

Piezoelectric measurement solutions for demanding applications



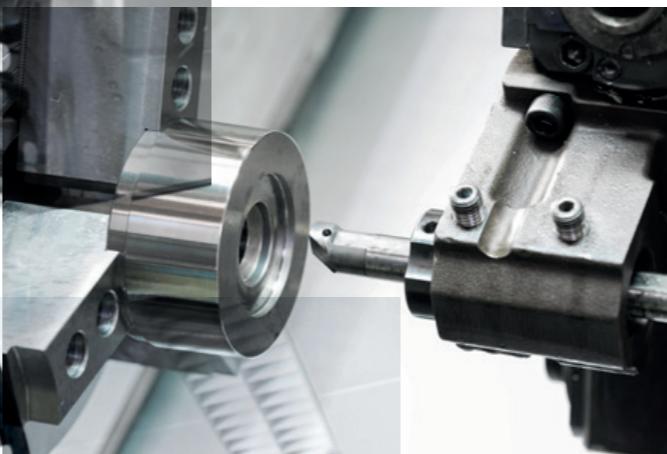
WE ARE PIEZOELECTRIC SENSORS

WE
DON'T
JUST
WANT
ANYTHING...

...WE WANT THE BEST PIEZOELECTRIC SENSORS.

For clients with highest demands for quality, durability and precision. This is why we count on long-term partnerships and intensive cooperation – within our teams and with our clients. Only then, we can develop the innovative and technologically outstanding sensors we are known for. Sensors that help optimize engines, machines and processes and thereby preserve our global resources.





CONTENTS

- 06 事業内容 / 当社について
- 07 ピエゾクリスト社からの計測手法ご紹介
- 08 製品
 - 12 高温対応**
 - 38 動圧対応**
 - 52 高圧対応**
- 66 テクノロジー
- 73 特注センサー：顧客ニーズに合わせた製品多量生産：開発サービス
- 74 用語集
- 78 コンタクト/お問合せ先

WHAT WE DO

当社では、ATEX認証や海洋認証に基づく製品を製造しています。最高の品質と環境基準を満たすためにISO 9001とISO 14001の管理システムを採用しています。



31の分野に渡り、126件以上の特許を取得及び出願

当社はAVLグループの一員としてAVLが提供する筒内圧センサーの大部分を開発、製造しています。

SINCE 1960

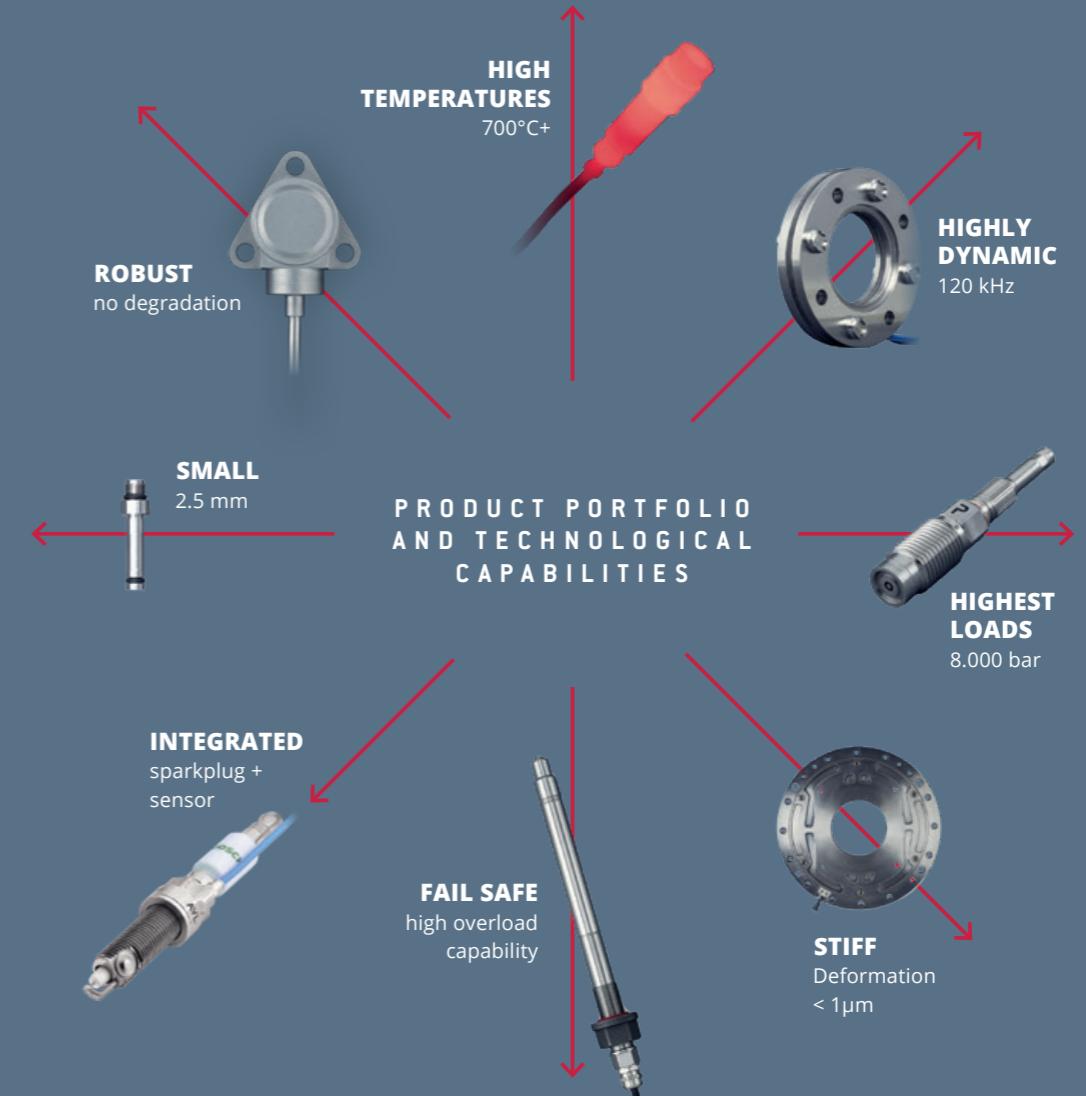
1960年以来、当社は100%同族経営による企業として、1960年代から圧電センサー事業のリーダー的存在であり続けています。

60年以上にわたり、圧電式計測ソリューションを開発・製造してきた当社は、今日、業界全体における数多くの難度の高い分野において、その基準を確立しています。現在大部分の製品ラインナップは、以前は不可能だった測定技術を、お客様と共に解決することから進化を遂げてきたものです。

この取り組みにより、当社は非常に特殊な用途の知識を得ることができ、最も過酷な環境下においても耐えられるようなセンサーを設計することができます。最高温度、温度勾配、放射線、加速度など、当社のセンサーはそのすべてを理解しており、極限状態にも対応できるようになっています。

~ 175 EMPLOYEES

従業員数：世界10
カ国から175人



圧電式センサーは、他の技術では対応できない高温、高負荷、優れた分解性能を必要とする場合などに使用されます。一般的なピエゾレジスティブに比べ、圧電センサーはニッチな技術です。その主な理由は、静止信号や直流信号を長時間（数時間）測定することができないためです。簡単に言えば、静的の信号は物理的な制約により、ゆっくりと変化する為です。

圧電式センサーの典型的な用途としては、直流成分があまり重要でないもの（例：ガスタービンの燃焼監視）、また信号が繰り返しや短時間の変化からなり、短い測定時間または開始点の

周期的な平準化を可能にするもの（例：筒内圧測定、生産工程）があります。このため、圧電センサーの応用は単純なものではなく、設定と計測データの正しい解釈に多くの時間を割く必要があります。

しかし一旦設定すれば、圧電技術は非常に強固で信頼性の高い技術システムであり、研究開発課題、状態監視、生産工程制御のための機械における驚くべき見識を可能にします。

このカタログの最後には、圧電技術や圧電計測の詳細な情報が掲載されています。

T
S
Y
R
C
O
Z
E
I
P
L
A
R
E
W
E
A
R
P
I
E
Z
O
C
R
Y
S
TP
I
E
Z
O
C
R
Y
S
T

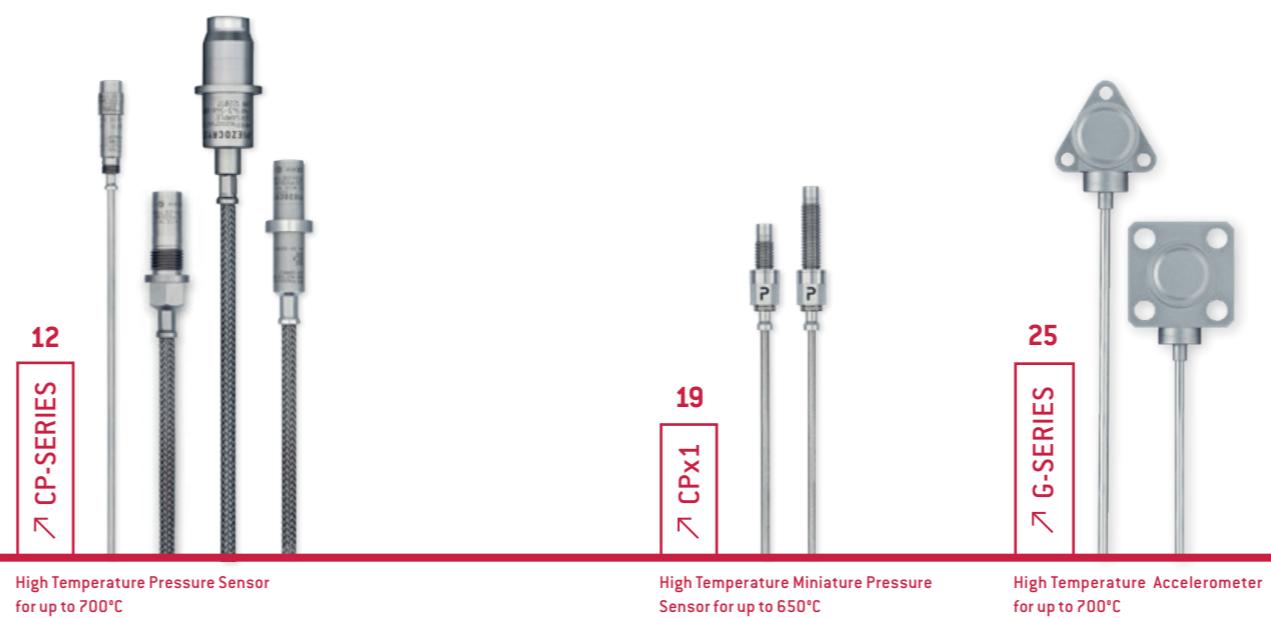
8

PRODUCTS

Designed for extreme conditions and long term monitoring applications

>500°C

12 - 37 HIGH TEMPERATURE



High Temperature Pressure Sensor
for up to 700°C

High Temperature Miniature Pressure
Sensor for up to 650°C

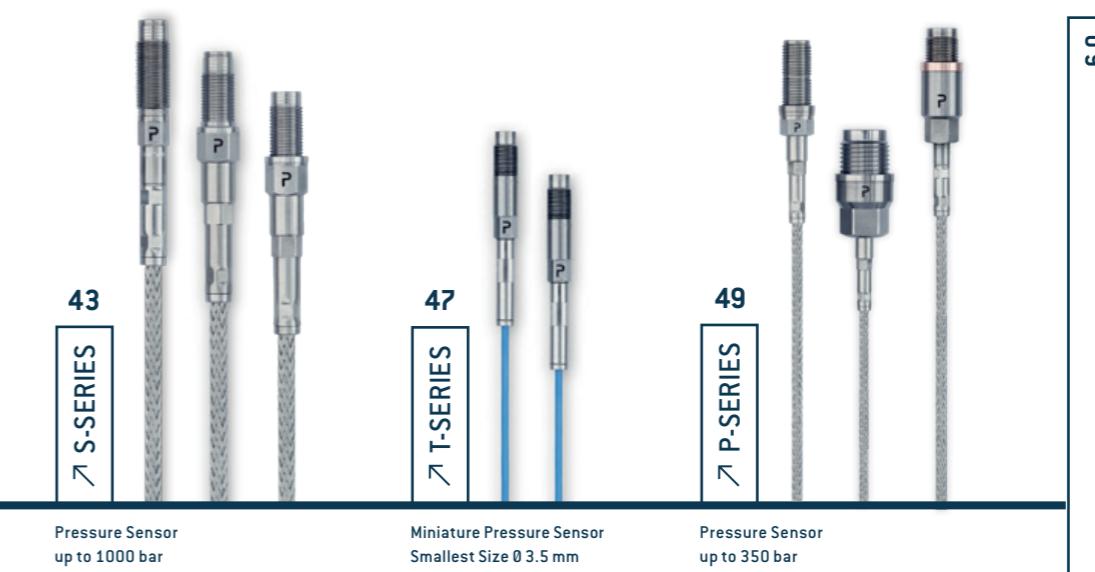
High Temperature Accelerometer
for up to 700°C

- ACCESSORIES**
- ↗ E1-A1: Inline IEPE Charge Amplifier
 - 29
 - ↗ E2-AX: Differential Charge Amplifier
 - 30
 - ↗ E2-E1: EX Barrier
 - 32
 - ↗ Mounting Adapters
 - 33
 - ↗ SLC/SLB: Low noise cable
 - 34

Our sensors for fast
and highly dynamic events

<1000bar

38 - 51 DYNAMIC PRESSURE



Pressure Sensor
up to 1000 bar

Miniature Pressure Sensor
Smallest Size Ø 3.5 mm

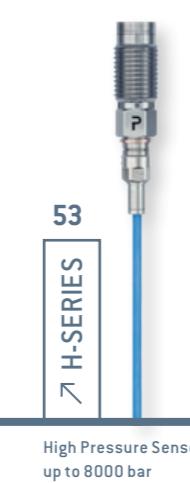
Pressure Sensor
up to 350 bar

ACCESSIONS FOR S-T-P-H-SERIES

Precise measurement of
extreme pressure gradients

>1000bar

52 - 59 HIGH PRESSURE



High Pressure Sensor
up to 8000 bar



WE LIKE IT HOT

↗ PRESSURE SENSORS AND ACCELEROMETER FOR
GAS TURBINES AND EXTREME TEMPERATURE APPLICATIONS

最新のガスタービンは、最高の効率と低排出ガスを実現し、迅速な起動と低速回転を可能にする柔軟な運転ができるように設計されています。そのためには、最高燃焼温度、高度な燃焼器設計、燃焼の不安定性を監視するための燃焼モニタリングが必要です。

ほぼすべてのガスタービンOEMは、これらの重要な測定課題に対し当社の技術を利用しています。動的圧力センサーは、燃焼音を分析し監視するための超高温用マイクロフォンとして使用され、加速度計は、有害振動からタービンを保護するために、ベアリングや燃焼器ライナーに取り付けられています。

火炎伝播速度が速い水素燃焼は、熱音響技術者にとって最新の課題であり、遠隔探査装置の代わりに、炎にできるだけ近づいたセンサーからの精度の高

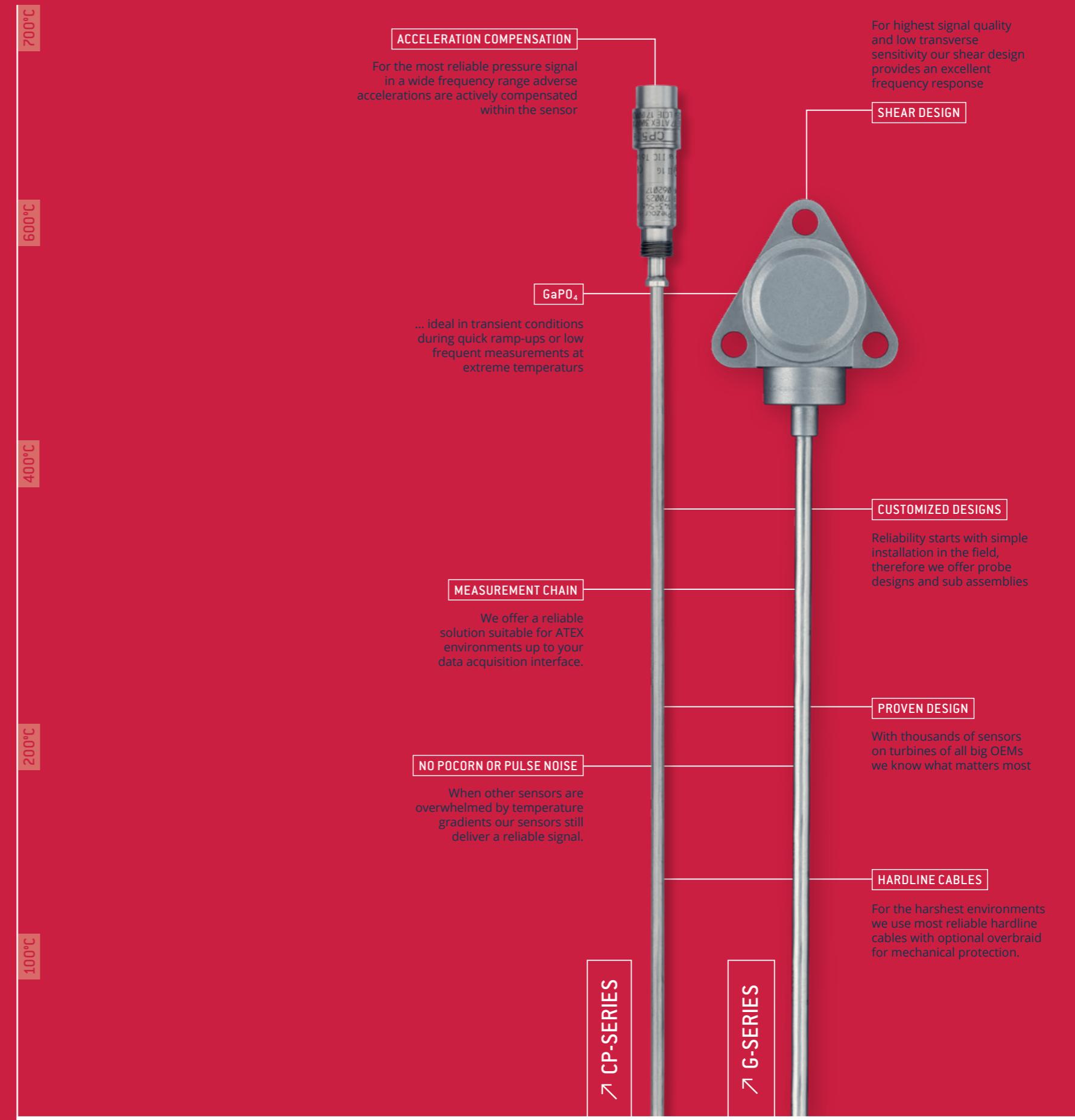
い圧力信号が必要とされています。当社の圧電センサーは、10年以上にわたって直接計測の装置に使用されており、この困難な環境に対処する豊富な専門知識を有しています。高エネルギー密度の小型燃焼器における多段燃焼では、燃料噴射装置、混合器、火炎安定化装置、および点火器、温度検出器、火炎検出器といった計装機器の間において、動的圧力センサーを適所に組み込むことがますます困難になってきています。

当社のコンパクトなセンサー技術は、研究開発課題の柔軟な統合を可能にし、パッケージ化することで設置を簡素化し、現場での堅牢性を高め、連続した用途に対応することができます。

これらセンサーのその他の典型的な用途としては、ロケットエンジン、排気ガス経路の空気力学、またターボチャージャーがあります。

↗ HIGH TEMPERATURE

Pressure sensors for gas turbines and high temperature applications



CP-SERIES:

DESIGNED FOR EXTREME CONDITIONS AND LONG TERM MONITORING APPLICATIONS



CP-SERIES:

CP5x2 CP5x5 CP5x6

High Temperature Pressure Sensor

- ✓ 700°C (1250 °F)までの高温安定性
- ✓ 温度勾配下での卓越した信号品質
- ✓ 高い耐久性と信頼性
- ✓ 内部絶縁
- ✓ 加速度補正機能付きも可能
- ✓ 水素を含む過酷な条件下での実績

For temperatures up to
700 °C
1250 °F

当社は、信頼性、耐熱性、信号の安定性など、最も要求の厳しい用途向けに、優れた動作をする絶縁ケース型センサーのラインアップを提供しています。このセンサーは、多くの大型ガスタービンや産業用ガスタービンで数百万時間の稼働実績があり、あらゆる種類の測定条件に対応できるよう、さまざまな構成で提供されています。最も過酷な条件下での研究開発や長期的なモニタリング用途に適しています。

CP5x2、CP5x5、CP5x6は、ガスタービン燃焼器内の圧力脈動を直接測定するために設計されました。極めて高い温度、熱流、勾配を伴う高速昇降サイクルでの使用には、熱衝撃や高加速度レベルの影響を受けず、製品寿命内に劣化が見られない堅牢なセンサーが必要です。GaPO4水晶素子と極めて特殊な設計により、CPセンサーは最も困難な環境から明確で信頼性の高い圧力信号を提供することが証明されました。



CP-SERIES

CP5x2 CP5x5 CP5x6

↗ SPECIFICATIONS

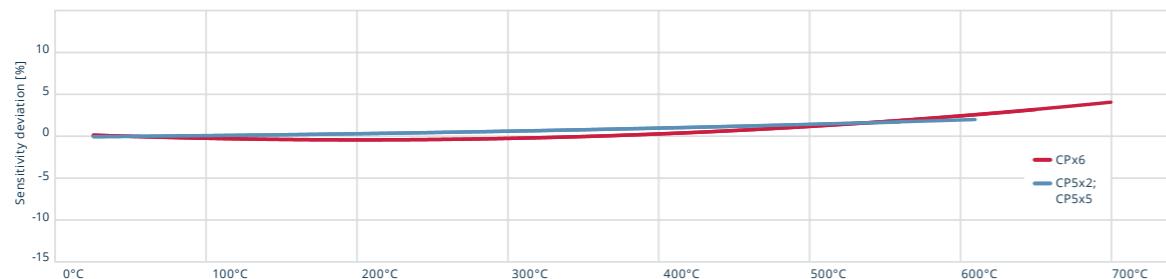
	CP5x2	CP5x5	CP5x6
Operating Principle	Piezoelectric charge output		
Sensing element	Industrially grown single-crystal GaPO ₄ (gallium phosphate)		
Dynamic measuring range	0 ... 50 bar (0 ... 725 psi)		
Overload pressure	> 100 bar (1450 psi)		
Sensitivity (nominal ± 5%)			
95 pC/bar (6.55 pC/psi)	.	.	.
100 pC/bar (6.9 pC/psi)			.
Linearity	≤ 0.5 % FSO (0 ... 50 bar, 0 ... 725 psi)		
Operating temperature *			
-70°C ... +560°C (-94°F ... +1040°F)*	continuous	continuous	
-55°C ... +650°C (-67°F ... +1200°F)*			continuous
-55°C ... +700°C (-67°F ... +1250°F)*			short term
Internal insulation resistance	> 10 ¹⁰ Ω (25°C, 77°F), >10 ⁶ Ω (560°C, 1040°F) or >10 ⁶ Ω (650°C, 1200°F)		
Acceleration sensitivity			
Axial	≤ 2 mbar/g (0.03 psi/g)	≤ 0.3 mbar/g (0.004 psi/g)	
Radial	≤ 0.25 mbar/g (0.004 psi/g)		
Frequency range	1 Hz to 10 kHz (resonant frequency > 50 kHz)		
Capacitance (nominal, incl. 1m cable)	122 pF pole/pole, 157 pF pole/ground		
Mounting torque	see accessoires		
Housing material	Nimonic 90, hermetically welded		

* Temperature of sensor head and cable

Available Casings and Cable Configurations	CP5x2	CP5x5	CP5x6
Type 1	X = 38.8 mm	X = 44.8 mm	X = 44.8 mm
Type 2		•	•
Type 3		•	•
Type 4		•	•
Cable	2- pole MI Hardline Cable (double overbraided optional)		
Minimum bending radius cable	16mm (1 bend), 75mm (up to 20 bends)		
Connector	2-pin LEMO or High Temperature (7/16"-27UNS-2A)		
Max. temperature connector			
2-pin LEMO	165°C (330°F)		
2-pin High Temperature (7/16"-27UNS-2A)	600°C (1110°F)		

Piezocryst reserves the right to change specifications without notice

↗ CALIBRATION AND THERMAL SENSITIVITY

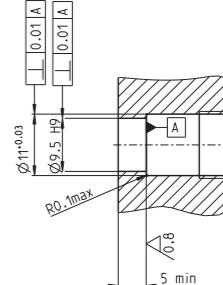
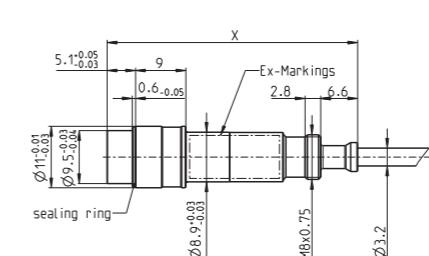


CP-SERIES:

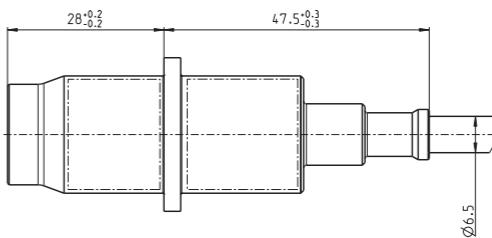
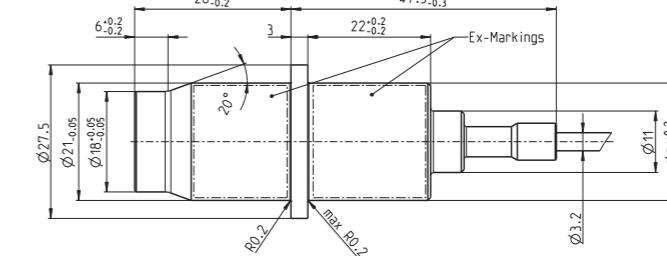
TYPE 1 TYPE 2 TYPE 3 TYPE 4

↗ SENSOR & MOUNT DIMENSIONS

TYPE 1



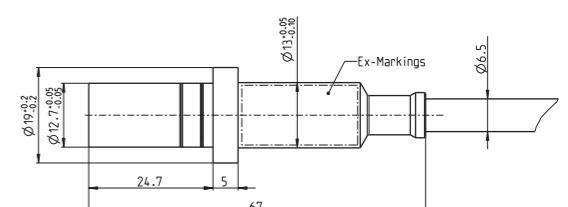
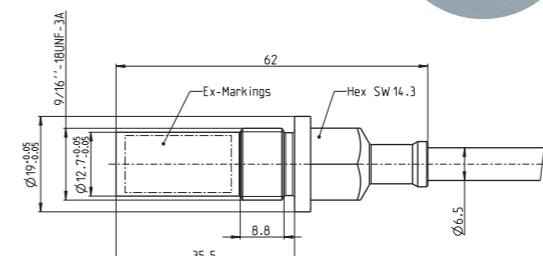
TYPE 2



Double Overbraided
MI Hardline Cable



TYPE 3



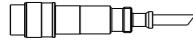
All dimensions are in mm.

CP-SERIES:

TYPE 1 TYPE 2 TYPE 3 TYPE 4

↗ CONFIGURATIONS AND CONNECTOR DIMENSIONS**TYPE 1**

CP5x2, CP5x5, CP5x6

**TYPE 2**

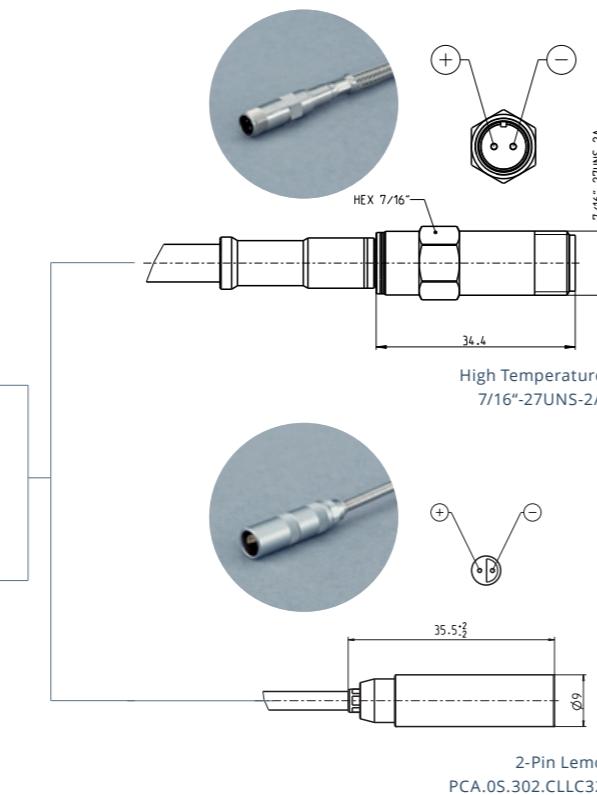
CP5x5, CP5x6

**TYPE 3**

CP5x5, CP5x6

**TYPE 4**

CP5x5, CP5x6

Double Overbraided
MI Hardline Cable**↗ SCOPE OF SUPPLY**

Sensor	CP5x2 or CP5x5 or CP5x6
Calibration sheet	✓
ATEX certificate	✓
Sealing ring	Type 1 only

↗ ATEX CERTIFICATION

The CP5xx series is Ex approved and therefore suitable for hazardous environments.

Europe	LCIE 17 ATEX 3007 X
International	IECEx LCIE 17.0002X
cCSAus	70130706
KGS	17-KA4BO-0433X
NEPSI	GYJ22.3546X

Piezocryst reserves the right to change specifications without notice.

CP-SERIES:

CP5x1

High Temperature Miniature Pressure Sensor

- ✓ 定評のある堅牢なレイアウトを採用
- ✓ 単結晶GaPO4検出素子を採用
- ✓ 高いS/N比
- ✓ 焦電効果や突発的パルス性ノイズがない
- ✓ 連続560°Cまで、短時間最大650°Cまで対応可能
- ✓ 水素を含む過酷な条件下での実績



研究開発における測定課題は、連続使用の場合とは大きく異なります。温度、機械的ストレス、熱流束などの環境的な限界条件は、あまり知られていないことが多いのです。さらに、通常、試験時間は限られており、測定位置も新しくいため、比較するデータがない、または非常に少ないという状況です。このような複雑な状況下では、他の物理量の影響を受けない信頼性の高い信号を出力するセンサーが必要となります。

CP5x1は、スペースに限りのある研究開発において、過酷な条件下での測定に最適な汎用性の高い小型圧力センサーです。このセンサーの設計で特に重視したのは、セットアップに簡単に組み込むことができるようになしたことです。圧電センサーの堅牢性、高い固有振動数、GaPO4 水晶素子の優れた信号品質により、CP5x1 は過酷な環境における研究開発の限界に挑戦しています。高勾配の極端な温度変化や機械的ストレスに耐え、信頼性の高い安定した出力を得ることができます。



S
R
O
N
E
S
Y
T
I
L
A
U
Q
H
G
I
H

CP-SERIES:

CP5x1

↗ SPECIFICATIONS

CP5x1	
Operating principle	Piezoelectric charge output
Sensing element	Industrially grown single-crystal GaPO ₄ (gallium phosphate)
Dynamic measuring range	0 ... 50 bar (0 ... 725 psi)
Overload pressure	> 100 bar (1450 psi)
Sensitivity (nominal)	18 pC/bar (1.2 pC/psi)
Linearity	≤ 0.5 % FSO (0 ... 50 bar, 0 ... 725 psi)
Operating temperature *	
Continuous	-55°C ... +560°C (-40°F ... +1040°F)
Short term (< 100 hours)	-55°C ... +600°C (-40°F ... +1110°F)
Intermediate (temperature excursion)	-55°C ... +650°C (-40°F ... +1200°F)
Internal insulation resistance	> 10 ¹⁰ Ω (25°C, 77°F), > 10 ⁶ Ω (600°C, 1110°F)
Acceleration sensitivity	axial ≤ 1 mbar/g (0.01 psi/g) radial ≤ 0.3 mbar/g (0.004 psi/g)
Frequency range	1 Hz to 50 kHz (resonant frequency > 120 kHz)
Capacitance (nominal, incl. 1m cable)	150 pF pole/ground
Mounting torque	2 Nm
Housing material	Nickel based super alloy, hermetically welded

* Temperature of sensor head and cable

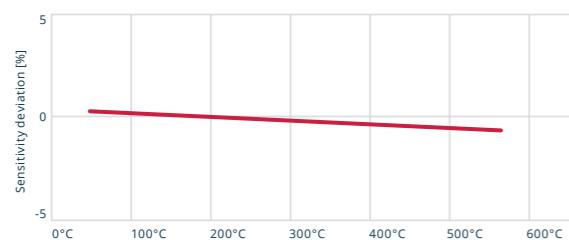
Available dimensions	
X	11 mm or 19.3 mm
Y	M5x0.8 or 10-32 UNF-2A
Cable	2 mm hard line cable
Bending radius	hard line cable: 16 mm (1 bend), 75 mm (up to 20 bends)
Connector	10-32 UNF-2A
Max. connector temperature	500°C (930°F)

Piezocryst reserves the right to change specifications and accessories without notice.

↗ SCOPE OF SUPPLY

Sensor	CP5x1
Extension cable	1m Teflon™ UNF to UNF cable
Coupling	UNF to BNC coupling
Calibration sheet	✓

↗ CALIBRATION AND THERMAL SENSITIVITY



↗ ATEX CERTIFICATION

The CP5x1 series is Ex approved and therefore suitable for hazardous environments.

Europe	LCIE 17 ATEX 3027 X
International	IECEx LCIE 17.00024X

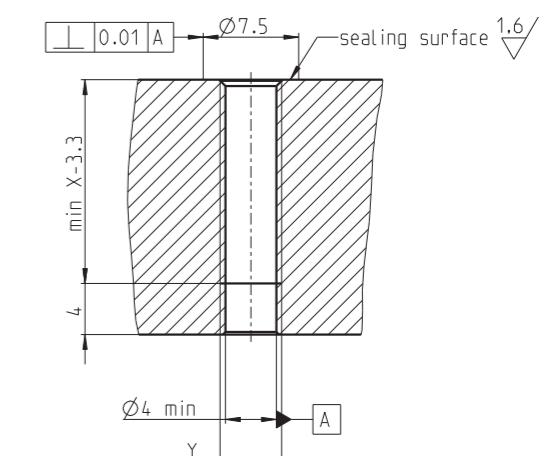
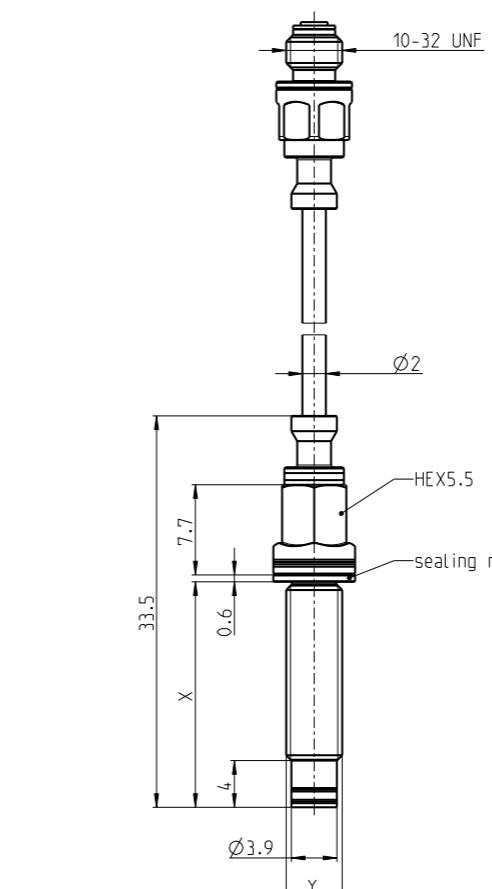
↗ ACCESSOIRES

Hardline Cable	2mm Hardline 10-32 UNF cable 450°C max (length: 0.3 m, 1 m, 3 m)
Extension cable	Teflon coated cable 10-32 UNF to 10-32 UNF or BNC;
Mounting Tool	✓
Machining Tool for Mount	✓
IEPE Inline Charge Amplifier	E1-A1 10 mV/pC
ATEX Signal Conditioner	E2-Ax Charge amplifier and E2-G1 EX Barrier

CP-SERIES:

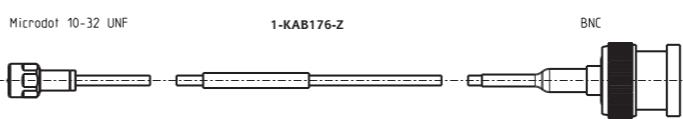
CP5x1

↗ SENSOR & MOUNT DIMENSIONS



X	11 mm or 19.3 mm
Y	M5x0.8 or 10-32 UNF-2A/2B

↗ EXTENSION CABLE OPTIONS

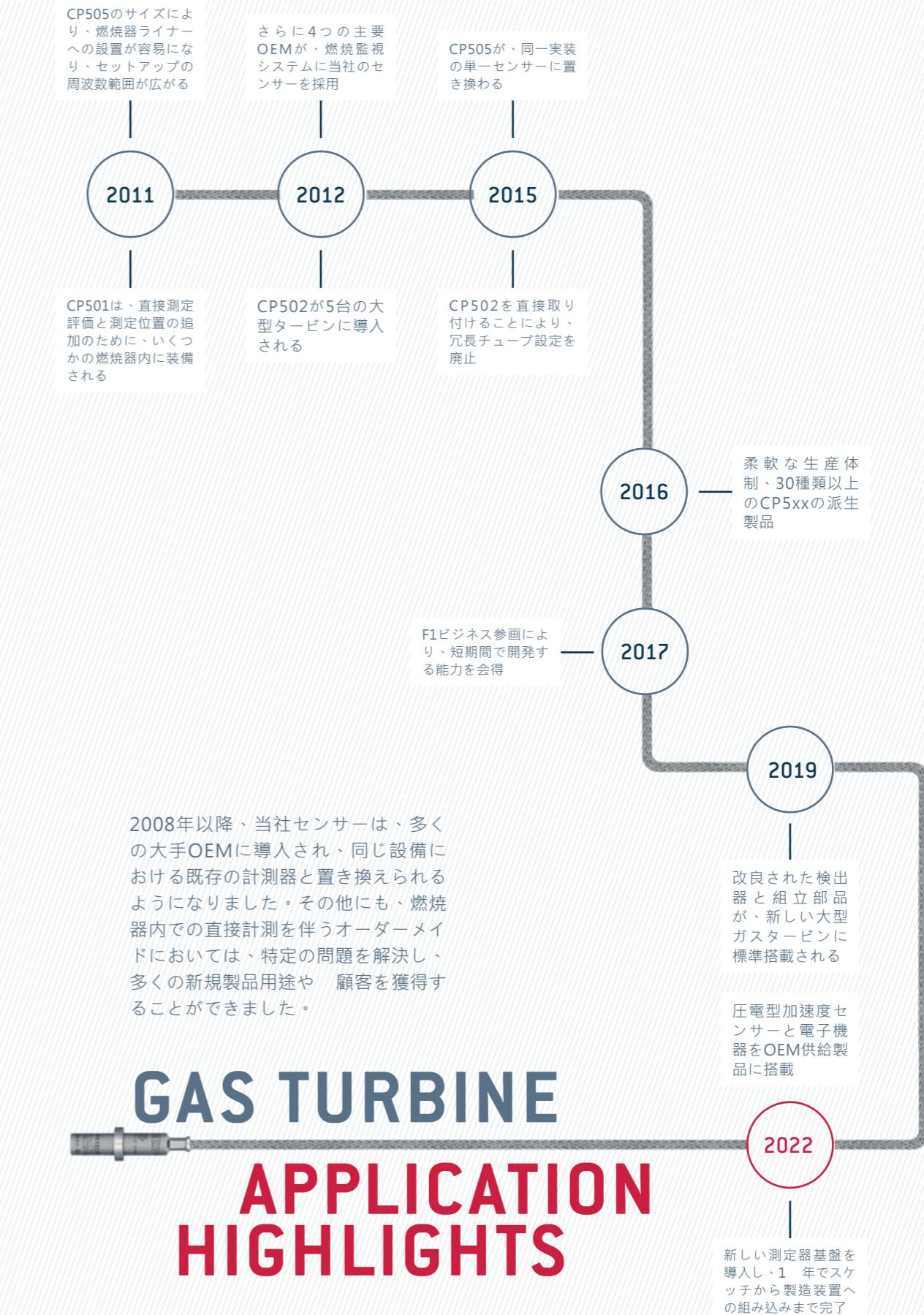
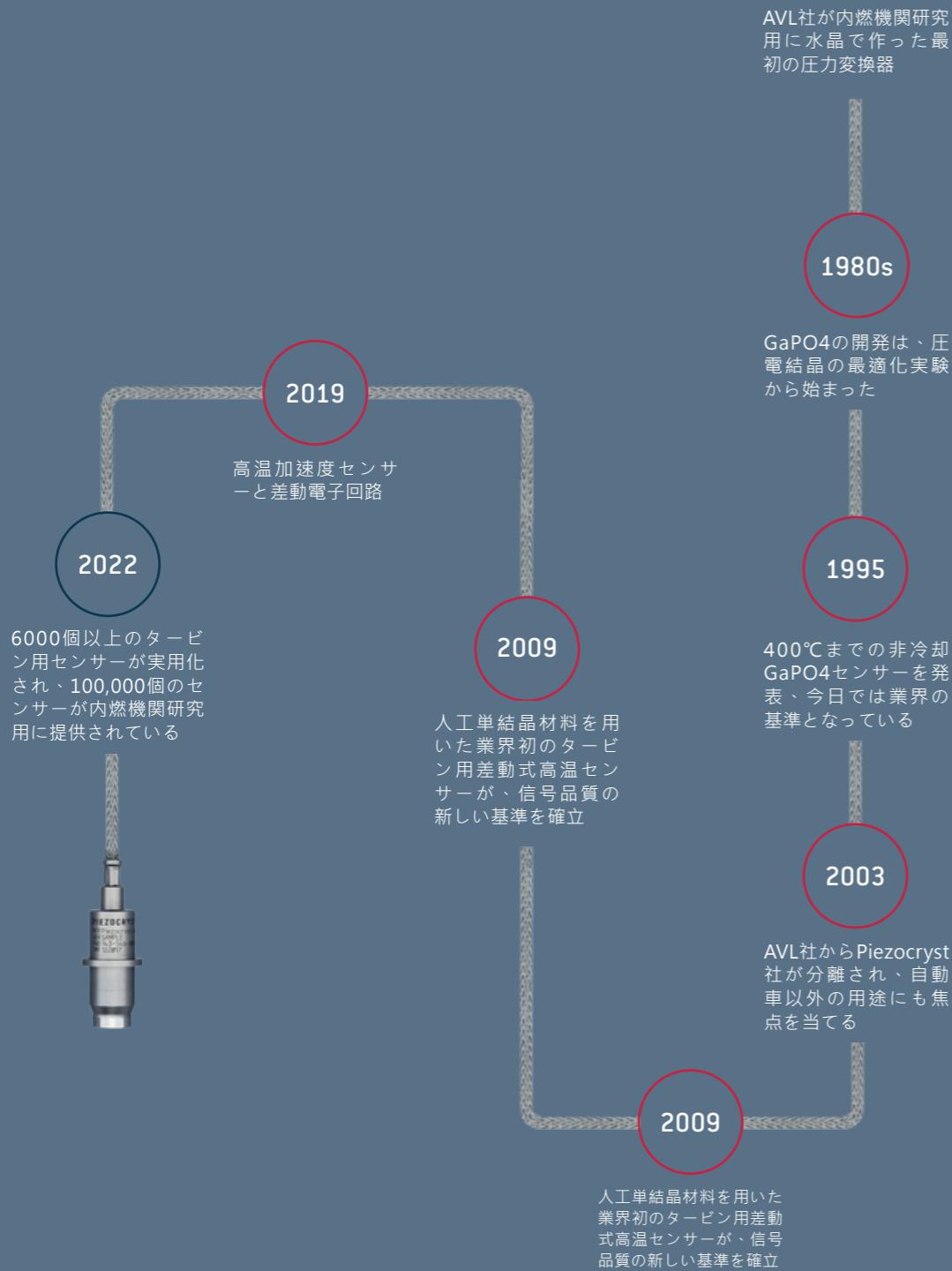


Available Cable length and Ordering Code:		
Length	KAB143*	KAB176*
0.5 m	1-KAB143-0,5	-
1 m	1-KAB143-1	1-KAB176-1
2 m	1-KAB143-2	1-KAB176-2
3 m	1-KAB143-3	1-KAB176-3
5 m	1-KAB143-5	-
7 m	1-KAB143-7	1-KAB176-7
10 m	1-KAB143-10	1-KAB176-10

*Teflon Softline Cable
**Hardline Cable

All dimensions are in mm.

OUR HISTORY OF HIGH TEMPERATURE SENSORICS



GAS TURBINE APPLICATION HIGHLIGHTS

G-SERIES:

ACCURATE AND RELIABLE VIBRATION MEASUREMENTS UNDER HARSH AMBIENT CONDITIONS



G-SERIES

High Temperature Accelerometer

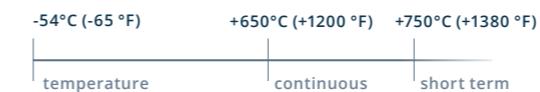
- ✓ 650 °Cでの連続使用に耐える堅牢な設計
- ✓ 単結晶GaPO4の圧電素子で、ノイズ成分である横軸感度、機械的感度の低減に
- ✓ 最適な材料により、極端な温度勾配がある場合でも誤差を最小化
- ✓ 突発的なパルスノイズや熱影響によるスパイク波形の変化なし
- ✓ カスタマイズ可能な様々な取付金具
- ✓ 高性能材料による最高の耐久性



G-Series高温用加速度ピックアップは、厳しい環境条件下での高精度かつ信頼性の高い振動計測に最適です。

圧電振動子のGaPO4結晶、特殊な高性能合金、および最小限の製造公差の理想的な組み合わせにより、高荷重および最大650°Cの温度勾配下での測定が容易に可能です。このため、Gシリーズは長期間のモニタリングや研究開発に最適な製品です。

差動出力により、強い電磁場の影響を受けても信頼性の高い信号伝達が可能です。ATEX認証のE2-Ax差動チャージアンプとE2-G1ガルバニック遮断器は、測定範囲全体に対して適しています。



ACCESSOIRES



E2-A1

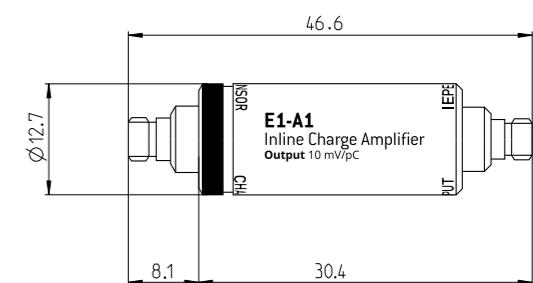
Inline IEPE Charge Amplifier

- ✓ コンパクト・インライン・チャージアンプ
- ✓ 500pCレンジ
- ✓ IEPE規格電源

E1-A1は、小型パッケージで使いやすく、高品質なインラインアンプです。圧電素子CP5x1およびS-seriesセンサーを使用した研究開発用途に最適です。互換性のあるDAQインターフェットに接続し、IEPE規格により1本の同軸ケーブルで電圧出力と電力供給が可能です。

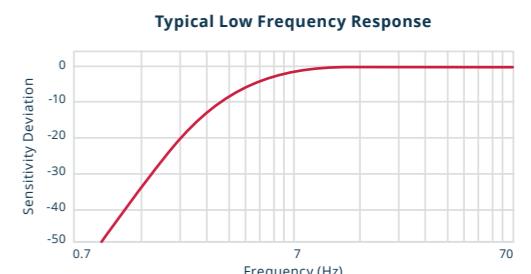
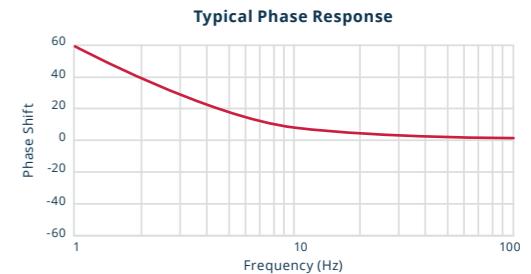
↗ SPECIFICATIONS

Weight	Max 17 grams
Input / Output Connector	Type 10-32
Housing	Hermetically sealed
Sensitivity, ±3%	10 mV/pC
Input Range	500 pC
Frequency Range, ±5% 2mA	5 to 40,000
Output voltage range	+/-5 Vp
Non-Linearity	+/-1% F.S.
Noise floor (5Hz to 10kHz)	10 µV RMS
Maximum Input Voltage	30 Vp
Minimum Source Resistance	10 kΩ
Maximum Source Capacitance	20000 pF
Turn on Time (within 10% of bias)	<1 minute
Thermal coefficient of sensitivity	Max 0.02 %/°C
Supply Current Range	2 to 20 mA
Compliance Voltage Range	+18 to +30 VDC
Output Impedance, Typ.	<100 Ω
Output Bias Voltage	10.0 to 13.0 VDC
Discharge Time Constant	0.1 to 0.3 sec
Polarity	Inverting
Maximum Shock	2000 g pk
Operating Temperature	-40 to +85 °C



All dimensions in mm
Do not apply power to this system without current limiting, 20 mA MAX!

↗ PHASE AND FREQUENCY RESPONSE



Differential Charge Amplifier

- ✓ 産業用ケースまたはDINレール取付けオプション
- ✓ 潜在的な爆発性環境下での使用を保証
- ✓ 優れた信号品質
- ✓ 入力範囲およびフィルター設定が可能
- ✓ 2線式電流伝送

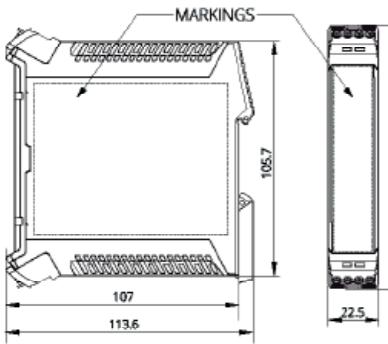
Piezocryst E2-Axチャージアンプシリーズは、電源およびEXバリアユニットE2-G1と共にEXゾーン1で動作するように設計されています。差動入力のため、圧電素子CP圧力センサーやGシリーズ加速度センサーと組み合わせた測定チェーンに最適です。E2-Axは、優れた設計、広い入力領域、0.5 Hzから40 kHzまでの設定可能な周波数範囲により、産業界のほとんどすべてのモニタリングや測定作業を行うことができます。

このアンプには2種類の外装が用意されています。コンパクトな工業用ケースは、センサーの近くに分散して設置するのに適しています。もう1つのオプションは、複数のチャンネルのアンプを共通のケースに取り付ける場合に最適な製品です（Ex規格準拠のケースはアクセサリーとして提供されます）。複数の缶を持つガスタービンは、この設置方法が典型的な使用法です。

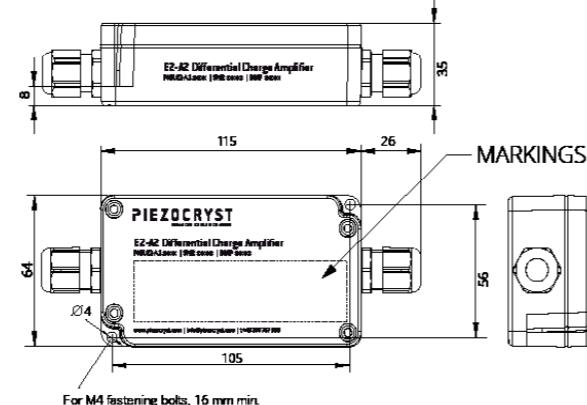


CHARGE AMPLIFIER DIMENSIONS AND MOUNTING

E2-A1 in housing for DIN rail mounting (Ordering option 1)



E2-A2 in industrial housing (Ordering option 2)



All dimensions in mm, clean housings only with damp cloth

SPECIFICATIONS

Amplifier	E2-A1	E2-A2
Operating principle	Differential charge amplifier	
Input Range	50 - 20 000 pC	
Linearity	< 0.2 %FSO	
Filters		
High pass filter	4th order, 24 dB/octave	
High pass filter settings	0.5 / 1 / 2 / 5 / 10 Hz	
Low pass filter	3rd order, 18 dB/octave	
Low pass filter settings	0.2 / 0.5 / 1 / 2 / 5 / 10 / 20 / 40 kHz	
Output		
Output signal range	4 - 20 mA	
Zero Level	12 mA	
Power supply	18 ... 30 VDC	
Supply current @ 24 VDC	25 mA max	
Environmental		
Operational temperature	-20°C ... 80°C	
Storage temperature	-30°C ... 80°C	
Shock resistance	30 g peak (half sine)	
Vibration resistance	4 g from 10 to 500 Hz	
Housing		
Type	DIN rail mounting, 22.5mm wide	Industrial aluminium box with cable glands, no grounding required
Protection	IP 20 (in E2-Hx IP 66)	IP 66
Connector	Pluggable 4 pole screw terminals	3 pole screw terminals
Cable glands	in E2-Hx housings, ATEX conforming	ATEX conforming
Weight	170 g	280 g

SCOPE OF SUPPLY

Charge amplifier	E2-A1 or E2-A2; zero, amplification and filter settings configured
Documentation	✓

ACCESSORIES

Low noise input cables	SLC-xxxx low noise cable
	SLB-xxxx low noise cable with overbraid

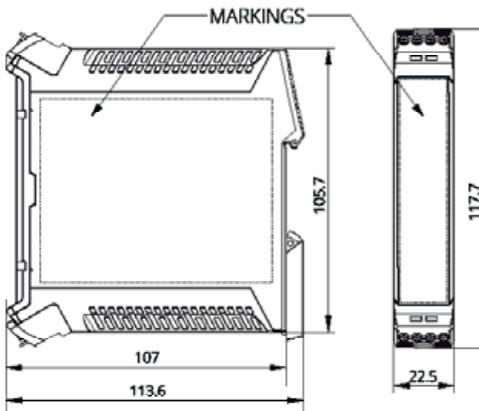
EX Barrier with Galvanic Separation

- ✓ E2-Axラインのチャージアンプ用電源を搭載
- ✓ 電流入力のmA-V変換
- ✓ 4kVRMSのガルバニックセパレーション入出力
- ✓ ゼロレベルおよび変換を選択可能 ループ電流および電源用のステータスLED
- ✓ 入出力を直接評価するための2mmプラグ

圧電素子 E2-G1 EX バリア・ガルバニ分離ユニットは、E2-Ax 差動チャージアンプを備えた CP または G シリーズ変換器の測定サイクルを完成させるために設計されています。2つのLEDは、チャージアンプへの正しい電源供給と電流ループの存在を知らせ、電子機器の健全性を示しています。



↗ EX BARRIER DIMENSIONS



↗ SPECIFICATIONS

Input range	0 - 20 mA
Overload protection	26 mA
Output signal range	2 - 20 VDC
Zero level	configurable 0-20V
Linearity	< 0.2 %
Bandwidth	DC to 40 kHz
Connector	4 pole screw terminals on connector
Temperature range	-20°C ... 70°C
Weight	130 g
Power supply	18 ... 30 VDC
Current consumption	< 80 mA no load < 120 mA @ 20 mA load
Installation environment	Pollution degree 2

↗ SCOPE OF SUPPLY & ACCESSORIES

Scope of Supply	
EX barrier	E2-G1 in DIN Rail housing, zero level adjusted
Documentation	✓
Accessories	
Power Supply	E2-P1 Power supply for 24 VDC or 230 VAC input

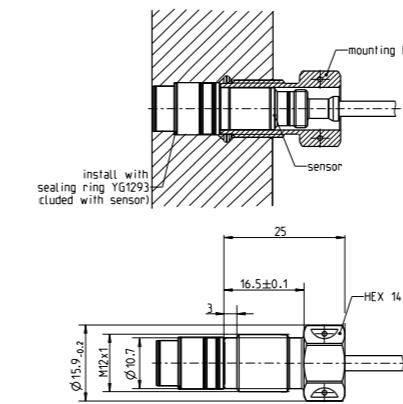
Mounting Adapters

センサーの適切な取り付けは、信号の品質にとって重要な要素となります。高精度に加工された取付穴であれば、センサーを直接装着することができますが、それ以外の場合は、M18x1.5 アダプタを使用することができます。標準的なアダプターを使用することができない場合、当社ではご要望に応じてカスタマイズされた付属品を提供します。

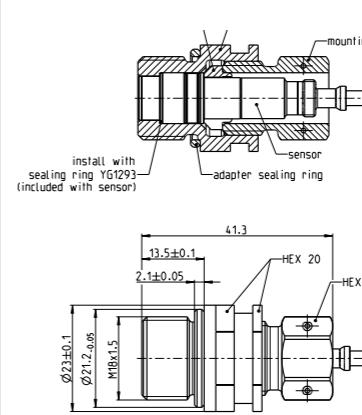


	U1-X1	U1-X2	U1-X3
Compatibility	Type 1 CP5x2, CP5x5 and CP5x6 with Lemo	Type 1 CP5x2, CP5x5, and CP5x6	Type 1 CP5x2, CP5x5 and CP5x6 with Lemo
Mounting Torque			
Sensor bolt	28 Nm	28 Nm	28 Nm
Mounting bolt	-	75 Nm	75 Nm
Temperature limit	750°C / 1380°F	750°C / 1380°F	750°C / 1380°F
Mount preparation	drawings for the machining of the mount are available on request		

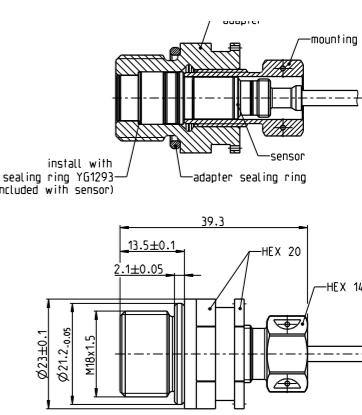
U1-X1



U1-X2



U1-X3



S
R
O
S
N
E
S
Y
T
I
L
A
U
Q
H
G
I
H
34

SLC / SLB

Low noise cables

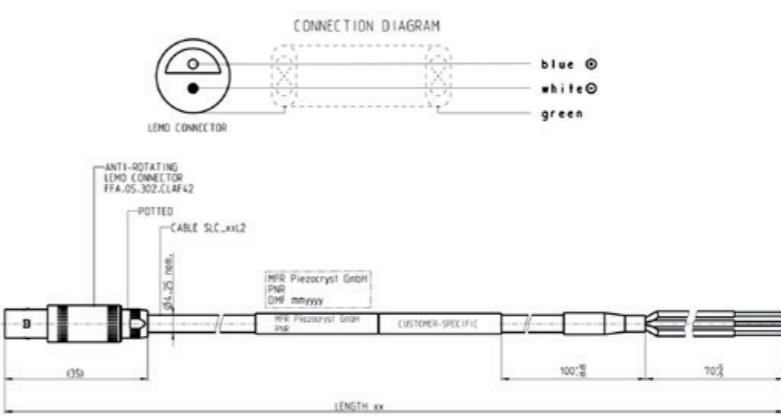
- ✓ 上限200°C
- ✓ 摩擦帶電ノイズを低減
- ✓ 耐久性に優れた保護されたコネクター
- ✓ 金属編組被覆可能
- ✓ LemoまたはHT-コネクト

Layout	2-wire low noise cable
Connector	Lemo: FFA.05.302.CLAf, HT: 7/16"-27UNS-2B 2-pin
Length	xx in meters eg. SLC-05L2 for 5m
Test Voltage	2 kV AC (core/core), 1.5 kV AC (core/braid)
Operating Voltage Urms	600 V AC
Capacity ($\pm 10\%$)	200 pF/m
Bending radius	7.5 x D (fixed installation), 15 x D (free movement)
Operating temperature	-190°C ... +200°C (-310°F ... +392°F)
Internal insulation resistance	> $10^{12} \Omega$ (25°C / 77°F)
Braid (for SLB)	stainless steel

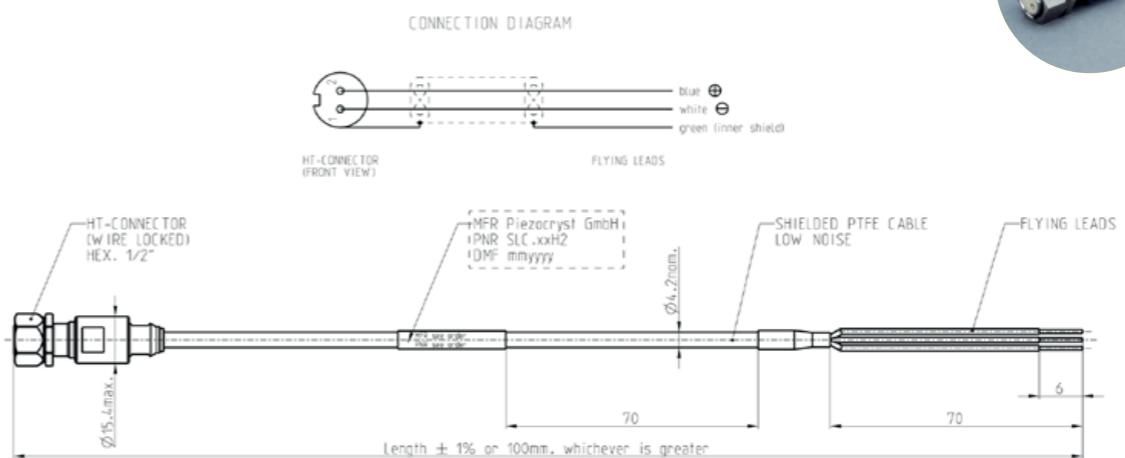


SLC / SLB

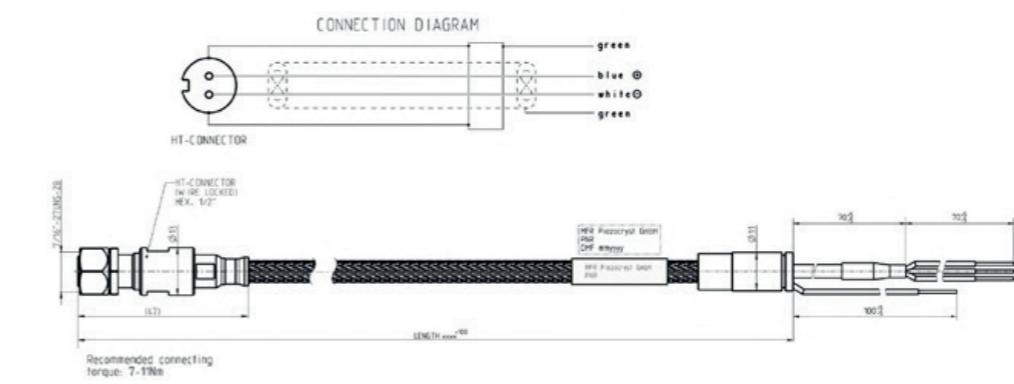
SLC-XXL2 (LEMO CONNECTOR)



SLC-XXH2 (HT CONNECTOR)



SLB-XXH2 (HT CONNECTOR)

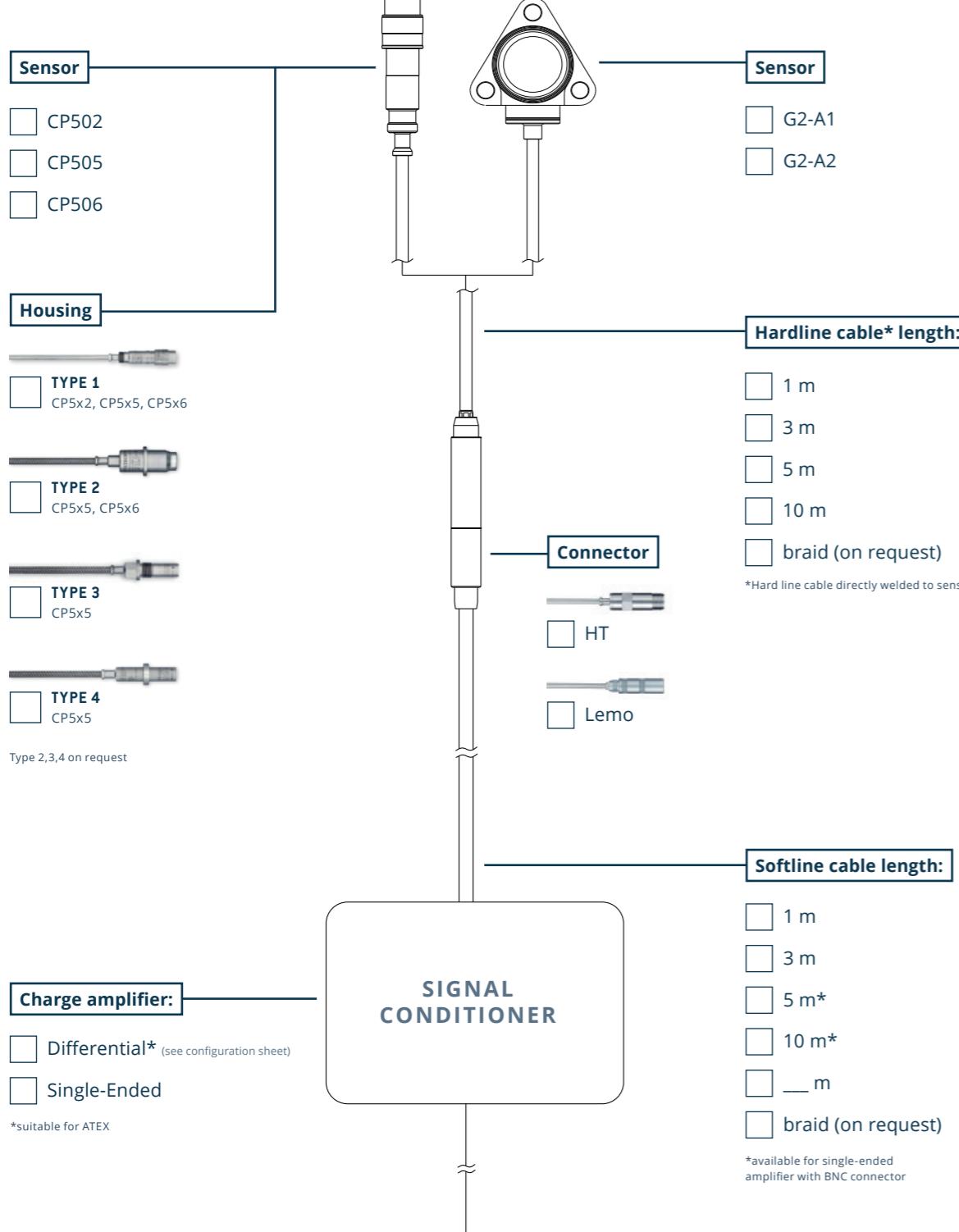


S
O
R
S
N
E
S
Y
T
I
L
A
U
Q
H
G
I
H

DIFFERENTIAL MEASUREMENT CHAIN

Configuration Sheet

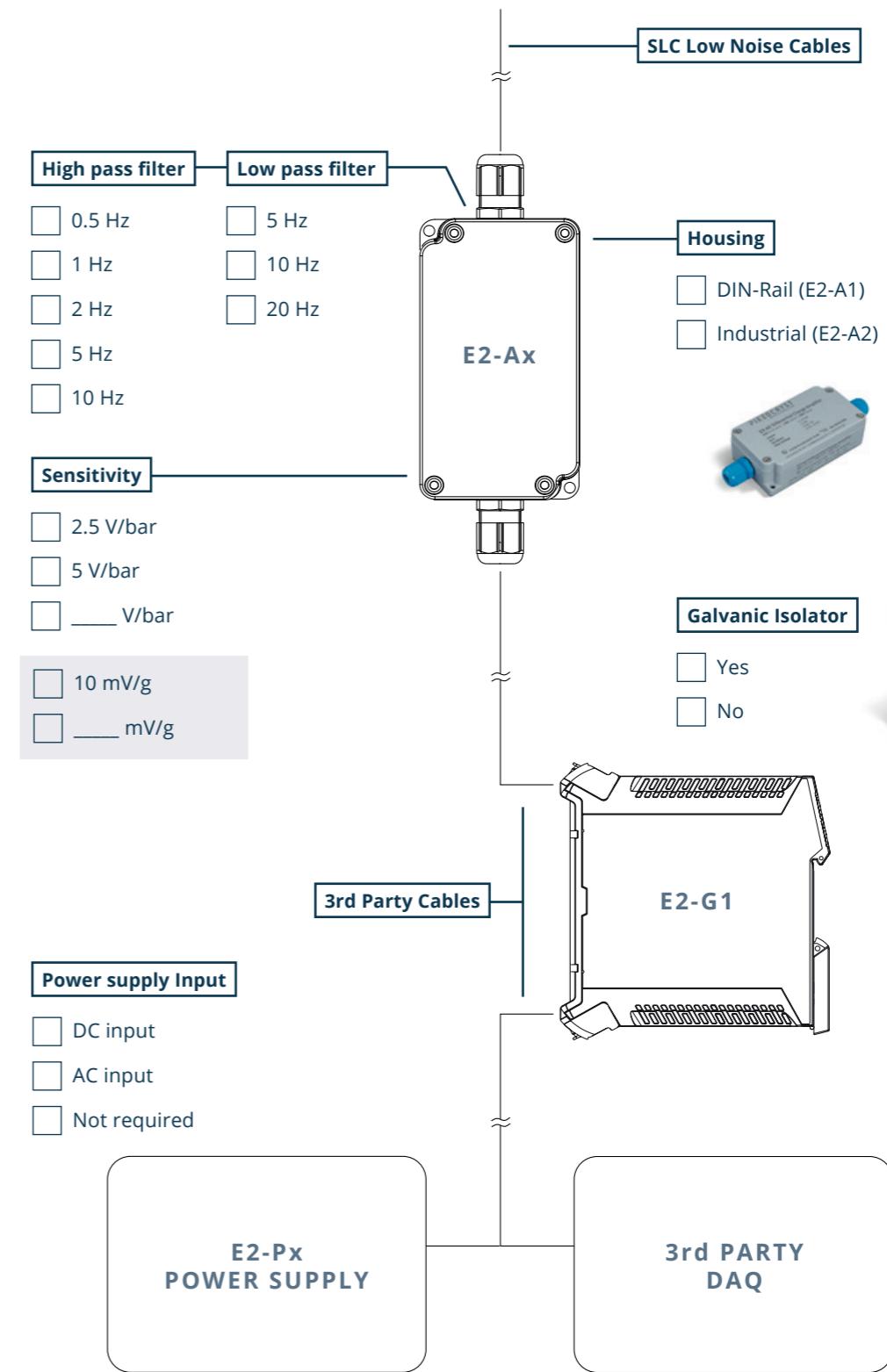
Sensor and Cable

Download
datasheet

DIFFERENTIAL MEASUREMENT CHAIN

Configuration Sheet

Signal Conditioning

Download
datasheet

SENSING IN PRODUCTION AND T&M



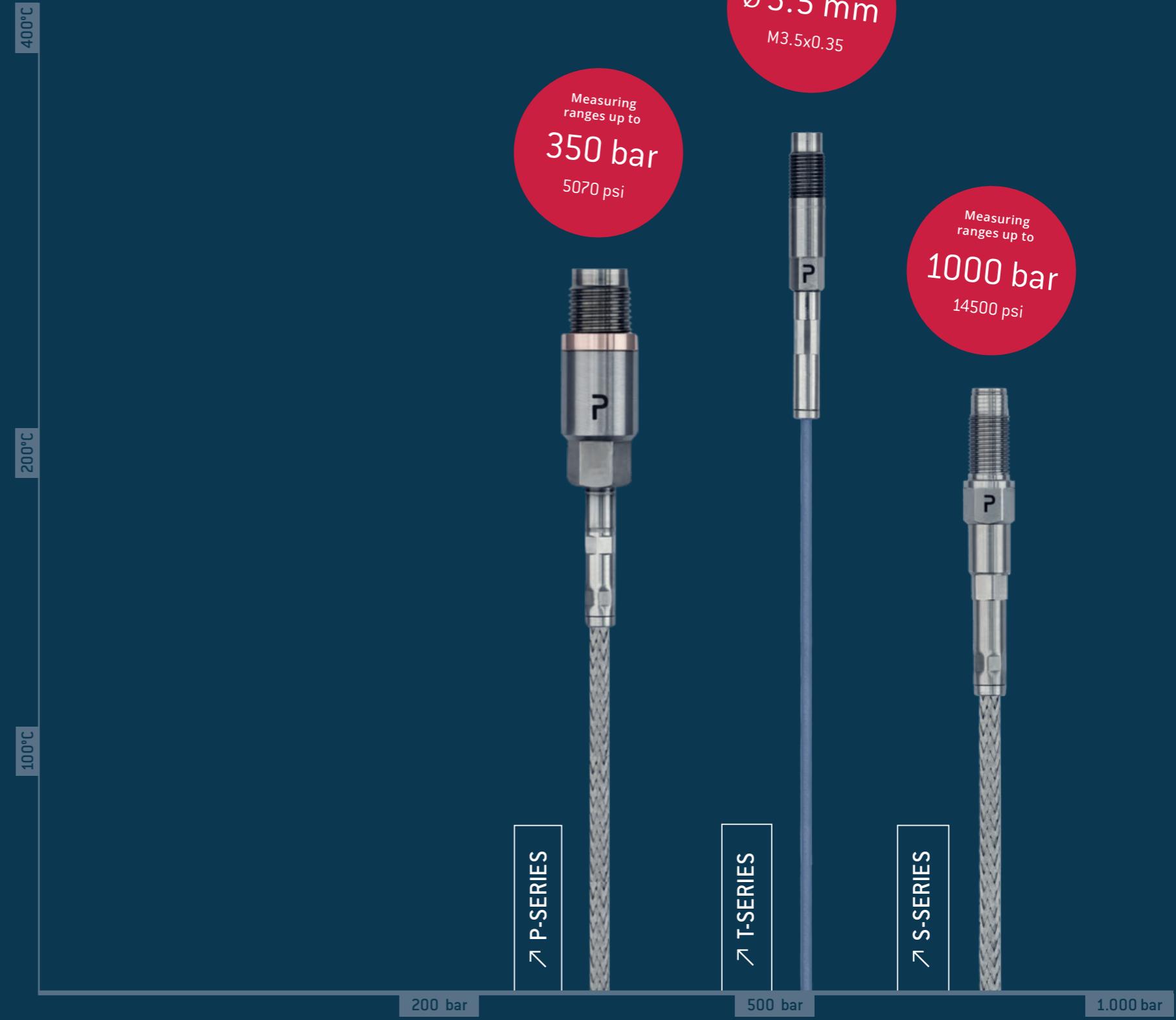
↗ PRESSURE SENSORS FOR PRODUCTION LINES
OR TEST AND MEASUREMENT FOR MONITORING PULSATION
LEVELS AND HIGHLY DYNAMIC PRESSURE CYCLES.

圧電式圧力センサーは、脈動レベルや高い動的な圧力サイクルを監視するために、生産行程や試験・測定に使用されています。一般的には、サイズ、堅牢性、温度などの要件により、他の技術では不可能な場合に適用されます。キャビテーションや水撃パルスのような物理的効果は、実際に調査された現象の正確なデータを得るために、高い過負荷容量と低い閾値を持つセンサーが必要とされます。

当社のS-、T-、P-シリーズには、さまざまな形状とシーリングオプションがあり、供試体の機械的・物理的特性の変更を最小限に抑えながら、柔軟な統合を可能にします。T-シリーズの最小のM3.5センサーからS-シリーズの1,000barの高圧ミニチュアセンサーまで、当社は最も過酷な用途のために独自のセンサーを提供しています。

DYNAMIC PRESSURE

S-T-P Series for Test and Measurement



S-T-P-SERIES:

OUR SENSORS FOR FAST AND HIGHLY DYNAMIC EVENTS



S-SERIES:

S1-B1 S1-B2 S1-B3 S1-D1 S1-K1 S1-K2 S2-A1 S2-K3

Piezoelectric Pressure Sensor

- ✓ M5x0.5スレッドのコンパクトなデザイン
- ✓ 最大1,000bar (14,500psi) までの様々な圧力範囲
- ✓ 上限400°Cまでの高い温度安定性
- ✓ 水素を含む幅広い用途に対応
- ✓ 製品寿命まで継続した安定精度

Measuring
ranges
1000 bar
14500 psi

S-Seriesは、堅牢性、精度、再現性が重要な要件となる、高速または高頻度の現象の複雑な測定作業において、広く使用されています。幅広い圧力と温度範囲を提供する圧電素子S-Seriesは、M5x0.5取り付けネジのコンパクトなサイズに特有の機能を兼ね備えています。様々なケーブルオプション、取り付け用アクセサリーやアダプター、様々なシーリングオプションにより、これらの多用途センサーは多くの用途に対応できる製品となっています。

当社のGaPO₄結晶素子、独自の材料選択、製造時の最小限の許容誤差により、これらのセンサーは高温度勾配下でも信頼性が高く、歪みのない信号を提供する高精度な機器となっています。Double Shell™構造は、機械的衝撃からセンサーを保護し、実績のある設計要素は、製品寿命全体にわたって最高の耐久性と一定の性能を保証します。



S
R
O
S
N
E
S
Y
T
I
A
U
Q
H
G
I
H

S-SERIES:	S1-B1	S1-B2	S1-B3	S1-D1	S1-K1	S1-K2	S2-A1	S2-K3
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

↗ SPECIFICATIONS

Name **	S1-Bx	S1-D1	S1-Kx	S2-Ax		
Operating principle	Piezoelectric, charge output					
Sensing element	GaPO ₄ (gallium phosphate)					
Dynamic measuring range						
0 ... 300 bar (0 ... 4350 psi)	•					
0 ... 500 bar (0 ... 7250 psi)			•			
0 ... 600 bar (0 ... 8700 psi)		•				
0 ... 1000 bar (0 ... 14500 psi)				•		
Overload pressure						
350 bar (5075 psi)	•					
600 bar (8700 psi)			•			
700 bar (10150 psi)		•				
1000 bar / 14500 psi				•		
Sensitivity (nominal)						
1.5 pC/bar (0.10 pC/psi)				•		
6.5 pC/bar (0.45 pC/psi)		•				
19 pC/bar (1.31 pC/psi)	•		•			
Linearity						
≤ ± 0.3% FSO	•					
≤ ± 0.5% FSO		•	•	•		
Operating temperature						
-55°C ... +120°C (-67°F ... +250°F)			•			
-55°C ... +350°C (-67°F ... +660°F)				•		
-55°C ... +400°C (-67°F ... +750°F)	•	•				
Thermal sensitivity change *	2 %		6 %			
Internal insulation resistance						
Acceleration sensitivity (typ.)						
axial ≤ 0.5 mbar/g (0.007 psi/g)	•	•	•	•		
Shock resistance	>2000 g					
Natural Frequency	170 kHz	200 kHz	170 kHz	400 kHz		
Capacitance (nominal)	7.5 pF pole/ground					
Mounting torque	Type 1 and Type 2: 1.5 Nm Type 3: 2 Nm					
Sensor and mount**						
Type 1	•	•	•	•		
Type 2	•					
Type 3	•			•		

* 20°C ... max temperature, full pressure range

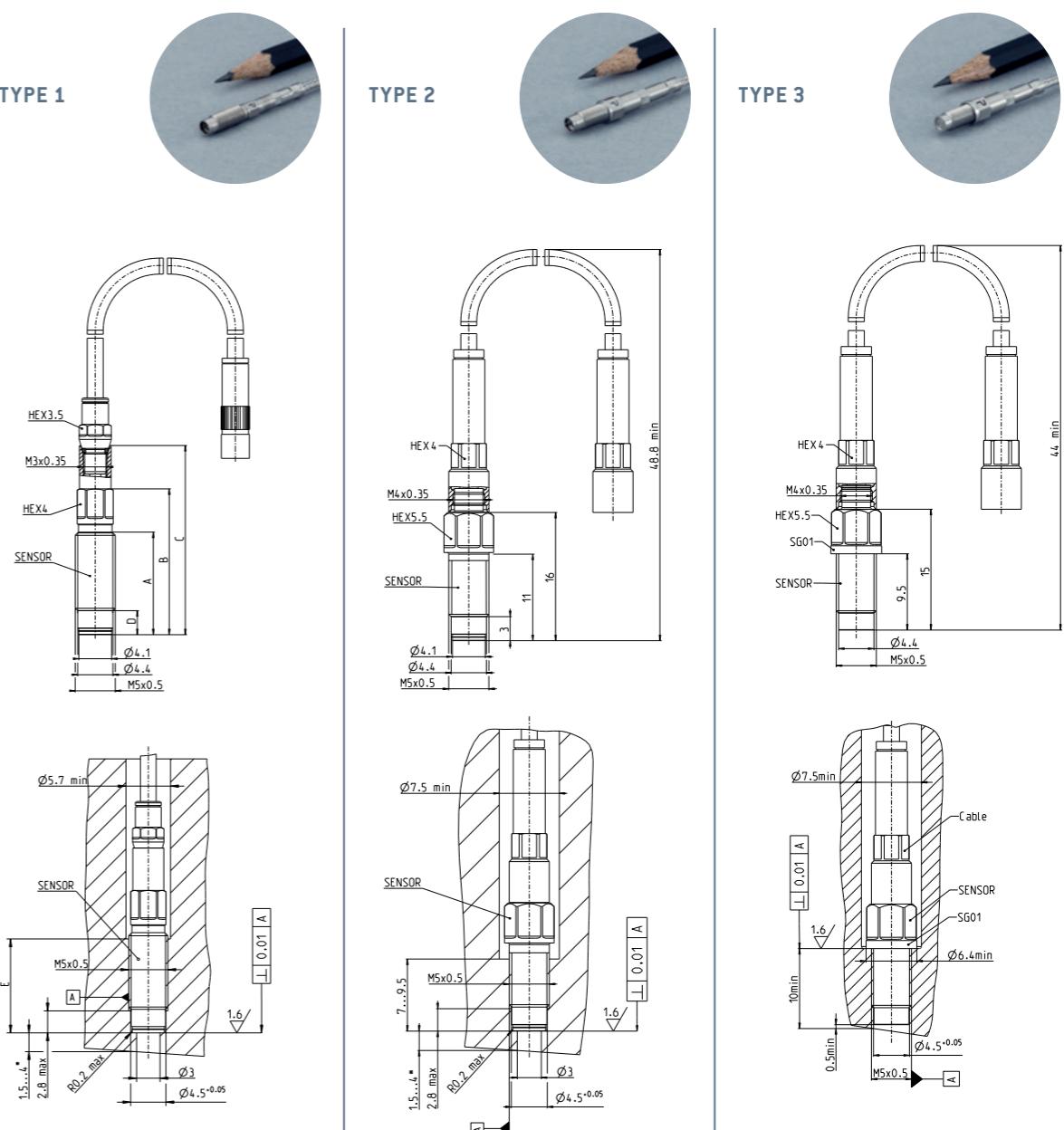
** e.g. S1-A1 is S1-Ax Sensor Type 1

If desired configuration is not available please contact us!

S-SERIES:	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
-----------	--------	--------	--------

↗ SENSOR AND MOUNT DIMENSIONS

Name	S1-B1	S1-K1	S1-D1	S2-A1
Dimensions Type 1				
A	13 mm		9.5 mm	
B	18.2 mm		14.9 mm	
C	23.6 mm		20.3 mm	
D	3 mm		3.5 mm	
E	7...12 mm		7...10 mm	



S-SERIES: S1-B1 S1-B2 S1-B3 S1-D1 S1-K1 S1-K2 S2-A1 S2-K3

↗ SCOPE OF SUPPLY

Sensor	✓
Cable	1m Teflon™ cable (M4x0.35 to M4x0.35 or M3x0.35 to M3x0.35)
Coupling	M4x0.35 to BNC coupling or M3x0.35 to BNC coupling
Accessory kit	Protection cap and 2 spare O-rings
Calibration sheet	✓
Documentation	✓

↗ ACCESSOIRES

Cable / Extension cables	1 ... 10m Teflon™ coated cable	M3x0.35 to M3x0.35 M3x0.35 to UNF M4x0.35 to M4x0.35 M4x0.35 to UNF
	1 ... 3m Metal shielded - Viton™ coated cable	
	1 ... 3m Viton™ oil proof cable	
Couplings	M3x0.35 neg. to BNC pos. M4x0.35 neg. to BNC pos. M4x0.35 neg. to M4x0.35 neg. M4x0.35 neg. to M4x0.35 pos.	
Machining tool for mount	Step drill, tap drill, reaming tools	
Mounting tool	Mounting tool set	Mounting socket Torque wrench Dismounting tool
	Cable mounting tool	HEX3.5 or HEX4
Flame arrestors		✓
Dummy plugs		✓
Dummy removal tool		✓
Mounting paste		✓

T-SERIES:

T1-A1 T1-K1

Piezoelectric Miniature Pressure Sensor

- ✓ 小型設計
 - ✓ 最大500bar (7,250psi) の圧力範囲
 - ✓ 最大400°C(750°F)までの高温度の安定性
 - ✓ 製品寿命まで継続する安定した精度



近年の高度な統合化・小型化された装置における研究開発計測は、センサーにとって最も困難な課題の1つです。多くのセンサーは、その大きさゆえに機械的な統合が最大の障害となっています。温度、熱流、機械的ストレスなどの物理的な影響は、研究開発という実験的な性格上、大きなばらつきがあります。T-Seriesはこのような複雑な条件下で開発され、その小型の外装と設計上の特徴に反映されています。

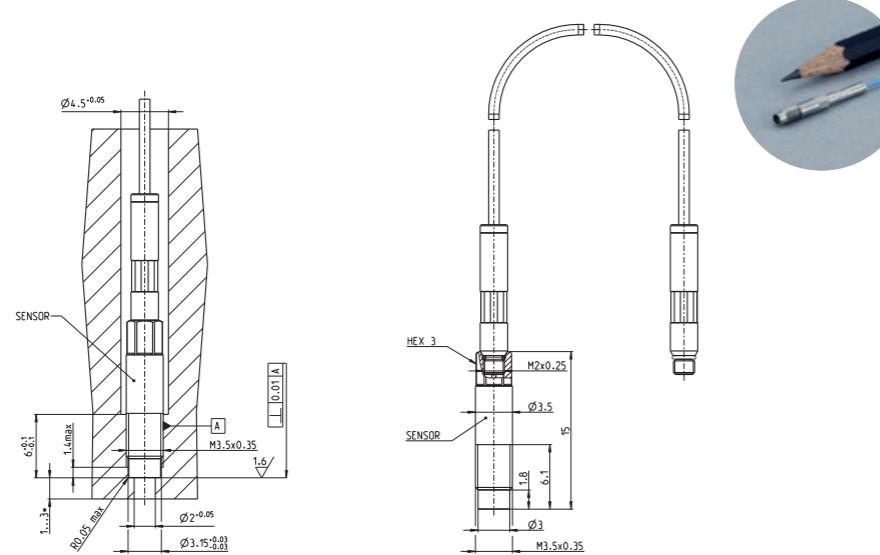
T-Seriesは、当社の圧電素子技術を結集した新世代のセンサーで、これまでで最も小型のパッケージに収められています。S-Seriesの堅牢性、わずか3.5mmの実装直径、GaPO4水晶素子の優れた信号品質により、T-Seriesのセンサーは、これまでアクセスできなかったコンポーネントの研究を可能にします。このセンサーは、高温と高圧の勾配に耐え、なおかつ信頼性の高い安定した出力を生成します。



T-SERIES:**T1-A1 T1-K1****↗ SPECIFICATIONS**

	T1-A1	T1-K1
Operating principle	Piezoelectric based on GaPO_4 (gallium phosphate) sensing elements, charge output	
Dynamic measuring range	0 ... 300 bar (0 ... 4350 psi)	0 ... 500 bar (0 ... 7250 psi)
Overload pressure	350 bar (5075 psi)	550 bar (8000 psi)
Sensitivity (nominal)	5.3 pC/bar (0.37 pC/psi)	
Linearity	$\leq \pm 0.5\%$ FSO	
Operating temperature (continuous)	-55°C ... +400°C (-67°F ... +750°F)	-55°C ... +120°C (-67°F ... +250°F)
Internal insulation resistance	$> 10^{13}\Omega$ (25°C / 77°F), $> 10^9\Omega$ (400°C / 750°F)	
Shock resistance	> 2000 g	
Natural Frequency	170 kHz	
Capacitance (nominal)	3.5 pF pole/ground	
Mounting torque	0.5 Nm	
Scope of Supply		
Sensor	✓	
Cable	1m Teflon™ cable M2x0.25 to M2x0.25 incl. BNC coupling	
Accessory kit	Protection cap and 2 spare o-rings	
Test record, Documentation	✓	
Accessories		
Cables	1 ... 5m Teflon™ coated cable with M2x0.25 connector	
Machining tool	Step drill, tap drill	
Mounting tools	Socket to mount sensor with attached cable in bore, torque wrench, cable mounting tool	

Piezocryst reserves the right to change specifications and accessories without notice.

↗ SENSOR & MOUNT DIMENSIONS

All dimensions in mm, different versions shown

P1-A1 P2-A1 P2-B1 P3-A1 P3-A2**P-SERIES:**

Piezoelectric Pressure Sensor

- ✓ 高出力信号
- ✓ 内部熱伝導素子
- ✓ 高い温度安定性 (400°C / 750°F)
- ✓ 製品寿命まで継続した安定精度

Measuring ranges
350 bar
5070 psi

研究開発における測定は、一般的な用途とは大きく異なります。温度、取り付け環境、機械的ストレス、熱流束などの境界条件は完全には評価されません。さらに、通常、試験時間は限られており、測定位置も新しいため、比較の為のデータがないか、あってもごくわずかしかありません。このような複雑な状況の中で、他の物理量に影響されない信頼性の高い信号を発するセンサーが求められています。さらに、セットアップに簡単に組み込むことができるよう、様々なセンサー構成が必要です。

P シリーズは、350 bar までの動圧および準動圧のモニタリング用に設計されており、高精度であるため、精密な熱力学的分析にも適しています。このセンサーの特許取得済みセンシングエレメントは、Crystal Match™技術により、全温度範囲にわたって卓越した信号品質を実現しています。Double Shell™デザインは、取り付け口からの影響と圧電素子を機械的ストレスの悪影響から切り離す、高い機械的絶縁を実現します。



S
O
R
S
N
E
S
Y
T
I
L
A
U
Q
H
G
I
H
50

P-SERIES:	P1-A1	P2-A1	P2-B1	P3-A1	P3-A2
-----------	-------	-------	-------	-------	-------

↗ SPECIFICATIONS

	P1-A1	P2-A1	P2-B1	P3-A1	P3-A2
Operating principle	Piezoelectric, charge output				
Sensing element	GaPO ₄ (gallium phosphate)				
Dynamic measuring range					
0 ... 250 bar (0 ... 3625 psi)	•	•		•	•
0 ... 300 bar (0 ... 4351 psi)			•		
Overload pressure					
300 bar (4350 psi)	•	•		•	•
350 bar (5076 psi)			•		
Sensitivity (nominal)					
20 pC/bar (1.38 pC/psi)					
35 pC/bar, (2.4 pC/psi)	•			•	
45 pC/bar (3.1 pC/psi)		•			
Linearity					
≤ ± 0.3% FSO (0...250 bar, 0...3625 psi)	•	•	•		
≤ ± 0.5% FSO (0...300 bar, 0...4351 psi)				•	•
Operating temperature (continuous)					
-40°C ... +350°C, (-40°F ... +662°F)				•	•
-40°C ... +400°C, (-40°F ... +752°F)	•	•	•		
Sensitivity coefficient	+1.5*10 ⁻⁵ °C ⁻¹				
Internal insulation resistance	> 10 ¹³ Ω (25°C / 77°F)				
Acceleration sensitivity (typ.)					
axial ≤ 0.2 mbar/g (0.003 psi/g),		•			•
axial ≤ 1 mbar/g (0.015 psi/g)				•	
axial ≤ 1.3mbar/g (0.019 psi/g)			•		
axial ≤ 2 mbar/g (0.03 psi/g),					
radial ≤ 0.2 mbar/g (0.003 psi/g)	•				
Shock resistance	>2000 g				
Natural Frequency					
85 kHz	•				
90 kHz				•	•
92 kHz		•			
100 kHz			•		
Capacitance (nominal)					
7 pF pole/ground				•	•
8 pF pole/ground	•	•			
12 pF pole/ground			•		
Mounting torque	3 Nm		6 Nm		20 .. 25 Nm
Housing material	Stainless steel, hermetically welded				

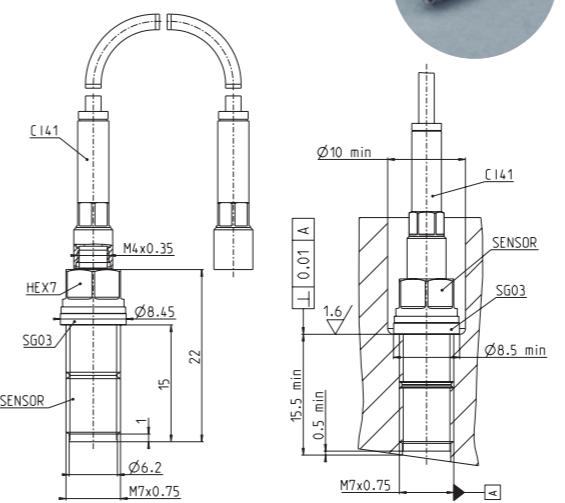
Dimensions	P1-A1	P2-A1	P2-B1	P3-A1	P3-A2
Type 1	•				
Type 2		T = M4x0.35	T = M3x0.35		
Type 3				•	
Type 4					•
Connector	M4x0.35	M4x0.35	M3x0.35	M4x0.35	M4x0.35

Piezocryst reserves the right to change specifications and accessories without notice.

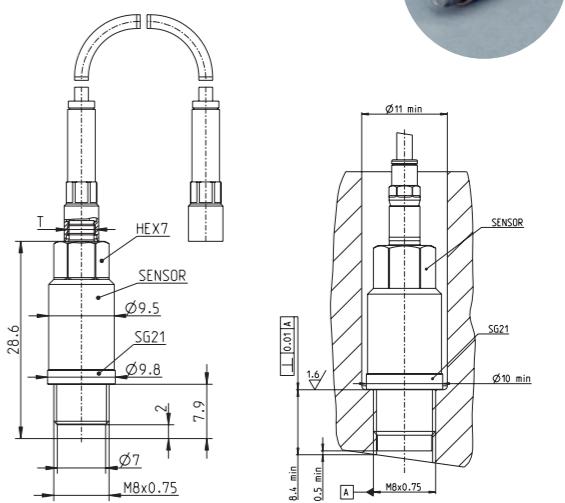
P-SERIES:	P1-A1	P2-A1	P2-B1	P3-A1	P3-A2
-----------	-------	-------	-------	-------	-------

↗ SENSOR AND MOUNT DIMENSIONS

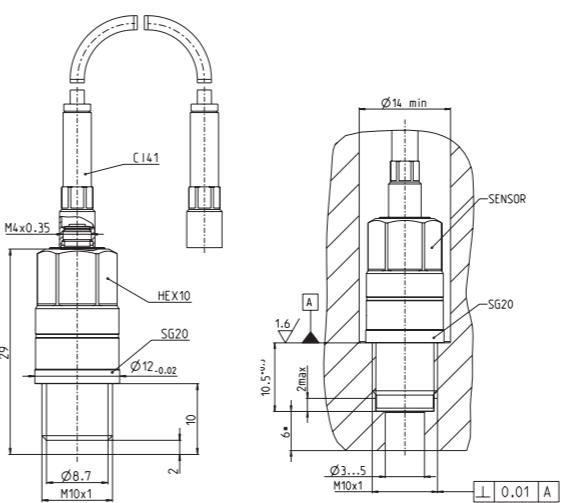
TYPE 1



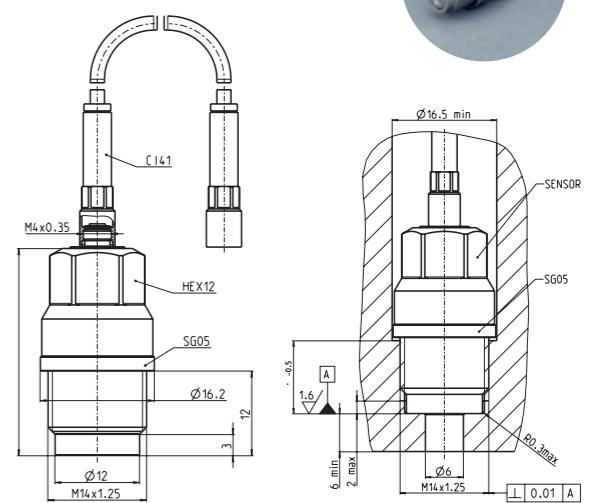
TYPE 2



TYPE 3



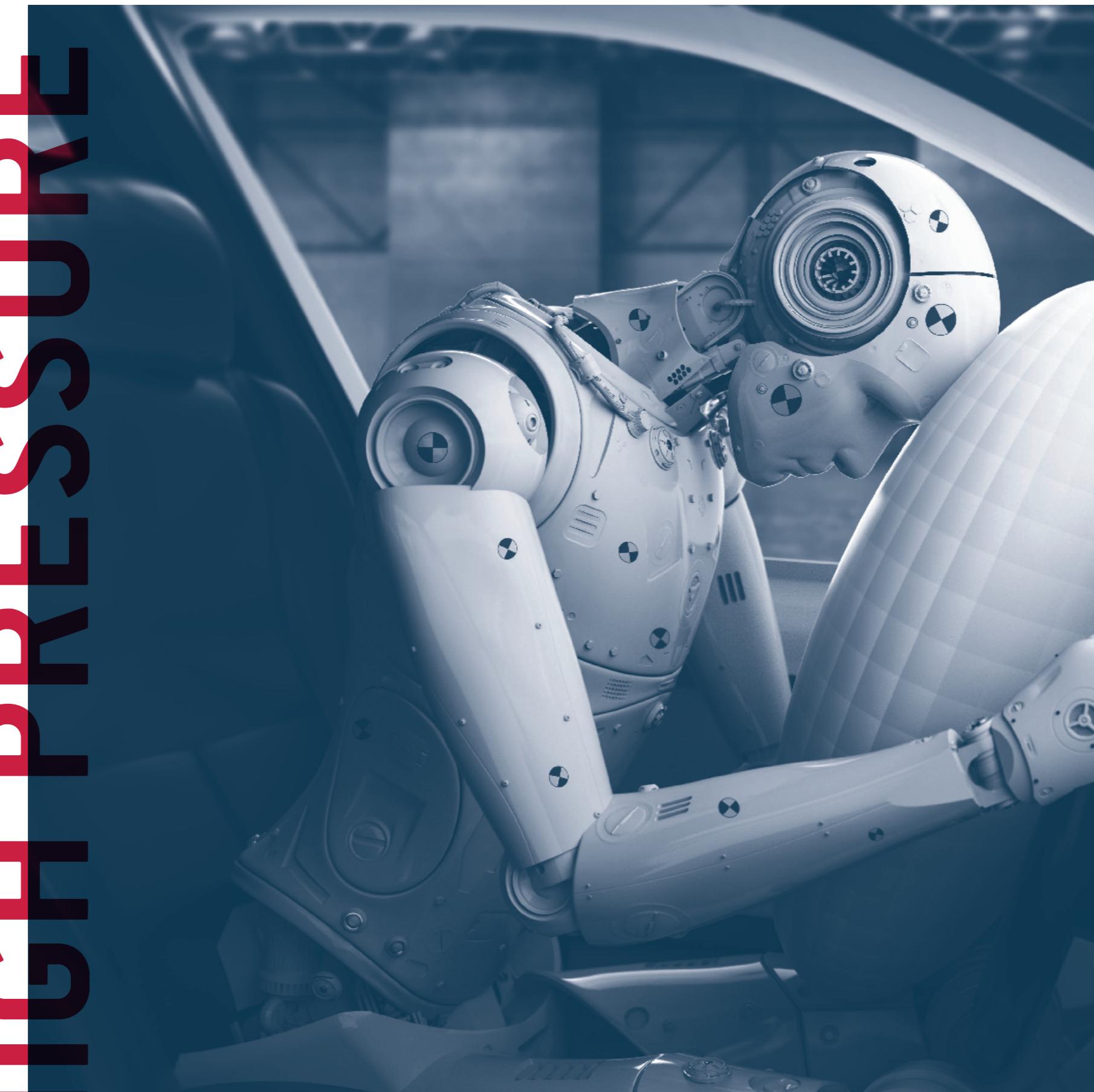
TYPE 4



↗ SCOPE OF SUPPLY

Sensor	✓
Cable	1m Teflon™ cable
Coupling	M4x0.35 to BNC coupling
Gaskets	✓
Accessory kit	Protection cap and 2 spare o-rings
Calibration sheet	✓
Documentation	✓

OUR SENSOR FOR HIGH PRESSURE



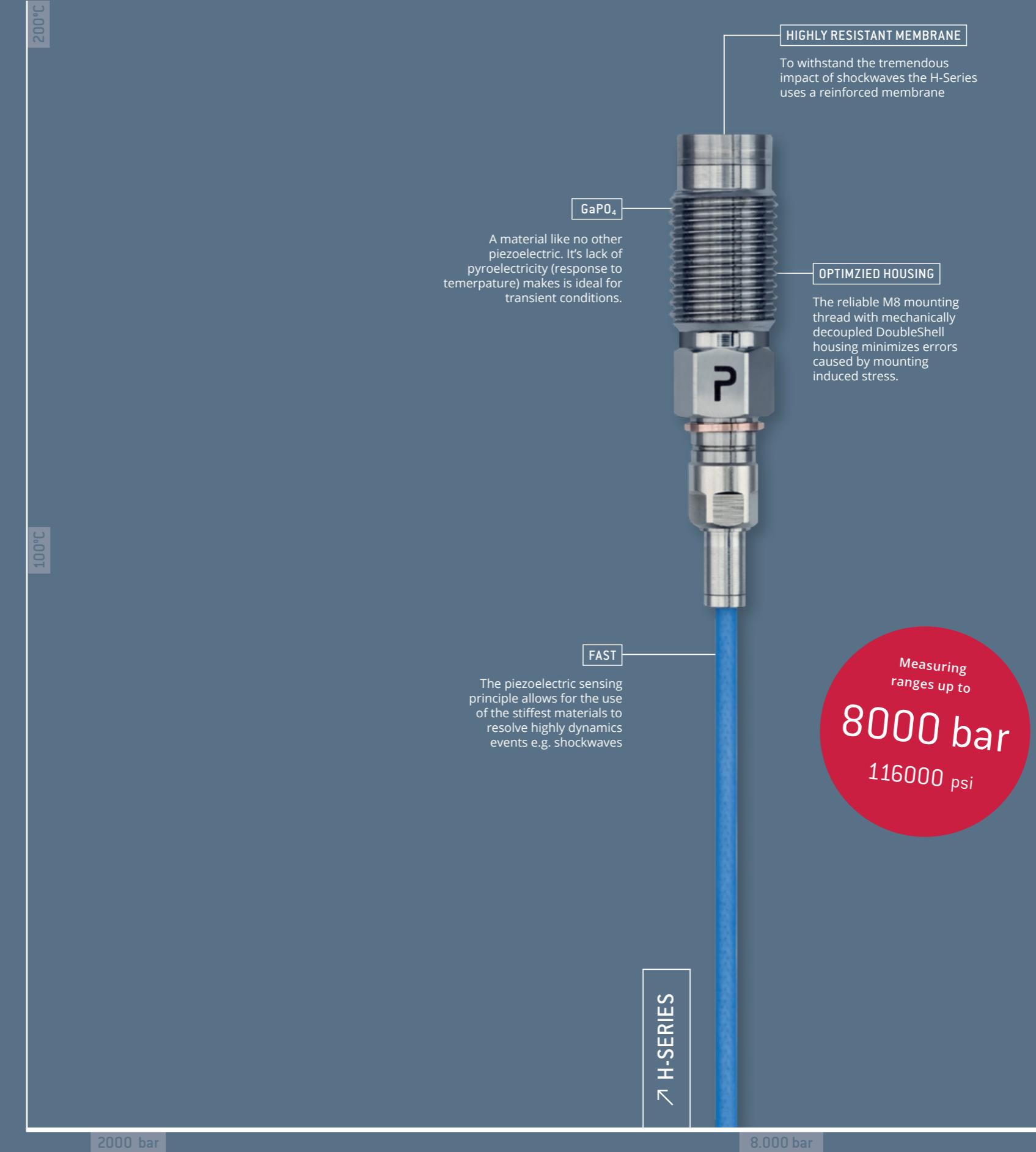
↗ HIGH-PRESSURE TRANSDUCERS
FOR ACCURATE AND RELIABLE
MEASUREMENT UNDER CONDITIONS OF
EXTREME PRESSURE

極端に高い圧力下では、履歴とそれに伴う復元力による妨害を防ぐために、極めて剛性の高いセンサー構造が要求されます。当社の高圧センサーは、縦方向にカットされた特殊な荷重安定型水晶をベースにしています。これらのセンサーは、特殊なDouble Shell™構造を持ち、設置環境内の外乱からセンサーを絶縁します。さらに、圧縮強度と熱衝撃に強いことが極端に求められるため、耐久性と信号品質を確保するために、膜は非常に狭い範囲の精度で高性能合金を使用する必要があります。もう一つ重要なのは、シーリングです。当社では、高圧力勾配や機械的衝撃の下でも安全に密閉され、その結果により発生する力を分散させ、Double Shell™筐体が干渉を受けないような特殊な密閉システムを開発しました。これにより、新たなデータ品質で測定結果を得ることができます。

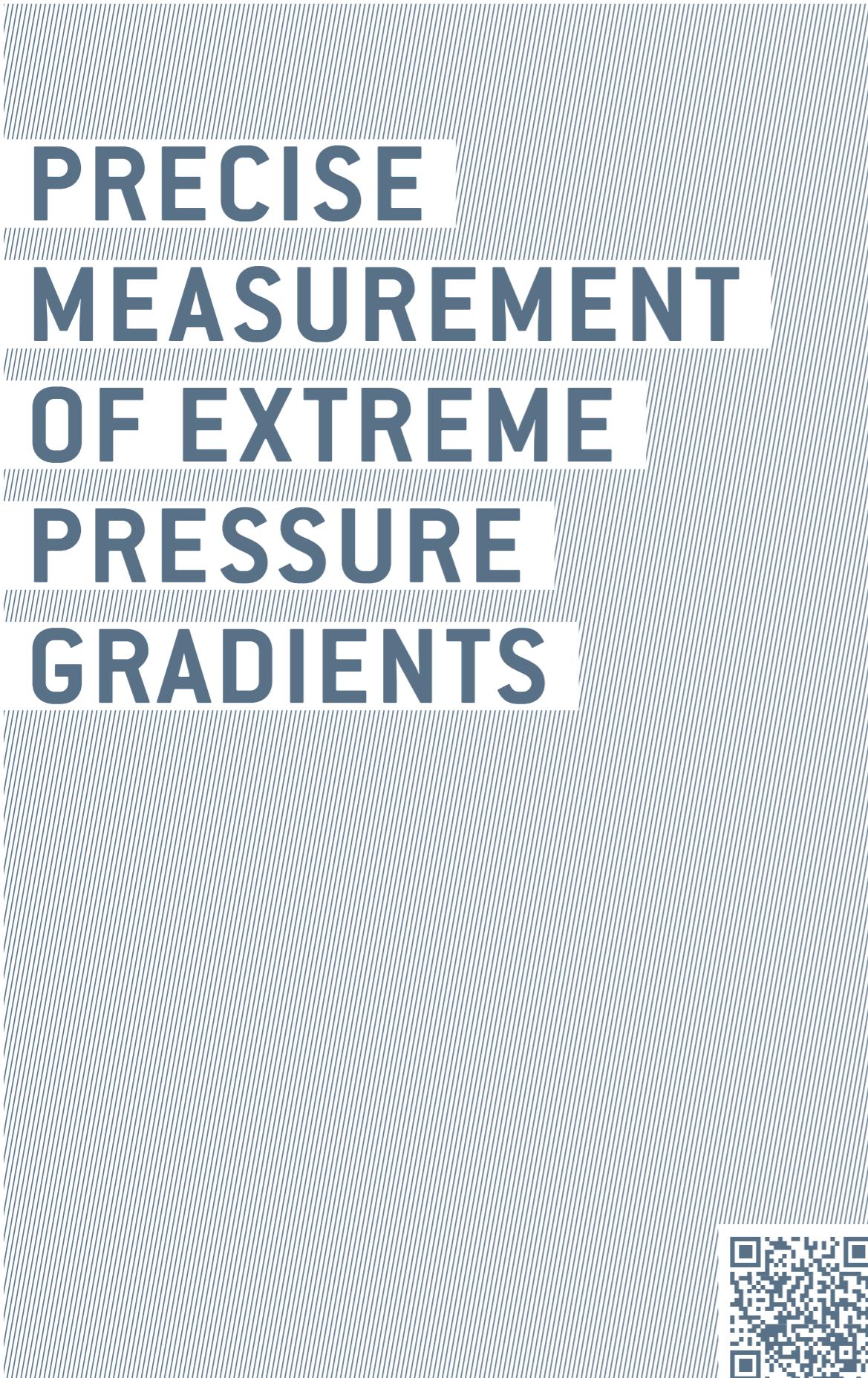
この製品群には、最大2,000bar、6,000bar、8,000barの測定範囲に対応する圧力センサーが含まれます。これらのセンサーにはすべてM10のネジがあり、1つの共通取付穴で異なる圧力領域の測定が可能です。

HIGH PRESSURE

Highest pressure – highest requirements



PRECISE MEASUREMENT OF EXTREME PRESSURE GRADIENTS



H-SERIES:

H-SERIES:

H-2 H-6 H-8

Piezoelectric High Pressure Sensor

- ✓ 最大8000bar (11600psi) の圧力範囲
- ✓ 衝撃波のような高速圧力勾配に最適
- ✓ 卓越した温度安定性
- ✓ 最高の耐久性と信頼性

Measuring ranges
up to
8000 bar
11600 psi

H-Seriesセンサーは、爆発による衝撃波や様々な媒体中の高速な圧力低下など、最も過酷な動的圧力変化を最大8000barで測定するために設計された圧電センサーです。独自のリン酸ガリウム(GaPO₄)単結晶センシングエレメントは、優れた感度と線形性を特徴とし、温度変化の影響を受けません(焦電効果がない)。高い機械的剛性と相まって、Hシリーズは信頼性の高い動的高圧測定に適しており、全圧力範囲においてごくわずかな圧力変動を検出することができます。

M10x1ネジ付きのフロントシール取付金具の締付トルクと、取付け条件に対して敏感です。Hシリーズは、汎用性が高く、取り付けが簡単で、長期的に安定した高圧力検出装置です。



H-SERIES:**H-2 H-6 H-8****↗ SPECIFICATIONS**

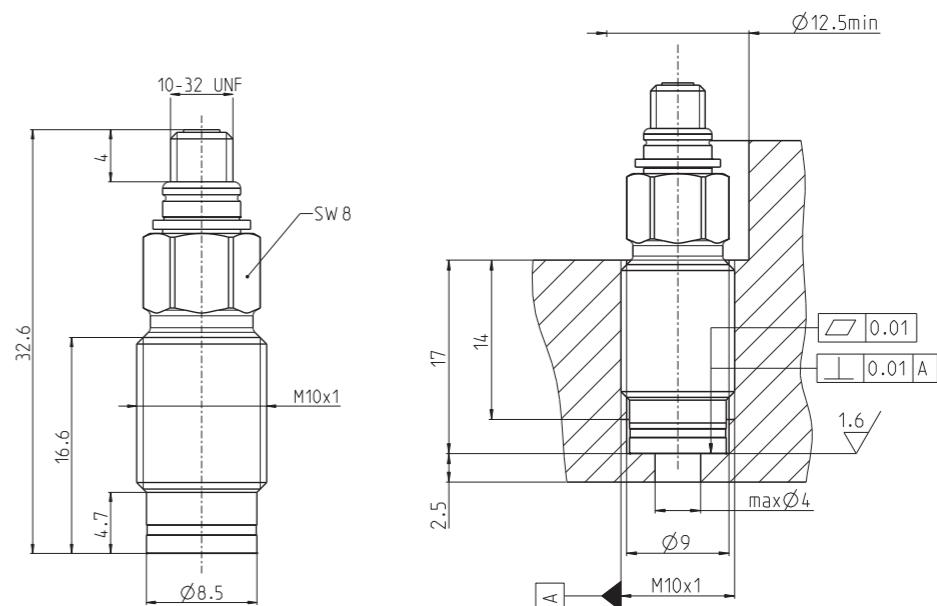
	H-2	H-6	H-8
Operating principle	Piezoelectric based on GaPO ₄ (gallium phosphate) sensing elements, charge output		
Dynamic measuring range	0 ... 2000 bar (0 ... 29000 psi)	0 ... 6000 bar (0 ... 87000 psi)	0 ... 8000 bar (0 ... 116000 psi)
Overload pressure	2200 bar (31900 psi)	6600 bar (95700 psi)	8800 bar (127600 psi)
Sensitivity (nominal)	5.2 pC/bar (0.36 pC/psi)	3 pC/bar (0.21 pC/psi)	2.3 pC/bar (0.16 pC/psi)
Linearity		< ±1 % FSO	
Operating temperature (continuous)		-55°C ... 200°C (-67°F ... 392°F)	
Thermal sensitivity shift		± 0.02 %/°C	
Internal insulation resistance		> 10 ¹³ Ω (20°C / 68°F)	
Acceleration sensitivity (typ.)		axial ≤ 2 mbar/g (0.03 psi/g), radial ≤ 5 mbar/g (0.07 psi/g)	
Rise time		< 1 μs	
Shock resistance (axial / radial)		25000 g / 10000 g	
Natural Frequency		> 240 kHz	
Capacitance (nominal)		8 pF pole/ground	
Mounting torque		20 Nm	
Housing material		Stainless steel, hermetically welded	
Weight		~ 12 g	

↗ SCOPE OF SUPPLY

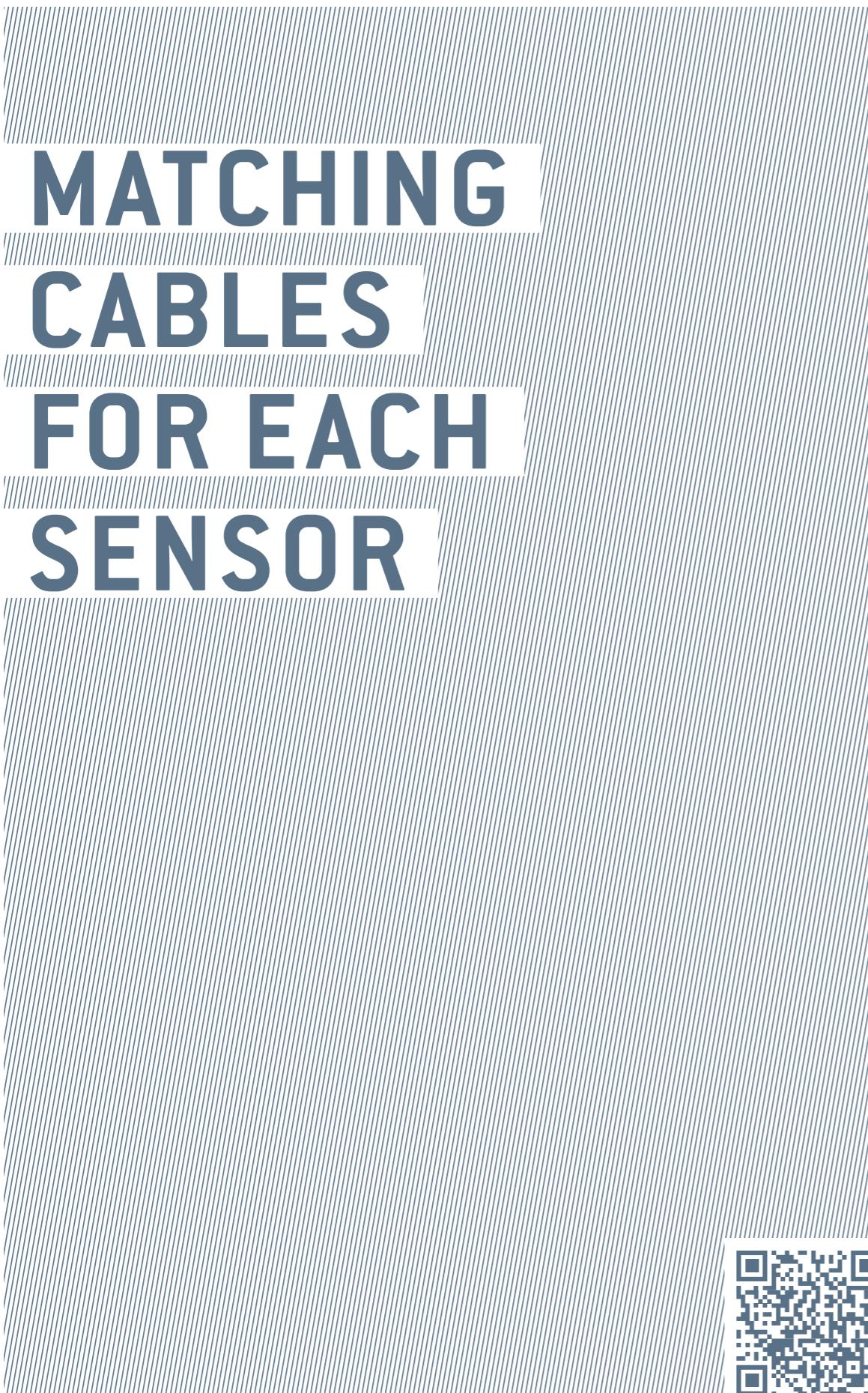
Sensor and 5 pcs sealing rings	✓
Cable	1 m Teflon™ coated with 10-32 UNF connector incl. BNC coupling
Test record, Documentation	✓

↗ ACCESSOIRES

Cable	0.5 ... 10 m Teflon™ coated with M4x0.35 or 10-32 UNF connector
Sealing rings	Sets à 5 pcs
Mounting tool	Socket to mount sensor with attached cable in bore, torque wrench
Other	Membrane protection, silicone grease

H-SERIES:**H-2 H-6 H-8****↗ SENSOR AND MOUNT DIMENSIONS**

ACCESSORIES



ACCESSORIES

S-T-P-H-SERIES

Piezo Input Cables

圧電入力ケーブルは、圧電式センサーとチャージアンプを接続する、極めてローノイズな同軸ケーブルです。絶縁物とシールド線の間に塗布されたカーボン皮膜は、ケーブルに対する振動や動きで発生する摩擦帯電ノイズを低減します。



Type	CI41	CI42	CI4V
Connector	M4x0.35 pos. - M4x0.35 pos.	M4x0.35 pos. - M4x0.35 pos.	M4x0.35 pos. - M4x0.35 pos.
Cable material	Teflon coated	Metal shielded - Teflon coated	Viton oil proof
Max. temperature	200°C	200°C	200°C
Cable diameter	2 mm	2.4 mm	2 mm
Mounting torque	0.5 Nm	0.5 Nm	0.5 Nm
Length	1 m, 2 m, 3 m	1 m, 2 m, 3 m	1 m, 2 m, 3 m
Sensor	S-Series (Type 2, 3) P1-A1, P2-A1, P3-A1, P3-A2	S-Series (Type 2, 3) P1-A1, P2-A1, P3-A1, P3-A2	S-Series (Type 2, 3) P1-A1, P2-A1, P3-A1, P3-A2



Type	UCT	CI31	CI32
Connector	M4x0.35 pos. - 10-32 UNF	M3x0.35 pos. - M3x0.35 pos.	M3x0.35 pos. - M3x0.35 pos.
Cable material	Teflon coated	Teflon coated	Metal shielded - Teflon coated
Max. temperature	200°C	200°C	200°C
Cable diameter	2 mm	2 mm	2.4 mm
Mounting torque	0.5 Nm	0.5 Nm	0.5 Nm
Length	1 m, 2 m, 3 m	5 m, 10 m	1 m, 2 m, 3 m
Sensor	S-Series (Type 2, 3), H-Series P1-A1, P2-A1, P3-A1, P3-A2	S-Series (Type 1), P2-B1	S-Series (Type 1), P2-B1



Type	CI3V	CI33	CI37
Connector	M3x0.35 pos. - M3x0.35 pos.	M3x0.35 pos. - M4x0.35 pos.	M3x0.35 pos. - M4x0.35 pos.
Cable material	Viton oil proof	Teflon coated	Metal shielded - Viton coated
Max. temperature	200°C	200°C	200°C
Cable diameter	2 mm	2 mm	2.4 mm
Mounting torque	0.5 Nm	0.5 Nm	0.5 Nm
Length	1 m, 2 m, 3 m	1 m, 2 m	1 m, 2 m, 3 m
Sensor	S-Series (Type 1), P2-B1	S-Series (Type 1), P2-B1	S-Series (Type 1), P2-B1

Couplings

チャージアンプに接続するBNCコネクタまたはケーブル延長に使用するコネクタ類です。



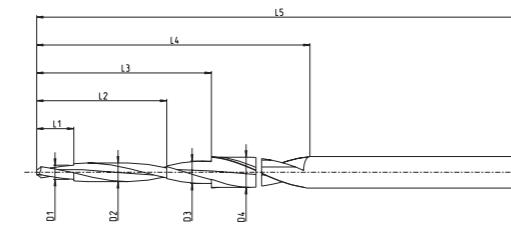
Type	E127M	CC21	CC31	CC41	CC42
Connector	10-32 UNF neg. - BNC pos.	M2 pos. - BNC pos.	M3 neg. - BNC pos.	M4 neg. - BNC pos.	M4x0.35 neg. - M4x0.35 neg.

ACCESSORIES

S-T-P-H-SERIES

Machining and Mounting Tools

各センサーの取付穴加工用に、特別に設計された段付きドリルやタップドリルを用意しています。特にフロントシールセンサー（SシリーズおよびTシリーズ）では、センサーシートの精密な機械加工の必要性は、最大圧力まで適切な密閉性と優れた性能を保証するためです。ケーブル付きのセンサーを装着するのに適したソケット種は、取り付け口のセンサーの装着を容易にし、適切な取り付け回転数を確保するためです。

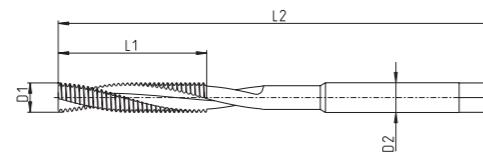


↗ STEP DRILLS

Type	Sensor	D1	D2	D3	D4	L1	L2	L3	L4	L5
MD10	-	6.3	-	8.5	-	20	-	215	270	-
MD11	S-Series Type 2	3	4.5	7.5	-	10	19	134	190	-
MD12	S-Series (B1,K1)	3	4.5	5.7	-	10	19	134	190	-
MD27	T-Series	2	3.13	4.5	-	10	16	134	190	-
MD22	P1-A1	6.2	-	10	-	20	-	215	270	-

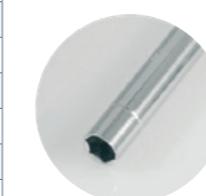
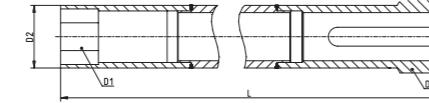


↗ TAP DRILLS



Type	Sensor	D1	D2	L1	L2
MT11	S-Series Type 2 and 3	M5x0.5	6	14	200
MD12	S-Series Type 1	M5x0.5	7.5	15	200
MT32	T-Series	M3x0.35	4.5	15	200
MT21	P1-A1	M7x0.75	8	19	250
MT31	P1-A1	M10x1	10	20	250

↗ MOUNTING SOCKETS



Type	Sensor	D1	D2	D3	L
TT01	S-Series Type 2, 3	HEX5.5	7.3	HEX8	220
TT21	S-Series Type 1	HEX4	5.6	HEX8	220
TT66	T-Series	HEX3	4.5	HEX8	220
TA13	H-Series	HEX8	11.5	HEX12	200
TT11	P1-A1, P2-A1, P2-B1	HEX7	9.5	HEX8	250
TT07	P3-A2	HEX12	15.8	HEX16	250
TA16	P3-A1	HEX10	13.8	HEX14	139

ACCESSORIES S-T-P-H-SERIES

↗ GASKETS



Shoulder sealing sensors use gaskets as sealing between the sensor and mounting bore. The use of optimised gasket materials reduces additional stress due to thermal expansion and guarantees the best sensor performance over the entire lifetime.

Type	Sensor	Quantity
SG25	H-2, H-6	5 pcs
SG26	H-8	5 pcs
SG03	P1-A1	5 pcs
SG21	P2-A1, P2-B1	1 pc
SG05	P3-A2	5 pcs
SG20	P3-A1	5 pcs
SG01	S-Serie Type 3	1 pc



↗ DUMMY PLUGS

If the sensor is unmounted the port can be closed with a dummy plug. For deep bores a dummy removal tool is available.

	For Sensor	Removal Tool
DG01	S-Series Type 2	TD01
DG04	P1-A1	TD01
DG09	P2-x1	TD01
DG11	P3-A1	TD01
DG12	P3-A2	TD01
DG24	S-Series Type 1	TD13
DG41	T1-x1	TD41



↗ MOUNTING ADAPTER

Mounting adaptors are used to install a smaller sensor into existing or large mounting bores. More adapters are available on request.

	Sensor	Mounting Bore	Recommended Torque
MA01	S-Series Type 1 and 2	P2-x1	6 Nm
MA02	S-Series Type 1 and 2	P3-A1	10 Nm
MA03	S-Series Type 1 and 2	P3-A2	20 Nm
MA04	P2-x1	P3-A2	20 Nm



↗ CABLE MOUNTING TOOLS

TC01	M4x0.35 with HEX4
TC02	M3x0.35 with HEX3.5
TC21	M2x0.25 without HEX

↗ TORQUE WRENCH

TT02	1/4" socket incl. 1/4" SQRT drive TT36 (DIN3120), Torque range: 0.5 ... 4.5 Nm
------	---

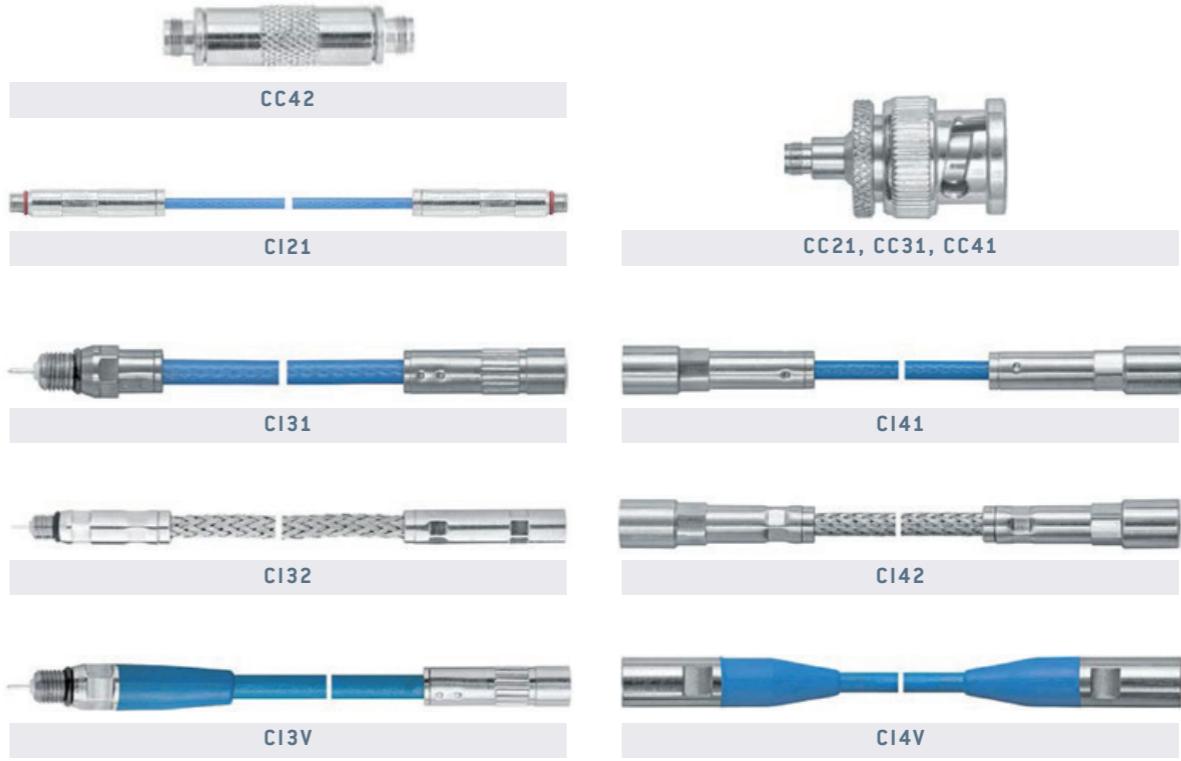
S-T-P-H-SERIES

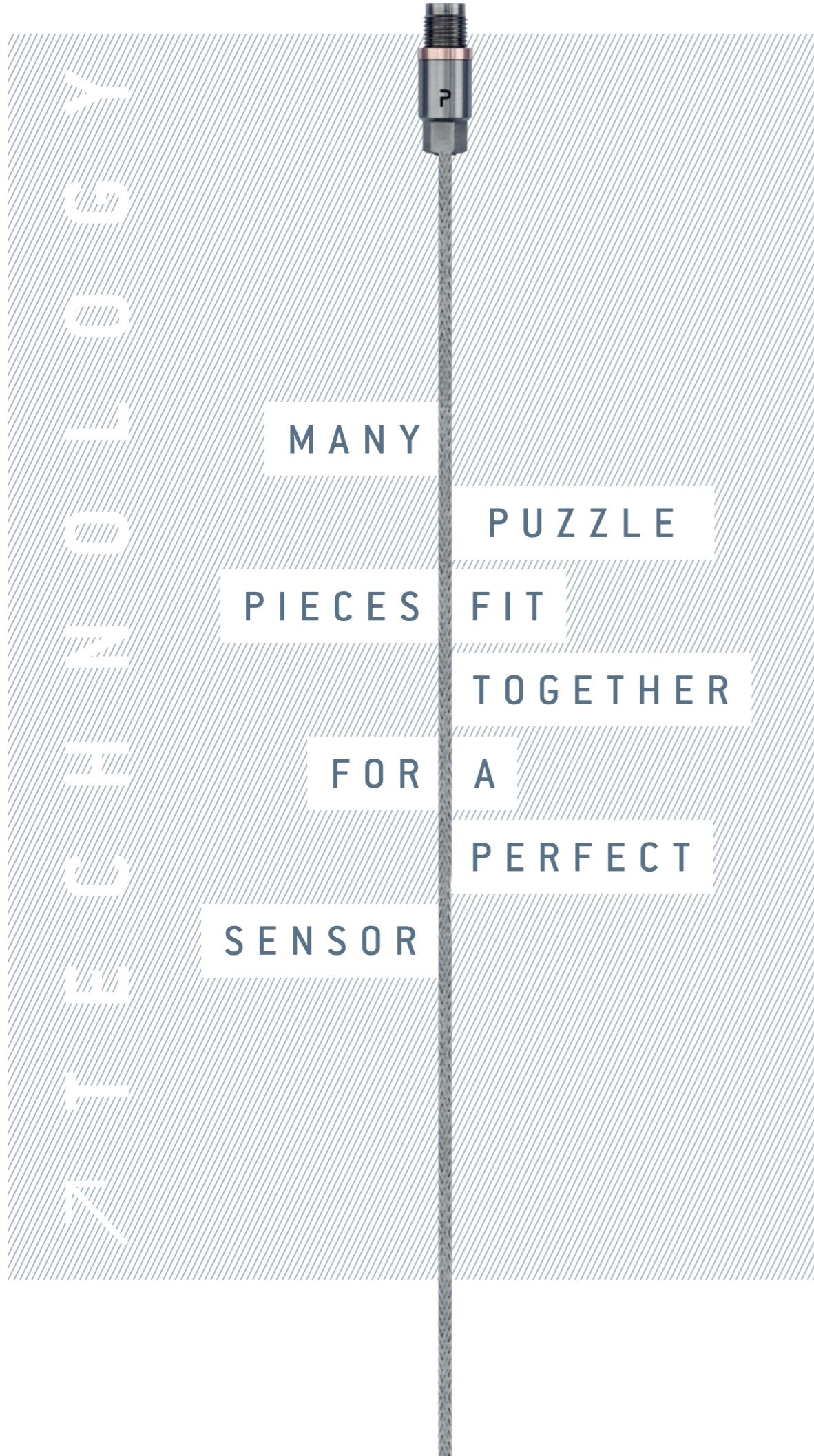
Accessories Overview



*for aluminium, cast iron or standard steel

S-T-P-H-SERIES





**UNIQUE
GaP04
CRYSTALS**

↗ CRYSTAL TECHNOLOGY

- ✓ 100%自社で結晶化
- ✓ 最先端の製造方法

当社は、結晶成長および加工施設を自社で保有している数少ないヨーロッパの企業の1つであり、リン酸ガリウム (GaP04) の単結晶を製造できる世界唯一の企業でもあります。GaP04は特に高温下で使用される高性能圧電センサーに最も適した材料であることに変わりはありません。GaP04は焦電性がなく、温度依存の感度が絶対的に線形であり、高くて均一な剛性により、ほぼ完璧なセンサー動作が可能です。もう一つの利点は、この材料の内部抵抗が非常に高いことです。これは他の圧電材料よりも著しく優れており、特に高温では新しい測定の可能性を実現しています。

圧電素子は、非常に複雑なプロセスで製造されている。まず、単結晶のGaP04を光走査プロセスで結晶の最小の不純物まで調べます。次に、純度の高いGaP04を厳しい角度公差のもとで機械的に加工し、機械的特性と検出特性が規定された検出素子を製造する。これらの検出素子は、それぞれ角や端の品質が完璧であることを目視で検査し、最高品質の素子だけがセンサーに使用されます。この工程は、圧電素子センサーの高い信号品質と最小限のシリアル偏差を可能にするだけでなく、製品の長寿命化にも大きく貢献しています。

SUB MICRON TOLERANCES AND ELECTRON BEAM WELDING: PIECE OF CAKE

↗ JOINING TECHNOLOGY

圧電センサーの場合、特にハイエンドのセンサーでは、力線にあるすべての要素の表面品質と平面平行度が測定に関係します。溶接は、連続的で気密性が高く、まったく異なる材料を接合し、収縮や粒径の変化など、あらゆる面で再現性がなければなりません。そこで当社では、レーザーやパルスアークに加えて、電子ビームを用いた溶接を行っています。この工程により、深さと幅の比率に高い要求を持つ、非常に明確で低公差の化合物を製造することができる。

このような難しい溶接の品質を保証するために、製造工程では定期的な管理が行われています。構成部品は研磨され、エッティングされ、溶接部は顕微鏡で目視確認され、適合性がチェックされます。これは、圧電素子センサーの高い信号品質と少ない性能ばらつきにとって非常に重要であり、その製品寿命の長さに大きく寄与しています。



↗ PRECISION MANUFACTURING

当社では、センサーの品質を維持するため、ほぼすべての部品を自社で製造しています。特殊な課題は、小型で非常に厳しい公差（例えば、高さの公差はしばしばサブマイクロメートルの範囲にある）だけでなく、部品が加工しにくいニッケルベースの合金から製造されていることがあります。これらの合金は、加工に使用する工具と同じように硬く、また、加工時に硬化してしまい、修正できないものもあります。多くの部品は、高い品質基準を満たすために100%管理されています。製造工程では、厳しい測定精度を確保するため、高度な資格を持つ優秀なスタッフによって特殊な精密機械を使用しています。

- 0.2µmの精度を実現する精密加工技術
- 貴金属、セラミック、導電性セラミックなどのコーティング技術
- レーザーや電子ビームによる溶接加工、クリーンルームでの専門スタッフによる組み立て
- 重要部品の100%品質チェックと高度な校正・試験工程
- 重要部品はすべて自社生産し、最高の品質レベルを確保
- すべての製造スタッフは、4年半のフルタイム社内特別研修に合格した後、顧客部品に携わっている

NOBLE METALS, INSULATING AND CONDUCTIVE CERAMICS

↗ COATING TECHNOLOGY

圧電式センサーでは、動作中に微小な電荷が発生し、それを損失なくアンプに運ぶ必要があります。これは、高温になると絶縁材料の絶縁抵抗が著しく低下するため、高温センサー・システムの分野では特に難しい課題となっています。また、化学反応性は温度の上昇とともに大きくなるため、コーティングには高い堅牢性と耐腐食性が求められます。

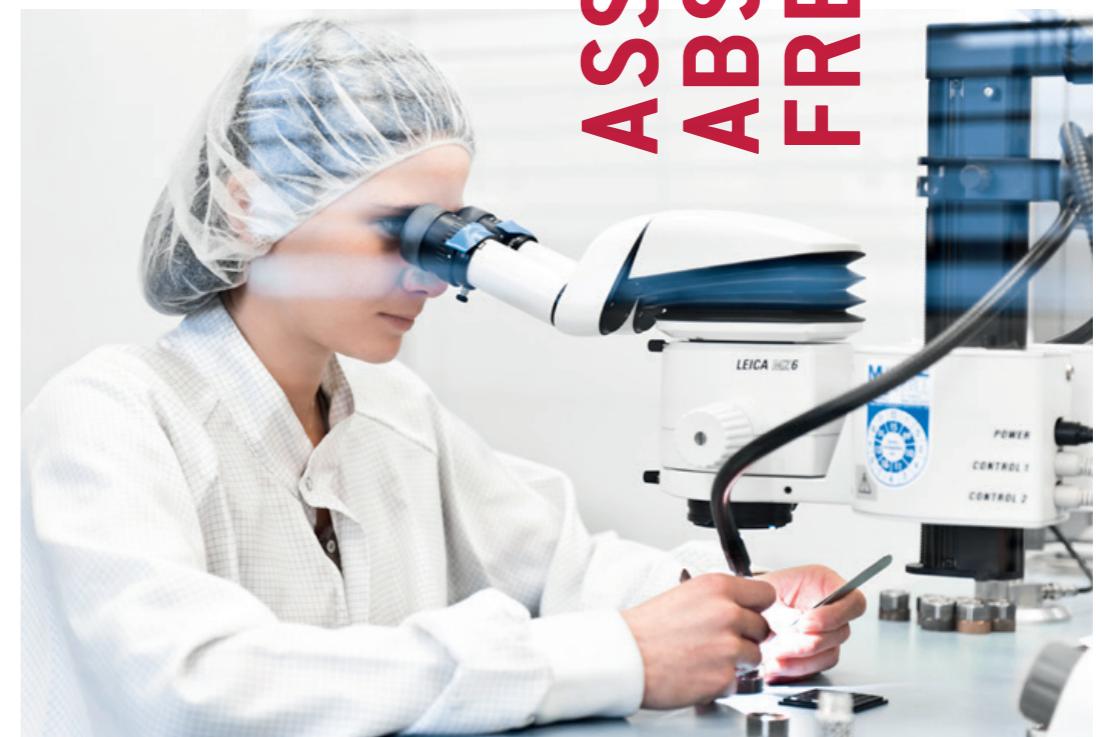
圧電素子には独自のコーティング技術があり、特定の特性を持つさまざまなコーティングを施すことができます。簡単に言えば、表面を導電性または非導電性にする必要があるので、多くの場合、表面は化学的不動態化もされています。コーティング技術には、金やプラチナなど、高品質で高価な材料が必要です。また、数ナノメートルの厚さのセラミック絶縁層を使用することもできます。



↗ ASSEMBLY

圧電式センサーは、可能な限りセンサーの故障率を低く抑えながら、最高の特性を引き出すため、完全に埃のない環境下で組み立てる必要があります。ほんのわずかな不純物でも、測定特性を劣化させ、製品寿命を縮める可能性があります。これを排除するために、すべての部品は複数の工程を経て洗浄され、クリーンルームでセンサーの組み立てが行われています。この極めて清潔な環境のもとで部品の正確な配置のために、精密機器を使用しています。また、特殊な用途では、材料の湿度や乾燥度をコントロールしたり、センサー内部に特殊な気圧を発生させたりしています。これらを巧みに組み合わせることで、精度と耐久性の面で最高の品質基準を満たしながら、最小の性能ばらつきを持つセンサーを製造することができます。

ASSEMBLY IN ABSOLUTELY DUST FREE ENVIRONMENT



GOLD, PALLADIUM, PLATINUM: WHATEVER IT TAKES



↗ CALIBRATION

圧電式センサーは出荷前に校正され、個別の校正記録とともに提供されます。特別な場合には、お客様のもとで直接校正を行います。各校正は、国内および国際的な基準に従って行われ、各校正結果は安全なサーバーに保存されます。

最も有益な校正結果を得るために、重要なセンサーは現実的な条件下で事前調整を行い、動作確認段階を経て校正されます。

この目的のために、当社は、試験用モーターや高温圧力脈動システムなど、特別な校正システムを保持しています。

↗ DESIGN AND MANUFACTURING SERVICES

HIGH PERFORMANCE COMPONENTS

当社では、精密機械部品、光学部品、その他特殊部品の設計・製造サービスも行っています。材料技術、接合技術、コーティング技術、設計技術を駆使して、信頼性と性能の高い製品に仕上げています。

業務内容:

- 既存のコンセプトや 製品に潜在する脆弱性を分析し、それに基づいて改良した設計を開発する。
- 大量生産に適したコンセプトの開発（技術的、商業的に）、および適切な生産技術の選択。
- 特定の要件に対する適合性に関する、異なる材料または材料の組み合わせの比較
- 試作品の設計と製作
- 実験室および現場での試作品の試験と評価
- シミュレーションやその他の研究による重要な特性の特定と評価（応力、温度、耐荷重性、媒体適合性、加速度感度、固有振動数、熱力学的挙動、など）
- 圧電素子試験設備における校正と試験（温度、加速度、圧力、力などに関する加速寿命試験など）。
- 加速寿命試験のための新しい試験システムの開発
- 特定の最終製品テストと物流手配

↗ CUSTOMIZED SENSORS

TAILOR-MADE SOLUTIONS

一般的な用途別提案に加えて、当社はカスタマイズされたセンサー提案も行っています。パートナーやお客様とともに、具体的に用途を分析し、コストとメリットを最大限に生かした理想的なプランをご提案します。

ここで特に重要なのは、達成可能な信号品質と、長期製品耐用年数、ひいては高い信頼性を維持することのバランスです。のために、圧電素子にはさまざまな[技術]があり、それらを組み合わせて理想的な製品を開発することが可能です。

センサー自体に加えて、必要なすべての付属品も開発プロセスで検討されます。完全なケーブル配線（分離可能 / 防水 / 油密 / 高温対応 / 金属強化 / プラグイ

ン）に加え、チャージアンプも設計プロセスに含まれ、特定用途の必要に応じて調整いたします。

もう一つの重要な要素は、製品寿命と潜在的な信号品質を勘案したセンサー取り付け位置の最適化です。この場合、製品の温度、加速度、不要な力、歪みなどに関する最適なセンサー配置のほか、望ましい事前準備という観点からも製品用途を検討いたします。

これらの条件を慎重に調整することで、製品の寿命を大幅に延ばし、最高のデータ品質を保証することができます。個別対応型の圧電式センサーは、年間生産量が少なくて十分対応可能であり、多くの場合、年間50～100個を発注して頂ければ、経済的にも実現可能です。

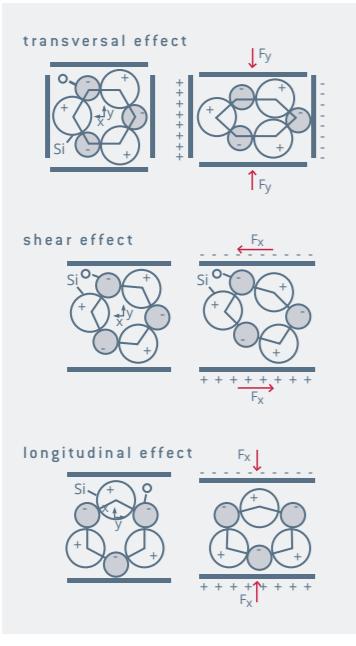
GLOSSARY

GENERAL

PIEZOELECTRICITY

A property of crystals or solids to accumulate charges in response to applied mechanical stress. In crystals that is a property of the unit cell, depending on the composition of the crystal.

PIEZOELECTRIC EFFECT OF QUARTZ:

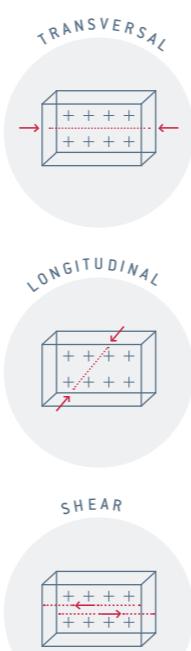


IN CYLINDER MEASUREMENT

Measuring the pressure inside internal combustion engines exposes the sensor to extreme pressure and thermal gradients, mechanical stress and vibration. Still, R&D applications have different requirements than onboard large engines or high performance racing engines, resulting in a wide variety of sensors.

SENSING MODES

Depending how the crystal is cut the charges appear on the surface, where the force is applied (longitudinal) or on a perpendicular surface (transversal). Accelerometers often use shear mode, where charges are generated by a shear force on the crystal.



TEMPERATURE ERROR

As the mechanical properties of the sensor materials change with temperature there are also deviations in the sensitivity. It can be described for rather linear behavior as a coefficient or as a diagram.

PYROELECTRICITY

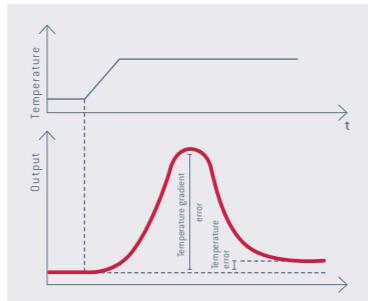
Depending on the crystal lattice, piezoelectric materials may also generate charges due to thermal gradients. GaPO_4 is not pyroelectric, as opposed to piezoelectric ceramics and e.g. Tourmaline.

INSULATION RESISTANCE

A high insulation resistance is crucial for measuring in quasistatic mode for longer periods. For differential output the resistance between the signal leads and between the respective lead and the shield (housing) is measured. The insulation resistance decreases with temperature, but GaPO_4 has also excellent qualities in this regard enabling very low frequency measurements at high temperatures. A common cause for an insulation resistance issue is contamination of the connector, in this case the connector has to be cleaned by a special treatment.

TEMPERATURE GRADIENT ERROR

A temperature change causes an increase of the output signal. This effect is especially high if the piezoelectric material is also Pyroelectric



NATURAL FREQUENCY, RESONANCE FREQUENCY OR EIGENFREQUENCY

Determined by the shape and material constants, respectively the stiffness, of the crystal elements (comparable to a spring) and the mass of the membrane or the seismic mass in accelerometers. It behaves like a mass-spring system with a very defined resonance frequency. Measurements can be made below or above the natural frequency.

POP CORN OR PULSE NOISE

spike-like signals that occur during temperature cycling or gradients due to intrinsic properties of some sensing materials (ceramics) or improper material and surface pairings (stick-slip effect).

PRESSURE SENSOR

PIEZOELECTRIC PRESSURE SENSORS

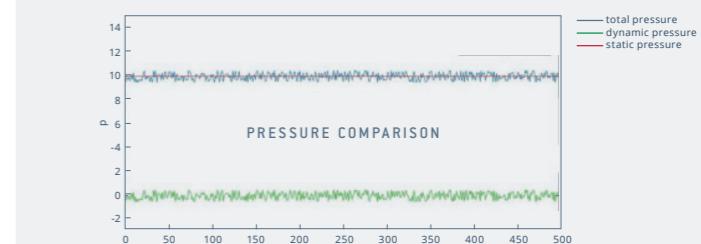
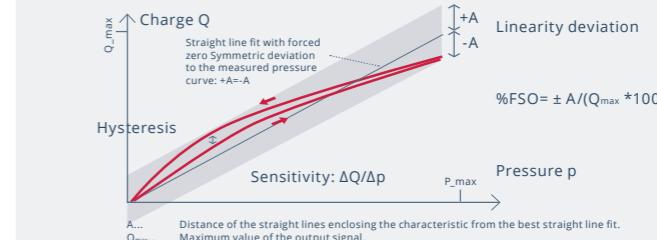
Piezoelectric pressure sensors transform pressure to charge in a direct physical way by converting pressure to force on the sensing elements through a membrane.



LINEARITY [%]

As the sensitivity defines how much signal is generated per pressure unit it is furthermore expected that this sensitivity is the same for all applied pressures. A variation in this context is defined by the term called linearity. The maximum deviation ($+A$, $-A$) is expressed as a percentage of the maximum pressure of the measuring range which is called full scale output (FSO). This value should be as close to zero as possible. Piezocryst uses least square linearity with forced zero.

SENSITIVITY, LINEARITY DEVIATION AND THE HYSTERESIS FOR A PIEZOELECTRIC SENSOR



TOTAL PRESSURE

The sum of static pressure and dynamic pressure.

DYNAMIC (UNSTEADY) PRESSURE

Dynamic pressure is defined as a changing pressure where the rate of change over time is not zero. Dynamic pressure represents the pressure fluctuations around a certain pressure level (static pressure). It is the time variable component of the total pressure.

STATIC (STEADY) PRESSURE

Non-varying pressure. It is therefore constant over time and is the base level of the total pressure. NOTE: For dynamic pressure measurements pressure with a rate of change below 2 Hz is referred to as static pressure.

FREQUENCY RANGE

In general up to half the resonance frequency but can be limited by other factors. Lower value is determined by electronics used and the measurement setup. Frequencies well above the resonance frequency can also be assessed. Grating incidence causes damping at very high frequencies and small membrane sizes.

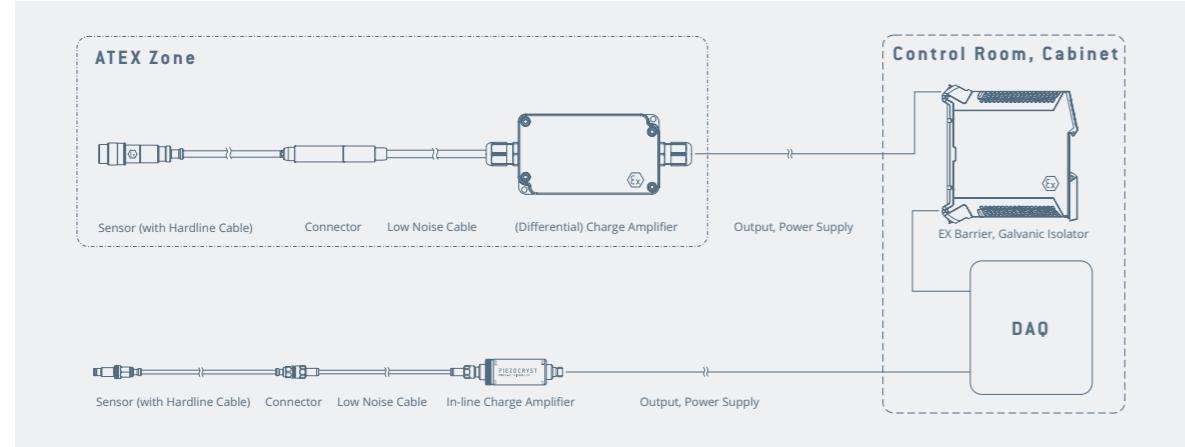
MOUNTING RESONANT FREQUENCY

The aerodynamically driven resonant frequencies due to transducer mounting at the point of measurement, e.g. recess/standoff pipe with transducer mounted at pipe termination resulting in organ pipe resonance. A formula to determine the frequencies can be found below. In the formula L is the length of the recess and c is the speed of sound of the measured fluid. $f = c/4L$ [kHz].

GLOSSARY

PIEZOELECTRIC MEASUREMENT CHAIN AND SIGNAL

EXAMPLES OF TWO PIEZOELECTRIC MEASUREMENT CHAINS



LOW NOISE CABLE

The construction with a dissipative layer and special materials reduces the generation of charges by triboelectricity (friction) from mechanical stress, resulting in lower noise levels. These cables are used to connect the sensor to the charge amplifier.

CHARGE AMPLIFIER WITH 4 – 20 MA OUTPUT

The charge amplifier is supplied by a current loop and modulates the loop current according to the signal. The amplifier is not a current source it is only modulating the supplied current by its internal resistance. For dynamic signals usually 12 mA corresponds to zero level.

HARDLINE AND SOFTLINE CABLES

For temperature reasons some sensors have a metal integral cable, welded directly to the sensor. In a zone of lower temperature a softline low noise extension cable is connected.

NOISE

Any unwanted signal in the measurement system other than the desired output. Noise sources include thermal, acoustic, mechanical and electrical influences like ground loops.

HIGH PASS FILTER AND TIME CONSTANT

An overload of the charge amplifier's reference capacitor, caused by the drift, is prevented by continuous discharge through the feedback resistor. A static signal runs down to zero line in a characteristic discharge curve of a capacitor.

EX BARRIER AND GALVANIC SEPARATOR, GALVANIC ISOLATOR

Ex Barriers like Zener Barriers limit the amount of energy that can enter the circuitry in the Ex Zone. Galvanic isolators operate two circuitries in a way that no direct conduction path is available, which is also effective to break ground loops.

OUTPUT SIGNAL

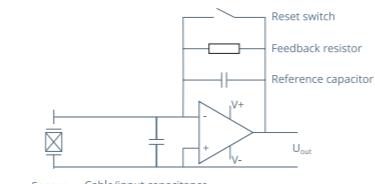
The output of the measurement chain is usually a voltage signal which is subsequently digitized and processed. The frequency range of the output is defined by the charge amplifier. Due to mounting influences, noise and especially filters of the charge amplifiers the output signal often differs significantly from the physical signal.

RESOLUTION AND THRESHOLD

Resolution is usually referred as the ratio between the smallest detectable signal (or threshold) and the full span. Threshold is the smallest change in the measurand or physical signal that results in a change of the electrical output. The sensor itself would detect even smallest signals, so the noise level of the measurement chain is the cause for a certain threshold.

CHARGE AMPLIFIER

better called charge converter, since charges aren't amplified but converted to a current or voltage output. Charge amplifiers are the main reason for the drift of the signal, limiting the ability to measure static signals. This is either compensated by a high pass filter respectively time constant for continuous measurements or a reset in quasistatic measurements.



Working principle of an amplifier with reset and feedback resistor

QUASISTATIC MEASUREMENT

High quality charge amplifiers with high internal resistance are able to measure in a quasistatic mode for some time with only limited drift. Measurements lower than 0.1 Hz are considered quasistatic.

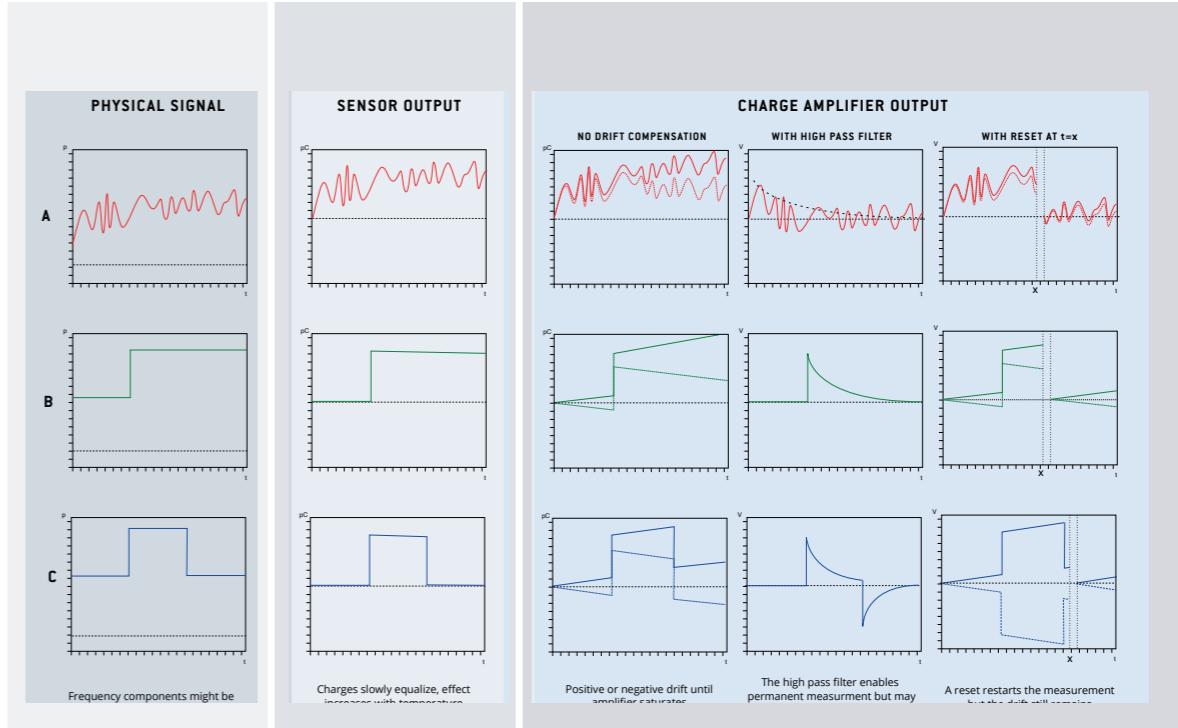
RESET

The reference capacitor is discharged and the output signal set to zero by a switch. Used for quasistatic measurements or repetitive features like in process control.

OVERLOAD AND SATURATION

If the reference (range) capacitor of the charge amplifier is full or saturated, no signal can be read any more. The device is in overload until the capacitor is discharged through the feedback capacitor or a reset.

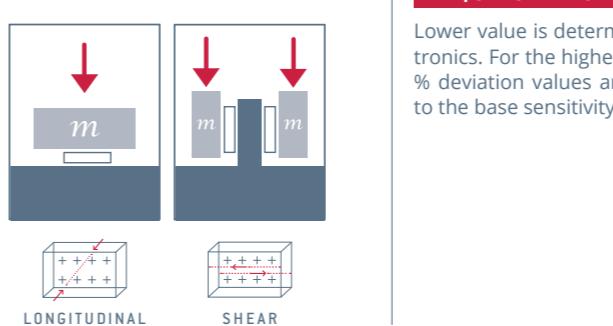
PHYSICAL SIGNAL, SENSOR OUTPUT AND CHARGE AMPLIFIER OUTPUT IN DIFFERENT OPERATING MODES



ACCELEROMETER

PIEZOELECTRIC ACCELEROMETERS

A seismic mass on a piezoelectric sensing element causes a signal that is proportional to the acceleration. The inertia of the mass results in mechanical stress on the elements when the housing is moved. Accelerometers are typically designed either in bulk mode using the longitudinal effect or shear mode.



MOUNTED RESONANCE FREQUENCY

Since the seismic mass can have significant weight compared to the housing the resonant frequency of a free hanging accelerometer would differ from a mounted one (with mass of the housing).

TRANSVERSE SENSITIVITY

Sensitivity in transverse direction of the measurement axis, usually given as % value.

TRANSVERSE SENSITIVITY

Sensitivity in transverse direction of the measurement axis, usually given as % value.

T

S

R

O

Z

E

I

P

E

R

A

E

R

A

E

W

E

W

E

W

E

76

T

S

R

O

Z

E

I

P

E

R

A

E

R

A

E

W

E

W

E

W

E

77

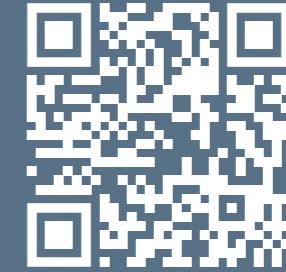


Customer support

Contact us by E-mail or phone:
info@piezocryst.com
+43 316 787 530

Visit us at our website:
www.piezocryst.com

Piezocryst
Advanced Sensorics GmbH
Hans-List-Platz 1 | 8020 Graz
Austria



Visit us!

