

LakeShore低温機器 セレクションガイド



■ AC抵抗ブリッジ/希釈冷凍機用温度コントローラー

370/3708型
リニアリサーチ社LR-700後継機

■ 温度コントローラー

340型 最上位モデル100mK～

336型 4チャンネルモデル300mK～

335型 スタンダードモデル300mK～ **New**

325型 エントリーモデル1.2K～

■ 温度モニター

218型 8チャンネルモデル1.2K～

211型 1チャンネルモデル1.2K～

■ 温度トランスミッター

230シリーズ 温度を電圧・電流に変換

■ 電流ソース

100シリーズ 温度センサー用電流ソース

レイクショア温度コントローラ 性能比較表

	AC抵抗ブリッジ		温度コントローラ		
	370型	340型	336型	335型	325型
センサー入力の数	1 - 16 ¹	2 - 10 ¹	4	2	2
ユーザー登録できる温度カーブの数	20	40	39	39	15
測定温度の最低	<20 mK	100 mK	300 mK	300 mK	1.2 K
測定温度の最高	420 K	1505 K	1505 K	1505 K	1505 K
温度範囲 (K)					
シリコンダイオード温度計					
DT-670-SD	—	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500
DT-670E-BR	—	30 - 500	30 - 500	30 - 500	30 - 500
DT-414	—	1.4 - 375	1.4 - 375	1.4 - 375	1.4 - 375
DT-421	—	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325
DT-470-SD	—	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500
DT-471-SD	—	10 - 500	10 - 500	10 - 500	10 - 500
ガリウムアルミヒ素ダイオード温度計					
TG-120-P	—	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325
TG-120-PL	—	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325
TG-120-SD	—	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500
白金抵抗温度計					
PT-102/3	—	14 - 873	14 - 873	14 - 873	14 - 873
PT-111	—	14 - 673	14 - 673	14 - 673	14 - 673
ロジウム鉄抵抗温度計					
RF-800-4	—	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500
RF-100T/U	—	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325
セルノックス温度計					
CX-1010	0.1 - 300	0.3 - 325	0.3 - 420	0.3 - 325	2 - 325
CX-1030-HT	0.3 - 420	0.3 - 420	0.3 - 420	0.3 - 420	3.5 - 420
CX-1050-HT	1.4 - 420	1.4 - 420	1.4 - 420	1.4 - 420	4 - 420
CX-1070-HT	4.2 - 420	4.2 - 420	4 - 420	4 - 420	15 - 420
CX-1080-HT	20 - 420	20 - 420	20 - 420	20 - 420	50 - 420
ゲルマニウム温度計					
GR-50-AA	0.05 - 5	0.1 - 5	—	—	—
GR-300-AA	0.3 - 100	0.3 - 100	0.35 - 100	0.35 - 100	1.2 - 100
GR-1400-AA	1.4 - 40	1.4 - 100	1.8 - 100	1.8 - 100	4 - 100
カーボンガラス温度計					
CGR-1-500	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	4 - 325
CGR-1-1000	1.4 - 325	1.7 - 325	1.7 - 325	1.7 - 325	5 - 325
CGR-1-2000	1.4 - 325	2 - 325	2 - 325	2 - 325	6 - 325
酸化ルテニウム温度計					
RX-102A	0.05 - 40	0.1 - 40	0.3 - 40	0.3 - 40	1.4 - 40
RX-102B	0.01 - 40	0.1 - 40	0.3 - 40	0.3 - 40	1.4 - 40
RX-103A	1.4 - 40	1.4 - 40	1.4 - 40	1.4 - 40	—
RX-202A	0.05 - 40	0.1 - 40	0.3 - 40	0.3 - 40	—
熱電対					
Type K	—	3.2 - 1505	3.2 - 1505	3.2 - 1505	3.2 - 1505
Type E	—	3.2 - 934	3.2 - 934	3.2 - 934	3.2 - 934
0.07% 金鉄クロメル	—	1.2 - 610	1.2 - 610	1.2 - 610	1.2 - 610
キャパシタンス温度計					
CS-501	—	1.4 - 290	—	—	—

¹ 入力カードやセンサーは別売

	AC抵抗ブリッジ		温度コントローラ		
	370型	340型	336型	335型	325型
電流反転機能	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
駆動電流の自動レンジング	Yes	Yes	Yes	Yes	—
駆動電流のレンジ					
31.6 mA, 10 mA, 3.16 mA	Yes	—	—	—	—
1 mA	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
500 μ A	—	—	—	—	—
316 μ A	Yes	Yes	Yes	Yes	—
100 μ A	Yes	Yes	Yes	Yes	—
31.6 μ A	Yes	Yes	Yes	Yes	—
10 μ A	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
3.16 μ A	Yes	Yes	Yes	Yes	—
1 μ A	Yes	Yes	Yes	Yes	—
316 nA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
100 nA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
31.6 nA	Yes	Yes	—	—	—
10 nA, 3.16 nA, 1.0 nA, 316 pA, 100 pA, 31.6 pA, 10 pA, 3.16 pA	Yes	—	—	—	—
表示できる温度の数	1-8	1-8	1-8	1-4	1-4
インターフェース					
イーサネット	—	—	Yes	—	—
IEEE-488.2	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
RS-232C	Yes	Yes	Yes	—	Yes
USB	—	—	Yes	Yes	—
アラームの数	32	2	4	2	—
リレーの数	2	2	2	2	—
アナログ出力電圧	± 10 V(2チャンネル)	± 10 V(2チャンネル)	± 10 V(2チャンネル)	± 10 V	0 - 10 V
デジタル入出力の数	—	5	—	—	—
データロギング	—	Yes	—	—	—
データカード	—	Yes	—	—	—
オートチューニングの数	1	2	2	2	2
ヒーター出力の最大値					
コントロールループ1	1 W	100 W	100 W	50 W(75 W*)	25 W
コントロールループ2	—	1 W	50 W	25 W	2 W
ヒーター出力のレンジ数	8	5	3	3	2

* ループ2を電圧モード(1W)で使用した場合

370型 AC抵抗ブリッジ



☞ 6ページ

340型 温度コントローラ (最上位モデル)



☞ 16ページ

336型 温度コントローラ (4chモデル)



☞ 23ページ

335型 **New** 温度コントローラ 325型 温度コントローラ



☞ 30ページ



☞ 37ページ

レイクショア温度モニター、トランスミッター 性能比較表

	温度モニター			温度トランスミッター		
	218S型	218E型	211型	234/D型	231P型	231型
センサー入力の数	8	8	1	1	1	1
ユーザー登録できる温度カーブの数	8	8	1	1	1	1
測定温度の最低	1.2 K	1.2 K	1.2 K	100 mK	1.4 K	1.4 K
測定温度の最高	800 K	800 K	800 K	420 K	800 K	500 K
温度範囲 (K)						
シリコンダイオード温度計						
DT-670-SD	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	—	—	1.4 - 500
DT-670E-BR	30 - 500	30 - 500	30 - 500	—	—	30 - 500
DT-414	1.4 - 375	1.4 - 375	1.4 - 375	—	—	1.4 - 375
DT-421	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	—	—	1.4 - 325
DT-470-SD	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	—	—	1.4 - 500
DT-471-SD	10 - 500	10 - 500	10 - 500	—	—	10 - 500
ガリウムアルミヒ素ダイオード温度計						
TG-120-P	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	—	—	1.4 - 325
TG-120-PL	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	—	—	1.4 - 325
TG-120-SD	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	—	—	1.4 - 500
白金抵抗温度計						
PT-102/3	14 - 873	14 - 873	14 - 873	—	14 - 873	—
PT-111	14 - 673	14 - 673	14 - 673	—	14 - 673	—
ロジウム鉄抵抗温度計						
RF-800-4	1.4 - 500	1.4 - 500	1.4 - 500	—	1.4 - 500	—
RF-100T/U	1.4 - 325	1.4 - 325	1.4 - 325	—	1.4 - 325	—
セルノックス抵抗温度計						
CX-1010	2 - 325	2 - 325	2 - 325	0.3 - 325	—	—
CX-1030-HT	3.5 - 420	3.5 - 420	3.5 - 420	0.3 - 420	—	—
CX-1050-HT	4 - 420	4 - 420	4 - 420	1.4 - 420	—	—
CX-1070-HT	15 - 420	15 - 420	15 - 420	4.2 - 420	—	—
CX-1080-HT	50 - 420	50 - 420	50 - 420	20 - 420	—	—
ゲルマニウム抵抗温度計						
GR-50-AA	—	—	—	0.1 - 5	—	—
GR-300-AA	1.2 - 100	1.2 - 100	1.2 - 100	0.3 - 100	—	—
GR-1400-AA	4 - 100	4 - 100	4 - 100	1.4 - 100	—	—
カーボンガラス抵抗温度計						
CGR-1-500	4 - 325	4 - 325	4 - 325	1.4 - 325	—	—
CGR-1-1000	5 - 325	5 - 325	5 - 325	1.7 - 325	—	—
CGR-1-2000	6 - 325	6 - 325	6 - 325	2 - 325	—	—
酸化ルテニウム抵抗温度計						
RX-102A	1.4 - 40	1.4 - 40	1.4 - 40	0.1 - 40	—	—
RX-103A	—	—	—	1.4 - 40	—	—
RX-202A	—	—	—	0.1 - 40	—	—

	温度モニター			温度トランスミッター		
	218S型	218E型	211型	234/D型	231P型	231型
駆動電流反転機能	—	—	—	Yes	—	—
駆動電流の自動レンジング	—	—	—	Yes	—	—
駆動電流のレンジ						
1 mA	Yes	Yes	Yes	Yes ²	—	—
500 μ A	—	—	—	Yes ²	Yes	—
316 μ A	—	—	—	Yes ²	—	—
100 μ A	—	—	—	Yes ²	—	—
31.6 μ A	—	—	—	Yes ²	—	—
10 μ A	Yes	Yes	Yes	Yes ²	—	Yes
3.16 μ A	—	—	—	Yes ²	—	—
1 μ A	—	—	—	Yes ²	—	—
316 nA	—	—	—	Yes ²	—	—
100 nA	—	—	—	Yes ²	—	—
31.6 nA	—	—	—	Yes ²	—	—
読み取り値の表示数	1/8	1/8	1	1	—	—
インターフェース						
IEEE-488.2	Yes	—	—	—	—	—
RS-232C	Yes	Yes	Yes	Yes	—	—
アラームの数	16	16	2	—	—	—
リレーの数	8	—	2	—	—	—
アナログ電圧出力	± 10 V(2チャンネル)	—	0 - 10 V	0 - 10 V	0 - 10 V	0 - 10 V
電流4-20mA出力	—	—	Yes	Yes	Yes	Yes
データロギング	Yes	Yes	—	—	—	—

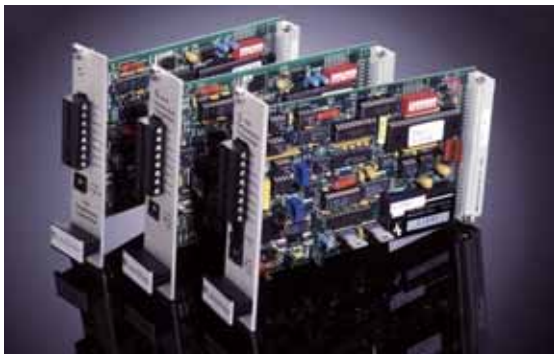
² 5 mV または 10 mV の一定電圧を使う

218 型 温度モニター (8ch)



[43ページ](#)

230 シリーズ 温度トランスミッター



[51ページ](#)

211 型 温度モニター (1ch)



[47ページ](#)

100 シリーズ 電流ソース



[57ページ](#)



370 型 AC 抵抗ブリッジ

370 型の特長

- 抵抗測定範囲 2mΩ ~ 2MΩ
- 温度測定範囲 <20mK ~ 420K
- AC 駆動レベル 3.16pA ~ 31.6mA
- リアルタイムでセンサーの自己発熱量を表示
- センサー 1 入力に対応
(スキャナ使用時、8 または 16 チャンネル)
- PID による閉ループの温度制御
- IEEE-488/RS-232C の PC インターフェース
- アラーム、リレー、アナログの各出力
- 革新的なノイズ除去回路
 - インピーダンスマッチング電流ソース
 - アクティブ・コモンモード除去回路
 - 光カプラーによる絶縁
 - グランドループの影響を除去
- 電流駆動・電圧駆動の切替とオートレンジの抵抗測定
- 抵抗、温度、電力、電圧、電流の各値をディスプレイに表示

16 チャンネルスキャナー

- 3716 型 低 DC バイアス電流モデル
- 3716L 型 低ノイズ電流モデル

8 チャンネルスキャナー

- 3708 型 超低ノイズ AC 抵抗測定モデル

概要

370 型 AC 抵抗ブリッジは、精密かつ高精度で低ノイズ、低駆動パワーの AC 抵抗測定が可能な計測器です。主な用途は、20mK ~ 1K の極低温領域における各材料の抵抗測定です。抵抗測定回路の各ステージにおいてノイズを抑制し除去するためのさまざまなテクニックが取り入れられています。独自のインピーダンスマッチング電流ソースとアクティブ・コモンモード抑制回路は特許を取得しています。16 チャンネルスキャナー、IEEE-488/RS-232C インターフェース、閉ループ温度制御などの機能により、既存の冷凍装置やほとんどの市販冷凍機にスムーズに組み込んで使用することが可能です。希釈その他の方式の冷凍機に対して、本器を LakeShore 社の校正付き極低温用抵抗温度センサーと組み合わせれば、温度の表示だけでなく温度の制御も簡単に行えます。

抵抗測定

世界ナンバーワンの極低温用センサーメーカーである LakeShore 社が、その低温に対するノウハウを結集して微小パワーによる高精度低ノイズの抵抗測定器の開発に成功しました。

極力小さな駆動電流で最大の測定精度を得るために 4 線式の AC 測定法を採用しています。増幅回路の各ステージ間を AC カップリングする事で高増幅率なのに低オフセットで、DC 測定法では実現不可能な高感度測定を可能にしています。ロックインアンブでも使われている AC フィルタリングテクニックの位相検出法は、周辺ノイズに埋もれた微小信号を取り出すことができます。13.7Hz という低い AC 駆動周波数は、測定時のリード線による浮遊容量の悪影響を低減させます。これらの特長と、画期的なシールドテクニックやノイズ抑制回路により、測定時のノイズと抵抗の自己発熱を極めて小さくすることが出来ました。

電流ソース回路は、信頼性の高い安定した微小電力のセンサー駆動電流を出力することが出来ます。3.16pA から 31.6mA (RMS) まで 21 ステップの AC 電流レベルで、センサーの自己発熱を引き起こす DC 成分の全くないローノイズな駆動電流が得られます。用途に応じて、電流/電圧の両モードの駆動方法を使い分けることが出来ます。

最先端のテクニック

駆動部から出力部まで、高性能を実現するためにさまざまな工夫がなされています。

リード線を介して混入する外部雑音など、いろいろな原因でコモンモード電圧が発生します。

本器で用いられている LakeShore 社独自（特許取得済み）のインピーダンスマッチング電流ソーステクニックが、まず最初のコモンモード電圧防止策になります。差動電圧増幅器で二つの差動入力端子の入力インピーダンスが同じであるように、本器の電流ソースの二つの出力端子は同じ出力インピーダンスを持っています。

このようにインピーダンスのマッチングがとれていると、コモンモードノイズ源による被測定抵抗の両端への影響もまったく同じになるため、コモンモード電圧がノーマルモードの電圧として影響することがありません。

この方法により差動入力部は完璧な差動信号のみを拾うため、精度の高い抵抗測定ができます。

コモンモード電圧の影響をさらに低減するために、アクティブ・コモンモード除去回路があります。これは、測定入力部におけるコモンモード電圧が最小になるように、電流ソースの動作点を動的にアジャストさせるものです。これにより、差動入力部が飽和してしまう恐れがあるような環境でさえ測定を行うことができます。

アナログ入力部は光カプラーにより、デジタル回路や筐体からアイソレートされています。この光によるアイソレートは、デジタルノイズが測定に影響を与えたりグラウンドループが生ずるのを防いでいます。

リード線の長さが 3m 以上ある場合や、抵抗値が 100k Ω 以上の場合用に、各リード線の電圧に相似する 4 つの独立したドリブンガード機能があり、リード線の芯線と外皮線間に電圧差が生じません。これによりケーブルの浮遊容量による影響を除去しています。ただし、スキャナー入力にはこの機能はありません。

変動の激しい位相検出回路の出力から安定した電圧を取り出すため、最小 200ms の時定数のフィルターが内蔵されています。この時定数は小さな抵抗に大きな電流を流して測定する場合に最適な設定で、抵抗が増加し電流が小さくなる場合はフィルターの時定数が追加されていくようになっています。リニアフィルターやアベレージングは、1 から 200 秒までの最適なセトリングタイムを供給します。

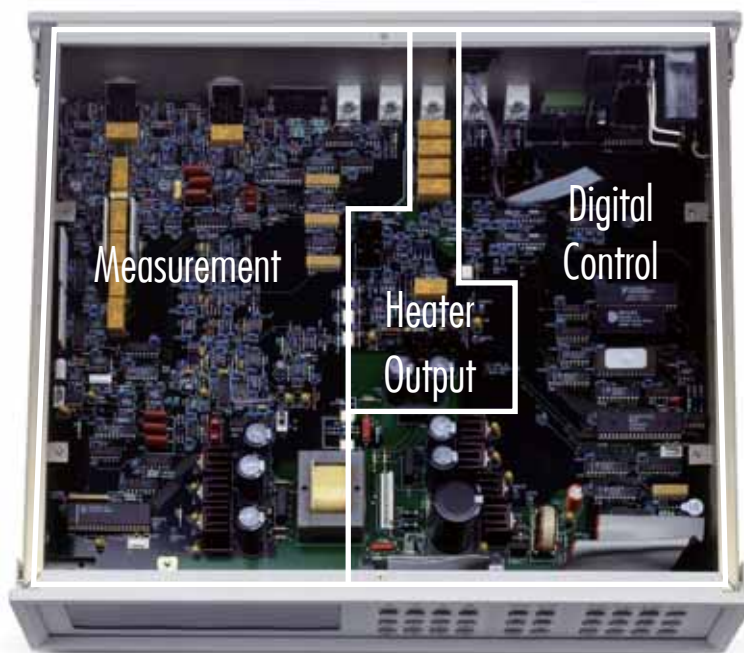
駆動モード

抵抗の測定レンジは、フルスケールで 2m Ω ~ 2M Ω です。どのレンジを選んでいるかは常時ディスプレイに表示されます。抵抗内で消費される駆動電力も常に計算されて表示されます。

抵抗の駆動方法として電流駆動と電圧駆動の 2 通りの方法（モード）があり、通常は電流駆動モードです。電流モードでは抵抗レンジと駆動電流が決まると、自動的に最適な電圧ゲインが設定されます。抵抗レンジが変わると電圧ゲインも自動的に変わります。電流モードでは実際に抵抗を流れる電流値が常に表示されます。

電圧モードは、内部のファームウェアで電圧駆動をシミュレーションします。このモードでは抵抗レンジが変わると電圧リミットが一定の値になるように出力電流が自動的に調整されます。

電圧モードでは電圧が制限されるので、NTC 負温度係数の抵抗体を測定している場合には、温度が下がるにつれて抵抗値が上昇し、それにつれて駆動電力が減少します。つまり電圧モードは、NTC 抵抗温度センサーを使用する場合の駆動電力すなわち抵抗体の自己発熱を一定以下に制限できるとも便利な方法です。このモードでは実際の電圧ではなく電圧の上限値が常に表示されます。



オートレンジとマニュアルレンジ

オートレンジかマニュアルレンジかの選択は、電流モードでも電圧モードでも可能です。オートレンジは、抵抗の測定値が現在のレンジ範囲を超えるか下回るかした時に、自動的にレンジを上げたり下げたりします。電流モードでのオートレンジ機能は、電圧ゲインを変化させます。電圧モードでのオートレンジ機能は、電流の設定値を変化させます。

マニュアルレンジでは、ユーザーが自由に抵抗レンジと駆動レベルを決めることができます。レンジは自動的に切り替わりません。もし測定した抵抗値がレンジをオーバーしたら、overload の文字が表示されます。オートレンジでもマニュアルレンジでも、レンジが切り替わる間は駆動電流が自動的に内部でショートされて過渡電流による影響を抑えます。

温度コントロール

370 型はデジタル PID 制御を行うために必要な回路とソフトウェアを備えています。ヒーター出力は、標準 100 Ω の抵抗ヒーターを 0.1 μW から 1 W までの複数のパワーレンジで駆動するための DC 電流源です。ヒーター出力は、起動時やレンジ切替時の瞬間的な電源変動の抑制回路により、低ノイズの設計になっています。温度制御をさらに補助する機能として、アナログ出力の 1 つを使ってスティールヒーター (100 Ω 負荷) に最大 1 W までのパワーを供給するスティールヒーター機能があります。1 個のセンサーだけで温度制御をするのが一番安定性が得られますが、370 型はスキャンした複数のセンサーの中の 1 つのセンサーに基づいた温度制御も可能です。複数センサーを使用して制御すると、測定速度が遅くなり、スキャンして得た値に基づいて制御を更新するので、単一のセンサーで制御する場合よりも制御安定性は劣化します。

コンピューターインターフェース

IEEE-488.2 の GP-IB インターフェースと、RS-232C のシリアルインターフェースが装備されています。どちらも本体の筐体をグラウンドとしています。測定用入力には筐体から光アイソレートされているので、インターフェースからのノイズやグラウンドループをカットしています。どちらのインターフェースも無人の連続データ測定ができるように、本体の最高読み取り速度でデータを転送する能力があります。すべてのパラメーター設定、すべてのステータス情報、アナログ出力電圧やリレーを含む本器のほとんどの機能が、コンピューターインターフェースを通じてアクセスすることができます。

アナログ出力

さらにいくつかのハードウェアが付加した装置や、システムをさまざまな形態で使用したい時のために、本器には 2 つのアナログ電圧出力と 2 つのリレー出力があります。抵抗値のモニターとして本器を使用する場合、アナログ出力は測定した抵抗値に比例した電圧を出力するので、抵抗値の変化 (ΔR) や温度、温度の変化をモニターするのに使用されます。アナログ出力電圧は、370 型の内部動作モードによって、フロントパネルやコンピューターその他のファンクションにより制御することもできます。アナログ出力機能を使用しているときは閉ループの制御はできません。

自由な構成で表示

8 行 × 40 文字の蛍光管表示器に、入力値が、mΩ、Ω、kΩ、MΩ、mK、K の各単位で表示されます。



370 型リアパネル

- | | | |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------|
| ① ライン電源及びヒューズアセンブリ | ⑤ アナログ出力 #2 (BNC) | ⑩ スキャナコントロール及び電源 (DA-15) |
| ② シリアルインターフェースコネクタ (DE-9) | ⑥ アナログ出力 #1 (BNC) | ⑪ センサ入力コネクタ (6 ピン DIN × 2) |
| ③ IEEE-488-2 コネクタ | ⑦ ヒーター出力 (BNC) | |
| ④ リレーターミナルブロック (6 ピンスクリューターミナル) | ⑧ モニタ出力 (BNC) | |
| | ⑨ リファレンス出力 (BNC) | |

370 型用スキャナー

370 型と接続できる 3 種類の専用スキャナー、3716 型、3716L 型、3708 型が用意されています。これらの特別に設計されたスキャナーは、測定性能を犠牲にすることなく、370 型の測定抵抗数を 1 個から 8 個または 16 個に増加させることができます。

いずれのスキャナーも別の筐体に入っています。繊細な微小電圧信号をなるべく短い距離で接続するために、筐体を直接クライオスタットに取り付けることもできます。スキャナーを通した場合でも 370 型のシールドを測定対象の近くまで引いてゆくことができます。プリアンプは、370 型までの長い結線に信号を通す前に、信号を増幅します。アプリケーションに応じて 3716 型、3716L 型、3708 型にはそれぞれ異なるプリアンプ回路が使われています。370 型は、AC 電源ラインからのノイズ、グラウンドループ、そして PC との接続ラインを隔離して、電源の供給とスキャナーの制御をします。

スキャナーを装着しても 370 型が装備しているほとんどの機能を引き続き使うことができます。もちろんその機能としてインピーダンスマッチング電流ソースとグラウンドとの絶縁も含まれます。このスキャナーにある抵抗測定の端子は 25 ピン D-sub コネクターです。ひとつのコネクターが 4 チャンネル分の入力を受け持ちます。測定信号用として 4 ライン、シールド用として 2 ラインがひとつのチャンネルに含まれます。ガード機能は 370 型とスキャナを結ぶ結線にだけ適用されます。

スキャナーをサポートしているファームウェアは温度変換、数学演算、1 次方程式、その他アプリケーション、温度制御を含んでいます。入力の切り替え、セトリング時間など、適切な値が自動的に選択されます。370 型にはそれぞれの抵抗に対する測定レンジと温度変換データが記憶されています。いずれのスキャナーを接続した場合も、入力の切替のために抵抗測定の手が速く低下しますので、フィルターのセトリングタイムや温度コントロールのサンプリング間隔が長くなります。

3716 型スキャナー

このスキャナーの入力性能は 370 型の入力性能と同じであり、DC バイアス電流が低くならない測定に適しています。測定電流が 1pA から 30pA という範囲のとき、バイアス電流が低いと抵抗の自己発熱を低くします。また、200 k Ω 以上の抵抗の場合は、このスキャナーが最も良い精度となります。これらの性能のトレードオフで、ノイズは 3716L 型より大きく (33 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$) になります。高抵抗の測定の際に問題となるノイズの侵入を減らすため、使用しないリード線はコモンに接続されます。

3716 型を使用した場合、その性能は 370 型に近く、抵抗レンジ、確度、分解能 (ノイズ) の仕様については同じです。

3716L 型 低抵抗スキャナー

このスキャナーは低ノイズ (4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$) と 20 n Ω の測定分解能を達成するように最適化されています。100 pA 以下の駆動電流が必要なく、100 k Ω 以上の抵抗測定をしないのであればこのスキャナーがベストチョイスです。3716L 型は、3716 型では不可能な低抵抗ホール効果測定のような測定にも使えます。抵抗レンジ、確度、分解能 (ノイズ) といった仕様は 370 型とは異なります。

3708 型 超低抵抗プリアンプ/スキャナー

AC による非常に低い抵抗測定には、3708 型 8 チャンネルプリアンプ/スキャナーがベストチョイスです。このスキャナーは 3 機種のスキャナーのなかで最も入力電圧ノイズが低く、10 n Ω の測定分解能を達成しています。また、低抵抗測定や低抵抗ホール測定の測定能力を 3716L 型の 2 倍に広げました。3716L 型のように、使用していないリード線はオープンになるのでホール測定もできます。しかし、DC バイアス電流が 50 pA ありますのでサブケルビンの温度測定には適しません。こういった測定には自己発熱による誤差を防ぐため非常に低い DC バイアス電流性能が必要です。抵抗レンジ、確度、分解能 (ノイズ) といった仕様は 370 型とは異なります。

性能比較表

抵抗レンジ (Ω)	リニアリサーチ社 LR-700 型		レイクショア 3708 型	
	分解能	駆動電圧	分解能	駆動電圧
0.002	10 n Ω	30 μV	10 n Ω	30 μV
0.02	100 n Ω	300 μV	54 n Ω	300 μV
0.2	1 $\mu\Omega$	300 μV	540 n Ω	300 μV
2	10 $\mu\Omega$	300 μV	5.4 $\mu\Omega$	300 μV
20	100 $\mu\Omega$	300 μV	54 $\mu\Omega$	300 μV
200	1 m Ω	10 mV	270 $\mu\Omega$	3 mV
2,000	10 m Ω	10 mV	2.7 m Ω	3 mV
20,000	100 m Ω	10 mV	27 m Ω	3 mV
200,000	1 Ω	10 mV	540 m Ω	3 mV
2,000,000	10 Ω	10 mV	7.3 Ω	3 mV

センサー性能

Lake Shore ゲルマニウム GR-50-AA

センサーの特性				印加電圧／電流			
温度	抵抗	dR/dT	熱抵抗	抵抗範囲	印加電圧リミット	印加電流	発熱量
0.05 K	35 kΩ	-3.6 MΩ/K	200 mK/nW	63.2 kΩ	20 μV	0.316 nA	3.5 fW
0.1 K	2 kΩ	-72 kΩ/K	20 mK/nW	6.32 kΩ	63 μV	10 nA	232 fW
0.3 K	164 kΩ	-964 Ω/k	4 mK/nW	200 kΩ	63 μV	316 nA	16.4 pW
1 K	34 kΩ	-31 Ω/k	0.1 mK/nW	63 kΩ	200 μV	1 μA	33.5 pW

機器の特性			全体の特性			
温度	測定分解能	機器確度	校正確度	自己発熱誤差	補間誤差	全体の確度
0.05 K	10 Ω (2.7 μK)	±21 Ω (6 μK)	±4 mK	0.7 μK	±0.2 mK	±4.2 mK
0.1 K	130 mΩ (1.8 μK)	±1.47 Ω (21 μK)	±4 mK	5 μK	±0.2 mK	±4.2 mK
0.3 K	2 mΩ (2.1 μK)	±92 mΩ (95 μK)	±4 mK	66 μK	±0.2 mK	±4.4 mK
1 K	200 μΩ (6.4 μK)	±13 mΩ (422 μK)	±4 mK	3 μK	±0.2 mK	±4.6 mK

Lake Shore 1000 Ω 酸化ルテニウム RX-102A

センサーの特性				印加電圧／電流			
温度	抵抗	dR/dT	熱抵抗	抵抗範囲	印加電圧リミット	印加電流	発熱量
0.05 K	70 kΩ	-5.0 MΩ/K	700 mK/nW	200 kΩ	63.2 μV	316 pA	7 fW
0.1 K	19.3 kΩ	-266 kΩ/K	800 mK/nW	20 kΩ	63.2 μV	3.16 nA	193 fW
0.3 K	5.6 kΩ	-16.6 kΩ/k	50 mK/nW	6.32 kΩ	200 μV	31.6 nA	5.6 fW
1 K	2.3 kΩ	-1.2 kΩ/k	8 mK/nW	6.32 kΩ	200 μV	31.6 nA	2.3 pW

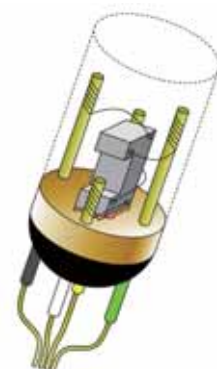
機器の特性			全体の特性			
温度	測定分解能	機器確度	校正確度	自己発熱誤差	補間誤差	全体の確度
0.05 K	40 Ω (8 μK)	35 Ω (7 μK)	±5 mK	49 μK	±0.2 mK	±5.2 mK
0.1 K	1 Ω (3.8 μK)	9.7 Ω (36 μK)	±5 mK	155 μK	±0.2 mK	±5.2 mK
0.3 K	0.1 Ω (6 μK)	2.8 Ω (170 μK)	±5 mK	280 μK	±0.2 mK	±5.4 mK
1 K	0.1 Ω (83 μK)	0.7 Ω (580 μK)	±5 mK	18 μK	±0.2 mK	±5.8 mK

NOTES:

- GR-50-AA の推奨温度範囲は 50 mK ~ 1 K (> 1 K でも使用可能)
- センサーの自己発熱を最小にするための印加電圧／電流を記載
- ヒートシンクが最小の場合の熱抵抗を記載
- 抵抗、感度等、センサーの特性には個体差がある

センサ駆動による発熱 = 電流² × 測定抵抗
 分解能 (温度) = 分解能 (抵抗) / dR/dT
 機器の確度 (温度) = 機器の確度 (抵抗) / dR/dT
 自己発熱による温度上昇 = 発熱量 × 熱抵抗

50 mK から 1 K の範囲で、高感度で正確な温度測定をするには、LakeShore 社製 GR-50-AA 型ゲルマニウム抵抗温度計と 370 型 AC 抵抗ブリッジの組み合わせがベストです。



370/3716 Performance Specification Table

電圧レンジ

	632 mV	200 mV	63.2 mV	20 mV	6.32 mV	2.0 mV	632 μV	200 μV	63.2 μV	20 μV	6.32 μV	2.0 μV
31.6 mA	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ	632 nΩ	200 nΩ	63.2 nΩ
	20 μΩ	6.0 μΩ	2.0 μΩ	1.3 μΩ	400 nΩ	130 nΩ	100 nΩ	100 nΩ	100 nΩ	*	*	*
10 mA	10 mW	3.2 mW	1.0 mW	320 μW	100 μW	32 μW	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW
	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ	632 nΩ	200 nΩ
3.16 mA	60 μΩ	20 μΩ	6.0 μΩ	4.0 μΩ	1.3 μΩ	400 nΩ	300 nΩ	300 nΩ	300 nΩ	300 nΩ	*	*
	3.2 mW	1.0 mW	320 μW	100 μW	32 μW	10 μW	3.2 μW	1 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW
1.0 mA	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ	632 nΩ
	200 μΩ	60 μΩ	20 μΩ	13 μΩ	4.0 μΩ	1.3 μΩ	400 nΩ	300 nΩ	300 nΩ	300 nΩ	300 nΩ	300 nΩ
316 μA	1 mW	320 μW	100 μW	32 μW	10 μW	3.2 μW	1 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW
	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ
100 μA	600 μΩ	200 μΩ	60 μΩ	40 μΩ	13 μΩ	4.0 μΩ	3.0 μΩ	3.0 μΩ	3.0 μΩ	3.0 μΩ	3.0 μΩ	3.0 μΩ
	320 μW	100 μW	32 μW	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW
316 μA	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ
	2.0 mΩ	600 μΩ	200 μΩ	130 μΩ	40 μΩ	13 μΩ	4.0 μΩ	4.0 μΩ	4.0 μΩ	4.0 μΩ	4.0 μΩ	4.0 μΩ
100 μA	100 μW	32 μW	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW
	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ
31.6 μA	6.0 mΩ	2.0 mΩ	600 μΩ	400 μΩ	130 μΩ	40 μΩ	30 μΩ	30 μΩ	30 μΩ	30 μΩ	30 μΩ	30 μΩ
	32 μW	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW
10 μA	20 kΩ	632 kΩ	2.0 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ
	20 mΩ	6.0 mΩ	2.0 mΩ	1.3 mΩ	400 μΩ	130 μΩ	100 μΩ	100 μΩ	100 μΩ	100 μΩ	100 μΩ	100 μΩ
316 μA	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW
	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ
10 μA	600 mΩ	200 mΩ	60 mΩ	40 mΩ	13 mΩ	4.0 mΩ	3.0 mΩ	3.0 mΩ	3.0 mΩ	3.0 mΩ	3.0 mΩ	3.0 mΩ
	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW
316 nA	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω
	2.0 Ω	600 mΩ	200 mΩ	130 mΩ	40 mΩ	13 mΩ	10 mΩ	10 mΩ	10 mΩ	10 mΩ	10 mΩ	10 mΩ
100 nA	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW
	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω
31.6 nA	**	2.0 Ω	600 mΩ	400 mΩ	130 mΩ	40 mΩ	30 mΩ	30 mΩ	30 mΩ	30 mΩ	30 mΩ	30 mΩ
	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW
10 nA	20 MΩ	632 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω
	**	**	**	1.3 Ω	400 mΩ	130 mΩ	100 mΩ	100 mΩ	100 mΩ	100 mΩ	100 mΩ	100 mΩ
316 pA	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW
	63.2 MΩ	20 MΩ	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω
100 pA	**	**	**	6.0 Ω	2.0 Ω	1.0 Ω	600 mΩ	400 mΩ	300 mΩ	300 mΩ	300 mΩ	300 mΩ
	3.2 nW	1 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW
31.6 pA	*	63.2 MΩ	20 MΩ	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω
	*	**	**	**	2.0 Ω	6.0 Ω	4.0 Ω	2.0 Ω	2.0 Ω	2.0 Ω	2.0 Ω	2.0 Ω
10 pA	*	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW	3.2 fW
	*	*	**	**	**	40 Ω	20 Ω	10 Ω	6.0 Ω	4.0 Ω	3.0 Ω	3.0 Ω
316 pA	*	*	*	63.2 MΩ	20 MΩ	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ
	*	*	*	**	**	**	**	100 Ω	60 Ω	40 Ω	25 Ω	16 Ω
100 pA	*	*	*	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW	3.2 fW	1.0 fW	320 aW
	± 0.03%	± 0.05%	± 0.1%	± 0.3%	± 0.5%	± 1.0%	63.2 kΩ	20 MΩ	632 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ
31.6 pA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10 pA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3.16 pA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1.0 pA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

370 型

■ ± 0.03%
 ■ ± 0.05%
 ■ ± 0.1%
 ■ ± 0.3%
 ■ ± 0.5%
 ■ ± 1.0%
 精度：
 読み値の %
 + レンジの 0.005%
 * レンジ使用不可
 ** レンジ使用可、仕様無し

63.2 kΩ — 抵抗のレンジ
 600 mΩ — 分解能
 3.2 pW — 発熱
 抵抗のレンジ：フルスケール抵抗レンジ、20% オーバーレンジ
 分解能：RMS ノイズ (18 秒フィルターセットリング時間使用 - 約 3 秒のアナログ時定数に相当)
 発熱：センサ駆動電力による発熱、抵抗値がフルスケールの半分であると想定

精度：370 型本体の環境温度に依存、(読み値の ±0.0015% ± レンジの 0.0002%) / °C

3716L Performance Specification Table

電圧レンジ

	632 mV	200 mV	63.2 mV	20 mV	6.32 mV	2.0 mV	632 μ V	200 μ V	63.2 μ V	20 μ V	6.32 μ V	2.0 μ V
31.6 mA	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 m Ω	200 m Ω	63.2 m Ω	20 m Ω	6.32 m Ω	2.0 m Ω	632 μ Ω	200 μ Ω	63.2 μ Ω
	20 μ Ω	6.0 μ Ω	2.0 μ Ω	1.3 μ Ω	400 n Ω	130 n Ω	40 n Ω	20 n Ω	20 n Ω	20 n Ω	20 n Ω	20 n Ω
10 mA	10 mW	3.2 mW	1.0 mW	320 μ W	100 μ W	32 μ W	10 μ W	3.2 μ W	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW
	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 m Ω	200 m Ω	63.2 m Ω	20 m Ω	6.32 m Ω	2.0 m Ω	632 μ Ω	200 m Ω
3.16 mA	60 μ Ω	20 μ Ω	6.0 μ Ω	4.0 μ Ω	1.3 μ Ω	400 n Ω	130 n Ω	40 n Ω	60 n Ω	20 n Ω	60 n Ω	20 n Ω
	3.2 mW	1.0 mW	320 μ W	100 μ W	32 μ W	10 μ W	3.2 μ W	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW
1.0 mA	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 m Ω	200 m Ω	63.2 m Ω	20 m Ω	6.32 m Ω	2.0 m Ω	632 μ Ω
	200 μ Ω	60 μ Ω	20 μ Ω	13 μ Ω	4.0 μ Ω	1.3 μ Ω	400 n Ω	200 n Ω	200 n Ω	200 n Ω	200 n Ω	200 n Ω
316 μ A	1.0 mW	320 μ W	100 μ W	32 μ W	10 μ W	3.2 μ W	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW
	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 m Ω	200 m Ω	63.2 m Ω	20 m Ω	6.32 m Ω	2.0 m Ω
100 μ A	600 μ Ω	200 μ Ω	60 μ Ω	40 μ Ω	13 μ Ω	4.0 μ Ω	1.3 μ Ω	600 n Ω	600 n Ω	600 n Ω	600 n Ω	600 n Ω
	320 μ W	100 μ W	32 μ W	10 μ W	3.2 μ W	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW
31.6 μ A	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 m Ω	200 m Ω	63.2 m Ω	20 m Ω	6.32 m Ω
	2.0 m Ω	600 μ Ω	200 μ Ω	130 μ Ω	40 μ Ω	13 μ Ω	4.0 μ Ω	2.0 μ Ω	2.0 μ Ω	2.0 μ Ω	2.0 μ Ω	2.0 μ Ω
10 μ A	100 μ W	32 μ W	10 μ W	3.2 μ W	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW
	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 m Ω	200 m Ω	63.2 m Ω	20 m Ω
31.6 μ A	6.0 m Ω	2.0 m Ω	600 μ Ω	400 μ Ω	130 μ Ω	40 μ Ω	13 μ Ω	6.0 μ Ω	6.0 μ Ω	6.0 μ Ω	6.0 μ Ω	6.0 μ Ω
	32 μ W	10 μ W	3.2 μ W	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW
10 μ A	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	6.32 m Ω
	20 m Ω	6.0 m Ω	2.0 m Ω	4.0 m Ω	1.3 m Ω	400 μ Ω	130 μ Ω	40 μ Ω	20 μ Ω	20 μ Ω	20 μ Ω	20 μ Ω
316 μ A	10 μ W	3.2 μ W	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW
	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 m Ω
1.0 μ A	200 m Ω	60 m Ω	20 m Ω	13 m Ω	4.0 m Ω	1.3 m Ω	400 μ Ω	200 μ Ω	200 μ Ω	200 μ Ω	200 μ Ω	200 μ Ω
	1.0 μ W	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW
316 nA	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω
	600 m Ω	200 m Ω	60 m Ω	40 m Ω	13 m Ω	4.0 m Ω	1.3 m Ω	600 μ Ω	600 μ Ω	600 μ Ω	600 μ Ω	600 μ Ω
100 nA	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW
	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω
31.6 nA	**	600 m Ω	200 m Ω	130 m Ω	40 m Ω	13 m Ω	4.0 m Ω	2.0 m Ω	2.0 m Ω	2.0 m Ω	2.0 m Ω	2.0 m Ω
	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW
10 nA	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω
	**	**	600 m Ω	400 m Ω	130 m Ω	40 m Ω	13 m Ω	10 m Ω	6.0 m Ω	6.0 m Ω	6.0 m Ω	6.0 m Ω
31.6 nA	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW
	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω
10 nA	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	2.0 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω	632 Ω	200 Ω
	*	*	**	**	2.0 Ω	600 m Ω	200 m Ω	200 m Ω	130 m Ω	100 m Ω	60 m Ω	60 m Ω
316 nA	*	*	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW
	*	*	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω
1.0 nA	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
	*	*	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω
316 pA	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
	*	*	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω
100 pA	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
	*	*	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω
31.6 pA	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
	*	*	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω
10 pA	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
	*	*	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω
3.16 pA	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
	*	*	*	*	6.32 M Ω	2.0 M Ω	632 k Ω	200 k Ω	63.2 k Ω	20 k Ω	6.32 k Ω	2.0 k Ω

$\pm 0.03\%$
 $\pm 0.05\%$
 $\pm 0.1\%$
 $\pm 0.3\%$
 $\pm 0.5\%$

精度:
 読み値の %
 + レンジの 0.005%

* レンジ使用不可
 ** レンジ使用可、仕様無し

63.2 k Ω — 抵抗のレンジ
 600 m Ω — 分解能
 3.2 pW — 発熱

抵抗のレンジ: フルスケール抵抗レンジ、20% オーバーレンジ
分解能: RMS ノイズ (18 秒フィルターセットリング時間使用 - 約 3 秒のアナログ時定数に相当)
発熱: センサ駆動電力による発熱、抵抗値がフルスケールの半分であると想定

精度: 370 型本体の環境温度に依存、(読み値の $\pm 0.0015\%$ \pm レンジの 0.0002%) / $^{\circ}\text{C}$

3708 Performance Specification Table

電圧レンジ

	6.32 mV	2.0 mV	632 μV	200 μV	63.2 μV	20 μV	6.32 μV	2.0 μV
31.6 mA	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ	632 μΩ	200 μΩ	63.2 mΩ
	200 nΩ	63 nΩ	40 nΩ	13 nΩ	10 nΩ	10 nΩ	10 nΩ	10 nΩ
	100 μW	32 μW	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW
10 mA	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ	632 μΩ	200 μΩ
	630 nΩ	200 nΩ	130 nΩ	40 nΩ	32 nΩ	32 nΩ	32 nΩ	32 nΩ
	32 μW	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW
3.16 mA	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ	632 μΩ
	2.0 μΩ	630 nΩ	400 nΩ	130 nΩ	100 nΩ	100 nΩ	100 nΩ	100 nΩ
	10 μW	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW
1.0 mA	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ	2.0 mΩ
	6.3 μΩ	2.0 μΩ	1.3 μΩ	400 nΩ	320 nΩ	320 nΩ	320 nΩ	320 nΩ
	3.2 μW	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW
316 μA	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ	6.32 mΩ
	20 μΩ	6.3 μΩ	4.0 μΩ	1.3 μΩ	1.0 μΩ	1.0 μΩ	1.0 μΩ	1.0 μΩ
	1.0 μW	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW
100 μA	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ	20 mΩ
	63 μΩ	20 μΩ	13 μΩ	4.0 μΩ	3.2 μΩ	3.2 μΩ	3.2 μΩ	3.2 μΩ
	320 nW	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW
31.6 μA	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ	63.2 mΩ
	200 μΩ	63 μΩ	40 μΩ	13 μΩ	10 μΩ	10 μΩ	10 μΩ	10 μΩ
	100 nW	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW
10 μA	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ	200 mΩ
	630 μΩ	200 μΩ	130 μΩ	40 μΩ	32 μΩ	32 μΩ	32 μΩ	32 μΩ
	32 nW	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW
3.16 μA	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω	632 mΩ
	2.0 mΩ	630 μΩ	400 μΩ	130 μΩ	100 μΩ	100 μΩ	100 μΩ	100 μΩ
	10 nW	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW
1.0 μA	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω	2.0 Ω
	6.3 mΩ	2.0 mΩ	1.3 mΩ	400 μΩ	320 μΩ	320 μΩ	320 μΩ	320 μΩ
	3.2 nW	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW
316 nA	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω	6.32 Ω
	20 mΩ	6.3 mΩ	4.0 mΩ	1.3 mΩ	1.0 mΩ	1.0 mΩ	1.0 mΩ	1.0 mΩ
	1.0 nW	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW
100 nA	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω	20 Ω
	63 mΩ	40 mΩ	13 mΩ	6.0 mΩ	3.2 mΩ	3.2 mΩ	3.2 mΩ	3.2 mΩ
	320 pW	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW
31.6 nA	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω	63.2 Ω
	400 mΩ	130 mΩ	60 mΩ	20 mΩ	20 mΩ	10 mΩ	10 mΩ	10 mΩ
	100 pW	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW
10 nA	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω	200 Ω
	1.9 Ω	600 mΩ	200 mΩ	200 mΩ	63 mΩ	63 mΩ	32 mΩ	32 mΩ
	32 pW	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW
3.16 nA	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ	632 Ω
	6.0 Ω	2.0 Ω	2.0 Ω	630 mΩ	600 mΩ	200 mΩ	200 mΩ	100 mΩ
	10 pW	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW	3.2 fW
1.0 nA	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ	2.0 kΩ
	**	20 Ω	6.3 Ω	6.0 Ω	3.2 Ω	2.0 Ω	630 mΩ	1.0 Ω
	3.2 pW	1.0 pW	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW	3.2 fW	1.0 fW
316 pA	*	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ	6.32 kΩ
	*	**	60 Ω	19 Ω	20 Ω	6.3 Ω	3.0 Ω	3.2 Ω
	*	320 fW	100 fW	32 fW	10 fW	3.2 fW	1.0 fW	320 aW
100 pA	*	*	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ	20 kΩ
	*	*	**	200 Ω	63 Ω	60 Ω	32 Ω	20 Ω
	*	*	32 fW	10 fW	3.2 fW	1.0 fW	320 aW	100 aW
31.6 pA	*	*	*	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ	63.2 kΩ
	*	*	*	**	600 Ω	190 Ω	200 Ω	63 Ω
	*	*	*	3.2 fW	1.0 fW	320 aW	100 aW	32 aW
10 pA	*	*	*	*	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ	200 kΩ
	*	*	*	*	**	2.0 kΩ	630 Ω	600 kΩ
	*	*	*	*	320 aW	100 aW	32 aW	10 aW
3.16 pA	*	*	*	*	*	6.32 MΩ	2.0 MΩ	632 kΩ
	*	*	*	*	*	**	6.0 kΩ	1.9 kΩ
	*	*	*	*	*	32 aW	10 aW	3.2 aW

± 0.03%
 ± 0.05%
 ± 0.1%
 ± 0.3%
 ± 0.5%
 ± 1.0%

精度:
読み値の %
+ レンジの 0.005%

* レンジ使用不可
** レンジ使用可、仕様無し

63.2 kΩ — 抵抗のレンジ
 600 mΩ — 分解能
 3.2 pW — 発熱

抵抗のレンジ: フルスケール抵抗レンジ、20% オーバーレンジ
分解能: RMS ノイズ (18 秒フィルターセットリング時間使用 - 約 3 秒のアナログ時定数に相当)
発熱: センサ駆動電力による発熱、抵抗値がフルスケールの半分であると想定

精度: 370 型本体の環境温度に依存、(読み値の ± 0.0015 % ± レンジの 0.0002 %) / °C

仕様

測定タイプ	AC、4線差動、抵抗
入力チャンネル数	1; 3716 型 / 3716L 型 スキャナ使用時 16 チャンネル、3708 型 スキャナ使用時 8 チャンネル
測定単位	Ω 、K (温度応答カーブ付)
抵抗レンジ	2m Ω ~ 2M Ω (駆動方法に依存)
読み取りレート	毎秒 10 回 (同じレンジ、チャンネルの場合)
レンジ変更時セットリング時間	3 秒 + フィルタ設定時間
A/D 分解能	24 ビット
入力ノイズ (370/3716)	33 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
入力ノイズ (3716L)	4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
入力ノイズ (3708)	2 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
測定分解能	レンジに依存する (11 ~ 13 ページ参照)
精度	レンジに依存する (11 ~ 13 ページ参照)
測定温度係数	(\pm 読み値の 0.0015% \pm レンジの 0.0002%) / $^{\circ}\text{C}$
リード線接続	V+, V-, I+, I-, V シールド、I シールド、独立したガード
スキャナリード接続	それぞれのセンサ毎 V+, V-, I+, I-、すべてのチャンネルに共通のシールド
最大リード線抵抗	3.16mA 以下の電流に対しリード線ごと 100 Ω + 抵抗レンジの 10%、10mA 以上の電流に対しリード線ごと 10 Ω + 抵抗レンジの 10%
入力アイソレーション	測定端子は、シャングランドから光学的に絶縁されている
コモンモード除去	電圧入力と電流出力のインピーダンスがマッチ。アクティブ CMR
駆動タイプ	正弦波の AC 電流ソース
駆動周波数	13.7Hz (9.8Hz、16.2Hz にも変更可)
駆動電流	3.16pA から 31.6mA RMS まで 21 レンジ
最小駆動電力	100k Ω で 10 ⁻¹⁸ W (他のレンジは 11 ~ 13 ページ参照のこと)
最大 DC 電流 (370/3716)	4pA + 駆動電流の 1% (100k Ω で 1.6 \times 10 ⁻¹⁸ W)
最大 DC 電流 (3716L)	30 pA + 駆動電流の 1%
電流保護	電源投入とレンジ変更時、電流リードリレーがショート
電圧レンジ	2 μ V から 6.32mVRMS まで、12 レンジ
電圧オーバーレンジ	20% (公称値)
入力インピーダンス	約 5 \times 10 ¹² Ω
レンジ選択モード	マニュアル、電圧駆動、電流駆動、オートレンジ
スキャナモード	マニュアルあるいはオートスキャン
フィルタ	1 秒から 200 秒までのセットリング時間
付加的ソフトウェア機能	最大/最小値、1 次方程式、レンジと入力変更の一時停止

温度換算

サポートセンサー	負温度係数抵抗温度計 (ゲルマニウム、カーボングラス、Cernox、酸化ルテニウム [Rox] など) と正温度係数抵抗温度計 (ロジウム鉄 RTD など) 校正済センサ。機器への温度応答カーブの書き込み (工場あるいはユーザサイド)
必要事項	ネガティブあるいはポジティブ
温度係数	ケルビン
温度単位	ケルビン
低温	充分考慮されたシステムで 20mK 以下
温度分解能	センサと温度に依存 (10 ページ参照)
カーブメモリ	1 スペースあたり 200 ポイントのカーブ、スペース数 20
カーブエントリ	フロントパネル、コンピュータインターフェース、CalCurve オプションを通して実行
カーブフォーマット	Ω / K、Log Ω / K

温度コントロール

コントロールタイプ	高分解能デジタル PID
コントロールモード	クローズドループ PID、オープンループ
チューニングモード	マニュアル PID、ゾーン
セットポイント単位	オームあるいはケルビン (温度校正カーブ使用)
セットポイント分解能	読み取りディスプレイの分解能と同じ
コントロール安定度	50mK で、10 μ K 以下 (システムに依存)
ヒータ出力タイプ	可変電流源
ヒータ出力アイソレーション	シャシと測定グラウンドを光学的に絶縁
出力 D/A 分解能	18 ビット
ヒータ出力レンジ	100mA、31.6mA、10mA、3.16mA、1mA、316 μ A、100 μ A、31.6 μ A
ヒータ出力コンプライアンス	10V
出力レンジの最大電力	1W、100mW、10mW、1mW、100 μ W、10 μ W、1 μ W、0.1 μ W (公称値 100 Ω)
ヒータタイプ	抵抗性負荷
ヒータ抵抗レンジ	1 ~ 100 k Ω 、最大電力に対して 100 Ω
ヒータ出力ゲイン精度	設定値の \pm 1%
ヒータ出力オフセット	(0%で) レンジの \pm 0.02%
最大ヒータノイズ電流	レンジの 0.005% 未満
PID コントロールパラメータ	
比例 (Proportional)	0.001 ~ 1000
積分 (Integral)	0 ~ 10,000 秒
微分 (Derivative)	0 ~ 10,000 秒
マニュアル出力	0 ~ 100% (0.001% 分解能)
PID ゾーン設定	セットポイント、ヒータレンジ、PID、リレー、アナログ出力 (still) を含む 10 ゾーン
スティル出力	アナログ出力の 2 番を用いて 1W までの電力が利用可
ヒータプロテクション	ショート回路保護、電源投入時、リレーで無効にする、電源投入時のオフレンジに戻る、選択可能なヒータレンジリミット、オープン回路検出機能
スキャナサポート	スキャナで選択された入力チャンネルでコントロールを行えます。(但し、安定度が減少します。)

フロントパネル

ディスプレイタイプ	グラフィック (8 ライン、40 文字) 真空蛍光管
読み取り値表示数	1 ~ 8
読み取り値表示単位	m Ω 、 Ω 、k Ω 、M Ω 、mK、K
表示分解能	4、5、6 桁 (ユーザー選択)
表示更新レート	毎秒 2 回
読み取り値表示オプション	オーム、ケルビン、最大、最小、リニア
他の表示	チャンネル番号、単位、抵抗レンジ、駆動電圧あるいは電流、駆動電力、コントロールセットポイント、ヒータレンジ、ヒータ出力
ディスプレイ表示	読み取りエラー、CMR、アラーム、ランプ、ゾーン、リモート
LED 表示	オートレンジ、駆動モード、オートスキャン
キーパッド	36 キー、数値と限定ファンクション

インターフェース

IEEE-488 インターフェース	SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, DT0, C0, E1
ソフトウェアサポート	IEEE-488 インターフェース用 LabView ドライバ (詳細は、弊社までお問い合わせください)
シリアルインターフェース	RS-232C、DE-9 コネクタ、ボーレート 9600
アラーム	
数設定	32 まで、ハイ、ロー (それぞれの入力毎) ソース、ハイセットポイント、ローセットポイント、デッドバンド、ラッチングの on、off、音の on、off
動作	ディスプレイ表示、ピープ音、リレー
リレー	
数	2
接点	ノーマリオープン、ノーマリクローズド、コン
コンタクトレーティング	30VDC @ 5A
動作	セットポイントのハイ、ローアラームあるいは、マニュアルでリレーを駆動
コネクタ	取り外し可能なターミナルブロック
アナログ電圧出力	
数	2
タイプ	可変 DC 電圧源
スケール	ユーザー設定
レンジ	± 10V
分解能	0.3mV、フルスケールの 0.003%
精度	± 2.5mV
最大電流	100mA
最大電力	1W
最小負荷抵抗	100Ω (ショート回路保護)
グラウンドリファレンス	シャシ
操作	トラックスリーディング、一次方程式を使ってのエラー (ΔR)、Still ヒータとして使用
モニター出力	
操作	数種類のアナログ電圧の内、1 つを選択可
コネクタ	BNC
周波数標準	
信号タイプ	位相高感度検出器標準
振幅	0 ~ + 5V (公称値)
波形	矩形波
コネクタ	BNC

一般

動作温度	5 ~ 40°C (仕様保証温度 15 ~ 35°C)
校正周期	1 年間
電源	100、120、220、240VAC、+5% - 10%、50 あるいは 60Hz、50VA
寸法	435mm (幅) × 90mm (高) × 317mm (奥)、フルラックサイズ
重量	370 型 (5.9kg)、3716 型 (1kg)
認証	CE マーク

3716/L 及び 3708 スキャナー

寸法	135 mm W × 66 mm H × 157 mm D (5.2 in × 2.6 in × 6.2 in)
重量	1 kg (2.1 lb)

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

370S	AC レジスタンスブリッジ (3716 型スキャナ付き)
370L	AC レジスタンスブリッジ (3716L 型スキャナ付き)
370U	AC レジスタンスブリッジ (3708 型スキャナ付き)
370N	AC レジスタンスブリッジ
3716	16 チャンネルスキャナ
3716L	低抵抗 16 チャンネルスキャナ
3708	超低抵抗 8 チャンネルスキャナ
3708-ARW	超低抵抗 8 チャンネルスキャナ、370 型のアップグレードを含む (2005 年 9 月 27 日以前または Ver 1.3 以前を対象とする)

370 型 標準付属品

MAN-370	370 型英文マニュアル / 和文マニュアル
106-233	センサー入力コネクタオス 6 ピン (370 型に 2 つ含まれる)
106-737	ハーモニカ型端子台、6 ピン

スキャナー / プリアンプ 標準付属品

106-253	センサー入力コネクタ、25 ピン DB-25 D-sub プラグ (3716 型スキャナに 4 つ含まれる)
106-264	DB-25 フード (3716 型スキャナに 4 つ含まれる)
107-379	3716 用ラックマウンティング・ブラケット
112-374	スキャナと 370 型を接続する長さ 3 m (10 ft) のケーブル (1 本)

CalCurve 精密オプション

8000	校正済みセンサの校正データを CD-R に記録したものの
8001-370	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (工場出荷時に本体にインストール)
8001-5-370	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (ユーザーサイドでインストール)

別売アクセサリ

4005	GPIB ケーブル、長さ 1 m (3.3 ft)、端子台 (106-737) と同時に使用する場合に必要なエクステンダーを含む
RM-1	370 型 19 インチラック搭載用ラックマウントキット
106-233	センサー入力コネクタオス 6 ピン (1 個)
106-737	ハーモニカ型端子台、6 ピン (1 個)
G-106-253	センサー入力コネクタ、25 ピン DB-25 D-sub (1 個)
G-106-264	DB-25 用フード (4 個が同梱されるのはスキャナ購入時のみ) (1 個)
112-374	スキャナと 370 型を接続する長さ 3 m (10 ft) のケーブル (1 本)

340 型温度コントローラ



340 型の特長

- 最低使用温度 100mK
- 2 チャンネル入力
 - 10 チャンネルまで追加可能
- 多彩なセンサーに対応
 - ダイオード
 - 抵抗センサー
 - キャパシタンス
 - 熱電対
- 電流反転機能
 - 熱起電力による誤差を抑制
- オートチューニング機能
- 2 系統のループコントロール
 - Loop1:100W 出力
 - Loop2:1W 出力
- 通信インターフェース
 - GPIB
 - RS-232C
- デジタル入出力
- アナログ出力
- リレー出力

概要

340 型は 100mK まで対応できる、最も適用範囲が広く、温度制御、測定分解能、精度、安定度のいずれも最上位のクライオジェニク温度コントローラです。

ダイオード温度計、白金抵抗温度計、負温度係数の温度計に対応し、また、拡張によって 10 チャンネル入力や熱電対／キャパシタンス温度計にも対応できます。2 系統の制御ループのうち一方のヒーター出力は 100W です。

センサー入力

340 型温度コントローラには 2 つの入力があります。4.2K において 0.1mK 分解能を実現するため、低ノイズ回路と 24 ビットの高分解能な AD コンバーターを使っています。センサーの信号をデジタル回路のノイズから隔離するため、センサー回路を他の部分から光カップリングで絶縁しています。

フロントパネルからセンサーを選択すると、それに適した駆動電流と入力ゲインが自動的に選択されます。

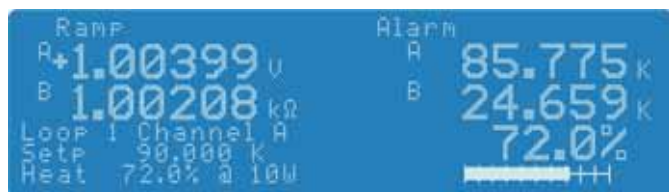
オートレンジ機能は、負温度係数の抵抗温度計のように温度の変化によって抵抗が数桁にわたって変化するセンサーでも自己発熱が増加しないようにセンサーで消費される電力を一定に維持します。熱起電力による誤差を減らす電流反転機能もあります。

340 型のカーブメモリーにはあらかじめ、シリコンダイオード温度計、白金抵抗温度計、及び数種類の熱電対の標準温度カーブが登録されています。340 型は内部の不揮発メモリーに校正カーブを 20 件登録できます。1 件のカーブのデータは最大 200 ポイントで、PC との通信やフロントパネルの操作を通じて入力できます。レイクショアの SoftCal¹ アルゴリズムを使えば、シリコンダイオード温度計と白金抵抗温度計の校正カーブを生成し、ユーザーが作成した校正カーブとしてカーブメモリーに登録できます。

¹ レイクショアの SoftCal 校正は従来の個別の校正より安価に、かつ標準温度カーブより高い精度を必要とする用途に最適です。対応するセンサーは白金抵抗とシリコンダイオード温度計です。この校正方法は標準カーブが持っている予測が可能であるという性質を利用して、いくつかの既知の温度基準点でセンサーの精度を改善するものです。

変更可能な表示ディスプレイ

340 型のディスプレイはグラフィック LCD で、同時に 8 項目を表示できます。



この写真にあるのは表示の一例で、ループ 1 ヒーターの棒グラフを大きく映し出し、ヒーター出力を目立たせ、かつ PID の値は表示していないというものです。読み取った値は 1 個から 8 個まで表示できます。温度の単位、℃、K、のほかにセンサーの測定値の単位、mV、V、Ω、kΩ、nF、でも表示ができます。また、演算結果も表示できます。



よく使う機能はフロントパネルのキーを 1 回あるいは 2 回操作するだけで使えます。ディスプレイには値だけでなく、入力チャンネルの記号なども表示されます。表示の位置は 4 項目とも自由に変わることができ、また温度以外にも電圧値や抵抗値での表示も可能です。温度、抵抗/電圧、最大値、最小値、演算結果のうちユーザーが選択したものも表示できます。ヒーターのレンジ、ヒーターへの出力電流値やパワの数値あるいはバーグラフも表示されます。



センサーのタイプを変更すると自動的に測定値の単位、センサーの駆動電流と電流レンジを適切なものに切り替えます。特別なタイプを選んだ時は入力レンジなどをユーザーが設定することができます。



340 型リアパネル

- | | | |
|------------------------|---------------------|------------------|
| ① 電源ライン入力アセンブリ | ⑤ データカードスロット | ⑨ リレー LO/HI コネクタ |
| ② Loop 1 ヒータヒューズ | ⑥ IEEE-488 インターフェース | ⑩ アナログ出力 (1/2) |
| ③ Loop 1 ヒータ出力 (バナナ端子) | ⑦ シリアル I/O コネクタ | ⑪ センサ入力 (A/B) |
| ④ オプションスロット | ⑧ デジタル I/O コネクタ | |

オプション入力

一度に使用できるオプションはひとつです。もちろん、もともと存在する入力チャンネルはそのまま使用できます。これらのオプションの校正はカードにインストールされており、そしてカードは再校正の必要なく現場で取り付けできます。

3462 型 デュアルチャンネル標準入力カード

340 型に 2 チャンネルの標準入力を追加するカードです。ディスプレイには C/D チャンネルとして表示されます。カードには AD コンバーターと駆動電流ソースが独立して装備されています。

3464 型 デュアルチャンネル熱電対入力カード

340 型に 2 チャンネルの熱電対入力を追加するカードです。ディスプレイには C/D チャンネルとして表示されます。カードには AD コンバーターと駆動電流ソースが独立して装備されています。熱電対入力は極低温領域から 1000℃ の範囲をカバーします。熱電対の室温補償も内蔵されています。熱電対のカーブにはタイプ E、K、AuFe 0.07%Cr を含みます。ユーザーが他のタイプのカーブを登録することもできます。

3465 型 シングルチャンネルキャパシタンス入力カード

340 型に 1 チャンネルのキャパシタンス入力を追加するカードです。ディスプレイには C チャンネルとして表示されます。カードには AD コンバーターと駆動電流ソースが独立して装備されています。この入力オプションはレイクショアの CS-501 型キャパシタンスセンサーを使った強磁場中での温度制御に使われます。

3468 型 8 チャンネル入力カード

340 型に 8 チャンネルのセンサー入力を追加するカードです。入力チャンネルは 2 つのグループに分かれ、4 個のセンサーがひとつのグループになります。ディスプレイには C1-C4 または D1-D4 と表示されます。1 つの AD コンバータが 4 個のセンサーを AD 変換します。電流ソースは独立してそれぞれのセンサーを駆動します。グループ内では統一して同じタイプのセンサーを使用しなければなりません。別のグループでは違うセンサーを使うことができます。8 個のセンサーを切り替えながら毎秒 2 回読み取ることができます。

センサーセレクション

センサー温度範囲（センサーは別売）

		型式	使用可能範囲	磁場条件
ダイオード 340/3462	シリコンダイオード	DT-670-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ~ 375 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ~ 325 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
正温度係数 抵抗温度計 340/3462	100 Ω 白金抵抗	PT-102/3	14 K ~ 873 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ~ 673 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ~ 500 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ~ 325 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
負温度係数 抵抗温度計 340/3462	セルノックス	CX-1010	0.3 K ~ 325 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1030-HT	0.3 K ~ 420 K ^{3,5}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1050-HT	1.4 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1070-HT	4 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1080-HT	20 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	ゲルマニウム	GR-300-AA	0.3 K ~ 100 K ⁵	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	1.4 K ~ 100 K ⁵	推奨しない
	カーボングラス	CGR-1-500	1.4 K ~ 325 K	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-1000	1.7 K ~ 325 K ⁴	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-2000	2 K ~ 325 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-102	0.1 K ~ 40 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-103	1.4 K ~ 40 K	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-202	0.1 K ~ 40 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$
	熱電対 3464	Type K	9006-006	3.2 K ~ 1505 K
Type E		9006-004	3.2 K ~ 934 K	推奨しない
Chromel-AuFe 0.07%		9006-002	1.2 K ~ 610 K	推奨しない
キャパシタンス 3465		CS-501	1.4 K ~ 290 K	推奨しない
ダイオード 3468	シリコンダイオード	DT-670-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ~ 375 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ~ 325 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
正温度係数 抵抗温度計 3468	100 Ω 白金抵抗	PT-102/3	14 K ~ 800 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ~ 673 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ~ 500 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ~ 325 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
負温度係数 抵抗温度計 ² 3468	セルノックス	CX-1010	2 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1030-HT	3.5 K ~ 420 K ^{3,6}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1050-HT	4 K ~ 420 K ^{3,5}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1070-HT	15 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1080-HT	50 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	ゲルマニウム	GR-200A/B-1000	2.2 K ~ 100 K ⁴	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-200A/B-1500	2.6 K ~ 100 K ⁴	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-200A/B-2500	3.1 K ~ 100 K ⁴	推奨しない
	カーボングラス	CGR-1-500	4 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-1000	5 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-2000	6 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-102A	1.4 K ~ 40 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$

シリコンダイオード温度計は 1.4K から室温を上回る温度までの一般的な低温用途に最も適しています。規格化された標準温度カーブを利用できるため、多くの用途では個別の校正精度を必要とせず、経済的でかつ交換が簡単です。しかし、放射線や磁場のある環境には適しません。

セルノックス抵抗温度計は薄膜センサーで 0.3K から 420K の温度範囲で使用でき、高い感度と磁場の影響を受けにくいという特長を持っています。このセンサーは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度計は 30K から 800K の温度範囲で感度が一定しているという特長があります。また再現性が高く、温度標準として使われています。70K 以上の温度領域では標準温度カーブに従うので、多くの用途で個別の校正を必要とせず、交換も簡単です。

² センサーの駆動電流が単一レンジの場合、負温度係数の抵抗センサーの最低使用温度に限界が生じる。

³ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

⁴ 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

⁵ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 5 \text{ mk}$

⁶ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 12 \text{ mk}$

センサーセレクション

センサーの性能表 (ティピカル)

	型式	温度	抵抗 / 電圧	センサーの感度 ⁷ (Typ.)	測定分解能 (温度換算)	電氣的確度 (温度換算)	温度確度 (電氣的確度、CalCurve、校正済みセンサーの確度を含む)	電氣的制御安定性 ⁸ (温度換算)
340/3462								
シリコンダイオード	DT-670-C0-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.664 V	-12.49 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.028 V	-1.73 mV/K	5.8 mK	± 76 mK	± 98 mK	± 11.6 mK
		300 K	0.5597 V	-2.3 mV/K	4.4 mK	± 47 mK	± 79 mK	± 8.8 mK
		500 K	0.0907 V	-2.12 mV/K	4.8 mK	± 40 mK	± 90 mK	± 9.6 mK
シリコンダイオード	DT-470-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.6981 V	-13.1 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.0203 V	-1.92 mV/K	5.2 mK	± 69 mK	± 91 mK	± 10.4 mK
		300 K	0.5189 V	-2.4 mV/K	4.2 mK	± 45 mK	± 77 mK	± 8.4 mK
		475 K	0.0906 V	-2.22 mV/K	4.5 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 9 mK
GaAlAs ダイオード	TG-120-SD 1.4H 校正の場合	1.4 K	5.391 V	-97.5 mV/K	0.1 mK	± 7 mK	± 19 mK	± 0.2 mK
		77 K	1.422 V	-1.24 mV/K	8.1 mK	± 180 mK	± 202 mK	± 16.2 mK
		300 K	0.8978 V	-2.85 mV/K	3.6 mK	± 60 mK	± 92 mK	± 7.2 mK
		475 K	0.3778 V	-3.15 mV/K	3.2 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 6.4 mK
100 Ω 白金抵抗 500 Ω フルスケール	PT-103 1.4J 校正の場合	30 K	3.660 Ω	0.191 Ω/K	5.3 mK	± 13 mK	± 23 mK	± 10.6 mK
		77 K	20.38 Ω	0.423 Ω/K	2.4 mK	± 10 mK	± 22 mK	± 4.8 mK
		300 K	110.35 Ω	0.387 Ω/K	2.6 mK	± 34 mK	± 57 mK	± 5.2 mK
		500 K	185.668 Ω	0.378 Ω/K	2.7 mK	± 55 mK	± 101 mK	± 5.4 mK
セルノックス CX-1010	CX-1010-SD 0.3L 校正の場合	0.3 K	2322.4 Ω	-10785 Ω/K	3 μK	± 0.2 mK	± 3.7 mK	± 6 μK
		0.5 K	1248.2 Ω	-2665.2 Ω/K	12 μK	± 0.5 mK	± 5 mK	± 24 μK
		4.2 K	277.32 Ω	-32.209 Ω/K	94 μK	± 6.2 mK	± 11.2 mK	± 188 μK
		300 K	30.392 Ω	-0.0654 Ω/K	15 mK	± 540 mK	± 580 mK	± 30 mK
セルノックス CX-1050	CX-1050-SD-HT ⁹ 1.4M 校正の場合	1.4 K	26566 Ω	-48449 kΩ/K	6 μK	± 0.4 mK	± 5.4 mK	± 12 μK
		4.2 K	3507.2 Ω	-1120.8 kΩ/K	90 μK	± 3.4 mK	± 8.4 mK	± 180 μK
		77 K	205.67 Ω	-2.4116 Ω/K	1.3 mK	± 6.8 mK	± 84 mK	± 2.6 mK
		420 K	45.03 Ω	-0.0829 Ω/K	12 mK	± 520 mK	± 585 mK	± 24 mK
ゲルマニウム	GR-50-AA 0.05A 校正の場合	0.1 K	2317 Ω	-71858 Ω/K	4 μK	± 41 mK	± 4.2 mK	± 8 μK
		0.3 K	164 Ω	-964 Ω/K	31 μK	± 0.2 mK	± 4.4 mK	± 63 μK
		1 K	34 Ω	-31.3 Ω/K	32 μK	± 1.2 mK	± 6.2 mK	± 64 μK
		5 K	13 Ω	-0.624 Ω/K	481 μK	± 20 mK	± 43 mK	± 962 μK
ゲルマニウム	GR-300-AA 0.3D 校正の場合	0.3 K	35184 Ω	-512156 Ω/K	6 μK	± 73 μK	± 4.3 mK	± 12 μK
		1.4 K	449 Ω	-581 Ω/K	17 μK	± 0.7 mK	± 4.9 mK	± 34 μK
		4.2 K	94 Ω	-26.6 Ω/K	38 μK	± 2.5 mK	± 7.5 mK	± 75 μK
		100 K	2.7 Ω	-0.024 Ω/K	12.6 mK	± 309 mK	± 332 mK	± 25 mK
ゲルマニウム	GR-1400-AA 1.4D 校正の場合	1.4 K	35889 Ω	-94794 kΩ/K	32 μK	± 0.4 mK	± 4.6 mK	± 63 μK
		4.2 K	1689 Ω	-862 kΩ/K	35 μK	± 1.7 mK	± 5.9 mK	± 70 μK
		10 K	253 Ω	-62.0 Ω/K	48 μK	± 3.0 mK	± 8.0 mK	± 97 μK
		100 K	2.8 Ω	-0.021 Ω/K	14.4 mK	± 356 mK	± 379 mK	± 29 mK
カーボングラス	CGR-1-500 1.4L 校正の場合	1.4 K	103900 Ω	-520000 Ω/K	58 μK	± 0.6 mK	± 4.6 mK	± 116 μK
		4.2 K	584.6 Ω	-422.3 Ω/K	24 μK	± 1.2 mK	± 5.2 mK	± 48 μK
		77 K	14.33 Ω	-0.098 Ω/K	3.1 mK	± 140 mK	± 165 mK	± 6.2 mK
		300 K	8.55 Ω	-0.0094 Ω/K	32 mK	± 1.1 K	± 1.2 K	± 64 mK
酸化ルテニウム	RX-102A-AA 0.3B 校正の場合	0.5 K	3701 Ω	-5478 Ω/K	19 μK	± 0.7 mK	± 5.2 mK	± 38 μK
		1.4 K	2005 Ω	-667 Ω/K	45 μK	± 2.4 mK	± 7.4 mK	± 90 μK
		4.2 K	1370 Ω	-80.3 Ω/K	375 μK	± 16 mK	± 32 mK	± 750 μK
		40 K	1049 Ω	-1.06 Ω/K	29 mK	± 1.1 K	± 1.2 K	± 58 mK
熱電対 50 mV 3464	Type K	75 K	-5862.9 μV	15.6 μV/K	26 mK	± 0.25 K ¹⁰	レイクショアでの校正不可	± 52 mK
		300 K	1075.3 μV	40.6 μV/K	10 mK	± 0.038 K ¹⁰		± 20 mK
		600 K	13325 μV	41.7 μV/K	10 mK	± 0.184 K ¹⁰		± 20 mK
		1505 K	49998.3 μV	36.006 μV/K	12 mK	± 0.73 K ¹⁰		± 24 mK
キャパシタンス 150 nF 3465	CS-501GR	42 K	6 nF	27 pF/K	7.4 mK	± 2.08 K	レイクショアでの校正不可	± 14.8 mK
		77 K	9.1 nF	52 pF/K	3.9 mK	± 1.14 K		± 7.8 mK
		200 K	19.2 nF	174 pF/K	1 mK	± 0.4 K		± 2 mK

⁷ 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

⁸ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

⁹ HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

¹⁰ 確度の仕様には室温補償の誤差を含まない。

仕様
入力仕様

	温度係数	入力範囲	センサ駆動電流	表示分解能	測定分解能	電氣的確度	電氣的制御安定性 ¹¹
ダイオード 340/3462	負	0 V ~ 2.5 V	10 μA ± 0.05% ^{12,13}	10 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.005% of rdg	20 μV
	負	0 V ~ 7.5 V	10 μA ± 0.05% ^{12,13}	10 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.01% of rdg	20 μV
正温度係数 抵抗温度計 340/3462	正	0 Ω ~ 250 Ω	1 mA ¹⁴	1 mΩ	1 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	2 mΩ
	正	0 Ω ~ 500 Ω	1 mA ¹⁴	1 mΩ	1 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	2 mΩ
	正	0 Ω ~ 2500 Ω	0.1 mA ¹⁴	10 mΩ	10 mΩ	± 0.03 Ω ± 0.02% of rdg	20 mΩ
負温度係数 抵抗温度計 1 mV 340/3462	負	0 Ω ~ 10 Ω	100 μA ¹⁴	100 μΩ	1 mΩ	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	2 mΩ
	負	0 Ω ~ 30 Ω	30 μA ¹⁴	100 μΩ	3 mΩ	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	6 mΩ
	負	0 Ω ~ 100 Ω	10 μA ¹⁴	1 mΩ	10 mΩ	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	20 mΩ
	負	0 Ω ~ 300 Ω	3 μA ¹⁴	1 mΩ	30 mΩ	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	60 mΩ
	負	0 Ω ~ 1 kΩ	1 μA ¹⁴	10 mΩ	0.1 Ω	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	0.2 Ω
	負	0 Ω ~ 3 kΩ	300 nA ¹⁴	10 mΩ	0.3 Ω	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	0.6 Ω
	負	0 Ω ~ 10 kΩ	100 nA ¹⁴	0.1 Ω	1 Ω	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	2 Ω
	負	0 Ω ~ 30 kΩ	30 nA ¹⁴	0.1 Ω	3 Ω	± 0.02% rng ± 0.1% of rdg	6 Ω
負温度係数 抵抗温度計 10 mV 340/3462	負	0 Ω ~ 30 Ω	300 μA ¹⁴	100 μΩ	300 μΩ	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	600 μΩ
	負	0 Ω ~ 100 Ω	100 μA ¹⁴	1 mΩ	1 mΩ	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	2 mΩ
	負	0 Ω ~ 300 Ω	30 μA ¹⁴	1 mΩ	3 mΩ	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	6 mΩ
	負	0 Ω ~ 1 kΩ	10 μA ¹⁴	10 mΩ	10 mΩ	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	20 mΩ
	負	0 Ω ~ 3 kΩ	3 μA ¹⁴	10 mΩ	30 mΩ	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	60 mΩ
	負	0 Ω ~ 10 kΩ	1 μA ¹⁴	0.1 Ω	0.1 Ω	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	0.2 Ω
	負	0 Ω ~ 30 kΩ	300 nA ¹⁴	0.1 Ω	0.3 Ω	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	0.6 Ω
	負	0 Ω ~ 100 kΩ	100 nA ¹⁴	1 Ω	3 Ω	± 0.02% rng ± 0.05% of rdg	6 Ω
熱電対 3464	正	± 25 mV	NA	0.1 μV	0.2 μV	± 1 μV ± 0.05% of rdg ¹²	0.4 μV
	正	± 50 mV	NA	0.1 μV	0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% of rdg ¹²	0.8 μV
キャパシタンス 3465	正 or 負	0 nF ~ 150 nF	4.88 kHz 1 V 方形波	10 pF	2.0 pF	± 50 pF ± 0.1% of rdg	4.0 pF
	正 or 負	0 nF ~ 15 nF	4.88 kHz 1 V 方形波	1 pF	0.2 pF	± 50 pF ± 0.1% of rdg	0.4 pF
ダイオード 3468	負	0 V ~ 2.5 V	10 μA ± 0.05% ^{12,13}	100 μV	20 μV	± 160 μV ± 0.01% of rdg	40 μV
	負	0 V ~ 7.5 V	10 μA ± 0.05% ^{12,13}	100 μV	20 μV	± 160 μV ± 0.02% of rdg	40 μV
正温度係数 抵抗温度計 3468	正	0 Ω ~ 250 Ω	1 mA ± 0.3% ¹⁴	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.02% of rdg	4 mΩ
	正	0 Ω ~ 500 Ω	1 mA ± 0.3% ¹⁴	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.02% of rdg	4 mΩ
	正	0 Ω ~ 5000 Ω	1 mA ± 0.3% ¹⁴	100 mΩ	20 mΩ	± 0.06 Ω ± 0.04% of rdg	40 mΩ
負温度係数 抵抗温度計 3468	負	0 Ω ~ 7500 Ω	10 μA ± 0.05% ¹⁴	100 mΩ	50 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	0.1 Ω

¹¹ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

¹² 電流ソースの誤差の影響は測定精度上では除去可能である

¹³ ダイオード温度計の駆動電流は 1 mA に設定することもできる。詳細はマニュアル参照。

¹⁴ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

¹⁵ 精度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

温度測定

入力数	2 (オプションによる追加可能)
入力構成	ダイオード/RTD。熱電対、キャパシタンスセンサーはオプション入力カードを要する。
絶縁	センサーの入力は他の回路から光学的に絶縁されている (ただし、互いのセンサー回路は絶縁されない)
A/D 分解能	24 ビット
入力精度	センサーに依存する (入力選択表を参照のこと)
測定分解能	センサーに依存する (入力仕様の表を参照のこと)
最大更新レート	ひとつの入力において最高毎秒 20 回、かつすべての入力のトータル毎秒 40 回
オートレンジ	負温度係数抵抗温度計では最適なレンジが自動的に選択される
ユーザーカーブ SoftCal	200 ポイントのカーブデータ 40 件分の記憶領域 DT-470 型ダイオード温度計、白金抵抗温度計の精度を改善する
演算 フィルター	最大、最小、1 次方程式 表示を安定化するために平均処理、時定数による設定

センサー入力仕様

	ダイオード/抵抗	熱電対	キャパシタンス
測定タイプ	4 線 差動	2 線、室温補償	4 線
センサー駆動方法	定電流源、 電流反転機能	NA	4.88 kHz, 1 V 方形波
対応するセンサー	ダイオード: シリコン、 GaAlAs 抵抗: 100Ω 白金抵抗、 1000Ω 白金抵抗、 ゲルマニウム、 CGR、セルノックス、 酸化ルテニウム	ほとんどのタイプ	CS-501GR
標準カーブ	RX-202A	Type E、Type K、 Type T AuFe 0.07%、 AuFe 0.03%	無し
入力コネクタ	6-ピン DIN	セラミック 絶縁端子台	6-ピン DIN

温度制御

制御ループ数	2 系統	
制御方式	閉ループデジタル PID、マニュアルヒーター出力設定／オープンループ付き	
チューニング	オートチューニング機能（選択した 1 つのループのみ）、PID、ゾーン設定付き PID	
制御安定性	センサーに依存、測定安定度の 2 倍（入力仕様の表を参照）	
PID 制御パラメータ		
比例（ゲイン）	範囲：0 ~ 1000	分解能：0.1
積分（リセット）	範囲：1 ~ 1000	分解能：0.1
微分（レート）	範囲：1 ~ 1000	分解能：1 秒
マニュアル出力	範囲：0 ~ 100%	分解能：0.01%
ゾーン制御	10 の温度ゾーン 各ゾーンに P、I、D、マニュアルヒーター出力、ヒーターレンジが設定可	
セットポイントランプ	0.1 K/分 ~ 100 K/分	
安全リミット	温度カーブ中の限界設定、電源投入時ヒーターオフ機能、短絡保護	

ヒーター出力仕様

	ループ 1	ループ 2
出力方式	可変 DC 電流ソース	可変 DC 電圧ソース
DA 分解能	18 ビット	14 ビット
最大出力	100 W	1 W
最大電流	2A	0.1 A
電圧コンプライアンス(最小)	50 V	10 V
ヒーターソース内部抵抗	NA	0.01 Ω
ヒーター出力レンジ	5 レンジ	1 レンジ
負荷タイプ	抵抗	抵抗
負荷抵抗範囲	10 ~ 100 Ω	最小 100 Ω
ヒーターノイズ(<1 kHz) RMS	50 μV + 出力の 0.001%	< 0.3 mV
絶縁	ホトカプラ、出力とその他回路間	無し
ヒーターコネクタ形式	デュアルバナナ	BNC

Loop 1 のヒーターパワー

ヒーター抵抗	ヒーターレンジ	最大電流			
		2A	1A	0.5 A	0.25 A
10 Ω	5	40 W	10 W	2.5 W	625 mW
	4	4 W	1 W	250 mW	62.5 mW
	3	0.4 W	100 mW	25 mW	6.25 mW
	2	40 mW	10 mW	2.5 mW	625 μW
	1	4 mW	1 mW	250 μW	62.5 μW
25 Ω	5	100 W	25 W	6.25 W	1.56 W
	4	10 W	2.5 W	625 mW	156 mW
	3	1 W	250 mW	62.5 mW	15.6 mW
	2	100 mW	25 mW	6.25 mW	1.56 mW
	1	10 mW	2.5 mW	625 μW	156 μW
50 Ω	5	50 W	50 W	12.5 W	3.12 W
	4	20 W	5 W	1.25 W	312 mW
	3	2 W	500 mW	125 mW	31.2 mW
	2	200 mW	50 mW	12.5 mW	3.12 mW
	1	20 mW	5 mW	1.25 mW	312 μW

フロントパネル

ディスプレイ	バックライト付きグラフィック LCD
表示領域	1 ~ 8 箇所
表示単位	K、℃、V、Ω
温度表示分解能	0.0001 K below 10 K、0.001 K above 10 K
温度表示分解能	センサーに依存する 6 桁まで
セットポイント設定分解能	表示分解能に同じ (実際の分解能はセンサーに依存する)
ヒーター出力値表示	電力または電流値の % 表記による数値表示、グラフ表示
ヒーター出力分解能	数値：0.1% グラフ：2%
キーパッド	数値キーおよび機能キー
フロントパネルの特徴	フロントパネルでのカーブ登録、輝度調整、キーパッドのロック

インターフェース

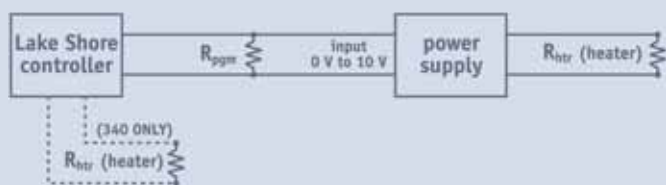
GPIO(IEEE-488.2)	
機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
読み取りレート	毎秒 20 回
サポートソフト	LabVIEW ドライバー（詳細はお問い合わせください）
シリアル通信	
通信方式	RS-232C
ボーレート	19200 以下
コネクタ形式	RJ-11
読み取りレート	毎秒 20 回
アラーム	
数	2 値 Hi と Lo をそれぞれの入力に対して
入力設定	温度、電圧/抵抗、演算値 ソース、高い目標温度、低い目標温度、不感帯、ラッチ、ノンラッチ、音 ON/OFF ディスプレイ、インジケータ、ピー音、リレー
アクチュエータ	
リレー	
数	2
接点	ノーマリオープン、ノーマリクローズ、コモン
接点定格	30 VDC @2A
動作	どちらかの入力が高いとき、低い時または両方の警報によりリレーが動作する。マニュアル動作も可。
コネクタ	取り外し可能端子台
アナログ電圧出力（制御ループ 2 を使用しない場合）	
数	2
スケール	ユーザーによる選択
更新レート	毎秒 20 回
表示データ設定	温度、電圧/抵抗、演算値 入力、ソース、スケールの最大値、スケールの最小値、マニュアル設定値
範囲	± 10 V
分解能	1.25 mV
確度	± 2.5 mV
最大出力	1 W
負荷抵抗	最小 100Ω（短絡保護回路）
ソースインピーダンス	0.01 Ω
デジタル IO	5 入力、5 出力—TTL レベル
データカード	PC カード Type II スロット 温度応答カーブ、設定及びデータの保存

一般

周囲温度	20 ~ 30℃にて仕様値付け、15℃ ~ 35℃にて仕様値を減ずる
電源	100、120、220、240 VAC (+5%、-10%)、50 or 60 Hz、190 VA
寸法	432 mm W × 89 mm H × 368 mm D (17 in × 3.5 in × 14.5 in)、フルラック
重量	8 kg (17.6 lb)
規格	CE マーク

ヒーター電力を増大させる方法

実験で室温以上の温度を利用しようとする場合、しばしば温度コントローラのヒーター出力を増大させなければならないことがあります。この回路図に書かれた方法は 340 型の出力を数百ワットにする現実的な方法です。プログラム抵抗 R_{pgm} をヒーター出力の電流ソースと並列に配置します。ヒーター出力の電流が変化すると、 R_{pgm} にかかる電圧も変化します。この電圧で外部の電源を制御するのです。 R_{pgm} は温度コントローラの低いレンジにあわせて決めてください。340 型のコントロール出力のループ 2 は電圧出力なので、抵抗を使わずに直接接続することができます。



3003 型ヒーター出力コンディショナー

ヒーター出力コンディショナーは元々ノイズが小さい 340 型ヒーター出力のノイズをさらに低くするために使います。このフィルタを挿入することで電源周波数およびそれ以上の周波数成分が 20 dB 減衰します。寸法は 144 mm W × 72 mm H × 165 mm D です。ラックマウント用のオプションもあります。重量は 1.6 Kg です。



オーダーインフォメーション

モデルナンバー

340 温度コントローラ

標準付属品

106-009 ヒーター出力端子用、オスデュアルバナプラグ
 106-233 センサー入力コネクタオス 6 ピン
 106-737 ハーモニカ型端子台、6 ピン
 2001 RJ11 モジュラー RS-232C ケーブル、10 フィート
 2003 RJ11 から D-sub 9 ピンへの変換コネクタ
 MAN-340 340 型英文マニュアル

オプション

CAL-340-CERT 340 型本体の再校正、証明書付き
 8001-340 校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ（工場出荷時に本体にインストール）
 8002-05-340 校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ（ユーザーサイドでインストール）

別売アクセサリ

3462 標準 2 入力追加カードオプション
 3464 熱電対入力追加カードオプション
 3465 キャパシタンス入力追加カードオプション
 3468 8CH スキャナカード（ダイオード、白金）
 2002 RJ11 から DB25 への変換コネクタ
 2003 RJ11 から DB9 への変換コネクタ
 3003 ヒーター出力コンディショナー
 RM-1 ラックマウントキット
 3507-2SH ケーブルアッセンブリ、2 センサー、1 ヒーター (340)、10 フィート
 112-344 ケーブルアッセンブリ、2 センサー、1 ヒーター (340)、20 フィート
 8072 GPIB ケーブル
 TEMP-SOFT 温度制御・モニター用ソフトウェア

336 型温度コントローラ



336 型の特長

- 4 チャンネルセンサー入力
 - 最低温度 300mK (抵抗センサー使用時)
 - ダイオード、抵抗センサーに対応
 - 熱電対オプション
 - 熱起電力誤差を補償する電流反転機能
- 2 チャンネル PID 制御ループ
 - 100W, 50W ヒーター出力
 - PID パラメータのオートチューニング機能
 - 温度に応じて適切なセンサーを選ぶ切替え機能
- 2 チャンネル多機能出力
 - アナログ電圧、モニター、ウォームアップ出力
 - 出力電圧 ± 10V
- アラーム音 / リレー接点
- センサーに名前が付けられるラベル機能
- Ethernet, USB, GPIB I/F 標準装備

概要

336 型は 4 チャンネルのセンサー入力と制御出力、そして合計 150W のヒーター出力を持った温度コントローラです。ヒーター出力は 2 チャンネルあり、それぞれ 100W、50W を出力します。これらは、どのセンサー入力とも組み合わせることができ、もちろん PID 制御もできます。

センサー入力に名前を付けて、入力チャンネルとセンサーの関係をはっきりとディスプレイに表示できます。また、フロントパネルには明るく見やすいディスプレイと LED のインジケータ、直感的な操作ができるように配置されたキーパッドがあります。メニューは論理的に構成されていて使いやすさを実現しています。通信機能として Ethernet、USB、GPIB を標準装備しており、信頼性の高い接続性を確保しています。ユーザーが実験室を離れることがあっても、Ethernet を使えばユーザーはどこからでも実験をモニターできます。

センサー入力

336 型には標準で 4 チャンネルのセンサー入力端子があります。入力端子はダイオードセンサーと抵抗センサーに対応しています。オプションとして用意されている熱電対入力ボード 3060 型を使うと C チャンネルと D チャンネルに熱電対入力の機能が付加されます。このオプションをお客様ご自身が取り付けることもできます。

センサー入力には 24 ビットの高分解能 AD コンバーターが使われています。そして、4 チャンネルのセンサー入力にはそれぞれに電流ソース回路が用意されていま

す。そのため、電流ソースを切り替える方式で問題になるセッティング (安定を待つ) 時間がかかりません。さらに、他の回路からのノイズを減らし、測定の実現性を向上するため、センサー入力のすべてが光アイソレートされています。電流反転機能は抵抗センサーで発生する熱起電力 (TEMF) 誤差を除去できます。電流ソースの電流値を 9 段階に切り替えることができるので、負の温度係数を持った抵抗センサー (NTC RTD) を使って 300mK までの温度測定と温度制御が可能です。オートレンジ機能は電流ソースの電流値を自動的に切り替えて抵抗センサー (特に負の温度係数を持ったセンサー) の自己発熱誤差を減らします。

シリコンダイオードや GaAlAs ダイオードセンサーを使えば、1.4 K までの低温の温度測定と温度制御ができます。フロントパネルの操作でセンサーの種類が決まると、自動的に適切な駆動電流と測定回路の増幅率レベルが設定されます。336 型のゾーン設定機能はユニークで、温度に応じてセンサー入力が自動的に切り替わり、300mK の低温から 1500K を超える高温まで、広い温度範囲を中断することなく連続的に測定できます。

336 型はあらかじめシリコンダイオード、白金抵抗、酸化ルテニウム、熱電対の標準温度応答カーブを揮発メモリーに記憶しています。この記憶領域に 200 点の校正点を持つレイクショアの校正データ (CalCurve) やユーザーが作成した校正カーブを 39 種類まで保存できます。336 型に組み込まれた SoftCal というアルゴリズムを使ってシリコンダイオードと白金抵抗

センサーの校正カーブをお客様自身が作成でき、またそれを記憶領域に保存できます。レイクショアが作成したカーブハンドラーというソフトウェアを使うと、PC に保存してある温度センサーの校正データを 336 型に書き込んだり、読み出したり、また値を変更したりできます。

温度制御

336 型は合計 150W のヒーター出力を持ったパワフルな温度コントローラです。そして、ノイズの影響を受けやすい極低温領域を含めた広い範囲の温度制御をするために、ノイズの少ない綺麗なヒーター出力を供給します。独立した二つの PID 制御系は、それぞれ 100W と 50W のヒーターパワーを出力し、4 チャンネルの入力のいずれとも組み合わせることができます。PID 制御のヒーター出力は目標温度とセンサー温度の両方から計算されます。336 型のチューニングパラメータは幅広い設定ができるので、研究室で使われる一般的な高温オープンやクライオスタットのほとんどに適合します。PID パラメーターをユーザー自身がマニュアルで設定することも、またオートチューニング機能で自動的に実施することもできます。オートチューニング機能は PID パラメーターを調整するだけでなく、ゾーンチューニングのパラメーターテーブルを作成するのにも役立ちます。ランプ機能を動作させると PID 制御の目標温度は最終目標温度へ向かってゆっくりした勾配で変化します。この機能を活用すると、オーバーシュートが起きにくくなり、またセッティング時間が過剰に長くなるのを防ぎます。これを「自動的にセンサーを切り替える機能」、「9 段階の電流のレンジを切り替える機能」（ゾーン設定機能の一部と組み合わせれば、336 型は 300mK から 1505K の温度範囲を連続的に測定し制御することができます。

ヒーター出力 1 と出力 2 は直流の可変電流ソースです。これらの基準電位はシャーシグラウンドレベルです。出力 1 は 25Ω のヒーターに 100W の電力を連続供給することができます。50W であればヒーター抵抗が 50Ω でも 25Ω でも供給できます。出力 2 は 50Ω や 25Ω のヒーターに対して 50W の電力を供給できます。出力 3 と 4 は直流の可変電圧出力で、電圧の範囲は ±10V です。出力 3 と 4 を温度コントロールに使用しないときは、ユーザーがマニ

アルで設定できる電圧ソースとして使うこともできます。

入力温度の制限設定は安全策として用意されています。それぞれの入力に対して温度制限値を設定できます。そしてどれかひとつ制限を越える値が観測されたらすべての制御系は自動停止します。

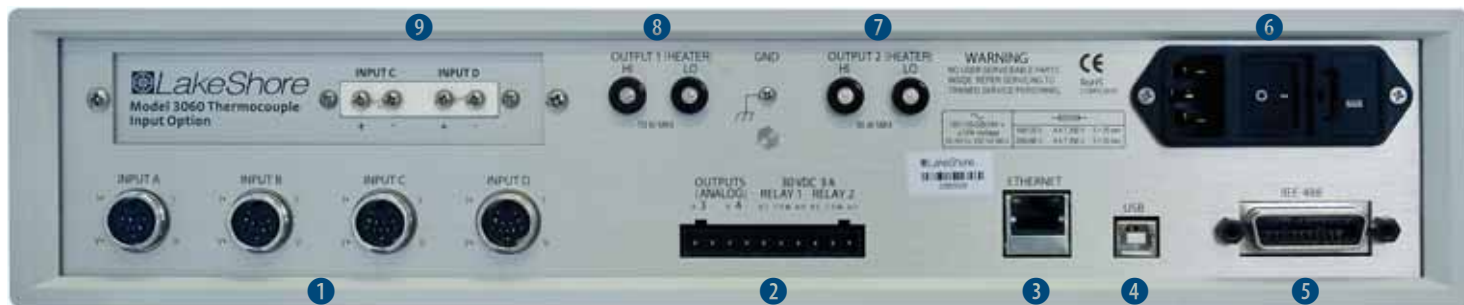
インターフェース

336 型は Ethernet、USB、GPIB (IEEE-488) を標準装備しています。そして、これらのインターフェースから 336 型が持っているほとんどのデータ収集機能をコントロールできます。また、レイクショアはセンサーの校正カーブを扱うソフトウェア（カーブハンドラー）を用意しています。このソフトウェアを使えば誰でも簡単に校正データを 336 型の不揮発メモリーに書き込んだり、校正データの編集をしたりできます。必要の際は東陽テクニカへご用命ください。

Ethernet が装備されているのでどこからでも 336 型の状態をモニタすることができます。USB インターフェースは固定ボーレート 57,600BPS の RS-232C シリアルポートをエミュレートします。この USB インターフェースを使えば、お客様ご自身でファームウェアのアップグレードができます。その際、ハードウェアにかかる作業は不要です。

センサー入力にはそれぞれアラームが設定できます。設定した値より「高い」または「低い」場合、アラームが動作します。動作モードはラッチとノンラッチの両方が用意されています。二つのリレーはアラームと組み合わせる使うことができます。例えば、実験に問題が起きた場合に警報を発したり、あるいは単純な ON/OFF 制御をするためにも利用できます。リレーはどのアラームにも割り当てられます。また、マニュアル操作も可能です。

出力 3 と 4 は ±10V のアナログ電圧を出力します。これにより温度に比例した電圧をチャートレコーダーやデータ取り込みシステムに送り記録させることができます。このとき、出力に送るスケールやデータを（温度や単位を含めて）選ぶこともできます。



336 型リアパネル

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------|
| ① センサー入力コネクタ | ④ USB インターフェース | ⑦ Output 2 ヒーター |
| ② ターミナルブロック (アナログ出力、リレー出力) | ⑤ IEEE-488 (GPIB) インターフェース | ⑧ Output 1 ヒーター |
| ③ Ethernet インターフェース | ⑥ 電源ライン入力アセンブリ | ⑨ 熱電対オプションのセンサー入力端子 |

変更可能な表示ディスプレイ

336 型の表示領域は LED をバックライトに使った明るい液晶ディスプレイを使っています。最大 8 個の値を同時に表示できるので、4 チャンネルの制御ループをすべて表示することができます。また、一つの値を表示するならより詳細に表示できます。実験の内容に応じて、表示エリアごとに違った表現にもできます。値を表示する位置だけでなく、温度や電気信号の単位もそれぞれの表示ごとに自由に設定できます。さらに、それぞれの表示に対して自由な名前ラベルが付けられ、どのセンサーをどのチャンネルに割り当てたのかが、分かり便利です。



4 チャンネル表示の例 (名前ラベル付き)

4 チャンネルの値を表示した場合の標準的な例。



2 チャンネル表示の例 (名前ラベル付き)

実験の内容に応じて値の表示エリアに自由な名前を設定することができます。ここでは A、や B というチャンネル名の次に名前が表示されている。



直感的でわかりやすいメニュー

メニューのナビゲーションは論理的に構成されており、わかりやすく、短時間で設定できる。

3060-F 型 熱電対入力オプション

3060-F 型はお客様ご自身で取り付けできる入力オプションです。このオプションにより入力 C と D に熱電対に対応する機能が加わります。このオプションを取り外すことは簡単にできますが、熱電対を使用しないときは標準入力に完全に機能するので、取り外す必要はありません。校正データはオプションカードの中に保存されますので、カードを他の 336 型に取り付ける場合でも校正をやり直す必要はありません。

センサーセレクション

センサー温度範囲 (センサーは別売)

		型式	使用可能範囲	磁場条件
ダイオード	シリコンダイオード	DT-670-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ~ 375 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ~ 325 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ~ 500 K	$T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$
正温度係数抵抗温度計	100 Ω 白金抵抗	PT-102/3	14 K ~ 873 K	$T > 40 \text{ K} \& B \leq 2.5 \text{ T}$
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ~ 673 K	$T > 40 \text{ K} \& B \leq 2.5 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ~ 500 K	$T > 77 \text{ K} \& B \leq 8 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ~ 325 K	$T > 77 \text{ K} \& B \leq 8 \text{ T}$
負温度係数抵抗温度計	セルノックス	CX-1010	0.3 K ~ 325 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1030-HT	0.3 K ~ 420 K ^{1,3}	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1050-HT	1.4 K ~ 420 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1070-HT	4 K ~ 420 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1080-HT	20 K ~ 420 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	ゲルマニウム	GR-300-AA	0.35 K ~ 100 K ³	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	1.8 K ~ 100 K ³	推奨しない
	カーボングラス	CGR-1-500	1.4 K ~ 325 K	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-1000	1.7 K ~ 325 K ²	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-2000	2 K ~ 325 K ²	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
熱電対 3060-F	酸化ルテニウム	RX-102	0.3 K ~ 40 K ³	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-103	1.4 K ~ 40 K	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-202	0.3 K ~ 40 K ³	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$
	Type K	9006-006	3.2 K ~ 1505 K	推奨しない
	Type E	9006-004	3.2 K ~ 934 K	推奨しない
	Chromel-AuFe 0.07%	9006-002	1.2 K ~ 610 K	推奨しない

¹ HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

² 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

³ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 5 \text{ mK}$

シリコンダイオード温度計は 1.4K から室温を上回る温度までの一般的な低温用途に最も適しています。規格化された標準温度カーブを利用できるため、多くの用途では個別の校正精度を必要とせず、経済的でかつ交換が簡単です。しかし、放射線や磁場のある環境には適しません。

セルノックス抵抗温度計は薄膜センサーで 0.3K から 420K の温度範囲で使用でき、高い感度と磁場の影響を受けにくいという特長を持っています。このセンサーは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度計は 30K から 800K の温度範囲で感度が一定しているという特長があります。また再現性が高く、温度標準として使われています。70K 以上の温度領域では標準温度カーブに従うので、多くの用途で個別の校正を必要とせず、交換も簡単です。

センサーセレクション

センサーの性能表 (ティピカル)

	型式	温度	抵抗 / 電圧	センサーの感度 ⁷ (Typ.)	測定分解能 (温度換算)	電氣的確度 (温度換算)	温度確度 (電氣的確度、CalCurve、校正済みセンサーの確度を含む)	電氣的制御安定性 ⁸ (温度換算)
シリコンダイオード	DT-670-C0-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.664 V	-12.49 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.028 V	-1.73 mV/K	5.8 mK	± 76 mK	± 98 mK	± 11.6 mK
		300 K	0.5597 V	-2.3 mV/K	4.4 mK	± 47 mK	± 79 mK	± 8.8 mK
		500 K	0.0907 V	-2.12 mV/K	4.8 mK	± 40 mK	± 90 mK	± 9.6 mK
シリコンダイオード	DT-470-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.6981 V	-13.1 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.0203 V	-1.92 mV/K	5.2 mK	± 69 mK	± 91 mK	± 10.4 mK
		300 K	0.5189 V	-2.4 mV/K	4.2 mK	± 45 mK	± 77 mK	± 8.4 mK
		475 K	0.0906 V	-2.22 mV/K	4.5 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 9 mK
GaAlAs ダイオード	TG-120-SD 1.4H 校正の場合	1.4 K	5.391 V	-97.5 mV/K	0.2 mK	± 7 mK	± 19 mK	± 0.4 mK
		77 K	1.422 V	-1.24 mV/K	16 mK	± 180 mK	± 202 mK	± 32 mK
		300 K	0.8978 V	-2.85 mV/K	7 mK	± 60 mK	± 92 mK	± 14 mK
		475 K	0.3778 V	-3.15 mV/K	6.3 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 13 mK
100 Ω 白金抵抗 500 Ω フルスケール	PT-103 1.4J 校正の場合	30 K	3.660 Ω	0.191 Ω/K	5.3 mK	± 13 mK	± 23 mK	± 10.6 mK
		77 K	20.38 Ω	0.423 Ω/K	2.4 mK	± 10 mK	± 22 mK	± 4.8 mK
		300 K	110.35 Ω	0.387 Ω/K	2.6 mK	± 39 mK	± 62 mK	± 5.2 mK
		500 K	185.668 Ω	0.378 Ω/K	2.7 mK	± 60 mK	± 106 mK	± 5.4 mK
セルノックス CX-1010	CX-1010-SD 0.3L 校正の場合	0.3 K	2322.4 Ω	-10785 Ω/K	6 μK	± 0.1 mK	± 3.6 mK	± 10 μK
		0.5 K	1248.2 Ω	-2665.2 Ω/K	17 μK	± 0.2 mK	± 4.7 mK	± 24 μK
		4.2 K	277.32 Ω	-32.209 Ω/K	62 μK	± 3.8 mK	± 8.8 mK	± 38 μK
		300 K	30.392 Ω	-0.0654 Ω/K	16 mK	± 339 mK	± 414 mK	± 20 mK
セルノックス CX-1050	CX-1050-SD-HT ⁷ 1.4M 校正の場合	1.4 K	26566 Ω	-48449 kΩ/K	15 μK	± 0.3 mK	± 5.3 mK	± 24 μK
		4.2 K	3507.2 Ω	-1120.8 kΩ/K	152 μK	± 2.1 mK	± 7.1 mK	± 200 μK
		77 K	205.67 Ω	-2.4116 Ω/K	830 μK	± 38 mK	± 54 mK	± 500 μK
		420 K	45.03 Ω	-0.0829 Ω/K	12 mK	± 338 mK	± 403 mK	± 14 mK
ゲルマニウム	GR-300-AA 0.3D 校正の場合	0.35 K	18225 Ω	-193453 Ω/K	3 μK	± 48 μK	± 4.2 mK	± 6 μK
		1.4 K	449 Ω	-581 Ω/K	33 μK	± 481 μK	± 4.7 mK	± 66 μK
		4.2 K	94 Ω	-26.6 Ω/K	38 μK	± 1.8 mK	± 6.8 mK	± 74 μK
		100 K	2.7 Ω	-0.024 Ω/K	8.4 mK	± 152 mK	± 175 mK	± 16.8 mK
ゲルマニウム	GR-1400-AA 1.4D 校正の場合	1.8 K	15288 Ω	-26868 kΩ/K	19 μK	± 302 μK	± 4.5 mK	± 38 μK
		4.2 K	1689 Ω	-862 kΩ/K	62 μK	± 900 μK	± 5.1 mK	± 124 μK
		10 K	253 Ω	-62.0 Ω/K	32 μK	± 1.8 mK	± 6.8 mK	± 64 μK
		100 K	2.8 Ω	-0.021 Ω/K	9.6 mK	± 177 mK	± 200 mK	± 19.2 mK
カーボングラス	CGR-1-500 1.4L 校正の場合	1.4 K	103900 Ω	-520000 Ω/K	12 μK	± 0.1 mK	± 4.1 mK	± 22 μK
		4.2 K	584.6 Ω	-422.3 Ω/K	52 μK	± 0.8 mK	± 4.8 mK	± 84 μK
		77 K	14.33 Ω	-0.098 Ω/K	2 mK	± 108 mK	± 133 mK	± 4 mK
		300 K	8.55 Ω	-0.0094 Ω/K	22 mK	± 760 mK	± 865 mK	± 44 mK
酸化ルテニウム	RX-102A-AA 0.3B 校正の場合	0.5 K	3701 Ω	-5478 Ω/K	32 μK	± 0.5 mK	± 5 mK	± 42 μK
		1.4 K	2005 Ω	-667 Ω/K	90 μK	± 1.4 mK	± 6.4 mK	± 138 μK
		4.2 K	1370 Ω	-80.3 Ω/K	590 μK	± 8 mK	± 24 mK	± 832 μK
		40 K	1049 Ω	-1.06 Ω/K	39 mK	± 500 mK	± 537 mK	± 52 mK
熱電対 50 mV 3060-F	Type K	75 K	-5862.9 μV	15.6 μV/K	26 mK	± 0.25 K ⁷	校正サービス は提供しており ません	± 52 mK
		300 K	1075.3 μV	40.6 μV/K	10 mK	± 0.038 K ⁷		± 20 mK
		600 K	13325 μV	41.7 μV/K	10 mK	± 0.184 K ⁷		± 20 mK
		1505 K	49998.3 μV	36.006 μV/K	12 mK	± 0.73 K ⁷		± 24 mK

⁴ 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

⁵ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

⁶ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

⁷ 確度の仕様には室温補償の誤差を含まない。

仕様

入力仕様

	温度係数	入力範囲	センサ駆動電流		表示分解能	測定分解能	電氣的確度	電氣的制御安定性 ⁸
ダイオード	負	0 V ~ 2.5 V	10 μA ± 0.05% ^{9,10}	100 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.005% of rdg	(10 μV + 0.0005% of rdg) / °C	± 20 μV
		0 V ~ 10 V	10 μA ± 0.05% ^{9,10}	100 μV	20 μV	± 80 μV ± 0.01% of rdg	(20 μV + 0.0005% of rdg) / °C	± 40 μV
正温度係数抵抗温度計	正	0 Ω ~ 10 Ω	1 mA ¹¹	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 0.2 mΩ
		0 Ω ~ 30 Ω	1 mA ¹¹	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.03 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 0.4 mΩ
		0 Ω ~ 100 Ω	1 mA ¹¹	1 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 4 mΩ
		0 Ω ~ 300 Ω	1 mA ¹¹	1 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.3 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 4 mΩ
		0 Ω ~ 1 kΩ	1 mA ¹¹	10 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 40 mV
		0 Ω ~ 3 kΩ	1 mA ¹¹	10 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(3 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 40 mV
		0 Ω ~ 10 kΩ	1 mA ¹¹	100 mΩ	200 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 40 mV
負温度係数抵抗温度計 10 mV	負	0 Ω ~ 10 Ω	1 mA ¹¹	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 0.4 mΩ
		0 Ω ~ 30 Ω	300 μA ¹¹	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.03 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 0.4 mΩ
		0 Ω ~ 100 Ω	100 μA ¹¹	1 mΩ	1 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 2 mΩ
		0 Ω ~ 300 Ω	30 μA ¹¹	1 mΩ	2 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.3 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 4 mΩ
		0 Ω ~ 1 kΩ	10 μA ¹¹	10 mΩ	10 mΩ + 0.002% of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 20 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ~ 3 kΩ	3 μA ¹¹	10 mΩ	20 mΩ + 0.002% of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(3 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 40 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ~ 10 kΩ	1 μA ¹¹	100 mΩ	100 mΩ + 0.002% of rdg	± 1.0 Ω ± 0.04% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 200 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ~ 30 kΩ	300 nA ¹¹	100 mΩ	200 mΩ + 0.002% of rdg	± 2.0 Ω ± 0.04% of rdg	(30 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 400 mΩ ± 0.004% of rdg
熱電対	正	± 50 mV	NA	0.1 μV	1 Ω + 0.005% of rdg	± 10.0 Ω ± 0.04% of rdg	(100 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 2 Ω ± 0.01% of rdg
					0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% of rdg ¹²	(0.1 μV + 0.001% of rdg) / °C	0.8 μV

⁸ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

⁹ 電流ソースの誤差の影響は測定精度上では除去可能である

¹⁰ ダイオード温度計の駆動電流は 1 mA に設定することもできる。

¹¹ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

¹² 精度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

センサ入力仕様

	ダイオード／抵抗温度計	熱電対
測定形式	4 線式差動測定	2 線式、室温補正あり
センサ駆動方式	一定電流、抵抗温度計用に電流反転機能	無し
対応しているセンサ	ダイオード温度計：シリコン、GaAlAs 抵抗温度計：100Ω 白金、1000Ω 白金、ゲルマニウム、CGR、セルノックス、酸化ルテニウム	ほとんどの熱電対
標準カーブ	DT-470、DT-500D、DT-500E1、DT-670、PT-100、PT-1000、Rx-102A、Rx-202A	Type E、Type K、Type T、AuFe 0.07%、AuFe 0.03%
入力コネクタ	6-pin DIN	セラミック絶縁端子台

温度測定部

入力数

4

入力タイプ

入力タイプの変更はフロントパネルからできる。熱電対はオプションを取り付ける（ユーザー取り付け可）ことで対応できる。いちど取り付け後は他のセンサと同様にフロントパネルから選択できる。

絶縁

センサの入力は他の回路から光学的に絶縁されている（ただし、互いのセンサ回路は絶縁されない）

A/D 分解能

24 ビット

入力精度

センサに依存する（入力選択表を参照のこと）

測定分解能

センサに依存する（入力仕様の表を参照のこと）

最大更新レート

それぞれの入力において毎秒 10 回、ただし、100kΩ の NTC 抵抗温度センサの電流反転機能を使用する場合は毎秒 5 回

オートレンジ

抵抗温度計（NTC 及び PTC）の場合は自動的に最適なレンジが選択される

ユーザーカーブ

200 ポイントのユーザーカーブデータあるいは CalCurve、39 件分の記憶領域

SoftCal

30 K から 375 K の範囲で DT-470 型ダイオード温度計の精度を ± 0.25 K に改善し、70 K から 325 K の範囲で白金抵抗温度計の精度を ± 0.25 K に改善する；校正結果はユーザーカーブとして登録できる

演算

最大値、最小値

フィルター

読み取った入力の 2 回から 64 回の平均

温度制御

制御ループ数 4 系統

ヒーター出力 (出力 1、2)

制御方式 閉ループデジタル PID、マニュアルヒーター出力設定 / オープンループ付き

更新レート 10/s

チューニング オートチューニング機能 (選択した 1 つのループのみ)、PID、ゾーン設定付き PID

制御安定性 センサーに依存する 入力仕様の表を参照してください

PID 制御パラメータ

比例 (ゲイン)	範囲: 0 ~ 1000	分解能: 0.1
積分 (リセット)	範囲: 1 ~ 1000 (1000/s)	分解能: 0.1
微分 (レート)	範囲: 1 ~ 200%	分解能: 1%
マニュアル出力	範囲: 0 ~ 100%	分解能: 0.01%

ゾーン制御 10 の温度ゾーン 各ゾーンに P、I、D、マニュアルヒーター出力、ヒーターレンジ、コントロールチャンネル、ランプレートが設定可

セットポイントランプ 0.1 K/分 ~ 100 K/分

出力 1

	25Ω の場合	50Ω の場合
ヒーター出力タイプ	可変電流ソース	
出力 DA 分解能	16-bit	
最大ヒーターパワー	100 W	50 W
最大ヒーター出力電流	2 A	1 A
ヒーター出力コンプライアンス	50 V	50 V
最大パワーでのヒーター負荷	25 Ω	50 Ω
ヒーター負荷レンジ	10 Ω ~ 100 Ω	
ヒーター出力レンジ	3 段階 (1 段階 1/10 に電力が減少する)	
ヒーターノイズ (<1kHz) RMS	0.12 μA RMS (主に電源周波数とその高調波)	
グラウンド	ヒーター出力はシャーシグラウンドを基準とする	
ヒーターコネクタ	デュアルバナナ	
安全リミット	温度カーブ、電源投入時ヒーター OFF、回路短路保護	

出力 2

	25Ω の場合	50Ω の場合
ヒーター出力タイプ	可変電流ソース	
出力 DA 分解能	16-bit	
最大ヒーターパワー	50 W	50 W
最大ヒーター出力電流	1.41 A	1 A
ヒーター出力コンプライアンス	35.4 V	50 V
最大パワーでのヒーター負荷	25 Ω	50 Ω
ヒーター負荷レンジ	10 Ω ~ 100 Ω	
ヒーター出力レンジ	3 段階 (1 段階 1/10 に電力が減少する)	
ヒーターノイズ (<1kHz) RMS	0.12 μA RMS (主に電源周波数とその高調波)	
グラウンド	ヒーター出力はシャーシグラウンドを基準とする	
ヒーターコネクタ	デュアルバナナ	
安全リミット	温度カーブ、電源投入時ヒーター OFF、回路短路保護	

外部制御出力設定 (出力 3、4)

制御方式 ウォームアップヒーターモード、マニュアル出力、またはモニター出力 (PID 制御はありません)

ウォームアップヒーターモードの設定

ウォームアップ強度の設定 0 ~ 100% 1% 分解能、(ウォームアップ電源やアンプなどの外部機器への電圧出力)

ウォームアップモード 連続制御、または自動 OFF

アナログ出力設定

スケール ユーザーによる選択可

データソース 温度あるいはセンサーユニット

設定項目 入力、ソース、スケールの上限、スケールの下限、またはマニュアル

タイプ 可変 DC 電圧ソース

更新レート	10/s
電圧範囲	± 10 V
分解能	16-bit, 0.3 mV
精度	± 2.5 mV
ノイズ	0.3 mV RMS
最小負荷抵抗	1 kΩ (短絡保護回路)
コネクタ	取りはずしできる端子ブロック

フロントパネル

ディスプレイ 文字表示 8 行 × 40 列 (240 x 64 ピクセル)、LED バックライト液晶ディスプレイ

表示領域 1 から 8 エリア

表示単位 K、℃、V、mV、Ω

表示データ 温度、電圧/抵抗、最大値、最小値

表示更新レート 毎秒 2 回

温度表示分解能 0.0001 (範囲: 0 ~ 99.9999), 0.001 (範囲: 100 ~ 999.999), 0.01 (範囲: > 1000)

電圧/抵抗表示分解能 センサーに依存する 6 桁まで

他の表示可能項目 入力名、セットポイント、ヒーターレンジ、ヒーター出力値、PID

目標温度設定分解能 温度表示分解能と同じ (実際の分解能はセンサーに依存する)

ヒーター出力値表示 電力または電流値の % 表記による数値表示

ヒーター出力分解能 0.01%

記号インジケータ 制御対象入力、リモート、アラーム、オートチューニング、ランプ、最大、最小、演算の表示

LED インジケータ リモート、イーサネットステータス、アラーム、制御出力

キーパッド 27 キー (シリコンゴム製)

フロントパネルの特徴 フロントパネルでのカーブ登録、輝度調整、キーパッドのロック

インターフェース

GPIB (IEEE-488.2)

機能 S H1、A H1、T5、L4、S R1、R L1、P P0、D C1、DT0、C0、E1

読み取りレート それぞれの入力において毎秒 10 回以下

ソフトウェアサポート LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)

イーサネット

機能 TCP/IP、Web インターフェース、カーブハンドラー

コネクタ RJ-45

更新レート それぞれの入力において毎秒 10 回以下

ソフトウェアサポート LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)

アラーム

数 4 値 Hi と Lo をそれぞれの入力に対して入力

データソース 温度あるいはセンサーユニット

設定項目 ソース、高い目標温度、低い目標温度、不感帯、ラッチ、ノンラッチ、音 ON/OFF、インジケータ ON/OFF

アクチュエータ ディスプレイインジケータ、ピー音、リレー

リレー

数 2

接点 ノーマリオープン、ノーマリクローズ、コモン

接点定格 30 VDC @3A

動作 どちらかの入力が高いとき、低い時または両方の警報によりリレーが動作する。マニュアル動作も可。

コネクタ 取り外し可能端子台

一般

周囲温度 15℃ ~ 35℃ にて仕様値付け、5℃ ~ 40℃ にて仕様値を減ずる

電源 100、120、220、240 VAC、±10%、50 / 60 Hz、250 VA

寸法 435 mm W × 89 mm H × 368 mm D (17 in × 3.5 in × 14.5 in)、フルラック

重量 7.6 kg (16.8 lb)

規格 CE マーク

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

336 温度コントローラ、4 入力ダイオード / 抵抗温度センサー対応、4 チャンネル制御出力

標準付属品

106-009 ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ
106-233 ヒーター入力コネクタオス 6 ピン
106-750 ハーモニカ型端子台、10 ピン
MAN-336 336 型英文マニュアル / 和文マニュアル

オプション

3060-F 熱電対入力カード (336 型用)

別売アクセサリ

8001-336 校正済みセンサの校正データを工場出荷時に 336 型にインストールするサービス (価格はインストール数による)
TEMP-SOFT 温度制御・モニター用ソフトウェア

335 型温度コントローラ

特長

- 最低温度 300mK
- 2 チャンネルセンサー入力
 - ダイオード、抵抗センサー、熱電対オプションに対応
 - 熱起電力誤差を補償する電流反転機能
- 2 チャンネル PID 制御ループ
 - 50W / 25W もしくは 75W / 1W
- 自動センサー入力切り替えにより 300mK から 1505K の連続測定及びコントロールが可能
- センサーに名前が付けられるラベル機能
- USB、GPIB I/F 標準装備
- ± 10V のアナログ出力、アラーム音、リレー接点標準装備



概要

335 型は従来よりも操作性、性能が改善した新製品です。お客様が自由に設定できる各種機能、ひとクラス上のモデルの性能を備えています。75W で 2ch の低ノイズヒーター出力は、75W と 1W もしくは、50W と 25W を選択でき、温度入力も 2ch 備えています。これら全ての機能を従来品 (331 型、332 型) と同じハーフラックサイズで実現しました。

335 型のハードウェア、ソフトウェアともに性能が改善されており、よりパワフルなヒーター出力も加わり、お客様の様々な用途に適合できます。ヒーター出力の出力 1 は電流モード、出力 2 は電流/電圧モードに設定できます。出力 2 を電圧モードに設定すると ± 10V のアナログ出力、もしくは PID 機能を持った 1W のヒーターとして使用できます。従来よりも改善された自動 PID 制御パラメータにより、温度コントロールで課題であったチューニングの時間を減らし、実験・研究により多くの時間を実験・研究に割くことができます。

335 型は Lake Shore 社の全ての最新温度センサーラインナップ (ダイオード、抵抗温度センサー、熱電) をサポートしています。自動センサー入力切り替えにより、300mK から 1500K までスムーズな温度コントロールが可能です。

335 型は、直感操作が可能なフロントパネルキーパッド配列で、明るい真空蛍光表示

管ディスプレイ及び LED インジケータを採用しています。ディスプレイは、4 種類の情報を表示可能で、その表示はお客様が自由に設定できます。実験装置に関連するラベルや直感的に認識できるようなラベルなどに変更できるセンサー入力ラベル機能はとても便利です。また、USB や IEEE-488 インターフェースなど必要な機能を十分に備えています。

335 型は、温度コントローラの業界スタンダードモデルであった 331 型、332 型の後継機種となります。そのため、335 型はソフトウェアエミュレーションモードを持ち、331S 型、332S 型で計測システムを構築していたお客様にも容易に置き換えていただくことができます。

335 型は、低温測定分野のリーディングサプライアである Lake Shore 社が自信を持ってご紹介できる最新温度コントローラです。

センサー入力

335 型は、ダイオードと RTD 温度センサーに対応した 2 チャンネルの温度入力を持っています。また、フィールドインストールが可能な 3060-H 型熱電対オプションを追加することにより、2 チャンネルの熱電対測定に対応できます。センサーの入力部には 24 ビットの高分解能アナログ→デジタル変換機、そして電源部には独立した 2 チャンネルの電流ソースとして機能する電源を有しています。また、335 型の入力部

は、ノイズ低減や再現性の良い測定のために、光学的に他の電子回路から絶縁されています。そして、電流反転機能は抵抗センサーで発生する熱起電力 (TEMF) を除去できます。電流ソースの電流値は9段階に切り替えることができるので、負の温度係数を持った抵抗温度センサー (NTC RTD) を使って 300mK までの温度測定と温度制御が可能です。オートレンジ機能は、電流ソースの電流値を自動的に切り替えて抵抗センサー (特に負の温度係数を持ったセンサー) の自己発熱誤差を減らします。

シリコンダイオードや GaAlAs ダイオードセンサーを使えば、1.4K までの低温測定と温度制御ができます。フロントパネルの操作でセンサーの種類が決まると、自動的に適切な駆動電流と測定回路の増幅率レベルが設定されます。335 型のゾーン設定機能はユニークで、温度に応じてセンサー入力自動的に切り替わり、300mK の低温から 1500K を超える高温まで、広い温度範囲を中断することなく連続的に測定できます。

335 型はあらかじめシリコンダイオード、白金測温抵抗、酸化ルテニウム、熱電対の標準温度応答カーブを不揮発性メモリに記憶しています。この記憶領域に 200 点の校正点を持つ Lake Shore 社の校正カーブを 39 種類まで保存できます。335 型に組み込まれた SoftCal というアルゴリズムを使ってシリコンダイオードと白金測温抵抗体の校正カーブをお客様自身が作成でき、またそれを記憶領域に保存できます。Lake Shore 社が作成したカーブハンドラーというソフトウェアを使うと、PC に保存してある温度センサーの校正データを 335 型に書き込んだり、読み出したり、また値を変更したりできます。

温度制御

335 型は合計 75W のヒーター出力を持ったハーフラックサイズでは最もパワフルな温度コントローラーです。そして、ノイズの影響を受けやすい極低温領域を含めた広い範囲の温度制御をするために、ノイズの少ない綺麗なヒーター出力を供給します。独立した二つの PID 制御系は、それぞれ 50W と 25W または 75W と 1W のヒーターパワーを出力し、2 チャンネルの入力のいずれとも組み合わせることができます。PID 制御のヒーター出力は目標温度とセンサー温度の両方から計算されます。335 型のチューニングパラメータは幅広い設定ができるので、研究室で使われる一般的な高温オープンやクライオスタットのほとんどに適合します。PID パラメーターをお客様自身がマニュアルで設定することも、またオートチューニング機能で自動的に実施することもできます。オートチューニング機能は PID パラメーターを調整するだけでなく、ゾーンチューニングのパラメーターテーブルを作成するのにも役立ちます。ランプ機能を動作させると PID 制御の目標温度は最終目標温度へ向かってゆっくりとした勾配で変化します。この機能を活用すると、オーバーシュートが起きにくくなり、またセッティング時間が過剰に長くなるのを防ぎます。これを「自動的にセンサーを切り替える機能」、「9 段階の電流のレンジを切り替える機能」ゾーン設定機能の一部と組み合わせれば、335 型は 300mK から 1505K の温度範囲を連続的に測定し制御することができます。ヒーター出力の基準電位はシャーシグラウンドレベルです。工場出荷時の設定では、25 Ω と 50 Ω の負荷に対して、出力 1 と出力 2 はそれぞれ 50W と 25W のヒーターパワーが出力できます。出力 2 は電圧モードの設定ができます。電圧モードの場合、直流の可変電圧出力で、電圧の範囲は ±10V または、閉ループ PID 制御が可能な 1W のヒーター出力として機能します。このモードであれば、

出力 1 は 25 Ω 負荷の場合、75W のヒーター出力が可能になります。入力温度の制限設定は安全策として用意されています。それぞれの入力に対して温度制限値を設定できます。そしてどれかひとつ制限を越える値が観測されたらすべての制御系は自動停止します。

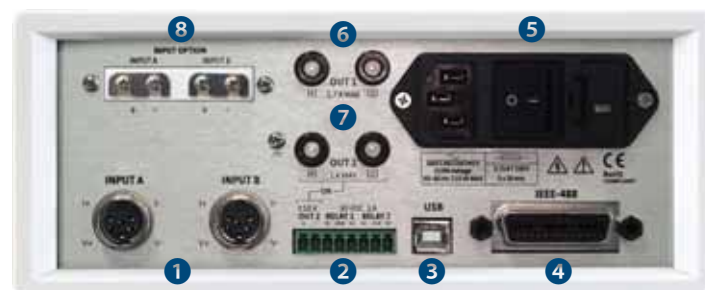
インターフェース

335 型は USB、GPIB (IEEE-488) を標準装備しています。そして、これらのインターフェースから 335 型が持っているほとんどのデータ収集機能をコントロールできます。また、レイクショアはセンサーの校正カーブを扱うソフトウェア (カーブハンドラー) を用意しています。このソフトウェアを使えば誰でも簡単に校正データを 335 型の不揮発メモリに書き込んだり、校正データの編集をしたりできます。必要の際は東陽テクニカへご用命ください。USB インターフェースは固定ボーレート 57,600BPS の RS-232C シリアルポートをエミュレートします。

この USB インターフェースを使えば、お客様ご自身でファームウェアのアップグレードができます。その際、ハードウェアにかかわる作業は不要です。

センサー入力にはそれぞれアラームが設定できます。設定した値より「高い」または「低い」場合、アラームが動作します。動作モードはラッチとノンラッチの両方が用意されています。二つのリレーはアラームと組み合わせる使うことができます。例えば、実験に問題が起きた場合に警報を発したり、あるいは単純な ON/OFF 制御をするためにも利用できます。リレーはどのアラームにも割り当てられます。また、マニュアル操作も可能です。

±10V のアナログ電圧出力は温度に比例した電圧をチャートレコーダーやデータ取り込みシステムに送り記録させることができます。このとき、出力に送るスケールやデータを (温度や単位を含めて) 選ぶこともできます。

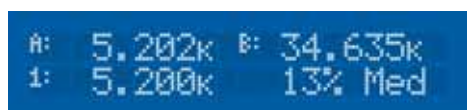


335 型リアパネル

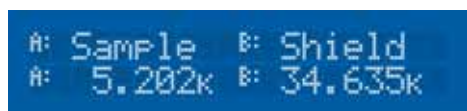
- | | |
|---------------------------|--------------|
| ① センサー入力コネクタ | ⑤ 電源入力 |
| ② ターミナルブロック (リレー及びアナログ出力) | ⑥ ヒーター出力 1 |
| ③ USB インターフェース | ⑦ ヒーター出力 2 |
| ④ IEEE-488 インターフェース | ⑧ 熱電対入力オプション |

設定可能なディスプレイ

335 型は、同時に 4 つの読み取り値を表示する明るい真空蛍光ディスプレイを使っています。2 つの制御ループを表示することができ、または 1 つの値だけ入力を表示するなら、より詳細に表示することができます。あなたの実験に合うようにそれぞれの表示位置をカスタムで設定できます。任意の入力からのデータを任意の場所に割り当てることができ、選択した温度センサーの単位を表示することができます。より利便性を向上させるために、それぞれのセンサー入力にラベルを定義でき、センサーの入力が関連付けられている場所を決定したり、設定を思い出す時間を軽減します。



2 つの入力 / ラベル付の 1 つのループを表示した例
2 つの入力と関連する出力を備えた標準的な例。



ラベルとカスタムディスプレイ

読み値の場所は、最適なアプリケーションニーズに対応できるようにお客様で設定可能です。



直感的でわかりやすいメニュー

論理的なナビゲーションにより、セットアップの時間を削減し、効果的に実験の時間が得られます。

3060-H 型 熱電対入力のオプション

フィールドインストール可能な 3060-H 型熱電対入力オプションにより、2 つの入力に熱電対測定機能が追加されます。オプションは簡単に設定変更できますが、熱電対温度センサーが使わない時には、当初の標準の入力が完全に機能します。本オプションの校正値は、フィールドで後からインストールできるようにオプションカードに保存され、再校正なしで使用できます。

センサーセレクション

センサー温度範囲 (センサーは別売)

		型式	使用可能範囲	磁場条件
ダイオード	シリコンダイオード	DT-670-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ~ 375 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ~ 325 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ~ 500 K	$T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$
正温度係数抵抗温度計	100 Ω 白金抵抗	PT-102/3	14 K ~ 873 K	$T > 40 \text{ K} \& B \leq 2.5 \text{ T}$
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ~ 673 K	$T > 40 \text{ K} \& B \leq 2.5 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ~ 500 K	$T > 77 \text{ K} \& B \leq 8 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ~ 325 K	$T > 77 \text{ K} \& B \leq 8 \text{ T}$
負温度係数抵抗温度計	セルノックス	CX-1010	0.3 K ~ 325 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1030-HT	0.3 K ~ 420 K ^{1,3}	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1050-HT	1.4 K ~ 420 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1070-HT	4 K ~ 420 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1080-HT	20 K ~ 420 K ¹	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	ゲルマニウム	GR-300-AA	0.35 K ~ 100 K	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	1.8 K ~ 100 K	推奨しない
	カーボンガラス	CGR-1-500	1.4 K ~ 325 K	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	カーボンガラス	CGR-1-1000	1.7 K ~ 325 K ²	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	カーボンガラス	CGR-1-2000	2 K ~ 325 K ²	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-102	0.3 K ~ 40 K ³	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-103	1.4 K ~ 40 K	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$
酸化ルテニウム	RX-202	0.3 K ~ 40 K ³	$T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$	
熱電対 3060-F	Type K	9006-006	3.2 K ~ 1505 K	推奨しない
	Type E	9006-004	3.2 K ~ 934 K	推奨しない
	Chromel-AuFe 0.07%	9006-002	1.2 K ~ 610 K	推奨しない

¹ HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

² 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

³ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 5 \text{ mk}$

シリコンダイオード温度計は 1.4K から室温を上回る温度までの一般的な低温用途に最も適しています。規格化された標準温度カーブを利用できるため、多くの用途では個別の校正精度を必要とせず、経済的でかつ交換が簡単です。しかし、放射線や磁場のある環境には適しません。

セルノックス抵抗温度計は薄膜センサーで 0.3K から 420K の温度範囲で使用でき、高い感度と磁場の影響を受けにくいという特長を持っています。このセンサーは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度計は 30K から 800K の温度範囲で感度が一定しているという特長があります。また再現性が高く、温度標準として使われています。70K 以上の温度領域では標準温度カーブに従うので、多くの用途で個別の校正を必要とせず、交換も簡単です。

センサーセレクション

センサーの性能表 (ティピカル)

	型式	温度	抵抗 / 電圧	センサーの感度 ⁷ (Typ.)	測定分解能 (温度換算)	電氣的確度 (温度換算)	温度確度 (電氣的確度、CalCurve、校正済みセンサーの確度を含む)	電氣的制御安定性 ⁸ (温度換算)
シリコンダイオード	DT-670-C0-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.664 V	-12.49 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.028 V	-1.73 mV/K	5.8 mK	± 76 mK	± 98 mK	± 11.6 mK
		300 K	0.5597 V	-2.3 mV/K	4.4 mK	± 47 mK	± 79 mK	± 8.8 mK
		500 K	0.0907 V	-2.12 mV/K	4.8 mK	± 40 mK	± 90 mK	± 9.6 mK
シリコンダイオード	DT-470-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.6981 V	-13.1 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.0203 V	-1.92 mV/K	5.2 mK	± 69 mK	± 91 mK	± 10.4 mK
		300 K	0.5189 V	-2.4 mV/K	4.2 mK	± 45 mK	± 77 mK	± 8.4 mK
		475 K	0.0906 V	-2.22 mV/K	4.5 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 9 mK
GaAlAs ダイオード	TG-120-SD 1.4H 校正の場合	1.4 K	5.391 V	-97.5 mV/K	0.2 mK	± 7 mK	± 19 mK	± 0.4 mK
		77 K	1.422 V	-1.24 mV/K	16 mK	± 180 mK	± 202 mK	± 32 mK
		300 K	0.8978 V	-2.85 mV/K	7 mK	± 60 mK	± 92 mK	± 14 mK
		475 K	0.3778 V	-3.15 mV/K	6.3 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 13 mK
100 Ω 白金抵抗 500 Ω フルスケール	PT-103 1.4J 校正の場合	30 K	3.660 Ω	0.191 Ω/K	5.3 mK	± 13 mK	± 23 mK	± 10.6 mK
		77 K	20.38 Ω	0.423 Ω/K	2.4 mK	± 10 mK	± 22 mK	± 4.8 mK
		300 K	110.35 Ω	0.387 Ω/K	2.6 mK	± 39 mK	± 62 mK	± 5.2 mK
		500 K	185.668 Ω	0.378 Ω/K	2.7 mK	± 60 mK	± 106 mK	± 5.4 mK
セルノックス CX-1010	CX-1010-SD 0.3L 校正の場合	0.3 K	2322.4 Ω	-10785 Ω/K	6 μK	± 0.1 mK	± 3.6 mK	± 12 μK
		0.5 K	1248.2 Ω	-2665.2 Ω/K	17 μK	± 0.2 mK	± 4.7 mK	± 34 μK
		4.2 K	277.32 Ω	-32.209 Ω/K	62 μK	± 3.8 mK	± 8.8 mK	± 124 μK
		300 K	30.392 Ω	-0.0654 Ω/K	16 mK	± 339 mK	± 414 mK	± 32 mK
セルノックス CX-1050	CX-1050-SD-HT ⁷ 1.4M 校正の場合	1.4 K	26566 Ω	-48449 kΩ/K	15 μK	± 0.3 mK	± 5.3 mK	± 30 μK
		4.2 K	3507.2 Ω	-1120.8 kΩ/K	152 μK	± 2.1 mK	± 7.1 mK	± 304 μK
		77 K	205.67 Ω	-2.4116 Ω/K	830 μK	± 38 mK	± 54 mK	± 1.6 mK
		420 K	45.03 Ω	-0.0829 Ω/K	12 mK	± 338 mK	± 403 mK	± 24 mK
ゲルマニウム	GR-300-AA 0.3D 校正の場合	0.35 K	18225 Ω	-193453 Ω/K	3 μK	± 48 μK	± 4.2 mK	± 6 μK
		1.4 K	449 Ω	-581 Ω/K	33 μK	± 481 μK	± 4.7 mK	± 66 μK
		4.2 K	94 Ω	-26.6 Ω/K	38 μK	± 1.8 mK	± 6.8 mK	± 74 μK
		100 K	2.7 Ω	-0.024 Ω/K	8.4 mK	± 152 mK	± 175 mK	± 16.8 mK
ゲルマニウム	GR-1400-AA 1.4 校正の場合	1.4 K	15288 Ω	-26868 kΩ/K	19 μK	± 302 μK	± 4.5 mK	± 38 μK
		4.2 K	1689 Ω	-862 kΩ/K	62 μK	± 900 μK	± 5.1 mK	± 124 μK
		10 K	253 Ω	-62.0 Ω/K	32 μK	± 1.8 mK	± 6.8 mK	± 64 μK
		100 K	2.8 Ω	-0.021 Ω/K	9.6 mK	± 177 mK	± 200 mK	± 19.2 mK
カーボングラス	CGR-1-500 1.4L 校正の場合	1.4 K	103900 Ω	-520000 Ω/K	12 μK	± 0.1 mK	± 4.1 mK	± 24 μK
		4.2 K	584.6 Ω	-422.3 Ω/K	52 μK	± 0.8 mK	± 4.8 mK	± 104 μK
		77 K	14.33 Ω	-0.098 Ω/K	2 mK	± 108 mK	± 133 mK	± 4 mK
		300 K	8.55 Ω	-0.0094 Ω/K	22 mK	± 760 mK	± 865 mK	± 44 mK
酸化ルテニウム	RX-102A-AA 0.3B 校正の場合	0.5 K	3701 Ω	-5478 Ω/K	32 μK	± 0.5 mK	± 5 mK	± 64 μK
		1.4 K	2005 Ω	-667 Ω/K	90 μK	± 1.4 mK	± 6.4 mK	± 180 μK
		4.2 K	1370 Ω	-80.3 Ω/K	590 μK	± 8 mK	± 24 mK	± 1.2 mK
		40 K	1049 Ω	-1.06 Ω/K	39 mK	± 500 mK	± 537 mK	± 78 mK
熱電対 50 mV 3060-H	Type K	75 K	-5862.9 μV	15.6 μV/K	26 mK	± 0.25 K ⁷	校正サービスは提供しておりません	± 52 mK
		300 K	1075.3 μV	40.6 μV/K	10 mK	± 0.038 K ⁷		± 20 mK
		600 K	13325 μV	41.7 μV/K	10 mK	± 0.184 K ⁷		± 20 mK
		1505 K	49998.3 μV	36.006 μV/K	12 mK	± 0.73 K ⁷		± 24 mK

⁴ 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

⁵ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

⁶ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

⁷ 確度の仕様には室温補償の誤差を含まない。

仕様

入力仕様

	温度 係数	入力 範囲	センサ 駆動電流		表示 分解能	測定 分解能	電氣的 確度	電氣的 制御安定性 ¹
ダイオード	負	0 V ~ 2.5 V	10 μA ± 0.05% ^{2,3}	100 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.005% of rdg	(10 μV + 0.0005% of rdg) / °C	± 20 μV
		0 V ~ 10 V	10 μA ± 0.05% ^{2,3}	100 μV	20 μV	± 80 μV ± 0.01% of rdg	(20 μV + 0.0005% of rdg) / °C	± 40 μV
正温度係数 抵抗温度計	正	0 Ω ~ 10 Ω	1 mA ⁴	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 0.4 mΩ
		0 Ω ~ 30 Ω	1 mA ⁴	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.03 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 0.4 mΩ
		0 Ω ~ 100 Ω	1 mA ⁴	1 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 4 mΩ
		0 Ω ~ 300 Ω	1 mA ⁴	1 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.3 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 4 mΩ
		0 Ω ~ 1 kΩ	1 mA ⁴	10 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 40 mV
		0 Ω ~ 3 kΩ	1 mA ⁴	10 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(3 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 40 mV
		0 Ω ~ 10 kΩ	1 mA ⁴	100 mΩ	200 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 400 mV
負温度係数 抵抗温度計 10 mV	負	0 Ω ~ 10 Ω	1 mA ⁴	0.1 mΩ	0.15 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 0.3 mΩ
		0 Ω ~ 30 Ω	300 μA ⁴	0.1 mΩ	0.45 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.03 mΩ + 0.0015% of rdg) / °C	± 0.9 mΩ
		0 Ω ~ 100 Ω	100 μA ⁴	1 mΩ	1.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 3 mΩ
		0 Ω ~ 300 Ω	30 μA ⁴	1 mΩ	4.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.3 mΩ + 0.0015% of rdg) / °C	± 9 mΩ
		0 Ω ~ 1 kΩ	10 μA ⁴	10 mΩ	15 mΩ + 0.002% of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 30 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ~ 3 kΩ	3 μA ⁴	10 mΩ	45 mΩ + 0.002% of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(3 mΩ + 0.0015% of rdg) / °C	± 90 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ~ 10 kΩ	1 μA ⁴	100 mΩ	150 mΩ + 0.002% of rdg	± 1.0 Ω ± 0.04% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) / °C	± 300 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ~ 30 kΩ	300 nA ⁴	100 mΩ	450 mΩ + 0.002% of rdg	± 2.0 Ω ± 0.04% of rdg	(30 mΩ + 0.0015% of rdg) / °C	± 900 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ~ 100 kΩ	100 nA ⁴	1 Ω	1 Ω + 0.005% of rdg	± 10.0 Ω ± 0.04% of rdg	(100 mΩ + 0.002% of rdg) / °C	± 3 Ω ± 0.01% of rdg
熱電対	正	± 50 mV	NA	0.1 μV	0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% of rdg ⁵	(0.1 μV + 0.001% of rdg) / °C	0.8 μV

¹ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

² 電流ソースの誤差の影響は測定確度上では除去可能である

³ ダイオード温度計の駆動電流は 1 mA に設定することもできる。

⁴ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

⁵ 確度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

⁶ Tcal の確度は 23.5°C ± 1.5°C (ティピカル値)

センサ入力仕様

	ダイオード／抵抗温度計	熱電対
測定形式	4 線式差動測定	2 線式、室温補正あり
センサ駆動方式	一定電流、抵抗温度計用に 電流反転機能	無し
対応している センサ	ダイオード温度計：シリコン、 GaAlAs 抵抗温度計：100Ω白金、1000Ω 白金、ゲルマニウム、CGR、セ ルノックス、酸化ルテニウム	ほとんどの熱電対
標準カーブ	DT-470、DT-500D、DT-500E1、 DT-670、PT-100、PT-1000、 Rx-102A、Rx-202A	Type E、Type K、Type T、 AuFe 0.07%、 AuFe 0.03%
入力 コネクター	6-pin DIN	セラミック絶縁端子台

温度測定部

入力数

2

入力タイプ

入力タイプの変更はフロントパネルからできる。熱電対はオプションを取り付ける（ユーザー取り付け可）ことで対応できる。いちど取り付けた後は他のセンサーと同様にフロントパネルから選択できる。

絶縁

センサーの入力は他の回路から光学的に絶縁されている（ただし、互いのセンサー回路は絶縁されない）

A/D 分解能

24 ビット

入力確度

センサーに依存する（入力選択表を参照のこと）

測定分解能

センサーに依存する（入力仕様の表を参照のこと）

最大更新レート

それぞれの入力において毎秒 10 回、ただし、100kΩ の NTC 抵抗温度センサーの電流反転機能を使用する場合は毎秒 5 回抵抗温度計（NTC 及び PTC）の場合は自動的に最適なレンジが選択される

ユーザーカーブ

200 ポイントのユーザーカーブデータあるいは CalCurve、39 件分の記憶領域

SoftCal

30 K から 375 K の範囲で DT-470 型ダイオード温度計の確度を ± 0.25 K に改善し、70 K から 325 K の範囲で白金抵抗温度計の確度を ± 0.25 K に改善する；校正結果はユーザーカーブとして登録できる

演算

最大値、最小値

フィルター

読み取った入力 の 2 回から 64 回の平均

温度制御

制御ループ数 2 系統

ヒーター出力 (出力 1、2)

制御方式 閉ループデジタル PID、マニュアルヒーター出力設定 / オープンループ付き

更新レート 10/s

チューニング オートチューニング機能 (選択した 1 つのループのみ)、PID、ゾーン設定付き PID

制御安定性 センサーに依存する 入力仕様の表を参照してください

PID 制御パラメータ

比例 (ゲイン) 範囲: 0 ~ 1000 分解能: 0.1

積分 (リセット) 範囲: 1 ~ 1000 (1000/s) 分解能: 0.1

微分 (レート) 範囲: 1 ~ 200% 分解能: 1%

マニュアル出力 範囲: 0 ~ 100% 分解能: 0.01%

ゾーン制御 10 の温度ゾーン 各ゾーンに P、I、D、マニュアルヒーター出力、ヒーターレンジ、コントロールチャンネル、ランプレートが設定可

セットポイントランプ 0.1 K / 分 ~ 100 K / 分

出力 1

タイプ	可変電流ソース		
コントロールモード	マニュアル制御の閉ループデジタル PID もしくは開ループ		
出力 DA 分解能	16-bit		
	25Ω の場合	50Ω の場合	
最大ヒーターパワー	75W*	50W	50W
最大ヒーター出力電流	1.73A	1.41A	1A
ヒーター出力コンプライアンス (最小)	43.3V	35.4V	50V
最大パワーでのヒーター負荷	25 Ω	25 Ω	50 Ω
ヒーター負荷レンジ	10 Ω ~ 100 Ω		
ヒーター出力レンジ	3段階 (1段当り 1/10 に電力が減少する)		
ヒーターノイズ	0.12 μA RMS (主に電源周波数とその高調波)		
ヒーターコネクタ	デュアルバナナ		
グラウンド	ヒーター出力はシャーシグラウンドを基準とする		
安全リミット	温度カーブ、電源投入時ヒーター OFF、回路短絡保護		

* 出力 2 が電圧モードの時にのみ 75W 出力が可能

出力 2

ヒーター出力タイプ	可変電流ソースもしくは電圧ソース		
	電流モード	電圧モード	
コントロールモード	マニュアル制御の閉ループデジタル PID、ゾーン、開ループ	マニュアル制御の閉ループデジタル PID、ゾーン、開ループ、ウォームアップ、モニタ出力	
出力 DA 分解能	15-bit	16-bit (バイポーラ) / 15-bit (ユニポーラ)	
	25 Ω 設定	50 Ω 設定	N/A
最大ヒーターパワー	25W	25W	1W
最大ヒーター出力電流	1A	0.71A	100mA
ヒーター出力コンプライアンス (最小)	25V	35.4V	± 10V
最大パワーでのヒーター負荷	25 Ω	50 Ω	100 Ω
ヒーター負荷レンジ	10 Ω ~ 100 Ω		100 Ω 最小 (ショート回路保護付)
ヒーター出力レンジ	3段階 (1段当り 1/10 に電力が減少する)		N/A
ヒーターノイズ	0.12 μA RMS		0.3mV RMS
ヒーターコネクタ	デュアルバナナ		脱着式端子台
グラウンド	ヒーター出力はシャーシグラウンドを基準とする		
安全リミット	温度カーブ、電源投入時ヒーター OFF、回路短絡保護		

ウォームアップヒーターモード設定 (出力 2 のみ)

ウォームアップパーセンテージ 0 ~ 100% (1% 分解能)

ウォームアップモード 連続制御もしくはオートオフ

モニタ出力設定 (出力 2 の電圧モードのみ)

スケール ユーザー選択可

データソース 温度もしくはセンサーユニット

設定 入力、ソース、スケールの上限、スケールの下限、またはマニュアル

更新レート 10/s

電圧範囲 ± 10 V

分解能 16-bit, 0.3 mV

精度 ± 2.5 mV

ノイズ 0.3 mV RMS

最小負荷抵抗 100 Ω (短絡保護回路)

コネクタ 取りはずしできる端子ブロック

フロントパネル

ディスプレイ 文字表示 2 行 × 20 列、9mm 文字高の蛍光表示管

表示領域 1 ~ 4

表示単位 K、℃、V、mV、Ω

表示データ 温度、センサーの単位、最大値、最小値

表示更新レート 毎秒 2 回

温度表示分解能 0.001° (範囲: 0° ~ 99.9999°), 0.01° (範囲: 100° ~ 999.999°), 0.1° (範囲: > 1000°)

電圧 / 抵抗表示分解能 センサーに依存する 5 桁まで

他の表示可能項目 入力名、セットポイント、ヒーターレンジ、ヒーター出力値、PID

目標温度設定分解能 温度表示分解能と同じ (実際の分解能はセンサーに依存する)

ヒーター出力値表示 電力または電流値の % 表記による数値表示

ヒーター出力分解能 1%

記号インジケータ 制御対象入力、アラーム、オートチューニング

LED インジケータ リモート、アラーム、制御出力

キーパッド 25 キー (シリコンゴム製)

フロントパネルの特長 フロントパネルでのカーブ登録、輝度調整、キーパッドのロック

インターフェース

GPIO (IEEE-488.2)

機能 S H1、A H1、T5、L4、S R1、R L1、P P0、D C1、DT0、C0、E1

読み取りレート それぞれの入力において毎秒 10 回以下

ソフトウェアサポート LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)

USB

機能 標準 RS-232 シリアルポートのエミュレーション

ボーレート 57,600

コネクタ B タイプ USB コネクタ

更新レート それぞれの入力において毎秒 10 回以下

ソフトウェアサポート LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)

アラーム

数 2 値 Hi と Lo をそれぞれの入力に対して入力

データソース 温度あるいはセンサーユニット

設定項目 ソース、高い目標温度、低い目標温度、不感帯、ラッチ、ノンラッチ、音 ON/OFF、インジケータ ON/OFF

駆動先 ディスプレイインジケータ、ピー音、リレー

リレー

数 2

接点 ノーマリオープン、ノーマリクローズ、コモン

接点定格 30 VDC @3A

動作 どちらかの入力が高いとき、低い時または両方の警報によりリレーが動作する。マニュアル動作も可。

コネクタ 取り外し可能端子台

一般

周囲温度 15℃ ~ 35℃ にて仕様値付け、5℃ ~ 40℃ にて仕様値を減ずる

電源 100、120、220、240 VAC、± 10%、50 / 60 Hz、250 VA

寸法	217 mm W × 90 mm H × 317 mm D (8.5 in × 3.5 in × 14.5 in)、フル ラック
重量	7.6 kg (16.8 lb)
規格	CE マーク

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

335 温度コントローラ、2 入力ダイオード / 抵抗温度セ
ンサー対応、2 チャンネル制御出力

標準付属品

106-009 ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ
106-233 ヒーター入力コネクタオス 6 ピン
106-773 ターミナル端子台、8 ピン
MAN-335 335 型英文マニュアル

オプション

3060-H 熱電対入力カード (335 型用)

別売アクセサリ

8001-335 校正済みセンサの校正データを工場出荷時に 335 型
にインストールするサービス (価格はインストール
数による)

325 型の特長

- 最低使用温度 1.2K
- 2 チャンネル入力
- 多彩なセンサーに対応
 - ダイオード
 - 抵抗センサー
 - 熱電対
- 電流反転機能
 - 熱起電力による誤差を抑制
- オートチューニング機能
- 2 系統のループコントロール
 - Loop1:25W ヒーター出力
 - Loop2:2W、0-10V 電圧出力
- 通信インターフェース
 - GPIB
 - RS-232C

325 型温度コントローラ



概要

325 型は 2 チャンネルのクライオジェニック温度コントローラです。センサー入力はダイオード温度計、抵抗温度計、熱電対に対応しています。(モデルに依存する) 2 系統の独立した PID 制御ループがあり、それぞれ 25W、2W の出力を持っています。

センサー入力

325 型温度コントローラの入力回路には 24 ビットの高分解能な AD コンバーターが使われています。センサーを駆動する電流ソースはそれぞれのチャンネルごとに独立して用意されています。この定電流ソースによってセルノックスセンサーであれば最低で約 2.0K まで、シリコンダイオードセンサーであれば 1.4K までの温度測定/制御が可能です。熱電対に対応したモデルを使えば最高で 1500K までの温度測定/制御が可能です。センサーの信号をデジタル回路のノイズから守るため、センサー回路は光カップラーで他の部分から絶縁されています。また、抵抗センサーの測定では、熱起電力による誤差を抑制するために電流を反転して測定するモードが用意されています。センサーの測定データは毎秒 10 回、ディスプレイの表示は毎秒 2 回のレートで更新されます。

325 型のカーブメモリーにはあらかじめ、シリコンダイオード温度計、白金抵抗温度計、酸化ルテニウム温度計、及び数種類の熱電対の標準温度カーブが登録されています。ひとつのカーブメモリーには最大 200 ポイントのデータによる校正カーブが登録できます。そのカーブメモリーにはレイクショアの校正カーブ (CalCurvesR) やユーザーが作成したオリジナルの校正カーブを最大 50 件登録できます。レイクショアの SoftCalR¹ アルゴリズムを使えば、シリコンダイオード温度計と白金抵抗温度計の校正カーブを生成し、ユーザーが作成した校正カーブとしてカーブメモリーに登録できます。またレイクショアのオリジナルソフトウェア「カーブハンドラー」を使えば PC と 325 型の間で簡単に校正データの通信や編集ができます。

¹ レイクショアの SoftCal 校正は従来の個別の校正より安価に、かつ標準温度カーブより高い精度を必要とする用途に最適です。対応するセンサーは白金抵抗とシリコンダイオード温度計です。この校正方法は標準カーブが持っている予測が可能であるという性質を利用して、いくつかの既知の温度基準点でセンサーの精度を改善するものです。

325 型のセンサー入力、ダイオード及び抵抗温度計に対応した入力と熱電対に対応した入力があり、モデルによって異なります。入力が 2 チャンネルともダイオード及び抵抗温度計に対応しているモデル、反対に 2 チャンネルとも熱電対に対応しているモデル、またそれぞれのセンサーが 1 チャンネルずつ対応しているモデルがあり、発注時にこの選択をしなければなりません。ご購入後に入力の構成を変更することはできません。

フロントパネルからセンサーを選択すると、適切な駆動電流が自動的に選択されます。

温度制御

325 型には独立した PID 温度制御ループが 2 系統あります。PID 制御とは PID アルゴリズムに従って制御センサーの温度と設定した目標温度から制御出力を計算するものです。チューニングパラメータが広いためほとんどのクライオシステム、小型高温炉に適合します。出力値の分解能が高い AD 変換回路を使っているため、スムーズな制御出力を発生します。PID のパラメータをユーザ自身が設定することも、自動的にパラメータを生成するオートチューニング機能を使って設定することも可能です。

制御ループ 1 の出力は安定化された DC 可変電流ソースです。最大出力は 25W で、かつ、冷却パワーの低い温度領域に対応する、より低いレンジ設定も可能です。制御ループ 2 の出力は単一レンジで、0.2A の可変 DC 電圧ソースです。50Ω では最大 2W、25Ω では 1W の電力をヒーターに供給することができます。

制御ループ 2 の出力は別途、自由に値を設定できる電圧ソースとしても使えます。50Ω に対しては 0 から 10V、25Ω に対しては 0 から 5V の範囲で変化させることができます。どちらのループの出力もシャーシグラウンドを基準としています。

温度の設定目標（セットポイント）にスムーズに近づいてゆきたい場合はセットポイントランプ機能を使います。また、広い温度域にわたって制御する際に PID のパラメータを自動的に切り替えながら制御するゾーン機能もあります。温度の設定目標に応じて 10 の温度領域に区分された PID 設定のリストから最適なパラメータが選択されます。

インターフェース

325 型の通信インターフェースは GPIB 及び RS-232C に対応しています。データ収集のみならずほとんどの機能を PC からコントロールできます。センサーの温度カーブもカーブハンドラーソフトウェアを使って PC から入力したり操作したりできます。

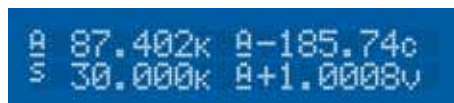
変更可能な表示ディスプレイ

325 型のディスプレイは明るく見やすい液晶で、同時に 4 項目を表示します。ディスプレイには値だけでなく、入力チャンネルなども表示されます。表示の位置は 4 項目とも自由に変えることができ、また温度以外にも電圧値や抵抗値での表示も可能です。ヒーターのレンジ、ヒーターへの出力電流値やパワーも連続的に表示されます。表示されているコントロールループがどちらのチャンネルのものかわかるようにチャンネルのマークの下にアンダーラインが点灯します。



通常（デフォルト）のディスプレイ

ディスプレイの表示位置は 4 箇所。読み取った温度や目標温度（セットポイント）はこれらのどこにでも表示できる。温度だけでなく電圧などのセンサーの単位で表示することも可能。ヒーターは電力または電流でフルスケールに対するパーセンテージで表示される。



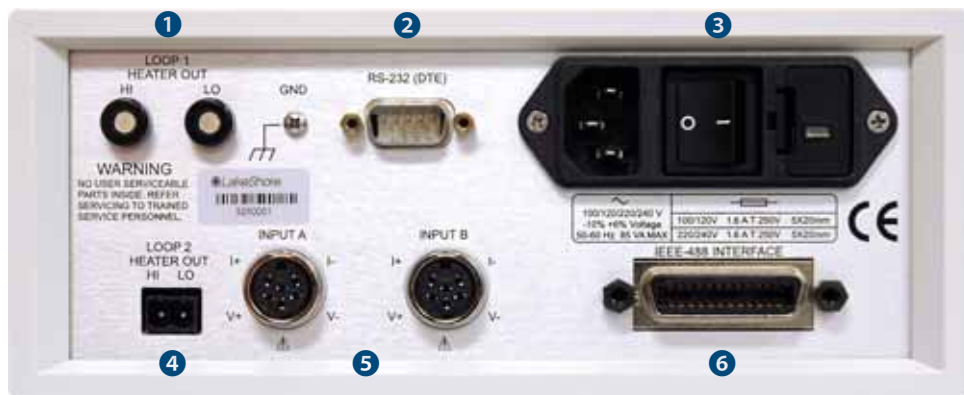
柔軟な設定

読み取り値の表示位置はアプリケーションに応じて自由に変更できる。読み取り値の前の文字は入力チャンネルの AB または目標温度（セットポイント）S を意味する。読み取り値の後ろの文字は単位。



カーブの登録

測定した温度の表示だけでなく、温度カーブの登録やゾーン登録、SoftCal 校正にも表示ディスプレイは対応しています。温度カーブの登録はフロントパネルの表示とキーボードの操作で PC からの通信によるものと同様に実施できます。



325 型リアパネル

- ① ヒーター出力
- ② シリアル I/O インターフェース
- ③ 電源入力
- ④ ターミナルブロック（リレー及びアナログ出力）
- ⑤ センサー入力コネクター
- ⑥ IEEE-488 インターフェース

センサーセレクション

組み合わせ時の使用可能範囲（センサーは別売です）

		型式	使用可能範囲	磁場条件	
ダイオード	シリコンダイオード	DT-670-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$	
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$	
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ~ 375 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$	
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ~ 325 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$	
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$	
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$	
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$	
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$	
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ~ 500 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$	
正温度係数 抵抗温度計	100 Ω 白金抵抗	PT-102/3	14 K ~ 873 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$	
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ~ 673 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$	
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ~ 500 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$	
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ~ 325 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$	
負温度係数 抵抗温度計 ²	セルノックス	CX-1010	2 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1030-HT	3.5 K ~ 420 K ^{3,6}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1050-HT	4 K ~ 420 K ^{3,6}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1070-HT	15 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1080-HT	50 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	ゲルマニウム	GR-300-AA	1.2 K ~ 100 K ⁴	推奨しない	
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	4 K ~ 100 K ⁴	推奨しない	
	カーボンガラス	CGR-1-500	4 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	カーボンガラス	CGR-1-1000	5 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	カーボンガラス	CGR-1-2000	6 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	酸化ルテニウム	RX-102A	1.4 K ~ 40 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$	
	熱電対	Type K	9006-006	3.2 K ~ 1505 K	推奨しない
		Type E	9006-004	3.2 K ~ 934 K	推奨しない
		Chromel-AuFe 0.07%	9006-002	1.2 K ~ 610 K	推奨しない

² センサーの駆動電流が単一レンジの場合、負温度係数の抵抗センサーの最低使用温度に限界が生じる。

³ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は325 Kとなる。

⁴ 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

⁵ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 5 \text{ mk}$

⁶ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 12 \text{ mk}$

シリコンダイオード温度計は1.4Kから室温を上回る温度までの一般的な低温用途に最も適しています。規格化された標準温度カーブを利用できるため、多くの用途では個別の校正精度を必要とせず、経済的かつ交換が簡単です。しかし、放射線や磁場のある環境には適しません。

セルノックス抵抗温度計は薄膜センサーで2Kから420Kの温度範囲で使用でき、高い感度と磁場の影響を受けにくいという特長を持っています。このセンサーは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度計は30Kから800Kの温度範囲で感度が一定しているという特長があります。また再現性が高く、温度標準として使われています。70K以上の温度領域では標準温度カーブに従うので、多くの用途で個別の校正を必要とせず、交換も簡単です。

センサーセレクション

センサーの性能表 (ティピカル)

	型式	温度	抵抗 / 電圧	センサーの感度 ⁷ (Typ.)	測定分解能 (温度換算)	電氣的確度 (温度換算)	温度確度 (電氣的確度、CalCurve、校正済みセンサーの確度を含む)	電氣的制御安定性 ⁸ (温度換算)
シリコンダイオード	DT-670-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.644 V	-12.49 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.028 V	-1.73 mV/K	5.8 mK	± 76 mK	± 98 mK	± 11.6 mK
		300 K	0.5597 V	-2.3 mV/K	4.4 mK	± 47 mK	± 79 mK	± 8.8 mK
		500 K	0.0907 V	-2.12 mV/K	4.8 mK	± 40 mK	± 90 mK	± 9.6 mK
シリコンダイオード	DT-470-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.6981 V	-13.1 mV/K	0.8 mK	± 13 mK	± 25 mK	± 1.6 mK
		77 K	1.0203 V	-1.92 mV/K	5.2 mK	± 69 mK	± 91 mK	± 10.4 mK
		300 K	0.5189 V	-2.4 mV/K	4.2 mK	± 45 mK	± 77 mK	± 8.4 mK
		475 K	0.0906 V	-2.22 mV/K	4.6 mK	± 39 mK	± 89 mK	± 9.2 mK
GaAlAs ダイオード	TG-120-SD 1.4H 校正の場合	1.4 K	5.391 V	-97.5 mV/K	0.2 mK	± 7 mK	± 19 mK	± 0.4 mK
		77 K	1.422 V	-1.24 mV/K	16.2 mK	± 180 mK	± 202 mK	± 32.4 mK
		300 K	0.8978 V	-2.85 mV/K	7 mK	± 60 mK	± 92 mK	± 14 mK
		475 K	0.3778 V	-3.15 mV/K	6.4 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 12.8 mK
100 Ω 白金抵抗 500 Ω フルスケール	PT-103 1.4J 校正の場合	30 K	3.660 Ω	0.191 Ω/K	10.5 mK	± 23 mK	± 33 mK	± 21 mK
		77 K	20.38 Ω	0.423 Ω/K	4.8 mK	± 15 mK	± 27 mK	± 9.6 mK
		300 K	110.35 Ω	0.387 Ω/K	5.2 mK	± 39 mK	± 62 mK	± 10.4 mK
		500 K	185.668 Ω	0.378 Ω/K	5.3 mK	± 60 mK	± 106 mK	± 10.6 mK
セルノックス	CX-1050-SD-HT ⁹ 4M 校正の場合	4.2 K	3507.2 Ω	-1120.8 Ω/K	36 μK	± 1.4 mK	± 6.4 mK	± 72 μK
		77 K	205.67 Ω	-2.4116 Ω/K	16.6 mK	± 76 mK	± 92 mK	± 33.2 mK
		300 K	59.467 Ω	-0.1727 Ω/K	232 mK	± 717 mK	± 757 mK	± 464 mK
		420 K	45.030 Ω	-0.0829 Ω/K	483 mK	± 1.42 K	± 1.49 K	± 966 mK
ゲルマニウム	GR-300-AA 0.3D 校正の場合	4 K	1873 Ω	-1008 Ω/K	50 μK	± 842 μK	± 5.0 mK	± 99 μK
		4.2 K	1689 Ω	-862 Ω/K	58 μK	± 900 μK	± 5.1 mK	± 116 μK
		10 K	253 Ω	-62 Ω/K	807 μK	± 3.2 mK	± 8.2 mK	± 1.6 mK
		100 K	2.80 Ω	-0.021 Ω/K	2.4 K	± 4.86 K	± 4.884 K	± 4.81 K
カーボンガラス	CGR-1-2000 4L 校正の場合	4.2 K	2260 Ω	-2060 Ω/K	20 μK	± 0.5 mK	± 4.5 mK	± 40 μK
		77 K	21.65 Ω	-0.157 Ω/K	255 mK	± 692 mK	± 717 mK	± 510 mK
		300 K	11.99 Ω	-0.015 Ω/K	2.667 K	± 7 K	± 7.1 K	± 5.334 K
熱電対 50 mV	Type K	75 K	-5862.9 μV	15.6 μV/K	26 mK	± 0.25 K ¹⁰	レイクショアでの校正不可	± 52 mK
		300 K	1075.3 μV	40.6 μV/K	10 mK	± 0.038 K ¹⁰		± 20 mK
		600 K	13325 μV	41.7 μV/K	10 mK	± 0.184 K ¹⁰		± 20 mK
		1505 K	49998.3 μV	36.006 μV/K	12 mK	± 0.73 K ¹⁰		± 24 mK

⁷ 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

⁸ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

⁹ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

¹⁰ 確度の仕様には室温補償の誤差を含まない。

仕様

入力仕様

	温度係数	入力範囲	センサ駆動電流	表示分解能	測定分解能	電氣的確度	電氣的制御安定性 ¹¹
ダイオード	負	0 V ~ 2.5 V	10 μ A \pm 0.05% ^{12,13}	100 μ V	10 μ V	\pm 80 μ V \pm 0.005% rdg	\pm 20 μ V
	負	0 V to 7.5 V	10 μ A \pm 0.05% ^{12,13}	100 μ V	20 μ V	\pm 80 μ V \pm 0.01% rdg	\pm 40 μ V
正温度係数抵抗温度計	正	0 Ω ~ 500 Ω	1 mA ¹⁴	10 m Ω	2 m Ω	\pm 0.004 Ω \pm 0.01% rdg	\pm 4 m Ω
	正	0 Ω ~ 5000 Ω	1 mA ¹⁴	100 m Ω	20 m Ω	\pm 0.04 Ω \pm 0.02% rdg	\pm 40 m Ω
負温度係数抵抗温度計	負	0 Ω ~ 7500 Ω	10 μ A \pm 0.05% ¹⁴	100 m Ω	40 m Ω	\pm 0.1 Ω \pm 0.04% rdg	\pm 80 m Ω
熱電対	正	\pm 25 mV	無し	1 μ V	0.4 μ V	\pm 1 μ V \pm 0.05% rdg ¹⁵	0.8 μ V
	正	\pm 50 mV	無し	1 μ V	0.4 μ V	\pm 1 μ V \pm 0.05% rdg ¹⁵	0.8 μ V

¹¹ 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

¹² 電流ソースの誤差の影響は測定確度上では除去可能である

¹³ ダイオード温度計の駆動電流は 1 mA に設定することもできる。詳細はマニュアル参照。

¹⁴ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

¹⁵ 確度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

温度測定部

入力数	2
入力タイプ	それぞれの入力タイプは工場出荷時にダイオード／抵抗温度計対応もしくは熱電対対応のいずれかに設定される センサの入力は他の回路から光学的に絶縁されている (ただし、互いのセンサ回路は絶縁されない)
絶縁	
A/D 分解能	24 ビット
入力確度	センサに依存する (入力選択表を参照のこと)
測定分解能	センサに依存する (入力仕様の表を参照のこと)
最大更新レート	それぞれの入力において毎秒 10 回 (入力 A に熱電対を接続した場合を除く)
ユーザーカーブ SoftCal	200 ポイントのカーブデータ 15 件分の記憶領域 30 K から 375 K の範囲で DT-470 型ダイオード温度計の確度を \pm 0.25 K に改善し、70 K から 325 K の範囲で白金抵抗温度計の確度を \pm 0.25 K に改善する；校正結果はユーザーカーブとして登録できる
フィルター	読み取った入力の 2 回から 64 回の平均

温度制御

制御ループ数	2 系統
制御方式	閉ループデジタル PID、マニュアルヒーター出力設定／オープンループ付き
チューニング	オートチューニング機能 (選択した 1 つのループのみ)、PID、ゾーン設定付き PID センサに依存する 入力仕様の表を参照のこと
制御安定性	
PID 制御パラメータ	
比例 (ゲイン)	範囲：0 ~ 1000 分解能：0.1
積分 (リセット)	範囲：1 ~ 1000 (1000/s) 分解能：0.1
微分 (レート)	範囲：1 ~ 200% 分解能：1%
マニュアル出力	範囲：0 ~ 100% 分解能：0.01%
ゾーン制御	10 の温度ゾーン 各ゾーンに P、I、D、マニュアルヒーター出力、ヒーターレンジが設定可
セットポイントランプ	0.1 K/分 ~ 100 K/分
安全リミット	温度カーブ中の限界設定、電源投入時ヒーターオフ機能、短絡保護

センサの入力タイプ

	ダイオード／抵抗温度計	熱電対
測定形式	4 線式差動測定	2 線式、室温補正あり
センサ駆動方式	一定電流、抵抗温度計用に電流反転機能あり	無し
対応しているセンサ	ダイオード温度計：シリコン、GaAlAs 抵抗温度計：100 Ω 白金、1000 Ω 白金、ゲルマニウム、CGR、セルノックス、酸化ルテニウム	ほとんどの熱電対
標準カーブ	DT-470、DT-500D、DT-670、PT-100、PT-1000、RX-102A、RX-202A	Type E、Type K、Type T、AuFe 0.07% Cr、AuFe 0.03% Cr
入力コネクタ	6-pin DIN	セラミック絶縁端子台

ループ 1 ヒーター出力

	25 Ω 設定	50 Ω 設定
出力方式	可変 DC 電流ソース	
D/A 分解能	16 ビット	
最大出力	25 W	
最大電流	1 A	0.71 A
電圧コンプライアンス (最小)	25 V	35.4 V
ヒーター抵抗範囲	20 Ω ~ 25 Ω	40 Ω ~ 50 Ω
ヒーター抵抗最大電力	25 Ω	50 Ω
レンジ数	2 段階 (2.5W/25 W)	
ヒーターノイズ (<1 kHz)	1 μV + 0.01% of output	
グラウンド回路	出力の基準はシャーシグラウンドである	
ヒーターコネクタ形式	デュアルバナナ	

ループ 2 ヒーター出力

	25 Ω 設定	50 Ω 設定
出力方式	可変 DC 電圧ソース	
D/A 分解能	16 ビット	
最大出力	1 W	2 W
最大電流	5 V	10 V
電圧コンプライアンス (最小)	0.2 A	
ヒーター抵抗範囲	≥ 25 Ω	≥ 50 Ω
ヒーター抵抗最大電力	25 Ω	50 Ω
レンジ数	1 段階	
ヒーターノイズ (<1 kHz)	50 μV + 出力の 0.01%	
グラウンド回路	出力の基準はシャーシグラウンドである	
ヒーターコネクタ形式	ターミナルブロック	

フロントパネル

ディスプレイ	文字表示 2 行 × 20 列 (文字高 5.5mm)、LCD
表示領域	1 ~ 4 箇所
表示単位	K、℃、V、mV、Ω
表示データ	温度、電圧/抵抗
表示更新レート	毎秒 2 回
温度表示分解能	0.001 (範囲: 0 ~ 99.999) 0.01 (範囲: 100 ~ 999.99)、0.1 (範囲: > 1000)
電圧/抵抗表示分解能 他の表示可能項目	センサーに依存する 5 桁まで セットポイント、ヒーターレンジ、ヒーター出力値 (ユーザーによる選択可)
目標温度設定分解能	温度表示分解能に同じ (実際の分解能はセンサーに依存する)
ヒーター出力値表示 ヒーター出力分解能 記号表示	電力または電流値の % 表記による数値表示 1% 制御入力、リモート、オートチューニングの表示
キーパッド	20 キー (数値キーおよび機能キー)
フロントパネルの特徴	フロントパネルでのカーブ登録、キーパッドのロック

インターフェース

GPIB (IEEE-488.2)	
機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
読み取りレート サポートソフト	それぞれの入力において毎秒 10 回以下 LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)
シリアル通信	
通信方式	RS-232C
ボーレート	9600、19200、38400、57600
コネクタ形式	9 ピン D 型 DTE 接続
読み取りレート	それぞれの入力において毎秒 10 回以下

一般

周囲温度	15℃ ~ 35℃にて仕様値付け、5℃ ~ 40℃にて仕様値を減ずる
電源	100、120、220、240 VAC、+6%、-10%、50 / 60 Hz、85 VA
寸法	216 mm W × 89 mm H × 368 mm D (8.5 in × 3.5 in × 14.5 in)、ハーフラックサイズ
重量	4.00 kg (8.82 lb)
規格	CE マーク

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

325	温度コントローラ・抵抗温度計対応 (2CH)
325-T1	温度コントローラ・抵抗温度計対応 (1CH)・熱電対対応 (1CH)
325-T2	温度コントローラ・熱電対対応 (2CH)

標準付属品

106-009	ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ
106-233	センサー入力コネクタオス 6 ピン
106-735	ハーモニカ型端子台、2 ピン
—	校正証明書
MAN-325	325 型英文マニュアル

別売アクセサリ

6201	GPIB ケーブル、長さ 1 m (3.3 ft)
8001-325	校正済みセンサの校正データを工場出荷時に本体にインストール
RM-1/2	ラックマウントキット、幅 482.60 mm (19") rack に 1 台取り付け、高さ 90 mm (3.5")
RM-2	ラックマウントキット、幅 482.60 mm (19") rack に 2 台取り付け、高さ 135 mm (5.25")
106-009	ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ
106-233	センサー入力コネクタオス 6 ピン
106-735	ハーモニカ型端子台、2 ピン

218 型の特長

- 読み取り速度 8 センサー読み取り×毎秒 2 回
- 多彩なセンサーに対応
 - 白金抵抗温度計
 - ダイオード温度計
 - 負温度係数抵抗温度計
- 低温及び高温 両方のアプリケーションに対応
- 高精度、高分解能
- 8 チャンネル 同時読み取り表示
- GPIB インターフェース (218S 型)

218 型温度モニター



概要

218 型は 8 入力の温度モニターで、センサーはダイオード温度計と抵抗温度計に対応しています。測定用の入力は、低温測定のアプリケーションに対応できるように設計されています。この温度モニターは、ノイズが低く、高分解能で、そして測定範囲が広いので、低温以外のアプリケーションに対しても同じように高い精度の測定ができます。218 型には 218S 型と 218E 型の 2 種類のモデルがあります。両モデルの違いは対応しているインターフェースの種類です。使用できるセンサの種類と表示能力は同じです。

218S 型には、システム用途や自動データ収録用途に最適な多種のインターフェースに対応しています。218S 型には GPIB とシリアルインターフェースが装備されています。内部には測定データを記憶するロギングメモリがあり、また、直接プリンターに出力する端子（プリンタポート）も装備されています。アナログの出力は 2 チャンネル、そしてアラーム機能と 218E 型 218 型は 8 入力の温度モニターで、センサーはダイオード温度計と抵抗温度計に対応しています。ディスプレイは 8 チャンネルの読み取り結果を同時に表示し、単位は K、℃、V、Ω から選択できます。

センサー入力の能力

センサーを駆動する電流ソースは一つのセンサーに対して一つ用意されており、一定の電流を供給します。4 個のセンサー入力の一つのグループを形成し、その一つのグ

ループに対して一種類のセンサーが設定できます。（例えば 4 個の白金温度計 - グループ 1、4 個のダイオード温度計 - グループ 2）

218 型には読み取り速度を高めるために 2 個の AD 変換器が組み込まれています。電流ソースの切り替えを待つ必要が無いので、他のスキッピング式モニターと比較して速く、毎秒 16 チャンネルの読み取りができます。入力数を減らすとそれに応じて読み取り速度は速くなります。

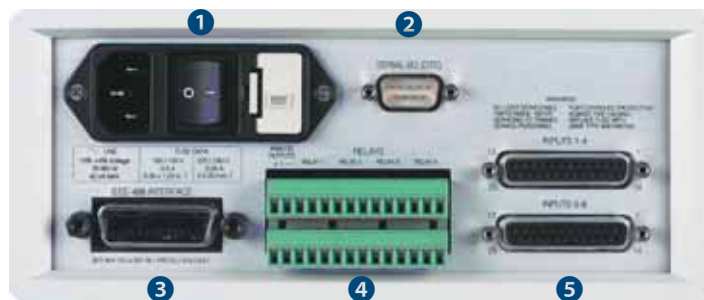
温度応答カーブ

218 型にはシリコンダイオード温度計と白金抵抗温度計に対応した標準温度応答カーブがあらかじめ記憶されています。また、最大 200 ポイントで作るユーザー独自の温度応答カーブを記憶させ、8 入力それぞれに適用することもできます。機器に内蔵されている SoftCal アルゴリズムを使ってダイオード温度計や白金抵抗温度計を校正すればその結果を 218 型に記憶させることもできます。

¹ レイクショアの SoftCal 校正は従来の個別の校正より安価に、かつ標準温度カーブより高い精度を必要とする用途に最適です。対応するセンサーは白金抵抗とシリコンダイオード温度計です。この校正方法は標準カーブが持っている予測が可能であるという性質を利用して、いくつかの既知の温度基準点でセンサーの精度を改善するものです。

インターフェースの違い

特徴	218S	218E
数値キーパッド	■	■
フロントパネルからのカーブ登録	■	■
アラーム機能	■	■
RS-232C インターフェース	■	■
IEEE-488 インターフェース	■	■
アナログ出力 (2 チャンネル)	■	■
リレー (8)	■	■



218 型リアパネル

- ① 電源入力
- ② シリアル I/O インターフェース
- ③ IEEE-488 インターフェース (218S のみ)
- ④ ターミナルブロック (リレー、アナログ出力、218S のみ)
- ⑤ センサー入力コネクタ (218E のみ)

インターフェース

218E 型にはシリアルインターフェース (RS-232C) が装備されています。218S 型には加えて IEEE-488 (GPIB) インターフェースも装備されています。さらに、218S 型には使用者に警告を発生したり、単純な ON/OFF 制御ができる 8 チャンネルのリレー出力があります。このリレーは設定値に対する温度の高低で動作します。リレーの切り替え動作はラッチモードとノンラッチモードのどちらかを選択できます。また 218S 型には 2 チャンネルのアナログ電圧出力があり、選択した 2 つのチャンネルの温度あるいは、センサーの電圧抵抗、またはそれを演算した値を出力することができます。マニュアルで値を設定すれば電圧ソースとして使うこともできます。

ディスプレイ

ディスプレイ上の温度の表示位置はユーザーが変更することができます。ディスプレイには温度はもちろん、センサーの電圧や抵抗値、あるいは数値演算の結果を表示することもできます。またディスプレイには入力番号とデータが常に表示されており便利です。ディスプレイの更新レートは毎秒 2 回です。

センサーセレクション

組み合わせ時の使用可能範囲 (センサーは別売です)

		型式	使用可能範囲	磁場条件
ダイオード	Silicon Diode	DT-670-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ~ 375 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ~ 325 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ~ 500 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
正温度係数抵抗温度計	100 Ω 白金抵抗	PT-102/3	14 K ~ 873 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ~ 673 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ~ 500 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ~ 325 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
負温度係数抵抗温度計 ²	セルノックス	CX-1010	2 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1030-HT	3.5 K ~ 420 K ^{3,6}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1050-HT	4 K ~ 420 K ^{3,6}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1070-HT	15 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1080-HT	50 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	ゲルマニウム	GR-300-AA	1.2 K ~ 100 K ⁴	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	4 K ~ 100 K ⁴	推奨しない
	カーボンガラス	CGR-1-500	4 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボンガラス	CGR-1-1000	5 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボンガラス	CGR-1-2000	6 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-102A	1.4 K ~ 40 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$

シリコンダイオード温度計は 1.4K から室温を上回る温度までの一般的な低温用途に最も適しています。規格化された標準温度カーブを利用できるため、多くの用途では個別の校正精度を必要とせず、経済的かつ交換が簡単です。しかし、放射線や磁場の環境には適しません。

セルノックス抵抗温度計は薄膜センサーで 2K から 420K の温度範囲で使用でき、高い感度と磁場の影響を受けにくいという特長を持っています。このセンサーは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度計は 30K から 800K の温度範囲で感度が一定しているという特長があります。また再現性が高く、温度標準として使われています。70K 以上の温度領域では標準温度カーブに従うので、多くの用途で個別の校正を必要とせず、交換も簡単です。

² センサーの駆動電流が単一レンジの場合、負温度係数の抵抗センサーの最低使用温度に限界が生じる。

³ HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

⁴ 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

⁵ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 5 \text{ mk}$

⁶ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 12 \text{ mk}$

センサーセレクション

センサーの性能表 (ティピカル)

	型式	温度	抵抗 / 電圧	センサーの感度 ⁷ (Typ.)	測定分解能 (温度換算)	電氣的確度 (温度換算)	温度確度 (電氣的確度、CalCurve、校正済みセンサーの確度を含む)
シリコンダイオード	DT-670-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.644 V	-12.49 mV/K	1.6 mK	± 26 mK	± 38 mK
		77 K	1.028 V	-1.73 mV/K	11.6 mK	± 152 mK	± 174 mK
		300 K	0.5597 V	-2.3 mV/K	8.7 mK	± 94 mK	± 126 mK
		500 K	0.0907 V	-2.12 mV/K	9.4 mK	± 80 mK	± 130 mK
シリコンダイオード	DT-470-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.6981 V	-13.1 mV/K	1.5 mK	± 26 mK	± 38 mK
		77 K	1.0203 V	-1.92 mV/K	10.5 mK	± 137 mK	± 159 mK
		300 K	0.5189 V	-2.4 mV/K	8.4 mK	± 88 mK	± 120 mK
		475 K	0.0906 V	-2.22 mV/K	9.1 mK	± 77 mK	± 127 mK
GaAlAs ダイオード	TG-120-SD 1.4H 校正の場合	1.4 K	5.391 V	-97.5 mV/K	0.2 mK	± 13 mK	± 25 mK
		77 K	1.422 V	-1.24 mV/K	16.2 mK	± 359 mK	± 381 mK
		300 K	0.8978 V	-2.85 mV/K	7 mK	± 120 mK	± 152 mK
		475 K	0.3778 V	-3.15 mV/K	6.4 mK	± 75 mK	± 125 mK
100 Ω 白金抵抗 500 Ω フルスケール	PT-103 1.4J 校正の場合	30 K	3.66 Ω	0.19 Ω/K	10.5 mK	± 25 mK	± 35 mK
		77 K	20.38 Ω	0.42 Ω/K	4.8 mK	± 20 mK	± 32 mK
		300 K	110.35 Ω	0.39 Ω/K	5.2 mK	± 68 mK	± 91 mK
		500 K	185.668 Ω	0.378 Ω/K	5.3 mK	± 109 mK	± 155 mK
セルノックス CX-1050	CX-1050-SD-HT ⁸ 1.4M 校正の場合	4.2 K	3507.2 Ω	-1120.8 Ω/K	45 μK	± 1.4 mK	± 6.4 mK
		77 K	205.67 Ω	-2.4116 Ω/K	20.8 mK	± 75.6 mK	± 91.6 mK
		300 K	59.467 Ω	-0.1727 Ω/K	290 mK	± 717 mK	± 757 mK
		420 K	45.03 Ω	-0.0829 Ω/K	604 mK	± 1.43 mK	± 1.5 mK
ゲルマニウム	GR-300-AA 0.3D 校正の場合	1.2 K	600 Ω	-987 Ω/K	51 μK	± 0.3 mK	± 4.5 mK
		1.4 K	449 Ω	-581 Ω/K	86 μK	± 0.5 mK	± 4.7 mK
		4.2 K	94 Ω	-27 Ω/K	1.9 mK	± 5.2 mK	± 10.2 mK
		100 K	3 Ω	-0.024 Ω/K	2.1 K	± 4.25 K	± 4.27 K
ゲルマニウム	GR-1400-AA 1.4D 校正の場合	2 K	1873 Ω	-1008 Ω/K	50 μK	± 0.8 mK	± 5.0 mK
		4.2 K	1689 Ω	-862 Ω/K	58 μK	± 0.9 mK	± 5.1 mK
		10 K	253 Ω	-62 Ω/K	807 μK	± 3.2 mK	± 8.2 mK
		100 K	3 Ω	-0.021 Ω/K	2.4 K	± 4.86 K	± 4.88 K
カーボンガラス	CGR-1-2000 4L 校正の場合	4.2 K	2260 Ω	-2060 Ω/K	25 μK	± 0.5 mK	± 4.5 mK
		77 K	21.65 Ω	-0.157 Ω/K	319 mK	± 692 mK	± 717 mK
		300 K	11.99 Ω	-0.015 Ω/K	3.33 K	± 7 K	± 7.1 K

⁷ 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

⁸ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は325 Kとなる。

仕様

入力仕様

	温度係数	入力範囲	センサ駆動電流	表示分解能	測定分解能	電氣的確度
ダイオード	負	0 V ~ 2.5 V	10 μA ± 0.05% ⁹	100 μV	20 μV	± 160 μV ± 0.01% of rdg
	負	0 V ~ 7.5 V	10 μA ± 0.01% ⁹	100 μV	20 μV	± 160 μV ± 0.02% of rdg
正温度係数 抵抗温度計	正	0 Ω ~ 250 Ω	1 mA ± 0.3% ¹⁰	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.02% of rdg
	正	0 Ω ~ 500 Ω	1 mA ± 0.3% ¹⁰	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.02% of rdg
	正	0 Ω ~ 5000 Ω	1 mA ± 0.3% ¹⁰	100 mΩ	20 mΩ	± 0.06 Ω ± 0.04% of rdg
負温度係数	負	0 Ω ~ 7500 Ω	10 μA ± 0.01% ⁹	100 mΩ	50 mΩ	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg

⁹ 電流ソースの誤差の影響は測定確度上では除去可能である

¹⁰ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

温度測定部

入力数 8
入力タイプ 入力は2グループ。センサー4個が一つのグループとなる。同一グループ内のセンサーは同じ種類でなければならない。

入力確度 センサーに依存する (入力選択表を参照のこと)
測定分解能 センサーに依存する (入力仕様の表を参照のこと)
最大更新レート トータル毎秒 16回
ユーザーカーブ 200ポイントのカーブデータ 8件分の記憶領域

SoftCal	30 K から 375 K の範囲で DT-470 型ダイオード温度計の 精度を ± 0.25 K に改善し、70 K から 325 K の範囲で白 金抵抗温度計の精度を ± 0.25 K に改善する
演算機能	最大、最小、リニア (Mx + B)、M (x + B)
フィルター	読み取り値 2 個から 64 個の平均

センサー入力の設定

	ダイオード/抵抗温度計
測定形式	4 線式差動
センサ駆動方式	8 個の定電流ソース
対応している センサー	ダイオード：シリコン、GaAlAs 抵抗温度計：100Ω 白金抵抗、1000Ω 白金、ゲルマニウム、 カーボングラス、セルノックス、酸化ルテニウム
標準カーブ	DT-470、DT-500D、DT-670、CTI-C、PT-100、PT-1000
入力端子	25-ピン D-sub

フロントパネル

ディスプレイ	文字表示 4 行 × 20 列、LCD
表示領域	1 ~ 8 箇所
表示単位	K、℃、V、Ω
表示データ	温度、電圧/抵抗、最大、最小、演算
表示更新レート	毎秒 1 回
温度表示分解能	0.001 (範囲：0 ~ 99.999) 0.01 (範囲：100 ~ 999.99)、0.1 (範囲：> 1000)
電圧/抵抗表示分解能	センサーに依存する 5 桁まで
記号表示	リモート、アラーム、データロギング、最大、最小、 演算
キーパッド	20 キー (数値キーおよび機能キー)

インターフェース

GPIO (IEEE-488.2) 機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、 DT0、C0、E1
読み取りレート	毎秒 16 回以下
サポートソフト	LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)
シリアル通信	
通信方式	RS-232C
最高ボーレート	9600
コネクタ形式	9 ピン D-sub 型
読み取りレート	毎秒 16 回 (@ 9600 ボー)
プリンター	データログ設定によってシリアルポートを利用 したシリアルプリンタをサポートする
アラーム	
設定数	16- 各入力に対して Hi/Low
データソース	温度、電圧、抵抗、リニア演算
設定	ソース、Hi セットポイント、Low セットポイント、 ラッチ/ノンラッチ、音 on/off
アクチュエータ	表示記号、音、リレー (218S)
リレー (218S)	
リレー数	8
接点	ノーマリオープン (NO)、ノーマリクローズ (NC)、コモン (C)
接点定格	30 VDC @ 5 A
動作	リレーを動作させるかどうか入力ごとに設定で きる。動作するリレーの設定は Hi、Low、両方、 マニュアル。
コネクタ	着脱可能な端子台
アナログ電圧出力 (218S)	
設定数	2

スケール	ユーザーセレクト
更新レート	毎秒 16 回
データソース	温度、電圧、抵抗、リニア演算
範囲	± 10 V
分解能	1.25 mV
精度	± 2.5 mV
最小負荷抵抗	1 kΩ (短絡保護回路)
データロギング	
チャンネル数	1 ~ 8
動作	内部メモリーへの記録またはプリンターへの出 力。記録されたデータは表示も可。印字、PC へ の転送も可。
データメモリー	最大 1500 点、不揮発

一般

周囲温度	15℃ ~ 35℃ にて仕様値付け、5℃ ~ 40℃ にて仕様値を減 ずる
電源	100、120、220、240 VAC、+6%、-10%、50 / 60 Hz、 85 VA
寸法	216 mm W × 89 mm H × 318 mm D (8.5 in × 3.5 in × 14.5 in)、ハーフラックサイズ
重量	3 kg (6.6 lb)
規格	CE マーク

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

218S	8CH 温度モニター、(GPIO、アナログアウト、リレー付)
218E	8CH 温度モニター

標準付属品

MAN-218	218S/218E 型用 英文マニュアル / 和文マニュアル
G-106-253	センサー入力コネクタ、25 ピン DB-25 D-sub (1 個)
G-106-264	DB-25 用フード (4 個が同梱されるのはスキャナ購入時 のみ) (1 個)
106-772	218 型専用ハーモニカ型端子台、14 ピン (2 個入り)

別売アクセサリ

G-106-253	センサー入力コネクタ、25 ピン DB-25 D-sub (1 個)
G-106-264	DB-25 用フード (4 個が同梱されるのはスキャナ購入時 のみ) (1 個)
106-772	218 型専用ハーモニカ型端子台、14 ピン (2 個入り)
8000	校正済みセンサの校正データを CD-R に記録
8001-218	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモ リ (工場出荷時に本体にインストール)
8002-05-218	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモ リ (ユーザーサイドでインストール)
RM-1/2	ラックマウントキット、幅 482.60 mm (19") rack に 1 台取り付ける、高さ 90 mm (3.5")
RM-2	ラックマウントキット、幅 482.60 mm (19") rack に 2 台取り付ける、高さ 135 mm (5.25")
4005	GPIO ケーブル、長さ 1 m (3.3 ft)、端子台 (106-737) と同時に使用する場合に必要なエクステンダーを含む
TEMP-SOFT	温度制御・モニター用ソフトウェア

211 型の特長

- 最低使用温度 1.2 K
- 1 チャンネル入力
- 多彩なセンサーに対応
 - 白金抵抗温度計
 - ダイオード温度計
 - 負温度係数抵抗温度計
- 出力 0-10 V 4-20 mA
- 大型 5 桁 LED 表示
- 通信インターフェース
 - RS-232C
- リレー／アラーム

211 型温度モニター

**概要**

211 型は高精度、高分解能な小型温度モニターです。PC とのインターフェースもありますので組み込みにも適しています。適切なセンサーとこの 211 型を組み合わせた場合、高真空環境や強磁場中でも 1.2 K から 800 K の温度が測定できます。アラーム、リレー、アナログ電圧／電流出力、シリアル通信が標準で装備されています。冷凍機や冷媒貯蔵タンクのモニター、クライオポンプの制御、物性研究用途、または熱電対では精度不足な用途に最適です。

センサー入力の能力

211 型温度モニターはダイオード温度計と抵抗温度計に対応しています。センサーの選択はフロントパネルの操作で行います。高精度な測定のために、4 線差動測定と 24 ビット AD 変換器を使っています。

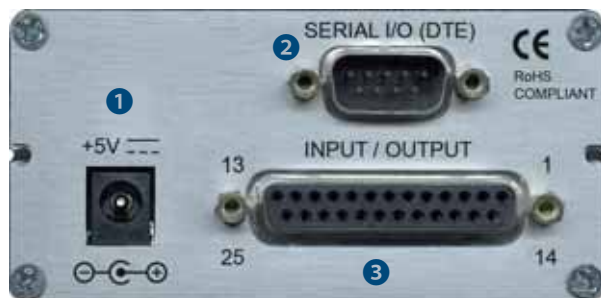
温度応答カーブは使用するセンサーに応じて測定した電圧や抵抗を温度に変換するために使われます。シリコンダイオード温度計と白金抵抗温度計の温度カーブは標準の温度カーブとしてあらかじめファームウェアに登録されています。PC から温度カーブを 211 型の不揮発メモリーに登録することもできます。

インターフェース

単体のモニターとしても使えますが、RS-232C シリアル通信インターフェースやリレーなどの他のインターフェースを利用してシステムに組み込んで使うこともできます。設定と機器の機能はシリアルインターフェースからでもフロントパネルからでも操作できます。温度データはコンピュータインターフェースを経由した場合、毎秒7回の更新ができます。LED ディスプレーは毎秒2回更新します。Hi/Low アラームの動作は警報に適したラッチングモードと On/Off 制御に適したノンラッチングモードを選択できます。アナログ出力は 0-10 V もしくは 20 mA 出力のどちらでも選ぶことができます。

ディスプレイ

211 型は 6 桁の LED ディスプレーを採用しています。表示できる単位は K、℃、°F、V、Ω です。



211 型リアパネル

- ① 電源入力
- ② シリアル I/O インターフェース
- ③ アナログ出力

センサーセレクション

組み合わせ時の使用可能範囲（センサーは別売です）

		型式	使用可能範囲	磁場条件
ダイオード	シリコンダイオード	DT-670-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ~ 375 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ~ 325 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ~ 500 K	$T \geq 60 \text{ K} \ \& \ B \leq 3 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ~ 325 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ~ 500 K	$T > 4.2 \text{ K} \ \& \ B \leq 5 \text{ T}$
正温度係数抵抗温度計	100 Ω 白金抵抗	PT-102/3	14 K ~ 873 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ~ 673 K	$T > 40 \text{ K} \ \& \ B \leq 2.5 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ~ 500 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ~ 325 K	$T > 77 \text{ K} \ \& \ B \leq 8 \text{ T}$
負温度係数抵抗温度計 ¹	セルノックス	CX-1010	2 K ~ 325 K ⁴	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1030-HT	3.5 K ~ 420 K ²⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1050-HT	4 K ~ 420 K ²⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1070-HT	15 K ~ 420 K ²	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	セルノックス	CX-1080-HT	50 K ~ 420 K ²	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	ゲルマニウム	GR-300-AA	1.2 K ~ 100 K ³	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	4 K ~ 100 K ³	推奨しない
	カーボングラス	CGR-1-500	4 K ~ 325 K ⁴	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-1000	5 K ~ 325 K ⁴	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	カーボングラス	CGR-1-2000	6 K ~ 325 K ⁴	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$
	酸化ルテニウム	RX-102A	1.4 K ~ 40 K ⁴	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$

シリコンダイオード温度計は室温を上回る温度から 1.4K までの一般的な低温用途に適しています。規格化された標準温度カーブを利用できるため、多くの用途では個別の校正精度を必要とせず、経済的かつ交換が簡単です。しかし、放射線や磁場のある環境には適しません。

セルノックス抵抗温度計は薄膜センサーで 2K から 420K の温度範囲で使用でき、高い感度と磁場の影響を受けにくいという特徴を持っています。このセンサーは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度計は 30K から 800K の温度範囲で感度が一定しているという特長があります。また再現性が高く、温度標準として使われています。70K 以上の温度領域では標準温度カーブに従うので、多くの用途で個別の校正を必要とせず、交換も簡単です。

¹ センサーの駆動電流が単一レンジの場合、負温度係数の抵抗センサーの最低使用温度に限界が生じる。

² HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

³ 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

⁴ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 5 \text{ mk}$

⁵ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 12 \text{ mk}$

センサーセレクション

センサーの性能表 (ティピカル)

	型式	温度	抵抗 / 電圧	センサーの感度 ⁷ (Typ.)	測定分解能 (温度換算)	電気的精度 (温度換算)	温度精度 (電気的精度、CalCurve、校正済みセンサーの精度を含む)
シリコンダイオード	DT-670-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.644 V	-12.49 mV/K	1.6 mK	± 26 mK	± 38 mK
		77 K	1.028 V	-1.73 mV/K	11.6 mK	± 152 mK	± 174 mK
		300 K	0.5597 V	-2.3 mV/K	8.7 mK	± 94 mK	± 126 mK
		500 K	0.0907 V	-2.12 mV/K	9.4 mK	± 80 mK	± 130 mK
シリコンダイオード	DT-470-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.6981 V	-13.1 mV/K	1.5 mK	± 26 mK	± 38 mK
		77 K	1.0203 V	-1.92 mV/K	10.5 mK	± 137 mK	± 159 mK
		300 K	0.5189 V	-2.4 mV/K	8.4 mK	± 88 mK	± 120 mK
		475 K	0.0906 V	-2.22 mV/K	9.1 mK	± 77 mK	± 127 mK
GaAlAs ダイオード	TG-120-SD 1.4H 校正の場合	1.4 K	5.391 V	-97.5 mV/K	0.2 mK	± 13 mK	± 25 mK
		77 K	1.422 V	-1.24 mV/K	16.2 mK	± 359 mK	± 381 mK
		300 K	0.8978 V	-2.85 mV/K	7 mK	± 120 mK	± 152 mK
		475 K	0.3778 V	-3.15 mV/K	6.4 mK	± 75 mK	± 125 mK
100 Ω 白金抵抗 500 Ω フルスケール	PT-103 1.4J 校正の場合	30 K	3.66 Ω	0.19 Ω/K	10.5 mK	± 25 mK	± 35 mK
		77 K	20.38 Ω	0.42 Ω/K	4.8 mK	± 20 mK	± 32 mK
		300 K	110.35 Ω	0.39 Ω/K	5.2 mK	± 68 mK	± 91 mK
		500 K	185.668 Ω	0.378 Ω/K	5.3 mK	± 109 mK	± 155 mK
セルノックス CX-1050	CX-1050-SD-HT ⁸ 1.4M 校正の場合	4.2 K	3507.2 Ω	-1120.8 Ω/K	45 μK	± 1.4 mK	± 6.4 mK
		77 K	205.67 Ω	-2.4116 Ω/K	20.8 mK	± 75.6 mK	± 91.6 mK
		300 K	59.467 Ω	-0.1727 Ω/K	290 mK	± 717 mK	± 757 mK
		420 K	45.03 Ω	-0.0829 Ω/K	604 mK	± 1.43 K	± 1.5 K
ゲルマニウム	GR-300-AA 0.3D 校正の場合	1.2 K	600 Ω	-987 Ω/K	51 μK	± 0.3 mK	± 4.5 mK
		1.4 K	449 Ω	-581 Ω/K	36 μK	± 0.5 mK	± 4.7 mK
		4.2 K	94 Ω	-27 Ω/K	1.9 mK	± 5.2 mK	± 10.2 mK
		100 K	3 Ω	-0.024 Ω/K	2.1 K	± 4.25 K	± 4.27 K
ゲルマニウム	GR-1400-AA 1.4D 校正の場合	4 K	1873 Ω	-1008 Ω/K	50 μK	± 0.8 mK	± 5.0 mK
		4.2 K	1689 Ω	-862 Ω/K	58 μK	± 0.9 mK	± 5.1 mK
		10 K	253 Ω	-62 Ω/K	807 μK	± 3.2 mK	± 8.2 mK
		100 K	3 Ω	-0.021 Ω/K	2.4 K	± 4.86 K	± 4.88 K
カーボンガラス	CGR-1-2000 4L 校正の場合	4.2 K	2260 Ω	-2060 Ω/K	25 μK	± 0.5 mK	± 4.5 mK
		77 K	21.65 Ω	-0.157 Ω/K	319 mK	± 692 mK	± 717 mK
		300 K	11.99 Ω	-0.015 Ω/K	3.33 K	± 7 K	± 7.1 K

⁷ 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

⁸ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

仕様

入力仕様

	温度係数	入力範囲	センサ駆動電流	表示分解能	測定分解能	電気的精度
ダイオード	負	0 V to 2.5 V	10 μA ± 0.05% ⁹	100 μV	20 μV	± 160 μV ± 0.01% of rdg
	負	0 V to 7.5 V	10 μA ± 0.05% ⁹	100 μV	20 μV	± 160 μV ± 0.02% of rdg
正温度係数 抵抗温度計	正	0 Ω to 250 Ω	1 mA ± 0.3% ⁹	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.02% of rdg
	正	0 Ω to 500 Ω	1 mA ± 0.3% ⁹	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.02% of rdg
	正	0 Ω to 5000 Ω	1 mA ± 0.3% ⁹	100 mΩ	20 mΩ	± 0.06 Ω ± 0.04% of rdg
負温度係数	負	0 Ω to 7500 Ω	10 μA ± 0.05% ⁹	100 mΩ	50 mΩ	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg

⁹ 電流ソースの誤差の影響は測定精度上では除去可能である

¹⁰ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

温度測定部

入力数	1	測定分解能	センサーに依存する (入力仕様の表を参照のこと)
入力設定	対応しているセンサーはフロントパネルの操作だけで設定可能	最大更新レート	毎秒 7 回
絶縁	測定回路はシャーシグランドから絶縁されていない	ユーザーカーブ	200 ポイントのカーブデータ 1 件分の記憶領域
A/D 変換分解能	24-ビット		
入力精度	センサーに依存する (入力選択表を参照のこと)		

センサー入力の設定

	ダイオード／抵抗温度計
測定形式	4線式差動
センサ駆動方式	定電流ソース
対応しているセンサー	ダイオード：シリコン、GaAlAs 抵抗温度計：100Ω白金抵抗、1000Ω白金、ゲルマニウム、カーボングラス、セルノックス、酸化ルテニウム
標準カーブ	DT-470、DT-670、CTI-C、PT-100、PT-1000
入力端子	25-ピンD-sub

フロントパネル

ディスプレイ	5桁LED
表示チャンネル数	1
表示単位	K、℃、°F、V、Ω
表示データ	温度、電圧／抵抗、最大、最小、演算
表示更新レート	毎秒2回
温度表示分解能	0.001 (範囲：0～99.999) 0.01 (範囲：100～999.99), 0.1 (範囲：>1000)
電圧／抵抗表示分解能	センサーに依存する 5桁まで
表示記号	K、℃、°F、V/Ω
キーパッド	4キー
フロントパネル	輝度調節、キーパッドロック

インターフェース

シリアル通信	
通信方式	RS-232C
最高ボーレート	9600
コネクタ形式	9ピンD-sub型
読み取りレート	毎秒7回
アラーム	
設定数	2-入力に対してHi/Low
データソース	温度
設定	Hiセットポイント、Lowセットポイント、ラッチ／ノンラッチ
アクチュエータ	表示記号、リレー
リレー	
リレー数	2
接点	ノーマリオープン (NO)、ノーマリクローズ (NC)、コモン (C)
接点定格	30 VDC @ 1 A
動作	リレー動作を設定できる。設定はHi、Low、マニュアル。
コネクタ	25-ピンD-subと共用
アナログ電圧出力	
絶縁	出力はシャーシと絶縁していない
更新レート	毎秒7回
データソース	温度

	電圧	電流
範囲	0 V to 10 V	4 mA to 20 mA
確度	± 1.25 mV	± 2.5 μA
分解能	0.3 mV	0.6 μV
最小負荷抵抗	500 Ω	NA
コンプライアンス電圧	NA	10 V
負荷レギュレーション	NA	± 0.02% of reading 0 to 500 Ω
スケール:	温度	電圧、抵抗 (fixed by type)
	0 K ~ 20 K	ダイオード: 1 V = 1 V
	0 K ~ 100 K	100 Ω 白金: 1 V = 100 Ω
	0 K ~ 200 K	1000 Ω 白金: 1 V = 1000 Ω

0 K ~ 325 K NTC 抵抗: 1 V = 1000 Ω
 0 K ~ 475 K
 0 K ~ 1000 K
 設定／電流、スケール
 コネクタ 25-ピンD-subと共用

一般

周囲温度	15℃～35℃にて仕様値付け 5℃～40℃にて仕様値を減ずる
電源	安定化された +5 VDC @ 400 mA
寸法	96 mm W × 48 mm H × 166 mm D (3.8 インチ × 1.9 インチ × 6.5 インチ)
マウント	パネルマウント 91 mm W × 44 mm H (3.6 インチ × 1.7 インチ) 切り出し
重量	0.45 kg (1 lb)
規格	CE マーク、RoHS



2111 シングル 1/4 DIN パネル
マウントアダプター
105 mm W × 132 mm H
(4.1 インチ × 5.2 インチ)



2112 デュアル 1/4 DIN パネル
マウントアダプター
105 mm W × 132 mm H
(4.1 インチ × 5.2 インチ)

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

211J	1CH 温度モニター
211N	1CH 温度モニター、AC 電源アダプター無し

標準付属品

G-106-253	センサー入力コネクタ、25ピンDB-25 D-sub (1個)
G-106-264	DB-25 用フード (1個)
—	校正証明書
MAN-211	211 型用 英文マニュアル

別売アクセサリ

G-106-253	センサー入力コネクタ、25ピンDB-25 D-sub (1個)
G-106-264	DB-25 用フード (1個)
8000	校正済みセンサの校正データをCD-Rに記録
8001-211	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (工場出荷時に本体にインストール)
2111	シングル 1/4 DIN パネルマウントアダプター
2112	デュアル 1/4 DIN パネルマウントアダプター
TEMP-SOFT	温度制御・モニター用ソフトウェア

特長

- センサー入力と電源回路が絶縁されている
- センサー品種に応じた機種ラインナップ
- 差動 4 線式測定
- 出力: 4mA-20mA、0mA-20mA、0V-10V
- 10 ユニットまで増設できるラックマウントケース

231 型の特長

- 温度範囲: 1.4K-500K
- ダイオード温度計対応

231P 型の特長

- 温度範囲: 1.4K-800K
- 白金抵抗温度計対応

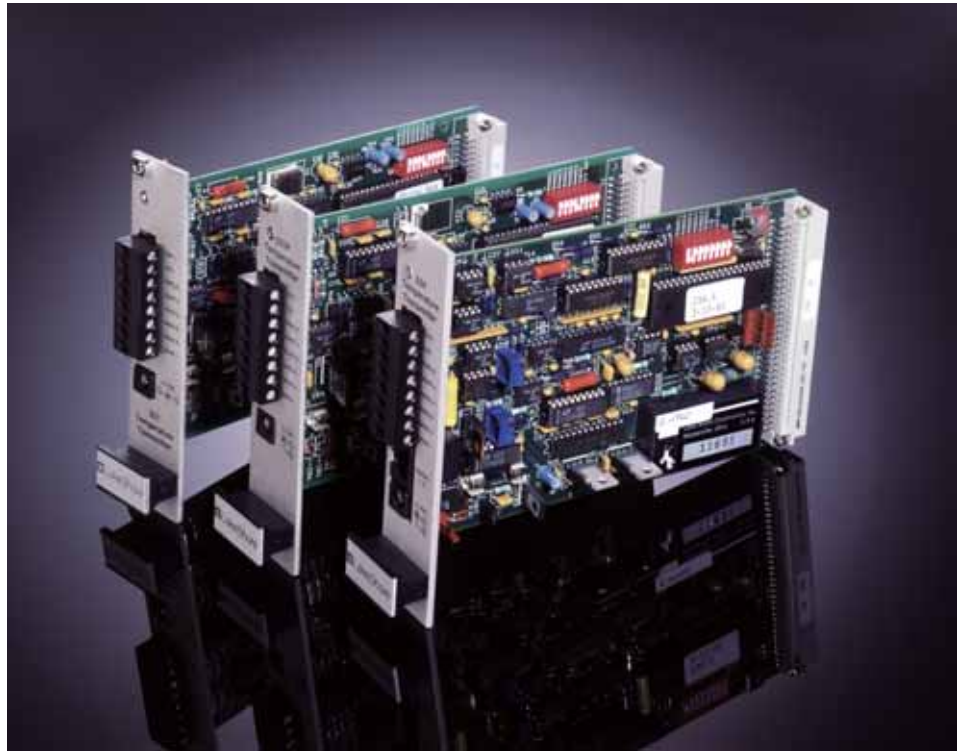
234 型の特長

- 温度範囲: 100mK-420K
- 負温度係数の抵抗温度計対応

234D 型の特長

- 温度範囲: 100mK-420K
- 負温度係数抵抗の温度計対応
- シリアルインターフェース
- 桁 LED 表示

230 シリーズ 温度トランスミッター



231 型、231P 型、234 型



234D 型

230 シリーズ温度トランスミッターには 231 型、231P 型、234 型があります。それぞれの機種はそれぞれ固有のセンサー品種に対応しています。

231 型

231 型はシリコンダイオードと GaAlAs ダイオードに対応しています。

231 型の電流ソースは $10\mu\text{A}$ です。この電流がセンサーに供給されるとセンサーには温度に応じた電圧が発生します。その電圧を AD コンバータで読み取り、温度応答カーブを参照して温度に変換します。231 型には温度応答カーブとして DT-470 と DT-670 シリコンダイオードセンサーに対応した 2 種類の標準温度カーブが記憶されています。また、追加で 1 件の CalCurve (レイクショアの個別校正温度カーブ) にも対応できます。

231P 型

231P 型は PT-100 シリーズ白金抵抗温度計に対応する温度トランスミッターです。電流ソースは $500\mu\text{A}$ です。測定された電圧を温度へ変換する際、白金の標準温度応答カーブ IEC751、もしくは CalCurve (レイクショアの個別校正温度カーブ) を参照します。

234 型

234 型は負の温度係数をもったセンサーに対応した温度トランスミッターです。測定時のセンサーの自己発熱を抑制するために 10mV またはそれより小さな一定電圧をセンサーに供給します。234 型にはアナログ制御回路が使われていて、一定の電圧がセンサーに印加され続けるようになっています。センサーに直列に接続された抵抗がセンサーに流れた電流を電圧に変換する役割をします。マイクロコントローラはその電圧を AD コンバータで読み取り、温度応答カーブを参照して温度に変換します。(温度に変換する際、CalCurve 校正データが必要) 熱起電力によって発生する誤差を少なくするため、1 度読み取りをする度にセンサーに供給する電圧を反転します。

測定した値は 4mA から 20mA の電流になって伝送されます。出力電流はセンサーの温度に比例して変化します。スイッチでいくつかレンジを選択できます。狭い温度幅のレンジを選択したときがもっとも感度と精度が高くなります。 0mA から 20mA の出力もあり、これをゼロボルトからの電圧スケールに変換することもできます。最大のフルスケール出力 10V を作り出す場合は 500Ω (精度 $\pm 0.02\%$) の出力負荷抵抗をあわせて使います。

230 シリーズの電源は $+5\text{V}$ のシングル電源で、フロントパネルか VME バスコネクタのどちらを使っても供給できます。複数のトランスミッターが干渉を受けずに動作するように、出力と電源が絶縁されています。

標準サイズの VME カードの大きさに作られているので取り付けは簡単です。外形はシングルサイズ (3U) の VME カードホルダーに直接フィットします。ただ、採用しているのは電気的なバス規格ではなく、サイズと電源のみとなっています。

234 型と 234D 型はどちらもシリアル通信インターフェースを装備しています。234 型の特徴に加えて、234D 型は 6 桁の LED によるローカルディスプレイでセンサーの抵抗や温度を表示することができます。234D 型は標準の 234 型と同じ転送能力、シリアル通信インターフェースコマンド、カーブフォーマットを持っています。ディスプレイはトランスミッター出力の半分のレートで更新します。

234 型の測定スケール、センサー駆動電圧、分解能、精度

スケール	センサー抵抗	センサー分解能駆動電圧	分解能	精度 \pm (%rdg + Ω)
0	$1\Omega \sim 6\Omega$	5mV	0.0003Ω	$0.5 + 0.0006$
1	$4.5\Omega \sim 12.5\Omega$	5mV	0.0001Ω	$0.1 + 0.0013$
2	$9\Omega \sim 60\Omega$	10mV	0.001Ω	$0.1 + 0.006$
3	$45\Omega \sim 125\Omega$	5mV	0.001Ω	$0.1 + 0.013$
4	$90\Omega \sim 360\Omega$	10mV	0.003Ω	$0.1 + 0.036$
5	$290\text{k}\Omega \sim 1.25\text{k}\Omega$	10mV	0.01Ω	$0.1 + 0.13$
6	$900\text{k}\Omega \sim 3.6\text{k}\Omega$	10mV	0.03Ω	$0.1 + 0.36$
7	$2.9\text{k}\Omega \sim 12.5\text{k}\Omega$	10mV	0.1Ω	$0.1 + 1.3$
8	$9\text{k}\Omega \sim 36\text{k}\Omega$	10mV	0.3Ω	$0.1 + 3.6$
9	$29\text{k}\Omega \sim 300\text{k}\Omega$	10mV	6.8Ω	$0.5 + 30$

仕様

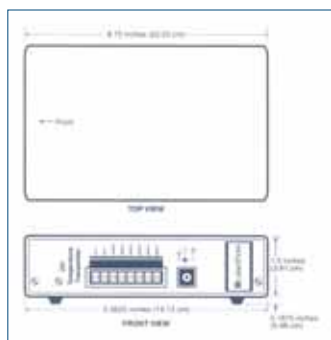
	231	231P	234/234D
温度測定			
入力数	1	1	1
測定方式	4線式差動測定	4線式差動測定	4線式差動測定
センサーのタイプ	シリコン / GaAlAs ダイオード	白金抵抗	カーボンガラス / ゲルマニウム / セルノックス
センサーの温度係数	負温度係数	正温度係数	負温度係数
センサーの単位	電圧 (V)	抵抗 (Ω)	抵抗 (Ω)
入力範囲	0 ~ 5 V	0 Ω ~ 312 Ω	1 Ω ~ 300 kΩ
駆動電圧 / 電流	10 μA ± 0.1% DC 電流	500 μA ± 0.02% DC 電流	一定電圧 5 mV / 10 mV 抵抗レンジによる
更新レート	毎秒 5 回読み取り	毎秒 5 回読み取り	毎秒 4 回読み取り (スケール 0 では毎秒 2 回読み取り)
温度応答カーブメモリー	メーカーにて 1 つのカーブを読み込む	メーカーにて 1 つのカーブを読み込む	メーカーにて 1 つのカーブを読み込む、もしくはインターフェースを通じて書き込む
レイクショア製センサーの例	DT-470-C0	PT-103	CGR-1-1000 1.4L 校正つき
センサーの温度範囲	1.4 K ~ 475 K	30 K ~ 800 K	1.4 K ~ 420 K
標準カーブ	Curve 10	IEC 751	校正済みセンサーと CalCurve のデータを要す
センサーの感度 (Typ.) ¹	-30 mV/K @ 4.2 K -1.9 mV/K @ 77 K -2.4 mV @ 300 K	0.19 Ω/K @ 30 K 0.42 Ω/K @ 77 K 0.39 Ω/K @ 300 K 0.34 Ω/K @ 800 K	-700 Ω/K @ 4.2 K -24 Ω/K @ 10 K -0.15 Ω/K @ 77 K -0.02 Ω/K @ 300 K
測定分解能 ¹ センサーの単位 温度換算にて	76.3 μV 2.5 mK @ 4.2 K 40 mK @ 77 K 32 mK @ 300 K	4.8 mΩ 22 mK @ 30 K 11 mK @ 77 K 13 mK @ 300 K 14 mK @ 800 K	レンジによる ± 0.04 mK @ 4.2 K ± 0.12 mK @ 30 K ± 6.6 mK @ 77 K ± 67 mK @ 300 K
電氣的測定精度 ¹ センサーの単位 温度の精度	± 75 μV ± 読み取り値の 0.01% ± 0.07 K @ 4.2 K ± 0.16 K @ 77 K ± 0.12 K @ 300 K	± 0.05 Ω ± 読み取り値の 0.05% ± 0.2 K @ 30 K ± 0.15 K @ 77 K ± 0.3 K @ 300 K ± 0.7 K up ~ 800 K	レンジによる (表参照のこと) ± 2 mK @ 4.2 K ± 8 mK @ 10 K ± 18 mK @ 77 K ± 1.2 K @ 300 K
測定温度係数 センサーの単位 (読み取り値の % / 周囲環境°C) 温度換算にて	抵抗読み取り値の 0.0006% / °C 3 mK/°C @ 4.2 K 3 mK/°C @ 77 K 1.2 mK/°C @ 300 K	読み取り値の 0.002% / °C 0.4 mK/°C @ 30 K 1 mK/°C @ 77 K 6 mK/°C @ 300 K 18 mK/°C @ 800 K	読み取り値の 0.0125% / °C ± 0.18 mK/°C @ 4.2 K ± 0.8 mK/°C @ 10 K ± 18 mK/°C @ 77 K ± 100 mK/°C @ 300 K
磁場の影響			
シリコンダイオード	使用推奨範囲 T > 60 K かつ B < 3 T	無し	無し
GaAlAs ダイオード	使用推奨範囲 T > 4.2 K かつ B < 5 T	無し	無し
白金抵抗	無し	使用推奨範囲 T > 4.2 K かつ B < 2.5 T	無し
カーボンガラス	無し	無し	使用推奨範囲 T > 2 K かつ B < 19 T
ゲルマニウム	無し	無し	推奨しない
セルノックス	無し	無し	推奨

仕様

	231	231P	234/234D
出力			
出力数	1	1	1
出力タイプ	電流出力（電源から絶縁されている）、センサーもしくは出力の一方をグランドに接続できる、しかし両方は不可（全機種）		
出力範囲	4 mA ~ 20 mA または 0 mA ~ 20 mA（500Ω 抵抗を併用）（全機種）		
出力コンプライアンス	10 V（最大抵抗 500Ω にて）		
出力温度範囲			
レンジ 1	0 K ~ 20 K	0 K ~ 20 K	0 K ~ 10 K
レンジ 2	0 K ~ 100 K	0 K ~ 100 K	0 K ~ 20 K
レンジ 3	0 K ~ 200 K	0 K ~ 200 K	0 K ~ 100 K
レンジ 4	0 K ~ 325 K	0 K ~ 325 K	0 K ~ 200 K
レンジ 5	0 K ~ 475 K	0 K ~ 475 K	0 K ~ 300 K
レンジ 6	0 K ~ 1000 K	0 K ~ 1000 K	75 K ~ 325 K
4 mA ~ 20 mA 出力 出力分解能 電流	1.22 μA（フルスケールの 0.006%）	1.22 μA（フルスケールの 0.006%）	1.22 μA（フルスケールの 0.006%）
温度に換算した場合			
レンジ 1	1.5 mK	使用しない	0.8 mK
レンジ 2	7.6 mK	7.6 mK	1.5 mK
レンジ 3	15.3 mK	15.3 mK	7.6 mK
レンジ 4	24.8 mK	24.8 mK	15.3 mK
レンジ 5	36.2 mK	36.2 mK	22.9 mK
レンジ 6	76.3 mK	76.3 mK	19.1 mK
出力確度 電流	± 2 μA（フルスケールの ± 0.01%）	± 2 μA（フルスケールの ± 0.01%）	± 5 μA（フルスケールの ± 0.025%）
温度に換算した場合			
レンジ 1	2.5 mK	使用しない	3.1 mK
レンジ 2	12.5 mK	12.5 mK	6.2 mK
レンジ 3	25 mK	25 mK	31.2 mK
レンジ 4	41 mK	41 mK	62.5 mK
レンジ 5	59 mK	59 mK	93.7 mK
レンジ 6	125 mK	125 mK	78.1 mK
出力の周囲温度依存 電流（%/周囲温度℃） 温度に換算した場合	1℃あたり出力電流の ± 0.0055%	1℃あたり出力電流の ± 0.0055%	± 2 μA/℃（± 0.01%/oC）
レンジ 1	1 mK/℃	使用しない	± 1 mK/oC
レンジ 2	6 mK/℃	6 mK/oC	± 2 mK/℃
レンジ 3	12 mK/℃	12 mK/℃	± 10 mK/℃
レンジ 4	18 mK/℃	18 mK/℃	± 20 mK/℃
レンジ 5	26 mK/℃	26 mK/℃	± 30 mK/℃
レンジ 6	55 mK/℃	55 mK/℃	± 25 mK/℃

仕様

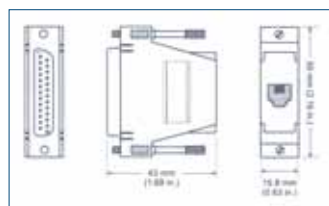
	231	231P	234/234D
0mA ~ 20mA 電流出力 (500Ω0.02% 抵抗を用いて 0V ~ 10V 出力とした場合) 出力分解能			
電圧	0.6 mV		0.6 mV
温度に換算した場合			
レンジ 1	1.2 mK	使われない	0.6 mK
レンジ 2	6.1 mK	6.1 mK	1.2 mK
レンジ 3	12.2 mK	12.2 mK	6.1 mK
レンジ 4	19.8 mK	19.8 mK	12.2 mK
レンジ 5	29 mK	29 mK	18.3 mK
レンジ 6	61 mK	61 mK	15.2 mK
出力確度			
電圧	3 mV (0.03% of full scale)	3 mV (0.03% of full scale)	± 4.5 mV (± 0.025% of full scale ± 0.02% resistor accuracy)
温度に換算した場合			
レンジ 1	6 mK	使われない	4.5 mK
レンジ 2	30 mK	30 mK	9.0 mK
レンジ 3	60 mK	60 mK	45.0 mK
レンジ 4	98 mK	98 mK	90.0 mK
レンジ 5	143 mK	143 mK	135 mK
レンジ 6	300 mK	300 mK	112.5 mK
出力の周囲温度依存 電圧 (出力の %/ 周囲温度°C)	± 0.008%/°C	± 0.008%/°C	± 1.25 mV/°C (± 0.01%/°C 負荷抵抗の ± 0.0025%/°C)
温度に換算した場合			
レンジ 1	2 mK/°C	使われない	± 1.2 mK/°C
レンジ 2	8 mK/°C	8 mK/°C	± 2.5 mK/°C
レンジ 3	16 mK/°C	16 mK/°C	± 12 mK/°C
レンジ 4	26 mK/°C	26 mK/°C	± 25 mK/°C
レンジ 5	38 mK/°C	38 mK/°C	± 36 mK/°C
レンジ 6	80 mK/°C	80 mK/°C	± 30 mK/°C
Display (234D のみ)			
表示形式	無し	無し	6 桁表示 LED
表示単位	無し	無し	K (温度)、Ω (センサーの単位)
センサーの単位の分解能	無し	無し	レンジに依存する (表を参照)
温度の分解能	無し	無し	1 mK まで、レンジに依存する、測定分解能が 限界
シリアル通信インターフェースの ボーレート	無し	無し	9600
タイミングのフォーマット	無し	無し	非同期
ビット / キャラクター	無し	無し	1 start, 8 data, 1 stop
パリティ	無し	無し	None
電圧レベル	無し	無し	EIA
ターミネータ	無し	無し	CR,LF
コネクタ	無し	無し	RJ11 ジャック
一般			
周囲温度範囲	15 °C ~ 35 °C	15 °C ~ 35 °C	15 °C ~ 35 °C
電源	± 5 (± 0.25) VDC, (500 mA), 2.5 W	± 5 (± 0.25) VDC, (500 mA), 2.5 W	234: ± 5 (± 0.25) VDC, (500 mA), 2.5 W; 234D: 750 mA, 3.75 W
ケースの形状	図を参照	図を参照	図を参照
取り付け	VME のエンドパネルとバックプレーン : バスフォーマットは使用せず、電源供給のみ。		
寸法	100 mm H × 160 mm D × 30.5 mm W	100 mm H × 160 mm D × 30.5 mm W	234: 100 mm H × 160 mm D × 30.5 mm W 234D: 43.18 mm H × 228.6 mm D × 139.7 mm W
重量	0.25 kg (0.5 lb)	0.25 kg (0.5 lb)	0.25 kg (0.5 lb)



2308-1



2001



2002



2308-12



2003

シングルカードケース (部品番号 2308-1)

これは温度トランスミッターを1台装着できるケースです。

寸法は図を参照してください。

ACアダプターが別途必要です。

詳細はオーダーインフォメーションを見てください。

複数カードケース (部品番号 2308-12)

2308-12型は温度トランスミッターを12台収容できるVMEカードケースです。

+5 VDCの電源がケースのユニバーサル入力に付属しています。

2308-12を発注した場合はACアダプターは必要ありません。

カードスロット	12
出力電圧	+5 VDC、リップル 100 mVp-p
出力電流	6 A (最大)
入力電力	85 ~ 265 VAC、47 ~ 440 Hz、60 W ユニバーサル仕様
周囲温度の範囲	15 °C ~ 35 °C (59 °C ~ 95 °C)
ケースの取り付け	ベンチトップ使用、またはフルサイズ (19 インチ) ラック
サイズ	450 mm W × 178 mm H × 260 mm D (17.7 インチ × 7 インチ × 10.25 インチ)
重量	5.5 kg (12 lb)

電源の接続

ラックまたは電源を同時に発注しない場合は、これらの温度トランスミッターは+5VDCの電源を必要とします。

電圧は定格電圧の±0.25 VDC以内でなければなりません。

電流はそれぞれ500 mA必要とします。(234D型は750 mA)

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

231	シリコンダイオードセンサ対応型 (電源別売)
231/J	シリコンダイオードセンサ対応型 (PSE 対応 100VAC 電源付き)
231P	白金抵抗センサ対応型 (電源別売)
231P/J	白金抵抗センサ対応型 (PSE 対応 100VAC 電源付き)
234	CGR, CX, GR センサ対応型 (電源別売)
234/J	CGR, CX, GR センサ対応型 (PSE 対応 100VAC 電源付き)
234D	表示付き CGR, CX, GR センサ対応型 (電源別売)
234D/J	表示付き CGR, CX, GR センサ対応型 (PSE 対応 100VAC 電源付き)

標準付属品

106-739	ハーモニカ型端子台、8ピン
103-626	500Ω, 0.02%, 25 PPM 出力抵抗
MAN-231	231型用 英文マニュアル
MAN-234	234型用 英文マニュアル

別売アクセサリ

2001	RJ11 モジュラー RS-232C ケーブル、10 フィート
2003	RJ11 から D-sub9p への変換コネクタ
2308-1	1 スロット VME ケース (電源別売)
2308-12	12 スロット VME ラック (電源付き)
2308-BP	VME ラック用ブランクパネル

オプション

8001-231	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (工場出荷時に本体にインストール) (231型)
8001-231P	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (工場出荷時に本体にインストール) (231P型)
8001-234	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (工場出荷時に本体にインストール) (234/234D型)
8002-05-231	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (ユーザーサイドでインストール) (231型)
8002-05-231P	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (ユーザーサイドでインストール) (231P型)
8002-05-234	校正済みセンサの校正データを記録した不揮発性メモリ (ユーザーサイドでインストール) (234/234D型)

100 シリーズ電流ソース

100 型、101 型の特長

- 電池駆動
AC ラインノイズ無し
- 定電流 10 μ A
(工場出荷時設定)
- 内部の抵抗設定による電流設定、1 μ A から 1 mA
- コンプライアンス電圧選択可
 - 100 型 : 2.5 ボルト
 - 101 型 : 5 ボルト

110CS 型の特長

- 定電流 10 μ A
(工場出荷時設定)
- 外部抵抗による電流設定、1 μ A から 10 mA
- コンプライアンス電圧 11 V

120CS 型の特長

- スイッチによる電流値選択式
1 μ A から 100 mA
- 電流反転スイッチ
- 外部抵抗による電流設定
- コンプライアンス電圧 11 V
(50 mA まで)



100 型、101 型

100 型と 101 型は電池式の直流電流ソースです。電池を利用するため、AC ラインに接続している機器が発するノイズの影響を受けず、たいへん安定した電流を供給できます。また簡単に持ち運びできるので定期的なモニタリングやメンテナンス作業にも便利です。

100 型と 101 型の違いはコンプライアンス電圧にあります。100 型のコンプライアンス電圧は 2.5 V で、シリコンダイオード温度計の電流ソースとして最適です。101 型のコンプライアンス電圧は 5 V であるため GaAlAs ダイオード温度計の電流ソースとして最適です。どちらのモデルも工場から出荷する時点で 10 μ A に設定されていますが、機器内部のプログラム抵抗をユーザーが変更することで 1 μ A から 1 mA の範囲で電流を設定することができます。

110CS 型、120 型

110CS 型と 120CS 型は高精度な直流電流ソースです。電池式の電流ソースより大きな電流を発生することができ、またコンプライアンス電圧も高くなっています。

110CS 型のコンプライアンス電圧は 11 V です。機器外部の端子台に接続するプログラム抵抗をユーザーが変更することで 1 μ A から 10 mA の範囲で電流を設定することができます。AC ラインの電圧を内部のジャンパー線で変更することができます。

120CS 型の出力電流はフロントパネルのロータリースイッチで選択できるようになっています。切り替え可能な電流の範囲は 1 μ A から 100 mA です。コンプライアンス電圧も高く 11V です。

電流の切り替えによる増分は各桁ごとに 1 倍、3 倍となっており、消費電力がおおよそ 1 桁ずつ増加するようになっています。この電流ソースは温度によって大きく抵抗値が変化する抵抗温度計に最適です。電流反転スイッチを使えば、熱起電力による誤差を減らす効果があります。AC ラインの電圧を内部のジャンパー線で変更することができます。

仕様

	100	101	110CS	120CS
出力				
出力電流設定 出力電流変更方法 変更可能範囲	工場出荷時 10 μ A 内部設定 1 μ A ~ 1 mA	工場出荷時 10 μ A 内部設定 1 μ A ~ 1 mA	工場出荷時 10 μ A 外部設定 1 μ A ~ 10 mA	スイッチ選択: 1 μ A、3 μ A、 10 μ A、30 μ A、100 μ A、 300 μ A、1 mA、3 mA、 10 mA、30 mA、100 mA 1 μ A ~ 100 mA (外部設定).
精度@ 10 μ A ¹	出力の 0.05%	出力の 0.05%	出力の 0.05%	出力の 0.05% 0.1% (他の電流値)
温度係数	1°Cの変化に対して 0.005%	1°Cの変化に対して 0.005%	1°Cの変化に対して <0.01%	1°Cの変化に対して <0.01%
コンプライアンス	2.5 V	5 V	11 V	11 V (< 50 mA)、 10 V (<100 mA)
電源ライン安定性	無し	無し	電源変動 10% に対して 0.01% の出力変化	電源変動 10% に対して 0.01% の出力変化
負荷安定性	コンプライアンス電圧が 1% から 100% まで変化するなかで 0.01%	コンプライアンス電圧が 1% から 100% まで変化するなかで 0.01%	コンプライアンス電圧が 1% から 100% まで変化するなかで 0.01%	コンプライアンス電圧が 1% から 100% まで変化するなかで 0.01%
AC 電流リップル	無し	無し	シールドされた系でスケールの 0.01%+1nA (RMS) 以下	シールドされた系でスケールの 0.01%+ 40 μ V (RMS) 以下
一般				
周囲温度	15 °C ~ 35 °C	15 °C ~ 35 °C	15 °C ~ 35 °C	15 °C ~ 35 °C
電源	AA アルカリ電池 4 個	9V アルカリ電池 1 個	AC 100 V	AC 100 V
電池寿命	1 年	6 カ月	無し	無し
ケースの形状	プラスチック、ベンチトップ	プラスチック、ベンチトップ	ベンチトップ	ベンチトップ
寸法	95 mm W × 33 mm H × 158 mm D (3.7 in × 1.3 in × 6.2 in)	95 mm W × 33 mm H × 158 mm D (3.7 in × 1.3 in × 6.2 in)	106 mm W × 41 mm H × 164 mm D (4.2 in × 1.6 in × 6.5 in)	106 mm W × 41 mm H × 164 mm D (4.2 in × 1.6 in × 6.5 in)
重量	0.3 kg (0.7 lb)	0.3 kg (0.7 lb)	0.5 kg (1.1 lb)	0.5 kg (1.1 lb)
CE マーク	あり	あり	無し	無し

¹ 出力抵抗が精度を決定する



100/101 型



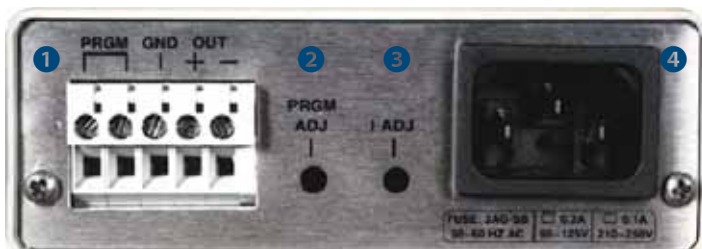
110 型



110 型リアパネル



120 型

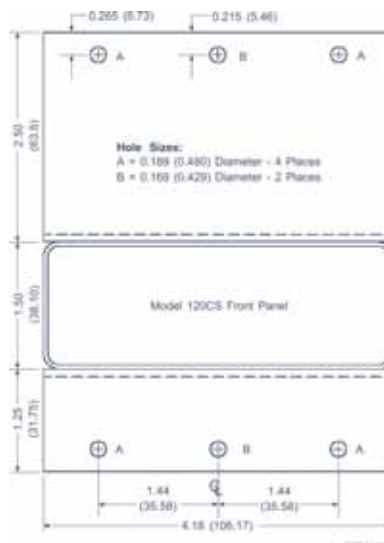


120 型リアパネル

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

100	電流ソース、電池駆動
101	電流ソース、電池駆動
106-009	オスデュアルバナナプラグ
MAN-100/101	100/101 型用 英文マニュアル
110CS-115	電流ソース、115VAC
120CS-115	電流ソース、115VAC
115-006	AC ラインコード
106-009	オスデュアルバナナプラグ
MAN-110	110 型用 英文マニュアル
MAN-120	120 型用 英文マニュアル
1090	110/120 型用 ラックマウント
2090	アダプター、パネルマウント



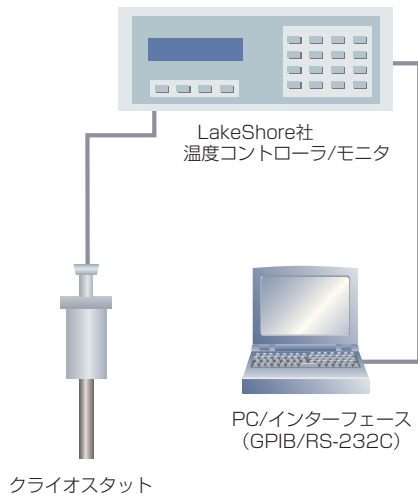
2090 型マウントアダプター

- ① ターミナルブロック
- ② プログラム調整
- ③ 電流調整
- ④ ライン入力

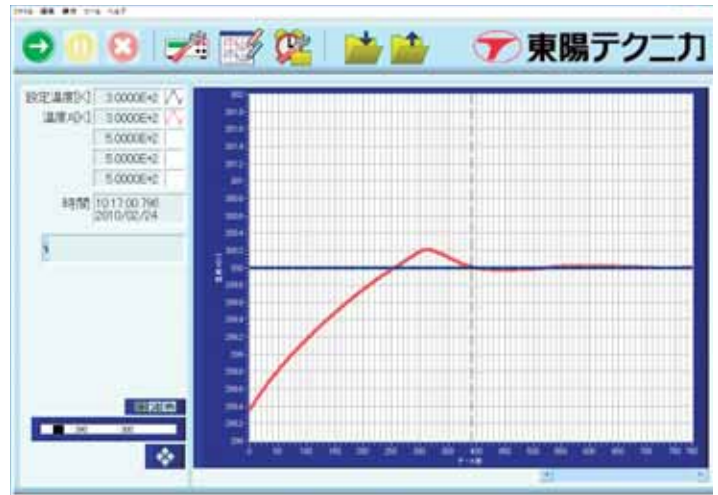
温度モニタリング / コントロール ソフトウェア

各種設定から、温度の取り込み／表示、そしてファイル出力まで、すべてが PC から簡単に操作できます。

使用例



ソフトウェア画面例



■ 設定項目

- 制御目標温度 (セットポイント)
- ヒーターレンジ
- PID パラメータ

■ 結果表示

- 数値表示
- グラフ表示 (Y 軸: 多軸表示可)
- グラフカーソル (グラフからの数値読み取り)
- リスト表示

■ 結果出力

- ディスクファイル (CSV 形式)
- クリップボード

オーダーインフォメーション

TEMP-SOFT 温度制御モニター用ソフトウェア
(340型、336型、218型、211型)

ソフトウェア以外の必要な機材は別途ご用意ください。詳細な機能については、お問い合わせください。



株式会社 東陽テクニカ 営業第1部

〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6 TEL. 03-3279-0771 FAX. 03-3246-0645

<http://www.toyo.co.jp/lakeshore/> E-mail: lakeshore@toyo.co.jp



JQA-EM4908



JQA-QM8795
電子技術センター

大阪支店 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原1-6-1 (新大阪ブリックビル) TEL. 06-6399-9771 FAX. 06-6399-9781
名古屋営業所 〒465-0095 愛知県名古屋市中東区高社1-263 (一社中央ビル) TEL. 052-772-2971 FAX. 052-776-2559
茨城営業所 〒305-0031 茨城県つくば市吾妻2-8-8 (つくばシティアビル) TEL. 029-851-1366 FAX. 029-852-3421
電子技術センター 〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6 TEL. 03-3279-0771 FAX. 03-3246-0645
テクノロジーインターフェースセンター 〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町1-1-2 TEL. 03-3279-0771 FAX. 03-3246-0645

本カタログに記載された商品の機能・性能は断りなく変更されることがあります。

LSC-4209-02-1107000-458-1.0-F19-CA