

ALD3 ダイアフラム・バルブ 技術情報

適用範囲

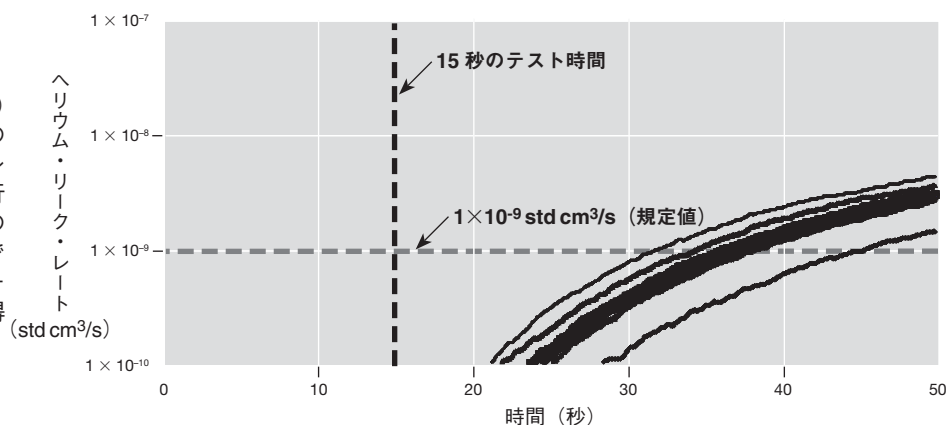
この技術情報は、ノーマル・クローズ型 Swagelok® ALD3 ダイアフラム・バルブに関するデータです。以下の事項について記載しています。

- 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
- 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) 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) の Swagelok ALD3 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 10 個のヘリウム透過反応については、15 秒間で規定の 1×10^{-9} 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。

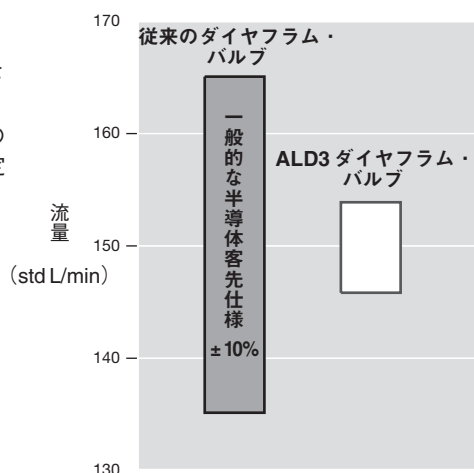


バルブ流量一貫性分析

Swagelok ALD3 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 30 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：0.20 MPa
- 差圧：0.068 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 ALD3 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 (ALD3)				高温 (ALD3T)		
	数量	16	15	13	16	16	8
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	20	20
バルブ・ボディ温度 (°C)	20	20	120	120	200	200	200
アクチュエーター温度 (バルブ開閉中に測定) (°C)	35	35	135	135	90	90	90
バルブ圧力	0.24 MPa	<6.6 kPa	0.24 MPa	<6.6 kPa	0.24 MPa	0.24 MPa	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・サイクルは 50%						
蓄積サイクル数 (単位: 100 万サイクル)	50 中断	100 中断	29 中断	50 中断	22 中断	27 中断	30 中断
測定バルブ流量①	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
外周部の漏れ② >1×10 ⁻⁹ std cm ³ /s (ヘリウム)	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
シート・シール部の漏れ >1×10 ⁻⁹ std cm ³ /s (ヘリウム)	なし	2 台③	なし	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	1 台 (>1500 万回)	3 台 (>1500 万回)	なし	なし	1 台 (>2500 万回)

① 変化なし: フロー・テスト中、バルブ性能に変化が見られなかった。

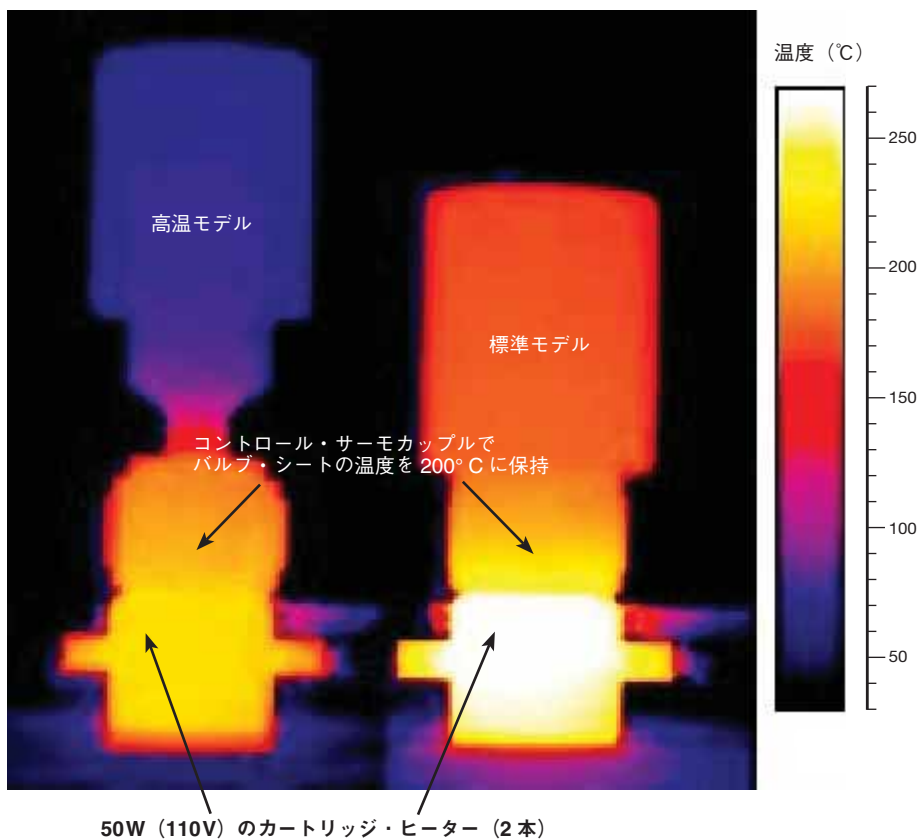
② なし: テストを行ったすべてのバルブにおいて、検知範囲内での漏れが見られなかったか、または規定内の漏れであった。

③ 2 台のバルブに、1 億サイクルにて、2×10⁻⁹ std cm³/s (ヘリウム) 以下の漏れが見られた。

アクチュエーターの断熱 およびバルブの熱反応性

Swagelok ALD3 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。

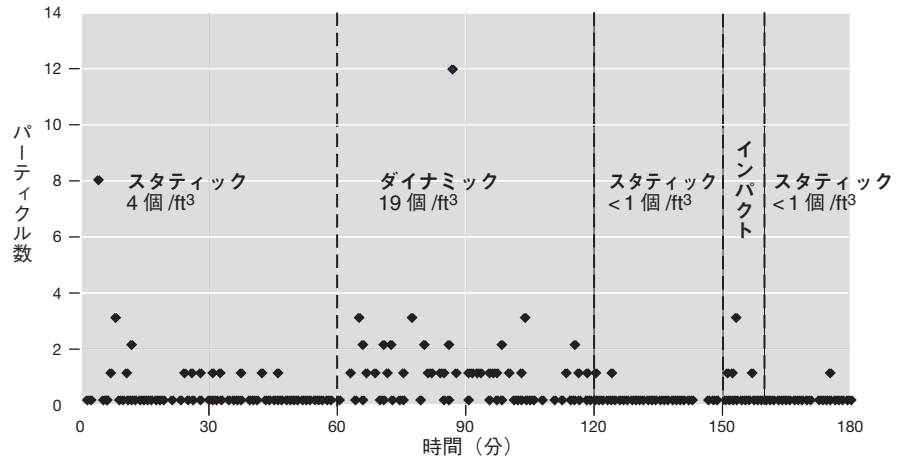
バルブの IR 画像は、断熱カップリングを使用した場合にアクチュエーター温度が著しく低下したことを示しています。また、断熱カップリングを用いると、バルブ・ボディにおける温度が均一となり、流路に低温部や高温部ができるのを抑制します。さらに、バルブ・ボディが加熱される用途では、断熱カップリングを用いることで、バルブの温度を一定に保持するための電力を削減できるという利点もあります。



パーティクル・カウント

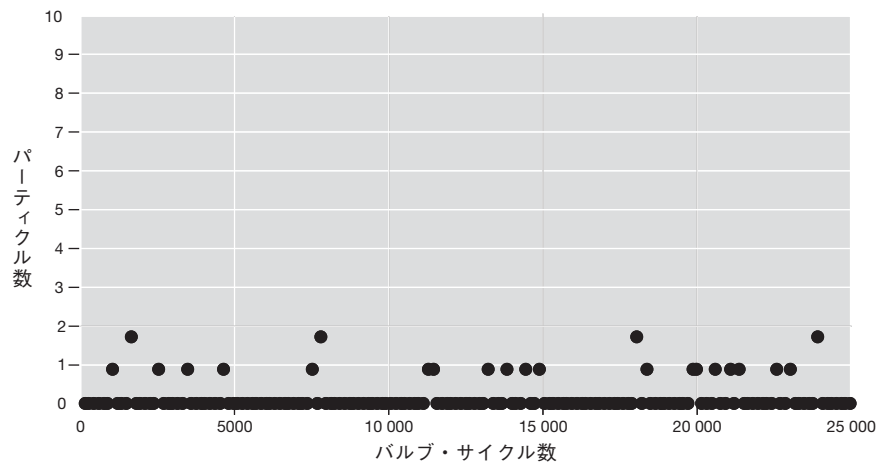
ASTM F1394 に基づく パーティクル・カウント

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 ALD3 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 1ft^3 につき 20 個未満という基準を満たしています。



ダイナミック（動状態）・ パーティクル・カウント

Swagelok ALD3 バルブのパーティクル発生は、SEMI F70 および ASTM F1394 に基づいたテスト条件下で測定しました。14 時間のダイナミック・テスト（25,000 回のバルブ・サイクル）では、 $0.1\ \mu\text{m}$ を超えるサイズのパーティクルは 30 個未満でした。すなわち 1,000 回のバルブ・サイクルでは、約 1 個のパーティクル（1 サイクルにつき 0.001 個のパーティクル）が測定されたことになります。



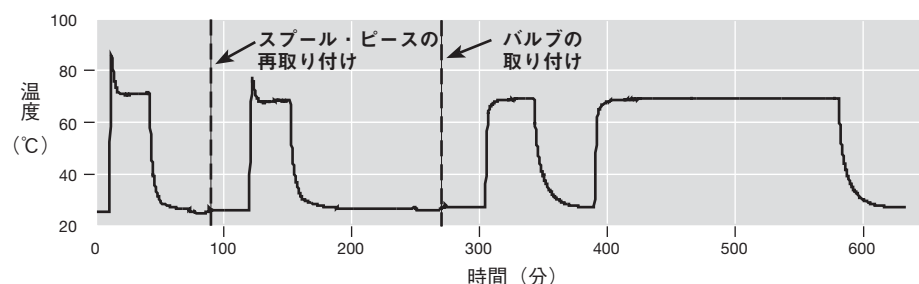
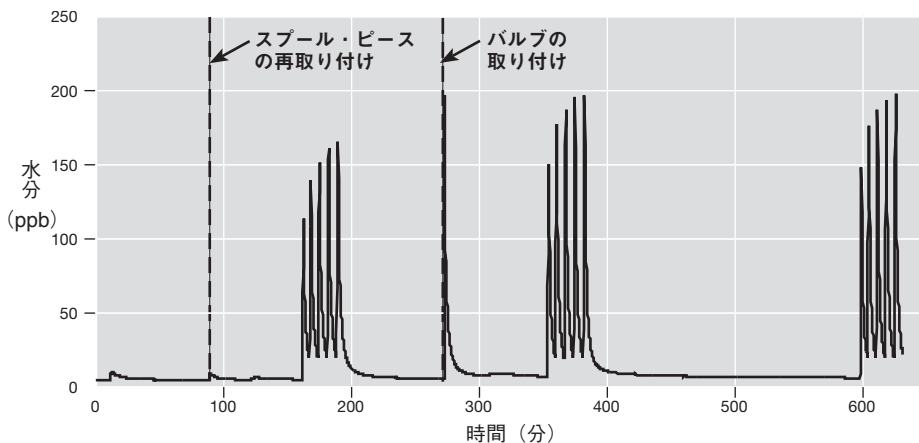
表面仕上げ

超高純度工程仕様 (Swagelok SC-01 仕様) (MS-06-61) に記載されているとおり、スウェーデンでは、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 ALD3 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 ALD3 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。

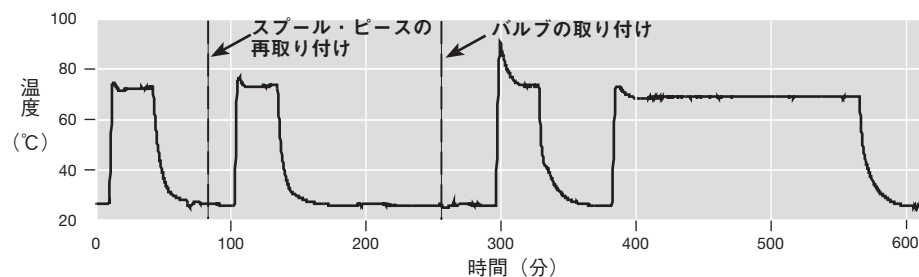
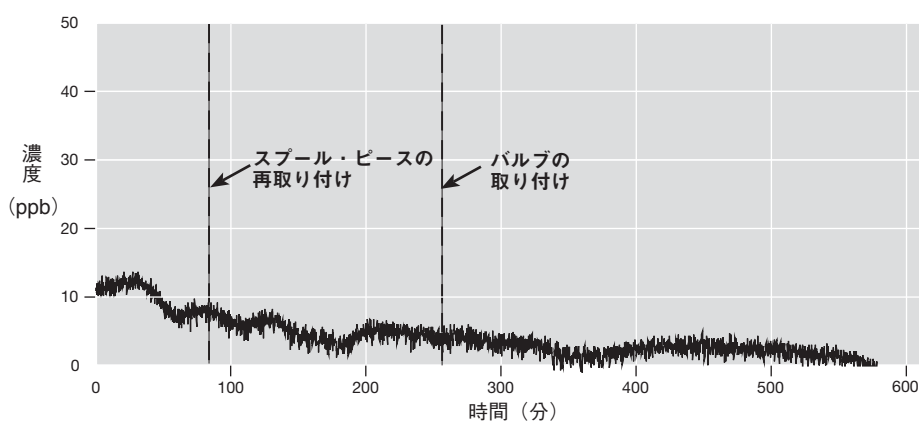
下段のグラフは、システムの水分感度を向上させるため、テスト中のバルブに適用された温度上昇パターンを示しています。



炭化水素分析

Swagelok ALD3 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。

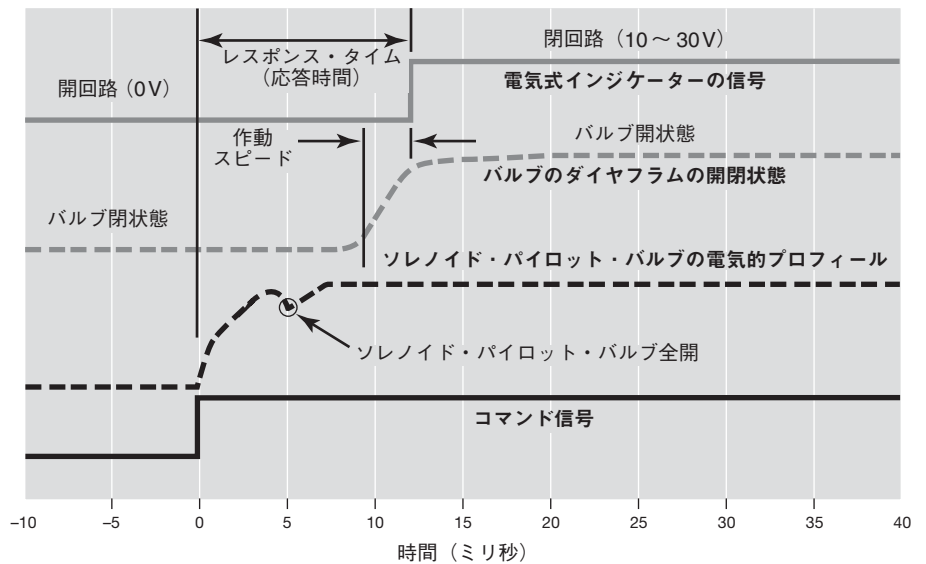
下段のグラフは、システム内の残留炭化水素を除去するため、テスト中のバルブに適用された温度上昇パターンを示しています。



バルブ作動スピード

Swagelok ALD3 バルブの作動スピードは、オシロスコープと線形可変差動変換器 (LVDT) をバルブのダイヤフラムに直接接触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、ALD3 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。

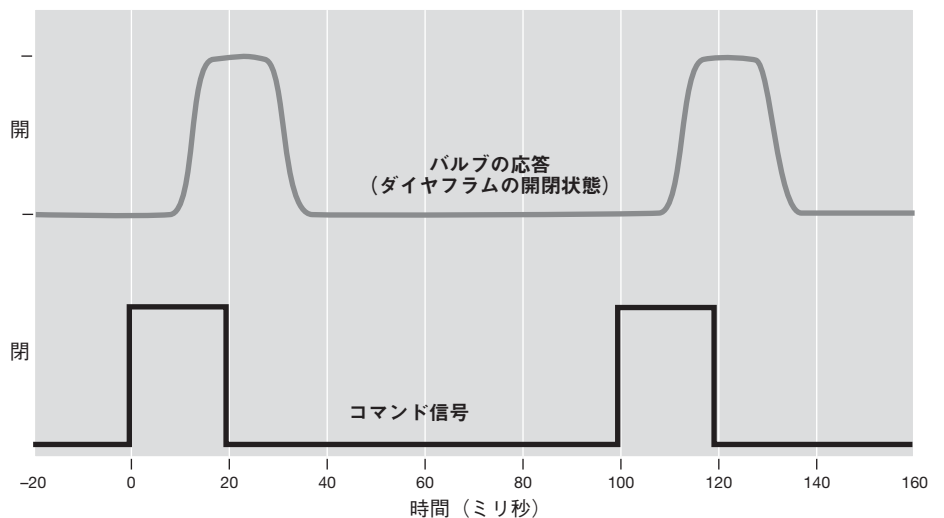
- MAC® 34B-AAA-GDFC ソレノイド・パイロット・バルブ
- 作動圧力：0.48 MPa
- ソレノイド・パイロット・バルブからアクチュエーターへのチューブ：外径サイズ 1/8 インチ×肉厚 0.41 mm×長さ 76.2 mm
- ソレノイド・パイロット・バルブ一次側へのチューブ：外径サイズ 1/4 インチ×肉厚 1.60 mm
- ソレノイド・パイロット・バルブの排気ポートに制限はありません。



バルブの高速パルス応答性

Swagelok ALD3 バルブの短パルス応答は、オシロスコープと LVDT を用いて測定しました。パルス幅が 20 ミリ秒と短い場合でも、ALD3 バルブは正確なパルスを繰り返し出力することができます。

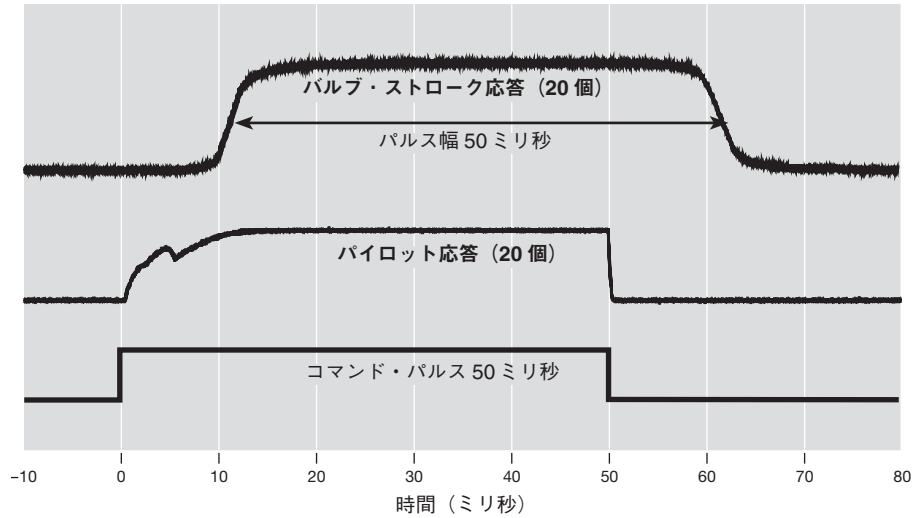
- MAC 34B-AAA-GDFC ソレノイド・パイロット・バルブ
- 作動圧力：0.48 MPa
- ソレノイド・パイロット・バルブからアクチュエーターへのチューブ：外径サイズ 1/8 インチ×肉厚 0.41 mm×長さ 76.2 mm
- エア・ヘッダー・ラインからソレノイド・パイロット・バルブ一次側へのチューブ：外径サイズ 1/8 インチ×肉厚 0.41 mm×長さ 152 mm
- ソレノイド・パイロット・バルブ排気ポートから排気用ヘッダー・ラインへのチューブ：外径サイズ 1/8 インチ×肉厚 0.41 mm×長さ 50.8 mm



作動再現性

Swagelok ALD3 バルブの作動再現性は、オシロスコープとLVDTを用いて作動中のダイヤフラムのストロークを追跡することにより測定しました。2時間にわたり、1秒あたり5サイクルでバルブ開閉を行い、そこから20個のパルスを個別かつ無作為に抽出しました。右のグラフは、バルブ・ストロークのプロフィールと、ソレノイド・パイロット・バルブのコイル電流のプロフィールを、20個すべて重ね合わせたものを表しています。測定したバルブ作動応答およびパルス幅は、1ミリ秒未満の差で再現可能でした。

- 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 76.2 mm
- 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 1.60 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。

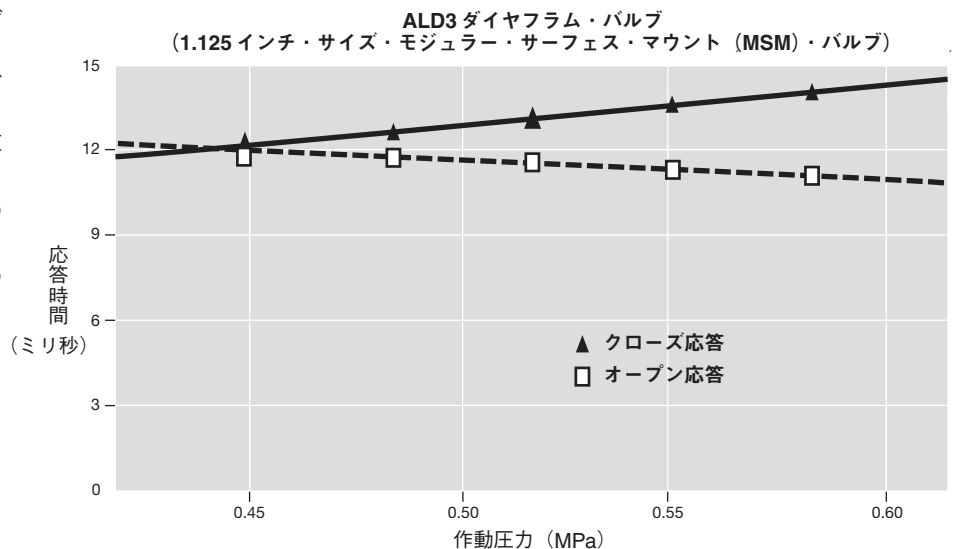
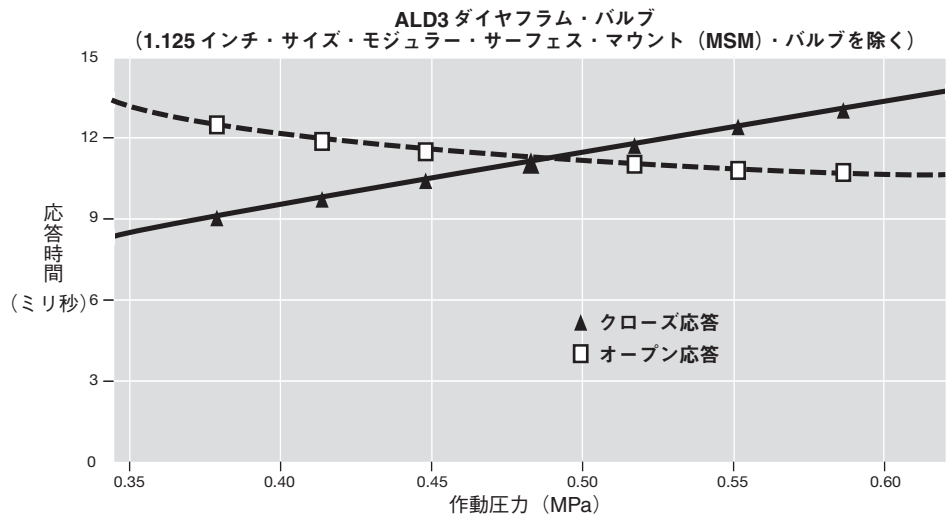


作動応答性とアクチュエーター供給圧力との関係

さまざまな供給圧力における Swagelok ALD3 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 76.2 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。
- 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。

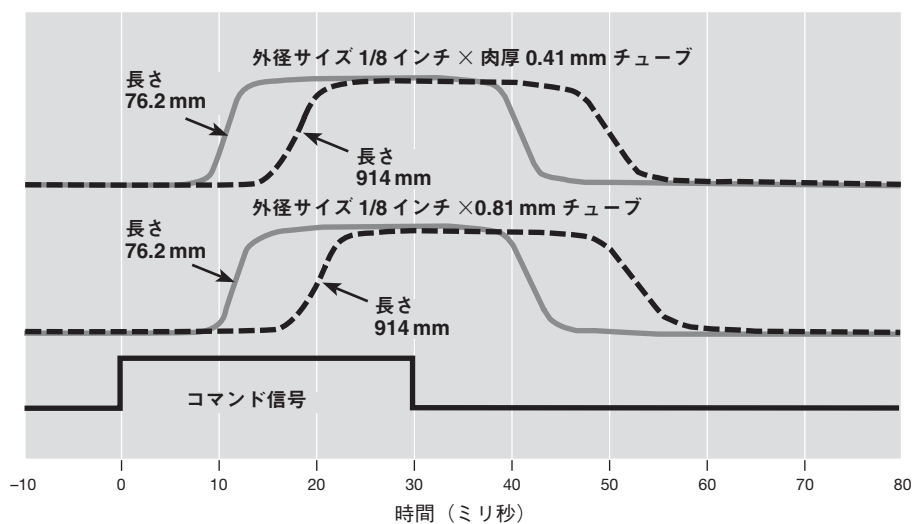
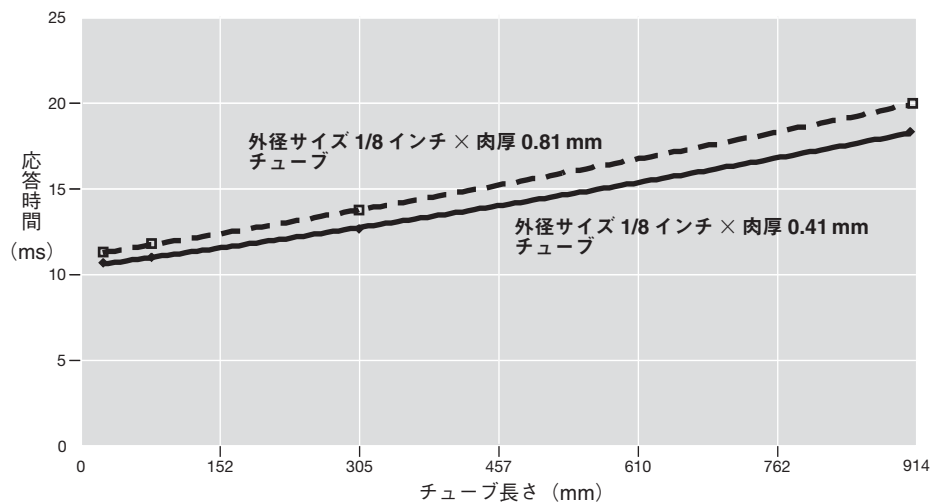


作動応答性と アクチュエーター供給用 チューブの長さ および内径との関係

ソレノイド・パイロット・バルブとアクチュエーターをつなぐチューブの長さを変更した場合における Swagelok ALD3 バルブの応答について、オシロスコープと LVDT を用いて評価しました。

ソレノイド・パイロット・バルブとアクチュエーター間のチューブを長くすると、バルブの応答時間が長くなります。ソレノイド・パイロット・バルブとアクチュエーター間の距離が 914 mm ある場合でも、20 ミリ秒未満の応答時間を達成できます。チューブ長さのほかに、チューブの内径も作動応答に影響を与えます。

- 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・バルブ一次側へのチューブ：外径サイズ 1/4 インチ × 肉厚 1.60 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。
- 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。

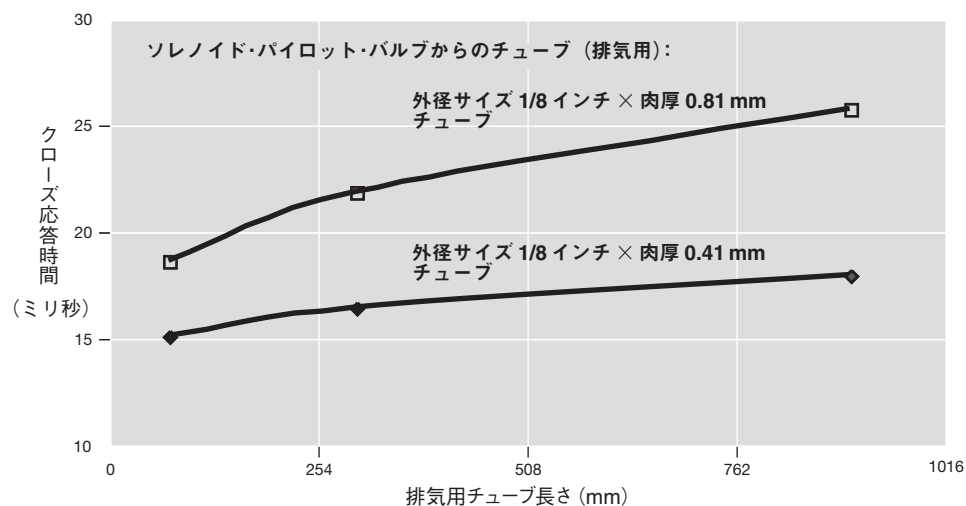
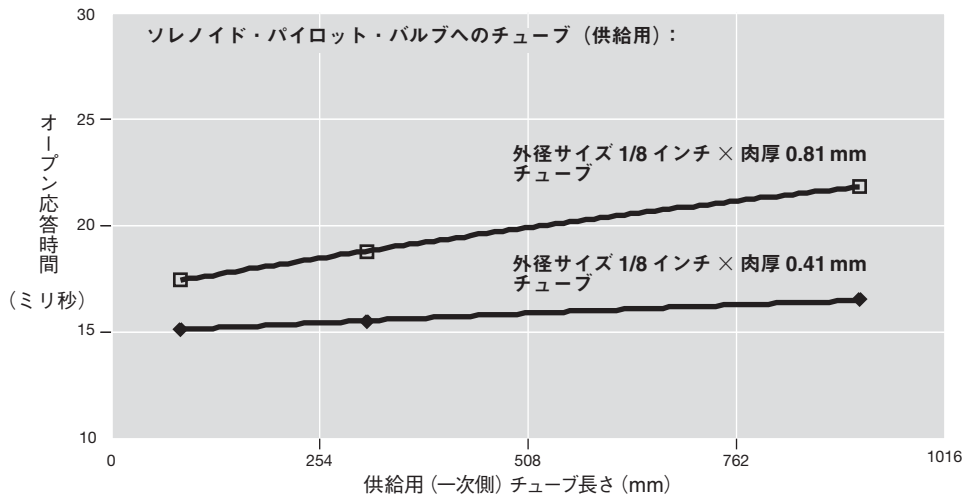


作動応答性と ソレノイド・パイロット・ バルブ供給用 および排気用チューブの パラメーターとの比較

ソレノイド・パイロット・バルブ供給用（一次側）および排気用チューブの長さを変更した場合における Swagelok ALD3 バルブの応答について、オシロスコープと LVDT を用いて分析しました。一般に、作動応答を最速化するためには、ソレノイド・パイロット・バルブから出入りする空気の流れを最大化することが有効です。

外径サイズ 1/4 インチ × 肉厚 1.60 mm のチューブをソレノイド・パイロット・バルブの供給および排気に用いることで、空気の流れが大量になり、チューブの長さによる影響がほとんどなくなります。供給用および排気用のチューブの内径がさらに小さい場合のテストでは、右のグラフのように、チューブの長さが作動応答に若干影響を与えました。

- 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 76.2 mm
- 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

スウェージロック仕様書

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, 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、細心の注意を払っておりますが、万が一相違が生じた場合には、英語版の内容が優先されますので、ご注意ください。

MAC—TM MAC Valves, Inc.
Swagelok—TM Swagelok Company
© 2004–2010 Swagelok Company
July 2010, R4
MS-06-106J-E
J10E