

SEMI F54-1000

凝縮核カウンタの計数効率を測定するための試験方法

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。

本試験方法は、Global Facilities Committee で技術的に承認されたもので、North American Facilities Committee が直接責任を負うものである。現版は 2000 年 7 月 13 日に North American Regional Standards Committee にて承認された。2000 年 8 月にまず www.semi.org で入手可能になり、2000 年 10 月発行に至る。前版は 2000 年 6 月発行。

1 目的

1.1 ガスのパーティクル仕様では、指定された計数効率を持つ凝縮核カウンタ(CNC)を使用することが要求される。本文書では、CNC の計数効率を求める試験方法について説明する。

2 範囲

2.1 本文書では次の方法について説明する。

1) 大気圧(1×10^5 Pa)で空気中に浮遊する 0.01 マイクロメータ以上のサイズを持つ塩化ナトリウム(NaCl)のパーティクルからできた標準エアゾールを作成する。

2) エアゾールパーティクルのサイズと濃度を制御する。

3) エアゾールを使用して、CNC の計数効率をパーティクルサイズの関数として求める。

この方法は、0.01 マイクロメータ以上の微小サイズ感度を持つ CNC に適している。

注 1: 光学式パーティクルカウンタの校正に適した試験方法は、ASTM F328 と JIS B9921 に記載されている。

2.2 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、適切な安全及び健康上の作業方法を確立し、また使用前に規制上の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 本文書では、CNC の計数効率を調節する方法に関しては説明しない。

3.2 本文書では、CNC のバックグラウンドノイズレベル、最大濃度限界、又は検出可能最大パーティクルサイズを求める方法に関しては説明しない。

4 参照スタンダード

4.1 ASTMスタンダード¹

ASTM D1193 — Standard Specification for Reagent Water

ASTM F328 — Standard Practice for Calibration of an Airborne Particle Counter Using Monodisperse Spherical Particles

4.2 JISスタンダード²

JIS B 9921 — 光散乱式自動粒子計算器

注 2: 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 エアゾール電位計(aerosol electrometer) — エアゾール流内の電荷フローを電流信号に変換する計器。

5.2 標準エアゾール(aerosol standard) — 既知のサイズと濃度を持つパーティクルを含むエアゾール。

5.3 一致エラー(coincidence error) — 計器の光学検出ボリューム内の複数パーティクルが原因で発生する測定パーティクル濃度の不正確さ。

5.4 濃度限界(concentration limit) — 計器内で 10%以上の一致エラーを避けるための、エアゾール内パーティクルの最大濃度。

5.5 計数効率(counting efficiency) — CNC が測定するパーティクル濃度の、基準計器が同一エアゾールに対して同時に測定する濃度に対する比率。

5.6 下限サイズ感度(lower size sensitivity) — CNC の 50%計数効率に対応したパーティクルサイズ。

5.7 単分散エアゾール(monodisperse aerosol) — パーティクルサイズ分布が狭いエアゾール。単分散エ

1 American Society of Testing and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103, USA
(国内連絡先) 日本規格協会 〒107-0052 東京都港区赤坂 4-1-24 03-3583-8003
2 日本規格協会 〒107-0052 東京都港区赤坂 4-1-24 03-3583-8003

エアゾールの最大バンド幅については、8.7 項で定義する。

5.8 パーティクル濃度 (particle concentration) — ガス内の単位体積あたりのパーティクル数。

5.9 多分散エアゾール (polydisperse aerosol) — パーティクルサイズ分布が広いエアゾール。

注 3: 追加の用語は、ASTM F328 と JIS B9921 に記載されている。

6 方法の概要

6.1 測定は、空気中に浮遊する NaCl パーティクルから成る標準エアゾールを使用して実施する。エアゾールは、水に溶けた NaCl の溶液を霧状にすることによって生成される。乾燥および電荷中和の後、静電分級器 (EC) を使用して必要なサイズのパーティクルをエアゾールから抽出する。次に、結果として発生した単分散エアゾールのパーティクルの濃度を CNC で記録し、基準計器で同時に測定した濃度と比較する。適切な基準計器の例については、8.8 項で説明する。

注 4: この方法を使って類似の CNC について別々の研究室で実施した試験の結果、繰り返し性のある結果を得られることが示された。これらの試験例は、「Agarwal and Sem³ and Bartz, et al⁴」で参照することができる。

7 要求条件

7.1 基準計器は、試験するパーティクルサイズの範囲全体にわたって 95% 以上の立証された計数効率を持っていないといけない。基準計器の計数効率が低いと、測定パーティクル濃度に誤差が生じる。基準計器の計数効率は、校正済みエアゾール電位計などの校正済み基準に対しメーカーによるチェックが行われる必要がある。

7.2 CNC 又は基準計器のいずれかに一致エラーが生じると、測定パーティクル濃度が不正確となる。各計器の濃度限界は、メーカー仕様から入手する。標準エアゾールのパーティクル濃度は、両計器の濃度限界以下に保つ必要がある。

7.3 エアゾール電位計を基準計器として使用する場合、検出可能最小パーティクル濃度はメーカー仕様から入手する。パーティクル濃度がこの検出可能最小

値以下であると、不正確な結果を招くことになる。したがって、標準エアゾールのパーティクル濃度を検出可能最小パーティクル濃度以上に保たなければならない。

7.4 EC から CNC へ、および EC から基準計器への間のパーティクルの搬送損失をチェックする必要がある。2 つの計器についてパーティクルの搬送損失で不一致があると、誤った結果が発生する。サンプルライン内パーティクルの搬送損失を計算する方法は、「Pui, et al⁵」で参照することができる。搬送損失は、試験パーティクルサイズごとに計算する必要がある、その搬送損失計算すべてを記録しておくこと。

7.5 エアゾール電位計を基準計器として使用する場合、標準エアゾール内のパーティクルの複数電荷を補正する必要がある。0.06 マイクロメータより大きいパーティクルを測定するとき、複数電荷がかなりのエラーを引き起こす可能性があるため、EC メーカーから複数電荷の補正係数を入手する必要がある。補正係数の計算方法の例は、「Liu and Pui⁶」で参照することができる。

8 装置

8.1 噴霧器 — 液体溶液を霧状にすることができるサブマイクロメートルのエアロゾール発生器。噴霧器は、乾燥後に 0.01 マイクロメートルの微小サイズパーティクルから成る安定したエアゾールの生成が可能でなければならない。

8.2 液体トラップ — サブマイクロメートルパーティクルから成るエアゾール流を自由に通過させる一方で、貯蔵槽内への重力沈下によって液相混入物を取り除く装置。

8.3 拡散ドライヤ — サブマイクロメートルパーティクルから成るエアゾール流を自由に通過させる一方で、水蒸気を周囲の乾燥剤媒体内に拡散させることによってエアゾールを乾燥させる器具。拡散ドライヤの設計流量は、最低限、噴霧器の出力流量と一致していなければならない。

8.4 エアゾール中和装置 — 正と負の両方の空気イオンを発生させることによって、エアゾールを中和するバイポーラ荷電装置。中和装置は、パーティクル上の電荷をボルツマン平衡レベルに下げなければならない。中和装置の設計流量は、最低限、噴霧器の出力流量と一致していなければならない。

3 Agarwal, J. K. and Sem, G. J. Continuous Flow, Single-Particle-Counting Condensation Nucleus Counter. *Journal of Aerosol Science*, 11: 343-357 (1980)

4 Bartz, H., Fissan, H., Helsper, C., Kousaka, Y., Okuyama, K., Fukushima, N., Keady, P. B., Kerrigan, S., Fruin, S. A., McMurry, P. H., Pui, D. Y. H. and Stolzenburg, M. R. Response Characteristics for Four Different Condensation Nucleus Counters to Particles in the 3-50 nm Diameter Range. *Journal of Aerosol Science*, 16 (5): 443-456 (1985)

5 Pui, D. Y. H., Ye, Y. and Liu, B. Y. H. Sampling, Transport, and Deposition of Particles in High Purity Gas Supply System. *Proceedings 9th ICCS*: 287-293, (1988)

6 Liu, B. Y. H. and Pui, D. Y. H. A Submicron Aerosol Standard and the Primary, Absolute Calibration of the Condensation Nuclei Counter. *Journal of Colloid and Interface Science*, 47 (1): 155-171 (1974)

8.5 バイパスフィルタ — 高効率のユースポイントガスフィルタ。バイパスフィルタの設計流量は、少なくとも噴霧器の出力流量と一致していなければならない。

8.6 混合容器 — エアゾール流に乱流を引き起こすことによってパーティクルを分散するデバイス。

8.7 静電分級器 (EC) — 電気移動度に従って多分散エアゾールからパーティクルを抽出するデバイス。パーティクルの電気移動度はそのサイズと電荷に依存する。EC は、狭いバンド幅を持つ単分散標準エアゾールを抽出する。抽出されたエアゾールの移動度バンド幅は、平均パーティクル移動度の 20%以下であること。電気移動度と移動度バンド幅の計算方法は、「Liu and Pui⁶」で参照することができる。

8.8 基準計器 — エアゾール内のパーティクル濃度を測定できる計器。基準計器の校正は、過去 12 ヶ月以内に校正基準に対してチェックしておかなければならない。基準計器の校正と保守の記録を保持しなければならない。適切な基準計器には、0.01 マイクロメートル未満の下限サイズ感度を持つエアゾール電位計と CNC が含まれる。

8.9 凝縮核カウンタ (CNC) 又は凝縮パーティクルカウンタ (CPC) — プロセスガスパティクル測定に使用するパーティクルカウンタであり、校正チェックが要求される。CNC は、過飽和した作動流体の核生成と液滴の成長を使用してサブマイクロメートルのパーティクルを検出する。

8.10 パイプ — パーティクル損失を最小限に抑えるため、帯電エアゾールパーティクルの搬送に使用するすべてのパイプを、導電性材料 (たとえば、ステンレススチール) で組み立てて、接地しなければならない。

9 試薬と材料

9.1 NaCl を溶かしてエアゾールを生成するには、ASTM D1193 のタイプ 1 に従った消イオン化された水又は蒸留水が必要である。

9.2 エアゾールを生成するには NaCl が必要である。

9.3 装置内でエアゾールを生成して搬送するには、乾燥した油分を含まない圧縮空気を供給する必要がある。

10 装置の準備

10.1 図 1 に試験装置を示す。エアゾールのパーティクル濃度は、バイパスフィルタを使用して制御される。EC からの単分散エアゾール流量が CNC と基準計器に同時に供給するのに十分でない場合、ろ過した空気を流れに加える必要がある。この空気は混合容器のエアゾールの上流に加えられる。EC からの単分散エアゾールの流量が CNC と基準計器に同時に供給するのに必要な流量よりも大きい場合、余分なエアゾールを排出しなければならない。

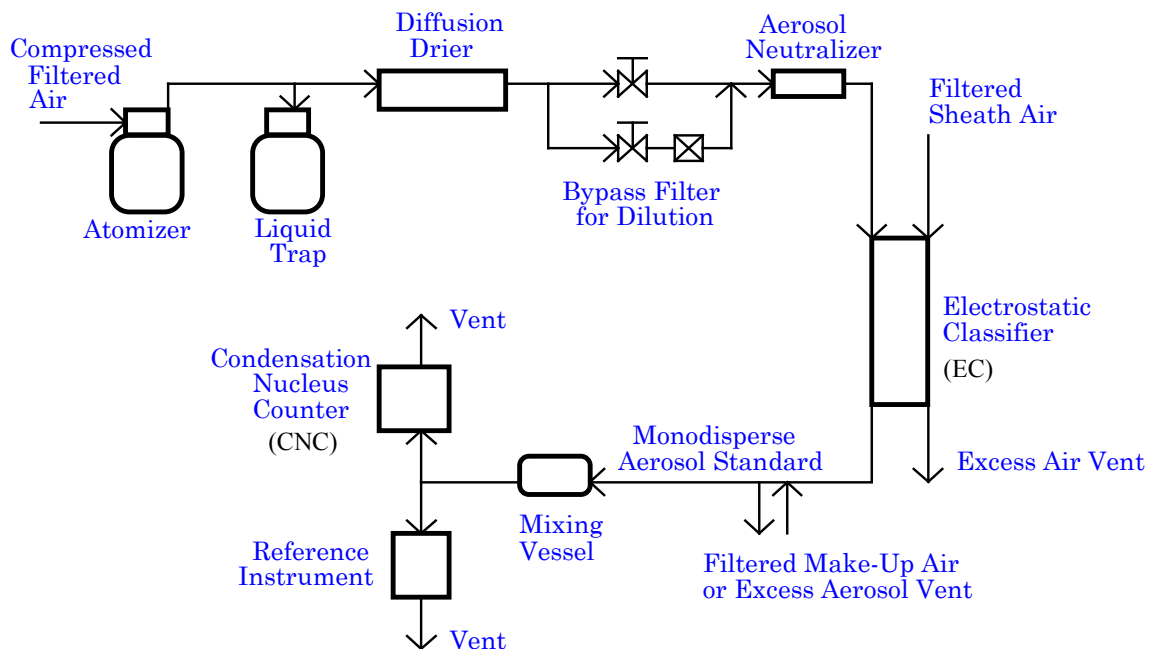


図 1
試験装置の概略図