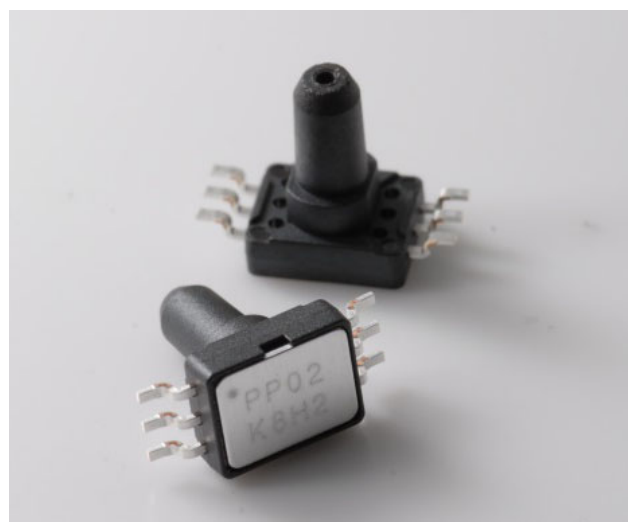


## MEMSゲージ圧センサ 形2SMPP-02

### ユーザーズマニュアル

MEMSゲージ圧センサ



---

## 目次

1	概要 .....	2
2	圧力センサの構造 .....	2
3	外形寸法 .....	3
4	圧力検出の原理 .....	4
5	2SMPP-02 の主な仕様 .....	6
6	製品の特徴 .....	6
7	使用方法 .....	7
7.1	接続方法 .....	7
7.2	推奨回路例 .....	9
7.3	出力特性1:2SMPP-02 センサ単体の基本出力特性 .....	10
7.4	出力特性2:推奨回路例での出力特性 .....	10
8	用語説明 .....	11
9	ご承諾事項 .....	12

## 1 概要

本アプリケーション・ノートでは、弊社ゲージタイプ圧力センサ(2SMPP-02)をお使い頂く際に必要となる接続方法・推奨回路例を説明します。

## 2 圧力センサの構造

図 1.に 2SMPP-02 の構造を示します。単位は[mm]です。

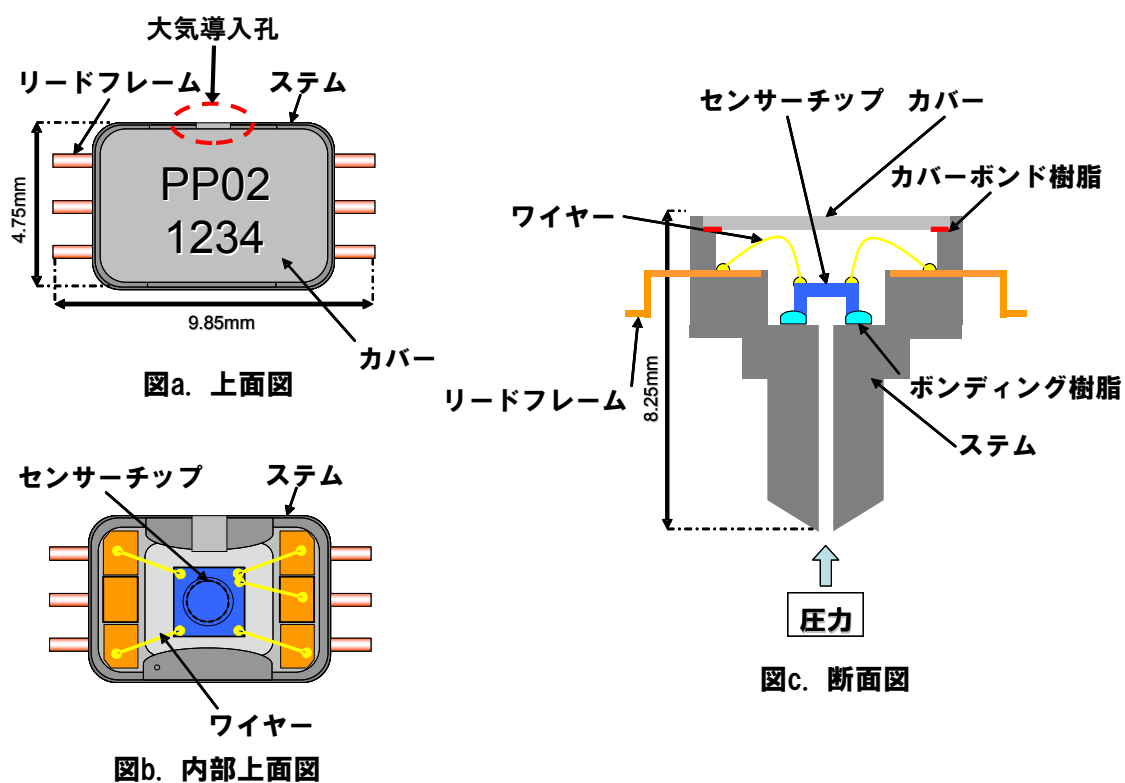


図1. 2SMPP-02の構造と各部の名称

### 3 外形寸法

図 2 に 2SMPP-02 の外形寸法を示します。単位は[mm]です。

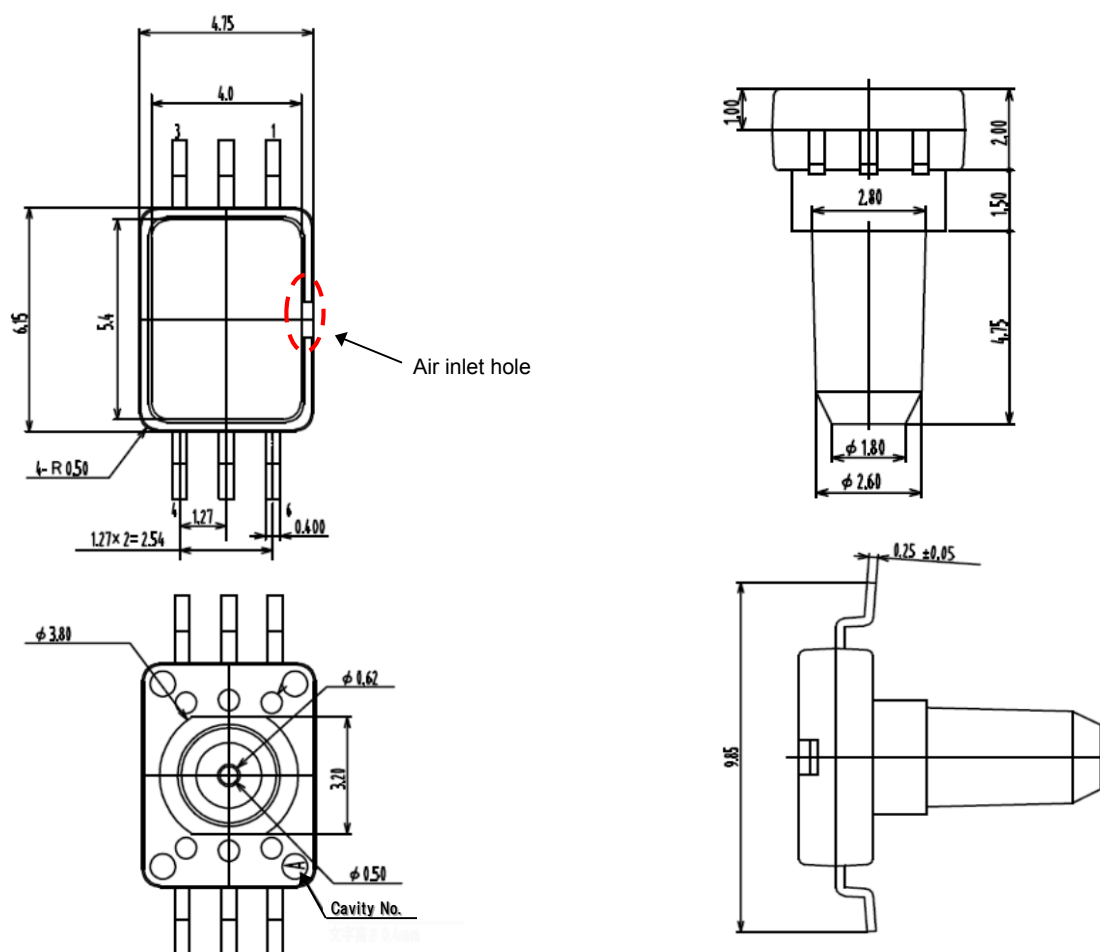


図 2. 2SMPP-02 の外形寸法図

## 4 圧力検出の原理

図 3.にピエゾ抵抗式圧力センサの概観イメージ図を示します。ピエゾ抵抗とは、ダイアフラムと呼ばれるシリコンウェハ上に形成された上下の圧力差で変形する円盤薄膜部(図 a の円形水色)の 4 箇所配置された、変形によって値が変化する抵抗体(断面図緑色部)です。

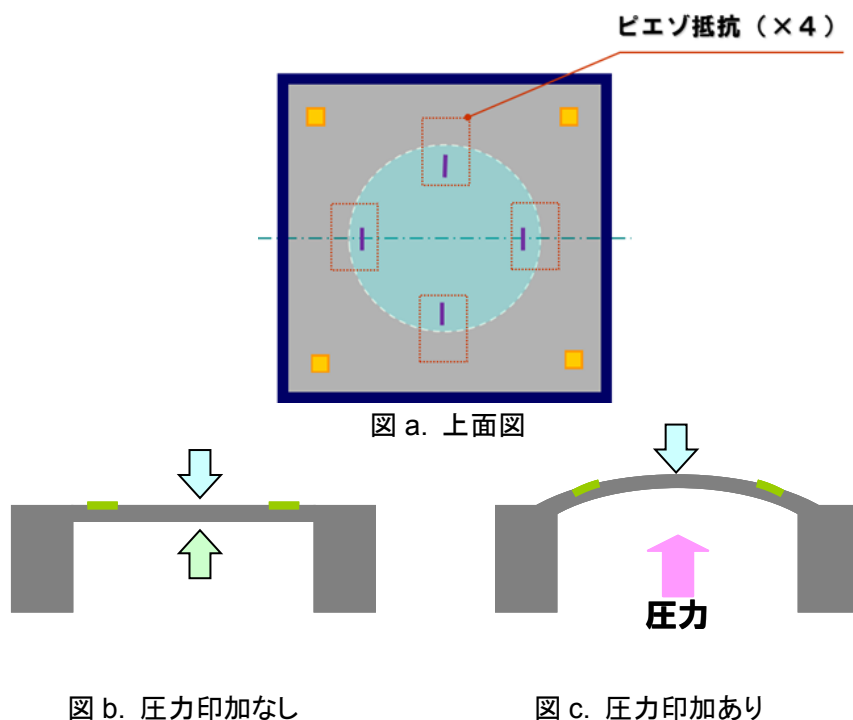


図 3. ピエゾ抵抗式圧力センサイメージ図とダイアフラム変化の様子

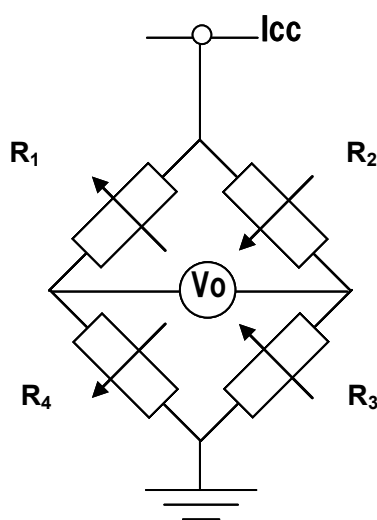
このダイアフラム部分に上部から大気圧(水色矢印)がかかり、下部から測定対象圧力がかかります。図 b.では、大気圧と測定対象圧力(緑色)が釣り合った状態でダイアフラムはたわんでいない状態です。図 c.では、大気圧 < 測定対象圧力(ピンク色)での状態となりダイアフラムが上に凸の状態でたわんだ状態となります。このときダイアフラム上面のピエゾ抵抗の値がたわみによって変化します。

このピエゾ抵抗式圧力センサの抵抗値変化を電圧変化として検出する様子を示したのが図 4. となります。

ダイヤフラム上部と下部に加わる圧力が平衡している場合はブリッジ出力電圧  $V_0$  は式 1.1 で表されます。  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$  であれば理論的には  $V_0$  は 0 となりますが、実際には製造上の僅かなばらつきによって電圧が発生し、これを  $V_{offset}$  と定義しています。

次に圧力の平衡がくずれるとダイヤフラムがたわみ、各ピエゾ抵抗の抵抗値が  $R_n \Rightarrow R_n \pm \Delta R_n$  と変化します。抵抗値の変化は図の矢印のように対角に配置されたピエゾ抵抗が同じ傾向（増加・減少）になります。式 1.1 で  $R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4$  とし、ピエゾ抵抗が  $R \Rightarrow R \pm \Delta R$  と変化したときの電圧  $V_0$  を表したのが式 1.2 です。これをスパン電圧といい、定電流  $I$  を供給する事で、抵抗値変化量（ $\Delta R$ ）を電圧変化量  $V_0$  として検出できることがわかります。

実際には前述のようにピエゾ抵抗  $R_1/R_2/R_3/R_4$  には製造上のばらつきがありますので、スパン電圧の近似式は式 1.3 の様に表しています。



ブリッジ出力電圧 ( $V_0$ )

$$V_0 = \left( \frac{R_1 \cdot R_3 - R_2 \cdot R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \right) \cdot I \quad \dots 1.1$$

スパン電圧 ( $V_0$ )

$$V_0 = \left( \frac{(R + \Delta R) \cdot (R + \Delta R) - (R - \Delta R) \cdot (R - \Delta R)}{(R + \Delta R) + (R - \Delta R) + (R + \Delta R) + (R - \Delta R)} \right) \cdot I$$

$$= \Delta R \cdot I \quad \dots 1.2$$

スパン電圧 ( $V_0$ )

$$V_0 = \Delta R \cdot I + V_{offset} \quad \dots 1.3$$

図 4. ピエゾ抵抗式圧力センサの電氣的等価回路と理論式

## 5 2SMPP-02 の主な仕様

表1. に 2SMPP-02 の主な仕様を記載します。

表1. 2SMPP-02 の主な仕様

項目	内容				
圧力の種類	ゲージ圧(注1)(注3)				
圧力媒体	空気(注2)				
駆動方式	定電流駆動				
項目	Min	Typ	Max	単位	備考
圧力範囲	0	–	37	kPa	
耐圧力	0	–	53	kPa	
駆動電流	–	100	–	uADC	
最大駆動電流	–	–	130	uADC	
使用周囲温度範囲	0	–	50	°C	
保存周囲温度範囲	–30	–	85	°C	
使用周囲湿度範囲	15	–	90	%RH	
保存周囲湿度範囲	10	–	95	%RH	
電気的特性(温度:23[°C]、駆動電流:100[uA] 定電流)					
項目	Min	Typ	Max	単位	備考
ゲージ抵抗	18	20	22	kΩ	
オフセット電圧(注3)	–6.5	–2.5	1.5	mV	
スパン電圧(注3)	27.9	31.0	34.1	mV	37[kPa]加圧時
非直線性(注3)	–0.8	–	0.8	%FS(注3)	0～37[kPa]範囲
ヒステリシス(注3)	–0.5	–	0.5	%FS(注3)	0～37[kPa]範囲
スパン電圧温度変動	–0.5	0.5	1.5	%FS(注3)	0[°C]
	–0.7	0.3	1.3		50[°C]
オフセット電圧温度変動	–3.0	–	3.0	%FS(注3)	0～25[°C]/0～50[°C]

(注1): 負圧(注3)でのご使用は避けて下さい。

(注2): 乾燥気体でのご使用下さい。また、ダスト・腐食性ガスを含まない清浄気体でのご使用下さい。

(注3): 特性・単位の意味については8章を参照して下さい。

## 6 製品の特徴

圧力検出の原理の章でご説明したように、ピエゾ抵抗方式のセンサではピエゾ抵抗のばらつきを最小化することが測定誤差の最小化につながります。弊社ゲージ圧センサは集積度の高いCMOS半導体の製造技術を適用し、良好なオフセット電圧、スパン電圧および温度変動特性を実現しています。

## 7 使用方法

### 7.1 接続方法

図 5. に示すように、ピエゾ抵抗部分の⑥端子と③端子間に 100[ $\mu$ A]の定電流を供給すると、①端子と④端子間に圧力変化が電圧変化として出力されます。なお、⑤端子は必ず⑥端子とショートしてお使い下さい。尚、周辺回路については 8.2 章を参照して下さい。

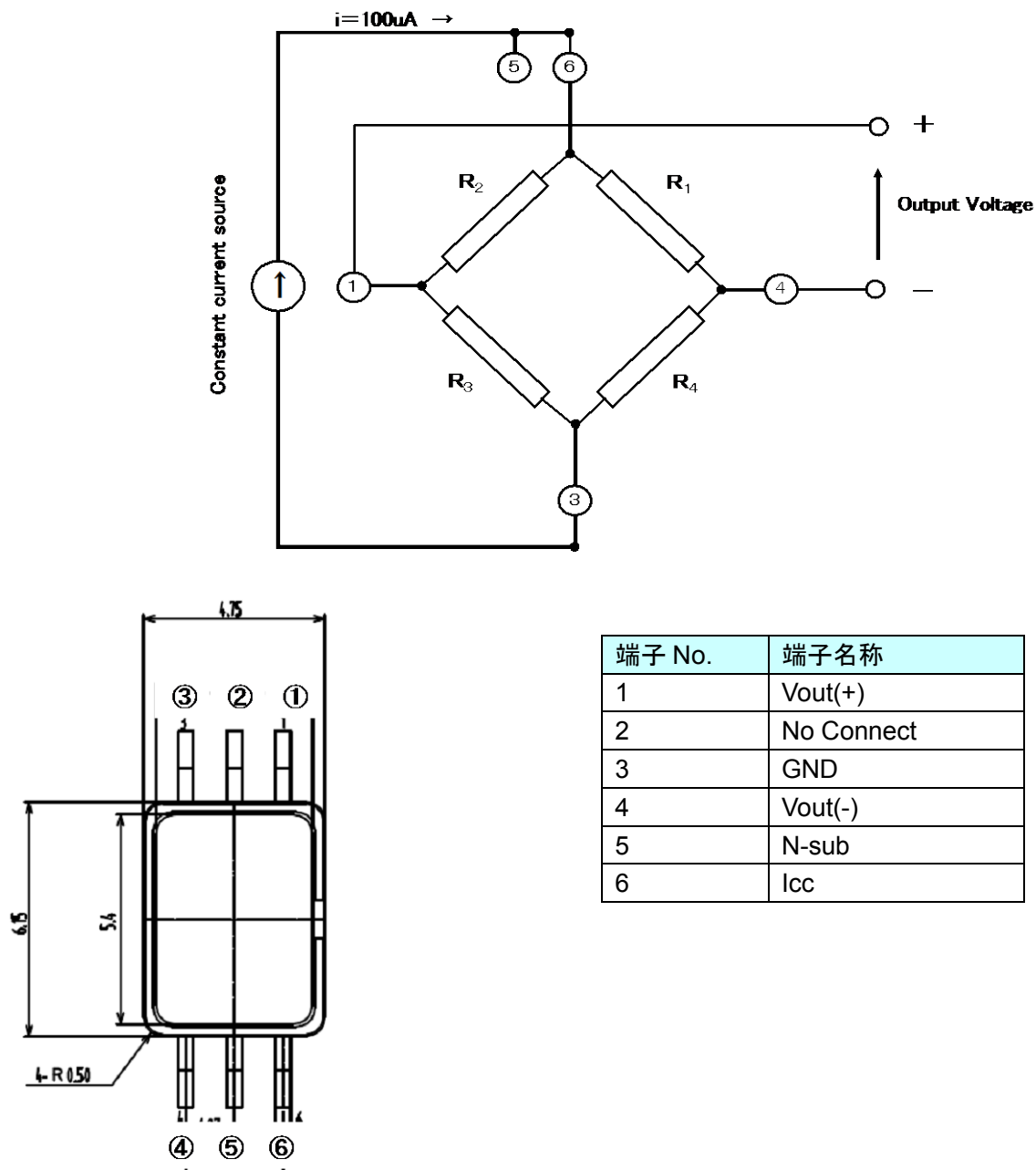


図 5. 2SMPP-02 の等価回路と端子接続

なお、実際のご使用につきましては、半田ペースト等による各端子間でのリークパスなきようご注意ください。端子間リークパスの影響で所望の特性が得られない場合があります。



図 6.に 2SMPP-02 の推奨実装ランドパターン例を示します。実装される際には圧力導入ポートを基板貫通させる為に、実装する基板に $\phi 4.0\text{mm}$  の孔を開孔して頂く必要があります。

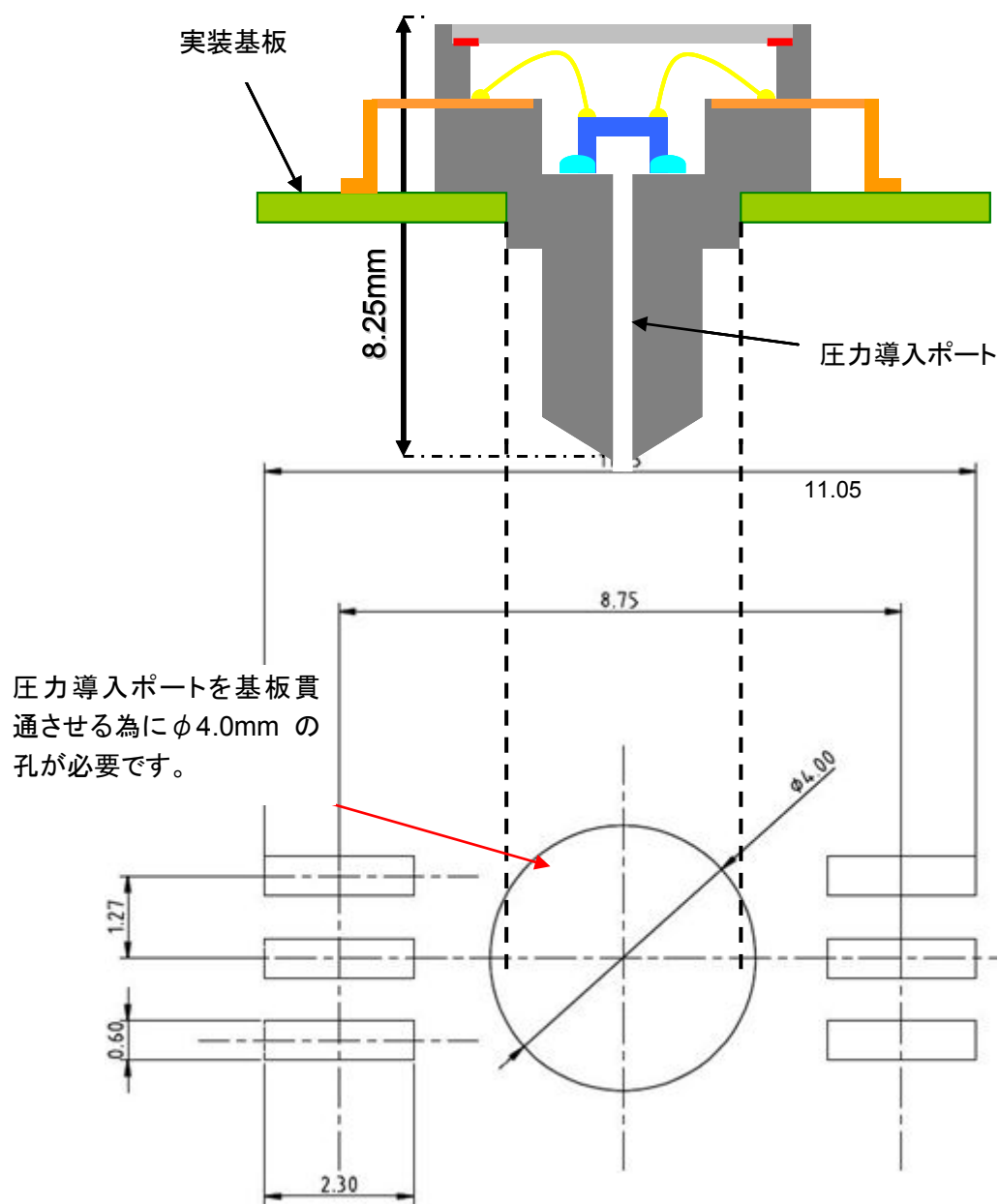


図 6. 2SMPP-02 の推奨実装ランドパターン例

## 7.2 推奨回路例

図 7. に推奨回路例を示します。ここでは定電流源用回路 + 計装アンプ方式 (Gain=21 倍) での実装例を示しています。電源電圧は 5[V] としています。

○ 定電流の計算 ( $R1=40[k\Omega]$ 、 $R2=10[k\Omega]$ )

$$I_{cc} = \frac{\left[ VDD \cdot \left( \frac{R2}{R1 + R2} \right) \right]}{R3} \Rightarrow I_{cc} = \frac{\left[ 5[V] \cdot \left( \frac{10[k\Omega]}{40[k\Omega] + 10[k\Omega]} \right) \right]}{10[k\Omega]} = 100[\mu A]$$

○ Gain の計算 ( $R4 \sim R5$ 、 $R7 \sim R10=10[k\Omega]$ 、 $R6=1[k\Omega]$ )

$$Gain = 1 + \left( \frac{2 \cdot R5}{R6} \right) \cdot \left( \frac{R9}{R4} \right) \Rightarrow Gain = 1 + \left( \frac{2 \cdot 10[k\Omega]}{1[k\Omega]} \right) \cdot \left( \frac{10[k\Omega]}{10[k\Omega]} \right) = 21[\text{倍}]$$

ただし、 $R4=R8$ 、 $R5=R7$ 、 $R9=R10$  とします。

よって、最終出力の  $V_{out}$  値は  $V_{out} = Gain \cdot V_s$  (センサ出力電圧値) となります。

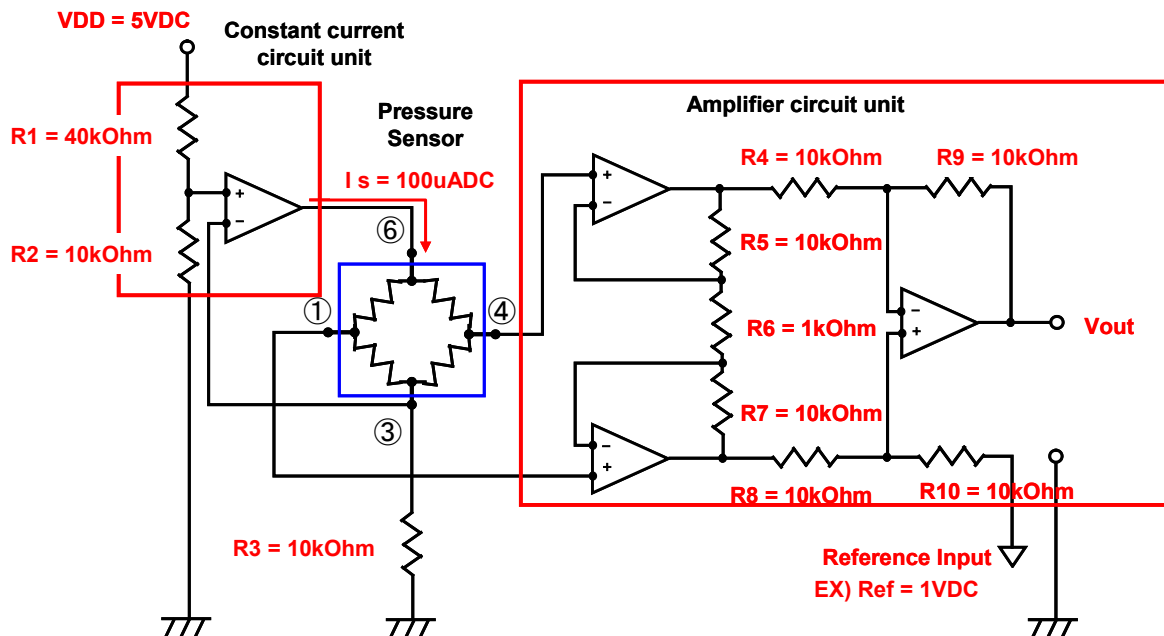


図 7. 2SMPP-02 の推奨回路構成例

上記推奨回路例において、ゲイン調整用オペアンプとして TI 社 LMV324 (OP-AMP 4 個入り) 等のご使用が可能です。また R3 は、温度特性の良い金属皮膜抵抗を推奨します。

なお、ご使用になるゲインに応じて、R10 に接続する Ref 電圧値を調整する必要があります。

例えば、Gain=21 倍で Ref=1.0[V]、Gain=201 倍で Ref=1.5[V] 程度必要となります。

### 7.3 出力特性 1 : 2SMPP-02 センサ単体の基本出力特性

室温(25°C)、100[uA]供給時の印加圧力(-10[kPa]~50[kPa])に対する出力特性例を図 8. に示します。(2SMPP-02 の許容測定圧力範囲は図 8.の 0~37[kPa](赤色破線範囲)です。)

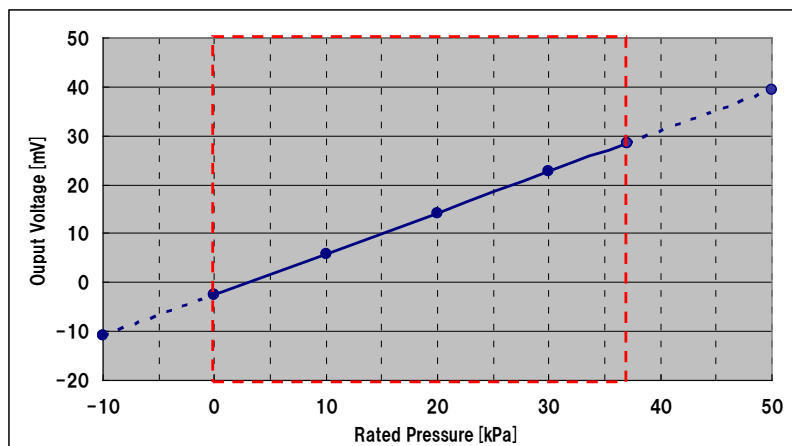


図 8. 2SMPP-02 の出力特性(センサ出力: 端子①/端子④間の電圧)

### 7.4 出力特性 2 : 推奨回路例での出力特性

先の図 7 の回路構成を用いて、Gain=21 倍の設定で低圧力域 0~7[kPa]に対する Vout 出力特性例を図 9.に示します。この時 RefInput 電圧は 1.0[V]に接続しています。

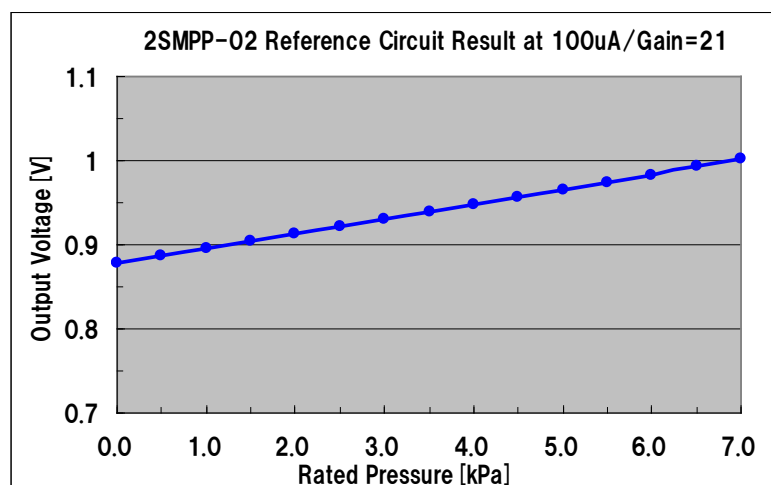


図 9. Gain=21 倍での 2SMPP-02 の Gain 倍後の出力特性

本結果では、0~7[kPa]のスパン電圧=122.6[mV]と、0~37[kPa]のスパン電圧 31[mV]から得られる理想スパン電圧 123[mV] ( $7[\text{kPa}] / 37[\text{kPa}] \times 31[\text{mV}] \times 21$ ) とを比較しても誤差-0.3%となり、低圧力域でも図 7.の推奨回路をご使用頂くことで良好な結果が得られることを意味します。

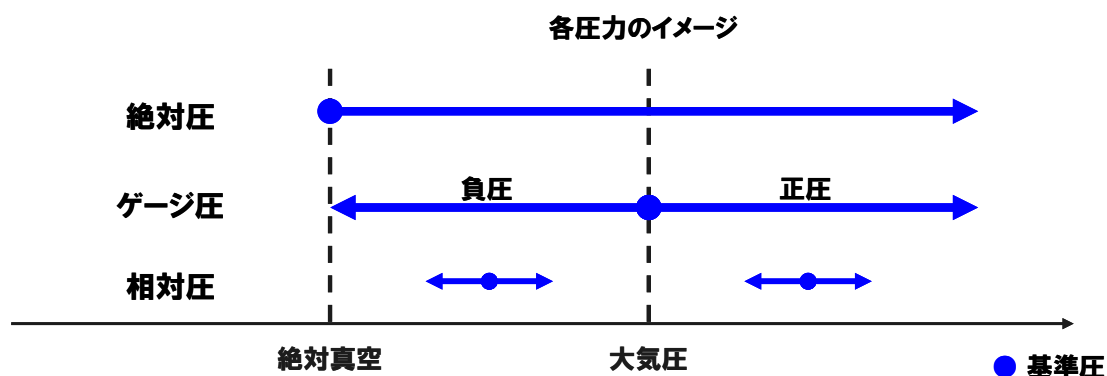
## 8 用語説明

- 各種圧力名称と圧力基準

ゲージ圧とは、大気圧を基準とした圧力で、大気圧より大きなものを正圧、小さいものを負圧といいます。

絶対圧とは、絶対真空を基準とした圧力を意味します。絶対真空を基準とする為、大気圧自体を測定できません。

相対圧とは、ある特定基準圧力を基準とした圧力です。よって、相対圧での基準圧力を大気圧とするとゲージ圧と同義となります。



- オフセット電圧

無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧を意味します。

- スパン電圧

最大印加圧力時(37[kPa])のセンサ出力電圧と無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧の差を意味します。

- 非直線性

無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧と最大印加圧力時(37[kPa])のセンサ出力電圧を結ぶ理想出力直線からのズレ量を、25[°C]時のスパン電圧で正規化することで%FS 表記したものです。

- ヒステリシス

無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧を最大印加圧力(37[kPa])前後で測定し、その差分を25[°C]時のスパン電圧で正規化することで%FS 表記したものです。

- %FS

“パーセントフルスケール”と読みます。対象となる項目・変化量を25[°C]時のスパン電圧で正規化し、パーセンテージ表記したものです。

---

## 9 ご承諾事項

平素はオムロン株式会社(以下「当社」)の商品をご愛用いただき誠にありがとうございます。「当社商品」のご購入について特別の合意がない場合には、お客様のご購入先にかかわらず、本ご承諾事項記載の条件を適用いたします。ご承諾のうえご注文ください。

### 1. 定義

本ご承諾事項中の用語の定義は次のとおりです。

- (1) 「当社商品」:「当社」の電子・機構部品
- (2) 「カタログ等」:「当社商品」に関する、電子・機構部品総合カタログその他のカタログ、仕様書、取扱説明書、マニュアル等であって、電磁的方法で提供されるものも含まれます
- (3) 「利用条件等」:「カタログ等」に記載の、「当社商品」の利用条件、定格、性能、動作環境、取扱い方法、利用上の注意、禁止事項その他
- (4) 「お客様用途」:「当社商品」のお客様におけるご利用方法であって、お客様が製造する部品、電子基板、機器、設備またはシステム等への「当社商品」の組み込みを含みます
- (5) 「適合性等」:「お客様用途」での「当社商品」の (a)動作、(b)第三者の知的財産の非侵害、(c)法令の遵守および(d)各種規格の遵守

### 2. 記載事項のご注意

「カタログ等」の記載内容については次の点をご理解ください。

- (1) 定格値および性能値は単独試験における値であり、各定格値および性能値の複合条件を同時に保証するものではありません。
- (2) 参考データはご参考として提供するもので、その範囲で常に正常に動作することを保証するものではありません。
- (3) 利用事例はご参考ですので、当社は「適合性等」について保証いたしかねます。
- (4) 当社は、改善や当社都合等により、「当社商品」の生産を中止し、または「当社商品」の仕様を変更することがあります。

### 3. ご利用にあたってのご注意 ご採用およびご利用に際しては次の点をご理解ください。

- (1) 定格・性能ほか「利用条件等」を遵守しご利用ください。
- (2) お客様ご自身にて「適合性等」をご確認いただき「当社商品」のご利用の可否をご判断ください。
- (3) 「お客様用途」での 1.(5)(a)～(d)記載の各事項、および、「適合性等」は一切保証いたしかねます。
- (4) 次に掲げる用途でご利用の際は (i)定格および性能に対し余裕のある「当社商品」のご利用、(ii)「当社商品」が故障しても「お客様用途」の危険を最小にする安全設計、(iii)「当社商品」および「お客様用途」の定期的な保守の各事項を実施してください。
  - (a) 安全性が必要とされる用途 (例:原子力制御設備、燃焼設備、航空・宇宙設備、鉄道設備、昇降設備、娯楽設備、医用機器、安全装置、その他生命・身体に危険が及ぶ用途)
  - (b) 高い信頼性が必要な用途 (例:ガス・水道・電気等の供給システム、決済システムほか権利・財産を取扱う用途など)
  - (c) 厳しい条件または環境での用途 (例:屋外に設置する設備、化学的汚染を被る設備、電磁的妨害を被る設備、振動・衝撃を受ける設備、長時間連続稼働させる設備など)
  - (d) 「カタログ等」に記載のない条件や環境での用途
- (5) 本カタログ記載の商品は自動車(二輪車含む。以下同じ)向けではありません。自動車に搭載する用途には利用しないで下さい。自動車搭載用商品は販売店の営業担当者にご相談ください。
- (6) 安全を確保する目的で直接的または間接的に人体を検出する用途に、本製品を使用しないでく

---

ださい。同用途には、当社センサカタログに掲載している安全センサをご使用ください。

#### 4. 保証条件

「当社商品」の保証条件は次のとおりです。

- (1) 保証期間 ご購入後1年間といたします。
- (2) 保証内容 故障した「当社商品」と同数の代替品を無償で提供いたします。
- (3) 保証対象外 故障の原因が次のいずれかに該当する場合は、保証いたしません。
  - (a) 「当社商品」本来の使い方以外のご利用
  - (b) 「利用条件等」から外れたご利用
  - (c) 「当社」からの出荷時の科学・技術の水準では予見できなかった原因
  - (d) 上記のほか「当社」または「当社商品」以外の原因(天災等の不可抗力を含む)

#### 5. 責任の制限

- (1) 本ご承諾事項に記載の保証が「当社商品」に関する保証のすべてです。「当社商品」に関連して生じた損害について、「当社」および「当社商品」の販売店は責任を負いません。
- (2) プログラミング可能な当社商品については当社以外の者が行ったプログラム、またはそれにより生じた結果について当社は責任を負いません。

#### 6. 輸出管理

「当社商品」または技術資料を輸出または非居住者に提供する場合は、安全保障貿易管理に関する日本および関係各国の法令・規制を遵守ください。

以上  
(EC200)



ご注文の前に当社Webサイトに掲載されている「ご注文に際してのご承諾事項」を必ずお読みください。

**オムロン株式会社** エレクトロニクス＆メカニカルコンポーネンツビジネスカンパニー

**Webサイト**

**アメリカ**

<https://www.components.omron.com/>

**アジア・パシフィック**

<https://ecb.omron.com.sg/>

**韓国**

<https://www.omron-ecb.co.kr/>

**ヨーロッパ**

<http://components.omron.eu/>

**中華圏**

<https://www.ecb.omron.com.cn/>

**日本**

<https://www.omron.co.jp/ecb/>