

SEMI E67-0304

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

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 12 月 4 日 North American Regional Standards Committee にて承認されている。2004 年 2 月にまず www.semi.org で入手可能になり、2004 年 3 月発行に至る。初版は 1997 年発行。

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

4.1 SEMIスタンダード

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 SEMASPECs¹

注 1: ここで述べられている SEMASPEC は、同等の SEMI スタンダードが利用可能なら、それによって置き換えられる。

90120391B-STD — SEMATECH Test Method for the Determination of the Helium Leak Rate for Gas Distribution System Components

92071220B-STD — SEMATECH Guide to Provisional Test Methods for Mass Flow Controllers

4.3 その他の文書

Nelson, Wayne, Applied Life Data Analysis, New York, NY Wiley, 1982 (付属書を参照のこと)

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

¹ SEMATECH, 2706 Montopolis Drive, Austin, TX 78741, USA
website: www.sematech.org.

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 意義と使用

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、このテスト方法でテストしなければならない：

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	SEMASPEC 90120391B-STD
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 項と 12.1.7 項を実施して、12.1.2 項、12.1.4 項、12.1.5 項、12.1.6 項、12.1.8 項、12.1.9 項、12.1.10 項を除去する。5.2.1 項(バックグラウンド)、5.2.3 項(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 項、12.2 項を割愛する。

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。しかしながら、SEMATECH Guide to Provisional Test Methods for Mass Flow Controllers, SEMASPEC 92071220B-STD において述べられている変更を行ってこのテストを実施すること。

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 項に引用されている文書を参照)。

8.1.1 電源

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

8.1.3 MFC制御ケーブル, 8.1.4 項で必要とされる本数

8.1.4 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のマスフローコントローラ。

8.1.5 サイクリングフィクスチャ

9 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 項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 窒素のソース(99.999%)

10 サンプリング, テスト試料, テスト台数

10.1 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。

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 項参照)。

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 調整

13.1 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の調整要求条件に従う。

14 手順

14.1 テストされるMFCすべてを並列に接続する。

14.2 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 1)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 1 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*
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		

* 以下のソフト故障タイプを使用すること。

A = 精度／繰返し性

P = パーティクル

S = ステップ応答

L = 漏洩