

サーキュレーター：FTC-2000

取扱説明書

株式会社 フェローテック

FerroTec

《 目 次 》

1	仕様	1
2	付属品	2
3	各部の名称と機能	3
4	パラメータ設定モードについて	6
5	準備	7
5.1	外部配管	7
5.2	注水	7
6	制御運転	9
6.1	制御運転の開始	9
6.2	設定温度の変更	9
6.3	オートチューニングの実行	10
7	エラー表示と復帰方法	11
8	通信機能	13
8.1	仕様	13
8.2	通信タイミング	13
8.3	W コマンドのゼネラル送信	13
8.4	各コマンド/レスポンス詳細	14
9	温度傾き補正とオフセットの考え方	22
10	セグメント文字対応表	23
11	装置外観図	24
12	システム結線図	25

1 仕様

表 1：仕様

型 式		FTC-2000
方 式		サーモモジュールを使用した、空冷式電子冷却／加熱方式 内臓ポンプによる、外部密閉系との液体循環 マルチドロップ接続による、マルチチャンネル対応
性 能	温度設定範囲	5～40℃
	温度制御精度	±0.1℃（但し条件により異なる）
	冷却能力	130W（周囲温度：22℃／設定温度：20℃の時） 170W（周囲温度：22℃／設定温度：25℃の時） 210W（周囲温度：22℃／設定温度：30℃の時）
	循環ポンプ能力	1.5L/min（内径 4mm 長さ 1m のホースで IN-OUT を直結した時） （ポンプ単体性能：6L/min（Open）／揚程：10m（流量=0L 時））
構 成	温度制御方式	デジタル演算 PID 制御（オートチューニング機能付き）
	温度センサー	白金測温抵抗体：Pt100
	温度設定方式	UP/DOWN キーによる設定
	温度表示方式	デジタル表示 4 桁（最小 0.1℃）
	循環系接液材質	ウレタン、SUS304、銅、PPE、GFRPP、セラミックス、EPDM ゴム
	安全機能	自己診断機能 ①センサーショート ②センサーオープン ③バンドアラーム上限 ④バンドアラーム下限 ⑤水位異常 ⑥SW 電源異常 ⑦サーモモジュール異常（ショート／オープン） ⑧SW 電源過昇温 ⑨ヒートシンク過昇温 全 9 項目 エラー発生時の動作 ・ディスプレイによるエラー番号表示 ・ブザーによる警報音 ・接点による警報出力
	警報出力	リレーによるドライ接点出力 接点定格：AC125V / 0.5A、DC24V / 1.0A 正常時：Close／異常時：Open
	マルチ接続機能	RS-232C または RS-422（10 台までマルチドロップ接続可）
	外形寸法	W265×D295×H410
	タンク容量	約 500mL
そ の 他	電源	AC100V-110V +10%-15% / 8Amax 50/60Hz
	重量	約 15Kg

2 付属品

- ・ 付属品は、下記の通りです。
不足している物がないか、中身を確認してください。
もし不足品がございましたら、弊社までご連絡ください。

《付属品内容》

- ・ 取扱説明書（本書） 1 部
- ・ ACコード（長さ2m） 1 本
- ・ 外部配管接続用プラグカプラ 2 個（MS-40PN：日東工器）

※ 推奨外部配管は、“ウレタンチューブ：UFLEX（U-9506） 内径4φ／外形6φ クロ：ア
オイ製”です。

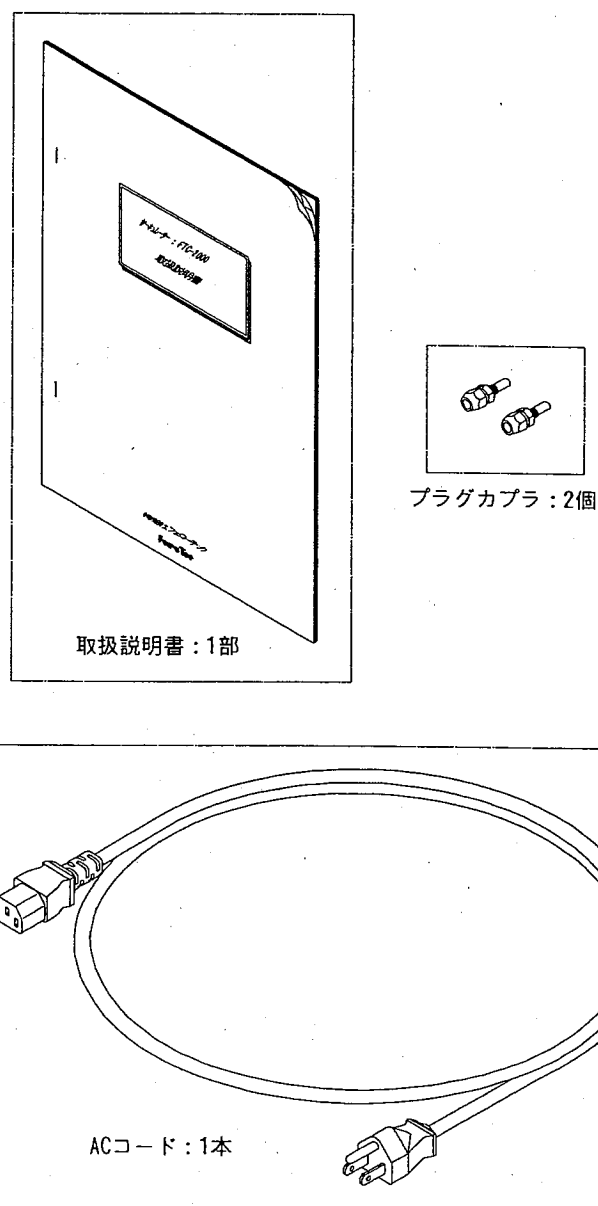
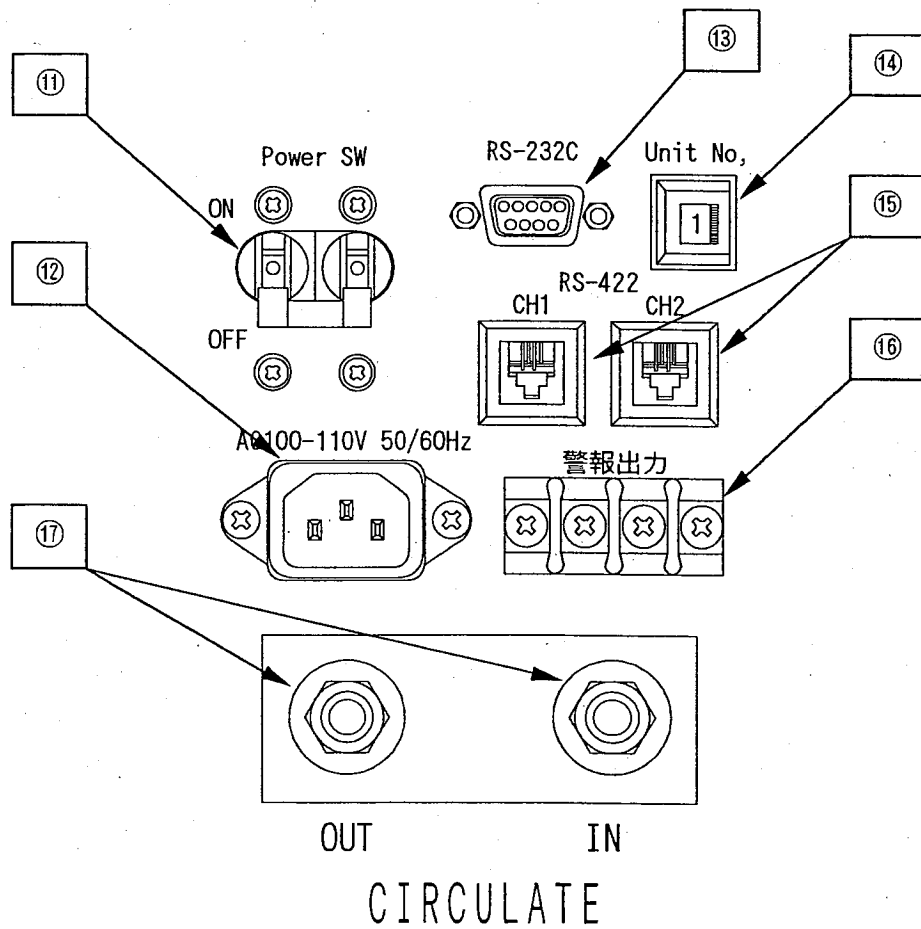
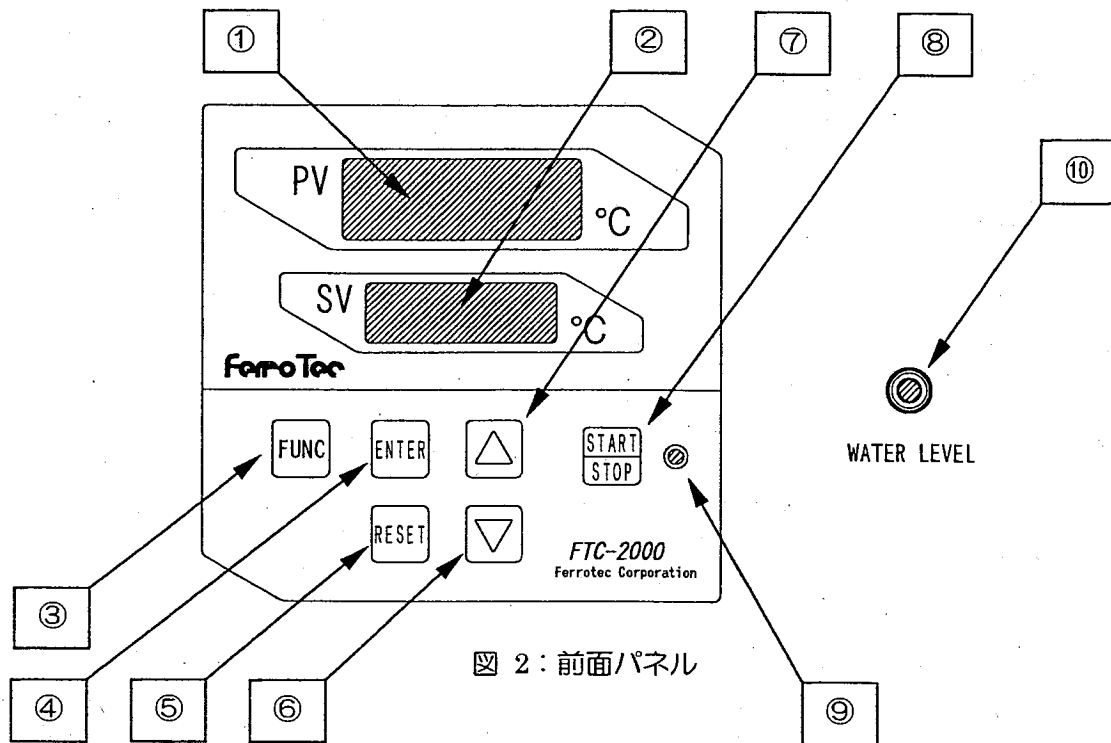


図 1：付属品一覧

3 各部の名称と機能



- ① PV：現在温度表示部
通常は現在温度を表示します。
パラメータ設定時には各項目を、また、異常時にはエラー番号を表示します。
 - ② SV：設定温度表示部
通常は設定温度を表示します。
パラメータ設定時には各項目を表示します。
 - ③ FUNC：ファンクションキー
パラメータ設定モードに入るためのスイッチです。
制御運転を実施していない時に、1秒以上押すことによって、パラメータ設定モードへ移行します。
 - ④ ENTER：エンターキー
設定された値を確定するためのスイッチです。
 - ⑤ RESET：リセットキー
各パラメータの値を、デフォルト値に戻すためのスイッチです。
《各パラメータのデフォルト値》
 - ・P 定数…000 (%)
 - ・i 定数…00.0 (秒)
 - ・d 定数…00.0 (秒)
 - ・バンドアラーム上限…50.0 (°C)
 - ・バンドアラーム下限…0.0 (°C)
 - ・加熱操作量リミット…100 (%)
 - ・冷却操作量リミット…100 (%)
 - ・現在温度傾き補正…1.00
 - ・現在温度オフセット…0.00 (°C)
- 注) デフォルト値を確定するためには、“ENTER” キーを押してください。
- ⑥ ▼：設定ダウンキー
各パラメータ、設定温度をダウンさせるスイッチです。
 - ⑦ ▲：設定アップキー
各パラメータ、設定温度をアップさせるスイッチです。
 - ⑧ START/STOP：スタート/ストップキー
このスイッチを押す毎に、制御運転の開始/停止が行われます。
 - ⑨ LED：オペレートLED
制御運転実施時に点灯します。
 - ⑩ WATER LEVEL：水位モニター
装置に内蔵されている、タンクの水位を表示します。
点灯時：適量/消灯時：制御運転不可…この場合、点灯するまで循環系に液体を注水してください。
 - ⑪ Power SW：電源スイッチ
装置の電源スイッチです。
サーキットブロッカーを使用していますので、万が一過電流が流れた場合には、回路を遮断します。

- ⑫ AC インレット：AC 入力コネクタ
付属の AC コードを接続し、AC 電源を入力します。
- ⑬ RS-232C：RS-232C 通信コネクタ
コンピューターとの通信を行う際に使用します。
接続する際に必要となるコネクタは、D-sub9 ピン雄コネクタです。
通信ケーブルのピンアサインについては、図 4を参照ください。

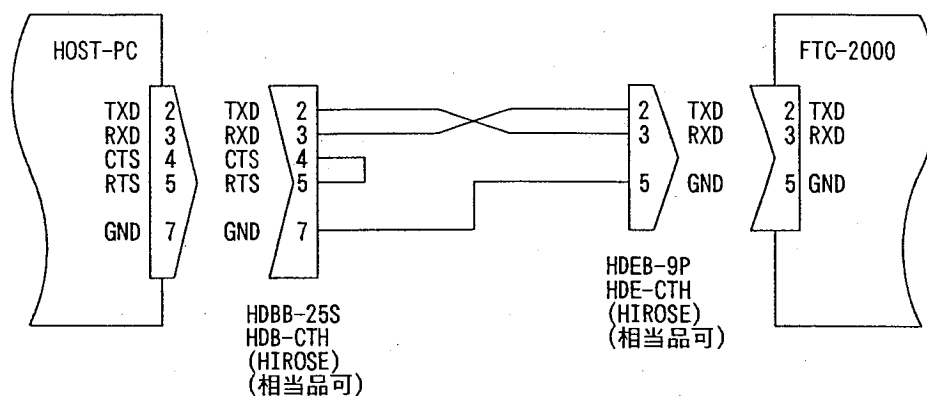


図 4：通信ケーブル

- ⑭ Unit No.：ユニット No 設定スイッチ
RS-422 にて通信を行う際に、このスイッチにより、機器のユニット No を設定します。
本装置を複数台（最大 10 台）接続し使用する場合に、各装置に '0' ～ '9' を重複しないように設定してください。
- ⑮ RS-422 CH1/CH2：RS-422 通信コネクタ
コンピューターとの通信を行う際に使用します。
接続する際に必要となるコネクタは、4 線式モジュラージャックです。
- ⑯ 警報出力
リレーのドライ接点により、警報の信号を出力します。
正常時：close／異常時：open
接点定格：AC125V / 0.5A、DC24V / 1.0A
- ⑰ CIRCULATE IN/OUT：外部循環系接続接栓
本装置と外部との循環系接続接栓です。
同梱されているカプラ：MS-40PN（日東工器）を使用し、外部配管を構成してください。
外部配管には、内径：4φ／外径：6φのチューブを使用してください。
推奨する配管用チューブは、“ウレタンチューブ：UFLEX（U-9506）クロ：アオイ製”です。

4 パラメータ設定モードについて

制御運転を実施していない時に、“FUNC” キーを 1 秒以上押すことによって、パラメータ設定モードへ移行できます。

“FUNC” キーを押す毎に、下記のようなモードでスクロールします。

パラメータ設定モードでは、Pid 値のマニュアル設定、バンドアラーム設定、ポンプのマニュアル運転等が実施できます。

表示内容	パラメータ	設定可能範囲	(デフォルト値)
	P 定数 (比例帯)	000~200(%)	… (000)
	i 定数 (積分時間)	00.0~999.9(sec)	… (00.0)
	d 定数 (微分時間)	00.0~999.9(sec)	… (00.0)
	バンドアラーム上限	下限値~110(°C)	… (50.0)
	バンドアラーム下限	-60(°C)~上限値	… (0.0)
	加熱操作量リミット	0~100(%)	… (100)
	冷却操作量リミット	0~100(%)	… (100)
	現在温度傾き補正	0.50~2.00	… (1.00)
	現在温度オフセット	-5.00~5.00(°C)	… (0.00)
	ポンプマニュアル運転 “▲” キー：運転 / “▼” キー：停止		

※ “RESET” キーを押すことにより、各項目の値をデフォルト値に戻すことができます。

※ 設定値の変更は、“▲” “▼” キーにて行い、“ENTER” キーにて確定します。

※ “FUNC” キーを 1 秒以上押すことにより、各パラメータを記憶します。

5 準備

5.1 外部配管

1. 付属されているプラグカプラ（MS・40PN：日東工器）に、外部配管を接続してください。
2. カプラを、本体背面にあるジョイント：CIRCULATE IN/OUT に、確実に接続してください。
※カプラは、“カチッ”というロック音がするまで押し込んでください。
※挿入後、外れないか必ず確認してください。
3. 外部配管によじれ等がないか、確認してください。

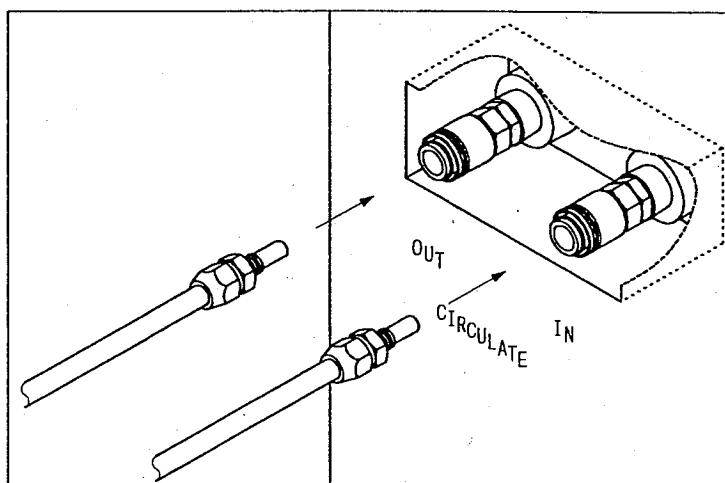


図 5：外部配管の接続

5.2 注水

1. 同梱されている AC コードを、装置本体背面の AC インレットに接続してください。
2. AC コードを、AC コンセントに接続してください。
※AC 電源電圧：100-110V 50/60Hz。
※アースは必ず接地してください。
3. 電源スイッチを投入し、装置に電源を供給してください。
 - ①前面パネルのセグメントと、LED が全点灯（0.5 秒）し、その後、装置のプログラムバージョンが表示（0.5 秒）されます。
 - ②自己診断が終了し、異常がなければ現在温度と設定温度が表示されます。
 - ③装置に何らかの異常があり、エラー No が表示された場合には、“7:エラー表示と復帰方法”を参照してください。
4. “FUNC” キーを 1 秒以上押して、パラメータ設定モードへ移行してください。
5. パラメータ設定モードで、PumP が表示されるまで、“FUNC” キーを押してください。
6. 前面パネルの“WATER LEVEL” LED が点灯するまで、装置上部の給水口から、循環液を注水してください。

※最初の注水は、約 500ml としてください。

※循環液をこぼさないよう、注意深くゆっくり行ってください。

7. 前面パネルの“▲”キーと“▼”キーを、繰り返し押し、装置内部のポンプを運転させて、装置内部と外部循環系に循環液を充填してください。
8. “WATER LEVEL” LED が消灯した場合には、点灯するまで注水してください。
9. 注水が完了したら、再度“FUNC”キーを1秒以上押して、パラメータ設定モードを抜けてください。

※循環液の接続接栓として、装置側に装着されているフィッティング：MS-20SM（日東工器）には、液漏れ防止機能がついています。

外部配管を接続しない状態でのポンプ運転、および制御運転は、ポンプの閉め切り運転となり、ポンプを損傷する原因となりますので、絶対に行わないでください。

※パラメータ設定モードのポンプ運転では、フロートスイッチによる液面検出を実施していませんので、ポンプを空運転しないよう十分注意してください。

ポンプの空運転は、ポンプを損傷する原因となりますので、絶対に行わないでください。

6 制御運転

6.1 制御運転の開始

1. 前面パネルの“START/STOP”キーを押すと、制御運転が開始されます。
※装置に内蔵されているポンプが始動し、配管系に循環液が循環されます。
※同時に、オペレート LED が点灯し、制御運転を行っている事を表示します。
※冷却ファンの風が遮られないよう、周囲に十分な間隔を確保してください。
特に、装置左右の領域は、冷却風の通路となりますので、注意してください。
2. SV 表示部に表示されている設定温度に向かって、PID 制御運転が実施されます。
※制御運転を実施しているときに、“ENTER”キーを押すと、その時の操作量を確認することができます。
操作量は 0～100%表示で、加熱モード時には h***、冷却モード時には C***と表示されます。
3. 設定温度に対して、制御精度： $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ が確保できない場合には、6.3：オートチューニングの実行を参照の上、オートチューニングを実施してください。
※設定温度に対する制御精度： $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ は、外部熱源の変動、外部侵入熱、環境変化等の使用条件により、確保できない場合があります。
4. 制御運転を停止する場合には、再度、前面パネルの“START/STOP”キーを押してください。

6.2 設定温度の変更

1. 前面パネルの“▲”キー、または“▼”キーを押して、SV 表示部の設定温度を変更してください。
2. 希望の温度まで表示温度を変更したら、“ENTER”キーを押して、確定してください。
※設定温度を変更しても、“ENTER”キーを押さないと、変更が確定されませんので、注意してください。
※設定温度の変更は、制御運転中でも実施できます。
※設定できる温度の分解能は、 0.1°C です。

6.3 オートチューニングの実行

設定温度に対して、制御精度： $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ が確保できない場合には、オートチューニングを実行することにより、最適な PID 値を算出することが出来ます。

設定温度を 10°C 以上変更した場合、使用環境が変化した場合などに実施することをお勧めします。

1. “FUNC” キーを 1 秒以上押し、パラメータ設定モードに移行してください。
2. P、I、D それぞれの値を、全て “0” に設定してください。
 - ・ P 定数…000 (%)
 - ・ I 定数…00.0 (秒)
 - ・ D 定数…00.0 (秒)
3. 再度、“FUNC” キーを 1 秒以上押し、パラメータ設定モードを抜けてください。

4. “START/STOP” キーを押して制御運転を実施してください。

これでオートチューニングが実行されます。

※設定温度表示部：SV には “Auto” の文字が表示されます。

※オートチューニングが終了すると、設定温度表示部：SV には、設定されている温度が表示され、ただちに制御運転が実行されます。

7 エラー表示と復帰方法

何らかのエラーが検出されると、下記のようなエラーNoを表示し、警報を鳴らします。
 ※警報は“ENTER”キーを押すことで、解除できます。
 制御運転中であれば、ただちに制御運転を中止します。
 いずれのエラーも、原因を排除した後、電源リセットにより復帰してください。

表 2：エラー項目一覧表

エラーNo Er**	項目	内容	復帰方法
1	センサーショート	1. 温度センサー (Pt100) が、ショートモードで破損しています。	1. センサーを交換してください：弊社宛ご連絡ください。
2	センサーオープン	1. 温度センサー (Pt100) が、オープンモードで破損しています。 2. 中継コネクタ:CN5が外れています。 3. プリント基板上のコネクタ:CN5が外れています。	1. センサーを交換してください：弊社宛ご連絡ください。 2. 接続を確認してください。 3. 接続を確認してください。
3	バンドアラーム上限	1. 設定されているバンドアラーム上限値を超えました。	1. バンドアラーム上限値を設定し直してください。
4	バンドアラーム下限	1. 設定されているバンドアラーム下限値を超えました。	1. バンドアラーム下限値を設定し直してください。
5	*****		
6	水位異常	1. 装置内部の水位が低下しました。 2. 装置内部の配管系に水漏れが発生しました。 3. 外部配管系に水漏れが発生しました。 4. 中継コネクタ:CN4が外れています。 5. プリント基板上のコネクタ:CN4が外れています。	1. タンクに注水してください。 2. 水漏れを確認し、弊社宛ご連絡ください。 3. 水漏れ箇所を修復後、注水してください。 4. 接続を確認してください。 5. 接続を確認してください。

7	SW 電源異常	1. SW 電源が破損しました。	1. SW 電源を交換してください：弊社宛ご連絡ください。
8	負荷異常	1. サーモモジュールが破損しました。	1. サーモモジュールを交換してください：弊社宛ご連絡ください。
9	SW 電源過昇温	1. SW 電源が、異常加熱しています。	1. 装置本体の風穴が、塞がれていないか確認してください。 2. 項目 1 を実施しても、事態が修復されない場合は SW 電源を交換してください：弊社宛ご連絡ください。
10	ヒートシンク過昇温	1. 中継コネクタ:CN3 が外れています。 2. 装置本体が、異常加熱しています。	1. 接続を確認してください。 2. 装置本体の風穴が、塞がれていないか確認してください。 3. 項目 2 を実施しても、事態が修復されない場合は弊社宛ご連絡ください。

8 通信機能

8.1 仕様

1. インタフェース：RS-422/RS-232C
2. 通信速度：9600bps 固定
3. 伝送コード：ASCII
4. 伝送フォーマット：start 1bit + data 8bit + stop 1bit (none parity)
5. フロー制御：無し

8.2 通信タイミング

データ測定（サンプリング）、および制御間隔が 0.1sec となっているため、レスポンス内容の更新に 0.1sec 要します。

パソコンでのアプリケーション作成時の注意点として、各コマンドの送信間隔を 0.1sec 以上設ける必要があります

但し、同一チャネルの W コマンド送信は 1sec 以上の間隔を設けて下さい

例)

R8 コマンドによる処理（ユニット No. : 0、チャネル No. : 0 に対するデータ取得）

[ホスト PC]

[FTC-2000]

R8 : 00、00 CR

R8 : 00、00 データ CR

0.1sec 以上の間隔を確保

R8 : 00、00 CR

R8 : 00、00 データ CR

8.3 Wコマンドのゼネラル送信

W : **、00、データ CR

ユニット No. と、チャネル No. の両方を “**” に設定すると、全てのユニットに対して一斉に W コマンドを送信します。

注意) ユニット No. と、チャネル No. の両方を “*” に設定することにより、ワイルドカードとして、設定することが可能です。

但し、R コマンドのゼネラル送信は無効となります。

8.4 各コマンド/レスポンス詳細

① 温度設定コマンド

W1: **、**、**** CR

[設定温度 (°C)]

“0050” ~ “0400”

5°C ~ 40°C に対応

[チャンネル No.]

“00”

00ch 固定

[ユニット No.]

“00” ~ “09”

最大 10 台まで

② 制御開始/停止コマンド

W2: **、**、*、**** CR

[ダミー]

“0000”

[制御開始/停止]

“0” : 停止

“1” : 開始

“2” : 操作量固定モード (冷却)

“3” : 操作量固定モード (加熱)

[チャンネル No.]

“00”

00ch 固定

[ユニット No.]

“00” ~ “09”

最大 10 台まで

注) 操作量固定モード (“2” or “3”) では、ダミー部に操作量を設定する事で、一定出力に固定することができます。
操作量の設定範囲は “0000” (0%) ~ “4095” (100%) で 10 進値にて設定します。

③ センサーパラメータ設定コマンド

W3: **、**、*、****、****、***、**** CR

[オフセット(C)]

"500" ~ "0500"
-5.00°C ~ 5.00°C

[傾き]

"050" ~ "200"
0.50 倍 ~ 2.00 倍

[ダミー]

"0000"

[ダミー]

"0000"

[ダミー]

"0"

[チャンネル No.]

"00"
00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"
最大 10 台まで

④ Pid パラメータ設定コマンド

W4: **、**、***、****、**** CR

[d(sec)]

"0000" ~ "9999"
0.0sec ~ 999.9sec

[i(sec)]

"0000" ~ "9999"
0.0sec ~ 999.9sec

[P(%)]

"000" ~ "200"
0% ~ 200%

[チャンネル No.]

"00"
00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"
最大 10 台まで

⑤ 温度アラーム設定コマンド

W5: **、**、****、**** CR

[アラーム上限(℃)]

"0000" ~ "0500"

0.0℃~50.0℃

[アラーム下限(℃)]

"0000" ~ "0500"

0.0℃~50.0℃

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑥ 加熱/冷却リミット設定コマンド

W6: **、**、*、*、****、**** CR

[加熱リミット(%)]

"0000" ~ "0100"

0%~100%

[冷却リミット(%)]

"0000" ~ "0100"

0%~100%

[ダミー]

"0"

[ダミー]

"0"

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑦ キープロテクト設定コマンド

W7: **、**、* CR

[キープロテクタ]

"0": OFF

"1": ON

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑧ 設定温度確認コマンド

R1: **、** CR…送信データ

R1: **、**、**** CR…受信データ

[設定温度]

"0050" ~ "0400"

5℃~40℃に対応

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑨ 制御状態確認コマンド

R2: **、** CR…送信データ

R2: **、**、*、**** CR…受信データ

[ダミー]

"0000"

[制御開始/停止]

"0": 停止

"1": 開始

"2": 操作量固定モード (冷却)

"3": 操作量固定モード (加熱)

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑩ センサーパラメータ確認コマンド

R3: **、** CR…送信データ

R3: **、**、*、****、****、***、**** CR…受信データ

[オフセット (°C)]

"500" ~ "0500"

-5.00°C ~ 5.00°C

[傾き]

"050" ~ "200"

0.50 倍 ~ 2.00 倍

[ダミー]

"0000"

[ダミー]

"0000"

[センサー種類]

"1"

Pt: 3 線式

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑪ Pid パラメータ確認コマンド

R4: **、** CR…送信データ

R4: **、**、***、****、**** CR…受信データ

[d (sec)]

"0000" ~ "9999"

0.0sec ~ 999.9sec

[i (sec)]

"0000" ~ "9999"

0.0sec ~ 999.9sec

[P (%)]

"000" ~ "200"

0% ~ 200%

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑫ 温度アラーム確認コマンド

R5: **、** CR…送信データR5: **、**、****、**** CR…受信データ

[アラーム上限(℃)]

"0000" ~ "0500"

0℃~50.0℃

[アラーム下限(℃)]

"0000" ~ "0500"

0℃~50.0℃

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑬ 加熱/冷却リミット確認コマンド

R6: **、** CR…送信データR6: **、**、*、*、****、**** CR…受信データ

[加熱リミット(%)]

"0000" ~ "0100"

0%~100%

[冷却リミット(%)]

"0000" ~ "0100"

0%~100%

[電流レンジ]

"0": 無効

[電圧レンジ]

"2": 無効

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑭ キープロテクト確認コマンド

R7: **、** CR

R7: **、**、* CR

[キープロテクト]

"0" : OFF

"1" : ON

[チャンネル No.]

"00"

00ch 固定

[ユニット No.]

"00" ~ "09"

最大 10 台まで

⑮ データ取得コマンド

R8: **、** CR: 送信データ

R8: **、**、****、****、****、*、* CR: 受信データ

[エラーNo.]

“0” : 正常
 “1” : センサーショート
 “2” : センサーオープン
 “3” : アラーム上限
 “4” : アラーム下限
 “5” : ****
 “6” : 水位異常
 “7” : 電源異常
 “8” : 負荷異常
 “9” : 電源過昇温
 “A” : ヒートシンク過昇温

[ステータス]

“0” : 未到達
 “1” : 設定到達
 “2” : チューニング中

[電圧 (V)]

“000000” 無効

[電流 (A)]

“000000” 無効

[現在温度]

“-3000” ~ “10000”
 -30.00℃ ~ 100.00℃

[チャンネル No.]

“00”
 00ch 固定

[ユニット No.]

“00” ~ “09”
 最大 10 台まで

9 温度傾き補正とオフセットの考え方

温度センサー誤差を補正するためのパラメータとして、傾き (a) とオフセット (b) を入力し、温度を補正することができます。

補正式は次の通りです。

$$Y = ax + b$$

Y：補正後の温度データ

a：傾き（デフォルト：1.00）

x：計算で求めた温度データ

b：オフセット（デフォルト：0.00）

10 セグメント文字対応表

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

a b c d e f g h i j
a b c d e f g h i j

k l m n o p q r s t
k l m n o p q r s t

u v w x y z
u v w x y z

作成：2001/05/24
改訂：2002/01/23

11 装置外觀図

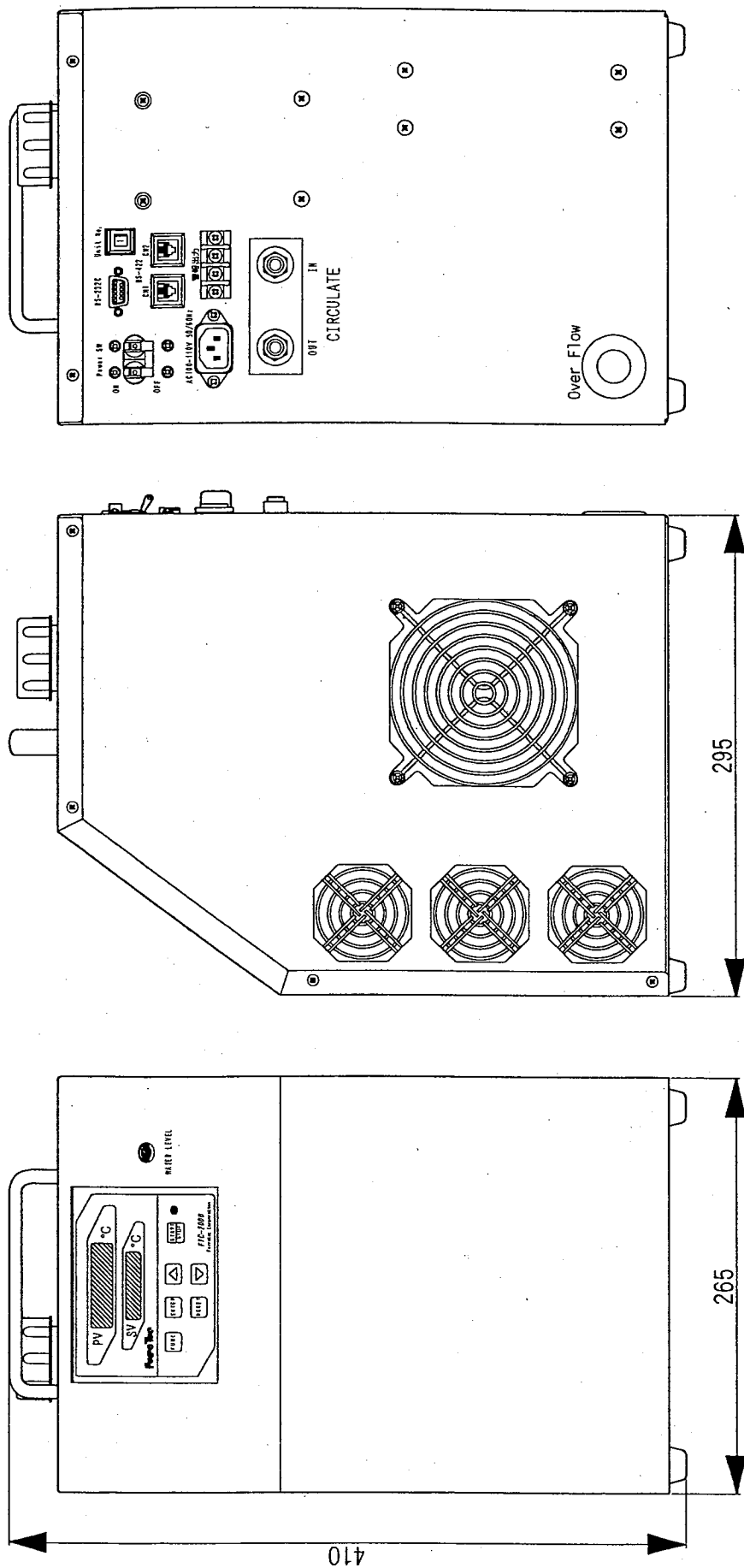


図 6：装置外觀図