

SEMI E67-1011

TEST METHOD FOR DETERMINING RELIABILITY OF MASS FLOW CONTROLLER

マスフローコントローラの信頼性測定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。

SEMI スタンダード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております(「すべきである」「しなければならない」について等)。

本スタンダードは、global Gases Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2011 年 9 月 12 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2011 年 10 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1997 年 9 月発行。前版は 2004 年 3 月発行。

注意: 本文書は 2011 年に全面改訂された。

1 目的

1.1 本文書で説明する方法は、マスフローコントローラ(MFC: mass flow controller)にその寿命を通じてメーカーの公表した仕様を満たすだけの機能が備わっているかどうかを調べるのに役立つ。テスト結果は、複数の MFC の比較を行う上でも有益である。

2 範囲

2.1 この手順が適用されるのは、半導体ガスシステムで使用される MFC である。

注意: このスタンダードおよび安全ガイドライン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。この文書の使用者は、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 この手順は、マスフローコントローラ用の別の既存のパラメータテストとの関連でのみ使用され、その特定のパラメータテストの信頼性データを得る。

3.2 信頼性テストには新しい MFC を使用するものとする。このテスト方法の適用を受けた MFC は、信頼性について再テストされることがある。

3.3 この手順に加えて、パラメータテストでもバルブをサイクルすることがある。これらのサイクルは、データテーブルで説明される累積サイクル数を決定する上では無視すべきである。

3.4 このテストでは、故障の根本的な原因分析は取り扱わない。

3.5 このテスト手順で使用されるリードポイントは、テストが完了するのにおよそ 6 ヶ月を要するように選択された。与えられたリードポイントスケジュールは、単に提案されたスケジュールに過ぎない。また、ユーザが異なるリードポイントスケジュールの方がより必要性を満たしていると感じる場合でも、このテスト方法は、それでも信頼性データを取得するために使用することができる。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

SEMI C59 — Specifications and Guidelines for Nitrogen

SEMI E17 — Guideline for Mass Flow Controller Transient Characteristics Tests

SEMI E66 — Test Method for Determining Particle Contribution by Mass Flow Controllers

SEMI E69 — Test Method for Determining Reproducibility and Zero Drift for Thermal Mass Flow Controllers

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

4.2 その他の文書

Nelson, Wayne, Applied Life Data Analysis, New York, NY Wiley, 1982

注意：別途指示のない場合、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 MFC (*Mass flow controller*) — マスフローコントローラ

5.1.2 UHP (*Ultra-high purity*) — 超高純度

5.2 定義

5.2.1 サイクル(*cycle*) — MFC に適用された設定値が繰り返すシーケンスのこと。

5.2.2 ハード故障(*hard failure*) — MFC の動作が不能となる激しい機械的故障または電氣的故障のこと。あるいは、結果として MFC がユーザのプロセスにとって不適切な状態になってしまう、ユーザによって定義された仕様からの逸脱のこと。

5.2.3 パラメータテスト(*parametric test*) — 信頼性情報が求められるデータを調べるテスト方法(例えば、精度テストまたはパーティクルテスト, SEMI E66)。

5.2.4 リードポイント(*readpoint*) — MFC に適用される累積サイクル数のこと。

5.2.5 信頼性(*reliability*) — 装置が、指定された期間、指定された条件において、意図された機能を実行する可能性のこと。

5.2.6 ソフト故障(*soft failure*) — MFC が、テストにおいて、もはやメーカーのパラメータに関する仕様を満たさない場合に発生する故障のこと。

6 テスト方法の概要

6.1 MFC は、数多くの流量サイクルを適用したり、記録したりすることができるフィクスチャにインストールされる。リードポイントスケジュールにおいて指定されたサイクル数に達したとき、サイクルが停止してパラメータテストが実行される。その後、次のリードポイントに達するか、あるいは MFC にハード故障が生じるまで、サイクルは再び繰り返される。サイクリングが完了した後、パラメータテストデータはそれぞれのパラメータの信頼性を求めるために分析される。

7 干渉

7.1 このテストによって、マスフローコントローラの信頼性を評価することができる。テストの結果は、複数の MFC を比較する上でも有益である。このテストによって提供されるデータは、MFC を使用した装置の信頼性をエンドユーザが調べる際に役立てることができる。

7.2 信頼性データを取得するために、以下のパラメータとそれに対応したテスト方法を、表 1 のこのテスト方法でテストしなければならない：

表 1 関連するテスト方法

パラメータ	テスト方法
パーティクル発生	SEMI E66
再現性およびゼロドリフト	SEMI E69
ヘリウム漏洩率	SEMI F1
ステップ応答	SEMI E17

7.3 信頼性テストを完了するために必要な時間を短縮するには、前述のパラメータテスト方法に対して以下の変更を行うことが提案される：

7.3.1 SEMI E66 (パーティクル発生 (Particle Contribution)) – このテスト方法を短縮して、ダイナミックコントロールモードテストのみを実施するようにする。¶¶ 12.1.3 と 12.1.7 を実施して、¶¶ 12.1.2, 12.1.4, 12.1.5, 12.1.6, 12.1.8, 12.1.9, 12.1.10 を除外する。¶ 5.2.1 (バックグラウンド), ¶ 5.2.3 (ダイナミック), 図 5 (パーティクルテストのフローチャート) を参照のこと。

7.3.2 SEMI E69 (再現性およびゼロドリフト (Reproducibility & Zero Drift)) – ¶¶ 12.1 および 12.2 を割愛する。

7.3.3 SEMI F1 (漏洩完全性 (Leak Integrity)) – 信頼性テスト方法の目的は、DUT バルブのサイクリングを原因とした、DUT 内の全漏洩の発生を検出することである。本スタンダードにおけるインボード構成部品漏洩テストの部分は、実施すべきである。

7.3.4 SEMI E17 (ステップ応答 (Step Response)) – このテストには短縮は必要ではない。

7.4 上記のテストで測定される MFC の性能特性の変化は、ドリフトを示すものとしても監視および分析され得る。

8 装置

8.1 ユーザはまた、下記に列挙した装置に加えて、信頼性データを要するパラメータテストを実施するために必要なすべての装置を入手しなければならない(¶ 7.2 に引用されている文書を参照)。

8.1.1 電源

8.1.2 NIST – トレース可能な流量校正システム(あるいは同等の公認スタンダード機関)

8.1.3 MFC 制御ケーブル – ¶ 8.1.4 で必要とされる本数

8.1.4 マスフローコントローラ – DUT MFC に加えてテスト流量を制御するためにテストセットアップで必要とされる数。

8.1.5 サイクリングフィクスチャ

9 試薬および材料

9.1 下記に列挙した材料に加えて、信頼性データを要するパラメータテストを実施するために必要なすべての材料を入手しなければならない(¶ 7.2 に引用されている文書を参照)。漏洩完全性のための信頼性データが求められているため、サイクリング中にヘリウムを使用することはできない。

9.1.1 SEMI C59, サンプルング, テスト試料, テスト台数ごとの、窒素のソース(99.999%)

9.2 有意なデータ解析を行うには 3 台の MFC が必要である。しかしながら、最低 20 台から 30 台の MFC を使用することが望ましい。サンプルの大きさが大きい程、信頼性についてより正確な評価を行うことができる。

10 安全予防措置

10.1 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。

11 装置の準備

11.1 テストされる各パラメータ用のセットアップについては、その特定のパラメータに関する文書で説明される(¶ 7.2 参照)。

12 校正と参照スタンダード

12.1 必要とされる計器の校正、あるいは参照スタンダードの使用は、信頼性データが求められている特定のパラメータテストに従って行わなければならない。

13 手順

13.1 テストされる MFC すべてを並列に接続する。

13.2 いずれのサイクリングを行う前にも、パラメータテストを実施して、結果として生成されたデータをデータシート(表 2)に書き留める。これは、最初のリードポイントである(図 1 参照)。

表 2 信頼性テストのデータシート

リードポイント (MFC に適用される累積サイクル数)	故障タイプ – ソフトまたはハード	ソフト故障タイプ ^{#1}
0 (ベースライン)		
10,000		
40,000		
100,000		
200,000		
300,000		
450,000		
600,000		
750,000		
875,000		
1,000,000		

#1 以下のソフト故障タイプを使用すること。A = 精度／繰り返し性, P = パーティクル, S = ステップ応答, L = 漏洩

13.3 表 2 にある MFC の次のリードポイントまでをサイクルする。MFC の現場環境をより現実的にシミュレートするために、2 種類のサイクルが MFC に適用される。図 2 で説明したように、2 種類のサイクルを交互に繰り返すこと。それぞれの設定値を一定時間維持する。最も遅い DUT の整定時間に基づいた以下の時間の 1 つを使用すること。整定時間が 1.25 秒以下である場合、2.5 秒の時間を使用する。整定時間が 2.5 秒以下かつ 1.25 秒を越える場合、5 秒の時間を使用する。整定時間が 2.5 秒を越える場合、整定時間の 2 倍の時間を使用する。