

**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**

**12ビットアナログデジタルコンバーター
(ADC-G2)**

Revision 1.1

2024-11

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	11
3. 機能説明・動作説明	12
3.1. クロック供給	12
3.2. 初期設定	12
3.3. 変換動作	12
3.3.1. 汎用起動要因による変換動作	12
3.3.1.1. 動作説明	13
3.3.1.2. 動作設定	14
3.3.2. PMD トリガーによる変換動作	16
3.3.2.1. 動作説明	16
3.3.2.2. 動作設定	17
3.3.3. 起動要因の優先度	18
3.3.4. 変換の停止	19
3.4. AD 監視機能	19
3.4.1. 動作説明	19
3.4.2. 設定方法	20
3.5. 変換時間	21
3.5.1. 変換時間の算出	21
3.5.2. サンプリング時間の選択	22
3.6. 消費電流の削減	22
3.7. 等価回路	23
4. レジスター説明	24
4.1. レジスター一覧	24
4.2. レジスター詳細	27
4.2.1. [ADxCR0] (制御レジスター0)	27
4.2.2. [ADxCR1] (制御レジスター1)	27
4.2.3. [ADxST] (ステータスレジスター)	28
4.2.4. [ADxCLK] (変換クロック設定レジスター)	29
4.2.5. [ADxMOD0] (モード設定レジスター0)	29
4.2.6. [ADxMOD1] (モード設定レジスター1)	30
4.2.7. [ADxMOD2] (モード設定レジスター2)	30
4.2.8. [ADxCMPEN] (監視機能許可レジスター)	31
4.2.9. [ADxCMPCRO] (監視機能設定レジスター0)	31

4.2.10. [ADxCMPCR1] (監視機能設定レジスター1).....	32
4.2.11. [ADxCMP0] (変換結果比較レジスター0).....	32
4.2.12. [ADxCMP1] (変換結果比較レジスター1).....	33
4.2.13. [ADxEXAZSEL] (AIN サンプルング時間選択レジスター).....	33
4.2.14. [ADxTRM] (トリミング設定レジスター).....	33
4.2.15. PMD トリガー用制御レジスター.....	34
4.2.15.1. [ADxPSEL0] (PMD トリガー用プログラム番号選択レジスター0).....	34
4.2.15.2. [ADxPINTS0] (PMD トリガー用割り込み選択レジスター0).....	34
4.2.15.3. [ADxPREGS] (PMD トリガー用格納選択レジスター).....	35
4.2.15.4. [ADxPSET0] (PMD トリガー用プログラムレジスター0).....	36
4.2.16. [ADxTSET0] (汎用起動要因用プログラムレジスター0).....	37
4.2.17. [ADxREG0] (変換結果格納レジスター0).....	38
5. 使用方法の例.....	39
5.1. 単独変換の設定例.....	39
5.2. PMD トリガーを使用したモーター制御例.....	40
5.2.1. 3 シャント方式.....	40
5.2.2. 1 シャント方式.....	41
6. 使用上のご注意およびお願い事項.....	42
7. 改訂履歴.....	43
製品取り扱い上のお願ひ.....	44

図目次

図 1.1	ADC と周辺機能の関連図	10
図 2.1	ADC ブロック図	11
図 3.1	汎用起動要因の変換動作	13
図 3.2	PMD トリガー起動と関連レジスター	16
図 3.3	AD 監視機能(判定カウント連続方式)	20
図 3.4	AD 監視機能(判定カウント累積方式)	21
図 3.5	アナログ入力等価回路	23
図 5.1	3 シャントの例	40
図 5.2	1 シャントの例	41

表目次

表 2.1	信号一覧表	11
表 3.1	汎用起動要因と割り込み/DMA 要求	14
表 3.2	起動要因優先度	18
表 3.3	監視機能と割り込み	19
表 5.1	3 シャントでの ADC 設定	40
表 5.2	1 シャントでの ADC 設定	41
表 7.1	改訂履歴	43

序章

関連するドキュメント

文書名
データシート
入出力ポート
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。

ADC	Analog to Digital Converter
A-PMD	Advanced Programmable Motor Control Circuit
PMD+	Programmable Motor Control Circuit Plus
TRGSEL	Trigger Selection Circuit

1. 概要

変換クロック、変換時間、サンプリング時間の使用範囲についてはデータシートの「電気的特性」を確認してください。

アナログ入力、変換結果レジスター、汎用起動要因用プログラムレジスターの数は製品によって異なります。詳細はリファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

使用可能な PMD トリガー、汎用トリガーは製品によって異なります。詳細はリファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

機能分類	機能	動作説明
AD 変換	変換分解能	12 ビット
	変換時間	<ul style="list-style-type: none"> ・0.6μs (SCLK:40MHz) ・0.73μs (SCLK:30MHz) ・1.0μs (SCLK:20MHz)
	サンプリング時間	アナログ入力ごとに 2 種類のサンプリング時間から選択可能
変換動作	プログラム方式	<ul style="list-style-type: none"> ・変換対象、変換順序、割り込み発生をプログラムレジスターで設定 ・PMD トリガー要因用および汎用起動要因用のプログラムレジスター
起動要因	PMD トリガー	<ul style="list-style-type: none"> ・12 本のトリガー ・トリガーごとに 8 本のプログラムから 1 本を選択 ・1 本のプログラムで最大 4 回の連続変換が可能 ・変換結果レジスターは 4 本の組で選択
	汎用要因	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用トリガーまたはソフトウェア要因(単独/連続) ・変換結果レジスターごとのプログラムレジスター ・起動要因、変換チャンネル、割り込み発生をプログラムレジスターに設定 ・プログラムレジスターで同一の起動要因に指定された変換を順番に実行
ステータスフラグ	動作状態	<ul style="list-style-type: none"> ・AD 変換中フラグ ・トリガー別のプログラム実行中フラグ
	変換結果	<ul style="list-style-type: none"> ・変換結果格納フラグ ・変換結果オーバーランフラグ
特殊制御	監視機能	<ul style="list-style-type: none"> ・変換結果と設定値の大小比較機能を 2 チャンネル搭載 ・監視対象(変換結果格納レジスター)を選択可能 ・2 チャンネル使用により 2 つの値の範囲内かどうかを判定可能 ・検出回数を選択可能 ・連続方式と累積方式を選択可能 ・PMD 保護機能として使用可能
連動制御	割り込み	<ul style="list-style-type: none"> ・変換終了割り込み <ul style="list-style-type: none"> - PMD トリガー要因(2 本) - 汎用起動要因(要因ごと) ・監視機能割り込み(2 本)
	DMA 要求	汎用起動要因による変換終了時に DMA の起動が可能(要因ごと)

ADC と連携する周辺機能の接続を図 1.1 に示します。

PMD トリガーは、「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」(以降、PMD)からモーター駆動タイミングと同期して入力されます。

汎用トリガーは、汎用タイマーなどの機能から入力されます。

AD 監視機能やその他の割り込みは、PMD の OVV 保護やタイマーの起動に使用できます。

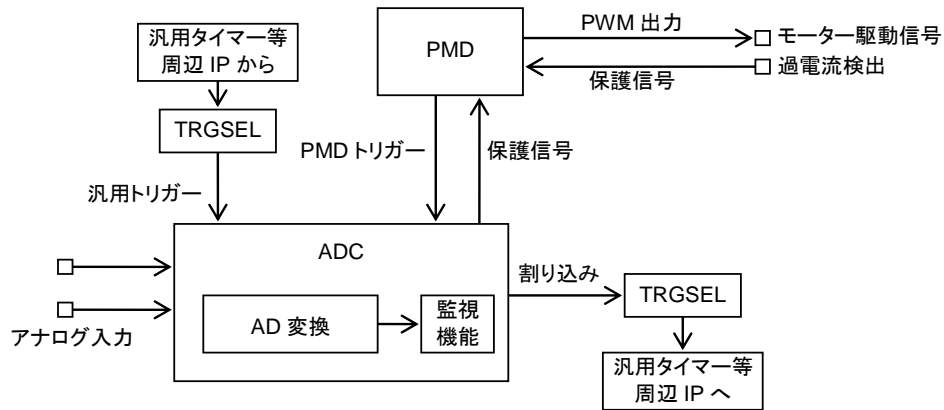


図 1.1 ADCと周辺機能の関連図

2. 構成

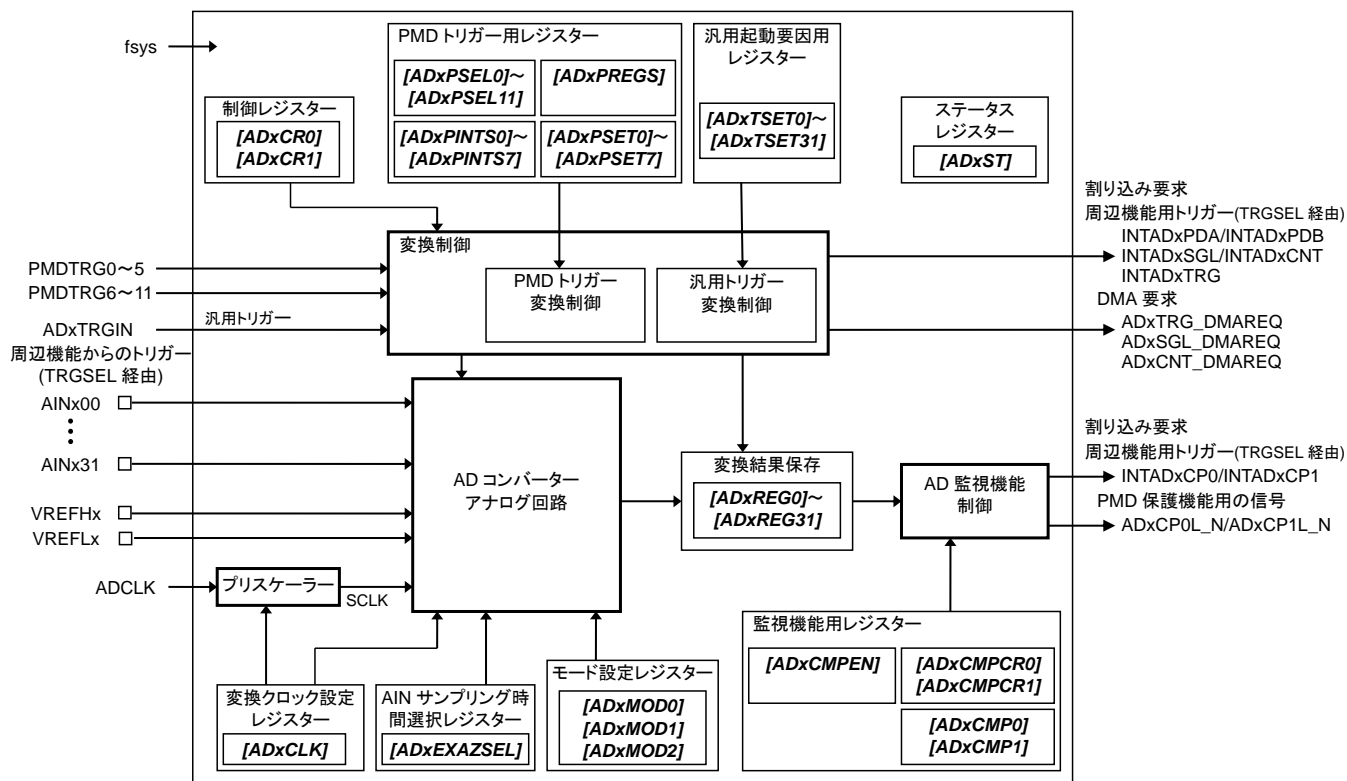


図 2.1 ADCブロック図

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	fsys	システムクロック	入力	クロック制御と動作モード
2	ADCLK	ADC 用変換クロック	入力	クロック制御と動作モード
3	AINx00~AINx31	アナログ入力端子	入力	データシート、入出力ポート
4	VREFHx	アナログ基準電源端子	入力	データシート
5	VREFLx	アナログ基準 GND 端子	入力	データシート
6	PMDTRG0~5	PMD トリガー	入力	製品個別情報
7	PMDTRG6~11	PMD/その他周辺機能からのトリガー	入力	製品個別情報
8	ADxTRGIN	汎用トリガー	入力	製品個別情報
9	ADxCP0L_N	PMD 保護用の監視機能 0 出力	出力	製品個別情報
10	ADxCP1L_N	PMD 保護用の監視機能 1 出力	出力	製品個別情報
11	INTADxPDA	PMD トリガー割り込み A	出力	例外、製品個別情報
12	INTADxPDB	PMD トリガー割り込み B	出力	例外、製品個別情報
13	INTADxTRG	汎用トリガー割り込み	出力	例外、製品個別情報
14	INTADxSGL	単独変換割り込み	出力	例外、製品個別情報
15	INTADxCNT	連続変換割り込み	出力	例外、製品個別情報
16	INTADxCP0	監視機能 0 割り込み	出力	例外、製品個別情報
17	INTADxCP1	監視機能 1 割り込み	出力	例外、製品個別情報
18	ADxTRG_DMAREQ	汎用トリガー-DMA 要求	出力	製品個別情報
19	ADxSGL_DMAREQ	単独変換 DMA 要求	出力	製品個別情報
20	ADxCNT_DMAREQ	連続変換 DMA 要求	出力	製品個別情報

3. 機能説明・動作説明

3.1. クロック供給

ADC 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。また、ADC、デバッグ回路用クロック供給停止レジスタ (*[CGSPCLKEN]*) で ADC 用変換クロックイネーブルビットを "1" にしてください。

該当レジスタ、ビット位置は製品によって異なります。また、製品によって一部の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の「クロック制御と動作モード」を参照してください。

クロックの供給を停止する場合、AD 変換が停止していることを確認してください。また、動作モードを STOP1/STOP2 モードに変更する場合も、AD 変換が停止していることを確認してください。

3.2. 初期設定

ADC を使用するには、まず *[ADxMOD0]* <DA<CON> に "1" を設定します。設定後、3μs 経過してから次の操作を行ってください。

[ADxMOD2]、*[ADxTRM]* を設定します。設定値はリファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

[ADxCLK]、*[ADxMOD1]* で SCLK 周波数とサンプリング時間を設定します。データシートの「電気的特性」で使用可能な条件を確認してください。

3.3. 変換動作

3.3.1. 汎用起動要因による変換動作

汎用起動要因として汎用トリガーおよびソフトウェア要因があります。ソフトウェア要因として、単独変換および連続変換があります。

3.3.1.1. 動作説明

汎用起動要因による変換は、汎用起動要因用プログラムレジスターの設定に従って動作します。汎用起動要因用プログラムレジスターは、変換結果レジスターごとに準備されています。

起動要因が発生すると、同じ起動要因が設定された、全ての汎用起動要因用プログラムレジスターの $[ADxTSETn]$ <AINSTn>で指定されたアナログ入力を n の小さい番号から順に変換します。

変換が終了すると対応する変換結果レジスターに変換結果が格納され、 $[ADxTSETn]$ <ENINTn>が許可設定の場合は起動要因に対応する割り込みが発生します。

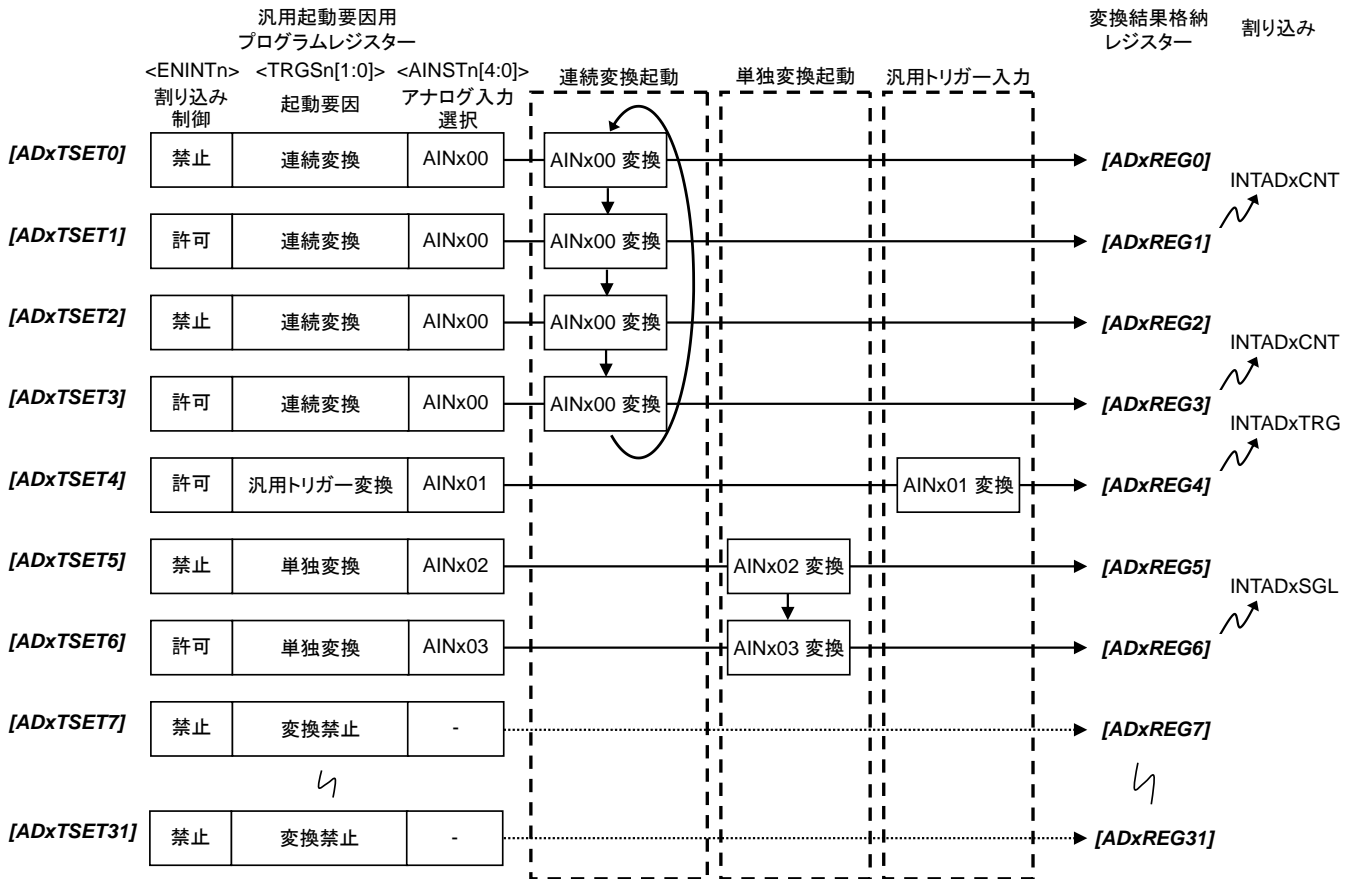


図 3.1 汎用起動要因の変換動作

起動要因ごとの変換動作は以下のとおりです。

- ソフトウェア要因
 - 単独変換
 $[ADxCR0]$ <SGL>に"1"を設定すると起動し、n の順番に従った変換動作を 1 回実行します。
 - 連続変換
 $[ADxCR0]$ <CNT>に"1"を設定すると起動し、n の順番に従った変換動作を繰り返し実行します。
 $[ADxCR0]$ <CNT>に"0"を設定すると終了します。
- 汎用トリガー
汎用トリガーの入力により起動し、n の順番に従った変換動作を 1 回実行します。

汎用起動要因ごとに DMA 要求を発生させることができます。割り込み発生を指定した状態で、 $[ADxCRI] \langle CNTDMEN \rangle \langle SGLDMEN \rangle \langle TRGDMEN \rangle$ が"1"の場合、割り込み発生と同時に DMA 要求が発生します。

表 3.1 汎用起動要因と割り込み/DMA要求

汎用起動要因	割り込み	DMA 要求
汎用トリガー変換	汎用トリガー割り込み(INTADxTRG)	汎用トリガーDMA 要求 (ADxTRG_DMAREQ)
単独変換	単独変換割り込み(INTADxSGL)	単独変換 DMA 要求 (ADxSGL_DMAREQ)
連続変換	連続変換割り込み(INTADxCNT)	連続変換 DMA 要求 (ADxCNT_DMAREQ)

3.3.1.2. 動作設定

汎用起動要因による変換は、以下のレジスターで設定します。

- 汎用起動要因用プログラムレジスター($[ADxTSET0] \sim [ADxTSET31]$)
変換結果格納レジスターごとに汎用起動要因用プログラムレジスターが存在します。
 $[ADxTSETn]$ の、アナログ入力選択 $\langle AINSTn[4:0] \rangle$ 、起動要因 $\langle TRGSn[1:0] \rangle$ 、割り込み制御 $\langle ENINTn \rangle$ を設定します。
- 制御レジスター0 ($[ADxCR0]$)
変換を可能にするには、 $[ADxCR0] \langle ADEN \rangle$ に"1"を設定します。
ソフトウェア要因により単独変換または連続変換を開始する場合、 $[ADxCR0] \langle SGL \rangle$ または $\langle CNT \rangle$ に"1"を設定します。連続変換を停止する場合は $\langle CNT \rangle$ に"0"を設定します。
- 制御レジスター1 ($[ADxCRI]$)
汎用トリガーによる変換を許可するには、 $[ADxCRI] \langle TRGEN \rangle$ に"1"を設定します。この設定でトリガーが入力されると変換を開始します。
DMA 要求を許可する場合、 $[ADxCRI] \langle SGLDMEN \rangle \langle CNTDMEN \rangle \langle TRGDMEN \rangle$ に"1"を設定します。

以下の手順でレジスターを設定してください。

- 単独変換
 - $[ADxTSETn]$ のアナログ入力選択 $\langle AINSTn[4:0] \rangle =$ 任意、起動要因 $\langle TRGSn[1:0] \rangle = 10$ 、割り込み制御 $\langle ENINTn \rangle =$ 任意を設定します。
 - 複数の変換を行う場合、 $[ADxTSETn]$ を変えて同様に設定します。
 - $[ADxCR0] \langle ADEN \rangle$ に"1"を設定します。
 - $[ADxCR0] \langle SGL \rangle$ に"1"を設定すると変換を開始し、 $[ADxST] \langle SNGF \rangle$ が"1"になります。
 - 割り込みを許可している場合($\langle ENINTn \rangle = 1$)、変換が終了すると INTADxSGL が発生します。
 - 起動要因 $\langle TRGSn[1:0] \rangle = 10$ と設定された全ての変換が終了すると、 $[ADxST] \langle SNGF \rangle$ が"0"になります。

複数回実行する場合、(4)~(6)を繰り返します。

- 連続変換
 - (1) $[ADxTSETn]$ のアナログ入力選択 $\langle AINSTn[4:0] \rangle =$ 任意、変換制御 $\langle TRGSn[1:0] \rangle = 01$ 、割り込み制御 $\langle ENINTn \rangle =$ 任意を設定します。
 - (2) 複数のアナログ入力の連続変換を行う場合、 $[ADxTSETn]$ を変えて同様に設定します。
 - (3) $[ADxCR0] \langle ADEN \rangle$ に"1"を設定します。
 - (4) $[ADxCR0] \langle CNT \rangle$ に"1"を設定すると変換を開始し、 $[ADxST] \langle CNTF \rangle$ が"1"になります。
 - (5) 割り込みを許可している場合($\langle ENINTn \rangle = 1$)、変換が終了すると $INTADxCNT$ が発生します。
 - (6) 起動要因 $\langle TRGSn[1:0] \rangle = 01$ と設定された全ての変換が終了すると、最初から変換を繰り返します。
 - (7) $[ADxCR0] \langle CNT \rangle$ に"0"を設定すると変換を終了します。変換が終了すると、 $[ADxST] \langle CNTF \rangle$ が"0"になります。

- 汎用トリガー変換
 - (1) 使用する汎用トリガー($ADxTRGIN$)を設定をします。(注)
 - (2) $[ADxTSETn]$ のアナログ入力選択 $\langle AINSTn[4:0] \rangle =$ 任意、変換制御 $\langle TRGSn[1:0] \rangle = 11$ 、割り込み制御 $\langle ENINTn \rangle =$ 任意を設定します。
 - (3) 複数の変換を行う場合、 $[ADxTSETn]$ を変えて同様に設定します。
 - (4) $[ADxCR1] \langle TRGEN \rangle$ に"1"を設定します。
 - (5) $[ADxCR0] \langle ADEN \rangle$ に"1"を設定します。
 - (6) トリガーが入力されると変換を開始し、 $[ADxST] \langle TRGF \rangle$ が"1"になります。
 - (7) 割り込みを許可している場合($\langle ENINTn \rangle = 1$)、変換が終了すると $INTADxTRG$ が発生します。
 - (8) 起動要因 $\langle TRGSn[1:0] \rangle = 11$ と設定された全ての変換が終了すると、 $[ADxST] \langle SNGF \rangle$ が"0"になります。

汎用トリガーの入力ごとに、(6)~(8)を繰り返します。

注) 使用できる汎用トリガー($ADxTRGIN$)については、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。

3.3.2. PMD トリガーによる変換動作

3.3.2.1. 動作説明

PMDTRGn (n = 0~11)によって変換を起動する方法です。PMDTRGnはPMDまたはその他周辺機能からのトリガーです。(注)

PMD トリガーによる変換動作では、PMD トリガー用のプログラムの設定により変換を実行します。8つのプログラムを設定可能で、PMDTRGn ごとに起動するプログラムを選択します。

ひとつのプログラムで最大4回の変換を実行することができます。変換結果の格納先は4つの変換結果格納レジスタの組で選択が可能です。

プログラム終了時に2種の割り込み(INTADxPDA, INTADxPDB)のどちらかを発生させることができます。

注) 製品によって接続先が異なりますので、リファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

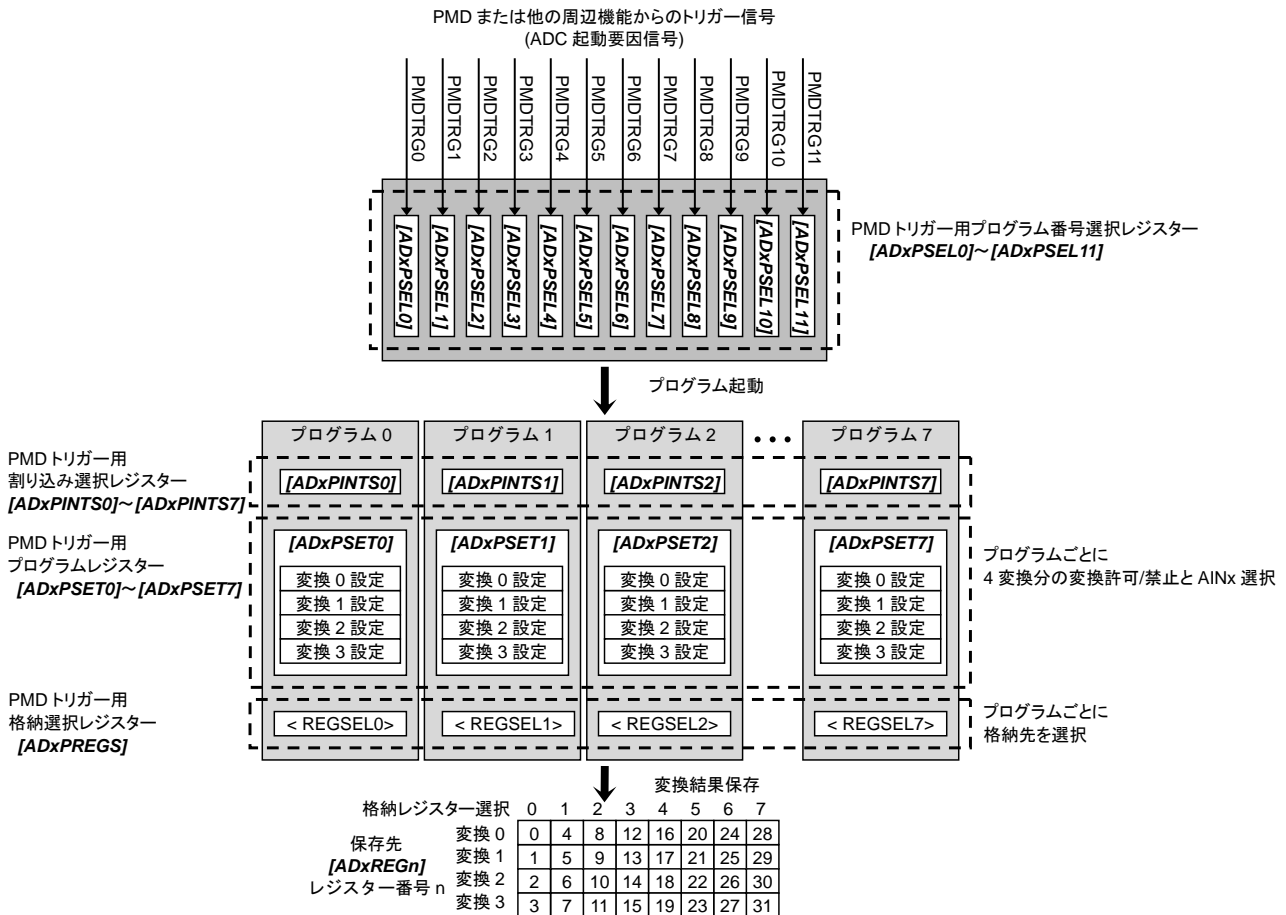


図 3.2 PMDトリガー起動と関連レジスタ

3.3.2.2. 動作設定

PMD トリガーによる変換動作は、以下のレジスターで設定します。

- PMD トリガー用プログラム番号選択レジスター($[ADxPSEL0]$ ～ $[ADxPSEL11]$)
12本のPMDトリガー信号に対して、トリガーの有効/無効とそれぞれ起動するプログラム番号(0～7)を選択します。
- PMD トリガー用プログラムレジスター($[ADxPSET0]$ ～ $[ADxPSET7]$)
1つのプログラムで4回まで変換設定ができます。1～4回の変換の有効/無効、変換するアナログ入力を設定します。
- PMD トリガー用割り込み選択レジスター($[ADxPINTS0]$ ～ $[ADxPINTS7]$)
各プログラム終了時に、割り込みを発生させることができます。PMD トリガー用割り込み選択レジスターで、割り込みの種類(INTADxPDA、INTADxPDB)と有効/無効を選択します。
- PMD トリガー用格納選択レジスター($[ADxPREGS]$)
各プログラムの変換結果の格納先を選択することができます。格納先は、変換結果格納レジスターの0～3, 4～7, 8～11, 12～15, 16～19, 20～23, 24～27, 28～31のいずれかより選択します。
- 制御レジスター0 ($[ADxCR0]$)
変換動作を可能にするには、 $[ADxCR0]<ADEN>$ に"1"を設定します。

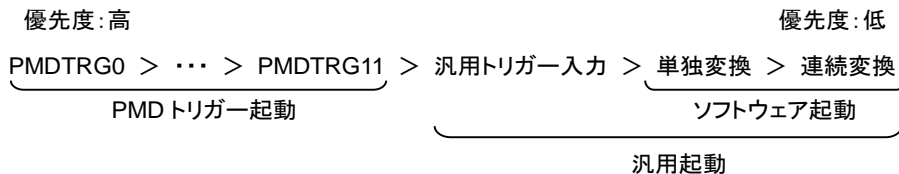
以下の手順でレジスターを設定してください。

- (1) $[ADxPSELm]$ のトリガー制御 $<PENSm>=1$ 、プログラム番号 $<PMDSm[2:0]>=$ 任意 を設定します。
- (2) $[ADxPSETn]$ のアナログ入力選択 $<AINSPn[4:0]>=$ 任意、変換制御 $<ENSPn>=$ 任意(所望の変換に対応するビット 1)を設定します。
- (3) $[ADxPINTSn]$ の割り込み選択 $<INTSELn[1:0]>=$ INTADxPDA または INTADxPDB を設定します。
- (4) $[ADxPREGS]$ のレジスター選択 $<REGSELn[2:0]>=$ 任意 を設定します。
- (5) $[ADxCR0]<ADEN>$ に"1"を設定します。
- (6) PMD トリガーが入力されると変換を開始し、 $[ADxST]<PMDF>$ が"1"になります。
- (7) 割り込みが有効な場合、変換プログラムの終了時に割り込み(INTADxPDA または INTADxPDB)が発生します。

PMD トリガー発生ごとに、(6)～(7)を繰り返します。

3.3.3. 起動要因の優先度

起動要因には、以下のとおり優先度があります。



複数の起動要因が同時に発生した場合、最も優先度の高い起動要因の変換が実行され、他の起動要因は保留されます。

PMD トリガーの変換プログラムは一度開始したら中断されることはありません。優先度の高い PMD トリガーが発生しても、実行中の変換プログラム終了まで保留されます。

汎用起動要因(汎用トリガー、単独変換、連続変換)による変換は、実行中に優先度の高い起動要因が発生した場合は中断し、優先度の高い起動要因の変換を実行します。優先度の低い起動要因が発生した場合は保留されます。中断された場合、実行可能になると中断した変換から再開します。

変換中に、その変換の起動要因が再度発生した場合は無視されます。

変換の実行状態は、**[ADxST]<CNTF><SNGF><TRGF><PMDF>**で確認することができます。単独変換および連続変換は、フラグが 0 であることを確認してからレジスター操作を行うことで確実に起動することができます。

表 3.2 起動要因優先度

		新規発生する起動要因			
		PMDTRGn(注)	汎用トリガー	ソフトウェア 単独変換	ソフトウェア 連続変換
実行中の 起動要因	PMDTRGm(注)	実行中要因継続	実行中要因継続	実行中要因継続	実行中要因継続
	汎用トリガー	新規要因開始	実行中要因継続	実行中要因継続	実行中要因継続
	ソフトウェア 単独変換	新規要因開始	新規要因開始	実行中要因継続	実行中要因継続
	ソフトウェア 連続変換	新規要因開始	新規要因開始	新規要因開始	実行中要因継続

注) m, n = 0~11

3.3.4. 変換の停止

[ADxCR0]<ADEN>に"0"を書き込むと直ちに変換を停止します。連続変換を許可している場合は[ADxCR0]<CNT>も"0"を書き込んでください。

変換が完全に停止すると[ADxST]の全てのビットが"0"になります。[ADxST]以外のレジスタの値は保持されます。次に変換を許可する前に、変換結果レジスタの値を読み出してフラグをクリアしてください。

ADCLK を停止する場合、[ADxST]<ADBF>が"0"であることを確認してください。

3.4. AD 監視機能

3.4.1. 動作説明

AD 監視機能は、AD 変換結果が設定した値より大きい場合、または、小さい場合に割り込みを発生します。本機能を 2 チャンネル同時に使用することで、AD 変換結果が 2 つの設定値の範囲内に入っているかの検出、範囲外となっているかの検出が可能となります。

[ADxCMPCR0]を例に説明します([ADxCMPCR1]も同様です)。

[ADxCMPCR0]<REGS0[4:0]>で比較対象の変換結果格納レジスタ、<ADBIG0>で大・小判定、<CMPCND0>で判定カウンタの条件、<CMPCNT0[3:0]>で判定カウンタ数を設定します。

[ADxCMPEN]<CMP0EN>に"1"をセットすると AD 監視機能が有効になります。

対象の変換結果格納レジスタに結果が格納されるごとに大・小判定を行い、判定結果が<ADBIG0>の設定にあてはまれば判定カウンタをプラスします。

判定カウンタの条件には、連続方式と累積方式があります。

連続方式は<ADBIG0>に設定した状態が連続して発生し、<CMPCNT0[3:0]>に設定した回数に達すると AD 監視機能割り込み(INTADxCP0)および PMD への保護信号が発生します。判定の回数が<CMPCNT0[3:0]>の設定を超えても何も発生しません。<ADBIG0>に設定した状態と異なる判定をした場合にカウンタ値はクリアされます。

累積方式は<ADBIG0>に設定した状態が累積して発生し、<CMPCNT0[3:0]>に設定した回数に達すると AD 監視機能割り込み(INTADxCP0)および PMD への保護信号が発生し、カウンタはクリアされます。<ADBIG0>に設定した状態と異なる判定をした場合でもカウンタ値は保持されます。

[ADxCMPCR0]で指定された変換結果格納レジスタの値が変換結果比較レジスタの値と同じ場合は判定カウンタをプラスせず、AD 監視機能割り込み(INTADxCP0)およびトリガーは発生しません。

表 3.3 監視機能と割り込み

監視機能	割り込み
監視機能設定レジスタ-0 ([ADxCMPCR0])	監視機能 0 割り込み(INTADxCP0)
監視機能設定レジスタ-1 ([ADxCMPCR1])	監視機能 1 割り込み(INTADxCP1)

AD監視機能を使用する際、通常では変換結果格納レジスタは読み出しません。したがって、オーバーランフラグ $[ADxREGn]<ADOVRn>$ と変換結果格納フラグ $[ADxREGn]<ADRFn>$ はセットされた状態が続き、意味を持ちません。

3.4.2. 設定方法

(1) 連続方式による判定

- 監視機能設定レジスタ0 ($[ADxCMPCR0] = 0x00000200$)
 比較する変換結果格納レジスタ: $[ADxREG0]$
 大小判定: $[ADxREG0]<ADR0[11:0]> > [ADxCMP0]<AD0CMP0[11:0]>$ (比較レジスタより大)
 判定カウント条件: 連続方式
 大小判定カウント数: 3回カウント
- AD変換結果比較レジスタ0 ($[ADxCMP0]<AD0CMP0[11:0]> = 0x888$)
- 監視機能許可レジスタ ($[ADxCMPEN] = 0x00000001$)

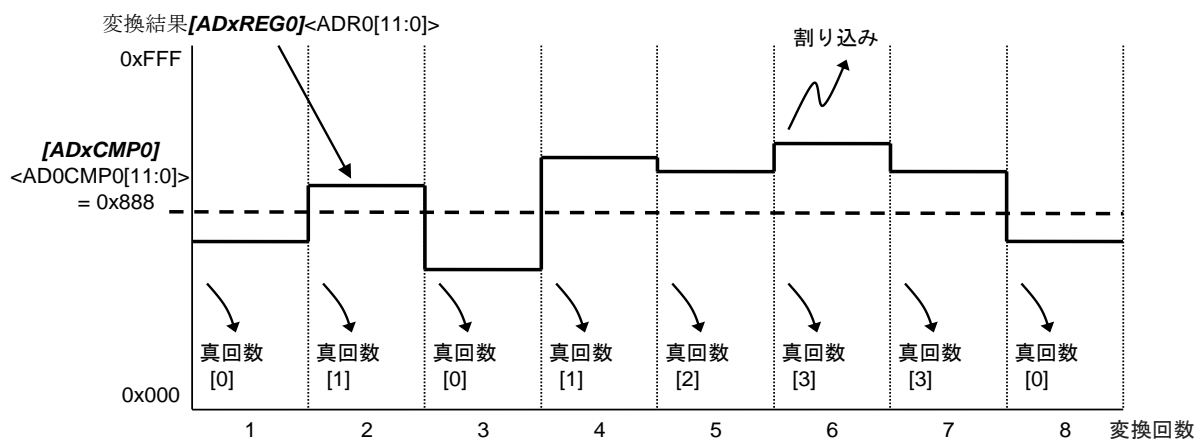


図 3.3 AD監視機能(判定カウント連続方式)

(2) 累積方式による判定

- 監視機能設定レジスタ0 ($[ADxCMPCR0] = 0x00000240$)
 比較する変換結果格納レジスタ: $[ADxREG0]$
 大小判定: $[ADxREG0]<ADR0[11:0]> > [ADxCMP0]<AD0CMP0[11:0]>$ (比較レジスタより大)
 判定カウント条件: 累積方式
 大小判定カウント数: 3回カウント
- AD変換結果比較レジスタ0 ($[ADxCMP0]<AD0CMP0[11:0]> = 0x888$)
- 監視機能許可レジスタ ($[ADxCMPEN] = 0x00000001$)

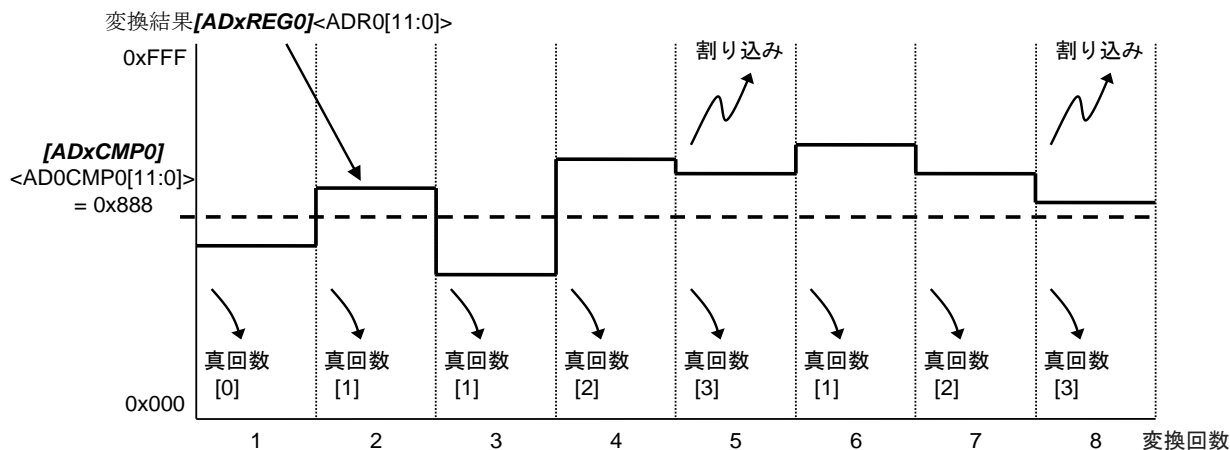


図 3.4 AD監視機能(判定カウント累積方式)

3.5. 変換時間

3.5.1. 変換時間の算出

変換クロック、変換時間、サンプリング時間の範囲についてはデータシートの「電気的特性」を確認してください。

変換時間は以下の式で求められます。

$$\text{変換時間} = \text{サンプリング時間} + \text{比較時間}$$

サンプリング時間と比較時間は以下の式で求められます。

$$\text{サンプリング時間} = \text{SCLK 周期} \times m \times n$$

$$\text{比較時間} = \text{SCLK 周期} \times 16$$

"m"の値は[ADxCLK]<EXAZ0><EXAZ1>で設定します。

"n"の値は[ADxMOD1]<MOD1>で設定します。

40MHz(周期:25ns)の SCLK でサンプリング時間を 0.2 μ s とする場合の一例として、[ADxCLK]<EXAZ0> または<EXAZ1>を"0001"(m = 2)、[ADxMOD1]<MOD1>を"0x00000000"(n = 4)に設定します。

このとき、

$$\text{サンプリング時間} = 25\text{ns} \times 2 \times 4 = 0.2\mu\text{s}$$

$$\text{比較時間} = 25\text{ns} \times 16 = 400\text{ns} = 0.4\mu\text{s}$$

となり、変換時間は、

$$\text{変換時間} = 0.2\mu\text{s} + 0.4\mu\text{s} = 0.6\mu\text{s}$$

となります。

3.5.2. サンプリング時間の選択

"m"の値は変換チャンネルごとに[ADxCLK]<EXAZ0>または<EXAZ1>から選択できます。どちらを使用するか、[ADxEXAZSEL]で設定します。

3.6. 消費電流の削減

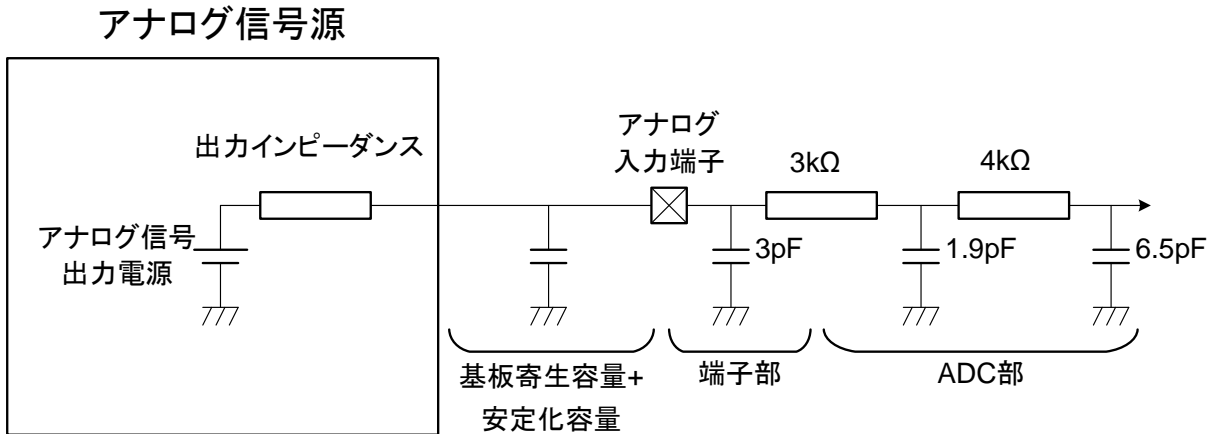
低消費電力モード選択ビット[ADxMOD0]<RCUT>に"1"を設定すると、変換中以外は VREFHx と VREFLx 間の電流を遮断し、消費電流を削減することができます。

注) 複数の ADC を使用する場合、低消費電力モードを選択しないでください。

3.7. 等価回路

アナログ入力端子の等価回路を図 3.5 に示します。

- 条件 1
AVDD5 = 4.5~5.5V



- 条件 2
AVDD5 = 2.7~4.5V

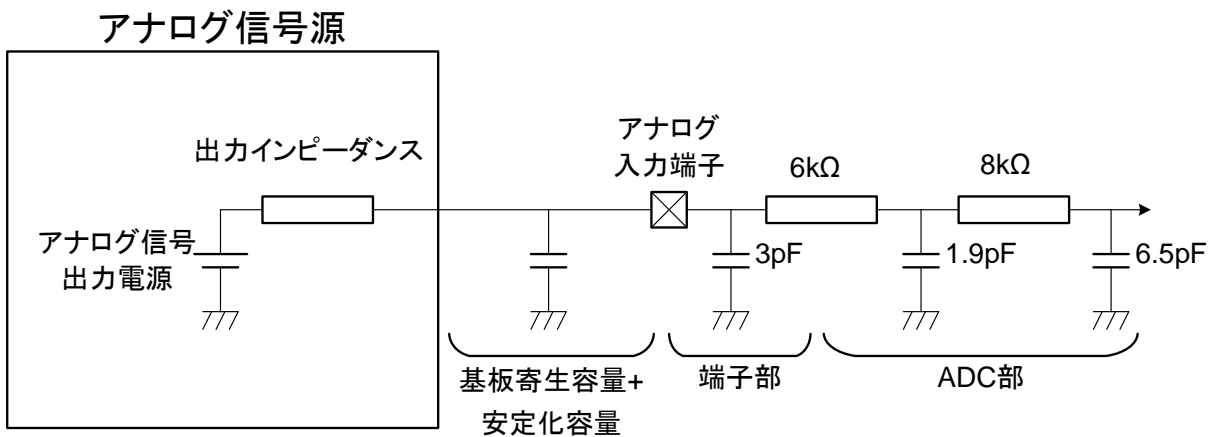


図 3.5 アナログ入力等価回路

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		
			TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
12ビットアナログデジタルコンバーター	ADC	ユニット A	0x400B8800	0x400BA000	0x4005A000
		ユニット B	0x400B8C00	0x400BA400	0x4005A400

注) 製品によって使用されるチャンネル/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の「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+)
制御レジスター0	[ADxCR0]	0x0000
制御レジスター1	[ADxCR1]	0x0004
ステータスレジスター	[ADxST]	0x0008
変換クロック設定レジスター	[ADxCLK]	0x000C
モード設定レジスター0	[ADxMOD0]	0x0010
モード設定レジスター1	[ADxMOD1]	0x0014
モード設定レジスター2	[ADxMOD2]	0x0018
監視機能許可レジスター	[ADxCMPEN]	0x0020
監視機能設定レジスター0	[ADxCMPCR0]	0x0024
監視機能設定レジスター1	[ADxCMPCR1]	0x0028
変換結果比較レジスター0	[ADxCMP0]	0x002C
変換結果比較レジスター1	[ADxCMP1]	0x0030
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター0	[ADxPSEL0]	0x0040
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター1	[ADxPSEL1]	0x0044
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター2	[ADxPSEL2]	0x0048
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター3	[ADxPSEL3]	0x004C
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター4	[ADxPSEL4]	0x0050
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター5	[ADxPSEL5]	0x0054
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター6	[ADxPSEL6]	0x0058
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター7	[ADxPSEL7]	0x005C
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター8	[ADxPSEL8]	0x0060
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター9	[ADxPSEL9]	0x0064
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター10	[ADxPSEL10]	0x0068
PMDトリガー用プログラム番号選択レジスター11	[ADxPSEL11]	0x006C
PMDトリガー用割り込み選択レジスター0	[ADxPINTS0]	0x0070
PMDトリガー用割り込み選択レジスター1	[ADxPINTS1]	0x0074
PMDトリガー用割り込み選択レジスター2	[ADxPINTS2]	0x0078
PMDトリガー用割り込み選択レジスター3	[ADxPINTS3]	0x007C
PMDトリガー用割り込み選択レジスター4	[ADxPINTS4]	0x0080
PMDトリガー用割り込み選択レジスター5	[ADxPINTS5]	0x0084
PMDトリガー用割り込み選択レジスター6	[ADxPINTS6]	0x0088

レジスター名		アドレス(Base+)
PMDトリガー用割り込み選択レジスター7	[ADxPINTS7]	0x008C
PMDトリガー用格納選択レジスター	[ADxPREGS]	0x0090
トリミング設定レジスター	[ADxTRM]	0x0094
AIN サンプリング時間選択レジスター	[ADxEXAZSEL]	0x009C
PMDトリガー用プログラムレジスター0	[ADxPSET0]	0x00A0
PMDトリガー用プログラムレジスター1	[ADxPSET1]	0x00A4
PMDトリガー用プログラムレジスター2	[ADxPSET2]	0x00A8
PMDトリガー用プログラムレジスター3	[ADxPSET3]	0x00AC
PMDトリガー用プログラムレジスター4	[ADxPSET4]	0x00B0
PMDトリガー用プログラムレジスター5	[ADxPSET5]	0x00B4
PMDトリガー用プログラムレジスター6	[ADxPSET6]	0x00B8
PMDトリガー用プログラムレジスター7	[ADxPSET7]	0x00BC
汎用起動要因用プログラムレジスター0	[ADxTSET0]	0x00C0
汎用起動要因用プログラムレジスター1	[ADxTSET1]	0x00C4
汎用起動要因用プログラムレジスター2	[ADxTSET2]	0x00C8
汎用起動要因用プログラムレジスター3	[ADxTSET3]	0x00CC
汎用起動要因用プログラムレジスター4	[ADxTSET4]	0x00D0
汎用起動要因用プログラムレジスター5	[ADxTSET5]	0x00D4
汎用起動要因用プログラムレジスター6	[ADxTSET6]	0x00D8
汎用起動要因用プログラムレジスター7	[ADxTSET7]	0x00DC
汎用起動要因用プログラムレジスター8	[ADxTSET8]	0x00E0
汎用起動要因用プログラムレジスター9	[ADxTSET9]	0x00E4
汎用起動要因用プログラムレジスター10	[ADxTSET10]	0x00E8
汎用起動要因用プログラムレジスター11	[ADxTSET11]	0x00EC
汎用起動要因用プログラムレジスター12	[ADxTSET12]	0x00F0
汎用起動要因用プログラムレジスター13	[ADxTSET13]	0x00F4
汎用起動要因用プログラムレジスター14	[ADxTSET14]	0x00F8
汎用起動要因用プログラムレジスター15	[ADxTSET15]	0x00FC
汎用起動要因用プログラムレジスター16	[ADxTSET16]	0x0100
汎用起動要因用プログラムレジスター17	[ADxTSET17]	0x0104
汎用起動要因用プログラムレジスター18	[ADxTSET18]	0x0108
汎用起動要因用プログラムレジスター19	[ADxTSET19]	0x010C
汎用起動要因用プログラムレジスター20	[ADxTSET20]	0x0110
汎用起動要因用プログラムレジスター21	[ADxTSET21]	0x0114
汎用起動要因用プログラムレジスター22	[ADxTSET22]	0x0118
汎用起動要因用プログラムレジスター23	[ADxTSET23]	0x011C
汎用起動要因用プログラムレジスター24	[ADxTSET24]	0x0120
汎用起動要因用プログラムレジスター25	[ADxTSET25]	0x0124
汎用起動要因用プログラムレジスター26	[ADxTSET26]	0x0128
汎用起動要因用プログラムレジスター27	[ADxTSET27]	0x012C
汎用起動要因用プログラムレジスター28	[ADxTSET28]	0x0130
汎用起動要因用プログラムレジスター29	[ADxTSET29]	0x0134
汎用起動要因用プログラムレジスター30	[ADxTSET30]	0x0138
汎用起動要因用プログラムレジスター31	[ADxTSET31]	0x013C
変換結果格納レジスター0	[ADxREG0]	0x0140
変換結果格納レジスター1	[ADxREG1]	0x0144
変換結果格納レジスター2	[ADxREG2]	0x0148

レジスター名		アドレス(Base+)
変換結果格納レジスター3	[ADxREG3]	0x014C
変換結果格納レジスター4	[ADxREG4]	0x0150
変換結果格納レジスター5	[ADxREG5]	0x0154
変換結果格納レジスター6	[ADxREG6]	0x0158
変換結果格納レジスター7	[ADxREG7]	0x015C
変換結果格納レジスター8	[ADxREG8]	0x0160
変換結果格納レジスター9	[ADxREG9]	0x0164
変換結果格納レジスター10	[ADxREG10]	0x0168
変換結果格納レジスター11	[ADxREG11]	0x016C
変換結果格納レジスター12	[ADxREG12]	0x0170
変換結果格納レジスター13	[ADxREG13]	0x0174
変換結果格納レジスター14	[ADxREG14]	0x0178
変換結果格納レジスター15	[ADxREG15]	0x017C
変換結果格納レジスター16	[ADxREG16]	0x0180
変換結果格納レジスター17	[ADxREG17]	0x0184
変換結果格納レジスター18	[ADxREG18]	0x0188
変換結果格納レジスター19	[ADxREG19]	0x018C
変換結果格納レジスター20	[ADxREG20]	0x0190
変換結果格納レジスター21	[ADxREG21]	0x0194
変換結果格納レジスター22	[ADxREG22]	0x0198
変換結果格納レジスター23	[ADxREG23]	0x019C
変換結果格納レジスター24	[ADxREG24]	0x01A0
変換結果格納レジスター25	[ADxREG25]	0x01A4
変換結果格納レジスター26	[ADxREG26]	0x01A8
変換結果格納レジスター27	[ADxREG27]	0x01AC
変換結果格納レジスター28	[ADxREG28]	0x01B0
変換結果格納レジスター29	[ADxREG29]	0x01B4
変換結果格納レジスター30	[ADxREG30]	0x01B8
変換結果格納レジスター31	[ADxREG31]	0x01BC

4.2. レジスター詳細

4.2.1. [ADxCR0] (制御レジスター0)

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	ADEN	0	R/W	ADC 動作 0: 禁止 1: 許可 "1"を設定すると変換が可能になります。 "0"を設定すると、変換を終了します。
6:2	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
1	SGL	0	W	単独変換動作 0: Don't care 1: 変換開始 "1"を設定すると単独変換を開始します。 読み出すと"0"が読めます。
0	CNT	0	R/W	連続変換動作 0: 停止 1: 変換実行 "1"に設定中、連続変換を繰り返し実行します。[ADxST]<CNTF>が "0"(連続変換を実行していない)の状態では"1"を設定してください。

4.2.2. [ADxCR1] (制御レジスター1)

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	CNTDMEN	0	R/W	連続変換 DMA 要求制御 0: 禁止 1: 許可
5	SGLDMEN	0	R/W	単独変換 DMA 要求制御 0: 禁止 1: 許可
4	TRGDMEN	0	R/W	汎用トリガーDMA 要求制御 0: 禁止 1: 許可
3:1	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
0	TRGEN	0	R/W	汎用トリガー起動制御 0: 禁止 1: 許可

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.3. [ADxST](ステータスレジスター)

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	ADBF	0	R	ADCLK 停止確認フラグ 0: ADCLK 停止可能 1: ADCLK 停止不可 ADCLK を停止する場合、このビットが"0"であることを確認してください。
6:4	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
3	CNTF	0	R	連続変換動作状態フラグ 0: 実行していない 1: 実行中 要求が受け付けられると"1"となり、最後の変換結果が格納されると"0"になります。
2	SNGF	0	R	単独変換動作状態フラグ 0: 実行していない 1: 実行中(注) 要求が受け付けられると"1"となり、最後の変換結果が格納されると"0"になります。
1	TRGF	0	R	汎用トリガー変換動作状態フラグ 0: 実行していない 1: 実行中 要求が受け付けられると"1"となり、最後の変換結果が格納されると"0"になります。
0	PMDF	0	R	PMDトリガー変換動作状態フラグ 0: 実行していない 1: 実行中 要求が受け付けられると"1"となり、最後の変換結果が格納されると"0"になります。

注) [ADxCR0]<SGL> = 1 設定直後に<SNGF>をリードすると、"0"が読める場合があります。
この場合、再度<SNGF>をリードして"1"となったことを確認してください。

4.2.4. [ADxCLK] (変換クロック設定レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:12	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
11:8	EXAZ1[3:0]	0000	R/W	m 値 0000: 1 0110: 32 0001: 2 0111: 64 0010: 3 1000: 128 0011: 4 1001: 256 0100: 8 1010: 512 0101: 16 1011: 1024 上記以外: Reserved
7	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
6:3	EXAZ0[3:0]	0000	R/W	m 値 0000: 1 0110: 32 0001: 2 0111: 64 0010: 3 1000: 128 0011: 4 1001: 256 0100: 8 1010: 512 0101: 16 1011: 1024 上記以外: Reserved
2:0	VADCLK[2:0]	000	R/W	AD プリスケラー出力(SCLK)選択 000: ADCLK/2 001: ADCLK/4 010: ADCLK/8 011: ADCLK/16 100: ADCLK/3 101: ADCLK/5 110: ADCLK/6 111: ADCLK/10

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.5. [ADxMOD0] (モード設定レジスター0)

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	RCUT	1	R/W	低消費電力モード選択 0: 通常動作 1: 低消費電力動作 "1"を設定すると、変換中以外は VREFH と VREFL 間の電流を遮断します。
0	DACON	0	R/W	DAC 制御 0: OFF 1: ON ADC を使用するときは最初に<DACON>に"1"を設定してください。

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.6. [ADxMOD1](モード設定レジスター1)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	MOD1[31:0]	0x00004000	R/W	n 値 0x00000000: 4 0x00001000: 5 0x00002000: 6 0x00003000: 7 0x00004000: 8 0x00005000: 9 0x00006000: 10 0x00007000: 11 0x00008000: 12 0x00009000: 13 0x0000A000: 14 0x0000B000: 15 0x0000C000: 16 0x0000D000: 17 0x0000E000: 18 0x0000F000: 19 上記以外: Reserved

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.7. [ADxMOD2](モード設定レジスター2)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	MOD2[31:0]	0x00000000	R/W	このレジスターは製品によって設定値が異なります。 設定値はリファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.8. [ADxCMPEN] (監視機能許可レジスター)

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	CMP1EN	0	R/W	AD 監視機能 1 動作 0: 禁止 1: 許可
0	CMP0EN	0	R/W	AD 監視機能 0 動作 0: 禁止 1: 許可

4.2.9. [ADxCMPCR0] (監視機能設定レジスター0)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:12	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
11:8	CMPCNT0[3:0]	0000	R/W	比較回数 0000: 1 回 1000: 9 回 0001: 2 回 1001: 10 回 0010: 3 回 1010: 11 回 0011: 4 回 1011: 12 回 0100: 5 回 1100: 13 回 0101: 6 回 1101: 14 回 0110: 7 回 1110: 15 回 0111: 8 回 1111: 16 回
7	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
6	CMPCND0	0	R/W	判定条件 0: 連続方式 1: 累積方式
5	ADBIG0	0	R/W	大小判定設定 0: <REGS0[4:0]>選択の変換結果 > [ADxCMP0] 1: <REGS0[4:0]>選択の変換結果 < [ADxCMP0]
4:0	REGS0[4:0]	00000	R/W	比較する変換結果格納レジスター 00000: ADxREG0 01011: ADxREG11 10110: ADxREG22 00001: ADxREG1 01100: ADxREG12 10111: ADxREG23 00010: ADxREG2 01101: ADxREG13 11000: ADxREG24 00011: ADxREG3 01110: ADxREG14 11001: ADxREG25 00100: ADxREG4 01111: ADxREG15 11010: ADxREG26 00101: ADxREG5 10000: ADxREG16 11011: ADxREG27 00110: ADxREG6 10001: ADxREG17 11100: ADxREG28 00111: ADxREG7 10010: ADxREG18 11101: ADxREG29 01000: ADxREG8 10011: ADxREG19 11110: ADxREG30 01001: ADxREG9 10100: ADxREG20 11111: ADxREG31 01010: ADxREG10 10101: ADxREG21

注) このレジスターの設定は[ADxCMPEN]<CMP0EN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.10. [ADxCMPCR1] (監視機能設定レジスター1)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:12	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
11:8	CMPCNT1[3:0]	0000	R/W	比較回数 0000: 1回 1000: 9回 0001: 2回 1001: 10回 0010: 3回 1010: 11回 0011: 4回 1011: 12回 0100: 5回 1100: 13回 0101: 6回 1101: 14回 0110: 7回 1110: 15回 0111: 8回 1111: 16回
7	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
6	CMPCND1	0	R/W	判定条件 0: 連続方式 1: 累積方式
5	ADBIG1	0	R/W	大小判定設定 0: <REGS1[4:0]>選択の変換結果 > [ADxCMP1] 1: <REGS1[4:0]>選択の変換結果 < [ADxCMP1]
4:0	REGS1[4:0]	00000	R/W	比較する変換結果格納レジスター 00000: ADxREG0 01011: ADxREG11 10110: ADxREG22 00001: ADxREG1 01100: ADxREG12 10111: ADxREG23 00010: ADxREG2 01101: ADxREG13 11000: ADxREG24 00011: ADxREG3 01110: ADxREG14 11001: ADxREG25 00100: ADxREG4 01111: ADxREG15 11010: ADxREG26 00101: ADxREG5 10000: ADxREG16 11011: ADxREG27 00110: ADxREG6 10001: ADxREG17 11100: ADxREG28 00111: ADxREG7 10010: ADxREG18 11101: ADxREG29 01000: ADxREG8 10011: ADxREG19 11110: ADxREG30 01001: ADxREG9 10100: ADxREG20 11111: ADxREG31 01010: ADxREG10 10101: ADxREG21

注) このレジスターの設定は[ADxCMPEN]<CMP1EN> = 0の状態で行ってください。

4.2.11. [ADxCMP0] (変換結果比較レジスター0)

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。
15:4	AD0CMP0[11:0]	0x000	R/W	AD 変換結果比較値格納 AD 変換結果と比較する値を設定します。
3:0	-	0	R	リードすると"0"が読めます。

注) このレジスターの設定は[ADxCMPEN]<CMP0EN> = 0の状態で行ってください。

4.2.12. [ADxCMP1] (変換結果比較レジスター1)

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。
15:4	AD0CMP1[11:0]	0x000	R/W	AD 変換結果比較値格納 AD 変換結果と比較する値を設定します。
3:0	-	0	R	リードすると"0"が読めます。

注) このレジスターの設定は[ADxCMPEN]<CMP1EN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.13. [ADxEXAZSEL] (AIN サンプルング時間選択レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	EXAZSEL[31:0]	0x00000000	R/W	m 値の選択 0: [ADxCLK]<EXAZ0[3:0]>を使用 1: [ADxCLK]<EXAZ1[3:0]>を使用 アナログ入力ごとに<EXAZ0[3:0]>と<EXAZ1[3:0]>のどちらを使用するか選択します。 各ビットが各アナログ入力に対応します。 EXAZSEL[31]: AINx31 の m 値選択 EXAZSEL[30]: AINx30 の m 値選択 : : EXAZSEL[0]: AINx00 の m 値選択

注) このレジスターの設定は[ADxCRO]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.14. [ADxTRM] (トリミング設定レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:0	TRM[31:0]	0x00000000	R/W	このレジスターは製品によって設定値が異なります。 設定値はリファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

注) このレジスターの設定は[ADxCRO]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.15. PMD トリガー用制御レジスター

4.2.15.1. [ADxPSEL0] (PMD トリガー用プログラム番号選択レジスター0)

[ADxPSEL0]の例です。[ADxPSEL1]～[ADxPSEL11]も同じ構成です。

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	PENS0	0	R/W	PMDTRG0トリガー制御 0: 禁止 1: 許可
6:3	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
2:0	PMDS0[2:0]	000	R/W	プログラム番号選択 000: プログラム 0 001: プログラム 1 010: プログラム 2 011: プログラム 3 100: プログラム 4 101: プログラム 5 110: プログラム 6 111: プログラム 7

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN>=0の状態で行ってください。

4.2.15.2. [ADxPINTS0] (PMD トリガー用割り込み選択レジスター0)

[ADxPINTS0]の例です。[ADxPINTS1]～[ADxPINTS7]も同じ構成です。

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	INTSEL0[1:0]	00	R/W	割り込み選択 00: 割り込み出力なし 01: INTADxPDA 10: INTADxPDB 11: Reserved プログラム 0 で起動する割り込みを選択します。

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN>=0の状態で行ってください。

4.2.15.3. [ADxPREGS] (PMD トリガー用格納選択レジスター)

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
30:28	REGSEL7[2:0]	000	R/W	プログラム 7 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31
27	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
26:24	REGSEL6[2:0]	000	R/W	プログラム 6 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31
23	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
22:20	REGSEL5[2:0]	000	R/W	プログラム 5 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31
19	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
18:16	REGSEL4[2:0]	000	R/W	プログラム 4 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31
15	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
14:12	REGSEL3[2:0]	000	R/W	プログラム 3 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31
11	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
10:8	REGSEL2[2:0]	000	R/W	プログラム 2 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31
7	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
6:4	REGSEL1[2:0]	000	R/W	プログラム 1 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31
3	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
2:0	REGSEL0[2:0]	000	R/W	プログラム 0 変換結果格納レジスター選択 000: ADxREG0~3 100: ADxREG16~19 001: ADxREG4~7 101: ADxREG20~23 010: ADxREG8~11 110: ADxREG24~27 011: ADxREG12~15 111: ADxREG28~31

注) このレジスターの設定は[ADxCR0]<ADEN> = 0 の状態で行ってください。

4.2.15.4. [ADxPSET0] (PMD トリガー用プログラムレジスター0)

[ADxPSET0]の例です。[ADxPSET1]～[ADxPSET7]も同じ構成です。

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31	ENSP03	0	R/W	変換 3 設定: 変換制御 0: 禁止 1: 許可
30:29	-	00	R/W	"00"を書いてください。
28:24	AINSP03[4:0]	00000	R/W	変換 3 設定: アナログ入力選択 00000: AINx00 01000: AINx08 10000: AINx16 11000: AINx24 00001: AINx01 01001: AINx09 10001: AINx17 11001: AINx25 00010: AINx02 01010: AINx10 10010: AINx18 11010: AINx26 00011: AINx03 01011: AINx11 10011: AINx19 11011: AINx27 00100: AINx04 01100: AINx12 10100: AINx20 11100: AINx28 00101: AINx05 01101: AINx13 10101: AINx21 11101: AINx29 00110: AINx06 01110: AINx14 10110: AINx22 11110: AINx30 00111: AINx07 01111: AINx15 10111: AINx23 11111: AINx31
23	ENSP02	0	R/W	変換 2 設定: 変換制御 0: 禁止 1: 許可
22:21	-	00	R/W	"00"を書いてください。
20:16	AINSP02[4:0]	00000	R/W	変換 2 設定: アナログ入力選択 00000: AINx00 01000: AINx08 10000: AINx16 11000: AINx24 00001: AINx01 01001: AINx09 10001: AINx17 11001: AINx25 00010: AINx02 01010: AINx10 10010: AINx18 11010: AINx26 00011: AINx03 01011: AINx11 10011: AINx19 11011: AINx27 00100: AINx04 01100: AINx12 10100: AINx20 11100: AINx28 00101: AINx05 01101: AINx13 10101: AINx21 11101: AINx29 00110: AINx06 01110: AINx14 10110: AINx22 11110: AINx30 00111: AINx07 01111: AINx15 10111: AINx23 11111: AINx31
15	ENSP01	0	R/W	変換 1 設定: 変換制御 0: 禁止 1: 許可
14:13	-	00	R/W	"00"を書いてください。
12:8	AINSP01[4:0]	00000	R/W	変換 1 設定: アナログ入力選択 00000: AINx00 01000: AINx08 10000: AINx16 11000: AINx24 00001: AINx01 01001: AINx09 10001: AINx17 11001: AINx25 00010: AINx02 01010: AINx10 10010: AINx18 11010: AINx26 00011: AINx03 01011: AINx11 10011: AINx19 11011: AINx27 00100: AINx04 01100: AINx12 10100: AINx20 11100: AINx28 00101: AINx05 01101: AINx13 10101: AINx21 11101: AINx29 00110: AINx06 01110: AINx14 10110: AINx22 11110: AINx30 00111: AINx07 01111: AINx15 10111: AINx23 11111: AINx31
7	ENSP00	0	R/W	変換 0 設定: 変換制御 0: 禁止 1: 許可
6:5	-	00	R/W	"00"を書いてください。
4:0	AINSP00[4:0]	00000	R/W	変換 0 設定: アナログ入力選択 00000: AINx00 01000: AINx08 10000: AINx16 11000: AINx24 00001: AINx01 01001: AINx09 10001: AINx17 11001: AINx25 00010: AINx02 01010: AINx10 10010: AINx18 11010: AINx26 00011: AINx03 01011: AINx11 10011: AINx19 11011: AINx27 00100: AINx04 01100: AINx12 10100: AINx20 11100: AINx28 00101: AINx05 01101: AINx13 10101: AINx21 11101: AINx29 00110: AINx06 01110: AINx14 10110: AINx22 11110: AINx30 00111: AINx07 01111: AINx15 10111: AINx23 11111: AINx31

注) このレジスターの設定は[ADxCRO]<ADEN>=0の状態で行ってください。

4.2.16. [ADxTSET0] (汎用起動要因用プログラムレジスター0)

[ADxTSET0]の例です。[ADxTSET1]~[ADxTSET31]も同じ構成です。

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	ENINT0	0	R/W	割り込み制御 0: 禁止 1: 許可
6:5	TRGS0[1:0]	00	R/W	起動要因 00: 変換禁止 01: 連続変換 10: 単独変換 11: 汎用トリガー変換
4:0	AINST0[4:0]	00000	R/W	アナログ入力選択 00000: AINx00 01000: AINx08 10000: AINx16 11000: AINx24 00001: AINx01 01001: AINx09 10001: AINx17 11001: AINx25 00010: AINx02 01010: AINx10 10010: AINx18 11010: AINx26 00011: AINx03 01011: AINx11 10011: AINx19 11011: AINx27 00100: AINx04 01100: AINx12 10100: AINx20 11100: AINx28 00101: AINx05 01101: AINx13 10101: AINx21 11101: AINx29 00110: AINx06 01110: AINx14 10110: AINx22 11110: AINx30 00111: AINx07 01111: AINx15 10111: AINx23 11111: AINx31

4.2.17. [ADxREG0] (変換結果格納レジスター0)

[ADxREG0]の例です。[ADxREG1]～[ADxREG31]も同じ構成です。

Bit	Bit symbol	リセット後	Type	機能
31:30	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
29	ADOVR_M0	0	R	オーバーランフラグ<ADOVRF0>のミラービットです。
28	ADRF_M0	0	R	AD 変換結果格納フラグ<ADRF0>のミラービットです。
27:16	ADR_M0[11:0]	0x000	R	AD 変換結果<ADR0[11:0]>のミラー領域です。 [ADxREG0]レジスターの上位ハーフワードに下詰 12ビットで AD 変換結果が格納されます
15:4	ADR0[11:0]	0x000	R	AD 変換結果 [ADxREG0]レジスターの下位ハーフワードに上詰め 12ビットで AD 変換結果が格納されます。
3:2	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
1	ADOVRF0	0	R	オーバーランフラグ 0: 発生なし 1: 発生あり [ADxREG0]レジスターを読み出す前に AD 変換結果が上書きされると"1"にセットされます。このフラグは読み出すと"0"にクリアされます。
0	ADRF0	0	R	AD 変換結果格納フラグ 0: 変換結果なし 1: 変換結果あり AD 変換結果が格納されると"1"にセットされます。 このフラグは読み出すと"0"にクリアされます。

5. 使用方法の例

5.1. 単独変換の設定例

単独変換はソフトウェアで変換を起動します。複数回の変換が可能です。

以下は、単独変換で2つのアナログ入力(AINx02, AINx03)の変換結果を2つの変換結果格納レジスタ一([ADxREG4], [ADxREG5])に保管し、2つ目の変換終了で単独変換割り込み INTADxSGL を発生する場合の設定例です。

ADCLKは2分周、m値は"2"、n値は"4"としています。

【初期設定】

- [ADxMOD0] = 0x00000001
DAC制御: <DACON> = 1(ON)
低消費電力モード選択: <RCUT> = 0(通常動作)
- [ADxCLK] = 0x00000004
ADプリスケaler出力選択: <VADCLK[2:0]> = 000(ADCLK/2)
m値: <EXAZ0[3:0]> = 0001(m=2)
- [ADxMOD1] = 0x00004000
n値: <MOD1[31:0]> = 0x00000000(n = 4)
- [ADxEXAZSEL] = 0x00000000
m値の選択: <EXAZSEL[31:0]> = 0x00000000(<EXAZ0[3:0]>を使用)
- [ADxMOD2] = 指定の値
[ADxTRM] = 指定の値

注) これらのレジスタは製品によって設定値が異なります。設定値はリファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

【変換設定】

- [ADxTSET4] = 0x00000042
アナログ入力選択: <AINST4[4:0]> = 00010(AINx02)
起動要因: <TRGS4[1:0]> = 10(単独変換)
割り込み制御: <ENINT4> = 0(禁止)
- [ADxTSET5] = 0x000000C3
アナログ入力選択: <AINST5[4:0]> = 00011(AINx03)
起動要因: <TRGS5[1:0]> = 10(単独変換)
割り込み制御: <ENINT5> = 1(許可)

【変換開始設定】

- [ADxCRI] = 0x00000000
DMA要求禁止
- [ADxCR0] = 0x00000082
連続変換動作: <CNT> = 0(停止)
単独変換動作: <SGL> = 1(変換開始)
ADC動作: <ADEN> = 1(許可)

5.2. PMD トリガーを使用したモーター制御例

5.2.1. 3シャント方式

PMD チャンネル0 と ADC ユニット A を使用した場合の構成図を以下に示します。

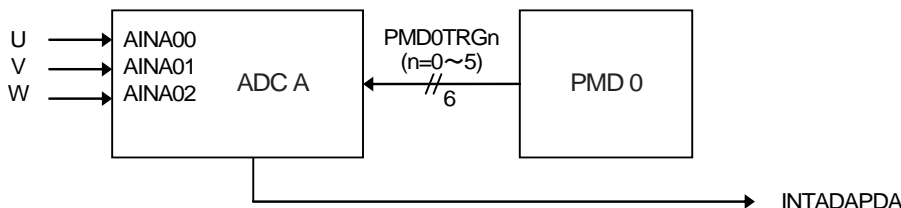


図 5.1 3シャントの例

この場合の ADC の設定例を表 5.1 に示します。

表 5.1 3シャントでのADC設定

Program	0	1	2	3	4	5
Reg0	U	V	W	V	W	U
Reg1	V	W	U	U	V	W
割り込み	INTADAPDA	INTADAPDA	INTADAPDA	INTADAPDA	INTADAPDA	INTADAPDA

6本のトリガー入力 PMD0TRG0~5 に対し、 $[ADAPSEL0] \sim [ADAPSEL5]$ でそれぞれ 0~5 のプログラム番号を割り付けます。

表中の Reg0, Reg1 は $[ADAPSETn][7:0]$ および $[ADAPSETn][15:8]$ を表します (n: プログラム番号)。表中の「U」、「V」、「W」はモーターの位相を表しており、それぞれの位相が得られるアナログ入力を選択します。

PMD トリガーが入力されると Reg0, Reg1 の順に AD 変換が行われ、変換結果が変換結果格納レジスターへ保存されます。全ての変換が終了すると INTADAPDA 割り込みが出力されます。

5.2.2.1 シャント方式

PMD チャンネル 0 と ADC ユニット A を使用した場合の構成図を以下に示します。

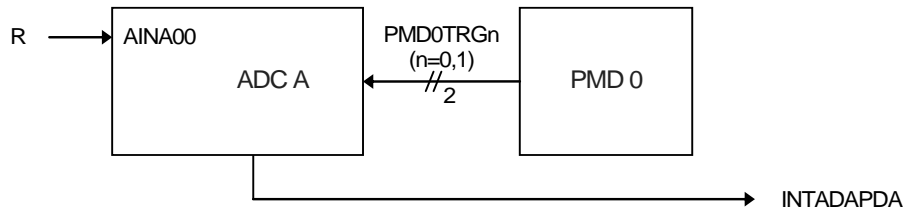


図 5.2 1 シャントの例

この場合の ADC の設定例を以下に示します。

表 5.2 1 シャントでの ADC 設定

トリガー	PMD0	PMD0
	0	1
Program	0	1
Reg0	R	-
Reg1	-	R
割り込み	-	INTADAPDA

2 本のトリガー入力 PMD0TRG0~1 に対し、0、1 のプログラム番号を割り付けています。

表中の Reg0, Reg1 は $[ADAPSETn][7:0]$, $[ADAPSETn][15:8]$ を表します (n: プログラム番号)。表中の「R」は抵抗を表しており、接続されているアナログ入力を設定します。

PMD トリガーが入力されると AD 変換が行われ、変換結果が変換結果格納レジスタ 0 と 1 に保存されます。プログラム 0, 1 の順で変換が実行され、終了すると INTADAPDA 割り込みが出力されます。

6. 使用上のご注意およびお願い事項

- 以下の要因は変換精度を悪化させる場合がありますのでご注意ください。
 - － 電源電圧の変動
 - － 変換対象のアナログ入力端子近辺の端子のレベル変動
- 所望の変換結果を得るために、端子電圧と内部コンデンサーが安定した状態で変換する必要があります。アナログ信号源の出力インピーダンスが高い場合や連続して変換を行っている場合は特に注意が必要です。
使用状況に合わせて以下のような方法で安定のための時間を調整してください。
 - － サンプル時間を長くする
 - － 変換終了から次の変換開始までの時間を長くする

7. 改訂履歴

表 7.1 改訂履歴

Revision	日付	説明
1.0	2024-07-22	・新規作成
1.1	2024-11-29	・4.2.16. [ADxTSET0] (汎用起動要因用プログラムレジスター0) 注)を削除

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、あるいはその他軍事用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。