

反射型光エンコーダ IC SMD-04B

クラス世界最小 わずかなスペースに実装可能
高精度 外部通倍回路により 1 μ m 以下の高分解能も可能
原点信号出力 スケールパターン内に原点検出用パターンを配置可能

1. SMD-04B 概要

SMD-04B は、光源用 LED と OEIC(Opto-Electric Integrated Circuit)とを表面実装用小型パッケージに一体化した、原点検出信号の出力が可能なクラス世界最小のエンコーダ IC です。光センサーのアレイ化等により、実装位置ずれによる信号劣化を大幅に改善しました。リフロー実装のみによる位置決めでも高精度な検出が可能です。下記の特長を活かし、様々なアプリケーションにご使用頂けます。

【特長】

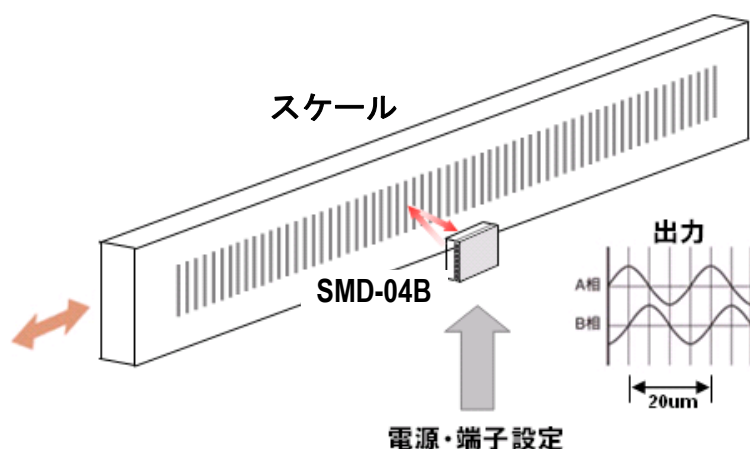
- 小型クリアモールドパッケージ 5.3mm(W)×4.3mm(L)×1.0(H)mm
- 高精度差動アナログ 2 相出力 A 相/B 相アナログ正弦波出力
およびノイズキャンセルに有効な差動出力のための各反転出力
- 出力信号周期 20 μ m (固定) 高い S/N と優れたリサージュ特性により、外部通倍回路との組み合わせでサブミクロンを超える分解能も実現可能
- 原点検出用デジタル出力 インクリメンタル信号用スケールパターンに原点検出用パターンを設けることで原点検出信号 (Z 相信号) を出力可能
- 光源 LED を内蔵 光源輝度の 2 段階調節及び自動調節が設定可能
- 電源電圧範囲 4.5~5.25V
- 低消費電流 22mA (typ)
- 位置決め容易
- リフロー実装可能

【アプリケーション例】

- 小型アクチュエータ／ピエゾアクチュエータ
- 精密ステージ
- 距離測定器／角度測定器／リニアゲージ
- ガルバノメータ
- レーザー光などの光軸制御
- チップマウンター／PCB・FPC 基板加工機／IC ハンドラー等の FA 実装・加工機
- 産業用ロボット／民生用ロボットの動作コントロール
- その他、小型化・高精度化を要求される位置制御／速度制御用途

2. SMD-04B によるエンコーダ構成例

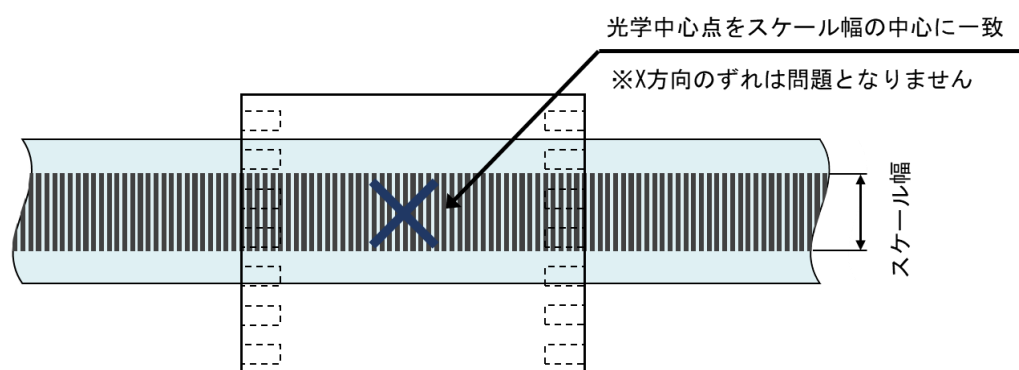
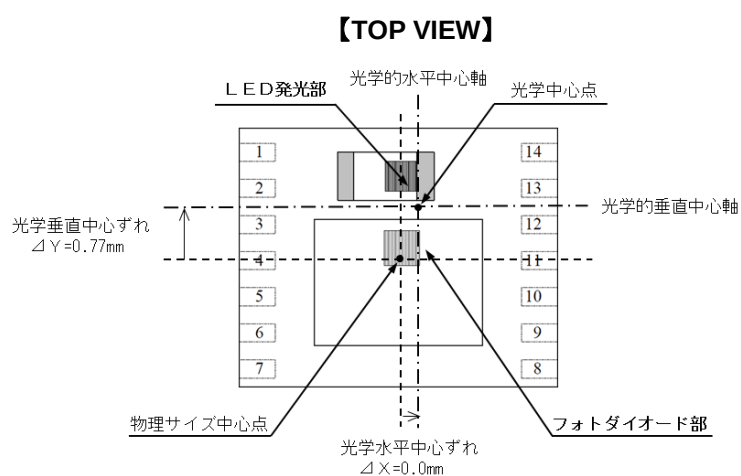
2.1. リニアエンコーダの構成例と位置合わせ



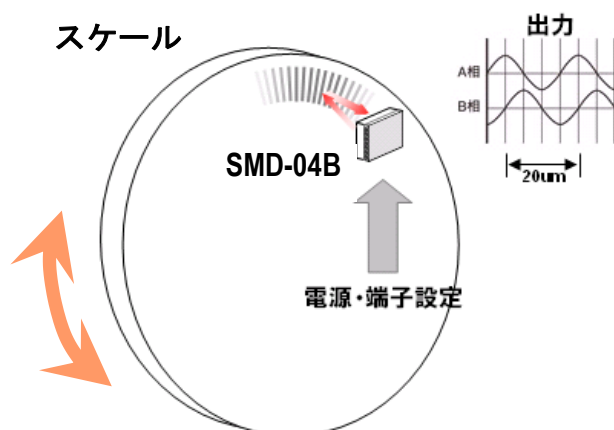
リニアスケールと SMD-04B によりリニアエンコーダを構成出来ます。

リニアスケールのパターン幅中心が、下記の SMD-04B 光学中心（下図 Y 方向）と正しく一致している場合、リニアスケールパターン幅を $\pm 0.5\text{mm}$ 程度まで狭くする事も可能です。十分なご評価の上でパターン幅をご決定下さい。

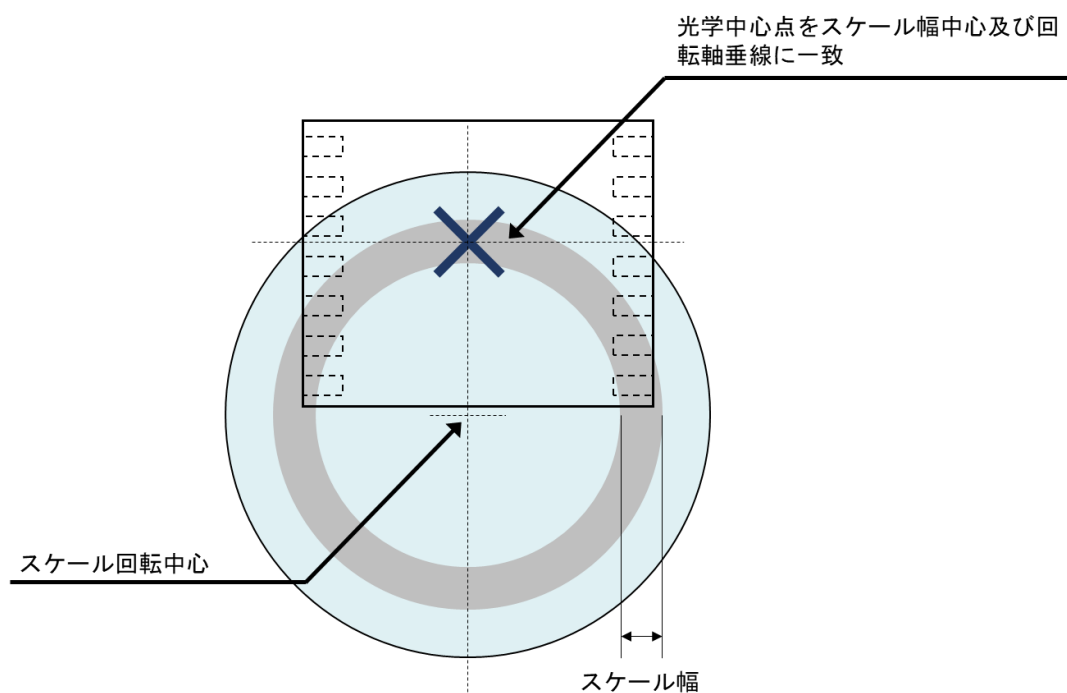
なお光学中心点とは、SMD-04B に内蔵されている LED の発光中心点と光センサーフォトダイオード中心点の中間を意味します。



2.2. ロータリーエンコーダの構成例と位置合わせ



円盤状のロータリースケールと SMD-04B によりロータリーエンコーダを構成出来ます。
ロータリーエンコーダについては、SMD-04B の光学中心点が縦・横方向ともに下図の様にロータリースケールのスケールパターン中心と正しく一致している必要があります。

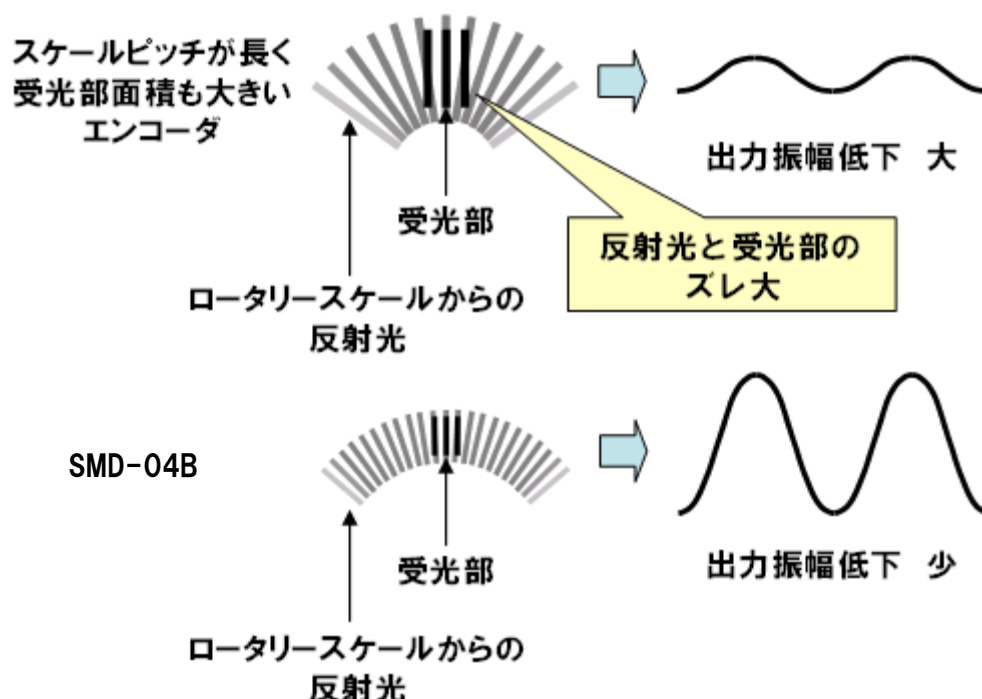


2.3. 小径ロータリーエンコーダ適用時の利点

ロータリーエンコーダに一般的な汎用エンコーダ IC を使用する場合、スケールパターンが扇形状になっている為にエンコーダ IC が必要とする正確な周期の並行反射光が得られず、出力振幅が低下する傾向にあります。出力振幅が小さいと高い倍率での通倍動作が難しくなり、高分解能化が難しいと言えます。

しかし SMD-04B は受光部が小型であり、かつスケールピッチが短いために、ロータリースケールからの反射光が扇状である事の影響を受けにくくなっています。

結果として小型で軽量のロータリーエンコーダの実現が可能となります。この事はエンコーダまたはスケールを含む回転部分の慣性量を減少させる事にもつながり、お客様のシステムの小型・軽量化に貢献します。



SMD-04B で小径ロータリーエンコーダを構成した場合の信号振幅例を示します。

小径ロータリースケール使用の場合の SMD-04B 出力振幅（参考データ）

スケール直径 (mm)	スケール パターン幅 (mm)	CPR : 出力パルス数/ 1 回転	SMD-04B 出力振幅 (%) リニアスケールとの 組み合わせ時を 100%とする※2
9.5	0.5	≒ 1500※1	95
6.4	0.5	≒ 1000※1	80
5.1	0.4	≒ 800※1	60

※1 表中の数字は SMD-04B の A/B 相アナログ出力信号をコンパレータ回路で 2 値化する事により実現出来る値です。CPR は以下の式より算出した値を記載しております。

$$CPR = \frac{\text{スケール直径 (mm)} \times \pi}{0.02 \text{ (mm)}}$$

なお、A/B 相各々の立上り/立下りをカウントする事により上記 CPR の 4 倍に相当する分解能を得る事が可能です。外部通倍回路を使用した場合は、通倍数に応じた高分解能化が可能となります。

※2 ロータリースケールの取り付け位置は信号振幅が最大となるように個別調整した場合となります。表中の数値は一例です。

小径のロータリースケールを使用する場合は、リニアスケールに比べて取り付け状態による振幅、位相差およびZ相出力への影響が出やすくなります。より良い製品特性を得るためには個別の取り付け調整を推奨します。

2.4. SMD-04B 用スケール

前述の様にリニアスケールまたはロータリースケールと組み合わせる事で、リニア／ロータリーエンコーダを構成する事が出来ます。

スケールは SMD-04B とは別にご用意頂く必要があります、下記のスケールメーカーにて SMD-04B 用のスケールを作製する事が出来ますのでお問い合わせ下さい。また弊社営業からのサポートも可能です。

2.4.1. ガラススケール

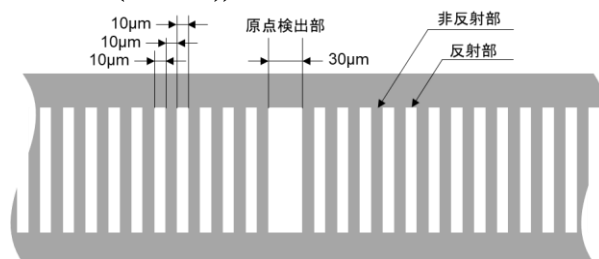
一般に、高精度のエンコーダにはガラス基材を使用したガラススケールが好適です。下記メーカー殿にてリニア／ロータリーいずれのスケールも製作可能です。

【ガラススケールメーカー】

- ・ 株式会社コシブ精密 本社営業
- ・ 〒179-0085 東京都練馬区早宮 2-20-11
- ・ TEL (03)3934-2670 (代表)
- ・ URL <https://www.koshibu.co.jp>
- ・ お問い合わせ先 kakizawa@koshibu.co.jp (担当 柿沢 裕)

SMD-04B の出力信号は検出周期 $20\mu\text{m}$ として設計されています。スケールはその検出周期に合わせ、 $20\mu\text{m}$ ピッチ (反射部 $10\mu\text{m}$ / 非反射部 $10\mu\text{m}$) としてください。スケールピッチを変更しても検出周期を変える事は出来ません。但し、SMD-04B の高精度なアナログ出力信号は、通倍回路 / カウンター等を外部に付加する事で任意の分解能とする事が可能です。ガラススケールとの組み合わせでは、十分なご評価の上で $0.1\mu\text{m}$ 以下の分解能でご使用頂く事も可能です。

原点検出部 (Z 相パターン) は $20\mu\text{m}$ ピッチのパターンの 1 ヶ所に $30\mu\text{m}$ 幅の反射部を設けてください。原点検出部のパターンを設けることで、原点検出信号 (Z 相信号 : VZ) を出力する事ができます。原点検出信号は A 相の High 区間 ($V_A > V_{\text{ref1}}$ (or V_{ref2})) に出力されます。詳細はデータシートをご確認ください。



ロータリースケールの場合は、スケール幅の中心位置のパターン幅が $10\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ となる様に配置してください。

3. 動作原理と SMD-04B の特徴

光エンコーダ IC SMD-04B は回折イメージ投影方式を利用して動作します。

構成要素は、SMD-04B 内蔵の LED・OEIC、および外部のスケールから成ります。LED から照射された光がスケールで回折し、回折光が OEIC 上で焦点を結ぶ様に光学設計がされており、回折光の周期的な濃淡を OEIC で観測する事でエンコード機能を実現しています。

回折光周期の観測のために、OEIC には回折光の濃淡周期のちょうど 1/4 に当たるピッチで受光素子（フォトダイオード）がアレイ状に配置されています。

受光素子アレイは、スケールからの回折光数周期分を同時に観測し、その平均値を出力する構成になっています。さらに受光素子アレイの働きにより、SMD-04B とスケールとが完全な並行状態から多少ずれても、ずれの影響が A 相・B 相で相殺し、安定した出力が得られる様に設計されています。

これらの事から、SMD-04B は以下の特徴を有します。

- 1) スケールや SMD-04B 表面の局所的な欠陥・汚れがあっても出力信号への影響が少なくなっています。
- 2) 出力に対する SMD-04B の位置決め誤差の影響が少なくなっています。
- 3) 装置の動作の基準となる基準位置信号を出力する事ができます。

位置決め誤差による出力振幅の変化量が、参考データとしてデータシートに記載されています。

ただし、光学最適条件は光学素子の実装ばらつきにより変わることがあります。条件の設定にあたっては十分にご評価をお願いします。特にリニアスケールに比べて取り付け状態による振幅および位相差への影響が大きい小径のロータリースケールを使用する場合や、外部通倍回路を利用して分解能 1 μ m 以下でご使用になる場合などでは、出力信号を確認しながらの位置決めを推奨します。

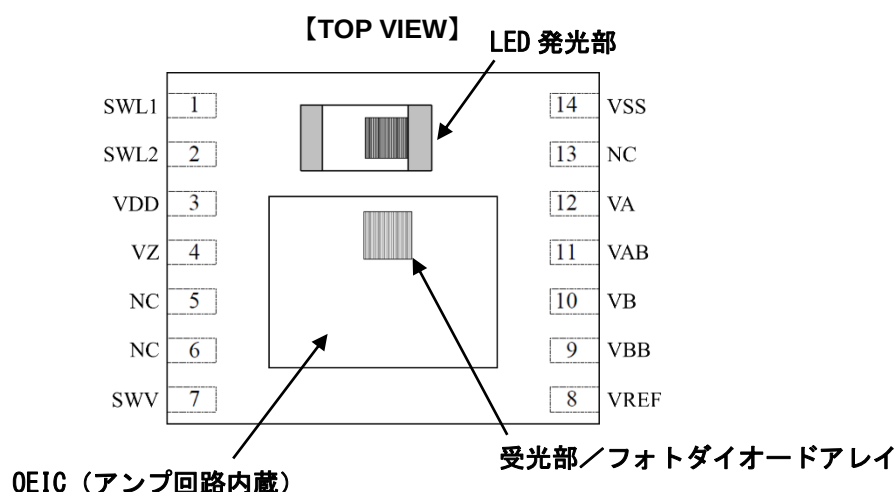
4. SMD-04B 仕様に関する参考情報

4.1. 外観・パッケージ材料に関する参考情報

4.1.1. SMD-04B 内蔵部品の配置

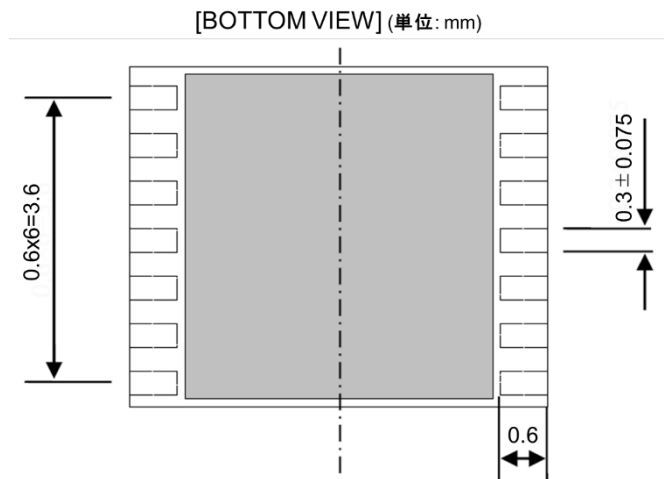
LED と OEIC が以下の様に配置されています。

LED 発光部と受光部との中間点が光学中心となります。こちらについては 2-1 章、2-2 章を併せてご確認ください。



4.1.2. 裏面外形図について

データシート内にある下記図面の灰色矩形部は、裏面絶縁樹脂を表すものであり、電気的な端子ではありません。



4.1.3. 環境データ

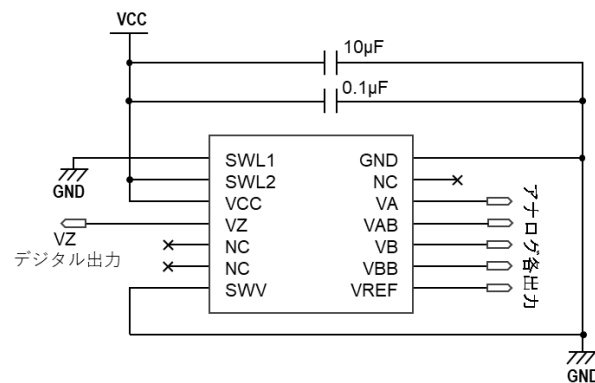
SMD-04B は、鉛フリー / PVC (ポリ塩化ビニール) フリー / ハロゲンフリー / RoHS 対応製品です。

4.2. 電氣的仕様に関する参考情報

4.2.1. 基本的な結線

SMD-04B は、電源および設定端子の接続のみで動作します。しかし、環境ノイズが大きい場合や高精度を要求するアプリケーションに対しては、下記の様なバイパスコンデンサと共にご使用下さい。0.1μF の容量は可能な限り SMD-01 近傍に配置下さい。

なお、バイパスコンデンサには周波数特性の良いセラミックコンデンサ等が好適です。



【結線例（後段回路 5V 系、LED 輝度自動調整）】

4.2.2. 出力振幅の調整

【SMD-04B 電氣的特性抜粋】

項目	記号	条件	Min	Typ	Max	Unit	端子名
A 相出力信号振幅	VAP-P	Vp-p SWL1=L SWL2=H *標準スケール条件	0.8	1.2	1.92	V	VA
AB 相出力信号振幅	VABP-P						VAB
B 相出力信号振幅	VBP-P						VB
BB 相出力信号振幅	VBBP-P						VBB

SMD-04B の出力信号の仕様は上記の通りです。この信号振幅は標準スケールで LED 輝度の自動調整機能（APC : Auto Power Control）を有効にした場合の値です。スケールの反射率や LED の輝度設定によってこの範囲を超える場合がありますので、御使用になる環境で十分なご評価をお願いします。

また、SMD-04B には LED 輝度を調整する機能あり、SWL1、SWL2 の端子で以下の設定が可能です。

【LED 輝度切り替え設定】

SWL1 端子論理	H	H	L	L
SWL2 端子論理	H	L	H	L
A,B 相出力 振幅倍率	×1.0	×1.8	APC	×0

※H=VCC レベル L=GND レベル

LED 輝度の設定により LED 電流が変化し SMD-04B の消費電流値が大きく変わりますのでご注意ください。各条件での消費電流仕様は電氣的仕様をご確認下さい。

原点検出信号（VZ）を使用する場合は、輝度切り替えは APC の設定で使用して下さい。

【LED 輝度の自動調整機能（APC）】

LED 輝度の自動調整機能を有効にすると、スケールからの反射光を専用のフォトダイオードで検出し、自動的に LED 電流を調整します。この機能を使用することで、LED 輝度の個体バラツキによる出力信号のバラツキの低減や、温度による LED 輝度の変動の補正が可能になります。

【基準電圧切り替え機能】

SMD-04B は SWV 端子の設定により基準電圧（Vref）を切り替える事が可能です。後段回路の入力条件に応じて設定してください。

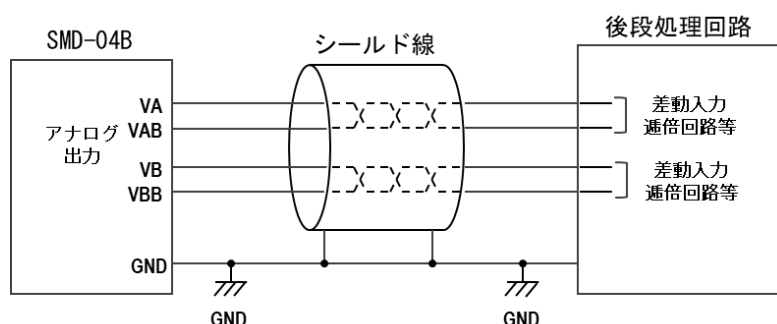
なお、SWV=H で使用する場合原点検出信号（VZ）はオープンドレインとなるため、外部でのプルアップが必要となります。

4.2.3. 出力のノイズ対策 ： 差動出力

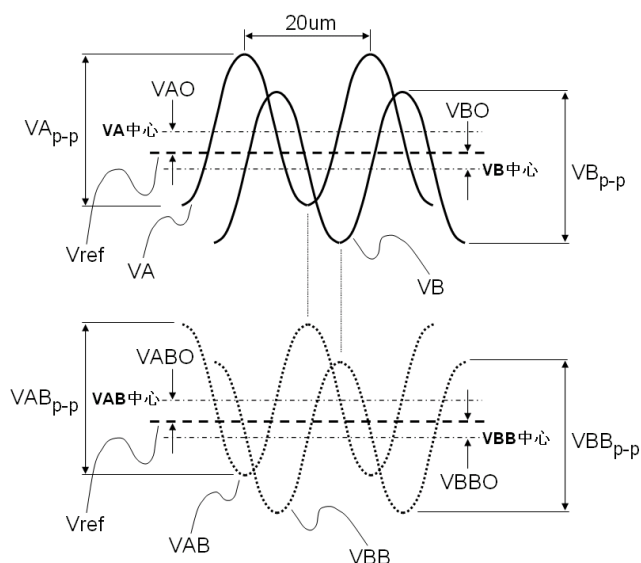
SMD-04B からは、20 μ m 周期の正弦波信号 VA および VB と、それぞれの反転信号 VAB および VBB が出力されます。VA と VB、VAB と VBB はそれぞれ 90°の位相差を持っています。

A 相、B 相各々の、正転信号と反転信号をペアとした差動型の出力とする事で、外部電界により生じるコモンノイズへの対策が可能です。差動信号として使用する場合の結線例を下図に示します。

※基準位置信号（VZ）はシングルエンドのみの出力です。

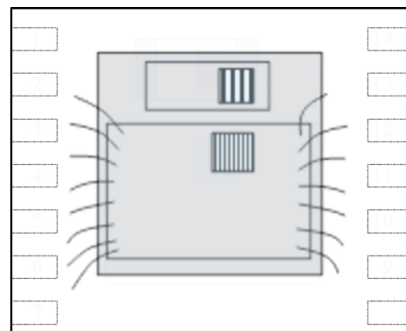


前述 4 種類のアナログ信号は、Vref 電圧を基準にしてそれぞれオフセットを持っています。必要に応じて外部回路にてオフセット補正を行って下さい。



5. 取り扱い上の注意点

- ・パッケージ表面の、右図中央 LED チップ・OEIC を含むグレー部分を汚さないようにご注意ください。
埃や汚れがついてしまった場合には、メタノール、エタノールを発塵が少なく柔らかいクリーンワイパに軽く含ませ、パッケージ表面を軽く拭く程度として下さい。他の薬液を用いたり、強く拭いたりすると、表面にキズ・曇り・(腐食) 等の不具合が発生しますのでご注意ください。
- ・SMD-04B およびスケール取り付け調整時に、本製品とスケールを接触させないようにご注意ください。
- ・SMD-04B 周囲の筐体は放熱を考慮し仕様温度範囲を越えない様にご留意下さい。
- ・SMD-04B は、外乱光に対して強い設計になっていますが局所的に強い光が入射する等しますと出力に影響を及ぼす可能性がありますのでご注意ください。
- ・SMD-04B に内蔵されている LED からの光強度については、IEC60825-1 に規定されている可視光 LED のアイ・セーフティ規格クラス 1 の規格値を超えません。



6. 使用対象機器についてのご注意とお願い

本製品は、パーソナル機器・工作機器・計測機器などの一般的な信頼性を必要とする電子機器および電気機器に使用されることを目的として設計・製造されており、航空宇宙機器・原子力制御機器・医療機器・輸送機器・防災機器・防犯機器などの、極めて高い信頼性・安全性を必要とする機器に使用されることを想定していません。

極めて高い信頼性・安全性を必要とする機器に本製品を使用をご希望がありましたら、必ず事前に当社営業部までお問い合わせください。

なお本製品をこのような機器に使用する場合、万一本製品に不具合が生じても、生命・身体・財産・インフラなどに損害を生じさせないよう、冗長設計・誤動作防止設計などの安全設計を行い、安全性の確保に十分なご配慮をお願いいたします。

本アプリケーションノートは、お客様が本製品を評価、製品導入される際にご参考にして頂くためのものです。代表的特性として記載されている値等は傾向をご確認頂くための参考データであり、量産時のバラツキ等は含まれておりません。実際にご使用する際には十分に御評価の上で御使用ください。

※この資料に記載されている商品のご使用に際しては、次の点にご注意くださいますようお願い申し上げます。

1. この資料に記載されている商品は、パーソナル機器・工作機器・計測機器などの一般的な信頼性を必要とする電子機器および電気機器に使用されることを目的として設計・製造されたものであり、航空宇宙機器・原子力制御機器・医療機器・輸送機器・防災機器・防犯機器などの極めて高い信頼性・安全性を必要とする機器に使用されることを想定したものではありません。また、その故障または誤動作が直接人命に関わる商品に使用されることを想定したものではありません。本資料の商品をこのような機器に使用をご希望がありましたら、必ず事前に当社営業部までお問い合わせください。
なお、事前のご相談無しに本資料の商品をそのような機器に使用され、そのことによって発生した損害等については、当社では一切の責任を負いかねますのでご了承ください。
2. この資料に記載されている内容は、商品の特性や信頼性等の改善のため予告なしに変更されることがありますので予めご了承ください。
3. この資料に記載されている内容については、その商品の使用に際して第三者の知的財産権その他の権利を侵害していないことを保証するものではなく、また、その実施権の許諾が行われるものでもありません。したがって、その使用に起因する第三者の権利に対する侵害について当社は責任を負いかねますのでご了承ください。
4. この資料に記載されている回路等の定数は一例を示すものであり、量産に際しての設計を保証するものではありません。
5. この資料に記載されている商品の全部または一部が外国為替及び外国貿易法その他の関係法令に定める物資に該当する場合は、それらの法令に基づく輸出の承認、許可が必要になりますので、お客様にてその申請手続きをお願いいたします。
6. 本製品を使用したお客様の製品を輸出する場合には、外国為替及び外国貿易法その他の輸出関連法令を遵守し、当該法令に従って必要な手続きを行ってください。本製品を輸出関連法令（日本の外国為替及び外国貿易法、米国の輸出管理規制等）により販売が禁止されている機器には使用しないでください。また、上記機器への使用が想定されるユーザーおよびそのサプライチェーンを構成する企業への販売はしないでください。

本製品を使用したモジュール部品や機器を使用するユーザーが人権侵害の疑いのある企業である場合には、そのユーザーに上記部品や機器を販売しないでください。

セ イ コ ー N P C 株 式 会 社

NPC

本社・東京営業所

〒110-0016 東京都台東区台東 2-9-4
明治安田生命秋葉原昭和通りビル 6F
TEL 03-6747-5300 FAX 03-6747-5303

那須塩原事業所

〒329-2811 栃木県那須塩原市下田野 531-1
TEL 0287-35-3111(代) FAX 0287-35-3120

関 西 営 業 所

〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-17-26
エスプリ江坂
TEL 06-6192-8160 FAX 06-6192-8161

<https://www.npc.co.jp/>

Email: sales@npc.co.jp