

PHASE CONTROL AT THE KEK ELECTRON LINAC

H. HANAKI, Y. OTAKE, Y. SAITO, S. ANAMI AND G. HORIKOSHI

National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

The phasing system which executes automatically the beam induction method was developed for the KEK linac. Phasing of one klystron is completed within 1 minute and has an error less than $\pm 3^\circ$. The phase locked loop (PLL) technique was also introduced into the SHB amplifier and the main-booster in order to improve long-term stability of the rf system, so that phase drifts of the both amplifier decreased to be negligible.

KEK電子リニアックにおける位相制御

1. 序

KEK電子リニアックではビームのエネルギーを最大にし、エネルギー広がりをも最小にするためのクライストロンの位相調節(phasing)に、ビーム誘起法(Beam Induction Method)を用いている[1],[2]。今回、運転の省力化に向け、この調整を自動的に実行するシステムが開発された。一方RF系の位相安定化も、長期に渡る安定な運転に欠かすことが出来ない。まずサブハーモニックバンチャ(SHB)増幅器とメインブースタにPLL(Phase Locked Loop)が導入された。

2. 位相調整システム

クライストロンは図1のように5つのセクターに分配して管理されており、各セクターのサブコントロール室内に位相調整システムが設置されている[3]。位相調整しようとするクライストロンのRF波形またはビーム誘起波は、加速管出力ポートで拾われ、位相調整ユニットに伝送される。このRFモニタ信号とサブブースタからの参照波との位相差は位相検出器により電圧に変換され、続くADCにより読み取ることが出来る(図2)。

参照波用移相器を操作したり同軸スイッチ

を切り替えたりする機能を持つ位相調整器コントローラは、これらの機能全てを、簡単なコマンドで起動できるようにプログラムが組み込まれており、外部から容易に操作できる。

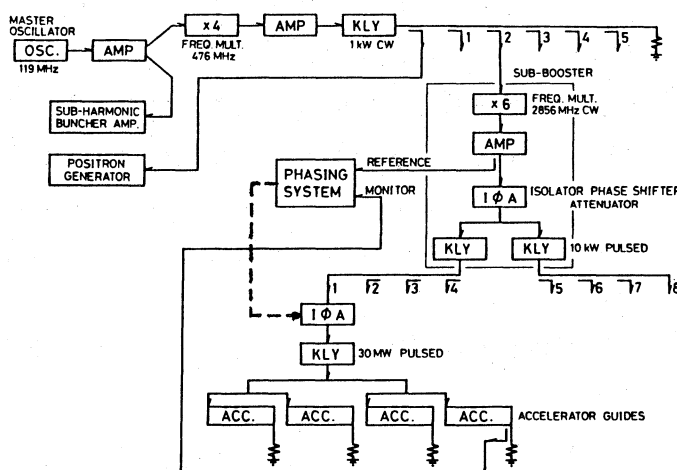


図1. KEKリニアックRFシステム

自動調整のための手続きは、位相調整器コントローラに接続されたパーソナルコンピュータにBASICによって書かれており、これは自動調整手順が確立するまでのプログラムの変更を容易にするためである。

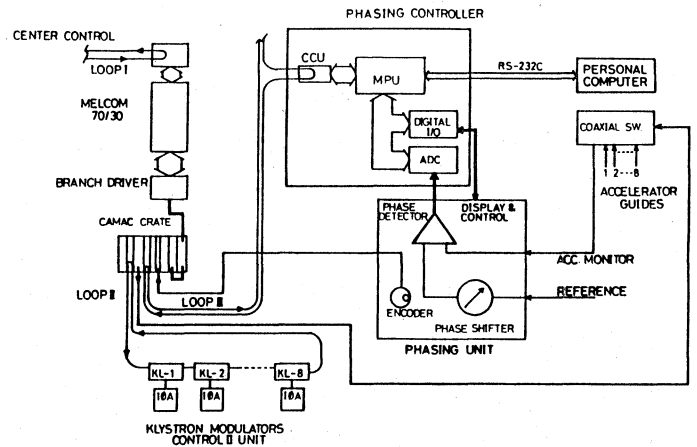


図 2. 位相調整システム

3. 自動位相調整

現在行われている自動位相調整には、次の3つのモードがある。

- (1) 完全位相調整・・・ビーム誘起波と参照波、参照波とクライストロンRFとの位相差がそれぞれ正しく 90° になるように、参照波用移相器およびクライストロン用移相器を操作し、位相調整を行う。
- (2) 簡易位相調整・・・まず(1)の調整の際に参照波の位相を記憶しておき、その値を基に参照波の位相調整を行う。クライストロンの位相調整は(1)と同様。
- (3) 位相変動測定・・・(2)においてクライストロンの位相調節を行わず、位相の変化分のみを測定する。

(1)のモードは、リニアック立ち上げ時などに実行されるが、ビーム誘起波を必要とするので長パルスのビームを出しながら行われなければならない。クライストロン1本の調整に約1分を要し、調整時間の大半は移相器の操作に費やされている。(2)のモードは、運転中にクライストロン印加電圧等の変更により位相が変化した場合に用いられ、30秒以内で完了する。長パルスビームは必要とせず、また短パルスビームをリングに入射中でも実行できる利点がある。

(3)のモードは位相の監視用であり、新たに位相調整をするかどうかの判断を助けることが出来る。

位相調整の誤差は、モード(1)、モード(2)ともに $\pm 3^\circ$ 以内である。

4. 位相安定化

陽電子加速器SHB用増幅器(119MHz)は位相変動が大きく、まず最初にPLLが組み込まれた。電送線やSHB空洞も含めて位相帰還をかけるため、SHB空洞RFモニタ信号と119MHz入力信号との位相差を検出する回路とした。SHB増幅器出力は50ppsパルスRFのため、位相検出器の出力をサンプルホールド回路を通して直流化し、この電圧が零となるように、SHB増幅器入力に挿入された位相器を制御する。このPLLの時定数は約4秒なので、これより速い変動

については安定化できない。帰還をかける前後の位相変動を示した図4から、PLLは十分効果的に動作していることが分かる。

一方、メインブースタ用のPLLは、入力RF信号が全てCWのため、SHB用PLLのようにサンプルホールドを必要とせず、時定数も約40m秒である。位相変動はPLLにより $\pm 0.2^\circ$ 以内におさえられていることが確認された。

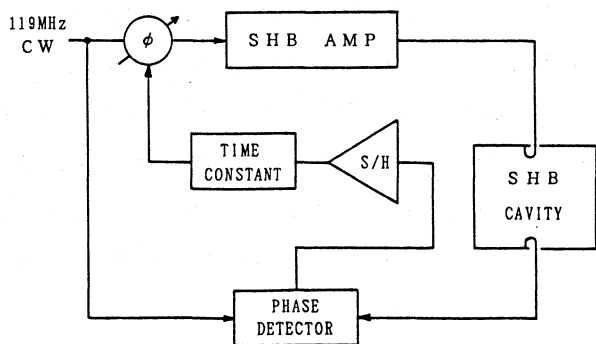


図3. SHB増幅器用PLL

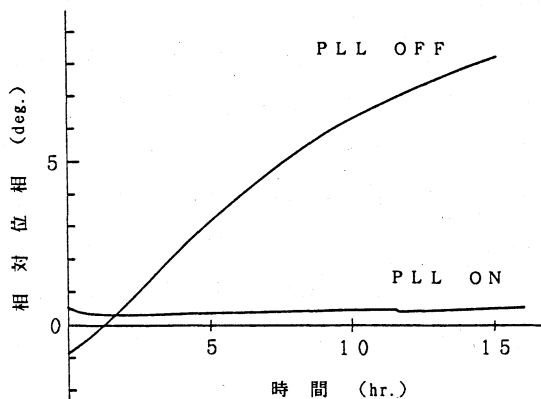


図4. SHB増幅器の位相変動

参考文献

- [1] Y. Saito et al., Proc. 4th Symp. on Acc. Sci. and Tech., (1982) 253.
- [2] H. Hanaki et al., Linear Acc. Conf., SLAC, (1986) 481.
- [3] Y. Otake et al., Proc. 9th Linac Meeting, Tsukuba, (1984) 116.