

SEMI F104-1107

超純水および液体化学薬品分配システムに使用されるコンポーネント評価のためのパーティクル試験方法ガイドライン

免責事項: この SEMI スタンドダードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

本スタンダードは、global Liquid Chemicals Committee で技術的に承認されている。現版は 2007 年 9 月 5 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2007 年 10 月に www.semi.org で、そして 2007 年 11 月に CD-ROM で入手可能となる。

1 目的

1.1 本書では、超純水 (UPW) 流中のパーティクルに寄与するコンポーネントを評価し比較するための推奨試験方法を示す。本方法は、SEMI F57 のパーティクル試験要求を満たす。

1.2 パーティクル寄与度を評価する 2 つの方法を提示する。

1.2.1 すすぎ試験法では、コンポーネントの静的状態におけるフラッシングモード時の性能を評価する。これは、パーティクルレベルがユーザ定義の仕様にまで到達するのに必要な分量を示す。

1.2.2 サイクル試験法では、コンポーネントの繰り返しの性能を評価し、定常状態での繰り返しによるパーティクルの寄与度を示す。

2 範囲

2.1 これらの試験方法は、半導体製造装置および補助装置に使用するための薬液と UPW システムコンポーネントに適用される。表 1 に掲載したコンポーネントおよびその他のコンポーネントは提示の試験方法で評価することができる。

注 1: これらの方法はフィルターやポンプには推奨しない。

表 1 試験要件

コンポーネント種別	すすぎ試験	サイクル試験
空気圧バルブ	X	X
電子式バルブ	X	X
手動バルブ	X	X
チェックバルブ	X	X
フローメータ	TBD	TBD
フローコントローラ	TBD	TBD
空気パイロットレギュレータ	X	X
手動レギュレータ	X	X
チューブ配管	X	N/A
フィルタハウジング	X	N/A
脱気モジュール	X	N/A
トランスデューサ	X	N/A
ゲージガード	X	N/A
継手	X	N/A

2.2 本書では、UPW を試験媒体として使用しコンポーネントのパーティクル寄与度を測定する方法を説明する。本書において、UPW の定義は本書の 6.4 で概述された最小要件を満たしているものとする。

2.3 これらの方法は、現場用液体光学式パーティクル測定装置 (OPM) を使用して性能を定量化する。

注意： このスタンダードはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 これらの方法は流量を指定し、試験のパーティクル測定感度を強調するとともに試験条件を標準化する。正常な動作条件における実際の性能は異なる可能性がある。

3.2 これらの方法は、最小 1/8 インチ (3.175mm) から最大 1 インチ (25.4mm) のオリフィスサイズのコンポーネントを試験するために限られる。

3.3 これらの方法により得られたデータの精度は使用した OPM の精度に限定される。

3.4 この方法による結果は相対測定値である。結果はメーカーの校正手順の違い、自然に発生するパーティクルタイプに対する相対的反応の違い、および OPM バックグラウンドの違いにより OPM によって異なる。ユーザは異なる OPM からの結果を、良く考えた取り組みをせずに比較し関連性を得ることは困難であることを理解しておく必要がある。また、ユーザは同じ OPM を使用しても異なるシステムからの結果の関連性を得ることは困難であることを知っておかねばならない。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダード

SEMI E49.7 — Purity Guide for the Design and Manufacture of Ultrapure Water and Liquid Chemical Systems in Semiconductor Process Equipment

SEMI F57 — Provisional Specification for Polymer Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems

4.2 連邦スタンダード¹

FED STD 209E — Airborne Particulate Cleanliness Classes in Cleanrooms and Clean Zones

4.3 ISO スタンダード²

ISO 14644-1:1999: Cleanrooms and Associated Controlled Environments – Part 1: Classification of Air Cleanliness

注意： 別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 OPM — 光学式パーティクル測定装置。これには光学式パーティクルカウンタ、光学式パーティクルモニタ、光学式パーティクル分光計を含む (図 1 参照)。

5.1.2 P — 圧力トランスデューサまたは圧力計 (図 1 の P1 および P2 参照)。圧力トランスデューサまたは圧力計の読取誤差は $\leq 2.5\%$ でなければならない。

5.1.3 UPW (Ultrapure Water) — 超純水

5.1.4 V — 手動または空気圧バルブ (V1~V4 に手動バルブを使用する。図 1 参照)。

5.1.5 VR — 可変流量調節器 (図 1 参照)。

¹ Available from General Service Administration, Federal Supply Service Bureau, Specification Section, Suite 8167, 470 East L'Enfant Place SW, Washington, D.C. 20407.

² International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1 rue de Varembé, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. Telephone: 41.22.749.01.11; Fax: 41.22.733.34.30; <http://www.iso.ch>

5.2 定義

5.2.1 相加平均(Arithmetic Average) — 以下で定義される平均の算出方法:

$$AA_y = (y_1 + y_2 + \dots + y_n) / n \quad (1)$$

ここで:

y_i = 数列における特定の項の値

n = 数列における項数

5.2.2 相乗平均(Geometric Average) — 以下で定義される平均の算出方法:

$$GA_y = (y_1 \times y_2 \times \dots \times y_n)^{1/n} \quad (2)$$

ここで:

y_i = 数列における特定の項の値

n = 数列における項数

5.2.3 バックグラウンド(background) — パーティクル濃度が定常状態になるようにすすいだ後, UPW をスプールピースを通して流す場合に OPM によって報告される試験システムにおける平均パーティクル濃度。これには UPW, OPM, 試験システムからの寄与が含まれる。

5.2.4 バイパス流量(bypass flow rate) — 総流量の内, OPMをバイパスする部分(図 1 のバイパス FM)。

5.2.5 バイパス FM (Bypass FM)(図 1 参照) — バイパス流量測定用のフローメータ。このデバイスも流量を制御する能力がある。このフローメータは対象流量範囲において±2.5%以内の精度がなければならない。

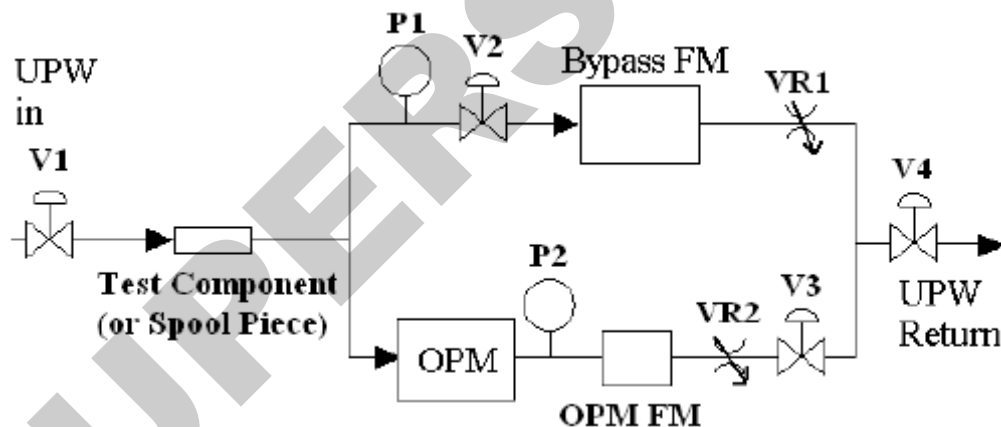


図 1
一般化した試験構成図 (用語用のみ)

5.2.6 測定間隔(counting interval) — パーティクル数を記録する時間間隔。

5.2.7 繰り返し(cycling) — 接液流路中で可動部品によりコンポーネントを作動すること。繰り返し例には, 以下を含む:

- 空気圧, 手動, 電子バルブの全開および全閉。1 サイクルにはバルブは 1 回開閉しなければならない。
- 下流のバルブ経由のチェックバルブによる流動開始および停止。1 サイクルにはチェックバルブは 1 回開き閉じなければならない。

5.2.8 OPM FM(図 1 参照) — OPM 流量測定するためのフローメータ。これは OPM 内に設置され流動調節機能をもつこともある。OPM メーカーの推奨相当の量範囲と精度を確保しなければならないまた, 本デバイスは測定対象の UPW へのパーティクル寄与を避けるため, OPM センサの下流に配置されなければならない。

5.2.9 OPM パーティクルサイズチャネル(*OPM particle size channel*) — パーティクル数を積算するために使用される容器と定義される測定機器。通常、チャネルは累積パーティクル数(すなわち、パーティクル数 $\geq 0.1 \mu\text{m}$)または差分パーティクル数(すなわち、 $0.1 \mu\text{m} \leq \text{パーティクル数} \leq 0.15 \mu\text{m}$)を参照する。

5.2.10 OPM 流量(*OPM flow rate*) — 総流量の内、OPM を通り OPM フローメータで測定される部分(図 1 の OPM FM 参照)。

5.2.11 パーティクル(*particle*) — 本方法においては、検出のために用いる分析方法によって検出可能な大きさの分子の集合のこと。該当するパーティクルサイズは、用いる分析方法によって定義される。例えば、レーザパーティクルカウンタによってパーティクルサイズが計測される場合は、パーティクルサイズは散乱断面積によって決まる。

5.2.12 サンプル流量(*sample flow rate*) — OPM センサによって検査された OPM 流量部分。

5.2.13 スプールピース(*spool piece*) — コンポーネントと同様な接続端とオリフィスサイズをもつ真っ直ぐな接続部品。これは、試験対象コンポーネントを設置する前に試験システムのバックグラウンドレベルを確定するため、コンポーネントの代わりに用いられる。

5.2.14 スプールピース 設置洗浄曲線(*spool piece installation cleanup curve*) — スプールピースを取り外し、排水してシステムに再設置直後のスプールピースを通過したパーティクル濃度対容積のプロット。

5.2.15 静的状態(*static state*) — コンポーネントの接液流路内の可動部品が意図的にサイクルされない状態。

5.2.16 試験圧力(*test pressure*) — OPM から分岐した後の試験対象コンポーネントの下流の圧力(図 1 の P1 参照)。

5.2.17 試験抵抗率(*test resistivity*) — 設備の供給ループで測定した UPW の抵抗率。UPW が ≤ 6.4 に適合していることを確認するために監視される。

5.2.18 試験温度(*test temperature*) — 設備の供給ループで測定した UPW 温度。UPW が ≤ 6.4 に適合していることを確認するために監視される。

5.2.19 総流量(*total flow rate*) — バイパスフローメータおよび OPM フローメータを組み合わせた流量。

6 試験スタンド構成

6.1 試験システムは ISO Class 7(ISO 14644-1:1999 の現行版による。連邦スタンダード 209E Class 10,000 とほぼ同等)以上の環境下に格納されなければならない。OPM によっては、その環境のためより厳しい要件が求められることがあり、その場合はそれを満たさなければならない。試験システムの各部分を取り扱う場合や試験中においては、ISO Class 7 以上を維持するよう必要な手順に従わなければならない。

6.2 UPW 供給源から OPM へのすべての接液流路においては、超高純度の低パーティクル配管システムを使用し ≤ 6.4 要件の準拠を確保しなければならない。システムの設計および組み立てにおいては SEMI E49.7 勧告を考慮しなければならない。

6.3 高パーティクルバックグラウンド測定につながる恐れのある過度の振動から試験システムを保護すること。

6.4 以下の最低要件を満たす水源が必要である。

6.4.1 試験中の OPM 下流の作動圧力(図 1 の P2 参照) ≥ 20 ポンド/平方インチ、ゲージ(138 kPa)。

6.4.2 パーティクル濃度 ≤ 0.05 パーティクル数/ml($\geq 0.1 \mu\text{m}$)またはユーザ定義の性能仕様の $\leq 10\%$ の内、大きい方。

6.4.3 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ($77 \pm 9^\circ\text{F}$) の温度。

6.4.4 25°C (77°F) における抵抗率 $\geq 18 \text{ M}\Omega\text{-cm}$ 。

6.5 コンポーネントは、試験を開始する前にメーカーの推奨に従って調整され、設置されなければならない。

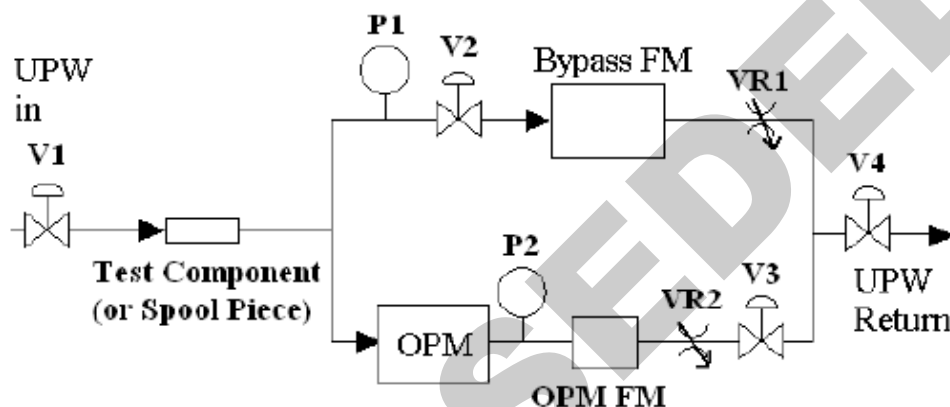
6.6 OPM, フローメータ, 圧力計, トランスデューサはメーカーの校正手順および頻度に従って校正されていることを確認すること。

6.7 泡が存在する場合, OPM は誤った結果を生じることがある。試験対象コンポーネントおよび試験対象コンポーネントと OPM 間の配管は泡が閉じ込められないような向きにすること。試験コンポーネントは接液流路が垂直方向となるような位置にすること。

6.8 OPM ではデータ取得システムが必要である。データ取得システムは, 主な対象パーティクルサイズチャンネルのパーティクルデータを最低毎分捕捉することができなければならない。

6.9 サイクル試験法を実施する場合は, 試験対象コンポーネントの作動手段が必要である。

6.10 システムバックグラウンドレベル試験では, 図 2 に従って試験スタンドを設置し, スプールピースを挿入する。すすぎ試験では, 図 2 に従って試験スタンドを設置し, 試験コンポーネントまたは試験アセンブリを挿入する。



注: この図面はサイクル試験手動バルブおよび手動レギュレータでも使用される。

図 2
バックグラウンド/すすぎ試験構成図

6.11 バルブやレギュレータのようなサイクル試験のコンポーネントについては, 図 3 に従って試験スタンドを設置する。

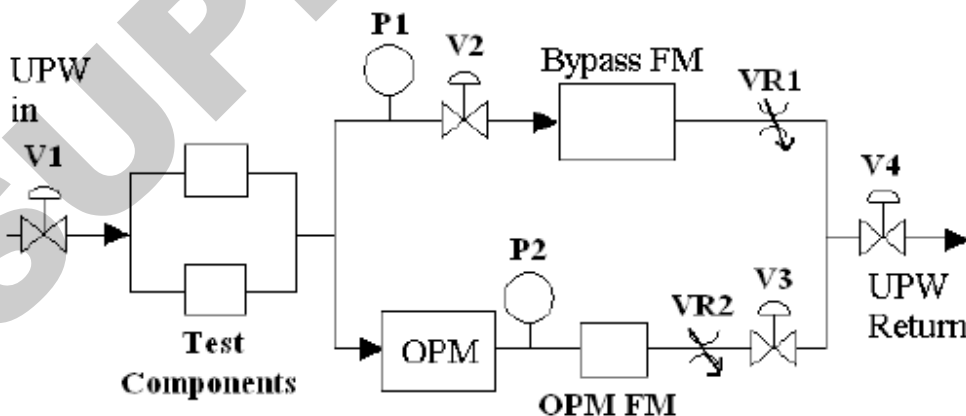


図 3
バルブ/レギュレータサイクル試験構成図

6.12 サイクル試験チェックバルブにおいてのみ、図 4 に従って試験スタンドを設置する。

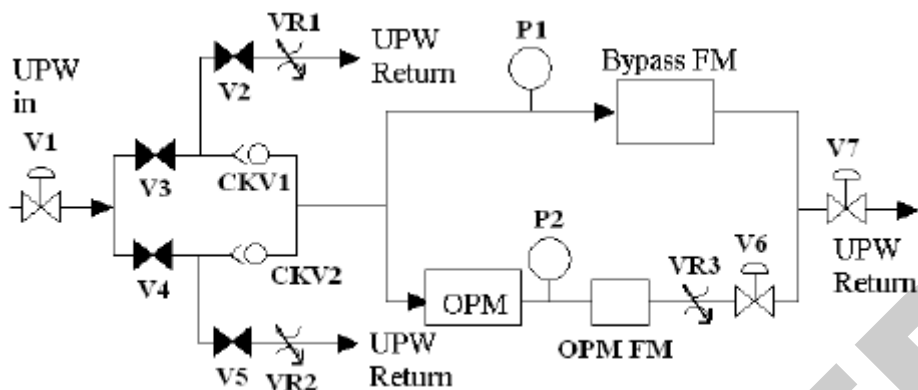


図 4
チェックバルブサイクル試験構成図

7 サンプルに関する推奨

- 7.1 試験対象コンポーネントについては代表的なサンプルを選ばねばならない。
- 7.2 きわめて低パーティクルレベルのコンポーネントについては、バックグラウンドレベル以上のパーティクル寄与度を定量化するために連続していくつかのコンポーネントをアセンブリとして配置する必要がある。
- 7.3 変動を評価するには、最低 4 つのコンポーネントあるいはコンポーネントアセンブリを試験しなければならない。4 つを超えて試験する場合は、サイクル試験手順のほとんどはコンポーネントペアで行われるため、サンプルサイズは偶数とすることを推奨する。
- 7.4 コンポーネントの取り扱いおよび梱包によって、パーティクル試験結果が左右されることがある。試験の際は、コンポーネントの取り扱いおよび梱包は通常の製造プロセスに従わなければならない。

8 手順

8.1 一般手順

- 8.1.1 本書を通じて、UPW 流動の起動と停止にかかわる手順は図 1～4 に示す UPW In および UPW Return に位置するバルブを使って行わなければならない。
- 8.1.2 流動の監視および調整にかかわる手順は、図 1～4 に示す OPM フローメータおよびバイパスフローメータを使用して行わなければならない。OPM フローメータを通る流動は OPM メーカーの指定通り一定でなければならない。
- 8.1.3 本書では、UPW 流体へのパーティクル寄与度を測定するのに以下の手順を使う。