshiharu NAKAZATO, Akira KURIHARA, Shigenobu TAKAHASHI
Ryukou KATO, Satoshi NIWANO, Takeshi EGUCHI and Noriyuki MATSUMOTO*

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University

*Tokin Corp.

ABSTRACT

As the spectrum of coherent synchrotron radiation is dominated by the bunch length, a beam chopper with a couple of RF deflectors, a beam slit and a beam optical system has been designed in order to obtain a short bunch of electrons. It will be installed between an electron gun and a prebuncher of the injector system. The bunching process was simulated to optimize the parameters. The beam optics is made up with five Panofsky-type quadrupole magnets and its parameters are chosen to obtain symmetric beam trajectories. The electron beam is deflected transversely by an RF cavity of TM_{210} mode and its emittance growth is compensated by another cavity downstream.

東北大300MeV電子ライナックの入射部の改良

1、はじめに

東北大学核理研では、1967年に初のビームを加速して以来、原子核、放射化学、中性子散乱などの研究に使用されてきた。ここ数年は、ライナックの老朽化による性能の低下が問題となってきた。ライナックの入射部においても、ビームを収束するためのフォーカスコイルが、熱、あるいは放射線の影響によって絶縁が低下し更新が必要となっている。

また昨年は、核理研の放射光実験グループによってコヒーレント放射光が世界で初めて確認され、その光の強度は、バンチの長さに強く依存することが明らかになった¹⁾。コヒーレント放射光の基礎的な研究を進めるうえで、バンチ長を自由に変えることは重要であり、また、より短いバンチを得ることは実用化のためにも必要である。

今年度は、短いバンチを得るための装置であるビームチョッパを製作し、入射部に取付けることにした。あわせて電子銃まわりの再配置とフォーカスコイルの更新を行なうこととなり、現在、作業を進めているので報告する。

2、ビームチョッパ

ビームチョッパはバンチまたは連続電子線の一部を時間的に切りだすもので、短いパルスが得られる。第1図にこの方法の原理を示す。空間電荷の影響が無視できる場合スリットの幅を狭くするか又は、両ディフレクタの電圧を上げることによって、チョップされたビームのパルス幅は、原理的には限りなく短く出来るのがこの方法の特徴である。しかしバンチ幅を短くできる反面、その幅に応じてビーム電流が減少する。ビームチョッパはライナック入射系近くの低エネルギー部に設置すれば、ディフレクタの電圧が比較的小さく済む。

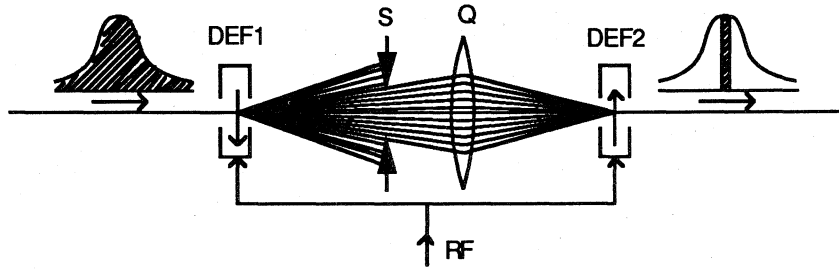


図1 ビームチョッパの原理。ビームは左から右に進み、RFディフレクタ (DEF1) で横に振られ、時間差が横方向の位置に変換される。その一部をスリット (S) で切り取り、四極電磁石 (Q) で下流のディフレクタ (DEF2) に収束させる。DEF2はDEF1と同じ加速電圧で逆位相の偏向を行ない、DEF1によるエミッタンスの増加分を補償して元の軌道に戻すためのものである。

図2 バンチングシステム

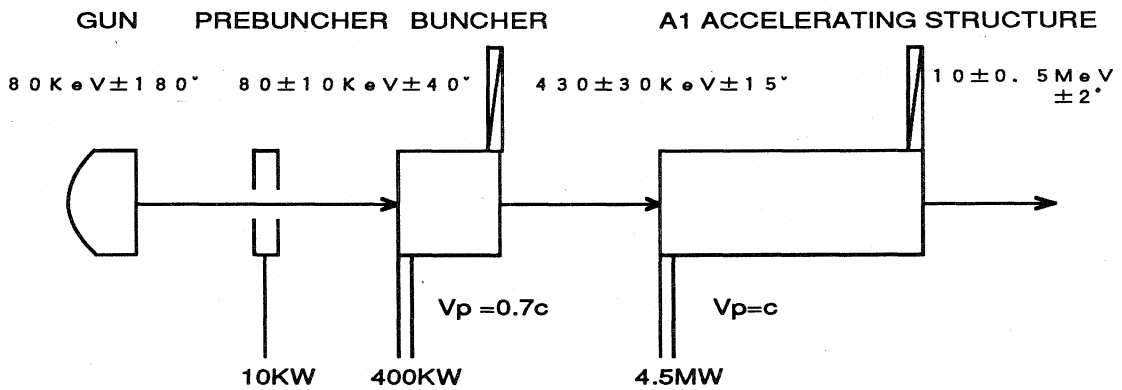


図3 最初の加速管出口での位相の状態

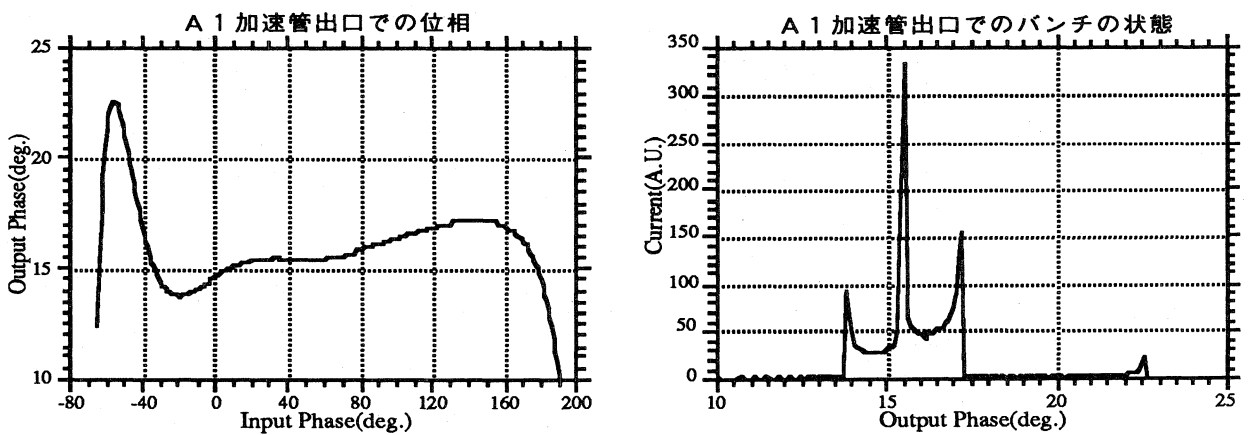
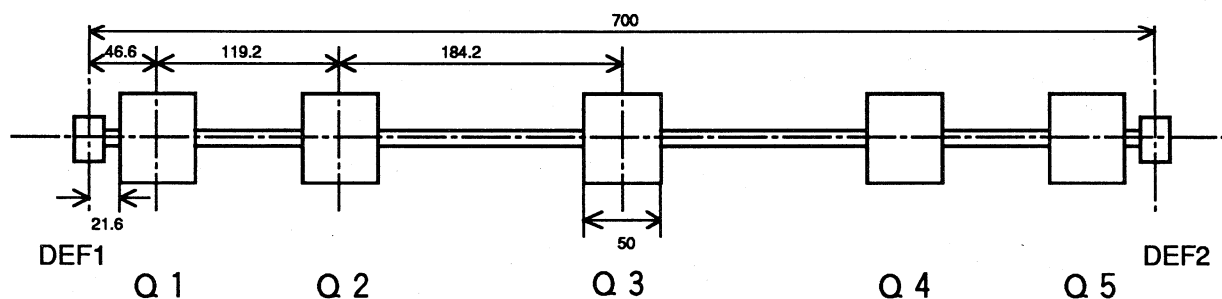


図2が、現在のライナックのバンチングシステムである。どのようにバンチされるかこれらのパラメータを使って計算によってもとめると、最初の加速管の出口での位相とバンチの形状は図3のようになる。これらから、電子銃から出たビームの約63%が最初の加速管から取り出せるのがわかる。ビームチョッパによって出力として0.5度 (0.15 mm) にバンチされたビームを切り出すように設定した場合には約22%のビームを取り出せるのがわかる。

図4 ビームチョップパ用収束電磁石の構成



3、ビームチョップパ用収束電磁石の仕様と電子銃まわりの再配置

図4が今回製作するチョップパ用収束電磁石の構成である。入射するビームと取り出すビームの対称性を考えて五つのQ電磁石より構成する。またそのQ電磁石の構造は、Panofsky型のQ電磁石(図5)を考えた。Panofsky型のQ電磁石は、従来のQに較べて構造が単純であり、安い価格で製作できるのが特徴である。このQ電磁石の磁場分布をシミュレーションにより求めてみると、ビームが通過するために使用される領域においては、精度のよい磁場強度を発生していることがわかった。表1にQ電磁石の仕様を示す。

ディフレクタは、矩形のRF空洞で、 TM_{210} モードにより磁場偏向を行う。RF入力は、パルスピーク3KWで、バンチャ、プリバンチャに供給されているRFの一部を分割して使用する。

4、まとめ

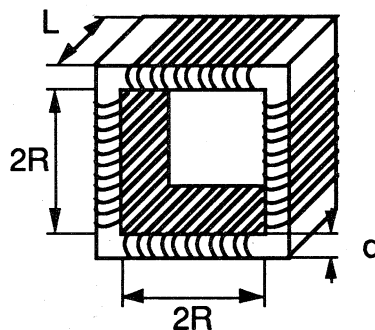
これらのシステムは、電子銃とプリバンチャーの間に挿入されるが、ビームを集束するためのQ電磁石は、弱い磁場で使用される。そのため、地磁気からの影響を避けるための磁気シールドで覆う必要がある。今後の課題としては、ビームの軌道計算をして、スリットをどの箇所に入れるか決定しなければならない。また、バンチャの状態を計算するにあたって、スペースチャージとビームローディングの影響を考慮した結果をだす必要がある。今回は、まだ製作までには至っていないが、今年の12月までに、製作、取付けを完了しテストする予定で作業を進めている。

表1 集束用電磁石の仕様

電磁石数	n	5台
ボア径	2R	40mm
長さ	L	50mm
電流	$I \cdot N$	42A・Turn
磁場の強さ	g	0.14~0.17T/m
磁極表面磁場	B_s	2.3~3.5mT

図5

Panofsky型Q電磁石



Reference

- 1) T. Nakazato, M. Oyamada, N. Niimura, S. Urasawa, Y. Shibasaki, R. Kato, S. Niwano, M. Ikezawa, T. Ohsaka, Y. Shibata, K. Ishi, T. Tsutaya, T. Takahashi, H. Mishiro, F. Arai and Y. Kondo, Proc. of this meeting.