

# 圧カトランスデューサー PTU シリーズ 技術情報（概要）

## 適用範囲

この技術情報は、Swagelok® 圧カトランスデューサー PTU シリーズに関するデータを提供するものです。

記載事項：

- 精度
- 温度係数
- 長期安定性
- 残留イオン濃度
- ヘリウム・リーク・テスト
- 炭化水素分析
- 水分分析
- 酸素分析
- パーティクル発生
- 材料の仕様
- 製造および表面仕上げ
- 電解研磨および不動態化処理
- クリーニングおよび乾燥
- 組み立ておよびテスト
- 参考文献

## 精度

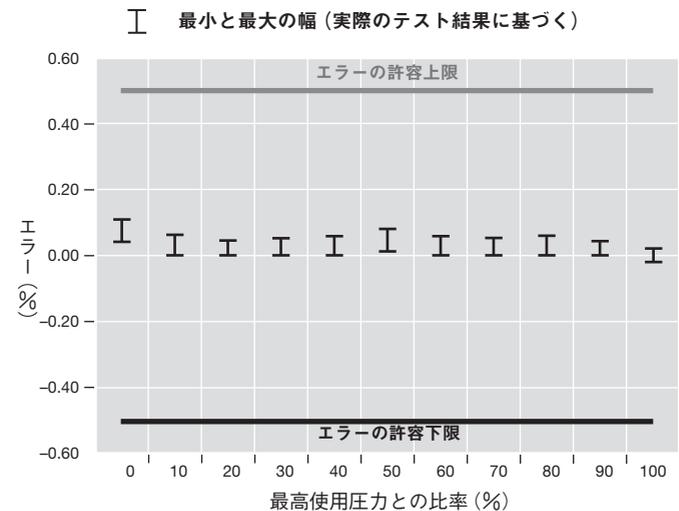
ISA 37.3 に従って、8 台の圧カトランスデューサーをテストしました。

- 圧力を 0 から最高使用圧力まで、10 %ごとに上昇。  
圧力調整を行った 2 秒後に、実際の圧力と出力信号を測定。
- 圧力を最高使用圧力から 0 まで、50 %ごとに下降。  
圧力調整を行った 2 秒後に、実際の圧力と出力信号を測定。
- この手順を 3 回繰り返し行う。

下の表は、8 台の圧カトランスデューサーの平均値を示しています。右のグラフは、8 台のうち 1 台の実際の結果を表しています。

性能特性	テスト結果 スパン (%)	製品仕様上の許容限界 スパン (%)
精度	0.144	$\leq 0.5$ ( $\geq 0$ MPa の場合) $\leq 0.25$ BFSL ( $\geq 0$ MPa の場合)
直線性	0.040	$\leq 0.2$
ヒステリシス	0.028	$\leq 0.03$
再現性	0.022	$\leq 0.05$

## シングル・エンド型圧カトランスデューサーの精度



### 温度係数

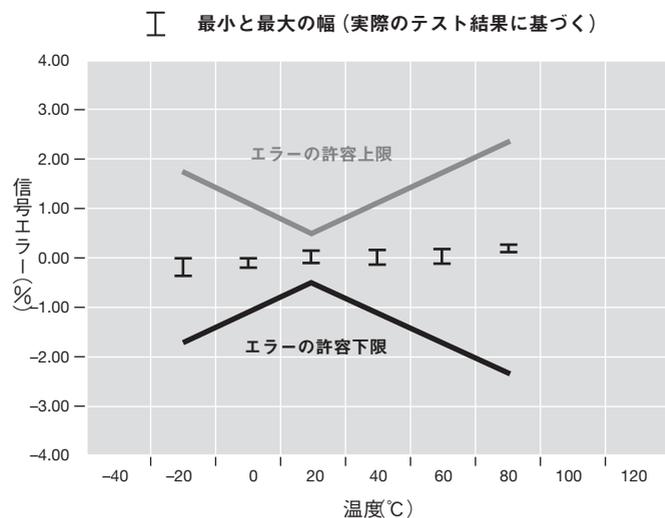
ISA37.3に従って、7台の圧カトランスデューサーをテストしました。

- 温度を 20°C から 80°C まで、20°C ごとに上昇。
- 次に、使用最低温度の -20°C まで、20°C ごとに温度を下降。
- 温度を 20°C に戻す。
- 各温度上昇において温度を安定させるため、1 時間後、ゼロ点および最高使用圧力時に出力信号を測定。

下の表は、7台の圧カトランスデューサーの平均値を示しています。  
下のグラフは、7台のうち1台の実際の結果を表しています。

性能特性	テスト結果 スパン (%) / 10K (10°C)	製品仕様上の許容限界 スパン (%) / 10K (10°C)
温度係数 (ゼロ点にて)	0.143	0.3
温度係数 (スパン)	0.025	0.15

### シングル・エンド型圧カトランスデューサーの温度係数



### 長期安定性

ISA37.3に従って、3台の圧カトランスデューサーをテストしました。

- 圧力が 0 のときに、出力信号を測定。
- 最高使用圧力を加え、30 日間一定に保つ。
- 圧力を開放。
- 圧力が 0 のときに、出力信号を測定。

次のデータは、3台のトランスデューサーの平均値を表しています。

性能特性	テスト結果 スパン (%) / 年	製品仕様上の許容限界 スパン (%) / 年
安定性	0.060	0.2

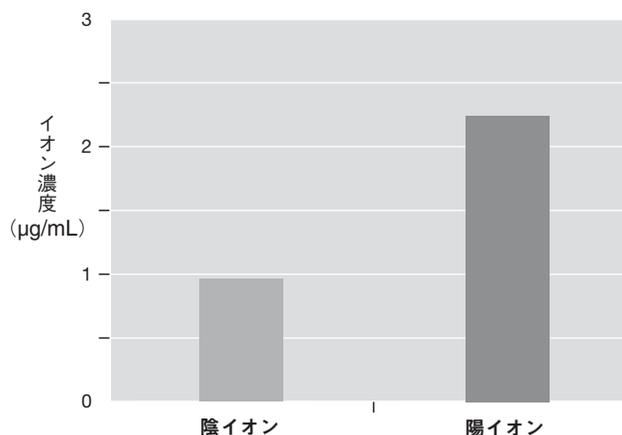
### 残留イオン濃度

SEMASPEC 90120399B-STD に従って、6台のトランスデューサーをテストしました。

- 各トランスデューサーに対して、陰イオンのテストを 3 回、また、陽イオンのテストを 3 回行う。

下のグラフは、6台の圧カトランスデューサーに 3 回ずつテストを行った際の平均結果を表しています。

陰イオン (-)	陽イオン (+)
フッ素化合物	リチウム
塩化物	ナトリウム
亜硝酸	アンモニア
臭化物	マグネシウム
硝酸塩	カリウム
リン酸塩	カルシウム
硫酸塩	



## ヘリウム・リーク・テスト

SEMASPEC 90120391B-STD に従って、回転可能型おす VCR イエンド(1/4 インチ・サイズ)のトランスデューサー 6 台にアウトボード・ヘリウム・リーク・テスト(加圧法)を行いました。

- 1 分後、バックグラウンド・レベルを超える測定可能なリークは検出されませんでした。

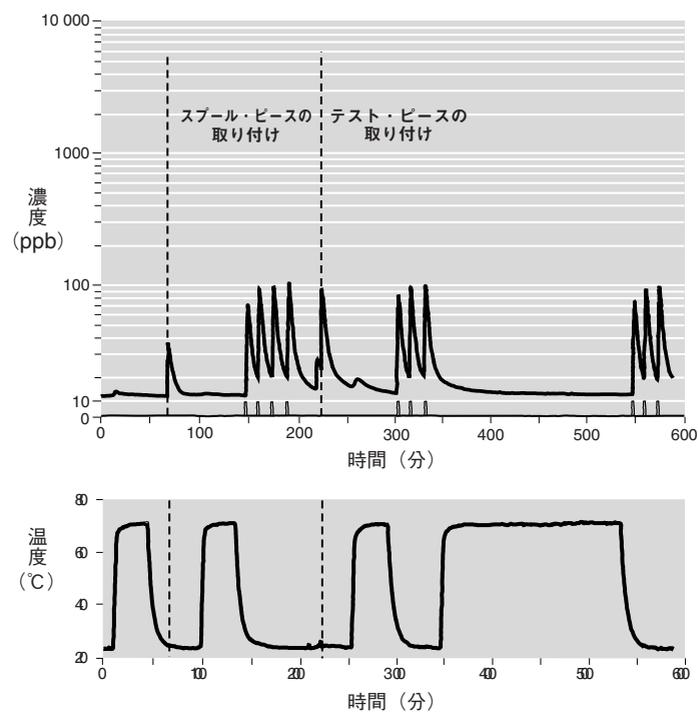
サンプル・ナンバー	バックグラウンドのヘリウム・レベル (atm cm <sup>3</sup> /s)	ヘリウム圧力 (MPa)
1	5×10 <sup>-10</sup>	0.69
2		
3		
4	6×10 <sup>-10</sup>	20.6
5		
6	5×10 <sup>-10</sup>	

## 炭化水素分析

SEMASPEC 90120396B-STD に従って、6 台の圧力トランスデューサーをテストしました。6 台すべてのテスト・サンプルの残留炭化水素は 10 ppb 未満でした。

- テスト・ガス：高純度窒素
- 流量：1.28 std L/min

以下に示す上段のグラフは、テストした 6 台のうちの 1 台の結果を表しています。下段のグラフは、残留炭化水素を除去するため、テスト中にトランスデューサーに適用した温度パターンを示しています。

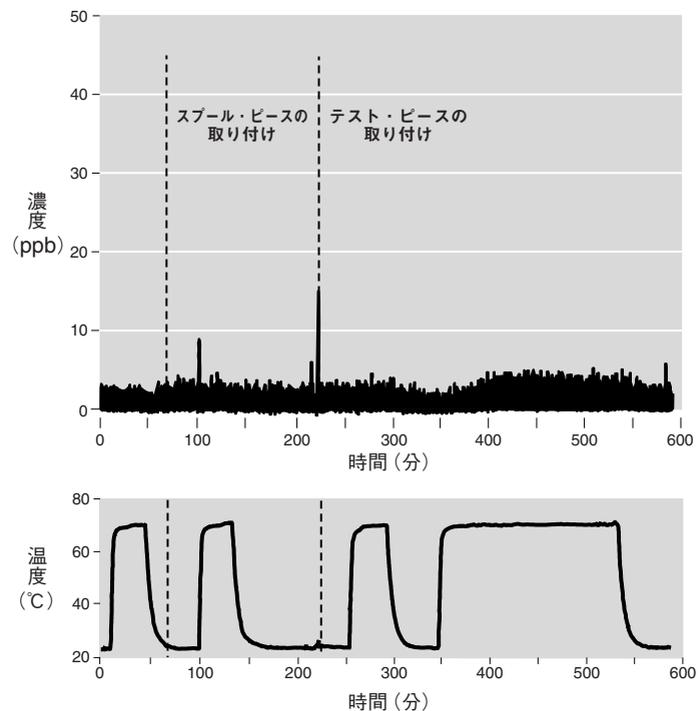


## 水分分析

6 台のトランスデューサーを 1.5 分間、2000 ppb の水分スパイクにさらした結果、6 台すべてのテスト・サンプルが 30 分以内に 20 ppb 未満のレベルに回復しました。3 時間のバークアウトで、水分の残留はほとんど検出されませんでした。テストは、SEMASPEC 90120397B-STD に従って行いました。水分スパイクは、水分濃度グラフの 0 ppb ~ 10 ppb で示されています。

このグラフは、水分スパイクの回数と時間について示したものであり、水分スパイクの濃度についてはありません。

以下に示す上段のグラフは、テストをした 6 台のうちの 1 台の結果を表しています。下段のグラフは、システムの水分感度を向上させるため、テスト中にトランスデューサーに適用した温度のパターンを示しています。

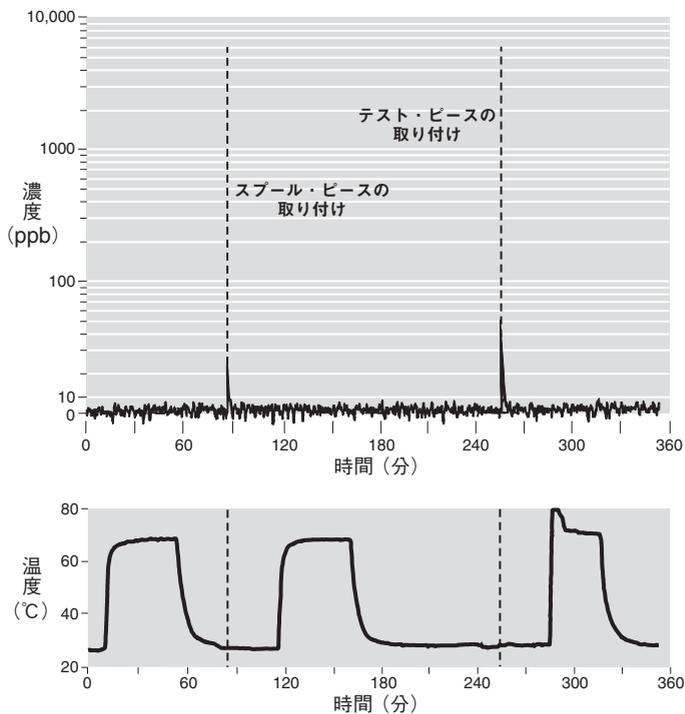


### 酸素分析

SEMASPEC 90120398B-STD に従って、6 台の圧カトランスデューサーをテストしました。6 台すべてのテスト・サンプルの残留酸素は、20 分以内で 10 ppb のレベルまで回復しました。

- テスト・ガス：パーティクルのない、ドライな純窒素
- 流量：1.28 std L/min

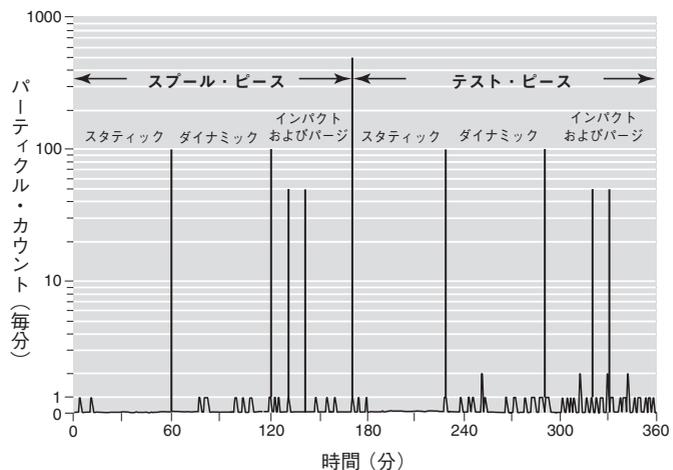
以下に示す上段のグラフは、テストした 6 台のうちの 1 台の結果を表しています。下段のグラフは、システム内の残留酸素を除去するため、テスト中にトランスデューサーに適用した温度パターンを示しています。



### パーティクル発生

SEMASPEC 92071226B-STD に従って、6 台のトランスデューサーをテストしました。グラフは、スタティック (静状態)、ダイナミック (動状態)、およびインパクトを与えたときのパーティクル発生を示しています。

- テスト・ガス：パーティクルのない、ドライな純窒素
- 流量：67 L/min



### 材料の仕様

#### 316LVIM-VAR ステンレス鋼

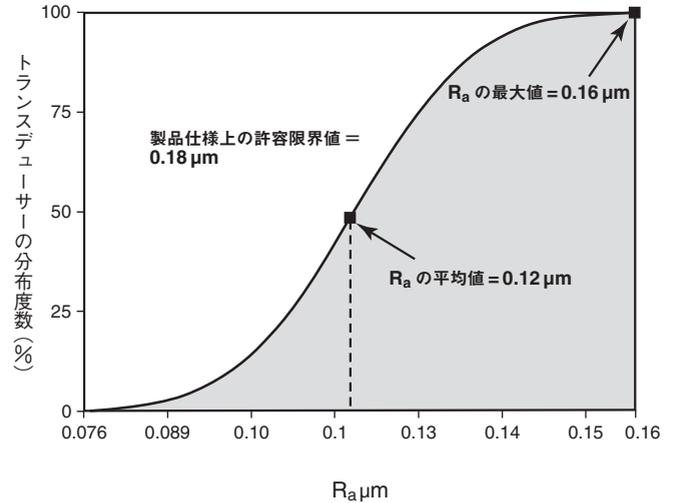
成分	含有量 質量に対する割合 (%)
C (炭素)	0.030 (最大)
S (硫黄)	0.001 から 0.012
Mn (マンガン)	2.0 (最大)

## 製造および表面仕上げ

寸法および表面仕上げを厳密に管理して製造を行っています。コンポーネントは、パーティクルの付着や発生を最小限に抑えるため、微細かつ滑らかな表面仕上げで直角の溶接エンドになるよう、機械加工を行っています。

- 電解研磨された 316L ステンレス鋼の接ガス部は、SEMI F19 に従った表面仕上げおよび表面粗さになっています。
- 表面粗さは、SEMI F37 に従って検証しています。

統計的プロセス・コントロール (SPC) により、一貫した表面仕上げを行っています。下の表面仕上げの分布図は、代表的な製造ロットにおける平均粗さ ( $R_a$ ) を示しています。



## 電解研磨および不動態化処理

接液部の表面状態を向上させるため、電解研磨を施し酸化クロムの耐食層を形成します。電解研磨を行った後、すべての表面は浮遊鉄を除去するために不動態化処理を行います。

## 任意に選定した圧力トランスデューサーの表面分析テスト

パラメーター	テスト結果	テスト方法
クロムと鉄 (Cr/Fe)	平均比率 = 2.1	SEMASPEC 90120403B に基づく 化学分析用電子分光法 (ESCA)
酸化クロムと酸化鉄 (CrO/FeO)	平均比率 = 2.9	
酸化膜の厚さ	平均 35 Å	SEMASPEC 90120573B に基づく オージェ電子分光法 (AES)
表面仕上げ	$R_a$ の平均値 = 0.089 $\mu\text{m}$ $R_a$ の最大値 = 0.017 $\mu\text{m}$	SEMASPEC 90120573B
欠陥分析	平均 : 4 最大 : 11	ASTM F1372 に基づく 走査型電子顕微鏡 (SEM)

## クリーニングおよび乾燥

超純水を用いたクリーニング・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。製品は、超音波洗浄と数段階の超純水リンス・タンクをとおし、乾燥チャンバーに移動します。超純水の特性は、SEMI E49.6, "Guide for Subsystem Assembly and Testing Procedures – Stainless Steel Systems." の指針に基づいています。

## 超純水の特性

特性	仕様
抵抗負荷	$\geq 18 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ @ 25°C
総有機炭素 (TOC) 量	< 20 ppm
二酸化ケイ素	< 5 ppm
パーティクル	< 1 パーティクル / mm @ $\geq 0.1 \mu\text{m}$
バクテリア	< 10 コロニー / 100 mL
高温超純水の水温	80°C (最低)

## 組み立ておよびテスト

空気汚染から保護するため、部品は保護された状態で、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エリアに直接送られます。

圧力トランスデューサー PTU シリーズのパッケージングは、SEMI E49.6 に従って行われます。

- クラス 100 のクリーン・ルームにてラベルを貼付し、パージした後二重パックします。エンド・コネクションは保護のためキャップが取り付けられています。

## 参考文献

### ISA Standards ①

ISA 37.3, Specifications and Tests for Strain Gauge Pressure Transducers

### SEMATECH SEMASPECS ②

- 90120391B — STD, Standard Test Method for Helium Leak Rate by Gas Distribution Systems Components
- 90120396B — STD, Standard Test Method for Determination of Total Hydrocarbon Contribution by Gas Distribution System Components
- 90120397B — STD, Standard Test Method for Determination of Moisture Contribution by Gas Distribution Systems Components
- 90120398B — STD, Standard Test Method for Oxygen Contribution by Gas Distribution Systems Components
- 90120399B — STD, Standard Test Method for Ionic/Organic Extractables by Gas Distribution Systems Components
- 90120400B — STD, Test Method for Determination of Surface Roughness by Contact Profilometry for Gas Distribution System Components
- 90120401B — STD, Test Method for SEM Analysis of Metallic Surface Condition for Gas Distribution System Components
- 90120403B — STD, Test Method for XPS Analysis of Surface Composition and Chemistry of Electropolished Stainless Steel Tubing for Gas Distribution System Components
- 91060573B — STD, Test Method for Auger Electron Spectroscopy (AES) Analysis of Surface and Oxide Composition of Electropolished Stainless Steel Tubing for Gas Distribution System Components
- 92071226B — STD, Standard Test Method for Particle Contribution by Mass Flow Controllers

### SEMI Standards ③

- SEMI E49.6-95, Guide for Subsystem Assembly and Testing Procedures — Stainless Steel Systems
- SEMI F37-0299, Method for Determination of Surface Roughness Parameters for Gas Distribution System Components
- SEMI F19-95, Specification for the Finish of the Wetted Surfaces of Electropolished 316L Stainless Steel Components

① ISA, Alexander Dr., PO Box 12277, Research Triangle Park, NC 27709

② SEMATECH, Inc. 2706 Montopolis Dr., Austin, TX 78741

③ Semiconductor Equipment and Materials International, 3801 Zamber Rd., San Jose, CA 95134

 特定のアプリケーションを想定したテスト結果ではないため、実際に使用される条件下での結果については保証いたしません。また、実験室で行われたテストのため、実際の使用条件を再現しているものではありません。仕様および技術情報につきましては、製品カタログをご参照ください。

#### 安全な製品の選定について

安全にトラブルなく機能するよう、システム全体の設計を考慮して、製品をご選定ください。機能、材質の適合性、数値データなどを考慮し製品を選定すること、また、適切な取り付け、操作およびメンテナンスを行うのは、システム設計者およびユーザーの責任ですので、十分にご注意ください。

この日本語版技術情報は、英語版技術情報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に、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。