

ダイヤフラム・バルブ DP シリーズ 技術情報

適用範囲

この技術情報は、Swagelok®ダイヤフラム・バルブ DP シリーズ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。

- 表面仕上げ
- インボード・ヘリウム・リーク・テスト (真空法)
- パーティクル・カウント
- 水分分析
- 炭化水素分析
- 残留イオン濃度
- 実験室でのサイクル・テスト

なお、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) 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。

パーティクル・カウントに関するデータは、Swagelok SC-01 仕様および太陽光発電工程仕様 (Swagelok SC-06 仕様) (MS-06-64) に基づき、洗浄したバルブを対比したものです。

Swagelok SC-01 仕様バルブおよび Swagelok SC-06 仕様バルブの残留イオン濃度に関するデータは、同等となります。

表面仕上げ

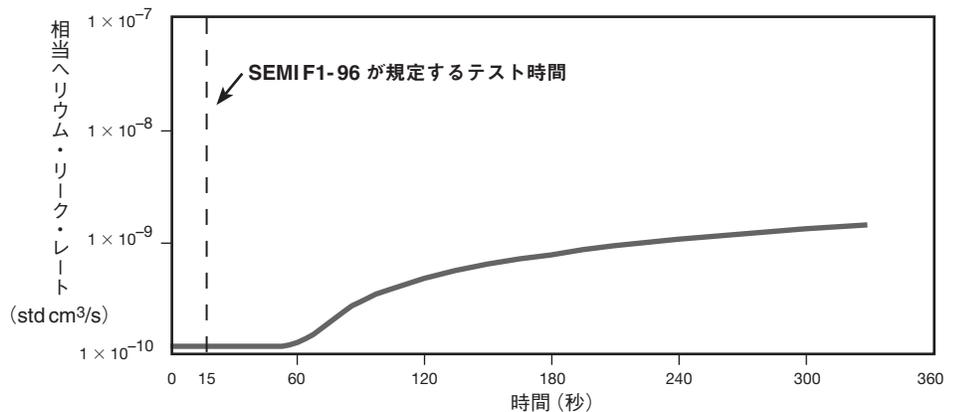
Swagelok SC-01 仕様に記載されており、スウェージロックでは、統計のプロセス・コントロール (SPC) により、均一に表面を仕上げています。Swagelok SC-01 仕様または特別なクリーニングおよびパッ

ケージング (Swagelok SC-11 仕様) を行った DP シリーズ・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。

インボード・ヘリウム・リーク・テスト (真空法)

Swagelok SC-01 仕様のバルブは、平均して 200 秒間、シート部において 1×10^{-9} std cm³/s 以下のヘリウム・リーク・レートを維持しました。これは、SEMI F1-96 が規定する 15 秒間のテスト時間を上回っています。この結果は、PCTFE 製シート・デザインが耐透過性に優れていることを示しています。

クラス 100 の環境下での組み立て後、ASTM E498、Method A に基づいて、バルブの規定の圧力値にてテストを行いました。

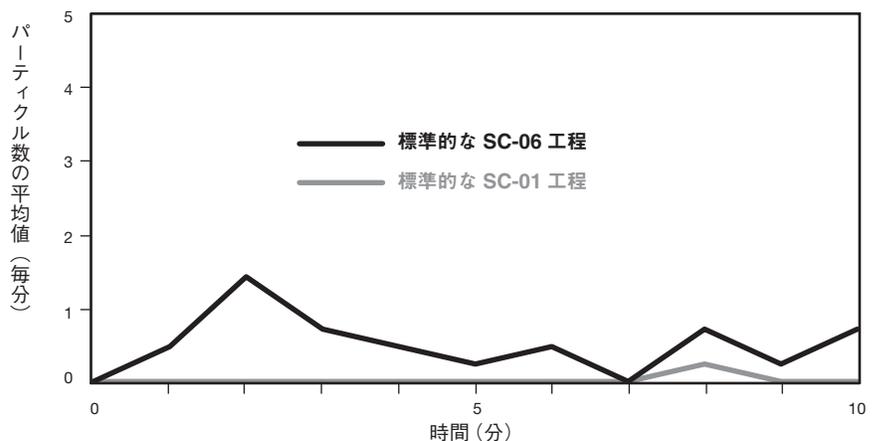


パーティクル・カウント

Swagelok SC-01 仕様および Swagelok SC-06 仕様の DP シリーズ・バルブから検出されたスタティック (静的)・パーティクル数は、非常に少なくなっています。

ASTM F1394 に基づいて、DP シリーズ・バルブのテストを行いました。

- クラス 100 クリーンルーム
- クラス 100 層流ベンチ
- 流量：67.9 std L/min
- サイズが $0.014 \mu\text{m}$ を超えるパーティクルのモニターを行っています。



水分分析

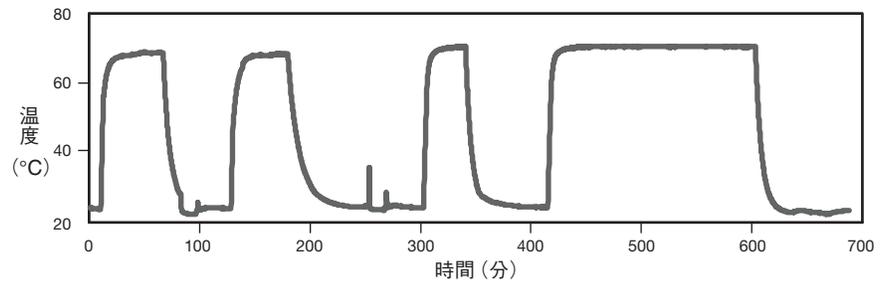
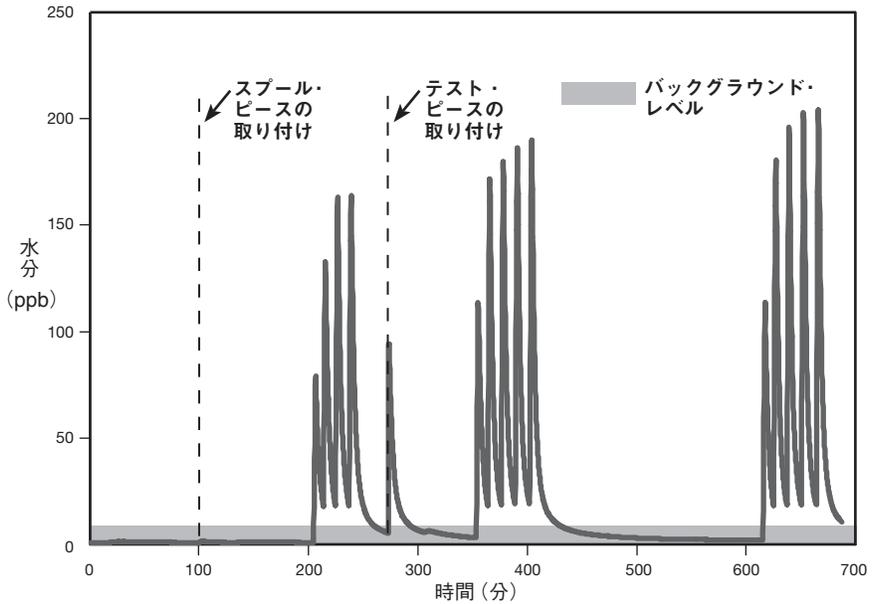
Swagelok SC-01 仕様のバルブは、30 分以内に 2 ppm の水分スパイクからバックグラウンド・レベルまで回復します。SEMI E49.8 の推奨では 4 時間となっているため、これは非常に早い回復スピードです。

SEMASPEC 90120397B-STD のガイドラインに基づいて、3 台の DP シリーズ・バルブのテストを行いました。

■ テスト・ガス：高純度窒素

■ 流量：1.28 std L/min(0.20 MPa にて)

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。

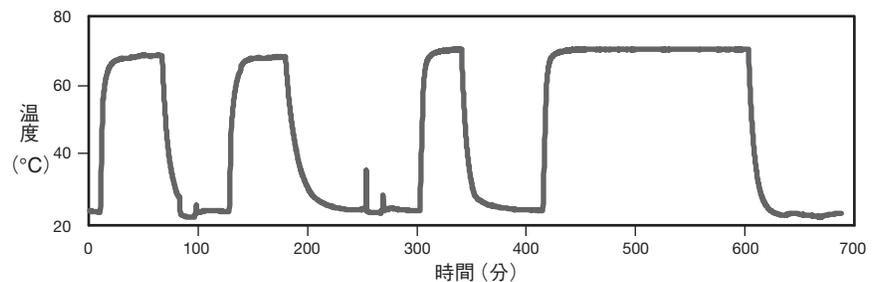
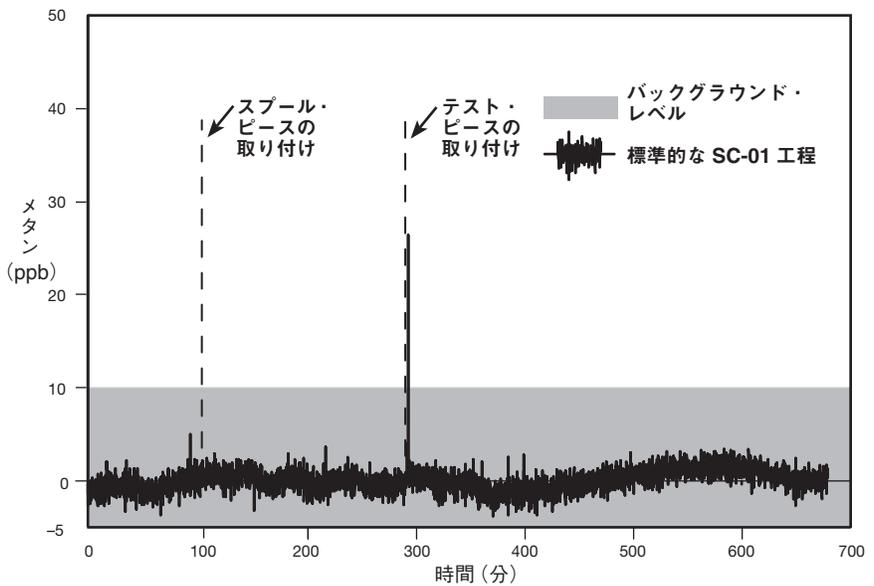


炭化水素分析

Swagelok SC-01 仕様の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。



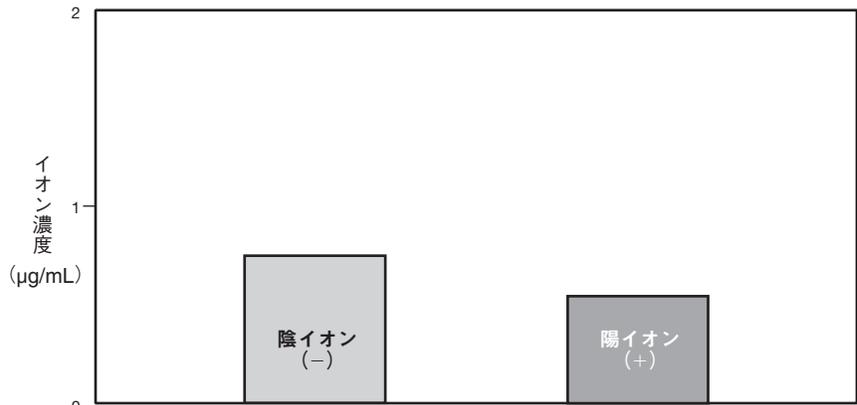
残留イオン濃度

残留イオン・コンタミネーションは、非常に少ないことが分かります (Swagelok SC-01仕様およびSC-06仕様のバルブの場合、1µg/mL未満)。

ASTM F1374に基づいて、DPシリーズ・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



実験室でのサイクル・テスト

苛酷な実験室条件下 (右表を参照) にて、DPシリーズ・バルブのダイヤフラムのサイクル・テストを行いました。

テストの際には、高圧型および低圧型両方のDPシリーズ空気作動式バルブ [ダイヤフラムの材質: コバルト基超合金 (UNS R30003)] を使用しました。一定の時間間隔でリーク・テストを行い、バルブのサイクル・ライフを評価しました。外周部 (インボード) またはシート部におけるヘリウム・リーク・レートが 1×10^{-9} std cm³/s 以上となった場合、故障と見なしました。

このテストにより、平均故障時間 (MTTF) および95%のバルブに対するサイクル・ライフを予測しています。

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、無限ともいえる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。

テスト・データ

型式	高圧型	低圧型	低圧型
作動型式	ノーマル・クローズ型空気作動式		
数量	10	10	20
ガス	ろ過されたドライ窒素ガス		
温度	20°Cの室温		
一次側圧力 (MPa)	21.0	0.99	1.72
二次側圧力 (MPa)			
アクチュエーター作動圧力 (MPa)	0.68	0.48	0.48
サイクル頻度	30 サイクル (毎分)		
平均故障時間 (MTTF)	130 000 サイクル	2 600 000 サイクル	1 000 000 サイクル
95%のバルブの予測サイクル・ライフ	> 50 000 サイクル	> 520 000 サイクル	> 290 000 サイクル

参考文献

ASTM Standards¹

E498 Standard Test Method for Leaks Using the Mass Spectrometer Leak Detector or Residual Gas Analyzer in the Tracer Probe Mode

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 SEMASPECS²

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 Standard³

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

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

スウェーゴロック仕様書

太陽光発電工程仕様
(Swagelok SC-06 仕様) (MS-06-64)

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

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

2 SEMATECH, Inc., 2706 Montopolis Dr., Austin, TX 78741.

3 Semiconductor Equipment and Materials International, 3801 Zanker Rd., San Jose, CA 95134.

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。