

### 特長

調整済みのタイプ J 熱電対 (AD594) またはタイプ K 熱電対 (AD595)

タイプ T 熱電対入力として使用可能

低インピーダンス電圧出力: 10 mV/°C

氷点補償を内蔵

広い電源範囲: +5 V ~ ±15 V

低消費電力: 1 mW (typ) 以下

熱電対故障アラーム付き

1°C キャリブレーション精度でウェハーをレーザー・トリム済み

セットポイント・モード動作

完結型の摂氏温度計動作

高インピーダンス差動入力

サイド・ブレード DIP または低価格の CERDIP パッケージを採用

### 製品説明

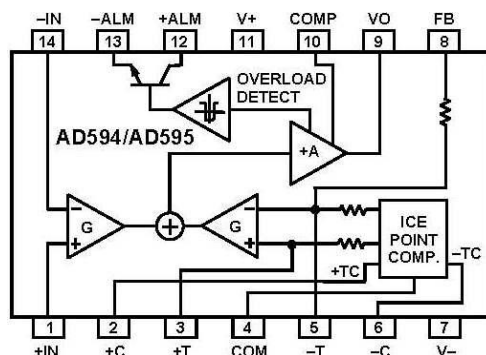
AD594/AD595は、モノリシック・チップ上に集積された自己完結型の計装アンプと熱電対冷接点補償機能です。このデバイスは、氷点リファレンスとキャリブレーション済みアンプを組み合わせて、熱電対信号から高レベル (10 mV/°C) の出力を直接発生します。ピン接続オプションにより、リニア・アンプ補償機能、または固定またはリモート・セットポイント制御を使ったスイッチ型出力セットポイント・コントローラとして使うことができます。このデバイスは補償電圧を直接増幅するために使うことができるので、このデバイスを低インピーダンス電圧出力を持つスタンドアロン型摂氏トランスジューサとして使うことができます。

AD594/AD595は、一方または両方の熱電対リードが断線したことを表示する熱電対故障アラームを内蔵しています。このアラーム出力は、TTL駆動能力を含む柔軟なフォーマットを採用しています。

AD594/AD595はシングルエンド電源 (+5 V を含む) で動作し、負電源を含むことにより、0°C より低い温度を測定することができます。自己発熱を小さくするため、無負荷の AD594/AD595 は総合電源電流 160 μA で動作しますが、±5 mA を超える電流を負荷に供給することもできます。

AD594 はレーザー・ウェハー・トリミングにより、タイプ J (鉄-コンスタンタン) 熱電対の特性に一致するようにキャリブレーションされ、AD595 はタイプ K (クロム-アルメル) 入力用にレーザー・トリムされています。

機能ブロック図



温度トランスジューサ電圧とゲイン制御抵抗はパッケージ・ピンに接続されているため、2本または3本の抵抗を追加することにより、回路を熱電対タイプ用に再キャリブレーションすることができます。また、これらのピンを使うと、熱電対アプリケーションと温度計アプリケーション向けにさらに高精度のキャリブレーションを行うことができます。

AD594/AD595には2つの性能グレードがあります。CバージョンとAバージョンは、それぞれ±1°Cと±3°Cのキャリブレーション精度を持っています。両バージョンは0°C ~ +50°Cでの使用向けにデザインされ、14ピンの、ハーメチック・シールド、サイドブレード・セラミックDIP、または低価格のCERDIPパッケージを採用しています。

### 製品のハイライト

1. AD594/AD595 は、冷接点補償、増幅、出力バッファをシングル IC パッケージで提供します。
2. 補償、ゼロ、スケール・ファクタは、各 IC チップのレーザー・ウェハー・トリミング (LWT) により、すべてキャリブレーション済みです。
3. 柔軟なピン配置により、セットポイント・コントローラまたは摂氏でキャリブレーションされたスタンドアロン温度トランスジューサとして動作します。
4. 小さい静止電流と +5 V から両電源範囲 30 V までの広い電源電圧範囲により、リモート・アプリケーション・サイトでの動作が可能です。
5. 差動入力熱電対リード上の同相モード・ノイズ電圧を除去します。

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。  
※日本語データシートは REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。  
©1999 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. C

## AD594/AD595–仕様 (特に指定がない限り、+25°C、VS = 5 V、タイプJ (AD594)熱電対、タイプK (AD595)熱電対)

Model	AD594A			AD594C			AD595A			AD595C			Units
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
<b>ABSOLUTE MAXIMUM RATING</b>													
+VS to -VS			36			36			36			36	Volts
Common-Mode Input Voltage	-VS-0.15		+VS	-VS-0.15		+VS	-VS-0.15		+VS	-VS-0.15		+VS	Volts
Differential Input Voltage	-VS		+VS	-VS		+VS	-VS		+VS	-VS		+VS	Volts
Alarm Voltages													
+ALM	-VS		-VS+36	-VS		-VS+36	-VS		-VS+36	-VS		-VS+36	Volts
-ALM	-VS		+VS	-VS		+VS	-VS		+VS	-VS		+VS	Volts
Operating Temperature Range	-55		+125	-55		+125	-55		+125	-55		+125	°C
Output Short Circuit to Common	Indefinite			Indefinite			Indefinite			Indefinite			
<b>TEMPERATURE MEASUREMENT</b> (Specified Temperature Range 0°C to +50°C)													
Calibration Error at +25°C <sup>1</sup>			±3			±1			±3			±1	°C
Stability vs. Temperature <sup>2</sup>			±0.05			±0.025			±0.05			±0.025	°C/°C
Gain Error			±1.5			±0.75			±1.5			±0.75	%
Nominal Transfer Function			10			10			10			10	mV/°C
<b>AMPLIFIER CHARACTERISTICS</b>													
Closed Loop Gain <sup>3</sup>			193.4			193.4			247.3			247.3	
Input Offset Voltage			(Temperature in °C) × 51.70 μV/°C			(Temperature in °C) × 51.70 μV/°C			(Temperature in °C) × 40.44 μV/°C			(Temperature in °C) × 40.44 μV/°C	μV
Input Bias Current			0.1			0.1			0.1			0.1	μA
Differential Input Range	-10		+50	-10		+50	-10		+50	-10		+50	mV
Common-Mode Range	-VS-0.15		-VS-4	-VS-0.15		-VS-4	-VS-0.15		-VS-4	-VS-0.15		-VS-4	Volts
Common-Mode Sensitivity – RTO			10			10			10			10	mV/V
Power Supply Sensitivity – RTO			10			10			10			10	mV/V
Output Voltage Range													
Dual Supply	-VS+2.5		+VS-2	-VS+2.5		+VS-2	-VS+2.5		+VS-2	-VS+2.5		+VS-2	Volts
Single Supply	0		+VS-2	0		-VS-2	0		+VS+2	0		+VS-2	Volts
Usable Output Current <sup>4</sup>			±5			±5			±5			±5	mA
3 dB Bandwidth			15			15			15			15	kHz
<b>ALARM CHARACTERISTICS</b>													
VCE(SAT) at 2 mA			0.3			0.3			0.3			0.3	Volts
Leakage Current			±1			±1			±1			±1	μA max
Operating Voltage at –ALM			+VS-4			+VS-4			+VS-4			+VS-4	Volts
Short Circuit Current			20			20			20			20	mA
<b>POWER REQUIREMENTS</b>													
Specified Performance			+VS = 5, -VS = 0			+VS = 5, -VS = 0			+VS = 5, -VS = 0			+VS = 5, -VS = 0	Volts
Operating <sup>5</sup>			+VS to -VS ≤ 30			+VS to -VS ≤ 30			+VS to -VS ≤ 30			+VS to -VS ≤ 30	Volts
Quiescent Current (No Load)													
+VS			160			160			160			160	μA
-VS			300			300			300			300	μA
<b>PACKAGE OPTION</b>													
TO-116 (D-14)			AD594AD			AD594CD			AD595AD			AD595CD	
Cerdip (Q-14)			AD594AQ			AD594CQ			AD595AQ			AD595CQ	

注

<sup>1</sup> 51.7 μV/°C の熱電対感度を使って+25°Cでの最小誤差にキャリブレーション。Jタイプの熱電対はこの直線近似から外れるので、0°Cで接点を測定すると、AD594は通常 3.1 mV を出力します。同様に、AD595は0°Cで2.7 mVを出力します。

<sup>2</sup> 0°Cと50°Cの周囲温度で測定したAD594/AD595の各誤差を結ぶ直線の傾きとして定義されます。

<sup>3</sup> ピン8とピン9を短絡します。

<sup>4</sup> 単電源構成での電流シンク能力は、2.5 Vより低い出力電圧で50 kΩ抵抗を経由してグラウンドへ流れる電流に制限されます。

<sup>5</sup> -VSは-16.5 Vを超えることはできません。

太字で示す仕様は、最終電気テストですべての製品ユニットにおいてテストされます。これらのテスト結果を使って、出荷品質レベルが計算されます。太字で示す項目のみがすべての製品ユニットについてテストされますが、すべてのmin仕様とmax仕様が保証されます。

仕様は予告なく変更されることがあります。

### AD594/AD595 出力電圧の解釈

10 mV/°C の温度比例出力を実現し、かつ回路の定格動作範囲でリファレンス接点を正確に補償するために、AD594/AD595 のゲインは25°CでJタイプとKタイプの熱電対の伝達特性に一致するようにトリムされています。この温度範囲でタイプJ出力のTCは51.70 μV/°Cに、タイプKは40.44 μV/°Cに、それぞれなります。その結果、AD594のゲインは193.4 (10 mV/°C ÷ 51.70 μV/°C)に、AD595は247.3に(10 mV/°C ÷ 40.44 μV/°C)に、それぞれなります。さらに絶対精度トリムで、入力オフセットが出力アンプ特性に導入されます(AD594では16 μV、AD595では11 μV)。熱電対入力に25°Cを与えているときに250 mV出力になるようにAD594/AD595がトリムされるため、このオフセットは大きくなります。熱電対出力電圧は温度に対して非線形であり、AD594/AD595は補償された信号を直線的に増幅するため、次の伝達関数を使って実

際出力電圧を求める必要があります。

$$AD594 \text{ 出力} = (\text{タイプJ 電圧} + 16 \mu\text{V}) \times 193.4$$

$$AD595 \text{ 出力} = (\text{タイプK 電圧} + 11 \mu\text{V}) \times 247.3, \text{ または逆にして}$$

$$\text{タイプJ 電圧} = (AD594 \text{ 出力} / 193.4) - 16 \mu\text{V}$$

$$\text{タイプK 電圧} = (AD595 \text{ 出力} / 247.3) - 11 \mu\text{V}$$

表1に、25°Cのパッケージとリファレンス接点を持つタイプJとタイプKのANSI標準熱電対について、理論AD594/AD595出力電圧を摂氏温度の関数として記載します。通常の場合と同様に、これらの出力には、ゲインと温度感度誤差のキャリブレーションが行われます。中間温度に対する出力値は内挿することができ、あるいは出力式と摂氏ゼロ度を基準とするANSI熱電対電圧テーブルを使って計算することができます。

表 I. 出力電圧対熱電対温度(周囲+25°C、 $V_S = -5\text{ V}$ 、 $+15\text{ V}$ )

Thermocouple Temperature °C	Type J Voltage mV	AD594 Output mV	Type K Voltage mV	AD595 Output mV
-200	-7.890	-1523	-5.891	-1454
-180	-7.402	-1428	-5.550	-1370
-160	-6.821	-1316	-5.141	-1269
-140	-6.159	-1188	-4.669	-1152
-120	-5.426	-1046	-4.138	-1021
-100	-4.632	-893	-3.553	-876
-80	-3.785	-729	-2.920	-719
-60	-2.892	-556	-2.243	-552
-40	-1.960	-376	-1.527	-375
-20	-0.995	-189	-0.777	-189
-10	-0.501	-94	-0.392	-94
0	0	3.1	0	2.7
10	0.507	101	.397	101
20	1.019	200	.798	200
25	1.277	250	1.000	250
30	1.536	300	1.203	300
40	2.058	401	1.611	401
50	2.585	503	2.022	503
60	3.115	606	2.436	605
80	4.186	813	3.266	810
100	5.268	1022	4.095	1015
120	6.359	1233	4.919	1219
140	7.457	1445	5.733	1420
160	8.56	1659	6.539	1620
180	9.667	1873	7.338	1817
200	10.777	2087	8.137	2015
220	11.887	2302	8.938	2213
240	12.998	2517	9.745	2413
260	14.108	2732	10.56	2614
280	15.217	2946	11.381	2817
300	16.325	3160	12.207	3022
320	17.432	3374	13.039	3227
340	18.537	3588	13.874	3434
360	19.64	3801	14.712	3641
380	20.743	4015	15.552	3849
400	21.846	4228	16.395	4057
420	22.949	4441	17.241	4266
440	24.054	4655	18.088	4476
460	25.161	4869	18.938	4686
480	26.272	5084	19.788	4896

Thermocouple Temperature °C	Type J Voltage mV	AD594 Output mV	Type K Voltage mV	AD595 Output mV
500	27.388	5300	20.64	5107
520	28.511	5517	21.493	5318
540	29.642	5736	22.346	5529
560	30.782	5956	23.198	5740
580	31.933	6179	24.05	5950
600	33.096	6404	24.902	6161
620	34.273	6632	25.751	6371
640	35.464	6862	26.599	6581
660	36.671	7095	27.445	6790
680	37.893	7332	28.288	6998
700	39.130	7571	29.128	7206
720	40.382	7813	29.965	7413
740	41.647	8058	30.799	7619
750	42.283	8181	31.214	7722
760	-	-	31.629	7825
780	-	-	32.455	8029
800	-	-	33.277	8232
820	-	-	34.095	8434
840	-	-	34.909	8636
860	-	-	35.718	8836
880	-	-	36.524	9035
900	-	-	37.325	9233
920	-	-	38.122	9430
940	-	-	38.915	9626
960	-	-	39.703	9821
980	-	-	40.488	10015
1000	-	-	41.269	10209
1020	-	-	42.045	10400
1040	-	-	42.817	10591
1060	-	-	43.585	10781
1080	-	-	44.349	10970
1100	-	-	45.108	11158
1120	-	-	45.863	11345
1140	-	-	46.612	11530
1160	-	-	47.356	11714
1180	-	-	48.095	11897
1200	-	-	48.828	12078
1220	-	-	49.555	12258
1240	-	-	50.276	12436
1250	-	-	50.633	12524

ANSI タイプ J 熱電対と DIN FE-CUNI 熱電対の間に合金組成の小さい違いがあるため、表 I はヨーロッパ標準熱電対と組み合わせることはできません。その代わりに、前述の伝達関数と DIN 熱電対テーブルを使う必要があります。ANSI タイプ K 熱電対と DIN NICKR-NI 熱電対は同じ合金でできているため同じ動作を示します。

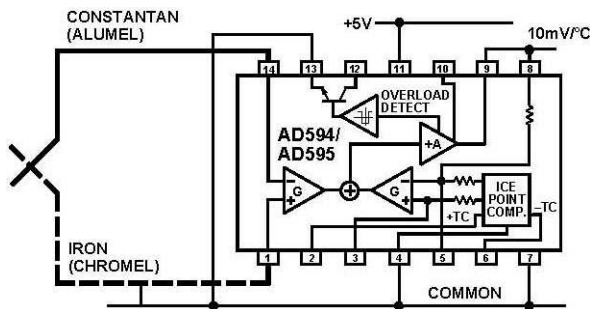


図 1. 基本接続、単電源動作

表 I の温度上限は、大手ベンダーによりタイプ J 熱電対とタイプ K 熱電対に対して推奨されている値です。

### 単電源と両電源での接続

AD594/AD595 は、完全な自己完結型の熱電対コンデンショナです。図 1 に示す +5 V 単電源接続は、0°C ~ +300°C の測定を行うタイプ J 熱電対(AD594)またはタイプ K 熱電対(AD595)の直接出力を提供します。

+5 V ~ +30 V の任意の電源電圧を使用することができ、低い電源レベルで自己発熱誤差が最小に抑えられています。単電源構成では、+5 V 単電がピン 11 に、ピン 7 の V- がピン 4 の電源と信号のコモンに、それぞれ接続されます。熱電対ワイヤー入力はピン 1 とピン 14 に、測定ポイントから直接するか、または同様の熱電対ワイヤー・タイプの中継接続を介して接続します。ピン 13 のアラーム出力を使用しない場合には、コモン(-V)に接続しておく必要があります。ピン 8 のキャリブレーション済み帰還回路はピン 9 の出力に接続して、10 mV/°C の公称温度伝達特性を設定します。

図 2 示す広い範囲を持つ両電源を使用すると、AD594/AD595 を負温度と拡張正温度を測定する熱電対にインターフェースさせることができます。

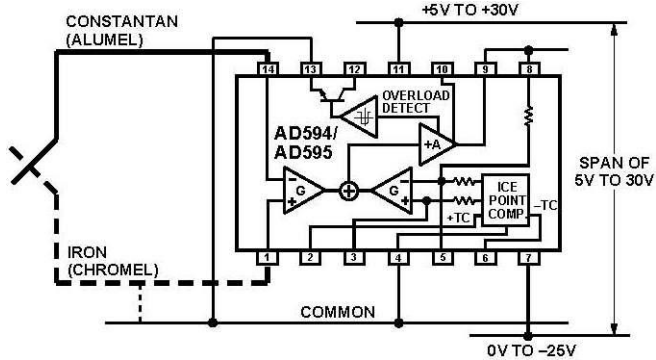


図 2. 両電源動作

負電源を使用すると、出力に負温度を表示することができ、さらにグラウンドに接続された負荷または正電圧へリターン・パスを持つ負荷を駆動することができます。5 V から 15 V へ正電源を高くすると、タイプ J 熱電対(AD594)とタイプ K 熱電対(AD595)に対してそれぞれ推奨された 750°C と 1250°C の温度規定値を超えて出力電圧範囲が広がります。

熱電対入力での同相モード電圧は、バイアス電流用のリターン・パスを設けた AD594/AD595 の同相モード範囲内に収まっている必要があります。熱電対をリモートでグラウンドへ接続しない場合は、図 1 と図 2 に点線で示す接続が推奨されます。この接続では、熱電対ループに発生する同相モード電圧がノーマル・モードに変換されないようにするために、抵抗が必要になることがあります。

## 熱電対の接続

一对の熱電対ワイヤーの等温終端接続が実効リファレンス接点を構成します。内部冷接点補償を有効にするためには、この接点を AD594/AD595 と同じ温度に維持する必要があります。

熱平衡を実現する方法として、プリント回路ボード接続レイアウトを図 3 に示します。

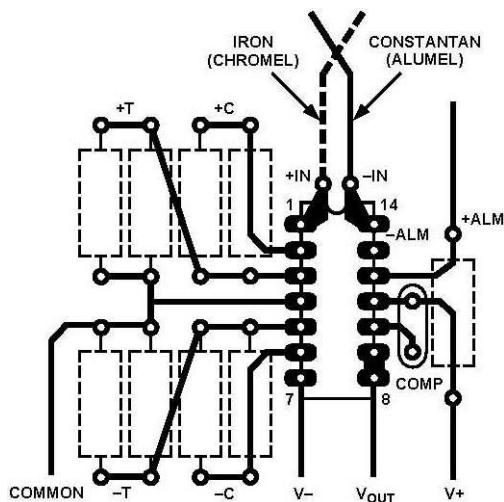


図 3. PCB 接続

この図では、AD594/AD595 パッケージ温度および回路ボードがピン 1 とピン 14 の下の銅プリント回路ボード・パターンと熱的接触を持っています。リファレンス接点は、銅—コンスタンタン(または銅—アルメル)接続および銅—鉄(または銅—クロム)接続で構成されるようになり、両方とも AD594/AD595 と同じ温度です。

このプリント回路ボード・レイアウトは、オプションのアラーム負荷抵抗、再キャリブレーション抵抗、帯域幅制限用補償コンデンサの配置も示しています。

接続を確実にするため、熱電対ワイヤーはハンダ付けの前に酸化を除去してクリーンにしておく必要があります。非腐食性ロジン融剤は、鉄、コンスタンタン、クロム、アルメル、および錫 95%/アンチモン 5%、錫 95%/銀 5%または錫 90%/鉛 10%のハンダに対して有効です。

## 機能説明

AD594 は 2 つの差動アンプのように動作します。各出力が加算されて、高ゲイン・アンプの制御に使用されます(図 4)。

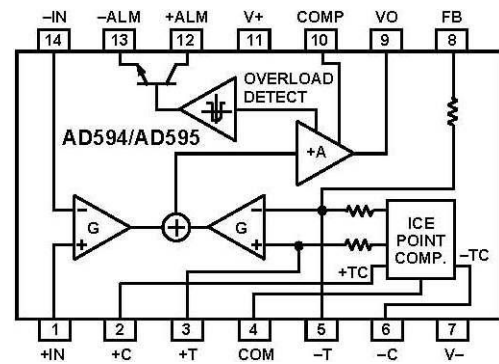


図 4. AD594/AD595 のブロック図

ノーマル動作では、ピン 9 のメイン・アンプ出力が、ピン 8 の帰還回路に接続されます。ピン 1 とピン 14 のフローティング入力ステージに接続される熱電対信号が差動アンプのゲイン G で増幅され、さらにメイン・アンプのゲイン A で増幅されます。メイン・アンプ出力は、反転接続内の 2 番目の差動ステージに帰還されます。帰還信号はこのステージで増幅されて、加算回路を経由してメイン・アンプ入力にも加えられます。アンプで反転するため、帰還回路はこの差信号を小さくするように動作します。2 つの差動アンプの特性は一致させゲイン G も同じにします。このため、右側の差動アンプに加えらるる帰還信号は、差信号をゼロにすると、熱電対入力信号と精確に一致します。ピン 8 とピン 9 の出力までの実効ゲインが、10 mV/°C 熱電対励起の電圧となるように、帰還回路をトリムします。

帰還信号の他に、冷接点補償電圧が右側の差動アンプに加えられます。この補償は、AD594/AD595 の摂氏温度に比例する差動電圧です。この補償信号は差動入力を乱すため、入力と入力熱電対電圧が一致した入力を再生ようにアンプ出力を調整する必要があります。

この補償は、メイン出力への効果も 10 mV/°C になるようにするため、ゲイン・スケール抵抗を介して加算されます。このため、補償電圧により 0°C と AD594/AD595 温度との間の温度差に比例する信号が熱電対電圧の効果に加算されます。熱電対リファレンス接点が AD594/AD595 温度に維持されると、AD594/AD595 出力は、アイス・バスを基準としたときに得られる熱電対からの信号を増幅した値に一致します。

また、AD594/AD595 はアラーム・トランジスタをオンにする入力断線検出器も内蔵しています。このトランジスタは実際には電流を制限した出力バッファですが、外部アラームのプルアップまたはプルダウン動作のスイッチ・トランジスタとして規定値まで使うことができます。

氷点補償回路では、正と負の温度係数で使用できる電圧を使用しています。これらの電圧は、氷点補償を変更する外付け抵抗および次のセクションで説明する AD594/AD595 の再キャリブレーションで使用される外付け抵抗と組み合わせて使用することができます。この帰還抵抗は別のピンを使っているため、値を直列抵抗の追加により調節できます。あるいはピン 5 とピン 9 の間の外付け抵抗で置き換えることができます。帰還抵抗の外付けにより、ゲインの調節が可能になり、さらに AD594/AD595 をセットポイント動作時にスイッチング・モードで動作させることができます。

## 注意事項

ピン 2 とピン 6 の温度補償ピン(+C と-C)は、小さいキャリブレーション電流を与えるためのみ設けてあります。両ピンをグラウンドまたは低インピーダンスに接続すると、AD594/AD595 は回復不能な損傷を受けることがあります。

AD594/AD595 は、75 以上の帰還比(通常の信号ゲインに対応)用に内部で周波数補償されています。これより低いゲインが必要な場合には、ピン 10 と出力(ピン 9)の間に 300 pF のコンデンサを追加して周波数補償を追加する必要があります。図 5 に示すように、さらにピン 10 とピン 11 に 0.01 μF のコンデンサを追加することも推奨されます。

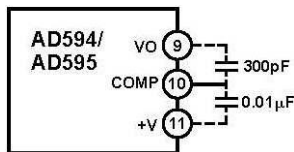


図 5.低ゲイン周波数補償

## 再キャリブレーションの原理と制限事項

AD594/AD595 の氷点補償回路は差動信号を発生します。この差動信号は 0°C でゼロとなり、チップ温度での氷点基準熱電対出力に対応します。回路の正の TC 出力はケルビン温度に比例し、+T の電圧として出力されます。+T と COM の間に抵抗を追加してこの信号を小さくすることができ、あるいは+T と+C (正の大きな TC 電圧)の間にプルアップ抵抗を接続してこの信号を大きくすることができます。+T に対する調整は、-T でその調整に追従する電圧を測定しながら行う必要があることに注意してください。帰還アンプを不安定にしないために、-T に接続するリードと直列に数千 Ω の抵抗を接続して測定器をアイソレーションしてください。

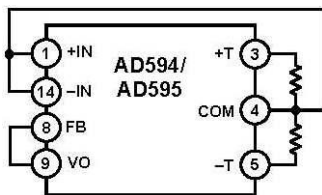


図 6.感度減少調整

この補償方式の差動出力の正の TC 部を変更すると、ゼロ・ポイントが 0°C から離れる方向へシフトします。このゼロは、帰還アンプの負入力(-T ピン)へ流入する電流を調整することにより回復させることができます。このピンに流入する電流は、+T での増加を相殺する-C と-T の間の抵抗、または+T での減少を相殺する-T と COM の間の抵抗を使って発生させることができます。

異なる熱電対タイプに対応するため補償を十分に調整すると、最終出力電圧に対する影響がそれに比例して大きくなるか、または小さくなります。公称出力を 10 mV/°C に戻すときは、ゲインを調整して新しい補償と熱電対入力特性に一致させることができます。補償を小さくすると、-T と COM の間の抵抗がゲインを自動的に正しい値の 0.5%以内に増やします。ただし、小さいゲインが必要な場合は、公称 47 kΩ の内部帰還抵抗を並列接続するか、外付け抵抗で置き換えることができます。

精度を保証するために、微調キャリブレーションでは各デバイスの温度応答測定が必要になることがあります。他の熱電対タイプ向けの主要な再設定は、工場出荷時のキャリブレーションを基準として使って固定温度での手順を実行するかぎり、初期キャリブレーション精度を大幅に損なうことなく実施することができます。再キャリブレーション中に負電源の使用が必要になる場合があることに注意してください。

## タイプ E 再キャリブレーションの例—AD594/AD595

AD594 と AD595 は、タイプ E 熱電対(クロム—コンスタンタン)の出力をコンデショニングするように設定することができます。タイプ E 熱電対の温度特性は、タイプ K ほど異なりませんがタイプ J とは少し異なります。このため再キャリブレーションには AD594 が適しています。

デバイスを一定温度に維持して、次の再キャリブレーション・ステップを実行します。まず、両入力をコモン(または選択した同相モード電位)に接続し、さらに FB を VO に接続してデバイス温度を測定します。AD594 はスタンドアロン摂氏温度計モードになります。この例では、周囲温度は 24°C、初期出力 VO は 240 mV とします。VO 出力をチェックして、デバイス温度に比例していることを確認します。

次に、高インピーダンス DVM を使ってピン 5 の電圧-T を測定します(容量は測定ピンに数千 Ω の抵抗を接続してアイソレーションする必要があります)。24°C で、-T 電圧は約 8.3 mV になるはずですが、AD594 の補償をタイプ E 熱電対用に調整するために、+T (ピン 2)と+C (ピン 3)の間に抵抗 R1 を接続して、-T の電圧を熱電対感度の比だけ上昇させる必要があります。タイプ J デバイスをタイプ E 特性へ変換するための比は、

$$r(\text{AD594}) = (60.9 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) / (51.7 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) = 1.18$$

このようにして、-T で測定した初期電圧に  $r$  を乗算し、-T をそのレベルに上昇させるために必要な R1 値を実験的に決定します。この例では、新しい-T 電圧は約 9.8 mV になる必要があります。抵抗値は約 1.8 kΩ になります。

ゼロ差動ポイントを 0°C に戻す必要があります。これは、元の出力電圧 VO に  $r$  を乗算し、-C (ピン 5)と-T (ピン 6)の間に抵抗 R2 を実験的に追加して、出力電圧測定値をこの値に合わせることでより実現されます。このケースでのターゲット出力値は約 283 mV です。R2 の抵抗値は約 240 kΩ です。

最後に、ゲインを再キャリブレーションして、出力 VO が再度デバイス温度を表示するようにします。これは、3 本目の抵抗 R3 を FB (ピン 8)と-T (ピン 5)の間に接続することにより行います。VO はここで初期 240 mV の出力に戻する必要があります。R3 の抵抗値は約 280 kΩ です。最終接続図を図 7 に示します。再キャリブレーション効果の概略評価は、出力までの差動ゲインを測定することにより可能です。タイプ E の場合は、164.2 になります。

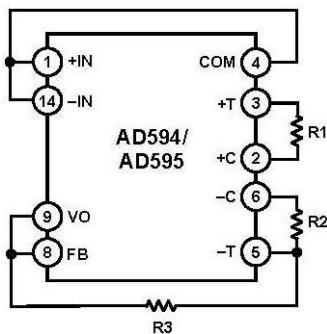


図 7. タイプ E 再キャリブレーション

AD595 に同様な再キャリブレーション手順を実施する場合は、R1、R2、R3、r の値をそれぞれ約 650 Ω、84 kΩ、93 kΩ、1.51 にします。AD595 をタイプ E 入力で使用する場合、消費電力は約 50% 増えます。

この手順では、AD594/AD595 が温度基準として使用されるため、AD594/AD595 を安定な温度に維持することが重要であることに注意してください。周囲温度ではない指またはツールで触れると、直ちに誤差が発生します。照明の変化による放射加熱またはハンダ鋸の接近に対しても保護する必要があります。

### AD595 でのタイプ T 熱電対の使用

0°C~+50°C の範囲でタイプ K 熱電対とタイプ T 熱電対のサーマル EMF が似ているため、両タイプの入力を使って AD595 を直接使用することができます。この周囲温度範囲内でタイプ T 入力を使用して AD595 を使用する際、0.2°C を超えて出力キャリブレーション誤差が増えないようにする必要があります。誤差は氷点補償機能がタイプ K 特性用に 25°C でトリムされているために発生します。タイプ T 熱電対に対する -200°C~+350°C の推奨範囲での AD595 出力値を計算するときは、0°C を基準とする ANSI 熱電対電圧と 2 ページの AD595 用の出力式を使うだけで済みます。タイプ T 熱電対に対応する非直線性が比較的大きいため、出力は公称値 10 mV/°C から大きく逸脱しますが、冷接点補償の精度は 0°C~+50°C の定格周囲温度で維持されます。

### 温度安定性

各 AD594/AD595 は、熱電対を 0°C で測定することにより温度に対する誤差がテストされています。冷接点補償誤差、アンプ・オフセットのドリフト、ゲイン誤差の組み合わせ効果が、定格周囲温度範囲で AD594/AD595 出力の安定性を決定します。図 8 に、AD594/AD595 のドリフト誤差を示します。この図の傾斜の単位は °C/°C です。

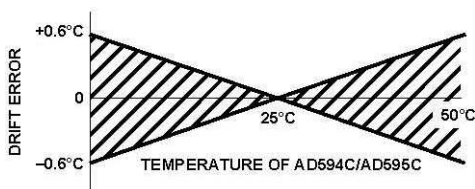


図 8. ドリフト誤差対温度

### 環境の熱的影響

AD594/AD595 の消費電力が元々小さいこととパッケージの熱抵抗が小さいことにより、自己発熱誤差はほぼ無視できます。たとえば、自然空冷でのチップ-周囲間の熱抵抗は約 80°C/W です(D パッケージの場合)。800 μW の公称消費電力で、自然空冷時の自己発熱は 0.065°C 以下です。フロリナート液(非攪拌)に浸したときの熱抵抗は約 40°C/W で、これによる自己発熱誤差は約 0.032°C です。

### セットポイント・コントローラ

AD594/AD595 は、セットポイント・コントローラとして容易に接続することができます(図 9)。

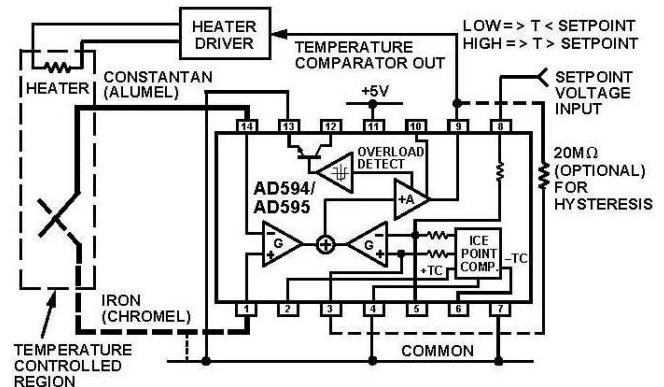


図 9. セットポイント・コントローラ

熱電対を使って未知温度を測定し、サーマル EMF を AD594/AD595 に入力します。この信号は、冷接点補償された後、10 mV/°C で増幅され、ピン 8 の帰還に加えられた外部セットポイント電圧と比較されます。表 I に、測定熱電対の非直線性を考慮したセットポイント電圧と温度の対応を示します。セットポイント温度範囲が AD594/AD595 の動作範囲(-55°C~+125°C)内にある場合、両入力を短絡して 10 mV/°C の公称キャリブレーションを使うと、チップを回路のトランスジューサとして使うことができます。これは図 13 に示す摂氏温度計構成になります。

動作中に、セットポイント電圧が被測定温度に対応する電圧を超えると、出力は約 0V まで低下します。逆に、温度がセットポイント電圧を超えると、出力は約 4 V(+5 V 電源の場合)の正の限界値になります。図 9 に、ヒーター・エレメント・ドライバ回路を AD594/AD595 からのトグル出力で制御するセットポイント・コンパレータ構成を示します。出力がハイ・レベルになったときに帰還アンプの正入力へ電流を注入すると、ヒステリシスを持たせることができます。AD594 の場合、約 200 nA を +T ピンに注入すると、1°C のヒステリシスが得られます。5 V 単電源で AD594 を使用する場合、V<sub>O</sub> と +T の間に 20 MΩ の抵抗を接続すると、出力がハイ・レベルのとき(約 4 V)200 nA の電流を供給することができます。ヒステリシス・バンドを広くするときは、V<sub>O</sub> と +T の間に接続する抵抗を小さくします。

## アラーム回路

AD594/AD595 のすべてのアプリケーションで、ピン 13 の-ALM 接続は、(V+) - 4 V より正側にならないように制限する必要があります。これは、ピン 13 をピン 4 のコモンまたはピン 7 の V- に接続することにより最も容易に実現することができます。アラーム信号を使用する大部分のアプリケーションで、ピン 13 はグラウンド接続され、信号はピン 12 の+ALM から取り出されます。一般的なアプリケーションを図 10 に示します。

この構成では、ノーマル動作でアラーム・トランジスタがオフし、20 kΩ のプルアップ抵抗によりピン 12 の+ALM 出力がハイ・レベルになります。一方または両方の熱電対リードが断線すると、+ALM ピンがロー・レベルに駆動されます。図 10 に示すように、この信号はバッファおよび/またはインバータとして使用できる TTL ゲートの入力と互換性があります。

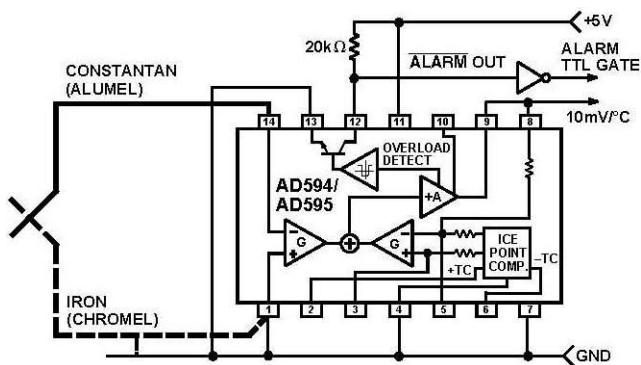


図 10. TTL ゲートを駆動するアラームの使い方 (グラウンド接続エミッタ構成)

アラームはハイ・レベル出力であるため、この信号を使って LED またはその他のインジケータを直接駆動することができます(図 11)。

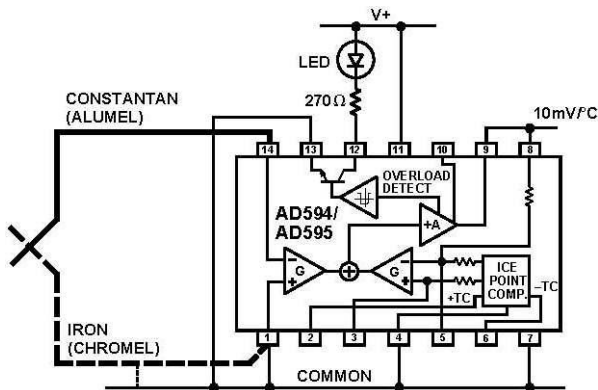


図 11. LED を直接駆動するアラーム

270 Ω の直列抵抗が LED 電流を 10 mA に制限しますが、アラーム出力トランジスタが約 20 mA に電流制限されているため、この抵抗を取り外すことができます。ただし、トランジスタは高消費電力モードで動作するため、回路温度が周囲より高くなります。アラーム回路がアクティブになると、冷接点補償が影響を受けることに注意してください。チップが周囲温度に戻る時間は、アラーム回路の消費電力、環境までのサーマル・パスの性質、アラーム継続時間に依存します。

アラームは単電源と両電源で使用することができます。グラウンドより上または下で動作させることができます。出力トランジスタのコレクタとエミッタは、通常のスイッチ構成で使用することができます。たとえば、負基準の負荷を-ALM から駆動することができます(図 12)。

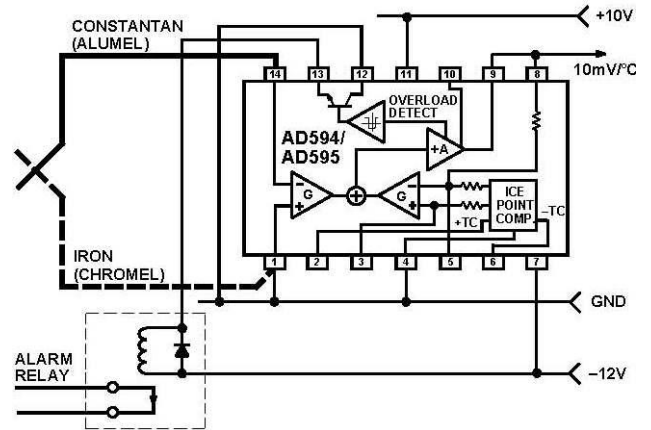


図 12. 負基準の負荷を駆動する-ALM

コレクタ(+ALM)は(V-) +36 V より正側になることはできませんが、V+より正側になることはできます。エミッタ電圧(-ALM)は、回路に加えられる V+から 4V 低い値より正側にならないように制限する必要があります。

さらに、アラームに対して信号ライン数を増やせないアプリケーションで、極度のアップスケールまたはダウンスケール出力を発生するように AD594/AD595 を設定することができます。いずれかの熱電対入力をコモンに接続することにより、大部分の制御暴走状態を自動的に回避することができます。+IN をコモンに接続すると、熱電対が断線した場合ダウンスケール出力が発生し、-IN をコモンに接続すると、アップスケール出力が発生します。

## 摂氏温度計

AD594/AD595 はスタンドアロン摂氏温度計として構成することができます(図 13)。

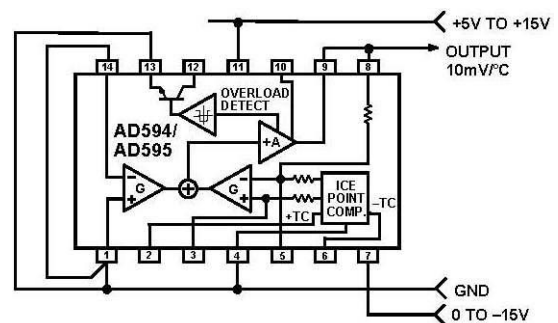


図 13. スタンドアロン摂氏温度計としての AD594/AD595

単に熱電対を取り外して、入力(ピン 1 とピン 14)をコモンに接続してください。出力は補償電圧を出力するようになり、10 mV/°C のスケール・ファクタで AD594/AD595 の温度を表示します。この 3 端子の電圧出力温度検出モードで、AD594/AD595 は-55°C~+125°C のフル軍用温度範囲で動作します。

## 熱電対の基礎

熱電対は経済的で頑丈です。長期安定性にも優れています。小型であるため迅速に応答するので、高速応答が重要な場合の優れた選択肢となります。低温学からジェット・エンジンの排気までの温度範囲で動作し、適度な直線性と精度を持っています。

メタル断片内の自由電子数はメタルの温度と組成に依存し、2つの異種メタルの等温接触により電位差が発生し、この電位差は再現性を持つ温度の関数です(図 14)。この発生する電圧は再現性のある方法で温度(T1 と T2)に依存します。

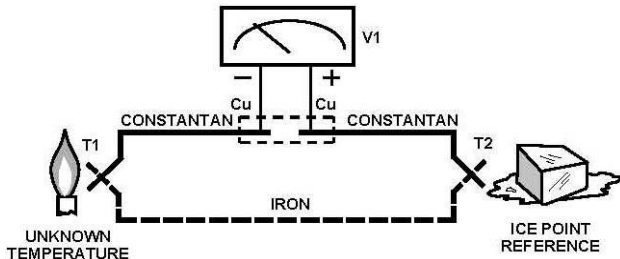


図 14. 0°C 基準の熱電対電圧

熱電対は絶対値を測定するデバイスではなく基本的には微分的であるため、一方の接点の温度を出力電圧から計算する場合、他方の接点に既知のリファレンス温度が必要です。特別に選択された材料で作られる熱電対の電圧対温度特性は、基本温度標準と比較して、徹底的にキャラクタライズされています。標準熱電対性能のテーブルには氷点 0°C が使用されています。

図 15 に示す別の測定技術は、精度要求により基本リファレンス温度の維持が保証できない多くの実用アプリケーションで使用されています。リファレンス接点温度が測定システムの環境に従って変化することを許容しますが、あるタイプの絶対温度計を使って注意深くこれを測定します。熱電対電圧の測定値とリファレンス温度の知識を組み合わせ、測定接点温度の計算に使いますが、実用的には、リファレンス温度の測定および 0°C を基準とする熱電対に対応するように出力電圧を決めるのに便利な熱電方法が使用されています。この電圧を熱電対電圧に単純に加算すると、その和が氷点基準の熱電対の標準電圧テーブルに対応するようになっています。

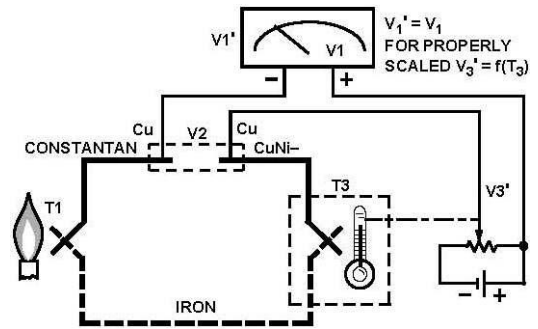


図 15. リファレンス温度測定値を氷点基準電圧で置換

シリコン集積回路トランジスタの温度感度は予測可能で再現性があります。AD594/AD595 内ではこの感度を利用して温度に関係する電圧を発生し、熱電対の冷接点リファレンスを補償しています(図 16)。

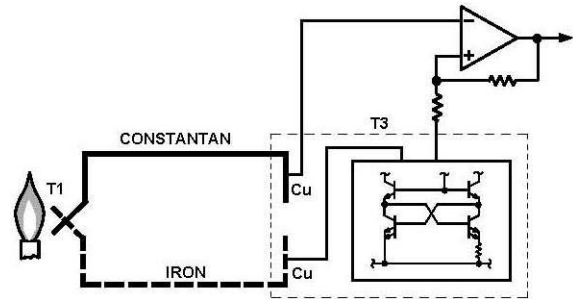


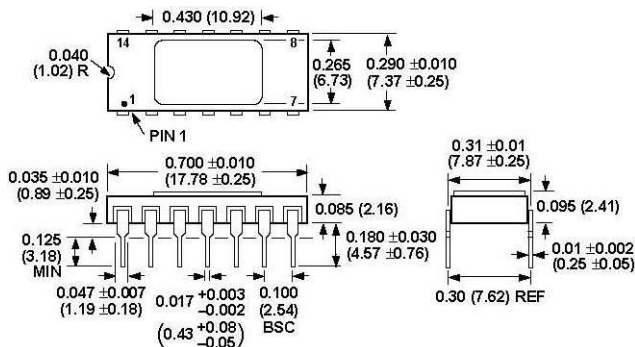
図 16. 等温接点の接続

補償はリファレンス接点温度に対して行われるため、回路配線に直接接続することによりリファレンス“接点”を構成すると便利ことがあります。これらの接続と補償が同じ温度で行われるかぎり、誤差は発生しません。

## 外形寸法

寸法表示: インチ(mm)

### TO-116 (D) パッケージ



### CERDIP (Q) パッケージ

