

VACUUM SYSTEM OF THE PF 2.5 GeV LINAC

K. Takeda, I. Sato, H. Matsumoto, A. Enomoto,
K. Nakahara, T. Urano and T. Saito
National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

In the PF linac, the vacuum degree during a normal operation was less than 10^{-5} Pa after rf aging of accelerator guides. Two kinds of ion pump of 500 l/s and 50 l/s were provided for accelerator guides and waveguides, respectively, and were located in the klystron gallery to prevent the radioactive contamination. The vacuum ducts whose inner surfaces were electrolysis-polished to suppress outgas were used.

1 概要

放射線入射器の真空路は主として、加速管・ビームライン系と立体回路系に分けられる。

加速ユニットは、約2mの長さの加速管4本を1つの架台に乗せたものを1ユニットとし、これに1台のクライストロンからマイクロ波が4分割されて供給される。イオンポンプは、地上部のクライストロンギャラリーに1ユニット当たり、500l/s(加速管)と50l/s(立体回路)がそれぞれ1台設置されている。500l/sイオンポンプは、約5mの排気ダクトを通して、

ライナックトンネル内の加速ユニット真空マニホールドに接続されている。(図1)

イオンポンプは500l/sを44台、50l/sを44台使用している。

2 特色

真空系の特色として2つの事があげられる。その一つは、主排気装置(イオンポンプ)をクライストロンギャラリーに設置した事である。これらをクライストロンギャラリーに置く事により、ライナックトンネル内までの排気ダクトが長くなるので、加速管の排気能力の低下及び、ポンプ寿命の低下となる。

又これらを補う為にはポンプの補強、ダクト内の電解研磨等のコストUPの原因となる欠点がある。しかしながら台数が多い場合、メンテナンスによる

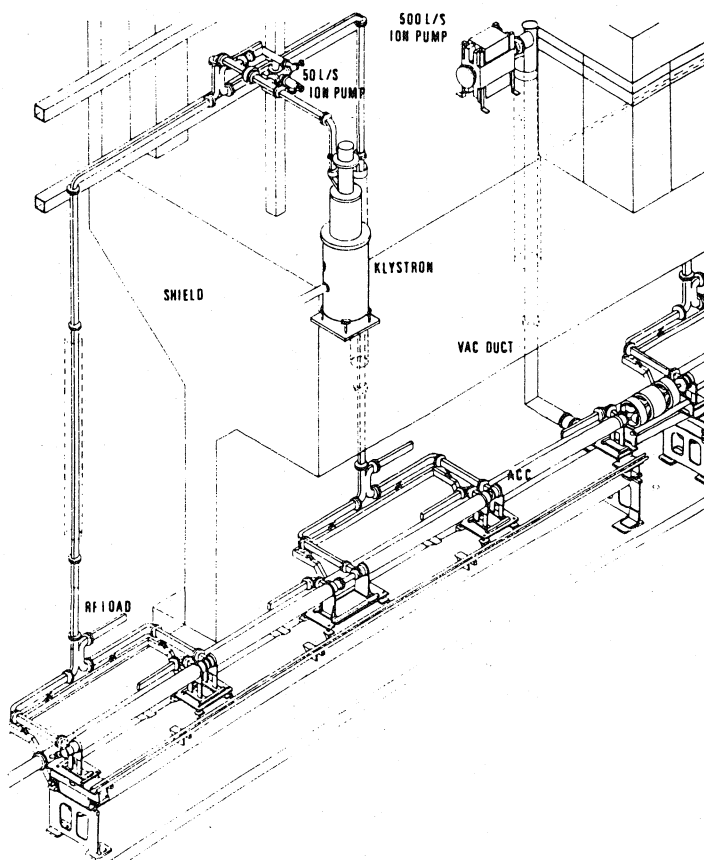


図1. 加速ユニット構成図

作業時間は比較的長くなる事が予想される。その為、放射線レベルの高くなるライオックトネール内での作業の短縮化を計る為に、現在の方式を採用した。

第2の特色として、真空シールにヘリコフレックスガasketを採用した事があげられる。これは、部品点数が非常に多いので、現場での組立作業能率の向上を計る為である。このガasketはシール部分の締圧が低くて良く、兼はJIS規格と互換性がある。又従来一般的であるコンフラット用フランジに比べて、ボルト本数が少なくて良く、兼の形状が単純なので安価で取扱い等も楽である。

3 現状

高周波(RF)のエージングは、4ユニットを1単位として、それぞれのクライストロンからマイクロ波を供給した。これはクライストロンの組立・セッティングと並行してエージングを行える事によって、完成までの日数が減らせる利点がある為である。エージングは真空度と放電(トチの検査波形を観測する)の状態を観測しながら行なった。過大放電によるクライストロン破壊保護の為、真空度は 10^{-2} Pa以上にならない様に電力を調整しながら行なった。今回この方法で4ユニットのエージング終了まで約1日かかった。エージングが終了した時点での加速管付近の真空度は、平均 5×10^{-4} Paであった。約800時間の運転を行い、その間にガス放出が促進された現在では、加速管・立体回路系とも、平均 5×10^{-6} Paと良くなっている。運転時にはRFを入れると一時的に 1×10^{-5} Pa位になるが30分~1時間で定常状態に戻る。又ビームを加速すると若干($6 \sim 8 \times 10^{-6}$ Pa)悪化する様である、これは、ビームの透過率は90%以上であるが、残りの10%の損失が原因と思われる。

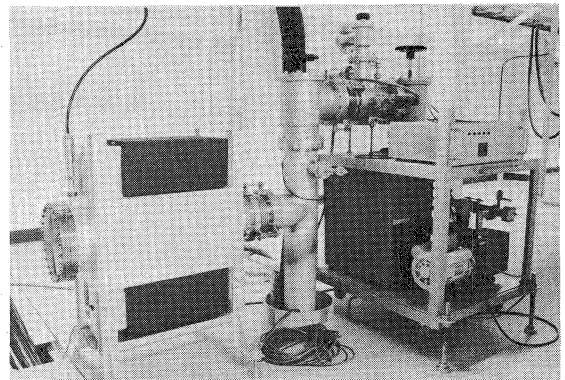


写真1. クライストロンギャラリーに設置された500ℓイオンポンプと粗排気装置

RFエージング後の真空の立ち上げは、4ユニットごとに設けてあるゲートバルブを閉め、500ℓイオンポンプダクト上の排気用L型バルブに粗排気装置を据付けて行なう。(写真1)粗排気の手順は、1000ℓ/minロータリーポンプで排気を開始し、約1時間で250ℓ/sターボモシキラポンプに切り換える。ターボヘッドで 1×10^{-3} Paに到達した時点で順次イオンポンプを入れ始める。ここまです約3時間である。定常の真空度になるまでには、イオンポンプを入れてから約1日要した。図2に真空立ち上げ時の排気曲線を示す。

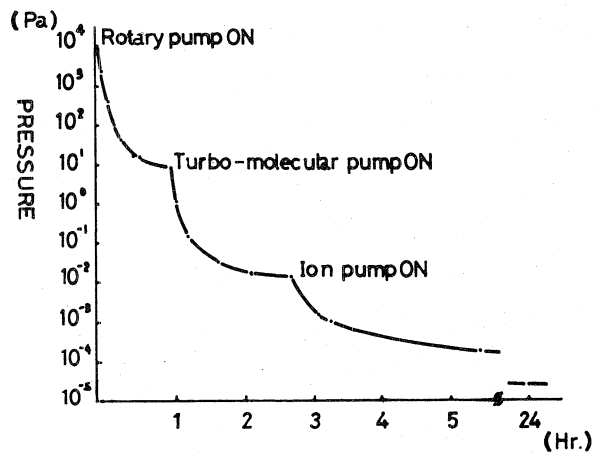


図2. 真空立ち上げ時の加速管に於ける排気曲線

運転の開始された今年2月からの、真空リークによるトラブルの原因を表1に示す。この中で特に注目されるものは、1番目にある水もれによるガスケット腐蝕である。これは導波管冷却用パイプに管継手を固定する、銀ろう付部に亀裂が生じ、そこから水がもれて導波管フランジ部に溜り、アルミニウム製のハリコフレックスガスケットとRFコンタクトプレートが腐蝕して、リークしたものである。今回の亀裂の原因は管継手部の組立時にストレスがかかった為と思われる。又銀ろう付部が長期に及ぶ水の腐蝕によっても同様のトラブルが生じる事が考えられる。これは部品点数が非常に多いので、定期的な観察が必至と思われる。現在の対策として、導波管管継手部の取扱いを十分注意する事と、銅製ハリコフレックス及び真空シール部分がステンレス製のRFコンタクトプレートを使用する事を考えている。図3に導波管フランジ部の組立図を示す。

表1 真空リークによるトラブル

場所	
立体回路	水もれによる ガスケット腐蝕
=	ガスケットキズ
500ℓ/s イオンポンプハット	コンフラットフランジ キズ
ゲージポートメクラ	ガスケット不適合
	バルブ ミスオペレーション
	ゲートバルブ ミスオペレーション

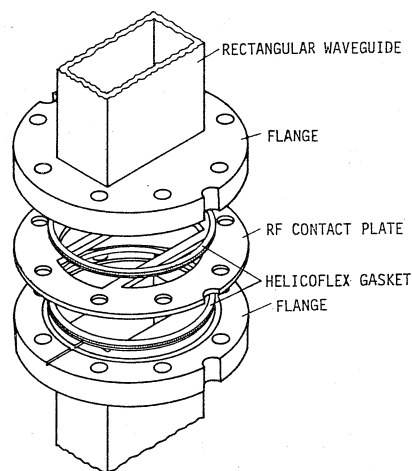


図3. 導波管フランジ部組立図

真空のインターロックモジュールは、クライストロンギャラリーに設置されている真空・電磁石用筐体内に入れている。(写真2) 現在使用している真空のインターロック機能は、クライストロンの出力を止める事と、4ユニット毎に設置されている真空ゲートバルブを閉じる事である。クライストロン用のインターロックは50ℓ/sのイオン電流を検出している。

又ゲートバルブ用は4ユニット毎に設置されているピラニヒトピング真空計のメーターリレーの出力を利用している。

近い将来、各ユニットのイオンポンプ(500ℓ/s・50ℓ/s)の状態と真空度等のより細かい情報を、主制御室で観測出来る様にする予定である。これには、マイクロプロセッサを使用したモジュールを各筐体に設置し、データを主制御室のミニコンに転送して処理を行い、情報を表示する予定である。

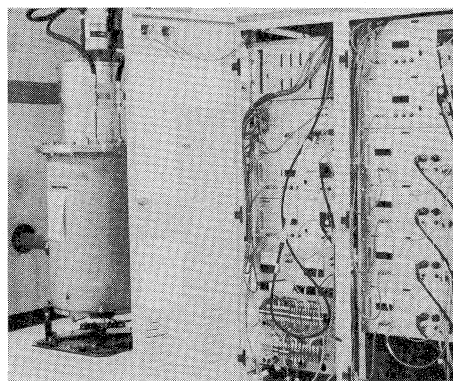


写真2. 4ユニット毎に設置されている真空・電磁石用筐体真空インターロックモジュールとイオンポンプ電源が組み込まれている。

参考文献

- 1) 堀越源一：真空技術(東京大学出版会)
- 2) 中山勝矢：真空技術実務読本(オーム社)