



広帯域幅、低ノイズの振動センサー

データシート

ADcmXL1021-1

特長

- 1軸、デジタル出力 MEMS 振動検出モジュール
- 測定範囲：±50 g
- 超低出力ノイズ密度、26µg/√Hz (MTC モード)
- 広帯域幅：DC~10kHz (平坦度 3dB 以内) (RTS モード)
- 組み込みの高速データ変換レート：220kSPS
- 6つのデジタル FIR フィルタ、32 タップ (係数)、デフォルトのオプション
- ハイパス・フィルタのカットオフ周波数：1kHz、5kHz、10kHz
- ローパス・フィルタのカットオフ周波数：1kHz、5kHz、10kHz
- ユーザ設定可能なデジタル・フィルタ・オプション (32 種類の係数)

内部 FFT によるスペクトル解析

- 長いレコード長：2048 ビン (ユーザ設定可能なビン・サイズ：0.42Hz~53.7Hz)
- 手動またはタイマーベースの (自動) トリガ
- ウィンドウ制御オプション：矩形、ハニング、フラット・トップ

- FFT によるレコード平均化、255 レコードまで設定可能
- スペクトル定義のアラーム・モニタリング、6つのアラーム

統計指標付きの時間領域キャプチャ

- 長いレコード長：4096 サンプル
- 平均、標準偏差、ピーク、クレスト・ファクタ、歪度、尖度
- 設定可能なアラーム・モニタリング

220kSPS でのリアルタイムのデータ・ストリーミング

- CRC-16 誤り検査付きバースト・モード通信

記憶領域：10 個のデータ・レコード

- ステータス・フラグ付きのオン・デマンド・セルフ・テスト
- 外部駆動およびタイマー駆動のウェイクアップ機能を備えたスリープ・モード

温度と電源のデジタル測定

- SPI 互換シリアル・インターフェース

- ID レジスタ：工場出荷時事前設定済みのシリアル番号、デバイス ID、ユーザ設定可能 ID

- 単電源動作：3.0V~3.6V

- 動作温度範囲：-40°C~+105°C

- 自動シャットダウン：125°C (ジャンクション温度)

- 23.7mm × 27.0mm × 12.4mm アルミ・パッケージ

- フレキシブル・コネクタを内蔵した 36mm、14 ピン・フレキシブル・モジュール

- 質量：13g

アプリケーション

振動解析

- 状態基準保全 (CBM) システム

- 装置の状態監視

計測器および診断機器
安全遮断検出

機能ブロック図

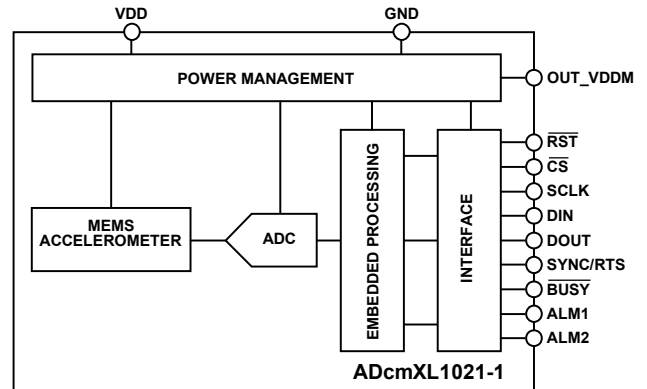


図 1.

概要

ADcmXL1021-1 は、(微小電子機械システム (MEMS) 加速度センサーを使用した) 高性能の振動検出機能と、多様な信号処理機能を兼ね備えた全機能内蔵型の振動検出システムで、状態基準保全 (CBM) システムでのスマート・センサー・ノードの開発を簡略化します。MEMS 加速度センサーの超低ノイズ密度 (26µg/√Hz: 代表値) により、優れた分解能をサポートします。広い帯域幅 (平坦度 3dB 以内で DC~10kHz) により、多くのマシン・プラットフォームで振動の重要な特徴を追跡できます。

信号処理機能には、高速データ・サンプリング (220kSPS)、4096 の時間サンプル・レコード長、フィルタ処理、ウィンドウ制御、高速フーリエ変換 (FFT)、ユーザ設定可能なスペクトル・アラームまたは時間統計アラーム、エラー・フラグなどがあります。シリアル・ペリフェラル・インターフェース (SPI) により、振動データを格納するレジスタ構造と、ユーザ設定可能な幅広い機能を使用できます。

ADcmXL1021-1 は、4つの取り付けフランジの付いた 23.7mm × 27.0mm × 12.4mm のアルミ・パッケージで供給されており、標準的な機械ねじによる取り付けをサポートしています。この軽量 (13g) パッケージにより、広い振動周波数範囲にわたってコア・センサーへの安定した機械的結合が得られます。電気的インターフェースは 36mm のフレキシブル・ケーブル上の 14 ピン・コネクタを介しているため、システム接続コネクタの位置と方向を幅広く選択できます。

ADcmXL1021-1 に必要な電源は 3.3V 単電源のみであり、-40°C~+105°C の動作温度範囲をサポートします。多機能ピンの名称は、該当する機能のみで表示されることがあります。

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

Rev. 0

©2020 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセズ株式会社

本社 / 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル 10F
電話 03 (5402) 8200
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー 10F
電話 06 (6350) 6868
名古屋営業所 / 〒451-6038 愛知県名古屋市中区西区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー 38F
電話 052 (569) 6300

目次

特長.....	1	REC_CTRL、記録制御.....	31
アプリケーション.....	1	REC_PRD、記録時間.....	32
機能ブロック図.....	1	ALM_F_LOW、アラーム振動周波数帯.....	33
概要.....	1	ALM_F_HIGH、アラーム振動周波数帯.....	33
改訂履歴.....	2	ALM_MAG1、アラーム・レベル 1.....	33
仕様.....	3	ALM_MAG2、アラーム・レベル 2.....	33
タイミング仕様.....	4	ALM_PNTR、アラーム・ポインタ.....	34
絶対最大定格.....	6	ALM_S_MAG、アラーム・レベル.....	34
熱抵抗.....	6	ALM_CTRL、アラーム制御.....	34
ESDに関する注意.....	6	FILT_CTRL、フィルタ制御.....	34
ピン配置およびピン機能の説明.....	7	AVG_CNT、デシメーション制御.....	35
代表的な性能特性.....	8	DIAG_STAT、ステータス・フラグおよびエラー・フラグ.....	35
動作原理.....	11	GLOB_CMD、グローバル・コマンド.....	36
コア・センサー.....	11	ALM_STAT、アラームのステータス.....	36
信号処理.....	11	ALM_PEAK、アラームのピーク・レベル.....	36
動作モード.....	12	TIME_STAMP_L および TIME_STAMP_H、データ・ レコードのタイムスタンプ.....	36
データ記録オプション.....	13	DAY_REV、日付とりビジョン.....	37
ユーザ・インターフェース.....	16	YEAR_MON、年月.....	37
基本動作.....	19	PROD_ID、製品 ID.....	37
デバイスの設定.....	19	SERIAL_NUM、シリアル番号.....	37
デュアル・メモリ構造.....	19	USER_SCRATCH.....	37
パワーアップ・シーケンス.....	19	REC_FLASH_CNT、フラッシュ書換え回数の記録.....	37
トリガ.....	19	MISC_CTRL、種々の制御.....	37
サンプル・レート.....	20	REC_INFO1、レコード情報.....	38
データバス処理.....	20	REC_INFO2、レコード情報.....	38
スペクトル・アラーム.....	22	REC_CNTR、レコード・カウンタ.....	38
機械的取り付けに関する推奨事項.....	22	ALM_FREQ、重大アラーム振動周波数.....	38
ユーザ・レジスタのメモリ・マップ.....	23	STAT_PNTR、統計結果ポインタ.....	38
ユーザ・レジスタの詳細.....	28	STATISTIC、統計結果.....	39
PAGE_ID、ページ番号.....	28	FUND_FREQ、基本振動周波数.....	39
TEMP_OUT、内部温度.....	28	FLASH_CNT_L、フラッシュ・メモリの書換え回数.....	39
SUPPLY_OUT、電源電圧.....	28	FLASH_CNT_U、フラッシュ・メモリの書換え回数.....	39
FFT_AVG1、スペクトル平均化.....	28	FIR フィルタ・レジスタ.....	40
FFT_AVG2、スペクトル平均化.....	29	アプリケーション情報.....	41
BUF_PNTR、バッファ・ポインタ.....	29	機械的接続.....	41
REC_PNTR、記録ポインタ.....	30	外形寸法.....	42
OUT_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ.....	30	オーダー・ガイド.....	42
ANULL、バイアス・キャリブレーション・レジスタ.....	31		

改訂履歴

11/2019—Revision 0: 初版

仕様

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ および $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 。

表 1.

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
ACCELEROMETERS					
Measurement Range ¹			±50		<i>g</i>
Sensitivity					
FFT			0.9535		<i>mg</i> /LSB
Time Domain			1.907		<i>mg</i> /LSB
Error over Temperature			±5		%
Nonlinearity	Best fit, straight line, full scale (FS) = ±50 <i>g</i>		±0.2	±1.25	%
Cross Axis Sensitivity			2		%
Alignment Error	With respect to package		2		Degrees
Offset Error Over Temperature	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+105^\circ\text{C}$		±5		<i>g</i>
Offset Temperature Coefficient	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+105^\circ\text{C}$		34		<i>mg</i> /°C
Output Noise	Real-time streaming (RTS) mode		3.2		<i>mg</i> rms
Output Noise Density	100 Hz to 10 kHz, AVG_CNT = 0, MTC mode		26		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
	1 Hz to 10 kHz, no filtering, RTS mode		32		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
3 dB Bandwidth		10,000			Hz
Sensor Resonant Frequency			21		kHz
CONVERSION RATE					
Clock Accuracy				220	kSPS
			3		%
FUNCTIONAL TIMING					
Factory Reset Time Recovery			126		ms
Start-Up Time	Time from supply voltage reaching 3.0 V from power-down until ready for command		205		ms
Self Test Time			92		ms
LOGIC INPUTS					
Input High Voltage, V_{IH}		2.5			V
Input Low Voltage, V_{IL}				0.45	V
Logic 1 Input Current, I_{IH}	$V_{IH} = 3.3\text{ V}$		0.01	0.2	μA
Logic 0 Input Current, I_{IL}	$V_{IL} = 0\text{ V}$			100	μA
All Except $\overline{\text{RST}}$					μA
$\overline{\text{RST}}$			1		mA
Input Capacitance, C_{IN}			10		pF
DIGITAL OUTPUTS					
Output Voltage					
High, V_{OH}	$I_{OH} = -1\text{ mA}$	1.4			V
Low, V_{OL}	$I_{OL} = 1\text{ mA}$			0.4	V
Output Current					
High, I_{OH}	$I_{OH} = -1\text{ mA}$			2	mA
Low, I_{OL}	$I_{OL} = 1\text{ mA}$			2	mA
FLASH MEMORY					
Endurance ²		10,000			Cycles
Data Retention ³	$T_J = 85^\circ\text{C}$, see Figure 44		10		Years
THERMAL SHUTDOWN					
Threshold	T_J rising		125		°C
Hysteresis			15		°C
OUT_VDDM MONITOR OUTPUT					
Output Resistance	Logic output, logic high indicates good condition Logic low when internal temperature exceeds allowed range	90	100	110	k Ω

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
POWER SUPPLY VOLTAGE	Operating voltage range, VDD	3.0	3.3	3.6	V
Power Supply Current	Operating mode, VDD = 3.0 V		22.9		mA
	Operating mode, VDD = 3.3 V		23.2		mA
	Operating mode, VDD = 3.6 V		23.9		mA
	Sleep mode, VDD = 3.0 V		0.1		mA
	Sleep mode, VDD = 3.3 V		0.6		mA
	Sleep mode, VDD = 3.6 V		1.5		mA

¹ 最大範囲は振動の振動周波数により異なります。

² 書換え回数は JEDEC 規格 22 Method A117 に準拠し、-40°C、+25°C、+85°C、+125°C で測定しています。

³ データ保持期間は、JEDEC 規格 22 Method A117 に準拠した 85°C のジャンクション温度 (T_J) の値です。データ保持期間は T_J により異なります。

タイミング仕様

特に指定のない限り、 $T_C = 25^\circ\text{C}$ および $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 。

表 2.

Parameter	Description	Normal Mode			RTS Mode			Unit
		Min ¹	Typ	Max ¹	Min	Typ	Max ¹	
f_{SCLK}	SCLK frequency	0.01		14	8		14	MHz
t_{STALL}	Stall period between data bytes	16			N/A ²			μs
t_{CLS}	SCLK low period	35.7			35.7			ns
t_{CHS}	SCLK high period	35.7			35.7			ns
t_{CS}	$\overline{\text{CS}}$ to SCLK edge	35.7			35.7			ns
t_{DAV}	DOUT valid after SCLK edge			20			20	ns
t_{DSU}	DIN setup time before SCLK rising edge	6			6			ns
t_{DHD}	DIN hold time after SCLK rising edge	8			8			ns
t_{DSOE}	$\overline{\text{CS}}$ assertion to DOUT active			20	0		20	ns
t_{HD}	SCLK edge to DOUT invalid			20			20	ns
t_{SFS}	Last SCLK edge to $\overline{\text{CS}}$ deassertion	35.7			35.7			ns
$t_{\text{RTS_BUSY}}$	RTS mode only, data out valid burst readout period ends before $\overline{\text{BUSY}}$ rising edge for next burst		N/A ²		12			μs

¹ 仕様については出荷テストを行っていませんが、設計と特性評価により確認しています。

² N/A は該当なしを意味します。リアルタイム・ストリーミング (RTS) を使用する場合、待ち時間は適用できません。

タイミング図

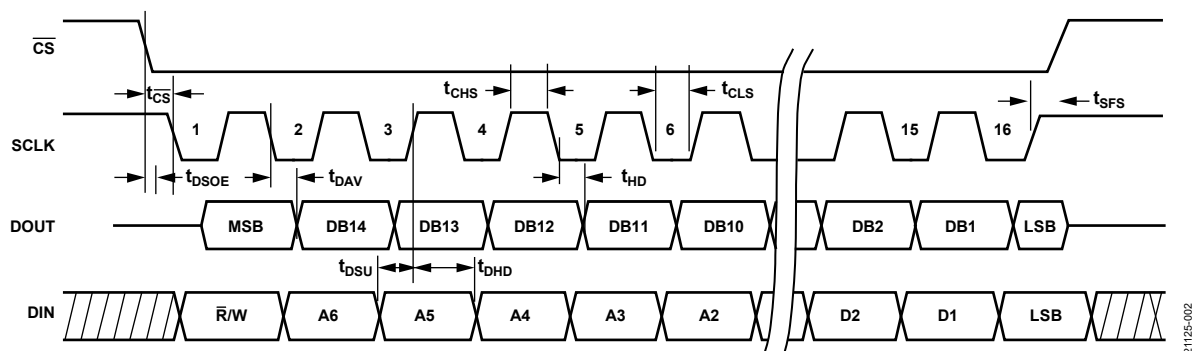
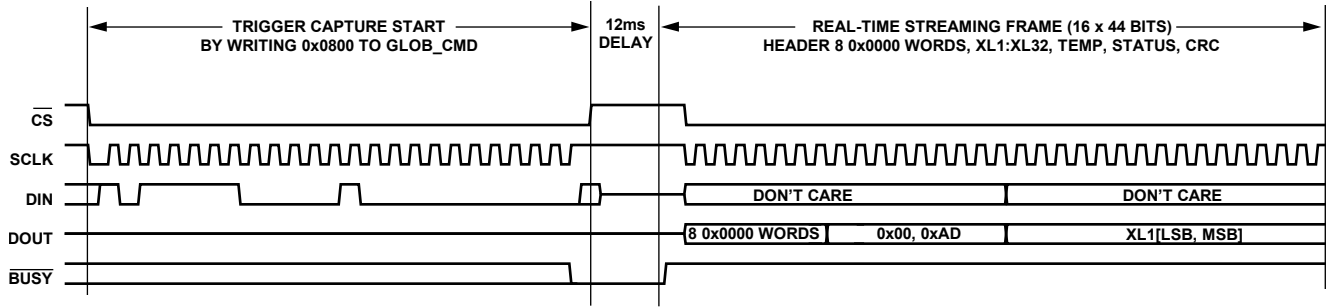


図 2. SPI のタイミングとシーケンス

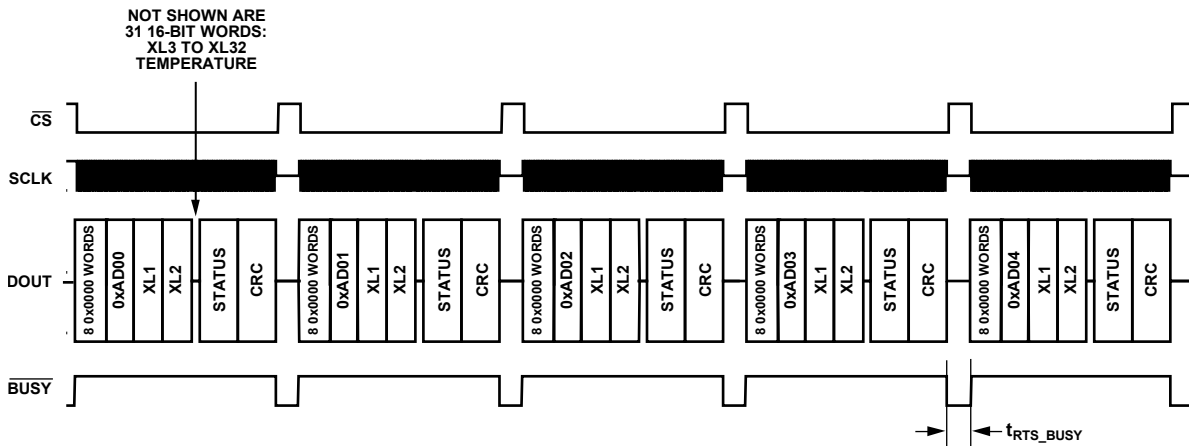


図 3. 待ち時間 (RTS モードでは適用できない)



NOTES
1. XLx IS ACCELEROMETER DATA; TEMP IS TEMPERATURE DATA.

図 4. RTS モードのタイミング図、REC_CTRL、ビット[1:0] = 0b11 と仮定 (表 17 参照)



NOTES
1. XLx IS ACCELEROMETER DATA.

図 5. RTS 読出し機能のシーケンス図、先頭の 5 セグメント (表 17 参照)

絶対最大定格

表 3.

Parameter	Rating
Acceleration	
Unpowered	2000 <i>g</i>
Powered	2000 <i>g</i>
VDD to GND	-0.3 V to +3.6 V
Digital Input Voltage to GND	-0.3 V to +3.6 V
Digital Output Voltage to GND	-0.3 V to +3.6 V
Temperature Range	
Operating Temperature	-40°C to +105°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板（PCB）の設計と動作環境に直接関連しています。PCB の熱設計には細心の注意を払ってください。

θ_{JA} は、1 立方フィートの密封容器内で測定された、自然対流下におけるジャンクションと周囲温度の間の熱抵抗です。

θ_{JC} は、ジャンクションからケースへの熱抵抗です。

ADcmXL1021-1 は多数の能動部品を含むマルチチップ・モジュールです。表 4 に示す値は、ADcmXL1021-1 内部の最も高温の部品の熱応答を、モジュールの全消費電力を基準にして示したものです。この方法では、周囲温度またはケース温度に基づいて、最も高いジャンクション温度を簡単な方法で予測することができます。

例えば、 $T_A = 70^\circ\text{C}$ のとき、通常動作モードで代表的な 23.2mA の電流と 3.3V の電源電圧の条件では、ADcmXL1021-1 での最高のジャンクション温度は 75.0°C になります。

$$T_J = \theta_{JA} \times VDD \times I_{DD} + 70^\circ\text{C}$$

$$T_J = 65.1^\circ\text{C}/\text{W} \times 3.3 \text{ V} \times 0.0232 \text{ A} + 70^\circ\text{C}$$

$$T_J \approx 75.0^\circ\text{C}$$

ここで、 I_{DD} はデバイスの消費電流です。

表 4. 熱抵抗

Package Type	θ_{JA}	θ_{JC}
ML-14-7 ¹	65.1°C/W	33.2°C/W

¹ 熱抵抗のシミュレーション値は、サイズが $M2.5 \times 0.4\text{mm}$ （トルク = 25 インチ・ポンド）の 4 つの機械ねじでケースに取り付けた条件で得られます。ADcmXL1021-1 は PCB に固定してください。

ESD に関する注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能の説明

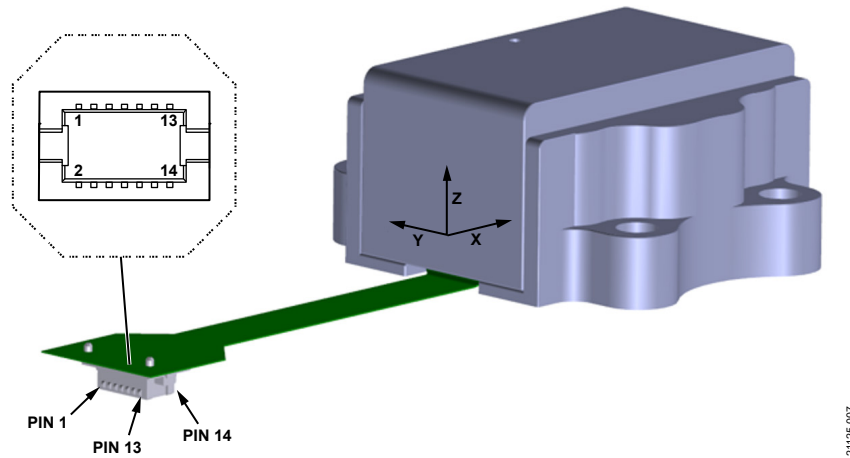


図 6. ピン配置

表 5. ピン機能の説明

ピン番号	記号	タイプ	説明
1	GND	Supply	グラウンド。
2	ALM1	Output	デジタル出力専用、アラーム 1 の出力。このピンは ALM_CTRL レジスタにより設定され、RTS モードでは使用されません。
3	SYNC/RTS	Input	同期機能 (SYNC) / RTS パーストの開始/停止 (RTS)。このピンはデジタル入力専用であり、(レベル検出ではなく) エッジ検出です。このピンは、外部トリガとして使用する前に、MISC_CTRL レジスタ (ビット 12) でイネーブルしておく必要があります。SYNC のパルス幅は 50ns 以上にしなければなりません。 MTC モードおよび MFFT モードでは、SYNC ピンは手動トリガとして機能します。ローからハイへの遷移が検出されると、これは GLOB_CMD レジスタに対する SPI コマンド 0x0800 に相当するので、このピンはレコード・キャプチャ・イベントを開始します。RTS モードと AFFT モードでは、このピンのロジック・レベルがハイのとき、変換は有効です。このピンのロジック・レベルがローになると、現在のデータ・レコードが完了した後に、変換は停止します。
4	ALM2	Output	デジタル出力専用、アラーム 2 の出力。このピンは ALM_CTRL レジスタにより設定され、RTS モードでは使用されません。
5	BUSY	Output	ビジーまたはデータ・レディ・インジケータ、デジタル出力専用。RTS モードでは、このピンはロジック出力であり、データの準備が完了してダウンロードできる状態にあることを示します。ロジックの状態は、データが出力バッファに読み込まれるときにリセットされ、ロジック・ローになります。データをダウンロードできる準備が完了すると、このピンはハイに設定されます。他のキャプチャ・モードでは、ビジー・インジケータはモジュール・プロセッサの状態を確認して、プロセッサを外部コマンドで使用できるかどうかを識別します。コマンドを実行しているときは、SPI アクセスは許可されず、デバイスはビジー状態になっています。この処理が完了すると、コマンドとレコードのいずれの場合でも、SPI は解放され、BUSYピンはロジック・ハイ状態に設定されます。ビジー状態のときは SPI ポートへのアクセスに例外が 1 つあることに注意してください。一意の 16 ビット・エスケープ・コード 0x00E8 を GLOB_CMD レジスタに書き込めば、キャプチャを終了できます。
6	OUT_VDDM	Output	電源モニタ (デジタル出力)。温度が閾値を超えて自動シャットダウンが作動すると、このピンはロジック・ローになります。
7	RST	Input	ハードウェア・リセット、デジタル入力専用、アクティブ・ロー。このピンでは、マイクロコントローラをリセットすることにより、デバイスが既知の状態に入ります。また、このピンはユーザ設定可能パラメータをフラッシュ・メモリから読み出します。
8	VDD	Supply	電源。
9	GND	Supply	グラウンド。
10	GND	Supply	グラウンド。
11	DIN	Input	SPI、データ入力ライン。
12	DOUT	Output	SPI、データ出力。 \overline{CS} がローのとき、DOUT は出力になります。 \overline{CS} がハイのとき、DOUT はスリーステートの高インピーダンス・モードになります。
13	SCLK	Input	SPI、シリアル・クロック。
14	\overline{CS}	Input	SPI、チップ・セレクト。

代表的な性能特性

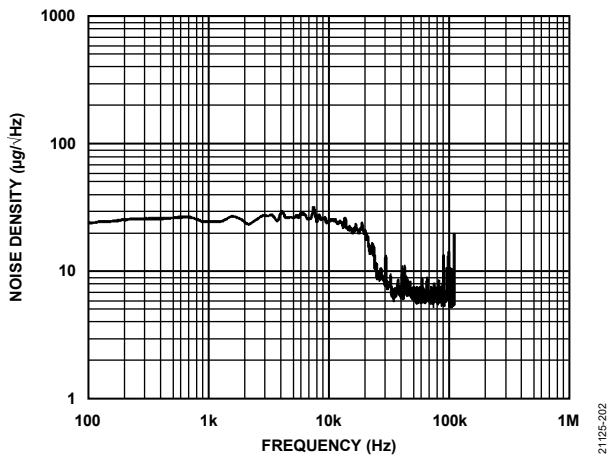


図 7. ノイズ密度、広帯域幅、MTC、AVG_CNT = 0

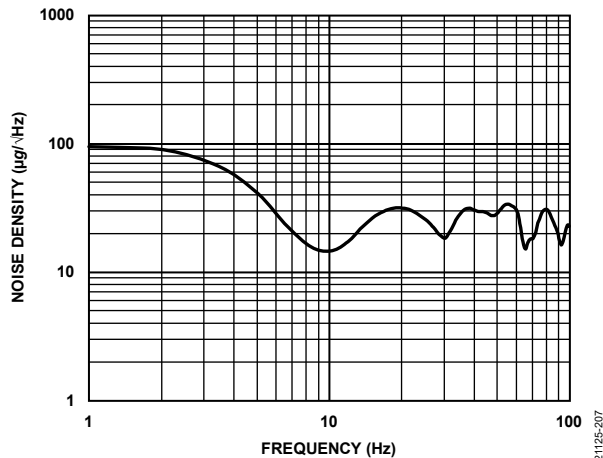


図 10. ノイズ密度、低振動周波数、RTS モード

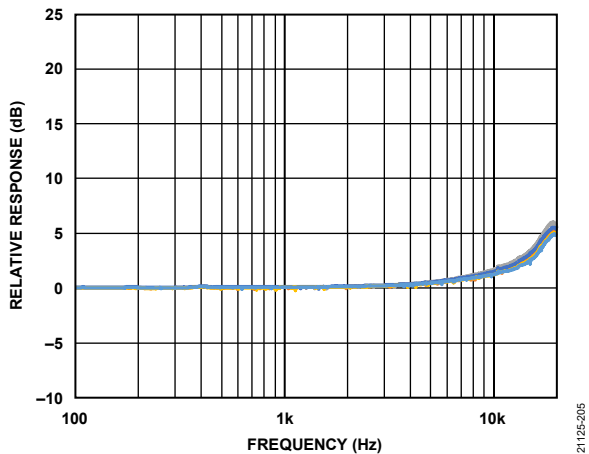


図 8. 相対応答、RTS モード (25°C)

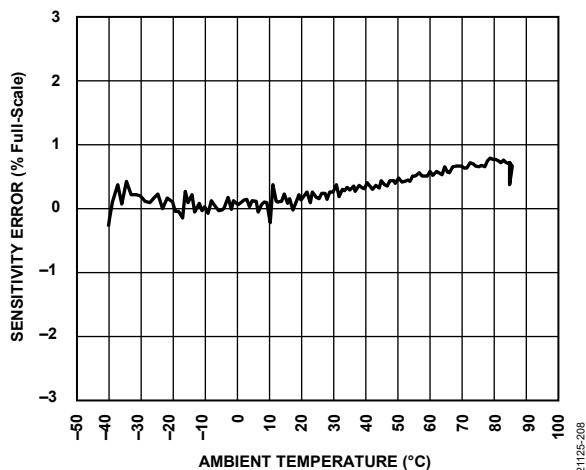


図 11. 感度誤差と周囲温度の関係、25°C で正規化

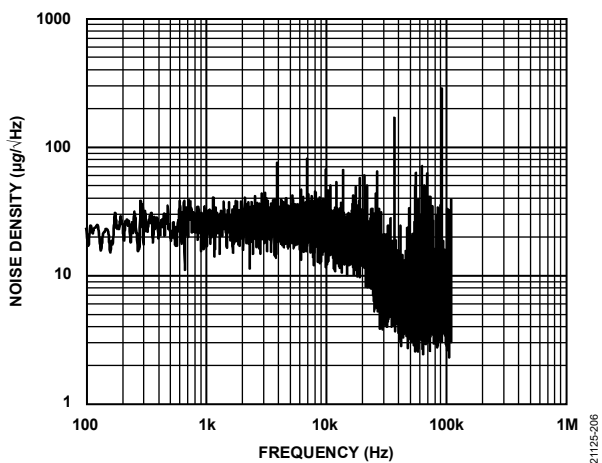


図 9. ノイズ密度、広帯域幅、RTS モード

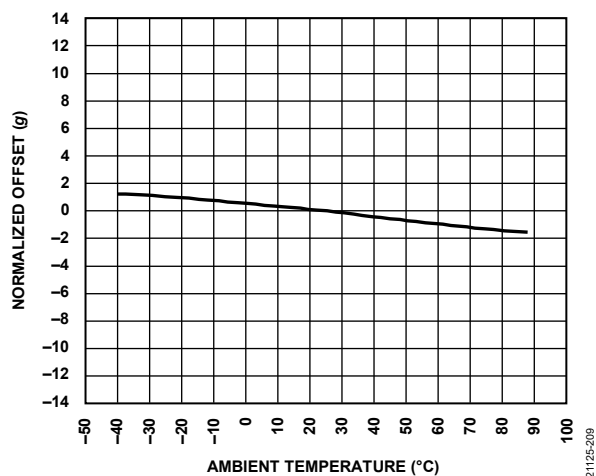


図 12. 正規化オフセットと周囲温度の関係、25°C で正規化

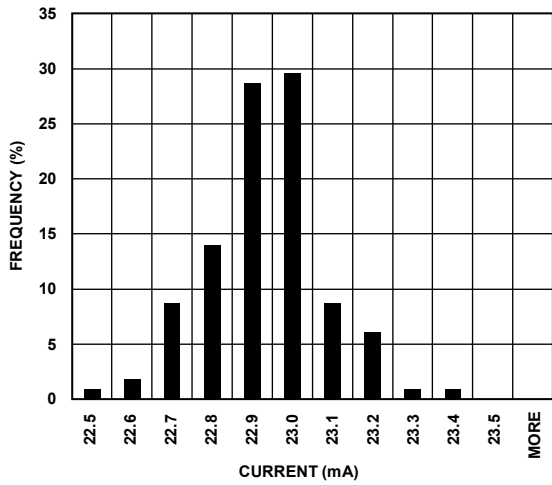


図 13. 動作モードでの電流分布（電源電圧：3.0V）

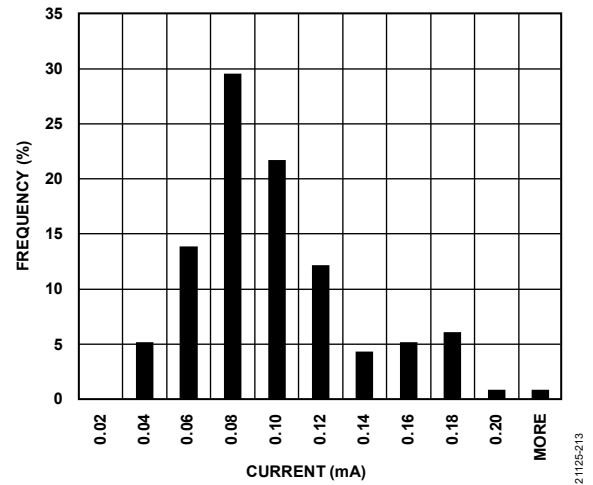


図 16. スリープ・モードでの電流分布（電源電圧：3.0V）

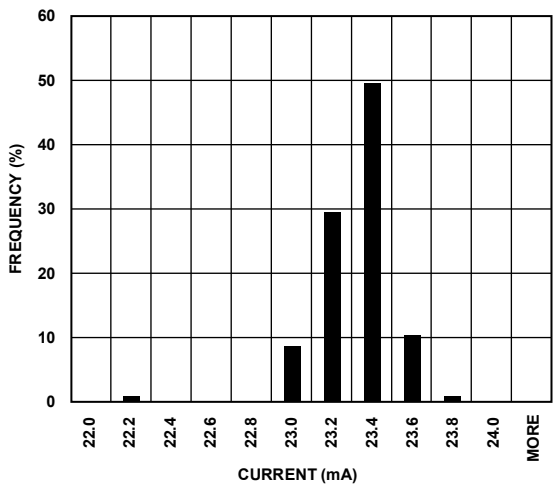


図 14. 動作モードでの電流分布（電源電圧：3.3V）

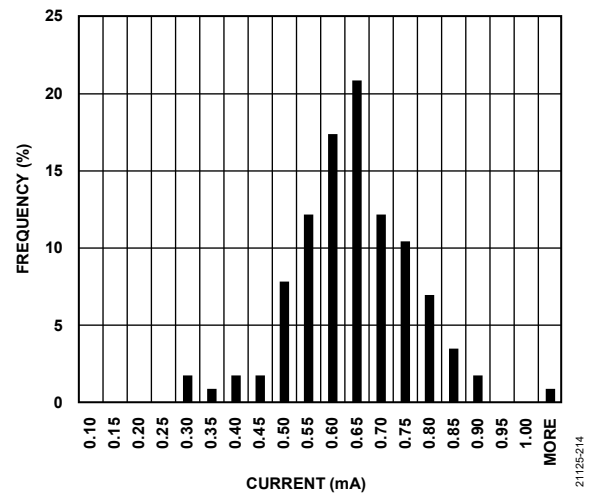


図 17. スリープ・モードでの電流分布（電源電圧：3.3V）

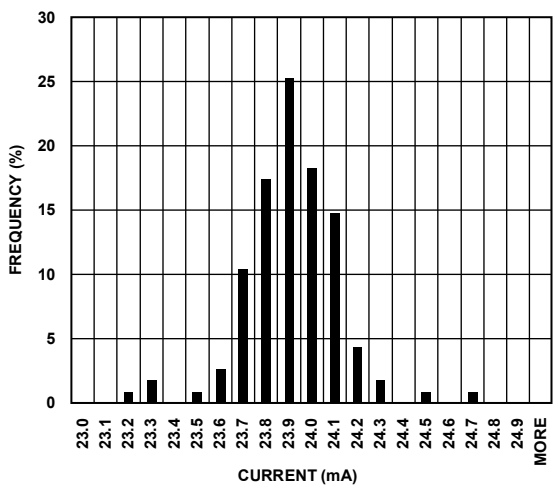


図 15. 動作モードでの電流分布（電源電圧：3.6V）

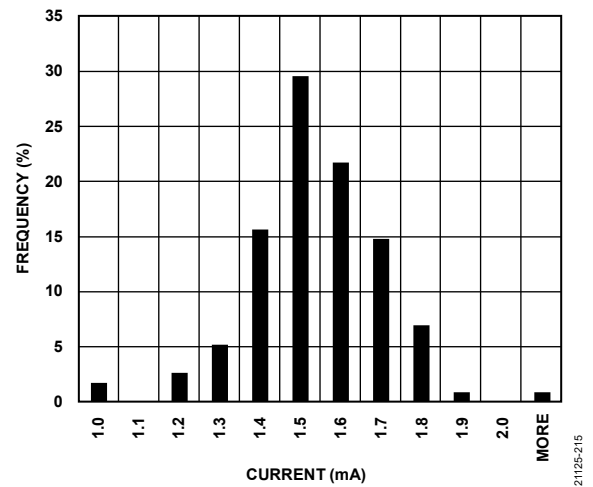


図 18. スリープ・モードでの電流分布（電源電圧：3.6V）

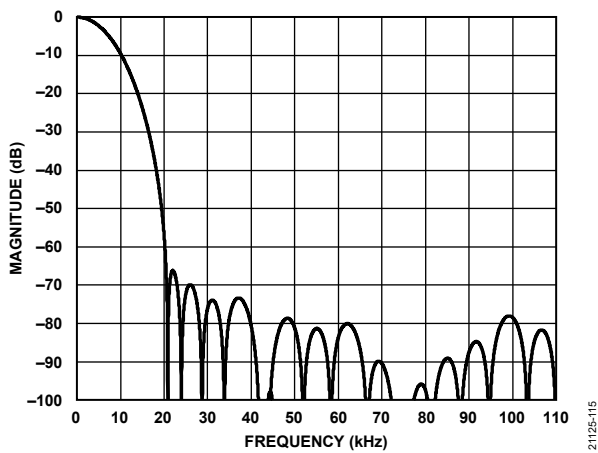


図 19. 1kHz ローパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数
応答

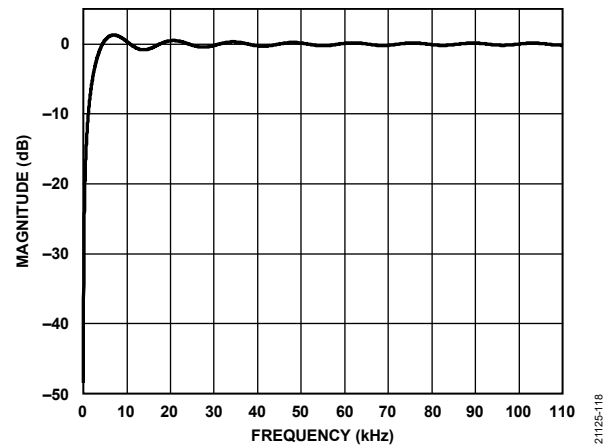


図 22. 1kHz ハイパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数
応答

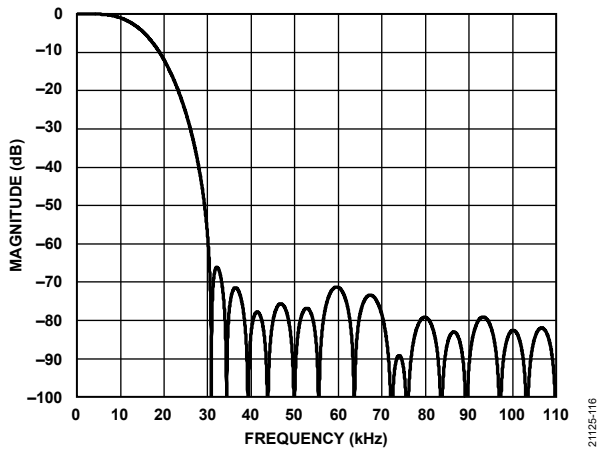


図 20. 5kHz ローパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数
応答

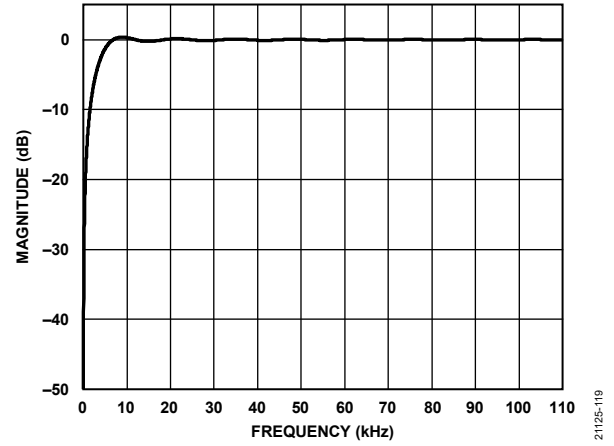


図 23. 5kHz ハイパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数
応答

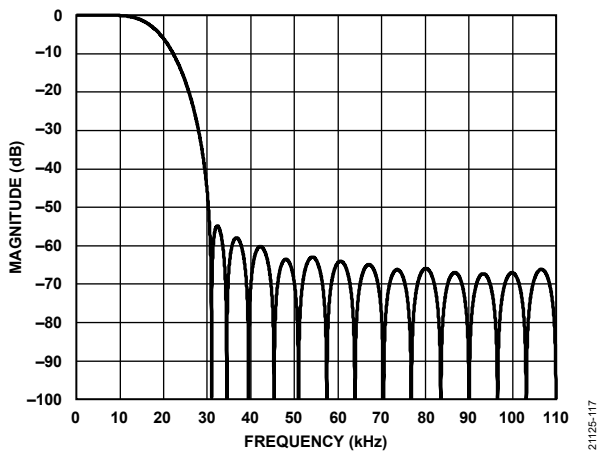


図 21. 10kHz ローパス・フィルタのデジタル・フィルタ周
波数応答

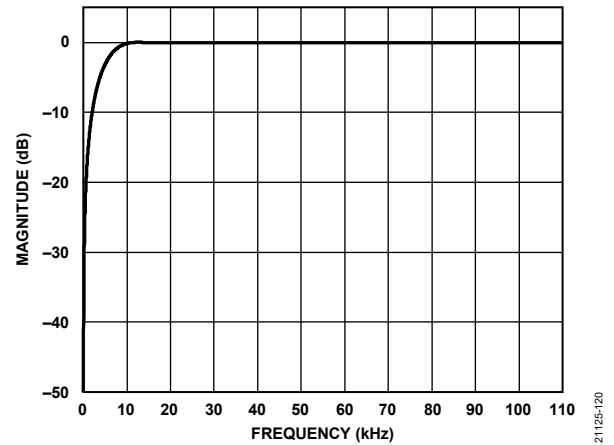


図 24. 10kHz ハイパス・フィルタのデジタル・フィルタ周
波数応答

動作原理

ADcmXL1021-1 は 1 軸の振動モニタリング・サブシステムで、広帯域幅、低ノイズの MEMS 加速度センサー、A/D コンバータ (ADC)、高性能信号処理回路、データ・バッファ、レコード・ストレージを内蔵しており、更にほとんどの組み込みプロセッサと容易に接続できるユーザ・インターフェースを備えています。基本的なシグナル・チェーンについては、図 25 を参照してください。このサブシステムは、4 本のねじ (ねじサイズ M2.5 に対応) を使って取り付けられたアルミ・モジュールに収容されており、振動が 40kHz を超えても機械的に安定するように設計されています。この機械的取り付けとオーバーサンプリングの組み合わせにより、エイリアシング・アーチファクトを最小限に抑えます。

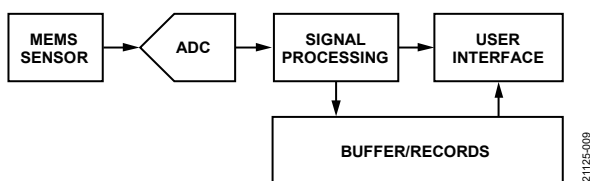


図 25. 基本的なシグナル・チェーン

ADcmXL1021-1 は動作入力範囲が $\pm 50g$ と広く、機械やシステムの状態を監視/診断する振動分析システムなど、広帯域アプリケーションでの振動測定に適しています。ユーザ設定可能な内部処理では、時間領域と振動周波数領域の両方の計算をサポートしています。

低ノイズで振動周波数の帯域幅が広いことにより、内部ベアリングなどの小さな可動部品によって発生する繰返し振動パターンと単発の衝撃事象の両方を測定できます。 g の範囲が広いので、暖房、換気、空調システム (HVAC) や重機などの高振動環境で使用されるダイナミック・レンジを実現します。最高の性能を発揮するには、特定のアプリケーションのシステム・ノイズ、取り付け、およびシグナル・コンディショニングを意識する必要があります。

振動を最大限まで機械的に伝達して、目的の振動を正確に測定するには、適切に取り付けることが必要です。振動周波数の高い機械的結合に適したよくある手法は、可能であればねじ式取り付けシステムと接着剤を組み合わせることで、振動周波数が低い (センサーで可能な帯域幅よりも低い) 場合は、磁気または接着剤を使用した取り付けが可能です。この取り付け手法を使用することで、測定システムの機械共振や、目的の振動周波数での減衰の影響を受けない、正確で再現性のある結果が得られます。また、監視対象システムへの効率的で適切な機械的伝達が行われます。

コア・センサー

ADcmXL1021-1 は、ADXL1002 MEMS 加速度センサー 1 個と、対象の軸に位置を合わせた検出軸を組み合わせで使用します。図 26 は、MEMS 加速度センサーが線形加速度を代表的な出力信号に変換する仕組みを示す簡単な機械構造図です。

センサーの可動部分は、シリコン・ウェーハの上面に形成されるポリシリコン表面のマイクロマシン構造です。ポリシリコンのスプリングがウェーハ表面でこの構造部を支え、加速力に対する抵抗をもたらします。

構造部の変位は、独立した固定プレートと可動部に取り付けられたプレートで構成される、差動コンデンサによって測定します。加速度によって構造が偏向し、差動コンデンサが不平衡になるため、センサー出力の振幅は加速度に比例します。位相検波復調により、加速度の大きさと極性が決定されます。

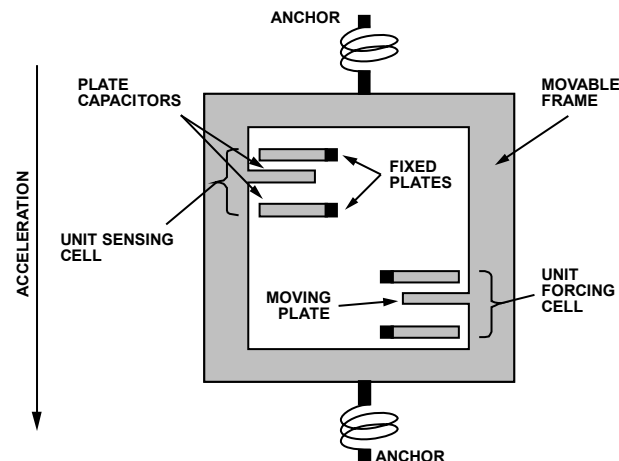


図 26. MEMS センサーの構造図

信号処理

ADcmXL1021-1 のシグナル・チェーンには、広帯域加速度センサー、カットオフ周波数が 13.5kHz のローパス・アナログ・フィルタ、(220kSPS でサンプリングする) オーバーサンプリング ADC、マイクロコントローラ、およびディスクリット部品が含まれており、複数の処理済み出力モードをサポートする柔軟な振動監視サブシステムを実現します。動作モードは 4 つあります。動作モードの 1 つは、最大レートの RTS 出力です。それ以外の 3 つのモードにはシステム・レベルの信号処理機能があり、手動 FFT モード (MFFT)、自動 FFT モード (AFFT)、および手動時間キャプチャ (MTC) モードです。

MTC モードは、平均化、有限インパルス応答 (FIR)、およびウィンドウ制御信号処理を有効化できる 4096 個の連続時間領域サンプルをサポートすると共に、統計値の計算、アラーム設定、およびモニタリングをサポートします。MTC モードでは、生の時間領域データがレジスタ・バッファで使用可能になるので、アクセスして外部から処理できます。

2 つの FFT モード (MFFT モードと AFFT モード) では、どちらも現在の時間領域レコードの FFT を計算する処理をサポートしています。

連続 RTS モードでは、デバイスのデジタル計算とアラーム・モニタリングを全て省略して、リアルタイム・データを SPI を介してバースト・データ出力フォーマットで出力します (図 5 参照)。

動作モード

ADcmXL1021-1 は、次の 4 つの動作モード (RTS、MTC、MFFT、AFFT) をサポートしています。動作モードを選択するには、対応するコードを REC_CTRL レジスタのビット[1:0] に書き込みます (表 47 参照)。

これら 3 つのモード (MFFT、AFFT、MTC) では、ADcmXL1021-1 は振動データを取り込んで分析し、キャプチャ・イベントとして知られる別々のイベントに格納して、レコードを生成します。各キャプチャ・イベントは、ユーザ・データ・バッファの REC_CTRL レジスタに設定されているようにデータを格納することによって終了します。このデータには、BUF_PNTR レジスタ (表 35 参照) を介してアクセスできます。

スペクトル項の振動データを生成する 2 種類の FFT モードが MFFT と AFFT です。これら 2 つのモードの違いは、データ・キャプチャと解析を開始する方法です。MFFT モードでは、外部のデジタル信号か、GLOB_CMD レジスタのビット 11 を使用するソフトウェア・コマンド (表 73 参照) によって、キャプチャ・イベントをトリガします。AFFT モードでは、内部タイマが追加のスペクトル・レコード・キャプチャを自動的にトリガするので、外部トリガの必要はありません。最大 4 種類のサンプル・レート・プロファイルを選択して、モードを周期的に繰り返すことができます。REC_PRD レジスタ (表 49 参照) には、AFFT モードで動作する場合、各キャプチャ・イベント間に経過する時間に関するユーザ設定可能な設定値が格納されます。

MTC モード

ADcmXL1021-1 は、MTC モードで動作する場合、4096 個の連続時間領域サンプルを取り込みます。オフセット・ヌル信号を計算して、コマンド・レジスタ・オプションを使用することでデータに適用できます。ローパスおよびハイパスの FIR フィルタ処理や平均化などの信号処理機能を適用できます。デジタル処理が完了すると、振動データの 4096 個の時間領域サン

ル・データ・レコードは、図 28 に示す信号の流れ図に従ってデータ・バッファに格納されます。

取り込みは、GLOB_CMD レジスタへの SPI 書き込みか、または外部トリガによってトリガされます。ADcmXL1021-1 は、データ・レコードが格納されてアラームがチェックされると、出力 BUSY を切り替えます。

デシメーション・フィルタは、連続したサンプルをまとめて平均化して、帯域外信号およびノイズをフィルタ処理することにより、時間レコードでの格納済みデータ・キャプチャの実効レートを低下させます。このフィルタには、8 つのデシメーション・レート設定値 (1、2、4、8、16、32、64、128) があり、最大 4 種類の設定値をサポートできます。これらの時間データ・レコードは、デシメーション・フィルタが ADC からのリアルタイム・データに作用して 4096 個のサンプルを生成するための時間連続キャプチャ・データです (4096 個の時間領域サンプルを生成するには、 2^N 個のサンプルを内部で処理することが必要です。ここで、N はカウンタの平均値 AVG_CNT です)。ユーザ設定可能なサンプル・レコードの複数の設定値が使用中の場合、ADcmXL1021-1 はデータ・レコードごとに 1 つのフィルタを適用して、データ・キャプチャを行うたびに、目的の全オプションを周期的に繰り返します。時間統計アラームを 3 つの通知レベル (通常、重大、警告) に合わせて設定できます。記録モード・オプションでは、有効化された全ての時間領域統計値をユーザ設定に応じて格納できます。また、このオプションを設定するには、REC_CTRL レジスタのビット[3:2] (レジスタ 0x1A およびレジスタ 0x1B) で記録モードを 0b10 に設定します。

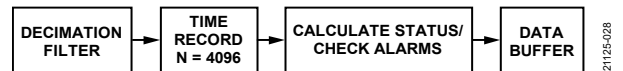


図 27. 手動時間キャプチャ (MTC) モードでの信号処理図

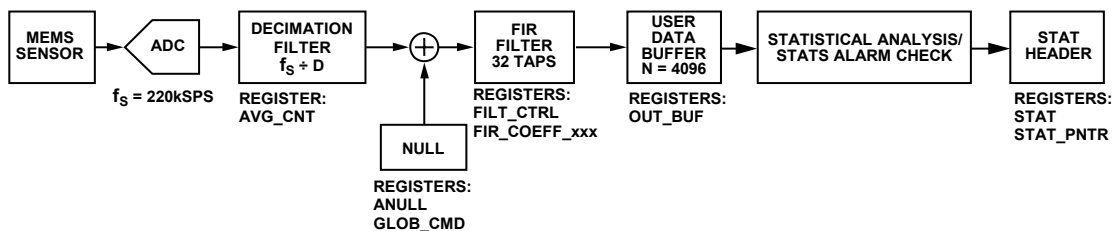


図 28. MTC 信号の流れ図

MFFT モード

MFFT モードでは、キャプチャを手動でトリガして 2048 ビンの単一 FFT レコードを作成でき、様々な設定オプションが可能です。ADcmXL1021-1 は、設定可能なハイパス・フィルタとローパス・フィルタ、デシメーション・フィルタ処理、FFT 平均化、およびスペクトル・アラームの各機能を備えています。また、ADcmXL1021-1 には、速度計算、ウィンドウ制御、およびオフセット補償を実行するオプションもあります。MFFT モードを設定するには、REC_CTRL レジスタのビット[1:0] (レジスタ 0x1A およびレジスタ 0x1B) で記録モードを 0b00 に設定します。

処理ステップにより 4096 個の連続時間領域サンプルが収集され、MTC モードの場合と同様にデータがフィルタ処理されます。追加のウィンドウ制御および FFT 平均化を有効化して設定するには、4096 サンプルのバースト・キャプチャを使用します。ADcmXL1021-1 は、FFT を実行する前に時間レコード・データを処理する 3 種類の数学的フィルタ処理オプションを備えています。これらのフィルタ・オプションは、矩形、ハニング、またはフラット・トップです。ウィンドウ・オプションの選択に関する詳細については、表 47 の REC_CTRL レジスタを参照してください。

キャプチャ・イベントをトリガすると、そのイベントは図 29 に示す処理流れ図に従います。FIR フィルタには 32 種類の係数があり、その処理速度は内部 ADC の最大サンプル・レートである 220kSPS です。6 つの FIR フィルタ・バンク・オプションのいずれかを選択できます。これらのフィルタ・バンクのうち 3 つにはローパス応答を示すプリセット係数があり、それぞれ 1kHz、5kHz、および 10kHz の電力半値帯域幅をサポートします。その他の 3 つのフィルタ・バンクにはハイパス応答を示すプリセット係数があり、それぞれ 1kHz、5kHz、および 10kHz の電力半値帯域幅をサポートします。プログラミングによって 6 つ全てのフィルタ・バンクを上書きして、フラッシュ・メモリに格納できます。

FIR フィルタが有効になっている場合は、FIR フィルタを時間領域データに適用すると、全 4096 回の時間サンプル・キャプチャによってデータ・バッファがいっぱいになるまで、AVG_CNT の設定値に従ってデータのデシメーションが実行されます。このデシメーションによって時間レコードが生成され、FFT_AVG1 または FFT_AVG2 の設定値に応じて、適宜スペクトル・レコードに変換されて平均化されます (FFT キャプチャのデータパスおよび該当のレジスタについては、図 41 を参照してください)。

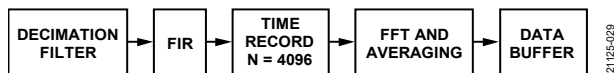


図 29. FFT モードでの信号処理図

AFFT モード

AFFT モードを設定するには、REC_CTRL レジスタのビット [1:0] (レジスタ 0x1A およびレジスタ 0x1B) で記録モードを 0b01 に設定します。AFFT モードは MFFT モードと同じ機能をサポートします。ただし、AFFT モードは自動的に進行して、新しいキャプチャ・イベントを別個に制御します。新しいキャプチャ・イベントは周期的にトリガされ、REC_PRD を使用してレジスタ・マップに設定されます。

オフ時間が長い場合の電力を節約するため、REC_CTRL レジスタのビット 7 を使用して、自動キャプチャ間はスリープ・モードになるようデバイスを設定できます。

RTS モード

RTS モードを設定するには、REC_CTRL レジスタのビット [1:0] (レジスタ 0x1A およびレジスタ 0x1B) で記録モードを 0b11 に設定します。

RTS モードで動作する場合、ADcmXL1021-1 は 220kSPS のレートで加速度センサーをサンプリングして、SPI 経由でバースト・パターンを使用することにより、このデータを使用できるようにします。

データ記録オプション

ADcmXL1021-1 は、FFT モードおよび MTC モードでデータ・レコードを作成し、データ・レコードごとに 3 種類のデータ格納方法 (即時専用、アラーム・トリガ、全モード) をサポートします。MTC モードでは、時間領域統計値が格納され、時間レコードは格納されません。

即時専用モードを選択した場合、最新のキャプチャ・データ・レコードのみが保存され、アクセスできるようになります。

アラーム・トリガ・モードでは、アラームをトリガしたデータのみが格納されます。アラーム・イベントがトリガされると、ADcmXL1021-1 はヘッダー・レジスタと FFT データをフラッシュ・メモリに格納します。アラーム・トリガ・モードは連続動作に役立つ上に、フラッシュ・メモリの限られた書換え回数に与える影響は最小限に抑えます。

全てのモードで、各データ・レコードが格納されます。格納されたデータには、FFT ヘッダー情報と FFT データが含まれます。最大 10 レコードの FFT レコードを格納して検索できます。

ADcmXL1021-1 は、振動データをサンプリングして処理し、FFT データまたは MTC データに格納します。MTC モードでは、レコードに 4096 個のサンプルが格納されます。MFFT モードおよび AFFT モードでは、各レコードに 2048 ビンの FFT 結果が格納されます。表 6 に、処理済みのセンサー・データにアクセスできるレジスタの説明を示します。

表 6. 出力データ・レジスタ

レジスタ	アドレス	説明
TEMP_OUT	0x02	内部温度の測定
SUPPLY_OUT	0x04	内部電源の測定
BUF_PNTR	0x0A	データ・バッファの索引ポインタ
REC_PNTR	0x0C	FFT レコードの索引ポインタ
OUT_BUF	0x12	加速度センサーのデータ・バッファ
GLOB_CMD	0x3E	グローバル・コマンド・レジスタ
TIME_STAMP_L	0x4C	タイムスタンプ、下位ワード
TIME_STAMP_H	0x4E	タイムスタンプ、上位ワード
REC_INFO1	0x66	FFT レコードのヘッダー情報
REC_INFO2	0x68	FFT レコードのヘッダー情報

データ・バッファからのデータの読出し

ADcmXL1021-1 は、スペクトル・レコードを完了して各データ・バッファを更新すると、各データ・バッファからの最初のデータ・サンプルを OUT_BUF レジスタ (表 11 参照) に読み込んで、BUF_PNTR レジスタのバッファ索引ポインタを 0x0000 (表 7 参照) に設定します。索引ポインタは、どのデータ・サンプルを OUT_BUF レジスタに読み込むかを決定します。例えば、BUF_PNTR レジスタ (DIN = 0x8A9F、DIN = 0x8B00) に 0x009F を書き込むと、各データ・バッファ位置にある 160 番目のサンプルが OUT_BUF レジスタに読み込まれます。索引ポインタは、各 OUT_BUF 読出しコマンドによって自動的にインクリメントします。これにより、次の一連のキャプチャ・データが各キャプチャ・バッファ・レジスタに読み込まれます。この自動インクリメントにより、BUF_PNTR レジスタを操作する必要なく、順次読出しコマンドを使用して、1 レコード内にある全部で 4096 個の時間サンプルまたは 2048 個の FFT ポイントを読み出す効率的な方法が有効になります。

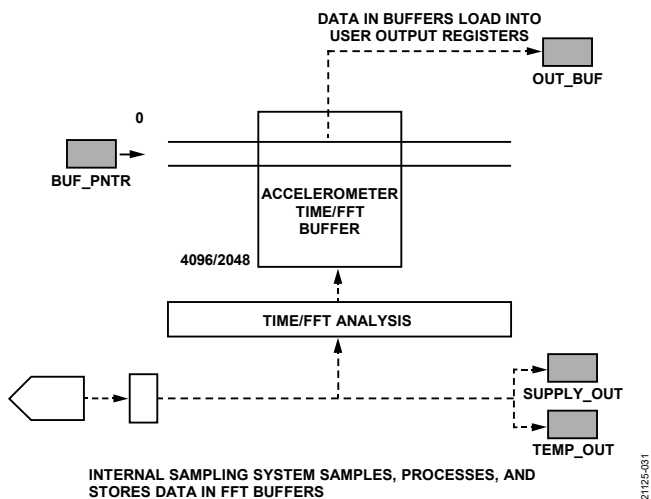


図 30. データ・バッファの構造および動作

表 7. BUF_PNTR (ベース・アドレス = 0x0A)、読出し/書込み

ビット	説明 (デフォルト = 0x0000)
[15:12]	使用しない
[11:0]	データ・ビット: 範囲 = 0~2047 (FFT)、0~4095 (時間)

FFT レコード・データへのアクセス

最大 10 レコードの FFT レコードをフラッシュ・メモリに格納できます。REC_PNTR レジスタ (表 8 参照) および GLOB_CMD ビット (ビット 13、図 31 参照) は、FFT レコードを読書きする機能を備えています。

FFT 平均化を有効化する手順は次のとおりです。

1. キャプチャが開始されます。
2. 時間領域サンプルは、4096 個の時間サンプルによってバッファがいっぱいになるまで、AVG_CNT の設定値に応じて取り込まれ、フィルタ処理されます。
3. FFT はバッファ内にある時間サンプルから計算され、レコードが格納されます。
4. FFT 平均が一定の回数に到達すると、メモリ内にある全ての FFT レコードが平均化されて格納されます。
5. 設定に従ってアラームがチェックされ、フラグが設定されて、データ・レコードが格納されます。
6. 手動モードと自動モードのいずれの場合でも、次のサンプル・レート・オプションが設定されます。
7. BUSY信号が設定されます。

FFT レコードはフラッシュに格納された FFT であり、FFT キャプチャは RAM に格納された FFT です。

表 8. REC_PNTR (ベース・アドレス = 0x0C)、読出し/書込み

ビット	説明 (デフォルト = 0x0000)
[12:8]	時間統計レコード・ポインタのアドレス
[3:0]	FFT レコード番号ポインタのアドレス

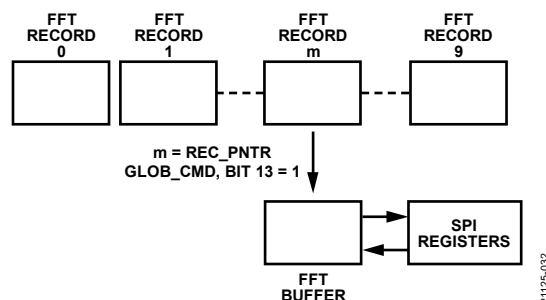


図 31. FFT レコードのアクセス

MTC データのフォーマット

MTC モードでは、OUT_BUF レジスタに単一の時間領域サンプルが格納されます。OUT_BUF を読み出すときに、BUF_PNTR は 0 から 4095 まで自動的に増加します。時間領域データは、デフォルトでは 16 ビット、2 の補数フォーマットの加速度データで、分解能は 1LSB = 1.907mg です。REC_CTRL のビット 5 を 1 に設定することによって速度データを選択すると、速度データは代わりにバッファ・レジスタに格納されます。速度データは、分解能が 1LSB = 18.62mm/s であり、加速度データを積分することによって計算します。

表 11 に、OUT_BUF レジスタのビットの割り当てを示します。加速度のデータ・フォーマットは、REC_CTRL レジスタにあるレコード・タイプ設定値により異なります。表 41 および表 42 に、手動時間モードで使用されている 16 ビット、2 の補数フォーマットのデータ・フォーマット設定例を示します。

MTC モードでは、REC_CTRL レジスタのビット 6 を有効にすれば時間領域統計値を計算できます。統計値のスケールは、加速度センサーまたは速度の設定値に基づいて計算されます。算出できる時間領域統計値は、平均、標準偏差、ピーク、ピーク to ピーク、クレスト・ファクタ、尖度、および歪度です。全ての統計値のスケールは、選択されたデータ・フォーマットと一致しています (1LSB = 1.907mg : 加速度の場合、1LSB = 18.62mm/s : 速度の場合)。ただし、クレスト・ファクタ、尖度、および歪度は比で表す必要があるためこの限りではありません。

表 9. MTC モード、50g レンジのデータ・フォーマット例

Acceleration (mg) (1.907 mg/LSB)	LSB	Hex.	Binary
+62486.7	+32,767	0x7FFF	0111 1111 1111 1111
+12498.5	+6554	0x199A	0001 1001 10011010
+3.9	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010
+1.9	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001
0	0	0x0000	0000 0000 0000 0000
-1.9	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
-3.8	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110
-12498.5	-6554	0xE666	1110 0110 0110 0110
-62488.6	-32,768	0x8000	1000 0000 0000 0000

表 10. MTC モード、50g レンジのデータ・フォーマット例、オプションの速度出力モードに合わせて設定

Velocity (mm/sec), LSB = 18.62 mm/sec	LSB	Hex.	Binary
+610,121.5	+32,767	0x7FFF	0111 1111 1111 1111
+122,035.5	+6554	0x199A	0001 1001 10011010
+37.24	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010
+18.62	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001
0	0	0x0000	0000 0000 0000 0000
-18.62	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
-37.24	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110
-122,035.5	-6554	0xE666	1110 0110 0110 0110
-610,121.5	-32,768	0x8000	1000 0000 0000 0000

表 11. OUT_BUF (ベース・アドレス = 0x12)、読み出し専用

ビット	説明 (デフォルト= 0x8000)
[15:0]	出力加速度データ・バッファ・レジスタ。フォーマット = 2 の補数 (時間)、符号なし整数 (FFT)。

AFFT モードおよび MFFT モードでの FFT データ・フォーマット

AFFT モードと MFFT モードでは、どちらも OUT_BUF に FFT ビンの大きさの計算値が格納されます。0~2047 のバッファ位置に格納されている値は、表 18 に示すように、AVG_CNT の値に応じた振動周波数ビン・サイズの大きさを表します。

読み出した値から大きさ (出力) を計算するには、次式を使用します。

$$\text{出力} = \left(\frac{2^{\left(\frac{\text{OUT_BUF}}{2048}\right)}}{\text{Number of FFT Averages}} \right) \times 0.9535 \text{ mg}$$

表 12 および表 43 に、OUT_BUF の値から加速度への FFT モード変換のデータ・フォーマット例を示します。

OUT_BUF レジスタを読み出すときに、BUF_PNTR は 0 から 2047 まで自動的に増加します。FFT データは、符号なしの 16 ビット・データです。

表 12. レジスタの値に基づく FFT の大きさの変換、データ・フォーマット例

FFT Buffer Read Value (Bits)	FFT Averages	Magnitude
0x0001	1	0.953823 mg
0x0002	1	0.954146 mg
0x00FF	1	1.039447 mg
0x7D00	1	48.18528 g
0x0001	2	0.476911 mg
0x0002	2	0.477073 mg
0x00FF	2	0.519724 mg
0x0005	4	0.238779 mg
0x05FF	4	0.400762 mg
0x7530	4	6.121809 g
0x00FF	8	0.129931 mg
0x7D00	8	6.02316 g
0x7D00	16	3.01158 g
0xAFCE	128	30.65768 g

RTS データのフォーマット

RTS モードでは、連続データが SPI からバースト出力されます。各データ・フレームは、16 サンプルの加速度センサー・データの他に 8 ワードのゼロとフレーム・ヘッダー、温度読み出し値、ステータス・ビット、および 16 ビットの巡回冗長検査 (CRC) コードで構成されます。各データ・サンプルは、デフォルトでは 16 ビット、2 の補数フォーマットの加速度データで、分解能は 1LSB = 1.907mg です。外部のホスト・デバイスが十分な時間割り当て (データ・フレーム当たり約 135μs) でバースト・データを検索できることが重要です。このデータには内部補正が適用されません。したがって、データが他のキャプチャ・モードの結果からずれることがあります。データは符号なしであり、0x8000 で補正 (減算) して ±g (符号付きデータ) を求める必要があります。

RTS モードのキャプチャに初めて入った場合、最初の 8 つのサンプルはオール 0 であり、最初のフレームの CRC は無効です。最初のデータ・フレームは無視して、2 番目以降の全てのフレームのデータを使用することを推奨します。

表 13 に、RTS データの値を変換する方法の例をいくつか示します。ここでは、公称の感度とバイアス誤差ゼロを前提としています。

表 13. RTS モードのデータ・フォーマット例

Acceleration (g)	LSB	Hex.	Binary
+62.532	65,535	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
+50	58,967	0xE657	1110 0110 0101 0111
+0.003816	32,770	0x8002	1000 0000 0000 0010
+0.001908	32,769	0x8001	1000 0000 0000 0001
0	32,768	0x8000	1000 0000 0000 0000
-0.001908	32,767	0x7FFF	0111 1111 1111 1111
-0.003816	32,766	0x7FFE	0111 1111 1111 1110
-50	6567	0x19A7	0001 1001 1010 0111
-62.534	0	0x0000	0000 0000 0000 0000

ユーザ・インターフェース

ユーザ・インターフェースには、数種類の重要な機能があります。それは、データ通信ポート、トリガ入力、ビジー・インジケータ、および 2 種類のアラーム・インジケータ信号です。組込みプロセッサ（マスタ）と ADcmXL1021-1 の間のデータ通信は、SPI を介して行われます。これには、CS、SCLK、DIN、および DOUT ピンが含まれます（表 5 参照）。SYNC/RTS ピン（表 5 参照）には、手動トリガ・モードのときユーザ・トリガ・オプションがあります。アラーム・ピン（ALM1 および ALM2）は、パラメータのユーザ定義閾値を超えたイベントを警告するように設定できます。SYNC/RTS ピンは、データ・キャプチャ動作および解析動作に対する制御の開始および停止をサポートするために、RTS モードで使用されます。BUSY ピン（表 5 参照）は、ADcmXL1021-1 がコマンドを実行しているときの内部動作を表示します。この信号は、ADcmXL1021-1 が応答をサポートできない場合で、かつデータ・キャプチャ・イベントおよび解析イベントが完了した後に外部のデータ・アクイジションをトリガできる場合に、マスタ・プロセッサが SPI 通信を回避するのに役立ちます。ADcmXL1021-1 は通信に SPI を使用します。これにより、図 32 に示すように、ほとんどの組込みプロセッサ・プラットフォームと簡単に接続できます。

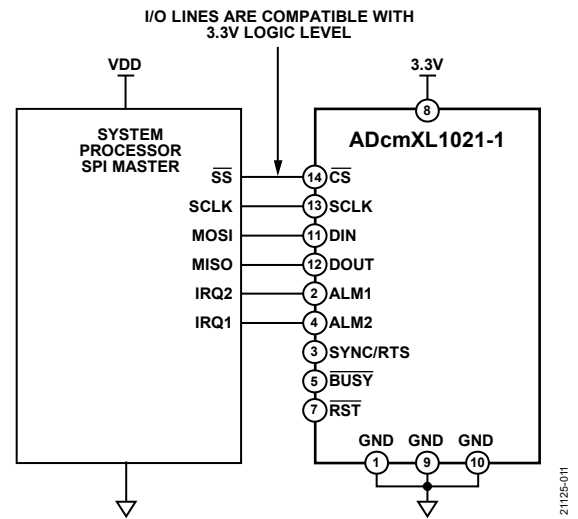


図 32. 電氣的接続図

レジスタ構造はページ・アドレス方式を使用しますが、この方式で使用するページ数は 7 で、各ページには 64 個のレジスタ位置が格納されます。各レジスタは 16 ビット幅で、各 2 バイト・ワードには、そのページのメモリ・マップ内に固有のアドレスがあります。SPI ポートは一度に 1 ページずつアクセスします。SPI アクセスのためにアクティブにするページを選択するには、対応するコードを PAGE_ID レジスタに書き込みます。現在どのページがアクティブになっているかを知るには、PAGE_ID レジスタを読み出します。表 14 に、各ページの PAGE_ID の内容と基本的な機能を示します。PAGE_ID レジスタは、各ページのアドレス 0x00 に置かれます。

表 14. ユーザ・レジスタのページ割り当て

Page No.	PAGE_ID	Function
0	0x00	Configuration, data acquisition
1	0x01	FIR Filter Bank A
2	0x02	FIR Filter Bank B
3	0x03	FIR Filter Bank C
4	0x04	FIR Filter Bank D
5	0x05	FIR Filter Bank E
6	0x06	FIR Filter Bank F

BUSYピンは、その工場出荷時デフォルト設定により、イベントが完了してデータを読み書きできるようになるとハイに遷移し、処理中はローのままになるビジー・インジケータ信号を出力します。

表 15. 一般的なマスタ・プロセッサのピン記号と機能

Pin Mnemonic	Function
SS	Slave select
SCLK	Serial clock
MOSI	Master output, slave input
MISO	Master input, slave output
IRQ1, IRQ2	Interrupt request inputs (optional)

ADcmXL1021-1 の SPI は、全二重シリアル通信（同時送受信）に対応し、図 36 に示すビット・シーケンスを使用します。表 16 に、ほとんどの組込みプロセッサ・プラットフォームで SPI 互換ポートの動作を制御する最も一般的な設定のリストを示します。

通常、組込みプロセッサは、ADcmXL1021-1 などの SPI スレーブ・デバイスと通信するために、コントロール・レジスタを使用してシリアル・ポートを設定します。表 16 に、ADcmXL1021-1 の SPI プロトコルを説明する設定を示します。マスタ・プロセッサの初期化ルーチンは、通常、ファームウェア・コマンドを使ってこれらの設定を行い、シリアル・コントロール・レジスタにその内容を書き込みます。

表 16. 一般的なマスタ・プロセッサの SPI 設定

プロセッサの設定値	説明
Master SCLK Rate ≤ 14 MHz	ADcmXL1021-1 はスレーブとして動作
SPI Mode 3	ビット・レート設定
MSB First	クロックの極性/位相 (CPOL = 1, CPHA = 1)
16-Bit Mode	ビット・シーケンス
Readout Formatting	シフト・レジスタ/データ長
	リトルエンディアン

表 19 に、ユーザ・レジスタの一覧を示し、下位バイトのアドレスを付記します。各レジスタは 2 バイトで構成されます。各バイトには固有の 7 ビット・アドレスがあります。図 33 に、各レジスタのビットと上位アドレスおよび下位アドレスとの関連付けを示します。

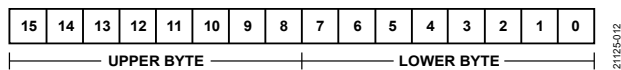


図 33. レジスタの一般的なビット定義

レジスタ構造

ADcmXL1021-1 と通信するには、必ずユーザ・レジスタにアクセスする必要があります。このレジスタ構造には、出力データ・レジスタとコントロール・レジスタの両方が含まれます。出力データ・レジスタには、最新のセンサー・データ、アラーム情報、エラー・フラグ、および識別データが格納されます。ページ 0 に収容されているコントロール・レジスタには、時間領域平均化、FFT 平均化、フィルタ処理、アラーム・パラメータ、診断、データ収集モード設定などの設定可能オプションがあります。ユーザ・アクセス可能な各レジスタは 2 バイト構成 (上位および下位) で、各バイトに固有のアドレスがあります。全てのユーザ・レジスタの詳細な一覧に加えて、対応するアドレスについては、表 19 を参照してください。

ADcmXL1021-1 と外部プロセッサの間での通信では、これらの 16 ビット・ユーザ・レジスタとの間で読出しまたは書き込みが必ず行われます。

SPI 書き込みコマンド

ユーザ・コントロール・レジスタは、多くの内部動作を管理します。図 36 の DIN ビット・シーケンスは、これらのレジスタに書き込む記述内容を示します。各設定レジスタは 16 ビット (2 バイト) で構成されます。ビット [7:0] には各レジスタの下位バイトが格納され、ビット [15:8] には上位バイトが格納されます。各バイトには、ユーザ・レジスタ・マップ内の固有アドレスがあります (表 19 参照)。レジスタの内容を更新するには、先に下位バイト、次に上位バイトの順に両方のバイトを書き込む必要があります。レジスタに新しいデータ・バイトを書き込む SPI コマンド (図 36 参照) のコーディングは、書き込みビット ($\bar{R}/W = 1$)、データ・バイトのアドレス ([A6:A0])、そのレジスタ・アドレスに書き込む新しいデータ ([DC7:DC0]) の順に並ぶ 3 つの部分で構成されます。図 34 に、0x2345 を FFT_AVG1 レジスタに書き込むためのコーディング例を示します。0x8623 コマンドによって 0x23 がアドレス 0x06 (下位バイト) に書き込まれ、0x8745 コマンドによって 0x45 がアドレス 0x07 (上位バイト) に書き込まれます。

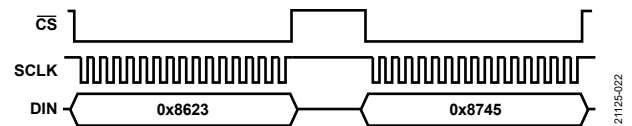


図 34. 1 回の SPI 書き込みコマンド

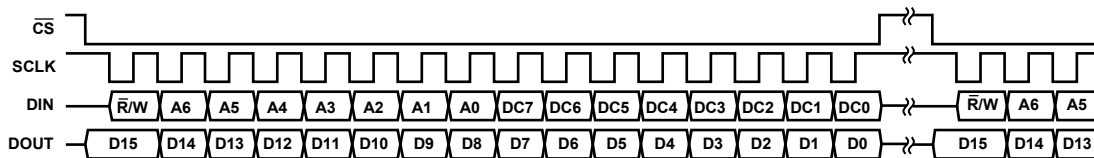
SPI 読出しコマンド

1 回のレジスタ読出しには、図 36 に示すビット割り当てを使用する 16 ビット SPI サイクルが 2 サイクル必要です。最初のシーケンスでは、 $\bar{R}/W = 0$ を設定して、ターゲット・アドレス (ビット[A6:A0]) と通信します。ビット[DC7:DC0]は、読出し DIN シーケンスのドント・ケア・ビットです。DOUT は、要求されたレジスタの内容を 2 番目のシーケンスの間にクロック出力します。また、2 番目のシーケンスも、DIN を使用して次の読出しをセットアップできます。

図 35 に、連続した 2 回のレジスタ読出しを含む例を示します。この例では、最初に DIN = 0x0C00 で REC_PNTR レジスタの内容を要求し、続いて 0x0E00 で OUT_BUF レジスタの内容を要求します。図 35 のシーケンスは、全二重動作モードであることも示しています。すなわち、ADcmXL1021-1 は、同じ 16 ビット SPI サイクルの間に、DIN で要求を受信すると同時に DOUT でデータ出力を送信することもできます。



図 35. SPI マルチバイト読出しコマンドの例



NOTES

1. DOUT BITS ARE PRODUCED ONLY WHEN THE PREVIOUS 16-BIT DIN SEQUENCE STARTS WITH $\bar{R}/W = 0$.
2. WHEN \bar{CS} IS HIGH, DOUT IS IN A THREE-STATE, HIGH IMPEDANCE MODE, WHICH ALLOWS MULTIFUNCTIONAL USE OF THE LINE FOR OTHER DEVICES.

図 36. SPI 通信、マルチバイト・シーケンス

ビジー信号

工場出荷時のデフォルト設定により、出力データ・レジスタが更新されるとロー・レベルのパルスを出力するビジー信号 ($\overline{\text{BUSY}}$) を使用できます (図 37 のビジー信号の信号の向きを参照)。この設定では、 $\overline{\text{BUSY}}$ を組込みプロセッサの割込みサービス・ピンに接続します。これにより、この信号がハイ・レベルのパルスになると、データ収集がトリガされます。

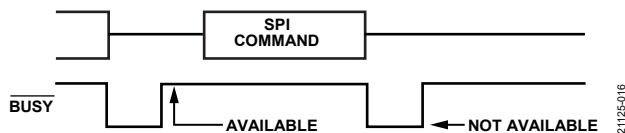


図 37. SPI コマンド後のビジー信号 ($\overline{\text{BUSY}}$) の向き

起動時やリセットからの復帰時、データの生成が始まる前に $\overline{\text{BUSY}}$ 信号に過渡応答が見られる場合があります。図 37 に、コマンド処理時の $\overline{\text{BUSY}}$ 動作の例を示します。ロー信号は SPI アクセスができないことを示しますが、キャプチャを終了させることができるエスケープ・コードは例外です。図 38 に、起動時の $\overline{\text{BUSY}}$ 信号を示します。

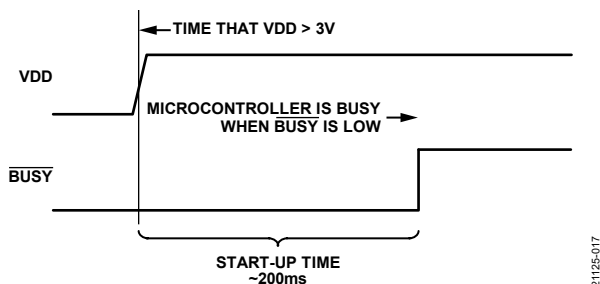


図 38. 起動時の $\overline{\text{BUSY}}$ 応答

RTS

RTS 機能は、各 16 ビット・セグメント間の待ち時間が必要なく、開始するのに必要なのが DIN ライン上の 1 つのコマンドだけであるデータ (時間領域の加速度データ、温度、ステータス、CRC コード) を読み出す方法を提供します。システム・プロセッサがこのモードを実行するには、応答時にデータの各セグメントを読み出す一方で CS ラインをロー状態に保持し、データの最後の 16 ビット・セグメントを読み出し終わるまでロー状態を保持し続けます。全てのデータ・アキュイジションが完了する前に CS ラインがハイになると、その読み出し要求によるデータは失われます。

RTS バーストには 44 個の 16 ビット・ワード (8 個のゼロ・ワード、1 つのヘッダー (インクリメント・カウンタを含む)、32 個の加速度センサー・データ・ワード、温度、ステータス、および CRC) が含まれています。外部の SCLK レートを 8MHz~14MHz の範囲内にして、レジスタ・バッファに現在格納されているデータが上書きされる前に、バーストを全て読み出しておく必要があります。RTS バースト出力の最大の SCLK は 14MHz \pm 1% です。伝送をサポートするのに必要な最小の SCLK は 8MHz です。RTS バースト応答では、図 4 および図 5 に示すシーケンス図と、表 17 に示すデータ・フォーマットを使用します。

RTS モードのキャプチャに初めて入った場合、最初の 8 つのサンプルはオール 0 であり、最初のフレームの CRC は無効です。最初のフレームは無視して、2 番目以降の全てのフレームのデータを使用することを推奨します。

表 17. RTS データのフォーマット

Byte Location in Output Dataset	2-Byte Value Represents
0	0x0000
...	...
14	0x0000
16	Fixed header: 0xccAD; where cc is an incrementing counter value from 0x00 to 0xFF, which returns to 0x00 after 0xFF
18	XL1 (oldest data from accelerometer)
20	XL2
22	XL3
...	...
80	XL32
82	Temperature
84	Status
86	CRC-16

基本動作

デバイスの設定

各レジスタには 16 ビット (2 バイト) が格納されます。ビット [7:0] には下位バイトが格納され、ビット [15:8] には上位バイトが格納されます。各バイトには、ユーザ・レジスタ・マップ内の固有アドレスがあります (表 19 参照)。レジスタの内容を更新するには、最初にその下位バイトに書き込み、次に上位バイトに書き込む必要があります。レジスタに新しいデータ・バイトを書き込む SPI コマンドのコーディングは、書き込みビット (R/W = 1)、このコマンドを更新するバイトの 7 ビットのアドレス・コード、その位置に書き込む 16 ビットの新しいデータという 3 つの部分で構成されます。

デュアル・メモリ構造

ADcmXL1021-1 は、デュアル・メモリ構造 (図 39 参照) を使用しており、リアルタイム動作をサポートするスタティック・ランダム・アクセス・メモリ (SRAM) と、動作コードおよびユーザ設定可能なレジスタ設定値を格納するフラッシュ・メモリを組み合わせています。手動のフラッシュ更新コマンド (GLOB_CMD レジスタのビット 6) は、ユーザ設定可能な設定値をフラッシュ・メモリに格納して、次のパワーオン・リセット時またはリセットからの復帰時に自動的に呼び出せるようにするための単一コマンド手法を提供します。パワーオン・リセット時またはリセットからの復帰時に、ADcmXL1021-1 は SRAM 上で CRC を実行して、この結果を、フラッシュ・メモリの同じメモリ位置からの CRC 計算結果と比較します。このメモリ・テストが不合格になると、ADcmXL1021-1 はリセットして、他のフラッシュ・メモリ位置から起動します。ADcmXL1021-1 は、バックアップ・フラッシュ・メモリが最後のパワーオン・リセットまたはリセットによる回復をいつサポートしたかを検出するエラー・フラグを備えています。表 19 に、ADcmXL1021-1 でのユーザ・レジスタのメモリ・マップを示します。ここにはフラッシュのバックアップ・サポートも記載してあります (「フラッシュのバックアップ」の列に Yes または No で表示)。

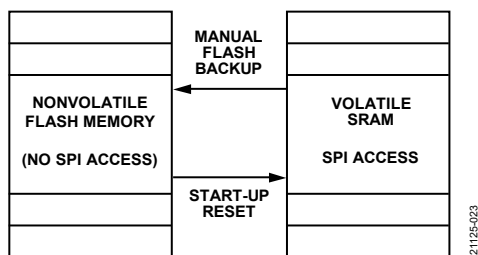


図 39. SRAM とフラッシュ・メモリの図

パワーアップ・シーケンス

ADcmXL1021-1 に必要な電源電圧は単電源の 3.3V のみであり、3V 対応のほとんどの組み込みプロセッサ・プラットフォームとの通信を SPI プロトコルを使用してサポートします。モジュールに適正な電源電圧が加わるまで、SYNC/RTS、CS、SCLK、および DIN 入力ピンには電圧を印加しないでください。

0V から 3.0V までのパワー・ランプは単調増加にする必要があります。モジュールは、電源投入後に内部の初期化を実行し、フラッシュ・メモリをテストして、センサーのセルフ・テストを実行します。この時間中は SPI アクセスができません。モジュールは、BUSY ピンをロジック・ハイに設定することにより、初期化の完了を通知します。

トリガ

RTS モードを含む全てのモードでは、開始するためのトリガが必要です。また、AFFT モードと RTS モードも記録を停止するためのトリガが必要です。

開始トリガは、SYNC/RTS デジタル入力ピンを使用するか、GLOB_CMD レジスタのビット 11 (表 73 参照) を設定することで発生します。SYNC/RTS ピンをトリガとして使用する場合は、MISC_CTRL レジスタのビット 12 を 1 に設定して、この機能を有効にする必要があります。RTS モードのときは、有効なキャプチャ周期の間、有効な停止信号を受け取るまで通常の SPI アクセスは無効になります。

RTS モードでキャプチャを停止する方法は、ハードウェアのピンを介して行う方法とソフトウェアを使用する方法の 2 つです。ハードウェア・ピン方式では、RTS ピンを使用します。この方式は、MISC_CTRL レジスタのビット 12 で有効になります。ソフトウェア方式では、REC_CTRL レジスタのビット 15 を 1 に設定することが必要です。これによってタイムアウト・モードが有効になりますが、このモードはキャプチャを開始する前に設定しておく必要があります。この場合には、CS をローにしているときにユーザ指定の外部読出しクロックの入力がないと、RTS モードは 30ms 後に停止します。RTS モードを再開するには、このセクションで説明した通常の開始トリガ・オプションを使用します。

AFFT モードでキャプチャを停止するには、BUSY がハイの期間に停止コマンドを出す必要があります (BUSY がローになるのは、デバイスを省電力モードにするよう設定して、キャプチャ間にスリープ状態になっている場合です)。あるいは、デバイスにエスケープ・コードを書き込む方法もあり、それはいつでも可能です。その他の SPI 書き込みは全て無視されます。ADcmXL1021-1 が (REC_PRD レジスタで設定した) アクティブな収集期間の合間にある場合は、GLOB_CMD レジスタのビット 11 (表 73 参照) を 1 (DIN = 0xBF08) に設定すると、動作が中断され、ADcmXL1021-1 はアイドル状態での動作に戻ります。REC_PRD カウンタはキャプチャの開始時に起動するので、複数のレート・オプション (サンプル・レート 0~サンプル・レート 3) を有効にする場合は、最長のキャプチャ時間より長い期間に設定する必要があります。

ADcmXL1021-1 は、MFFT モードまたは MTC モードで動作する場合、データの収集を開始するコマンドを受け取るまで、アイドル状態で動作します。ADcmXL1021-1 がこのアイドル状態になっている場合、GLOB_CMD レジスタのビット 11 (表 73 参照) を 1 に設定すると、データ収集とイベントの処理が始まります。データ収集と処理を中断すると、中断された処理以降の全てのデータが失われます。MFFT モードで動作している場合は、SYNC/RTS ピンに正のパルスを入力すると、GLOB_CMD レジスタのビット 11 をハイにした場合と同じ開始機能が得られます。

多くの平均値がある場合は、SPI ポートにアクセスすることにより、キャプチャ・イベントが長期間継続することがあります (例えば、デバイスがビジー状態にとどまっている場合)。この場合には、エスケープ・コードを使用してアクティブなキャプチャを終了します。エスケープ・コードは 0x00E8 であり、2 つの 16 ビット・シーケンスである 0xBEE8 とその後の 0xBF00 を使用することにより、GLOB_CMD レジスタに書き込まれます。これは BUSY のロジック状態がハイに戻るまで繰り返されます。また、有効なエスケープを DIAG_STAT レジスタのビット 4 で示すこともできます。エスケープを出した後、最後のキャプチャ時に収集されたデータは無効になります。データ・キャプチャを続行するには、通常の開始トリガ・オプションを参照してください。

サンプル・レート

RTS モードには 220kSPS の固定サンプル・レートがあります。出力はバースト・データ・パケットの形で SPI 通信ポートを介して流れ出します。デバイスを RTS モードに設定したら、変換の開始および停止は、SYNC/RTS ピンで制御するか、SPI の動作を一定期間停止することによって制御します (REC_CTRL レジスタのビット 15 を参照)。RTS モードは、設定した場合、付加的な処理が実行されず、サンプルが ADC から直接出力され、ヌル、フィルタ、またはデジタル信号処理が行われず、アラームがチェックされないという点で独特です。カットオフ周波数が 13.5kHz のローパス・アナログ・フィルタがデータバスに必ず存在するのに加えて、ADC のサンプル・レートが高いため、エイリアシングが抑えられます。

MTC モードでは、サンプリング・レートは常に 220kSPS であり、4096 個のサンプルを取り込みます。モジュールは内部でのデジタル平均化を実行するよう設定できます。

ヌル関数 (図 28 参照) の場合は、オフセット補正値を ANULL レジスタに書き込むことができます (表 45 参照)。また、GLOB_CMD レジスタのビット 0 (表 73 参照) によって自動ヌル・コマンドを起動することもできます。これにより、オフセット誤差を自動的に概算して補正値を ANULL レジスタに書き込みます。自動ヌル機能では、SR3 の設定値を使用して補正値を取り込んで計算するので、完了するまで時間が必要です。AVG_CNT レジスタを使用すると、最大 4 つのサンプル・レート・オプションについて、各キャプチャで使用される平均の回数を選択できます。REC_CTRL レジスタは、どのサンプル・レート・オプションを有効化するかを選択します。各サンプル・レート・オプションのサンプル・レートは、次式に示すように、平均の回数によって決まります。

$$\text{サンプル・レート} = 220 \text{ kHz} / 2^{\text{AVG_CNT}[3:0]}$$

表 18. FFT のビン・サイズ、振動周波数制限値 (Hz)

AVG_CNT Setting (Averages)	Effective Sample Rate, f_s (SPS)	Effective FFT Bin Size, f_{MIN} (Hz)	Effective Maximum FFT Frequency, f_{MAX} (Hz)
0 (1)	220000	53.71094	110000
1 (2)	110000	26.85547	55000
2 (4)	55000	13.42773	27500
3 (8)	27500	6.713867	13750
4 (16)	13750	3.356934	6875
5 (32)	6875	1.678467	3437.5
6 (64)	3437.5	0.839233	1718.75
7 (128)	1718.75	0.419617	859.375

MFFT モードと AFFT モードでは、MTC モードの場合と同様に、各 FFT データ・レコードは 4096 個の時間領域サンプルの取り込みから始まります (デシメーションを有効にした場合はデシメーション後)。MTC モードの場合と同様に、データはデシメーション・フィルタ後、ヌル関数と FIR フィルタによって処理されます。データに対して FFT 計算が実行されます。このデータはユーザ・アクセス可能なバッファに、時間領域の値に代わって格納され、スペクトル・アラームがチェックされます。

重要な注意点は、FFT 平均回数が多くサンプル・レートの低い検索レコードを実行すると、完了するのに数分から数時間かかる場合があることです。デバイスは、記録中、SPI の割込みをオフするので、停止コマンドを送信することはできません。代わりに、デバイスは SPI 受信バッファをモニタして、記録のデータ・キャプチャ部分の間、エスケープ・コード (つまり GLOB_CMD レジスタへの 0x00E8 の SPI 書き込み) の有無を検査します。したがって、0x00E8 を GLOB_CMD レジスタに書き込むことにより、記録を終了できます。デバイスには 0x00E8 のみを書き込み、短い遅延時間を設けてから、ビジー・インジケータをモニタするかステータス・レジスタをポーリングすることを推奨します。ステータス・レジスタがエスケープ・フラグとビジー・インジケータ/データ・レディ・フラグを示すまで、0x00E8 コードを繰り返し送信して、ステータス・レジスタをチェックしてください。

データバス処理

RTS モードでは、ADcmXL1021-1 内部でのデータのデジタル処理はありません。データは内部で 32 個のサンプル・パケットにバッファ処理され、SPI インターフェースを介してバースト出力されます。

MTC モード、AFFT モード、および MFFT モードでは、最初の取り込みと処理手順は同じで、次のとおりです。

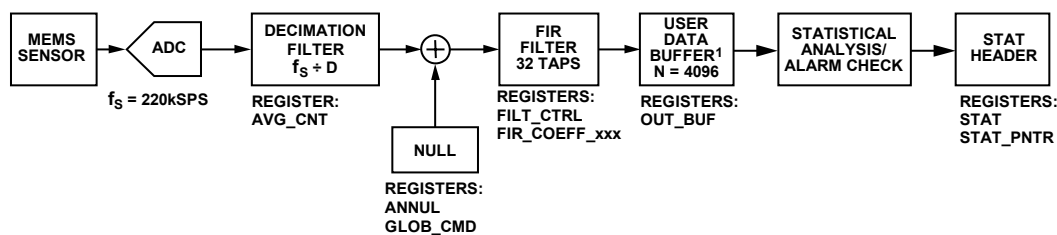
- 4096 個の連続時間領域サンプルを 220kSPS で取り込みます。
- AVG_CNT を有効にしている場合は、適切なデシメーション・フィルタを適用します。4096 個の時間サンプルでバッファがいっぱいになるまでデータの収集を続けます。
- データが有効になっている場合は、データをゼロにします。
- FIR フィルタが有効になっている場合は、FIR フィルタを適用します。

MTC モードが有効になっている場合は、以下の手順が必要です。

- 有効化されている統計値を計算します。
- 統計値をアラーム設定値と照合します。
- 統計値をデータ・バッファに書き込みます。
- 時間領域統計値を計算します。
- 時間領域アラームをチェックして、該当する場合はアラーム・ビットを設定します。
- 選択したストレージ・オプションに従って統計データを記録します。
- BUSY ピンを設定することにより、信号を完了させます。

AFFT モードまたは MFFT モードが有効になっている場合は、最初の取り込みおよび処理の後に、以下の手順が実行されます。

- AVG_CNT の設定に基づいて FFT を計算します。
- 選択したストレージ・オプションに従ってデータを記録します。
- 振動周波数領域アラームをチェックして、該当する場合はアラーム・ビットを設定します。
- BUSY ピンを設定することにより、信号を完了させます。



¹OPTIONAL VELOCITY CALCULATIONS APPLIED PRIOR TO USER BUFFER.

21125-027

図 40. MTC モードのデータパス処理

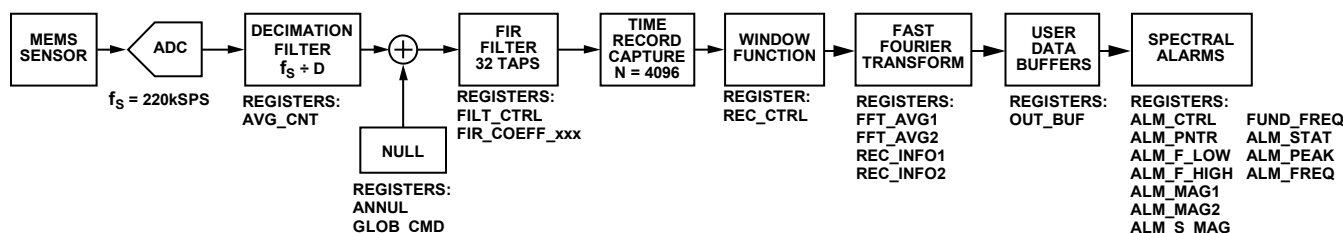


図 41. AFFT モードおよび MFFT モードのデータパス処理

21125-026

スル補正の適用後、慣性センサーのデータは、FIR フィルタ (FILT_CTRL レジスタを使用)、デシメーション・フィルタ (AVG_CNT レジスタを使用)、およびウィンドウ制御フィルタ (REC_CTRL レジスタを使用) を通過しますが、それら全てにユーザ設定可能な属性があります。

FIR フィルタには、それぞれ 32 タップを備えた 6 バンクの係数があります。FILT_CTRL レジスタ (表 65 参照) には、各慣性センサーの FIR フィルタを使用するための設定オプションがあります。各 FIR フィルタ・バンクには事前設定済みのフィルタがありますが、フィルタを設計し、各係数のレジスタを使用してこれらの値を上書きしてもかまいません。デフォルトのフィルタ設定オプションは、カットオフ周波数が 1kHz、5kHz、または 10kHz のローパス・フィルタまたはハイパス・フィルタです。ページ 1～ページ 6 では、6 組の FIR フィルタ係数を定義しています。各ページは 1 つのフィルタ専用です。例えば、レジスタ・マップのページ 1 には、1kHz ローパス FIR フィルタの詳細が記載されています。これらのフィルタは、機械振動モニタリング・アプリケーションの代表的なカットオフ周波数を表します。

FIR フィルタ

デフォルトでは、6 つの FIR フィルタがメモリ内に事前プログラムされており、使用可能になっています。これらのフィルタの係数はページ 1～ページ 6 に格納されており、1kHz、5kHz、または 10kHz のローパス・フィルタ、および 1kHz、5kHz、または 10kHz のハイパス・フィルタ向けに選択可能なフィルタ・オプションが用意されています。既存のフィルタ係数を上書きして、これらの値をフラッシュ・メモリに保存することにより、カスタムのフィルタ設定を書き込んで格納できます。

デシメーション

ADcmXL1021-1 の内部では平均化オプションを使用できます。このオプションにより、伝送する必要があるデータ量を一定の帯域幅にわたって低減できると同時に、S/N 比に対するランダム・ノイズの影響も低減できます。デシメーションは、AVG_CNT レジスタを使用して設定し、REC_CTRL レジスタで有効化します。デシメーション・フィルタは、モジュールを MTC、MFFT、または AFFT 動作に設定した場合には使用できますが、RTS モードでは使用できません。表 69 に、選択できるサンプル・レートと、得られる FFT ビン幅オプションを示します。

MTC モード、AFFT モード、および MFFT モードは、(REC_CTRL レジスタで有効化される) 最大 4 種類の AVG_CNT 設定 (SR0、SR1、SR2、および SR3) を自動で周期的に繰り返すよう設定できます。

複数のサンプル・レート・オプションを有効にした場合 (REC_CTRL レジスタのビット 8～ビット 11、表 47 参照)、デバイスは各サンプル・レートを周期的に繰り返します。

ウィンドウ制御

FFT を計算する前に時間領域記録に適用できる 3 つのウィンドウ制御オプションがあります。振動モニタリング用の代表的なウィンドウは、ハニング・ウィンドウです。このウィンドウはデフォルトとして用意されています。ハニング・ウィンドウは最適です。その理由は、振動周波数ビン間ピークの振幅分解能が優れており、ピークの広がり最小限で済むからです。また、矩形ウィンドウとフラット・トップ・ウィンドウも使用できます。これらは振動モニタリングの一般的なウィンドウ制御オプションだからです。矩形ウィンドウは、平坦な時間軸応答性を示す振幅 1 のウィンドウです。フラット・トップ・ウィンドウは、振幅の精度が非常に高いので便利ですが、ピークの広がり大きいという難点があります。このウィンドウは、ピークの振幅精度が重要なときに役立ちます。

スペクトル・アラーム

MFFT モードまたは AFFT モードを使用するときは、設定値を使用して 6 つの柔軟なアラームを設定できます。6 つのアラーム帯 (4 つのサンプル・レート・オプションと 2 つの振幅アラーム・レベル) があることを考慮すると、可能なアラーム設定は 48 種類あります。

ALM_PNTR レジスタは、取り込みごとに最大 6 つのアラーム帯設定を周期的に繰り返します。下限振動周波数レジスタ (ALM_F_LOW) と上限振動周波数レジスタ (ALM_F_HIGH) を設定して、対象の帯域幅を定義します。ALM_MAG1 および ALM_MAG2 は、2 つのトリガのベースとなるアラーム帯設定の範囲内で 2 つの振幅レベルを定義します。これらのレベルでは、1 つのトリガに対して 2 つの警告レベルが可能です。ALM_CTRL を設定すると、個々の軸の有効化および無効化、2 つの警告レベル、アラームをトリガするために必要なイベントの数、およびトリガ・アラームの解除オプションを設定できます。

アラームのステータスは、ALM_STAT レジスタで報告されます。これらのレジスタは、どのアラームが最後のアラーム・イベントの原因になったかを示します。アラームが直ちに処理される場合は、REC_INFO1 および REC_INFO2 に、イベントに関する追加情報の最新のキャプチャ設定値が格納されています。記録モード (REC_CTRL のビット[3:2]) の設定に基づいて、最大で 10 個の FFT キャプチャ・レコードをメモリに格納できます。

アラームがトリガされたとき、ALM_PEAK レジスタの値はピーク値を表します。所定の条件での測定値が ALM_MAG1 と ALM_MAG2 の閾値設定を超えた場合は、アラームのトリガとなった値のみが格納されます。振幅は分解能の単位で表されます。この分解能は、特定の取り込みに対する FFT_AVG1 または FFT_AVG2 の設定値によって設定されます。

ピーク偏差点のアラーム振動周波数ピンは、ALM_FREQ で報告されます。結果は分解能 (Hz) の単位で表されます。この分解能は、特定の取り込みに対する AVG_CNT の設定値によって設定されます。

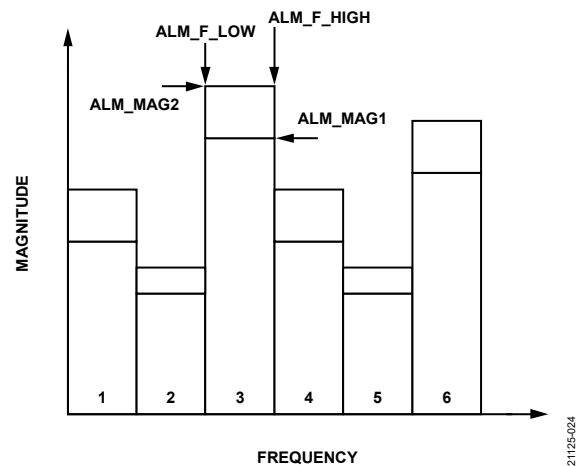


図 42. スペクトル・アラーム帯レジスタ

機械的取り付けに関する推奨事項

機械的な取り付けは、振動の最適な伝達を確保して、性能に影響する可能性がある共振を防止するために重要です。ADcmXL1021-1 モジュールでは、アルミ・ハウジングに 4 つの取り付け穴を設けています。

取り付け穴に M2.5 ねじを挿入して、モジュールを所定の位置に固定します。代表的な性能特性のセクションに示す多くの特性評価曲線では、約 25 ポンド・インチのトルクで締めたステンレス鋼ねじを使用しています。

長期的な取り付けを選択肢としているときは、場合によっては、取り付けねじに加えて産業用エポキシ樹脂または接着剤 (シアノアクリレート接着剤など) を使用すると、機械的結合を強化できます。

ユーザ・レジスタのメモリ・マップ

表 19. ユーザ・レジスタのメモリ・マップ¹

レジスタ名	R/W	フラッシュ・バックアップ	PAGE_ID	アドレス	デフォルト	レジスタの説明
PAGE_ID ²	R/W	No	0x00	0x00, 0x01	0x0000	ページ識別子
TEMP_OUT	R	No	0x00	0x02, 0x03	0x8000 ³	内部温度
SUPPLY_OUT	R	No	0x00	0x04, 0x05	0x8000 ³	電源電圧 (VDD)
FFT_AVG1	R/W	Yes	0x00	0x06, 0x07	0x0108	FFT の平均設定 (SR0 および SR1)
FFT_AVG2	R/W	Yes	0x00	0x08, 0x09	0x0101	FFT の平均設定 (SR2 および SR3)
BUF_PNTR	R/W	No	0x00	0x0A, 0x0B	0x0000	バッファ・アドレス・ポインタ
REC_PNTR	R/W	No	0x00	0x0C, 0x0D	0x0000	データ記録ポインタ
OUT_BUF	R	No	0x00	0x12, 0x13	0x8000	出力バッファ・データ
ANULL	R/W	Yes	0x00	0x18, 0x19	0x0000	(自動ヌルによる) バイアス補正值
REC_CTRL	R/W	Yes	0x00	0x1A, 0x1B	0x1102	記録コントロール・レジスタ (動作モード)
Reserved	N/A	N/A	0x00	0x1C, 0x1D	0x00FF	予備
REC_PRD	R/W	Yes	0x00	0x1E, 0x1F	0x0000	記録時間の設定
ALM_F_LOW	R/W	Yes ⁴	0x00	0x20, 0x21	0x0000	スペクトル・アラーム帯、低振動周波数設定
ALM_F_HIGH	R/W	Yes ⁴	0x00	0x22, 0x23	0x0000	スペクトル・アラーム帯、高振動周波数設定
ALM_MAG1	R/W	Yes ⁴	0x00	0x28, 0x29	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 1
ALM_MAG2	R/W	Yes ⁴	0x00	0x2E, 0x2F	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 2
ALM_PNTR	R/W	No	0x00	0x30, 0x31	0x0000	スペクトル・アラーム・ポインタ
ALM_S_MAG	R/W	No	0x00	0x32, 0x33	0x0000	システム・アラームの閾値設定
ALM_CTRL	R/W	Yes	0x00	0x34, 0x35	0x0080	アラーム制御の設定
Reserved	N/A	N/A	0x00	0x36, 0x37	0x0000	予備
FILT_CTRL	R/W	Yes	0x00	0x38, 0x39	0x0000	フィルタ制御の設定
AVG_CNT	R/W	Yes	0x00	0x3A, 0x3B	0x0000	サンプル・レートの設定値 (SR0, SR1, SR2, および SR3)
DIAG_STAT	R	No	0x00	0x3C, 0x3D	0x0000	診断フラグとステータス・フラグ
GLOB_CMD	W	No	0x00	0x3E, 0x3F	0x0000	グローバル・コマンド・トリガ
ALM_STAT	R	Yes ⁵	0x00	0x44, 0x45	0x0000	アラームのステータス
ALM_PEAK	R	Yes ⁵	0x00	0x4A, 0x4B	0x0000	アラームのピーク値
TIME_STAMP_L	R	Yes ⁵	0x00	0x4C, 0x4D	0x0000	タイム・スタンプ、下位ワード
TIME_STAMP_H	R	Yes ⁵	0x00	0x4E, 0x4F	0x0000	タイム・スタンプ、上位ワード
Reserved	N/A	N/A	0x00	0x50, 0x51	N/A	予備
DAY_REV	R	N/A	0x00	0x52, 0x53	N/A	ファームウェアのリビジョンとファームウェアの日付コード
YEAR_MON	R	N/A	0x00	0x54, 0x55	N/A	ファームウェアの日付 (月、年)
PROD_ID	R	N/A	0x00	0x56, 0x57	0x03FD	ADcmXL1021-1 モデルの製品 ID、10 進数の 1021 に等しい
SERIAL_NUM	R	N/A	0x00	0x58, 0x59	N/A	シリアル番号、ロット固有、デバイスごとに固有
USER_SCRATCH	R/W	Yes	0x00	0x5A, 0x5B	N/A	ユーザ ID オプションのスクラッチ・レジスタ
REC_FLASH_CNT	R	N/A	0x00	0x5C, 0x5D	N/A	フラッシュ・メモリのデータ・レコード部分の書き込みカウンタ
Reserved	N/A	N/A	0x00	0x5E to 0x63	N/A	予備
MISC_CTRL	R/W	No	0x00	0x64, 0x65	N/A	各種の制御
REC_INFO1	R	Yes ⁵	0x00	0x66, 0x67	0x0000	レコード情報 1
REC_INFO2	R	Yes ⁵	0x00	0x68, 0x69	0x0000	レコード情報 2
REC_CNTR	R	N/A	0x00	0x6A, 0x6B	0x0000	レコード・カウンタ
ALM_FREQ	R	Yes ⁵	0x00	0x70, 0x71	0x0000	最も重大なアラームの振動周波数ピン
STAT_PNTR	R/W	No	0x00	0x72, 0x73	0x0000	時間領域統計値のポインタ
Statistic	R	Yes ⁵	0x00	0x78, 0x79	0x0000	選択された統計値
FUND_FREQ	R/W	Yes	0x00	0x7A, 0x7B	0x0000	基本振動周波数の設定
FLASH_CNT_L	R	N/A	0x00	0x7C, 0x7D	N/A	フラッシュのアクセス・カウンタ、下位 16 ビット
FLASH_CNT_U	R	N/A	0x00	0x7E, 0x7F	0x0000	フラッシュのアクセス・カウンタ、上位 16 ビット
PAGE_ID	R/W	No	0x01	0x00, 0x01	0x0001	ページ識別子
FIR_COEF_A00	R/W	Yes	0x01	0x02, 0x03	0x0006	FIR フィルタ・バンク A、係数 0
FIR_COEF_A01	R/W	Yes	0x01	0x04, 0x05	0x0015	FIR フィルタ・バンク A、係数 1

レジスタ名	R/W	フラッシュ・ バックアップ	PAGE_ID	アドレス	デフォルト	レジスタの説明
FIR_COEF_A02	R/W	Yes	0x01	0x06, 0x07	0x0035	FIR フィルタ・バンク A、係数 2
FIR_COEF_A03	R/W	Yes	0x01	0x08, 0x09	0x006B	FIR フィルタ・バンク A、係数 3
FIR_COEF_A04	R/W	Yes	0x01	0x0A, 0x0B	0x00C1	FIR フィルタ・バンク A、係数 4
FIR_COEF_A05	R/W	Yes	0x01	0x0C, 0x0D	0x013C	FIR フィルタ・バンク A、係数 5
FIR_COEF_A06	R/W	Yes	0x01	0x0E, 0x0F	0x01E0	FIR フィルタ・バンク A、係数 6
FIR_COEF_A07	R/W	Yes	0x01	0x10, 0x11	0x02AE	FIR フィルタ・バンク A、係数 7
FIR_COEF_A08	R/W	Yes	0x01	0x12, 0x13	0x03A2	FIR フィルタ・バンク A、係数 8
FIR_COEF_A09	R/W	Yes	0x01	0x14, 0x15	0x04B3	FIR フィルタ・バンク A、係数 9
FIR_COEF_A10	R/W	Yes	0x01	0x16, 0x17	0x05D2	FIR フィルタ・バンク A、係数 10
FIR_COEF_A11	R/W	Yes	0x01	0x18, 0x19	0x06EE	FIR フィルタ・バンク A、係数 11
FIR_COEF_A12	R/W	Yes	0x01	0x1A, 0x1B	0x07F2	FIR フィルタ・バンク A、係数 12
FIR_COEF_A13	R/W	Yes	0x01	0x1C, 0x1D	0x08CB	FIR フィルタ・バンク A、係数 13
FIR_COEF_A14	R/W	Yes	0x01	0x1E, 0x1F	0x0967	FIR フィルタ・バンク A、係数 14
FIR_COEF_A15	R/W	Yes	0x01	0x20, 0x21	0x09B9	FIR フィルタ・バンク A、係数 15
FIR_COEF_A16	R/W	Yes	0x01	0x22, 0x23	0x09B9	FIR フィルタ・バンク A、係数 16
FIR_COEF_A17	R/W	Yes	0x01	0x24, 0x25	0x0967	FIR フィルタ・バンク A、係数 17
FIR_COEF_A18	R/W	Yes	0x01	0x26, 0x27	0x08CB	FIR フィルタ・バンク A、係数 18
FIR_COEF_A19	R/W	Yes	0x01	0x28, 0x29	0x07F2	FIR フィルタ・バンク A、係数 19
FIR_COEF_A20	R/W	Yes	0x01	0x2A, 0x2B	0x06EE	FIR フィルタ・バンク A、係数 20
FIR_COEF_A21	R/W	Yes	0x01	0x2C, 0x2D	0x05D2	FIR フィルタ・バンク A、係数 21
FIR_COEF_A22	R/W	Yes	0x01	0x2E, 0x2F	0x04B3	FIR フィルタ・バンク A、係数 22
FIR_COEF_A23	R/W	Yes	0x01	0x30, 0x31	0x03A2	FIR フィルタ・バンク A、係数 23
FIR_COEF_A24	R/W	Yes	0x01	0x32, 0x33	0x02AE	FIR フィルタ・バンク A、係数 24
FIR_COEF_A25	R/W	Yes	0x01	0x34, 0x35	0x01E0	FIR フィルタ・バンク A、係数 25
FIR_COEF_A26	R/W	Yes	0x01	0x36, 0x37	0x013C	FIR フィルタ・バンク A、係数 26
FIR_COEF_A27	R/W	Yes	0x01	0x38, 0x39	0x00C1	FIR フィルタ・バンク A、係数 27
FIR_COEF_A28	R/W	Yes	0x01	0x3A, 0x3B	0x006B	FIR フィルタ・バンク A、係数 28
FIR_COEF_A29	R/W	Yes	0x01	0x3C, 0x3D	0x0035	FIR フィルタ・バンク A、係数 29
FIR_COEF_A30	R/W	Yes	0x01	0x3E, 0x3F	0x0015	FIR フィルタ・バンク A、係数 30
FIR_COEF_A31	R/W	Yes	0x01	0x40, 0x41	0x0006	FIR フィルタ・バンク A、係数 31
Reserved	N/A	N/A	0x01	0x42 to 0x7F	N/A	予備
PAGE_ID	R/W	No	0x02	0x00, 0x01	0x0002	ページ識別子
FIR_COEF_B00	R/W	Yes	0x02	0x02, 0x03	0x0004	FIR フィルタ・バンク B、係数 0
FIR_COEF_B01	R/W	Yes	0x02	0x04, 0x05	0x0001	FIR フィルタ・バンク B、係数 1
FIR_COEF_B02	R/W	Yes	0x02	0x06, 0x07	0xFFEC	FIR フィルタ・バンク B、係数 2
FIR_COEF_B03	R/W	Yes	0x02	0x08, 0x09	0xFFB9	FIR フィルタ・バンク B、係数 3
FIR_COEF_B04	R/W	Yes	0x02	0x0A, 0x0B	0xFF62	FIR フィルタ・バンク B、係数 4
FIR_COEF_B05	R/W	Yes	0x02	0x0C, 0x0D	0xFE71	FIR フィルタ・バンク B、係数 5
FIR_COEF_B06	R/W	Yes	0x02	0x0E, 0x0F	0xFE8C	FIR フィルタ・バンク B、係数 6
FIR_COEF_B07	R/W	Yes	0x02	0x10, 0x11	0xFE76	FIR フィルタ・バンク B、係数 7
FIR_COEF_B08	R/W	Yes	0x02	0x12, 0x13	0xFE7E	FIR フィルタ・バンク B、係数 8
FIR_COEF_B09	R/W	Yes	0x02	0x14, 0x15	0x006B	FIR フィルタ・バンク B、係数 9
FIR_COEF_B10	R/W	Yes	0x02	0x16, 0x17	0x02E1	FIR フィルタ・バンク B、係数 10
FIR_COEF_B11	R/W	Yes	0x02	0x18, 0x19	0x0645	FIR フィルタ・バンク B、係数 11
FIR_COEF_B12	R/W	Yes	0x02	0x1A, 0x1B	0x0A34	FIR フィルタ・バンク B、係数 12
FIR_COEF_B13	R/W	Yes	0x02	0x1C, 0x1D	0x0E13	FIR フィルタ・バンク B、係数 13
FIR_COEF_B14	R/W	Yes	0x02	0x1E, 0x1F	0x1130	FIR フィルタ・バンク B、係数 14
FIR_COEF_B15	R/W	Yes	0x02	0x20, 0x21	0x12EC	FIR フィルタ・バンク B、係数 15
FIR_COEF_B16	R/W	Yes	0x02	0x22, 0x23	0x12EC	FIR フィルタ・バンク B、係数 16
FIR_COEF_B17	R/W	Yes	0x02	0x24, 0x25	0x1130	FIR フィルタ・バンク B、係数 17
FIR_COEF_B18	R/W	Yes	0x02	0x26, 0x27	0x0E13	FIR フィルタ・バンク B、係数 18
FIR_COEF_B19	R/W	Yes	0x02	0x28, 0x29	0x0A34	FIR フィルタ・バンク B、係数 19
FIR_COEF_B20	R/W	Yes	0x02	0x2A, 0x2B	0x0645	FIR フィルタ・バンク B、係数 20

レジスタ名	R/W	フラッシュ・ バックアップ	PAGE_ID	アドレス	デフォルト	レジスタの説明
FIR_COEF_B21	R/W	Yes	0x02	0x2C, 0x2D	0x02E1	FIR フィルタ・バンク B、係数 21
FIR_COEF_B22	R/W	Yes	0x02	0x2E, 0x2F	0x006B	FIR フィルタ・バンク B、係数 22
FIR_COEF_B23	R/W	Yes	0x02	0x30, 0x31	0XFEFE	FIR フィルタ・バンク B、係数 23
FIR_COEF_B24	R/W	Yes	0x02	0x32, 0x33	0xFE76	FIR フィルタ・バンク B、係数 24
FIR_COEF_B25	R/W	Yes	0x02	0x34, 0x35	0XFE8C	FIR フィルタ・バンク B、係数 25
FIR_COEF_B26	R/W	Yes	0x02	0x36, 0x37	0xFE7F	FIR フィルタ・バンク B、係数 26
FIR_COEF_B27	R/W	Yes	0x02	0x38, 0x39	0xFF62	FIR フィルタ・バンク B、係数 27
FIR_COEF_B28	R/W	Yes	0x02	0x3A, 0x3B	0xFFB9	FIR フィルタ・バンク B、係数 28
FIR_COEF_B29	R/W	Yes	0x02	0x3C, 0x3D	0xFFEC	FIR フィルタ・バンク B、係数 29
FIR_COEF_B30	R/W	Yes	0x02	0x3E, 0x3F	0x0001	FIR フィルタ・バンク B、係数 30
FIR_COEF_B31	R/W	Yes	0x02	0x40, 0x41	0x0004	FIR フィルタ・バンク B、係数 31
Reserved	N/A	N/A	0x02	0x42 to 0x7F	N/A	予備
PAGE_ID	R/W	No	0x03	0x00, 0x01	0x0003	ページ識別子
FIR_COEF_C00	R/W	Yes	0x03	0x02, 0x03	0x0025	FIR フィルタ・バンク C、係数 0
FIR_COEF_C01	R/W	Yes	0x03	0x04, 0x05	0x005A	FIR フィルタ・バンク C、係数 1
FIR_COEF_C02	R/W	Yes	0x03	0x06, 0x07	0x008F	FIR フィルタ・バンク C、係数 2
FIR_COEF_C03	R/W	Yes	0x03	0x08, 0x09	0x009A	FIR フィルタ・バンク C、係数 3
FIR_COEF_C04	R/W	Yes	0x03	0x0A, 0x0B	0x004D	FIR フィルタ・バンク C、係数 4
FIR_COEF_C05	R/W	Yes	0x03	0x0C, 0x0D	0xFF8D	FIR フィルタ・バンク C、係数 5
FIR_COEF_C06	R/W	Yes	0x03	0x0E, 0x0F	0xFE74	FIR フィルタ・バンク C、係数 6
FIR_COEF_C07	R/W	Yes	0x03	0x10, 0x11	0xFD5D	FIR フィルタ・バンク C、係数 7
FIR_COEF_C08	R/W	Yes	0x03	0x12, 0x13	0xFCDD	FIR フィルタ・バンク C、係数 8
FIR_COEF_C09	R/W	Yes	0x03	0x14, 0x15	0xFD97	FIR フィルタ・バンク C、係数 9
FIR_COEF_C10	R/W	Yes	0x03	0x16, 0x17	0x0003	FIR フィルタ・バンク C、係数 10
FIR_COEF_C11	R/W	Yes	0x03	0x18, 0x19	0x0430	FIR フィルタ・バンク C、係数 11
FIR_COEF_C12	R/W	Yes	0x03	0x1A, 0x1B	0x09A2	FIR フィルタ・バンク C、係数 12
FIR_COEF_C13	R/W	Yes	0x03	0x1C, 0x1D	0x0F5F	FIR フィルタ・バンク C、係数 13
FIR_COEF_C14	R/W	Yes	0x03	0x1E, 0x1F	0x142C	FIR フィルタ・バンク C、係数 14
FIR_COEF_C15	R/W	Yes	0x03	0x20, 0x21	0x16E8	FIR フィルタ・バンク C、係数 15
FIR_COEF_C16	R/W	Yes	0x03	0x22, 0x23	0x16E8	FIR フィルタ・バンク C、係数 16
FIR_COEF_C17	R/W	Yes	0x03	0x24, 0x25	0x142C	FIR フィルタ・バンク C、係数 17
FIR_COEF_C18	R/W	Yes	0x03	0x26, 0x27	0x0F5F	FIR フィルタ・バンク C、係数 18
FIR_COEF_C19	R/W	Yes	0x03	0x28, 0x29	0x09A2	FIR フィルタ・バンク C、係数 19
FIR_COEF_C20	R/W	Yes	0x03	0x2A, 0x2B	0x0430	FIR フィルタ・バンク C、係数 20
FIR_COEF_C21	R/W	Yes	0x03	0x2C, 0x2D	0x0003	FIR フィルタ・バンク C、係数 21
FIR_COEF_C22	R/W	Yes	0x03	0x2E, 0x2F	0xFD97	FIR フィルタ・バンク C、係数 22
FIR_COEF_C23	R/W	Yes	0x03	0x30, 0x31	0xFCDD	FIR フィルタ・バンク C、係数 23
FIR_COEF_C24	R/W	Yes	0x03	0x32, 0x33	0xFD5D	FIR フィルタ・バンク C、係数 24
FIR_COEF_C25	R/W	Yes	0x03	0x34, 0x35	0xFE74	FIR フィルタ・バンク C、係数 25
FIR_COEF_C26	R/W	Yes	0x03	0x36, 0x37	0xFF8D	FIR フィルタ・バンク C、係数 26
FIR_COEF_C27	R/W	Yes	0x03	0x38, 0x39	0x004D	FIR フィルタ・バンク C、係数 27
FIR_COEF_C28	R/W	Yes	0x03	0x3A, 0x3B	0x009A	FIR フィルタ・バンク C、係数 28
FIR_COEF_C29	R/W	Yes	0x03	0x3C, 0x3D	0x008F	FIR フィルタ・バンク C、係数 29
FIR_COEF_C30	R/W	Yes	0x03	0x3E, 0x3F	0x005A	FIR フィルタ・バンク C、係数 30
FIR_COEF_C31	R/W	Yes	0x03	0x40, 0x41	0x0025	FIR フィルタ・バンク C、係数 31
Reserved	N/A	N/A	0x03	0x42 to 0x7F	N/A	予備
PAGE_ID	R/W	No	0x04	0x00, 0x01	0x0004	ページ識別子
FIR_COEF_D00	R/W	Yes	0x04	0x02, 0x03	0xFD94	FIR フィルタ・バンク D、係数 0
FIR_COEF_D01	R/W	Yes	0x04	0x04, 0x05	0xFD62	FIR フィルタ・バンク D、係数 1
FIR_COEF_D02	R/W	Yes	0x04	0x06, 0x07	0xFD2A	FIR フィルタ・バンク D、係数 2
FIR_COEF_D03	R/W	Yes	0x04	0x08, 0x09	0xFCE8	FIR フィルタ・バンク D、係数 3
FIR_COEF_D04	R/W	Yes	0x04	0x0A, 0x0B	0xFC9C	FIR フィルタ・バンク D、係数 4
FIR_COEF_D05	R/W	Yes	0x04	0x0C, 0x0D	0xFC43	FIR フィルタ・バンク D、係数 5

レジスタ名	R/W	フラッシュ・ バックアップ	PAGE_ID	アドレス	デフォルト	レジスタの説明
FIR_COEF_D06	R/W	Yes	0x04	0x0E, 0x0F	0xFBD7	FIR フィルタ・バンク D、係数 6
FIR_COEF_D07	R/W	Yes	0x04	0x10, 0x11	0xFB52	FIR フィルタ・バンク D、係数 7
FIR_COEF_D08	R/W	Yes	0x04	0x12, 0x13	0xFAAB	FIR フィルタ・バンク D、係数 8
FIR_COEF_D09	R/W	Yes	0x04	0x14, 0x15	0xF9D2	FIR フィルタ・バンク D、係数 9
FIR_COEF_D10	R/W	Yes	0x04	0x16, 0x17	0xF8AB	FIR フィルタ・バンク D、係数 10
FIR_COEF_D11	R/W	Yes	0x04	0x18, 0x19	0xF702	FIR フィルタ・バンク D、係数 11
FIR_COEF_D12	R/W	Yes	0x04	0x1A, 0x1B	0xF468	FIR フィルタ・バンク D、係数 12
FIR_COEF_D13	R/W	Yes	0x04	0x1C, 0x1D	0xEFBC	FIR フィルタ・バンク D、係数 13
FIR_COEF_D14	R/W	Yes	0x04	0x1E, 0x1F	0xE4DC	FIR フィルタ・バンク D、係数 14
FIR_COEF_D15	R/W	Yes	0x04	0x20, 0x21	0xAE85	FIR フィルタ・バンク D、係数 15
FIR_COEF_D16	R/W	Yes	0x04	0x22, 0x23	0x517B	FIR フィルタ・バンク D、係数 16
FIR_COEF_D17	R/W	Yes	0x04	0x24, 0x25	0x1B24	FIR フィルタ・バンク D、係数 17
FIR_COEF_D18	R/W	Yes	0x04	0x26, 0x27	0x1044	FIR フィルタ・バンク D、係数 18
FIR_COEF_D19	R/W	Yes	0x04	0x28, 0x29	0x0B98	FIR フィルタ・バンク D、係数 19
FIR_COEF_D20	R/W	Yes	0x04	0x2A, 0x2B	0x08FE	FIR フィルタ・バンク D、係数 20
FIR_COEF_D21	R/W	Yes	0x04	0x2C, 0x2D	0x0755	FIR フィルタ・バンク D、係数 21
FIR_COEF_D22	R/W	Yes	0x04	0x2E, 0x2F	0x062E	FIR フィルタ・バンク D、係数 22
FIR_COEF_D23	R/W	Yes	0x04	0x30, 0x31	0x0555	FIR フィルタ・バンク D、係数 23
FIR_COEF_D24	R/W	Yes	0x04	0x32, 0x33	0x04AE	FIR フィルタ・バンク D、係数 24
FIR_COEF_D25	R/W	Yes	0x04	0x34, 0x35	0x0429	FIR フィルタ・バンク D、係数 25
FIR_COEF_D26	R/W	Yes	0x04	0x36, 0x37	0x03BD	FIR フィルタ・バンク D、係数 26
FIR_COEF_D27	R/W	Yes	0x04	0x38, 0x39	0x0364	FIR フィルタ・バンク D、係数 27
FIR_COEF_D28	R/W	Yes	0x04	0x3A, 0x3B	0x0318	FIR フィルタ・バンク D、係数 28
FIR_COEF_D29	R/W	Yes	0x04	0x3C, 0x3D	0x02D6	FIR フィルタ・バンク D、係数 29
FIR_COEF_D30	R/W	Yes	0x04	0x3E, 0x3F	0x029E	FIR フィルタ・バンク D、係数 30
FIR_COEF_D31	R/W	Yes	0x04	0x40, 0x41	0x026C	FIR フィルタ・バンク D、係数 31
Reserved	N/A	N/A	0x04	0x42 to 0x7F	N/A	予備
PAGE_ID	R/W	No	0x05	0x00, 0x01	0x0005	ページ識別子
FIR_COEF_E00	R/W	Yes	0x05	0x02, 0x03	0xFF2B	FIR フィルタ・バンク E、係数 0
FIR_COEF_E01	R/W	Yes	0x05	0x04, 0x05	0xFEFO	FIR フィルタ・バンク E、係数 1
FIR_COEF_E02	R/W	Yes	0x05	0x06, 0x07	0xFEAA	FIR フィルタ・バンク E、係数 2
FIR_COEF_E03	R/W	Yes	0x05	0x08, 0x09	0xFE59	FIR フィルタ・バンク E、係数 3
FIR_COEF_E04	R/W	Yes	0x05	0x0A, 0x0B	0xFDFB	FIR フィルタ・バンク E、係数 4
FIR_COEF_E05	R/W	Yes	0x05	0x0C, 0x0D	0xFD8C	FIR フィルタ・バンク E、係数 5
FIR_COEF_E06	R/W	Yes	0x05	0x0E, 0x0F	0xFD09	FIR フィルタ・バンク E、係数 6
FIR_COEF_E07	R/W	Yes	0x05	0x10, 0x11	0xFC6B	FIR フィルタ・バンク E、係数 7
FIR_COEF_E08	R/W	Yes	0x05	0x12, 0x13	0xFBA8	FIR フィルタ・バンク E、係数 8
FIR_COEF_E09	R/W	Yes	0x05	0x14, 0x15	0xFAB1	FIR フィルタ・バンク E、係数 9
FIR_COEF_E10	R/W	Yes	0x05	0x16, 0x17	0xF96B	FIR フィルタ・バンク E、係数 10
FIR_COEF_E11	R/W	Yes	0x05	0x18, 0x19	0xF7A1	FIR フィルタ・バンク E、係数 11
FIR_COEF_E12	R/W	Yes	0x05	0x1A, 0x1B	0xF4E5	FIR フィルタ・バンク E、係数 12
FIR_COEF_E13	R/W	Yes	0x05	0x1C, 0x1D	0xF017	FIR フィルタ・バンク E、係数 13
FIR_COEF_E14	R/W	Yes	0x05	0x1E, 0x1F	0xE512	FIR フィルタ・バンク E、係数 14
FIR_COEF_E15	R/W	Yes	0x05	0x20, 0x21	0xAE97	FIR フィルタ・バンク E、係数 15
FIR_COEF_E16	R/W	Yes	0x05	0x22, 0x23	0x5169	FIR フィルタ・バンク E、係数 16
FIR_COEF_E17	R/W	Yes	0x05	0x24, 0x25	0x1AEE	FIR フィルタ・バンク E、係数 17
FIR_COEF_E18	R/W	Yes	0x05	0x26, 0x27	0x0FE9	FIR フィルタ・バンク E、係数 18
FIR_COEF_E19	R/W	Yes	0x05	0x28, 0x29	0x0B1B	FIR フィルタ・バンク E、係数 19
FIR_COEF_E20	R/W	Yes	0x05	0x2A, 0x2B	0x085F	FIR フィルタ・バンク E、係数 20
FIR_COEF_E21	R/W	Yes	0x05	0x2C, 0x2D	0x0695	FIR フィルタ・バンク E、係数 21
FIR_COEF_E22	R/W	Yes	0x05	0x2E, 0x2F	0x054F	FIR フィルタ・バンク E、係数 22
FIR_COEF_E23	R/W	Yes	0x05	0x30, 0x31	0x0458	FIR フィルタ・バンク E、係数 23
FIR_COEF_E24	R/W	Yes	0x05	0x32, 0x33	0x0395	FIR フィルタ・バンク E、係数 24

レジスタ名	R/W	フラッシュ・バックアップ	PAGE_ID	アドレス	デフォルト	レジスタの説明
FIR_COEF_E25	R/W	Yes	0x05	0x34, 0x35	0x02F7	FIR フィルタ・バンク E、係数 25
FIR_COEF_E26	R/W	Yes	0x05	0x36, 0x37	0x0274	FIR フィルタ・バンク E、係数 26
FIR_COEF_E27	R/W	Yes	0x05	0x38, 0x39	0x0205	FIR フィルタ・バンク E、係数 27
FIR_COEF_E28	R/W	Yes	0x05	0x3A, 0x3B	0x01A7	FIR フィルタ・バンク E、係数 28
FIR_COEF_E29	R/W	Yes	0x05	0x3C, 0x3D	0x0156	FIR フィルタ・バンク E、係数 29
FIR_COEF_E30	R/W	Yes	0x05	0x3E, 0x3F	0x0110	FIR フィルタ・バンク E、係数 30
FIR_COEF_E31	R/W	Yes	0x05	0x40, 0x41	0x00D5	FIR フィルタ・バンク E、係数 31
Reserved	N/A	N/A	0x05	0x42 to 0x7F	N/A	予備
PAGE_ID	R/W	No	0x06	0x00, 0x01	0x0006	ページ識別子
FIR_COEF_F00	R/W	Yes	0x06	0x02, 0x03	0xFFD9	FIR フィルタ・バンク F、係数 0
FIR_COEF_F01	R/W	Yes	0x06	0x04, 0x05	0xFFB9	FIR フィルタ・バンク F、係数 1
FIR_COEF_F02	R/W	Yes	0x06	0x06, 0x07	0xFF8C	FIR フィルタ・バンク F、係数 2
FIR_COEF_F03	R/W	Yes	0x06	0x08, 0x09	0xFF50	FIR フィルタ・バンク F、係数 3
FIR_COEF_F04	R/W	Yes	0x06	0x0A, 0x0B	0xFF02	FIR フィルタ・バンク F、係数 4
FIR_COEF_F05	R/W	Yes	0x06	0x0C, 0x0D	0xFE9E	FIR フィルタ・バンク F、係数 5
FIR_COEF_F06	R/W	Yes	0x06	0x0E, 0x0F	0xFE1F	FIR フィルタ・バンク F、係数 6
FIR_COEF_F07	R/W	Yes	0x06	0x10, 0x11	0xFD7D	FIR フィルタ・バンク F、係数 7
FIR_COEF_F08	R/W	Yes	0x06	0x12, 0x13	0xFCB0	FIR フィルタ・バンク F、係数 8
FIR_COEF_F09	R/W	Yes	0x06	0x14, 0x15	0xFBA8	FIR フィルタ・バンク F、係数 9
FIR_COEF_F10	R/W	Yes	0x06	0x16, 0x17	0xFA49	FIR フィルタ・バンク F、係数 10
FIR_COEF_F11	R/W	Yes	0x06	0x18, 0x19	0xF861	FIR フィルタ・バンク F、係数 11
FIR_COEF_F12	R/W	Yes	0x06	0x1A, 0x1B	0xF581	FIR フィルタ・バンク F、係数 12
FIR_COEF_F13	R/W	Yes	0x06	0x1C, 0x1D	0xF089	FIR フィルタ・バンク F、係数 13
FIR_COEF_F14	R/W	Yes	0x06	0x1E, 0x1F	0xE558	FIR フィルタ・バンク F、係数 14
FIR_COEF_F15	R/W	Yes	0x06	0x20, 0x21	0xAEAF	FIR フィルタ・バンク F、係数 15
FIR_COEF_F16	R/W	Yes	0x06	0x22, 0x23	0x5151	FIR フィルタ・バンク F、係数 16
FIR_COEF_F17	R/W	Yes	0x06	0x24, 0x25	0x1AA8	FIR フィルタ・バンク F、係数 17
FIR_COEF_F18	R/W	Yes	0x06	0x26, 0x27	0x0F77	FIR フィルタ・バンク F、係数 18
FIR_COEF_F19	R/W	Yes	0x06	0x28, 0x29	0x0A7F	FIR フィルタ・バンク F、係数 19
FIR_COEF_F20	R/W	Yes	0x06	0x2A, 0x2B	0x079F	FIR フィルタ・バンク F、係数 20
FIR_COEF_F21	R/W	Yes	0x06	0x2C, 0x2D	0x05B7	FIR フィルタ・バンク F、係数 21
FIR_COEF_F22	R/W	Yes	0x06	0x2E, 0x2F	0x0458	FIR フィルタ・バンク F、係数 22
FIR_COEF_F23	R/W	Yes	0x06	0x30, 0x31	0x0350	FIR フィルタ・バンク F、係数 23
FIR_COEF_F24	R/W	Yes	0x06	0x32, 0x33	0x0283	FIR フィルタ・バンク F、係数 24
FIR_COEF_F25	R/W	Yes	0x06	0x34, 0x35	0x01E1	FIR フィルタ・バンク F、係数 25
FIR_COEF_F26	R/W	Yes	0x06	0x36, 0x37	0x0162	FIR フィルタ・バンク F、係数 26
FIR_COEF_F27	R/W	Yes	0x06	0x38, 0x39	0x00FE	FIR フィルタ・バンク F、係数 27
FIR_COEF_F28	R/W	Yes	0x06	0x3A, 0x3B	0x00B0	FIR フィルタ・バンク F、係数 28
FIR_COEF_F29	R/W	Yes	0x06	0x3C, 0x3D	0x0074	FIR フィルタ・バンク F、係数 29
FIR_COEF_F30	R/W	Yes	0x06	0x3E, 0x3F	0x0047	FIR フィルタ・バンク F、係数 30
FIR_COEF_F31	R/W	Yes	0x06	0x40, 0x41	0x0027	FIR フィルタ・バンク F、係数 31
Reserved	N/A	N/A	0x06	0x42 to 0x7F	N/A	予備

¹ N/A は該当なしを意味します。

² PAGE_ID レジスタに書き込んで目的のレジスタ位置を変更できますが、PAGE_ID レジスタでは、定義済みページの値は変更できません。

³ デフォルト値が有効なのは、測定データがデフォルト値に置き換わる最初のキャプチャ・イベントまでです。

⁴ これらのレジスタでは、値がフラッシュに格納されますが、ALM_PNTR が設定されるまで読み出すことはできません。

⁵ レジスタの値は、レコード検索コマンドを使用して、フラッシュに格納されているレコードから検索できます。

ユーザ・レジスタの詳細

PAGE_ID、ページ番号

PAGE_ID レジスタ (表 20 および表 21 参照) の内容は、現在のページ設定値です。ADcmXL1021-1 の出力レジスタとコントロール・レジスタは 7 ページに分かれており、0 から 6 までの番号が付けられています。ページ 1~ページ 6 は設定可能なフィルタ係数です。ページ 0 には、様々な設定オプションおよび出力に合わせたユーザ・レジスタが格納されています。

一例として、0x8002 を書き込んで、SPI ベースのユーザ・アクセスのためにページ 2 を選択します。レジスタ・マップをページ 2 に指定したら、任意のレジスタ書込みを使用してフィルタ・バンク B の係数を設定します。ADcmXL1021-1 のユーザ・レジスタ・マップ (表 19 参照) は、各ページの機能的な要約と、ユーザ・アクセス可能な各レジスタに関連付けられたページ割り当てを示します。

表 20. PAGE_ID レジスタの定義

Page ¹	Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x0000	0x00, 0x01	0x0000	R/W	No

¹ このレジスタは、各ページのアドレス 0x00 およびアドレス 0x01 にあります。

表 21. PAGE_ID ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	ページ番号、2 進数フォーマット

TEMP_OUT、内部温度

TEMP_OUT レジスタ (表 22 および表 23 参照) は、ADcmXL1021-1 が MFFT、AFFT、MTC のいずれかの動作モードで動作している場合、データ・キャプチャ・イベントまたは解析イベントの終了時にデバイスの内部温度の測定値 (未補正) を示します (表 47 参照)。表 24 に、TEMP_OUT レジスタのデータ・フォーマットの例をいくつか示します。TEMP_OUT の値は、次の関係式によって検出温度と関係付けられます。

$$TEMP_OUT = (Temperature - 460^{\circ}C) / (-0.46^{\circ}C/LSB)$$

表 22. TEMP_OUT のレジスタ定義

Page	Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x00	0x02, 0x03	0x8000 ¹	R	No

¹ デフォルト値が有効なのは、測定データがデフォルト値に置き換わる最初のキャプチャ・イベントまでです。

表 23. TEMP_OUT のビット定義

ビット	説明
[15:0]	内部温度のデータ。オフセット・バイナリ・フォーマットは 2 の補数で、1LSB = -0.46° C です。また、RTC モードを除き、+460° C のオフセットがあります。

表 24. TEMP_OUT のデータ・フォーマット例

Temperature	Decimal	Hexadecimal	Binary
+105°C	772	0x0303	0000 0011 0000 0011
+60°C	870	0x0365	0000 0011 0110 0101
+20°C	957	0x03BC	0000 0011 1011 1100
+0°C	1000	0x03E8	0000 0011 1110 1000
-40°C	1087	0x043F	0000 0100 0011 1111

SUPPLY_OUT、電源電圧

SUPPLY_OUT レジスタ (表 25 および表 26 参照) は、ADcmXL1021-1 が MFFT、AFFT、MTC のいずれかの動作モードで動作している場合、データ・キャプチャ・イベントの開始時に VDD ピンと GND ピンの間の電圧の測定値 (未補正) を示します (表 47 参照)。表 27 に、SUPPLY_OUT レジスタのデータ・フォーマットの例をいくつか示します。

表 25. SUPPLY_OUT レジスタの定義

Page	Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x00	0x04, 0x05	0x8000 ¹	R	No

¹ デフォルト値が有効なのは、測定データがデフォルト値に置き換わる最初のキャプチャ・イベントまでです。

表 26. SUPPLY_OUT ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	使用しないこと
[11:0]	VDD ピンと GND ピンの間の電圧。0x0000 = 0 V、1LSB = 3.22mV。

表 27. 電源のデータ・フォーマット例

Supply Level (V)	LSB	Hexadecimal	Binary
3.6	1117	0x45D	0100 0101 1101
3.3 + 0.003226	1025	0x401	0100 0000 0001
3.3	1024	0x400	0100 0000 0000
3.3 - 0.003226	1023	0x3FF	0011 1111 1111
3.0	930	0x3A2	0011 1010 0010

FFT_AVG1、スペクトル平均化

FFT_AVG1 レジスタ (表 28 および表 29 参照) には、サンプル・レート設定値である SR0 および SR1 のユーザ設定可能なスペクトル平均化設定値が格納されます (表 68 の AVG_CNT レジスタ参照)。これらの設定値により、FFT の最終結果を生成するとき ADcmXL1021-1 が平均化する FFT レコードの数が決まります。FFT_AVG1 レジスタに対して出荷時のデフォルト値を使用する場合、サンプル・レート SR0 の FFT 結果には、8 種類の FFT レコードの平均値が格納されます。サンプル・レート SR1 の FFT 結果には、1 つの FFT レコード (スペクトル平均化なし) が格納されます。

FFT 平均値の数が増加すると、レコードを生成する所要時間が長くなります。FFT 平均化の順序は次のとおりです。まず、4096 個のサンプルを測定し、4096 個のサンプルの FFT を実行して、FFT の結果を蓄積し、FFT_AVG1 または FFT_AVG2 に指定されている FFT の数に達するまでこの手順を繰り返します。その後、FFT の平均値、電源電圧の平均値、および平均温度を計算します。電源電圧と温度は、毎回 4096 個のサンプルを取り込んだ後に測定され、蓄積されます。

表 28. FFT_AVG1 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x06, 0x07	0x0108	R/W	Yes

表 29. FFT_AVG1 ビットの説明

ビット	説明
[15:8]	レコードの数、SR1、8 ビットの符号なしフォーマット、 範囲：1~255
[7:0]	レコードの数、SR0、8 ビットの符号なしフォーマット、 範囲：1~255

SR0 と SR1 の両方の設定値について平均化しないようにするには、DIN シリアル・ストリングにコード (0x8601 および 0x8701) を (順に) 使用して FFT_AVG1 = 0x0101 を設定します。表 30 に、FFT_AVG1 設定値のその他の 3 つの例、各設定値が対応して FFT_AVG1 のそれぞれの値を生成するレコード数を示します。

表 30. FFT_AVG1 のフォーマット例

FFT_AVG1 Value	Number of FFT Records	
	SR0	SR1
0x040C	12	4
0x0E1A	26	14
0xFF42	66	255

FFT_AVG2、スペクトル平均化

FFT_AVG2 レジスタ (表 31 および表 32 参照) には、サンプル・レート設定値である SR2 および SR3 のユーザ設定可能なスペクトル平均化設定値が格納されます (表 68 の AVG_CNT レジスタ参照)。これらの設定値により、FFT の最終結果を生成するときに ADcmXL1021-1 が平均化する FFT レコードの数が決まります。FFT_AVG2 レジスタに対して出荷時のデフォルト値を使用する場合、サンプル・レート SR2 および SR3 の FFT 結果には、1 つの FFT レコード (スペクトル平均化なし) が格納されます。

表 31. FFT_AVG2 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x08, 0x09	0x0101	R/W	Yes

表 32. FFT_AVG2 ビットの説明

ビット	説明
[15:8]	レコードの数、SR3、8 ビットの符号なしフォーマット、 範囲：1~255
[7:0]	レコードの数、SR2、8 ビットの符号なしフォーマット、 範囲：1~255

SR2 と SR3 の両方の設定値について 2 つの FFT レコードを平均化するよう ADcmXL1021-1 を設定するには、DIN シリアル・ストリングにコード (0x8802 および 0x8702) を (順に) 使用して FFT_AVG2 = 0x0202 を設定します。表 33 に、FFT_AVG2 設定値のその他の 3 つの例、各設定値が対応するレコード数、および FFT_AVG2 のそれぞれの値を生成する DIN コード・シーケンスを示します。

表 33. FFT_AVG2 のフォーマット例

FFT_AVG2 Value	Number of FFT Records	
	SR2	SR3
0x0407	7	4
0x0D50	80	13
0x2FFA	250	47

BUF_PNTR、バッファ・ポインタ

BUF_PNTR (表 34 および表 35 参照) は、ユーザ・データ・バッファから OUT_BUF レジスタ (表 39 参照) に読み込まれるデータ・サンプルを制御します。BUF_PNTR レジスタは、各キャプチャ・イベントの終了時に 0x0000 を格納して、OUT_BUF レジスタを読み出すたびにインクリメントします。BUF_PNTR に最大値 (2047 または 4095、表 35 参照) が入ると、(読出し要求 OUT_BUF によって生じる) 次のインクリメントにより、BUF_PNTR レジスタの値は折り返して 0x0000 に戻ります。ユーザ・データ・バッファの深さと、BUF_PNTR がサポートする数の範囲は動作モードにより異なるので、REC_CTRL レジスタのビット 0 およびビット 1 の設定値 (表 47 参照) によって決まります。

表 34. BUF_PNTR レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x0A, 0x0B	0x0000	R/W	No

表 35. BUF_PNTR ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	このレジスタに書き込むときは、これらのビットを 0 に設定します。
[11:0]	バッファ・ポインタの値。範囲 = 0~2047 (MFFT モードまたは AFFT モードの場合)。範囲 = 0~4095 (MTC モードの場合)。

BUF_PNTR レジスタに数値を書き込むと、ユーザ・データ・バッファの該当するサンプル番号が OUT_BUF レジスタに読み込まれます。例えば、DIN でコード・シーケンス (0x8A1C および 0x8B03) を使用すると、0x031C が BUF_PNTR レジスタに書き込まれます。この書き込みにより、サンプル・ポインタはユーザ・データ・バッファからの出力 (796) を OUT_BUF に読み込ませるよう動作します (図 43 を参照)。

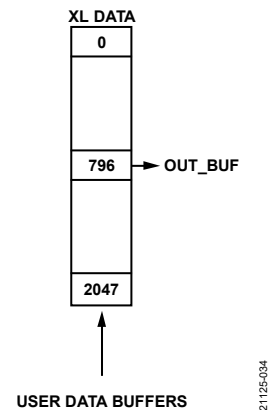


図 43. レジスタの動作、BUF_PNTR = 0x031C (MFFT モードまたは AFFT モード)

REC_PNTR、記録ポインタ

REC_PNTR レジスタ (表 36 および表 37 参照) は、データ・ストレージ・バンクにある MTC キャプチャ・イベントからの統計指標と MFFT または AFFT キャプチャ・イベントからのスペクトル・レコードにアクセスできます。データ・ストレージ・バンクの各スペクトル解析レコードには、REC_PNTR レジスタのビット[3:0]に書き込む数値を区別する 0~9 の数値があります。この書き込みにより、該当するスペクトル・レコードがユーザ・データ・バッファに読み込まれます。スペクトル・レコードからのデータがユーザ・データ・バッファに格納されると、BUF_PNTR レジスタ (表 35 参照) および OUT_BUF レジスタ (表 39 参照) は、SPI を介して指定のデータ・レコードにあるデータを読み書きできるようになります。例えば、以下の DIN コードを使用して REC_PNTR = 0x0007 を設定すると、スペクトル・レコード 7 がユーザ・データ・バッファに読み込まれます。その他の例については、表 38 を参照してください。データ・ストレージ・バンクの各統計レコードには、REC_PNTR レジスタのビット[12:8]に書き込む数値を区別する 0~31 の数値があります。この書き込みにより、該当する統計レコードがユーザ統計バッファに読み込まれます。統計レコードからのデータがユーザ統計バッファに格納されると、STAT_PNTR レジスタ (表 105 参照)、統計レジスタ (表 107 参照) は、SPI を介してこのデータを読み書きできるようになります。例えば、DIN コード (0x8C00 および 0x8D0B) を使用して REC_PNTR = 0x0B00 を設定すると、統計レコード 11 がユーザ統計バッファに読み込まれます。その他の例については、表 38 を参照してください。

表 36. REC_PNTR レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x0C, 0x0D	0x0000	R/W	No

表 37. REC_PNTR ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	このレジスタに書き込むときは、これらのビットを 0 に設定します
[12:8]	レコード番号、統計値 (MTC モードからの場合のみ)、範囲 = 0~31
[7:4]	このレジスタに書き込むときは、これらのビットを 0 に設定します
[3:0]	レコード番号、スペクトル・レコード、範囲 = 0~9 (MFFT モードと AFFT モードからの場合のみ)

表 38. REC_PNTR の使用事例

DIN コード	REC_PNTR の値	説明
0x8C05	0x0005	スペクトル・レコード 5 がユーザ・データ・バッファに読み込まれます。
0x8D0C	0x0C00	統計レコード 12 がユーザ統計バッファに読み込まれます。
0x8C03, 0x8D15	0x1503	スペクトル・レコード 3 がユーザ・データ・バッファに読み込まれ、統計レコード 21 がユーザ統計バッファに読み込まれます。

OUT_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ

OUT_BUF レジスタ (表 39 および表 40 参照) は、振動データを読み書きできます。MTC、MFFT、または AFFT モードで動作する場合、OUT_BUF には、BUF_PNTR レジスタ (表 35 参照) によって指定されたユーザ・データ・バッファからの加速度センサー・データ・サンプルが格納されます。RTS モードでは、データは SPI インターフェースから流れ出し、レジスタのデータ・バッファは使用されません。データを格納するときに、RTS モード以外のモードでは、上位バイトと下位バイトの読み出し後、バッファは内部バッファの次のデータ・サンプルによって自動的に更新され、BUF_PNTR は自動的にインクリメントされます。MTC モードでは、バッファは 4096 個の時間領域サンプルをサポート可能であり、BUF_PNTR は 0 から 4095 まで増加できます。AAFFT モードおよび MFFT モードでは、バッファは 2048 個の FFT ビンの値をサポート可能であり、BUF_PNTR は 0 から 2047 まで増加できます。

表 39. OUT_BUF レジスタの定義

Addresses	Default ¹	Access	Flash Backup
0x12, 0x13	0x8000	R/W	No

¹ デフォルト値は、最初のキャプチャ・イベントに入るときに 0x8000 に変更されます。これが有効なのは、最初のキャプチャ・イベントが完了するか、RTS モードが始まるまでに限られます。

表 40. OUT_BUF ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	出力データ

OUT_BUF のデータの数値フォーマットは、動作モードにより異なります (表 47 で REC_CTRL レジスタのビット[1:0]参照)。MTC モード (REC_CTRL のビット[1:0] = 10) で動作する場合、OUT_BUF レジスタのデータは、16 ビットのオフセット・バイナリ・フォーマットを使用します。ここで、1LSB は約 0.001907g を表します。このフォーマットは、測定範囲 (±50g) と、コア・センサーからの最大バイアス/オフセットをサポートするのに十分な数値範囲を規定しています。表 41 に、これらのコードを加速度の大きさに変換する方法の例をいくつか示します。これらの例は MTC モードの場合を示しており、公称の感度とバイアス誤差ゼロを前提としています。

OUT_BUF レジスタの MTC モード・データは、16 ビット、2 の補数フォーマットを使用します。ここで、1LSB は約 0.001907g を表します。このフォーマットは、測定範囲 (±50g) と、コア・センサーからの最大のバイアスおよびオフセットをサポートするのに十分な数値範囲を規定しています。表 41 に、これらのコードを、コードが意味する加速度の大きさに変換する方法の例をいくつか示します。ここでは、公称の感度とバイアス誤差ゼロを前提としています。

REC_CTRL レジスタのビット 5 を使用して速度計算を有効にした場合は、加速度のデフォルト値の代わりに速度計算値のデータが格納されます。データ・フォーマット例を表 42 に示します。

表 41. MTC モードのデータ・フォーマット例

Acceleration (g)	LSB	Hexadecimal	Binary
+62.4867	+32,767	0x7FFF	0111 1111 1111 1111
+50	+26,219	0x666B	0110 0110 0110 1011
+0.003814	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010
+0.001907	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001
0	0	0x0000	0000 0000 0000 0000
-0.001907	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
-0.003814	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110
-50	-26,220	0x9995	1001 1001 1001 0101
-62.4886	-32,768	0x8000	1000 0000 0000 0000

表 42. MTC モードのデータ・フォーマット例、速度計算を有効化

Velocity (mm/sec)	LSB	Hexadecimal	Binary
+610,121.5	+32,767	0x7FFF	0111 1111 1111 1111
+487,844	+26,200	0x6658	0110 0110 0101 1000
+37.24	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010
+18.62	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001
0	0	0x0000	0000 0000 0000 0000
-18.62	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
-37.24	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110
-487,844	-26,200	0x99A8	1001 1001 1010 0111
-610,121.5	-32,768	0x8000	1000 0000 0000 0000

FFT モード、MFFT モード (REC_CTRL1 のビット[1:0] = 00)、AFFT モード (REC_CTRL のビット[1:0] = 01) のいずれかで動作する場合、OUT_BUF レジスタは 16 ビットの符号なし 2 進数フォーマットを使用します。平均化が理由で FFT 値の分解能が向上することから、次式を使用して OUT_BUF の値を加速度に変換できます。

$$\text{出力 (mg)} = \left(\frac{2^{\left(\frac{\text{OUT_BUF}}{2048}\right)}}{\text{Number of FFT Averages}} \right) \times 0.9535 \text{ mg}$$

表 43 に、OUT_BUF の値から加速度への変換を示します。

表 43. スペクトル解析のデータ・フォーマット例

Acceleration (mg)	OUT_BUF Value	Number of FFT Averages
62467.43	32767	1
6766.87	26200	1
1.02	200	1
0.95	1	1
64377.71	39000	8
3060.90	30000	8
0.12	8	8
0.95	2048	2
1.91	2048	1

ANULL、バイアス・キャリブレーション・レジスタ

ANULL レジスタ (表 44 および表 45 参照) には、加速度センサーのバイアス補正值が格納されており、この値は自動スル・コマンド (表 73 の GLOB_CMD レジスタ、ビット 0 を参照) によって生成されます。また、ANULL レジスタは書込みアクセスもサポートしており、使用することで独自の補正係数を出力シグナル・チェーンに書き込むことができます。表 41 の数値フォーマット例は、ANULL レジスタにも適用されます。例えば、次のコード (0x98DE および 0x99FD) を DIN に書き込むと、ANULL = 0xFDDE が設定されます。これにより、出力シグナル・チェーンのオフセットは-546LSB (約 1.042g = 1g ÷ 524LSB × 546LSB) だけ調整されます。

表 44. ANULL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x18, 0x19	0x0000	R/W	Yes

表 45. ANULL ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	バイアス補正係数。2 の補数、1LSB = 0.001907g。

REC_CTRL、記録制御

REC_CTRL レジスタ (表 46 および表 47 参照) には、ADcmXL1021-1 でのいくつかの動作設定 (動作モード、レコード・ストレージ、パワー・マネージメント、サンプル・レート、およびウィンドウ制御) に対応する設定ビットが格納されます。

表 46. REC_CTRL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x1A, 0x1B	0x1102	R/W	Yes

表 47. REC_CTRL ビットの説明

ビット	説明
15	リアルタイム・ストリーミングのタイムアウトを有効化。
14	未使用。
[13:12]	ウィンドウの設定 (MFFT モードと AFFT モードのみ) 00 = 矩形。 01 = ハニング (デフォルト)。 10 = フラット・トップ。 11 = 該当なし。
11	SR3、サンプル・レート・オプション 3、有効 = 1、無効 = 0。サンプル・レート = 220kSPS ÷ 2 ^{AVG_CNT[15:12]} (表 68 参照)。
10	SR2、サンプル・レート・オプション 2、有効 = 1、無効 = 0。サンプル・レート = 220kSPS ÷ 2 ^{AVG_CNT[11:8]} (表 68 参照)。
9	SR1、サンプル・レート・オプション 1、有効 = 1、無効 = 0。サンプル・レート = 220kSPS ÷ 2 ^{AVG_CNT[7:4]} (表 68 参照)。
8	SR0、サンプル・レート・オプション 0、有効 = 1、無効 = 0。サンプル・レート = 220kSPS ÷ 2 ^{AVG_CNT[3:0]} (表 68 参照)。
7	記録間の自動パワーダウン (MFFT、AFFT、および MTC モードのみ)。CS を切り替えてウェイクアップすることが必要です。 0 = パワーダウンなし。 1 = データ収集後/データ処理後にパワーダウン。

ビット	説明
6	MTC モードで統計計算を有効化。
5	速度計算を有効化。 0 = 加速度。 1 = 速度計算値。
4	予備。
[3:2]	フラッシュ・メモリへのレコード格納方法 (MFFT、AFFT、および MTC モードのみ)。 00 = なし。レコードをフラッシュ・メモリに格納しません。次の記録イベントが格納されるまで現在のデータを SRAM で利用できます。 01 = アラーム・トリガ。振動が設定可能なアラーム設定値のいずれかを超えると、レコードが格納されます。 10 = 全て。データ収集イベントや処理イベントが終了するたびにレコードが格納されます。 11 = 予備。
[1:0]	記録モード。 00 = MFFT モード。 01 = AFFT モード。 10 = MTC モード。 11 = RTS モード。

リアルタイム・バースト・モードのタイムアウト有効化

REC_CTRL レジスタのビット 15 (表 47 参照) には、読み出し可能なデータが読み出されないと RTS モードを個別に無効化する設定が格納されます。デフォルトでは、RTS モードはデジタル・ピン (RTS) を介して有効化および無効化されます。このビットを有効にした場合、連続 5 回のデータ・レディ・アクティブ期間に SCLK を受信できないと、RTS モードは停止します。

ウィンドウ制御

REC_CTRL レジスタのビット [13:12] (表 47 参照) には、ADcmXL1021-1 が、FFT を実行する前に、時間領域データに対して使用するウィンドウ機能の設定値が格納されます。これらのビット (01) に対する工場出荷時のデフォルト設定では、ハニング・ウィンドウ機能が選択されます。選択できるその他のウィンドウ・オプションは、矩形 (設定値 0b00) またはフラット・トップ (設定値 0b10) です。

スペクトル・レコードの選択

REC_CTRL レジスタのビット [11:8] (表 47 参照) には、AVG_CNT レジスタを使用して設定する 4 種類のサンプル・レート・オプションに対するオンとオフの設定値が格納されます。

MFFT、AFFT、または MTC モードで動作している場合は、サンプル・レート・セレクタ・ビット (SR0、SR1、SR2、および SR3) を使用します。これらのビットのうち 1 つだけを 1 に設定すると、全てのデータ・キャプチャ・イベントがそのサンプル・レート設定を使用します。これらのビットのうち 2 つを 1 に設定すると、ADcmXL1021-1 はある 1 つのデータ・キャプチャ・イベントに対してはいずれかのサンプル・レートを使用し、次のキャプチャ・イベントに対しては別のサンプル・レートに切り替えます。4 つ全てのビットを 1 に設定すると、ADcmXL1021-1 は新しいキャプチャ・イベントごとに新しいサンプル・レートに切り替えるときに、サンプル・レートを次の順序で使用します。それは、SR0、SR1、SR2、SR3、SR0、SR1、(以下同様) です。

自動パワーダウン

ADcmXL1021-1 が MFFT、AFFT、または MTC モードで動作している場合、REC_CTRL レジスタのビット 7 (表 47 参照) には、自動パワーダウン機能の設定値が格納されます。このビットを 1 に設定すると、ADcmXL1021-1 は、データの収集および処理の完了後、自動的にパワーダウンします。このビットを 0 に設定すると、ADcmXL1021-1 は、データの収集および処理機能の完了後、パワーダウンしません。デバイスがスリープ・モードになった後、次の測定値を使用できるようにするには、その前に CS を切り替えてデバイスをウェイクアップしておく必要があります。AFFT モードでは、デバイスが記録の合間にパワーダウンすると、次の取り込みの前に自動的にウェイクアップします。

MTC 統計値の計算

REC_CTRL レジスタのビット 6 (表 47 参照) には、MTC レコードでの統計値計算を有効化する設定値が格納されます。

速度の計算

REC_CTRL レジスタのビット 5 (表 47 参照) には、加速度センサー・データの値を速度の値に変換する設定値が格納されます。このビットを 0 に設定すると、ユーザ・データ・バッファには線形加速度データが格納されます。このビットを 1 に設定すると、ユーザ・データ・バッファには線形速度データが格納されます。このデータは、加速度データを時間について積分することによって得られます。

レコードの格納

REC_CTRL レジスタのビット [3:2] (表 47 参照) には、ADcmXL1021-1 が FFT キャプチャ・イベントの結果をレコード位置にいつ格納するかを決める設定値が格納されます。時間領域統計値を格納する場合は、MISC_CTRL レジスタが使用されます。

記録モード

REC_CTRL レジスタのビット [1:0] (表 47 参照) は、動作モードを設定します。ADcmXL1021-1 は、MTC モードで動作する場合、図 27 に示す信号処理図とユーザ・アクセス可能なレジスタを使用します。ADcmXL1021-1 は、AFFT モードおよび MFFT モードで動作する場合、図 29 に示す信号処理図とユーザ・アクセス可能なレジスタを使用します。

REC_PRD、記録時間

REC_PRD レジスタ (表 48 および表 49 参照) には、ADcmXL1021-1 が AFFT モードで動作する場合に使用するタイマー機能の設定値が格納されます。

表 48. REC_PRD レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x1E, 0x1F	0x0000	R/W	Yes

表 49. REC_PRD ビットの説明

ビット	説明
[15:10]	ドント・ケア。
[9:8]	データ・ビットのスケール： 00 = 1 秒/LSB、01 = 1 分/LSB、10 = 1 時間/LSB
[7:0]	データ・ビット、バイナリ・フォーマット、範囲 = 0~255

REC_PRD を 0x0005 に設定すると、あるキャプチャ・イベントが終了してから次のキャプチャ・イベントが開始されるまでの経過時間に対して 5 秒が設定されます。表 50 に、REC_PRD レジスタの設定コードについてその他の数例を示します。

表 50. REC_PRD の使用事例

REC_PRD Value	Timer Value
0x0022	34 sec
0x010F	15 minutes
0x0218	24 hours

ALM_F_LOW、アラーム振動周波数帯

最大 6 つの個別スペクトル・アラーム帯と 2 つの振幅アラーム・レベルを指定できます。ALM_PNTR レジスタの設定値は、現在どのアラームが扱われ、今後どのアラームが設定されるかを特定します。スペクトル・アラームが適用されるのは、ADcmXL1021-1 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作していて、かつ ALM_F_LOW レジスタ (表 51 および表 52 参照) に最低の FFT ビンの数が格納される場合であり、これは、ALM_PNTR レジスタ (表 60 参照) に格納されるスペクトル・アラーム設定値に組み込まれています。

ALM_F_LOW の値は、FFT スペクトル・レコードに適用されます。正確な振動周波数は AVG_CNT レジスタによって異なります。このレジスタ設定は FFT の最大帯域幅を狭めるからです。

表 51. ALM_F_LOW レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x20, 0x21	0x0000	R/W	Yes

表 52. ALM_F_LOW ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	ドント・ケア。
[11:0]	下限振動周波数、ビン数、範囲 = 0~2047

例えば、ALM_F_LOW = 0x0064 を設定した場合、アラーム帯の下限振動周波数はビン 100 から始まります。例えば、AVG_CNT = 8 の場合、下限振動周波数は 600Hz (600Hz = (100LSB × 220kHz/8)/4096) に設定されます。AVG_CNT = 2 の場合、下限振動周波数は 2400Hz (ALM_F_LOW = 0x0064 の場合) です。

ALM_F_HIGH、アラーム振動周波数帯

ADcmXL1021-1 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM_F_HIGH レジスタ (表 53 および表 54 参照) には、スペクトル・アラーム設定値に組み込まれた最高の FFT ビンの数が格納されます。ALM_PNTR レジスタ (表 60 参照) には、6 つのアラームのうちどれが設定されるかに関する情報が格納されます。

表 53. ALM_F_HIGH レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x22, 0x23	0x0000	R/W	Yes

表 54. ALM_F_HIGH ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	ドント・ケア。
[11:0]	上限振動周波数、ビン数、範囲 = 0~2047

ALM_F_LOW の値は、FFT スペクトル・レコードに適用されます。正確な振動周波数は AVG_CNT レジスタによって異なります。この設定は FFT の最大帯域幅を狭めるからです。

例えば、ALM_F_LOW = 0x0064 を設定した場合、アラーム帯の下限振動周波数はビン 200 から始まります。例えば、AVG_CNT = 8 の場合、下限振動周波数は 1200Hz (1200Hz = (200LSB × 220kHz/8)/4096) に設定されます。

AVG_CNT = 2 の場合、下限振動周波数は 4800 Hz (ALM_F_LOW = 0x0064 の場合) です。

ALM_MAG1、アラーム・レベル 1

ALM_MAG1 レジスタは、アラーム警告をトリガする出力の振幅制限を設定します。また、もう 1 つの上限トリガ振幅を ALM_MAG2 レジスタに設定して、警告条件とより重大な条件を区別できます。ADcmXL1021-1 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM_MAG1 レジスタ (表 55 および表 56 参照) には振動の振幅が格納されます。これは、ALM_PNTR レジスタ (表 60 参照) に格納されているスペクトル・アラーム設定値のアラーム 1 をトリガします。このモードでは、トリガ振幅制限値と比較される FFT 帯の範囲が ALM_L_LOW から ALM_F_HIGH までの間になります。

MTC モード時は、この制限が時間領域キャプチャの統計値に適用されます。

ALM_MAG1 は警告インジケータとして、ALM_MAG2 は重大アラーム・インジケータとして使用できます。ALM_MAG2 は、ALM_MAG1 以上の値に設定してください。

表 55. ALM_MAG1 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x28, 0x29	0x0000	R/W	Yes

表 56. ALM_MAG1 ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	アラーム・トリガ・レベル 1

ALM_MAG1 レジスタでのデータ・フォーマットは、OUT_BUF レジスタでのデータ・フォーマットと同じです。このデータ・フォーマットのいくつかの例については、表 43 を参照してください。

ALM_MAG2、アラーム・レベル 2

ADcmXL1021-1 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM_MAG2 レジスタ (表 57 および表 58 参照) には振動の振幅が格納されます。これは、ALM_PNTR レジスタ (表 60 参照) に格納されているスペクトル・アラーム設定値のアラーム 2 をトリガします。MTC モード時は、この制限が時間領域キャプチャの統計値に適用されます。

表 57. ALM_MAG2 のレジスタ定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x2E, 0x2F	0x0000	R/W	Yes

表 58. ALM_MAG2 のビット説明

ビット	説明
[15:0]	アラーム・トリガ・レベル 2

ALM_MAG2 レジスタでのデータ・フォーマットは、OUT_BUF レジスタでのデータ・フォーマットと同じです。このデータ・フォーマットのいくつかの例については、表 43 を参照してください。

アラーム 2 の振幅はアラーム 1 の振幅以上でなければなりません。

ALM_PNTR、アラーム・ポインタ

ADcmXL1021-1 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM_PNTR レジスタ (表 59 および表 60 参照) には、サンプル・レート (ビット[9:8]) およびスペクトル帯の数 (ビット[2:0]) ごとに特定のスペクトル・アラームを識別するアラーム・ポインタが格納されます。サンプル・レートの設定値につき最大 6 つのアラームを設定できます。

表 59. ALM_PNTR レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x30, 0x31	0x0000	R/W	No

表 60. ALM_PNTR ビットの説明

ビット	説明
[15:10]	ドント・ケア。
[9:8]	アラーム x を定義したサンプル・レート設定値を表示する。 00 = SR0。 01 = SR1。 02 = SR2。 03 = SR3。
[7:3]	ドント・ケア。
[2:0]	スペクトル帯の数 (1、2、3、4、5、または 6)

ALM_PNTR = 0x0203 を設定すると、スペクトル・アラームの設定にアクセスできます。これはサンプル・レート SR2 およびスペクトル帯 3 と関連付けられています。このスペクトル・アラームの現在の属性は、ALM_F_LOW、ALM_F_HIGH、ALM_MAG1、および ALM_MAG2 レジスタに読み込まれます。これらのレジスタに書き込むと、スペクトル・アラームの各設定が変更されます。これも同様にサンプル・レート SR2 およびスペクトル帯 3 と関連付けられています。

ALM_S_MAG、アラーム・レベル

ALM_S_MAG レジスタ (表 61 および表 62 参照) には、システム・アラームの振幅が格納されます。システム・アラームは、ALM_CTRL レジスタのビット[5:4] (表 64 参照) に応じて温度または電源レベルをモニタできます。

表 61. ALM_S_MAG レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x32, 0x33	0x0000	R/W	No

表 62. ALM_S_MAG ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	システム・アラームの設定

ALM_CTRL レジスタのビット 4 が 0 である場合、ALM_S_MAG レジスタは SUPPLY_OUT レジスタ (表 26 および表 27 参照) と同じデータ・フォーマットを使用します。ALM_CTRL レジスタのビット 4 が 1 である場合、ALM_S_MAG レジスタは TEMP_OUT レジスタ (表 23 および表 24 参照) と同じデータ・フォーマットを使用します。

ALM_CTRL、アラーム制御

ALM_CTRL レジスタ (表 63 および表 64 参照) には、アラーム機能のいくつかの設定値が格納されます。

表 63. ALM_CTRL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x34, 0x35	0x0080	R/W	Yes

表 64. ALM_CTRL ビットの説明

ビット	説明
[15:13]	ドント・ケア。
[12]	ステータス・レジスタの読み出し時にスペクトル・アラームのステータス・ビットを自動的にクリアするのを無効にします。
[11:8]	応答遅延、範囲 = 0~15。 スペクトル・アラーム・フラグがハイに設定される前のスペクトル・アラームごとのスペクトル・レコード数を表します。
7	DIAG_STAT エラー・フラグのラッチ。フラグを 0 にリセットするクリア・ステータス・コマンド (GLOB_CMD のビット 4) が必要です。 1 = 有効。 0 = 無効。
6	ALM1 ではアラーム 1 を、ALM2 ではアラーム 2 を、それぞれ有効化します。
5	システム・アラームの極性。 1 = ALM_S_MAG より小さくなるとトリガ。 0 = ALM_S_MAG より大きくなるとトリガ。
4	システム・アラームの選択。1 = 温度、0 = 電源。
3	システム・アラーム : 1 = 有効、0 = 無効。
2	出力アラーム : 1 = 有効、0 = 無効。
1	予備。
0	予備。

FILT_CTRL、フィルタ制御

FILT_CTRL レジスタ (表 65 および表 66 参照) は、32 タップの FIR フィルタの構成設定値を示します。FILT_CTRL レジスタに工場出荷時のデフォルト値が格納されている場合、ADcmXL1021-1 は出力に FIR フィルタを使用しません。例えば、DIN = 0xB871 を設定してから DIN = 0xB901 を設定して、0x0171 を FILT_CTRL レジスタに書き込みます。このコード (0x0171) により、加速度センサー出力にはフィルタ・バンク 5 が選択されます。

表 65. FILT_CTRL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x38, 0x39	0x0000	R/W	Yes

表 66. FILT_CTRL ビットの説明

ビット	説明
[15:11]	ドント・ケア。
[10:8]	出力 FIR フィルタの選択。 110 : FIR フィルタ・バンク F (ハイパス・フィルタ、10kHz)。 101 : FIR フィルタ・バンク E (ハイパス・フィルタ、5kHz)。 100 : FIR フィルタ・バンク D (ハイパス・フィルタ、1kHz)。 011 : FIR フィルタ・バンク C (ローパス・フィルタ、10kHz)。 010 : FIR フィルタ・バンク B (ローパス・フィルタ、5kHz)。 001 : FIR フィルタ・バンク A (ローパス・フィルタ、1kHz)。 000 : FIR の選択肢なし。
[7:0]	予備。

AVG_CNT、デシメーション制御

AVG_CNT レジスタ (表 67 および表 68 参照) は、REC_CTRL レジスタのビット[11:8] (表 47 参照) を使用して有効化できる 4 種類のサンプル・レート設定値 (SR0、SR1、SR2、および SR3) を示します。これらのサンプル・レート設定値が適用されるのは、MFFT、AFFT、および MTC モードに限ります。

表 67. AVG_CNT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x3A, 0x3B	0x7421	R/W	Yes

表 68. AVG_CNT ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	SR3 サンプル・レートのスケール・ファクタ (1~7)、 SR3 サンプル・レート = $220,000 \div 2^{AVG_CNT[15:12]}$
[11:8]	SR2 サンプル・レートのスケール・ファクタ (1~7)、 SR2 サンプル・レート = $220,000 \div 2^{AVG_CNT[11:8]}$
[7:4]	SR1 サンプル・レートのスケール・ファクタ (1~7)、 SR1 サンプル・レート = $220,000 \div 2^{AVG_CNT[7:4]}$
[3:0]	SR0 サンプル・レートのスケール・ファクタ (1~7)、 SR0 サンプル・レート = $220,000 \div 2^{AVG_CNT[3:0]}$

AVG_CNT レジスタの各ニブルは、サンプル・レート設定値 (SR0、SR1、SR2、および SR3) ごとの設定値を示します。次式は、AVG_CNT レジスタの工場出荷時デフォルト値 (0x7421) から得られるサンプル・レートの 1 つ (SR1) を示しています。

$$SR1 = 220,000 \div 2^2 = 55,000SPS$$

いずれかのサンプル・レート値を変更するには、AVG_CNT レジスタの特定のニブルに制御値を書き込みます。例えば、DIN = 0xBB35 を設定して、AVG_CNT レジスタの上限バイトを 0x35 に設定します。これにより、SR2 サンプル・レートは 27,500SPS になり、SR3 サンプル・レートは 6,875SPS になります。

MFFT モードおよび AFFT モードでは、AVG_CNT レジスタのサンプル・レートが各 FFT 結果のビン幅に影響し、これが各ビンでのノイズに影響します。表 69 に、SR0 サンプル・レート設定値 (AVG_CNT レジスタのビット[3:0]) に加えて、これらの設定値に付随するビン幅およびノイズ予測値を示します。

また、表 69 の情報は、SR1 (AVG_CNT レジスタのビット [7:4])、SR2 (AVG_CNT レジスタのビット [11:8])、SR3 (AVG_CNT レジスタのビット [15:12]) の各設定値にも同様に適用されます。

表 69. SR0 サンプル・レート設定値およびビン幅

AVG_CNT, Bits[3:0]	Sample Rate (SPS)	Bin Width (Hz)
0	Not applicable	Not applicable
1 (Default)	220000	53.8
2	110000	26.9
3	55000	13.4
4	27500	6.71
5	13750	3.35
6	6875	1.68
7	3438.5	0.839

DIAG_STAT、ステータス・フラグおよびエラー・フラグ

DIAG_STAT レジスタ (表 70 および表 71 参照) には、いくつかのステータス・フラグが格納されます。

表 70. DIAG_STAT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x3C, 0x3D	0x0000	R	No

表 71. DIAG_STAT ビットの説明

ビット	説明
15	使用しない (ドント・ケア)。
14	システム・アラーム・フラグ。温度または電源電圧がユーザ設定アラーム値を超えました。
13	スペクトル・アラーム 2 フラグ。
12	予備。
11	予備。
10	スペクトル・アラーム 1 フラグ。
9	予備。
8	予備。
7	データ・レディ/ビジー・インジケータ (0 = ビジー、1 = データ・レディ)。
6	フラッシュ・メモリのテスト結果、チェックサム・フラグ (0 = エラーなし、1 = エラー)。
5	セルフ・テスト診断のエラー・フラグ。
4	記録のエスケープ・フラグ。SPI 駆動割り込みコマンド (0x00E8) の使用を示します。このフラグは、記録が最初に成功した後に自動的にリセットされます。
3	SPI 通信障害 (SCLK ≠ 16 の偶数倍)
2	フラッシュ・メモリの更新障害。
1	電源電圧 > 3.625V。
0	電源電圧 < 2.975V。

GLOB_CMD、グローバル・コマンド

GLOB_CMD レジスタ (表 72 および表 73 参照) には、いくつかのグローバル・コマンドが格納されます。これらのいずれかの処理を開始するには、対応するビットを 1 に設定します。例えば、ビット 0 をロジック・ハイに設定して、自動スル機能を実行すると、そのビットは自動でクリアされます。

表 72. GLOB_CMD のレジスタ定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x3E, 0x3F	Not applicable	W	No

表 73. GLOB_CMD ビットの説明

ビット	説明
15	自動スル補正をクリアします。
14	スペクトル・アラーム帯の情報を ALM_PNTR 設定値から検索します。
13	レコード・データをフラッシュ・メモリから検索します。
12	スペクトル・アラーム帯のレジスタをフラッシュ・メモリに保存します。
11	記録を開始または停止します。
10	BUF_PNTR = 0x0000 を設定します。
9	スペクトル・アラーム帯のレジスタをフラッシュ・メモリからクリアします。
8	全てのレコードをクリアします。
7	ソフトウェア・リセット。
6	レジスタをフラッシュ・メモリに保存します。
5	フラッシュ・メモリのテスト。フラッシュ・メモリの総和を工場出荷時の値と比較します。
4	DIAG_STAT レジスタを一度にクリアします。
3	工場出荷時のレジスタ設定値を再生して、キャプチャ・バッファをクリアします。
2	セルフ・テスト。自動セルフ・テスト手法を実行します。テストに合格しない場合は、ステータス・レジスタ (ビット 5) にセルフ・テスト診断フラグが設定されます。
1	パワーダウン (CS の切り替えによって起動)。センサーをパワーダウンして、組込みマイクロコントローラをスリープ・モードにします。CS を切り替えるか、自動タイマーが新しい取り込みをトリガすると (自動モード)、デバイスはウェイクアップします。
0	自動スル。

ALM_STAT、アラームのステータス

ALM_STAT レジスタ (表 74 および表 75 参照) には、アラームのステータス・フラグが格納されます。

表 74. ALM_STAT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x44, 0x45	0x0000	R	Yes

表 75. ALM_STAT ビットの説明

ビット	説明
15	帯 6 でのアラーム 2、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
14	帯 6 でのアラーム 1、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
13	帯 5 でのアラーム 2、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
12	帯 5 でのアラーム 1、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
11	帯 4 でのアラーム 2、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
10	帯 4 でのアラーム 1、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
9	帯 3 でのアラーム 2、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
8	帯 3 でのアラーム 1、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
7	帯 2 でのアラーム 2、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
6	帯 2 でのアラーム 1、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
5	帯 1 でのアラーム 2、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
4	帯 1 でのアラーム 1、1 = アラームを設定、0 = アラームなし
3	使用しない
[2:0]	ほとんどの重大アラーム条件、スペクトル帯、範囲 = 1~6

ALM_PEAK、アラームのピーク・レベル

ALM_PEAK レジスタ (表 76 および表 77 参照) には、アラームのピーク値が入る FFT ビンの大きさが格納されます。

表 76. ALM_PEAK レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x4A, 0x4B	0x0000	R	Yes

表 77. ALM_PEAK ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	アラームのピーク、加速度センサーのデータ・フォーマット

TIME_STAMP_L および TIME_STAMP_H、データ・レコードのタイムスタンプ

TIME_STAMP_L レジスタ (表 78 および表 79 参照) と TIME_STAMP_H レジスタ (表 80 および表 81 参照) には、最新のデータ・キャプチャ・イベントの相対タイムスタンプが格納されます。

表 78. TIME_STAMP_L レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x4C, 0x4D	0x0000	R	Yes

表 79. TIME_STAMP_L ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	タイムスタンプ、秒、下位ワード

表 80. TIME_STAMP_H レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x4E, 0x4F	0x0000	R	Yes

表 81. TIME_STAMP_H ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	タイムスタンプ、秒、上位ワード

DAY_REV、日付とリビジョン

DAY_REV (表 82 および表 83 参照) には、工場出荷時のプログラミング日 (日付) とファームウェアのリビジョンの一部が格納されます。

表 82. DAY_REV レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x52, 0x53	0x0000	R	N/A

表 83. DAY_REV ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	日付、最上位桁
[11:8]	日付、最下位桁
[7:4]	ファームウェアのリビジョン、最上位桁
[3:0]	ファームウェアのリビジョン、最下位桁

YEAR_MON、年月

YEAR_MON (表 84 および表 85 参照) には、工場でのプログラミングの日付 (年月) が格納されます。

表 84. YEAR_MON レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x54, 0x55	Not applicable	R	N/A

表 85. YEAR_MON ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	年、最上位桁
[118]	年、最下位桁
[7:4]	月、最上位桁
[3:0]	月、最下位桁

PROD_ID、製品 ID

PROD_ID レジスタ (表 86 および表 87 参照) には、モデル番号の数値部分が格納されます。

表 86. PROD_ID レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x56, 0x57	0x03FD	R	N/A

表 87. PROD_ID ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	モデル番号の数値部分の 2 進表現 : 0x03FD = 1,021

SERIAL_NUM、シリアル番号

SERIAL_NUM (表 88 および表 89 参照) には、特定の製造ロット範囲内のデバイスのシリアル番号が格納されます。

表 88. SERIAL_NUM レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x58, 0x59	0x0000	R	N/A

表 89. SERIAL_NUM ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	ロット固有のシリアル番号

USER_SCRATCH

USER_SCRATCH レジスタでは、センサーを識別するデバイス番号を格納できます。このレジスタは読み出しと書き込みが可能です。最新の書き込み値は不揮発性なので、リセット時にデータを復旧できます。

表 90. USER_SCRATCH レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x5A, 0x5B	N/A	R/W	Yes

表 91. USER_SCRATCH ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	オプションのユーザ ID

REC_FLASH_CNT、フラッシュ書換え回数の記録

REC_FLASH_CNT (表 92 および表 93 参照) は、フラッシュ・メモリ・バンクの書換え回数を追跡するためのツールを提供します。これにより、10 箇所のレコード格納位置がサポートされます。REC_FLASH_CNT レジスタの値は、ユーザ・レコードのクリア後 (GLOB_CMD) と、レコードの格納先がいっぱいになる (10 番目の位置にはイベント・データが格納される) たびにインクリメントします。

表 92. REC_FLASH_CNT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x5C, 0x5D	0x0000	R	N/A

表 93. REC_FLASH_CNT ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	レコード格納先フラッシュ・メモリの書換え回数カウンタ

MISC_CTRL、種々の制御

MISC_CTRL レジスタ (表 94 および表 95 参照) を使用することで、MTC モードの統計値のメモリへの保存、センサーのセルフ・テスト、および SYNC ピンによる外部制御が可能になります。

表 94. MISC_CTRL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x64, 0x65	0x0000	W/R	No

表 95. MISC_CTRL ビットの説明

ビット	説明
[15:13]	使用しません。
12	SYNC ピンの感度を有効にして取り込みを開始します。手動キャプチャ・モードの外部トリガを実行するには有効にする必要があります。
11	使用しません。
10	統計レコードをフラッシュ・メモリから SRAM に転送します。REC_PNTR は適切な時間領域統計レコードを指し示す必要があります。
9	統計値は SRAM からフラッシュ・メモリのレコードに転送されます。
8	時間領域統計値をクリアします。
[7:4]	使用しません。
3	セルフ・テストをオンにします。
2	セルフ・テストをクリアします。
[1:0]	使用しません。

REC_INFO1、レコード情報

REC_INFO1 レジスタ (表 96 および表 97 参照) には、ユーザ・データ・バッファのスペクトル・レコードに関連付けられたサンプル・レート (SRx)、ウィンドウ機能、および FFT の平均設定が格納されます。このレジスタの内容は、MFFT モードおよび AFFT モードで得られる結果にのみ関連します (表 47 の REC_CTRL レジスタ参照)。

表 96. REC_INFO1 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x66, 0x67	0x0000	R	Yes

表 97. REC_INFO1 ビットの説明

ビット	説明
[15:14]	サンプル・レートのオプション 00 = SR0。 01 = SR1。 10 = SR2。 11 = SR3。
[13:12]	ウィンドウの設定 00 = 矩形 01 = ハニング 10 = フラット・トップ 11 = 該当なし
[11:8]	使用しない (ドント・ケア)。
[7:0]	FFT 平均回数、範囲 = 1~2047。

REC_INFO2、レコード情報

REC_INFO2 レジスタ (表 98 および表 99 参照) には、AVG_CNT レジスタの内容が格納されます。これは、ユーザ・データ・バッファのスペクトル・レコードに使用されているサンプル・レート (SRx) と関連しています。このレジスタの内容は、MFFT モードおよび AFFT モードで得られる結果にのみ関連します (表 47 の REC_CTRL レジスタ参照)。

表 98. REC_INFO2 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x68, 0x69	0x0000	R	Yes

表 99. REC_INFO2 ビットの説明

ビット	説明
[15:4]	使用しない (ドント・ケア)。
[3:0]	AVG_CNT の設定

REC_CNTR、レコード・カウンタ

REC_CNTR レジスタ (表 100 および表 101 参照) には、レコード・カウンタが格納されます。ここには、現在使用中のレコードの数が入ります。

表 100. REC_CNTR レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x6A, 0x6B	0x0000	R	N/A

表 101. REC_CNTR ビットの説明

ビット	説明
[15:4]	使用しない
[3:0]	レコード・カウンタの範囲 : 0~9

ALM_FREQ、重大アラーム振動周波数

ALM_FREQ レジスタ (表 102 および表 103 参照) には、ALM_PEAK レジスタ (表 77 参照) の値に関連付けられている振動周波数ピンが格納されます。

表 102. ALM_FREQ レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x70, 0x71	0x0000	R	Yes

表 103. ALM_FREQ ビットの説明

ビット	説明
[15:12]	使用しない
[11:0]	ピーク・アラーム・レベル、FFT ビン番号に対応するアラーム振動周波数、範囲 = 0~2047

STAT_PNTR、統計結果ポイント

STAT_PNTR レジスタ (表 104 および表 105 参照) は、どの統計値を統計レジスタ (表 107 参照) に読み込ませるかを制御します。例えば、DIN = 0xF202 を設定して、STAT_PNTR の下位バイトに 0x02 を書き込みます。これにより、尖度の結果が統計レジスタに読み込まれます。

表 104. STAT_PNTR レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x72, 0x73	0x0000	R/W	No

表 105. STAT_PNTR ビットの説明

ビット	説明
[15:3]	ドント・ケア。
[2:0]	110 = 歪度 101 = 尖度 100 = クレスト・ファクタ 011 = ピーク to ピーク 010 = ピーク 001 = 標準偏差 000 = 平均値

STATISTIC、統計結果

統計レジスタ（表 106 および表 107 参照）には、STAT_PNTR レジスタ（表 105 参照）の設定を表す統計指標が格納されます。このレジスタのデータ・フォーマットは、レジスタが格納している指標により異なります。STAT_PNTR レジスタの下位バイトが 0x00、0x04、0x05、0x06 のいずれかである場合、データ・フォーマットは OUT_BUF レジスタと同じです（MTC モード）。このデータ・フォーマットの定義といくつかの例については、表 40 および表 41 を参照してください。STAT_PNTR の下位バイトが 0x01、0x02、0x03 のいずれかである場合、統計レジスタは表 107 に示す 2 進法 10 進数（BCD）を使用します。表 108 に、このフォーマットの数値例をいくつか示します。

表 106. 統計レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x78, 0x79	0x0000	R	Yes

表 107. クレスト・ファクタ、尖度、および歪度の結果に対する統計ビットの説明

ビット	説明
[15:8]	整数、オフセット・バイナリ・フォーマット、1LSB = 1
[7:0]	小数、1LSB = 1/256 = 0.00390625

表 108. クレスト・ファクタ、尖度、および歪度の結果に対する統計データ・フォーマット例

Hex.	Integer	Decimal	Result
0x0000	0	0	0
0x0001	0	1/256 = 0.00390625	0.00390625
0x0002	0	2/256 = 0.0078125	0.0078125
0x000A	0	10/256 = 0.0390625	0.0390625
0x00FE	0	254/256 = 0.9921875	0.9921875
0x00FF	0	255/256 = 0.99609375	0.99609375
0x0100	1	0	1
0x016A	1	106/256 = 0.4140625	1.4140625
0x020A	2	10/256 = 0.0390625	2.0390625
0x069A	6	154/256 = 0.6015625	6.6015625
0x1AF2	26	242/256 = 0.9453125	26.9453125
0xFFFF	255	255/256 = 0.99609375	255.99609375

FUND_FREQ、基本振動周波数

FUND_FREQ レジスタ（表 109 および表 110 参照）により、スペクトル・アラームを設定して、プラットフォーム上で基本振動周波数と、その結果生じる調和振動周波数を簡単にモニタできます。表 111 に、アラーム帯ごとの開始振動周波数と停止振動周波数の設定値（単位：Hz）を示します。この設定値は、FUND_FREQ レジスタの上位バイトに書き込んだ後、自動的に読み込まれます。デフォルトは無効です。

表 109. FUND_FREQ レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x7A, 0x7B	0x0000	R/W	Yes

表 110. FUND_FREQ ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	基本振動周波数の設定、 f_F 。オフセット・バイナリ・フォーマット、1LSB = 1Hz。0x0000 = アラーム設定への影響なし。

表 111. 統計値のデータ・フォーマット例

Alarm Band	Start Frequency	Stop Frequency	Alarm 1 Level	Alarm 2 Level
1	$0.2 \times f_F$	$0.8 \times f_F$	$20\% \times 0.5 g$	$0.5 g$
2	$0.8 \times f_F$	$1.8 \times f_F$	$90\% \times 0.5 g$	$0.5 g$
3	$1.8 \times f_F$	$2.8 \times f_F$	$30\% \times 0.5 g$	$0.5 g$
4	$2.8 \times f_F$	$3.8 \times f_F$	$25\% \times 0.5 g$	$0.5 g$
5	$3.8 \times f_F$	$10.2 \times f_F$	$20\% \times 0.5 g$	$0.5 g$
6	$10.2 \times f_F$	f_{MAX}	$15\% \times 0.5 g$	$0.5 g$

FLASH_CNT_L、フラッシュ・メモリの書換え回数

FLASH_CNT_L レジスタ（表 112 および表 113 参照）には、32 ビット・カウンタの下位 16 ビットが格納されます。このカウンタは、フラッシュ・メモリ・バンクで行われる更新サイクルの総数を追跡します。

表 112. FLASH_CNT_L レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x7C, 0x7D	Not applicable	R	N/A

表 113. FLASH_CNT_L ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	フラッシュの更新カウンタ、下位ワード

FLASH_CNT_U、フラッシュ・メモリの書換え回数

FLASH_CNT_U レジスタ（表 114 および表 115 参照）には、32 ビット・カウンタの上位 16 ビットが格納されます。このカウンタは、フラッシュ・メモリ・バンクで行われる更新サイクルの総数を追跡します。

表 114. FLASH_CNT_U レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x7E, 0x7F	0x0000	R	N/A

表 115. FLASH_CNT_U ビットの説明

ビット	説明
[15:0]	フラッシュの更新カウンタ、上位ワード

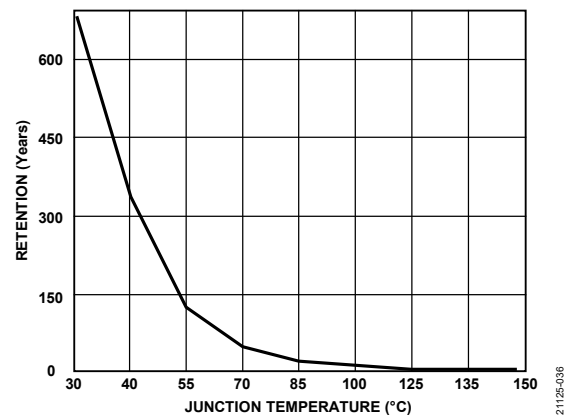


図 44. フラッシュ/EEメモリのデータ保持期間

FIR フィルタ・レジスタ

ADcmXL1021-1 のシグナル・チェーンには、32 タップの FIR フィルタが組み込まれています。レジスタのページ 1～ページ 6 は、6 種類の FIR フィルタ・バンクの係数へのユーザ設定可能なアクセスを提供します。FILT_CTRL レジスタ (表 66 参照) では、FIR フィルタの有効化を制御して、FIR フィルタ・バンクを選択できます。各 FIR フィルタ・バンクは工場出荷時のデフォルトのフィルタ設計を特長としており、各フィルタ・バンクは書き込みアクセス機能を提供して、アプリケーション固有のフィルタ設計をサポートします。いずれかの FIR フィルタ・バンクにアクセスするには、対応するページ番号を PAGE_ID レジスタに書き込みます。例えば、DIN = 0x8003 を設定して PAGE_ID = 0x0003 を設定します。これにより、FIR フィルタ・バンク C にアクセスできます。FIR 係数のアドレスおよびページの全一覧については、表 19 を参照してください。デフォルトでは、以下のフィルタがそれぞれのフィルタ・バンク・レジスタで事前設定されています。

- フィルタ・バンク A は、32 タップの 1kHz ローパス・フィルタです。
- フィルタ・バンク B は、32 タップの 5kHz ローパス・フィルタです。
- フィルタ・バンク C は、32 タップの 10kHz ローパス・フィルタです。
- フィルタ・バンク D は、32 タップの 1kHz ハイパス・フィルタです。
- フィルタ・バンク E は、32 タップの 5kHz ハイパス・フィルタです。
- フィルタ・バンク F は、32 タップの 10kHz ハイパス・フィルタです。

FIR フィルタ設計のガイドライン

ユーザ定義の 32 タップ・デジタル・フィルタ処理をプログラムして格納できます。このフィルタは 16 ビットの係数を使用します。レジスタのページ 1～ページ 6 には、フィルタ A～フィルタ F のフィルタ・バンク係数がそれぞれ格納されます。32 個の係数のそれぞれに 16 ビット・レジスタがあります。ユーザ・フィルタ (ならびに他のレジスタ設定値) は、ADcmXL1021-1 の内部に格納できます。

各係数の数値フォーマットは、16 ビット、2 の補数で符号付きの値です。符号付きの値では、MSB を使用して値の符号を識別します。MSB が 1 の場合、値は負です。MSB が 0 の場合、値は正です。残りの 15 ビットが係数の大きさです。

フィルタの 32 タップの総和は 0 にして、ユニティ・ゲインにする必要があります。値を符号なし 2 進値として合計すると、32,767 という合計値がユニティ・ゲインを表します。デフォルトでは、FIR フィルタの線形位相応答が最大 10kHz になるよう設計されます。

アプリケーション情報

機械的接続

最高の性能を得るには、ADcmXL1021-1 をシステムに取り付けるときに、このセクションで説明するガイドラインに従ってください。

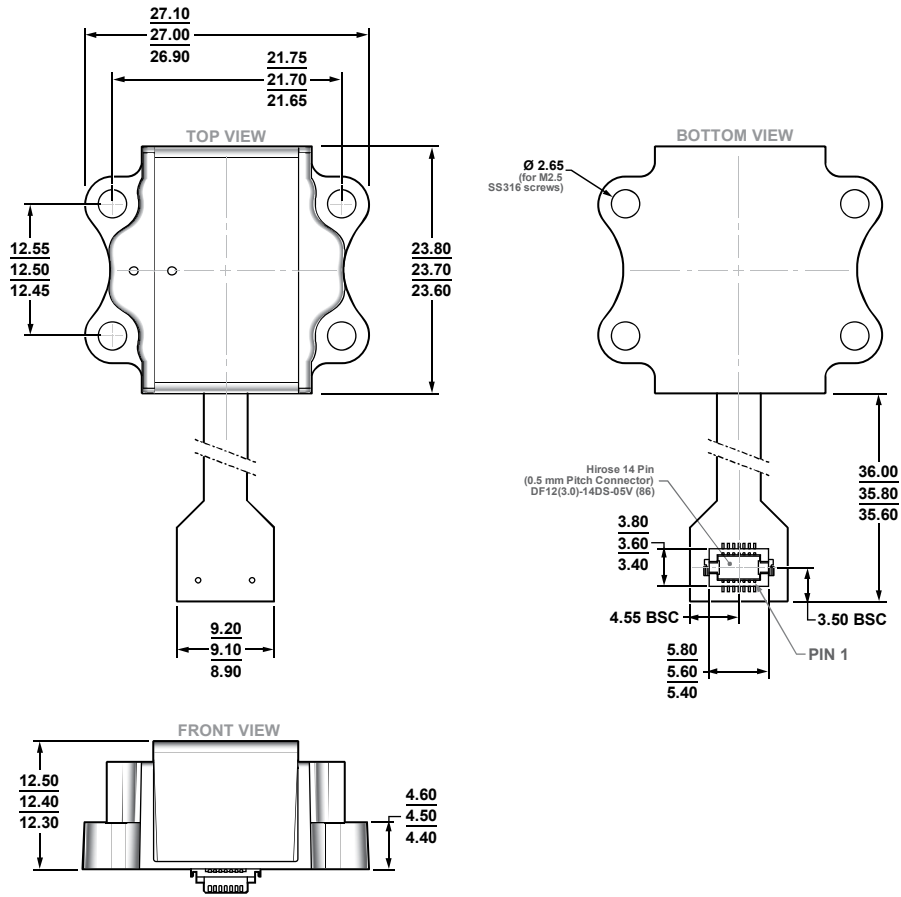
モジュールの向きを明確に定められた方向に合わせることで、潜在的な並進力を排除します。

取り付け時の力は、モジュールの四隅に均等にかかるようにしてください。4 つ全ての取り付け穴に、M2.5 ねじを 5 ポンド・インチのトルクで締め付けます。

場合によっては、機械的接着剤（シアノアクリレート接着剤や

エポキシ樹脂、Dymax 652A ゲル状接着剤など）を追加で使用して機械的結合と振動周波数応答を向上させることができます。これらの接着剤を追加で塗布するかどうかは、機械的な設計や工程により異なります。したがって、これらの接着剤の追加塗布については、製品の開発時に入念に評価する必要があります。屈曲後端部の許容される最小曲げ半径は 1mm です。曲げ半径が短いと、層間剥離や導体不良が発生する可能性があります。屈曲後端部の端に取り付けるコネクタは、ヒロセ電機製の DF12(3.0)-14DS-0.5V(86)です。併用する必要があるはめ合わせコネクタは、ヒロセ電機製の DF12(3.0)-14DP-0.5V(86)です。

外形寸法



02-14-2019-B

図 45. フレキシブル・コネクタ内蔵の 14 ピン・モジュール[MODULE]
(ML-14-7)
寸法：mm

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	g Range	Package Description	Package Option
ADcmXL1021-1BMLZ	-40°C to +105°C	±50 g	14-Lead Module with Integrated Flex Connector [MODULE]	ML-14-7
EVAL-ADCM-1			ADcmXL1021-1 Evaluation Kit	
ADCMXL_BRKOUT/PCBZ			ADcmXL1021-1 Breakout Interface Board	

¹ Z = RoHS 準拠製品