

SEMI S18-1102

シラン系ガスの取り扱いに対する環境、健康、および安全ガイドライン

本安全ガイドラインは Global Environmental, Health, and Safety Committee によって承認されたものであり、また日本地区 Environmental, Health, and Safety Committee が直接担当している。現行版は日本地区スタンダード委員会によって 2002 年 7 月 19 日に承認された。2002 年 9 月にまず www.semi.org で提供され、2002 年 11 月に出版される。

注意:「注」の表題のついた段落は、本安全ガイドラインの公式な一部ではなく、また安全ガイドライン本文の内容の変更や書き換えを意図したものではない。安全ガイドラインの利用を促進するためにタスクフォースが提供したものである。

1 目的

1.1 本ガイドラインは、半導体またはフラットパネルディスプレイ (FPD) 製造で使用する装置や設備に関連したシラン系ガスの取り扱いに対する、最低限の安全および健康の基準となることを目的とする。

2 範囲

2.1 本ガイドラインに記述されているシラン系ガスとは、モノシラン (SiH_4)、ジシラン (Si_2H_6)、トリシラン (Si_3H_8)、ジクロロシラン (SiH_2Cl_4)、およびトリクロロシラン (SiHCl_3) である。

2.2 本ガイドラインには以下の章がある:

- 目的
- 範囲
- 制限
- 参照スタンダード
- 用語
- 一般原則
- 教育およびトレーニング
- 漏れ検知および警報システム
- 火災検知、抑制および警報システム
- 緊急時の対応
- シラン系ガスを取り扱う装置および設備の材料、部品、および構造
- 加圧および漏れ試験
- 貯蔵
- 供給システム
- ガス供給配管システム
- シラン系ガスを使用する装置
- 排気システムおよび配管
- 排気処理システム

- 関連文書

2.3 本安全ガイドラインはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。この安全ガイドラインの使用者は、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 本文書は、いかなる関係者にも要求事項を与えることは意図していない。

3.2 本文書はガスメーカー、または供給会社に適用されることは意図していない。

4 参照スタンダード

注 1: 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。

4.1 SEMIスタンダード

SEMI F1 — Specification for Leak Integrity of High Purity Gas Piping Systems and Components

SEMI F3 — Guide for Welding Stainless Steel Tubing for Semiconductor Manufacturing Applications

SEMI F4 — Specification for Pneumatically Actuated Cylinder Valves

SEMI F5 — Guide for Gaseous Effluent Handling

SEMI F6 — Guide for Secondary Containment of Hazardous Gas Piping Systems

SEMI F13 — Guide for Gas Source Control Equipment

SEMI F14 — Guide for the Design of Gas Source Equipment Enclosures

SEMI F15 — Test Method for Enclosures Using Sulfur Hexafluoride Tracer Gas and Gas Chromatography

SEMI S1 — Safety Guideline for Equipment Safety Labels

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

SEMI S4 — Safety Guideline for the Segregation/Separation of Gas Cylinders Contained in Cabinets

SEMI S5 — Safety Guideline for Flow Limiting Devices

SEMI S6 — Safety Guideline for Ventilation

SEMI S10 — Safety Guideline for Risk Assessment

SEMI S13 — Safety Guideline for Operation and Maintenance Manuals Used with Semiconductor Manufacturing Equipment

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

4.2 NFPAスタンダード¹

NFPA 13 — Installation of Sprinkler Systems

NFPA 70 — National Electrical Code

NFPA 318 — Standard for the Protection of Cleanrooms

4.3 Compressed Gas Association²

CGA P-20 — Standard for the Classification of Toxic Gas Mixtures

CGA P-23 — Standard for Categorizing Gas Mixtures Containing Flammable and Nonflammable Components

4.4 その他の文書

1 National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, PO Box 9101, Quincy, MA 02269-9101

2 Compressed Gas Association, 1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004, Arlington, Virginia 22202-4102

高圧ガス保安法³

高圧ガス保安協会, 高圧ガス保安法令関係例示基準集⁴

Santa Clara County Toxic Gas Ordinance No. NS-517.44⁵

SSA Journal⁶, — Volume 11 No. 4, Winter 1997

4.5 米国連邦規則

Uniform Fire Code (UFC)⁷ — Sections 51, 79 and 80 — Semiconductor Facility-Specific Sections

29CFR 1910.1200⁸, — “Hazard Communication” (OSHA)

NIOSH Pocket Guide — available online at <http://www.cdc.gov/niosh/topreq.html>

4.6 欧州指令

The Safety Sheets Directive 93/112 EEC

5 用語

5.1 以下に指定されていない場合は, SEMI S2 に定義された用語を参照すべきである。

5.2 略語および頭字語

5.2.1 ACGIH[®] (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) — ACGIHは米国産業衛生専門家会議の登録商標である。

5.2.2 ESOV (*Emergency Shut Off Valve*) — 緊急遮断バルブ

5.2.3 IDLH (*Immediately Dangerous to Life and Health*) — 生命および健康に対する直接的危険性。通常, PPMまたはmg³ で表わされる空気伝搬による汚染濃度であり, それは非難を妨げる症状または回復不能の健康障害なしに 30 分間以内に人が非難できる最高レベルに相当する。このレベルは米国立労働安全衛生研究所 (NIOSH)によって定められる。[SEMI F6]

5.2.4 MSDS (*Material Safety Data Sheet*) — 物質安全データシート。化学物質の特性に関する情報をOSHA 29 CFR 1910.1200「Hazard Communication」等の規制によって指定された書式で記述した文書。

5.2.5 PTFE (*Poly Tetra Fluoro Ethylene*) — ポリテトラフルオロエチレン。

5.2.6 SSCS (*Silane Safety Control System*) — シラン安全制御システム。SSCSは複数の検出器を統合したシステムであり, ひとつのグループとしてモニタすることによって, 危険ガスを取り扱うシステムの安全ステータスを全体として提供する (例えば, 圧力トランスデューサをバルブステータスマニタおよびバルブサイクル計数プログラムとリンクするか, またはガスソースの遮断とインターロックされた過流モニタとリンクする)。

5.2.7 TLVs[®] (*Threshold Limit Values*) — ACGIH[®]が採用する作業環境における化学物質のしきい値。(TLV[®]は米国産業衛生専門家会議の登録商標である。)[SEMI F6]

5.2.8 TWA (*Time Weighted Average*) — 時間荷重平均 — ACGIH[®]が定義したもの。[SEMI F6]

5.2.9 VMB (*Valve Manifold Box*) — バルブマニフォールドボックス。

5.3 定義

5.3.1 除害システム (*abatement system*) — プロセスからの排出物を変化させ, 設備から排出しても安全にするか, または危険材料の排出を安全なレベルまで減少させるシステム。

3 KHK, Sumitomo-Tranomon Bldg., 4-3-9 Toranomon, Minatoku, Tokyo 105-8447

4 KHK, Sumitomo-Tranomon Bldg., 4-3-9 Toranomon, Minatoku, Tokyo 105-8447

5 Santa Clara County TGO

6 SSA Journal, SSA Journal Headquarters 1313 Dolly Madison Blvd. Suite402, McLean, VA22101

7 Uniform Fire Code, 5360 South Workman Mill Road, Whittier, CA 90601

8 Occupational Safety and Health Administration U.S. Department of Labor, <http://www.osha.gov>

5.3.2 資格のある要員 (*authorized personnel*) — 規定された作業に付随するリスクを伴う活動を実行できるようにトレーニングされた要員。

5.3.3 台車 (*carriage*) — 1 つまたは 2 つのガスシリンダを運搬するための手押し台車。

5.3.4 クロロシラン (*chlorosilane*) — ジクロロシランまたはトリクロロシラン。

5.3.5 制御された状態 (*controlled condition*) — シラン系ガスに関する場合は、パイピングシステム配管システムの何らかのパラメータが不適格になったことを判定できる制御装置が備わった認定されたパイピングシステム配管システムの範囲内にガスが制御されている状態をいう。

5.3.6 排気処理システム (*exhaust treatment system*) — 除害システムと類似したシステムであるが、プロセスからの空気伝搬排出物だけを取り扱い、排出しても安全にするか、または危険材料の排出を安全なレベルまで減少させるシステム。

5.3.7 フェールセーフ (*fail-safe*) — ひとつの故障の結果としてリスクが増大しない設計。[SEMI S2]

5.3.8 引火性ガス (*flammable gas*) — 20°C (68°F) で 101.3 kPa (14.7 psia) の空気中に引火性混合物を形成するあらゆるガス。[SEMI S2]

5.3.9 流量制限デバイス (*flow limiting device*) — 全開状態のバルブからの最大流量を減少させるデバイスで、ガスシリンダバルブの中に取り付けられる [SEMI S5] [このようなデバイスのひとつに、流量制限オリフィスがある]。

5.3.10 フールプルーフ (*foolproof*) — 単独のヒューマンエラーまたは誤った使用が、どんなものでも許容できない不能なリスクを生じない設計。

5.3.11 職業上曝露限界 (*occupational exposure limits (OELs)*) — 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*)、職業上曝露規格 (*occupational exposure standards*) など様々なものが使用されている。OELを本文書中で作業エリア基準を規定するためにOELを使用する際は、OELは一般に 1 日 8 時間労働に基づいて制定されているものを意味する。OELを本文書中で作業エリア外の警報または警告のためにOELを使用する際は、OELはより短時間の曝露に基づいて制定されることがある。OELを用いても良い。しかし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。詳しくはOELの設定を管轄する国家機関に問い合わせること (Threshold Limit Valueは米国産業衛生専門家会議の登録商標である)。

5.3.12 酸化性ガス (*oxidizer gas*) — 接触する可燃性材料の燃焼をサポートしたり、燃焼率を増大させるガス。[SEMI S4]

5.3.13 自然発火性ガス (*pyrophoric gas*) — 101.3 kPa (14.7 psia) において、空気または酸素と接触すると 130°F 以下の温度で自然発火するガス。[SEMI S4]

5.3.14 安全シャットダウン状態 (*safe shutdown condition*) — 新たな危険状態が結果として生じない限り、すべての危険エネルギー源を除去または適切に格納し、また危険生産材料を除去または格納した状態。

5.3.15 安全状態 (*safe state*) — 装置がそれ自身または要員に対して制御されていない危険を何ら及ぼしていない状態。この状態では危険生産材料が流れることは認められない。許容可能な安全状態は、装置の設計者によって決定される、設計中の危険に基づいたものである。

5.3.16 シラン (*silane*) — モノシラン、ジシラン、またはトリシランのいずれか。

5.3.17 許容不能なリスク (*unacceptable risk*) — 設計または手順を承認する人が許容することのできない程度または種類のリスク。

5.3.18 ガスの非安全状態 (*unsafe gas condition*) — ガスが装置プロセスの設計パラメータの範囲に安全に格納されていないか、またはガス放出やガスによる危険が導かれ得る状態。

6 一般原則

6.1 シラン系ガスにはいくつかの危険な性質があるので、要員はシラン系ガスソースに係わる作業をする際に適切な保護具を着用すべきである。

6.1.1 モノシラン(SiH_4)、ジシラン(Si_2H_6)、およびトリシラン(Si_3H_8)は自燃性である。これらのガスが空気よりも酸化性が高いガスと混合すると、燃焼および爆発エネルギーが飛躍的に増大する。

6.1.2 ジクロロジランジクロロシラン(SiH_2Cl_2)は自燃性であり、トリクロロシラン(SiHCl_3)は引火性可燃性である。ジクロロジランジクロロシラン(SiH_2Cl_2)とトリクロロシラン(SiHCl_3)は腐食性ガスでもある。これらのガスが水分と混合すると、腐食性が飛躍的に高まり、また自然性の副生成ガスが発生する場合がある。

注 2: ジクロロシランに対する最新かつ最善の研究では、自然発火温度を $44^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 、あるいは約 111°F としている。しかし、ジクロロシランはシランとは異なり、使用されるほとんどすべての周囲条件においては自然発火するとは見込まれない。防火の意味では、高度の引火性ガスとして取り扱うことができる。

6.2 リスク管理戦略 — 安全および事故防止の基本的コンセプトは以下のものである:

6.2.1 設備、配管、および装置について、貯蔵からガス除害に至るまで理解することが、半導体およびFPD製造設備におけるシラン系ガスの安全な取り扱いにとって必須である。

6.2.2 設備の安全は、フェイルセール、フルプルーフで、自己診断型かつ予測機能を備えたデバイスを使用する設計を、ガスソース、配管、および装置に適用することで向上させることができる。

6.2.3 安全システムは、コンピュータによる自己診断と専用のSSCSデバイスによって、現在の安全状態を検出し、リスクが高まった状態を指示する通報を発するべきである。SSCSが担当するシラン系ガスを取り扱うシステムまたはユニットの正常運転を確認できない場合は、シラン系ガスの供給を自動遮断すべきである。

6.2.3.1 SSCSは、シラン系ガスを取り扱うプロセスが次のステップに進む前に、安全状態に達していることを判定することができる。

6.2.3.2 SCCSは、ガス供給設備、シリンダキャビネット、プロセス装置、ガス処理システム等に設置すべきである。

6.2.4 安全な設計は、装置および設備の設計者のシラン系ガスの特性および危険に対する理解によって左右される。こうした危険を制御する手法には、供給および使用システムのあらゆる部分での対策をすべて統合することが必要となる。

注 3: シラン系ガスの危険に関する情報は様々な情報源から入手できる。例えば、規制、MSDS、Factory Mutual Loss Prevention Data Sheet、NFPA スタンダード、建築基準法、および様々な研究論文である。

6.2.4.1 サプライヤはすべてのシラン系ガスシステムについて、使用前に危険の特定とリスク評価 [例えば、プロセス危険評価(PHA)、危険およびオペラビリティ分析(Haz-Op)、故障モード影響分析(FMEA)]を完了すべきである。

6.2.4.2 分析結果は、SEMI S10 のリスクマトリックスを使用して報告すべきである。

6.2.5 使用量の最小化 — シラン系ガスのライン中および使用の量は、効果的生産に必要な最低量に限定すべきである。

注 4: シラン系ガスの貯蔵エリアおよびディスペンシングエリアの分離およびセットバックについては、管轄区域の要求に従わなければならない。

6.2.6 定期的な事故防止評価を実施して、事故頻度の最小化に役立てるべきである。

6.3 切り離し(ロックアウト/タグアウト) — すべてのシラン系ガスソースに対し、切り離し(ロックアウト/タグアウト)機能を、シラン系ガスシステムのサービスおよび保守を安全に実施するために必要なすべてのレベルにおいて施すべきである。

6.3.1 要員がシラン系ガスを伴うエネルギーシステムの作業を安全にできるように、その他のすべてのエネルギー源(例、電氣的、機械的)を必要に応じて切り離すべきである。

注 5: 通電中の危険ではない電気システムに対する作業も、シラン系ガスがシステムに存在する場合は安全ではない場合がある。

6.4 アクセス制御制限

6.4.1 すべてのシラン系ガスシステムについて、正常あるいは故障状態において危険が存在する可能性がある各個所に、段階的なアクセス制御制限を施すべきである。

6.5 シラン系ガスの取り扱いに関係するすべての要員は、実施する作業および曝される可能性のある危険についてトレーニングを受けるべきである。こうしたトレーニングはすべて正式に文書で記録し、また規制が適用される場合はそれに従った記録文書を作成すべきである。

6.5.1 システム状況および装置状態の監査を定期的実施し、文書で記録すべきである。

6.5.2 操作員または技術者は、いかなるシステムまたはサブシステムの作業を開始する前に、現在の状態と何らかの異常状態をチェックする能力を有するべきである。

6.5.3 排出とパージング

6.5.3.1 シラン系ガス配管を装置に接続する際は、配管中の空気を窒素等の不活性ガスによって安全な場所へパージし、シラン系ガスとの反応を防ぐべきである。

6.5.3.2 安全でない場所へ排出せずにパージングできるように、パージポートはパージングを必要とするシステムが密閉された場所に設置すべきである。パージポートにはストップバルブをつけ、パージガスに接続しない時はキャップまたはプラグでふさぐべきである。

6.5.3.3 ユーザは、酸化性ガスおよびその他の適合性のないガス、材料、物質をシステムからパージした後にはのみ、シラン系ガスを導入すべきである。

6.5.3.4 シラン系ガスシステムが大気に開放される前に十分パージされていることを確実にするため、システムには計算された最低パージ回数、最低パージガス圧、および必要な真空レベルに基づいたパージ手順を用意すべきである。計算は最低パージ回数を求めるために必要である。プロセスパージは一般にこの回数を大きく上回るもので、従ってテストは通常は不要である。

6.5.3.5 パージガスとプロセスガスが不慮の逆流によって相互汚染することを避けるため、十分な対策が施されるべきである。

6.5.3.6 パージガスとシラン系ガスの分離をチェックバルブにすべて頼るべきではない。チェックバルブの前または後に空気バルブ等の制御バルブを配置することが、シラン系ガスを逆流する可能性のある手順中に他のガスから切り離すためには望ましい。

6.5.4 シラン系ガス用のパージガスは、専用のソース容器から供給すべきである。

注 6: いくつかの地域の規則(例、日本の高圧ガス保安法)は、パージガスソースを酸化性ガスラインのパージガスソースから完全に分離することを求めている。

6.5.4.1 専用バルク供給からのパージライン(管轄地域によって許可されている場合)には、自然焼性ガスがバルクシステムに逆流する恐れを防ぐために、多段階の逆流および差圧保護を施すべきである。

注 7: バルクパージシステムへの逆流によって、汚染源から遠く離れた場所で不活性ガスが大気に曝露すると発火性混合ガスが生成されることが知られている。

7 教育とトレーニング

注 8: 管理者ならびに従業員にとって、自分達を取り扱うガスの性質に対する理解を深め、安全な作業方法を確保することは重要である。従業員がガスを取り扱わない場合は、この章は適用されない。

7.1 シラン系ガスを取り扱う人は誰でも、これらガスの危険特性および安全な取り扱い方法について特別な教育を受けるべきである。

注 9: いくつかの管轄地域(日本など)では、「特殊高圧ガス」の使用者がその従業員に特別な安全教育を施すことを求めている。

7.1.1 安全教育およびトレーニングに関しては、各組織がカリキュラムを作成するか、承認されたカリキュラムを入手し、教育およびトレーニングの担当者を任命して定期的なトレーニング計画を実施すべきである。

7.1.2 講師には、シラン系ガスの危険、使用、および安全制御について十分な知識と経験を持った人をあてるべきである。

注 10: 組織の能力によっては、外部の専門家の支援を要請することが必要となる場合もある。

7.1.3 トレーニングには、プロセスガスの取り扱い、危険特性および副生成物、緊急時の処置を、過去の事故のケーススタディと共に含めるべきである。

7.1.4 トレーニングは定期的に行われ、トレーニング結果を文書に記録すべきである。

7.2 装置および設備のサプライヤ、保守サービスプロバイダ、ユーザは、業務に特有の環境、安全および健康(ES&H)教育プログラムの教育カリキュラムを構築し、要員を訓練し、そして記録をとるか証明書を発行すべきである。

7.3 保守要員は、その担当範囲について完全に訓練されるべきである。

7.3.1 保守要員は、シラン系ガスの設備および装置の設計全体について理解すべきである。

7.3.2 エネルギー切り離し(ロックアウト/タグアウト)のトレーニングは、シラン系ガスシステムのサービスまたは保守をしようとするすべての従業員に施すべきである。

7.4 トレーニングカリキュラムは、責任を有する当事者(建設業者、設備管理者、または装置メーカー)に購入仕様書の一部として請求すべきである。

7.4.1 各当事者は、その設備で作業する要員を訓練するための資格を持った人を用意すべきである。

注 11: 組織の能力によっては、外部の専門家の支援を要請することが必要となる場合もある。

注 12: 各当事者の担当者は、規制の要求に従って訓練されなければならない。

7.5 定期検査を行う人のトレーニングにはトレーニングを施して、検査が適切に行われ文書に記録されることを確実にすべきである。

注 13: 理想的には、安全な設計手法および事故調査要約は産業内で自由に共有し、この情報を危険に曝露する可能性のあるすべての要員に対する教育およびトレーニングの一部として提供すべきである。

8 漏れ検知および警報システム

8.1 一般

8.1.1 聴覚および視覚警報は、作業員から見え聞こえる位置に設置されるべきである。

8.1.2 聴覚および視覚遠隔警報は、常に人がいる場所に設置し、適切な行動がとれるようにすべきである。

8.2 シラン系ガス漏れ検知手法

8.2.1 漏れはリークセンサ(ガス検知器)で直接検知するか、熱または炎検出器で間接的に検知することができる。

注 14: センサの種類には、電気化学式、検知テープ式、化学発光式、イオン化検知式、UV/IR 式がある。

8.2.1.1 ガス検知は、シラン系ガスのTLV[®]レベルの 2 分の 1 まで検知する能力を有するべきである。

8.2.1.2 紫外線/赤外線(UV/IR)検知器が認められる管轄地域もある。

8.2.1.3 UV/IR検知を使用する場合、漏れが発生する可能性のあるシラン系ガス排気エンクロージャ内のすべてのエリアに検知ビームの焦点があたるように設計すべきである。

8.2.1.3.1 UV/IR検知は、状況によってはガス検知器の検出下限未満のレベルで熱の特徴を検知できる場合がある。

8.3 漏れ検知器の設置

8.3.1 検知ポイントの配置は、空気流のパターン、ガスの比重、周囲条件またはバリア、および装置の高さを考慮して決めるべきである。

8.3.2 漏れ検知システムの検知ポイントは、排気ダクトまたはシリンダ保管場所に、その検知テクノロジーに適した間隔で設置するか、もしくは規制の要求に従って設置する。

8.3.3 漏れ検知器は、次の場所にも配置すべきである：

- ガスキャビネット内の、配管システムまたはシリンダからの漏れを検知する場所
- シラン系ガス供給システムのガスマニフォールドボックス内
- シラン系ガスを使用する装置のガスボックス内の漏れを検知する場所

8.3.4 保守またはサービス作業中に曝露する可能性が予期される場所で、通常の検知ポイントでは漏れが検知されない恐れのある場所には、漏れ検知器を設置するか指定すべきである。

8.3.5 検知ポイントの数と位置は、検知器の能力と各検知器がモニタする面積（または体積）から判断すべきである。

注 15: 検知ポイントとは、吸引式ガス漏れ検知システムの捕集用開口部、または拡散式ガス漏れ検知システムの検知器である。

8.3.5.1 検知範囲を設置後に試験して性能を確認すべきである。

8.4 漏れ検知システムの特徴

8.4.1 漏れ検知システムはフェールセーフであるべきである。

8.4.2 所定のガス濃度が検知された際に、警告および警報を発する効果的な検知。

8.4.3 OELまたは使用国で適用される規制値以下の濃度レベルでは、聴覚および視覚警報を必ずしも始動しない警告を発すべきである。OEL濃度レベルでは、通知と聴覚および視覚警報を始動する警告を発すべきである。シラン系ガスのOEL値がない場合、あるいは値がそのシステムにとって実質的でない場合は、技術的に可能な検知下限濃度または適用される規制が設定している濃度を使用すべきである。

8.4.4 システムは、対象ガスのOELの少なくとも 1/2 のレベルから、IDLH（生命および健康に対する直接的危険性）の少なくとも 1/2 のレベルまで連続的に検知する能力を有するべきである。

8.4.5 10%の電圧変動があっても、指示濃度は 30%以上変化すべきでない。

8.4.6 検知器は、警告または警報レベルを超える濃度の漏れを、検知ポイントの 1 分以内の曝露で検知する能力を有するべきである。

8.4.7 警報は、濃度が検知後に変化してもマニュアルでリセットされるまで継続すべきである。

8.4.8 ガスキャビネット内のガス漏れ検知システムの起動により、14.3.5 項の自動シリンダ遮断バルブが閉じるべきである。

8.5 保守

8.5.1 ガス漏れ検知および警報システムは、ガス検知システムメーカーが提供する手順に従って定期的に検査および保守されるべきである。

8.5.1.1 検査および保守は記録されるべきである。

8.5.2 システムは検知システムメーカーが指定する頻度で校正されるべきである。

8.5.3 校正は精度基準を満たすために十分な頻度で実施すべきである。

8.6 ガス漏れ検知システムにはバックアップ電源（例、UPS、非常電源等）を備え、短時間の停電中も機能を維持し、またフェールセーフになるようにすべきである。バックアップ電源は定期的に試験または検査し、それを文書に記録すべきである。

注 16: この試験, 検査, 文書記録は, 適用される規制に従わなければならない。

8.7 排気処理システムによっては, 破過を検出するためのガス検知が必要となる場合がある。詳細は排気処理システムの章を参照のこと。

注 17: ダクトをモニタするガス検知器が, 規制または認可で要求される場合がある。

9 火災検知, 抑制, および警報システム

9.1 警報はSEMI S2 のガイドラインに従って, 設備に接続すべきである。

9.2 火災検知および抑制システムを使用する場合は, 装置または設備がシャットダウンされている時または保守モードの時を含め, いつでも運転すべきである。このようなシステムの適切性の判断や設計についてのガイドラインは, SEMI S14 を参照のこと。

例外 1: 火災検知システムの保守。

例外 2: 火災検知システムの起動によって, 火災検知システムおよび安全システムの電力を除くべきではない。

9.3 バルクシランシステムの火災検知および抑制システム

9.3.1 あらゆるバルクシランシステムには, システムを冷却することだけを目的とした自動固定水噴霧システムを設置すべきである。

9.3.1.1 調圧装置および制御パネルのエリアも, システムを冷却することだけを目的とした水噴霧システムで保護すべきである。

注 18: 設計噴霧密度, 面積, 時間は, NFPA 318 が提供する方法等を使って, コンテナの表面積に見合ったように計算すべきである。

9.3.2 光学式火災検知器の起動, マニュアルによる起動, またはヒートリンク起動装置によって, 水噴霧システムが始動し, また緊急遮断バルブ (ESOV) が閉じるべきである。ESOVは直接ガスソースに取り付けるか, 可能な限りコンテナに近い配管位置に取り付けるべきである。

9.4 火災検知および抑制

9.4.1 バルブマニフールドボックス (VMB) 内の火災は, VMBの中にある他のラインに影響を及ぼす場合がある。これが許容できないリスクであると評価された場合は, 防火システムが必要となるだろう。

9.4.2 防火システムを設置したら, 保守やサービスを含めすべての状態で作動しつづけるべきである。

例外: 防火システムの保守。

10 緊急時の対応

10.1 設備火災を含め, あらゆる緊急時において, 排気および除害システムは動かし続けるべきである。

10.2 要員の避難

10.2.1 ガス漏れによる避難手順は, 危険分析に基づいて作成し, その危険レベルに適切なものにすべきである。

10.2.2 避難後は, 曝露リスクが許容できるレベルまで下がるまでは, 誰もそのエリアに戻るべきではない。

10.2.3 設備の全要員が, 適切な避難手順の訓練を受けるべきである。

10.3 漏れの特定制と切り離し

10.3.1 対応チームが入室しても適切な方法によって安全な状況を確認できるなら, 許可され訓練された対応要員に限り漏洩箇所を特定しふさぐために入室してもよい。

10.3.2 漏洩箇所が正確に突止められたなら, 漏洩箇所にシラン系ガスを供給しているソースを自動シャットダウンすべきである。