

DRP™ シリーズ 超高純度フルオロポリマー・ダイヤフラム・バルブ 技術情報（概要）

適用範囲

この情報は、DRP シリーズ・バルブに対し、第三者機関とスウェーヂロックが行ったテストの要約です。DRP バルブは主に、製品の純度と信頼性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。

- パーティクル発生
- 表面粗さ
- イオン性コンタミネーション
- 金属性コンタミネーション
- 総有機性炭素 (TOC) 量
- 超純水、HCl、スラリーを用いた信頼性テスト

パーティクル発生

パーティクル数は、オンラインで、0 サイクル、1 万サイクル、2 万サイクルの開閉を行った際に測定しました。ベースライン測定値とは、バルブを設置していないテスト・システムに水を流した際のパーティクル数を示しています。0 サイクルとは、バルブを作動させる前の状態を示し、SEMI F40 に基づいて測定を行いました。パーティクル数は、テストの間終始、概して低い値を示しました。テスト・プロトコルは、JIS K0554 と SEMASPEC 92010949B に基づいています。

テスト結果は、500 サイクル中で、1 サイクルにつき 100 個未満（サイズが 0.1 μm 以下のパーティクル）という、業界での期待値をクリアするものでした。

表 1 パーティクル発生 (S サイズ・バルブ)

サイクル数	パーティクル・サイズ		
	0.10 μm	0.5 μm	1.0 μm
	パーティクル数 / mL		
ベースライン	1	< 1	< 1
60 分間リンスを行った際	1	0	0
0	1	1	< 1
1 万	< 1	< 1	< 1
2 万	< 1	< 1	< 1

表 2 パーティクル発生 (M サイズ・バルブ)

サイクル数	パーティクル・サイズ		
	0.10 μm	0.5 μm	1.0 μm
	パーティクル数 / mL		
ベースライン	1	< 1	< 1
60 分間リンスを行った際	3	0	0
0	< 1	< 1	< 1
1 万	< 1	< 1	< 1
2 万	< 1	< 1	< 1

表 3 パーティクル発生 (L サイズ・バルブ)

サイクル数	パーティクル・サイズ		
	0.10 μm	0.15 μm	0.20 μm
	パーティクル数 / mL		
ベースライン	2	2	1
60 分間リンスを行った際	14	5	4
0	1	1	2
1 万	1	1	0
2 万	1	0	1

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。

表面の抽出可能なイオン性コンタミネーション

SEMI F40 に基づいて準備したサンプルを使用し、ASTM D4779 に適合するかテストを行ったところ、結果はすべて計測機器の検出限界以下でした。

表 4 表面のイオン性コンタミネーション

陰イオン	イオン・コンタミネーション ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	
	検出限界	SEMI STD F57-0301
臭化物	0.06	≤ 100
塩化物	0.06	$\leq 3,000$
フッ化物	0.3	$\leq 60,000$
硝酸	0.06	≤ 100
亜硝酸	0.06	≤ 100
リン酸	0.06	≤ 300
硫酸	0.06	≤ 300

表面の抽出可能な金属性コンタミネーション

SEMI F40 に基づいて準備したサンプルを使用し、SEMASPEC 92010936B に適合するか、テストを行いました。加えて、37% HCl を使用した、さらに厳密でダイナミックな金属抽出テスト (Dycon^{EX SM} 手法) の結果も記載しています。これらのテスト結果は、全成分において、計測機器の検出限界以下でした。

表面のコンタミネーションの主な成分は、以下の表に示すとおりです。表 6 の「その他」の表面コンタミネーションとは、アルミニウム、カルシウム、鉄、カリウム、ナトリウム、ジルコニウムを除いた、その他 31 種類の金属の総トレース量です。溶出した計 37 種類の金属を、表面積当たりで標準化して示した表面のコンタミネーションは、業界の期待値 $20 \text{ ng}/\text{cm}^2$ よりも低い $9.36 \text{ ng}/\text{cm}^2$ でした。鉄、アルミニウム、ナトリウム、カルシウム、カリウムとで、表面のコンタミネーションの 80% 以上を占めました。また、これらのテスト結果をもとに計算した表面積当たりの溶出量は、7 日間での 1 日平均が $0.06 \text{ ng}/\text{cm}^2$ であり、7 日間での 1 日平均 $0.5 \text{ ng}/\text{cm}^2$ 未満という業界での期待値をクリアしました。

表 5 超純水を使用した際の金属のトレース結果

成分	金属製コンタミネーション ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	
	検出限界	SEMI STD F57-0301
アルミニウム	0.009	≤ 10
バリウム	0.003	≤ 15
ホウ素	0.15	≤ 10
カルシウム	0.6	≤ 30
クロム	0.012	≤ 1
銅	0.009	≤ 15
鉄	0.06	≤ 5
鉛	0.009	≤ 1
リチウム	0.006	≤ 2
マグネシウム	0.006	≤ 5
マンガン	0.006	≤ 5
ニッケル	0.012	≤ 1
カリウム	0.3	≤ 15
ナトリウム	0.021	≤ 15
ストロンチウム	0.003	≤ 0.5
亜鉛	0.015	≤ 10

表 6 37% の HCl を使用した際の金属のトレース結果

成分	溶出量 (ng/cm^2)
アルミニウム	1.85
カルシウム	1.15
鉄	2.12
カリウム	0.80
ナトリウム	1.66
ジルコニウム	0.80
その他	0.98
合計	9.36

表面の抽出可能な総有機炭素 (TOC) コンタミネーション

SEMI F40 に基づいて準備したサンプルを使用し、ASTM D4779 に適合するか、テストを行いました。TOC の測定値はテスト全般において、基本的に安定していました。

表 7 表面の TOC コンタミネーション

サイクル数	TOC コンタミネーション (µg/m ²)	
	UHP DRP	SEMI F57-0301
ベースライン	< 30	≦ 60,000
0	< 30	≦ 60,000
1 万	< 30	≦ 60,000
2 万	< 30	≦ 60,000

信頼性テスト

信頼性テストは、SEMASPEC 92010945B に基づき、超純水、37% HCl、Cabot 社製スラリー SS-25 に対し、それぞれバルブを 174 台、15 台、15 台使用して行いました。

DRP バルブを、 0.27 ± 0.034 MPa の圧力で試験流体を連続して流すフロー・ループに取り付けました。テストで使用したバルブに対して、3 秒のサイクル時間で開閉を行いました。

取り付け時、20 万サイクル時、100 万サイクル時に、最高使用圧力下で、各 DRP バルブの外部リークおよびシート・リークのテストを行いました。

超純水、37% の HCl、Cabot 社製スラリー SS-25 を使用して、100 万サイクルで DRP バルブの信頼性テストを行ったところ、漏れは検出されませんでした。

参考文献

ASTM

ASTM D4779 Total, Organic, and Inorganic Carbon in High Purity Water by Ultraviolet (UV) or Persulfate Oxidation, or Both, and Infrared Detection.

JIS

JIS K0554 Testing Methods for Concentration of Fine Particles in Highly Purified Water.

SEMASPEC

SEMASPEC 92010949B Provisional Test Method for Determination of Particle Contribution and Retention by UPW Distribution System Components.

SEMASPEC 92010936B Provisional Test Method for Determining Leachable Trace Organics from UPW Distribution Systems.

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

SEMI F40 Practice For Preparing Liquid Chemical Distribution Components for Chemical Testing.

参考

The DyconEXSM procedure is patented by BOC Edwards Chemical Management Division (US patent No. 5,641,895).

この日本語版製品カタログは、英語版製品カタログ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。