

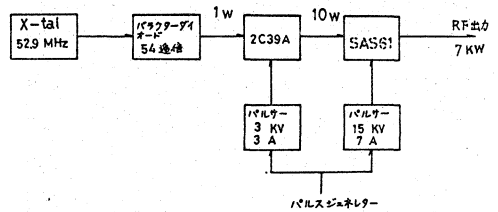
東北大学核理研リニアックの励振系の改造

東北大学核理研 今野 収、浦澤茂一、小山田正幸

核理研のリニアックが共同利用に開放されてから今年で約10年になる。この間300MeVリニアックは、大きな故障もなく年間約2500時間稼動し、各種の実験に最適の条件を作り出す様努力してきた。しかし、300MeVリニアック全体をみれば、大中の改造を加えなければ言うものの励振系はこれまで試作を含めて4台製作した。そこで、これまでに製作した励振系のBlock Diagramと交換した理由について、以下簡単に説明する。

1) 試作励振系 (Fig 1)

この励振系は52.9MHzのX-tal発振周波数をバラクタダイオードで54倍して2856.0MHzを得る方式のものであったが、送信部の不安定性を技術的に解決することができず失敗してしました。又、この回路図中のSAS617ライストロンは入手に手まどり、結果的には使用しなかった。



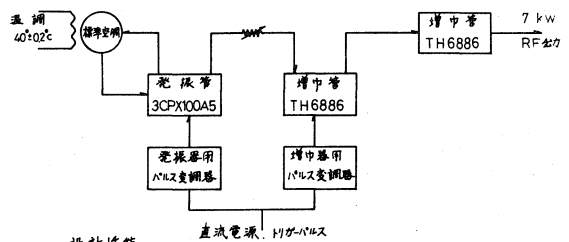
設計性能 (予定)
中心周波数 : 2856.6 MHz
周波数安定度 : 5×10^{-6} /hour
最大くり返し : 1200 pps
出力安定度 : 10 %/hour

(Fig 1)

試作励振系(1966年)

2) 板極管3本を使用した励振系 (Fig 2)

この励振系には二つの難点があった。その一番目は、増中部に使用したTHT6886のエミッション減少が早いため、出力電力が減少することである(パルスマイクロ波管の寿命を利得の-3dB低下で考えれば約1000時間位)。二番目は、板極管用空間板極管のA-1ドームの放電が、使用時間が長くなるにつれて多くなる(マイカ絶縁板に穴があく。) これらのために出力不安定を生じる。しかし、パルス変調器等のトラブルは、ほとんどなかった。



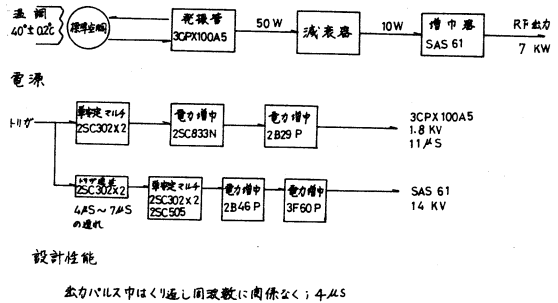
設計性能
周波数安定度 : 5×10^{-5} /day
尖頭出力安定度 : ± 1 % /hour
出力パルス中 : 300 pps以下 4.5μs
以上 25μs

(Fig 2)

板極管3本使用した励振系 (1967年)

3) 板極管とフライストロンを使用した励振系 (Fig 3)

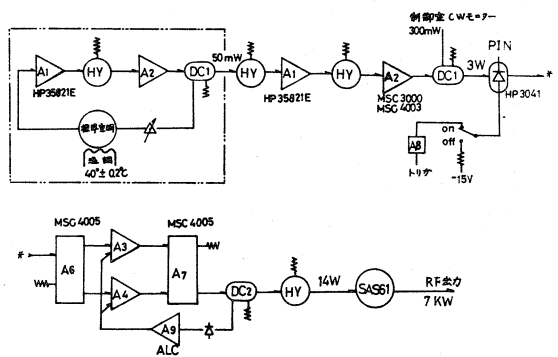
この励振系は約6年間使用した。
この励振系でも二つの問題点があり、その第一番目は前回と同様板極管と空洞との間で放電を生じSAS61の入力電力が大きく変動する事になり、RF電力が不安定となる。(しかし、TH6886を使用していた時に比べ、SAS61は寿命が長く(今年まで7年間使用)、出力の低下という問題は一応解決した。オニにはトリガの繰返しを変えると発振出力周波数が変化する。例として300pps→100ppsに変える場合、周波数が300kHz～500kHzに変化する。これは、おそらくデューサイクルが変わるために発振管の温度変化あるいは電源のインピーダンスが高いため、パルス電圧の変動により発振周波数が変わるのではないかと考えるが、これについてはどうしても解決することができなかった。(なお、回路系の電圧変動は測定できるかった)。このことは、核研究で製作したenergy Compressing system (以後E.C.S.と略す)にともなう大変困ることと、この装置とよく動かすために発振部を連続波にし、増中部はそのままSAS61を使用する方式と切り替えて考え製作した。



(Fig 3) 板極管とフライストロンを使用した励振系 (1969年)

4) 固体発振器(CW)とフライストロンを使用した励振系 (Fig 4)

この発振器は今年1月末から使用した。この発振器に最大の問題は、ビームの安定化ということに固より、E.C.S装置の機能を発揮させることにあった。これはE.C.S.用単波管の長さが約50m位あるため、周波数変動が直接位相変化として表われる。これを防ぐにはどうしても安定にする必要があった。又、300MeVリニアックを今後計算機制御(現在製作中)するためには、パルス波発振方式よりも連続



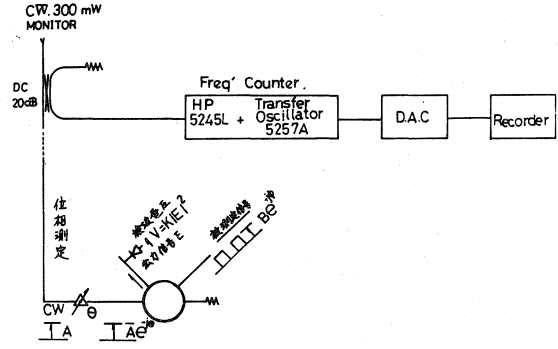
(Fig 4) 固体発振器とフライストロンを使用した励振系 (1976年)

波発振方式の方が適している。更にこの連続波を基準にして、他系統との位相差を精密に測定することができる。周波数の安定性は多方面にわたって好影響を与えており、一例として10年間稼働1kリニアックの加速管ヒドアンポットの整合帯域中がだんだん狭くなるまであり、常にVSWRの低い状態(2856MHzでVSWR=1.1以下)で使用することが可能にや、た。

5) 周波数及び位相測定 (Fig 5)

今回製作された発振部から約300mWを制御室に同軸で送り、方向性結合器で分割した後同設設計に送り、

Digital Analogue Converterに入力し、更にレコーダで記録し安定度を測定した。又、連続波の一部をラントレース秒ハイブリッド回路に送り測定信号を他方から入れて合成し、位相差を移相器から読みとった。

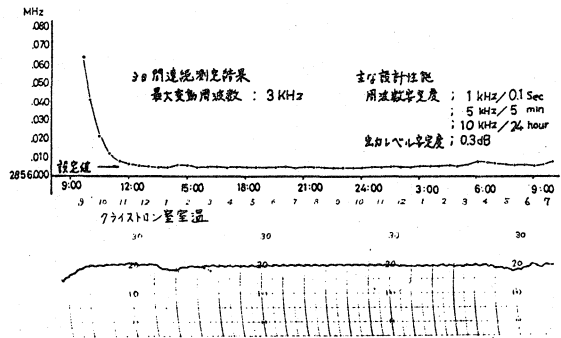


(Fig 5) 位相測定用移相器による連続波周波数および位相測定ブロックダイアグラム

6) 測定結果 (Fig 6)

約6ヶ月間この発振器を使用しているが、標準空洞の過調が $40^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以内におさまっているうち周波数変動は全中3kHzである。

(しかし、総合的に標準空洞の温度、電流等に周波数が全中3kHz以内におさまるまで約1時間の時間がかかる。又、14Wの出力レベル安定度設計性能通りである。



(Fig 6) 周波数安定度測定と7ライストロン室温度

(設計性能)

- 1. 周波数範囲 ; $2856 \pm 2 \text{ MHz}$
- 2. 周波数安定度 ; $1 \text{ kHz} / 0.1 \text{ 秒内}$
; $10 \text{ kHz} / 5 \text{ 分以内}$
; $10 \text{ kHz} / 24 \text{ 時間以内}$
- 3. 出力電力 ; 14 W以上(パルス変調波尖頭値)
- 4. 出力レベル安定度 ; 0.3 dB以内
- 5. 出力レベル調整範囲 ; $\pm 2 \text{ dB}$

6. パルス変調特性

- パルス幅 ; $10 \mu\text{Sec}$
- 繰返数 ; $100 \sim 600 \text{ PPS}$
- マイクロ波E_z-出力 ; 50Ω負荷約300mW(cw)
- 空洞共振器過調 ; $40^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- 使用温度範囲 ; $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$