



大型放射光施設 標準型2結晶X線分光器

STANDARD DOUBLE CRYSTAL X-RAY MONOCHROMATOR for SPring-8

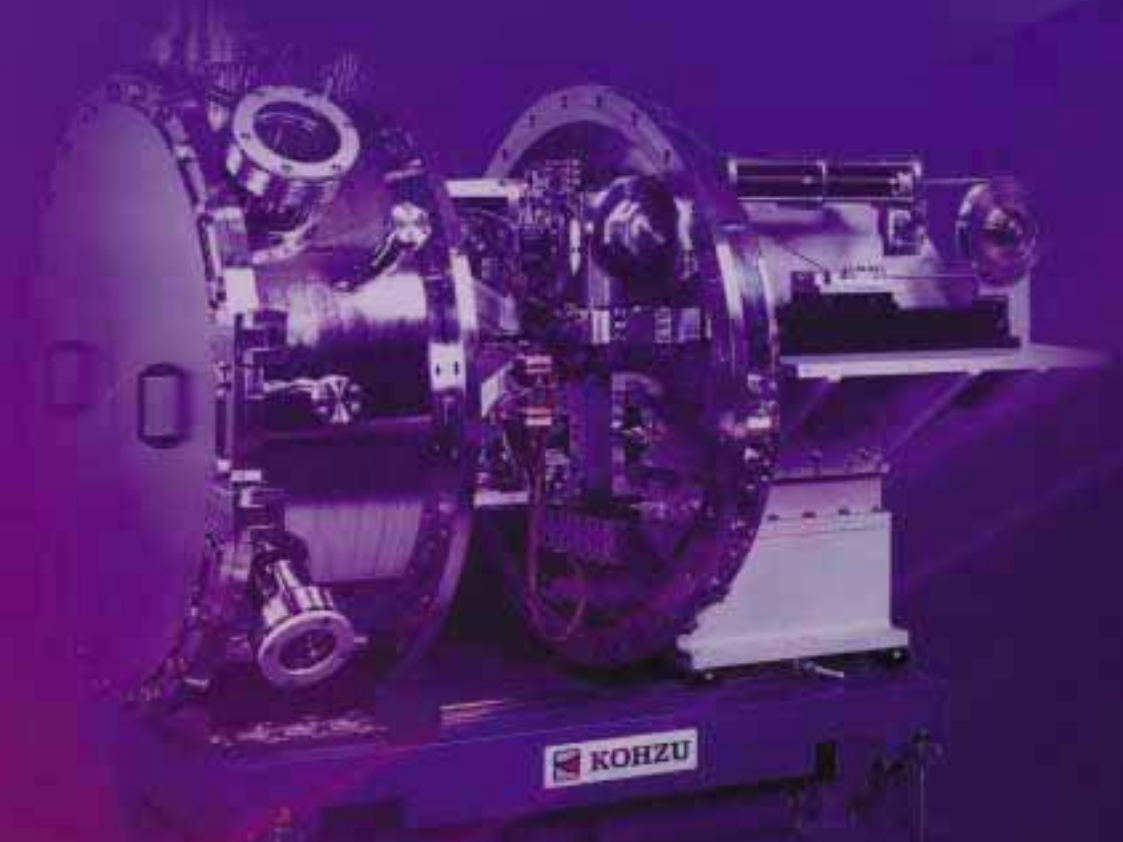
神津精機株式会社

〒215-8521 神奈川県川崎市麻生区栗木2-6-15
電話 044-981-2131 FAX 044-981-2181

KOHZU Precision Co, Ltd.

2-6-15 Kurigi, Asao-ku, Kawasaki City, Kanagawa, 215-8521, JAPAN
Phone: +81-44-981-2131 Fax: +81-44-981-2181

e-mail: sale@kohzu.co.jp Web: www.kohzu.co.jp



概要

一般的に放射光施設においては、二結晶分光器に入射した白色X線は、分光されて一定のオフセットを持った入射光と平行な出射光となります。この時、入射角を掃引しても出射光の光軸が変化しないことが求められます。また出射X線のエネルギーの選択は少数のモータを動かすことによって実現されることが望まれます。

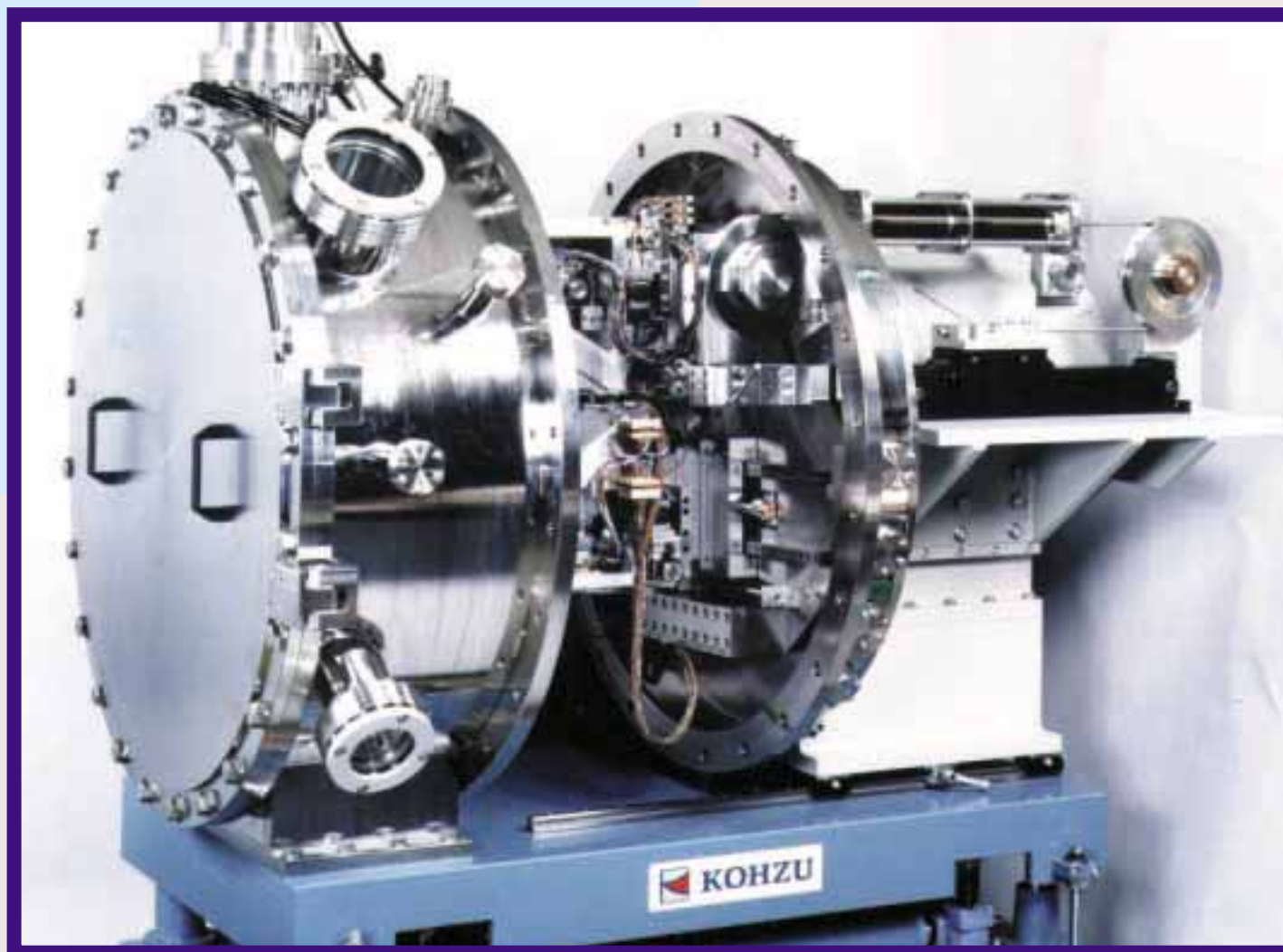
そこで弊社では、第1、第2結晶ホルダーが共通の回転テーブル上に乗せ、カムによって定位置出射をもたらすデザインを採用しました。本分光器には、回転傾斜型と可変傾斜型の2つの異なるタイプの分光器がありますが、それぞれの結晶ホルダー調整機構の一部を除き、共通の機構となっています。

主軸の回転中心は第2結晶の表面にあり、エネルギーを変えるための主軸の回転に伴うビームの高さの変動は、第1結晶の平行移動とそれに伴うカムによる上下方向の移動により行います。これにより、出射ビームのエネルギーは第2結晶の回転角度、すなわち、主軸の回転と正確に対応します。また、熱的な変化やエネルギーの変化により起こりうる第1結晶と第2結晶の平行度のズレは、第1結晶ホルダーの精密煽り機構により補正されます。

総合的な仕様

ブラッグ角範囲	3°~25°
オフセット	30mmはね上げ
真空度	10 ⁻⁶ Torr

全てのモーター駆動軸には動作限界スイッチが付いています。



大型放射光施設 標準型2結晶X線分光器 STANDARD DOUBLE CRYSTAL X-RAY MONOCHROMATOR for SPring-8

General

As it is usual for synchrotron radiation facilities, X-ray double crystal monochromator produces a monochromatic exit beam, running parallel to incident white X-ray beam with fixed offset. It is required, that optical axis of the exit beam does not shift during a change of the exit beam energy produced by change of the crystal orientation, or the angle of incidence. In addition, it is desirable to change the energy of the exit beam by actuating least number of motors.

Here we offer our standard cam type monochromator with 1st and 2nd crystal holders placed on common rotating table. The design meets above described requirements and allows to have the exit beam in desired position. The monochromator is being produced in two modifications, either with "rotating inclined" or "variable inclined" geometry. Nevertheless, the design is the same except the crystal holder adjustment mechanics.

Main rotational axis coincides with the surface plane of the 2nd crystal. Shift of the 1st crystal position with respect to the incident beam, which would be caused by simple rotation of the table around the main axis is compensated by vertical motion of the 1st crystal guided by the cam. Then, the energy of the exit beam is determined only by the rotation angle without any displacement of the crystals with respect to the beam. Any thermally or mechanically caused distortions of the crystal parallelism can be corrected by precision tilting mechanism installed on the 1st crystal holder.

General Specification

Bragg angle range	3°~25°
Beam offset	30mm upwards
Vacuum degree	10 ⁻⁶ Torr

Every motor driven movement is secured by limiting switches.

INDEX

概要 General	P1~2
各調整機構仕様 Adjustment Mechanisms Specification	
1.主軸 軸 Main Rotation Axis	P3~4
2.第1結晶部 First Crystal Part	P5~6
3.第2結晶部 Second Crystal Part	P7~8
4.架台部 Supporting Structure	P9
結晶冷却 Crystal Cooling	P10
真空関係 Vacuum System	P11
オプション Options	P12
全体図 General View	P13~14

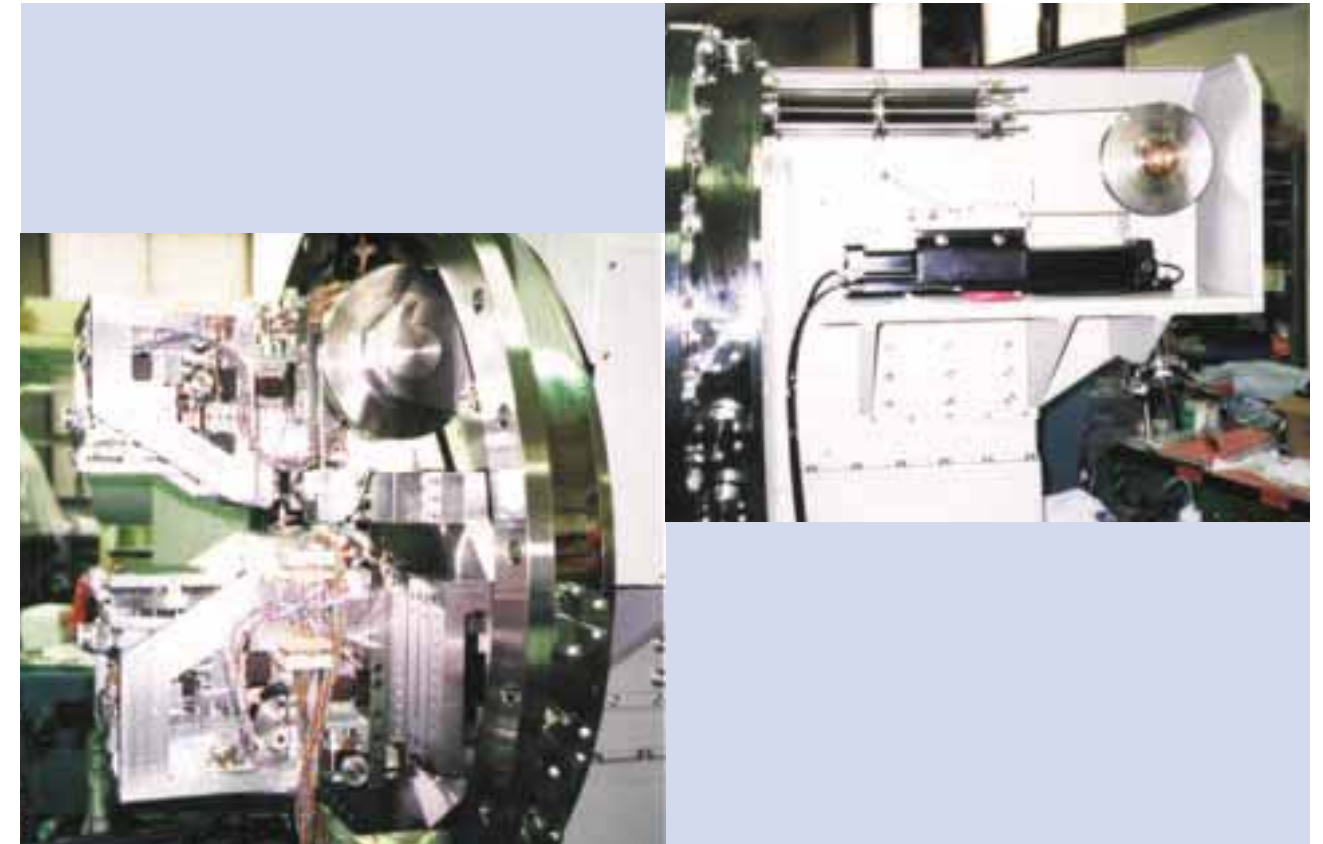
1.主軸 軸 Main Rotation Axis

主軸 軸は、この分光器の要となる部分です。理由は、真空中の全ての調整機構を載せたターンテーブルを、真空を封止しながら、ブラッグ角を決めるため高精度で回転させなければならないからです。しかしながら弊社はこの同様な基本構造を持った分光器を国内外に30台以上製造した実績があり*、その確立された技術には定評があります。さらに当製品は、低角を多用するために結晶間の距離が長くなり、モーメント荷重が強くなることによる、主軸の精度への悪影響を防ぐため、独特のモーメント荷重キャンセル機構**を装備しています。

Main rotation axis is the most important part of the monochromator. It is because the high precision movement of the rotating table with all adjusting mechanisms in order to set the Bragg angle must be provided without breaking the vacuum. Nevertheless, our company possess the necessary technology, since we produced more than 30 monochromators based on the same principle, which are being successfully used* in Japan and abroad. Although the design of the monochromator is basically similar to that of other similar devices, it supposes the operation mainly at small angles of incidence. In this case, the distance between the crystals is large, and hence the load moment applied to the monochromator mechanism is large as well. In order to eliminate the resulting effect on the performance, the device is equipped with our peculiar moment load cancellation mechanism **.

* T.Ishikawa, SPring-8 Annual Report (JASRI, 1996) p.30.

** 特許申請中 patent application submitted



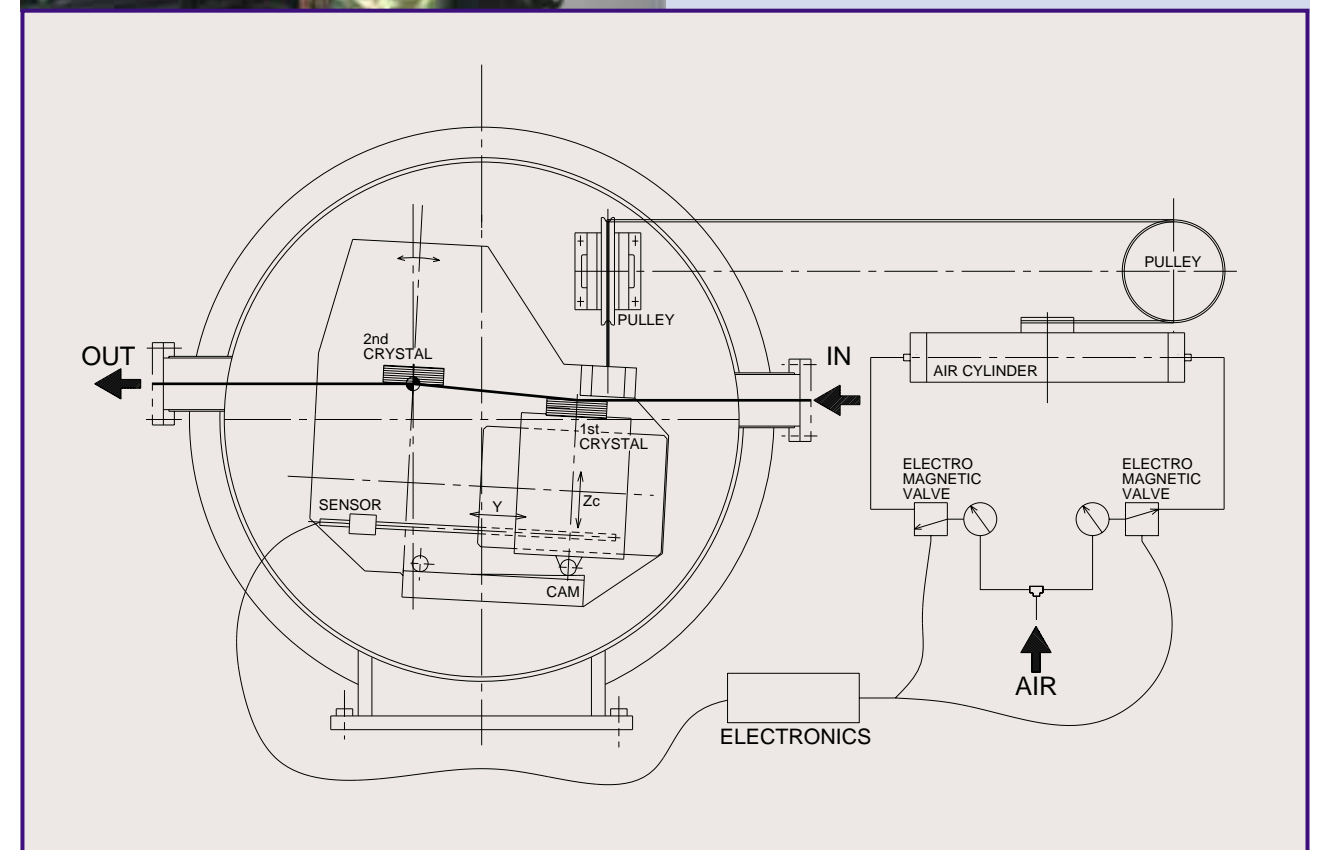
機構部仕様 Specification of the mechanism parts

アクチュエーター Actuator	5相ステッピングモーター 5 phase stepping motor
角度範囲 Angular range	0°~30°
分解能 Resolution	0.1 /step
角度再現性 Angular repeatability	±2
バックラッシュ Backlash	2 以内 within 2
駆動機構 Drive mechanism	2段減速ウォームギヤ式 2 step speed reduction worm gear

特徴 Characteristic feature

- 1.冷却水配管を軸中心に通すため、エンコーダーはドーナツ型の、ハイデンハイン社製 ERO - 725 (1 読み) を使用しています。
- 2.モーメント荷重キャンセル機構を装備しています。

- 1.In order to pass the cooling water tubes through the central axis, the doughnut-type encoder Heidenhain ERO-725 (1 reading) is being used.
- 2.The moment load cancellation mechanism is included.



2. 第1結晶部 First Crystal Part

第1結晶調整機構は結晶ホルダー調整機構と、定位置出射をするための平行移動ステージ及びカムステージ部で構成されています。

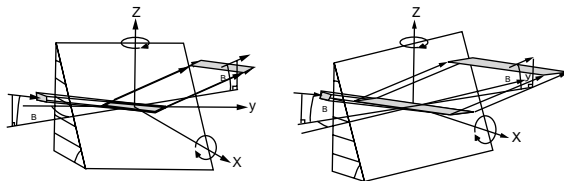
第1結晶ホルダーは、水平面内 1回転機構を境に、可変傾斜型と回転傾斜型に分かれています。但しx1軸は双方に同様のものを使用します。平行移動ステージは、真空対応磁歪式アブソリュートリニアセンサーにより、位置制御が出来ます。

First crystal adjustment mechanism consists of the crystal holder adjustment mechanics, translation stage and the cam stage. The latter two parts secure desired position of the exit beam.

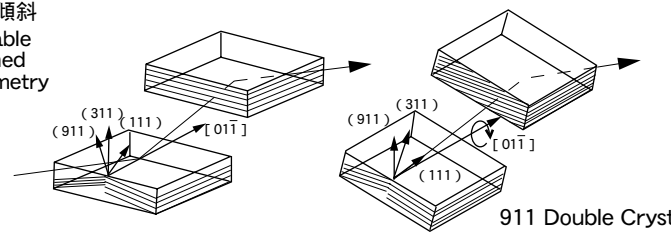
The holder adjustment mechanism, mounted on the horizontal 1-axis rotation stage, differs for the rotating inclined and variable inclined geometry except for x1-axis translation stage.

The translation stage motion can be controlled by vacuum compatible absolute linear motion magnetic sensor.

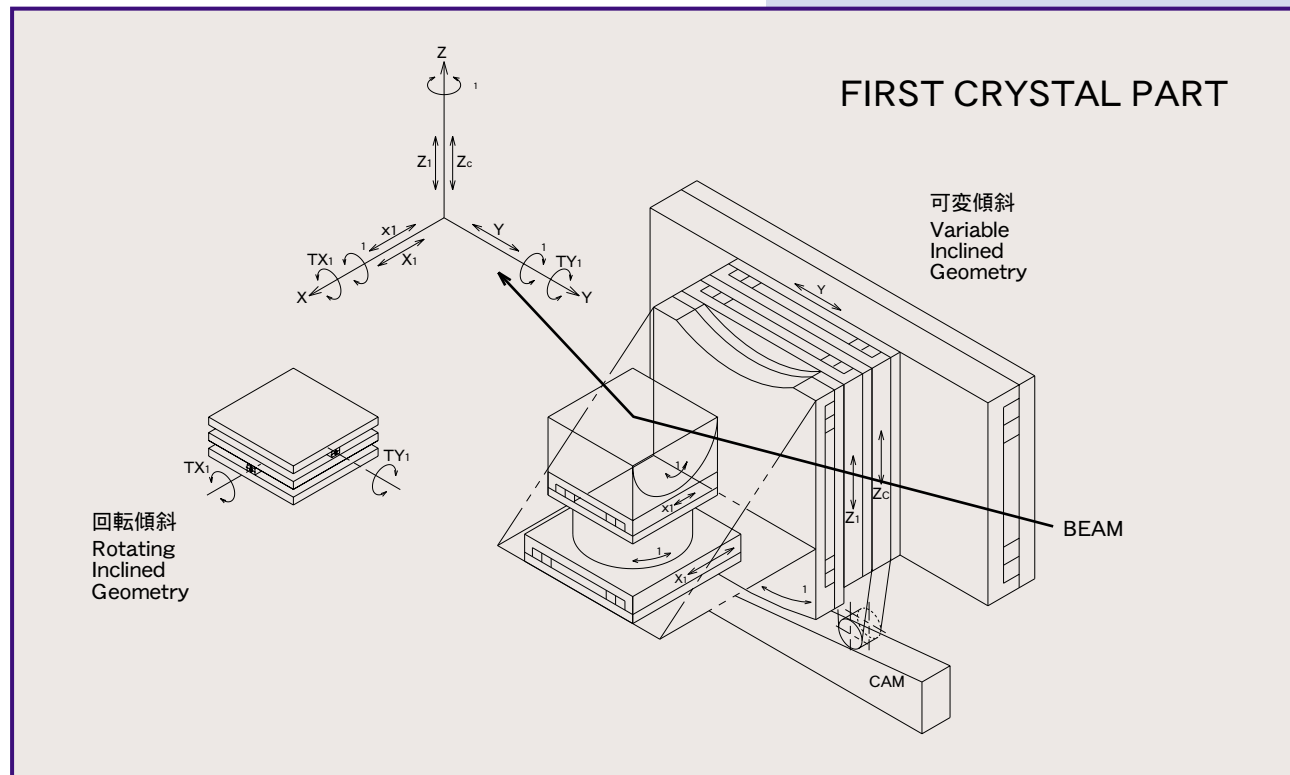
回転傾斜
Rotating
Inclined
Geometry



可変傾斜
Variable
Inclined
Geometry



911 Double Crystal



結晶駆動部の仕様 Crystal motion drive part specification

平行移動ステージ Y軸 Y-axis translation stage

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	270mm
分解能 Resolution	1 μm/step
位置決め精度 Positioning accuracy	±0.5 μm (with a feedback control)
真直度 Straightness	4 /stroke (ヨーイング、ピッチング共) (yawing, pitching)
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	精密ボールネジ precision ball screw
特徴 Characteristic feature	磁気式原点センサー付 position origin magnetic sensor is provided

カムステージ Zc軸 Cam Zc-axis stage

アクチュエーター Actuator	Y軸側方に付いているカムによる motion guided by cam attached nearby the Y-axis
ストローク Stroke	±3mm
真直度 Straightness	0.5 以内(ヨーイング、ピッチング共) within 0.5 /stroke (yawing, pitching)
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide

上下移動ステージ Z1軸 Up-down Z1-axis translation stage

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	(- 10 ~ +5) mm
分解能 Resolution	0.1 μm/step
ヨーイング Yawing	1 /stroke
位置決め精度 Positioning accuracy	±0.5 μm
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	精密送りネジ precision feed screw
機能 Function	結晶表面の高さ位置合わせ adjustment of the crystal surface height

ブラッグ角精密調整機構 1軸 Bragg angle 1-axis precision adjustment mechanism

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーターと フィードバック機能付きピエゾ vacuum compatible stepping motor and piezodrives with a feedback
ストローク Stroke	粗動 モーター coarse (motor) ±3° 微動 ピエゾ fine (piezo) ±14
分解能 Resolution	0.01 /step (モーター motor) 0.001 /step (ピエゾ piezo)
ガイド方式 Guidance system	半円型精密ボールレースガイド semi-circular type precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	タンジェンシャルバー式 tangential bar system

結晶の左右方向の煽り TX1軸 回転傾斜型用 Left/right TX1-axis crystal tilting (used in rotating inclined geometry)

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±2°
分解能 Resolution	0.01 /step
微動機構 Fine motion mechanism	2枚板煽り式 two-plate tilting

左右移動ステージ X1軸 Left-right X1-axis translation stage

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±5mm
分解能 Resolution	0.05 μm/step
位置決め精度 Positioning accuracy	±0.5 μm
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	精密送りネジ precision feed screw
機能 Function	面内回転軸位置合わせ adjustment of the rotation axis within the plane of the crystal surface

面内回転機構 1軸 In-plane 1-axis rotation mechanism

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±5°
分解能 Resolution	0.5 /step
角度再現性 Angular repeatability	±1 以内 within ±1"
ガイド方式 Guidance system	アンギュラーベアリングガイド angular bearing guide
送り機構 Feed mechanism	タンジェンシャルバー式 tangential bar system

左右平行移動ステージ x1軸 Left-right x1-axis translation stage

アクチュエーター Actuator	マイクロメーターヘッド(手動) micrometer head (manual)
ストローク Stroke	±5mm
分解能 Resolution	目盛り 10 μm/scale unit
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	精密送りネジ precision feed screw
機能 Function	結晶の面内回転との軸合わせ adjustment of the rotation axis with respect to the plane of the crystal surface

結晶を傾かせる機構 1軸 可変傾斜型用 1-axis crystal inclination mechanism (used in variable inclined geometry)

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	(- 15° ~ +30°)
分解能 Resolution	0.2 /step
ガイド方式 Guidance system	円弧状精密クロスローラーガイド precision cross roller arc guide
送り機構 Feed mechanism	ウォームギヤ式 worm gear

結晶の前後方向の煽り TY1軸 回転傾斜型用 Forward/backward TY1-axis crystal tilting (used in rotating inclined geometry)

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±2°
分解能 Resolution	0.01 /step
微動機構 Fine motion mechanism	2枚板煽り式 two-plate tilting

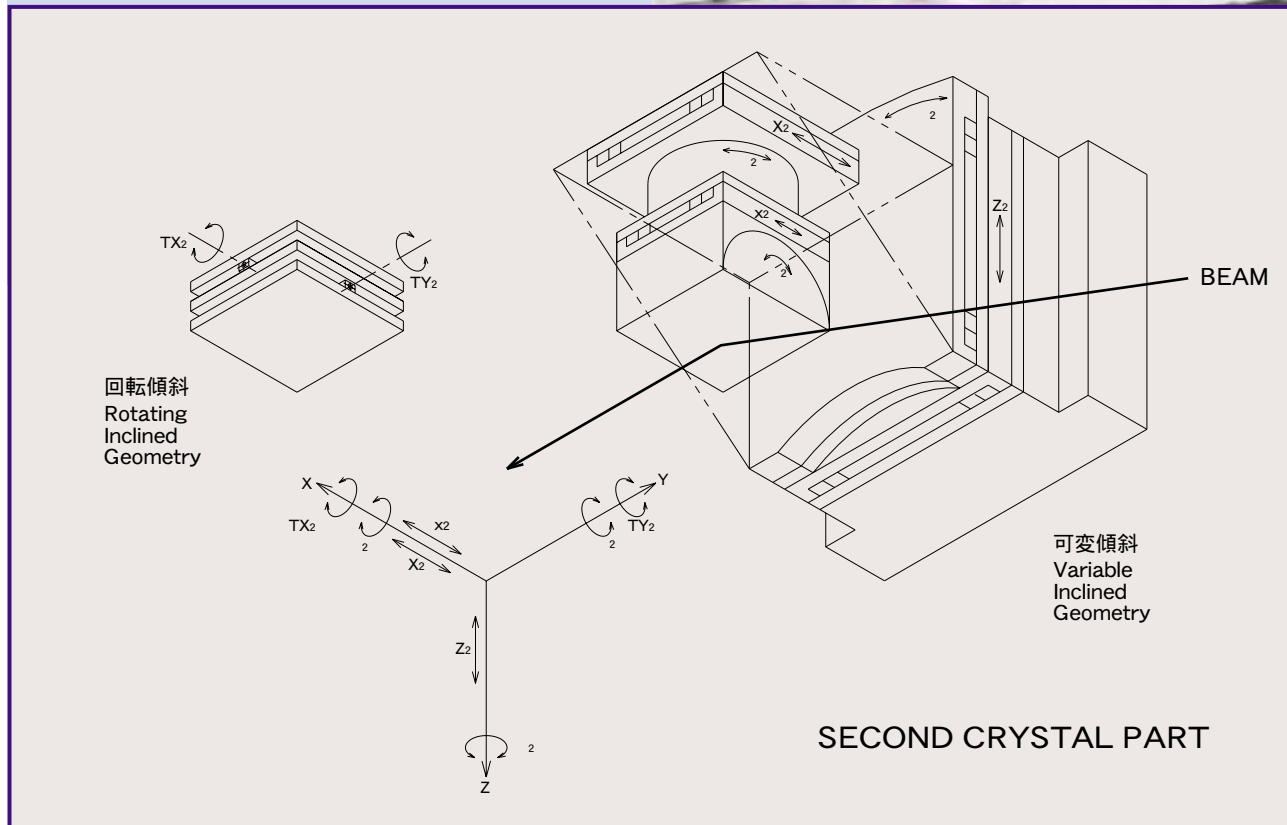
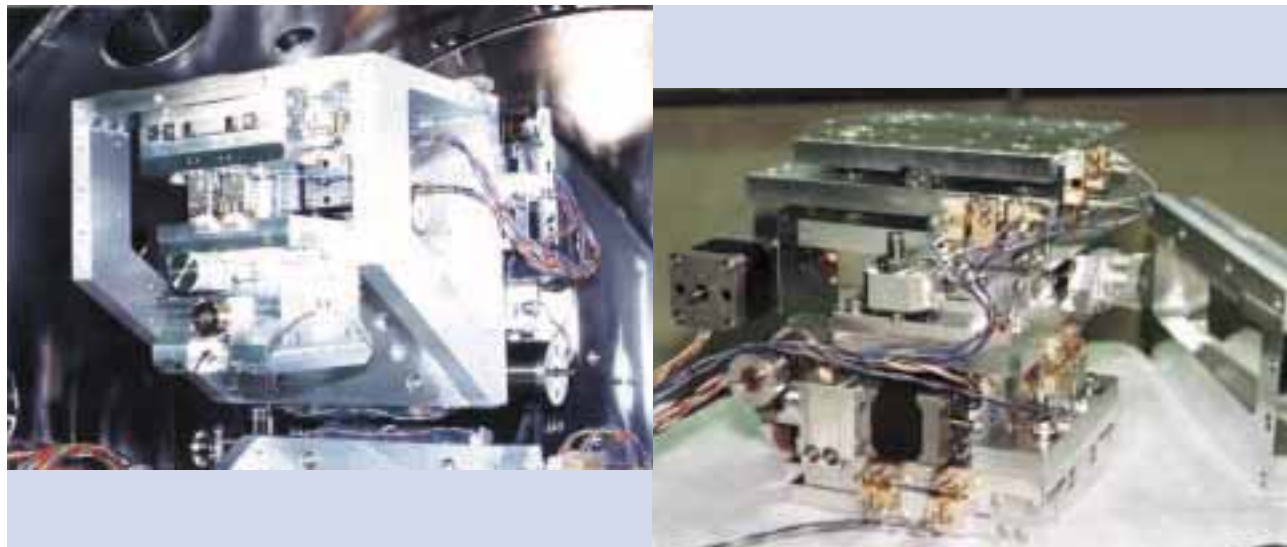
3.第2結晶部 Second Crystal Part

第2結晶調整機構は、結晶ホルダー調整機構ステージ部からなります。第2結晶は表面が主軸軸と一致するように配置されています。

第2結晶ホルダーは、水平面内 2回転機構を境に、可変傾斜型と回転傾斜型に分けられます。但しx2軸は双方に同様のものを使用します。

2nd crystal adjustment mechanism consists of the crystal holder motion stages. The function of this part is to adjust the relative position of the crystal surface with respect to the main rotation axis.

The holder adjustment mechanism, mounted on the horizontal 2-axis rotation stage, differs for the rotating inclined and variable inclined geometry except for x2-axis translation stage.



結晶駆動部の仕様 Crystal motion drive part specification

上下移動ステージ Z₂軸
Up-down Z₂-axis translation stage

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	(- 10 ~ + 5) mm
分解能 Resolution	0.1 μm/step
ヨーイング Yawing	1 /stroke
位置決め精度 Positioning accuracy	±0.5 μm
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	精密送りネジ precision feed screw
機能 Function	結晶表面の高さ位置合わせ adjustment of the crystal surface height

ブラッグ角精密調整機構 2軸
Bragg angle 2-axis precision adjustment mechanism

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±3 °
分解能 Resolution	0.1 /step (motor)
ガイド方式 Guidance system	半円型精密ボールレースガイド semi-circular type precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	タンジェンシャルバー式 tangential bar system

左右移動ステージ X₂軸
Left-right x₂-axis translation stage

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±5mm
分解能 Resolution	0.05 μm/step
位置決め精度 Positioning accuracy	±0.5 μm
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	精密送りネジ precision feed screw
機能 Function	面内回転軸位置合わせ adjustment of the rotation axis within the plane of the crystal surface

結晶の左右方向の煽り TX₂軸 回転傾斜型用
Left/right TX₂-axis crystal tilting (used in rotating inclined geometry)

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±2 °
分解能 Resolution	0.01 /step
微動機構 Fine motion mechanism	2枚板煽り式 two-plate tilting

面内回転機構 2軸
In-plane 2-axis rotation mechanism

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±5 °
分解能 Resolution	0.5 /step
角度再現性 Angular repeatability	±1 以内 within ±1
ガイド方式 Guidance system	アンギュラーベアリングガイド angular bearing guide
送り機構 Feed mechanism	タンジェンシャルバー式 tangential bar system

左右平行移動ステージ x₂軸
Left-right X₂-axis translation stage

アクチュエーター Actuator	マイクロメーターヘッド(手動) micrometer head (manual)
ストローク Stroke	±5mm
分解能 Resolution	目盛り 10 μm/scale unit
ガイド方式 Guidance system	精密ボールレースガイド precision ball race guide
送り機構 Feed mechanism	精密送りネジ precision feed screw
機能 Function	結晶の面内回転との軸合わせ adjustment of the rotation axis with respect to the plane of the crystal surface

結晶を傾かせる機構 2軸 可変傾斜型用
2-axis crystal inclination mechanism (used in variable inclined geometry)

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	(- 15 ° ~ + 30 °)
分解能 Resolution	0.2 /step
ガイド方式 Guidance system	円弧状精密クロスローラーガイド precision cross roller arc guide
送り機構 Feed mechanism	ウォームギヤ式 worm gear

結晶の前後方向の煽り TY₂軸 回転傾斜型用
Forward/backward TY₂-axis crystal tilting (used in rotating inclined geometry)

アクチュエーター Actuator	真空用ステッピングモーター vacuum compatible stepping motor
ストローク Stroke	±2 °
分解能 Resolution	0.01 /step
微動機構 Fine motion mechanism	2枚板煽り式 two-plate tilting

4. 架台部 Supporting Structure

架台部構成 Supporting structure design

架台は2つの部分で構成されています。上部は軟鋼製の定盤でチャンバーが直接付き、主軸回転部がレールで引き出せるようになっています。下部は溶接構造の台で、上下左右の調整機構が付くようになっています。

Supporting structure is made of two parts. The upper part is a mild steel plate, which carries directly the vacuum chamber. The plate is equipped with rails to move the main rotation axis support with the mechanics.

The lower part is a welded structure support equipped with the Up/Down - Left/Right adjustment mechanisms.

調整軸仕様 Adjustment mechanics specification

上下移動 Z_b軸
Up/Down Z_b axis translation

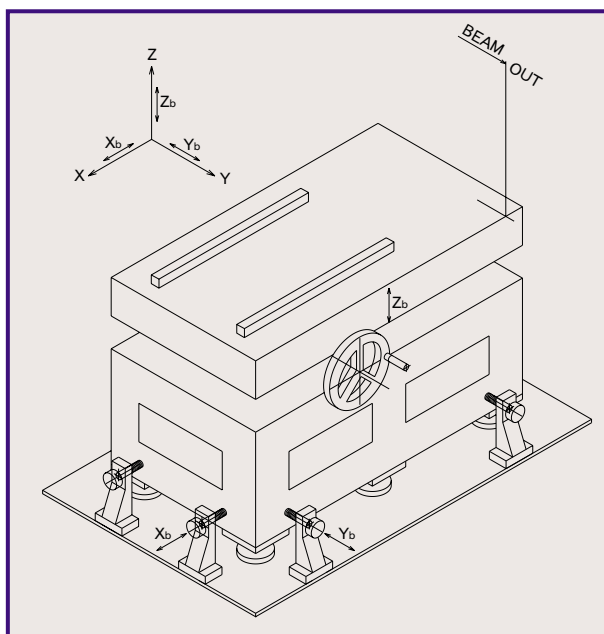
アクチュエーター Actuator	ステッピングモーター Stepping motor
ストローク Stroke	±20mmmm
分解能 Resolution	0.5μm/step
位置決め精度 Positioning accuracy	±2μm
ガイド方式 Guidance system	リニアブッシュガイド linear bush guide
送り機構 Feed mechanism	精密ジャッキ precision jack
機能 Function	分光器全体の高さを調整します。 Adjustment of vertical position of the whole monochromator

水平出し ティルト
Horizontal alignment tilting

位置決め精度 Positioning accuracy	±5
機能 Function	分光器をビームラインに設置する時に、分光器本体が水平になるように調整します。 Adjustment of horizontality of the whole monochromator during the installation in a beamline.

前後左右移動 X_bY_b軸
Forward/Backward - Left/Right X_b, Y_b axis translation

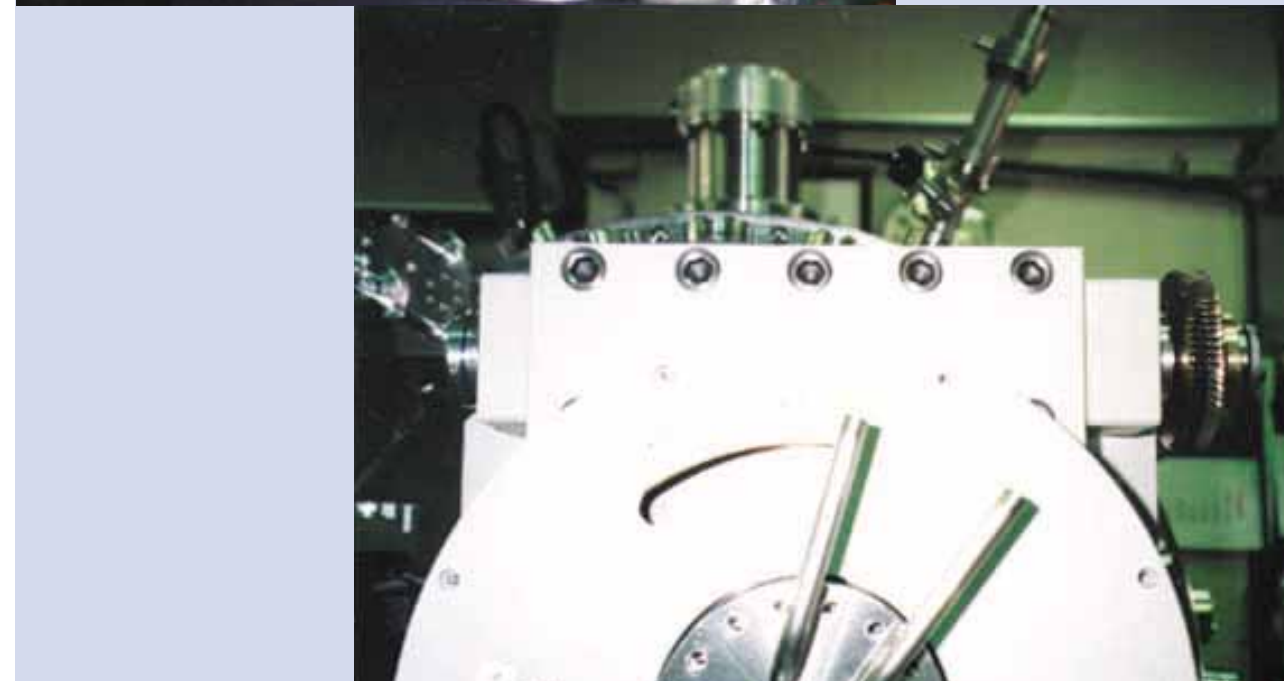
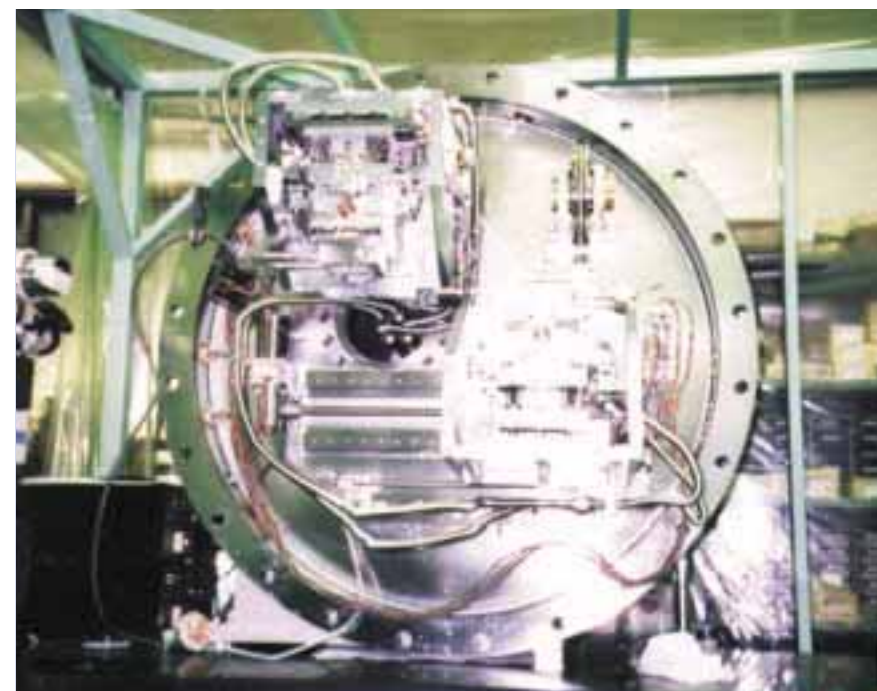
アクチュエーター Actuator	ボルト Bolts
ストローク Stroke	±20mmmm
位置決め精度 Positioning accuracy	±2mmmm
機能 Function	分光器をビームラインに設置する時に、全体を光軸に位置合わせします。 Adjustment of the relative position of the whole monochromator with respect to the beam during the installation.



冷却水配管 Cooling water tubing

第1・第2結晶冷却用の配管は、真空チャンバー中ではフレキシブルチューブを使用しています。真空中の継ぎ手は、ケイジョンのVCRフィッティングを使用しています。第1結晶用には1/2インチの継ぎ手、第2結晶用には1/4インチの継ぎ手を使用しています。

Flexible tubes are used inside the vacuum chamber for cooling water supply to the both crystals. The tubing connection in the vacuum is provided by VCR fitting. The joint size is 1/2 inch for the 1st and 1/4 inch for the 2nd crystal cooling system.



真空チャンバー構成 Vacuum Chamber Design

真空チャンバーは第1結晶部から第2結晶部のものを内蔵する容器です。材質はSUS304を使用しています。光軸上流から下流を見て右側のフランジを主軸が通り抜け、真空側主軸の先に第1結晶部から第2結晶部のものをマウントした回転テーブルが取付けられています。

主軸の回転導入シールは磁性流体シールを使用しています。

大口径フランジのシールはバイトンシールを使用しています。

Both crystal adjustment mechanisms are enclosed inside vacuum chamber body, covered with two large size flanges. Material of the chamber is SUS 304 stainless steel. The main axis shaft passes through the right side flange, if to look on the system from the beam source. The rotating table containing the adjustment mechanics of the both crystals is mounted on the vacuum side of the shaft.

The main axis shaft is passed to the vacuum chamber through a ferrofluid seal. Both left and right large size flanges are sealed by Viton seals.

真空チャンバー仕様 Vacuum chamber specification

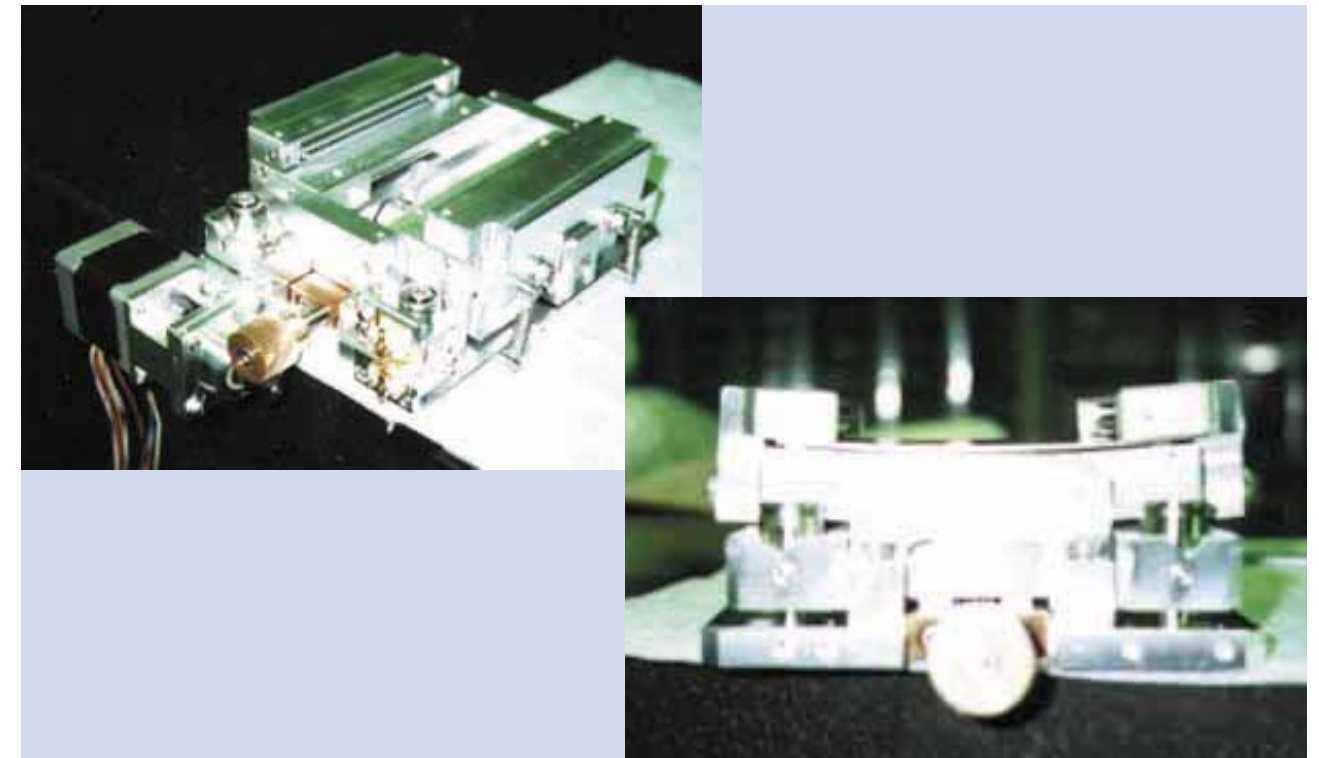
ビームパスフランジ Beam pass flange	ICF 152
ビューポート Viewports	チャンバー胴体部5カ所のICF 152とICF 203のフランジに付いています。鉛3mm当量の鉛入りガラスカバーが窓の大気側に付いています。 Viewports are mounted on the ICF 152 and ICF 203 flanges at 5 locations of the chamber body. Glass windows are covered by leaded glass with thickness equivalent to 3mm of lead on the atmospheric side.
電流導入端子 Electrical feedthroughs	主軸側の大フランジに、真空用ステッピングモーター及びピエゾ用としてICF 70のフランジを10個用意しております。 10 electrical feedthrough on the ICF 70 flanges for vacuum stepping motors and piezodriver are located on the main axis side of the chamber.
サービスポート Service ports	真空ゲージ、リークポート、真空排気口用にサービスポートが3個付いています。 There are 3 service ports for vacuum gauge, leak testing and venting. The size and the position of each port shall be discussed with the customer.

ベーキングと真空度 Baking and Ultimate Pressure

本分光器はベーキング対応にはなっていません。ターボ分子ポンプにより 10^{-6} Torrに到達します。

The monochromator is not baking type. Minimum achievable pressure is 10^{-6} Torr by turbomolecular pump.

結晶ベンディング機構 Crystal Bending Mechanism



液体窒素結晶冷却 LN₂ Crystal Cooling System



全体図 General View

