

SEMI E69-0298 (Reapproved 1103)

サーマルマスフローコントローラの再現性とゼロドリフトを測定するための 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 7 月 27 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 で入手可能になり、2003 年 11 月発行に至る。初版は 1998 年 2 月発行。

1 目的

1.1 本文書の目的は、サーマルマスフローコントローラの再現性とゼロドリフトを数量化するための標準化された方法を示すことである。

1.2 本文書の目的は、特定のテストプログラムを提案することではなく、この方法で取り扱うパラメータをテストする際に使用するテスト方法を規定することである。ユーザは、綿密に制御されたテスト条件のもとで、再現性やゼロドリフトのような有意な性能特性について調べるために、本文書を使用することができる。

1.3 この方法における精度計算の意義は、MFCのユーザが、1つの製造装置から別の製造装置にプロセスを移行できることと、プロセス管理を維持しながら単一の製造装置の中でMFCを交換できることである。

2 範囲

2.1 本文書では、サーマルマスフローコントローラ (MFC) の再現性とゼロドリフトをテストするための条件と手順について説明する。本文書は包括的な性格を持つため、すべてのテスト手順があらゆる種類のMFCに適用される訳ではない。

2.2 本文書では、メーカーとユーザ間のコミュニケーションに共通の基盤が提供される。

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認し、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 可能性のあるすべての動作条件の組み合わせのもとで性能を評価することは、実際的ではない。このテスト手順は、研究所の条件のもとで適用されるべきである。このテスト手順の目的は、テストを行うMFCの現場での性能を判断するための十分なデータを収集することである。

4 参照スタンダード

4.1 SEMIスタンダード

SEMI E28 - Guideline for Pressure Specifications of the Mass Flow Controller

4.2 ANSI スタンダード¹

¹ American National Standards Institute, Headquarters: 1819 L Street, NW, Washington, DC 20036, USA. Telephone: 202.293.8020; Fax: 202.293.9287, New York Office: 11 West 42nd Street, New York,

ANSI C39.5 - Safety Requirements for Electrical and Electronic Measuring and Controlling Instrumentation

ANSI C42.100 - Dictionary of Electrical and Electronics Terms

ANSI MC4.1 - Dynamic Response Testing of Process Control Instrumentation

4.3 ASME 文書²

ASME MFC-1M - Glossary of Terms Used in the Measurement of Fluid Flow in Pipes

4.4 IEC 文書³

IEC 160 - Standard Atmospheric Conditions for Test Purposes

IEC 546 - Methods of Evaluating the Performance of Controllers with Analogue [sic] Signals for Use in Industrial Process Control

4.5 ISA 文書⁴

ISA S7.3 - Quality Standards for Instrument Air

ISA S51.1 - Process Instrumentation Terminology
ANSI/ISA-1 979 (reaffirmed 1993)

注意： 別途指示のない場合，引用されたすべての文書は，最新の出版バージョンである。

5 用語

5.1 略字語および頭字語

5.1.1 FS (Full scale) - フルスケール

5.1.2 kPa (Kilopascal) - キロパスカル

5.1.3 MFC (Mass flow controller) - マスフローコントローラ

5.1.4 NC (Normally closed) - 常時閉

5.1.5 NO (Normally open) - 常時開

5.1.6 psia (Pounds per square inch absolute) - ポンド毎平方インチ (絶対値)

5.1.7 sccm (Standard cubic centimeters per minute) - 標準立方センチメートル毎分

5.1.8 slm (Standard liters per minute) - 標準リットル毎分

5.2 定義

5.2.1 精度 (accuracy) - 測定値と真値との間における一致の程度のこと。精密度 (precision) とバイアスの両方を含む，測定値の全体的な不確実性を表す。

5.2.2 精度曲線 (accuracy curve) - 被テストデバイス (DUT) の指定された範囲に渡る平均測定値に沿った曲線のこと。

5.2.3 デバイス精度 (accuracy, device) - デバイスの指定された範囲に渡る全体的な不確実性のこと。範囲を通じてのデバイス精度は，この範囲にあるすべてのテストされた設定値を通じて最悪の場合の精度として示される。

5.2.4 バイアス (bias) - 設定値における，測定値と，設定値とゼロオフセットの合計との差。流量標準の測定値には，その全体の不確実性が含まれる。

5.2.5 基本設定値 (cardinal setpoint) - 被テストデバイスの精度を評価するための特定の設定値。このテスト方法に関しては，基本設定値はフルスケールの 10%，50%，100% である。

NY 10036, USA. Telephone: 212.642.4900; Fax: 212.398.0023, Website: www.ansi.org

² 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

³ International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, Case Postale 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. Telephone: 41.22.919.02.11; Fax: 41.22.919.03.00, Website: www.iec.ch

⁴ Instrument Society of America, 67 Alexander Drive, Research Triangle Park, NC 27709. Telephone: 919.549.8411, Fax: 919.549.8288, Website: www.isa.org

5.2.6 不感帯 (deadband) - 設定値が方向を反転させて変化しても，出力信号に測定し得る変化が起こらない範囲のこと。

5.2.7 ダウンスケール読み取り値 (downscale reading) - 現在の設定値より不感帯を越えて大きい設定値から下ってきた設定時の読み取り値のこと。

5.2.8 平均ダウンスケール値 (downscale value, average) - 1 サイクルにおける単一の設定値のダウンスケール読み取り値の合計を，それらの値の個数によって除算した値のこと。

5.2.9 流量標準 (flow standard) - DUTを通る実際の体積流量を測定するために使用されるデバイスのこと。

5.2.10 直線性 (linearity) - 曲線が直線に近似している程度のこと。直線性は非直線性として測定され，直線性として表される。

5.2.11 両端基準直線性 (linearity, terminal-based) - 精度曲線の上限および下限設定値を結ぶ直線からの，精度曲線の偏差 (アップスケール値とダウンスケール値の平均) の最大絶対値のこと (図 1 参照)。

5.2.12 測定値 (measured value) - 被テストデバイスを通る実際の流量のこと。標準により，なるべく一次側で測定された値として，sccmまたはslmで表される。

5.2.13 平均測定値 (measured value, average) - 単一の設定値における全サイクルのすべての読み取り値 (アップスケールとダウンスケールの両方) の合計を，これらの読み取り値の個数によって除算した値のこと。

5.2.14 正常動作条件 (operating conditions, normal) - その中で機器が作動するように設計されている，そしてそれに対する影響変動が述べられている動作条件範囲のこと [ISA S51.1]。

5.2.15 基準動作条件 (operating conditions, reference) - その中で影響変動を無視できる，機器の動作条件範囲のこと [ISA S51.1]。

5.2.16 影響変動 (operating influence) - 指定された動作条件が基準動作条件から変化し，他の条件は基準動作条件の限界内に保持されている時に引き起こされる，性能特性の変化のこと [ISA S51.1]。

5.2.17 精密度 (precision) - 設定値における測定値が近似している度合いのこと。多くの場合標準偏差として表される。

5.2.18 再現性 (repeatability) - 同じ動作条件，作業者，機器，研究室，および短い時間間隔のもとで，ある設定値における多数の測定値が近似する度合いのこと。通常，非再現性として測定され，再現性として読み取り値の百分率比で表される [ISA S51.1]。

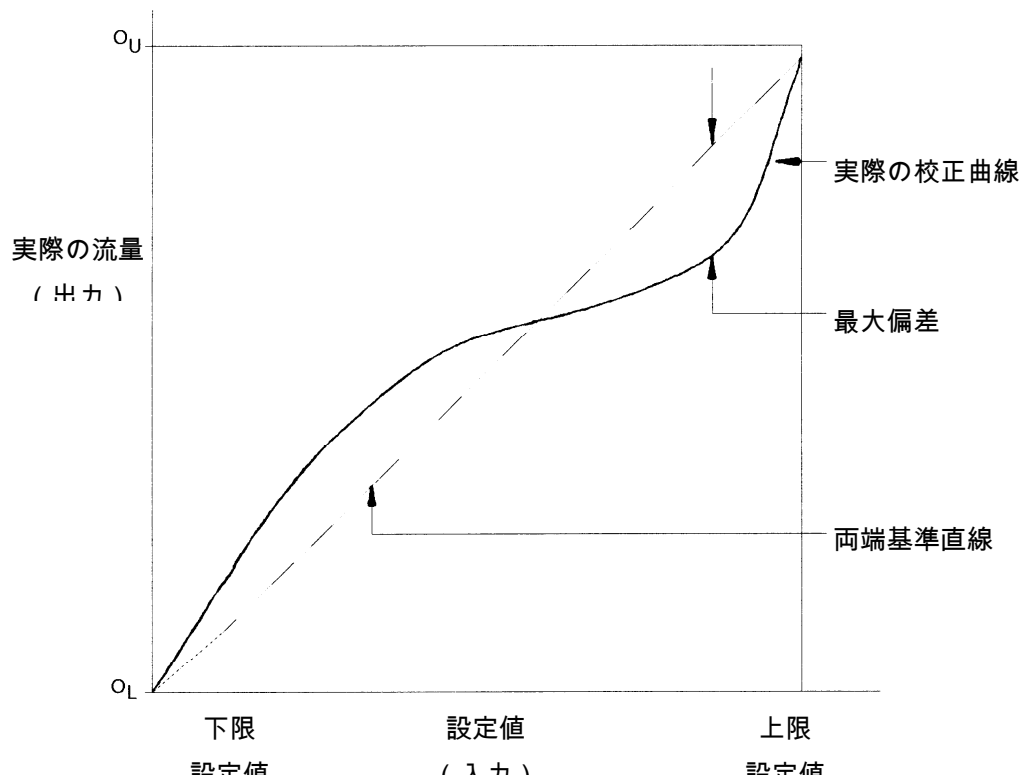


図 1

マスフローコントローラの両端基準直線性

5.2.19 再現性 (reproducibility) - 指定の動作条件で指定の期間に渡り、上下両方向から設定したある設定値において、繰り返された設定値が近似する度合いのこと。通常、非再現性として測定され、再現性として平均読み取り値の百分率比で表される。再現性には、ヒステリシス、不感帯、長期ドリフト、短期再現性が含まれる [ISA S51.1]。

注 1: 繰り返される測定間で、入力が範囲の中で異なる場合がある。また、動作条件が通常動作条件の範囲内で異なる場合がある。

5.2.20 短期再現性 (reproducibility, short-term) - 同じ動作条件、作業者、機器、研究室、および短い時間間隔のもとで、上下両方向から設定したある設定値における多数の測定値が近似する度合いのこと。設定は不感帯を越えたところからでなければならない。通常、非再現性として測定され、再現性として読み取り値の百分率比で表される。

。短期再現性には、再現性、ヒステリシス、不感帯、および短期ドリフトが含まれる。

5.2.21 設定値 (setpoint) - 希望の流量を達成するために与えられる入力信号のこと。sccm, slm, またはパーセントフルスケールで報告される。

5.2.22 下限設定値 (setpoint limit, lower) - 機器の動作のために指定される下限の設定値のこと。

5.2.23 上限設定値 (setpoint limit, upper) - 機器の動作のために指定される上限の設定値のこと。通常、フルスケールである。

5.2.24 スパン (span) - DUTのフルスケール範囲のこと。

5.2.25 安定性 (stability) - 不自然な、原因を特定できる変化のない、自然でランダムな変化のみを示す条件能力のこと。

5.2.26 標準条件 (standard conditions) - 101.32 kPa , 0.0°C (14.7 psia , 32°F)

5.2.27 総不確実性 (uncertainty, total) - 測定された量の真値が適合していることを期待できる範囲のこと。エラーの 2 つの主要な構成部分，すなわちバイアスと測定プロセスの不正確さに帰するバイアスとランダムなエラーを考慮に入れた，測定値と対応したバラツキを表示したもの。

5.2.28 アップスケール読み取り値 (upscale reading) - 現在の設定値より不感帯を越えて小さな設定値から上がってきた設定時の読み取り値のこと。

5.2.29 平均アップスケール値 (upscale value, average) - 単一の設定値における 1 サイクルで

のアップスケール読み取り値の総合計を，それらの値の個数で除算した値のこと。

5.2.30 ゼロドリフト (zero drift) - 流量のない状態における，指定された期間を通じての電気的出力の不要な変化のこと。sccmまたはslmで報告される。

5.2.31 ゼロオフセット (zero offset) - 流量のない状態における，ゼロからの偏差のこと。sccmまたはslmで報告される。

6 テスト方法の概要

6.1 再現性およびゼロドリフトを求めるための容認された参照標準を使用した，大気圧あるいは真空中に放出するMFCを特徴付けるための特定の手順が与えられている (図 2 参照)。