

# CHARACTERISTICS OF GAS DESORPTION FROM ACCELERATOR MATERIALS IN VACUUM

\*Hajime Watanabe, Kazuhisa Kakiyama, Takao Oogoe, Atsushi Enomoto and Isamu Sato  
\*Furukawa Electric Co., Ltd.

500, Kiyotaki-machi, Nikko-shi, Tochigi-ken, 321-14, Japan  
National Laboratory for High Energy Physics (KEK)  
1-1, Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305, Japan

## ABSTRACT

Oxygen free copper (OFC) used in rf acceleration cavity must have lower outgassing rates, so degassing properties in high electric field are important for OFC. We have constructed a system to measure desorption gas characteristics of OFC bombarded by electrons. Gas pressure for each component was measured with B-A gauge and quadrupole mass spectrometer. This paper describes the preliminary results of the measurement.

## 加速管材料の真空特性

### 1. はじめに

高周波加速空洞内部の表面は、部分的に数10MV/mの高周波電界が励起されるので放電の発生が問題になってくる。その要因の一つとして、材料からのガス放出がある。したがって、加速管材料としては表面の吸蔵ガスが少ない材料が求められている。一方、高周波加速空洞の多くは無酸素銅 (OFC) から作られている。そこで筆者らは、加速管材料としての特性向上を目的とするOFCのガス放出特性の測定評価の実験を進めている。そのために、真空装置を設計製作した。その装置の調整改良の末、電子衝撃による材料からの放出ガス測定が可能となったので報告する。

### 2. 実験装置及びサンプル

実験装置の概略を図1、図2に示す。B-Aゲージと四重極型質量分析計により、圧力測定とガス分析が出来るようになっている。OFCサンプルは、高周波加速空洞のディスクと同一形状に仕上げてありφ92mm, 厚さ5mmでダイヤモンドバイト切削による鏡面仕上げになっている。真空装置及びサンプルの詳細については昨年報告<sup>1)</sup>してある。

熱電子を放出させるための陰極はサンプル上部に取り付けてある。螺旋状に巻いたφ0.15mmのトリエーテッドタングステン5本を並列につなぎ、150Wで加熱し熱電子を発生させる。サンプルの電位は0~+2kVに調節可能で、陰極からの加速された電子がサンプルに集中されるようになっている。一方、陰極と真空チャンバーは等電位 (earth) になっており、電子がサンプル以外の所へ到達するのを防いでいる。

装置の構造上、サンプル交換のたびに大気にさらされるため、装置のガス放出特性は排気開始から測定直前までの装置の履歴により、大きく左右されてしまう。そこで、測定が行われるまでの作業、例えば大気暴露される時間、排気時間、ゲージのon, offのタイミングや時間、ゲージや陰極のデガス手順等をすべて管理した。そうして、毎回の測定時における装置の状態が等しく保たれていることを確認するために、「大気暴露」→「排気」→「ポンプを閉じて圧力上昇曲線の測定」を5回繰り返してみた。その測定結果が図3である。この測定から得られる単位時間当りの圧力上昇値と容器の容積 $2.2 \cdot 10^{-2} \text{m}^3$ から求めたガス放出速度の最大値と最小値の幅は、約 $6 \times 10^{-9} [\text{Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{sec}]$ に納まっている事がわかる。この様に、作業手順を押さえることにより電子衝撃を行うまでのサンプルに対する排気履歴も統一できる。

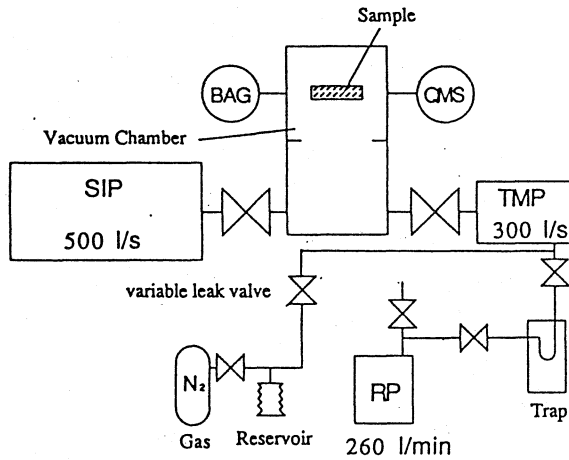


図1 真空排気システム

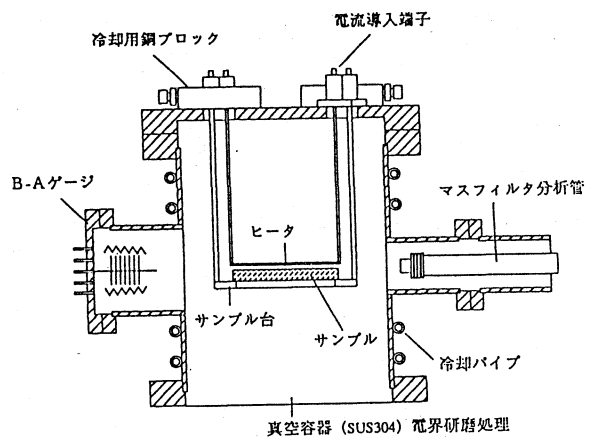


図2 真空容器 容積  $2.2 \times 10^{-2} \text{ (m}^3\text{)}$

### 3. 測定方法

本測定は、電子衝撃されたサンプルから放出されるガスの量と種類を観測することにより、サンプルのガス放出特性を評価するものである。

まず装置全体を  $250^\circ\text{C}$  で12時間のベーキングを行う。室温に戻るまで排気し、サンプルを真空チャンバー内にセットする。その後、スパッタイオンポンプ+ターボ分子ポンプで22時間排気した後、装置自身の特性確認のため、ポンプを遮断して圧力上昇の測定を行う。引続き4時間排気を行い（圧力上昇測定以前の圧力に戻るまでまでの排気）、陰極を加熱する。陰極は測定終了時まで加熱し続ける。真空容器はターボ分子ポンプのみの排気に切り替える。圧力が安定してから（陰極加熱時の平衡圧力は約  $7 \times 10^{-6} \text{ [Pa]}$  であった）、陰極とサンプル間に電位差をかけて電子衝撃を開始する。陰極からサンプルに流れ込むエミッション電流は  $50 \text{ mA}$  に調節する。陰極とサンプル間の電位差は  $100 \text{ V}/10 \text{ sec}$  の速度で200秒かけて  $2 \text{ kV}$  まで上昇させる。そして  $2 \text{ kV}$  のまま40秒保持した後、 $0 \text{ V}$  に戻して電子衝撃を停止する。即ち、陰極とサンプルの間に電位差がある間は電子衝撃が行われていることになる。それを12分毎、5回繰り返した。その間、B-Aゲージと四重極型質量分析計で圧力変化と  $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO} + \text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$  の量の変化を計測していく。

### 4. 測定結果

サンプルの電子衝撃実験時の圧力変化を図4に、 $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  の変化を図5に、 $\text{CO} + \text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$  の変化を図6に示す。図4～図6の中に記してある“ON”は電子衝撃開始時を表し、“OFF”は電子衝撃停止時を表している。便宜上、図中の電子衝撃によるピークには順番に①～⑤の番号を付した。図4～図6からわかるように、高温陰極も含めた装置からのガス放出に比べて電子衝撃が加えられている最中の圧力上昇量は桁違いに大きいため、本方法はサンプルからのガス放出評価としては有望だと考えられる。①のピークと②～⑤のピークを比べて気が付くことは、最初の電子衝撃で比較的低いエネルギーで脱離するガスは1回目の電子衝撃で大部分が放出してしまうということである。詳細な議論については、当日報告する予定である。但し、今回の測定では①～⑤のエミッション電流を等しく  $50 \text{ mA}$  に制御できていない。従って、エミッション電流の制御がきちんと出来るようにしてから測定する必要がある。

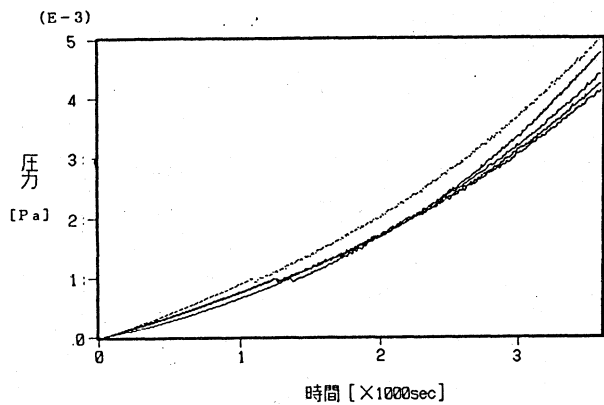


図3 容器の放出ガスの再現性(圧力上昇法)

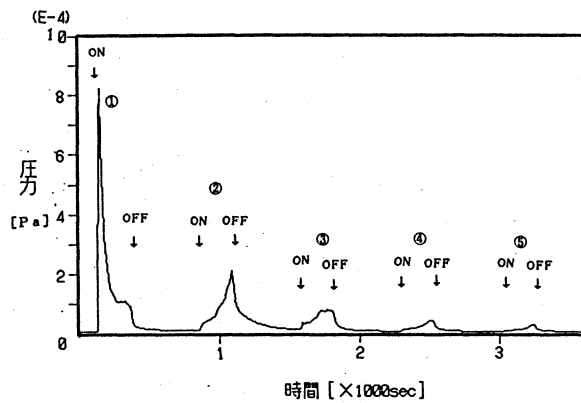


図4 電子衝撃による圧力の変化

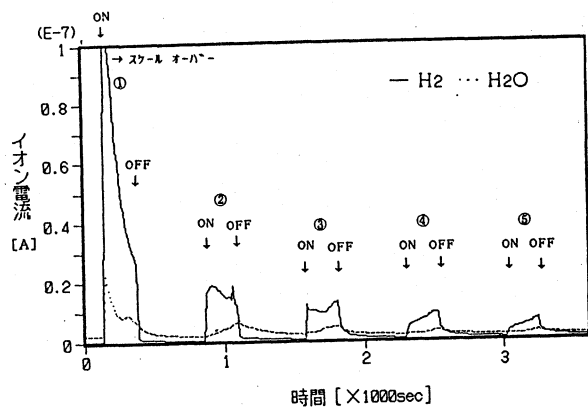


図5 電子衝撃によるガス成分の変化-1

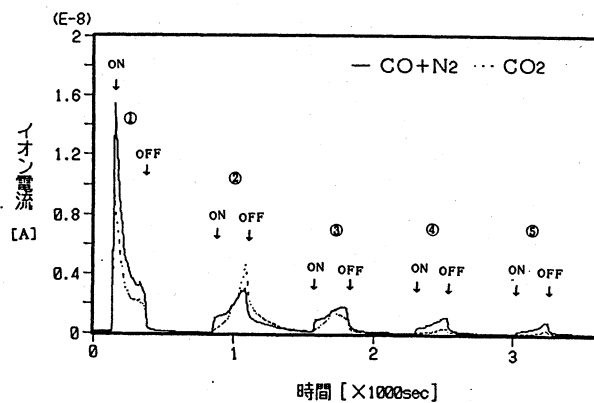


図6 電子衝撃によるガス成分の変化-2

## 5. 今後の予定

数種類のサンプルを測定し、その測定結果について当日報告する予定である。

### 参考文献

- 1) K.Kakihara, H.Watanabe, et al.; Proc. 16th linear accelerator meeting in Japan, p.49