

SEMI E17-1011

GUIDE FOR MASS FLOW CONTROLLER TRANSIENT CHARACTERISTICS TESTS

マスフローコントローラの過渡特性テストのガイド

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 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 1991 年、前版は 2007 年 3 月に出版された。

1 目的

1.1 本ガイドの目的は、マスフローコントローラ(MFC)の過渡特性テストを提供するものである。

2 範囲

2.1 本ガイドは、半導体製造装置のユーザとメーカー間において、MFC に関する「応答時間」について、用語の定義および試験方法を決め定義上のお互いの混乱を防ぐことを目的とする。MFC の設定点ステップ変化までの過渡特性を決定し表すための条件および手順を提供する。本ガイドは、半導体製造装置で使用されるガス用マスフローコントローラに適用される。

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 参照スタンダードおよび文書

3.1 なし。

4 用語

4.1 定義(図1 および2参照)

4.1.1 実流量(*actual flow*) – 本スタンダードは校正用標準フローメータの出力値。

4.1.2 むだ時間(*dead time*) – 設定値をステップ変化させてから、その結果として観察可能な出力変化を生ずるまでの時間。

4.1.3 最終定常状態値(*final steady state value*) – 入力過渡特性の影響がなくなって、値が乱れなくなるかまたは固有のドリフトやノイズ以下になった後の実流量の平均値。

4.1.4 整定時間(*settling time*) – 設定値をステップ変化させたときから実流量が特定の範囲内に止まるまでの時間。

4.1.5 ステップ応答時間(*step response time*) – 設定値をステップ変化させたときから実流量が特定の範囲に最初に入るときまでの時間。

4.1.6 過渡オーバーシュート(*transient overshoot*) – 一定流量における上昇方向の最大変化量から定常状態変化量を差し引いたものであり、設定値のステップ変化の百分率として表される。

4.1.7 過渡アンダーシュート(*transient undershoot*) – オーバーシュートとは逆方向に、実流量が最終定常状態値を超過する最大量であり、設定値のステップ変化の百分率として表される。

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

4.1.8 設定値 (set point) – 制御流量の所望値をセットする MFC に対する電気的入力信号。

4.1.9 特定範囲 (specified band) – 最終定常状態値の $\pm 2\%$ の領域またはフルスケールの $\pm 0.5\%$ の領域のうち何れか大きい方。

5 試験装備

5.1 フローシステムの目的は、テスト期間中適切なガスを一定力で供給可能な状態で MFC を備えつけることである。更にテスト期間中、他の装置よりもかなり早いガス流の変化にตอบสนองする MFC を流れるガスの流量を決める方法も提供しなければならない。MFC の応答スピードをテストするための推奨フローシステムは図 3 に示されている。

5.2 フローシステムは、MFC を校正用標準フローメータに接続するために直線状のチューブまたはパイプを使用する。中間接続チューブまたはパイプの内径は、MFC の性能に影響するような圧力低下を防止するために十分なサイズでなければならない。

5.3 気体時定数 τ は最小にすべきである。(¶5.7 参照)

$$\tau = V \times \Delta P_m / (Q_m \times P_a) \quad (1)$$

ここで

- V = テスト中の MFC と校正用標準フローメータとの間のフローシステムの内部容積。ただし、チューブ、フィッティング、およびテスト中 MFC に接続されている校正用標準フローメータ側のものを含む
- Q_m = テスト期間中に予想される最大容積測定流量
- ΔP_m = 流量 Q_m における校正用標準フローメータの圧力低下。
- P_a = 最終定常状態値における校正用標準フローメータの出力側において示される絶対圧力。

5.4 テストガスの供給源は、テスト中の過渡特性状態の間でもマスフローコントローラの入力側の圧力を一定に保持する能力を要する。絶対圧力の中間値からの最大変動が $\pm 2\%$ というが、一般のマスフローコントローラに対して適切と考えられる。

5.5 図 3 のテストに使用するガスは窒素ガスとする。入力側圧力は 25 psig (27 kPa) である。出力側圧力は一般の大気圧である。マスフローコントローラに流れるガスの温度とマスフローコントローラの周囲温度とは同じでなければならない。

5.5.1 また、テスト期間中影響を与えるような変動があってはならない。前述の条件が推奨される。図 4 に示されるような場合には、変動は MFC がその使用中に起こすであろう状態をより正確に再現すると考えられる。上記ガスおよび圧力状態および/または試験装備はテスト結果に注記されなければならない。

5.6 校正用標準フローメータは、瞬間実流量の表示を提供するのに使用される。慣習上実流量として校正用標準フローメータの出力を参照する。それは、結果が報告されるフロー範囲全般にわたって、読みの $\pm 5\%$ またはそれ以上の精度を持たなければならない (直線性を含む)。テストフローにおける校正用標準フローメータ通過中の圧力低下は、テスト中 MFC の応答に影響しないような充分小さいものでなければならない。

5.6.1 典型的な校正用標準フローメータは: ホットワイヤーフローメータ (または同様な耐水性の熱フローセンサ)、微分圧カトランスデューサーを有する薄板フロー素子、およびビルドアップ (Rate of Rise (RoR)) システムである。

5.7 測定システム応答時間は、気体時定数、校正用標準フローメータ応答時間、および記録システム応答時間の合計である。測定システム応答時間は、報告された過渡特性の 1/5 未満でなければならない。もし、測定システム応答時間が特定過渡特性の 1/5 よりも大きい場合には、測定システム応答時間が報告されるならば、その特性を報告することができる。

5.8 試験装備は、データ収集システムに対する時間 0 の合図に加えて、マスフローコントローラに対する設定値におけるステップ変化を与えなければならない。ステップ変化過渡状態時間は、テスト中の MFC のステップ応答時間の 1% 未満でなければならない。

5.9 試験装備は、10 sccm 以上の MFC フルスケール流量に対して推奨される。流量が 10 sccm 未満であり、気体時定数が MFC のステップ応答時間の 1/5 よりも少ない場合には、気体時定数を報告しなければならない。