

## 反射型光エンコーダヘッド SMD-01A

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 $1\mu\text{m}$ 以下の高分解能化も可能
位置決めが容易	取り付け容易
広い電源電圧範囲	電源電圧 3.13V~5.25V

### 1. SMD-01A 概要

SMD-01A は、光源用 LED と受光センサー IC とを表面実装用小型パッケージに一体化した、クラス世界最小のエンコーダヘッドです。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。

下記の特徴を活かし、様々なアプリケーションにご使用頂けます。

#### 【特徴】

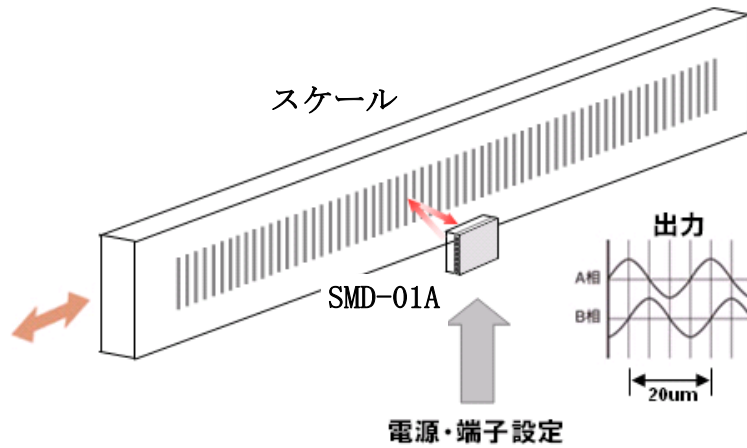
- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| ■ 小型クリアモールドパッケージ              | 5.3mm(W) × 4.3mm(L) × 1.68(H) mm                           |
| ■ 高精度差動アナログ 2 相出力             | A 相/B 相アナログ正弦波出力<br>およびノイズキャンセルに有効な差動出力のための各反転出力           |
| ■ 出力信号周期 $20\mu\text{m}$ (固定) | 高い S/N と優れたリサージェ特性により、外部通倍回路と<br>組み合わせでサブミクロンを超える分解能も実現可能。 |
| ■ 光源 LED を内蔵                  | 光量 3 段階調節可能。   |
| ■ 広い電源電圧範囲                    | 3.13~5.25V   |
| ■ 低消費電流                       | 12.2mA (typ)   |
| ■ 位置決め容易                      |  |
| ■ リフロー実装可能 ※リフロー条件等をご確認下さい    |  |

#### 【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 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

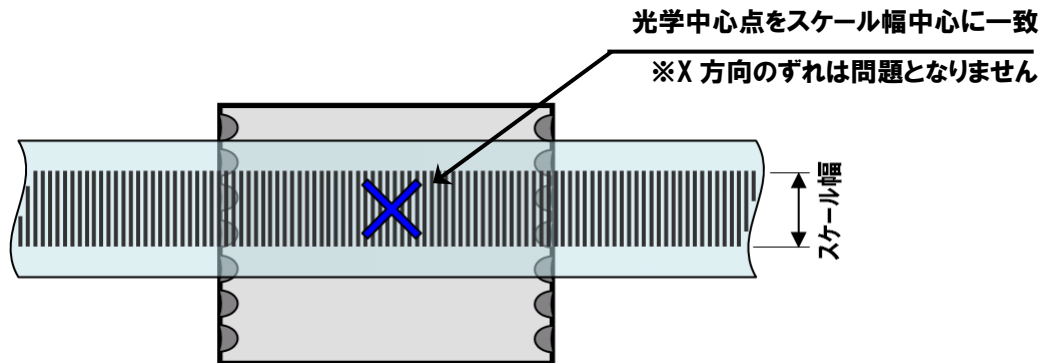
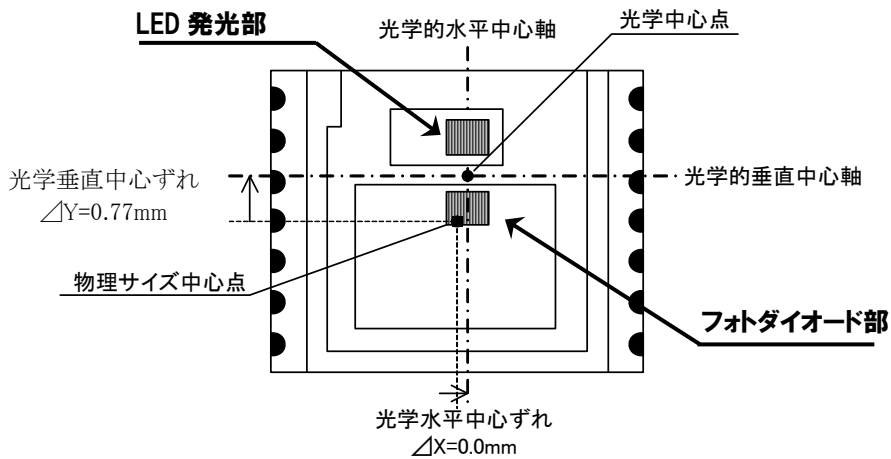
## 2. SMD-01A によるエンコーダ構成例

### 2.1. リニアエンコーダの構成例と位置合わせ

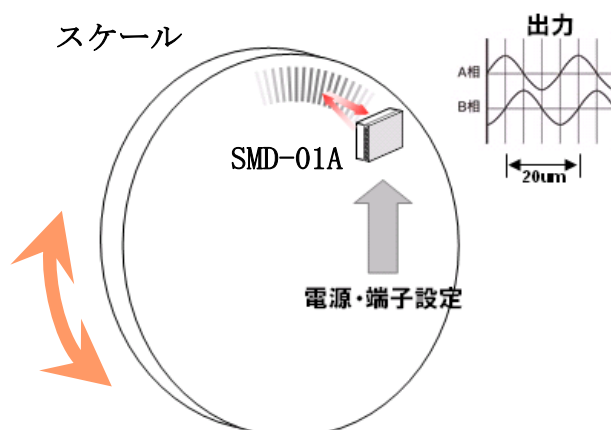


リニアスケールと SMD-01A によりリニアエンコーダを構成出来ます。  
 リニアスケールのパターン幅中心が、下記の SMD-01A 光学中心（下図 Y 方向）と正しく一致している場合、リニアスケールパターン幅を±0.5mm 程度まで狭くする事も可能です。十分なご評価の上でパターン幅を ご決定下さい。  
 なお光学中心点とは、SMD-01A に内蔵されている LED の発光中心点と光センサーフォトダイオード中心点の中間を意味します。

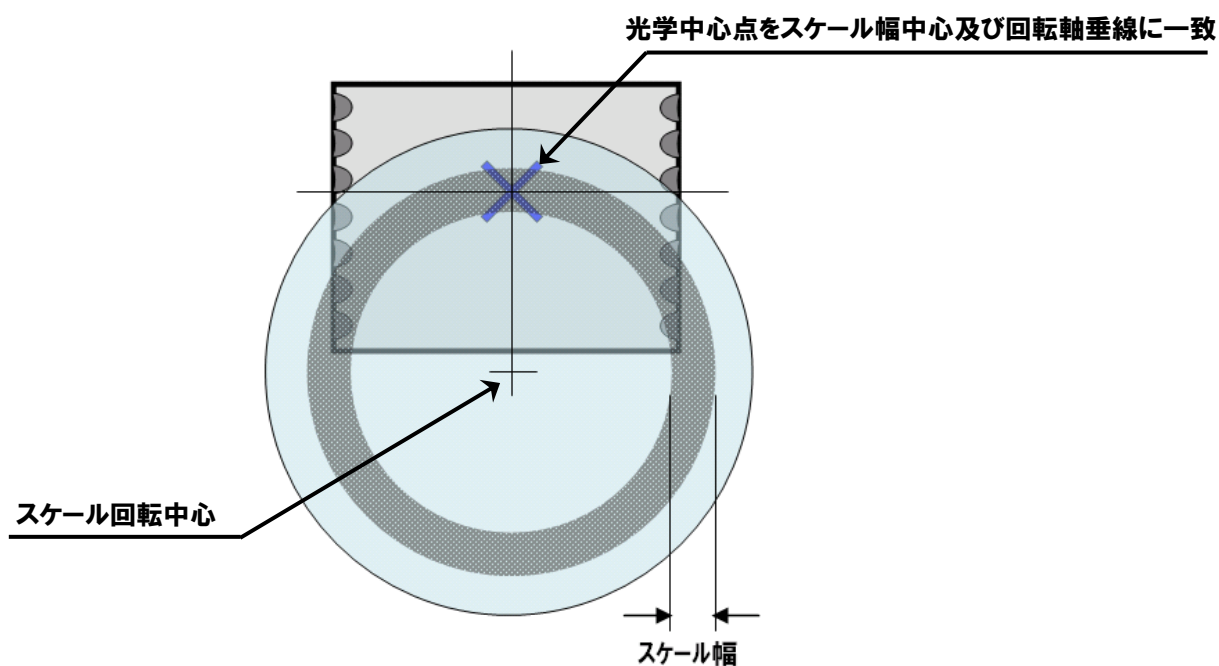
#### 【TOP VIEW】



## 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-01A 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-01A 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。

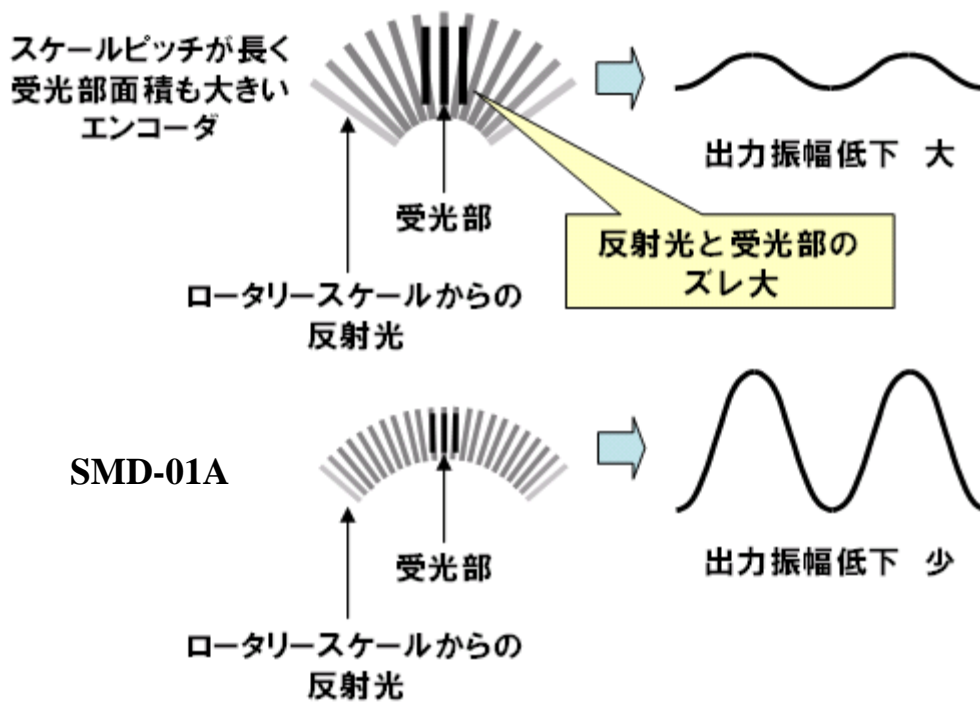


### 2.3. 小径ロータリーエンコーダ適用時の利点

ロータリーエンコーダに一般的な汎用エンコーダヘッドを使用する場合、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ヘッド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逡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-01A 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-01A 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-01A 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-01A 出力振幅 (%) リニアスケールとの 組み合わせ時を 100%とする <sup>※2</sup>
9.5	0.5	≒1500 <sup>※1</sup>	95
6.4	0.5	≒1000 <sup>※1</sup>	80
5.1	0.4	≒800 <sup>※1</sup>	60

※1 表中の数字は SMD-01A 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。

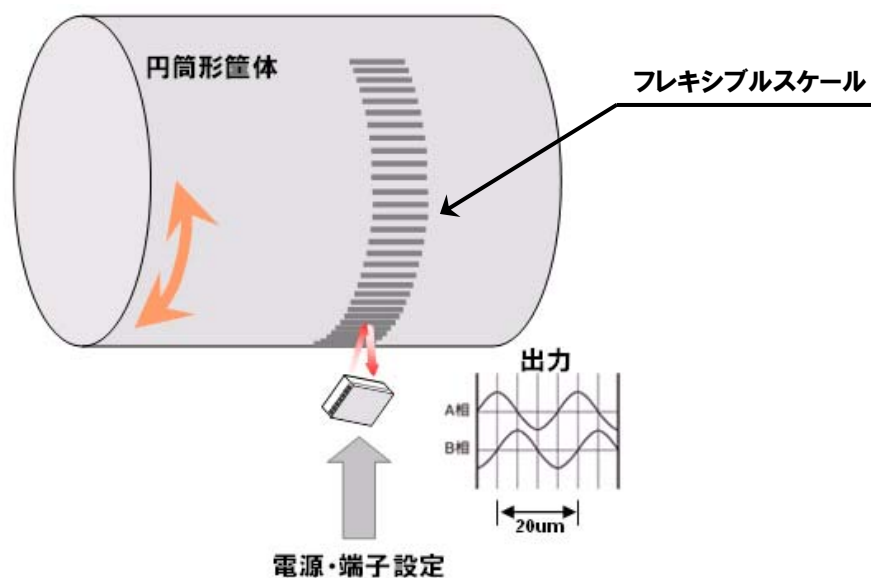
$$CPR = \frac{\text{スケール直径}(mm) \times \pi}{0.02(mm)}$$

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。外部逡倍回路を使用した場合は、逡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同なります。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および位相差への影響が大きくなります。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. 円筒形ロータリーエンコーダの構成例



フレキシブル PET スケール等を使用する事で、図の様な円筒状回転体の回転を直接検出する事も可能です。ただし、フレキシブルスケールで円筒を完全に一周させる場合には、スケールの繋ぎ目において  $20\mu\text{m}$  ピッチの反射パターンを維持する事が必要になりますので、お客様による十分なお検討が必要になります。

フレキシブルスケールを円筒の一部に貼り付ける事で、 $360^\circ$  未満の回転範囲を検出する場合には上記は問題となりません。

## 2.5. SMD-01A 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-01A とは別にご用意頂く必要があり、下記のスケールメーカーにて SMD-01A 用のスケールを作成する事が出来ますのでお問い合わせ下さい。

### 2.5.1. 目安として分解能 $1\mu\text{m}$ 以下の高精度エンコーダを構成したい場合。 または、高いリニアリティを実現したい場合。

一般に、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 <http://www.koshibu.co.jp>

### 2.5.2. 目安として分解能が $1\mu\text{m}$ より粗いエンコーダを構成したい場合で、かつ円筒形周囲など、曲面にスケールを貼り付けて使用したい場合。 または可能な限りエンコーダ占有空間を小さくしたい場合。

下記メーカー殿にて、PET 基材を使用したフレキシブルなスケールを製作可能です。

PET スケールはガラススケールに比べて薄く、狭い空間でエンコーダを構成可能です。

#### 【フレキシブル (PET) スケールメーカー】

- ・ 株式会社メルテック 営業・管理センター
- ・ 〒270-0164  
千葉県流山市流山 1038
- ・ TEL 04-7178-8800
- ・ URL <http://www.e-meltec.jp>

なお、SMD-01A の出力信号は検出周期  $20\mu\text{m}$  として設計されております。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-01A の高精度なアナログ出力信号により、逡倍回路／カウンタ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。

### 3. 動作原理と SMD-01A の特徴

光エンコーダヘッド SMD-01A は 3 重回折格子の原理により動作します。

構成要素は、SMD-01A 内蔵の LED・受光 IC、および外部のスケールからなります。

LED から照射された光がスケールで回折し、回折光が受光 IC 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受光 IC で観測する事でエンコーダ機能を実現しています。

回折光周期の観測のために、受光 IC 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-01A 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 相で相殺し合い、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-01A は以下の特徴を有します。

- 1) スケールや SMD-01A 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-01A の位置決め誤差の影響が少なくなっています。

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なお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  $1\mu\text{m}$  以下でご利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-01A 仕様に関する参考情報

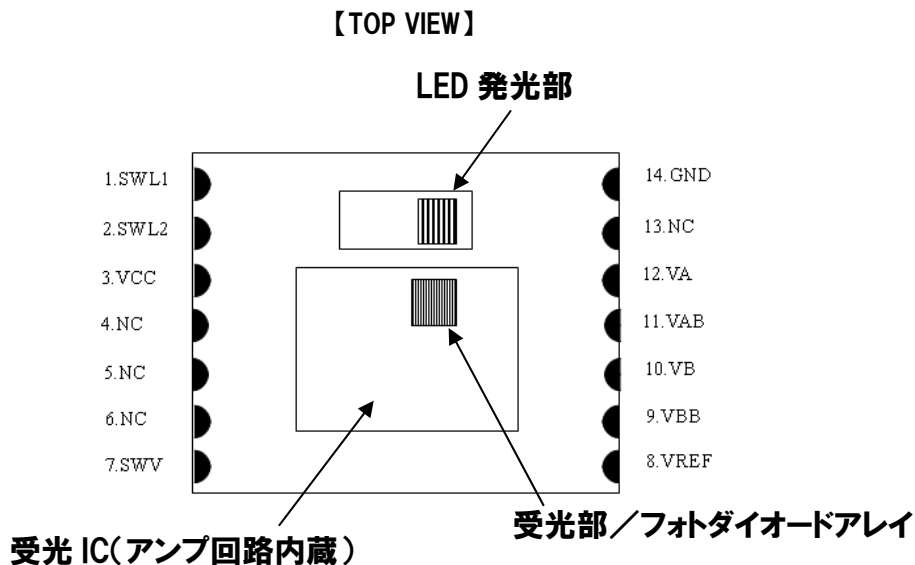
### 4.1. 外観・パッケージ材料に関する参考情報・推奨ランドパターン

#### 4.1.1. SMD-01A 内蔵部品の配置

LED と受光 IC 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。

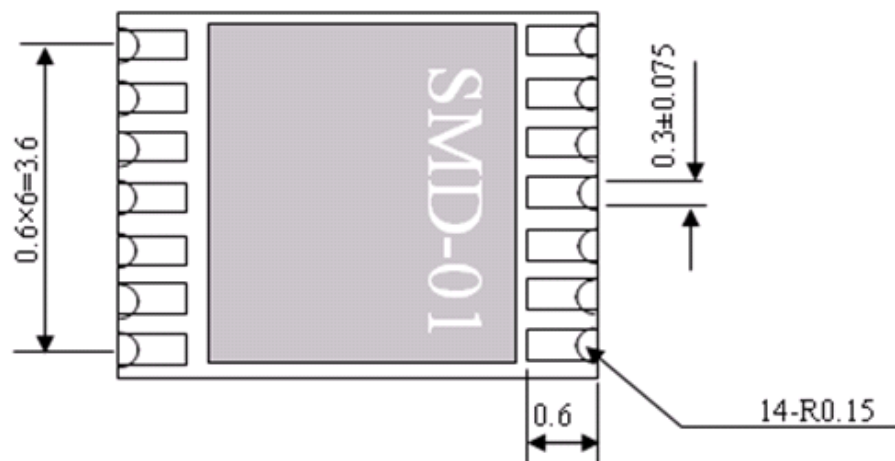
こちらについては 2.1 章、2.2 章を併せてご確認ください。



#### 4.1.2. 裏面外形図について

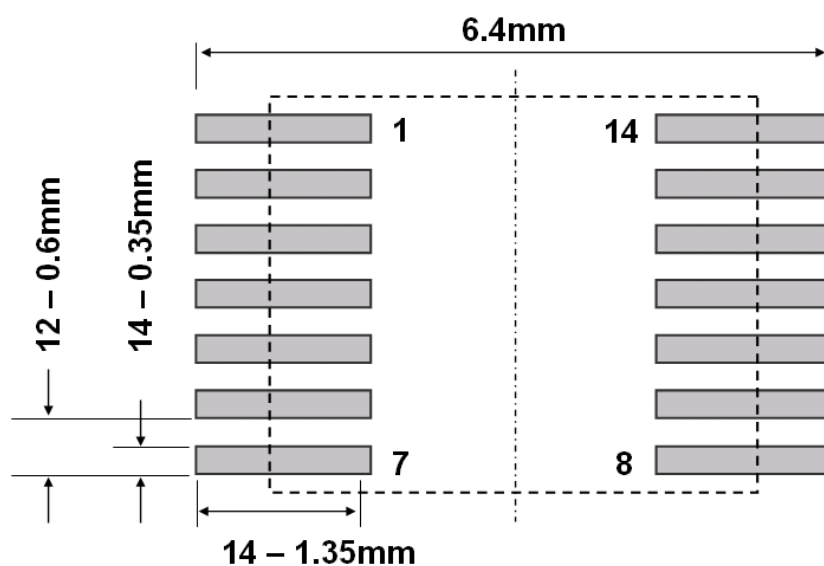
データシート内にある下記図面の灰色矩形部（“SMD-01”表記部）は、裏面絶縁樹脂を表すものであり、電気的な端子ではありません。

【BOTTOM VIEW】（単位:mm）



#### 4.1.3. ランドパターン例

PCB/FPC 基板をご使用になる場合には下記ランドパターンをご参考にして下さい。



#### 4.1.4. 環境データ

SMD-01A 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。

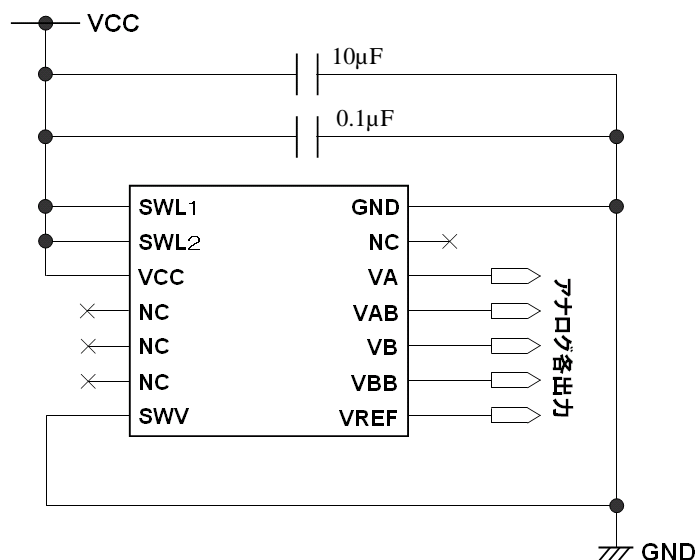


## 4.2. 電氣的仕様に関する参考情報

### 4.2.1. 基本的な結線

SMD-01A 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、下記のようなバイパスコンデンサと共にご使用下さい。0.1 $\mu$ F の容量は可能な限り SMD-01A 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 (VCC=5V 時、LED 電流最小)

### 4.2.2. 出力振幅の調整

#### 【SMD-01A 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=H SWL2=H *標準スケール条件	0.13	0.85	3.00	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-01A の出力信号の仕様は上記の通りです。ここで、例えば出力振幅を 0.3V 以上確保したい場合には、デバイス毎に LED 輝度を調整して出力振幅を増減させる、下記のようなトリミング方法があります。

#### 【出力振幅倍率設定表】

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	×2.6	消燈

※H=VCC レベル L=GND レベル

前述の例の場合、SWL1・SWL2 端子の設定により 0.3V 以上の出力振幅となる様な調整が可能です。なお、LED 電流の変化により SMD-01A 消費電流値が大きく変わりますのでご注意ください。

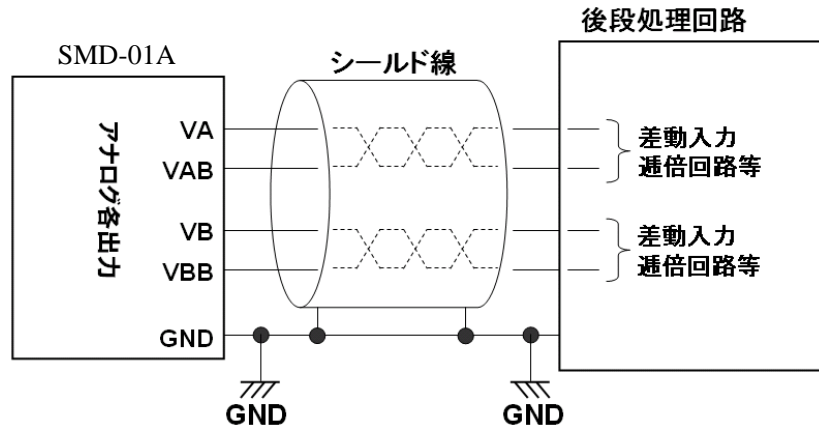
各条件での消費電流仕様は電氣的仕様をご確認下さい。また、実際の製品において出力振幅が仕様の上限/下限近くとなる事は極めて稀であり、ほとんどのアプリケーションにおいて LED 電流最小の設定でのご使用可能です。

### 4.2.3. 出力のノイズ対策：差動出力

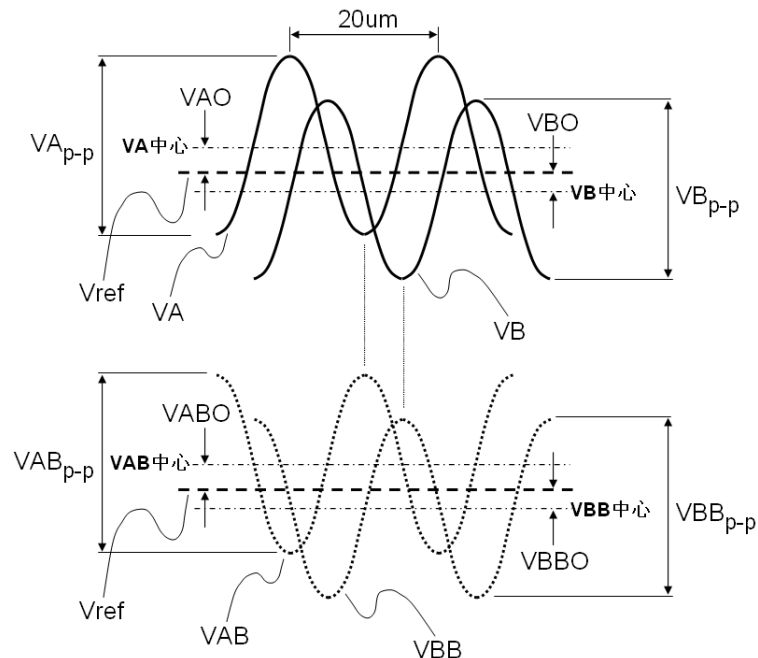
SMD-01A からは、 $20\mu\text{m}$ 周期の正弦波信号 VA および VB と、それぞれの反転信号 VAB および VBB が出力されます。VA と VB、VAB と VBB はそれぞれ  $90^\circ$  の位相差を持っています。

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。

差動出力の結線例を下図に示します。



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。



### 4.3. 温度仕様に関する参考情報

SMD-01A の保存温度上限は 80℃となっています。これは、80℃以上の周囲温度が長期間続くと、パッケージ樹脂が少しずつ黄色く変色してしまい、黄変が進んだ場合には出力振幅が低下してしまうためです。

一方で、動作周囲温度上限は 60℃となっています。これは IC による自己発熱に加え、LED の輝度を最大に設定し発熱量が最大となっても黄変を生じない 80℃以下を保つ様に考えたものです。

#### 4.3.1. 周囲温度 60℃を超えて使用したい場合

上記の事から、LED の輝度設定端子を以下“低”または“中”とし、LED による自己発熱を抑制する事により周囲温度 60℃を超えてご使用頂く事も可能です。

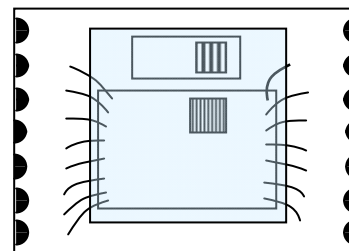
ただし、IC および LED の自己発熱量とデバイス温度との関係は、実装状態等に大きく影響されますので、お客様製品の完成状態での十分なご評価をお願い致します。

SWL1	SWL2	説明
H	H	LED 輝度 “低” 発熱量最小
H	L	LED 輝度 “中” 発熱量中
L	H	LED 輝度 “高” 動作温度仕様 60℃の条件

なお一例として、特定の実装状態にて LED 輝度設定を“低”とした場合の動作時デバイス温度上昇量は 5～6℃です。

## 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・内蔵 IC を含むグレー部分を汚さないようご注意ください。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、ヘッド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-01A 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-01A 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-01A 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留意下さい。
- ・SMD-01A 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。



本アプリケーションノートは、お客様が光エンコーダヘッドSMD-01A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下さい。
- 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下さい。
- 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。

## セイコ－NPC株式会社



本社・東京営業所 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 1-9-9  
TEL 03-5541-6501 FAX 03-5541-6510

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 〒550-0004 大阪市西区鞠本町 2-3-2  
TEL 06-6444-6631(代) FAX 06-6444-6680

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

Email: [sales@npc.co.jp](mailto:sales@npc.co.jp)

ND16002-J-00 2016.01