

L BAND 500kW ISOLATOR

Yusuke Kawane^{1,A)}, Tateru Takenaka^{B)}, Hideki Matsushita^{B)}, Toshihiro Matsumoto^{B)}, Shigeki Fukuda^{B)},
Shuichi Aizawa^{A)}, Shigetsugu Tsuruoka^{A)}

^{A)} Nihon Koshuha Co., Ltd.

1119, Nakayama-cho, Midori-ku, Yokohama, Kanagawa, 226-0011, Japan

^{B)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1, Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801, Japan

Abstract

Superconducting RF Test Facility (STF) has been developed in KEK, in order to promote R&D of the International Linear Collider (ILC). The waveguide system is being assembled at STF, from the RF source on the ground to the superconducting cavity located underground tunnel. At the same time, power test of waveguide components such as isolators, 3dB hybrids is being carried out at the test stand of RF source. This report describes the power test of L band 500kW isolator which is carried out at the test stand of RF source.

Lバンド 500kWアイソレータ

1. はじめに

高エネルギー加速器研究機構(KEK)では、国際リニアコライダー(ILC)の開発・試験を目的として、超伝導RF試験設備(STF)の建設が進められている。STFでは、地上部の高周波電源から、地下トンネルに設置されている超伝導加速空洞へ、電力を供給する導波管系の組み立てが進められている。また、高周波電源のテストスタンドを利用して、導波管系で用いられるアイソレータ、3dBハイブリッド等の導波管素子の電力試験が行われている^[1]。本稿では、高周波電源のテストスタンドにて行った日本高周波製Lバンド500kWアイソレータの電力試験について報告する。

2. 仕様

周波数範囲 1300±5MHz

導波管サイズ WR-650

入力電力

製造番号 537651

ピーク電力 400kW

パルス幅 1.5ms

繰り返し 5Hz

平均電力 3kW

製造番号 540195

ピーク電力 500kW

パルス幅 1.5ms

繰り返し 5Hz

平均電力 3.75kW

VSWR 1.2以下

挿入損失 0.2dB以下

アイソレーション 20dB以上

負荷条件 全反射 0.5ms

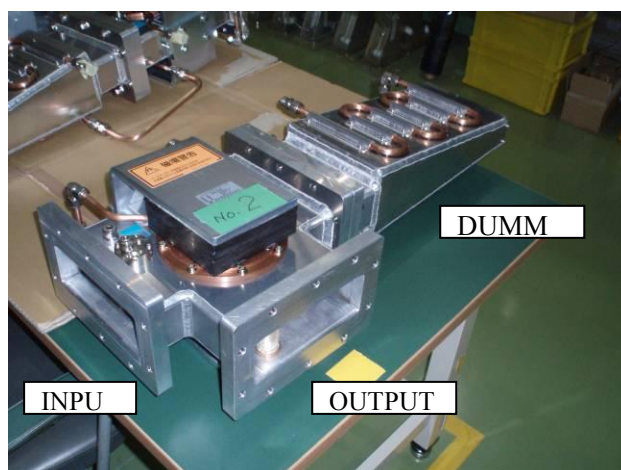


図1: Lバンド(400kW)アイソレータ

3. 電力試験

試験方法

①ダミー負荷試験(通過試験)

100kWずつ500kWまで1分間RFを印加し、放電がないことを確認する(図2)。

②全反射試験

反射位相を変化させ、それぞれの位相において100kWずつ500kWまで1分間RFを印加し、放電がないことを確認する(図3)。

¹ E-mail: kawane@nikoha.co.jp

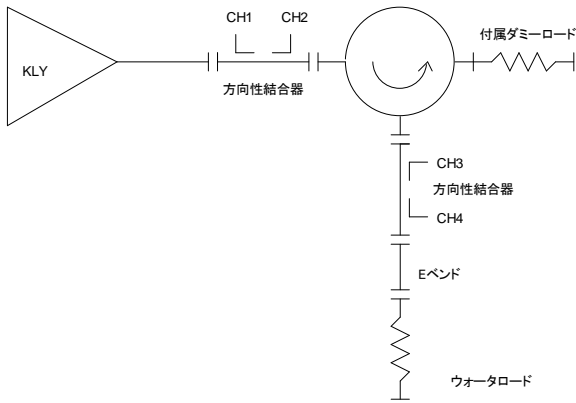


図2 通過試験の測定系統図

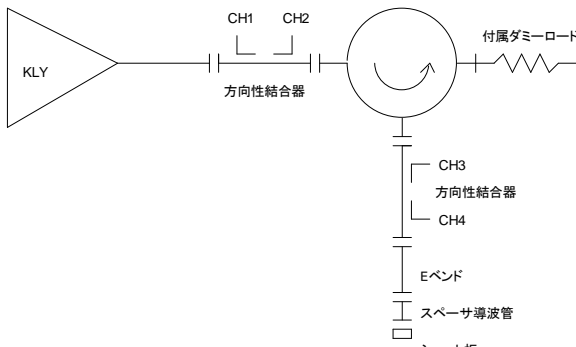


図3: 全反射試験の測定系統図

3.1 第1回電力試験(2007/1/9)

(製造番号537651-1)

ダミー負荷試験（通過試験）は放電は起きなかった。次に全反射試験を行い300kWで放電音が確認された。試験終了後内部を目視し、放電はアイソレータ内の容量性スタブ（出力側）のコーナー面で放電痕があることを確認した。試験を繰り返すことにより、印加電力は高くなり、またスタブのコーナー面の仕上げが不十分であったため、それが原因であると判断し、滑らかに仕上げ、再試験を行うことにした。

3.2 第2回電力試験(2007/3/6)

(製造番号537651)

全反射試験で、反射位相を変化させて試験を行った。反射位相とパルス幅によって、330～550kWで容量性スタブにて放電が発生した。容量性スタブが放電の原因であることが明確になり（図4）、整合方法を再検討することにした。

3.3 第3回電力試験(2007/4/11)

(製造番号537651-1～4)

第3回の電力試験を行うにあたって、整合方法を

再検討し、入力側およびダミーロード側の誘導性ポストの位置を変更して、調整を行った。その結果、出力側の容量性スタブが不要となった。また、ポート間の特性が対称となり、広帯域な特性となった。

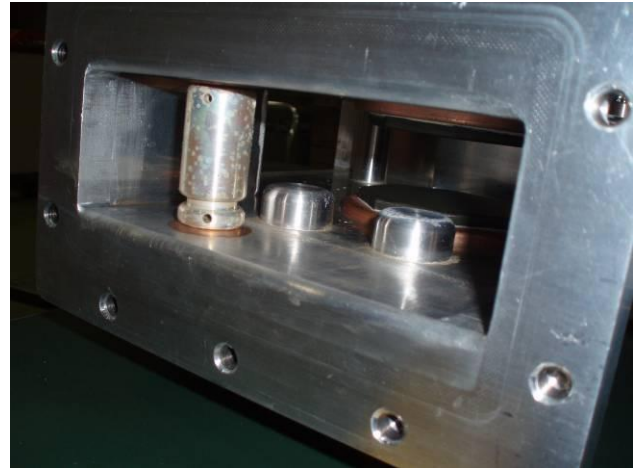


図4: 誘導性ポストと容量性スタブ(OUTPUT側)



図5: ダミーロード内部放電箇所（第3回電力試験）

通過試験では、500kW, 1.3～1.5msで放電は発生しなかった。

全反射試験では、450kW, 1.5ms、500kW, 1～1.5msで放電が発生した。

放電はアイソレータ付属のダミーロード内で発生した（図5）。

サーキュレータ単体の通過試験および全反射試験では、500kW, 1.5msで放電は発生しなかった。

ダミーロード単体の電力試験では、450kW, 1.5ms、500kW, 1.5msで放電した。次回の製品から、500kW, 1.5msを満たすようにダミーロードの改良を行うこととした。

3.4 第4回電力試験(2007/12/17)

(製造番号540195-1,2)

ダミーロード内部の金属が鋭利になっている部分

を滑らかにするなどの改良を行い、ダミーロード単体で試験を行った。

ダミーロードNo.1は、500kW、1.5msで放電は発生しなかった。ダミーロードNo.2は、300kW、1msで放電した。エージングによる耐電力の向上は見られたが、仕様には至らなかった。また、ダミーロードの末端の温度は110°Cまで上昇した。



図6: 第4回電力試験 (500kWダミーロード)

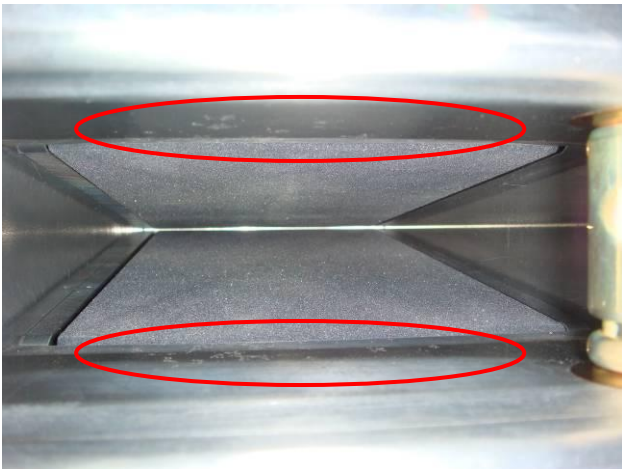


図7: ダミーロード内部放電箇所 (第4回電力試験)

3.5 第5回電力試験(2008/4/21)

(製造番号540195-1,2)

ダミーロード内部の段差をなくすなどの対策を行い、アイソレータ全体の試験を行った。

通過試験では、500kW、1.5msで放電は発生しなかった。

全反射試験では、500kW、1.2~1.5msで、間欠的に放電が発生したが、数度の放電で落ち着いた。

3.6 第6回電力試験(2008/5/23)

(製造番号540195-1,2)

出力側のショート長を225mmおよび245mmとして、全反射試験を行った。ショート長は、HFSSシミュ

レーションにおいて電界が最大となった値である。この試験において、500kW、1.5msで数回放電はあったが、合格とした。

4. HFSSシミュレーション

ショート長を変えて全反射試験を行うにあたり、HFSSにてシミュレーションを行い、アイソレータ内の電界分布を見た(図8)。その結果、ショート長 $L = 65\text{mm}$ と 80mm あたりで電界は最大となり、約 160mm ($\lambda_g/2$) 周期で繰り返す結果となった。

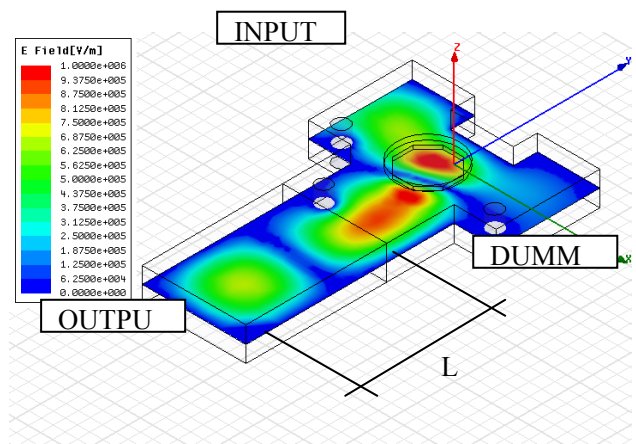


図8: アイソレータ内の電界分布($L = 225\text{mm}$)

5. まとめ

KEK STFにて行った、日本高周波製Lバンド500kWアイソレータの電力試験について報告した。アイソレータ本体内部で発生した放電については、誘導性ポストと容量性スタブの配置を変えることにより、耐電力が向上し、450kW、1.5msまで改善した。(第3回電力試験) また、このときの放電は、付属のダミーロード内で発生していたため、ダミーロード内部に放電対策を行い、アイソレータ全体で、500kW、1.5msまで改善し、入力電力の仕様を満たすことを確認した。

6. 謝辞

今回の発表にあたり、御指導御協力頂きました高エネルギー加速器研究機構はじめ関係者各位に深く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] T. Takenaka, 他 “Phase0.5と1における導波管系組み立ての現状(KEK STF)”, 第4回加速器学会, pp.480-482(2007)