

IFMIF/EVEDA 原型加速器 SRF 高周波源用サーキュレータ
の購入

仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
核融合炉材料研究開発部
IFMIF 加速器施設開発グループ

1. 件名 IFMIF/EVEDA 原型加速器 SRF 高周波源用サーキュレータの購入

2. 目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）六ヶ所フュージョンエネルギー研究所では、幅広いアプローチ（BA）活動の一環として、IFMIF/EVEDA 原型加速器の開発が日欧共同事業として進められている。本件は、原型加速器超伝導高周波（SRF）加速器に加速用高周波を供給する高周波源を反射から保護するためのサーキュレータを購入するものである。

3. 仕様

品目	品名	メーカー	型式	数量	単位
1	UHF 帯ハイパワーサーキュレータ	Microwave Techniques LLC	UFC3-539-3/ UFC3-539-4 ペア (2台1組)	4	組
2	9-3/16” —6-1/8” 同軸アダプタ	Microwave Techniques LLC	83980-702	27	個

（相当品不可とする。）

- ・駆動周波数：175 MHz、耐平均電力：250 kW - CW、入出力ポート：9-3/16” EIA。
- ・6. 技術検査に示す高周波特性を有すること。
- ・冷却水用の配管接手については、1 インチの PT (R) を採用すること。
- ・アークセンサーについては、既存の AFT 社製のアークディテクタに適合するコネクタを採用すること (FSMA, 1/4” -36 UNS male thread)。
- ・磁場補償用コイルを駆動する電源ケーブルをそれぞれ付属すること。コントローラは既存のものを使用するため、本仕様外とする。
- ・入出力ポートに関する付属品として、9-3/16” EIA から 6-1/8” EIA へ変換する同軸アダプタ (上記品目の 2) を含む。
- ・上記同軸アダプタのフランジ締結穴径は M10-1.5 とする。
- ・当該サーキュレータは 2 台 1 組で磁場の相互干渉がある状態で使用するため、6. 技術検査の項目 1-1：試験環境の項に示す測定環境の下で調整作業を行う事。

4. 納期

3 項の品目 1 に記載する機器の内 2 組と品目 2 に記載する機器 … 令和 8 年 7 月 31 日

3 項の品目 1 に記載する機器の内 2 組 … 令和 8 年 8 月 28 日

5. 分割納入

4 項に示す納期までに対象機器をそれぞれ 2 回に分けて納入すること。

納入の時期は QST 担当者と協議を行い、納入検査は各納入について個別に実施する。納入仕様書

についても、全体の内のどの部分に該当するか特定できるよう、シリアル番号等により管理し明記すること。

6. 技術検査

3 項に示す品目 1 の機器に対しては、調整後、以下に示す項目について技術検査を実施する。検査は受注者の工場等において実施すること。「1. 高周波特性検査」については、納入する全ての機器それぞれについて、QST 担当者又は委任を受けた代理人の立ち会いの下で実施すること。検査の日時及び場所については、QST 担当者にあらかじめ通知し、事前測定結果の提出とともに協議を行うこと。検査の結果は測定環境の再現に十分な情報を併記し検査結果報告書に記載すること。検査結果報告書は本件購入物品の納入時にあわせて納入すること。

【提出資料様式・要件】

- 言語：日本語版、英語版をそれぞれ提出するものとする。
- 提出媒体：紙面で 2 部、電子媒体（CD-ROM 等）
- 検査結果報告書は下記検査 1－3 についてそれぞれ別項目として、試験条件と検査合格を示す測定データをまとめること。

1. 高周波特性検査

以下に高周波特性の測定環境、検査対象、測定項目及び合格条件を記載する。

測定環境

- － 冷却水の水温は $25.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。
- － サーキュレータ 2 台を軸間距離 604 mm に配置。
- － 測定環境における磁場干渉物品は 2 台のサーキュレータに限る。
- － 上記条件により、サーキュレータ固定用架台等はサーキュレータ本体から下部 10 cm まで是非磁性体であること。また、その下 10 cm までは鉄等の磁性体であること。運用時の支持架台の具体的形状を図 1 に示す。
- － 本測定環境については、その構成を納入図書 2 の品質保証関連図書に記載し提出すること。

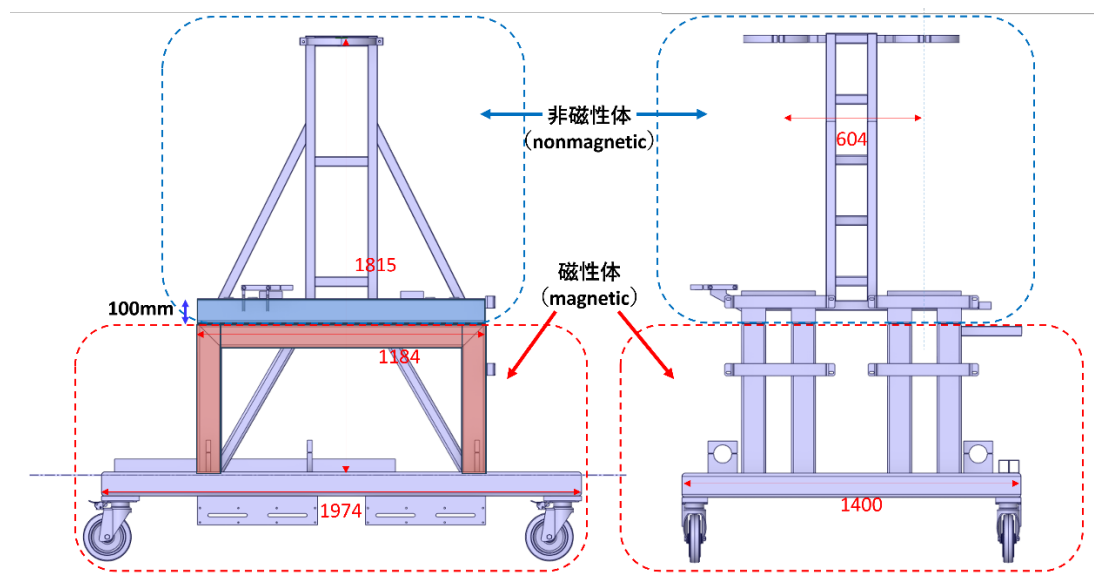


図 1：サーキュレータの支持架台（単位は mm）

検査対象

- 測定は UFC3-539-3 と UFC3-539-4 それぞれについて実施すること。
- 下記合格条件を双方について課す。

参考測定

- 2 台の相互干渉がない状態について、2 台それぞれに対して同様の手続きの測定を実施すること。これら単体の測定は参考結果とし、合格条件とはしない。

測定項目及び合格条件

以下項目 a-f について、中心周波数 175MHz，帯域幅±500kHz，サンプル数 1001 点以上、IF バンド幅 300Hz 以下、16 サンプル以上で平均し測定を行う。（図 2 参照）

- | | |
|-------------|---|
| a. 挿入損失 | $S_{21}, S_{32}, S_{13} > -0.15 \text{ dB}$ |
| b. 入力反射損失 | $S_{11}, S_{22}, S_{33} < -26 \text{ dB}$ （中心周波数において） |
| c. 入力反射損失 | $S_{11}, S_{22}, S_{33} < -20 \text{ dB}$ （帯域内） |
| d. アイソレーション | $S_{12}, S_{23}, S_{31} < -26 \text{ dB}$ （中心周波数において） |
| e. アイソレーション | $S_{12}, S_{23}, S_{31} < -20 \text{ dB}$ （帯域内） |

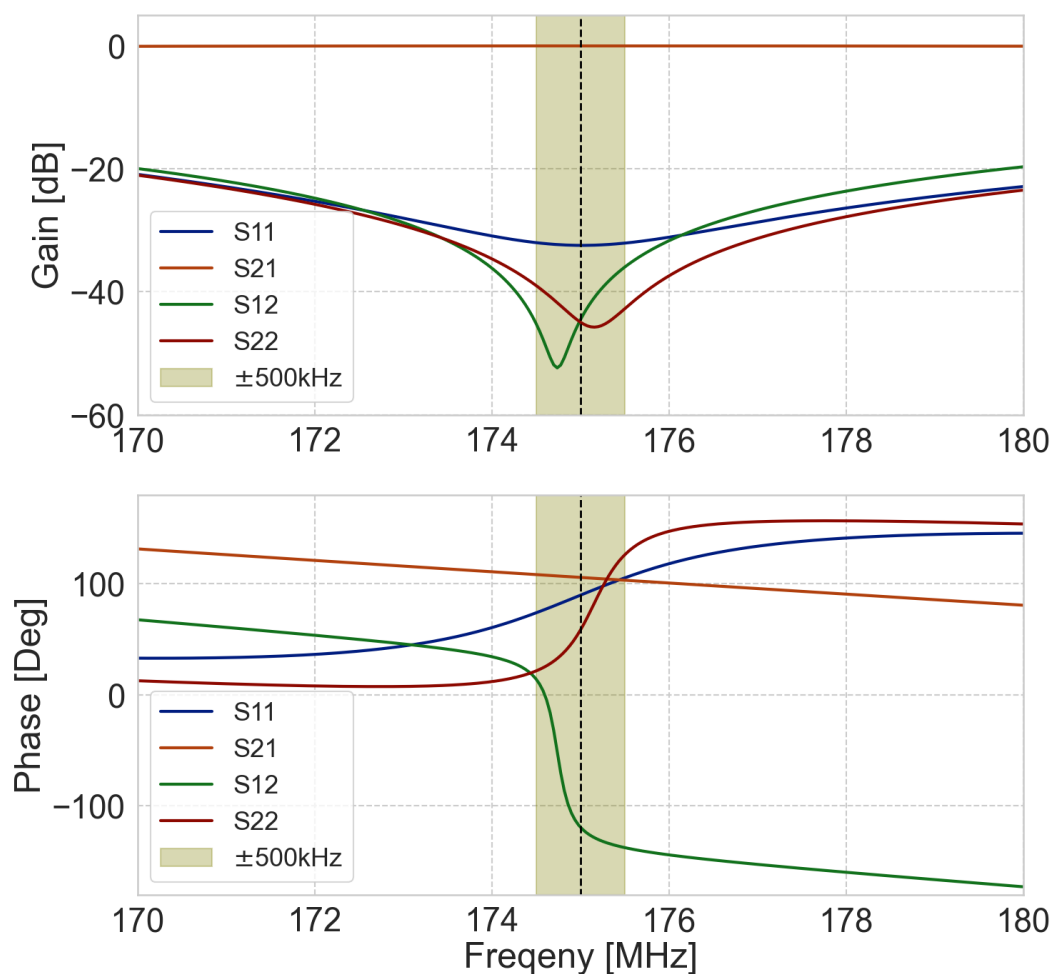


図 2：補償コイル電流が 0A の場合の周波数領域の測定の例（合格条件）

- f. 中心周波数における挿入損失、反射損失、アイソレーションのコイル電流依存性
3ポート以上のネットワークアナライザ、あるいは測定しないポートを VSWR1.05 以下の無反射終端で終端した状態で、入力反射損失、アイソレーション、挿入損失のコイル電流依存性を測定し、以下の A-D の項目を満足すること。この時のコイル電流の測定ステップは 0.05A 以下とする。
- A) 入力反射損失の最小値 $\min \{S_{11,22,33}\}$ を与えるコイル電流 I_{ref} は、-1.00 A 以上で 1.00 A 以下のコイル電流の範囲にあること。即ち、 $|I_{ref}| \leq 1.00$ （図 3 を参照のこと。）
 - B) アイソレーションの最小値 $\min \{S_{12,23,31}\}$ を与えるコイル電流 I_{isol} は、-1.00 A 以上で 1.00 A 以下のコイル電流の範囲にあること。即ち、 $|I_{isol}| \leq 1.00$ （図 3 を参照のこと。）
 - C) 挿入損失の最大値 $\max \{S_{21,32,13}\}$ を与えるコイル電流 I_{loss} は、-1.00 A 以上で 1.00 A 以下のコイル電流の範囲にあること。即ち、 $|I_{loss}| \leq 1.00$ （図 3 を参照のこと。）

- D) 3つのコイル電流値 I_{ref} 、 I_{isol} 、 I_{loss} においてそれぞれ3種類のポート組み合わせにおいて、最大となるコイル電流値と最小となるコイル電流値の差は0.2 A以下であること。すなわち、 $\max\{I_{ref}, I_{isol}, I_{loss}\} - \min\{I_{ref}, I_{isol}, I_{loss}\} \leq 0.2$

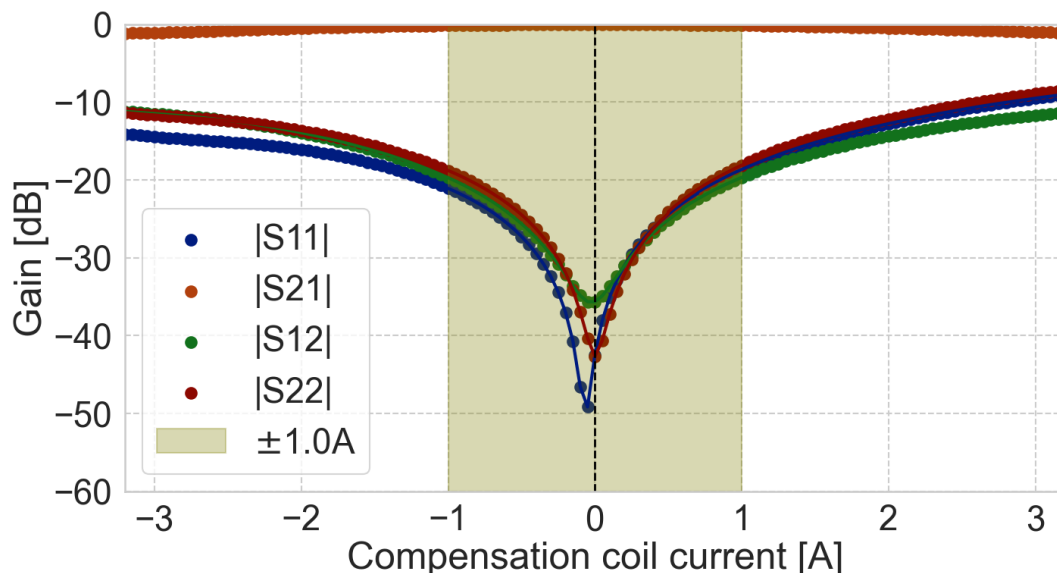


図 3：サーキュレータ特性の補償コイル電流依存性の例（合格条件）

2. 耐圧漏えい検査

冷却水配管に 7.5 bar 以上の圧力をかけ、10 分間保持し、漏えいが無いこと、有害な変形が生じないことを確認する。

3. 電気回路（補助コイル、配線、端子台）の絶縁試験

7. 品質管理

本機器の製作に係る工程において、以下の事項について品質管理を行い、品質保証計画書と管理記録を作成し、提出すること。

- ・組み立て作業時の品質管理
- ・溶接作業等の品質管理
- ・出荷前検査

製造スケジュール、および品質管理項目については、受注後 1 – 2 週間を目安にキックオフミーティングを開催し、全体の計画についての協議を行う事。状況に応じて、適宜打合せを実施し、製品の調整や工場立ち会い試験についての協議を行う事。

8. 納入図書

以下に示す納入図書は、続く内容を含むこと。括弧内に参考提出時期を示す。

1. 技術仕様書（納入時）

- ◇ 基本仕様データシート
- ◇ 外観図面
- ◇ 水冷系統図面
- ◇ 各インターフェイスの規格リスト、および適合証明書
- ◇ 出荷時の目視検査、および技術検査試験の結果
- ◇ 長期・保全メンテナンスマニュアル
- ◇ 輸送・保管方法マニュアル

2. 品質保証関連図書

- ◇ 項目 7 に示す品質保証計画書（キックオフミーティング時）
- ◇ 工場立ち会い試験の計画と事前測定結果（工場試験前）
- ◇ 工場立ち会い試験の結果（工場試験後）

9. 納入場所

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字表館 2-166

QST 六ヶ所研究所 IFMIF/EVEDA 開発試験棟 高周波源・電源室

10. 検査条件

9. に示す納入場所に納入後、外観検査、員数検査の合格、検査結果報告書の確認をもって検査合格とする。5. に示す分割納入についての協議に基づき、検査については2回の納入についてそれぞれ個別に実施する。

11. 製品保証

製品の保証期間は納品後2年間とする。

12. グリーン購入法の推進

本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）の採用が可能な場合は、これを採用するものとする。本仕様に定める提出書類（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

13. 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、QST担当者と協議の上、その決定に従うものとする。

以上

(要求者)

部課（室）名：六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 核融合炉材料研究開発部
IFMIF 加速器施設開発グループ

氏 名：廣澤 航輝

選定理由書

1. 件名	IFMIF/EVEDA 原型加速器 SRF 高周波源用サーキュレータの購入
2. 選定事業者名	緑屋電気株式会社
3. 目的・概要等	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所では、幅広いアプローチ活動(BA)の一環として、IFMIF/EVEDA 原型加速器の開発が日欧共同事業として進められている。本件は、IFMIF 原型加速器超伝導高周波(SRF)加速器に加速用高周波を供給する高周波源を反射から保護するためのサーキュレータについて、劣化した既存のサーキュレータの高周波特性の改善を目的として、交換用のサーキュレータを購入するものである。
4. 希望する適用条項	政府調達に関する協定その他の国際約束に係る 物品等又は特定役務の調達手続について 第 25 条第 1 項第 3 号① (部分的な交換のための物品等又は特定役務)
5. 選定理由	当該機器は Microwave Techniques 社が設計製作した高周波機器であり、現在本件調達の仕様外である、高周波増幅器、低電力高周波制御装置、冷却装置、磁場補償コイル駆動用コントローラなどと組み合わせて使用している。本件は既存の機器と交換して使用するため、外形寸法、取り合い寸法、接続仕様・寸法、高周波特性などが全て同一でなければならない。当該サーキュレータは大電力高周波を取り扱う特殊な装置であり、また 2 台 1 組で磁場の相互干渉がある状態で使用するための特別な調整が実施された製品であるが、既存サーキュレータの設計仕様が開示されていないことから、必要な互換性及び性能を満足する製品は、現在設置されている Microwave Techniques 社が供給する製品型番 UFC3-539-03/-04 のみであり、上記要件を満たす製品は他に存在しない。このため相当品不可とし、同製品を選定する。また、Microwave Techniques 社は、同製品について、緑屋電気株式会社と日本国内における独占代理店契約を結んでおり、購入先は同社に限られる。そのため、緑屋電気株式会社を随意契約の相手先として選定する。