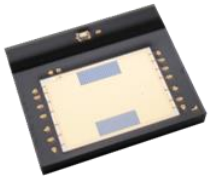


反射型光エンコーダ IC　SM3414B

小型パッケージ	わずかなスペースに実装可能
アブソリュート出力	分解能 100μm で 9bit の絶対位置を出力
各種調整機能内蔵	シリアルインターフェースからの設定で調整可能

1. SM3414B 概要

SM3414B 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、2 相のアナログ正弦波信号と、9bit のアブソリュート位置情報が出力可能な小型のエンコーダ IC です。インクリメンタル出力は、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、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。
また、SM3414B にはアブソリュート位置情報の読出しや、各種調整機能の設定に使用するシリアルインターフェースが用意されています。下記の特長を活かし、様々なアプリケーションにご使用いただけます。

【特長】

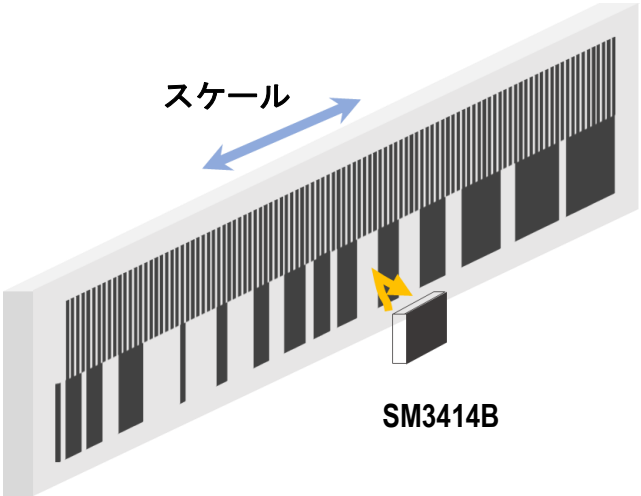
■ 小型クリアモールドパッケージ	7.7mm(W)×6.4mm(L)×1.0(H)mm
■ アナログ 2 相出力 出力信号周期 100μm（固定）	A 相／B 相アナログ正弦波出力 高いＳ／Ｎと優れたリサージュ特性により、外部逓倍回路と組み合わせてより高い分解能も実現可能
■ アブソリュート出力	51.2mm までの範囲を分解能 100μm の 9bit データで出力可能 M コードで作製されたスケール用のバイナリ変換機能を搭載
■ 光源 LED を内蔵	光源輝度の調節が可能な端子機能と独立した LED 電源端子
■ 各種調整回路内蔵	ゲインや二値化閾値など各種調整回路を内蔵
■ シリアルインターフェース	SPI モード 0 およびモード 3 に対応したシリアルインターフェースで調整回路設定とアブソリュートデータ読出しが可能
■ 電源電圧範囲	2.7～3.3V
■ ロジック入力トレラント機能	ロジック入力は 3.6V までの入力を許容
■ 低消費電流	8mA（LED 電流 5mA を含む、typ 条件）
■ 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
- ■ リニアゲージ
- ■ チップマウンター／PCB・FPC 基板加工機／IC ハンドラー等の直動部
- ■ カメラレンズなど民生機器で高精度な位置制御が必要な機器
- ■ 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

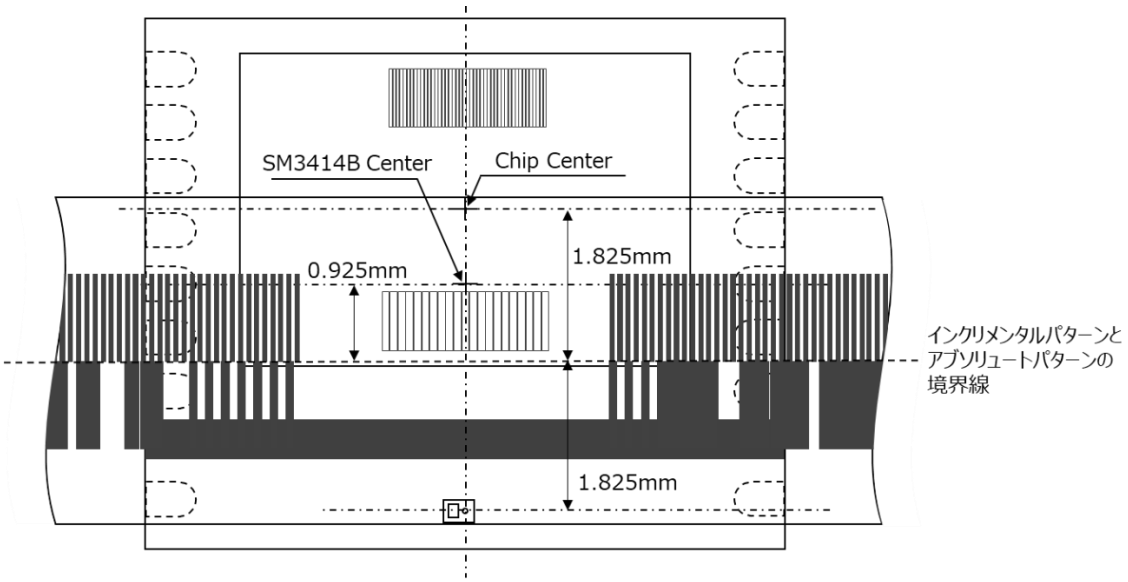
2. SM3414B によるエンコーダ構成例

2.1. リニアエンコーダの構成例と位置合わせ

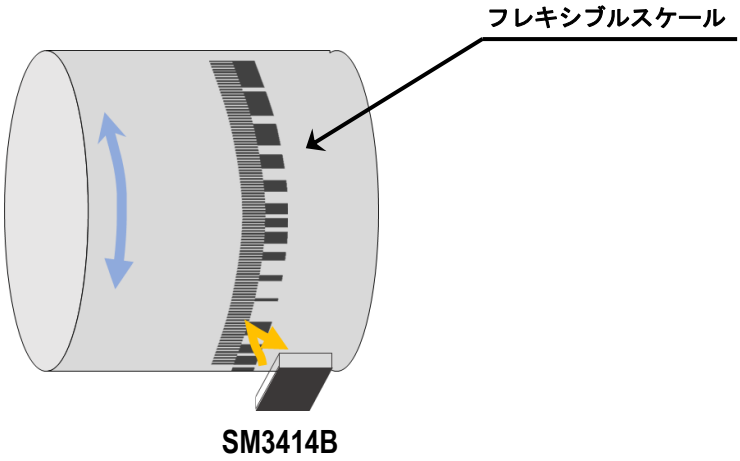


リニアスケールと SM3414B によりリニアエンコーダを構成出来ます。
リニアスケールのインクリメンタルパターンとアブソリュートパターンの切り替わり位置が、IC 中心と LED 中心の中央を通る軸（IC 中心と LED 中心から 1.825mm の位置）と重なる様に配置して下さい。

【TOP VIEW】



2.2. 円筒形ロータリーエンコーダの構成例



PET 等のフレキシブルスケールを使用する事で、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、推奨スケールで使用している M コードで符号化したアブソリュート用パターンの場合、任意の径の円筒を完全に一周させることはできません。また、インクリメンタル出力のみ使用する場合でも、スケールの繋ぎ目において反射パターンのピッチ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ご検討が必要になります。

SM3414B とスケールの位置合わせは 2-1 章を参照して下さい。

3. SM3414B 用スケール

前述の様にインクリメンタルパターンとアブソリュートパターンを持つリニアスケールと組み合わせる事で、インクリメンタル出力とアブソリュート出力が可能なリニアエンコーダを構成する事が出来ます。
スケールは SM3414B 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 SM3414B 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。

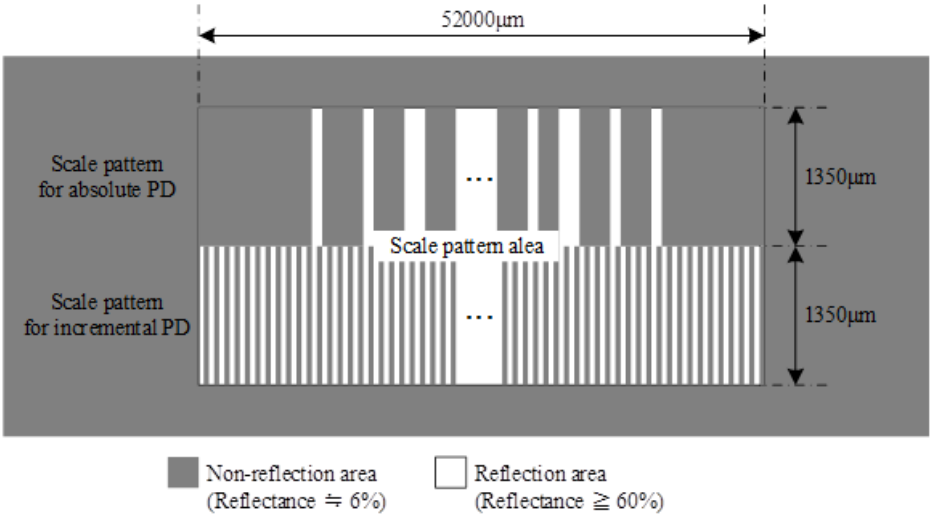
下記メーカー殿にて、PET 基材を使用したフレキシブルで薄いスケールを製作可能です。
【フレキシブル（PET）スケールメーカー】

- 株式会社メルテック　営業部
- 〒270-0164　千葉県流山市流山 1038
- TEL　04-7178-8800
- URL　https://www.e-meltec.jp
- お問い合わせ先　info@e-meltec.jp

SM3414B のインクリメンタル出力信号は検出周期 100μm 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、100μm ピッチ（反射部 50μm／非反射部 50μm）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、SM3414B の高精度なアナログ出力信号は、逓倍回路 ／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。アブソリュート出力のみを使用する場合もインクリメンタル出力用のパターンからの出力信号を使用することで、安定したアブソリュート出力を読み出すことができます。

アブソリュートパターンは 100μm 幅のパターンを 1bit とし、連続した 9bit でスケール上の位置を示すパターンとして下さい。SM3414B のアブソリュート出力用の受光素子は、9bit 分のパターンを読む構成となっており、512 ポジションの絶対位置の出力が可能となっています。弊社の推奨スケールパターンは、M コードと呼ばれる方式で位置を符号化し、512 カ所の位置が特定できる様にしています。アブソリュート情報の出力時には M コードを 2 進数に変換して出力する機能を搭載しており、9bit の 2 進数でも出力が可能となっています。M コードの変換機能に関する詳細はデータシート「9.11. M コード変換機能」を参照してください。

【推奨スケールパターン】



4. 動作原理と SM3414B の特徴

SM3414B を使用したエンコーダの構成要素は、SM3414B に内蔵されている 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反射し、反射光が OEIC 上に作る明暗パターンを OEIC で観測する事でエンコーダ機能を実現しています。

SM3414B には、スケールとの相対的な移動量に応じた正弦波信号を出力するインクリメンタル信号出力と、スケール上の絶対位置情報をデータとして出力するアブソリュートデータ出力の 2 つの出力機能があります。

インクリメンタル信号用パターンの観測のために、OEIC には反射光の明暗周期のちょうど 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。

インクリメンタル信号用パターンの受光素子アレイは、スケールからの反射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。この受光素子アレイの働きにより、SM3414B 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。

アブソリュート出力用パターンの観測のためには、明暗パターン 1bit 幅の 1/2 に当たるピッチで受光素子 18 個（アブソリュートの 1bit 分毎に 2 個で 9bit 分）と両端にダミー用の 2 個の合計 20 個（1 + 9×2 + 1）がアレイ状に配置されています。

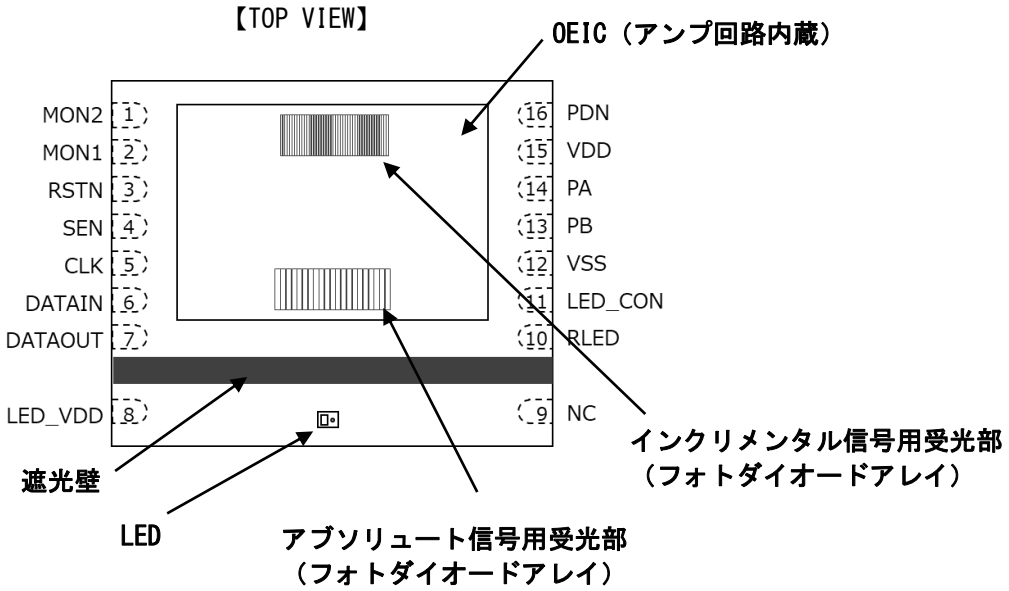
アブソリュート出力用パターンの 1bit 分は、1/2 周期位置のずれた 2 個の受光素子で観測され、奇数番目と偶数番目の各 9 個の受光素子の出力により 1/2 周期ずれた 9bit の信号として出力されたものが、2 値化されたデータとして出力されます。9bit のアブソリュートデータが 1/2 周期ずれた位置で 2 組生成されるため、信号の安定した方を選択して読み出すことができます。

5. SM3414B 仕様に関する参考情報

5.1. パッケージに関する参考情報

5.1.1. SM3414B 内蔵部品の配置

LED と OEIC が以下の様に配置されています。



5.1.2. 環境データ

SM3414B 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。

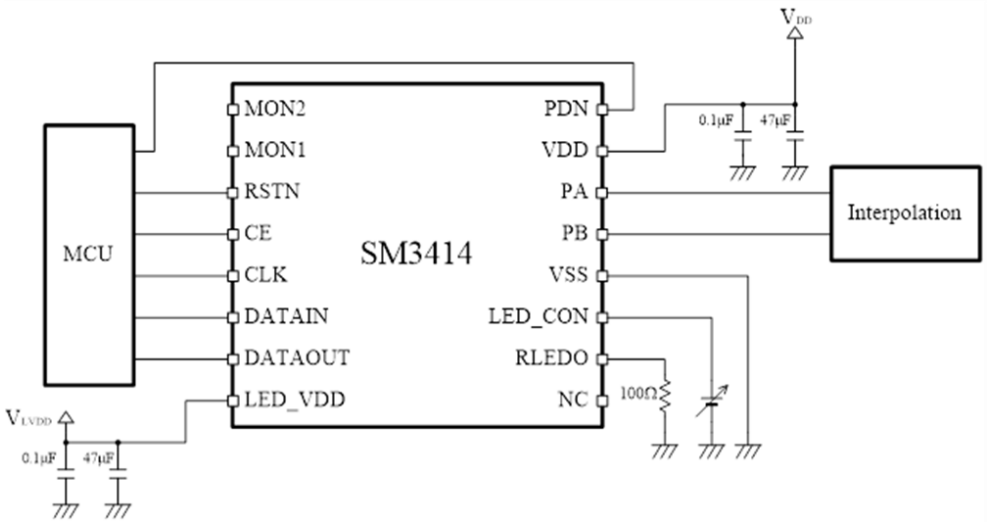
5.2. 電気的仕様および設定に関する参考情報

5.2.1. 基本的な結線

SM3414B を最初にご使用する際は、実際の環境でシリアルインターフェースを使用して必要な設定を行ってからご使用ください。また、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 SM3414B 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】



5.2.2. シリアルインターフェースからの設定と読出し

SM3414B を使用するためには、シリアルインターフェースを使用した内部レジスタへの書込みによる各種機能の設定と、内部レジスタからの情報の読出しが必要です。SM3414B のシリアルインターフェースは SPI モード 0 およびモード 3 に対応したインターフェースになっています。

シリアルインターフェースの詳細は、データシートの「9.12. シリアルインターフェース機能」及び「10.1. タイミングチャート シリアルインターフェース」を参照して下さい。

5.2.3. インクリメンタル信号出力振幅の調整

【SM3414B 電気的特性抜粋】

項目	記号	条件	Min	Typ	Max	Unit	端子名
インクリメンタル信号出力信号振幅	VAPP	負荷回路：R=100KΩ LED 電流：5mA I/V 変換ゲイン：1 倍 *取付誤差：0 標準スケール条件	0.18	0.35	0.70	V	PA、PB

SM3414B 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 電流を 5mA とした場合（R_{LED}=100Ω、V_{LED_CON}=0.5V）で、I/V 変換ゲインを 1 倍（GA[2:0]、GB[2:0]の設定値=0）の場合です。

適切な Gap に調整後 PA、PB の信号振幅が 0.3～0.4V 程度になる様に LED 電流を調整して下さい。

その後、PA、PB の信号振幅が所望の振幅となる様に GA[2:0]、GB[2:0]の設定値を変更して下さい。

インクリメンタル信号は、VDD の 1/2 の電圧を中心として、上記信号幅の位相差が 90 度の 2 相アナログ信号として出力されます。このインクリメンタル信号の 1 周期はスケールの変位量 100μm に相当します。

【LED 電流調整機能】

SM3414 は、LED 素子および LED ドライバを内蔵しており、LED_CON 端子への印加電圧および RLEDO 端子に接続する抵抗値により LED 電流の調整が可能です。

$$\text{LED 電流 } [A] = \frac{\text{LED_CON 電圧 } [V]}{\text{RLED } [\Omega]}$$

また，VDD 端子とは別に LED_VDD 端子を設けており、VDD 電圧だけでは LED の順方向電圧 VF によって LED 電流制御幅が減少してしまうところを、LED_VDD 端子に VDD 電圧よりも十分に高い電圧を印加することで、これを抑えることができます。

【I/V 変換ゲインの設定機能】

SM3414B に内蔵されたシリアルインターフェースから、インクリメンタル信号の振幅を決める I/V 変換回路のゲイン設定が可能となっています。

内蔵レジスタのアドレス[2:0] に”001”を指定することで､A 相のゲイン GA[2:0] と B 相のゲイン GB[2:0] に設定した値でゲインの設定が可能です。

5.2.4. アブソリュート出力に関する設定

【設定の概要】

アブソリュート出力を使用するためには、各種機能の設定が必要となります。ここでは全体の概要について説明をします。アブソリュート出力の設定は、インクリメンタル信号により LED 電流の調整を行った後以下の順に行います。

アブソリュート信号の信号振幅の設定
アブソリュート信号を二値化する閾値電圧の設定
二値化されたアブソリュート出力の確認

【アブソリュート信号振幅の設定】

内部信号をモニタする対象を設定するレジスタ MON_SEL[3:0] に”0110“を、OUT_SEL2[4:0] に”01001”を設定し、MON1 端子に VCOMP 信号、MON2 端子に ABS PD9 信号が出力されるようにします。その状態で ABS PD9 信号の振幅が 0.1Vp-p 程度となっている事を確認します。尚、アブソリュート I/V 変換抵抗調整レジスタで 1 倍か 2 倍の設定が可能です。必要に応じて ABS PD9 信号の振幅が約 0.1Vp-p となる様に設定して下さい。

【アブソリュート信号を二値化する閾値電圧の設定】

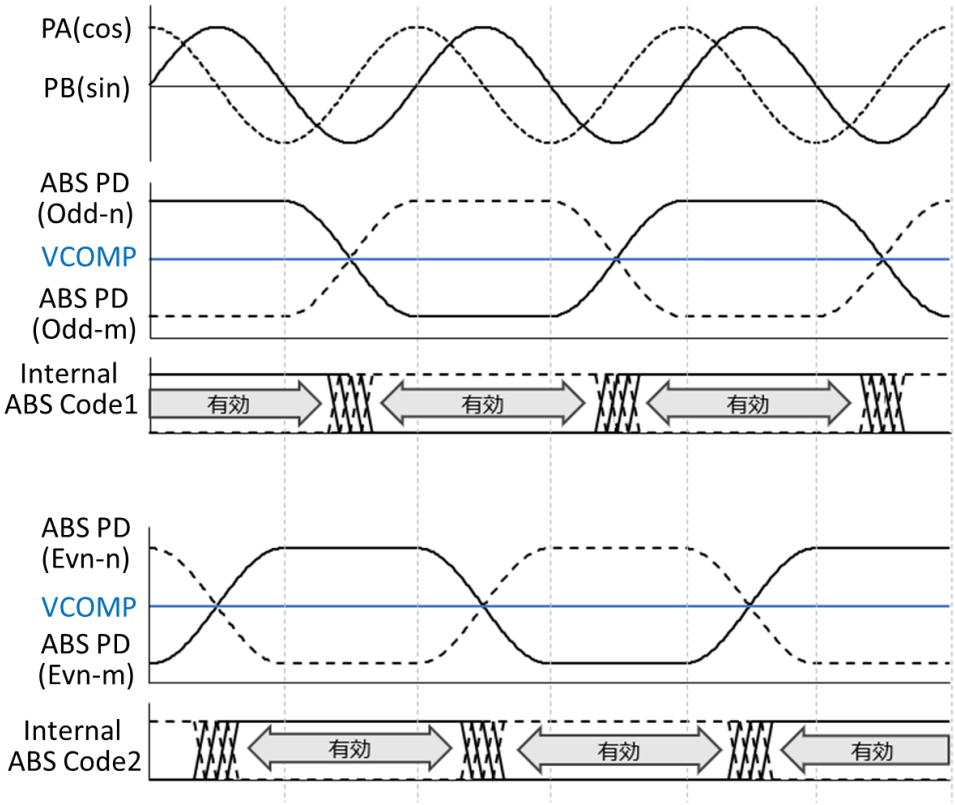
次に VCOMP 信号の調整機能を使いアブソリュート信号を二値化する電圧の設定を行います。

ABS PD の出力が暗→明→暗と変化する領域でスケールを動かし、ABS PD 信号の VCOMP 信号より電圧が高い幅と低い幅がおおよそ等しい長さとなる様に VCOMP 信号を設定します。このような電圧に VCOMP を設定することで、二値化されたアブソリュート信号の有効な期間が長くなり、安定したタイミングで読み出すことが可能となります。

VCOMP 信号は以下の式で計算された電圧になります。詳細はデータシートを参照して下さい。

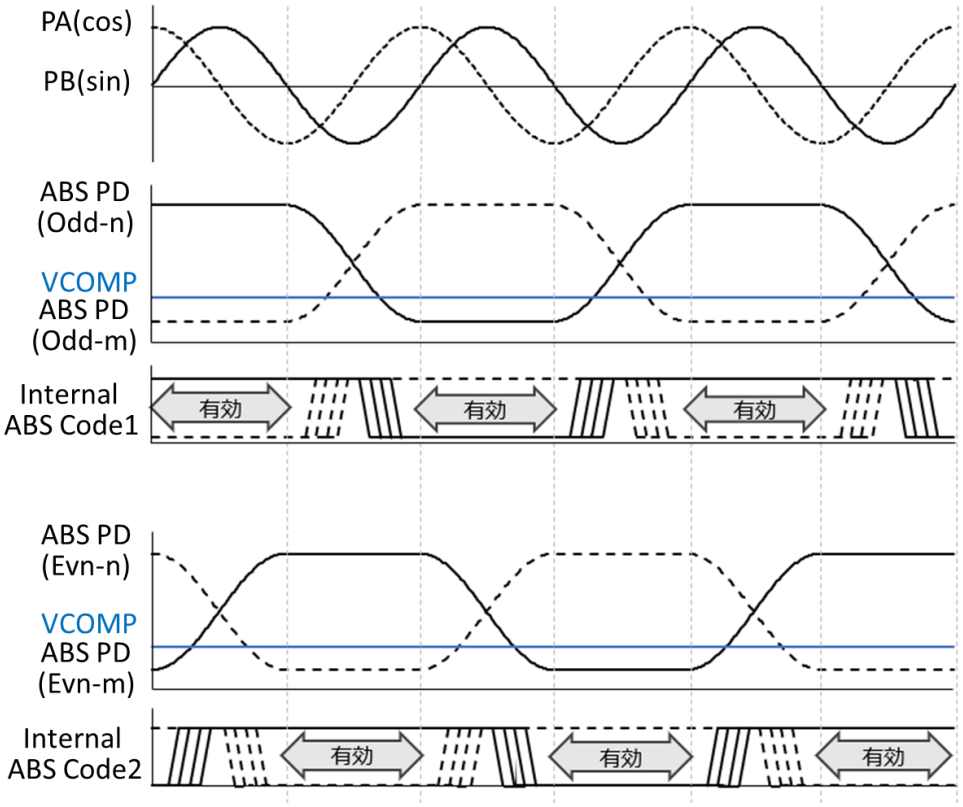
$$VCOMP = VCOMP_{DAC} - GVCOMP \times (INC_PD - VCOMP_DAC)$$

【VCOMP の設定が適切な場合】



ABS PD (Odd-n) の波形は明 → 暗 →のパターンの奇数のPDの出力波形
ABS PD (Odd-m) の波形は同パターンの次の奇数のPDの出力波形
ABS PD (Even-n) の波形は同パターンのOdd-nの隣の偶数のPDの出力波形
ABS PD (Even-m)の波形は同パターンの次の偶数のPD出力波形

【VCOMP の設定が低い場合】



VCOMPの設定電圧が低く、ABS PDのHiの期間がLoの期間に比べて長くなるため、2値化されたInternal ABS Codeの有効な期間が短くなります。

【二値化されたアブソリュート信号の確認】

内部信号をモニタする対象を設定するレジスタ MON_SEL[3:0] と OUT_SEL1[4:0] および OUT_SEL2[4:0] により、MON1 端子に ABS Co（二値化された ABS_PD 信号）の奇数番目信号、MON2 端子に ABS Co の偶数番目信号が出力されるようにします。VCOMP 信号の設定時と同様にスケールを動かし、ABS Co の偶数番目素子の二値化切り替わりタイミングと、奇数番目素子の二値化切り替わりタイミングが重なっていない事を確認します。

ABS Co 信号が切り替わるタイミングは、正しいアブソリュート情報が読み出せないタイミングのため、偶数側と奇数側の切り替わりタイミングが重なっていると、正しいアブソリュート位置情報が読み出せなくなりますので、VCOMP のレベルを再度設定して下さい。

5.2.5. アブソリュート情報の読出し

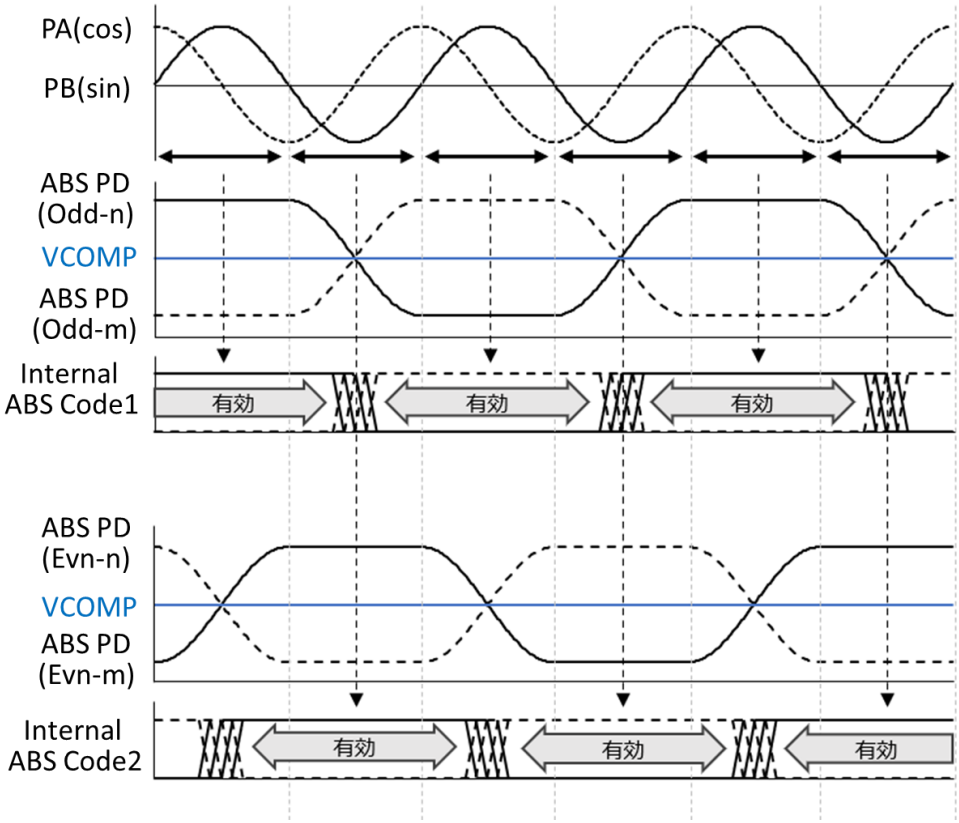
アブソリュート情報はシリアルインターフェース経由で内蔵レジスタから読み出しを行います。内蔵レジスタには、VCOMP で二値化された ABS PD の奇数番目の 9 個の素子のデータ（Internal ABS Code1）と、偶数番目の 9 個の素子のデータ（Internal ABS Code2）の 2 組の 9bit データが格納されます。

アブソリュート信号の偶数番目側か奇数番目側を読むかは、インクリメンタル信号のレベルで選択します。エンコーダ IC とスケールの取付で Yaw ズレが発生しておらず、インクリメンタル信号とアブソリュート信号に位相差が発生していない場合、PB 信号が Hi の期間は奇数側素子のデータ（Internal ABS Code1）を、Lo の期間は偶数側素子のデータ（Internal ABS Code2）を読み出します。Yaw にズレがある場合、インクリメンタル信号用の PD と、アブソリュート信号用の PD に対してスケールパターンが斜めに投影されることとなり、インクリメンタル信号とアブソリュート信号の間に位相差が発生します。その場合は位相ずれ量により適切な PA 又は PB を選択しその Hi または Lo で偶数側か奇数側のアブソリュート情報の読出しを選択する必要があります。詳しくはデータシートを参照ください。

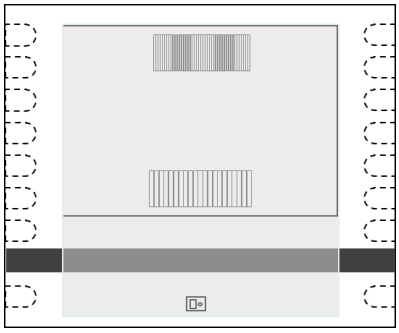
NPC 標準のスケールを使用した場合、スケールに記録されているデータはポジションを示すバイナリーデータを M コードで符号化されたデータになっていますが、SM3414B 内蔵の M コード変換機能でバイナリデータに変換されたデータも同時内部レジスタに格納されるため、使用するスケールにあわせたデータを選択して読み出してください。読み出すレジスタのアドレスはデータシートを参照ください。

VCOMP の電圧設定が適切な場合、下図の様に ABS PD の出力が二値化された Hi の期間と Lo の期間が概ね等しくなり、インクリメンタル信号のレベルを見て読み出す情報を切り替えることにより、安定したアブソリュート情報の読出しが可能となります。

【PB のレベルによる読出しの切替】



6. 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下さい。
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下さい。
・SM3414B 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下さい。
・SM3414B 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。
・SM3414B に局所的に強い光が入射する場合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。
・SM3414B 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。

7. 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する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する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。
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

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