

技術仕様書

Memosens CPS77E

pH 測定用 ISFET センサ



Memosens 2.0 テクノロジー搭載デジタルセンサ

アプリケーション

- サニタリおよび滅菌アプリケーション
- 食品および製菓産業
- バイオテクノロジー

危険場所 Zone 0、Zone 1、Zone 2 で使用するための認証を取得：ATEX、IECEX、CSA C/US、NEPSI、JPN Ex、INMETRO、UKCA、Korea Ex

特長

- 破損しにくい堅牢な設計
- 生体適合性に関する USP <87> および USP <88> Cl. VI ((121 °C (250 °F)) 準拠の in vitro (細胞毒性) および in vivo 環境での生体反応性試験に合格しています。
- 滅菌およびオートクレーブ可能
- pH ガラス電極に比べ、校正周期を長期化
 - 温度変化発生時のヒステリシスを低減
 - 高温プロセスでの測定誤差を低減
 - 実質的に酸/アルカリ誤差なし
- 効果的な温度補正用の Pt1000 温度センサ内蔵

Memosens テクノロジーのその他の利点

- 非接触式の電磁誘導信号伝送により最大のプロセス安全性を確保
- デジタルデータ伝送によりデータセキュリティを保証
- センサデータがセンサに保存されるため操作が容易
- センサ稼働データがセンサに記録されるため予知保全が可能

機能とシステム構成

測定原理

pH 測定用ガラス電極の代替として、1970 年代にイオン選択性（イオン感応性）電界効果トランジスタ（ISFET）が開発されました。

ISFET センサによる pH 測定

イオン選択性電界効果トランジスタは、MOS¹⁾ トランジスタの配置→ 図 1、図 2 に基づいていますが、制御電極としての金属ゲート（項目 1）はありません。代わりに、ISFET センサでは、測定物（項目 3）→ 図 2、図 2 がゲート絶縁層（項目 2）と直接接触しています。2つの P 型高導電領域が、半導体（Si）の N 型導電基板（項目 5）に拡散します。これらは電荷供与電極（「ソース」：S）と電荷受容電極（「ドレイン」：D）として機能します。金属ゲート電極（MOSFET の場合）および測定物（ISFET の場合）が下部の基板によってコンデンサを形成します。ゲートと基板の電位差（電圧）（ U_{GS} ）により、「ソース」と「ドレイン」間の電子密度が上昇します。導電チャンネル→ 図 2、図 2（項目 4）が形成され、電圧 U_D が印加されると電流 I_D が流れます。

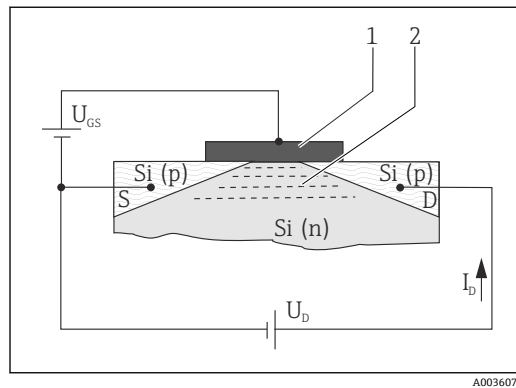


図 1 MOSFET の測定原理

- 1 金属ゲート
- 2 導電チャンネル（N 型）

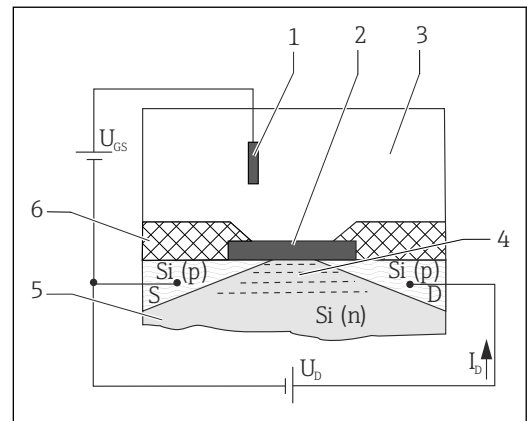


図 2 ISFET の測定原理

- 1 比較電極
- 2 ゲート絶縁層
- 3 測定物
- 4 導電チャンネル（N 型）
- 5 N 型ドーピングシリコン基板
- 6 センサシャフト

ISFET では、測定物内および測定物/ゲート絶縁層間の境界層にあるイオンが電界効果を生じます（ゲート電位）。前述の効果により、「ソース」と「ドレイン」間のシリコン半導体基板に導電チャンネルが形成され、「ソース」と「ドレイン」間に電流が流れます。

対応するセンサ回路では、イオン選択性ゲート電位の依存性を利用して、イオン型の濃度に比例した出力信号を生成します。

pH 選択性 ISFET

ゲート絶縁層は H^+ イオンのイオン選択性層として機能します。ゲート絶縁層はこれらのイオンに対して不浸透性を有し（絶縁効果）、 H^+ イオンと可逆性の表面反応を起こすことができます。測定物の性質（酸性またはアルカリ性）に応じて、絶縁層表面の官能基が H^+ イオンを受容または供与します（官能基の両性）。これにより、絶縁層表面に正電荷（ H^+ イオンが酸性測定物に受容）または負電荷（ H^+ イオンがアルカリ性測定物に供与）が生成されます。pH 値に応じて、規定の表面電荷を使用して「ソース」と「ドレイン」間のチャンネルの電界効果を制御できます。帯電電位を生成することで「ゲート」と「ソース」間に制御電圧 U_{GS} を生成するプロセスは、以下のネルンストの式によって表されます。

$$U_{GS} = U_0 + \frac{2.3 \cdot RT}{nF} \cdot \lg a_{ion}$$

U_{GS}	ゲートとソース間の電位
U_0	オフセット電圧
R	気体定数 (8.3143 J/molK)

F	ファラデー定数 (26.803 Ah)
a_{ion}	イオン型の活量 (H^+)
$\frac{2.3 \cdot RT}{n}$	ネルンスト係数

1) 金属酸化膜半導体

T 温度 [K] nF
n 原子価 (1/mol)

25 °C (77 °F) の pH 測定 のネルンスト係数の値は -59.16 mV/pH です。

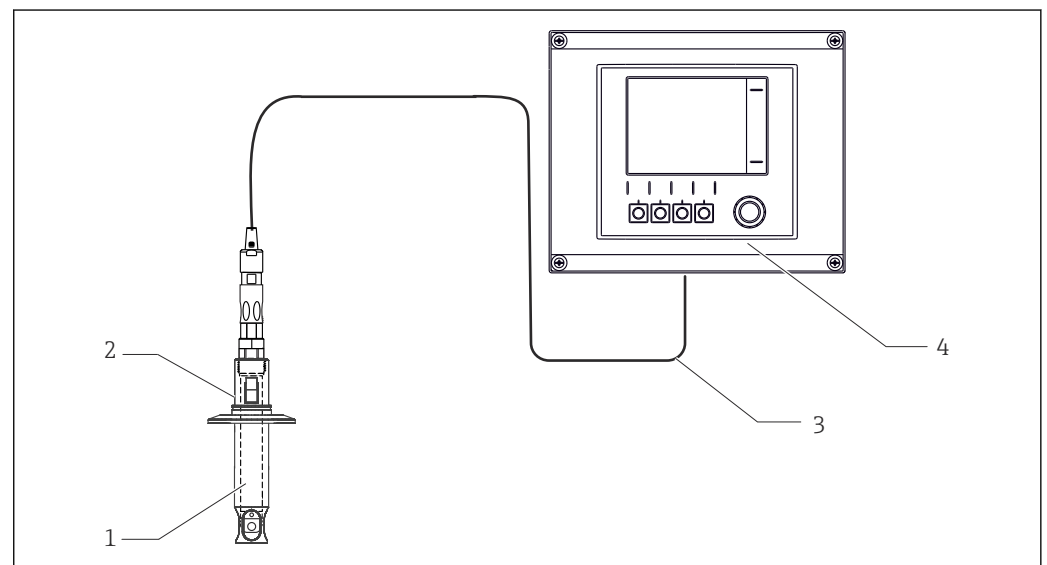
計測システム

計測システム一式の最小構成：

- ISFET センサ
- Memosens データケーブル CYK10
- 変換器 (例：Liquiline CM44x、Liquiline CM42)
- ホルダ
 - 浸漬ホルダ (例：Dipfit CPA111)
 - 流通ホルダ (例：Flowfit CPA250)
 - リトラクタブルホルダ (例：Cleanfit CPA875)
 - 常設型ホルダ (例：Unifit CPA842)

アプリケーションに応じて、以下の追加オプションを使用できます。

自動洗浄および自動校正システム (例：Liquiline Control CDC90)



A0036026

図 3 計測システムの例

- 1 ISFET センサ
- 2 設置ホルダ Unifit CPA842
- 3 Memosens データケーブル CYK10
- 4 Liquiline CM42 変換器

通信およびデータ処理

変換器との通信



Memosens テクノロジー搭載のデジタルセンサは、必ず Memosens テクノロジー搭載の変換器に接続します。アナログセンサ用の変換器にデータを伝送することはできません。

デジタルセンサでは、計測システムデータをセンサ内に保存できます。これには、以下が含まれます。

- 製造者データ
 - シリアル番号
 - オーダーコード
 - 製造日
- 校正データ
 - 校正日
 - 25 °C (77 °F) 時のスロープ
 - 25 °C (77 °F) 時の動作点
 - 内蔵温度センサのオフセット
 - 校正回数
 - 校正履歴
 - 前回の校正または調整に使用された変換器のシリアル番号
- 稼働データ
 - 温度アプリケーション範囲
 - pH アプリケーション範囲
 - 初期調整日
 - 最高温度値
 - 過酷な条件下での稼働時間
 - 滅菌回数
 - CIP カウンタ
 - センサ負荷

Liquiline CM42、CM44x、および Memobase Plus CYZ71D を使用して上記のデータを表示できます。

総合信頼性

信頼性

取扱いが容易

Memosens テクノロジーを搭載したセンサには、校正データやその他の情報（例：総稼働時間または過酷な測定条件下での稼働時間など）を保存できる電子部が組み込まれています。センサを接続すると、センサデータが自動的に変換器に伝送され、現在の測定値を計算するために使用されます。校正データがセンサ内に保存されているため、測定点に関係なくセンサの校正や調整を行うことが可能です。その結果、

- ラボなど屋内において安定した外部条件下で容易に校正が可能のため、校正品質が向上します。
- 事前校正したセンサを迅速かつ簡単に交換できるため、測定点の可用性が大幅に向上します。
- センサデータを利用することにより、メンテナンス間隔の正確な設定および予知保全が可能です。
- センサ履歴は外部のデータ記憶媒体および評価プログラムに記録できます。
- 保存されたセンサのアプリケーションデータを使用して、的を絞った方法でセンサの連続使用を特定することが可能です。

整合性

デジタルデータ伝送によりデータセキュリティを保証

Memosens テクノロジーによりセンサ内の測定値がデジタル化され、そのデータは干渉波の影響を受けない非接触式接続を介して変換器に伝送されます。その結果、

- センサが故障した場合、またはセンサと変換器間の接続が中断された場合、これが確実に検出され、通知されます。
- 測定点の可用性が確実に検出され、通知されます。

安全性

最大のプロセス安全性

非接触式接続を介した測定値の電磁誘導伝送により、Memosens は最高レベルのプロセス安全性を保証し、以下のメリットをもたらします。

- 湿気に起因するあらゆる問題を解消します。
 - 接続部の腐食がない
 - 湿気による測定値への影響なし
- 変換器は測定物から電氣的に絶縁されています。「対称高インピーダンス」や「非対称」、または、ある種のインピーダンス変換器の問題は解消されています。
- 測定値デジタル伝送のシールド対策により電磁適合性（EMC）が保証されます。
- 本質的に安全な電子部により危険場所で問題なく使用できます。センサ、ケーブル、変換器など、すべてのコンポーネントに対する個別の防爆認定により、完全な柔軟性が実現します。

入力

測定変数

pH 値
温度

測定範囲

- pH : 0～14
- 温度 : -15～135 °C (5～275 °F)



プロセスの動作条件に注意してください。

電源

電気接続

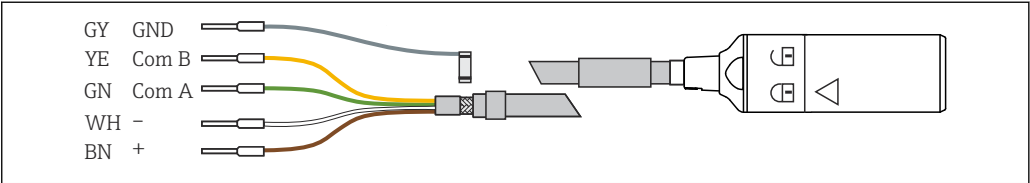


図 4 測定用ケーブル CYK10 または CYK20

- ▶ Memosens 測定用ケーブル（例：CYK10 または CYK20）をセンサに接続します。



ケーブル CYK10 の詳細については、BA00118C を参照してください。

性能特性

基準動作条件

基準温度 : 25 °C (77 °F)
基準圧力 : 1013 hPa (15 psi)

リファレンスシステム

Ag/AgCl リファレンスリード、ブリッジ電解液 : KCl、3M、AgCl フリー

ヒステリシス

pH ガラス電極に対するもう 1 つの重要な利点は、極端な pH 範囲において酸またはアルカリの誤差が少ないことです。pH ガラス電極とは対照的に、ISFET ゲートに異物イオンが付着することはほとんどありません。pH 1～pH 13 の間では、測定誤差の平均が $\Delta \text{pH } 0.02$ (25 °C (77 °F) 時) となり、これは検出限界です。

以下の図は、pH 1～13 の範囲における ISFET センサの平均測定誤差を示しており、pH 0.09 (1 M HCl) および 13.86 (1 M NaOH) の極限值で 2 種類の pH ガラス電極 (2 種類の異なる pH ガラス) と比較しています。

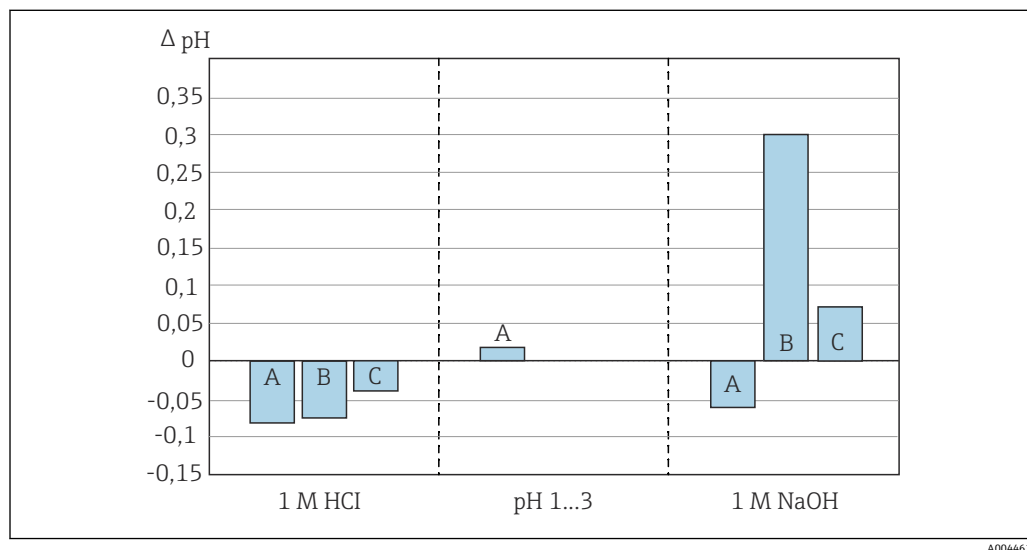


図 5 異なる pH センサと比較した ISFET センサの測定誤差

- A ISFET センサ CPSx7D
 B ガラスタイプ A
 C ガラスタイプ B

繰返し性	± 0.01 pH
応答時間	毎回、計測システムの電源を入れると閉ループが形成されます。このときに測定値が実数値に合わせて調整されます。 整定時間は遮断のタイプと時間に応じて異なります。 ■ 供給電圧の遮断時もセンサが測定物内に浸漬している場合：約 3～5 分 ■ ISFET とリファレンスの間の液体膜の遮断：約 5～8 分 ■ 長期間のセンサの乾燥保管：最大 30 分
応答時間	センサの応答時間は、全温度範囲にわたって非常に高速です。(温度に依存する) 平衡設定はありません。つまり、低温時にも応答速度の低下なしに使用できます。

応答時間 t_{90}

$t < 5$ 秒：リファレンス動作条件下で pH 4 から pH 7 に標準液を変更する場合

- i** 温度変化が非常に大きい場合、内蔵温度センサの応答速度が低下する可能性があります。この場合、センサの温度を調整してから校正または測定を実施してください。

設置

取付方向	1. センサの設置時には、測定物の流れ方向にご注意ください。 2. ISFET チップを、流れ方向に対して約 30～45° の角度になるように配置します (項目 2) → 図 7, 図 7。このために、回転可能なプラグインヘッドを使用します。
------	--

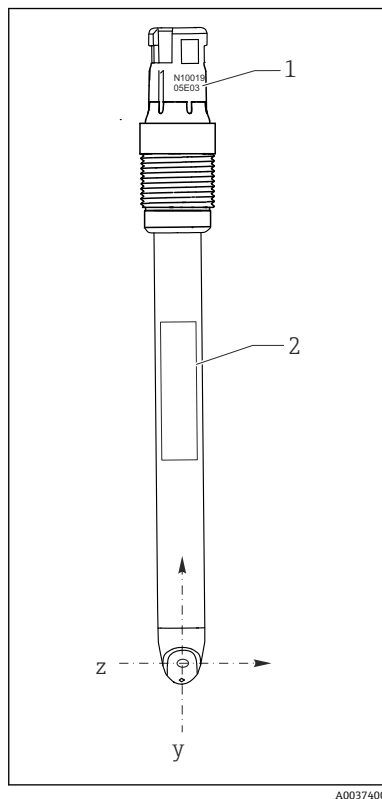


図 6 センサ方向、フロントビュー

- 1 シリアル番号
- 2 銘板

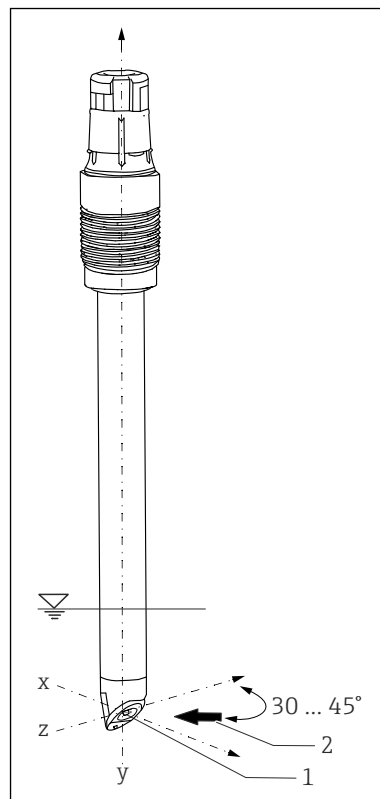


図 7 センサ方向、3D ビュー

- 1 ISFET チップ
- 2 測定物の流れ方向

センサをホルダに取り付ける場合、センサの位置合わせのために、プラグインヘッドに刻印されているシリアル番号をガイドとして使用できます → 図 6, 図 7。刻印は常に ISFET チップおよび銘板と同じ面にあります (z-y 方向)。

i ISFET センサは研磨性のある測定物用には設計されていません。センサをこのようなアプリケーションで使用する場合、チップが直接流れに当たらないようにしてください。これによりセンサの稼働寿命が延び、センサのドリフトを向上します。ただし、表示される pH 値が安定しなくなります。

ISFET センサは液体内部管を持たないため、どんな位置にも設置が可能です。ただし、上下逆向きに設置した場合、リファレンスシステム内の気泡によって測定物と液絡膜間の電気接触が妨げられる可能性を排除できません。

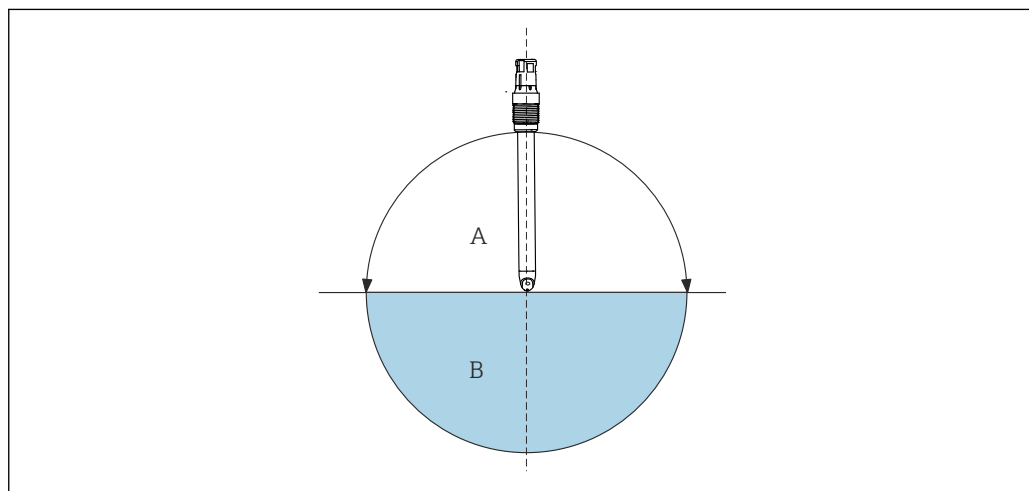


図 8 設置角度

- A 推奨
- B 許可。基本条件に注意 → 図 7

基本条件：センサは気泡がない状態で工場から出荷されます。ただし、タンクを空にする場合などに、真空ポンプを使用した場合に気泡が発生します。

 設置されたセンサを最大 6 時間乾燥状態のままにします（逆向き設置にも適用）。

設置方法

 ホルダ設置方法の詳細：使用されるホルダの取扱説明書を参照してください。

1. センサをねじ込む前に、ホルダのネジ、O リング、シール表面に汚れや損傷がなく、ネジがスムーズに回ることを確認してください。
2. センサをねじ込み、手で 3 Nm (2.21 lbf ft) のトルクで締めてください（この仕様は Endress+Hauser 製ホルダに設置する場合のみ有効）。

湿潤キャップの取外しに関する詳細については、BA02154C を参照してください。

サニタリ要件

サニタリアプリケーションの機器には、設置に関する特定の要件が課されます。プロセス測定物体を汚染せず、衛生的な操作を保証するためには、これを考慮に入れる必要があります。

 サニタリアプリケーション用の個別説明書、SD02751C

3A または EHEDG に適合する、洗浄性に優れた設置を実現するには、以下を遵守してください。

- 認定を取得したプロセスホルダを使用してください。
- センサの保護ガード付きプロセスホルダを使用してください。
- 設置場所の排水性を確保してください。
- 死角をなくしてください。

 CIP サイクルが 20 回を超えた場合、センサを交換することをお勧めします。

環境

大気温度範囲

注記

霜が発生すると破損の危険性があります！

- ▶ 以下の温度でセンサを使用しないでください。

保管温度

0～50 °C (32～122 °F)

光に対する感受性

注記

校正および操作中の直射日光

測定値が変動します。

- ▶ 校正および操作中は直射日光を避けてください。

すべての半導体部品と同様に、ISFET チップには光に対する感受性があります。通常的环境光であれば測定に大きな影響を与えることはありません。

保護等級

IP 68 (10 m (33 ft) 水柱、25 °C (77 °F)、45 日間、最高 135 °C (275 °F)) オートクレーブ可能

電磁適合性 (EMC)

干渉波の放出および干渉波の適合性は以下に準拠

- EN 61326-1:2013
- EN 61326-2-3:2013
- NAMUR NE21: 2012

プロセス

プロセス温度範囲

-15～135 °C (5～275 °F)

pH 値に応じた測定物温度

高温のプロセスでは、アルカリがゲート絶縁体酸化物に回復不能な損傷を長期的に与える可能性があります。以下に色付きで示した動作条件でセンサを使用する場合に限り (→ 図 9, 表 9)、センサの動作寿命に悪影響を及ぼす可能性があります。1 mol NaOH (温度 > 65 °C (149 °F)) で永続的に使用すると、センサの動作寿命が短くなるため、この条件での永続的な使用はお勧めしません。

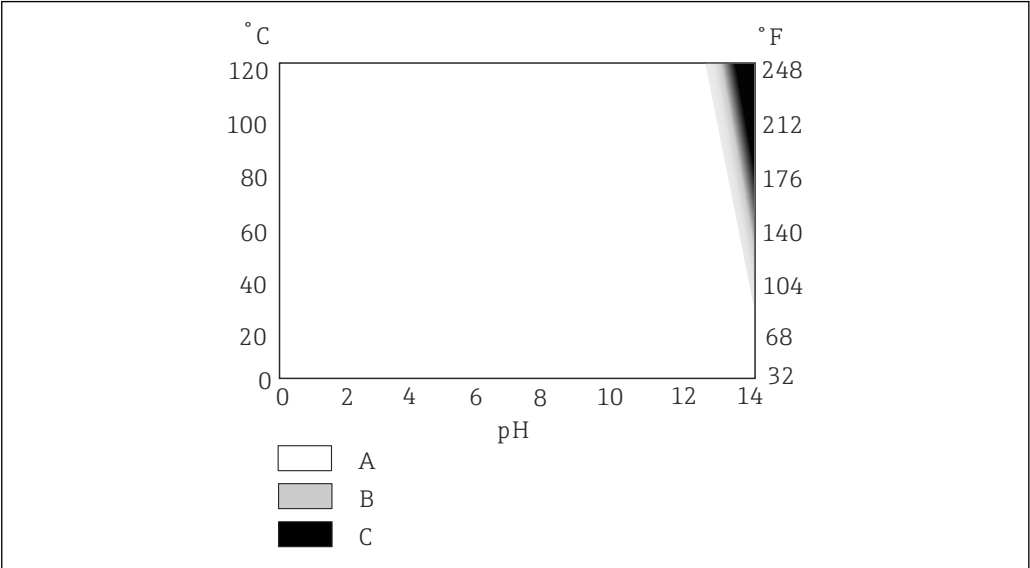


図 9 温度と pH 値に基づく使用可能範囲

- A 問題なく使用可能
- B 動作寿命に制限あり
- C 非推奨

プロセス圧力範囲 0.08～1.1 MPa (11.6～159.5 psi) (絶対圧)

導電率 最小導電率²⁾: 50 µS/cm

圧力/温度定格 **注記**
センサが損傷する危険性
▶ 記載された仕様の範囲外でセンサを使用しないでください。
最大 1.1 MPa (160 psi) (絶対圧) / 100 °C (212 °F)
滅菌可能: 0.4 MPa (58 psi) (絶対圧) / 135 °C (275 °F)、1 時間

2) 基準条件: 測定物として NaOH、KCl または HCl で導電率調整された脱塩水; 室温; 非加圧状態でのセンサ操作; 静止測定物とセンサへの測定物の流れ間の変化、ISFET チップ方向への測定物横流の流速 2 m/s (6.6 ft/s); 示されている導電率値は、あらゆる測定物の静止測定物と流動測定物の間で測定値の変化が 0.2 pH 未満の場合に特定される値です。

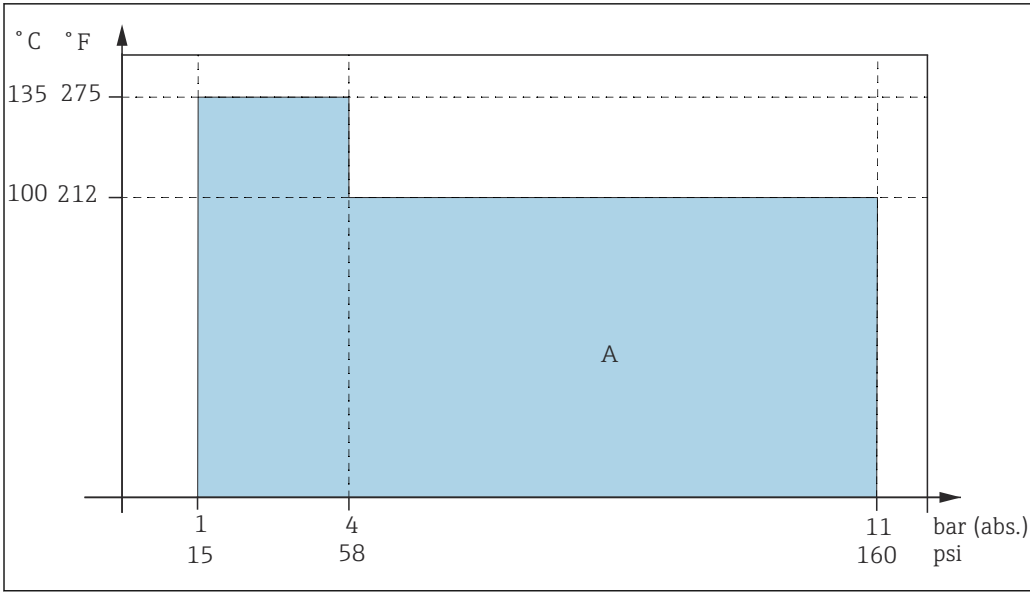


図 10 圧力/温度定格
A 使用領域

構造

外形寸法

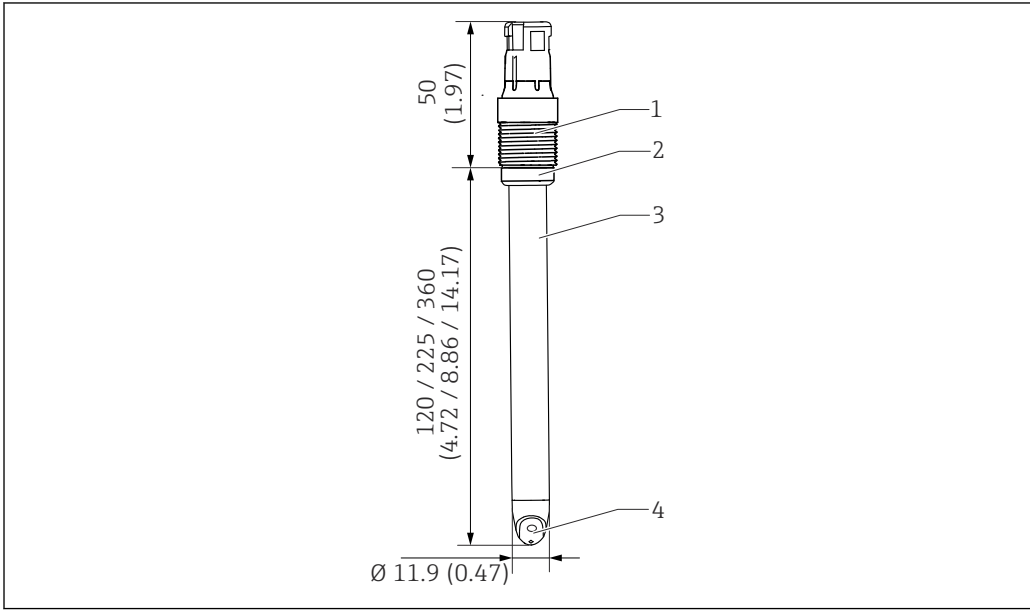


図 11 Memosens プラグインヘッド付きセンサ。単位：mm (in)

- 1 プロセス接続付き Memosens プラグインヘッド
- 2 スラストカラー付き O リング
- 3 センサシャフト
- 4 ISFET チップ

質量	設置長さ	120 mm (4.72 in)	225 mm (8.86 in)	360 mm (14.17 in)
	質量	35 g (1.2 oz)	50 g (1.8 oz)	66 g (2.3 oz)

材質	センサシャフト	PEEK
	シール	FFKM

金属リード	Ag/AgCl
スラストカラー付き O リング	FKM
液絡膜または開放型液絡膜	セラミック液絡膜、二酸化ジルコニウム
プロセスカップリング	PPS ガラス繊維強化
銘板	金属酸化物セラミック

破損しにくい堅牢な設計

センサの破損に対する耐性が、最も際立った外部特徴となっています。すべてのセンサ技術が PEEK シャフトに組み込まれています。耐久性に優れた ISFET チップとリファレンスが測定物に直接接触します。

温度センサ	Pt1000 (DIN IEC 60751 準拠のクラス A)
プラグインヘッド	非接触式デジタルデータ伝送用の Memosens プラグインヘッド、耐圧性 1.6 MPa (232 psi) (相対圧)
プロセス接続	Pg 13.5
表面粗さ	$R_a < 0.76 \mu\text{m}$ (30 μin)

認証と認定

製品の現在の認証書は、www.endress.com の製品コンフィギュレータから入手できます。

1. フィルタおよび検索フィールドを使用して製品を選択します。
2. 製品ページを開きます。

機器仕様選定 ボタンを押すと、製品コンフィギュレータが開きます。

注文情報

納入範囲	納入範囲は以下の通りです。 ■ 注文したバージョンのセンサ ■ 取扱説明書 ■ 危険場所における安全上の注意事項（防爆認定取得センサ用）
製品ページ	www.endress.com/cps77e
製品コンフィギュレータ	製品ページの製品画像の右側に「機器仕様選定」でカウンタをリセットします。 1. このボタンをクリックします。 ↳ 別のウィンドウでコンフィグレータが起動します。 2. すべてのオプションを選択し、要件に適合するように機器を設定します。 ↳ このようにして、機器の有効かつ完全なオーダーコードを受け取ることができます。 3. オーダーコードを PDF または Excel ファイルとしてエクスポートします。そのためには、選択ウィンドウ右上の適切なボタンをクリックします。  製品の多くでは、選択した製品バージョンの CAD または 2D 図面をダウンロードすることも可能です。この CAD のタブをクリックして、選択リストから必要なファイルタイプを選択します。

アクセサリ

以下には、本書の発行時点で入手可能な主要なアクセサリが記載されています。

- ▶ ここに記載されていないアクセサリについては、弊社営業所もしくは販売代理店にお問い合わせください。

機器関連のアクセサリ

ホルダ

Unifit CPA842

- 食品、バイオテクノロジー、医薬用の設置ホルダ
- EHEDG および 3A 認証
- 製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cpa842



技術仕様書 TI00306C

Cleanfit CPA875

- 滅菌/サニタリアプリケーション向けのプロセスリトラクタブルホルダ
- 直径 12 mm の標準センサを使用したインライン測定用 (pH、ORP、溶存酸素など)
- 製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cpa875



技術仕様書 TI01168CJA

Dipfit CPA111

- 開放型/密閉型タンク用の樹脂製浸漬ホルダおよび設置ホルダ
- 製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cpa111



技術仕様書 TI00112C

Cleanfit CPA871

- 水/廃水処理、化学工業向けのフレキシブルなプロセスリトラクタブルホルダ
- 径 12 mm の標準センサを使用するアプリケーション向け
- 製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cpa871



技術仕様書 TI01191CJA

Cleanfit CPA450

- タンクおよび配管に径 12 mm、長さ 120 mm のセンサを設置するための手動式リトラクタブルホルダ
- 製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cpa450



技術仕様書 TI00183C

Flowfit CPA250

- pH/ORP 測定用の流通ホルダ
- 製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cpa250



技術仕様書 TI00041C

洗浄および校正システム

Liquiline Control CDC90 (準備中)

- あらゆる産業の pH および ORP 測定点向けの完全自動洗浄/校正システム
- 洗浄、検証、校正、調整が完了済み
- 製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cdc90



技術仕様書 TI01340C

標準液

Endress+Hauser の高品質標準液 - CPY20

DIN 17025 に準拠した DAkkS (ドイツ認定機関) 認定ラボで DIN 19266 に準拠して、PTB (ドイツ連邦物理技術研究所) の一次標準物質または NIST (米国国立標準技術研究所) の標準物質を基準にしたものが二次標準液として使用されます。

製品ページの製品コンフィグレータ : www.endress.com/cpy20

測定用ケーブル

Memosens データケーブル CYK10

- Memosens テクノロジー搭載のデジタルセンサ用
- 製品ページの製品コンフィギュレータ：www.endress.com/cyk10



技術仕様書 TI00118C

Memosens ラボケーブル CYK20

- Memosens テクノロジー搭載のデジタルセンサ用
- 製品ページの製品コンフィギュレータ：www.endress.com/cyk20

ハンドヘルド機器

Liquiline Mobile CML18

- ラボおよび現場用のマルチパラメータモバイル機器
- 信頼性の高い変換器、ディスプレイ表示およびアプリでの操作
- 製品ページの製品コンフィギュレータ：www.endress.com/CML18



取扱説明書 BA02002C



71541516

www.addresses.endress.com
