

SEMI F62-0701 (Reapproved 1111) TEST METHOD FOR DETERMINING MASS FLOW CONTROLLER PERFORMANCE CHARACTERISTICS FROM AMBIENT AND GAS TEMPERATURE EFFECTS

周囲およびガス温度の影響からマスフローコントローラ性能特性を決定する 試験方法

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 11 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 2001 年 7 月発行。前版は 2007 年 3 月発行。

注意: 本文書は、編集上の修正を伴い、再承認された。

1 目的

1.1 本文書の目的は、ガス供給システムに組み込むことを検討しているマスフローコントローラ(MFC)の試験方法を規定し、MFC の指示流量と実流量への周囲温度およびガス温度の影響を定量化することである。

2 範囲

2.1 本試験方法は、30 slpm までの流量の金属およびポリマでシールされた MFC に適用する。試験には、下記に挙げるものを含み、この順序で実行される。

1. 周囲温度の影響(定常状態および過渡状態)
2. ガス温度の影響(定常状態および過渡状態)

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 本方法は、マスフローコントローラを一般的な動作条件で評価する。
- 3.2 本試験方法では、メーカーが公表している制限値を超える動作の影響は取り扱わない。

4 参照スタンダードおよび文書

- 4.1 なし。

5 用語

- 5.1 略語および頭字語
 - 5.1.1 DUT – 非試験装置
 - 5.1.2 g – 重力
 - 5.1.3 kPa – キロパスカル

- 5.1.4 *MFC* — マスフローコントローラ
- 5.1.5 *NIST* — アメリカ連邦標準技術局
- 5.1.6 *sccm* — 標準立法センチメートル／分
- 5.1.7 *slpm* — 標準リットル／分
- 5.2 定義
- 5.2.1 長期安定性 (*stability, long term*) — 1 時間以上の読み値が $\pm 2\%$ である。
- 5.2.2 短時間安定性 (*stability, short term*) — 5 分間以内の読み値が $\pm 2\%$ である。
- 5.2.3 ゼロ設定値 (*zero setpoint*) — メーカーによる MFC の流量ゼロに対する設定値。
- 5.3 記号
- 5.3.1 MFC_i — 入口のマスフローコントローラ。
- 5.3.2 T_a — 恒温槽内の温度。
- 5.3.3 T_g — DUT の入口におけるガス温度。
- 5.3.4 T_{max} — MFC の最大温度のメーカー定格。
- 5.3.5 T_{min} — 20°C または最低温度のメーカー定格のどちらか高い方。
- 5.3.6 TC_g — DUT のガス温度変動に対する温度係数。
- 5.3.7 TC_e — DUT の周囲温度変動に対する温度係数。
- 5.3.8 Q_a — 本方法の目的においては、質量流量単位で表した流量標準の出力値。
- 5.3.9 Q_{ind} — 本方法の目的においては、質量流量単位で表した非試験装置の出力値。
- 5.3.10 Q_{sp} — 本方法の目的においては、特定設定値に対する体積流量単位で表した予定出力値。
- 5.3.11 V_a — バルブ A
- 5.3.12 V_b — バルブ B
- 5.3.13 V_{Ii} — 入口側隔離バルブ
- 5.3.14 V_{Io} — 出口側隔離バルブ

6 意義および用途

6.1 本試験方法は、ガス供給システムに設置することを検討している部品の試験手順を規定している。本方法を適用すると、エンドユーザが設置用検定の目的で試験した部品の中から選択するためのデータが得られることが期待できる。

7 装置

- 7.1 セットアップの図面については、図 1 および図 2 を参照。
- 7.2 流量測定装置 — National Institute of Standard Technologies (NIST) までトレースでき、定常流量特性および過渡流量特性を測定することが可能なもの。流れの絞りの前後に差圧力センサが備わったものが望ましい。装置は、DUT に関連して最低 2 対 1 の相対精度を持つべきである。
- 7.3 温度測定装置 — 試験ガスの温度を測定する。NIST までトレースでき、リアルタイム測定が可能なもので、低質量 ($< 0.05 \text{ g}$) センサを備え、リード部の熱損失が小さい ($< 0.3 \text{ mW}/^\circ\text{C}$) もの。
- 7.4 圧力測定装置 — 試験ガス圧力を測定する。NIST までトレースでき、試験ガス圧力をリアルタイム測定できること。

- 7.5 ガス圧調圧器 – 試験ガス圧を 275 kPa $\pm$ 5 kPa に維持する。
- 7.6 ガス温度制御器 – 試験流量においてガス温度を試験温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内に維持する熱交換器およびヒータ。
- 7.7 恒温槽環 – 最低 $T_{\min}$ から MFC の最大定格を 10°C 超える温度まで安定した温度制御ができるもの。

8 試薬および材料

- 8.1 試験ガス – 清浄で乾燥した窒素。
- 8.2 配管 – 清浄で試験に悪影響のないように保守されたもの。
- 8.3 バルブ – 100°C で問題なく動作するもの。

9 安全予防措置

- 9.1 ユニットの試験するときは、メーカーのすべての推奨に従い留意すべきである。あらゆる安全注意事項を常に守るべきである。

10 技術的注意事項

- 10.1 流量標準は、ゼロにおける過渡影響を調べる試験でガスを加熱すると、ゼロ以外の読み値となることがある。この読み値は記録しておく。

11 装置の準備

- 11.1 周囲温度影響のセットアップと図面 (図 1 参照)
- 11.1.1 MFC 本体と水平方向に 5 ~ 10 cm 以内に周囲温度センサを設置する。プローブは MFC 本体または恒温槽の壁に接触すべきでない。
- 11.1.2 MFC の上流側の端面から 10 cm 以内の位置で、ガス流の中心にガス温度センサを設置する。
- 11.1.3 MFC を設置した後、100% 設定値で窒素を流して空気による汚染を取り除くために十分な時間システムをパージする。
- 11.1.4 MFC に切り替え可能なオートゼロ機能がある場合は、試験を進める前に、このことをすべてのデータ発表用書類に書き留める。
- 11.1.5 ヒータと非試験装置の間の配管長を最短にして、ガス温度の変動を低減する。
- 11.2 ガス温度影響のセットアップと図面 (図 2 参照)
- 11.2.1 MFC 本体の近くに基準温度センサ T_0 を設置する。プローブを MFC 本体に接触させるべきである。
- 11.2.2 MFC 本体と水平方向に 5 ~ 10 cm 以内に周囲温度センサを設置する。プローブは、MFC 本体または恒温槽の壁と接触すべきでない。
- 11.2.3 MFC の上流側の端面から 10 cm 以内の位置で、ガス流の中心にガス温度センサを設置する。
- 11.2.4 MFC を設置した後、100% 設定値で窒素を流して空気による汚染を取り除くために十分な時間システムをパージする。
- 11.2.5 MFC に切り替え可能なオートゼロ機能がある場合は、試験を進める前に、このことをすべてのデータ発表用書類に書き留める。

12 校正および標準

- 12.1 使用する流量標準、温度標準、および圧力標準は、NIST までトレーサブルであること。
- 12.2 すべての補助装置は、メーカーの推奨案に合わせて校正し、保守されなければならない。校正記録は最新に維持しておかねばならない。

13 試験条件

13.1 別途言及のない場合、付属書 1 に挙げた基準条件を維持すること。

14 手順

14.1 環境温度の影響

14.1.1 非試験装置をメーカーの推奨に基づいて試験セットアップに設置する。図 1 を参照。

14.1.2 恒温槽の温度(T_e)を T_{min} に設定し、1 時間安定させる。データ収集の開始前に、ガス温度(T_g)および周囲温度(T_a)の差が 2°C 以内であることを確認する。

14.1.3 V_{ii} および V_{io} を閉じて、ゼロ設定値での MFC の Q_{ind} を記録する。

14.1.4 V_{ii} および V_{io} を開ける。MFC の流量設定値を定格範囲の 25%, 50%, 75%, および 100% に変更する。

注 1: T_g および T_e の差は、 2°C 以内でなければならない。

14.1.5 各設定値について、 T_g と Q_{ind} を記録し、さらに 5 秒以内の間隔で少なくとも 60 秒間にわたり、 T_e と Q_a の最低 10 個の値を記録する。表 3 に示すように 10 個の値の平均値を記録する。

14.1.6 ¶14.1.3 を繰り返す。

14.1.7 設定値をゼロに維持して、恒温槽の温度 T_{em} を図 3 に示した次のレベルに変更する。

14.1.8 温度 T_e が変化している間のゼロ設定値における Q_{ind} を、リアルタイムで記録する(最大 30 秒間隔)。表 4 に示したデータ収集例を参照のこと。

14.1.9 温度 T_e を最低 1 時間安定させる。

注 2: 各レベルで T_e を安定させる時間は、 T_e のレベル 1 と 9, 2 と 8, 3 と 7, 4 と 6 の指示流量の差が 5% より大きい場合は、2 時間に延長すべきである。図 3 を参照。

14.1.10 隔離バルブ V_{ii} および V_{io} を開ける。

14.1.11 図 3 に示すように、各 T_e レベルに対して ¶14.1.3 ~ ¶14.1.9 を繰り返す。

14.2 ガス温度の影響

14.2.1 非試験装置をメーカーの推奨に基づいて試験セットアップに設置する。図 2 を参照。

14.2.2 システムを 1 時間安定化させる。図 1 参照。フローチャートについては図 5 を参照。

14.2.3 ヒータの温度を設定して、ガス温度 T_g を周囲温度より 10°C 高くする。

14.2.4 同時に、 V_{ii} を開いて V_{io} を閉じる。 T_g , T_e , 指示流量, 実流量を 1 時間モニタする。1 時間たっても実流量または T_g が長期安定性に達しない場合、あるいは T_g が $T_e + 10 (\pm 2^{\circ}\text{C})$ と等しくならない場合は、この条件が満たされるか、もう 1 時間経過するまで継続する。長期安定性が達成しない場合、このことを記録し、表 5 に示したように、 T_g , T_e , 指示流量, および実流量各々に対して 5 秒以内の間隔で少なくとも 60 秒にわたり採取した最低 10 個のサンプルの平均値を記録する。

注 3: T_g が周囲温度より 10°C 高くなければ、¶14.2.3 に戻って、温度を調節する。

14.2.5 要求されるすべての設定値について完了するまで、¶14.2.3 ~ ¶14.2.4 を繰り返す。

15 計算または結果の解釈

15.1 計算

15.1.1 Q_{ind} , Q_a および T_g の測定値は、各温度および流量条件の下で安定した後に、時間間隔をおいて測定したサンプルの算術平均値によって確定する。

15.1.2 流量の周囲温度係数は、次のように計算される。

$$TC_e (\%/^{\circ}C) = \frac{Q_{a2} - Q_{a1}}{Q_{sp} \times (T_{e2} - T_{e1})} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 Q_{a1} および Q_{a2} は、それぞれ周囲温度 T_{e1} および T_{e2} で測定した実流量である。ゼロ設定値に対しては、次式を使う。

$$TC_{zero} = \frac{Q_{a2} - Q_{a1}}{Q_{fullscale} \times (T_{g2} - T_{g1})} \times 100 \quad (2)$$

この結果は、 $^{\circ}C$ 当たりの読み値のパーセントで表される。表 3 に示すデータ収集および分析の例を参照のこと。最終 TC_e は、表 2 の書式で表される。

15.1.3 流量のガス温度係数は次のように計算される。

$$TC_g (\%/^{\circ}C) = \frac{Q_{a2} - Q_{a1}}{Q_{sp} \times (T_{g2} - T_{g1})} \times 100 \quad (3)$$

ここで、 Q_{a1} および Q_{a2} は、それぞれガス温度 T_{g1} および T_{g2} で測定した実流量である。ゼロ設定値に対しては、次式を用いる。

$$TC_{zero} = \frac{Q_{a2} - Q_{a1}}{Q_{fullscale} \times (T_{g2} - T_{g1})} \times 100 \quad (4)$$

この結果は、 $^{\circ}C$ 当たりの読み値のパーセントで表される。表 5 に示すデータ収集および分析の例を参照のこと。最終 TC_g は、表 1 の書式で表される。

16 結果報告

注 4: すべての特殊機能(遠隔電子機器, オートゼロ等)は、比較分析のために試験結果に記載すること。

16.1 各流量におけるガス温度係数は表 1 に示すように表示する。

16.2 表 1 からのガス温度係数データは、図 6 に示すように表示する。ガス温度、実流量、および指示流量は、図 7 に示すように時間に対して表示する。

16.3 周囲温度係数は、表 2 に示すように表形式で表す。

16.4 表 2 からの定常状態のデータは、図 8 に示すように提示するのが望ましい。表 4 からの過渡影響データは、図 9 に示すように提示するのが望ましい。

17 図解

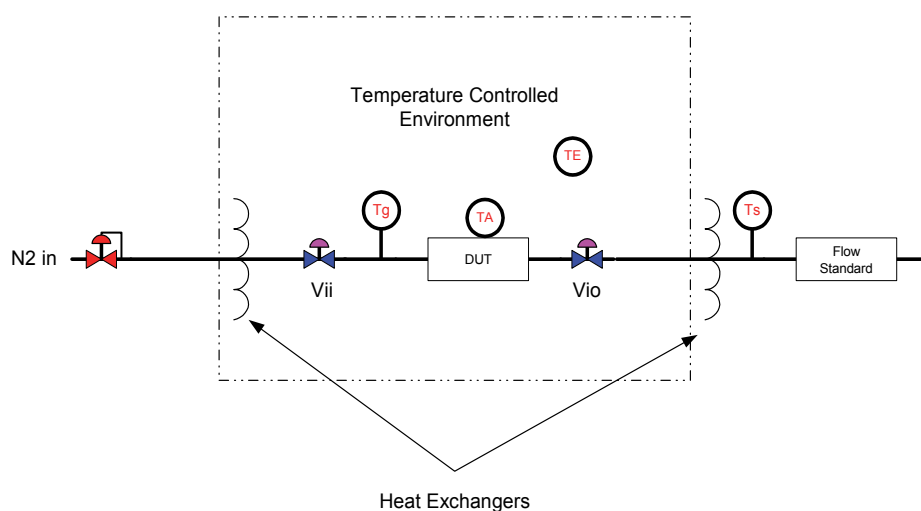


図 1
周囲温度影響の試験機器