

太陽光発電工程仕様 (Swagelok® SC-06 仕様)

仕様書 SCS-00006 改訂 -

適用範囲

この仕様書では、太陽光発電 (PV) 用途向けステンレス鋼製品を製造する際にスウェージロックが用いているガイドラインについて記述しています。この仕様書は、必ず製品カタログ、技術資料、技術情報と併せてご使用ください。記載内容は、接液・接ガス部のシステム・コンポーネントに限り、適用されます。

設計

製品は、特定の工業規格を念頭に置いて設計されています。製品カタログ等に特定のテスト結果が記載されている場合は、以下の規格が適用されます。

- ASTM F1397 「Standard Test Method for Determination of Moisture Contribution by Gas Distribution System Components」に基づいた水分分析
- ASTM F1398 「Standard Test Method for Determination of Total Hydrocarbon Contribution by Gas Distribution System Components」に基づいた炭化水素分析
- ASTM F1374 「Standard Test Method for the Determination of Ionic/Organic Extractables of Internal Surfaces — IC/GC/FTIR for Gas Distribution Systems Components」に基づいた残留イオン濃度分析

材質に関するガイドライン

ステンレス鋼は、耐食性と耐酸化性を有するため、ガス・システム用超高純度用製品の材料としてよく使用されています。特に、AISI タイプ 316L (UNS S31603) 低炭素ステンレス鋼は、溶接または応力除去後の粒界腐食に対する耐性を有しているため、業界では最も広く使用されています。なお、バルブ・シート、ダイヤフラム、ガスケット、Oリングは、耐薬品性に関するお客さまのご要望にお応えできるよう、さまざまな材質を取り揃えています。ステンレス鋼製バー・ストックは、以下の規格に準拠しています。

- ASTM A479 「Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes for Use in Boilers and Other Pressure Vessels」
- ASTM A484 「Specification for General Requirements for Stainless and Heat-Resisting Bars, Billets, and Forgings」
- ASTM A276 「Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes」

表 1：スウェージロックのステンレス鋼仕様
質量に対する割合 (%)

成分	Swagelok 316 AOD	Swagelok 316L AOD	Swagelok 316L VAR	Swagelok 316L VIM-VAR
C (炭素)	0.035 ~ 0.050	0.015 ~ 0.030	0.015 ~ 0.030	0.015 ~ 0.030
S (硫黄)	0.020 ~ 0.030	0.005 ~ 0.030	0.005 ~ 0.012	0.005 ~ 0.010
Mn (マンガン)	1.50 ~ 2.00	1.00 ~ 1.50	1.00 ~ 1.50	0.15 ~ 0.40

- SEMI F20-0305 「Specification for 316L Stainless Steel Bar, Forgings, Extruded Shapes, Plate, and Tubing for Components Used in General Purpose, High Purity, and Ultra-High Purity Semiconductor Manufacturing Applications」

ステンレス鋼材の一次処理は、アルゴンと酸素の混合ガスによる脱炭法 (AOD)、または真空誘導溶解法 (VIM) のいずれかを行います。接液・接ガス部コンポーネントの清浄度をさらに高めるために、二次処理として、真空アーク再溶解法 (VAR) を行う場合もあります。

化学成分を常に一定にするために、スウェージロックでは、その中で特に重要な成分に対する要件を、より厳しく管理しています。(表 1 参照)

ステンレス鋼製品の評価には、以下に示すものなどがあります。

- 材料の適合性は、ASTM A262 Practice A 「Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels」に基づいて評価します。
- 化学成分は、ASTM A751 「Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products」に基づいて評価します。
- 表面の品質は、ASTM E214 「Practice for Immersed Ultrasonic Testing by the Reflection Method Using Pulsed Longitudinal Waves」に基づいた超音波テストまたはスウェージロックの仕様に基づいた渦流浸傷テストによって評価します。
- 介在物は、ASTM E45 「Standard Practice for Determining the Inclusion Content of Steel, Method A」 Plate I-rによるレーティングに基づいて、JKテストを実施して検出します。

製造／表面仕上げ

製造過程において、寸法および表面仕上げを厳密に管理しています。機械加工されたコンポーネントには、たまり部分やパーティクル数を最小限にするため、いずれも極めて精巧な表面仕上げが施されています。また、スムーズかつ流路から障害物が一掃されており、溶接エンドは直角となっています。

- 表面粗さおよび表面仕上げの基準は、SEMI F19「Specification for the Surface Condition of the Wetted Surfaces of Stainless Steel Components」、および SEMI F37「Method for Determination of Surface Roughness Parameters for Gas Distribution System Components」に基づいています。
- スウェージロックの製品カタログに記載されている表面粗さの数値は、工程平均値、または SEMI F37 に基づいた特定の生産工程における算定平均値を示しています。
- 表面粗さおよび表面仕上げは、ASME B46.1 に準拠した適切な表面粗さ計を用いて評価します。測定は、継手またはバルブ・ボア上で、テーパ面、交差部分、溶接部分を除いた最長部分に対して行います。

工程仕様に関する重要な注意事項：

電解研磨された超高純度製品に限り、本仕様書の以下の2項目（電解研磨／不動態化処理、電気化学的な臨界孔食温度テスト）中のガイドラインに基づいて処理されます。製品型番にコード「P6」が含まれている場合は、以下の2項目の工程要件の対象となります。なお、製品型番にコード「SC06」が含まれている場合は、この対象ではありません。

電解研磨／不動態化処理

本項目は、電解研磨製品に限り適用されます。

継手およびバルブ・ボディの接液・接ガス部表面は、表面状態を向上させ、酸化クロムによる耐食性層を形成するために電解研磨を施しています。電解研磨後には必ず、浮遊鉄を取り除くために、表面の不動態化処理を行います。

- 電解研磨工程は、ASTM B912「Standard Specification for Passivation of Stainless Steels Using Electropolishing」に基づき、専用のフィクスチャーを用いて処理します。
- 不動態化処理および電解研磨前のクリーニング工程は、ASTM A380「Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems」に基づいて行います。
- 電解研磨および不動態化処理の評価は、ASTM B912 section 6「Standard Specification for Passivation of Stainless Steels Using Electropolishing」のテスト方法に基づいて行います。

電気化学的な臨界孔食温度テスト

本項目は、電解研磨製品に限り適用されます。

局部腐食に対する耐食性を判断するため、ASTM G150 に基づいて、電気化学的な臨界孔食温度（CPT）テストを行っています。CPT テストでは、設定電位における設定限界値を超えて、電流密度が急速に高くなる時点の温度を測定します。塩化ナトリウム溶液を使用し、不動態化領域において電位は一定に保たれます。

表 2：臨界孔食温度

パラメーター	仕様	テスト方法
臨界孔食温度	>10°C	ASTM G150

クリーニング／乾燥

超純水によるクリーニング・システムは、外部環境から隔離されているため、パーティクル・コンタミネーションが制限されています。製品のクリーニングは、数段階の工程（高温超音波洗浄、超純水によるすすぎ、フィルター付きチャンバーによる乾燥）を経て行われます。洗浄剤は、ASTM G127 に基づいて選定されます。

- 超純水の特性は、ASTM D5127 Type E-3「Standard Guide for Ultra-Pure Water Used in the Electronics and Semiconductor Industries」のガイドラインに基づいています。

表 3：超純水の特性

特性	仕様
抵抗負荷	$\geq 12 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ (25°C にて)
総有機炭素 (TOC) 量	< 300 ppb
二酸化ケイ素	< 50 ppb
バクテリア	< 50 コロニー / 100 mL

組み立て／テスト

空気中のコンタミネーションから保護するため、部品はカバーをかけた状態で、クリーニング・システムから組み立てとテストを行うクリーンな作業セルに直接送られます。特定の製品の性能テスト要件および結果は、製品カタログに記載されています。

パッケージング／表示

スウェージロック製品は、出荷時の外部からのコンタミネーションを遮断するため、パッケージングされます。製品および製品を用いて組み立てる際のシステムのコンタミネーションを低減するため、製品表示およびトレーサビリティに関する情報は、製品パッケージを開封せずに確認できます。

- パッケージングおよび製品表示手順は、ステンレス鋼製品向け SEMI E49.6「Guide for Subsystem Assembly and Testing Procedures — Stainless Steel Systems」の要件を満たしています。

参考文献

ASME

ASME B46.1, "Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay) "

ASTM

ASTM A262, "Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels"

ASTM A276, "Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes"

ASTM A380, "Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems"

ASTM A479, "Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes for Use in Boilers and Other Pressure Vessels"

ASTM A484, "Specification for General Requirements for Stainless and Heat-Resisting Bars, Billets and Forgings"

ASTM A751, "Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products"

ASTM B912, "Standard Specification for Passivation of Stainless Steels Using Electropolishing"

ASTM E45, "Standard Practice for Determining the Inclusion Content of Steel, Method A"

ASTM D5127 Type E-3, "Standard Guide for Ultra-Pure Water Used in the Electronics and Semiconductor Industries"

ASTM E214, "Practice for Immersed Ultrasonic Testing by the Reflection Method Using Pulsed Longitudinal Waves"

ASTM F1374 "Standard Test Method for the Determination of Ionic/Organic Extractables of Internal Surfaces — IC/GC/ FTIR for Gas Distribution Systems Components"

ASTM F1397 "Standard Test Method for Determination of Moisture Contribution by Gas Distribution System Components"

ASTM F1398 "Standard Test Method for Determination of Total Hydrocarbon Contribution by Gas Distribution System Components"

ASTM G127 "Guide for the Selection of Cleaning Agents for Oxygen Systems"

ASTM G150, "Standard Test Method for Electrochemical Critical Pitting Temperature Testing of Stainless Steels"

SEMI

SEMI E49.6, "Guide for Subsystem Assembly and Testing Procedures — Stainless Steel Systems"

SEMI F19, "Specification for the Surface Condition of the Wetted Surfaces of Stainless Steel Components"

SEMI F20-0305, "Specification for 316L Stainless Steel Bar, Forgings, Extruded Shapes, Plate, and Tubing for Components Used in General Purpose, High Purity, and Ultra-High Purity Semiconductor Manufacturing Applications"

SEMI F37, "Method for Determination of Surface Roughness Parameters for Gas Distribution System Components"

この日本語仕様書は、英語仕様書の内容を忠実に反映することを目的に、製作いたしました。日本語版の内容に英語版との相違が生じないよう、細心の注意を払っておりますが、万が一相違が生じた場合には、英語版の内容が優先されますので、ご注意ください。