

# 초고순도 공정 사양 (SC-01)

## 사양 SCS-00001 개정 F

### 범위

이 문서에서는 Swagelok®이 초고순도(UHP) 전해연마된 스테인레스강 제품과 초고순도 플라스틱 제품을 생산할 때에 준수하는 가이드라인을 설명합니다. 완전한 제품 정보를 얻기 위해서는 이 문서와 함께 제품 카탈로그, 기술 자료 및 보고서도 이용해야 합니다.

### 설계

제품 관련 문서에 습도, 탄화수소 또는 이온 청정도 분석 등이 언급되는 경우에는 다음과 같은 표준이 적용됩니다.

#### 스테인레스강 제품

- ASTM F1397, “가스 공급 시스템 부품에 의한 수분 영향을 평가하기 위한 표준 테스트 방법”에 따른 수분 분석
- ASTM F1398, “가스 공급 시스템 부품에 의한 총 탄화수소 영향을 평가하기 위한 표준 테스트 방법”에 따른 탄화수소 분석
- ASTM F1374, “내부 표면의 이온 물질 청정도를 확인하기 위한 표준 테스트 방법-가스 공급 시스템 부품에 대한 IC/GC/FTIR”에 따른 이온 물질 청정도 검사(분석)

#### 플라스틱 제품

- 모든 플라스틱 제품은 SEMI F57, “초순수 및 액체 화학물 공급 시스템에서 사용되는 고분자 부품에 관한 임시 규정”에 따라 설계됩니다

### 재질 가이드라인

#### 스테인레스강

스테인레스강은 본질적으로 잘 부식되거나 산화되지 않는 특성 때문에 업계에서 가스 시스템의 UHP 제품에 주로 사용하는 재질입니다. 특히, AISI 타입 316L (UNS S31603), 저탄소 스테인레스강은 용접이나 응력 해소 후 입자 간 부식 저항성이 크기 때문에 업계에서 가장 널리 사용됩니다. 밸브 시트, 다이어프램, 가스켓 및 O-링은 화학적인 적합성에 대한 고객의 요구를 만족시키기 위해 다양한 재질로 제공될 수 있습니다.

- 스테인레스강 바스탁(bar stock)은 다음 기준을 준수합니다.
  - ASTM A479, “보일러와 기타 압력 용기에 사용하기 위한 스테인레스 및 열저항 바(bar)와 그 형태”
  - ASTM A484, “스테인레스 및 열저항 바(bar), 빌렛(Billet) 및 단조물에 대한 일반 요건 규격”
  - ASTM A276, “스테인레스 및 열저항 바(bar)와 그 형태”
- 316L VAR 및 316L VIM-VAR 바스탁은 SEMI F20, “일반 산업과 고순도 및 초고순도 반도체 제조에 사용되는 부품용 316L 스테인레스강 바, 단조, 압출, 플레이트 및 튜빙의 사양”을 따릅니다.
- 스테인레스강은 기본적으로 산소 아르곤탈탄(AOD) 또는 진공유도용해(VIM) 처리를 거칩니다. 부수적으로 유체 접촉 부품의 청정도를 높이기 위해 진공아크재용해(VAR) 등의 재용해 처리를 거칠 수도 있습니다.
- 모든 UHP 제품의 화학 조성에 대한 일관성을 높이기 위해 Swagelok에서는 화학 조성 내의 특정 성분 요건을 엄격히 규정하고 있습니다. 표 1을 참조하십시오.
- 스테인레스강 제품의 검증에는 다음과 같은 사항들이 포함됩니다.
  - 재질의 적합성은 ASTM A262의 시행 규칙 A, “오스테나이트 스테인레스강에서 입계부식에 대한 취약성 탐지를 위한 표준 시행 규칙”에 따라 검증됩니다.
  - 화학적 조성은 ASTM A751, “강 제품의 화학 분석을 위한 테스트 방법, 시행 규칙 및 용어”에 따라 검증됩니다.
  - 표면 품질은 ASTM E214, “횡방향 펄스파를 이용한 반사 방식의 수중 초음파 테스트에 대한 시행 규칙”에 따른 초음파 테스트 또는 Swagelok 표준에 따른 와류 테스트를 통해 검증됩니다.
  - 함유물은 ASTM E45, “스틸의 함유물 성분 확인을 위한 표준 시행 규칙, 방법 A”에 따른 JK 테스트를 통해 확인되며, 등급은 Plate I-r에 준하여 지정됩니다.

표 1: Swagelok 규격, wt %

요소	Swagelok 316 AOD	Swagelok 316L AOD	Swagelok 316L VAR	Swagelok 316L VIM-VAR
C(탄소)	최대 0.050	0.015 ~ 0.030	0.015 ~ 0.030	0.010 ~ 0.030
S(황)	0.020 ~ 0.030	0.005 ~ 0.030	0.003 ~ 0.010	0.005 ~ 0.010
Mn(망간)	1.00 ~ 2.00	1.00 ~ 1.50	1.00 ~ 1.50	0.15 ~ 0.40

## 재질 가이드라인(계속)

### 플라스틱 재질

플라스틱은 고순도(UHP) 액체에 일반적으로 사용되는 재질입니다. Swagelok은 우수한 화학적 저항성과 순도를 갖는 개선된 PTFE(modified PTFE, polytetrafluoroethylene) 재질을 사용합니다. 플라스틱 재질의 화학적 조성은 다음 사항을 따릅니다.

- ASTM D3294, “PTFE 수지 성형 시트 및 성형된 기본 형태에 관한 표준 규격”
- ASTM D4894, 타입 I, 등급 1 폴리테트라플루오로에틸렌에 관한 “PTFE (Polytetrafluoroethylene) 입자 성형 및 램(Ram) 압출 재료에 관한 표준 규격”

### 제조 및 표면 조도

제조 과정에서 치수와 표면 조도를 철저히 모니터링합니다. 각각의 가공 부품은 표면이 대단히 성세하게 마무리되고, 부드럽게 연결되었으며, 완전한 곡선형(swept) 유로를 가지면서, 용접 끝단은 직각으로 되어 있어 파티클이 잔류하거나 생성될 가능성이 매우 낮습니다.

표면 조도/처리 기준은 다음 사항을 바탕으로 합니다.

- 스텐레스강 제품—SEMI F19, “스텐레스강 부품의 유체 접촉 표면의 상태에 대한 규격”과 SEMI F37, “가스 공급 시스템 부품에 대한 표면 조도 값의 결정 방법”의 절차
- 플라스틱 제품—SEMI F57, “초순수 및 액체 화학물 공급 시스템에서 사용되는 고분자 부품에 관한 임시 규정”

조도 측정값,  $R_a$ 는 ASME B46.1, “표면 조직(표면조도, 표면기복 및 황기복)”에 의해 측정 길이 내에서 기록하고 종단면으로부터 측정된 프로파일의 높이 편차의 절대값에 대한 산술 평균으로 정의됩니다.

- Swagelok 초고순도 스텐레스강 제품의 유체 접촉 표면은  $0.13 \mu\text{m}$  ( $5 \mu\text{in}$ )의  $R_a$ 를 갖도록 생산됩니다. 단, 다음 제품의 경우는 예외적으로  $R_a$ 이  $0.20 \mu\text{m}$  ( $8 \mu\text{in}$ )입니다.
  - BN 및 HB 시리즈 벨로우즈 밸브
  - DL 및 DS 시리즈 다이어프램 밸브
- Swagelok 초고순도 플라스틱 제품의 유체 접촉 표면은 SEMI F57에 따라  $0.62 \mu\text{m}$  ( $25 \mu\text{in}$ )의 최대 표면 조도  $R_a$ 를 갖도록 가공됩니다.

제품 카탈로그에 명시된 Swagelok 조도 번호는 SEMI F37에 따라 주어진 생산 공정에 대한 산술 평균을 나타내는 조도 값 또는 공정 평균을 나타냅니다.

표면 조도/마무리는 ASME B46.1에 따라 적합한 프로파일 측정 장비를 이용하여 평가됩니다. 측정은 경사면, 교차 부분 또는 용접 부위를 제외하고 피팅이나 밸브 공칭경의 최대 가공 길이에 걸쳐 수행됩니다.

## 전해연마 및 부동태화 (Passivation) (스텐레스강만 해당)

피팅 및 밸브 몸체의 유체 접촉 표면은 표면 상태를 개선하고 크롬 산화물의 부식 저항 표면막을 형성하기 위해 전해연마 됩니다. 전해연마 후에는 모든 표면을 부동태화 처리하여 순수 철의 노출을 없앱니다.

- 전해연마 공정은 ASTM E1558, “금속 시편의 전해연마”에 따라 수행되며 개별 제작한 픽처를 사용하여 처리됩니다.
- 부동태화 공정은 ASTM A380, “스텐레스강 부품, 장비 및 시스템의 세정, 박피 및 부동태화”를 따릅니다.
- 전해연마 및 부동태화 평가는 표 2에 따라 수행합니다.

표 2: 평가 방법 및 규격

매개변수	규격	테스트 방법
크롬-철-(Cr/Fe)	비율 $\geq 2.0$	SEMI F60에 따른 ESCA (electron spectroscopy for chemical analysis)
크롬 산화물-철-산화물 (CrO/FeO)	비율 $\geq 2.0$	
산화물 두께	$\geq 15\text{\AA}$ <sup>①</sup>	SEMI F72에 따른 AES (Auger electron spectroscopy)
표면 결함 분석	5군데를 샘플링 하였을 때 최대 40개의 결함 <sup>②</sup>	SEMI F73에 따른 SEM (scanning electron microscopy)
외관	모든 부품은 반사도가 매우 높아 거울과 같으며 조도가 일정하고 광택이 나는 균일한 표면 상태를 갖습니다 <sup>③</sup>	마무리 처리된 부품은 밝은 조명 아래서 육안 검사를 거칩니다

① 공정 평균  
 ② HB, BN, DS, DL 또는 LD 시리즈 몸체에는 적용하지 마십시오.  
 ③ “특수” 사양 혹은 HB, BN, DS, DL 또는 LD 시리즈 몸체에는 적용하지 마십시오.

### 중요 공정 참고사항:

전해연마한 모든 초고순도 제품은 앞 부분의 가이드라인 (이 문서의 설계, 재질 가이드라인, 제조 및 표면 마무리 및 전해연마와 부동태화)에 따라 처리됩니다. “P1” 부호를 포함한 제품 주문 번호는 세정, 조립 및 테스트, 및 포장 요건에 대한 Swagelok 특수 세정 및 포장(SC-11)을 참조하십시오. “P” 부호만 포함한 제품 주문 번호는 세정, 조립 및 테스트, 및 포장 요건에 대한 이 문서의 나머지 부분을 따릅니다.

### 전기 화학적 임계공식온도 (스텐레스강만 해당)

ASTM G150에 근거한, “스텐레스강의 전기 화학적 임계공식온도에 관한 표준 테스트 방법”에 따른 전기 화학적 임계공식온도(CPT) 테스트를 이용하여 국부적 부식 (pitting) 저항성을 평가합니다. CPT 테스트는 특정 전위에서 현재 밀도가 특정 한계를 벗어나 급속하게 증가하는 시점의 온도를 측정합니다. 염화나트륨 용액을 사용하며 전위는 부동태화 영역에서 일정하게 유지됩니다.

표 3: 점상부식 (pitting) 임계 공식 온도

매개변수	규격	테스트 방법
임계공식온도	>13°C (55°F)	ASTM G150

### 세정 및 건조

탈이온수 세정 시스템은 외부 환경과 차단되어 파티클 오염을 억제합니다. 제품은 일련의 초음파 세척과 다단계 탈이온수 세척조를 거쳐 건조 챔버로 들어갑니다. 탈이온수의 특성은 다음 가이드라인을 따릅니다.

- 스텐레스강 부품—SEMI E49.6, “하부 시스템 어셈블리 및 테스트 절차 가이드—스텐레스강 시스템”
- 플라스틱 부품—SEMI E49.7, “반도체 공정 장비에서 초순수 및 액체 화학 물질 시스템의 설계와 제조에 관한 순도 가이드”

표 4: 탈이온수 특성

특성	Swagelok 사양
저항	25°C에서 ≥ 17.5 MΩ·cm (77°F)
총 유기 탄소(TOC)	< 20 ppb
실리카	< 5 ppb
박테리아	< 100밀리리터당 10개체
고온 탈이온수 온도	최소 60°C (140°F)

### 조립 및 테스트

공기에 의한 부품 오염을 방지하기 위해 부품은 기존 세정 시스템에서 보호된 상태로 청정 환경으로 곧바로 옮겨져 조립과 테스트를 거칩니다.

- 세정 구역은 ISO 14644-1, “청정실 및 관련 제어 환경”에 따라 입자 테스트를 받고, 그에 따라 분류됩니다. 파티클 수는 크기가 0.5 μm 이상인 입자의 최대 농도 한계(1 입방미터의 공기 중에 포함된 입자 수)를 나타냅니다.
- ISO 14644-1에 따른 Swagelok 분류가 표 5에 표시되어 있습니다.

표 5: 청정실 및 작업 구역 분류

테스트 위치	연방 표준 209E	ISO 14644-1 (1 입방 미터에 포함된 입자 수)
<b>스텐레스강</b>		
청정실	클래스 100	클래스 5 (3520)
작업 구역, 박편 흐름 후드 (laminar flow hood) 및 수용 룸	클래스 10	클래스 4 (352)
<b>플라스틱</b>		
재료 보관 구역, 가운 착용 구역, 준비 구역 및 조립 구역	클래스 10 000	클래스 7 (352 000)

- 제품 성능에 관한 테스트 요건과 결과는 제품 카탈로그를 통해 얻을 수도 있습니다.

### 포장 및 식별

Swagelok 제품은 운송 중 제품이 외부 오염 물질에 노출되지 않도록 포장됩니다. 제품 포장을 열지 않고도 식별 및 추적 정보를 확인할 수 있으므로 제품 및 제품이 조립되는 시스템의 오염 가능성을 줄입니다.

포장 및 식별 절차는 다음 요건을 충족합니다.

- 스텐레스 제품의 경우 SEMI E49.6, “하부 시스템 어셈블리 및 테스트 절차 가이드—스텐레스강 시스템”
- 플라스틱 제품의 경우 SEMI F57, “초순수 및 액체 화학 물질 공급 시스템에서 사용되는 고분자 부품에 관한 임시 규정”

## 참조 문서

### ASME

ASME B46.1, “표면 조직(표면 조도, 표면기복 및 횡기복)”

### ASTM

ASTM A262, “오스테나이트 스텐레스강에서 입자간 공격에 대한 취약성 탐지를 위한 표준 시행 규칙”

ASTM A276, “스텐레스 및 열저항 바(bar)와 그 형태”

ASTM A380, “스텐레스강 부품, 장비 및 시스템의 세정, 박피 및 부동태화”

ASTM A479, “보일러와 기타 압력 용기에 사용하기 위한 스텐레스 및 열저항 바(bar)와 그 형태”

ASTM A484, “스텐레스 및 열저항 바(bar), 빌렛(Billet) 및 단조물에 대한 일반 요건 규격”

ASTM A751, “강 제품의 화학 분석을 위한 테스트 방법, 시행 규칙 및 용어”

ASTM D3294, “PTFE 수지 몰딩 시트 및 몰딩 기본 형태에 관한 표준 규격”

ASTM D4894, 타입 I, 등급 1 폴리테트라플루오로에틸렌에 대한 “PTFE (Polytetrafluoroethylene) 입자 몰딩 및 램 압출 재료에 관한 표준 규격”

ASTM E45, “강에 포함된 내용물 확인을 위한 표준 시행 규칙, 방법 A”

ASTM E214, “횡방향 펄스파를 이용한 반사 방식의 수중 초음파 테스트에 대한 시행 규칙”

ASTM E1558, “금속 시편의 전해연마”

ASTM F1374, “내부 표면의 이온 물질 청정도를 확인하기 위한 표준 테스트 방법—가스 공급 시스템 부품에 대한 IC/GC/FTIR”

ASTM F1397, “가스 공급 시스템 부품에 의한 수분 기여를 평가하기 위한 표준 테스트 방법”

ASTM F1398, “가스 공급 시스템 부품에 의한 총 탄화수소 기여를 평가하기 위한 표준 테스트 방법”

ASTM G150, “스텐레스강의 전해연마 임계공식온도에 관한 표준 테스트 방법”

### ISO

ISO 14644-1, “청정실 및 관련 제어 환경”

### SEMI

SEMI F20, “일반 산업과 고순도 및 초고순도 반도체 제조에 사용되는 부품용 316L 스텐레스강 바, 단조, 압출, 플레이트 및 튜빙의 사양”

SEMI E49.6, “하부 시스템 어셈블리 및 테스트 절차 가이드—스텐레스강 시스템”

SEMI E49.7, “반도체 공정 장비에서 초순수 및 액체 화학 물질 시스템의 설계와 제조에 관한 순도 가이드”

SEMI F19, “스텐레스강 부품의 유체 접촉 표면에 대한 표면 상태 규격”

SEMI F37, “가스 공급 시스템 부품에 대한 표면 조도 매개변수의 결정 방법”

SEMI F57, “초순수 및 액체 화학 물질 공급 시스템에서 사용되는 고분자 부품에 관한 임시 규정”

SEMI F60, “부동태화된 316L 스텐레스강 부품의 유체 접촉 표면 조성을 ESCA로 평가하기 위한 테스트 방법”

SEMI F72, “부동태화된 316L 스텐레스강 부품의 유체 접촉 표면 산화막을 오제이 전자 현미경(AES)으로 평가하기 위한 테스트 방법”

SEMI F73, “스텐레스강 부품의 유체 접촉 표면 상태를 주사 전자 현미경(SEM)으로 평가하기 위한 테스트 방법”

## 본 문서에 대한 안내 사항

전자 카탈로그 파일을 다운로드해주셔서 감사합니다. 본 파일은 많은 내용이 수록된 인쇄본 책자(*Swagelok 제품 카탈로그*)의 한 장(*chapter*)입니다. 이와 같은 전자 카탈로그는 최근에 변경된 내용 및 새로운 정보를 담고 있기 때문에 인쇄 버전보다 더욱 최신의 정보를 확인하실 수 있습니다.

Swagelok 사(社)는 연구, 계장, 의약, 오일 및 가스, 발전, 석유화학, 대체연료 및 반도체 산업 관련 제품, 조립 및 서비스를 제공하는 주요 유체 시스템 솔루션 개발 및 공급 업체입니다. Swagelok 사(社)의 제조, 연구, 기술 지원 및 유통 시설은 전세계 57개 국가에서 운영되고 있는 200개 이상의 지정 판매 및 서비스센터를 지원하고 있습니다.

Swagelok 웹사이트를 방문하면, 제품 기능, 기술 자료, 주문 번호 및 기타 제품 관련 정보에 관해 Swagelok 지정 판매 및 서비스센터에 문의할 수 있으며 Swagelok 판매 및 서비스센터에서만 이용 가능한 다양한 서비스에 관한 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.

### 안전한 제품 선택

제품을 선택할 때 안전하고 고장 없는 성능을 보장하기 위해서는 전체 시스템 설계를 고려해야 합니다. 부품의 기능, 재질의 적합성, 적절한 등급 분류, 적절한 설비, 운영 및 유지보수는 시스템 설계자와 운영자의 책임입니다.

### 보증 정보

Swagelok 제품은 Swagelok Limited Lifetime 보증을 받습니다. Swagelok.com이나 Swagelok 지정 판매 대리점에서 보증서를 받으실 수 있습니다.

Swagelok, Ferrule-Pak, Goop, Hinging-Colleting, IGC, Kenmac, Micro-Fit, Nupro, Snoop, SWAK, Ultra-Torr, VCO, VCR, Whitey—TM Swagelok Company  
Aflas—TM Asahi Glass  
AutoCAD—TM Autodesk, Inc.  
CSA—TM Canadian Standards Association  
DeviceNet—TM ODVA  
DuPont, Kalrez, Krytox, Viton—TM DuPont  
Dyneon, TFM—TM Dyneon  
Grafoil—TM GrafTech International Holdings, Inc.  
Elgiloy—TM Elgiloy Specialty Metals  
FM—TM FM Global  
MAC—TM MAC Valves, Inc.  
Microsoft, Windows—TM Microsoft Corp.  
17-7 PH—TM AK Steel Corp.  
PH 15-7 Mo—TM AK Steel Corp.  
Pillar—TM Nippon Pillar Packing Company, Ltd.  
picofast—TM Hans Turck KG  
Raychem—TM Tyco Electronics Corp.  
SAF 2507—TM Sandvik AB  
Simriz—TM Freudenberg-NOK  
SolidWorks—TM SolidWorks Corporation  
UL—Underwriters Laboratories Inc.  
Xylan—TM Whitford Corporation  
© 2017 Swagelok Company