

B - 11 PHASE LOCK LOOP FOR THE RF SYSTEM OF THE SUBHARMONIC PREBUNCHER

Toshiaki Kobayashi, Toru Ueda, Hitoshi Kobayashi, Yoneho Tabata, and *Seiichi Tagawa

Nuclear Engineering Research Lab., Fac. of Eng. Univ. of Tokyo

*Research Center for Nuclear Science and Engineering Univ. of Tokyo

ABSTRACT

To get the stable picosecond single electron beam, the output RF phase of each component, such as the klystrons, the microwave power amplifier for the subharmonic pre-buncher and so on, must be kept constant. The phase lock loop (P.L.L.) to stabilize the output phase of the power amplifier for the subharmonic pre-buncher, was installed and has been operated successfully. The P.L.L. has increased in the stability of the intensity of output beams for a long time operation. The P.L.L. is composed of an electronic phase shifter and a controller which produces dc voltage proportional to the input phase difference.

1. はじめに

東大35MeVライオンでは、Sバンドライオンでは世界で始めてピコ秒シングルビームを取り出す事に成功した。順調に稼働し続け、放射線化学の初期過程の重要な知見がピコ秒シングルビームにより得られている。これらの実験に於いてはジッターがなく、ビーム強度の変化のない非常に高安定なピコ秒シングルビームが要求される。そこで今まで改良を行ってきた箇所をあげると、476MHz同期回路の製作、温度保障用ケーブル化、マスターオシレータの温度コントロール等である。今回は、476MHz S.H.Bアンプをフェーズロックする事により更に安定なピコ秒シングルビームが得られたので報告する。

2. 改良以前のS.H.Bアンプシステムと安定度

改良以前は、Fig-1の破線部を除いたシステムであり、発振器から調整用移相器を通りS.H.Bアンプに送られ10μs幅にパルス変調されたマイクログ

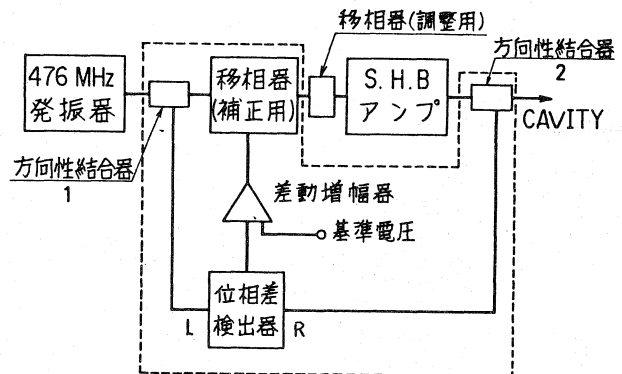


Fig. 1 S.H.Bアンプフェーズロックシステム図

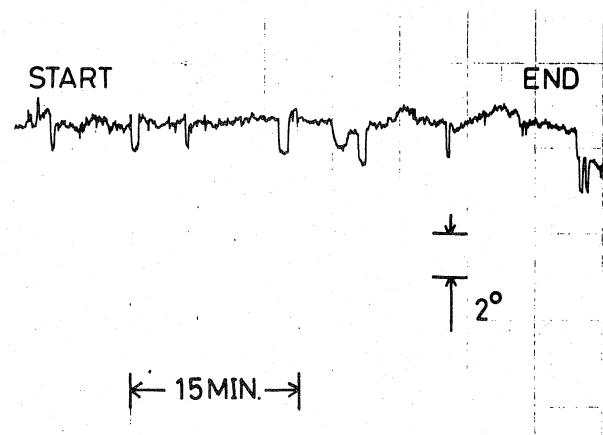


Fig. 2 改良以前のS.H.Bアンプ位相の安定度

を S. H. B 空胴に供給していった。このシステムでの位相変動を、DOUBLE BALANCED MIXER (以下 D. B. M) とサンプルホールド回路を用いた位相差検出器で測定した結果が Fig-2 である。1 時間で約 2° の位相変動である。これは後で述べるが、ストリーワカメラを用いた測定ではビーム強度で 4% の減少、サテライトで 1% の増加となる。

3. 改良後の S. H. B アンプシステムと安定度

改良後 (フェーズロックアップ) のシステムは Fig-1 の破線部を付加した構成で、発振器からのマイクロ波を方向性結合器-1 により位相差検出器の L 側入力へ入力、S. H. B アンプ出力を方向性結合器により R 側入力に入れる。両者の位相差から得た信号を増幅し基準電圧との比較誤差増幅を行ない、S. H. B アンプ内の位相変動を補正用移相器で補正する。Fig-3 は補正用移相器の電圧-位相特性で、可変容量ダイオードを使用した移相器である。ここで実際にフェーズロックアップ時の位相安定度を位相差検出器で測定した結果 Fig-4 に示す様に位相変動を $0.1^\circ/12$ Hr に抑ええる事ができた。このフェーズロックアップシステムの設計値 (位相変動を $1/50$ に抑ええる) にほぼ適合している。

次に、ストリーワカメラを用いてビームによる水の中で発生したフレネコフ光を測定した。Fig-5 は、フェーズロックオン・オフ時に S. H. B アンプの位相変動を模擬する為に調整用移相器を変化させビーム強度とサテライトの関係を調べた。これよりフェーズロックオン時には $\pm 20^\circ$ の位相変動に対してビーム強度、サテライトの変化は殆んどない事が判る。Fig-6 は、ロックオン・オフ時にビーム最適位相 (0°) に対して調整用移相器で $\pm 8.5^\circ$ ずらした時の波形である。また、Fig-7 はロックオン・オフ時の平均電流の安定度を記録したもので、ロックオン時にはオフ時に比べて

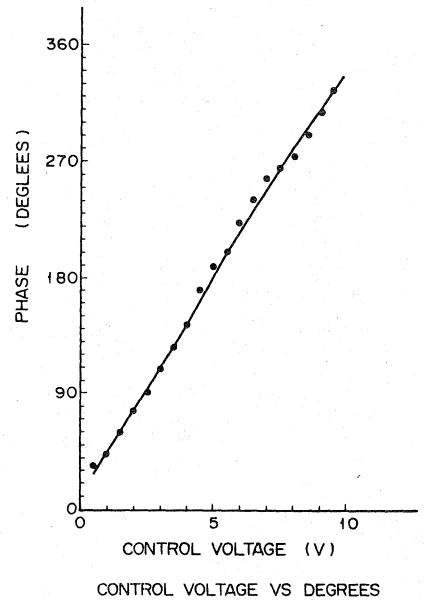


Fig. 3

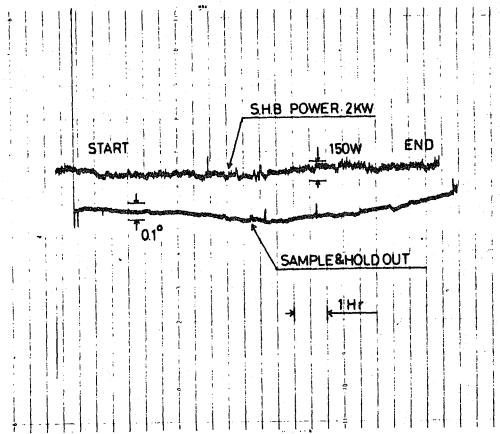


Fig. 4 フェーズロック時の位相長時間安定度

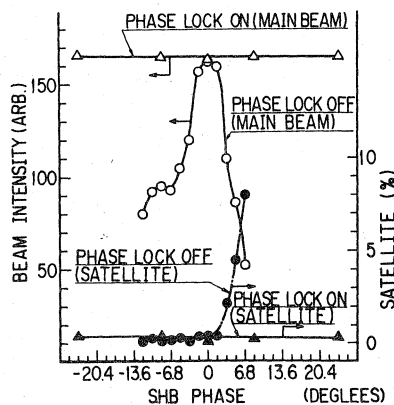


Fig. 5 S. H. B アンプの位相に対するビーム強度とサテライトの関係

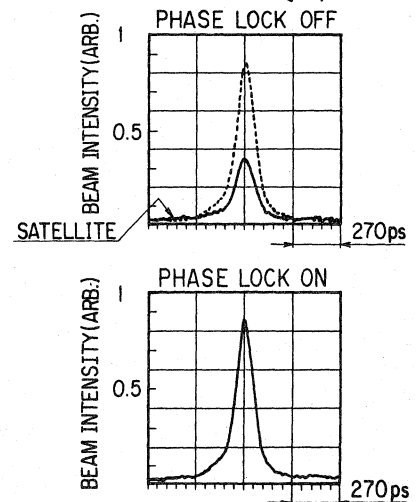


Fig. 6 フェーズロックオン・オフ時にストリーワカメラを用いて測定したビーム出力波形

77 Hzではあるが改善されている。

また長時間に於いて改良以前では、ライナックの起動とし、調整なしでピコ秒シングルビームをだしても出力電荷量が $\frac{2}{3}$ 程度に減少している。そこで調整用移相器でS.H.Bアンプフェーズを最適位相にもつとゆくと、ほぼ前日と等しい電荷量が得られた。しかしS.H.Bアンプフェーズロックをする事により、調整なしで前日と同様のサテライトがなく電荷量の等しいピコ秒シングルビームが得られる様になった。

4. 問題点と今後の方針

S.H.Bアンプをフェーズロックした事により、長時間に於いての安定度はかなり改善されたが短時間のそれはまだである。Fig-8からS.H.Bパワーの変動が非常によくS.H.Bフェーズに対応している事が判る。

したがって、今後の方針としてはS.H.Bアンプのパワーロックを考えている。これにより長時間にわたるビーム強度の変化、サテライトの増大のない更に安定なピコ秒シングルビームをとり出す事ができる。

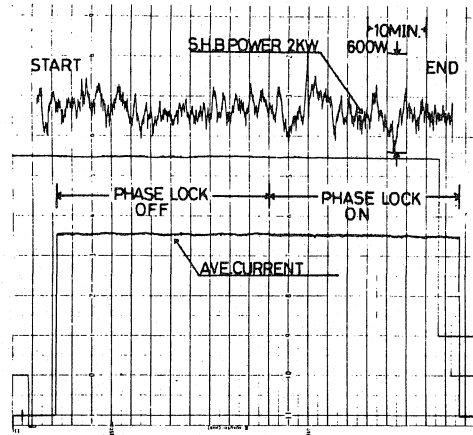


Fig. 7 フェーズロック時の平均電流安定度

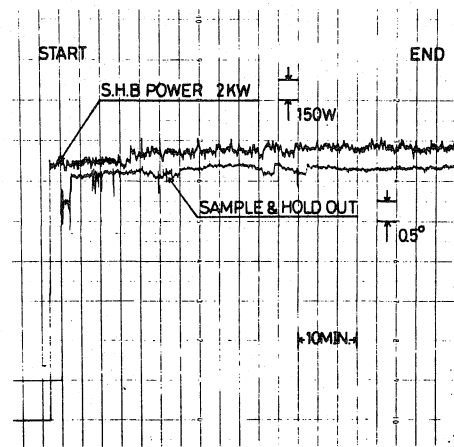


Fig. 8 フェーズロック時のS.H.Bアンプ位相とパワーの関係