

シンクロトロン出射ビーム制御と 周回ビームのモニター技術

若狭湾エネルギー研究センターのシンクロトロンで、建設後に新たに開発/導入された機器のいくつかを紹介します。

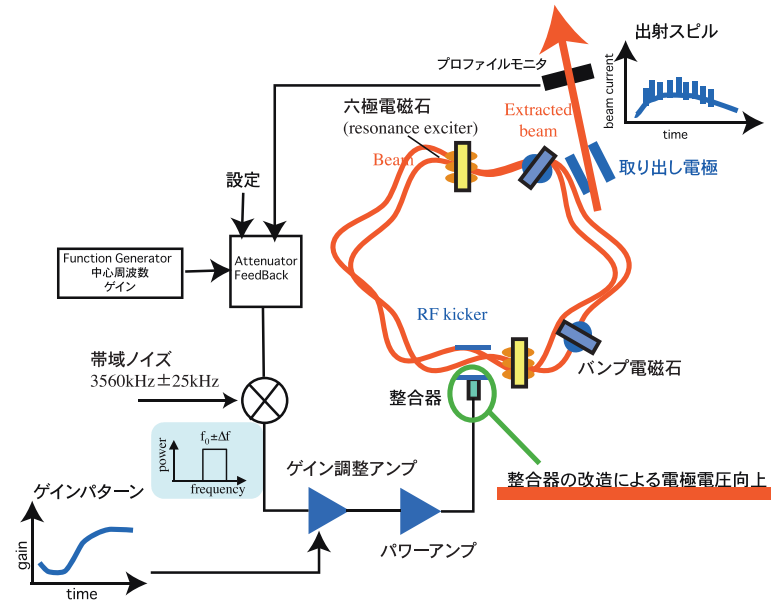
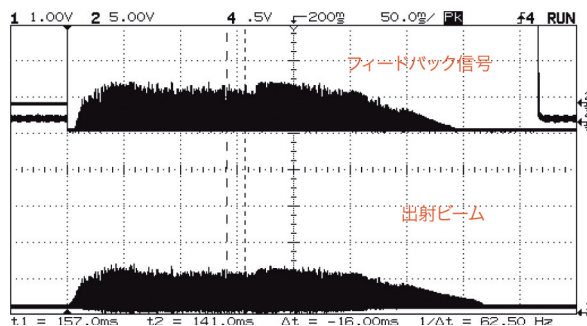
出射スピルのフィードバック制御と整合器改造によるRF Kickerのパワーアップ

若狭湾エネルギー研究センターのシンクロトロンのビーム出射は3次共鳴を利用したRF Kicker による遅い取り出し方法である。次のように動作する。

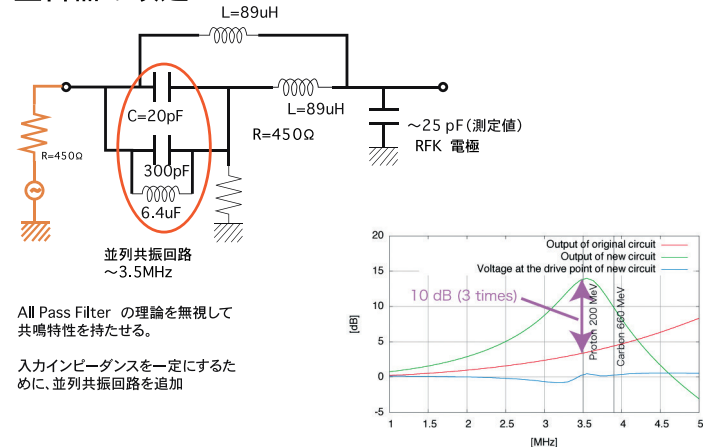
- 1) 六極電磁石を励磁することにより、3次共鳴によってビームの安定領域を制限（セパトリクス形成）する。
- 2) 二つの平行電極の間に高周波電圧を印加することにより、ビームをキックしてエミッタンスを増大させる（RF Kicker）。
- 3) 六極電磁石によって形成されている安定限界（セパトリクス）を越えた粒子をバンパ電磁石、取り出し電極、セプタム電磁石によって出射軌道に誘導する。

ビームは数百 msec の間、連続して出射され、その強度は RF Kicker の印加電圧によって制御される。出射ビームはウォブラー電磁石によって照射野の形成に用いられる為、一定の電流量を保つ必要がある。

これまでのあらかじめ設定されたゲインパターンのみによる電圧制御では、ビームの状態の変化を追従して出射電流を制御することができず、また調整も容易ではなかった。そこで出射ビーム電流モニターの信号をRF Kicker の電圧にフィードバックすることにより、より均一な時間構造のビーム電流が得られるようになった。また、整合器を改造することにより、出射効率も改善された。



整合器の改造



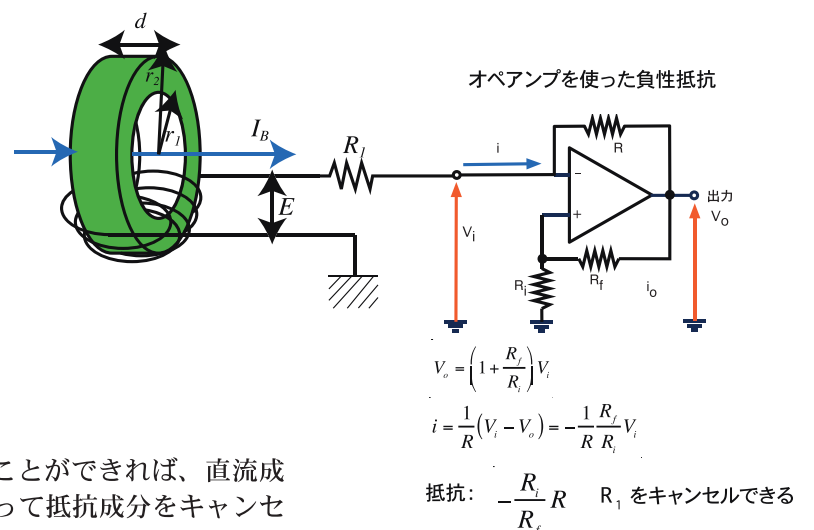
電流モニターの開発

若狭湾エネルギー研究センターのシンクロトロンの蓄積電荷モニターでは、捕獲前、出射中などリング内の電流量をモニターすることができなかった。そこで、新たな方式の直流電流を測定することができる電流モニターを開発し調整/運転に利用している。

一般的に電流が流れるとその電流が渦の中心となるように磁場が発生する。その磁場をトロイダルコイルによって検出することができるが、通常のトロイダルコイルでは、磁場の变化しか検出することができない。その、低域遮断周波数は、

$$\omega = \frac{R_1 + R_2}{L + CR_1R_2} \approx \frac{R_1}{L}$$

と表させる。したがって、抵抗成分Rを小さく、もしくはキャンセルすることができれば、直流成分を測定することができる。今回、オペアンプを用いた負性抵抗回路によって抵抗成分をキャンセルし直流電流を測定できる電流モニターの開発に成功した。



これらの事業は、放射線利用振興協会による専門家派遣制度のもと高エネルギー加速器研究機構との共同研究によって行われました。

(H25.8)