

水晶压电力传感器的可能性

～ 原理和可能性 ～

中国区总代理：

长沙鹏翔电子科技有限公司

联系电话：0731-84668116

目录

- 公司介绍
- 水晶压电力传感器的概要
 - 原理和特征、测定系、安装、校正
- 应用
- 产品类型
 - 负荷传感器、力传感器、放大器
 - 内置放大力传感器、压电应变传感器
 - 脉冲锤
- 总结

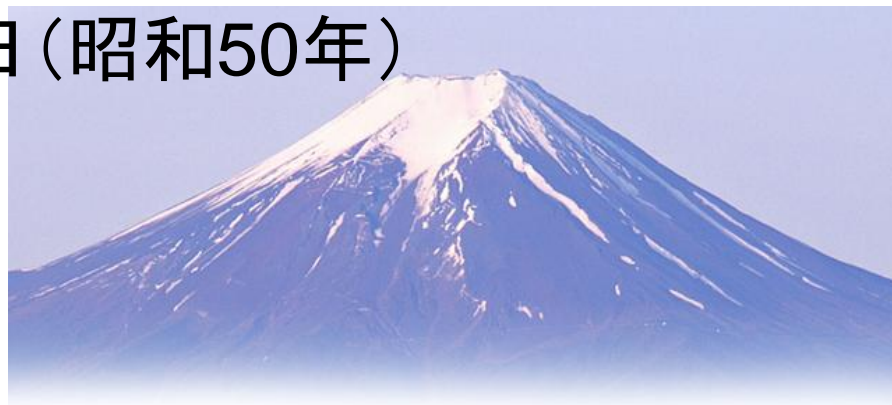
(株)富士陶瓷 公司介绍

— 压电陶瓷及其应用产品的专业厂家 —

公司名：株式会社富士陶瓷

FUJI CERAMICS CORPORATION

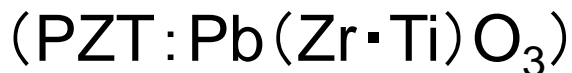
- 所在地：静岡県富士宮市山宮2320-11
- 成立：1975年4月21日（昭和50年）
- 资本金：4,500万円
- 营业额：52億円
- 从业员：250名



压电陶瓷及其加工品

- 压电元件

- ① 钛酸锆石酸铅



- ② 钛酸铅(PbTiO_3)

- ③ 二氧化碳酸



- ④ 钛酸乙烯($\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$)

- 各种加工品

- ① BLT

- ② 其他



测量用传感器

- 压电型加速度传感器

振动和冲击的测定

- 水晶压电力传感器

各类力的测定

- AE传感器

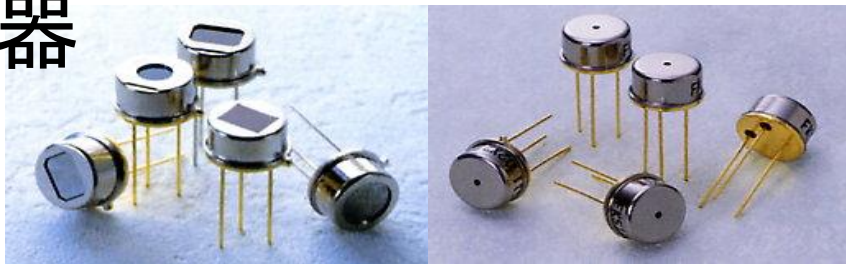
声发射无损检测



低价传感器

- 焦电型红外线传感器

人体和火焰等的检测



- 气压传感器

防盗、呼吸监视器...可捕捉密闭空间中1Pa的气压变化(温度变化)

- 超声波传感器

距离、液位、物体有无及状态检测

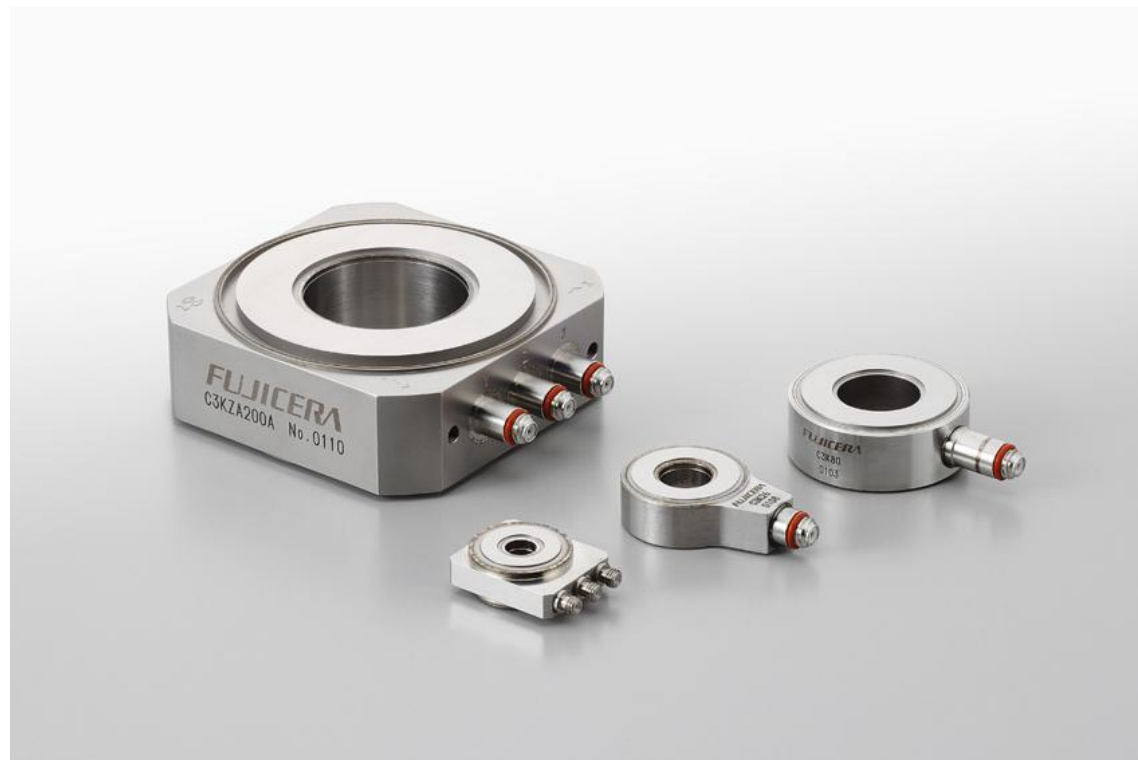


- 冲击传感器

冲击和振动的检测...简易型加速度传感器



水晶压电力传感器



压电效果

- 对某种结晶施加压力，可产生同形变相比列的电荷(电压)的现象。
- 1880年、皮埃尔·居里和雅各布·居里兄弟(法国)发现的。
- 1916年、郎之万(法国)最先利用压电效果制成了水中音响收发器。
- 水晶、压电陶瓷是代表性的压电体。

压电元件的特性

	压电常数 (pC/N)	纵弹性系数 ($\times 10^{10}\text{N/m}^2$)	灵敏度 温度特性
水晶(SiO ₂)	2	8.5	◎
PZT(富士C-6)	470	4.9	△
PVDF	20	0.3	×

- 水晶机械强度高、温度特性好
- 压电陶瓷(PZT)灵敏度高
- PVDF薄膜化·加工性好, 但温度特性差

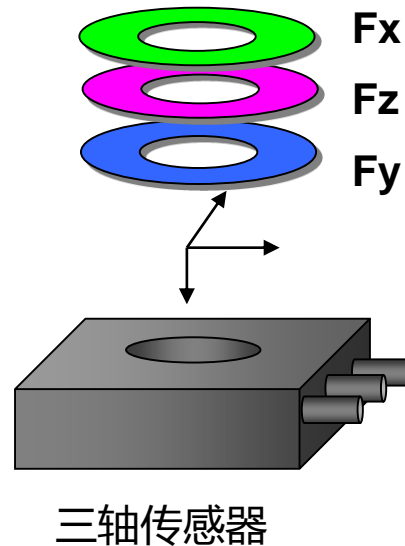
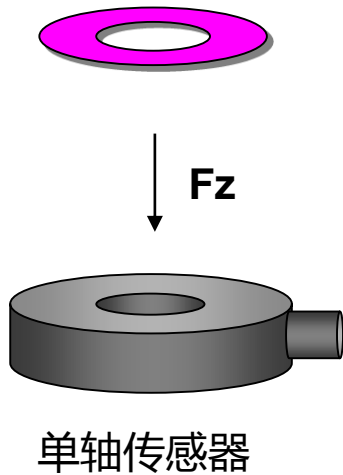
水晶压电力传感器的原理

直接应用压电效果

$$Q = d \cdot F$$

Q: 产生电荷 d: 压电常数 F: 力

水晶的压电系数为 2pC/N

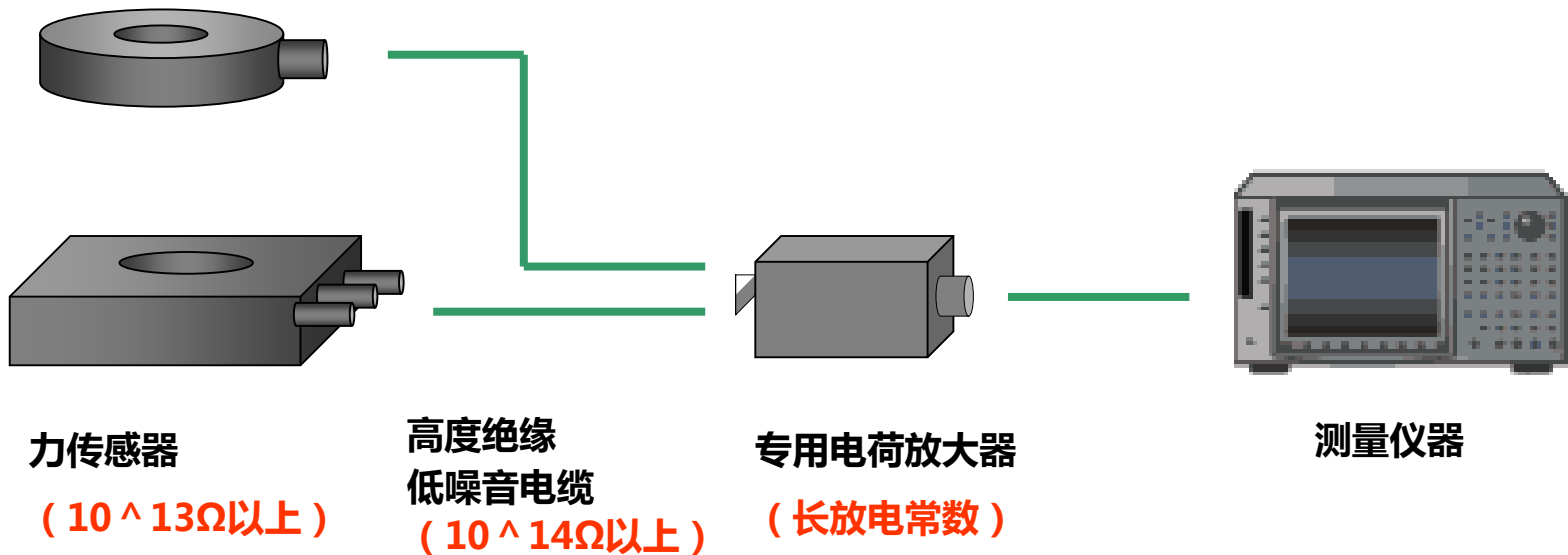


基本特征

- 超小型
 - 例) 26kN的通用负荷传感器 $\phi 20 \times 8t$
- 高刚性·高耐久性
 - 与应变传感器不同, 无需柔软的构造
- 可测定高速荷重的动态力(几msec以上)
- 也可测定静态力
 - 超高绝缘设计($10^{13}\Omega$ 以上)
- 测定范围非常广泛(从克到吨)

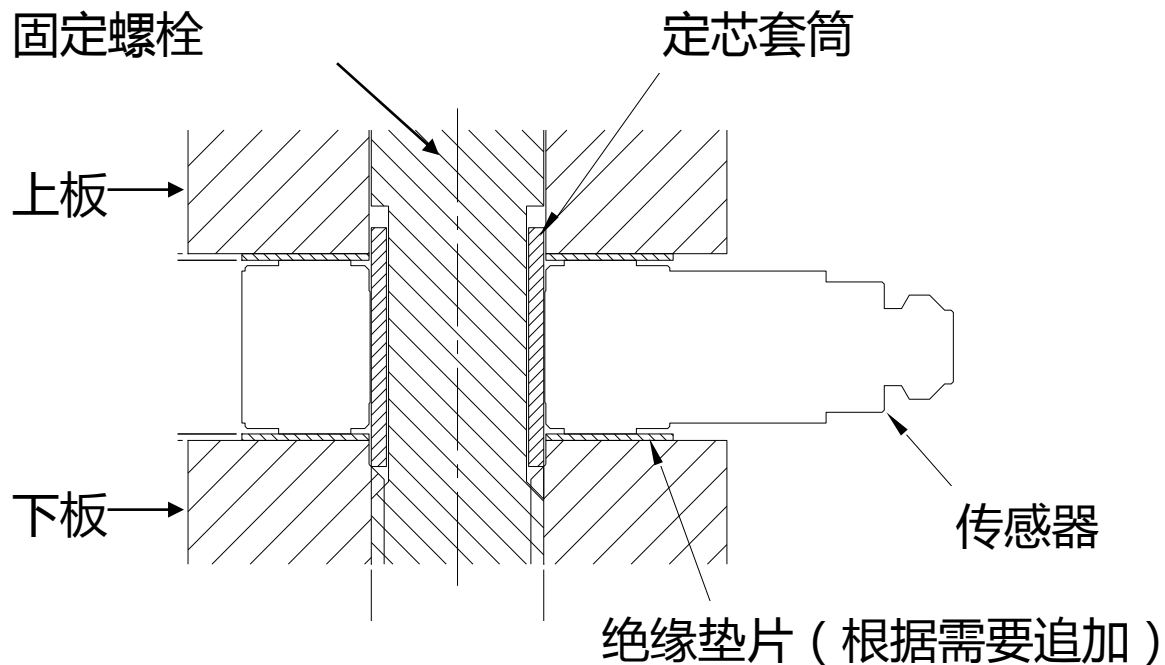
测定系

为了测得静态力
需要保证高度绝缘。



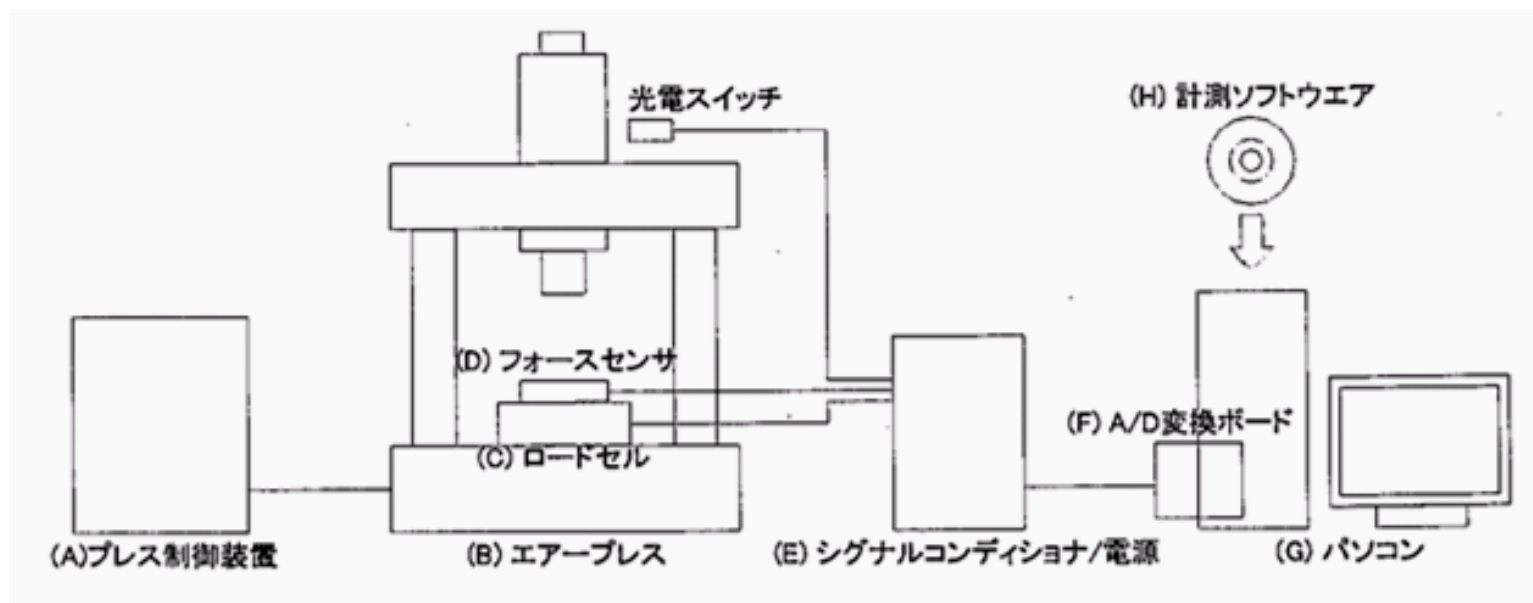
安装

需要使用平坦且高刚性的上下板将力传感器加载固定 \Rightarrow 确保力均匀分布



校正方法

以JQA(日本品质保证机构)校正好的传感器作为基准传感器进行对比校正



校正装置



校正数据

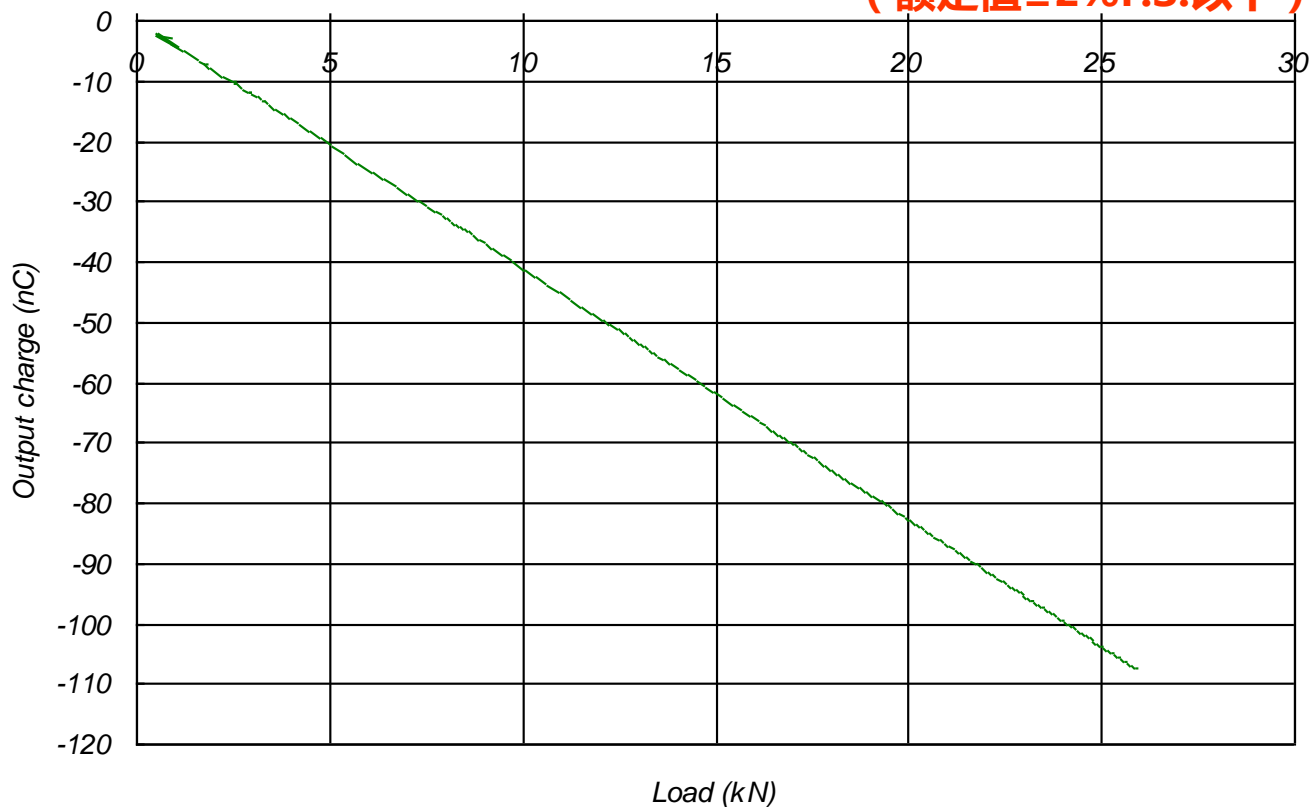
Calibration Certificate

Type: C3K26

sensitivity: -4.155pC/N

linearity: $0.67\% \text{ F.S.}$

(额定值 $\pm 2\% \text{ F.S.}$ 以下)



相关应用

- 冲压·滚轧的异常检测
- 成型负荷的测量
- 端子压着不良的检测
- 轧钢厂的应用
- 平衡测量
- 高载荷状态下的微小振动测量
- 接合时力的控制
- 螺栓紧固轴力测量
- 冲击试验
- 测定笔压
- 质量测量（静态测量）

冲压·滚轧的异常检测

- 元件成型机、滚轧机的冲压异常检测

确保产品的品质

安全监视机器·工具



成型负荷的测量

- 粉末成型机（转盘式成型机）

药片的压缩量达到一定时，
打錠压力和药片质量成比例。
通过监测压力，
可制作出一定质量的药片。



端子压着不良的检测

- 实时检测端子压着不良

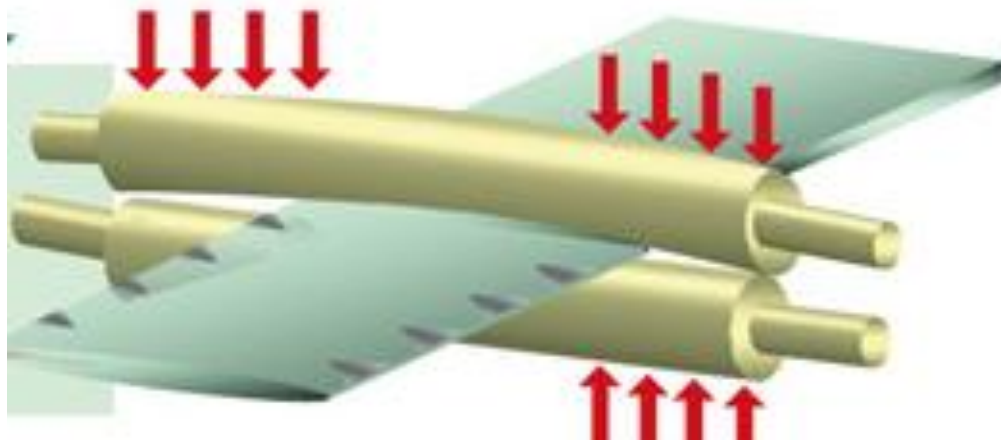
从压着波形可知
芯线断裂·芯线露出·
护套内凹(压重了)·
电线浮高(压轻了)。



轧钢厂的应用

- 轧钢材料的形状检测(辅助作业)

轧钢工程内通过装配多个力传感器,可检测滚轧时张力的分布情况。



平衡测量

- 测量车胎平衡力降低噪音·振动

使用多个力传感器

测量车胎的平衡力。

把车胎重的部分和

轻的部分组合起来

调整整体的平衡性。



高载荷状态下的微小振动测量

- 重置初期载荷、
测量重物的微小载荷变化(振动)。



接合时力的控制

- 粘接
- 摩擦接合
- 超声波接合
- 点焊熔接
- 铆接



接合时力的管控或监测、
预防品质异常

螺栓紧固轴力测量

- 螺栓紧固的轴力管理及其重要

一定扭力 \neq 一定轴力

扭力：让螺栓旋转的扭力

轴力：施加到螺栓上的张力

《社内试验结果》

螺栓紧固面和螺丝间的摩擦系数个体有偏差、
即便使用相同的扭力紧固螺栓、
轴力也会产生较大差异。

螺栓紧固轴力测量

螺栓

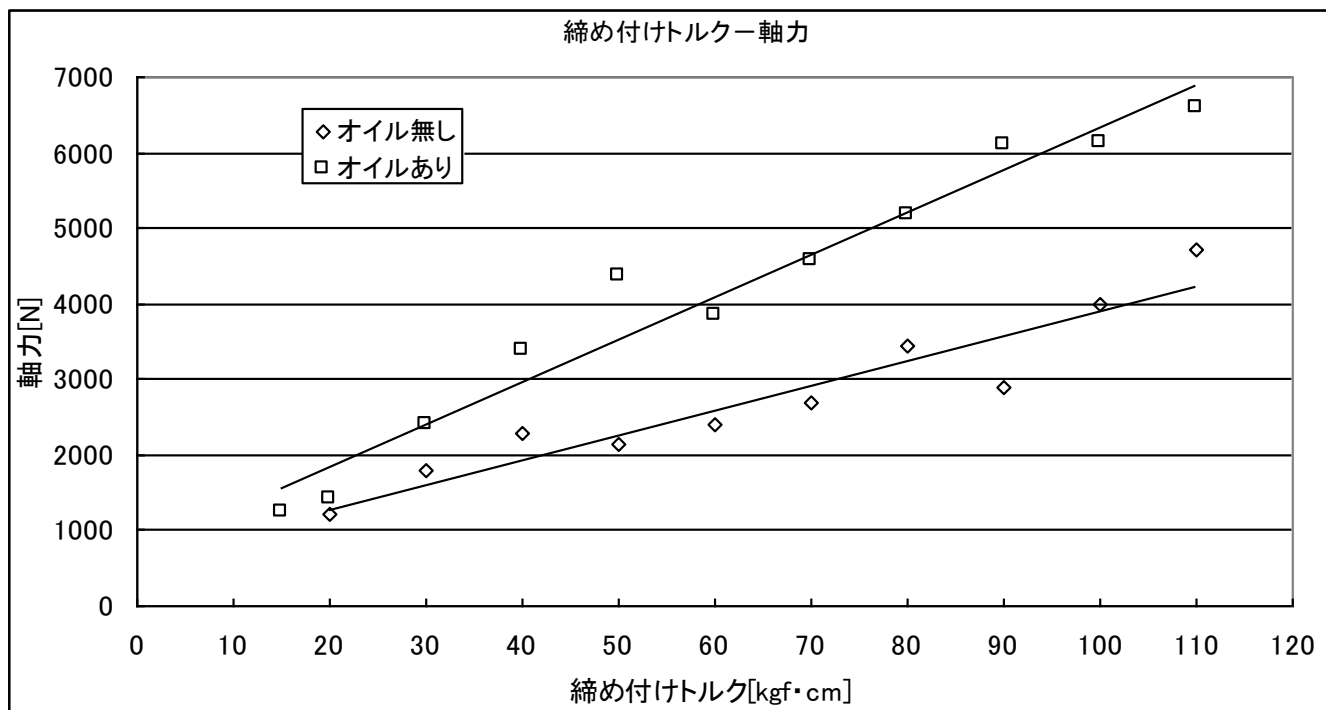
力传感器



螺栓紧固轴力测量

《社内试验结果》

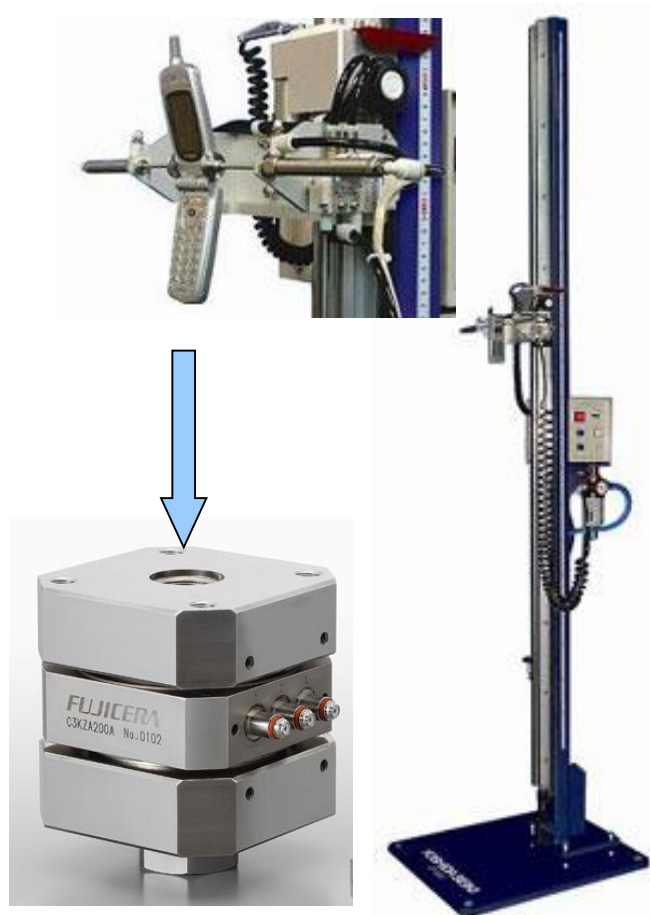
在螺栓紧固面和螺丝上涂油(CRC)、和不涂油的情况下、轴力产生了1.5倍左右的差异。



冲击试验

- 跌落冲击力的测量

让产品跌落到使用上下板固定好的力传感器上。



冲击试验

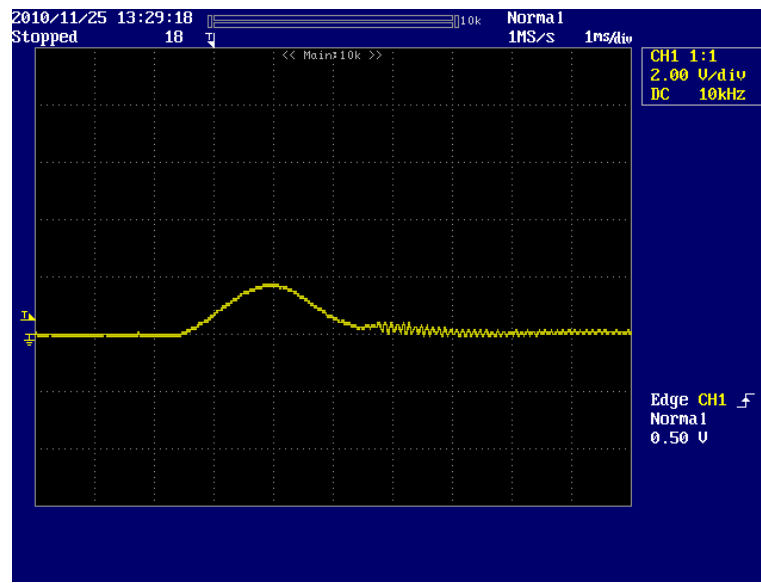
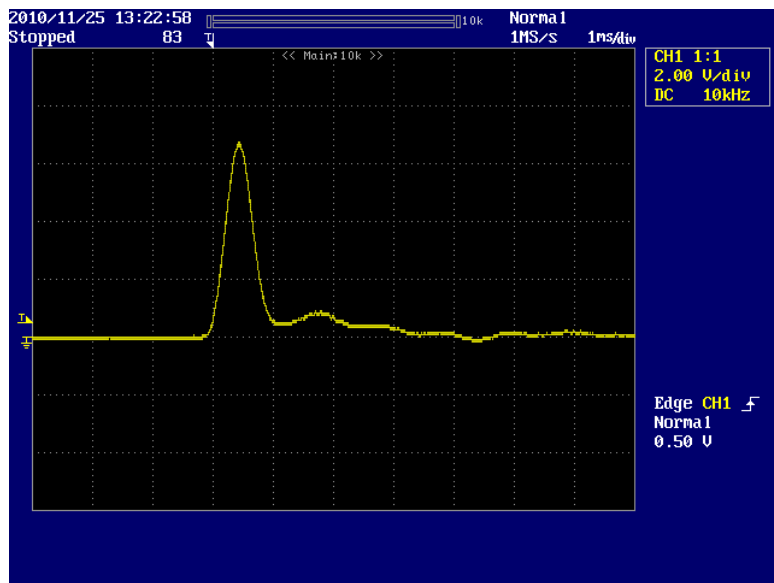
- 让2种球体从高度10cm处跌落

高尔夫球 $\varphi 40$

载荷140N、速度1ms

橡胶球 $\varphi 35$

载荷20N、速度3ms



因橡胶球很轻软，故接触时间长载荷低。

测定笔压

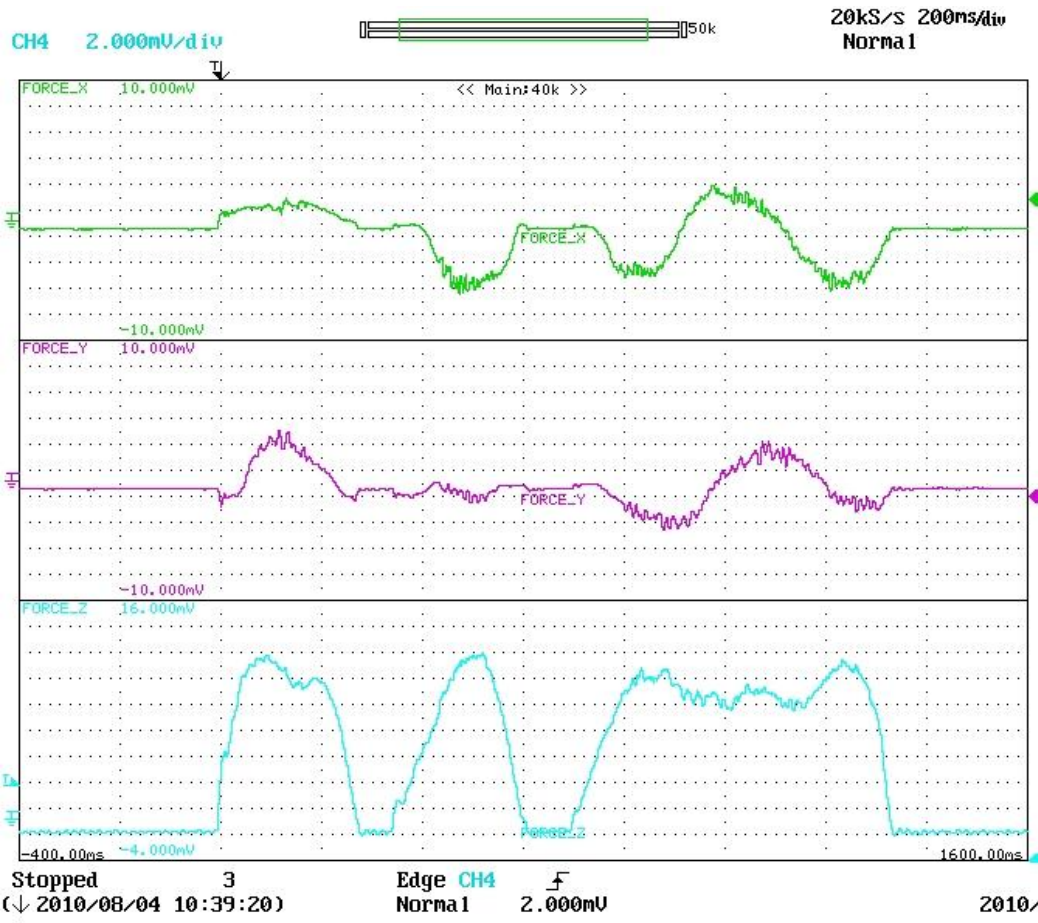
- 将书写用品的易用性数值化
使用3轴力传感器、
可测定X,Y,Z的笔压



在200kN(20ton)力传感器上

用自动铅笔写文字「中」

测定笔压



CH2 2.000mV/div
DC 1:1
BW 400Hz

CH3 2.000mV/div
DC 1:1
BW 400Hz

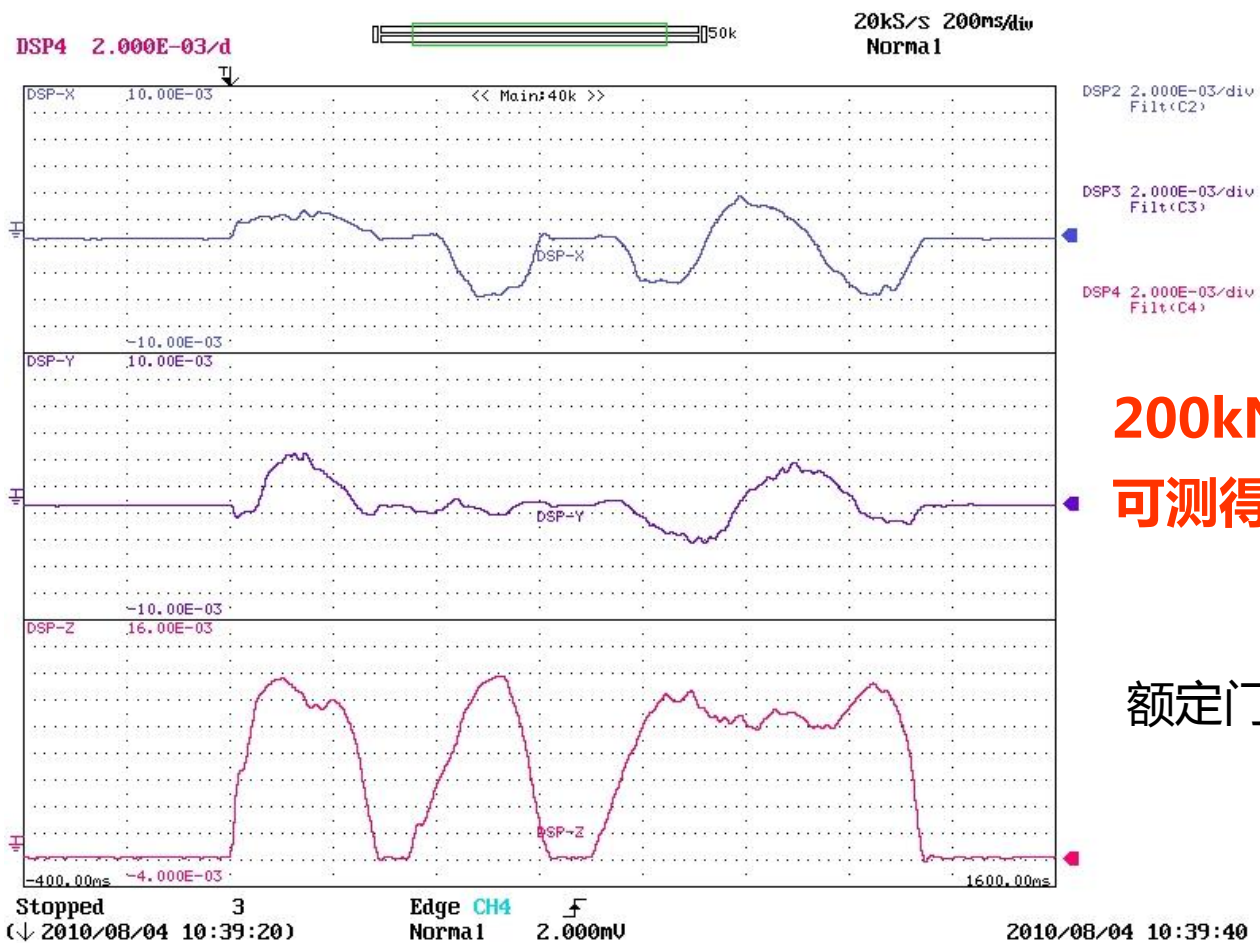
CH4 2.000mV/div
DC 1:1
BW 400Hz

X轴
峰值0.4N(40gm)

Y轴
峰值0.4N(40gm)

Z轴
峰值1.4N(140gm)

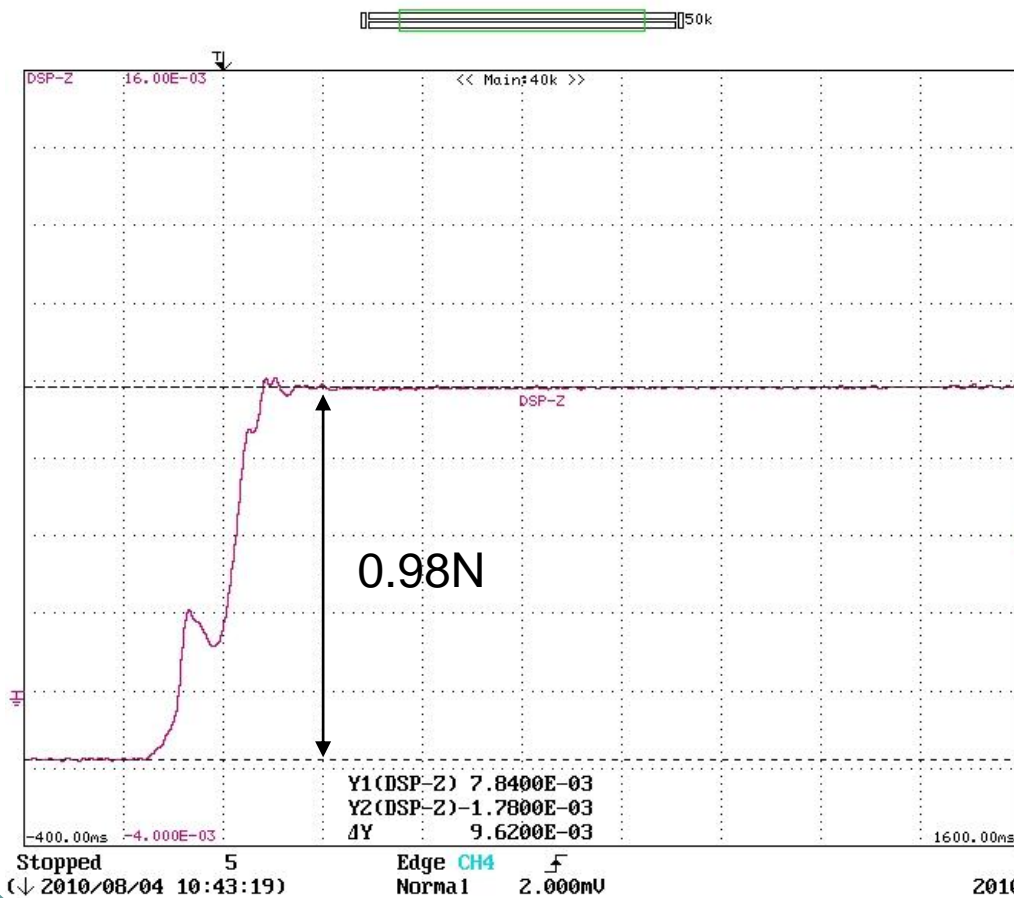
测定笔压



200kN力传感器、
可测得0.2N的变化

额定门槛0.01N以下

质量测量（静态测量）



在力传感器上放置
0.98N (100gm) 的砝码



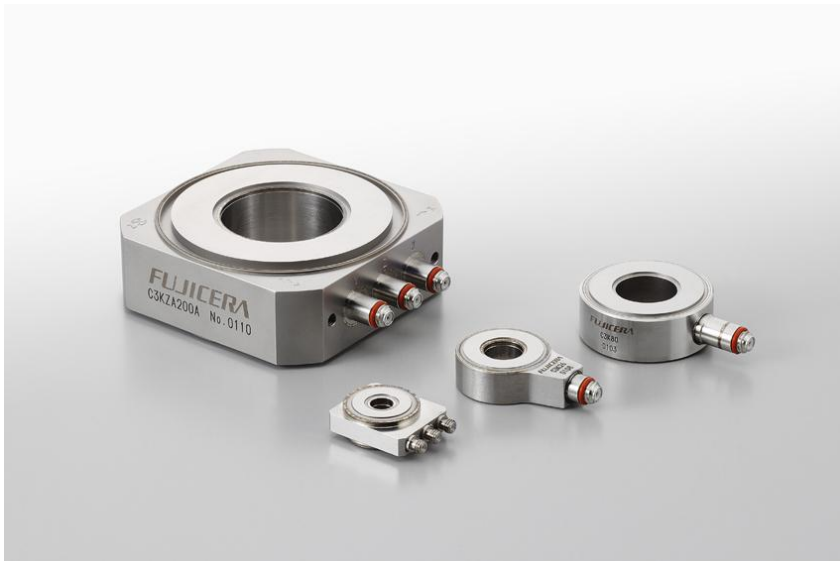
荷重稳定

⇒可测定静态压力

产品类型

● 负荷传感器

— 传感器本体 —



设定后需要进行校正
(螺栓会分散部分力)

● 力传感器

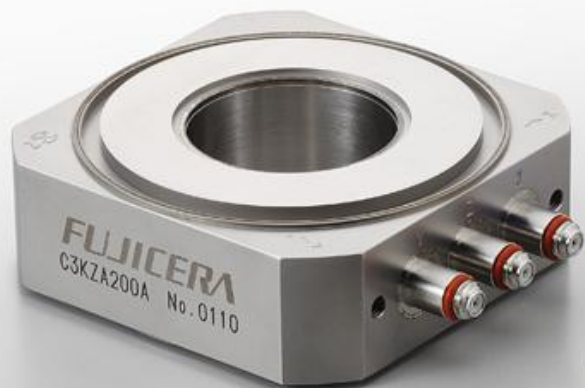
— 固定加载好的传感器 —



设置后无需校正
可测定拉伸力·压缩力

产品类型 一负荷传感器一

3 轴传感器



单轴传感器

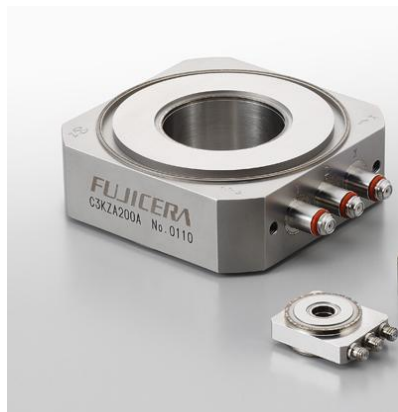
单轴负荷传感器



型号		C3K26	C3K80
外形尺寸	mm	$\Phi 20 \times 8t$	$\Phi 28.5 \times 11t$
测定范围	kN	0~26	0~80
刚性	N/ μm	800	2,000
直线性	%F.S.	$\leq \pm 2$	$\leq \pm 2$
推荐加载力	kN	13	40
电荷感度	pC/N	-4.6	-4.4
绝缘阻抗	Ω	$\geq 10^{13}$	$\geq 10^{13}$
使用温度范围	$^{\circ}C$	-20~+60	-20~+60

例：在力传感器C3K26上施加26kN荷重时的形变量仅为32.5 μm

3轴负荷传感器



型号			C3KZ06	C3KZA200A
外形尺寸	mm		16 × 19 × 6.9t	56角 × 20t
测定范围	kN	X,Y Z (Z)	-0.5 ~ +0.5 -1.0 ~ +1.0 0 ~ +6.0	-20 ~ +20 -40 ~ +40 0 ~ +200
刚性	N/μm	X,Y Z	250 1,500	700 2,500
直线性	%F.S.		≤ ±1.5	≤ ±3
推荐加载力	kN		5	160
电荷感度	pC/N	X,Y Z	-8.0 -4.0	-7.6 -4.0
绝缘阻抗	Ω		≥ 10 ¹⁰	≥ 10 ¹³
使用温度范围	°C		-20 ~ +60	-20 ~ +60

产品类型 — 力传感器 —

3 轴传感器



单轴传感器

单轴力传感器



型号		D3K1	D3K3	D3K10
外形尺寸	mm	$\Phi 16 \times 18t$	$\Phi 20.4 \times 36t$	$\Phi 29 \times 53t$
测定范围	kN	-0.5~+1.0	-0.75~+3.0	-2.5~+10.0
直线性	%F.S.	$\leq \pm 1.5$	$\leq \pm 1.5$	$\leq \pm 1.5$
电荷感度	pC/N	-3.5	-3.5	-3.5
绝缘阻抗	Ω	$\geq 10^{13}$	$\geq 10^{13}$	$\geq 10^{13}$
使用温度范围	$^{\circ}\text{C}$	-20~+60	-20~+60	-20~+60

基本构造：传感器 + 上板、下板、加载螺栓、套筒

特征：以用螺栓固定加载好了，可直接测定拉伸力·压缩力****

加载好后有进行灵敏度校正，安装后无需再进行校正

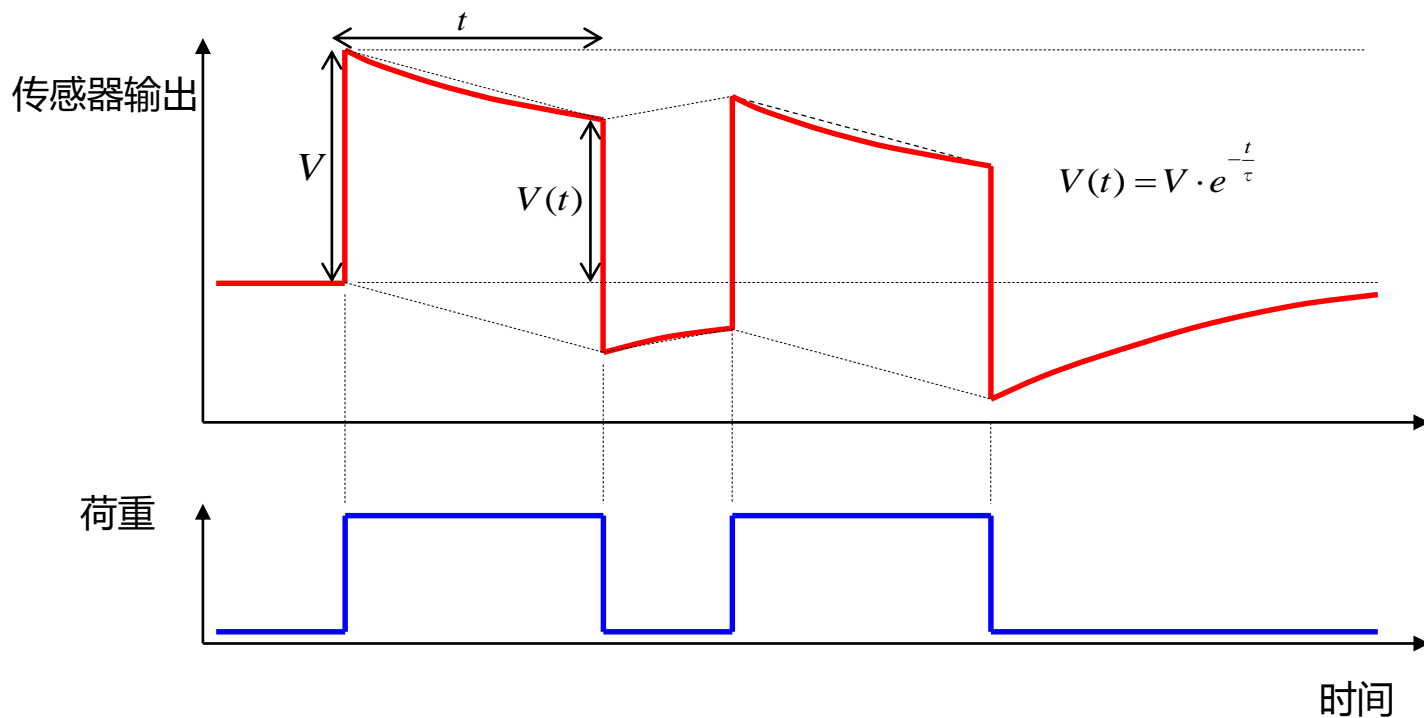
三轴力传感器



型号			D3K20
外形尺寸	mm		60 × 60 × 60
测定范围	kN	X,Y Z	-2.0~+2.0 -2.0~+20.0
直线性	%F.S.		≤±1.5
电荷感度	pC/N	X,Y Z	-8.0 -4.0
绝缘阻抗	Ω		≥10 ¹³
使用温度范围	°C		-20~+60

力传感器的输出

放电常数和零位移



一般来说、电荷放大器需要复位功能和长放电常数。

实验用电荷放大器

1ch放大器→



4ch放大器↓



型号	MODEL 4001B-50
测定范围	1,2,5,10,20,50,100 可变
频率特性	范围10 ~ 100 : DC ~ 50kHz 范围1 : DC ~ 10kHz
放电时常数	SHORT : 范围×0.1sec LONG : 范围×1,000sec
最大输入电荷	±100,000pC (レンジ100の時)
最大输出电荷	±10V
漂移	±0.03pC以下
复位机能	有 (手动)

工业用电荷放大器



低价产品

型号	CAB1-1R0
增益	-1mV/pC \pm 1%
频率特性	\cong 0~10,000Hz (\pm 3dB)
最大输入电荷	\pm 10,000pC
最大输出电压	\pm 10V以上
漂移	\pm 0.1pC/s以下
复位功能	由外部信号定
尺寸	W50 \times L65 \times H40(mm)

根据客户要求，也可改变增益（0.1mV/pC等）进行定制生产。

内置放大器力传感器

- 动态荷重测定专用 薄款系列



型号	测定范围	灵敏度	DTC	尺寸
C1K01	1kN	5mV/N	24sec	Φ18.9 × 4t
C1K05	5kN	1mV/N	170sec	
C1K10	10kN	0.5mV/N	170sec	
C1K20	20kN	0.26mV/N	170sec	
C1K503	50kN	0.1mV/N	200sec	Φ22.1 × 9.9
C1K100	100kN	0.05mV/N	200sec	Φ44 × 12

低价产品，最适合工厂设备的监控。

内置放大应变传感器

- 荷重的间接测定

将传感器设置在冲压机的外框上，通过测定表面应变变量，可间接监控冲压机荷重的变动。

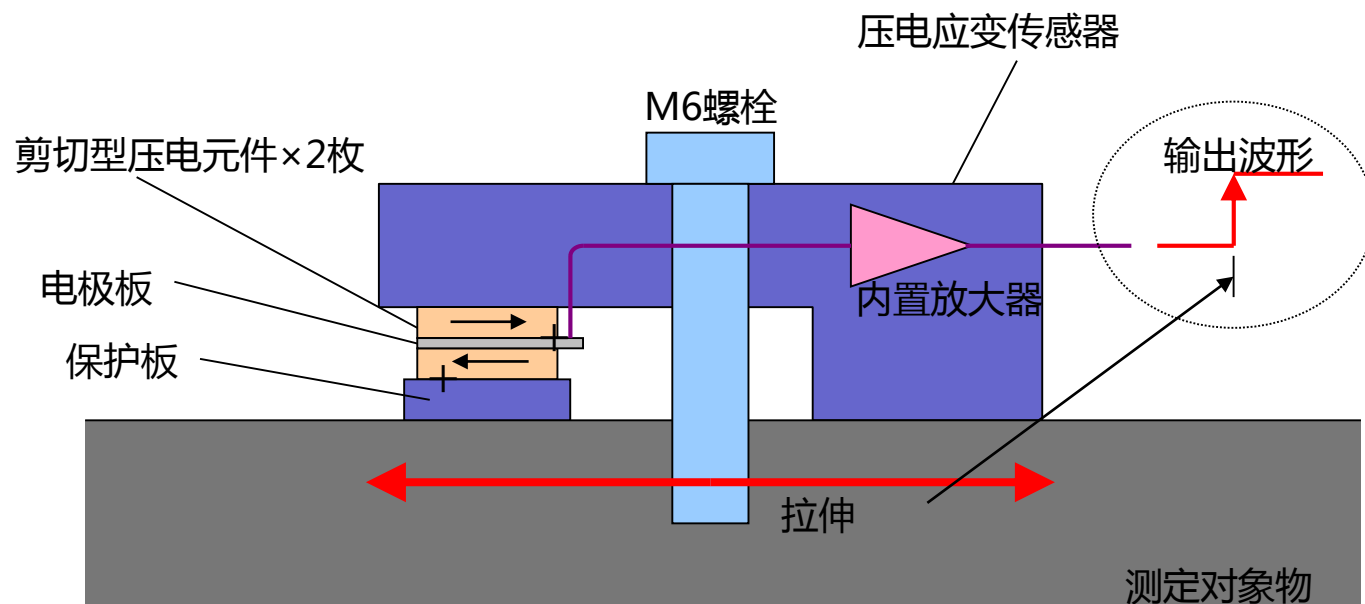


- 仅1个M6螺栓可简单安装
- 牢固耐久性高

内置放大应变传感器

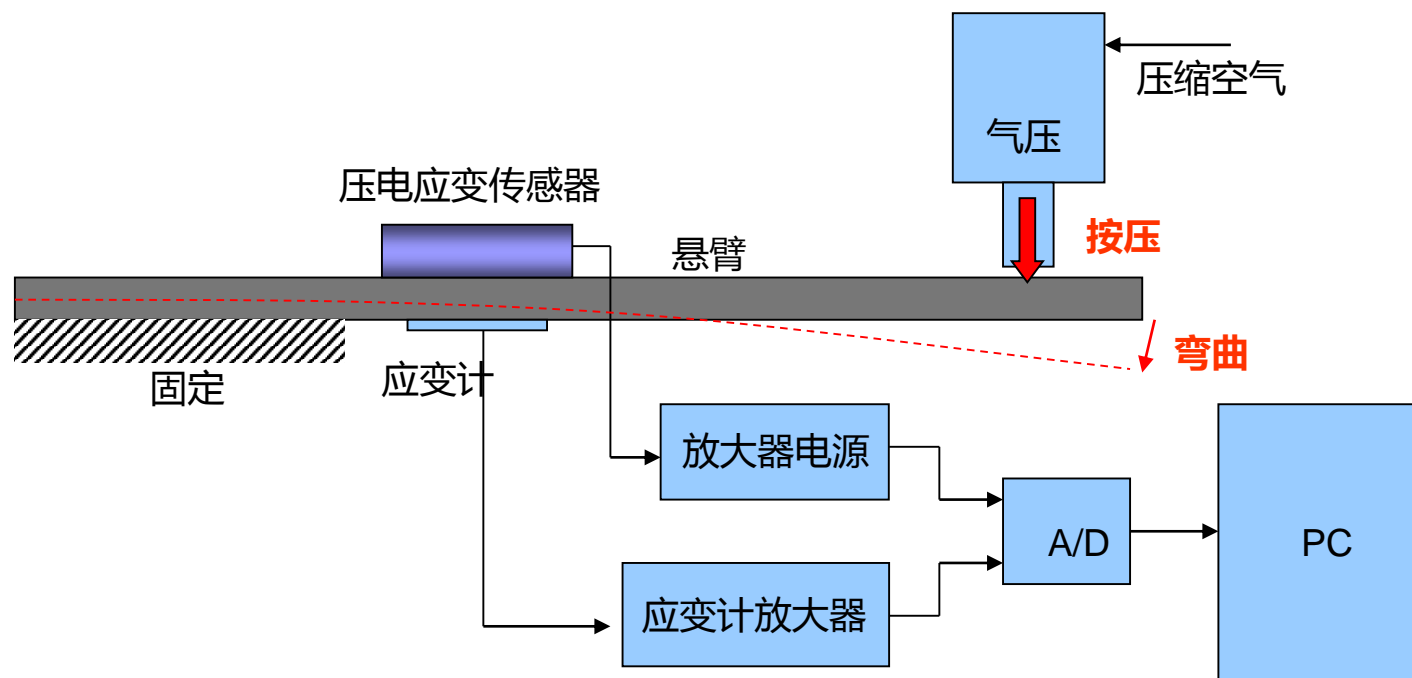


型号	量程	灵敏度
PSA25C	50 μ strain	40mV/ μ strain
PSA50C	50 μ strain	90mV/ μ strain
PSA100C	25 μ strain	160mV/ μ strain



应变传感器的校正方法

同弯曲悬臂时应变计的输出进行对比校正。



脉冲锤

- 传输数据测定、最适合模式分析
脉冲加振(具有一定的频带)
可同加速度传感器、FFT匹配使用



力求扩展压电技术的应用

感谢您的聆听。

我们也可承接特殊传感器的设计和生产。

 **FUJI CERAMICS CORPORATION**