

SEMI S5-0616

SAFETY GUIDELINE FOR SIZING AND IDENTIFYING FLOW LIMITING DEVICES FOR GASES

ガス用流量制限デバイスのサイズ決定と特定のための安全ガイドライン

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 2015 年 12 月 4 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて承認された。2016 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 2010 年 3 月に発行された。

目次

1 目的	2
2 範囲	2
3 制限	2
4 参照スタンダードおよび文書	2
5 用語	3
6 安全ガイダンス	4
7 流量制限デバイスに対する要件	4
8 計算	6
9 関連文書	10

表

表 1 流量制限デバイスを使用すべき危険性ガス	4
表 2 流量制限デバイスの窒素臨界流量 (Q_{NT})	6
表 3 混合ガス	7
表 R1-1 比熱比と臨界圧力比	11

図

図 1 窒素の流量	5
-----------------	---

1 目的

1.1 この安全ガイドラインの目的は、危険性ガスの運搬、貯蔵、および使用中における放出速度を制限する流量制限デバイス (FLD) に関連する情報および方法を提供するものである。

2 範囲

2.1 この安全ガイドラインは、危険性ガスの FLD を取り扱うものである。これらのデバイスは、FLD あるいはその下流で、制御されない放出の流量を制限することを意図している。

注 1: 一般的に、FLD は、103 kPa (15 psig) 以下のゲージ圧のガスには使用しない。その理由は、プロセスに対して十分な流量を提供するのに必要なサイズが大きすぎて、FLD による流量の削減がわずかとなるからである。

2.2 この安全ガイドラインは、FLD の上流と下流の圧力比（上流圧/下流圧）が臨界圧力比以上であることに起因する臨界流量において作動する FLD を取り扱うものである。

注 2: 分子内に 2 個以上の原子を含むすべてのガスは、この比率が 2 未満である。単原子ガス（ヘリウム、アルゴン、ネオン、キセノン、クリプトン）は 2.04 または 2.05 である。関連情報 1 に各種ガスの臨界圧力比の表が記載されている。

2.3 この安全ガイドラインは、サイズによって FLD を特定する方法を提供する。

2.4 この安全ガイドラインは、そのようなデバイスを流れる数種類のガスおよびその混合物の近似最大および最小流量を計算する方法を提供する。

2.5 この安全ガイドラインは、アプリケーションに使用する FLD のサイズを、使用ガスおよび必要な流量に基づいて選択する方法を提供する。

注 3: 具体的な安全ガイダンスは § 6 で述べる。

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上の問題を取り扱うことを意図していない。この文書の利用者は、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項を決定し、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 この安全ガイドラインは、以下のような FLD の上流の故障によってもたらされるガスの流出は取り扱わないものとする。

- シリンダそのものやシリンダとのバルブ接続部、
- シリンダ圧力リリーフデバイスの作動、または
- バルブそのものの故障。

3.2 この安全ガイドラインは、その入口圧力と出口圧力の比（入口圧力/出口圧力）が臨界圧力比未満である FLD は取り扱わないものとする。

注 4: FLD デバイスメーカー、ガスサプライヤ、およびその他の有資格者は、非臨界流量における FLD の挙動の決定を支援することができる。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

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

SEMI S10 — Safety Guideline for Risk Assessment and Risk Evaluation Process

SEMI S26 — Environmental, Health, and Safety Guideline for FPD Manufacturing Systems

4.2 NFPA スタンダード¹

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

注意： 別途指示のない場合、引用された全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 FLD — flow limiting device

5.1.2 SDS — safety data sheet

5.1.3 slm — standard liters per minute [SEMI E56, SEMI E69, SEMI E77, SEMI F43, SEMI F70]

5.2 定義

5.2.1 等価オリフィス (equivalent orifice) — 80%のオリフィス係数の円孔で流れる流量と等価な流量が流れる通路。

5.2.2 下流 (downstream) — 流体が流れていく側。

5.2.3 流量制限デバイス (flow limiting device [FLD]) — 全流量状態での最大流量を減少させるデバイス。

5.2.4 流量 (flow rate) — 指定されたポイントを単位時間あたりに通過する流体の量。この安全ガイドラインにおける流量は、0°C (32°F) および絶対圧 101 kPa (14.7 psia) の標準状態における standard liters per minute (slm) で表す。これは、半導体プロセスシステムに使用されるマスフローコントローラの校正に用いる標準状態に相当する。

5.2.5 危険性ガス (hazardous gases) — NFPA 704, あるいは地域スタンダードによる同等の等級付けに基づいた、健康、燃焼性あるいは反応性において 3 あるいは 4 の危険等級をもつガスをいう。

5.2.6 混合ガス (mixing gas) — 他のガスを薄めるために使用する不活性ガスをいう。

5.2.7 オリフィス係数 (orifice coefficient) — オリフィスを流れる理論流量に対する実際の流量の比。

注 5: 一般に、オリフィス係数は角張った入口での 65% (0.65) から十分円形な入口での 95% (0.95) まで変動する。入口外形および通路サイズにおけるばらつきを許容するため、表 1 は許容差 ±20% の流量を使用している。図 1 は、この許容差から生じた異なる等価オリフィスサイズに対する流量の変動を図示している。

5.2.8 安全データシート (safety data sheet [SDS]) — 化学物質の特性および危険性について記述し、その取り扱い、貯蔵、および輸送における適切な安全予防措置および保護手段を記載した文書。

注 6: 具体的な要件は、規制で規定されている。ほとんどの対象管轄区域では、規制は国連の「化学品の分類および表示に関する世界調和システム」(The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals: GHS) に沿っている。GHS は http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev00/00files_e.html から入手可能である。

注 7: 「物質安全データシート」という用語は、「安全データシート」に置き換えられた。

5.2.9 サイズ size (size) — 等価オリフィスの公称内径で表した流量制限デバイスの指定。

注 8: 表 2 は、数種類のサイズと数種類の圧力に対する流量を示す。

5.2.10 上流 (upstream) — 流体が流れてくる側。

¹ 全国防火協会 (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>

6 安全ガイダンス

6.1 一般

6.1.1 検証 (Verification) – FLD が要求される場合、ユーザは、常に、サイズがタグ、ラベルあるいはマーキングによって識別され、さらに、表示されたデバイスサイズが要求条件に適合しているかを検証すべきである。要求された FLD がない場合、フローを認めるべきではない。

6.1.2 閉塞 (Blockage) – ジボランのような水素化合物は重合し、FLD の部分的あるいは全体的閉塞を引き起こす。シランのような水素化合物は、空気中の酸素または水蒸気と反応して液体または固体を形成する。さらに、両方の挙動を示す水素化合物もある。空のように見えるが生成物を含む可能性のある容器、パイプ、およびデバイスには、注意を払うべきである。

6.1.3 パージ (Purging) – FLD は、パージ中にガス流量を制限することがある。ユーザは、流量制限デバイスの閉塞を防止する適当なパージ法が用いられていることを確認すべきである。

注 9: このことは、FLD の下流の汚染を防ぎ、SEMI S10 にしたがって評価する中間 (Medium)、高い (High)、または非常に高い (Very High) リスク発生の可能性を減ずるために、重要なことである。

6.2 ガスシリンダバルブ

6.2.1 取付け (Installation) – ガスサプライヤあるいはシリンダ所有者のみが、この流量制限デバイスを取り付けたり、取り外したり、あるいは修理したりすべきである。取付け、あるいは修理の作業を安全に行うには、特別な装置や操作が必要である。シリンダの所有者の承諾なくしては、いかなる人もこの流量制限デバイスの取付け、取外し、クリーニング、調整あるいは修正を行うべきではない。

6.2.2 検証 (Verification) – 要求された FLD がない場合、使用前にそのシリンダを却下すべきである。

6.2.3 パージ (Purging) – 最小限、操作者は、シリンダ設置直後にバルブの出口のパージに用いたのと同じ操作で、バルブの出口を使用後もパージすべきである。

7 FLD に対する要件

7.1 使用場所 (Where Used) – テストや経験に基づきデバイスが適用すると知られている危険性ガスを表 1 に示してある。SEMI はまた、新しい情報が追加できるように、表 1 にのっていない危険性ガス種によるテストも推奨する。

7.1.1 表 1 に示された危険性ガスを充填したガスシリンダに用いられるシリンダバルブには、流量制限デバイスを取り付けるかあるいは組み込むべきである。

表 1 FLD を使用すべき危険性ガス

危険性ガスの タイプ	標準状態での密度 (D), 1 atm, 0°C [kg/m ³ (lbs/ft ³)]	シリンダ圧力 (P _{cy}) Typical Max. @ 室温 ^{#1} [kPa_gauge (psig)]	圧縮率因子 (Z) @ Typ. Max. シリンダ圧力 ^{#2}	圧縮率因子 (z) @ 10% Typ. Max. シリンダ圧力 ^{#2}	最大流量 (q) 0.25 mm (0.01 in.) 等価オリフィス [slm]
アルシン, AsH ₃	3.45 (0.216)	1,410 (205)	0.81	0.98	5.5
一酸化炭素, CO	1.250 (0.078)	11,385 (1,650)	0.97	1.0	63
ジボラン, B ₂ H ₆	1.250 (0.078)	12,410 (1,800) (1% in N ₂)	0.29 @ 7,000 kPa (1,015 psi)	0.93 @ 700 kPa (103 psi)	68 (1% in N ₂)
ゲルマン, GeH ₄	3.415 (0.213)	607 (88)	0.94	0.99	2.4
水素, H ₂	0.090 (0.0056)	15,180 (2,200)	1.03	1.0	303
三フッ化窒素, NF ₃	3.200 (0.199)	10,000 (1,450)	0.64	0.96	43