

ALD6 ダイヤフラム・バルブ 技術情報

適用範囲

この技術情報は、ノーマル・クローズ型 Swagelok® ALD6 ダイヤフラム・バルブに関するデータです。

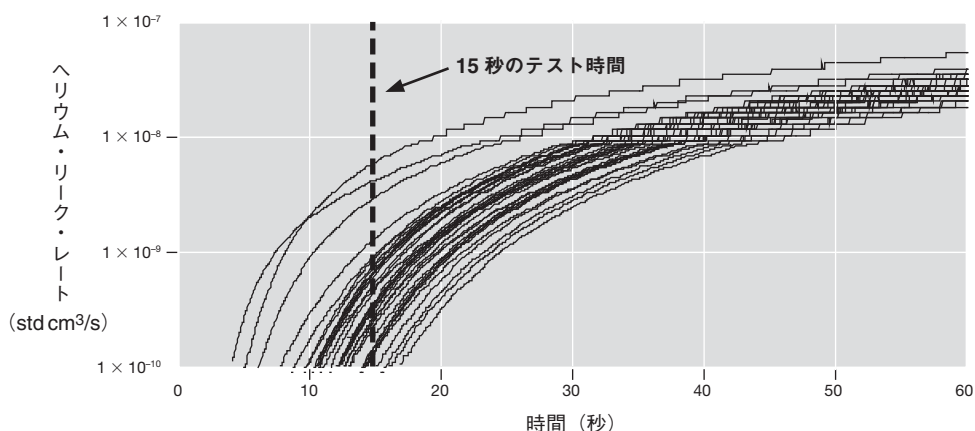
以下の事項について記載しています。

- シート部のヘリウム・リーク・テスト
- バルブ流量一貫性分析
- 実験室でのサイクル・テスト
- アクチュエーターの断熱およびバルブの熱反応性
- パーティクル・カウント
- 残留イオン濃度
- 表面仕上げ
- 水分分析
- 炭化水素分析
- バルブ作動の応答性に関して

なお、パーティクル・カウント、水分分析、炭化水素分析に関するデータは、超高純度工程仕様 (Swagelok SC-01 仕様) (MS-06-61-EJ) に基づき、超純水を用いて洗浄したバルブのテスト結果です。

シート部のヘリウム・リーク・テスト

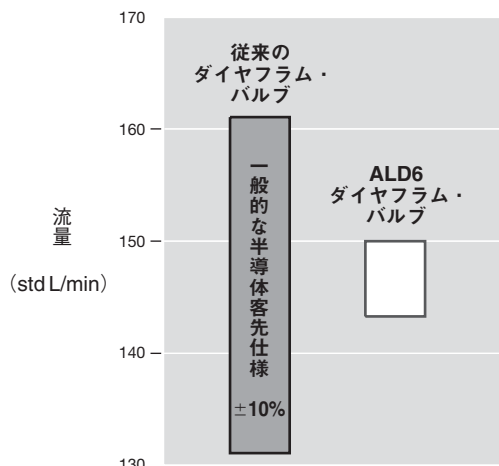
超高純度工程仕様 (Swagelok SC-01 仕様) (MS-06-61-EJ) の Swagelok ALD6 バルブのシート部には、SEMI-F1 に基づき、インボード・ヘリウム・リーク・テストを行いました。テストを行ったバルブ 36 個のヘリウム透過反応については、15 秒間で規定の 1×10^{-8} std cm³/s のリーク・レートを著しく下回るという良好な結果を得ました。



バルブ流量一貫性分析

Swagelok ALD6 バルブは、均一な流量を保持できるよう工場設定されています。SEMI F32 に基づいて標準製造組み立てのバルブ 48 個にテストを行った結果、測定された流量の差は、6% 未満でした。

- 一次側圧力：0.034 MPa
- 差圧：0.034 MPa
- 20°C にて



実験室でのサイクル・テスト

管理された実験室条件下にて、Swagelok ALD6 バルブのサイクル・テストを行いました。外周部のシール性能を評価するために、全バルブに電氣的にモニターを行いました。シート部のシール性能、外周部のシール性能、流量、アクチュエーターのシール性能の評価は、一定の時間間隔でバルブを取り外して行いました。

なお、これらのテスト結果は、実際の使用における最低サイクル数を保証するものではなく、上記の実験室条件下では、早期に不具合を起こす可能性が低いということを示すものです。実験室でのテストは、実際の使用状況を再現することはできません。そのため、実際の使用において同じ結果となることを保証するものではありません。

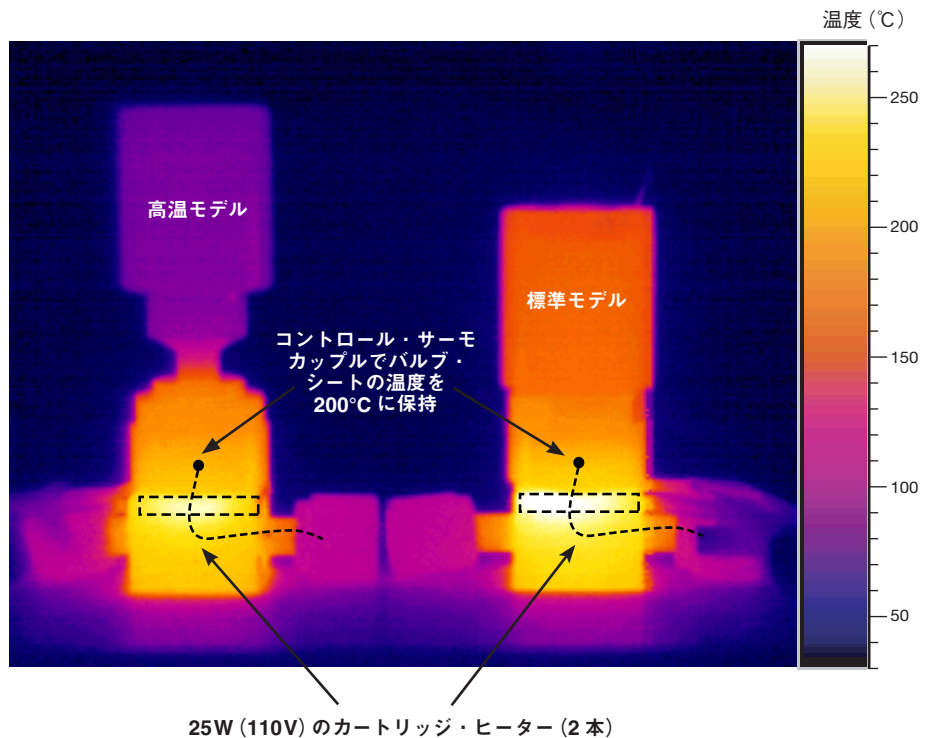
バルブ・モデル	標準 (ALD6)				高温 (ALD6T)
	数量	16	16	16	16
ガス	ろ過されたドライ窒素ガス				
外部 (オープン) 温度 (°C)	20	20	120	120	20
バルブ・ボディ温度 (°C)	20	20	120	120	200
アクチュエーター温度 (バルブ開閉中に測定) (°C)	37	37	127	127	90
バルブ圧力	0.24 MPa	真空	0.24 MPa	真空	0.24 MPa
サイクル頻度	1秒につき 10 サイクル、 作動におけるデューティー・サイクルは 50%				
累積サイクル数 (単位: 100 万サイクル)	25 中断	100 中断	25 中断	25 中断	25 中断
測定バルブ流量 ^① (20°C にて)	変化なし	変化なし	変化あり <6%	変化あり <4%	変化あり <6%
外周部の漏れ ^{②③} > 1 × 10 ⁻⁹ std cm ³ /s (ヘリウム)	1 (1600 万サイ クルにて)	なし	なし	なし	なし
シート部の漏れ ^{②④} > 1 × 10 ⁻⁷ std cm ³ /s (ヘリウム)	1 (2500 万サイ クルにて)	なし	なし	なし	なし
アクチュエーターの 空気の漏れ ^② > 1 L/min (作動圧力: 0.55 MPa にて)	なし	なし	なし	なし	なし

- ① 変化なし: テストを行ったすべてのバルブにおいて、流量に変化はみられなかったか、または規定内の流量変化であった。
 ② なし: テストを行ったすべてのバルブにおいて、検知範囲内での漏れが見られなかったか、または規定内の漏れであった。
 ③ 外周部の漏れは、1600 万サイクルの時点で発生した。ワイブル解析によれば、95% のコンフィデンスで、バルブが 2500 万開閉サイクルを超えるという信頼性: 95% (流体: 窒素、圧力: 0.24 MPa 以下、温度範囲: 20 ~ 22°C の場合)、2500 万サイクルという平均故障時間 (MTTF): 0.6%
 ④ 2500 万サイクルにて、3.0 × 10⁻⁷ std cm³/s (ヘリウム) のシート部の漏れが発生した。

アクチュエーターの断熱およびバルブの熱反応性

Swagelok ALD6 バルブの熱反応性は、赤外線 (IR) ビデオ・カメラを用いて評価しました。右の写真は、2 個のバルブ (アクチュエーターを断熱したものとししないもの) の温度分布を表しています。ヒーター・カートリッジをバルブ・ボディに挿入し、温度調節器を用いてバルブ・ボディの温度を 200°C に保持しました。

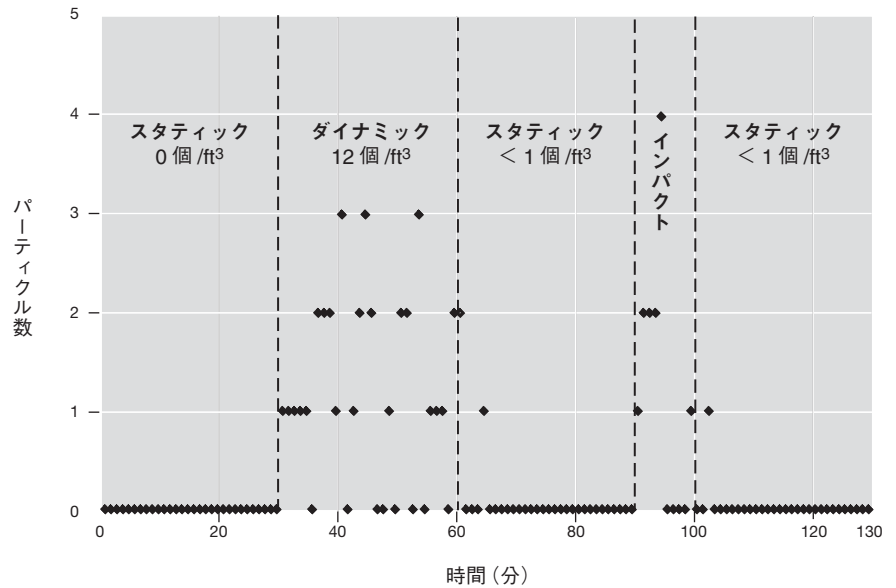
バルブの IR 画像は、断熱カップリングを使用した場合にアクチュエーター温度が著しく低下したことを示しています。また、断熱カップリングを用いると、バルブ・ボディにおける温度が均一となり、流路に低温部や高温部ができるのを抑制します。さらに、バルブ・ボディが加熱される用途では、断熱カップリングを用いることで、バルブの温度を一定に保持するための電力を削減できるという利点もあります。



パーティクル・カウント

ASTM F1394 に基づくパーティクル・カウント

パーティクル・カウントに関するテストでは、ASTM F1394 に基づいて、 $0.02\ \mu\text{m}$ を超えるサイズのパーティクル数を測定しました。Swagelok ALD6 バルブから生じるスタティック（静状態）・パーティクル数は、SEMI E49.8 で規定されている $1\ \text{ft}^3$ につき 20 個未満という基準を満たしています。

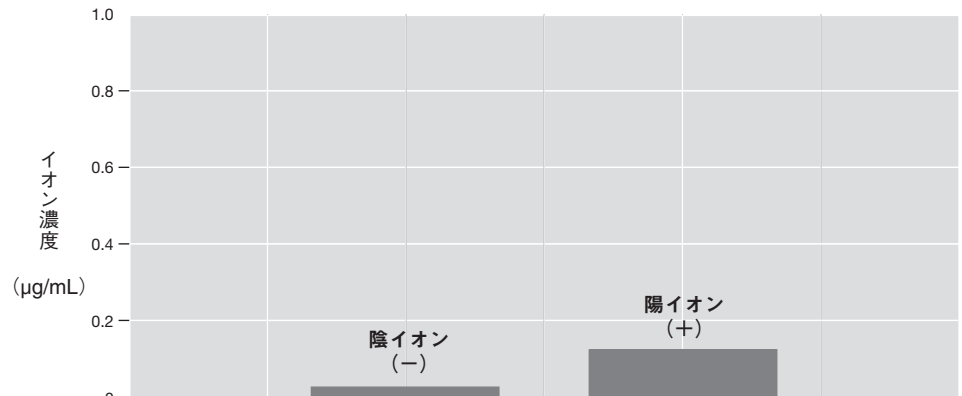


残留イオン濃度

残留イオン・コンタミネーションは、非常に少ないことがわかります (Swagelok SC-01 仕様のバルブの場合、 $1\ \mu\text{g}/\text{mL}$ 未満)。

ASTM F1374 に基づいて、Swagelok ALD6 ダイヤフラム・バルブのテストを行いました。

- 各バルブに、超純水を充填しました。
- 充填後 24 時間を経てテスト・サンプルを抽出し、分析を行いました。



陰イオン (-)	陽イオン (+)
フッ素化合物	リチウム
塩化物	ナトリウム
硝酸塩	アンモニア
リン酸塩	カリウム
硫酸塩	マグネシウム
	カルシウム

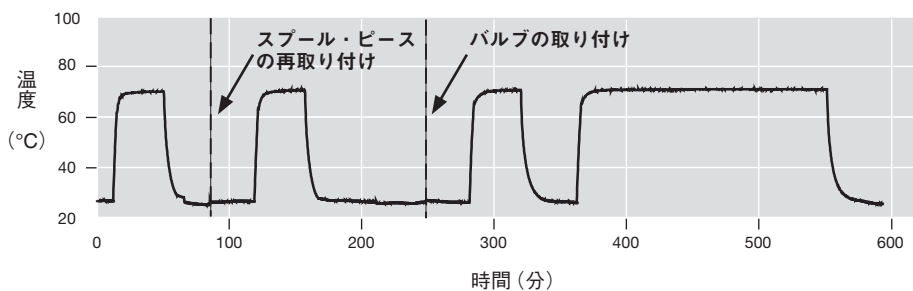
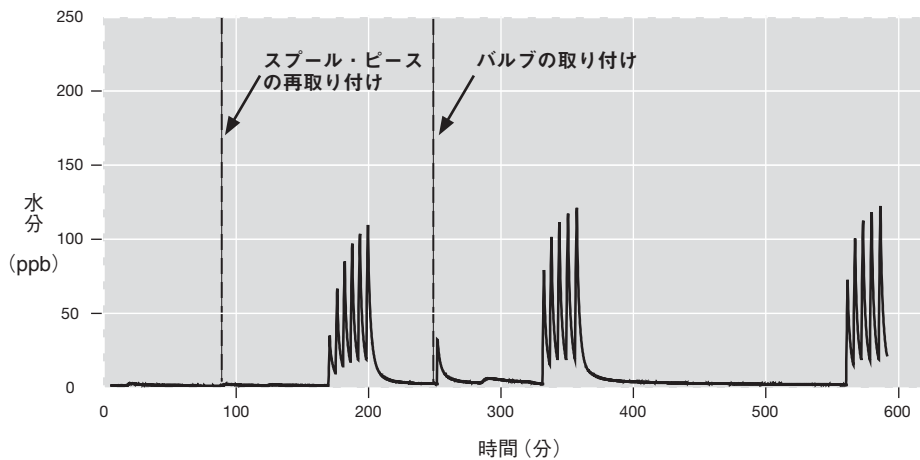
表面仕上げ

超高純度工程仕様 (Swagelok SC-01 仕様) (MS-06-61-EJ) に記載されているとおり、スウェージロックでは、統計的プロセス・コントロール (SPC) により、均一に表面を仕上げています。超高純度工程仕様の Swagelok ALD6 バルブの接ガス部の表面粗さは、平均値で $0.13\ \mu\text{m}$ (R_a) の仕上げとなっています。

水分分析

Swagelok ALD6 バルブは、10分以内に200 ppbの水分スパイクから回復しました。SEMI E49.8のガイドラインでは1時間となっているため、これは非常に早い回復スピードです。Swagelok SC-01仕様の製品の水分分析は、SEMASPEC 90120397B-STD ガイドラインに基づいてテストを行いました。

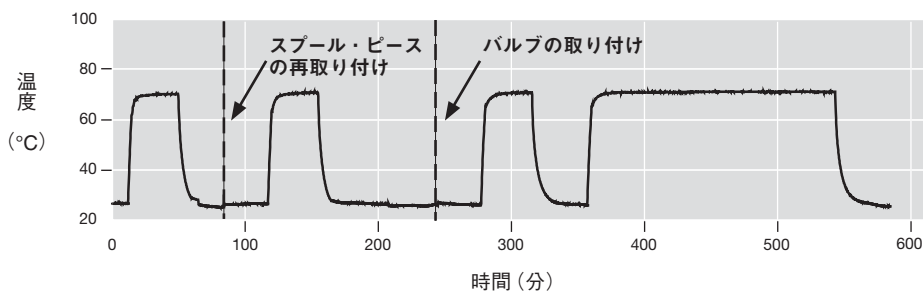
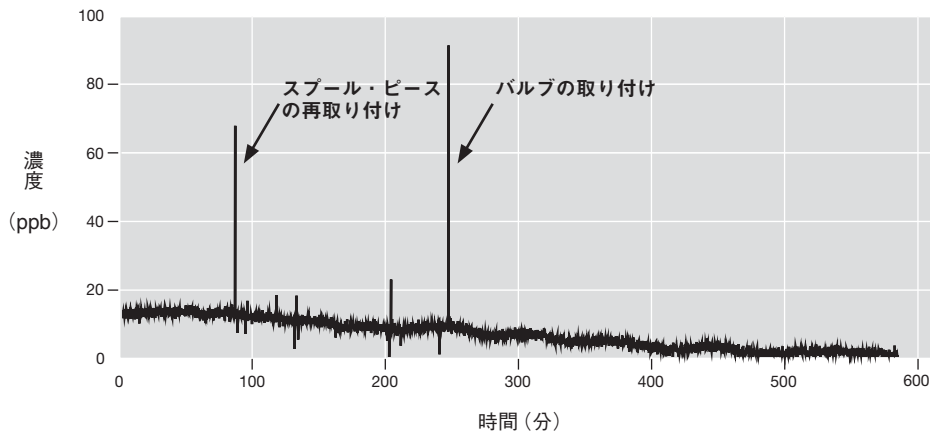
下段のグラフは、システムの水分感度を向上させるため、テスト中のバルブに適用された温度上昇パターンを示しています。



炭化水素分析

Swagelok ALD6 バルブの残留炭化水素量は、テスト装置によって作り出したバックグラウンド・レベルの範囲内でした。Swagelok SC-01仕様の製品の炭化水素分析は、SEMASPEC 90120396B-STD ガイドラインに基づいて行います。

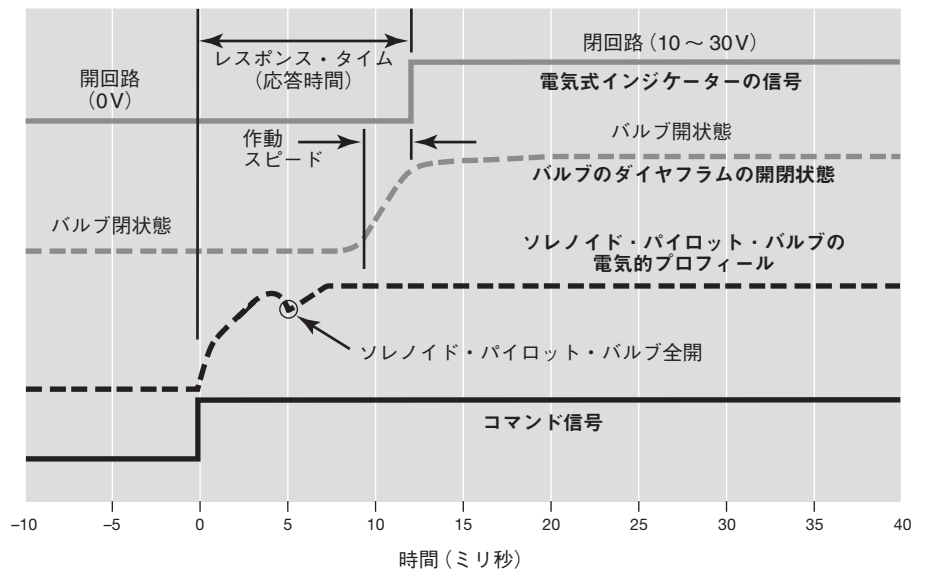
下段のグラフは、システム内の残留炭化水素を除去するため、テスト中のバルブに適用された温度上昇パターンを示しています。



バルブ作動スピード

Swagelok ALD6 バルブの作動スピードは、オシロスコープと線形可変変換器 (LVDT) をバルブのダイヤフラムに直接接合させて電氣的に測定しました。バルブがオープン時のプロフィールを、コマンド信号、ソレノイド・パイロット・バルブの応答、オプションの電気式インジケータからの信号と比較したところ、バルブの作動スピードは5ミリ秒未満、レスポンス・タイム (応答時間) は15ミリ秒未満でした。

- MAC®34B-AAA-GDFC ソレノイド・パイロット・バルブ
- 作動圧力：0.48 MPa
- ソレノイド・パイロット・バルブからアクチュエーターへのチューブ：外径サイズ 1/8 インチ×肉厚 0.41 mm×長さ 76.2mm
- ソレノイド・パイロット・バルブ一次側へのチューブ：外径サイズ 1/4 インチ×肉厚 1.6 mm
- ソレノイド・パイロット・バルブの排気ポートに制限はありません。

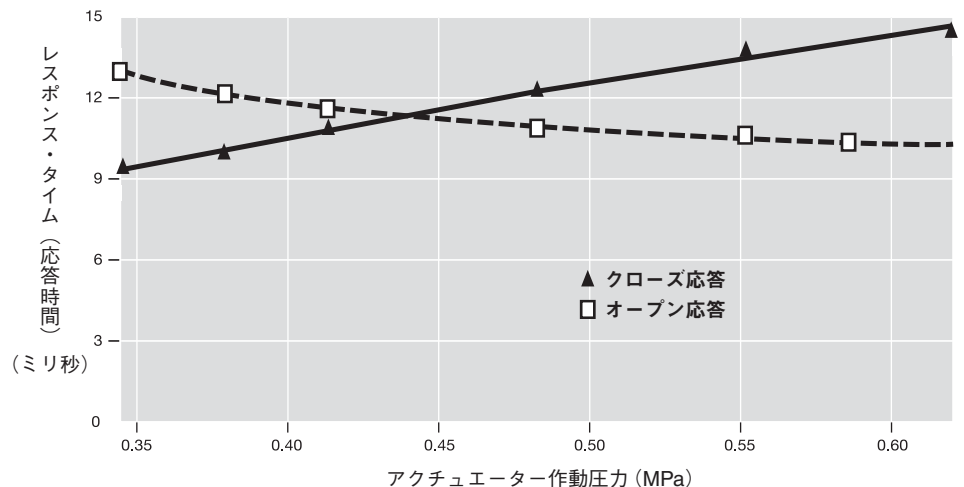


作動応答性とアクチュエーター供給圧力との関係

さまざまな供給圧力における Swagelok ALD6 ノーマル・クローズ型バルブの応答性を、オシロスコープと LVDT を用いて評価しました。作動圧力範囲の広域にわたり、バルブのオープン応答とクローズ応答の差は5ミリ秒未満でした。

空気供給圧力を増加させると、オープン応答が速まり、クローズ応答が遅くなります。空気供給圧力を減少させると、逆の状態になります。

- MAC 34B-AAA-GDFC ソレノイド・パイロット・バルブ
- ソレノイド・パイロット・バルブ一次側へのチューブ：外径サイズ 1/4 インチ×肉厚 0.41 mm
- ソレノイド・パイロット・バルブからアクチュエーターへのチューブ：外径サイズ 1/8 インチ×肉厚 0.41 mm×長さ 76.2mm
- ソレノイド・パイロット・バルブの排気ポートに制限はありません。
- 応答時間の記録は、ダイヤフラムの最大ストロークの中間位置で行いました。



特定の用途を想定した試験ではないため、実際に使用される条件下での結果については保証いたしません。また、実験室で行った試験のため、実際の使用条件を再現しているものではありません。圧力、温度などの技術情報につきましては、製品カタログをご参照ください。

参考文献

ASTM Standards^①

F1374 Standard Test Method for Determination of Ionic/Organic Extractables of Internal Surfaces — IC/GC/FTIR for Gas Distribution Systems Components

F1394 Standard Test Method for Determination of Particle Contribution from Gas Distribution System Valves

SEMATECH SEMASPEC^②

90120396B-STD Standard Test Method for Determination of Total Hydrocarbon Contribution by Gas Distribution Systems Components

90120397B-STD Standard Test Method for Determination of Moisture Contribution by Gas Distribution Systems Components

SEMI Standard^③

F1 Specification for Leak Integrity of High-Purity Gas Piping Systems and Components

E49.8 Guide for High-Purity and Ultrahigh-Purity Gas Distribution Systems in Semiconductor Manufacturing Equipment

F32 Test Method for Determination of Flow Coefficient for High-Purity Shutoff Valves

F70 Test Method for Determination of Particle Contribution of Gas Delivery System

スウェーデン仕様書

超高純度工程仕様 (Swagelok SC-01 仕様)
(MS-06-61-EJ)

① American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428, U.S.A.

② SEMATECH, Inc., 2706 Montopolis Dr., Austin, TX 78741, U.S.A.

③ Semiconductor Equipment and Material International, 3081 Zanker Road, San Jose, CA 95134, U.S.A.

安全な製品の選定について

安全にトラブルなく機能するよう、システム全体の設計を考慮して、製品をご選定ください。機能、材質の適合性、数値データなどを考慮し製品を選定すること、また、適切な取り付け、操作およびメンテナンスを行うのは、システム設計者およびユーザーの責任ですので、十分にご注意ください。

この日本語版技術情報は、英語版技術情報の内容を忠実に反映することを目的に、製作いたしました。日本語版の内容に英語版との相違が生じないように、細心の注意を払っておりますが、万が一相違が生じてしまった場合には、英語版の内容が優先されますので、ご注意ください。