

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。  
この正誤表は、2021年8月4日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。

なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

**正誤表作成年月日：** 2021年8月4日

**製品名：** ADcmXL3021

**対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：** Rev. A

**訂正箇所：**

P.38 右欄 (Table 61 と 62 の上 1 か所と下 2 か所)

英文データシートでは ALR\_F\_LOW と記載がありますが、これは ALM\_F\_LOW の誤りです。日本語データシートは原文のまま翻訳してありますので、ご注意ください。

P.39 左欄最初から 9 行中の 3 か所

英文データシートでは ALR\_F\_LOW と 3 か所記載がありますが、これは ALM\_F\_HIGH の誤りです。日本語データシートは原文のまま翻訳してありますので、ご注意ください。

P.39 左欄、英文データシートでは 4 行目から 6 行中の 3 か所

英文データシートでは lower frequency と 3 か所記載がありますが、これは upper frequency の誤りです。日本語データシートは原文のまま翻訳してありますので、ご注意ください。

P.46 左欄、ALM\_Z\_FREQ, SEVERE ALARM FREQUENCY の節

英文データシートではこの節の文中に see Table 132 and Table 133 と記載がありますが、これは see Table 132 and Table 133 の誤りです。日本語データシートは原文のまま翻訳してありますので、ご注意ください。



# 広帯域幅、低ノイズの 3軸振動センサー

データシート

## ADcmXL3021

### 特長

デジタル出力の3軸MEMS振動センシングモジュール  
測定範囲:  $\pm 50g$   
超低出力ノイズ密度:  $26\mu g/\sqrt{Hz}$  (MTCモード)  
広帯域幅: DC~10kHz (平坦度 3dB 以内) (RTSモード)  
組込み高速データ・サンプリング: 1軸あたり 220kSPS  
6個のデジタル FIR フィルタ、32個のタップ (係数)、  
デフォルト・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個の係数)

#### 内蔵 FFT を介したスペクトル分析

延長されたレコード長: 1軸あたり 2048 ビン  
(0.42Hz~53.7Hzのサイズのピンをユーザ設定可能)  
手動またはタイマーベース (自動) のトリガ  
ウィンドウ・オプション: 長方形、ハニング、  
フラット・トップ  
FFTによるレコードの平均化、最大 255 レコードまで  
設定可能  
スペクトルの定義されたアラーム監視、各軸に 6 個の  
アラーム

#### 統計指標の付いた時間領域のキャプチャ

延長されたレコード長: 1軸あたり 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  
設定構成可能なアラーム・モニタリング

#### リアルタイム・データ・ストリーミング

デフォルトで 1軸あたり 220kSPS  
ユーザ設定可能なサンプル・レート  
CRC-16 エラー・チェック付きバースト・モード通信

#### 保存: 各軸に 10 個のデータ・レコード

ステータス・フラグ付きオンデマンド・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 互換のシリアル・インターフェース

ID レジスタ: 工場再設定されたシリアル番号、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:  $-40^{\circ}C \sim +105^{\circ}C$

125 $^{\circ}C$  (ジャンクション温度) で自動シャットダウン

23.7mm x 27.0mm x 12.4mm アルミニウム・パッケージ

36mmの柔軟な 14 ピンコネクタ・インターフェース

質量: 13g

### アプリケーション

振動解析

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

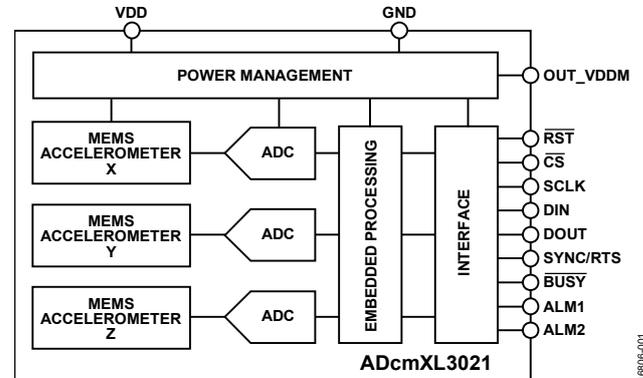


図 1.

### 概要

ADcmXL3021 は、高性能の振動検出機能 (微小電子機械システム (MEMS) 加速度センサーを使用) と多様な信号処理機能を兼ね備えたフル機能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 (代表値:  $26\mu g/\sqrt{Hz}$ ) により、優れた分解能が確保されています。帯域幅が広い (平坦度 3dB 以内で DC~10kHz) ため、多くのマシン・プラットフォームでの主要な振動の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や、ユーザ設定可能な幅広い機能が使用できます。

ADcmXL3021 は、4 個の取り付けフランジの付いた 23.7mm x 27.0mm x 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が可能です。このパッケージは、広い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を可能にします。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広い範囲で選択できます。

ADcmXL3021 に必要なのは 3.3V の単電源のみで、 $-40^{\circ}C \sim +105^{\circ}C$  の動作温度範囲をサポートします。

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. A

©2019-2021 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	Z_BUF/RSS_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ、z 軸... 35
アプリケーション .....	1	X_ANULL、x 軸バイアス・キャリブレーション・レジスタ .....
機能ブロック図 .....	1	36
概要 .....	1	Y_ANULL、y 軸バイアス・キャリブレーション・レジスタ .....
改訂履歴 .....	3	36
仕様 .....	4	Z_ANULL、z 軸バイアス・キャリブレーション・レジスタ 36
タイミング仕様 .....	5	REC_CTRL、記録制御 .....
絶対最大定格 .....	7	36
熱抵抗 .....	7	RT_CTRL、リアルタイム・ストリーミング・コントロール 38
ESD に関する注意 .....	7	REC_PRD、記録時間 .....
ピン配置およびピン機能の説明 .....	8	38
代表的な性能特性 .....	9	ALM_F_LOW、アラーム周波数帯 .....
動作原理 .....	14	38
コア・センサー .....	14	ALM_F_HIGH、アラーム周波数帯 .....
信号処理 .....	14	39
動作モード .....	15	ALM_X_MAG1、アラーム・レベル 1 x 軸 .....
データ・レコード・オプション .....	16	39
ユーザ・インターフェース .....	19	ALM_Y_MAG1、アラーム・レベル 1 y 軸 .....
基本動作 .....	22	39
デバイスの設定 .....	22	ALM_Z_MAG1、アラーム・レベル 1 z 軸 .....
デュアル・メモリ構造 .....	22	39
パワーアップ・シーケンス .....	22	ALM_X_MAG2、アラーム・レベル 2 x 軸 .....
トリガ .....	22	40
サンプル・レート .....	23	ALM_Y_MAG2、アラーム・レベル 2 y 軸 .....
データパス処理 .....	23	40
スペクトル・アラーム .....	25	ALM_Z_MAG2、アラーム・レベル 2 z 軸 .....
機械的取り付けに関する推奨事項 .....	25	40
ユーザ・レジスタのメモリ・マップ .....	26	ALM_PNTR、アラーム・ポインタ .....
ユーザ・レジスタの詳細 .....	32	40
PAGE_ID (ページ番号) .....	32	ALM_S_MAG アラーム・レベル .....
TEMP_OUT (内部温度) .....	32	40
SUPPLY_OUT (電源電圧) .....	32	ALM_CTRL、アラーム制御 .....
FFT_AVG1、スペクトル平均化 .....	32	41
FFT_AVG2、スペクトル平均化 .....	33	FILT_CTRL、フィルタ制御 .....
BUF_PNTR、バッファ・ポインタ .....	33	41
REC_PNTR、レコード・ポインタ .....	34	AVG_CNT、デシメーション制御 .....
X_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ、x 軸 .....	34	42
Y_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ、y 軸 .....	35	DIAG_STAT、ステータス・フラグおよびエラー・フラグ ..
		42
		GLOB_CMD、グローバル・コマンド .....
		42
		ALM_X_STAT、アラームのステータス x 軸 .....
		42
		ALM_Y_STAT、アラームのステータス y 軸 .....
		43
		ALM_Z_STAT、アラームのステータス z 軸 .....
		43
		ALM_X_PEAK、アラームのピーク・レベル x 軸 .....
		43
		ALM_X_PEAK、アラームのピーク・レベル y 軸 .....
		43
		ALM_Z_PEAK、アラームのピーク・レベル z 軸 .....
		43
		TIME_STAMP_L および TIME_STAMP_H、データ・レコード のタイムスタンプ .....
		44
		DAY_REV、日付とリビジョン .....
		44
		YEAR_MON、年月 .....
		44
		PROD_ID、製品 ID .....
		44
		SERIAL_NUM、シリアル番号 .....
		44
		USER_SCRATCH .....
		44
		REC_FLASH_CNT、フラッシュ書換え回数の記録 .....
		44
		MISC_CTRL、その他制御 .....
		45
		REC_INFO1、レコード情報 .....
		45

REC_INFO2、レコード情報 .....	45	FUND_FREQ、基本周波数 .....	47
REC_CNTR、レコード・カウンタ .....	45	FLASH_CNT_L、フラッシュ・メモリの書換え回数 .....	47
ALM_X_FREQ、重大アラーム周波数 .....	45	FLASH_CNT_U、フラッシュ・メモリの書換え回数 .....	48
ALM_Y_FREQ、重大アラーム周波数 .....	45	FIR フィルタ・レジスタ .....	48
ALM_Z_FREQ、重大アラーム周波数 .....	46	アプリケーション情報 .....	49
STAT_PNTR、統計結果ポインタ .....	46	機械的インターフェース .....	49
X_STAT、統計結果 x 軸 .....	46	外形寸法 .....	50
Y_STAT、統計結果 y 軸 .....	47	オーダー・ガイド .....	50
Z_STAT、統計結果 z 軸 .....	47		

## 改訂履歴

### 3/2021—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Features Section .....	1
Changed Error Parameter to Error Over Temperature Parameter, Table 1 .....	3
Changes to Table 2 .....	5
Changes to Figure 5 Caption .....	6
Deleted Figure 19; Renumbered Sequentially .....	11
Changes to Figure 19 .....	11
Changes to MTC Data Format Section .....	17
Changes to Table 9 and RTS Data Format Section .....	18
Delete Table 10; Renumbered Sequentially .....	18
Changes to Table 20 .....	26
Changes to Table 21 .....	32
Changes to REC_PNTR, Record Pointer Section and Table 40 .....	34
Changes to X_BUF, Buffer Access Register, X-Axis Section, Table 44, and Table 46 .....	35
Deleted Table 44 .....	35
Changes to Real-Time Burst Mode Timeout Enabled Section .....	37
Added RT_CTRL, Real-Time Streaming Control Section, Table 56, and Table 57 .....	38

Changes to Table 77 and Table 79 .....	40
Deleted DIO_CTRL, Digital Input/Output Line Control Section, Table 83, and Table 84 .....	40
Changes to Table 84 .....	41
Changes to Table 88, Table 90, and Table 92 .....	42
Changes to Table 94, Table 96, and Table 102 .....	43
Changes to Table 104, Table 106, Table 108 to Table 112, Table 114, and Table 118 .....	44
Changed DATE_REV, Day and Revision Section to DAY_REV, Day and Revision Section .....	44
Added USER_SCRATCH Section, Table 116, and Table 117 .....	44
Changes to Table 120, Table 122, Table 124, Table 126, Table 128, and Table 130 .....	45
Changes to Table 132, Table 134, and Table 136 .....	46
Changes to Table 141, Table 143, and Table 147 .....	47
Changes to Table 148 and FIR Filter Design Guidelines .....	48

### 3/2019—Revision 0: Initial Version

## 仕様

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

表 1.

パラメータ	テスト条件/コメント	Min	Typ	Max	単位
<b>ACCELEROMETERS</b>					
Measurement Range <sup>1</sup>			±50		g
Sensitivity					
FFT			0.9535		mg/LSB
Time Domain			1.907		mg/LSB
Error Over Temperature			±5		%
Nonlinearity	ベスト・ストレート・ライン近似、フルスケール (FS) = ±50g		±0.2	±1.25	%
Cross Axis Sensitivity			2		%
Alignment Error	パッケージ基準の値		2		Degrees
Offset Error over Temperature	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +105^\circ\text{C}$		±5		g
Offset Temperature Coefficient	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +105^\circ\text{C}$		34		mg/°C
Output Noise	リアルタイム・ストリーミング (RTS) モード		3.2		mg rms
Output Noise Density	100Hz~10kHz、全軸、AVG_CNT = 0、MTC モード		26		μg/√Hz
Output Noise Density	1Hz~10kHz、全軸、フィルタリングなし、RTS モード		32		μg/√Hz
3 dB Bandwidth	全軸	10,000			Hz
Sensor Resonant Frequency			21		kHz
<b>CONVERSION RATE</b>					
Clock Accuracy				220	kSPS
			3		%
<b>FUNCTIONAL TIMING</b>					
Factory Reset Time Recovery			130		ms
Start Up Time	電源電圧がパワーダウン状態から 3.0V に到達後、コマンドを受け付ける状態になるまでの時間		220		ms
Self Test Time			93		ms
<b>LOGIC INPUTS</b>					
Input High Voltage, $V_{INH}$		2.5			V
Input Low Voltage, $V_{INL}$				0.45	V
Logic 1 Input Current, $I_{INH}$	$V_{IH} = 3.3\text{V}$		0.01	0.2	μA
Logic 0 Input Current, $I_{INL}$	$V_{IL} = 0\text{V}$				
All Except $\overline{\text{RST}}$				100	μA
$\overline{\text{RST}}$			1		mA
Input Capacitance, $C_{IN}$			10		pF
<b>DIGITAL OUTPUTS</b>					
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
<b>FLASH MEMORY</b>					
Endurance <sup>2</sup>		10,000			Cycles
Data Retention <sup>3</sup>	$T_j = 85^\circ\text{C}$ 、 <a href="#">図 52</a> 参照		10		Years
<b>THERMAL SHUTDOWN</b>					
Thermal Shutdown Threshold	上昇時の $T_j$		125		°C
Thermal Shutdown Hysteresis			15		°C

パラメータ	テスト条件/コメント	Min	Typ	Max	単位
OUT_VDDM MONITOR OUTPUT	ロジック出力;ロジック・ハイは良好な状態を意味します				
Output Resistance	内部温度が許容範囲を超えた場合にロジック・ロー	90	100	110	kΩ
POWER SUPPLY VOLTAGE	動作電圧範囲、VDD	3.0	3.3	3.6	V
Power Supply Current	動作モード、VDD = 3.0V		30.2		mA
	動作モード、VDD = 3.3V		30.6		mA
	動作モード、VDD = 3.6V		31.6		mA
	スリープ・モード、VDD = 3.0V		1		mA
	スリープ・モード、VDD = 3.3V		1.5		mA
	スリープ・モード、VDD = 3.6V		2.3		mA

<sup>1</sup> 最大範囲は振動の周波数によって異なります。

<sup>2</sup> 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。

<sup>3</sup> データ保持期間の寿命は、JEDEC 規格 22 Method A117 に準拠した 85°C のジャンクション温度 (T<sub>J</sub>) での値です。データ保持期間はジャンクション温度によって異なります。

### タイミング仕様

特に指定のない限り、T<sub>C</sub> = 25°C、VDD = 3.3V。

表 2.

パラメータ	概要	通常動作モード <sup>1</sup>			RTS モード <sup>2</sup>			単位
		Min <sup>1</sup>	Typ	Max <sup>1</sup>	Min	Typ	Max <sup>1</sup>	
f <sub>SCLK</sub>	SCLK 周波数	0.01		14	12.5 <sup>2</sup>		14	MHz
t <sub>STALL</sub>	データ・バイト間の待ち時間	16				N/A <sup>3</sup>		μs
t <sub>CLS</sub>	SCLK がローになっている時間	35.7			35.7			ns
t <sub>CHS</sub>	SCLK がハイになっている時間	35.7			35.7			ns
t <sub>CS</sub>	$\overline{CS}$ から SCLK エッジまでの時間	35.7			35.7			ns
t <sub>DAV</sub>	SCLK のエッジ後、DOUT が有効になるまでの時間			20			20	ns
t <sub>DSU</sub>	SCLK の立上がりエッジ前の DIN のセットアップ・タイム	6			6			ns
t <sub>DHD</sub>	SCLK の立上がりエッジ後の DIN のホールド・タイム	8			8			ns
t <sub>DSOE</sub>	$\overline{CS}$ のアサートから DOUT がアクティブになるまでの時間			20	0		20	ns
t <sub>HD</sub>	SCLK エッジから DOUT 無効までの時間			20			20	ns
t <sub>SFS</sub>	最後の SCLK エッジから $\overline{CS}$ デアサートまでの時間	35.7			35.7			ns
t <sub>RTS_BUSY</sub>	RTS モードのみ、データ出力の有効なバースト読出し期間の終了から、次のバーストの BUSY 立上がりエッジまで		N/A		5			μs

<sup>1</sup> 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保されています。

<sup>2</sup> 220kSPS のサンプル・レートを想定。RTS モードで RT\_CTRL レジスタによりサンプル・レートが減じられている場合、f<sub>SCLK</sub> は 12.5MHz 未満となる場合があります。最小の f<sub>SCLK</sub> は、1 回の RTS データ・フレーム読出しの期間によって制限されます。f<sub>SCLK</sub> がこれより低く、RTS データ・フレーム全体が一回のサイクルで読み出せない場合、SPI での読出しがリアルタイムのデータ生成に追従できないため CRC エラーが発生する可能性があります。

<sup>3</sup> N/A は該当なしを意味します。RTS モードを使用する場合、待ち時間は適用されません。

### タイミング図

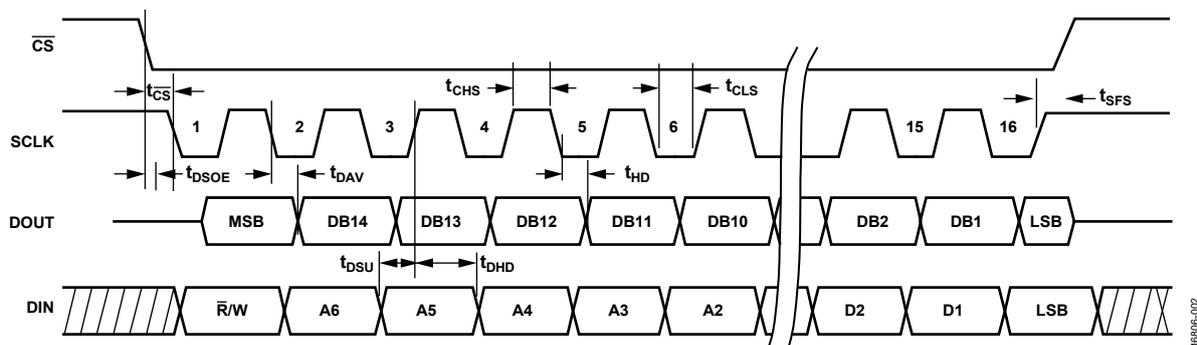


図 2. SPI のタイミングとシーケンス

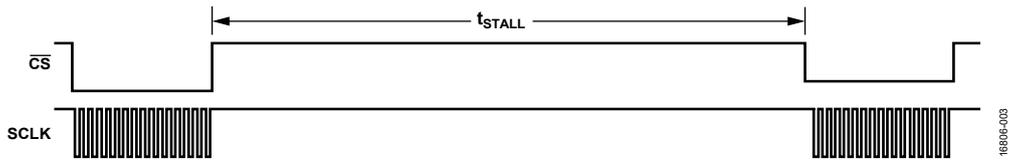


図 3. 待ち時間 (RTS モードには適用されません)

18896-003

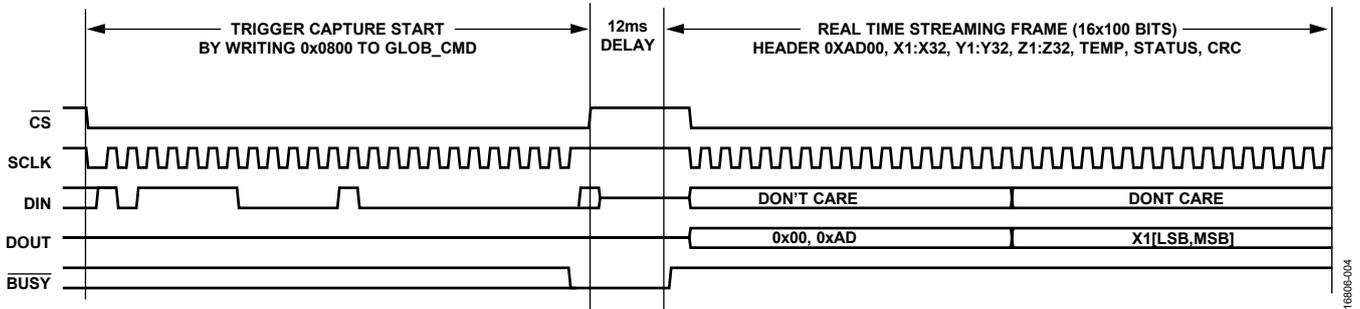


図 4. RTS モードのタイミング図 (REC\_CTRL のビット [1:0] = 0b11 と仮定)

18896-004

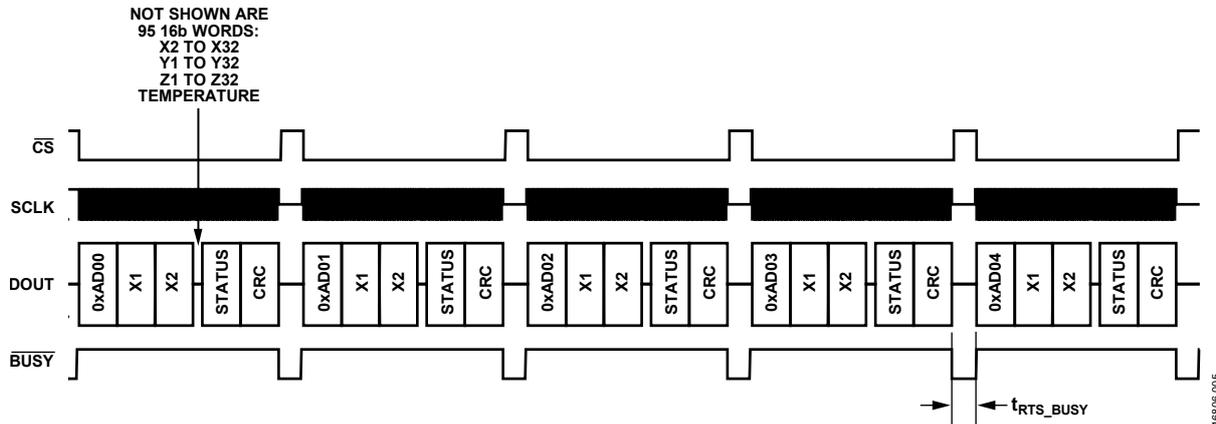


図 5. RTS 読出し機能のシーケンス図、最初の 5 セグメント

18896-005

## 絶対最大定格

表 3.

Parameter	Rating
Acceleration	
Any Axis, Unpowered	2000 g
Any Axis, Powered	2000 g
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, T <sub>A</sub>	
Operating Range	-40°C to +105°C
Storage Range	-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、細心の注意を払う必要があります。

$\theta_{JA}$  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。

$\theta_{JC}$  は、ジャンクションからケースへの熱抵抗です。

ADcmXL3021 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、ADcmXL3021 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の範囲で示したものです。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<sub>A</sub> = 70°C で、電流が 34mA、電源電圧が 3.3V の標準的な値での通常動作モードの場合、ADcmXL3021 の最高ジャンクション温度は 77.3°C になります。

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

$$T_J = 65.1^\circ\text{C/W} \times 3.3\text{V} \times 0.034\text{A} + 70^\circ\text{C}$$

$$T_J \approx 77.3^\circ\text{C}$$

ここで、I<sub>DD</sub> はデバイスの消費電流です。

表 4. 熱抵抗

Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$
ML-14-7 <sup>1</sup>	65.1°C/W	33.2°C/W

<sup>1</sup> 熱抵抗の計算値は、M2.5 × 0.4mm のサイズの機械ねじ 4 個（トルク = 25 インチ・ポンド）を使用してケースに取り付けた場合のものです。ADcmXL3021 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

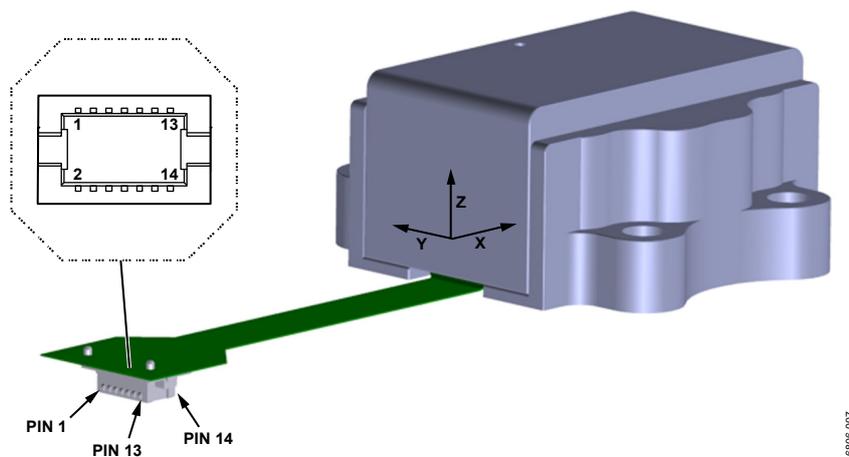
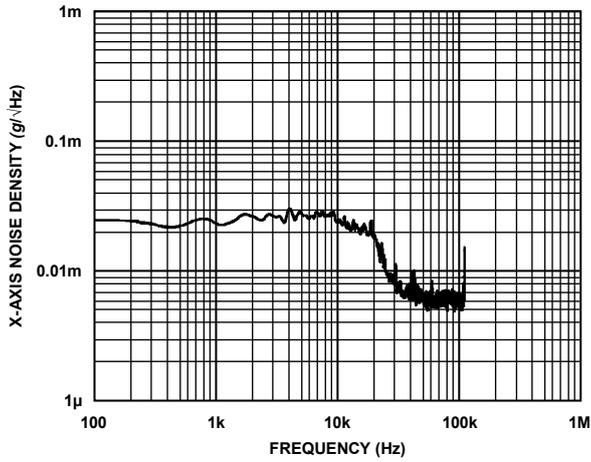


図 6. ピン配置

表 5. ピン機能の説明

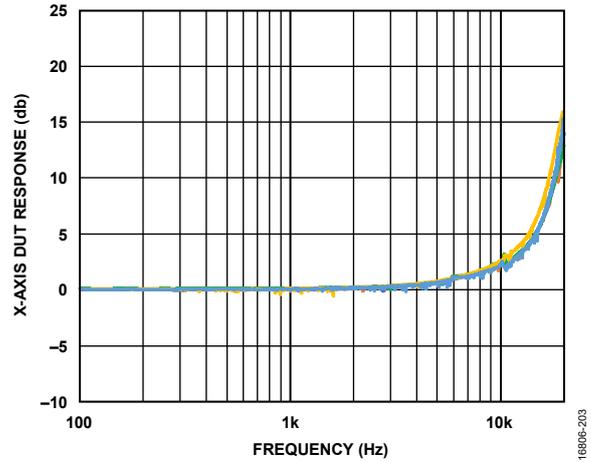
ピン番号	記号	タイプ	概要
1	GND	Supply	グラウンド。
2	ALM1	Output	デジタル出力のみ、アラーム 1 の出力。このピンは ALM_CTRL レジスタにより設定され、リアルタイム・ストリーミング・モードでは使用されません。
3	SYNC/RTS	Input	同期機能 (SYNC) / RTS バーストの開始/停止 (RTS)。このピンはデジタル入力のみで、エッジ検出です (レベル検出ではありません)。このピンは、外部トリガとして使用する前に、MISC_CTRL レジスタ (ビット 12) でイネーブルしておく必要があります。SYNC のパルス幅は 50ns 以上であることが必要です。  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。GLOB_CMD レジスタへの SPI コマンド 0x0800 に相当するローからハイへの遷移が検出されると、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・レベルがハイの場合、変換が有効になります。このピンのロジック・レベルがローの場合、現在のデータ・レコードが完了した後に、変換が停止します。
4	ALM2	Output	デジタル出力のみ、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、リアルタイム・ストリーミング・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、デジタル出力のみ。RTS モードでは、このピンはロジック出力であり、データが準備でき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。データのダウンロードが準備できると、このピンはハイにセットされます。その他のキャプチャ・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特定して、そのプロセッサが外部コマンドで使用できるかどうかを判断します。コマンド実行時は、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・ハイ状態にセットされます。ビジー状態のときの 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。固有の 16 ビット・エスケープ・コード 0x00E8 を GLOB_CMD レジスタに書き込むことで、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、デジタル入力のみ、アクティブ・ロー。このピンを使用すると、マイクロコントローラをリセットすることにより、デバイスを既知の状態にできます。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。 $\overline{CS}$ がローの場合、DOUT は出力になります。 $\overline{CS}$ がハイの場合、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



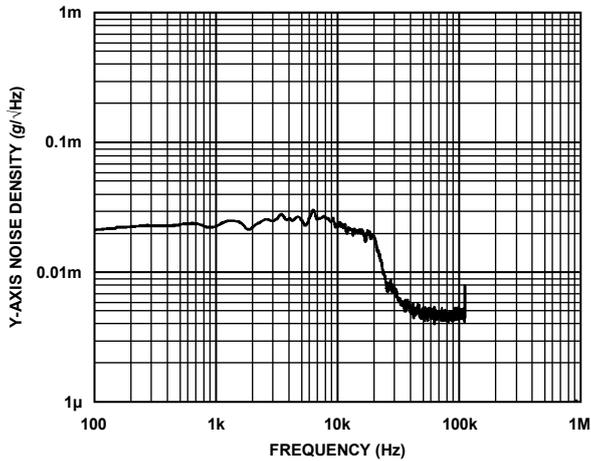
16806-200

図 7. x 軸のノイズ密度、広帯域、MTC, AVG\_CNT = 0



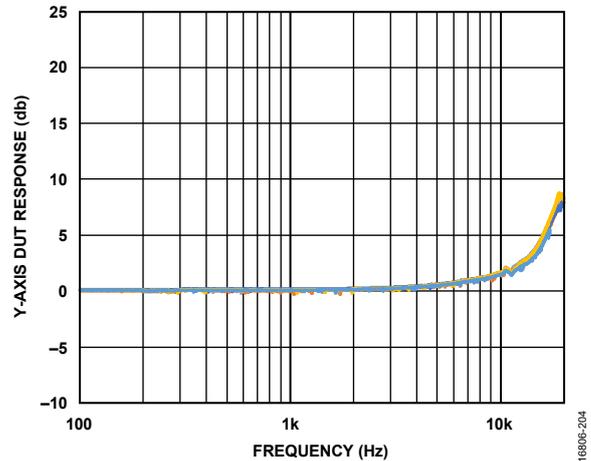
16806-203

図 10. x 軸のサイン波掃引応答、RTS モード



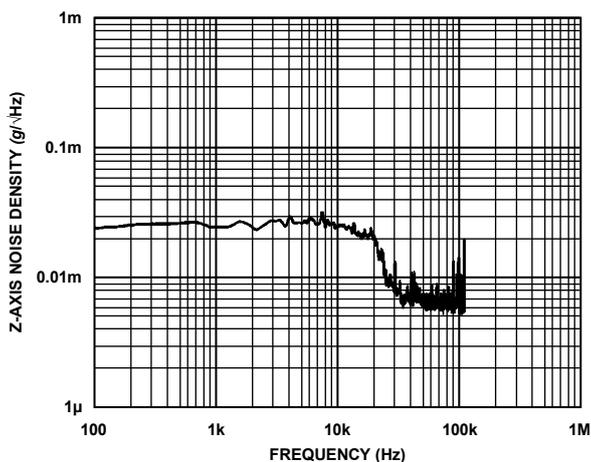
16806-201

図 8. y 軸のノイズ密度、広帯域、MTC, AVG\_CNT = 0



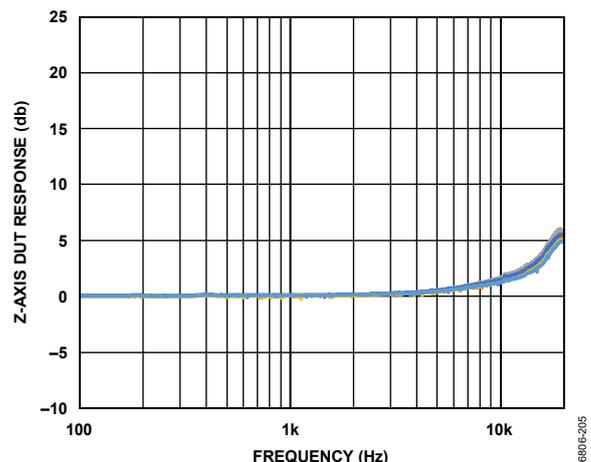
16806-204

図 11. y 軸のサイン波掃引応答、RTS モード



16806-202

図 9. z 軸のノイズ密度、広帯域、MTC, AVG\_CNT = 0



16806-205

図 12. z 軸のサイン波掃引応答、RTS モード

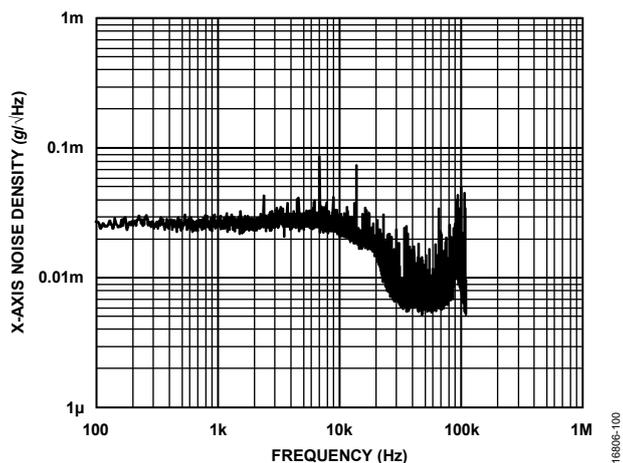


図 13. x 軸のノイズ密度、広帯域、RTS モード

1690C-100

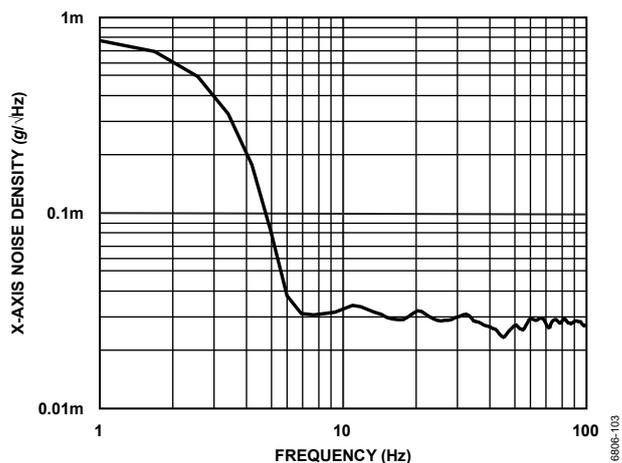


図 16. x 軸のノイズ密度、低周波数、RTS モード

1690C-103

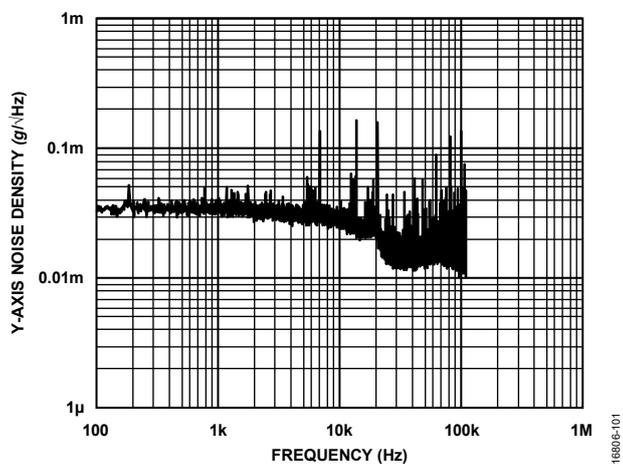


図 14. y 軸のノイズ密度、広帯域、RTS モード

1690C-101

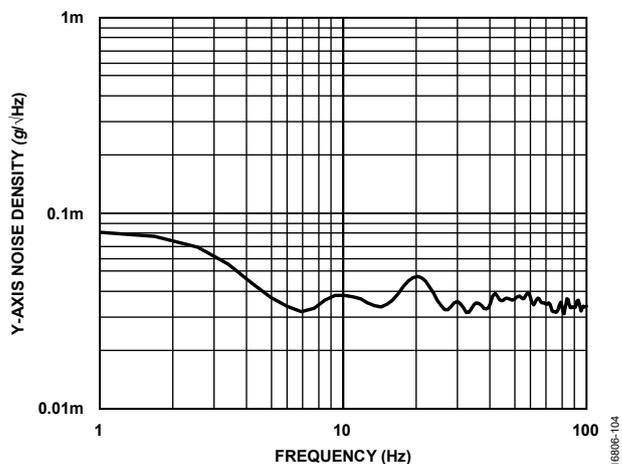


図 17. y 軸のノイズ密度、低周波数、RTS モード

1690C-104

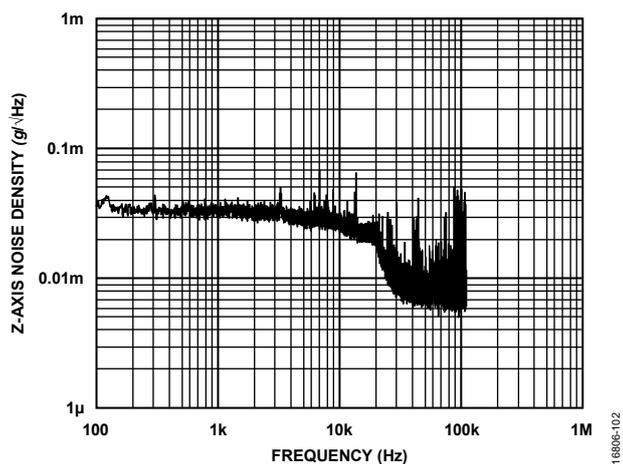


図 15. z 軸のノイズ密度、広帯域、RTS モード

1690C-102

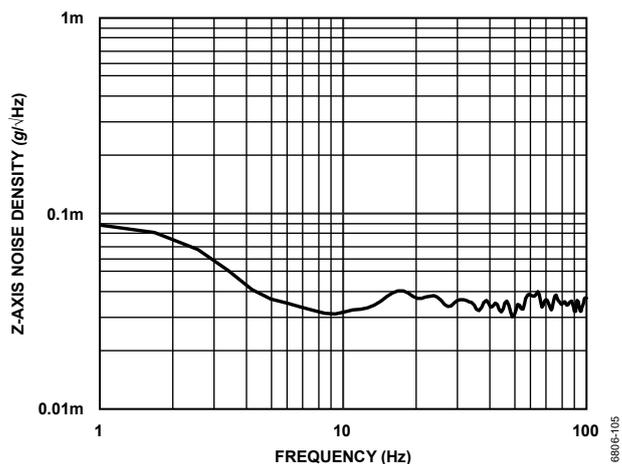


図 18. z 軸のノイズ密度、低周波数、RTS モード

1690C-105

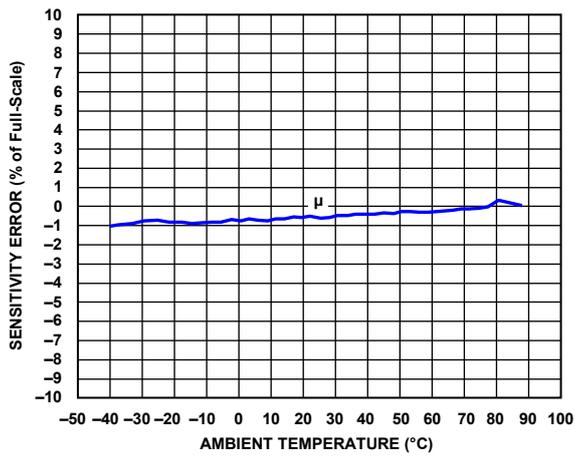


図 19. 感度誤差と周囲温度の関係、25°C で正規化

168906-107

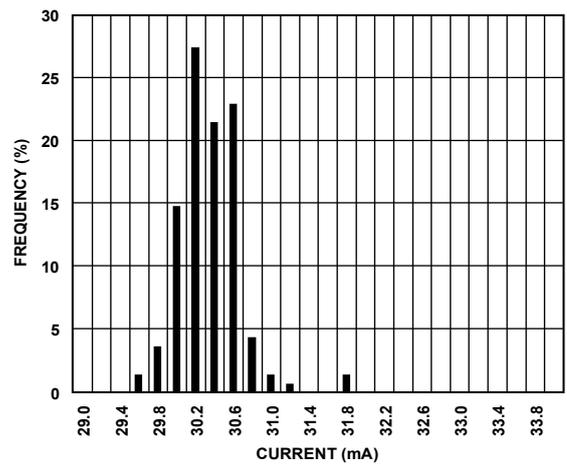


図 22. 電源電圧 3.3V での動作モードの電流分布

168906-111

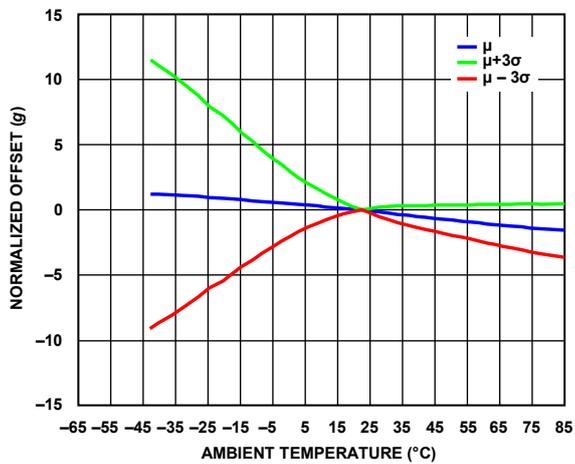


図 20. オフセットと温度の関係

168906-108

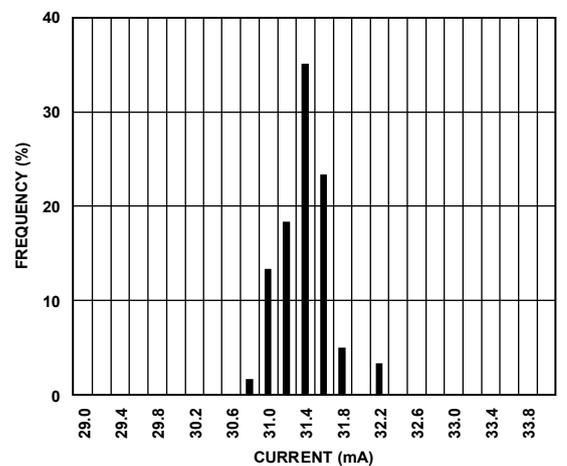


図 23. 電源電圧 3.6V での動作モードの電流分布

168906-113

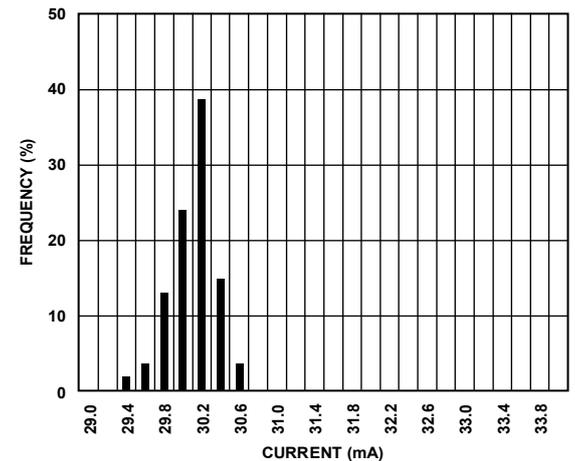


図 21. 電源電圧 3.0V での動作モードの電流分布

168906-109

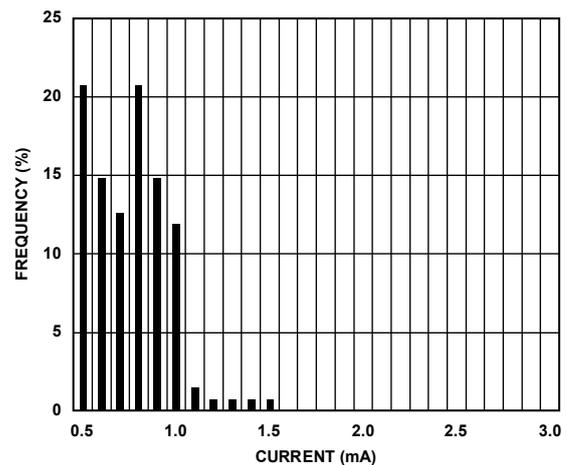


図 24. 電源電圧 3.0V でのスリープ・モードの電流分布

168906-110

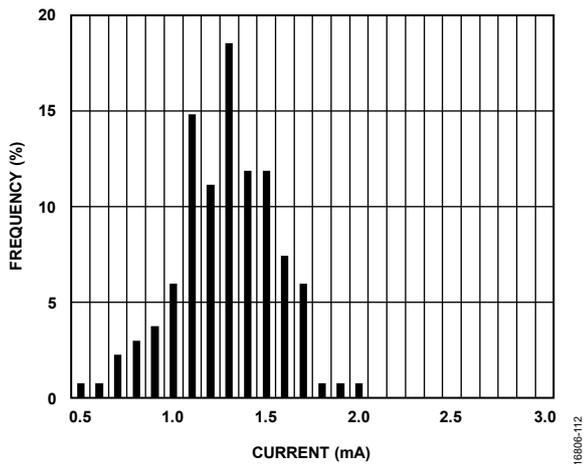


図 25. 電源電圧 3.3V でのスリープ・モードの電流分布

16806-112

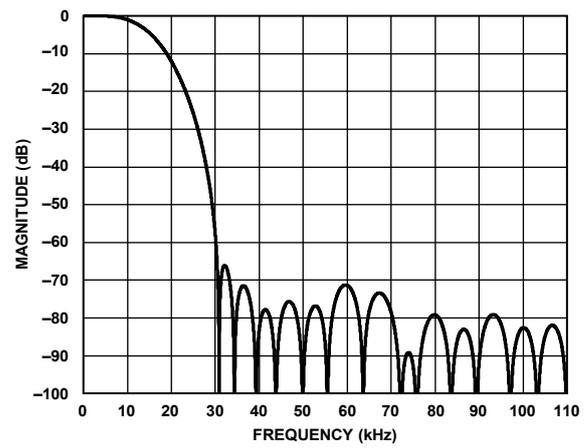


図 28. 5kHz ローパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数応答

16806-116

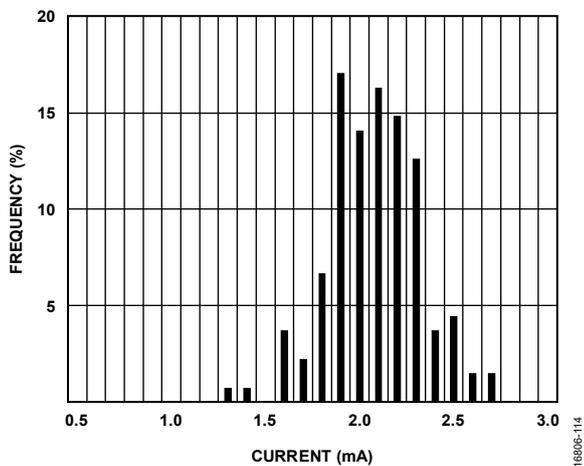


図 26. 電源電圧 3.6V でのスリープ・モードの電流分布

16806-114

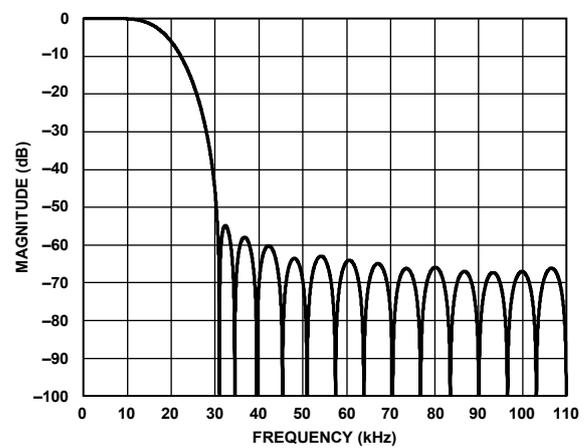


図 29. 10kHz ローパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数応答

16806-117

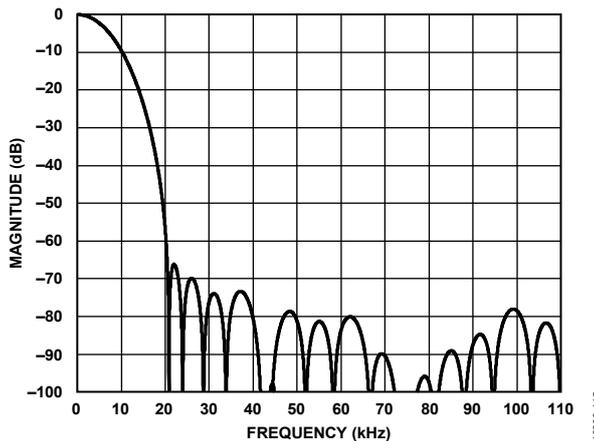


図 27. 1kHz ローパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数応答

16806-115

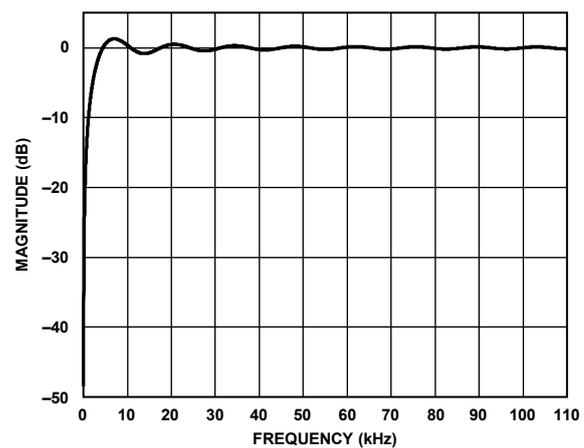


図 30. 1kHz ハイパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数応答

16806-118

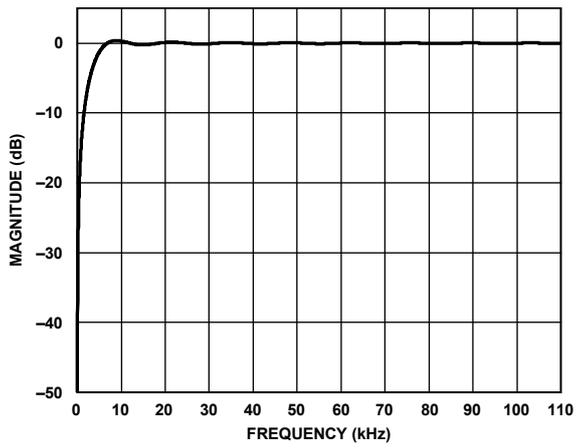


図 31. 5kHz ハイパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数応答

168006-119

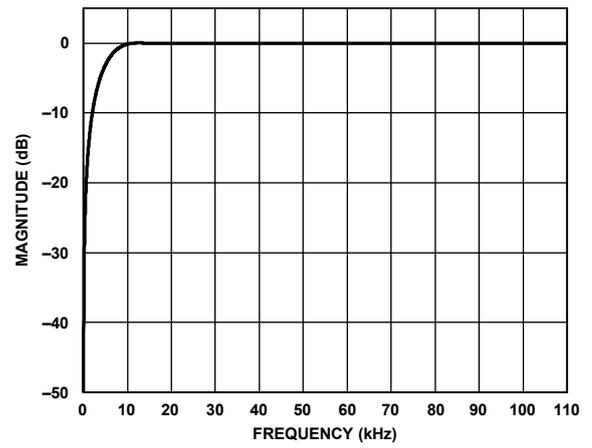


図 32. 10kHz ハイパス・フィルタのデジタル・フィルタ周波数応答

168006-120

## 動作原理

ADcmXL3021 は、3 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ス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 33 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) を使用して取り付けられるアルミ・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。

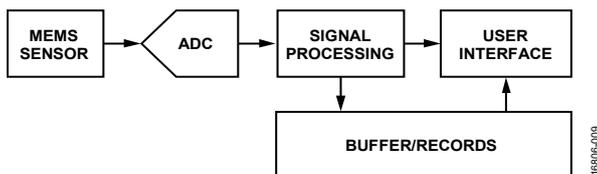


図 33. 基本的なシグナル・チェーン

ADcmXL3021 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、広帯域幅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。

低ノイズで周波数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) や重機などの大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ではシステム・ノイズ、取り付け、およびシグナル・コンディショニングを把握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、適切な取り付けが必要です。周波数の高い機械的結合に適した一般的な手法は、可能な個所には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使用することです。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、目的の周波数でのダンピングの影響を受けない、適切で再現性のある結果が実現します。また、監視対象のシステムへの効率的で適切な機械的伝達が可能になります。

### コア・センサー

ADcmXL3021 は、ADXL1002 MEMS 加速度センサー3 個と、互いに直交するよう構成された検出軸を組み合わせで使用します。図 34 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。

センサーの可動部品は、シリコン・ウェーハの上面に構成されるポリシリコン表面マイクロマシン構造になっています。ポリシリコンのスプリングがウェーハ表面上方でこの構造部を支え、加速力に対する抵抗を与えます。

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。

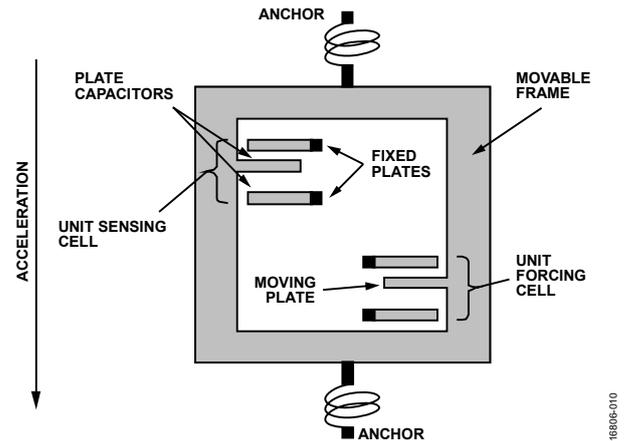


図 34. MEMS センサーの図

### 信号処理

ADcmXL3021 のシグナル・チェーンには、3 軸をモニタする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、(1 軸あたり 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、それによりマルチ処理出力モードに対応した柔軟な振動モニタ・サブシステムが実現できます。動作モードは4つあります。動作モードの1つは、最大レートの実タイム・ストリーミング (RTS) 出力です。それ以外の3つのモードは、手動 FFT モード (MFFT)、自動 FFT モード (AFFT)、手動時間キャプチャ (MTC) モードで、いずれもシステム・レベルの信号処理機能があります。

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 3 軸すべてのレジスタ・バッファで使用可能になるので、ユーザがアクセスして外部から処理できます。

2 つの FFT モード (手動高速フーリエ変換 (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。

最後に、連続 RTS モードでは、デバイスのデジタル計算とアラーム・モニタリングをすべてバイパスして、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

ADcmXL3021 は、RTS モード、MTC モード、MFFT モード、AFFT モードの 4 つの動作モード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 55 参照)。

これら 3 つのモード (MFFT、AFFT、MTC) では、ADcmXL3021 はキャプチャ・イベントと呼ばれる個別のイベントの振動データを取り込んで分析し格納して、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。このバッファには、BUF\_PNTR レジスタ (表 36 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 種類の異なる 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 91 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、内部タイマー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 59 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値が格納されます。

## 手動時間キャプチャ (MTC) モード

ADcmXL3021 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。また、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 個の時間領域サンプル・データ (1 軸あたり) レコードは、図 36 に示す信号の流れ図に従ってユーザ・データ・バッファに格納されます。

キャプチャは、GLOB\_CMD レジスタへの SPI 書込み、または外部トリガによってトリガされます。ADcmXL3021 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、時間連続キャプチャです (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 はカウントの平均値 AVG\_CNT です)。ユーザ設定されたサンプル・レコードの複数の設定値が使用中の場合、ADcmXL3021 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 1 つずつ、すべての必要なオプションを繰り返し実行します。時間統計アラームは 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。レコード・モード・オプションでは、有効化されたすべ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) でレコード・モードを 0b10 に設定します。

出力データは、3 軸すべての二乗和平方根 (RSS) を提供する、または、加速度センサーのデータを等価な速度に変換するように設定できます。

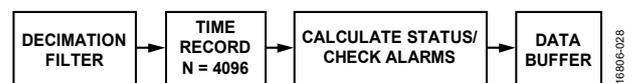


図 35. 手動時間キャプチャ (MTC) モードの信号処理図

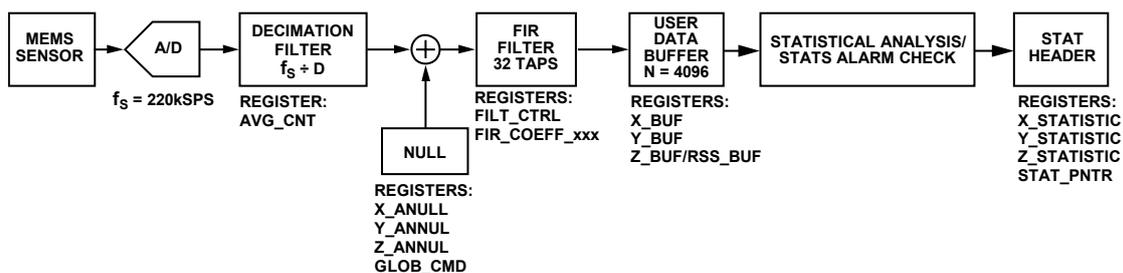


図 36. MTC 信号の流れ図

## 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。ADcmXL3021 は、設定構成可能なハイパス・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・アラームなどの機能を備えています。また、速度計算、ウィンドウ制御の適用、オフセット補償の適用といった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）でレコード・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。ADcmXL3021 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（矩形、ハニング、フラット・トップ）を備えています。ウィンドウ・オプションの選択についての詳細は、表 55 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 37 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、1 軸あたり 220kSPS の内部 ADC 最大サンプル・レートで処理を実行します。ユーザは、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 の電力半値帯域幅に対応します。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 の電力半値帯域幅に対応します。プログラミングによって 6 つすべてのフィルタ・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・バッファが満たされるまで、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 49 を参照してください）。



図 37. FFT モードの信号処理図

## 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）でレコード・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・イベントを個別に制御します。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）でレコード・モードを 0b11 に設定します。

RTS モードで動作する場合、ADcmXL3021 は 220kSPS のレートで各軸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・レコード・オプション

ADcmXL3021 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、即時専用モード、アラーム・トリガ・モード、および全モードの 3 種類のデータ格納方法をサポートします。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可能になります。

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、ADcmXL3021 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有効であり、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。どのアラーム・イベントの場合でも、1 軸上のイベントであっても、使用可能な軸はすべて保存されます。

全モードでは、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、使用可能なすべての軸の 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。

ADcmXL3021 は、3 軸 (x、y、z) の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、各軸のレコードに 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、各加速度センサー軸の 2048 ビンの FFT 結果が各レコードに格納されます。表 6 は、処理されたセンサー・データにアクセスできるレジスタを示します。

表 6. 出力データ・レジスタ

レジスタ	アドレス	概要
TEMP_OUT	0x02	内部温度計測
SUPPLY_OUT	0x04	内部電源計測
BUF_PNTR	0x0A	ダブル・バッファのインデックス・ポイント
REC_PNTR	0x0C	FFT レコードのインデックス・ポイント
X_BUF	0x0E	x 軸加速度センサーのバッファ
Y_BUF	0x10	y 軸加速度センサーのバッファ
Z_BUF	0x12	z 軸加速度センサーのバッファ
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読出し

ADcmXL3021 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 X\_BUF レジスタ (表 10、表 11、表 12 参照) に読み込んで、BUF\_PNTR レジスタ (表 7 参照) のバッファ・インデックス・ポインタを 0x0000 に設定します。インデックス・ポインタは、X\_BUF レジスタに読み込むデータ・サンプルを決定します。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 X\_BUF レジスタに読み込まれます。インデックス・ポインタは、各 X\_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。この機能により、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 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可能になります。

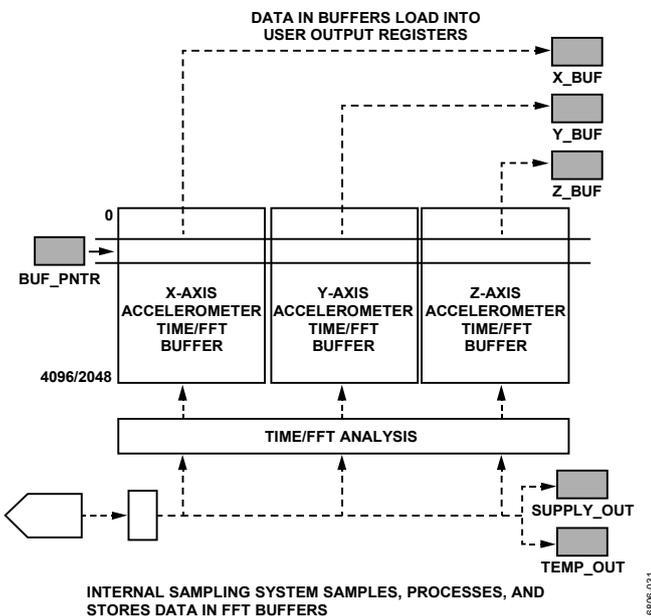


図 38. データ・バッファの構造および動作

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]	未使用
[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

フラッシュ・メモリには最大 10 レコードの FFT レコードを格納できます。REC\_PNTR レジスタ (表 8 参照) および GLOB\_CMD ビット (ビット 13、図 39 参照) は、FFT レコードを読み書きする機能を備えています。

FFT 平均化を有効化する場合の手順は次のとおりです。

1. キャプチャを開始します。
2. 4096 個の時間サンプルによってバッファが満たされるまで、時間領域サンプルが 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 が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、メモリ内にあるすべての 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. 最後に、BUSY 信号がセットされます。

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 である点に注意してください。

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

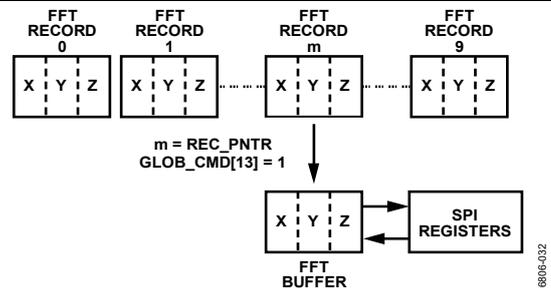


図 39. FFT レコードへのアクセス

MTC データのフォーマット

MTC モードでは、X\_BUF、Y\_BUF、Z\_BUF の各レジスタにその軸の単一の時間領域サンプルが格納されます。X\_BUF (Y\_BUF および Z\_BUF も同様) 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 にセット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、加速度データを積分することによって計算され、分解能とスケール・ファクタは次式のようにサンプル・レートと AVG\_CNT 値によって異なります。

$$\text{速度 } 1\text{LSB} = (2^{\text{AVG\_CNT}} / \text{サンプル・レート}) \times 18.70\text{mm/s}$$

例えば、デフォルトのサンプル・レートが 220kSPS で AVG\_CNT = 5 の場合、1LSB = 2.72µm/sec となります。

表 10、表 11、表 12 に、X\_BUF、Y\_BUF、Z\_BUF の各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 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。RSS が有効になっている場合は、すべての統計値は RSS 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、歪度です。

すべ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（例えば加速度の場合、1LSB = 1.907mg）。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 1001 1010
+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

RSS 計算が MTC モードでイネーブルされている場合は、全 3 軸の RSS は Z\_BUF レジスタに入ります。x と y の時間領域データは引き続きそれぞれのバッファで使用できますが、Z\_BUF の内容は RSS 値に置き換わります。RSS がイネーブルの場合、x 軸と y 軸のアラームは引き続きそれぞれの軸に適用されますが、z 軸のアラームは RSS 値に対して適用されます。

表 10. X\_BUF (ベース・アドレス = 0x0E)、読み出し専用

ビット	説明 (デフォルト = 0x8000)
[15:0]	x 軸の加速度データ・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)。

表 11. Y\_BUF (ベース・アドレス = 0x10)、読み出し専用

ビット	説明 (デフォルト = 0x8000)
[15:0]	y 軸の加速度データ・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)。

表 12. Z\_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]	z 軸の加速度または RSS 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)。

### FFT データ・フォーマット (AFFT モードおよび MFFT モードの場合)

AFFT モードと MFFT モードでは、どちらも X\_BUF、Y\_BUF、Z\_BUF の各レジスタに FFT ビンの大きさの計算値が格納されず、0~2047 のバッファ位置に格納されている値は、表 19 に示すように、AVG\_CNT の値に応じた周波数ビン・サイズの大きさを表します。

読み出した値から大きさ (x) を計算するには、次式を使用します。

$$x(l) = \left( \frac{X_{BUF[l]}}{2^{2048}} \right) \times 0.9535mg$$

この式は y と z のバッファ値にも適用できます。表 13 および表 43 に、X\_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。

この X\_BUF レジスタ (Y\_BUF および Z\_BUF も同様) 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 13. 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、x、y、z 軸のそれぞれ 32 サンプルの加速度センサー・データの他にフレーム・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。CRC を計算するために、0xFFFF を初期シードとする CCITT-16 ビットアルゴリズムが使用されます。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・フレームあたり約 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 でオフセット (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最初に移行する場合、最初の 8 つのサンプルはすべて 0 であり、最初のフレームの CRC は無効です。フレームがスキップされる (読み出されない) 場合はいつでも、後続のフレームの CRC は無効となります。最初のデータ・フレームは無視して、2 番目以降のすべてのフレームのデータを使用することを推奨します。

RTS モードではデフォルト・サンプル・レートは 220kSPS です。ユーザは、表 56 および表 57 に従って RT\_CTRL レジスタを使用し、デシメーション・レシオを設定するかプリセットされたサンプル・レートを選択することができます。

表 14 に、RTS データの値を変換する方法の例を示します。ここでは、公称の感度とバイアス誤差ゼロを前提にしています。

表 14. 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 ADcmXL3021 の間のデータ通信は、SPI を介して行われます。これには、チップ・セレクト（CS）、シリアル・クロック（SCLK）、データ入力（DIN）、およびデータ出力（DOUT）ピンが含まれます（表 5 参照）。

SYNC/RTS ピン（表 5 参照）では、手動トリガ・モード時にユーザ・トリガ・オプションを使用できます。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、ADcmXL3021 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、ADcmXL3021 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、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有効です。

ADcmXL3021 は通信に SPI を使用します。これにより、図 40 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。

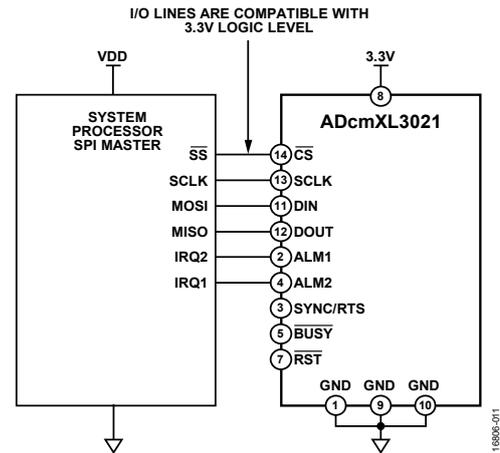


図 40. 電気接続図

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・ワードが、そのページのメモリ・マップ内に固有のアドレスを持っています。SPI ポートは一度に 1 ページずつアクセスします。SPI アクセス用にアクティブにするページの選択は、対応するコードを PAGE\_ID レジスタに書き込むことによって行います。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。各ページの PAGE\_ID の内容と、その基本的機能を表 15 に示します。PAGE\_ID レジスタは、各ページのアドレス 0x00 に置かれます。

表 15. ユーザ・レジスタのページ割り当て

ページ番号	PAGE_ID	機能
0	0x00	設定、データ・アクイジション
1	0x01	FIR フィルタ・バンク A
2	0x02	FIR フィルタ・バンク B
3	0x03	FIR フィルタ・バンク C
4	0x04	FIR フィルタ・バンク D
5	0x05	FIR フィルタ・バンク E
6	0x06	FIR フィルタ・バンク F

BUSY ピンは、その工場出荷時デフォルト設定では、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を維持する、ビジー・インジケータ信号を出力しません。

表 16. 一般的なマスタ・プロセッサのピン名と機能

ピン名	機能
SS	スレーブ・セレクト
SCLK	シリアル・クロック
MOSI	マスタ出力、スレーブ入力
MISO	マスタ入力、スレーブ出力
IRQ1, IRQ2	割り込み要求入力（オプション）

ADcmXL3021 の SPI は、全二重シリアル通信（同時送受信）に対応し、図 44 に示すビット・シーケンスを使用します。表 17 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、組み込みプロセッサは、制御レジスタを使用してそのシリアル・ポートを設定し、ADcmXL3021 などの SPI スレーブ・デバイスと通信します。ADcmXL3021 の SPI プロトコルを記述する設定一覧を表 17 に示します。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 17. 一般的なマスタ・プロセッサの SPI 設定

プロセッサの設定	概要
マスタ	ADcmXL3021 はスレーブとして動作。
SCLK レート ≤ 14MHz	ビット・レート設定。
SPI モード 3	クロックの極性/位相 (CPOL = 1、CPHA = 1)。
MSB ファースト	ビット・シーケンス。
16 ビット・モード	シフト・レジスタ/データ長。
読出しフォーマット	リトル・エンディアン。

表 20 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 41 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。

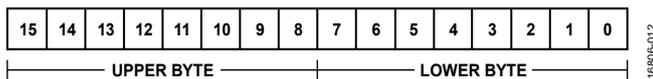


図 41. レジスタの一般的なビット定義

レジスタ構造

ADcmXL3021 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・レジスタと制御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、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・アクセスが可能な各レジスタは 2 バイト構成 (上位および下位) で、それぞれのバイトに固有のアドレスがあります。すべてのユーザ・レジスタと対応するアドレスの詳細な一覧については、表 20 を参照してください。

ADcmXL3021 と外部プロセッサの間で行われるすべての通信では、必ずこれらの 16 ビット、ユーザ・レジスタのいずれか 1 つの間で読出しまたは書き込みが行われます。

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 44 の DIN ビット・シーケンスは、これらのレジスタに書き込む内容を示します。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割り当てられます (表 20 参照)。レジスタの内容を更新するには、先に下位バイト、次に上位バイトのシーケンスで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 コマンドのコーディングは 3 つの部分から成ります (図 44 参照)。書き込みビット (R/W = 1)、バイトのアドレス ([A6:A0])、およびそのレジスタ・アドレスに書き込む新しいデータ ([D7:D0]) です。

図 42 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。

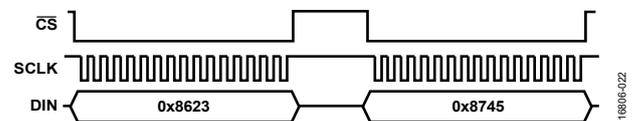


図 42. 1 回の SPI 書き込みコマンド

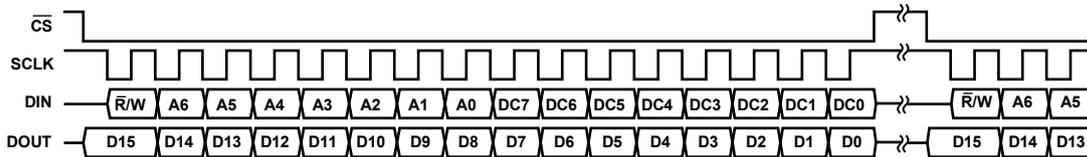
SPI 読出しコマンド

1 回のレジスタ読出しには、図 44 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、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。

連続する 2 つのレジスタ読出しを含む例を、図 43 に示します。この例では、REC\_PNTR レジスタの内容を要求するために DIN = 0x0C00 から始まり、X\_BUF レジスタの内容を要求するために 0x0E00 がこれに続きます。また、図 43 のシーケンスは、全二重動作モードも示しています。すなわち、ADcmXL3021 は DIN で要求を受信する一方、同じ 16 ビット SPI サイクルの間に、DOUT への出力データの送信も行います。



図 43. 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 R/W = 0.
  2. WHEN CS IS HIGH, DOUT IS IN A THREE-STATE, HIGH IMPEDANCE MODE, WHICH ALLOWS MULTIFUNCTIONAL USE OF THE LINE FOR OTHER DEVICES.

図 44. 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では、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 45 のビジー信号の信号の向きを参照)。この設定では、 $\overline{\text{BUSY}}$  を組み込みプロセッサの割り込みサービス・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。

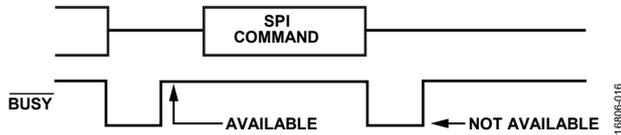


図 45. SPI コマンド後のビジー信号 ( $\overline{\text{BUSY}}$ ) の向き

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  $\overline{\text{BUSY}}$  信号にトランジェントが見られる場合があります。図 45 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 46 に起動時の  $\overline{\text{BUSY}}$  信号を示します。

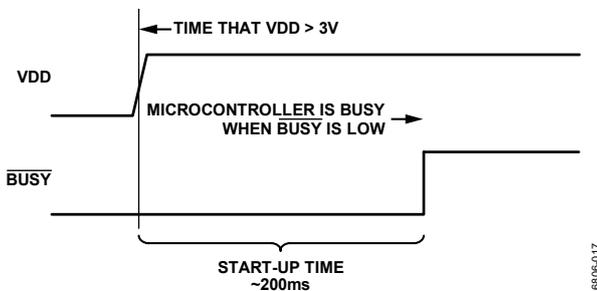


図 46. 起動時の  $\overline{\text{BUSY}}$  応答

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 (各軸の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・プロセッサは、応答時にデータの各セグメントを読み出す一方で  $\overline{\text{CS}}$  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ることで、このモードを実行できます。すべてのデータ・アクイジションが完了する前に  $\overline{\text{CS}}$  ラインがハイになると、その読出し要求によるデータは失われます。

RTS バーストには 100 個の 16 ビット・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 x 軸サンプル、32 個の y 軸サンプル、32 個の z 軸サンプル、温度、ステータス、CRC) が含まれています。外部の SCLK レートを 12.5MHz ~ 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、バーストをすべ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±1% です。伝送をサポートするのに必要な最小の SCLK は 12.5MHz 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 18 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最初に移行する場合、最初の 8 つのサンプルはすべて 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 番目以降のすべてのフレームのデータを使用することを推奨します。

表 18. RTS データのフォーマット

出力データセットのバイト位置	2 バイト値の意味
0	固定ヘッダー: 0xccAD (cc は 0x00 から 0xFF までのインクリメント・カウンタ値、0xFF の後は 0x00 に戻る)
2	x 軸データ (0) (x 軸からの最も古いデータ)
4	x 軸データ (1)
6	x 軸データ (2)
...	...
64	x 軸データ (31)
66	y 軸データ (0) (y 軸からの最も古いデータ)
68	y 軸データ (1)
...	...
128	y 軸データ (31)
130	z 軸データ (0) (z 軸からの最も古いデータ)
132	z 軸データ (1)
134	z 軸データ (2)
...	...
192	z 軸データ (31)
194	温度
196	Status
198	CRC-16

## 基本動作

### デバイスの設定

各レジスタは 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割り当てられます (表 20 参照)。レジスタの内容を更新するには、最初に下位バイトに書き込みを行い、その次に上位バイトへの書き込みを行う必要があります。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 ( $\overline{R/W} = 1$ )、このコマンドで更新するバイトの 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

ADcmXL3021 は、デュアル・メモリ構造 (図 47 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。マニュアル・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、ADcmXL3021 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、ADcmXL3021 はリセットし、他のフラッシュ・メモリ位置から起動します。ADcmXL3021 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 20 に、ADcmXL3021 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・バックアップ」の列に Yes または No で表示)。

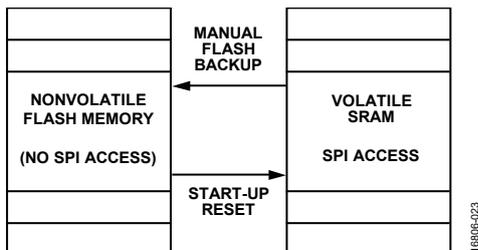


図 47. SRAM とフラッシュ・メモリの図

### パワーアップ・シーケンス

ADcmXL3021 に必要な電源電圧は単電源電圧の 3.3V のみであり、SPI プロトコルを使用して 3V 対応のほとんどの組込みプロセッサ・プラットフォームとの通信をサポートします。モジュールに適正な電源電圧が加わるまで、SYNC/RTS、 $\overline{CS}$ 、SCLK、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・セルフ・テストを実行します。この期間中は SPI アクセスができません。モジュールは、 $\overline{BUSY}$  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 モードを含むすべてのモードでは、開始のトリガが必要です。また、AFFT モードと RTS モードは記録を停止するためのトリガも必要です。

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 91 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あり、これによってタイムアウト・モードが有効になります。このモードはキャプチャを開始する前に設定する必要があります。この場合には、 $\overline{CS}$  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 35ms 後に停止します。RTS モードを再開するには、このデータシートで説明している通常の開始トリガ・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、 $\overline{BUSY}$  がハイの期間に停止コマンドを出す必要があります ( $\overline{BUSY}$  がローになるのは、デバイスが省電力モードに設定されていて、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 書き込みはすべて無視されます。ADcmXL3021 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 91 参照) を 1 (DIN = 0xBF08) に設定すると、動作が中断され、ADcmXL3021 はアイドル状態の動作に戻ります。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。

ADcmXL3021 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。ADcmXL3021 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 91 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すべ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。これが  $\overline{BUSY}$  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。エスケープが発行されると、最後のキャプチャ時に収集されたデータはすべて無効になります。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・フィルタがデータパ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に設定できます。

ヌル関数 (図 36 参照) の場合は、オフセット補正値を X\_ANULL レジスタ (表 49 参照)、Y\_ANULL レジスタ (表 51 参照)、Z\_ANULL レジスタ (表 53 参照) に書き込むことができます。また、GLOB\_CMD レジスタのビット 0 (表 91 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、各軸のオフセット誤差を自動的に概算して補正値を X\_ANULL レジスタ、Y\_ANULL レジスタ、Z\_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 19. FFT のビン・サイズ、周波数制限値 (Hz)

AVG_CNT Setting (Averages)	Effective Sample Rate, $f_s$ (SPS)	Effective FFT Bin Size, $f_{\text{MIN}}$ (Hz)	Effective Maximum FFT Frequency, $f_{\text{MAX}}$ (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。

重要な注意点として、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ります。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。

## データパス処理

RTS モードでは、ADcmXL3021 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、MFFT モードでは、最初の取り込みと処理手順は同じであり、次のとおりです。

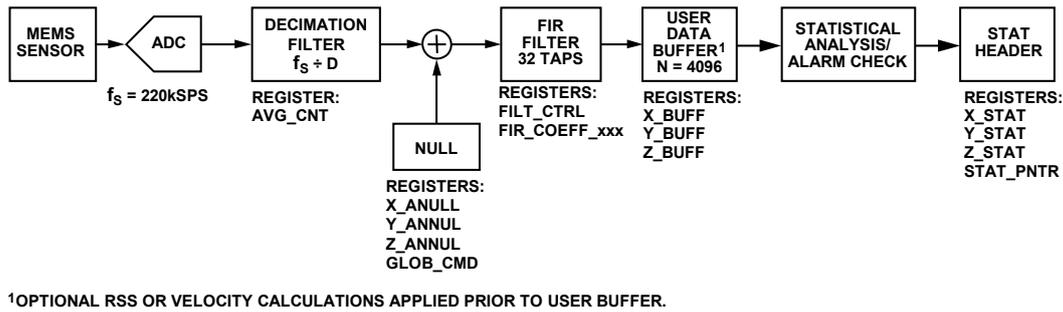
- 4096 個の連続時間領域サンプルを 220kSPS で取り込みます。
- AVG\_CNT を有効にしている場合は、適切なデシメーション・フィルタを適用します。4096 個の時間サンプルでバッファが満たされるまでデータの収集を続けます。
- データが有効になっている場合は、データをゼロにします。
- FIR フィルタが有効になっている場合は、FIR フィルタを適用します。

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。
- RSS オプションが選択されている場合、軸の RSS を時間サンプルに基づいて計算し、z 軸のバッファ値を置き換えます。
- 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。

AAFFT 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。
- 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 RSS OR VELOCITY CALCULATIONS APPLIED PRIOR TO USER BUFFER.

図 48. MTC モードのデータパス処理

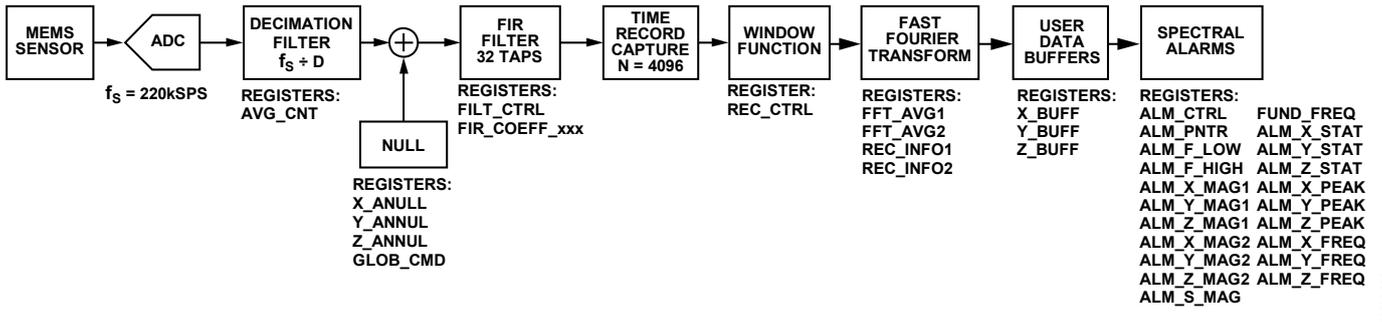


図 49. AFFT モードおよび MFFT モードのデータパス処理

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、それらすべ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 83 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できます。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ています。

**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**

ADcmXL3021 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、転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 87 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、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 55 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。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ため、ハニング・ウィンドウは最適です。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であるためです。矩形ウィンドウは、平坦な時間軸応答性を示す、大きさ 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場合は役立ちます。

## 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、各軸の設定値を使用して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（×3つの軸×4つのサンプル・レート・オプション×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144種類あります。

ALM\_PNTRレジスタは、キャプチャごとに最大6つのアラーム帯設定を周期的に繰り返します。下限周波数レジスタ（ALM\_F\_LOW）と上限周波数レジスタ（ALM\_F\_HIGH）を設定して、対象の帯域幅を定義します。ALM\_X\_MAG1およびALM\_X\_MAG2は、2つのトリガのベースとなるx軸の帯域設定の範囲内で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・アラート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\_X\_STATレジスタ、ALM\_Y\_STATレジスタ、ALM\_Z\_STATレジスタでレポートされます。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\_INFO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[2:3]）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\_X\_PEAK、ALM\_Y\_PEAK、ALM\_Z\_PEAKの各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\_X\_MAG1、ALM\_Y\_MAG1、ALM\_Z\_MAG1、ALM\_X\_MAG2、ALM\_Y\_MAG2、ALM\_Z\_MAG2の各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。振幅は分解能を単位として表されます。この分解能は、特定のキャプチャに対するFFT\_AVG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\_X\_FREQ、ALM\_Y\_FREQ、ALM\_Z\_FREQで報告されます。結果は分解能の単位（Hz）で表されます。この分解能は、特定のキャプチャに対するAVG\_CNTの設定値によって設定されます。

ALM\_X\_MAG1、ALM\_X\_MAG2、ALM\_X\_STAT、ALM\_X\_PEAK、ALM\_X\_FREQは、x軸の設定値に適用されます。同様のレジスタがy軸（ALM\_Y\_MAG1、ALM\_Y\_MAG2、ALM\_Y\_STAT、ALM\_Y\_PEAK、ALM\_Y\_FREQ）およびz軸（ALM\_Z\_MAG1、ALM\_Z\_MAG2、ALM\_Z\_STAT、ALM\_Z\_PEAK、ALM\_Z\_FREQ）に対し使用できます。

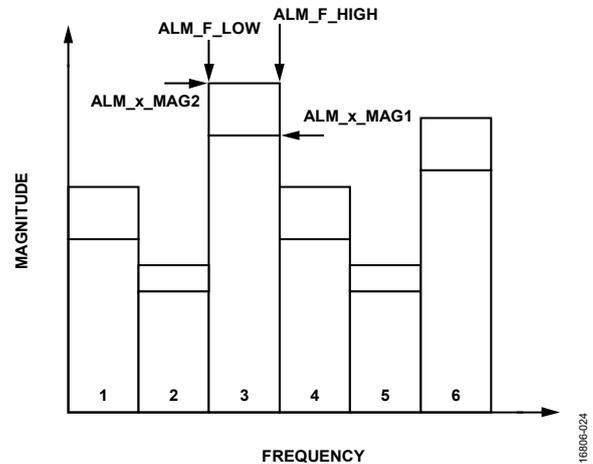


図 50. スペクトル・アラーム帯レジスタ

## 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。ADcmXL3021 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インチポンドのトルクで締めたステンレス鋼ねじを使用しています。

恒久的な取り付けが選択肢の1つになっている場合は、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 20. ユーザ・レジスタのメモリ・マップ<sup>1</sup>

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 <sup>2</sup>	R/W	No	0x00	0x00, 0x01	0x0000	ページ識別子
TEMP_OUT	R	No	0x00	0x02, 0x03	0x8000 <sup>3</sup>	内部温度
SUPPLY_OUT	R	No	0x00	0x04, 0x05	0x8000 <sup>3</sup>	電源電圧 (VDD)
FFT_AVG1	R/W	Yes	0x00	0x06, 0x07	0x0108	FFT 平均設定値 (SR0, SR1)
FFT_AVG2	R/W	Yes	0x00	0x08, 0x09	0x0101	FFT 平均設定値 (SR2, 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・レコード・ポインタ
X_BUF	R	No	0x00	0x0E, 0x0F	0x8000	バッファ・データ、x 軸
Y_BUF	R	No	0x00	0x10, 0x11	0x8000	バッファ・データ、y 軸
Z_BUF/RSS_BUF	R	No	0x00	0x12, 0x13	0x8000	バッファ・データ、z 軸または二乗和平方根 (RSS)
X_ANULL	R/W	Yes	0x00	0x14, 0x15	0x0000	(自動ヌルによる) バイアス補正值、x 軸
Y_ANULL	R/W	Yes	0x00	0x16, 0x17	0x0000	(自動ヌルによる) バイアス補正值、y 軸
Z_ANULL	R/W	Yes	0x00	0x18, 0x19	0x0000	(自動ヌルによる) バイアス補正值、z 軸
REC_CTRL	R/W	Yes	0x00	0x1A, 0x1B	0x1102	レコード・コントロール・レジスタ (動作モード)
RT_CTRL	R/W	Yes	0x00	0x1C, 0x1D	0x0000	リアルタイム・ストリーミング・コントロール・レジスタ
REC_PRD	R/W	Yes	0x00	0x1E, 0x1F	0x0000	レコード時間の設定値
ALM_F_LOW	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x20, 0x21	0x0000	スペクトル・アラーム帯、低周波数設定値
ALM_F_HIGH	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x22, 0x23	0x0000	スペクトル・アラーム帯、高周波数設定値
ALM_X_MAG1	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x24, 0x25	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 1、x 軸
ALM_Y_MAG1	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x26, 0x27	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 1、y 軸
ALM_Z_MAG1/ ALM_RSS1	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x28, 0x29	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 1、z 軸または RSS の大きさ 1
ALM_X_MAG2	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x2A, 0x2B	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 2、x 軸
ALM_Y_MAG2	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x2C, 0x2D	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 2、y 軸
ALM_Z_MAG2/ ALM_RSS2	R/W	Yes <sup>4</sup>	0x00	0x2E, 0x2F	0x0000	スペクトル・アラーム帯、アラームの大きさ 2、z 軸または RSS 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・アラーム閾値の設定値
ALM_CTRL	R/W	Yes	0x00	0x34, 0x35	0x0080	アラーム制御の設定値
Reserved	N/A	N/A	N/A	0x36, 0x37	0x0000	未使用
FILT_CTRL	R/W	Yes	0x00	0x38, 0x39	0x0000	フィルタ制御の設定値
AVG_CNT	R/W	Yes	0x00	0x3A, 0x3B	0x0000	サンプル・レートの設定値 (SR0, SR1, SR2, SR3)
DIAG_STAT	R	No	0x00	0x3C, 0x3D	0x0000	診断/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_X_STAT	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x40, 0x41	0x0000	アラーム・ステータス・レジスタ、x 軸
ALM_Y_STAT	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x42, 0x43	0x0000	アラーム・ステータス・レジスタ、y 軸
ALM_Z_STAT/ ALM_RSS_STAT	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x44, 0x45	0x0000	アラーム・ステータス・レジスタ、z 軸または RSS が有効な場合は RSS
ALM_X_PEAK	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x46, 0x47	0x0000	アラーム・ピーク値、x 軸
ALM_Y_PEAK	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x48, 0x49	0x0000	アラーム・ピーク値、y 軸
ALM_Z_PEAK/ ALM_RSS_PEAK	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x4A, 0x4B	0x0000	アラーム・ピーク値、z 軸または RSS が有効な場合は RSS
TIME_STAMP_L	R	N/A	0x00	0x4C, 0x4D	0x0000	タイムスタンプ、下位ワード
TIME_STAMP_H	R	N/A	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および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)

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
PROD_ID	R	N/A	0x00	0x56, 0x57	0x0BCD	ADcmXL3021 モデルの製品 ID、3021 (10 進数) 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	その他制御
REC_INFO1	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x66, 0x67	0x0000	レコード情報 1
REC_INFO2	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x68, 0x69	0x0000	レコード情報 2
REC_CNTR	R	Yes	0x00	0x6A, 0x6B	0x0000	レコード・カウンタ
ALM_X_FREQ	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x6C, 0x6D	0x0000	最も重大なアラームの周波数ビン、x 軸
ALM_Y_FREQ	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x6E, 0x6F	0x0000	最も重大なアラームの周波数ビン、y 軸
ALM_Z_FREQ	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x70, 0x71	0x0000	最も重大なアラームの周波数ビン、z 軸
STAT_PNTR	R/W	N/A	0x00	0x72, 0x73	0x0000	時間領域統計値のポインタ
X_STAT	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x74, 0x75	0x0000	選択された統計値、x 軸
Y_STAT	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x76, 0x77	0x0000	選択された統計値、y 軸
Z_STAT	R	Yes <sup>5</sup>	0x00	0x78, 0x79	0x0000	選択された統計値、z 軸
FUND_FREQ	R/W	Yes	0x00	0x7A, 0x7B	0x0000	基本周波数の設定値
FLASH_CNT_L	R	N/A	0x00	0x7C, 0x7D	N/A	フラッシュへのアクセス・カウンタ、下位 16 ビット
FLASH_CNT_U	R	N/A	0x00	0x7E, 0x7F	0x0000	フラッシュへのアクセス・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
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

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_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	0xFEf1	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	0xFEFE	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
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	0xFEf1	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

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_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
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

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_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	0xFEF0	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
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

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_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

<sup>1</sup> N/A は該当なしを意味します。

<sup>2</sup> 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。

<sup>3</sup> デフォルト値は、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・イベントまで有効です。

<sup>4</sup> ALM\_ で始まるレジスタでは、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。

<sup>5</sup> 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 21 および表 22 参照) の内容には、現在のページ設定値が含まれます。ADcmXL3021 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 は構成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のためのユーザ・レジスタが格納されています。

例えば、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。ADcmXL3021 のユーザ・レジスタ・マップ (表 20 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 21. PAGE\_ID レジスタの定義

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

<sup>1</sup> 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 22. PAGE\_ID ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	ページ番号、2 進数フォーマット

### TEMP\_OUT (内部温度)

ADcmXL3021 が MFFT、AFFT、MTC のいずれかの動作モードで動作している場合、TEMP\_OUT レジスタ (表 23 および表 24 参照) は、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 55 参照)。表 25 に、TEMP\_OUT レジスタのデータ・フォーマットの例を示します。TEMP\_OUT の値は、次の式によって検出温度と関連しています。

$$TEMP\_OUT = (\text{温度} - 460^\circ\text{C}) / (-0.46^\circ\text{C}/\text{LSB})$$

表 23. TEMP\_OUT レジスタの定義

Page	Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x00	0x02, 0x03	0x8000 <sup>1</sup>	R	No

<sup>1</sup> 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 24. TEMP\_OUT のビット定義

ビット	概要
[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 25. TEMP\_OUT のデータ・フォーマット例

Temperature	Decimal	Hex	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)

ADcmXL3021 が MFFT、AFFT、MTC のいずれかの動作モードで動作している場合、SUPPLY\_OUT レジスタ (表 26 および表 27 参照) は、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 55 参照)。表 28 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 26. SUPPLY\_OUT レジスタの定義

Page	Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x00	0x04, 0x05	0x8000 <sup>1</sup>	R	No

<sup>1</sup> 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 27. SUPPLY\_OUT ビットの説明

ビット	概要
[15:12]	不使用
[11:0]	VDD ピンと GND ピンの間の電圧。0x0000 = 0V、1LSB = 3.22mV。

表 28. 電源のデータ・フォーマット例

Supply Level (V)	LSB	Hex	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 29 および表 30 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 86 の AVG\_CNT レジスタを参照)。これらの設定値により、FFT の最終結果を生成するとき ADcmXL3021 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 平均化のシーケンスは次のとおりです。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。次に、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 29. FFT\_AVG1 レジスタの定義

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

表 30. FFT\_AVG1 ビットの説明

ビット	概要
[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 と 0x8701 を（この順に）使用して FFT\_AVG1 = 0x0101 を設定します。表 31 に、FFT\_AVG1 設定値のその他の 3 つの例と、各設定値が対応する 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 31. 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 32 および表 33 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 86 の AVG\_CNT レジスタを参照）。これらの設定値により、FFT の最終結果を生成するとき ADcmXL3021 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 32. FFT\_AVG2 レジスタの定義

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

表 33. FFT\_AVG2 ビットの説明

ビット	概要
[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に ADcmXL3021 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（この順に）使用して FFT\_AVG2 = 0x0202 を設定します。表 34 に、FFT\_AVG2 設定値のその他の 3 つの例と、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 34. 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 35 および表 36 参照）は、ユーザ・データ・バッファから X\_BUF レジスタ（表 40 参照）、Y\_BUF レジスタ（表 44 参照）、Z\_BUF/RSS\_BUF レジスタ（表 46 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、X\_BUF、Y\_BUF、または Z\_BUF/RSS\_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 36 参照）が入ると、（X\_BUF、Y\_BUF、または Z\_BUF/RSS\_BUF の読み出し要求によって生じる）次のインクリメントでは、BUF\_PNTR レジスタの値が 0x0000 に折り返されます。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り、REC\_CTRL レジスタのビット 0 およびビット 1 の設定値（表 55 参照）によって決まります。

表 35. BUF\_PNTR レジスタの定義

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

表 36. BUF\_PNTR ビットの説明

ビット	概要
[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（x、y、z）の該当するサンプル番号が X\_BUF レジスタ、Y\_BUF レジスタ、Z\_BUF/RSS\_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 x (796)、y (796)、z (796) を X\_BUF、Y\_BUF、Z\_BUF/RSS\_BUF に読み込ませるよう動作します（図 51 参照）。

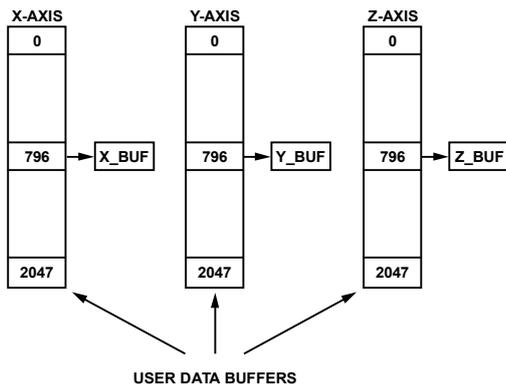


図 51. レジスタの動作、BUF\_PNTR = 0x031C (MFFT モードまたは AFFT モード)

表 39. REC\_PNTR の使用事例

DIN コード	REC_PNTR の値	概要
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。

### REC\_PNTR、レコード・ポインタ

REC\_PNTR レジスタ (表 37 および表 38 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] に書き込む数値を識別する 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 36 参照)、X\_BUF レジスタ (表 41 参照)、Y\_BUF レジスタ (表 45 参照)、Z\_RSS\_BUF レジスタ (表 47 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 39 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] に書き込む数値を識別する 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 135 参照)、X\_STAT レジスタ (表 137 参照)、Y\_STAT レジスタ (表 140 参照)、Z\_STAT レジスタ (表 142 参照) が、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 39 を参照してください。

表 37. REC\_PNTR レジスタの定義

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

表 38. REC\_PNTR ビットの説明

ビット	概要
[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)

### X\_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ、x 軸

X\_BUF レジスタ (表 40 および表 41 参照) は、x 軸の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、X\_BUF には、BUF\_PNTR レジスタ (表 36 参照) によって指定されたユーザ・データ・バッファからの x 軸のデータ・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。AFFT 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 40. X\_BUF レジスタの定義

Addresses	Default <sup>1</sup>	Access	Flash Backup
0x0E, 0x0F	Not applicable	R	No

<sup>1</sup> デフォルト値は、最初のキャプチャ・イベントへの移行時に 0x8000 に変更されます。これは、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は有効です。

表 41. X\_BUF ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	X 軸データ

X\_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 55 の 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、X\_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 42 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。

X\_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 42 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。

表 42. MTC モードのデータ・フォーマット例

Acceleration (g)	LSB	Hex	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

FFT モードで動作する場合、MFFT モード (REC\_CTRL1 のビット [1:0] =00) と AFFT モード (REC\_CTRL のビット [1:0] = 01) のどちらであっても、X\_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 X\_BUF の値を加速度に変換できます。

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

表 43 に、X\_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)	X_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

## Y\_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ、y 軸

Y\_BUF レジスタ (表 44 および表 45 参照) は、y 軸の振動データを読み書きできます。この Y\_BUF のデータの数値フォーマットは、X\_BUF レジスタのフォーマットと同じで、動作モードにより異なります (表 55 の REC\_CTRL レジスタのビット [1:0] 参照)。

表 44. Y\_BUF レジスタの定義

Addresses	Default <sup>1</sup>	Access	Flash Backup
0x10, 0x11	0x0000	R	No

<sup>1</sup> デフォルト値は、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 45. Y\_BUF ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	Y 軸データ

## Z\_BUF/RSS\_BUF、バッファ・アクセス・レジスタ、z 軸

Z\_BUF レジスタは、X\_BUF レジスタおよび Y\_BUF レジスタと同様に、z 軸データのデータ保管場所を提供します。オプションで、このデータは、z 軸データの代わりに 3 軸すべての RSS 値で置き換えることができます。RSS 計算を有効にするには、REC\_CTRL のビット 4~1 を設定します。それ以外の場合、Z\_BUF レジスタ (表 37 および表 38 参照) は、z 軸の振動データを読み書きできます。

REC\_CTRL レジスタのビット 4 が 1 の場合、レジスタは全 3 軸の RSS の組み合わせを表す振動データの読み書きができます。RSS 値がレポートされる場合、数値のフォーマットは元のデータと同じです。

表 46. Z\_RSS\_BUF レジスタの定義

Addresses	Default <sup>1</sup>	Access	Flash Backup
0x12, 0x13	0x0000	R	No

<sup>1</sup> デフォルト値は、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 47. Z\_BUF/RSS\_BUF ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	z 軸データまたは 3 軸すべての RSS データ

Z\_BUF/RSS\_BUF のデータの数値フォーマットは、X\_BUF レジスタのフォーマットと同じで、動作モードにより異なります (表 55 の REC\_CTRL レジスタのビット [1:0] 参照)。

## X\_ANULL、x 軸バイアス・ キャリブレーション・レジスタ

X\_ANULL レジスタ (表 48 および表 49 参照) には、x 軸加速度センサーのバイアス補正値が格納されており、この値は自動ヌル・コマンド (表 91 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、X\_ANULL レジスタは書き込みアクセスもサポートしており、これを使用することで独自の補正係数を x 軸のシグナル・チェーンに書き込むことができます。表 42 の数値フォーマット例は、X\_ANULL レジスタにも適用されます。例えば、コード 0x9464 および 0x9500 を DIN に書き込むと、X\_ANULL = 0x0064 が設定されます。これにより、x 軸シグナル・チェーンのオフセットは 100LSB (約  $0.1907g = 1g \div 524LSB \times 100LSB$ ) だけ調整されます。

表 48. X\_ANULL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x14, 0x15	0x0000	R/W	Yes

表 49. X\_ANULL ビットの説明

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

起動時にはレジスタは 0 に設定されます。ただしフラッシュ・メモリにバックアップされている場合を除きます。この場合は、フラッシュ・メモリに保管されている値が読み込まれます。自動ヌル・コマンドが発行されると、4096 個のサンプルから 220kSPS の最高内部データ・レートで収集されたデータを基に、各軸のヌル値が計算されます。自動ヌル・コマンドは 3 軸すべてについて計算するのに約 16ms を要します。これには、データ・キャプチャ、計算、レジスタ設定の時間が含まれます。

## Y\_ANULL、y 軸バイアス・ キャリブレーション・レジスタ

Y\_ANULL レジスタ (表 50 および表 51 参照) には、y 軸加速度センサーのバイアス補正値が格納されており、この値は自動ヌル・コマンド (表 91 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、Y\_ANULL レジスタは書き込みアクセスもサポートしており、これを使用することで独自の補正係数を y 軸のシグナル・チェーンに書き込むことができます。表 42 の数値フォーマット例は、Y\_ANULL レジスタにも適用されます。例えば、コード 0x969C および 0x97FF を DIN に書き込むと、Y\_ANULL = 0xFF9C が設定されます。これにより、y 軸シグナル・チェーンのオフセットは -100LSB (約  $0.1907g = 1g \div 524LSB \times 100LSB$ ) だけ調整されます。

表 50. Y\_ANULL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x16, 0x17	0x0000	R/W	Yes

表 51. Y\_ANULL ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	バイアス補正係数、y 軸。2 の補数、1LSB = 0.001908g。

## Z\_ANULL、z 軸バイアス・ キャリブレーション・レジスタ

Z\_ANULL レジスタ (表 52 および表 53 参照) には、z 軸加速度センサーのバイアス補正値が格納されており、この値は自動ヌル・コマンド (表 91 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、Z\_ANULL レジスタは書き込みアクセスもサポートしており、これを使用することで独自の補正係数を z 軸のシグナル・チェーンに書き込むことができます。表 42 の数値フォーマット例は、Z\_ANULL レジスタにも適用されます。例えば、コード 0x98DE および 0x99FD を DIN に書き込むと、Z\_ANULL = 0xFDDE が設定されます。これにより、z 軸シグナル・チェーンのオフセットは -546LSB (約  $1.042g = 1g \div 524LSB \times 546LSB$ ) だけ調整されます。

表 52. Z\_ANULL レジスタの定義

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

表 53. Z\_ANULL ビットの説明

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

## REC\_CTRL、記録制御

REC\_CTRL レジスタ (表 54 および表 55 参照) には、ADcmXL3021 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、ウィンドウ制御) に対する設定ビットが格納されます。

表 54. REC\_CTRL レジスタの定義

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

表 55. REC\_CTRL ビットの説明

ビット	概要
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 = $220\text{kSPS} \div 2^{\text{AVG\_CNT}[15:12]}$ (表 86 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 = $220\text{kSPS} \div 2^{\text{AVG\_CNT}[11:8]}$ (表 86 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 = $220\text{kSPS} \div 2^{\text{AVG\_CNT}[7:4]}$ (表 86 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 = $220\text{kSPS} \div 2^{\text{AVG\_CNT}[3:0]}$ (表 86 参照)。

ビット	概要
7	記録間の自動パワーダウン (MFFT、AFFT、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。
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	二乗和平方根を計算 (MFFT、AFFT、MTC モードのみ)。ユーザ・データ・バッファの z 軸の部分には、すべての軸の二乗和平均が含まれます。 0 = 無効。ユーザ・データ・バッファの z 軸の部分には、z 軸データのみが含まれます。 1 = 有効。
[3:2]	フラッシュ・メモリへのレコード格納方法 (MFFT、AFFT、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 = すべて。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 55 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、30ms 以上 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 55 参照) には、ADcmXL3021 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。これらのビットに対する工場出荷時のデフォルト設定 (01) では、ハニング・ウィンドウ機能が選択されています。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 55 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・セクタ・ビット (SR0、SR1、SR2、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、すべてのデータ・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、ADcmXL3021 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 つすべてのビットを 1 に設定すると、ADcmXL3021 は新しいキャプチャ・イベントごとに新しいサンプル・レートを使用します。その切り替え順序は、SR0、SR1、SR2、SR3、SR0、SR1 等です。

### 自動パワーダウン

ADcmXL3021 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 55 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、ADcmXL3021 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、ADcmXL3021 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する必要があります。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 55 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 55 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。

### 二乗和平方根 (RSS) の組み合わせ

REC\_CTRL レジスタのビット 4 (表 55 参照) には、RSS 機能の設定値が格納されます。このビットを 0 に設定すると、ADcmXL3021 は軸ごとに別々にデータを処理します。このビットを 1 に設定すると、ADcmXL3021 はすべての軸を RSS により組み合わせるものとしてデータを処理します。

### レコードの格納

REC\_CTRL レジスタのビット [3:2] (表 55 参照) には、ADcmXL3021 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せん。

### 記録モード

REC\_CTRL レジスタのビット [1:0] (表 55 参照) は、動作モードを設定します。ADcmXL3021 は、MTC モードで動作する場合、図 35 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。AFFT モードおよび MFFT モードで動作する場合は、図 37 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。

## RT\_CTRL、リアルタイム・ストリーミング・コントロール

RT\_CTRL レジスタ（表 56 および表 57 参照）には、RTS モード用にオプションのデシメーション値を設定するビットがあります。また、RT\_CTRL は、サンプル・レートのオプションを制御するためにも使用されます。サンプル・レート・オプションのデシメーションは、ビット 7 が有効な場合にのみ有効となります。

表 56. RT\_CTRL レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x1C, 0x1D	0x0000	R/W	Yes

表 57. RT\_CTRL ビットの説明

ビット	概要
[15:8]	未使用。
7	サンプル・レートの変更をイネーブル。
[6:4]	N: デシメーションの設定値を設定。デシメーションに使用する平均数は $2^N$ で計算できます。
3	未使用。
[2:0]	サンプル・レートを以下に示します。 000 = 20kSPS。 001 = 40kSPS。 010 = 60kSPS。 011 = 80kSPS。 100 = 100kSPS。 101 = 120kSPS。 110 = 140kSPS。 111 = 160kSPS。

## REC\_PRD、記録時間

REC\_PRD レジスタ（表 58 および表 59 参照）には、ADcmXL3021 が AFFT モードで動作する場合に使用するタイム機能の設定値が格納されます。

表 58. REC\_PRD レジスタの定義

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

表 59. REC\_PRD ビットの説明

ビット	概要
[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 60 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 60. 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、ADcmXL3021 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している、かつ ALM\_F\_LOW レジスタ（表 61 および表 62 参照）に最下位の 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 78 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。

ALR\_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ためです。

表 61. ALM\_F\_LOW レジスタの定義

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

表 62. ALM\_F\_LOW ビットの説明

ビット	概要
[15:12]	ドント・ケア
[11:0]	下限周波数、ビン数、範囲 = 0 ~ 2047

例えば、ALR\_F\_LOW = 0x0064 と設定した場合、アラーム帯の下限周波数はビン 100 から始まります。例えば、AVG\_CNT = 8 の場合、下限周波数は 600Hz ( $600\text{Hz} = (100\text{LSB} \times 220\text{kHz}/8)/4096$ ) に設定されます。

AVG\_CNT = 2 の場合、下限周波数は 2400Hz (ALR\_F\_LOW = 0x0064 の場合) です。

## ALM\_F\_HIGH、アラーム周波数帯

ADcmXL3021 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 63 および表 64 参照）には、スペクトル・アラーム設定値に組み込まれた最上位の FFT ビンの数が格納されます。ALM\_PNTR レジスタ（表 78 参照）には、6 つのアラームのうちどれが設定されるかを示す情報が格納されます。

表 63. ALM\_F\_HIGH レジスタの定義

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

表 64. ALM\_F\_HIGH ビットの説明

ビット	概要
[15:12]	ドント・ケア
[11:0]	上限周波数、ビン数、範囲 = 0 ~ 2047

ALR\_F\_LOW の値は、FFT スペクトル・レコードに適用されません。正確な周波数は 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ためです。

例えば、ALR\_F\_LOW = 0x0064 と設定した場合、アラーム帯の下限周波数はビン 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、下限周波数は 4800Hz (ALM\_F\_LOW = 0x0064 の場合) です。

### ALM\_X\_MAG1、アラーム・レベル 1 x 軸

ALM\_X\_MAG1 レジスタは、x 軸のアラーム警告をトリガする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\_X\_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。ADcmXL3021 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM\_X\_MAG1 レジスタ (表 65 および表 66 参照) には x 軸の振動振幅が格納されます。これは、ALM\_PNTR レジスタ (表 78 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 65. ALM\_X\_MAG1 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x24, 0x25	0x0000	R/W	Yes

表 66. ALM\_X\_MAG1 ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	x 軸アラーム・トリガ・レベル 1

ALM\_X\_MAG1 レジスタでのデータ・フォーマットは、X\_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\_Y\_MAG1、アラーム・レベル 1 y 軸

ALM\_Y\_MAG1 レジスタの設定は、ALM\_Y\_MAG1 の制限値が y 軸に適用される点を除いて、ALM\_X\_MAG1 の設定と同様です。ADcmXL3021 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM\_Y\_MAG12 レジスタ (表 67 および表 68 参照) には y 軸の振動振幅が格納されます。これは、ALM\_PNTR レジスタ (表 78 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。

表 67. ALM\_Y\_MAG1 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x26, 0x27	0x0000	R/W	Yes

表 68. ALM\_Y\_MAG1 ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	y 軸アラーム・トリガ・レベル 1

ALM\_Y\_MAG1 レジスタでのデータ・フォーマットは、Y\_BUF レジスタでのデータ・フォーマットと同じです。

### ALM\_Z\_MAG1、アラーム・レベル 1 z 軸

ADcmXL3021 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM\_Z\_MAG1 レジスタ (表 69 および表 70 参照) には z 軸の振動振幅が格納されます。これは、ALM\_PNTR レジスタ (表 78 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。

MTC モードの場合、この制限値は z 軸の時間領域キャプチャの統計値、または RSS 値 (RSS が REC\_CTRL レジスタでイネーブルされている場合) に適用されます。

表 69. ALM\_Z\_MAG1 レジスタの定義

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

表 70. ALM\_Z\_MAG1 ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	z 軸アラーム・トリガ・レベル 1

ALM\_Z\_MAG1 レジスタでのデータ・フォーマットは、X\_BUF レジスタでのデータ・フォーマットと同じです。

### ALM\_X\_MAG2、アラーム・レベル 2 x 軸

ADcmXL3021 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM\_X\_MAG2 レジスタ (表 71 および表 72 参照) には x 軸の振動振幅が格納されます。これは、ALM\_PNTR レジスタ (表 78 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 71. ALM\_X\_MAG2 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x2A, 0x2B	0x0000	R/W	Yes

表 72. ALM\_X\_MAG2 ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	x 軸アラーム・トリガ・レベル 2

ALM\_X\_MAG2 レジスタでのデータ・フォーマットは、X\_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 の大きさはアラーム 1 の大きさ以上でなければなりません。

## ALM\_Y\_MAG2、アラーム・レベル 2 y 軸

ADcmXL3021 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM\_Y\_MAG2 レジスタ (表 73 および表 74 参照) には y 軸の振動振幅が格納されます。これは、ALM\_PNTR レジスタ (表 78 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。

表 73. ALM\_Y\_MAG2 レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x2C, 0x2D	0x0000	R/W	Yes

表 74. ALM\_Y\_MAG2 ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	y 軸アラーム・トリガ・レベル 2

ALM\_Y\_MAG2 レジスタでのデータ・フォーマットは、Y\_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\_Z\_MAG2、アラーム・レベル 2 z 軸

ADcmXL3021 が MFFT モードまたは AFFT モードで動作している場合、ALM\_Z\_MAG2 レジスタ (表 75 および表 76 参照) には z 軸の振動振幅が格納されます。これは、ALM\_PNTR レジスタ (表 78 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。

表 75. ALM\_Z\_MAG2 レジスタの定義

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

表 76. ALM\_Z\_MAG2 ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	z 軸アラーム・トリガ・レベル 2

ALM\_Z\_MAG2 レジスタでのデータ・フォーマットは、X\_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。

MTC モードの場合、この制限値は z 軸の時間領域キャプチャの統計値、または RSS 値 (RSS が REC\_CTRL レジスタでイネーブルされている場合) に適用されます。

## ALM\_PNTR、アラーム・ポインタ

ADcmXL3021 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 77 および表 78 参照) にはアラーム・ポインタが格納されます。これは、サンプル・レート (ビット [9:8] 内) とスペクトル帯数 (ビット [2:0] 内) によって特定のスペクトル・アラームを識別します。サンプル・レート設定値ごとに最大 6 つのアラームが設定できます。

表 77. ALM\_PNTR レジスタの定義

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

表 78. ALM\_PNTR ビットの定義

ビット	概要
[15:10]	ドント・ケア
[9:8]	アラーム x を定義するサンプル・レート設定を指示。 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 と関連しています。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\_X\_MAG1、ALM\_Y\_MAG1、ALM\_Z\_MAG1、ALM\_X\_MAG2、ALM\_Y\_MAG2、ALM\_Z\_MAG2 の各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 と関連しています。

## ALM\_S\_MAG アラーム・レベル

ALM\_S\_MAG レジスタ (表 79 および表 80 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 82 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 79. ALM\_S\_MAG レジスタの定義

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

表 80. ALM\_S\_MAG ビットの説明

ビット	概要
[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 27 および表 28 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 24 および表 25 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 81 および表 82 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 81. ALM\_CTRL レジスタの定義

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

表 82. ALM\_CTRL ビットの説明

ビット	概要
[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 を有効化。
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	z 軸アラーム : 1 = 有効、0 = 無効。
1	y 軸アラーム : 1 = 有効、0 = 無効。
0	x 軸アラーム : 1 = 有効、0 = 無効。

### FILT\_CTRL、フィルタ制御

FILT\_CTRL レジスタ (表 83 および表 84 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 ピンに工場出荷時のデフォルト値がある場合、ADcmXL3021 は出力に FIR フィルタを使用しません。各軸には、FIR フィルタ・バンクのいずれか 1 つが個別に選択されます。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、x 軸にはフィルタ・バンク 1、y 軸にはフィルタ・バンク 3、z 軸にはフィルタ・バンク 5 が選択されます。

表 83. FILT\_CTRL レジスタの定義

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

表 84. FILT\_CTRL ビットの説明

ビット	概要
[15:11]	ドント・ケア
[10:8]	z 軸 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 : どの FIR も選択しません。
7	予備

ビット	概要
[6:4]	y 軸 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 : どの FIR も選択しません
3	予備
[2:0]	x 軸 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 : どの FIR も選択しません

### AVG\_CNT、デシメーション制御

AVG\_CNT レジスタ (表 85 および表 86 参照) は、REC\_CTRL レジスタのビット [11:8] (表 55 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、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 85. AVG\_CNT レジスタの定義

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

表 86. AVG\_CNT ビットの説明

ビット	概要
[15:12]	SR3 サンプル・レートのスケールリング・ファクタ (1~7)、 SR3 サンプル・レート = $2200000 \div 2^{AVG\_CNT [15:12]}$
[11:8]	SR2 サンプル・レートのスケールリング・ファクタ (1~7)、 SR2 サンプル・レート = $2200000 \div 2^{AVG\_CNT [11:8]}$
[7:4]	SR1 サンプル・レートのスケールリング・ファクタ (1~7)、 SR1 サンプル・レート = $2200000 \div 2^{AVG\_CNT [7:4]}$
[3:0]	SR0 サンプル・レートのスケールリング・ファクタ (1~7)、 SR0 サンプル・レート = $2200000 \div 2^{AVG\_CNT [3:0]}$

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、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。

MMFT モードおよび AFFT モードでは、AVG\_CNT レジスタのサンプル・レート設定値が各 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 87 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 87 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 87. 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 88 および表 89 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 88. DIAG\_STAT レジスタの定義

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

表 89. DIAG\_STAT ビットの説明

ビット	概要
15	使用せず (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過。
13	z 軸、スペクトル・アラーム 2 フラグ。
12	y 軸、スペクトル・アラーム 2 フラグ。
11	x 軸、スペクトル・アラーム 2 フラグ。
10	z 軸、スペクトル・アラーム 1 フラグ。
9	y 軸、スペクトル・アラーム 1 フラグ。
8	x 軸、スペクトル・アラーム 1 フラグ。
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・テスト診断エラー・フラグ。
4	記録のエスケープ・フラグ。SPI 駆動割込みコマンド (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 90 および表 91 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 90. GLOB\_CMD レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x3E, 0x3F	0x0000	W	No

表 91. GLOB\_CMD ビットの説明

ビット	概要
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	すべ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復元して、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\_X\_STAT、アラームのステータス x 軸

ALM\_X\_STAT レジスタ (表 92 および表 93 参照) には、x 軸の各アラームのステータス・フラグが格納されます。

表 92. ALM\_X\_STAT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x40, 0x41	0x0000	R	Yes

表 93. ALM\_X\_STAT ビットの定義

ビット	概要
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

ビット	概要
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	未使用
[2:0]	最も重大なアラームからの最大アラーム偏差を含むアラーム帯、範囲=1~6

### ALM\_Y\_STAT、アラームのステータス y 軸

ALM\_Y\_STAT レジスタ (表 94 および表 95 参照) には、y 軸の各アラームのステータス・フラグが格納されます。

表 94. ALM\_Y\_STAT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x42, 0x43	0x0000	R	Yes

表 95. ALM\_Y\_STAT ビットの説明

ビット	概要
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	未使用
[2:0]	最も重大なアラーム条件、スペクトル帯、範囲=1~6

### ALM\_Z\_STAT、アラームのステータス z 軸

ALM\_Z\_STAT レジスタ (表 96 および表 97 参照) には、z 軸の各アラームのステータス・フラグが格納されます。

表 96. ALM\_Z\_STAT レジスタの定義

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

表 97. ALM\_Z\_STAT ビットの説明

ビット	概要
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

ビット	概要
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	未使用
[2:0]	最も重大なアラーム条件、スペクトル帯、範囲=1~6

### ALM\_X\_PEAK、アラームのピーク・レベル x 軸

ALM\_X\_PEAK レジスタ (表 98 および表 99 参照) には、x 軸の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 98. ALM\_X\_PEAK レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x46, 0x47	0x0000	R	Yes

表 99. ALM\_X\_PEAK ビットの説明

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

### ALM\_Y\_PEAK、アラームのピーク・レベル y 軸

ALM\_Y\_PEAK レジスタ (表 100 および表 101 参照) には、y 軸の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 100. ALM\_Y\_PEAK レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x48, 0x49	0x0000	R	Yes

表 101. ALM\_Y\_PEAK ビットの説明

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

### ALM\_Z\_PEAK、アラームのピーク・レベル z 軸

ALM\_Z\_PEAK レジスタ (表 102 および表 103 参照) には、z 軸の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 102. ALM\_Z\_PEAK レジスタの定義

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

表 103. ALM\_Z\_PEAK ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	アラームのピーク、z 軸、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 104 および表 105 参照）と TIME\_STAMP\_H レジスタ（表 106 および表 107 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 104. TIME\_STAMP\_L レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x4C, 0x4D	0x0000	R	Not applicable

表 105. TIME\_STAMP\_L ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	タイムスタンプ、秒、下位ワード

表 106. TIME\_STAMP\_H レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x4E, 0x4F	0x0000	R	Not applicable

表 107. TIME\_STAMP\_H ビットの説明

ビット	概要
[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 108 および表 109 参照）には、工場出荷時のプログラミング日付（日）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 108. DAY\_REV レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x52, 0x53	Not applicable	R	Not applicable

表 109. DAY\_REV ビットの定義

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

## YEAR\_MON、年月

YEAR\_MON（表 110 および表 111 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 110. YEAR\_MON レジスタの定義

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

表 111. YEAR\_MON ビットの定義

ビット	概要
[15:12]	年、最上位桁
[11:8]	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 112 および表 113 参照）には、モデル番号の数値部分が格納されます。

表 112. PROD\_ID レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x56, 0x57	0x0BCD	R	Not applicable

表 113. PROD\_ID ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	モデル番号の数値部分のバイナリ表示：0x0BCD = 3,021

## SERIAL\_NUM、シリアル番号

SERIAL\_NUM（表 114 および表 115 参照）には、特定の製造ロット範囲内でのデバイスのシリアル番号が格納されます。

表 114. SERIAL\_NUM レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x58, 0x59	Not applicable	R	Not applicable

表 115. SERIAL\_NUM ビットの説明

ビット	概要
[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エンド・ユーザが格納できます。このレジスタは読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元できます。

表 116. USER\_SCRATCH レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x5A, 0x5B	Not applicable	R/W	Yes

表 117. USER\_SCRATCH ビットの説明

ビット	概要
[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 118 および表 119 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 か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）に、レコードの格納先が満たされる（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 118. REC\_FLASH\_CNT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x5C, 0x5D	Not applicable	R	Not applicable

表 119. REC\_FLASH\_CNT ビットの説明

ビット	概要
[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、その他制御

MISC\_CTRL レジスタ（表 120 および表 121 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、SYNC ピンによる外部制御が可能になります。

表 120. MISC\_CTRL レジスタの定義

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

表 121. MISC\_CTRL ビットの説明

ビット	概要
[15:13]	使用しません。
12	SYNC ピンに対する感度を有効にしてキャプチャを開始します。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 122 および表 123 参照）には、ユーザ・データ・バッファのスペクトル・レコードに関連したサンプル・レート（SRx）、ウィンドウ機能、FFT 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 55 の REC\_CTRL レジスタ参照）。

表 122. REC\_INFO1 レジスタの定義

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

表 123. REC\_INFO1 ビットの説明

ビット	概要
[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]	使用せず（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 124 および表 125 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 55 の REC\_CTRL レジスタ参照）。

表 124. REC\_INFO2 レジスタの定義

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

表 125. REC\_INFO2 ビットの説明

ビット	概要
[15:4]	使用せず（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 126 および表 127 参照）には、レコード・カウンタが格納されます。このカウンタには、現在使用中のレコードの数が入ります。

表 126. REC\_CNTR レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x6A, 0x6B	0x0000	R	Yes

表 127. REC\_CNTR ビットの説明

ビット	概要
[15:4]	未使用
[3:0]	レコード・カウンタの範囲：0~9

## ALM\_X\_FREQ、重大アラーム周波数

ALM\_X\_FREQ レジスタ（表 126 および表 127 参照）には、ALM\_X\_PEAK レジスタ（表 99 参照）の値に関連付けられている周波数ピンが格納されます。

表 128. ALM\_X\_FREQ レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x6C, 0x6D	0x0000	R	Yes

表 129. ALM\_X\_FREQ ビットの説明

ビット	概要
[15:12]	未使用
[11:0]	x 軸のピーク・アラーム・レベル、FFT ピン番号に対応するアラーム周波数、範囲 = 0~2047

## ALM\_Y\_FREQ、重大アラーム周波数

ALM\_Y\_FREQ レジスタ（表 130 および表 131 参照）には、ALM\_Y\_PEAK レジスタ（表 101 参照）の値に関連付けられている周波数ピンが格納されます。

表 130. ALM\_Y\_FREQ レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x6E, 0x6F	0x0000	R	Yes

表 131. ALM\_Y\_FREQ ビットの説明

ビット	概要
[15:12]	未使用
[11:0]	y 軸のピーク・アラーム・レベル、FFT ビン番号に対応するアラーム周波数、範囲 = 0~2047

### ALM\_Z\_FREQ、重大アラーム周波数

ALM\_Z\_FREQ レジスタ (表 132 および表 132 参照) には、ALM\_Z\_PEAK レジスタ (表 103 参照) の値に関連付けられている周波数ピンが格納されます。

表 132. ALM\_Z\_FREQ レジスタの定義

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

表 133. ALM\_Z\_FREQ ビットの説明

ビット	概要
[15:12]	未使用
[11:0]	z 軸のピーク・アラーム・レベル、FFT ビン番号に対応するアラーム周波数、範囲 = 0~2047

### STAT\_PNTR、統計結果ポインタ

STAT\_PNTR レジスタ (表 134 および表 135 参照) は、どの統計値を X\_STAT レジスタ (表 137 参照)、Y\_STAT レジスタ (表 140 参照)、Z\_STAT レジスタ (表 142 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 X\_STAT、Y\_STAT、Z\_STAT に読み込まれます。

表 134. STAT\_PNTR レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x72, 0x73	0x0000	R/W	Not applicable

表 135. STAT\_PNTR ビットの説明

ビット	概要
[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

### X\_STAT、統計結果 x 軸

X\_STAT レジスタ (表 136 および表 137 参照) には、STAT\_PNTR レジスタ (表 135 参照) の設定を表す x 軸の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、0x01、0x02 または 0x03 のいずれかである場合、データ・フォーマットは X\_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例については、表 41 および表 42 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、X\_STAT レジスタは表 137 に示す 2 進化 10 進数 (BCD) を使用します。表 138 に、このフォーマットの数値例を示します。

表 136. X\_STAT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x74, 0x75	0x0000	R	Yes

表 137. クレスト・ファクタ、尖度、および歪度の結果に対する X\_STAT ビットの説明

ビット	概要
[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 138. 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

## Y\_STAT、統計結果 y 軸

Y\_STAT レジスタ（表 139 および表 140 参照）には、STAT\_PNTR レジスタ（表 135 参照）の設定を表す y 軸の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 または 0x06 のいずれかである場合、データ・フォーマットは Y\_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 45 および表 42 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、Y\_STAT レジスタは表 140 に示す 2 進化 10 進数（BCD）を使用します。表 138 に、このフォーマットの数値例をいくつか示します。

表 139. Y\_STAT レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x74, 0x75	0x0000	R	Yes

表 140. クレスト・ファクタ、尖度、および歪度の結果に対する Y\_STAT ビットの説明

ビット	概要
[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

## Z\_STAT、統計結果 z 軸

Z\_STAT レジスタ（表 141 および表 142 参照）には、STAT\_PNTR レジスタ（表 135 参照）の設定を表す z 軸の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 または 0x06 のいずれかである場合、データ・フォーマットは Z\_BUF\_RSS 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 47 および表 42 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、Z\_STAT レジスタは表 140 に示す 2 進化 10 進数（BCD）を使用します。表 138 に、このフォーマットの数値例をいくつか示します。

表 141. Z\_STAT レジスタの定義

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

表 142. クレスト・ファクタ、尖度、および歪度の結果に対する Z\_STAT ビットの説明

ビット	概要
[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

## FUND\_FREQ、基本周波数

FUND\_FREQ レジスタ（表 143 および表 144 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周波数と、その結果生じる高調波周波数を簡単にモニタできます。表 145 に、アラーム帯ごとの開始周波数と停止周波数の設定値（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 143. FUND\_FREQ レジスタの定義

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

表 144. FUND\_FREQ ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	基本周波数の設定値、 $f_f$ 。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 145. 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 146 および表 147 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 146. FLASH\_CNT\_L レジスタの定義

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

表 147. FLASH\_CNT\_L ビットの説明

ビット	概要
[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 148 および表 149 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 148. FLASH\_CNT\_U レジスタの定義

Addresses	Default	Access	Flash Backup
0x7E, 0x7F	0x0000	R	Not applicable

表 149. FLASH\_CNT\_U ビットの説明

ビット	概要
[15:0]	フラッシュの更新カウンタ、上位ワード

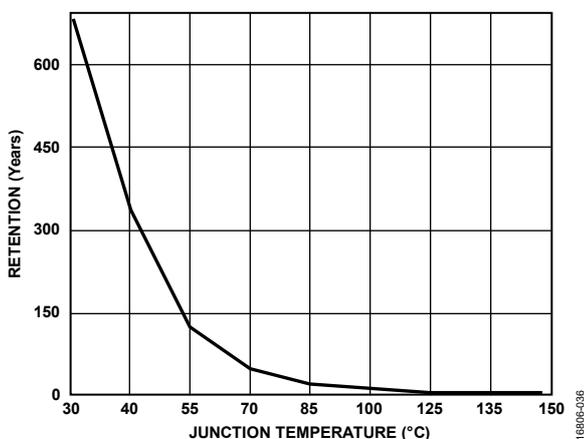


図 52. フラッシュ/EE メモリのデータ保持期間

## FIR フィルタ・レジスタ

ADcmXL3021 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 では、6 種類の FIR フィルタ・バンクの係数のユーザ設定が可能です。FILT\_CTRL レジスタ (表 84 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備えています。また、各フィルタ・バンクには書込みアクセス機能があり、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 20 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・レジスタで事前に設定されています。

- 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、ADcmXL3021 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。

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 になるように設計されています。

## アプリケーション情報

### 機械的インターフェース

最高の性能を得るには、ADcmXL3021 をシステムに取り付ける際に、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、並進力が生じる可能性がなくなります。

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 つ取り付け穴すべてに、M2.5 ねじを 5 ポンド・インチのトルクで締め付けます。

機械的接着剤（シアノアクリレート接着剤や Dymax 652A ゲル状接着剤などのエポキシ樹脂）を追加で使用すると、機械的結合と周波数応答を向上できる場合があります。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。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

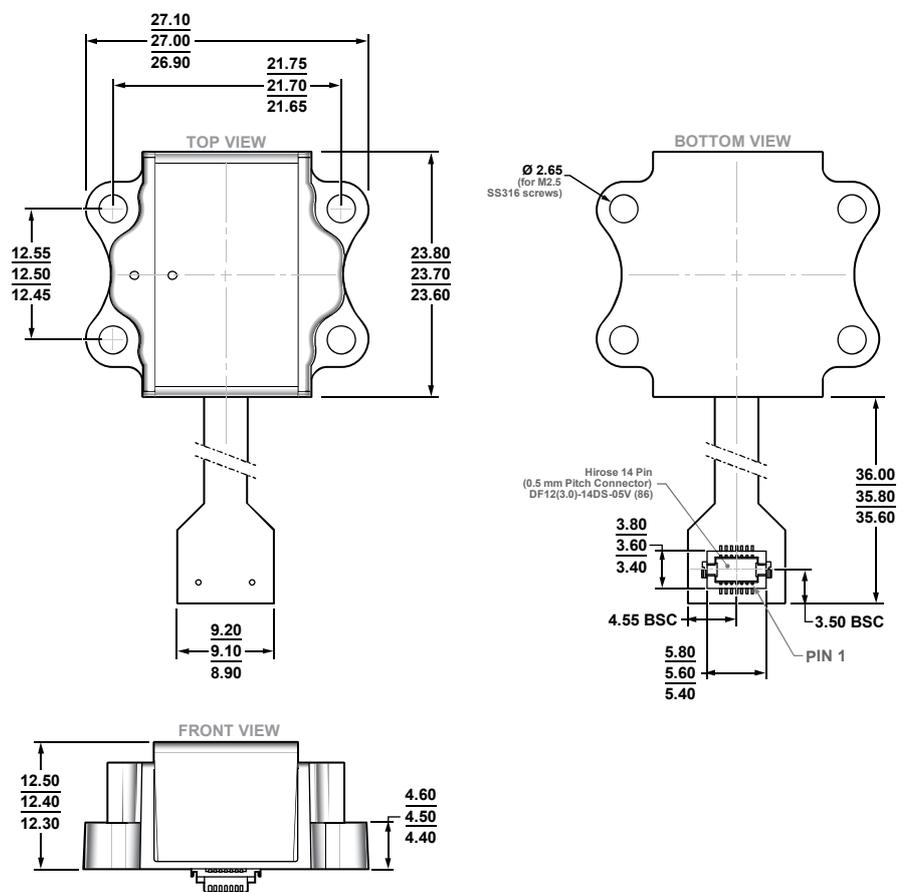


図 53. フレキシブル・コネクタ内蔵の 14 ピン・モジュール [MODULE]  
(ML-14-7)  
寸法：mm

02-14-2019-B

オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Temperature Range	g Range	Package Description	Package Option
ADcmXL3021BMLZ	-40°C to +105°C	±50 g	14-Lead Module with Integrated Flex Connector [MODULE]	ML-14-7
EVAL-ADCM			ADcmXL3021 Evaluation Kit	
ADCMXL_BRKOUT/PCBZ			ADcmXL3021 Breakout Interface Board	

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。