

[P7-37]

Effect of N₂ Gas Exposure on the L-band Superconducting Cavity

Kitamura H., Saito K. *, Kako E. *, Shishido T. *, Ono M. * and Noguchi S. *

Mitsubishi Electric Corporation

1-1-2, Wadasaki-cho, Hyogo-ku, Kobe, 652, Japan

*High Energy Accelerator Research Organization(KEK)

1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305-0801 Japan

Abstract

We conducted a highly sensitive measurement on the effect of exposing a superconducting cavity to nitrogen gas. As a reference, the cavity was first measured before exposure. Then measurements were made after exposing the cavity to nitrogen gas for 1 day, 2 days and 3 days. No remarkable effects were observed in those measurements.

We will be investigating the effects of a longer term exposure.

窒素ガスのLバンド超電導空洞性能への影響

1. はじめに

KEKトリスタンでは縦測定後の横組立で空洞性能の劣化が生じており、その原因についてはいろいろ議論されている⁽¹⁾。ビームラインに挿入される、クライオモジュール内の超伝導空洞の性能を確保するためには、どのような要因が性能劣化にどの程度影響を与えるかを検証し、改善を施す必要がある。

ここでは、縦測定後の空洞の真空を破る際によく使用されている窒素ガスが、空洞性能に及ぼす影響を調査したのでその結果を報告する。

2. 窒素ガスの空洞性能への影響調査試験

この実験では、空洞を窒素にさらす時間を24時間単位でふやし、その都度性能を測定し変化を調べた。窒素はKEK内にあるコールドエバポレーターの高純度窒素ガスを導入した。

性能測定では、液体ヘリウム温度を4Kから2Kまで冷却することにより、Q値、加速電場、表面抵抗に対する影響を高感度で調べた。

空洞を窒素にさらす前に縦測定を行い、 $Q_0 \geq 1 \times 10^{10}$ 、最大加速電場 $E_{acc. max} \geq 30 \text{ MV/m}$ 、かつフィールドエミッションがないことを確認し、これをレファレンスデータとした。その後、空洞をウォームアップしてから図1に示す真空排気システムに接続し、空洞に窒素を導入して

空洞を封じきり、所定の時間窒素にさらした後、性能測定を行いレファレンスデータと比較し、変化を調べた。

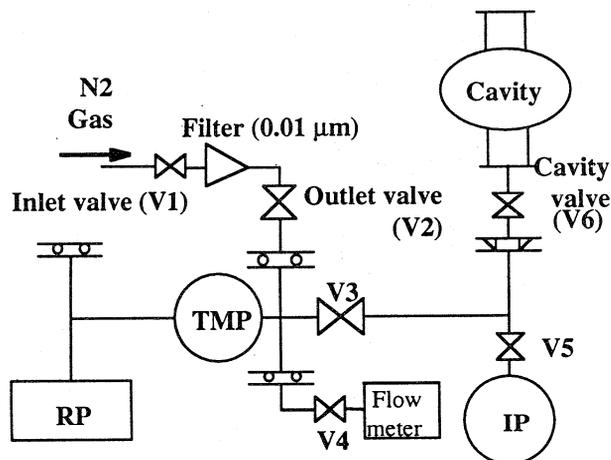


図1. 真空排気システム

2. 1 空洞のリーク手順

空洞への窒素ガスの導入は以下の手順で行った。

- 1) バルブV1、V4を全開にした後、窒素の流量が900cc/min.になるようバルブV2を調整する。空洞をリークする際の窒素の流量が900cc/min.までの範囲で空洞性能に影響がないことは既に確かめられている⁽¹⁾。

- 2) 流量調整が完了後、バルブV4とバルブV1を閉め、ロータリーポンプとターボ分子ポンプでシステムの真空引きを開始する。但し、空洞は封じたままである。
- 3) ベーキングを行いながら真空度が 10^{-5} torrオーダになるまで待ち、ベーキングを止める。縦測定後の空洞内の真空度は 5×10^{-5} torr程度であることがわかっているので、真空排気システム内の真空度がそれより高い真空度(1×10^{-5} torr程度)になったところでバルブV6を開き、空洞内を真空排気システムと真空接続する。このようにして、空洞内に残留ガスやゴミが侵入しないよう注意した。
- 4) 次にターボ分子ポンプのスイッチを切り、ターボ分子ポンプがまだ惰性で回転しているうちにバルブV1を全開にして窒素を導入する。この際、ガスが一気に流入することで排気システム内のゴミが空洞内に流入しないように、ロータリーポンプはその後数分運転してからスイッチを切る。
- 5) 空洞の容積(約4 L)と、窒素の導入速度から空洞内の真空度が1気圧になるまでの時間を約5分見込んでV4を開いて、空洞が1気圧になっていることを確認し、V6を閉じる。
- 6) 空洞を所定の時間窒素にさらした後、V2、V4バルブをはずし、プランクフランジに付け替えてからV6を開き、すぐにロータリーポンプとターボ分子ポンプで真空排気を開始する。
- 7) ロータリーポンプとターボ分子ポンプで粗引き(ベーキングを並行)後、イオンポンプで空洞内の真空度が 1×10^{-9} torr程度になるまで真空引きを行った後、V6を閉めて空洞を封じ切り、空洞をクライオスタットに取り付けて縦測定を行う。

3. 測定結果

図2、図3は、それぞれ空洞をトータルで3日間まで窒素にさらした時の $E_{acc} - Q_0$ 特性と表面抵抗の温度依存性の測定結果を示す。結論としては、レファレンスデータと比較して大き

な違いはみられなかった。

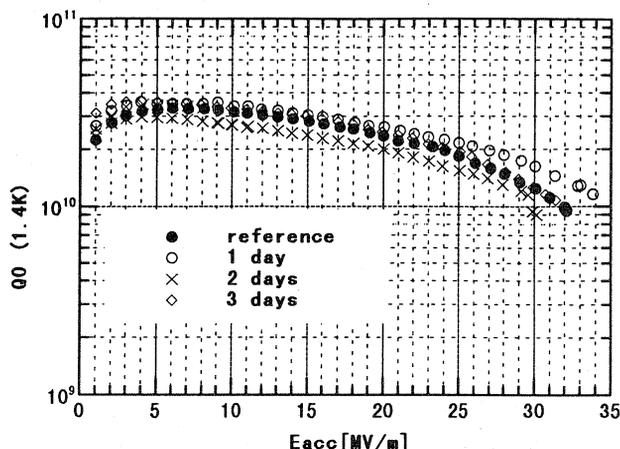


図2. 空洞の窒素露出時間が $E_{acc} - Q_0$ 特性に及ぼす影響

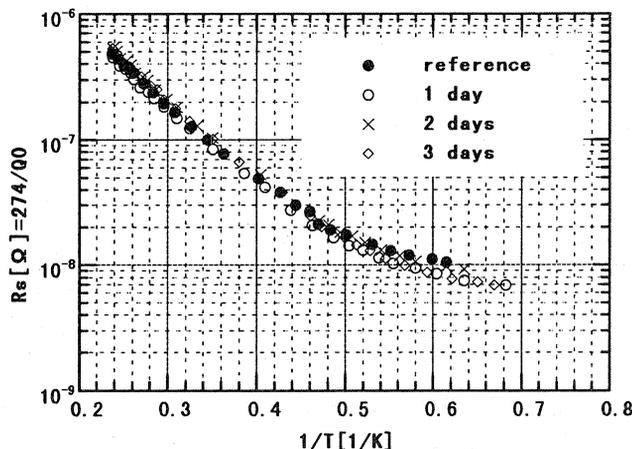


図3. 空洞の窒素露出時間が表面抵抗の温度依存性特性に及ぼす影響

図4は空洞を窒素にさらした時間と $E_{acc, max}$ 、 A 、 Δ/k 、残留表面抵抗 R_{res} の関係を示したものである。ここで、 A 、 Δ/k 、 R_{res} は表面抵抗 R_s の温度依存性のカーブを

$$R_s = (A/T) \exp(-\Delta/kT) + R_{res}$$

でフィッティングして求めている。いずれのパラメータにも大きな変化はみられない。

図5に $E_{acc} - Q_0$ 特性の測定中にクライオスタットの外部でX線を測定した結果を示す。横軸は E_{acc} 、縦軸はX線の発生量を示し、レファレンスデータと1日から3日まで空洞を窒素にさらした場合の比較をしている。図の左側は $E_{acc} - Q_0$ 特性を測定する際、順次低いフィー

ルドからプロセスしながら電界を上昇させていく途中でのX線の発生状況を示す。窒素を導入することで、マルチパクタリングが発生し、その領域は大きく分けて E_{acc} が17 MV/m～24 MV/mと、28～32 MV/mで見られる。一方、右の図はプロセスしながら高電界まで達した後、 $E_{acc}-Q_0$ 特性を再測定した場合のX線発生状況を示す。この図から電場の低い領域でのX線発生はRFプロセッシングにより消えるが、高い領域でのX線発生は消えない傾向がみられる。空洞を窒素にさらすことで、マル

チパクタリングが見られるようになったが、この直接の要因が窒素ガスによるものであるか、窒素ガス導入時に、ゴミが空洞内に流入したためであるか、あるいはガスの吸着等によるものかは、現時点でははっきりしない。しかしながら、空洞性能を大きく左右するには至っていないことがわかる。

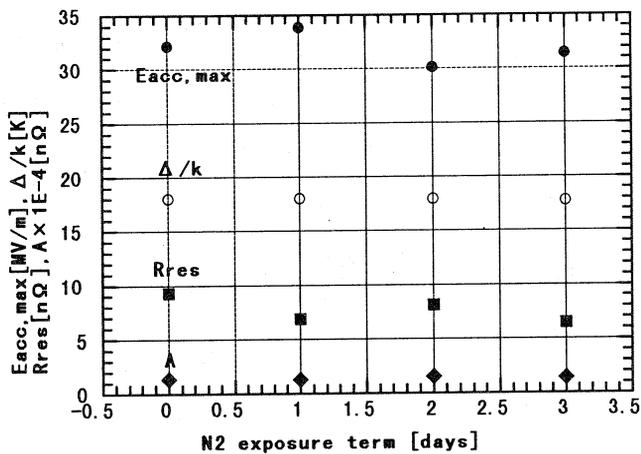


図4. 空洞を窒素にさらした時間と $E_{acc,max}$ 、 Δ/k 、残留表面抵抗 R_{res} の関係

4. まとめ

Lバンド超伝導空洞を対象に、空洞内面を窒素ガスにさらすことが性能に及ぼす影響を調べた。その結果、空洞を窒素にさらすことで、マルチパクタリングが発生したが、今回測定を行った3日以内の範囲では、空洞性能に影響はみられなかった。このことから、窒素を空洞の真空を破るために使用する程度の範囲では、支障のないことが示唆された。

今後、さらに長期間空洞を窒素にさらした場合の影響を調べることを予定している。

5. 参考文献

- [1] K. Saito, "Basic Study on the Horizontal Assembly of SC-Pair Cavities into Cryomodule", Proc. of the 1st Superconducting Linear Accelerator Meeting in Japan, KEK, May 28-29, 1998

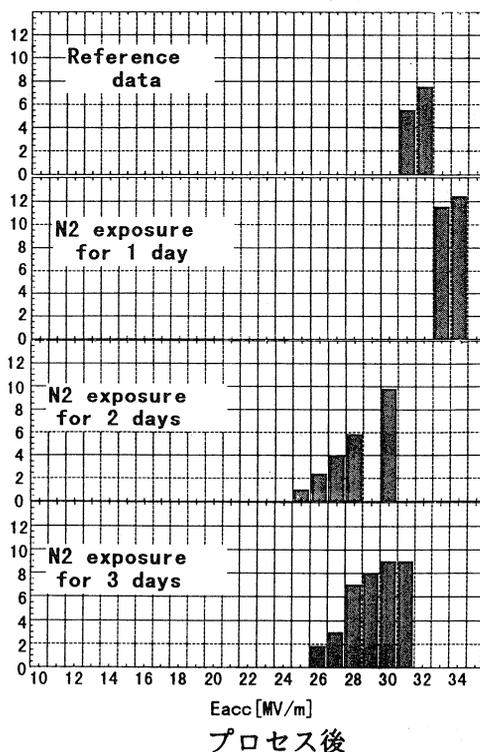
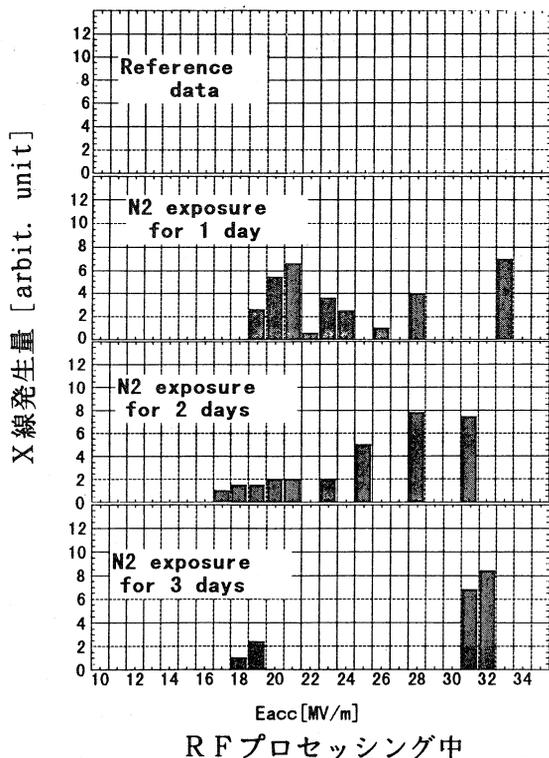


図5. X線発生状況