

340 型温度コントローラ



340 型の特長

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

概要

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

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

センサー入力

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

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

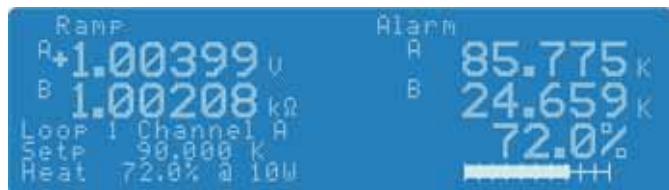
オートレンジ機能は、負温度係数の抵抗温度計のように温度の変化によって抵抗が数桁にわたって変化するセンサーでも自己発熱が増加しないようにセンサーで消費される電力を一定に維持します。熱起電力による誤差を減らす電流反転機能もあります。

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

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

変更可能な表示ディスプレイ

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



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



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



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



340 型リアパネル

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

オプション入力

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

3462 型 デュアルチャンネル標準入力カード

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

3464 型 デュアルチャンネル熱電対入力カード

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

3465 型 シングルチャンネルキャパシタンス入力カード

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

3468 型 8 チャンネル入力カード

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

センサーセレクション

センサー温度範囲（センサーは別売）

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

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

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

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

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

³ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

⁴ 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

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

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

センサーセレクション

センサーの性能表 (ティピカル)

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

⁷ 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

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

⁹ HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

¹⁰ 確度の仕様には室温補償の誤差を含まない。

仕様
入力仕様

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

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

¹² 電流ソースの誤差の影響は測定精度上では除去可能である

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

¹⁴ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

¹⁵ 精度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

温度測定

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

センサー入力仕様

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

温度制御

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

ヒーター出力仕様

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

Loop 1 のヒーターパワー

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

フロントパネル

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

インターフェース

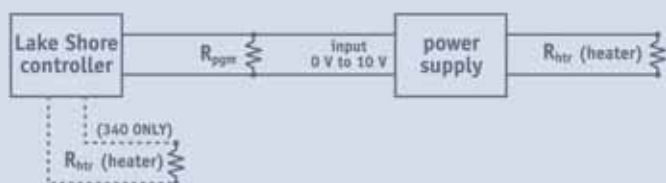
GPIO(IEEE-488.2)	
機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
読み取りレート	毎秒 20 回
サポートソフト	LabVIEW ドライバー（詳細はお問い合わせください）
シリアル通信	
通信方式	RS-232C
ボーレート	19200 以下
コネクタ形式	RJ-11
読み取りレート	毎秒 20 回
アラーム	
数	2 値 Hi と Lo をそれぞれの入力に対して
入力設定	温度、電圧/抵抗、演算値 ソース、高い目標温度、低い目標温度、不感帯、ラッチ、ノンラッチ、音 ON/OFF ディスプレイ、インジケータ、ピー音、リレー
アクチュエータ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

一般

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

ヒーター電力を増大させる方法

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



3003 型ヒーター出力コンディショナー

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



オーダーインフォメーション

モデルナンバー

340 温度コントローラ

標準付属品

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

オプション

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

別売アクセサリ

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