

# Pfリングにおける横方向および進行方向フィードバックシステム

帯名 崇、程 衛星、本田 融、伊澤 正陽 (KEK-PF 放射光源)  
中村 剛、小林 和生 (SPring-8)

PFリングでは2005年度の直線部改造に続き、2006年度にはトップアップ運転が予定されている。蓄積リングに多バンチ・大電流のビームを蓄積した場合、個々のバンチの振動が互いに結合してビーム全体が不安定になる、いわゆるカップルドバンチ不安定現象が発生することが分かっているが、直線部改造以前には横方向(水平および鉛直方向)の不安を抑制するために8極電磁石を使用し、縦方向(進行方向)の抑制にはRF加速信号に位相変調をかけることで安定化を行ってきた。しかし8極電磁石を励磁すると入射に必要なダイナミックアパーチャが狭くなること、RF位相変調は入射ビームの振動を大きくしてしまうなど、従前の方法はトップアップ運転には必ずしも適さない。そこでトップアップ運転に備えて2005年秋の運転からは横方向フィードバックを導入しており、さらに2006年度には縦方向フィードバックを導入する予定である。

横方向フィードバックシステムはSPring-8にて開発されたシステムを元としている(図1)。斜め対極にある2つのボタン電極からの信号をハイブリッドに入力し、RF周波数の1/6のパルス波形との乗算を行うことで各バンチの変位に比例した信号を6系統に分けて取り出す。6チャンネルのアナログ信号は12ビットADCでサンプルし、FPGAチップによってFIRフィルター演算、デジタルディレイ、ゲイン調整した後500MS/sのDACでアナログ信号に変換してビーム振動を抑制するための信号を生成する。広帯域電力増幅器で信号を増幅した後に1本のストリップライン電極を使用してビームにキックを与える。FIRフィルターの設計にあたっては1箇所の検出電極とストリップラインのみで水平・鉛直両方向の振動を同時に抑制するようなパラメータの決定に成功している。このシステムは2005年10月の直線部改造立ち上げ時から運用しているが、現在まで大きなトラブルは起きておらず、各種パラメータの再調整なども不要で、安定して稼働中である。図2にフィードバックON/OFFでのビームプロファイルを示す。

進行方向フィードバックシステムについては現在設計中であるが、構成としては横方向とほぼ同じくADC+FPGA+DACという形になる。ビームに進行方向のキックを与えるためのキッカーはDAFNEで開発されたデザインがKEKBをはじめ各地のリングで広く使用されている。PFでは入出力のポート数を2個にした形状の設計を行い、現在製作中である(図3)。2006年度夏にインストールし、秋からは実ビームを使用したマシンスタディを開始する予定である。

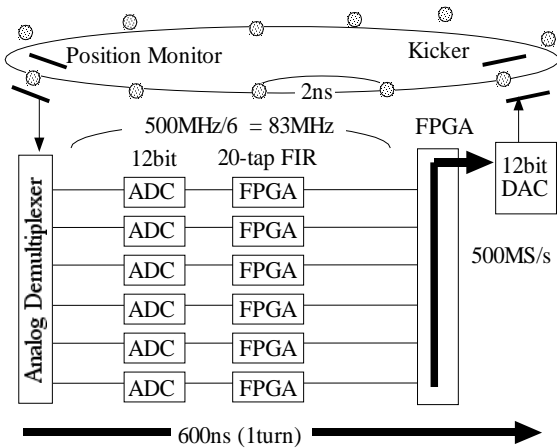


図1: フィードバック原理図

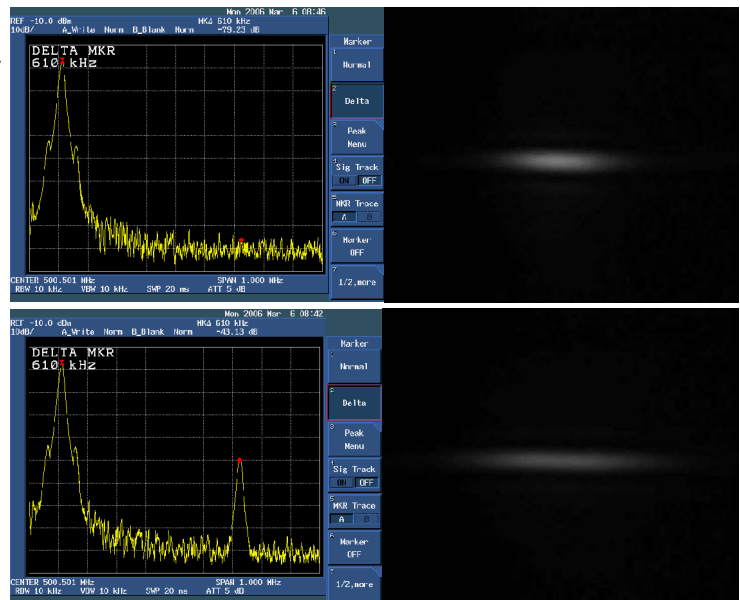


図2: フィードバックON(上段)、OFF(下段)でのビームスペクトラム(左)とプロファイル(右)。

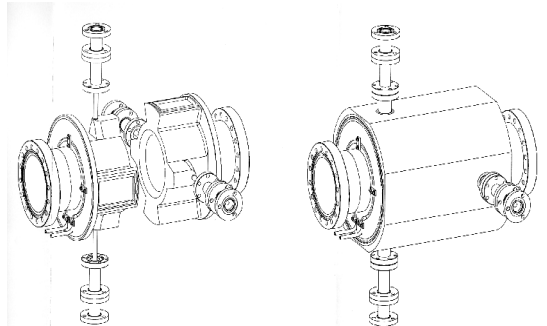


図3: 進行方向キッカー概略