

進行方向個別バンチフィードバックシステムの開発

帯名 崇、飛山 真理、本田 融、多田野 幹人、J. Flanagan、三橋 利行 (KEK)

W. X. Cheng, D. Tytelman, J. D. Fox (SLAC)

PFリングではマルチバンチモードでリングを運転した場合、比較的低電流である50mA程度から進行方向カップルドバンチ不安定現象が発生している。通常のユーザーランでは加速RFにシンクロトロン振動数の2倍の周波数で位相変調をかけることで進行方向不安定性を安定化する手法をとってきたが、この方法ではビーム輝度が犠牲となるので今後予定される Top-Up 運転との整合性が悪い。このためビーム輝度を犠牲にしない進行方向の個別バンチフィードバックシステムを開発してきた。図1にシステムのブロック図を示す。ポン型電極の1.5GHz成分を位相検波し、iGp と呼ばれる高速デジタル信号処理回路によってシンクロトロン振動成分のフィルタート適切な位相シフト、タイミング調整等を行う。

フィードバックシステム構築後、2007年6月30日からビームスタディを開始し、現在ではビーム電流約430mA程度まで進行方向不安定を抑制することに成功している。通常のユーザーランとの差をみるため、位相変調 (PM) とバンチフィードバック (FB) それぞれON・OFFの場合の組み合わせ計4通りの状態で運転し、それぞれのビーム信号の測定を行った。

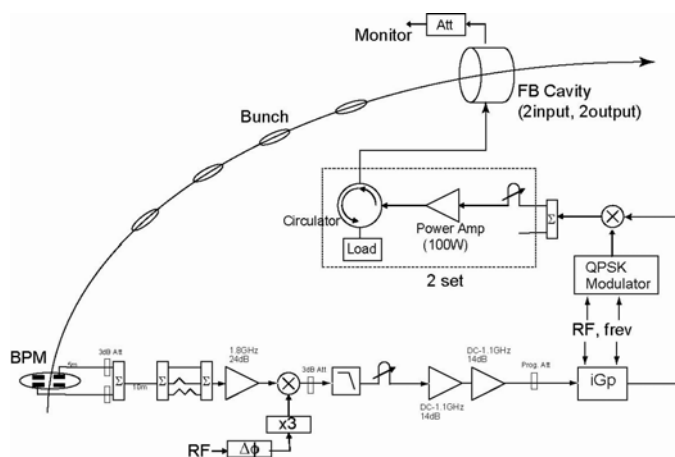


図 1

可視光 SR モニターによって観測したビームプロファイルを図2に示す。

フィードバックON状態にすると、位相変調のみの状態に比べて水平方向のビームサイズが小さくなり、ピーク強度も相対的に8~9%程度強くなることが分かった。光モニターが設置してある場所はディスパージョンが0.2mあるので、進行方向不安定によるエネルギー振動がビーム水平方向の広がりとして観測される。従ってこのプロファイル変化はバンチフィードバックによって進行方向の振動が抑制できたことが放射光の輝度上昇につながったものと説明できる。

2007年12月2日には測定器光源合同マシンスタディを実施し、各ビームラインにおいて放射光の強度測定を行った。多くのビームラインではフィードバック状態によらず、常に強度は安定していた。その一方で、BL17やBL5等のディスパージョンのある場所に挿入光源があるビームラインでは、フィードバックをONにすると通常の運転状態に比べて約30%近く強度が上昇すると同時に強度変動の幅も小さくなっていることが観測された。進行方向フィードバックは非常に有効であり、出来る限り早期にユーザー運転に供することが望まれる。

今後は通常のユーザーラン450mAでの安定運用を目指すことが第一の目標である。そのために最終段のアンブ出力電力の増強を行い、フィードバックのキャプチャレンジを広げる予定である。並行して検出部のさらなる高S/N化やデジタルフィルターの最適化を進める。次に重要な課題としてバンチが伸縮する4極振動の抑制が挙げられる。4極振動を抑える最も単純な(しかし安直な)方法はもう1組進行方向フィードバック系を構築することであるが、今後も様々な対策を検討してゆくことを考えている。

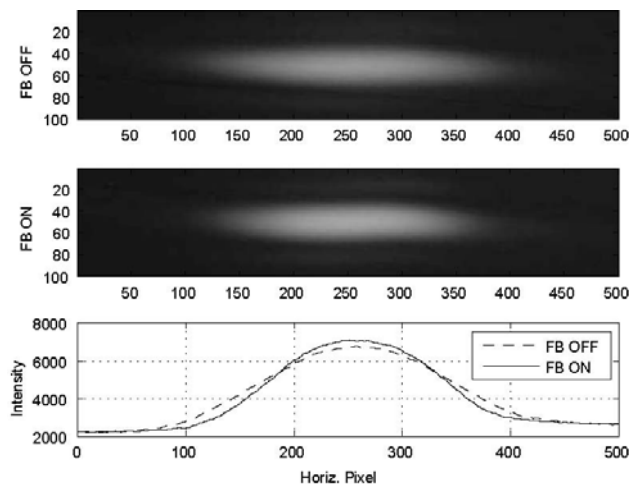


図 2