

T.Tamae, O.Konno, K.Yoshida, M.Muto, Y.Shibazaki, M.Sugawara and Y.Torizuka

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University, Mikamine, Sendai 982, Japan

ABSTRACT

The 150 MeV pulse stretcher of Tohoku University (SSTR) has been operated over a year and a half since the construction, and the total working time has exceeded 1000 hours. It has been supplying the continuous electron beam to tagged photon experiments and test experiments of the (e,e'p) reaction as well as the study of a pulse stretcher itself.

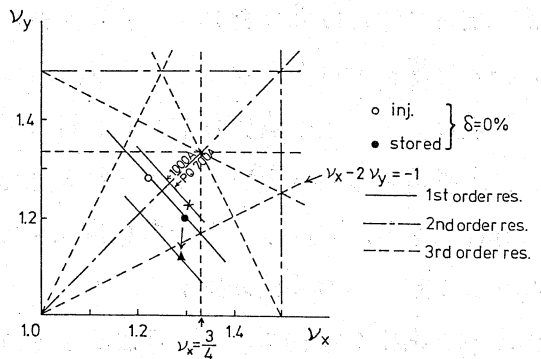
This paper describes the influence of coupling resonances and fine structures in the extracted beam following the general condition of SSTR.

1. SSTRの概況

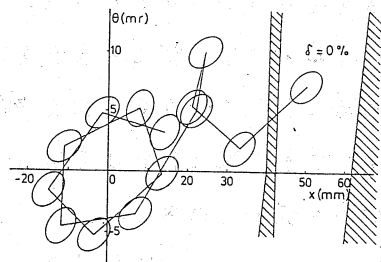
東北大学150 MeVパルス・ストレッチャー(SSTR)は完成後1年半を経過し、運転時間も1000時間を超えた。最近の傾向として、SSTR自体の研究時間は次第に減少しており、光子標識装置による実験や(e,e'p)同時計数実験等の割合が増加している。58年度前期、SSTRには、セプトム電磁石のコイル破損事故、キッカー電磁石電源やパルス六極電磁石電源の故障等があったが、それらの修復後は安定に稼動しており、光子標識装置による一連の実験も58年度前期のマシントライムは7月中旬に無事終了した。SSTRの機能や初期のテスト結果については前回の報告¹⁾及び他の文献²⁾を参照していただくとして、今回は4月に行なった動作点(ベータトロン振動数)の変更と取り出しビームの微細構造について報告する。

2. 動作点の変更と結合共鳴の影響

第1図にSSTRの動作点と共鳴線を示した。図中の黒丸がSSTRの動作点の設計値であるが、前回報告した様に $2\nu_x - 2\nu_y = 1$ の結合共鳴による鉛直方向への発散が問題となったので、偏向電磁石のフィールド・クランプを除去し、動作点を黒三角の位置に移動させて運転を行っていた。SSTRでは三分整数($2\nu_x = 4/3$)共鳴によるビーム取り出しを採用しているので、ビームをリングから完全に取り出す為には第2図の様に位相空間で蓄積ビームが中空楕円の形状になる様にビームを入射させる必要がある。ところでSSTRはシンクロトロン放射によってエネルギーを失って共鳴エネルギーに達したビームを順次取り出す“単一エネルギー取り出し”を採用しているので比較的大きなエネルギー幅(例えば130 MeV運転の時には1.5%)の電子ビームを入射する。位相空間における楕円の面積がエネルギーによって異なると、入射効率・取り出し効率の低下、取り出しビームのエネルギー幅



第1図 SSTRの動作点と共鳴線。
●設計値、▲4月以前の動作点。
X今回の工事による動作点。

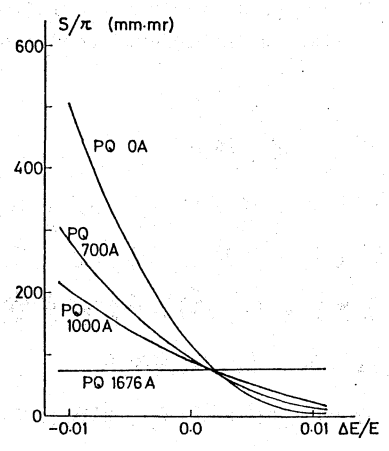


第2図 入射ビームの位相空間における動き。斜線部分はセプトム電磁石(SM)の写影。

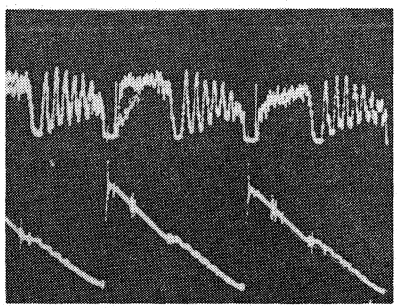
の増加、エミッタンスの悪化等の原因となる。そこで、入射時にセプトム電磁石(SM)付近でエネルギー分散関数を零にする為にSSTRには入射時だけ働くパルス四極電磁石(PQ)が用意されているが、第1図から分かる様にPQを励磁させると、動作点は $\nu_x - 2\nu_y = 1$ の共鳴線を横切って移動する。様々なテストの結果この共鳴線を横切る時におこるビームの発散は容易に消せないう事が分かった。従って実際の運転ではPQを用いない運転を行っていた。この時位相空間で蓄積ビームが描く楕円の面積は第3図の様にエネルギーによって大きく異なっている。この様な場合にはエネルギーの低い部分及び高い部分の入射・取り出しほうまうまいかない。PQを用いない運転の際、入射・取り出し効率が100%に達しない(50~60%)のはこの為である。この事は実用上は大きな問題ではないが、 $\nu_x - \nu_y = 0$ の共鳴の様子を $\nu_x - 2\nu_y = 1$ 共鳴の影響なしに調べたい事もあり、今回、動作点の変更を行なった。SSTRはスペースの関係上、動作点を自由に移動させる為の四極電磁石を備えていないので動作点の変更は偏向電磁石の入射角の変更によって行なう。この作業が容易な様に偏向電磁石の磁極端約3.5cmは取り出し可能になっており、今回の工事では磁極を11.8mm短かくし、角度を 0.26° 変更した。この結果、動作点は第1図のX印の位置に移動し、PQを励磁しても $\nu_x - 2\nu_y = 1$ 共鳴の影響は受けなくなった。 $\nu_x - \nu_y = 0$ の共鳴については現在のところ予備的なテストを行なっただけであるがこの共鳴線もビーム発散の原因になる様である。第4図に動作点を $\nu_x - \nu_y = 0$ の共鳴線を横切って移動させた時の取り出しビームの波形の例を示した。この例の場合、動作点が共鳴線を横切る時、六極成分がかかり残っており、*chromaticity*の為に入射エネルギーの高い部分(取り出しビームの後半部分に相当)が共鳴線を横切って結合共鳴の影響を受けている事が分かる。この共鳴線的作用については今後もう少し詳しい測定を行なう予定であるが、第1図の様にPQ=700Aでは共鳴線を横切らないうので、第3図から分かる様に特にエネルギーの低い方で入射・取り出し効率が改善される。

3. 取り出しビームの微細構造

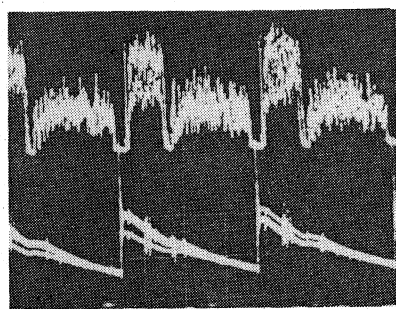
光子標識装置と *time-to-amplitude converter* (TAC) を使用して取り出しビームの微細構造の測定を行なった。実験では光子標識装置のシンチレーション・カウンターの信



第3図 蓄積ビームの位相空間における大きさのエネルギー依存性。

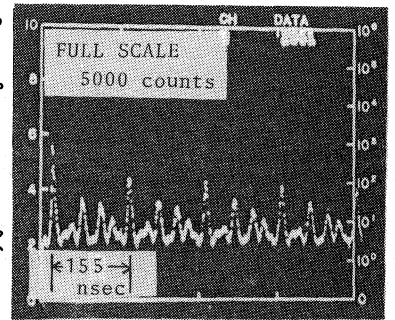


第4図(A) PQ=900Aの時の取り出しビーム波形(上)とリング内を周回するビームの発するシンクロトロン放射光(下)横軸の1周期は0.3msec.

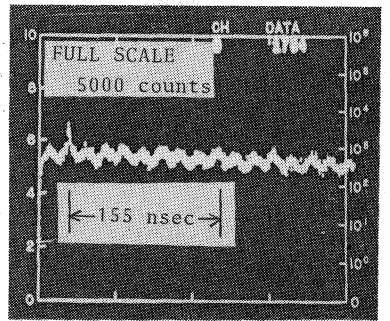


第4図(B) PQ=1000Aの時。

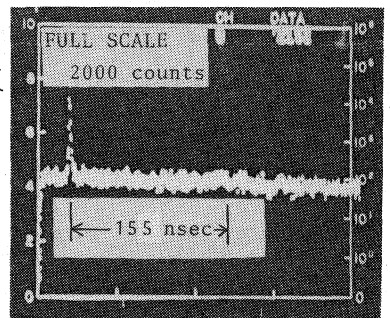
号2つを用い、一方でTACをスタートさせ他の一つでそれをストップさせた。 $t=0$ でストップ信号には50 msecのdelayをかけてある。SSTRからのビームに微細構造がある場合にはこの様にして測定したTACスペクトルの中にもそれに対応した構造が現れる筈であり、もしSSTR内でビームが1ヶ所にバンチされているとすれば、SSTRでは三分整数共鳴による取り出しを行なっている軌路上、電子ガリングを3周するのに必要な時間(約155 msec)間隔の構造がTACスペクトルに現れる。又SSTR内のビームがより複雑な構造を持っている時にはそれに対応してTACスペクトルの構造も複雑になる。第5図に測定例を示す。(A)はSSTRにパルス幅約20 msecのビームを入射させ、入射後100~600 μ secの取り出しビームのTACスペクトルを測定したものである。このスペクトルには連続成分の上いくつかの鋭いピーク(155 msec間隔の大きなピークの他に60 msecと95 msecの所に中位のピーク、35 msecと120 msecに小さなピークがある)が見られる。これらのピークの位置と大抵の強さは第6図に示した様な60 msec間隔の構造を持ったビームが155 msec周期で出て来ているとすれば説明が付き。第5図(B)は入射後600~1100 μ secのスペクトルである。これは(A)の場合に比べて直流成分が増え、微細構造の間隔も狭くなっている。この様な微細構造とその時間変化はリングの *dilatation factor* と *chromatic factor* を考慮した計算でほぼ再現する事が出来る。又、第5図(C)はパルス幅150 msecのビームを入射させた時のスペクトルであるが、この場合には100~600 μ secでも微細構造はほとんど見られない。($t=0$ の所のピークはバックグラウンドによるものと思われる。)この様に取り出しビームの微細構造はパルス幅の大きなビームを入射させた時はもちろん、パルス幅が小さい場合にも実際の実験に支障となる事はない。



第5図(A) パルス幅20 msecビームを入射させ、入射後100~600 μ secに測定したTACスペクトル。



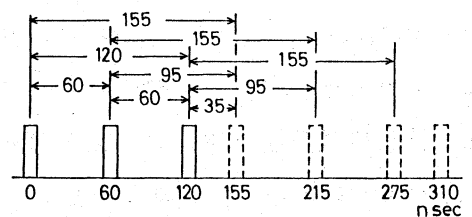
第5図(B) 入射パルス幅20 msec、取り出し時間600~1100 μ sec。



第5図(C) 入射パルス幅150 msec、取り出し時間100~600 μ sec。(B)(C)の $t=0$ の所のピークはバックグラウンドによるもの。

参考文献

- 1) T. Tanabe et al. Proceedings of the 7th Meeting on Linear Accelerator 24-26 August 1982. KEK 82-14 (1983) 120.
- 2) 玉江 忠明. 原子核研究 26(1982) 125.



第6図 第5図(A)のTACスペクトルを説明する取り出しビームの微細構造。