

Easy Drive入力電流キャンセル機能 およびI²Cインタフェース付き24ビット 8/16チャンネル・デルタシグマADC

特長

- 最多8つの差動入力または最多16のシングルエンド入力
- Easy Drive™ 技法により、差動入力電流がゼロの
レール・トゥ・レール入力が可能
- 最大限の精度で高インピーダンス・センサを
直接デジタル化
- 27のアドレスと1つの同期用グローバル・アドレスを
備えた2線I²Cインタフェース
- RMSノイズ: 600nV
- 高精度温度センサを内蔵
- GND~V_{CC}の入力/リファレンス同相範囲
- 50Hz、60Hzまたは50Hz/60Hz同時の除去モードを
プログラム可能
- INLが2ppm、ミッシング・コードなし
- オフセットが1ppm、フルスケール誤差が15ppm
- 2倍速/電力低減モード
(内部発振器を使用した15Hz出力と80μAの7.5Hz出力)
- 待ち時間なし: 新しいチャンネルの選択後も
デジタル・フィルタは1サイクルでセトリング
- 2.7V~5.5V単一電源動作 (0.8mW)
- 内部発振器
- 5mm×7mm小型QFNパッケージ

アプリケーション

- ダイレクト・センサ・デジタイザ
- 直接温度測定
- 計測
- 産業用プロセス制御

概要

LTC[®]2499は、Easy Drive技法と2線I²Cインタフェースを採用した16チャンネル(8差動チャンネル)24ビットNo Latency ΔΣ[™] ADCです。特許取得のサンプリング回路は、差動入力電流の自動キャンセルにより、ダイナミック入力電流誤差や内部バッファの弱点を除去しています。このため、優れたDC精度を維持しながら、大きい外部ソース・インピーダンスを許容でき、レール・トゥ・レール入力信号を直接デジタル化できます。

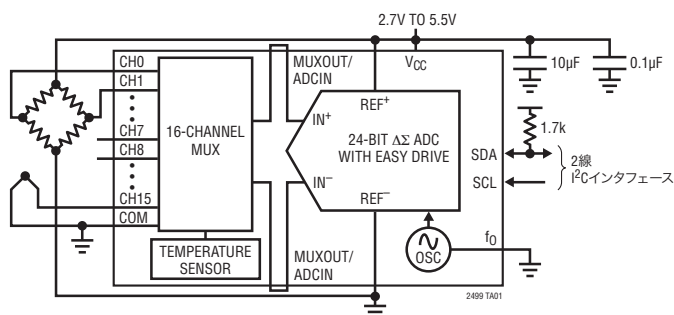
LTC2499は高精度温度センサと発振器を内蔵しています。このデバイスは(シングルエンドまたは差動モードで動作する16のアナログ入力チャンネルの組み合わせからの)外部信号または内部温度センサを測定するように構成可能です。内部温度センサは分解能が1/30 °C、絶対精度は2°Cです。

LTC2499はリファレンス電圧と関係なく、広い同相入力電圧範囲(0V~V_{CC})が可能です。シングルエンド入力または差動入力のあらゆる組み合わせを選択可能で、新しいチャンネルを選択した後の最初の変換が有効です。マルチプレクサ出力にアクセスすることにより、オプションの外付けアンプを全てのアナログ入力間で共有できます。また、自動較正によって、付随するオフセットやドリフトを連続的に除去します。

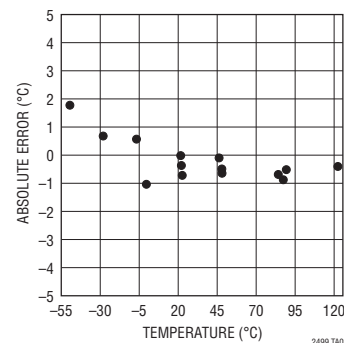
ΔΣ、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリアテックノロジー社の登録商標であり、No Latency ΔΣおよびEasy Driveはリアテックノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

標準的応用例

温度補償付きデータ収集システム



内蔵高性能温度センサ



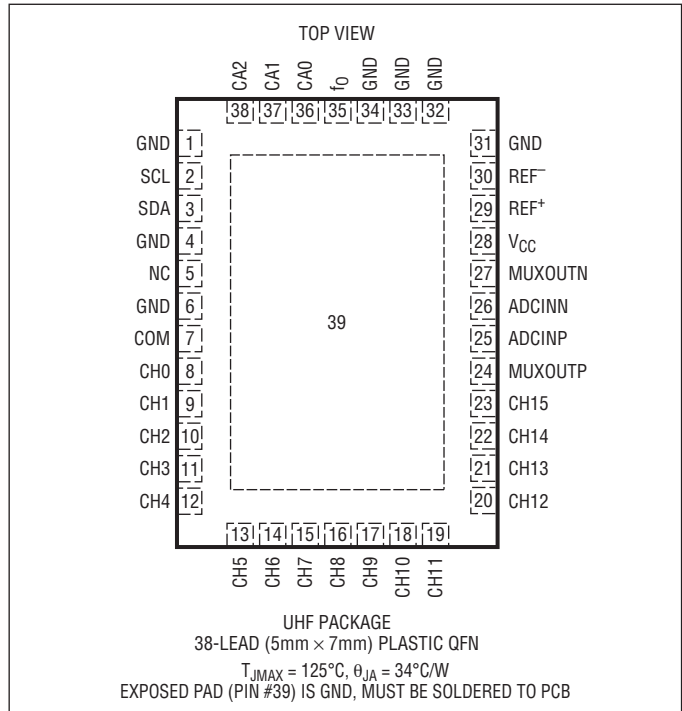
LTC2499

絶対最大定格

(Note 1, 2)

電源電圧 (V _{CC})	-0.3V~6V
アナログ入力電圧	
(CH0~CH15, COM)	-0.3V~(V _{CC} +0.3V)
REF ⁺ , REF ⁻	-0.3V~(V _{CC} +0.3V)
ADCINN, ADCINP, MUXOUTP、	
MUXOUTN	-0.3V~(V _{CC} +0.3V)
デジタル入力電圧	-0.3V~(V _{CC} +0.3V)
デジタル出力電圧	-0.3V~(V _{CC} +0.3V)
動作温度範囲	
LTC2499C.....	0°C~70°C
LTC2499I.....	-40°C~85°C
保存温度範囲.....	-65°C~150°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC2499CUHF#PBF	LTC2499CUHF#TRPBF	2499	38-Lead (5mm x 7mm) Plastic QFN	0°C to 70°C
LTC2499IUHF#PBF	LTC2499IUHF#TRPBF	2499	38-Lead (5mm x 7mm) Plastic QFN	-40°C to 85°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> をご覧ください。

電気的特性 (通常速度)

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25°Cでの値。(Note 3, 4)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Resolution (No Missing Codes)	0.1V ≤ V _{REF} ≤ V _{CC} , -FS ≤ V _{IN} ≤ +FS (Note 5)	24			Bits
Integral Nonlinearity	5V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V, V _{REF} = 5V, V _{IN(CM)} = 2.5V (Note 6)	●	2	10	ppm of V _{REF}
	2.7V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V, V _{REF} = 2.5V, V _{IN(CM)} = 1.25V (Note 6)	●	1		ppm of V _{REF}
Offset Error	2.5V ≤ V _{REF} ≤ V _{CC} , GND ≤ IN ⁺ = IN ⁻ ≤ V _{CC} (Note 13)	●	0.5	2.5	μV
Offset Error Drift	2.5V ≤ V _{REF} ≤ V _{CC} , GND ≤ IN ⁺ = IN ⁻ ≤ V _{CC}		10		nV/°C
Positive Full-Scale Error	2.5V ≤ V _{REF} ≤ V _{CC} , IN ⁺ = 0.75V _{REF} , IN ⁻ = 0.25V _{REF}	●		25	ppm of V _{REF}
Positive Full-Scale Error Drift	2.5V ≤ V _{REF} ≤ V _{CC} , IN ⁺ = 0.75V _{REF} , IN ⁻ = 0.25V _{REF}		0.1		ppm of V _{REF} /°C
Negative Full-Scale Error	2.5V ≤ V _{REF} ≤ V _{CC} , IN ⁺ = 0.25V _{REF} , IN ⁻ = 0.75V _{REF}	●		25	ppm of V _{REF}
Negative Full-Scale Error Drift	2.5V ≤ V _{REF} ≤ V _{CC} , IN ⁺ = 0.25V _{REF} , IN ⁻ = 0.75V _{REF}		0.1		ppm of V _{REF} /°C

2499fd

電气的特性 (通常の速度)

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3、4)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Total Unadjusted Error	$5V \leq V_{CC} \leq 5.5V, V_{REF} = 2.5V, V_{IN(CM)} = 1.25V$ $5V \leq V_{CC} \leq 5.5V, V_{REF} = 5V, V_{IN(CM)} = 2.5V$ $2.7V \leq V_{CC} \leq 5.5V, V_{REF} = 2.5V, V_{IN(CM)} = 1.25V$		15 15 15		ppm of V_{REF} ppm of V_{REF} ppm of V_{REF}
Output Noise	$2.7V < V_{CC} < 5.5V, 2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC},$ $GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Note 12)		0.6		μVRMS
Internal PTAT Signal	$T_A = 27^\circ\text{C}$ (Note 13)	27.8	28.0	28.2	mV
Internal PTAT Temperature Coefficient			93.5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

電气的特性 (2倍速)

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3、4)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Resolution (No Missing Codes)	$0.1V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, -FS \leq V_{IN} \leq +FS$ (Note 5)	24			Bits
Integral Nonlinearity	$5V \leq V_{CC} \leq 5.5V, V_{REF} = 5V, V_{IN(CM)} = 2.5V$ (Note 6) $2.7V \leq V_{CC} \leq 5.5V, V_{REF} = 2.5V, V_{IN(CM)} = 1.25V$ (Note 6)	●	2 1	10	ppm of V_{REF} ppm of V_{REF}
Offset Error	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Note 13)	●	0.2	2	mV
Offset Error Drift	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$		100		$\text{nV}/^\circ\text{C}$
Positive Full-Scale Error	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, IN^+ = 0.75V_{REF}, IN^- = 0.25V_{REF}$	●		25	ppm of V_{REF}
Positive Full-Scale Error Drift	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, IN^+ = 0.75V_{REF}, IN^- = 0.25V_{REF}$		0.1		ppm of $V_{REF}/^\circ\text{C}$
Negative Full-Scale Error	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, IN^+ = 0.25V_{REF}, IN^- = 0.75V_{REF}$	●		25	ppm of V_{REF}
Negative Full-Scale Error Drift	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, IN^+ = 0.25V_{REF}, IN^- = 0.75V_{REF}$		0.1		ppm of $V_{REF}/^\circ\text{C}$
Output Noise	$5V \leq V_{CC} \leq 5.5V, V_{REF} = 5V, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$		0.85		μVRMS

コンバータの特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Common Mode Rejection DC	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Note 5)	●	140		dB
Input Common Mode Rejection 50Hz $\pm 2\%$	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Notes 5, 7)	●	140		dB
Input Common Mode Rejection 60Hz $\pm 2\%$	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Notes 5, 8)	●	140		dB
Input Normal Mode Rejection 50Hz $\pm 2\%$	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Notes 5, 7)	●	110	120	dB
Input Normal Mode Rejection 60Hz $\pm 2\%$	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Notes 5, 8)	●	110	120	dB
Input Normal Mode Rejection 50Hz/60Hz $\pm 2\%$	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Notes 5, 9)	●	87		dB
Reference Common Mode Rejection DC	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, GND \leq IN^+ = IN^- \leq V_{CC}$ (Note 5)	●	120	140	dB
Power Supply Rejection DC	$V_{REF} = 2.5V, IN^+ = IN^- = GND$			120	dB
Power Supply Rejection, 50Hz $\pm 2\%$, 60Hz $\pm 2\%$	$V_{REF} = 2.5V, IN^+ = IN^- = GND$ (Notes 7, 8, 9)			120	dB

アナログ入力とリファレンス

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IN^+	Absolute/Common Mode IN^+ Voltage (IN^+ Corresponds to the Selected Positive Input Channel)		$GND - 0.3V$		$V_{CC} + 0.3V$	V
IN^-	Absolute/Common Mode IN^- Voltage (IN^- Corresponds to the Selected Negative Input Channel)		$GND - 0.3V$		$V_{CC} + 0.3V$	V
V_{IN}	Input Differential Voltage Range ($IN^+ - IN^-$)	●	-FS		+FS	V

2499fd

LTC2499

アナログ入力とリファレンス

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3)

FS	Full Scale of the Differential Input ($\text{IN}^+ - \text{IN}^-$)		●	$0.5V_{\text{REF}}$			V
LSB	Least Significant Bit of the Output Code		●	$\text{FS}/2^{24}$			
REF ⁺	Absolute/Common Mode REF ⁺ Voltage		●	0.1	V_{CC}		V
REF ⁻	Absolute/Common Mode REF ⁻ Voltage		●	GND	$\text{REF}^+ - 0.1\text{V}$		V
V_{REF}	Reference Voltage Range ($\text{REF}^+ - \text{REF}^-$)		●	0.1	V_{CC}		V
CS(IN^+)	IN^+ Sampling Capacitance				11		pF
CS(IN^-)	IN^- Sampling Capacitance				11		pF
CS(V_{REF})	V_{REF} Sampling Capacitance				11		pF
$I_{\text{DC_LEAK}}(\text{IN}^+)$	IN^+ DC Leakage Current	Sleep Mode, $\text{IN}^+ = \text{GND}$	●	-10	1	10	nA
$I_{\text{DC_LEAK}}(\text{IN}^-)$	IN^- DC Leakage Current	Sleep Mode, $\text{IN}^- = \text{GND}$	●	-10	1	10	nA
$I_{\text{DC_LEAK}}(\text{REF}^+)$	REF ⁺ DC Leakage Current	Sleep Mode, $\text{REF}^+ = V_{\text{CC}}$	●	-100	1	100	nA
$I_{\text{DC_LEAK}}(\text{REF}^-)$	REF ⁻ DC Leakage Current	Sleep Mode, $\text{REF}^- = \text{GND}$	●	-100	1	100	nA
t_{OPEN}	MUX Break-Before-Make				50		ns
QIRR	MUX Off Isolation	$V_{\text{IN}} = 2V_{\text{P-P}}$ DC to 1.8MHz			120		dB

I²C入力とデジタル出力

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IH}	High Level Input Voltage		●	$0.7V_{\text{CC}}$			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage		●			$0.3V_{\text{CC}}$	V
V_{IHA}	Low Level Input Voltage for Address Pins CA0, CA1, CA2 and Pin f_0		●			$0.05V_{\text{CC}}$	V
V_{ILA}	High Level Input Voltage for Address Pins CA0, CA1, CA2		●	$0.95V_{\text{CC}}$			V
R_{INH}	Resistance from CA0, CA1, CA2 to V_{CC} to Set Chip Address Bit to 1		●			10	k Ω
R_{INL}	Resistance from CA0, CA1, CA2 to GND to Set Chip Address Bit to 0		●			10	k Ω
R_{INF}	Resistance from CA0, CA1, CA2 to GND or V_{CC} to Set Chip Address Bit to Float		●	2			M Ω
I_{I}	Digital Input Current		●	-10		10	μA
V_{HYS}	Hysteresis of Schmitt Trigger Inputs	(Note 5)	●	$0.05V_{\text{CC}}$			V
V_{OL}	Low Level Output Voltage (SDA)	$I = 3\text{mA}$	●			0.4	V
t_{OF}	Output Fall Time $V_{\text{IH}}(\text{MIN})$ to $V_{\text{IL}}(\text{MAX})$	Bus Load C_{B} 10pF to 400pF (Note 14)	●	$20 + 0.1C_{\text{B}}$		250	ns
I_{IN}	Input Leakage	$0.1V_{\text{CC}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{CC}}$	●			1	μA
C_{CAX}	External Capacitive Load on Chip Address Pins (CA0, CA1, CA2) for Valid Float		●			10	pF

電源要件

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{CC}	Supply Voltage		●	2.7		5.5	V
I_{CC}	Supply Current	Conversion Current (Note 11)	●		160	275	μA
		Temperature Measurement (Note 11)	●		200	300	μA
		Sleep Mode (Note 11)	●		1	2	μA

2499fd

デジタル入力とデジタル出力

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
f_{EOSC}	External Oscillator Frequency Range	(Note 16)	● 10		4000	kHz
t_{HEO}	External Oscillator High Period		● 0.125		100	μs
t_{LEO}	External Oscillator Low Period		● 0.125		100	μs
t_{CONV_1}	Conversion Time for 1x Speed Mode	50Hz Mode	● 157.2	160.3	163.5	ms
		60Hz Mode	● 131	133.6	136.3	ms
		Simultaneous 50Hz/60Hz Mode	● 144.1	146.9	149.9	ms
		External Oscillator (Note 10)		41036/ f_{EOSC} (in kHz)		ms
t_{CONV_2}	Conversion Time for 2x Speed Mode	50Hz Mode	● 78.7	80.3	81.9	ms
		60Hz Mode	● 65.6	66.9	68.2	ms
		Simultaneous 50Hz/60Hz Mode	● 72.2	73.6	75.1	ms
		External Oscillator (Note 10)		20556/ f_{EOSC} (in kHz)		ms

I²C タイミング特性●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 3、15)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
f_{SCL}	SCL Clock Frequency		● 0		400	kHz
$t_{\text{HD(SDA)}}$	Hold Time (Repeated) START Condition		● 0.6			μs
t_{LOW}	LOW Period of the SCL Pin		● 1.3			μs
t_{HIGH}	HIGH Period of the SCL Pin		● 0.6			μs
$t_{\text{SU(STA)}}$	Set-Up Time for a Repeated START Condition		● 0.6			μs
$t_{\text{HD(DAT)}}$	Data Hold Time		● 0		0.9	μs
$t_{\text{SU(DAT)}}$	Data Set-Up Time		● 100			ns
t_r	Rise Time for SDA Signals	(Note 14)	● $20 + 0.1C_B$		300	ns
t_f	Fall Time for SDA Signals	(Note 14)	● $20 + 0.1C_B$		300	ns
$t_{\text{SU(STO)}}$	Set-Up Time for STOP Condition		● 0.6			μs
t_{BUF}	Bus Free Time Between a Second START Condition		● 1.3			μs

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: 全ての電圧値はGNDを基準にしている。

Note 3: 注記がない限り: $V_{\text{CC}} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$

$$V_{\text{REFCM}} = V_{\text{REF}}/2, F_s = 0.5V_{\text{REF}}$$

$$V_{\text{IN}} = \text{IN}^+ - \text{IN}^-, V_{\text{IN(CM)}} = (\text{IN}^+ + \text{IN}^-)/2.$$

ここで、 IN^+ と IN^- は選択された入力チャンネルである。

Note 4: 注記がない限り、内部変換クロックまたは $f_{\text{EOSC}} = 307.2\text{kHz}$ の外部変換クロック・ソースを使う。

Note 5: 設計によって保証されているが、テストされない。

Note 6: 積分非直線性は、実際の伝達曲線のエンドポイントを通る直線からのコードの偏差として定義されている。偏差は量子化幅の中心から測定される。

Note 7: 50Hzモード(内部発振器)または $f_{\text{EOSC}} = 256\text{kHz} \pm 2\%$ (外部発振器)

Note 8: 60Hzモード(内部発振器)または $f_{\text{EOSC}} = 307.2\text{kHz} \pm 2\%$ (外部発振器)

Note 9: 50Hz/60Hz同時モード(内部発振器)または $f_{\text{EOSC}} = 280\text{kHz} \pm 2\%$ (外部発振器)

Note 10: 外部発振器は f_0 ピンに接続される。外部発振器の周波数(f_{Eosc})はkHzで表されている。

Note 11: コンバータは内部発振器を使用する。

Note 12: 出力ノイズには内部較正動作によって生じる分が含まれる。

Note 13: 設計およびテストとの相関により保証されている。

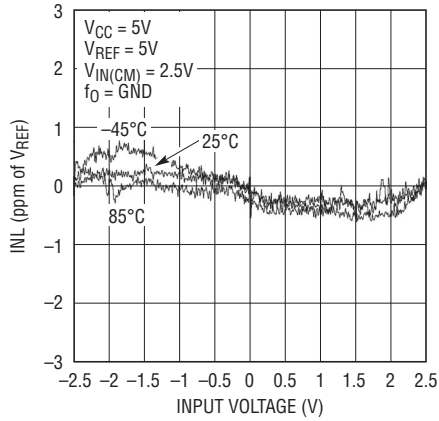
Note 14: $C_B = 1$ 本のバスラインのpFを単位とする容量($10\text{pF} \leq C_B \leq 400\text{pF}$)。

Note 15: 全ての値は $V_{\text{IH(MIN)}}$ と $V_{\text{IL(MAX)}}$ のレベルを基準にしている。

Note 16: 「性能とデータ・レート」のグラフについては、「アプリケーション情報」のセクションを参照。

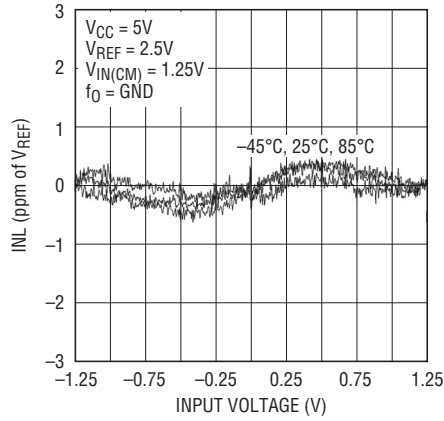
標準的性能特性

積分非直線性
($V_{CC} = 5V$, $V_{REF} = 5V$)



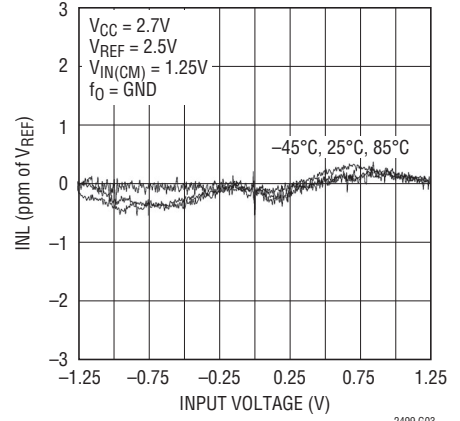
2499 G01

積分非直線性
($V_{CC} = 5V$, $V_{REF} = 2.5V$)



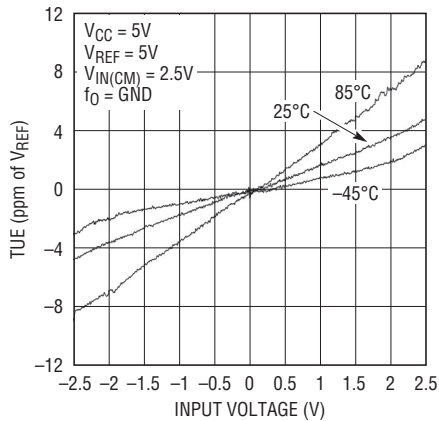
2499 G02

積分非直線性
($V_{CC} = 2.7V$, $V_{REF} = 2.5V$)



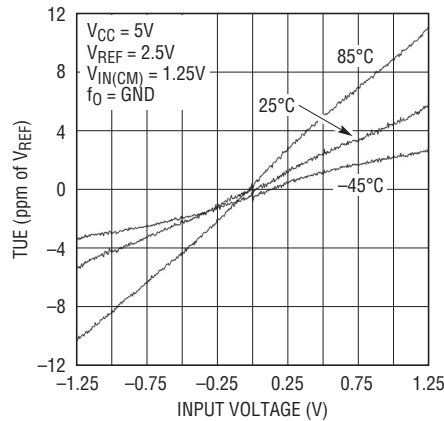
2499 G03

全未調整誤差
($V_{CC} = 5V$, $V_{REF} = 5V$)



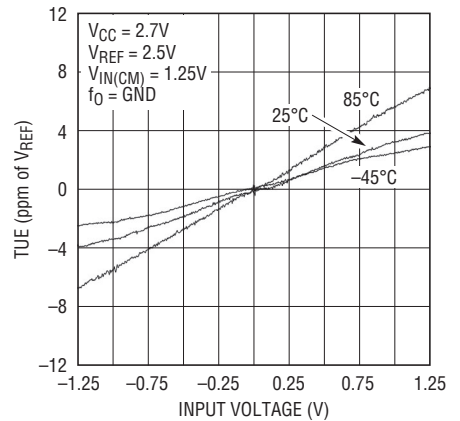
2499 G04

全未調整誤差
($V_{CC} = 5V$, $V_{REF} = 2.5V$)



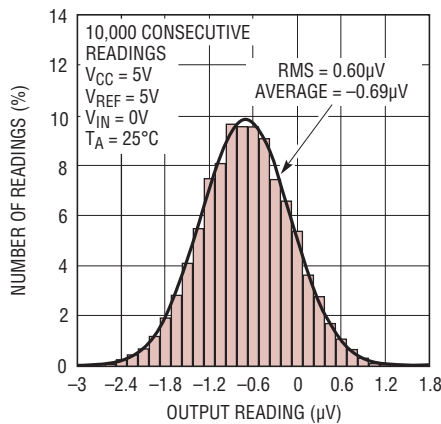
2499 G05

全未調整誤差
($V_{CC} = 2.7V$, $V_{REF} = 2.5V$)



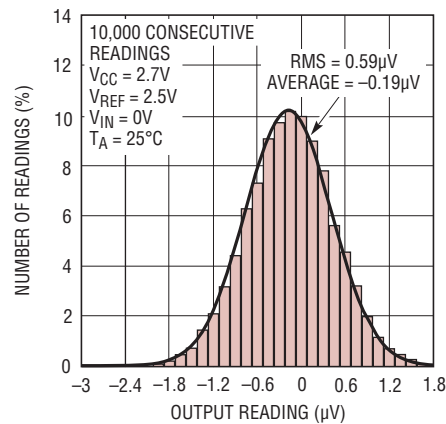
2499 G06

ノイズのヒストグラム (6.8sps)



2499 G07

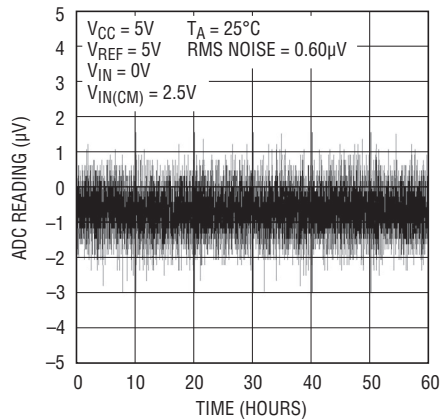
ノイズのヒストグラム (7.5sps)



2499 G08

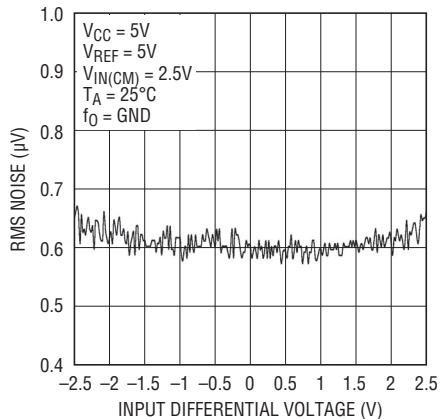
標準的性能特性

ADCの長時間表示



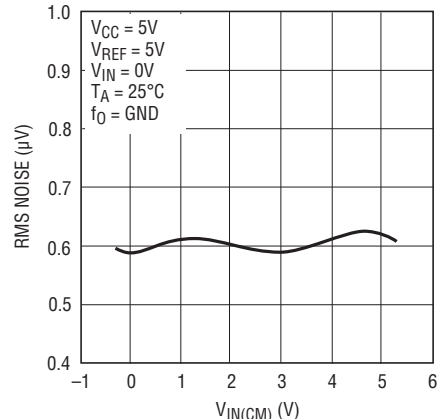
2499 G09

RMSノイズと入力差動電圧



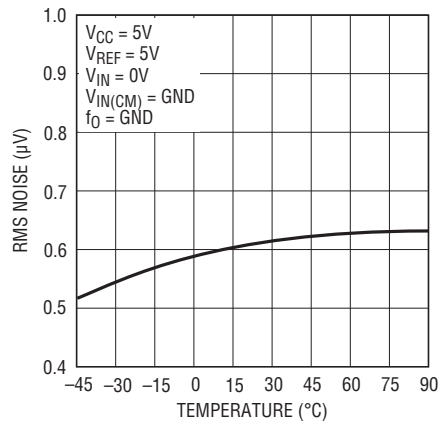
2499 G10

RMSノイズとVIN(CM)



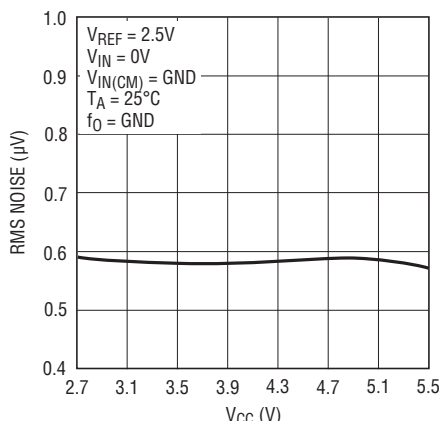
2499 G11

RMSノイズと温度(TA)



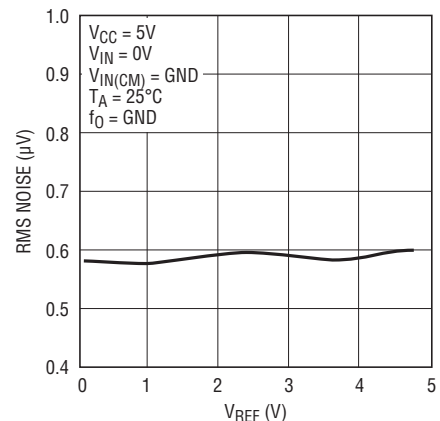
2499 G12

RMSノイズとVCC



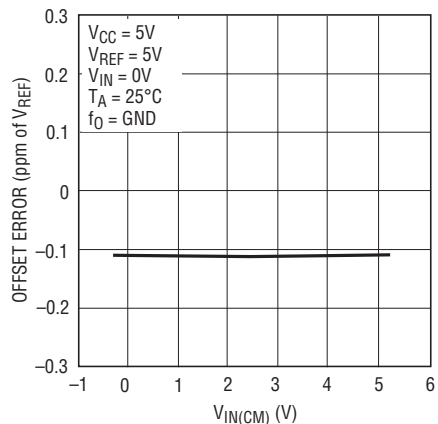
2499 G13

RMSノイズとVREF



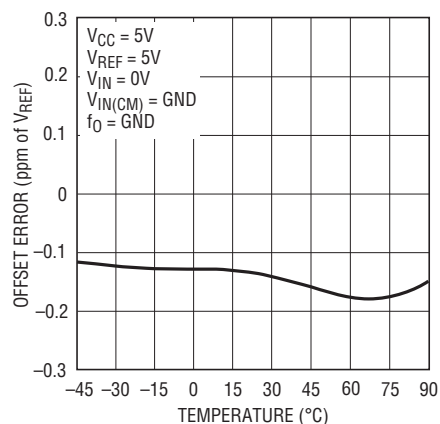
2499 G14

オフセット誤差とVIN(CM)



2499 G15

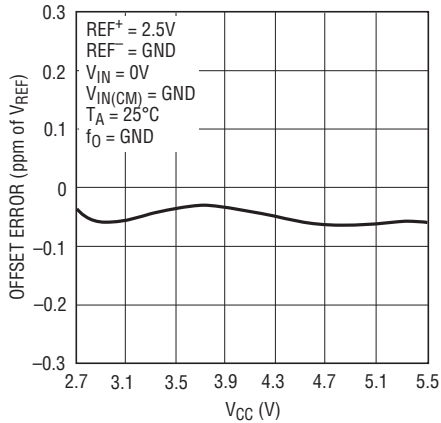
オフセット誤差と温度



2499 G16

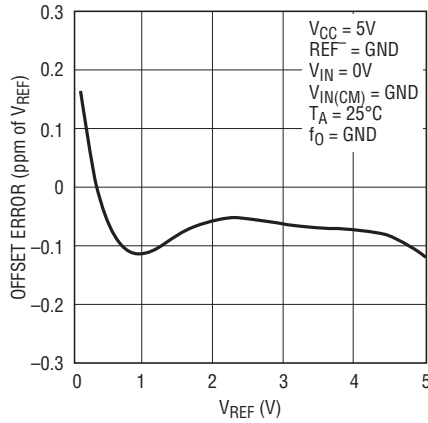
標準的性能特性

オフセット誤差とV_{CC}



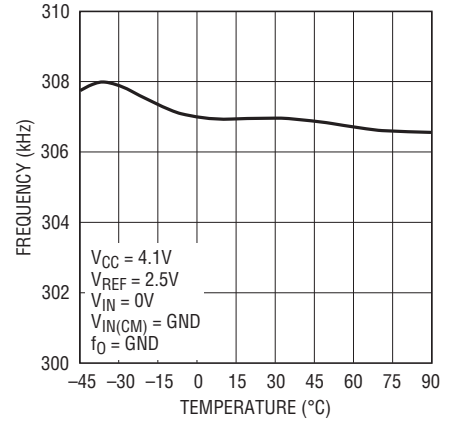
2499 G17

オフセット誤差とV_{REF}



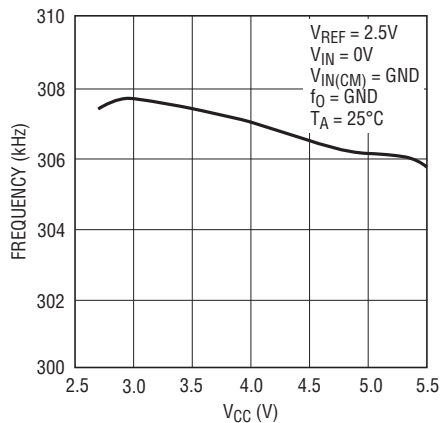
2499 G18

内蔵発振器の周波数と温度



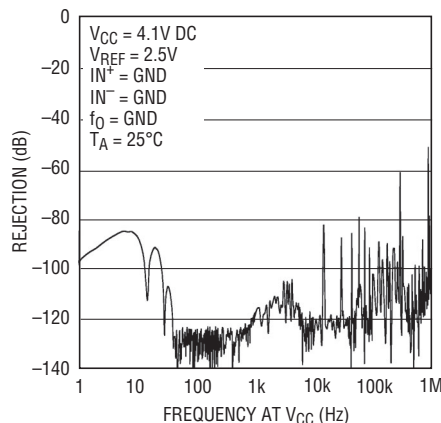
2499 G19

内蔵発振器の周波数とV_{CC}



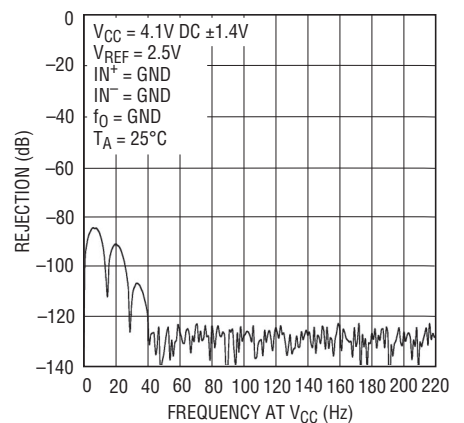
2499 G20

PSRRとV_{CC}での周波数



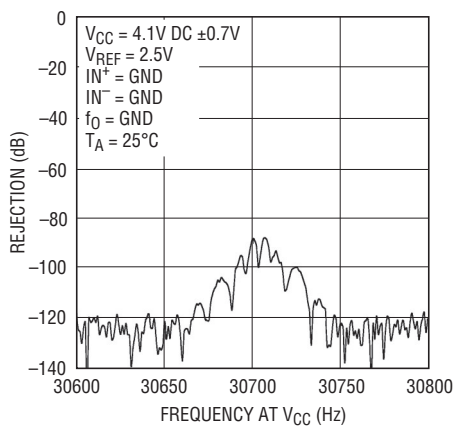
2499 G21

PSRRとV_{CC}での周波数



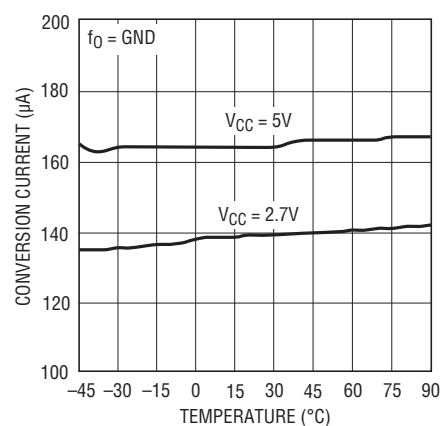
2499 G22

PSRRとV_{CC}での周波数



2499 G23

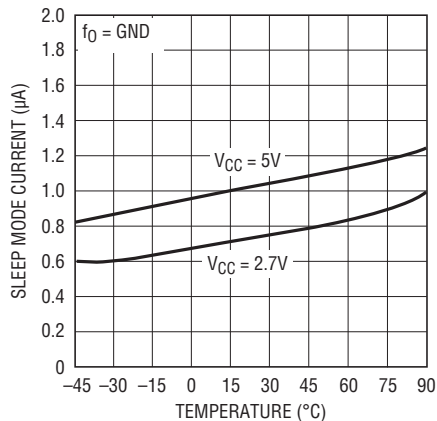
変換電流と温度



2499 G24

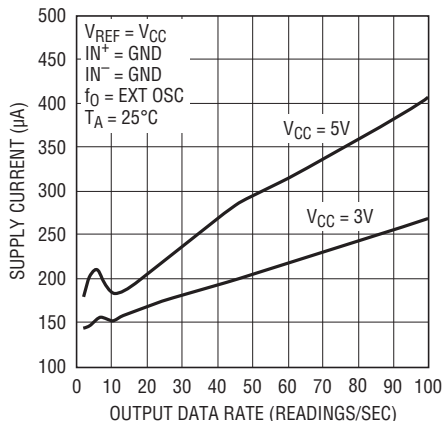
標準的性能特性

スリープ・モード電流と温度



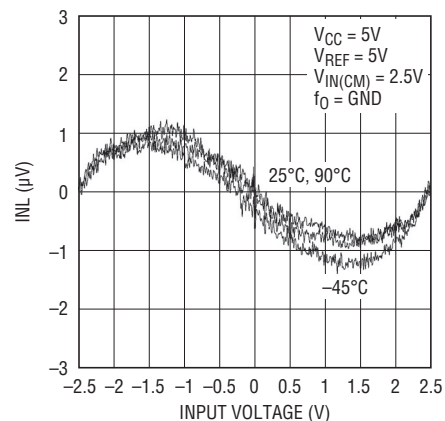
2499 G25

変換電流と出力データ・レート



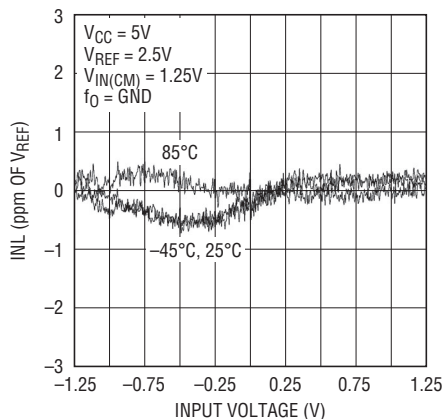
2499 G26

積分非直線性 (2倍速モード; $V_{\text{CC}} = 5\text{V}$, $V_{\text{REF}} = 5\text{V}$)



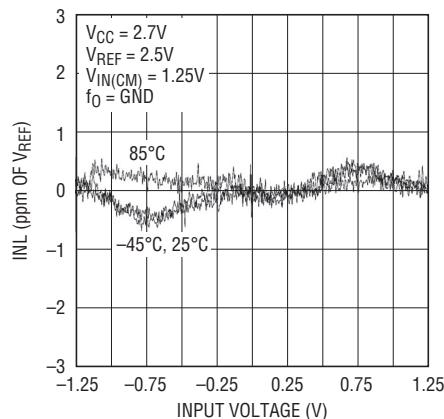
2499 G27

積分非直線性 (2倍速モード; $V_{\text{CC}} = 5\text{V}$, $V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$)



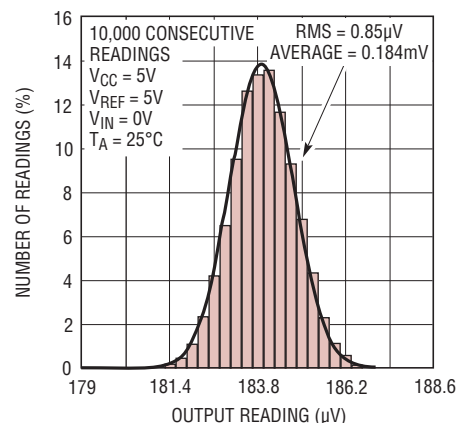
2499 G28

積分非直線性 (2倍速モード; $V_{\text{CC}} = 2.7\text{V}$, $V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$)



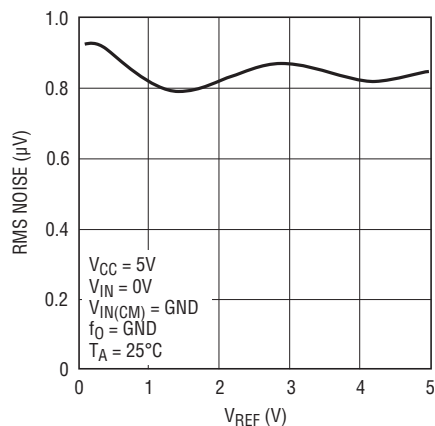
2499 G29

ノイズのヒストグラム (2倍速モード)



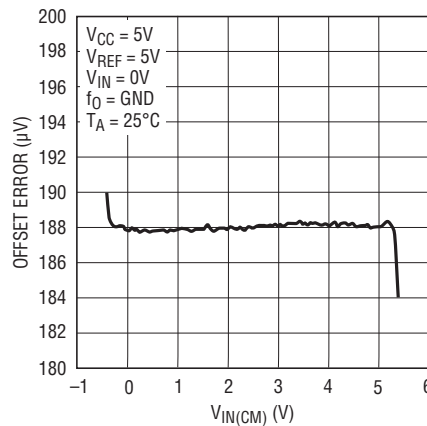
2499 G30

RMSノイズと V_{REF} (2倍速モード)



2499 G31

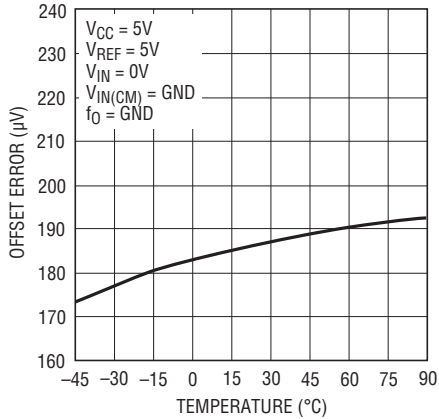
オフセット誤差と $V_{\text{IN(CM)}}$ (2倍速モード)



2499 G32

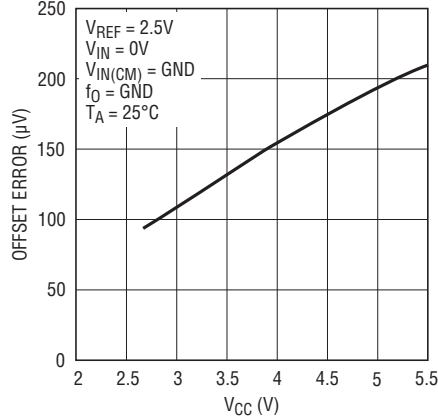
標準的性能特性

オフセット誤差と温度
(2倍速モード)



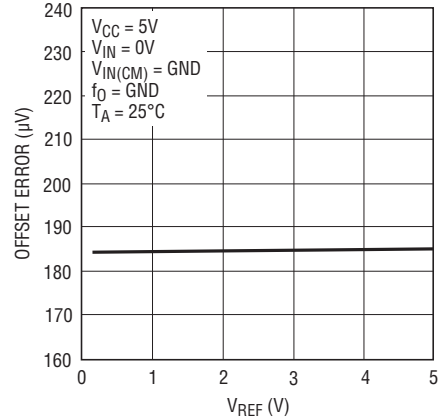
2499 G33

オフセット誤差と V_{CC}
(2倍速モード)



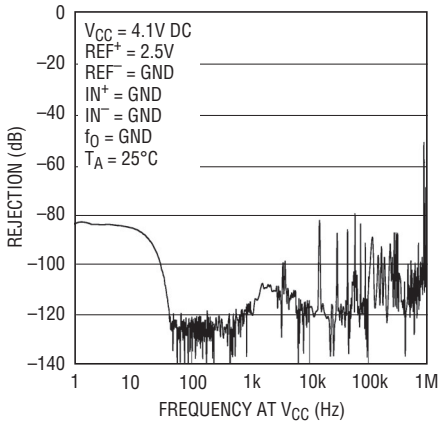
2499 G34

オフセット誤差と V_{REF}
(2倍速モード)



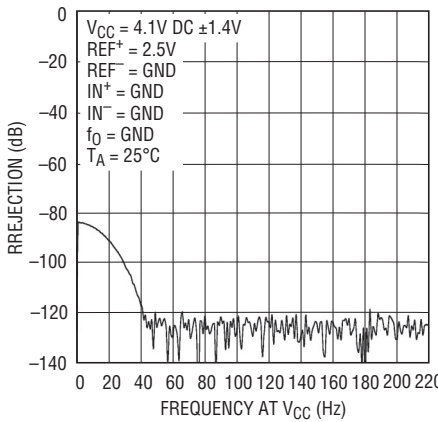
2499 G35

PSRRと V_{CC} での周波数
(2倍速モード)



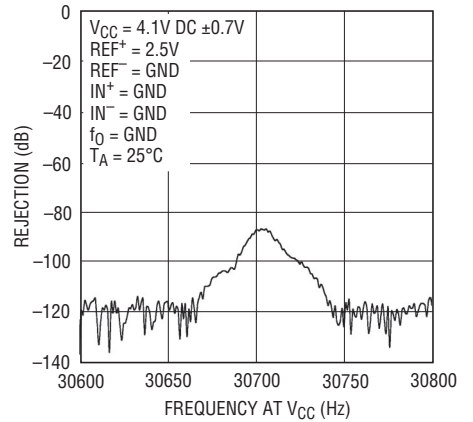
2499 G36

PSRRと V_{CC} での周波数
(2倍速モード)



2499 G37

PSRRと V_{CC} での周波数
(2倍速モード)



2499 G38

ピン機能

GND (ピン1、4、6、31、32、33、34) : グラウンド。グラウンド電流の流れとV_{CC}のデカップリングを最適にするため、内部で結合されている複数のグラウンド・ピン。これらのピンのそれぞれを1つの共通グラウンド・プレーンに低インピーダンスで接続します。適正な動作のためには7つのピン全てをグラウンドに接続する必要があります。

SCL (ピン2) : I²Cインタフェースのシリアル・クロック・ピン。LTC2499はスレーブとして機能することができるだけで、SCLピンは外部シリアル・クロックだけを受け入れます。データはSCLクロックの立ち上がりエッジでシフトされてSDAピンに入力され、SCLクロックの立ち下がりエッジでSDAピンを通して出力されます。

SDA (ピン3) : I²Cインタフェースの双方向シリアル・データ・ライン。トランスミッタ・モード(読み出し)では変換結果がSDAピンを通して出力されますが、レシーバ・モード(書き込み)ではデバイスのチャンネル選択ビットおよび構成設定ビットがSDAピンを通して入力されます。ピンはデータ入力モードの間高インピーダンスで、データ出力モードの間オープン・ドレイン出力です(V_{CC}への適切なプルアップ・デバイスが必要です)。

NC (ピン5) : NC。このピンはフロートさせたままにするか、グラウンドに接続します。

COM (ピン7) : 全てのシングルエンド・マルチプレクサ構成の共通負入力(IN⁻)。CH0~CH15およびCOMの各ピンの電圧はGND-0.3VからV_{CC}+0.3Vの範囲の任意の値にすることができます。これらのリミット内では、2つの選択された入力(IN⁺とIN⁻)により、-0.5 V_{REF}~0.5 V_{REF}のバイポーラの入力範囲(V_{IN} = IN⁺-IN⁻)が与えられます。この入力範囲の外側では、コンバータは固有のオーバーレンジとアンダーレンジの出力コードを発生します。

CH0~CH15 (ピン8~23) : アナログ入力。シングルエンド・モードまたは差動モードにプログラムすることができます。

MUXOUTP (ピン24) : 正のマルチプレクサ出力。外部バッファ/アンプの入力に接続するか、またはADCINPに直接短絡することができます。

ADCINP (ピン25) : 正のADC入力。MUXOUTPによってドライブされるバッファ/アンプの出力に接続するか、またはMUXOUTPに直接短絡します。

ADCINN (ピン26) : 負のADC入力。MUXOUTNによってドライブされるバッファ/アンプの出力に接続するか、またはMUXOUTNに直接短絡します。

MUXOUTN (ピン27) : 負のマルチプレクサ出力。外部バッファ/アンプの入力に接続するか、またはADCINNに直接短絡することができます。

V_{CC} (ピン28) : 正電源電圧。10μFのタンタル・コンデンサと0.1μFのセラミック・コンデンサを並列に使用して、デバイスのできるだけ近くでGNDにバイパスします。

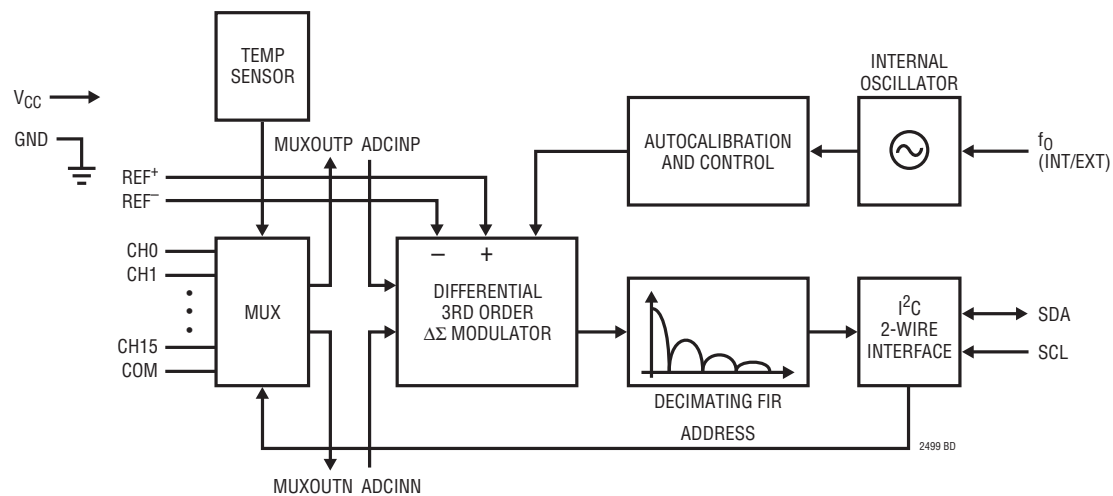
REF⁺、REF⁻ (ピン29、ピン30) : 差動リファレンス入力。これらのピンの電圧は、リファレンスの正入力(REF⁺)がリファレンスの負入力(REF⁻)より少なくとも0.1Vだけ高く保たれる限り、GND~V_{CC}の任意の電圧にすることができます。差動電圧(V_{REF} = REF⁺-REF⁻)により、全ての入力チャンネルのフルスケール・レンジが設定されます。デバイス内部の測定を行う場合、REFの最小値は2Vです。

f₀ (ピン35) : 周波数制御ピン。内部変換クロック・レートを制御するデジタル入力。f₀がGNDに接続されていると、コンバータは307.2kHzで動作する内部発振器を使います。出力レートとデジタル・フィルタの除去ヌルを変更するため、f₀ピンを外部クロックでドライブして変換クロックを無効にすることもできます。

CA0、CA1、CA2 (ピン36、37、38) : デバイスのアドレス・ピン。これらのピンはデバイスのI²Cアドレスのためのスリーステート("L"、"H"、フロート)のアドレス制御ビットとして構成設定されます。

露出パッド (ピン39) : グラウンド。このピンはグラウンドで、PCBのグラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。プロトタイプ作成では、このピンをフロートさせたままでもかまいません。

機能ブロック図



アプリケーション情報

コンバータの動作

コンバータの動作サイクル

LTC2499はマルチチャンネル、低消費電力のデルタシグマ・アナログ-デジタル・コンバータで、2線式I²Cインタフェースを備えています。その動作は4つの状態で構成されています(図1を参照)。コンバータの動作サイクルは変換から始まり、スリープ・ステータがそれに続き、データの入力/出力サイクルで終了します。

LTC2499は最初に(起動時に)変換を行います。変換が完了すると、デバイスはスリープ・ステータに入ります。スリープ・ステータの間、電力消費は2桁減少します。読み出し/書き込み動作のために呼び出されない限り、デバイスはスリープ・ステータに留まります。デバイスがスリープ・ステータの間、変換結果は無期限にスタティック・シフトレジスタ内に保存されます。

変換ステータの間、デバイスは外部からのリクエストに対してアクリッジを返しません。変換終了後は、デバイスは読み出し/書き込みのリクエストを受け入れる用意ができています。読み出し動作のためにLTC2499が呼び出されると、デバイスはシリアル・クロック(SCL)の制御下に変換結果の出力を開始します。変換結果には待ち時間がありません。このデータ出力は32ビット長で、24ビットおよび符号からなる変換結果が含まれています。データはSCLの立ち上がりエッジによって更新されるので、ユーザーはSCLの立ち上がりエッジを使って確実にデータをラッチすることができます。新しい変換は、有効な書き込み動作または未完了の読み出し動作に続くストップ条件によって開始されます。変換は、読み出しサイクル(デバイスからの全32ビットの読み出し)が完全に終了すると自動的に開始されます。

使いやすさ

LTC2499のデータ出力には、待ち時間、フィルタのセトリング遅延、または変換サイクルに関連した冗長データがありません。変換と出力データの間には1対1対応の関係があります。したがって、複数のアナログ入力の多重化は簡単です。新しく入力またはモードが選択された直後に続く各変換は有効であり、精度はデバイスの仕様を完全に満たします。

LTC2499は、選択されたチャンネルには無関係に、変換サイクル毎にオフセットとフルスケールの較正を自動的に行います。この較正はユーザーからは見えず、上述の動作サイクルには影

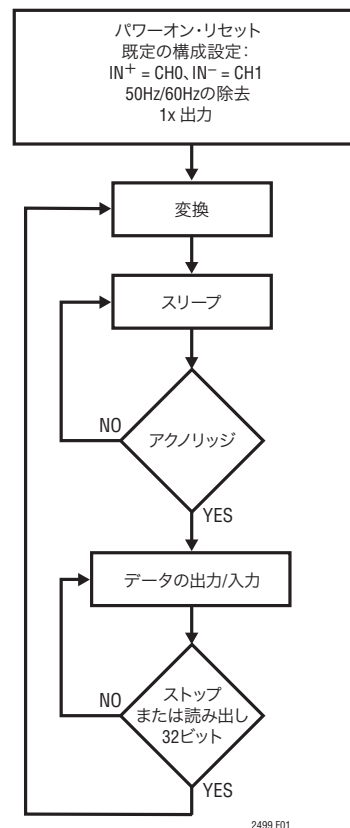


図1. 状態遷移図

響を与えません。連続較正の利点は、時間経過、電源電圧の変動、入力チャンネル、および温度ドリフトに対してオフセットとフルスケールの測定値がきわめて安定していることです。

Easy Drive入力電流キャンセル

LTC2499は高精度デルタシグマADCを自動差動入力電流キャンセル・フロントエンドと組み合わせています。独自のフロントエンド受動サンプリング・ネットワークが透過的に差動入力電流を除去します。これにより、外部RCネットワークと高インピーダンス・センサを、外部アンプなしに、直接LTC2499にインタフェースさせることができます。残りの同相入力電流は、差動入力のインピーダンスをバランスさせるか、または同相入力を同相リファレンスに等しく設定して除去します(「自動差動入力電流キャンセル」のセクションを参照)。このユニークなアーキテクチャには内蔵バッファが不要なので、信号はグラウンドおよびV_{CC}を超えて振幅することができます。さらに、このキャンセ

アプリケーション情報

ル機能はオフセットとフルスケールの透過的な自動校正と干渉することがないので、外部RCネットワークが付加されても、絶対精度(フルスケール+オフセット+直線性+ドリフト)が維持されます。

パワーアップ・シーケンス

LTC2499は電源電圧 V_{CC} が約2.0Vより下になると自動的に内部リセット状態になります。この機能により、変換結果が損なわれず、正しい入力チャネルが選択されることが保証されます。

V_{CC} がこのスレッシュホールドを超えると、コンバータは約4msの内部パワーオン・リセット(POR)信号を発生します。このPOR信号により、全ての内部レジスタがクリアされます。PORサイクル直後の変換は、入力チャネル $IN^+ = CH0$ および $IN^- = CH1$ に対し、50Hz/60Hz同時除去および1倍速出力レートで実行されます。PORサイクルに続く最初の変換の精度は、PORのインターバルが経過する前に電源電圧が2.7V~5.5Vの範囲に回復していれば、デバイスの仕様を満たします。この最初のデータ入力/出力サイクルの間に、新しい入力チャネル、除去モード、速度モード、または温度選択をデバイスにプログラムすることができます。

リファレンス電圧範囲

このコンバータは真に差動の外部リファレンス電圧を受け取ります。 REF^+ ピンと REF^- ピンの絶対/同相電圧範囲はデバイスの全動作範囲($GND \sim V_{CC}$)を含みます。コンバータを正しく動作させるには、 V_{REF} は正でなければなりません($REF^+ > REF^-$)。

LTC2499の差動リファレンスの入力範囲は0.1V~ V_{CC} です。最も簡単に動作させるには、 REF^+ を V_{CC} に短絡し、 REF^- を GND に短絡することができます。コンバータの出力ノイズはフロントエンド回路の熱ノイズによって決まるので、ナノボルトで表したその値はリファレンス電圧に対してほぼ一定です。リファレンス電圧を下げても、コンバータの実効分解能は大きくは改善されません。他方、リファレンスを下げると、コンバータの全体のINL性能が改善されます。

入力電圧範囲

アナログ入力は真に差動で、CH0~CH15およびCOMの各入力ピンの絶対/同相範囲は $GND - 0.3V$ から $V_{CC} + 0.3V$ までです。これらのリミットの外側では、ESD保護用デバイスがオンし始め、入力のリーク電流による誤差が急速に増加します。これらのリミット内では、LTC2499は $-FS = -0.5 \cdot V_{REF}$ から $+FS = 0.5 \cdot V_{REF}$ までのバイポーラ差動入力信号 $V_{IN} = IN^+ - IN^-$ (ここで、 IN^+ と IN^- は選択された入力チャネル)を変換します。ここで、 $V_{REF} = REF^+ - REF^-$ です。この範囲の外側では、コンバータは固有の出力コードを使ってオーバーレンジまたはアンダーレンジの状態を表示します(表1を参照)。

入力(CH0~CH15、COM)に与えられる信号は、グラウンドより300mV下および V_{CC} より300mV上まで達することができます。フォールト電流を全て制限するため、最大5kの抵抗を入力に直列に追加することができます。コンバータの精度に対する直列抵抗の影響は、「入力電流」と「リファレンス電流」のセクションに示されている曲線から評価することができます。さらに、直列抵抗は入力のリーク電流により、温度に依存した誤差を生じます。 $V_{REF} = 5V$ のとき、1nAの入力リーク電流により、5kの抵抗には1ppmのオフセット誤差が生じます。この誤差は温度に大きく依存します。

MUXOUT/ADCIN

マルチプレクサの出力(MUXOUTP/MUXOUTN)とADCへの入力(ADCINP/ADCINN)を使って、選択された入力チャネルの入力信号の調整を行うことができます。あるいは、単に一緒に短絡して直接デジタル化します。外部アンプを使う場合、LTC2499はこの回路のオフセットとドリフトの両方を自動的に校正します。Easy Driveサンプリング方式により様々なアンプを使うことができます。

最適性能を達成するため、外部アンプを使用しない場合はこれらのピンを直接一緒に短絡し(ADCINPはMUXOUTPに、ADCINNはMUXOUTNに)、グラウンドとの間のそれらの容量を最小に抑えます。

アプリケーション情報

I²Cインタフェース

LTC2499はI²Cインタフェースを通して通信を行います。I²Cインタフェースは2線式オープン・ドレイン・インタフェースで、複数のデバイスと複数のマスタを単一バスでサポートします。接続されているデバイスはシリアル・データ・ライン (SDA) を“L”に引き下げることができるだけで、“H”にドライブすることはできません。SDAは外部でプルアップ抵抗を通して電源に接続する必要があります。データ・ラインがドライブされないとき、データ・ラインは“H”になります。I²Cバスのデータは標準モードでは最大100kbps、高速モードでは400kbpsのレートで転送することができます。内部ESD保護ダイオードを介してI²Cバスラインに負荷がかかるのを避けるため、I²CバスがアクティブなときはデバイスからV_{CC}電源を取り去らないで下さい。

I²Cバス上の各デバイスはデバイスに保存されている固有アドレスで識別され、デバイスの機能に依存して、トランスミッタまたはレシーバのどちらかとして動作することができます。トランスミッタとレシーバに加えて、デバイスはデータ転送時にマスタまたはスレーブとみなすこともできます。マスタはバス上でデータ転送を開始するデバイスで、転送を可能にするクロック信号を発生します。マスタによって呼び出されたデバイスはスレーブとみなされます。

LTC2499はスレーブとして呼び出されることができるだけです。呼び出されると、構成設定ビット (チャンネル選択、除去モード、速度モード) を受け取るか、または最後の変換結果を転送することができます。シリアル・クロック・ライン (SCL) は常にLTC2499への入力で、シリアル・データ・ライン (SDA) は双方向です。デバイスは標準モードおよび最大400kbits/sまでのデータ転送速度の高速モードをサポートします。I²Cのタイミングの定義を図2に示します。

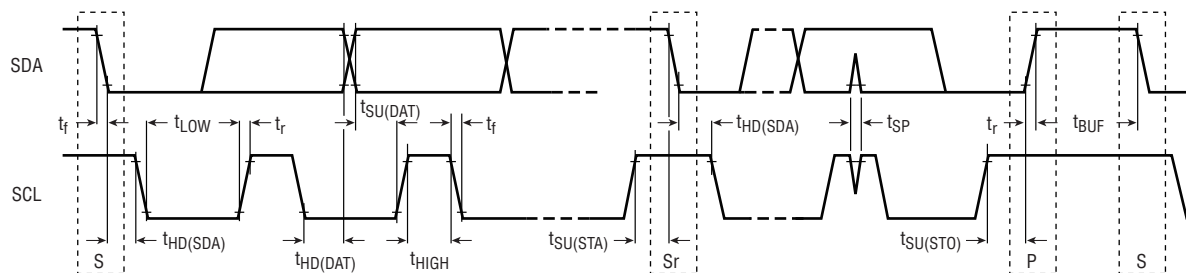
スタート条件とストップ条件

スタート (S) 条件はSCLを“H”に保ったままSDAを“H”から“L”に遷移させて発生させます。スタート条件になった後はバスはビジーであるとみなされます。データ転送が終了すると、SCLを“H”に保ったままSDAを“L”から“H”に遷移させてストップ (P) 条件を発生させます。ストップが発生した後はバスはフリーになります。スタート条件とストップ条件は常にマスタが発生させます。

バスが使用されているとき、ストップ条件の代わりにリピート・スタート (Sr) を発生させると、バスはビジー状態に留まります。リピート・スタートのタイミングは機能的にスタートと同じで、新しい変換を開始する前にデバイスに対して書き込みと読み出しを行うのに使います。

データ転送

スタート条件の後、I²Cバスはビジーになり、マスタと呼び出されたスレーブの間でデータ転送を開始することができます。データは9ビット (1バイトの後にアックノリッジ (ACK) の1ビットが続く) のグループでバス上を転送されます。マスタは9番目のクロック・サイクルの間SDAラインを解放します。スレーブ・デバイスはSDAを“L”に引き下げてACKを発信するか、またはSDAラインを高インピーダンスのままにして非アックノリッジ (NAK) を発信します (外部プルアップ抵抗がラインを“H”に保ちます)。クロック・ライン (SCL) が“L”のときだけデータが変化します。



2499 F02

図2. I²Cバス上の高速/標準モード・デバイスのタイミングの定義

アプリケーション情報

データ形式

スタート条件の後、マスタは7ビットのアドレスを送り、読み出し/書き込み(R/W)ビットがそれに続きます。R/Wビットは読み出しリクエストの場合1、書き込みリクエストの場合0です。7ビットのアドレスがLTC2499のハードワイヤード・アドレス(ピンで選択可能な27種類のアドレスの1つ)に合致すると、そのデバイスが選択されます。変換ステートの途中でデバイスが呼び出されると、R/Wリクエストをアクノリッジしないで、SDAラインを“H”のままにしてNAKを発信します。変換が完了すると、LTC2499はSDAラインを“L”に引き下げてACKを発信します。

LTC2499には2個のレジスタがあります。出力レジスタ(32ビット長)には最後の変換結果が格納されています。入力レジスタ(16ビット長)は入力チャンネルを設定し、温度センサ、除去モード、および速度モードを選択します。

データ出力のフォーマット

出力レジスタには最後の変換結果が格納されています。各変換が完了した後、デバイスは自動的にスリープ・ステートに入り、消費電流が1 μ Aに減少します。LTC2499は読み出し動作に呼び出されると、SDAを“L”に引き下げてアクノリッジし、トランスミッタとして機能します。マスタ/レシーバはLTC2499から最大4バイトを読み出すことができます。完全な読み出し動作(4バイト)の後、新しい変換が開始されます。変換が行われている間、デバイスは後続の読み出し動作をアクノリッジしません。

データの出カストリームは32ビット長で、SCLの立ち下がりエッジでシフトされて出力されます(図3aを参照)。最初のビットは変換結果の符号ビット(SIG)です(表1と表2を参照)。このビットは $V_{IN} \geq 0$ であれば“H”、 $V_{IN} < 0$ であれば“L”です(ただし、 V_{IN} は選択された入力信号 $IN^+ - IN^-$ に対応します)。2番目のビットは結果の最上位ビット(MSB)です。最初の2ビット(SIGとMSB)を使ってオーバーレンジおよびアンダーレンジ状態を表示することができます(表2を参照)。両方のビットが“H”の場合、差動入力電圧は+FS以上です。両方のビットが“L”に設定されていると、入力電圧は-FSより低い電圧です。これらのビットの機能が表2にまとめてあります。MSBビットに続く24ビットは2の補数のバイナリ・フォーマットの変換結果です。残りの6ビットは24ビット・レベルより下のサブLSBです。

選択された入力チャンネル(IN^+ と IN^-)の電圧が $-0.3V \sim (V_{CC} + 0.3V)$ の絶対最大動作範囲に留まる限り、 $-FS = -0.5 \cdot V_{REF}$ から $+FS = 0.5 \cdot V_{REF}$ までの任意の差動入力電圧 V_{IN} に対して変換結果が生成されます。 $+FS$ を超える差動入力電圧の場合、変換結果は $+FS$ に相当する値にクランプされます。 $-FS$ より低い差動入力電圧の場合、変換結果は $-FS - 1LSB$ の値にクランプされます。

表1. 出力データのフォーマット

差動入力電圧 V_{IN}^*	ビット31 符号	ビット30 MSB	ビット29	ビット28	ビット27	...	ビット 6LSB	ビット5~0 サブLSB
$V_{IN}^* \geq FS^{**}$	1	1	0	0	0	...	0	00000
$FS^{**} - 1LSB$	1	0	1	1	1	...	1	XXXXX
$0.5 \cdot FS^{**}$	1	0	1	0	0	...	0	XXXXX
$0.5 \cdot FS^{**} - 1LSB$	1	0	0	1	1	...	1	XXXXX
0	1/0 [†]	0	0	0	0	...	0	XXXXX
-1LSB	0	1	1	1	1	...	1	XXXXX
$-0.5 \cdot FS^{**}$	0	1	1	0	0	...	0	XXXXX
$-0.5 \cdot FS^{**} - 1LSB$	0	1	0	1	1	...	1	XXXXX
$-FS^{**}$	0	1	0	0	0	...	0	XXXXX
$V_{IN}^* < -FS^{**}$	0	0	1	1	1	...	1	11111

*差動入力電圧 $V_{IN} = IN^+ - IN^-$ 。

**フルスケール電圧 $FS = 0.5 \cdot V_{REF}$ 。サブLSBは24ビット・レベルより下です。それらは平均計算に含めるか、または分解能を損なうことなしに破棄することができます。

[†] デバイスが2倍速モードで動作しているとき、符号ビットは0出力コードの間に状態を変えます。

アプリケーション情報

表2. LTC2499の状態ビット

入力範囲	ビット31 符号	ビット30 MSB
$V_{IN} \geq FS$	1	1
$0V \leq V_{IN} < FS$	1/0	0
$-FS \leq V_{IN} < 0V$	0	1
$V_{IN} < -FS$	0	0

入力データのフォーマット

LTC2499へのシリアル入力ワードは13ビット長で、2つの8ビット・ワードとしてデバイスの入力レジスタに書き込まれます。最初のワード (SGL, ODD, A2, A1, A0) は入力チャンネルを選択するのに使われます。データの2番目のワード (IM, FA, FB, SPD) は周波数除去、速度モード (1倍速、2倍速)、および温度測定を選択するのに使われます。

パワーアップ後、デバイスは内部リセット・サイクルを開始し、入力チャンネルをCH0とCH1 ($IN^+ = CH0$, $IN^- = CH1$) に設定し、周波数除去を50Hz/60Hz同時に設定し、1倍速出力レート

を選択します (自動較正をイネーブル)。最初の変換はパワーアップ時にこのデフォルトの構成を使って自動的に開始されます。変換が完了したら、2ワードまでデバイスに書き込むことができます。

最初の入力ワードの最初の3ビットは2個のプリアンブル・ビットと1個のイネーブル・ビットで構成されます。これらの3ビットの有効な設定は000、100および101です。他の組み合わせは避けます。

最初の3ビットが000または100に設定されると、後続のデータは無視され (ドントケア)、前回選択された入力チャンネルが次の変換に対しても依然有効です。

シフトされてデバイスに入力された最初の3ビットが101であれば、それに続く5ビットにより次の変換サイクルの入力チャンネルが選択されます (表3を参照)。

101のシーケンスに続く最初の入力ビット (SGL) は、入力選択が差動 (SGL = 0) であるか、またはシングルエンド (SGL = 1)

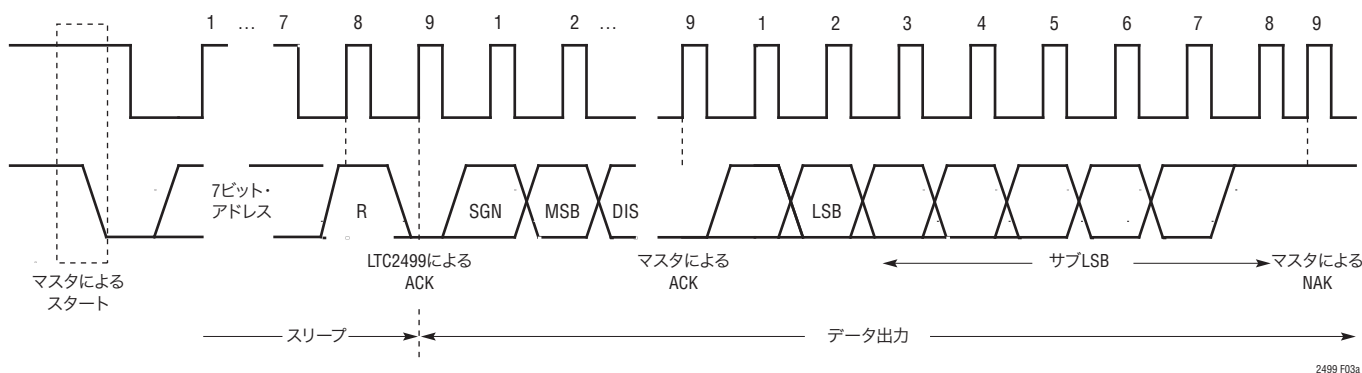


図3a. LTC2499からの読み出しのタイミング図

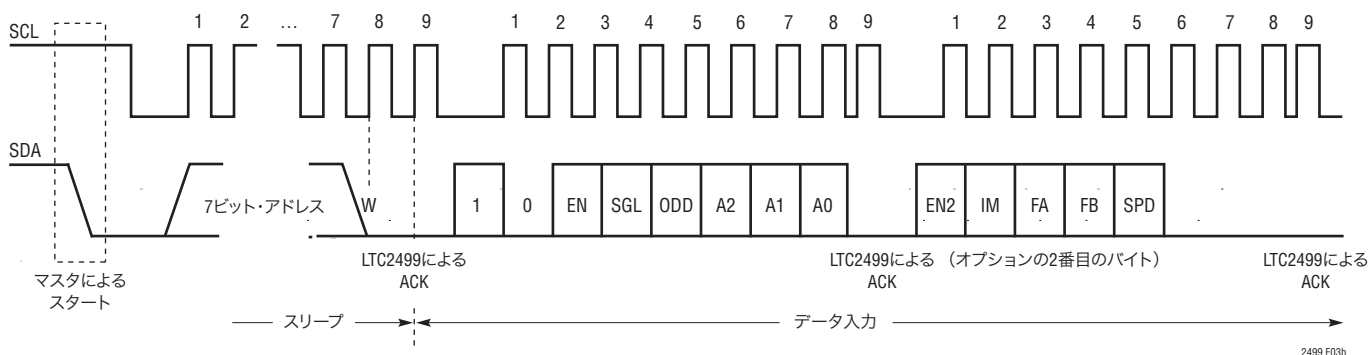


図3b. LTC2499への書き込みのタイミング図

LTC2499

アプリケーション情報

表3. チャネルの選択

MUXアドレス					チャネルの選択																	
SGL	ODD/ SIGN	A2	A1	A0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	COM	
*0	0	0	0	0	IN ⁺	IN ⁻																
0	0	0	0	1			IN ⁺	IN ⁻														
0	0	0	1	0					IN ⁺	IN ⁻												
0	0	0	1	1							IN ⁺	IN ⁻										
0	0	1	0	0									IN ⁺	IN ⁻								
0	0	1	0	1											IN ⁺	IN ⁻						
0	0	1	1	0													IN ⁺	IN ⁻				
0	0	1	1	1															IN ⁺	IN ⁻		
0	1	0	0	0	IN ⁻	IN ⁺																
0	1	0	0	1			IN ⁻	IN ⁺														
0	1	0	1	0					IN ⁻	IN ⁺												
0	1	0	1	1							IN ⁻	IN ⁺										
0	1	1	0	0									IN ⁻	IN ⁺								
0	1	1	0	1											IN ⁻	IN ⁺						
0	1	1	1	0													IN ⁻	IN ⁺				
0	1	1	1	1															IN ⁻	IN ⁺		
1	0	0	0	0	IN ⁺																	IN ⁻
1	0	0	0	1			IN ⁺															IN ⁻
1	0	0	1	0					IN ⁺													IN ⁻
1	0	0	1	1							IN ⁺											IN ⁻
1	0	1	0	0									IN ⁺									IN ⁻
1	0	1	0	1											IN ⁺							IN ⁻
1	0	1	1	0													IN ⁺					IN ⁻
1	0	1	1	1															IN ⁺			IN ⁻
1	1	0	0	0		IN ⁺																IN ⁻
1	1	0	0	1				IN ⁺														IN ⁻
1	1	0	1	0						IN ⁺												IN ⁻
1	1	0	1	1								IN ⁺										IN ⁻
1	1	1	0	0										IN ⁺								IN ⁻
1	1	1	0	1												IN ⁺						IN ⁻
1	1	1	1	0														IN ⁺				IN ⁻
1	1	1	1	1																IN ⁺		IN ⁻

*パワーアップ時の既定値

アプリケーション情報

であるかを決定します。SGL = 0の場合、隣接する2本のチャンネルを選択して差動入力を構成することができます。SGL = 1の場合、16本のチャンネルの中の1本が正入力として選択されます。負入力は全てのシングルエンド動作でCOMです。残りの4ビット(ODD、A2、A1、A0)により、選択されるチャンネルと(差動入力の場合)その極性が決定されます。

最初のワードがデバイスに書き込まれると、構成モードを選択するために2番目のワードを入力することができます。2番目のワードの最初のビットは変換構成設定のイネーブル・ビット(EN2)です。このビットが0に設定されると、次の変換は前に選択されたコンバータ構成を使って行われます。

EN2 = 1に設定することにより、新しい構成をデバイスにロードすることができます(表4を参照)。最初のビット(IM)は内部

温度センサを選択するのに使われます。IM = 1だと、後に続く変換は選択されたチャンネルではなく内部温度センサに対して行われます。次の2ビット(FAとFB)は除去周波数の設定に使われます。最後のビット(SPD)は、SPD = 0ならば1倍速の出力レート(自動較正がイネーブルされ、オフセットが連続的に較正され、最終変換結果から除去されます)、またはSPD = 1ならば2倍速の出力レート(オフセットの較正はディスエーブルされ、待ち時間なしで最高15Hzの出力レートで多重化されます)のどちらかを選択するのに使われます。IM = 1のとき(温度測定)、SPDは無視され、デバイスは1倍速モードで動作します。

EN = 1の新しい入力ワード(最初のワードの最初の3ビットが101)および(2番目の書き込みバイトの)EN2 = 1がシフトされてデバイスに入力されるまで、構成設定は有効に保たれます。

表4. 変換構成

1	0	EN	SGL	ODD	A2	A1	A0	EN2	IM	FA	FB	SPD	コンバータの構成
1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	前のモードを維持する
1	0	1	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	前のモードを維持する
0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	前のモードを維持する
1	0	1	X	X	X	X	X	1	0	0	0	0	外部入力(表3を参照) 50Hz/60Hzの除去、1倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	0	0	1	0	外部入力(表3を参照) 50Hzの除去、1倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	0	1	0	0	外部入力(表3を参照) 60Hzの除去、1倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	0	0	0	1	外部入力(表3を参照) 50Hz/60Hzの除去、2倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	0	0	1	1	外部入力(表3を参照) 50Hzの除去、2倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	0	1	0	1	外部入力(表3を参照) 60Hzの除去、2倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	1	0	0	X	温度測定 50Hz/60Hzの除去、1倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	1	0	1	X	温度測定 50Hzの除去、1倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	1	1	0	X	温度測定 60Hzの除去、1倍速
1	0	1	X	X	X	X	X	1	X	1	1	X	予備、使用不可

アプリケーション情報

除去モード (FA, FB)

LTC2499には高精度の発振器が内蔵されており、外付け部品は不要です。LTC2499は4次の内蔵デジタル・ローパス・フィルタと結合されてライン周波数ノイズを除去します。既定モードでは、LTC2499は少なくとも87dBだけ50kHzと60kHzを同時に除去します。さらに除去が必要なら、50kHzまたは60kHzを選択的に110dB以上除去するようにLTC2499を構成することもできます。

速度モード (SPD)

変換サイクル毎に2回の変換が結合され、オフセットを除去します (既定)。この結果にはオフセットとドリフトが含まれません。オフセットが重要ではないアプリケーションでは、自動校正機能をディスエーブルして、出力レートを2倍にすることができます。

2倍速モード (SPD = 1) で動作している間、直線性とフルスケール誤差は1倍速モードの性能から変化しません。1倍速と2倍速の両方のモードで、待ち時間はありません。このため、入力ステップまたはマルチプレクサの切り替えが1変換サイクルでセトリングすることができるので、システムのオーバーヘッドが緩和され、実効変換レートが増加します。温度測定の間は、SPDの値には無関係に常に1倍速モードが使われます。

温度センサ

LTC2499は温度センサを内蔵しています。温度センサはIMビットを1に設定すると選択されます。温度を読み出す間、MUXOUTN/MUXOUTPは選択された入力チャンネルに接続されたままです。ADCは内部で温度センサに接続され、変換を行います。

デジタル出力はデバイスの絶対温度に比例します。この機能により、コンバータは外部熱電対の冷接点補正を行うか、または外部センサの温度の影響を連続的に除去することができます。

内部温度センサの出力は27°C (300°K) で28mVです。傾きはV_{REF}には無関係に93.5μV/°Cです (図4と図5を参照)。リファレンス電圧 (V_{REF}) が知られていれば、傾きの校正は不要です。5Vリファレンスの傾きは314 LSB₂₄/°Cです。次式を使って、5Vリファレンスの場合の出力コード (ここで、DATAOUT₂₄は24ビットの結果の10進表示) から温度を計算します。

$$T_K = \frac{\text{DATAOUT}_{24}}{314} \text{ (ケルビン)}$$

異なる値のV_{REF}を使う場合、温度出力は次のようになります。

$$T_K = \frac{\text{DATAOUT}_{24} \cdot V_{\text{REF}}}{1570} \text{ (ケルビン)}$$

V_{REF}の値が不明の場合、既知の温度T_N (°K) で温度センサを測定し、次式を使って傾きを決定します。

$$\text{傾き} = \frac{\text{DATAOUT}_{24}}{T_N}$$

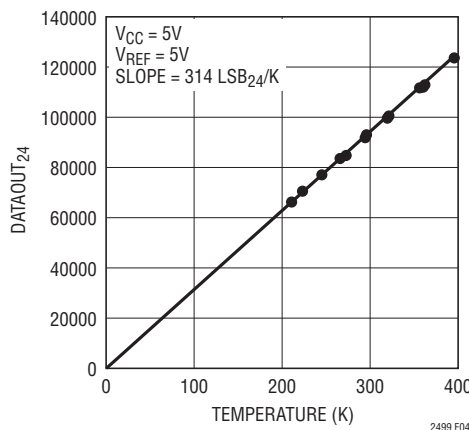


図4. 内部PTATデジタル出力と温度

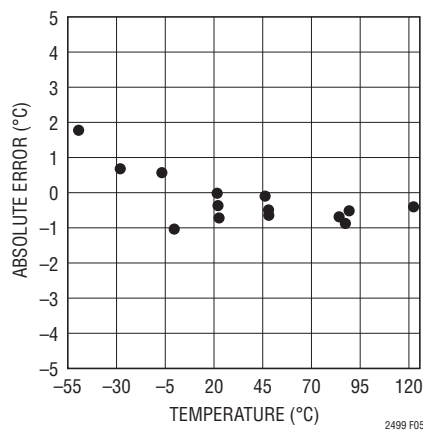


図5. 絶対温度誤差

アプリケーション情報

この傾きの値を使って次のように別の温度の測定値を計算することができます。

$$T_K = \frac{\text{DATAOUT}_{24}}{\text{傾き}}$$

ケルビン温度の測定値は次の基本式を使って $T_C(^{\circ}\text{C})$ に変換することができます。

$$T_C = T_K - 273$$

新しい変換の開始

LTC2499は変換を終了すると自動的にスリープ・ステートに入ります。スリープ・ステートになると、デバイスは読み出し動作の準備が整います。デバイスが読み出しのリクエストをアクノリッジした後、デバイスはスリープ・ステートから出て、データ出力ステートに入ります。データ出力ステートが完了し、マスタによってストップ条件が発信されるか、または全32ビットのデータがデバイスから読み出されると、LTC2499は新しい変換を開始します。

データ読み出しサイクルの間に新しい変換を開始し、データの転送を中止するため、マスタ・コントローラはストップ命令を出すことができます。このストップ命令は、バスが解放されているバイト読み出しの9番目のクロック・サイクル(ACK/NAKサイクル)の間に出す必要があります。

LTC2499のアドレス

LTC2499は3つのアドレス・ピンを備えています(CA0、CA1、CA2)。それぞれ”H”または”L”に接続して、またはフロートのままにして、27種類の可能なアドレスの1つをイネーブルすることができます(表5を参照)。

表5に示されている構成設定可能なアドレスに加えて、LTC2499はグローバル・アドレス(1110111)も備えており、複数のLTC2499や他のLTC24XXデルタシグマ $\Delta^2\text{C}$ デバイスを同期させるのに使うことができます(「グローバル・アドレス呼び出しによる複数のLTC2499の同期」のセクションを参照)。

動作シーケンス

図6に示されているように、LTC2499はトランスミッタまたはレシーバとして機能します。これらには、入力チャネルの選択、内部温度の測定、ライン周波数除去(50Hz、60Hz、または50Hz/60Hz同時)、および2倍速モードの選択が含まれます。

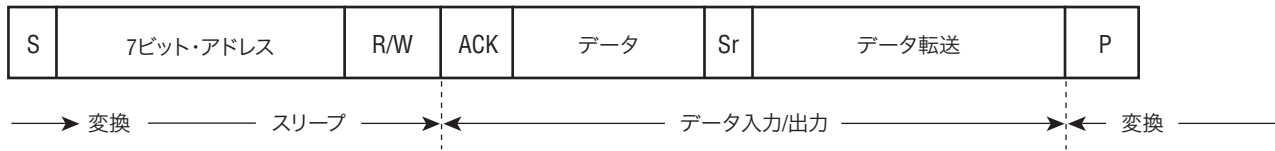
表5. アドレス割当て

CA2	CA1	CA0	アドレス
“L”	“L”	“L”	0010100
“L”	“L”	“H”	0010110
“L”	“L”	フロート	0010101
“L”	“H”	“L”	0100110
“L”	“H”	“H”	0110100
“L”	“H”	フロート	0100111
“L”	フロート	“L”	0010111
“L”	フロート	“H”	0100101
“L”	フロート	フロート	0100100
“H”	“L”	“L”	1010110
“H”	“L”	“H”	1100100
“H”	“L”	フロート	1010111
“H”	“H”	“L”	1110100
“H”	“H”	“H”	1110110
“H”	“H”	フロート	1110101
“H”	フロート	“L”	1100101
“H”	フロート	“H”	1100111
“H”	フロート	フロート	1100110
フロート	“L”	“L”	0110101
フロート	“L”	“H”	0110111
フロート	“L”	フロート	0110110
フロート	“H”	“L”	1000111
フロート	“H”	“H”	1010101
フロート	“H”	フロート	1010100
フロート	フロート	“L”	1000100
フロート	フロート	“H”	1000110
フロート	フロート	フロート	1000101

連続読み出し

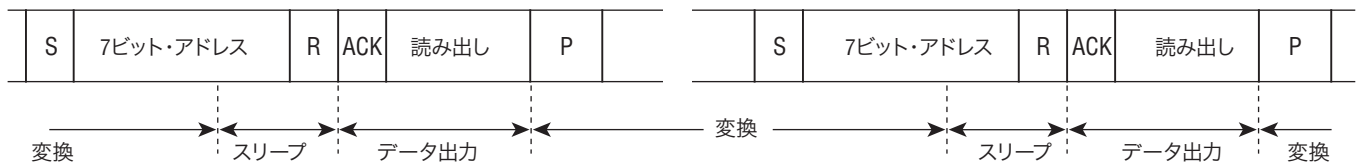
同じ入力チャネル/構成設定を各サイクルで変更する必要のないアプリケーションでは、書き込みサイクルなしに変換を連続的に行って読み出すことができます。(図7を参照)。構成設定/入力チャネルはデバイスに書き込まれた最後の値から変化せずに保たれます。デバイスが起動後に書き込まれない場合、構成設定は既定値に設定されます。読み出し動作が終了すると、新しい変換が自動的に開始されます。変換サイクルの最後に、上述の方法を使って次の結果を読み出すことができます。変換サイクルが終了していないのに有効なアドレスによってデバイスが選択されると、LTC2499はNAK信号を発生して変換サイクルが進行中であることを知らせます。

アプリケーション情報



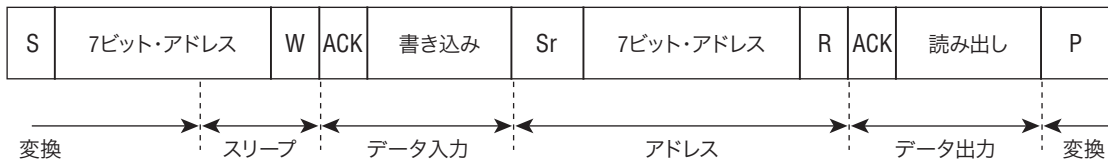
2499 F05

図6. 変換シーケンス



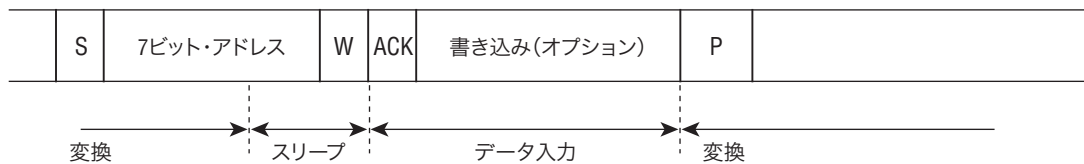
2499 F07

図7. 同じ入力/構成設定を使った連続読み出し



2499 F08

図8. 書き込み、読み出し、変換開始



2499 F09

図9. 前の変換結果を読み出すことなく新しい変換を開始

アプリケーション情報

連続読み出し/書き込み

変換サイクルが終了すると、リピート・スタート (Sr) 命令を使ってLTC2499に対して書き込み、続いて読み出しを行うことができます。

データの書き込みで始まり、リピート・スタート、読み出しと続き、ストップ命令で終了するサイクルを図8に示します。、またはストップ命令の後に開始されます。後続の変換は新たにプログラムされたデータを使って行われます。同じ速度 (1倍速/2倍速モード) と除去周波数 (50Hz、60Hz、50Hzおよび60Hz) が使われるがチャンネルは変更される場合、最初のバイト (チャンネル選択データ) がデバイスに書き込まれた後、ストップまたはリピート・スタートを送ることができます。

オプションの書き込みを使った変換結果の破棄と新しい変換の開始

変換サイクルの終了時に、書き込みサイクルを開始することができます。書き込みサイクルがアクリッジされると、ストップ命令により新しい変換が開始されます。新しい入力チャンネルまたは変換構成設定が必要であれば、このデータをデバイスに書き込むことができ、ストップ命令により次の変換が開始されず (図9を参照)。

グローバル・アドレス呼び出しによる複数のLTC2499の同期

複数のLTC2499またはリニアテクノロジーの他のI²CデルタシグマADCが同じI²Cバス上で使われるアプリケーションでは、全てのコンバータをグローバル・アドレス呼び出しを使って同期させることができます。グローバル・アドレス呼び出しを発信する前に、全てのコンバータが変換サイクルを完了している必要があります。次いでマスタはスタート命令、続いてグローバル・アドレス1110111、さらに書き込みリクエストを発信します。全てのコンバータが選択され、リクエストをアクリッジします。次いでマスタは書き込みバイト (オプション) を送り、ストップ命令が続きます。これによりチャンネル選択 (オプション) およびコンバータの構成設定 (オプション) が更新され、バス上の全てのデルタシグマADCの変換が同時に開始されます (図10を参照)。チャンネルや構成設定を変更せずに複数のコンバータを同期させるために、グローバル書き込みのアクリッジの後にストップ命令を発信することができます。グローバル読み出し命令は許されず、コンバータはグローバル読み出しリクエストに対してはNAKを発信します。

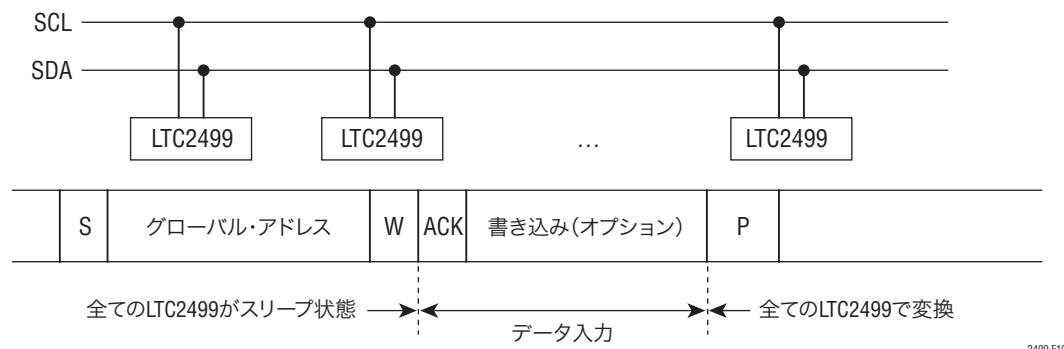


図10. グローバル・アドレス呼び出しによる複数のLTC2499の同期

アプリケーション情報

入力とリファレンスのドライブ

LTC2499の入力ピンとリファレンス・ピンはスイッチトキャパシタのネットワークに直接接続されています。差動入力電圧と差動リファレンス電圧の関係に依存して、これらのコンデンサはこれらの4つのピンの間で切り替えられます。コンデンサがこれら2つのピンの間で切り替えられるたびに、少量の電荷が転送されます。簡略等価回路図を図11に示します。

LTC2499の内部発振器を使っているとき、入力コンデンサ・アレイは123kHzで切り替えられます。電荷転送の効果は入力ピン/リファレンス・ピンをドライブしている回路に依存します。全外部RCの時定数が580nsより小さいと完全にセトリングするので、サンプリング過程で生じる誤差は無視できます。

一般に、リファレンス入力は低インピーダンスのソースでドライブされます。この場合、大きな外部バイパス・コンデンサが使われていても完全にセトリングします。他方、入力(CH0~CH15, COM)は一般に抵抗値の大きなソースからドライブされます。10kまでのソース抵抗は直接LTC2499にインタフェースすることができ、完全にセトリングします。ただし、不要のノイズを除去するため(アンチエイリアシング)入力端子に外部コンデンサを追加すると、セトリングが完了しません。

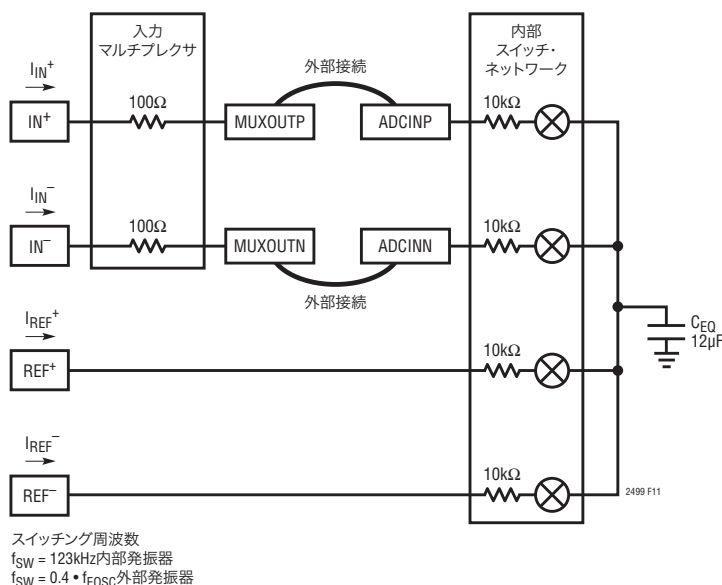
LTC2499はこれらの誤差を除去する2つの方法を与えます。最初の方法は自動差動入力電流キャンセル(Easy Drive)で、2番目の方法はMUXOUTピンとADCINピンの間に外部バッファを挿入して、入力のスイッチングをソース抵抗から絶縁します。

自動差動入力電流キャンセル

センサの出力インピーダンスが低い(外部バイパス・コンデンサなしで最大10kΩ、または0.001μFのバイパス付きで最大500Ω)アプリケーションでは、入力は完全にセトリングします。この場合、誤差は入り込まないので、センサを直接デジタル化することが可能です。

多くのアプリケーションでは、センサの出力インピーダンスは外部入力バイパス・コンデンサと結合して1ppmの精度に必要な580nsをはるかに超えるRC時定数を生じます。たとえば、0.1μFのコンデンサをドライブする10kΩのブリッジでは、必要な最大値より1桁大きな時定数になります。

LTC2499は独自のスイッチング・アルゴリズムを使って、外部のセトリング誤差とは無関係に、平均差動入力電流をゼロに強制します。これにより、バッファは不要で、高インピーダンスのセンサを直接デジタル化できます。



$$I(IN^+)_{AVG} = I(IN^-)_{AVG} = \frac{V_{IN(CM)} - V_{REF(CM)}}{0.5 \cdot R_{EQ}}$$

$$I(REF^+)_{AVG} = \frac{1.5V_{REF} + (V_{REF(CM)} - V_{IN(CM)})}{0.5 \cdot R_{EQ}} - \frac{V_{IN}^2}{V_{REF} \cdot R_{EQ}}$$

where:
 $V_{REF} = REF^+ - REF^-$
 $V_{REF(CM)} = \left(\frac{REF^+ - REF^-}{2} \right)$
 $V_{IN} = IN^+ - IN^-$, ここで、 IN^+ と IN^- は選択された入力チャネル。
 $V_{IN(CM)} = \left(\frac{IN^+ + IN^-}{2} \right)$
 $R_{EQ} = 2.71\text{M}\Omega$ 内部発振器 60Hzモード
 $R_{EQ} = 2.98\text{M}\Omega$ 内部発振器 50H/60Hzモード
 $R_{EQ} = (0.833 \cdot 10^{12}) / f_{EOSC}$ 外部発振器

図11. アナログ入力の等価回路

アプリケーション情報

このスイッチング・アルゴリズムは、正入力の平均入力電流 (I_{IN}^+) を負入力の平均入力電流 (I_{IN}^-) に等しくなるように強制します。変換サイクル全体にわたって、平均差動入力電流 ($I_{IN}^+ - I_{IN}^-$) はゼロになります。差動入力電流はゼロですが、同相入力電流 ($(I_{IN}^+ + I_{IN}^-)/2$) は同相入力電圧 ($V_{IN(CM)}$) と同相リファレンス電圧 ($V_{REF(CM)}$) の差に比例します。

平衡ブリッジのように、入力同相電圧がリファレンス同相電圧に等しいアプリケーションでは、差動と同相の両方の入力電流がゼロになります。コンバータの精度はセトリング誤差によって低下することはありません。

入力同相電圧が一定だがリファレンス同相電圧とは異なるアプリケーションでは、差動入力電流はゼロに保たれますが、同相入力電流は $V_{IN(CM)}$ と $V_{REF(CM)}$ の差に比例します。リファレンス同相電圧が 2.5V で、入力同相電圧が 1.5V の場合、(50Hz/60Hz 同時除去モードでは) 同相入力電流は約 $0.74\mu\text{A}$ です。この同相入力電流は、 IN^+ と IN^- に接続されたソースのインピーダンスが整合していれば、精度を低下させることはありません。ソース・インピーダンスが整合していないと、固定オフセット誤差が生じますが、直線性やフルスケールの測定値には影響を与えません。1k ソース抵抗の 1% の不整合により、オフセット電圧が $74\mu\text{V}$ シフトします。

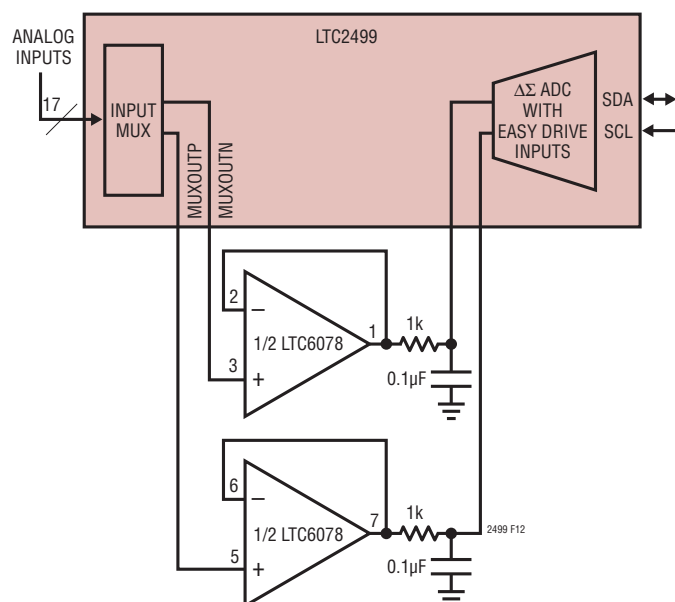


図12. 外部バッファは高インピーダンス入力を与え、アンプのオフセットは自動的にキャンセルされる

同相入力電圧が入力信号レベルの関数として変化するアプリケーション(シングルエンドのセンサなど)では、同相入力電流は入力電圧に比例して変化します。バランスのとれた入力インピーダンスの場合、同相入力電流の影響はLTC2499の大きなCMRRによって除去され、精度はほとんど低下しません。ソース・インピーダンスが整合していないと、同相入力電圧と同相リファレンス電圧の差に比例した利得誤差が生じます。1k ソース抵抗に 1% の不整合があると、15ppm 程度の利得誤差が生じます。内部サンプリング・コンデンサの安定性と内部発振器の精度に基づいて、一度較正すればこの誤差は取り除かれます。

入力サンプリング電流に加えて、入力ESD保護ダイオードには温度に依存したリーク電流が流れます。公称1nA (最大 $\pm 10\text{nA}$) のこの電流により、オフセットがわずかにシフトします。1k のソース抵抗により、標準 $1\mu\text{V}$ 、最大 $10\mu\text{V}$ のオフセット電圧が生じます。

外部バッファ/アンプの自動オフセット較正

Easy Drive入力電流キャンセルに加えて、LTC2499では、外部アンプをマルチプレクサの出力とADCの入力の上に挿入することができます(図12を参照)。これは、ソース・インピーダンスのバランスをとることが不可能なアプリケーションで有用です。1対の外部バッファ/アンプを17のアナログ入力の全てで共有することができます。LTC2499は、ADCのオフセットとドリフトを除去するため、全ての変換サイクルで内部オフセット較正を行います。この較正はフロントエンド・スイッチングとデジタル処理の組み合わせによって行われます。外部アンプはマルチプレクサとADCの間に置かれるので、この補正ループの内部にあります。このため、外部アンプのオフセット補正とオフセット・ドリフトの除去が自動的に行われます。

LTC6078はこの機能のための優れたアンプです。わずか2.7Vの電源電圧で動作し、そのノイズレベルは $18\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ です。LTC2499のEasy Drive入力テクノロジーにより、RCネットワークをLTC6078の出力に直接追加することができます。コンデンサはADCの入力から見た電流スパイクの大きさを減らし、抵抗はコンデンサの負荷をオペアンプの出力から絶縁して、動作を安定させます。LTC6078はLTC2499によって使用される電源レールを超えてバイアスすることもできます。これにより、外部センサはレール・トゥ・レール ($-0.3\text{V} \sim V_{CC} + 0.3\text{V}$) で振幅することができ、外部レベルシフト回路は不要です。

アプリケーション情報

リファレンス電流

アナログ入力と同様に、LTC2499は差動リファレンス・ピン (REF⁺とREF⁻)をサンプリングして、少量の電荷をこれらのピンとやり取りするので、ダイナミックなリファレンス電流が生じます。セトリングが(リファレンスのソース抵抗とリファレンスのバイパス・コンデンサに依存して)不完全だと、直線性誤差と利得誤差が生じます。

外部リファレンスの容量の値が比較的小さいと ($C_{REF} < 1nF$)、サンプリング・コンデンサの電圧は大きなkΩのリファレンス

インピーダンスでもセトリングします ($C_{REF} = 100pF$ ならば、最大10kΩまで性能は低下しません) (図13と図14を参照)。

リファレンス入力に大きなバイパス・コンデンサが必要な場合 ($C_{REF} > 0.01\mu F$)、フルスケール誤差と直線性誤差はリファレンス抵抗の値に比例します。リファレンス抵抗の1Ω毎に約0.5ppmのフルスケール誤差が生じます (50Hz/60Hz同時モードで動作しているとき) (図15と図16を参照)。入力同相電圧がリファレンス同相電圧に等しい場合、リファレンス抵抗の100Ω毎に約0.67ppmの直線性誤差が生じます (図17を参

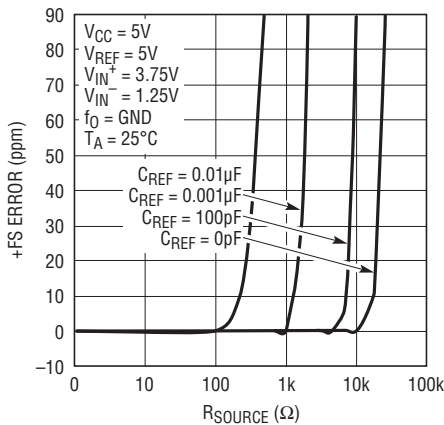


図13. +FS誤差とV_{REF}のR_{SOURCE}(小さなC_{REF})

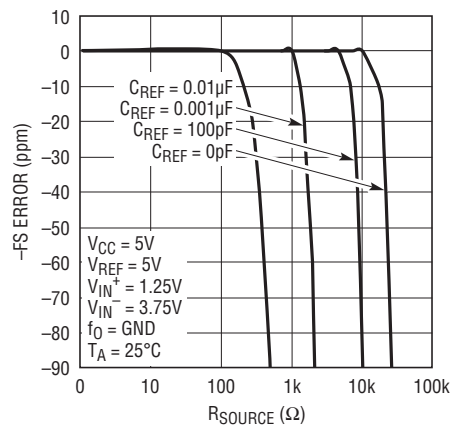


図14. -FS誤差とV_{REF}のR_{SOURCE}(小さなC_{REF})

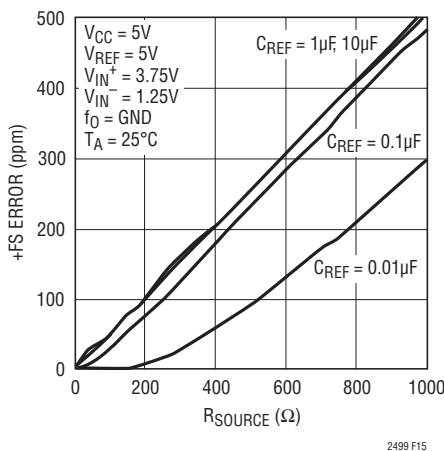


図15. +FS誤差とV_{REF}のR_{SOURCE}(大きなC_{REF})

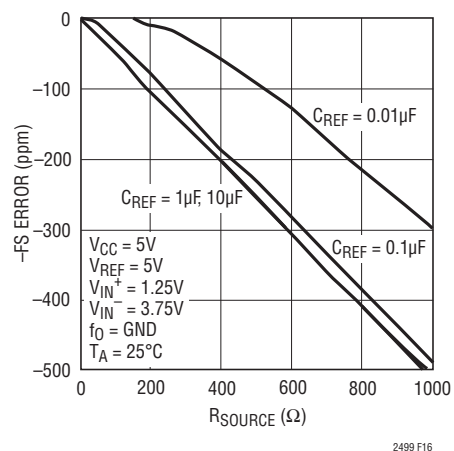


図16. -FS誤差とV_{REF}のR_{SOURCE}(大きなC_{REF})

アプリケーション情報

照)。入力同相電圧とリファレンス同相電圧が異なるアプリケーションでは誤差が増加します。同相入力と同相リファレンスの間の1Vの差は、リファレンスの抵抗の100Ω毎に6.7ppmのINL誤差を生じます。

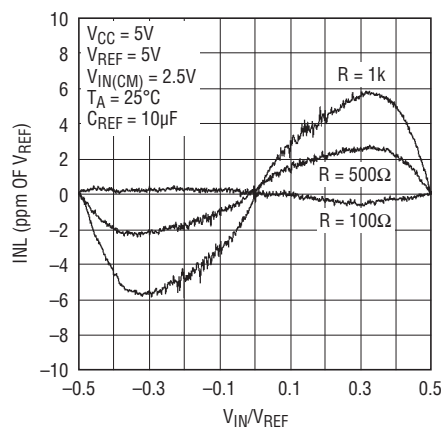


図17. INLと差動入力電圧およびリファレンスのソース抵抗 ($C_{REF} > 1\mu F$)

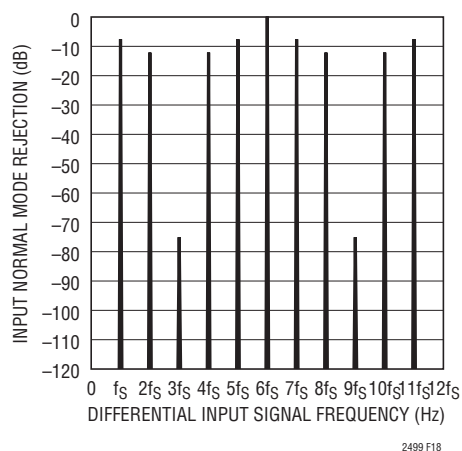


図18. 入力通常モードの除去率、内部発振器と50Hz除去モード

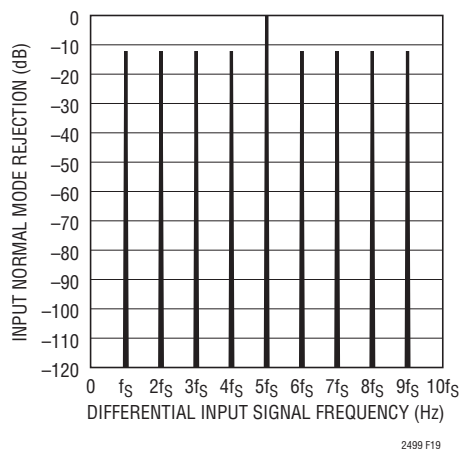


図19. 入力通常モードの除去率、内部発振器と60Hz除去モード

リファレンスのサンプリング電荷に加えて、リファレンスのESD保護ダイオードには温度に依存したリーク電流が流れます。公称1nA(最大±10nA)のこのリーク電流により小さな利得誤差が生じます。リファレンスの100Ωの抵抗により、0.5μVのフルスケール誤差が生じます。

通常モードの除去率とアンチエイリアシング

従来のADCに比したデルタシグマADCの利点の一つは、チップに内蔵されたデジタル・フィルタです。大きなオーバーサンプリング率と組み合わせることにより、LTC2499はアンチエイリアシング・フィルタの要件を非常に簡単にします。さらに、入力電流キャンセル機能により、デバイスのDC性能を下げることなく、外部ローパス・フィルタを利用できます。

SINC⁴デジタル・フィルタにより、DCと変調器のサンプリング周波数(f_S)の整数倍を除く全ての周波数で優れた通常モードの除去を実現します(図18と図19を参照)。変調器のサンプリング周波数は、内部発振器で動作しているときは $f_S = 15,360\text{Hz}$ 、周波数が f_{EOSC} の外部発振器で動作しているときは $f_S = f_{EOSC}/20$ です。

アプリケーション情報

LTC2499は内部発振器を使用しているときライン周波数を除去するように設計されています。図20に示されているように、除去ヌルは周波数 f_N の倍数で生じます。ここで、 f_N は入力制御ビットFAとFBによって決まります ($f_N = 50\text{Hz}$ または 60Hz または同時除去の場合 55Hz)。変調器のサンプリング・レート f_s の倍数 ($f_s = f_N \cdot 256$) では、ノイズを15dB除去するだけです (図21を参照)、これらの周波数にノイズ源が存在すれば、アンチエイリアシングにより、それらの影響が減少します。

図22、図23および図24に示されているように、ユーザーは内部発振器を使ってこのレベルの性能を達成することを期待することができます。3つの除去モードの全てで通常モードの除去の測定値が理論値の上に重ね合わされて示されています。

従来の高次デルタシグマ変調器は、大きな入力信号レベルでは潜在的に不安定です。LTC2499の3次変調器に使われている独自のアーキテクチャはこの問題を解決し、フルスケールの150%の入力信号で安定動作を保証します。多くの産業用アプリケーションでは、数ボルトのピーク・トゥ・ピーク・ノイズを含む不要の誤差源に重ね合わされたマイクロボルト・レベルの信号が珍しくありません。LTC2499に与えられた7.5Vのピーク・トゥ・ピーク・ノイズ源 (フルスケールの150%) の除去率の測定結果を図25と図26に示します。これらの曲線は、極端にノイズの大きい環境でさえ、除去性能が維持されていることを示しています。

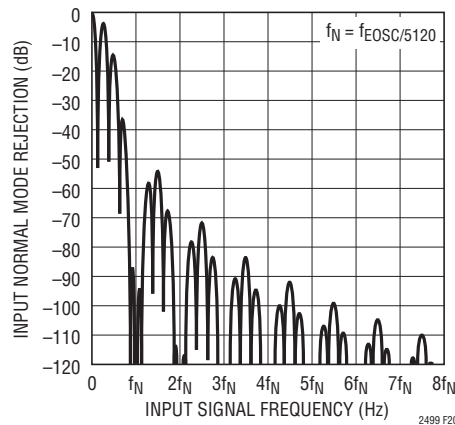


図20. DCでの入力通常モードの除去率

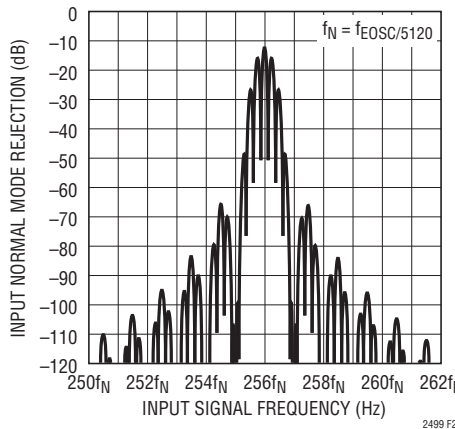
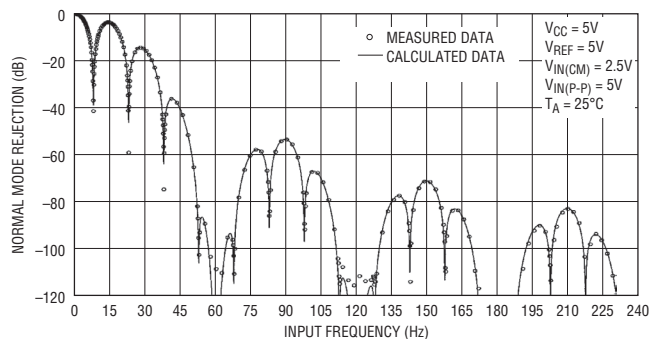


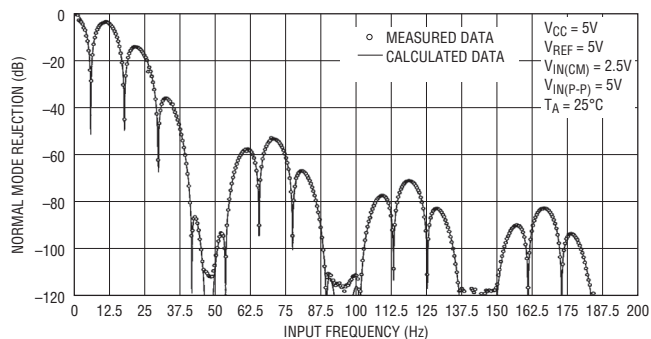
図21. $f_s = 256 \cdot f_N$ での入力通常モードの除去率

アプリケーション情報



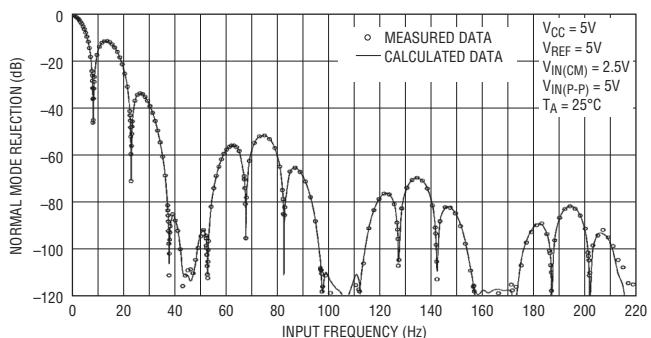
2498 F22

図22. 入力通常モードの除去率と入力周波数、100%の入力の攪乱 (60Hzのノッチ)



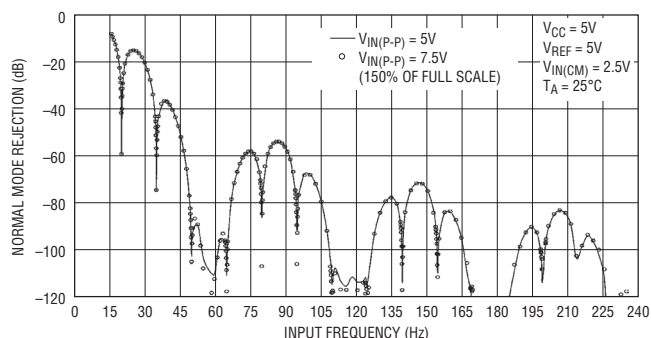
2498 F23

図23. 入力通常モードの除去率と入力周波数、100%の入力の攪乱 (50Hzのノッチ)



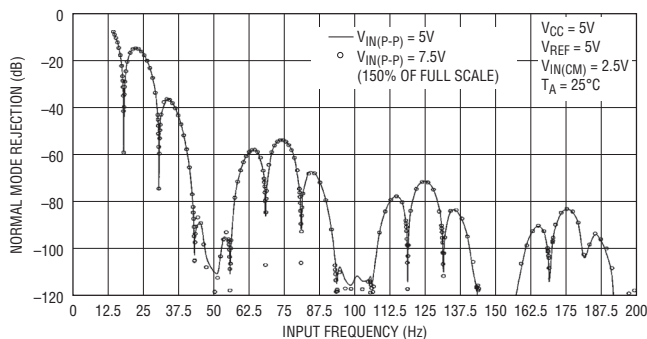
2498 F24

図24. 入力通常モードの除去率と入力周波数、100%の入力の攪乱 (50Hz/60Hzのノッチ)



2498 F25

図25. 測定された入力通常モードの除去率と入力周波数、150%の入力の攪乱 (60Hzのノッチ)



2498 F27

図26. 測定された入力通常モードの除去率と入力周波数、150%の入力の攪乱 (50Hzのノッチ)

アプリケーション情報

LTC2499の2倍速モードを使うと、DCおよび f_S の倍数の近くの除去特性が変化します。デバイスは出力レートを上げるためオフセット較正を迂回します。その結果得られる除去性能のプロットを図27と図28に示します。先行する2つの変換結果の移動平均を取ることで、1倍速と同等の周波数除去を2倍速モードを使って達成することができます(図29を参照)。

出力データ・レート

内部発振器を使用しているとき、LTC2499は60Hzのノッチ周波数で毎秒7.5のサンプリング(sps)を行います。実際の出力データ・レートはスリープ・サイクルとデータ出力サイクルの長さに依存しますが、これらはユーザーによって制御され、無視できるほど短くすることができます。外部変換クロックを使って動作させると(f_O を外部発振器に接続)、LTC2499の出力データ・レートを増加させることができます。変換サイクルの持続時間は $41036/f_{EOSC}$ です。 $f_{EOSC} = 307.2\text{kHz}$ ならば、コンバータは、まるで内部発振器が使われているかのように動作します。

f_{EOSC} を公称307.2kHzを超えて増加させると、最大出力データ・レートがそれに比例して増加します(最大100spsまで)。出

力レートが増加するとオフセットとフルスケール誤差が大きくなり、実効分解能が低下し、周波数除去がシフトします。内蔵温度センサを使うとき、内部発振器または外部発振器($f_{EOSC} = \text{最大}307.2\text{kHz}$)を使います。

f_{EOSC} が変化すると、内部のノッチの位置が比例して変化します。これにより、ライン周波数の差動モード除去が低下します。ライン周波数の同相除去は変化せずに保たれるので、 IN^+ と IN^- の両方のピンの対称性が高い完全な差動入力信号のライン周波数ノイズは引き続き除去されます。

また、 f_{EOSC} が増加すると、入力およびリファレンスの実効ダイナミック電流が増加します。外部RCネットワークの差動入力電流は引き続きゼロですが、セトリングの完了に要する時間($f_{EOSC} = 307.2\text{kHz}$ で580ns)は比例して短くなります。

外部発振器の周波数が1MHzを超えると(出力レートが3倍以上増加すると)、内部自動較正回路の効果が低下し始めます。このため、オフセット誤差とフルスケール誤差が大きくなり、分解能が低下します(図30～図37を参照)。

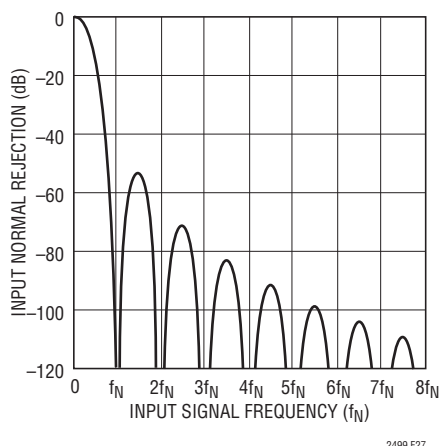


図27. 2倍速モードでの入力通常モードの除去率

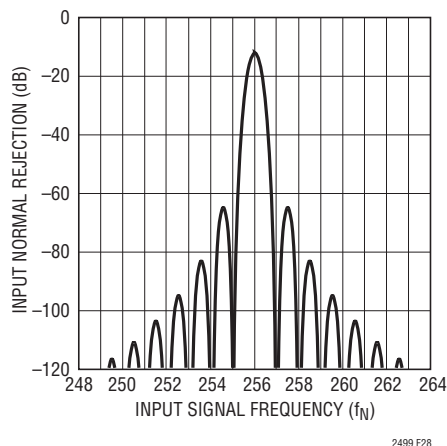


図28. 2倍速モードでの入力通常モードの除去率

アプリケーション情報

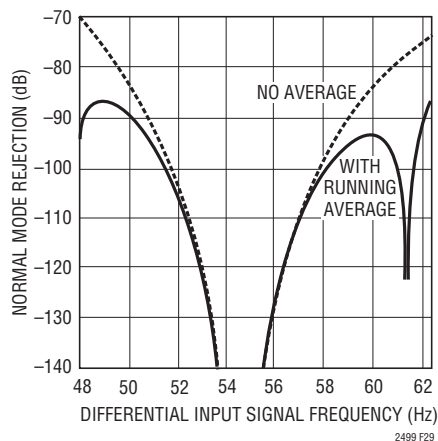


図29. 2倍速モードでの
入力通常モードの除去率
(移動平均有りおよび無し)

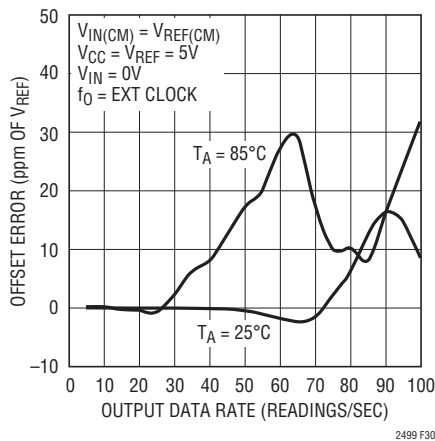


図30. オフセット誤差と
出力データ・レートおよび温度

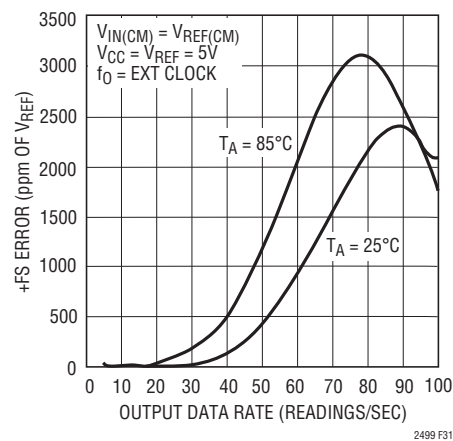


図31. +FS誤差と出力データ・レート
および温度

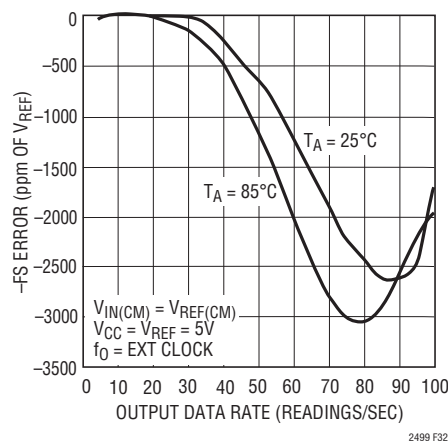


図32. -FS誤差と出力データ・レート
および温度

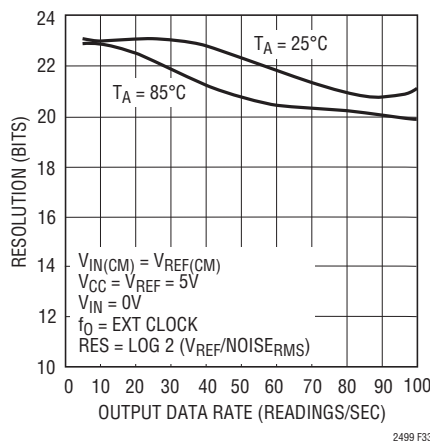


図33. 分解能 (Noise_{RMS} ≤ 1LSB)と
出力データ・レートおよび温度

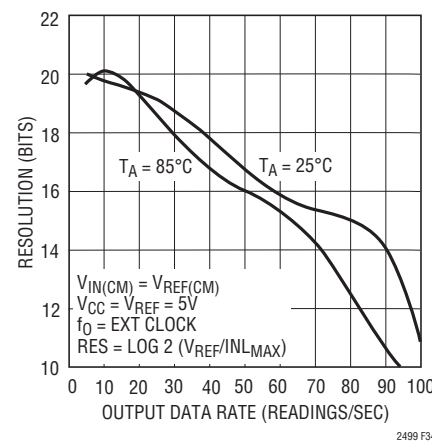


図34. 分解能 (INL_{MAX} ≤ 1LSB)と
出力データ・レートおよび温度

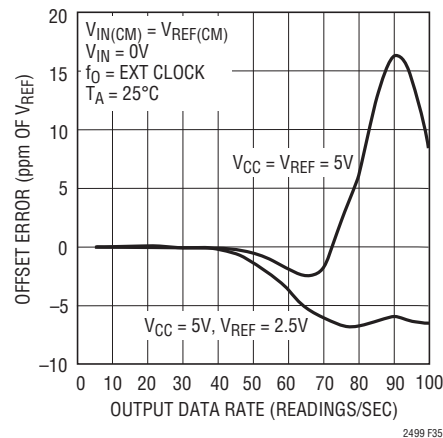


図35. オフセット誤差と
出力データ・レートおよび温度

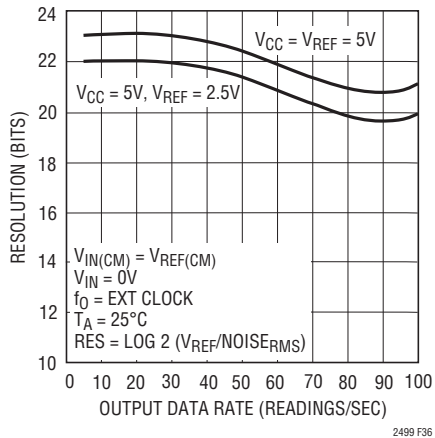


図36. 分解能 (Noise_{RMS} ≤ 1LSB)と
出力データ・レートおよび温度

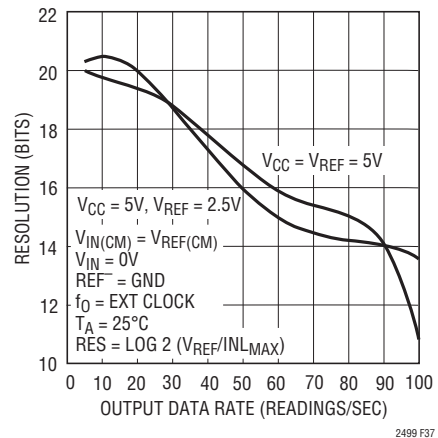
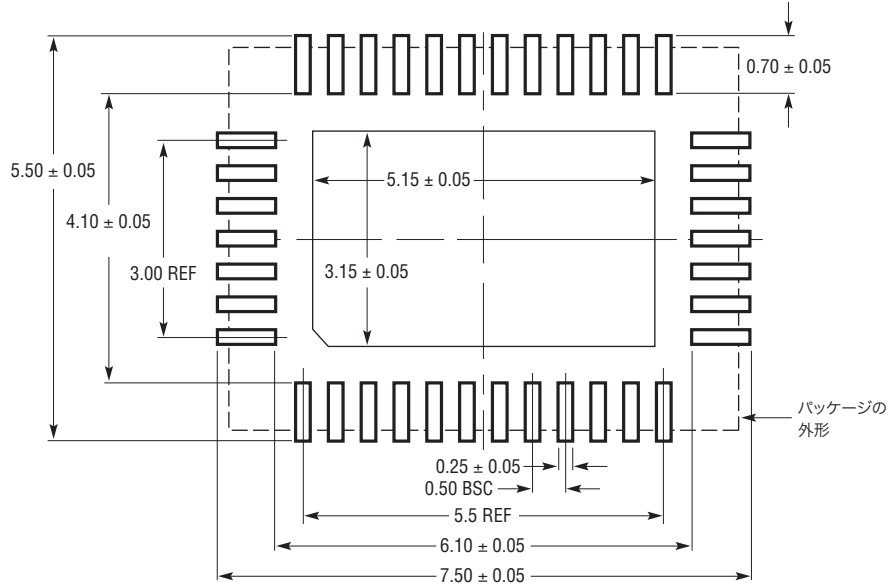


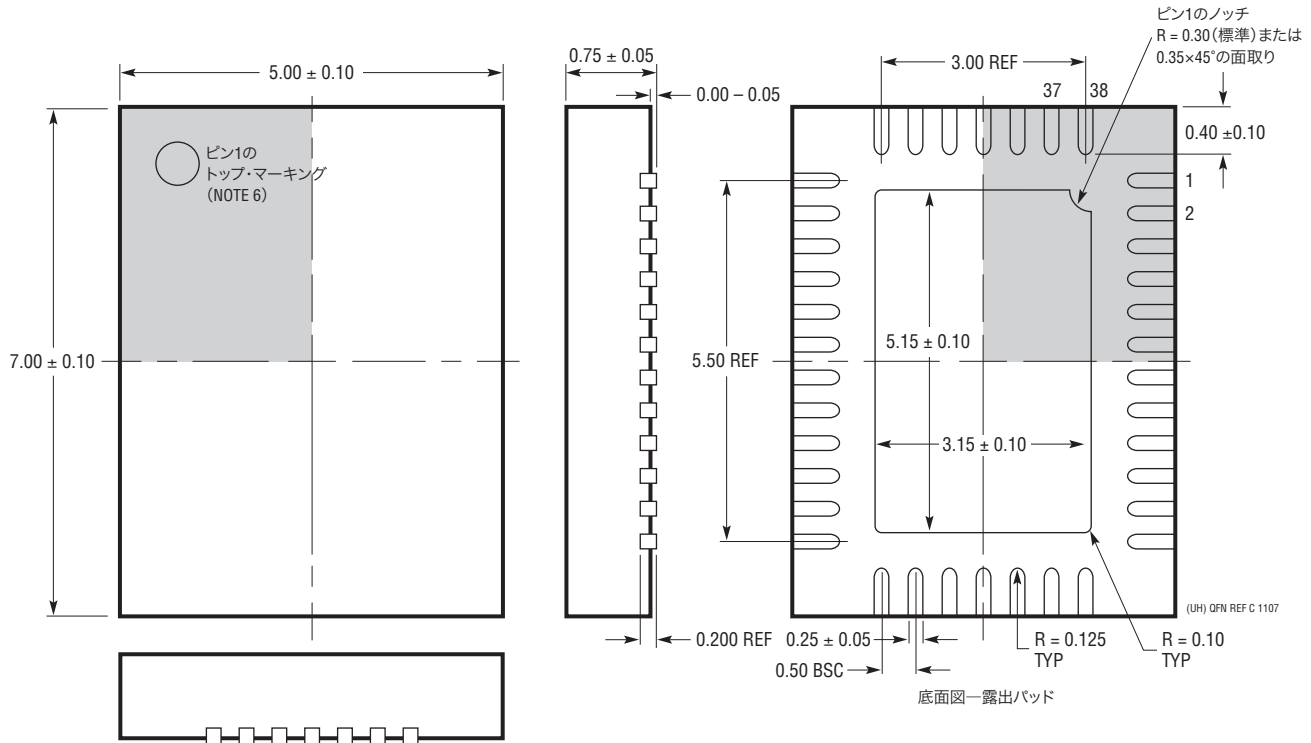
図37. 分解能 (INL_{MAX} ≤ 1LSB)と
出力データ・レートおよび温度

パッケージ

UHFパッケージ
38ピン・プラスチックQFN (5mm×7mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1701 Rev C)



推奨半田パッド・レイアウト
 半田付けされない領域には半田マスクを使用する



NOTE:

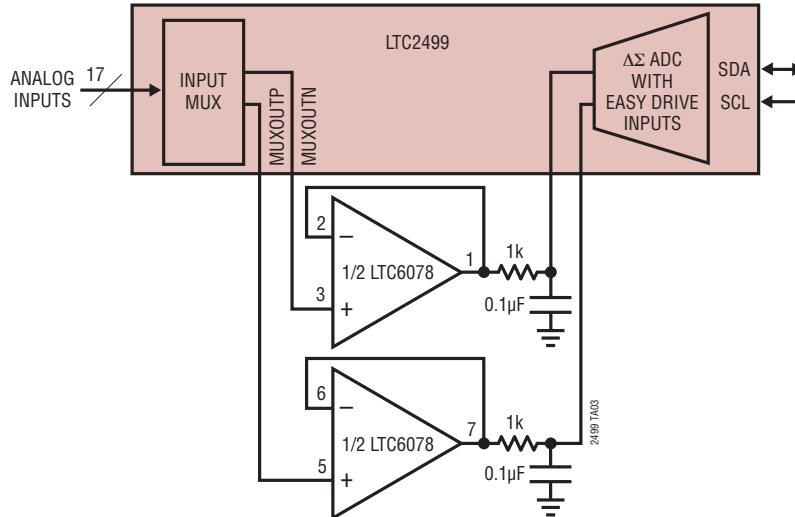
1. 図面はJEDECのパッケージ外形M0-220のバリエーション(WHKD)に適合
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.20mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのパイン1の位置の参考に過ぎない

改訂履歴 (改訂履歴はRev Cから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
C	11/09	表1と表2を更新	16
D	7/10	「標準的応用例」の図を改訂	1
		「I ² C入力とデジタル出力」セクションのV _{IHA} パラメータにf ₀ ピンを追加	4
		「I ² Cインタフェース」セクションに文章追加	15

標準的応用例

外部バッファは高インピーダンス入力を与え、
アンプのオフセットは自動的にキャンセルされる



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1236A-5	高精度バンドギャップ・リファレンス、5V	初期精度: 最大0.05%、ドリフト: 5ppm/°C
LT1460	マイクロパワー・シリーズ・リファレンス	初期精度: 最大0.075%、ドリフト: 最大10ppm/°C
LT1790	マイクロパワー・SOT-23低損失リファレンス・ファミリー	初期精度: 最大0.05%、ドリフト: 最大10ppm/°C
LTC2400	24ビット、No Latency ΔΣ ADC、SO-8	ノイズ: 0.3ppm、INL: 4ppm、全未調整誤差: 10ppm、200μA
LTC2410	24ビット、No Latency ΔΣ ADC、差動入力付き	ノイズ: 0.8μVRMS、INL: 2ppm
LTC2411/ LTC2411-1	24ビット、No Latency ΔΣ ADC、差動入力付き、MSOP	ノイズ: 1.45μVRMS、INL: 4ppm、50Hz/60Hz同時除去 (LTC2411-1)
LTC2413	24ビット、No Latency ΔΣ ADC、差動入力付き	50Hz/60Hz同時除去、ノイズ: 800nVRMS
LTC2440	24ビット、高速、低ノイズΔΣ ADC	3.5kHz出力レート、ノイズ: 200nV、24.6ENOB
LTC2442	内蔵アンプ付き24ビット高速2/4チャンネルΔΣ ADC	出力レート: 8kHz、ノイズ: 200nV、50Hz/60Hz同時除去
LTC2449	24ビット高速8/16チャンネルΔΣ ADC	出力レート: 8kHz、ノイズ: 200nV、50Hz/60Hz同時除去
LTC2480/ LTC2482/LTC2484	16ビット/24ビットΔΣ ADC、Easy Drive入力付き、600nVノイズ、プログラム可能な利得、および温度センサ	16ビットと24ビットのバージョンはピン互換
LTC2481/ LTC2483/LTC2485	16ビット/24ビットΔΣ ADC、Easy Drive入力付き、600nVノイズ、I ² Cインタフェース、プログラム可能な利得、および温度センサ	16ビットと24ビットのバージョンはピン互換
LTC2496	Easy Drive入力およびSPIインタフェース付き 16ビット8/16チャンネルΔΣ ADC	LTC2498/LTC2449とピン互換
LTC2497	Easy Drive入力およびI ² Cインタフェース付き 16ビット8/16チャンネルΔΣ ADC	LTC2499とピン互換
LTC2498	Easy Drive入力およびSPIインタフェース、 温度センサ付き24ビット8/16チャンネルΔΣ ADC	LTC2496/LTC2449とピン互換