

# VACUUM SYSTEM OF ELECTRON GUN WITH PHOTOCATHODE

K. NISHITANI and Y. KANAZAWA

ATC Co. Ltd.

36-7 Namiki, Hachioji, Tokyo, #193

## ABSTRACT

Ultra-high vacuum is required for long life operation of photocathodes. In particular, it is important to decrease the CO contamination. Adopting an NEG and an ion-pump, we have obtained ultra-high vacuum of the total pressure less than  $2 \times 10^{-11}$  Torr. The partial pressure of CO was as low as  $2.2 \times 10^{-12}$  Torr even when the total pressure was  $7 \times 10^{-11}$  Torr. In this paper we describe the experimental apparatus and the procedure to obtain such high vacuum.

## フォトカソード電子銃の真空システム

### 1. はじめに

JLC グループではフォトカソードを使用した電子銃を開発(1,2,3)している。フォトカソードの寿命には真空度が大きく影響する。中でもCOはカソードにダメージをあたえる。

我々は非蒸発型ゲッター(NEG)ポンプとイオンポンプを併用した排気システムで、フォトカソード試験用チェンバーの到達真空度を、全圧で  $2 \times 10^{-11}$  Torr 以下にすることが出来た。またCOの分圧は全圧が  $7 \times 10^{-11}$  Torrの時点で、 $2.2 \times 10^{-12}$  Torr 以下であることを確認した。

ここでは、この排気システムの性能を引き出すための工程、及び排気システムを使った試験装置について報告する。

### 2. NEG ポンプ

NEG ポンプは、非蒸発ゲッター材により活性ガスを吸着するもので、我々が今回使用したNEG ポンプは、サエス・ゲッターズS.P.A社によって開発されたゲッター材、Zr-V-Feを使ったC200-MK2-ST707(商品名)で、このポンプの特長として次のようなものがあげられている(4)。

- ・全ての活性ガスに対し、高い排気速度をもつ。
- ・UHV領域( $10^{-10}$  Torr 以下)においても、コンスタントに排気する。
- ・水素及びその同位体の可逆的吸着。
- ・活性化後は、電源無しでも常温で運転が可能。
- ・高磁場中でも使用可能。
- ・オイルフリーかつバイプレッションフリー。
- ・低重量。

また、排気速度は $H_2$ 及びCOに対してそれぞれ500, 190  $\ell$ /sec以上とされている。

### 3. フォトカソード試験チェンバー

フォトカソード試験チェンバーの構成を図1に示す。チェンバーの材質は全てSUS304で、チェンバー本体のみ電界研磨仕上げが施されているが、他の部分については特別な仕上げおよび洗浄処理は行っていない。以前の排気システムは160  $\ell$ /secイオンポンプと800  $\ell$ /secチタンサブレーションポンプの併用で、NEG使用前の到達真空度は、ベーキングを150°Cで4日間行って、ゲッター面は液体チッソによる冷却をしない状態で、 $4 \times 10^{-10}$  Torr程度であった。このチェンバーを使つてのフォトカソード試験では、実用機として要求される寿命が得られておらず、真空度をさらに改善した試験チェンバーが必要となった。

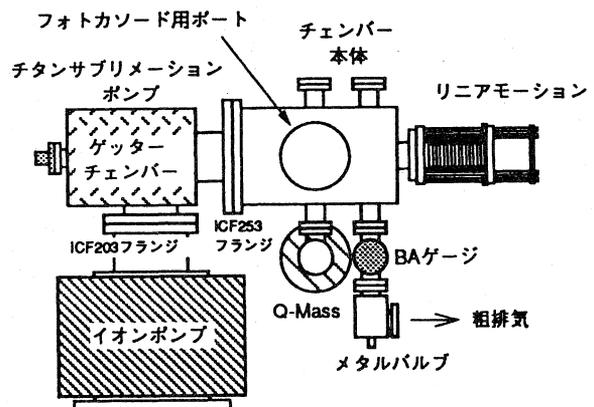


図1. フォトカソード試験チェンバー

項目	ベーキング		粗排気	NEG温度 活性化	真空度	
	温度	時間			ベーキング前	NEG活性終了1日後
1	250℃	100H	TMP		大気	$3.4 \times 10^{-10}$ Torr
2	250℃	100H	TMP	450℃/45min→RT	大気	$2.8 \times 10^{-10}$ Torr
3				450℃/45min→280℃/12H→RT	$2.7 \times 10^{-10}$ Torr	$1.8 \times 10^{-10}$ Torr
4	250℃	100H	IP	450℃/45min→280℃/50H→RT	$1.8 \times 10^{-10}$ Torr	$9.5 \times 10^{-11}$ Torr

表 1. 真空度の改善過程と到達真空度

#### 4. 真空度の改善

NEGポンプとイオンポンプを併用した排気システムを用いることで、真空度を改善出来ることが知られている。そこで我々の試験チャンバーのチタンサブリーションポンプ、ゲッター面を取り外し、かわりにNEGポンプを装着、さらにベーキング温度も250℃まで上げ、真空度の改善を図った。尚、ベーキングはチャンバー全体を断熱パネルで囲い、その中をヒーターで加熱する。表1に改善の過程及び結果を示す。表のデータは、ベーキング終了直前にNEGを活性化(450℃/45min)、ベーキング終了直後にイオンポンプを起動する工程を経たものである。まず項目1で、ベーキング温度をこれまでの150℃から250℃に上げることによる効果を、項目2ではさらに、NEGを使用して真空度の改善を図ったが、到達真空度は以前のものとは大きくは変わらなかった。またこの時点でCO、CO<sub>2</sub>の分圧は $3.6 \times 10^{-11}$ Torr、 $2.5 \times 10^{-11}$ Torrと、全圧の21%をしめていた。そこでCO、CO<sub>2</sub>の排気を目的に、

NEG温度をCOの排気速度が低下しない280℃に加熱し、その後それぞれの分圧変化を10時間みたが、顕著な低下は無かった。しかし粗排気は使わず、再活性化を行った後、280℃にしておくと、それぞれの分圧が低下しはじめ、活性化終了12時間後の全圧 $2.7 \times 10^{-10}$ Torr時点で、CO、CO<sub>2</sub>の分圧は $1.3 \times 10^{-11}$ Torr、 $4.3 \times 10^{-12}$ Torrに低下し、その後はH<sub>2</sub>の分圧が低下するのと同じ程度の割合で低下した(項目3)。項目4では、活性化されたNEGポンプが、TMP粗排気側のガスを逆に吸着することを防ぐため、粗排気はイオンポンプに置き換え、項目3での効果を参考に、各工程を行った。その結果図2に示すようにベーキング開始後約7日目で、 $10^{-11}$ Torr台の真空度が得られ、さらに10日目には全圧で $7 \times 10^{-11}$ Torr、COの分圧は $2.2 \times 10^{-12}$ Torr、最終到達全圧は、使用している真空ゲージのほぼ測定限界である、 $2 \times 10^{-11}$ Torr以下になった。この圧力はゲージポートでの値なので、チャンパー本体の圧力はさらに低いと考えられる。

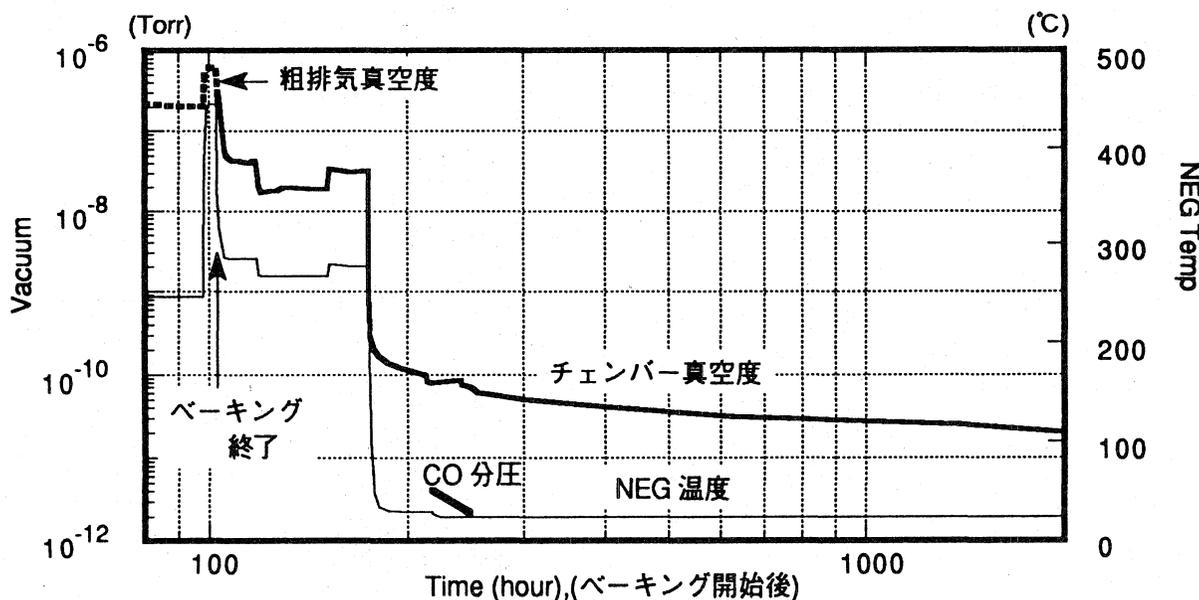


図2. 最終排気工程における真空度の変化

## 5. フォトカソード電子銃開発の現状

JLCグループでは、偏極電子銃や高周波電子銃にフォトカードを使用している。これらは既に述べたように、今回得られた程度の真空度が要求される。現在、NEG-イオンポンプを排気システムとして使った、それぞれの電子銃開発を行っており、現在の状況を紹介します。

### 偏極電子銃 (写真 1)

この電子銃の排気システムには、200ℓNEG (Zr-Al 合金)ポンプと160ℓイオンポンプを使用している。しかし、ビームトランスポート部の真空度が $1 \times 10^{-9}$  Torrであるため、その影響を受けカソード部の真空度は、 $1 \times 10^{-10}$  Torrである。この電子銃で、ガリウム砒素にセシウムを蒸着したフォトカソードを使用し、直流電圧100kVを印加してのビーム出しに成功した。現在、偏極度測定実験を開始すべく、偏極度測定装置の特性を調べると共に、ビームトランスポートの改良を行っている。

### 高周波電子銃 (写真 2)

1992年にS-Band単セル空洞を用いて加速電界40MV/mでの総合運転に成功した<sup>(2)</sup>。この実験における課題は、フォトカソード(アンチモン-セシウム)の寿命が短かったことである。原因として次のものが考えられる。

- (1)真空度が $10^{-9}$  Torr台と悪いため、残留ガスによりカソードがダメージをうける。
- (2)空洞を高電界にしたとき放出される暗電流が空洞壁を衝撃し放出したガスがカソード劣化を招く。
- (3)カソード表面からセシウムが離脱する。

これらの改善のために現在、空洞の高電界試験を行う装置を製作し、最初の試験を行っている。この装置にも、真空による実験への影響をさけるため、排気システムは100ℓNEG(Zr-Al 合金)ポンプ、160ℓイオンポンプをそれぞれ2台ずつ使用したが、ベーキング炉の外につながる導波管の一部が、ベーキング出来ないため真空度は $9 \times 10^{-11}$  Torrである。またフォトカソードもセシウムの供給方法の改善を中心に、ここで紹介したフォトカソード試験チェンバーを使い、試験を行う準備が進んでいる。

## 6. まとめ

今回、NEGポンプを採用したことで $10^{-11}$  Torr台の真空度を得ることが出来た。この結果は、以前のシステムの真空度が $10^{-10}$  Torr台以下で、使用していたポンプが引ききれなかった活性ガスを、NEGポンプが吸着出来たため、NEGポンプは超高真空をさらに改善する能力があると言える。しかしNEGポンプを使っただけで、 $10^{-11}$  Torr台の真空度を得られるわけではなく、NEGポンプ無しでチェンバーの真空度を、 $10^{-10}$  Torr台にすることが必要であろう。その方法の一つとして基本ではあるが、 $10^{-10}$  Torr台を得れる排気速度を持つ、イオンポンプを備えたチェンバーを、ベーキングによって水出しすることが有効である。前項で報告しなかったが、ベーキングを充分に行えなかったチェンバーにNEGポンプを装着した場合、全圧を今回ほど低下させることは出来なかった。

また今回の成果でこの真空システムを標準的な排気装置とした実用機の電子銃開発が一步進むことになった。

## 謝辞

今回の真空度改善を進めるにあたっては、JLCグループ、特にKEKと名古屋大学のフォトカソード電子銃開発グループのみなさんの御協力をいただき、またKEK真空グループの久松広美先生にはいろいろ教えていただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

## 参考文献

- (1)JLC Group  
"JLC-1", KEK Report 92-16, December.1992, A/H/M
- (2)秋山 浩  
「フォトカソードを用いたRF電子銃による高輝度バンチビーム生成の研究」  
博士論文(1992)
- (3)糸賀 賢二  
「AlGaAs-GaAs超格子半導体を用いたフォトカソードによる偏極電子銃の開発」  
博士論文(1993)
- (4)サエス・ゲッターズ・ジャパン  
SORB-AC カートリッジ・ポンプカタログ

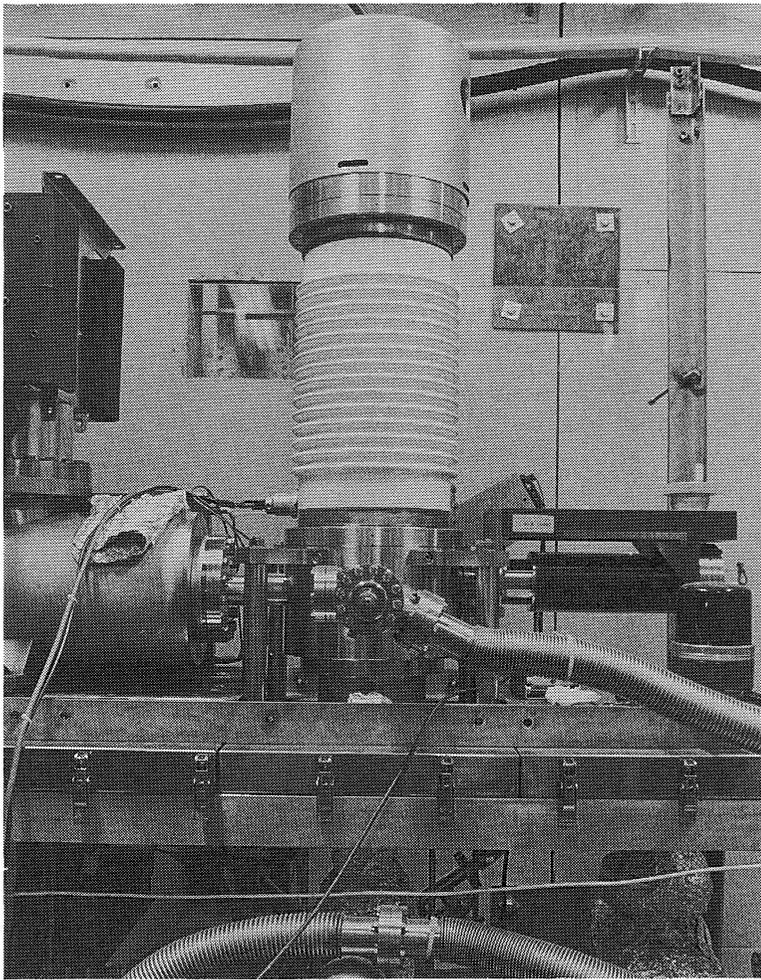


写真1. 偏極電子銃

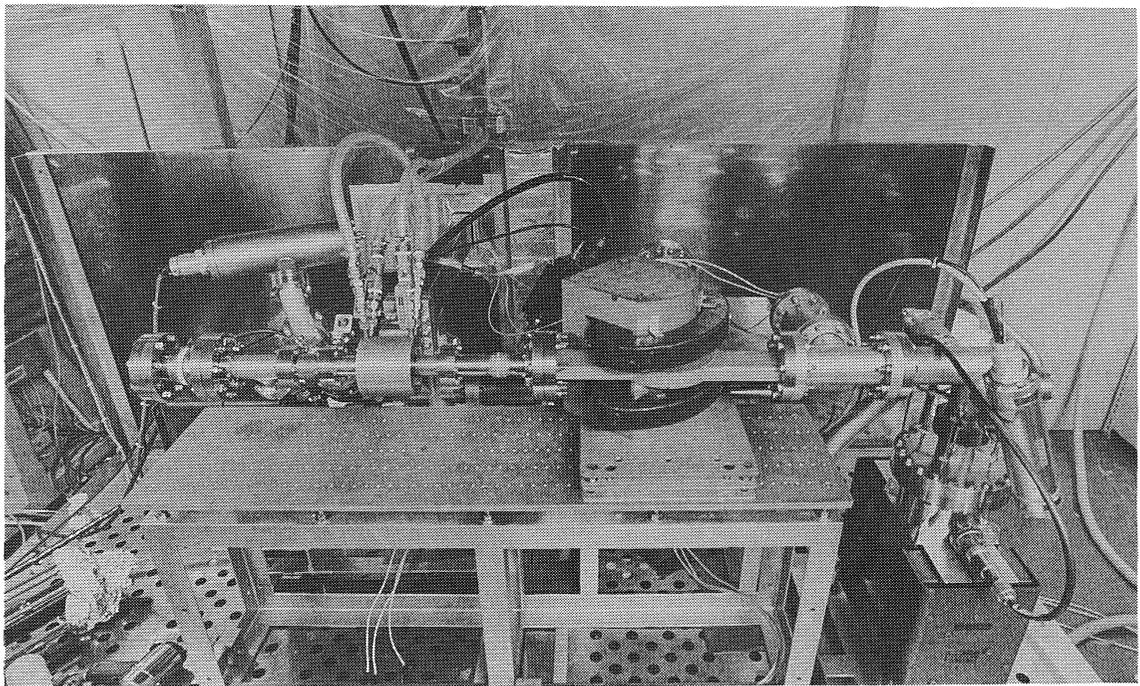


写真2. 高電界試験装置