

真空対応ステージガイド

Understanding Vacuum Compatible Stage

はじめに

Introduction

「真空対応ステージ」は、真空中で耐えうる材料や部材を使用し、高い位置決め精度・高剛性を維持した汎用位置決めステージです。ステージの本体にはアルミニウム素材、案内部にはステンレス、メネジ、ウォームホイール部にはリン青銅などの金属や、真空対応の絶縁材・潤滑材などを使用しています。これらの材料の選択や製造工程には、これまで弊社が放射光施設、半導体露光、宇宙関連の装置開発で培ってきたノウハウが結集されています。また、検査や包装も十分に管理された環境のもとで行われています。

ここに記載されているステージ以外でもエンコーダの取り付けや、超高真空対応製品などのご要望がございましたら、弊社営業部までお問い合わせ下さい。

'Kohzu vacuum-compatible stages' are precise and durable positioning instruments ideally suited for the extreme requirements imposed by high-vacuum environments. Our vacuum-compatible stages exhibit performance characteristics comparable to those of Kohzu standard motion products. Kohzu vacuum-compatible stages are manufactured, assembled, inspected and packaged under highly controlled conditions. Since proper selection is at the core of vacuum-compatibility, Kohzu engineers only specify low outgas metals, plastics, lubricants and components... materials are limited to aluminum, stainless steel, and phosphor bronze.

Kohzu's years of developing customized vacuum-compatible solutions for synchrotron radiation research, semiconductor lithography and space development applications have yielded a vacuum-compatible motion instruments product line of unsurpassed quality, reliability and performance. Ultra high vacuum oil-free lubrication as well as high-precision linear and angular encoders can be provided on request. Please feel free to contact us for all your high and ultrahigh vacuum needs.

到達圧力、残留ガス、放出ガス速度の計測 Vacuum Test Results

テスト用の真空容器にステージを挿入した場合と、ステージなし(バックグラウンド)の場合で、到達圧力の時間変化、残留ガス分析、放出ガス速度の計測結果を示します。

- Ultimate System Pressure
- Residual Gas Analysis
- Outgas Rate

A small chamber was prepared to conduct these three vacuum tests. Vacuum chamber is first tested empty before introducing Kohzu's MVSA07A-RT vacuum-compatible swivel stage.

■ 計測条件
試験ステージ: MVSA07A-RT

■ 計測機器
テスト用真空容器: (容積: 18ℓ)

■ 真空ポンプ
ターボ分子ポンプ
(セイコー精機社製、型式: SPT-400 400ℓ/sec)
スクロールポンプ
(アネスト岩田社製、型式: ISP-250B 250ℓ/min)

■ 真空ゲージ
B-A 形電離真空計
(アネルバ社製、ミニチュアゲージMG-2F, コントローラMIG-430)
四重極型質量分析計(アネルバ社製、型式: M-100QA-M)
計測条件: フィラメント電流2.5mA,
2次電子増倍管印加電圧1400V

■ Test Equipment
Stage: MVSA07A-RT¹

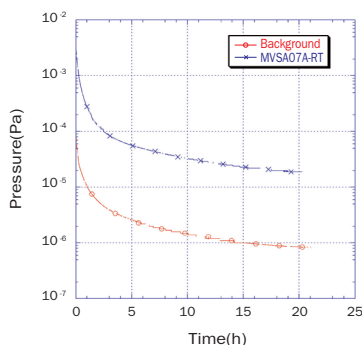
■ Chamber Volume: 18ℓ
Pump: 400ℓ/sec, Turbo Molecular²
Pump: 250ℓ/min, Scroll³

■ Gauge: Bayard-Alpert Ion Type⁴
RGA: Quadrupole Mass Spectrometer⁵

1. Kohzu 70mm stage, Medium Vacuum Compatible
2. Seiko Seiki SPT-400
3. Anesto Iwata ISP-250B
4. Anelva MG-2F with MIG-430 Controller
5. Anelva M100QA-M, 2.5mA filament current, 1400V induced voltage at 2nd electron multiplier.

1. 圧力の時間変化 Ultimate System Pressure

図1 真空到達度(試験ステージありとバックグラウンド)
Fig. 1 Pressure vs. Time

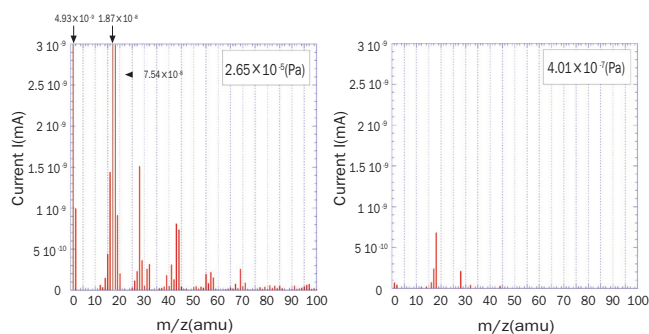


2. 四重極型質量分析計を使用した残留ガス測定 Residual Gas Analysis

四重極型質量分析計では、気体分子の質量m (amu) (amuはatom mass unitの略)を電荷量z(整数)で割ったものを観測します。

ステージを真空容器に入れた場合には、水素、水、炭化物、窒化物などに加えて、潤滑剤が由来と思われる炭化水素ガスや炭化フッ素ガスも観測されます。これらのガスは、常温では圧力にほとんど寄与しませんが、温度を上げると蒸発量が多くなり影響を与えます。超高真空下での使用には、炭化水素ガスや炭化フッ素ガス放出の少ない固体潤滑を採用し、ベーキング対応の材質に変更を推奨します。

Quadrupole mass spectrometer detects mass to charge ratio (m/z), where most elements detected are hydrogen, water, carbon and nitrogen compounds. Additionally trace amounts of hydrocarbon and carbonate fluorine are detected and directly attributed to the vacuum grease used to lubricate our stages. The partial pressures of trace contaminants represent a small contribution to overall system pressure. However, outgassed contaminants will increase as stage temperature rises. If ultra high vacuum conditions are required, we offer customized oil-free stages fitted with materials and lubricants suitable for baking. Kohzu can address all of your vacuum requirements, including those for UHV motion applications.



試験ステージ
Sample Stage

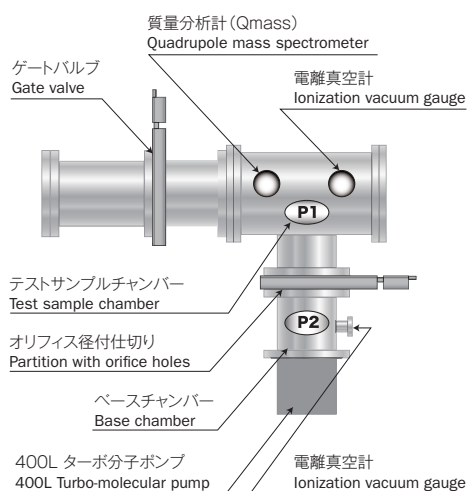
バックグラウンド
Back Ground (without sample stage)

図2 残留ガス分析結果

試験ステージあり(ベーキングなし)とバックグラウンド(ベーキング150°C10時間)

Fig. 2 After introducing stage (no baking) and After baking chamber for 10hrs. at 150°C (without stage)

3. 放出ガス速度(オリフィス法) Gas Emission Velocity (Orifice method)



テストサンプルチャンバーP1と、排気系に至るベースチャンバーP2の間に仕切りを設けます。その仕切りには微細穴があり、P1、P2に圧力差が生じるようにしています。P1、P2の圧力を測定し、その圧力差を調べることでサンプルからのガス放出速度が導き出されます。実際には、真空容器の表面でもガスの放出・吸着が起こるので、まずチャンバーが空の状態でのデータをバックグラウンドとして測定します。そのデータを差し引いた上で、試料からの正味のガス放出速度を求めます。

A partition is installed between the test sample chamber P1 and base chamber P2 that is connected to the exhaust system. The partition has fine holes that generate a pressure difference between P1 and P2. By measuring the pressure of P1 and P2 and examining the pressure difference, the gas emission velocity from the sample can be obtained. Since emission and adsorption occur also on the surface of the vacuum equipment, first perform measurements with empty chambers for control data. Calculate the net gas emission velocity from the sample by subtracting the control data.

$$Q=C\{(P1-P2)-ground\}(\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{sec})$$

(ground: サンプルが入っていない時のチャンバーの差圧)

Q: 放出されるガス速度 C: コンダクタンス P: チャンバーが空の時の差圧

(ground: Differential pressure in chamber without sample)

Q: Gas emission velocity C: Conductance P: Differential pressure with empty chambers

真空対応ステージガイド

Understanding Vacuum Compatible Stage

真空内で使用する際の注意点

How to use in vacuum

容器の排気について

真空ポンプの選定・取り付けには、真空容器の容積、内部装置からのガス放出量、排気系のコンダクタンスを考慮して下さい。また包装からステージを取り出した後は、長時間大気に曝すことは避け、早めに真空下に設置して下さい。

モーターの発熱によるベーキング効果

真空内では、大気中と異なり対流による熱伝導はほとんどありません。このため、主にモーターから発生した熱により、以下のような現象が起こります。

1. 潤滑剤の蒸発による真空容器内の劣化(圧力上昇など)
2. ベアリング部の焼きつき
3. 熱膨張による影響(ステージに熱が逃げるため、大気中よりも熱膨張の影響を受けやすくなる)

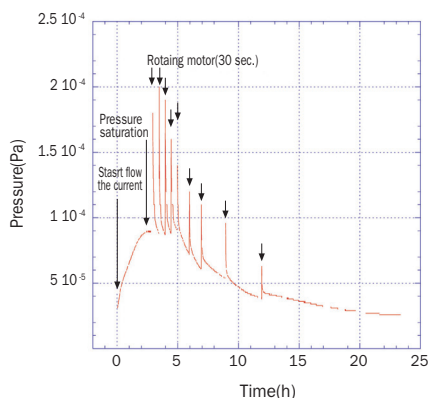


図3 モーターの励磁・回転と圧力上昇
Fig. 3 Pressure vs. Time (while cycling motor)

圧力を低く保つには…

To improve or maintain minimum system pressure...

1. 使用する前に慣らし運転して、ガスを放出しておく。
2. 停止時の励磁電流を必要最低限に抑える。

• Vacuum Chamber

Consideration must be given to vacuum vessel volume, content outgas rate and the system's pumping conductance.

• Vacuum Handling

Minimize exposure of vacuum-compatible stages to atmo-spheric conditions. After unpacking, install vacuum-compatible stages into a vacuum chamber as soon as possible.

• Motor Heating

Heat conductivity and dissipation are significantly reduced in a vacuum environment. This will lead to over-heating of in-vacuum stepper motors if operated continuously for long periods of time. Motor overheating will lead to a rise in system pressure caused by the evaporation of motor-bearing lubricants. Evaporation of motor-bearing lubricants can in turn lead to premature bearing failure.

Furthermore, it might be easy occurred for dimensional instability produced by thermal gradients and different coefficients of thermal expansion.

左のグラフは、真空容器の中に真空対応ステージに使用しているモーターを挿入し、圧力変化を調べた結果で、モーターを励磁するとある時間を過ぎた時点で圧力が飽和します。そのあとモーターを回転させると、回転中は圧力が急激に上昇しますが、しばらくするとすぐに元の状態に戻ります。これを繰り返すことにより、圧力が低くなっていきます。

The left graph shows pressure change over time as an in-vacuum stepper motor is powered 'On' and 'Off' inside a vacuum chamber. According to the data collected, after starting a current flow to an in-vacuum motor, system pressure will increase until reaching a saturation point. If the motor generates in every 30 seconds, the pressure level is getting higher immediately, but after that, the pressure returns to lower level. By repeating the motor running, the pressure is going down a gradually.

1. Running in-vacuum motors as previously described
2. Maintain lowest possible motor holding currents

より高精度を追求するには…

To improve or maintain maximum positional accuracy...

1. モーターの温度を逃がすような工夫を施す。もしくは、モーターとステージの間を断熱する。
2. リニアエンコーダや回転エンコーダを組み込み、フィードバック制御する。

ステージによっては、断熱材やエンコーダが取り付けられないものもあります。詳しくは営業部までお問い合わせ下さい。

1. Reduce motor heating by minimizing power 'On' cycles and holding current. Or, install thermal insulation between motor and motion mechanics
2. Add optional, vacuum-compatible, linear or angular encoders with feedback control.

Some stages can not be fitted with insulating spacers or encoders. Please contact us for more information on stage options and functionality.