

STATUS OF THE MICROWAVE SOURCE OF THE PHOTON FACTORY INJECTOR LINAC

N.Matuda, S.Anami, S.Fukuda, T.Shidara, Y.Saito, H.Hanaki,
H.Honma, K.Nakao, H.Katagiri, H.Iijima and G.Horikoshi

ABSTRACT

The operational status of the PF linac microwave source is reported. A 30MW unit was additionally installed to the positron linac at the end of FY1987. The stability of the klystron is improved by using barium impregnated cathode (BI cathode). Eight new klystrons with BI cathode are working well without any sign of internal arcing. The average fault rate decreased to 1.7 times/hour for 48 klystrons.

放射光入射器線形加速器マイクロ波源の現状

1. はじめに

放射光マイクロ波源における前回の報告(1987年)以降のトピックス及び運転状況について二、三述べる。一つは87年度末、陽電子線形加速器に30MWユニット1台を増設したことが挙げられる。これはTRISTANの $e^+ - e^-$ 衝突実験が本格的に始まった事による入射器の陽電子ビーム増強に伴うものである。次にBa含浸型カソード(BIカソード)を採用したことで大電力クライストロンの動作が非常に安定化した事が挙げられる。そのおかげで運転状況は極めて順調である。以上の点について順次報告し、最後に運転を円滑に維持していく上での細かい改善事項について述べる。

2. 陽電子ビーム増強に伴う30MWユニットの設置

図1. は陽電子マイクロ波源系統図である 増設されたユニットは図中P-1Sと記されている。増設前は、プリバンチャー・バンチャー・加速管にP-1からマイクロ波が供給されていた。増設後はプリバンチャー・バンチャーにP-1から、加速管のみにP-1Sからマイクロ波が供給されることとなり、クライストロンの負担が軽くなった。

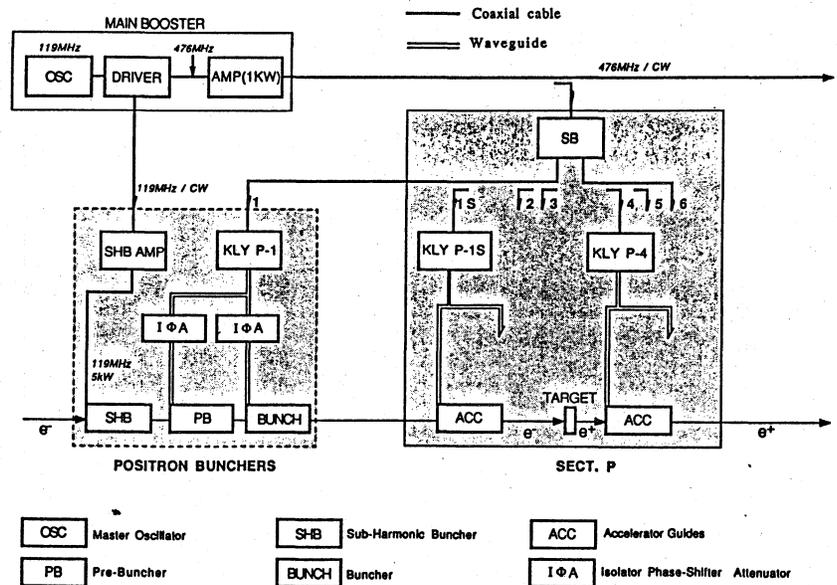


図1. 陽電子線形加速器マイクロ波源系統図

3. BIカソードによるクライストロンの安定化

大電力クライストロン(30MW, 3.5 μ s, 50pps)は当初から、マイクロ波源にとり大きな問題であった。即ち、管内放電による耐電圧劣化及び寿命劣化については、製造企業と一体となり、真空熱処理炉の改良・使用材料の吟味等数年来研究努力したにも拘らずその原因を明らかにできなかった。しかし、カソードを酸化物型からBa含浸型に切り替えたところ、動作が非常に安定した。図2. は現在運転中のクライストロンの管内放電による停止頻度(fault rate)を酸化物カソードとBIカソードについて比較したものである。酸化物カソード40本の平均停止頻度は0.67回/日であるのに対しBIカソード7本(1本については電源の調整不備があり

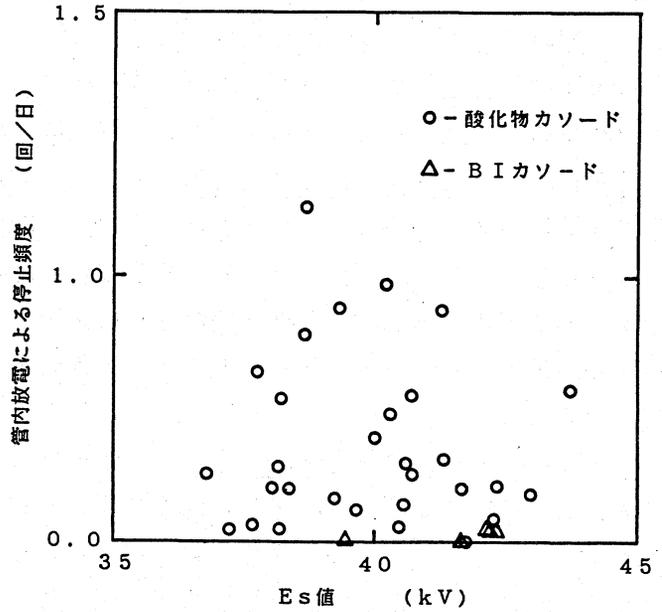


図2. クライストロンのEs値と停止頻度

統計をとれなかった)のそれは0.04回/日となっており、大雑把に言って平均停止頻度は1/16に減少するという目覚ましい改善が示された。また管内放電の原因の全てがカソードにあるとはいえないが、もしカソード物質の蒸発量の減少が寄与していると考えればウェネルトエミッションも減少し高圧印加時のクライストロン周囲の放射線量も少なくなると予想される。実際にクライストロン周囲の放射線量を測定した結果、Ba含浸型ではほとんど放射線が検出されなかった。

4. 運転状況

表3. にクライストロンの期間別平均停止頻度(管内放電のみではなく、その他全てのインターロックによる停止を含む)及び平均印加電圧を示す。86年度及び87年度製造の酸化物カソードクライストロンが不調であったため87年度後期は印加電圧を下げざるを得なかったが、それでも尚停止頻度は増加した。しかし、BIカソードクライストロンが稼動を始めた最近では平均停止頻度は確実に減少しており、平均印加電圧も上昇しマイクロ波電力に余裕が出て来た。8本あるBIカソードクライストロンは最長のもので運転2800時間を経過しているが、今のところ全

表3. クライストロンの運転状況

| 年 | 月 | 平均停止頻度 (回/時 於N ^台) | 平均印加電圧 (kV) |
|------|-------|----------------------------------|----------------|
| 1982 | 10~12 | 3.5 | 236 |
| 1983 | 1~3 | 4.4 | 238 |
| | 5~7 | 4.6 | 239 |
| | 10~12 | 3.3 | 241 |
| 1984 | 1~3 | 2.6 | 243 |
| | 5~7 | 2.4 | 242 |
| | 10~12 | 2.6 | 241 |
| 1985 | 1~3 | 2.1 | 239 |
| | 5~7 | 1.5 | 241 |
| | 10~12 | 1.6 | 238 |
| 1986 | 1~3 | 1.6 | 239 |
| | 5~7 | 1.9 | 240 |
| | 10~12 | 1.9 | 241 |
| 1987 | 1~3 | 1.2 | 240 |
| | 5~7 | 1.9 | 237 |
| | 10~12 | 2.0 | 234 |
| 1988 | 1~3 | 2.1 | 232 |
| | 5~7 | 1.7 | 237 |

● N=41; 1982年10月 ~ 1988年3月
 ○ N=48; 1988年 5月 ~

く耐圧劣化の徴候はみられない。このまま順調に安定動作することを期待したい。

5. 故障事例とそれに対する改善

以上述べたようにマイクロ波源の運転状況は概して順調であるが、細かな故障は間々あり修理や改善を施さねばならない事もあった。以下、羅列的に報告することを許されたい。

4PR1000DRIVERツェナーダイオード及び保護抵抗器の破損：サブブースターのパルス変調器のスイッチ管（4PR1000A）を励振するドライバユニットの真空管（8875）を新しいものに交換したところ8875Cの故障は減少したが、その出力部のパルス整形用ツェナーダイオード及び保護抵抗器が次々に破損した。そこで抵抗値を改めかつパルス負荷に強いものに換えた。また、いままでのスイッチ管のパルス動作チェッカーを4PR1000A用に改造中である。

サブブースターの高圧配線の手直し：クライストロンが安定になってきたおかげで、サブブースターがごく稀に高圧電源の過電流保護で停止することが目立ってきた、原因の一つは高圧配線の不備にあるのではないかと考え、電位差（40kV）の掛かる所の絶縁距離をとる等の改造を施した。結果、概ね改造前より停止頻度が減った。

PFNコンデンサーの改良：マイクロ波源にとってクライストロンと共に悩みの種であるPFNコンデンサーは86年度に初段部分の結線変更を行い、かつコンデンサー自身の改良を進めて来た。改良に当たっては、寿命推定のためシリーズ素子数の少ない、従って単位素子当たりの印加電圧が使用時より大きい試作PFNコンデンサーをパルス電源に実装し加速試験を行なってデータを蓄積すると言う方法がとられた。この試験結果を基にして、設計寿命15万時間以上を目指した改良型PFNコンデンサーが88年6月に260本導入された。稼動期間が短いので正確には評価できないが、今のところ故障例はない。