

PGA、Easy Driveおよび I²Cインタフェース付き 16ビット8/16チャンネル・デルタシグマ ADC

特長

- 最大8つの差動入力または最大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
- 1~256の利得を設定可能
- 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/電力削減モード
(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®2495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)16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欠点を排除します。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可能で、レール・トゥ・レール入力信号を直接デジタル化できます。

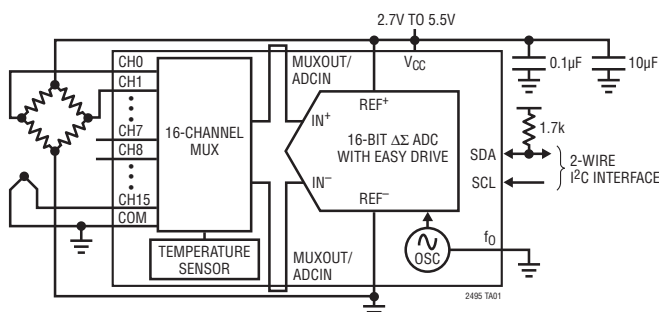
LTC2495は利得を設定可能で、高精度温度センサと発振器を内蔵しています。このデバイスは(シングルエンドまたは差動モードで動作する16のアナログ入力チャンネルの組み合わせから)外部信号または内部温度センサを測定するように構成可能です。内部温度センサは分解能が1/2°C、絶対精度は2°Cです。LTC2495は、1~256の利得を8ステップで設定可能です。

LTC2495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が連続的に排除されます。

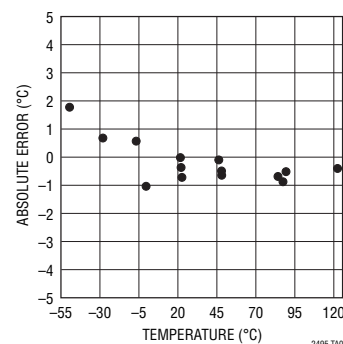
△、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリアテクノロジー社の登録商標であり、No Latency ΔΣおよびEasy Driveはリアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

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



2495fe

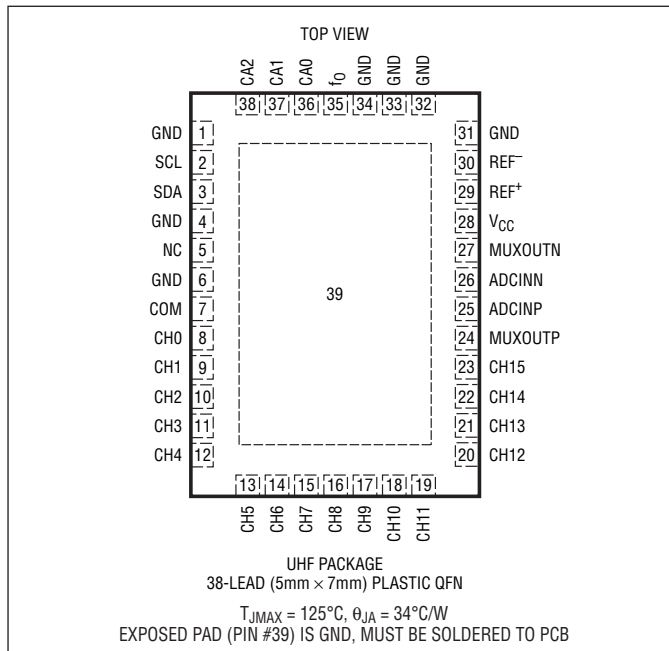
LTC2495

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		
LTC2495C	.....	0°C~70°C
LTC2495I	.....	-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
LTC2495CUHF#PBF	LTC2495CUHF#TRPBF	2495	38-Lead (5mm x 7mm) Plastic QFN	0°C to 70°C
LTC2495IUHF#PBF	LTC2495IUHF#TRPBF	2495	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/tapeandree/> 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)	16			Bits
Integral Nonlinearity	5V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V, V _{REF} = 5V, V _{IN(CM)} = 2.5V (Note 6)	●	2	20	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	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}	●		32	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}	●		32	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

2495fe

電気的特性 (通常 of 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		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Programmable Gain		● 1		256	

電気的特性 (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)	16			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	20	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	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, IN^+ = 0.75V_{REF}, IN^- = 0.25V_{REF}$	●		32	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	$2.5V \leq V_{REF} \leq V_{CC}, IN^+ = 0.25V_{REF}, IN^- = 0.75V_{REF}$	●		32	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
Programmable Gain		● 1		128	

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 or COM)		$GND - 0.3V$		$V_{CC} + 0.3V$	V

2495fe

LTC2495

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	
V_{IN}	Input Voltage Range ($IN^+ - IN^-$)	Differential/Single-Ended	●	-FS	+FS	V	
FS	Full-Scale of the Input ($IN^+ - IN^-$)	Differential/Single-Ended	●	$0.5V_{REF}/\text{Gain}$		V	
LSB	Least Significant Bit of the Output Code		●	$FS/2^{16}$			
REF ⁺	Absolute/Common Mode REF ⁺ Voltage		●	0.1	V_{CC}	V	
REF ⁻	Absolute/Common Mode REF ⁻ Voltage		●	GND	REF ⁺ - 0.1V	V	
V_{REF}	Reference Voltage Range (REF ⁺ - 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	
$I_{DC_LEAK}(IN^+)$	IN ⁺ DC Leakage Current	Sleep Mode, $IN^+ = GND$	●	-10	1	10	nA
$I_{DC_LEAK}(IN^-)$	IN ⁻ DC Leakage Current	Sleep Mode, $IN^- = GND$	●	-10	1	10	nA
$I_{DC_LEAK}(REF^+)$	REF ⁺ DC Leakage Current	Sleep Mode, $REF^+ = V_{CC}$	●	-100	1	100	nA
$I_{DC_LEAK}(REF^-)$	REF ⁻ DC Leakage Current	Sleep Mode, $REF^- = GND$	●	-100	1	100	nA
t_{OPEN}	MUX Break-Before-Make			50		ns	
QIRR	MUX Off Isolation	$V_{IN} = 2V_{P-P}$ 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		●	$0.7V_{CC}$		V
V_{IL}	Low Level Input Voltage		●		$0.3V_{CC}$	V
V_{IHA}	Low Level Input Voltage for Address Pins CA0, CA1, CA2 and Pin f_0		●		$0.05V_{CC}$	V
V_{ILA}	High Level Input Voltage for Address Pins CA0, CA1, CA2		●	$0.95V_{CC}$		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 (f_0)		●	-10	10	μA
V_{HYS}	Hysteresis of Schmitt Trigger Inputs	(Note 5)	●	$0.05V_{CC}$		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage (SDA)	$I = 3\text{mA}$	●		0.4	V
t_{OF}	Output Fall Time $V_{IH(MIN)}$ to $V_{IL(MAX)}$	Bus Load C_B 10pF to 400pF (Note 14)	●	$20 + 0.1C_B$	250	ns
I_{IN}	Input Leakage (SDA/SCL)	$0.1V_{CC} \leq V_{IN} \leq 0.9 \cdot V_{CC}$	●		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

2495fe

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		1000	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 + 0.1 C_B		300	ns
t_f	Fall Time for SDA Signals	(Note 14)	● 20 + 0.1 C_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: $V_{\text{CC}} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$

$$V_{\text{REFCM}} = V_{\text{REF}}/2, F_{\text{S}} = 0.5V_{\text{REF}}/\text{利得}$$

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

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。

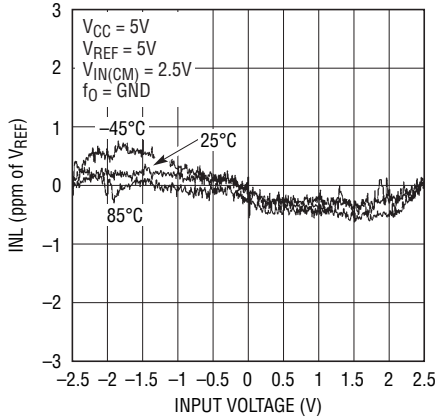
Note 14: $C_B = 1$ 本のバスラインのpFを単位とする容量($10\text{pF} \leq C_B \leq 400\text{pF}$)。

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。

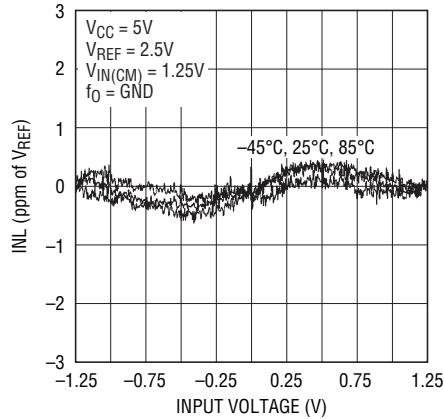
標準的性能特性

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



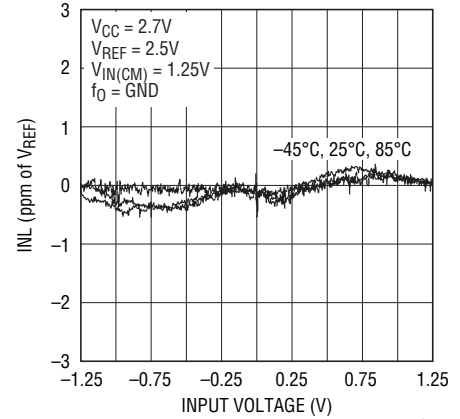
2495 G01

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



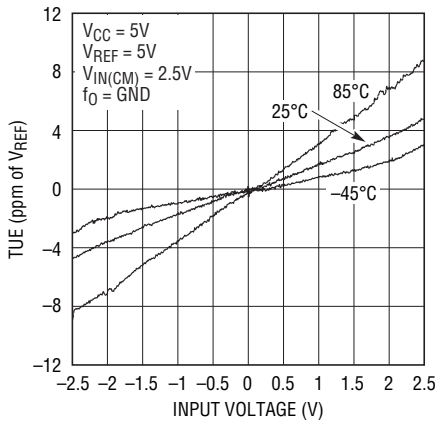
2495 G02

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



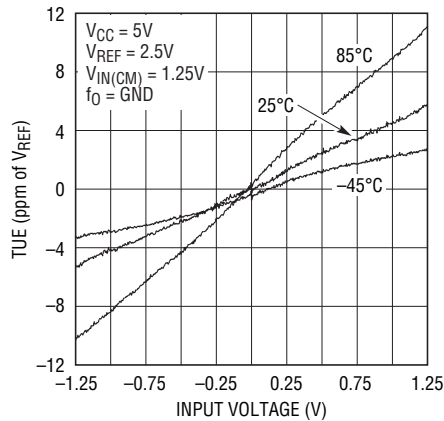
2495 G03

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



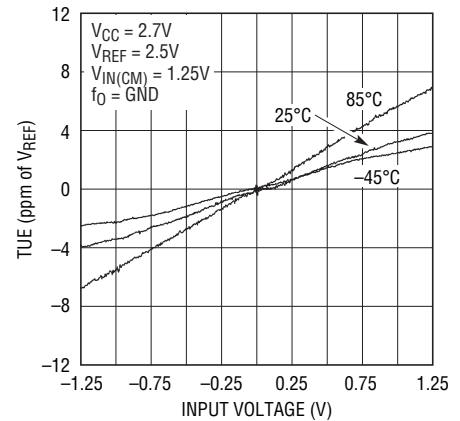
2495 G04

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



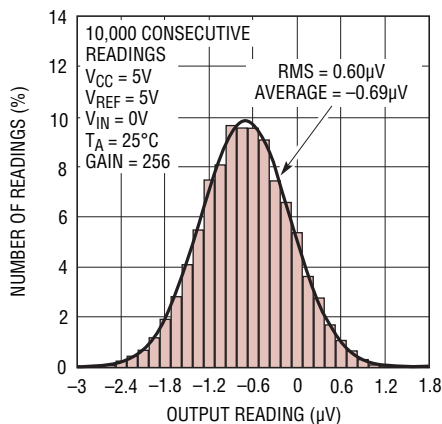
2495 G05

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



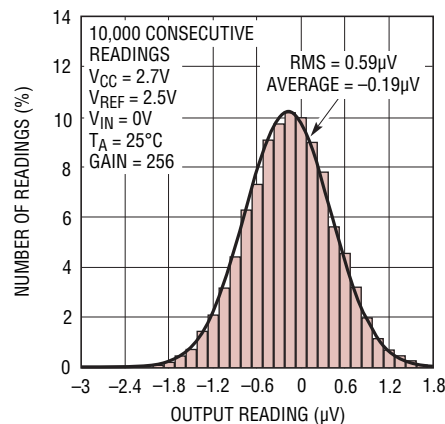
2495 G06

ノイズのヒストグラム (6.8sps)



2495 G07

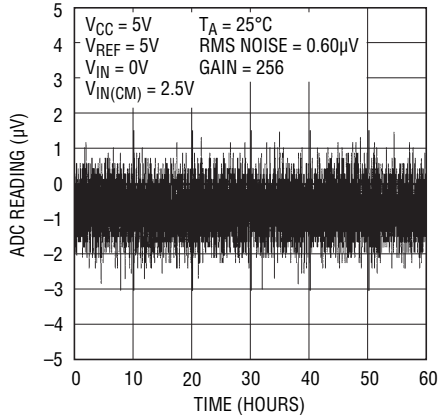
ノイズのヒストグラム (7.5sps)



2495 G08

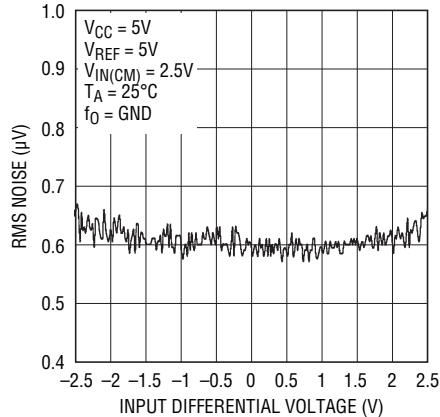
標準的性能特性

ADCの長時間表示



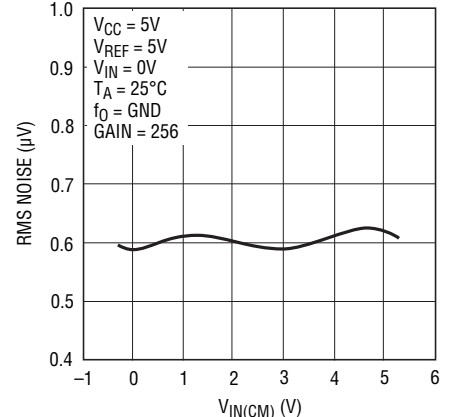
2495 G09

RMSノイズと入力差動電圧



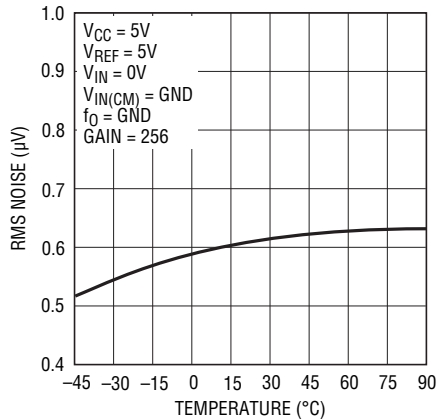
2495 G10

RMSノイズと $V_{IN(CM)}$



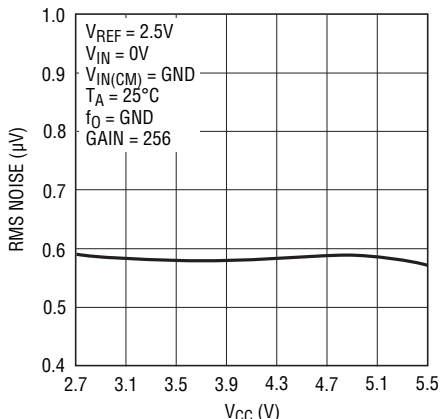
2495 G11

RMSノイズと温度 (T_A)



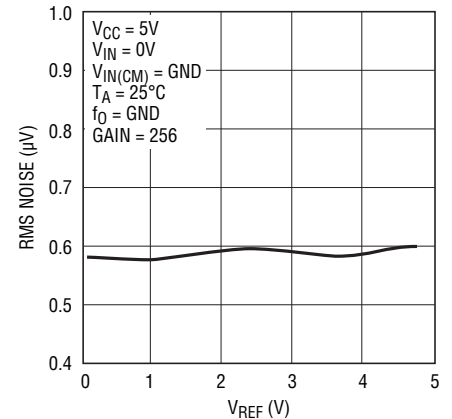
2495 G12

RMSノイズと V_{CC}



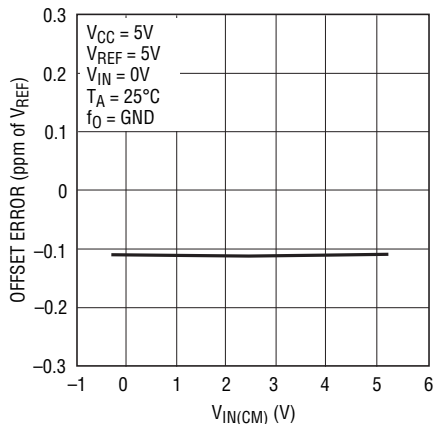
2495 G13

RMSノイズと V_{REF}



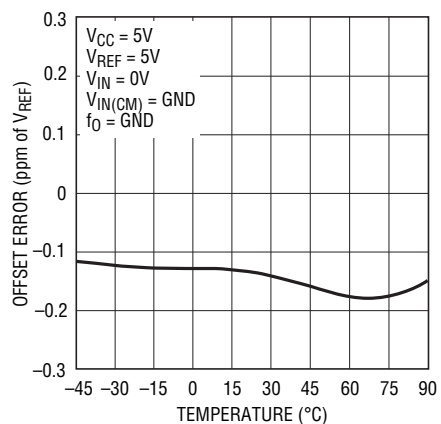
2495 G14

オフセット誤差と $V_{IN(CM)}$



2495 G15

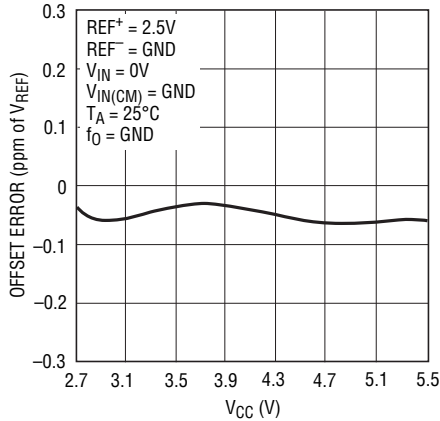
オフセット誤差と温度



2495 G16

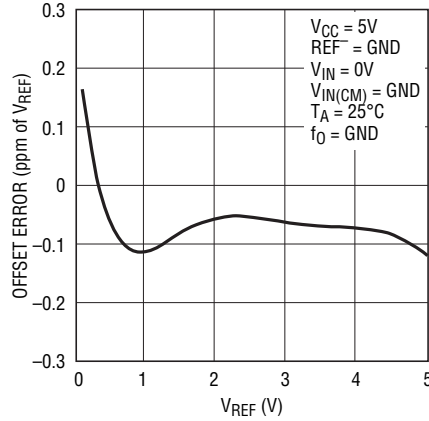
標準的性能特性

オフセット誤差と V_{CC}



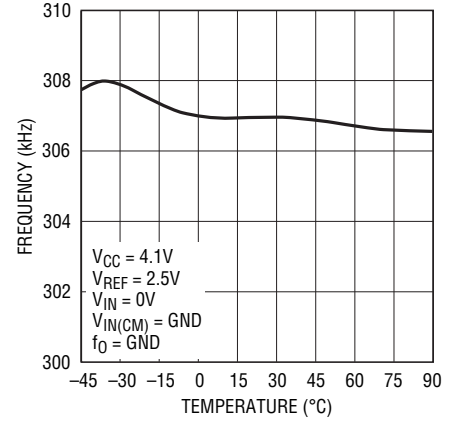
2495 G17

オフセット誤差と V_{REF}



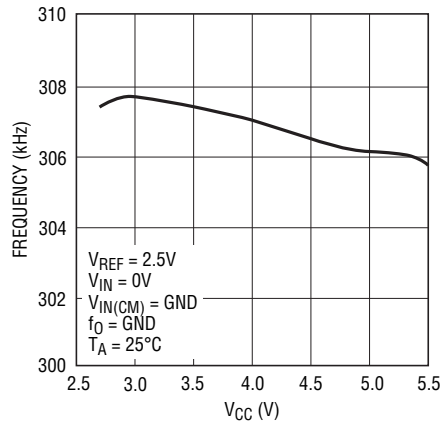
2495 G18

内蔵発振器の周波数と温度



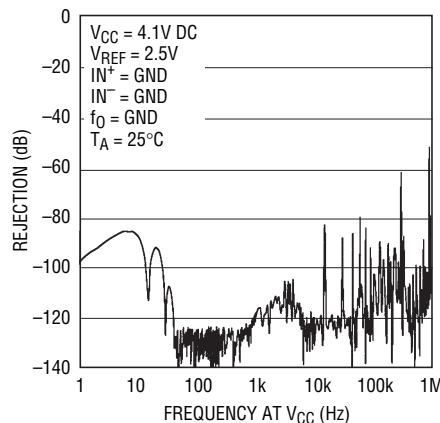
2495 G19

内蔵発振器の周波数と V_{CC}



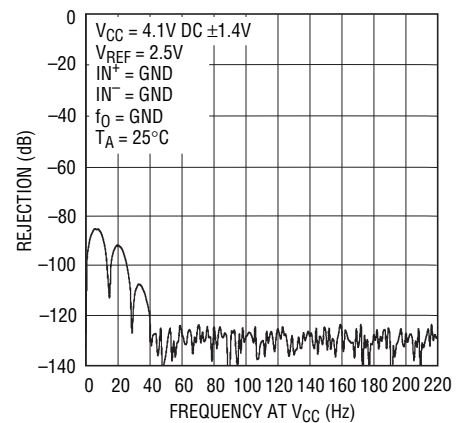
2495 G20

PSRRと V_{CC} での周波数



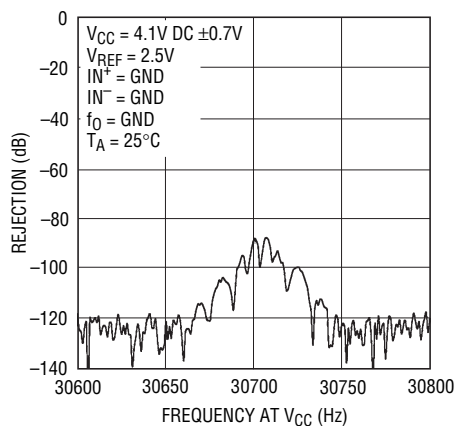
2495 G21

PSRRと V_{CC} での周波数



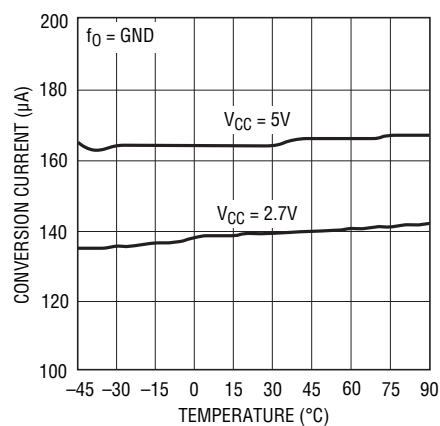
2495 G22

PSRRと V_{CC} での周波数



2495 G23

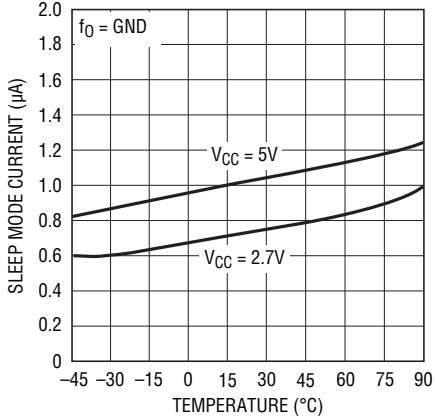
変換電流と温度



2495 G24

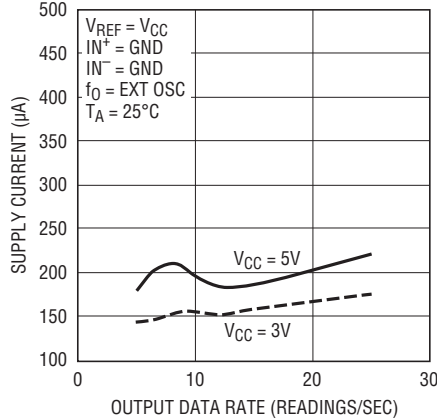
標準的性能特性

スリープ・モード電流と温度



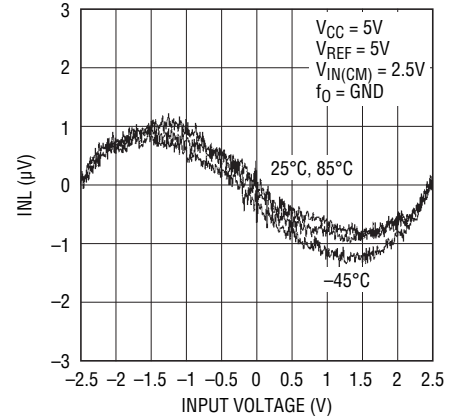
2495 G25

変換電流と出力データ・レート



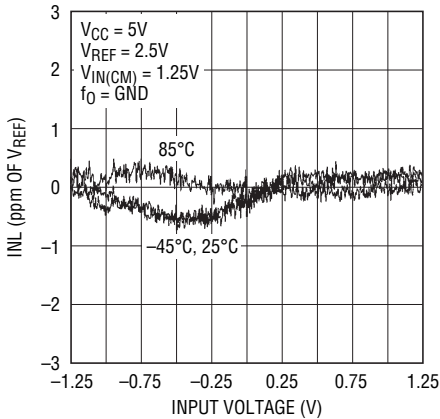
2495 G26

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



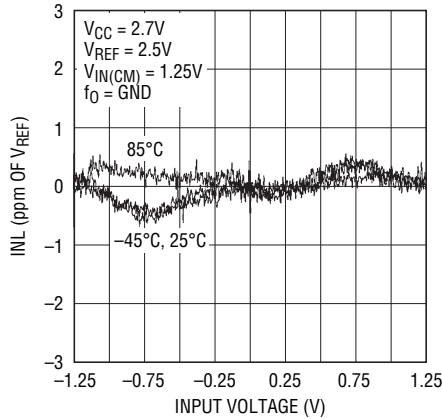
2495 G27

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



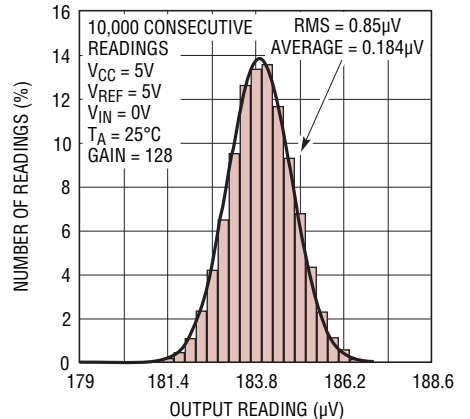
2495 G28

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



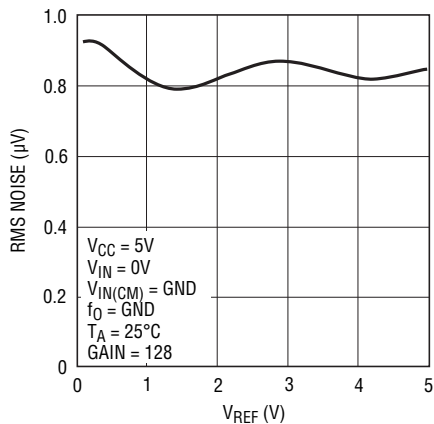
2495 G29

ノイズのヒストグラム (2倍速モード)



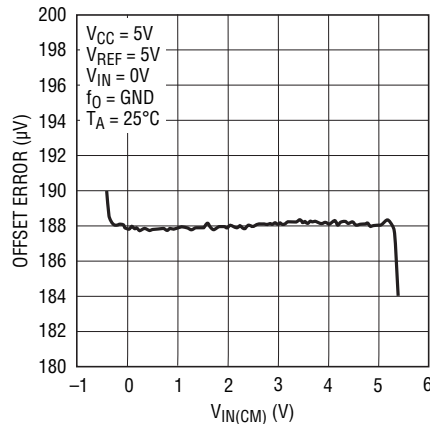
2495 G30

RMSノイズと V_{REF} (2倍速モード)



2495 G31

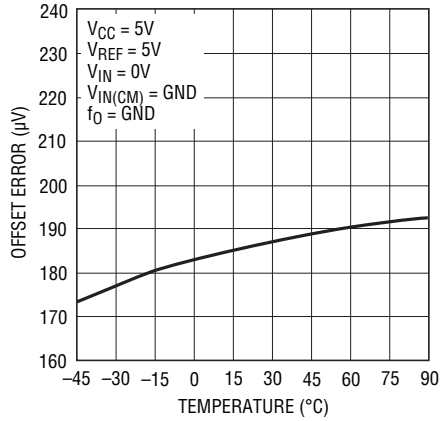
オフセット誤差と $V_{\text{IN(CM)}}$ (2倍速モード)



2495 G32

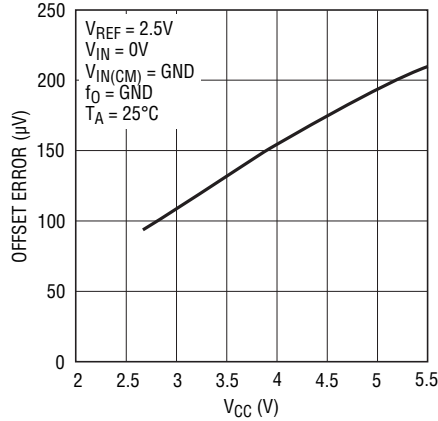
標準的性能特性

オフセット誤差と温度
(2倍速モード)



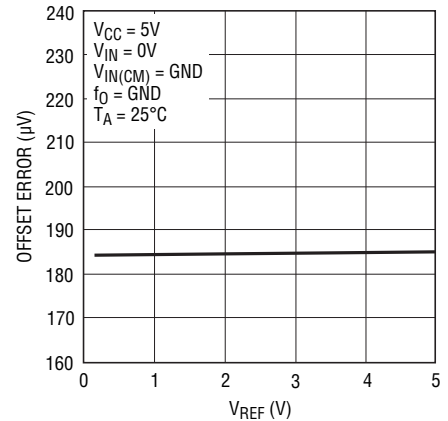
2495 G33

オフセット誤差とV_{CC}
(2倍速モード)



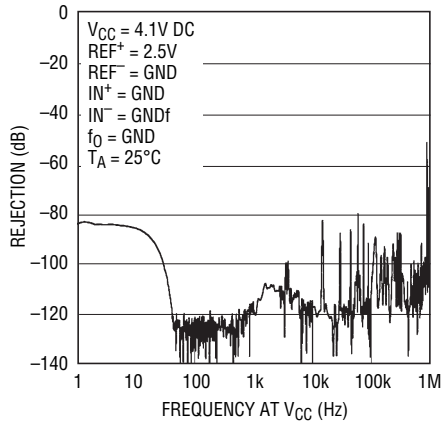
2495 G34

オフセット誤差とV_{REF}
(2倍速モード)



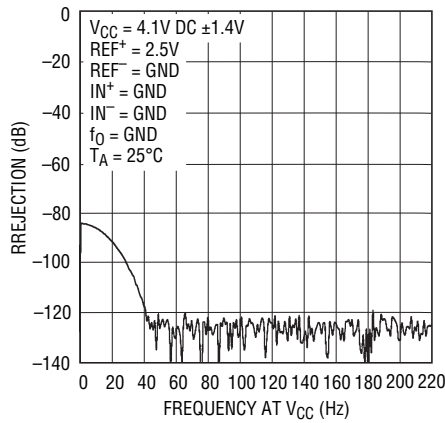
2495 G35

PSRRとV_{CC}での周波数
(2倍速モード)



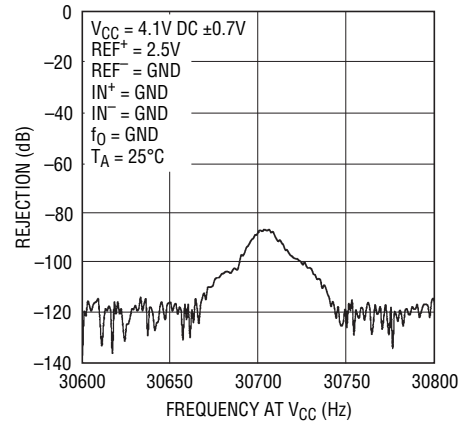
2495 G36

PSRRとV_{CC}での周波数
(2倍速モード)



2495 G37

PSRRとV_{CC}での周波数
(2倍速モード)



2495 G38

ピン機能

GND (ピン1、4、6、31、32、33、34) : グランド。グランド電流の流れと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ンド・ピン。これらのピンのそれぞれを1つの共通グランド・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。LTC2495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、 $-0.5 \cdot V_{REF}/利得 \sim 0.5 \cdot V_{REF}/利得$ 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。

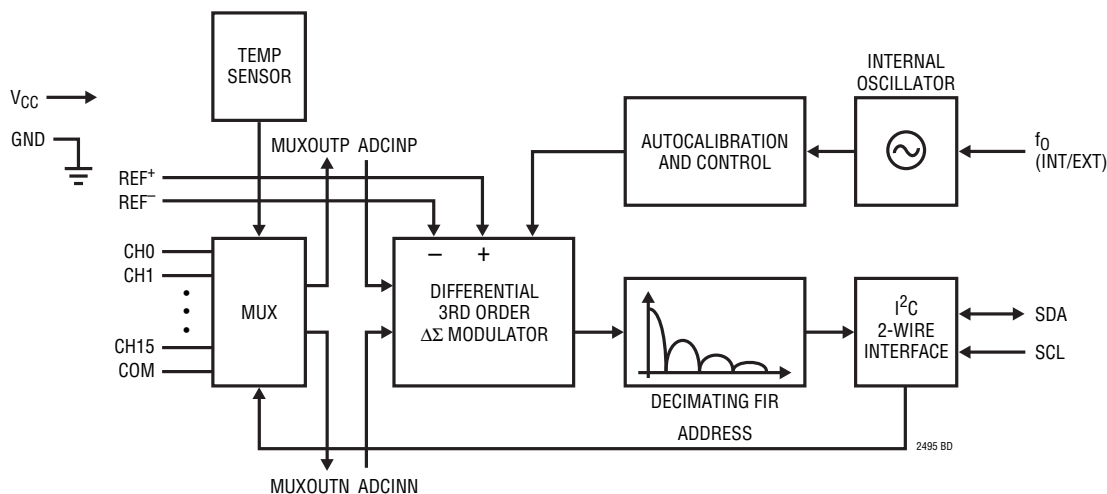
REF⁺、REF⁻ (ピン29、ピン30) : 差動リファレンス入力。これらのピンの電圧は、リファレンスの正入力(REF⁺)がリファレンスの負入力(REF⁻)より少なくとも0.1Vだけ高く保たれる限り、GND~V_{CC}の任意の電圧にすることができます。差動電圧(V_{REF} = REF⁺-REF⁻)により、全ての入力チャネルのフルスケール・レンジ($-0.5 \cdot V_{REF}/利得 \sim 0.5 \cdot V_{REF}/利得$)が設定されます。デバイス内部の温度測定を行う場合、REFの最小値は2Vです。

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) : グランド。このピンはグランドで、PCBのグランド・プレーンに半田付けする必要があります。プロトタイプの作成では、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

LTC2495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・ステートがそれに続き、データの入力/出力サイクルで終了します。

LTC2495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・ステートに入ります。スリープ・ステートの間、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・ステートに留まります。デバイスがスリープ・ステートの間、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。

変換ステートの間、デバイスは外部からのリクエストに対してアクノ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LTC2495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24ビット長で、16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の立ち下がりが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

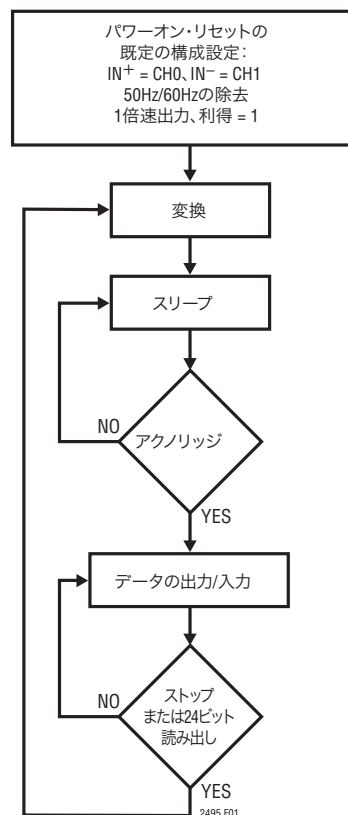


図1. 状態遷移図

アプリケーション情報

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24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

LTC2495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。

LTC2495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を行います。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

LTC2495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LTC2495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、このキャンセル機能はオフセットとフルスケールの透過的な自動較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

LTC2495は電源電圧 V_{CC} が約2Vのスレッシュホールドより低く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、正しい入力チャン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、入力チャンネル $IN^+ = CH0$ および $IN^- = CH1$ に対し、50Hz/60Hz同時除去、1倍速出力レート、および利得 = 1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、新しい入力チャンネル、除去モード、速度モード、温度選択、または利得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($REF^+ > REF^-$)。

LTC2495の差動リファレンスの入力範囲は $0.1V \sim V_{CC}$ 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

LTC2495の入力測定範囲は、図38に示されているような差動とシングルエンドの両方の設定で $-0.5 \cdot V_{REF} \sim +0.5 \cdot V_{REF}$ です。最高の直線性は完全差動ドライブおよび固定同相電圧のとき達成されます(図38b)。他のドライブ方式では約50ppmのINL誤差を生じることがあります。この誤差は、3点校正と2次曲線補間を使って除去することができます。

アプリケーション情報

アナログ入力には真に差動で、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、LTC2495は、 $-FS = -0.5 \cdot V_{REF}/\text{利得}$ から $+FS = 0.5 \cdot V_{REF}/\text{利得}$ （ここで、 $V_{REF} = REF^+ - REF^-$ ）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/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、LTC2495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)、グランドとの間のそれらの容量を最小に抑えます。

I²Cインタフェース

LTC2495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。

LTC2495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LTC2495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と最大400kビット/秒のデータ転送速度のため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。

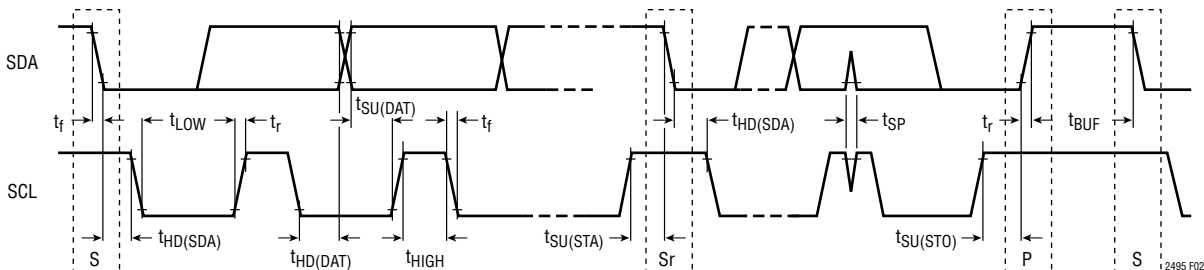


図2. I²Cバス上の高速/標準モード・デバイスのタイミングの定義

アプリケーション情報

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。ストップ条件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SCL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クノリッジ(NACK)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。

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LTC2495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に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NACKを発信します。変換が完了すると、LTC2495はSDAラインを“L”に引き下げてACKを発信します。

LTC2495には2個のレジスタがあります。出力レジスタ(24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、利得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。LTC2495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、トランスマッタとして機能します。マスタ/スレーブはLTC2495から最大3バイトを読み出すことができます。完全な読み出し動作(3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。

表1. 出力データのフォーマット

差動入力電圧 V_{IN}^*	Bit 23 SIG	Bit 22 MSB	Bit 21	Bit 20	Bit 19	...	Bit 6 LSB	ビット5~ 0は常に0
$V_{IN}^* \geq FS^{**}$	1	1	0	0	0	...	0	000000
$FS^{**} - 1LSB$	1	0	1	1	1	...	1	000000
$0.5 \cdot FS^{**}$	1	0	1	0	0	...	0	000000
$0.5 \cdot FS^{**} - 1LSB$	1	0	0	1	1	...	1	000000
0	1/0 [†]	0	0	0	0	...	0	000000
-1LSB	0	1	1	1	1	...	1	000000
$-0.5 \cdot FS^{**}$	0	1	1	0	0	...	0	000000
$-0.5 \cdot FS^{**} - 1LSB$	0	1	0	1	1	...	1	000000
$-FS^{**}$	0	1	0	0	0	...	0	000000
$V_{IN}^* < -FS^{**}$	0	0	1	1	1	...	1	000000

*差動入力電圧 $V_{IN} = IN^+ - IN^-$ 。

**フルスケール電圧 $FS = 0.5 \cdot V_{REF}/利得$ 。

†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

データの出力ストリームは24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 $IN^+ - IN^-$ です)。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16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ビットは常に0です。

選択された入力チャネル(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、 $-FS = -0.5 \cdot V_{REF}/利得$ から $+FS = 0.5 \cdot V_{REF}/利得$ 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2. LTC2495の状態ビット

入力レンジ	Bit 23 SIG	Bit 22 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

LTC2495へのシリアル入力ワードは16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)は入力チャネルを選択するのに使われます。2番目のワード(IM、FA、FB、SPD、GS2、GS1、GS0)は周波数除去、速度モード(1倍速、2倍速)、温度測定、および利得を選択するのに使われます。

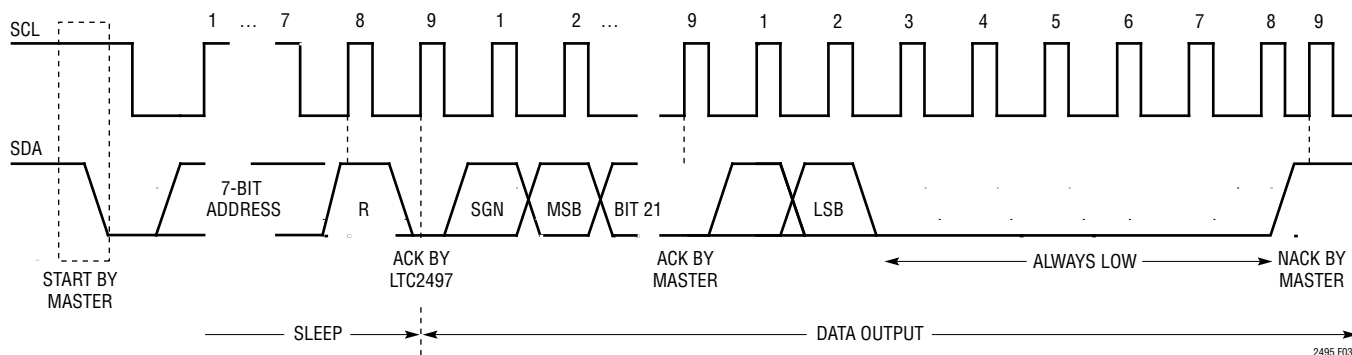


図3a. LTC2495からの読み出しのタイミング図

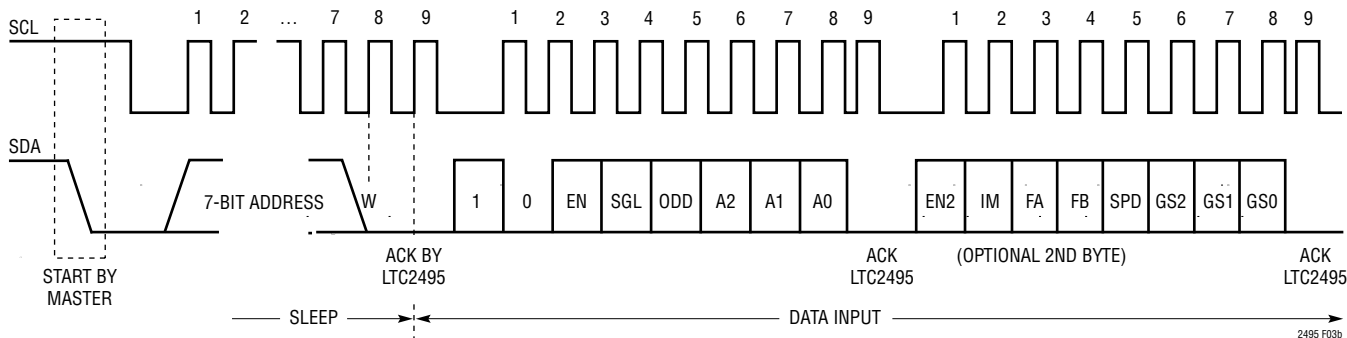


図3b. LTC2495への書き込みのタイミング図

アプリケーション情報

表3. チャンネルの選択

MUXアドレス					チャンネルの選択																	
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

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 (自動較正をイネーブル) および利得 = 1を設定します。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個のプリアンプル・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。他の組合せは避けま

す。最初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と構成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) 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ビットが1に設定されると、新しい構成設定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

表4. 変換構成

1	0	EN	SGL	ODD	A2	A1	A0	EN2	IM	FA	FB	SPD	GS2	GS1	GS0	コンバータの構成	
1	0	0						X	X	X	X	X	X	X	X	前のモードを維持する	
1	0	1						0	X	X	X	X	X	X	X	前のモードを維持する	
1	0	1						1	0	任意の除去モード		0	0	0	0	外部入力、利得 = 1、自動較正	
1	0	1					1	0			0	0	0	1			外部入力、利得 = 4、自動較正
1	0	1					1	0			0	0	1	0			外部入力、利得 = 8、自動較正
1	0	1					1	0			0	0	1	1			外部入力、利得 = 16、自動較正
1	0	1					1	0			0	1	0	0			外部入力、利得 = 32、自動較正
1	0	1					1	0			0	1	0	1			外部入力、利得 = 64、自動較正
1	0	1					1	0			0	1	1	0			外部入力、利得 = 128、自動較正
1	0	1					1	0			0	1	1	1			外部入力、利得 = 256、自動較正
1	0	1					1	0			1	0	0	0			外部入力、利得 = 1、2倍速
1	0	1					1	0			1	0	0	1			外部入力、利得 = 2、2倍速
1	0	1					1	0			1	0	1	0			外部入力、利得 = 4、2倍速
1	0	1					1	0			1	0	1	1			外部入力、利得 = 8、2倍速
1	0	1					1	0			1	1	0	0			外部入力、利得 = 16、2倍速
1	0	1					1	0			1	1	0	1			外部入力、利得 = 32、2倍速
1	0	1					1	0			1	1	1	0			外部入力、利得 = 64、2倍速
1	0	1					1	0			1	1	1	1			外部入力、利得 = 128、2倍速
1	0	1					1	0	0	0						外部入力、50Hz/60Hz同時除去	
1	0	1					1	0	0	1						外部入力、50Hz除去	
1	0	1					1	0	1	0						外部入力、60Hz除去	
1	0	1					1	0	1	1						予備、使用不可	
1	0	1					1	1	0	0	X	X	X	X		温度入力、50Hz/60Hz同時除去	
1	0	1					1	1	0	1	X	X	X	X		温度入力、50Hz除去	
1	0	1					1	1	1	0	X	X	X	X		温度入力、60Hz除去	
1	0	1					1	1	1	1	X	X	X	X		予備、使用不可	

アプリケーション情報

定に使われます。次のビット (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。最後の 3 ビット (GS2、GS1、GS0) は利得の設定に使われます。IM = 1 のとき (温度測定)、SPD、GS2、GS1 および GS0 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。

除去モード (FA、FB)

LTC2495 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。LTC2495 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、LTC2495 は少なくとも 87dB だけ 50Hz と 60Hz を同時に除去します。さらに除去が必要ななら、50Hz または 60Hz を選択的に 110dB 以上除去するように LTC2495 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、自動較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。

利得 (GS2、GS1、GS0)

LTC2495 の入力を基準にした利得は 1 ~ 256 で調節可能です (表 5a と表 5b を参照)。1 の利得では、差動入力範囲は $\pm V_{REF}/2$ 、同相入力範囲はレール・トゥ・レールです。利得が増加するにつれ、差動入力範囲は $\pm 0.5 \cdot V_{REF}/$ 利得に減少しますが、同相入力範囲はレール・トゥ・レールのままです。差動利得が増加するにつれ、低レベル電圧は大きな分解能でデジタル化されます。利得が 256 では、LTC2495 は 16,000 を超えるカウントで $\pm 9.76\text{mV}$ の入力信号範囲をデジタル化します。

表 5a. 性能と通常速度モードの利得 ($V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{REF} = 5\text{V}$)

利得	1	4	8	16	32	64	128	256	単位
入力スパン	± 2.5	± 0.625	± 0.312	± 0.156	$\pm 78\text{m}$	$\pm 39\text{m}$	$\pm 19.5\text{m}$	$\pm 9.76\text{m}$	V
LSB	38.1	9.54	4.77	2.38	1.19	0.596	0.298	0.149	μV
ノイズなしの分解能*	65536	65536	65536	65536	65536	65536	32768	16384	カウント
利得誤差	5	5	5	5	5	5	5	8	FS に対する ppm
オフセット誤差	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	μV

表 5b. 性能と 2 倍速モードの利得 ($V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{REF} = 5\text{V}$)

利得	1	2	4	8	16	32	64	128	単位
入力スパン	± 2.5	± 1.25	± 0.625	± 0.312	± 0.156	$\pm 78\text{m}$	$\pm 39\text{m}$	$\pm 19.5\text{m}$	V
LSB	38.1	19.1	9.54	4.77	2.38	1.19	0.596	0.298	μV
ノイズなしの分解能*	65536	65536	65536	65536	65536	65536	45875	22937	カウント
利得誤差	5	5	5	5	5	5	5	5	FS に対する ppm
オフセット誤差	200	200	200	200	200	200	200	200	μV

*カウントによる分解能は LSB で割った FS または RMS ノイズの値のどちらか大きい方として計算されている。

アプリケーション情報

温度センサ

LTC2495は温度センサを内蔵しています。IM = 1に設定すると温度センサが選択されます。温度読み出しの間、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、傾きの較正は不要です。5Vリファレンスの傾きは2.45 LSB₁₆/°Cです。次式を使っ

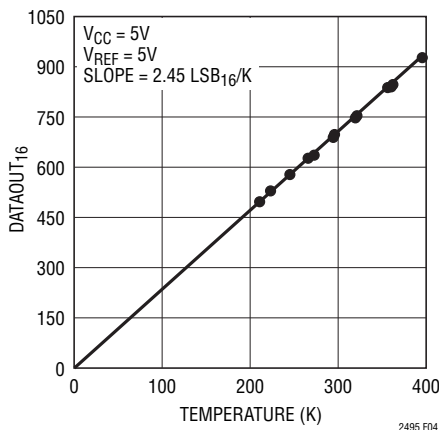


図4. 内部PTATデジタル出力と温度

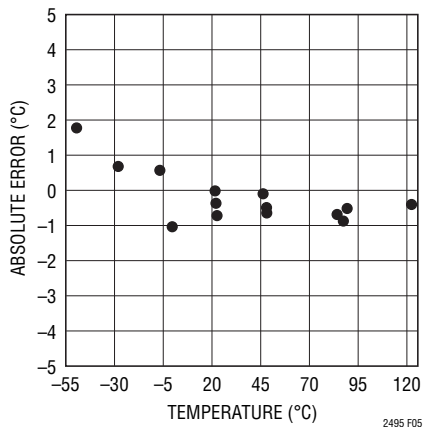


図5. 絶対温度誤差

て、5Vリファレンスの場合の出力コード(ここで、DATAOUT₁₆は16ビットの結果の10進数表示)から温度を計算します。

$$T_K = \frac{\text{DATAOUT}_{16}}{2.45} \text{ (ケルビン)}$$

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。

$$T_K = \frac{\text{DATAOUT}_{16} \cdot V_{REF}}{12.25} \text{ (ケルビン)}$$

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。

$$\text{傾き} = \frac{\text{DATAOUT}_{16}}{T_N}$$

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。

$$T_K = \frac{\text{DATAOUT}_{16}}{\text{傾き}}$$

ケルビン温度の測定値は次の基本式を使ってT_C(°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

LTC2495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24ビットのデータがデバイスから読み出されると、LTC2495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/NACKサイクル)の間に出す必要があります。

アプリケーション情報

LTC2495のアドレス

LTC2495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つをイネーブすることができます(表6を参照)。

表6に示されている構成設定可能なアドレスに加えて、LTC2495はグローバル・アドレス(1110111)も備えており、複数のLTC2495や他のLTC24XXデルタシグマI²C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LTC2495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、LTC2495はトランスミッタまたはレシーバとして機能します。このデバイスはいくつかの機能を行うようにプログラムすることができます。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、または同時に50Hzと60Hz)、2倍速モードおよび利得の選択が含まれます。

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

表6. 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

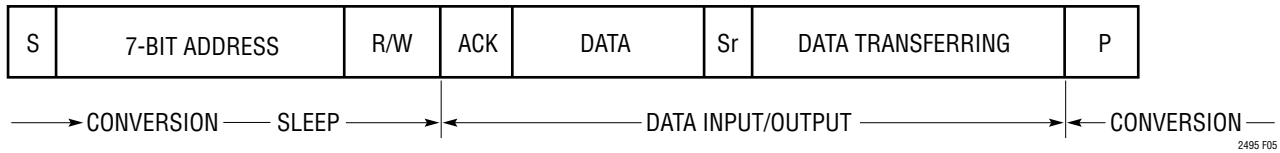


図6. 変換シーケンス

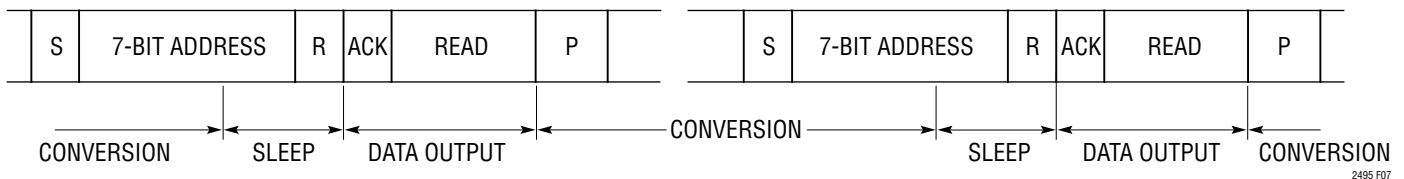


図7. 同じ入力/構成設定を使った連続読み出し

アプリケーション情報

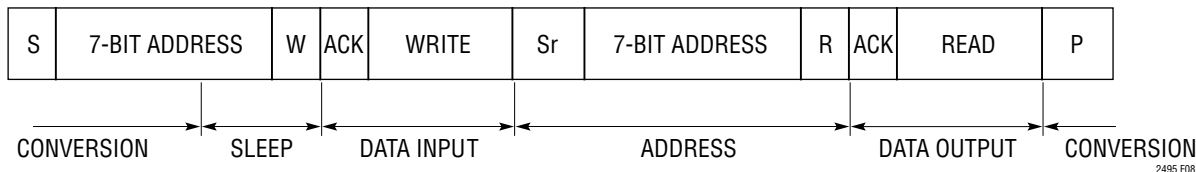


図8. 書き込み、読み出し、変換開始

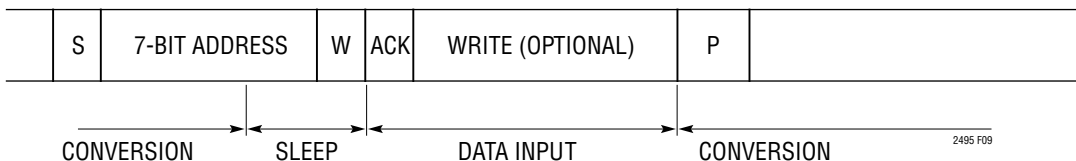


図9. 前の変換結果を読み出さずに新しい変換を開始

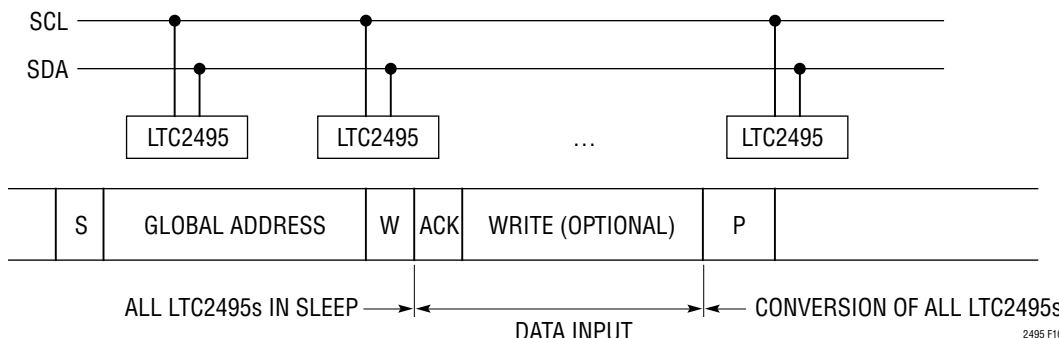


図10. グローバル・アドレス呼び出しによる複数のLTC2495の同期

よってデバイスが選択されると、LTC2495はNACK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。

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LTC2495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。後続の変換は、24ビット全てがデバイスから読み出された後、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)、除去周波数 (50Hz、60Hz、50Hzおよび60Hz) および利得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ノリッジされると、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LTC2495の同期

複数のLTC2495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」、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

2495fe

アプリケーション情報

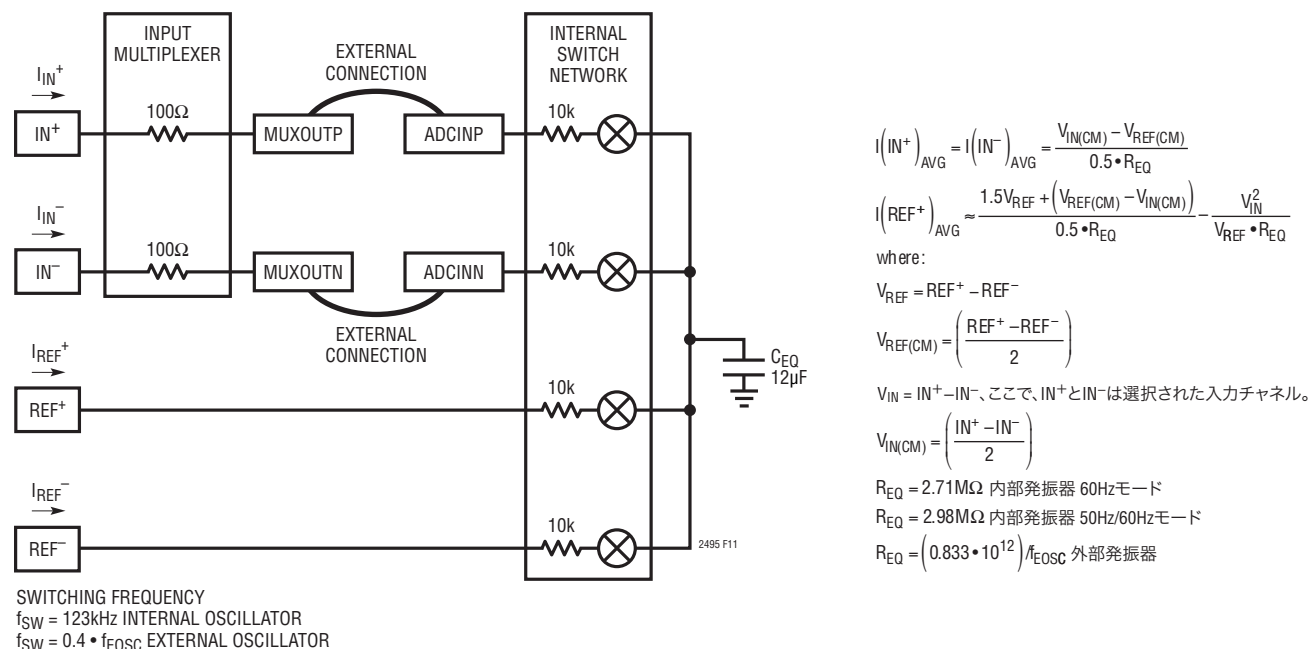


図11. アナログ入力の等価回路

バータが選択され、リクエストをアクノリッジします。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ノリッジの後にストップ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NACKを発信しません。

入力とリファレンスのドライブ

LTC2495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。

LTC2495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。外部RCの合計時定数が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、リファレンス入力には低インピーダンスのソースでドライブされます。その場合、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LTC2495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。

LTC2495ではこれらの誤差を除去する2つの方法を使えます。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。

2495fe

アプリケーション情報

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。

LTC2495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。

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0.74μA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74μVシフトします。

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

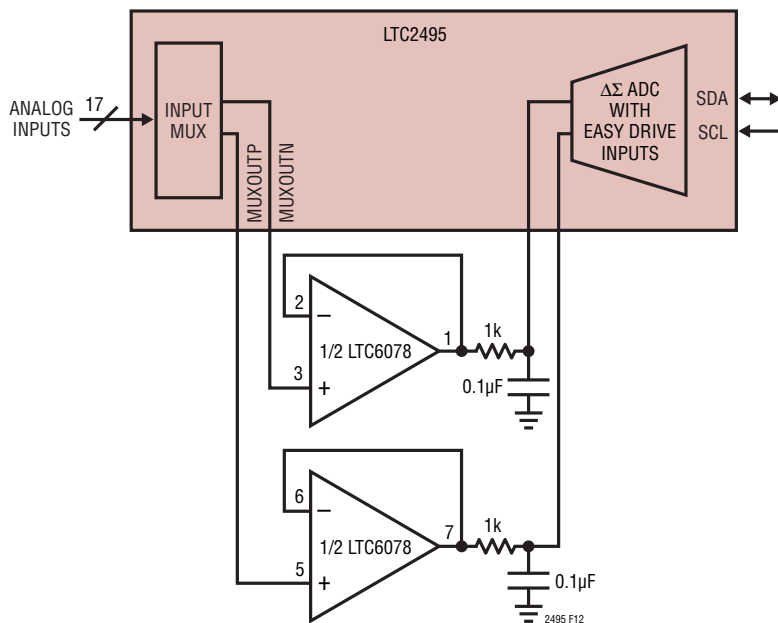


図12. 外部バッファは高インピーダンス入力を与え、アンプのオフセットは自動的にキャンセルされる

アプリケーション情報

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LTC2495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±10nA)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1μV、最大10μV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、LTC2495では、外部アンプをマルチプレクサの出力とADCの入力の間に入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効です。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。LTC2495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18nV/√Hzです。LTC2495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。コンデンサがADCの入力から見た電流スパイクの大きさを減らし、抵抗が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LTC2495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(-0.3V~V_{CC}+0.3V)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。

リファレンス電流

アナログ入力と同様に、LTC2495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)。

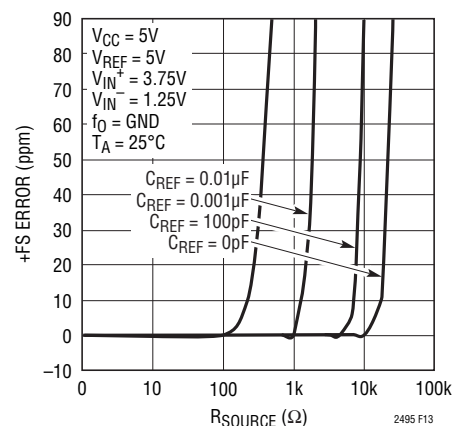


図13. +FS誤差とV_{REF}のR_{SOURCE}(小さなC_{REF})

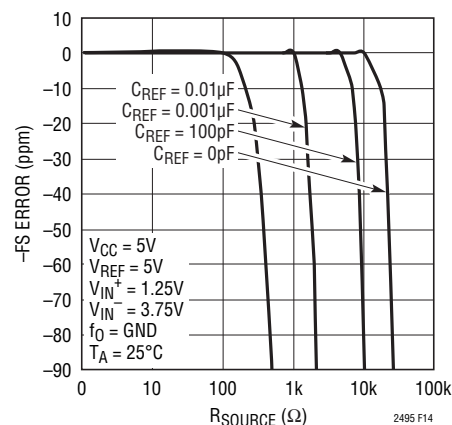


図14. -FS誤差とV_{REF}のR_{SOURCE}(小さなC_{REF})

アプリケーション情報

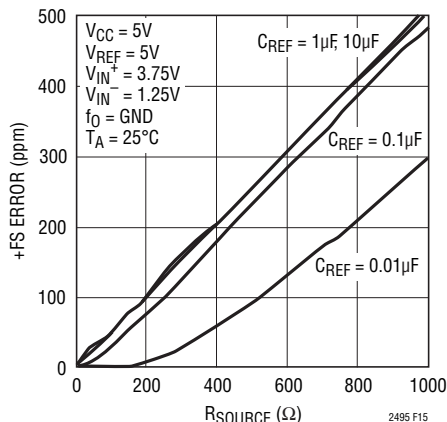


図15. +FS誤差と V_{REF} の R_{SOURCE} (大きな C_{REF})

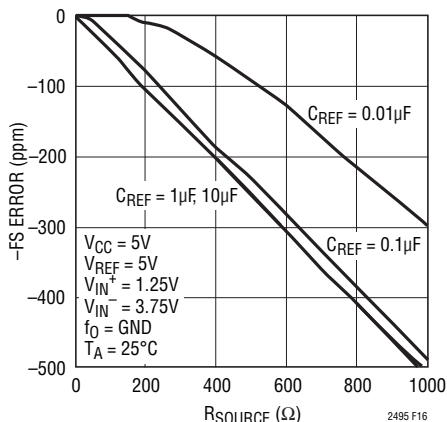


図16. -FS誤差と V_{REF} の R_{SOURCE} (大きな C_{REF})

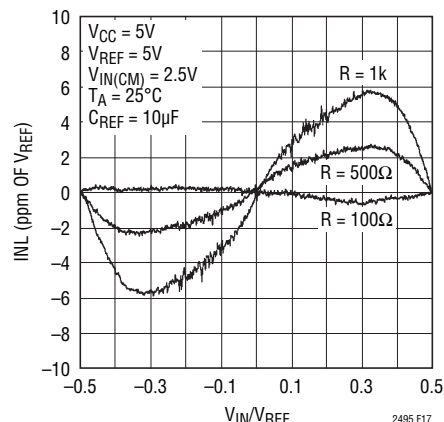


図17. INLと差動入力電圧およびリファレンスのソース抵抗 ($C_{REF} > 1 \mu F$)

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 0.5 ppm 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 0.67 ppm の直線性誤差が生じます (図17を参照)。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 1 V の差は、リファレンスの抵抗の 100Ω 毎に 6.7 ppm のINL誤差を生じます。

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 1 nA (最大 $\pm 10 \text{ nA}$)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、 $0.5 \mu \text{ V}$ 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1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、LTC2495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。

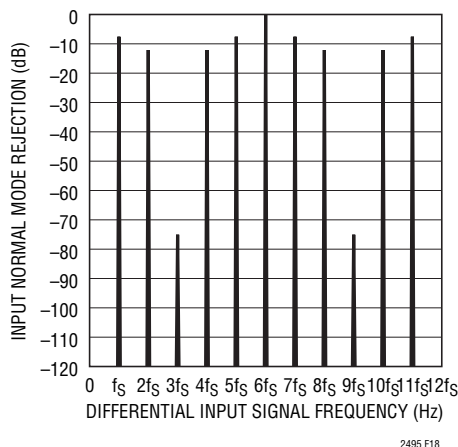


図18. 入力通常モードの除去率、内部発振器と50Hz除去モード

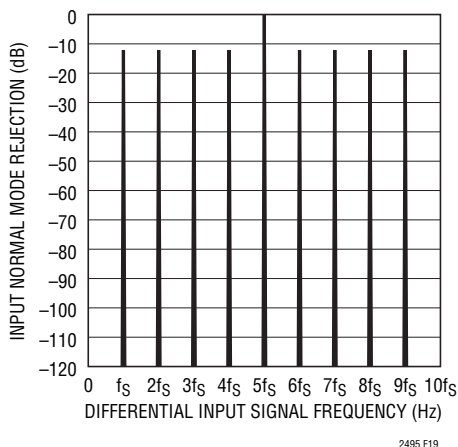


図19. 入力通常モードの除去率、内部発振器と60Hz除去モード

アプリケーション情報

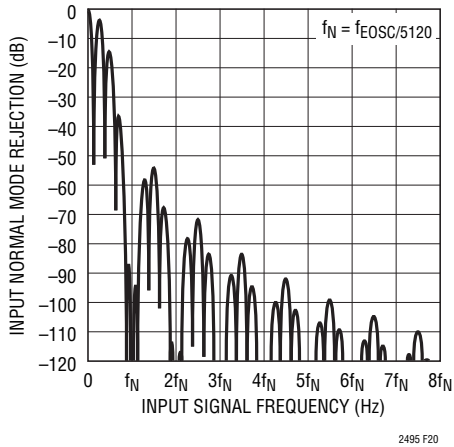


図20. DCでの入力通常モードの除去率

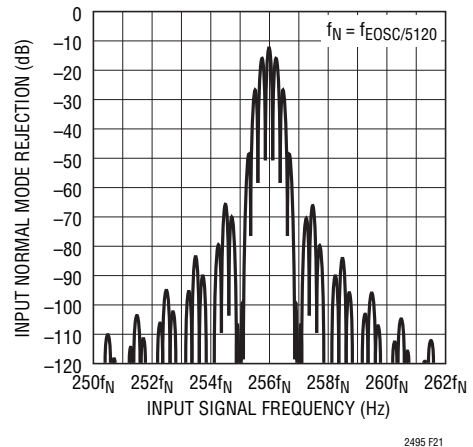


図21. $f_s = 256 \cdot f_N$ での入力通常モードの除去率

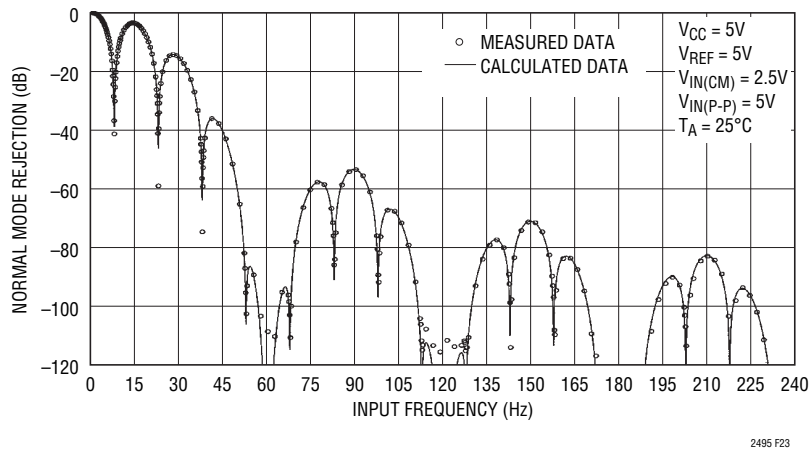


図22. 入力通常モードの除去率と入力周波数、
100%の入力の攪乱(60Hzのノッチ)

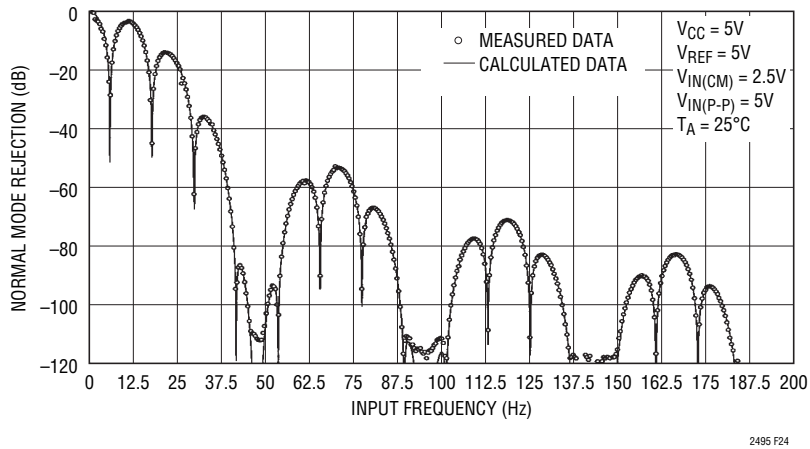


図23. 入力通常モードの除去率と入力周波数、
100%の入力の攪乱(50Hzのノッチ)

アプリケーション情報

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。

LTC2495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 です。変調器のサンプリング・レートの倍数($f_s = f_N \cdot 256$)では、ノイズを15dB除去するだけですが

(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の実現を期待することができます。3つの全ての除去モードで、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。LTC2495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

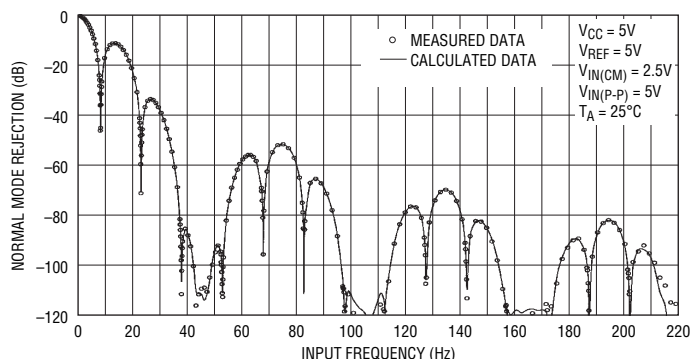


図24. 入力通常モードの除去率と入力周波数、100%の入力の攪乱(50Hz/60Hzのノッチ)

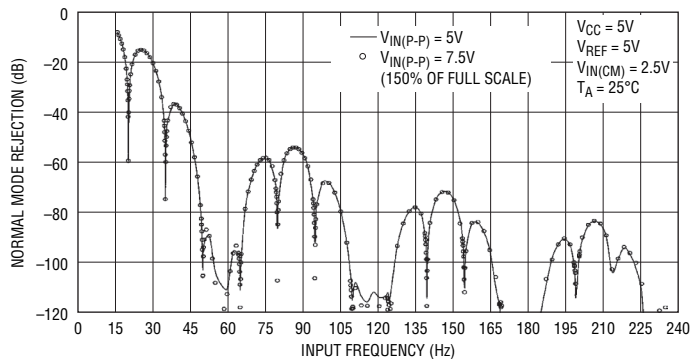


図25. 測定された入力通常モードの除去率と入力周波数、150%の入力の攪乱(60Hzのノッチ)

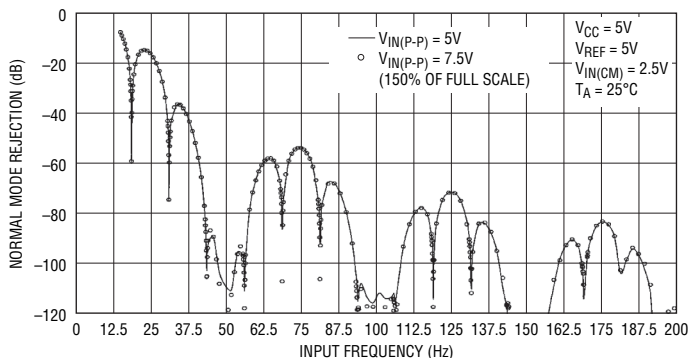


図26. 測定された入力通常モードの除去率と入力周波数、150%の入力の攪乱(50Hzのノッチ)

アプリケーション情報

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。LTC2495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。

LTC2495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、LTC2495は60Hzのノッチ周波数で毎秒15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_0 を外部発振器に接続)、LTC2495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と図37を参照)。

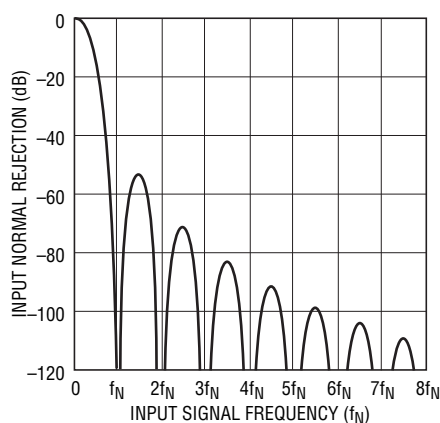


図27. 2倍速モードでの入力通常モードの除去率

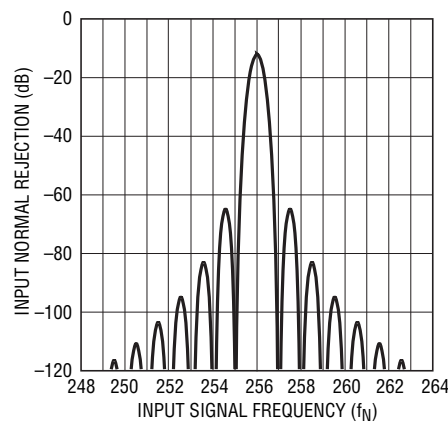


図28. 2倍速モードでの入力通常モードの除去率

アプリケーション情報

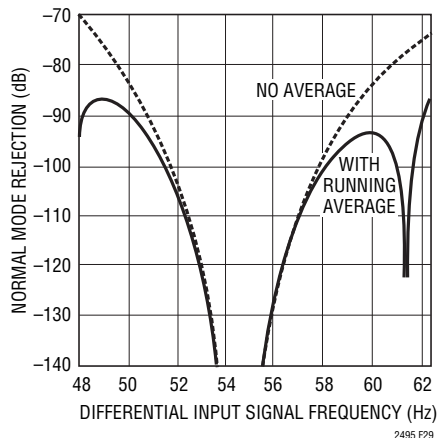


図29. 2倍速モードでの入力通常モードの除去率 (移動平均有りおよび無し)

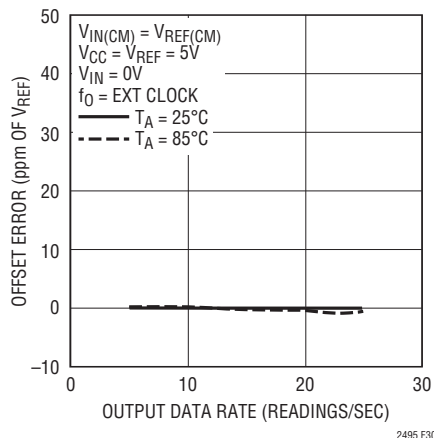


図30. オフセット誤差と出力データ・レートおよび温度

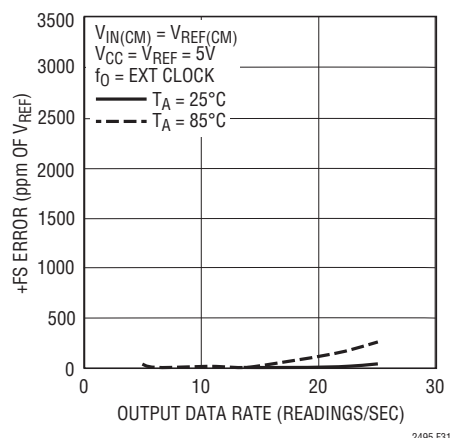


図31. +FS誤差と出力データ・レートおよび温度

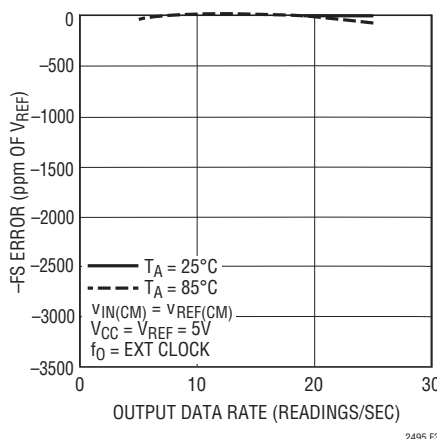


図32. -FS誤差と出力データ・レートおよび温度

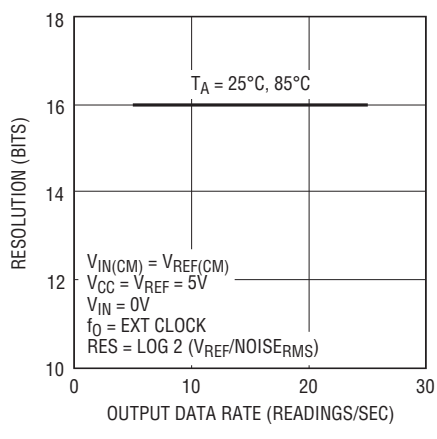


図33. 分解能 (Noise_{RMS} ≤ 1LSB) と出力データ・レートおよび温度

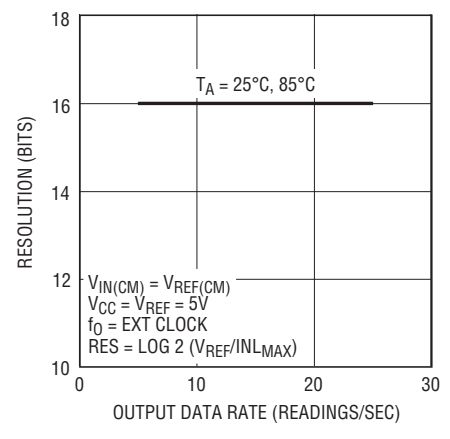


図34. 分解能 (INL_{MAX} ≤ 1LSB) と出力データ・レートおよび温度

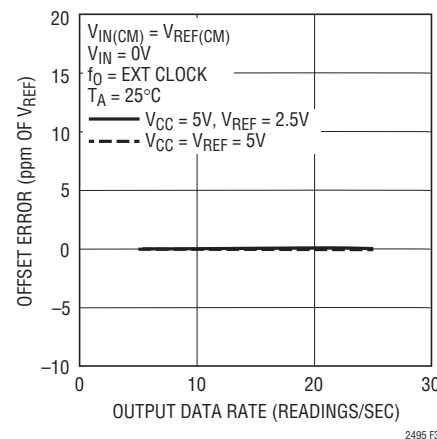


図35. オフセット誤差と出力データ・レートおよびリファレンス電圧

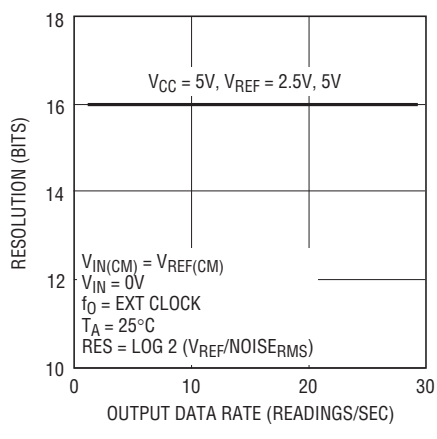


図36. 分解能 (Noise_{RMS} ≤ 1LSB) と出力データ・レートおよびリファレンス電圧

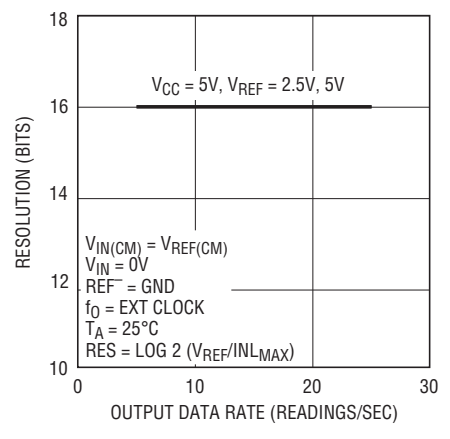


図37. 分解能 (INL_{MAX} ≤ 1LSB) と出力データ・レートおよびリファレンス電圧

アプリケーション情報

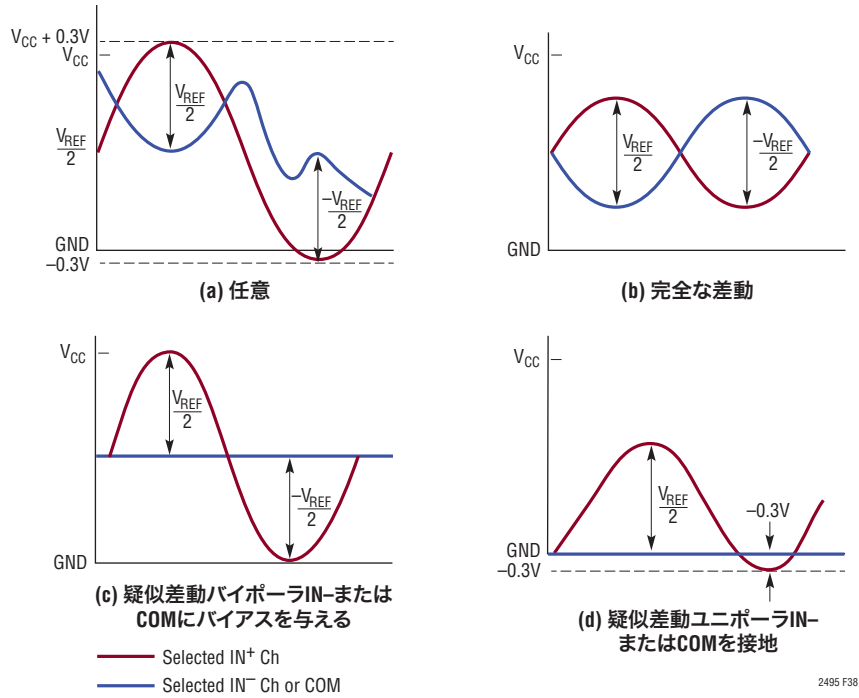
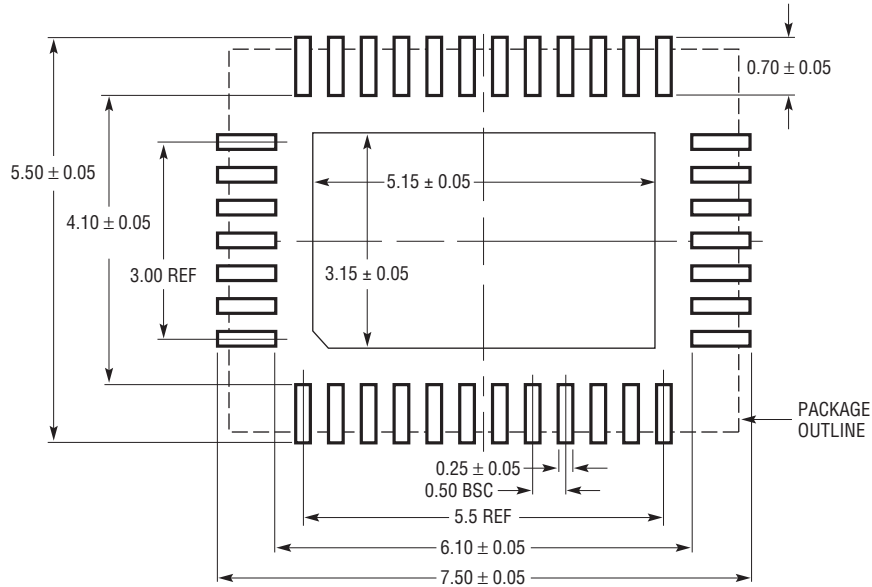


図38. 入力範囲

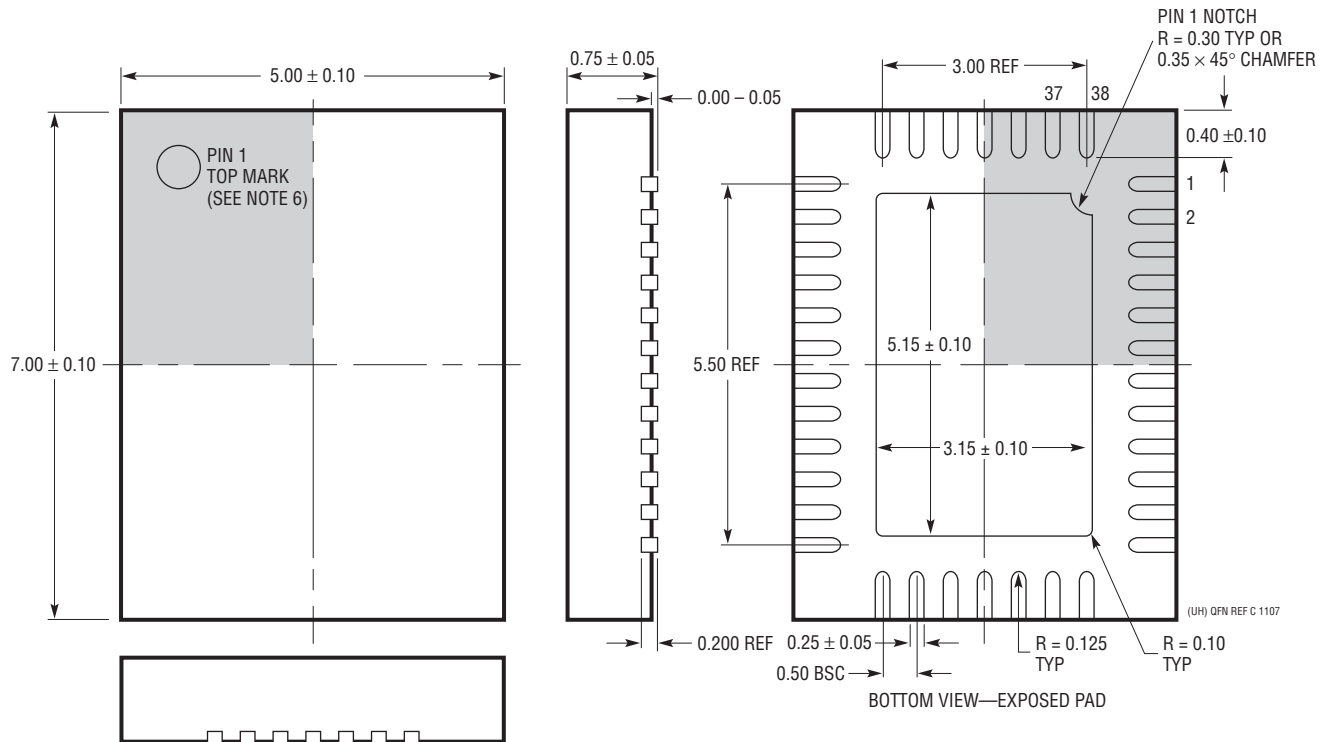
パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/>を参照してください。

UHF Package 38-Lead Plastic QFN (5mm × 7mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1701 Rev C)



RECOMMENDED SOLDER PAD LAYOUT
APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED



NOTE:

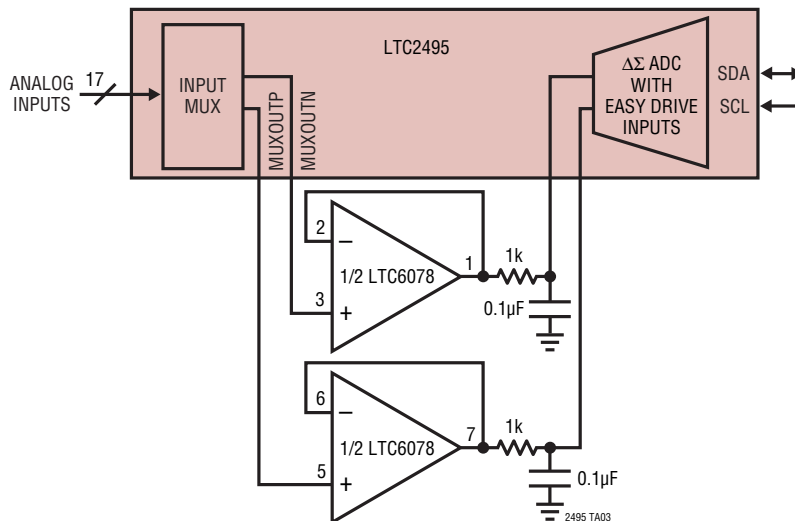
1. 図面はJEDECのパッケージ外形 MO-220のバリエーション(WHKD)に適合
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.20mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

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 「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 「I ² Cインタフェース」セクションに文章追加	1 4 15
E	11/14	性能とf ₀ 周波数を明確化、外部発振器の最大周波数を1MHzに低減 入力電圧範囲を明確化 表4: 外部入力、利得=256、自動較正に訂正	5、9、30 3、4、13、31 18

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
LT [®] 1236A-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:2ppm、 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:200nVRMS、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:200nVRMS、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、600nVRMS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、600nVRMS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	LTC2495/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
LTC2499	Easy Drive入力およびI ² Cインタフェース付き24ビット8/16チャンネルΔΣ ADC	LTC2495/LTC2497とピン互換