SEMI F74-1103
ガス供給システムに使用されるメタルシール設計の性能と評価のためのテスト方法

免責事項:この SEMI スタンダードは，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。

本テスト方法は，Global Gases Committee で技術的に承認されたもので，North American Gases Committee が直接責任を負うものである。現版は，2003 年 9 月 16 日 North American Regional Standards Committee にて承認されている。2003 年 10 月にまず www.semi.org で入手可能となり，2003 年 11 月発行に至る。初版は 2002 年 11 月発行。

SUPERSEDED

1 目的

1.1 本書は，ガス供給システムでのメタルシール設計の使用を評価するためのテスト方法である。表面実装タイプのガスシステムおよび従来のメタル面シール継手システムの両者をカバーする。

2 範囲

2.1 本テスト方法は，従来の配管タイプのガスシステムに使用される接続シールおよび表面実装タイプのガスシステムで使用されるサブストレートへのモジュール間と部品間に適用される。

注意： 本スタンダードはその使用に関連した全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の作業方法を確立し，また使用前に規制上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 本テスト方法では，手順を実行できるほど十分詳細な情報は記載しない。参照されたテスト手順のコピーを発行元から調達することはユーザの責任である。

3.2 本文書に記載するテスト方法は，場合によっては破壊テストである。従って，その後のテストを無効にすることなしに該当する全てのテストの集まりを完了するには複数の標本が必要であることを理解してテストの順序を慎重に計画しなければならない。複数の標本とは，通常は良好な統計的慣習の下で必要とされる繰り返し用の標本に加えて必要とされる標本である。

3.3 テストの前には，全ての部品はメーカーが確立し管理している品質要件(寸法，シール面の仕上げなど)を満足していなければならない。

3.4 表面実装の接続方法およびシステム設計は，外部負荷テスト(つまり，振動，衝撃など)に影響する。

3.5 シールは，クラス 100 のタイプの用途用に製造し，梱包しなければならない。

3.6 メーカーの仕様を維持するために，シールの取り扱いには注意しなければならない。

4 参照スタンダード

4.1 *SEMI スタンダード*

SEMI E49 — Guide for Standard Performance, Practices, and Sub-Assembly for High Purity Piping Systems and Final Assembly for Semiconductor Manufacturing Equipment

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

4.2 *ASME スタンダード*[1]

B31.3 — ASME Code for Process Piping

4.3 *Military スタンダード*[2]

MIL-STD-810E — Environmental Test Methods and Engineering Guidelines

4.4 *連邦スタンダード*[3]

Federal Standard 209E — Airborne Particle Cleanliness Classes in Cleanrooms and Clean Zones

4.5 *ISO スタンダード*[4]

[1] American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990, USA. Telephone: 800.843.2763 (U.S./Canada), 95.800.843.2763 (Mexico), 973.882.1167 (outside North America), Website: www.asme.org

[2] The Naval Publications and Forms Center, 5801 Tabor Avenue, Philadelphia, PA 19120-5099, USA より入手可能。Telephone: 215.697.3321

[3] Federal Standard,, c/o U.S. Government Printing Office, Washington DC 20402

[4] 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, Website: www.iso.ch

注:SEMI による書面での了承なき場合は，本書の全部もしくは一部の転載を禁じる。
©Semiconductor Equipment and Materials International (http://www.semi.org/)
©SEMI ジャパン 〒102－0074 東京都千代田区九段南 4－7－15 健和ビル 7 階

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: SEMI F74-1103 (Japanese)

ISO 14644-1 — Cleanrooms and associated controlled environments -- Part 1: Classification of air cleanliness

ISO 14644-2 — Cleanrooms and associated controlled environments -- Part 2: Specifications for testing and monitoring to prove continued compliance with ISO 14644-1

ISO 14644-4 — Cleanrooms and associated controlled environments -- Part 4: Design, construction and start-up

注意： 別途指示のない限り，引用された全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 *atm (atmosphere)* — 大気圧

5.1.2 *cc (cubic centimeter)* — 立法センチメートル

5.1.3 *ft-lbs (foot-pounds (force))* — フィート・ポンド（力）

5.1.4 *kPa (kiloPascal)* — キロパスカル

5.1.5 *MFC (Mass Flow Controller)* — マスフローコントローラ

5.1.6 *mPa (megaPascal)* — メガパスカル

5.1.7 *N (Newton)* — ニュートン

5.1.8 *Nm (Newton meters)* — ニュートン・メートル

5.1.9 *Pa (Pascal)* — パスカル

5.1.10 *psig (pounds per square inch gauge pressure)* — ポンド／平方インチ（ゲージ圧力）

5.2 *定義*

5.2.1 *キャップブロック (cap block)* — テストを目的として，対応するシールシステムサブストレートブロックに合うように特に製作された，シール固有の部品フィクスチャ。

5.2.2 *クラス 100 (Class 100)* — *連邦スタンダード 209E*（ISO 14644-1,2,4 に相当）によって定義されているクリーンルームの指定グレードであって，立方フィート（SI 等価立方メートル）あたりの空気中に，サイズが 0.5µm 以上のパーティクルが 100 個以上あってはならない。

5.2.3 *部品 (component)* — 個別の部分品あるいは他の部分品や部品と接続できる個別の部分品を組み立てた完成品。

5.2.4 *コネクタブロック (connector block)* — テストを目的として，対応するシールシステムキャップまたはフロースルーブロックに合うように製作された，シール固有のサブストレートブロックフィクスチャ。

5.2.5 *従来システム (Conventional System)* — 配管および標準の面シールタイプの溶接継手を使用し，環状 TIG 溶接によって相互に接合したガスシステム。

5.2.6 *設計圧力 (design pressure)* — システムやサブシステムが（設計者が定義したように）適切に使用できる最も厳しい条件の内部圧力および外部圧力。

5.2.7 *ダミー (dummy)* — 実際のあるいは元の対象物の偽物を示すための言葉。この場合は，元の対象物は，モジュラー式表面実装タイプバルブである。

5.2.8 *指締め (finger-tight)* — さらに力を加えるためには何らかの工具が必要になるまで，特定の接合装置（シールシステム）を押し込むあるいはねじ込む個所。

5.2.9 *フィクスチャ (fixture)* — 特定のシールシステムおよび性能テスト用に特に設計され，製作された装置。性能テストフィクスチャの例を，関連情報 1 に示す。

5.2.10 *フロースルー (flow-through)* — 与えられたフィクスチャやサブストレートの構成が，ガスを内側のインタフェース点から外側のインタフェース点に通過できる構成になっていることを示す用語。フロースルーの機器によって流量計算をおこないパーティクルカウント数が得られる。

5.2.11 *静水圧リーク (hydrostatic leak)* — 何らかの液相の媒体（油圧用流体や水など）により静水圧をかけたときに起こる漏れあるいはリークテスト。

5.2.12 *インボードリークレート (inboard leak rate)* — 部品やシステムの内圧が外圧より低い時に，外部から内部に起こる漏れの速さを Pa.m³/s（*atm cc/sec*）で示した値。インボードリークは，通常，テスト対象の配管システムや部品の外部周辺にトレーサーガスを吹き付けて決定する。

5.2.13 *リーク (leak)* — 差圧や拡散経路が存在するときにトレーサーガスが通過するシールされたシステム内の経路（あるいは複数の経路）。リークの機構には 2 つある。機械的な通過場所およびガスが拡散あるいは透過できる材料による通過である。両方の機構が平行して発生することがある。

5.2.14 *アウトボードリークレート (outboard leak rate)* —部品やシステムの内圧が外圧より高い時に，内部から外部に起こる漏れの速さを Pa.m³/s（*atm cc/sec*）で示した値。アウトボードリークは，通常，テスト対象の配管システムや部品の内部にトレーサーガスを導入して決定する。

SUPERCEDED

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI F74-1103 (Japanese)

5.2.15 *リテーナ(retainer)*—シールをきちんと保存するための保持装置

5.2.16 *シール(seal)*— 2 つの要素やシステムをリークしないように接続する機器（ガスケットや O リングなど)。

5.2.17 *シーリングシステム(sealing system)*— 2 つの合わせ面(部品/サブストレートなど)，シール，固定器具(ネジ)，必要なハードウェア(例： シールリテーナ)から構成されるシステム。

5.2.18 *サブストレート(substrate)*— ガスフローの経路を定義した機械加工されたパッケージから構成されるブロック。ガス制御コンポーネントは，接続面にガスシールを付けたサブストレートブロックの特定の領域に接続される。

5.2.19 *表面実装タイプガスシステム(Surface-mounted Gas Systems)*— ガスフローの経路を定義した平坦なサブストレート上に*表面実装タイプ*のガスコンポーネント(フィルタ，レギュレータ，MFC，バルブなど)が取り付けられるガス分配技術を示す用語。シーリングシステムは，通常，部品とサブストレートの間の接続面内のさまざまな場所にある。

5.2.20 *テスト圧力(test pressure)*— シーリングシステムが静水圧でテストされる圧力。テスト圧力は，通常，最大設計圧力の 1.5 倍と定義される。

5.2.21 *振動テーブル(vibration table)*— 制御された周波数，方向，振幅で振動する機械式のテーブル。振動テストに一般的に使用される。

6 重要性と使用方法

6.1 関連情報 1 で説明するフィクスチャと類似のテストフィクスチャに組み付けられたシールに次のテストを実行すること。これらのフィクスチャは，ガスシステム全体を複製したものである必要はなく，シールのみを評価するために作られるものである。

6.2 全てのシール面と固定システムは，シールのメーカーの説明書および要求条件に厳格に従って製作すること。さらに，シールは，シールのメーカーの説明書に従って取り扱い，取り付けること。

7 一般的テスト方法

全てのシーリングシステムについて，最低限本項の次のテストを実行すること。本項では，表面実装タイプと従来のガスシーリングシステムの両方に関するテストについて定義する。

注 1: 従来システムのテストフィクスチャおよび表面実装タイプのテストフィクスチャについては，関連情報部分を参照すること。

7.1 各部分についてテスト前にサンプルの構成を定義し，テスト結果と共に注記すること。

7.2 *ヘリウムリークテスト，動作圧力と保証圧力*

7.2.1 *インボードヘリウムリークテスト*

7.2.1.1 テストは，室温で SEMI F1 に概説されたテスト方法と手順に従って実行すること。

7.2.1.2 サンプル数量: 20

7.2.2 *アウトボードヘリウムリークテストおよび耐圧テスト*

7.2.2.1 テストは SEMI F1 の方法 2 に概説された手順および次の段落に従って実行すること。

7.2.2.2 メーカーの説明書に従ってサンプルを組み立てる。

7.2.2.3 リーク検知器を真空チャンバに接続し，チャンバを真空にする。

注 2: チャンバは，障害が発生したときのために過剰圧力保護が装備されていなければならない。

7.2.2.4 テスト組立ての圧力をメーカーの最大定格動作圧力まで徐々に上げ，2 分間保持する。テスト中に許容値を超えるリークが発生した時には，直ちに圧力とリークレートを記録して，そのサンプルのテストを中止する。

7.2.2.5 圧力をメーカーの最大定格動作圧力の 1.5 倍まで上げ続けて，5 分間保持する。圧力を最大定格動作圧力まで下げて戻し，その圧力でのリークレートを記録する。

7.2.2.6 サンプル数量: 4

注 3: アウトボードリークテストは，基準となる 4 つのサンプルについてのみ完了させなければならない。その後，他のテストと連動する必要があるリークテストは全て，インボードリークテストだけである。

7.3 *水圧破裂テスト*

7.3.1 メーカーの説明書に従ってサンプルを組み立てる。

7.3.2 認証された高圧接続部を使用して水圧源にサンプルを接続する。

7.3.3 サンプルは，障害が発生したときに人的被害を防ぐように適切に設計されたエンクロージャ内でテストすること。

7.3.4 テスト媒体は，水または油圧用流体とすること。

7.3.5 最大定格動作圧力まで徐々に圧力を上げ，1 分間保持する。

SUPERSEDED

Document Sharing Hub
Full document details: SEMI F74-1103 (Japanese)

7.3.6　障害が発生するまで，あるいはメーカーの最大定格動作圧力の 4 倍の圧力に到達するまで圧力を徐々に上げる。

7.3.7　サンプル数量: 4

7.4　*温度サイクルテストの方法*

7.4.1　7.2.1 項に従って，シーリングシステムに初期インボードリークテストを実行する。

7.4.2　配管と，テストサンプルを取り付けた装置を温度制御されたチャンバに入れる。テストサンプルに隣接した装置の外面に熱電対を取り付ける。

7.4.3　熱電対の温度指示値が 100 + 10/-0℃になるまでチャンバを加熱する。温度が安定してから 10 分間保持し，7.2.1 項に従って，インボードリークテストを実行する。

7.4.4　熱電対の温度指示値が-10 + 0/-10℃になるまでチャンバを冷却する。その温度で，7.2.1 項に従って，インボードリークをテストする。

注 4:　シールが屋外使用のシールであれば，テスト装置を–54 + 0/-10℃まで冷却する。

7.4.5　7.4.1 項から 7.4.4 項までを総計 5 回繰り返す。

7.4.6　サンプル数量: 3 サンプル

7.5　*シーリングシステムの再現性*

7.5.1　10×の倍率で合わせ面の写真を撮る。

7.5.2　7.2.1 項に従って，シーリングシステムにインボードリークテストを実行する。

7.5.3　同じシーリングシステムについて，組み立て，分解のシーケンスを 10 回繰り返すこと。

注 5:　メーカーの推奨があれば，各サイクル後にシールを交換する。

7.5.4　組み立て，分解の 1 サイクル毎に 7.2.1 項に従って，インボードリークテストを実行する。

7.5.5　異なる間隔の後に 10x の倍率で写真を撮った合わせ面の傷，バリ，その他のパーティクルなど目視で確認可能な全ての損傷を記録すること。

7.5.6　1 回毎に新しい合わせ面の組み合わせを使用して，7.5.2 項から 7.5.4 項までをさらに 3 回繰り返す。

注 6:　メーカーの推奨があれば，各サイクル後にシールを交換する。

7.6　*衝撃および振動テストの方法*

7.6.1　本テストは，ガスシステムの輸送中のランダムな加速や継続する振動の影響を評価するために設計されている。

7.6.2　メーカーの説明書に従ってシールを取り付け，組み立てる。テストフィクスチャには，図 R1-1，R1-2a~c，R1-3a~c を参照のこと。

7.6.3　7.2.1 項に従って，インボードリークテストを実行する。

7.6.4　地上設備動作テスト用の終端部ピークの鋸歯状衝撃パルスを使用し，MIL-STD-810E，方法 516.4，I-3.1a)項，手順 I（関数波形の衝撃）に従って，衝撃テストを実行する。

7.6.5　7.2.1 項に従って，インボードリークテストを実行する。

7.6.6　MIL-STD-810E，方法 514.4，手順 1（基本輸送）に従って，振動テストを実行する。テスト時間：各方向軸に 1,609km（1000 マイル）あたり，1 時間。

7.6.7　7.2.1 項に従って，インボードリークテストを実行する。

7.6.8　サンプル数量: 3

7.7　*シールの事前負荷安全係数*

7.7.1　本テストは，シール接続部の締め付け不足や過剰な締め付けの影響を評価する。

7.7.2　メーカーのシール負荷（例えば，トルク）の 80%でシールを取り付け，組み立てる。

7.7.3　7.2.1 項に従って，インボードリークテストを実行する。

7.7.4　分解し，テスト毎に新しいシールで繰り返す。

7.7.5　サンプル数量: 3

7.7.6　同じコンポーネントを使用して，メーカーのシール負荷の 120%で新しいシールを取り付け，組み立てる。

7.7.7　7.2.1 項に従って，インボードリークテストを実行し，シール接続部に変形や損傷があれば全て記録する。接続部が損傷した場合は，交換して次のテストを実行する。

7.7.8　分解し，テスト毎に新しいシールで繰り返す。

7.7.9　サンプル数量: 3

7.8　*ねじれテスト*

7.8.1　本テストは，隣接するコンポーネントや位置にトルクが加わった場合に，シーリングシステムがリーク

SUPERSEDED

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI F74-1103 (Japanese)

完全性を維持できるかどうかを評価するように設計されている。

7.8.2　メーカーの説明書に従ってシールを取り付け，組み立てる。テストフィクスチャには，図 R1-1，R1-2a~c，R1-3a~c を参照のこと。

7.8.3　隣接するコンポーネントの位置にデジタルの静トルクレンチを取り付け，トルクが加わったときのトルクを測定する。配置場所は，図 R1-1 に示す。

7.8.4　7.2.1 項によるテスト。

7.8.5　静トルクレンチで 57.6 cm-kgf（50 in-lbf; 5.649 Nm）のトルクが指示されるまで，隣接するコンポーネントを時計回りに回転する。

7.8.6　7.2.1 項によるテスト。

7.8.7　静トルクレンチで 57.6 cm-kgf（50 in-lbf; 5.649 Nm）のトルクが指示されるまで，隣接するコンポーネントを反時計回りに回転する。

7.8.8　7.2.1 項によるテスト。

7.8.9　トルクを 115.2 cm-kgf（100 in-lbf; 66.355 Nm）として，7.8.5 項から 7.8.8 項までを繰り返す。

7.8.10　サンプル数量: 3

7.9　*表面欠陥テスト*

7.9.1　本テスト方法は，現場での通常の取り扱い時に発生し得る表面欠陥に対する，半導体製造に使用されるガス供給システムのシールの堅牢性を評価する方法である。

7.9.2　表面欠陥の作成には材料テスト機を使用する。硬度測定用のピラミッド型刻み部の代わりに，図 1 に示すように本テスト用に特に設計されたウェッジ型の押し込み部を負荷調整可能な硬度測定装置に取り付け，テストサンプルに表面欠陥を付ける。

7.9.3　刻み部は，図 2 に示す寸法条件を満たすこと。刻み部のビッカース硬度は，少なくとも 500 とする。

7.9.4　本テストは，コンポーネントのシール面だけを傷つけて，表面欠陥の大きさとそれに対応するリークを決定する。本方法により，コンポーネントのシール面の脆弱性および欠陥のサイズに依存してどの程度までのリークを止めることができるかを決定でき，テスト中のシール技術の堅牢性を評価することができる。

7.9.5　図 1 および図 2 に示す装置を使用して，コンポーネントやサブストレートのシール面に欠陥を作る。

7.9.6　負荷レベルは，2，4，6，8 kgf，(19.61，39.23. 58.84，78.45 N）であり，リークが発生するまで 2 kgf (19.61 N）ずつ追加する。サンプルはメーカーの取り付けマニュアルに従って締め付けなければならない。

7.9.7　リークテストは，SEMI F1 の手順に従ってサンプルに対して実行される。本文書は，テスト方法であって，仕様ではなく，SEMI F1 の手順だけが適用される。

7.9.8　負荷とリークの相関が決定される。

7.9.9　表面欠陥のサイズ（深さと幅）は，基準用表面粗度測定装置を使用して測定される。

7.10　*シール後のパーティクルの清浄度*

7.10.1　本テストの目的は，シーリングシステムの加圧サイクル中に生成されるパーティクル数を確認することである。本テストには，シーリングシステムを加圧しながら本来の場所でのパーティクルをテストする方法が関わる。

7.10.2　SEMASPEC 90120390B-STD に従ってテストすること。バルブの代わりに，本テストで使用するためにシール専用に設計されたフロースルーテスト装置を使用すること。

7.10.3　サブストレートにシールが締め付けられる前のバックグラウンドのカウント数を小さくするために，テストはクラス 100（以上）の環境で実行しなければならない。

7.10.4　バックグラウンドカウントを得る前にフロースルーバイパスフィクスチャはサブストレートに「指締め」で接続しなければならないことを除き，「パーティクル寄与のテスト方法」（関連文書参照）のテストプロトコルに従うこと。

7.10.5　テストするシール付きのテスト装置は，取付中に存在した本来のパーティクルを全て取り除くために，0.01 µm のフィルタを通したガスで十分長い時間をかけてパージしなければならない。

7.10.6　可能な最も低いバックグラウンドカウントが得られたら，パーティクルカウンタからのカウント値を収集しながら，シールのメーカーの仕様に従ってフロースルーテスト装置を締め付けなければならない。カウント値はデータ取得装置によって記録してパーティクル数を記録しながらシールを加圧できるようにすることが推奨される。

7.10.7　本テストは，共通の設備において共通のテスト手順によって得られたデータ間の比較のみを目的とする。

SUPERSEDED

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI F74-1103 (Japanese)