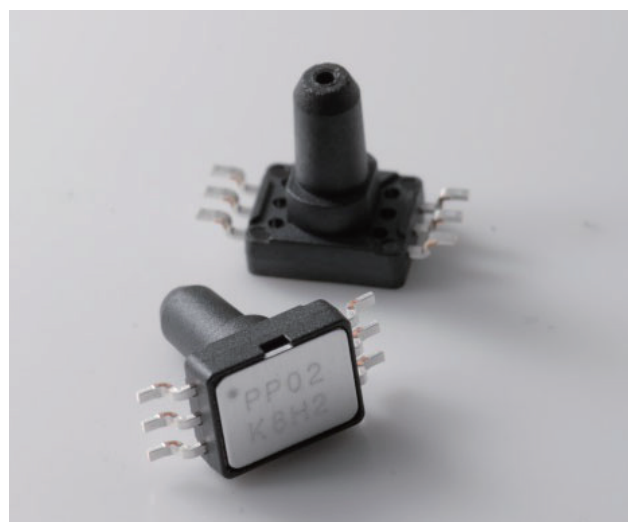


MEMSゲージ圧センサ 形2SMPP-03

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-03 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: 2SMPP-03 センサ単体の基本出力特性	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-03)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-03 の構造を示します。単位は[mm]です。

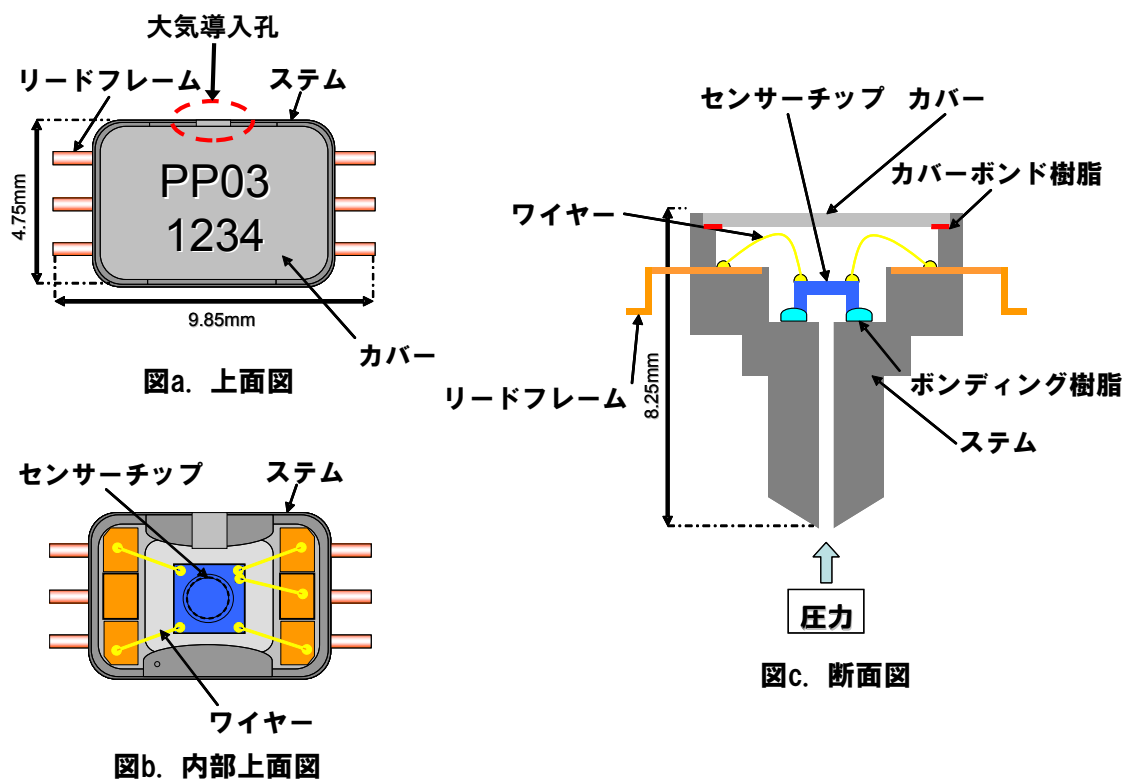


図1. 2SMPP-03の構造と各部の名称

3 外形寸法

図 2.に 2SMPP-03 の外形寸法を示します。単位は[mm]です。

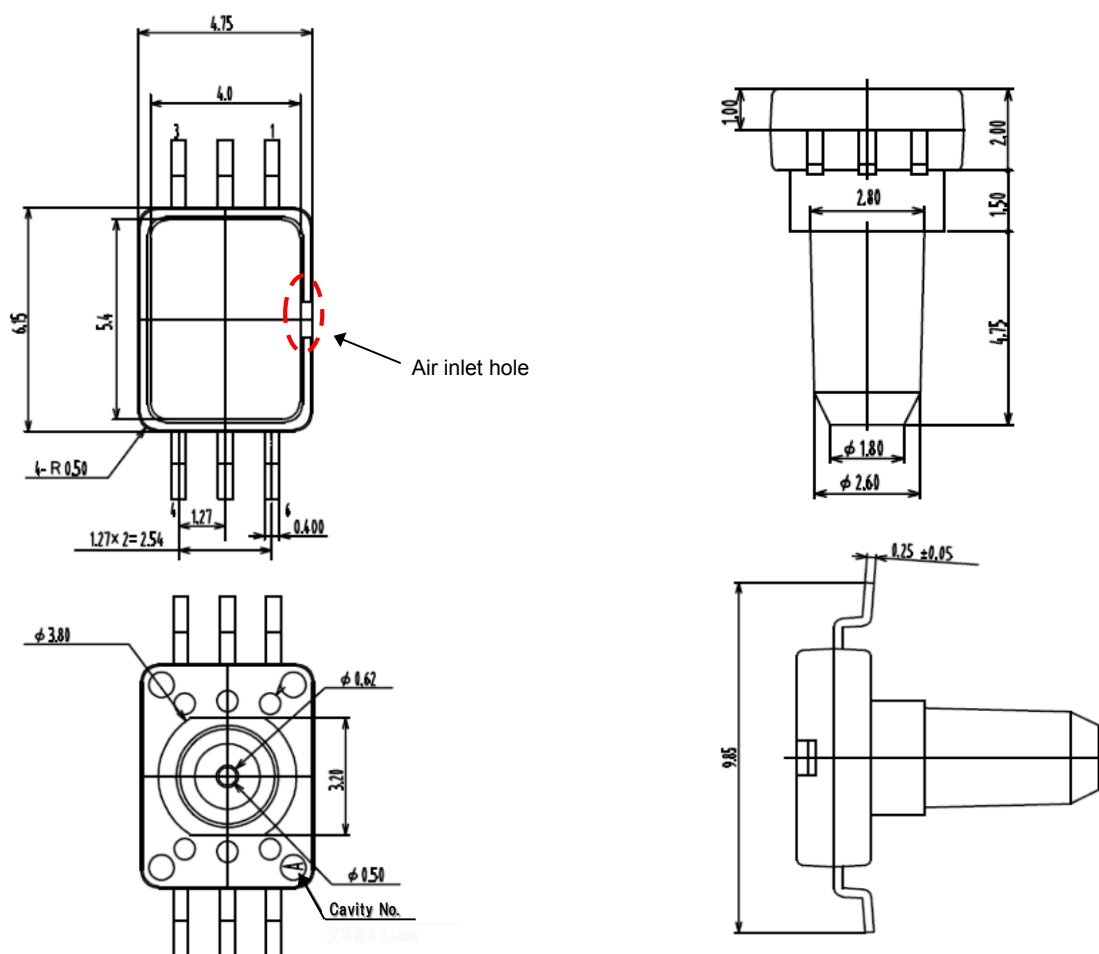


図 2. 2SMPP-03 の外形寸法図

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。

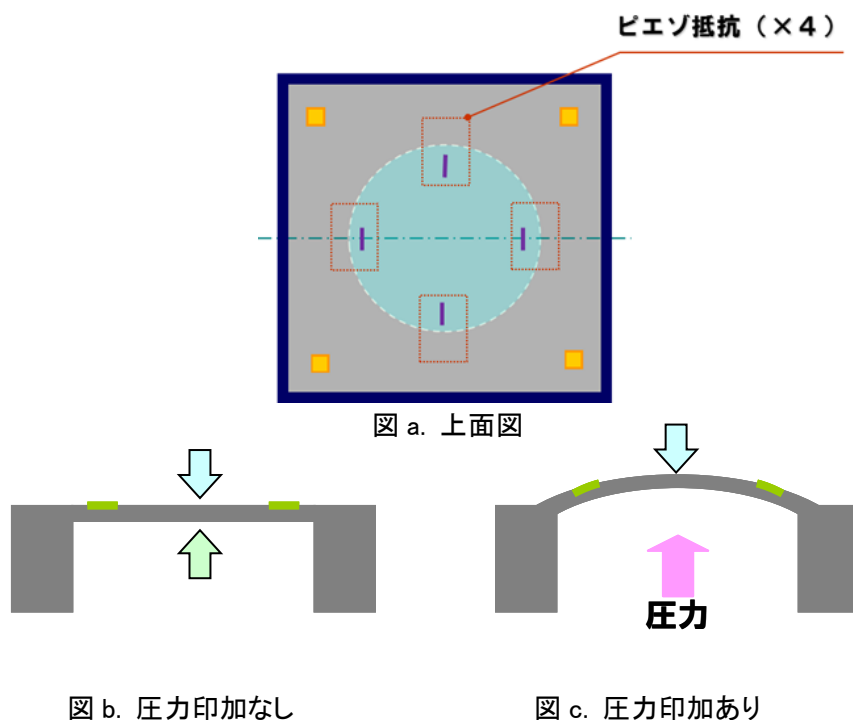


図 3. ピエゾ抵抗式圧力センサイメージ図とダイアフラム変化の様子

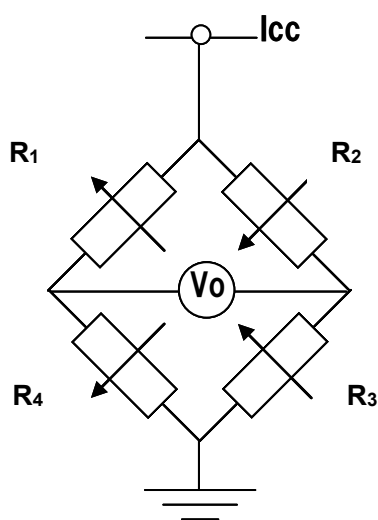
このダイアフラム部分に上部から大気圧(水色矢印)がかかり、下部から測定対象圧力がかかります。図 b.では、大気圧と測定対象圧力(緑色)が釣り合った状態でダイアフラムはたわんでいない状態です。図 c.では、大気圧 < 測定対象圧力(ピンク色)での状態となりダイアフラムが上に凸の状態です。このときダイアフラム上面のピエゾ抵抗の値がたわみによって変化します。

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(ΔR)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)

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

スパン電圧(V_0)

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

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

スパン電圧(V_0)

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

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-03 の主な仕様

表1. に 2SMPP-03 の主な仕様を記載します。

表1. 2SMPP-03 の主な仕様

項目	内容				
圧力の種類	ゲージ圧(注1)				
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	-50	-	50	kPa	
耐圧力	-80	-	120	kPa	
駆動電流	-	100	-	uADC	
最大駆動電流	-	-	200	uADC	
使用周囲温度範囲	-20	-	100	°C	
保存周囲温度範囲	-40	-	120	°C	
使用周囲湿度範囲	10	-	95	%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1)	-6.5	-2.5	1.5	mV	
スパン電圧(注1)	36.5	42.0	47.5	mV	+50[kPa]加圧時
	-48.5	-43.0	-37.5	mV	-50[kPa]加圧時
非直線性(注1)	0.3	-	1.3	%FS(注1)	0~50[kPa]範囲
	-0.3	-	0.7	%FS(注1)	-50~0[kPa]範囲
ヒステリシス(注1)	-0.2	-	0.2	%FS(注1)	0~50[kPa]範囲
	-0.2	-	0.2	%FS(注1)	-50~0[kPa]範囲
スパン電圧温度変動	-1.0	1.0	3.0	%FS(注1)	0[°C] (0~50[kPa])
	-2.0	1.0	4.0		85[°C] (0~50[kPa])
	-1.2	0.8	2.8		0[°C] (-50~0[kPa])
	-1.8	1.2	4.2		85[°C] (-50~0[kPa])
オフセット電圧温度変動	-4.0	-	7.0	%FS(注1)	0~85[°C](0~50[kPa])
	-4.0	-	7.0		0~85[°C](-50~0[kPa])

(注1): 特性・単位の意味については8章を参照して下さい。

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

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、圧電抵抗部分の⑥端子と③端子間に $100[\mu\text{A}]$ 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。

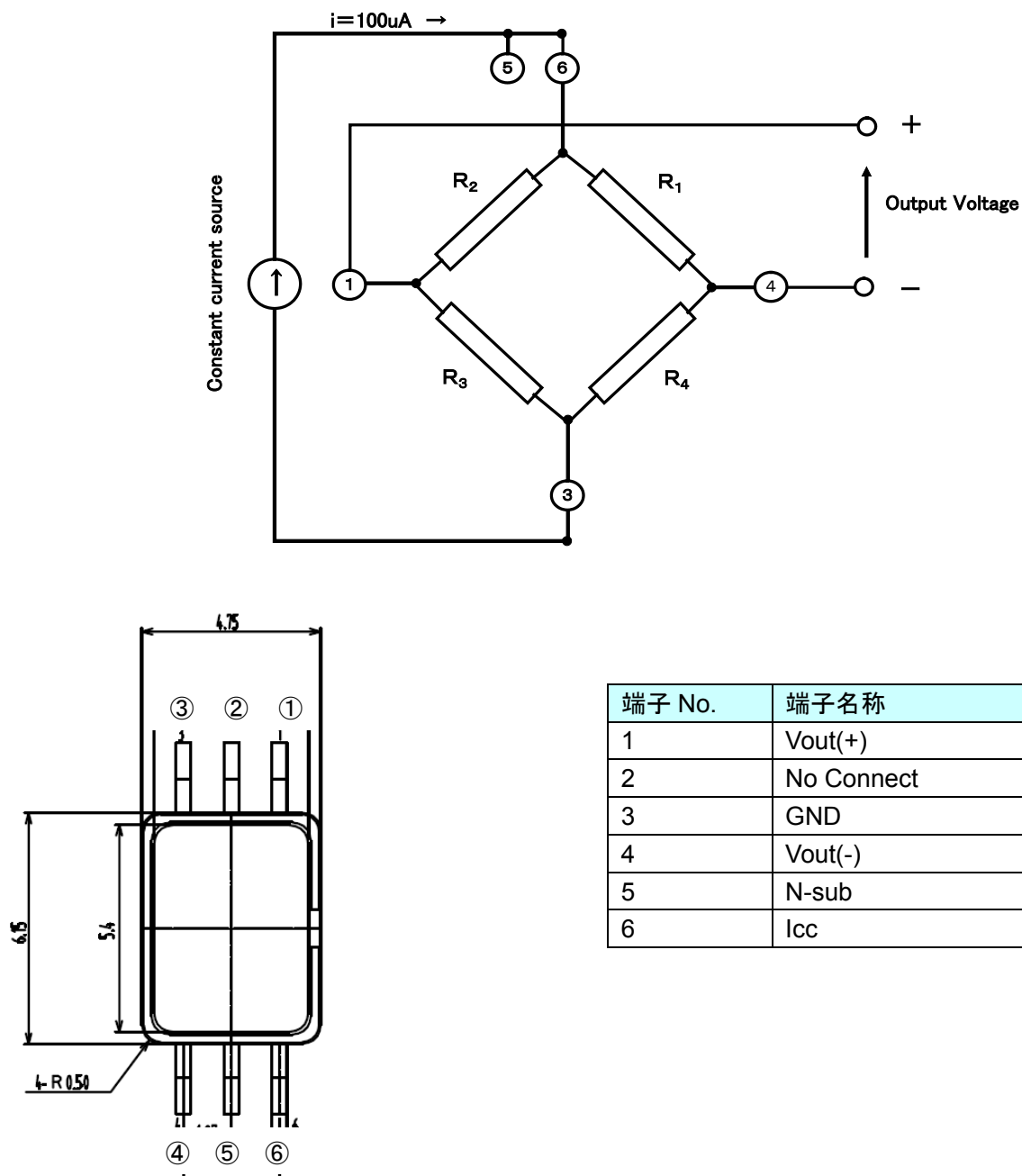


図 5. 2SMPP-03 の等価回路と端子接続

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-03 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。

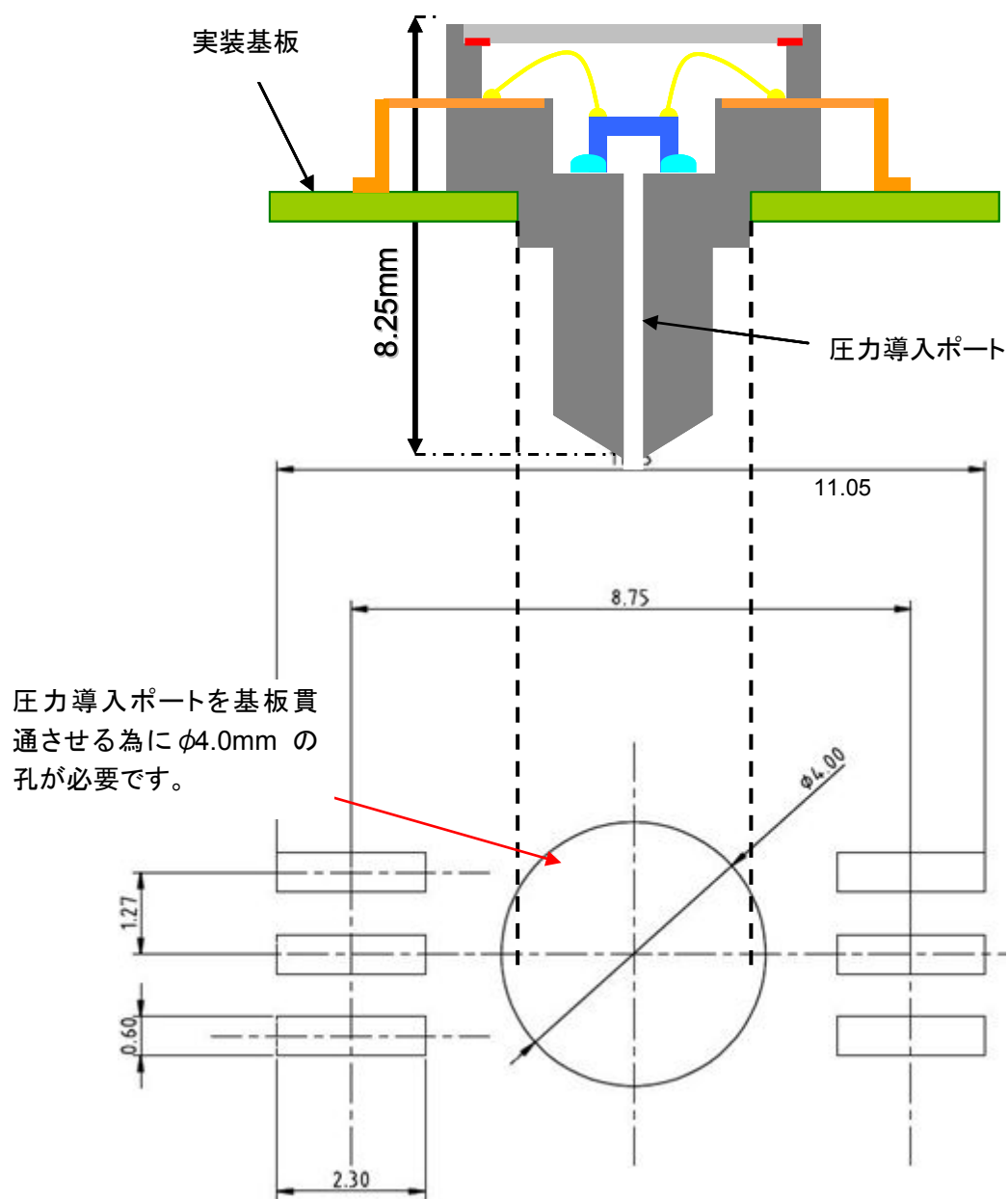


図 6. 2SMPP-03 の推奨実装ランドパターン例

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。

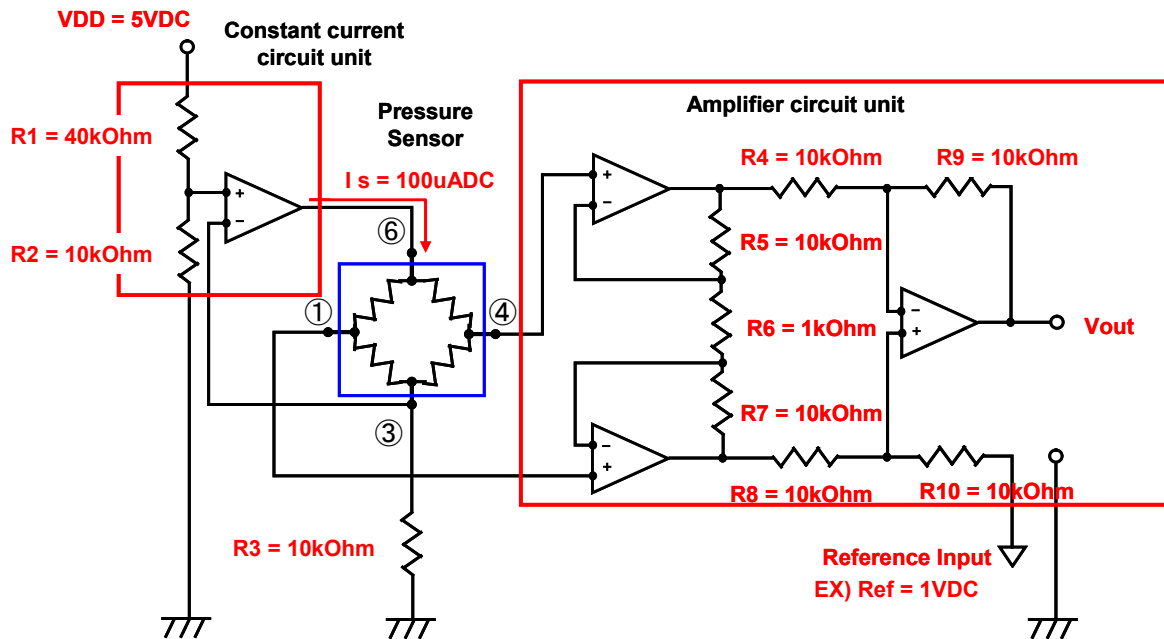


図 7. 2SMPP-03 の推奨回路構成例

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：2SMPP-03 センサ単体の基本出力特性

室温(25℃)、100[μ A]供給時の印加圧力(-50[kPa]～50[kPa])に対する出力特性を図 8. に示します。なお、正圧域(0～50[kPa])ではスパン電圧は 42[mV](Typ)、負圧域(-50～0[kPa])ではスパン電圧は -43[mV](Typ)となります。

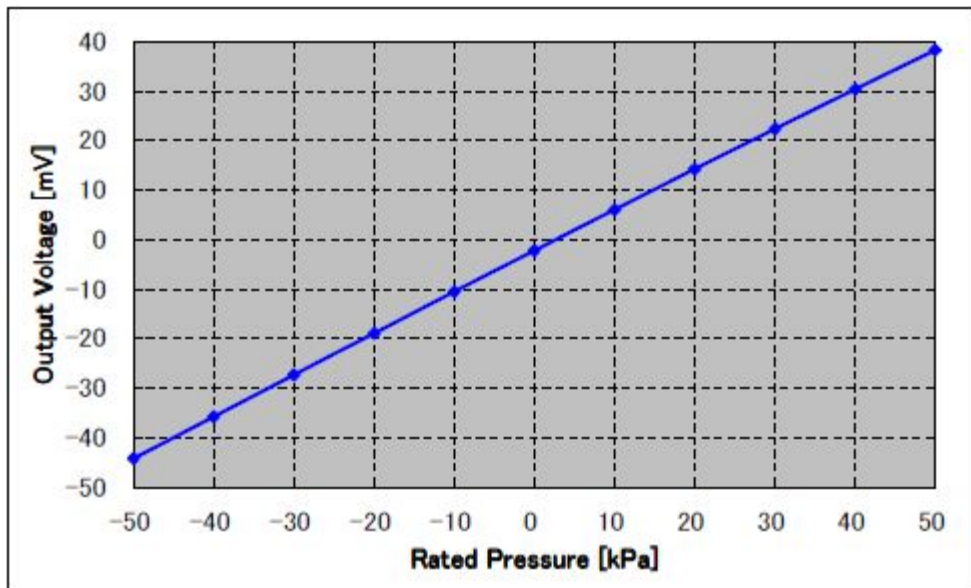


図 8. 2SMPP-03 の出力特性(センサ出力:端子①/端子④間の電圧)

8 用語説明

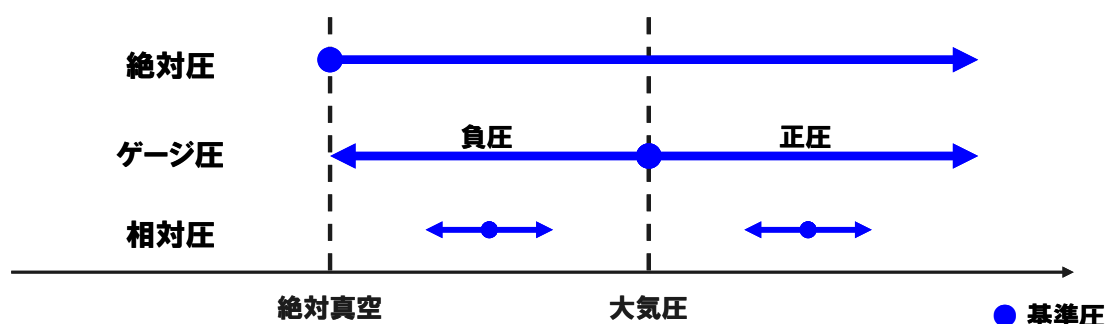
- 各種圧力名称と圧力基準

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す。

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。

各圧力のイメージ



- 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

正圧域(0～50[kPa])

最大印加圧力時(50[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。

負圧域(-50～0[kPa])

最大吸引圧力時(-50[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

正圧域(0～50[kPa])

無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧と最大印加圧力時(50[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表記ものです。

負圧域(-50～0[kPa])

無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧と最大吸引圧力時(-50[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表記ものです。

- ヒステリシス

正圧域(0～50[kPa])

無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧を最大印加圧力(50[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。

負圧域(-50～0[kPa])

無印加圧力時(0[kPa])のセンサ出力電圧を最大吸引圧力(-50[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FA システム機器、汎用制御機器、センシング機器、電子・機構部品
- (2) 「カタログ等」:「当社商品」に関する、ベスト制御機器オムロン、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みます。
- (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」の組み込み又は利用を含みます
- (5) 「適合性等」:「お客様用途」での「当社商品」の(a) 適合性、(b) 動作、(c) 第三者の知的財産の非侵害、(d) 法令の遵守および(e) 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、単独試験における各条件のもとで得られた値であり、各定格値および性能値の複合条件のもとで得られる値を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。「当社」は「適合性等」を一切保証いたしかねます。
- (3) 「当社商品」がお客様のシステム全体の中で意図した用途に対して、適切に配電・設置されていることをお客様ご自身で、必ず事前に確認してください。
- (4) 「当社商品」をご使用の際には、(i) 定格および性能に対し余裕のある「当社商品」のご利用、冗長設計などの安全設計、(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) 利用者に危険を知らせるための、安全対策のシステム全体としての構築、(iv) 「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。
- (5) 「当社」は DDoS 攻撃(分散型 DoS 攻撃)、コンピュータウイルスその他の技術的な有害プログラム、不正アクセスにより、「当社商品」、インストールされたソフトウェア、またはすべてのコンピュータ機器、コンピュータプログラム、ネットワーク、データベースが感染したとしても、そのことにより直接または間接的に生じた損失、損害その他の費用について一切責任を負わないものとします。お客様ご自身にて、①アンチウイルス保護、②データ入出力、③紛失データの復元、④「当社商品」またはインストールされたソフトウェアに対するコンピュータウイルス感染防止、⑤「当社商品」に対

する不正アクセス防止についての十分な措置を講じてください。

- (6) 「当社商品」は、一般工業製品向けの汎用品として設計製造されています。従いまして、次に掲げる用途での使用は意図しておらず、お客様が「当社商品」をこれらの用途に使用される際には、「当社」は「当社商品」に対して一切保証をいたしません。ただし、次に掲げる用途であっても、「当社」の意図した特別な商品用途の場合や特別の合意がある場合は除きます。
- (a) 高い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、24 時間連続運転システム、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・衝撃を受ける設備など)
 - (d) 「カタログ等」に記載のない条件や環境での用途

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週間といたします。
(ただし「カタログ等」に別途記載がある場合を除きます。)
- (2) 保証内容 故障した「当社商品」について、以下のいずれかを「当社」の任意の判断で実施します。
 - (a) 当社保守サービス拠点における故障した「当社商品」の無償修理
(ただし、電子・機構部品については、修理対応は行いません。)
 - (b) 故障した「当社商品」と同数の代替品の無償提供
- (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) 本ご承諾事項「3. ご利用にあたってのご注意」に反するご利用
 - (d) 「当社」以外による改造、修理による場合
 - (e) 「当社」以外の者によるソフトウェアプログラムによる場合
 - (f) 「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
 - (g) 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

本ご承諾事項に記載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。

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。お客様が法令・規則に違反する場合には、「当社商品」または技術資料をご提供できない場合があります。

●本誌に記載のない条件や環境での使用、および原子力制御・鉄道・航空・車両・燃焼装置・医療機器・娯楽機械・安全機器、その他人命や財産に大きな影響が予測されるなど、特に安全性が要求される用途に使用される際には、当社の意図した特別な商品用途の場合や特別の合意がある場合を除き、当社は当社商品に対して一切保証をいたしません。
●本製品の内、外国為替及び外国貿易法に定める輸出許可、承認対象貨物（又は技術）に該当するものを輸出（又は非居住者に提供）する場合は同法に基づく輸出許可、承認（又は役務取引許可）が必要です。

オムロン株式会社 インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー

●製品に関するお問い合わせ先

お客様相談室

フリーダイヤル **0120-919-066**

携帯電話・PHS・IP電話などではご利用いただけませんので、下記の電話番号へおかけください。

電話 **055-982-5015**（通話料がかかります）

■営業時間：8:00～21:00 ■営業日：365日

●FAXやWebページでもお問い合わせいただけます。

FAX **055-982-5051** / www.fa.omron.co.jp

●その他のお問い合わせ

納期・価格・サンプル・仕様書は貴社のお取引先、または貴社担当オムロン販売員にご相談ください。

オムロン制御機器販売店やオムロン販売拠点は、Webページでご案内しています。

オムロン制御機器の最新情報をご覧ください。

www.fa.omron.co.jp

緊急時のご購入にもご利用ください。

オムロン商品のご用命は