

SEMI S6-0618

ENVIRONMENTAL, HEALTH, AND SAFETY GUIDELINE FOR EXHAUST VENTILATION OF SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT

半導体製造装置の排気換気に関する環境、健康、安全のためのガイドライン

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

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）。

本安全ガイドラインは、Environmental Health & Safety Global Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2017 年 12 月 13 日および 2018 年 2 月 1 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて承認された。2018 年 6 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1993 年発行、前版は 2009 年 6 月に発行された。

目次

1 目的	3
2 範囲	3
3 制限	3
4 参照スタンダードおよび文書	4
5 用語	5
6 設計基準	10
7 性能基準	11
8 確認方法および報告	19
9 エンドユーザに提供すべき最小限の情報	24
10 関連文書	27
付属書 1 ガスと蒸気の発生および放出速度の測定	28
付属書 2 トレーサガスを使用して漏洩放出物を測定するためのテスト方法	35
付属書 3 エアロゾル可視化のためのテスト方法	39
付属書 4 引火性ガスおよび蒸気源に対する空気流パターン評価のためのテスト方法	40
付属書 5 面速度測定のためのテスト方法	43
付属書 6 流量および圧力のテスト方法	44
関連情報 1 排気換気パラメータの例	46
関連情報 2 ファシリティの排気換気システムとの関係	48
関連情報 3 一般的な設計の推奨事項	51
関連情報 4 プロセス装置から発生する臭気の制御	69



関連情報 5 排気換気情報報告書の推奨フォーム	73
関連情報 6 トレーサガス注入速度に対するプロセスガス流量に関する一般式.....	75
関連情報 7 煙制御としての排気換気	76

注意： 本ガイドラインの「すべきである」という規定に適合することが、本文書への適合宣言に必要なものである。「してもよい」、「勧められる」、「好ましい」、「推奨される」、「注」、「関連情報」への適合は本文書への適合宣言には必要ではない。

1 目的

1.1 本安全ガイドラインは、半導体製造装置（SME）の排気換気に対する安全性能基準、およびこれらの基準への適合性を評価するためのテスト方法を提供する。

1.2 ユーザファシリティ内の排気換気ユーティリティのエネルギー効率および物理的制約が顕著になるにつれ、排気換気の最適化がますます重要になってきている。要員、財産、および環境を健康リスクと安全リスクから保護するために、効率的に設計された排気換気を提供する必要がある。本安全ガイドラインの目的は、排気換気のための性能および設計原理、ならびにテスト方法およびテスト基準を提供することである。

2 範囲

2.1 このガイドラインは、ユーザファシリティの排気換気システムに接続しようとする排気換気を組み込んだ半導体製造装置に適用する。

2.2 本文書の基準は、要員の保護、装置の保護、および火災リスク低減を（その全部または一部の）目的として提供する排気換気システムに適用すべきである。

2.3 本文書内の性能および評価基準は、サプライヤがユーザに提供する装置、または他のサプライヤがユーザに提供する装置の一部として、サプライヤが提供する装置のすべてに対して適用する。

2.4 本文書は、半導体製造装置サプライヤが、装置排気換気システムを一般的な一連の性能基準に基づいて設計するのを支援するとともに、ユーザやサプライヤが装置システムに対する排気換気要件を理解する手助けとなることを意図している。設計仕様を確立することは意図していない。

注 1: 排気換気のいくつかの用途に対する設計上の提案を「関連情報」として記述している。

2.5 テスト方法を§ 8 および付属書に記述している。

2.6 本文書は、サプライヤまたはユーザが採用する危険源評価方法、または危険制御戦略（例えば、設計原理）に制限を加えることは意図しない。十分なレベルの保護が得られるなら、他のさまざまな方法を採用してもよい。

3 制限

3.1 本文書は、SME 内である物質を使用するリスクを軽減するために、排気換気を使用すべきかを判断するための基準を提供するものではない。本文書は、そのようなリスクを軽減するための手段として排気換気を選択したときの SME の排気換気機能の基準を提供するものである。

3.2 環境基準の排出物サンプリングは本文書では取り扱わない。環境特性を決定するためのマスバランスサンプリングは、本文書では取り扱わない。

注 2: 環境特性評価に関する情報は、半導体製造装置の環境特性決定のためのガイドライン TT# 01104197A-XRF¹に記載されている。

3.3 製品品質を確保するため（つまり、安全性以外のため）の微粒子制御での換気は、本安全ガイドラインの範囲外である。

3.4 煙制御のための換気は本安全ガイドラインの範囲外である。

注 3: 煙制御のための換気は、本文書の関連情報 7 および SEMI S14 の関連情報で取り扱う。

¹ SEMATECH, 2706 Montopolis Drive, Austin, TX 78741, USA. Telephone: +1.512.356.3500; <http://www.semtech.org>; URL for this document: <http://www.semtech.org/public/docubase/abstracts/4197axfr.htm>

3.5 熱除去のための換気は本安全ガイドラインの範囲外である。

注 4: 空調, 特にクリーンルームの空調にはコストがかかるため, 熱除去のために排気換気を使用することは相当額の投資コストと運用コストの追加となる可能性がある。

3.6 この文書は, ユーザの排気換気供給システムが中央のファン, ダクトおよび, 適用可能ならダンパを以て設計されているものとの前提で書かれている。サプライヤは, 他のタイプの排気換気システムが存在しないか注意すべきである。エンドユーザは, その排気換気システムに関連する詳細を, 特にシステムが想定モデルから逸脱している場合には必ず, サプライヤに通知すべきである。

3.7 本安全ガイドラインは遡及して適用されるものではない。

3.7.1 装置の換気, 空気の流れ,あるいはこれらの機能によって制御されるリスクに大きな影響を与える再設計あるいはその他の変更(プロセスの変更など)がある装置モデルは, 最新版の SEMI S6 に適合する必要がある。

3.7.2 旧版の SEMI S6 で評価されているモデルおよびサブシステムは, 旧版を満たし続けるか, より最近発行された版を満たす必要があり, この版の規定の対象となることは意図されていない。

注意: IEEE/ASTM の SI-10 や米国国立標準技術研究所 (NIST) の Special Publication 330 (SP 330) 「国際単位系 (SI)」などのスタンダードで表現されている国際単位系 (SI) の測定単位, 記号, および略語は, 本文書内では SEMI スタンダード出版物の公式単位として表示される。これらには便宜上, 米国で慣習的に使用する測定単位が付記される (括弧内で) 場合があるが, 基準を定義するのは SI 単位系である。

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。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI Standards and Safety Guidelines

SEMI F5 — Guide for Gaseous Effluent Handling

SEMI S2 — Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S14 — Safety Guidelines for Fire Risk Assessment and Mitigation of Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S22 — Safety Guideline for the Electrical Design of Semiconductor Manufacturing Equipment

4.2 ACGIH[®] Document²

Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices

4.3 ASHRAE Standard³

Standard 110-1995 — Method of Testing Performance of Laboratory Fume Hoods

4.4 ASTM Standards⁴

ASTM E697 — Practice for Use of Electron Capture Detectors in Gas Chromatography

IEEE/ASTM SI 10 — American National Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System

² American Conference of Government Industrial Hygienists, 6500 Glenway Ave., Building D-7, Cincinnati, OH 45211-4438, USA. Telephone: +1.513.661.7881.

³ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 1791 Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329 USA. Telephone: +1.404.636.8400, Fax: +1.404.321.5478, <http://www.ashrae.org>

⁴ ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA; Telephone: +1.610.832.9585, Fax: +1.610.832.9555, <http://www.astm.org>

4.5 CGA Standards⁵

CGA P20 — Standard for the Classification of Toxic Gas Mixtures

CGA P23 — Standard for Categorizing Gas Mixtures Containing Flammable and Nonflammable Components

4.6 European Standards⁶

EN 1127-1 — Explosive Atmospheres – Explosion Prevention and Protection, Part 1 – Basic Concepts and Methodology

4.7 European Directives⁷

2014/34/EU — Directive 2014/34/EU Of The European Parliament and The Council of 26 February 2014 on the harmonization of the laws of the Member States relating equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (recast)

4.8 NFPA Standards⁸

NFPA 1 — Uniform Fire Code

NFPA 497 — Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas

NFPA 704 — Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response

4.9 NIST Document⁹

Special Publication 330 (SP 330), “The International System of Units (SI)”

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版を指す。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 *AEV* (*additional exhaust ventilation*) — 追加排気換気

5.1.2 *ATL* (*accredited testing laboratory*) — 公認試験所

5.1.3 *C* (*ceiling limit*) — 上限値

5.1.4 *ERC* (*equivalent release concentration*) — 等価放出濃度

5.1.5 *FEV* (*facility exhaust ventilation*) — ファシリティの排気換気

5.1.6 *HEI* (*hazardous energy isolation*) — 危険エネルギーの切離し

5.1.7 *IDLH* (*Immediately Dangerous to Life and Health*) — 生命および健康に対する直接的危険性

5.1.8 *LFL* (*lower flammable limit*) — 引火下限

5.1.9 *OEL* (*occupational exposure limit*) — 職業曝露限界

5.1.10 *PEV* (*primary exhaust ventilation*) — 一次排気換気

5.1.11 *SEV* (*secondary exhaust ventilation*) — 二次排気換気

⁵ Compressed Gas Association, 4221 Walney Road, 5th Floor, Chantilly, VA 20151, USA; Telephone: +1.703.788.2700, Fax: +1.703.961.1831, <http://www.cganet.com>

⁶ European Committee for Standardization, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels; Telephone: +32.2.550.08.11, Fax: +32.2.550.08.19, <http://www.cen.eu>

⁷ http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!CELEXnumdoc&lg=en&numdoc=31994L0009

⁸ National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269, USA; Telephone: +1.617.770.3000, Fax: +1.617.770.0700, <http://www.nfpa.org>

⁹ National Institute of Standards and Technology, 100 Bureau Drive, Stop 3460, Gaithersburg, MD 20899-3460, USA; Telephone: +1.301.975.6478, <http://www.nist.gov>

5.1.12 *SME (semiconductor manufacturing equipment)* — 半導体製造装置

5.1.13 *SOC (substance of concern)* — 懸念物質

5.1.14 *STEL (short term exposure limit)* — 短期曝露限界

5.1.15 *TWA (time weighted average exposure limit)* — 時間加重平均曝露限界

5.1.16 *UFL (upper flammable limit)* — 引火上限

5.2 定義

5.2.1 *アクセス (access)* — ツールまたは人体のいずれかの部分をエンクロージャ内部に入れる手段。

5.2.2 *アクセス路 (accessway)* — アクセスを可能とする装置の機構。この用語には、閉じる手段を備えた開口部（例えば、ドアや取り外し可能な覆い）と備えない開口部の両方を含む。

5.2.3 *追加排気換気 (additional exhaust ventilation (AEV))* — 通常運転中は存在しないが、保守中や一次封じ込めから異常放出があった場合に、懸念物質を取り出すために供給される空気流。

注 5: 追加排気換気は、自動的（例えば、漏洩を検出したことに反応して）に起動するか手動で起動し、一次または二次排気換気用ダクトを介して（体積流量を増加させて）、または分離ダクト（例えば、プロセスチャンバの清掃に使用するフレキシブルダクト（「象の鼻」））を介して供給できる。

5.2.4 *バランス調整 (balancing)* — 換気される装置と排気換気システムが据え付けられた後、換気される装置の各部分への空気流が設計仕様を満たすようにするため、空気流量に対して行う調整（例えば、ダンパの位置を定めることによる）。

5.2.5 *捕獲する (capture)* — 望ましくない要素（ガス、臭気、蒸気および粒子）を除去するため排気換気の流れにのせること。

5.2.6 *上限値 (ceiling limit (C))* — 作業者が随時曝露される可能性のある最大濃度の職業曝露限界 (OEL)。

5.2.7 *閉プロセス装置 (closed processing equipment)* — コンポーネント内でプロセスや化学物質の取扱いが起こる装置であり、その内部が周囲の空気と触れることはない。換気されたエンクロージャの中にあるコンポーネントには、密閉された混合物や測定容器と保持タンク、密閉配管、プロセスチャンバなどがある。この種の装置では、通常運転で、換気エンクロージャ内部や二次封じ込めが化学物質に曝露されることはない。

5.2.8 *連続空気サンプリング (continuous air sampling)* — 少なくとも 15 分に 1 回、瞬時空気サンプリングを実行すること。

5.2.9 *希釈する (dilute)* — 懸念物質以外の材料を追加して物質の濃度を減らすこと。

5.2.10 *排出物 (effluent)* — 排気換気によって SME から除去された空気であり、その中に混入または浮遊している材料も含む。

5.2.11 *エンクロージャ (enclosure)* — 他の換気されている空間や換気されていない空間から、排気換気されている空間を分離する物理的構造物。

5.2.12 *等価放出濃度 (equivalent release concentration (ERC))* — 一次封じ込めが故障した場合にエンクロージャの内部や外部の空気です測定される、懸念物質の理論的な濃度。ERC は、試験を実施するために放出されたガスの測定濃度から計算される。ERC は懸念物質の OEL または LFL の百分率として表現される。

5.2.13 *排気換気 (exhaust ventilation)* — 本文書で定義される、一次、二次、または追加排気換気（つまり、PEV、SEV、または AEV）のいずれか。

5.2.14 ファシリティの排気換気 (*facility exhaust ventilation (FEV)*) — 空気およびその中に含まれる汚染物質（もしあれば）を SME またはそのすぐ近くから除去すること。FEV は、通常はダクトによってファシリティが提供するサービスである。

5.2.15 引火性ガス (*flammable gas*) — 20°C (68°F) で 101.3 kPa (14.7 psia) の空气中に引火性混合物を形成するあらゆるガス。当然、この中にはあらゆる自然発火性ガスが含まれる（この定義の中で使われているように、「空気と混合した引火性混合物」は引火し得る混合物である）。

注 6: 自然発火性物質を他の引火性材料とは別のものとみなす規制もある。

5.2.16 引火性液体 (*flammable liquid*) — 引火点が 37.8°C (100°F) より低い液体。

5.2.17 引火範囲 (*flammable range (FR)*) — 発火源(注: 8.8.2.2 との用語の統一)が供給された場合に火炎が伝播する空气中に分散した化学種の濃度の範囲。この範囲は、引火下限 (LFL) から引火上限 (UFL) までである。

注 7: 以下に示す対になった用語は一般に区別なく用いられている。

- 「爆発下限 (LEL)」と「引火下限 (LFL)」
- 「爆発上限 (UEL)」と「引火上限 (UFL)」
- 「爆発範囲」と「引火範囲」

文献によっては、炎の伝播能力よりも具体的な基準（一定の圧力上昇や炎の前面の速度など）が関連している濃度を示すために、「LEL」、「UEL」、または「爆発範囲」を使用している。本文書では「爆発範囲」という用語に付随するあいまいさを避けるために「引火範囲」という用語を用いる。

5.2.18 引火点 (*flash point*) — 液体が、その表面または使用されるテスト容器内に、空気との引火性混合物形成に十分な蒸気を発する最低の温度（この定義で使われているように、「空気と混合した引火性混合物」は引火し得る混合物である）。

5.2.19 流量センサ (*flow sensor*) — 流体の動きを測定するデバイス。流量センサは、圧力を比較するなどの手段で測定する。

5.2.20 風速 (*flow velocity, V*) — 排気換気ダクトを通して流れが移動する平均の速度。一般的に、メートル毎秒 (m/s) で表される。米国慣習単位では、フィート毎分 (fpm) である。

5.2.21 風量 (*flow volume, Q*) — 単位時間内に換気システムの与えられた位置を通過する流れの、体積で表した流れ速度。一般的に、立方メートル毎時 (m³/hr) で表される。米国慣習単位では、立方フィート毎分 (cfm) である。

5.2.22 漏洩した (*fugitive, 形容詞*) — 漏洩を制御する目的を持った換気されたエンクロージャから作業エリア内に漏れること。

5.2.23 ガス (*gas*) — 無限に膨張し、容器を完全に満たすことができる流動性の物質形態であり、液体でも固体でもない形態。[SEMI S4, SEMI F78, SEMI F81]

5.2.24 フード (*hood*) — 空気を捕集し、それをファシリティの排気換気ダクトシステムの中に導くために設計された形状の入口。

5.2.25 生命および健康に対する直接的危険性 (*Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH)*) — 生命に直接的な脅威を与える雰囲気で、非可逆的な悪影響を健康に及ぼすか、個人が危険な雰囲気から逃れる能力を損なう。[29CFR1910.134b]

5.2.26 水柱インチ (*inch of water gauge ("w.g., in. w.g., または i.w.g.)*) — 水柱を 1 インチの高さに保つ圧力。これは米国で一般に使用される圧力の単位であり、SI 系の単位ではない（静圧の定義も参照のこと）。

5.2.27 積算空気サンプリング (*integrated air sampling*) — 汚染した可能性のある空気を、既知の速度で既知のサンプリング期間にわたって収集に適した媒体の中を動かし、その後で目的の汚染物質を化学分析するために貯蔵すること。積算サンプリングは、サンプリング期間中の汚染物質浮遊濃度の時間平均を測定する手段を提供する。

5.2.28 瞬時空気サンプリング (*instantaneous air sampling*) — 汚染した可能性のある空気を化学分析するために、収集方法の許す限りすばやく収集すること。通常、収集時間はサンプルあたり1分未満である。瞬時サンプリングは、短時間の汚染物質浮遊濃度を測定する手段を提供する。

5.2.29 引火下限 (*lower flammable limit (LFL)*) — 火炎が伝播する空気中の引火性物質の最小濃度。(引火範囲の定義も参照のこと。)

5.2.30 長半径エルボー (*long radius elbow*) — 換気ダクトのエルボーであって、中心線の半径がダクト直径の1.5倍かそれ以上あるもの。

5.2.31 保守 (*maintenance*) — 装置を良好に作動する状態に保つための予定された、または予定外の作業(サービス (*service*) の定義も参照)。[SEMI S2]

注8: 「予定外の」とは、作業が計画されていなかった、つまりある状態が確認されたために作業を実施することを意味する。「予定外の」とは、作業が予測されていなかったことや、装置サプライヤが作業を実施するための指示を出していなかったことを意味するものではない。

5.2.32 水柱ミリメートル (*millimeter of water gauge, mm. w.g.*) — 水柱を1ミリメートルの高さに保つ圧力。これは一般的な圧力の単位であり、SI系の単位ではない。(mm Aqとも呼ばれる。) 静圧の定義も参照のこと。

5.2.33 不燃性材料 (*noncombustible material*) — 使用される形態と予測される条件下において、炎や熱にさらされても、発火、燃焼、または引火性蒸気の発生をしない材料。

5.2.34 職業曝露限界 (*occupational exposure limit (OEL)*) — 作業者が規定時間にわたって曝露される可能性のある、物質の最大気中濃度。OELには、TWA、STEL、上限値 (*ceiling limit*) などがあり、これらは濃度を規定する時間が異なる。OELを意味する用語としては、許容曝露レベル (*permissible exposure levels*)、臨界許容量 (*Threshold Limit Values®*)、最大許容濃度 (*maximum acceptable concentrations*)、最大曝露限界 (*maximum exposure limits*)、職業曝露規格 (*occupational exposure standards*) など様々なものを使用されている。OELを決定する際に使用される基準は、その値を設定している国によって異なる場合がある。(Threshold Limit Valueはアメリカ政府機関産業衛生担当学会の登録商標である。)

5.2.35 開プロセス装置 (*open processing equipment*) — コンポーネント内で少なくとも何らかのプロセスや化学的操作が起こる装置であり、その内部は周囲の空気と触れる。この種の装置では、一次封じ込めのそのようなエリアは換気されている。

5.2.36 溜り (*pocketing*) — 放出されたSOCの、換気されたエンクロージャを通る体積流量に対する放出速度の比より高い濃度で、エンクロージャの一部への蓄積。エンクロージャ内部の気流の線速度と混合が均一でない場合に溜りが生ずる可能性がある。

5.2.37 一次封じ込め (*primary containment*) — 封じ込めの最初のレベル(すなわち、通常運転、保守、およびサービス中に、封じ込められている材料がその内部表面上で直ちに接触するように意図されている容器、配管、その他のコンポーネント)。一次封じ込めには、排気処理コンポーネント(例えば、ダクトや排気エンクロージャ)は含まれない。

5.2.38 一次排気換気 (*primary exhaust ventilation (PEV)*) — 通常運転時に、懸念物質を装置から取り出す空気流。

注9: 例えば、開プロセス容器内の液体表面から蒸発する蒸気を収集して取り出すための排気換気は一次排気換気とみなされる。なぜなら、通常運転中に液体表面から懸念物質が蒸発することが予想されるからである。

5.2.39 プロセス容器 (process vessel) — 基板がその中で化学物質、熱、放射線、または振動に曝露される一次封じ込め。

5.2.40 自然発火性物質 (pyrophoric material) — 54.4°C (130°F) 以下の温度で、空气中で自然に発火する化学物質。

5.2.41 安全状態 (safe condition) — 要員、装置自体、またはファシリティへの許容できない危険が装置に生じていない状態。安全状態は、設計上のリスクに基づいて装置の設計者が決定する。

5.2.42 二次封じ込め (secondary containment) — 封じ込めの 2 番目のレベルであり、その目的は懸念物質が故障、保守運転、またはサービス運転のために一次封じ込めから放出された場合に封じ込めることである。これは液体と気体のどちらにも関係する。

5.2.43 二次排気換気 (secondary exhaust ventilation (SEV)) — 装置の通常運転時には懸念物質を取り出さず、故障、保守運転、またはサービス運転のために一次封じ込めから懸念物質が放出された場合に、これを抜き出すために連続運転する空気流。

注 10: 例えば、ガスパネルを介した排気換気は SEV とみなされる。なぜなら、通常運転では危険ガスは配管内に存在し、故障、保守、またはサービス時にのみ排気換気によって危険ガスが取り除かれるからである。

5.2.44 半導体製造装置 (semiconductor manufacturing equipment (SME)) — 半導体製品の製造、測定、組立、テストを行うために用いられる装置。基板（シリコンウェーハ、レチクルなど）を処理する装置、その構成部品、およびその補助装置、支援装置、または周辺装置（薬品コントローラ、薬品供給システム、真空ポンプなど）などがある。また、SME には、上記装置専用の装備品である他の品目（構造物、配管、ダクト配管、排出物処理システム、バルブマニホールドボックス、ろ過、ヒーターなど）も含まれる。ただし、品目がファシリティの一部で、複数の SME に対応できる場合は、その品目は含まれない。[SEMI S3]

5.2.45 サービス (service) — 良好に作動しない状態に陥った装置を復帰させることを目的とした予定外の作業（保守 (maintenance) の定義も参照）。[SEMI S2]

5.2.46 短期曝露限界 (short term exposure limit (STEL)) — 交代制勤務時間よりはるかに短い曝露時間（一般的には 15 分）に対する職業曝露限界。この時間は STEL の一部として規定される。

5.2.47 静圧 (static pressure (SP)) — ダクトまたはエンクロージャ壁を境にした圧力との差圧の度量。すなわち、周囲（ダクトが設置されている室内）の圧力とダクト内部圧力の差。これは通常、パスカル (Pa) または水柱の高さ (in) で表される。

注 11: 1 水柱インチ ("w.g.) は 249 Pa に等しい。1 パスカルは 1 ニュートン/立方メートル (N/m²) に等しい。

5.2.48 静圧センサ (static pressure sensor) — 静圧を測定するデバイス。

5.2.49 懸念物質 (substance of concern (SOC), 名詞) — 要員を通常運転中、保守中、または故障発生時に SEMI S2 で定められた限度を超えた曝露から保護するため、あるいは物質の LFL の 25% を超えた状態で空気との混合物が発生しないようにするために、装置が排気換気によって取り除く物質。これには、この定義の基準に適合する物質であって、プロセスで使用されるもの、意図されたまたは予測可能な反応の生成物または副生成物、プロセスに直接関係するとは考えられていなかったもの（例えば、冷却液）、保守またはサービス時にのみ使用されるもの（例えば、プロセスチャンバの清掃溶液）などが含まれる。

注 12: 溶液または混合物が懸念物質であるかどうかは、SME に供給された時点の溶液または混合物の特性に依存し、溶液または混合物がその成分に分離することが合理的に予測できない限り、成分の特性には依存しない。例えば、H₂ そのものおよび 5% の H₂ を He に混合したものは引火性ガスであるが、N₂ に 5% の H₂ を混合したガスは引火性を持たない。CGA P23 および P20 には、それぞれ引火性および毒性コンポーネントを含むガス混合物の特性を決定するための手引きが載っている。

5.2.50 懸念物質の (substance-of-concern, 形容詞または副詞) — 懸念物質に関係する、という意味。

5.2.51 換気供給 (supply ventilation) — 空気を SME または作業場に供給すること。

5.2.52 時間加重平均 (time weighted average (TWA)) — 1 交代勤務時間 (通常 8 時間) の曝露時間に対する職業曝露限界 (OEL)。この時間は TWA の一部として規定される。

5.2.53 横断測定 (traverse measurements) — エリアごとに等間隔でマトリックス状に設定した各点で、排気ダクトの断面あるいはエンクロージャの開口部に沿って行う多重の空気流の測定。

5.2.54 引火上限 (upper flammable limit (UFL)) — 火炎が伝播する空気中の引火性物質の最高濃度。(引火範囲の定義も参照のこと。)

5.2.55 蒸気 (vapor) — 通常は液体と見なされる物質の気相。

5.2.56 ベナコントラクタ (縮流部) (vena contracta) — オリフィスの下流の位置 (例えば、ダクトの開口部)。この位置では静圧が最小になり、動圧が最大に達する。

5.3 記号 (Symbols)

5.3.1 ¶ — 文書中の特定の段落を識別するために用いられる記号。識別箇所としては、この記号の後に続く番号によって識別される番号付き段落、その中に記載された (中黒または番号が付された) 例外およびリストなどがある。ただし、下位のヘッダや段落は含まれない。この記号を 2 つ用いて ¶¶ となっている場合、複数の段落を示している。例えば、¶ 8.5.3 は 8.5.3 の段落、中黒のリスト、および例外を示す。反対に¶ 8.5.1 は、その段落のみを示し、¶ 8.5.1.1, ¶ 8.5.1.2, または¶ 8.5.1.2.1 の段落は含まれない。

5.3.2 § — 文書中の特定のセクションまたはサブセクションを識別するために用いられる記号。識別箇所としては、この記号の後に続く番号によって識別される番号付き段落またはヘッダ、下位のすべてのヘッダおよび段落、その中に記載された (中黒または番号が付された) 例外およびリストなどがある。この記号を 2 つ用いて §§ となっている場合、複数の区分または小区分を示している。例えば、§ 8.5 は¶ 8.5, ¶ 8.5.1, ¶ 8.5.1.1, ¶ 8.5.1.2, ¶ 8.5.1.2.1, ¶ 8.5.2, および¶ 8.5.3 の段落を示す (中黒や例外も含む)。

6 設計基準

6.1 本文書 § 6 の内容は、本文書に適合しているかどうかの判断に使用すべきである。

6.2 コンポーネントが、意図された使用方法 (少なくとも圧力、温度、および化学的適合性への考慮を含む) に適しているかどうかを評価すべきである。

注 13: SEMI S2 には、コンポーネントの適応性および用途に関する追加基準が含まれる。

注 14: 関連情報 3 に、装置換気設計に関する推奨事項が記載されている。

6.3 材料およびコンポーネント適合性

6.3.1 エンクロージャおよび接続ダクト材料を含む、すべての一次および二次封じ込めコンポーネントおよび排気換気システムコンポーネントは、SME サプライヤが規定するプロセス化学物質、およびそれらが接触する可能性のあるすべての合理的に予測可能なプロセス副生成物に適合しているべきである。装置内部で異なる排気換気システムが異なる化学物質を運ぶ可能性があれば、装置内の各位置に適切な材料を使用すべきである。

6.3.2 排出物に接触するダクトやその他のコンポーネントの構造材料は、その排出物の作用 (例えば、腐食、軟化、脆化) に対する耐久性を有すべきである。

注 15: SEMI S2 の可燃性基準によってダクト材料の選択が制限される可能性がある。詳細については¶ 7.5.4 を参照のこと。

6.4 セットアップとバランス調整

6.4.1 § 6.4 の規定は自動ダンパには適用しない。

6.4.2 サプライヤは、装置流量および圧力の仕様に適合するための調節デバイスとしてのみ使用するために、装置接続点またはその近くにダンパを供給してもよい。

注 16: ほとんど閉じた位置でバランスがとれたダンパは、排出物が排気換気システムの表面に沈着しやすい材料を含むと詰まりやすい。

6.4.3 ゲートおよびダンパは、不注意でまたは許可なく調整されないように、工具または錠で保護できるべきである。

6.5 保守手順のための排気換気をシステム設計に組み込むか、または AEV 基準をシステムの PEV および SEV とは別に規定すべきである。保守手順のための排気換気が装置内部に組み込まれていれば、ファシリティが供給する必要がある流量と静圧は SME に対して規定される要件の一部になる。AEV が必要な場合、装置サプライヤは以下を規定すべきである。

- 入口のサイズおよび形状
- 最小および最大流量
- 最小および最大静圧

注 17: 静圧と流量はいずれも、AEV 装置内の圧力降下によって流量が SOC を捕獲するのに必要な値未満に下がらないように規定しなければならない。

注 18: SOC への要員および製品の曝露を管理するために、できるだけ発生源の近くで捕獲することを推奨する。

注 19: この基準は、保守のための排気換気方法を記述することを意図している。そのような換気が SME やどの作業にも適切であることを表明しようとするものではない。

6.6 SME は、本文書内の他の性能基準を満たすことを目的として、ファシリティとの接続点においてファシリティの静圧を -375 Pa ($-38 \text{ mm H}_2\text{O}$, つまり -1.5 i.w.g) より低くすることを要求すべきでない。

例外: 装置 (コータなど) 設計によって -375 Pa 未満の圧力が要求される場合、静圧要求を追加したことに対する技術的な根拠をエンドユーザに説明すべきである。さらに、必要な静圧を達成するための方法を記述し、排気配管のどの部分も正圧にならないようにする手段 (例えば、インタロック) を記述すべきである。この情報は、エンドユーザに渡される文書として用意すべきである。

6.7 ファシリティの排気換気システムへの接続点のサイズ、形状、および材料は、一般に入手可能なダクト材料と適合しているべきである。

7 性能基準

7.1 本文書 § 7 の内容は、本文書に適合しているかどうかの判断に使用すべきである。これらの基準は、リスクが受容可能であるかどうかは換気性能によって決まる場合にのみ適用される。

注 20: SEMI S6 の本バージョン開発時には、サービス中の曝露に関する基準が SEMI S2 に規定されていなかったため、本文書にはサービス時の排気換気性能に関する基準は含まれていない。ただし、曝露基準が確立されていれば、保守時に排気換気が適切であると判断するのに使用するのと同じ方法を、サービス時にも使用できる。基準が存在しなければ、サービス時に濃度や曝露可能性を評価して、サービスを実施する作業者に対して適切な保護策を講ずる必要がある。

7.2 放出速度および発生速度

7.2.1 放出をシミュレートして排気換気が適切であることをテストするには、通常運転時、保守時、および故障時 (例えば、槽の過熱や一次封じ込めでの漏れ) に、懸念物質のガス (蒸気を含む) やエアロゾルが放出または発生することが合理的に予測可能な場合の懸念物質の質量流量、または体積流量とその速度を確立しなければならない。判断のための要素には、懸念物質の物理的状態 (すなわち、個体、液体、またはガス) や SME で処理および使用される条件 (例えば、温度、圧力) などがある。

7.2.2 装置の排気換気を必要とする液体源は、さまざまな方法で分類可能である。例えば、液体が大気に曝露されるのが通常運転状態 (例えば、開放タンク式ウェットステーション内) においてか、保守状態 (例えば、CVD プロセスチャンバのウェットクリーニング時) に限られるか、または異常状態 (例えば、CVD プロセスチャンバへの液体供給配管に漏れがある場合) に限られるかに基づいて分類できる。液体をそれがもたらす危険、すなわち毒性、引火性、またはこれら両方で分類することもできる。

7.2.2.1 液体そのものの管理は本文書の範囲外であり、液体の放出とガスの放出の違いは速度と場所のみであり、液体の場合は蒸発する速度と場所であるため、ガスの放出について記述された方法が使用できる。

7.2.3 閉プロセス装置

7.2.3.1 通常運転時は、換気された装置エンクロージャまたは作業環境に向かって懸念物質が放出されたり、その中で懸念物質が発生したりすることはない。

7.2.3.2 保守時の放出速度または発生速度は、装置、装置の使用法、および保守作業によって異なる。懸念物質の一次封じ込めを開く保守作業の場合は、後述の処理装置の開放に関する記述（§ 7.2.4）を参照のこと。一次封じ込めを開かない保守作業の場合は、換気されたエンクロージャに向かって懸念物質が放出されたり、その中で懸念物質が発生したりすることはない。

7.2.3.3 合理的に予測可能なあらゆる単一故障状態（例えば、過熱、過圧）を検討すべきである。さらに液体およびガス配管システムの場合には、溶接されていない各接続部分が外れることが「合理的に予測可能」であるかどうか検討すべきである。故障による放出は次のように評価すべきである。

注 21: SME 製造者は、ファシリティが故障した場合に SME にかけられる最大入口圧力を指定することが推奨される。

7.2.3.3.1 ガスおよび液体配管システム（溶接されていない各接続部を含む）の予測可能な故障箇所については、本文書で規定する放出速度が、故障個所で一次封じ込めが外れた場合の懸念物質の流量になる。放出速度は、懸念物質、懸念物質の圧力、流体源や一次封じ込めシステムでの工学的制御によってかけられる流量制限（人為的なもの、例えば流量制限デバイス、または付随的なもの、例えばフィルタ）によって決まる。付属書 1 には、外れた配管からのガス放出、および放出された液体からの蒸気発生速度を見積もる慎重なモデルが記載されている。これらのモデルは、放出速度または蒸気発生速度を測定していない場合に使用すべきである。

7.2.3.3.2 工学的制御を SME に組み込むか装置サプライヤがユーザに提供する文書の中で、ファシリティから SME に向かう懸念物質の流量を、工学的制御によりある値に制限するように指定してもよい。本安全ガイドラインに適合するかどうかを判断するのに使用する放出速度は、組立手順や漏れチェック手順などの作業手順による管理に依存すべきではない。

注 22: 本文書を作成したタスクフォースは、懸念物質の総有効流量を除いた一般的には妥当であってもさほど慎重ではない放出速度に関して、合意に達することができなかった。どの程度の流量を有効にするかに関して、排気換気要件はサプライヤまたはユーザの選択によって異なる可能性がある。過流防止弁、フロースイッチ、流量制限装置などの工学的制御を用いて有効流量を制限することによって、必要な排気換気を低減することができる。

7.2.3.3.3 容器内の予測可能な故障個所では、放出速度は故障モードに依存する。

注 23: 容器の故障は、流体を 1 時間あたり 1 リットル未満の流速で放出する可能性のあるピンホールが発生から、1 秒未満に流体の全容積を放出する可能性がある破裂にまで及ぶ。

7.2.3.3.4 放出の量または期間は、懸念物質がどれほどあるかによって制限される。懸念物質が外部から供給されないなら、装置内部にある懸念物質の量により制限される。

7.2.3.3.5 以下の両条件を満たせば、懸念物質の故障点への供給を自動的に遮断することによって、放出の量または期間を制限することもできる。

- 関連する性能スタンダード（例えば、可燃性ガスセンサに関する FM6320, ANSI-ISA 12.13.01 または CSA 22.9 No. 152）に適合する放出の検出手段を ATL が見つけ出した。本基準の目的では、「性能スタンダード」とは検出器による SOC の検出能力を規定するものである。
- 検出器からの信号がその結果として流れを止めるための手段は、SEMI S2 安全インタロック基準に適合する。

7.2.3.3.6 液体またはエアロゾルとして放出される、懸念物質の蒸気発生速度を測定する手段については、付属書 1 を参照のこと。

7.2.4 開プロセス装置

7.2.4.1 通常運転時

7.2.4.1.1 システムの開部分（すなわち、懸念物質が換気された空間に曝露される部分）が懸念物質を換気された空間の中に放出または発生させる速度は、懸念物質と曝露の物理的条件に依存する。放出をシミュレートして排気換気が適切であることをテストするには、付属書1の方法を使用して蒸気発生速度を測定すべきである。

7.2.4.1.2 一次封じ込めの閉部分から、換気されたエンクロージャまたは作業環境に向かって懸念物質が放出されることはない。

7.2.4.2 保守中

7.2.4.2.1 保守中の放出速度または発生速度は、装置、装置の使用法、および保守作業によって異なる。

7.2.4.2.2 システムの開部分の保守作業では、懸念物質を換気された空間に放出または発生させる条件は、懸念物質と曝露の物理的条件に依存する。放出をシミュレートして排気換気が適切であることをテストするには、付属書1の方法を使用して蒸気発生速度を測定すべきである。

注 24: アクセス路を開放すると、曝露された懸念物質を通過する空気の流速や風量などの排気換気条件が変化する可能性がある。

注 25: 多くの装置構成では、保守を実施している要員が、通常運転中には要員が占有しない場所を占有する可能性がある。

7.2.4.2.3 システムの閉部分にある懸念物質の一次封じ込めを開く保守作業では、放出または発生速度をシステム内の作業を行う部分が開いているものとして測定すべきである。

7.2.4.2.4 システムの閉部分であっても、一次封じ込めを開かない保守作業では、懸念物質が換気されたエンクロージャに向かって放出されたり、その中で発生したりすることはない。

7.2.4.3 故障状態中

7.2.4.3.1 合理的に予測可能なあらゆる単一故障状態を検討すべきである。故障箇所からの放出は、以下のように見積もるべきである。

7.2.4.3.2 一次封じ込めの故障による放出は、上述の閉プロセスシステムの場合と同様に決定すべきである。

7.2.4.3.3 他の故障（例えば、開いた液体容器の温度が異常に高い）中の放出速度は、通常運転での方法の「通常運転状態」を「故障状態」に置き換えたものを使用して決定する。

7.3 一般基準

7.3.1 SME 設計には、ファシリティの排気換気の全喪失、または装置の排気換気が本安全ガイドラインに記述された機能を果たせるレベル以下まで、ファシリティの排気換気が失われたりするリスクを軽減する手段を含めるべきである。そのような手段は、危険源分析およびリスク評価の結果に基づいて選択すべきであり、装置を安全な状態にする自動的な動作（例えば、化学物質を排出する、ソースを遮断する、開容器を覆う）を行うものであるべきである。装置構成（例えば、ミニエンバイロメントかどうか）やファシリティ構成（例えば、ファシリティ間での層流の違い）が異なれば、異なるリスク軽減手段が必要になる場合がある。

7.3.2 装置サプライヤが、エンクロージャに懸念物質が送られるのを切り離さずに保守機能（例えば、手動バルブの閉鎖や、レギュレータの調整）を実施する手順を書面で提供する場合には、排気換気性能が不十分にならない方法でアクセス路を設計すべきである。この基準は、上記の保守機能を実行するリスクの受容度が換気性能に依存する場合にのみ関係する。

注 26: このような性質の手順は、危険エネルギー制御に関する規制に違反しないことを確認するために評価する必要がある。

7.3.2.1 保守作業を実施するための二次封じ込めエンクロージャへのアクセスは、アクセス時にエンクロージャへの放出がない場合、つまりアクセス時に放出が継続中でなく、かつアクセス中に放出が始まらない場合にのみ、保守とみなされる。内部で放出中の二次封じ込めエンクロージャへのアクセスは保守ではなく、サービスである。なぜなら、放出は故障状態であり通常運転の状態ではないからである。

注 27: 例えば、HEI を実行するためのガスパネルエンクロージャへのアクセスは、エンクロージャ内部の SOC 濃度が保守要員に対する曝露限界未満であれば「保守」である(定義上は、通常運転では濃度は測定できないほど低い)。ただし、エンクロージャ内部に漏れがあり、その結果アクセス路を開くと曝露が限界を超える場合、アクセス路を開くことは「保守」の範囲外となる。なぜなら、漏れは故障状態になるからである。

注 28: SEMI S2 への適合性評価において、保守機能が放出を引き起こす(例えば、HEI を実行するのに使用するバルブが破損している)リスクを考慮すべきである。換気設計、一次封じ込め設計など手段によってリスクを軽減すべきである。

7.4 要員への曝露の管理

7.4.1 懸念物質に対する排気換気設計では、通常運転中に作業室の空气中に存在する危険ガス、微粒子、および蒸気を制御して、その濃度が SEMI S2 で規定される通常運転中の呼吸領域基準に適合することを保証すべきである。

7.4.2 懸念物質に対する排気換気設計では、保守運転中に保守作業者の呼吸領域に存在する危険ガス、微粒子、および蒸気を制御して、その濃度が SEMI S2 で規定される呼吸領域基準に適合することを保証すべきである。保守中の曝露リスクを記述し、保守期間中の排気換気体積流量および排気換気を行うための可能な方法に関して推奨事項を提示すべきである。

7.4.3 懸念物質に対する排気換気設計では、故障中に作業室空气中に存在する危険ガス、微粒子、および蒸気を制御して、その濃度が SEMI S2 で規定される故障中の呼吸領域基準に適合することを保証すべきである。

7.4.4 運転中、保守中、またはサービス中の、合理的に予測可能な要員の呼吸領域がエンクロージャ内部の体積を含む場合は、エンクロージャの上記部分内に溜りが生じないように換気すべきである。

注 29: サービス(すなわち、故障後の装置に対する作業)を実施する要員の保護が排気換気に依存する場合、排気換気設計によって、エンクロージャ内部の合理的に予測できる呼吸領域の濃度が IDLH の半分を超えないことを保証するのが望ましい。これは、例えば、このレベルまで希釈できる十分な空気流を有したり、放出停止後に十分な時間が経過して、排気換気によって濃度が限度未満まで下がるまでエンクロージャへのアクセスを妨げることを含むいくつかの手段で実現できる。

注 30: 排気換気以外の制御(例えば、他の工学的制御、作業手順による管理、保護具(PPE))による要員の保護は、本文書の適用範囲外である。

7.5 火災リスク管理

7.5.1 雰囲気発火の発火リスクを軽減する一般的な手段には 2 種類ある。そのような雰囲気が存在するリスクを下げることで、そのような雰囲気中に発火源が存在するリスクを下げることである。装置サプライヤは、装置内部の各位置に対してどちらを使用するか選択できる。これらの方法のどちらが好ましいかを示唆することは、本安全ガイドラインの意図するところではない。

注 31: LFL の 25% 分の SOC を含む空気、酸化剤、および潜在的な発火源が同時に存在することにより生じるリスクには、これらの要素のいずれかを制御することで対処できる。ただし、酸化剤および潜在的な発火源は本文書の適用範囲外である。

注 32: 発火源は、自然発火性物質のエンクロージャの設計および操作には影響を与えない。これは、自然発火性物質が空気と接触して発火する性質を持っているからである。ただし、自然発火性物質の自然発火温度は、54.4°C (130°F) に達するため、自然発火性物質をエンクロージャに放出しても必ずしも自然発火するわけではない。理由はよく分からないが、自然発火温度より高温の自然発火性ガスが放出されると、蓄積されて発火がさらに遅れる場合がある。材料によっては、最小自然発火濃度より LFL の方が低い場合、発火源が問題となる濃度範囲が存在する。また、発火源が強力になると、爆発の圧力が上昇する。

注 33: 自然発火性ガスが集まって爆発レベルに達することがないように、通常より速い(最大 1 m/s [200 fpm]) 空気の流速が規定されている。研究¹⁰により、空気の流速はシラン放出点での発火の可能性に影響を与えないことが分かっている。SEMI S6

¹⁰ Tamanini, F., Chaffee J. "Ignition Characteristics of Releases of 100% Silane." FMRC J.I.0Z0R7.RK, December 14, 1995. Factory Mutual Research Corporation, 1151 Providence Hwy., Norwood, MA 02062, USA.

の本バージョンを作成したタスクフォースは、空気の流速が自然発火性ガスの発火可能性に影響を与えることが実証されたことを知らない。放出点でのシランの圧力が、発火動作を決定する主要因と思われる。

注 34: ユーザ要件および管轄区域での要件が、自然発火性物質の排気換気システムに関する設計基準の一部となる場合がある。

7.5.2 酸化剤が存在する場合は、通常運転中、保守中、および§ 7.2 に記述されているすべての放出状態の間に、エンクロージャ内部の潜在的な発火源で LFL の 25%の蓄積が生じないような装置排気換気設計にすべきである。

7.5.2.1 排気換気を引火性ガスまたは蒸気の捕獲および除去に使用してもよい。

7.5.2.2 排気換気はまた、汚染されていない空気希釈のために使用してもよい。これは、潜在的発火源での引火性ガスまたは蒸気の濃度を LFL の 25%未満に維持するために使用できる。

7.5.2.2.1 引火性 SOC 用のエンクロージャは、排気換気によってエンクロージャ全体で十分な希釈が保証される（すなわち、「溜り」を防ぐ）ように設計すべきである。

注 35: LFL の 25%を含む可能性のあるエンクロージャ内部にある電気コンポーネントは、規制要件の制約を受けて、クラス分けされた電気コンポーネント(例えば、NFPA 電気規格クラス 12 類, Uniform Fire Code)を提供しなければならない可能性がある。これらの規格でのクラス分けされたまたは危険位置に対する要件は電気発火源にのみ関係する。その位置に電気装置がなければ、これらの要件は関係しない。特別な電気設計が必要かどうかに関する詳細情報は、EN 1127, NFPA 497, 2014/34/EU などの文書に記述されている。NFPA 497 には、「通常はクラス分けの必要がない」エリア、すなわち通常は特別な電気設計を必要としない領域として以下が記述されている。

- 十分な排気換気が施されており、可燃性材料が「適切かつ十分に保守された閉配管システム内に封じ込められている」領域
- 十分な排気換気は施されていないが、配管に漏れを生じやすい付属品がない領域
- 可燃性材料を「適切な容器」に貯蔵するために使用する領域

7.5.3 装置がファシリティに接続される点で、引火性 SOC を LFL の 25%未満（保守または故障状態で (§ 7.2 に記述されているとおり)）に希釈するのに十分な体積流量を満たすべきである。ここで、希釈は引火性 SOC を LFL の 25%未満に制限するための主な手段である。

7.5.4 通常運転または保守運転の結果、以下のいずれかが起こる場合、装置内部のダクトは不燃性材料（例えば、鉄ニッケル合金）で組み立てるべきである。

- LFL の 25%を超える引火性ガス（引火性液体の蒸気を含む）が発生する
- ダクトに引火性または可燃性の残留物が付着する

例外： ダクトが LFL の 25%を超える蒸気を含むことが合理的に予測可能であっても、固体または液体の引火性または可燃性の残留物を含むことが合理的に予測できない場合、可燃性ダクト、ダクトコンポーネント、または、ATL が適切なスタンダード (UL 181, Standard for Safety of Factory-Made Air Ducts and Air Connectors, FM 4922, Fume Exhaust Ducts or Fume and Smoke Exhaust Ducts) に適合すると認めた材料を使用してもよい。

注 36: 管轄区域によっては、断面サイズが一定のサイズを超えるダクトには、その中に防火スプリンクラが必要である。可燃性ダクトまたは LFL の 25%を含むダクトには、防火スプリンクラが必要となることがある。

注 37: 管轄区域によっては、LFL の 10%を超える引火性材料を含むことが予測できるダクトを禁ずるか、追加要件を課していることがある。

7.6 効率／最適化

7.6.1 ファシリティの排気換気システムに対する要求は、じやまなアラームを最小限に抑えるといった安全要件やプロセス要件に適合する程度に低くすべきである。装置サプライヤは、健康および安全の目標（曝露の制御および火災リスクの低減）を最低限満たす排気換気しか必要としない装置を設計すべきである。

7.6.1.1 空気流量が以下のいずれか大きい方を上回らない場合、この基準に適合するとみなされる。

- 装置がファシリティに接続される点で、問題のある引火性物質を LFL の 25%未満（保守または故障状態で（§ 7.2 に記述されているとおり））に希釈するのに必要な流量の 2 倍
- 毎分、エンクロージャ体積の 10 倍を供給するのに必要な流量

注 38: 通常、エンクロージャ内部をよく混合するには、毎分 5 回の空気交換で十分と考えられる。ただし、これによってエンクロージャ内部の性能を評価するための義務の 1 つがなくなるわけではない。のみならず、管轄区域によってはさらに高い空気交換率を必要とする規制要件が存在する。

7.6.1.2 健康および安全の目標を満たすのに必要な流量が¶ 7.6.1.1 の記述を超える場合、装置サプライヤは、基準を満たさない理由の説明を書面でユーザに提出すべきである。

7.6.2 排気換気流量の要件は潜在的な放出に大きく依存するため、装置サプライヤは、必要な排気換気流量を低減する手段として、流量制限装置や過流防止弁などで懸念物質の有効流量を制限することを考慮すべきである。

注 39: 今日使用されている多くの装置では、一次封じ込め内部の有効流量は意図したプロセスおよび予測可能なプロセスに必要な流量よりはるかに多い。ただし、一次封じ込めの故障中に放出できるのは、懸念物質の有効流量である。

7.7 インタロックおよび監視

7.7.1 懸念物質の検出

7.7.1.1 懸念物質や臭気または刺激のある化学物質を使用する装置は、一次封じ込めからの放出を検出するセンサを備えるべきである。あるいは、ユーザがファシリティでの検出と装置での検出をよりよくインテグレーションできるように装置サプライヤが検出器の位置および性能を指定してもよいが、サプライヤは検出器を提供しない。この代替方法はサプライヤとユーザが明確に取り決めるべきである。

注 40: これは、化学物質の種類ごとに 1 つの検出器を必要とするのではなく、すべての化学物質の種類が検出できればよい。例えば、フロートスイッチを使用していくつかの液体試薬の漏れを検出したり、水素化合物ガス検出器を使用してホスフィン、アルシン、およびジボランを検出したりできる。

7.7.1.2 検出手段は、ATL が関連する性能スタンダード（例えば、可燃性ガスセンサに対する FM6320, ANSI-ISA 12.13.01, または CSA 22.9 No. 152）に適合すると認めたものにすべきである。この基準の目的上、「性能スタンダード」とは SOC を検出する検出器の能力を規定するものである。

7.7.1.3 作業室の空気中に存在する濃度が SEMI S2 の呼吸領域基準を超えたり、エンクロージャの内部または外部の引火性ガスの濃度が潜在的な発火源で LFL の 25%を超えたりすることがないように、一次封じ込めからの放出を検出しそれに反応する場所にガスセンサを設置すべきである。

7.7.1.4 漏洩検出センサの感度と必要なシステムは制御設計の中で決定すべきであり、漏れる可能性のある材料の危険特性に基づくべきである。

7.7.1.5 ガスおよび蒸気センサは、特定の材料がその中で放出する可能性のあるエンクロージャのみからの空気流の濃度を測定するように配置すべきである。

例外： センサは、単一の SME 内で 2 つ以上のエンクロージャからまとめられた空気流の濃度を測定するように配置してもよい。ただし、そのような方法で使用するセンサの感度が¶ 7.7.1.3 の基準を十分満たす場合に限る。

7.7.1.6 懸念物質の蒸気が変わる可能性のある液体の漏れを検出できれば、ガスセンサの代わりに液体センサを使用してもよい。液体センサは、酸化剤が存在する場合に、許容レベル（SEMI S2 が規定する）を超える曝露を生じたり、潜在的な発火源で引火性ガスが LFL の 25%を超える濃度になったりしないように、漏れを検出しそれに対処するような位置に配置すべきである。

7.7.2 排気換気の監視（排気換気のインタロック）

7.7.2.1 安全のために使用する PEV および AEV システムを組み込んだ SME は、排気換気が本文書で規定する必要なレベルより下がったときに、装置内への化学物質の流入や装置内での化学物質の流れ、および他のあらゆる排気換気関連の危険源をシャットダウンするために、安全インタロックを備えるべきである。

7.7.2.2 § 7.7.1 に適合する SOC 検出器を装備していない場合に、安全のために使用される SEV システムを組み込んだ SME — 排気換気が本文書で規定する必要なレベルより下がったときに、装置内への化学物質の流入や装置内での化学物質の流れ、および他のあらゆる排気換気関連の危険源をシャットダウンするために、安全インタロックを備えるべきである。

7.7.2.3 § 7.7.1 に適合する SOC 検出器が装備されている場合に、安全のために使用される SEV を組み込んだ SME

7.7.2.3.1 排気換気速度が本文書で規定する必要なレベルより低くなっても、SOC 検出器は SOC が一次封じ込めから放出されていることを示しておらず、排気換気が止まったときに漏れを検出するように SOC 検出器を設置していれば、SME はすでに開始している製品のプロセスを続行してもよい。ただし、それ以上の製品のプロセスを開始するのは、十分な排気流量と圧力が検出されるまで避けるべきである。そのために、ソフトウェアを使用してもよい。

7.7.2.3.2 排気換気が本文書で規定するレベルより低くなり、SOC が一次封じ込めから放出されていることを SOC 検出器が示していれば、安全インタロックの動作により、SME は装置内への化学物質の流入や装置内での化学物質の流れ、および他のあらゆる排気換気関連の危険源をシャットダウンすべきである。

注 41: この目的は、装置にインタロック用のセンサがあり、インタロック信号が装置内の自動動作可能な最初（プロセスフローの順番で）のバルブを閉じることである。懸念物質が配管を通して装置に供給されていれば、インタロックは信号を外部供給システム（例えば、バルクリフィルシステム）にも送って、懸念物質の供給を停止すべきである。

7.7.2.4 排気換気の監視は、排気換気がまったく失われたり、装置排気換気が本安全性ガイドラインに記述された機能を果たせるレベル以下まで失われたりしたことを検出できるべきである。そのような排気換気が失われたことを検出すると、装置は上述（¶ 7.7.2.2 および § 7.7.2.3 を参照）したように装置自体を自動的に安全状態に置くべきである。

注 42: ユーザおよび規制要件に適合するには、オプションの対処が必要な場合がある。

7.7.2.5 排気換気監視およびインタロックコンポーネントは、SEMI S2 を評価するという目的に対する重要安全部品として識別すべきである。

注 43: SEMI S2 は重要安全部品に対する基準を含み、評価中にどう考慮すべきかを記述している。

7.7.2.6 体積空気流量が、引火性ガスの希釈のような方法でリスクを制御する排気換気の特徴を表している場合には、静圧センサではなく流量センサを使用することを推奨する。

注 44: 流量センサは、エンクロージャが開いてもすぐには起動せず、吸気口がブロックされた場合に起動する。

7.7.2.7 静圧検出を使用して圧力と流量の両方を監視する場合、センサは静圧の過不足のいずれにも反応してインタロックを検出し、起動すべきである。

注 45: 空気の入口が塞がれた（すなわち、空気流量が減少した）場合、センサはさらに小さい（絶対値の大きい）負の静圧を示す。静圧の不足だけを監視しているのであれば、空気の入口が塞がれてもセンサはインタロックを起動しない。

7.7.2.8 静圧センサは、静圧が SEV エンクロージャから放出された毒性のガスの排出を防ぐような方法でリスクを制御する排気換気の特徴を表している場合に使用すべきである。

7.7.2.9 流量と圧力のいずれも監視する必要がある場合は、流量と圧力の両方を測定する単一のセンサを使用してもよい。

7.7.2.10 安全インタロックに使用する静圧または流量センサは、有効な排気換気の範囲を超える排気換気流量または静圧状態を検出するのに十分な性能を持つべきである。考慮すべき性能特性は以下のとおりである。

- 感度
- 精度
- 再現性
- ヒステリシス
- 不感帯
- 反応時間

7.7.2.11 静圧および流量センサは、ダンプの上流（すなわち、装置側）の状態を測定すべきである。

注 46: 流量センサデバイスには、機能するためにある種のダクト特性（例えば、ダクトの直線部の割合）を必要とするものがある。インタロックとして使用する排気換気センサデバイスは、装置の設備工事に適しているべきである。排気換気の構成に適合する流量センサデバイスが見つからなければ、静圧の過不足を検出する静圧センサデバイスを推奨する。

7.7.2.12 一時的なファシリティ静圧と流量変動が生じている間も装置が継続して動作できるようにするため、シャットダウンをトリガするまでに時間遅延を置くことがある。シャットダウンを遅延させるために使用するデバイスは、安全インタロックに対する SEMI S2 基準に適合すべきである。

7.7.2.12.1 時間遅延は、そのために許容レベルを超える曝露や潜在的な発火源で引火性ガスの濃度が LFL の 25%を超えないことがテストによって確認される場合にのみ、PEV および AEV に対して許容される。

7.7.2.12.2 時間遅延は、以下の場合にのみ SEV に対して許容される。

- 二次封じ込めへの放出中に、遅延によって許容レベルを超える曝露や潜在的な発火源で引火性ガスの濃度が LFL の 25%を超えないことがテストによって確認される場合、または、
- 二次封じ込めへの放出および不十分な排気換気の結果と頻度の予想される危害のひどさ、ならびにこれらの事象に共通の原因があるかどうかを考慮したリスク評価によって、時間遅延によるリスクが受容可能であることが示された場合。

7.7.3 アラームおよびリモートシグナリング

7.7.3.1 すべての SOC 検出および排気換気センサとモニタに、ローカル（装置の設置場所または装置内部）の可視アラームを備えるべきである。警告デバイス（例えば、ストロボ）を使用することや装置の操作コンソールに表示されるメッセージによって、この基準を満たすことができる。アラームは、検出された状態による許容できない危険にさらされた場所にいる要員に警告を発するように配置すべきである。

7.7.3.2 PEV または AEV の流量または圧力がなくなったり不足したりしていることを検出した場合のために、ローカルの警報音を備えるべきである。

7.7.3.3 SEV の流量または圧力がなくなったり不足したりするのと同時に発生する閉プロセスシステムからの放出を検出した場合のために、ローカルの警報音を備えるべきである。

7.7.3.4 装置は、SOC 検出および排気換気センサとモニタからの信号をファシリティアラームシステムに供給する機能を備えるべきである。

7.7.3.4.1 SOC 検出器からの信号は、SOC（または検出器が 2 種類以上の SOC を検出する場合は SOC の種類）とその検出場所を識別すべきである。信号は、検出された濃度を報告する場合がある。信号が検出濃度を報告しない場合、装置サプライヤは、ユーザに提出する文書に検出器が報告する最小濃度を記述すべきである。報告される最小濃度をユーザが調整する場合、装置サプライヤは、その調整方法と検出器が SEMI S2 の曝露基準に適合する範囲で設定できる最小報告濃度の最大値を記述すべきである。

7.7.3.4.2 排気換気センサとモニタからの信号は、排気が不足していることを検出した場所を報告すべきである。静圧と流量を別々に検出または監視する場合、信号はどちらの状態を検出したのか報告すべきである。

7.7.4 装置の反応— 閉プロセスシステムからの放出または PEV や AEV の不足が検出された場合、装置は化学物質の一次封じ込めの対応する部分への供給をシャットダウン（例えば、内部バルブを閉じる、内部ポンプを停止する、圧力駆動システムの圧力を解除する）すべきである。

8 確認方法および報告

8.1 本項の目的

8.1.1 本文書§ 8 の内容は、本文書に適合しているかどうかの判断に使用すべきである。

8.1.2 装置サプライヤまたはその代理店は、本項の適切な確認試験を使用して、通常運転中、保守作業中、および故障発生中に、排気換気が§ 7 に記述されている性能基準を満たすことを実証すべきである。本項の確認試験はまた、装置サプライヤまたはその代理店が、設置された装置の排気換気が適切に運転していることを検証するために使用する特性値（例えば、静圧）を確定するためにも使用すべきである。

8.1.3 本項の確認試験は、ユーザなどその他の者が、同じ目的または設置後の装置の性能を確認するために使用することもできる。

8.1.4 ユーザファシリティが提供する設置サービスまたはファシリティの排気換気サービスが、装置サプライヤの規定どおりのものでなければ、本項の確認試験は、通常運転中、保守作業中、および故障発生中に、排気換気が§ 7 に記述されている性能基準を満たすことを実証するために、ユーザまたは代理店が使用すべきである。本項の確認試験はまた、（そのような設置に対し）ユーザまたは代理店が、設置された装置の排気換気が適切に動作していることを検証するための特性値（例えば、静圧）を確定するためにも使用すべきである。

8.2 テスト条件および場所

8.2.1 SEMI S2 は、それぞれの作業や装置の状態に対してそれぞれの有毒材料曝露基準を規定しているため、それぞれの基準に対してそれぞれの放出速度で排気換気性能をテストする必要がある場合がある。例えば、液体を使用したウェットステーションを通常運転用の曝露基準に対して所定の運転温度で、および単一故障状態で障害状態用の曝露基準に対して最大温度でテストする必要があることがある。

8.2.2 測定は、装置のコンポーネントを組み立てた後で実施すべきである。

8.2.3 テスト物質選択の階層

8.2.3.1 可能であれば、意図する懸念物質および装置の代表サンプルのプロセスを使用してテストを実施すべきである。

8.2.3.2 そのようなテストに許容できない危険が伴う場合、テストを以下の記述に従って実施してもよい。先に挙げるものほど好ましい。

- 懸念物質がガスであれば、意図した運転状態にある装置の代表サンプル内のトレーサガスを、放出点での有効ガス流量の技術分析によって決定された速度で放出する（付属書 1 を参照）。
- 懸念物質が液体であれば、意図した運転状態にある装置の代表サンプル内の代替の液体を、懸念物質の蒸発速度以上の蒸発速度、かつ適切な温度でテストする（蒸発速度の決定方法は付属書 1 を参照のこと）。
- 懸念物質が液体であれば、意図した運転状態にある装置の代表サンプル内のトレーサガスを、蒸発速度を決定するために付属書 2 に記載された方法を使用して決定された速度で放出する。

- 懸念物質が液体であれば、意図した運転状態にある装置の代表サンプル内のトレーサガスを、付属書 1 に記述されている懸念物質の特性から見積もられた蒸気発生速度の計算方法を使用して決定された速度で放出する。

8.2.3.3 懸念物質を計測する計器の感度が不十分であるか、または計測する計器がない場合、トレーサガス漏洩放出物試験（付属書 2 を参照）を使用してもよい。トレーサガス試験は、懸念物質によるテストが許容できない危険を伴う（例えば、危険なガスが雰囲気中に放出されたときのシステム故障のシミュレーション）場合に使用すべきである。トレーサガスの放出速度を決定する方法については付属書 1 を参照のこと。

8.2.4 気中濃度測定のためのサンプリング時間 — OEL に相当する時間にわたるサンプリングを、運転中、保守中、または故障状態のシミュレーション状態で実施すべきである。

8.2.4.1 TWA および STEL には、OEL 曝露期間にわたる積算サンプリングが好ましい。その代わりに、曝露期間にわたる連続サンプリングを実施してデータから平均濃度を計算してもよい。平均濃度は、本文書に適合しているかどうかを判断するために § 7 内の性能基準と直接比較すべきである。

例外： SME のプロセスサイクルが TWA の曝露期間に満たない場合、サンプリングをプロセスサイクル全体にわたって実施し、サイクル期間中の平均値を TWA と比較して適合しているかどうかの判断を行ってもよい。

8.2.4.2 上限値および IDLH 限界には、作業期間にわたる連続サンプリングを実施すべきである。本文書に適合していることを実証するには、最大測定濃度を § 7 の性能基準と直接比較すべきである。

注 47: 各 OEL は曝露期間に対して規定されている。例えば、ACGIH が 8 時間の曝露期間での時間加重平均 (TWA) 限界と 15 分の曝露期間での短期曝露限界を規定する。測定された濃度を OEL と比較するとき、測定期間は OEL に対して規定されている時間と一致しなければならない。例えば、HCl に対する空気サンプルをとった場合、瞬時空気サンプリング法または直読式計器を使用して、TLV 上限値レベルの 25% を超えるピーク排出が存在するかどうかを判断すべきである。時間加重平均と短期曝露限界のある化学物質の場合、その OEL 値と比較可能なデータが得られるサンプリング方法を選択すべきである。

注 48: TWA は規定されていても、STEL または上限値が規定されていない物質の場合、変位が瞬時ピークとして TWA の 5 倍、シフトごとの 30 分の最大値として TWA の 3 倍に制限すれば、一般に受容される。

8.2.4.3 瞬時サンプル法の感度が不十分であるか、または懸念物質に対して利用できない場合は、積算サンプル法を使用してもよい。積算空気サンプリングを使用する場合、サンプル期間と場所は、最悪のケース、現実的なケース、予想される曝露時間および場所を代表するものとすべきである。

8.2.4.4 結果として生じる濃度は、本文書に適合していることを実証するために § 7 の性能基準と直接比較する。

8.2.5 重要な排気換気場所の識別 — 装置サプライヤは、排気換気のために重要な装置の場所を識別し、その場所での適切な排気換気値を定量化すべきである。測定は、最適な排気換気レベルを識別し、安全基準に対処できていることを確認するために実施すべきである。複数の確認および測定方法が必要な場合もある。

注 49: プロセス性能は排気換気値から影響を受けることがある。

8.3 サンプリングおよび測定場所

8.3.1 サンプルの場所は、最悪のケース、現実的な呼吸領域（排気換気を使用して要員を曝露から保護している場所）、および発火源となる可能性のある場所（排気換気を使用して火災リスクを軽減している場所）の代表でなければならない。

注 50: 空気サンプリングまたは拭き取りサンプリングを使用して、懸念物質が装置の意図しないエリアに供給されないようにできる。

8.3.2 装置ユーザは通常、1 つの装置用のダクトが残りの排気換気システムに接続する場所にバランス調整用の絞りダンパを使用する。圧力と流量は、これらのバランス調整ダンパの装置側で測定すべきである。

8.4 テストの手順および方法

8.4.1 溜り排気捕獲用換気設計を評価するための基準の確認

8.4.1.1 懸念物質を含むかその可能性のあるエンクロージャを視覚的に評価して、十分な空気流が全体に存在するか、流速が低いかゼロであるエリアがありそうかを判断できる。

注 51: 場合によっては、資格を持つ要員が視覚的な検査により、空気流パターンが適切な排気換気を供給して受容できない濃度の汚染物質が溜りを形成するのを防いでいるか判断できる。さらに複雑な場合には、経験的な方法(例えば、流速プロファイリングやエアロゾルの可視化)を使用して判断すべきである。

8.4.1.2 流体力学のエネルギーおよび質量保存方程式を解くことにより、コンピュータモデリングを使用して、排気換気流量および懸念物質の移動効率を予測することが可能になる。モデリングは、装置設計段階または既存の装置を改善するために使用できる。コンピュータモデルは、以下に説明する1つ以上の方法を使用して実験的に検証すべきである。

注 52: コンピュータモデリングは、商用利用が可能なサービスである。

8.4.1.3 装置内での流速プロファイリングは、排気換気入口からさまざまな距離にある場所での期待される流量、捕捉流速、流れの方向、および流速を確定するために使用できる。これはまた、エンクロージャ内部に流量が乏しい場所がないことを検証するためにも使用できる。

8.4.1.3.1 テスト方法 — 熱線風速計のような流速測定デバイスを使用した複数の測定値を記録して、最小値と平均値が求まる。

8.4.1.3.2 エアロゾルの可視化 — 脱イオン水エアロゾル発生器などの装置によって作られた目に見える排出物を使用して、空気流パターン、流れの方向、および汚染物質を捕獲する上での距離の影響を観察でき、停滞エリア(空気力学的な「デッドスポット」)がないことを検証できる。エアロゾルの可視化は、開放表面タンク、スロット換気、コータボウル、および類似の開放システムまたは部分開放システム内の蒸気捕獲を評価するのに受容できる。

8.4.2 SEMI S2 許容濃度基準への適合性確認

8.4.2.1 問題のある気中物質を直接測定するときは、国内的または国際的に公認されたテスト方法を使用すべきである。

注 53: NIOSH テスト手法(<http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html> から入手可能)を、毒性を持つある種の材料のテストに使用できる。

8.4.2.2 トレーサガス漏洩放出物試験(テスト方法は付属書 2 を参照のこと)は、ガス排出をシミュレートして制御効率を測定することによって、エンクロージャの完全性をテストする手段である。不合格になるまでテストし、次にテストにパスするまで排気換気流量を増やせば、流量仕様の最小化に使用できる。

8.5 設置した装置を確認するための測定

8.5.1 この安全ガイドラインの他の場所に記述してあるように、設計検証のために漏洩放出物試験が必要である。設計検証中にエンクロージャ要件が確定すれば、装置を設置した後で体積流量を測定する(例えば、熱線風速計を使用して)ことにより、排気換気が十分であるかどうか検証できる。

8.5.2 漏洩放出物を測定して捕獲が検証されれば(設計確認中に)、特定の開口部(例えば、給気スロット、アクセス路、窓)で測定を実施して、漏洩放出物を制御しながら特定の開口部での最小風速を確定すべきである。カバー、ドア、ダンパ、バルブハンドル開口部などの場所、および排気換気試験時の流量制限(例えば、排気換気空気が供給されるか通過する容器内の流体レベル)を記録し、テスト条件を再現できるようにする。

注 54: これらの流速測定は、接続点で単にサプライヤの仕様に近づけて設定した装置の排気換気に依存するより、さらに厳格な排気換気性能を検証する手段を提供するために必要である。

注 55: 読み取り値は排気換気流量の結果であり、一般の室内乱気流によるものでないことに注意すべきである。蒸気を可視化すると、流速の読み取り値が乱気流によるものか、乱気流が汚染物質の捕獲に逆効果を及ぼすかどうかの判断に役立つ。

8.6 補正係数

8.6.1 排気の仕様は、*Industrial Ventilation*¹¹に定義されているように、標準空気密度 (kg/m³ または lb/ft³) で記述すべきである。もし測定が標準ではない空気で行われた場合は、密度の補正係数を記述すること。ユーザは、装置サプライヤの仕様データと比較する前に、標高 600 m (2000 フィート) 以上のところで行ったフィールドバランシング測定結果を補正すべきである。加えて、データは、それが標高 600 m 以上での測定値の場合は、サプライヤによって、海面に対して補正されなければならない。

8.6.2 標準気温 (21.1°C [70°F]) 以外の温度で行われたダクト内の流れの測定は、標準条件に対して補正されるべきである。

8.6.3 海拔と温度に対する補正には、以下の関係式を使用すべきである。

$$M^3/hr = (m^3/hr)(294.3/T_K)(D) \text{ or } CFM = (cfm)(530/T_R)(D)$$

ここで：

M^3/hr = 毎時の標準体積 (立方メートル)

m^3/hr = 毎時の測定された体積 (立方メートル)

T_K = 測定された絶対温度 (K) ($T_K = T_C + 273.2$)

T_C = 測定された摂氏温度 (C)

D = 海拔と密度の補正係数 (表 1 参照)

CFM = 毎分の標準体積 (立方フィート)

cfm = 毎分の測定された体積 (立方フィート)

T_R = 測定されたランキン温度 (R) ($T_R = T_F + 459.7$)

T_F = 測定された華氏温度

Table 1 密度補正係数

海拔	密度補正係数
海面	1.00
300 m (1000 ft.)	0.96
600 m (2000 ft.)	0.93
900 m (3000 ft.)	0.89
1200 m (4000 ft.)	0.86
1500 m (5000 ft.)	0.83

8.6.3.1 気温が 37.8°C (100°F) 未満の場合、湿度に対する補正は必要ない。気温が 37.8°C (100°F) を超える場合、含水率が 2% (水/乾燥空気) を超えるときに湿度に対して補正すべきである。湿度に対する補正の詳細は、必要に応じて *Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice* を参照のこと。

注 56: これらの状態がユーザファシリティ環境内に存在することは予想していない。

¹¹ ACGIH, *Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice*. 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240-1634, USA. <http://www.acgih.org>; Library of Congress Catalog Card Number: 62-12929.

8.7 計器

8.7.1 使用する計器は、良好な作業状態で最近校正した（すなわち、計器製造者が規定する方法で最近校正した）もので、対象範囲の測定が可能であるべきである。

注 57: 排気換気の圧力と流量を測定するのに使用する計器の説明、操作、保守、および制限は、*Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice* の 9 章で網羅されている。ガイドとして参照するには、*Procedural Standards for Testing Adjusting Balancing of Environmental Systems*¹²がある。

8.7.2 計器の精度を試験報告書に含めるべきである。

8.8 火災リスクの管理

8.8.1 潜在的な発火源での LFL の 25%テストは、付属書 4「テスト方法：引火性ソースに対する空気流パターン評価」に記述された方法で実施すべきである。

注 58: テストは、エンクロージャ出口で引火性ガスまたは蒸気を LFL の 25%に希釈するのに十分な最小流量から開始することを推奨する。

8.8.2 以下の階層を使用して、引火性材料の気中濃度が LFL の 25%未満であることをテストおよび確認すべきである。

8.8.2.1 潜在的な発火源での測定が可能なら、計器の直接読み取りが引火性ガス／蒸気に対する好ましい方法である。

8.8.2.2 対象である懸念物質に対して直読式計器が使用できないか、または潜在的な発火源で測定できない場合、トレーサガス分析が受容可能な方法である。

8.8.2.2.1 等価放出速度および流速を決定すべきである（付属書 1 を参照）。

8.8.2.2.2 漏洩の可能性がある箇所でもトレーサガスを放出すべきである。

8.8.2.2.3 潜在的な発火源でサンプルを収集すべきである。

8.8.2.2.4 結果は、対象である懸念物質の LFL 百分率で報告すべきである。

注 59: これらのテストを実施しない場合、または引火性ガスを十分に低減できない場合は、発火の可能性を低減させるために、特別な電気設計やその他の制御（例えば、LFL 検出器、実証されたパーキング）が必要となることがある。潜在的な発火源を除去することは、排気換気要件を軽減する手段である。

注 60: 排気換気では LFL の 25%未満に低減できない恐れがあれば、ガスまたは蒸気の監視を設置して、潜在的な発火源や燃料源の遮断と連動させることができる。燃料源を除去することは、排気換気要件を軽減する手段である。

注 61: 管轄区域によっては、ダクト内の監視点を LFL の 10%に設定することが必要であるが、これを潜在的な発火源の近くで 25%未満とする本文書の基準と混同すべきでない。

8.9 測定した体積空気流量を§ 7 の基準と比較して、効率と最適化を評価すべきである。

8.10 AEV のテストは、懸念物質の濃度が本安全ガイドラインの他の部分に示した基準を満たすことを検証するために実施すべきである。

8.10.1 捕捉流速の測定は、汚染物質の捕獲点から最も離れた汚染物質の放出場所で実施すべきである（例えば、フード面や排気換気ダクト開口部）。測定は風速計により実施すべきである。

注 62: エアロゾル可視化法によって捕獲を確認してもよい。観測される性能は、これを実施した室内の空気流の状態に依存する。

8.11 装置試験確認報告— SEMI S2 の排気換気基準への適合性を判断するために実施する装置の排気換気試験は、以下に規定するとおりに報告すべきである。

8.11.1 すべてのテスト測定は、本項および付属書で規定するテスト方法に基づいて実施すべきである。

¹² National Environmental Balancing Bureau, 1385 Piccard Drive, Rockville, MD 20850-4340, USA.

8.11.2 テスト中に測定された各結果には、許容誤差を付記すべきである。

8.11.3 装置情報 — 装置サプライヤがテストするユニットに、モデル番号、およびシリアル番号を識別のために記述する。

8.11.4 装置構成 — 空気吸気口、ドア、パネル、出口、および排気換気流量に影響する要素のサイズや配置などの装置構成を記述する。読者が装置構成を目で見るのに役立つのであれば、説明に写真や図面を含めてよい。

8.11.5 装置プロセスレシピおよび危険源情報 — テストする各エンクロージャ内部で使用するそれぞれの懸念物質に対するプロセス化学物質名、供給濃度、最大流量（いずれも漏洩の可能性がある箇所でも有効であり、予想されるプロセスのために必要である）、LFL、および OEL を記入する。

8.11.6 排気換気テスト方法および装置状態情報

8.11.6.1 日付、テスト場所、およびテスト実施者を記入する。

8.11.6.2 テスト方法を記述する。

8.11.6.3 使用する公認されたテスト方法への参照情報を記入する。

8.11.6.4 使用するテスト装置と最近の校正日付を識別する。

8.11.6.5 サンプル媒体またはトレーサガスを使用する場合、有効期限、校正状態、ロット番号など一意的に識別できるもの、およびその他の関連情報を識別する。

8.11.6.6 公認されたテスト方法から逸脱する点があれば記述する。

8.11.6.7 結果に影響するテスト条件を記述する。

8.11.6.8 結果に影響する可能性のある、テスト場所の環境条件（温度、湿度、高度、室内流量）を記述する。

8.11.6.9 各テスト中の排気換気運転条件を記述する。

8.11.6.10 漏洩放出物試験の場合、エンクロージャ外部のサンプル点とエンクロージャ表面間の空気の流速、サンプル点での空気の流速、サンプル点の場所を記述する。

8.11.6.11 すべてのテスト点を記述する。

8.11.6.12 排気換気流量の測定場所および使用した測定方法を識別する（例えば、ピトー管、マノメーター、熱式風速計）。

8.11.7 排気換気試験の結果および結論 — すべての結果を提示し、合否状態および状態を決定するのに使用した基準を明確に識別する。

9 エンドユーザに提供すべき最小限の情報

9.1 本文書§ 9 の内容を使用して、本文書に適合しているかどうかを判断すべきである。

9.2 装置の排気換気仕様および測定 — サプライヤは、以下の排気換気仕様および情報を評価者およびエンドユーザに提出する文書の中で提供すべきである。

9.3 排気換気設計基盤の記述

9.3.1 文書には、換気設計の基盤として使用した懸念物質の放出速度を記述すべきである。この記述には、設計者が流量制限に使用した工学的制御を含むべきである（§ 7.2 を参照）。

9.4 装置が安全状態にあることを保証するための動作

9.4.1 排気換気が止まったときに、装置が安全状態にあることを保証するために実行するすべての自動動作を記述する。