

**32 ビット RISC マイクロコントローラー
リファレンスマニュアル**

**アドバンストエンコーダー入力回路(32-bit)
(A-ENC32-A)**

Revision 1.6

2025-02

東芝デバイス&ストレージ株式会社

目次

序章	5
関連するドキュメント	5
表記規約	6
用語・略語	8
1. 概要	9
2. 構成	10
3. 機能説明・動作説明	11
3.1. クロック供給	11
3.2. 動作モード	11
3.2.1. エンコーダーモード	12
3.2.2. センサーモード	15
3.2.2.1. イベントカウント	15
3.2.2.2. タイマーカウント	17
3.2.2.3. 位相カウント	19
3.2.3. タイマーモード	21
3.2.4. 位相カウンターモード	24
3.2.4.1. 位相測定	24
3.2.4.2. 位相差測定	27
3.3. 回路別の機能概要	28
3.3.1. 入力回路	28
3.3.1.1. サンプルクロック	29
3.3.1.2. サンプリングモード	29
3.3.1.3. ノイズキャンセル	30
3.3.2. デコーダー	32
3.3.2.1. 回転エッジ検出と方向信号生成	33
3.3.2.2. Z判定回路	34
3.3.2.3. スキップ判定と入力異常判定	35
3.3.2.4. エッジ検出エラー判定	35
3.3.2.5. バッファ更新制御	36
3.3.2.6. BEMF 検出制御	36
3.3.3. カウンター	37
3.3.3.1. エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)	37
3.3.3.2. センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード	38
3.3.3.3. センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード	39
3.3.4. 割り込み制御	40
4. レジスタ説明	41
4.1. レジスタ一覧	41
4.2. レジスタ詳細	42
4.2.1. [ENxTNCR] (A-ENC32-A 制御レジスタ)	42

4.2.2. [ENxRELOAD] (RELOAD コンペアレジスター).....	47
4.2.3. [ENxINT] (INT コンペアレジスター).....	47
4.2.4. [ENxCNT] (カウンターレジスター).....	48
4.2.5. [ENxMCMP] (MCMP コンペアレジスター).....	48
4.2.6. [ENxRATE] (位相カウントレートレジスター).....	49
4.2.7. [ENxSTS] (ステータスレジスター).....	50
4.2.8. [ENxINPCR] (入力処理制御レジスター).....	51
4.2.9. [ENxSMPDLY] (サンプルディレイレジスター).....	52
4.2.10. [ENxINPMON] (入力モニターレジスター).....	52
4.2.11. [ENxCLKCR] (サンプルクロック制御レジスター).....	53
4.2.12. [ENxINTCR] (割り込み制御レジスター).....	54
4.2.13. [ENxINTF] (割り込みフラグレジスター).....	55
5. 使用上のご注意およびお願い事項.....	56
6. 改訂履歴.....	57
製品取り扱い上のお願い.....	60

図目次

図 2.1	A-ENC32-A ブロック図	10
図 3.1	ENCxZ 入力有効($[ENxTNCr] < ZEN > = 1$)	12
図 3.2	ENCxZ 入力無効($[ENxTNCr] < ZEN > = 0$)	13
図 3.3	3相デコード($[ENxTNCr] < P3EN > = 1$)	15
図 3.4	2相デコード($[ENxTNCr] < P3EN > = 0$)	16
図 3.5	3相デコード($[ENxTNCr] < P3EN > = 1$)	17
図 3.6	2相デコード($[ENxTNCr] < P3EN > = 0$)	17
図 3.7	3相デコード($[ENxTNCr] < P3EN > = 1$)	19
図 3.8	2相デコード($[ENxTNCr] < P3EN > = 0$)	19
図 3.9	ENCxZ 入力有効($[ENxTNCr] < ZEN > = 1$)	21
図 3.10	ENCxZ 入力無効($[ENxTNCr] < ZEN > = 0$)	22
図 3.11	ENCxZ 入力有効($[ENxTNCr] < ZEN > = 1$)	24
図 3.12	ENCxZ 入力無効($[ENxTNCr] < ZEN > = 0$)	25
図 3.13	位相カウンターモード(位相差)の動作	27
図 3.14	入力回路構成	28
図 3.15	PWM 同期サンプリング	29
図 3.16	ノイズキャンセル(連続、 $< NCT[6:0] > = 0x03$)	30
図 3.17	ノイズキャンセル(PWM オン期間サンプリング、PWM オフ期間停止、 $< NCT[6:0] > = 0x04$)	30
図 3.18	ノイズキャンセル(PWM オン期間サンプリング、PWM オフ期間クリア、 $< NCT[6:0] > = 0x04$)	31
図 3.19	デコーダー構成	32
図 3.20	2相デコーダー波形	33
図 3.21	3相デコーダー波形	34
図 3.22	カウンター構成(エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント))	37
図 3.23	カウンター構成(センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード)	38
図 3.24	カウンター構成(センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード)	39

表目次

表 1.1	信号入力端子	9
表 2.1	信号一覧表	10
表 3.1	動作モードの設定	11
表 3.2	割り込み要因一覧	40
表 3.3	モード別割り込み要因一覧	40
表 6.1	改訂履歴	57

序章

関連するドキュメント

文書名
例外
クロック制御と動作モード
製品個別情報
アドバンストプログラマブルモーター制御回路
プログラマブルモーター制御回路プラス

表記規約

- 数値表記は以下の規則に従います。
 - 16進数表記: 0xABC
 - 10進数表記: 123 または 0d123 (10進表記であることを示す必要のある場合だけ使用)
 - 2進数表記: 0b111 (ビット数が本文中に明記されている場合は「0b」を省略可)
- ローアクティブの信号は信号名の末尾に「_N」で表記します。
- 信号がアクティブレベルに移ることを「アサート (assert)」アクティブでないレベルに移ることを「デアサート (deassert)」と呼びます。
- 複数の信号名は[m:n]とまとめて表記する場合があります。
例: S[3:0]はS3、S2、S1、S0の4つの信号名をまとめて表記しています。
- 本文中[]で囲まれたものはレジスターを定義しています。
例: [ABCD]
- 同種で複数のレジスター、フィールド、ビット名は「n」で一括表記する場合があります。
例: [XYZ1]、[XYZ2]、[XYZ3] → [XYZn]
- 「レジスター一覧」中のレジスター名でユニットまたはチャンネルは「x」で一括表記しています。
ユニットの場合、「x」はA、B、C、...を表します。
例: [ADACR0]、[ADBCR0]、[ADCCR0] → [ADxCR0]
チャンネルの場合、「x」は0、1、2、..を表します。
例: [T32A0RUNA]、[T32A1RUNA]、[T32A2RUNA] → [T32AxRUNA]
- レジスターのビット範囲は [m:n] と表記します。
例: [3:0]はビット3から0の範囲を表します。
- レジスターの設定値は16進数または2進数のどちらかで表記されています。
例: [ABCD]<EFG> = 0x01 (16進数)、[XYZn]<VW> = 1 (2進数)
- ワード、バイトは以下のビット長を表します。
バイト: 8ビット
ハーフワード: 16ビット
ワード: 32ビット
ダブルワード: 64ビット
- レジスター内の各ビットの属性は以下の表記を使用しています。
R: リードオンリー
W: ライトオンリー
R/W: リード/ライト
- 断りのない限り、レジスターアクセスはワードアクセスだけをサポートします。
- 本文中の予約領域「Reserved」として定義されたレジスターは書き換えを行わないでください。
また、読み出した値を使用しないでください。
- Default値が「-」となっているビットから読み出した値は不定です。
- 書き込み可能なビットフィールドと、リードオンリー「R」のビットフィールドが共存するレジスターに書き込みを行う場合、リードオンリー「R」のビットフィールドにはDefault値を書き込んでください。
Default値が「-」となっている場合は、個々のレジスターの定義に従ってください。
- ライトオンリーのレジスターのReservedビットフィールドにはDefault値を書き込んでください。
Default値が「-」となっている場合は、個々のレジスターの定義に従ってください。
- 書き込みと読み出しで異なる定義のレジスターへのリードモディファイライト処理は行わないでください。

本資料に記載されている社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

用語・略語

この仕様書で使用されている用語・略語の一部を記載します。

A-PMD	Advanced Programmable Motor Control Circuit
ADC	Analog to Digital Converter
BLDC	Brushless DC
BEMF	Back Electromotive Force
CCW	Counter Clockwise
CW	Clockwise
PMD+	Programmable Motor Control Circuit Plus
PWM	Pulse Width Modulation

1. 概要

アドバンストエンコーダー入力回路(32-bit) (以降 A-ENC32-A)は、1 ユニット単位で 1 チャンネル (ENCxA/ENCxB/ENCxZ)の入力回路として動作することができます。以下に、機能の一覧を示します。

機能分類	機能	動作説明
センサー入力	エンコーダーモード	AB または ABZ タイプのインクリメンタル形エンコーダーを接続して使用するモードです。 ● ENCxA、ENCxB 入力の組み合わせで回転エッジ検出および回転方向判定します。 ● 回転方向によりカウンターがアップ/ダウン動作します。 ● 1 回転のカウント数は最大 2^{32} です。 ● ENCxZ 入力論理を選択できます。
	センサーモード (イベントカウント)	2 相または 3 相のホール IC(U、V、W)を接続して使用するモードです。 ● 2 相/3 相信号の組み合わせで回転エッジ検出および回転方向判定します。 ● 回転方向によりカウンターがアップ/ダウン動作します。 ● カウント数は最大 2^{32} です。
	センサーモード (タイマーカウント)	2 相または 3 相のホール IC(U、V、W)を接続して使用するモードです。 ● 2 相/3 相信号の組み合わせで回転エッジ検出および回転方向判定します。 ● 回転エッジ検出間隔を 32 ビットカウンターで測定できます。 ● コンペア機能: エッジ検出に同期した PMD 回路の転流トリガーを生成できます。 ● PWM 同期サンプリングで矩形波駆動のブラシレス DC(BLDC)モーターのセンサーレス制御に対応できます。
	センサーモード (位相カウント)	2 相または 3 相のホール IC(U、V、W)を接続して使用するモードです。 ● 2 相/3 相信号の組み合わせで回転エッジ検出および回転方向判定します。 ● 回転エッジ検出間隔を 32 ビットカウンターで測定できます。 ● カウンターは任意周波数のクロックで動作し、アップ/ダウン動作を選択できます。
汎用タイマー	タイマーモード	システムクロック(fsyst)で動作する 32 ビットタイマーとして使用するモードです。 ● ENCxZ 入力のエッジ検出ができます。 ● エッジ検出間隔を 32 ビットカウンターで測定できます。 ● コンペア機能による割り込み発生ができます。
位相カウンター	位相カウンターモード (位相測定)	任意周波数のクロックで動作する 32 ビットカウンターとして使用するモードです。 ● ENCxZ 入力のエッジ検出ができます。 ● エッジ検出間隔を 32 ビットカウンターで測定できます。 ● コンペア機能による割り込み発生ができます。
	位相カウンターモード (位相差測定)	任意周波数のクロックで動作する 32 ビットカウンターで、汎用タイマー出力と ENCxZ 入力の位相差を測定できます。
ノイズ除去	入力回路	fsyst 分周クロックによるサンプリングまたは PWM 信号に同期したサンプリングができます。 ● ノイズ除去幅を選択できます。

表 1.1 信号入力端子

信号名		エンコーダー A、B、Z	ホールセンサー U、V、W
接続端子	ENCxA	A	U
	ENCxB	B	V
	ENCxZ	Z	W

2. 構成

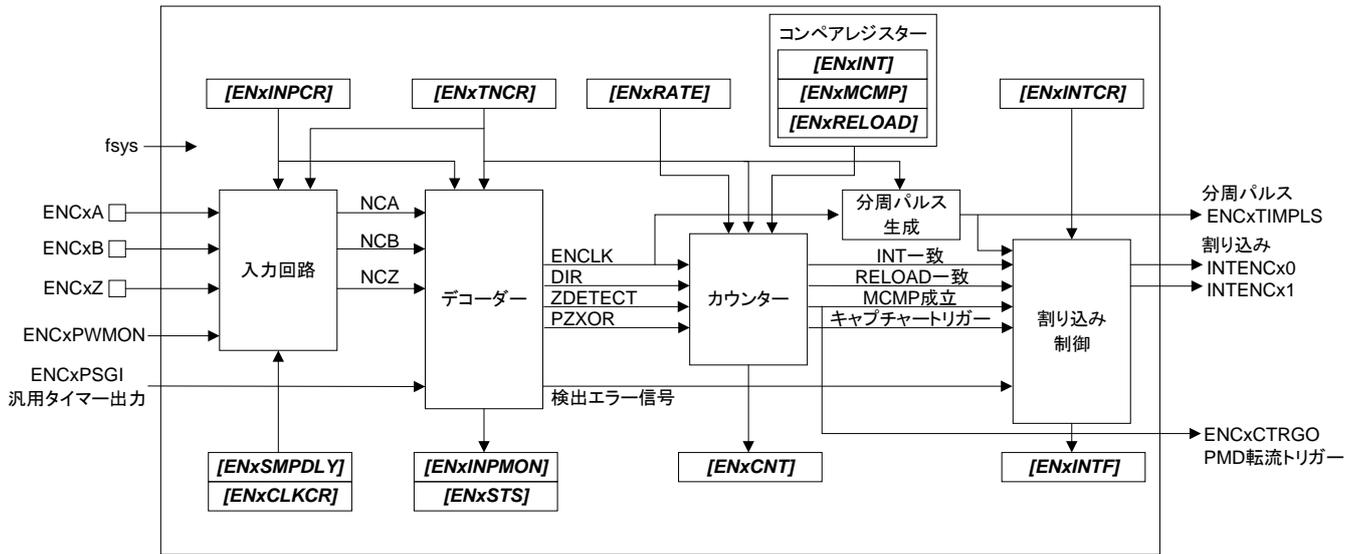


図 2.1 A-ENC32-Aブロック図

表 2.1 信号一覧表

No	信号名	信号名称	I/O	参照リファレンスマニュアル
1	f _{sys}	システムクロック	入力	クロック制御と動作モード
2	ENCxA	エンコーダー入力 A 端子	入力	製品個別情報
3	ENCxB	エンコーダー入力 B 端子	入力	製品個別情報
4	ENCxZ	エンコーダー入力 Z 端子	入力	製品個別情報
5	ENCxPWMON	サンプリング用の PWM 信号	入力	製品個別情報
6	ENCxCTRGO	PMD 用の転流トリガー	出力	製品個別情報
7	ENCxPSGI	汎用タイマー出力信号	入力	製品個別情報
8	ENCxTIMPLS	分周パルス信号	出力	製品個別情報
9	INTENCx0	エンコーダー入力割り込み 0	出力	例外、製品個別情報
10	INTENCx1	エンコーダー入力割り込み 1	出力	例外

3. 機能説明・動作説明

3.1. クロック供給

A-ENC32-A を使用する場合は、f_{sys} 供給停止レジスタA (*[CGFSYSENA]*、*[CGFSYSMENA]*)、f_{sys} 供給停止レジスタB (*[CGFSYSENB]*、*[CGFSYSMENB]*)、f_{sys} 供給停止レジスタC (*[CGFSYSMENC]*)、f_c 供給停止レジスタ(*[CGFCEN]*)で該当するクロックイネーブルビットを"1" (クロック供給)に設定してください。該当レジスタ、ビット位置は製品によって異なります。そのため製品によって、レジスタが存在しない場合があります。詳細はリファレンスマニュアル「クロック制御と動作モード」を参照してください。

3.2. 動作モード

動作モードは*[ENxTNCr]*<MODE[2:0]>、<P3EN>、<ZEN>により決定し、全部で13種類の設定があります。これ以外の組み合わせは使用しないでください。

動作モードの設定表を以下に示します。

表 3.1 動作モードの設定

<i>[ENxTNCr]</i>			入力端子	モード
<MODE[2:0]>	<ZEN>	<P3EN>		
000	0	0	ENCxA、ENCxB	エンコーダーモード(ENCxZ 信号なし)
	1		ENCxA、ENCxB、ENCxZ	エンコーダーモード(ENCxZ 信号あり)
001	0	0	ENCxA、ENCxB	センサーモード(イベントカウント、2 相入力)
		1	ENCxA、ENCxB、ENCxZ	センサーモード(イベントカウント、3 相入力)
010	0	0	ENCxA、ENCxB	センサーモード(タイマーカウント、2 相入力)
		1	ENCxA、ENCxB、ENCxZ	センサーモード(タイマーカウント、3 相入力)
011	0	0	—	タイマーモード
	1		ENCxZ	タイマーモード(キャプチャー入力あり)
110	0	0	ENCxA、ENCxB	センサーモード(位相カウント、2 相入力)
		1	ENCxA、ENCxB、ENCxZ	センサーモード(位相カウント、3 相入力)
111	0	0	—	位相カウンターモード(位相カウント)
	1		ENCxZ	位相カウンターモード(位相カウント、キャプチャー入力あり)
	1	1	ENCxZ	位相カウンターモード(位相差測定)

3.2.1. エンコーダーモード

高速位置センサー対応(位相判定)で、インクリメンタル形エンコーダー(ABおよびABZ)に対応しています。

- 回転エッジ検出を行い、分周パルスの出力および割り込みが可能
- 回転エッジパルスカウントを使って、任意カウンタ値で割り込み発生が可能
- 回転方向判定
- 32ビットアップダウンカウンタ(回転方向判定により制御)
- カウンタ数設定可能
- 検出回転方向の指定可能
- 異常検出フラグ

(1) ENCxZ 入力有効/正論理入力([*ENxTNCR*]*<ZEN>* = 1、[*ENxTNCR*]*<ZEACTION>* = 0)

[*ENxRELOAD*]*<RELOAD[31:0]>* = 0x00000380、[*ENxINT*]*<INT[31:0]>* = 0x00000002 の場合

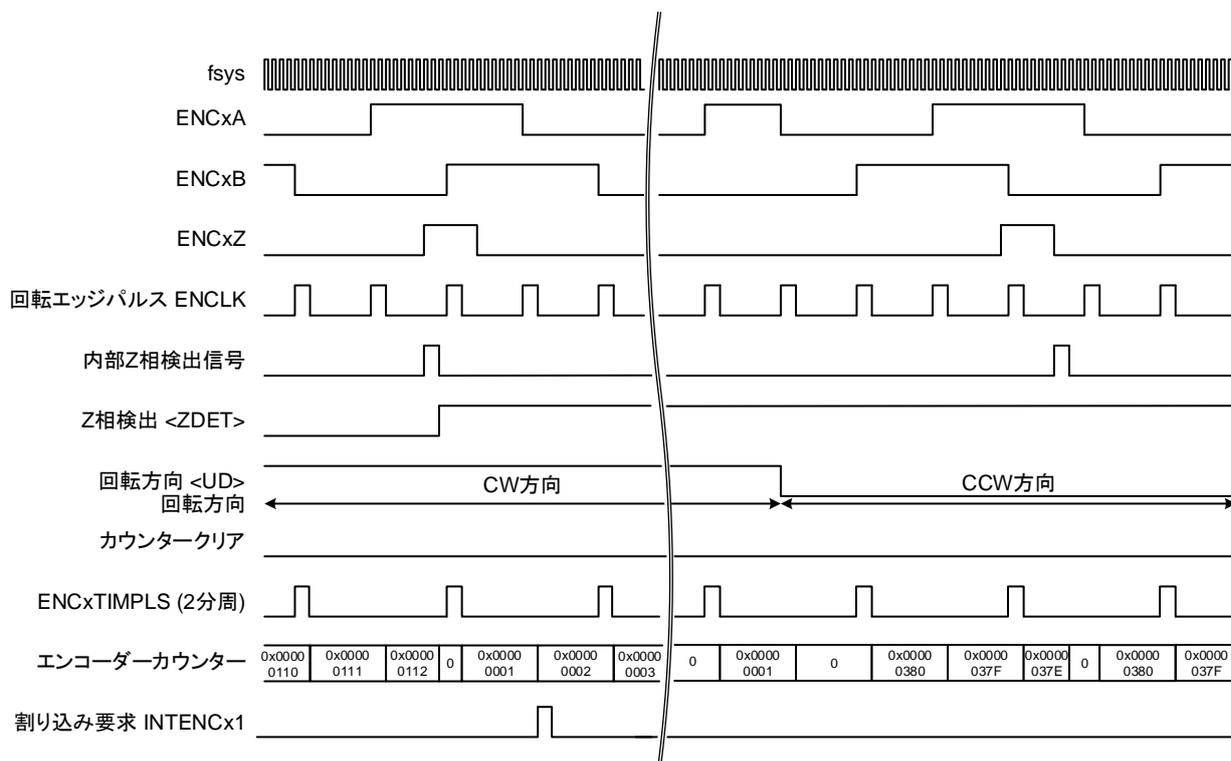


図 3.1 ENCxZ入力有効([*ENxTNCR*]*<ZEN>* = 1)

(2) ENCxZ 入力無効($[ENxTNCr]<ZEN> = 0$)

$[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]> = 0x00000380$ 、 $[ENxINT]<INT[31:0]> = 0x00000002$ の場合

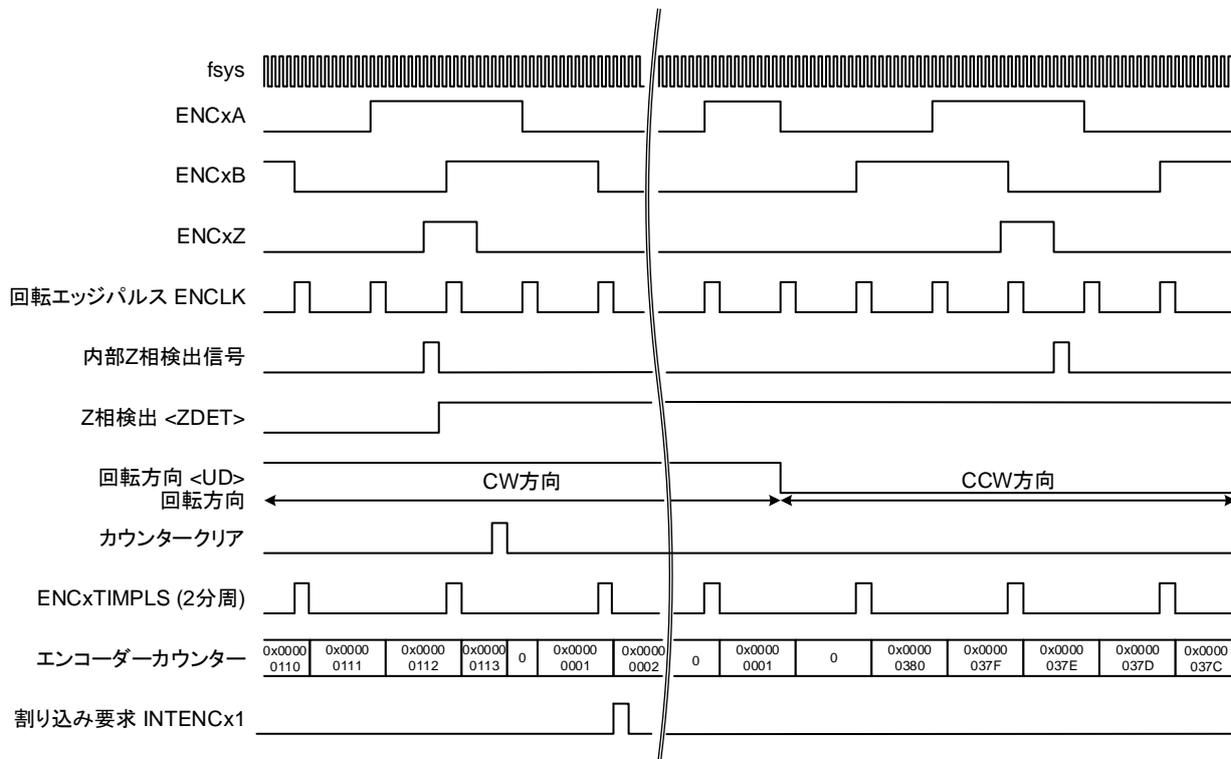


図 3.2 ENCxZ入力無効($[ENxTNCr]<ZEN> = 0$)

エンコーダーモードは、インクリメンタル形エンコーダー信号を ENCxA、ENCxB、ENCxZ 端子に接続します。ENCxA、ENCxB 信号を 4 通倍して、回転エッジパルスをカウントします。

CW 方向(ENCxA が ENCxB に対して 90 度進んでいる状態)に回転しているときはアップカウントを行い、カウンター値が $[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>$ と等しくなったとき、次の ENCLK でカウンターが "0x00000000" クリアされます。

CCW 方向(ENCxA が ENCxB に対して 90 度遅れている状態)に回転しているときはダウンカウントを行い、カウンター値が "0x00000000" と等しくなったとき、次の ENCLK でカウンターに $[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>$ の値がセットされます。

$<ZEN>$ を "1" にすると ENCxZ 端子入力が有効になります。

$<ZEN> = 1$ で $<ZEACT> = 0$ (入力正論理) の場合、CW 方向に回転しているときは ENCxZ の立ち上がりエッジでカウンターが "0x00000000" にクリアされます。CCW 方向に回転しているときは ENCxZ の立ち下がりエッジでカウンターが "0x00000000" にクリアされます。

また、 $<ZEN> = 1$ で $<ZEACT> = 1$ (入力負論理) の場合、CW 方向に回転しているときは ENCxZ の立ち下がりエッジでカウンターが "0x00000000" にクリアされます。CCW 方向に回転しているときは ENCxZ の立ち上がりエッジでカウンターが "0x00000000" にクリアされます。

ENCLK と ENCxZ 検出のタイミングが同時になったときは、カウント動作を行わず、"0x00000000" にクリアされます。

$[ENxTNCr]<ENCLR>$ に "1" が書き込まれると、カウンターは "0x00000000" にクリアされます。

$[ENxSTS]<UD>$ は CW 方向に回転していることを検出しているときは "1"、CCW 方向のときは "0" がセ

ットされます。

$[ENxTNCR]<DECMD[1:0]>$ 設定で検出方向を CW 方向のみ、CCW 方向のみに指定することができます。また、 $<DECMD[1:0]> = 00$ 以外の場合、前回のエッジ検出したときに保存した入力状態 ($[ENxINPMON]<DETMONA>$ 、 $<DETMONB>$ 、 $<DETMONZ>$)と現在の入力値を比較し、回転エッジの検出をします。

ENCxTIMPLS は ENCLK を分周した信号で、 $[ENxTNCR]<ENDEV[2:0]>$ で分周比を選択します。

$[ENxINTCR]<CMPIE> = 1$ のとき、 $[ENxINT]<INT[31:0]>$ の値とカウンター値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

$[ENxINTCR]<MCMPIE> = 1$ のとき、 $[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>$ の値とカウンター値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

ただし、 $<ZEN> = 1$ の場合、 $[ENxSTS]<ZDET> = 0$ の期間の一致では割り込みを発生しません。
 $<ZDET>$ はエンコーダー入力許可後、最初の ENCxZ 信号を検出すると"1"になります。
 $<ZDET>$ 、 $[ENxSTS]<UD>$ は、 $[ENxTNCR]<ENRUN> = 0$ のときは"0"にクリアされます。

3.2.2. センサーモード

低速位置センサー対応(ゼロクロス判定)で、2相ホールセンサー入力および3相ホールセンサー入力に対応しています。イベントカウントモードとタイマーカウントモードおよび位相カウントモードの3種類があります。

タイマーカウントモードおよび位相カウントモードは、PMD回路からBLDCモーターを矩形波駆動している場合、PWM同期サンプリングにすることで誘起電圧のゼロクロス検出に対応できます。(BEMF検出制御)

3.2.2.1. イベントカウント

回転エッジ検出によりカウントします。

- 回転エッジ検出を行い、分周パルスの出力および割り込み発生が可能
- 回転エッジパルスカウント、任意カウンタ値で割り込み発生が可能
- 回転方向判定
- 32ビットアップダウンカウント(回転方向判定により制御)
- 検出回転方向の指定可能
- 異常検出フラグ

(1) 3相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 1$)

$[ENxINT] \langle INT[31:0] \rangle = 0x00000002$ の場合

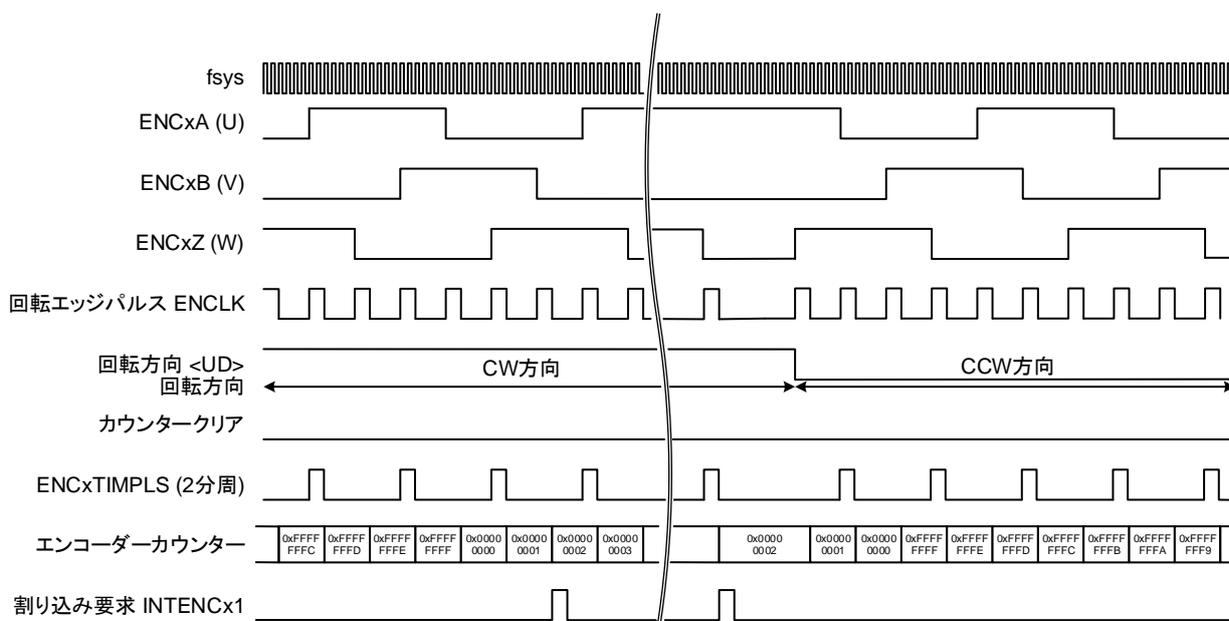


図 3.3 3相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 1$)

(2) 2相デコード($[ENxTNCr]<P3EN> = 0$)

$[ENxINT]<INT[31:0]> = 0x00000002$ の場合

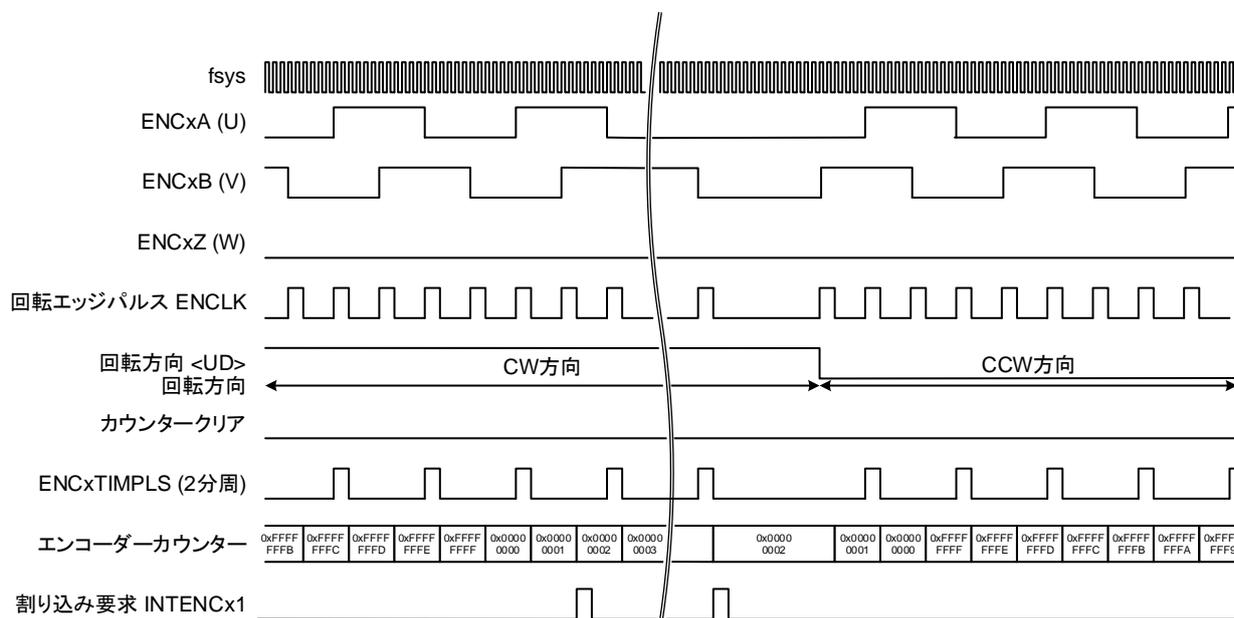


図 3.4 2相デコード($[ENxTNCr]<P3EN> = 0$)

ホールセンサーの出力(U、V、W)をENCxA、ENCxB、ENCxZに接続します。 $<P3EN> = 0$ の場合は、2相入力(ENCxA、ENCxB)を4通倍、 $<P3EN> = 1$ の場合は、3相入力(ENCxA、ENCxB、ENCxZ)を6通倍して、回転エッジパルス进行をカウントします。

CW方向(ENCxAがENCxBに対して90度(2相入力時)または120度(3相入力時)進んでいる状態)に回転しているときはアップカウントを行い、カウンター値が"0xFFFFFFFF"と等しくなったとき、次のENCLKでカウンターが"0x00000000"にクリアされます。

CCW方向(ENCxAがENCxBに対して90度(2相入力時)または120度(3相入力時)遅れている状態)に回転しているときはダウンカウントを行い、カウンター値が"0x00000000"と等しくなったとき、次のENCLKでカウンターに"0xFFFFFFFF"がセットされます。

$[ENxTNCr]<ENCLR>$ に"1"が書き込まれると、カウンターは"0x00000000"にクリアされます。

$[ENxSTS]<UD>$ はCW方向に回転していることを検出しているときは"1"、CCW方向のときは"0"がセットされます。 $<UD>$ は $[ENxTNCr]<ENRUN> = 0$ のときは"0"にクリアされます。

$[ENxTNCr]<DECMD[1:0]>$ の設定で、検出方向をCW方向のみ、CCW方向のみに指定することができます。また、 $<DECMD[1:0]> = 00$ 以外の場合、前回のエッジ検出時に保存した入力状態($[ENxINPMON]<DETMONA>$ 、 $<DETMONB>$ 、 $<DETMONZ>$)と現在の入力値を比較し、回転エッジの検出をします。

ENCxTIMPLSはENCLKを分周した信号で、 $[ENxTNCr]<ENDEV[2:0]>$ で分周比を選択します。

$[ENxINTCr]<CMPIE> = 1$ のとき、 $[ENxINT]<INT[31:0]>$ の値とカウンター値が等しくなったときにINTENCx1割り込みが発生します。

$[ENxINTCr]<MCMPIE> = 1$ のとき、 $[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>$ の値とカウンター値が等しくなったときにINTENCx1割り込みが発生します。

3.2.2.2. タイマーカウント

(1) 3相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 1$)

$[ENxINT] \langle INT[31:0] \rangle = 0x00000002$ の場合

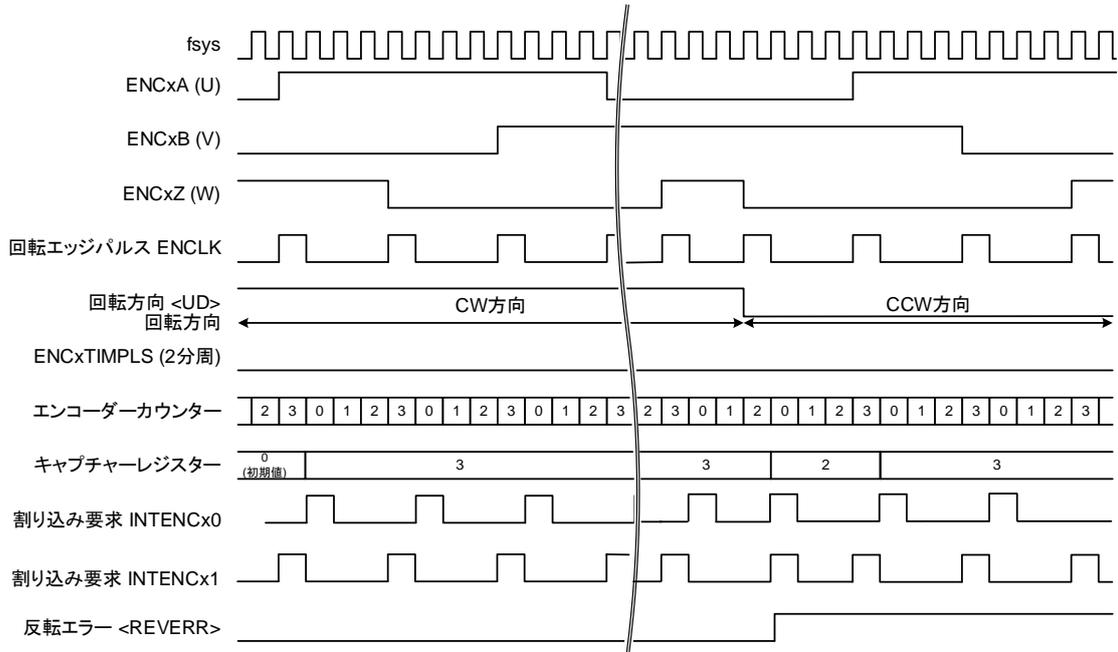


図 3.5 3相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 1$)

(2) 2相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 0$)

$[ENxINT] \langle INT[31:0] \rangle = 0x00000002$ の場合

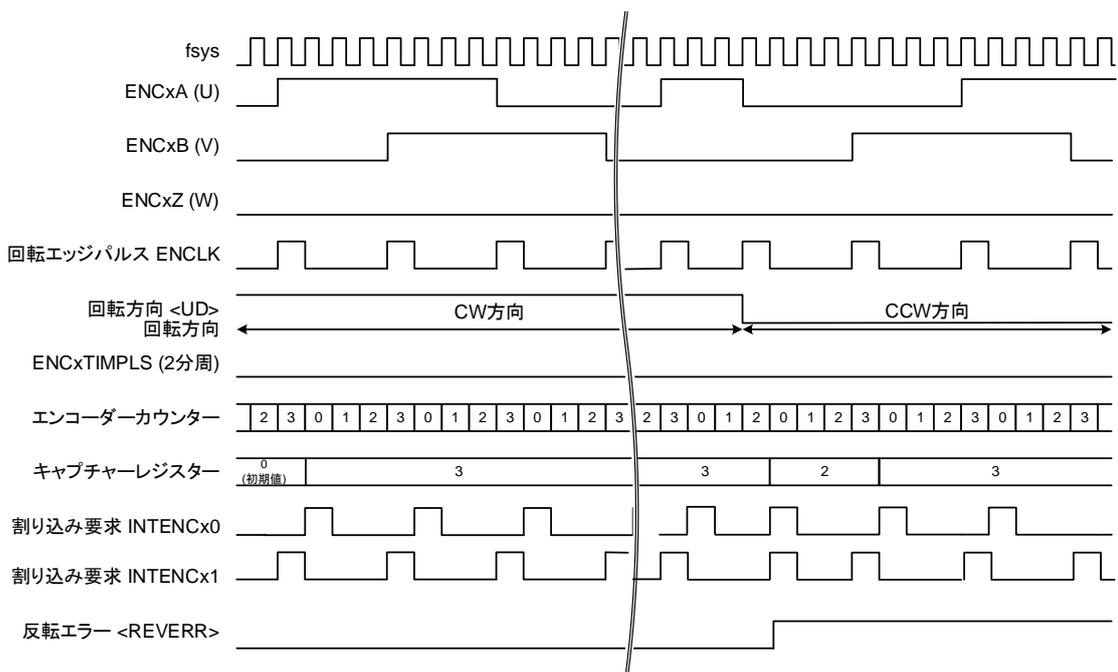


図 3.6 2相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 0$)

ホールセンサー出力(U、V、W)を ENCxA、ENCxB、ENCxZ に接続します。<P3EN> = 0 の場合は、2 相入力(ENCxA、ENCxB)から 4 通倍、<P3EN> = 1 の場合は、3 相入力(ENCxA、ENCxB、ENCxZ)から 6 通倍の回転エッジパルス(ENCLK)を生成します。

カウンタは常にアップカウントを行い、ENCLK でカウンタが"0x00000000"にクリアされます。また、[ENxTNCR]<ENCLR>に"1"が書き込まれると、カウンタは"0x00000000"にクリアされます。

ENCLK により、カウンタ値がキャプチャーされます。キャプチャーした値は[ENxCNT]<CNT[31:0]>から読み出すことができます。

[ENxTNCR]<SFTCAP>に"1"が書き込まれると、カウンタ値がキャプチャーされます。キャプチャーは任意のタイミングで行うことができます。キャプチャーした値は[ENxCNT]<CNT[31:0]>から読み出すことができます。

[ENxCNT]<CNT[31:0]>の値(キャプチャー値)は、[ENxTNCR]<ENRUN>の値にかかわらず保持されま

す。
[ENxSTS]<UD>は CW 方向に回転していることを検出しているときは"1"、CCW 方向のときは"0"がセットされます。<UD>は<ENRUN> = 0 のときは"0"にクリアされます。回転方向が変化した場合は [ENxSTS]<REVERR>が"1"にセットされます。フラグは読み出すことでクリアされます。

[ENxTNCR]<DECMD[1:0]>の設定で、検出方向を CW 方向のみ、CCW 方向のみ指定することができます。また、<DECMD[1:0]> = 00 以外の場合、前回のエッジ検出時に保存した入力状態([ENxINPMON]<DETMONA>、<DETMONB>、<DETMONZ>)と現在の入力値を比較し、回転エッジを検出します。

[ENxINTCR]<RLDIE> = 1 のとき、[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>の値とカウンタ値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

[ENxINTCR]<CMPIE> = 1 のとき、[ENxINT]<INT[31:0]>の値とカウンタ値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

[ENxINTCR]<MCMPIE> = 1 のとき、[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>の値とカウンタ値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。また、[ENxTNCR]<MCMPMD>を"1"に設定すると、カウンタ値が[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>の値以上になったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

3.2.2.3. 位相カウント

(1) 3相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 1$)

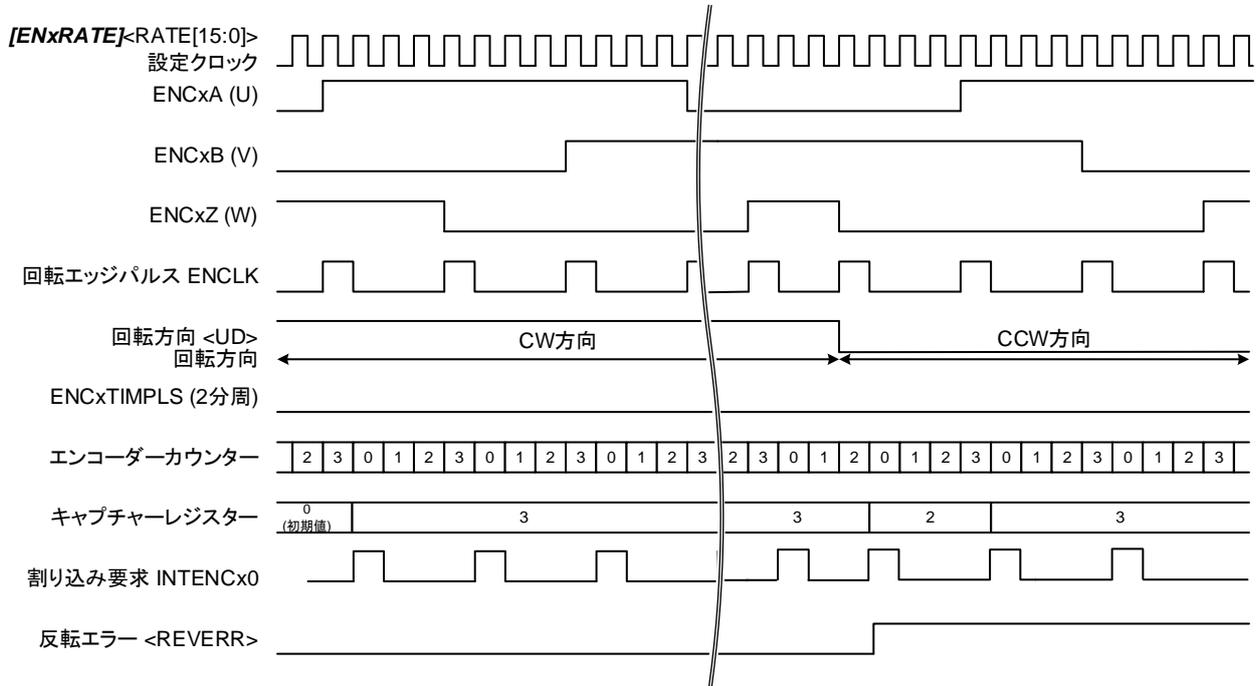


図 3.7 3相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 1$)

(2) 2相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 0$)

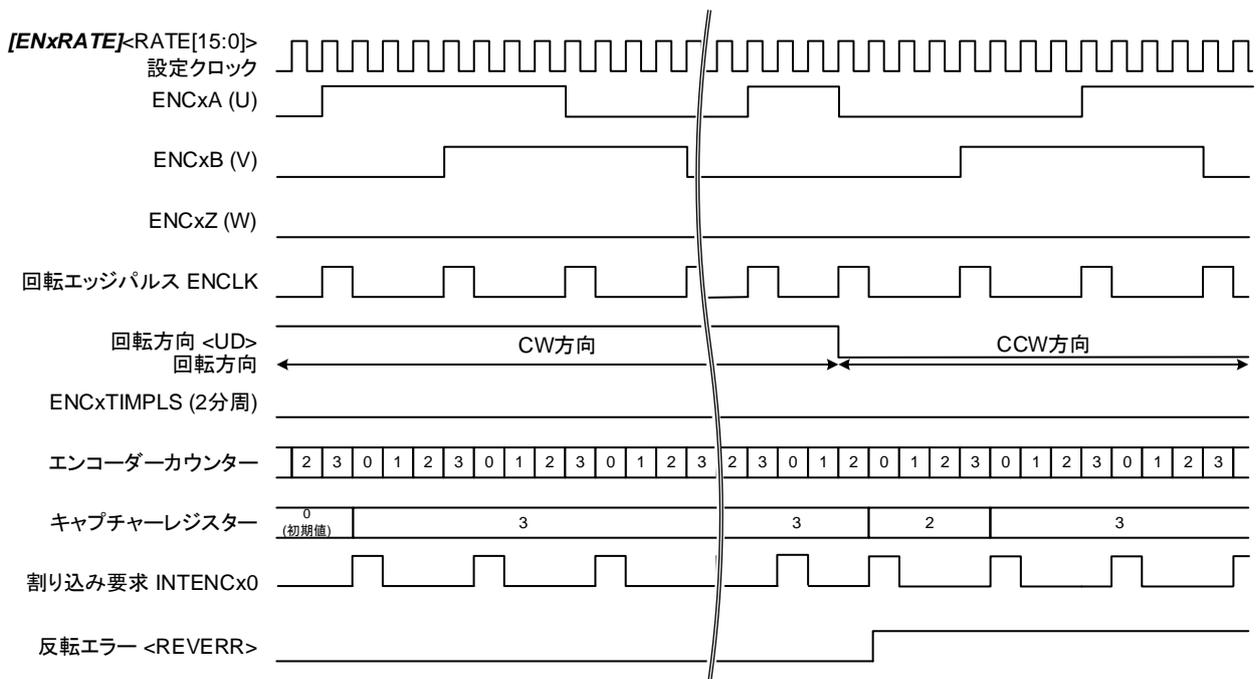


図 3.8 2相デコード($[ENxTNCR] \langle P3EN \rangle = 0$)

ホールセンサー出力(U、V、W)を ENCxA、ENCxB、ENCxZ に接続します。<P3EN> = 0 の場合は、2 相入力(ENCxA、ENCxB)から 4 通倍、<P3EN> = 1 の場合は、3 相入力(ENCxA、ENCxB、ENCxZ)から 6 通倍の回転エッジパルス(ENCLK)を生成します。

カウンターは<UDMD>設定および[ENxRATE]<RATE[15:0]>の設定により任意周波数でアップダウン カウントを制御できます。アップカウント時にカウンター値が[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>と等しく なるとカウンターが"0x00000000"にクリアされます。ダウンカウント時にカウンター値が"0x00000000" と等しくなるとカウンターに[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>の値がセットされます。

<ENCLR>に"1"が書き込まれると、カウンターは"0x00000000"にクリアされます。

<TOVMD> = 1 の場合、カウンターは[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>の値で停止します。

ENCLKにより、カウンター値がキャプチャーされます。キャプチャーした値は[ENxCNT]<CNT[31:0]> から読み出すことができます。

<SFTCAP>に"1"が書き込まれると、カウンター値がキャプチャーされます。キャプチャーは任意のタイ ミングで行うことができます。キャプチャーした値は[ENxCNT]<CNT[31:0]>から読み出すことができ ます。

[ENxCNT]<CNT[31:0]>の値(キャプチャー値)は、<ENRUN>の値にかかわらず保持されます。

CW 方向に回転していることを検出しているときは、<UD>は"1"、CCW 方向のときは"0"がセットさ れます。<ENRUN> = 0 のとき、<UD>は"0"にクリアされます。 回転方向が変化した場合は<REVERR>が"1"にセットされます。フラグは読み出すことでクリアされます。

[ENxTNCR]<DECMD[1:0]>の設定で検出方向を CW 方向のみ、CCW 方向のみ指定することができま す。また、<DECMD[1:0]> = 00 以外の場合、前回のエッジ検出時に保存した入力状態 ([ENxINPMON]<DETMONA>、<DETMONB>、<DETMONZ>)と現在の入力値を比較し、回転エッジの検 出をします。

[ENxINTCR]<CMPIE> = 1 のとき、[ENxINT]<INT[31:0]>の値とカウンター値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

[ENxINTCR]<MCMPIE> = 1 のとき、[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>の値とカウンター値が等しくなった ときに INTENCx1 割り込みが発生します。

3.2.3. タイマーモード

汎用 32 ビットタイマーとして使用できます。

- 32 ビットアップカウンター(*fsys* クロックでカウント)
- カウンタークリア制御(ソフトクリア、コンペアー一致クリア、外部トリガー)
- コンペアー機能により一致割り込み発生
- キャプチャー機能: 外部トリガーキャプチャー(割り込み発生可能)、ソフトキャプチャー

(1) ENCxZ 入力有効($[ENxTNCR]<ZEN> = 1$)

$[ENxINT]<INT[31:0]> = 0x00000006$

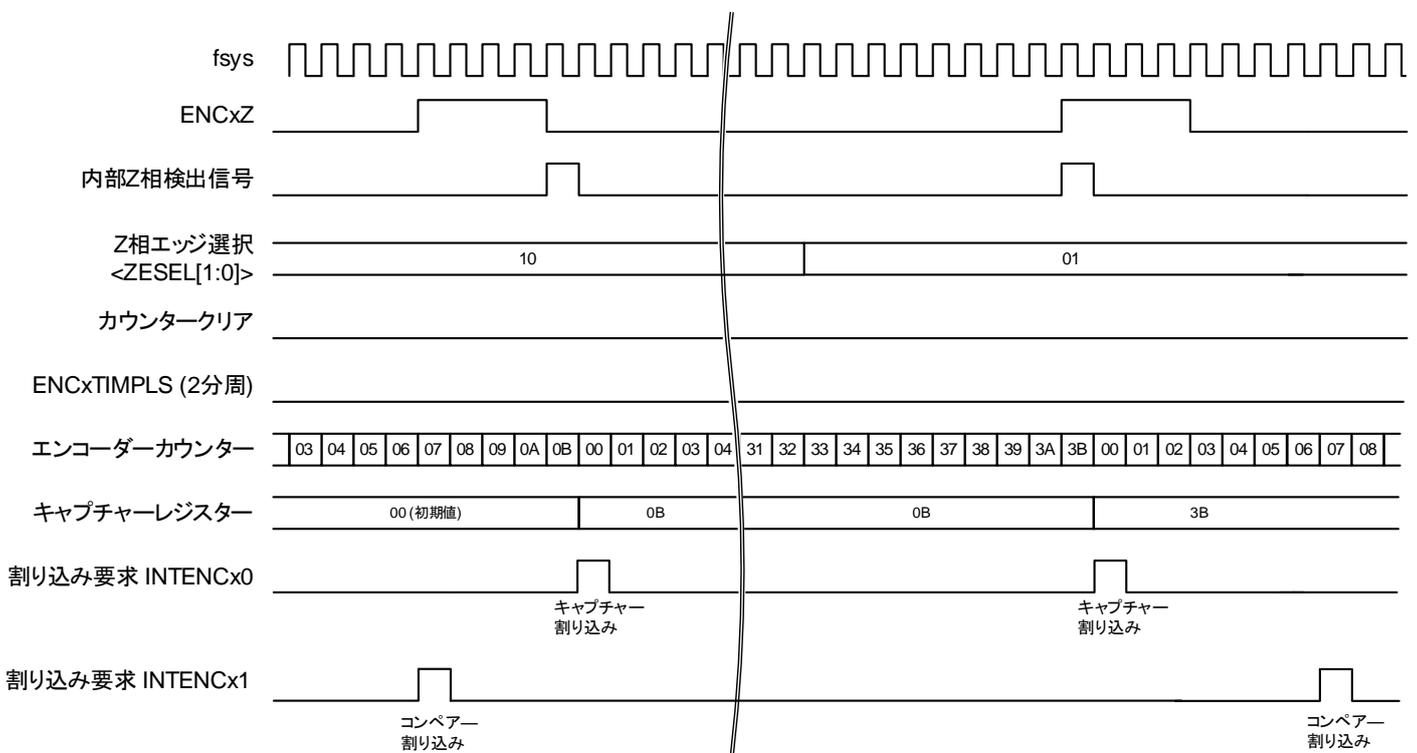
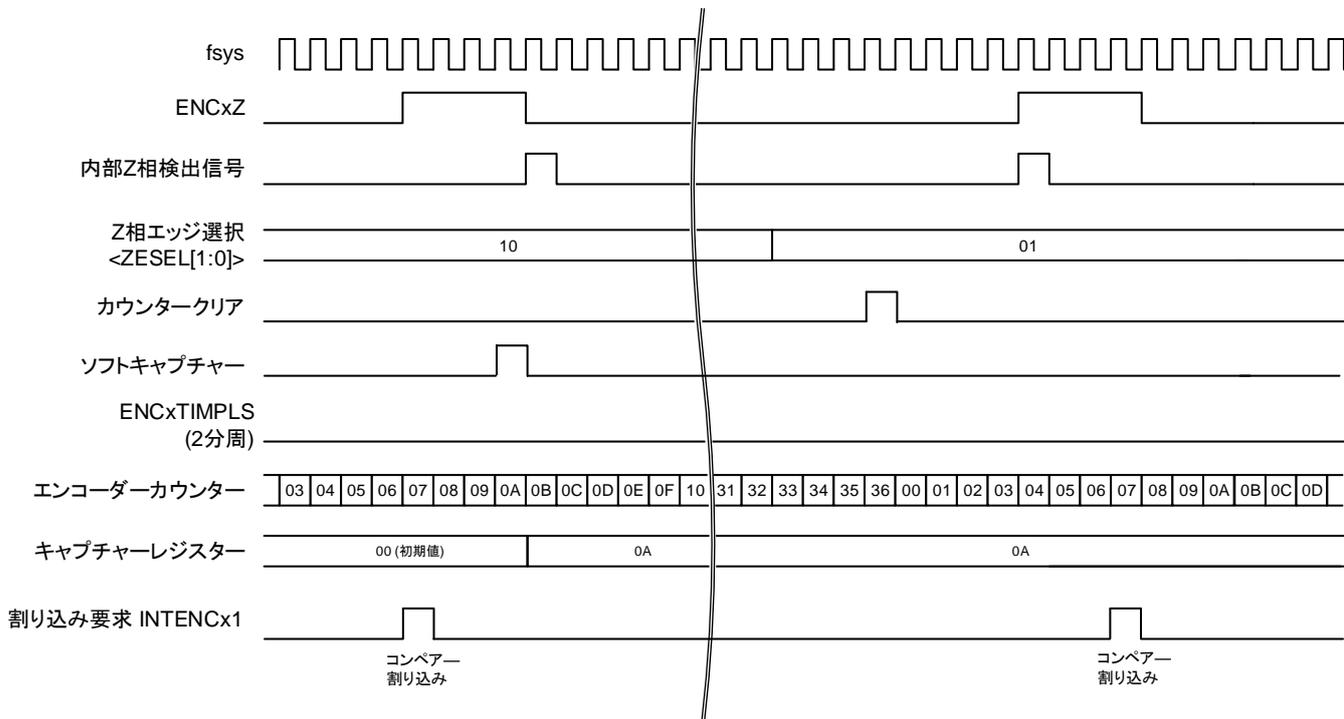


図 3.9 ENCxZ入力有効($[ENxTNCR]<ZEN> = 1$)

(2) ENCxZ 入力無効($[ENxTNCR]\langle ZEN \rangle = 0$)



$[ENxINT]\langle INT[31:0] \rangle = 0x00000006$

図 3.10 ENCxZ入力無効($[ENxTNCR]\langle ZEN \rangle = 0$)

$\langle ZEN \rangle = 1$ のとき、ENCxZ 入力を外部トリガーとして使います。 $\langle ZEN \rangle = 0$ のとき、外部トリガーは使用しません。

カウンタは常にアップカウントを行います。

$[ENxTNCR]\langle ENCLR \rangle$ に "1" が書き込まれると、カウンタは "0x00000000" にクリアされます。

$\langle ZEN \rangle = 1$ 、かつ $\langle TRGCAPMD \rangle = 0$ の場合、 $[ENxTNCR]\langle ZSEL[1:0] \rangle = 01$ のときは ENCxZ の立ち上がりエッジでカウンタが "0x00000000" にクリアされ、 $\langle ZSEL[1:0] \rangle = 10$ のときは ENCxZ の立ち下がりエッジでカウンタが "0x00000000" にクリアされ、 $\langle ZSEL[1:0] \rangle = 11$ のときは ENCxZ の両エッジでカウンタが "0x00000000" にクリアされます。

ENCxZ のエッジ検出により、カウンタ値がキャプチャーされます。キャプチャーした値は $[ENxCNT]\langle CNT[31:0] \rangle$ から読み出すことができます。

$[ENxTNCR]\langle SFTCAP \rangle$ に "1" が書き込まれると、カウンタ値がキャプチャーされます。キャプチャーは任意のタイミングで行うことができます。キャプチャーした値は $[ENxCNT]\langle CNT[31:0] \rangle$ から読み出すことができます。

$[ENxCNT]\langle CNT[31:0] \rangle$ の値(キャプチャー値)は、 $[ENxTNCR]\langle ENRUN \rangle$ の値にかかわらず保持されます。キャプチャー値のクリア要因はリセットのみです。

$[ENxINTCR]\langle RLDIE \rangle = 1$ のとき、 $[ENxRELOAD]\langle RELOAD[31:0] \rangle$ の値とカウンタ値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

$[ENxINTCR]\langle CMPIE \rangle = 1$ のとき、 $[ENxINT]\langle INT[31:0] \rangle$ の値とカウンタ値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

$[ENxINTCR]<MCMPIE> = 1$ のとき、 $[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>$ の値とカウンタ値が等しくなったときに $INTENCx1$ 割り込みが発生します。また、 $[ENxTNCR]<MCMPMD>$ を "1" に設定すると、カウンタ値が $[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>$ の値以上になったときに $INTENCx1$ 割り込みが発生します。

3.2.4. 位相カウンターモード

3.2.4.1. 位相測定

任意周波数で制御できる 32 ビットカウンターです。

- アップダウン制御可能
- コンペア機能、一致割り込み発生可能
- ENCxZ 入力でキャプチャーおよびカウンタークリア可能、割り込み発生可能

(1) ENCxZ 入力有効($[ENxTNCR]<ZEN> = 1$)

$[ENxINT]<INT[31:0]> = 0x00000006$

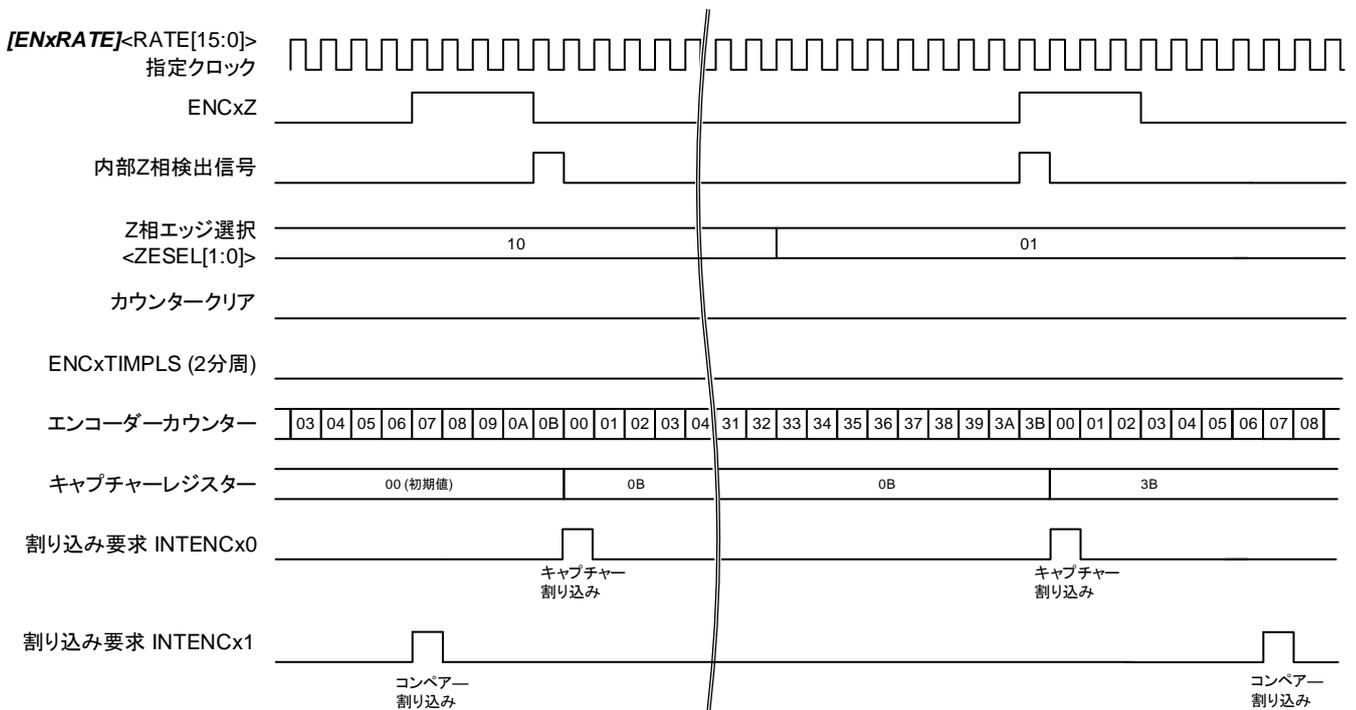


図 3.11 ENCxZ入力有効($[ENxTNCR]<ZEN> = 1$)

(2) ENCxZ 入力無効($[ENxTNCR]\langle ZEN \rangle = 0$)

$[ENxINT]\langle INT[31:0] \rangle = 0x00000006$

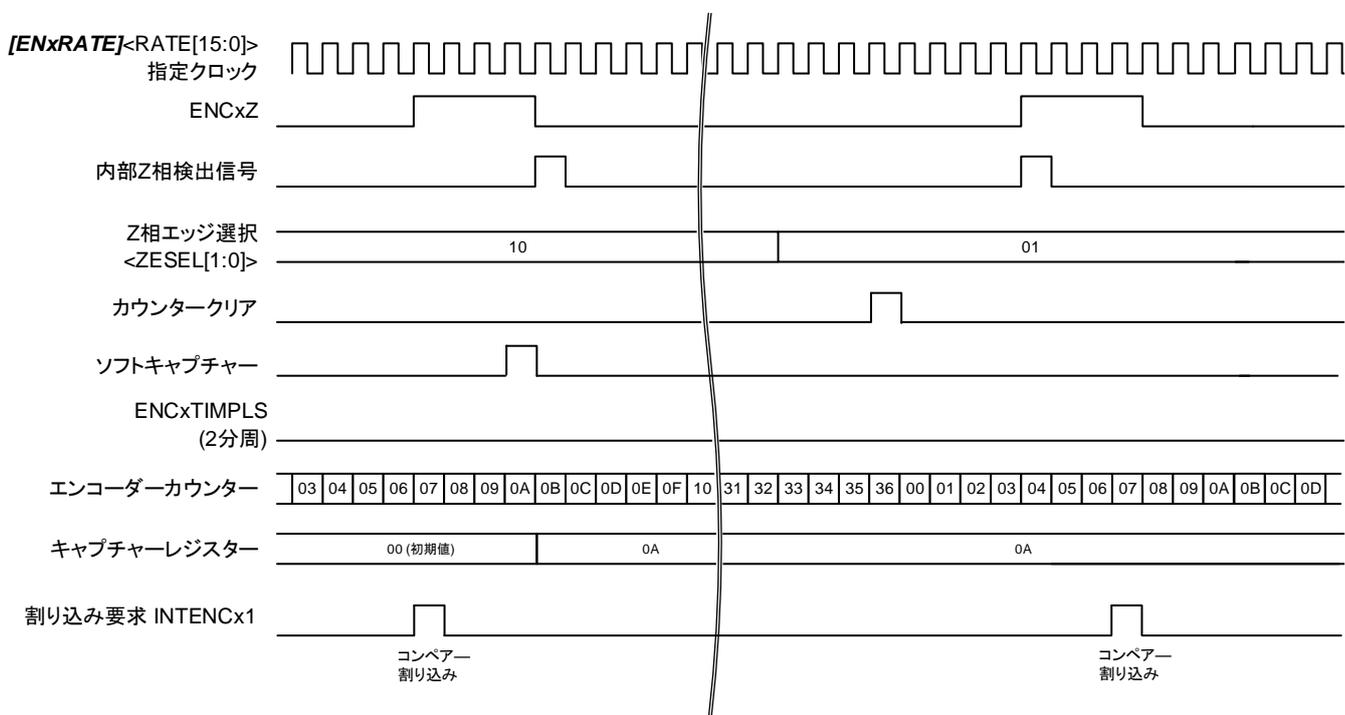


図 3.12 ENCxZ入力無効($[ENxTNCR]\langle ZEN \rangle = 0$)

$\langle ZEN \rangle = 1$ のとき、ENCxZ 入力を外部トリガーとして使います。 $\langle ZEN \rangle = 0$ のとき、外部トリガーは使用しません。

カウンターは $[ENxRATE]\langle RATE[15:0] \rangle$ の設定により任意周波数でアップダウンカウントを制御できます。

アップカウント時にカウンター値が $[ENxRELOAD]\langle RELOAD[31:0] \rangle$ と等しくなるとカウンターが "0x00000000" クリアされます。

ダウンカウント時にカウンター値が "0x00000000" と等しくなるとカウンターに $[ENxRELOAD]\langle RELOAD[31:0] \rangle$ の値がセットされます。

$[ENxTNCR]\langle TOVMD \rangle = 1$ の場合、カウンターは $[ENxRELOAD]\langle RELOAD[31:0] \rangle$ の値で停止します。

$[ENxTNCR]\langle ENCLR \rangle$ に "1" が書き込まれると、カウンターは "0x00000000" にクリアされます。

$\langle ZEN \rangle = 1$ の場合、 $[ENxTNCR]\langle ZESEL[1:0] \rangle = 01$ のときは ENCxZ の立ち上がりエッジでカウンターが "0x00000000" にクリアされ、 $\langle ZESEL[1:0] \rangle = 10$ のときは ENCxZ の立ち下がりエッジでカウンターが "0x00000000" にクリアされ、 $\langle ZESEL[1:0] \rangle = 11$ のときは ENCxZ の両エッジでカウンターが "0x00000000" にクリアされます。

ENCxZ のエッジ検出により、カウンター値がキャプチャーされます。キャプチャーした値は $[ENxCNT]\langle CNT[31:0] \rangle$ から読み出すことができます。

$[ENxTNCR]\langle SFTCAP \rangle$ に "1" が書き込まれると、カウンター値がキャプチャーされます。キャプチャーは任意のタイミングで行うことができます。キャプチャーした値は $[ENxCNT]\langle CNT[31:0] \rangle$ から読み出す

ことができます。

$[ENxCNT]<CNT[31:0]>$ の値(キャプチャー値)は、 $[ENxTNCR]<ENRUN>$ の値にかかわらず保持されます。キャプチャー値のクリア要因はリセットのみです。

$[ENxINTCR]<CMPIE> = 1$ のとき、 $[ENxINT]<INT[31:0]>$ の値とカウンター値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

$[ENxINTCR]<MCMPIE> = 1$ のとき、 $[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>$ の値とカウンター値が等しくなったときに INTENCx1 割り込みが発生します。

3.2.4.2. 位相差測定

位相カウンターモードで $\langle P3EN \rangle = \langle ZEN \rangle = 1$ に設定すると位相差測定ができます。
アップダウンカウンターを汎用タイマー出力(ENCxPSGI)と ENCxZ 入力で制御します。

- 汎用タイマー出力と ENCxZ 入力と同じ場合はアップカウントし、異なる場合はダウンカウント
- 汎用タイマー出力エッジでキャプチャーおよびカウンタークリア可能、割り込み発生可能

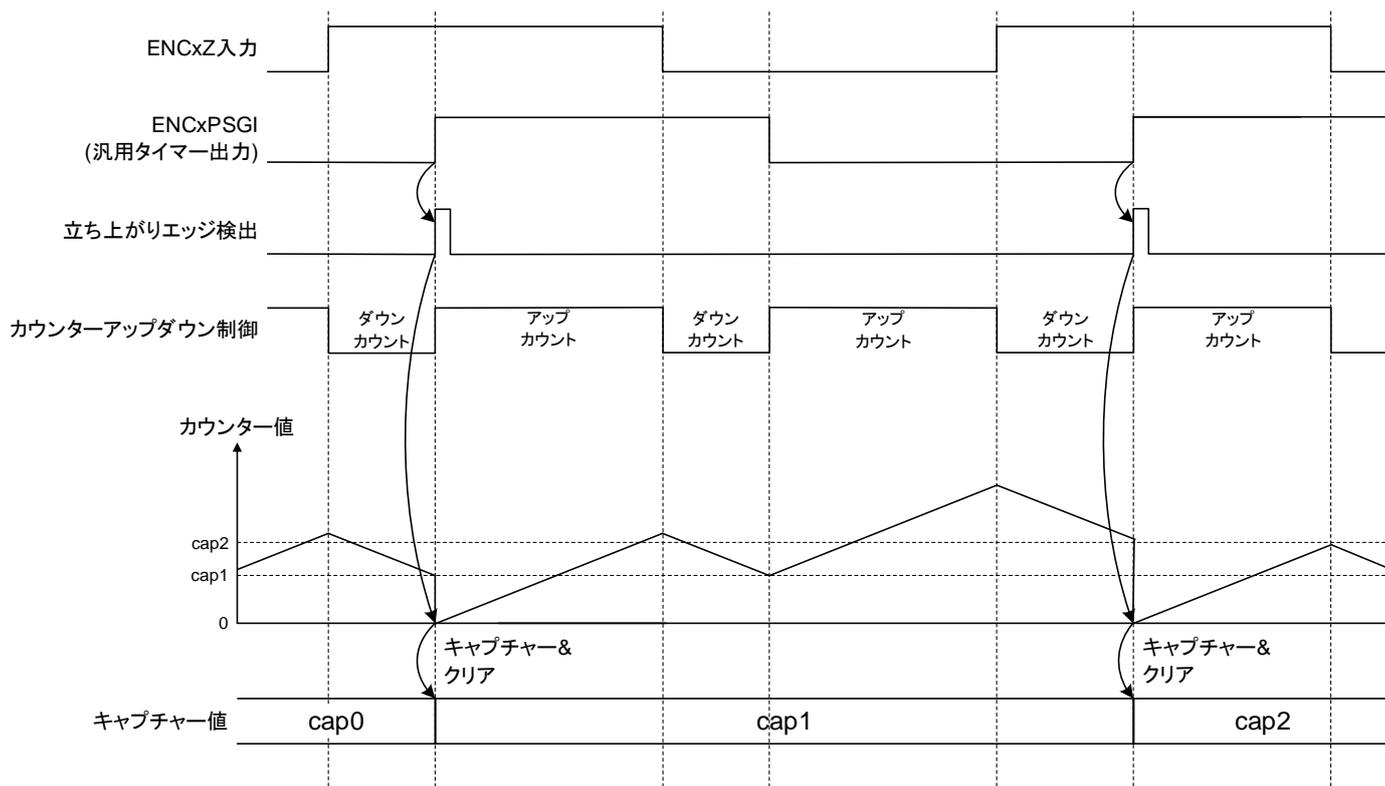


図 3.13 位相カウンターモード(位相差)の動作

汎用タイマー出力(ENCxPSGI)のエッジ検出し、カウンターキャプチャーおよびカウンタークリアします。この際の検出エッジは $[ENxTNCR]\langle ZESEL[1:0] \rangle$ で選択します。また、 $[ENxTNCR]\langle ENCLR \rangle$ に"1"が書き込まれると、カウンターは"0x00000000"にクリアされます。

キャプチャー値はENCxZ入力と汎用タイマー出力(ENCxPSGI)との位相差を表します。ENCxZ入力と汎用タイマー出力(ENCxPSGI)との位相差が1/4周期の場合が基準(キャプチャー値が"0x00000000")になります。

3.3. 回路別の機能概要

3.3.1. 入力回路

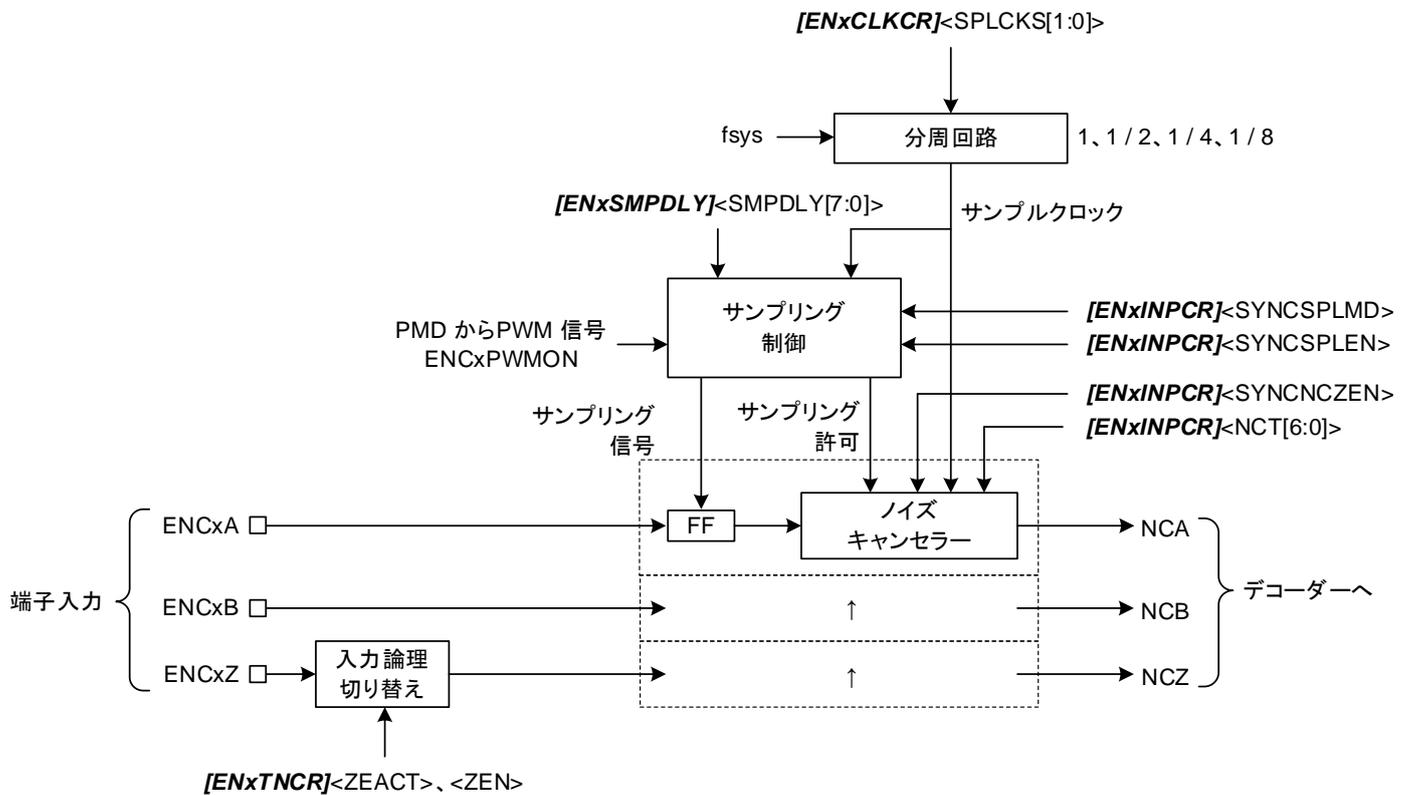


図 3.14 入力回路構成

入力部回路は、端子入力(ENCxA、ENCxB、ENCxZ)を所定のサンプリング信号でサンプリングし、デジタルノイズキャンセラーによるノイズ除去を行います。

ENCxZ 端子入力の入力論理切り替えはエンコーダーモード($[ENxTNCR]<MODE[2:0]> = 000$)の場合のみ有効です。

3.3.1.1. サンプルクロック

[ENxCLKCR]<SPLCKS[1:0]>により fsys、fsys/2、fsys/4、fsys/8 を選択できます。

3.3.1.2. サンプリングモード

(1) 連続サンプリング([ENxINPCR]<SYNCSPLEN> = 0)

[ENxCLKCR]<SPLCKS[1:0]>で選択されたサンプルクロックで入力信号をサンプリングします。

(2) PWM 同期サンプリング([ENxINPCR]<SYNCSPLEN> = 1)

PMD 回路からの PWM 信号(ENCxPWMON)に同期したサンプリングを行います。

- PWM オン期間サンプリング([ENxINPCR]<SYNCSPLMD> = 0)

ENCxPWMON 信号がオン期間中だけ[ENxCLKCR]<SPLCKS[1:0]>で選択されたサンプルクロックでサンプリングします。

[ENxSMPDLY]<SMPDLY[7:0]>で PWM オン期間サンプリング時に PWM オンしてからサンプリング開始までの遅延時間を設定できます。

遅延時間: <SMPDLY[7:0]> × サンプルクロック周期

注) A-ENC32-A 許可後([ENxTNCR]<ENRUN>を"0"から"1"に変更後)、最初の遅延時間は<SMPDLY[7:0]>の設定値と異なることがあります。

- PWM オフエッジサンプリング([ENxINPCR]<SYNCSPLMD> = 1)

ENCxPWMON 信号がサンプリング信号になり、ENCxPWMON 信号のオフエッジでサンプリングします。

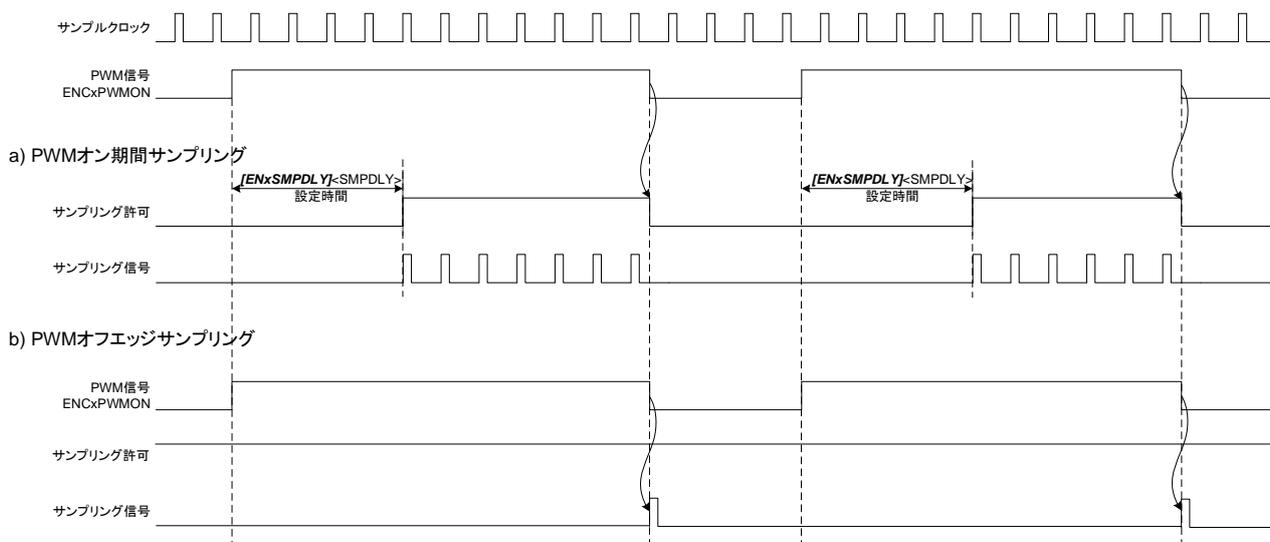


図 3.15 PWM同期サンプリング

3.3.1.3. ノイズキャンセル

(1) 連続サンプリング($[ENxINPCR] \langle SYNCSPLEN \rangle = 0$)

$[ENxINPCR] \langle NCT[6:0] \rangle$ でノイズキャンセル時間を設定します。ノイズキャンセル時間は以下の計算式で求められます。

ノイズキャンセル時間: $\langle NCT[6:0] \rangle \times$ サンプルクロック周期

注) $\langle NCT[6:0] \rangle$ に"0x00"を設定するとノイズキャンセルは無効になります。

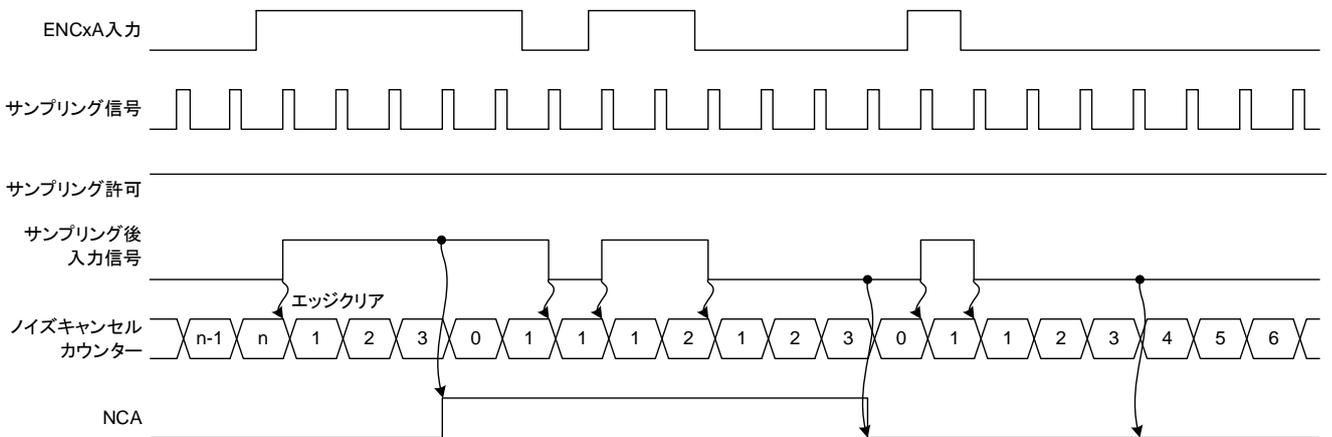


図 3.16 ノイズキャンセル(連続、 $\langle NCT[6:0] \rangle = 0x03$)

(2) PWM オン期間サンプリング($[ENxINPCR] \langle SYNCSPLEN \rangle = 1$)

- サンプリング許可信号の"Low"期間にノイズ除去タイマーを停止($[ENxINPCR] \langle SYNCNCZEN \rangle = 0$)
- サンプリング許可信号の"Low"期間にノイズ除去タイマーをクリア($[ENxINPCR] \langle SYNCNCZEN \rangle = 1$)

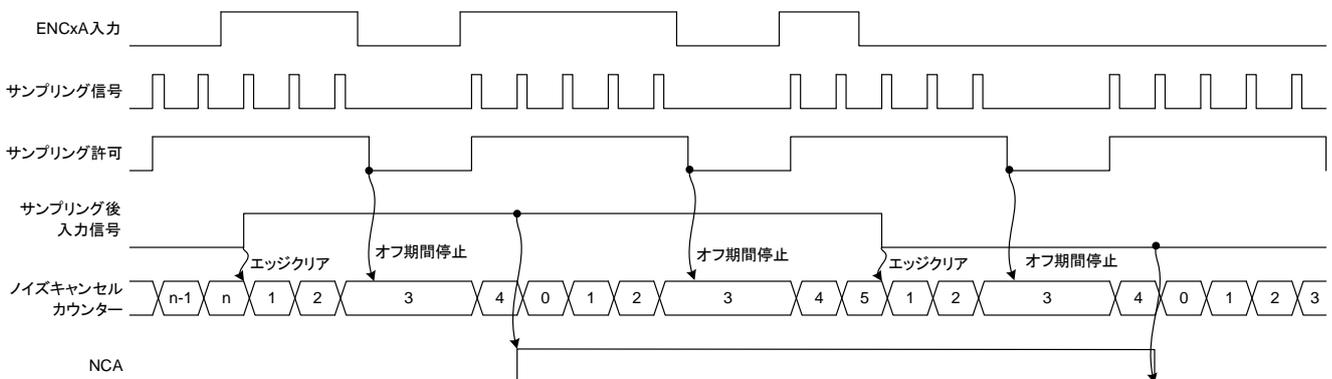


図 3.17 ノイズキャンセル(PWMオン期間サンプリング、PWMオフ期間停止、 $\langle NCT[6:0] \rangle = 0x04$)

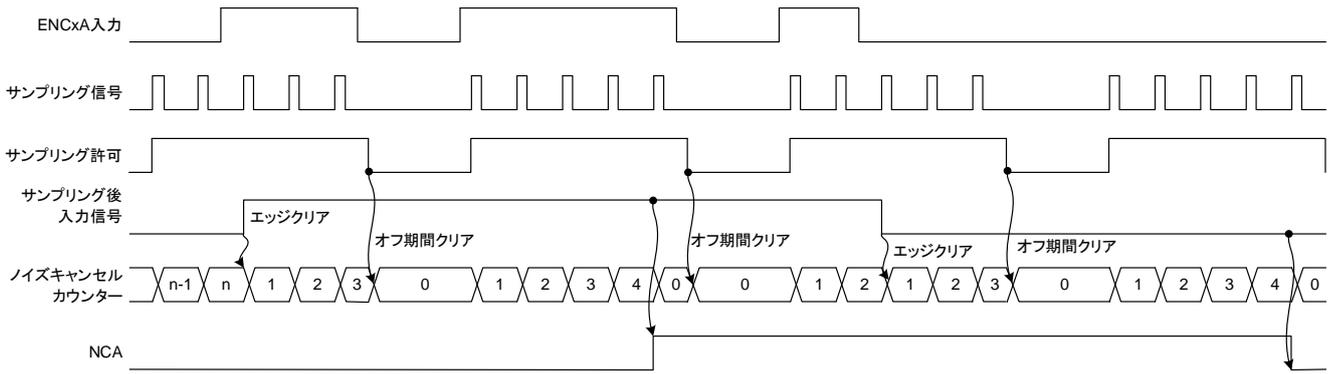


図 3.18 ノイズキャンセル(PWMオン期間サンプリング、PWMオフ期間クリア、<NCT[6:0]> = 0x04)

3.3.2. デコーダー

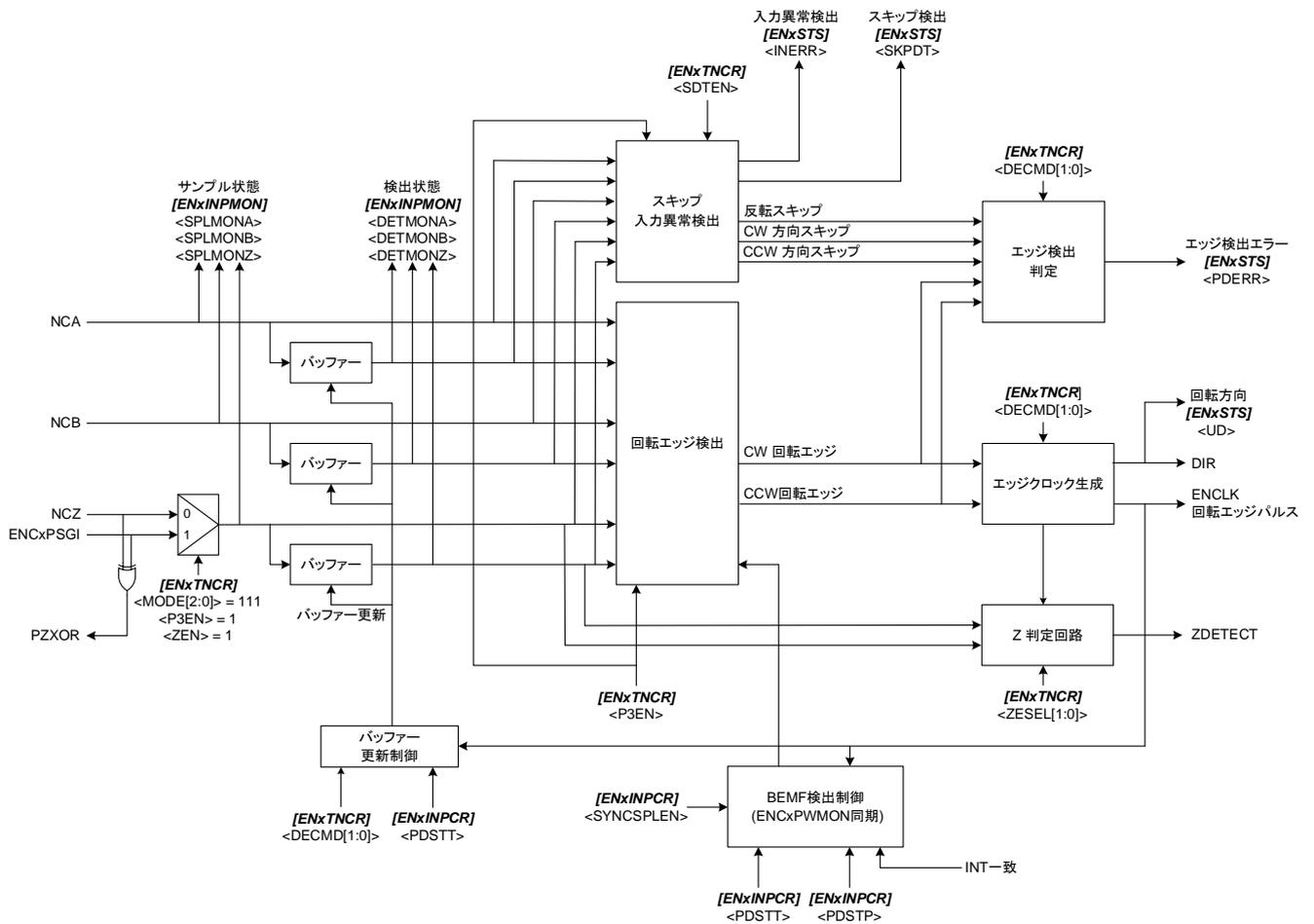


図 3.19 デコーダー構成

デコーダーは、ノイズ除去後の2相または3相入力信号から、回転エッジ検出および回転方向判定を行います。また、エンコーダーモードのENCxZ検出、タイマーモード/位相カウンタモード時のENCxZ信号のエッジ検出を行います。

3.3.2.1. 回転エッジ検出と方向信号生成

(1) 2相デコード($[ENxTNCR] <P3EN> = 0$)

エンコーダーモードとセンサーモード(2相入力)で対応します。

2相デコードでは4つの入力パターンの変化(回転エッジ)を検出します。

CW 方向入力の場合、(1) → (2)、(2) → (3)、(3) → (4)、(4) → (1)の回転エッジを検出し、これらの回転エッジ検出で $[ENxSTS] <UD>$ は"1"に設定されます。

CCW 方向入力の場合、(4) → (3)、(3) → (2)、(2) → (1)、(1) → (4)の回転エッジを検出し、これらの回転エッジ検出で $[ENxSTS] <UD>$ は"0"にクリアされます。

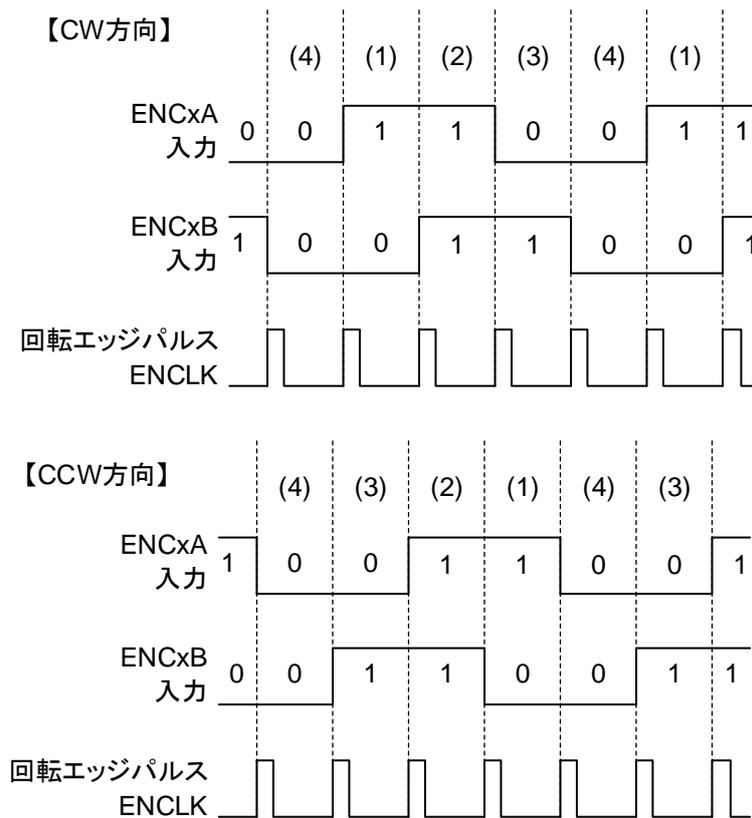


図 3.20 2相デコーダー波形

(2) 3相デコード($[ENxTNCr] \langle P3EN \rangle = 1$)

センサーモード(3相入力)で対応します。

3相デコードでは6つの入力パターンの変化(回転エッジ)を検出します。

CW 方向の場合、(1) → (2)、(2) → (3)、(3) → (4)、(4) → (5)、(5) → (6)、(6) → (1)の回転エッジを検出し、これらの回転エッジ検出で $[ENxSTS] \langle UD \rangle$ は"1"を設定されます。

CCW 方向の場合、(6) → (5)、(5) → (4)、(4) → (3)、(3) → (2)、(2) → (1)、(1) → (6)の回転エッジを検出し、これらの回転エッジ検出で $[ENxSTS] \langle UD \rangle$ は"0"を設定されます。

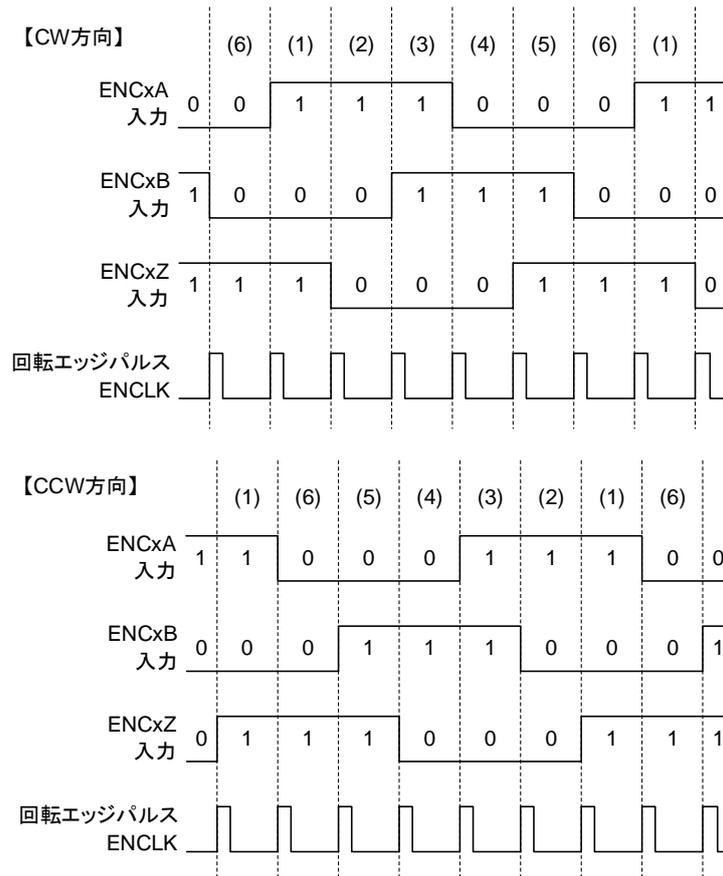


図 3.21 3相デコーダー波形

3.3.2.2. Z 判定回路

ENCxZ 入力のエッジを検出します。 $[ETNCr] \langle ZEN \rangle = 1$ の場合に ENCxZ 入力が有効になります。

- エンコーダーモード

ENCxA/ENCxB 入力が CW 方向の場合は立ち上がりエッジを検出し、CCW 方向の場合は立ち下がりエッジを検出します。

$[ENxTNCr] \langle ZEACT \rangle$ で ENCxZ 入力の入力論理を選択できます。
- タイマーモード、位相カウンタモード

$[ENxTNCr] \langle ZESEL[1:0] \rangle$ で立ち上がりエッジ検出、立ち下がりエッジ検出および両エッジ検出を選択できます。

3.3.2.3. スキップ判定と入力異常判定

(1) スキップ判定

$[ENxTNCr]<SDTEN> = 1$ で有効になります。

- 2相デコード($[ENxTNCr]<P3EN> = 0$)時のスキップ検出の組み合わせ

反転スキップ検出: (1) → (3)、(2) → (4)、(3) → (1)、(4) → (2)

- 3相デコード($[ENxTNCr]<P3EN> = 1$)時のスキップ検出の組み合わせ

CW 方向スキップ検出: (1) → (3)、(2) → (4)、(3) → (5)、(4) → (6)、(5) → (1)、(6) → (2)

CCW 方向スキップ検出: (1) → (5)、(2) → (6)、(3) → (1)、(4) → (2)、(5) → (3)、(6) → (4)

反転スキップ検出: (1) → (4)、(4) → (1)、(2) → (5)、(5) → (2)、(3) → (6)、(6) → (3)

- スキップ検出フラグ($[ENxSTS]<SKPDT> = 1$)が"1"にセットされる組み合わせ

CW 方向スキップ検出: (1) → (3)、(2) → (4)、(3) → (5)、(4) → (6)、(5) → (1)、(6) → (2)

CCW 方向スキップ検出: (1) → (5)、(2) → (6)、(3) → (1)、(4) → (2)、(5) → (3)、(6) → (4)

(2) 入力異常判定

センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)で3相デコードのときに3入力が全て"0"または全て"1"に変わるエッジ検出で入力異常と判定します。入力異常と判定すると $[ENxSTS]<INERR>$ が"1"にセットされます。

3.3.2.4. エッジ検出エラー判定

$[ENxTNCr]<DECMD[1:0]>$ の設定で方向指定をしたときに、指定外の方向検出でエラーと判定します。エラー判定は割り込み要因となります。エッジ検出エラーで $[ENxSTS]<PDERR>$ が"1"にセットされます。

- スキップ検出禁止($[ENxTNCr]<SDTEN> = 0$)

CW 回転エッジ検出時($[ENxTNCr]<DECMD[1:0]> = 01$):

CCW の回転エッジでエラー発生

CCW 回転エッジ検出時($[ENxTNCr]<DECMD[1:0]> = 10$):

CW の回転エッジでエラー発生

- スキップ検出許可($[ENxTNCr]<SDTEN> = 1$)

CW 回転エッジ検出時($[ENxTNCr]<DECMD[1:0]> = 01$):

CCW 方向スキップ、反転スキップおよび CCW 回転エッジでエラー発生

CCW 回転エッジ検出時($[ENxTNCr]<DECMD[1:0]> = 10$):

CW 方向スキップ、反転スキップおよび CW 回転エッジでエラー発生

3.3.2.5. バッファ更新制御

$[ENxTNCR]<DECMD[1:0]> = 00$ に設定すると、バッファは常に f_{sys} ごとに更新されます。この場合、回転エッジ判定とスキップ判定は入力信号の変化で判定します。

$<DECMD[1:0]>$ を"00"以外に設定すると、バッファは回転エッジ検出時のみ更新されます。このため、エッジ判定とスキップ判定はバッファが保持している、前の回転エッジ検出時の状態($[ENxINPMON]<DETMONA>$ 、 $<DETMONB>$ 、 $<DETMONZ>$)と現在の入力状態($[ENxINPMON]<SPLMONA>$ 、 $<SPLMONB>$ 、 $<SPLMONZ>$)とで判定します。

3.3.2.6. BEMF 検出制御

センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)の場合に PWM 同期サンプリング($[ENxINPCR]<SYNCSPLEN> = 1$)にすると有効になり、回転エッジ検出を停止(中断)したり開始(再開)したりすることができます。

この制御は、モーター制御回路(PMD)を使って矩形波駆動している BLDC モーターの誘起電圧(BEMF)から位置検出する場合(位置センサーレス制御)に使用します。

(1) 回転エッジ検出開始

- コマンド動作: $[ENxINPCR]<PDSTT>$ に"1"書き込み時
- イベント動作: カウンター回路からの INT コンペア一致時

(2) 回転エッジ検出停止

- コマンド動作: $[ENxINPCR]<PDSTP>$ に"1"書き込み時
- イベント動作: 回転エッジ検出時

3.3.3. カウンター

カウンター回路はクロック生成部、カウンター部、コンペア機能およびキャプチャー機能などで構成され、動作モードによって使用できる機能が異なります。

3.3.3.1. エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)

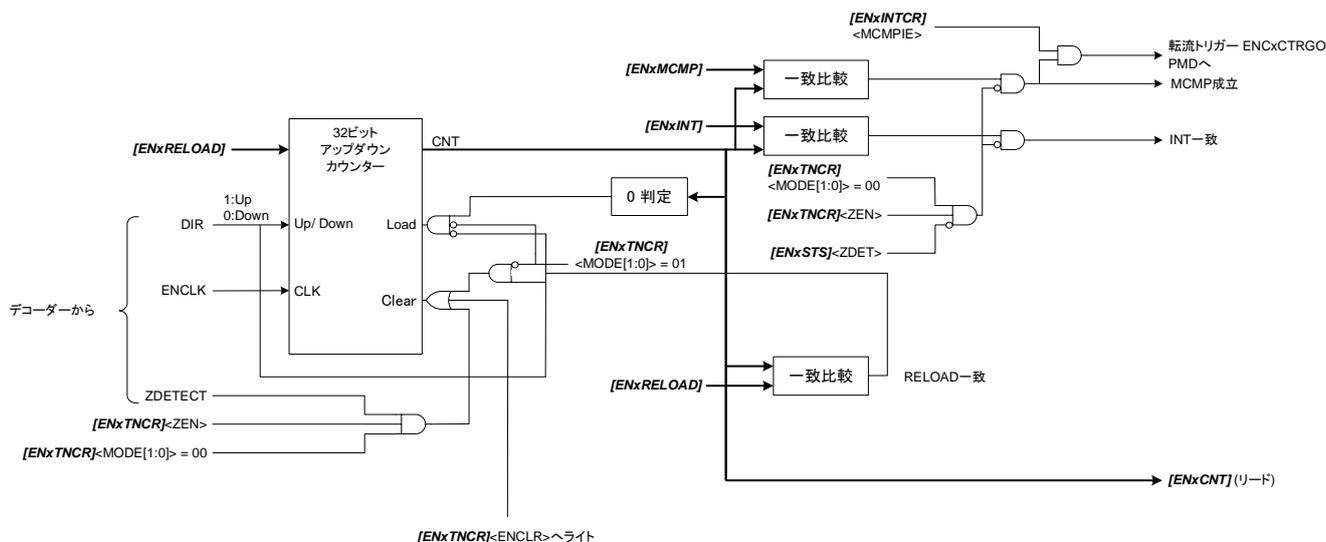


図 3.22 カウンター構成(エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント))

デコーダーからの回転エッジパルス(ENCLK)と回転方向信号(DIR)で動作する 32 ビットアップダウンカウンター、3 種類([ENxRELOAD]、[ENxINT]、[ENxMCMP])のコンペア機能で構成されます。

エンコーダーモードの場合、CW 回転時は[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>の値と一致でカウンターをクリアし、CCW 回転時はカウンターの"0x00000000"判定で[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>の値をカウンターにロードします。

エンコーダーモードで Z 検出許可([ENxTNCR]<ZEN> = 1)の場合、エンコーダー入力許可([ENxTNCR]<ENRUN> = 1)してから最初の ENCxZ エッジ検出までの[ENxINT]<INT[31:0]>の値との一致と[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>の値との一致は無視されます。

カウンターレジスター([ENxCNT]<CNT[31:0]>)をリードするとアップダウンカウンターの値を読み出せます。

[ENxINTCR]<MCMPIE> = 1 に設定すると MCMP コンペア一致信号を PMD 回路の転流トリガーに使用できます。

3.3.3.2. センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード

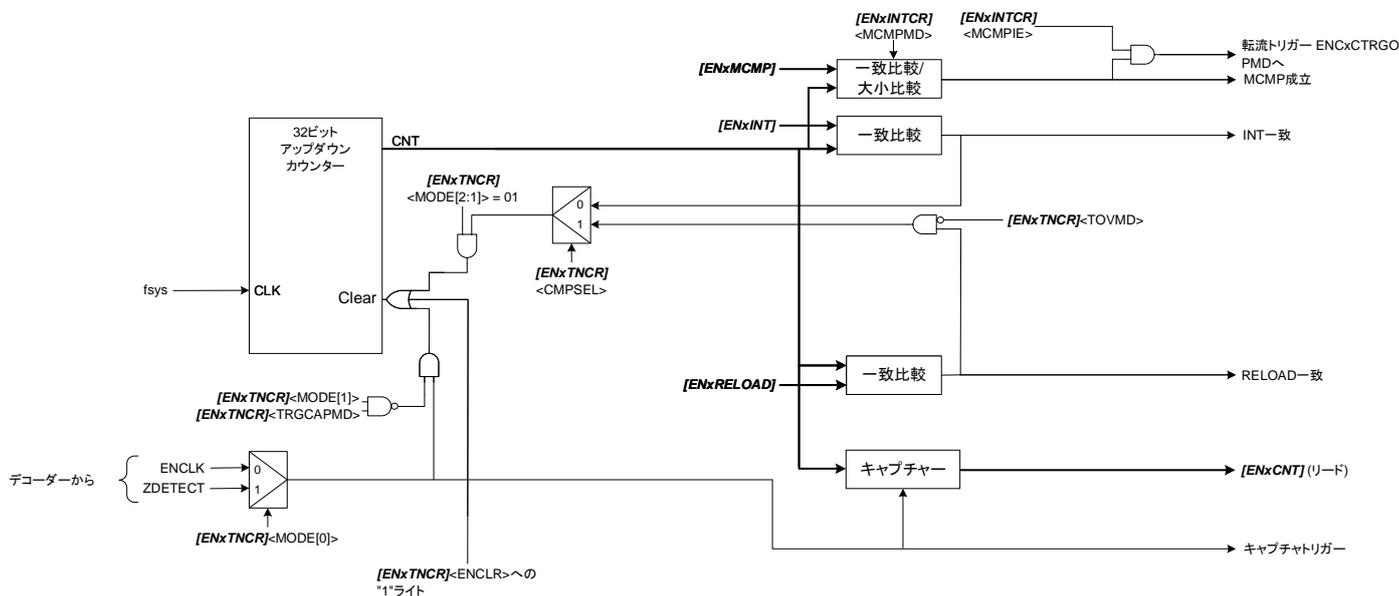


図 3.23 カウンター構成(センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード)

システムクロック (fsys) で動作する 32 ビットカウンター、3 種類 ($[ENxRELOAD]$ 、 $[ENxINT]$ 、 $[ENxMCMP]$) のコンペア機能、キャプチャー機能で構成されます。

MCMP コンペア機能は一致比較と大小比較を選択できます。大小比較 ($[ENxTNCR]<MCMPMD> = 1$) の場合は、 $[ENxMCMP]<MCMP[31:0]>$ に値を設定することで比較を開始し、条件成立により MCMP 成立信号を出力して比較を終了します。

タイマーモードでは、INT 一致または RELOAD 一致でカウンタークリアできます。

センサーモード(タイマーカウント)の場合は回転エッジ検出(ENCLK)でカウンターキャプチャーおよびカウンタークリアし、タイマーモードの場合はZエッジ検出(ZDETECT)でカウンターキャプチャーおよびカウンタークリアできます。カウンターレジスタ ($[ENxCNT]<CNT[31:0]>$) をリードするとキャプチャー値を読み出せます。

$[ENxINTCR]<MCMPD> = 1$ に設定すると MCMP コンペア一致信号を PMD 回路の転流トリガーに使用できます。

3.3.3.3. センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード

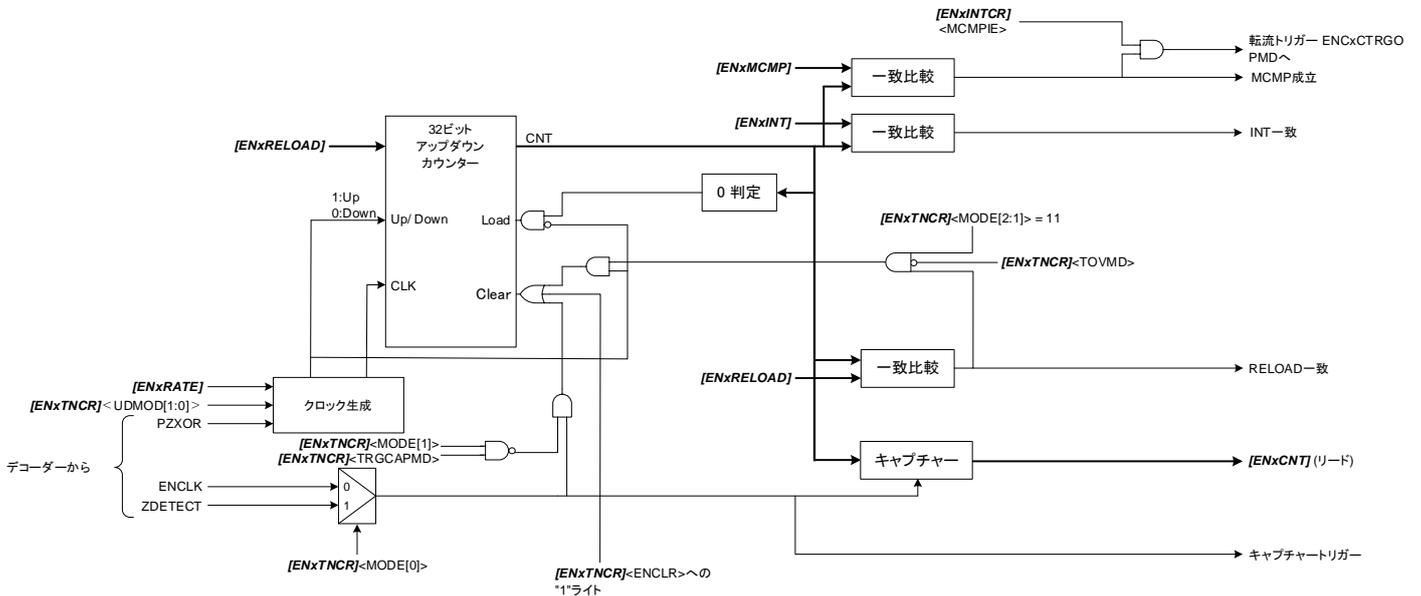


図 3.24 カウンター構成(センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード)

[ENxRATE]<RATE[15:0]>の設定によりカウンタークロックを生成するクロック生成回路、クロック生成回路からのクロック信号と方向信号で動作する 32 ビットアップダウンカウンタ、[ENxRELOAD]、[ENxINT]、[ENxMCMP]との 3 種類的一致比較器、キャプチャー機能で構成されます。

カウンタークロックは[ENxRATE]<RATE[15:0]>で任意に設定します。

アップダウンカウントは[ENxTNCR]<UDMOD[1:0]>で設定します。ただし、位相カウンターモード(位相差測定) ([ENxTNCR]<MODE[2:0]> = 111、<ZEN> = 1、<P3EN> = 1)では PZXOR 信号でアップダウン制御されます。

アップカウント設定時は RELOAD コンペア一致でカウンタークリアし、ダウンカウント設定時は "0x00000000" との一致で[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>の値をカウンタークリアします。

センサーモード(位相カウント)の場合は回転エッジ検出(ENCLK)でカウンタークリアおよびカウンタークリアし、位相カウンターモードの場合は Zエッジ検出(ZDETECT)でカウンタークリアおよびカウンタークリアできます。カウンタークリアレジスタ([ENxCNT]<CNT[31:0]>)をリードするとキャプチャー値を読み出せます。

[ENxINTCR]<MCMPIE> = 1 に設定すると MCMP コンペア一致信号を PMD 回路の転流トリガーに使用できます。

3.3.4. 割り込み制御

6 種類の割り込み要因から 2 種類の割り込みを出力します。割り込みは割り込み制御レジスター ($[ENxINTCR]$) で要因別に出力許可し、発生要因は割り込みフラグ ($[ENxINTF]$) で確認できます。

割り込みフラグレジスター ($[ENxINTF]$) は割り込み要因の発生でセットされ、レジスターリードでクリアされます。

表 3.2 割り込み要因一覧

割り込み要因	説明	モード	割り込み許可 $[ENxINTCR]$	要因別フラグ $[ENxINTF]$	割り込み出力
分周パルス	回転エッジパルスを、 $[ENxTNCR]$ $\langle ENDEV[2:0] \rangle$ の設定により 1 分周 ~ 128 分周して、通知します。	エンコーダーモード センサーモード(イベントカウント)	$\langle TPLSIE \rangle$	$\langle TPLSF \rangle$	INTENCx0
キャプチャー	外部トリガー(ENCxZ 入力)でキャプチャーが行われたことを通知します。	タイマーモード 位相カウンターモード	$\langle CAPIE \rangle$	$\langle CAPF \rangle$	INTENCx0
	回転エッジパルス(ENCLK)でキャプチャーが行われたことを通知します。	センサーモード(タイマーカウント) センサーモード(位相カウント)			
検出エラー	エッジ検出エラー ($[ENxSTS] \langle PDERR \rangle$) またはスキップ検出 ($[ENxSTS] \langle SKPDT \rangle$) の発生を通知します。	エンコーダーモード センサーモード(イベントカウント、 タイマーカウント、位相カウント)	$\langle ERRIE \rangle$	$\langle ERRF \rangle$	INTENCx0
INT 一致	$[ENxINT] \langle INT[31:0] \rangle$ とカウンター値が一致したことを通知します。	全てのモード	$\langle CMPIE \rangle$	$\langle INTCPF \rangle$	INTENCx1
RELOAD 一致	$[ENxRELOAD] \langle RELOAD[31:0] \rangle$ とカウンター値が一致したことを通知します。	センサーモード (タイマーカウント、位相カウント) タイマーモード 位相カウンターモード(位相測定)	$\langle RLDIE \rangle$	$\langle RLDCPF \rangle$	INTENCx1
MCMP 成立	$[ENxTNCR] \langle MCMPMD \rangle = 0$ の場合、 $[ENxMCMP] \langle MCMP[31:0] \rangle$ とカウンター値が一致したことを通知し、 $\langle MCMPMD \rangle = 1$ の場合、カウンター値が $[ENxMCMP] \langle MCMP[31:0] \rangle$ 値以上になったことを通知します。	センサーモード(タイマーカウント) タイマーモード	$\langle MCMPIE \rangle$	$\langle MCMPF \rangle$	INTENCx1
	$[ENxMCMP] \langle MCMP[31:0] \rangle$ とカウンター値が一致したことを通知します。	エンコーダーモード センサーモード (イベントカウント、位相カウント) 位相カウンターモード			

表 3.3 モード別割り込み要因一覧

モード	割り込み要因
エンコーダーモード	分周パルス、検出エラー、INT 一致、MCMP 成立
センサーモード(イベントカウント)	分周パルス、検出エラー、INT 一致、MCMP 成立
センサーモード(タイマーカウント)	キャプチャー、検出エラー、INT 一致、RELOAD 一致、MCMP 成立
センサーモード(位相カウント)	キャプチャー、検出エラー、INT 一致、RELOAD 一致、MCMP 成立
タイマーモード	キャプチャー、INT 一致、RELOAD 一致、MCMP 成立
位相カウンターモード	キャプチャー、INT 一致、RELOAD 一致、MCMP 成立

4. レジスター説明

4.1. レジスター一覧

制御レジスターとアドレスは以下のとおりです。

周辺機能		チャンネル/ユニット	ベースアドレス		
			TYPE1	TYPE2	TYPE3
アドバンストエンコーダー 入力回路(32-bit)	A-ENC32-A	ch0	0x400F7000	0x400EA000	0x4008A000
		ch1	-	0x400EA400	0x4008A400
		ch2	-	0x400EA800	0x4008A800
		ch3	-	0x400EAC00	0x4008AC00

注) 製品によって搭載されるチャンネル/ユニットおよびベースアドレスタイプは異なります。
詳細はリファレンスマニュアル「製品個別情報」を参照してください。

レジスター名		アドレス(Base+)
A-ENC32-A 制御レジスター	[ENxTNCR]	0x0000
RELOAD コンペアレジスター	[ENxRELOAD]	0x0004
INT コンペアレジスター	[ENxINT]	0x0008
カウンターレジスター	[ENxCNT]	0x000C
MCMP コンペアレジスター	[ENxMCMP]	0x0010
位相カウントレートレジスター	[ENxRATE]	0x0014
ステータスレジスター	[ENxSTS]	0x0018
入力処理制御レジスター	[ENxINPCR]	0x001C
サンプルディレイレジスター	[ENxSMPDLY]	0x0020
入力モニターレジスター	[ENxINPMON]	0x0024
サンプルクロック制御レジスター	[ENxCLKCR]	0x0028
割り込み制御レジスター	[ENxINTCR]	0x002C
割り込みフラグレジスター	[ENxINTF]	0x0030

注) 動作中に書き換えが可能であるレジスターは、[ENxTNCR]<SFTCAP>、<ENRUN>、<ENCLR>、
[ENxINPCR]<PDSTP>、<PDSTT> です。
上記以外のレジスターは、動作中に書き換え禁止です。

4.2. レジスター詳細

レジスター機能で動作モード別の説明は、動作モードを[xx モード]で示してから説明を記載しています。

4.2.1. [ENxTNCR] (A-ENC32-A 制御レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:29	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
28	CMPSEL	0	R/W	<p>[タイマーモード] カウンタークリア条件 0: [ENxINT]<INT[31:0]>一致 1: [ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>一致 <CMPSEL> = <TOVMD> = 1 の場合はクリアされません。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード] 設定に関わらず、CW 回転時の[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>一致。</p> <p>[センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント)] 各コンペア一致によりカウンターはクリアされません。</p>
27:26	UDMD[1:0]	00	R/W	<p>[センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード(位相測定)] アップ/ダウンカウント制御 00: アップカウント 01: ダウンカウント 10、11: [ENxRATE]<RATE[15:0]>でアップ/ダウン制御 "10"、"11"を設定すると、[ENxRATE]<RATE[15:0]>の設定値は2の補数になります。[ENxRATE]<RATE[15:0]> < 0 の場合ダウンカウント、[ENxRATE]<RATE[15:0]> ≥ 0 の場合アップカウントします。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)、位相カウンターモード(位相差測定)] 自動判定します。(「3.3.2.1 回転エッジ検出と方向信号生成」を参照してください)</p> <p>[センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード] アップカウントします。</p>

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
25	TOVMD	0	R/W	<p>RELOAD 一致時の動作設定</p> <p>[センサーモード(タイマーカウント)] 0: カウント継続 1: カウント停止 カウント停止の場合、停止状態からカウントを再開するにはソフトクリアで一致状態を解除します。</p> <p>[タイマーモード、センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード(位相測定)] 0: カウンタークリアし、カウント継続 1: カウント停止 カウント停止の場合、停止状態からカウントを再開するにはソフトクリアで一致状態を解除します。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)、位相カウンターモード(位相差測定)] 使用できません。 エンコーダーモードでは<TOVMD>設定に関係なく、CW 方向の場合、カウンタークリアしてカウント継続、CCW 方向の場合、カウント継続します。 センサーモード(イベントカウント)、位相カウンターモード(位相差測定)では RELOAD 一致は使用できません。</p>
24	MCMPMD	0	R/W	<p>[センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード] [ENxMCMP]レジスターの比較モード 0: 一致比較($[ENxMCMP] < MCMP[31:0] = \text{カウンター値}$) 1: 大小比較($[ENxMCMP] < MCMP[31:0] \leq \text{カウンター値}$) アップカウンター時のみ大小比較可能です。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント、位相カウント)、位相カウンターモード] 設定に関わらず一致比較です。</p>
23:22	DECMD[1:0]	00	R/W	<p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)] デコーダー検出方向選択 00: CW、CCW 回転エッジ検出 入力信号(ENCxA、ENCxB、ENCxZ)の変化を検出 01: CW 回転エッジ検出 前回回転エッジ検出状態からの入力信号の変化検出 (検出結果保持) 10: CCW 回転エッジ検出 前回回転エッジ検出状態からの入力信号の変化検出 (検出結果保持) 11: CW、CCW 回転エッジ検出 前回回転エッジ検出状態からの入力信号の変化検出 (検出結果保持)</p> <p>[タイマーモード、位相カウンターモード] <DECMD[1:0]>を"00"に設定してください。</p>

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
21	SDTEN	0	R/W	<p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)] スキップ検出 0: 検出禁止 1: 検出許可</p> <p>詳細は「3.3.2.3. スキップ判定と入力異常判定」を参照してください。 その他のモードでは<SDTEN>を"0"に設定してください。</p>
20	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
19:17	MODE[2:0]	000	R/W	<p>動作モード設定 000: エンコーダーモード 001: センサーモード(イベントカウント) 010: センサーモード(タイマーカウント) 011: タイマーモード 100: Reserved 101: Reserved 110: センサーモード(位相カウント) 111: 位相カウンタモード</p> <p>位相カウンタモードのとき、<ZEN> = <P3EN> = 1 の場合、"位相差測定"になります。</p> <p>動作モードは<MODE[2:0]>、<P3EN>、<ZEN>により決定し、全部で13種類の設定があります。(「表 3.1 動作モードの設定」を参照してください)</p>
16	P3EN	0	R/W	<p>[センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)] デコードモード設定(2相/3相入力選択) 0: 2相デコード 1: 3相デコード</p> <p>[位相カウンタモード(位相差測定)] <P3EN>、<ZEN>を"1"に設定してください。</p> <p>[エンコーダーモード、タイマーモード、位相カウンタモード(位相差測定)] <P3EN>を"0"に設定してください。(「表 3.1 動作モードの設定」を参照してください)</p>
15:13	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
12	TRGCAPMD	0	R/W	<p>[センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)、タイマーモード、位相カウンタモード] トリガーキャプチャー動作選択 回転エッジパルスおよび ENCxZ 入力によるキャプチャーのときの動作選択 0: キャプチャー & カウンタークリア 1: キャプチャーのみ</p> <p>センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)の回転エッジ検出時および、タイマーモード、位相カウンタモードで ENCxZ 入力許可時のトリガーキャプチャー動作を選択します。 ソフトキャプチャーの場合、カウンタークリアしません。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)] キャプチャーしません。</p>

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
11	SFTCAP	0	W	<p>[センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)、タイマーモード、位相カウンターモード] ソフトキャプチャー実行 0: 意味を持ちません 1: カウンター値をキャプチャーします "1"を書き込むとカウンター値をキャプチャーします。キャプチャー値の取り出しは[ENxCNT]<CNT[31:0]>をリードします。リードすると"0"が読めます。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)] <SFTCAP>を"0"に設定してください。</p>
10	ENCLR	0	W	<p>カウンタークリア 0: 意味を持ちません 1: クリア "1"を書き込むと、カウンターは"0x00000000"にクリアされます。クリアされた後は、再びカウントを始めます。リードすると"0"が読めます。 <SFTCAP>と<ENCLR>は、同時に"1"を設定しないでください。</p>
9:8	ZESEL[1:0]	00	R/W	<p>[タイマーモード、位相カウンターモード] ENCxZ 入力許可のとき(<ZEN> = 1)の検出エッジを選択します。(ENCxZ 入力/ENCxPSGI 入力) 00: Reserved 01: 立ち上がりエッジ検出 10: 立ち下がりエッジ検出 11: 両エッジ検出 位相差測定モードでは、検出対象が ENCxPSGI 入力になります。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)] <ZESEL[1:0]>に"00"を設定ください。</p>
7	ZEN	0	R/W	<p>[エンコーダーモード、タイマーモード、位相カウンターモード(位相測定)] ENCxZ 入力許可 0: ENCxZ 入力無効 1: ENCxZ 入力有効</p> <p>[位相カウンターモード(位相差測定)] <P3EN>と<ZEN>に"1"を設定してください。</p> <p>[センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)] <ZEN>に"0"を設定してください。 (「表 3.1 動作モードの設定」を参照してください)</p>
6	ENRUN	0	R/W	<p>エンコーダー入力回路の許可 0: 禁止 1: 許可</p>

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能								
5	ZEACT	0	R/W	<p>[エンコーダーモード] ENCxZ のアクティブレベル選択 0: High アクティブ入力(正論理) 1: Low アクティブ入力(負論理) エンコーダーモードで ENCxZ 入力有効(<ZEN> = 1)の場合に有効です。</p> <p>[センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)、タイマーモード、位相カウンターモード] <ZEACT>の値によらず、High アクティブ入力(正論理)になります。</p>								
4:3	—	0	R	リードすると"0"が読めます。								
2:0	ENDEV[2:0]	000	R/W	<p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)] 回転エッジパルスの分周出力(ENCxTIMPLS)の分周比 この設定に従って回転エッジパルスが分周され、割り込み要因として使用されます。</p> <table border="0"> <tr> <td>000: 1 分周</td> <td>100: 16 分周</td> </tr> <tr> <td>001: 2 分周</td> <td>101: 32 分周</td> </tr> <tr> <td>010: 4 分周</td> <td>110: 64 分周</td> </tr> <tr> <td>011: 8 分周</td> <td>111: 128 分周</td> </tr> </table> <p>[センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)、タイマーモード、位相カウンターモード] 分周出力はありません。</p>	000: 1 分周	100: 16 分周	001: 2 分周	101: 32 分周	010: 4 分周	110: 64 分周	011: 8 分周	111: 128 分周
000: 1 分周	100: 16 分周											
001: 2 分周	101: 32 分周											
010: 4 分周	110: 64 分周											
011: 8 分周	111: 128 分周											

注) <ENRUN> = 1 に設定するときは、他のビットを同時に変更しないでください。<ENRUN>以外の動作設定は<ENRUN> = 1 に設定する前に行ってください。

4.2.2. [ENxRELOAD] (RELOAD コンペアレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	RELOAD[31:0]	0x00000000	R/W	<p>[エンコーダーモード] カウンターの最大値を設定します。 [ENxTNCr]<ZEN> = 1 の場合: (1 回転分の入力パルス数) × 4 を設定します。 [ENxTNCr]<ZEN> = 0 の場合: (1 回転分の入力パルス数) × 4 - 1 を設定します。</p> <p>[センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード(位相測定)] カウンターの最大値(1 回転分のカウント範囲)を設定します。 [ENxINTCr]<RLDIE> = 1 の場合、一致で INTENCx1 割り込みが発生します。</p> <p>[センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード] カウンター値との比較レジスターとして使用します。 [ENxINTCr]<RLDIE> = 1 の場合、一致で INTENCx1 割り込みが発生します。</p> <p>[センサーモード(イベントカウント)、位相カウンターモード(位相差測定)] 使用しません。</p>

4.2.3. [ENxINT] (INT コンペアレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	INT[31:0]	0x00000000	R/W	<p>[エンコーダーモード] カウンター値と一致すると、[ENxINTF]<INTCPF>が"1"にセットされます。[ENxINTCr]<CMPIE> = 1 の場合、INTENCx1 割り込みが発生します。ただし、[ENxTNCr]<ZEN> = 1 のときは、[ENxSTS]<ZDET>が"1"になるまでの一致では割り込みは発生しません。</p> <p>[センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント)、タイマーモード] カウンター値と一致すると、<INTCPF>が"1"にセットされます。 <CMPIE> = 1 の場合、INTENCx1 割り込みが発生します。</p> <p>[センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード] カウンター値と一致の時に、<INTCPF>が"1"にセットされます。 <CMPIE> = 1 の場合、INTENCx1 割り込みが発生します。 [ENxTNCr]<TOVMD> = 1 (RELOAD 一致でカウンターが停止)の場合、<INT[31:0]>の設定値が[ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>の値と同じ場合、INTENCx1 割り込みは発生しません。</p>

注) センサーモード(位相カウント、タイマーカウント)の場合は BEMF 制御に使用します(「3.3.2.6. BEMF 検出制御」を参照してください)。

4.2.4. [ENxCNT](カウンターレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	CNT[31:0]	0x00000000	R	<p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)] 回転エッジパルスのカウンター値を読み出すことができます。</p> <p>[センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)] 回転エッジパルス(ENCLK)により内部カウンターをキャプチャーした値、または、[ENxTNCr]<SFTCAP>に"1"を書きこむことで内部カウンターをソフトキャプチャーした値を読み出すことができます。</p> <p>[タイマーモード、位相カウンターモード(位相測定)] <SFTCAP>に"1"を書きこむことで内部カウンターをソフトキャプチャーした値を読み出すことができます。[ENxTNCr]<ZEN> = 1 のときは、[ENxTNCr]<ZESEL[1:0]>で指定された ENCxZ のエッジ(ZDETECT のタイミング)でもキャプチャーされます。</p> <p>[位相カウンターモード(位相差測定)] <SFTCAP>に"1"を書きこむことで内部カウンターをソフトキャプチャーした値を読み出すことができます。<ZESEL[1:0]>で指定された ENCxPSGI 信号のエッジ(ZDETECT のタイミング)でもキャプチャーされます。</p>

4.2.5. [ENxMCMP](MCMP コンペアレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	MCMP[31:0]	0x00000000	R/W	<p>[センサーモード(タイマーカウント)、タイマーモード] カウンター値と比較し条件成立すると、[ENxINTF]<MCMPF>が"1"にセットされます。[ENxINTCr]<MCMPiE> = 1 の場合、INTENCx1 割り込みが発生します。</p> <p>大小比較モード([ENxTNCr]<MCMPMD> = 1) <MCMP[31:0]> ≥ カウンター値が成立したときに 1 パルスが発生します。レジスター書き込みごとに 1 度だけパルスが発生します。</p> <p>一致比較モード([ENxTNCr]<MCMPMD> = 0) カウンター値と一致すると一致信号が発生します。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)] カウンター値と一致すると、[ENxINTF]<MCMPF>が"1"にセットされます。[ENxINTCr]<MCMPiE> = 1 の場合、INTENCx1 割り込みが発生します。</p> <p>[センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード] カウンター値と一致した次のカウント時に、[ENxINTF]<MCMPF>が"1"にセットされます。[ENxINTCr]<MCMPiE> = 1 の場合、INTENCx1 割り込みが発生します。</p> <p>[ENxTNCr]<TOVMD> = 1 (RELOAD 一致でカウンターが停止)の場合、<MCMP[31:0]> = [ENxRELOAD]<RELOAD[31:0]>に設定しないでください。</p>

注) センサーモード(タイマーカウント)およびタイマーモードで、[ENxMCMP]レジスターの比較モードを大小比較設定とした場合、MCMP 比較成立と同時に[ENxMCMP]の値を書き換えた場合は、書き換え後の[ENxMCMP]の値による MCMP 比較成立の割り込みは発生しません。また、MCMP 比較成立フラグ[ENxINTF]<MCMPiF>もセットされません。

4.2.6. [ENxRATE] (位相カウントレートレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:16	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
15:0	RATE[15:0]	0x0000	R/W	<p>[センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード] カウンターのカウント周波数を設定します。 生成クロック周波数: $f_{sys} \times \langle \text{RATE}[15:0] \rangle / 2^{16}$</p> <p>[ENxTNCR] <UDMD>の設定により、<RATE[15:0]>の設定値の符号の有無を選択できます。負の場合、カウンターはダウンカウントします。</p> <p><UDMD> = 0x の場合: 符号なし、0 以上/1.0 未満(0x0000 ~ 0xFFFF)</p> <p><UDMD> = 1x の場合: 符号あり、-0.5 以上/0.5 未満(0x8000 ~ 0x7FFF、2 の補数)</p> <p><RATE[15:0]> = 0x0000 の場合は、[ENxCNT] <CNT[31:0]>は、カウントしません。</p> <p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)、タイマーカウント)、タイマーモード] 使用しません。</p>

4.2.7. [ENxSTS](ステータスレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:15	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
14	REVERR	0	R	<p>[センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)] 両方向検出したときの<UD>の反転フラグ(注 1)(注 2) 0: - 1: <UD>反転発生</p> <p>[ENxTNCR]<ENRUN> = 0 のときは常に"0"がセットされます。 <ENRUN>を"1"に設定後、最初の回転エッジパルス(ENCLK)では <REVERR>はセットされません。</p> <p>エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)、タイマーモード および位相カウンターモードの場合、このビットは意味を持ちません。</p>
13	UD	0	R	<p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント、タイマーカウ ント、位相カウント)] 回転方向判定状態 0: CCW 方向(反時計回り) 1: CW 方向(時計回り)</p> <p>モーターがCW方向に回転しているときは"1"、CCW方向に回転してい るときは"0"がセットされます。</p> <p>また、[ENxTNCR]<ENRUN> = 0 のときは常に"0"がセットされます。</p>
12	ZDET	0	R	<p>[エンコーダーモード] ENCxZ 入力通過検出 0: エンコーダー入力許可後、ENCxZ 入力未検出 1: ENCxZ 入力検出済み</p> <p>[ENxTNCR]<ENRUN> = 0 でクリアされます。</p>
11:3	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
2	SKPDT	0	R	<p>[センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)] スキップ検出許可時のスキップ検出フラグ(注 1) 0: 未検出 1: スキップ検出</p>
1	PDERR	0	R	<p>[エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント、 タイマーカウント、位相カウント)] エッジ検出エラーフラグ(注 1) 0: 未検出 1: エラー検出</p>
0	INERR	0	R	<p>[センサーモード(イベントカウント、タイマーカウント、位相カウント)] 入力異常検出(注 1) 0: 異常未検出 1: 異常検出</p> <p>3相デコード時に3相入力全てがLowまたは全てHighが検出され ると"1"がセットされます。</p>

注 1) レジスターを読むとフラグがクリアされます。

注 2) 動作モード(**[ENxTNCR]<MODE[2:0]>**)を変更した後は、必ず最初にフラグをリードし、"0"に設定してください。

4.2.8. [ENxINPCR] (入力処理制御レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:15	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
14:8	NCT[6:0]	0x00	R/W	ノイズキャンセル時間(注 1) 設定範囲: 0 ~ 127(0x00 ~ 0x7F) 除去時間: 設定値 × サンプルクロック周期 ([ENxCLKCR]<SPLCKS[1:0]>設定による) "0"を設定したときは、ノイズキャンセルしません(ノイズキャンセル回路をスルーします)。 PWM オフエッジサンプルモード時のサンプリングクロックは PWM 信号(ENCxPWMON)になります。
7	PDSTP	0	W	[センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)] PWM 同期サンプリング時の回転エッジ検出停止コマンド(BEMF 検出制御) 0: 意味を持ちません 1: 回転エッジ検出停止 "1"を書き込むと回転エッジ検出を停止します。 リードすると"0"が読めます。 <PDSTP>と<PDSTT>は、同時に"1"を設定しないでください。
6	PDSTT	0	W	[センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)] PWM 同期サンプリング時の回転エッジ検出開始コマンド(BEMF 検出制御) 0: 意味を持ちません 1: 回転エッジ検出開始 "1"を書き込むと回転エッジ検出を開始します。 リードすると"0"が読めます。 <PDSTP>と<PDSTT>は、同時に"1"を設定しないでください。
5:3	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
2	SYNCSPLMD	0	R/W	PWM オン期間サンプリング時のノイズキャンセルカウンタ制御 0: PWM オフ期間カウンタ停止 1: PWM オフ期間カウンタ停止およびクリア PWM オン期間サンプリング選択のとき(<SYNCSPLMD> = 0)と PWM 同期サンプリング許可のとき(<SYNCSPLEN> = 1)に有効です。
1	SYNCSPLEN	0	R/W	PWM 同期サンプリング選択 0: PWM オン期間サンプリング 1: PWM オフエッジサンプリング PWM 同期サンプリング許可のとき(<SYNCSPLEN> = 1)に有効です。
0	SYNCSPLEN	0	R/W	PWM 同期サンプリング許可 0: 連続サンプリング 1: PWM 同期サンプリング(注 1) PMD 回路の PWM 信号(ENCxPWMON)に同期してサンプリングします。(注 2) センサーモード(タイマーカウント、位相カウント)で<SYNCSPLEN>を"1"に設定すると、デコード動作は BEMF 検出制御が有効になります。

注 1) PWM 同期サンプリングのとき(<SYNCSPLEN> = 1)、<NCT[6:0]>を"1"以上に設定してください。

注 2) PMD 回路の詳細はリファレンスマニュアル「プログラマブルモーター制御回路プラス」または「アドバンストプログラマブルモーター制御回路」を参照してください。

4.2.9. [ENxSMPDLY] (サンプルディレイレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:8	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
7:0	SMPDLY[7:0]	0x00	R/W	<p>サンプリング開始遅延時間 設定範囲: 0 ~ 255 (0x00 ~ 0xFF) 遅延時間: 設定値 × サンプリング周期 ([ENxCLKCR]<SPLCKS[1:0]>設定による)</p> <p>PWM オン期間サンプリングのとき、([ENxINPCR]<SYNCSPLEN> = 1、[ENxINPCR]<SYNCSPLMD> = 0)の PWM オン後のサンプリング開始までの遅延時間を設定します。</p>

注) A-ENC32-A 許可後([ENxTNCR]<ENRUN>を"0"から"1"に変更後)、最初のサンプリング開始までの遅延時間は<SMPDLY[7:0]>の設定値と異なることがあります。

4.2.10. [ENxINPMON] (入力モニターレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:7	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
6	DETMONZ	0	R	NCZ の回転エッジ検出状態モニター(注 1)(注 2) 回転エッジ検出時の NCZ の値を保持しています。
5	DETMONB	0	R	NCB の回転エッジ検出状態モニター(注 1)(注 2) 回転エッジ検出時の NCB の値を保持しています。
4	DETMONA	0	R	NCA の回転エッジ検出状態モニター(注 1)(注 2) 回転エッジ検出時の NCA の値を保持しています。
3	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
2	SPLMONZ	0	R	ENCxZ のノイズキャンセル後の状態 ENCxZ 入力のノイズキャンセル後の信号(NCZ)の状態
1	SPLMONB	0	R	ENCxB のノイズキャンセル後の状態 ENCxB 入力のノイズキャンセル後の信号(NCB)の状態
0	SPLMONA	0	R	ENCxA のノイズキャンセル後の状態 ENCxA 入力のノイズキャンセル後の信号(NCA)の状態

注 1) [ENxTNCR]<DECMD[1:0]> = 00 以外で有効です。<DECMD[1:0]> = 00 のときは 1 サイクル前の<SPLMONn>(n = A、B、Z)値を示します。

注 2) [ENxTNCR]<ENRUN>を"1"に変更または[ENxINPCR]<PDSTT>に"1"書き込み後、最初の回転エッジ検出までは 1 サイクル前の<SPLMONn>(n = A、B、Z)値を示します。

4.2.11. [ENxCLKCR] (サンプルクロック制御レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:2	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
1:0	SPLCKS[1:0]	00	R/W	<p>サンプリング周波数</p> <ul style="list-style-type: none"> 00: fsys 01: fsys / 2 10: fsys / 4 11: fsys / 8 <p>ENCxA、ENCxB、ENCxZ 入力のサンプリング周波数を選択します。 PWM 同期サンプリングで PWM オフエッジサンプリング ([ENxINPCR] <SYNCSPLEN> = 1、[ENxINPCR] <SYNCSPLMD> = 1) の場合は無効です。</p>

4.2.12. [ENxINTCR] (割り込み制御レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:6	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
5	MCMPIE	0	R/W	MCMP 成立割り込み許可 0: 禁止 1: 許可 "1"を設定すると、MCMP 成立により INTENCx1 割り込みが発生します。
4	RLDIE	0	R/W	RELOAD 一致割り込み許可 0: 禁止 1: 許可 "1"を設定すると、RELOAD 一致により INTENCx1 割り込みが発生します。 エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)では割り込みは発生しません。
3	CMPIE	0	R/W	INT 一致割り込み許可 0: 禁止 1: 許可 "1"を設定すると、INT 一致により INTENCx1 割り込みが発生します。
2	ERRIE	0	R/W	検出エラー割り込み許可 0: 禁止 1: 許可 "1"を設定すると、エッジ検出エラー([ENxSTS]<PDERR>)またはスキップ検出([ENxSTS]<SKPDT>)により INTENCx0 割り込みが発生します。 タイマーモード、位相カウンターモードでは割り込みは発生しません。
1	CAPIE	0	R/W	キャプチャトリガー割り込み許可 0: 禁止 1: 許可 "1"を設定すると、外部トリガー(ENCxZ 入力)または回転エッジパルス(ENCLK)でのキャプチャーで INTENCx0 割り込みが発生します。 エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)では割り込みは発生しません。
0	TPLSIE	0	R/W	回転エッジ分周割り込み許可 0: 禁止 1: 許可 "1"を設定すると、回転エッジの分周パルスにより INTENCx0 割り込みが発生します。 エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)以外では割り込みは発生しません。

4.2.13. [ENxINTF] (割り込みフラグレジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:6	—	0	R	リードすると"0"が読めます。
5	MCMPF	0	R	MCMP 比較成立フラグ 0: 発生なし 1: 発生
4	RLDCPF	0	R	RELOAD 一致フラグ 0: 発生なし 1: 発生 エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)ではセットされません。
3	INTCPF	0	R	INT 一致フラグ 0: 発生なし 1: 発生
2	ERRF	0	R	検出エラーフラグ 0: 発生なし 1: 発生 タイマーモード、位相カウンターモードではセットされません。
1	CAPF	0	R	キャプチャーフラグ 0: 発生なし 1: 発生 ソフトキャプチャーでは、セットされません。 エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)ではセットされません。
0	TPLSF	0	R	回転エッジ分周パルスフラグ 0: 発生なし 1: 発生 エンコーダーモード、センサーモード(イベントカウント)の場合に有効です。

注) 各フラグは要因の発生でセットされ、[ENxINTF]レジスターをリードするとクリアされます。また [ENxTNCR]<ENRUN> = 0 のときは"0"にクリアされます。

5. 使用上のご注意およびお願い事項

- クロックの供給を停止する場合、A-ENC32-A が停止していることを確認してください。また、ストップモードに遷移する際も同様に A-ENC32-A が停止していることを確認してください。

6. 改訂履歴

表 6.1 改訂履歴

Revision	Date	Description
1.0	2018-05-28	新規
1.1	2018-10-11	<ul style="list-style-type: none"> •2. 構成 修正: 図 2.1 の "割り込み要求" → "割り込み"、図 2.1 の表題 "エンコーダー入力回路ブロック図" → "ENC ブロック図" •3.2.1. エンコーダーモード 修正: "インクリメンタル形エンコーダー入力" → "インクリメンタル形エンコーダー" •3.2.4.1. 位相測定 "ENCxZ 入力端子を" → "ENCxZ 入力を" •3.3.3.1. エンコーダーモード、センサーモード 修正: "Z エッジ検出" → "ENCxZ エッジ検出" •3.3.3.3. センサーモード(位相カウンタ)、位相カウンタモード 修正: 図 3.24 "[<i>ENxRATE</i>]<RATE>" → "[<i>ENxRATE</i>]" 修正: "[<i>ENxRATE</i>]<RATE>" → "[<i>ENxRATE</i>]" •3.3.4. 割り込み制御 修正: 表 3.2 の "割り込み要求出力許可" → "割り込み許可" "割り込み要求出力" → "割り込み出力" "PDERR" → "[<i>ENxSTS</i>]<PDERR>" "SKPDT" → "[<i>ENxSTS</i>]<SKPDT>" •4.1. レジスタ一覧 修正: レジスタ名側の表 "[<i>ENTNCR</i>]" → "[<i>ENxTNCR</i>]"," [<i>ENINPCR</i>]" → "[<i>ENxINPCR</i>]" 修正: 注)の表現を変更。 •4.2.1. [<i>ENxTNCR</i>] (ENC 制御レジスタ) 修正: ZESEL[1:0] の "PSGI" → "ENCxPSGI" •4.2.2. [<i>ENxRELOAD</i>] (RELOAD コンペアレジスタ) 修正: RELOAD[31:0] の "INTENx1" → "INTENCx1" •4.2.3. [<i>ENxINT</i>] (INT コンペアレジスタ) 修正: INT[31:0] の "INTENx1" → "INTENCx1" "[<i>ENCxRELOAD</i>]" → "[<i>ENxRELOAD</i>]" •4.2.4. [<i>ENxCNT</i>] (カウンタレジスタ) 修正: CNT[31:0] の "PSGI" → "ENCxPSGI" •4.2.5. [<i>ENxMCMP</i>] (MCMP コンペアレジスタ) 修正: "INTENx1" → "INTENCx1" •4.2.12. [<i>ENxINTCR</i>] (割り込み制御レジスタ) 修正: ERRIE の "PDERR" → "[<i>ENxSTS</i>]<PDERR>" "SKPDT" → "[<i>ENxSTS</i>]<SKPDT>" •5. 使用上のご注意およびお願い事項 修正: "PMD" → "ENC" •製品取り扱い上のおお願い 文言を更新。

<p>1.2</p>	<p>2021-11-22</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・全体 "ENC"を"A-ENC32-A"に変更 ・「序章」 商標記載見直し ・「3.1.クロック供給」 fsys 供給停止レジスターC を追加 ・「3.2.1. エンコーダーモード」 図 3.1 ~ 図 3.2: "DIR" → "回転方向<UD>" "ENCLK を分周した信号(ENCxTIMPLS)が出力されます。" → "ENCxTIMPLS は ENCLK を分周した信号で、[ENxTNCR]<ENDEV>で分周比を選択 します。" "割り込みを発生させることができます" → "割り込みが発生します" ・「3.2.2. センサーモード」 図 3.3 ~ 図 3.8: "DIR" → "回転方向<UD>" 3.2.2.1.: 図 3.3: ENCxB、ENCxZ 波形修正 "…出力および割り込みが可能" → "…出力および割り込み発生が可能" "90 度"→"90 度(2 相入力時)または 120 度(3 相入力時)" "ENCLK を分周した信号(ENCxTIMPLS)が出力されます。" → "ENCxTIMPLS は ENCLK を分周した信号で、[ENxTNCR]<ENDEV>で分周比を 選択します。" "割り込みを発生させることができます" → "割り込みが発生します" 3.2.2.2.: "割り込みを発生させることができます" → "割り込みが発生します" 3.2.2.3.: "割り込みを発生させることができます" → "割り込みが発生します" ・「3.2.3. タイマーモード」 図 3.10: カウンタークリア/ソフトキャプチャー波形修正 "割り込みを発生させることができます" → "割り込みが発生します" ・「3.2.4.1. 位相測定」 図 3.12: カウンタークリア/ソフトキャプチャー波形修正 "割り込みを発生させることができます" → "割り込みが発生します" ・「3.2.4.2. 位相差測定」 図 3.13: "カウンター(CNTH)動作" → "カウンター動作" ・「3.3.1. 入力回路」 "ノイズフィルター" → "ノイズキャンセラー" 3.3.1.2. (2): "PWM 信号" → "ENCxPWMON 信号" 3.3.1.3. 図 3.16 ~ 図 3.18: "ノイズフィルターカウンター" → "ノイズキャンセルカウンター" ・「3.3.2. デコーダー」 3.3.2.2.: "<ZACT>" → "<ZEACT>" 3.3.2.3. (1): "スキップ検出すると<SKPDT>が"1"にセットされます。"を削除 "スキップ検出フラグ…"項を追加 3.3.2.4.: "エッジ検出エラーで[ENxSTS]<PDERR>が"1"にセットされます。"を追記 3.3.2.5.: "デコーダー検出方向選択([ENxTNCR]<DECMD>)を"00"に" → "[ENxTNCR]<DECMD> = 00 に" ・「3.3.3. カウンター」 図 3.22: ZDETCT、<ZEN>信号追加 図 3.23: <TOVMD>、<TRGCAPMD>信号を追加 図 3.24: <TOVMD>、<TRGCAPMD>信号を追加 ・「4.2.1.」 TOVMD/機能項: "センサーモード(イベントカウント)では RELOAD" → "センサーモード(イベントカウント)、位相カウンターモード(位相差測定)では RELOAD" SDTEN/機能項: "スキップ検出するとエラーフラグ([ENxSTS]<SKPDT>)がセットされます" → "詳細は「3.3.2.3. スキップ判定と入力異常判定」を参照してください" ENRUN/機能項: "<ENRUN = 1 で、…ディゼーブルにします"を削除 ・「4.2.2.」 機能項: [ENxTNCR]<ZEN>による違いを追加 ・「4.2.3.」 機能項: "回転エッジパルス未検出時間異常エラーと判定され"を削除し、 [センサーモード(イベントカウント)], [センサーモード(タイマーカウント)], [タイマーモード]を 1 つに纏めた。 注を追加 ・「4.2.4.」 機能項: "<ZEN> = <P3EN> = 1 のときは"を削除 ・「4.2.5.」 注: "タイマーカウンターモード" → "タイマーモード" ・「4.2.7.」 REVERR/機能: "<ENRUN>を"1"に設定後、最初の回転エッジパルス (ENCLK)では反転フラグはセットされません"を追記 ZDET/機能: "Z 入力" → "ENCxZ 入力" ・「4.2.13.」 注: ""0"がセット" → ""0"にクリア"
------------	-------------------	---

1.3	2022-05-17	<ul style="list-style-type: none"> ・図 2.1 fsys を追加、[ENxTNCr]から入力回路へ接続をを追加 ・表 2.1 fsys を追加、誤記修正 ・図 3.22 ZDETECT を「デコーダーから」へ変更 ・図 3.22、図 3.23、図 3.24 の CTRGO を ENCxCTRGO へ変更 ・図 3.22、図 3.23、図 3.24 の MCMP 一致を MCMP 成立へ変更 ・図 3.23 大小比較を一致比較/大小比較に変更、[ENxTNCr]<MODE[2:1]>=11 を 01 へ変更
1.4	2023-01-17	<ul style="list-style-type: none"> ・1. 概要 "1 回転のカウント数は最大 232 です。" → "1 回転のカウント数は最大 2³² です。"に変更
1.5	2024-10-31	<ul style="list-style-type: none"> ・体裁の更新
1.6	2025-02-21	<ul style="list-style-type: none"> ・3.2.3. タイマーモード 図 3.9 を変更 ・3.2.3. タイマーモード (2) ENCxZ 入力無効([ENxTNCr]<ZEN> = 0) 説明変更 ・3.2.4.1. 位相測定 図 3.11 を変更 ・3.2.4.1. 位相測定 (2) ENCxZ 入力無効([ENxTNCr]<ZEN> = 0) 説明変更 ・3.3.1. 入力回路 図 3.14 を変更 ・3.3.2.2. Z 判定回路 説明を追加 ・3.3.2.5. バッファ更新制御 説明変更 ・3.3.3.3. センサーモード(位相カウント)、位相カウンターモード 図 3.24 を変更、説明変更、 ・4.2.3 [ENxINT] (INT コンペアレジスター) 説明変更 ・4.2.13. [ENxINTF] (割り込みフラグレジスター) 注)を変更

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下"特定用途"という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍사용途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。