

SAGA-LS 加速器のタイミングシステムの高度化 II

高林雄一, 金安達夫, 岩崎能尊, 江田茂

九州シンクロトロン光研究センター

SAGA Light Source (SAGA-LS) の加速器は, 255 MeV の電子リニアックと 1.4 GeV の電子蓄積リングから構成されており, リニアックからリングへのビーム入射は, 繰り返し 1 Hz で行われている. リニアックでの加速・リングへの入射の際には, 電子銃 (グリッドパルサ), クライストロン電源, セプトム・キッカー電磁石等をパルス的に動作させているが, それらへトリガー信号を供給しているのがタイミングシステムである. グリッドパルサへのトリガー信号は, 商用電源の交流電圧 (西日本の場合, 周波数は 60 Hz) とリニアックの RF 信号 (2856 MHz) に同期しているが[1], リングの RF 信号 (499.8 MHz) とは同期していない. よって, 現状のシステムでは, 蓄積リングの任意のバケットにタイミングを合わせてビームを入射することはできない.

この点を改善するため, リングの RF 信号とも同期したタイミングシステムの開発を開始した. 昨年の成果報告会では, 開発中のタイミングシステムを用いてリングへの入射試験を行い, ねらったバケットにビームを入射できることが確認されたことを報告した[2]. 今回は, タイミングシステムのジッターの定量的評価を行ったので報告する. リングの RF 信号とグリッドパルサへのトリガー信号をオシロスコープ (Tektronix TDS6154C) に入力し, オシロスコープ上で動作するジッター測定用ソフトウェアを用いて, リングの RF 信号に対するグリッドパルサへのトリガー信号のジッターを測定した. 得られた値は 26 ps (標準偏差) であった. これは, リングの RF 位相に換算して 4.7° と十分小さく, 入射に問題のないレベルであることが確認された. ただし, 開発中のシステムはリニアックの RF 信号とは同期していないため, ショットごとのビームエネルギー・強度の変動が大きいという問題が残っている. 今後, リニアックの RF 信号とも同期するよう改良する予定である.

参考文献

- [1] 高林雄一, 岩崎能尊, 金安達夫, 江田茂, 吉田勝英, 富增多喜夫, 大垣英明, 花川和之, “SAGA-LS リニアック新型グリッドパルサの導入”, 第 5 回日本加速器学会年会プロシーディングス, 2008, p. 966.
 - [2] 高林雄一, 金安達夫, 岩崎能尊, 江田茂, “SAGA-LS 加速器のタイミングシステムの高度化”, 東北大学多元物質科学研究所・九州シンクロトロン光研究センター合同シンポジウム実施報告書, 2012, p. 122.
-



SAGA-LS加速器のタイミングシステムの高度化II

高林雄一, 金安達夫, 岩崎能尊, 江田茂
九州シンクロトロン光研究センター

背景

SAGA Light Source (SAGA-LS) の加速器は、255 MeVの電子リニアックと1.4 GeVの電子蓄積リングから構成されており、リニアックからリングへのビーム入射は、繰り返し1 Hzで行われている。リニアックでの加速・リングへの入射の際には、電子銃(グリッドパルス)、クライストロン電源、セプタム・キッカー電磁石等をパルスの動作させているが、それらへトリガー信号を供給しているのがタイミングシステムである。現状のシステムでは、電子銃(グリッドパルス)へのトリガー信号は、商用電源の交流電圧(西日本の場合、周波数は60 Hz)とリニアックのRF信号(2856 MHz)に同期しているが、リングのRF信号(499.8 MHz)とは同期していない。よって、蓄積リングの任意のバケットにタイミングを合わせてビームを入射することができない。

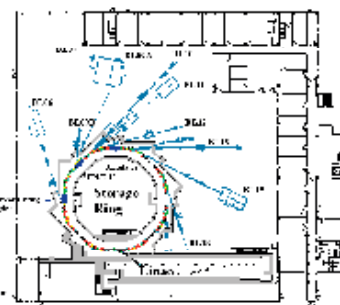
目的

本研究では、この点を改善するため、商用電源の交流電圧とリングのRF信号に同期したタイミングシステムの開発を開始した。今回は、開発中のタイミングシステムのジッター評価を行ったので、報告する。

SAGA Light Source (SAGA-LS)

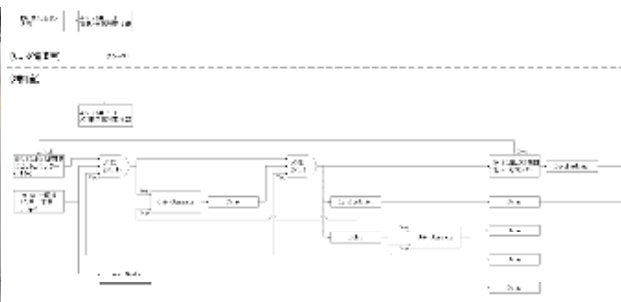
リニアック	
全長	約30 m
エネルギー	255 MeV
平均電流	7 nA
RF周波数	2856 MHz
繰り返し	1 pps

蓄積リング	
周長	75.6 m
エネルギー	1.4 GeV
蓄積電流	300 mA
RF周波数	499.8 MHz
周回周波数	3.97 MHz
周回周期	252 ns
ハーモニク数	126
バケット間隔	2 ns

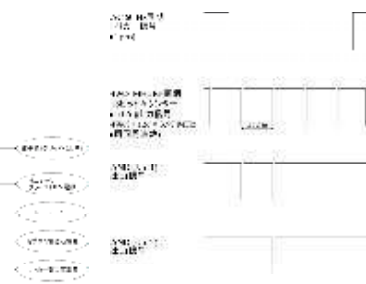


タイミングシステム

商用電源の交流電圧との同期: リニアックのクライストロンの運転に必要
リングのRF信号との同期: ねらったバケットにタイミングをあわせてビームを入射するために必要



タイミングチャート



入射・蓄積試験

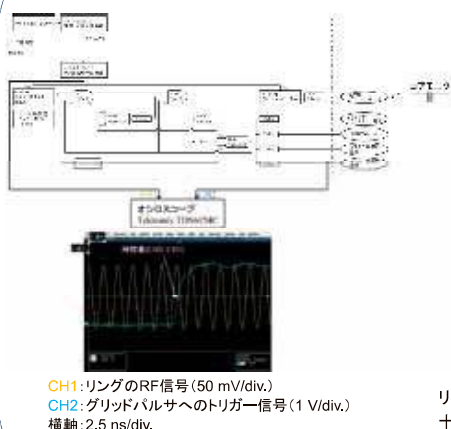
フィリングパターン
シングルバンチ蓄積



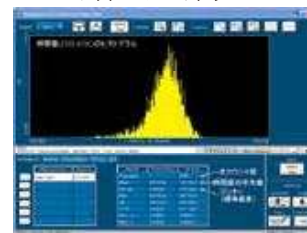
セパラルバンチ蓄積(等間隔9バンチ蓄積)



ジッター測定



ジッターのヒストグラム



	(ps)
ジッターの測定値: σ_1	27.4
オシロスコープ本体のジッター: σ_0	7.8
真のジッター: $\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_0^2}$	26.3

リングのRF位相に換算すると、26.3 ps $\rightarrow$ 4.7°.
十分小さく、入射に問題のないレベルであることを確認。

まとめ

- 商用電源の交流電圧 (60 Hz) とリングのRF信号 (499.8 MHz) に同期したタイミングシステムの開発
- 入射・蓄積試験に成功
- トリガー信号のジッターを測定し、十分小さいことを確認
- リニアックのRF信号 (2856 MHz) ととも同期させることが今後の課題

謝辞

本タイミングシステムは、SPring-8のタイミングシステムを参考にし、構築されました。SPring-8のタイミングシステムについてご教示くださった、高輝度光科学研究センターの安積隆夫氏に深く感謝いたします。