

## IMPROVEMENTS IN THE ELECTRON GUN SYSTEM FOR HIGHER VOLTAGE

M. Yokota, S. Ohsawa, Y. Ogawa, H. Kobayashi, S. Fukuda, T. Shidara, and H. Honma

National Laboratory for High Energy Physics (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305

### ABSTRACT

In the PF linac we must accelerate high current beams for the KEK B-Factory. The electron gun system was improved for higher voltage (200 kV) in order both to increase emission current and to decrease space charge effects. We newly manufactured the electron gun, the pulse transformer, and the gun-pulser pulse forming network. They are now under stable operation.

### 電子銃の高電圧化

#### 1. はじめに

KEK-PFリニアックでは、B-ファクトリー計画の入射器としてより強度の高い陽電子発生が求められている[1]。陽電子の発生は、一次電子のビームパワーにほぼ比例するので、陽電子の強度を上げるためには、大電流電子ビームをより高いエネルギーまで加速することが必要になる。このため、電子銃の大電流化(8A以上)と、空間電荷効果によるビームの質の劣化を少なくするために加速電圧の高電圧化(~200kV)を図った[2]。これに伴い、電子銃、パルストランス、高圧パルス電源のPFN等を改造したのでここに報告する。

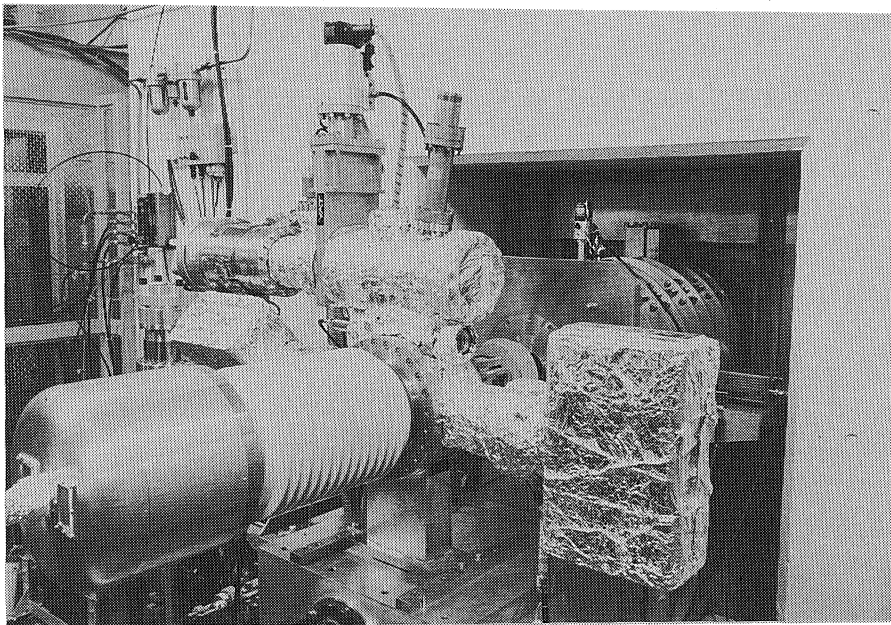


図1 電子銃

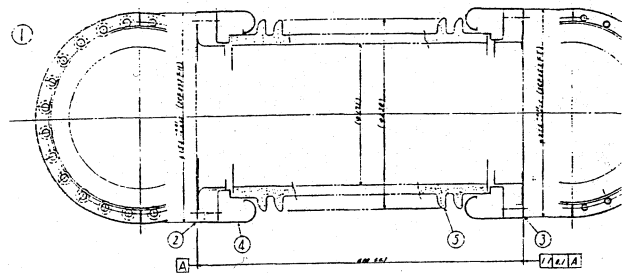


図2 高圧碍子

#### 2. 電子銃

昨年夏の入射部改造で、電子銃は8A程度の大電流が得られるように、加速電圧を~200kVにし、絶縁碍子とSTEM及びチェンバー等を新規製作した。カソードは大電流もとれるY-796を使用しているが、Y-646E (dispenser) とY-646E (oxide) も使えるようにしている。これまで使用してきたオキサイドカソードではグリッドエミッションは問題にならなかったが、これよりもカソード温度の高いY-796でグリッドエミッションが発生した場合に対処するためである(A Rの放射光利用実験の中には、極めて高い単バンチ純度を必要とするものがある)。今

回、EIMAC製Y-796カソードを使用するに当たり、絶縁碍子とステムを200kV用に大型のものに変え使用している。碍子が大型のものになるためこれを取付けるフランジのサイズを今までのICF203からICF254にし、チェンバもこれに合わせて新しくした。また、同時にグリッドバルサー等をステム内に納めるシャーシも新たに製作した。

### 3. パルストランス及びオイルタンク

電子銃の電圧を上げるには高圧パルス電源の出力電圧を上げればよいが、現在使用している電源は最大出力電圧を17kVで設計してあるため、昇圧比1:9.56のこれまでのトランスを使うと163kVにしかない。このため、クライストロン用及び陽電子発生装置用電子銃と同じ昇圧比1:12のものに変更した。

この変更に伴いトランスを納めるオイルタンク及び絶縁ブッシングを新規製作した。このオイルタンクが従来のものに比べてあまり背が高くないように、内部に設置されるダミー抵抗 (8.2

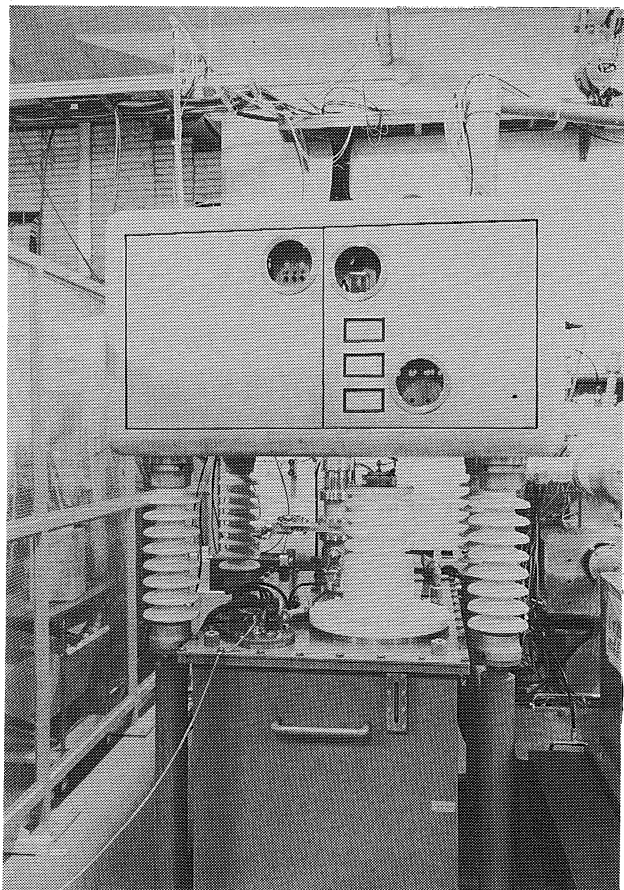


図3 高圧ステーション及びオイルタンク

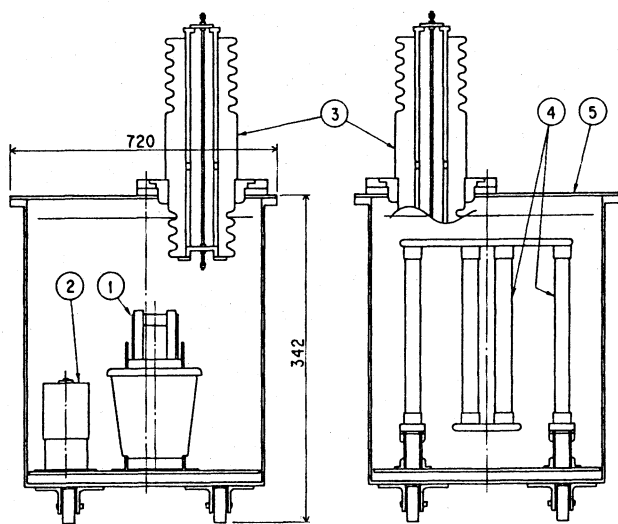


図4 オイルタンクの内部構造

1. パルストランス 2. C-divider 3. 絶縁ブッシング 4. ダミー抵抗 5. オイルタンク

k $\Omega$  2本シリーズ、9本バラレル接続)等の素子の配置を工夫した。これは、タンク上に位置する高圧ステーションの高さを低く抑えてメンテナンスを容易にするためである。高圧ステーションを支える支持台及び碍子もこの改造で、陽電子発生装置電子銃用と同じものに変えた。オイルタンクが小さくなり(絶縁油の量が少なめ)、また、トランスのパワーが従来の2.2kWから5kWと2倍強に上がったため、オイルの温度上昇を考慮し、熱交換器を外部に設置し、10℃以内の温度変化に抑えている。

### 4. 高圧パルス電源

電子銃に200kVの電圧を加えるためには、設定電圧を30kV以上に上げて運転することになる(従来は20kV)。従来から使用しているサイラトロン(ITT 8789 / F-105)は耐圧33kVで余裕がないため、クライストロンモジュレータで使用しているのと同じITT F-175(耐圧50kV)に変更して使用している。その他、PFNコンデンサー(18nF)をクライストロンモジュレータで使用している長寿命のもの(14.6nF)に変更した。従来のコンデンサーは、初期のクライストロンモジュレータで使用していたものを流用しており、tan $\delta$ の悪化が早く、劣化したもの数本を年1回交換してきたが、1年以内に壊れる可能性もあることから、信頼性の高

い新しいコンデンサーに変えた。

この変更では、コンデンサー自身の大きさが違い、また、コンデンサー容量が小さくなったため、パルス幅を変更前と同じ5 $\mu$ sにするのに本数を増やす必要があり、PFNユニットを12段から15段に新規設計して使用している。また、インダクタンスも小さくする必要があるため、巻数を2ターン減らした10ターンにして使用している。

表1 変更箇所

	改造前	改造後
使用電圧	100 kV	→ 200 kV
高圧パルス幅	5 $\mu$ s	→ 5 $\mu$ s
最大繰り返し	50pps	→ 50pps
サイラトロン	ITT 8789	→ F-175
Pulse-Forming-Network		
コンデンサ容量	18 nF	→ 14.6 nF
セクション数	3 × 4	→ 3 × 5
コイル巻数	12	→ 10
バルストランス		
昇圧比	1 : 9.56	→ 1 : 12
二次側インピーダンス	1.14 k $\Omega$	→ 1.8 k $\Omega$
ダミー抵抗値 (k $\Omega$ )	9.2 / 9	→ 8.2 × 2 / 9
ダミー抵抗消費パワー	2.2kW	→ 5kW

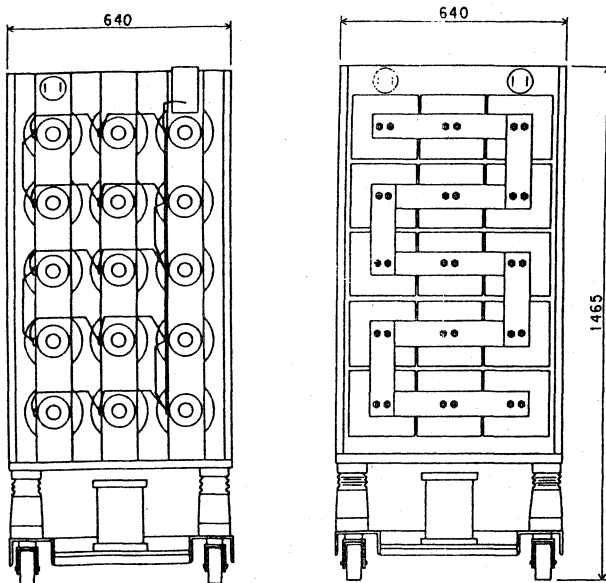


図5 新PFNユニット

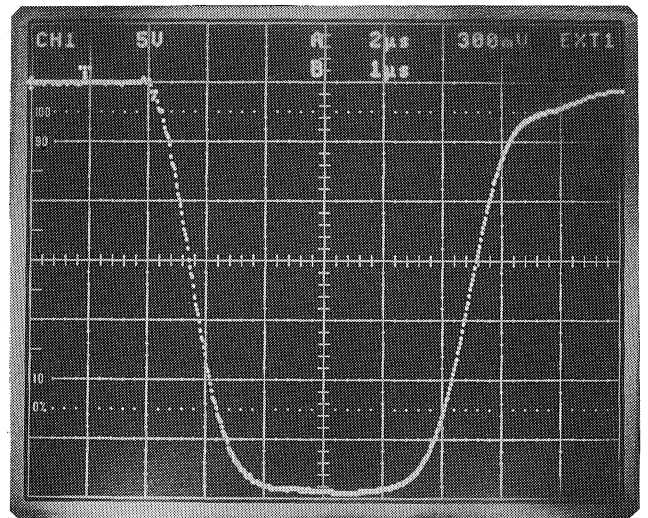


図6 電子銃高圧波形

### 5. 問題点とその対策

これらの工事は、昨年の夏に行い、現在まで約1年間運転に使用してきた。現在加速電圧約190kVで、ビーム電流8Aまで出たことを確認している。これまでの間にあったトラブルとしては、電子銃高圧碍子での放電、オイルタンク絶縁ブッシングからのオイル漏れ等があった。

電子銃高圧碍子での放電についてはフランジ部にコロナリングを取付け、一応収まったが、念のため真空中フランジ-碍子間接続部にもコロナリングを取付けた。

オイルタンク絶縁ブッシングからのオイル漏れは、ブッシング内を貫通している銅管と絶縁体(デルリン)の間の絶縁油が漏れてしまうもので、絶縁オイルのレベルを見るためのガラス管にひびが入っているためである。運転中にこのガラス管の温度を測ったところ(サーモラベルを使用)90℃前後まで上がっていることがわかった。このため、このひびは運転時の油温上昇により、ガラス管-デルリン間の熱膨張の差によってできたものではないかとの見方を強め、ガラス管内部の絶縁油温度上昇を防ぐ放熱対策を現在検討中である。

### 参考文献

- [1] I. Sato et al., "PF入射器のエネルギー増強計画", Presented at this meeting.
- [2] M. Yokta et al., "Pulse Power Supply", Photon Factory Activity Report 1992 pp. L-10 - L-11