

Swagelok® 超高純度用フルオロポリマー 3方ダイヤフラム・バルブ DRP シリーズ 技術情報（概要）

適用範囲

この情報は、DRP シリーズ 3方バルブに対し、第三者機関とスウェーデンロックが行ったテストの要約です。DRP3 方バルブは主に、製品の純度が非常に重要である半導体業界において、重要な液体管理を行うために使用することを主たる目的として設計されています。この情報に記載されている報告データとテスト・プロトコルは、SEMI F57-0301に基づいています。

この情報は、以下の項目について記述しています。

- 表面粗さ
- パーティクル発生
- 金属性コンタミネーション
- 信頼性テスト

表面粗さ

表面仕上げの安定性は、統計的プロセス・コントロール (SPC) にしたがって、徹底されています。テスト・プロトコルは、SEMASPEC 92010950B に基づいています。測定の結果、接液・

接ガス部の表面仕上げは、機械加工した接液・接ガス部に対し 0.64 $\mu\text{m R}_a$ を基準とする SEMI F57-0301 に適合していました。

パーティクル発生

テストは第三者機関によって行われ、まずテスト用のバルブの代わりにスプール・ピースを取り付け、発生したパーティクル数を測定しました (表 1)。ここで発生したパーティクル数は後で差し引いています。

次に、バルブ洗浄を行った場合 (表 2) および交互にポートの切り替えを行った場合 (表 3) にパーティクル数の測定を行いました。ここに記載されているテスト結果は、各形状のバルブを 5 台ずつテストした際の測定値をもとに算出した平均値です。各基準における結果はすべて業界の期待値をクリアしています。

表 1：スプール・ピースを設置したテスト・システムにおいて発生したパーティクル数

バルブ・ボディ・サイズ	パーティクル・サイズ			
	$\geq 0.10 \mu\text{m}$	$\geq 0.15 \mu\text{m}$	$\geq 0.20 \mu\text{m}$	$\geq 0.30 \mu\text{m}$
	累計パーティクル数 (パーティクル数/mL)			
小 (S サイズ)	0.033	0.010	0.002	<0.001
中 (M サイズ)	0.042	0.013	0.003	<0.001

表 2：パーティクル数を 0.1 個/mL 未満にするため、バルブ洗浄に要した水量

パーティクル・サイズ：0.10 μm 以上

バルブ形状	洗浄に要した水量 (L)
小 (S サイズ)、ノーマル・オープン型	33
小 (S サイズ)、ノーマル・クローズ型	4
中 (M サイズ)、ノーマル・オープン型	218
中 (M サイズ)、ノーマル・クローズ型	165
業界の期待値	≤ 300

表 3：業界の条件に達するまでに、バルブが要したサイクル数

パーティクル・サイズ：0.10 μm 以上

バルブ・ボディ・サイズ	パーティクル数 / サイクル	
	<100	<10
	必要サイクル数	
小 (S サイズ)	10	30
中 (M サイズ)	15	780
業界の期待値	≤ 500	≤ 10000

表面の抽出可能な金属性コンタミネーション

ここでは 37% HCl を使用した、厳密でダイナミックな金属抽出テスト (DyconEXSM 手法) の結果を記載しています。M サイズのバルブ 4 台に対し、第三者機関がテストを行いました。

表面のコンタミネーションの平均値 (表 4) および抽出量 (表 5) は、業界の期待値をクリアしています。

表 4：表面のコンタミネーション (平均値)

業界の期待値：1 成分あたり 20 ng/cm² 未満

成分	テスト結果をもとにした抽出量 (ng/cm ²)	(%)
鉄	2.15	85.3
ニッケル	0.21	8.3
その他	0.16	6.4
合計	2.52	100

表 5：抽出量 (データを元に算出)

業界の期待値：7 日間での 1 日平均 0.5 ng/cm² 未満

1 日あたりの抽出量 (ng/cm ²)		
1 日	7 日	14 日
0.09	0.03	0.02

信頼性テスト

信頼性テストは、SEMASPEC 92010945B に基づき、計 61 台の Swagelok DRP シリーズ 3 方バルブを使用して行いました。

バルブ (S サイズ：21 台、M サイズ：9 台) を、0.55MPa の圧力で 22°C の水を連続して流すフロー・ループに取り付けました。3 秒のサイクル時間で開閉を行い、共通ポートからノーマル・クローズ・ポートおよびノーマル・オープン・ポートへ交互にエチレン・グリコールを流しました。取り付け時、25 万サイクル時、100 万サイクル時には、各バルブのシート部および外部のリーク・テストを行っています。

また、バルブ (S サイズ：15 台、M サイズ：16 台) を、0.27MPa の圧力で 80°C のエチレン・グリコールを連続して流すフロー・ループに取り付けました。3 秒のサイクル時間で開閉を行い、共通ポートからノーマル・クローズ・ポートおよびノーマル・オープン・ポートへ交互にエチレン・グリコールを流しました。取り付け時および 25 万サイクル時には、各バルブのシート部および外部のリーク・テストを行っています。

テストを行ったバルブはすべて、SEMI E49.2 および E49.3 paragraph 9.2, 「Hydrostatic Pressure Decay at Pre and Post Test Evaluations.」の要件に適合しています。

参考文献

SEMASPEC

SEMASPEC 92010945B Provisional Test Method for Verifying the Pressure Rating of Plastic Valves Used in UPW Distribution Systems.

SEMASPEC 92010950B Provisional Test Method for Visual Characterization of Surface Roughness for Plastic Surfaces of UPW Distribution System Components.

SEMI

SEMI Standard E49.2 Guideline for the Qualification of Polymer Assemblies Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Systems in Semiconductor Process Equipment

SEMI Standard E49.3 Guide for Ultrahigh-Purity Deionized Water and Chemical Distribution Systems in Semiconductor Manufacturing Equipment.

SEMI Standard F57-0301 Provisional Specification For Polymer Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems.

参考

Grant, D.C., T. Lemke, G. Duepner, D. Wilkes, and N. Powell (1996). "Measurement of Inorganic Contaminant Extraction from Fluid Handling Components by Dynamic Extraction." Journal of the Institute of Environmental Sciences 39(2); 29-37.

記載されている第三者機関とは、CT Associates 社 (Eden Prairie, Minnesota) です。

DyconEXSM 手法に関しては、BOC Edwards 社の Chemical Management Division が特許を取得しています。
(米国特許 5,641,895 号)

この日本語版技術資料は、英語版技術資料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。