

MEASUREMENT OF MOMENTUM DISTRIBUTION OF THE 40MeV
PROTON BEAM FROM THE KEK PS LINAC

Hirihiko SOMEYA

KEK, National Laboratory for High Energy Physics

Oho 1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki 305 JAPAN

ABSTRACT

Momentum analyzing system for 40MeV proton linac was improved in order to measure a time dependence of the momentum distribution within single beam pulse. By using this system, tuning operator can get more detailed information on linac beam momentum.

KEK PS リニアックの40MeV陽子ビーム 運動量分布の測定

いままで KEK PSが出来てから、ほぼ20年の間 40MeV LINAC のビーム運動量の時間変化は分からなかった。今回製作した運動量分析装置は、時間軸を加え2次元のビーム情報を得ることができるようになった。そのため飛躍的に情報量が増し、直観的にビーム運動量の状態を理解出来るようになった。測定点数は横軸の運動量が20点、縦軸の時間軸が100点の総点数2000点である。またこの運動量分析装置の大きな特徴は、oneビーム中での $\Delta P/P$ の時間依存性が測定出来る様になったことである。複数回で運動量を測定する場合、ビーム毎に運動量が変動していると、分析結果の $\Delta P/P$ の幅は広がって見えてしまう。分析結果はマウンテンビュー表現で直観的に解り易い表示とした。この運動量分析装置の画面の中心は、ほぼ40MeV、幅は全幅で1.5%である。この運動量分析装置により、

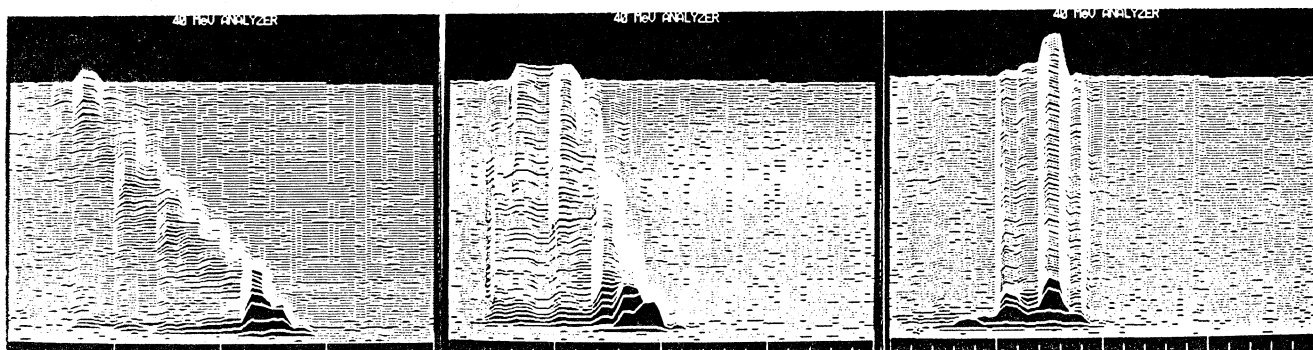


図1 運動量分析装置 の出力画像

Linacの運転状況でさまざまに運動量に変化する。横軸中心40MeV 全幅1.5% 縦軸全幅80usec

LINACやデバンチャーの調整に於いてタンクレベルおよび位相の微調整ができるようになった。図1にLINACの状態により変化する運動量の時間依存の例を示す。ここに見られる様に山の位置の移動や、形の変化が理解できる。現在LINACグループはこの運動量分析装置も参考にしながらチューニングを行っている。

装置の構成と特徴

この装置の構成を図2に示す。ビームは運動量によりそれぞれに合った捕獲電極に入射するようにアナライザ電磁石で曲げられ、それぞれ94極の各捕獲電極に入る。そしてそれぞれのビーム電流は94チャンネルのアンプに入りそれぞれ増幅され、150mの1.5D同軸ケーブルでPSコントロール室まで伝送される。そしてコントロール室内の20ch→1chのアナログマルチプレクサーに入る（アナログマルチプレクサーが20chのため運動量分析装置の94chの信号の内20chしか入力出来ない。そのため通常観測に必要な20chをアナログマルチプレクサーに入力している）。この後アナログマルチプレクサーからの出力をデジタイジングオシロに入れ、波形情報を記憶する。記憶された波形情報をGP I Bを介してパソコンに取り込みCRTにマウンテンビュー表示する。

この装置の特徴は信号記憶に市販のデジタイジングオシロを使用したことである。最近のデジタイジングオシロの技術により高速のA/Dコンバータとしてのデジタイジングオシロが大変安く入手できるようになり。またGP I Bなどの普及でデジタイジングオシロの波形情報の入手操作も簡単になってきた。そこでデジタイジングオシロを利用した。もう一つの特徴は、アナログマルチプレクサーで高速の信号切り替えを行い、多チャンネルの波形情報をシングルチャンネルに変換し1台のデジタイジングオシロに詰め込んでいる点である。このアナログマルチプレクサーのスイッチング素子にはショットキーバリアダイオードをブリッジに組んで使用している。この1CHあたりのスイッチングオン時間は40nsである。

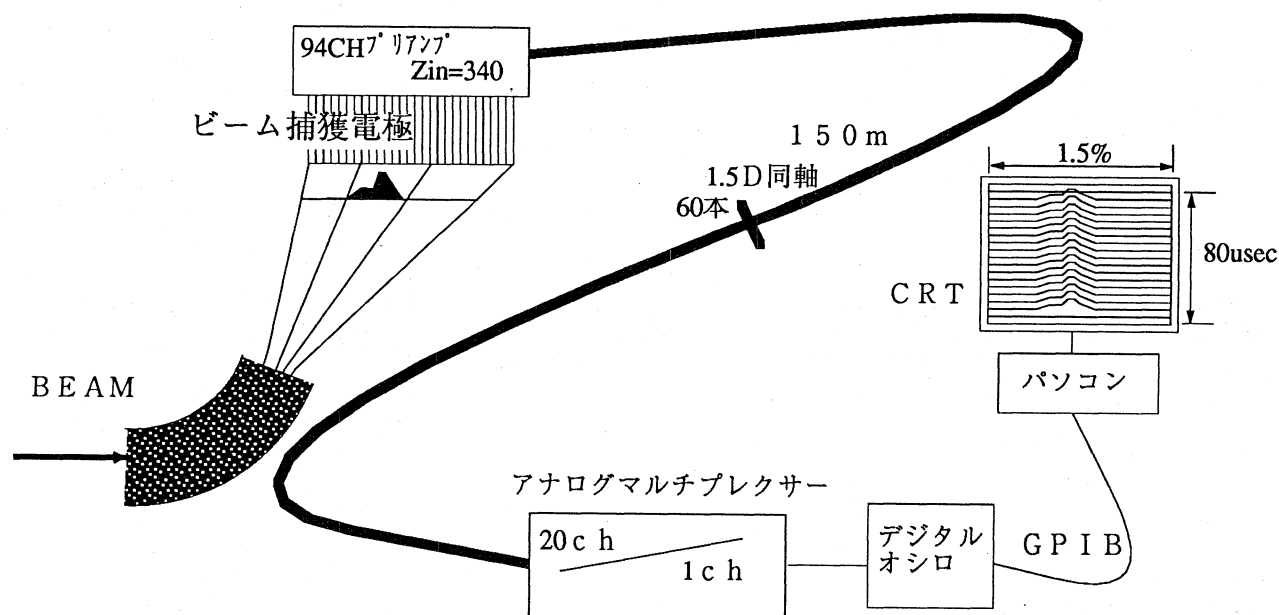


図2 運動量分析装置構成図

捕獲電極の静電容量に対する考慮

ビーム捕獲電極は、全部で94極ある。各捕獲電極同士とのあいだに約250PFの静電容量がある。またグラウンド（シャシー）と各捕獲電極との間にも約300PFの静電容量がある。このためハイ・インピーダンスで受けると都合の悪い事が起きる。それは捕獲電極に発生した電圧同士が静電容量を介して干渉し合うからである。つまりクロストークの様なことが起こるのである。この場合のクロストークを抑えるには電極の電圧が上がらない様に信号をロー・インピーダンスで受ければよい。この捕獲電極の信号は入力インピーダンス340Ωのプリアンプに入力される。この程度の入力インピーダンスのになると干渉は図3に示すように少なくなる。（以前の入力インピーダンスはかなり高く問題があったと思われる）

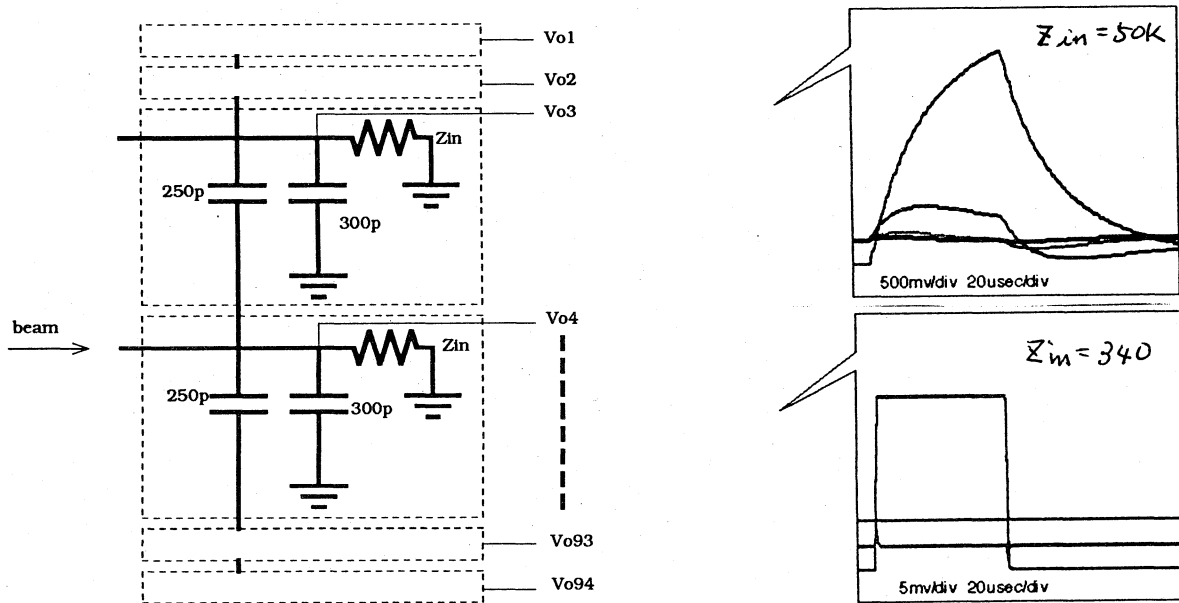


図3 beamに対する捕獲電極の応答

beam電流は、立ち上がり 立ち下がり 800nsec、パルス幅80usecの場合、 $Z_{in}=50k$ の場合応答は積分形となり beam電流の時間関係とは一致しない。 $Z_{in}=340$ の場合はbeam電流との関係はほぼ一致する。

伝送系に対する考慮

運動量分析装置の信号立ち上がり時間の最高速は200nsec 90%立ち上がりを満足するようにした。これは、150mの1.5D同軸ケーブルとプリアンプを含めたものである。

今後の目標

今後の目標は運動量の重心の時間分布、各運動量チャンネルのインテンシティーの積分値の分布表示や時間ごとの全チャンネルのインテンシティーの積分の分布などが表示されると調整に便利である。