

薄型力センサ(SLS)

引張力 / 圧縮力測定 3kN~80kN

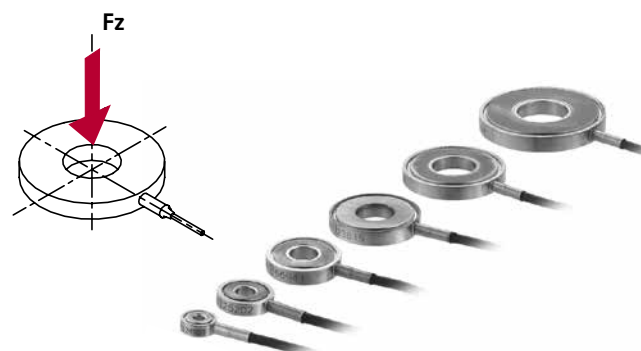
型式 9130C, 9132C,
9133C, 9134C, 9135C,
9136C, 9137C

この圧電式力センサ(SLS:スリムラインセンサ)は非常に薄型で、動的および準静的な圧縮力を測定します。分解能が極めて高く、高剛性でコンパクトなデザインにより、機械などの構造体内部に取り付けるのに適しています。密閉されたケースには、コネクタ付きの防滴接続ケーブルが組み込まれています。この薄型力センサは校正されていませんので、機械に組み込み後、機上校正が必要です。

- ・ コンパクト、広い測定範囲
- ・ 構造体へ各種方法で取付け可能
- ・ プリロードを掛けることで引張力も測定可能
- ・ センサは頑丈で長寿命、変位量はごく僅か
- ・ 高感度で小さな力も測定可能
- ・ 密閉ハウジング(IP65)
- ・ Viton®被覆一体型ケーブル(取り外し不可)

概要

測定する力は取付部品、プリローディング部品を介してセンサへ伝達されます。センサに力が掛かるとその力に比例した電荷が発生します。電荷を電極で集め、センサー一体型の接続ケーブルを通してチャージアンプへ出力します。



アプリケーション

薄型力センサは剛性が高く、動的な力測定に適しています。準静的な力も数分間程度であれば測定が可能です(力の大きさにより時間は異なります)。測定した力の一部がセンサに加わるようにセンサを構造に組み込む分流測定にも適用可能です(図5)。薄型力センサはコンパクトなため、フォースプレート、取り付け板のような構造体や工具などに組み込みが可能で、生産現場での力測定に使用されます。コントロールモニタと組み合わせて使用すると、量産ラインの品質管理と工程監視に最適です。

技術データ

型式		9130C	9132C	9133C	9134C	9135C	9136C	9137C
測定範囲 Fz	kN	0 ~ 3	0 ~ 7	0 ~ 14	0 ~ 26	0 ~ 36	0 ~ 62	0 ~ 80
過負荷	kN	3.5	8	17	30	42	72	96
プリロード力(推奨) ¹⁾	kN	0.6	1.4	2.8	5.2	7.2	12.4	16
定格感度	pC/N	-3.7 ± 0.3	-4.0 ± 0.3			-4.3 ± 0.3		-4.0 ± 0.3
定格感度 プリロード (≒ -8%)	pC/N	-3.4 ± 0.3	-3.7 ± 0.3			-4.0 ± 0.3		-3.7 ± 0.3
直線性、ヒステリシス含む	%FSO	≤±1						
最大曲げモーメント M _{xy} 最大 (シングルロード)、計算値	N·m	1.4	4.9	15.4	35.0	62.2	134.5	195.7
軸方向剛性 (計算値)	kN/μm	1.0	2.3	3.2	5.9	8.2	13.2	19.0
横方向剛性 (計算値)	kN/μm	0.2	0.6	1.0	1.8	2.7	4.4	6.2
せん断剛性 (計算値)	kN/μm	0.3	0.8	1.2	2.1	3.0	4.9	6.9
ねじり剛性 (計算値)	N·m/°	52	263	853	2,348	4,812	12,174	23,997
曲げ剛性 (計算値)	N·m/°	46	253	754	2,303	4,815	12,753	26,443
絶縁抵抗	Ω	≥1·10 ¹³						
使用温度範囲 ΔT	°C	-40 ~ 120						
感度の温度係数	%/°C	-0.02						
コネクタ		KIAG 10-32 メス						
保護等級		IP65						
ケース材質		DIN 1,4542						
重量	g	1	2	3	5	7	14	27

¹⁾ プリロードは、想定される引張/圧縮力の範囲に従って調整します。プリロード力の大きさにより測定範囲は減少します。

※データシートの記載内容は予告なく変更される場合がございます。 購入時には日本キスラー(株)までお問い合わせ下さい。

1/6

用途例

- ・ プレス力、パンチング力のモニタリング
- ・ 工具のモニタリング
- ・ 大きな力の分流測定
- ・ 小型1成分動力計の製作

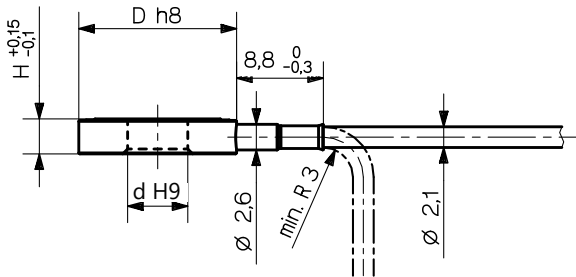


図1: 薄型力センサの寸法

センサの取り付け

薄型力センサはプリロードを加えて構造体へ取付けます。

- 力の直接測定
- 力の分流モードによる間接的測定

力の流路上の測定では荷重の大部分がセンサに掛かり、分流の測定では部分的な荷重が掛かります。

力の流路上での直接測定

流路上の直接測定ではほとんどの荷重がセンサに掛かります。したがって、プリロード F_p と最大荷重 F_z の和として求められる測定範囲は、センサにより規定された測定範囲内に納める必要があります。取付け面は平坦にかつ丈夫に研磨してください。プリローディングボルトは7~10%程度の分流を発生させますので、これに応じて感度が低下します。一般的には測定範囲の20%以上のプリロードが必要ですが、引張りが掛かる場合にはそれに応じたプリロードが必要です。実際の荷重を勘案し、可能であれば測定範囲の50%程度のプリロードを掛けてください。そうすることにより曲げモーメントの許容値を最大にできます(4ページ)。



図 2: 力の直接測定

寸法

型式	D [mm]	d [mm]	H [mm]
9130C...	8.0	2.7	3.0
9132C...	12.0	4.1	3.0
9133C...	16.0	6.1	3.5
9134C...	20.0	8.1	3.5
9135C...	24.0	10.1	3.5
9136C...	30.0	12.1	4.0
9137C...	36.0	14.1	5.0

取り付け寸法

型式	ねじ寸法		穴径 d1 [mm]	板厚 ¹⁾ A [mm]
	M	Pitch		
9130C...	M2.5	0.45	2.9	8.0
9132C...	M4	0.7	4.3	8.0
9133C...	M6	1.0	6.4	12.0
9134C...	M8	1.25	8.4	16.0
9135C...	M10	1.5	10.5	20.0
9136C...	M12	1.75	13.0	24.0
9137C...	M14	2.0	15.0	27.0

¹⁾ 最小板厚(推奨)

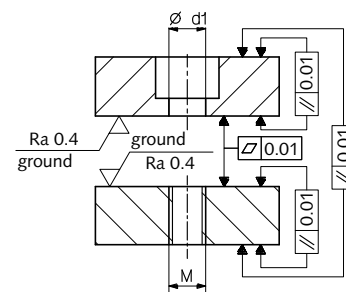
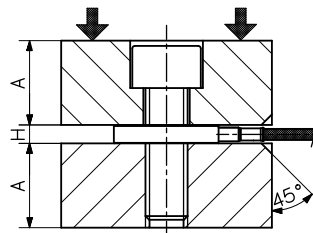


図 3: 力の流路上の直接測定

9130C_003-418j-03.20

力の分流測定

力の分流を測定すると薄型力センサは多様な用途で使用することができます。取付け面は可能な限り平坦に研磨し、できればオプションのプリローディングディスクを使用して、測定範囲の約20%のプリロードを掛けてください。構造体とプリローディングディスクの表面は、センサを組み込んだ状態で研磨する必要があります。わずかな突出し量Pが必要で、これは研磨後にセンサを取り出し、構造体の表面のみ同じ深さで1度研磨します。これにより再現性や直線性の良い分流測定が可能となります。

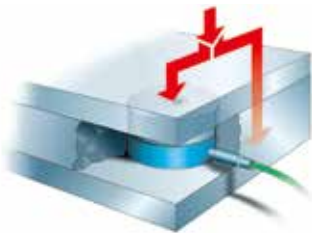


図 5: 分流による測定

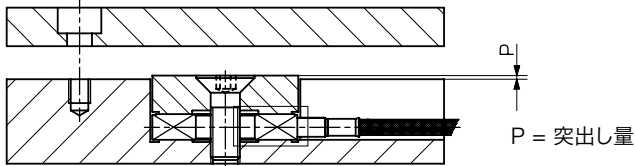


図 6: プリローディングディスク 9410A ...の設置

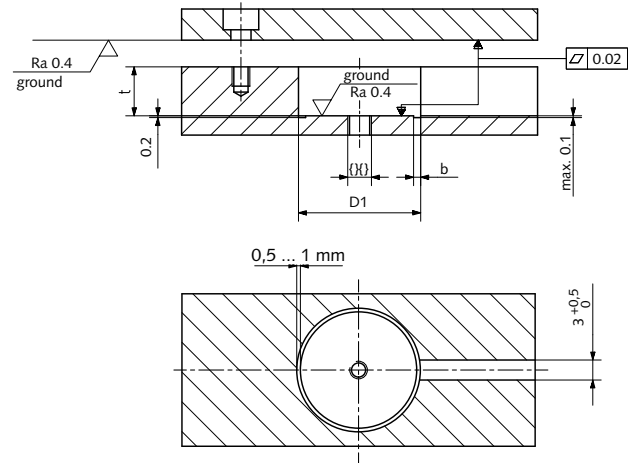


図 7: 分流測定の設定方法

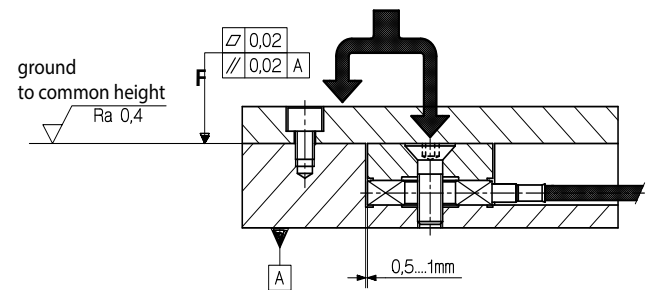


図 8: プリローディングディスク 9410A...を使用した組立

取り付け寸法

型式	ねじ寸法 Ma	座ぐり径 D1 [mm]	座ぐり深さ t [mm]	逃げ b [mm]	突出し量 P [μm]
9130C...	M2	8.5	6.5	1.2	0 ~ 2
9132C...	M2.5	12.5	6.5	1.2	0 ~ 2
9133C...	M3	16.5	7.7	1.2	0 ~ 3
9134C...	M4	20.5	7.7	1.2	0 ~ 3
9135C...	M5	24.5	7.7	1.5	0 ~ 3
9136C...	M6	30.5	9.5	1.5	0 ~ 3
9137C...	M8	36.5	12.0	1.5	0 ~ 3

プリローディングディスク

型式	センサ型式	ねじ寸法	D2 [mm]	d2 [mm]	H1 [mm]	L [mm]
9410A0	9130C...	M2	8.0	2.7	3.50	8.0
9410A2	9132C...	M2.5	12.0	2.7	3.50	8.0
9410A3	9133C...	M3	16.0	3.2	4.25	10.0
9410A4	9134C...	M4	20.0	4.3	4.25	10.0
9410A5	9135C...	M5	24.0	5.3	4.25	10.0
9410A6	9136C...	M6	30.0	6.4	5.50	14.0
9410A7	9137C...	M8	36.0	8.4	7.00	16.0

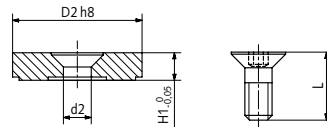


図 9: プリローディングディスクとさら小ねじ(付属)

9130C_003-418]-03.20

曲げモーメント

曲げモーメントは測定に悪い影響を与えるだけでなく、センサを破壊してしまう場合もあります。プッシュロッドやパンチングプレスにセンサを設置する場合、曲げモーメントを完全に排除することは不可能です。曲げモーメントの許容値 M_b はプリロード F_p と実際の荷重 F_z の合計により決まり、許容曲げモーメントは測定限界値 B の半分のところで最大となります(図4参照)。

許容曲げモーメント

型式	測定限界値 B [kN]	許容曲げモーメント $M_{b,max}$ [N·m]
9130C...	3.0	1.50
9132C...	7.0	5.15
9133C...	14.0	15.00
9134C...	26.0	35.00
9135C...	36.0	62.00
9136C...	62.0	134.00
9137C...	80.0	244.00

測定限界値 B と許容曲げモーメント M_b から、許容曲げモーメントはプリロード F_p と荷重 F_z の関数として以下の公式(1a,2b)で求められます。

$$(1a) \quad M_{b,perm.} \leq \frac{2 \cdot M_{b,max}}{B} \cdot (F_p + F_z) \quad F_p + F_z \leq B/2$$

$$(1b) \quad M_{b,perm.} \leq \frac{2 \cdot M_{b,max}}{B} \cdot (B - F_p - F_z) \quad F_p + F_z \geq B/2$$

上記の公式(1a,1b)により、許容曲げモーメントは F_p と F_z の関数として以下に表示されます。

曲げモーメントのグラフ

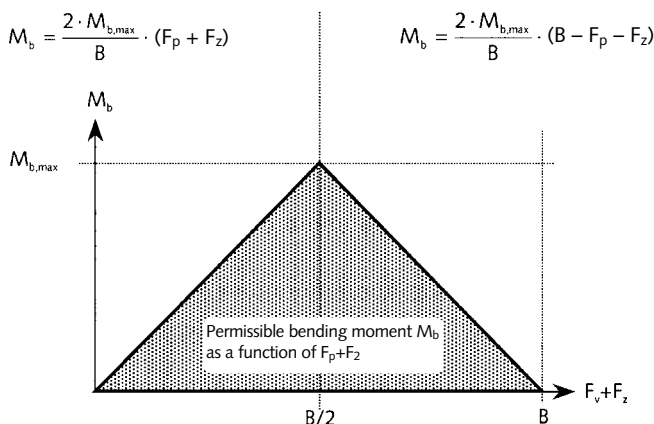


図 4: 曲げモーメントのグラフ

注意

曲げモーメント $M_b = F_{x,y} \cdot h$ で基準面から h の高さに横方向の力 $F_{x,y}$ が掛かる場合、センサ平面上にせん断方向の力 $F_{x,y}$ が加わります。この場合の許容曲げモーメントは公式1から導き出される純粋な許容値より小さくなります。

例 1

薄型力センサ9135Bに $F_p = 10\text{kN}$ のプリロードが掛かっている時、測定範囲が $0 \sim 12\text{kN}$ の場合の許容曲げモーメントは?

$$F_p + F_{z,min} \leq B/2$$

$$10\text{ kN} \leq 18\text{ kN} \rightarrow (1a) \rightarrow M_{b,perm.} = \frac{2 \cdot 62\text{ N}\cdot\text{m}}{36\text{ kN}} \cdot 10\text{ kN} = 34.4\text{ N}\cdot\text{m}$$

$$F_p + F_{z,max} \geq B/2$$

$$22\text{ kN} \geq 18\text{ kN} \rightarrow (1b) \rightarrow M_{b,perm.} = \frac{2 \cdot 62\text{ N}\cdot\text{m}}{36\text{ kN}} \cdot 14\text{ kN} = 48.2\text{ N}\cdot\text{m}$$

測定範囲の全域にわたってセンサへの過負荷を避けるために、曲げモーメントは $34.4\text{N}\cdot\text{m}$ を超えてはいけません。

例 2

薄型力センサ9132Cに $F_p = 3\text{kN}$ のプリロードが掛かっている時、 $2\text{N}\cdot\text{m}$ 曲げモーメントが掛かっている場合の測定限界値は?

公式(1a,1b)を展開して F_z に関する公式(2a,2b)を得て、これにより測定限界値は曲げモーメントの関数として計算されます

$$(2a) \quad F_{z,min} \geq \frac{B \cdot M_b}{2 \cdot M_{b,max}} - F_p$$

$$(2b) \quad F_{z,max} \leq B \cdot \left(1 - \frac{M_b}{2 \cdot M_{b,max}}\right) - F_p$$

B 、 M_b 、 $M_{b,max}$ 、 F_p の値を入力し、 F_z の測定限界値を計算します。

(2a)より最大引張り力: $F_z = -1.64\text{kN}$

(2b)より最大圧縮力: $F_z = 2.64\text{kN}$

注意

横方向から力 $F_{x,y}$ とトルク M_z が掛かる場合、限界測定度はさらに低くなります。

公式(2a,2b)を展開し F_p について解くと、必要となる最小プリロードならびに許容される最大プリロードは他のパラメータの関数として計算されます。

互換性のあるケーブルおよびチャージアンプ

センサ/ケーブル /アダプタ	ケーブル特性	長さ [m]		温度 範囲	保護等級	コネクタ (センサ)	コネクタ (アンプ)	保護等級	チャージアンプ													
		最小	最大						工業用アンプ				研究用アンプ									
									5030A	5039A	5073A...	5074A...	5077B...	5015A...	5018A...	5080A...	5165A...	5167A...	KIDAQ			
913xC...	Viton®被覆, 一体型	0.1	2	-55~200°C	IP65	-	KIAG 10-32 オス	IP65	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
1637C	延長ケーブル, PFA, Ø2mm	0.3	5	-55~200°C	ねじ込みプラグ IP65	KIAG 10-32×ス	KIAG 10-32 オス	IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1721	アダプタ KIAG 10-32 オス 一体型ケーブル用			-55~200°C		KIAG 10-32 ×ス	BNCオス	IP40	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1729A	ケーブルグラウンド KIAG 10-32 オス 一体型付き					KIAG 10-32 ×ス	KIAG 10-32×ス	IP65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

フィードスルーケーブル 型式 1729A

ケーブル	ケーブル特性	長さ [m]		温度 範囲	保護等級	コネクタ (センサ)	コネクタ (アンプ)	保護等級	チャージアンプ													
		最小	最大						工業用アンプ				研究用アンプ									
									5030A	5039A	5073A...	5074A...	5077B...	5015A...	5018A...	5080A...	5165A...	5167A...	KIDAQ			
1631C...	PFA	0.1	100	-55~200°C	ねじ込みプラグ IP65	KIAG 10-32 オス	BNC オス	IP40	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
1641B...	PFA	0.1	100			KIAG 10-32 オス 90°	BNC		-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1633C...	PFA	0.1	50			KIAG 10-32 オス	TNC オス		-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1635C...	PFA	0.1	15			KIAG 10-32 オス	KIAG 10-32 オス		IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957A...	PFA, 金属メッシュ保護管	0.1	10			KIAG 10-32 オス	KIAG 10-32 オス		✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1900A23A12..	PFA 可動部用	0.3	20	-40~200°C	ねじ込みプラグ IP67	KIAG 10-32 オス hex	BNC オス	IP40	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
1900A23A11..						KIAG 10-32 オス hex	KIAG 10-32 オス hex	IP67	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1900A21A120x						KIAG 10-32 オス hex	BNC オス	IP40	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1900A21A110x	Viton®被覆 フレキシブル金属保護管 (高耐久)	0.4	20	-20~200°C		KIAG 10-32 オス hex	KIAG 10-32 オス hex	IP67	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1983AD...	Viton®被覆	0.1	5	-20~200°C	IP68	KIAG 10-32 一体型	BNC オス	IP40	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
1939A...	PFA	0.1	20	-55~200°C	ねじ込みプラグ IP67	KIAG 10-32 オス 一体型	BNC オス	IP40	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
1941A...	PFA	0.1	20			KIAG 10-32 オス 一体型	TNC オス		-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1921...	PFA	0.1	20			KIAG 10-32 オス 一体型	KIAG 10-32 オス		IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	
1969A...	金属メッシュ保護管	0.5	10			KIAG 10-32 オス 一体型	KIAG 10-32 オス 一体型 ²		IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	
1967A...	金属メッシュ保護管(グラウンド絶縁)	0.5	10			KIAG 10-32 オス 一体型	KIAG 10-32 オス 一体型 ²		IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	
1979A...	Viton®被覆	0.1	20			-20~200°C			KIAG 10-32 オス 一体型	Fischer 9-ピン メス		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983AC	Viton®被覆	0.1	5		IP68	KIAG 10-32 オス 一体型	KIAG 10-32 オス 一体型 ²	IP65	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

¹ ねじ込み: IP65

² 溶接: IP67

関連製品(別途発注)

	型式
・ 型式 9130C...用プリローディングディスク	9410A0
・ 型式 9132C...用プリローディングディスク	9410A2
・ 型式 9133C...用プリローディングディスク	9410A3
・ 型式 9134C...用プリローディングディスク	9410A4
・ 型式 9135C...用プリローディングディスク	9410A5
・ 型式 9136C...用プリローディングディスク	9410A6
・ 型式 9137C...用プリローディングディスク	9410A7
・ アダプタ KIAG 10-32 メス - BNC オス	1721
・ アダプタ KIAG 10-32 メス - KIAG 10-32 メス	1729A

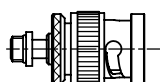


図 10: アダプタ 型式 1721



図 11: アダプタ 型式 1729A

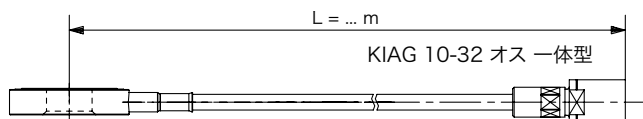
詳細な情報は当社Websiteをご覧ください。
www.kistler.com/force

発注コード

測定範囲		型式 913	C	□	□
0 ~ 3 kN	0				
0 ~ 7 kN	2				
0 ~ 14 kN	3				
0 ~ 26 kN	4				
0 ~ 36 kN	5				
0 ~ 62 kN	6				
0 ~ 80 kN	7				
コネクタKIAG 10-32 オス 一体型	2				
ケーブル長さ L = 2 m (標準)	1				
ケーブル長さ 0.1 ~ 2 m (特注)	9				

ケーブルの長さをご注文時にご指摘ください。

コネクタ



関連したセンサ類

薄型力センサセット

2~4個の薄型力センサを密封されたコネクタへ接続したセットです。各センサへのケーブル長は指定でき、各センサの信号は合算または独立して出力できます。詳細は当社Websiteをご覧ください。 www.kistler.com/force

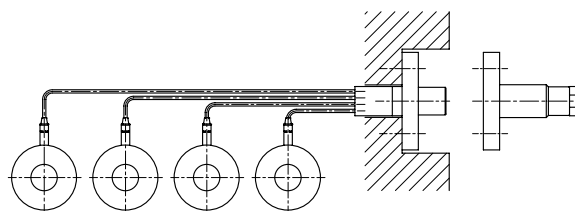


図 12: 薄型力センサセット

水晶圧電式薄型フォースリンク

薄型フォースリンク9173C~9176Cは校正済みで、引張・圧縮力の測定に最適です。薄型力センサが接地絶縁されたプリローディング部品に組込まれています。詳細は当社Websiteをご覧ください。 www.kistler.com/force

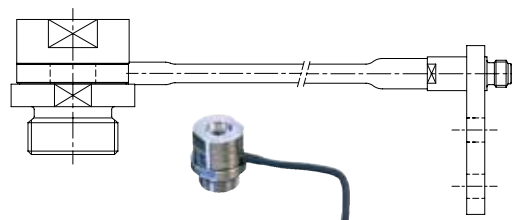


図 13: 水晶圧電薄型フォースリンク

9130C_003-418j-03.20

※本データシート全部または一部を、無断で複写・複製することは法律で禁止されています。
 ※ここに記載されている情報は知識の現状に基づいています。キスラーは技術的変更を行う権利を有します。
 ※製品の使用によって生じる結果的な損傷に対する法的責任は除外されます。

2020年3月作成