

軟 X 線透過顕微鏡の集光光学系(集光ミラー等)
の製作
仕様書

1.適用

本仕様書は、大型放射光施設(以下、「SPring-8」)の蓄積リング棟実験ホールの国立研究開発法人日本原子力開発機構(以下、「JAEA」)の軟 X 線専用ビームライン BL23SU に設置されている軟 X 線透過顕微鏡の集光光学系等の製作に適用する。

2.件名

軟 X 線透過顕微鏡の集光光学系(集光ミラー等)の製作

3.目的及び概要

大型放射光施設 SPring-8 の JAEA 専用ビームライン BL23SU において、マテリアル先端リサーチインフラ関連実験を推進する軟 X 線透過顕微鏡の高度化を目的とし、専用の集光光学系を導入する。本件はそのためにより必要となる、装置の設計・製作、設置および調整を行う。この集光光学系の導入により、試料位置での局所 X 線強度の増大が見込まれ、測定時間の大幅な短縮、及び実質的空間分解能の向上が期待される。

4.購入仕様

4.1 納入品構成

軟 X 線透過顕微鏡集光システム 一式

4.2 詳細仕様

4.2.1

要求機能および性能

調整軸の定義

本仕様書では、各調整軸を図 1 の様に定義する。

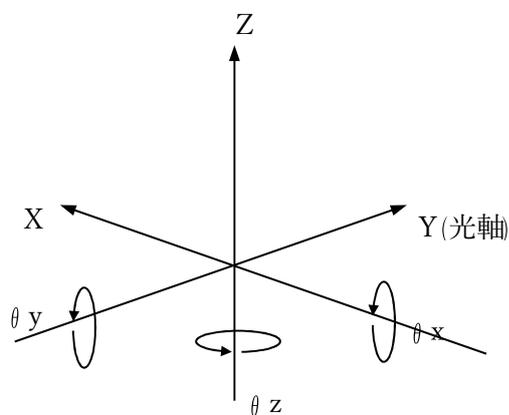


図 1

4.2.1.1 全体仕様

- ・集光システムは、真空チェンバー一式、ミラー調整機構一式、ミラーホルダー一式、光学素子 1 ケならびに架台一式で構成され、以下の要件を満たすこと。
 - ・真空チェンバー一式は、以下の要件を満たすこと。
 - ・チェンバーはステンレス鋼(SUS304)で製作し、電解研磨処理を行うこと。
 - ・チェンバー外周にはベーキング用シースヒータを取付け、150℃までのベーキング(光学素子挿入時は 120℃MAX)が可能な構造とする。
 - ・ヘリウムガス吹き付け法によるリークテストを行い、 1.3×10^{-11} Pa·m³/s 以下であること。
 - ・チェンバーの溶接は困難な箇所を除き内面溶接とする。
 - ・チェンバーは、ミラー取付等の作業性を考慮し、上面又は横面は角型大フランジとすること。
 - ・ミラーホルダーは、チェンバー下面のミラー駆動機構からチェンバー内に出ているシャフト先端に取付けられたベースに取付ける構造とする。
 - ・チェンバーには、ミラー上流端面及びミラー長手中央付近の正面を観察するためのビューイングポートを設けること。
 - ・チェンバーに予備ポート(3箇所程度)を設けること。なお、設置箇所については、本機構職員と協議のうえその指示に従うこと。
 - ・予備ポートには、ブランクフランジを取付けること。

 - ・粗排気ポートには、ターボ分子ポンプ+ドライポンプでの排気出来るように、支給する 114 以上のメタルバルブ、バイトンバルブ、およびインレットバルブを取付けること。
 - ・支給する排気ポンプ一式は、以下の物品を考えているので、取付用ポートを準備すること。
- *排気ポンプは 400 L/S 以上のイオンポンプ、補助ポンプとして、チタンサブリメーションポンプを支給する。
- ・ミラーチェンバー上下流のつなぎ配管として、ダクトとベローズを製作すること。ビームライン軸上でGVが必要な場合は、支給する。

4.2.1.2 ミラー調整機構仕様

- ・ミラー調整機構一式は、以下の要件を満たすこと。
- ・ミラー調整機構はチェンバー下部に取付けること。
- ・ミラー駆動の各軸は全てパルスモータ駆動とし、原点センサー、両端でのリミットスイッチを有すること。

- ・パルスモータはドライバ、ドライバ-モータ接続ケーブル、コントローラ-ドライバ接続ケーブルが付属すること。
- ・支給するパルスモータコントローラ (PM16C-04XDL、TSUJICON) に接続すること。
- ・ドライバ、パルスモータコントローラを収納するラックは、既設のものとする。
- ・以下に各調整軸の要求仕様を示す。

軸	調整範囲	最少可変量	備考
X	±5mm	2.0 μm/pulse	パルスモータ駆動
Z	±5mm	0.5 μm/pulse	パルスモータ駆動
θz	±0.5deg	0.5 arcsec/pulse	パルスモータ駆動

4.2.1.3 ミラーホルダー仕様

- ・ミラーホルダー一式は、以下の要件を満たすこと。
- ・ミラーホルダーは、トロイダル鏡(クリアアパーチャーL350mm×W10mm)をホールドできること。
- ・アライメント用として、アルミ合金製ミラーを付属すること。なお、アルミ合金製ミラーは、表面中央部付近を鏡面研磨し水平・垂直方向にケガキ線を付し、外形寸法が光学素子と同一であり、超高真空を侵さないものとする。

4.2.1.4 光学素子仕様

- ・光学素子1ケは、以下の要件を満たすこと。

以下にミラーの仕様を示す。

■材質：シリコン単結晶 もしくは 石英 SiO₂

■形状：トロイダル

■外寸：400×50×50 mm³

■有効領域：350×10 mm²

■タンジェンシャル曲率半径：114.1m ± 1%

■サジタル曲率半径：78.84 mm ± 1%

(※曲率半径は、光学設計の最終確定に伴って微調整される可能性があります)

■タンジェンシャルスロープエラー：2.0 μrad RMS

■サジタルスロープエラー：20 μrad RMS

■表面粗さ：0.3 nm RMS

■コーティング：Au 50 nm (必要に応じて結合層を介在させること)

数量 1 枚

4.2.1.5 架台仕様

- ・架台一式は、以下の要件を満たすこと。
- ・架台は安定で堅牢な鉄鋼(SS400)の溶接構造とし、焼付塗装仕上げとする。
- ・リング室内の床にアンカー留めできること。
- ・架台は真空チェンバーとミラー調整機構を各々独立に支持する構造で、重量に対して十分な剛性で保持できるものであること。
- ・設置時のアライメント用として、X, Y, Z方向の粗調整機構をそれぞれ真空チェンバー用とミラー駆動機構用に設け、アライメント後は固定できる構造を有すること。
- ・以下に各調整軸の仕様を示す。

<チェンバー用>

軸	調整範囲	最少可変量	備考
X	±15mm	2mm/rev	架台～チェンバー間(手動)
Y	±15mm	2mm/rev	架台～チェンバー間(手動)
Z	±15mm	3mm/rev	架台～チェンバー間(手動)

<ミラー調整機構用>

軸	調整範囲	最少可変量	備考
X	±15mm	2mm/rev	架台～ミラー調整機構間(手動)
Y	±15mm	2mm/rev	架台～ミラー調整機構間(手動)
Z	±6mm	0.3mm/rev	レベリングブロック
Z'	±18mm	シムリング 6mm×3	シムリング

4.2.1.6 撤去・据付・調整

- ・既存設置されている STXM と STXM 用スリットは撤去を行い、再設置を行うこと。
- ・本装置の設置場所は、SPring-8 の BL23SU RI 実験棟内の指定場所とする。
- ・撤去した STXM・STXM 用スリット、本装置の据付・調整を行うこと。据付・調整後動作確認・リークテストまで行うこと。真空立上作業は本作業には含まない。
- ・据付・調整は、架台を既設の基準マーカに対して設置し、アンカーボルトで固定し、ミラーホルダーにアルミ製ダミーミラーの中央にケガキ線を入れたものを取り付け、床面及び壁

面の基準線にトランシット及びオートレベラー等を用いて、架台上の粗調整機構により合わせ込むこと。

- ・チェンバーはフランジ外周にケガキ線を入れておき、ミラーと同様に基準線に対して合わせ込むこと。
- ・要求据付精度は以下の通りとする。
架台基準線に対して±2 mm以下 チェンバー類、基準線に対して±1 mm以下、光学素子基準線に対して±0.2 mm以下とする。
- ・電気配線及びユーティリティー配管については、センターにて用意される供給側より装置までを行うものとする。詳細については、別途協議の上決定すること。
- ・光学素子取付前にダミーミラーを取付け、測量機等を用いてアライメントを行うこと。
- ・光学素子挿入は、担当者の立会のもとに行うこと。
- ・光学素子取付後、測量機等を用いてビームが最下流まで通ることを確認すること。尚、シンクロトン光を使用しての最終的なアライメントは仕様範囲外である。
- ・本作業は放射線管理区域での作業であるため、予め作業従事者の登録、安全講習等の受講等を済ませてから作業を行うこと。万一それができない場合は、放射線発生装置が稼動していない時間帯に許可を得て作業を行うこと。

5.納期

2027年2月26日

6.納入場所及び納入条件

(1) 納入場所

兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

大型放射光施設 SPring-8 BL23SU RI 実験棟

(2) 納入条件

据付調整後渡し

7.検収条件

納入場所に納入、据付調整後、員数検査及び外観検査の合格を以って検収とする。

8.グリーン購入法の推進

8.1 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)が発生する場合は、これを採用するものとする。

8.2 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。

9.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。

10.その他

受注者は原子力機構内施設へ製作物を設置する際に異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、受注者による原因分析や対策検討の結果について機構の確認を受けること。