“はかる”技術で未来を創る

東陽テクニカ

Lake Shore CRYOTRONICS

Lake Shore 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

372/3708 型
AC レジスタンスブリッジ 10mK ～ p6

温度コントローラ

350 型
最上位モデル 100mK ～ p14

336 型
100W ヒーター対応モデル 300mK ～ p19

335 型
スタンダードモデル 300mK ～ p24

325 型
エントリーモデル 1.2K ～ p30

温度モニタ

224 型
12 チャンネルモデル 300mK ～ p34

218 型
8 チャンネルモデル 1.2K ～ p38

211 型
1 チャンネルモデル 1.2K ～ p42

温度モジュール

240 シリーズ
PROFIBUS 対応温度モジュール p45

電流ソース

121 型
プログラマブル電流ソース p49

超電導磁石用電源

625 型
60A/5V バイポーラ（最大120A） p51

Lake Shore CRYOTRONICS

Lake Shore 温度コントローラ　性能比較表

	希釈冷凍機向モデル／AC 抵抗ブリッジ 372 型	4ch 極低温向 最上位モデル 350 型	4ch スタンダード モデル 336 型	2ch スタンダード モデル 335 型	2ch エントリー モデル 325 型
センサ入力の数※	1 ～ 16	4 ～ 8	4 ～ 8	1 ～ 2	2
ユーザ登録できる温度カーブの数	39	39	39	39	15
測定温度の最低	<10mK	100mK	300mK	300mK	1.2K
測定温度の最高	420K	1505K	1505K	1505K	1505K
温度範囲 (K)					
シリコンダイオード温度計					
DT-670-SD	—	1.4-500[1]	1.4-500	1.4-500	1.4-500
DT-670E-BR	—	30-500[1]	30-500	30-500	30-500
DT-414	—	1.4-375[1]	1.4-375	1.4-375	1.4-375
DT-421	—	1.4-325[1]	1.4-325	1.4-325	1.4-325
DT-470-SD	—	1.4-500[1]	1.4-500	1.4-500	1.4-500
DT-471-SD	—	10-500[1]	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]	1.4-325	1.4-325	1.4-325
TG-120-PL	—	1.4-325[1]	1.4-325	1.4-325	1.4-325
TG-120-SD	—	1.4-500[1]	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
Cernox® 温度計					
CX-1010-HT	0.1-420	0.1-420	0.3-420	0.3-420	2-420
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
カーボングラス温度計					
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[2]	3.2-1505[2]	3.2-1505[2]	3.2-1505[4]
Type E	—	3.2-934[2]	3.2-934[2]	3.2-934[2]	3.2-934[4]
Chromel-AuFe0.07%	—	1.2-610[2]	1.2-610[2]	1.2-610[2]	1.2-610[4]
キャパシタンス温度計					
CS-501	—	1.4-290[3]	1.4-290[3]	—	—

※ 入力カード、スキャナやセンサは別売。
[1] 3062 型　4 チャンネルスキャナ入力カード（抵抗温度計／ダイオード入力）が必要。
[2] 3060 型　2 チャンネル熱電対入力カードが必要。
[3] 3061 型　キャパシタンス入力が必要。
[4] 熱電対対応モデルは 325-T1、325-T2。

	希釈冷凍機向モデル／AC 抵抗ブリッジ 372 型	4ch 極低温向最上位モデル 350 型	4ch スタンダードモデル 336 型	2ch スタンダードモデル 335 型	2ch エントリーモデル 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					
31.6mA, 10mA, 3.16mA	Yes	—	—	—	—
1mA	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
500μA	—	—	—	—	—
316μA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
100μA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
31.6μA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
10μA	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
3.16μA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
1μA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
316nA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
100nA	Yes	Yes	Yes	Yes	—
31.6nA	Yes	Yes	—	—	—
10nA	Yes	Yes	—	—	—
3.16nA, 1.0nA, 316pA, 100pA, 31.6pA, 10pA, 3.16pA, 1pA	Yes	—	—	—	—
表示できる温度の数	1 - 8	1 - 8	1 - 8	1 - 4	1 - 4
インターフェイス					
イーサーネット	Yes	Yes	Yes	—	—
IEEE-488.2	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
RS-232C	Yes	—	—	—	Yes
USB	—	Yes	Yes	Yes	—
アラームの数	34	4	4	2	—
リレーの数	2	2	2	2	—
アナログ出力電圧	± 10V (1 チャンネル)	± 10V (2 チャンネル)	± 10V (2 チャンネル)	± 10V	0-10V
オートチューニング	—	Yes	Yes	Yes	Yes
ヒータ出力および電圧出力					
PID コントロールループ数	2	4	4	2	2
出力 1	1W (8 レンジ)	75W (@25 Ω、5 レンジ) 50W (@50 Ω、5 レンジ)	100W (@25 Ω、3 レンジ) 50W (@50 Ω、3 レンジ)	75W (@25 Ω、3 レンジ * 50W (@25 Ω、3 レンジ) 50W (@50 Ω、3 レンジ)	25W (@25 Ω、2 レンジ) 25W (@50 Ω、2 レンジ)
出力 2	10W (@25 Ω) 10W (@50 Ω)	1W (5 レンジ、最小 100 μW)	50W (@25 Ω、3 レンジ) 50W (@50 Ω、3 レンジ)	25W (@25 Ω、3 レンジ) 25W (@50 Ω、3 レンジ) 1W (± 10V) *	1W (5V) 2W (10V)
出力 3	1W (± 10V)	1W (± 10V)	1W (± 10V)	—	—
出力 4	—	1W (± 10V)	1W (± 10V)	—	—

* 出力 1 が 75W の場合、出力 2 は 1W になります。

372 型 AC 抵抗ブリッジ（希釈冷凍機向モデル）

☞ 6 ページ

350 型 温度コントローラ（4ch 極低温向最上位モデル）

☞ 14 ページ

336 型 温度コントローラ（4ch スタンダードモデル）

☞ 19 ページ

335 型 温度コントローラ（2ch スタンダードモデル）

☞ 24 ページ

325 型 温度コントローラ（2ch エントリーモデル）

☞ 30 ページ

Lake Shore 温度モニタ　性能比較表

	温度モニタ				温度モジュール	
	12ch 最上位温度モニタ 224 型	8ch スタンダードモデル 218S 型	8ch エントリーモデル 218E 型	1ch モデル 211 型	2ch モデル 240-2P 型	8ch モデル 240-8P 型
センサ入力の数	12	8	8	1	2	8
ユーザ登録できる温度カーブの数	39	8	8	1		
測定温度の最低	300mK	1.2K	1.2K	1.2K	0.3K	0.3K
測定温度の最高	873K	800K	800K	800K	873K	873K
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	1.4-500	1.4-500
DT-670E-BR	30-500	30-500	30-500	30-500	30-500	30-500
DT-414	1.4-375	1.4-375	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	1.4-325	1.4-325
DT-470-SD	1.4-500	1.4-500	1.4-500	1.4-500	1.4-500	1.4-500
DT-471-SD	10-500	10-500	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	1.4-325	1.4-325
TG-120-PL	1.4-325	1.4-325	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	1.4-500	1.4-500
白金抵抗温度計						
PT-102/3	14-873	14-873	14-873	14-873	14-873	14-873
PT-111	14-673	14-673	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		
Cernox® 抵抗温度計						
CX-1010-HT	0.3-325	2-325	2-325	2-325	0.3-325	0.3-325
CX-1030-HT	0.3-420	3.5-420	3.5-420	3.5-420	0.3-420	0.3-420
CX-1050-HT	1.4-420	4-420	4-420	4-420	1.4-420	1.4-420
CX-1070-HT	4-420	15-420	15-420	15-420	4-420	4-420
CX-1080-HT	20-420	50-420	50-420	50-420	20-420	20-420
ゲルマニウム抵抗温度計						
GR-50-AA	—	—	—	—		
GR-300-AA	0.35-100	1.2-100	1.2-100	1.2-100	0.35-100	0.35-100
GR-1400-AA	1.8-100	4-100	4-100	4-100	1.8-100	1.8-100
カーボングラス抵抗温度計						
CGR-1-500	1.4-325	4-325	4-325	4-325		
CGR-1-1000	1.7-325	5-325	5-325	5-325		
CGR-1-2000	2-325	6-325	6-325	6-325		
酸化ルテニウム抵抗温度計						
RX-102A	0.3-40	1.4-40	1.4-40	1.4-40	0.3-40	0.3-40
RX-103A	1.4-40	—	—	—	1.4-40	1.4-40
RX-202A	0.3-40	—	—	—	0.3-40	0.3-40
駆動電流反転機能	Yes	—	—	—	Yes	Yes
駆動電流の自動レンジング	Yes	—	—	—		

224 型 低温温度モニタ（12ch モデル）

☞ 34 ページ

218 型 温度モニタ（8ch モデル）

☞ 38 ページ

211 型 温度モニタ（1ch モデル）

☞ 42 ページ

240 シリーズ 温度モジュール

☞ 45 ページ

121 型 電流ソース

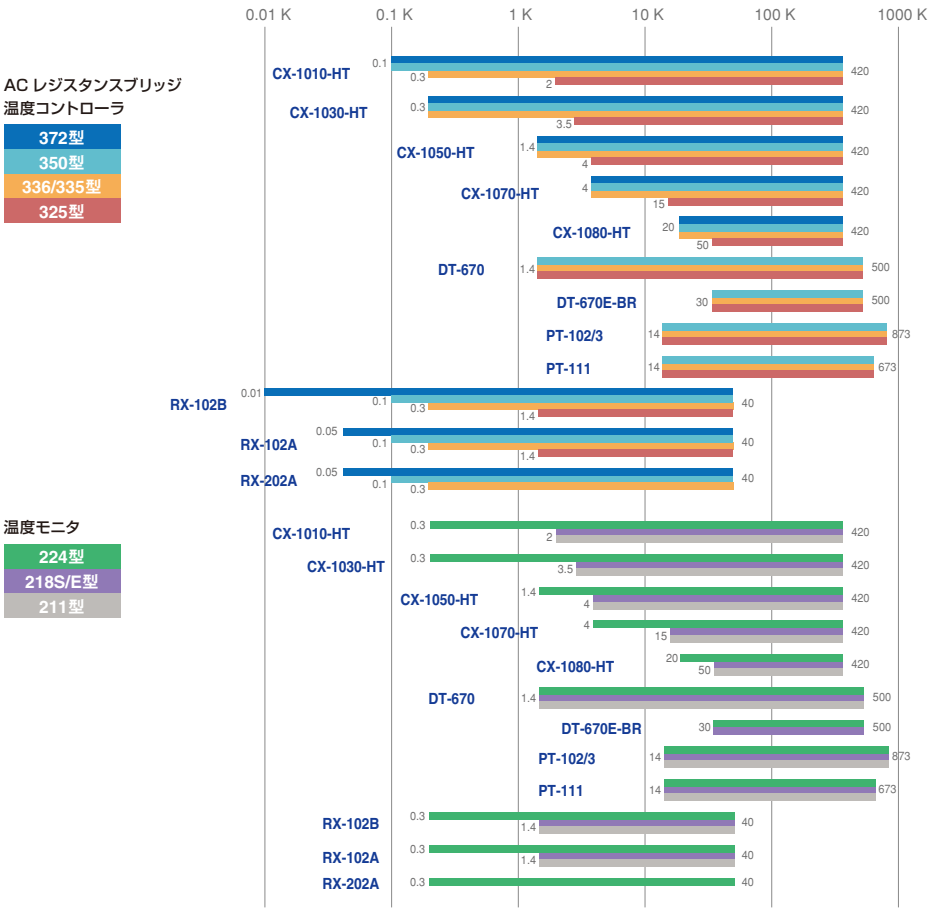
☞ 49 ページ

	温度モニタ				温度モジュール	
	12ch 最上位温度モニタ 224 型	8ch スタンダードモデル 218S 型	8ch エントリーモデル 218E 型	1ch モデル 211 型	2ch モデル 240-2P 型	8ch モデル 240-8P 型
駆動電流のレンジ						
1mA	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
500μA	—	—	—	—	—	—
316μA	—	—	—	—	—	—
300μA	Yes	—	—	—	Yes	Yes
100μA	Yes	—	—	—	Yes	Yes
31.6μA	—	—	—	—		
30μA	Yes	—	—	—	Yes	Yes
10μA	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
3.16μA	—	—	—	—	—	—
3μA	Yes	—	—	—	Yes	Yes
1μA	Yes	—	—	—	Yes	Yes
316nA	—	—	—	—	—	—
300nA	Yes	—	—	—	Yes	Yes
100nA	Yes	—	—	—	Yes	Yes
31.6nA	—	—	—	Yes *	—	—
表示できる温度の数	1 - 12	1 - 8	1 - 8	1	2	2
インターフェイス						
IEEE-488.2	Yes	Yes	—	—	—	—
RS-232C	USB, LAN	Yes	Yes	Yes	USB、RS-485 ※	
アラームの数	12	16	16	2	—	—
リレーの数	2	8	—	2	—	—
アナログ電圧出力	—	± 10V (2 チャンネル)	—	0-10V	—	—
電流 4-20mA 出力	—	—	—	Yes	—	—
データーロギング	—	Yes	Yes	—	—	—

＊ 5 mV または 10 mV の一定電圧を使う
※ USB はカーブの入力等で使用。データの読出は RS-485（プロトコル：PROFIBUS）経由となります。

温度コントローラ / モニタとの組み合わせによる使用制限

温度センサの測定温度範囲は使用する温度コントローラ / モニタの性能により制限される場合がございます。これは温度センサの自己発熱や温度コントローラ / モニタの抵抗レンジによるものです。各温度センサの測定温度範囲の詳細は、右図をご参照ください。



372型 AC レジスタンスブリッジ

372 型の特長

- 抵抗測定レンジ　2mΩ～63.2MΩ（22 レンジ）
- 温度測定範囲　10 mK ～ 420K
- センサ入力数　1 ch(本体)、16ch(3726 使用時)
  8ch（3708 使用時）
- AC 駆動レベル　1pA ～ 31.6mA RMS
  （22 レンジ）
- PID による閉ループの温度制御
- IEEE-488.2、USB、Ethernet インターフェイス
- アラーム、リレー、アナログ出力
- ノイズ除去回路
  - インピーダンスマッチングされた電圧入力と電流出力
  - アクティブコモンモード除去回路
  - グラウンドループの影響を除去
  - 測定用ケーブルはガード機能を使用
  - すべての測定回路部は、他の回路から絶縁されています
- 電流駆動・電圧駆動の切り替えが可能
- オートレンジの抵抗測定が可能
- 抵抗、温度、電力、電圧、電流の表示が可能
- 3726 型 16ch スキャナ、3708 型 8ch 超低抵抗測定スキャナオプション有り
- ユーザカーブ：200 ポイント、39 件分の記憶領域

概要

372 型 AC レジスタンスブリッジは、1 台に温度測定部と温度コントロール部を備えています。372 型は希釈冷凍機における 100mK 以下の温度測定と温度コントロールに最適な機器です。

AC 抵抗測定

内部のロックインアンプを独自にデザイン。入力換算雑音は 10nV/$\sqrt{\text{Hz}}$ 以下です。
AC 測定でノイズに埋もれた微小信号を検出。この方式は、従来の DC 測定方式と比べると測定試料への励起（駆動電流または駆動電圧）を抑えることができます。

幅広い抵抗範囲に対し 1% 未満の確度を保ったまま、AC 励起レベルを 10pA まで小さくすることができます。このとき、抵抗および温度の測定で試料に印加されるパワーは非常に小さな aW（10^{-18} W）程度にまで抑えられ、自己発熱を最小にしながら正確な測定が可能です。

ノイズ除去

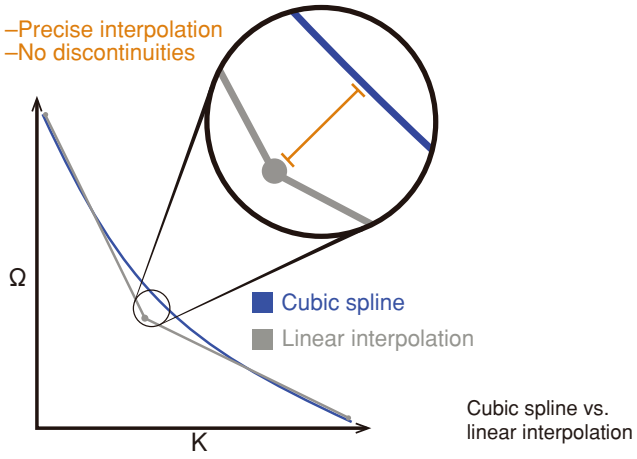
外部からの電気的なノイズは、測定対象とカップルしている場合自己発熱の主要な原因となります。372 型ではこの効果を十分小さくするために、以下のノイズ除去技術が採用されています。

- バランスノイズ除去された電流ソース（特許取得 *）を使用。測定回路を経由して外部信号がグラウンドに至るパスがなく、372 型をノイズ源から保護します。
- 測定ケーブルはガードを有しており、372 型とスキャナ間のケーブルの寄生容量を減らしています。これにより、測定系のバランスを取り、ノイズ除去回路の整合性を取ることが可能となっています。
- すべての測定器は測定器のほかの部分から絶縁されており、わずかな電気的外乱の影響も抑えることができます。
- 周波数オプションにより、ライン電圧の周波数（50/60Hz）の影響の小さい周波数を測定信号の周波数として選ぶことが可能です。

* U.S. Patent #6,501,255, Dec., 2002, “Differential current source with active common mode reduction,” Lake Shore Cryotronics, Inc.

温度測定

372 型と負抵抗温度係数温度計（例：Lake Shore 社製 Cernox® や Rox™、ゲルマニウム温度計）を組み合わせることにより、正確かつ信頼性高く、極低温測定が可能となります。複数の校正曲線を 372 型に簡単に読み込ませて、センサの抵抗値から温度に換算することが可能です。 補間方法は、従来機器から改善された 3 次補間を用いることが可能です。



Cubic spline vs. linear interpolation

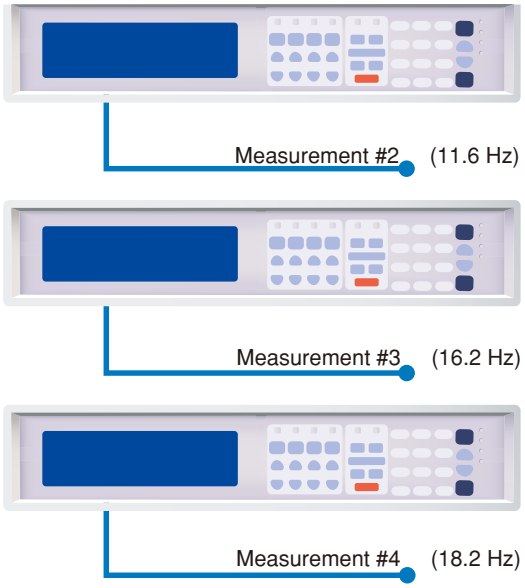
ユーザカーブもまた 372 型へ作成して読込可能です。これにより、抵抗型温度センサのタイプに柔軟に対応可能です。最大 39 の校正曲線が装置に保存可能で、3726 スキャナを使用した際は最大 17 のセンサが同時に接続されることになりますが、その場合もそれぞれに個別の校正曲線を対応させることが可能になります。

拡張性

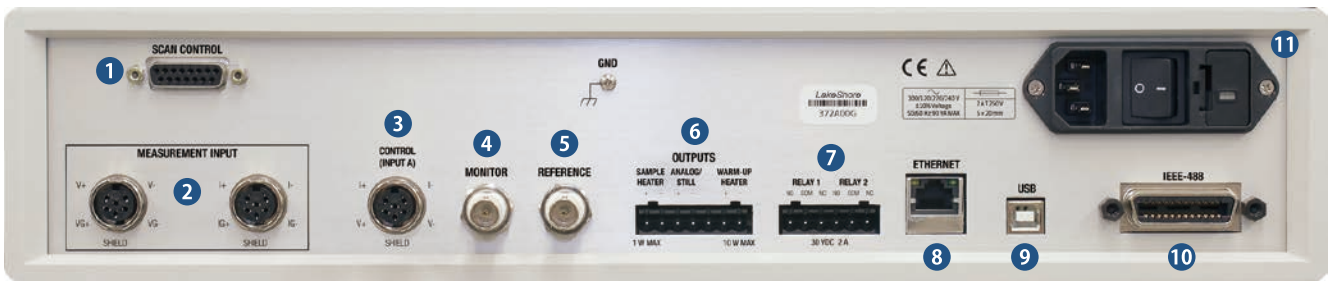
励起電流レベルは、22 レンジから選択できます。電力消費を最低レベルに保ちながら、マイクロオーム帯（10^{-6} Ω）からメガオーム帯（10^{6} Ω）に渡って精密なインピーダンス測定が可能です。直交位相測定ではインピーダンスの抵抗成分とリアクタンス成分の両方を測定します。これにより、容量性 / 誘導性成分を含めた被測定物の特性評価が可能です。

複数の温度測定が求められるような場面において、3726 型スキャナと本体を組み合わせることで、4 端子法による抵抗測定を 16 チャンネルで行うことが可能です。本体側では、物理的にセンサの接続ケーブルをつなぎかえることなく、測定チャンネルの切り替えを行うことができます。測定信号は、3726 型スキャナ内のプリアンプにより増幅され、センサから 372 型内部回路まで S/N 比を保ちます。これにより、372 型と 3726 型の間のケーブルを最長 10m まで延長することができます。

実験スペースにおいて、測定を同時に行う必要がある場合は、追加の 372 型を使用することが必要になる場合もあります。本装置では、5 つの異なる AC 励起周波数が使用可能となり、チャンネル間の干渉のリスクなしに、最大で 5 台の装置を使用することができます。



372 型リアパネル



❶ スキャナ入力
❷ センサ電圧 / 電流入力
❸ コントロール（INPUT A）
❹ モニタ出力（BNC）
❺ リファレンス出力（BNC）
❻ サンプルヒータ出力、ウォームアップヒータ出力
ヒータ出力（ターミナルブロック）
❼ リレー #1、#2（ターミナルブロック）
❽ Ethernet
❾ USB（タイプ B）
❿ IEEE-488.2
⓫ ライン電源およびヒューズ部

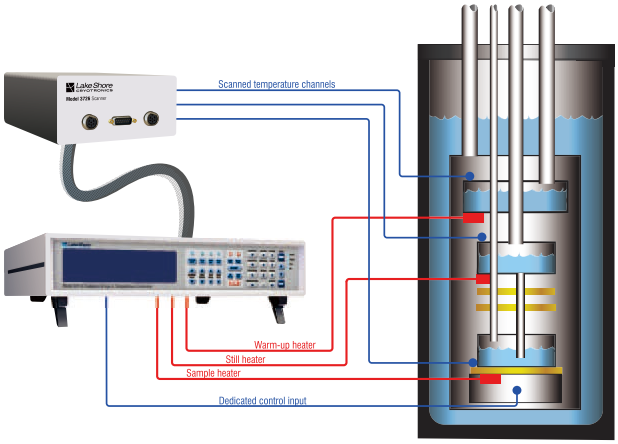
スキャナオプション：

3726 型 16 ch スキャナ

3726 型は、372 型本体と組み合わせて使用すると 16ch、スイッチ切り替えの 4 線式抵抗測定が可能となります。3726 型 16ch スキャナはプリアンプ回路を持っているため、測定される信号は 372 型の測定回路まで信号とノイズ比を保ったまま増幅されます。これにより 372 型と 3726 型を接続するケーブルは標準で 3m と 6m、10m があります。購入時にご選択ください。

3726 型 16ch スキャナ

例）希釈冷凍機での温度コントロール



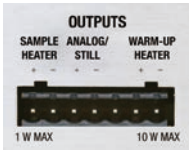
温度コントロール用センサ入力コネクタ（INPUT A）

負の温度係数を持った抵抗センサを使用する場合に特別に作られた専用コネクタです。この専用コネクタは特に希釈冷凍機のサンプルホルダを連続的コントロールするのに適しています。※ 372 型から登場した入力コネクタです。スキャナ部と独立しているので、スキャナの CH 切換えのノイズが気になる方にオススメです。また、「RX-102B-CB」をサポートセンサとして使用可能です。

温度コントロール用センサ入力コネクタ

3 つのヒータ出力

・サンプルヒータ　　：1W、サンプルステージコントロール用
・ウォームアップヒータ：10W、システム全体温度のコントール用
・スティルヒータ　　：1W、スティルもしくは外部コントロール用



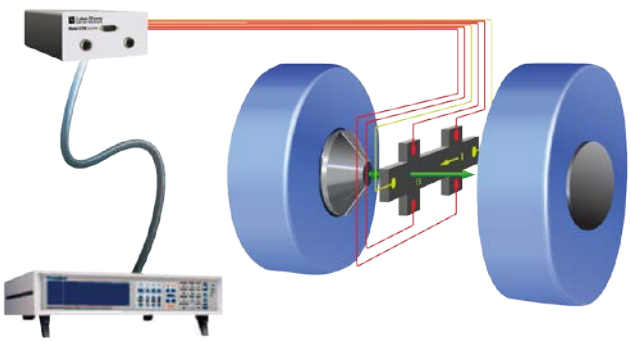
アナログ出力

3708 型低抵抗プリアンプ / スキャナ

372 型の標準入力は、温度センサのような高インピーダンスデバイスを正確に測定するには向いていますが、たとえばホール効果や超伝導測定のような非常に低いインピーダンスの測定には向いていません。そのような場合は、3708 型低抵抗プリアンプ / スキャナと 372 型を組み合わせると高精度で高安定な測定が可能となります。
注意点として、3708 型は 372 型および 3726 型に比べて大きな DC バイアス電流を伴います。すなわち、3708 型で極低下での温度センサ測定は自己発熱が大きく、適していません。しかしながら、先にご紹介した温度コントロール用センサ入力コネクタ「CONTROL（INPUT A）」を用いれば 3708 型使用時の温度コントロールも可能となります。

3708 型低抵抗プリアンプ / スキャナ

例）372 型+ 3708 型によるホール効果測定



センサ性能

Lake Shore 社 RX-102B-CB (0.02-40K 校正付) を使用した場合

センサの特性				印加電圧／電流				機器の特性		全体の特性			
温度	抵抗値	センサの感度 (typ.)	熱抵抗	抵抗レンジ	印加電圧リミット	印加電流	発熱量	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
20 mK	7.3 kΩ	-171 kΩ /K	17.2 K/nW	20 kΩ 632 kΩ	6.32 μV 200 μV	316 pA	730 aW	7.3 Ω (42.7 μK) 33.9 Ω (198 μK)	8.3 Ω (48.5 μK) 35.3 Ω (206 μK)	± 2 mK	12.6 μK	± 0.2 mK	2 mK
30 mK	6.0 kΩ	-100 kΩ /K	8.2 K/nW	6.32 kΩ 200 kΩ	6.32 μV 200 μV	1 nA	6 fW	485 mΩ (4.9 μK) 7.3 Ω (73 μK)	6.3 Ω (63 μK) 13.0 Ω (130 μK)	± 4 mK	49.2 μK	± 0.2 mK	4 mK
40 mK	5.2 kΩ	-62 kΩ /K	635.8 mK/nW	6.32 kΩ 63.2 kΩ	20 μV 200 μV	3.16 nA	52 fW	502 mΩ (8.1 μK) 1.5 Ω (24.2 μK)	2.9 Ω (46.8 μK) 4.7 Ω (75.8 μK)	± 4 mK	33.1 μK	± 0.2 mK	4 mK
50 mK	4.7 kΩ	-41 kΩ /K	415.1 mK/nW	6.32 kΩ 63.2 kΩ	20 μV 200 μV	3.16 nA	7 fW	502 mΩ (12.2 μK) 1.5 Ω (36.6 μK)	2.7 Ω (65.9 μK) 4.6 Ω (112 μK)	± 4 mK	19.5 μK	± 0.2 mK	4 mK
100 mK	3.5 kΩ	-13 kΩ /K	33.2 mK/nW	6.32 kΩ 20 kΩ	63.2 μV 200 μV	10 nA	350 fW	48.6 mΩ (3.7 μK) 338 mΩ (26 μK)	2.1 Ω (162 μK)	± 4 mK	11.6 μK	± 0.2 mK	4 mK
300 mK	2.5 kΩ	-2.4 kΩ /K	2.8 mK/nW	6.32 kΩ	200 μV	31.6 nA	2.5 pW	50.2 mΩ (20.9 μK) 87 mΩ (36.3 μK)	1.1 Ω (458 μK)	± 4 mK	7.0 μK	± 0.2 mK	4 mK
1 K	1.9 kΩ	-351 Ω /K	609.6 μK/nW	6.32 kΩ	200 μV	31.6 nA	1.9 pW	50.2 mΩ (143 μK) 87 mΩ (248 μK)	0.9 Ω (2.6 mK)	± 4 mK	1.2 μK	± 0.2 mK	4.7 mK

Lake Shore 社 GR-50-AA (0.05-6K 校正付) を使用した場合

センサの特性				印加電圧／電流				機器の特性		全体の特性			
温度	抵抗値	センサの感度 (typ.)	熱抵抗	抵抗レンジ	印加電圧リミット	印加電流	発熱量	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
50 mK	35 kΩ	-3.6 MΩ /K	200 mK/nW	63.2 kΩ 200 kΩ	63.2 μV 200 μV	1 nA	35 fW	3.4 Ω (944 nK) 7.3 Ω (2 μK)	20.7 Ω (5.8 μK) 27.5 Ω (7.6 μK)	± 4 mK	7.0 μK	± 0.2 mK	4 mK
100 mK	2317 Ω	-72 kΩ /K	20 mK/nW	6.32 kΩ 20 kΩ	63.2 μV 200 μV	10 nA	232 fW	48.5 mΩ (674 nK) 338 mΩ (4.7 μK)	1.5 Ω (20.8 μK) 1.7 Ω (23.6 μK)	± 4 mK	4.6 μK	± 0.2 mK	4 mK
300 mK	164 Ω	-964 Ω /K	4 mK/nW	632 Ω 2 kΩ	200 μV	316 nA 100 nA	16 pW 1.6 pW	3.6 mΩ (3.7 μK) 29 mΩ (30.1 μK)	81 mΩ (84 μK) 149 mΩ (155 μK)	± 4 mK	66 μK 6.6 μK	± 0.2 mK	4 mK
500 mK	73.8 Ω	-202.9 Ω /K	1.2 mK/nW	632 Ω 2 kΩ	200 μV	316 nA 100 nA	7.4 pW 738 fW	3.6 mΩ (17.7 μK) 29 mΩ (143 μK)	54 mΩ (266 μK) 122 mΩ (601 μK)	± 4 mK	8.9 μK 886 nK	± 0.2 mK	4 mK 4.1 mK
1 K	34 Ω	-31 Ω /K	100 μK/nW	200 Ω 2 kΩ	200 μV	1 μA 100 nA	34 pW 340 fW	1.2 mΩ (38.7 μK) 29 mΩ (935 μK)	20 mΩ (645 μK) 110 mΩ (3.5 mK)	± 4 mK	3.4 μK 34 nK	± 0.2 mK	4.1 mK 5.4 mK
1.4 K	24.7 Ω	-13.15 Ω /K	75 μK/nW	200 Ω 2 kΩ	200 μV	1 μA 100 nA	25 pW 247 fW	1.2 mΩ (91.3 μK) 29 mΩ (2.2 mK)	17 mΩ (1.3 mK) 107 mΩ (8.1 mK)	± 5 mK	1.9 μK 19 nK	± 0.2 mK	5.2 mK 9.8 mK
4.2 K	13.7 Ω	-1.036 Ω /K	25 μK/nW	20 Ω 2 kΩ	200 μV	10 μA 100 nA	1.4 nW 137 fW	120 μΩ (116 μK) 29 mΩ (28 mK)	5.1 mΩ (4.9 mK) 104 mΩ (100 mK)	± 5 mK	3.5 μK 3.4 nK	± 0.2 mK	7 mK 104 mK

Lake Shore 社 CX-1010-SD (0.01-325K 校正付) を使用した場合

センサの特性				印加電圧／電流				機器の特性		全体の特性			
温度	抵抗値	センサの感度 (typ.)	熱抵抗	抵抗レンジ	印加電圧リミット	印加電流	発熱量	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
100 mK	21.389 kΩ	-558 kΩ /K	1.4 K/nW	63.2 kΩ 200 kΩ	63.2 μV 200 μV	1 nA	21 fW	3.4 Ω (6.1 μK) 7.4 Ω (13.3 μK)	13.9 Ω (24.9 μK) 20.7 Ω (37.1 μK)	± 4 mK	30 μK	± 0.2 mK	4 mK
300 mK	2.3224 kΩ	-10.8 kΩ /K	26.8 mK/nW	6.32 kΩ	200 μV	31.6 nA	2.3 pW	50.2 mΩ (4.6 μK) 87.0 mΩ (8.1 μK)	1.0 Ω (92.6 μK) 1.0 Ω (93.8 μK)	± 4 mK	62 μK	± 0.2 mK	4 mK
500 mK	1.2482 kΩ	-2.7 Ω /K	4.3 mK/nW	2 kΩ	200 μV	100 nA	12.5 pW	14.5 mΩ (5.4 μK) 29.2 mΩ (10.8 μK)	475 mΩ (176 μK) 474 mΩ (176 μK)	± 4 mK	54 μK	± 0.2 mK	4 mK
4.2 K	277.32 Ω	-32.2 Ω /K	2 μK/nW	632 Ω 2 kΩ	6.32 mV 200 μV	10 μA 100 nA	28 nW 2.8 pW	1.3 mΩ (40.4 μK) 29.2 mΩ (907 μK)	115 mΩ (3.6 mK) 183 mΩ (5.7 mK)	± 4 mK	56 μK 5.6 nK	± 0.2 mK 5.4 mK	7 mK
300 K	30.392 Ω	-65.4 mΩ /K	426 fK/nW	63.2 Ω 2 kΩ	6.32 mV 200 μV	100 μA 100 nA	304 nW 304 fW	130 μΩ (2.0 mK) 29.2 mΩ (446 mK)	12.3 mΩ (188 mK) 109 mΩ (1.7 K)	± 78 mK	130 pK 129 aK	± 0.2 mK	203 mK 1.7 K

NOTES: 黒字は、通常のセンサ電圧 / 電流入力、**青字**は「CONTROL (INPUT A)」を使用した場合です。

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
機器確度 (温度) = 機器確度 (抵抗) ／ dR/dT　　自己発熱による温度上昇 = 発熱量 × 熱抵抗
全体の確度 = (測定分解能 ^{2} + 機器確度 ^{2} + 自己発熱誤差 ^{2} + 校正誤差 ^{2} + 補間誤差 ^{2}) $^{0.5}$

372/3726 Performance Specification Table

電圧レンジ

駆動電流	632 mV	200 mV	63.2 mV	20 mV	6.32 mV	2 mV	632 µV	200 µV	63.2 µV	20 µV	6.32 µV	2 µV
31.6 mA	20 Ω 20 µΩ 10 mW	6.32 Ω 6.3 µΩ 3.2 mW	2 Ω 2 µΩ 1 mW	632 mΩ 1.3 µΩ 320 µW	200 mΩ 400 nΩ 100 µW	63.2 mΩ 95 nΩ 32 µW	20 mΩ 36 nΩ 10 µW	6.32 mΩ 35 nΩ 3.2 µW	2 mΩ 40 nΩ 1 µW	* * *	* * *	* * *
10 mA	63.2 Ω 63 µΩ 3.2 mW	20 Ω 20 µΩ 1 mW	6.32 Ω 6.3 µΩ 320 µW	2 Ω 4 µΩ 100 µW	632 mΩ 1.3 µΩ 32 µW	200 mΩ 300 nΩ 10 µW	63.2 mΩ 120 nΩ 3.2 µW	20 mΩ 120 nΩ 1 µW	6.32 mΩ 130 nΩ 320 nW	2 mΩ 120 nΩ 100 nW	* * *	* * *
3.16 mA	200 Ω 200 µΩ 1 mW	63.2 Ω 63 µΩ 320 µW	20 Ω 20 µΩ 100 µW	6.32 Ω 13 µΩ 32 µW	2 Ω 4 µΩ 10 µW	632 mΩ 950 nΩ 3.2 µW	200 mΩ 390 nΩ 1 µW	63.2 mΩ 370 nΩ 320 nW	20 mΩ 400 nΩ 100 nW	6.32 mΩ 380 nΩ 32 nW	2 mΩ 400 nΩ 10 nW	* * *
1 mA	632 Ω 630 µΩ 320 µW	200 Ω 200 µΩ 100 µW	63.2 Ω 63 µΩ 32 µW	20 Ω 40 µΩ 10 µW	6.32 Ω 13 µΩ 3.2 µW	2 Ω 3 µΩ 1 µW	632 mΩ 1 µΩ 320 nW	200 mΩ 1 µΩ 100 nW	63.2 mΩ 1.3 µΩ 32 nW	20 mΩ 1.2 µΩ 10 nW	6.32 mΩ 1.3 µΩ 3.2 nW	2 mΩ 1 µΩ 1 nW
316 µA	2 kΩ 2 mΩ 100 µW	632 Ω 630 µΩ 32 µW	200 Ω 200 µΩ 10 µW	63.2 Ω 130 µΩ 3.2 µW	20 Ω 40 µΩ 1 µW	6.32 Ω 9.5 µΩ 320 nW	2 Ω 3.8 µΩ 100 nW	632 mΩ 3.7 µΩ 32 nW	200 mΩ 4 µΩ 10 nW	63.2 mΩ 3.8 µΩ 3.2 nW	20 mΩ 4 µΩ 1 nW	6.32 mΩ 3.7 µΩ 320 pW
100 µA	6.32 kΩ 6.3 mΩ 32 µW	2 kΩ 2 mΩ 10 µW	632 Ω 630 µΩ 3.2 µW	200 Ω 400 µΩ 1 µW	63.2 Ω 130 µΩ 320 nW	20 Ω 30 µΩ 100 nW	6.32 Ω 12 µΩ 32 nW	2 Ω 12 µΩ 10 nW	632 mΩ 13 µΩ 3.2 nW	200 mΩ 12 µΩ 1 nW	63.2 mΩ 13 µΩ 320 pW	20 mΩ 12 µΩ 100 pW
31.6 µA	20 kΩ 20 mΩ 10 µW	6.32 kΩ 6.3 mΩ 3.2 µW	2 kΩ 2 mΩ 1 µW	632 Ω 1.3 mΩ 320 nW	200 Ω 400 µΩ 100 nW	63.2 Ω 95 µΩ 32 nW	20 Ω 37 µΩ 10 nW	6.32 Ω 37 µΩ 3.2 nW	2 Ω 40 µΩ 1 nW	632 mΩ 38 µΩ 320 pW	200 mΩ 40 µΩ 100 pW	63.2 mΩ 37 µΩ 32 pW
10 µA	63.2 kΩ 63 mΩ 3.2 µW	20 kΩ 20 mΩ 1 µW	6.32 kΩ 6.3 mΩ 320 nW	2 kΩ 4 mΩ 100 nW	632 Ω 1.3 mΩ 32 nW	200 Ω 300 µΩ 10 nW	63.2 Ω 120 µΩ 3.2 nW	20 Ω 120 µΩ 1 nW	6.32 Ω 130 µΩ 320 pW	2 Ω 120 µΩ 100 pW	632 mΩ 130 µΩ 32 pW	200 mΩ 120 µΩ 10 pW
3.16 µA	200 kΩ 200 mΩ 1 µW	63.2 kΩ 63 mΩ 320 nW	20 kΩ 20 mΩ 100 nW	6.32 kΩ 13 mΩ 32 nW	2 kΩ 4 mΩ 10 nW	632 Ω 950 µΩ 3.2 nW	200 Ω 370 µΩ 1 nW	63.2 Ω 370 µΩ 320 pW	20 Ω 400 µΩ 100 pW	6.32 Ω 380 µΩ 32 pW	2 Ω 400 µΩ 10 pW	632 mΩ 370 µΩ 3.2 pW
1 µA	632 kΩ 630 mΩ 320 nW	200 kΩ 200 mΩ 100 nW	63.2 kΩ 63 mΩ 32 nW	20 kΩ 40 mΩ 10 nW	6.32 kΩ 13 mΩ 3.2 nW	2 kΩ 3 mΩ 1 nW	632 Ω 1.2 mΩ 320 pW	200 Ω 1.2 mΩ 100 pW	63.2 Ω 1.3 mΩ 32 pW	20 Ω 1.2 mΩ 10 pW	6.32 Ω 1.3 mΩ 3.2 pW	2 Ω 1.2 mΩ 1 pW
316 nA	2 MΩ 2 Ω 100 nW	632 kΩ 630 mΩ 32 nW	200 kΩ 200 mΩ 10 nW	63.2 kΩ 130 mΩ 3.2 nW	20 kΩ 40 mΩ 1 nW	6.32 kΩ 13 mΩ 320 pW	2 kΩ 4 mΩ 100 pW	632 Ω 3.8 mΩ 32 pW	200 Ω 4 mΩ 10 pW	63.2 Ω 3.8 mΩ 3.2 pW	20 Ω 4 mΩ 1 pW	6.32 Ω 3.8 mΩ 320 fW
100 nA	6.32 MΩ ** 32 nW	2 MΩ 2 Ω 10 nW	632 kΩ 630 mΩ 3.2 nW	200 kΩ 400 mΩ 1 nW	63.2 kΩ 130 mΩ 320 pW	20 kΩ 30 mΩ 100 pW	6.32 kΩ 13 mΩ 32 pW	2 kΩ 16 [30] mΩ 10 pW	632 Ω 13 mΩ 3.2 pW	200 Ω 12 mΩ 1 pW	63.2 Ω 13 mΩ 320 fW	20 Ω 12 mΩ 100 fW
31.6 nA	20 MΩ ** 10 nW	6.32 MΩ ** 3.2 nW	2 MΩ 2 Ω 1 nW	632 kΩ 1.3 Ω 320 pW	200 kΩ 300 mΩ 100 pW	63.2 kΩ 160 mΩ 32 pW	20 kΩ 100 mΩ 10 pW	6.32 kΩ 63 [95] mΩ 3.2 pW	2 kΩ 40 mΩ 1 pW	632 Ω 38 mΩ 320 fW	200 Ω 40 mΩ 100 fW	63.2 Ω 38 mΩ 32 fW
10 nA	63.2 MΩ ** 3.2 nW	20 MΩ ** 1 nW	6.32 MΩ ** 320 pW	2 MΩ 3 Ω 100 pW	632 kΩ 1.6 Ω 32 pW	200 kΩ 600 mΩ 10 pW	63.2 kΩ 470 mΩ 3.2 pW	20 kΩ 300 [400] mΩ 1 pW	6.32 kΩ 130 mΩ 320 fW	2 kΩ 160 mΩ 100 fW	632 Ω 130 mΩ 32 fW	200 Ω 120 mΩ 10 fW
3.16 nA	* * *	63.2 MΩ ** 320 pW	20 MΩ ** 100 pW	6.32 MΩ ** 32 pW	2 MΩ 9 Ω 10 pW	632 kΩ 4.7 Ω 3.2 pW	200 kΩ 3 Ω 1 pW	63.2 kΩ 1.6 [1.9] Ω 320 fW	20 kΩ 1 Ω 100 fW	6.32 kΩ 630 mΩ 32 fW	2 kΩ 500 mΩ 10 fW	632 Ω 380 mΩ 3.2 fW
1 nA	* * *	* * *	63.2 MΩ ** 32 pW	20 MΩ ** 10 pW	6.32 MΩ ** 3.2 pW	2 MΩ 30 Ω 1 pW	632 kΩ 16 Ω 320 fW	200 kΩ 6 [10] Ω 100 fW	63.2 kΩ 5.1 Ω 32 fW	20 kΩ 3 Ω 10 fW	6.32 kΩ 1.3 Ω 3.2 fW	2 kΩ 1.6 Ω 1 fW
316 pA	* * *	* * *	* * *	63.2 MΩ ** 3.2 pW	20 MΩ ** 1 pW	6.32 MΩ ** 320 fW	2 MΩ 90 Ω 100 fW	632 kΩ 47 [51] Ω 32 fW	200 kΩ 30 Ω 10 fW	63.2 kΩ 16 Ω 3.2 fW	20 kΩ 10 Ω 1 fW	6.32 kΩ 6.3 Ω 320 aW
100 pA				*	63.2 MΩ **	20 MΩ **	6.32 MΩ **	2 MΩ 300 Ω	632 kΩ 160 Ω	200 kΩ 100 Ω	63.2 kΩ 51 Ω	20 kΩ 30 Ω
31.6 pA				*	*	63.2 MΩ **	20 MΩ **	6.32 MΩ **	2 MΩ 900 Ω	632 kΩ 470 Ω	200 kΩ 300 Ω	63.2 kΩ 160 Ω
10 pA				*	*	*	63.2 MΩ **	20 MΩ **	6.32 MΩ **	2 MΩ 3 kΩ	632 kΩ 1.6 kΩ	200 kΩ 1 kΩ
3.16 pA							*	63.2 MΩ **	20 MΩ **	6.32 MΩ **	2 MΩ 9 kΩ	632 kΩ 4.7 kΩ
1 pA							*	*	63.2 MΩ **	20 MΩ **	6.32 MΩ **	2 MΩ 30 kΩ

200 kΩ
100 Ω [150 Ω]
1.0fW

— 抵抗レンジ
— 測定分解能 [制御分解能]
— 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：18 秒フィルタセットリング時間使用時の RMS ノイズ（約 3 秒のアナログ時定数に相当）。室温、フルスケール抵抗値の半分でのノイズ仕様。

発熱量：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：372 型本体の環境温度に依存、（読み値の ± 0.0015 % ± レンジの 0.0002%）/ ℃

確度：

- ± 0.03% + レンジの 0.005%
- ± 0.05% + レンジの 0.008%
- ± 0.1% + レンジの 0.015%
- ± 0.3% + レンジの 0.05%
- ± 0.5% + レンジの 0.08%
- ± 1.0% + レンジの 0.15%

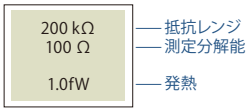
* レンジ使用不可
** レンジ使用可、仕様なし

NOTES: 通常のセンサ電圧 / 電流入力です。「CONTROL（INPUT A）」を使用した場合は仕様を減じます。

372/3708 Performance Specification Table

電圧レンジ

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



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：18 秒フィルタセットリング時間使用時の RMS ノイズ（約 3 秒のアナログ時定数に相当）。室温、フルスケール抵抗値の半分でのノイズ仕様。

発熱量：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：372 型本体の環境温度に依存、（読み値の± 0.0015 % ± レンジの 0.0002%）/ ℃

確度：

- ± 0.03% + レンジの 0.005%
- ± 0.05% + レンジの 0.008%
- ± 0.1% + レンジの 0.015%
- ± 0.3% + レンジの 0.05%
- ± 0.5% + レンジの 0.08%
- ± 1.0% + レンジの 0.15%

* レンジ使用不可
** レンジ使用可、仕様なし

仕様

測定入力部

測定タイプ	AC、4 線差動、抵抗
入力チャンネル数	1 (3726 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 (温度カーブが必要)
抵抗レンジ	2mΩ ～ 63.2MΩ まで 22 レンジ
最大更新レート	10 回 / 秒 (1 入力、1 レンジの場合)
レンジ変更時セットリング時間	3s ＋ フィルタセットリング時間
ch 変更時 (スキャン) セットリング時間	3s ＋ フィルタセットリング時間
測定分解能	センサとレンジに依存する (10, 11 ページ参照)
確度	センサとレンジに依存する (10, 11 ページ参照)
測定温度係数	± 0.0015% ／読みの℃
最大リード抵抗	3.16mA 以下の電流に対してリード線毎に 100 Ω ＋抵抗レンジの 10% 10mA 以上の電流に対してリード線毎に 10 Ω ＋抵抗レンジの 10%
アイソレーション	シャシーとヒータグラウンドからアイソレーション
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
スキャナリード線接続	V+、V-、I+、I- はそれぞれのセンサ毎。すべてのチャンネルに共通のコモン。
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, 11.6Hz, 16.2Hz, 18.2Hz にも変更可)
駆動電流	1pA ～ 31.6mA RMS まで 22 レンジ
駆動電流確度	± 2% (公称値)
最小駆動電力	100kΩ で 10^{-18}W (他のレンジは 10, 11 ページ参照)
ティピカル DC バイアス電流	2pA ＋駆動電流の 1% (100kΩ で 4.0×10^{-19}W)
最大 DC バイアス電流	4pA ＋駆動電流の 1% (100kΩ で 1.6×10^{-18}W)
電流保護	電源投入時、電流出力はショートされている
電圧入力レンジ	2μV ～ 632mV RMS まで 12 レンジ
電圧入力オーバーレンジ	20%
電圧入力インピーダンス	5×10^{13} Ω以上
最大電圧入力ノイズ	10nV/$\sqrt{\text{Hz}}$ (@10Hz)
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	マニュアルもしくはオートスキャン
フィルタ	1 ～ 200 秒までのセットリング時間、1 ～ 80% フィルタウィンドウ
付加的ソフトウェア機能	最大 / 最小値、レンジと入力変更の一時停止 (3 ～ 60 秒)、スキャナの休止時間 (1 ～ 200 秒)
サポートセンサ	負温度係数抵抗温度計 (ゲルマニウム、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 など)
直角位相	実部と虚部
コネクタ	6- ピン DIN (電流および電圧部)、DA-15 (スキャナ部)
対応スキャナ	3726 および 3708 型

コントロール入力部 (INPUT A)

入力タイプ	AC、4 線差動、抵抗
チャンネル数	1
測定単位	Ω、K (温度カーブが必要)
抵抗レンジ	2kΩ ～ 632kΩ まで 6 レンジ
最大更新レート	10 回 / 秒 (1 レンジの場合)
レンジ変更時セットリング時間	3s ＋ フィルタセットリング時間
測定分解能	センサとレンジに依存する (10 ページ参照)
確度	センサとレンジに依存する (10 ページ参照)
測定温度係数	± 0.0015% ／読みの℃
最大リード抵抗	リード線毎に 100 Ω ＋抵抗レンジの 10%
アイソレーション	シャシー、コモンおよび測定入力部からアイソレーション
リード線接続	V+、V-、I+、I-、シールド
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。
駆動タイプ	正弦波の AC 電流ソース
駆動周波数	16.2Hz (9.8Hz, 11.6Hz, 13.7Hz, 18.2Hz にも変更可)
駆動電流	316pA ～ 100nA RMS まで 6 レンジ
駆動電流確度	316pA ～ 1nA レンジ：± 8% 他のレンジ：± 2%
電流保護	電源投入時、電流出力はショートされている
電圧入力レンジ	200μV
電圧入力オーバーレンジ	20%
最大電圧入力ノイズ	20nV/$\sqrt{\text{Hz}}$ (@10Hz)
レンジ選択モード	マニュアル、スタンダードオートレンジ、RX-102B-CB 用オートレンジ
フィルタ	1 ～ 200 秒までのセットリング時間、1 ～ 80% のフィルタウィンドウ
付加的ソフトウェア機能	最大 / 最小値
サポートセンサ	負温度係数抵抗温度計 (RX-102B-CB 推奨)
最小温度	10mK (システムが良く RX-102B-CB を使用した場合)
コネクタ	6- ピン DIN

温度表示

センサタイプ	正および負温度係数抵抗温度計
ユーザカーブ	39 個までの CalCurves™ またはユーザカーブ (200 件)
カーブエントリ	フロントパネルまたは PC 経由
カーブフォーマット	Ω /K、Log Ω /K
カーブ補間	3 次補間、リニア

サンプルヒータ出力

タイプ	可変 DC 電流ソース
コントロールモード	閉ループ PID、PID ゾーン、オープンループ
セットポイントの単位	Ω、K (温度カーブ必要)
D/A 分解能	16bit
レンジ	100mA、31.6mA、10mA、3.16mA、1mA、316μA、100μA、31.6μA
出力電圧コンプライアンス	± 10V
出力電力レンジ	1W、100mW、10mW、1mW、100μW、10μW、1μW、0.1μW
抵抗レンジ	1 ～ 2kΩ (100 Ω 時が最大電力)
ヒータオフセット (0% 時)	レンジの± 0.02%
ヒータゲイン確度	設定の± 1%
ヒータノイズ	レンジの 0.005% 未満
アイソレーション	シャシーグラウンド、測定部、CONTROL(INPUT A) からアイソレーション；アナログおよびスティル出力とはグラウンドが共通
ヒータコネクタ	ターミナルブロック
安全保護	温度カーブ、電源投入時ヒーターオフ、リレーで無効にする、ヒータレンジリミット機能、短絡保護回路、コンプライアンス電圧機能、入力センサリミット機能
付加的ソフトウェア機能	ユーザが入力した抵抗値に基づいてヒータパワーをディスプレイ表示可能

ウォームアップヒータ出力

タイプ	可変 DC 電流ソース	
コントロールモード	閉ループ PID、PID ゾーン、オープンループ、ウォームアップモード	
セットポイントの単位	Ω、K (温度カーブ必要)	
D/A 分解能	16bit	
	25 Ω	50 Ω
最大出力パワー	10W	10W
最大電流値	0.63A	0.45A
電圧コンプライアンス(最小)	＋ 15.8V	＋ 22.4V
最大出力電力時の抵抗	25 Ω	50 Ω
抵抗レンジ	10 ～ 100 Ω	
アイソレーション	シャシーグラウンドリファレンス	
ヒータコネクタ	ターミナルブロック	
安全保護	温度カーブ、電源投入時ヒーターオフ、リレーで無効にする、短絡保護回路、コンプライアンス電圧機能、リレー未装着時オフ、入力センサリミット機能	

アナログ／スティル出力

センサ	可変 DC 電圧ソース
コントロールモード	オープンループ、スティルヒータ、モニタ出力
アイソレーション	シャシーグラウンド、測定部および CONTROL（INPUT A）からアイソレーション；サンプルヒータ出力とはグラウンドが共通
出力電圧レンジ	± 10V
最大電流値	100mA
最大電力	1W（100 Ω 時）
最小抵抗値	100 Ω（短絡保護回路）
確度	± 2.5mV
ノイズ分解能	レンジの 0.003% 未満
モニタ出力設定	
スケール	ユーザセレクト
データソース	温度またはセンサの単位
設定	入力、ソース、スケールの最大 / 最小
コネクタ	ターミナルブロック

ヒータコントロール

コントロール数	2（サンプルヒータ、ウォームアップヒータ）
更新レート	10 回 / 秒
チューニング	マニュアル PID、ゾーン
PID 設定	
P（ゲイン）	0.0 ～ 1,000
I（リセット）	0 ～ 10,000　秒
D（レート）	0 ～ 2,500　秒
マニュアル出力	0 ～ 100%（0.01% 分解能）
ゾーン	10 個のゾーン（P、I、D、マニュアル出力、ヒータレンジ、セットポイント、リレーおよびアナログ出力（スティル））
ランプ	0.001 ～ 100 K/ 分
スキャナ	スキャナの ch もコントロール可（安定性を減ずる）
制御安定性	10μKp-p 以下（50mK 時）（システムに依存する）

ウォームアップヒータモード設定

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	連続コントロールまたはオートオフ

フロントパネル

ディスプレイ	文字表示　8 行× 40 列
表示	1 ～ 8 の読み値
表示単位	mK、K、mΩ、Ω、kΩ、MΩ
データソース	抵抗、温度、最大、最小
ディスプレイ更新レート	2 回 / 秒
その他の表示	ラベル名、チャンネル番号、抵抗レンジ、駆動電圧、駆動電流、駆動電力、セットポイント、PID、ヒータレンジ、ヒータ出力、虚部
セットポイント分解能	ディスプレイ分解能と同じ（センサによる）
ヒータ出力ディスプレイ	電力または電流のパーセント表示
記号表示	コントロール入力およびアラーム
LED 表示	オートレンジ、エキサイテーションモード、オートスキャン、コントロール出力、リモート、Ethernet ステータス、アラーム、スティル出力
キーパッド	34 キー
フロントパネル	カーブ入力、キーロック

インターフェイス

IEEE-488.2	
機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL 1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
更新レート	それぞれの入力において 10 回 / 秒以下
ソフトウェアサポート	LabVIEW™ ドライバ（詳細は問合せください）
USB	
機能	標準 RS-232 シリアルポートをエミュレート
ボーレート	57,600
コネクタ	B タイプ USB
更新レート	それぞれの入力において 10 回 / 秒以下
ソフトウェアサポート	LabVIEW™ ドライバ（詳細は問合せください）
Ethernet	
機能	TCP/IP、Web インターフェイス、カーブハンドラー、設定のバックアップ、チャートレコーダ
コネクタ	RJ-45
更新レート	それぞれの入力において 10 回 / 秒以下
ソフトウェアサポート	LabVIEW™ ドライバ（詳細は問合せください）
スペシャルインターフェイス	370 型コマンドエミュレーションモード
ボーレート	300、1,200、9,600、57,600
アラーム	
数	34、各入力、出力に対して Hi/Lo
データソース	温度またはセンサの単位
設定	ソース、Hi/Lo セットポイント、デットゾーン、ラッチ / ノンラッチ、音 on/off、表示 on/off
アクチュエータ	ディスプレイインジケータ、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	30VDC@2A
動作	上限、下限、または両方のアラームによりリレーが動作する。ソースは測定チャンネル、コントロール入力、マニュアルモードまたはゾーンコントロールモード
コネクタ	ターミナルブロックモニタ出力
診断用モニタ出力	
操作	ユーザがアナログ出力を 1 つ選択する（アイソレーション必要）
可能な信号	1. 駆動電流の正 / 負の AC ガードドリブン電圧 2. 差動入力アンプの正 / 負の AC 電圧 3. 差動入力アンプの AC 電圧出力 4. 測定チャンネルまたはコントロール入力の ADC の AC 電圧出力
コネクタ	BNC
リファレンス出力	
シグナルタイプ	位相高感度検出用リファレンス（アイソレーション必要）
振幅	0 ～ 5V（公称値）
波形	矩形波
コネクタ	BNC

一般

動作温度	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、240VAC、± 10%、50/60Hz、90VA
寸法	435mmW × 89mmH × 368mmD（17in × 3.5in × 14.5in）、フルラック
重量	6.8kg
規格	CE マーク、RoHS
スキャナサイズ	135mmW × 66mmH × 157mmD（+ コネクタ 125mm）

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

372N	AC レジスタンスブリッジ
372S	AC レジスタンスブリッジ（3726 スキャナ、3m 接続ケーブル付）
372S-6	AC レジスタンスブリッジ（3726 スキャナ、6m 接続ケーブル付）
372S-10	AC レジスタンスブリッジ（3726 スキャナ、10m 接続ケーブル付）
372U	AC レジスタンスブリッジ（3708 プリアンプ / スキャナ、3m 接続ケーブル付）
372U-6	AC レジスタンスブリッジ（3708 プリアンプ / スキャナ、6m 接続ケーブル付）
372U-10	AC レジスタンスブリッジ（3708 プリアンプ / スキャナ、10m 接続ケーブル付）
3726	16CH スキャナ（372 型専用）（3m 接続ケーブル付）
3726-6	16CH スキャナ（372 型専用）（6m 接続ケーブル付）
3726-10	16CH スキャナ（372 型専用）（10m 接続ケーブル付）
3708	低抵抗プリアンプ / スキャナ（3m 接続ケーブル付）
3708-6	低抵抗プリアンプ / スキャナ（6m 接続ケーブル付）
3708-8	低抵抗プリアンプ / スキャナ（10m 接続ケーブル付）

アクセサリ／オプション

CAL-372-CERT	372 型校正料金
CAL-372-DATA	372 型校正料金（データ付）
RM-1	ラックマウントキット（フルラック）
G-106-233	センサ入力コネクタ（6 ピン DIN）
G-112-374	AC レジスタンスブリッジケーブル（3m）
G-112-375	AC レジスタンスブリッジケーブル（6m）
G-112-376	AC レジスタンスブリッジケーブル（10m）
117-071	372 型用ヒータアダプタケーブル
119-372	372 型ユーザマニュアル

350型 温度コントローラ

350 型の特長

- 最低温度　100mK
  - Cernox® センサの性能を最大限に発揮
- 4 チャンネルセンサ入力
  - 抵抗センサ対応
  - ダイオード、熱電対、キャパシタンスはオプション
  - 3062 型スキャナ追加で 8ch
  - 熱起電力誤差を補償する電流反転機能
- 4 つの PID コントロールループ
  ヒーター出力用として
  - 出力 1：75W
  - 出力 2：1W（最小 100μW）
  外部制御出力用など多彩な設定
  - 出力 3：1W（±10V）
  - 出力 4：1W（±10V）
- センサに名前付けが可能に
- Ethernet、USB、GPIB 標準

概要

350 型は、He-3 ポンピング冷凍機、断熱消磁冷凍機、希釈冷凍機、その他の小さな熱出力と高い温度測定精度を必要とするアプリケーションに理想的な温度コントローラです。

Cernox® センサと併せて使うことで、熱の影響を最小限に抑えた高精度な温度測定、高磁場中での精度良い温度コントロール、放射線環境下での信頼性のある測定にベストなソリューションを提供します。

350 型は、特許取得の「ノイズ低減入力回路」により、100mK からの極低温アプリケーションで性能を発揮します。Cernox® センサと組み合わせた時、励起電流を最小 10nA に抑えられるよう設計されているので、自己発熱の影響を最小限に抑えることができます。

4 つの温度センサ入力チャンネルは、Cernox® センサを始め、酸化ルテニウムや白金抵抗温度センサを含む抵抗温度センサに対応しています。

4 つの独立したコントロール出力は、ヒーターや極低温冷凍機システムの補助デバイスといった幅広い Input / Output の要求をサポートします。また、標準搭載のコンピューターインターフェイスにより、リモート通信、リモート制御、他のシステムとの連携を可能にします。

センサ入力

350 型は、Cernox® センサ入力に威力を発揮します。その他にも白金抵抗温度センサ、酸化ルテニウム、その他の負係数抵抗温度センサを標準入力としてサポートしています。

4 つのセンサ入力チャンネルは、それぞれに電流源があるためセトリング時間が早く、また、ノイズを減らして温度測定の再現性を得るために、他の回路と光学的に絶縁されています。

電流反転機能により、抵抗センサの熱起電力誤差を取り除くことができます。
9 つの励起電流レンジにより、100mK から 420K まで（Cernox® センサ使用時）の温度測定とコントロールを可能にします。

350 型は、選択されたセンサの種類に従って自動で最適な電流とゲインのレベルを決定します。また、低温での自己発熱効果を最小限にするように自動で電流レンジを下げます。

それぞれの温度センサ入力チャンネルに名前を付けられるので、ディスプレイに表示されている測定値を容易に識別することができます。

温度制御

350 型は 4 つの PID コントロール出力を備えています。
DC 可変電流出力には、メインウォームアップヒーターのコントロールのための 75W 出力と、サンプル付近の繊細なヒーターコントロールのための 1W 出力が備わっています。
さらに 2 つの 1W の DC 可変電圧出力は、希釈冷凍機のスティルヒーターや断熱消磁冷凍機を駆動する電磁石電源の補助デバイスに使用されます。

350 型は、温度セットポイントとコントロール用センサからのフィードバックに基づいて正確なコントロール出力を計算します。
細かい制御のために PID の値を手動で設定することができます。
また、温度制御ループのオートチューニング機能は、チューニングプロセスを自動化することができます。

セットポイントランプ機能は、オーバーシュートや過度のセトリング時間を心配することなく、滑らかで連続的なセットポイントへの温度変化を可能にします。
10 の異なる温度ゾーンについてセンサ入力と励起電流を設定するゾーンセッティング機能を使用すれば、必要な温度範囲全体にわたって連続的な測定と制御を行うことが可能です。

インターフェイス

350 型には、Ethernet、USB、GPIB（IEEE-488）のインターフェイスが備わっています。
データ収集に加えて、350 型のほとんど全ての機能をコンピューターインターフェイスを介して制御することができます。
Ethernet は、世界のどこからでもインターネットを介して 350 型にアクセスしモニタリングすることができるので、コントローラや冷凍機システムのリモート共有も可能です。

Lake Shore 社の Curve Handler をコンピュータにインストールすれば、センサの校正データを簡単に入力・編集して、350 型の不揮発性フラッシュメモリに保存することができます。

それぞれのセンサ入力には、Hi & Lo アラーム機能が備わっています。ラッチング／ノンラッチング操作も可能です。
2 つのリレーは、フォルト状態を知らせたり、単純にオン／オフの制御をしたりするために、アラーム機能と同時に使用することができます。また、どのアラームにも割り当てることができ、手動で操作することもできます。

オートチューニングは、システムの特性を測定し、PID の設定値を自動で計算する機能で、面倒な閉ループシステムの適切な PID 制御値の決定プロセスを簡素化することができます。

1 つのセットポイントに対して PID 値が得られたら、ゾーンチューニング機能により新しいセットポイントに対してセンサ入力を自動的に切り替え、100mK から 1000K 以上までの温度制御を実験を中断することなく可能にします。

オプション入力

入力オプションカードのインストールにより、抵抗センサ／ダイオード、キャパシタンス、熱電対の入力を拡張することが可能です。
インストール後は、オプション入力も他の入力と同じようにフロントパネルからラベル付けすることが可能となります。

3060 型　2 チャンネル熱電対入力カード

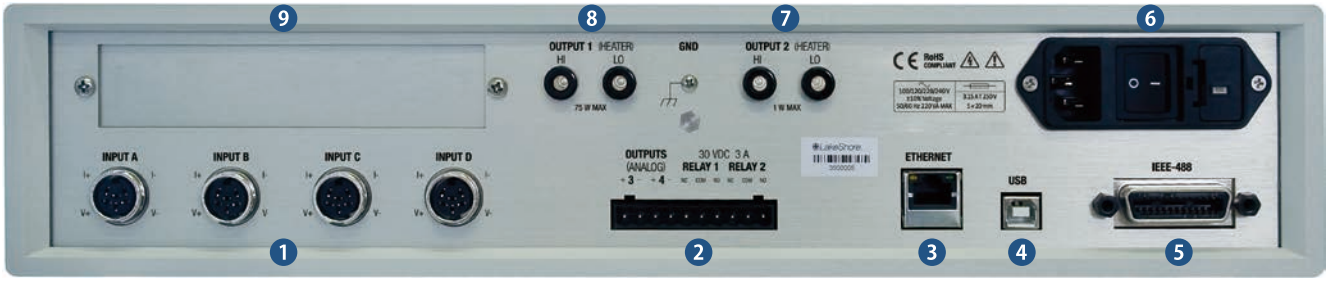
350 型に 2 チャンネルの熱電対入力を追加するカードです。1000K 以上の温度測定を可能にします。

3061 型　1 チャンネルキャパシタンス入力カード

350 型にキャパシタンス入力を追加するカードです。高磁場中、もしくは磁場が変化する中での低温測定の際に、磁場の影響を受けないキャパシタンスセンサへの切り替えを可能にします。

3062 型　4 チャンネルスキャナ入力カード

350 型に 4 チャンネルの抵抗センサ／ダイオードのスキャナ入力を追加するカードです。
注）350 型の標準入力は抵抗センサのみです。



350 型リアパネル

❶ センサ入力
❷ ターミナルブロック（アナログ出力&リレー）
❸ Ethernet インターフェイス
❹ USB インターフェイス
❺ IEEE-488 インターフェイス
❻ 電源
❼ Output2 ヒーター
❽ Output1 ヒーター
❾ オプションカードスロット

仕様

入力仕様

標準入力	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 [1]	電気的確度（@ 25℃）	温度係数	電気的制御安定性 [2]
負温度係数 / 正温度係数 抵抗温度計 10mV	負 / 正	0 Ω ～ 10 Ω	1mA[4]	0.1mΩ	0.1mΩ	± 0.002 Ω± 0.06% of rdg	（0.01mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 0.2mΩ
		0 Ω ～ 30 Ω	300 μA[4]	0.1mΩ	0.3mΩ	± 0.002 Ω± 0.06% of rdg	（0.03mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 0.6mΩ
		0 Ω ～ 100 Ω	100 μA[4]	1mΩ	1mΩ	± 0.01 Ω± 0.04% of rdg	（0.1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 2mΩ
		0 Ω ～ 300 Ω	30 μA[4]	1mΩ	3mΩ	± 0.01 Ω± 0.04% of rdg	（0.3mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 6mΩ
		0 Ω ～ 1kΩ	10 μA[4]	10mΩ	10mΩ	± 0.1 Ω± 0.04% of rdg	（1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 20mΩ
		0 Ω ～ 3kΩ	3 μA[4]	10mΩ	30mΩ	± 0.1 Ω± 0.04% of rdg	（3mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 60mΩ
		0 Ω ～ 10kΩ	1 μA[4]	100mΩ	100mΩ	± 1.0 Ω± 0.04% of rdg	（10mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 200mΩ
		0 Ω ～ 30kΩ	300nA[4]	100mΩ	300mΩ	± 2.0 Ω± 0.04% of rdg	（30mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 600mΩ
		0 Ω ～ 100kΩ	100nA[4]	1 Ω	1 Ω	± 10.0 Ω± 0.04% of rdg	（100mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 2 Ω
		0 Ω ～ 300kΩ	30nA[4]	1 Ω	3 Ω	± 30 Ω± 0.04% of rdg	（300mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 6 Ω
負温度係数 抵抗温度計 1mV	負	0 Ω ～ 10 Ω	100 μA[4]	0.1mΩ	1mΩ	± 0.01 Ω± 0.04% of rdg	（0.1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 2mΩ
		0 Ω ～ 30 Ω	30 μA[4]	0.1mΩ	3mΩ	± 0.01 Ω± 0.04% of rdg	（0.3mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 6mΩ
		0 Ω ～ 100 Ω	10 μA[4]	1mΩ	10mΩ	± 0.1 Ω± 0.04% of rdg	（1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 20mΩ
		0 Ω ～ 300 Ω	3 μA[4]	1mΩ	30mΩ	± 0.1 Ω± 0.04% of rdg	（3mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 60mΩ
		0 Ω ～ 1kΩ	1 μA[4]	10mΩ	100mΩ	± 1.0 Ω± 0.04% of rdg	（10mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 200mΩ
		0 Ω ～ 3kΩ	300nA[4]	10mΩ	300mΩ	± 2.0 Ω± 0.04% of rdg	（30mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 600mΩ
		0 Ω ～ 10kΩ	100nA[4]	100mΩ	1 Ω	± 10.0 Ω± 0.04% of rdg	（100mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 2 Ω
		0 Ω ～ 30kΩ	30nA[4]	100mΩ	3 Ω	± 30 Ω± 0.04% of rdg	（300mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 6 Ω
		0 Ω ～ 100kΩ	10nA[4]	1 Ω	10 Ω	± 100 Ω± 0.04% of rdg	（1 Ω + 0.001% of rdg）/℃	± 20 Ω

スキャナ オプション 3062	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	電気的確度（@ 25℃）	温度係数	電気的制御安定性 [2]
ダイオード	負	0V ～ 2.5V	10μA ± 0.05%[3]	10 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.005% of rdg	（10 μV + 0.0005% of rdg）/℃	± 20 μV
	負	0V ～ 10V	10μA ± 0.05%[3]	100 μV	20 μV	± 160 μV ± 0.01% of rdg	（20 μV + 0.0005% of rdg）/℃	± 40 μV
正温度係数 抵抗温度計	正	0 Ω ～ 10 Ω	1mA[4]	0.1mΩ	0.2mΩ	± 0.002 Ω± 0.01% of rdg	（0.01mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 0.2mΩ
		0 Ω ～ 30 Ω	1mA[4]	0.1mΩ	0.2mΩ	± 0.002 Ω± 0.01% of rdg	（0.03mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 0.4mΩ
		0 Ω ～ 100 Ω	1mA[4]	1mΩ	2mΩ	± 0.004 Ω± 0.01% of rdg	（0.1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 4mΩ
		0 Ω ～ 300 Ω	1mA[4]	1mΩ	2mΩ	± 0.004 Ω± 0.01% of rdg	（0.3mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 4mΩ
		0 Ω ～ 1kΩ	1mA[4]	10mΩ	20mΩ	± 0.04 Ω± 0.02% of rdg	（1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 40mΩ
		0 Ω ～ 3kΩ	1mA[4]	10mΩ	20mΩ	± 0.04 Ω± 0.02% of rdg	（3mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 40mΩ
		0 Ω ～ 10kΩ	1mA[4]	100mΩ	200mΩ	± 0.4 Ω± 0.02% of rdg	（10mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 400mΩ
負温度係数 抵抗温度計 10mV	負	0 Ω ～ 10 Ω	1mA[4]	0.1mΩ	0.15mΩ	± 0.002 Ω± 0.06% of rdg	（0.01mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 0.3mΩ
		0 Ω ～ 30 Ω	300 μA[4]	0.1mΩ	0.45mΩ	± 0.002 Ω± 0.06% of rdg	（0.03mΩ+ 0.0015% of rdg）/℃	± 0.9mΩ
		0 Ω ～ 100 Ω	100 μA[4]	1mΩ	1.5mΩ	± 0.01 Ω± 0.04% of rdg	（0.1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 3mΩ
		0 Ω ～ 300 Ω	30 μA[4]	1mΩ	4.5mΩ	± 0.01 Ω± 0.04% of rdg	（0.3mΩ + 0.0015% of rdg）/℃	± 9mΩ
		0 Ω ～ 1kΩ	10 μA[4]	10mΩ	15mΩ + 0.002% of rdg	± 0.1 Ω± 0.04% of rdg	（1mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 30mΩ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 3kΩ	3 μA[4]	10mΩ	45mΩ + 0.002% of rdg	± 0.1 Ω± 0.04% of rdg	（3mΩ + 0.0015% of rdg）/℃	± 90mΩ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 10kΩ	1 μA[4]	100mΩ	150mΩ + 0.002% of rdg	± 1.0 Ω± 0.04% of rdg	（10mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 300mΩ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 30kΩ	300nA[4]	100mΩ	450mΩ + 0.002% of rdg	± 2.0 Ω± 0.04% of rdg	（30mΩ + 0.001% of rdg）/℃	± 900mΩ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 100kΩ	100nA[4]	1 Ω	1.5 Ω + 0.005% of rdg	± 10.0 Ω± 0.04% of rdg	（100mΩ + 0.002% of rdg）/℃	± 3 Ω± 0.01% of rdg

熱電対 オプション 3060	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	電気的確度（@ 25℃）	温度係数	電気的制御安定性 [2]
熱電対	正	± 50mV	NA	0.1 μV	0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% of rdg[5]	（0.1 μV + 0.001% of rdg）/℃	± 0.8 μV

キャパシタンス オプション 3061	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	電気的確度（@ 25℃）	温度係数	電気的制御安定性 [2]
キャパシタンス	正 or 負	0.1 ～ 15nF	3.496kHz 1mA 方形波	0.1pF	0.05pF	± 50pF ± 0.1% of rdg	2.5pF/℃	0.1pF
		1 ～ 150nF	3.496kHz 10mA 方形波	1pF	0.5pF	± 50pF ± 0.1% of rdg	5pF/℃	1pF

[1] 測定分解能は 4.2K で測定したものであるが、抵抗の熱起電力誤差でシフトする
[2] 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気的な性能についてのみ記述している
[3] 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
[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

センサ入力仕様

	抵抗温度計	ダイオード 3062 オプション	熱電対 3062 オプション	キャパシタンス 3061 オプション
測定形式	4 線差動	4 線差動	2 線差動、室温補償	4 線差動、デューティーサイクル可変
センサ駆動方式	定電流、電流反転機能	10μA 定電流	N/A	定電流 3.496kHz 方形波
対応センサ	100 Ω 白金 1000 Ω 白金 ゲルマニウム カーボングラス Cernox® 酸化ルテニウム	シリコン GaAlAs	ほとんどの熱電対	CS-501GR
標準カーブ	PT-100 PT-1000 RX-102A RX-202A	DT-470 DT-670 DT-500-D DT-500-E1	Type E Type K Type T AuFe 0.07% vs Cr AuFe 0.03% vs Cr	N/A
入力コネクタ	6-pin DIN	6-pin DIN	セラミック絶縁端子台	6-pin DIN

温度測定部

入力数　4（スキャナカードオプションで最大 8）

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。ダイオード、熱電対、キャパシタはオプションを取り付けることで対応できる。いちど取り付けた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

入力確度　センサに依存する（入力仕様表を参照）

測定分解能　センサに依存する（入力仕様表を参照）

最大更新レート　それぞれの入力において毎秒 10 回（スキャナなしの場合）

最大更新レート（スキャナ）＊ 100 kΩ の NTC 抵抗温度センサ設定のない場合

スキャナチャンネル数：*	更新レート
1	10 回 / 秒
2	5 回 / 秒
3	3 1/3 回 / 秒
4	2 1/2 回 / 秒
5	2 回 / 秒
＊ 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

ユーザカーブ　200 ポイントのユーザ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、校正結果はユーザカーブとして登録できる

演算　最大値、最小値

フィルタ　読み値の 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／開ループ

更新レート　10 回／秒

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　センサに依存する　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 ～ 9999	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　0.001 K/ 分～ 100 K/ 分

出力 1

	25 Ω の場合	50 Ω の場合
ヒーター出力タイプ	可変 DC 電流ソース	
出力 DA 分解能	16-bit	
最大ヒーターパワー	75W	50 W
最大ヒーター出力電流	1.732A	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	5 段階（1 段当り 1/10 に電力が減少する）	
ヒーターノイズ（<1kHz）RMS	1.2 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

ヒーター出力タイプ	可変 DC 電流ソース
出力 DA 分解能	16-bit
最大ヒーターパワー	1W
最大ヒーター出力電流	100mA
ヒーター出力コンプライアンス	10V
最大パワーでのヒーター負荷	100 Ω
ヒーター負荷レンジ	25 Ω ～ 2 kΩ
ヒーター出力レンジ	1W, 100mW, 10mW, 1mW, 100μW
ヒーターノイズ（<1kHz）RMS	＜ レンジの 0.005%
グラウンド	ヒーター出力は測定コモンを基準とする
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、モニタ出力、閉ループ PID、PID ゾーン、スティルヒータ

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

ウォームアップモード　連続制御、または自動 OFF

モニタ出力設定

スケール　ユーザによる選択可

データソース　温度あるいはセンサ単位

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 回／秒
電圧範囲	± 10 V
分解能	16-bit, 0.3 mV
確度	± 2.5 mV
ノイズ	0.3 mV RMS
最大電流	100mA
最大出力	1W（100 Ω 負荷時）
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　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、nF
表示データ	温度、センサ単位、最大値、最小値
表示更新レート	2 回／秒
温度表示分解能	0.00001（範囲：0 ～ 9.99999）、 0.0001（範囲：10 ～ 99.9999）， 0.001（範囲：100 ～ 999.999）、 0.01（範囲：＞1000）
センサ単位表示分解能	センサに依存する　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	温度表示分解能に同じ（実際の分解能はセンサに依存）
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、アラーム、チューニング
LED インジケータ	リモート、Ethernet 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

インターフェイス

GPIB（IEEE-488.2）

機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
読み取りレート	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（詳細は問合せください）

USB

機能	標準 RS232 シリアルポートをエミュレート
ボードレート	57,600
コネクタ	B タイプ USB
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（詳細は問合せください）

Ethernet

機能	TCP/IP、Web インターフェイス、カーブハンドラー、設定バックアップ、チャートレコーダ
コネクタ	RJ-45
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（詳細は問合せください）

アラーム

数	4（8 スキャナオプション時）各入力に対して Hi と Lo
データソース	温度あるいはセンサ単位
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アラーム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、220VA
寸法	435 mm W × 89 mm H × 368 mm D（17 in × 3.5 in × 14.5in）、フルラック
重量	7.6 kg（16.8 lb）
規格	CE マーク、RoHS

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

350	温度コントローラ

注）ダイオード、熱電対、キャパシタはオプションが必要です。

350-3060	温度コントローラ（3060 熱電対入力カード内蔵）
350-3061	温度コントローラ（3061 キャパシタンス入力カード内蔵）
350-3062	温度コントローラ（3062 4CH スキャナカード内蔵）

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
G-106-233	センサ入力コネクタオス 6 ピン
G-106-755	ハーモニカ端子台 10 ピン
—	校正証明書
119-057	350 型英文マニュアル 和文マニュアル

オプション

3060	2 チャンネル熱電対入力カード
3061	キャパシタンス入力カード
3062	4 チャンネルスキャナ入力カード（抵抗温度計／ダイオード入力）

別売アクセサリー

112-177	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 3m
112-178	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 6m
112-180	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 10m
CAL-350-CERT	350 型の再校正（校正証明書のみ）
CAL-350-DATA	350 型の再校正（校正証明書と試験成績書）

336型 温度コントローラ

336 型の特長

- ■ 最低温度　300mK
- ■ 4 チャンネルセンサ入力
  - • ダイオード、抵抗センサ対応
  - • 熱電対、キャパシタンスはオプション
  - • 3062 型スキャナ追加で 8ch
  - • 熱起電力誤差を補償する電流反転機能
- ■ 4 つの PID コントロールループ
  ヒーター出力用として
  - • 出力 1：100W
  - • 出力 2：50W

  外部制御出力用など多彩な設定
  - • 出力 3：1W（±10V）
  - • 出力 4：1W（±10V）
- ■ センサに名前付けが可能に
- ■ Ethernet、USB、GPIB 標準

概要

336 型は 4 チャンネルのセンサ入力と制御出力、そして合計 150W のヒータ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。

センサ入力に名前を付けて、入力チャンネルとセンサ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。ユーザが実験室を離れることがあっても、Ethernet を使えばユーザはどこからでも実験をモニタできます。

センサ入力

336 型には標準で 4 チャンネルのセンサ入力端子があります。入力端子はダイオードセンサと抵抗センサに対応しています。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。

センサ入力には 24 ビットの高分解能 AD コンバータが使われています。そして、4 チャンネルのセンサ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トリング（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、測定の再現性を向上するため、センサ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で発生する熱起電力（EMF）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（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（特に負の温度係数を持ったセンサ）の自己発熱による誤差を減らします。

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が登録されています。内部の不揮発性メモリに 200 点の校正点を持つ Lake Shore の校正データ（CalCurve）やユーザ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の校正カーブをお客様自身が作成でき、またそれをメモリに保存できます。Lake Shore 社製無償 Windows 用ソフトウェア Curve Handler を PC にインストールすれば、PC から温度センサの校正データを 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。ノイズの影響を受けやすい極低温領域を含む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ブンやクライオスタットのほとんどに適合します。PID パラメータをユーザ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、またセトリング時間が過剰に長くなるのを防ぎます。これをゾーン設定機能と組み合わせれば、自動的にセンサと、9 段階の電流のレンジを切り替えることができ、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 DC 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 25 Ω 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 50 Ω でも 25 Ω でも供給できます。出力 2 は 50 Ω や 25 Ω 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 DC 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、ユーザがマニュ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。

安全策として入力温度の制限設定が用意されています。またそれぞれの入力に対して温度制限値を設定できます。もしどれかひとつの入力が制限を越える値を示したらすべての制御系は自動停止します。

インターフェイス

336 型は Ethernet、USB、GPIB（IEEE-488）を標準装備し、これらのインターフェイスから 336 型が持っているほとんどの機能をコントロールできます。また、Lake Shore はセンサの校正カーブを扱うソフトウェア（Curve Handler）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 PC から 336 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。

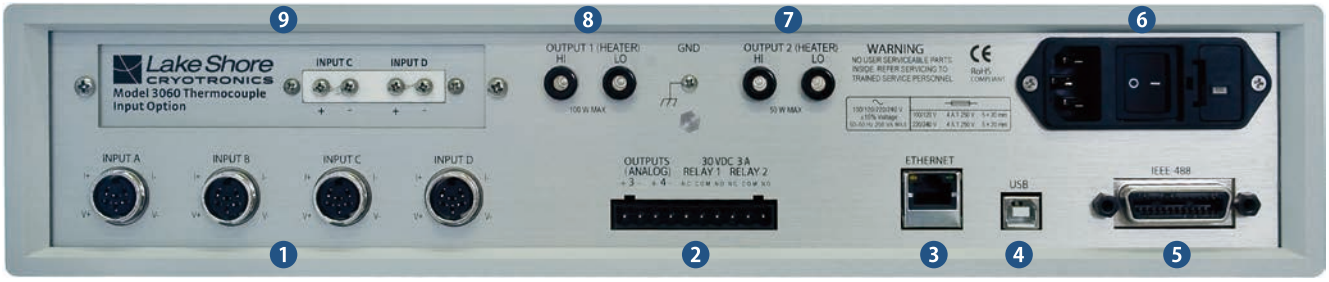
Ethernet が装備されているのでどこからでも 336 型の状態をモニタすることができます。USB インターフェイスは固定ボーレート 57,600bps の RS-232C シリアルポートをエミュレートします。この USB インターフェイスを使えば、メーカ返送することなくお客様ご自身でファームウェアのアップグレードができます。

センサ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て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やデータ収集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。

設定可能なディスプレイ

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です。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、それぞれのセンサ入力に対して自



336 型リアパネル

❶ センサ入力コネクタ
❷ ターミナルブロック（アナログ出力、リレー出力）
❸ Ethernet インターフェイス
❹ USB インターフェイス
❺ IEEE-488（GPIB）インターフェイス
❻ 電源ライン入力アセンブリ
❼ Output 2 ヒーター
❽ Output 1 ヒーター
❾ 熱電対オプションのセンサ入力端子

由な名前ラベルが付けられるので、センサの場所などをメモする必要がなくなりました。

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る。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。

オプション入力

入力オプションカードのインストールにより、抵抗センサ／ダイオード、キャパシタンス、熱電対の入力を拡張することが可能です。インストール後は、オプション入力も他の入力と同じようにフロントパネルからラベル付けすることが可能となります。

3060 型
2 チャンネル熱電対入力カード
350 型に 2 チャンネルの熱電対入力を追加するカードです。1000K 以上の温度測定を可能にします。

3061 型
1 チャンネルキャパシタンス入力カード
350 型にキャパシタンス入力を追加するカードです。高磁場中、もしくは磁場が変化する中での低温測定の際に、磁場の影響を受けないキャパシタンスセンサへの切り替えを可能にします。

3062 型
4 チャンネルスキャナ入力カード
350 型に 4 チャンネルの抵抗センサ／ダイオードのスキャナ入力を追加するカードです。

仕様

入力仕様

標準入力および 3062	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	電気的確度（@ 25℃）	温度係数	電気的制御安定性 [8]
ダイオード	負	0 V ～ 2.5 V	10 μA ± 0.05% [9,10]	10 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.005% of rdg	(10 μV + 0.0005% of rdg) /℃	± 20 μV
		0 V ～ 10 V	10 μA ± 0.05% [9,10]	100 μV	20 μV	± 320 μV ± 0.01% of rdg	(20 μV + 0.0005% of rdg) /℃	± 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) /℃	± 0.4 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) /℃	± 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) /℃	± 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) /℃	± 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) /℃	± 40 mΩ
		0 Ω ～ 3 kΩ	1 mA [11]	10 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(3 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 40 mΩ
		0 Ω ～ 10 kΩ	1 mA [11]	100 mΩ	200 mΩ	± 0.4 Ω ± 0.02% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 40 mΩ
負温度係数抵抗温度計 10 mV	負	0 Ω ～ 10 Ω	1 mA [11]	0.1 mΩ	0.15 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 0.3 mΩ
		0 Ω ～ 30 Ω	300 μA [11]	0.1 mΩ	0.45 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.03 mΩ+ 0.0015% of rdg) /℃	± 0.9 mΩ
		0 Ω ～ 100 Ω	100 μA [11]	1 mΩ	1.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 3 mΩ
		0 Ω ～ 300 Ω	30 μA [11]	1 mΩ	4.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.3 mΩ + 0.0015% of rdg) /℃	± 9 mΩ
		0 Ω ～ 1 kΩ	10 μA [11]	10 mΩ	15 mΩ +0.002%of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 30 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 3 kΩ	3 μA [11]	10 mΩ	45 mΩ +0.002%of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(3 mΩ + 0.0015% of rdg) /℃	± 90 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 10 kΩ	1 μA [11]	100 mΩ	150 mΩ +0.002%of rdg	± 1.0 Ω ± 0.04% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 300 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 30 kΩ	300 nA [11]	100 mΩ	450 mΩ +0.002%of rdg	± 2.0 Ω ± 0.04% of rdg	(30 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 900 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 100 kΩ	100 nA [11]	1 Ω	1.5 Ω +0.005%of rdg	± 10.0 Ω ± 0.04% of rdg	(100 mΩ + 0.002% of rdg) /℃	± 3 Ω ± 0.01% of rdg
熱電対 3060	正	± 50 mV	NA	0.1 μV	0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% of rdg [12]	(0.1 μV + 0.001% of rdg) /℃	± 0.8 μV
キャパシタンス 3061	正 or 負	0.1 ～ 15nF	3.496kHz 1mA 方形波	0.1pF	0.05pF	± 50pF ± 0.1%of rdg	2.5pF/℃	0.1pF
		1 ～ 150nF	3.496kHz 10mA 方形波	1pF	0.5pF	± 50pF ± 0.1%of rdg	5pF/℃	1pF

[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気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確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] 確度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

センサ入力仕様

	本体、3062		3060 オプション	3061 オプション
	抵抗温度計	ダイオード	熱電対	キャパシタンス
測定形式	4 線差動	4 線差動	2 線差動、室温補償	4 線差動、デューティーサイクル可変
センサ駆動方式	定電流、電流反転機能	10μA 定電流（1mA も可）	N/A	電流源 3.496kHz 方形波
対応センサ	100 Ω 白金 1000 Ω 白金 ゲルマニウム CGR Cernox® 酸化ルテニウム	シリコン GaAlAs	ほとんどの熱電対	CS-501GR
標準カーブ	PT-100 PT-1000 RX-102A RX-202A	DT-470 DT-670 DT-500-D DT-500-E1	Type E Type K Type T AuFe 0.07% vs Cr AuFe 0.03% vs Cr	N/A
入力コネクタ	6-pin DIN	6-pin DIN	セラミック絶縁端子台	6-pin DIN

温度測定部

入力数　4（スキャナカードオプションで最大 8）
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
入力確度　センサに依存する（入力仕様表を参照のこと）
測定分解能　センサに依存する（入力仕様表を参照のこと）
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、スキャナ部の入力は毎秒 2 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
ユーザカーブ　200 ポイントのユーザ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　読み値の 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／開ループ
更新レート　10 回／秒
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　センサに依存する　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（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

	25 Ω の場合	50 Ω の場合
ヒーター出力タイプ	可変 DC 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 段当り 1/10 に電力が減少する）	
ヒーターノイズ（<1kHz）RMS	0.12 μ A 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

	25 Ω の場合	50 Ω の場合
ヒーター出力タイプ	可変 DC 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 段当り 1/10 に電力が減少する）	
ヒーターノイズ（<1kHz）RMS	0.12 μ A 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　閉ループデジタル PID、ゾーン設定付き PID、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
チューニング　オートチューニング（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　センサに依存する　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：0 ～ 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
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
　ウォームアップモード　連続または自動 OFF
モニタ出力設定
　スケール　ユーザによる選択可
　データソース　温度あるいはセンサ単位
　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 回／秒
電圧範囲	± 10 V
分解能	16-bit, 0.3 mV
確度	± 2.5 mV
ノイズ	0.3 mV RMS
最小負荷抵抗	1 k 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　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、センサ単位、最大値、最小値
表示更新レート	毎秒 2 回
温度表示分解能	0.0001（範囲：0 ～ 99.9999）, 0.001（範囲：100 ～ 999.999）、0.01（範囲：＞ 1000）
センサ単位表示分解能	センサに依存する　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	温度表示分解能に同じ（実際の分解能はセンサに依存する）
ヒーター出力値表示	電力または電流値のフルスケールに対する % 値を表示
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、アラーム、チューニング
LED インジケータ	リモート、Ethernet 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）
フロントパネル機能	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

インターフェイス

GPIB（IEEE-488.2）

機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
読み取りレート	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（詳細は問合せください）

USB

機能	標準 RS232 シリアルポートをエミュレート
ボードレート	57,600
コネクタ	B タイプ USB
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（詳細は問合せください）

Ethernet

機能	TCP/IP、Web インターフェイス、カーブハンドラー、設定バックアップ、チャートレコーダ
コネクタ	RJ-45
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（詳細は問合せください）

アラーム

数	4、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単位
設定項目	ソース、目標温度上限、目標温度下限、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	上限、下限、または両方のアラーム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 × 14.5in)、フルラック
重量	7.6 kg (16.8 lb)
規格	CE マーク、RoHS

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 / 抵抗温度センサ対応
336-3060	温度コントローラ（3060 熱電対入力カード内蔵）
336-3061	温度コントローラ（3061 キャパシタンス入力カード内蔵）
336-3062	温度コントローラ（3062 4CH スキャナカード内蔵）

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
G-106-233	センサ入力コネクタオス 6 ピン
G-106-755	ハーモニカ端子台 10 ピン
—	校正証明書
119-048	336 型英文マニュアル 和文マニュアル

オプション

3060	2 チャンネル熱電対入力カード
3061	キャパシタンス入力カード
3062	4 チャンネルスキャナカード（抵抗温度計／ダイオード入力）

別売アクセサリー

112-117	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 3m
112-118	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 6m
112-180	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 10m
CAL-336-CERT	336 型の再校正（校正証明書のみ）
CAL-336-DATA	336 型の再校正（校正証明書と試験成績書）
RM-1	ラックマウントキット（フルラックサイズ）

335型 温度コントローラ

特長

- 最低温度 300mK
- 2チャンネルセンサ入力
  - ダイオード、抵抗センサ対応
  - 熱電対はオプション
  - 熱起電力誤差を補償する電流反転機能
- 2つのPIDコントロールループ
  - 出力1：75W、出力2：1W
  - 出力1：50W、出力2：25W
- センサに名前付けが可能に
- USB、GPIB標準
- 出力2を外部制御用出力±10Vとしても使用可能
- リレー、アラーム機能

概要

335型は従来品の331型、332型よりも操作性、性能が改善した製品です。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。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、お客様の様々なご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ラインナップ（ダイオード、抵抗温度センサ、熱電対）をサポートしています。自動センサ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および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インターフェイ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。

センサ入力

335型は、ダイオードとRTD温度センサに対応した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。センサの入力部には24ビットの高分解能アナログーデジタル変換機、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で発生する熱起電力（EMF）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（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（特に負の温度係数を持ったセンサ）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。

335 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 件まで保存できます。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抵抗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 社製無償 Windows 用ソフトウェア Curve Handler をインストールすると、PC に保存してある温度センサの校正データを 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ブ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、またセットリ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 は電圧モードに設定できます。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。

安全策として入力温度の制限設定が用意されています。それぞれの入力に対して温度制限値を設定できます。もしどれかひとつのセンサが制限を越える値を示した場合すべての制御系を自動停止します。

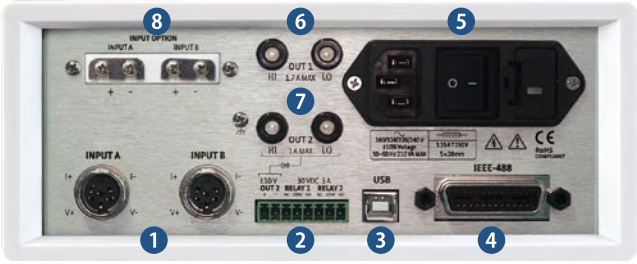
インターフェイス

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イスから 335 型が持っているほとんどの機能をコントロールできます。また、Lake Shore はセンサの校正カーブを扱うソフトウェア（Curve Handler）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 インターフェイ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 インターフェイスを使えば、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。

センサ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て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

❶ センサ入力コネクタ
❷ ターミナルブロック（リレーおよびアナログ出力）
❸ USB インターフェイス
❹ IEEE-488 インターフェイス
❺ 電源入力
❻ ヒーター出力 1
❼ ヒーター出力 2
❽ 熱電対入力オプション有り

設定可能なディスプレイ

335 型は、明るい真空蛍光ディスプレイを採用し同時に 4 つの読み取り値を表示できます。2 つの制御ループを表示することも、または 1 つの入力だけ表示する事も可能で、その場合はより詳細に表示することができます。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、それぞれのセンサ入力にラベルを定義できるためセンサの場所などをメモする必要がなくなりました。

2 つの入力 / 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 型　熱電対入力のオプション

追加可能な 3060 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、熱電対温度センサを使わない時には、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。

センサセレクション

センサ温度範囲（センサは別売）

		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 ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ～ 375 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ～ 325 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ～ 325 K	T > 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ～ 325 K	T > 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ～ 500 K	T > 4.2 K & B ≦ 5 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 K & B ≦ 2.5 T
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ～ 673 K	T > 40 K & B ≦ 2.5 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ～ 500 K	T > 77 K & B ≦ 8 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ～ 325 K	T > 77 K & B ≦ 8 T
負温度係数抵抗温度計	Cernox®	CX-1010	0.3 K ～ 325 K[1]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1030-HT	0.3 K ～ 420 K[1,3]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1050-HT	1.4 K ～ 420 K[1]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1070-HT	4 K ～ 420 K[1]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1080-HT	20 K ～ 420 K[1]	T > 2 K & B ≦ 19 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 K & B ≦ 19 T
	カーボングラス	CGR-1-1000	1.7 K ～ 325 K[2]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	カーボングラス	CGR-1-2000	2 K ～ 325 K[2]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	酸化ルテニウム	RX-102	0.3 K ～ 40 K[3]	T > 2 K & B ≦ 10 T
	酸化ルテニウム	RX-103	1.4 K ～ 40 K	T > 2 K & B ≦ 10 T
	酸化ルテニウム	RX-202	0.3 K ～ 40 K[3]	T > 2 K & B ≦ 10 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：≦ 5 mk

シリコンダイオード温度センサは 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確度を必要とせず、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。

Cernox® 抵抗温度センサは薄膜センサで 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。このセンサは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度センサは 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。

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	電気的確度[6]	温度係数	電気的制御安定性[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) /℃	± 20 μV
		0 V ～ 10 V	10 μA ± 0.05%[2,3]	1 mV	20 μV	± 320 μV ± 0.01% of rdg	(20 μV + 0.0005% of rdg) /℃	± 40 μV
正温度係数抵抗温度計	正	0 Ω ～ 10 Ω	1 mA[4]	1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 0.4 mΩ
		0 Ω ～ 30 Ω	1 mA[4]	1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.03 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 0.4 mΩ
		0 Ω ～ 100 Ω	1 mA[4]	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 4 mΩ
		0 Ω ～ 300 Ω	1 mA[4]	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.3 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 4 mΩ
		0 Ω ～ 1 kΩ	1 mA[4]	100 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 40 mΩ
		0 Ω ～ 3 kΩ	1 mA[4]	100 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(3 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 40 mΩ
		0 Ω ～ 10 kΩ	1 mA[4]	1 Ω	200 mΩ	± 0.4 Ω ± 0.02% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 400 mΩ
負温度係数抵抗温度計 10 mV	負	0 Ω ～ 10 Ω	1 mA[4]	1 mΩ	0.15 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 0.3 mΩ
		0 Ω ～ 30 Ω	300 μA[4]	1 mΩ	0.45 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.03 mΩ+ 0.0015% of rdg) /℃	± 0.9 mΩ
		0 Ω ～ 100 Ω	100 μA[4]	10 mΩ	1.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 3 mΩ
		0 Ω ～ 300 Ω	30 μA[4]	10 mΩ	4.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.3 mΩ + 0.0015% of rdg) /℃	± 9 mΩ
		0 Ω ～ 1 kΩ	10 μA[4]	100 mΩ	15 mΩ +0.002%of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 30 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 3 kΩ	3 μA[4]	100 mΩ	45 mΩ +0.002%of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(3 mΩ + 0.0015% of rdg) /℃	± 90 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 10 kΩ	1 μA[4]	1 Ω	150 mΩ +0.002%of rdg	± 1.0 Ω ± 0.04% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg) /℃	± 300 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 30 kΩ	300 nA[4]	1 Ω	450 mΩ +0.002%of rdg	± 2.0 Ω ± 0.04% of rdg	(30 mΩ + 0.0015% of rdg) /℃	± 900 mΩ ± 0.004% of rdg
		0 Ω ～ 100 kΩ	100 nA[4]	10 Ω	1.5 Ω +0.005%of rdg	± 10.0 Ω ± 0.04% of rdg	(100 mΩ + 0.002% of rdg) /℃	± 3 Ω ± 0.01% of rdg
熱電対 3060 オプション	正	± 50 mV	NA	1 μV	0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% of rdg[5]	(0.1 μV + 0.001% of rdg) /℃	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気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] 23.5℃ ± 1.5℃ (公称値)

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、室温補償あり
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 : 100 Ω 白金、1000Ω白金、ゲルマニウム、CGR、Cernox®、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% vs Cr AuFe 0.03% vs Cr
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	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ことで対応できる。いちど取り付けた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
入力確度	センサに依存する (入力仕様の表を参照のこと)
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
ユーザカーブ	200 ポイントのユーザ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	読み値の 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／開ループ、ウォームアップヒーターモード（出力 2 のみ）
更新レート　10 回／秒
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 DC 電流ソース		
コントロールモード	閉ループデジタル PID、マニュアルヒータ出力設定 / 開ループ		
出力 DA 分解能	16-bit		
	25 Ω の場合		50 Ω 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	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 μ A 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 DC 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	閉ループデジタル PID、マニュアルヒータ出力設定、ゾーン、開ループ		閉ループデジタル PID、マニュアルヒータ出力設定、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 μ A 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		

外部制御出力設定（出力 2 のみ）

ウォームアップヒーターモード

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　ユーザ選択可
データソース　温度もしくはセンサ単位
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 回／秒
電圧範囲　± 10 V
分解能　16-bit, 0.3 mV
確度　± 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 ～ 99.999）、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　温度表示分解能に同じ（実際の分解能はセンサに依存する）
ヒーター出力値表示　電力または電流値のフルスケールに対する% 値を表示
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）
フロントパネルの機能　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

インターフェイス

GPIB（IEEE-488.2）
- 機能　SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
- 読み取りレート　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（詳細は問合せください）

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（詳細は問合せください）

スペシャルインターフェイス　331/332 コマンドエミュレーションモード

アラーム
- 数　2 値　Hi と Lo をそれぞれの入力に対しての値
- データソース　温度あるいはセンサ単位
- 設定項目　ソース、目標温度上限、目標温度下限、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、ビー音、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	上限、下限、または両方のアラーム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、210 VA
寸法	217 mm W × 90 mm H × 317 mm D （8.5 in × 3.5 in × 14.5in）、ハーフラック
重量	5.1 kg（11.3 lb）
規格	CE マーク、RoHS

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 / 抵抗温度センサ対応、2 チャンネル制御出力
335-3060	温度コントローラ（3060 熱電対入力カード内蔵）

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
G-106-233	ヒーター入力コネクタオス 6 ピン
G-106-773	ターミナル端子台、8 ピン
119-055	335 型英文マニュアル 和文マニュアル

オプション

3060	熱電対入力カード

別売アクセサリー

112-177	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 3m
112-178	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 6m
112-180	センサ（2）／ヒーター（2）用ケーブル 10m
RM-2	19 インチラック用ラックマウントキット（2 台用）
RM-1/2	19 インチラック用ラックマウントキット（1 台用）
CAL-335-CERT	335 型の再校正（校正証明書のみ）
CAL-335-DATA	335 型の再校正（校正証明書と試験成績書）

325型 温度コントローラ

325 型の特長

- ■ 最低温度　1.2K
- ■ 2 チャンネルセンサ入力
  - • ダイオード
  - • 抵抗センサ
  - • 熱電対は、325-T1、325-T2
  - • 熱起電力誤差を補償する電流反転機能
- ■ 2 つの PID コントロールループ
  - • 出力 1：25W
  - • 出力 2：2W or 0-10V
- ■ GPIB、RS-232C 標準

注）325 型 で は Cernox® は 7.5 kΩを超えると測定できません。このような場合は、CX1010、CX1030 をご使用ください。

エントリーモデルながら 24bit ADC を採用。簡便に低温の制御が可能

センサ入力

入力回路には 24 ビットの高分解能な AD コンバータを採用。
センサ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。Cernox® であれば最低で約 2K まで、シリコンダイオードであれば 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。
センサの信号をデジタル回路のノイズから守るため、センサ回路は光学的に他の部分から絶縁されています。また、抵抗センサの測定では、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。

温度制御

独立した二つの PID 制御系は、それぞれ最大 25W と 2W のヒーターパワーを出力します。
PID 制御のヒーター出力は目標温度とセンサ温度の両方から計算されます。325 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ブンやクライオスタットのほとんどに適合します。

■ オートチューニング：
PID パラメータを自動的にチューニング。オートチューニング機能は PID パラメータ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テーブルを作成するのにも役立ちます。

■ ランプ機能：
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、またセトリング時間が過剰に長くなるのを防ぎます。

■ ゾーン設定機能：

ランプ機能と組み合わせれば、自動的にセンサと、9 段階の電流のレンジを切り替えることができ、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 いずれも基準電位はシャーシグラウンドです。

■ 出力 1：

可変 DC 電流ソース。25 Ωのヒーターに 25W の電力を連続供給することができます。

■ 出力 2：

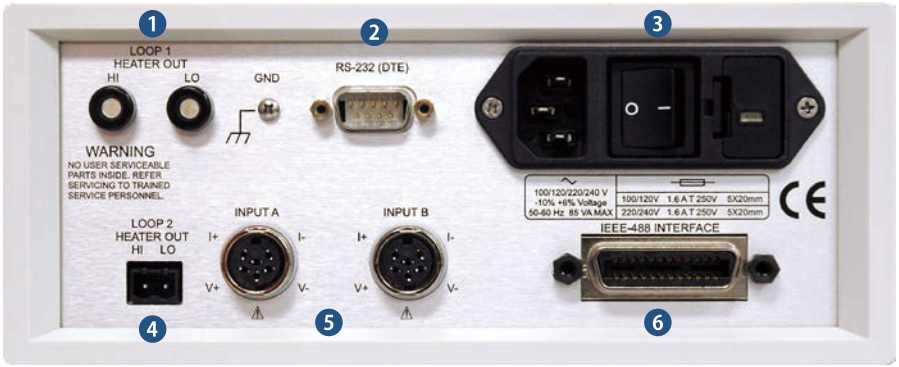
可変 DC 電圧ソース。50 Ωのヒーターに対しては 2W、25 Ωのヒーターに対して 1W の電力を供給可能。

センサセレクション

センサ温度範囲（センサは別売）

		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 ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ～ 375 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ～ 325 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ～ 325 K	T > 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ～ 325 K	T > 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ～ 500 K	T > 4.2 K & B ≦ 5 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 K & B ≦ 2.5 T
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ～ 673 K	T > 40 K & B ≦ 2.5 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ～ 500 K	T > 77 K & B ≦ 8 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ～ 325 K	T > 77 K & B ≦ 8 T
負温度係数抵抗温度計[2]	Cernox®	CX-1010	2 K ～ 325 K[5]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1030-HT	3.5 K ～ 420 K[3,6]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1050-HT	4 K ～ 420 K[3,6]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1070-HT	15 K ～ 420 K[3]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1080-HT	50 K ～ 420 K[3]	T > 2 K & B ≦ 19 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
	カーボングラス	CGR-1-500	4 K ～ 325 K[5]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	カーボングラス	CGR-1-1000	5 K ～ 325 K[5]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	カーボングラス	CGR-1-2000	6 K ～ 325 K[5]	T > 2 K & B ≦ 19 T
	酸化ルテニウム	RX-102A	1.4 K ～ 40 K[5]	T > 2 K & B ≦ 10 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：≦ 5 mk
[6] 低温側の限界は自己発熱によるもの：≦ 12 mk



325 型リアパネル

❶ ヒーター出力
❷ シリアル I/O インターフェイス
❸ 電源入力
❹ ターミナルブロック（LOOP 2 出力）
❺ センサ入力コネクタ
❻ IEEE-488 インターフェイス

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	電気的確度	電気的制御安定性[11]
ダイオード	負	0 V ～ 2.5 V	10 μA ± 0.05%[12,13]	100 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.005% rdg	± 20 μV
	負	0 V ～ 7.5 V	10 μA ± 0.05%[12,13]	100 μV	20 μV	± 320 μV ± 0.01% rdg	± 40 μV
正温度係数抵抗温度計	正	0 Ω ～ 500 Ω	1 mA[14]	10 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% rdg	± 4 mΩ
	正	0 Ω ～ 5000 Ω	1 mA[14]	100 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% rdg	± 40 mΩ
負温度係数抵抗温度計	負	0 Ω ～ 7500 Ω	10 μA ± 0.05%[14]	100 mΩ	40 mΩ	± 0.1 Ω ± 0.04% rdg	± 80 mΩ
熱電対	正	± 25 mV	無し	1 μV	0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% rdg[15]	± 0.8 μV
	正	± 50 mV	無し	1 μV	0.4 μV	± 1 μV ± 0.05% rdg[15]	± 0.8 μV

[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気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
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）
ユーザカーブ	200 ポイントのカーブデータ 15 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；校正結果はユーザカーブとして登録できる
フィルター	読み値の 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／開ループ
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	センサに依存する 入力仕様の表を参照のこと
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、室温補償あり
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、Cernox®、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	1A	0.71 A
電圧コンプライアンス	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 + 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	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
最大電圧	5 V	10 V
電流コンプライアンス	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、センサ単位
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)
表示分解能	センサに依存する　5 桁まで
他の表示可能項目	セットポイント、ヒーターレンジ、ヒーター出力値 (ユーザによる選択可)
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%
記号表示	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

インターフェイス

GPIB (IEEE-488)

機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、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
サポートソフト	LabVIEW™ ドライバ (詳細は問合せください)

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、RoHS

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
G-106-233	センサ入力コネクタオス 6 ピン
G-106-735	ハーモニカ型端子台、2 ピン
—	校正証明書
119-041	325 型英文マニュアル 和文マニュアル

別売アクセサリ

112-177	センサ (2) ／ヒーター (2) 用ケーブル 10FT
112-178	センサ (2) ／ヒーター (2) 用ケーブル 20FT
112-180	センサ (2) ／ヒーター (2) 用ケーブル 33FT
6201	GPIB ケーブル、長さ 1 m (3.3 ft)
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″)
106-009	ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ
G-106-233	センサ入力コネクタオス 6 ピン
G-106-735	ハーモニカ型端子台、2 ピン

224型 12ch 低温温度モニタ

224 型の特長

- 入力数：12ch
- センサタイプ：抵抗温度計、ダイオード（全チャンネル独立に選択可）
- 最低温度：Cernox® で 300mK
- 最少エキサイテーション：100nA
- 電流反転機能あり
- 校正データ数：39 保存可能
- 直感的なユーザインターフェイス
- フロントパネル：センサ入力にラベル付け
- フルラックサイズ
- Ethernet、USB、GPIB 標準
- CE マーク、RoHS

主な用途

- 低温実験における多チャンネル温度測定
- 低温と高温測定の幅広い温度測定
- デュア、LHe クライオスタットの温度モニタ（>4.2K）
- CCR（Closed-Cycle Refrigerators）の 3 ～ 4K 測定
- He-4（1.4K）、He-3（300mK）ポンピングシステム

概要

224 型 12ch 低温温度モニタは、低温から高温までの幅広い温度範囲で最大 12 個の温度センサを容易かつ高精度に測定可能な温度モニタで、特に低温領域において高精度な温度測定が可能です。温度センサに Lake Shore 社製 Cernox® センサを使用した場合、低温側は 300mK まで、幅広い温度測定範囲において信頼性と再現性のある温度測定を実現します。また、224 型は Cernox® センサに加えて、NTC RTD（負温度係数抵抗温度計）、Pt のような PTC RTD（正温度係数抵抗温度計）および DT-670（DT-470）ダイオードセンサに対応しています。

入力チャンネルの設定

224 型は独立した 12 個の 6- ピン DIN 入力コネクタを採用しており、異なる温度センサをさまざまなポイントでほぼ同時に測定することが可能です。
input A および B の 2 個のセンサ入力は、独立していてスキャナ方式ではないため、読取速度は 10 回 / 秒です。また、残りの 10 個のセンサ入力はスキャナ方式です（input C および D はそれぞれ 5 個づつのグループ）。これらスキャナ方式での読取速度はセンサの数により異なりますが、1 ～ 10 回 / 秒です。

4 input ボタン（A、B、C または D）のいずれかを押して、表示やパラメータを変更します

224 型は 4 つの 24-bit　ADC を用いた高速・高分解能測定器です。また、光絶縁された入力回路は、電源ノイズを減らし温度測定の再現性を高めています。さらに電流反転機能は、抵抗センサを使用する場合に発生する熱起電力（EMF）を除去できます。加えて 9 種ものエキサイテーション電流が用意されているため NTC RTD（負温度係数抵抗温度計）を使用した場合 300mK までの温度測定が可能となります。オートレンジ使用時には、測定電圧が 10mV を超えないように自動的にレンジが選択されます。これは、センサの自己発熱につながる消費電力（W）を最小に抑え、正確な温度測定を行うためです。

ローカル / リモート温度測定

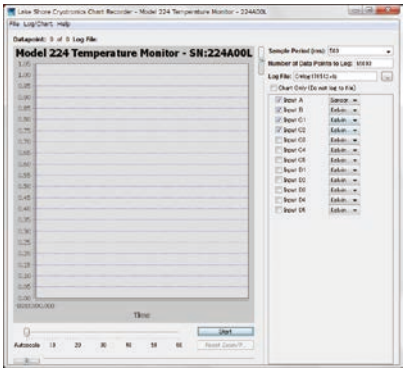
224 型はフロントパネルの LED モニタに同期した 12 個の読み値を表示することができます。また、1 個のセンサ入力をより詳細に表示することも可能です。
加えて、ネットワークを介して温度モニタリングすることもできます。具体的には、224 型の Ethernet ポートを使用し構築されたネットワーク上のローカル PC や遠隔地から TCP/IP で温度モニタやデータを取得することが可能です。
付属の「チャートレコーダ」は、Ethernet にてリアルタイムに時系列グラフ表示や保存が可能なデータ収集ソフトウェアです。
また、USB や GPIB インターフェイスも標準装備されており、これらを用いて温度をモニタしたりデータ収集システムを構築することも可能です。

直感的な設定ディスプレイ

224 型のフロントパネルには 23 個のキーパットがあり、直感的なユーザインターフェイスが用意されています。
ユーザはセンサ入力にラベルをつけることができるので、センサ設置場所や設定などを思い出す手間を省くことができるようになりました。

カスタムラベルが付いた 4 個のセンサ入力を表示

無償ソフトウェア



Curve Handler ー 校正データ転送ソフトウェア

- Ethernet、USB、GPIB で接続可能。
- 校正付温度センサをご購入いただくと CD-ROM に収録されています。I/F を介して校正データを機器のメモリに転送します。

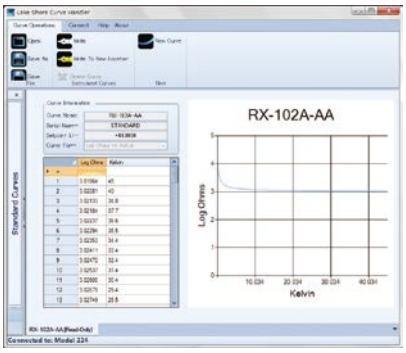


Chart Recorder ー リアルタイムデータ収集ソフトウェア

- Ethernet、USB、GPIB で接続可能。
- 簡単設定でリアルタイム表示。
- .csv 形式で保存可能。

224 型リアパネル

❶ センサ入力コネクタ
❷ 電源入力
❸ ターミナルブロック（リレー）
❹ Ethernet インターフェイス
❺ USB インターフェイス
❻ IEEE-488（GPIB）インターフェイス

センサセレクション

センサ温度範囲（センサは別売）

		型式	使用可能範囲	磁場条件
負温度係数抵抗温度計	Cernox®	CX-1010	0.3 K ～ 325 K[1]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1030-HT	0.3 K ～ 420 K[1,2]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1050-HT	1.4 K ～ 420 K[1]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1070-HT	4 K ～ 420 K[1]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1080-HT	20 K ～ 420 K[1]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	ゲルマニウム	GR-300-AA	0.35 K ～ 100 K[2]	推奨しない
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	1.8 K ～ 100 K[2]	推奨しない
	酸化ルテニウム	RX-102	0.3 K ～ 40 K[2]	T ＞ 2 K & B ≦ 10 T
	酸化ルテニウム	RX-103	1.4 K ～ 40 K	T ＞ 2 K & B ≦ 10 T
	酸化ルテニウム	RX-202	0.3 K ～ 40 K[2]	T ＞ 2 K & B ≦ 10 T
ダイオード	シリコンダイオード	DT-670-SD	1.4 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ～ 375 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ～ 325 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ～ 325 K	T ＞ 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ～ 325 K	T ＞ 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ～ 500 K	T ＞ 4.2 K & B ≦ 5 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 K & B ≦ 2.5 T
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ～ 673 K	T ＞ 40 K & B ≦ 2.5 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ～ 500 K	T ＞ 77 K & B ≦ 8 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ～ 325 K	T ＞ 77 K & B ≦ 8 T

[1] HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325K となる。
[2] 低温側の限界は自己発熱によるもの：≦ 5mK

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	電気的確度（25℃）	測定温度係数
負温度係数抵抗温度計 10mV	負	0 Ω ～ 10 Ω	1 mA[3]	0.1 mΩ	0.15 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 30 Ω	300 μA[3]	0.1 mΩ	0.45 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg	(0.03 mΩ + 0.0015% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 100 Ω	100 μA[3]	1 mΩ	1.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 300 Ω	30 μA[3]	1 mΩ	4.5 mΩ	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg	(0.3 mΩ + 0.0015% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 1 kΩ	10 μA[3]	10 mΩ	15 mΩ +0.002% of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 3 kΩ	3 μA[3]	10 mΩ	45 mΩ +0.002% of rdg	± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg	(3 mΩ + 0.0015% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 10 kΩ	1 μA[3]	100 mΩ	150 mΩ +0.002% of rdg	± 1.0 Ω ± 0.04% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 30 kΩ	300 nA[3]	100 mΩ	450 mΩ +0.002% of rdg	± 2.0 Ω ± 0.04% of rdg	(30 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 100 kΩ	100 nA[3]	1 Ω	1.5 Ω +0.005% of rdg	± 10.0 Ω ± 0.04% of rdg	(100 mΩ + 0.002% of rdg)/℃
ダイオード	負	0 V ～ 2.5 V	10 μA ± 0.05%[4,5]	10 μV	10 μV	± 80 μV ± 0.005% rdg	(10 μV + 0.0005% of rdg)/℃
		0 V ～ 10 V	10 μA ± 0.05%[4,5]	100 μV	20 μV	± 320 μV ± 0.01% rdg	(20 μV + 0.0005% of rdg)/℃
正温度係数抵抗温度計	正	0 Ω ～ 10 Ω	1 mA[3]	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.01 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 30 Ω	1 mA[3]	0.1 mΩ	0.2 mΩ	± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg	(0.03 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 100 Ω	1 mA[3]	1 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.1 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 300 Ω	1 mA[3]	1 mΩ	2 mΩ	± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg	(0.3 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 1 kΩ	1 mA[3]	10 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(1 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 3 kΩ	1 mA[3]	10 mΩ	20 mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg	(3 mΩ + 0.001% of rdg)/℃
		0 Ω ～ 10 kΩ	1 mA[3]	100 mΩ	200 mΩ	± 0.4 Ω ± 0.02% of rdg	(10 mΩ + 0.001% of rdg)/℃

[3] 電流ソースの誤差は校正により除去されています。
[4] 温流ソースの誤差は測定確度に無視できるほどの影響である。
[5] ダイオード温度計の駆動電流は 1mA に設定することもできる。

センサ入力部

	抵抗温度計 / ダイオード
測定形式	4 線式差動
センサ駆動方式	定電流ソース：(抵抗温度計には電流反転機能つき)
対応しているセンサ	抵抗温度計：Cernox®、100 Ω 白金抵抗、1000 Ω 白金抵抗、ゲルマニウム、カーボングラス、酸化ルテニウム ダイオード：シリコン、GaAlAs
標準カーブ	DT-670、DT-470、DT-500-D、DT-500-E1、PT-100、PT-1000、RX-102A、RX-202A
入力コネクタ	6 ーピン DIN

温度測定部

入力数	12 (2ch は独立、残り 10ch はスキャナ方式)
入力タイプ	上記でサポートされている温度計 独立でフロントパネルで設定可能
絶縁性	センサ入力は他の回路から光絶縁されているが他のセンサとは絶縁されていない
A/D 分解能	24-bit
入力確度	センサに依存する (入力仕様表を参照のこと)
測定分解能	センサに依存する (入力仕様表を参照のこと)
更新レート	10 回 / 秒　：スキャナ入力なしの場合 5 回 / 秒　：100kΩ 負温度係数抵抗温度計で電流反転機能を使用する場合 2 回 / 秒　：スキャナを使用する場合 ※ 更新レートは、入力数により異なります。
オートレンジ	あり
ユーザカーブ	200 ポイントのカーブデータ 39 件分の記憶領域 (CalCurves™ またはユーザカーブ)
SoftCal™	30K から 375K の範囲で DT-470 型ダイオード温度計の確度を ± 0.25K に改善、70K から 325K の範囲で白金抵抗温度計の確度を ± 0.25K に改善する。
演算機能	最大および最小
フィルター	読み値の 2 から 64 回の平均

フロントパネル

ディスプレイ	文字表示　8 行 × 40 列、LCD (LED バックライト)
表示領域	1 ～ 12 箇所
表示単位	K、℃、V、mV、Ω
データソース	温度、センサ単位、最大、最小
ディスプレイ更新レート	2 回 / 秒
温度表示分解能	0.0001 (0 ～ 99.9999) 0.001 (100 ～ 999.999) 0.01 (1000 以上)
表示分解能	センサに依存する　6 桁まで
その他の表示	入力したラベル名
記号表示	アラーム
LED 表示	リモート、Ethernet ステータス、アラーム
キーパッド	23 キー
フロントパネル	カーブ入力、ディプレイ輝度調節、キーロック

インターフェイス

GPIB (IEEE-488)

機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL 1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
読み取りレート	それぞれの入力において 10 回 / 秒以下
ソフトウェアサポート	LabVIEW™ ドライバ (詳細は問合せください)

USB

機能	標準 RS-232 シリアルポートをエミュレート
ボードレート	57,600
コネクタ	B タイプ USB
読み取りレート	それぞれの入力において 10 回 / 秒以下
ソフトウェアサポート	LabVIEW™ ドライバ (詳細は問合せください)

Ethernet

機能	TCP/IP、Web インターフェイス
コネクタ	RJ-45
読み取りレート	それぞれの入力において 10 回 / 秒以下
ソフトウェアサポート	LabVIEW™ ドライバ (詳細は問合せください)

アラーム

数	12、各入力に対して Hi/Low
データソース	温度またはセンサ単位
設定	ソース、Hi セットポイント、Lo セットポイント、デットゾーン、ラッチ / ノンラッチ、音 on/off、表示 on/off
アクチュエータ	表示記号、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	30VDC @ 3A
動作	上限、下限、または両方のアラームによりリレーが動作する。マニュアル動作も可。
コネクタ	取り外し可能な端子台

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、240VAC、± 10%、50/60Hz、35VA
寸法	435mm W × 89 mm H × 368 mm D (17in × 3.5in × 14.5in)、フルラック
重量	7.6 kg
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

224	12ch 低温温度モニタ

標準付属品

G-106-233	センサ入力コネクタ
106-737	6- ピンターミナルブロック
119-062	英文マニュアル
ー	校正証明書 和文マニュアル

別売アクセサリ

RM-1	ラックマウントキット
CAL-224-CERT	224 再校正費用 (校正証明書付き)
CAL-224-DATA	224 再校正費用 (校正証明書と試験成績書付き)
G-106-233	センサ入力コネクタ
106-737	6- ピンターミナルブロック
119-062	英文マニュアル

218型 温度モニタ

218 型の特長

- ■ 8 チャンネル 同時読み取り表示
- ■ 読み取り速度　8 センサ読み取り×毎秒 2 回
- ■ 多彩なセンサに対応
  - • 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
- ■ 低温および高温　両方のアプリケーションに対応
- ■ 高精度、高分解能
- ■ GPIB インターフェイス (218S 型)

注）218 型 で は Cernox® は 7.5 kΩを超えると測定できません。このような場合は、CX1010、CX1030 をご使用ください。

8ch のスタンダードモデル。GPIB インターフェイスも備え、リモート制御にも対応

センサ入力

218 型は、Cernox® を始め、Rox™ や白金抵抗温度センサを含む抵抗温度センサ、シリコンダイオードに対応しています。
8 つのセンサ入力それぞれに電流ソースが用意されており、チャンネル間の干渉を防ぎます。

※ ch1-4、ch5-8 は同一種類のセンサ設定となります。

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™ ※1 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。

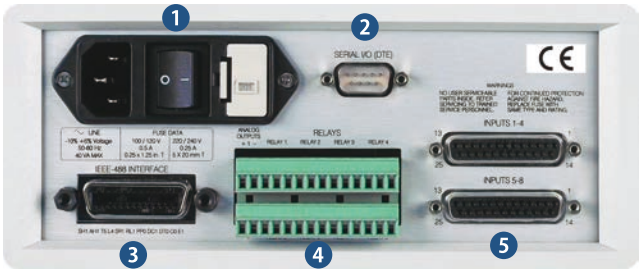
※1 Lake Shore の SoftCal™ は従来の個別の校正より安価に、かつ標準温度カーブより高い精度を必要とする用途に最適です。対応するセンサは白金抵抗とシリコンダイオード温度計です。 この校正方法は標準カーブが持っている予測が可能であるという性質を利用して、いくつかの既知の温度基準点でセンサの確度を改善するものです。

インターフェイスの違い

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 インターフェイス	■	■
IEEE-488 インターフェイス	■	
アナログ出力（2 チャンネル）	■	
リレー（8）	■	

コンピュータインターフェイス

Ethernet、USB、GPIB を標準搭載。リモート通信、リモート制御、他のシステムとの連携を可能にします。
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イスの種類です。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イ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イスが装備されています。アナログの出力は 2 チャンネル、そしてアラーム機能と 8 つのリレーを内蔵し、システム構築に有効です。



218 型リアパネル

1. 電源入力
2. RS232C インターフェイス
3. IEEE-488 インターフェイス（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. センサ入力コネクタ

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	電気的確度
ダイオード	負	0 V ～ 2.5 V	10 μA ± 0.05%[9]	100 μV	20 μV	± 200 μV ± 0.01% of rdg
	負	0 V ～ 7.5 V	10 μA ± 0.01%[9]	100 μV	20 μV	± 350 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	± 0.06 Ω ± 0.02% of rdg
	正	0 Ω ～ 500 Ω	1 mA ± 0.3%[10]	10 mΩ	2 mΩ	± 0.06 Ω ± 0.02% of rdg
	正	0 Ω ～ 5000 Ω	1 mA ± 0.3%[10]	100 mΩ	20 mΩ	± 0.4 Ω ± 0.04% of rdg
負温度係数	負	0 Ω ～ 7500 Ω	10 μA ± 0.01%[9]	100 mΩ	50 mΩ	± 0.8 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 4 個が一つのグループとなる。同一グループ内のセンサは同じ種類でなければならない。
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	トータル毎秒 16 回
ユーザカーブ	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
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 から 64 回の平均

センサ入力の設定

	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	ダイオード：シリコン、GaAlAs 抵抗温度計：100 Ω 白金抵抗、1000 Ω 白金、ゲルマニウム、カーボングラス、Cernox®、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、センサ単位、最大、最小、リニア演算
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）
表示分解能	センサに依存する　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）
フロントパネル	カーブ入力、キーロック

インターフェイス

GPIB（IEEE-488.2）（218S）

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（詳細は問合せください）

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、センサ単位、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、デットバンド、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	ユーザセレクト
更新レート	毎秒 16 回
データソース	温度、センサ単位、リニア演算
範囲	± 10 V
分解能	1.25 mV
確度	± 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	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、18 VA
寸法	216 mm W × 89 mm H × 318 mm D （8.5 in × 3.5 in × 12.5 in）、ハーフラックサイズ
重量	3 kg（6.6 lb）
規格	CE マーク、RoHS

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（GPIB、アナログ出力、リレー付）
218E	8CH 温度モニター

標準付属品

	218S/218E 型用 英文マニュアル / 和文マニュアル
G-106-253	センサ入力コネクタ、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）
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	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
CAL-218-CERT	218 型の再校正（校正証明書のみ）
CAL-218-DATA	218 型の再校正（校正証明書と試験成績書）

センサセレクション

センサの性能表（ティピカル）

	型式	温度	抵抗 / 電圧	センサの感度[7] (Typ.)	測定分解能（温度換算）	電気的確度（温度換算）	温度確度（電気的確度、CalCurve、校正済みセンサの確度を含む）
シリコンダイオード	DT-670-SD 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	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
Cernox® CX-1050	CX-1050-SD-HT[8] 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	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
カーボングラス	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] 掲載したセンサを校正したとしてティピカルなセンサ感度とした。
[8] HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

211型 温度モニタ

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 or 4-20 mA
- 大型 5 桁 LED 表示
- 通信インターフェイス
  - RS-232C
- リレー／アラーム

概要

211 型は高精度、高分解能な小型温度モニターです。PC とのインターフェイ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。

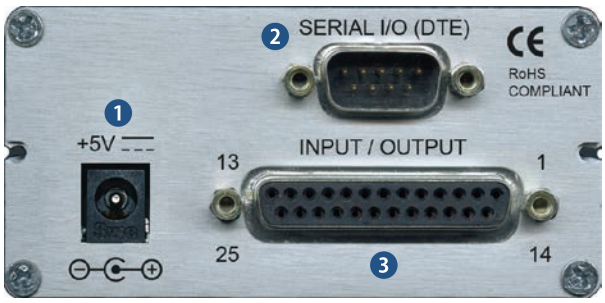
温度応答カーブは使用するセンサに応じて測定した電圧や抵抗を温度に変換するために使われます。シリコンダイオード温度計と白金抵抗温度計の温度カーブは標準の温度カーブとしてあらかじめファームウェアに登録されています。PC から温度カーブを 211 型の不揮発メモリに登録することもできます。

インターフェイス

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イスやリレーなどの他のインターフェイ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イ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イスを経由した場合、毎秒 7 回の更新ができます。LED ディスプレイは毎秒 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 4-20 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 ディスプレイを採用しています。表示できる単位は K、℃、V、Ω です。



211 型リアパネル

❶ 電源入力
❷ シリアル I/O インターフェイス (RS-232C)
❸ アナログ出力

センサセレクション

組み合わせ時の使用可能範囲（センサは別売です）

		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 ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-670E-BR	30 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-414	1.4 K ～ 375 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-421	1.4 K ～ 325 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-470-SD	1.4 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	シリコンダイオード	DT-471-SD	10 K ～ 500 K	T ≧ 60 K & B ≦ 3 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-P	1.4 K ～ 325 K	T ＞ 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-PL	1.4 K ～ 325 K	T ＞ 4.2 K & B ≦ 5 T
	GaAlAs ダイオード	TG-120-SD	1.4 K ～ 500 K	T ＞ 4.2 K & B ≦ 5 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 K & B ≦ 2.5 T
	100 Ω 白金抵抗	PT-111	14 K ～ 673 K	T ＞ 40 K & B ≦ 2.5 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-800-4	1.4 K ～ 500 K	T ＞ 77 K & B ≦ 8 T
	ロジウム鉄抵抗	RF-100T/U	1.4 K ～ 325 K	T ＞ 77 K & B ≦ 8 T
負温度係数抵抗温度計[1]	Cernox®	CX-1010	2 K ～ 325 K[4]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1030-HT	3.5 K ～ 420 K[2,5]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1050-HT	4 K ～ 420 K[2,5]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1070-HT	15 K ～ 420 K[2]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 T
	Cernox®	CX-1080-HT	50 K ～ 420 K[2]	T ＞ 2 K & B ≦ 19 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
	酸化ルテニウム	RX-102A	1.4 K ～ 40 K[4]	T ＞ 2 K & B ≦ 10 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確度を必要とせず、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。

Cernox® 抵抗温度計は薄膜センサで 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：≦ 5 mk
[5] 低温側の限界は自己発熱によるもの：≦ 12 mk

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	電気的確度	温度係数
ダイオード	負	0 V to 2.5 V	10 μA ± 0.05%[8]	100 μV	20 μV	± 200 μV ± 0.01% of rdg	± 10 μV ± 5 PPM of rdg / ℃
	負	0 V to 7.5 V	10 μA ± 0.05%[8]	100 μV	20 μV	± 350 μV ± 0.02% of rdg	± 20 μV ± 5 PPM 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	± 0.06 Ω ± 0.02% of rdg	± 0.2 mΩ ± 5 PPM of rdg / ℃
	正	0 Ω to 500 Ω	1 mA ± 0.3%[9]	10 mΩ	2 mΩ	± 0.06 Ω ± 0.02% of rdg	± 0.2 mΩ ± 5 PPM of rdg / ℃
	正	0 Ω to 5000 Ω	1 mA ± 0.3%[9]	100 mΩ	20 mΩ	± 0.4 Ω ± 0.04% of rdg	± 2.0 mΩ ± 5 PPM of rdg / ℃
負温度係数	負	0 Ω to 7500 Ω	10 μA ± 0.05%[8]	100 mΩ	50 mΩ	± 0.8 Ω ± 0.04% of rdg	± 20 mΩ ± 15 PPM of rdg / ℃

[8] 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
[9] 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
入力設定	対応しているセンサはフロントパネルの操作だけで設定可能
絶縁	測定回路はシャーシグラウンドから絶縁されていない
A/D 変換分解能	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	毎秒 7 回
ユーザカーブ	200 ポイントのカーブデータ 1 件分の記憶領域

センサ入力の設定

	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	ダイオード：シリコン、GaAlAs 抵抗温度計：100 Ω 白金抵抗、1000 Ω 白金、ゲルマニウム、カーボングラス、Cernox®、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、℃、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	センサに依存する　5 桁まで
表示	記号 K、℃、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

インターフェイス

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 回まで

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	± 5.0 μA
分解能	0.3 mV	0.6 μV
最小負荷抵抗	500 Ω	N/A
コンプライアンス電圧	N/A	10 V
負荷レギュレーション	N/A	± 0.02% of reading 0 to 500 Ω

	温度	電圧、抵抗（fixed by type）
スケール：	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	電圧／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 10℃～ 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
119-043	211 型用 英文マニュアル

別売アクセサリ

G-106-253	センサ入力コネクタ、25 ピン DB-25 D-sub（1 個）
G-106-264	DB-25 用フード（1 個）
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
CAL-211-CERT	211 型の再校正（校正証明書のみ）
CAL-211-DATA	211 型の再校正（校正証明書と試験成績書）

240シリーズ　温度モジュール

240 シリーズの特長

- センサ入力数
  2　(240-2P 型)
  8　(240-8P 型)
- 最低温度：1K
- 電流反転機能
- PROFIBUS 対応

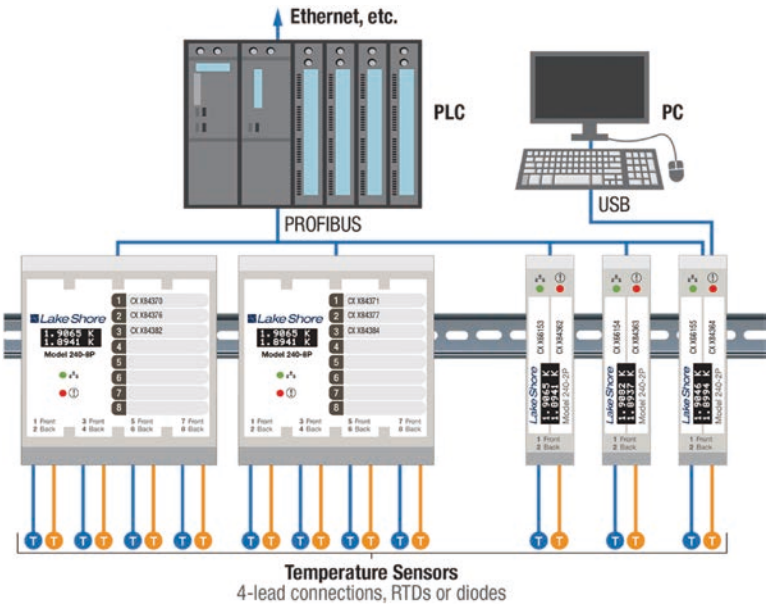
主な用途

- PROFIBUS 対応。
  PLC ベースの制御システムに統合可能
- Lake Shore 社が培ってきた回路設計技術によりセンサ - 測定器間の長距離配線に対応
- DIN レールマウントに対応
  簡易に増設・電源供給・PLC 接続が可能

概要

240 型低温測定用センサ入力モジュールの特徴は以下になります。

- 2 個もしくは 8 個の低温センサ入力
- Lake Shore 社の Cernox® センサ、白金センサ、他の負温度係数抵抗センサ、ダイオードセンサ DT-670 に対応
- 1 つのモジュールで測定値から校正温度に変換可能
- 測定温度は 1K ～ 800K
- 電流反転機能により、熱起電力のオフセットを最小化
- フロントパネルにある有機 EL ディスプレイ表示により温度と現在のステータスを表示
- USB 接続にて装置の設定が可能
- PROFIBUS-DP 通信により分散型 PLC ベースの制御システムに統合可能
- 容易に DIN レールにマウントでき、背面にて電源とネットワークへの統合が可能

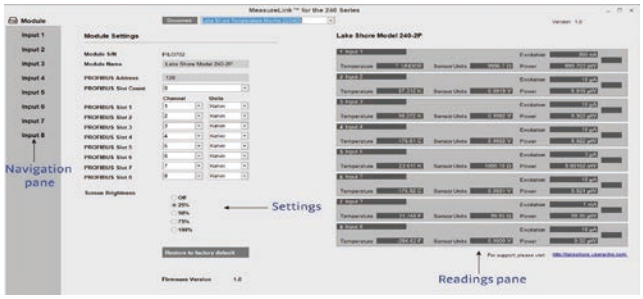


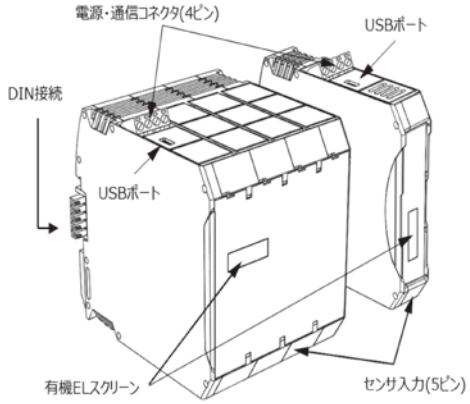
240 型低温測定用センサ入力モジュールは、便利なモジュラ入力形式により、大規模な分散型 PLC ベースの制御アプリケーションにおいて、低温温度センサの高精度の温度モニタが可能です。

Lake Shore 社のベンチトップ型の低温用測定機器は世界中で信頼されて使用されています。240 型は、粒子加速器や核融合炉のような巨大な物理学実験や他の大規模な産業の分野で、これらと同様の測定パフォーマンスを達成することができます。

MeasureLINK™

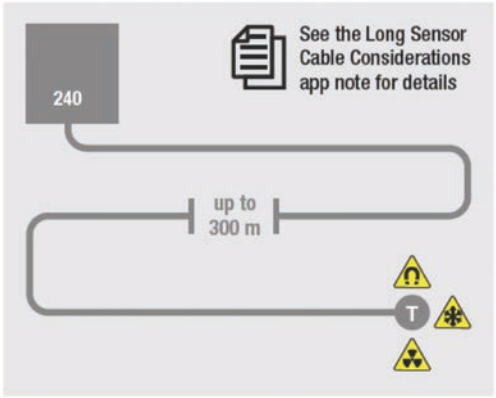
Lake Shore 社では、ソフトウェア MeasureLINK™ を提供しています。このソフトウェアを使用することにより、温度カーブを 240 シリーズに非常に簡単に入力することができます。このプログラムにより 240 シリーズを設定したり、温度カーブを 240 シリーズにコピーしたりすることができます。





センサリードワイヤの延長

多くの高エネルギー物理実験の場面で、オペレーション中に装置から出される放射線の影響が難点として挙げられます。Lake Shore 社製 Cernox® センサは放射線中でも使用可能な設計となっていますが、電子機器は放射線から保護されている必要があります。Lake Shore 社製 240 シリーズモジュールは、モジュール - センサ間の配線を超長距離で取り回せることにより、この要求に対応します。



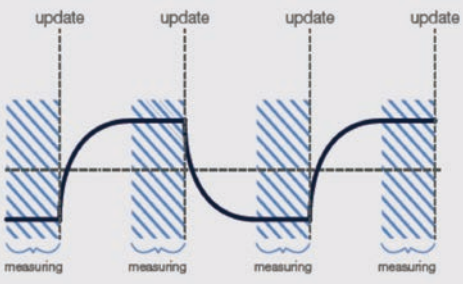
低温測定を簡便に

低温での温度モニタリングでは、精度よく測定を行うために十分なパワーをセンサに供給する必要がある反面、センサの自己発熱によるエラーを最小化するためにパワーを小さくする必要があります。Lake Shore 社製 240 シリーズでは、温度と温度センサの種類に応じて励起を自動的に調整し、測定の確度と分解能を最適化します。
低温測定に特化していない装置では熱起電力によるオフセットが生じ得ますが、240 シリーズでは電流反転機能を用いることでこの測定誤差を除去します。

ノーマルモード

多くの場面において最適な選択肢となります。240 シリーズいずれのモデルでも選択可能で、より正確で精密な測定を実現します。

- 電流反転で熱起電力によるオフセットを除去
- 測定ウィンドウを修正し、配線が長い場合の信号の立ち上がりを無視
- 更新レートは固定。100ms (240-2P)、400ms (240-8P)

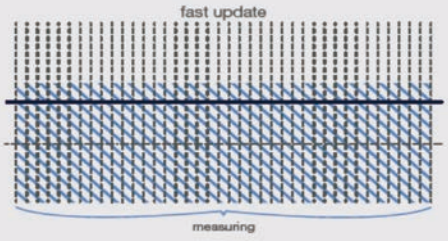


ハイスピードモード (240-2P のみ)

遅延の小さな測定が求められる場面に適した選択肢となります。この機能は応答の速い温度センサと組み合わせることで最も有効となります。

- 更新レートは 1 ～ 100ms。ネットワークの更新レートとマッチさせることが可能
- 電流反転による入力のスイッチングがないため、測定の中断なし

※ このモードでは電流反転は無効となります。熱起電力によるオフセットが生じますので、ケアする必要があります。



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	電気的角度（at 25℃）	温度係数
ダイオード	負	0 ～ 7.5V	10μA ± 0.05%	100μV	20 μV	± 320μV ± 0.01% of rdg.	（20μV + 0.0015% of rdg.）/℃
正温度係数抵抗温度計 1mA	正	0 ～ 1kΩ	1mA	10mΩ	20mΩ	± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg.	（1mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
負温度係数抵抗温度計 10mV	負	0 ～ 10 Ω	1mA	0.1mΩ	0.1mΩ +0.002% of rdg.	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg.	（0.1mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 30 Ω	300μA	0.1mΩ	0.3mΩ +0.002% of rdg.	± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg.	（0.1mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 100 Ω	100μA	1mΩ	1mΩ +0.002% of rdg.	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg.	（0.1mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 300 Ω	30μA	1mΩ	3mΩ +0.002% of rdg.	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg.	（0.3mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 1kΩ	10μA	10mΩ	10mΩ +0.002% of rdg.	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg.	（1mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 3kΩ	3μA	10mΩ	30mΩ +0.002% of rdg.	± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg.	（3mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 10k Ω	1μA	100mΩ	100mΩ +0.002% of rdg.	± 1.0 Ω ± 0.04% of rdg.	（10mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 30kΩ	300nA	100mΩ	300mΩ +0.002% of rdg.	± 2.0 Ω ± 0.04% of rdg.	（30mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃
		0 ～ 100kΩ	100nA	1 Ω	1 Ω +0.002% of rdg.	± 10.0 Ω ± 0.04% of rdg.	（100mΩ± 0.0015% of rdg.）/℃

※理想的な熱システムにおける電気的な制御安定度となります。

入力数　2（240-2P 型）、8（240-8P 型）
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）

入力確度　センサに依存する（入力仕様表を参照のこと）
測定分解能　センサに依存する（入力仕様表を参照のこと）

センサ入力仕様

	240-2P	240-8P
ノーマルモード		
更新レート	10 rdg/s [1]	2.5 rdg/s [1,2]
フィルタ	100 ms	100 ms
ハイスピードモード		
更新レート	10 ～ 1000 rdg/s	N/A
フィルタ	1 ～ 100 ms [3]	N/A

[1] 電流反転機能を使用した 100kΩレンジでは更新レートは半分になります。
[2] 全ての入力で可能です。
[3] フィルタ設定は更新レート相関があります。（例：フィルタ＝ 1000/ 更新レート）

温度への変換　Lake Shore 校正曲線（線形補間）
ユーザカーブ　それぞれの入力にストレージ。1 つあたり 200 ポイントのカーブ
単位　K、℃、V、Ω

デジタル I/O　PROFIBUS
プロトコル　DP-V0
ボーレート　9.6k、19.2k、45.45k、9375k、187.5k、500k、1.5M、3M、6M、12M
（自動ボーレート取得）

Identification #　0x0F84
データフォーマット　単精度不動点小数（32-bit）
読み取り速度　装置の更新レートと一致

デジタル I/O　USB
機能　RS-232 シリアルポートをエミュレート
ボーレート　115,000、8 data bits、1 stop bit、no parity、no handshaking
コネクタ　USB micro-B
読み取り速度　装置の更新レートと一致

管理

モジュール構成　USB インターフェイスを介して構築
ソフトウェア　MeasureLINK™（フリーダウンロード、Windows 7 をサポート）
ファームウェアアップデート　USB ポートよりアップデート

ディスプレイ

ディスプレイ	128 x 32 ピクセル、有機 LED
単位	K、℃、°V、Ω
更新レート	2 rdg/s

	240-2P	240-8P
表示数	2	2
サイクリング	Fixed （サイクルなし）	3 秒毎に更新

電源供給

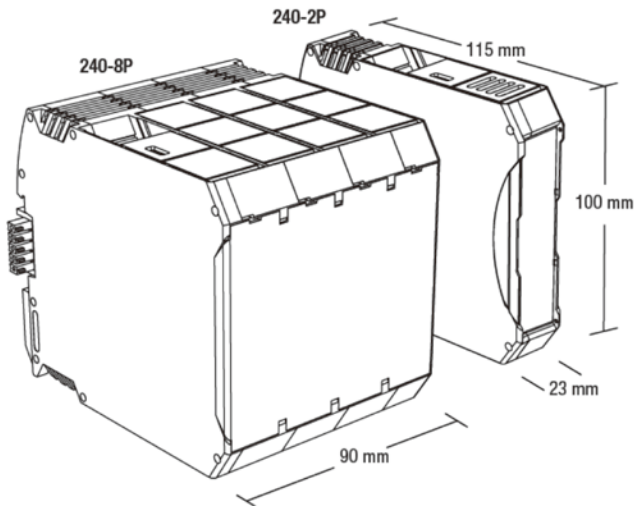
電源	24VDC、± 10%、100mA max、
背面からの電源供給	DIN レールを用い、最大 20 ユニット接続可能

一般

ケースの材質	ポリイミド
マウンティング	35mm DIN レール（EN50022）
水の浸入	IP20（有害な水の場合を除く）
ケースの可燃性	クラス V0（UL94）
センサコネクタワイヤサイズ	16 ～ 28AWG
電源コネクタワイヤサイズ	12 ～ 24AWG
サイズ	22.5 mm W x 115 mm H x 100 mm L（240-2P） 90 mm W x 115 mm H x 100 mm L（240-8P）
重量	120g（240-2P）、300g（240-8P）

環境

規格	RoHS, CE マーク
動作温度	15℃～ 35℃で仕様値付け -20℃～ 50℃で仕様値を減じる。
保管温度	-40℃～ 85℃
湿度	0 ～ 70%で仕様値付け 70 ～ 95%で仕様値を減じる。 結露しないこと



部品	240-2P	240-8P	240-ACC-KIT
2 入力モジュール	1	—	—
8 入力モジュール	—	1	—
5- ピンセンサコネクタ	2	8	4
4- ピン電源と通信用コネクタ	1	1	2
DIN レールバックプレーンコネクタ	1	1	2
DIN レールバックプレーンコネクタ（仕切り）	—	3	3
マニュアル	—	—	1
クイックスタートガイド	—	—	1
USB ケーブル	—	—	1
フラッシュドライブ（ソフトウェア）	—	—	1
ドライバ	—	—	1

オーダーインフォメーション

240-2P	2 入力温度センサ入力モジュール
240-8P	8 入力温度センサ入力モジュール

アクセサリ / オプション

240-ACC-KIT	240 シリーズ用アクセサリキット。マニュアル、クイックスタートガイド、USB ケーブル、フラッシュドライブ（製品情報とソフトウェアを含む）、スペアコネクタ（電源用 2、センサ用 4、背面用 2）

121型 プログラマブル電流ソース

121 型の特長

- 100nA ～ 100mA（13 ステップ）
- 100nA ～ 100mA（プログラマブル）
- 低ノイズ出力
- コンプライアンス電圧
  ± 11 V（～ 30 mA）
  ± 10 V（～ 100 mA）
- 3 桁 LED ディスプレイ
- 簡単操作
- 電流反転機能あり
- USB インターフェイス
- 電源：AC アダプタ
- CE マーク、RoHS

概要

121 型プログラマブル直流電流ソースは、研究室、試験部門、工場などの環境でベンチトップで使用したり、他の機器に組み込んで使用いただける高精度な電流源です。121 型を抵抗温度センサ用の電流源として使用する場合、問題となる自己発熱を考慮しやすくするため発熱量（W）でおよそ 10 倍ずつ異なるような 100nA ～ 100mA で 13 ステップの電流値があらかじめ設けてあるので、とても便利です。
また、121 型は USB インターフェイスを標準装備しているので、PC を介してプログラマブル電源としても使用可能です。

主な用途

- 抵抗温度センサ用電流源として
- ダイオード温度センサ用電流源として
- ホール素子用電流源として

仕様

出力

タイプ	バイポーラ、直流電流源
電流値	13 固定レンジ 100nA、300nA、1μA、3μA、10μA、30μA、100μA、300μA、1mA、3mA、10mA、30mA、100mA およびプログラマブル
精度	0.05% @ 10μA レンジ 0.5% @ 100 nA 、300 nA レンジ 0.1% @その他のレンジ
コンプライアンス電圧	± 11 V ～ 30 mA ± 10 V ～ 100 mA
AC 電流リップル	< 0.1% @ 100 nA 、300 nA レンジ <0.01% @他のレンジ ※ ただし、シールドされたシステム環境下
電流リップル周波数	主に電源周波数とその高調波成分
温度係数	（レンジ 0.03%）/℃ @ 100 nA レンジ （レンジ 0.01%）/℃ @その他のレンジ
電源	DC 入力が 5% 変化すると出力は <0.01% 変化する
負荷	フルスケールレンジを越える出力時には <0.01% 変化する
安定度（24 時間）	0.05% @ 100nA レンジ 0.01% @他のレンジ
セットリング時間	<300ms @レンジが変わる場合 <100ms @電流値を 10% 変化させる場合
コネクタ	ターミナルブロック
最大負荷	300kΩ
最大センサリード長	約 15m

ユーザセッティング

プログラマブル

オペレーション	USB インターフェイスを介して PC にて行う
分解能	3 桁
精度	± 0.5% @ 100nA、300nA レンジ ± 0.25% @その他のレンジ
最大電流値	100mA
最小電流値	100nA

フロントパネル（ディスプレイ）

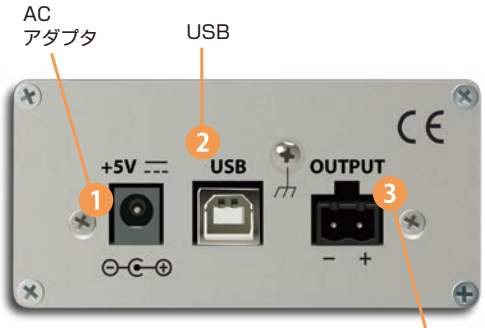
ディスプレイ	3 桁 LED
単位	mA、μA、nA
更新スピード	2 回 / 秒
表示記号	mA、μA、nA、compliance
キーパッド	4　キー
キーパッドファンクション	Range Up、Range Down、 電流極性、Enable/Disable

インターフェイス

USB 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	10 回 / 秒以下
ソフトウェアサポート	LabVIEW™ ドライバ（詳細は問合せください）

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	+5 VDC ± 5% @ 400 mA
寸法	96 mm W × 48 mm H × 166 mm D
マウント	パネルマウント 91 mm W × 44 mm H 切り出し
重量	0.45 kg
規格	CE マーク、RoHS



121 型リアパネル

G-106-735
ターミナルブロック

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

121J	プログラマブル電流ソース
121N	プログラマブル電流ソース（AC アダプタなし）

標準付属品

G-106-735	ターミナルブロック
119-061	英文マニュアル
—	校正証明書
—	和文マニュアル

別売アクセサリ

CAL-121-CERT	121 再校正費用
MAN-121	英文マニュアル
G-106-735	ターミナルブロック

625 型 超電導磁石用電源

625 型の特長

- 60A ／ 5V、バイポーラ、真の 4 象限出力
- 出力の設定分解能：0.1mA
- リニアレギュレーションを使用し、ノイズを最小化
- リップル：最大電流の 0.007% 以下（1m Ω負荷時）
- 安定性：1mA ／時
- 並列運転で± 120A まで出力

概要

625 型はオールインワンタイプの中規模な超電導磁石電源として、また連続運転をする為の一般的な電源としても、どちらにもご使用頂けます。625 型は、コンプライアンス電圧 5V で 60A まで出力でき、真の 4 象限オペレーションで、ソースとしてもシンクとしても動作する電源です。電流ソースの出力回路にはアナログ制御を採用しており、スムーズな連続運転と低ドリフトを実現しています。

アナログ回路とデジタル回路を注意深く組み合わせることによって、高設定分解能 0.1mA と融通性のあるプログラミング出力を実現しています。

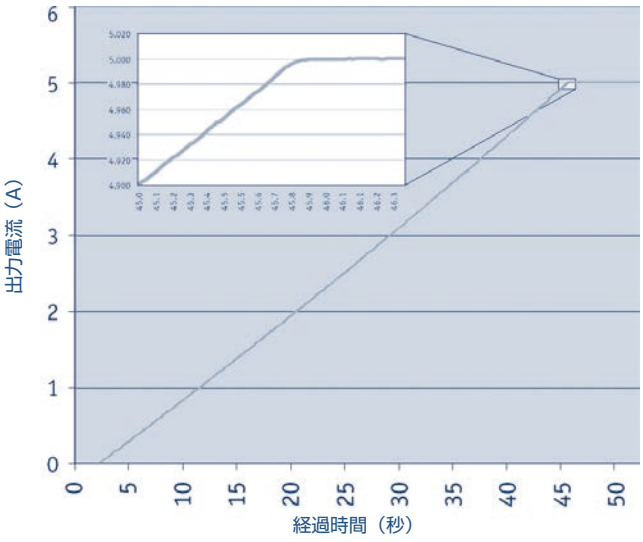
300W クラスの LakeShore 社 625 型には、リニア入／出力パワーステージを採用しました。リニアオペレーションの為、スイッチング電源による RF ノイズの発生は抑制されます。625 型は、出力に重畳する全てのノイズと周囲の電子機器に放射してしまうノイズを減少させることができます。蓄積されたエネルギーと液体寒剤が共存している超電導磁石システムでは、安全は極めて重要です。磁石と電源の安全性を確かなものとする為に、625 型はハードウェアとファームウェア両方による様々な保護機能を備えています。

625 型は、永久電流モードのためのパーシステントスイッチヒーター出力、磁場強度表示（出力電流からの計算値）、電流ランプ機能、そしてクエンチ検出など、超電導磁石を簡便に操作するために必要な機能を備えています。また、コンピュータインタフェースを使用すれば、電磁石システムを完全に自動化することもできます。625 型は、超電導磁石をコントロールする為の真に卓越したオールインワンタイプのソリューションです。

出力回路の設計

真の 4 象現出力が可能であるため、625 型は正磁場・負磁場にかかわらず超電導磁石の充放電の繰り返しに適応します。緻密に設計されたアナログ制御回路が内蔵され、4 象現出力を制御します。それにより、出力変化におけるオーバーシュートを極めて低く抑え、なめらかな電流変化が得られます。625 型は最大 5V の速度で磁石を充放電できます。

内部プログラミングを使用した電流変化



この図は、8.6H 超伝導磁石内で、実際に電流を 5A 変化させた時のグラフです。95mA/sec のランプ波形はなめらかで、注目している拡大エリアを見ると、オーバーシュートが最小限に抑えられていることがわかります。（出力電流をモニタ。測定レートは 58.88Hz、ゲイン 10 倍で出力電流を収録。）

保護回路

625 型は問題の予兆を捕らえるため、負荷・ライン電源電圧・内部回路を連続的にモニターしています。許容範囲を越える変化があった場合は、フェール・セーフモードによって出力がゼロになります。ライン電源が断たれた時は、出力回路（サイリスタ）が動作し、出力がゼロに達するまで 1 ボルトのレートで放電して、磁石の管理を維持します。

クエンチ検出回路はユーザに警告を与え、そして電磁石システムを保護するために必要です。625 型のクエンチ検出方法は基本的で信頼性のある方法を採用しています。もし、ユーザが設定した

電流ステップのリミットより急な電流変化があった場合は、クエンチが検出され、そして出力電流は安全を保ちながらゼロになります。
何らかの問題が起きた場合などにはリモートインヒビット入力を利用して出力電流設定をゼロにすることができます。この入力は普通、外部クエンチ検出回路や 2 台目の電源のフォルト出力、緊急停止ボタンと接続して使用します。フォルト出力はフォルト状態になると閉じるリレー接点です。フォルト状態になるとこの接点が閉じて他のシステムコンポーネントに警報を発することができます。

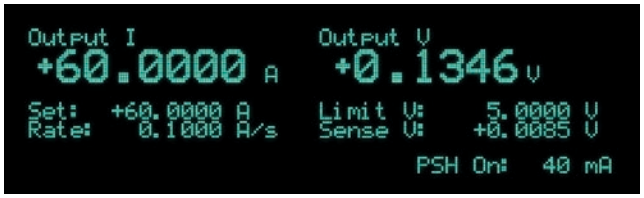
並列運転

625 型 1 台では出力電流が不足する場合は、2 台の電源を並列接続して 120A/5V を得ることができます。各ユニットは、トータルの出力電流の半分に設定され独立して作動します。60A 時の分解能は 0.1mA になります。ユニットが適切に設定されていれば、一方のユニットがフォルトを検知したらそれ自体を保護するとともに、別のユニットにも自動的に適切な保護モードに入るようにフォルト出力を出すことができます。

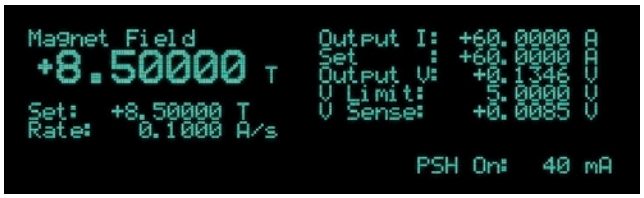
パーシステントスイッチ・ヒーター出力

内蔵されたパーシステントスイッチ・ヒーター（PSH）出力は、ほとんどのスイッチ・ヒーターを駆動することができる制御された DC 電流出力です。その出力は 10mA から 125mA までの範囲で 1mA の分解能があり、12V あるいは 21V のコンプライアンス電圧が選択できます。パーシステントスイッチ・ヒーターが駆動できる最小の負荷抵抗は 10 Ω です。電磁石のオペレーションミスを防ぐために、パーシステントモード・オペレーションは本機のファームウェアに組み込まれています。

ディスプレイ



電流と電圧の設定、電流と電圧の読み取り値、ランプのレート、センシング電圧、パーシステントスイッチヒーター（PSH）の状態、および、機器の動作状態が同時に表示されます。



出力磁場強度設定、電流ランプレート、電流の読み取り値、出力電流設定、出力電圧設定、電圧コンプライアンス設定、リモートセンシング電圧の読み取り値、および演算された磁場強度を表示するように設定することができます。

仕様

出力

タイプ	パイポーラ、4 象限、DC 電流源
電流出力	デジタル設定あるいはアナログコントロールによるリニアレギュレーション
電流レンジ	± 60A
最大コンプライアンス電圧	± 5V（公称値、ソース、シンク両方）
最大電力	300W
負荷リアクタンス	0H ～ 100H
最大電流リップル	1mΩ負荷時、60A で 4mA（0.007%）誘導負荷あるいは低電流印加時、大幅に減少
電流リップル周波数	電源周波数とその高調波成分による
温度係数	フルスケールの± 15ppm/℃
電源変動率（6%）	15ppm
ソースインピーダンス	25 Ω
安定度（1 時間）	ウォームアップ完了後 1mA ／時
安定度（24 時間）	10mA ／日（公称値、温度係数と電源変動率によって左右される
アイソレーション	グランドループを避けるため、出力は、シャーシから光絶縁されている。
並列運転	2 台まで並列運転可（± 120A, ± 5V）
保護	クエンチ、AC 電源の停電、低電源電圧、高電源電圧、出力電圧多過、出力電流多過、高温、遠隔操作機器異常（異常検出時に磁石端子間の電位を 1V（公称）に保って放電する。）

出力プログラミング

内部電流設定	
分解能	0.1mA（20 ビット）
セットリング時間	抵抗負荷に、設定値の 1%電流値へ達するまで 600m 秒（± 1mA）
確度	± 10mA ±設定値の 0.05%
操作	キーパッド、コンピュータインターフェース
保護	電流設定リミット
内部電流ランプ	
ランプレート	0.1mA ／秒～ 99.999A ／秒（コンプライアンス電圧の制限内）
更新レート	27.7 回／秒
ランプセグメント	5
操作	キーパッド、コンピュータインターフェース、トリガ入力
保護	ランプレートリミット
外部電流プログラミング	
感度	6V ＝ 60A
分解能	アナログ
確度	± 10mA ±設定値の 1%
帯域（3dB）	40Hz、2 極、ローパスフィルタ（10Hz パスバンド、コンプライアンス値により制限）
入力抵抗	＞ 50kΩ
操作	リアパネルからの電圧による
コネクタ	D-sub 15 ピン
リミット	内部で 6.1V に制限
コンプライアンス電圧設定	
レンジ	0.1V ～ 5.0V
分解能	100 μV
確度	± 10mV ±読み値の 1%

読み取り

出力電流	
分解能	0.1mA
確度	± 1mA ±読み値の 0.05%
更新レート	2.5 回／秒（表示）、10 回／秒（インターフェース）
補償	リード線抵抗と 25 Ωのソース抵抗を補償
出力電圧（@出力端子）	
分解能	100 μV
確度	± 1mV ±読み値の 0.05%
更新レート	2.5 回／秒（表示）、5 回／秒（インターフェース

リモート電圧（@マグネット端子）

分解能	100 μV
確度	± 1mA ±読み値の 0.05%
更新レート	1.25 回／秒
入力抵抗	＞ 50kΩ
コネクタ	D-sub 15 ピン

PSH 出力

電流レンジ	10mA ～ 125mA
コンプライアンス電圧（min）	12V あるいは 21V（選択式）
ヒータ抵抗（min）	10 Ω
設定分解能	1mA
確度	± 1mA
操作	On / Off（5 ～ 100 秒のロックアウトディレイ付）
保護	ヒータのオープンあるいはショート状態の検出、off の場合と on 時の出力電流が異なる場合、エラーメッセージを表示
コネクタ	BNC

フロントパネル

表示形式	8 行 40 文字、グラフィック蛍光管
読み取り値表示	出力電流、演算された磁場強度（T 又は G）、出力電圧、及びリモートセンシング電圧
設定値表示	出力電流、演算された磁場強度、コンプライアンス電圧、及びランプレート
アナウンシエータ表示	ステータス、及びエラー
LED によるアナウンシエータ	パーシステントスイッチヒータオン（PSHO）、リモート、コンプライアンスリミット、フォルト、ランプ動作中
キーパッド	26 フルトラベルキー
キーパッドファンクション	基本操作にダイレクトアクセス可、メニューによる設定

インターフェース

IEEE-488.2 インターフェース

Features	SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, DT1, C0,E1
読み取りレート	10 回／秒以下
ソフトウェアサポート	NI 社 LabVIEW ™ ドライバ（詳細は問合せください）

シリアルインターフェース

規格	RS-232C
ボーレート	9600, 19200, 38400, 57600
読み取りレート	10 回／秒以下
コネクタ	9-pin D-sub

出力電流モニタ

感度	60 A ＝ 6 V
確度	フルスケールに対して± 1%
ノイズ	1mV
出力インピーダンス	20 Ω
コネクタ	15-pin D-sub

出力電圧モニタ

感度	1V ＝ 1V
確度	フルスケールに対して± 1%
ノイズ	1mV
出力インピーダンス	20 Ω
コネクタ	15-pin D-sub

フォルト出力

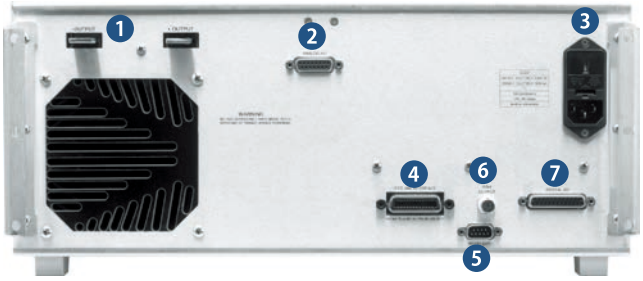
方式	リレー（フォルト時閉）
リレー接点	30 VDC @ 1A
コネクタ	25-pin D-sub

リモートインヒビット入力

方式	TTL 又は 接点
コネクタ	25-pin D-sub

一般

環境温度	15℃ ～ 35℃
冷却	2 スピードファンによる空冷
ウォームアップ	30 分（出力電流設定値について）
ライン電源	100・120・220・240 VAC +6% ー 10%、単相、50 又は 60 Hz、720 VA
寸法	483 mm W × 178 mm H × 520 mm D ラックマウント可（ラックマウント用の耳付き）
重量	27.2 kg
規格	CE マーク - 低電圧コンプライアンス EN61010-3 EMC コンプライアンス EN55022-1
校正周期	1 年



625 型リアパネル接続端子

❶ 正負出力端子
❷ アナログ I/O 端子
❸ ライン電源入力端子
❹ IEEE-488 インターフェース
❺ RS-232（DTE）
❻ PSH 出力端子
❼ ディジタル I/O 端子

オーダーインフォメーション

モデルナンバー

625	超電導磁石駆動用電源
625-DUAL	625 型 x2 台、6263 型　接続ケーブルキット

アクセサリ

6261	マグネットケーブルキット ,10ft, AWG 4
6262	マグネットケーブルキット ,20ft, AWG 4
6263	625-DUAL 用　接続 ケーブルキット
CAL-625-CERT	625 型の再校正（校正証明書のみ）
CAL-625-DATA	625 型の再校正（校正証明書と試験成績書）

370 型消耗品　オーダーインフォメーション

RM-1	370 型 19 インチラック搭載用ラックマウントキット
G-106-233	センサ入力コネクタオス 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 3m（10 ft）のケーブル（1 本）

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	2mΩ ～ 2MΩ（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（3708）	2 nV/$\sqrt{\text{Hz}}$
測定分解能	レンジに依存する（詳細は弊社宛に問合せください）
確度	レンジに依存する（詳細は弊社宛に問合せください）
測定温度係数	（± 読み値の 0.0015% ± レンジの 0.0002%）／℃
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、シャシグラウ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	100kΩ で 10^{-18}W（他のレンジは 57 ページ参照のこと）
最大 DC 電流（370/3716）	4pA ＋駆動電流の 1%（100kΩ で 1.6×10^{-18} Ω）
最大 DC 電流（3708）	55 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	2μV から 632mVRMS 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 5×10^{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
付加的ソフトウエア機能	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	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）
必要事項	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）
温度係数	ネガティブあるいはポジティブ
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

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イス、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	Ωあるいは K(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、10mKp-p 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	シャシー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、316μA、100μA、31.6μA
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、100m W、10m W、1m W、100μ W、10μW、1μW、0.1μW（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 kΩ、最大電力に対して 100 Ω
ヒータ出力ゲイン確度	設定値の± 1%
ヒータ出力オフセット（0%で）	レンジの± 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	mΩ、Ω、kΩ、MΩ、mK、K
表示分解能	4、5、6 桁（ユーザ選択）
表示更新レート	毎秒 2 回
読み取り値表示オプション	Ω、K、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

インターフェイス

IEEE-488.2 インターフェイス	S H1、A H1、T5、L4、S R1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
ソフトウエアサポート	IEEE-488 インターフェイス用 LabView™ ドライバ（詳細は、弊社宛に問合せください）
シリアルインターフェイス	RS-232C、DE-9 コネクタ、ボーレート 9600
アラーム	
数	32 まで、ハイ、ロー（それぞれの入力毎）
設定	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、ビープ音、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、コモン
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	ユーザ設定
レンジ	± 10V
分解能	0.3mV、フルスケールの 0.003%
確度	± 2.5mV
最大電流	100mA
最大電力	1W
最小負荷抵抗	100 Ω（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
コネクタ	BNC
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℃（仕様保証温度　15 ～ 35℃）
校正周期	1 年間
電源	100、120、220、240VAC、+6% - 10%、50 あるいは 60Hz、50VA
寸法	432mm（幅）× 89mm（高）× 368mm（奥）、フルラックサイズ
重量	370 型（5.9kg）
認証	CE マーク

3716 及び 3708 スキャナ

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）

製造終了モデル 340 型 からの買い替えのご案内

	製造終了モデル **340**	4ch 極低温向け最上位モデル **350**	4ch スタンダードモデル **336**
対応温度計タイプ	抵抗温度計、ダイオード ※熱電対、キャパシタはオプションカード	抵抗温度計 ※ダイオード、熱電対、キャパシタはオプションカード	抵抗温度計、ダイオード ※熱電対、キャパシタはオプションカード
ch 数	2	4	4
ヒータ出力 (W)			
コントロールループ 1	100W (@25 Ω、2A)	75W (@25 Ω、1.732A)　50W (@50 Ω、1A)	100W (@25 Ω、2A)　50W (@50 Ω、1A)
コントロールループ 2	1W (10V)	1W (5 レンジ、最小 100 μ W)	50W (@25 Ω、1.41A)　50W (@50 Ω、1A)
コントロールループ 3	± 10V*	1W (± 10V)	1W (± 10V)
コントロールループ 4	± 10V*	1W (± 10V)	1W (± 10V)
測定温度の最低	100mK	100mK	300mK

＊340 型はコントロールループ 3、4 はありません。コントロールループ 2 を使用しない場合のアナログ出力です。

340 型消耗品　オーダーインフォメーション

G-106-233	センサ入力コネクタオス 6 ピン
106-009	ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ
G-106-737	ハーモニカ型端子台、6 ピン
G-106-735	ターミナルブロック
RM-1	ラックマウントキット
CAL-340-CERT	340 型本体の再校正、証明書付き

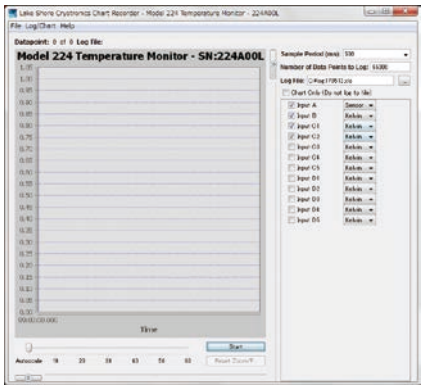
製造終了モデル 331*332 型 からの買い替えのご案内

	製造終了モデル **331S**	製造終了モデル **331E**	製造終了モデル **332S**	2ch スタンダードモデル **335**
対応温度計タイプ	抵抗温度計、ダイオード ※熱電対は 331S-T1、331S-T2	抵抗温度計、ダイオード ※熱電対は 331E-T1、331E-T2	抵抗温度計、ダイオード ※熱電対は 332S-T1、332S-T2	抵抗温度計、ダイオード ※熱電対は 335-3060 型
ch 数	2	2	2	2
ヒータ出力 (W)				
コントロールループ 1	50W (@50 Ω、1A)	50W (@50 Ω、1A)	50W (@50 Ω、1A)	75W (@25 Ω、1.73A、出力 2 が電圧モード) 50W
コントロールループ 2	1W (10V、100mA)	N/A	1W (10V、100mA)	25W (@25 Ω または 50 Ω)
その他	※ 331 型では Cernox® は 7.5kΩ、332 型では 75kΩを超えると測定できません。 この様な場合は、CX1010、CX1030 をご使用ください。			331 エミュレーションモードあり LabView™ ドライバあり

331/332 型消耗品　オーダーインフォメーション

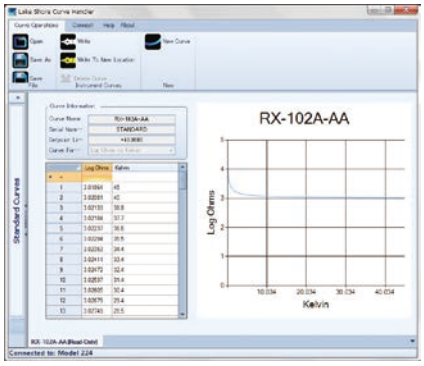
G-106-233	センサ入力コネクタオス 6 ピン
106-009	ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ
106-739	ハーモニカ型端子台、8 ピン
MAN-332	332 型用 英文マニュアル
MAN-331	331 型用 英文マニュアル
4005 GPIB	ケーブル、長さ 1 m (3.3 ft)、端子台 (106-737) と同時に使用する場合に必要なエクステンダーを含む
RM-1/2	ラックマウントキット、幅 482.60mm (19″) rack に 1 台取り付ける、高さ 90 mm (3.5″)
RM-2	ラックマウントキット、幅 482.60mm (19″) rack に 2 台取り付ける、高さ 135 mm (5.25″)

無償ソフトウェア　Curve Handler　校正データ転送ソフトウェア



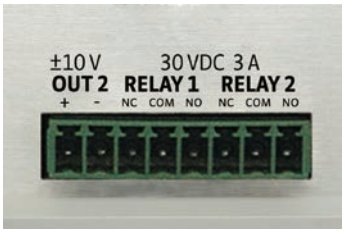
- Ethernet、USB、GPIB、シリアルで接続可能です。
- 校正付温度センサをご購入いただくと CD-ROM にダウンロード先 URL が案内されています。プログラミングなしで、校正データを本体のメモリに転送可能です。また、機器のメモリ内に保存されている校正データを PC に転送することも可能です。
- Version: 9.0.0 （2017 年 7 月現在）
  - 対応モデル：211、218、224、331、332、325、335、336、340、350、370、372
  - 対応 OS：Windows Vista 以降

無償ソフトウェア　Chart Recorder　リアルタイムデータ収集ソフトウェア



- Ethernet、USB、GPIB、シリアルで接続可能です。
- 簡単設定でリアルタイム表示。
- .csv 形式で保存可能です。
- Version: 1.1.5 （2017 年 7 月現在）
  - 対応モデル：218、224、331、332、325、335、336、350、370、372
  - 対応 OS：Windows Vista 以降

温度コントローラのヒータ電力を増大させる方法



335 型リアパネルのヒータ出力２（±10V）

335 型温度コントローラを使用して室温以上の温度コントロールする場合、温度コントローラのヒータ出力１の 75W などでは足りないことがあります。その場合、ヒータ出力２は電圧出力ですのでアンプ（10V の外部入力で制御できる電源：Kepco 社 ATE/BOP シリーズ）に直接接続して大きな電力で加熱することが可能です。

株式会社 東陽テクニカ　脱炭素・エネルギー計測部

〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6
TEL. 03-3245-1103　FAX. 03-3246-0645　E-Mail:keisoku@toyo.co.jp
www.toyo.co.jp/material

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 支 店	〒460-0008	愛知県名古屋市中区栄 2-3-1（名古屋広小路ビルヂング）	TEL. 052-253-6271　FAX. 052-253-6448
宇 都 宮 営 業 所	〒321-0953	栃木県宇都宮市東宿郷 2-4-3（宇都宮大塚ビル）	TEL. 028-678-9117　FAX. 028-638-5380
R & D セ ン タ ー	〒135-0042	東京都江東区木場 1-1-1	TEL. 03-3279-0771　FAX. 03-3246-0645

E

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-4791-00-1708000-370-2.0-S63-CA