

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

## 概要

MAX1450は、圧電抵抗センサのキャリブレーション及び温度補償用として最適化されたセンサシグナルコンディショナです。このデバイスには、センサ励磁用プログラマブル電流ソースおよび3ビットプログラマブルゲインアンプ(PGA)が含まれています。合計誤差率がセンサ本来の再現性誤差の1%以内となっているMAX1450は、外部のトリム抵抗、ポテンショメータ又はD/Aコンバータ(DAC)を介して、シリコン圧電抵抗センサのオフセット、フルスパン出力(FSO)、オフセット温度係数、FSO温度係数及びFSO非直線性を補償します。

MAX1450は、単一の温度点に誤差分布が密集するセンサを補償できるため、低価格、中間精度のアプリケーションに適しています。このデバイスは、ポピュラーな圧電抵抗センサ用として最適化されていますが、ストレインゲージ等の抵抗センサ用として利用することもできます。

## カスタム化

MAX1450は電力仕様の改善を含め、ユニークな仕様に対応できるようにカスタム化することができます。マキシム社では、90以上のセンサ特定機能ブロックから成る専用セルライブラリを装備しており、MAX1450を迅速にカスタム化し提供することができます。詳細についてはマキシム社までお問い合わせください。

## アプリケーション

圧電抵抗圧力/加速トランスデューサ及びトランスミッタ

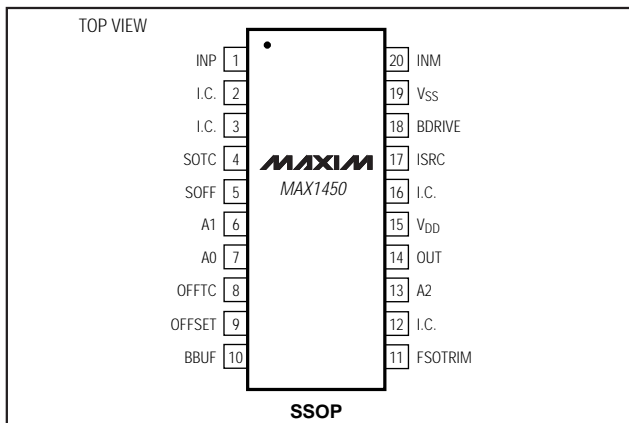
マニホールド絶対圧力 (MAP) センサ

自動車システム

ハイドロリックシステム

工業圧力センサ

## ピン配置



## 特長

- ◆ 1%センサ信号処理
- ◆ 外部のトリム抵抗、ポテンショメータ又はDACに保存した係数を使用してセンサ誤差を補正
- ◆ オフセット、オフセットTC、FSO、FSO TC及びFSO非線形性を補償
- ◆ レイルトゥレイル®アナログ出力
- ◆ センサ励磁用プログラマブル電流ソース
- ◆ 高速信号パスセトリング時間 (<1ms)
- ◆ 10mV/V ~ 30mV/Vのセンサ出力に対応
- ◆ 完全アナログ信号経路

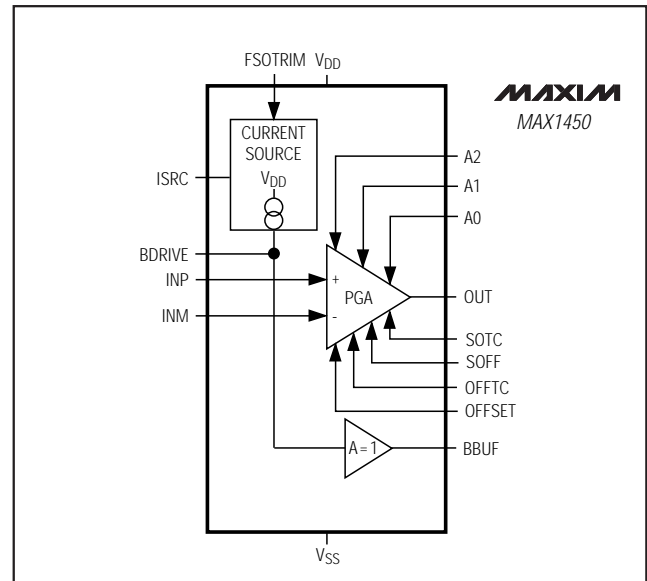
## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1450CAP	0°C to +70°C	20 SSOP
MAX1450C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1450EAP	-40°C to +85°C	20 SSOP

\* Dice are tested at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ , DC parameters only.

Rail-to-Rail is a registered trademark of Nippon Motorola, Ltd.

## ファンクションダイアグラム



# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage,  $V_{DD}$  to  $V_{SS}$ .....-0.3V to +6V  
 All Other Pins .....( $V_{SS} - 0.3V$ ) to ( $V_{DD} + 0.3V$ )  
 Short-Circuit Duration, OUT, BBUF, BDRIVE .....Continuous  
 Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ C$ )  
     SSOP (derate 8.00mW/ $^\circ C$  above  $+70^\circ C$ ) .....640mW

Operating Temperature Range  
 MAX1450CAP ..... $0^\circ C$  to  $+70^\circ C$   
 MAX1450EAP ..... $-40^\circ C$  to  $+85^\circ C$   
 Storage Temperature Range ..... $-65^\circ C$  to  $+165^\circ C$   
 Lead Temperature (soldering, 10sec) ..... $+300^\circ C$

*Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.*

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{DD} = +5V$ ,  $V_{SS} = 0$ ,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>GENERAL CHARACTERISTICS</b>						
Supply Voltage	$V_{DD}$		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	$I_{DD}$	$T_A = +25^\circ C$ (Note 1)		2.8	3.5	mA
<b>ANALOG INPUT (PGA)</b>						
Input Impedance	$R_{IN}$			1.0		$M\Omega$
Input-Referred Offset Temperature Coefficient		(Notes 2, 3)		$\pm 0.5$		$\mu V/^\circ C$
Amplifier Gain Nonlinearity				0.01		$\%V_{DD}$
Output Step-Response Time		63% of final value		1		ms
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	From $V_{SS}$ to $V_{DD}$		90		dB
Input-Referred Adjustable Offset Range		(Note 4)		$\pm 100$		mV
Input-Referred Adjustable Full-Span Output Range		(Note 5)		10 to 30		mV/V
<b>SUMMING JUNCTION (Figure 1)</b>						
Offset Gain	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{OFFSET}}$			1.15		V/V
Offset TC Gain	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{OFFTC}}$			1.15		V/V
<b>ANALOG OUTPUT (PGA)</b>						
Differential Signal Range Gain		Eight selectable gains (Table 3)		39 to 221		V/V
Minimum Differential Signal Gain			36	39	44	V/V
Differential Signal Path Temperature Coefficient		At any gain		$\pm 50$		ppm/ $^\circ C$
Output Voltage Swing		5k $\Omega$ load to $V_{SS}$ or $V_{DD}$ , $T_A = +25^\circ C$	$V_{SS} + 0.25$		$V_{DD} - 0.25$	V
		No load, $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$	$V_{SS} + 0.05$		$V_{DD} - 0.05$	
Output Current Range		$V_{OUT} = (V_{SS} + 0.25V)$ to $(V_{DD} - 0.25V)$ , $T_A = +25^\circ C$	-1.0 (sink)		1.0 (source)	mA
Output Noise		DC to 10Hz, gain = 39, sensor impedance = 5k $\Omega$		500		$\mu V_{RMS}$

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V<sub>DD</sub> = +5V, V<sub>SS</sub> = 0, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>CURRENT SOURCE</b>						
Bridge Current Range	I <sub>BDRIVE</sub>		0.1	0.5	2.0	mA
Bridge Voltage Swing	V <sub>BDRIVE</sub>		V <sub>SS</sub> + 1.3		V <sub>DD</sub> - 1.3	V
Current-Source Gain	AA	ΔI <sub>BDRIVE</sub> /ΔI <sub>SRC</sub> (Figure 2)		13		μA/μA
Current-Source Input Voltage Range	V <sub>ISRC</sub>		V <sub>SS</sub> + 1.3		V <sub>DD</sub> - 1.3	V
<b>BUFFER (BBUF)</b>						
Voltage Swing		No load	V <sub>SS</sub> + 1.3		V <sub>DD</sub> - 1.3	V
Current Drive		V <sub>BDRIVE</sub> = 2.5V	-100		100	μA
Offset Voltage	V <sub>OFS</sub>	(V <sub>BDRIVE</sub> - V <sub>BBUF</sub> ) at V <sub>BDRIVE</sub> = 2.5V, no load	-20		20	mV

**Note 1:** Contact factory for high-volume applications requiring less than 1.5mA.

**Note 2:** All electronics temperature errors are compensated together with the sensor errors.

**Note 3:** The sensor and the MAX1450 must always be at the same temperature during calibration and use.

**Note 4:** This is the maximum allowable sensor offset at minimum gain (39V/V).

**Note 5:** This is the sensor's sensitivity normalized to its drive voltage, assuming a desired full-span output (FSO) of 4V and a bridge voltage of 2.5V. Operating at lower bridge excitation voltages can accommodate higher sensitivities.

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

## 端子説明

端子	名称	機能
1	INP	正側センサ入力。入力インピーダンスは1M (typ)。レイルトゥレイル入力範囲。
2, 3, 12, 16	I.C.	内部接続されています。この端子には何も接続しないでください。
4	SOTC	オフセットTC符号ビット入力。ロジックローでV <sub>SS</sub> に対してV <sub>OFFTC</sub> が反転します。この端子は内部で1M (typ) 抵抗を介してV <sub>SS</sub> にプルされます。V <sub>OFFTC</sub> をPGA出力に加算する場合は、V <sub>DD</sub> に接続してください。PGA出力からV <sub>OFFTC</sub> を減算する場合は、この端子を未接続のままにしてください(又はV <sub>SS</sub> に接続してください)。
5	SOFF	オフセット符号ビット入力。ロジックローでV <sub>SS</sub> に対してV <sub>OFFTC</sub> が反転します。この端子は内部で1M (typ) 抵抗を介してV <sub>SS</sub> にプルされます。V <sub>OFFSET</sub> をPGA出力に加算する場合は、V <sub>DD</sub> に接続してください。PGA出力からV <sub>OFFSET</sub> を引算する場合は、この端子を未接続のままにしてください(又はV <sub>SS</sub> に接続してください)。
6	A1	PGA利得設定入力。この端子は内部で1M (typ)抵抗を介してV <sub>SS</sub> にプルされます。ロジックハイの場合はV <sub>DD</sub> に、ロジックローの場合はV <sub>SS</sub> に接続してください。
7	A0	PGA利得設定LSB入力。この端子は内部で1M (typ)抵抗を介してV <sub>SS</sub> にプルされます。ロジックハイの場合はV <sub>DD</sub> に、ロジックローの場合はV <sub>SS</sub> に接続してください。
8	OFFTC	オフセットTC調整。PGA出力及びV <sub>OFFSET</sub> に加算されるアナログ入力。入力インピーダンスは1M (typ) です。レイルトゥレイル入力範囲。
9	OFFSET	オフセット調整入力。PGA出力及びV <sub>OFFTC</sub> に加算されるアナログ入力。入力インピーダンスは1M (typ) です。レイルトゥレイル入力範囲。
10	BBUF	バッファブリッジ電圧出力(BDRIVEにおける電圧)。FSO温度係数を補償するには、補正抵抗R <sub>STC</sub> と共に使用してください。
11	FSOTRIM	ブリッジ駆動電流設定入力。この端子の電圧によって標準I <sub>SRC</sub> を設定します。「ブリッジ駆動」の項を参照してください。
13	A2	PGA利得設定MSB入力。11k (typ)抵抗を介してV <sub>SS</sub> に内部でプルされます。ロジックハイの場合はV <sub>DD</sub> に、ロジックローの場合はV <sub>SS</sub> に接続してください。
14	OUT	PGA出力電圧。OUTからV <sub>SS</sub> に0.1μFコンデンサを接続してください。
15	V <sub>DD</sub>	正の電源電圧入力。V <sub>DD</sub> からV <sub>SS</sub> に0.1μFコンデンサを接続してください。
17	ISRC	電流ソースリファレンス。ISRCからV <sub>SS</sub> に50k (typ)抵抗を接続してください。
18	BDRIVE	センサ励磁電流出力。この端子はブリッジを介して0.5mA(nom)を駆動します。
19	V <sub>SS</sub>	負の電源入力。
20	INM	負のセンサ入力。入力インピーダンスは1M (typ)です。レイルトゥレイル入力範囲。

## 詳細

### アナログ信号経路

MAX1450の信号経路は完全差動で、利得として39、65、91、117、143、169、195、221を選択可能な3ビットPGA、サミングジャンクション及びシングルエンド出力バッファへの差動の3段から構成されています(図1)。

### プログラマブルゲインアンプ

アナログ信号は、まずCMRRが90dB、コモンモード入力範囲がV<sub>SS</sub> ~ V<sub>DD</sub>のプログラマブルゲイン計装アンプに供給されます。端子A0、A1及びA2は、PGA利得を(26段階から成る)39V/V ~ 221V/Vの範囲内に設定します。

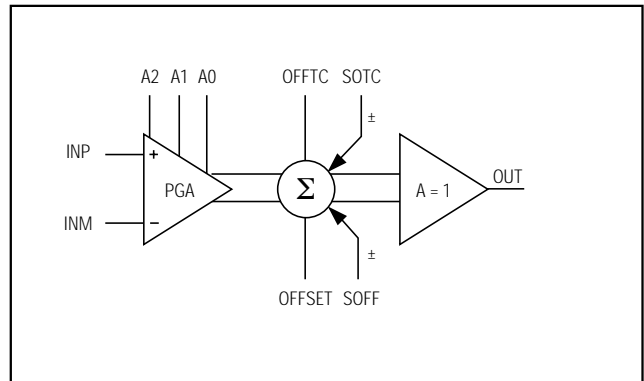


図1. 信号経路のファンクションダイアグラム

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

## サミングジャンクション

アナログ信号経路の2段目は、オフセット、オフセット温度補償及びPGA出力のサミングジャンクションから構成されています。オフセット電圧( $V_{OFFSET}$ )及びオフセット温度補償電圧( $V_{OFFTC}$ )は、これらの符号ビット、オフセット符号(SOFF)及びオフセットTC符号(SOTC)に従ってPGA出力に加算又は減算されます。 $V_{OFFSET}$ と $V_{OFFTC}$ は $V_{SS}$ から $V_{DD}$ までの範囲で設定できます。

## 出力バッファ

アナログ信号パスの最終段はユニティゲインバッファです。このバッファは、1.0mAまで又は無負荷時の電源の50mV以内をソース/シンクしながら、 $V_{SS}$ 及び $V_{DD}$ の250mV以内でスイング可能です。

## ブリッジ駆動

図2は、内蔵電流ソースの機能図です。FSOTRIMの電圧は、 $R_{ISRC}$ と共に、FSOを設定する標準電流 $I_{ISRC}$ を設定します(センサの用語については、図3を参照してください)。 $I_{ISRC}$ は、外部抵抗 $R_{STC}$ 及び抵抗 $R_{LIN}$ (オプション)からの部品でさらに変調されます。 $R_{STC}$ は、バッファブリッジ励磁電圧( $V_{BDRIVE}$ )の一部をフィードバックするために使用し、このバッファブリッジ励磁電圧は、温度範囲でブリッジ励磁電流を変調することによってFSO TC誤差を補償します。FSOリニアリティ誤差を補正するには、出力電圧の一部を $R_{LIN}$ 抵抗(オプション)を通じて電流ソースリファレンスにフィードバックします。

## アプリケーション情報

### 補償手順

ここで示す補償手順は、圧力トランスデューサの電源が+5V、出力電圧が電源電圧に対してレシオメトリックであることが前提になっています(「レシオメトリック出力構成」の項参照)。望ましいオフセット電圧( $P_{MIN}$ における $V_{OUT}$ )は0.5V、FSO電圧( $V_{OUT}(P_{MAX}) - V_{OUT}(P_{MIN})$ )は4Vであるため、FS出力電圧( $P_{MAX}$ における $V_{OUT}$ )は4.5Vになります。この手順では、少なくとも2つのテスト圧力(例えばゼロとフルスケール)及び2つの温度が必要です。標準の補償手順を次に示します。

- 1) 係数の初期設定
- 2) FSOのキャリブレーション
- 3) FSO TCの補償
- 4) OFFSET TCの補償
- 5) OFFSETのキャリブレーション
- 6) リニアリティのキャリブレーション(オプション)

### 係数の初期設定

PGA及びブリッジ電流ソースの過負荷状態を避けるために、適切な抵抗値及びPGA利得を選択します。これらの値はセンサの動作に依存するため、センサの特性データを入手することが必要です。センサの特性データはセンサメーカーから入手できます。入手できない場合

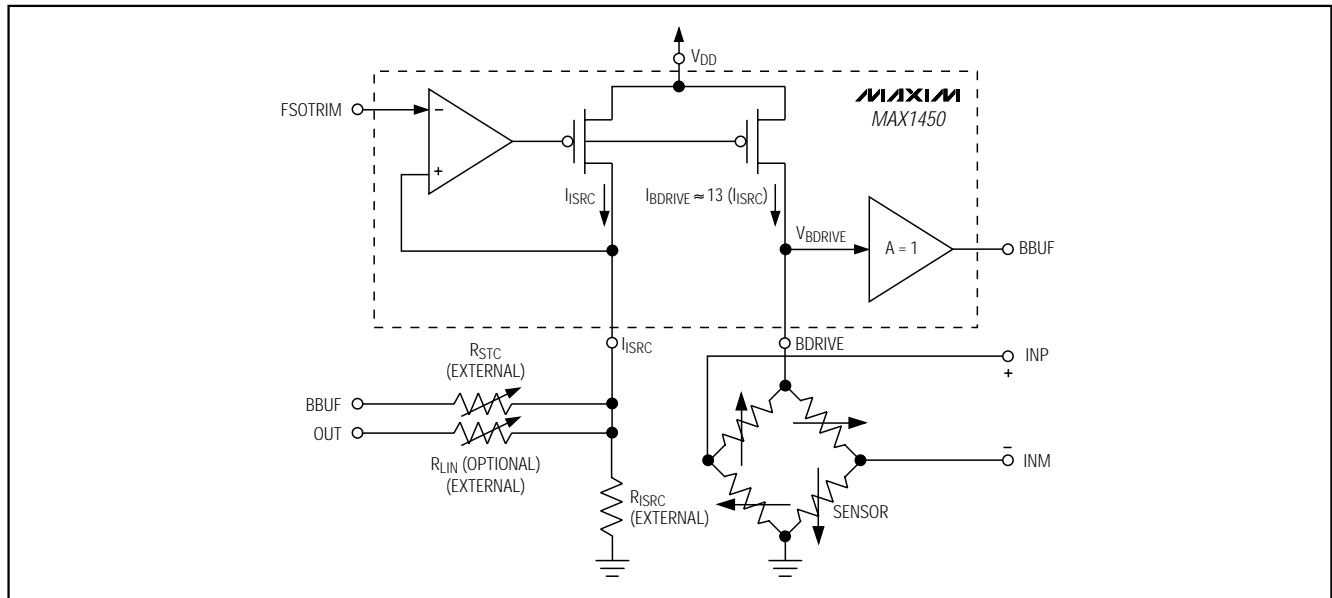


図2. ブリッジ駆動回路

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

は、2つの温度、2つの圧力センサでの評価を実行することにより取得できます。この場合評価から得られるのは、抵抗値及びPGA利得の初期値です。補償後のトランスデューサでは、多少異なる値を使用します。表1に、必要なセンサ情報を示します。表2に示すパラメータ値は、この情報から求めることができます。

## R<sub>ISRC</sub>の選択

R<sub>ISRC</sub>は、標準センサ励磁電流をプログラムするための抵抗で、ISRCとV<sub>SS</sub>の間に配置します。次に示す標準初期値には可変抵抗を使用します。

$$\begin{aligned} R_{ISRC} &\approx 13 \times R_b(T1) \\ &\approx 13(5k\Omega) = 65k\Omega \end{aligned}$$

ここで、R<sub>b</sub>(T1)は温度T1(通常+25 )でのセンサ入力インピーダンスを示します。

## R<sub>STC</sub>の選択

R<sub>STC</sub>は、FSO TC誤差を補償するための抵抗で、BBUFとISRC間に配置します。次に示す標準初期値には可変抵抗を使用します。

$$\begin{aligned} R_{STC} &\approx \frac{R_{ISRC} \times 500\text{ppm}/^{\circ}\text{C}}{\text{TCR} - |\text{TCS}|} \\ &\approx \frac{65k\Omega \times 500\text{ppm}/^{\circ}\text{C}}{2600\text{ppm}/^{\circ}\text{C} - |-2100\text{ppm}/^{\circ}\text{C}|} = 65k\Omega \end{aligned}$$

この概算は、バルク、マイクロ加工のシリコン圧電抵抗センサ(PRT)に最も適しています。R<sub>STC</sub>が負の値の時は、予期しないセンサ動作が発生することを示し、これを補償するためにMAX1450に外部回路を付加する必要があります。

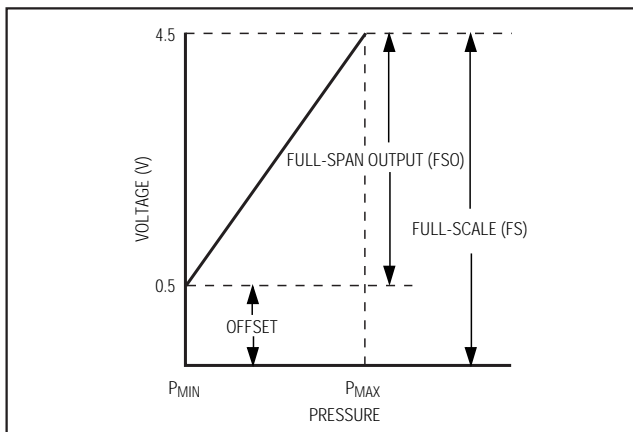


図3. 標準圧力センサ出力

## PGA利得設定の選択

次式から理想的な利得を求め、得られた値に最も近い利得設定を表3から選択します。

SensorFSOは、次式で計算できます。

$$\begin{aligned} \text{SensorFSO} &= S \times V_{\text{BDRIVE}} \times \Delta P \\ &= 1.5\text{mV/V psi} \times 2.5\text{V} \times 10 \text{ psi} \\ &= 0.0375\text{V} \end{aligned}$$

ここで、SはT1でのセンサ感度、V<sub>BDRIVE</sub>はセンサの励磁電圧(初期値2.5V)、Pは最大圧力差を示します。

表1. センサ情報

PARAMETER	SENSOR DESCRIPTION	TYPICAL VALUE
Rb(T)	Input/Output Impedance	5kΩ at +25°C
TCR	Input/Output Impedance Tempco	2600ppm/°C
S(T)	Sensitivity	1.5mV/V psi at +25°C
TCS	Sensitivity Tempco	-2100ppm/°C
O(T)	Offset	12mV/V at +25°C
OTC	Offset Tempco	-1030 ppm-FSO/°C
S(p)	Sensitivity Linearity Error as % FSO BSLF (Best Straight-Line Fit)	0.1% FSO BSLF
P <sub>MIN</sub>	Minimum Input Pressure	0 PSI
P <sub>MAX</sub>	Maximum Input Pressure	10 PSI

表2. 補償部品/値

PARAMETER	DESCRIPTION
R <sub>ISRC</sub>	Resistor that programs the nominal sensor excitation current
R <sub>STC</sub>	Resistor that compensates FSO TC errors
APGA	Programmable-gain amplifier gain
OFFTC	Offset TC correction voltage, including its respective sign bit
R <sub>LIN</sub>	Resistor that corrects FSO linearity errors (optional)

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

表3. PGA利得設定

PGA GAIN (V/V)	PGA VALUE	A2	A1	A0
39	0	0	0	0
65	1	0	0	1
91	2	0	1	0
117	3	0	1	1
143	4	1	0	0
169	5	1	0	1
195	6	1	1	0
221	7	1	1	1

$$A_{PGA} \approx \frac{OUTFSO}{SensorFSO}$$

$$\approx \frac{4V}{0.0375V} = 106V/V$$

ここで、OUTFSOはキャリブレーション後の望ましいトランスデューサフルスパン出力電圧、SensorFSOはT1でのセンサフルスパン出力電圧を示します。

## OFFTC初期値の決定

一般に、オフセットTC誤差は以降のステップで補償するため、OFFTC係数は0Vに設定しておいて構いません。但し、センサのオフセットTC誤差が大きい場合は、補償処理中、温度の上昇に従ってPGAが飽和するのを防ぐために、オフセットTCの初期粗調整を行うことが必要です。オフセットTCの初期粗調整が必要になるのは、センサオフセットTC誤差がFSOの10%以上ある場合です。オフセットTCの粗調整を行う場合は、次式を使用してください。

$$OTC補正 = \frac{\Delta V_{OUT}(T)}{\Delta V_{BDRIVE}(T) \times 1.15}$$

この式は次のように概算できます。

$$OTC \text{ Correction} \approx \frac{OTC \times FSO \times (\Delta T)}{TCS \times V_{BDRIVE} \times 1.15 \times (\Delta T)}$$

$$\approx \frac{-1030ppm/^{\circ}C \times 4V}{-2100 \times 2.5V \times 1.15} = 0.68$$

ここで、OTCはFSOのppmでのセンサオフセットTC誤差、Tは摂氏で表した動作温度範囲、OTC補正はオフセットTC抵抗分圧比を示します。OTC補正の値が正の場合はSOTCをV<sub>DD</sub>に接続し、負の場合はSOTCをV<sub>SS</sub>に接続します。

オフセットTC抵抗分圧器(図4のR<sub>OTCA</sub>及びR<sub>OTCB</sub>)は、次式を使用して選択します。

$$OTC補正 = \frac{R_{OTCA}}{R_{OTCA} + R_{OTCB}}$$

$$0.17 = \frac{R_{OTCA}}{R_{OTCA} + R_{OTCB}}$$

ここで、500k (R<sub>OTCA</sub> + R<sub>OTCB</sub>) 100k 。  
R<sub>OTCB</sub> = 100k 、R<sub>OTCA</sub> = 20k を選択します。

## 伝達関数

データモデルや補償アルゴリズムの開発には、次に示す伝達関数(リニアリティ補正は除外)が有効です。

$$V_{OUT} = V_{BDRIVE} \times$$

$$\left[ V_S \times PGA + 1.15 \times \frac{V_{OFFTC}}{V_{DD}} \right] + 1.15 \times V_{OFFSET}$$

$$V_{BDRIVE} = \frac{\frac{V_{DD}}{R_{ISRC}} + \frac{V_{DD}}{R_{STC}}}{\frac{1}{AA \times R_b(T)} + \frac{1}{R_{STC}}}$$

(AA = 電流ソース利得)

## FSOキャリブレーション

FSOキャリブレーションは、室温、フルスケールセンサ励磁で実行してください。

- 1) +25 (又はT1)では、V<sub>FSOTRIM</sub>を2.5Vに設定します。R<sub>ISRC</sub>は、V<sub>BBUF</sub> = 2.5Vになるまで調整します。
- 2) V<sub>OFFSET</sub>は、室温オフセット電圧が0.5Vになるまで調整します(「OFFSETキャリブレーション」の項参照)。
- 3) フルスパン出力を測定します(measuredV<sub>FSO</sub>)。
- 4) 次式を使用してV<sub>BIDEAL(25)</sub>を計算します。

$$V_{BIDEAL}(25^{\circ}C) =$$

$$V_{FSOTRIM} \left( 1 + \frac{[desiredV_{FSO}] - [measuredV_{FSO}]}{[measuredV_{FSO}]} \right)$$

注：V<sub>BIDEAL(25)</sub>が、許容ブリッジ電圧スイング範囲(V<sub>SS</sub> + 1.3V) ~ (V<sub>DD</sub> - 1.3V)を超える場合は、PGA利得設定を再調整してください。V<sub>BIDEAL(25)</sub>が低すぎる場合は、PGA利得設定を1段階下げ、ステップ1に戻ります。V<sub>BIDEAL(25)</sub>が高すぎる場合は、PGA利得設定を1段階上げ、ステップ1に戻ります。

- 5) V<sub>FSOTRIM</sub>をV<sub>BIDEAL(25)</sub>に設定します。R<sub>ISRC</sub>は、V<sub>BBUF</sub> = V<sub>BIDEAL(25)</sub>になるまで調整します。
- 6) オフセット電圧が0.5VになるまでV<sub>OFFSET</sub>を再調整します(「OFFSETキャリブレーション」の項参照)。

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

## FSO TC補償

リニアスパンTCは、抵抗( $R_{STC}$ )を介してBBUFをISRCに接続することによって補正します。 $R_{STC}$ の値は、センサ特定の補正係数に依存しますが、殆どのシリコンRPTでは100k程度が標準です。次の手順でFSO TCをキャリブレーションします。

- 1) T2のフルスパン出力を測定します。
- 2) 「FSOキャリブレーション」の項のステップ4の式を使用して、 $V_{BIDEAL}(T2)$ を求めます。T2では、 $V_{BUFF} = V_{BIDEAL}(T2)$ になるまで $R_{STC}$ を調整します。
- 3)  $V_{OFFSET}$ 及び $V_{OFFTC}$ は、調整しないでください。

## OFFSET TC補償

OFFTCは、BBUFと $V_{SS}$ 間の抵抗分圧器に接続します。分圧した $V_{BBUF}$ はOFFTCに供給され、SOTCに対して適切な極性が( $V_{OFFTC}$ とPGA出力を加算するか減算するかの指定に従い)選択されます。

- 1) T2により、 $V_{OUT}$ におけるオフセットを測定します。

- 2) 下に示す式を使用して $V_{OFFTC}(T2)$ を求め、得られた値に基づいて $R_{OTCA}$ を調整します。 $V_{OFFTC}$ の値が負の場合は、SOTCを $V_{SS}$ に接続します。 $V_{OFFTC}$ の値が正の場合は、SOTCを $V_{DD}$ に接続します。OTCキャリブレーション後に出力が飽和する場合は、OFFSETキャリブレーション時にこれを補正します。殆どの場合、Current OFFTCは0になります。OFFTCの粗調整を行った場合は、係数を次式に代入してください。

$$V_{OFFTC} = \frac{V_{OFFSET}(T1) - V_{OFFSET}(T2)}{(V_{BDRIVE}(T1) - V_{BDRIVE}(T2)) \times 1.15} + \text{Current OFFTC}$$

ここで、Current OFFTCはOFFTC端子の電圧を示します。 $V_{OFFTC}$ の大きさは、PGAの利得に正比例します。従って、オフセットTCのキャリブレーション後にPGA利得が変化した場合、オフセットTCを再度キャリブレーションする必要があります。

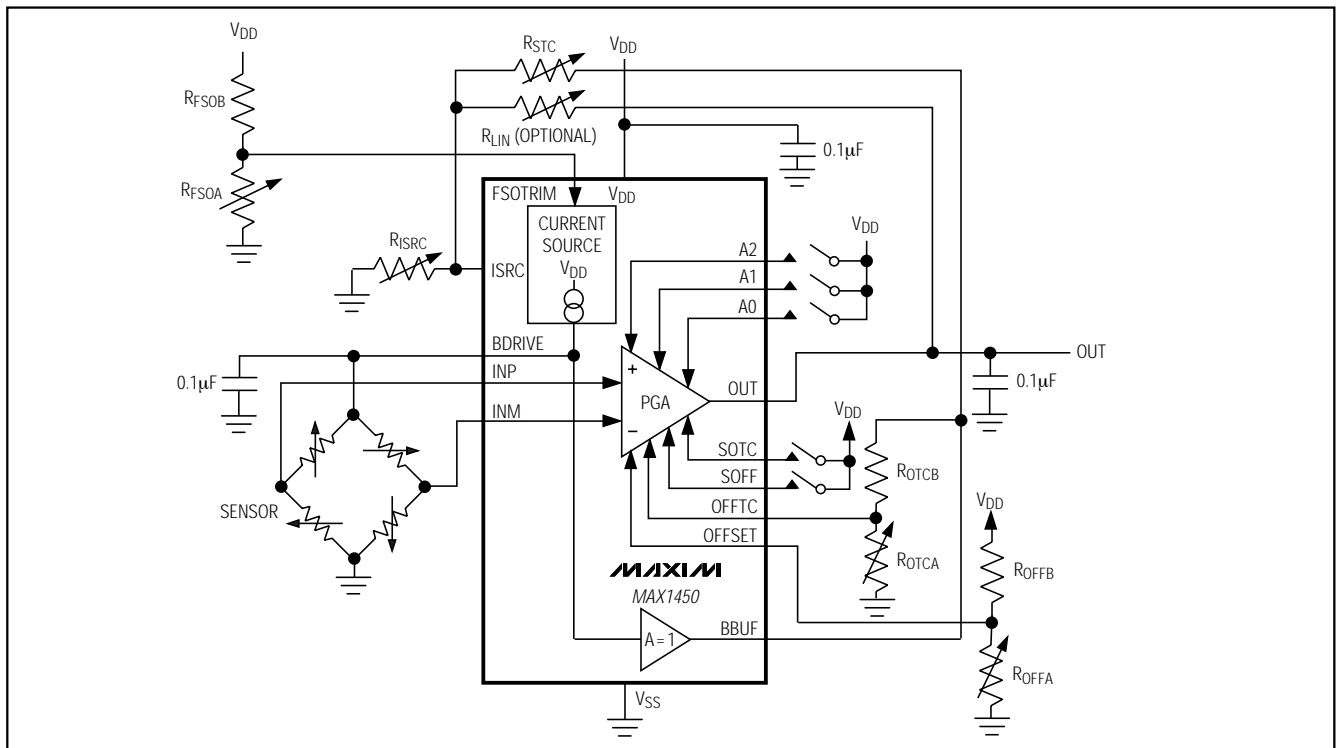


図4. 基本的なレシオメトリック出力構成

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

## OFFSETキャリブレーション

オフセットキャリブレーションは、OFFSET端子に電圧を供給することによって行います( $V_{\text{OFFSET}}$ の極性はSOFFによって決まります)。この電圧は、 $V_{\text{DD}}$ と $V_{\text{SS}}$ の間の抵抗分圧器(図4の $R_{\text{OFFA}}$ と $R_{\text{OFFB}}$ )で発生します。このオフセットをキャリブレーションするには、 $V_{\text{OFFSET}}$ を0に設定し、室温で最小圧入力を読み取ります。出力電圧( $V_{\text{OFFZERO}}$ )が0.5V以上の場合は、SOFFを $V_{\text{SS}}$ に接続し、0.5V以下の場合はSOFFを $V_{\text{DD}}$ に接続します。 $V_{\text{OFFSET}}$ は、 $V_{\text{OUT}} = 0.5\text{V}$ になるまで調整します。

$V_{\text{OFFSET}}$ の大きさは、PGAの利得に正比例します。従って、オフセットキャリブレーション後にPGA利得が変化した場合、オフセットを再度キャリブレーションする必要があります。

## リニアリティキャリブレーション (オプション)

圧カリニアリティは、電流ソースを変調するために、出力電圧( $V_{\text{OUT}}$ )からISRCへのフィードバックを使用して補正します。供給した圧力に対してブリッジ電流が一定の場合は、センサのリニアリティは変化しません。一定のブリッジ電流で供給した圧力に対してブリッジ電流が非線形になる場合(例えば、圧力よりも早く増加する場合など)は、圧カリニアリティ補正を使用して出力を線形にしてください。

リニアリティ補正では、必要な数のシステム変数を精度良く測定することは難しいため、伝達関数の使用は実用的ではありません。この場合、簡単な実験アプローチを適用します。図5に、補償していないシリコンPRTの圧カリニアリティを示します。この誤差は、通常スパンの1%以下です。図5の曲線A、B、C、D、E及びFは、 $R_{\text{LIN}}$ の抵抗値が低下すると、それによって増大するリニアリティ誤差補正の量を示したものです。圧カリニアリティ誤差を補正するには、次式を使用して $R_{\text{LIN}}$ の適切な範囲を求めます。

$$R_{\text{LIN}} \approx \frac{2 R_{\text{ISRC}} \times R_{\text{STC}}}{(R_{\text{ISRC}} + R_{\text{STC}}) \times S(p)}$$

ここで、 $S(p)$ は、最適直線フィット(BSLF)のパーセント値で表した感度リニアリティを示します。温度誤差補償中は、この可変抵抗の接続を切るのが理想的ですが、これが不可能な場合は最大値に設定してください。

まず、補償する前の誤差( $R_{\text{LIN}} = \text{最大値}$ )を測定し、次に $R_{\text{LIN}}$ に対して任意の値を選択します(最大値の約50%)。新しいリニアリティ誤差を測定することにより、リニアリティ補正量と $R_{\text{LIN}}$ 値間の線形関係が得られます。

圧カリニアリティ補正を行う場合は、温度補償を行った後で実行してください。リニアリティ補正を行った後は、FSO及びOFFSETを調整することが必要です。圧カリニアリティ補正を行う必要がない場合は、 $R_{\text{LIN}}$ を除去してください。

## レシオメトリック出力構成

レシオメトリック出力構成は、電源電圧と比例した出力を提供します。この出力をレシオメトリックA/Dコンバータで使用すると、電源電圧に依存しないデジタル圧力値が得られます。殆どの自動車及び工業アプリケーションには、レシオメトリック出力が必要です。

MAX1450は、最小の外付け部品数で高性能のレシオメトリック出力を提供できるように設計されています(図4)。

## センサのキャリブレーション及び補償の例

センサのキャリブレーション及び補償では、センサ特定性能を正規化出力曲線に変換する処理が必要です。表4にMAX1450の機能の例を示します。

この例では、オフセット 30mV、FSO 37.5mVで再現可能な圧電抵抗センサをオフセット 0.5V、FSO 4.5Vで補償トランスデューサに(圧電抵抗センサをMAX1450と共に使用して)変換しています。この結果、温度誤差は、オフセットTC -17%、FSO TC -35%から $\pm 0.1\%$ FSOに低減しています。図6に補償前のセンサ出力と補償後のトランスデューサ出力を示します。

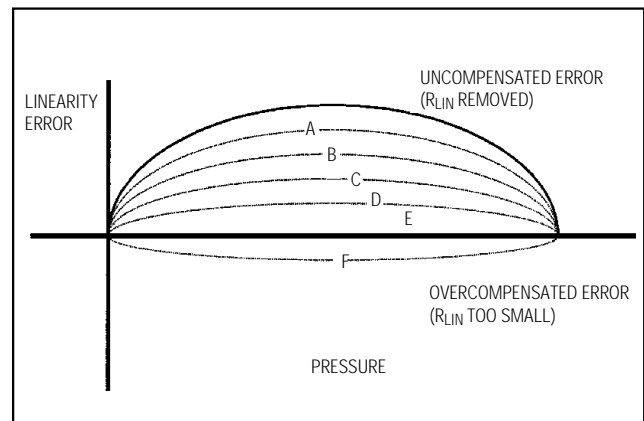


図5. リニアリティ補正に対する $R_{\text{LIN}}$ の影響

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

表4. MAX1450のキャリブレーション及び補正

Typical Uncompensated Input (Sensor)	Typical Compensated Transducer Output
Offset .....±80% FSO	V <sub>OUT</sub> .....Ratiometric to V <sub>DD</sub> at 5.0V
FSO .....15mV/V	Offset at +25°C .....0.500V ±5mV
Offset TC .....-17% FSO	FSO at +25°C .....4.000V ±5mV
Offset TC Nonlinearity .....1% FSO	Offset Accuracy Over Temp. Range .....±60mV (1.5% FSO)
FSO TC .....-35% FSO	FSO Accuracy Over Temp. Range .....±60mV (1.5% FSO)
FSO TC Nonlinearity .....1% FSO	
Temperature Range .....-40°C to +125°C	

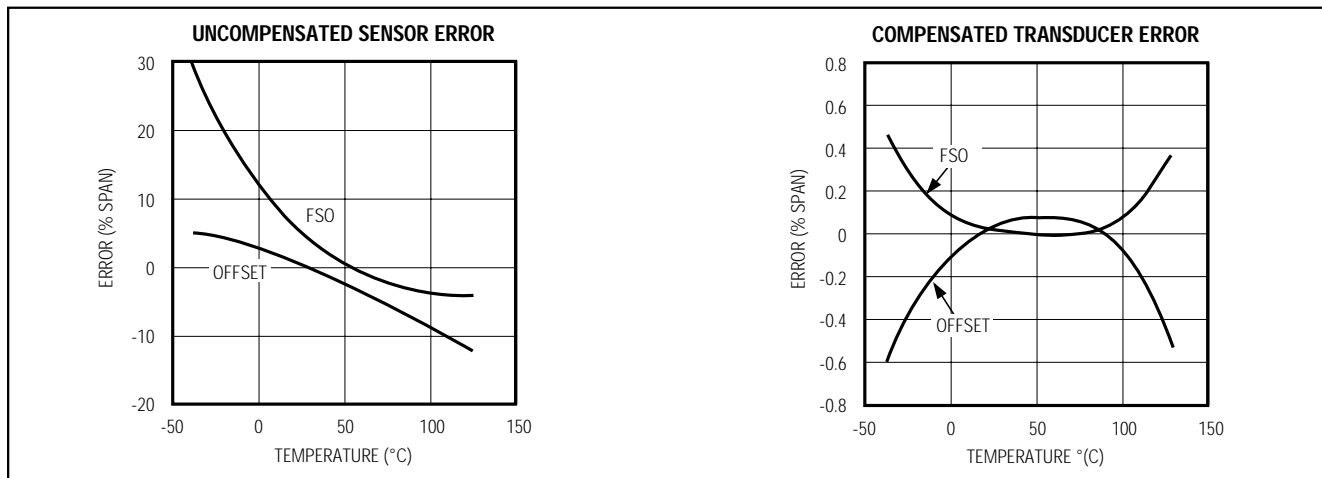


図6. 補償前のセンサと補償後のトランスデューサの比較

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 1364

SUBSTRATE CONNECTED TO V<sub>SS</sub>

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

パッケージ

MAX1450

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.068	0.078	1.73	1.99
A1	0.002	0.008	0.05	0.21
B	0.010	0.015	0.25	0.38
C	0.004	0.008	0.09	0.20
D	SEE VARIATIONS			
E	0.205	0.209	5.20	5.38
e	0.0256	BSC	0.65	BSC
H	0.301	0.311	7.65	7.90
L	0.025	0.037	0.63	0.95
$\alpha$	0°	8°	0°	8°

DIM	INCHES		MILLIMETERS		
	MIN	MAX	MIN	MAX	
D	0.239	0.249	6.07	6.33	14L
D	0.239	0.249	6.07	6.33	16L
D	0.278	0.289	7.07	7.33	20L
D	0.317	0.328	8.07	8.33	24L
D	0.397	0.407	10.07	10.33	28L

NOTES:

1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")
3. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER

MAXIM  
PROPRIETARY INFORMATION  
TITLE:  
PACKAGE OUTLINE, SSOP, 5.3X.65mm  
APPROVAL DOCUMENT CONTROL NO. 21-0056 REV A 1/1

SSOP EPSS

# 低価格、1%精度シグナルコンディショナ 圧電抵抗センサ用

MAX1450

NOTES

販売代理店

**マキシム・ジャパン株式会社**

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)  
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

12 \_\_\_\_\_ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 1998 Maxim Integrated Products

**MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.