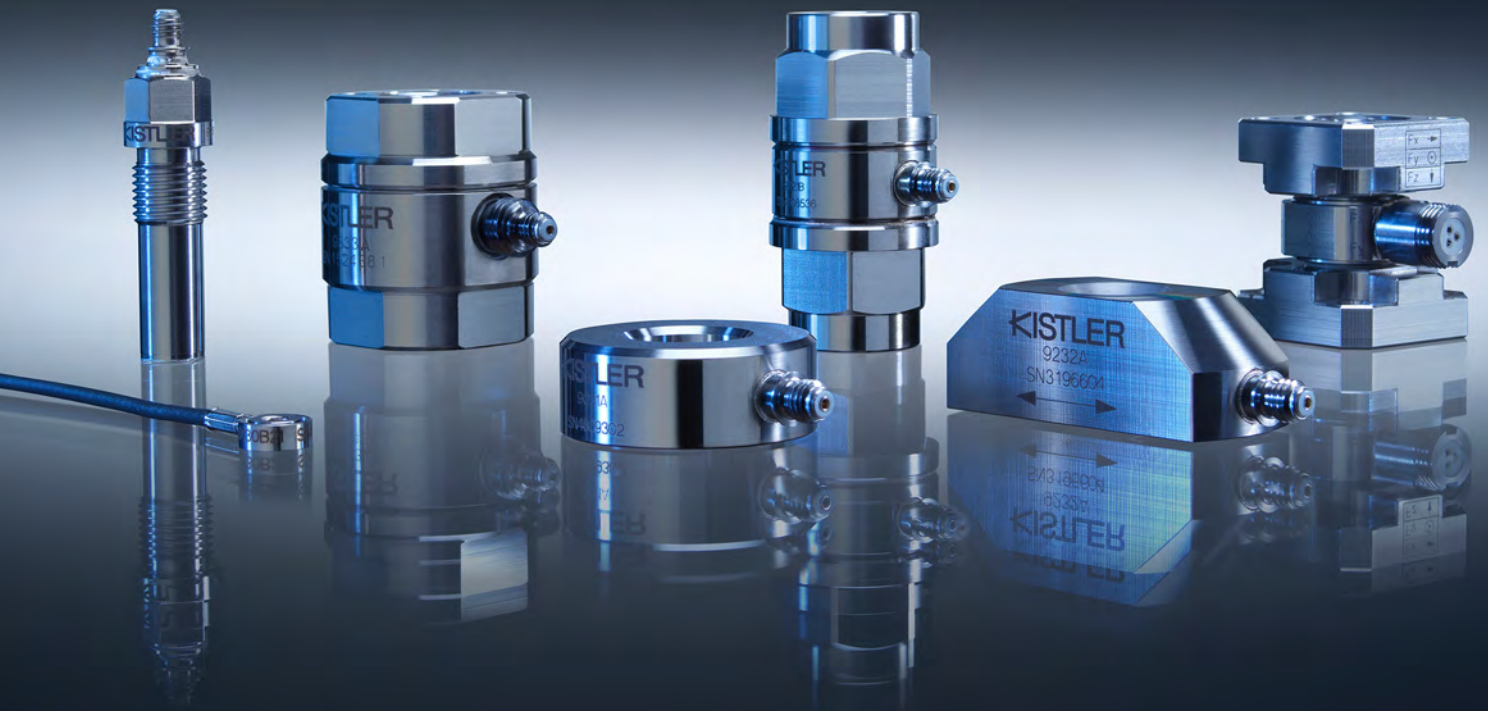




力（荷重）センサ

製造プロセスの見える化によって品質を確保し、コストを低減



明日の世界のために一意専心

キスラーは、センサ、エレクトロニクス、システム、サービスから成る製品群をもとに、測定技術に関する課題に対応するソリューションを手がけています。さらに、私たちは排出ガスの低減、品質管理、モビリティ、車両安全性といった分野において最先端領域を切り開いています。私たちの製品は、世界の基準を満たす最高の性能を発揮し、インダストリー 4.0 の理想的な基盤を提供しています。私たちはこのようにして、お客様のために、そしてお客様とともに革新と成長を実現しようとしています。



キスラーは、エンジンモニタリング、車両の安全性、車両ダイナミクスの進歩を追求しています。私たちの製品が提供するデータは、明日の世界の効率的な車両開発において重要な役割を果たします。



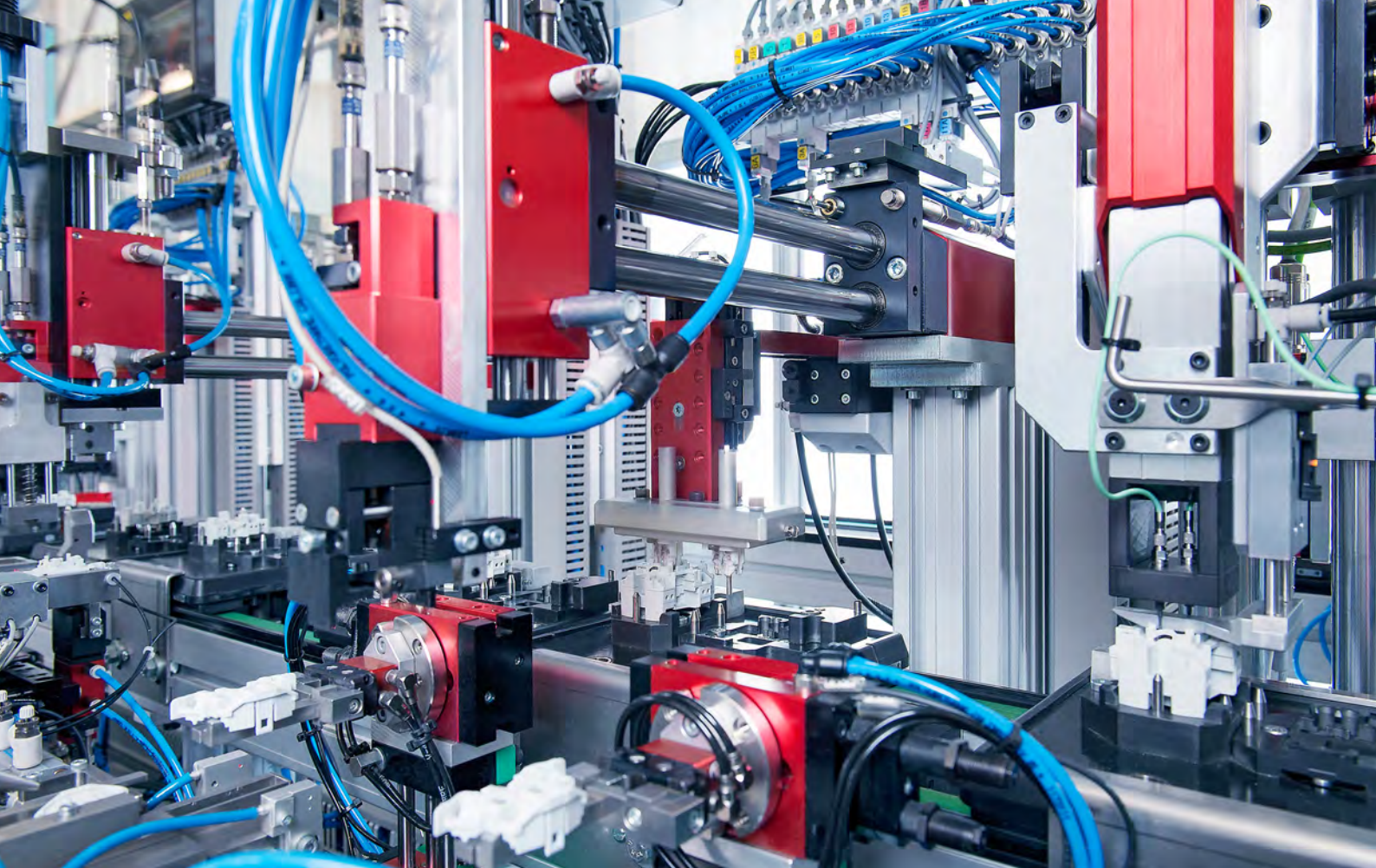
キスラーの測定技術は、スポーツ診断、交通データの収集、切削力解析、さらに過酷な条件下でも絶対に信頼できる測定値が求められる多くのアプリケーションにおいて、最高の成果を保証します。



キスラーのシステムは、ネットワーク化・デジタル化の進んだ製造工程全体をカバーしており、次世代型のスマートファクトリーのプロセス効率と経済性を最大限に高めます。

目次

産業プロセス管理向けの力センサ	4
研究開発向けの力センサ	5
製品概要：力センサ	6
1 成分力センサ	7
多成分力センサ	26
動力計とフォースリンクキット	33
歪センサ	36
ケーブル	40
ケーブルコネクタ	41
アクセサリ – カプリング	50
アクセサリ – エレクトロニクス	51
力測定技術	56
選択の基準	59
校正	68
キスラーが提供する多様なサービス	74
キスラー – 世界中のお客様のために	75



キスラーのセンサは、組立工程や製品試験だけでなく、多くの産業活動で使用されています。

産業プロセス管理向けの力センサ

工業生産の品質と精度の規格は厳しくなる一方で、競争も激しさを増しています。それに対応するためには、生産ライン全体を最適化し、監視することが重要になります。キスラーの測定・システム技術は、こうした要件を満たすために役立ち、不良ゼロの工業生産の基礎を築きます。

自動車業界、医療技術、電子機器をはじめとした分野で常に重視されるのは、最終製品の品質を確保することです。そして、このために様々な厳しい基準が定められています。特に、多くの個別コンポーネントを1つの製品へと組み立てる場合には、あらかじめ各コンポーネントについてサプライヤーが試験を実施する必要があります。これが、最終製品の品質を確保する唯一の方法となります。こうしたケースの多くで唯一のソリューションとなるのが、製造プロセスに監視システムを組み込むことです。

- インプロセス測定によるプロセス監視
- プロセス監視によって不良ゼロ生産を実現
- 早い段階で不良品を検知して品質管理コストを削減
- 計測装置の柔軟性によってプロセス効率を最適化

キスラーの技術によるプロセス効率の最適化

目標となるのは、可能な限り低いコストで不良ゼロの工業生産を実現することです。それに対するキスラーの答えは、プロセス監視を組み込むことで、これによってそれぞれのプロセスステップ中に直接検証できるようになります。このコンセプトを支えるのが、圧電原理に基づくセンサ技術です。このアプローチが、まさに製造プロセスの監視と最適化に適しています。

プラント運営者にとっての品質保証コストの低減

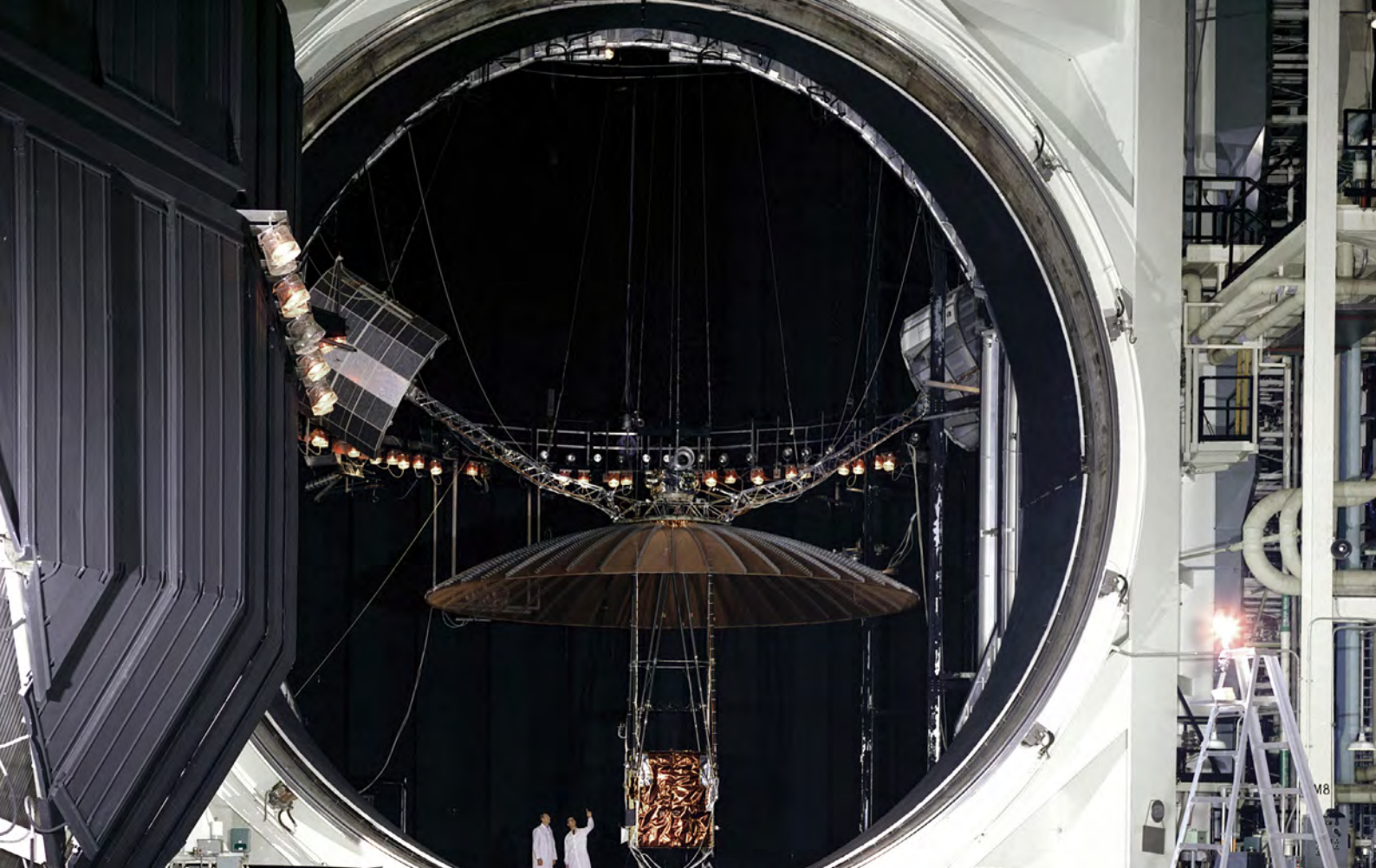
品質保証コストは、プロセス統合型の監視によって低減することができます。このコスト効率に優れたソリューションにより、不良品の市場流出の可能性を低減でき、下流側の組立作業の中断もなくなります。



キスラーによるプロセス効率の向上 – オンラインをご覧ください！

アニメーションをご覧になり、説得力のあるキスラーのトップレベルのソリューションをぜひご体験ください。プロセス効率の最適化を図るための確実な方法となります。
www.kistler.com/maxymos





研究開発向けの力センサ

さらに高く、さらに速く、その先へ：研究開発で技術的に達成可能な限界を押し広げるためには、最大限の信頼性と精度を備えた測定技術が必要となります。キスラーは 60 年以上にわたって新境地を開拓し続けてきました。キスラーは完璧さを追い求め、産業界はもとより、研究分野にとってもファーストチョイスに挙がるパートナーとなっています。

航空宇宙をはじめとした要求レベルの高い産業分野は、極めて困難で、しかも多大なコストのかかる環境に置かれています。キスラーは多くの著名な航空宇宙センターや航空機メーカーと密接に協力して作業しており、試験のノウハウを通じて、パートナーの皆様にも最適した測定装置を提供できるだけでなく、どのお客様の試験機器にも実現可能な最高の性能と信頼性を提供することができます。

キスラーは研究開発において長年にわたる幅広い経験をもち、測定セットアップの設計と構築に関してお客様をサポートできますので、ニーズにお応えし、そのご期待を上回ることができるような広範なノウハウと必要な技術をご提供いたします。

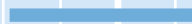
対応分野

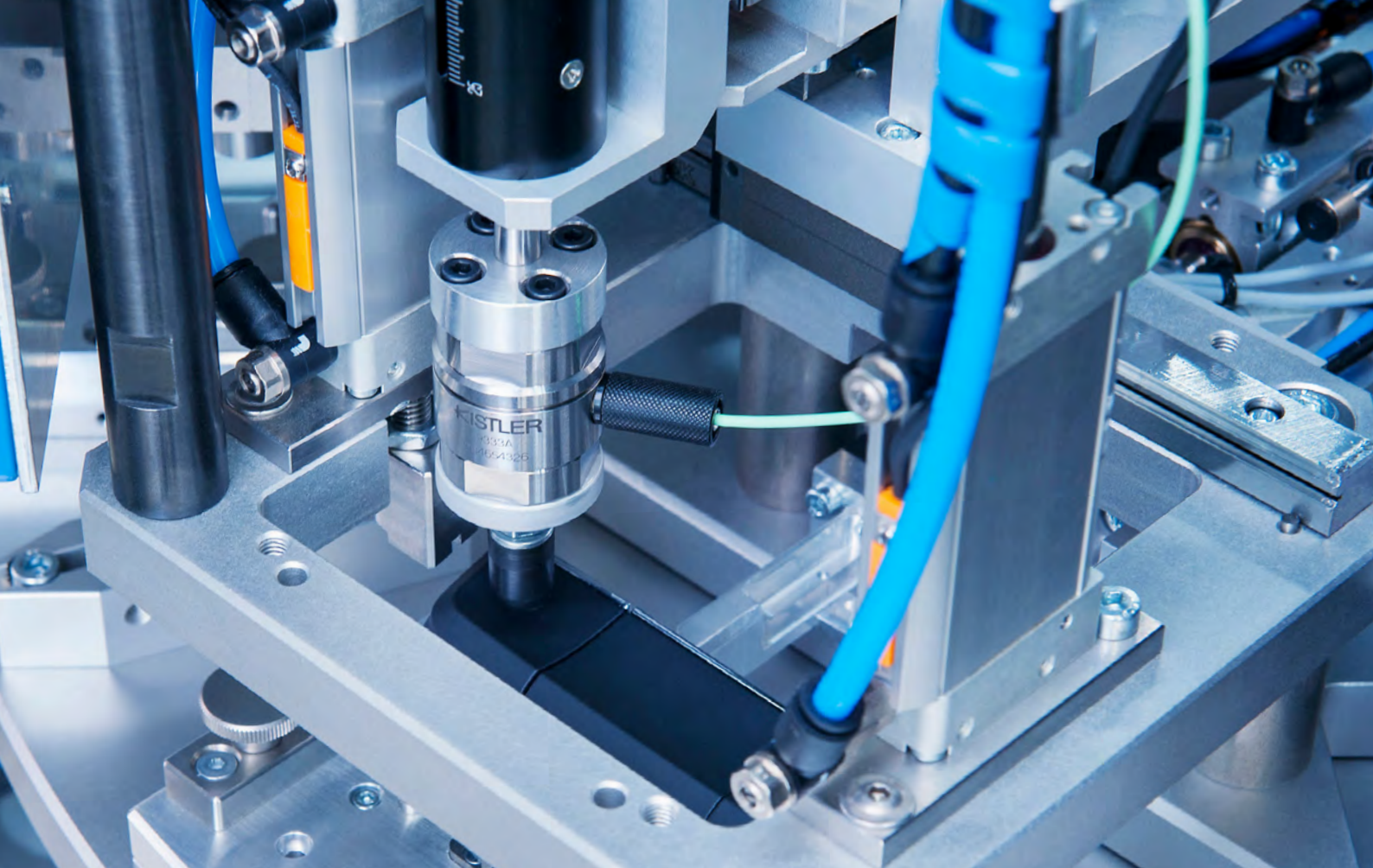
- 航空宇宙技術
- 輸送・交通
- 自動車工学
- 造船・海運
- エネルギー・環境技術
- オイル／ガス
- 化学
- 製薬
- 半導体・エレクトロニクス
- 製紙・パルプ
- 飲食産業
- 建設・鉱業
- 医療技術
- 機械工学
- 大学での研究

製品概要：力センサ

圧電式センサ

直接力測定	測定方向	プリロード済	校正済	■N ■N・m	ページ
	力センサ	F_z			8, 14 ~ 15
	フォースリンク	F_z			10 ~ 11
	プレスフォースセンサ	F_z			12 ~ 13
	薄型フォースリンク	F_z			16 ~ 17
	薄型フォースリンク	F_z			18 ~ 19
	薄型せん断力センサ	F_y			20 ~ 21
	高感度力センサ	F_z			22 ~ 23
	小型力センサ	F_z			24 ~ 25
	2成分力センサ	F_z, M_z		 	27
	3成分力センサ	$F_{x,y,z}$			28 ~ 29
	3成分フォースリンク	$F_{x,y,z}$			30 ~ 31
	6成分力センサ	$F_{x,y,z}, M_{x,y,z}$		 	32
	動力計	$F_{x,y,z}, M_{x,y,z}$		 	34 ~ 35

間接力測定	測定方向	プリロード済	校正済	$\mu\epsilon$	ページ
	ハイセンス歪センサ	$\mu\epsilon$			37
	歪メジャリングピン	$\mu\epsilon$			38 ~ 39



1 成分力センサ

キスラーの力センサは、水晶の優れた圧電特性を利用しており、これがキスラーのセンサ技術の基礎となっています。

ワッシャ型力センサは、標準的な圧電式測定素子です。センサ素子自体にもわずかなプリロードがかけられています。センサ素子は既存の機械装置の力の加わる場所に必要なプリロードをかけて組込まれます。このプリロードが無負荷時のゼロ点に相当します。

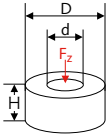
キスラーのフォースリンクとプレスフォースセンサはそのまま設置することができ、すぐに使用できます。プリロードのかかった水晶圧電式フォースリンクは工場で校正されており、圧縮力と引張力の測定に最適です。

キスラーの高感度力センサは、非常に小さな力を測定するために設計されています。この内部構造により、センサは最大 30 倍感度が高く、ごく小さな力でも信頼のおける測定が可能です。

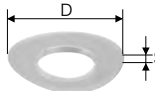
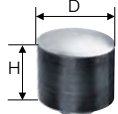
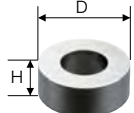
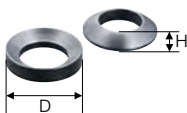
利点

- 高剛性で高い固有振動数
- 高い許容過負荷
- 優れた耐久性
- コンパクト
- 広範な測定範囲
- 力の流路で直接測定
- 高精度な測定が可能
- 種類の豊富なセンサ

1 成分力センサ

技術データ		型式	9001C	9011C	9021C	9031C
						
測定範囲	$F_z^{1)}$	kN	0 ~ 7.5	0 ~ 15	0 ~ 35	0 ~ 60
校正範囲	F_z	kN	0 ~ 6 ²⁾	0 ~ 12 ²⁾	0 ~ 28 ²⁾	0 ~ 48 ²⁾
	F_z	kN	0 ~ 0.6 ²⁾	0 ~ 1.2 ²⁾	0 ~ 2.8 ²⁾	0 ~ 4.8 ²⁾
感度	$F_z^{1)}$	pC/N	≒ -4.1	≒ -4.2	≒ -4.4	≒ -4.4
寸法	D	mm	10.3	14.5	22.5	28.5
	d	mm	4.1	6.5	10.5	13
	H	mm	6.5	8	10	11
剛性	$c_{A,z}$	kN/μm	≒ 1.1	≒ 1.6	≒ 3.3	≒ 5.2
重量		g	3	7	20	36
使用温度範囲 ³⁾		°C	-70 ~ 200	-70 ~ 200	-70 ~ 200	-70 ~ 200
コネクタ			KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級						
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1631C...)		IP65	•	•	•	•
コネクタ一体型ケーブル (例: 1983AD...)		IP68	•	•	•	•
プリローディングボルト ⁴⁾ ねじ径 × ピッチ / 長さ プリロード力		型式	9422A01	9422A11	9422A21	9422A31
		Fv (kN)	M3x0.5/19 2.5	M5x0.8/25 6	M8x1.25/38 15	M10x1.5/45 30

アクセサリ

プリローディングキット ねじ径 × ピッチ / 長さ プリロード力		型式	9420A01	9420A11	9420A21	9420A31
		Fv (kN)	M3 × 0.5/22 4	M5 × 0.5/28 7	M8 × 1/40 18	M10 × 1/46 30
絶縁ワッシャ 寸法		型式		9517	9527	9537
		D (mm) S (mm)		14 0.125	22 0.125	28 0.125
カ伝達キャップ 寸法		型式	9509	9519	9529	9539
		D (mm) H (mm)	10 10	14 15	22 20	28 25
カ伝達リング 寸法		型式	9505	9515	9525	9535
		D (mm) H (mm)	10 6	14 8	22 10	28 11
球面ワッシャ 寸法		型式		9513	9523	9533
		D (mm) H (mm)		12 4	21 6	24 7

¹⁾ プリロードをかけていない状態

²⁾ 測定範囲の 20% のプリロードを与えた状態で校正

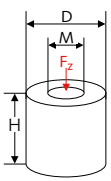
³⁾ 使用温度範囲は使用するケーブルによって異なる

⁴⁾ 標準付属品

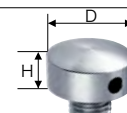
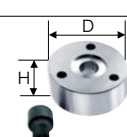
9041C	9051C	9061C	9071C	9081B	9091B
					
0 ~ 90	0 ~ 120	0 ~ 200	0 ~ 400	0 ~ 650	0 ~ 1,200
0 ~ 72 ²⁾ 0 ~ 7.2 ²⁾	0 ~ 96 ²⁾ 0 ~ 9.6 ²⁾	0 ~ 160 ²⁾ 0 ~ 16 ²⁾	0 ~ 320 ²⁾ 0 ~ 32 ²⁾	0 ~ 650 0 ~ 52	0 ~ 1,200 0 ~ 96
≒ -4.4	≒ -4.4	≒ -4.4	≒ -4.4	≒ -2.15	≒ -2.1
34.5 17 12	40.5 21 13	52.5 26.5 15	77.2 40.5 17	100 40.5 22	145 72 28
≒ 7.5	≒ 9.8	≒ 15.4	≒ 27.7	≒ 35.7	≒ 52.3
70	80	157	370	910	2 180
-70 ~ 200	-70 ~ 200	-70 ~ 200	-70 ~ 200	-40 ~ 120	-40 ~ 120
KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
• •	• •	• •	• •	• •	• •
9422A41 M12x1.75/52 45	9422A51 M14x2/59 60				

9420A41 M12 × 1/60 45	9420A51 M14 × 1.5/62 60	9420A61 M20 × 1.5/80 100	9420A71 M27 × 2/102 200	9455 M40 × 2 325	9456 M64 × 3 600 (油圧)
9547 34 0.125	9557 40 0.125	9567 52 0.125	9577 75 0.125		
9549 34 30	9559 40 40	9569 52 50	9579 75 60		
9545 34 12	9555 40 13	9565 52 15	9575 75 17		
9543 30 8	9553 36 10	9563 52 14	9573 75 20		

1 成分フォースリンク

技術データ			型式	9301C	9311C	9321C
						
測定範囲	F_z	kN		-3 ~ 3	-6 ~ 6	-14 ~ 14
校正範囲	F_z	kN		0 ~ 3	0 ~ 6	0 ~ 14
	F_z	kN		0 ~ -3	0 ~ -6	0 ~ -14
	F_z	kN		0 ~ 0.03	0 ~ 0.06	0 ~ 0.14
感度	F_z	pC/N		≈ -3.1	≈ -3.4	≈ -3.7
寸法	D	mm		11	15	23
	H	mm		25	30	45
	M			M5	M6	M10
剛性	$c_{A,z}$	kN/ μ m		≈ 0.245	≈ 0.398	≈ 0.724
固有振動数	$f_n(z)$	kHz		≈ 58.5	≈ 50.6	≈ 41.2
重量		g		14	28	90
使用温度範囲 ¹⁾		°C		-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120
コネクタ				KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級						
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1631C...)		IP65		•	•	•
コネクタ型ケーブル (例: 1983AD...)		IP68		•	•	•
接地絶縁あり				•	•	•
プリロード済				•	•	•
校正済				•	•	•

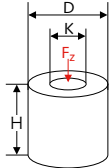
アクセサリ

力伝達キャップ 寸法 			型式	9500A0	9500A1	9500A2
			D (mm)	8.5	12.5	18
			H (mm)	4	6	9
フランジ 寸法 			型式	9501A0	9501A1	9501A2
			D (mm)	25	34	44
			H (mm)	9	11	18

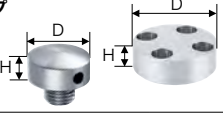
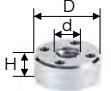
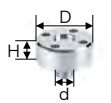
¹⁾ 使用温度範囲は使用するケーブルによって異なる

9331C	9341C	9351C	9361C	9371C
				
-24 ~ 24	-36 ~ 36	-48 ~ 48	-80 ~ 80	-160 ~ 160
0 ~ 24 0 ~ -24 0 ~ 0.24	0 ~ 36 0 ~ -36 0 ~ 0.36	0 ~ 48 0 ~ -48 0 ~ 0.48	0 ~ 80 0 ~ -80 0 ~ 0.8	0 ~ 160 0 ~ -160 0 ~ 1.6
≒ -3.9	≒ -3.9	≒ -3.9	≒ -4.0	≒ -3.9
29 52 M12	35 62 M16	41 72 M20	53 88 M24	76 108 M30
≒ 0.550	≒ 1.51	≒ 1.756	≒ 2.597	≒ 4.794
≒ 20.7	≒ 29.7	≒ 27.9	≒ 23.8	≒ 19.9
170	330	480	1 020	2 500
-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120
KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
9500A3 23 12	9500A4 31 15	9500A5 35 18	9500A6 45 22	9500A7 64 32
9501A3 56 22	9501A4 70 29	9501A5 84 37	9501A6 102 44	9501A7 136 53

1 成分小型プレスフォースセンサ

技術データ			型式	9313AA1	9313AA2	9323AA	9323A
							
測定範囲	F_z	kN		0 ～ 5	0 ～ 20	0 ～ 10	0 ～ 20
許容引張り	F_z	kN		0 ～ -0.5	0 ～ -2	0 ～ -1	0 ～ -2
校正範囲	F_z	kN		0 ～ 0.05	0 ～ 0.2	0 ～ 0.1	0 ～ 0.2
	F_z	kN		0 ～ 0.5	0 ～ 2	0 ～ 1	0 ～ 2
	F_z	kN		0 ～ 5	0 ～ 20	0 ～ 10	0 ～ 20
感度	F_z	pC/N		≒ -10	≒ -10	≒ -9.6	≒ -3.9
出力信号	V						
寸法	D	mm		13	19	20	20
	K	mm		M2.5	M4	M5 × 0.5	M5 × 0.5
	H	mm		10	14	26	26
剛性	$c_{A,z}$	kN/μm		≒ 0.56	≒ 1.50	≒ 1.30	≒ 1.20
固有振動数	$f_n(z)$	kHz		>38	>35	>74.5	>72
重量	g			10	25	50	47
使用温度範囲 ¹⁾	℃			-40 ～ 120	-40 ～ 120	-40 ～ 120	-40 ～ 120
コネクタ				KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級							
ねじ式コネクタ付きケーブル (例：1631C...)			IP65	●	●	●	●
コネクタ一体型ケーブル (例：1983AD...)			IP68	●	●	●	●
ねじ式コネクタ付きケーブル (例：1787A...)			IP67				
プリロード済				●	●	●	●
校正済				●	●	●	●

アクセサリ

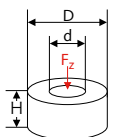
フランジ 寸法		型式	9580A7	9580A8	9580A9	9580A9
		D (mm)	27	35	40	40
		H (mm)	7	8	8	8
力伝達キャップ 寸法		型式	9500A00	9500A01	9582A9	9582A9
		D (mm)	6	10.5	20	20
		H (mm)	3	5	8.5	8.5
取付ロット 寸法		型式	9590A7	9590A8		
		D (mm)	5	10		
		L (mm)	12.5	20.5		
雌ねじアダプタ 寸法		型式			9584A9	9584A9
		D (mm)			20	20
		H (mm)			8	8
雄ねじアダプタ 寸法		型式			9586A9	9586A9
		D (mm)			20	20
		H (mm)			8	8

¹⁾ 使用温度範囲は使用するケーブルによって異なる

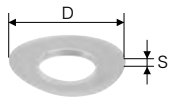
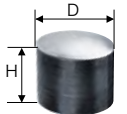
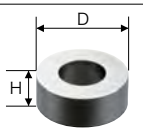
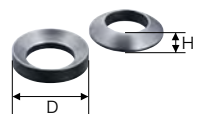
9333A	9343A	9363A	9383A	9393A	9337A40
					
0 ~ 50	0 ~ 70	0 ~ 120	0 ~ 300	0 ~ 700	0 ~ 70
0 ~ -5	0 ~ -10	0 ~ -20	0 ~ -50	0 ~ -120	
0 ~ 0.5	0 ~ 0.7	0 ~ 1.2	0 ~ 3	0 ~ 7	0 ~ 5
0 ~ 5	0 ~ 7	0 ~ 12	0 ~ 30	0 ~ 70	0 ~ 50
0 ~ 50	0 ~ 70	0 ~ 120	0 ~ 300	0 ~ 700	
≈ -3.9	≈ -3.9	≈ -3.8	≈ -1.9	≈ -1.9	
					0 ~ 10
30	36	54	100	145	50
M9 × 0.5	M13 × 1	M20 × 1.5	S28 × 2	31	45
34	42	60	130	190	
≈ 2.30	≈ 2.60	≈ 4.40	≈ 7.90	≈ 10.0	≈ 2.34
>55	>47	>35	>17	>11.3	>32
137	240	800	6490	18663	520
-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-10 ~ 70
KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	M12 × 1 8 ピン、 シールドケーブル
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•

9580A0 62 11	9580A1 70 13	9580A2 100 22	9580A4 180 30	9580A6 220 48	9594A1 80 13
9582A0 30 11	9582A1 36.5 13	9582A2 56 22	9582A4 100 50	9582A6 145 80	9582A1 36.5 13
9584A0 30 11	9584A1 36.5 14	9584A2 56 21	9584A4 100 30	9584A6 150 48	9584A1 36.5 14
9586A0 30 11	9586A1 36.5 14	9586A2 56 21	9586A4 100 30	9586A6 150 48	9586A1 36.5 14

1 成分力センサ

技術データ			型式	9101C	9102C
					
測定範囲	$F_z^{1)}$	kN		0 ~ 20	0 ~ 50
校正範囲	非校正品				
感度	$F_z^{1)}$	pC/N		≈ -4.4	≈ -4.4
寸法	D	mm		14.5	22.5
	d	mm		6.5	10.5
	H	mm		8	10
剛性	$c_{A,z}$	kN/ μ m		≈ 1.6	≈ 3.3
重量		g		7	20
使用温度範囲 ²⁾		°C		-40 ~ 120	-40 ~ 120
コネクタ				KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級					
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1631C...)			IP65	•	•
コネクタ型ケーブル (例: 1983AD...)			IP68	•	•

アクセサリ

プリローディングボルト ねじ径 × ピッチ / 長さ プリロード力		型式 F_v (kN)	9422A11 M5 × 0.8 / 26 5	9422A21 M8 × 1.25 / 39 10
プリローディングキット ねじ径 × ピッチ / 長さ プリロード力		型式 F_v (kN)	9420A11 M5 × 0.5 / 28 7	9420A21 M8 × 1 / 40 18
絶縁ワッシャ 寸法		型式 D (mm) S (mm)	9517 14 0.125	9527 22 0.125
力伝達キャップ 寸法		型式 D (mm) H (mm)	9519 14 15	9529 22 20
力伝達リング 寸法		型式 D (mm) H (mm)	9515 14 8	9525 22 10
球面ワッシャ 寸法		型式 D (mm) H (mm) (合計)	9513 12 4	9523 21 6

¹⁾ プリロードをかけていない状態

²⁾ 使用温度範囲は使用するケーブルによって異なる

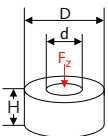
9103C	9104C	9105C	9106C	9107C
-------	-------	-------	-------	-------



0 ~ 100	0 ~ 140	0 ~ 190	0 ~ 330	0 ~ 700
≒ -4.4	≒ -4.4	≒ -4.4	≒ -4.4	≒ -4.4
28.5 13 11	34.5 17 12	40.5 21 13	52.5 26.5 15	77.5 40.5 17
≒ 5.2	≒ 7.5	≒ 9.8	≒ 15.4	≒ 27.7
36	70	80	157	370
-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120
KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
• •	• •	• •	• •	• •

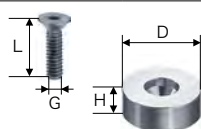
9422A31 M10 × 1.5/46 20	9422A41 M12 × 1.75/53 30	9422A51 M14 × 2/60 40		
9420A31 M10 × 1/46 30	9420A41 M12 × 1/60 45	9420A51 M14 × 1.5/62 60	9420A61 M20 × 1.5/80 100	9420A71 M27 × 2/102 200
9537 28 0.125	9547 34 0.125	9557 40 0.125	9567 52 0.125	9577 75 0.125
9539 28 25	9549 34 30	9559 40 40	9569 52 50	9579 75 60
9535 28 11	9545 34 12	9555 40 13	9565 52 15	9575 75 17
9533 24 7	9543 30 8	9553 36 10	9563 52 14	9573 75 20

1 成分薄型力センサ (SLS)

技術データ		型式	9130C...	9132C...	9133C...
					
測定範囲	$F_z^{1)}$	kN	0 ~ 3	0 ~ 7	0 ~ 14
校正範囲	非校正品				
感度	$F_z^{1)}$	pC/N	≈ -3.7	≈ -3.8	≈ -3.8
寸法	D	mm	8	12	16
	d	mm	2.7	4.1	6.1
	H	mm	3	3	3.5
剛性	$c_{A,z}$	kN/ μ m	≈ 1	≈ 2.3	≈ 3.2
重量 (ケーブルを除く)		g	1	2	3
使用温度範囲		$^{\circ}$ C	-40 ~ 120	-40 ~ 120	-40 ~ 120
コネクタ (ケーブル一体型)			KIAG 10-32 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス)
IEC/EN 60529 による保護等級		IP65	•	•	•

アクセサリ

プリロード ディスク 寸法



型式	9410A0	9410A2	9410A3
G	M2	M2.5	M3
L (mm)	8	8	10
D (mm)	8	12	16
H (mm)	3.5	3.5	4.25

¹⁾ プリロードをかけていない状態

1 成分薄型力センサ (SLS) セット 2 ~ 4 個

技術データ		型式	9130CA...	9132CA...	9133CA...
					
セットの構成内容		型式	9130C	9132C	9133C
コネクタ (センサ単体で取外し不可)			Fischer 7 ピン フランジ (メス)	Fischer 7 ピン フランジ (メス)	Fischer 7 ピン フランジ (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級 ケーブル接続時 (例: 1971A...)		IP65	•	•	•

9134C...

9135C...

9136C...

9137C...



0 ~ 26

0 ~ 36

0 ~ 62

0 ~ 80

≈ -3.8

≈ -3.8

≈ -3.8

≈ -3.8

20
8.1
3.5

24
10.1
3.5

30
12.1
4

36
14.1
5

≈ 5.9

≈ 8.2

≈ 13.2

≈ 19

5

7

14

27

-40 ~ 120

-40 ~ 120

-40 ~ 120

-20 ~ 120

KIAG 10-32 一体型 (オス)

KIAG 10-32 一体型 (オス)

KIAG 10-32 一体型 (オス)

KIAG 10-32 一体型 (オス)

•

•

•

•

9410A4

M4
10
20
4.25

9410A5

M5
10
24
4.25

9410A6

M6
14
30
5.5

9410A7

M8
16
36
7

9134CA...

9135CA...

9136CA...

9137CA...

9134C

Fischer 7 ピン
フランジ (メス)

9135C

Fischer 7 ピン
フランジ (メス)

9136C

Fischer 7 ピン
フランジ (メス)

9137C

Fischer 7 ピン
フランジ (メス)

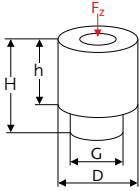
•

•

•

•

1 成分薄型フォースリンク

技術データ			型式	9173C...	9174C
  					
測定範囲	F_z	kN		-3 ~ 12	-5 ~ 20
校正範囲	F_z	kN		0 ~ 12	0 ~ 20
感度	F_z	pC/N		≒ -3.5	≒ -3.5
寸法	D	mm		18	22
	H	mm		22	24
	h	mm		14	16
	G			M12 × 1.25	M16 × 1.5
剛性	$c_{A,z}$	kN/μm		≒ 0.7	≒ 1.2
固有振動数	$f_n (z)$	kHz		≒ 74	≒ 66
重量 (ケーブルを除く)		g		28	40
使用温度範囲		°C		-20 ~ 80	-20 ~ 80
コネクタ ¹⁾ (ケーブル一体型)				KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級	IP65			•	•
接地絶縁あり				•	•
プリロード済				•	•
校正済				•	•
カップリング (型式 1729A) を装着 (KIAG 10-32 (オス) - 10-32 (オス))				•	•

アクセサリ

力伝達キャップ			型式	9416A3	9416A4
寸法	D (mm)			14	18
	H (mm)			6	8

¹⁾ プラグカップリング (型式 1729A2)

9175C

-8 ~ 30

0 ~ 30

≈ -3.5

26
28
19
M20 × 1.5

≈ 1.6

≈ 57

81

-20 ~ 80

KIAG 10-32 (メス)

-
-
-
-
-

9176C

-16 ~ 60

0 ~ 60

≈ -3.5

32
34
23
M24 × 2

≈ 2.4

≈ 47

147

-20 ~ 80

KIAG 10-32 (メス)

-
-
-
-
-

9177C

-20 ~ 75

0 ~ 75

≈ -3.5

38
38
28
M30 × 2

≈ 3.4

≈ 40

227

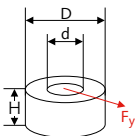
-20 ~ 80

KIAG 10-32 (メス)

-
-
-
-
-

9416A522
9**9416A6**28
9**9416A7**34
9.8

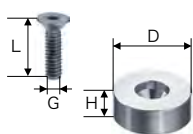
1 成分薄型せん断力センサ (SLS)

技術データ		型式	9143B...	9144B...
  				
測定範囲	F_y	kN	-0.9 ~ 0.9	-1.7 ~ 1.7
校正範囲	非校正品			
感度	F_y	pC/N	≈ -6.5	≈ -7.5
寸法	D	mm	16	20
	d	mm	6.1	8.1
	H	mm	3.5	3.5
剛性 (Z 軸)	$c_{A,z}$	kN/ μ m	≈ 3	≈ 6.3
剛性 (Y 軸)	$c_{S,y}$	kN/ μ m	≈ 1.2	≈ 2.4
重量 (ケーブルを除く)	g		3	5
使用温度範囲	$^{\circ}\text{C}$		-20 ~ 120	-20 ~ 120
コネクタ (ケーブル一体型)			KIAG 10-32 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス)
IEC/EN 60529 による保護等級	IP65		•	•

アクセサリ

プリローディング ディスク

締付けトルク



型式
G
L (mm)
D (mm)
H (mm)
M (N·m)

9410A3
M3
10
16
4.25
10

9410A4
M4
10
20
4.25
23

1 成分薄型せん断力センサ (SLS) セット 2 ~ 4 個

技術データ		型式	9143BA...	9144BA...
				
セットの構成内容	型式	9143B	9144B	
コネクタ (センサ単体で取外し不可)		Fischer 7ピン フランジ (メス)	Fischer 7ピン フランジ (メス)	
IEC/EN 60529 による保護等級 ケーブル接続時 (例：1971A...)	IP65	●	●	

9145B...



-2.7 ~ 2.7

≈ -7.5

24
10.1
3.5

≈ 7.8

≈ 3.1

7

-20 ~ 120

KIAG 10-32 一体型 (オス)

•

9146B...



-4 ~ 4

≈ -7.5

30
12.1
4

≈ 12.8

≈ 5.1

14

-20 ~ 120

KIAG 10-32 一体型 (オス)

•

9147B...



-8 ~ 8

≈ -8.1

36
14.1
5

≈ 18.8

≈ 7.1

27

-20 ~ 120

KIAG 10-32 一体型 (オス)

•

9410A5

M5
10
24
4.25
46

9410A6

M6
14
30
5.5
79

9410A7

M8
16
36
7
135

9145BA...

9146BA...

9147BA...

9145B

Fischer 7 ピン
フランジ (メス)

•

9146B

Fischer 7 ピン
フランジ (メス)

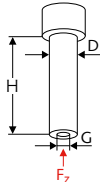
•

9147B

Fischer 7 ピン
フランジ (メス)

•

1 成分高感度力センサ

技術データ			型式	9205	9207
					
測定範囲	F_z	N		-50 ~ 50	-50 ~ 50
校正範囲	F_z	N		0 ~ -0.5 / 0 ~ 0.5	0 ~ -0.5 / 0 ~ 0.5
	F_z	N		0 ~ -5 0 ~ 5	0 ~ -5 0 ~ 5
	F_z	N		0 ~ -50 0 ~ 50	0 ~ -50 0 ~ 50
感度	F_z	pC/N		≒ -115	≒ -115
寸法	D			M10 × 1	M10 × 1
	H	mm		28.5	28.5
	G			M3 (雌ねじ)	M3 (雌ねじ)
剛性	$c_{A,z}$	N/μm		≒ 4	≒ 4
固有振動数	$f_n(z)$	kHz		>10	>10
重量		g		19	19
使用温度範囲 ¹⁾		°C		-50 ~ 150	-50 ~ 150
コネクタ				KIAG 10-32 (メス)、 半径方向	KIAG 10-32 (メス)、 軸方向
IEC/EN 60529 による保護等級					
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1631C...)			IP65	•	•
コネクタ一体型ケーブル (例: 1983AD...)			IP68	•	•
プリロード済				•	•
校正済				•	•
アクセサリ					
カップリングエレメント			型式	9405	9405
寸法	D (mm)			6.3	6.3
	H (mm)			18	18
力伝達キャップ			型式	3.220.139 ²⁾	3.220.139 ²⁾
寸法	D (mm)			6.3	6.3
	H (mm)			7	7

¹⁾ 使用温度範囲は使用するケーブルによって異なる

²⁾ 標準付属品

9215A

-20 ~ 200

0 ~ 2
0 ~ 20
0 ~ 200

≈ -95

M5 × 0.5
12.5
M2 (雌ねじ)

≈ 100

>50

2.5

-50 ~ 180

M4 × 0.35 (メス)

-
-
-
-

9217A

-500 ~ 500

0 ~ 5
0 ~ -50 0 ~ 50
0 ~ -500 0 ~ 500

≈ -105

M10 × 1
28.5
M3 (雌ねじ)

≈ 15

>20

16

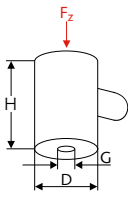
-50 ~ 150

KIAG 10-32 (メス)

-
-
-
-

94056.3
18**3.220.217²⁾**4
3.8**3.220.139**6.3
7

1 成分小型力センサ

技術データ			型式	9211	9213sp	9212
						
測定範囲	F _z	kN	0 ～ 2.5		0 ～ 2.5	-2.2 ～ 22.2
校正範囲	F _z	kN	0 ～ 0.25		0 ～ 0.25	0 ～ 2.2
	F _z	kN	0 ～ 2.5		0 ～ 2.5	0 ～ 22.2
剛性	c _{A,z}	kN/μm	0.4		0.26	0.87
固有振動数	f _n (z)	kHz	≒ 200		≒ 200	≒ 70
感度	F _z	pC/N	≒ -4.4		≒ -4.4	≒ -1
寸法	D	mm	6		6	17.8
	H	mm	6		8.5	12.7
	G				M2.5 (雌ねじ)	10-32 UNF
重量		g	1.5		2	19
使用温度範囲 ¹⁾		℃	-40 ～ 200		-40 ～ 200	-196 ～ 150
コネクタ			KIAG 10-32		KIAG 10-32 BNC (オス)	KIAG 10-32
ケーブル						
シングルワイヤケーブル、プラグ付き / なし			●		●	
同軸ケーブル			●		●	●
ケーブル交換			●		●	●
IEC/EN 60529 による保護等級	IP65		●		●	●
プリロード済						●
校正済			●		●	●
アクセサリ						
スラストワッシャ ²⁾	型式		9411	9413		
寸法	D (mm)		5.5	5.5/2.8		
	H (mm)		2	2		

¹⁾ 使用温度範囲は使用するケーブルによって異なる

²⁾ 標準付属品



開発パートナーとしての取り組み

キスラーは、フライス加工、穴あけ加工、旋削加工、研削加工をはじめとした一般的な用途のほか、ブローチ加工、切り出し加工、タップ加工、研磨加工、ホーニング加工など、どのような用途にも対応できるように意欲的に取り組んでいます。キスラーはお客様の開発パートナーとして活動し、貴社の測定タスクにマッチする個別のソリューションを考案するために協力いたします。キスラーは力、加速度、アコースティックエミッションなどの多様なパラメータを測定するスペシャリストとして長年にわたる実績があります。コンサルティングによるサポートから、そのままですぐに設置できるソリューションのエンジニアリングまで、キスラーのサービスは多岐にわたります。

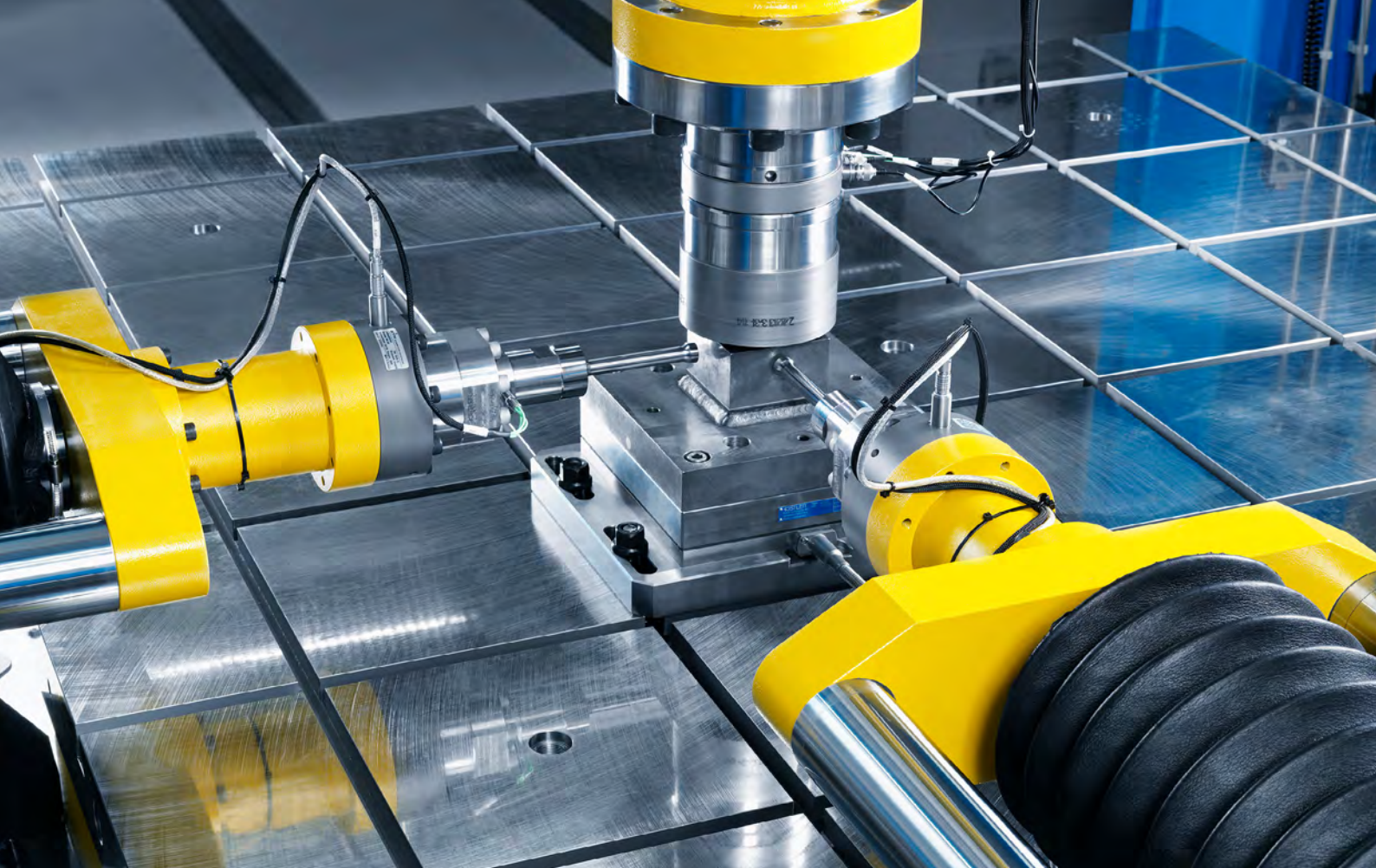
円筒研削のための機械加工試験

ベルリン工科大学 (TU Berlin) の工作機械・工場管理研究所では、研削加工プロセスを分析するために、特殊な動力計を使用しました。これにより、部品の品質、摩耗メカニズムや材料除去率の限界を特定し、改善することができました。

切削工程における極めて動的な力の捕捉

キスラーの圧電式センサは、最適な信号品質で極めて動的なプロセスを記録します。これによって実際のプロセスに関して貴重な洞察が得られ、再現性のある、信頼性と生産性に優れた製造プロセスの基礎となります。





多成分力センサ

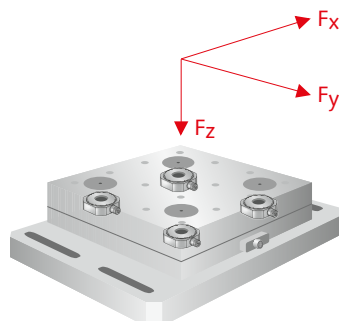
多方向の測定に対応したキスラーの圧電式センサは、圧電式力測定機器のなかでも抜群に優れています。これらの測定素子は高感度で、厳選された高品質の鋼鉄製のケースにコンパクトに組込まれています。

測定技術の基本的な要素となるのは、多成分センサです。センサ素子自体にもわずかなプリロードがかかっています。センサはお客様の構造体に組込むことができ、必要なプリロードをかけて取付けます。このプリロードが無負荷時のゼロ点に相当します。キスラーのフォースリンクはそのまま設置することができ、すぐに使用できます。プリロードのかかった水晶圧電式フォースリンクは工場で校正されています。すべての測定軸の両方向での使用が可能です。

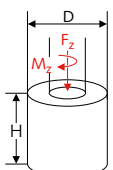
多成分力センサは、通常 4 個単位で動力計もしくは測定プラットフォームに組込まれて使用されます。圧電式センサからの 1 つの信号は、各コネクタと一緒にまとめ、合算することができます。これによって 3 成分力から 6 成分力 / モーメントに及ぶ測定に対応した動力計を組み立てることが可能になります。このために、キスラーは高さ調整済みのセンサセットや、そのまますぐに使用できる動力計を用意しています。

利点

- 多成分測定
- 高剛性で高い固有振動数
- 優れた耐久性
- 高い許容過負荷
- コンパクト



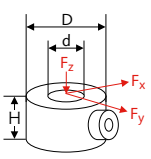
2 成分力センサ

技術データ		型式	9345B	9365B
				
測定範囲	F_z M_z	kN N·m	-10 ~ 10 -25 ~ 25	-20 ~ 20 -200 ~ 200
校正範囲	F_z M_z	kN N·m	0 ~ 1 0 ~ 10 0 ~ -2.5/0 ~ 2.5 0 ~ -25/0 ~ 25	0 ~ 2 0 ~ 20 0 ~ -20/0 ~ 20 0 ~ -200/0 ~ 200
剛性 (計算値)	$c_{A,z}$ $c_{T,z}$	kN/μm N·m/μm	≅ 1.7 ≅ 0.19	≅ 2.8 ≅ 0.92
固有振動数	$f_n (z)$ $f_n (Mz)$	kHz kHz	>41 >32	>33 >25
感度	F_z M_z	pC/N pC/N·m	≅ -3.7 ≅ -190	≅ -3.6 ≅ -140
寸法	D H	mm mm	39 42	56.5 60
重量		g	267	834
使用温度範囲		°C	-40 ~ 120	-40 ~ 120
コネクタ			V3 (メス)	V3 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級 ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1698AB...)		IP68	•	•
プリロード済			•	•
校正済			•	•



多成分の力の校正: シリンダ位置の測定

3 成分力センサ

技術データ		型式	9017C/9018C	9027C/9028C
				
測定範囲	F_x, F_y F_z	kN kN	-1.5 ~ 1.5 -3 ~ 3 標準プリロード 9.5kN の場合	-4 ~ 4 -8 ~ 8 標準プリロード 20kN の場合
校正範囲	F_x, F_y F_z F_z (プリロードなし)	kN kN kN	0 ~ 1.5 0 ~ 3 0 ~ 12.5	0 ~ 4 0 ~ 8 0 ~ 28
感度	F_x, F_y F_z	pC/N pC/N	$\approx$ -25 $\approx$ -11	$\approx$ -7.8 $\approx$ -3.8
寸法	D d H	mm mm mm	19 6.5 10	28 8.1 12
剛性	$c_{S,xy}$ $c_{A,z}$	kN/ μ m kN/ μ m	0.3 1.4	0.6 2.2
重量		g	14	30
使用温度範囲		°C	-40 ~ 120	-40 ~ 120
コネクタ			V3 (メス)	V3 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級				
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1698AA)		IP65	•	•
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1698AB)		IP68	•	•

アクセサリ

プリローディングキット ねじ径 × ピッチ / 長さ プリロード力		型式 9460 M6 × 0.75 / 29 Fv (kN) 9.5	9461 M8 × 1 / 40 20
レンチアダプタ		型式 9479	9475
プリローディングキット ねじ径 × ピッチ / 長さ プリロード力		型式 Fv (kN)	
レンチアダプタ		型式	
プリローディングキット ねじ径 × ピッチ / 長さ プリロード力		型式 Fv (kN)	
レンチアダプタ		型式	

9047C/9048C


-15 ~ 15
-30 ~ 30
標準プリロード 70kN の場合

0 ~ 15
0 ~ 30
0 ~ 100

≒-8.1
≒-3.7

45
14.1
14

1.9
6.1

91

-40 ~ 120

V3 (メス)

•
•

9067C/9068C


-30 ~ 30
-60 ~ 60
標準プリロード 140kN の場合

0 ~ 30
0 ~ 60
0 ~ 200

≒-8.1
≒-3.9

65
26.5
21

2.4
8

285

-40 ~ 120

V3 (メス)

•
•

9077C/9078C


-75 ~ 75
-150 ~ 150
標準プリロード 350kN の場合

0 ~ 75
0 ~ 150
0 ~ 500

≒-4.2
≒-2

105
40.5
26

8.4
26

1 040

-40 ~ 120

V3 (メス)

•
•

9465
M14 × 1.5/57
70

9472

9451A
M20 × 1.5/78
140

9471

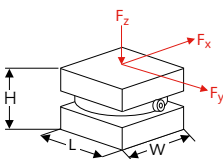
9459
M26 × 0.75/76
140

9477

9455
M40 × 2/105
350

9473

3 成分フォースリンク

技術データ		型式	9317C	9327C
				
測定範囲	F_x, F_y F_z	kN kN	-0.5 ~ 0.5 -3 ~ 3	-1 ~ 1 -8 ~ 8
校正範囲	F_x, F_y F_z	kN kN	0 ~ 0.05 / 0 ~ 0.5 0 ~ 0.3 / 0 ~ 3	0 ~ 0.1 / 0 ~ 1 0 ~ 0.8 / 0 ~ 8
感度	F_x, F_y F_z	pC/N pC/N	≒ -25 ≒ -11	≒ -7.8 ≒ -3.8
寸法	L × W × H	mm	25 × 25 × 30	42 × 42 × 42
剛性	$c_{S,xy}^{1)}$ $c_{A,z}$	kN/μm kN/μm	0.19 0.9	0.39 1.4
固有振動数	$f_n(x), f_n(y)$ $f_n(z)$	kHz kHz	≒ 5.6 ≒ 20	≒ 3.2 ≒ 12
重量		g	85	380
使用温度範囲		°C	-40 ~ 120	-40 ~ 120
コネクタ			V3 (メス)	V3 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級				
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1698AA)		IP65	•	•
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1698AB)		IP68	•	•
接地絶縁あり			•	•
プリロード済			•	•
校正済			•	•

¹⁾ 曲げは考慮しない

9347C



-5 ~ 5 -30 ~ 30
0 ... 0.5 / 0 ... 5 0 ~ 3 / 0 ~ 30
≅ -7.8 ≅ -3.7
55 × 55 × 60
0.89 2.7
≅ 3.6 ≅ 10
1 000
-40 ~ 120
V3 (メス)
•
•
•
•
•

9367C



-10 ~ 10 -60 ~ 60
0 ~ 1 / 0 ~ 10 0 ~ 6 / 0 ~ 60
≅ -7.6 ≅ -3.9
80 × 80 × 90
1.2 3.8
≅ 2.4 ≅ 6
3 000
-40 ~ 120
V3 (メス)
•
•
•
•
•

9377C



-30 ~ 30 -150 ~ 150
0 ~ 3 / 0 ~ 30 0 ~ 15 / 0 ~ 150
≅ -3.9 ≅ -1.95
120 × 120 × 125
3.2 8.2
≅ 2 ≅ 6
10 500
-40 ~ 120
V3 (メス)
•
•
•
•
•

9397C



-60 ~ 60 -200 ~ 450
0 ~ 4.5 / 0 ~ 45 0 ~ 30 / 0 ~ 300
≅ -3.7 ≅ -1.95
2.37 11.58
≅ 10.3 ≅ 12.7
13 840
-40 ~ 80
V3 (メス)
•
•
•
•
•

6 成分力センサ

キスラーは、圧電式 6 成分力 / トルクセンサを初めて設計しました。ラインナップに含まれるこのセンサは、激しい動的測定に合わせて特別に最適化されており、測定範囲が広く、3 つの力と 3 つのモーメントを精密に演算なしで直接測定することができます。また、力範囲とは独立してトルク範囲を設定することもできます。圧電式の測定原理により、大きな静的プリロードをかけ、ごく小さなモーメントや力でも信頼のおける測定が可能です。キスラーの研究開発チームは画期的な技術に基づき、卓越した測定装置と 6 成センサを開発しました。

型式 9306A のセンサは、以下の用途などでご使用いただけます。

- スプリングなどの部品の試験
- 自動車業界での伝達経路解析
- ジョイント部でのロボット工学
- 航空宇宙産業での風洞用途
- 微小な振動試験
- リアクションホイールの測定
- フラッタの測定

さらに、優れた接続技術により、2 個のプラグだけで非常にシンプルにケーブルを設置することができます。圧電式の動力計と比較すると、6 成分力センサは大幅にコンパクトです。6 成分力 / トルクセンサ (型式 9306A) は、チャージアンプ (LabAmp 型式 5167A) と組み合わせる場合に最適です。



			9306A	9306A31
測定範囲	F_x, F_y	kN	-5 ~ 5	-1 ~ 1
	F_z	kN	-5 ~ 10	-2 ~ 2
	M_x, M_y, M_z	Nm	± 200	± 100
校正範囲	F_x, F_y	kN	-5 ~ 5	-1 ~ 1
	F_z	kN	-5 ~ 10	-2 ~ 2
	M_x, M_y, M_z	Nm	± 200	± 100
固有振動数	$fn(F_x, F_y, F_z)$	kHz	>18	>13
	$fn(M_x, M_y, M_z)$	kHz	>11	>11
感度	F_x, F_y	pC/N	≒ -7.3	≒ -6.9
	F_z	pC/N	≒ -3.6	≒ -3.7
	M_x, M_y	pC/Nm	≒ -255	≒ -265
	M_z	pC/Nm	≒ -225	≒ -205
寸法	D	mm	62	83
	h	mm	90	45
重量	kg		1.5	0.54
使用温度範囲	°C		-40 ~ 80	-40 ~ 80
コネクタ (2 個)			V3 (メス)	V3 (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級 (ケーブルの長さによって異なる)			IP68	IP68
校正済			●	●

アクセサリ

	型式	1698ABB	1698ABB
	型式	1698ABW	1698ABW

動力計とフォースリンクキット

キスラーは、従来の動力計のほか、水晶圧電式フォースリンクキットも提供しており、様々な用途に対応したソリューションを用意しています。

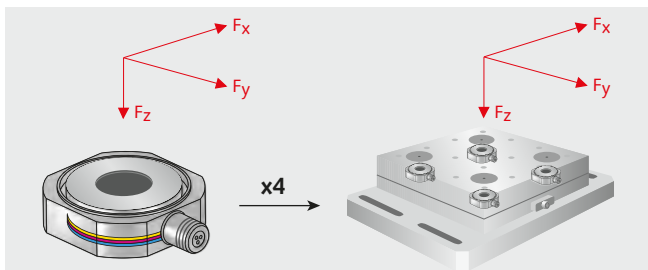
用途に応じて、次の2つのいずれかのバージョンをお選びいただけます。

- 動力計
- 水晶圧電式 3 成分フォースリンクキット

どちらのバージョンでも、3 成分力測定 (F_x , F_y , F_z) と 6 成分力 / トルク測定 (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z) が可能です。この場合、トルクは測定されるのではなく、動力計の幾何学的寸法と力成分をもとに計算されます。

動力計

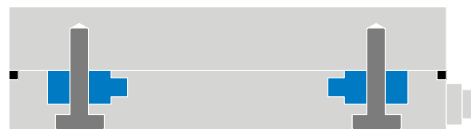
動力計は、高いプリロードをかけてベースプレートとトッププレート間に取付けた 4 個の 3 成分力センサで構成されます。動力計は、3 成分力測定 (F_x , F_y , F_z) のためにプリロード済み・校正済みとなっているため、各種用途に合わせて組込みやすく、そのまますぐに使用することができます。



4 個の 3 成分力センサからなる動力計の構造

動力計には 2 種類あり、その違いはプリロードがかかる方向です（垂直 / 水平）。

垂直プリロードは、従来の方法による動力計の構造です。この場合、プリローディングボルトを使用し、ベースプレートとトッププレート間で、個別に 3 成分力センサに垂直方向にプリロードをかけます。



垂直方向にプリロードをかけた動力計の略図

垂直方向にプリロードをかけた動力計の利点

- 幅広い測定範囲
- 全体の寸法についてほぼ限りがない

水平プリロードは、キスラーが特許を取得しているもので、普及はかかなり限られています。この場合、ベースプレートとトッププレートを用いた従来の設定は採用せず、2 個の 3 成分力センサに対し、2 枚のサイドプレートとトッププレートの各々の間で、プリローディングボルトによって水平方向にプリロードをかけます。



水平方向にプリロードをかけた動力計の略図

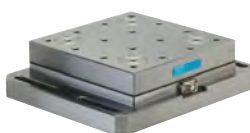
水平方向にプリロードをかけた動力計の利点

- 信号に与える熱的影響を著しく低減可能
- コンパクトな構造
- 高い固有振動数

3 成分フォースリンクキット

水晶圧電式 3 成分フォースリンクキットは、4 個のプリロード済みの水晶圧電式 3 成分フォースリンクで構成され、その出力はサミングボックスに接続されています。このキットは、特定の寸法のベースプレートとトッププレートを用いて独自のフォースプレートを作成したいお客様に最適です。このために、このキットはフォースプレートとして工場で校正されています (F_x , F_y , F_z)。動力計とは異なり、水晶圧電式 3 成分フォースリンクキットでは、垂直方向にプリロードをかけたバージョンのみをご用意しています。

動力計



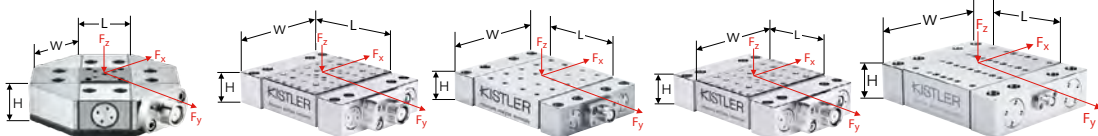
- + 既製の標準的な動力計で、そのまますぐに測定に利用可能
- + 試験済み (F_x , F_y , F_z)
- 寸法はあらかじめ指定されており、変更不可

水晶圧電式 3 成分フォースリンクキット



- + 独自の用途や特定のフォースプレートに合わせて組立てるユーザ向けのキット
- + ベースプレートとトッププレートに合わせて寸法をカスタマイズ
- + キットは事前に校正済み
- 仕様適合性についてはお客様側の責任となります。
- フォースプレートを完成させて測定に利用できるようにするには、相応の手間（ベースプレートとトッププレートの設計・製作・設置）がかかり、そのためのノウハウも必要になります。

多成分動力計 / 力測定プラットフォーム

技術データ	型式	9109	9119AA1	9119AA2	9129AA	9139AA
						
測定範囲	F_x, F_y kN	-0.5 ~ 0.5	-4 ~ 4	-4 ~ 4	-10 ~ 10	-30 ~ 30
	F_z kN	-0.5 ~ 0.5	-4 ~ 4	-4 ~ 4	-10 ~ 10	-30 ~ 30
	M_z N·m	-50 ~ 50				
校正範囲	F_x, F_y kN	0 ~ 0.5 0 ~ 0.05 0 ~ 0.01	0 ~ 0.04 0 ~ 0.4 0 ~ 4	0 ~ 0.04 0 ~ 0.4 0 ~ 4	0 ~ 0.1 0 ~ 1 0 ~ 10	0 ~ 0.3 0 ~ 3 0 ~ 30
	F_z kN	0 ~ 0.5 0 ~ 0.05 0 ~ 0.1	0 ~ 0.04 0 ~ 0.4 0 ~ 4	0 ~ 0.04 0 ~ 0.4 0 ~ 4	0 ~ 0.1 0 ~ 1 0 ~ 10	0 ~ 0.3 0 ~ 3 0 ~ 30
	M_x N·m					
	M_y N·m					
	M_z N·m					
	$-M_z$ N·m					
固有振動数	$f_n(x)$ kHz	>15	≒ 6.0	≒ 4.3	≒ 3.5	≒ 2.9
	$f_n(y)$ kHz	>15	≒ 6.4	≒ 4.6	≒ 4.5	≒ 2.9
	$f_n(z)$ kHz	>15	≒ 6.3	≒ 4.4	≒ 3.5	≒ 3.0
	$f_n(M_z)$ kHz					
感度	F_x pC/N	≒ -12.5	≒ -26	≒ -26	≒ -8	≒ -8.2
	F_y pC/N	≒ -12.5	≒ -13	≒ -13	≒ -4.1	≒ -4.2
	F_z pC/N	≒ -20	≒ -26	≒ -26	≒ -8	≒ -8.2
	M_z pC/Nm					
寸法	L mm	30	39	55	90	140
	W mm	30	80	80	105	190
	H mm	29	26	26	32	58
	D mm					
重量	kg	1.04	0.93	1.35	3.2	12.9
使用温度範囲	°C	-20 ~ 70	-20 ~ 70	-20 ~ 70	-20 ~ 70	-20 ~ 70
コネクタ		Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)
IEC/EN 60529 による保護等級 (ケーブル接続時)	IP67	•	•	•	•	•
校正済		•	•	•	•	•

アクセサリ						
接続ケーブル	型式	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)
						
	型式	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)
						

1) トッププレートのサイズと素材によって異なる
2) 300 × 300 × 35 mm の鋼鉄製トッププレートに取付けた場合

9255C	9257B	9272	9236A1	9236A2	9366CC...
-30 ~ 30 -10 ~ 60	-5 ~ 5 -5 ~ 10	-5 ~ 5 -5 ~ 20 -200 ~ 200	-5 ~ 5	-5 ~ 5	-25 ~ 25 ¹⁾ -25 ~ 60 ¹⁾
0 ~ 3 0 ~ 30	0 ~ 0.5 0 ~ 5	0 ~ 0.5 0 ~ 5	0 ~ 0.2	0 ~ 0.1	0 ~ 2.5 ¹⁾ 0 ~ 25 ¹⁾
0 ~ 6 0 ~ 60	0 ~ 1 0 ~ 10	0 ~ 2 0 ~ 20 0 ~ ± 20 0 ~ ± 200	0 ~ 0.2 0 ~ 30 0 ~ -30 0 ~ 30 0 ~ -30	0 ~ 0.1 0 ~ 19.5 0 ~ -19.5 0 ~ 19.5 0 ~ 19.5	0 ~ 6 ¹⁾ 0 ~ 60 ¹⁾
≅ 2.2 ≅ 2.2 ≅ 3.3	≅ 2.3 ≅ 2.3 ≅ 3.5	≅ 3.1 ≅ 3.1 ≅ 6.3 ≅ 4.2	≅ 2.6 ≅ 2.6 ≅ 4.5	≅ 1.9 ≅ 1.9 ≅ 2.5	≅ 0.2 ~ ≅ 1.6 ²⁾ ≅ 0.2 ~ ≅ 1.6 ²⁾ ≅ 0.2 ~ ≅ 1.6 ²⁾
≅ -7.9 ≅ -7.9 ≅ -3.9	≅ -7.5 ≅ -7.5 ≅ -3.7	≅ -7.8 ≅ -7.8 ≅ -3.5 ≅ -160	≅ -7.8 ≅ -7.8 ≅ -3.8	≅ -7.8 ≅ -7.8 ≅ -3.8	≅ -7.8 ≅ -7.8 ≅ -308
260 260 95	170 100 60	70 100	260 260 95	400 400 95	90 72
52	7.3	4.2	31.5	72	7
-20 ~ 70	0 ~ 70	0 ~ 70	0 ~ 60	0 ~ 60	-20 ~ 70
Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)	Fischer フランジ 9 ピン (メス)
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)	1687B5 (3 成分用)、 1677A5 (6 成分用)
1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)	1689B5 (3 成分用)、 1679A5 (6 成分用)



歪センサ

キスラーの圧電式センサは、構造体に発生する歪を高い分解能で測定することができます。

この測定は、センサを最適な個所に取付けて行います。間接的な測定が必要な場合はセンサを校正します。構造体の形状、材質の弾性の係数と機械的応力がここでの関連要因となります。

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{および} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

ハイセンス歪センサは、取付けねじを使って構造体の表面に取付けます。構造体の歪は摩擦力を介して測定素子に伝えられます。

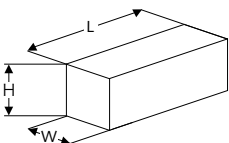
歪メジャリングピンには円筒状の取付け穴が必要になり、センサを穴に挿入してからプリロードをかけます。キスラーは、取付け穴の方向に対して縦方向に反応するものと横方向に反応するものの両方のセンサを用意しています。

利点

- 耐久性に優れ、変形しない
- 過負荷保護
- 高い費用対利益率
- 高い許容過負荷
- 取付けが容易
- 優れた耐故障性
- 後付け可能



ハイセンス歪センサ

技術データ			型式	9232A...	9237B...	9238B...
						
測定範囲		με		-600 ~ 600	-800 ~ 800	-20 ~ 20 / -800 ~ 800
校正範囲 *		με		0 ~ -300 0 ~ 300	0 ~ 500	0 ~ 50 0 ~ 500
感度 *		pC/με		≈ -80	≈ -34	
出力信号		V				± 10 (± 1 ~ 10 にプログラミング可能)
寸法	L	mm		40	51.5	68.1
	W	mm		17	25.4	26.9
	H	mm		15	26.7	27.5
固有振動数	f _n	kHz		≥ 12	≥ 6	
重量		g		50	165/190	190
使用温度範囲		°C		0 ~ 70	-30 ~ 120	-10 ~ 70
コネクタ				KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	M12 × 1 8 ピン、 シールドケーブル
シリアルインタフェース						RS-232C
IEC/EN 60529 による保護等級						
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1631C...)		IP65		•	•	
コネクタ一体型ケーブル (例: 1983C...)		IP67		•		
ねじ式コネクタ付きケーブル (例: 1787A...)		IP67				•
校正済				•	•	•

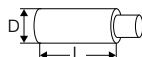
* データはキスラーが使用したテスト設定でのみ有効です。
正確な測定を行うためには設置後の校正が必要となります。



センサの荷重の間接測定用ハイセンス歪センサ

歪センサ – メジャリングピン

技術データ	型式	9240A...	9241C...
-------	----	----------	----------



測定範囲	$\mu\epsilon$	0 ~ 500	0 ~ 500
校正範囲 *	$\mu\epsilon$	0 ~ 200	0 ~ 200
感度 *	pC/ $\mu\epsilon$	≈ -9.5	≈ -15
寸法	D	mm	8
	L	mm	14.5
中空ブリローディングボルト			
固有振動数	f_n	kHz	
重量	g	34	38
使用温度範囲	°C	-40 ~ 200	-40 ~ 200
コネクタ		M3 (オス) KIAG 10-32 (オス)	Mini-Coax (メス) KIAG 10-32 (オス)
IEC/EN 60529 による保護等級			
ケーブル接続時	IP64	•	•
ケーブル (型式 1983AB...) および 溶接プラグ使用時	IP67		

アクセサリ			
取付け工具	型式	1300A161A100	1393B
	型式	1300A163A300	1393Bsp100-300
力伝達キャップ	型式		
接地絶縁セット	型式		
リーマ	型式		
タップ	型式		

* データはキスラーが使用したテスト設定でのみ有効です。
正確な測定を行うためには設置後の校正が必要となります。

9243B...	9245B..., 9245B3	9247A...
----------	------------------	----------



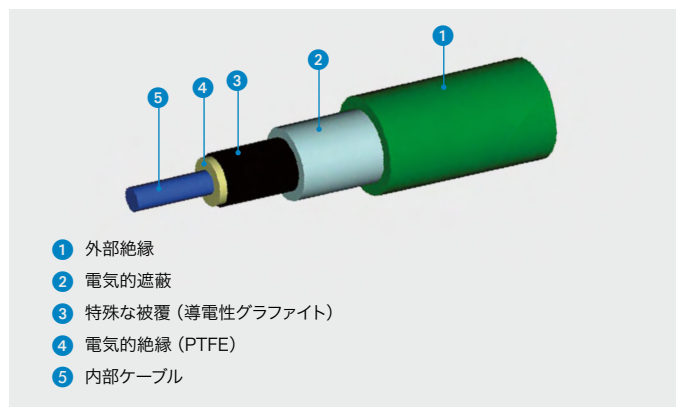
-1,500 ~ 1,500 (定格ブリロード)	-1,500 ~ 1,500 (定格ブリロード)	-1,400 ~ 1,400 (定格ブリロード)
0 ~ 350	0 ~ 350	非校正品
≈ -15	≈ 15	≈ 8.6
8 13	M10 × 1 29	M5 × 0.5 23.7
M10 × 1		
>110	>50	
4.8 (ケーブルおよびブリローディングボルトを除く)	36	2.5
-40 ~ 200	-40 ~ 350	-40 ~ 200
M4 × 0.35 (メス)	Fischer KE 102 (メス)	M4 × 0.35 (メス)
• •	•	• •

1385B200		1300A9
1385Bsp100-800 / 1387sp100-800		
9841		
9487A		
1300A21	1300A21	1300A79 / 1300A79Q01
		1357A

ケーブル

圧電式力センサとチャージアンプは、高絶縁ケーブル（絶縁抵抗 $>10^{13} \Omega$ ）を使って接続することが必須要件となります。

標準的な同軸ケーブルとは異なり、高絶縁ケーブルの一番内側の線は PTFE で絶縁されています。これにより、ドリフト効果が最小限に抑えられています。さらに、特殊なグラファイト被覆により、摩擦電気効果も最小限に抑えられます。一番外側の絶縁被覆には複数の仕様があり、それに応じて特性も異なります（ケーブルの仕様を参照）。



キスラーの高絶縁ケーブルの構造

ケーブルの種類

単芯ケーブル

PFA ケーブル (ø2mm)

高絶縁 PFA ケーブルの外側は、PTFE に似た素材で絶縁されています。このため、優れた熱的安定性を発揮し、化学物質にも優れた耐性があります。PFA ケーブルは、温度 200℃以下の様々な用途に適しています。



PFA ケーブル

FKM ケーブル (ø2mm)

FKM ケーブルも耐熱性と耐化学性に優れており、温度 200℃以下で使用できます。ただし、PFA ケーブルとは異なり、ケーブルコネクタに加硫処理が施されています。ケーブルコネクタとセンサコネクタを溶接すれば、IP68 に対応できるようになります。



FKM ケーブル

多芯ケーブル

TPE ケーブル (ø3.6mm)

TPE ケーブルは高絶縁の 3 芯ケーブルで、熱可塑性エラストマー (TPE) で被覆されています。このケーブルは、温度 120℃以下の過酷な環境下（粉塵や水しぶきなど）での用途に適しています。



TPE ケーブル

特殊 PI ケーブル

PI ケーブルの使用は、260℃以下の高温用途にのみ推奨されます。PI ケーブルを使用することはかなり稀で、特殊なノウハウが必要になるため、対応する製品は本カタログにはリストアップしていません。ご要望がある場合は、お近くのキスラー営業センターまでお問い合わせください。

ケーブルのバリエーション

樹脂編組

単芯ケーブル（多くが PFA）を多芯ハーネスと組み合わせる場合は、両者を保持する樹脂編組で覆う必要があります。この編組によって、構成されるケーブルの特性が変化することはありません。



樹脂編組を用いた PFA ケーブル

ステンレス鋼編組

ステンレス鋼編組により、過酷な環境（振動で生じる摩擦、鋭いエッジなど）での機械的な応力から守ることができます。堅牢な構造で高温に耐え、ケーブルとコネクタによっては IP68 に対応することができます。



ステンレス鋼編組

フレキシブルステンレスホース

フレキシブルステンレスホースは、動力計用多芯ケーブルで用いられ、最大 8 本のケーブルが収まります。頑丈な構造により、（接続する機器によっては）IP67 に対応でき、過酷な環境でも使用することができます。



ステンレス鋼ホース

ケーブルの長さ

キスラーのケーブルは、標準的な長さにしたたり、特注の長さにすることができます。標準的な長さであれば在庫で対応できるため、納期が短くなります。

ケーブルコネクタ

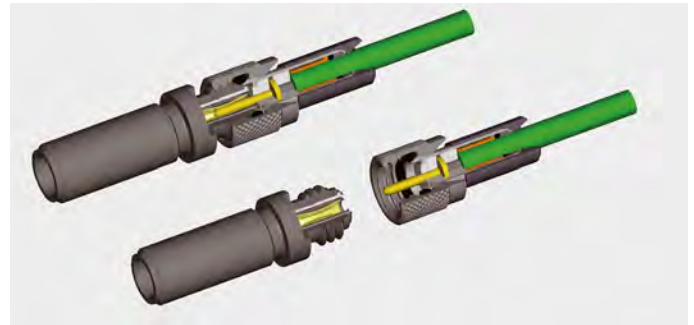
以下で、キスラーの高絶縁ケーブルのコネクタとコネクタのバリエーションについて説明します。

コネクタ形式

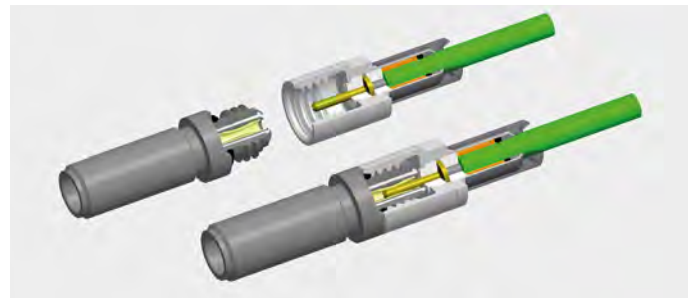
コネクタ形式が異なる場合は、アダプタを使用しないと対応できません。キスラーは、力測定システムの以下のコネクタ形式に対応しています。

- 1 成分：**KIAG 10-32**
M4x0.35
BNC
TNC
- 2 成分、3 成分：**V3 (3 ピン)**
- 多成分：**Fischer (7 ピン、9 ピン)**

1 ピンコネクタ **KIAG 10-32 一体型 (オス)** と **M4x0.35 一体型 (オス型)** は、ねじ山が一体化されており、ケーブルにしっかり固定されています。そのため、コネクタのネジを締めたり緩めたりすると、ケーブルも一緒に回転します。過酷な環境や 1 回限りの設置の場合には特にメリットがあります。実験室やテストスタンドで使用する場合は、テスト設定を変更することが多いため、標準的なコネクタ (スイベルナットまたは六角ナット付き) の方が便利です。



KIAG 10-32 (オス) - コネクタ (回転式スイベルナット付き)



KIAG 10-32 一体型 (オス) - コネクタ (一体型ねじ山付き)

コネクタ形式

BNC

BNC ケーブルコネクタは、チャージアンプで最も広く使用されているコネクタです。このタイプには様々なケーブルがあります。ただし、小さな開口部から取り回さなければならない用途には適していません。

TNC

TNC コネクタは、特定の用途で必要になる BNC 接続の特別な仕様で、圧電式センサでは広く採用されているわけではありません。

KIAG 10-32

多くの単一の測定量センサで標準的な接続となるのは、KIAG 10-32 です。英単位系の計測システムをベースとした、高効率のスリムな同軸コネクタです。

M4x0.35

M4x0.35 は、KIAG 10-32 の代替となるもので、メートル法の計測システムをベースとしています。

V3

保護設計の V3 は、キスラーの 3 成分センサ向けの 3 成分コネクタです。ねじれないように保護されており、ケーブル取回し時のミスを防止できます。

Fischer

Fischer コネクタでは、同じコネクタに複数の線が組込まれています。多くは動力計に使用され、1 対 1 で取回す場合と、複数の信号が合算される場合があります。Fischer コネクタのピンの数は様々です。

コネクタのバリエーション

オス / メス

センサとケーブルを正しく接続するには、「メス」コネクタを「オス」コネクタにつなぐ必要があります。当然のことながら、コネクタ形式が同じことが前提条件となります。

一体型 (溶接可)

一体型コネクタは、ねじ山が一体化されており、センサに溶接可能な唯一のケーブルコネクタです。溶接によって高い IP レベルに対応できるようになり、測定システムが強い振動にさらされた場合にケーブルが外れるのを防止できます。溶接できるかどうかは、溶接するセンサによっても異なります。

六角 / 6kt

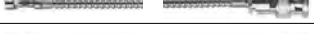
六角 / 6kt バージョンは、溶接せずに IP68 レベルに対応できるよう、シングル信号コネクタ向けに特別に設計されました。取外し可能で、レンチで締めることができます。

90°

90°バージョンは、各コネクタに角度を付けたタイプです。ピンが 2 つ以上あるコネクタ形式 (V3、Fischer) の場合は、水平 / 垂直方向を考慮する必要があります。

1 成分力センサ

ケーブルの概要

センサ シリーズ	ケーブル		ケーブル特性	長さ [m]	温度範囲	
90x1C 90x1B 910xC 917xC 93x1C 9313AA... 93xA...		1631C...	PFA	0.1 ~ 100	-55 ~ 200℃	
		1641B...	PFA	0.1 ~ 100		
		1633C...	PFA	0.1 ~ 50		
		1635C...	PFA	0.1 ~ 15		
		1945A	PFA	0.1 ~ 5		
		1957A...	PFA 鋼鉄編組	0.1 ~ 10		
		1900A23A12..	PFA、スーパーフレキシブル、ドラッグチェーン対応	0.3 ~ 20	-40 ~ 200℃	
		1900A23A11..		0.3 ~ 20		
		1900A21A12x	FPM 製フレキシブルステンレス保護管	0.4 ~ 20	-20 ~ 200℃	
		1900A21A11x	FPM 製フレキシブルステンレス保護管	0.4 ~ 20		
		1983AD...	FPM	0.1 ~ 5		
		1939A...	PFA	0.1 ~ 20	-55 ~ 200℃	
		1941A...	PFA	0.1 ~ 20		
		1969A...	PFA 鋼鉄編組	0.5 ~ 10		
		1967A...	PFA 鋼鉄編組、絶縁	0.5 ~ 10		
		1979A...	FPM	0.1 ~ 20	-20 ~ 200℃	
		1983AC...	FPM	0.1 ~ 5		
		1937A...	延長ケーブル、PFA、Ø 2mm	0.3 ~ 100	-55 ~ 200℃	
		1637C...	延長ケーブル、PFA、Ø 2mm	0.1 ~ 5		
		1721	BNC コネクタへの KIAG 10-32 付きケーブル用アダプタ			
		1729A	2 個の KIAG コネクタ (メス) 付きケーブル用アダプタ			

センサ シリーズ	ケーブル		ケーブル特性	長さ [m]	温度範囲
9215A 9243B 9247A		1651C...	PFA	0.3 ~ 10	-55 ~ 200℃
		1655C...	PFA	0.3 ~ 10	
		1645C...	PFA	0.1 ~ 5	-55 ~ 200℃
		1926A...	PFA	0.1 ~ 10	
		1923A...	PFA	0.1 ~ 5	
		1983AB...	FPM	0.5 ~ 5	
		1951A...	Kapton 銅編組	0.1 ~ 5	-55 ~ 300℃

				工業用アンプ					研究・実験用アンプ						
				型式	5030A	5039A	5073A...	5074A...	5877B...	5015A...	5018A...	5080A...	5165A...	5167A...	KiDAQ
				チャンネル数	1	1	1～4	1～4	1	1	1	1～8	1.4	4.8	4～52
IEC/EN 60529	センサのコネクタ		アンプのコネクタ	IEC/EN 60529	IP65	IP65	IP60	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	IP20
ねじ式プラグ	IP65	KIAG 10-32 (オス)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■
		KIAG 10-32 90° (オス)	BNC (オス)		-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	
		KIAG 10-32 (オス)	TNC (オス)	IP65	-	■	■	-	-	-	-	-	-	-	-
		KIAG 10-32 (オス)	KIAG 10-32 (オス)		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	
		KIAG 10-32 一体型 (オス)	Mini-Coax (メス)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		KIAG 10-32 (オス)	KIAG 10-32 (オス)		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	
	IP67	KIAG 10-32 (オス、六角)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■
		KIAG 10-32 (オス、六角)	KIAG 10-32 (オス、六角)	IP67	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	
		KIAG 10-32 (オス、六角)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	
		KIAG 10-32 (オス、六角)	KIAG 10-32 (オス、六角)	IP67	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	
	IP68	KIAG 10-32 一体型 (オス)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■
溶接プラグ ¹⁾	IP67	KIAG 10-32 一体型 (オス)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■
		KIAG 10-32 一体型 (オス)	TNC (オス)	IP65	-	■	■	-	-	-	-	-	-	-	
		KIAG 10-32 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス) ²⁾		■	-	-	■	-	-	-	-	-		
		KIAG 10-32 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス) ²⁾		■	-	-	■	-	-	-	-	-		
		KIAG 10-32 一体型 (オス)	Fischer 9 ピン (メス)		-	-	-	-	-	■	-	■	-		
	IP68	KIAG 10-32 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス) ²⁾	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	
ねじ式プラグ	IP65	Mini-Coax (メス)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■
		KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (オス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	
		KIAG 10-32 (メス)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	
		KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)	IP65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

IEC/EN 60529	センサのコネクタ	アンプのコネクタ	IEC/EN 60529	IP65	IP65	IP60	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	IP20
ねじ式	IP65	M4x0.35 (オス)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■
		M4x0.35 (オス)	KIAG 10-32 (オス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-
溶接プラグ ¹⁾	IP67	M4x0.35 一体型 (オス)	Fischer 同軸 (メス)	IP65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M4x0.35 一体型 (オス)	M4x0.35 一体型 (オス)		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-
		M4x0.35 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス) ²⁾		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-
		M4x0.35 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス) ²⁾		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-
		M4x0.35 一体型 (オス)	KIAG 10-32 一体型 (オス) ²⁾		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-

¹⁾ ねじ式：IP65

²⁾ 溶接：IP67

1 成分力センサセット

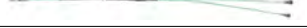
ケーブルの概要

センサ シリーズ	ケーブル / アダプタ	出力信号		ケーブル / アダプタ	ケーブル特性	長さ [m]	温度範囲
913xCA... 914xBA...		1	1	1971A1x	PFA	0.1 ~ 20	-55 ~ 200°C
				1971A3x			
				1971A4x			
				1971A5x			
		4	2	1973A21x	PFA、PUR 保護管	0.1 ~ 20	-55 ~ 200°C
			3	1973A31x			
			4	1973A41x			
		4	4	1973A419Q01	PFA 鋼鉄編組	0.6 ~ 5	-55 ~ 200°C
			4	1692A...		0.1 ~ 5	-5 ~ 70°C
				1721	KIAG 10-32 一体型 (オス) 付きケーブル用アダプタ	-55 ~ 200°C	
				1729A	KIAG 10-32 一体型 (オス) 付きケーブルグラウンド		

					工業用アンプ					研究・実験用アンプ															
					チャンネル数	型式																			
IEC/EN 60529					センサのコネクタ	アンプのコネクタ				IEC/EN 60529				IP65	IP65	IP60	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	IP20	KIDAQ
ねじ式プラグ	IP65	Fischer 7 ピン	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
			Fischer KE102A014-14	IP65	追加ケーブルが必要																				
			TNC (オス)		-	■	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
			KIAG 10-32 一体型(オス)		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-									
	IP65	Fischer 7 ピン	KIAG 10-32 一体型(オス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Fischer 9 ピン (オス)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	
	IP65	KIAG 10-32 (メス)	BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
			KIAG 10-32 (メス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

多成分力センサ

ケーブルの概要

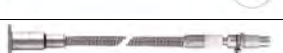
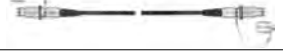
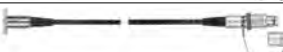
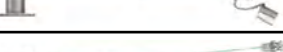
センサ シリーズ	ケーブル / アダプタ	出力信号	ケーブル / アダプタ	ケーブル特性	長さ [m]	温度範囲
93x5B		2	1698AD...	PFA 合成編組	0.2 ~ 20	-40 ~ 120℃
	1692AP		樹脂編組を用いた PFA			
(93x5B) 90x6C 90x7C 90x8C 93x7C (9306A)		3	1698AA...	PFA 合成編組	0.2 ~ 20	-40 ~ 120℃
			1698AH...		2 ~ 5	
			1698AF...	TPC 黒 Ø3.6mm	0.5 ~ 20	
			1698AE...	PFA 合成編組	0.2 ~ 20	
			1698AN...	TPC 黒 Ø3.6mm	0.5 ~ 20	
			1698AK...			
			1698AF...			
			1698AL...			
			1698AM...	鋼鉄編組を用いた PFA	0.3 ~ 10	
			1698AB...	TPC 黒 Ø3.6mm		
			1698AI...	PFA、鋼鉄編組	0.3 ~ 20	
			1698AG... ¹⁾	PFA、鋼鉄編組	2 ~ 5	
			1698AC... ¹⁾			
9306A		6	1698ABW...	TPC、Ø3.6mm、Y ケーブル	0.5 ~ 20	-40 ~ 120℃
	1698ABB...					
			1700A125	V3 ケーブル用アダプタ		

¹⁾ 9306A には適していません (センサ溶接不可)

					工業用アンプ					研究・実験用アンプ									
					チャンネル数	型式													
IEC/EN 60529		センサのコネクタ		アンプのコネクタ		IEC/EN 60529		IP65	IP65	IP60	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	IP20	IP65
ねじ式プラグ	IP65	V3 (オス)	2x BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-
			2x KIAG10-32 (オス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	IP65	V3 (オス)	3x BNC (オス)	IP40	-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-	
			3x SMC (メス)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			3x Mini-Coax (メス)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			3x KIAG 10-32 (オス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	V3 (オス) 90°	3x KIAG10-32 (オス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Fischer 9 ピン (オス)		-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	■	-	■	-		
	IP68	V3 (オス)	3x Mini-Coax (メス)	IP40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3x KIAG 10-32 (オス)	IP65	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fischer 9 ピン (オス)			-		-	-	-	-	-	■	-	■	-	■	-	■	-		
溶接	IP67	V3 (オス)	3x Mini-Coax (メス)	IP40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Fischer 9 ピン (オス)	IP65	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	■	-	■	-	
ねじ式	IP65	2x V3 (オス) 90°	Fischer 9 ピン (オス)	IP65	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	■	-	-	-	
	IP68	2x V3 (オス)		-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	■	-	-	-		
			V3 (メス)	V3 (メス)	IP68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

動力計とフォースプレート

ケーブルの概要

センサ シリーズ	ケーブル / アダプタ	出力信号	ケーブル / アダプタ	ケーブル特性	長さ [m]	温度範囲
		3	Z15141sp	PFA	1 ~ 20	
			1683Asp	フレキシブルステンレスホース付き PFA	2 ~ 20	
			1687BQ01...	TPC 黒 Ø3.6mm	1 ~ 20	
			1687BQ02...	PFA、銅鉄編組	1 ~ 5	
			1687B...	フレキシブルステンレスホース付き PFA	2 ~ 20	
			1689B...		1 ~ 20	
		8	Z16620sp	PFA	1 ~ 20	-5 ~ 70°C
			1685B...	TPC 黒 Ø5.6mm	1 ~ 20	
			1686A...	TPC 黒 Ø5.6mm	1 ~ 20	
			1681B...	フレキシブルステンレスホース付き PFA	1 ~ 20	
			1677AQ01..	TPC 黒 Ø5.6mm	1 ~ 20	
			1677AQ02..	TPC、銅鉄編組	1 ~ 20	
			1677A...	フレキシブルステンレスホース付き PFA	1 ~ 20	
			1679A...		2 ~ 20	
						
		3	Z13705sp...	PFA	1 ~ 20	-5 ~ 70°C
			1688B...	TPC 黒 Ø3.6mm	1 ~ 20	
		8	Z16634sp..	PFA	1 ~ 20	
			1656Asp	PFA	1 ~ 20	
			1678A...	TPC 黒 Ø5.6mm	1 ~ 20	

					工業用アンプ					研究・実験用アンプ					DAQ				
					チャンネル数	型式	5030A	5039A	5073A..	5074A..	5877B..	5015A..	5018A..	5080A..	5165A..	5167A..	KiDAQ		
					1	1	1 ~ 4	1 ~ 4	1	1	1	1 ~ 8	1.4	4.8	4 ~ 52				
IEC/EN 60529		センサのコネクタ		アンプのコネクタ		IEC/EN 60529		IP65	IP65	IP60	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	IP20	
プラグ接続	IP40	9 ピン (オス)		3x BNC (オス)		IP40		-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	
	IP65	9 ピン (オス) 90°		Fischer 9 ピン (オス)		IP65		-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	
ボルト固定可	IP65	9 ピンフランジ (オス)				IP65		-	-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-
	IP67	9 ピンフランジ (オス)				IP65		-	-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-
						IP65		-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	
						IP65		-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	
プラグ接続	IP40	9 ピン (オス)		8x BNC (オス)		IP40		-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	
	IP65	9 ピン (オス)		Fischer 9 ピン (オス)		IP65		-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	
		9 ピン (オス) 90°						-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	
		9 ピン (オス)						-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	
ボルト固定可	IP65	9 ピンフランジ (オス)						-	-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-
	IP67	9 ピンフランジ (オス)						-	-	-	-	-	-	-	-	-	■	-	■
				9 ピンフランジ (オス) 90°		-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-			
プラグ接続	IP40	9 ピン (メス)		3x BNC (オス)		IP40		-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	
	IP65	9 ピン (メス)		Fischer 9 ピン (オス)		IP65		-	-	-	-	-	-	■	-	■	-		
	IP40	9 ピン (メス)		8x BNC (オス)		IP40		-	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	
				8x KIAG 10-32 (メス)		IP65		■	-	-	■	-	-	-	-	-	-		
	IP65	9 ピン (メス)		Fischer 9 ピン (オス)		IP65		-	-	-	-	-	-	-	■	-	■	-	

アクセサリ – カップリング

型式		コネクタ	
		左	右
1701		BNC (メス)	BNC (メス)
1705		BNC (オス)	M4x0.35 (メス)
1721		BNC (オス)	KIAG 10-32 (メス)
1729A		KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 (メス)
1733		BNC (オス)	バナナジャック

型式		コネクタ	
		左	右
1743		BNC (オス)	2 x BNC (メス)
1749		KIAG 10-32 (オス)	2 x KIAG 10-32 (メス)
1700A29		KIAG 10-32 (メス)	KIAG 10-32 一体型 (オス)
1703		BNC (メス)	BNC (メス)

樹脂製保護キャップ

型式		用途
1851		BNC (メス)
1861A		BNC (オス)
1891		KIAG 10-32 (メス)

樹脂製保護キャップを装着すると、コネクタとソケットを汚れからしっかり守ることができます。センサやチャージアンプを使用しない場合、または保管する場合は、この保護キャップでコネクタを保護することをお勧めします。

分配ボックス（高絶縁）

	入力	出力	備考
5405A 	Fischer 9 ピン (メス)	8 x BNC (メス)	8 シングルチャンネル
5407A 	Fischer 9 ピン (メス)	3 x BNC (メス)	3 チャンネル 合計： F _x 、F _y 、F _z

分配ボックスを使用すると、Fischer 9 ピン (オス) ケーブルコネクタ付きセンサのチャンネルを、各 BNC ソケットに割り当てることができます。

- 型式 5405A：8 つの各チャンネルすべてを個別の BNC ソケットに割り当て
- 型式 5407A：8 つのチャンネル (合計) を 3 つの BNC ソケット (F_x、F_y、F_z) に割り当て

BNC ケーブル（高絶縁）

型式	コネクタ		長さ (標準) [m] ¹⁾	長さ (特注) [m] ¹⁾		ケーブル 被覆素材	使用温度範囲 [°C]		IEC/EN 60529 に よる保護等級	
	左	右		最小	最大		最小	最大	左	右
1601B... 	BNC (オス)	BNC (オス)	0.5/1/2/5/10/20	0.1	50	PVC	-25	70	IP40	IP40

¹⁾ ケーブルのご注文は m (メートル) 単位で承ります。

アクセサリ – エレクトロニクス

チャージアッテネータ

技術データ	型式	5361A...
-------	----	----------



減衰率	n	選択可： 2:1/5:1/10:1/20:1/100:1/200:1/1000:1
絶縁抵抗	Ω	$>10^{14}$
電荷入力		BNC (メス)
電荷出力		BNC (オス)
寸法 (WxHxD)	mm	57x29x35 (コネクタを除く)

力の範囲が非常に広い力センサの場合、センサによって生成される電荷がチャージアンプ入力で許容される最大電荷を超えることがあります。こうした場合には、センサとチャージアンプの間にチャージアッテネータを接続すれば、アンプに存在する電荷を低減することができます。電荷は減衰率に応じて低下します。

絶縁テスト

技術データ	型式	5493
-------	----	------

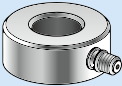
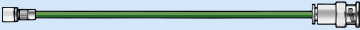
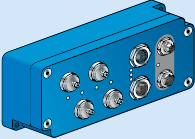
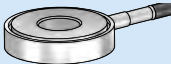
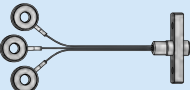
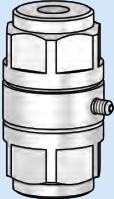
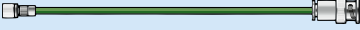
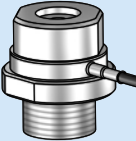
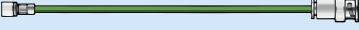


チャンネル数		1
信号入力		BNC (メス)
測定範囲	Ω	$10^{11} \sim 4 \cdot 10^{13}$
測定用電圧	V	5
最大並列キャパシタンス	nF	10 (ケーブル長さ $\approx$ 100m に相当)
電源		9V バッテリー
操作		ディスプレイ+メンブレン式キーボード
ケース		ハンディタイプ
IEC/EN 60529 による保護等級		IP50
寸法 (WxHxD)	mm	80x150x35 (コネクタを除く)

絶縁テストで圧電式測定システムの絶縁を点検することができます。センサ、チャージアンプ、ケーブルの絶縁抵抗を測定できます。

1 成分力センサ

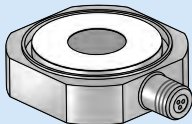
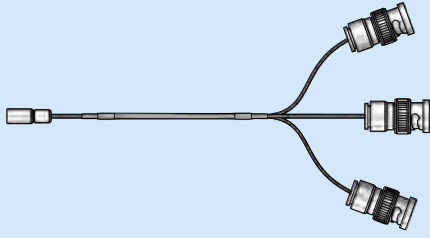
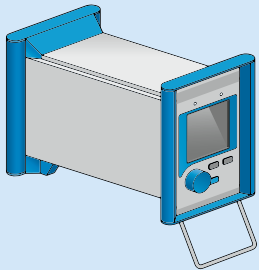
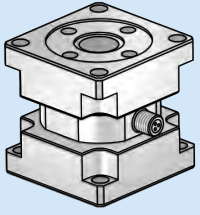
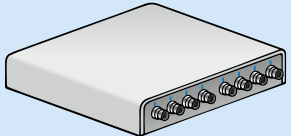
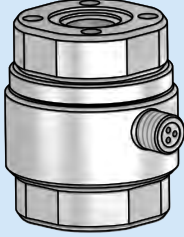
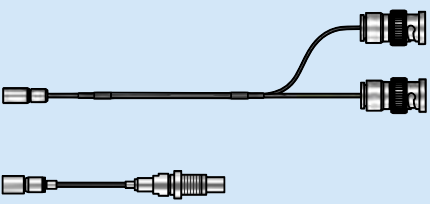
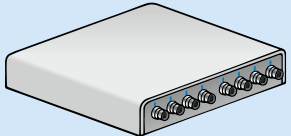
測定システム

測定	接続		増幅
1 成分力センサ	90x1C 90x1B 910xC 	1631C... 1641B... 1939A... 1983AD... その他 	チャージアンプ (一体型データ収集装置なし) 5074... 
	913xC2 914xB2... 	センサー体型ケーブル → カップリング 1721 付き チャージアンプと接続 	
	913xCA 914xBA... 	1971A1... 1973Ax1... 	
水晶圧電式 1 成分フォースリンク	9203 9205 9207 9217A 93x1C 9313AA... 93x3A... 	1631C... 1641B... 1939A... 1983AD... その他 	チャージアンプ (データ収集・表示・判定一体型) 5867... 
	917xC 	センサー体型ケーブル → ケーブル付きチャージアンプと接続 1631C... 1641B... その他 	

1) センサ (型式 9215A) はケーブル (型式 1651C...) と併用する必要があります。

2 成分 / 3 成分力センサ

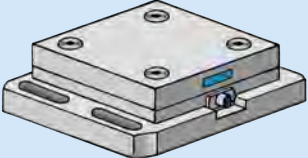
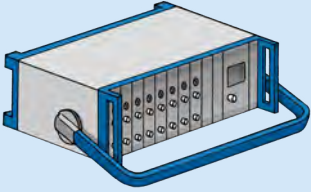
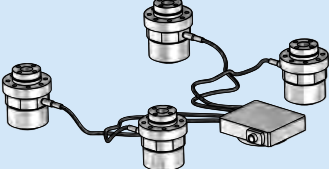
測定システム

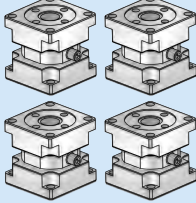
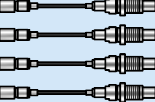
	測定	接続	増幅
3 成分力センサ	90x7C、90x8C ¹⁾ 	1698AA... 1698AB... 1698ACsp 	チャージアンプ (一体型データ収集装置なし) 5015A... 5018A... 
水晶圧電式 3 成分フォースリンク	93x7C 		チャージアンプ (データ収集・表示・判定一体型) 5167A... 5165A... 
2 成分力 / リアクショントルクセンサ	93x5B 	1698AD... 1698AB... 1698ACsp 	

¹⁾ 型式 90x8C のセンサは技術的には型式 90x7C と同じですが、回転座標系です (データシートを参照)。

動力計とフォースリンクキット

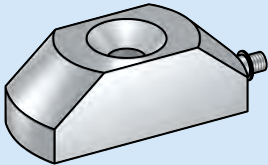
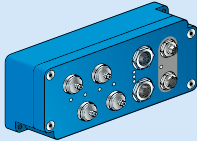
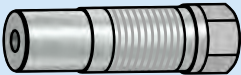
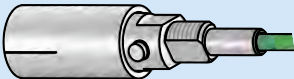
測定システム

測定	接続	増幅
動力計 9119AA2 9139AA 9255C 9257B 	3 成分力測定 1687B... 1689B...  6 成分力 / トルク測定 1677A... 1679A... 	5080A... 5167A... 
フォースリンクキット 9366CC... 	3 成分力測定 1687B... 1689B...  6 成分力 / トルク測定 1677A... 1679A... 	

測定	接続	増幅
3 成分フォースリンク組立 4x 93x7C/93x8C 	6 成分力 / トルク測定 4x 1698AB...  サミングボックス 1677A... 5417C 1679A...  	

歪センサ

測定システム

測定		接続	増幅
歪メジャリングピン	ハイセンス歪センサ 9232A... 9237B... 	1631C... 1641B... 1939A... 1983AD... その他 	チャージアンプ (一体型データ収集装置なし) 5074... 
	縦方向メジャリングピン 9243B 9247A 	1651C... 1923A... 1983AB... 	チャージアンプ (データ収集・表示・判定一体型) 5867... 
	横方向メジャリングピン 9240AA3 	センサー一体型ケーブル → カップリング 1721 付き チャージアンプと接続 	



測定素子としての水晶ディスクと PiezoStar 水晶振動素子

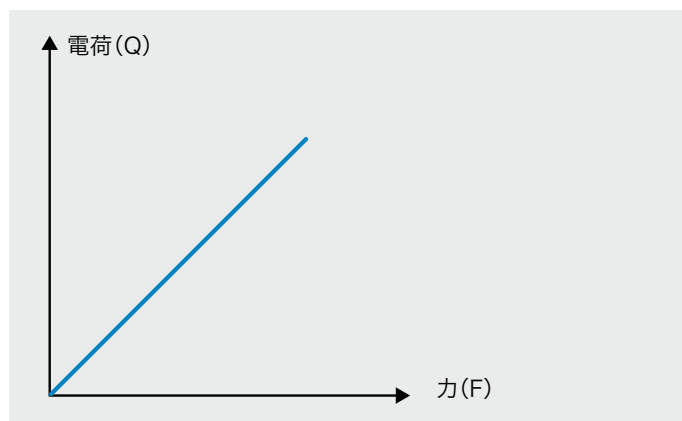
力測定技術

力測定技術には、さまざまな測定原理が用いられています。しかし、実用的に活用されているのは 2 つの原理です。歪ゲージに基づく力センサと、圧電式センサです。本カタログでは圧電式力センサのみを取り上げ、その主要な利点を説明します。

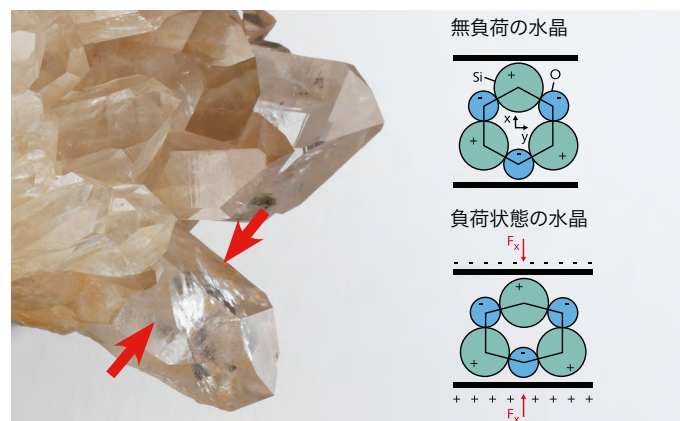
圧電式力センサにおいて、測定素子のベースとなるのは水晶で、作用する力に正比例する電荷を発生します。歪ゲージ測定技術において、測定素子となるのは歪ゲージで、力が作用して変形すると電気抵抗が変わります。

圧電式測定技術の基本

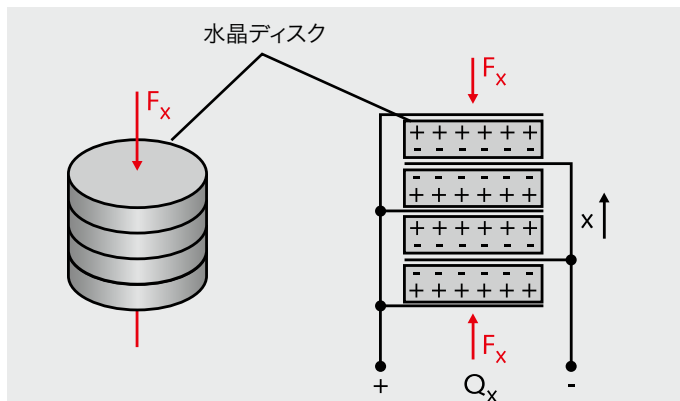
圧電効果を示すのは圧電材料（石英など）で、表面に機械的負荷が加わると正または負の電荷を発生させます。電荷が発生するのは、正と負の双極を形成して、その間に電界が発生するためです。このときの電荷は、水晶に加えた力に比例します。



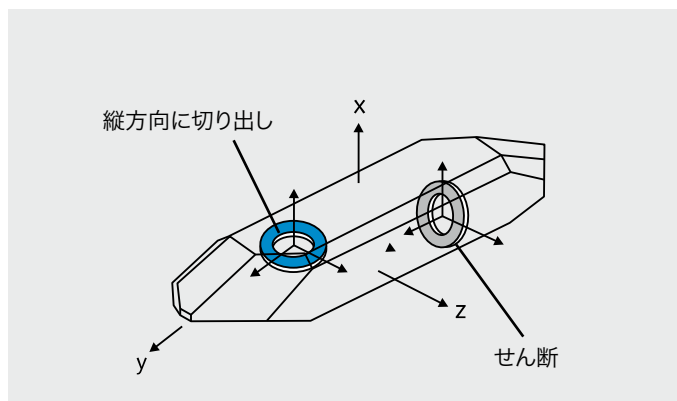
電荷 (Q) は力 (F) に比例



水晶に機械的負荷を加えると、電荷が発生



発生した電荷を増大させる可能性



水晶素子の切り出し角度

測定素子としての水晶ディスク

多くの圧電式力センサでは、複数の薄い水晶ディスクで構成される測定素子が用いられています。センサで圧縮力とせん断力のどちらを測定するのかに応じて、ディスクは異なる角度で水晶から切り出されます。つまり、圧縮力を測定するセンサで使用する水晶ディスクは縦方向に切り出し、せん断力を測定する場合はせん断方向に切り出します。

圧電式測定システム

圧電式測定システムは、センサ、小さな電荷を送る高絶縁接続ケーブル、電荷信号を電圧信号に変換するチャージアンプで構成されます。

圧電式水晶：PiezoStar、石英

1つの水晶ディスクで発生する電荷は、幾何学的寸法ではなく、圧電材料によってのみ左右されます。高感度のセンサを生み出す場合は、複数の水晶ディスクを積み重ね、電気的に並列接続します。または、高感度の圧電材料（PiezoStar 水晶振動素子など）を使用することもできます。

キスラーが独自に開発した PiezoStar 水晶振動素子は、石英よりも高感度で、温度安定性も優れています。PiezoStar 水晶振動素子は、一般的に非常に小さな力を測定するセンサに組み込まれるため、通常使用されている石英ベースの力センサよりも用途範囲が広がります。なお、キスラーは石英ベースと PiezoStar ベースの両方の圧電式センサを提供しています。

圧電式力センサ vs. 歪ゲージ力センサ

圧電式センサと歪ゲージセンサは、いずれも力を測定する技術として確立されており、これらは互いに補完し合っています。圧電式センサと歪ゲージ力センサのどちらを選択するかは、用途に応じて決定する必要があります。

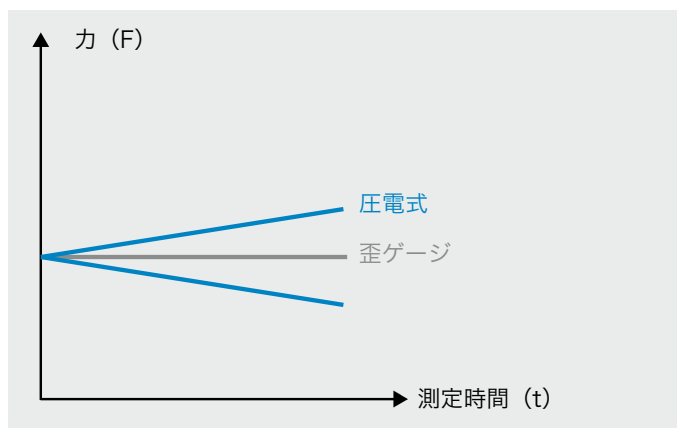
簡単に選択できるよう、以下でこの2つの技術の主要な違いについて説明します。

静的力の測定

圧電式力センサは、その作動原理により、静的負荷が加わるときに小さな変化（ドリフト）を示します。それに対して、歪ゲージの原理に基づくセンサでは、基本的にドリフトはありません。

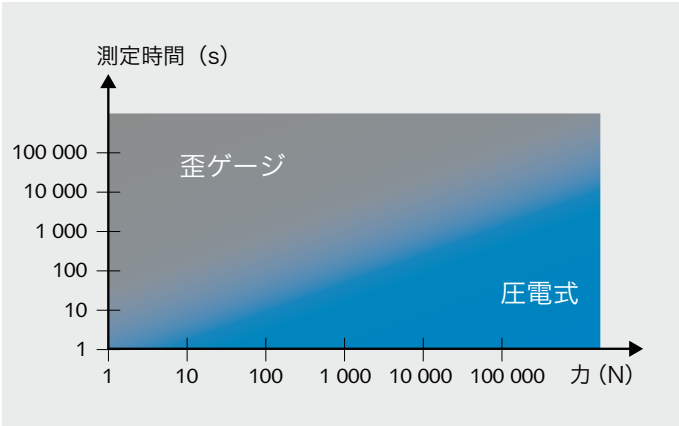
圧電式力センサでは、負荷が静的な場合でも、測定される力の大きさにかかわらず、ある程度のドリフトが起こります。そのため、微小な力を長期間に渡って測定する必要がある場合には、このドリフトにより発生する測定誤差は相対的に大きくなります。しかしながら、大きな力を長時間に渡って測定する場合には問題になりません。つまり、圧電式力センサを使用する場合、測定される力の大きさと要求される精度によって、測定できる時間が異なります。

次のグラフは、静的測定のために圧電式力センサを使用できるかどうか、または歪ゲージセンサだけを使用した方がよいのかを示しています。このグラフを見ると、測定時間が長くても、作用する力が十分に大きい場合は、圧電式力センサでの測定で問題ないことが分かります。一方、歪ゲージ式の力センサは、長期的な監視タスクに大変適しています。



静的力の測定：圧電式 (PE) vs. 歪ゲージ

動的力（荷重）測定



測定時間と力範囲：圧電式 (PE) vs. 歪ゲージ (ドリフト：± 0.05pC/s、測定誤差：1%)

動的な測定用途では、圧電式力センサの方が明らかに適しています。剛性が非常に高く、負荷に対してわずかにしか変形しません。そのため、固有振動数が高くなり、共振や減衰による誤差を最小限に抑えられます。

圧電式力センサと歪ゲージ力センサの概要

主な基準となるのは、測定する力が静的か動的かという点ですが、測定原理を選択するときは、他にも考慮すべき側面があります。次の表は、どちらの測定技術が適しているかについて様々な基準を示したもので、選択の助けとなるでしょう。

圧電式測定技術がお考えの用途に適しているかどうか判断しづらい場合は、日本キスラーにお気軽にお問い合わせください。

基準	圧電式センサ	歪ゲージセンサ
純粋な静的測定 *		✓
動的測定 ** (高剛性)	✓	
幅広い測定範囲	✓	
大きな静的プリロードによる、 非常に小さな力の変化の測定	✓	
多成分力センサ向けのコンパクトな センサ寸法	✓	
繰り返し負荷時の長い耐用年数	✓	
過負荷に対する優れた耐性	✓	
高温に対する優れた耐性	✓	
温度変化に対する優れた耐性		✓
ケーブルの動きによる影響を受けない (清潔さ、低ノイズ)		✓
直線性		✓
繰返し精度	✓	
校正頻度	✓	

* 59 ページの図を参照

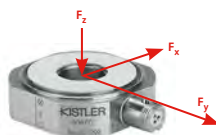
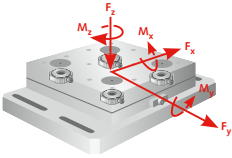
** 60 ページの図を参照

選択の基準

圧電式力センサ

キスラーは、各種用途向けに様々な仕様の圧電式力センサを提供しています。異なるのは、主に力成分の数と1個のセンサで捕捉可能なトルクです。

以下に、様々な種類の力センサの概要を説明します。特定の用途において適切な種類の力センサを選択するためにぜひお役立てください。

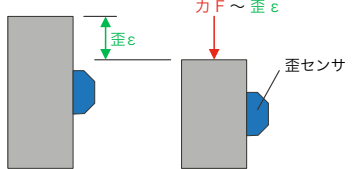
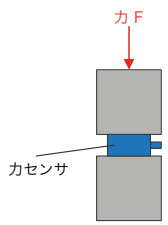
1 成分センサ	
	1つの力成分のみを測定します。1成分センサには、以下のバージョンがあります。 - 圧縮力および引張力 ($\pm F_z$) 用の力センサ - せん断力 ($\pm F_y$) 用の力センサ 1成分センサについては、詳しくは7ページ以降をご覧ください。
2 成分センサ	
	圧縮力および引張力 ($\pm F_z$) と、対応する正と負のリアクショントルク ($\pm M_z$) を測定します。 2成分センサについては、詳しくは27ページ以降をご覧ください。
3 成分センサ	
	3つの直行する力成分すべて (F_x, F_y, F_z) を同時に測定します。センサは、圧縮力と引張力 ($\pm F_z$)、そして両方のせん断方向の正と負のせん断力 ($\pm F_x$ と $\pm F_y$) を捉えます。 3成分センサについては、詳しくは28ページ以降をご覧ください。
動力計 (3 成分)	
	動力計は、主にベースプレートとトッププレート間に取付ける4個の3成分センサをベースとしています。これにより、動力計は3つの直行する力成分 (F_x, F_y, F_z) を同時に捉えることができます。個々の3成分センサで捉えた3つの力成分と、4個のセンサの既知の幾何学的位置に基づき、対応するトルク (M_x, M_y, M_z) を計算することができます。 動力計については、詳しくは33ページ以降をご覧ください。

圧電式歪センサ

キスラーのポートフォリオには、間接力測定に適した圧電式歪センサもあります。

力が加わると、構造体に変形します。圧電式歪センサはこの力を測定します。変形は力に比例するため、変形によって力を特定することができます。

次の表は、力センサを用いた直接力測定と比較した場合の、歪センサを用いた間接力測定の利点と制限を示したものです。

間接力測定	直接力測定
	
✓ - 取付けに要する手間は最小限 - 既存の用途に合わせて容易に後付け可能 - 過負荷に対する保護 - 構造体が力全体を吸収するため、非常に大きな力を測定可能	✓ - 高感度 - 高い測定精度 - 高い繰返し精度 - 良好な直線性と低いヒステリシス
✗ - 振動や温度変化による歪が測定結果に影響を及ぼしやすい - 力の絶対値を得るには、組込み後に力センサを用いた校正が欠かせない	✗ - 取付けに手間がかかる - 非常に大きな力の測定範囲には制約がある

歪センサについては、詳しくは65ページ以降をご覧ください。

1 成分力センサ

圧電式 1 成分センサで力を測定する場合、構造体への取付け方法が非常に重要となります。そこでキスラーは、あらゆる要件に対応できるよう適切なセンサを提供しています。

この 2 種類のうちのどちらが優れているかは、用途によって異なります。以下に、潜在的な利点と制限について説明します。

構造体にどのようにセンサを取付けるのかに応じて、キスラーは次の 2 つのバージョンを用意しています。

- 1 成分力センサ
- 水晶圧電式 1 成分フォースリンク

1 成分力センサ		
	✓ • 全高が低め – 狭い設置条件や曲げモーメントが大きい場合に最適 • 力センサを組込んだ経験のあるお客様向けの低コストの選択肢	✗ • 設置が難しく、プリローディングボルトまたはプリローディングキットを用いてプリロードをかける必要がある • 正確に測定するために設置後の再校正が必要
水晶圧電式 1 成分フォースリンク		
	✓ • プリロード済みなので設置しやすい • 設置後の時間のかかる再校正が不要なので、そのまますぐに測定可能 • 力センサを組込んだ経験の少ないお客様に最適 • 非常に小さな力を捉える高感度仕様	✗ • 全高が高め

1 成分力センサ

1 成分力センサは、基本的に 2 枚の水晶ディスクで構成されます。この 2 枚のディスクは、わずかなプリロードをかけて、しっかり溶接されたケースに組込まれています。

コンパクト構造の 1 成分力センサは、設置スペースの狭い用途に非常に適しています。このセンサには 2 つの種類があります。1 つは圧縮力 (+F_z) を捉えるセンサで、設置バージョンとプリロードによっては引張力 (-F_z) も測定できます。もう 1 つは、正と負のせん断力 (±F_y) を測定するセンサです。

プリロードをかけた取付け

1 成分力センサを取付ける際、必ず機械的にプリロードをかける必要があります。これには以下のような複数の理由があります。

- 曲げモーメントと横方向の荷重を捉えるが、測定されない
- 微小なギャップが埋まり、これによって高い剛性と広い周波数範囲を確保できる
- せん断力を構造体からせん断力向け力センサに伝達するための十分な摩擦力

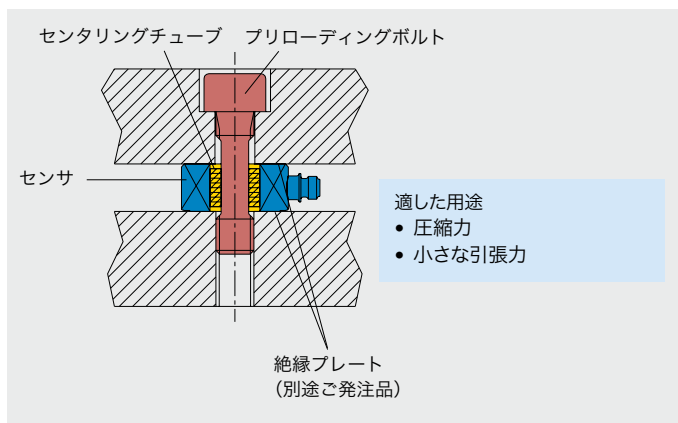


1 成分力センサの断面図

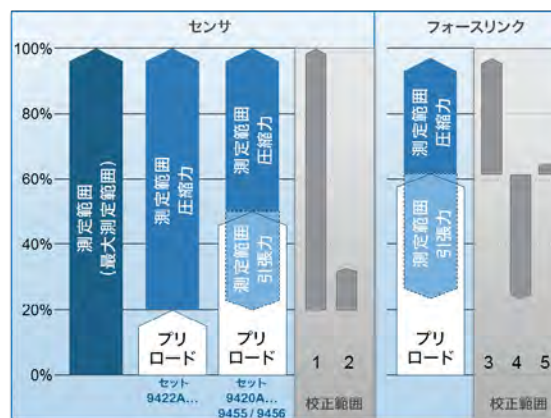


プリローディングボルトまたはプリローディングキットを使用して、センサにプリロードをかけます。原則的にどちらのバージョンも同じ方法で作動し、異なるのは機械的設計とプリロード力です。センサの型式に応じて 1 つ、または場合によっては両方のバージョンを利用可能です。

以下の図は、プリローディングボルトまたはプリローディングキットを使用した、構造体への 1 成分力センサの設置例を示したものです。2 つの取付け方法のどちらでも良い場合は、用途に応じてより好ましいバージョンを示してあります。



プリローディングボルトを使用した設置



プリロードによる測定範囲の制限

水晶圧電式 1 成分フォースリンク

水晶圧電式 1 成分フォースリンクは、接地絶縁され、2 個の特殊なナット間でプリロードをかけた 1 成分力センサで構成されます。

1 成分力センサと比べて、簡単に取付けることができます。測定素子にはプリロードがすでにかかけられており、校正も済んでいるため、そのまますぐに使用できます。水晶圧電式 1 成分フォースリンクは、圧縮力 ($+F_z$) の測定に使用することができます。測定素子によっては、圧縮力と引張力 ($\pm F_z$) も測定できるよう設計されているものもあります。

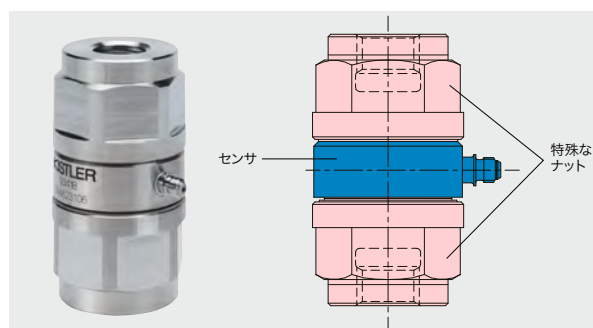
非常に小さな力を測定する場合は、特殊な水晶圧電式 1 成分フォースリンクを利用することができます。この内部構造により、センサは非常に高感度で、ごく小さな力でも信頼のおける測定が可能です。

使用可能な測定範囲

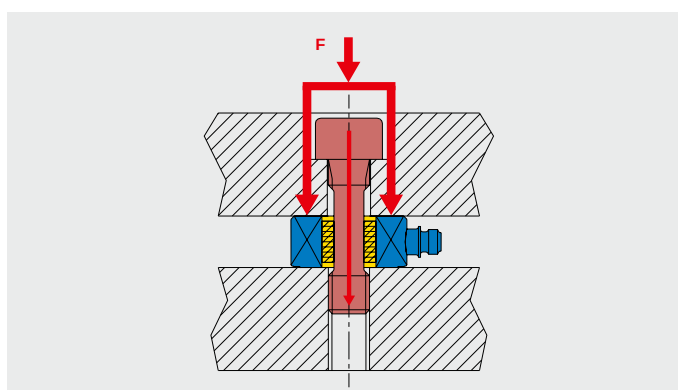
センサの使用可能な測定範囲は、プリロードによって制限されます。そのため、実際に得られる測定範囲は、データシートに記載された測定範囲からプリロードを差し引いたものとなります。用途や設置方法にもよりますが、全測定範囲の 20% ~ 70% に相当します。

感度に対するプリロードの影響

プリローディングボルトまたはプリローディングキットを使用してセンサにプリロードをかけると、力の分流が生じます。プリロードをかけたセンサに作用する力の一部 (プリロードに応じて一般に 7% ~ 10%) は、プリローディングボルトを通過していきます。これにより、取付けられた状態でのセンサの感度が低下します。そのため、正確に測定する場合には、プリロードをかけた後に、センサを校正することを推奨します。



2 個の特殊なナット間でプリロードをかけた 1 成分力センサで構成される水晶圧電式 1 成分フォースリンク



プリロードをかけた 1 成分力センサでの力の分流



小さな力向けの水晶圧電式 1 成分フォースリンク

2 成分 / 3 成分力センサ

圧電式 2 成分 / 3 成分センサで力とトルクを測定する場合、構造体への取付け方法が非常に重要となります。そこでキスラーは、あらゆる要件に対応できるよう適切なセンサを提供しています。

この 2 種類のうちのどちらが優れているかは、用途によって異なります。次の表は、利点と制限について示したものです。

構造体にどのようにセンサを取付けるのかに応じて、キスラーは次の 2 つのバージョンを用意しています。

- 3 成分力センサ
- 水晶圧電式 3 成分フォースリンクと 2 成分力 / リアクショントルクセンサ

3 成分力センサ		
	✓ • 全高が低め – 狭い設置条件や曲げモーメントが大きい場合に最適 • 力センサを組込んだ経験のあるお客様向けの低コストの選択肢	✗ • 設置には時間がかかり、プリローディングキットを使用する必要がある • 正確に測定するために設置後の再校正が必要
水晶圧電式 3 成分フォースリンク 2 成分力 / リアクショントルクセンサ		
	✓ • プリロード済みなので設置しやすい • 設置後の時間のかかる再校正が不要なので、そのまますぐに測定可能 • 力センサを組込んだ経験の少ないお客様に最適	✗ • 全高が高め

3 成分力センサ

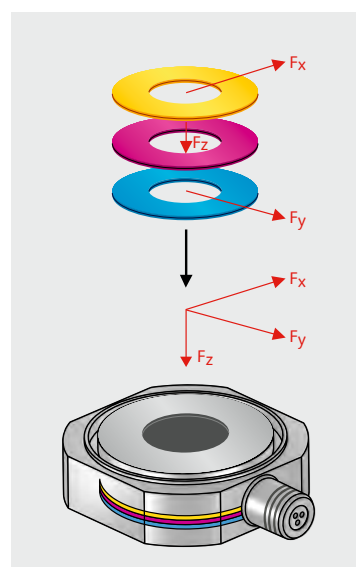
3 成分力センサは、基本的に 3 組の水晶ディスク（力の直行 3 成分のそれぞれについて 1 組）で構成されます。これらのディスクは、わずかなプリロードをかけて、しっかり溶接されたケースに組込まれています。

コンパクトな構造の 3 成分力センサは、設置スペースの狭い用途に非常に適しています。センサは、圧縮力と引張力 ($\pm F_z$)、そして両方のせん断方向の正と負のせん断力 ($\pm F_x$ と $\pm F_y$) を同時に捉えます。

プリロードをかけた取付け

3 成分力センサを取付ける際、必ず機械的にプリロードをかける必要があります。これには以下のような複数の理由があります。

- 曲げモーメントと横方向の荷重を捉えるが、測定されない
- 微小なギャップが埋まり、これによって高い剛性と広い周波数範囲を確保できる
- せん断力を構造体から力センサに伝達するための十分な摩擦力



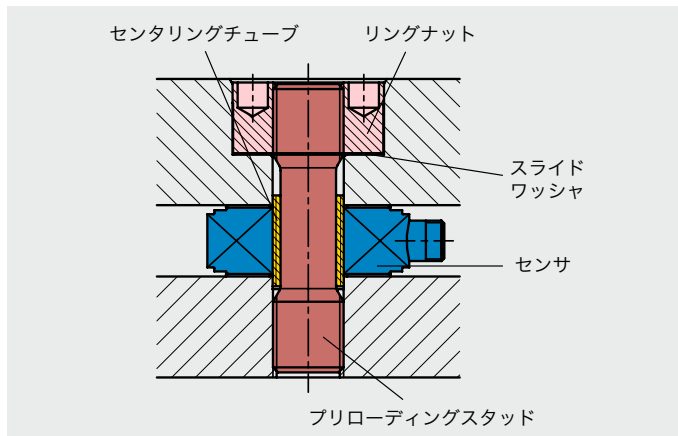
3 成分力センサの構造



3 成分力センサでは、摩擦力を介して、せん断力を構造体からセンサに伝達するため、z 方向で比較的大きなプリロードが必要になります（全測定範囲の約 70%）。

構造体からセンサにせん断力が伝わりやすくなるよう、どの 3 成分力センサでも、2 つの接触面がセラミック層でコーティングされています。これにより、摩擦力が著しく増大します。

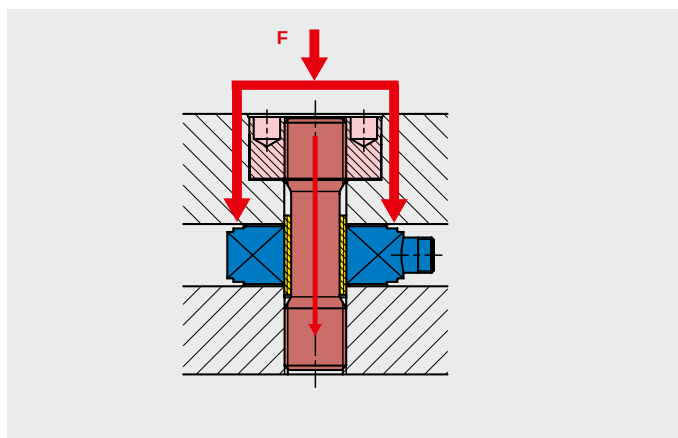
プリローディングキットを使用してセンサにプリロードをかけます。次の図は、プリローディングキットを使用した 3 成分力センサの取付け例を示したものです。



プリローディングキットを使用した設置

感度に対するプリロードの影響

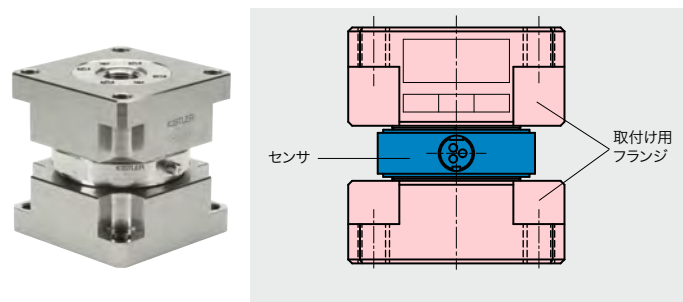
プリローディングキットを使用してセンサにプリロードをかけると、力の分流が生じます。プリロードをかけたセンサに作用する z 方向の力の一部（一般に 7% ~ 10%）は、プリローディングボルトを通過していきます。取付けられた状態では、これにより z 方向でのセンサの感度が低下します。そのため、正確に測定する場合には、プリロードをかけた後に、センサを校正することを推奨します。



プリロードをかけた 3 成分力センサでの力の分流

3 成分フォースリンク

3 成分フォースリンクは、接地絶縁され、2 個の取付け用フランジ間でプリロードをかけた 3 成分力センサで構成されます。



2 個の取付け用フランジ間でプリロードをかけた 3 成分力センサで構成される水晶圧電式 3 成分フォースリンク

3 成分力センサと比べて、簡単に取付けることができます。測定素子にはプリロードがすでにかかけられており、校正も済んでいるため、そのまますぐに使用できます。3 成分フォースリンクは、圧縮力と引張力 ($\pm F_z$)、そして両方のせん断方向の正と負のせん断力 ($\pm F_x$ と $\pm F_y$) を同時に捉えます。

2 成分力 / リアクシヨントルクセンサ

2 成分力 / リアクシヨントルクセンサは、2 個の特殊なナット間でプリロードをかけたセンサで構成されます。この構造のため、簡単に取付けることができます。プリロードがすでにかかけられており、校正も済んでいるため、そのまますぐに使用できます。



2 成分力 / リアクシヨントルクセンサ ($\pm F_z$, $\pm M_z$)

2 成分力 / リアクシヨントルクセンサは、圧縮力および引張力 ($\pm F_z$) と、対応する正と負のリアクシヨントルク ($\pm M_z$) を測定します。

動力計とフォースリンクキット

ケーブルの仕様

水晶圧電式 3 成分フォースリンクキットの動力計またはサミングボックスをチャージアンプに接続する場合は、動力計用のケーブルを使用する必要があります。

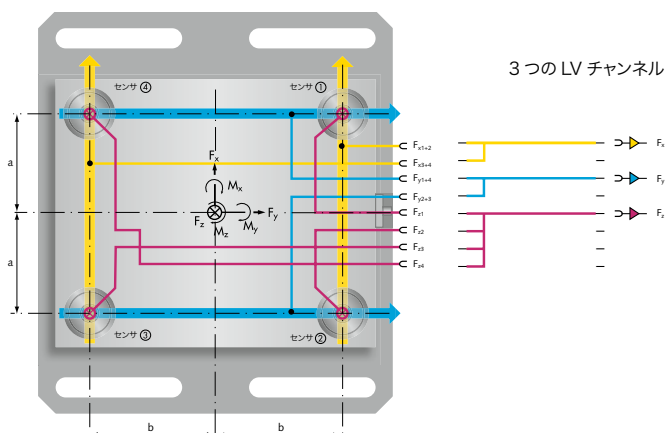
動力計用ケーブルは高絶縁、接地絶縁の多芯ケーブルで、フレキシブルステンレスホースによって保護されており、温度 70°C 以下の用途向けに設計されています。動力計 / サミングボックス側の頑丈な構造と IP67 に対応した保護性能により、過酷な環境下でも使用することができます。



ステンレスホースで覆われた動力計用ケーブル

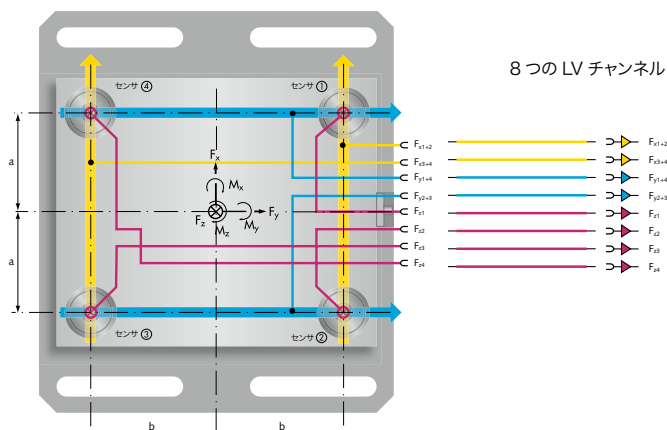
動力計用ケーブルには、3 芯ケーブルと 8 芯ケーブルの 2 種類があります。ケーブルの仕様は、用途の要件に応じて選択することになります。3 成分力測定 (F_x 、 F_y 、 F_z) の場合は、動力計用 3 芯ケーブルを使用する必要があります。6 成分力 / トルク測定 (F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z) では、動力計用 8 芯ケーブルを選択してください。

3 成分力測定の場合、動力計からの 8 つの出力信号が**動力計用 3 芯ケーブル**で合算され、3 チャンネルのチャージアンプに送られます（下図を参照）。このため、別途計算する必要がなく、3 つの力 (F_x 、 F_y 、 F_z) を直接利用できます。



動力計用 3 芯ケーブルを用いた 3 成分力測定

6 成分力 - トルク測定の場合、動力計からの 8 つの出力信号が 1 本の**動力計用 8 芯ケーブル**を通じて直接 8 チャンネルのチャージアンプに送られます。その後、チャージアンプ内の 6 成分サミングアンプが、力とトルクのアナログ計算を行います。なお、トルクを計算する場合は、センサからの距離を考慮に入れる必要があります。



動力計用 8 芯ケーブルを用いた 6 成分力測定

ケーブルの長さ

キスラーのケーブルは、標準的な長さにしたり、特注の長さにすることができます。標準的な長さであれば在庫で対応できるため、納期が短くなります。

ケーブルの接続

ケーブルのコネクタ：動力計側

ケーブルを動力計またはサミングボックスに接続するために使用するコネクタは 2 種類あります。

標準的なのは **Fischer 9 ピンフランジ (オス)** で、コネクタ出口が直線状になっています。ケーブルを動力計に接続する場所が狭い場合は、**Fischer エルボ型 9 ピンフランジ (オス)** もあり、こちらは直角タイプのコネクタ出口となっています。どちらのコネクタも 2 個の M4 ネジで動力計に固定します。O リングシールにより、粉塵や水の侵入を防いでいます。



コネクタ：Fischer 9 ピンフランジ (オス) Fischer エルボ型 9 ピンフランジ (オス)

ケーブルのコネクタ：チャージアンプ側

動力計用ケーブルは、**Fischer 9 ピン (オス)** コネクタによってチャージアンプに接続します。この頑丈なコネクタは、粉塵から保護する必要のある比較的過酷な環境で使用する場合にも適しています。



コネクタ：Fischer 9 ピン (オス)

歪センサ

キスラーは、設置形式の異なる 2 種類の歪センサを提供しています。
そのため、様々な用途に応じた歪センサをご使用いただけます。

この 2 種類のうちのどちらが優れているかは、用途によって異なります。
次の表は、利点と制限について示したものです。

2 つの種類があります。

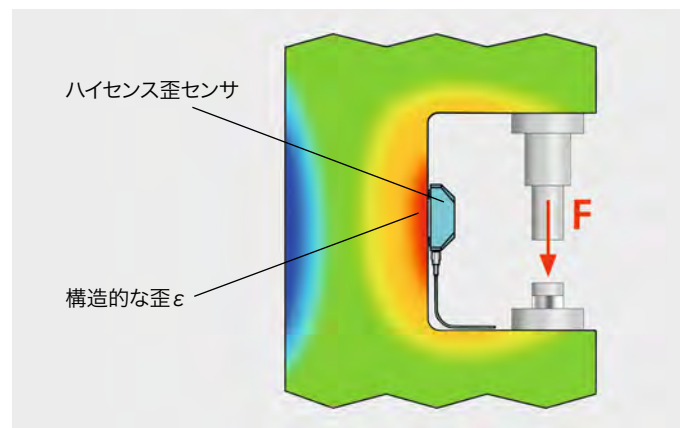
- ハイセンス歪センサ
- 歪メジャリングピン

ハイセンス歪センサ		
	✓ • 構造体表面の歪測定向け • 取付けが用意：ネジでセンサを構造体の表面に取付け • 既存の用途に合わせて容易に後付け可能	✗ • センサが構造体から離れているため、センサを取付けるためには構造体の表面にスペースが必要
歪メジャリングピン		
	✓ • 構造体内部での歪測定向け • 構造体の内部にセンサを取付けるため、構造体表面の形状は変わらない	✗ • 取付け穴を正確にあける必要がある • 取付け穴の周辺で応力が大きくなる（ピンにプリロードをかける必要がある）→ 繰り返し負荷に注意！

ハイセンス歪センサ

ハイセンス歪センサは、構造体の表面の歪（伸びとたわみ）を測定するセンサです。取付けねじを使用して、非常に簡単に構造体に取り付けることができます。構造体の歪は、摩擦力を介して、せん断力として測定素子に伝えられます。ハイセンス歪センサは、間接力測定をはじめとした様々な用途に適しています。このため、力センサを用いた直接力測定を実施できない構造体では、間接力測定をする場合の標準的な歪センサとなります。

ハイセンス歪センサを使用した間接力測定の典型的な適用事例は、C フレームプレスです。この圧入プロセスにハイセンス歪センサを活用すると、設置費用を最小限に抑え、低コストで力を監視できるようになります。絶対値が必要な場合には、基準となる力センサを使用して、歪センサを校正する必要があります。



ハイセンス歪センサを使用した C フレームプレスでの間接力測定

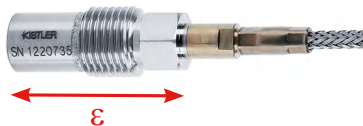


ハイセンス歪センサで構造体表面の歪を測定

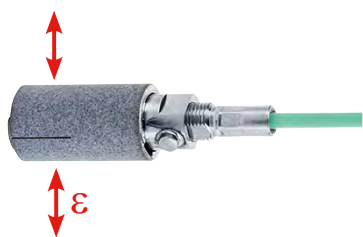
歪メジャリングピン

歪メジャリングピンで、構造体の内部の歪を測定することができます。このピンを取付ける場合は、まず円筒状の穴をあけてから、センサを差し込み、プリロードをかける必要があります。歪メジャリングピンには2つの種類があります。

- 縦方向歪メジャリングピン：ピンに沿って縦方向に歪を測定

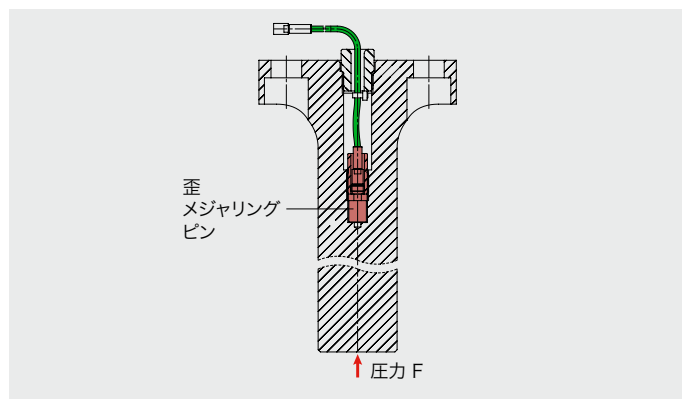


- 横方向歪メジャリングピン：ピンに対して横方向に歪を測定



ハイセンス歪センサと同じく、歪メジャリングピンは多くの場合、間接力測定に用いられます。歪メジャリングピンは主に、構造体表面の歪を測定するのに最適な条件となっていない特殊な用途で使用されます。

例えば圧力ボルトの場合には、ハイセンス歪センサよりも歪メジャリングピンの方が適しています。ピンを圧力ボルトの中心に来るように取付けることができ、作用する曲げモーメントが測定結果に影響を及ぼすことがないためです。スペース上の理由により、この例では圧力ボルト表面の形状を変更することはできません。



歪メジャリングピンを使用した圧力ボルトの間接力測定

信号処理



高度な信号処理ソリューションによって可能な限り最高品質のセンサ信号を確保でき、このことが高精度の測定結果につながるカギとなります。

キスラーは、各種センサに対応した信号処理ソリューションを提供しています。圧電式 (PE) センサにはチャージアンプが必要となり、エレクトロニクス (IEPE) 内蔵型の圧電式センサは Piezotron カブラから電源が供給されます。

キスラーは、アナログアンプソリューションのほか、データ収集機能を搭載したシステム、さらに高精度の校正装置も提供しています。

チャージアンプ



- 電荷範囲：2 ～ 2,200,000pC
- 周波数範囲：≒ 0 ～ 200,000Hz
- データ収集機能を搭載したシステム
- デュアルモードアンプ (PE センサと IEPE センサに対応)
- シングルチャンネル / マルチチャンネルソリューション

Piezotron カブラ (IEPE)



- バッテリー駆動のシングルチャンネルデバイスからライン駆動のマルチチャンネルシステムまで
- TEDS サポート付き IEPE ソリューション

ピエゾレジスティブ圧力センサ用アンプ



- PiezoSmart センサ認識
- 最高の測定精度のためにデジタル補償をサポート

MEMS 容量型加速度計用の電源



- 最大 15 の単軸と最大 5 つの K-Beam 3 軸加速度計に電源を供給

校正装置



- チャージアンプや他の信号処理器の完全自動校正
- 圧電式センサ校正用のポータブル信号処理システム



信頼性のある測定結果を保证するために、細心の注意を払ってセンサを校正する必要があります。

校正

センサと測定機器は、長期間にわたる頻繁な使用や使用環境の影響によりその特性が変化するので、定期的に校正する必要があります。校正に使用する機器は国際品質管理標準に準拠しており、校正証明書には校正中の測定値や測定条件が記入されます。

安全で信頼性の高い測定

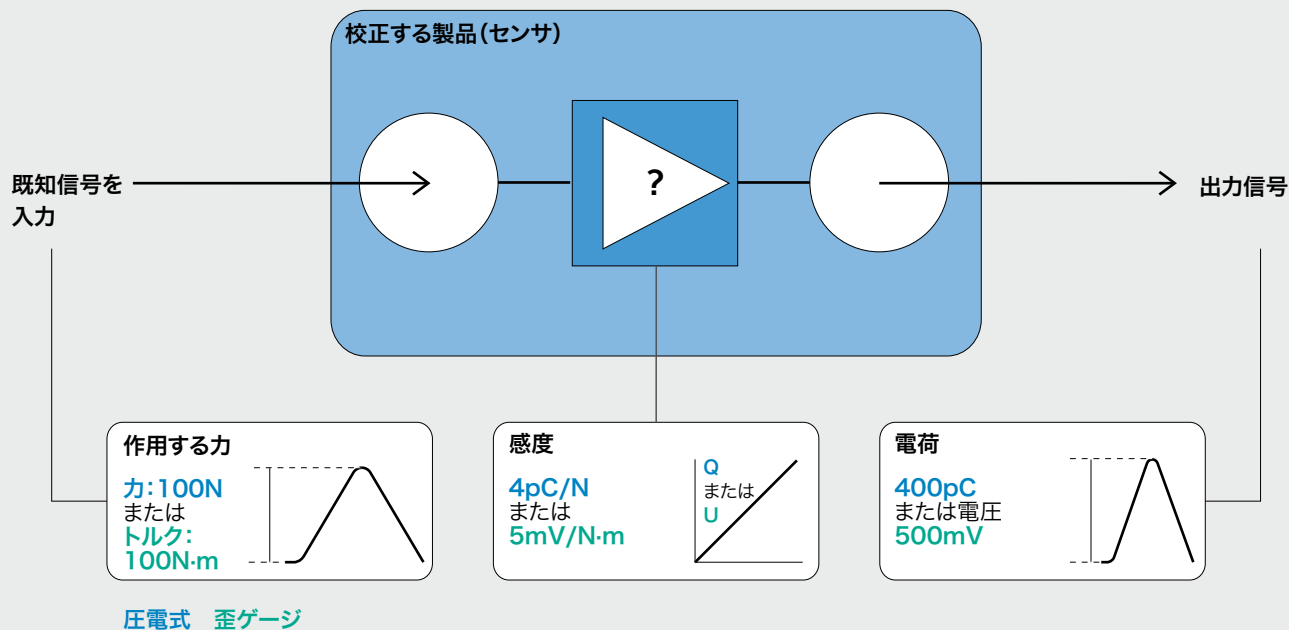
品質保証システムと製造物責任法の普及により、品質関連の特性値を測定し、検査するモニタリングシステムが求められるようになりました。そしてこのことが、測定や試験結果が唯一信頼できる品質管理指標であることの証しとなっています。

センサや測定装置には、基本的に測定の不確かさがあります。時間の経過とともに測定の偏差が変わってくるため、検査装置は定期的に校正する必要があります。

これには校正標準により示された基準値と測定値の偏差を調べる作業が伴います。校正結果は、目盛盤の読み方の変更やセンサ出力の補正係数の算出に使用することができます。必要な情報は校正証明書に記載されます。

定義：校正とは、既知の入力値と測定された出力値の間の関係を決定するために、特定の条件を定めた手順を使用することです。

センサ校正の原理

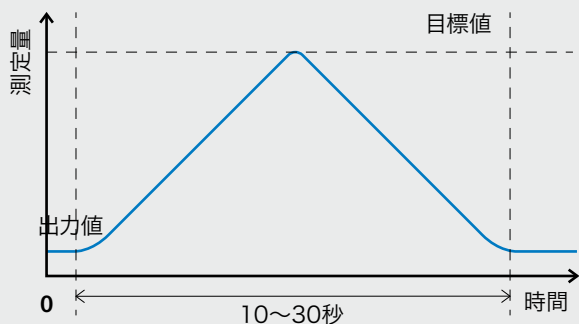


校正プロセス

校正時にセンサに既知の力学量 (例: 力) をかけ、それに対応する出力値を記録します。加える荷重の値は既知で、工場標準による追跡可能な校正方法で測定されたものです。校正方法により、測定レンジ全体を校正する場合と部分的に校正する場合があります。

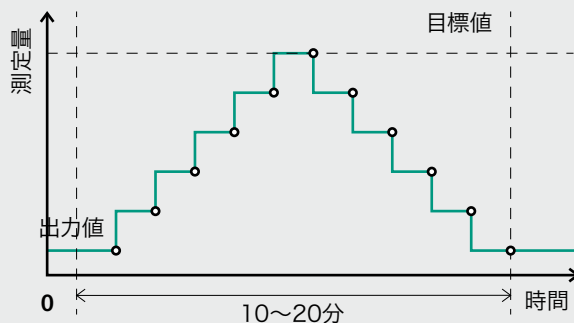
- 1点でのみ校正
- 連続で校正
- 複数点を段階的に校正

圧電式センサの校正



連続で校正する場合、荷重は決まった時間内に決まった値まで連続して増加させ、同じ時間でゼロ点まで減少させます。特性値は正確には直線ではありませんが、測定結果からゼロ点を通るベストストレートラインが求められます。この直線の傾きは、校正した測定レンジ内のセンサの感度となります。

歪ゲージの校正



段階的な校正の場合、校正の方法により異なりますが、荷重を増加/減少させるステップごとに負荷をかけて取り除きます。すべてのステップは測定値が安定するまで保持されます。

直線性は、ベストストレートラインからの特性の偏差によって決定されます。ヒステリシスは、荷重を増加させた時の特性値と、減少させた時の特性値の最大差です。キスラーの1成分/多成分センサとトルクセンサの多くは工場で校正されます。

連続で校正する方法は圧電式センサに最も適しています。歪ゲージセンサの場合は、できれば段階的な校正方法が望ましいとされています。

キスラーは多様な校正オプションを用意しています。

- センサ装置を製造工場に送ってもらう
- お客様の工場での現場校正
- インハウス校正用の校正装置

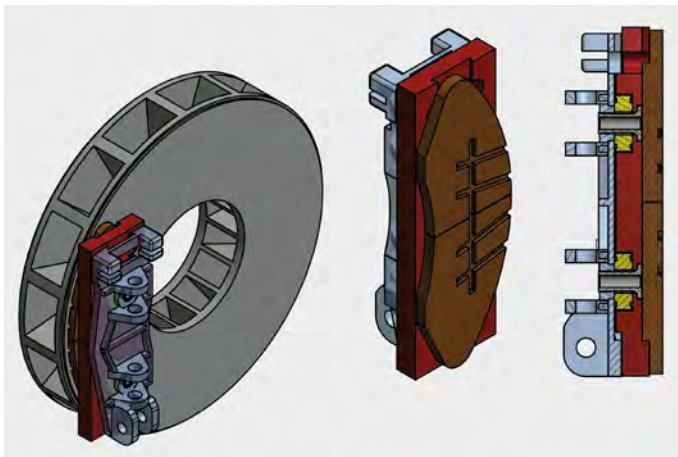
コンサルティング

キスラーには、力センサや歪センサの特注組込みに関する長年の経験があります。コンサルティングでエキスパートのノウハウと利点をぜひご活用ください。

コンサルティングセッションでは、信頼性の高い正確な測定結果が得られるようにセンサを組込むための最善の方法を理解することができます。以下に、センサの組込みに関してキスラーがコンサルティングを行ったお客様のプロジェクト事例をご紹介します。

鉄道用ブレーキの摩擦力の測定

鉄道用ブレーキでは、確実に減速するために、最大限の制動力を発揮できることが重要になります。そこで、実際に作用する制動力を測定するために、ブレーキライニングにキスラーの力センサを組込みました。その際に利用可能なスペースが狭かったため、センサの設置にキスラーの豊富な経験がかなり活かされることになりました。



力センサを取付けたブレーキライニング

課題

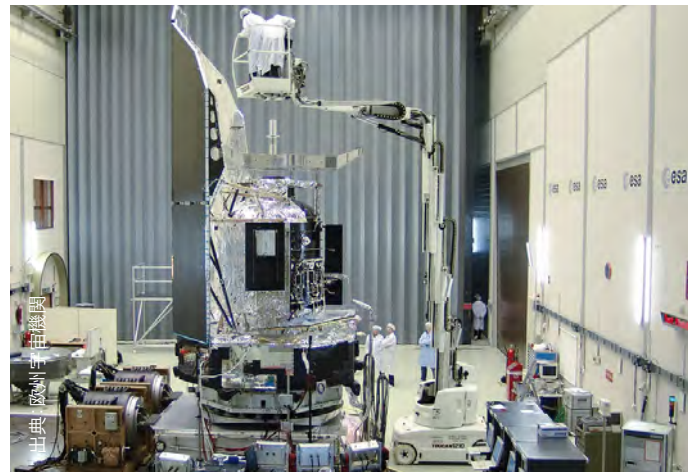
- 非常に大きな力の測定
- 設置場所が狭い

解決策

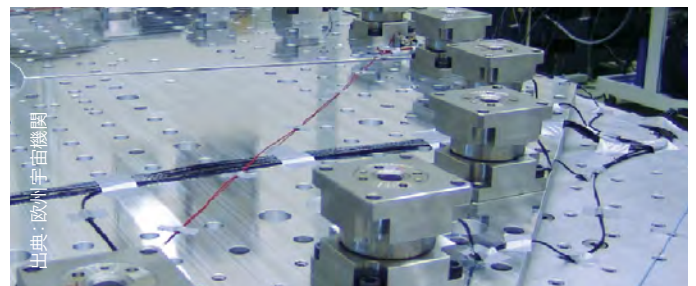
- 力測定用途に対応した 2 個の 3 成分力センサを使用
- 特殊なプリローディングボルトを用意
- 取付け後に特殊装置を用いて現場校正を実施

力制限振動（FLV）試験

人工衛星は、打ち上げ時と大気圏飛行時に激しい振動にさらされます。そのため、打ち上げ前に振動試験が行われています。この試験のおかげで、人工衛星が故障せず耐えられるようになってきました。キスラーの力センサは力を測定し、信頼性の高い試験プロセスに寄与しています。



加振機上の人工衛星



加振機に設置された水晶圧電式 3 成分フォースリンク

課題

- 幅広い測定範囲
- 高剛性
- 高い信頼性
- 機械的に複雑な組込み

解決策

- 複数の水晶圧電式 3 成分フォースリンクを使用
- すべての測定素子を同じ高さに機械で加工
- 機械を接続するために特注のベースプレートとトッププレートを用意
- 操作しやすいチャージアンプ (LabAmp 5165A) を採用

用途に応じたコンサルティングをご希望の場合には、日本キスラーまでお問い合わせください。

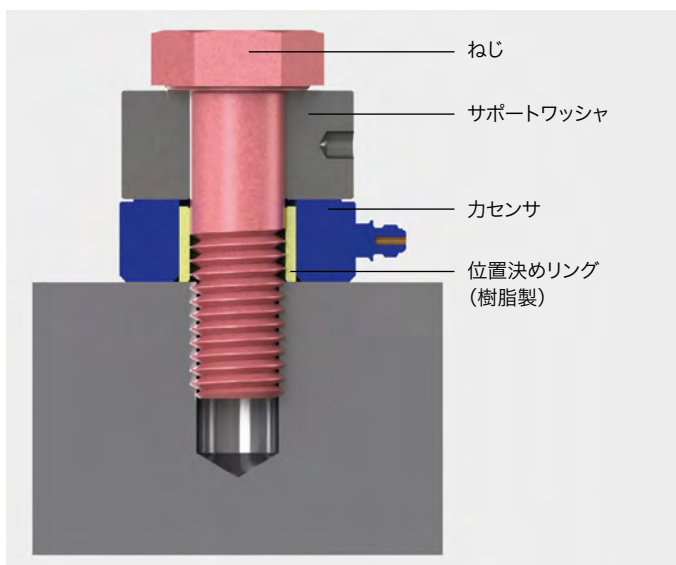
特注センサ

用途に対応した力センサや歪センサが製品ポートフォリオの中に見つからない場合には、貴社の仕様を完全に満たしたセンサの開発についてご相談ください。キスラーは、特注センサの設計と開発について豊富な経験を有しています。

以下に、お客様との密接な協力のもとで開発・設計から製造、校正まで、キスラーが実現した特注センサの例をご紹介します。

ねじのプリロード力の測定

ねじ結合のプリロード力と締付トルクとの関係は、信頼性の高い取付けを実現し、結合が緩むのを防ぐ重要な要素となります。



ねじ、サポートワッシャと力センサを用いた測定のセットアップ

課題

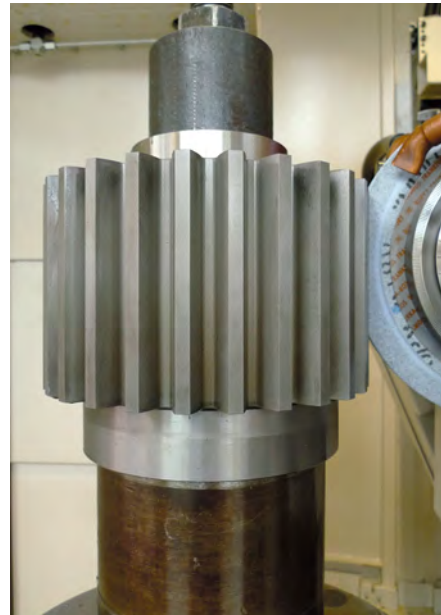
- 過負荷に対する大きな耐性
- 簡単に扱えること
- 長い耐用年数

解決策

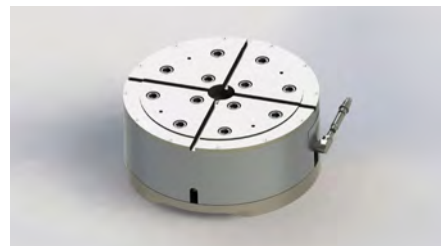
- 1 成分力センサの上に強化サポートワッシャを配置し、樹脂製リングを用いて位置を調整

研削加工力を測定する動力計

静粛な動作を実現するために、歯付きホイールを研磨する必要がありますが、その研削加工プロセスにはかなりの時間がかかります。この研削加工の効率化を図るために、様々な機械加工パラメータを最適化する研究プロジェクトが進められています。



歯付きホイールと研削加工用ホイール



動力計

課題

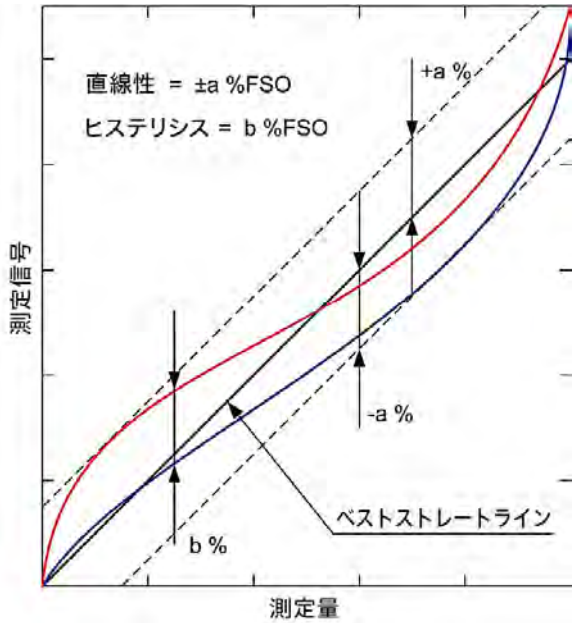
- 非常に幅広い力測定範囲
- 高い固有振動数
- 非常に強力な媒体

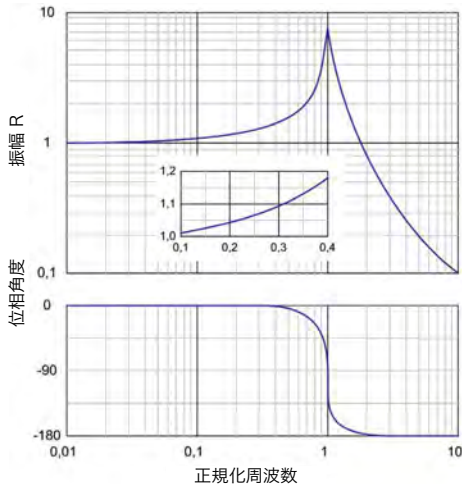
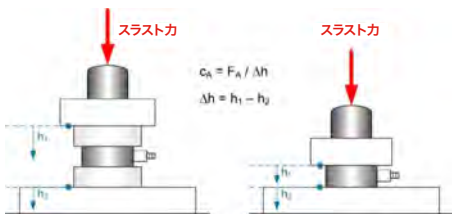
解決策

- 4 個の 3 成分力センサを使用
- 汚れの侵入を防ぐ圧縮空気クッションを採用
- 幅広い測定範囲に対応したカスタム校正を実施

特注センサ開発の様々な面についてさらに詳しい内容をお知りになりたい場合やコンサルティングをご希望の場合は、日本キスラーにお問い合わせください。

用語の解説

用語	記号	単位	定義
力	F	N	力とは、衝撃の中心、方向、数値をもったベクトルに関する物理量です。
歪	ϵ	$\mu\text{m/m}$	歪とは、力の作用や温度変化(熱的膨張)などの負荷による、物体の寸法の相対的変化(引張 / 収縮)の量のことです。物体の寸法の伸長は正の歪、物体の寸法の縮小は負の歪となります。
クーロン			電荷の単位。 1 クーロンは 1 アンペアを 1 秒間流した時の電荷 ($1\text{C} = 1\text{As}$)。
動的			キスラーのセンサ、チャージアンプ、電気装置において、時間とともに急激に変化する測定量(高周波の動きなど)を測定できる能力。
準静的			キスラーのセンサ、チャージアンプ、電気装置において、時間とともに変化しながらも、ほぼ時間的に一定の測定(長期間の測定や DC と同様な測定など)を実現できる能力。
時定数	τ	s	ハイパスフィルタの挙動を表し、キャパシタが電荷の初期 $1/e$ まで放電する時間。 注：時定数によって、測定誤差を測定時間との関係で予測することができます。時定数と感度範囲の詳細については、チャージアンプの取扱説明書を参照してください。 例：時定数は、チャージアンプの選択した測定範囲によって異なります。値は、最高感度レンジの約 0.01 秒から最小感度レンジの約 100,000 秒です。準静的な測定には最大の時定数を必ず選択します。
ヒステリシスを含む直線性	Lin_{Hys}	%FSO	直線性は、センサの型式に応じて、増加する測定量(青)と減少する測定量(赤)によって得られる出力値を含むデータによって定められます。これらのケースでは、ヒステリシス ($b\% \text{FSO}$) は直線性 ($\pm a\% \text{FSO}$) に含まれ、用途の測定精度の推定において追加で考慮に入れる必要はありません。 注：この中央の平行線の勾配はセンサの感度に相当します。2 本の平行線から中間の間隔(縦軸で測定)が直線性です。 

用語	記号	単位	定義
周波数範囲	f_r	Hz	通常の周波数範囲は、対応する伝達関数の振幅が振幅誤差の許容値を越えない周波数に制限されます。圧電式センサでは、その機械的性質によりダンピングはごくわずかです。有効周波数範囲は、共振周波数の増加により、広がります。 以下の近似値が、周波数の関数として振幅誤差、または達成可能な精度に適用されます： • 精度 10% → $f_{\max} \approx 0.3 \times f_n$ • 精度 5% → $f_{\max} \approx 0.2 \times f_n$ • 精度 1% → $f_{\max} \approx 0.1 \times f_n$ 記号： • f = 測定周波数 • $f_{\max}$ = 測定の最高周波数 • f_n = 固有振動数
周波数範囲（続き）	f_r	Hz	注：水晶圧電式センサは他のセンサと比べて動的特性に優れています。その高い剛性により固有振動数が最高のレベルになるので、水晶圧電式センサは、短い時間内に起こる急激な変化量を測定するのに最適です。動的特性は周囲の構造に大きく左右されます。そのため、測定物全体の周波数応答を調べて、最も有効な測定範囲を求める必要があります。周波数の調査には、周波数解析（例：衝撃チューブ内の圧力センサ）とFEM（有限要素法）の2つの方法があります。 周波数応答と位相応答の略図 
軸方向剛性	$C_{A,x}$ $C_{A,y}$ $C_{A,z}$	N/ μm	力センサの設計された軸方向軸において作用する力によって生じる、軸方向の変形に対する、負荷をかけたセンサの機械的な耐性。剛性値は、作用する力 F_A を、指定された基準点間の有効距離 Δh で割って算出します。 距離測定のための基準点の図 



設置に関するサポートからスペアパーツの迅速な供給まで、キスラーのサービスとトレーニングは世界各国からご利用いただけます。

キスラーが提供する多様なサービス

キスラーは、自動製造プロセスに関連する装置 / システムの販売とサービスの提供を行っています。

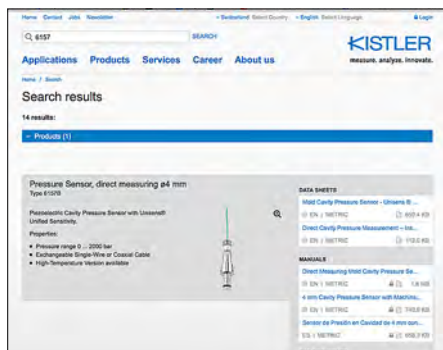
キスラーは、センサやシステムのほか、設置に関するプロフェッショナルなサポートから、世界中のスペアパーツの迅速な供給まで、幅広いサービスを提供しています。提供しているサービスの概要については、www.kistler.com をご覧ください。また、トレーニングの詳細については、日本キスラーまでお問い合わせください。

キスラーのサービス：

- コンサルティング
- システムの試運転時のサポート
- プロセスの最適化
- センサの定期的な現場校正
- 教育 / 研修
- 開発サービス

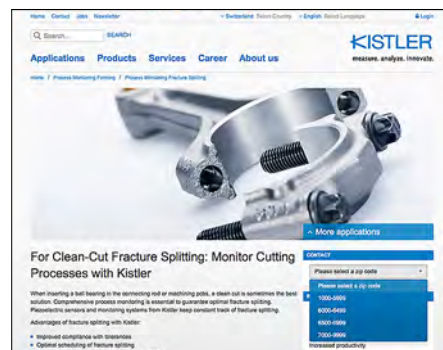
キスラー – 世界中のお客様のために

最先端の測定技術の世界的マーケットリーダーとなったキスラーグループは、31のグループ会社、そして世界各地の30を超える拠点で約1,500人の従業員を擁しています。



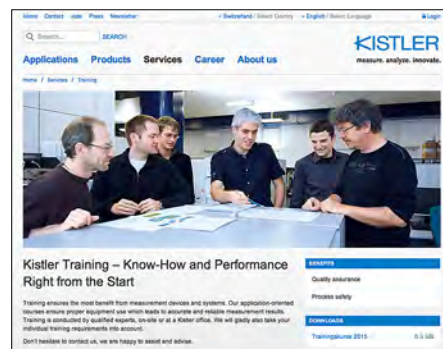
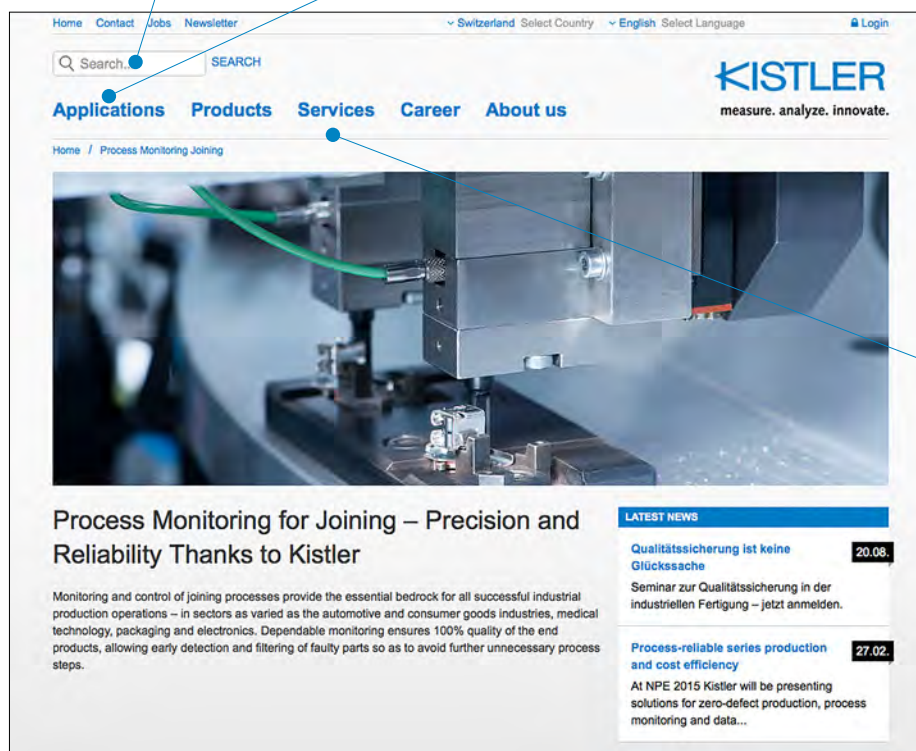
データシート / ドキュメント

データシート、カタログとCADデータは、オンライン検索を使用してダウンロードすることができます。



コンサルティング / サポート

キスラー製品に関するコンサルティング / サポートが必要な場合は、世界中どこからでも当社のウェブサイトです連絡先を検索することができます。



教育 / 研修

教育 / 研修関連のイベントでは、経験豊富なキスラーのエキスパートが自社のセンサや測定システムについてご説明します。必要な専門知識を習得する、最も効率的な方法と言えます。



日本キスラー合同会社

本社: 〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-20-8 ベネックスS-3 2F

TEL (045) 471-8620 (営業部)

(045) 471-8621 (テクニカルセンター)

(045) 471-8622 (マーケティング・管理部)

URL: www.kistler.com / e-mail: sales.jp@kistler.com

Kistler Group

Eulachstrasse 22

8408 Winterthur Switzerland

Tel. +41 52 224 11 11

キスラーの製品は、様々な知的財産権によって保護されています。詳細については www.kistler.com をご覧ください。キスラーは、キスラー・ホールディング AG をはじめ、ヨーロッパ、アジア、アメリカ、オーストラリアに子会社を有するグループ企業です。

キスラーグループのお近くの拠点は URL から検索いただけます: www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.