

ACS 空洞用高周波窓の製作 仕様書

1 目的

J-PARC リニアックの安定かつ高稼働率運転を目的として、ACS 空洞用の高周波窓を製作する。本高周波窓は、リニアック ACS 空洞に高周波電力を供給するために必要な機器であるが、運転時間の経過とともに絶縁性能等が劣化する。故障時に速やかに交換できるように本件で予備機を整備することにより、J-PARC 加速器の安定運転に資する。

2 仕様および員数

2.1 員数

高周波窓 数量 1 台

2.2 高周波条件

- 窓タイプ：ピルボックス型
- 高周波条件：運転周波数 $972 \pm 5\text{MHz}$ 、ピーク電力 3MW、平均電力 90kW、VSWR1.1 以下（目標値）

2.3 寸法

詳細寸法は内部構造について別途協議の上、決定するものとする。添付図 1 を合わせて参照のこと。

1. 窓円筒部

長さ：98.4 mm 内径： $\phi 285\text{mm}$

- ① スリーブ：セラミックは無酸素銅製のスリーブにロウ付けすること。スリーブはロウ付け時の窓材の熱膨張を考慮した形状とすること。
- ② 冷却：スリーブ両端の外周部に冷却路を設け、窓材の発熱を除去できること。このとき、冷却水の圧力が窓材に加わることが無いようにすること。
- ③ 円筒部材質：無酸素銅、または、ステンレスであること。
- ④ 部材は、真空排気時に変形しない厚さであること。

2. 冷却水路

冷却水として純水を用いる。冷却路は耐圧 1 MPa 以上であること。スウェージロック (SS-8M0-6) 取り合いとする。

3. 高周波窓材の位置

- 窓材から真空側フランジ端部までの距離：180.8 mm
- 窓材から大気側フランジ端部までの距離：158.97 mm

4. フランジ形状

- 真空側：SLAC タイプ Male 型、材質はステンレスであること。
(縦 320mm×横 196mm×幅 25mm) 詳細寸法は別途協議の上、決定する。
- 大気側：CPR975F、材質はステンレスであること。

5. 導波管部

内部寸法 247.65mm×123.82mm

材質は無酸素銅、または、ステンレスであること。材質がステンレスの場合、 $\phi 6$ mm の断面積相当の冷却路を、E 面の両面及び H 面の片面に設けること。部材は、真空排気時に変形しない厚さであること。

2.4 TiNコーティング

膜厚：10±2nm とする。

窓材の真空側表面のみ窒化チタンコーティングすること。コーティングされた膜厚を示すデータ（またはその根拠となる資料）を提出すること。

2.5 銅メッキ

高周波が伝送するステンレス表面は銅メッキを行うこと。メッキ厚さは電気伝導度を考慮し、高周波損失が銅材同等であること。また、高周波を伝送する加速器部品に使用した実績のあるものを使用すること。メッキの材質や手法によって、高周波損失やガス放出の原因となる。このため、メッキの厚さ、材質、メッキ手法について、製作前に確認を得ること。

2.6 材料

- 無酸素銅：使用する無酸素銅は JIS 規格 C1020 相当品とする。また、加工後、酸洗、クロメート処理を行うこと。
- ステンレス：円筒部、導波管部、フランジ、冷却部品などに使用するものは、SUS304、SUS316（それぞれ L 材を含む）から適宜指示する。

2.7 面粗度

真空フランジや導波管内面は、特に指定が無い限り 3.2S 以下に仕上げること。切削加工にあたっては、加工変質層を残さないようにし、加工途中の表面処理についても高周波特性を損なうものであってはならない。

2.8 セラミック窓材

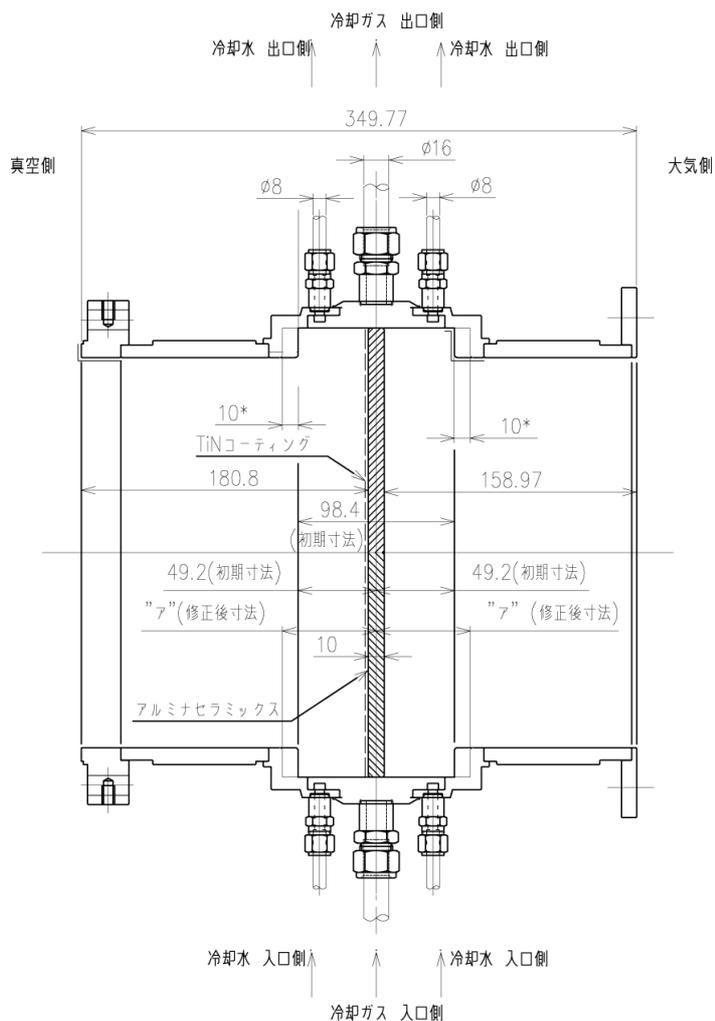
下記に示す材質、寸法のセラミック窓材を当機構より支給する。

材質：日本特殊陶業株式会社製 HA95、アルミナ純度 95%

- 数量：1 枚
- 外径： $\phi 285 \pm 0.2$
- 厚さ： 10 ± 0.1
- 平面度：0.1
- 平行度：0.05
- 表面粗さ： $< Ra1.5$
- 外周面取り：C0.5 $-0.1 \sim +0.3$
- メタライズ：Mo-Mn 厚さ $15 \sim 60 \mu\text{m}$ 。

メタライズ後 Ni メッキ厚さ $4 \sim 15 \mu\text{m}$ 。シンタリング。

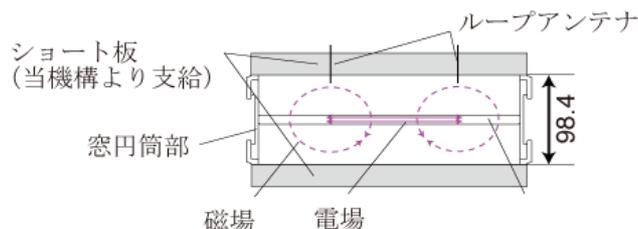
組立前にセラミック窓材の外形寸法、重量を測定し、比重を算出すること。



添付図 1：高周波窓外觀図（参考図）

3 周波数測定と窓円筒部寸法の決定

高周波窓の高周波特性は使用するアルミナセラミックの誘電率に応じて変化する。この変化に対応するため、本高周波窓の製作においては、セラミックをスリーブにロウ付けで固定した段階で、ピルボックス空洞の形に仮組みし共振周波数および Q 値の測定を行うこと（測定用治具、ショート板は当機構より貸与）。



添付図 2：周波数測定セットアップ概略図

測定結果を当機構の担当者が解析し、最終的な窓円筒部の長さを指示する。指示された長さになるよう追加工などによる寸法調整(初期寸法 98.4 mm から+20 mm の範囲とする)を行い最終的な高周波窓に組み立てることとする。

従って、本高周波窓の設計においては、本項で記載した周波数測定と窓円筒部寸法の調整を行うことができるよう、各部品の機械的設計を行うことが必要である。

4 試験検査

以下に示す試験検査を工場で行うこと。

必要に応じて立会検査とする。

4.1 外観検査

有害な傷、欠陥、よごれが無いことを目視にて確認する。

4.2 寸法検査

確認図に示した寸法と公差の範囲内で一致していること。

4.3 周波数性能検査

同軸導波管変換器(CT)、 $1/4\lambda$ 直導波管などを用いて、高周波透過特性の測定を行うこと。

- CT+ $1/4\lambda$ 直導波管+高周波窓+CT
- CT+高周波窓+ $1/4\lambda$ 直導波管+CT
- CT+高周波窓+CT

必要となる同軸導波管変換器(CT)、導波管については必要に応じて当機構より支給する。

4.4 真空漏洩試験

He リークチェックを行い 1.3×10^{-10} Pa m³/s 以下のリークレートを維持できること。

4.5 冷却水路耐圧試験

1.25 MPa 以上の圧力をかけ、漏れ及び変形が無いこと。

5 提出図書

図書名	提出時期	部数	確認
確認図	製作着手前	3部	要
試験検査要領書	検査着手前	3部	要
検査成績書	納入時	3部	不要
完成図	納入時	3部	不要

(提出場所)

日本原子力研究開発機構 J-PARC センター
加速器ディビジョン 加速器第一セクション

6 支給品及び貸与品

(1) 支給品

ACS カプラー用セラミック窓 1個

<支給時期、支給方法>

契約締結後、郵送により支給する。当機構から受注者側工場等への支給品搬送費用は本仕様範囲に含めるものとする。

(2) 貸与品

測定用治具、ショート板 1式

<貸与時期、貸与方法>

契約締結後、郵送により貸与する。当機構から受注者側工場等への貸与品搬送費用は本仕様範囲に含めるものとする。

7 納期

令和7年3月14日

8 納入場所及び納入条件

(1) 納入場所

茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

J-PARC センター 大強度陽子加速器施設リニアック棟

(2) 納入条件

持込渡し

9 検収条件

8.(1)に示す納入場所に納入後、員数検査、外観検査及び「4. 試験検査」に定める試験検査並びに「5. 提出図書」の合格をもって検収とする。

10 グリーン購入法の推進

(1) 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に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。

(2) 本仕様に定める提出図書（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。

11 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、原子力機構と協議の上、その決定に従うものとする。

以上