

EEPROMを内蔵した マルチセンサ対応の 高精度デジタル温度測定システム

特長

- 2線、3線、または4線式RTD、熱電対、サーミスタ、およびダイオードの出力を直接デジタル化
- 内蔵のEEPROMにチャンネル構成データおよびカスタムの係数を格納
- 単電源: 2.85V ~ 5.25V
- 柔軟な20箇所の入力によりセンサの交換が可能
- 熱電対の自動冷接点補償
- 熱電対、RTD、およびサーミスタの標準の係数およびユーザーがプログラム可能な係数を組み込み
- 負の熱電対電圧を測定
- 焼損、短絡、およびフォルトの自動検出
- バッファ入力により外部保護が可能
- 50Hz/60Hzを同時に除去
- 15ppm/°C(最大)リファレンス内蔵(1グレード)

アプリケーション

- 熱電対の直接測定
- RTDの直接測定
- サーミスタの直接測定
- カスタムのセンサ・アプリケーション

概要

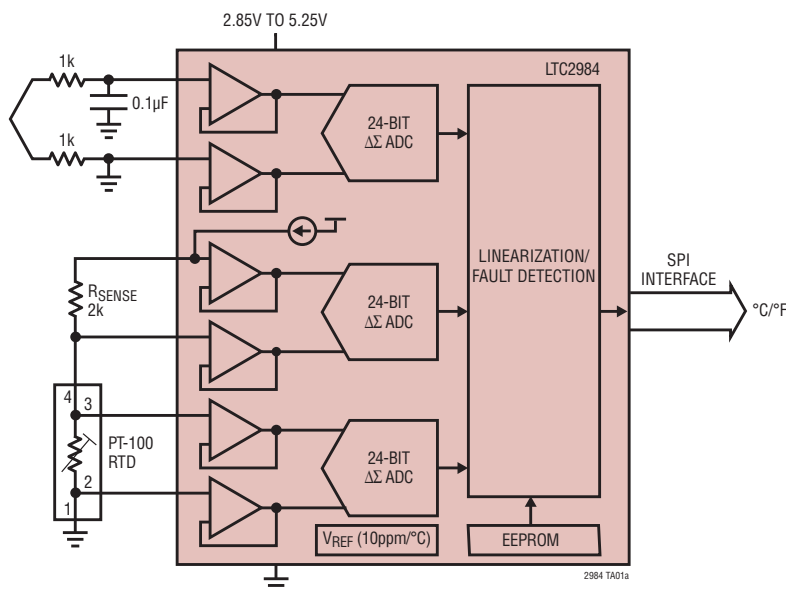
LTC[®]2984は、さまざまな温度センサを測定し、その結果を°Cまたは°Fの単位でデジタル出力します。その精度は0.1°Cで、分解能は0.001°Cです。LTC2984は、事実上全ての標準(タイプB、E、J、K、N、S、R、T)またはカスタムの熱電対の温度を測定し、冷接点温度を自動的に補償して、結果を線形にすることができます。このデバイスは、標準の2線、3線、または4線式RTD、サーミスタ、およびダイオードを使用して温度を測定することもできます。このデバイスには再構成可能なアナログ入力が20箇所あるので、多くのセンサ接続および構成オプションが可能です。LTC2984は、温度センサのタイプごとに適切な励起電流源およびフォルト検出回路を内蔵しているだけでなく、カスタムの係数およびチャンネルの構成データを格納するためのEEPROMも内蔵しています。

LTC2984は、レベル・シフト、負電源電圧、外部アンプ不要でグランド基準のセンサとの直接のインタフェースが可能です。全ての信号はバッファに送られ、3つの高精度、24ビット $\Delta\Sigma$ A/Dコンバータにより同時にデジタル化されます。また、これらのADCは内蔵の10ppm/°C(最大)リファレンスにより駆動されます。

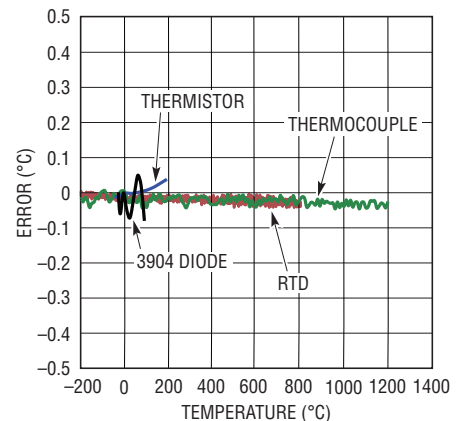
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。特許出願中。

標準的応用例

自動冷接点補償による熱電対測定



標準的な温度誤差寄与分



2984 TA01b

2984f

目次

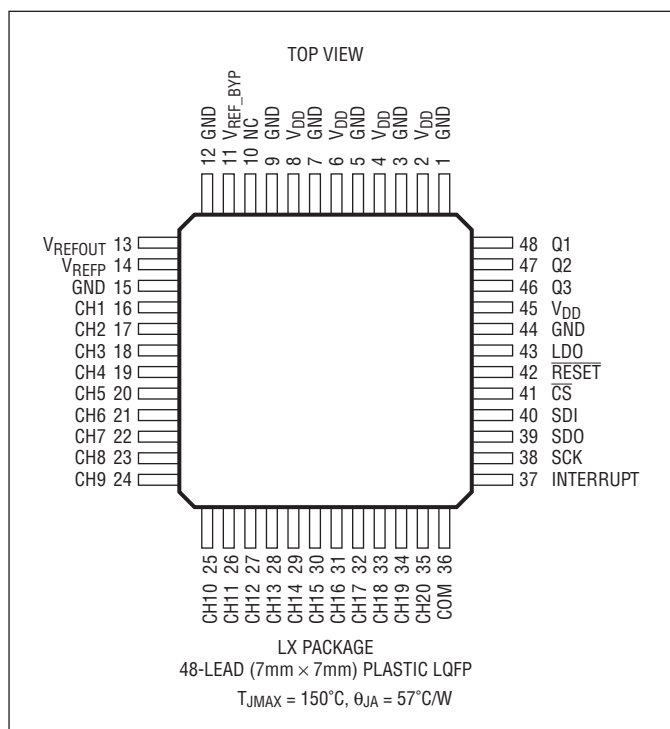
特長.....	1
アプリケーション	1
標準的応用例	1
概要.....	1
絶対最大定格.....	3
発注情報.....	3
ピン配置.....	3
システム全体の電気的特性.....	4
A/Dコンバータの電気的特性	4
リファレンスの電気的特性.....	5
デジタル入力とデジタル出力.....	5
EEPROM特性.....	6
標準的性能特性.....	7
ピン機能.....	10
ブロック図.....	11
テスト回路.....	12
タイミング図.....	12
概要.....	13
アプリケーション情報	17
EEPROMの概要	23
EEPROMの読み出し/書き込み検証.....	23
EEPROMの書き込み動作	23
EEPROMの読み出し動作	24
熱電対の測定.....	25
ダイオードの測定.....	28
RTDの測定.....	32
サーミスタの測定	50
補足情報.....	61
直接A/D変換による測定	61
フォルト保護とアンチエイリアシング.....	63
2サイクル変換モードと3サイクル変換モード	63
複数のチャンネルでの変換の連続的実行.....	64
スリープ・モードの開始/終了.....	64
MUX構成の遅延.....	64
グローバル構成レジスタ	65
リファレンスに関する検討事項	65
カスタムの熱電対.....	65
カスタムのRTD.....	68
カスタムのサーミスタ	71
パッケージ	77
標準的応用例.....	78
関連製品.....	78

絶対最大定格

(Note 1, 2)

電源電圧 (V_{DD})	-0.3V ~ 6V
アナログ入力ピン (CH1 ~ CH20, COM)	-0.3V ~ ($V_{DD} + 0.3V$)
入力電流 (CH1 ~ CH20, COM)	$\pm 15mA$
デジタル入力 (\overline{CS} , SDI, SCK, \overline{RESET})	-0.3V ~ ($V_{DD} + 0.3V$)
デジタル出力 (SDO, INTERRUPT)	-0.3V ~ ($V_{DD} + 0.3V$)
V_{REFP}	-0.3V ~ 2.8V
Q1, Q2, Q3, LDO, V_{REFOUT} , V_{REF_BYP} (Note 18)	
リファレンスの短絡時間	無期限
動作温度範囲	
LTC2984C	0°C ~ 70°C
LTC2984I	-40°C ~ 85°C

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ	トレイ	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC2984CLX#PBF	LTC2984CLX#PBF	LTC2984LX	48-Lead (7mm x 7mm) LQFP	0°C to 70°C
LTC2984ILX#PBF	LTC2984ILX#PBF	LTC2984LX	48-Lead (7mm x 7mm) LQFP	-40°C to 85°C

更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。
無鉛仕上げ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。

LTC2984

システム全体の電気的特性

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

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage		●	2.85		5.25	V
Supply Current		●		15	20	mA
Sleep Current		●		25	60	μA
Input Range	All Analog Input Channels	●	-0.05		$V_{DD} - 0.3$	V
Output Rate	Two Conversion Cycle Mode (Notes 6, 9)	●	150	164	170	ms
Output Rate	Three Conversion Cycle Mode (Notes 6, 9)	●	225	246	255	ms
Input Common Mode Rejection	50Hz/60Hz (Note 4)	●	120			dB
Input Normal Mode Rejection	60Hz (Notes 4, 7)	●	120			dB
Input Normal Mode Rejection	50Hz (Notes 4, 8)	●	120			dB
Input Normal Mode Rejection	50Hz/60Hz (Notes 4, 6, 9)	●	75			dB
Power-On Reset Threshold				2.25		V
Analog Power-Up	(Note 11)	●			100	ms
Digital Initialization	(Note 12)	●			100	ms

A/Dコンバータの電気的特性

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

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Resolution (No Missing Codes)	$-F_S \leq V_{IN} \leq +F_S$	●	24			Bits
Integral Nonlinearity	$V_{IN(CM)} = 1.25\text{V}$ (Note 15)	●		2	30	ppm of V_{REF}
Offset Error		●		0.5	2	μV
Offset Error Drift	(Note 4)	●		10	20	$\text{nV}/^\circ\text{C}$
Positive Full-Scale Error	(Notes 3, 15)	●			100	ppm of V_{REF}
Positive Full-Scale Drift	(Notes 3, 15)	●		0.1	0.5	ppm of $V_{REF}/^\circ\text{C}$
Input Leakage	(Note 19)	●			1	nA
Negative Full-Scale Error	(Notes 3, 15)	●			100	ppm of V_{REF}
Negative Full-Scale Drift	(Notes 3, 15)	●		0.1	0.5	ppm of $V_{REF}/^\circ\text{C}$
Output Noise	(Note 5)	●		0.8	1.5	μVRMS
Common Mode Input Range		●	-0.05		$V_{DD} - 0.3$	V
RTD Excitation Current	(Note 16)	●	-25	Table 33	25	%
RTD Excitation Current Matching	Continuously Calibrated	●	Error within Noise Level of ADC			
Thermistor Excitation Current	(Note 16)	●	-37.5	Table 57	37.5	%

リファレンスの電气的特性

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

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage	V_{REFOUT} (Note 10)	2.49		2.51	V
Output Voltage Temperature Coefficient	I-Grade	●	3	15	ppm/ $^\circ\text{C}$
Output Voltage Temperature Coefficient	C-Grade	●	3	20	ppm/ $^\circ\text{C}$
Line Regulation		●		10	ppm/V
Load Regulation	$I_{\text{OUT(SOURCE)}} = 100\mu\text{A}$	●		5	mV/mA
	$I_{\text{OUT(SINK)}} = 100\mu\text{A}$	●		5	mV/mA
Output Voltage Noise	$0.1\text{Hz} \leq f \leq 10\text{Hz}$		4		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$
	$10\text{Hz} \leq f \leq 1\text{kHz}$		4.5		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$
Output Short-Circuit Current	Short V_{REFOUT} to GND		40		mA
	Short V_{REFOUT} to V_{DD}		30		mA
Turn-On Time	0.1% Setting, $C_{\text{LOAD}} = 1\mu\text{F}$		115		μs
Long Term Drift of Output Voltage (Note 13)			60		ppm/ $\sqrt{\text{kHz}}$
Hysteresis (Note 14)	$\Delta T = 0^\circ\text{C}$ to 70°C		30		ppm
	$\Delta T = -40^\circ\text{C}$ to 85°C		70		ppm

デジタル入力とデジタル出力

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
	External SCK Frequency Range		●	0	2	MHz
	External SCK LOW Period		●	250		ns
	External SCK HIGH Period		●	250		ns
t_1	$\overline{\text{CS}}\downarrow$ to SDO Valid		●	0	200	ns
t_2	$\overline{\text{CS}}\uparrow$ to SDO Hi-Z		●	0	200	ns
t_3	$\overline{\text{CS}}\downarrow$ to SCK \uparrow		●	100		ns
t_4	SCK \downarrow to SDO Valid		●		225	ns
t_5	SDO Hold After SCK \downarrow		●	10		ns
t_6	SDI Setup Before SCK \uparrow		●	100		ns
t_7	SDI HOLD After SCK \uparrow		●	100		ns
	High Level Input Voltage	$\overline{\text{CS}}, \text{SDI}, \text{SCK}, \overline{\text{RESET}}$	●	$V_{\text{DD}} - 0.5$		V
	Low Level Input Voltage	$\overline{\text{CS}}, \text{SDI}, \text{SCK}, \overline{\text{RESET}}$	●		0.5	V
	Digital Input Current	$\overline{\text{CS}}, \text{SDI}, \text{SCK}, \overline{\text{RESET}}$	●	-10	10	μA
	Digital Input Capacitance	$\overline{\text{CS}}, \text{SDI}, \text{SCK}, \overline{\text{RESET}}$		10		pF
	LOW Level Output Voltage (SDO, INTERRUPT)	$I_0 = -800\mu\text{A}$	●		0.4	V
	High Level Output Voltage (SDO, INTERRUPT)	$I_0 = 1.6\text{mA}$	●	$V_{\text{DD}} - 0.5$		V
	Hi-Z Output Leakage (SDO)		●	-10	10	μA

EEPROM 特性

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
	Retention	Note 17	●	10		Years
	Endurance		●	10000		Cycles
	Programming Time	Complete Transfer from RAM to EEPROM	●		2600	mS
	Read Time	Complete Transfer EEPROM to RAM	●		20	mS

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。また、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おそれがある。

Note 2: すべての電圧値は GND を基準にしている。

Note 3: A/D コンバータのフルスケール誤差。測定にはリファレンス誤差は含まれない。

Note 4: 設計によって保証されているが、テストされない。

Note 5: 出力ノイズには内部較正動作の分も含まれる。

Note 6: MUX 構成の遅延 = デフォルトの 1ms。

Note 7: グローバル構成は 60Hz の除去に設定。

Note 8: グローバル構成は 50Hz の除去に設定。

Note 9: グローバル構成はデフォルトの 50Hz/60Hz の除去に設定。

Note 10: V_{REF} の正確な値は LTC2984 に格納されており、全ての測定値計算に使用される。温度係数は出力電圧の最大変化を規定温度範囲で割って測定される。

Note 11: アナログ部の起動。この時間中はコマンド・ステータス・レジスタにアクセスできない。

Note 12: デジタル部の初期化。アナログ部の起動が終了すると開始される。コマンド・ステータス・レジスタはデジタル部初期化の開始時は 0×80 であり、終了時は 0×40 である。

Note 13: 通常、長期安定性是对数特性を有しているため、1000 時間以降の変動はそれ以前よりもはるかに小さくなる傾向がある。次の 1000 時間における全ドリフトは、通常、最初の 1000 時間の 1/3 未満であり、ドリフトは時間の経過とともに減少する傾向がある。長期安定性は、基板の組み立て時にデバイスと基板素材の間に生じる応力の差の影響も受ける。

Note 14: 出力電圧のヒステリシスは、デバイスがそれまでに置かれていた温度が高いか低いかによってパッケージ内部の応力が異なるために生じる。出力電圧は常に 25°C で測定されるが、デバイスは次の測定前に再び上限温度または下限温度に置かれる。ヒステリシスは 3 回の高温または低温の温度サイクルの平均をとり、最大出力変動を測定する。良好に管理された温度（動作温度から $20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 以内）で保管された機器については、通常、ヒステリシスは誤差の主な要因にはならない。ヒステリシスの標準値は、 25°C 、低温、 25°C の順番、または 25°C 、高温、 25°C の順番で温度環境を変えた場合のワーストケースのデータである。

Note 15: 差動入力範囲は $\pm V_{REF}/2$ である。

Note 16: RTD およびサーミスタの測定はレシオメトリック測定であるその結果、電流源の励起の変動が絶対精度に影響することはない。励起電流は、センサの電圧または R_{SENSE} 抵抗による電圧降下の最大値が（公称励起電流で駆動したとき）1V 以下に低下するように選択する。A/D コンバータの入力範囲を広げることによって励起電流の変動を吸収し、レシオメトリック計算によって励起電流の絶対値を無効にする。

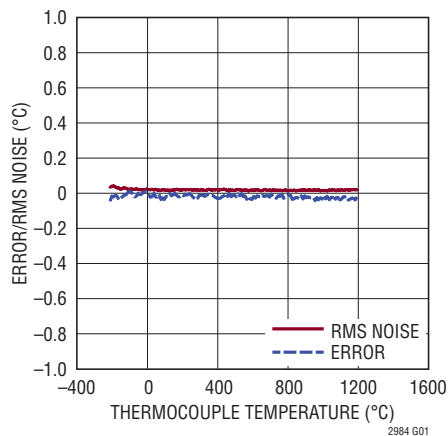
Note 17: 最大 1000 回のプログラム・サイクルにわたって保証される 10 年のデータ保持特性。

Note 18: これらのピンには電圧源も電流源も印加してはならない。これらのピンに接続するのは容量性負荷に限定する必要がある。そうしないと、永続的な損傷が生じる恐れがある。

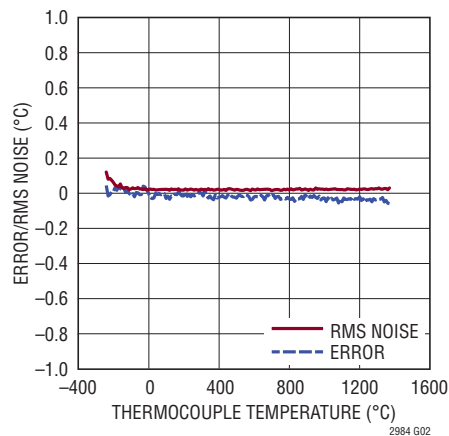
Note 19: $V_{IN} = -10\text{mV}$ および $V_{IN} = 2.5\text{V}$ の条件で測定した入力漏れ電流。

標準的性能特性

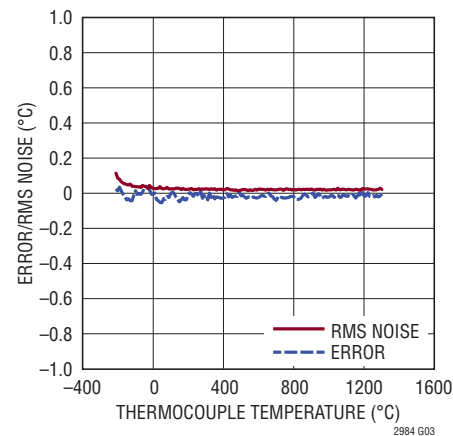
タイプJの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度



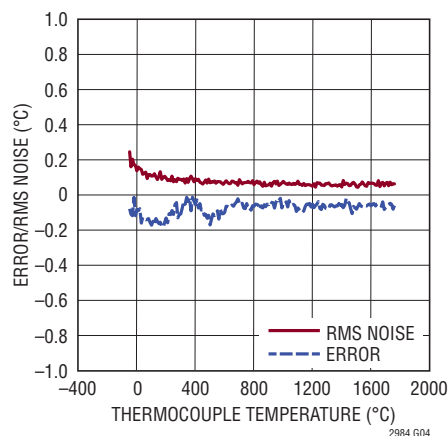
タイプKの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度



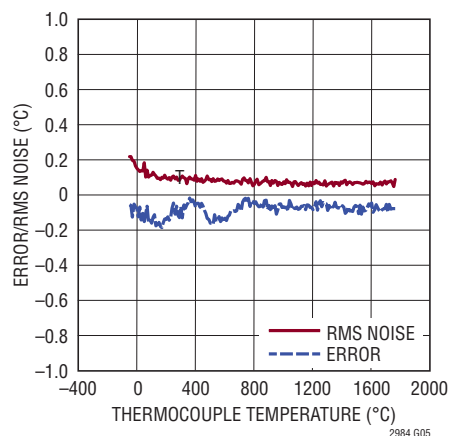
タイプNの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度



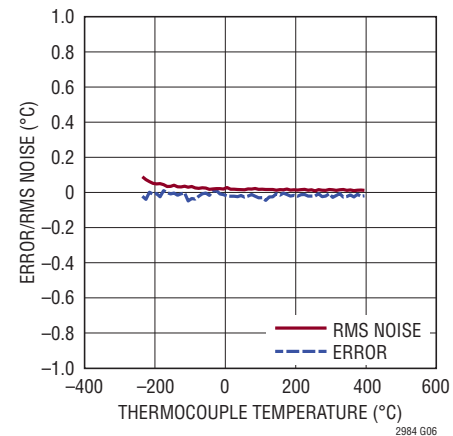
タイプRの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度



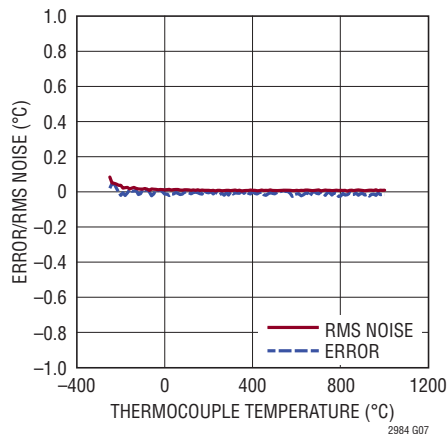
タイプSの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度



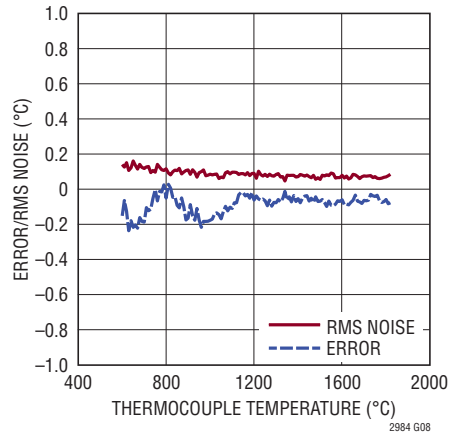
タイプTの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度



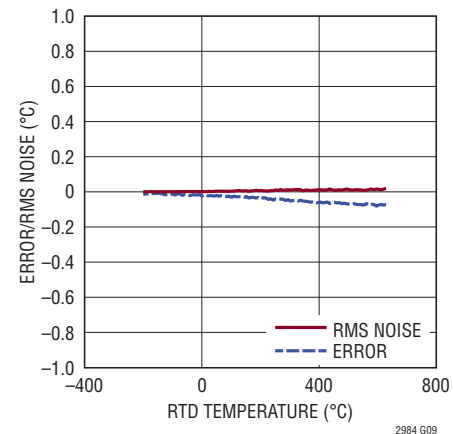
タイプEの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度



タイプBの熱電対の誤差および RMS ノイズと温度

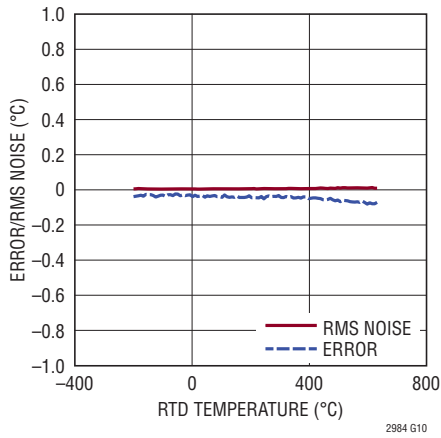


RTD PT-1000の誤差および RMS ノイズと温度

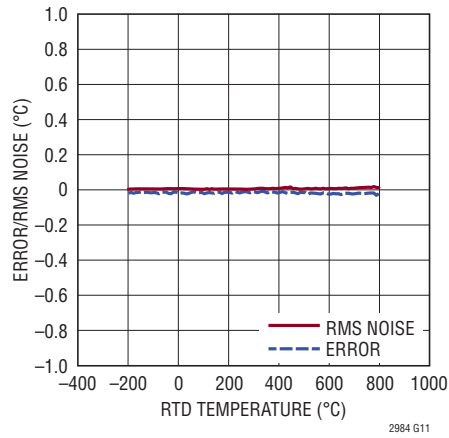


標準的性能特性

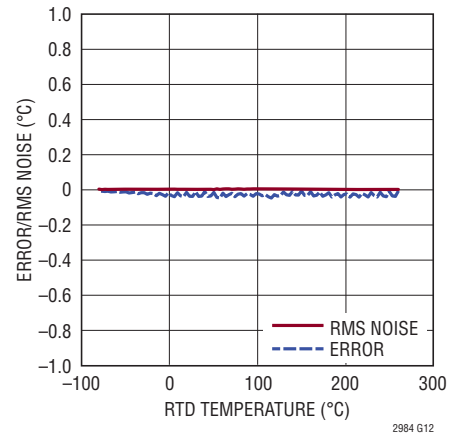
RTD PT-200の誤差および
RMSノイズと温度



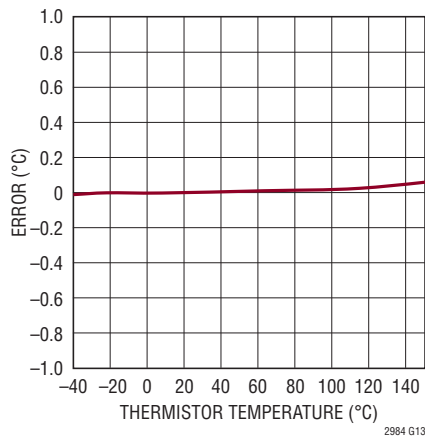
RTD PT-100の誤差および
RMSノイズと温度



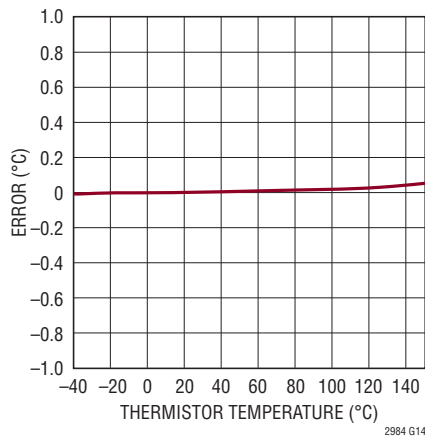
RTD NI-120 RTDの誤差および
RMSノイズと温度



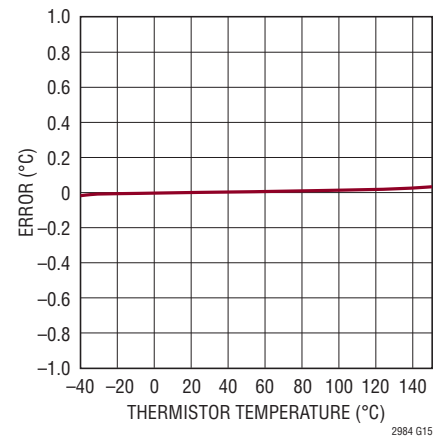
2.252kサーミスタの誤差と温度



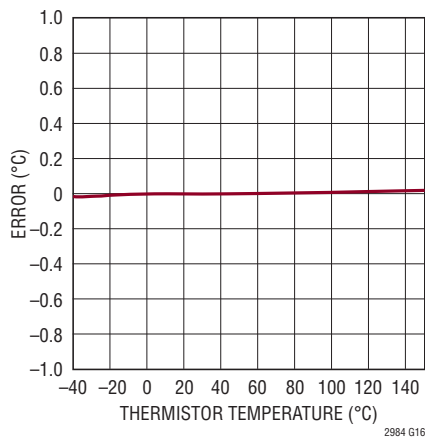
3kサーミスタの誤差と温度



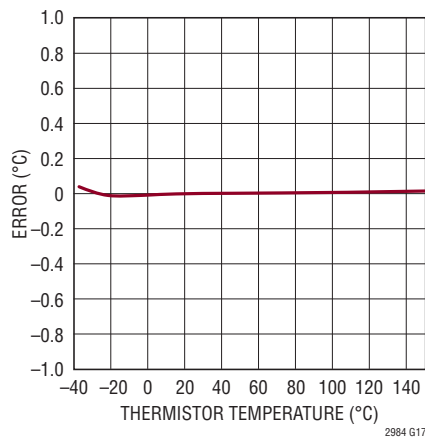
5kサーミスタの誤差と温度



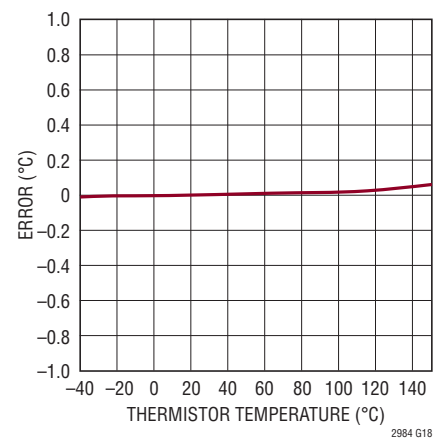
10kサーミスタの誤差と温度



30kサーミスタの誤差と温度

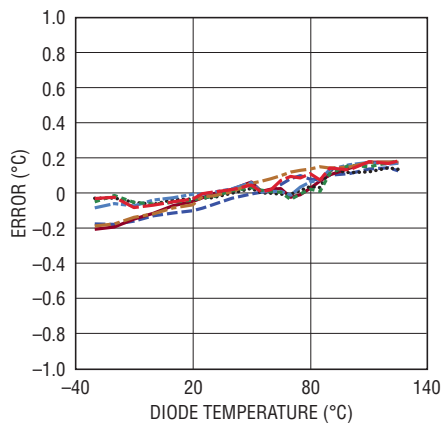


YSI-400サーミスタの誤差と温度



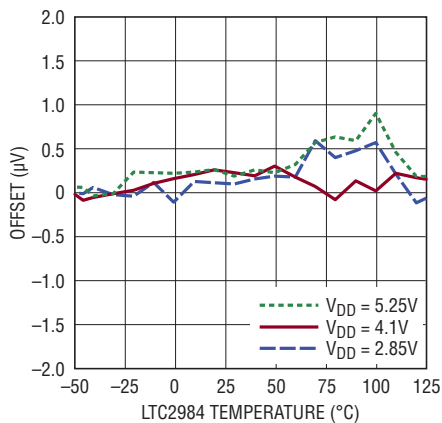
標準的性能特性

ダイオードの誤差および再現性と温度



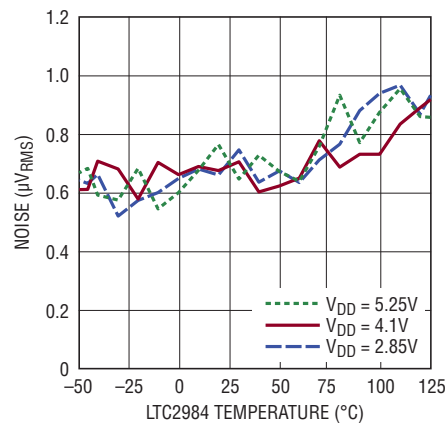
2984 G19

オフセットと温度



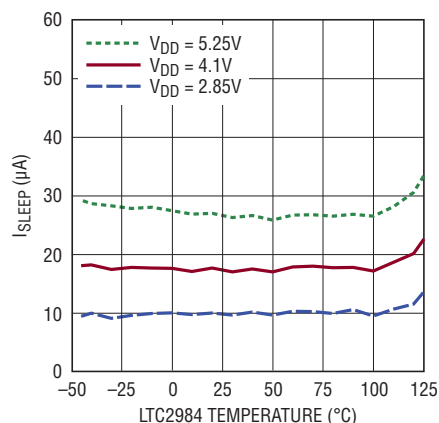
2984 G20

ノイズと温度



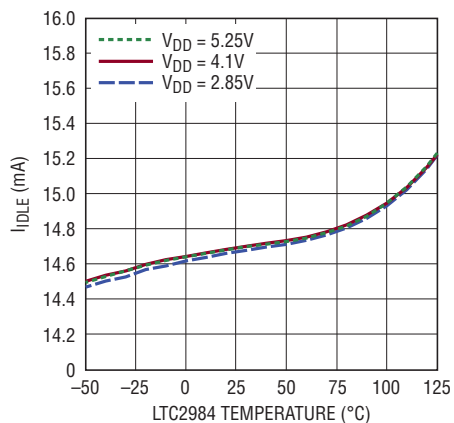
2984 G21

I_{SLEEP}と温度



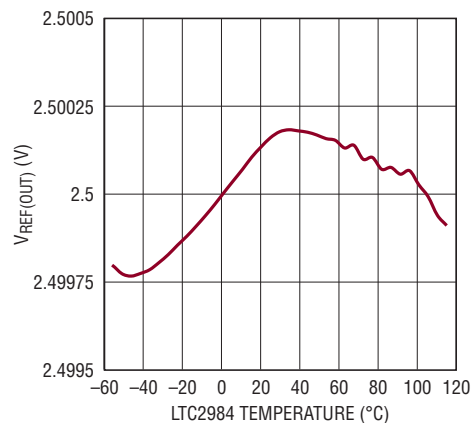
2984 G22

ワンショット変換電流と温度



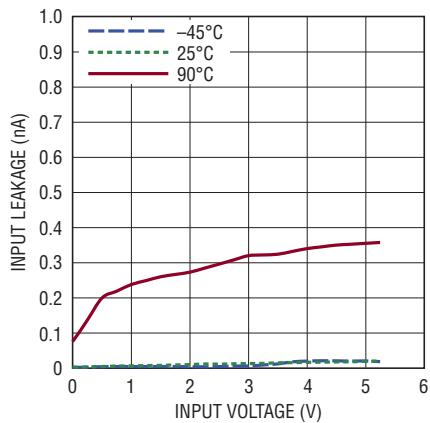
2984 G23

V_{REF(OUT)}と温度



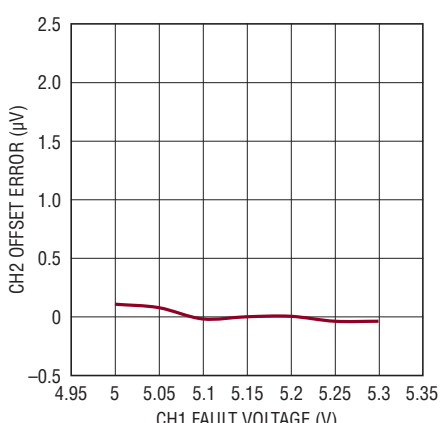
2984 G24

チャンネル入力の漏れ電流と温度



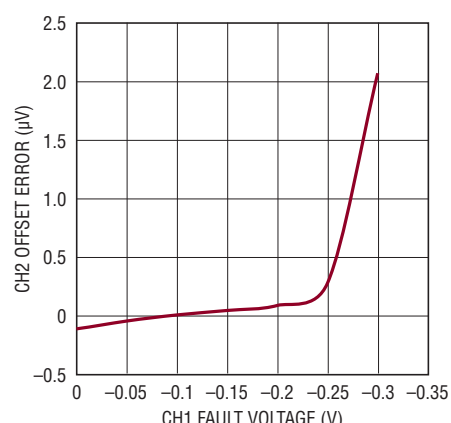
2984 G25

隣接チャンネルのオフセット誤差と入力フォルト電圧 (V_{DD} = 5V)



2984 G26

隣接チャンネルのオフセット誤差と入力フォルト電圧



2984 G27

ピン機能

GND (ピン 1, 3, 5, 7, 9, 12, 15, 44) : グランド。これらの各ピンは、低インピーダンスの接続部を介して共通のグランド・プレーンに接続します。正常な動作を確保するため、8つのピン全てを接地する必要があります。

V_{DD} (ピン 2, 4, 6, 8, 45) : アナログ電源。全5ピンを相互接続し、デバイスのできるだけ近くで0.1 μ Fのバイパス・コンデンサをグランドに接続します。

V_{REF_BYP} (ピン 11) : リファレンスの内部電源。これは内部電源ピンです。このピンには外部回路による負荷をかけないでください。0.1 μ FのコンデンサでGNDにデカップリングします。

V_{REFOUT} (ピン 13) : リファレンスの出力電圧。V_{REFP}に短絡します。1 μ F以上のコンデンサをグランドに接続することが必要です。このピンには外部回路による負荷をかけないでください。

V_{REFP} (ピン 14) : 正のリファレンス入力。V_{REFOUT}に接続します。

CH1 ~ CH20 (ピン 16 ~ ピン 35) : アナログ入力。シングルエンド、差動、またはレシオメトリック動作に合わせてプログラムできます。これらのピンの電圧は、GND - 50mV ~ V_{DD} - 0.3Vの範囲内の任意の値にすることができます。未使用のピンは接地してもフロートのままでも構いません。

COM (ピン 36) : アナログ入力。全てのシングルエンド構成の共通の負入力。このピンの電圧は、GND - 50mV ~ V_{DD} - 0.3Vの範囲内の任意の値にすることができます。このピンは、通常、温度測定のためにグランドに接続します。

INTERRUPT (ピン 37) : このピンは、起動時または変換サイクルの進行中にデバイスがビジー状態のとき、“L”を出力します。このピンは、起動状態または変換サイクルの終了時に“H”になります。

SCK (ピン 38) : シリアル・クロック・ピン。データはSCKの立ち上がりエッジでデバイスからシフトして出力され、立ち上がりエッジでデバイスによってラッチされます。

SDO (ピン 39) : シリアル・データ出力。データが出力状態のとき、このピンはシリアル・データ出力として使用されます。チップ選択ピンが“H”のとき、SDOピンは高インピーダンス状態です。

SDI (ピン 40) : シリアル・データ入力。デバイスをプログラムするときに使用します。データはSCKの立ち上がりエッジでラッチされます。

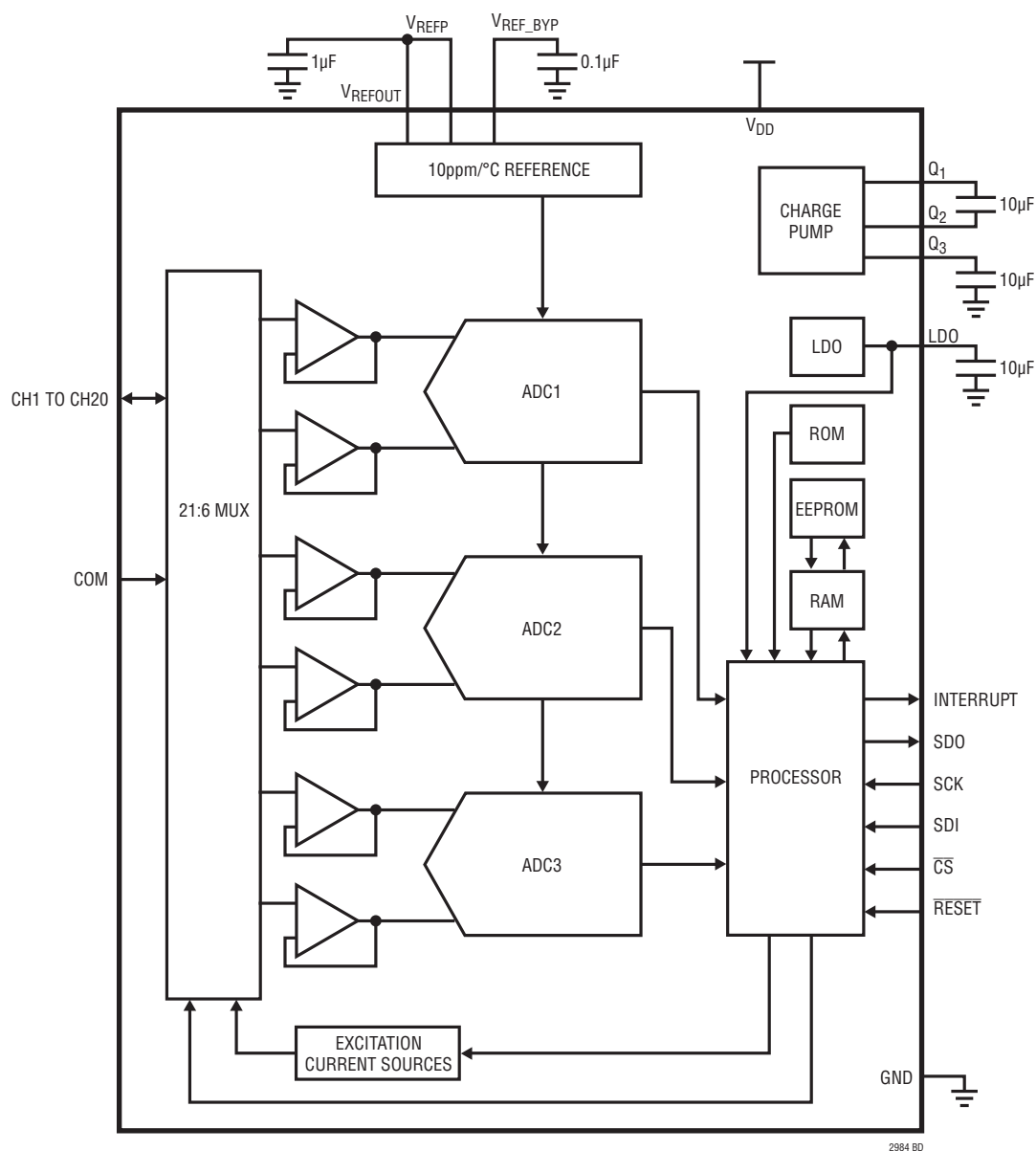
\overline{CS} (ピン 41) : アクティブ“L”のチップ選択。このピンを“L”にすると、デジタル入力/出力がイネーブルされます。このピンを“H”にすると、SDOは高インピーダンス状態になります。 \overline{CS} の立ち上がりエッジがSPIトランザクションの開始を表し、立ち上がりエッジが終了を表します。

\overline{RESET} (ピン 42) : アクティブ“L”のリセット。このピンが“L”のとき、デバイスは強制的にリセット状態になります。このピンが“H”に戻ると、デバイスはその起動シーケンスを開始します。

LDO (ピン 43) : 2.5VのLDO出力。10 μ FのコンデンサでGNDにバイパスします。これは内部電源ピンです。このピンには外部回路による負荷をかけないでください。

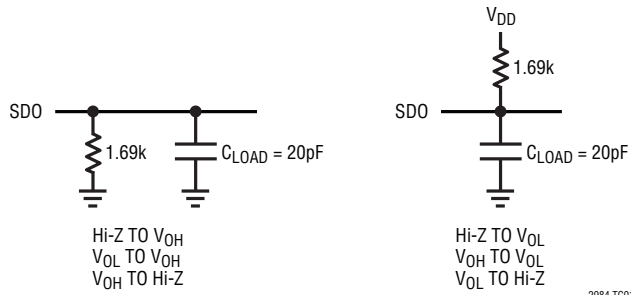
Q3, Q2, Q1 (ピン 46, 47, 48) : -200mVの内蔵チャージポンプ用の外部バイパス・ピン。Q1とQ2の間に10 μ FのX7Rコンデンサを各ピンに近づけて接続します。Q3とグランドの間に10 μ FのX5Rコンデンサを接続します。これらは内部電源ピンなので、接続を追加しないでください。

ブロック図



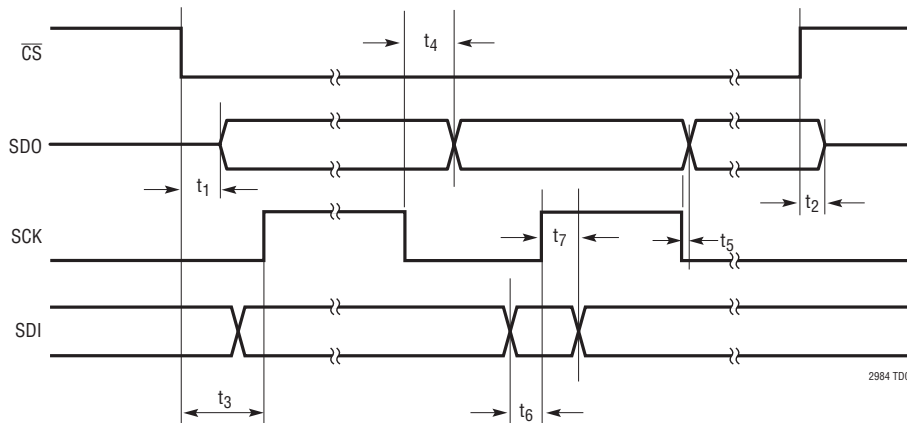
2984 BD

テスト回路



タイミング図

SPIのタイミング図



概要

LTC2984は、最も一般的なセンサ(熱電対、RTD、サーミスタ、およびダイオード)を使用して温度を測定します。このデバイスは、各センサ・タイプの温度を測定するために必要な全ての能動回路、スイッチ、測定アルゴリズム、数値変換回路を内蔵しています。

熱電対は -265°C という低温から 1800°C を超える温度まで測定することができます。熱電対は、先端の温度(熱電対温度)と回路基板の電氣的接点の温度(冷接点温度)の温度差の関数として電圧を発生します。熱電対温度を求めるには、冷接点温度の正確な測定が必要です。これは冷接点補償として知られています。冷接点温度は、通常、別の(熱電対以外の)温度センサを冷接点にして測定します。LTC2984では、ダイオード、RTD、およびサーミスタを冷接点センサとして使用することができます。熱電対からの電圧出力を温度結果に変換するため、高次(最大14次)の多項式を解く必要があります。LTC2984は、事実上全ての標準的な熱電対(J、K、N、E、R、S、T、B)に対応する多項式を備えています。更に、冷接点温度の逆多項式を解く必要があります。LTC2984は、熱電対の出力と冷接点温度を同時に測定し、必要な計算を全て実行して、熱電対温度($^{\circ}\text{C}$ または $^{\circ}\text{F}$)を通知します。このデバイスは、1つのグランド基準電源からの正負両方の電圧(グランドより50mV低い電圧まで)を直接デジタル化でき、センサ焼損検出機能を内蔵しており、バッファ回路を必要とせずに外部保護回路/アンチエイリアシング回路が可能です。

ダイオードは、使い勝手の良い低コストのセンサ素子で、熱電対アプリケーションで冷接点温度を測定するためによく使用されます。ダイオードは、通常、ほとんどの冷接点アプリケー

ションに適している -60°C ~ 130°C の範囲の温度を測定するのに使用されます。ダイオードが発生する出力電圧は、温度と励起電流の関数です。2つの異なる励起電流値において、2つのダイオード出力電圧の差を取ると、その結果(ΔV_{BE})は温度に比例します。LTC2984は、励起電流を精度よく生成し、ダイオードの電圧を測定して、温度($^{\circ}\text{C}$ または $^{\circ}\text{F}$)を計算します。

RTDとサーミスタは、温度に応じて値が変化する抵抗です。RTDは -200°C ~ 850°C の広い温度範囲で温度を測定できるのに対して、サーミスタの動作範囲は通常 -40°C ~ 150°C です。これらのセンサのいずれかを測定するには、高精度の検出抵抗をセンサと直列に接続します。励起電流を回路網に流し、レシオメトリック測定(比率測定)を行います。この比率からRTD/サーミスタの抵抗値(単位 Ω)を求めることができます。表を参照するか(RTD)、またはSteinhart-Hartの式を解く(サーミスタ)ことにより、この抵抗値を使用してセンサ素子の温度を求めます。LTC2984は、励起電流を自動的に生成し、検出抵抗とサーミスタ/RTD電圧を同時に測定し、センサ抵抗を計算し、計算結果($^{\circ}\text{C}$)を通知します。LTC2984は、ほとんどの種類のRTD(PT-10、PT-50、PT-100、PT-200、PT-500、PT-1000、NI-120)をデジタル化することが可能であり、多くの規格(米国、ヨーロッパ、日本、ITS-90)に対応する係数を内蔵しており、2線、3線、4線式構成に対応しています。また、標準的な2.252k、3k、5k、10k、30kサーミスタの温度を計算するための係数も組み込まれています。1つの検出抵抗を複数のRTD/サーミスタで共有し、励起電流源の向きを反転して寄生熱効果をなくすように構成することができます。

概要

具体的な温度検出素子に対応するシステム精度とノイズを表1に示します。システム精度とピーク・トゥ・ピーク・ノイズには、A/Dコンバータ、内部アンプ、励起電流源、および内蔵リファレンスによる影響が含まれます。精度とノイズは、A/Dコンバータおよびリファレンス規格の保証最大値を基に計算したワーストケースの誤差です。ノイズのピーク・トゥ・ピーク値は、0°C（タイプBのみ400°C）で計算し、ダイオード測定にはAVG = ONモードを使用しています。

熱電対の誤差には、冷接点測定に関連した誤差は含まれません。動作温度範囲内での特定の冷接点センサに関連した誤差と、任意の熱電対の誤差を合わせて、全体での温度測定精度が求められます。

表1. LTC2984の誤差寄与分およびピーク・ノイズ誤差

センサの種類	温度範囲	誤差の寄与分	ピーク・トゥ・ピーク・ノイズ
タイプKの熱電対	-200°C ~ 0°C 0°C ~ 1372°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.23\% + 0.05)^\circ\text{C}$ $\pm(\text{温度} \cdot 0.12\% + 0.05)^\circ\text{C}$	$\pm 0.08^\circ\text{C}$
タイプJの熱電対	-210°C ~ 0°C 0°C ~ 1200°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.23\% + 0.05)^\circ\text{C}$ $\pm(\text{温度} \cdot 0.12\% + 0.05)^\circ\text{C}$	$\pm 0.07^\circ\text{C}$
タイプEの熱電対	-200°C ~ 0°C 0°C ~ 1000°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.18\% + 0.05)^\circ\text{C}$ $\pm(\text{温度} \cdot 0.10\% + 0.05)^\circ\text{C}$	$\pm 0.06^\circ\text{C}$
タイプNの熱電対	-200°C ~ 0°C 0°C ~ 1300°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.27\% + 0.08)^\circ\text{C}$ $\pm(\text{温度} \cdot 0.10\% + 0.08)^\circ\text{C}$	$\pm 0.13^\circ\text{C}$
タイプRの熱電対	0°C ~ 1768°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.10\% + 0.4)^\circ\text{C}$	$\pm 0.62^\circ\text{C}$
タイプSの熱電対	0°C ~ 1768°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.10\% + 0.4)^\circ\text{C}$	$\pm 0.62^\circ\text{C}$
タイプBの熱電対	400°C ~ 1820°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.10\%)^\circ\text{C}$	$\pm 0.83^\circ\text{C}$
タイプTの熱電対	-250°C ~ 0°C 0°C ~ 400°C	$\pm(\text{温度} \cdot 0.15\% + 0.05)^\circ\text{C}$ $\pm(\text{温度} \cdot 0.10\% + 0.05)^\circ\text{C}$	$\pm 0.09^\circ\text{C}$
外付けダイオード (2回の読み出し)	-40°C ~ 85°C	$\pm 0.25^\circ\text{C}$	$\pm 0.05^\circ\text{C}$
外付けダイオード (3回の読み出し)	-40°C ~ 85°C	$\pm 0.25^\circ\text{C}$	$\pm 0.2^\circ\text{C}$
白金RTD - PT-10, $R_{\text{SENSE}} = 1\text{k}\Omega$	-200°C ~ 800°C	$\pm 0.1^\circ\text{C}$	$\pm 0.05^\circ\text{C}$
白金RTD - PT-100, $R_{\text{SENSE}} = 2\text{k}\Omega$	-200°C ~ 800°C	$\pm 0.1^\circ\text{C}$	$\pm 0.05^\circ\text{C}$
白金RTD - PT-500, $R_{\text{SENSE}} = 2\text{k}\Omega$	-200°C ~ 800°C	$\pm 0.1^\circ\text{C}$	$\pm 0.02^\circ\text{C}$
白金RTD - PT-1000, $R_{\text{SENSE}} = 2\text{k}\Omega$	-200°C ~ 800°C	$\pm 0.1^\circ\text{C}$	$\pm 0.01^\circ\text{C}$
サーミスタ, $R_{\text{SENSE}} = 10\text{k}\Omega$	-40°C ~ 85°C	$\pm 0.1^\circ\text{C}$	$\pm 0.01^\circ\text{C}$

概要

メモリ・マップ

LTC2984のチャンネル割り当て、構成、変換開始、および結果は、RAMを介して全てアクセス可能です(表2A参照)。表2Bに、メモリにアクセスするための有効なSPI命令バイトを示します。チャンネルの変換結果はメモリ位置0x010～0x05Fにマップされており、図1に示すようにSPIインタフェースを使用して読み出すことができます。読み出しは、読み出し命令バイト(0x03)、アドレス、データの順に送信することによって開

始します。チャンネルの割り当てデータはメモリ位置0x200～0x24Fにあり、図2に示すようにSPIインタフェースを介してプログラムすることができます。書き込みは、書き込み命令バイト(0x02)、アドレス、データの順に送信することによって開始します。変換は、変換制御バイト(表6参照)をメモリ位置0x000(コマンド・ステータス・レジスタ)に書き込むことによって開始します。

表2A. メモリ・マップ

LTC2984のメモリ・マップ				
区分	開始アドレス	終了アドレス	サイズ (バイト)	説明
コマンド・ステータス・レジスタ	0x000	0x000	1	表6を参照、変換の開始、スリープ・コマンド
予備	0x001	0x00F	15	
温度結果メモリ 20ワード-80バイト	0x010	0x05F	80	表8～10を参照、結果の読み出し
予備	0x060	0x0AF	80	
EEPROMキー	0x0B0	0x0B3	4	表11を参照
予備	0x0B4	0x0CF	44	
EEPROMの結果読み出しコード	0x0D0	0x0D0	1	表11を参照
予備	0x0D1	0x0EF	15	
グローバル構成レジスタ	0x0F0	0x0F0	1	
予備	0x0F1	0x0F3	3	
複数チャンネル測定のビット・マスク	0x0F4	0x0F7	4	表69、70を参照、複数の変換を実行
予備	0x0F8	0x0F8	1	
EEPROMのステータス・レジスタ	0x0F9	0x0F9	1	表12を参照
予備	0x0FA	0x0FE	5	
MUX構成の遅延	0x0FF	0x0FF	1	データシートの「MUX構成の遅延」セクションを参照
予備	0x100	0x1FF	256	
チャンネルの割り当てデータ	0x200	0x24F	80	表3、4を参照、チャンネルの割り当て
カスタム・センサのテーブル・データ	0x250	0x3CF	384	
予備	0x3D0	0x3FF	48	

表2B. SPI命令バイト

命令	SPI命令バイト	説明
読み出し	0b00000011	図1参照
書き込み	0b00000010	図2参照

概要

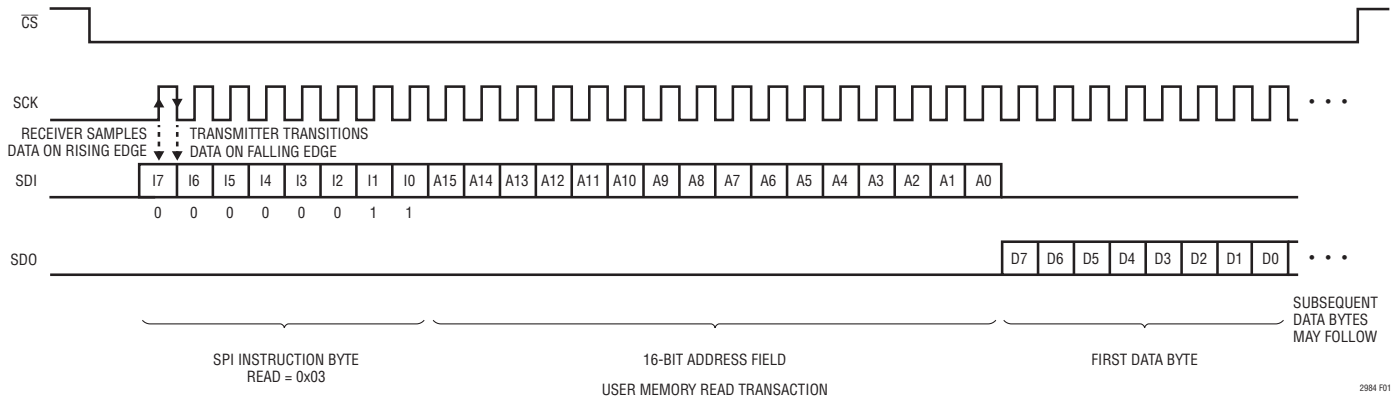


図1. メモリの読み出し動作

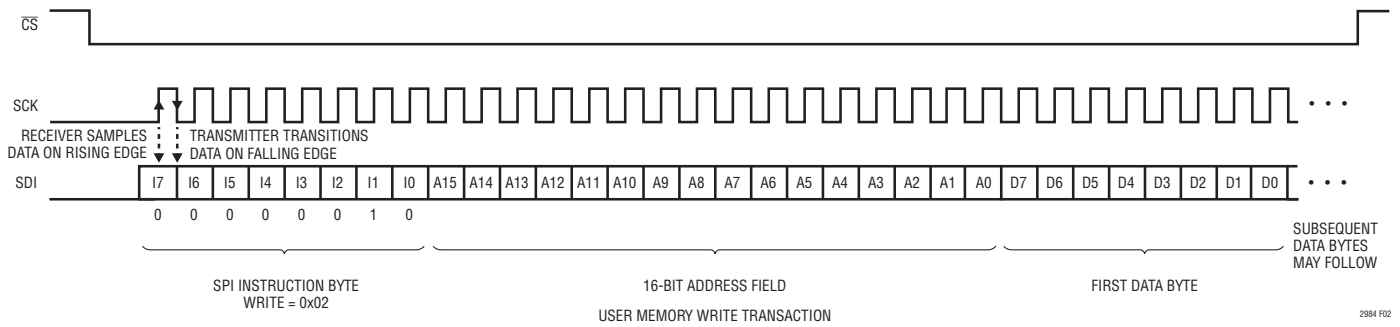


図2. メモリの書き込み動作

アプリケーション情報

LTC2984は高精度と使いやすさを兼ね備えています。基本動作はシンプルで、5つの状態から構成されます(図3参照)。

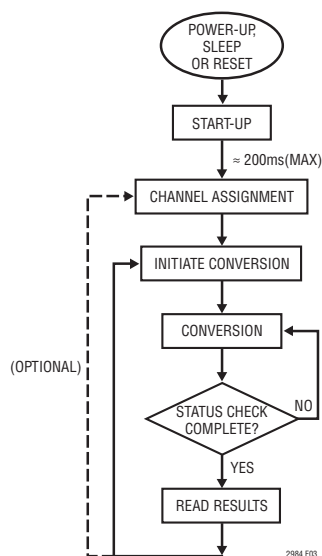


図3. 基本動作

変換状態の概要

- 1. 起動。**LTC2984に電源($V_{DD} > 2.6V$)を投入した後は、200msの起動期間があります。この間に、LDO、チャージポンプ、A/Dコンバータ、およびリファレンスが起動し、内部のRAMが初期化されます。起動が完了すると、INTERRUPTピンは“H”になり、コマンド・ステータス・レジスタは、読み出したときに0x40という値(開始ビット = 0、完了ビット = 1)を返します。
- 2. チャンネルの割り当て。**起動の完了後、デバイスは自動的にチャンネルの割り当て状態に入ります。この状態のとき、ユーザーはセンサ固有のデータを入力チャンネルごとにRAMに書き込むか、EEPROMから読み込みます(詳細については、「EEPROM」のセクションを参照)。割り当てデータには、センサの種類、冷接点センサまたは検出抵抗を指すポイント、およびセンサ固有のパラメータに関する情報が含まれます。
- 3. 変換の開始。**測定コマンドをRAMメモリの位置0x000に書き込むことにより、変換が開始されます。このコマンドは、変換が実行されるチャンネルを指すポイントです。

4. 変換。変換の開始コマンドに続いて、新しい変換が自動的に始まります。この状態では、指定のチャンネルおよび関連の冷接点または R_{SENSE} チャンネル(該当する場合)上でA/Dコンバータが変換を実行しています。この状態の間、ユーザーはRAMにアクセスできなくなります(ステータス位置0x000の読み出しを除く)。変換の終了は、INTERRUPTピンが“H”になることと、ステータス・レジスタの開始ビットが“L”になって完了ビットが“H”になることの両方で示されます。

5. 結果の読み出し。この状態では、ユーザーはRAMにアクセス可能であり、完了後の変換結果とフォルト状態ビットを読み出すことができます。結果読み出し状態時にはユーザーがチャンネル割り当てデータの変更や追加を行うこともできます。

変換状態の詳細

状態1: 起動

LTC2984に電源を投入すると、自動的に起動状態になります。電源電圧が約2.6Vのしきい値より低くなり、その後通常動作電圧(2.85V~5.25V)に戻ると、LTC2984はリセットされて起動状態に入ります。LTC2984はスリープ状態が終了したときも起動状態に入るので注意してください。また、RESETピンにパルスを入力して“L”にすることにより、通常動作時はいつでも起動状態に入ることができます。

起動状態の最初の段階では、肝要なアナログ回路には全て電源が投入されます。これには、LDO、リファレンス、チャージポンプ、A/Dコンバータが含まれます。最初の段階の間、ユーザーはコマンド・ステータス・レジスタにアクセスできません。この段階が完了するには最大で100msかかります。この段階が完了すると、コマンド・ステータス・レジスタにアクセスできるようになり、LTC2984が完全に初期化されるまで、このレジスタは0x80という値を返します。LTC2984が初期化されて使用できる状態になると、INTERRUPTピンは“H”になり、コマンド・ステータス・レジスタは、0x40という値(開始ビット = 0、完了ビット = 1)を返します。この時点で、LTC2984は完全に初期化され、変換を実行する準備が完了しています。

状態2: チャンネルの割り当て

LTC2984のRAMは、最大20組の32ビット(4バイト)チャンネル割り当てデータを使用してプログラムすることができます。これらのデータは連続的にRAMに置かれており、20のアナログ入力チャンネルのそれぞれに1対1で対応しています(表3参照)。使用しないチャンネルのチャンネル割り当てデータは、全て0に設定します(起動時のデフォルト)。

アプリケーション情報

表3. チャンネルの割り当てメモリ・マップ

チャンネルの割り当て番号	構成データの 開始アドレス	構成データの アドレス+1	構成データの アドレス+2	構成データの 終了アドレス+3	サイズ(バイト)
CH1	0x200	0x201	0x202	0x203	4
CH2	0x204	0x205	0x206	0x207	4
CH3	0x208	0x209	0x20A	0x20B	4
CH4	0x20C	0x20D	0x20E	0x20F	4
CH5	0x210	0x211	0x212	0x213	4
CH6	0x214	0x215	0x216	0x217	4
CH7	0x218	0x219	0x21A	0x21B	4
CH8	0x21C	0x21D	0x21E	0x21F	4
CH9	0x220	0x221	0x222	0x223	4
CH10	0x224	0x225	0x226	0x227	4
CH11	0x228	0x229	0x22A	0x22B	4
CH12	0x22C	0x22D	0x22E	0x22F	4
CH13	0x230	0x231	0x232	0x233	4
CH14	0x234	0x235	0x236	0x237	4
CH15	0x238	0x239	0x23A	0x23B	4
CH16	0x23C	0x23D	0x23E	0x23F	4
CH17	0x240	0x241	0x242	0x243	4
CH18	0x244	0x245	0x246	0x247	4
CH19	0x248	0x249	0x24A	0x24B	4
CH20	0x24C	0x24D	0x24E	0x24F	4

アプリケーション情報

チャンネル割り当てデータには、そのチャンネルに接続されている特定のセンサに関連した必要な全ての情報が含まれています(表4参照)。先頭の5ビットは、センサの種類を指定します(表5参照)。各センサには、センサ固有の構成情報が関連付けられています。この内容は、冷接点または検出抵抗チャンネルを指すポイント、カスタム線形化データのメモリ格納位置を示すポイント、検出抵抗値、ダイオードの理想係数です。また、該当する場合は、励起電流レベル、シングルエンド/差動入

力モード、センサ固有の制御なども、このデータに含まれています。熱電対、RTD、ダイオード、サーミスタ、検出抵抗の個々の詳細な動作のセクションでは、各センサ・タイプに関連した割り当てデータを詳細に説明しています。LTC2984のデモ・ソフトウェアには、構成データを検査して、チャンネルの割り当てデータをプログラミングするための注釈付きCコードを生成するユーティリティが組み込まれています。

表4. チャンネルの割り当てデータ

チャンネルの 割り当てメモリの 位置	センサの種類		センサ固有の構成																												
	構成データの開始アドレス					構成データの開始アドレス+1					構成データの開始アドレス+2					構成データの開始アドレス+3															
	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
未使用 (デフォルト)	タイプ = 0		チャンネルはディスエーブル状態																												
熱電対	タイプ = 1~9		冷接点チャンネルの 割り当て [4:0]					SGL=1 DIFF=0	OC チェック	OC電流 [1:0]	0	0	0	0	0	0	カスタム・ アドレス [5:0]	カスタムの 長さ-1 [5:0]													
RTD	タイプ = 10~18		RSENSE チャンネルの割り当て [4:0]					2、3、4線式	励起 モード	励起電流 [3:0]	標準 [1:0]	カスタム・ アドレス [5:0]	カスタムの 長さ-1 [5:0]																		
サーミスタ	タイプ = 19~27		RSENSE チャンネルの割り当て [4:0]					SGL=1 DIFF=0	励起モード	励起電流 [3:0]	0	0	0	カスタム・ アドレス [5:0]	カスタムの 長さ-1 [5:0]																
ダイオード	タイプ = 28		SGL=1 DIFF=0	2~ 3回の 読み 出し	平均化 オン	電流 [1:0]	理想係数 (2, 20)の値の範囲は0~4で、分解能は1/1048576 全て0にした場合は、ROMの出荷時デフォルト設定を使用																								
検出抵抗	タイプ = 29		検出抵抗値 (17, 10) 最大は131,072Ωで分解能は1/1024Ω																												
直接A/D変換	タイプ = 30		SGL=1 DIFF=0	不使用																											
予備	タイプ = 31		不使用																												

アプリケーション情報

表5. センサ・タイプの選択

31	30	29	28	27	センサの種類
0	0	0	0	0	未使用
0	0	0	0	1	タイプJの熱電対
0	0	0	1	0	タイプKの熱電対
0	0	0	1	1	タイプEの熱電対
0	0	1	0	0	タイプNの熱電対
0	0	1	0	1	タイプRの熱電対
0	0	1	1	0	タイプSの熱電対
0	0	1	1	1	タイプTの熱電対
0	1	0	0	0	タイプBの熱電対
0	1	0	0	1	カスタムの熱電対
0	1	0	1	0	RTD PT-10
0	1	0	1	1	RTD PT-50
0	1	1	0	0	RTD PT-100
0	1	1	0	1	RTD PT-200
0	1	1	1	0	RTD PT-500
0	1	1	1	1	RTD PT-1000
1	0	0	0	0	RTD 1000 (0.00375)
1	0	0	0	1	RTD NI-120
1	0	0	1	0	RTD カスタム
1	0	0	1	1	サーミスタ 44004/44033 2.252kΩ (25°C)
1	0	1	0	0	サーミスタ 44005/44030 3kΩ (25°C)
1	0	1	0	1	サーミスタ 44007/44034 5kΩ (25°C)
1	0	1	1	0	サーミスタ 44006/44031 10kΩ (25°C)
1	0	1	1	1	サーミスタ 44008/44032 30kΩ (25°C)
1	1	0	0	0	サーミスタ YSI 400 2.252kΩ (25°C)
1	1	0	0	1	サーミスタ Spectrum 1003k 1kΩ
1	1	0	1	0	サーミスタ、カスタムの Steinhart-Hart
1	1	0	1	1	サーミスタのカスタム・テーブル
1	1	1	0	0	ダイオード
1	1	1	0	1	検出抵抗
1	1	1	1	0	直接 A/D 変換
1	1	1	1	1	予備

状態3: 変換の開始

チャンネルの割り当てが完了すると、デバイスは変換を開始できる状態になります。変換を開始するには、開始 (B7 = 1) および完了 (B6 = 0) を書き込んだ後に、目的の入力チャンネル (B4 ~ B0) を RAM のメモリ位置 0x000 に書き込みます (表6 および7 参照)。このチャンネル選択ビット (B4 ~ B0) を 00000 にセットすると、測定サイクルを複数のチャンネルで開始することができます。データシートの「複数のチャンネルでの変換の連続的実行」のセクションを参照してください。

表6. コマンド・ステータス・レジスタ

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
開始=1	完了=0	0	EEPROM コマンドおよびチャンネルの選択1~20				変換の開始	
1	0	0	1	0	1	1	1	スリープの開始

表7. 入力チャンネルのマッピング

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	選択したチャンネル
1	0	0	0	0	0	0	0	複数チャンネル
1	0	0	0	0	0	0	1	CH1
1	0	0	0	0	0	1	0	CH2
1	0	0	0	0	0	1	1	CH3
1	0	0	0	0	1	0	0	CH4
1	0	0	0	0	1	0	1	CH5
1	0	0	0	0	1	1	0	CH6
1	0	0	0	0	1	1	1	CH7
1	0	0	0	1	0	0	0	CH8
1	0	0	0	1	0	0	1	CH9
1	0	0	0	1	0	1	0	CH10
1	0	0	0	1	0	1	1	CH11
1	0	0	0	1	1	0	0	CH12
1	0	0	0	1	1	0	1	CH13
1	0	0	0	1	1	1	0	CH14
1	0	0	0	1	1	1	1	CH15
1	0	0	1	0	0	0	0	CH16
1	0	0	1	0	0	0	1	CH17
1	0	0	1	0	0	1	0	CH18
1	0	0	1	0	0	1	1	CH19
1	0	0	1	0	1	0	0	CH20
1	0	0	1	0	1	1	1	スリープ
その他の全ての組み合わせ								予備

アプリケーション情報

ビットB4～B0によって、変換を実行する入力チャンネルが決まります。また、これは単純にチャンネル番号に相当する2進数です(表7参照)。これらのビットもEEPROMの読み出し動作および書き込み動作に使用されます(表14参照)。

ビットB5は0にセットしてください。

ビットB7およびB6は開始ビット/完了ビットとして機能します。変換を開始するには、これらのビットを「10」(B7=1およびB6=0)にセットします。変換が始まると、INTERRUPTピンは“L”になります。変換が完了すると、ビットB7およびB6は「01」(B7=0およびB6=1)(アドレス = 0x000)に切り替わり、INTERRUPTピンは“H”になって、変換が完了して結果が出ていることを示します。

状態4: 変換

変換開始コマンドがRAMの位置0x000(表6)に書き込まれると、測定サイクルが始まります。LTC2984は、選択された入力センサ、検出抵抗(RTDおよびサーミスタ)、および冷接点温度(熱電対、該当する場合)を同時に測定します。

いったん変換が開始されると、RAMのメモリ位置0x000に格納されているステータス読み出しデータを除いて、ユーザーはRAMにアクセスできなくなります。

変換が始まると、INTERRUPTピンは“L”になります。センサの構成によっては、温度結果ごとに82msのサイクルが2回または3回必要です。これらはそれぞれ167msおよび251msの変換レートに相当します。これらのモードの詳細については、データシートの「2サイクルおよび3サイクル変換モード」のセクションで説明します。

変換の終了は、INTERRUPTピン(“L”から“H”への遷移)によって、またはRAMのメモリ位置0x000のコマンド・ステータス・レジスタを読み出す(開始ビットB7が1から0に切り替わり、完了ビットB6が0から1に切り替わる)ことによってモニタできます。

状態5: 結果の読み出し

変換が完了すると、入力チャンネルに対応するRAMのメモリ格納位置から変換結果を読み出すことができます(表8参照)。

変換結果は32ビット長で、センサ温度(D23～D0)とセンサのフォルト・データ(D31～D24)の両方が含まれています(表9Aおよび9B参照)。

結果は、全ての温度センサについて、単位°C(範囲: -273.16°C～8192°C、分解能: 1/1024°C)または単位°F(範囲: -459.67°F～8192°F、分解能: 1/1024°F)で通知されます。変換結果には、7つのセンサ・フォルト・ビットが含まれます。これらのビットは、対応する変換結果に関連する問題があった場合、1にセットされます(表10参照)。2種類のエラー(ハード・エラーおよびソフト・エラー)が通知されます。ハード・エラーは、読み出しが無効であることを示しており、その結果通知される温度は-999°C(または°F)になります。ソフト・エラーは、動作がセンサの通常の温度範囲またはA/Dコンバータの入力電圧範囲を超えたことを示します。この場合は計算後の温度が通知されますが、精度が低下している可能性があります。各フォルト・タイプに関する詳細はセンサによって異なり、このデータシートのセンサ固有のセクションで詳細を説明しています。ビットD24は有効なビットであり、有効なデータに対しては1がセットされます。

データの読み出しが完了すると、デバイスは新しい変換開始コマンドを実行できる状態になります。新しいチャンネル構成データが必要な場合、ユーザーは既存のチャンネル割り当てデータを変更するためにRAMにアクセスすることができます。

表8. 変換結果のメモリ・マップ

変換チャンネル	開始アドレス	終了アドレス	サイズ (バイト)
CH1	0x010	0x013	4
CH2	0x014	0x017	4
CH3	0x018	0x01B	4
CH4	0x01C	0x01F	4
CH5	0x020	0x023	4
CH6	0x024	0x027	4
CH7	0x028	0x02B	4
CH8	0x02C	0x02F	4
CH9	0x030	0x033	4
CH10	0x034	0x037	4
CH11	0x038	0x03B	4
CH12	0x03C	0x03F	4
CH13	0x040	0x043	4
CH14	0x044	0x047	4
CH15	0x048	0x04B	4
CH16	0x04C	0x04F	4
CH17	0x050	0x053	4
CH18	0x054	0x057	4
CH19	0x058	0x05B	4
CH20	0x05C	0x05F	4

2984f

アプリケーション情報

表 9A. データ出力ワードの例(°C)

	開始アドレス								開始アドレス+1								開始アドレス+2								開始アドレス+3 (終了アドレス)							
	D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	フォルト・データ								符号 MSB								LSB															
温度	センサのハード・フォルト	ADCのハード・フォルト	CJのハード・フォルト	CJのソフト・フォルト	センサの上限超過フォルト	センサの下限超過フォルト	ADCの範囲逸脱フォルト	1の場合は有効	4096°C								1°C								1/1024°C							
8191.999°C								1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1024°C								1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1°C								1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1/1024°C								1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0°C								1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1/1024°C								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
-1°C								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
-273.15°C								1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	

表 9B. データ出力ワードの例(°F)

	開始アドレス								開始アドレス+1								開始アドレス+2								開始アドレス+3 (終了アドレス)							
	D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	フォルト・データ								符号 MSB								LSB															
温度	センサのハード・フォルト	ADCのハード・フォルト	CJのハード・フォルト	CJのソフト・フォルト	センサの上限超過フォルト	センサの下限超過フォルト	ADCの範囲逸脱フォルト	1の場合は有効	4096°F								1°F								1/1024°F							
8191.999°F								1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
1024°F								1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1°F								1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
1/1024°F								1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
0°F								1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
-1/1024°F								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
-1°F								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
-459.67°F								1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0		

表 10. センサ・フォルトの通知

ビット	フォルト	エラーの種類	説明	出力結果
D31	センサのハード・フォルト	ハード	センサの読み出し値不良	-999°Cまたは°F
D30	ハードウェアに起因するA/Dコンバータの範囲逸脱	ハード	A/Dコンバータの読み出し値不良(大きな外部ノイズの可能性あり)	-999°Cまたは°F
D29	CJのハード・フォルト	ハード	冷接点センサにハードウェア起因のフォルト・エラーがある	-999°Cまたは°F
D28	CJのソフト・フォルト	ソフト	冷接点センサの結果が通常の範囲を逸脱している	疑わしい読み出し値
D27	センサの上限超過フォルト	ソフト	センサの読み出し値が通常範囲の上限を超えている	疑わしい読み出し値
D26	センサの下限超過フォルト	ソフト	センサの読み出し値が通常範囲の下限を超えている	疑わしい読み出し値
D25	ADCの範囲逸脱	ソフト	ADCの入力電圧の絶対値が±1.125・VREF/2を超えている	疑わしい読み出し値
D24	有効	非該当	結果は有効(所定値は1)0の場合は結果を破棄	疑わしい読み出し値

2984f

アプリケーション情報

EEPROMの概要

LTC2984は、ユーザーRAMのセンサ構成の上側部分(位置0x200～0x3CF、図4参照)を転送(シャドウイング)する512バイトのEEPROMを内蔵しています。初めて使用する前に、ユーザーは全てのチャンネル割り当てデータおよびカスタム・センサ・データを使用してユーザーRAMをプログラムします。ユーザーRAMのプログラムが完了したら、ユーザーはメモリのこの部分をEEPROMに保存することができます。それに続く電源切断サイクルやスリープ・サイクルの後、ユーザーは通常は必要なチャンネルの割り当てとカスタム・センサのプログラミングを行わずに、この保管済みのEEPROMデータを使用してユーザーRAMを再度読み込むことができます。

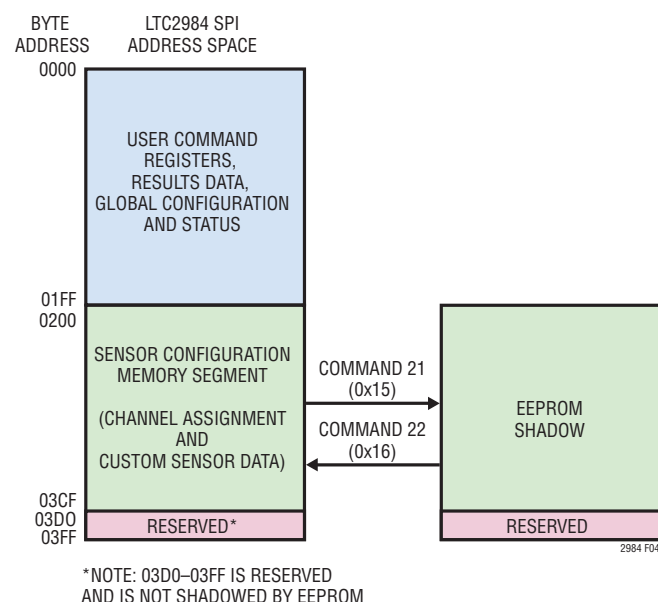


図4. シャドウEEPROMのメモリ・マップ

EEPROMの読み出し/書き込み検証

不注意によるアクセスを防止するため、EEPROMへのアクセスはキーで保護されています。また、EEPROMにはデータ保全性保護レベルが2つあります。第1のレベルは、EEPROM内に保管されているデータの各32ビット・ワードの誤り訂正符号(ECC)を使用して実装されます。ECCを使用すると、1ワードにつき1ビットの誤りを訂正して、1ワードにつき2ビットの誤りを検出することができます。保護の第2のレベルは、ユーザーのEEPROMの内容全体を網羅する32ビットのチェックサムを使用して実装されます。ユーザーは、ECCのステータスおよびチェックサムの誤り状態を通知するためのステータス・ビットを利用することができます。

EEPROMの書き込み動作

EEPROMの書き込み動作には5つの手順が必要です(図5参照)。

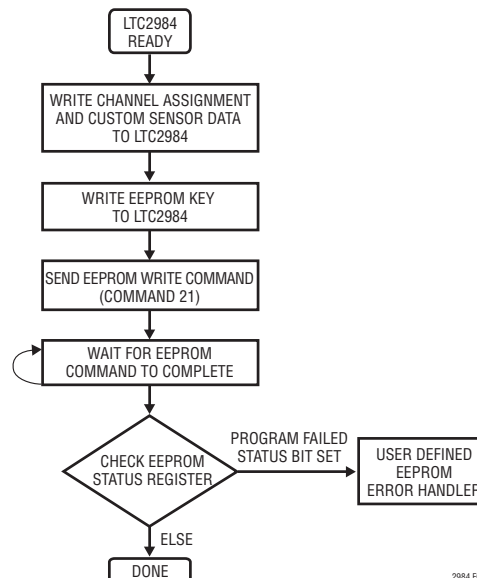


図5.

- センサの構成。**目的とする全てのチャンネル割り当てデータおよびカスタム・センサ・データをLTC2984のユーザーRAMに書き込みます。
- EEPROMキーの設定。**EEPROMキー(0xA53C0F5A)をLTC2984のユーザーRAMのキー・レジスタ空間(アドレスの範囲は0x0B0～0x0B3、表5、7、および11参照)に書き込みます。キーはMSBを先頭に書き込まれます。
- EEPROM書き込みコマンドの送信。**EEPROMの書き込みコマンド(0x15)と開始ビット(0x80)をLTC2984のコマンド・レジスタ(アドレス0x000)に書き込みます。このコマンドと開始ビットの和は、 $0x80 + 0x15 = 0x95$ です(表12参照)。
- EEPROMコマンドが完了するのを待機。**書き込み動作の完了は、INTERRUPTピンが“H”になることと、ステータス・レジスタの開始ビットが“L”になって完了ビットが“H”になることの両方で示されます。
- EEPROMのステータス・レジスタの検査。**EEPROMのステータス・レジスタ(アドレス0x0F9)を読み出し、プログラム不合格のステータス・ビット(ビット2)を検査して、EEPROMの書き込み動作が正常であったかどうかを調べます(表13参照)。プログラム不合格のステータス・ビットがセットされた場合は、書き込み動作が失敗したことを示します。

手順1～5が正常に完了すると、EEPROMには、ユーザーRAMの位置0x200～0x3CFに存在したイメージが格納されるようになります。

アプリケーション情報

EEPROMの読み出し動作

LTC2984のEEPROMの読み出し動作は、4つの手順で構成されます(図6参照)。

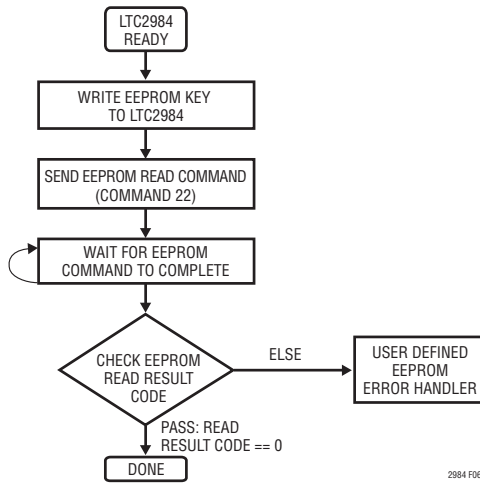


図6. 読み出し動作

- EEPROMキーの設定。**EEPROMキー(0xA53C0F5A)をLTC2984のユーザーRAMのキー・レジスタ空間(アドレスの範囲は0x0B0~0x0B3、表5、7、および11参照)に書き込みます。キーはMSBを先頭に書き込まれます。
- EEPROM読み出しコマンドの送信。**EEPROMの読み出しコマンド(0x16)と開始ビット(0x80)をLTC2984のコマンド・レジスタ(アドレス0x000)に書き込みます。このコマンドと開始ビットの和は、 $0x80 + 0x16 = 0x96$ になります(表12参照)。
- EEPROMコマンドが完了するのを待機。**読み出し動作の完了は、INTERRUPTピンが“H”になることと、ステータス・レジスタの開始ビットが“L”になって完了ビットが“H”になることの両方で示されます。
- EEPROM結果読み出しコードの検査。**EEPROM結果読み出しコード・レジスタのアドレス(0x0D0)を読み出して、読み出し動作の可否ステータスを調べます。値が0の場合はコマンドが正常に完了したことを示し、0以外の場合はエラーが発生したことを示します。EEPROMのステータス・レジスタには、追加の読み出し動作ステータス・ビットも使用することができます(表13および14参照)。

手順1~4が正常に完了すると、ユーザーRAMの位置0x200~0x3CFには、LTC2984のシャドウEEPROMに格納されていたデータが格納されるようになります。

表11. LTC2984のEEPROM関連レジスタ

アドレス	レジスタ名	説明
0x0B0	EEPROMキー[3](MSB)	EEPROMキーのバイト3-0xA5にセット
0x0B1	EEPROMキー[2]	EEPROMキーのバイト2-0x3Cにセット
0x0B2	EEPROMキー[1]	EEPROMキーのバイト1-0x0Fにセット
0x0B3	EEPROMキー[0](LSB)	EEPROMキーのバイト0-0x5Aにセット
0x0D0	EEPROMの結果読み出しコード	このレジスタは、最新のEEPROM読み出し動作の可否ステータスを示す 0x00 = 合格 0xFF = 不合格
0x0F9	EEPROMのステータス・レジスタ	LTC2984のEEPROMステータス・レジスタの表12および13を参照

表12. LTC2984のEEPROM関連コマンドおよびステータス

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	説明
1	0	0	1	0	1	0	1	EEPROM書き込みコマンド - ユーザー・メモリ位置0x200~0x3CFの内容を内蔵のシャドウEEPROMに転送
1	0	0	1	0	1	1	0	EEPROM読み出しコマンド - 内蔵のシャドウEEPROMの内容をユーザー・メモリ位置0x200~0x3CFに転送

表13. EEPROMのステータス・ビット

EEPROMのステータス・ビット	説明
ECC使用済み	誤り訂正符号使用済み - このビットは、EEPROMの読み出し処理中に1箇所以上の位置でECCを使用してデータが訂正されたことを示します(Notes 1)。
ECC障害	誤り訂正符号の失敗 - このビットは、EEPROMの読み出し処理中に1箇所以上の位置でECCがデータの訂正に失敗したことを示します。このビットがセットされた場合は、1箇所以上の位置に無効なデータがあります(Notes 1)。
プログラムの失敗	プログラムの失敗 - このビットは、EEPROMのプログラミング処理中に1箇所以上の位置でデータ書き込みエラーが発生したことを示します(Notes 1)。
チェックサム・エラー	チェックサム・エラー - このビットは、EEPROMの読み出し処理中にチェックサム・エラーが発生したことを示します(Notes 1)。

Note 1: EEPROMステータス・レジスタのビットは、いったんセットされると、ユーザーがクリアするまでセットされたままになります。EEPROMステータス・レジスタのビットは、0x00をアドレス0x0F9に書き込むことでクリアされます。これらのビットは、リセット時や既存のスリープ・モード後にもクリアされます。

表14. LTC2984のEEPROMステータス・レジスタ(アドレス0x0F9)

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	チェックサム・エラー	プログラムの失敗	ECC障害	ECC使用済み

アプリケーション情報

熱電対の測定

チャンネルの割り当て – 熱電対

LTC2984に接続されている熱電対ごとに、32ビットのチャンネル割り当てワードが、センサの接続先チャンネルに対応するメモリ位置にプログラムされます(表15参照)。このワードには、(1)熱電対の種類、(2)冷接点チャンネルのポイント、(3)センサ構成、(4)カスタムの熱電対のデータ・ポイントが含まれます。

(1)熱電対の種類

熱電対の種類は、表16に示すように、先頭の5つの入力ビットB31～B27によって決まります。J、K、E、N、R、S、T、Bのタイプの熱電対に対応する標準のNIST係数が、デバイスのROMに格納されています。カスタムの熱電対を使用する場合は、カスタムの熱電対センサ・タイプを選択することができます。この場合には、カスタムの熱電対のデータ・ポイントで定義されるアドレスから始まる位置で、ユーザー固有のデータを内蔵のRAMに保存できます。

(2)冷接点チャンネルのポイント

冷接点補償は、ダイオード、RTD、サーミスタのいずれでも構いません。冷接点チャンネルのポイントは、(1～20の)どのチャンネルに冷接点センサが割り当てられているかをLTC2984に伝達します(表17参照)。熱電対に接続されているチャンネルで変換が実行されると、冷接点センサは同時にかつ自動的に測定されます。最終出力データでは、ROMに格納されている組み込み係数を使用して冷接点温度を自動的に補償し、熱電対センサの温度を出力します。

(3)センサ構成

センサ構成フィールド(表18参照)を使用して、シングルエンド入力(B21=1)または差動入力(B21=0)を選択します。また、内部の開回路検出がイネーブルされている場合(ビットB20)は、このフィールドで開回路電流を選択できます。シングルエンドの読み出し値はCOMピンを基準にして測定され、差動の場合は選択したCH_{TC}と隣接するCH_{TC-1}の間で測定されます(図7参照)。開回路検出がイネーブルされている場合(B20=1)、ユーザーはビットB18およびB19を使用して、開回路検出時に印加されるパルス電流値を選択できます。ユーザーは、外付けの保護抵抗およびフィルタ・コンデンサの大きさに基づいて、開回路電流の値(標準10μA)を決定します。この回路網は、50ms以内に1μV以下に安定化することが必要です。この電流パルスの持続時間は約8msで、通常の変換サイクルの50ms前に印加されます。

熱電対のチャンネル割り当ては、図7に示す一般的な規則に従います。熱電対の正端子は、シングルエンドと差動の両方の動作モードでCH_{TC}に接続されます(TCは選択したチャンネル番号)。シングルエンド測定では、熱電対の負端子とCOMピンを接地します。差動測定では、熱電対の負端子はCH_{TC-1}に接続します。このノードは接地しても、バイアス電圧に接続しても構いません。

表15. 熱電対のチャンネル割り当てワード

	(1)熱電対の種類					(2)冷接点チャンネルのポイント					(3)センサ構成						(4)カスタムの熱電対のデータ・ポイント															
	表4、16					表17					表18						表71～73															
測定の種類	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
熱電対	タイプ1～9					冷接点チャンネルの割り当て[4:0]					SGL=1 DIFF=0	OC チェック	OC電流 [1:0]				0	0	0	0	0	0	カスタム・アドレス [5:0]					カスタムの長さ-1 [5:0]				

アプリケーション情報

表 16. 熱電対の種類

(1) 熱電対の種類					熱電対の種類
B31	B30	B29	B28	B27	
0	0	0	0	1	タイプJの熱電対
0	0	0	1	0	タイプKの熱電対
0	0	0	1	1	タイプEの熱電対
0	0	1	0	0	タイプNの熱電対
0	0	1	0	1	タイプRの熱電対
0	0	1	1	0	タイプSの熱電対
0	0	1	1	1	タイプTの熱電対
0	1	0	0	0	タイプBの熱電対
0	1	0	0	1	カスタムの熱電対

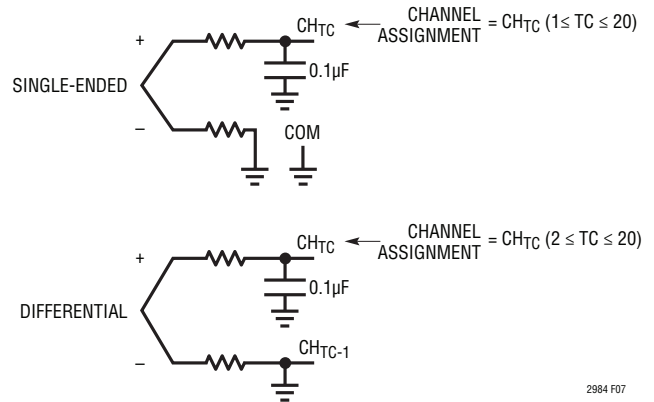


図 7. 熱電対のチャンネル割り当て規則

表 17. 冷接点チャンネルのポインタ

(2) 冷接点チャンネルのポインタ					冷接点チャンネル
B26	B25	B24	B23	B22	
0	0	0	0	0	冷接点補償なし、 計算には0°Cを使用
0	0	0	0	1	CH1
0	0	0	1	0	CH2
0	0	0	1	1	CH3
0	0	1	0	0	CH4
0	0	1	0	1	CH5
0	0	1	1	0	CH6
0	0	1	1	1	CH7
0	1	0	0	0	CH8
0	1	0	0	1	CH9
0	1	0	1	0	CH10
0	1	0	1	1	CH11
0	1	1	0	0	CH12
0	1	1	0	1	CH13
0	1	1	1	0	CH14
0	1	1	1	1	CH15
1	0	0	0	0	CH16
1	0	0	0	1	CH17
1	0	0	1	0	CH18
1	0	0	1	1	CH19
1	0	1	0	0	CH20
その他の全ての組み合わせ					無効

表 18. センサ構成

(3) センサ構成				シングルエンド/ 差動	開回路 電流
SGL	OC チェック	OC 電流			
B21	B20	B19	B18		
0	0	X	X	差動	外部
0	1	0	0	差動	10µA
0	1	0	1	差動	100µA
0	1	1	0	差動	500µA
0	1	1	1	差動	1mA
1	0	X	X	シングルエンド	外部
1	1	0	0	シングルエンド	10µA
1	1	0	1	シングルエンド	100µA
1	1	1	0	シングルエンド	500µA
1	1	1	1	シングルエンド	1mA

アプリケーション情報

(4) カスタムの熱電対のデータ・ポイント

詳細については、このデータシートの巻末近くにある「カスタムの熱電対」のセクションを参照してください。

フォルト通知 – 熱電対

センサの種類ごとに独自のフォルト通知の仕組みがあり、データ出力ワードの上位バイトで示します。熱電対の測定時に通知されるフォルトを表 19 に示します。

ビット D31 は、熱電対センサが開放状態 (故障または接続されていない)、冷接点センサにハード・フォルトがある、または A/D コンバータが範囲を逸脱していることを示します。これは、通常動作範囲を大きく超えた読み出し値によって示されます。ビット D30 は、A/D コンバータの読み出し値が良くないことを示します。これは、センサの故障 (開放)、または過度のノイズ事象 (センサ経路への ESD (静電放電)) のいずれかによって生じることがあります。これらはいずれもハード・エラーであり、

–999°C または °F が通知されます。過度のノイズ事象の場合、そのノイズ事象が偶発的で低頻度な事象であったとすると、デバイスは回復し、後続の変換は有効になります。ビット D29 は、冷接点センサでハード・フォルトが発生したことを示し、–999°C または °F が通知されます。冷接点補償に使用される特定のセンサ (ダイオード、サーミスタ、または RTD) を参照してください。ビット D28 は、冷接点センサでソフト・フォルトが発生したことを示します。有効な温度が通知されますが、冷接点センサが通常の温度範囲外で動作しているため、精度が低下している可能性があります。ビット D27 および D26 は、表 20 で定義されているように、具体的な熱電対のタイプの上限温度または下限温度を超えたことを示します。ビット D25 は、A/D コンバータによって測定された絶対電圧がその通常動作範囲を超えていることを示します。このフォルトが発生したときの読み出し値は、熱電対の通常範囲から大きく外れた値になります。

表 19. 熱電対フォルトの通知

ビット	フォルト	エラーの種類	説明	出力結果
D31	センサのハード・フォルト	ハード	開回路または ADC/GJ のハード・フォルト	–999°C または °F
D30	ハードウェアに起因する A/D コンバータの範囲逸脱	ハード	A/D コンバータの読み出し値不良 (大きな外部ノイズの可能性あり)	–999°C または °F
D29	CJ のハード・フォルト	ハード	冷接点センサにハードウェア起因のフォルト・エラーがある	–999°C または °F
D28	CJ のソフト・フォルト	ソフト	冷接点センサの結果が通常の範囲を逸脱している	疑わしい読み出し値
D27	センサの上限超過フォルト	ソフト	熱電対の読み出し値が上限より高い	疑わしい読み出し値
D26	センサの下限超過フォルト	ソフト	熱電対の読み出し値が下限より低い	疑わしい読み出し値
D25	ADC の範囲逸脱	ソフト	ADC の入力電圧の絶対値が $\pm 1.125 \cdot V_{REF}/2$ を超えている	疑わしい読み出し値
D24	有効	NA	結果は有効 (所定値は 1) 0 の場合は結果を破棄	有効な読み出し値

表 20. 熱電対の温度制限値

熱電対の種類	温度の下限 (°C)	温度の上限 (°C)
J タイプ	–210	1200
K タイプ	–265	1372
E タイプ	–265	1000
N タイプ	–265	1300
R タイプ	–50	1768
S タイプ	–50	1768
T タイプ	–265	400
B タイプ	40	1820
カスタム	最低のテーブル入力値	最高のテーブル入力値

アプリケーション情報

ダイオードの測定

チャンネルの割り当て - ダイオード

LTC2984に接続されているダイオードごとに、32ビットのチャンネル割り当てワードが、センサの接続先チャンネルに対応するメモリ位置にプログラムされます(表21参照)。このワードの内容は、(1)ダイオード・センサの選択、(2)センサ構成、(3)励起電流、および(4)ダイオードの理想係数です。

(1) センサの種類

ダイオードは、先頭の5つの入力ビットB31～B27で選択します(表22参照)。

(2) センサ構成

センサ構成フィールド(ビットB26～B24)を使用して、さまざまなダイオード測定特性を定義します。シングルエンド(COMを基準に測定)の場合は構成ビットB26を“H”にセットし、差動の場合は“L”にセットします。

ビットB25は、測定アルゴリズムを設定します。B25が“L”の場合は、2回の変換サイクル(励起電流が**1I**のサイクルと**8I**のサイクル)を使用してダイオードを測定します。これを使用するアプリケーションは、LTC2984とダイオードの間の寄生抵抗が小さいアプリケーションです。寄生抵抗の影響を排除するには、ビットB25を“H”にセットして、3回の変換サイクル(**1I**のサイクル、**4I**のサイクル、および**8I**のサイクル)をイネーブルします。

ビットB24は、ダイオード温度の読み出し値の移動平均をイネーブルします。これにより、温度が緩やかに変化する恒温ブロック上でダイオードを冷接点温度素子として使用する場合に、ノイズが低減されます。

ダイオードの平均化に使用するアルゴリズムは、単純な再帰的移動平均です。新しい値は、現在の読み出し値に前の値を加えて平均した値に等しくなります。

$$\text{NEW VALUE} = \frac{\text{CURRENT READING}}{2} + \frac{\text{PREVIOUS VALUE}}{2}$$

現在の読み出し値が前の値より2°C高いまたは低い場合、新しい値はリセットされて現在の読み出し値になります。

(3) 励起電流

チャンネル割り当てワードの次のフィールド(B23～B22)は、ダイオードに加えられる励起電流の大きさを制御します(表23参照)。2変換サイクル・モードでは、デバイスは励起電流**1I**の8倍の電流で1回目の変換を行います。2回目の変換が行われるのは、電流が**1I**のときです。一方、3変換サイクル・モードでは、1回目の変換での励起電流は**8I**、2回目は**4I**、3回目は**1I**です。

表21. ダイオードのチャンネル割り当てワード

	(1) センサの種類					(2) センサ構成			(3) 励起電流		(4) ダイオードの理想係数の値																					
	表22								表23		表24																					
測定クラス	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ダイオード	タイプ = 28					SGL=1 DIFF=0	2回または 3回の 読み出し	平均化 オン	電流 [1:0]		非理想係数(2, 20)の値の範囲は0～4で、分解能は1/1048576 全て0にした場合は、出荷時デフォルト設定1.003を使用																					

表22. ダイオード・センサの選択

(1) センサの種類					センサの種類
B31	B30	B29	B28	B27	
1	1	1	0	0	ダイオード

表23. ダイオードの励起電流の選択

(3) 励起電流				
B23	B22	1I	4I	8I
0	0	10μA	40μA	80μA
0	1	20μA	80μA	160μA
1	0	40μA	160μA	320μA
1	1	80μA	320μA	640μA

アプリケーション情報

(4) ダイオードの理想係数

チャンネル割り当てワードの最後のフィールド(B21～B0)は、ダイオードの理想係数を、 $1/1048576$ (2^{-20})の分解能で0～4の範囲内に設定します。先頭の2ビット(B21～B20)は理想係数の整数部で、ビットB19～B0は小数部です(表24参照)。

ダイオードのチャンネル割り当ては、図8に示す一般的な規則に従います。アノードは、シングルエンドと差動の両方の動作モードでCH_Dに接続され、カソードは接地されます(Dは選択したチャンネル番号)。差動ダイオード測定の場合、カソードはCH_{D-1}にも接続されます。

フォルト通知 - ダイオード

センサの種類ごとに独自のフォルト通知の仕組みがあり、データ出力ワードの上位バイトで示します。ダイオードの測定時に通知されるフォルトを表25に示します。

ビットD31は、ダイオードの開放、短絡、未接続、逆向き結線、またはA/Dコンバータの読み出し値不良のいずれかを示します。これらはいずれもハード・フォルトであり、 -999°C または $^{\circ}\text{F}$ が通知されます。ビットD30は、A/Dコンバータの読み出し値が良くないことを示します。これは、センサの故障(開放)、または過度のノイズ事象(センサ経路へのESD(静電放電))のいずれかによって生じることがあります。これはハード・エラーであり、 -999°C または $^{\circ}\text{F}$ が通知されます。過度のノイズ事象の

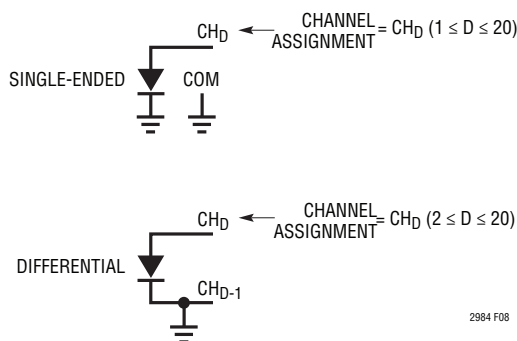


図8. ダイオードのチャンネル割り当て規則

表24. ダイオードの理想係数のプログラミング

	(4) ダイオードの理想係数の値																					
	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
η の例	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}	2^{-8}	2^{-9}	2^{-10}	2^{-11}	2^{-12}	2^{-13}	2^{-14}	2^{-15}	2^{-16}	2^{-17}	2^{-18}	2^{-19}	2^{-20}
1.25	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.003(デフォルト)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.006	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1

表25. ダイオード・フォルトの通知

ビット	フォルト	エラーの種類	説明	出力結果
D31	センサのハード・フォルト	ハード	開放、短絡、予備、またはADCのハード・フォルト	-999°C または $^{\circ}\text{F}$
D30	ハードウェアに起因するA/Dコンバータの範囲逸脱	ハード	A/Dコンバータの読み出し値不良(大きな外部ノイズの可能性あり)	-999°C または $^{\circ}\text{F}$
D29	ダイオードの場合は不使用	非該当	常に0	
D28	ダイオードの場合は不使用	非該当	常に0	
D27	センサの上限超過フォルト	ソフト	$T > 130^{\circ}\text{C}$	疑わしい読み出し値
D26	センサの下限超過フォルト	ソフト	$T < -60^{\circ}\text{C}$	疑わしい読み出し値
D25	ADCの範囲逸脱	ソフト	ADCの入力電圧の絶対値が $\pm 1.125 \cdot V_{\text{REF}}/2$ を超えている	疑わしい読み出し値
D24	有効	非該当	結果は有効(所定値は1)0の場合は結果を破棄	有効な読み出し値

2984f

アプリケーション情報

場合、そのノイズ事象が偶発的で低頻度な事象であったとすると、デバイスは回復し、後続の変換は有効になります。ビットD29およびD28はダイオードの場合は使用しません。ビットD27およびD26は、($T > 130^{\circ}\text{C}$ または $T < -60^{\circ}\text{C}$ として定義されている)上限温度または下限温度を示します。計算後の温度が通知されますが、精度が低下している可能性があります。ビットD25は、A/Dコンバータによって測定された絶対電圧がその通常動作範囲を超えていることを示します。ダイオードを冷接点素子として使用した場合、ハード・エラーまたはソフト・エラーが発生すると、対応する熱電対の結果のフラグ(表19のビットD28とD29)が立ちます。

例:冷接点補償ダイオードを共有するシングルエンドのタイプK熱電対および差動のタイプT熱電対

2個の熱電対で1個の冷接点ダイオードを共有する標準的な温度測定システムを図9に示します。この例では、タイプKの熱電対がCH1に接続されており、タイプTの熱電対がCH3およびCH4に接続されています。両方とも、CH2に接続した理想係数 $\eta=1.003$ の1個の冷接点ダイオードを共有しています。熱電対とダイオードの両方のチャンネル割り当てデータを

表26～28に示します。熱電対#1(タイプK)センサ・タイプおよび構成データはCH1に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x200～0x203に直接マップされます(表26参照)。冷接点ダイオード・センサ・タイプおよび構成データはCH2に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x204～0x207に直接マップされます(表27参照)。熱電対#2(タイプT)センサ・タイプおよび構成データはCH4に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x20C～0x20Fに直接マップされます(表28参照)。10000001をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH1で変換が開始されます。タイプKの熱電対とダイオードは両方同時に測定されます。LTC2984は冷接点補償温度を計算して、タイプK熱電対の温度を算出します。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01000001になります。同様に、10000100をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH4で変換を開始することができます。CH1の場合はメモリ位置0x010～0x013から、CH4の場合は0x01C～0x01Fから結果($^{\circ}\text{C}$)を読み出すことができます。

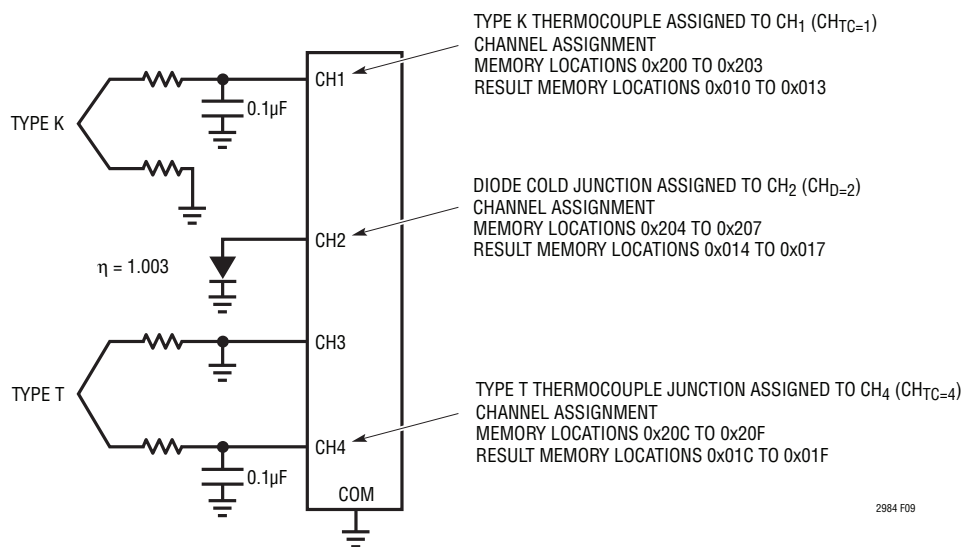


図9. 2つの熱電対と冷接点ダイオードの組み合わせの例

アプリケーション情報

表 26. 熱電対 #1 のチャンネル割り当て (タイプ K、冷接点 CH₂、シングルエンド、開回路検出 10 μ A)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x200	メモリの アドレス 0x201	メモリの アドレス 0x202	メモリの アドレス 0x203
(1) 熱電対の種類	タイプ K	5	00010	0 0 0 1 0			
(2) 冷接点チャンネルの ポイント	CH ₂	5	00010		0 0 0 1 0		
(3) センサ構成	シングルエンド、 開回路電流 10 μ A	4	1100		1 1 0 0		
不使用	これらのビットは 0 にセット	6	000000			0 0 0 0 0 0	
(4) カスタム熱電対の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

表 27. ダイオードのチャンネル割り当て (シングルエンドで 3 回の読み出し、平均化オン、励起電流 20 μ A/80 μ A、理想係数 = 1.003)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x204	メモリの アドレス 0x205	メモリの アドレス 0x206	メモリの アドレス 0x207
(1) センサの種類	ダイオード	5	11100	1 1 1 0 0			
(2) センサ構成	シングル エンド、3 回の 読み出し、 平均化オン	3	111		1 1 1		
(3) 励起電流	20 μ A、80 μ A、 160 μ A	2	01		0 1		
(4) 理想係数	1.003	22	0100000000110001001001			0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1	

表 28. 熱電対 #2 のチャンネル割り当て (タイプ T、冷接点 CH₂、差動、開回路検出 100 μ A)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x20C	メモリの アドレス 0x20D	メモリの アドレス 0x20E	メモリの アドレス 0x20F
(1) 熱電対の種類	タイプ T	5	00111	0 0 1 1 1			
(2) 冷接点チャンネルの ポイント	CH ₂	5	00010		0 0 0 1 0		
(3) センサ構成	差動、開回路 電流 100 μ A	4	0101		0 1 0 1		
不使用	これらのビットは 0 にセット	6	000000			0 0 0 0 0 0	
(4) カスタム熱電対の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

アプリケーション情報

RTDの測定

チャンネルの割り当て - RTD

LTC2984に接続されているRTDごとに、32ビットのチャンネル割り当てワードが、センサの接続先チャンネルに対応するメモリ位置にプログラムされます(表29参照)。このワードの内容は、(1) RTDの種類、(2) 検出抵抗チャンネルのポインタ、(3) センサ構成、(4) 励起電流、(5) RTD規格、および(6) カスタムRTDのデータ・ポインタです。

(1) RTDの種類

RTDの種類は、表30に示すように、先頭の5つの入力ビットB31～B27によって決まります。RTDタイプPT-10、PT-50、PT-100、PT-200、PT-500、PT-1000、およびNI-120の線形化係数と選択可能な一般的な規格値 ($\alpha = 0.003850$ 、 $\alpha = 0.003911$ 、 $\alpha = 0.003916$ 、および $\alpha = 0.003926$) がデバイスに組み込まれています。カスタムのRTDを使用する場合、「RTDカスタム」を選択できます。この場合には、カスタムのRTDのデータ・ポインタで定義されるアドレスから始まる位置で、ユーザー固有のデータを内蔵のRAMに保存できます。

(2) 検出抵抗チャンネルのポインタ

RTDの測定は、既知のR_{SENSE}抵抗を基準にしたレシオメトリック測定として行われます。検出抵抗チャンネルのポインタ・フィールドは、RTD用の検出抵抗が接続されている差動チャンネルを示します(表31参照)。検出抵抗は、常に差動で測定されます。

(3) センサ構成

センサ構成フィールドを使用して、さまざまなRTD特性を定義します。構成ビットB20およびB21は、RTDが2線式、3線式、4線式のいずれのタイプかを指定します(表32参照)。

最も単純な構成は2線式構成です。この構成は単純ですが、リード線でのIR電圧降下に起因する寄生誤差によって、系統的な温度誤差が生じます。3線式構成では、2つの整合電流源をリード線ごとに1電流源ずつRTDに流し込むことにより、RTDのリード線抵抗誤差を打ち消します(線路の抵抗が等しい場合)。即応型のバックグラウンド較正により、2つの電流源の不整合が取り除かれます。4線式のRTDでは、インピーダンスの高いケルビン検出を使用してセンサ両端を直接測定することにより、不平衡なRTDリード線抵抗を除去します。ケルビンR_{SENSE}を使用した4線式測定は、検出抵抗の配線寄生抵抗が誤差につながるアプリケーションで有用です。特に、低抵抗のPT-10タイプのRTDで役立ちます。この場合には、RTDと検出抵抗の両方がケルビン検出接続になっています。

次のセンサ構成ビット(B18およびB19)は、励起電流モードを指定します。これらのビットを使用して、R_{SENSE}の共有を有効にします。ここでは、複数の2線式/3線式/4線式RTDに対して1つの検出抵抗を使用します。この場合、RTDのグランド接続箇所は内部にあり、各RTDは同じR_{SENSE}チャンネルに向けられます。

ビットB18およびB19は、励起電流の反転を有効にして、寄生熱電対効果を自動的に除去するために使用します。寄生熱電対効果は、RTDと測定機器の間に接続された物質から生じることがあります。このモードは、内部電流源による励起を使用する全ての4線式構成で使用することができます。

表29. RTDのチャンネル割り当てワード

	(1) RTDの種類					(2) 検出抵抗チャンネルのポインタ					(3) センサ構成				(4) 励起電流		(5) RTDの規格		(6) カスタムRTDのデータ・ポインタ													
	表30					表31					表32				表33		表34		表76～78													
測定クラス	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
RTD	タイプ = 10～18					R _{SENSE} チャンネルの割り当て [4:0]					2、3、4線式				励起モード		励起電流 [3:0]		標準 [1:0]		カスタム・アドレス [5:0]					カスタムの長さ-1 [5:0]						

アプリケーション情報

表 30. RTDの種類

(1)RTDの種類					RTDの種類
B31	B30	B29	B28	B27	
0	1	0	1	0	RTD PT-10
0	1	0	1	1	RTD PT-50
0	1	1	0	0	RTD PT-100
0	1	1	0	1	RTD PT-200
0	1	1	1	0	RTD PT-500
0	1	1	1	1	RTD PT-1000
1	0	0	0	0	RTD 1000($\alpha = 0.00375$)
1	0	0	0	1	RTD NI-120
1	0	0	1	0	RTDカスタム

表 31. 検出抵抗チャネルのポインタ

(2)検出抵抗チャネルのポインタ					検出抵抗チャネル
B26	B25	B24	B23	B22	
0	0	0	0	0	無効
0	0	0	0	1	無効
0	0	0	1	0	CH2-CH1
0	0	0	1	1	CH3-CH2
0	0	1	0	0	CH4-CH3
0	0	1	0	1	CH5-CH4
0	0	1	1	0	CH6-CH5
0	0	1	1	1	CH7-CH6
0	1	0	0	0	CH8-CH7
0	1	0	0	1	CH9-CH8
0	1	0	1	0	CH10-CH9
0	1	0	1	1	CH11-CH10
0	1	1	0	0	CH12-CH11
0	1	1	0	1	CH13-CH12
0	1	1	1	0	CH14-CH13
0	1	1	1	1	CH15-CH14
1	0	0	0	0	CH16-CH15
1	0	0	0	1	CH17-CH16
1	0	0	1	0	CH18-CH17
1	0	0	1	1	CH19-CH18
1	0	1	0	0	CH20-CH19
その他の全ての組み合わせ					無効

アプリケーション情報

表 32. RTD センサ構成の選択

(3) センサ構成				測定モード					利点			
配線数		励起モード		配線数	グラウンド接続	電流源の反転	検出抵抗の共有	デバイス1個につき可能なRTDの数	RTDの整合リード線抵抗の相殺	RTDの不整合リード線抵抗の相殺	寄生熱電対効果の相殺	R _{SENSE} のリード線抵抗の相殺
B21	B20	B19	B18									
0	0	0	0	2線	外部	なし	なし	5				
0	0	0	1	2線	内部	なし	あり	9				
0	1	0	0	3線	外部	なし	なし	5	•			
0	1	0	1	3線	内部	なし	あり	9	•			
0	1	1	X	予備								
1	0	0	0	4線	外部	なし	なし	4	•	•		
1	0	0	1	4線	内部	なし	あり	6	•	•		
1	0	1	0	4線	内部	あり	あり	6	•	•	•	
1	0	1	1	予備								
1	1	0	0	4線、ケルビン R _{SENSE}	外部	なし	なし	4	•	•		•
1	1	0	1	4線、ケルビン R _{SENSE}	内部	なし	あり	5	•	•		•
1	1	1	0	4線、ケルビン R _{SENSE}	内部	あり	あり	5	•	•	•	•
1	1	1	1	予備								

アプリケーション情報

(4) 励起電流

チャンネル割り当てワードの次のフィールド(B17～B14)は、RTDに加えられる励起電流の大きさを制御します(表33参照)。選択される電流は、配線の構成に関係なく、RTDを流れる電流の合計です。R_{SENSE}電流は、3線式RTDではセンサ励起電流の2倍です。

ソフト・フォルトやハード・フォルトを防止するため、センサまたは検出抵抗両端の最大電圧降下が公称1.0Vになるように電流を選択します。例えば、R_{SENSE}が10kΩでRTDがPT-100である場合、2線式および4線式のRTDでは100μA、3線式RTDでは50μAの励起電流を選択します。また、1kΩの検出抵抗とPT-100のRTDを使用する場合は、どの配線構成に対しても500μAの励起電流を流すことができます。

(5) RTDの規格

ビットB13およびB12は、使用するRTD規格と対応するCallendar-Van Dusen定数(表34参照)を設定します。

(6) カスタムのRTDのデータ・ポイント

表34に記載されていないRTDを使用する場合には、カスタムのRTDテーブルをLTC2984に入力することができます。

詳細については、このデータシートの巻末近くにある「カスタムのRTD」のセクションを参照してください。

表33. RTD全線式の全励起電流

(4) 励起電流				
B17	B16	B15	B14	電流
0	0	0	0	外部
0	0	0	1	5μA
0	0	1	0	10μA
0	0	1	1	25μA
0	1	0	0	50μA
0	1	0	1	100μA
0	1	1	0	250μA
0	1	1	1	500μA
1	0	0	0	1mA

表34. RTDの規格: $RT = R_0 \cdot (1 + a \cdot T + b \cdot T^2 + (T - 100^\circ\text{C}) \cdot c \cdot T^3)$: $T < 0^\circ\text{C}$ の場合、 $RT = R_0 \cdot (1 + a \cdot T + b \cdot T^2)$: $T > 0^\circ\text{C}$ の場合

(5) 規格		規格	アルファ	a	b	c
B13	B12					
0	0	欧州規格	0.00385	3.908300E-03	-5.775000E-07	-4.183000E-12
0	1	米国	0.003911	3.969200E-03	-5.849500E-07	-4.232500E-12
1	0	日本	0.003916	3.973900E-03	-5.870000E-07	-4.400000E-12
1	1	ITS-90	0.003926	3.984800E-03	-5.870000E-07	-4.000000E-12
X	X	RTD1000-375	0.00375	3.810200E-03	-6.018880E-07	-6.000000E-12
X	X	*NI-120	非該当	非該当	非該当	非該当

*NI-120はテーブルベースのデータを使用します。

アプリケーション情報

フォルト通知 - RTD

センサの種類ごとに独自のフォルト通知の仕組みがあり、データ出力ワードの最上位バイトで示します。RTDの測定時に通知されるフォルトを表35に示します。

ビットD31は、RTDまたはR_{SENSE}が開放、短絡、未接続のいずれかであることを示します。これはハード・フォルトであり、-999°Cまたは°Fが通知されます。ビットD30は、A/Dコンバータの読み出し値が良くないことを示します。これは、センサの故障(開放)、または過度のノイズ事象(センサ経路へのESD(静電放電))のいずれかによって生じることがあります。これはハード・エラーであり、-999°Cまたは°Fが通知されます。過度のノイズ事象の場合、そのノイズが偶発的で低頻度な事象であったとすると、デバイスは回復し、後続の変換は有効になります。ビットD29およびD28はRTDの場合は使用しません。

ビットD27およびD26は、温度の上限または下限を超えたことを示します(表36参照)。計算後の温度が通知されますが、精度が低下している可能性があります。ビットD25は、A/Dコンバータによって測定された絶対電圧がその通常動作範囲を超えていることを示します。RTDを冷接点素子として使用した場合は、ハード・エラーおよびソフト・エラーが発生すると、熱電対の結果にもフラグが立ちます。

検出抵抗のチャンネル割り当て

LTC2984に接続されている検出抵抗ごとに、32ビットのチャンネル割り当てワードが、センサの接続先チャンネルに対応するメモリ位置にプログラムされます(表37参照)。このワードの内容は、(1)検出抵抗の選択および(2)検出抵抗の値です。

表 35. RTD フォルトの通知

ビット	フォルト	エラーの種類	説明	出力結果
D31	センサのハード・フォルト	ハード	RTDまたはR _{SENSE} の開放または短絡	-999°Cまたは°F
D30	ハードウェアに起因するA/Dコンバータの範囲逸脱	ハード	A/Dコンバータの読み出し値不良(大きな外部ノイズの可能性あり)	-999°Cまたは°F
D29	RTDの場合は不使用	非該当	常に0	有効な読み出し値
D28	RTDの場合は不使用	非該当	常に0	有効な読み出し値
D27	センサの上限超過フォルト	ソフト	T > 温度の上限(表36参照)	疑わしい読み出し値
D26	センサの下限超過フォルト	ソフト	T < 温度の下限(表36参照)	疑わしい読み出し値
D25	ADCの範囲逸脱	ソフト	ADCの入力電圧の絶対値が±1.125・V _{REF} /2を超えている	疑わしい読み出し値
D24	有効	非該当	結果は有効(所定値は1)0の場合は結果を破棄	有効な読み出し値

表 36. 電圧および抵抗の範囲

RTDの種類	最小値(Ω)	最大値(Ω)	温度の下限(°C)	温度の上限(°C)
PT-10	1.95	34.5	-200	850
PT-50	9.75	172.5	-200	850
PT-100	19.5	345	-200	850
PT-200	39	690	-200	850
PT-500	97.5	1725	-200	850
PT-1000	195	3450	-200	850
NI-120	66.6	380.3	-80	260
カスタム・テーブル	最低のテーブル入力値	最高のテーブル入力値	最低のテーブル入力値	最高のテーブル入力値

表 37. 検出抵抗のチャンネル割り当てワード

	(1)センサの種類					(2)検出抵抗の値(Ω)																										
	図 39					図 43																										
測定クラス	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
検出抵抗	タイプ = 29					検出抵抗値(17, 10)最大は約131,072Ωで分解能は1/1024Ω																										

アプリケーション情報

(1) センサの種類

検出抵抗は、先頭の5つの入力ビットB31~B27を11101にセットすることによって選択します(表38参照)。

表38. 検出抵抗の選択

(1) センサの種類					センサの種類
B31	B30	B29	B28	B27	
1	1	1	0	1	検出抵抗

(2) 検出抵抗の値

チャンネル割り当てワードの最後のフィールド(B26~B0)は、検出抵抗の値を、1/1024Ωの精度で0~131,072Ωの範囲内に設定します(表39参照)。上位17ビット(B26~B10)は検出抵抗値の整数部を形成し、ビットB9~B0は小数部を形成します。

例: 2線式 RTD

最も単純なRTD構成は2線式構成であり、2線式RTDは図10に示す一般的な規則に従います。2線式RTDに必要な接続は1つのRTDにつきわずか2つであり、2端子のRTD素子に直接接続することができます。この構成の欠点は、寄生リード線抵抗による誤差です。共有を選択しなかった場合(RTD 1個につき1個のR_{SENSE})は、CH_{RTD}を接地します。共有を有効にしている場合(複数のRTDに対して1個のR_{SENSE})は、グランド接続を取り外します。

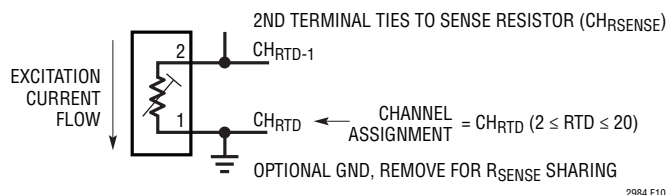


図10. 2線式RTDのチャンネル割り当て規則

検出抵抗のチャンネル割り当ては、図11に示す一般的な規則に従います。検出抵抗はCH_{RSENSE}とCH_{RSENSE-1}の間に接続します。ここで、CH_{RSENSE}はRTDの2番目の端子に接続します。チャンネル割り当てデータ(表37参照)は、CH_{RSENSE}に対応するメモリ位置にマップされます。

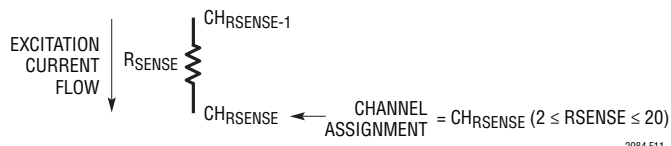


図11. 2線式RTDの場合の検出抵抗のチャンネル割り当て規則

例: R_{SENSE}を共有する2線式RTD

複数の2線式RTDを使用する標準的な温度測定システムを図12に示します。この例では、PT-1000 RTDをCH17とCH18に接続し、NI-120 RTDをCH19とCH20に接続します。この構成を使用すると、LTC2984は最大9個の2線式RTDを1個の抵抗でデジタル化することができます。

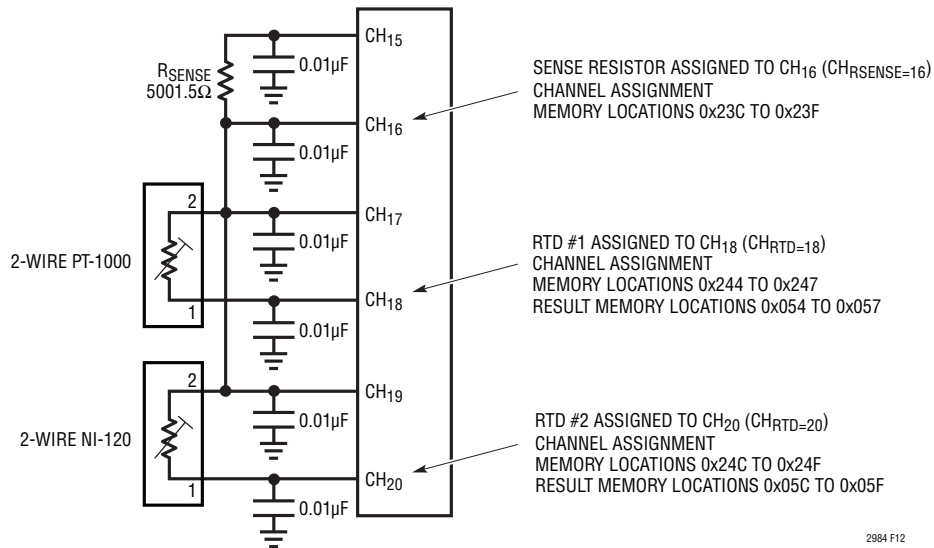
RTD #1 センサ・タイプおよび構成データはCH₁₈に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x244~0x247に直接マップされます(表40参照)。RTD #2 センサ・タイプおよび構成データはCH₂₀に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x24C~0x24Fに直接マップされます(表41参照)。検出抵抗はCH₁₆に割り当てられます。ユーザーがプログラム可能なこの抵抗の値は5001.5Ωです。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x23C~0x23Fに直接マップされます(表42参照)。

10010010をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH₁₈で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01010010になります。結果としての温度(°C)はメモリ位置0x054~0x057(CH₁₈に対応)から読み出すことができます。CH₂₀からの変換も同様に開始して読み出すことができます。

表39. 検出抵抗値の例

Rの例	(2) 検出抵抗の値(Ω)																													
	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0			
10,000.2Ω	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1			
99.99521kΩ	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1			
1.0023kΩ	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1			

アプリケーション情報



2984 F12

図 12. 共有型の 2 線式 RTD の例

表 40. 2 線式 RTD #1 (PT-1000、R_{SENSE} は CH₁₆、2 線式、R_{SENSE} 共有、励起電流 10μA、規格 α = 0.003916) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x244	メモリの アドレス 0x245	メモリの アドレス 0x246	メモリの アドレス 0x247
(1) RTD の種類	PT-1000	5	01111	0 1 1 1 1			
(2) 検出抵抗チャンネルの ポイント	CH ₁₆	5	10000		1 0 0 0 0		
(3) センサ構成	R _{SENSE} を 共有する 2 線式	4	0001			0 0 0 1	
(4) 励起電流	10μA	4	0010				0 0 1 0
(5) 規格	日本、 α = 0.003916	2	10				1 0
(6) カスタム RTD の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

アプリケーション情報

表 41. 2線式RTD #2のチャンネル割り当てデータ (NI-120、R_{SENSE}はCH₁₆、2線式、R_{SENSE}共有、励起電流100 μ A)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x24C	メモリの アドレス 0x24D	メモリの アドレス 0x24E	メモリの アドレス 0x24F
(1) RTDの種類	NI-120	5	10001	1 0 0 0 1			
(2) 検出抵抗 チャンネルのポイント	CH ₁₆	5	10000		1 0 0 0 0		
(3) センサ構成	R _{SENSE} を 共有する2線式	4	0001			0 0 0 1	
(4) 励起電流	100 μ A	4	0101			0 1 0 1	
(5) 規格	欧州 $\alpha = 0.00385$	2	00			0 0	
(6) カスタムのRTDの データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

表 42. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = 5001.5 Ω)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x23C	メモリの アドレス 0x23D	メモリの アドレス 0x23E	メモリの アドレス 0x23F
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1 1 1 0 1			
(2) 検出抵抗の値	5001.5 Ω	27	00001001110001001100000000		0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0	0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	

アプリケーション情報

例:3線式RTD

3線式RTDのチャンネル割り当ては、図13に示す一般的な規則に従います。端子1と端子2は入力/励起電流源に接続し、端子3は検出抵抗に接続します。チャンネル割り当てデータはCH_{RTD}に対応するメモリ位置にマップされます。

検出抵抗のチャンネル割り当ては、図14に示す一般的な規則に従います。検出抵抗はCH_{RSENSE}とCH_{RSENSE-1}の間に接続します。ここで、CH_{RSENSE}はRTDの3番目の端子に接続し、CH_{RSENSE-1}はグラウンドに接続(するか、R_{SENSE}を共有する場合はフロートのままに)します。チャンネル割り当てデータ(表37参照)は、CH_{RSENSE}に対応するメモリ位置にマップされます。

3線式RTDを使用する標準的な温度測定システムを図15に示します。この例では、3線式RTDの端子をCH₉、CH₈、およびCH₇に接続しています。検出抵抗はCH₇とCH₆に接続します。検出抵抗とRTDは両方ともCH₇に接続します。

3線式RTDは、各RTD入力に励起電流を流し込むことにより、寄生リード線抵抗に関連した誤差が減少します。この1次の相殺により、整合したリード線抵抗誤差が除去されます。この相殺では、熱電対効果による誤差や、不整合のリード線抵抗による誤差は除去されません。RTDセンサ・タイプおよび構成データはCH₉に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x220~0x223に直接マップされます(表43参照)。検出抵抗はCH₇に割り当てられます。ユーザーがプログラム可能なこの抵抗の値は12150.39Ωです。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x218~0x21Bに直接マップされます(表44参照)。

10001001をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH₉で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01001001になります。結果としての温度(°C)はメモリ位置0x030~0x033(CH₉に対応)から読み出すことができます。

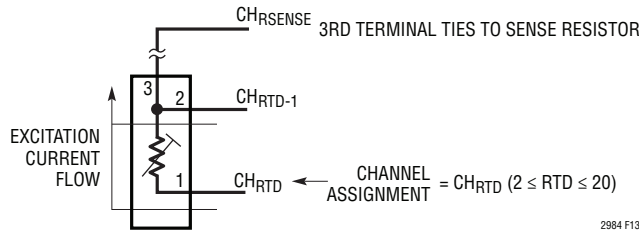


図13. 3線式RTDのチャンネル割り当て規則

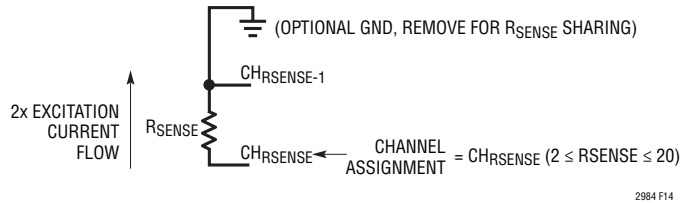


図14. 3線式RTDの3線式検出抵抗のチャンネル割り当て規則

アプリケーション情報

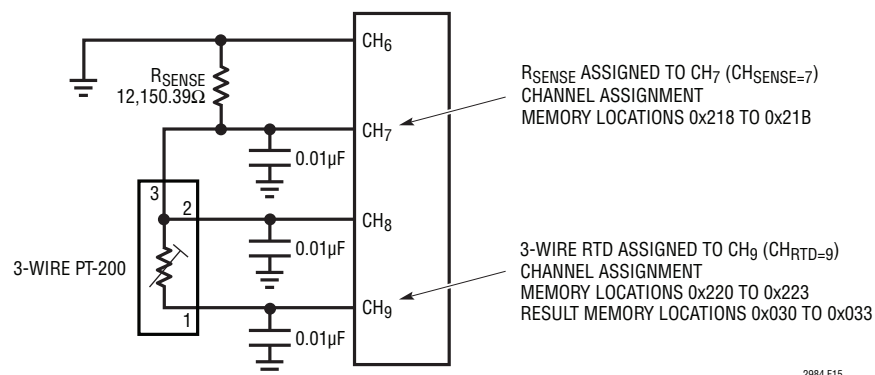


図 15. 3線式 RTD の例

表 43. 3線式 RTD (PT-200、R_{SENSE} は CH₇、3線式、励起電流 50μA、規格 α = 0.003911) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x220	メモリの アドレス 0x221	メモリの アドレス 0x222	メモリの アドレス 0x223
(1) RTDの種類	PT-200	5	01101	0 1 1 0 1			
(2) 検出抵抗 チャンネルのポイント	CH ₇	5	00111		0 0 1 1 1		
(3) センサ構成	3線	4	0100			0 1 0 0	
(4) 励起電流	50μA	4	0100			0 1 0 0	
(5) 規格	米国、 α = 0.003911	2	01			0 1	
(6) カスタムの RTD の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

表 44. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = 12150.39Ω)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x218	メモリの アドレス 0x219	メモリの アドレス 0x21A	メモリの アドレス 0x21B
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1 1 1 0 1			
(2) 検出抵抗の値	12150.39Ω	27	000101111011101100110001111		0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 0		

アプリケーション情報

例:標準的な4線式RTD(反転なしかつR_{SENSE}の共有なし)

標準的な4線式RTDのチャンネル割り当ては、図16に示す一般的な規則に従います。端子1はグランドに接続し、端子2と3(ケルビン検出信号)はCH_{RTD}とCH_{RTD-1}に接続して、4番目の端子は検出抵抗に接続します。チャンネル割り当てデータ(表29参照)は、CH_{RTD}に対応するメモリ位置にマップされます。

検出抵抗のチャンネル割り当ては、図17に示す一般的な規則に従います。検出抵抗はCH_{RSENSE}とCH_{RSENSE-1}の間に接続します。ここで、CH_{RSENSE}はRTDの4番目の端子に接続します。チャンネル割り当てデータ(表37参照)は、CH_{RSENSE}に対応するメモリ位置にマップされます。

4線式RTDを使用する標準的な温度測定システムを図18に示します。この例では、4線式RTDの端子をGND、CH₁₃、CH₁₂、およびCH₁₁に接続しています。検出抵抗はCH₁₁とCH₁₀に接続します。検出抵抗とRTDはCH₁₁との共通接続箇所を共有します。RTDセンサ・タイプおよび構成データはCH₁₃に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x230~0x233に直接マップされます(表44参照)。検出抵抗はCH₁₁に割り当てられます。ユーザーがプログラム可能なこの抵抗の値は5000.2Ωです。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x228~0x22Bに直接マップされます(表46参照)。

10001101をメモリ位置0x000でデータ・バイトに書き込むことにより、CH₁₃で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01001101になります。結果としての温度(°C)はメモリ位置0x040~0x043(CH₁₃に対応)から読み出すことができます。

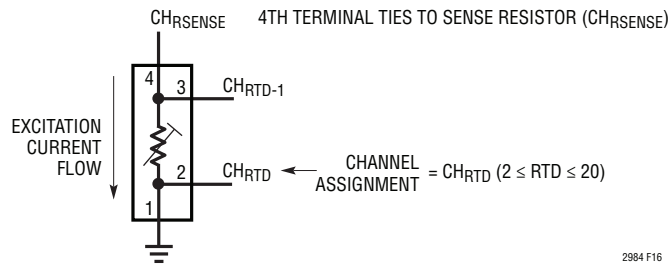


図16. 4線式RTDのチャンネル割り当て規則

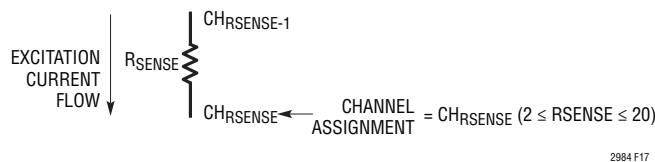


図17. 4線式RTDでの検出抵抗のチャンネル割り当て規則

アプリケーション情報

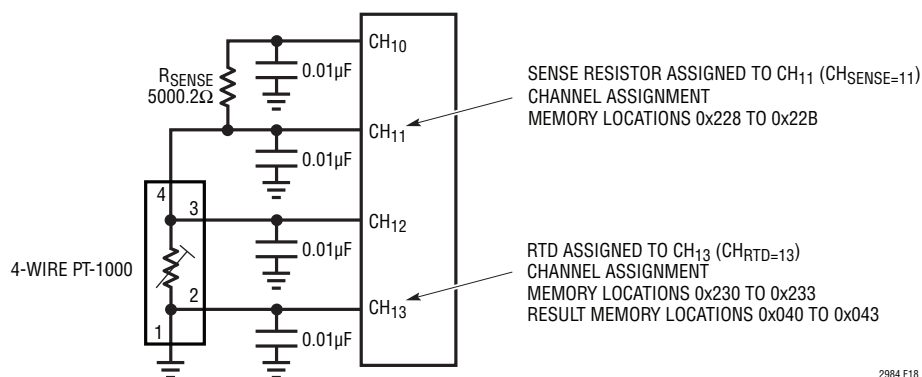


図 18. 標準的な 4 線式 RTD の例

表 45. 4 線式 RTD (PT-1000、RSENSE は CH11、標準的な 4 線式、励起電流 25μA、規格 α = 0.00385) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x230	メモリの アドレス 0x231	メモリの アドレス 0x232	メモリの アドレス 0x233
(1) RTD の種類	PT-1000	5	01111	0 1 1 1 1			
(2) 検出抵抗チャンネルの ポイント	CH11	5	01011		0 1 0 1 1		
(3) センサ構成	4 線式、 反転なし、 共有なし	4	1000		1 0 0 0		
(4) 励起電流	25μA	4	0011			0 0 1 1	
(5) 規格	欧州、 α = 0.00385	2	00			0 0	
(6) カスタムの RTD の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

表 46. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = 5000.2Ω)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x228	メモリの アドレス 0x229	メモリの アドレス 0x22A	メモリの アドレス 0x22B
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1 1 1 0 1			
(2) 検出抵抗の値	5000.2Ω	27	000010011100010000011001100		0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0		

アプリケーション情報

例: 反転型の4線式RTD

標準的な4線式実装形態より精度を高くする方法として、励起電流源を反転させる方法があります。寄生熱電対効果は自動反転によって自動的に除去されます。自動反転を実行するため、RTDの1番目の端子は、標準の場合でのGNDの代わりにCH_{RTD+1}に接続します。これにより、LTC2984は、外付け部品を追加する必要なく、電流源の向きを自動的に変更することができます。

反転型の4線式RTDのチャンネル割り当ては、図19に示す一般的な規則に従います。端子1はCH_{RTD+1}に接続し、端子2と3(ケルビン検出信号)はCH_{RTD}とCH_{RTD-1}に接続して、4番目の端子は検出抵抗に接続します。チャンネル割り当てデータ(表29参照)は、CH_{RTD}に対応するメモリ位置にマップされます。

検出抵抗のチャンネル割り当ては、図20に示す一般的な規則に従います。検出抵抗はCH_{RSENSE}とCH_{RSENSE-1}の間に接続します。ここで、CH_{RSENSE}はRTDの4番目の端子に接続します。チャンネル割り当てデータは、CH_{RSENSE}に対応するメモリ位置にマップされます。

反転型の4線式RTDを使用する標準的な温度測定システムを図21に示します。この例では、4線式RTDの端子をCH₁₇、CH₁₆、CH₁₅、およびCH₆に接続しています。検出抵抗はCH₆とCH₅に接続します。検出抵抗とRTDは両方ともCH₆に接続します。RTDセンサ・タイプおよび構成データはCH₁₆に割り当てられます。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x23C~0x23Fに直接マップされます(表47参照)。検出抵抗はCH₆に割り当てられます。ユーザーがプログラム可能なこの抵抗の値は10.0102kΩです。32ビットのバイナリ構成データは、メモリ位置0x214~0x217に直接マップされます(表48参照)。

10010000をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH₁₆で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01010000になります。結果としての温度(°C)はメモリ位置0x04C~0x04F(CH₁₆に対応)から読み出すことができます。

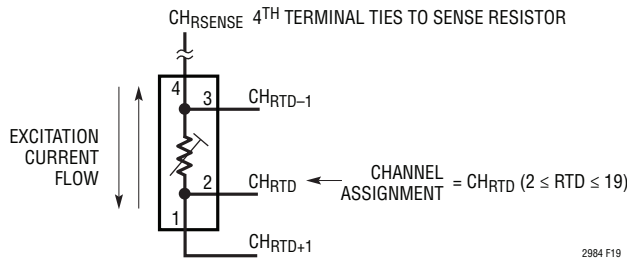


図19. 4線式RTDのチャンネル割り当て規則

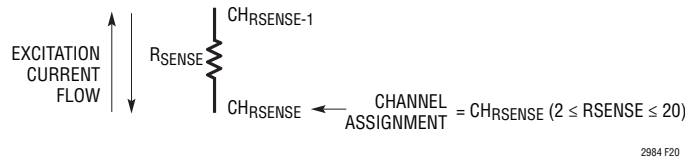


図20. 電流が反転する4線式RTDでの検出抵抗のチャンネル割り当て規則

アプリケーション情報

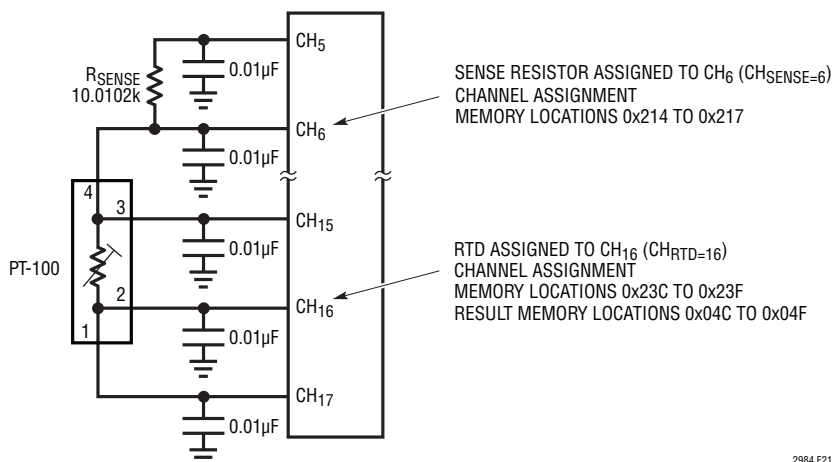


図 21. 反転型の 4 線式 RTD の例

表 47. 反転型の 4 線式 RTD (PT-100、R_{SENSE} は CH₆、反転型の 4 線式、励起電流 100µA、規格 α = 0.003911) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x23C	メモリの アドレス 0x23D	メモリの アドレス 0x23E	メモリの アドレス 0x23F
(1) RTDの種類	PT-100	5	01100	0 1 1 0 0			
(2) 検出抵抗チャンネルの ポイント	CH ₆	5	00110		0 0 1 1 0		
(3) センサ構成	反転型の 4 線式	4	1010			1 0 1 0	
(4) 励起電流	100µA	4	0101			0 1 0 1	
(5) 規格	米国、 α = 0.003911	2	01			0 1	
(6) カスタムの RTD の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

表 48. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = 10.0102kΩ)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x214	メモリの アドレス 0x215	メモリの アドレス 0x216	メモリの アドレス 0x217
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1 1 1 0 1			
(2) 検出抵抗の値	10.0102kΩ	27	000100111000110100011001100		0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0		

アプリケーション情報

例: R_{SENSE}を共有する複数の4線式RTD

R_{SENSE}を共有する2つの4線式RTDを使用した標準的な温度測定システムを図22に示します。LTC2984は1個の検出抵抗で最大6個の4線式RTDをサポートすることができます。この例では、最初の4線式RTDの端子をCH₁₇、CH₁₆、CH₁₅、およびCH₆に接続し、2番目の4線式RTDの端子をCH₂₀、CH₁₉、CH₁₈、およびCH₆に接続しています。検出抵抗はCH₅とCH₆に接続します。検出抵抗と2個のRTDは両方ともCH₆に接続します。このチャンネル割り当て規則は、反転型RTDの

規則と同一です。この構成は、反転型と非反転型の両方のRTD励起電流をサポートします。各センサのチャンネル割り当てデータを表49～51に示します。

10010000をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH₁₆で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01010000になります。結果としての温度(°C)はメモリ位置0x04C～0x04F(CH₁₆に対応)から読み出すことができます。CH₁₉からの変換も同様に開始して読み出すことができます。

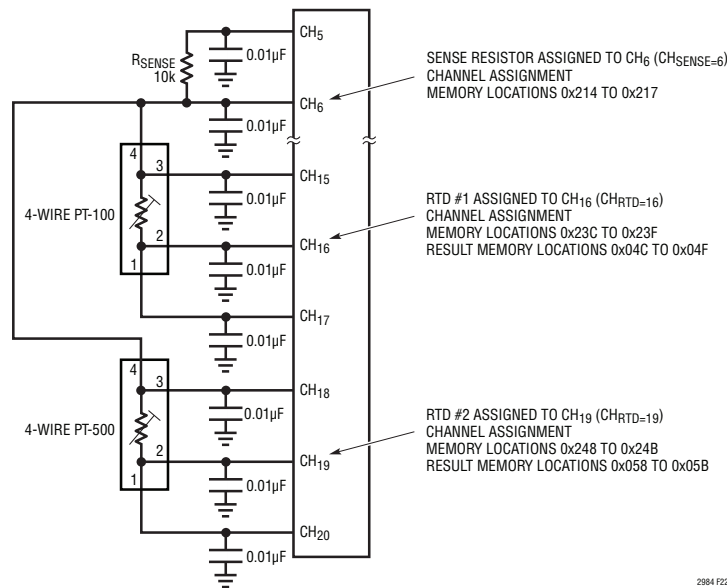


図22. R_{SENSE}共有型の4線式RTDの例

表49. 4線式RTD #1(PT-100、R_{SENSE}はCH₆、4線式、R_{SENSE}共有、反転型の励起電流100µA、規格α = 0.003926)のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス 0x23C	メモリのアドレス 0x23D	メモリのアドレス 0x23E	メモリのアドレス 0x23F
(1) RTDの種類	PT-100	5	01100	0 1 1 0 0			
(2) 検出抵抗チャンネルのポイント	CH ₆	5	00110		0 0 1 1 0		
(3) センサ構成	4線式、反転型	4	1010			1 0 1 0	
(4) 励起電流	100µA	4	0101			0 1 0 1	
(5) 規格	ITS-90、α = 0.003926	2	11			1 1	
(6) カスタムのRTDのデータ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

アプリケーション情報

表 50. 4線式 RTD #2 (PT-500、 R_{SENSE} は CH_6 、4線式、反転型の励起電流 $50\mu A$ 、規格 $\alpha = 0.003911$) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス 0x248				メモリのアドレス 0x249				メモリのアドレス 0x24A				メモリのアドレス 0x24B									
(1) RTDの種類	PT-500	5	01110	0	1	1	1	0																	
(2) 検出抵抗チャンネルのポインタ	CH_6	5	00110					0	0	1	1	0													
(3) センサ構成	4線式共有、反転なし	4	1001							1	0	0	1												
(4) 励起電流	$50\mu A$	4	0100									0	1	0	0										
(5) 規格	米国、 $\alpha = 0.003911$	2	01											0	1										
(6) カスタムの RTD のデータ・ポインタ	非カスタム	12	000000000000													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 51. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = $10.000k\Omega$)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス 0x214				メモリのアドレス 0x215				メモリのアドレス 0x216				メモリのアドレス 0x217																				
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1	1	1	0	1																												
(2) 検出抵抗の値	$10.000k\Omega$	27	0001001110001000000000000000						0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

アプリケーション情報

例: R_{SENSE} をケルビン接続した 4 線式 RTD

4 線 (ケルビン接続) 検出抵抗を使用して 4 線式 RTD を構成することにより、検出抵抗での寄生リード線抵抗を打ち消すことができます。これが役立つのは、PT-10 または PT-50 を値の小さな R_{SENSE} と組み合わせる場合、検出抵抗が離れた場所にある場合、あるいはきわめて高い精度が要求されるアプリケーションです。

4 線式 RTD のチャンネル割り当ては、標準的な 4 線式 RTD に対して前に定義した一般的な規則 (図 17 および 19) に従います。検出抵抗は図 23 に示す規則に従います。

4 線式 RTD とケルビン接続の R_{SENSE} を使用する標準的な温度測定システムを図 24 に示します。この例では、4 線式 RTD の端子を CH₁₇、CH₁₆、CH₁₅、および CH₆ に接続しています。

検出抵抗は CH₆、CH₅、および CH₄ に接続し、励起電流は CH₄ および CH₁₇ に流し込みます。検出抵抗の公称値は、1mA の励起電流に対応するため 1kΩ です。検出抵抗と RTD は両方とも CH₆ に接続します。この構成は、反転、共有、および標準の 4 線式 RTD 構成をサポートしています。反転または共有構成を使用しない場合は、RTD の端子 1 を CH₁₇ ではなくグラウンドに接続して、一方の入力チャンネルを解放します。チャンネル割り当てデータを表 52 および 53 に示します。

10010000 をメモリ位置 0x000 に書き込むことにより、CH₁₆ で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPT ピンが“H”になり、メモリ位置 0x000 は 01010000 になります (表 6 参照)。結果としての温度 (°C) はメモリ位置 0x04C ~ 0x04F (CH₁₆ に対応) から読み出すことができます。

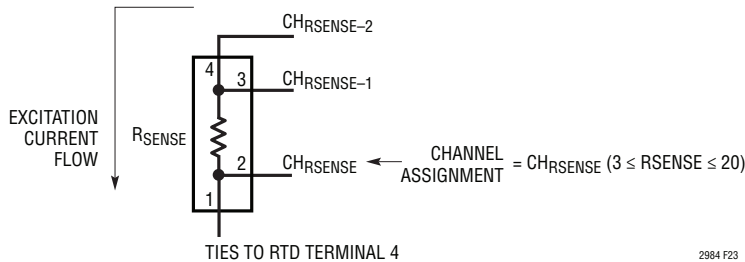


図 23. ケルビン接続された検出抵抗のチャンネル割り当て規則

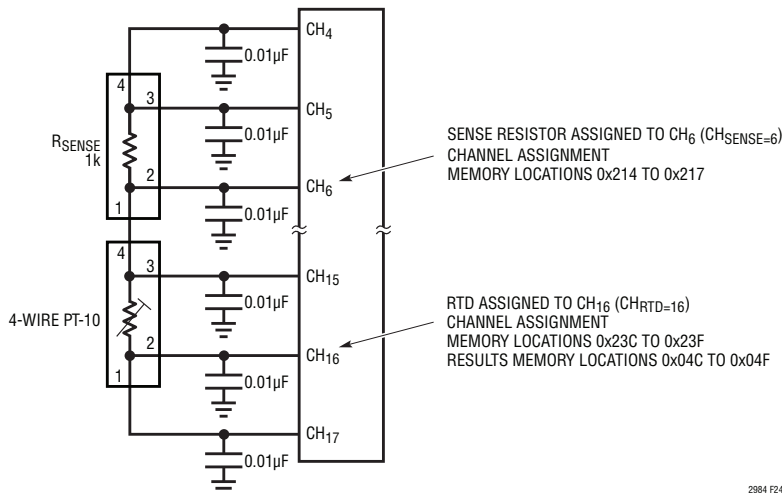


図 24. ケルビン接続された検出抵抗の例

アプリケーション情報

表 52. ケルビン接続の R_{SENSE} を使用する 4 線式 RTD (PT-10、 R_{SENSE} は CH_6 、4 線式、ケルビン接続の R_{SENSE} と 1mA の反転型励起電流、規格 $\alpha = 0.003916$) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x23C	メモリの アドレス 0x23D	メモリの アドレス 0x23E	メモリの アドレス 0x23F
(1) RTD の種類	PT-10	5	01010	0 1 0 1 0			
(2) 検出抵抗 チャンネルのポイント	CH_6	5	00110		0 0 1 1 0		
(3) センサ構成	4 線ケルビン接続の R_{SENSE} および反転あり	4	1110			1 1 1 0	
(4) 励起電流	1mA	4	1000			1 0 0 0	
(5) 規格	日本、 $\alpha = 0.003916$	2	10				1 0
(6) カスタムの RTD の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

表 53. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = 1000 Ω)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x214	メモリの アドレス 0x215	メモリの アドレス 0x216	メモリの アドレス 0x217
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1 1 1 0 1			
(2) 検出抵抗の値	1000 Ω	27	00000001111010000000000000		0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1	1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	

アプリケーション情報

サーミスタの測定

チャンネルの割り当て - サーミスタ

LTC2984に接続されているサーミスタごとに、32ビットのチャンネル割り当てワードが、センサの接続先チャンネルに対応するメモリ位置にプログラムされます(表54参照)。このデータの内容は、(1)サーミスタの種類、(2)検出抵抗チャンネルのポインタ、(3)センサ構成、(4)励起電流、(5)Steinhart-Hartのアドレス・ポインタまたはカスタム・テーブルのデータ・ポインタです。

(1)サーミスタの種類

サーミスタの種類は、表55に示すように、先頭の5つの入力ビット(B31~B27)によって決まります。よく使用されるサーミスタ・タイプ44004/44033、44005/44030、44006/44031、

44007/44034、44008/44032、およびYSI-400のSteinhart-Hartの式に基づく線形化係数がデバイスに組み込まれています。その他のカスタム・サーミスタを使用する場合は、サーミスタのカスタムSteinhart-Hartまたはサーミスタのカスタム・テーブル(温度と抵抗)を選択することができます。この場合には、サーミスタのカスタムSteinhart-Hartまたはサーミスタのカスタム・テーブルのアドレス・ポインタで定義されるアドレスから始まる位置で、ユーザー固有のデータを内蔵のRAMに保存できます。

(2)検出抵抗チャンネルのポインタ

サーミスタの測定は、既知の R_{SENSE} 抵抗を基準にしたレシオメトリック測定として行われます。検出抵抗チャンネルのポインタ・フィールドは、現在のサーミスタの検出抵抗が接続されている差動チャンネルを示します(表31参照)。

表54. サーミスタのチャンネル割り当てワード

	(1)サーミスタの種類					(2)検出抵抗チャンネルのポインタ					(3)センサ構成			(4)励起電流				(5)カスタムのサーミスタ・データ・ポインタ														
	表55					表31					表56			表57				表80、81、82、84、85														
測定クラス	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
サーミスタ	タイプ = 19~27					R_{SENSE} チャンネルのポインタ [4:0]					SGL = 1 DIFF = 0			励起モード 励起電流 [3:0]				不使用 0 0 0				カスタム・アドレス [5:0]					カスタムの長さ -1 [5:0]					

表55. サーミスタの種類: $1/T = A + B \cdot \ln(R) + C \cdot \ln(R)^2 + D \cdot \ln(R)^3 + E \cdot \ln(R)^4 + F \cdot \ln(R)^5$

B31	B30	B29	B28	B27	サーミスタの種類	A	B	C	D	E	F
1	0	0	1	1	サーミスタ 44004/44033 2.252kΩ (25°C)	1.46800E-03	2.38300E-04	0	1.00700E-07	0	0
1	0	1	0	0	サーミスタ 44005/44030 3kΩ (25°C)	1.40300E-03	2.37300E-04	0	9.82700E-08	0	0
1	0	1	0	1	サーミスタ 44007/44034 5kΩ (25°C)	1.28500E-03	2.36200E-04	0	9.28500E-08	0	0
1	0	1	1	0	サーミスタ 44006/44031 10kΩ (25°C)	1.03200E-03	2.38700E-04	0	1.58000E-07	0	0
1	0	1	1	1	サーミスタ 44008/44032 30kΩ (25°C)	9.37600E-04	2.20800E-04	0	1.27600E-07	0	0
1	1	0	0	0	サーミスタ YSI-400 2.252kΩ (25°C)	1.47134E-03	2.37624E-04	0	1.05034E-07	0	0
1	1	0	0	1	Spectrum 1003k 1kΩ (25°C)	1.445904E-3	2.68399E-04	0	1.64066E-07	0	0
1	1	0	1	0	サーミスタ、カスタムの Steinhart-Hart	ユーザー入力	ユーザー入力	ユーザー入力	ユーザー入力	ユーザー入力	ユーザー入力
1	1	0	1	1	サーミスタのカスタム・ テーブル	不使用	不使用	不使用	不使用	不使用	不使用

アプリケーション情報

(3) センサ構成

センサ構成フィールドを使用して、さまざまなサーミスタ特性を定義します。シングルエンド (COM を基準に測定) の場合は構成ビット B21 を “H” にセットし、差動の場合は “L” にセットします (表 56 参照)。

表 56. センサ構成データ

(3) センサ構成			シングルエンド/ 差動	共有 R _{SENSE}	反転
SGL	励起 モード				
B21	B20	B19			
0	0	0	差動	なし	なし
0	0	1	差動	あり	あり
0	1	0	差動	あり	なし
0	1	1		予備	
1	0	0	シングルエンド	なし	なし
1	0	1		予備	
1	1	0		予備	
1	1	1		予備	

次のセンサ構成ビット (B19 および B20) は、励起電流モードを指定します。これらのビットを使用して、R_{SENSE} の共有を有効にします。ここでは、複数のサーミスタに対して 1 つの検出抵抗を使用します。この場合、サーミスタのグランド接続箇所は内部にあり、各サーミスタは同じ R_{SENSE} チャンネルに向けられます。

ビット B19 および B20 は、励起電流の反転を有効にして、寄生熱電対効果を自動的に除去するために使用します。寄生熱電対効果は、サーミスタと測定機器の間に接続された物質から生じることがあります。このモードは、内部電流源による励起を使用する差動サーミスタ構成で使用することができます。

(4) 励起電流

チャンネル割り当てワードの次のフィールド (B18 ~ B15) は、サーミスタに加えられる励起電流の大きさを制御します (表 57 参照)。ハード・フォルトやソフト・フォルトを防止するため、センサまたは検出抵抗両端の最大電圧降下が公称 1.0V になるように電流を選択します。LTC2984 には、検出抵抗両端間での電圧降下とセンサ両端間での電圧降下の比に関して特殊な要件はありません。したがって、検出抵抗での電圧降下をセンサでの電圧降下の最大値より数桁小さくすることができます。サーミスタの全温度範囲で最適な性能を発揮するため、範囲自動調整の電流を選択できます。この場合、LTC2984 の変換は (標準の 2 サイクルではなく) 3 サイクルで実行されます (表 68 参照)。1 回目のサイクルで、センサの抵抗値と R_{SENSE} の値に最適な励起電流を求めます。後続の 2 サイクルでは、その電流を使用してサーミスタ温度を測定します。

(5) Steinhart-Hart のアドレス / カスタム・テーブルのアドレス

詳細については、このデータシートの巻末近くにある「カスタムのサーミスタ」のセクションを参照してください。

表 57. サーミスタの励起電流

(4) 励起電流				電流
B18	B17	B16	B15	
0	0	0	0	予備
0	0	0	1	250nA
0	0	1	0	500nA
0	0	1	1	1μA
0	1	0	0	5μA
0	1	0	1	10μA
0	1	1	0	25μA
0	1	1	1	50μA
1	0	0	0	100μA
1	0	0	1	250μA
1	0	1	0	500μA
1	0	1	1	1mA
1	1	0	0	範囲自動調整*
1	1	0	1	無効
1	1	1	0	無効
1	1	1	1	外部

* 範囲自動調整はカスタム・センサには使用できません。

アプリケーション情報

フォルト通知 - サーミスタ

センサの種類ごとに独自のフォルト通知の仕組みがあり、データ出力ワードの上位バイトで示します。サーミスタの測定中に通知されるフォルトを表58に示します。

ビットD31は、サーミスタまたはR_{SENSE}が開放、短絡、未接続のいずれかであることを示します。これはハード・フォルトであり、-999°Cが通知されます。ビットD30は、A/Dコンバータの読み出し値が良くないことを示します。これは、センサの故障(開放)、または過度のノイズ事象(センサ経路へのESD(静電放電))のいずれかによって生じることがあります。これは

ハード・エラーであり、-999°Cが出力されます。過度のノイズ事象の場合、そのノイズ事象が偶発的で低頻度な事象であったとすると、デバイスは回復し、後続の変換は有効になります。ビットD29およびD28はサーミスタの場合は使用しません。ビットD27およびD26は、読み出し値が温度の上限または下限を超えたことを示します(表59参照)。計算後の温度が通知されますが、精度が低下している可能性があります。ビットD25は、A/Dコンバータによって測定された絶対電圧がその通常動作範囲を超えていることを示します。サーミスタを冷接点素子として使用した場合は、ハード・エラーおよびソフト・エラーが発生すると、熱電対の結果にフラグが立ちます。

表58. サーミスタ・フォルトの通知

ビット	フォルト	エラーの種類	説明	出力結果
D31	センサのハード・フォルト	ハード	サーミスタまたはR _{SENSE} の開放または短絡	-999°C
D30	ハードウェアに起因するA/Dコンバータの範囲逸脱	ハード	A/Dコンバータの読み出し値不良(大きな外部ノイズの可能性あり)	-999°C
D29	サーミスタの場合は不使用	非該当	常に0	有効な読み出し値
D28	サーミスタの場合は不使用	非該当	常に0	有効な読み出し値
D27	センサの上限超過フォルト*	ソフト	T > 温度の上限	疑わしい読み出し値
D26	センサの下限超過フォルト*	ソフト	T < 温度の下限	疑わしい読み出し値
D25	ADCの範囲逸脱	ソフト	ADCの入力電圧の絶対値が $\pm 1.125 \cdot V_{REF}/2$ を超えている	疑わしい読み出し値
D24	有効	非該当	結果は有効(所定値は1)0の場合は結果を破棄	有効な読み出し値

* カスタムのSteinhart-Hartセンサ・タイプの場合は適用されない。

表59. サーミスタの温度範囲/抵抗範囲

サーミスタの種類	最小値(Ω)	最大値(Ω)	温度の下限($^{\circ}\text{C}$)	温度の上限($^{\circ}\text{C}$)
サーミスタ 44004/44033 2.252k Ω (25°C)	41.9	75.79k	-40	150
サーミスタ 44005/44030 3k Ω (25°C)	55.6	101.0k	-40	150
サーミスタ 44007/44034 5k Ω (25°C)	92.7	168.3k	-40	150
サーミスタ 44006/44031 10k Ω (25°C)	237.0	239.8k	-40	150
サーミスタ 44008/44032 30k Ω (25°C)	550.2	884.6k	-40	150
サーミスタ YSI 400 2.252k Ω (25°C)	6.4	1.66M	-80	250
Spectrum 1003k 1k Ω (25°C)	51.1	39.51k	-50	125
サーミスタ、カスタムのSteinhart-Hart	非該当	非該当	非該当	非該当
サーミスタのカスタム・テーブル	2番目のテーブル入力値	最後のテーブル入力値		

アプリケーション情報

例: シングルエンド・サーミスタ

サーミスタの最も単純な構成はシングルエンド構成です。この構成を使用するサーミスタは、全てのセンサ間で共通のグラウンド (COM) を共有し、それぞれが固有の検出抵抗に接続されています (シングルエンド・サーミスタでは、 R_{SENSE} を共有することはできません)。シングルエンド・サーミスタは図25に示す規則に従います。端子1はグラウンド (COM) に接続し、端子2は CH_{THERM} と検出抵抗に接続します。チャンネル割り当てデータ (表54参照) は、 CH_{THERM} に対応するメモリ位置にマップされます。

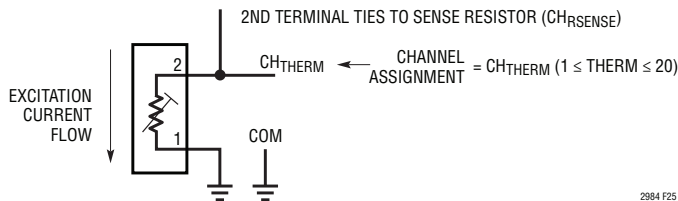


図25. シングルエンド・サーミスタのチャンネル割り当て規則

検出抵抗のチャンネル割り当ては、図26に示す一般的な規則に従います。検出抵抗は CH_{RSENSE} と $CH_{RSENSE-1}$ の間に接続します。ここで、 CH_{RSENSE} はサーミスタの2番目の端子に接続します。チャンネル割り当てデータ (表37参照) は、 CH_{RSENSE} に対応するメモリ位置にマップされます。

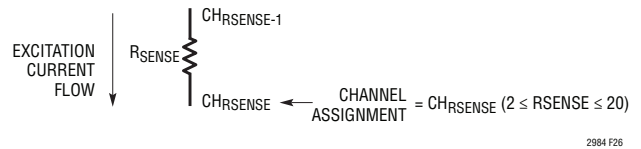


図26. 検出抵抗のチャンネル割り当て規則

シングルエンド・サーミスタを使用する標準的な温度測定システムを図27に示します。この例では、10kΩ (44031タイプ) のサーミスタが10.1kΩの検出抵抗に接続されています。サーミスタはチャンネル CH_5 (メモリ位置0x210~0x213) に割り当てられており、検出抵抗は CH_4 (メモリ位置0x20C~0x20F) に割り当てられています。チャンネル割り当てデータを表60および61に示します。

10000101 をメモリ位置0x000に書き込むことにより、 CH_5 で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01000101になります。結果としての温度 (°C) はメモリ位置0x020~0x023 (CH_5 に対応) から読み出すことができます。

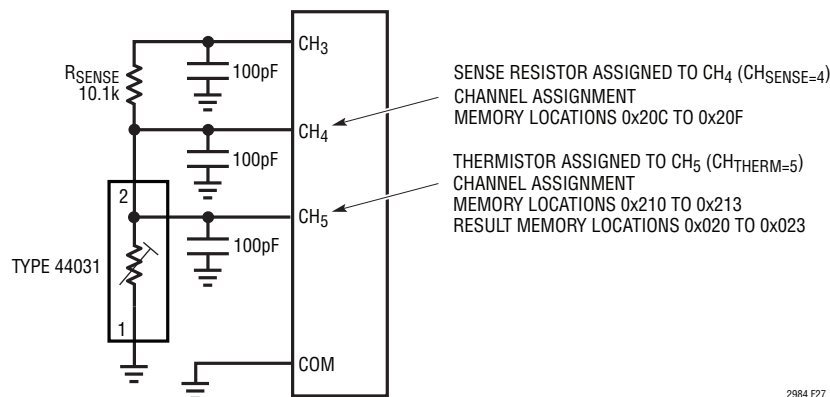


図27. シングルエンド・サーミスタの例

アプリケーション情報

表 60. シングルエンド・サーミスタ (44006/44031 10kΩ (25°C) タイプのサーミスタ、シングルエンド構成、R_{SENSE} は CH₄、
励起電流 1μA) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス 0x210								メモリのアドレス 0x211								メモリのアドレス 0x212								メモリのアドレス 0x213											
(1) サーミスタの種類	44006/44031 10kΩ (25°C)	5	10110	1	0	1	1	0																															
(2) 検出抵抗チャンネルのポインタ	CH ₄	5	00100						0	0	1	0	0																										
(3) センサ構成	シングルエンド	3	100									1	0	0																									
(4) 励起電流	1μA	4	0011											0	0	1	1																						
不使用	これらのビットは 0 にセット	3	000																0	0	0																		
(5) カスタムの RTD のデータ・ポインタ	非カスタム	12	000000000000																		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

表 61. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = 10.1kΩ)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス 0x20C								メモリのアドレス 0x20D								メモリのアドレス 0x20E								メモリのアドレス 0x20F										
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1	1	1	0	1																														
(2) 検出抵抗の値	10.1kΩ	27	0001001110111010000000000000						0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

アプリケーション情報

例: 差動サーミスタ

差動サーミスタ構成では、センサごとに異なるグラウンド検出が可能です。この標準差動構成では、サーミスタごとに1個の検出抵抗を使用します。差動サーミスタは図28に示す規則に従います。端子1はCH_{THERM}に接続してグラウンドに短絡し、端子2はCH_{THERM-1}と検出抵抗に接続します。チャンネル割り当てデータ(表54参照)は、CH_{THERM}に対応するメモリ位置にマップされます。

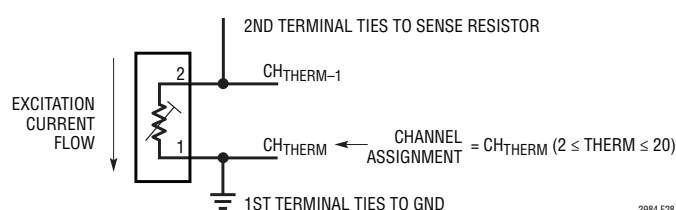


図28. 差動サーミスタのチャンネル割り当て規則

検出抵抗のチャンネル割り当ては、図29に示す一般的な規則に従います。検出抵抗はCH_{RSENSE}とCH_{RSENSE-1}の間に接続します。ここで、CH_{RSENSE}はサーミスタの2番目の端子に接続します。チャンネル割り当てデータ(表37参照)は、CH_{RSENSE}に対応するメモリ位置にマップされます。

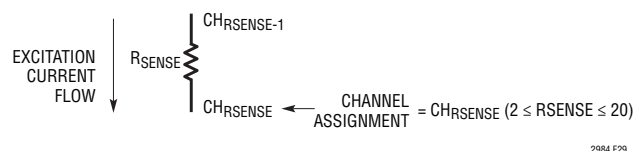


図29. 検出抵抗のチャンネル割り当て規則

差動サーミスタを使用する標準的な温度測定システムを図30に示します。この例では、30kΩ(44032タイプ)のサーミスタが9.99kΩの検出抵抗に接続されています。サーミスタはチャンネルCH13(メモリ位置0x230~0x233)に割り当てられており、検出抵抗はCH11(メモリ位置0x228~0x22B)に割り当てられています。チャンネル割り当てデータを表62および63に示します。

10001101をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH₁₃で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01001101になります。結果としての温度(°C)はメモリ位置0x040~0x043(CH₁₃に対応)から読み出すことができます。

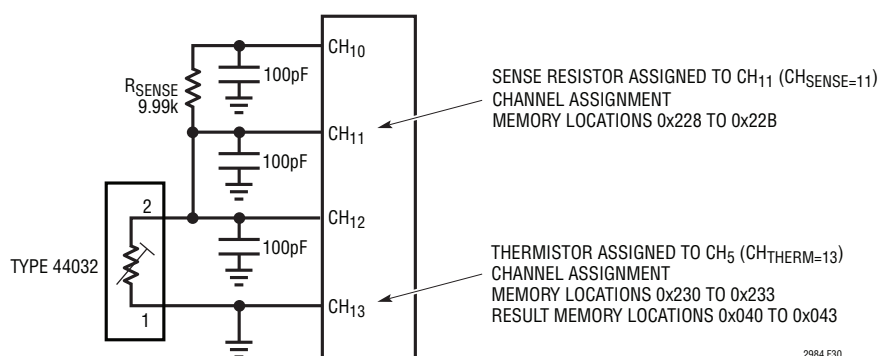


図30. 差動サーミスタの例

アプリケーション情報

表 62. 差動サーミスタ(44008/44032 30kΩ(25°C)タイプのサーミスタ、差動構成、R_{SENSE}はCH₁₁、範囲自動調整の励起電流)のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x230	メモリの アドレス 0x231	メモリの アドレス 0x232	メモリの アドレス 0x233
(1)サーミスタの種類	44008/44032 30kΩ(25°C)	5	10111	1 0 1 1 1			
(2)検出抵抗 チャンネルのポインタ	CH ₁₁	5	01011		0 1 0 1 1		
(3)センサ構成	差動、 共有なし、 反転なし	3	000		0 0 0		
(4)励起電流	範囲自動調整	4	1100			1 1 0 0	
不使用	これらの ビットは0に セット	2	000			0 0 0	
(5)カスタムのRTDの データ・ポインタ	非カスタム	12	000000000000				0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

表 63. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ(値 = 9.99kΩ)

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x228	メモリの アドレス 0x229	メモリの アドレス 0x22A	メモリの アドレス 0x22B
(1)センサの種類	検出抵抗	5	11101	1 1 1 0 1			
(2)検出抵抗の値	9.99kΩ	27	000100111000001100000000000		0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		

アプリケーション情報

例: 共有/反転構成の差動サーミスタ

差動サーミスタ構成では、センサごとに異なる内部グランド検出が可能です。この構成では、1個の検出抵抗を複数のサーミスタに使用できます。差動サーミスタは図31に示す規則に従います。端子1はCH_{THERM}に接続し、端子2はCH_{THERM-1}と検出抵抗に接続します。チャンネル割り当てデータ(表54参照)は、CH_{THERM}に対応するメモリ位置にマップされます。

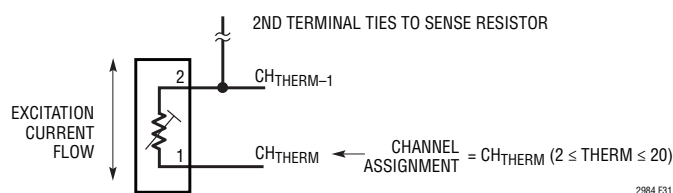


図31. R_{SENSE}を共有するサーミスタのチャンネル割り当て規則

検出抵抗のチャンネル割り当ては、図32に示す一般的な規則に従います。検出抵抗はCH_{RSENSE}とCH_{RSENSE-1}の間に接続します。ここで、CH_{RSENSE}はサーミスタの2番目の端子に接続します。チャンネル割り当てデータ(表37参照)は、CH_{THERM}に対応するメモリ位置にマップされます。

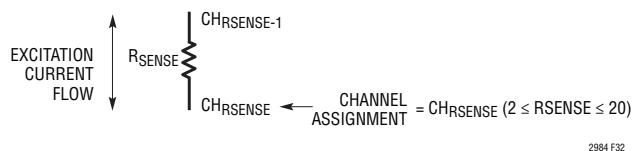


図32. サーミスタの場合の検出抵抗のチャンネル割り当て規則

共有の検出抵抗と、反転/非反転の差動サーミスタを1個ずつ使用する標準的な温度測定システムを図33に示します。この例では、30kΩ(44032タイプ)のサーミスタが10.0kΩの検出抵抗に接続されており、反転/共有型として構成されています。2番目の2.25kΩ(44004タイプ)のサーミスタは非反転/共有型として構成されています。チャンネル割り当てデータを表64～66に示します。

10010010をメモリ位置0x000に書き込むことにより、CH₁₈で変換が開始されます。変換が完了すると、INTERRUPTピンが“H”になり、メモリ位置0x000は01010010になります。結果としての温度(°C)はメモリ位置0x054～0x057(CH₁₆に対応)から読み出すことができます。CH₂₀からの変換も同様に開始して読み出すことができます。

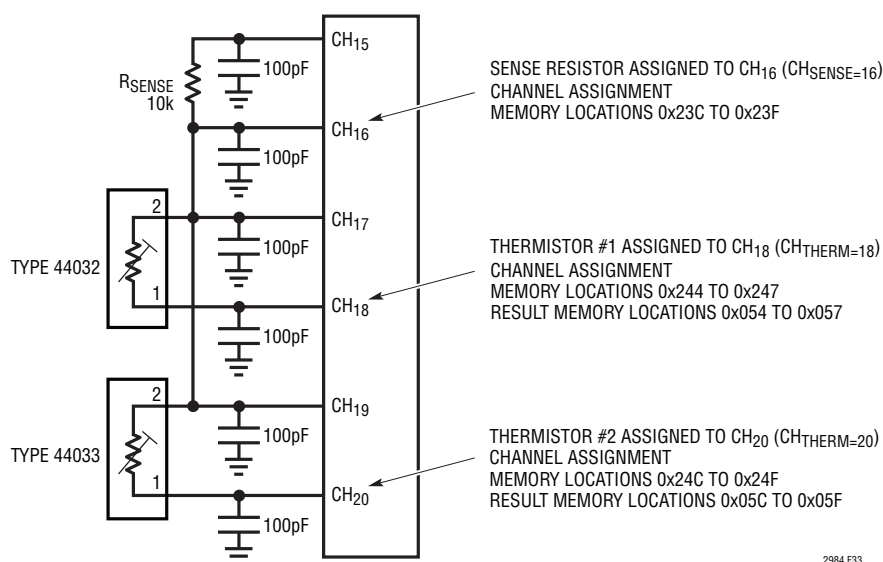


図33. 反転構成および共有構成のサーミスタの例

アプリケーション情報

表 64. 差動サーミスタ (44008/44032 30kΩ (25°C) タイプのサーミスタ、共有および反転ありの差動構成、R_{SENSE} は CH₁₆、励起電流 250nA) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x244	メモリの アドレス 0x245	メモリの アドレス 0x246	メモリの アドレス 0x247
(1) サーミスタの種類	44008/44032 30kΩ (25°C)	5	10111	1 0 1 1 1			
(2) 検出抵抗 チャンネルのポイント	CH ₁₆	5	10000		1 0 0 0 0		
(3) センサ構成	差動、反転 および共有あり	3	001		0 0 1		
(4) 励起電流	励起電流 250nA	4	0001		0 0 0 1		
不使用	これらのビットは 0にセット	3	000			0 0 0	
(5) カスタムの RTD の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000			0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	

表 65. 差動サーミスタ (44004/44033 2.252kΩ (25°C) タイプのサーミスタ、共有ありで反転なしの差動構成、R_{SENSE} は CH₁₆、励起電流 10μA) のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x24C	メモリの アドレス 0x24D	メモリの アドレス 0x24E	メモリの アドレス 0x24F
(1) サーミスタの種類	44004/44033 2.252kΩ (25°C)	5	10011	1 0 0 1 1			
(2) 検出抵抗 チャンネルのポイント	CH ₁₆	5	10000		1 0 0 0 0		
(3) センサ構成	差動、反転なし、 共有あり	3	010		0 1 0		
(4) 励起電流	励起電流 10μA	4	0101		0 1 0 1		
不使用	これらのビットは 0にセット	3	000			0 0 0	
(5) カスタムの RTD の データ・ポイント	非カスタム	12	000000000000			0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	

表 66. 検出抵抗のチャンネル割り当てデータ (値 = 10.0kΩ)

構成フィールド	説明	ビット 数	バイナリ・データ	メモリの アドレス 0x23C	メモリの アドレス 0x23D	メモリの アドレス 0x23E	メモリの アドレス 0x23F
(1) センサの種類	検出抵抗	5	11101	1 1 1 0 1			
(2) 検出抵抗の値	10.0kΩ	27	0001001110001000000000000000		0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		

アプリケーション情報

標準的なアプリケーションによる熱電対の測定

LTC2984は、完全に構成可能な20チャンネルのアナログ入力を内蔵しています。各入力チャンネルはどのセンサ・タイプも受け付けるように構成することができます。複数の熱電対をデジタル化する標準的なアプリケーションを図34に示します。各熱電対には冷接点センサが1個必要であり、各冷接点センサは複数の熱電対で共有することができます。例えば、CH1に接

続している熱電対は、CH2に接続しているダイオードを冷接点センサとして使用することができます。ただし、どのサーミスタ(CH1、CH3、CH5、CH6、CH9、CH10、またはCH16)も任意のダイオード(CH2、CH4、またはCH7)、RTD(CH13、CH14)、またはサーミスタ(CH19、CH20)を冷接点補償素子として使用することができます。LTC2984は熱電対と冷接点センサを両方同時に測定して、結果を°Cまたは°Fで出力します。

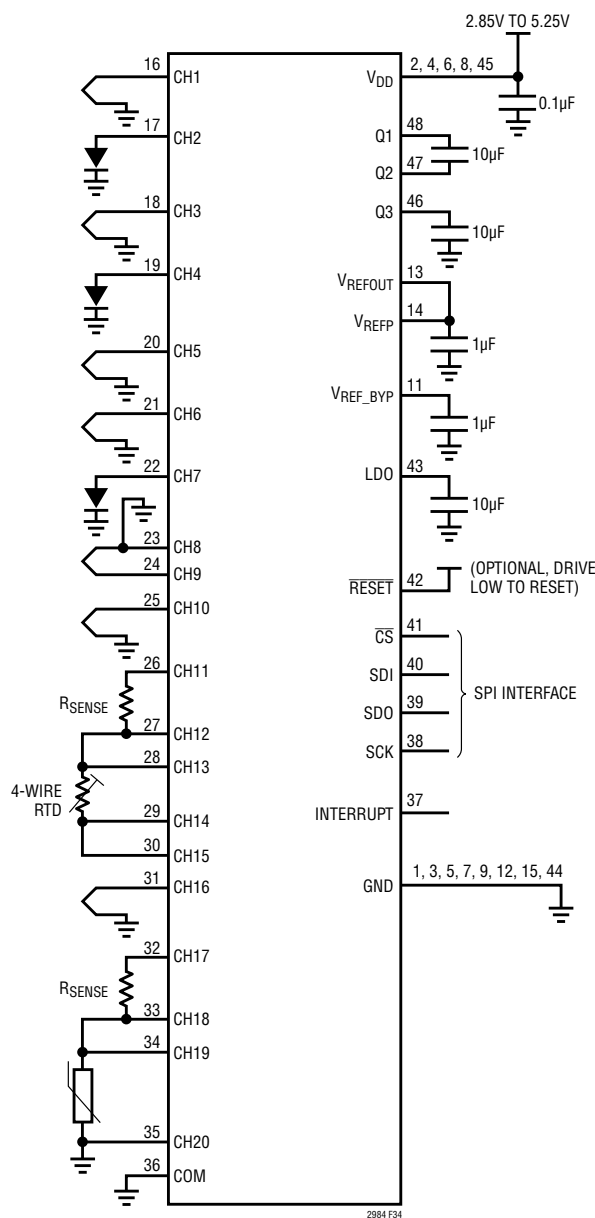


図34. 標準的な熱電対アプリケーション

アプリケーション情報

標準的なアプリケーションによるRTDおよびサーミスタの測定

LTC2984は、完全に構成可能な20チャンネルのアナログ入力を内蔵しています。各入力チャンネルはどのセンサ・タイプも受け付けるように構成することができます。複数のRTDおよびサーミスタをデジタル化する標準的なアプリケーションを図35に示します。各RTD/サーミスタには、複数のセンサで共有できる検出抵抗が必要です。RTDは、2線式、3線式、4線式のいずれで構成しても構いません。例えば、1個の検出抵抗

(CH1、CH2)を1個の4線式RTD(CH4、CH3)、1個の2線式RTD(CH7、CH6)、2個の3線式RTD(CH9、CH8およびCH11、CH10)、および1個のサーミスタ(CH13、CH12)で共有することができます。これはダイオード・センサ(CH15)や熱電対(CH14)と混在させることができます。検出抵抗(CH17、CH16)は、特定のセンサ(この場合は4線式RTD(CH19、CH18))専用にすることもできます。検出抵抗およびRTD/サーミスタの両方に電流を流し、発生した電圧を同時に測定して、結果を°Cまたは°Fで出力します。

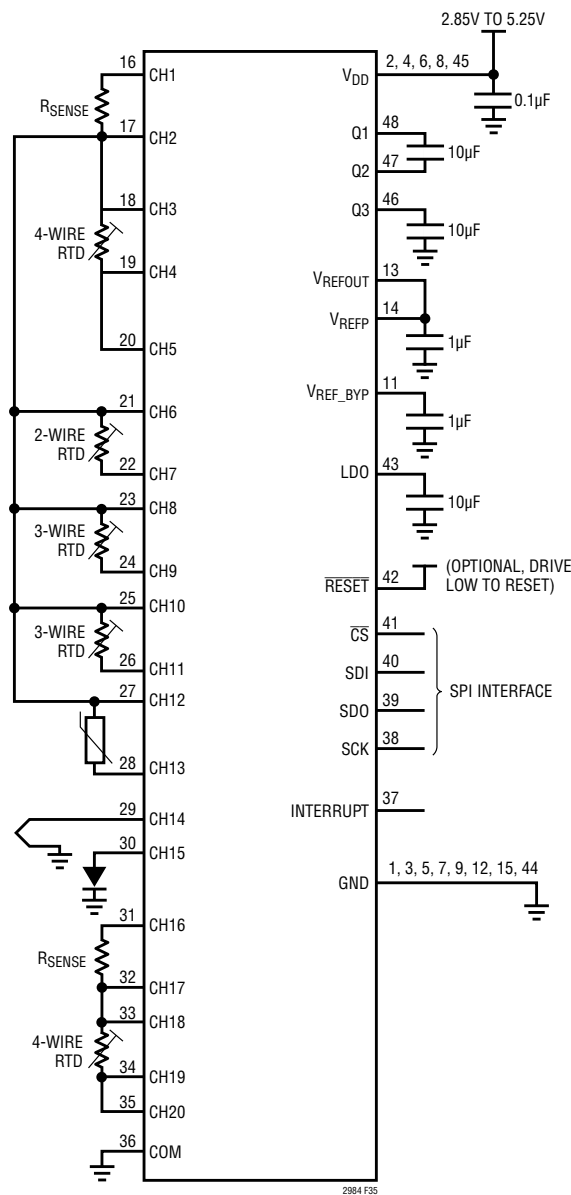


図35. RTD/サーミスタの標準的なアプリケーション

補足情報

直接 A/D 変換による測定

LTC2984は、温度センサの測定以外に、電圧を直接測定することができます。任意のチャンネルを構成して、シングルエンド測定または差動測定を直接行うことができます。直接 A/D 変換のチャンネル割り当ては、図36に示す一般的な規則に従います。32ビットのチャンネル割り当てワードは、入力チャンネルに対応するメモリ位置にプログラミングされます。チャンネル割り当てワードは差動読み出しの場合は0xF000 0000であり、シングルエンドの場合は0xF400 0000です。正の入力チャンネルは、シン

グルエンド・モードでも差動モードでもCH_{ADC}に接続します。シングルエンド測定では、A/Dコンバータの負入力にはCOMですが、差動測定ではCH_{ADC-1}です。シングルエンド測定では、GND - 50mVより高くV_{DD} - 0.3Vより低い任意の電圧でCOMを駆動することができます。

直接 A/D 変換の結果は、変換チャンネルに対応するメモリ位置で読み出すことができます。このデータは32ビット・ワード(表67参照)として表現されますが、上位8ビットはフォルト・ビットで、下位24ビットはA/D変換の読み出し値(V)です。直接

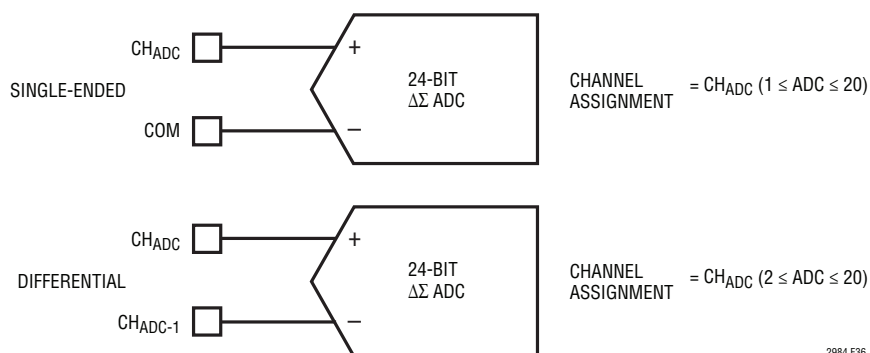


図 36. 直接 A/D 変換のチャンネル割り当て規則

表 67. 直接 A/D 変換の出力形式

	開始アドレス								開始アドレス+1								開始アドレス+2								開始アドレス+3 (終了アドレス)										
	D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0			
	フォルト・データ								符号 MSB								LSB																		
電圧	範囲 ハード	範囲 ハード	非該当	非該当	ソフト 上限 超過	ソフト 下限 超過	ソフト 範囲	有効 常に1	± 2V	1V	0.5V	0.25V	...	整数部								小数部													
>V _{REF}	1	1	0	0	1	0	1	出荷時の設定値である V _{REF} にクランプ																											
1.75 • V _{REF} /2	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1.125 • V _{REF} /2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
V _{REF} /2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
V _{REF} /2 ²²	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
-V _{REF} /2 ²²	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
-V _{REF} /2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
-1.125 • V _{REF}	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
-1.75 • V _{REF}	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
< -V _{REF}	1	1	0	0	0	1	1	1	出荷時の設定値である -V _{REF} にクランプ																										

2984f

補足情報

A/D変換の読み出し値ハード・フォルト・エラーは、デジタル出力をクランプしません。読み出し値が $\pm 1.125 \cdot V_{REF}/2$ より高くなると、LTC2984の通常の精度の範囲を超えてソフト・エラーのフラグが立つので、これらの結果は破棄する必要があります。読み出し値が $\pm 1.75 \cdot V_{REF}/2$ より高くなると、LTC2984の使用可能な範囲を超え、ハード・エラーになるので、破棄する必要があります。

さまざまな電源電圧および温度での差動入力電圧 ($\pm V_{REF}/2$) および同相入力電圧 ($V_{REF}/2$) の標準的な積分非直線性の変化を図37～39に示します。

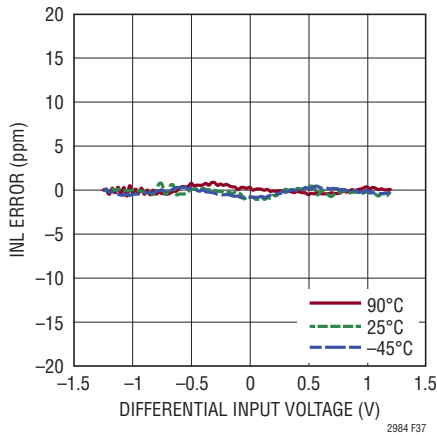


図37. 温度の関数としての積分非直線性 ($V_{DD} = 5.25V$)

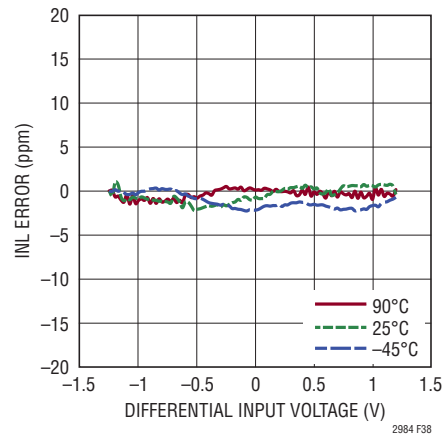


図38. 温度の関数としての積分非直線性 ($V_{DD} = 3.3V$)

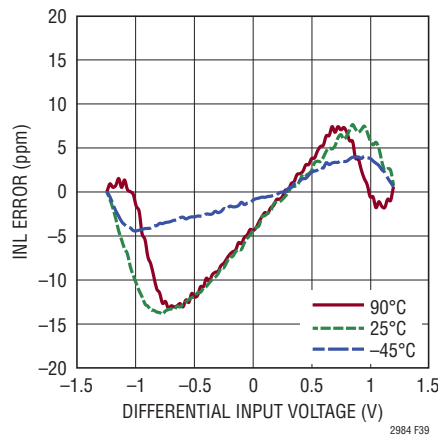


図39. 温度の関数としての積分非直線性 ($V_{DD} = 2.85V$)

補足情報

フォルト保護とアンチエイリアシング

LTC2984のアナログ入力チャンネルには、最大でDC 1nAの電流が流れます。その結果、アンチエイリアシング回路およびフォルト保護回路をLTC2984の入力に直接追加することができます。最も一般的な入力回路はローパス・フィルタで、その抵抗は1k~10k (RTDおよびサーミスタでは励起電流によって制限される)で容量は100pF~0.1μFです。この回路は、熱電対、4線式RTD、LTC2984の間に直接配置することができます。3線式RTDの場合には、保護抵抗間の不整合誤差により性能が低下することがあります。フォルト保護抵抗に起因する誤差を回避するため、入力の保護が必要なサーミスタは、ケルビン・タイプの接続を介してLTC2984に接続する必要があります。

2サイクル変換モードと3サイクル変換モード

LTC2984は、内部変換を複数回実行して、センサの温度を求めます。通常は、温度結果ごとに2回の内部変換サイクルが必要で、最大出力時間は167.2msです。LTC2984は、これら2回のサイクルを使用して、オフセット誤差/オフセット・ドリフト誤差を自動的に除去し、1/fノイズを低減し、整合済みの内部電流源を自動較正し、50/60Hzノイズの同時除去を実現します。

1回の結果につき2回の変換サイクルを実行する他に、LTC2984は、3回目の変換サイクルを活用することにより、いくつかの独自機能も提供します。この場合、最大出力時間は251msであり、2サイクル・モードの利点は全て維持されます(表68参照)。

3サイクル変換モードを利用した機能の1つは、内部開回路検出モードです。通常、熱電対の開回路検出は、高抵抗のプルアップ抵抗を熱電対とV_{DD}の間に追加することによって行います。この方法は、2サイクル変換モード(OC=0)で動作するLTC2984と組み合わせて使用できます。この外付けプルアップ抵抗は、入力保護回路と相互に作用して、温度測定誤差や増大ノイズにつながる可能性があります。これらの問題を解消するには、内部開回路検出モード(OC=1)を選択します。この場合、8msのパルスで電流が流れ、1回の変換サイクル中に安定化することができます。その後、通常の2回の変換サイクルで熱電対が測定されます。熱電対が故障している場合は、この電流パルスによって開回路フォルトになります。

3回の変換サイクルを利用する第2の機能は、サーミスタ励起電流の範囲自動調整です。サーミスタの抵抗値は、変動する桁数が大きいので、高抵抗の動作領域で必要な小電流によって、低抵抗領域での性能が低下します。範囲自動調整モードでは、最初の変換サイクル中にテスト電流を流し、サーミスタの抵抗状態に最適の電流を求めます。その後、その電流を使用して、通常の2サイクル測定を使用したサーミスタ測定を行います。3サイクルのサーミスタ測定を2サイクルの熱電対測定の冷接点センサとして使用した場合、熱電対の変換結果は3サイクル後に利用できるようになります。

3回目の変換サイクルを必要とする第3の機能は、3電流ダイオード測定です。このモードでは、比率をとった3種類の電流を外付けダイオードに流すことで、寄生リード線抵抗効果を打ち消します。これが役立つのは、ダイオードが離れた場所に配置されており、大きな未知の寄生リード線抵抗を打ち消す必要があるアプリケーションです。3サイクルのダイオード測定またはサーミスタ測定を2サイクルの熱電対測定の冷接点センサとして使用した場合、熱電対の変換結果は3サイクル後に利用できるようになります。

表 68. 2サイクル変換モードと3サイクル変換モード

センサの種類	構成	変換サイクル数	最大出力時間
熱電対	OC = 0	2	167.2ms
RTD	全て	2	167.2ms
サーミスタ	電流の範囲自動調整なし	2	167.2ms
ダイオード	2回読み出し	2	167.2ms
熱電対	OC = 1	3	251ms
熱電対	OC = 0、3サイクル冷接点	3	251ms
サーミスタ	電流の範囲自動調整あり	3	251ms
ダイオード	3回読み出し	3	251ms

補足情報

複数のチャンネルでの変換の連続的実行

通常、変換開始状態では、メモリ位置0x000に書き込まれるチャンネル番号(ビットB[4:0] = 00001 ~ 10100)によって決まる1つの入力チャンネル上で変換測定が始まります。複数回の連続変換を開始するには、メモリ位置0にビットB[4:0]=00000を書き込みます。変換は、マスク・レジスタで選択された各チャンネル上で開始されます(表69参照)。

例えば、表70に示すマスク・データを使用した場合は、メモリ位置0に1000000が書き込まれた後に、CH20、CH19、CH16、およびCH1で変換が連続的に開始されます。変換が始まると、INTERRUPTピンは“L”になり、全ての変換が完了するまで“L”に保持されます。割り当てデータの無いチャンネルにマスク・レジスタが設定されている場合、その変換はスキップされます。全ての結果は変換結果のメモリ位置に格納され、測定サイクルの終了時に読み出すことができます。

スリープ・モードの開始/終了

LTC2984は、メモリ位置0x000に0x97を書き込むことにより、スリープ・モードにすることができます。メモリ書き込み後の \overline{CS} の立ち上がりエッジ(図2参照)で、デバイスは低消費電力のスリープ状態に入ります。デバイスは \overline{CS} が“L”になるまで、または \overline{RESET} がアサートされるまでスリープ状態のままです。これら2つの信号のいずれかがアサートされると、LTC2984はこのデータシートの「状態1: 起動」セクションに記載した起動サイクルを開始します。

MUX構成の遅延

LTC2984は、1回の温度結果につき2回または3回の内部変換サイクルを実行します。各変換サイクルは、異なる励起構成および入力マルチプレクサ構成で実行されます。各変換の前に、これらの励起回路と入力スイッチ構成が変更され、1ms(標準)の内部遅延により、ほとんどの場合は変換サイクル前に安定状態を確保できます。

表 69. 複数変換のマスク・レジスタ

メモリ位置	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0x0F4		予備						
0x0F5					CH20	CH19	CH18	CH17
0x0F6	CH16	CH15	CH14	CH13	CH12	CH11	CH10	CH9
0x0F7	CH8	CH7	CH6	CH5	CH4	CH3	CH2	CH1

表 20. CH20、CH19、CH16、およびCH1を選択したマスク・レジスタの例

メモリ位置	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0x0F4		予備						
0x0F5					1	1	0	0
0x0F6	1	0	0	0	0	0	0	0
0x0F7	0	0	0	0	0	0	0	1

補足情報

過剰なRC時定数が外部センサ回路に存在する場合(サーミスタまたはRTDに大容量のバイパス・コンデンサを使用している場合)は、電流源の励起とMUX切り替えの間のセtring時間を長くすることができます。この追加の遅延は、MUX構成遅延レジスタ(メモリ位置:0x0FF)に書き込む値によって決まります。このメモリ位置に書き込まれる値に100μsが乗算されるため、追加のMUX遅延の最大値は25.5ms(すなわち、0xFF = 255 • 100μs)になります。

グローバル構成レジスタ

LTC2984は、グローバル構成レジスタ(メモリ位置:0x0F0、図40参照)を内蔵しています。このレジスタを使用して、デジタル・フィルタのノッチ周波数と温度結果の形式(°Cまたは°F)を設定します。デフォルトの設定は50/60Hz同時除去です(1msのMUX遅延で75dBの除去比)。60Hzの除去比を高くすること(除去比120dB)が必要な場合は、メモリ位置0x0F0に0x01を書き込みます。50Hzの除去比を高くすること(除去比120dB)が必要な場合は、メモリ位置0x0F0に0x02を書き込みます。

LTC2984が通知するデフォルトの温度単位は°Cです。メモリ位置0x0F0のビット3を1にセットすれば、通知温度を°Fで出力することもできます。その他のグローバル構成ビットは全て0にセットしてください。

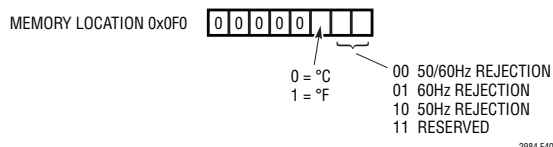


図40. グローバル構成レジスタ

リファレンスに関する検討事項

LTC2984をPC基板に半田付けするときの機械的応力が原因で、出力電圧リファレンスにずれが生じて、温度係数が変化することがあります。これら2つの変化の間に相関はありません。例えば、電圧がずれても温度係数は変化しないことがあります。応力に関連したずれの影響を低減するには、リファレンスをPC基板の短辺付近または隅に取り付けます。

カスタムの熱電対

標準の熱電対をデジタル化する他に、LTC2984はユーザーがプログラム可能なカスタムの熱電対(熱電対タイプ=0b01001、表12参照)もデジタル化することができます。カスタムのセンサ・データ(最小3対、最大64対)は、メモリ内に連続して置かれており、6バイト・ブロックの単調増加テーブル・データがmVと温度として並べられています(表71参照)。

表71. カスタムの熱電対のテーブル・データ形式

アドレス	バイト0	バイト1	バイト2	バイト3	バイト4	バイト5
0x250 + 6* 開始アドレス	テーブル入力値#1 (mV)		テーブル入力値#1 (ケルビン)			
0x250 + 6* 開始アドレス+6	テーブル入力値#2 (mV)		テーブル入力値#2 (ケルビン)			
0x250 + 6* 開始アドレス+12	テーブル入力値#3 (mV)		テーブル入力値#3 (ケルビン)			
•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	
•	•	•	•	•	•	
最大アドレス = 0x3CA	テーブル入力値#64 (mV)		テーブル入力値#64 (ケルビン)			

カスタムの熱電対の例

この例では、簡略化した熱電対曲線を実装しています(図41参照)。点P1~P9は、カスタムの熱電対の通常の動作範囲を表します。電圧の読み出し値が点P9より高いとソフト・フォルトになるので、通知される温度は点P8とP9(表72の最後の

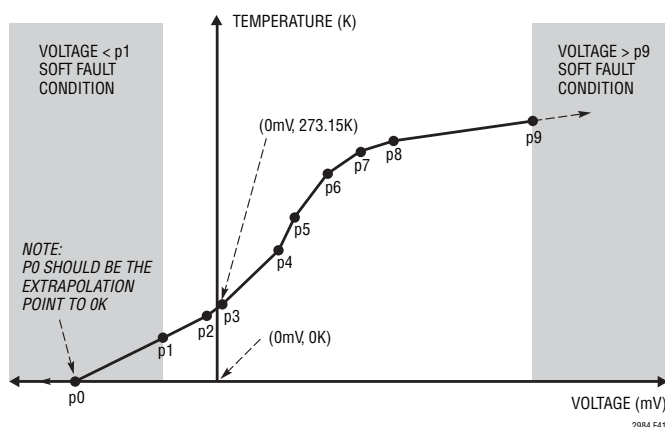


図41. カスタムの熱電対の例 (mVとケルビン)

カスタムの熱電対

2つのテーブル入力値)によって決まる傾きを使用した線形外挿値です。電圧の読み出し値が点P1より低い場合もソフト・フォルトとして通知されます。通知される温度は点P1とP0の間の外挿値です。ここでP0は通常、0ケルビンでのセンサ出力電圧です。P0が0ケルビンより高い場合は、センサ出力電圧(mV)がP0より低いと、必ず0ケルビンと通知されます。

カスタムの熱電対テーブルを使用してLTC2984をプログラムするため、mVデータとケルビン・データは、両方とも24ビットのバイナリ値(3バイトのテーブル入力値2つで表現)に変換されます。ほとんどの熱電対は負の出力電圧を発生するので、LTC2984に入力されるmV値は2の補数です。センサ出力電圧(単位:mV)は、表73に示す規則に従います。先頭ビットは符号、次の9ビットは整数部、残りの14ビットは小数部です。

表 72. 熱電対の mV データとケルビン (K) データのメモリ・マップの例

点	センサ出力電圧 (mV)	ケルビン温度	開始アドレス	終了アドレス	バイト0	バイト1	バイト2	バイト3	バイト4	バイト5
P0	-50.22	0	0x250	0x255						
P1	-30.2	99.1	0x256	0x25B						
P2	-5.3	135.4	0x25C	0x261						
P3	0	273.15	0x262	0x267						
P4	40.2	361.2	0x268	0x26D	mVデータ			温度データ		
P5	55.3	522.1	0x26E	0x273	(表 73 参照)			(表 74 参照)		
P6	88.3	720.3	0x274	0x279						
P7	132.2	811.2	0x27A	0x27F						
P8	188.7	922.5	0x280	0x285						
P9	460.4	1000	0x286	0x28B						

表 73. 熱電対の出力電圧値の例 (mV)

mV	バイト0									バイト1							バイト2							
	符号	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	2 ⁻⁶	2 ⁻⁷	2 ⁻⁸	2 ⁻⁹	2 ⁻¹⁰	2 ⁻¹¹	2 ⁻¹²	2 ⁻¹³	2 ⁻¹⁴
-50.22	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
-30.2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
-5.3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40.2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
55.3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
88.3	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
132.2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
188.7	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
460.4	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1

カスタムの熱電対

温度フィールドを簡略化するため、温度の値は符号なしの値としてケルビン単位で入力されますが、LTC2984によって通知される最後の温度は°Cまたは°F単位で通知されます。センサ温度(ケルビン)は表74に示す規則に従います。ここで、先頭の14ビットは整数部であり、残りの10ビットは小数部です。

この例では、CH1に接続されているカスタムの熱電対を、表75に示すチャンネル割り当てデータを使用して(CH2の冷接点センサと一緒に)プログラムします(類似の形式は図9参照)。

この場合、カスタム・データはメモリ位置0x250から始まります(開始アドレスは0)。開始アドレス(0x250からのオフセット)は、チャンネル割り当てデータのカスタムの熱電対データ・ポインタ・フィールドに入力されます。テーブル・データ長-1(この例では9)が、熱電対のチャンネル割り当てワードのカスタムの熱電対データ長フィールドに入力されます。6バイトの入力値の数が10である表72を参照してください。

表74. 熱電対の温度値の例

	バイト3									バイト4							バイト5							
	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
温度	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	2 ⁻⁶	2 ⁻⁷	2 ⁻⁸	2 ⁻⁹	2 ⁻¹⁰
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99.1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
135.4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
273.15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
361.2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
522.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
720.3	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
811.2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
922.5	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表75. カスタムの熱電対のチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス200	メモリのアドレス201	メモリのアドレス202	メモリのアドレス203																		
(1) 熱電対の種類	カスタム	5	01001	0	1	0	0	1																	
(2) 冷接点チャンネルのポインタ	CH2	5	00010						0	0	0	1	0												
(3) センサ構成	シングルエンド、開回路電流10μA	4	1100																						
不使用	これらのビットは0にセット	6	000000																						
(4) カスタムの熱電対のデータ・ポインタ	開始アドレス=0 (0x250に開始)	6	000000																						
カスタムの熱電対データ長-1	データ長-1=9 (10対の入力値)	6	001010																						

カスタムのRTD

標準のRTDをデジタル化する他に、LTC2984はカスタムのRTD (RTDタイプ=0b10010、表30参照)もデジタル化することができます。カスタムのセンサ・データ(最小3対、最大64対)は、メモリ内に連続的に置かれており、6バイト・ブロックの単調増加テーブル・データが Ω と温度として並べられています(表76参照)。

表 76. カスタムRTD/サーミスタのテーブル・データ形式

アドレス	バイト0	バイト1	バイト2	バイト3	バイト4	バイト5
0x250 + 6* 開始アドレス	テーブル入力値#1(Ω)		テーブル入力値#1(ケルビン)			
0x250 + 6* 開始アドレス+6	テーブル入力値#2(Ω)		テーブル入力値#2(ケルビン)			
0x250 + 6* 開始アドレス+12	テーブル入力値#3(Ω)		テーブル入力値#3(ケルビン)			
•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•
最大アドレス = 0x3CA	テーブル入力値#64(Ω)		テーブル入力値#64(ケルビン)			

カスタムのRTDの例

この例では、簡略化したRTD曲線を実装しています(図42参照)。点P1~P9は、カスタムのRTDの通常の動作範囲を表します。抵抗の読み出し値が点P9より高いとソフト・フォルトになるので、通知される温度は点P8とP9(最後の2つのテーブル入力値)によって決まる傾きを使用した線形外挿値です。抵抗の読み出し値が点P1より低い場合もソフト・フォルトとして通知されます。通知される温度は点P1とP0の間の外挿値です。ここでP0は0 Ω でのセンサ出力温度です(この点は点P1より低い値を適正に補間した場合0 Ω になる必要があります)。

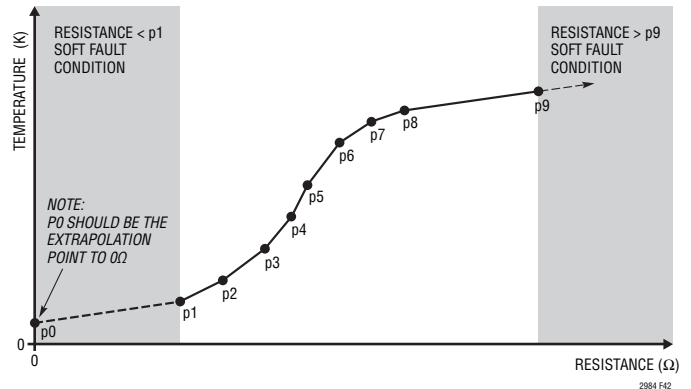


図 42. カスタムのRTDの例(Ω とケルビン)

カスタムのRTD

カスタムのRTDテーブル・データの形式は Ω (センサの出力抵抗)とケルビンです(表77参照)。各テーブル入力値対の範囲は6バイトです。先頭のデータ・セットの開始メモリ位置は0x250以上、終了メモリ位置は0x3CF以下であれば任意です。

カスタムのRTDテーブルを使用してLTC2984をプログラムするため、抵抗値データとケルビン・データは、両方とも24ビットのバイナリ値に変換されます。センサ出力抵抗(単位: Ω)は、

表78に示す規則に従います。先頭の13ビットは整数部であり、残りの11ビットは小数部です。

温度フィールドを簡略化するため、温度の値は符号なしの値としてケルビン単位で入力されますが、LTC2984によって通知される最後の温度は $^{\circ}\text{C}$ または $^{\circ}\text{F}$ 単位で通知されます。センサ温度(ケルビン)は表79に示す規則に従います。ここで、先頭の14ビットは整数部であり、残りの10ビットは小数部です。

表 77. RTDの抵抗データとケルビン・データのメモリ・マップの例

点	センサ出力抵抗 (Ω)	温度(K)	開始アドレス	終了アドレス	バイト1	バイト2	バイト3	バイト1	バイト2	バイト3
P0	0	112.3	0x28C	0x291						
P1	80	200.56	0x292	0x297						
P2	150	273.16	0x298	0x29D						
P3	257.36	377.25	0x29E	0x2A3						
P4	339.22	489.66	0x2A4	0x2A9	抵抗データ			温度データ		
P5	388.26	595.22	0x2AA	0x2AF						
P6	512.99	697.87	0x2B0	0x2B5						
P7	662.3	765.14	0x2B6	0x2BB						
P8	743.5	801.22	0x2BC	0x2C1						
P9	2001.89	900.5	0x2C2	0x2C7						

表 78. RTDの抵抗値の例

	バイト1										バイト2						バイト3							
	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
抵抗	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}	2^{-8}	2^{-9}	2^{-10}	2^{-11}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
257.36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
339.22	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	
388.26	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	
512.99	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	
662.3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	
743.5	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2001.89	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	

カスタムのRTD

この例では、CH12/13に接続されているカスタムのRTDを、表80に示すチャンネル割り当てデータを使用して(CH10/11の検出抵抗と一緒に)プログラムします(類似の形式は図18参照)。この場合、カスタム・データはメモリ位置0x28Cから始まります(開始アドレスは10)。開始アドレス(0x250からのオフ

セット)は、チャンネル割り当てデータのカスタムのRTDデータ・ポインタ・フィールドに入力されます。テーブル・データ長-1(この例では9)が、RTDのチャンネル割り当てワードのカスタムのRTDデータ長フィールドに入力されます。対になった入力値の数の合計が10である表76を参照してください。

表 79. RTD の温度値の例

	バイト1									バイト2								バイト3							
	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
温度	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	2 ⁻⁶	2 ⁻⁷	2 ⁻⁸	2 ⁻⁹	2 ⁻¹⁰	
112.3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1		
200.56	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	
273.16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	
377.25	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
489.66	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	
595.22	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
697.87	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	
765.14	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	
801.22	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
900.5	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 80. カスタムのRTDのチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス230	メモリのアドレス231	メモリのアドレス232	メモリのアドレス233																					
(1) RTDの種類	カスタム	5	10010	1	0	0	1	0																				
(2) 検出抵抗チャンネルのポインタ	CH ₁₁	5	01011						0	1	0	1	1															
(3) センサ構成	4線式、反転なし、共有なし	4	1000											1	0	0	0											
(4) 励起電流	25μA	4	0011														0	0	1	1								
(5) 規格	カスタムの場合には不使用	2	00																0	0								
(6) カスタムのRTDのデータ・ポインタ	開始アドレス = 10	6	001010																0	0	1	0	1	0				
(6) カスタムのRTDのデータ長-1	データ長-1 = 9 10対の入力値	6	001001																				0	0	1	0	0	1

カスタムのサーミスタ

標準のサーミスタをデジタル化する他に、LTC2984はカスタムのサーミスタ(サーミスタ・タイプ=0b11011、表55参照)もデジタル化することができます。カスタムのセンサ・データ(最小3対、最大64対)は、メモリ内に連続的に置かれており、6バイト・ブロックの単調増加テーブル・データが Ω と温度として並べられています(表76参照)。

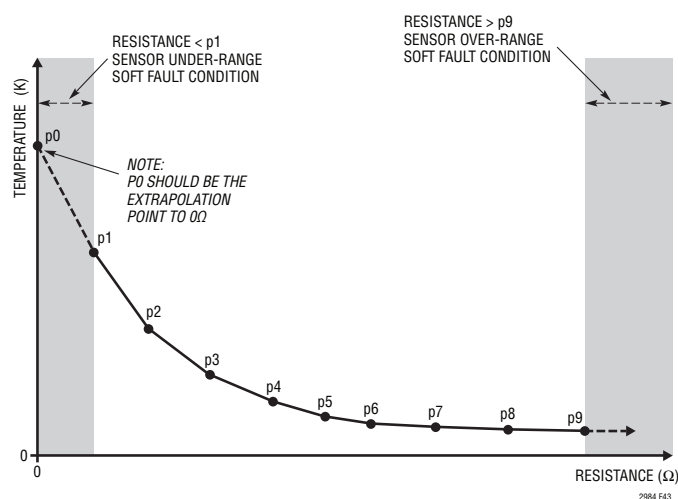


図43. カスタムのNTCサーミスタの例(Ω とケルビン)

カスタムのサーミスタ・テーブルの例

この例では、簡略化したNTC(負の温度係数)サーミスタ曲線を実装しています(図43参照)。点P1～P9は、カスタムのサーミスタの通常動作範囲を表します。抵抗の読み出し値が点P9より高いとソフト・フォルトになるので、通知される温度は点P8とP9(最後の2つのテーブル入力値)によって決まる傾きを使用した線形外挿値です。抵抗の読み出し値が点P1より低い場合もソフト・フォルトとして通知されます。通知される温度は点P1とP0の間の外挿値です。ここでP0は0 Ω でのセンサ出力温度です(この点は点P1より低い値を適正に補間した場合0 Ω になる必要があります)。

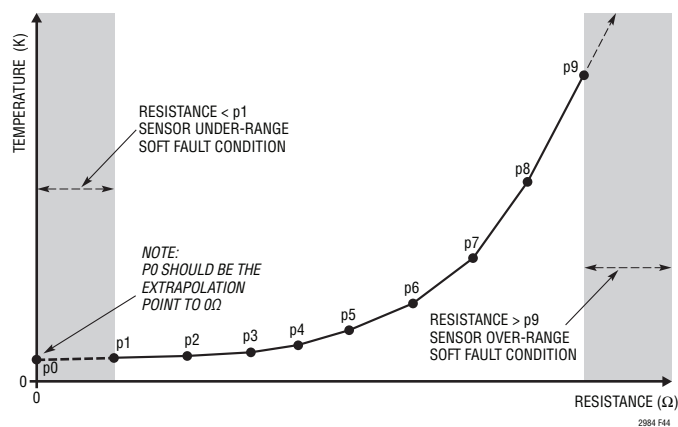


図44. カスタムのPTCサーミスタの例(Ω とケルビン)

カスタムのサーミスタ

NTCタイプのサーミスタの他に、PTC (正の温度係数)タイプのサーミスタを実装することもできます(図44 参照)。どちらの場合も、テーブル入力値は最小の抵抗値で始まり、最大の抵抗値で終わります。

カスタムのサーミスタのテーブル・データの形式は Ω (センサの出力抵抗)とケルビンです(表81 参照)。各テーブル入力値対の範囲は6バイトです。先頭のデータ一式の開始メモリ位置は0x250 以上、終了メモリ位置は0x3CF 未満であれば任意です。

カスタムのサーミスタ・テーブルを使用してLTC2984をプログラムするため、抵抗値データとケルビン・データは、両方とも24ビットのバイナリ値に変換されます。センサ出力抵抗(単位: Ω)は、表82に示す規則に従います。先頭の20ビットは整数部であり、残りの4ビットは小数部です。

表 81. NTCサーミスタの抵抗データとケルビン・データのメモリ・マップの例

点	センサ出力抵抗 (Ω)	温度(K)	開始 アドレス	終了 アドレス	バイト1	バイト2	バイト3	バイト1	バイト2	バイト3
P0	0	457.5	0x2C8	0x2CD						
P1	80	400.2	0x2CE	0x2D3						
P2	184	372.3	0x2D4	0x2D9						
P3	423.2	320.1	0x2DA	0x2DF						
P4	973.36	290.55	0x2E0	0x2E5	抵抗データ			温度データ		
P5	2238.728	249.32	0x2E6	0x2EB						
P6	5149.0744	240.3	0x2EC	0x2F1						
P7	26775.18688	230	0x2F2	0x2F7						
P8	139230.9718	215.3	0x2F8	0x2FD						
P9	724001.0532	200	0x2FE	0x303						

表 82. サーミスタの抵抗値の例

	バイト1								バイト2								バイト3							
	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
抵抗	2^{19}	2^{18}	2^{17}	2^{16}	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
423.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
973.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
2238.728	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
5149.074	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
26775.19	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1
139231	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
724001.1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1

カスタムのサーミスタ

温度フィールドを簡略化するため、温度の値は符号なしの値としてケルビン単位で入力されますが、LTC2984によって通知される最後の温度は°Cまたは°F単位で通知されます。センサ温度(ケルビン)は表83に示す規則に従います。ここで、先頭の14ビットは整数部であり、残りの10ビットは小数部です。

この例では、CH5に接続されているカスタムのサーミスタを、表84に示すチャンネル割り当てデータを使用して(CH3/4の検

出抵抗と一緒に)プログラムします(類似の形式は図27参照)。この場合、カスタム・データはメモリ位置0x2C8から始まります(開始アドレスは20)。開始アドレス(0x250からのオフセット)は、チャンネル割り当てデータのカスタムのサーミスタ・データ・ポイント・フィールドに入力されます。テーブル・データ長-1(この例では9)が、サーミスタのチャンネル割り当てワードのカスタムのサーミスタ・データ長フィールドに入力されます。

表 83. サーミスタの温度値の例

	バイト1									バイト2								バイト3						
	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
温度	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	2 ⁻⁶	2 ⁻⁷	2 ⁻⁸	2 ⁻⁹	2 ⁻¹⁰
457.5	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400.2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
372.3	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
320.1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
290.55	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
249.32	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
240.3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
230	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
215.3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
200	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 84. カスタムのサーミスタのチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス210	メモリのアドレス211	メモリのアドレス212	メモリのアドレス213																				
(1) サーミスタの種類	カスタム・テーブル	5	11011	1	1	0	1	1																			
(2) 検出抵抗チャンネルのポイント	CH4	5	00100						0	0	1	0	0														
(3) センサ構成	シングルエンド	3	100											1	0	0											
(4) 励起電流	1μA	4	0011													0	0	1	1								
不使用	これらのビットは0にセット	2	00														0	0	0								
(5) カスタムのサーミスタ・データ・ポイント	開始アドレス = 20	6	010100																0	1	0	1	0	0			
(5) カスタムのサーミスタのデータ長-1	長さ-1 = 9	6	001001																			0	0	1	0	0	1

カスタムのサーミスタ

カスタム・テーブル駆動のサーミスタの他に、Steinhart-Hart 係数を LTC2984 に直接入力することもできます (サーミスタ・タイプ 11010、表 55 参照)。Steinhart-Hart 係数は、一般的に規定されているパラメータで、サーミスタのメーカーによって提供されます。Steinhart-Hart の式は次のとおりです。

$$\frac{1}{T} = A + B \cdot \ln(R) + C \cdot \ln(R)^2 + D \cdot \ln(R)^3 + E \cdot \ln(R)^4 + F \cdot \ln(R)^5$$

Steinhart-Hart のデータは、0x250 以上 0x3CF 未満の任意のメモリ位置に連続して格納されます。各係数は、標準的な単精度 IEEE754 の 32 ビット値で表されます (表 85 参照)。

カスタムの Steinhart-Hart サーミスタの例

この例では、位置 0x300 から始まるメモリに Steinhart-Hart の式を入力します (表 86 参照)。

表 85. Steinhart-Hart のカスタムのサーミスタ・データ形式

アドレス	係数	値
0x250 + 4 * 開始アドレス	A	32ビットの単精度浮動小数点形式
0x250 + 4 * 開始アドレス + 4	B	32ビットの単精度浮動小数点形式
0x250 + 4 * 開始アドレス + 8	C	32ビットの単精度浮動小数点形式
0x250 + 4 * 開始アドレス + 12	D	32ビットの単精度浮動小数点形式
0x250 + 4 * 開始アドレス + 16	E	32ビットの単精度浮動小数点形式
0x250 + 4 * 開始アドレス + 20	F	32ビットの単精度浮動小数点形式

表 86. カスタムの Steinhart-Hart データの例

係数	値	開始アドレス	符号	指数								仮数																								
				MSB	LSB						MSB	LSB																								
A	1.45E-03	0x300	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	
B	2.68E-04	0x304	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	
C	0	0x308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	1.64E-07	0x30C	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	
E	0	0x310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0x314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

カスタムのサーミスタ

CH5に接続されているカスタムのサーミスタを、表87に示すチャンネル割り当てデータを使用して(CH3/4の検出抵抗と一緒に)プログラムします(類似の形式は図27参照)。この場合、カスタム・データはメモリ位置0x300から始まります(開始アド

レスは30)。開始アドレス(0x250からのオフセット)は、チャンネル割り当てデータのカスタムのサーミスタ・データ・ポインタ・フィールドに入力されます。データ長(0に設定)は、常に6つの32ビット浮動小数点ワードです。

表 87. カスタムのSteinhart-Hartのチャンネル割り当てデータ

構成フィールド	説明	ビット数	バイナリ・データ	メモリのアドレス210	メモリのアドレス211	メモリのアドレス212	メモリのアドレス213
(1)サーミスタの種類	カスタムのSteinhart-Hart	5	11010	1 1 0 1 0			
(2)検出抵抗チャンネルのポインタ	CH4	5	00100		0 0 1 0 0		
(3)センサ構成	シングルエンド	3	100		1 0 0		
(4)励起電流	1 μ A	4	0011		0 0 1 1		
不使用	これらのビットは0にセット	2	00			0 0 0	
(5)カスタムのサーミスタ・データ・ポインタ	開始アドレス = 30	6	011110			0 1 1 1 1 0	
(5)カスタムのSteinhart-Hart長は常に0に設定	6つの32ビット・ワードに固定	6	000000				0 0 0 0 0 0

カスタムのサーミスタ

汎用のセンサ・ハードウェア

LTC2984は、汎用の温度測定デバイスとして構成することができます。1個のLTC2984に最大4組の汎用入力を加えることができます。これらの各組は、基板上のハードウェアを変更することなく、3線式RTD、4線式RTD、サーミスタ、または熱電対を直接デジタル化することができます(図45参照)。各センサはA/Dコンバータの4つの同じ入力を共有できるので、保護回路/フィルタ回路はソフトウェア変更(新しいチャネル割り当てデータ)だけで構成されます。1つの検出抵抗と冷接点センサは、4列のセンサ全ての間で共有されます。

LTC2984には、ソフトウェアで構成できる柔軟な入力モードが多数組み込まれています。4つの共通入力を4種類の全センサで共有するには、各センサに固有の構成ビットが必要です(表88参照)。3線式RTDは R_{SENSE} を共有して構成し、4線式RTDおよびサーミスタは共有型あるいは反転型として構成し、熱電対は内部グラウンドとの差動として構成し、ダイオードはシングルエンドとして構成します。

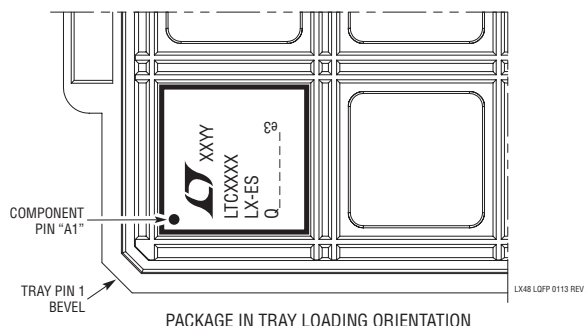
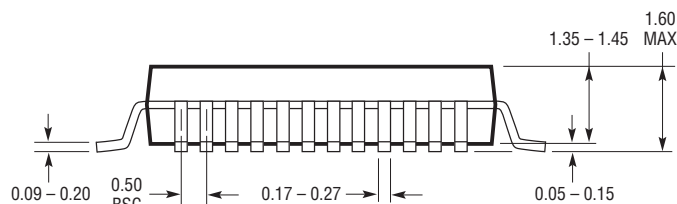
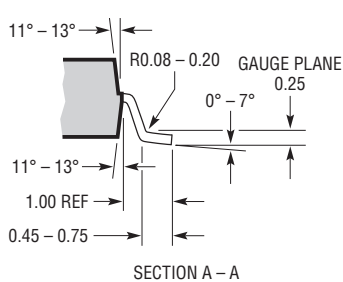
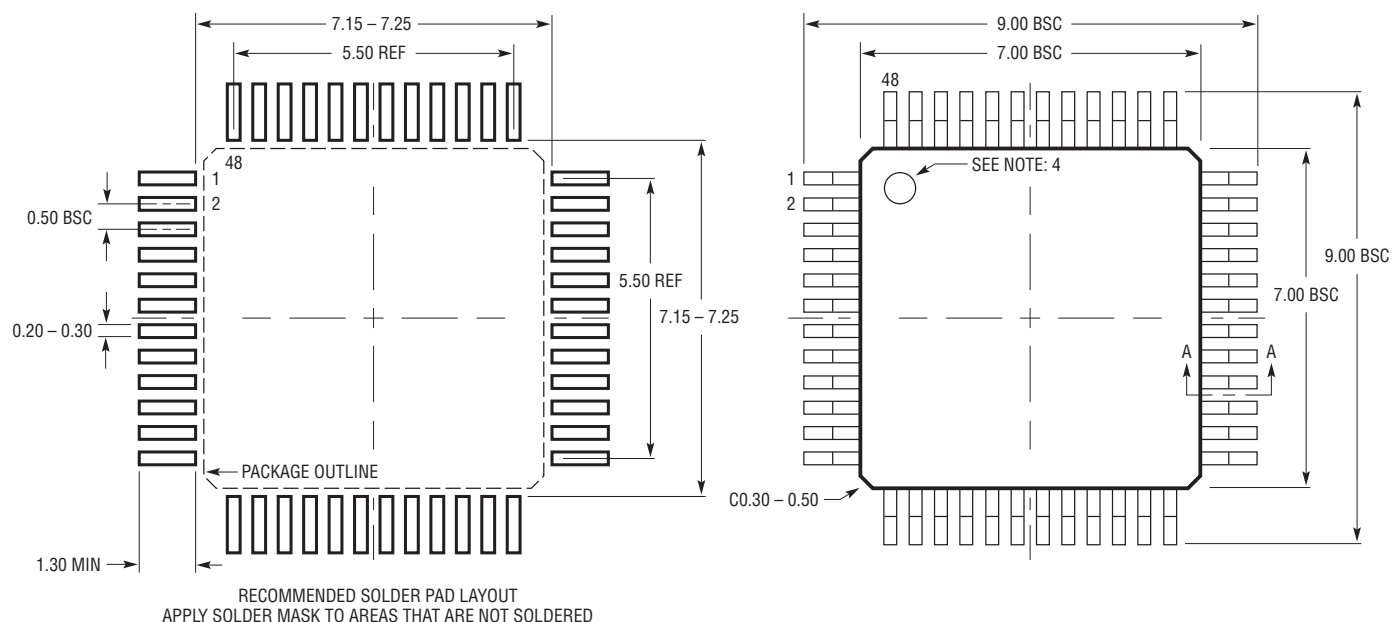
表 88. 汎用接続向けのセンサ構成

センサの種類	構成オプション	構成ビット	参照先
3線式RTD	共有	B18 = 1, B19 = 0	表32
4線式RTD	共有	B18 = 1, B19 = 0	表32
4線式RTD	反転	B18 = 0, B19 = 1	表32
サーミスタ	共有	B19 = 0, B20 = 1	表56
サーミスタ	反転	B19 = 1, B20 = 0	表56
熱電対	シングルエンド	B21 = 1	表18
ダイオード	シングルエンド	B26 = 1	表21

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。

LX Package
48-Lead Plastic LQFP (7mm × 7mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1760 Rev A)



- 注記：
1. パッケージ寸法は JEDEC #MS-026 のパッケージ外形に適合
 2. 寸法はミリメートル
 3. 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 0.25mm を超えないこと
 4. ピン 1 の識別マークはモールドのくぼみ、直径 0.50mm
 5. 図は実寸とは異なる

標準的応用例

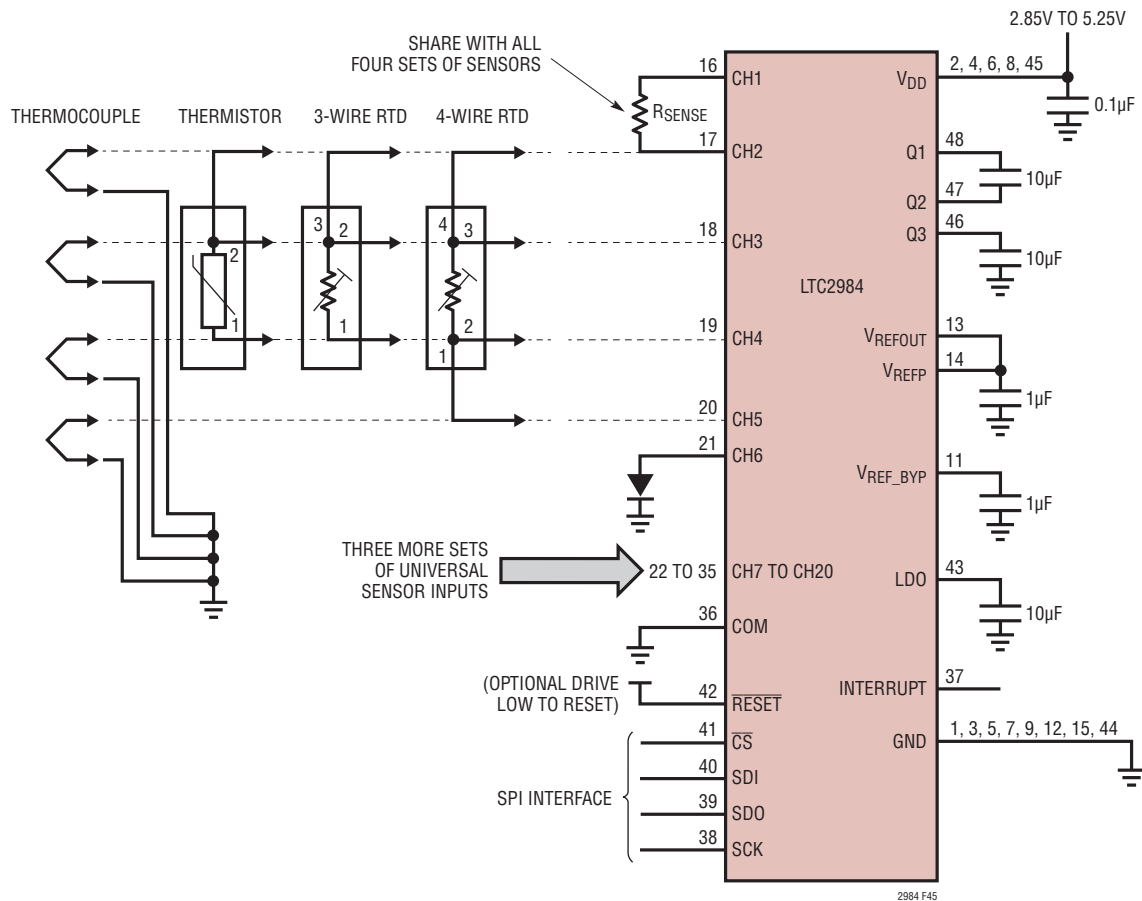


図 42. 汎用入力により、熱電対、ダイオード、サーミスタ、3線式RTD、および4線式RTDが共通のハードウェアを共有可能

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2983	マルチセンサ対応の高精度デジタル温度測定システム	EEPROMのないバージョンのLTC2984とピン/ソフトウェア互換
LTC2990	I ² C対応のクワッド温度、電圧、電流モニタ	リモート温度と内部温度、電圧および電流を14ビットで変換、10ppm/°Cのリファレンス内蔵
LTC2991	I ² C対応のオクタール電圧、電流、温度モニタ	リモート温度と内部温度、電圧および電流を14ビットで変換、10ppm/°Cのリファレンス内蔵
LTC2995	アラート出力を備えた温度センサおよび電圧モニタ	温度と2つの電圧をモニタ、調整可能なしきい値、オープン・ドレインのアラート出力、1.8Vの内蔵リファレンスを使用して温度を電圧に変換して出力、±1°C(最大)の精度
LTC2996	アラート出力を備えた温度センサ	温度をモニタ、調整可能なしきい値、オープン・ドレインのアラート出力、1.8Vの内蔵リファレンスを使用して温度を電圧に変換して出力、±1°C(最大)の精度
LTC2997	リモート/内部温度センサ	1.8Vの内蔵リファレンスを使用して温度を電圧に変換して出力、±1°C(最大)の精度
LTC2943	20V I ² C対応のクーロン・カウンタ	精度1%で電荷、電流、電圧、および温度をモニタ。あらゆる種類および容量のバッテリーで動作