

[12P-51]

STUDY ON STABILITY OF THE ISIR L-BAND LINAC

T. Konishi*, R. Kato, T. Igo, S. Kuwahara, M. Fujimoto, S. Ravi A. V. Kumar,
H. Mitani, S. Suemine**, and G. Isoyama

Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University
8-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka 567-0047, Japan
**Unicon System Corp.

Abstract

We are studying operational stability of the L-band linac at ISIR, Osaka University. RF powers from the 5MW klystron for the prebuncher-buncher system and from the 20MW klystron for the acceleration tube were measured for a few hours, and appreciable fluctuations were observed. The voltage of the AC power line was also measured and a variation over 3 % was observed, which probably caused the fluctuations of the RF powers. We plan to extend this study further to include other parameters including the RF phase, AC line frequency, temperatures of the surrounding, and to study correlations of these parameters in order to identify the main source of the instability.

阪大産研 L バンド電子リニアックの安定性の研究

1. はじめに

我々は、阪大産研附属放射線実験所の L バンド電子リニアックを利用して、自由電子レーザー (Free Electron Laser, FEL) 及び単一通過型自由電子レーザー (Self-Amplified Spontaneous Emission, SASE) の開発研究を行っている。FEL および SASE の発振強度が時間経過と共に 10 数分の周期で変動する現象がこれらの実験中に有り、特性測定の際害になっている。これらの強度変動は、電子ビームの特性、すなわち L バンド電子リニアックの動作が変化したことによるものと考えられる。そこでこの変動の原因を調べる研究を始めた。

加速器動作が不安定になる原因として、供給電源ラインや冷却水温度、気温の変動が考えられる。安定化はされているものの電源ラインが変動すると加速用 RF のパワーと位相が変化するので、加速器の運転に大きな影響を与える。RF の位相安定化を目的として、過去に他の機関で RF の位相変動の測

定がなされている [1-3]。そこで我々は、電源ラインの変動とその結果生じるマイクロ波の変動を測定することから研究を開始した。

2. L バンド電子リニアックの RF システムと安定性測定

阪大産研 38MeV-L バンド電子リニアックの RF システム信号伝達系の模式図を図 1 に示す。マスターオシレーターの RF 信号がサブハーモニックプレバンチャー (SHB) と、プレバンチャー (PB)・バンチャー (B) 用クライストロン、加速管用クライストロンに送られる。3 台の SHB から構成される SHB システムの内 2 台には 108MHz の基準信号がそのまま送られ、残りの 1 台には 2 倍の 216MHz の信号が送られる。基準周波数を 12 倍した 1.3GHz の信号はパワーアンプで約 $8\mu\text{s}$ の幅を持つパルス状 RF に整形されて 600W に増幅された後、60pps で PB と B を駆動する 5MW クライストロンと加速

*T.Konishi,06-6873-8486,koni25@sanken.osaka-u.ac.jp

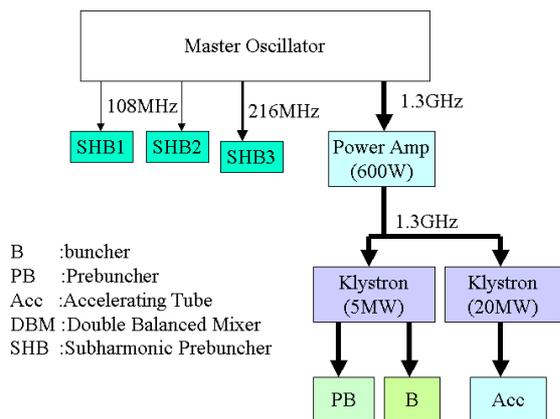


図 1. RF 信号伝達系統模式図

管用の 20MW クライストロンに送られる。それぞれのクライストロンに高電圧を供給するモジュレーターのパルス幅は $4\mu\text{s}$ であるので、クライストロンからリニアックに供給される RF のマクロパルス長は $4\mu\text{s}$ である。PB と B、加速管は全て進行波型であり、供給された RF パワーは加速管等を通った後ダミーロードに捨てられる。

RF パワー及び電源ラインの測定体系を図 2 に示す。5MW クライストロンからの RF パワーは B 用ダミーロードの前の方向性結合器で取り出す。同様に 20MW クライストロンからの RF パワーは加速管用ダミーロードから取り出す。この RF 信号をクリスタルディテクターを用いて整流した後、オシロスコープで計測した。計測の際、オシロスコープ内で

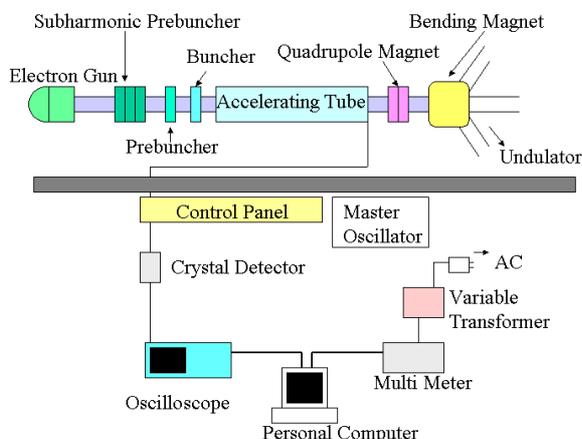


図 2. RF パワー及び供給電源電圧変動測定体系

RF 信号のピーク値を 60 回測定して求めた平均値を計測し、パワーに換算して 1 秒あたりの RF パワーとした。この測定と同時に電源電圧の時間変化をデジタルマルチメーターを用いて測定した。これらの測定機器は GPIB を通して計算機に接続し、Microsoft 社の Visual Basic を用いて作成した測定プログラムを使用した。

なお、実際に位相の変動を測定するには位相検波器等を用いて入力電圧を一定にする必要があるが、今後 DBM (Double Balanced Mixer) を用いた測定を行うことを計画している。

3. 測定結果

加速管用ダミーロードより取り出した RF 信号のパワー変動の測定結果を図 3 に示す。SASE の発振実験を同時に行っており、測定の間リニアックの調整は行っていない。測定の間隔は 2 秒で、得られた電圧データをパワーに換算し、さらに測定機器のデジタルノイズを考慮して取得点 11 点における平均値を求め、横軸に経過時間、縦軸にパワー値をとった。RF パワーの変動が図より確認できるが、ノイズが大きかったため、今後はノイズの影響を小さくできるように測定を行う必要がある。

B 用ダミーロードより取り出した RF 信号のパワー変動の測定結果を図 4 に示す。データの計測方

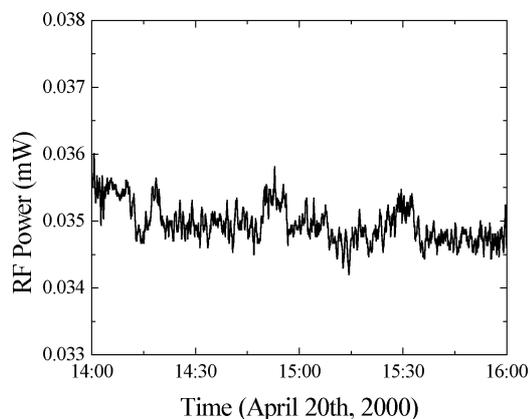


図 3. 加速管ダミーロードにおける RF パワーの変動(11 点平均値、2000 年 4 月 20 日 14 時 00 分 ~ 16 時 00 分)

法及び測定間隔は加速管における測定のとおりである。こちらも RF パワーの変動が確認できるものの、やはり測定ノイズレベルは大きかった。

電源電圧の時間変動の測定結果を図 5 に示す。測定は 1 秒間隔で行った。横軸に経過時間、縦軸に電源電圧の変動を取ってある。供給電圧が大きく変動していることから、RF のパワー及び位相変動に少なからず影響を与えていることが予想される。

今後これらの結果をフーリエ解析するためのプログラムを作成して、RF パワーの変動周期を解析する計画である。

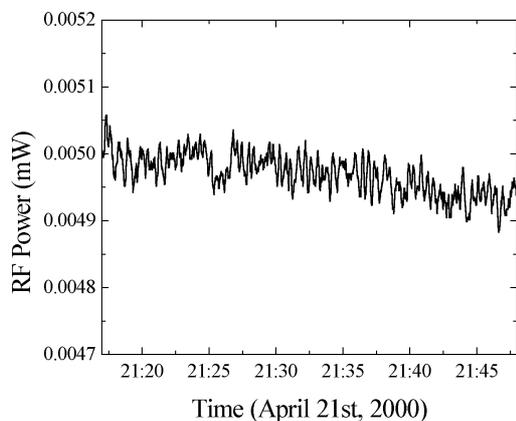


図 4. バンチャーにおける RF パワーの変動(11 点平均値、2000 年 4 月 21 日 21 時 17 分 ~ 21 時 48 分)

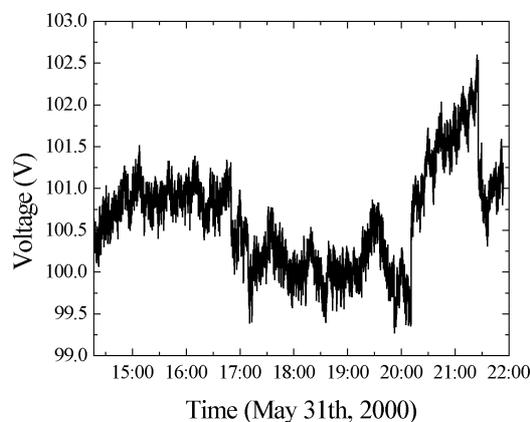


図 5. 供給電源電圧の変動 (2000 年 5 月 31 日 14 時 17 分 ~ 21 時 54 分)

4. まとめ

阪大産研 Lバンド電子リニアックの RF パワーが、加速管及びバンチャーにおいて変動を起こしていることが測定により明らかになった。また、電源ラインも大きく変動を起こしていることがわかった。

今後、RF の位相変動を DBM を用いて測定し、今回分かった RF パワーおよび電源ラインの変動と位相変動との関係を調査していく予定である。また、位相変動に影響を与えると予想される要因の一つとして加速管周辺の温度変化が考えられるが、それについても今後調査していく予定である。

これらの結果から、最も RF の位相変動に影響を与えている要因を探り出し、その変動を制御し、RF 位相変動を一定に保つシステムを構築する計画である。

参考文献

- [1] T. Sakamoto et al., "The beam stabilization at ATF linac", Proc. of the 21st Linear Accelerator Meeting in Japan (held at Tokyo, Sep. 1996), pp189-191
- [2] T. Ohnishi et al., "Phase Instability Measurement of The RF Driver System for SPring-8 Linac", Proc. of the 22nd Linear Accelerator Meeting in Japan (held at Sendai, Sep. 1997), pp140-142
- [3] T. Asaka et al., "Stability of the RF System at SPring-8 Linac", Proc. of the 23rd Linear Accelerator Meeting in Japan (held at Tsukuba, Sep. 1998), pp222-224