

Y. Saito, S. Anami, S. Fukuda, T. Shidara,
H. Honma, K. Nakao, H. Hanaki and J. Tanaka
National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

The residual gases in vacuum waveguides are observed using a quadrupole mass-spectrometer. It is found that during the baking and RF electric field degas processes the desorbed gases mainly consist of H_2 , H_2O , CO , CO_2 and hydrocarbons. The amounts of desorbed hydrogen and carbon monoxide molecules are observed to increase when the RF window made of ceramics glows blue.

RF窓を含む導波管真空系の残留ガスの様子を四重極質量分析計(QMS)で観察した。装置の模式図を図1に示す。導波管は全長約2m、真空ダクト系(~60φ)も全長約2mである。50ℓ/sのイオンポンプと100ℓ/sのターボ分子ポンプで排気する。真空度はイオンゲージ、コールドカソードゲージにより測定し、実験中で $0.7 \sim 1.2 \times 10^{-6}$ Torrであった。

1) Baking中の脱ガス

Baking中の主な脱離ガスである H_2 , H_2O , CO についてBaking開始後の時間の経過にもよる変化の様子を図2に示す。これから吸着エネルギー(脱離のための活性化エネルギー)は H_2O , CO , H_2 の順に高くなることがわかる。 H_2O は系が大気にさらされている時に表面に吸着、凝縮しているのでその脱離のための活性化エネルギーはそれほど高くなく蒸発エネルギー(~10数kcal/mole)に近い値であると考えられる。これに対して H_2 は表面に炭化水素の形でよごれとして存在(化学結合のため吸着エネルギーが大変大きい)するもの他に、金属内に解離溶解しているもの或いは金属結

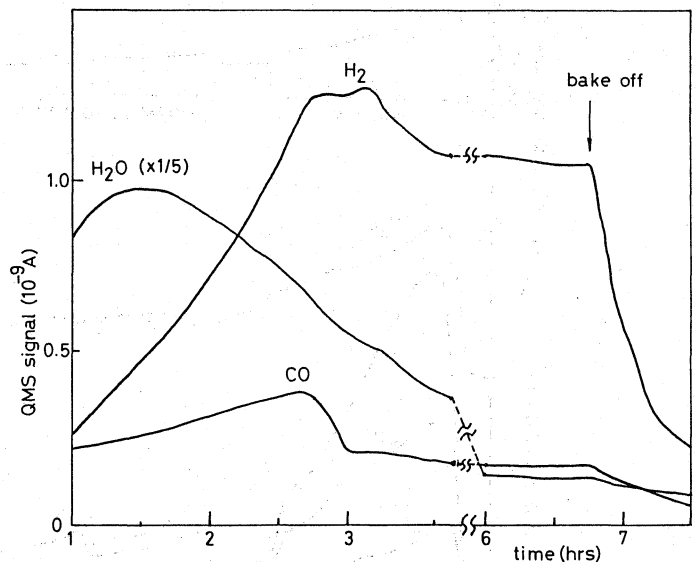
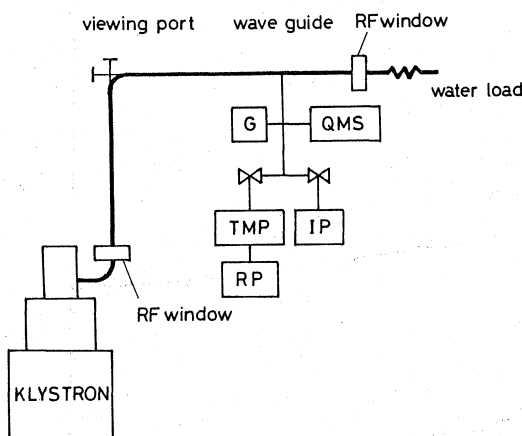


図1. 装置模式図。(klystron出力は2μsパルス, 2856MHz) 図2. Baking中の脱ガス。(Baking中は $\sim 10^{-4}$ Torr)

晶粒界に吸蔵されているものが一般に多く、従ってその脱離のための活性化エネルギーは固体内拡散過程も含み大きくなると考えられる。

2) 高周波電力による脱ガス (RF aging)

高周波電力を投入した時としない時の残留ガススペクトルの様子を図3に1例として示す。高周波電力を投入すると H_2 , CO , CO_2 , 炭化水素 (CH_3 , CH_4 のメタン系, C_2H_2 , C_2H_3 , C_2H_4 のエチレン系, C_3H_5 , C_3H_8 のプロパン系など) が急増することがわかる。図4には, RF aging の際の脱ガスの時間的変化の典型的な場合を示す。RF 入力初期の 1 MW 以下の aging で可成りの脱ガス量があることがわかる。これらから aging 初期に於いて表面のよごれ (Baking では取り去れない炭素が関与するもの) が イオン衝撃脱離, 電子衝撃脱離, 電界脱離等により清浄化されると考えられる。尚, H_2O の挙動を詳細に見ると, 高周波電力を入力すると H_2O が減少することがあり, このとき H_2 , CO 等が増加することから, $[H_2O] + [C \text{を含むよごれ}] \rightarrow [H_2, CO, \text{炭化水素}]$ の H_2O の解離反応

図3. 高周波電力の有無による残留ガススペクトルの変化:
 a → RF on ($\leq 0.5 \text{ MW}$)
 $\sim 6 \times 10^{-6} \text{ Torr}$
 b → RF off
 $\sim 1.5 \times 10^{-6} \text{ Torr}$

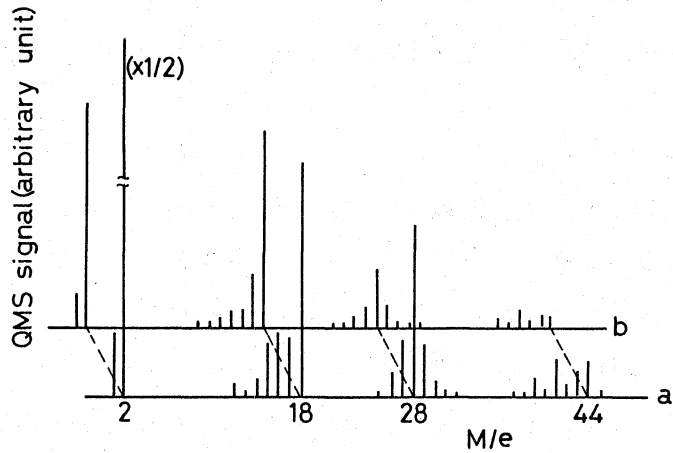
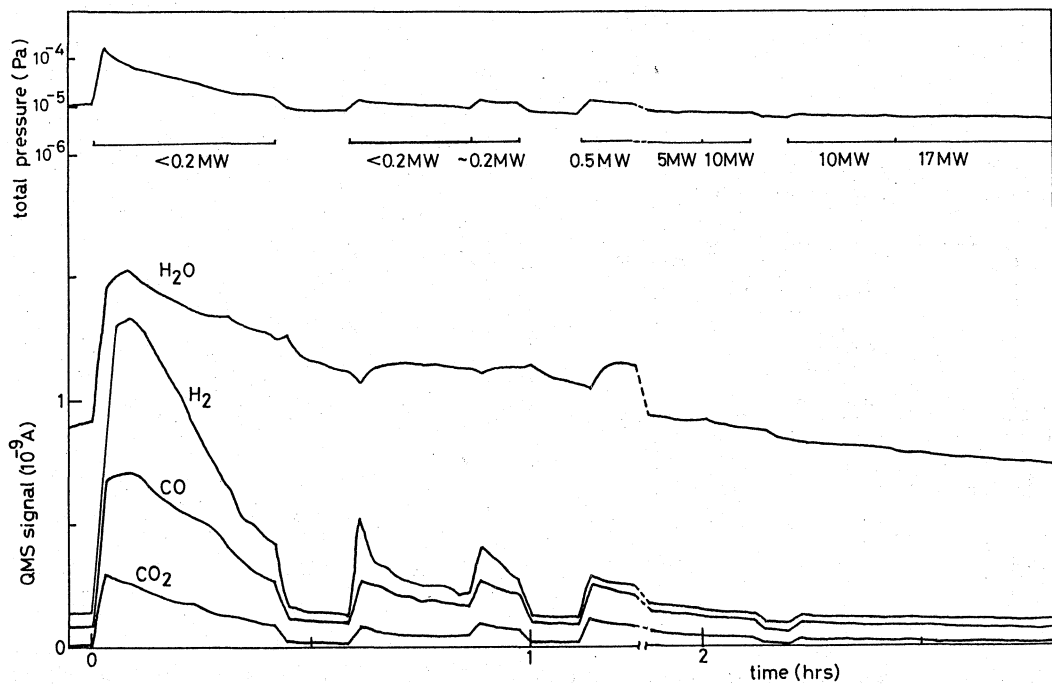


図4. RF aging による脱ガスの変化の様子



が起きていると考えられ、スパッタイオンポンプ内で一般によく見られる現象と似ている。

3) RF窓の放電

導波管用, klystron用の各RF窓の放電の様子をのぞき窓から写真撮影したものを図5に示す。導波管用窓に関しては、必ずしも常に発光が認められるとは限らないが、発光する場合は1MWからわずかに光り出し20数MW(klystronの上限)まで放電による光が認められる。この時入力電力が大きくなる程(管内の電場が強くなる程)円弧状の光子パターンは徐々に窓の中心に近づく。又、klystron用窓は、1MW以下から常に発光が認められたが、光子パターンは一定の形でなく、klystronにより異なる。これらから、セラミック窓の面内での電場分布の様子(窓の面に垂直な電場成分も含めて)を直ちに知ることは難しいが、大電力に耐える窓を開発する上で必要なことであり、今後に残された課題である。

RF窓の放電による発光とその時の残留ガススペクトルの変化とを対応させて観察した結果、発光時には、 H_2 , CO等が増加していることがわかった。又、RF agingが進み光らなくなっても、高周波電力を止め1日程度放置しておくと、再び電力を入力した際発光する場合があります。この時 H_2 , CO等がやはり増加する。これは残留ガスや、agingにより表面が清浄になった金属の固体内からの拡散による再放出が主で、セラミック表面への再吸着、或いはセラミック内部の吸蔵ガスの表面への拡散に原因するものと考えられる。

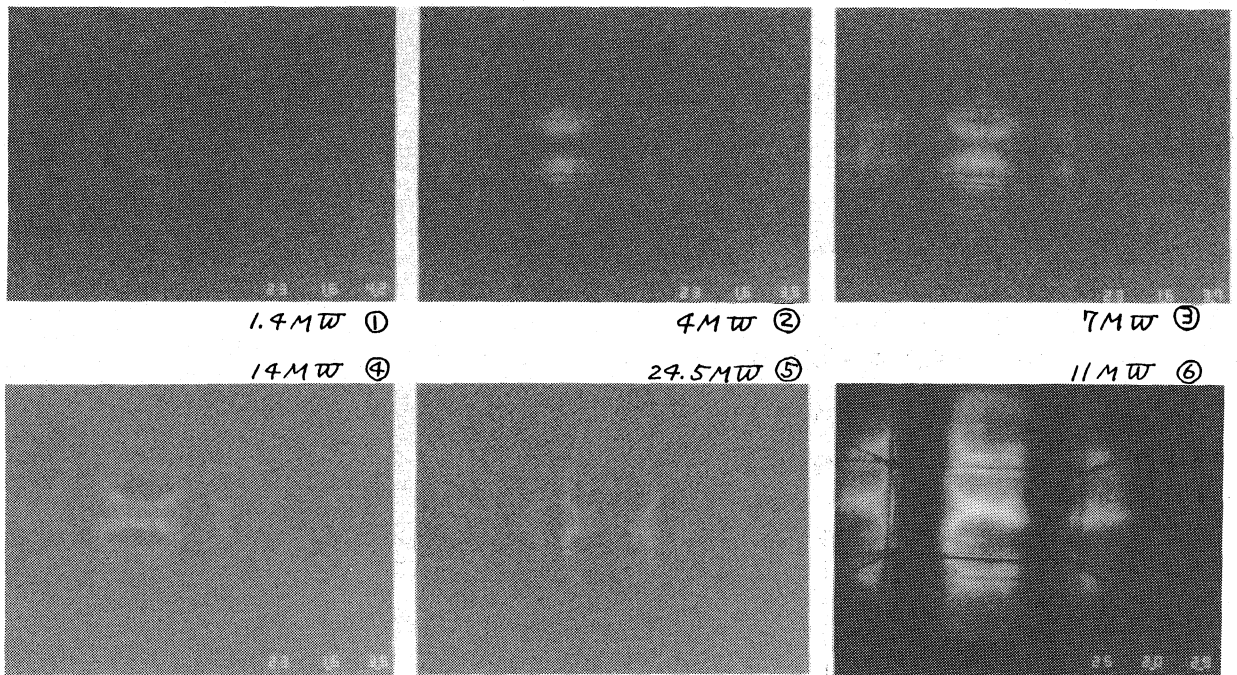


図5. RF窓の放電による発光の様子: ①~⑤導波管用窓, ⑥ klystron 用窓. すべて ASA1000 使用 F1.4, 85mm (f), 10~20秒露出. 画面内で導波管は横長位置.