

2次デルタ-シグマ・モジュレータ用 クワッド・デジタル・フィルタ

特 長

- 4個の独立したプログラム可能なデジタル・フィルタ
- 4個のウィンドウ・コンパレータ
- 4種のインターフェイスモードを選択可能
3種のパラレルモード/1種のシリアルモード
- 包括的な割り込みシステム
- プログラマブルな入力条件設定
- リゾルバ・アプリケーション用の搬送波周波数生成機能内蔵

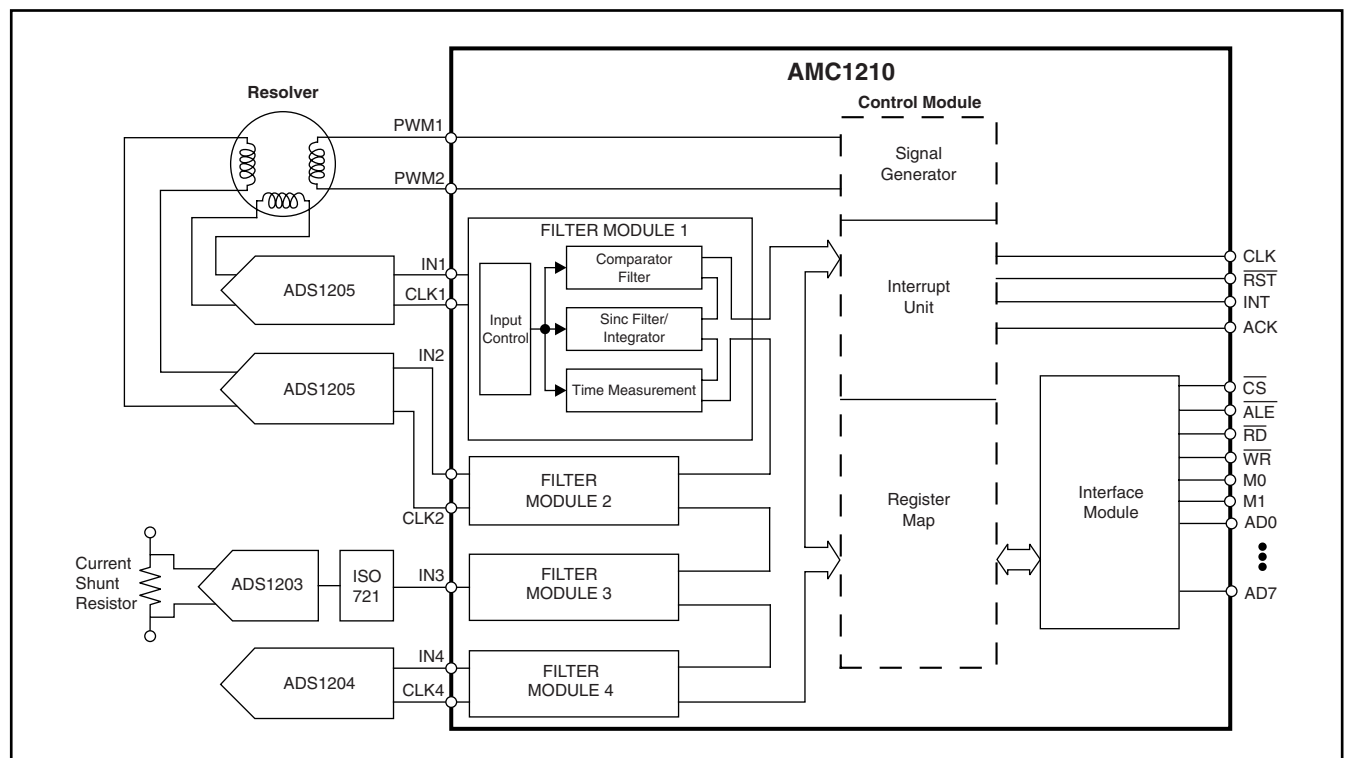
アプリケーション

- 電流測定
- リゾルバのデコード

概 要

AMC1210は、4チャンネルのデジタル・フィルタであり、電流測定、モーター制御アプリケーションのリゾルバ位置デコードに特化して設計されたものです。

各入力は、独立したデルタ-シグマ ($\Delta\Sigma$) モジュレータのビット・ストリームを受け取ります。これらのビット・ストリームは、独立してプログラム可能な4つのデジタル・デシメーション・フィルタによって処理されます。AMC1210には柔軟性の高いインターフェイスと包括的な割り込みユニットもあるので、カスタマイズしたデジタル機能の実現と、過電流モニタ用にデジタル・スレッシュホールドの比較をすぐに行うことが可能です。



すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。
資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。
日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。
製品の検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。
TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。



静電気放電対策

静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、様々な損傷を与えます。すべての集積回路は、適切なESD保護方法を用いて、取扱いと保存を行うようにして下さい。

さい。高精度の集積回路は、損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。

御発注の手引き⁽¹⁾

PRODUCT	PACKAGE-LEAD	PACKAGE DESIGNATOR	SPECIFIED TEMPERATURE RANGE	PACKAGE MARKING	ORDERING NUMBER	TRANSPORT MEDIA, QUANTITY
AMC1210	QFN	RHA	-40°C to +85°C	AMC1210I	AMC1210IRHAT	Tape and Reel, 250
					AMC1210IRHAR	Tape and Reel, 2500

(1) 最新の仕様とパッケージ情報については、このデータシートの末尾にある「付録: パッケージ・オプション」を参照するか、TI の Web サイト (www.ti.com) を参照してください。

絶対最大定格

特に指定がない限り、自由通気的全温度範囲に適用⁽¹⁾

	AMC1210	UNIT
Supply voltage, all supplies (AVDD, BVDD, CVDD, DVDD) to GND	-0.3 to +6	V
Digital input to GND	GND - 0.3 to BVDD + 0.3	V
Ground voltage difference, AGND to GND	±0.3	V
Input current to any pin except supply	-10 to +10	mA
Power dissipation	See Dissipation Ratings Table	
Operating virtual junction temperature range, T _J	-40 to +150	°C
Operating free-air temperature range, T _A	-40 to +85	°C
Storage temperature range, T _{STG}	-65 to +150	°C
Lead temperature, 1,6mm (1/16-inch) from case for 10 seconds	+260	°C

(1) 絶対最大定格以上のストレスは、致命的なダメージを製品に与えることがあります。これはストレスの定格のみについて示しており、このデータシートの「電氣的特性に示された値を越える状態での本製品の機能動作を意味するものではありません。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。

損失定格

PACKAGE	T _A ≤ +25°C POWER RATING	DERATING FACTOR ABOVE T _A = +25°C	T _A = +70°C POWER RATING	T _A = +85°C POWER RATING
RHA ⁽¹⁾	3787mW	30.3mW/°C	2424mW	1969mW

(1) RHA パッケージの熱抵抗 (ジャンクションから周囲へ) は、32°C/W です。

電気的特性

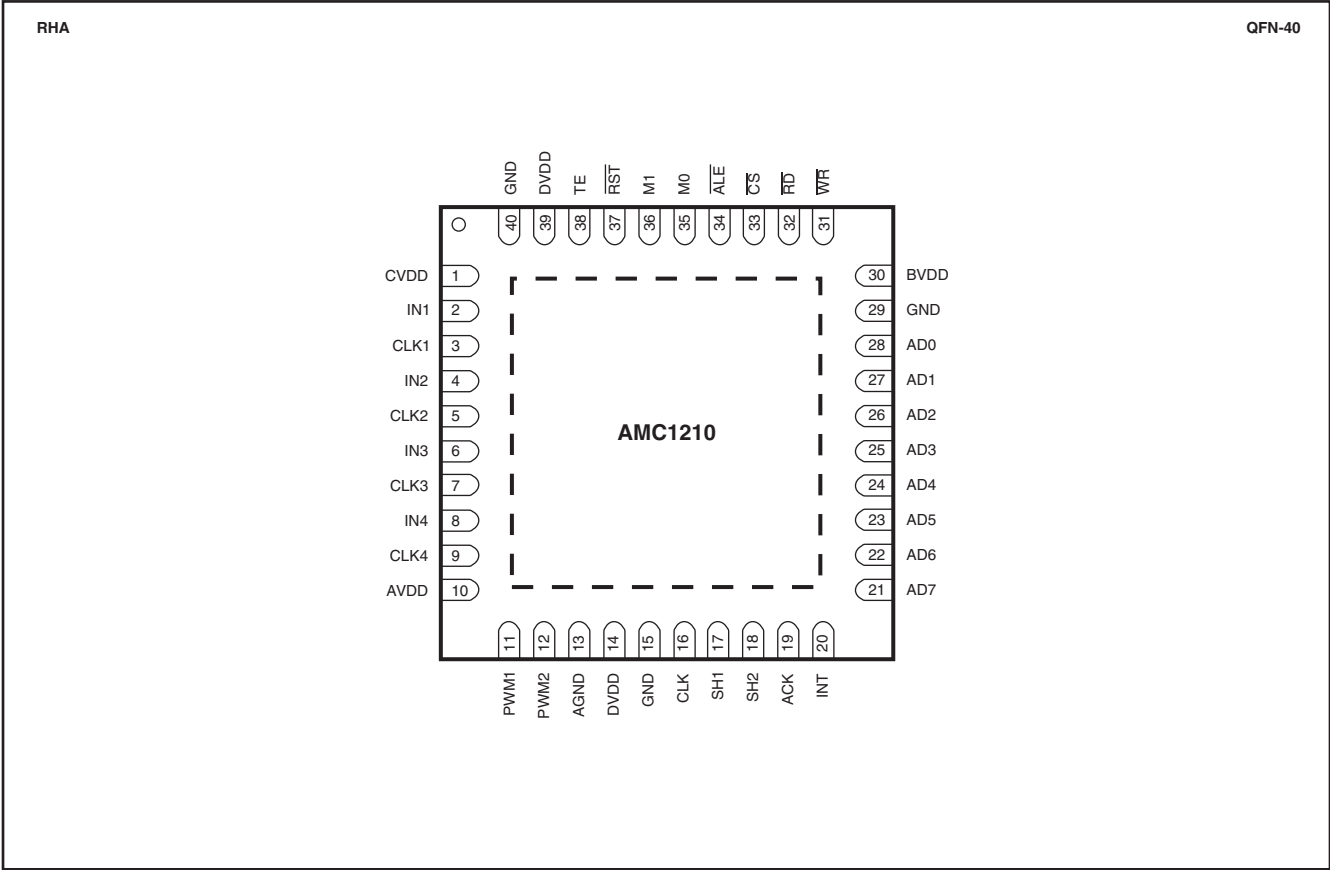
特に指定がない限り、 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の範囲で、 AVDD 、 CVDD 、 $\text{DVDD} = 5\text{V}$ 、 $\text{BVDD} = 2.7\text{V}$ です。
各電圧に関して、条件($\text{CVDD} \geq \text{DVDD} \geq \text{BVDD}$)が成立している必要があります。

PARAMETER	TEST CONDITIONS	AMC1210			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
DIGITAL INPUT/OUTPUT					
Logic levels:					
V _{OH}	BVDD = 2.7	2.4			V
	BVDD = 5.0	4.44			V
V _{OL}	BVDD = 2.7			0.4	V
	BVDD = 5.0			0.5	V
System clock frequency	Pin 'CLK'			90	MHz
Modulator clock frequency	Pins CLK1, CLK2, CLK3, CLK4 Mode = 0			22	MHz
SPI interface clock frequency	Pin $\overline{\text{WR}}$, option 1			25	MHz
SPI interface clock frequency	Pin $\overline{\text{WR}}$, option 2			40	MHz
Parallel interface read/write frequency	Pin $\overline{\text{CS}}$			22	MHz
POWER SUPPLY REQUIREMENTS					
Power-supply voltage, pin AVDD		4.5		5.5	
Power-supply voltage, pins CVDD and DVDD	CVDD ≥ DVDD ≥ BVDD	3.3		5.5	V
Power-supply voltage, pin DVDD	CVDD ≥ DVDD ≥ BVDD	2.7		5.5	V
Total power ⁽¹⁾	All supplies = 5V		24.5		mW
Power-supply current	One filter module ⁽²⁾		260		μA/MHz
Power-supply current	Four filter modules ⁽²⁾		850		μA/MHz
	SPI interface		78		μA/MHz
	Parallel interface ⁽³⁾		83		μA/MHz
	Signal generator		140		μA/MHz
SIGNAL GENERATOR OUTPUT					
V _{OH}	R _{LOAD} = 50Ω, bit HPE = 1	4.60	4.73		V
V _{OL}	R _{LOAD} = 50Ω, bit HPE = 1		0.26	0.4	V
V _{OH}	R _{LOAD} = 500Ω, bit HPE = 0	4.60	4.73		V
V _{OL}	R _{LOAD} = 500Ω, bit HPE = 0		0.26	0.4	V

(1) 2個のモジュールが動作し、両方がSinc³、SOSR = 256に設定されている状態での消費電力です。

(2) フィルタ・モジュールは、コンパレータ・ユニットのフィルタをSinc³、およびCOSR = 32 に設定し、sincユニットのフィルタをSinc³構造、およびSOSR = 256に設定した状態で構成します。

(3) 3つのモードすべてに共通です。



TERMINAL		I/O	DESCRIPTION
NO.	NAME		
1	CVDD		Modulator side supply ⁽¹⁾
2	IN1	Input	Data input from Modulator 1
3	CLK1	Bidirectional	Clock from/to Modulator 1
4	IN2	Input	Data input from Modulator 2
5	CLK2	Bidirectional	Clock from/to Modulator 2
6	IN3	Input	Data input from Modulator 3
7	CLK3	Bidirectional	Clock from/to Modulator 3
8	IN4	Input	Data input from Modulator 4
9	CLK4	Bidirectional	Clock from/to Modulator 4
10	AVDD		Signal generator supply
11	PWM1	Output	Signal generator output
12	PWM2	Output	Signal generator output (inverted)
13	AGND		Signal generator ground
14	DVDD		Core supply
15	GND		Ground
16	CLK	Input	System clock
17	SH1	Input	First asynchronous sample-and-hold
18	SH2	Input	Second asynchronous sample-and-hold
19	ACK	Output	Acknowledge signal
20	INT	Output	Interrupt signal
21	AD7	Bidirectional	Data bus bit 7 (most significant bit)
22	AD6	Bidirectional	Data bus bit 6
23	AD5	Bidirectional	Data bus bit 5
24	AD4	Bidirectional	Data bus bit 4
25	AD3	Bidirectional	Data bus bit 3
26	AD2	Bidirectional	Data bus bit 2
27	AD1	Bidirectional	Data bus bit 1
28	AD0	Bidirectional	Data bus bit 0 (least significant bit) ⁽²⁾
29	GND		Ground
30	BVDD		Controller side supply ⁽³⁾
31	$\overline{WR}$	Input	Write signal ⁽²⁾
32	$\overline{RD}$	Input	Read signal ⁽²⁾
33	$\overline{CS}$	Input	Chip select signal ⁽²⁾
34	$\overline{ALE}$	Input	Address latch enable ⁽²⁾
35	M0	Input	First mode pin
36	M1	Input	Second mode pin
37	$\overline{RST}$	Input	Active-low asynchronous reset
38	TE	Input	For factory test only; must be tied to ground
39	DVDD		Core supply
40	GND		Ground

(1) モジュレータ側のピンは1~9です。

(2) 機能はデバイスの設定に依存します。各モードでのピンの機能/名前のリストを、表3に示します。

(3) コントローラ側のピンは16~38です。

表 1. 端子機能

モジュレータ入力モード

タイミング特性

特に指定がない限り、自由通気かつ $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の全温度範囲で、 $\text{DVDD} = +5\text{V}$ 、 $\text{CVDD} = +5\text{V}$ 、 $\text{BVDD} = +2.7\text{V}$ です。

PARAMETER		MIN	MAX	UNIT
t_{w1}	Mode 0 clock period CLKx	45	1/64th of CLK period	ns
t_{w2}	Mode 0 clock high time CLKx	10	$t_{w1} - 10$	ns
t_{su1}	Setup time from data valid to CLKx high	5		ns
t_{h1}	Hold time from CLKx high to data invalid	5		ns
t_{w3}	Mode 1 clock period CLKx	90	1/128th of CLK period	ns
t_{w4}	Mode 1 clock high time CLKx	20	$t_{w3} - 10$	ns
t_{su2}	Setup time from data valid to CLKx high or low	5		ns
t_{h2}	Hold time from CLKx high or low to data invalid	5		ns
t_{w5}	Mode 2 data width INx	45		ns
t_{w6}	Mode 2 data pulse width INx	22		ns
t_{w7}	Mode 3 clock period CLKx	22	1/32nd of CLK period	ns
t_{w8}	Mode 3 clock high time CLKx	5	$t_{w7} - 5$	ns
t_{su3}	Setup time from data valid to any CLKx high	5		ns
t_{h3}	Hold time from any CLKx high to data invalid	5		ns
t_{w9}	System clock period CLK	11	10^6	ns
t_{w10}	System clock high time CLK	3	$t_{w9} - 3$	ns
t_{w11}	Mode 3 generated clock period CLKx	t_{w9}	$t_{w9} \times \text{MD control bits}$	ns
t_{w12}	Mode 3 generated high time CLKx	$t_{w10} - 2$	$t_{w10} + 2$	ns
t_{d1}	Delay from system clock CLK high to generated CLKx high	0	3	ns
t_{d2}	Delay from system clock CLK low to generated CLKx low	0	3	ns
t_{su4}	Setup time from data valid to any CLKx high	5		ns
t_{h4}	Hold time from any CLKx high to data invalid	5		ns

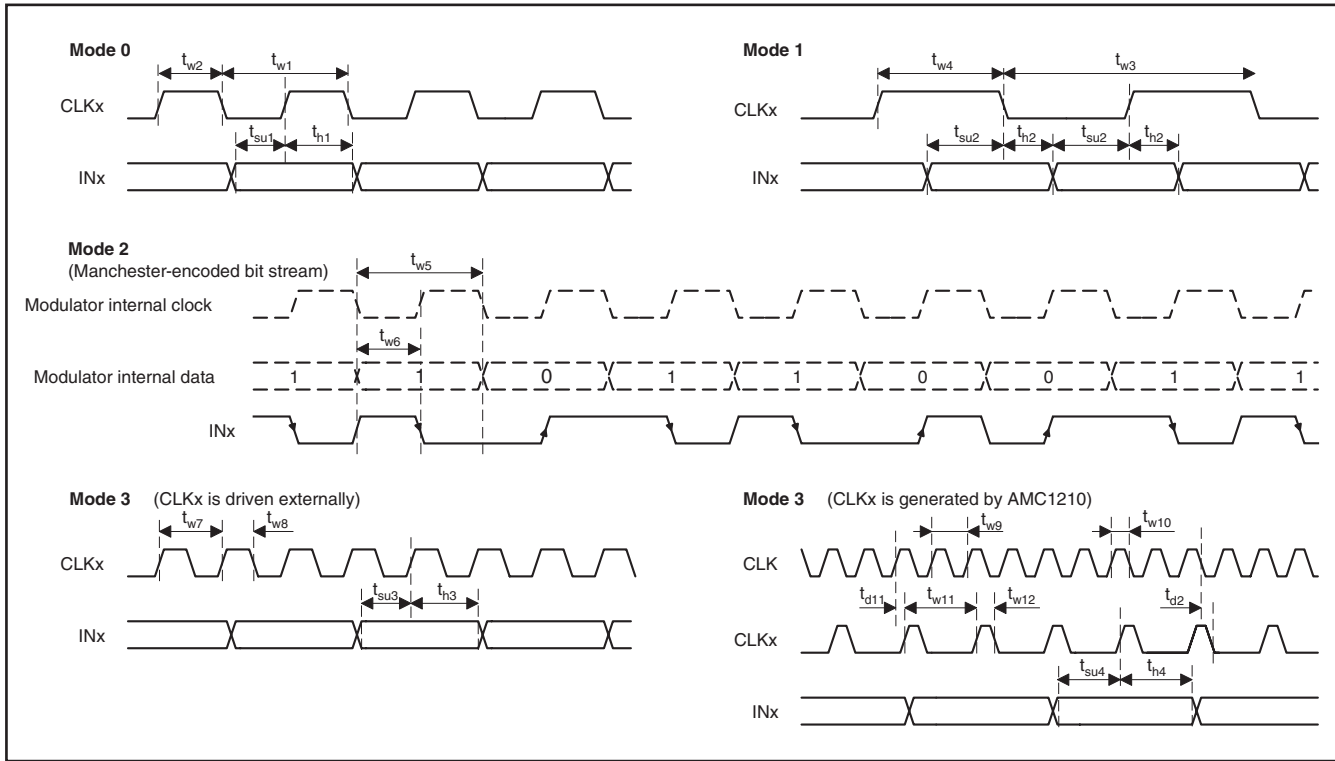


図 1. モジュレータ入力モードのタイミング

SPI インターフェイス・モード

タイミング特性⁽¹⁾

特に指定がない限り、自由通気かつ $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の全温度範囲で、 $\text{DVDD} = +5\text{V}$ 、 $\text{BVDD} = +2.7\text{V}$ です。

PARAMETER		Option 1		Option 2		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	
t_{c1}	$\overline{\text{WR}}$ period	40		25		ns
t_{w1}	$\overline{\text{WR}}$ HIGH or LOW time	10		10		ns
t_{d1}	Delay time from $\overline{\text{CS}}$ falling to $\overline{\text{WR}}$ rising edge	0		0		ns
t_{d2}	Delay time from $\overline{\text{CS}}$ falling to ADO not tristate		10		10	ns
t_{su1}	Data setup time	5		5		ns
t_{h1}	Input data hold time	5		5		ns
t_{d3}	Output data delay time		24		24	ns
t_{d4}	Enable lag time	10		10		ns
t_{d5}	ADO disable time		10		10	ns
t_{w2}	Sequential transfer delay	15		15		ns

(1) すべての入力信号は、 $t_R = t_F = 5\text{ns}$ (BVDD の10%~90%) という条件下で規定され、 $(V_{IL} + V_{IH})/2$ という電圧レベルでタイミング測定されます。

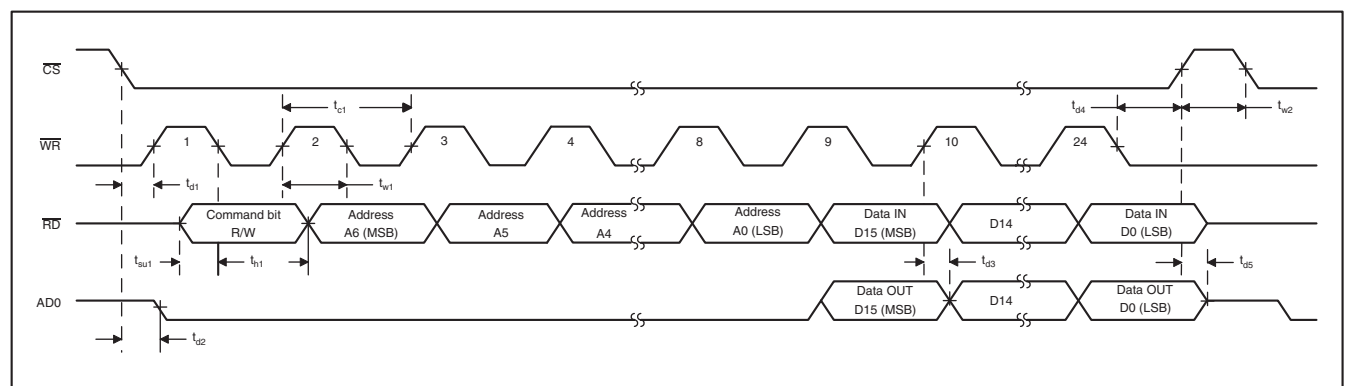


図 2. SPI インターフェイス、オプション1-SPIの通常インターフェイス

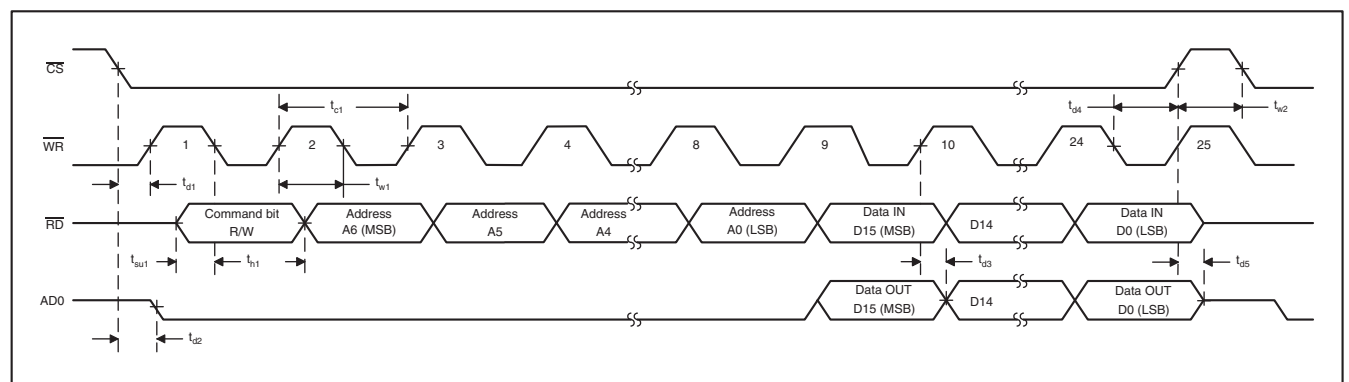


図 3. SPI インターフェイス、オプション 2-SPI 高速インターフェイス (25MHzを上回る場合)

パラレル・モード 1

タイミング特性⁽¹⁾

特に指定がない限り、自由通気かつ -40°C~+85°C の全温度範囲で、DVDD = +5V、BVDD = +2.7V です。

PARAMETER ⁽²⁾		MIN	MAX	UNIT
t_{w1}	$\overline{CS}$ low width	40		ns
t_{w2}	$\overline{CS}$ high width	5		ns
t_{d1}	Delay time from $\overline{CS}$ low to $\overline{WR}$ low	3		ns
t_{d2}	Delay time from $\overline{WR}$ high to $\overline{CS}$ high	5		ns
t_{w3}	$\overline{WR}$ low width	10		ns
t_{w4}	$\overline{WR}$ high width	10		ns
t_{su1}	Setup time from $\overline{ALE}$ high to $\overline{WR}$ low	0		ns
t_{h1}	Hold time from $\overline{WR}$ high to $\overline{ALE}$ low	2		ns
t_{su2}	Setup time from address valid to $\overline{WR}$ high	6		ns
t_{h2}	Hold time from $\overline{WR}$ high to address invalid	5		ns
t_{d3}	Delay time from $\overline{CS}$ low to $\overline{RD}$ low	0		ns
t_{d4}	Delay time from $\overline{RD}$ high to $\overline{CS}$ high	6		ns
t_{w5}	$\overline{RD}$ low width	30		ns
t_{w6}	$\overline{RD}$ high width	13		ns
t_{d5}	Delay time from $\overline{RD}$ low to data valid		30	ns
t_{d6}	Delay time from $\overline{RD}$ high to databus in tristate	0	10	ns
t_{d7}	Delay time from $\overline{WR}$ high to $\overline{RD}$ low	10		ns

(1) すべての入力信号は、 $t_R = t_F = 5\text{ns}$ (BVDD の 10%~90%) という条件下で規定され、 $(V_{IL} + V_{IH})/2$ という電圧レベルでタイミング測定されます。

(2) $\overline{WR}$ と $\overline{RD}$ の各パルスの間も $\overline{CS}$ が "L" レベルにとどまる場合は、 t_{w2} は適用されません。

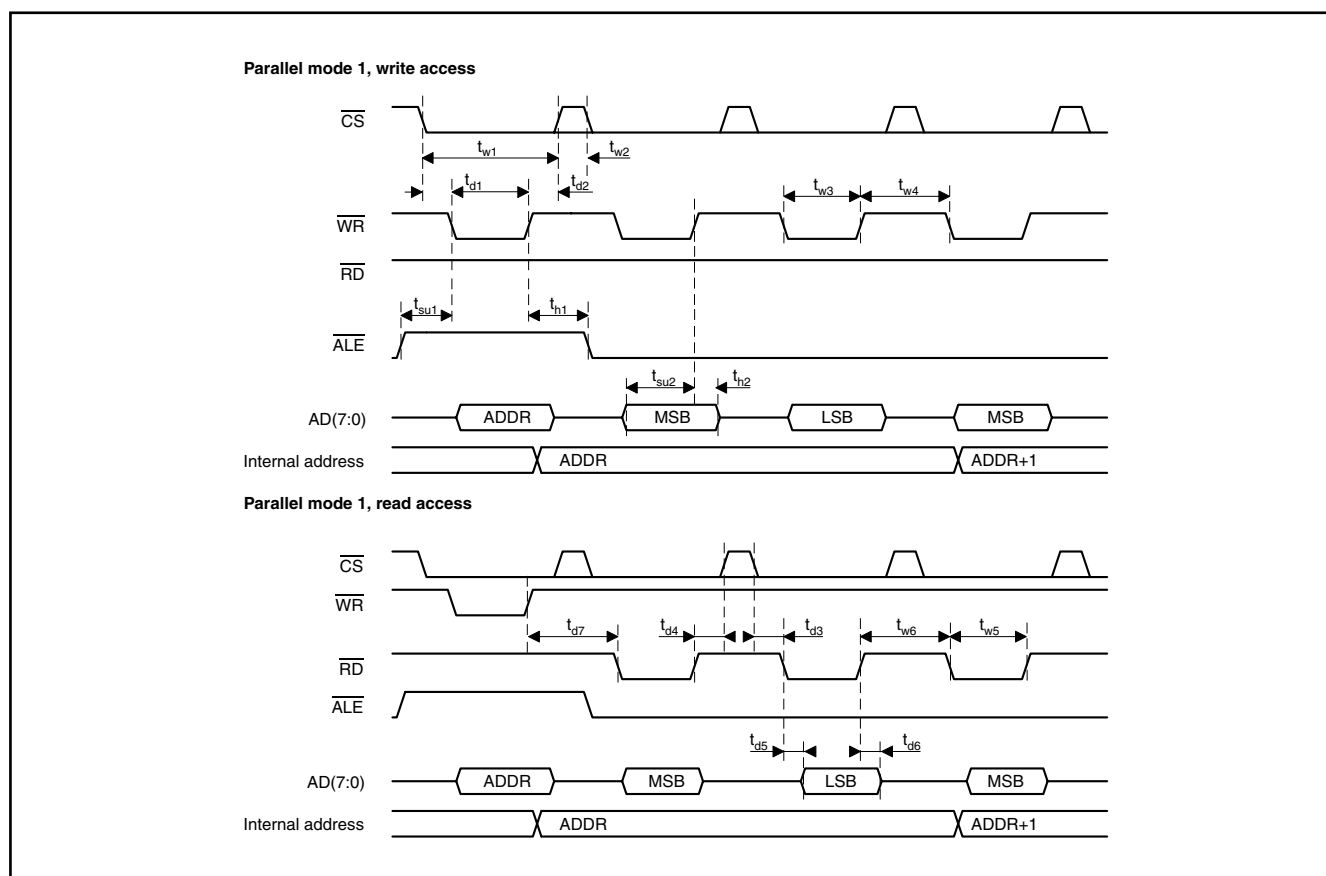


図 4. パラレル・モード1のタイミング

パラレル・モード2

タイミング特性⁽¹⁾

特に指定がない限り、自由通気かつ-40°C～+85°Cの全温度範囲で、DVDD = +5V、BVDD = +2.7Vです。

PARAMETER ⁽²⁾		MIN	MAX	UNIT
t_{w1}	$\overline{CS}$ low width	40		ns
t_{w2}	$\overline{CS}$ high width	5		ns
t_{d1}	Delay time from $\overline{ALE}$ low to $\overline{CS}$ high	5		ns
t_{d2}	Delay time from $\overline{WR}$ high to $\overline{CS}$ high	5		ns
t_{d3}	Delay time from $\overline{CS}$ low to $\overline{WR}$ low	3		ns
t_{w3}	$\overline{WR}$ low width	10		ns
t_{w4}	$\overline{WR}$ high width	10		ns
t_{w5}	$\overline{ALE}$ high width	10		ns
t_{d4}	Delay time from $\overline{ALE}$ low to $\overline{WR}$ low	10		ns
t_{su1}	Setup time from address valid to $\overline{ALE}$ low	6		ns
t_{h1}	Hold time from $\overline{ALE}$ low to address invalid	5		ns
t_{d5}	Delay time from $\overline{CS}$ low to $\overline{RD}$ low	0		ns
t_{su2}	Setup time from data valid to $\overline{WR}$ high	6		ns
t_{h2}	Hold time from $\overline{WR}$ high to data invalid	5		ns
t_{d6}	Delay time from $\overline{RD}$ high to $\overline{CS}$ high	6		ns
t_{w6}	$\overline{RD}$ low width	30		ns
t_{w7}	$\overline{RD}$ high width	13		ns
t_{d7}	Delay time from $\overline{RD}$ low to data valid		30	ns
t_{d8}	Delay time from $\overline{RD}$ high to databus in tristate	0	10	ns
t_{d9}	Delay time from $\overline{ALE}$ low to $\overline{RD}$ low	10		ns

(1) すべての入力信号は、 $t_R = t_F = 5\text{ns}$ (BVDD の 10%～90%) という条件下で規定され、 $(V_{IL} + V_{IH})/2$ という電圧レベルでタイミング測定されます。

(2) $\overline{WR}$ 、 $\overline{RD}$ 、 $\overline{ALE}$ の各パルスの間も $\overline{CS}$ が "L" レベルにとどまる場合は、 t_{w2} は適用されません。

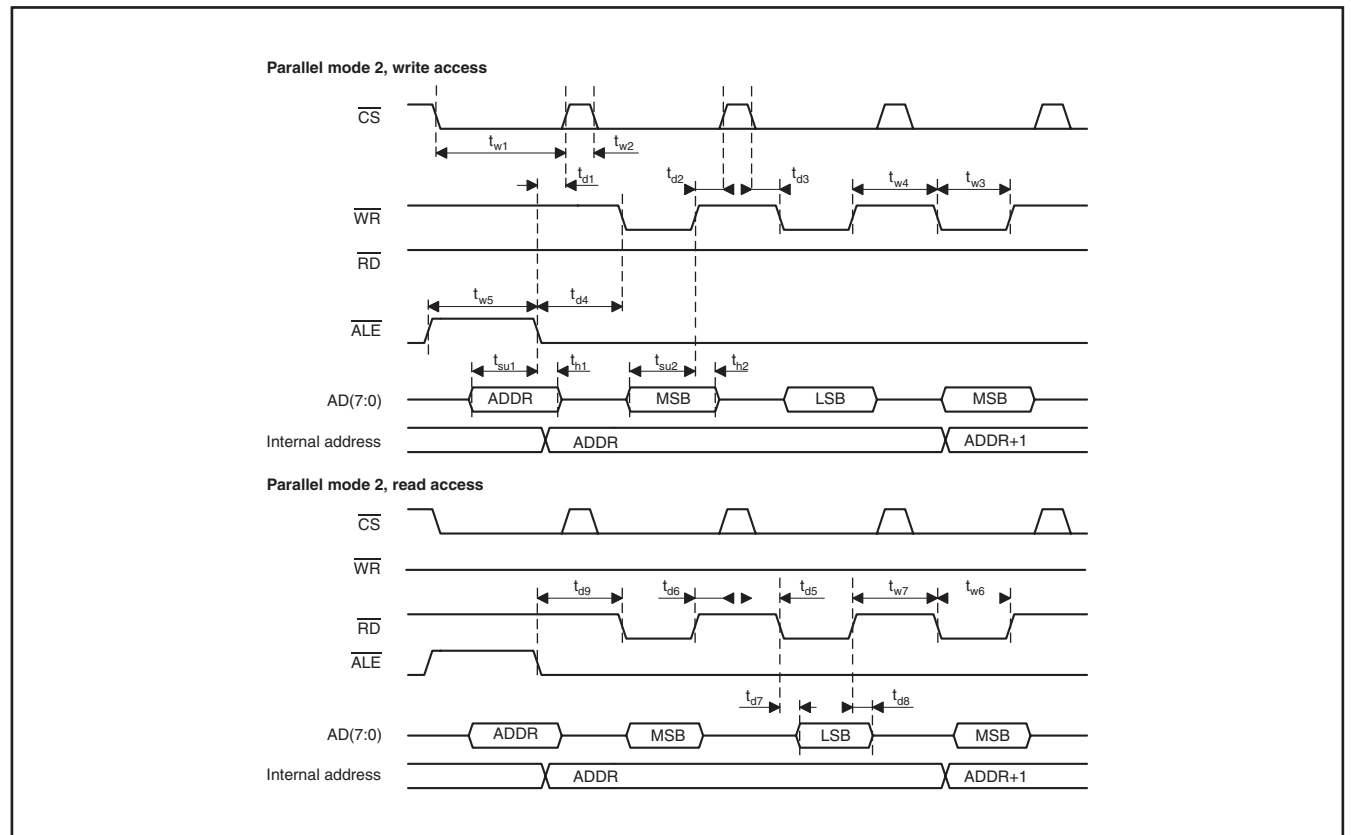


図 5. パラレル・モード2のタイミング

パラレル・モード3

タイミング特性⁽¹⁾

特に指定がない限り、自由通気かつ-40°C~+85°Cの全温度範囲で、DVDD = +5V、BVDD = +2.7V です。

PARAMETER ⁽²⁾		MIN	MAX	UNIT
t_{w1}	$\overline{CS}$ low width	40		ns
t_{w2}	$\overline{CS}$ high width	5		ns
t_{d1}	Delay time from $\overline{WR}$ low to $\overline{CS}$ low	5		ns
t_{d2}	Delay time from $\overline{ALE}$ high to $\overline{CS}$ high	5		ns
t_{d3}	Delay time from $\overline{RD}$ high to $\overline{CS}$ high	5		ns
t_{d4}	Delay time from $\overline{CS}$ low to $\overline{RD}$ low	3		ns
t_{w3}	$\overline{RD}$ low width	10		ns
t_{w4}	$\overline{RD}$ high width	30		ns
t_{w5}	$\overline{ALE}$ low width	6		ns
t_{d5}	Delay time from $\overline{ALE}$ high to $\overline{RD}$ low	10		ns
t_{su1}	Setup time from address valid to $\overline{ALE}$ high	5		ns
t_{h1}	Hold time from $\overline{ALE}$ high to address invalid	5		ns
t_{su2}	Setup time from data valid to $\overline{RD}$ high	5		ns
t_{h2}	Hold time from $\overline{RD}$ high to data invalid	5		ns
t_{d6}	Delay time from $\overline{RD}$ low to data valid		30	ns
t_{d7}	Delay time from $\overline{RD}$ high to databus in tristate	0	10	ns
t_{d8}	Delay time from $\overline{WR}$ high to $\overline{CS}$ low	5		ns

(1) すべての入力信号は、 $t_R = t_F = 5\text{ns}$ (BVDD の 10%~90%) という条件下で規定され、 $(V_{IL} + V_{IH})/2$ という電圧レベルでタイミング測定されます。

(2) $\overline{RD}$ と $\overline{ALE}$ の各パルスの間も $\overline{CS}$ が "L" レベルにとどまる場合は、 t_{w2} は適用されません。

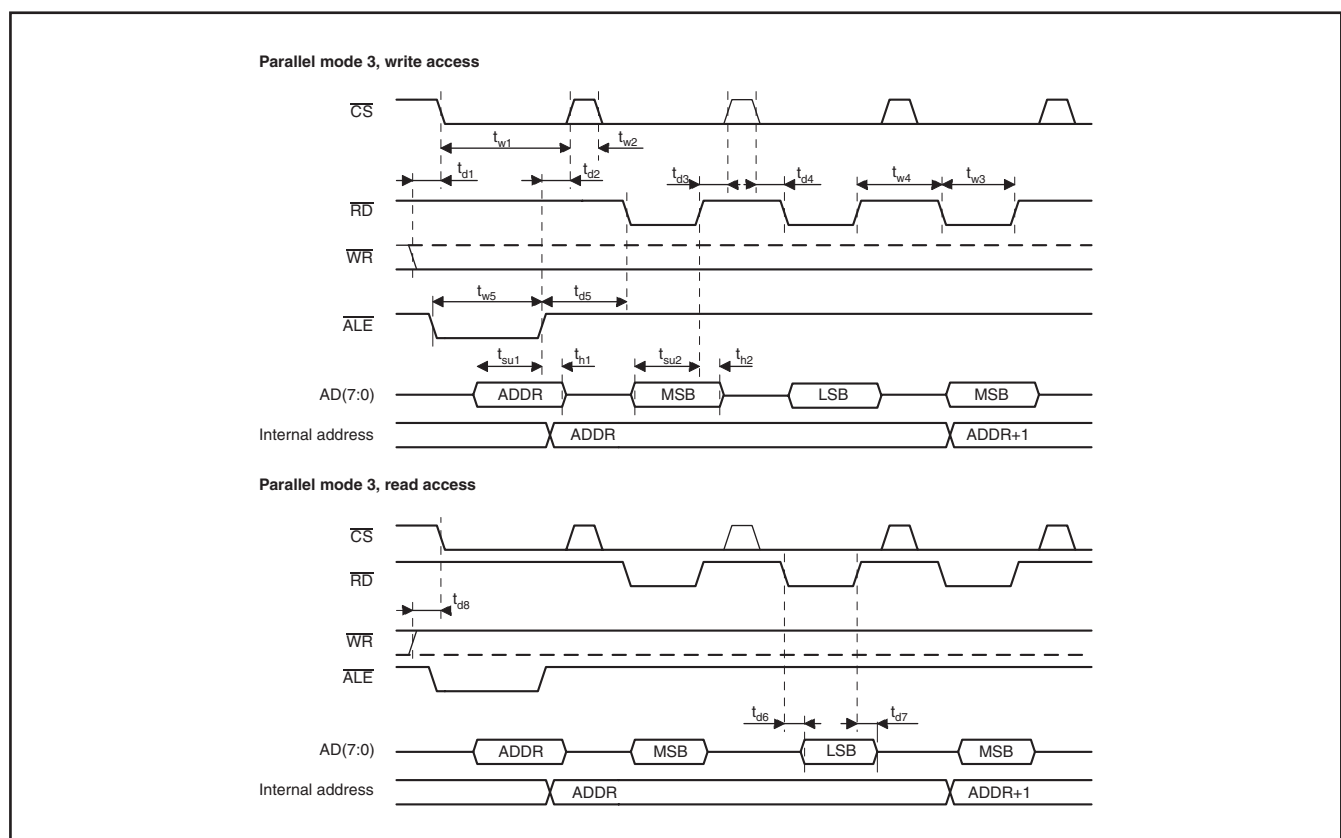


図 6. パラレル・モード3のタイミング

代表的特性

特に指定がない限り、 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の範囲で、 AVDD 、 CVDD 、 $\text{DVDD} = +5\text{V}$ 、 $\text{BVDD} = +2.7\text{V}$ です。
各電圧に関して、次の条件が成立している必要があります。 $\text{CVDD} \geq \text{DVDD} \geq \text{BVDD}$ 。

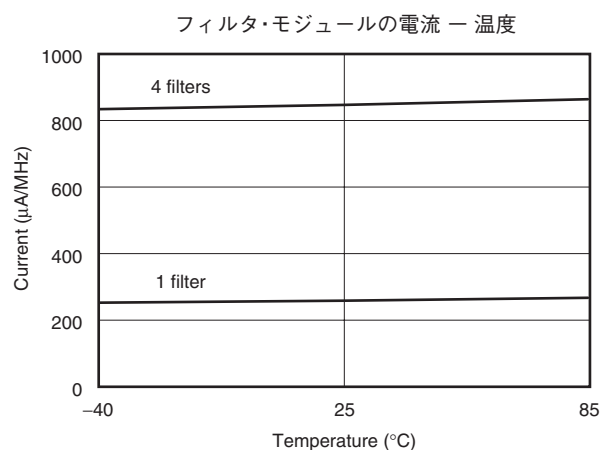


図 7

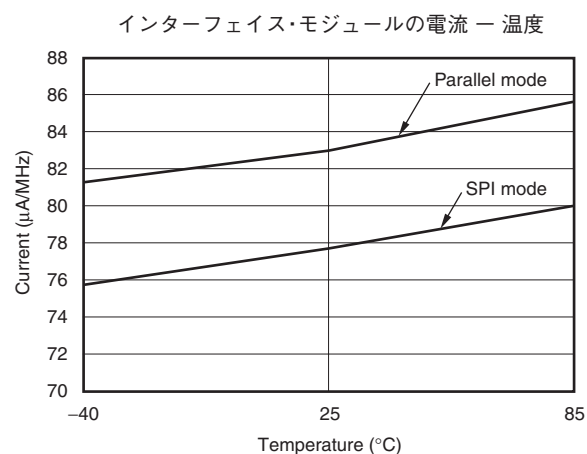


図 8

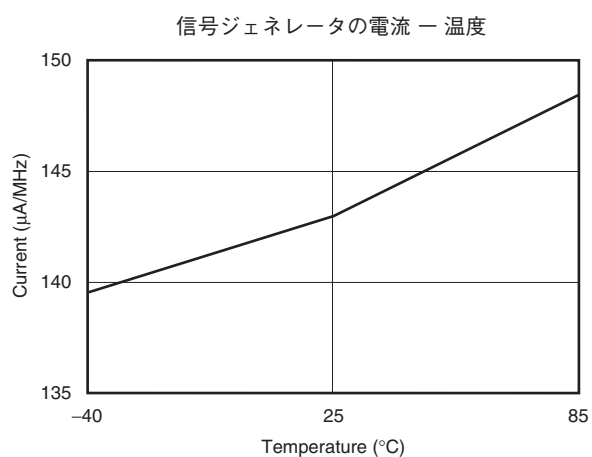


図 9

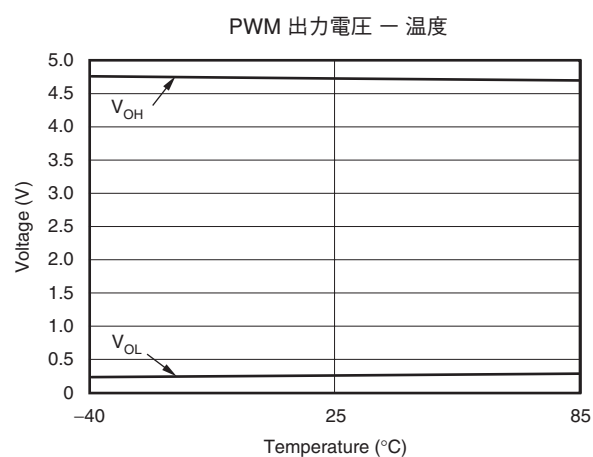


図 10

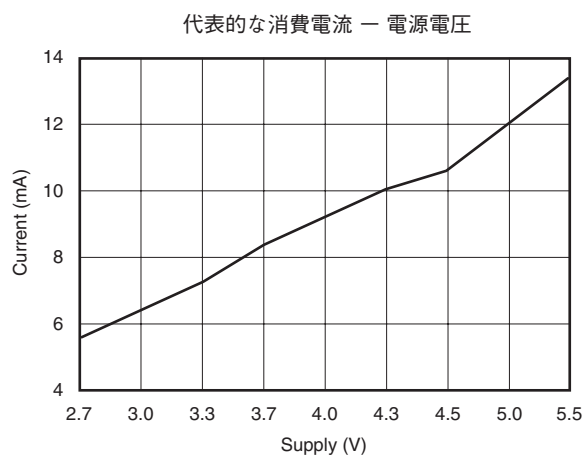


図 11

THEORY OF OPERATION

概要

AMC1210は、柔軟性の高いデジタル・フィルタ・デバイスであり、モーター制御アプリケーションに特化して設計されたものです。デジタル処理ブロックに4つの独立したデジタル・フィルタを内蔵し、SPIバス、または8ビットのマルチプレックス・パラレルI/Oを使用して通信することができます。各データストリーム入力、外部クロック、またはデルタ・シグマ・モジュレータから供給されるクロックを使用して、クロック同期することができます。時間測定単位を指定できるので、サンプリングの速度とデータ収集をソフトウェアからモニタし、包括的に制御できます。また割り込みユニットがあるので、AMC1210の状態をリアルタイム・モニタすることができます。デジタル・コンパレータ・ユニットが用意されているので、さまざまなデータストリームに対してプログラム可能なピーク条件のアラートを発行できます。電流測定アプリケーションで使用する場合は、デジタル・コンパレータ・ユニットを使用して、過電流または電流不足の状況に対してアラートを発行できます。

インターフェイス・モジュール

AMC1210は、4つの異なるインターフェイス・モードを使用して、デジタル・シグナル・プロセッサ (DSP) またはマイクロコントローラ (μC) と通信することができます。1つのシリアル・モードと、3つの8ビット・マルチプレックス・パラレル・モードです。シリアル・モードは標準的な SPI モードであり、通常は24ビット転送を行います。マルチプレックス・パラレル・モードは、広い範囲のコントローラと組み合わせて動作させるために設計されたものです。モード・ピンであるM0とM1は、モード選択を決定します。表2に、デジタル・インターフェイスの構成を示します。

デジタル・インターフェイス・ピンは、インターフェイス・モードによって、異なる機能を果たします。表3に、さまざまなモードでのピンの動作を示します。

INTERFACE MODES	PIN M1	PIN M0
SPI	0	0
Parallel Mode 1	0	1
Parallel Mode 2	1	0
Parallel Mode 3	1	1

表 2. デジタル・インターフェイスの構成

PIN	SPI MODE	PARALLEL MODE 1	PARALLEL MODE 2	PARALLEL MODE 3
M1	0	0	1	1
M0	0	1	0	1
$\overline{ALE}$	—	Address/Data Select	Address Latch Enable	Address Valid
$\overline{CS}$	Frame sync	Chip Select	Chip Select	Chip Select
$\overline{RD}$	SPI Data In	Read	Read	Strobe
$\overline{WR}$	SPI Clock	Write	Write	Read/Write
AD0	SPI Data Out	Databus 0 (LSB)	Databus 0 (LSB)	Databus 0 (LSB)
AD1	—	Databus 1	Databus 1	Databus 1
AD2	—	Databus 2	Databus 2	Databus 2
AD3	—	Databus 3	Databus 3	Databus 3
AD4	—	Databus 4	Databus 4	Databus 4
AD5	—	Databus 5	Databus 5	Databus 5
AD6	—	Databus 6	Databus 6	Databus 6
AD7	—	Databus 7 (MSB)	Databus 7 (MSB)	Databus 7 (MSB)

表 3. さまざまなコミュニケーション・モードでのピンの機能

MODULE/UNIT	FEATURE	CLOCK FUNCTION
Interface/Signal Generator	Signal generator	Determines output data rate
Filter/Input Control	Manchester Decoder in control unit	Allows decoding of Manchester data
	CLKx signal in control unit	Provides timing for CLKx pin when bit CD in the control parameter = '1'
	Clock dividers for CLKx in control unit	Divides CLKx speed
	Modulator failure detection	Allows AMC1210 to monitor input clock CLKx
Filter/Time Measurement	Time measurement	TMU counts number of CLK cycles when TM = 0

表 4. CLK ピンの機能

クロックの設定

クロック・ピンであるCLKは、いくつかの機能のタイミングを制御します。表4に、CLK信号を使用してタイミングを調整するユニットと機能を示します。この表の中にある機能がどれも必要でない場合は、電流消費の増加を防止するために、CLKピンをGNDに接続してください。

SPIモード

SPIインターフェイスは、システムの他の部分とは完全に非同期で動作します。SPIインターフェイスには、 $\overline{WR}$ 、 $\overline{RD}$ 、AD0、および $\overline{CS}$ という4つの信号があります。SPIインターフェイスの最大速度は40MHzです。選択信号である $\overline{CS}$ が“H”レベルの場合、AddressとData Registerを除き、SPIインターフェイス全体がリセット状態になります。 $\overline{CS}$ が“H”レベルである間は、SPIのクロックである $\overline{WR}$ と、シリアル・データ入力である $\overline{RD}$ は無効になります。受信データは $\overline{WR}$ の立ち下がりエッジで、SPIインターフェイスによってストローブされます。送信データは $\overline{WR}$ の立ち上がりエッジで、出力AD0に書き込まれます（「SPIインターフェイス・モード」を参照）。16ビットから成る1ワードを伝送するには、24ビットが必要です。AMC1210が最初に受信する1ビットは、伝送全体が読み取りまたは書き込みのいずれかの動作であること決定します。“H”レベルのビットは読み取り動作、“L”レベルのビットは書き込み動作を表します。その後、7ビットのアドレス・ビットが続きます。アドレス・ビットの後に、表5に示すシーケンスに従って16ビットのデータ・ビットが送信または受信されます。

SPIオプション1

SPI オプション1では、1回の16ビット伝送は次の方法で実施されます。

1. $\overline{WR}$ の最初の立ち下がりエッジで、読み取り/書き込みビットがストローブされます。
2. $\overline{WR}$ の2回目の立ち下がりエッジで、アドレスのMSB (最上位ビット、つまりビット6) がストローブされます。
3. $\overline{WR}$ の8回目の立ち下がりエッジで、アドレスのLSB (最下位ビット、つまりビット0) がストローブされ、レジスタ・マップのうち、対応するデータが読み取られます。
4. 9回目の立ち上がりエッジ (MSB) で、レジスタ・マップから読み取られたデータはシフト・レジスタの中にラッチされ、 $\overline{WR}$ の立ち上がりエッジのたびに1ビットがシフトされます。速度が25MHz未満の場合は、次の立ち下がりエッジ (オプション1) で読み取りを行うことをお勧めします。書き込み動作が実行されている場合でも、このデータは必ず外部に対して送信されます。
5. $\overline{WR}$ の24回目の立ち下がりエッジ (LSB) で、最後のデータ・ビットが $\overline{RD}$ からシフト・インし、書き込み動作が実行されている場合はデータをレジスタ・マップに書き込むための書き込みパルスが生成されます。

図2と図3に、このSPIモードに関する詳細なタイミング情報を示します。

A24	A23	A22	A21	A20	A19	A18	A17	A16	MSB A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	LSB A0
R/W	Address									Data														

表 5. SPI書き込み時の24ビット・ワードのフォーマット

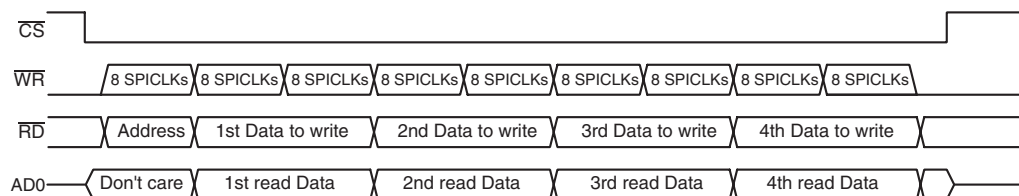


図 12. シリアル通信の代表的な動作

連続的な読み取りまたは書き込みを行っている間は、各読み取りまたは各書き込みの後にアドレスがインクリメントします。アドレスが7Fhに達した時点で、アドレス・カウンタは再び0から始まります。各データ・ワードの16番目に相当する $\overline{WR}$ の時点で、データはレジスタ・マップに書き込まれます。データ・ワードのうち16番目に相当する $\overline{WR}$ より前の時点で、 $\overline{CS}$ がインアクティブであった場合、データはレジスタ・マップに書き込まれません。そのデータは失われます。図12に、この機能の代表的な例を示します。

SPIオプション2

SPIオプション2は、クロック・スピードが25MHzを上回る場合に推奨されます。オプション1とオプション2の唯一の違いは、出力データをストロープするエッジです。オプション2では、レジスタ・マップからデータをラッチした後、立ち上がりエッジでユーザーがデータを読み取る必要があります(オプション1に比べると、1.5クロック・サイクル後)。この場合は、余分のクロック・サイクルが必要になります(24ではなく、25クロック・サイクル)。図3のタイミング図を参照してください。

パラレル・モード1

パラレル・モード1では、ホスト・ポートは $\overline{WR}$ と $\overline{RD}$ を使用し、AMC1210への書き込みアクセスと読み取りアクセスを独立して実行します。電流サイクルは、AMC1210のCS入力が“L”レベルである間にのみ処理されます。 $\overline{RD}$ は、AMC1210に対して、ホスト・プロセッサがデータ伝送を要求したことを知らせます。その後、AMC1210はデータをホストに出力します。

AMC1210の中にあるレジスタを構成するために、ホスト・プロセスは $\overline{WR}$ 信号を発行し、有効なデータがバスで利用できることを知らせます。 $\overline{WR}$ の立ち上がりエッジで、このデータはAMC1210の中にラッチされます。AMC1210に対して指定するアドレスは、 $\overline{WR}$ の最初の立ち上がりエッジの時点で有効になっている必要があります。アドレスが発行されたことを知らせるには、 $\overline{WR}$ 信号を“L”に設定する前に、信号 $\overline{ALE}$ を“H”に設定する必要があります。書き込みまたは読み取りを2回連続して実行する場合は、その間、 $\overline{CS}$ 信号を“L”レベルにとどめておくこともできます。

図4に、パラレル・モード1の詳細なタイミング図を示します。

パラレル・モード2

パラレル・モード2では、ホスト・ポートは $\overline{WR}$ と $\overline{RD}$ を使用し、AMC1210への書き込みアクセスと読み取りアクセスを独立して実行します。電流サイクルは、AMC1210のCS入力が“L”レベルである間にのみ処理されます。 $\overline{RD}$ は、AMC1210に対して、ホスト・プロセッサがデータ伝送を要求したことを知らせます。その後、AMC1210はデータをホストに出力します。

AMC1210のレジスタを構成するために、ホスト・プロセスは $\overline{WR}$ 信号を発行し、有効なデータがバスで利用できることを知らせます。 $\overline{WR}$ の立ち上がりエッジで、このデータはAMC1210の中にラッチされます。信号 $\overline{ALE}$ を“L”レベルに設定する時点で、アドレスはAMC1210の中にラッチされます。書き込みまたは読み取りを2回連続して実行する場合は、その間、 $\overline{CS}$ 信号を“L”レベルにとどめておくこともできます。

図5に、パラレル・モード2の詳細なタイミング図を示します。

パラレル・モード3

パラレル・モード3では、ホスト・ポートは $\overline{RD}$ と $\overline{WR}$ を使用し、AMC1210への書き込みアクセスと読み取りアクセスを実行します。電流サイクルは、AMC1210のCS入力が“L”レベルである間에만処理されます。 $\overline{WR}$ は、AMC1210に対して、ホスト・プロセッサが読み取り伝送または書き込み伝送を開始したことを知らせます。 $\overline{WR}$ が“H”レベルであり、 $\overline{RD}$ が“L”レベルである場合は、AMC1210はデータをホストに出力します。

AMC1210の中にあるレジスタを構成するために、ホスト・プロセスは $\overline{RD}$ 信号を発行し、同時に $\overline{WR}$ を“L”レベルに設定して、有効なデータがバスで利用できることを知らせます。 $\overline{RD}$ 信号の立ち上がりエッジで、このデータはAMC1210の中にラッチされます。信号 $\overline{ALE}$ を“H”レベルに設定する時点で、アドレスはAMC1210の中にラッチされます。書き込みまたは読み取りを2回連続して実行する場合は、その間、CS信号を“L”レベルにとどめておくこともできます。

図6に、パラレル・モード3の詳細なタイミング図を示します。

どのパラレル・モードでも、AMC1210に新しいアドレスを書き込むことなく、各アドレスをシーケンシャル・アクセスすることもできます。ユーザーがアドレスを設定した場合、ポインタもそのアドレスを指すように設定されます。連続した読み取りまたは書き込み操作を実行する場合は、各操作が終わるごとに、レジスタ・マップの中でアドレスが1インクリメントします。

フィルタ・モジュール

フィルタ・モジュールは、制御ブロック・ユニット、コンパレータ・フィルタ・ユニット、sincフィルタ・ユニット、時間測定ユニット、およびデモジュレータ/インテグレータ・ユニットによって形成されています。各ユニットは、個別にプログラムして、いくつかの異なる動作モードに設定することができます。図13に、1つのフィルタ・モジュールのブロック図を示します。4つのフィルタ・モジュールは互いに同一であり、それぞれ独立して構成できます。

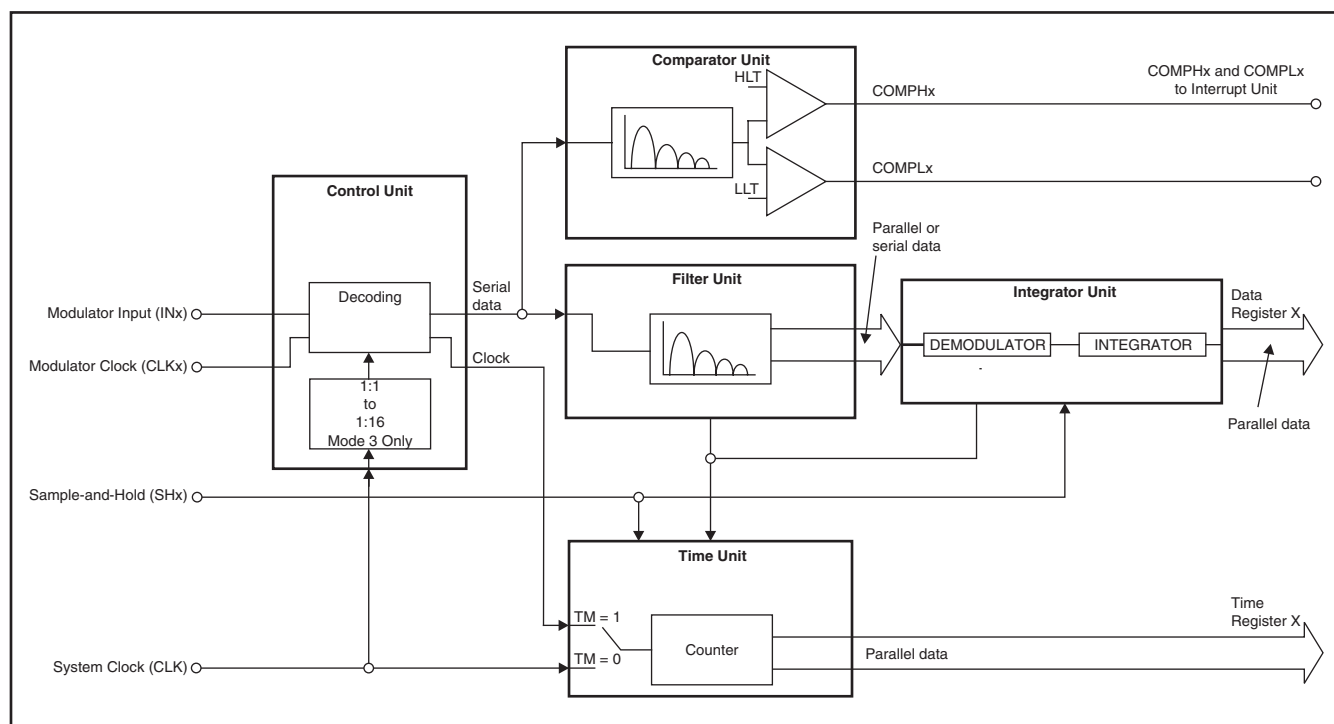


図 13. AMC1210 のフィルタ・モジュール

MODULATOR MODE	MOD1	MOD0	DESCRIPTION
0	0	0	The modulator clock is running with the modulator data rate. The modulator data is strobed at every rising edge of the modulator clock.
1	0	1	The modulator clock is running with half of the modulator data rate. The modulator data is strobed at every edge of the modulator clock.
2	1	0	The modulator clock is off and the modulator data is Manchester-encoded.
3	1	1	The modulator clock is running with double of the modulator data rate. The modulator data is strobed at every other positive modulator clock edge.

表 6. インターフェイス・モード

制御ユニット

制御ユニットは、モジュレータの入力データとそれに対応するクロックを変換し、AMC1210がそれらを使用できるようにします。モジュレータのモードに応じて、4つの入力オプションが使用できます。これらのオプションを選択するには、制御パラメータ・レジスタのMOD1およびMOD0という各ビットを使用します。表6に、各入力モードを示します。これらの各モジュールの詳細なタイミング図は、「タイミング特性」セクションに示しています。図1を参照してください。

モジュレータ・モード2では、データはマンチェスター (Manchester) 符号化されます。最適なデコード・パフォーマンスを達成するために、自動キャリブレーションが継続して実行されます。このキャリブレーションの状態は、制御パラメータ・レジスタのビットMS10~MS0、およびステータス・レジスタのビットMALxとMAFxによって確認できます。このモードでは、クロック入力CLKxは無視されます。

入力クロック

フィルタ・モジュールのクロックは、システム・クロックとは分離されています（モジュレータ・モード3を使用する場合を除く）。この設計により、フィルタ・モジュールは制御モジュール

とは非同期に動作できるので、入力データと制御ブロックのタイミングに関して、2つの異なる速度を使用できます。クロックの設定は、入力モードごとに異なります。表7を参照してください。

入力データがクロックに正しく同期されている限り、フィルタ・モジュールのすべての機能（sinc フィルタ・ユニット、コンパレータ・ユニットなど）は、同じレートでクロックに同期されません。

マンチェスター・デコーダ

信号のマンチェスター符号化とは、データ信号を符号化する手法の1つであり、個別のクロック・ラインを使用することなくデータ信号を取得できることが特徴です。モード2で構成した場合、AMC1210はINxピンに供給された、マンチェスター符号化された信号を変換し、クロック信号とデータ信号を取得できます。データのデコードを最適化するために、自動キャリブレーションが継続して実行されます。

INPUT MODE	CLOCK FUNCTIONALITY
0	The clock for the filter module is fed by the CLKx input, which can be either external or driven by the modulator. The frequency is the same.
1	Each edge of CLKx generates a pulse, which clocks the filter module.
2	The clock for the filter module is generated by the Manchester decoder.
3	The clock source is the system clock, from the CLK pin. This clock can be divided down by a programmed number between 1 and 8 by bits MD2~MD0 in the Clock Divider Register. This clock can also be fed to the CLKx pin to drive the modulator clock if the bit CD in the Control Parameter Register is set to '1'.

表 7. 各インターフェイス・モードでのクロックの動作

VALUE	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
BIT	MS10	MS9	MS8	MS7	MS6	MS5	MS4	MS3	MS2	MS1	MS0
CLK CYCLES	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

表 8. 制御パラメータ・レジスタの例

キャリブレーションのメカニズムは、次のシーケンスに従います。

1. モジュレータのデータを、システム・クロック (CLK) と同じ周波数でサンプリングします。
2. 遷移から次の遷移までのCLKサイクルの数をカウントし、1,024回の連続した遷移に関してこれを記録します。
3. その結果得られた配列では、遷移と遷移の間にカウントされたCLKサイクルの数に対応するビット位置に“1”を書き込みます。たとえば、表8に示すシーケンスでは、3と4、および7と8で少なくとも1つの書き込みが実施されたことを意味し、遷移と遷移の間に発生したCLKサイクルを表しています。この配列は、制御パラメータ・レジスタのMS10–MS0というビットの中に保存されます。
4. アルゴリズムは、“1”と“1”の間にはさまれた、一連の“0”を検索します。そのパターンが見つからなかった場合は、ステータス・レジスタの中にあるMALxおよびMAFxという各ビットが“H”レベルに設定されます。
5. このアルゴリズムが成功した場合、このアルゴリズムは最初の“0”の場所を、周波数を決定したり、マンチェスター符号の中でどの遷移が有効なのか決定したりするために必要なCLKサイクルの数として使用します。
6. このアルゴリズムは、ステップ2から自動的に再開されます。

MALxビットは、マンチェスター・デコーダにおける直前のキャリブレーション・サイクルの状態を表します。このビットが“H”レベルである場合、直前のキャリブレーション・サイクルで、デコーダのキャリブレーションは失敗しています。MAFxビットは、ステータス・レジスタの最後の読み取り以降に失敗が発生したかどうかを示します。MALxで失敗が発生した場合は、MAFxが“H”レベルになります。ステータス・レジスタが読み取られた時点で、MAFxはリセットされて“L”レベルになります。

AMC1210がモジュレータ・モード2として構成されている場合、デコード手順は継続して実行されます。デコーダを正しく動作させるには、CLK周波数はマンチェスター・データ・レートのおおむね6倍である必要があります。

コンパレータ・ユニット

独立したコンパレータ・ユニットにより、ユーザーは入力測定分解能を犠牲にすることなく、高速なセトリングタイムを指定して入力条件をモニタできます。コンパレータ・ユニットのフィルタはsincフィルタ・ユニットに似ていて、OSRは1～32の範囲にある連続した値のいずれかを取ります。OSRを32に設定した場合は、32,768の幅に相当する15ビットという最大の出力を実現できます。フィルタの出力は、プログラムされた2つのスレッショールド・レベルと比較され、値を上回る状況、または値を下回る状況が検出されます。これらのスレッショールド・レベルは、個別のフィルタ・モジュールごとに、スレッショールド・レジスタの“H”レベルと“L”レベルを介してプログラムするものです。値を上回る状況、または値を下回る状況が発生した場合、コンパレータ・ユニットは割り込みユニットに対して信号を送信し、割り込み信号を設定し、その状況を割り込みレジスタに保存するよう指示します。次に、割り込みレジスタがポーリングされ、割り込み信号を発生させた状況が調査されます。コンパレータ・フィルタの値を読み取ることはできません。

このフィルタは、コンパレータと組み合わせられ、一般的には過電流を検出する目的で使用されます。希望の分解能/セトリングタイムの組み合わせを達成するために、OSRを決定する必要があります。このプログラミングについては、「アプリケーション情報」のセクションで詳細に説明します。

コンパレータ・フィルタ・ユニットとsincフィルタ・ユニットは、入力データの処理方法が異なります。コンパレータ・フィルタ・ユニットは、“L”レベルの入力信号を“0”、“H”レベルの入力信号を“1”に変換します。それに対して、sincフィルタ・ユニットは“–1”と“1”を使用します。その計算の結果、コンパレータ・フィルタの出力は必ず正の値になります。データの表現形式は、ストレートバイナリ形式です。表9と図14に、コンパレータがさまざまなオーバーサンプリング比を使用したときに保存できる、さまざまなフルスケールの値を示します。

OSR	Sinc ¹	Sinc ²	Sinc ³	Sincfast
x	0 to x	0 to x ²	0 to x ³	0 to 2x ²
4	0 to 4	0 to 16	0 to 64	0 to 32
8	0 to 8	0 to 64	0 to 512	0 to 128
16	0 to 16	0 to 256	0 to 4096	0 to 512
32	0 to 32	0 to 1024	0 to 32,768	0 to 2048

表 9. さまざまな OSR/フィルタの組み合わせによるピーク・データ値

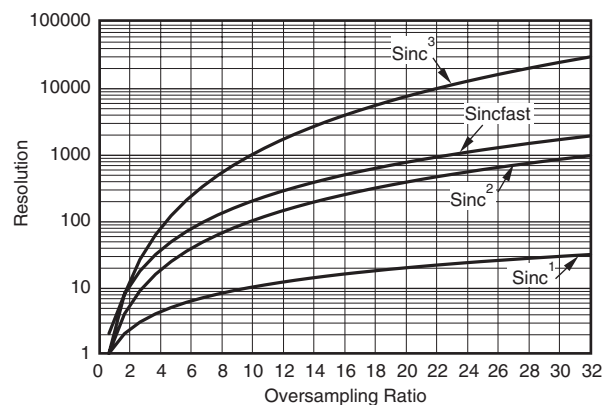
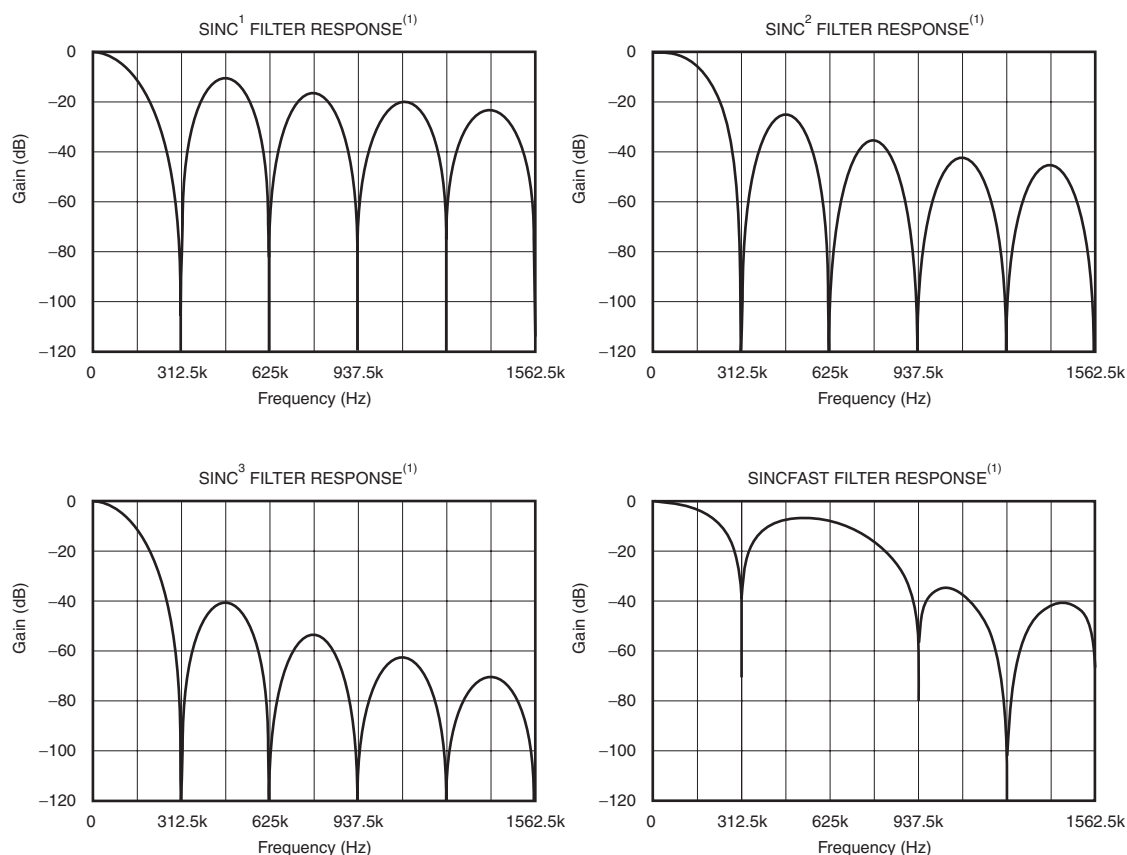


図 14. コンパレータ・フィルタの分解能

最大分解能は、表9に示したピーク値を実現します(2進数で15ビット、10進数で32,768)。最大値を実現するには、デルタ・シグマ・モジュレータを正または負の絶対最大フルスケールで動作させることに注意してください。これは、ほとんどのデルタ・シグマ・モジュレータでの推奨フルスケールの80%という範囲を超えるものです。

Sincフィルタ・ユニット

AMC1210は、標準的な積分/デシメーション/微分の手法を使用して、sincフィルタを実現しています。オーバーサンプリング比(OSR)を1~256の連続した整数のいずれかに設定することにより、このフィルタをSinc1、Sinc2、Sinc3、またはSincfastフィルタとして構成できます。図15に、各タイプのフィルタの周波数応答を示します。



NOTE: (1) $f_{\text{DATA}} = 312.5\text{kHz} = \frac{f_{\text{CLK}}}{\text{OSR}} = \frac{10\text{MHz}}{32}$

図 15. さまざまなSincフィルタを使用した場合のAMC1210の周波数応答

これらの図は、あるオーバーサンプリング比 (SOSR = 32) および10MHzのモジュレータ比に対するデジタル・フィルタの周波数応答を示します。

デジタル・フィルタの一般的な目的は、入力されたモジュレータ・データの平均を求めることです。より高い分解能を実現するには、平均の対象となる追加のサンプルが要求されます。したがって、急激な変化を正確に表現するためにより多くのサンプル総数が必要になります。また単一のサンプルを完成させるために、追加のクロック・サイクルも必要になります。サンプルを出力するためのクロック・サイクルの比は、Sincフィルタ・パラメータ・レジスタの中にあるSOSRの値 (sincフィルタ・ユニットのオーバーサンプリング比) によって制御されます。表10と図16に、さまざまなフィルタ構造とSOSRの値によって得られる最大の分解能を示します。

sincフィルタは25ビットの幅であり、符号付きの2の補数データ形式で表現されています。実現可能な最大の分解能を使用した場合は、26ビットから成るワード ($\pm 16,777,216$) が得られます。この値を実現できるのは、デルタ・シグマ・モジュレータを

正または負の絶対最大フルスケールで動作させる場合のみです。これは、ほとんどのデルタ・シグマ・モジュレータでの推奨フルスケールの80%という範囲を超えるものです。この値は、信号の分解能を表すものではありません。信号の分解能はモジュレータによって決まるものであり、フィルタのビット幅を増やしても、モジュレータの能力を上回ってノイズ性能の向上が達成されることはありません。

図17に、代表的なアプリケーションでのデジタル・フィルタの使用法を示します。フィルタが有効になっている場合、フィルタは継続してデータを処理し、出力ワードを生成します。出力ワードを読み取る準備ができている場合は、ACKピンの立ち上がりエッジによって、最初にプロセッサがトリガされます。次に、割り込みレジスタが読み取られ、どのフィルタ・モジュールが新しいデータを生成したのか確認されます。すべての有効なデータ・レジスタが読み取られた時点で、ACKピンは“L”レベルになります。

データ・レジスタは、最大32ビットを使用できます。

SOSR	Sinc ¹	Sinc ²	Sinc ³	Sincfast
x	$\pm x$	$\pm x^2$	$\pm x^3$	$\pm 2x^2$
4	-4 to 4	$\bar{n}16$ to 16	-64 to 64	-32 to 32
8	-8 to 8	$\bar{n}64$ to 64	-512 to 512	-128 to 128
16	-16 to 16	$\bar{n}256$ to 256	-4096 to 4096	-512 to 512
32	-32 to 32	$\bar{n}1024$ to 1024	-32,768 to 32,768	-2048 to 2048
64	-64 to 64	$\bar{n}4096$ to 4096	-262,144 to 262,144	-8192 to 8192
128	-128 to 128	$\bar{n}16,384$ to 16,384	-2,097,152 to 2,097,152	-32,768 to 32,768
256	-256 to 256	$\bar{n}65,536$ to 65,536	-16,777,216 to 16,777,216	-131,072 to 131,072

表 10. さまざまな SOSR/フィルタの組み合わせによるピーク・データ値

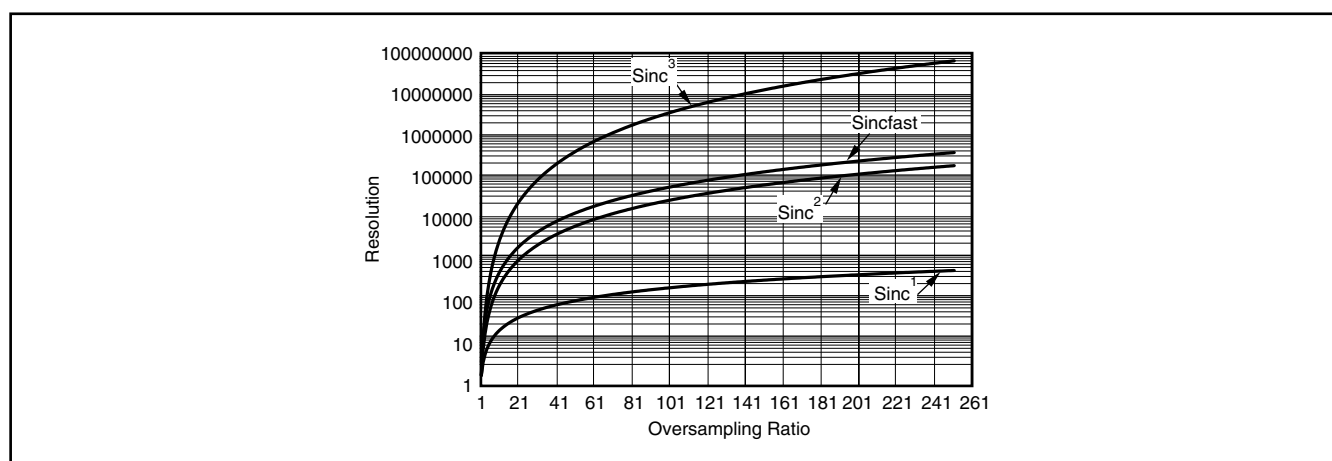


図 16. Sinc フィルタの分解能

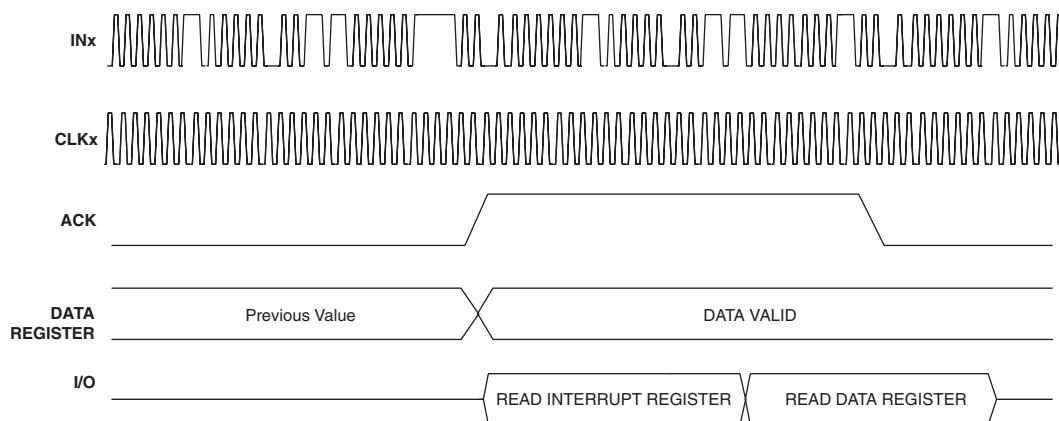


図 17. 代表的なデータ読み取りシーケンス

インテグレータ・ユニット

インテグレータ (積分機能) を使用すると、sinc フィルタ・ユニットがバイパスされている状態で、フィルタ出力データまたは直接のモジュレータ入力データをデジタル積分 (累計) できます。このユニットは、パラメータ表記のインテグレータとデータ・シフト・ユニットによって形成されています。インテグレータは簡単な32ビットのバイナリ・アキュムレータであり、2の補数表記を採用しています。積分時間は、IOSR値、または外部のサンプル/ホールド信号のどちらかによって決まります。インテグレータ・パラメータ・レジスタの中にあるIMODビットによって、どのモードを使用するかが決まります。

インテグレータ・パラメータ・レジスタのIENビットを“H”レベルに設定すると、インテグレータは有効になります。IENが“L”レベルである場合、インテグレータは無効になり、リセットされてバイパスされます。

インテグレータに対する入力、sinc フィルタ・ユニットから供給されます。これに調整を加えて、入力を直接インテグレータに供給することもできます。「Sinc フィルタ・ユニットのバイパス」を参照してください。

サンプル/ホールド・モード (IMOD = 1)

サンプル/ホールド・モードを選択した場合は、制御パラメータ・レジスタのSHSビットによって、合計積分時間を決定するために、どのサンプル/ホールド信号を使用するかが決まります。選択したサンプル/ホールド・ピンで立ち上がりエッジが発生した場合、生成されたインテグレータ値がデータ・レジスタの中に保存され、インテグレータはリセットされます。

オーバーサンプリング・モード (IMOD = 0)

オーバーサンプリング・モードでは、インテグレータはsinc フィルタ・ユニットからのサンプルを、あらかじめ設定された数だけ累積します。この数は、インテグレータ・パラメータ・レジスタの中にあるオーバーサンプリング比の値 (IOSR) によって決まります。オーバーサンプリング比として、1~128の範囲にある連続した整数のいずれかを指定する方法で、インテグレータを構成できます。インテグレータは、sinc フィルタ・ユニットのデータ出力比を使用してサンプリングされます。表11に、さまざまなオーバーサンプリング比の使用時にインテグレータが保存できる複数のフルスケールの値を示します。ここでは、フルスケール出力が実施されるときに、sinc フィルタ・ユニットが SOSR = 256 に設定されることを想定しています。

オーバーサンプリング・モードでのインテグレータ・サイクルの開始は、sinc フィルタ・ユニットによって制御されます。sinc フィルタが有効になっているときに、新しいインテグレータ・サイクルが開始されます。クロック・デバイダ・レジスタの中にあるMFEビットを使用すると、4つのフィルタ・モジュールすべてに対してインテグレータを同期することができます。MFEビットの立ち上がりエッジに続いて、インテグレータは4つのモジュールすべてのデータの累積を開始します。すべてのsinc フィルタで同じデータ出力レートが使用されている場合は、同期のタイミングが実現されます。

インテグレータがオーバーフローした場合

最大値に到達または超過した場合、インテグレータのオーバーフローがトリガされます (IOxが“H”レベルになります)。このオーバーフロー状態が発生するのは、オーバーサンプリング・モードでsincフィルタがSinc³構造に設定されていて、そのフィルタがフルスケールの値を出力した場合のみです。

サンプル/ホールド・モードでは、インテグレータの最大値 (−2,147,483,648 または 2,147,483,648) を上回った場合に、インテグレータのこのフラグが“H”レベルになります。このイベントが発生するのは、サンプル/ホールド信号SHxが、オーバーフロー時間より長い間、アクティブな状態にとどまっていた場合です。

IOSR	INTEGRATOR OUTPUT MAX (with a Sinc ³ Structure)
x	−(SOSR ³)(x) to (SOSR ³)(x)
4	−67,108,864 to 67,108,856
8	−134,217,728 to 134,217,712
16	−268,435,456 to 268,435,424
32	−536,870,912 to 536,870,848
64	−1,073,741,824 to 1,073,741,696
128	−2,147,483,648 to 2,147,483,648

表 11. さまざまな IOSR 値に対応するピーク・データ値

式1に、インテグレータがオーバーフローするまでの所要時間の計算方法を示します。

条件:

$$t_{\text{OVERFLOW}} = \frac{(\text{INT}_{\text{MAX}} \cdot \text{SOSR})}{(\text{FILT}_{\text{OUT}} \cdot f_{\text{INPUT}})} \quad (1)$$

- INT_{MAX}=インテグレータの最大値 (FILT_{OUT}< 0の場合は −2,147,483,648、それ以外の場合は 2,147,483,648)
- FILT_{OUT}=Sincフィルタの出力平均値
(−FILT_{MAX} ~ +FILT_{MAX} 範囲、詳細は表10を参照)
- SOSR=Sincフィルタのオーバーサンプリング比
- f_{INPUT}=モジュレータのデータ比

たとえば、sincフィルタが39.06kHz のレートで、100,000という平均値のコードを出力する場合は (f_{INPUT} = 10.0MHz / SOSR=256)、インテグレータのオーバーフロー・フラグが“H”レベルになるまでに549.8msを要します。

インテグレータのオーバーフローが発生した場合、インテグレータの値はリセットされ、積分が続行されます。

16ビットのデータ・シフト

16ビット・データ表現を選択した場合 (DRが“H”レベル)、インテグレータ・パラメータ・レジスタのシフト制御ビット SHは、32ビット・データのうち、どの部分の16ビットをレジスタ・マップに送信するかを制御しました。これらのシフト制御ビットは、16ビットの最大の値範囲を実現するために、32ビットか

ら成るデータ・ワードを左シフトするビット数を意味します。たとえば、sincフィルタがSinc²構造で動作していて、オーバーサンプリング比が256である場合、データ値は−16,777,216~16,777,216の範囲になります。16ビットの最大の範囲として−32,767~32,767を取得するには、シフト制御ビットを9に設定する必要があります。この場合、25ビットから成るワードのうち、最下位にある9ビット (LSB) は失われます。符号ビットはシフトの影響を受けません。これは、シフト制御ビットに関わらず、符号が常に正しいことを意味します。

表12に、1つの例を示します。最初の列に32ビットから成る元のワード、2番目の列にSHビットの値を示します。最後の列には、32ビット・ワードのうち、どのビットが16ビット・モードで出力されるかを示します。

32-BIT WORD	SH VALUE	16-BIT REPRESENTATION
b31–b0	1	b16–b1
	9	b24–b9
	14	b29–b14

表 12. 16ビットの表現例

Sincフィルタ・ユニットのバイパス

sincフィルタ・ユニットなしでインテグレータを使用する場合は、FENビットを“H”レベル、sincフィルタの構造をSinc¹、sincフィルタのOSRを“1”にそれぞれ設定する必要があります。この場合、インテグレータはモジュレータからの直接の入力データを累計します。

復調

AM変調されたリゾルバの入力信号からリゾルバの位置を取得するには、算術的な復調 (デモジュレーション) を実行する必要があります。位相キャリブレーションの後で、AMC1210がこの計算を実行します。変調 (モジュレーション) を有効にするには、インテグレータ・パラメータ・レジスタの中にあるDENビットを“H”レベルに設定します。詳細については、「信号ジェネレータ・ユニット」の説明と、「アプリケーション情報」を参照してください。

時間測定ユニット

時間測定ユニットは、制御パラメータ・レジスタの中にあるTMビットに応じて、時間測定に関する2つのモードを提供します。時間測定ユニットの中に、カウンタが実装されています。これは、モジュレータ・クロック入力またはシステム・クロックからのクロック・サイクルをカウントします。

最大の測定時間である t_{MAX}は、式2を使用して計算できます。f_{CLK}は、モジュレータ・クロックのスピード、またはシステム・クロックのスピードのどちらかです。

$$t_{\text{MAX}} = \frac{65536}{f_{\text{CLK}}} \quad (2)$$

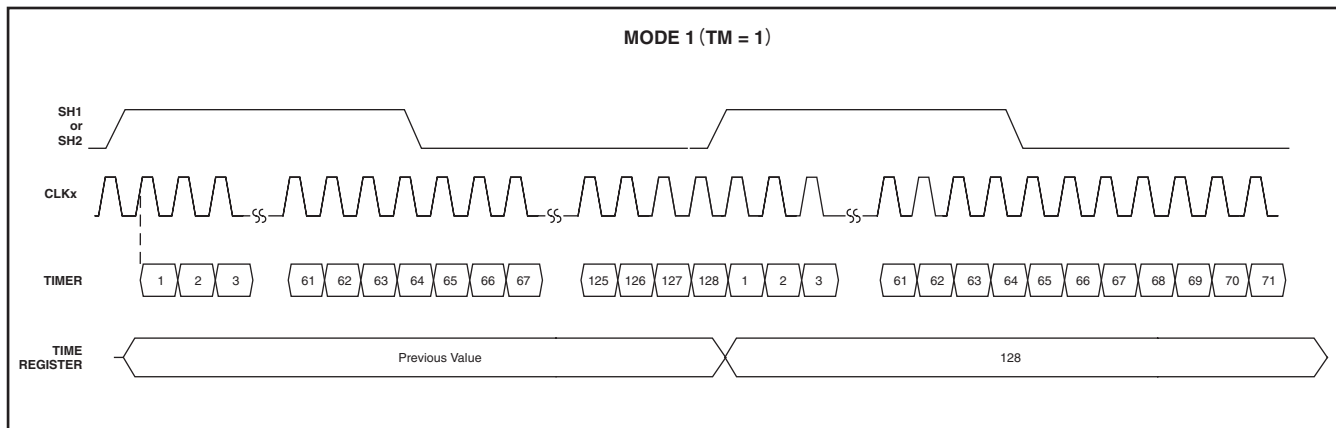


図 18. 機能に注目したタイマ・シーケンスの代表的な例、モード 1 (TM = 1)

モード1 (TM = 1)

モード1では、時間測定ユニットは、選択したサンプル/ホールド信号 (制御パラメータ・レジスタのSHSビットを使用して選択したもの) のうち、2つの立ち上がりエッジまでの間に発生した受信モジュレータ・クロック・サイクルに相当する経過時間を使用して、タイム・レジスタを更新します。このモードを使用して、モジュレータ・クロックのスピードを測定することや、フィルタ・モジュールに対してクロック同期入力された入力ビットの数を判断することができます。選択したサンプル/ホールドの立ち上がりエッジを検出するたびに、タイム・カウンタの値を使用してタイム・レジスタが更新され、タイム・カウンタはリセットされます。図18に、モード1における、機能に注目したタイマ・シーケンスに関する代表的な例を示します。

モード2 (TM = 0)

モード2では、時間測定ユニットは、最後に使用可能だったデータから、選択したサンプル/ホールド信号の次の立ち上がりエッジまでの間に発生したシステム・クロック・サイクルに相当する経過時間を使用して、タイム・レジスタを更新します。データが使用可能になるたびに、つまり、sincフィルタまたはインテグレータが新しいデータを取得するたびに、タイマはリセットされます。選択したサンプル/ホールド信号の立ち上がりエッジが発生するたびに、タイマは継続してカウントを行います。この時点で、タイム・カウンタの値を使用してタイム・レジスタが更新され、タイム・カウンタがリセットされます。図 19に、モード2における、機能に注目したタイマ・シーケンスに関する代表的な例を示します。

タイム・レジスタは16ビット・レジスタなので、最大の測定時間は65,536クロック・サイクルです。タイム・カウンタがオーバーフローを受信した (つまり、カウンタが0xFFFFから0x0000に変化した) ときに、ステータス・レジスタのTOxビットは“H”レベルに設定されます。このステータス・ビットは、ステータス・レジスタが読み取られた時点でリセットされます。

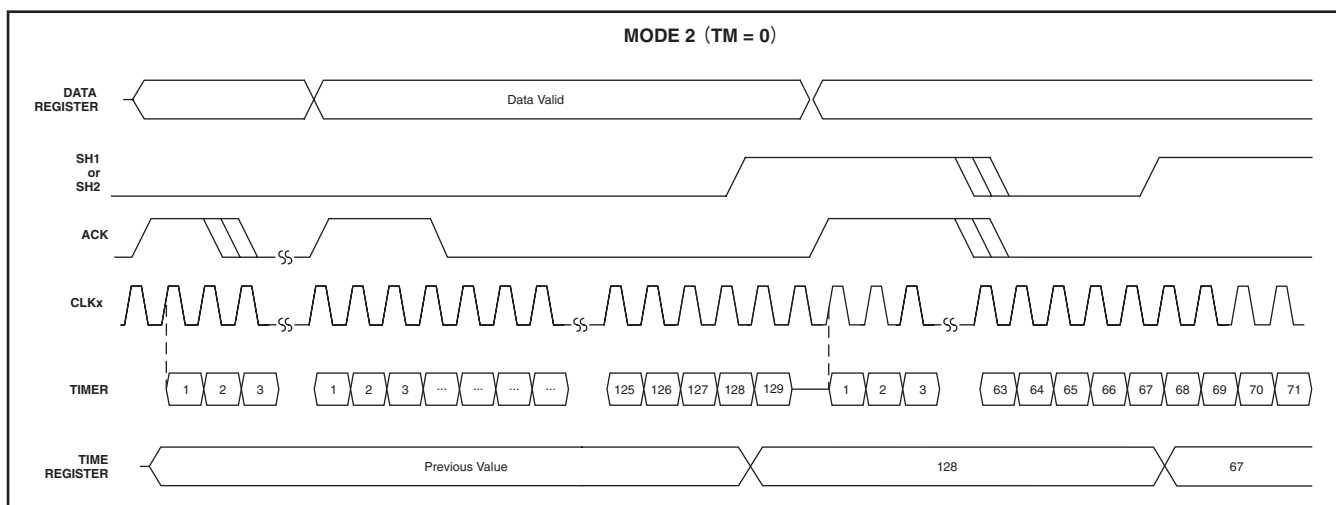


図 19. 機能に注目したタイマ・シーケンスの代表的な例、モード 2 (TM = 0)

制御および割り込みモジュール

この制御および割り込みモジュールは、信号生成ユニット、包括的な割り込みユニット、およびレジスタ・マップによって形成されています。レジスタ・マップは、AMC1210に関するすべての制御パラメータ、出力データ、およびステータス・ビットを保持しています。各レジスタの詳細な説明は、「レジスタ・マップ」セクションを参照してください。

信号ジェネレータ・ユニット

信号ジェネレータ (図20を参照) は、PWM1ピンで5VのPWM (パルス幅変調) 信号を生成し、PWM2で相補 (反転) 信号を生成します。PWM1からPWM2への出力は $\pm 5V$ の差動信号であり、外部でローパス・フィルタを適用することにより、あらかじめ定義されたクロック周波数を持つ搬送波信号を生成できます。

シグナル・ジェネレータは、長さが1~1,024の間にあるシフト・レジスタです。このシフト・レジスタは、パターン・レジスタ (ビットSP) を介してプログラムするものです。ビットSPに対して最初の書き込みコマンドを発行した時点で、シフト・レジスタのうち最初の16ビットがロードされます。その後、書き込みコマンドを発行するたびに、シフト・レジスタ内のデータは16ビット上位にシフトし、パターン・レジスタから取得した16ビットが、シフト・レジスタの最下位ビット (LSB) に書き込まれます。たとえば、874ビットのあらかじめ定義されたパターンがシフト・レジスタの中に保存されている場合は、パターン・レジスタに対して55回の書き込みコマンドを発行する必要があります (MSBが最初、LSBが最後)。また、制御レジスタのPCビットに対して、値 873 を書き込む必要もあります。

信号ジェネレータの出力データ・レートは、クロック・デバイダ・レジスタ (ビットSD) を介してプログラムします。この出力データ・レートは、CLKのレートを整数で除算した値として選択できます。たとえば、CLKピンが40MHzで動作し、ビット

SD=4である場合、シグナル・ジェネレータのビット・レートは10MHzになります。パターンの長さは、制御レジスタ (ビットPC) を介してプログラムできます。長さは、1~1,024ビットの範囲で選択できます。この信号は、リゾルバ・アプリケーションの搬送波周波数として使用するために設計されたものです。適切な復調を行うには、搬送波のタイミングにクロックを完全に同期することが必要です。

信号ジェネレータのキャリブレーション

リゾルバの復調を実行する場合は、信号ジェネレータ・ユニットをシステム全体と同期しておく必要もあります。この条件を満たすには、信号ジェネレータの出力の位相を sinc フィルタの出力に合わせて、キャリブレーションを実行する必要があります。この位相キャリブレーションは、クロック・デバイダ・レジスタのPCALビットを“H”レベルに設定した時点で開始されます。AMC1210は、信号ジェネレータとsincフィルタ両方の出力の極性をモニタする方法で、キャリブレーションを実行します。極性を定義した後に復調信号が生成され、適切な位相シフトが適用されます。

PCALビットは復調を制御します。最初は、このビットは“H”レベルに設定されます。次に、変調が正しく実行された時点で、AMC1210はPCALビットに対して“L”レベルを出力します。このマイクロコントローラ (AMC1210) は、PCALを読み取る方法でキャリブレーションをモニタします。キャリブレーションの最初の試行では、信号ジェネレータの1つの期間をキャリブレートすることを試みます。この期間が経過した後もPCALが“H”レベルにとどまっている場合は、キャリブレーションが失敗したことがわかります。キャリブレーションをもう一度開始するには、PCALの状態をリセットするために、PCALに対して“L”を書き込む必要があります。これ以降、“H”レベルを書き込むと、キャリブレーションがもう一度開始されます。

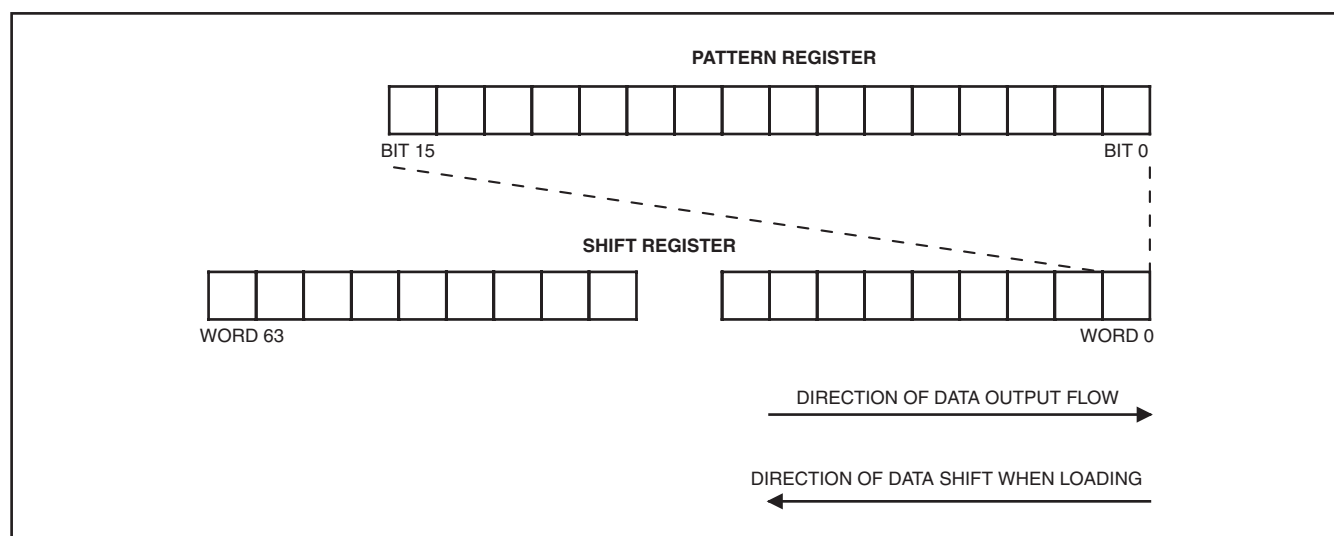


図 20. AMC1210 の信号ジェネレータ・ユニット

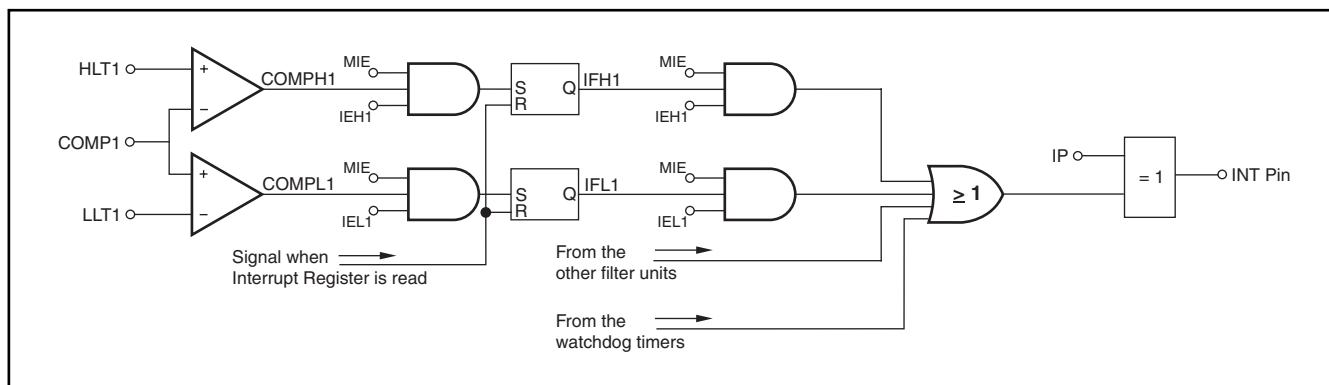


図 21. AMC1210 の割り込みユニット

信号ジェネレータを使用した信号の駆動

リゾルバをAMC1210から直接駆動することもできます。ビットHBEが“H”レベルに設定されている場合、PWM1ピンとPWM2ピンは100mAをリゾルバのコイルに直接供給するドライブ能力があります。HBE=0の場合、ドライブ能力はこれより低くなります。

パターン・ジェネレータは、クロック・デバイダ・レジスタの中にあるSGEビットによって有効になります。

割り込みユニット

図21に、割り込みユニットの構造を示します。

各コンパレータの出力は、1つの割り込みソース (COMP_{Hx} または COM_{PLx}) であり、AMC1210の中では全部で8つのコンパレータ出力が作成されます。マスタ割り込みイネーブル (MIE) と適切な割り込みイネーブル (IE_{Hx} または IEL_x) が “H” レベルに設定されている場合、これら8つの割り込みソースのそれぞれは、フラグ・レジスタ (IF_{Hx} または IF_{Lx}) の中に保存されます。割り込みが発行された場合、このフラグ・レジスタは “H” レベルに設定されます。割り込みレジスタが読み取られ、割り込みソースがアクティブではない場合、このフラグはリセットされます。割り込みレジスタが読み取られた時点で、割り込みソースが引き続きアクティブである場合、該当のフラグは引き続き設定された状態にとどまります。

該当のモジュレータ・フラグ割り込みイネーブル・ビット (MFIE_x) とマスタ割り込みイネーブル (MIE) が設定されている場合は、モジュレータ・クロックが立ち下がる時点で (モジュレータ・クロックがシステム・クロック CLK の 1/64 未満である場合)、ウォッチドッグ・タイマは MF_x フラグを設定します。割り込みレジスタが読み取られた時点で、モジュレータ・クロック

が引き続き “L” レベルにとどまっている場合、該当のフラグは引き続き設定された状態にとどまります。立ち下がるの状態が成立していない場合、このフラグはクリアされ、割り込みレジスタが読み取られます。

12の割り込みビットのいずれかが有効になっている場合は、そのビットが割り込みピンINTをアクティブにします。INTピンの極性は、制御レジスタの中にある極性制御ビット (IP) を使用して選択できます。

受信応答 (ACK)

受信応答ピンACKは、フィルタ・モジュールのいずれかで新しいデータが利用可能になっていることを示します。受信応答ピンが “H” レベルになった時点で、1つまたは複数のデータをデータ・レジスタの中で利用できます。割り込みレジスタを読み取る方法で、新しいデータを保持しているフィルタ・モジュールを判断できます。1つのデータ・レジスタを読み取った時点で、割り込みレジスタの中にある該当の受信応答フラグはリセットされます。すべてのフラグがリセットされた場合、受信応答ピンはリセットされて “L” レベルになります。受信応答ピンを反転するには、制御レジスタの極性制御ビット (AP) “H” レベルにセットします。sincフィルタとインテグレータの両方が無効になっている場合、受信応答フラグを設定することはできません。該当のSincフィルタ・パラメータ・レジスタの中にある受信応答イネーブル制御ビット (AE) が “L” レベルに設定されている場合は、各受信応答フラグを無効にすることができます。sincフィルタとインテグレータ両方のオーバーサンプリング・レートが “1” に設定されている場合、受信応答フラグは設定されません。

レジスタ・マップ

	ADDRESS	RESET VALUE	NAME
	0x00	0x0000	Interrupt Register
Filter Module 1	0x01	0x0000	Control Parameter Register for Filter Module 1
	0x02	0x0000	Sinc Filter Parameter Register for Filter Module 1
	0x03	0x0000	Integrator Parameter Register for Filter Module 1
	0x04	0x7FFF	High-level Threshold Register for Filter Module 1
	0x05	0x0000	Low-level Threshold Register for Filter Module 1
	0x06	0x0000	Comparator Parameter Register for Filter Module 1
Filter Module 2	0x07	0x0000	Control Parameter Register for Filter Module 2
	0x08	0x0000	Sinc Filter Parameter Register for Filter Module 2
	0x09	0x0000	Integrator Parameter Register for Filter Module 2
	0x0A	0x7FFF	High-level Threshold Register for Filter Module 2
	0x0B	0x0000	Low-level Threshold Register for Filter Module 2
Filter Module 3	0x0C	0x0000	Comparator Parameter Register for Filter Module 2
	0x0D	0x0000	Control Parameter Register for Filter Module 3
	0x0E	0x0000	Sinc Filter Parameter Register for Filter Module 3
	0x0F	0x0000	Integrator Parameter Register for Filter Module 3
	0x10	0x7FFF	High-level Threshold Register for Filter Module 3
	0x11	0x0000	Low-level Threshold Register for Filter Module 3
Filter Module 4	0x12	0x0000	Comparator Parameter Register for Filter Module 3
	0x13	0x0000	Control Parameter Register for Filter Module 4
	0x14	0x0000	Sinc Filter Parameter Register for Filter Module 4
	0x15	0x0000	Integrator Parameter Register for Filter Module 4
	0x16	0x7FFF	High-level Threshold Register for Filter Module 4
	0x17	0x0000	Low-level Threshold Register for Filter Module 4
	0x18	0x0000	Comparator Parameter Register for Filter Module 4
	0x19	0x0000	Control Register
	0x1A	0x0000	Pattern Register
	0x1B	0x0000	Clock Divider Register
	0x1C	0x0000	Status Register
Data/Time Output	0x1D	0x0000/0x00000000 ⁽¹⁾	Data Register for Filter Module 1 ⁽¹⁾
	0x1E	0x0000	Time Register for Filter Module 1
	0x1F	0x0000/0x00000000 ⁽¹⁾	Data Register for Filter Module 2 ⁽¹⁾
	0x20	0x0000	Time Register for Filter Module 2
	0x21	0x0000/0x00000000 ⁽¹⁾	Data Register for Filter Module 3 ⁽¹⁾
	0x22	0x0000	Time Register for Filter Module 3
	0x23	0x0000/0x00000000 ⁽¹⁾	Data Register for Filter Module 4 ⁽¹⁾
	0x24	0x0000	Time Register for Filter Module 4
	0x25 to 0x7F	0x0000	Not used. Read will return 0x0000

(1) データ・レジスタは、32ビット形式で表現することも可能です。

すべての制御パラメータは、レジスタ・マップの中に保存されます。さらに、AMC1210の状態(ステータス)は、レジスタ・マップを介して読み取られます。それ以降のレジスタに関するニーモニックと説明は、例1に示します。

例 1：レジスタの説明とニーモニック

Bit 8	Bit 9	Bit 10	The bit position in the register.
CS1	–	SHS	The name of the register bit. A '–' means <i>Not Used</i> and therefore a write to such a bit position will get lost.
'1'	'0'	'0'	The digit is the reset value.
W	R	RW	Indicates if the bit position is a read-only (R), readable and writable (RW) or write-only (W).

レジスタの説明

このセクションでは、各レジスタの機能とそれに対応するビットについて説明します。

割り込みレジスタ (アドレス 0x00)

割り込みレジスタには12個の割り込みフラグがあり、それらには受信応答 (ACK) フラグが組み合わされています。割り込みが発生した (つまり、コンパレータ・フィルタの出力が “H”

レベルのスレッシュホールドを上回った、“L” レベルのスレッシュホールドを下回った、またはモジュレータのいずれかが動作していない) 場合、該当の割り込みフラグが設定されます (そのフラグが有効になっている場合)。割り込みレジスタが読み取られ、対応する割り込みソースがアクティブではない場合、割り込みフラグはリセットされます。対応するデータ・レジスタが読み取られた時点で、受信応答ビットはリセットされます。表13に、割り込みレジスタの説明を示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
AF4	AF3	AF2	AF1	MF4	MF3	MF2	MF1	IFL4	IFH4	IFL3	IFH3	IFL2	IFH2	IFL1	IFH1
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15	AF4	Acknowledge flag for Filter 4. 0: No new data available for Filter 4 1: New data available for Filter 4
14	AF3	Acknowledge flag for Filter 3. 0: No new data available for Filter 3 1: New data available for Filter 3
13	AF2	Acknowledge flag for Filter 2. 0: No new data available for Filter 2 1: New data available for Filter 2
12	AF1	Acknowledge flag for Filter 1. 0: No new data available for Filter 1 1: New data available for Filter 1
11	MF4	Modulator failure flag for Filter 4. 0: Modulator is operating normally for Filter 4 1: Modulator failure for Filter 4
10	MF3	Modulator failure flag for Filter 3. 0: Modulator is operating normally for Filter 3 1: Modulator failure for Filter 3
9	MF2	Modulator failure flag for Filter 2. 0: Modulator is operating normally for Filter 2 1: Modulator failure for Filter 2
8	MF1	Modulator failure flag for Filter 1. 0: Modulator is operating normally for Filter 1 1: Modulator failure for Filter 1

表 13. 割り込みレジスタ

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
7	IFL4	Low-level interrupt flag for Filter 4 0: Comparator Filter 4 output is above the low limit threshold 1: Comparator Filter 4 output is equal to or below the low level threshold, if enabled
6	IFH4	High-level interrupt flag for Filter 4 0: Comparator Filter 4 output is below the high limit threshold 1: Comparator Filter 4 output is equal to or above the high level threshold, if enabled
5	IFL3	Low-level interrupt flag for Filter 3 0: Comparator Filter 3 output is above the low limit threshold 1: Comparator Filter 3 output is equal to or below the low level threshold, if enabled
4	IFH3	High-level interrupt flag for Filter 3 0: Comparator Filter 3 output is below the high limit threshold 1: Comparator Filter 3 output is equal to or above the high level threshold, if enabled
3	IFL2	Low-level interrupt flag for Filter 2 0: Comparator Filter 2 output is above the low limit threshold 1: Comparator Filter 2 output is equal to or below the low level threshold, if enabled
2	IFH2	High-level interrupt flag for Filter 2 0: Comparator Filter 2 output is below the high limit threshold 1: Comparator Filter 2 output is equal to or above the high level threshold, if enabled
1	IFL1	Low-level interrupt flag for Filter 1 0: Comparator Filter 1 output is above the low limit threshold 1: Comparator Filter 1 output is equal to or below the low level threshold, if enabled
0	IFH1	High-level interrupt flag for Filter 1 0: Comparator Filter 1 output is below the high limit threshold 1: Comparator Filter 1 output is equal to or above the high level threshold, if enabled

制御パラメータ・レジスタ (アドレス0x01、0x07、0x0D、0x13)

制御パラメータ・レジスタは、データ処理に関連するいくつかのパラメータを制御します。制御パラメータ・レジスタの機能には、マンチェスター・デコーダ・キャリブレーションの状態、ク

ロック・ピンの方向制御、デルタ・シグマ・モジュレータのモード選択、サンプル/ホールドの選択、時間測定モードが含まれます。表14に、制御パラメータ・レジスタの説明を示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
MS10	MS9	MS8	MS7	MS6	MS5	MS4	MS3	MS2	MS1	MS0	CD	SHS	TM	MOD1	MOD0
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	RW	RW	RW	RW	RW

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–5	MS10–MS0	Manchester status
4	CD	Input clock direction. 0: Pin CLKx is an input 1: Pin CLKx is an output. The outgoing clock comes from the modulator clock divider.
3	SHS	Sample-and-hold select. 0: Signal SH1 is chosen as sample-and-hold signal 1: Signal SH2 is chosen as sample-and-hold signal
2	TM	Time measure mode. 0: The time is measured from the last filter update to the last rising edge of the selected sample-and-hold signal 1: The time is measured between two rising edges of the selected sample-and-hold signal
1–0	MOD1–MOD0	Delta-Sigma Modulator mode. 00: The clock speed is equal to the data rate from the modulator 01: The clock rate is half of the data rate from the modulator 10: The data from the modulator is Manchester decoded 11: The clock rate is twice the data rate of the modulator

表 14. 制御パラメータ・レジスタ

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
–	–	–	–	SST1	SST0	AE	FEN	SOSR7	SOSR6	SOSR5	SOSR4	SOSR3	SOSR2	SOSR1	SOSR0

'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–12	–	Unused. Always read '0'.
11–10	SST1–SST0	Sinc filter structure. 00: Sinc filter runs with a sincfast structure 01: Sinc filter runs with a Sinc ¹ structure 10: Sinc filter runs with a Sinc ² structure 11: Sinc filter runs with a Sinc ³ structure
9	AE	Acknowledge enable. 0: The acknowledge flag is disabled for the particular filter 1: The acknowledge flag is enabled for the particular filter
8	FEN	Filter enable. 0: The filter is disabled and no data is produced 1: The filter is enabled and data are produced in the sinc filter and/or integrator
7–0	SOSR7–SOSR0	Oversampling ratio. The actual rate is SOSR + 1. These bits set the oversampling ratio of the filter. 0xFF represents an oversampling ratio of 256.

表 15. Sincフィルタ・パラメータ・レジスタ

Sincフィルタ・パラメータ・レジスタ (アドレス 0x02、0x08、0x0E、0x14)

Sincフィルタ・パラメータ・レジスタには、オーバーサンプリング比 (OSR)、フィルタ・イネーブル、構造制御ビット、および信号モード制御ビットが含まれます。表15に、Sincフィルタ・パラメータ・レジスタの説明を示します。

インテグレータ・パラメータ・レジスタ (アドレス 0x03、0x09、0x0F、0x15)

インテグレータ・パラメータ・レジスタは、インテグレータの機能を制御します。このレジスタは、インテグレータのオーバーサンプリング比、モード選択、シフト制御、インテグレータと復調機能のイネーブル、およびデータ表現形式の制御ビットを指定します。表16に、インテグレータ・パラメータ・レジスタの説明を示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
SH4	SH3	SH2	SH1	SH0	DR	DEN	IEN	IMOD	IOSR6	IOSR5	IOSR4	IOSR3	IOSR2	IOSR1	IOSR0

'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–11	SH4–SH0	Shift control. These bits indicate by how many bits the 16-bit window is shifted up when 16-bit data representation is chosen.
10	DR	Data representation. 0: The data is stored in 16-bit two's complement 1: The data is stored in 32-bit two's complement
9	DEN	Demodulation enable. 0: The demodulation for resolver applications is disabled 1: The demodulation for resolver applications is enabled
8	IEN	Integrator enable. 0: The data from the sinc filter output is stored in the register map 1: The data from the integrator is stored in the register map
7	IMOD	Integrator mode. 0: The oversampling mode updates the data output of the integrator 1: The selected sample-and-hold signal updates the data output of the integrator
6–0	IOSR6–IOSR0	Oversampling ratio. The actual rate is IOSR + 1. These bits set the oversampling ratio of the integrator. 0x03 represents an oversampling ratio of 4.

表 16. インテグレータ・パラメータ・レジスタ

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
–	HLT14	HLT13	HLT12	HLT11	HLT10	HLT9	HLT8	HLT7	HLT6	HLT5	HLT4	HLT3	HLT2	HLT1	HLT0
'0'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'
R	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

BITS POSITION	BIT	DESCRIPTION
15	–	Unused. Always read '0'.
14–0	HLT14–HLT0	Unsigned high level threshold for the comparator filter output.

表 17. “H” レベル・スレッショールド・レジスタ

“H” レベル・スレッショールド・レジスタ (アドレス 0x04、0x0A、0x10、0x16)

“H” レベル・スレッショールド・レジスタには、コンパレータ・フィルタに適用される割り込みスレッショールドの上位レベルの値が保存されています。コンパレータ・フィルタの値が“H” レベル・スレッショールド以上である場合は、対応する割り込みフラグが設定されます(そのフラグが有効になっている場合)。表17に、“H” レベル・スレッショールド・レジスタの説明を示します。

“L” レベル・スレッショールド・レジスタ (アドレス 0x05、0x0B、0x11、0x17)

“L” レベル・スレッショールド・レジスタには、コンパレータ・フィルタに適用される割り込みスレッショールドの下位レベルが保存されています。コンパレータ・フィルタの値が“L” レベル・スレッショールド以下である場合は、対応する割り込みフラグが設定されます(そのフラグが有効になっている場合)。表18に、“L” レベル・スレッショールド・レジスタの説明を示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
–	LLT14	LLT13	LLT12	LLT11	LLT10	LLT9	LLT8	LLT7	LLT6	LLT5	LLT4	LLT3	LLT2	LLT1	LLT0
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

BITS POSITION	BIT	DESCRIPTION
15	–	Unused. Always read '0'.
14–0	LTL14–LLT0	Unsigned low level threshold for the comparator filter output.

表 18. “L” レベル・スレッショールド・レジスタ

コンパレータ・フィルタ・パラメータ・レジスタ (アドレス 0x06、0x0C、0x12、0x18)

コンパレータ・フィルタ・パラメータ・レジスタは、コンパレータ・フィルタに関連するいくつかのパラメータを制御します。このレジスタは、オーバーサンプリング比、3つの割り込みイネー

ブル・ビット、および構造制御ビットを指定します。表19に、コンパレータ・フィルタ・パラメータ・レジスタを示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
–	–	–	–	–	–	MFIE	CS1	CS0	IEL	IEH	COSR4	COSR3	COSR2	COSR1	COSR0
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–10	–	Unused. Always read '0'.
9	MFIE	Modulator failure interrupt enable. 0: The modulator failure flag as well as the output INT is disabled for this particular flag 1: The modulator failure flag is enabled
8–7	CS1–CS0	Comparator filter structure. 00: Comparator filter runs with a sincfast structure 01: Comparator filter runs with a Sinc ¹ structure 10: Comparator filter runs with a Sinc ² structure 11: Comparator filter runs with a Sinc ³ structure
6	IEL	Low-level interrupt enable. 0: The low-level interrupt flag as well as the output INT is disabled for this particular flag 1: The low-level interrupt flag is enabled
5	IEH	High-level interrupt enable. 0: The high-level interrupt flag as well as the output INT is disabled for this particular flag 1: The high-level interrupt flag is enabled
4–0	COSR4–COSR0	Oversampling ratio. These bits set the oversampling ratio of the filter. 0xFF represents an oversampling ratio of 256.

表 19. コンパレータ・フィルタ・パラメータ・レジスタ

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
AP	IP	MIE	–	–	–	PC9	PC8	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0

'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
RW	RW	RW	R	R	R	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15	AP	Acknowledge polarity for pin ACK. 0: New data is signaled with a '1' on the pin ACK 1: New data is signaled with a '0' on the pin ACK
14	IP	Interrupt polarity for pin INT. 0: An interrupt is signaled with a positive transition on the pin INT 1: An interrupt is signaled with a negative transition on the pin INT
13	MIE	Master interrupt enable. 0: Interrupt pin and interrupt flags are blocked (interrupt pin INT always inactive). 1: Interrupt pin and interrupt flags are not blocked and can be set and reset (if individually enabled).
12–10	–	Unused. Always read '0'.
9–0	PC9–PC0	Pattern count. Defines the length of the shift register for the signal generator

表 20. 制御レジスタ

制御レジスタ (アドレス0x19)

制御レジスタは、信号パターン・ジェネレータ、および割り込みピンと受信応答 (ACK) ピンの動作を制御します。このレジスタは、割り込みピンと受信応答ピンの極性、マスタ割り込みイネーブルと信号パターン・ジェネレータの長さを指定します。表20に、制御レジスタを示します。

パターン・レジスタ (アドレス0x1A)

信号ジェネレータのシフト・レジスタは、パターン・レジスタを介して書き込まれます。このレジスタに書き込みを行うたびに、シフト・レジスタは上位に16ビット・シフトされ、書き込まれたデータは、シフト・レジスタの最下位16ビットに保存されます。パターン・レジスタは、書き込み専用レジスタです。読み取りを行うと、いつも0x0000が返されます。表21に、パターン・レジスタを示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
SP15	SP14	SP13	SP12	SP11	SP10	SP9	SP8	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0

'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–0	SP15–SP0	Shift register pattern.

表 21. パターン・レジスタ

クロック・デバイダ・レジスタ (アドレス0x1B)

クロック・デバイダ・レジスタは、信号ジェネレータ、モジュレータ・クロックの分周、および信号ジェネレータ・クロックを設定します。表22に、クロック・デバイダ・レジスタを示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
–	–	–	HBE	MFE	SGE	PCAL	SCS1	SCS0	MD2	MD1	MD0	SD3	SD2	SD1	SD0
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

BITS POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–13	–	Unused. Always read '0'.
12	HBE	Signal Generator High-Current Output. 0: The high current option for pins PWM1 and PWM2 is disabled 1: The PWM1 and PWM2 outputs are in High Current Mode
11	MFE	Master Filter Enable. Functionally AND'ed with bit FEN in the Sinc Filter Parameter Register. 0: Sinc filter units of all filter modules are disabled. 1: Sinc filter units can be enabled if bit FEN is '1'.
10	SGE	Signal Generator enable. 0: Signal generator is disabled 1: Signal generator is enabled
9	PCAL	Start of phase correction. Writing a '1' to this bit starts the phase calibration. Reading this bit shows the phase calibration status: 1: The phase calibration is performing 0: No phase calibration is performing
8–7	SCS1–SCS0	Signal generator Control Select (necessary for Phase Calibration and Demodulation on the selected channel). 00: The phase calibration is performed on filter module 1 01: The phase calibration is performed on filter module 2. 10: The phase calibration is performed on filter module 3. 11: The phase calibration is performed on filter module 4.
6–4	MD2–MD0	Modulator clock divider. The coding is equal to the first eight codes in SD; see below.
3–0	SD3–SD0	Signal generator clock divider. 0000: Clock divider is off, outgoing clock equals incoming clock 0001: Outgoing clock is divided by 2 0010: Outgoing clock is divided by 3 0011: Outgoing clock is divided by 4 0100: Outgoing clock is divided by 5 0101: Outgoing clock is divided by 6 0110: Outgoing clock is divided by 7 0111: Outgoing clock is divided by 8 1000: Outgoing clock is divided by 9 1001: Outgoing clock is divided by 10 1010: Outgoing clock is divided by 11 1011: Outgoing clock is divided by 12 1100: Outgoing clock is divided by 13 1101: Outgoing clock is divided by 14 1110: Outgoing clock is divided by 15 1111: Outgoing clock is divided by 16

表 22. クロック・デバイダ・レジスタ

ステータス・レジスタ (アドレス0x1C)

ステータス・レジスタは、タイマとインテグレータのオーバーフロー状況、およびマンチェスター・デコーダのロック済み状況を示します。ステータス・レジスタが読み取られた時点で、

MAFx、TOx、および IOxの各フラグはリセットされます。表2に、ステータス・レジスタを示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
MAL4	MAL3	MAL2	MAL1	MAF4	MAF3	MAF2	MAF1	TO4	IO4	TO3	IO3	TO2	IO2	TO1	IO1
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15	MAL4	Manchester locked status for filter module 4. 0: The automatic Manchester encoder calibration is working properly 1: The automatic Manchester encoder calibration has not been able to perform a successful calibration
14	MAL3	Manchester locked status for filter module 3. 0: The automatic Manchester encoder calibration is working properly 1: The automatic Manchester encoder calibration has not been able to perform a successful calibration
13	MAL2	Manchester locked status for filter module 2. 0: The automatic Manchester encoder calibration is working properly 1: The automatic Manchester encoder calibration has not been able to perform a successful calibration
12	MAL1	Manchester locked status for filter module 1. 0: The automatic Manchester encoder calibration is working properly 1: The automatic Manchester encoder calibration has not been able to perform a successful calibration
11	MAF4	Manchester failure status for filter module 4. 0: The automatic Manchester encoder calibration has worked properly since last read access 1: The automatic Manchester encoder has detected problems since last read access
10	MAF3	Manchester failure status for filter module 3. 0: The automatic Manchester encoder calibration has worked properly since last read access 1: The automatic Manchester encoder has detected problems since last read access
9	MAF2	Manchester failure status for filter module 2. 0: The automatic Manchester encoder calibration has worked properly since last read access 1: The automatic Manchester encoder has detected problems since last read access
8	MAF1	Manchester failure status for filter module 1. 0: The automatic Manchester encoder calibration has worked properly since last read access 1: The automatic Manchester encoder has detected problems since last read access
7	TO4	Time counter overflow for filter module 4. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the time measurement unit in filter module 4
6	IO4	Integrator overflow for filter module 4. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the integrator unit in filter module 4
5	TO3	Time counter overflow for filter module 3. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the time measurement unit in filter module 3
4	IO3	Integrator overflow for filter module 3. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the integrator unit in filter module 3
3	TO2	Time counter overflow for filter module 2. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the time measurement unit in filter module 2
2	IO2	Integrator overflow for filter module 2. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the integrator unit in filter module 2
1	TO1	Time counter overflow for filter module 1. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the time measurement unit in filter module 1
0	IO1	Integrator overflow for filter module 1. 0: No overflow has occurred 1: An overflow occurred in the integrator unit in filter module 1

表 23. ステータス・レジスタ

データ・レジスタ (アドレス0x1D、0x1F、0x21、0x23)

データ・レジスタは、sincフィルタ、または各フィルタ・モジュールに対するインテグレータの出力のいずれかから取得した最新のデータを保存します。このデータは、16ビットまたは32ビット形式の2の補数として表現されます。インテグレータ・パラメータ・レジスタの中にあるDRビットは、データ・レジスタのビット幅を制御します。データ・レジスタは、16ビット形式のデータを読み取るときは2バイトを使用し、32ビット形式のデータを読み取るときは4バイトを使用します。データ・レジスタを読み取った時点で、該当のフィルタ・モジュールに対応する受信応答 (ACK) フラグはクリアされます。表24 に、16ビット形式のデータ・レジスタの説明を示します。

表25 に、32ビット形式のデータ・レジスタの説明を示します。

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–0	D15–D0	Data from the sinc filter or the integrator filter in 16-bit formatting.

表 24. データ・レジスタ (16 ビット形式)

Bit 31	Bit 30	Bit 29	Bit 28	Bit 27	Bit 26	Bit 25	Bit 24	Bit 23	Bit 22	Bit 21	Bit 20	Bit 19	Bit 18	Bit 17	Bit 16
D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
31–0	D31–D0	Data from the sinc filter or the integrator filter in 32-bit formatting.

表 25. データ・レジスタ (32 ビット形式)

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TD15	TD14	TD13	TD12	TD11	TD10	TD9	TD8	TD7	TD6	TD5	TD4	TD3	TD2	TD1	TD0
'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'	'0'
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

BIT POSITION	BIT	DESCRIPTION
15–0	TD15–TD0	Data from the time measure unit.

表 26. タイム・レジスタ

タイム・レジスタ (アドレス0x1E、0x20、0x22、0x24)

デタイム・レジスタは、各フィルタ・モジュールに関する最新の時間情報を保存します。このデータは、明確な2進数 (バイナリ) の16ビット形式です。制御パラメータ・レジスタの中にあるTMxビットは、時間測定ユニットのモードを制御します。表26に、タイム・レジスタの説明を示します。

アプリケーション情報

AMC1210は、デルタ・シグマ・モジュレータ、特に ADS120x ファミリーのモジュレータを活用するモーター制御システムで使用するために設計されたものです。

リゾルバ・アプリケーション

リゾルバは、モーター制御の分野で、モーターの角位置と速度を判断する目的で使用されます。リゾルバは、3つのコイルによって形成されます。そのうち1つはローターに接続され、他の2つはステーターに対して対角に配置されます。正弦波の搬送波信号をローター・コイルに供給することにより、電圧はステーター・コイルに対して磁気結合され、信号の振幅はローターの位置に対して直接的に比例します。ステーターの信号をデジタル化すると、ローターの正確な位置を算術計算できます。

図22に、標準的なリゾルバ・アプリケーションのブロック図を示します。

AMC1210を、ADS120xファミリーのモジュレータと組み合わせると、高分解能のリゾルバ/デジタル・コンパレータを実現できます。ユーザーは、モジュレータのデータ・レートと同期する搬送波信号をプログラミングできます。モジュレータは、リゾルバから得られた正弦波と余弦波をデジタル化します。次に、AMC1210はsincフィルタを使用して、モジュレータのデータをフィルタ処理します。さらに、得られたデータをインテグレータに渡すことができます。ここで復調が実施されます。

復調された信号は、最初に搬送波信号の極性との乗算処理を実行されます。正しいOSRを使用してインテグレータがプログラミングされている場合、インテグレータは整流済みの信号のクロック・サイクルを累積します。得られた信号は、正弦波と余弦波に対応するベースバンド信号です。その後、マイクロコントローラ (AMC1210) はこれらの値を処理し、モーターの位置に対応する正確なデジタル表現形式を取得します。

高性能のリゾルバを設計するには、いくつかの因子について考慮する必要があります。最初の重要な項目は、モーター制御ループのタイミングを確立することです。このタイミングは、マイクロコントローラがモーター駆動回路を更新するレートを意味します。代表的なアプリケーションでは、搬送波信号の周波数を、モータ制御ループの周波数に同期します。モーター制御周波数とシステム・クロック周波数の両方が既知である場合、ユーザーは最適なパフォーマンスを達成するためにAMC1210を設定する方法を決定できます。例2に、8kHzの搬送波周波数と32MHzのシステム・クロック周波数を使用してAMC1210を設定する方法を示します。

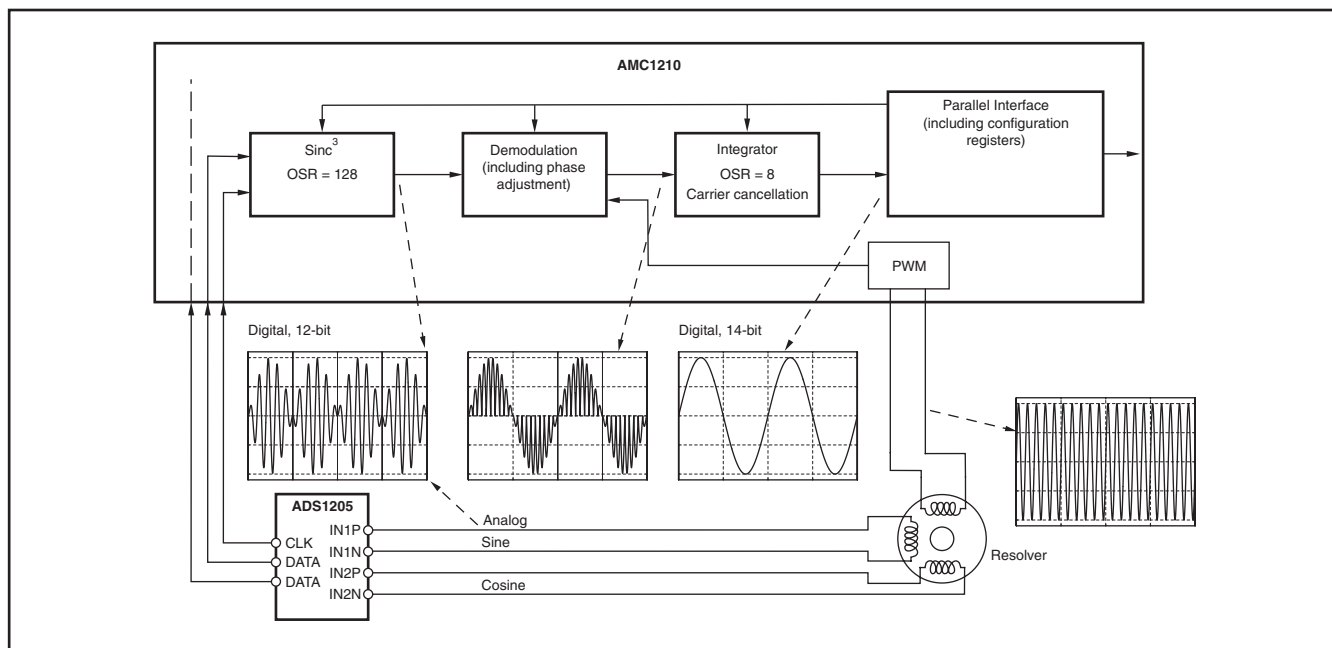


図 22. AMC1210を使用した標準的なリゾルバ・アプリケーション

例2：8kHzの搬送波周波数と32MHzのシステム・クロック周波数を使用するAMC1210の構成

$$\text{モーター制御ループ周波数} = f_{\text{CARRIER}} = 8\text{kHz} \quad (3)$$

$$f_{\text{CLK}} = 32\text{MHz} \quad (4)$$

搬送波周波数は、信号ジェネレータを使用して生成されます。信号ジェネレータは、CLK信号を使用してタイミングを調整します。搬送波周波数に対して最適な分解能を設定するために、搬送波信号の単一サイクルに対して、1,024までの範囲で最大のビット数を使用することをお勧めします。この例では、信号ジェネレータの長さ（制御レジスタのPC9-PC0）を1,000にするよう選択を行いました。この長さは、搬送波周波数が次のようになることを意味します。

$$f_{\text{CARRIER}} = \frac{f_{\text{CLK}}}{(N_{\text{CDiv}} \cdot N_{\text{PAT}})} = \frac{32\text{MHz}}{(N_{\text{CDiv}} \cdot 1000)} \quad (5)$$

現時点で、信号ジェネレータのClk_dividerの値（クロック・デバイダ・レジスタのSD3-SD0）は、次のように計算できます。

$$\begin{aligned} \text{CLK_Divider} &= \frac{f_{\text{CLK}}}{(f_{\text{CARRIER}} \cdot N_{\text{PAT}})} \\ &= \frac{32\text{MHz}}{(8\text{kHz} \cdot 1000)} = 4 \end{aligned} \quad (6)$$

したがって、ユーザーは32MHzのスピードであるCLKを使用して搬送波周波数を生成し、ビットPC9-PC0を999(1000-1)に、ビットSD3-SD0を3(4-1)にプログラミングすることができます。

次に重要な事項は、モジュレータの最適なスピードと分解能のトレードオフ（兼ね合い）を決定することです。図23に、ADS1205モジュレータのスピードを考慮した、パフォーマンスのトレードオフを示します。OSRが大きくなると、ENOB（effective number of bits：実効ビット数）が大きくなります。ただし、より多くのデータをコンバータから取得する必要があるため、フィルタの遅延が長くなります。

最大の分解能を得るには、モジュレータをできるだけ高速に動作させるのが最善です。モジュレータのスピードによって、sincフィルタとインテグレータに必要なオーバーサンプリング比が決まります。モーター制御ループを同期するには、モジュレータ周波数を整数で除算して、モジュレータのデシメーションを実行する必要があります。この関係を、式7に示します。

$$f_{\text{MODULATOR}} = f_{\text{CARRIER}} \cdot \text{SOSR} \cdot \text{ISOR} \cdot N_{\text{INT}} \quad (7)$$

ここで、 N_{INT} は搬送波信号のサイクル数であり、これらが積分（累積）されます。この値は通常1に設定されます。

この例では、ADS1205を16MHzで動作させるのが妥当です。式8に、全体的なOSRを示します。

$$\text{SOSR} \cdot \text{ISOR} \cdot \frac{f_{\text{MODULATOR}}}{f_{\text{CARRIER}}} \cdot 2000 \quad (8)$$

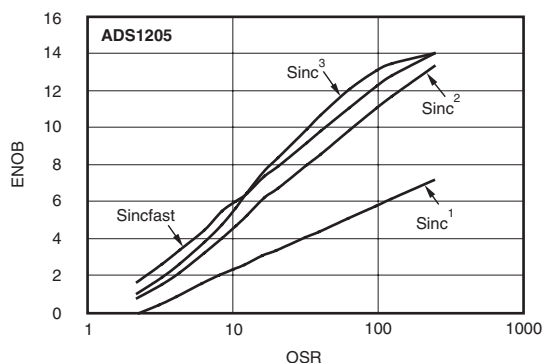


図 23. 実効ビット数 — オーバーサンプリング比(ADS1205)

この時点で、sincフィルタのオーバーサンプリング比(SOSR)とインテグレータのオーバーサンプリング比(IOSR)を定義できます。図15からは、これと同等のOSRの値にとって最善となるENOBの値は、Sinc³フィルタから得られることがわかります。したがって、高いOSR値を指定した Sinc³フィルタを選択するのが最善です。式8を満たすには、SOSRとIOSRの積が2,000である必要があります。SOSRの値が125、IOSRの値が16であるSinc³フィルタを選択すると、この結果が得られます。また、次のENOBを達成できます。

$$\begin{aligned}\text{ENOB} &= \text{ENOB_Sincfilter} + \text{ENOB_Integrator} \\ &= 14 + 2 = 16\end{aligned}\quad (9)$$

これらの値を使用して、Sinc³フィルタから受信するデータの周波数を次のように計算できます。

$$f_{\text{SINC}^3} = \frac{f_{\text{MODULATOR}}}{\text{SOSR}} = 128\text{kHz}\quad (10)$$

また、インテグレータから受信するデータの周波数は次のようになります。

$$f_{\text{INTEGRATOR}} = \frac{f_{\text{SINC}^3}}{\text{IOSR}} = 8\text{kHz}\quad (11)$$

復調機能により、インテグレータは完全に整流された周波数信号の累積(積分)を行うことができます。IOSR=16を選択した場合、インテグレータはデジタル・フィルタから得られた16個のサンプルを累積します。復調により、約0.5LSBというENOBの損失が生じます。この復調エラーの結果、システム全体のENOB=15.5になります。

この機能を正しく動作させるには、搬送波周波数とモジュレータの間で位相を正しく合わせる必要があります。位相のキャリブレーションを実行するには、搬送波周波数、リゾルバ、およびモジュレータを適切なレートで動作させる必要があります。

2つの個別のチャンネルから角度を計算するには、両方のチャンネルが同じ期間にわたって積分を行う必要があります。個別のチャンネルで実行されている積分が、同じ期間にわたってトリガされていることを保証するために、クロック・デバイダ・レジスタのMFEを使用できます。MFEが“L”レベルである場合、すべてのsincフィルタは無効になっています。逆に、MFEが“H”レベルになった時点で、Sincフィルタ・パラメータ・レジスタ内でFENビットが“H”レベルになっているすべてのsincフィルタが有効になります。オーバーサンプリング・モードの場合は、sincフィルタを有効にすることにより、インテグレータの期間がトリガされます。したがって、MFEが“H”レベルになった時点で、すべてのインテグレータ期間は同時に開始されます。このイベントが発生するのは、MFEを“H”レベルに設定する前に他のすべての設定作業が完了している場合のみです。

PWM1ピンまたはPWM2ピンで必要とされるドライブ電流が100mAを上回っている場合や、よりクリーンな信号を得るためにフィルタ処理が要求される場合は、追加の回路が必要です。

図24に、リゾルバ・アプリケーションとしてAMC1210およびADS1205を使用する代表的な回路図を示します。

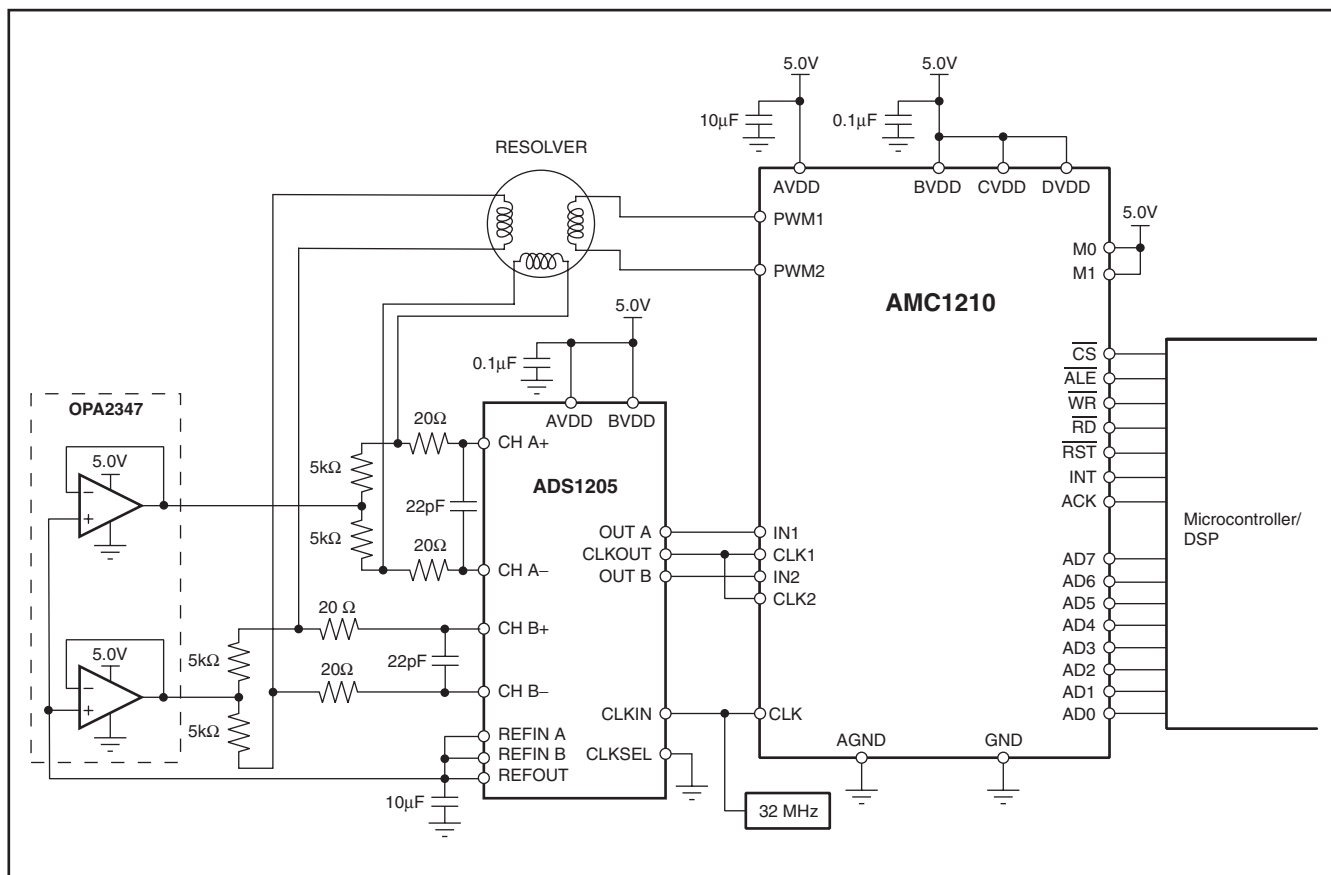


図 24. リゾルバ・アプリケーションの代表的な回路図

電流測定

AMC1210は、電流シャント測定から受信したモジュレータ信号に対するスタンドアロンのデジタル・フィルタとして使用することもできます。AMC1210の内部でデジタル・フィルタ処理を実行すると、マイクロコントローラまたはDSPの中にあるリソースは、モーターの電流が常に供給されていることを保証する処理を継続的に実行する必要がなくなります。たとえば一般的なアプリケーションでは、モーターの過電流の状況に対するリアルタイム・モニタと、モーターのスピードをモニタするための継続的な高分解能データの両方を必要とすることがあります。AMC1210に内蔵されているフィルタ・モジュールのうち1つを使用するだけで、高分解能データ・フィルタ処理を実行するだけでなく、すばやい応答とプログラム可能な過電流割り込みフラグの提供を実現することができます。

電流シャント測定

電流シャント測定を行うには、小規模な差動信号範囲(1V未満)に対応し、高電圧の絶縁を実現する必要があります。この構成をAMC1210の中に収容し、デルタ・シグマ・モジュレータをシャント側に配置し、デジタル絶縁デバイスが同相の電圧絶縁を実現することが可能です。図25を参照してください。

AMC1210には、モジュレータからの電流を測定する2つの方法があります。安定的な電流に対しては、モジュレータと Sinc^3 フィルタを組み合わせる方法を使用し、OSR=256、モジュレータのレートが10MHzという条件下で最大18.9ビットの実効分解能を達成できます。

安定していない電流に対しては、デジタル・フィルタの代わりに(またはデジタル・フィルタとともに)インテグレータを使用して、フィルタの平均値を得ることができます。時間測定ユニットとともに使用する場合、インテグレータは追加のフィルタリング機能(平均化)を達成します。この平均化は、モード2のタイマと、サンプル/ホールド・モードのインテグレータを使用する方法で実現されます。選択したサンプル/ホールド信号の立ち上がりエッジで、インテグレータとタイマの両方が自らの電流値を保存し、リセットされ、再び開始されます。これらの値は、該当のレジスタから読み取られた後、インテグレータの値を単純にタイマの値で割る方法により、平均値を計算する目的で使用されます。図26に、この機能を示します。

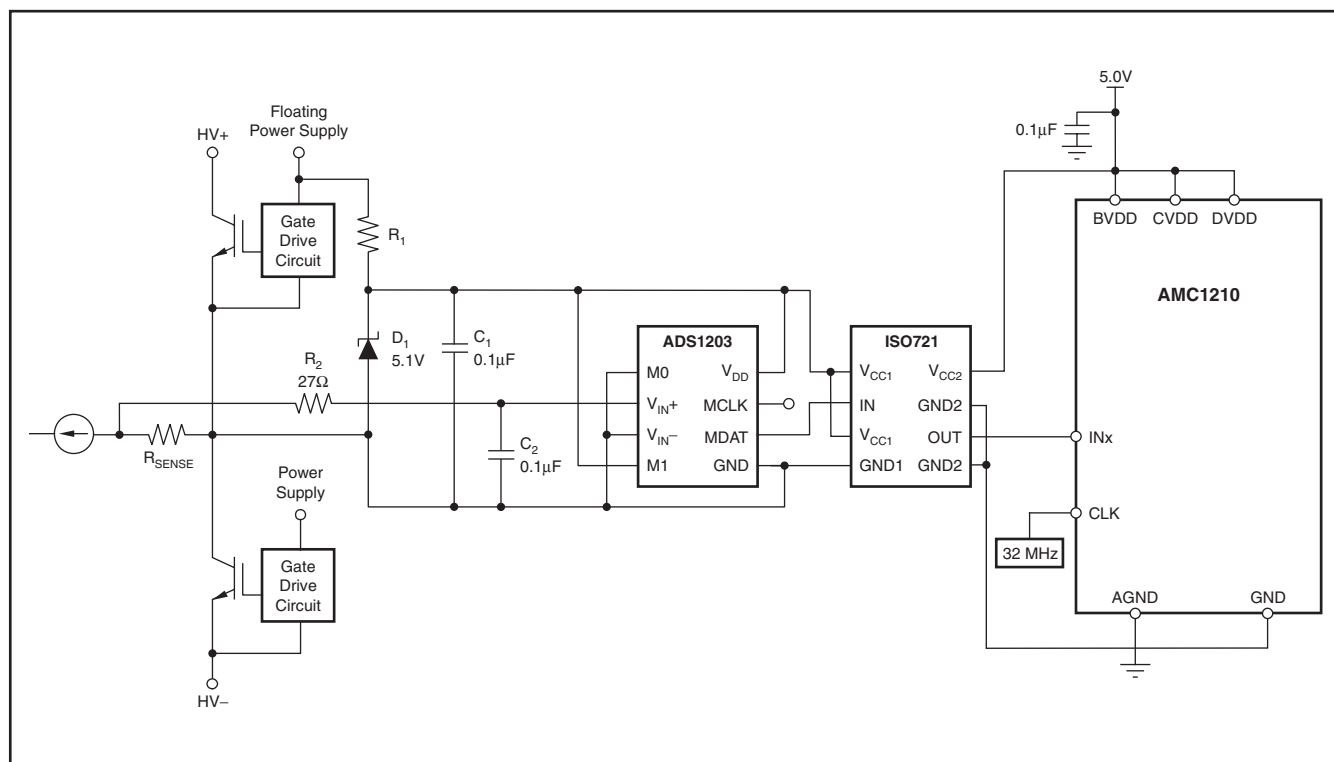


図 25. アプリケーション回路図 — 絶縁された電流測定

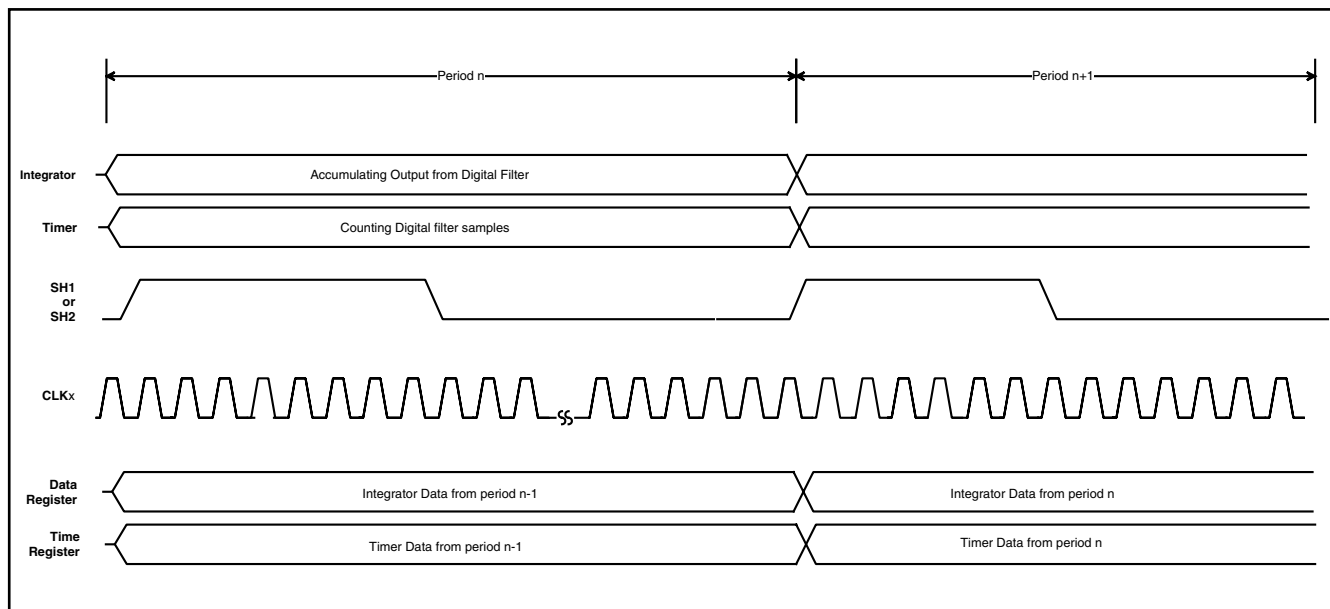


図 26. インテグレータの代表的なシーケンス

インテグレータをデジタル・フィルタと組み合わせて使用する場合は、わずかな遅延を発生させるだけで、ノイズ性能を向上させることができます。たとえば、SOSRが16であるSinc²フィルタを、IOSRが64であるインテグレータと組み合わせた場合、1.6μsの遅延というコストだけで、ENOBを3ビット改善できます。

インテグレータとモジュレータを組み合わせて使用し、モジュレータから受信する“H”ビット(1)と“L”ビット(-1)の平均値を計算して、-1~1の範囲にある浮動小数点因子という形で表現することもできます。sincフィルタ・ユニットをバイパスすることにより、モジュレータ出力をインテグレータが直接累積(積分)することもできます。タイマとインテグレータを上記と同じ方法で設定する(TM= 1、IMOD=1)ことにより、外部信号(SHx)がインテグレータとタイマをトリガし、同時に実行させます。得られたインテグレータのデータをタイマのデータで割ることにより、-1~1の範囲で値を得ることができます。この計算は、サンプルの総数に対して“H”ビットまたは“L”ビットが占める比率を表します。ここで、-1.0はすべてが“L”ビット、0.0は“H”ビットと“L”ビットが同数、1.0はすべてが“H”ビットであることを表します。

過電流測定

継続的に過電流の測定を行うよう AMC1210を構成するには、設計上必要な条件について理解する必要があります。考慮する必要がある最初のパラメータは、セトリングタイムです。システムが許容できる、過電流イベントに関する最大セトリング時間(過電流イベントから、コンパレータ・スレッシュホールドを上回っていることを示す最初のデータ・サンプリングまでの時間)をユーザーが確定した後、対応するデジタル・フィルタを選択できます。

図27に、10MHzで動作しているADS1203のセトリングタイムを示します。許容可能なセトリングタイムを長くすると、フィルタ処理されるデータの量が増え、ENOBが多くなります。この例では、モジュレータのレートとして10MHzを使用しています。ただし、ユーザーがADS1203を16 MHzで動作させることができる点にも注意してください。このスピードが原因で、セトリングタイムは1.6という因数で除算され、短くなります。ただし電力消費は増加します。

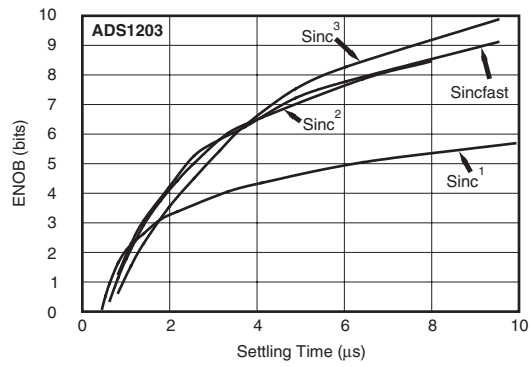


図 27. 実効ビット数 (ENOB) – セットリングタイム (ADS1203)

ユーザーは、希望のセットリングタイムに対して、最大の ENOB を実現するデジタル・フィルタを選択するのが妥当です。セットリングタイムとして $3.2\mu\text{s}$ を想定している場合、ユーザーは Sinc^2 フィルタを選択する必要があります。遅延が $4\mu\text{s}$ より大きい場合、ユーザーは Sinc^3 フィルタを選択する必要があります。

次に、式13を使用して、 $3.2\mu\text{s}$ という遅延時間を実現するのに必要な OSR を計算できます。

合計遅延を式12に示します。

$$\text{Group_Delay} = \text{Order_of_Filter} \cdot \frac{\text{OSR}}{f_{\text{MODULATOR}}} \quad (12)$$

次に、式13を使用して、 3.2ms という遅延時間を実現するのに必要な OSR を計算できます。

$$\begin{aligned} \text{OSR} &= \frac{\text{Group_Delay} \cdot f_{\text{MODULATOR}}}{\text{Order_of_Filter}} \\ &= \frac{3.2\mu\text{s} \cdot 10\text{MHz}}{2} = 16 \end{aligned} \quad (13)$$

OSR として 16 を指定した Sinc^2 コンパレータ・フィルタを使用すると、サンプルのシステムに対してセットリングタイムの要件を満たすことができます。コンパレータの “H” および “L” の値は、表9を参照して選択できます。現在の例に対して、コンパ

レータ・フィルタは 256 個のコード・スパン (0~256) を達成する能力があります。過電流の状況を、モジュレータのフルスケール範囲に対して $\pm 25\%$ に達した値であると定義した場合は、“H” レベルのスレッシュホールド・レベル (HLT15-0) と “L” レベルのスレッシュホールド・レベル (LLT15-0) を、フルスケールの値から $64(256 \text{ の } 25\%)$ を引いた値を最大値として設定、つまり $64 \sim 192$ に設定する必要があります。偶発的に過電流の状況を成立させることを避けるために、この値を小さくする必要があります。5% のガードバンドを想定する場合は、スレッシュホールド・レベルを $60 \sim 196$ に設定する必要があります。

ホール・センサーの測定

AMC1210 を ADS120x ファミリーのモジュレータと直接組み合わせて使用し、磁界強度を測定するためにホール・センサーとのインターフェイスを実現することもできます。ADS1208 は、16 ビットの 2 次デルタ・シグマ・モジュレータであり、ホール素子バイアス回路を内蔵しています。ADS1208 の MCLK ラインと MDATA ラインを AMC1210 の INx と CLKx ラインに接続することにより、システム・クロックを AMC1210 に供給するだけで、モジュレータからのデータをフィルタ処理して外部に供給することができます。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
AMC1210IRHAR	Active	Production	VQFN (RHA) 40	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	AMC 1210I
AMC1210IRHAR.A	Active	Production	VQFN (RHA) 40	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	AMC 1210I
AMC1210IRHAT	Active	Production	VQFN (RHA) 40	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	AMC 1210I
AMC1210IRHAT.A	Active	Production	VQFN (RHA) 40	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	AMC 1210I

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

GENERIC PACKAGE VIEW

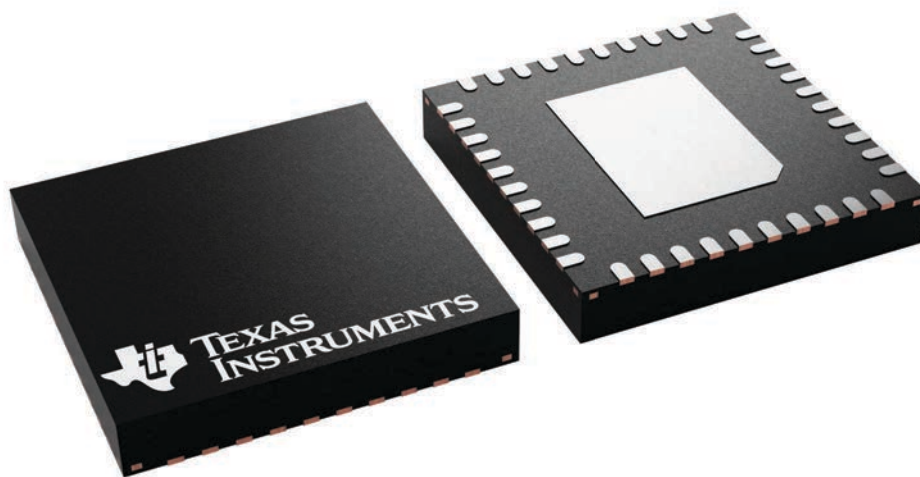
RHA 40

VQFN - 1 mm max height

6 x 6, 0.5 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

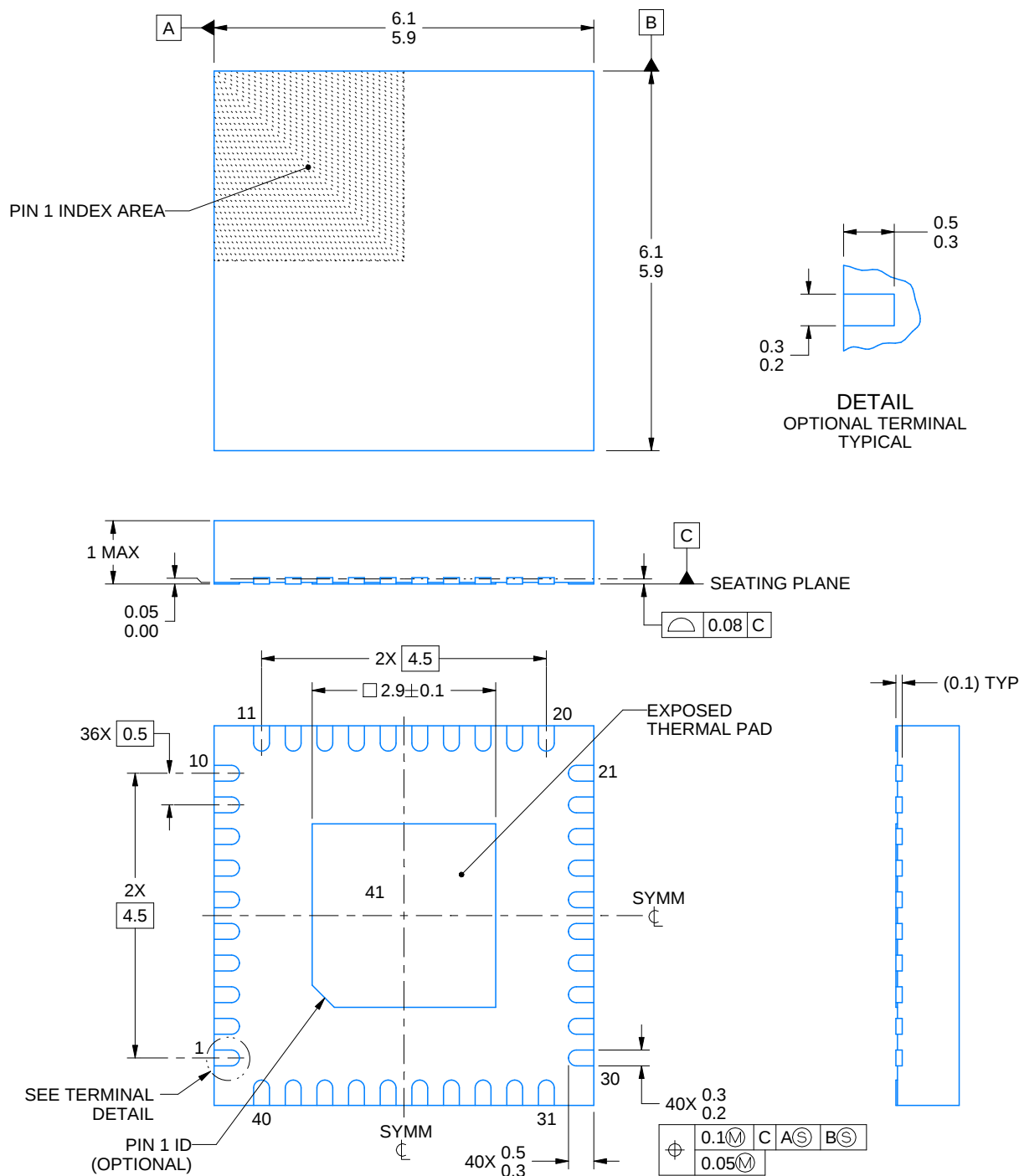
This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.





VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



4225822/A 03/2020

NOTES:

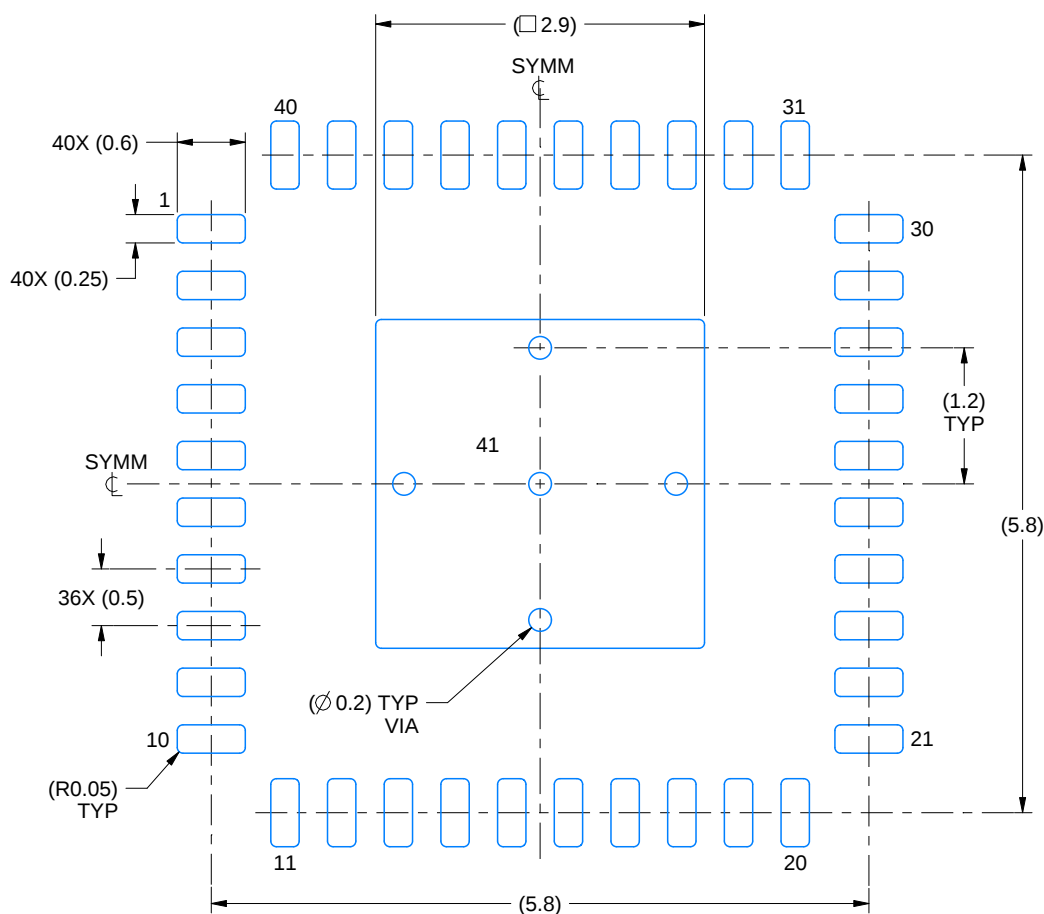
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

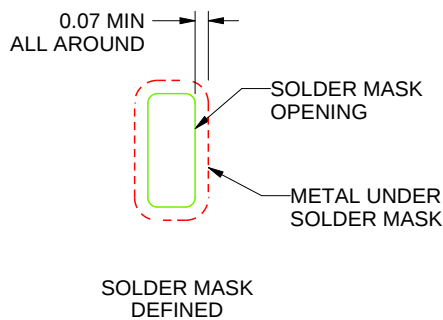
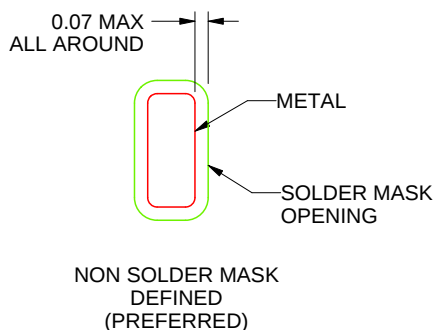
RHA0040D

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:15X



SOLDER MASK DETAILS

4225822/A 03/2020

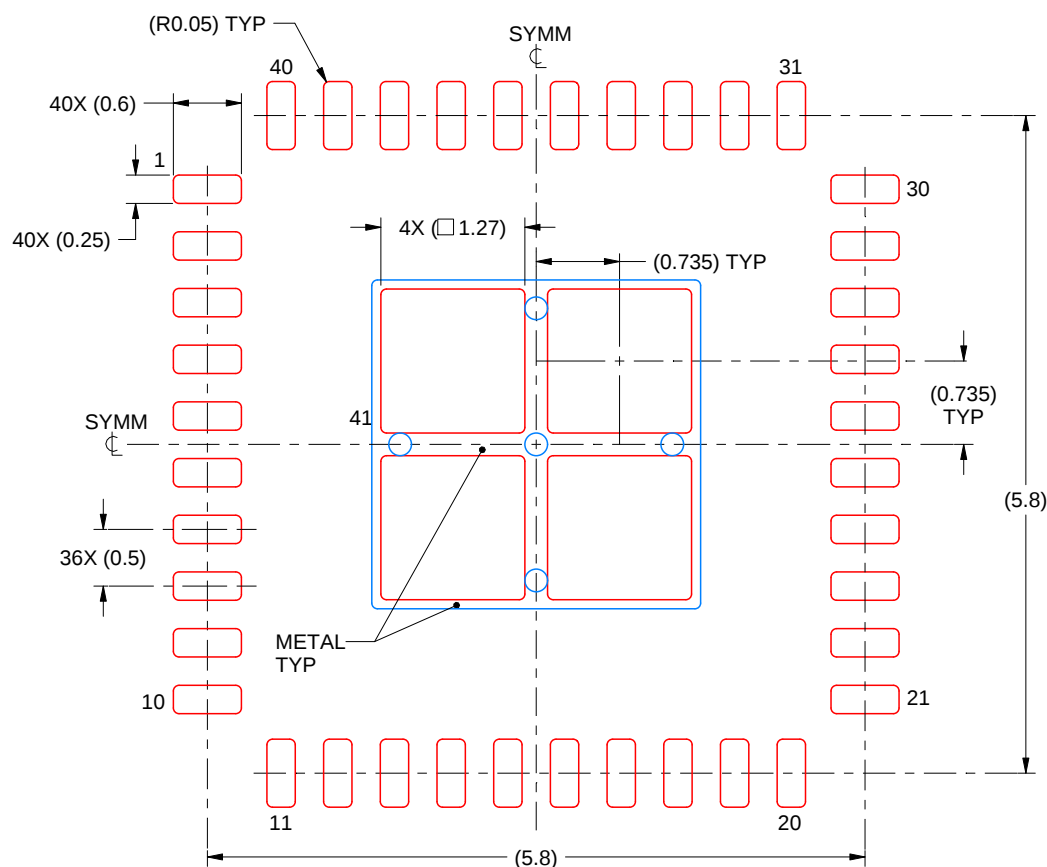
NOTES: (continued)

- This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
- Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view.

RHA0040D

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE

BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 41:
76.46% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:15X

4225822/A 03/2020

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用される テキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated