

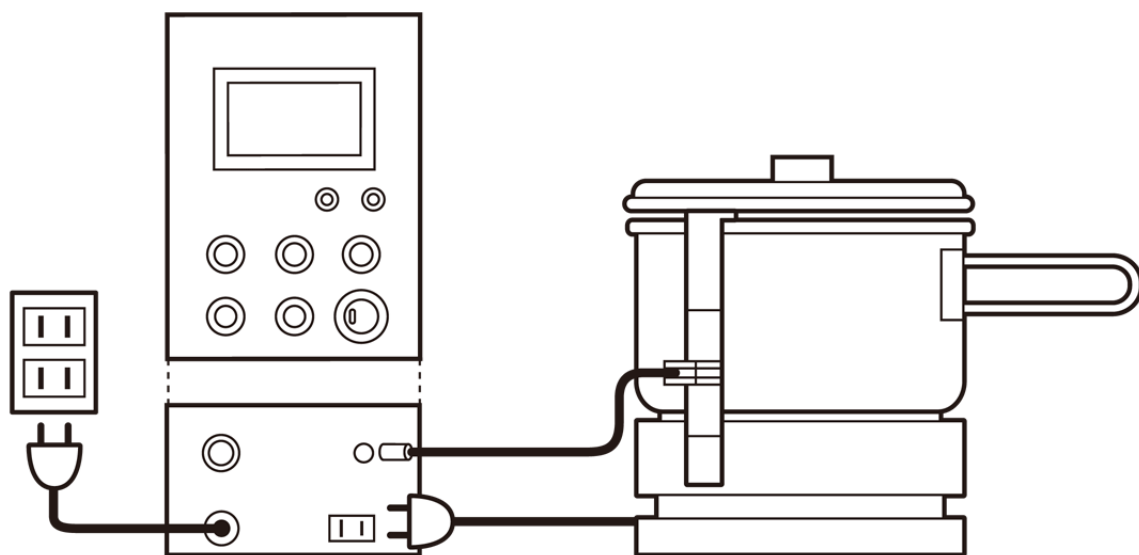
2010 年度 福島ゼミナール

携帯湯沸かし器

温度制御システム

報告書

ver. 1.0.3



愛知県立名古屋高等技術専門校

担当指導員 福島賢弘

第 17 期生 佐野木 美香

池原 さき

伊藤 和馬

大西 慧

<目次>

[1]はじめに	2	[6]設計	27
		(1)ハードウェア構成図	27
[2]システム概要	2	(2)回路図	28
(1)携帯用湯沸かし器の現状	2	(3)記号対応表	29
(2)コンセプト	2	(4)H8マイコンポート割振り	30
(3)ターゲット	2	(5)LCD	31
(4)目標	2	(6)製図	33
(5)主機能	3	(7)内部構造	34
(6)対応する携帯湯沸かし器	3	(8)使用道具	35
(7)開発範囲	4	(9)使用部品	36
[3]開発手法	7	[7]制御方法	38
(1)開発モデル	7	(1)フィードバック制御	38
(2)プロジェクト管理	8	(2)PID制御	39
(3)開発環境	9	[8]データ変換方法	41
(4)開発ツール	9	(1)サーミスタ(温度センサ)の特性	41
[4]要件定義	10	(2)リニアライズ回路	41
(1)機能要件リスト	10	(3)近似温度の取得方法	41
(2)非機能要件リスト	12	(4)PWM出力による電力制御	42
(3)タイミングリスト	13	(5)鍋の温度から推定水温の算出方法	43
(4)故障部位の見分け方	14	(6)データ変換過程 -温泉卵の場合-	44
(5)状態遷移	15	[9]テスト	46
(6)DFD(データフローダイアグラム)	17	(1)ハードウェア	46
[5]画面遷移	21	(2)ソフトウェア	47
(1)起動状態、要求待ち状態	21	[10]計画スケジュールと反省点	49
(2)調理モード	22	(1)開発スケジュール	49
(3)保温モード	23	(2)反省点	49
(4)タイマモード	24	[11]感想	50
(5)保温タイマモード	25	[12]参考リスト	52
(6)エラー	26	(1)参考文献	52
		(2)参考Webサイト	53

[1]はじめに

携帯湯沸かし器とは、プラグの抜き差しによってヒータの ON/OFF を行う調理器具である。2004 年度のゼミでは、この携帯湯沸かし器に接続するアタッチメントを開発し、アタッチメントを介して携帯湯沸かし器の温度制御が可能なシステムが製作された。

本年度のゼミでは 2004 年度のシステムのコンセプトを引継ぎつつ、組込みシステム開発に必要な技術 (H8 マイコン、PID 制御など) を用いた、温度制御システムの開発をおこなった。

本報告書は開発の各工程における製作過程についてまとめたものである。

[2]システム概要

(1) 携帯用湯沸かし器の現状

- ・旅行先や出張先で簡易な調理をしたいときに使われる。
- ・機能はプラグの抜き差しによりヒータの加熱を ON/OFF するのみである。
- ・家庭で使用されることがあまりない。

(2) コンセプト

「家庭でも使える、便利な携帯用湯沸かし器」

(3) ターゲット

既に携帯用湯沸かし器を所持している人。

旅行先や出張先以外ではあまり使われない携帯用湯沸かし器を、アタッチメントを用いることで家庭でも使ってもらえるよう提案する。

(4) 目標

- ・旅行先や出張先以外ではあまり使われない携帯湯沸かし器を、開発システムを用いることで家庭でも使ってもらえるよう提案する。
- ・H8 マイコン、PID 制御など組込みシステム開発に必要な技術を習得する。
- ・プロジェクト管理に CMMI を採用し、成熟度レベル 2 を達成する。
- ・ETEC (JASA 組込みソフトウェア技術者試験) クラス 2 を受験し、レベル B 以上を取得する。

(5) 主機能

①調理モード

3種類の卵調理ができる。

- ・固ゆで卵
- ・半熟卵
- ・温泉卵

②保温モード

鍋の中の水温を、設定された温度に保持する。

- ・80℃・・・(使用例)インスタント食品や紅茶用のお湯 など
- ・70℃・・・(使用例)緑茶用のお湯 など
- ・60℃・・・(使用例)赤ちゃん用ミルクの保温 など

③タイマモード

1～15分のキッチンタイマーとして利用できる。

(使用例)保温モードでお湯を沸かしカップ麺に注ぎ、タイマモードで計測する。

④保温タイマモード

設定温度に保温されてからタイマを起動することができる。

(使用例)レトルト調理など一定温度に保ったままタイマを利用する。

(6) 対応する携帯湯沸かし器

品名 : RN-37NF(三洋電機製)

電源 : AC 100V-120V / 200-240V 50/60Hz

消費電力 : 120V / 240V(360W)、100V / 200V(250W)

満水容量 : 約 1.3 リットル

寸法 : 台-61mm(H) × 128mm(W) × 128mm(D)

鍋-76mm(H) × 155mm(W) × 155mm(D)

質量 : 約 880 グラム

安全装置 : 温度過昇防止器(自動復帰式)

特徴 : 本体(ヒーター部分)とステンレス製のなべが分離可能で、本体の上にヒータを載せて使用する。プラグを接続すると電源が入りヒータ部分が加熱する。
電圧の変換は、抵抗(ニクロム線)を並列(100-120V)または直列(200-240V)に手動で切り替えることで変換可能。

誤って100-120Vにセットしたまま、200-240V電源に接続した場合はサーキットブレーカーが自動的に働き通電を停止する。

一方、200-240Vにセットしたまま、100-120V電源に接続した場合は暖まりにくくなる。

(7) 開発範囲

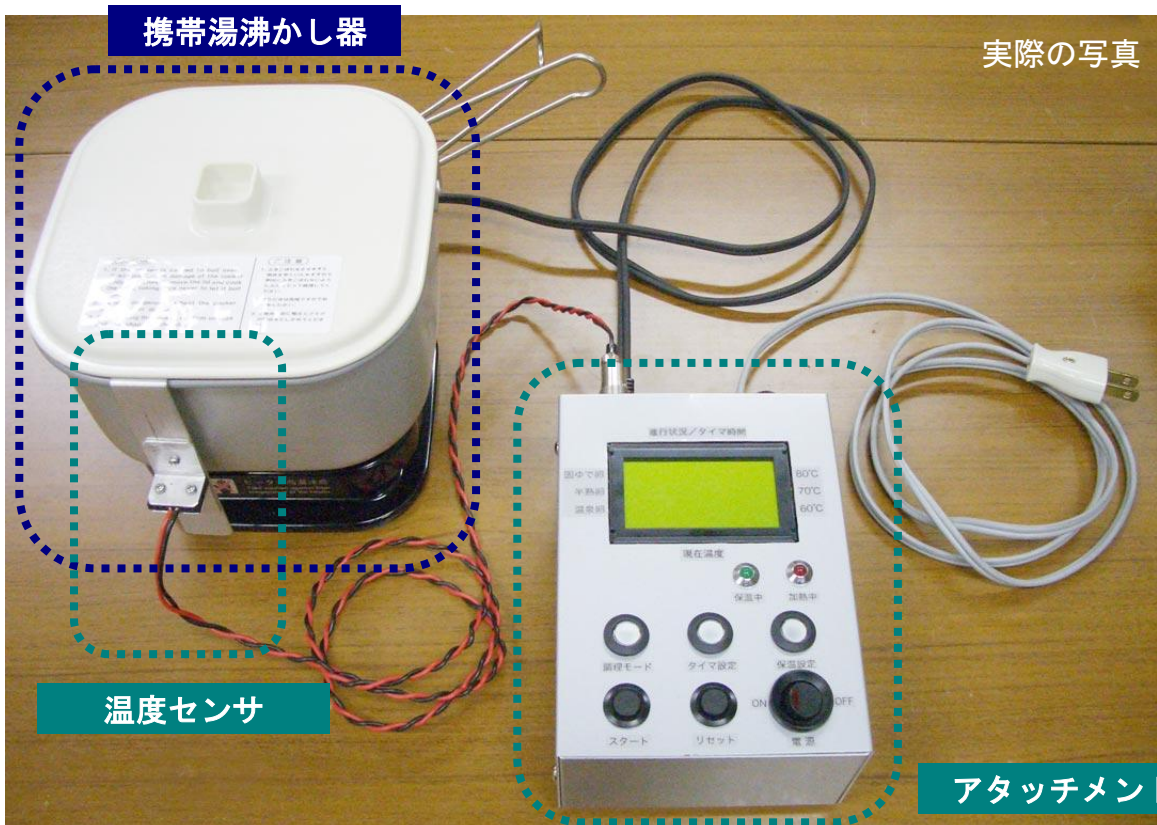
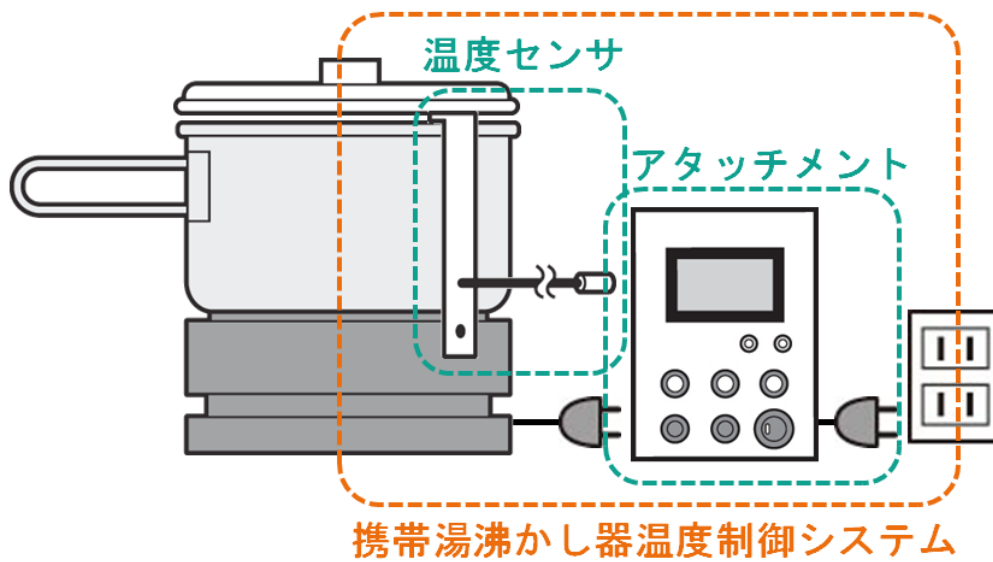
① 開発対象

アタッチメント・・・携帯湯沸かし器に供給する電力を制御する

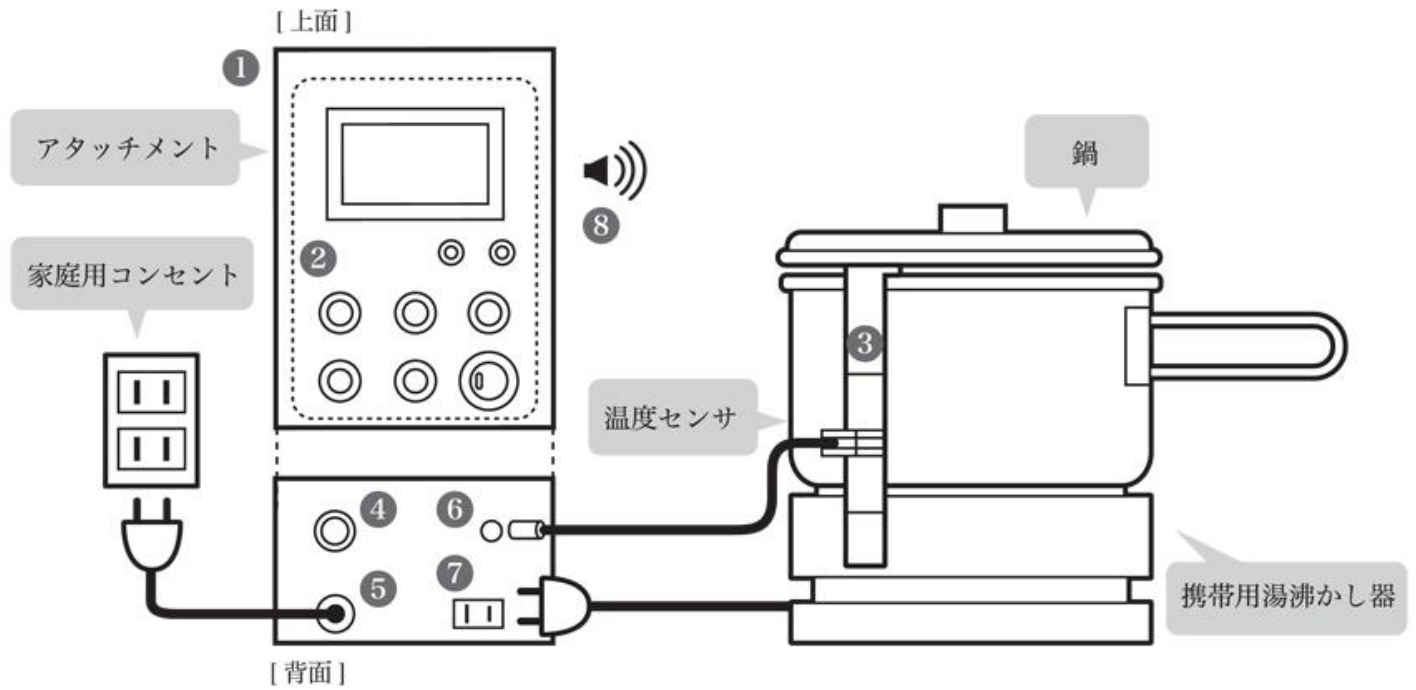
温度センサ・・・現在の温度を鍋の外側から取得する

携帯湯沸かし器と家庭用コンセントとの間に温度制御を行なうアタッチメントと、温度を鍋の外側から取得するセンサを接続することで携帯湯沸かし器の温度制御を可能にします。

具体的には、アタッチメントに希望する温度設定を行なってスタートすると、温度センサが鍋の外側から温度を取得します。アタッチメント内で設定した温度と現在温度の差を算出し、あとどれだけの加熱を行えば効率的に設定温度に到達することができるか割り出し、自動制御を行ないます。

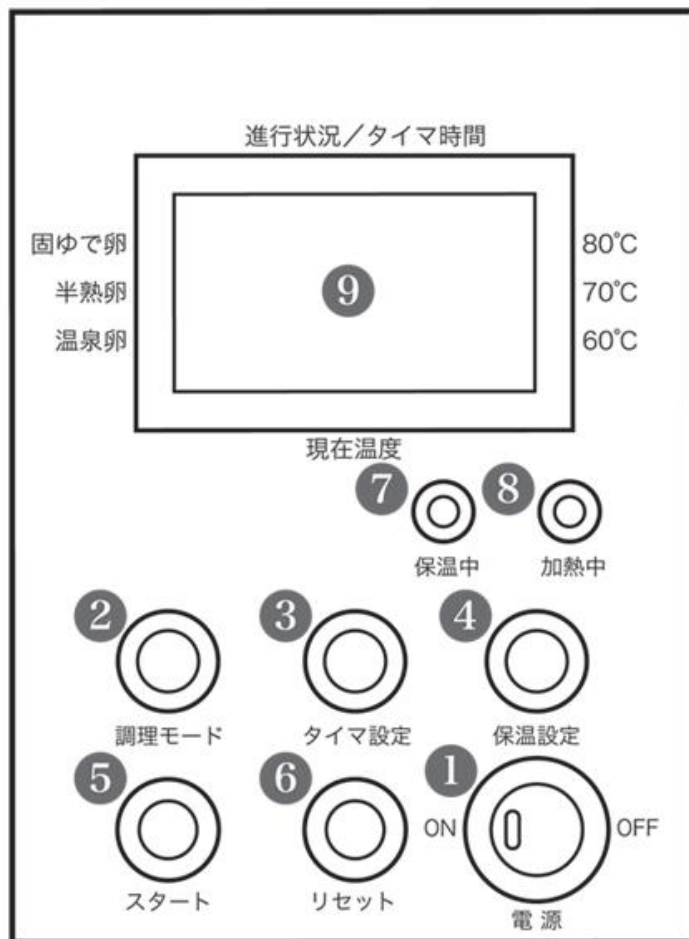


②全体構成



NO.	名称	部品名	備考
1	本体ケース	アルミケース	堅牢性と耐熱性があり、穴空け加工可能なもの
2	操作表示部	次ページ参照	次ページ参照
3	温度センサ	サーミスタ	鍋の温度を検出
4	ヒューズ	ヒューズホルダー	0.5A以上の電源電流が流れると遮断する
5	電源コード	2P オスプラグ+電源コード	家庭用コンセント(AC100V)に繋ぐ
6	センサコネクタ	コネクタ(オス、メス)	鍋に付けるセンサを接続
7	差し込みコンセント	2P メスコンセント	携帯湯沸かし器の差し込みプラグを繋ぐ
8	スピーカ	スピーカ	調理完了時やエラー検出時に異なる音を出す

③操作表示部



NO.	名称	部品名	備考
1	電源スイッチ	照光式ロックスイッチ(波動スイッチ)	AC100VのON/OFFが可能なもの
2	調理モードボタン	照光式押しボタンスイッチ	モーメンタリ、該当モード中に発光可能
3	タイマ設定ボタン	照光式押しボタンスイッチ	モーメンタリ、該当モード中に発光可能
4	保温設定ボタン	照光式押しボタンスイッチ	モーメンタリ、該当モード中に発光可能
5	スタートボタン	押しボタンスイッチ	モーメンタリ
6	リセットボタン	押しボタンスイッチ	モーメンタリ
7	保温中ランプ	LED(緑)	保温中点灯(ソフトウェアによる制御)
8	加熱中ランプ	LED(赤)	加熱中点灯(ハードウェアによる制御)
9	表示パネル	グラフィックLCD	ドットでの表示(キャラクタではない)

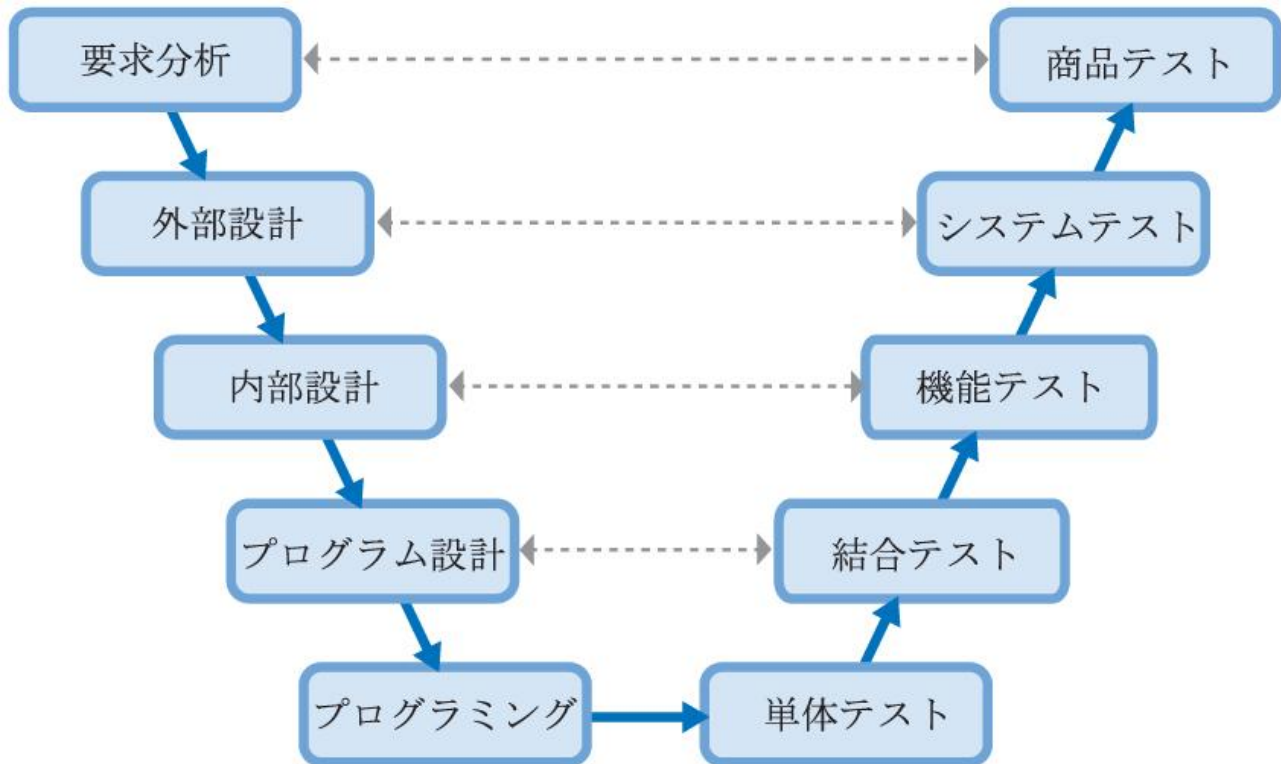
モーメンタリ…押すとON、離すとOFF (オルタネート…押すたびにON/OFFが反転)

[3]開発手法

(1)開発モデル

ウォーターフォールモデル

当ゼミでは、開発モデルとしてウォーターフォールモデルを採用する。採用理由としては開発システムの要求の洗い出しがしやすいことと、前工程の品質を確保することで短い開発期間での手戻りを最小限に抑える必要があると判断したため。作業手順は下図のとおり。



[V字モデルによる設計工程とテスト工程の対応関係]

(2)プロジェクト管理

CMMI (成熟度レベル 2) の達成

①CMMI とは

CMMI (Capability Maturity Model Integration 能力成熟度モデル統合)

能力成熟度モデルの一つであり、システム開発を行う組織がプロセス改善を行うためのガイドラインとなる。

②成熟度レベル

CMMI では組織の能力についてレベル 1~5 に分けられており、各レベルで持つべきプロセス (開発の進め方) を規定している。各レベルの概要は以下のとおりであり、本ゼミではレベル 2 の達成を目標とする。

レベル 5	最適化	プロセス改善重視
レベル 4	管理	定量的な分析が行なわれている状態
レベル 3	定義	組織的に定義された標準プロセスがある
レベル 2	反復可能	初歩的管理は行われて、反復可能なプロセスがある
レベル 1	初期	場当たり的な状態で、決まったプロセスはない

レベル 2 を達成するためには、以下の 6 つの管理基準をクリアしなければならないが、本ゼミではソフトウェア外注管理以外のそれぞれの管理項目を実施する。

要件管理	要求仕様と成果物との整合性を保つ
プロジェクト計画	プロジェクトの計画と、計画の維持
進捗管理	成果物を監視し、計画から逸脱する場合は是正処置をとる
測定と分析	作業を見積もり、成果物を監視・分析・判断し記録に残す
品質管理	開発活動や成果物が手順・計画・要件に従っているかを管理する
構成管理	ファイルやソフトウェアなど成果物のバージョン管理
外注管理	適切な外注先を選定し、効果的に管理する

(3) 開発環境

① 開発ホスト側

CPU : Intel pentium4 2.4GHz
OS : Windows XP Professional Service Pack 3(マイクロソフト)
開発言語 : C 言語

② ターゲット側

マイコン : H8/300H 3694F(ルネサステクノロジ)
LCD : MT-E507(サンハヤト)

③ その他

評価ボード : MB-RS10(サンハヤト)

(4) 開発ツール

- ・ 統合開発環境 HEW (High-performance Embedded Workshop) 4.07.00.007(ルネサステクノロジ)
- ・ デバックツール E8 エミュレータ(ルネサステクノロジ)
- ・ 電子回路シミュレータ Qucs(Quite Universal Circuit Simulator)0.0.15
- ・ Microsoft Visual Basic 2005
- ・ Microsoft Excel 2007
- ・ Microsoft Word 2007
- ・ illustrator CS

[4]要件定義

(1)機能要件リスト

①利用者からのイベント

NO.	事象	刺激	行動	応答	影響
1	調理要求	調理モードボタンを選択	デフォルトで固ゆで卵を選択する	調理内容の表示	卵の調理方法を選べるようになる
2	固ゆで卵の調理開始	調理モード(固ゆで卵)開始	固ゆで卵の調理行為をする調理が終了したら完了音を約10秒鳴らす	ヒータの制御調理状況表示電子音	固ゆで卵が得られる
3	半熟卵の調理開始	調理モード(半熟卵)開始	半熟卵の調理行為をする調理が終了したら完了音を約10秒鳴らす	ヒータの制御調理状況表示電子音	半熟卵が得られる
4	温泉卵の調理開始	調理モード(温泉卵)開始	温泉卵の調理行為をする調理が終了したら完了音を約10秒鳴らす	ヒータの制御調理状況表示電子音	温泉卵が得られる
5	保温要求	保温設定ボタンを選択	デフォルトで80℃をセットする。選択される毎に→70℃→60℃→80℃→…と選択が移る	設定温度の表示	保温温度を80℃、70℃、60℃から選べるようになる
6	保温開始	保温モード開始	目標の保温温度にする保温温度に最初に到達したとき切替音を約3秒鳴らす	ヒータの制御保温状況表示電子音	希望する温度で保温できる
7	保温再変更	保温モード時に再度保温設定ボタンを選択	加熱が停止され設定温度の選択が切り替わる	ヒータの制御保温温度の表示	希望する温度を変更できる
8	タイマ要求	タイマ設定ボタンを選択	デフォルトで1分をセットし、選択される毎に1分追加する15分を超えると1分に戻る選択が長押しされると5分ずつ追加する	タイマ設定時間表示	タイマ時間を分単位で設定できるようになる 長押しで5分刻みで設定できる
9	タイマ開始	タイマモード開始	タイマを起動する残り時間がゼロになったら完了音を約10秒鳴らす	残り時間の減少タイマ時間表示電子音	キッチンタイマーとして利用できる
10	タイマ再変更	タイマモード時に再度タイマ設定ボタンを選択	現在のタイマ時間に1分追加される15分を超えると1分に戻る選択が長押しされると5分ずつ追加する	タイマ設定時間表示	希望するタイマ時間を変更できる
11	保温タイマ要求	保温モードとタイマ設定ボタンを選択	デフォルトでそれぞれ80℃と1分をセットする	保温温度の表示タイマ時間表示	保温温度とタイマ時間を設定できるようになる
12	保温タイマ開始	保温タイマモードを開始	目標の温度にし、目標温度になったら切替音を約3秒鳴らし、タイマを起動し保温する残り時間がゼロになったら完了音を約10秒鳴らす	残り時間の減少保温状況表示、タイマ時間表示電子音	希望する温度を希望する時間保つことができる
13	リセット要求	リセットボタンを選択	実行を停止し設定を初期化する	実行停止設定の初期化	設定や作業を中止できる

②センサからのイベント

NO.	事象	刺激	行動	応答	影響
1	温度変化	温度	調理、保温、保温 タイマいずれかの 行為をする	加熱量	指定した調理、また は指定した温度を得 ることができる
2	上限温度 オーバー	鍋の温度が90℃を超える また、温度センサがアタッチ メントに接続されていない場 合も同じ条件となる	加熱を停止し、 警告情報を表示、 異常音を鳴らす	ヒータOFF エラーメッ セージ表示 電子音	装置の異常を知るこ とができる 温度センサのアタッ チメントへの接続忘 れを防止できる
3	高温 エラー	温度が下がらない (設定温度(水温)に対応する 鍋の温度より現在の鍋の温度 が5℃以上高く、最初に取得し た推定水温より現在の推定水 温のほうが高い状態が1分以 上続いた場合)	加熱を停止し、 警告情報を表示、 異常音を鳴らす	ヒータOFF エラーメッ セージ表示 電子音	装置の異常を知るこ とができる
4	低温 エラー	温度が上がらない (設定温度(水温)に対応する 鍋の温度より現在の鍋の温度 が5℃以上低く、前回検出した 鍋の温度より現在の鍋の温度 のほうが低い状態が1分以上 続いた場合)	加熱を停止し、 警告情報を表示、 異常音を鳴らす	ヒータOFF エラーメッ セージ表示 電子音	装置の異常を知るこ とができる 温度センサの鍋への 取り付け忘れを防止 できる

③その他のイベント

NO.	事象	刺激	行動	応答	影響
1	上限時間 オーバー	保温時間が上限時間(30分) を超える	加熱を停止し、 警告情報を出す	ヒータOFF 電子音 エラーメッセ ージ表示	空焚きを防止する ことができる

(2) 非機能要件リスト

NO.	分類	内容	優先度	主な利害関係	
1	環境	使用する携帯湯沸かし器は三洋電機製RN-37NF	高	外部設計、 内部設計	要件管理
2	環境	使用マイコンはH8/3694F(電源5V、ROM32Kbyte、RAM2048byte)	高	外部設計、 内部設計	要件管理
3	性能	自動制御にはPID方式を用いる	高	内部設計、 プログラム設計	要件管理、 品質保証
4	安全性	保温時間が所定の時間(30分)を越えた場合、ヒータの加熱を停止する	高	内部設計	要件管理、 品質保証
5	安全性	想定外の高温になったときは即座にヒータの加熱を停止する	高	内部設計	要件管理、 品質保証
6	安全性	温度異常(温度が下がらない/上がらない)があればヒータの加熱を停止する	高	内部設計	要件管理、 品質保証
7	安全性 保守性	故障部位の特定を容易にする	高	要件定義、 外部設計	要件管理、 品質保証
8	保守性	途中で担当者が入れ替わっても作業に支障をきたさない	中	全体	要件管理、 構成管理
9	信頼性	一定期間の動作を保証する	中	外部設計、 内部設計	品質保証
10	拡張性	後継機の開発が容易であること	中	外部設計、 内部設計	品質保証、 構成管理
11	使用性	アタッチメントや温度センサの接続は簡易であり、温度センサは清潔に保つことが可能な構造であること	中	外部設計	要件管理

(3) タイミングリスト

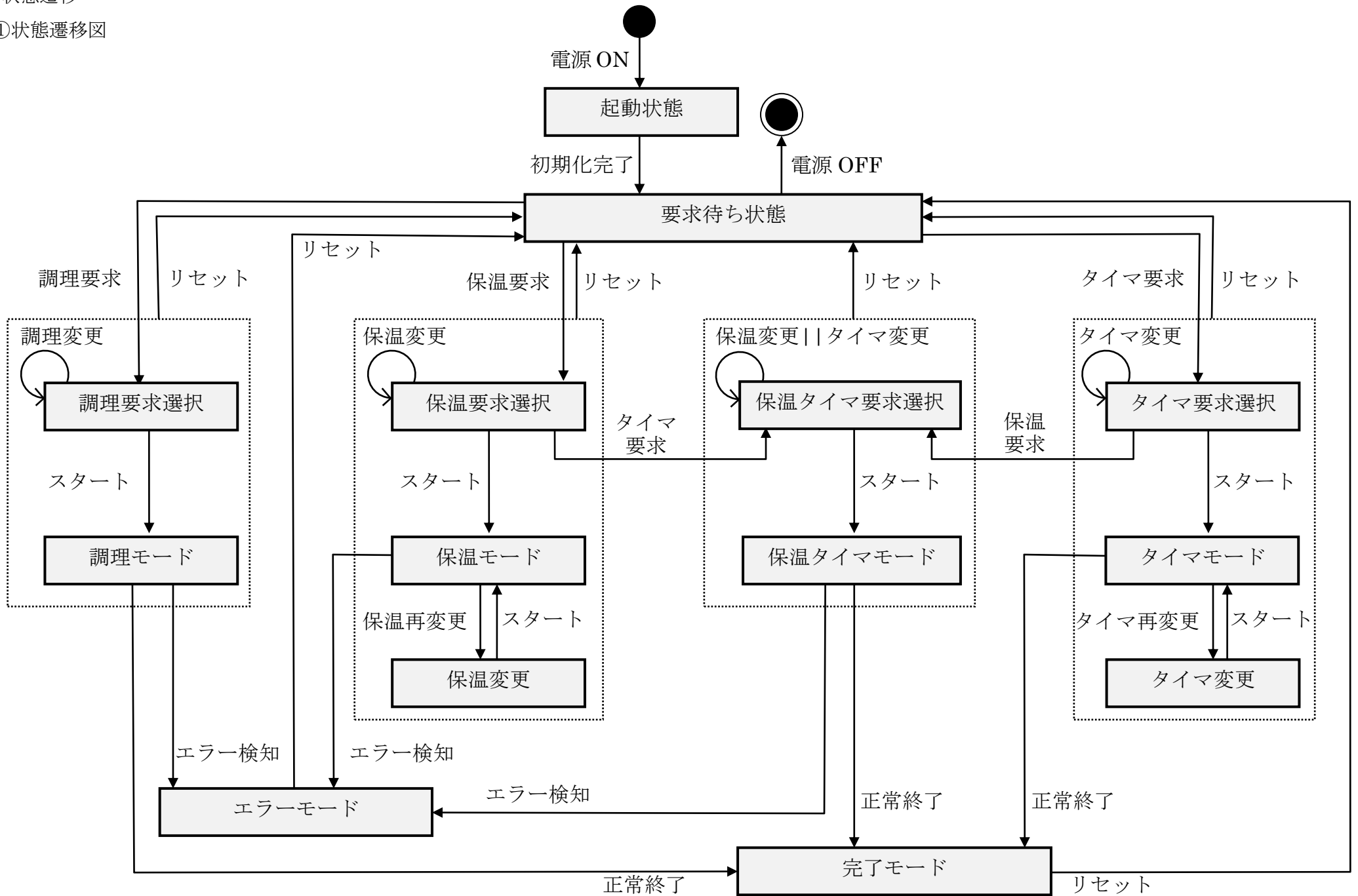
NO.	入力	入力イベント	出力	出力イベント	対応時間	優先度
1	温度	鍋の温度が90℃を超える	ヒータOFF 異常音 エラーメッセージ表示	上限温度 オーバー	最大1秒	高
2	温度	温度が下がらない (設定温度(水温)に対応する鍋の温度より現在の鍋の温度が5℃以上高く、最初に取得した推定水温より現在の推定水温のほうが高い状態が1分以上続いた場合)	ヒータOFF 異常音 エラーメッセージ表示	高温エラー	1分	高
3	温度	温度が上がらない (設定温度(水温)に対応する鍋の温度より現在の鍋の温度が5℃以上低く、前回検出した鍋の温度より現在の鍋の温度のほうが低い状態が1分以上続いた場合)	ヒータOFF 異常音 エラーメッセージ表示	低温エラー	1分	高
4	時間	保温時間が上限時間(30分)を超える	ヒータOFF 異常音 エラーメッセージ表示	上限時間 オーバー	最大1秒	高
5	起動	電源スイッチを入れる	電源LED点灯 その他のLED一時点灯 起動音 起動メッセージ表示	初期化完了	最大 0.5秒	中
6	調理開始	調理をスタートする	ヒータ動作命令 調理中のモード表示 進行状況/タイマ残り 時間表示 現在温度表示	調理モード	最大 0.5秒	中
7	タイマ 開始	タイマをスタートする	タイマ残り時間表示	タイマ モード	最大 0.5秒	中
8	保温開始	保温をスタートする	ヒータ動作命令 設定温度表示 進行状況表示 現在温度表示	保温モード	最大 0.5秒	中
9	保温 タイマ 開始	保温タイマをスタート する	ヒータ動作命令 設定温度表示 進行状況/タイマ残り 時間表示 現在温度表示	保温タイマ モード	最大 0.5秒	中
10	リセット	リセットする	起動後の設定にする	初期化完了	最大1秒	中
11	終了	電源スイッチを切る	表示クリア 電源LED消灯	電源OFF	1秒	中

(4) 故障部位の見分け方

故障内容	種別	主な原因	対処法
電源が入らない	ハードウェアの故障	<電源ランプは消灯> 電源部	要修理 部品交換
		<電源ランプは点灯> マイコン	要修理 マイコン交換
電源を入れても ・起動画面の表示 ・電子音 ・全LEDランプの点灯 のいずれか(あるいは複数) が実行されない	ハードウェアの故障	<起動画面が表示されない> LCD (表示パネル)	要修理 LCD 交換
		<電子音が鳴らない> スピーカ	要修理 スピーカ交換
		<LEDランプが点灯しない> LED	要修理 LED 交換
押しボタンを押しても 表示に反映されない	ハードウェアの故障	押しボタン接続部 LCD (表示パネル)、マイコン	要修理 LCD 交換、マイコン交換
スタートを押しても加熱中 ランプが点灯しない	ハードウェアの故障	LED(赤) SSR 発光部 マイコン	要修理 LED 交換、SSR 交換 マイコン交換
	ソフトウェアのバグ	プログラム	要修理
設定した保温温度になっても 保温中ランプが点灯しない	ハードウェアの故障	LED(緑) マイコン	要修理 LED 交換、マイコン交換
	ソフトウェアのバグ	プログラム	要修理
温度が上がらない (低温エラー)	ヒューマンエラー	携帯湯沸かし器からの電源プラグの接続が浅い	電源プラグを最後までさす
		温度センサが鍋に正しく取り付けられていない	温度センサを鍋に正しく取り付ける
	既製品の故障	携帯湯沸かし器の故障	携帯湯沸かし器単体で動作確認を行う
	ハードウェアの故障	サーミスタ、SSR 受光部 マイコン	要修理 部品交換、マイコン交換
	ソフトウェアのバグ	プログラム	要修理
温度が下がらない (高温エラー、 上限温度オーバー)	ヒューマンエラー	水より沸点の高いもの(油など)を加熱した	水より沸点の高いものを加熱しない
		空焚きになっている	空焚きをしない
		温度センサがアタッチメントに接続されていない(上限温度オーバーでのみ発生する)	温度センサをアタッチメントに接続する
	ハードウェアの故障	<加熱中ランプは点灯> サーミスタ、SSR 受光部	要修理 部品交換
		<加熱中ランプは消灯> マイコン	要修理 マイコン交換
ソフトウェアのバグ	プログラム	要修理	
電源が切れない	ハードウェアの故障	電源スイッチ	要修理 部品交換

(5) 状態遷移

①状態遷移図



②状態遷移表

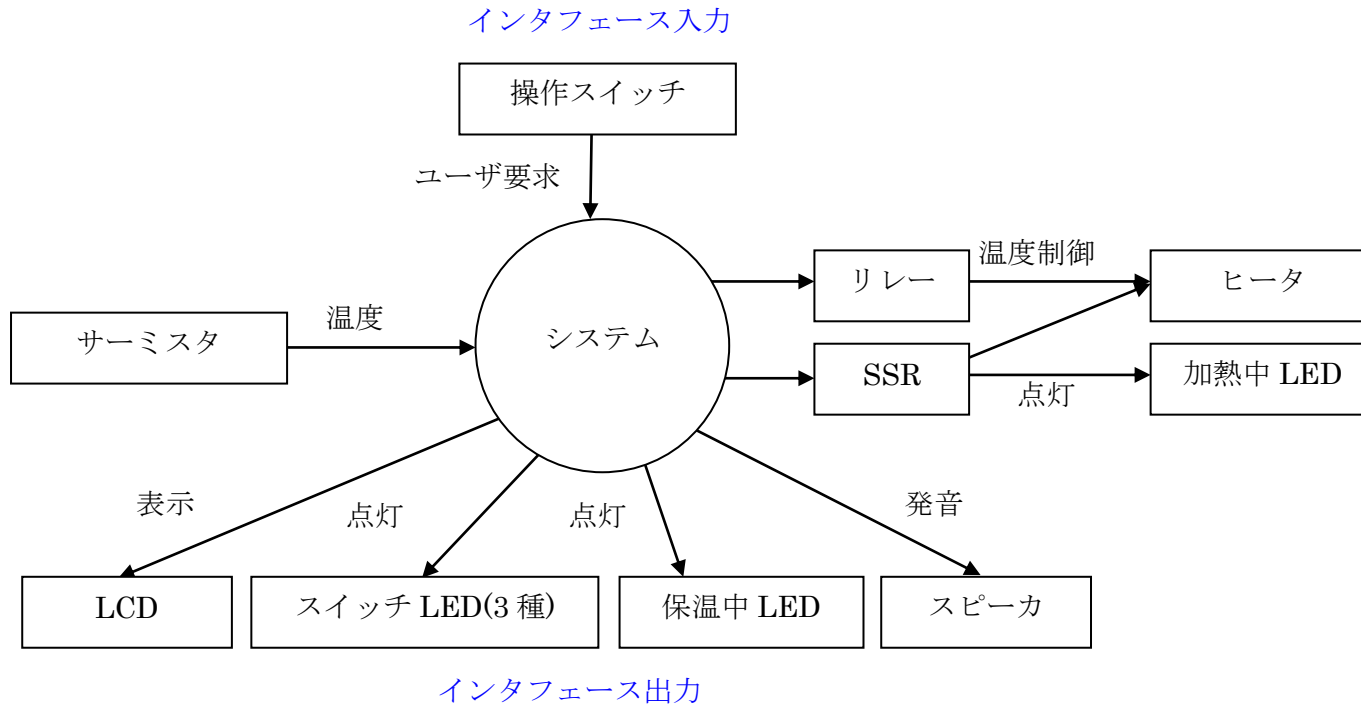
[状態遷移表]

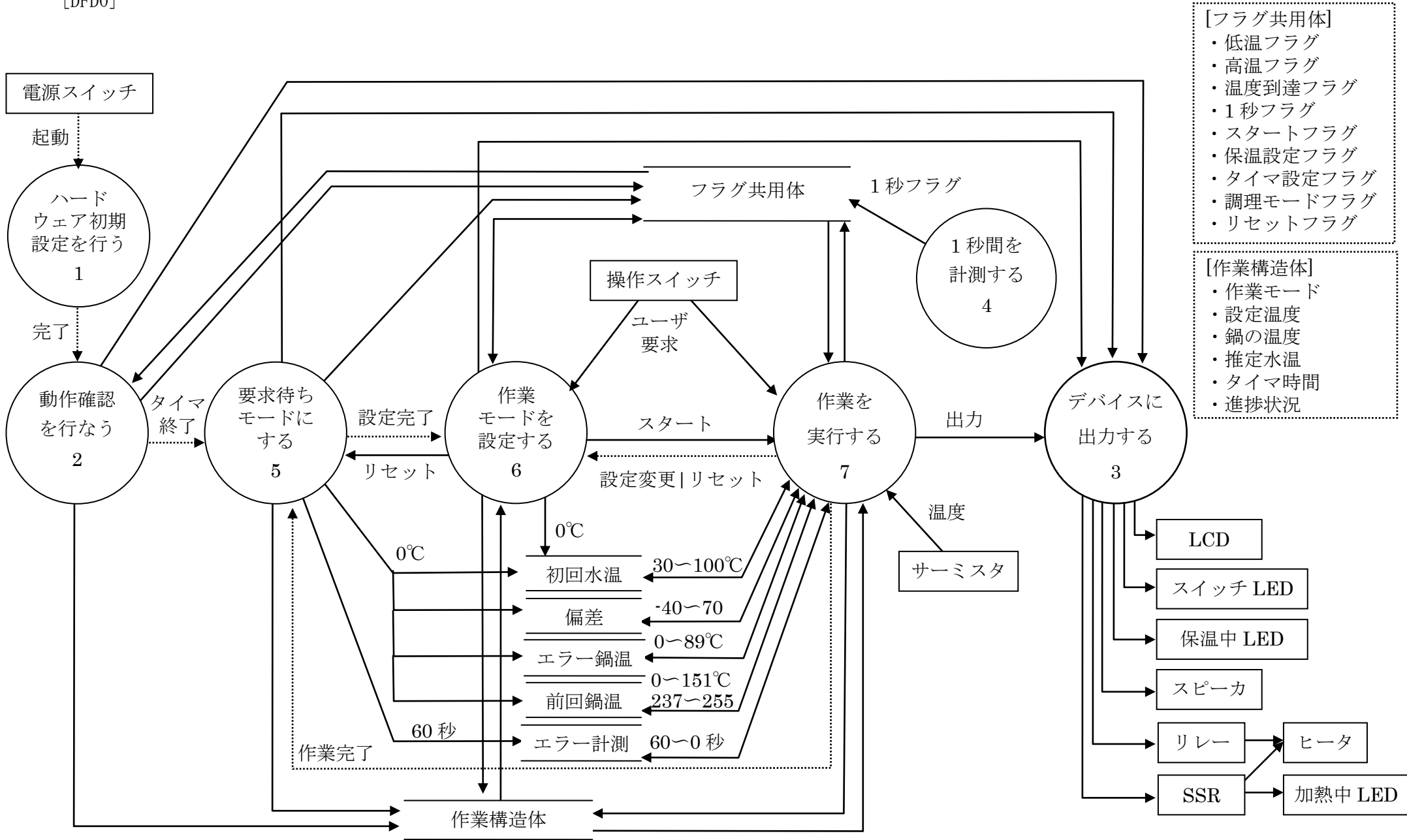
状態 \ イベント	電源 ON	調理要求	保温要求	タイマ要求	初期化完了	スタート	正常終了	リセット	エラー	電源 OFF
電源 OFF	起動状態	/	/	/	×	/	×	/	×	/
起動状態	/	/	/	/	要求待ち状態	/	×	/	×	電源 OFF
要求待ち状態	/	調理要求選択	保温要求選択	タイマ要求選択	×	/	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
調理要求選択	/	調理変更	/	/	×	調理モード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
保温要求選択	/	/	保温変更	保温タイマ要求選択	×	保温モード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
タイマ要求選択	/	/	保温タイマ要求選択	タイマ変更	×	タイマモード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
保温タイマ要求選択	/	/	保温変更	タイマ変更	×	保温タイマモード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
調理変更	/	調理変更	/	/	×	調理モード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
保温変更	/	/	保温変更	/	×	保温モード 保温タイマモード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
タイマ変更	/	/	/	タイマ変更	×	タイマモード 保温タイマモード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
調理モード	/	/	/	/	×	/	完了モード	要求待ち状態	エラーモード	電源 OFF
保温モード	/	/	保温再変更	/	×	/	×	要求待ち状態	エラーモード	電源 OFF
タイマモード	/	/	/	タイマ再変更	×	/	完了モード	要求待ち状態	×	電源 OFF
保温タイマモード	/	/	/	/	×	/	完了モード	要求待ち状態	エラーモード	電源 OFF
保温再変更	/	/	保温再変更	/	×	保温モード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
タイマ再変更	/	/	/	タイマ再変更	×	タイマモード	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
完了モード	/	/	/	/	×	/	×	要求待ち状態	×	電源 OFF
エラーモード	/	/	/	/	×	/	×	要求待ち状態	×	電源 OFF

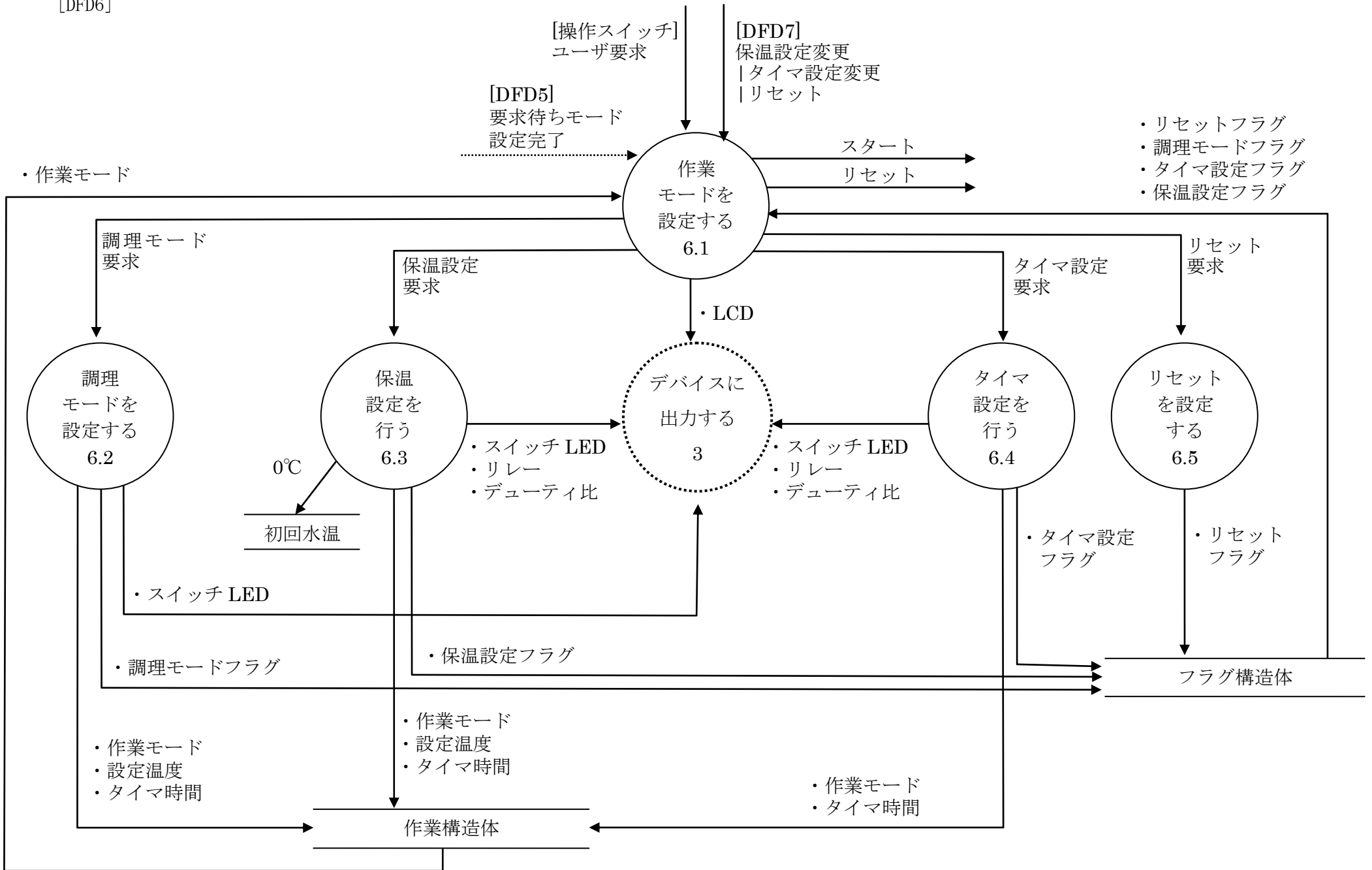
- ・状態(列)とイベント(行)の交点のセル：次の状態
- ・/：無効なイベント
- ・×：起こりえないイベント

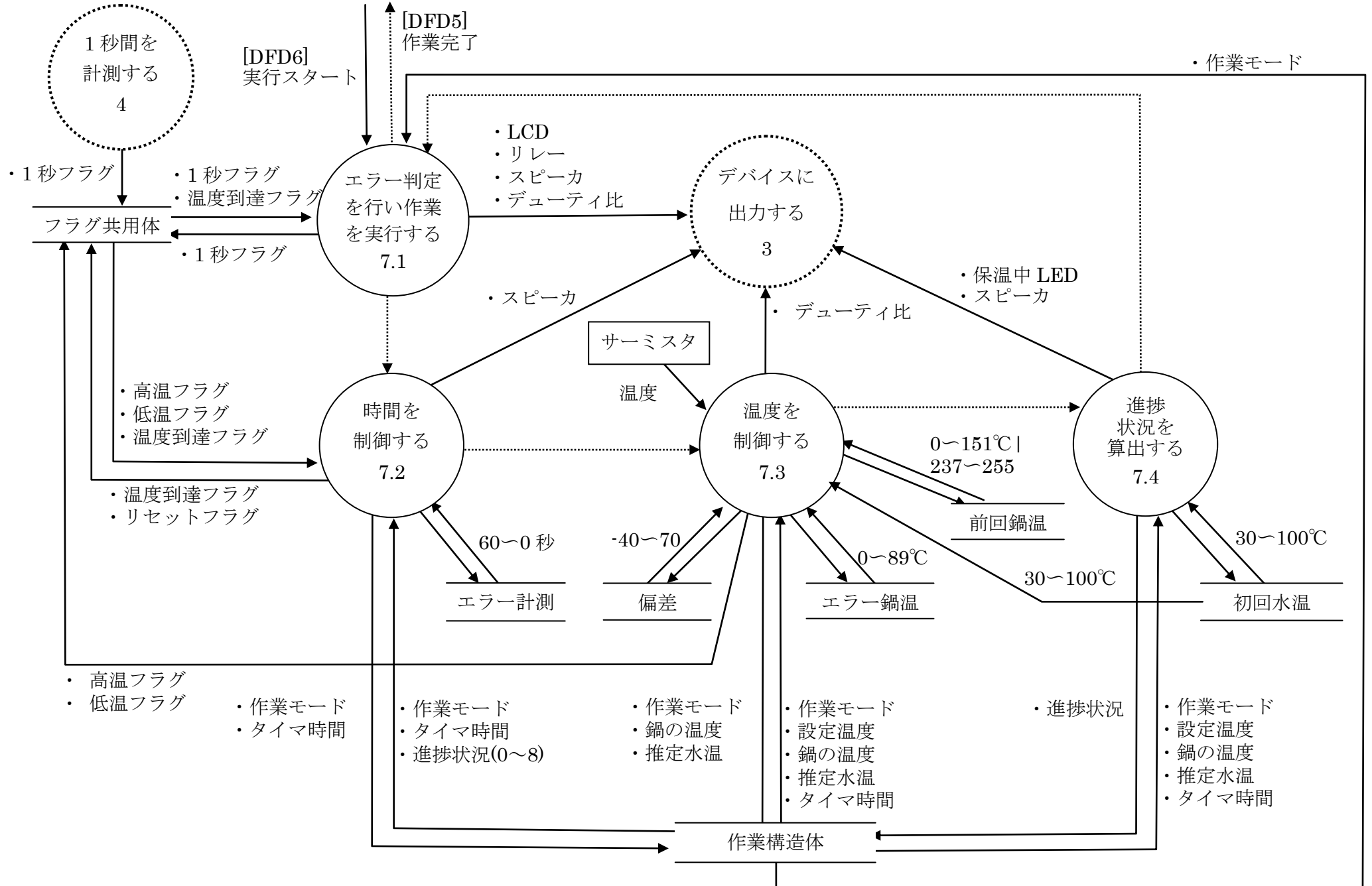
(6)DFD(データフローダイアグラム)

①コンテキストダイアグラム







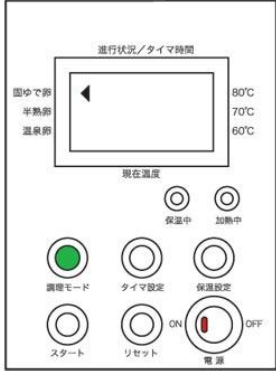
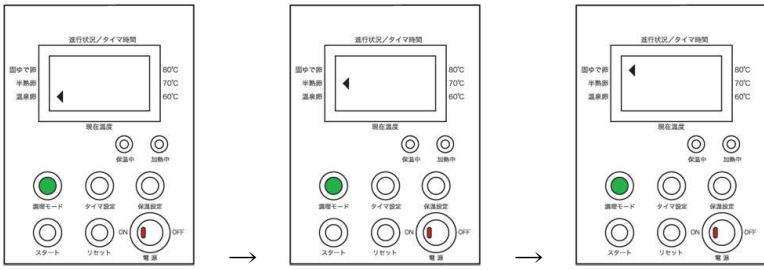
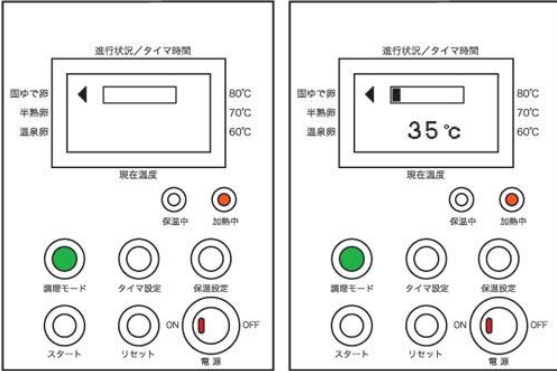




[5]画面遷移

(1)起動状態、要求待ち状態

状態	操作表示部	
電源 OFF		<p>コンセントは差しているが 電源スイッチは押していない状態。</p>
電源 ON 起動状態		<p>起動メッセージを表示するとともに 動作確認を行なう。</p> <ul style="list-style-type: none"> • LCD 表示、 • 全 LED 点灯、 • 電子音
要求待ち状態		<p>電源用の LED のみ点灯。</p>





(2) 調理モード

状態	操作表示部	
デフォルト	 <p>調理モードボタンを押すと調理モードボタンが点灯しデフォルトで「固ゆで卵」がセットされる。</p>	
選択切換え	 <p>更に押すと「半熟卵」→「温泉卵」→「固ゆで卵」と選択が切り替わる。</p>	
スタート		<p>選択した卵調理を開始する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 各卵調理に適した設定温度までの進行状況を表示 ヒータの加熱中は加熱中ランプ点灯 ヒータの加熱停止中は加熱中ランプ消灯 鍋の温度が安定してから現在温度を表示
途中経過		<p>各卵調理に適した設定温度に到達すると、調理完了までの残り時間を表示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定温度に到達時に切替音を約3秒間鳴らす 設定されたタイマ時間を表示しカウントダウンを開始する <p>固ゆで卵と半熟卵はその後も時間短縮のため加熱をし続け、温泉卵は設定温度を保持する</p>
調理終了		<p>ヒータの加熱を停止する。 完了音を約10秒間鳴らし調理が終了したことを知らせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> リセットを押すと要求待ち状態に戻る 1分経ってもリセットが押されなければ自動的に要求待ち状態に戻る

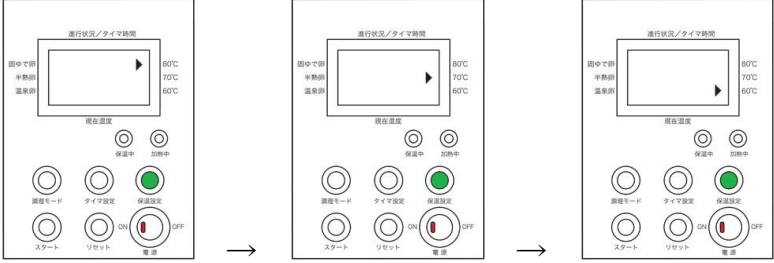
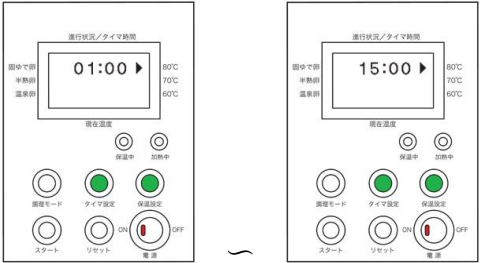
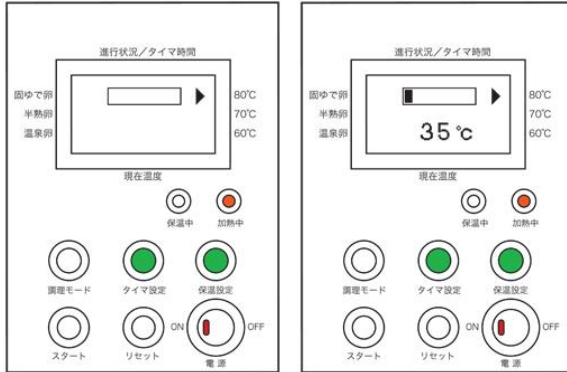
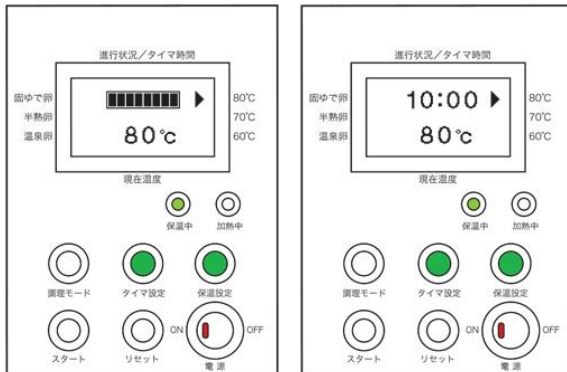

(3) 保温モード

状態	操作表示部	
デフォルト		<p>保温設定ボタンを押すと 保温設定ボタンが点灯し デフォルトで「80°C」がセットされる。</p>
選択切換え	<p>更に押すと「70°C」→「60°C」→「80°C」と選択が切り替わる。</p>	
スタート		<p>設定した温度で保温モードを開始する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 加熱を開始し加熱中ランプを点灯 設定した温度に到達するまでの進行状況を表示
途中経過		<p>設定温度になるまでヒータを加熱する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ヒータの加熱中は加熱中ランプを点灯 ヒータの加熱停止中は加熱中ランプ消灯 鍋の温度が安定してから現在温度を表示 <p>※保温設定ボタンを再度押すと、加熱が停止され設定温度の変更が可能(保温中でも可能)</p>
設定した保温温度に到達		<ul style="list-style-type: none"> 加熱中ランプを加熱しているときだけ点灯 設定温度に達すると完了音を約 10 秒間鳴らし、保温している間中、保温中ランプを点灯 リセットを押すと保温を停止し、要求待ち状態に戻る


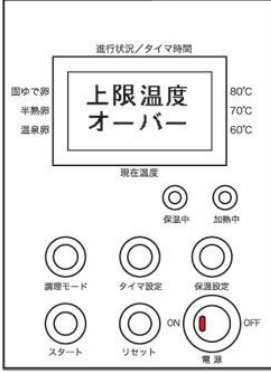
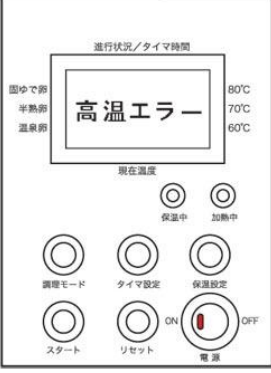
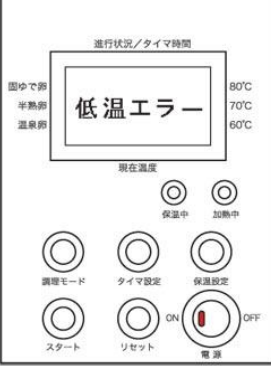
(4) タイマモード

状態	操作表示部	
デフォルト	 <p>進行状況/タイマ時間 01:00 80°C 70°C 60°C 現在温度 保温中 加熱中 調理モード タイマ設定 保温設定 スタート リセット ON OFF 電源</p>	<p>タイマ設定ボタンを押すと デフォルトで 01:00 がセットされる。</p>
タイマ時間 設定	 <p>[普通に一度押した場合] 1分ずつ増加し、15:00の次は01:00に戻る</p> <p>[長押しをした場合] 5分ずつ増加し、15:00の次は01:00に戻る</p>	
スタート	 <p>進行状況/タイマ時間 09:59 80°C 70°C 60°C 現在温度 保温中 加熱中 調理モード タイマ設定 保温設定 スタート リセット ON OFF 電源</p>	<p>1秒毎にカウントダウンを始める</p> <p>※タイマ設定ボタンを再度押すと、タイマ時間の変更が可能</p>
タイマ終了	 <p>進行状況/タイマ時間 00:00 80°C 70°C 60°C 現在温度 保温中 加熱中 調理モード タイマ設定 保温設定 スタート リセット ON OFF 電源</p>	<p>残り時間が 00:00 になると 完了音を約 10 秒間鳴らして終了を知らせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> リセットを押すと要求待ち状態に戻る 1分経ってもリセットが押されなければ自動的に要求待ち状態に戻る

(5) 保温タイマモード

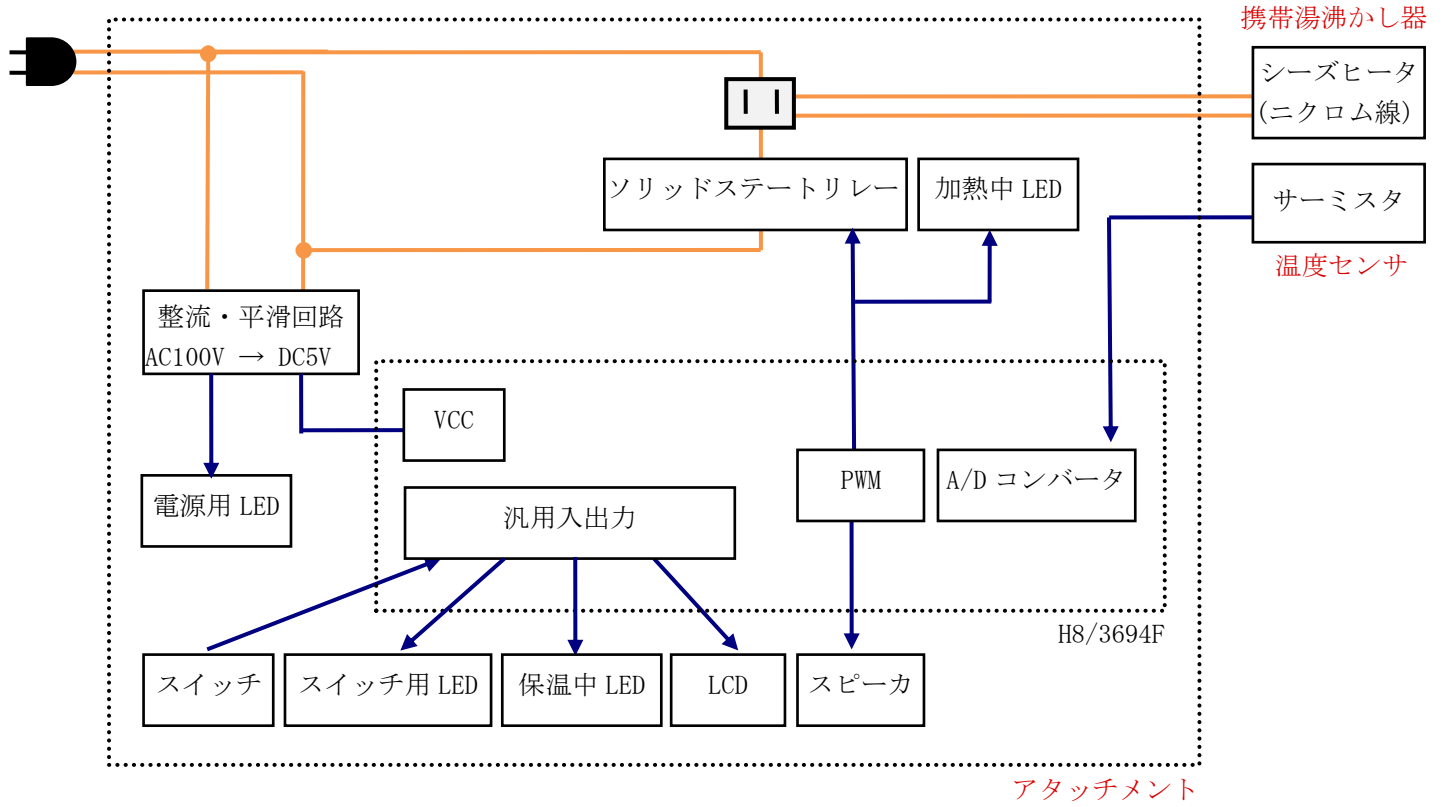
状態	操作表示部	
<p>保温設定とタイマ設定を行なう (順不同でどちらが先でも可)</p>	 <p>[保温設定] 80°C、70°C、60°Cのいずれか</p>  <p>[タイマ設定] 01:00～15:00 の間で設定</p>	
<p>スタート</p>		<p>設定した温度と時間で保温タイマモードを開始する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定した温度に到達するまでの進行状況を表示 ヒータの加熱中は加熱中ランプ点灯 ヒータの加熱停止中は加熱中ランプ消灯 鍋の温度が安定してから現在温度を表示
<p>途中経過</p>		<p>設定温度に到達後タイマを開始する</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定温度に到達時に切替音を約3秒間鳴らし、設定したタイマ時間を表示しカウントダウン開始 保温している間、保温中ランプ点灯 加熱中ランプは加熱しているときのみ点灯
<p>保温タイマ終了</p>		<p>残り時間が00:00になると保温を停止し完了音を約10秒間鳴らして終了を知らせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> リセットを押すと要求待ち状態に戻る 1分経ってもリセットが押されなければ自動的に要求待ち状態に戻る

(6) エラー

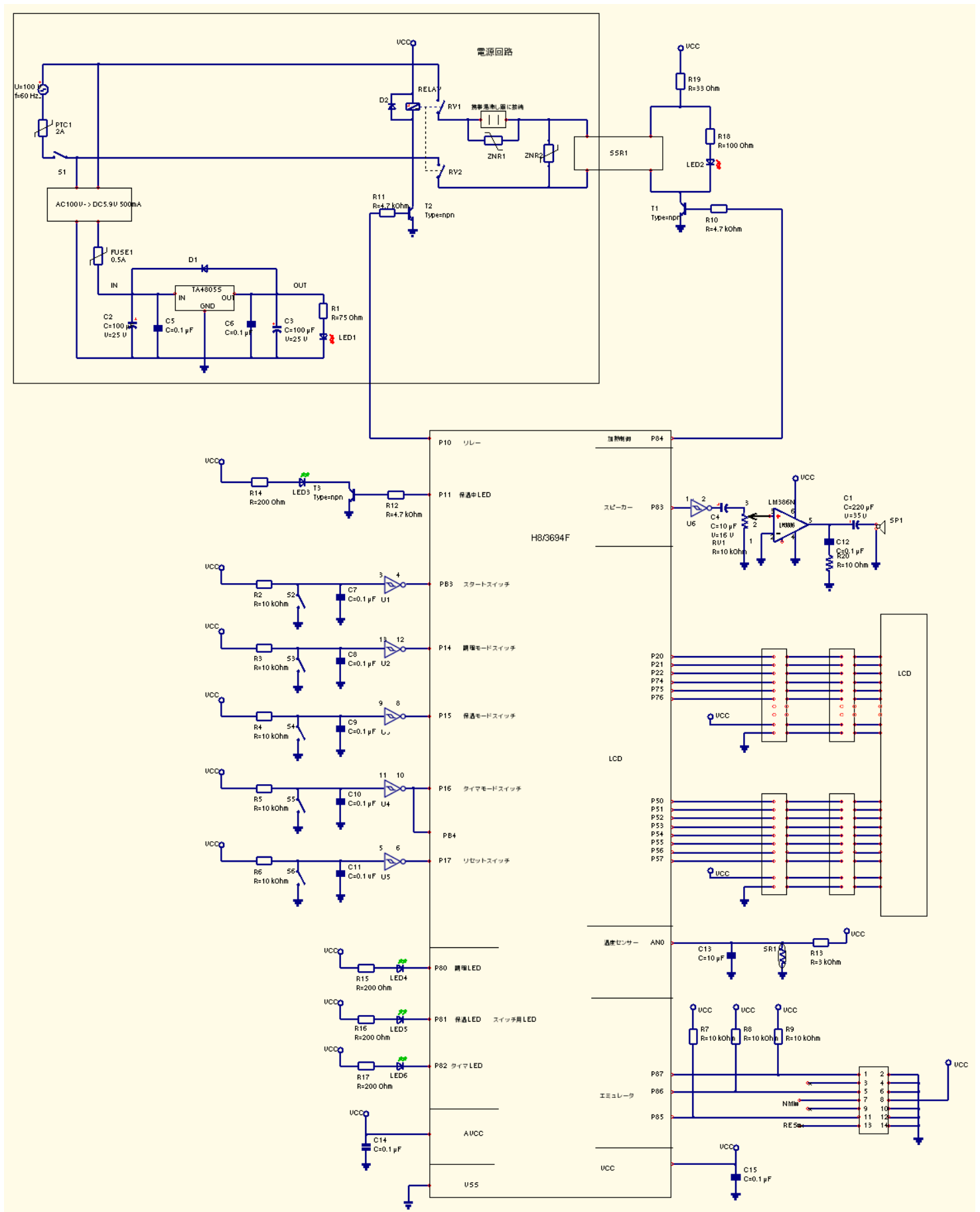
状態	操作表示部	
<p>上限時間 オーバー</p>		<p>保温モードで保温時間の上限(30分)を経過した場合。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱を停止 ・警告の異常音を発音 ・警告メッセージを表示 <p>リセットボタンを押すと初期化され、要求待ち状態に戻る</p>
<p>上限温度 オーバー</p>		<p>加熱中に鍋の温度が 90°C を越えた場合。 あるいは、温度センサがアタッチメントに接続されていない場合。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱を停止 ・警告の異常音を発音 ・警告メッセージを表示 <p>リセットボタンを押すと初期化され、要求待ち状態に戻る</p>
<p>高温エラー</p>		<p>設定温度(水温)に対応する鍋の温度より現在の鍋の温度が 5°C 以上高く、最初に取得した推定水温より現在の推定水温のほうが高い状態が 1 分以上続いた場合。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱を停止 ・警告の異常音を発音 ・警告メッセージを表示 <p>リセットボタンを押すと初期化され、要求待ち状態に戻る</p>
<p>低温エラー</p>		<p>設定温度(水温)に対応する鍋の温度より現在の鍋の温度が 5°C 以上低く、前回検出した鍋の温度より現在の鍋の温度のほうが低い状態が 1 分以上続いた場合。 あるいは、温度センサが鍋に正しく取り付けられていない場合。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱を停止 ・警告の異常音を発音 ・警告メッセージを表示 <p>リセットボタンを押すと初期化され、要求待ち状態に戻る</p>

[6]設計

(1)ハードウェア構成図



(2) 回路図



(3) 記号対応表

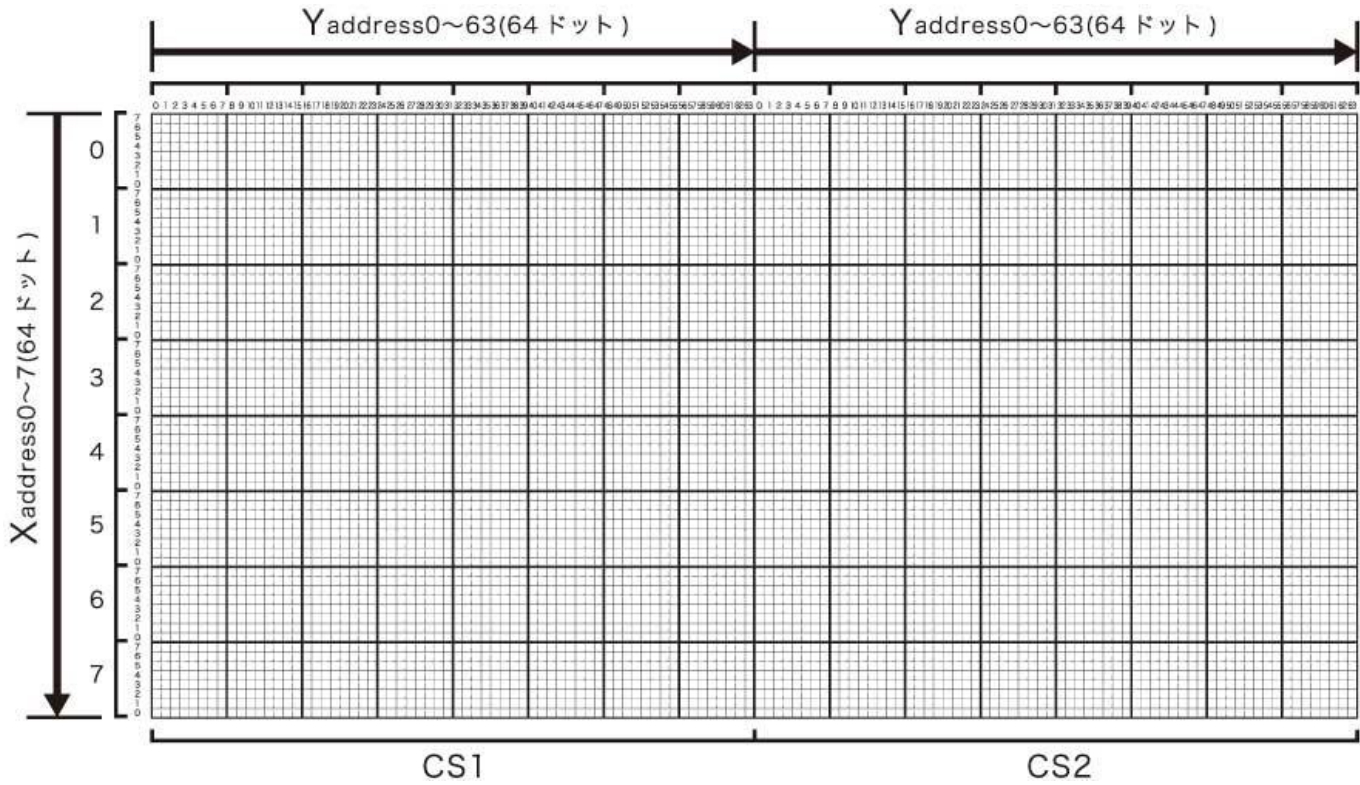
記号	部品名	備考
LED1	発光ダイオード	電源オン時用 赤色 If=40mA Vf=3V
LED2	発光ダイオード	加熱中表示用 赤色 If=20mA Vf=2V
LED3	発光ダイオード	保温中表示用 緑色 If=20mA Vf=2V
LED4	発光ダイオード	調理モードボタン用 緑色 If=25mA Vf=2V
LED5	発光ダイオード	保温設定ボタン用 緑色 If=25mA Vf=2V
LED6	発光ダイオード	タイマ設定ボタン用 緑色 If=25mA Vf=2V
D1~D2	ダイオード	10DDA10(100V1A)
S1	波動スイッチ	電源用スイッチ
S2	押しボタンスイッチ	スタートボタン用ポート
S3	押しボタンスイッチ	調理モード設定用割り込みポート
S4	押しボタンスイッチ	保温設定用割り込みポート
S5	押しボタンスイッチ	タイマ設定用割り込みポート
S6	押しボタンスイッチ	リセットボタン用割り込みポート
U1~U6	シュミットトリガ	IC 74LS14
C1	電解コンデンサ	220 μ F/35V
C2~C3	電解コンデンサ	100 μ F/25V
C4	電解コンデンサ	10 μ F/16V
C5~C15	コンデンサ	0.1 μ F
SR1	サーミスタ	103AT-2
R1	抵抗器	75 Ω 1/2W
R2~R9	抵抗器	10k Ω 1/4W
R10~R12	抵抗器	4.7k Ω 1/4W
R13	抵抗器	3k Ω 1/4W
R14~R17	抵抗器	200 Ω 1/4W
R18	抵抗器	100 Ω 1/4W
R19	抵抗器	33 Ω 1/4W
R20	抵抗器	10 Ω 1/4W
RV1	半固定抵抗	GF063P1B103(10k Ω)
REG	三端子レギュレータ	TA4805S
SSR1	ソリッドステートリレー(SSR)	形 G3M-205P DC5(ゼロクロス機能有)
RELAY1	パワーリレー	G6B-2214P-US DC5V(2a 接点)
PTC1	リセッタブルヒューズ	PTC PRCP-RHT200-0(2A)
FUSE1	ガラス管ヒューズ	0.5A
ZNR1~ZNR2	サージアブソーバ	ERZV14D221(220V)
T1~T3	トランジスタ(NPN)	2SC1815
LCD	LCD	MT-E507
SP1	スピーカ	8 Ω 0.4W
LM386-N	オーディオ電力増幅 IC	動作電圧(4V~12V)
U=5V、U=100V	-	V=5V、V=100V と同義(電圧=5V、電圧=100V)

(4)H8 マイコン ポート割振り

ポート番号	ビット	割振り内容	割振り理由
1	0	リレー	非常時加熱停止用リレー
	1	保温用 LED	8 番ポートに空きがないため
	2	-	-
	4	調理モード設定用スイッチ	IRQ で割込みを利用するため
	5	温度設定用スイッチ	
	6	タイマ設定用スイッチ	
	7	リセット用割込みスイッチ	
2	0	LCD チップセレクト信号(画面左側)	LCD のモードレジスタを 2 番ポートと 7 番ポートに集めたかったため
	1	LCD チップセレクト信号(画面右側)	
	2	LCD リセット信号	
5	0	LCD データバス 1	LCD のデータレジスタを 5 番ポートに集めたかったため
	1	LCD データバス 2	
	2	LCD データバス 3	
	3	LCD データバス 4	
	4	LCD データバス 5	
	5	LCD データバス 6	
	6	LCD データバス 7	
	7	LCD データバス 8	
7	4	LCD リード/ライト信号	LCD のモードレジスタを 2 番ポートと 7 番ポートに集めたかったため
	5	LCD データ/命令選択信号	
	6	LCD 動作起動信号	
8	0	スイッチ LED1	20mA のシンク電流を利用するため
	1	スイッチ LED2	
	2	スイッチ LED3	
	3	スピーカ	PWM 出力を行うポートを 8 番ポートに集めた かったため
	4	加熱制御	PWM 出力の GRD を利用したかったため
	5	エミュレータ	E8 エミュレータを使用するため
	6	エミュレータ	
	7	エミュレータ	
B	0	温度センサ	AN 0 として A/D 変換に利用するため
	1	-	-
	2	-	-
	3	スタート用スイッチ	ポート 1 の 2 ビット目が動作しなかったため
	4	タイマ設定スイッチ長押し検知	スイッチボタンの長押しを検知するため
	5	-	-
	6	-	-
	7	-	-

(5)LCD

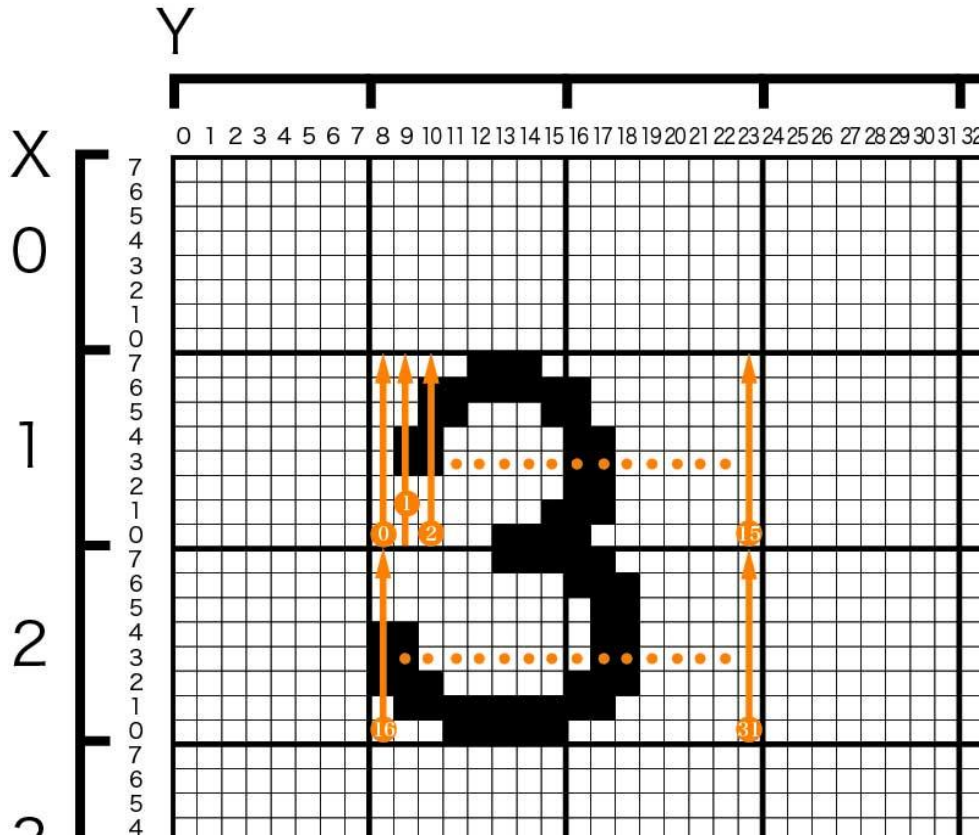
①表示概要



- 全体で 64×128 ドット
- 画面左半分 (CS1) と右半分 (CS2) 別々に、命令・データ書込み／読みを行う。
(CS1 と CS2 のデータを同時に読み込むことはできない)
- データの表示位置は X アドレス (0~7) と Y アドレス (0~63) を指定する。
- 書込み／読みは指定した X アドレスの中の 8 ビットごとに行い、Y アドレスは自動的にインクリメントされる。

②表示例

“3”と表示する場合の記述例は以下のとおり



```
// Xアドレスの初期値(0b10111000)
#define X_ADDRESS 0xB8
// Yアドレスの初期値(0b01000000)
#define Y_ADDRESS 0x40

// 描く位置のアドレス(今回は左画面のX1, Y8に指定)
const ADDRESS add_3=
    {LEFT, X_ADDRESS+1, Y_ADDRESS+8};

// 数字の“3”のドットデータ
const unsigned char dot_3[2][12]={
    {0x00, 0x18, 0x1E, 0x06, 0x03, 0x83,
     0x83, 0xC6, 0xFE, 0x78, 0x00, 0x00},
    {0x38, 0x78, 0x60, 0xC0, 0xC0, 0xC1,
     0xC1, 0xC1, 0x63, 0x7F, 0x3E, 0x00}};

// 数字の“3”を描く
void LcdMojiWrite(add_3, dot_3);

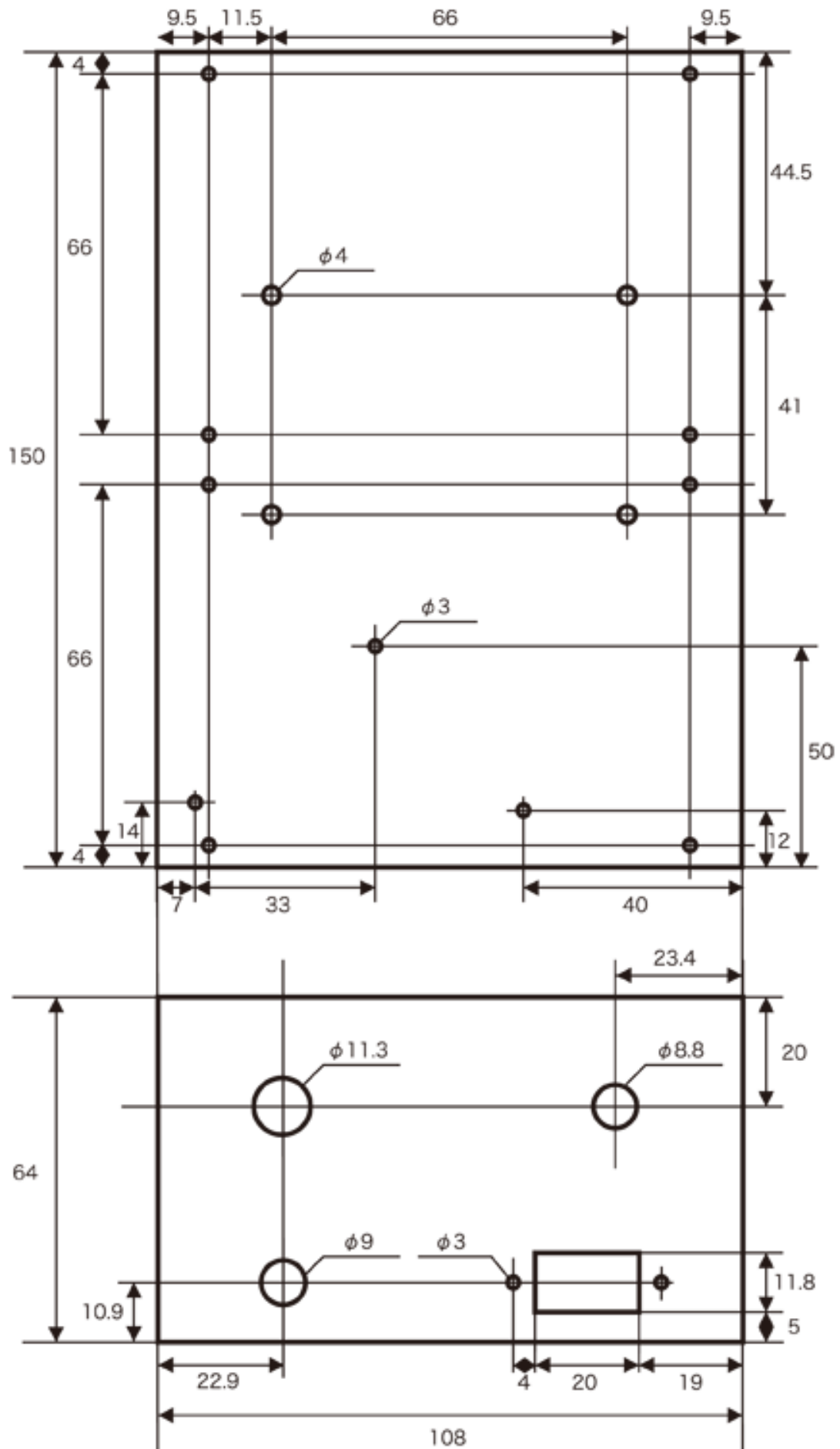
// LCDへの書込みを行なう関数
void LcdMojiWrite(ADDRESS address, MOJI moji)
{
    volatile unsigned char x;
    volatile unsigned char y;

    if(address.select==LEFT){
        CS1 = SELECT; // 左画面に書込む
    }
    else{
        CS2 = SELECT; // 右画面に書込む
    }
}
```

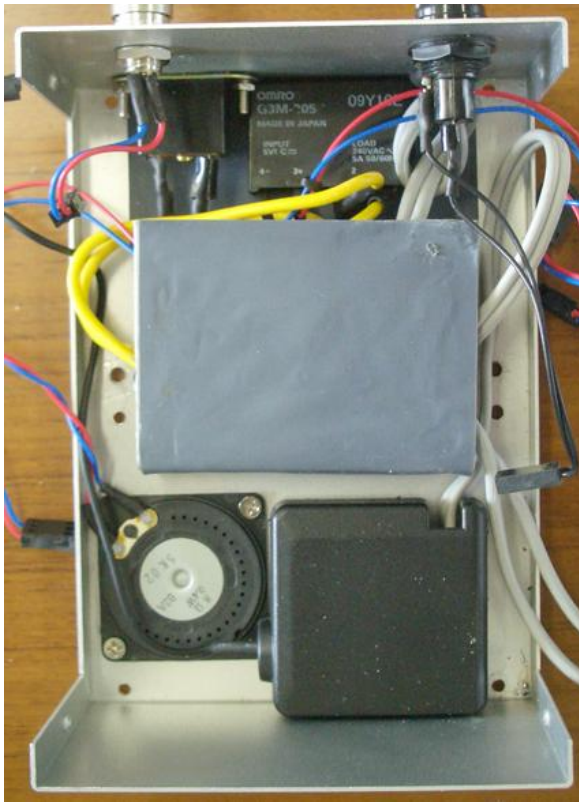
```
RW = WRITE; // 書き込みに設定
// アドレス設定
for( x = 0 ; x < moji.x_num ; x++ ){
    DI = INSTRUCT; // 命令
    DB = address.x_address+x; // Xアドレス指定
    LcdWait(1); // 140nsec以上待機
    DO = ON; // 発信
    LcdWait(1); // 450nsec以上待機
    DO = OFF; // 発信ストップ
    DB = address.y_address; // Yアドレス指定
    LcdWait(1); // 140nsec以上待機
    DO = ON; // 発信
    LcdWait(1); // 450nsec以上待機
    DO = OFF; // 発信ストップ

    // データ書込み
    DI = DATA; // データ
    for( y = 0 ; y < moji.y_num ; y++ ){
        // データ書込み
        DB = *((moji.dot)+(x * moji.y_num + y));
        LcdWait(1); // 140nsec以上待機
        DO = ON; // 発信
        LcdWait(1); // 450nsec以上待機
        DO = OFF; // 発信ストップ
    }
}
CS1 = NSELECT; // 画面選択OFF
CS2 = NSELECT; // 画面選択OFF
```

(6) 製図

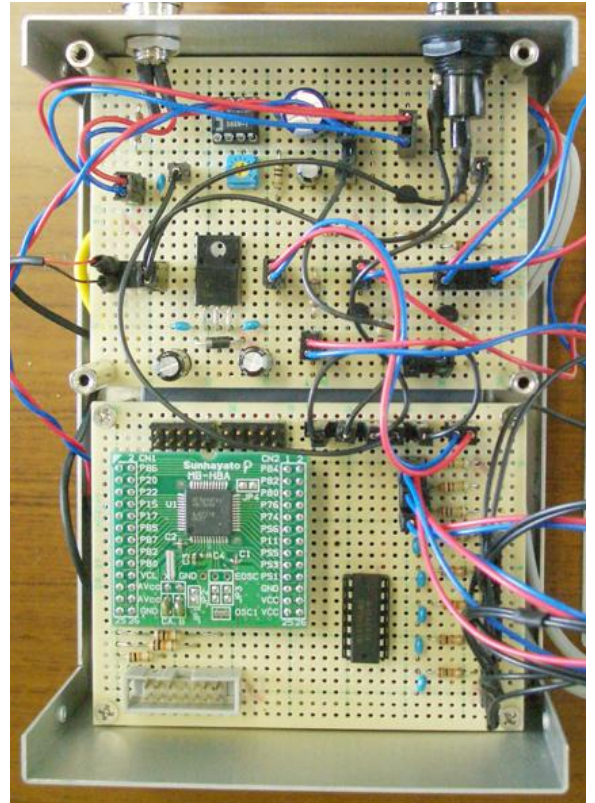


(7) 内部構造



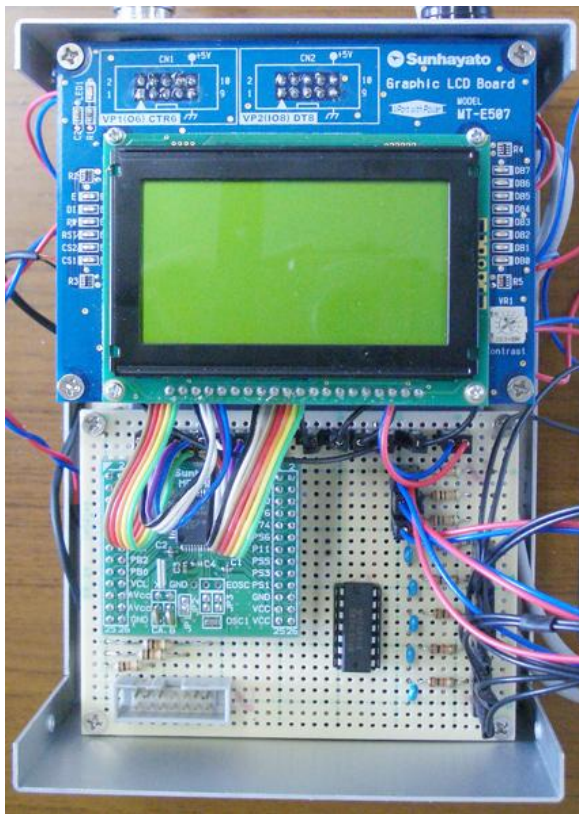
一層目

交流回路、ACアダプタ、SSR、スピーカなど



二層目

マイコン、加熱制御・温度センサ・スイッチ等の各回路



三層目

グラフィック LCD



外装

スイッチ、LED、ヒューズホルダーなど

(8) 使用道具

① 機器

品名	型番	メーカー
アナログオシロスコープ	SS-7665	岩通計測
ファンクションジェネレータ	459	菊水電子工業
キラ卓上ボール盤	KND-8	三菱電機
電動ドリル	D-10C	日立工機
PCB カッター	K-110	HOZAN
せん断機	K-700	HOZAN
デジタルランプ電流計	3282	日置電機
アナログテスタ	3030-10	日置電機
デジタルテスタ	CDS-820	三和電気計器
安定化電源	DK-801	サンハヤト

② 工具・材料

半田ごて、半田ごて台、ラジオペンチ、ワイヤーストリッパー、圧着工具、ペンチ、ニッパー、金ヤスリ、ピンセット、ホットエアガン、プライヤー、金づち、センタポンチ、リーマ、精密ドライバー、ヒートクリップ、スパナ、ドライバー、カッター、はんだ、ハンダ吸取線、錫メッキ線

(9) 使用部品

① 購入部品

部品名	型番(仕様)	メーカー	数量	単価	小計
ワンタッチ小型コネクタ ストレートコネクタ	PRC05-P2M(オス)	多治見無線電機	1	750	750
ワンタッチ小型コネクタ パネルマウント	PRC05-R2F(メス)	多治見無線電機	1	600	600
熱収縮チューブ	HSTC5		1	157	157
	HSTC3		1	120	120
ゴムブッシュ	BU-687-B		1	21	21
ソリッドステートリレー (SSR)	G3M-205P-4 DC5	OMRON	1	1,260	1,260
パワーリレー	G6B-2214P-US DC5V	OMRON	1	569	569
絶縁シート	TC30AG1/8	信越化学	1	987	987
ZNR	ERZV14D221 (220V)	パナソニック	6	160	960
リセットブルヒューズ PTC	PRCP-RGT200-0 (2A)	日本電産コパル電子	5	200	1,000
3端子レギュレータ	TA4805S	東芝	2	100	200
MB型アルミケース	MB4	タカチ電機工業	1	800	800
照光式波動スイッチ赤	DS-060K-S-LR	ミヤマ電器	2	280	560
LED ブラケット赤	CTL801KR	三成電器	1	210	210
LED ブラケット緑	CTL801KG	三成電器	2	240	480
押しボタンスイッチ黒	DS-663C-R-W-S-K-K	ミヤマ電器	2	130	260
照光式押しボタンスイッチ	LTM3-01-L5C	フジソク	3	560	1,680
ZHコネクタ コンタクト (10個入)	SZH-002T-P0.5*10	日本圧着端子	2	189	378
プリント基板用コネクタ ハウジング 2極(10個入り)	ZHR-2*10	日本圧着端子	1	199	199
抵抗 (1/2W) (電源オン時 LED 用)	75Ω 1/2W	CKFS1/2C750J	2	5	10
サーミスタ	103AT-2	石塚電子	4	180	720
ソケットコネクタ (2×5ピン)(L字)	PS-10PE-D4LT1-PN1	日本航空電子	4	120	480
ソケットコネクタ (2×5ピン)	PS-10PE-D4T1-PN1	日本航空電子	4	80	320
ソケットハウジング (2×5ピン)	PS-10SD-D4C2	日本航空電子	10	50	500
				合計	13,221

②学校の部品

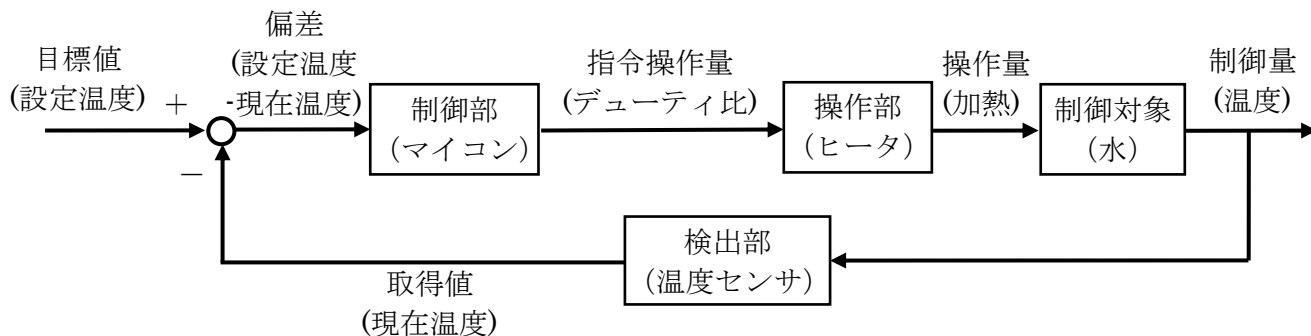
部品名	型番(仕様)	メーカー	数量	単価	小計
H8 マイコン	H8/3894F	サンハヤト	1	2,656	2,656
水晶発振子	32.768kHz		1	210	210
ソケットコネクタ 2列 26ピン(2×13ピン)	CN-SD-26-2	サンハヤト	1	525	525
ガラス管ヒューズ	(0.5A)		1	40	40
ガラス管ヒューズホルダー			1	360	360
NPN トランジスタ	2SC1815	東芝	6	30	180
抵抗(1/4W)	(10KΩ)		7	5	35
	(4.7KΩ)		3	5	15
	(3KΩ)		2	5	10
	(200KΩ)		5	5	25
	(100Ω)		1	5	5
	(33Ω)		1	5	5
	(10Ω)		1	5	5
半固定抵抗	GF063P1B103(10KΩ)		2	50	100
セラミックコンデンサ	(15pF)		2	40	80
電解コンデンサ	(220μF 35V 85°C)		2	40	80
	(100μF 25V 85°C)		4	35	140
	(10μF 16V 105°C)		2	20	40
積層セラミックコンデンサ	(0.1μF 50V)		13	20	260
シリコン・ダイオード	10DDA10(100V 1A)	日本インター	4	40	160
スピーカ	(8Ω 0.4W)		1	100	100
オーディオ電力増幅 IC	LM386-N		2	100	200
グラフィック LCD	MT-E507	サンハヤト	2	5,880	11,760
シュミットトリガ	74LS14		1	75	75
ダイオード	1S1588		1	20	20
スペイサー			6	40	240
端子台			1	100	100
ACアダプタ	(AC100V → DC5.9V 500mA)		1	1,000	1,000
ACコネクタ	(AC125V 15A)	サトーパーツ	2	168	336
ACプラグ	(AC125V 15A)		1	105	105
				合計	18,699

[7]制御方法

(1)フィードバック制御

フィードバック制御とは制御した出力の結果を入力側に戻し、目標値と比較して次の制御へ役立てようとする制御のことを言います。

＜フィードバック制御系の基本構造＞ ()内が今回行う温度制御



- 目標値 : 希望する温度
- 偏差 : 目標値と現在値の差
- 制御部 : 偏差信号を受けるブロック
- 指令操作量 : 制御部の出力
- 操作部 : 制御部の出力に応じて実際に力やトルク (パワー) を発生させる部分
- 操作量 : 実際に出力された力
- 制御対象 : 実際に制御したい対象
- 制御量 : 希望した物理量

(2)PID 制御

PID 制御はフィードバック制御に分類され、以下の三つの動作を組み合わせて行うのが PID 制御です。一般的によく使われるのは P 制御、PI 制御、PID 制御の 3 種類です。

Proportional……比例動作

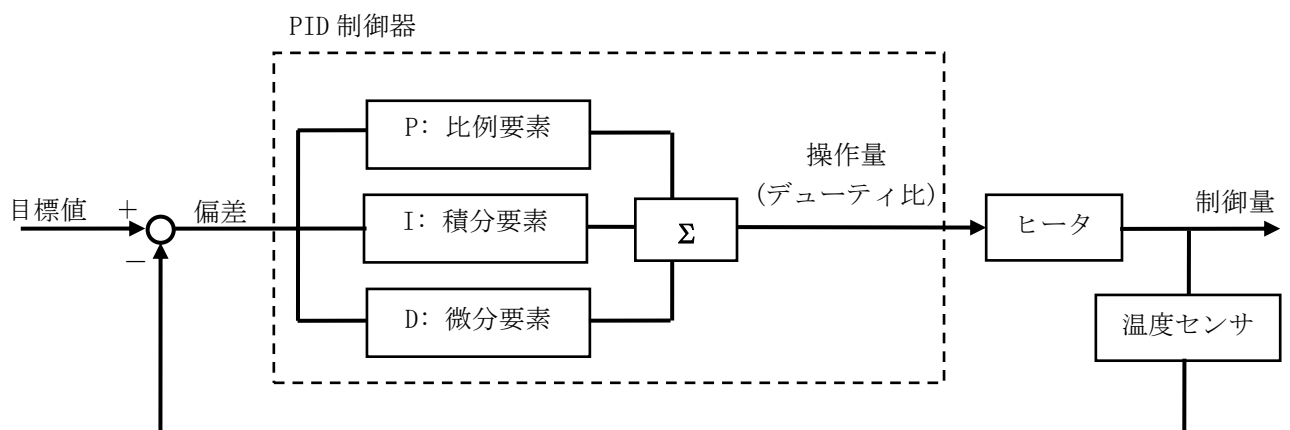
Integral……………積分動作

Differential ……微分動作

主な制御になるのは比例制御です。この動作は、目標値と現在値の差が大きければ操作量を増やし、逆に差が小さければ操作量を少なくするという制御であり PID 制御におけるメインの制御です。

積分制御と微分制御はいずれも比例制御で出した操作量の精度を高くするために使用します。積分制御は定常偏差(オフセット)をなくすため、微分制御は急な変化に対応するために使用します。(次ページ参照)

比例制御、積分制御、微分制御を計算式(Σ)に代入し操作量(デューティ比)を算出します。



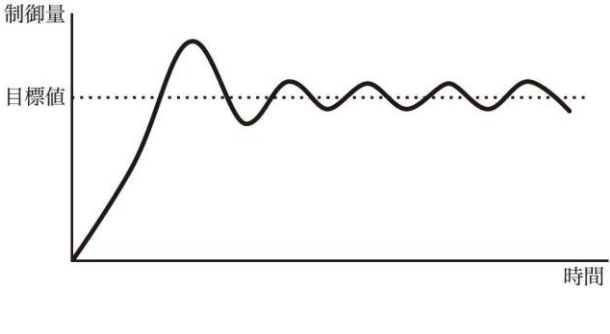
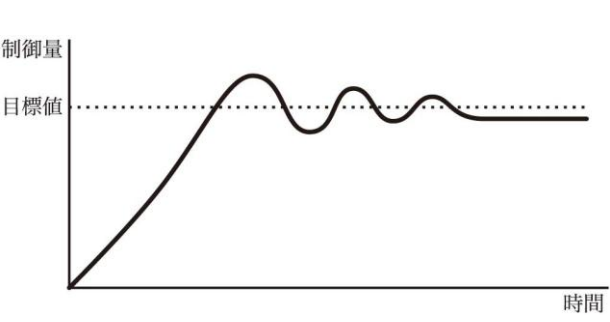
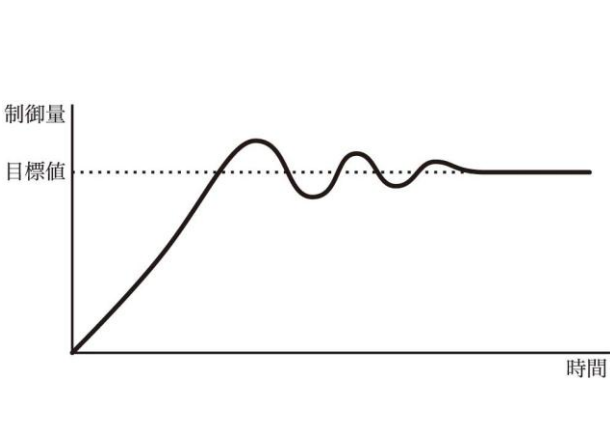
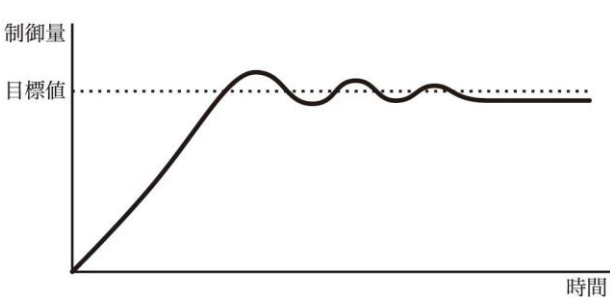
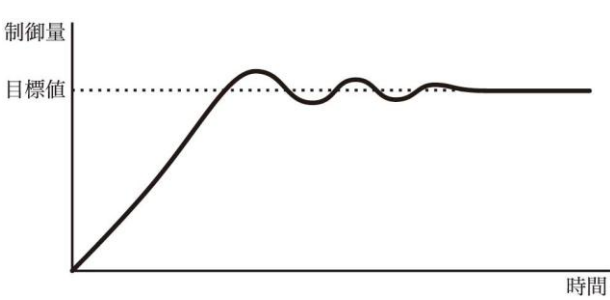
比例要素：比例制御の式

積分要素：積分制御の式

微分要素：微分制御の式

Σ : 比例、微分、積分で出した値からデューティ比を算出する計算式

(3) 制御方式の比較

制御方式	グラフ	内容
ON/OFF 制御	 <p>The graph shows a control quantity (制御量) on the y-axis and time (時間) on the x-axis. A horizontal dotted line represents the target value (目標値). The control signal starts at zero, rises to a peak above the target value (overshoot), and then oscillates around the target value before gradually settling.</p>	<p>操作量は 0%か 100%のどちらかのみ</p> <p><問題点> オーバーシュート(動作開始後設定値に達したのち行き過ぎる現象)やハンチング(設定値のまわりで振動する現象)が起こる。 出力リレーの寿命が短くなりやすい。</p>
P 制御 (比例制御)	 <p>The graph shows a control quantity (制御量) on the y-axis and time (時間) on the x-axis. A horizontal dotted line represents the target value (目標値). The control signal rises to a peak above the target value and then oscillates around a steady-state value that is lower than the target value (offset).</p>	<p>操作量は目標値と現在値との差に比例するよう調節する。</p> <p><問題点> 制御量が目標値に近づくと操作量が小さくなりすぎ、それ以上細かくは制御出来ない状態となる。 この誤差を定常偏差(オフセット=定常時の残留偏差)という。</p>
PI 制御 (比例動作+積分動作)	 <p>The graph shows a control quantity (制御量) on the y-axis and time (時間) on the x-axis. A horizontal dotted line represents the target value (目標値). The control signal rises to a peak above the target value, oscillates, and then gradually converges to the target value.</p>	<p>定常偏差を無くすために、比例動作に積分動作を加えた制御。</p> <p>わずかの定常偏差を時間的に累積し、ある大きさになった所で操作量を増して偏差を無くすように動作させる。</p> <p><問題点> 目標値に制御できるが、一定の時間(時定数)が必要。 時定数が大きいと、外乱があった時の応答性能が悪くなり、すぐには元の目標値には戻せない。</p>
PD 制御 (比例動作+微分動作)	 <p>The graph shows a control quantity (制御量) on the y-axis and time (時間) on the x-axis. A horizontal dotted line represents the target value (目標値). The control signal rises to a peak above the target value, oscillates, and then settles to the target value more quickly than the P control.</p>	<p>外乱があった場合の応答性能を良くするために、比例動作に積分動作を加えた制御。</p> <p>急激に起きる外乱に対し偏差を見て、前回偏差との差が大きい時には操作量を多くする。</p> <p><問題点> P 制御同様、定常偏差ができてしまう。</p>
PID 制御 (比例動作+積分動作+微分動作)	 <p>The graph shows a control quantity (制御量) on the y-axis and time (時間) on the x-axis. A horizontal dotted line represents the target value (目標値). The control signal rises to a peak above the target value, oscillates, and then settles to the target value very quickly with minimal overshoot.</p>	<p>比例動作に積分動作と微分動作を加えた制御。外乱の応答性能を上げつつ定常偏差をなくすことが可能。</p>

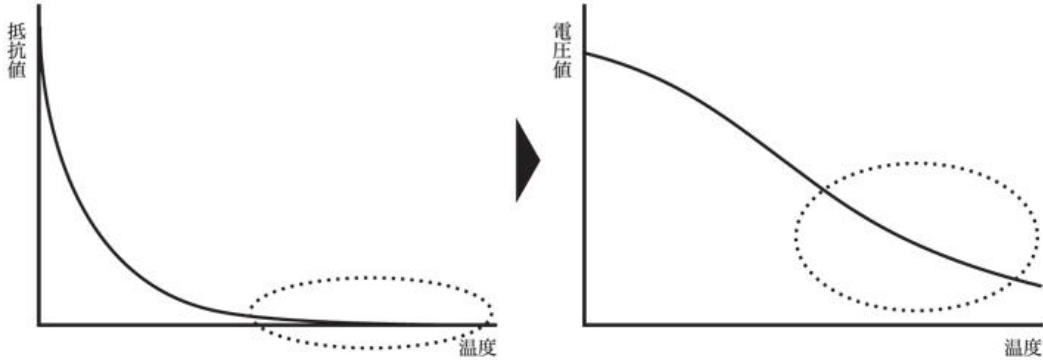
[8] データ変換方法

(1) サーミスタ (温度センサ) の特性

NTC サーミスタ・・・温度の上昇に対して抵抗が減少する (今回使うのはこちら)

PTC サーミスタ・・・温度の上昇に対して抵抗が増大する

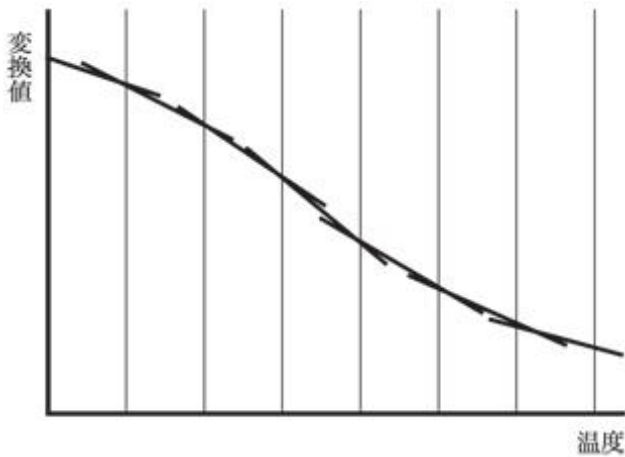
(2) リニアライズ回路



リニアライズ回路により電圧値を最適化することができる (図は NTC サーミスタの場合)

(3) 近似温度の取得方法

- ① y: 変換値、x: 温度として一定温度毎 (5°C など) にデータを取得し、
2 点間の傾きと切片を求め一次式 $y = ax + b$ に近似する



- ② 変換値と近似温度の対応表 (データテーブル) を作成し、これを元に変換値から近似温度を算出する

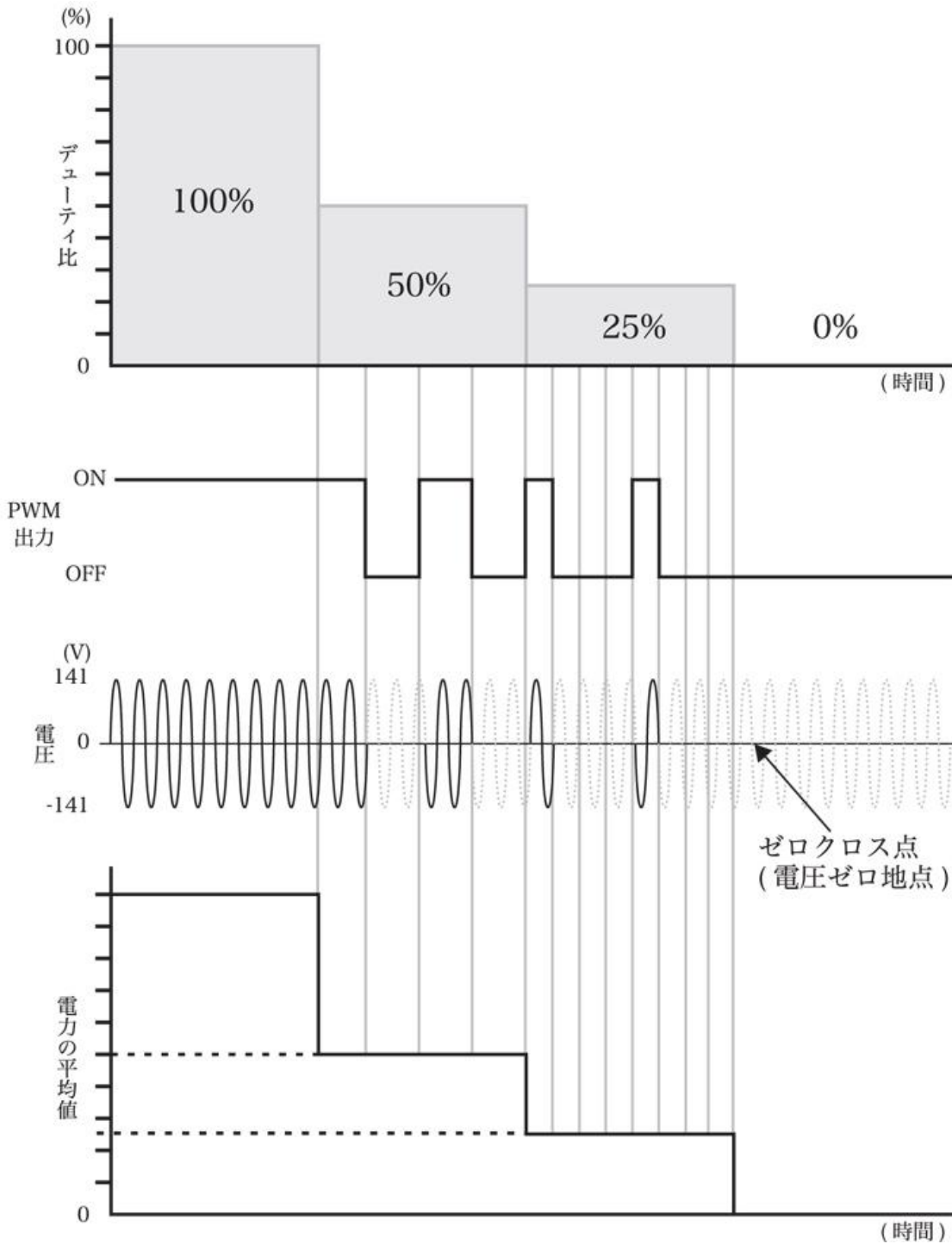
変換値 (y)	傾き (a)	切片 (b)	近似温度 (x)
9270	-44	9270	0
9050	-50	9300	5
8800	-56	9360	10
⋮	⋮	⋮	⋮
2310	-50	7560	105

〈例〉 変換値 9000 の場合の近似温度

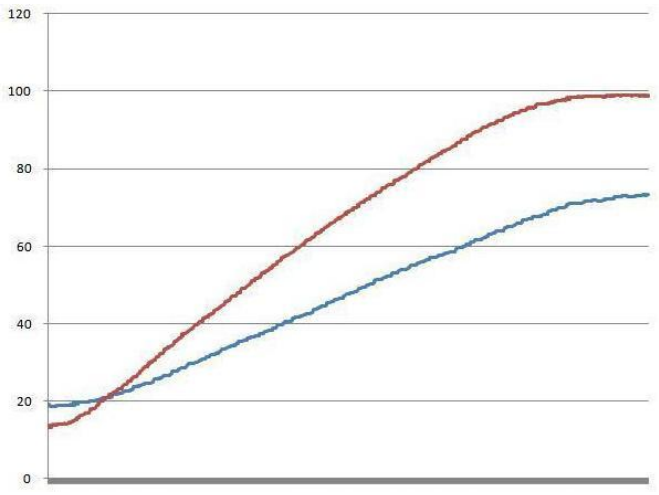
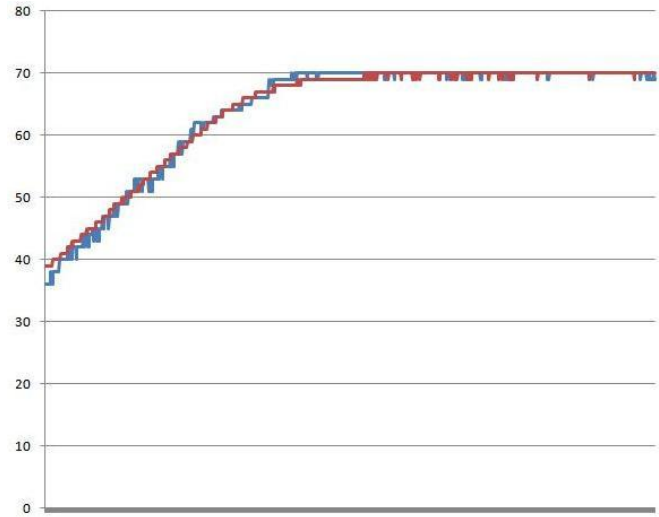
変換値 (y)	傾き (a)	切片 (b)	近似温度 (x)
9270	-44	9270	0
9050	-50	9300	5
8800	-56	9360	10
⋮	⋮	⋮	⋮
2310	-50	7560	105

$y = ax + b$ を変換し $x = (y - b) \div a = (9000 - 9300) \div (-50) = 6$ 約 6°C

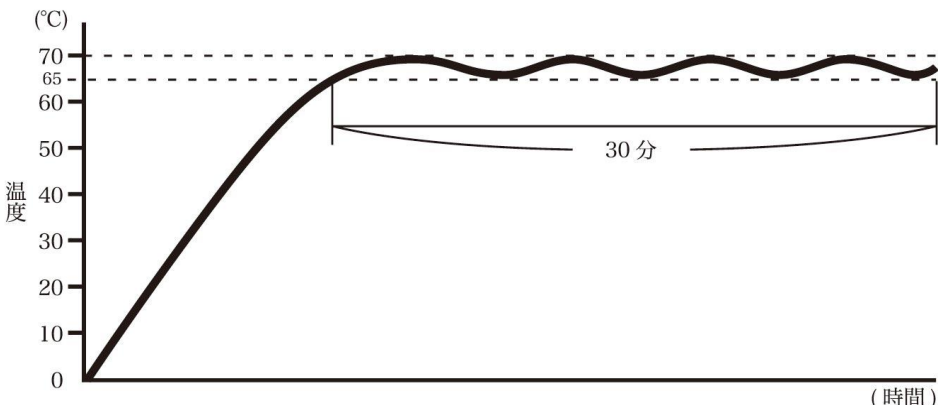
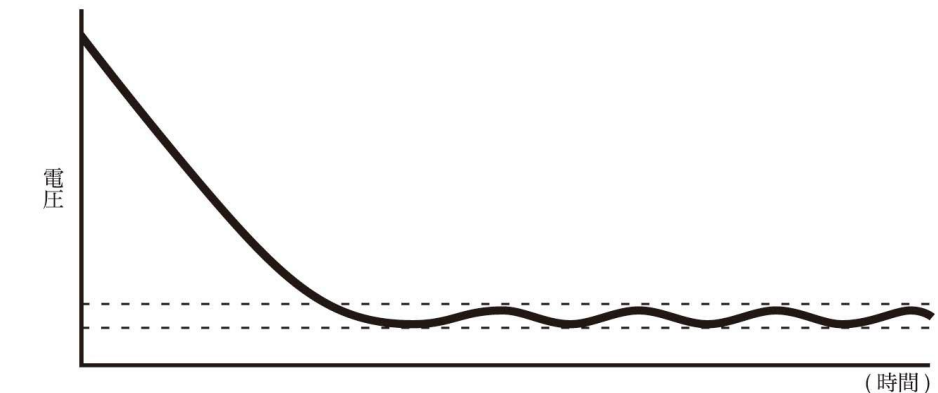
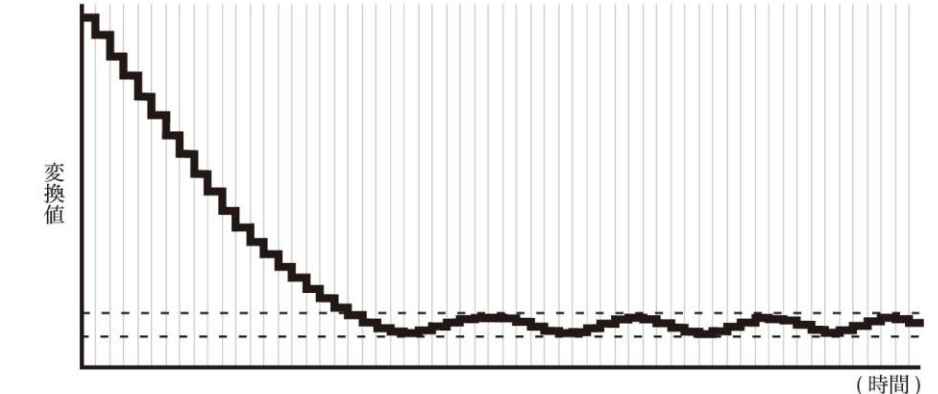
(4) PWM 出力による電力制御

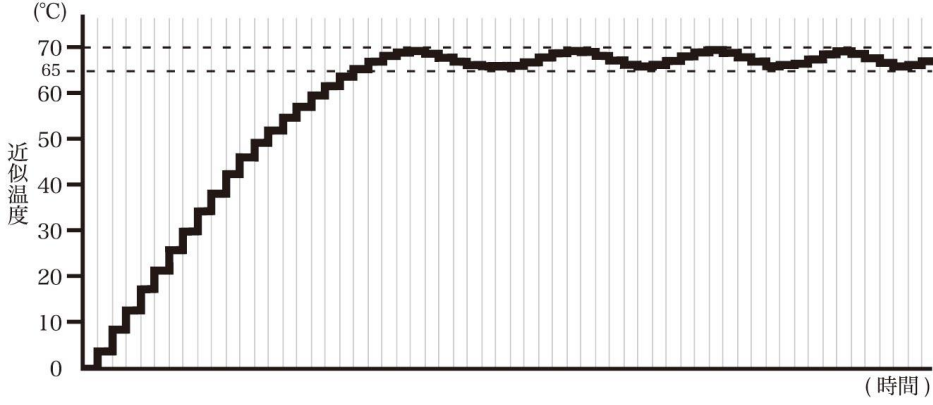
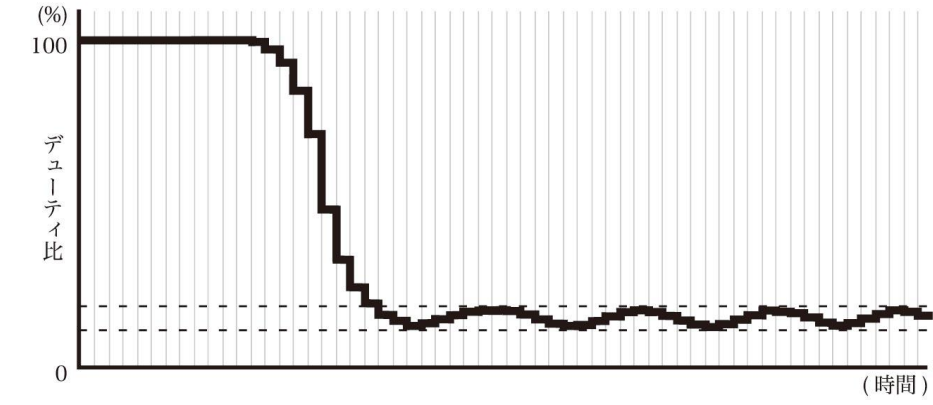
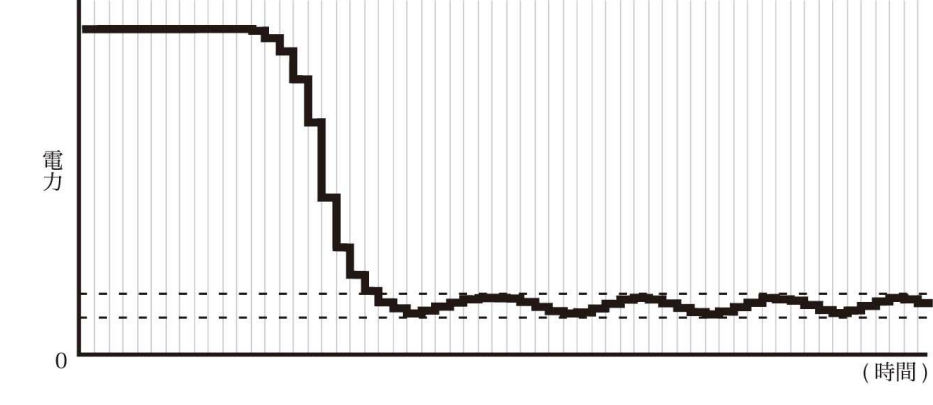


(5) 鍋の温度から推定水温の算出方法

NO.	内容	グラフ																						
1	<p>右のグラフは PWM 出力が 100%の時の水温と鍋の温度の推移の平均を取り、グラフに表したものです。</p>	<p><平均値のグラフ></p>  <p style="text-align: right;">水温 鍋の温度</p>																						
2	<p>平均値のグラフから鍋の温度と水温の 5°C ずつの対応表を作成します。鍋の温度が表の該当する温度になると、それに対応する水温を推定水温に代入します。</p>	<p><対応表></p> <table border="1" data-bbox="767 875 1428 1332"> <thead> <tr> <th>鍋の温度</th> <th>水温</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>25</td><td>30</td></tr> <tr><td>30</td><td>39</td></tr> <tr><td>35</td><td>48</td></tr> <tr><td>40</td><td>57</td></tr> <tr><td>45</td><td>65</td></tr> <tr><td>50</td><td>73</td></tr> <tr><td>55</td><td>80</td></tr> <tr><td>60</td><td>87</td></tr> <tr><td>65</td><td>94</td></tr> <tr><td>70</td><td>98</td></tr> </tbody> </table>	鍋の温度	水温	25	30	30	39	35	48	40	57	45	65	50	73	55	80	60	87	65	94	70	98
鍋の温度	水温																							
25	30																							
30	39																							
35	48																							
40	57																							
45	65																							
50	73																							
55	80																							
60	87																							
65	94																							
70	98																							
3	<p>鍋の温度が 25°C の時に推定水温を 30°C とし、鍋の温度が 1°C 上がると推定水温を 1°C ずつプラスしていきます。</p> <p>また、推定水温が 60°C 以下の場合は鍋の温度 1°C につき推定水温は 2°C プラスします。</p> <p>これを繰り返すことで右図のような温度の推移を実現します。</p>	<p><推移比較のグラフ></p>  <p style="text-align: right;">水温 推定水温</p>																						

(6) データ変換過程 -温泉卵の場合-

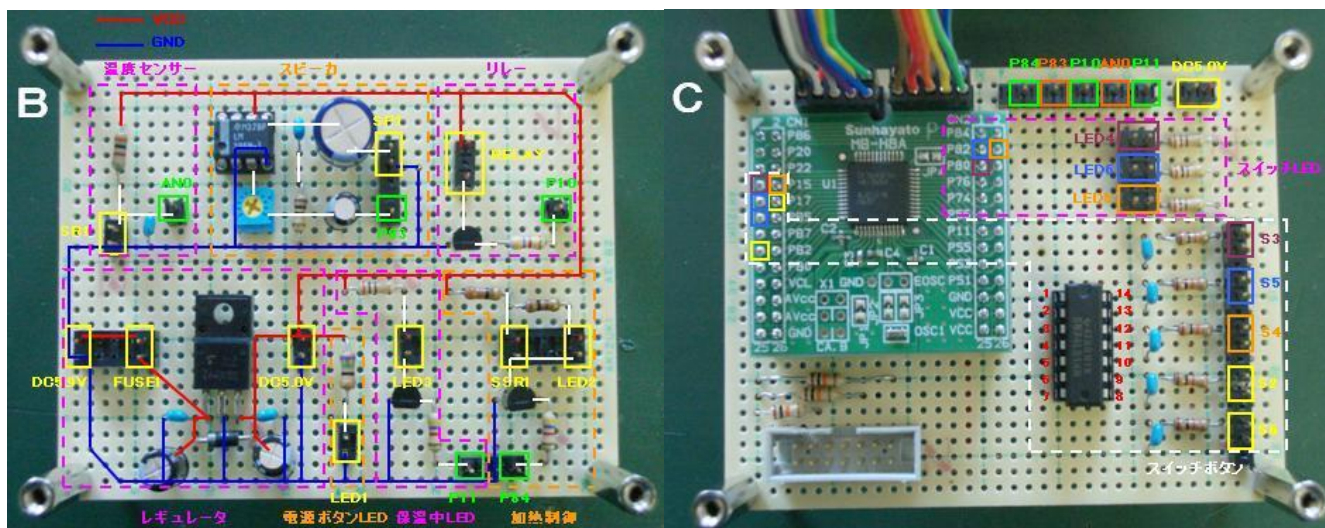
No.	内容	グラフ	
1	<p>実際の温度</p>	<p style="text-align: center;">グラフ</p>  <p>一般的に温泉卵は 65～70℃付近で約 30 分加熱する。</p> <p><参考> 他の調理モード(固ゆで卵と半熟卵)は 80℃以上で加熱する。 保温モードの場合は、80℃、70℃、60℃。</p> <p><本システムの現在設定> 固ゆで卵・・・100℃で 11 分 半熟卵・・・100℃で 4 分 温泉卵・・・70℃で 25 分</p>	入力
2	<p>取得した 電圧値</p>	 <p>サーミスタ(温度センサ)からリニアライズ回路を経て得た電圧値</p> <p><参考> [8]の(2)リニアライズ回路を参照</p>	サーミスタ
3	<p>A/D 変換した 電圧値</p>		H 8 マイ コン

4	近似温度へ 変換	 <p>近似的温度 (°C) の時間経過を示すグラフ。Y軸は0から70°Cまで、X軸は時間。温度は階段状に上昇し、約65°Cで安定化する。設定温度は65°Cと70°Cの二つの点線で示されている。</p> <p>データテーブルを元に変換値から近似温度へ変換する</p> <p><参考> [8]の(3)近似温度の取得方法を参照</p>	H 8 マイ コン	
5	PWM 出力の デューティ比	 <p>デューティ比 (%) の時間経過を示すグラフ。Y軸は0から100%まで、X軸は時間。デューティ比は100%で維持された後、急激に低下し、約20%で安定化する。設定温度と近似温度からの算出結果を示している。</p> <p>設定温度と近似温度からデューティ比を算出する</p>		
6	出力電力	 <p>電力の時間経過を示すグラフ。Y軸は0から一定値まで、X軸は時間。電力は一定値で維持された後、急激に低下し、約20%で安定化する。デューティ比による電力制御の結果を示している。</p> <p>デューティ比によって電力を制御する</p> <p><参考> [8]の(4)PWM 出力による電力制御を参照</p>		出 力

[9]テスト

(1)ハードウェア

実体配線とテスト項目を対応させ、各回路や基板ごとに導通チェック、各動作確認を行なった。



テスト項目番号	確認内容	操作手順	確認結果
B1	ACアダプタ (AC100V → DC5.9V 500mA)	ACアダプタをAC100Vコンセントに接続し、 DC5.9Vになることをテストにて確認する	アナログテストにて6Vを確認した ○
B2	レギュレータ	B1で確認したACアダプタをDC5.9Vへ接続する FUSE1へ0.5Aを接続するか短絡させる DC5.9Vへテスト当て5.0Vになることを確認する	アナログテストにて5Vを確認した ○
B3	電源ボタンLED	LED1へ電源ボタンLEDを接続し点灯を確認する	○
B4	保温中LED	LED3へ保温中LED(緑)を接続する P11へHK(VCC)を接続し保温中LEDの点灯を確認する	○
B5	加熱制御 SSR(G3M-205P) 加熱中LED	SSR1へSSRを接続する LED2へ加熱中LED(赤)を接続する P84へHK(VCC)を接続しSSRの1ピンと2ピンが導通することをテストで確認する 加熱中LEDの点灯を確認する	○
B6	スピーカー	SP1へスピーカーを接続する P83へ周波数を入れてスピーカーが鳴ることを確認する	○
B7	リレー	RELAYへ交流基盤からのコネクタを接続し P10へHK(VCC)を接続しリレーの接点が導通することをテストで確認する	○

(例)実体配線とテスト項目

(2) ソフトウェア

温度制御のコアになる部分や、使用時の安全上確保に関わるものに関してはホワイトボックステスト、そうではない部分に関してはブラックボックステストを行なった。

① 単体テスト

各モジュールの入出力が仕様を満たしているかを確認する。以下のような決定表(デシジョンテーブル)を用いて動作確認を行なった。

No	入力値								出力値								テスト観点	確認内容
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H		
1	1	1	1	1					1	1	1						タイマモードになってない場合の初期化動作	初期値の1分が代入されるか
2	2	1	1	1					1	1	1						タイマモードになってない場合の初期化動作	同上
3	2	2	1	1					2	1	1						1分から短く押した場合の加算	1分が加算されるか
4	2	2	2	2					2	1	1						1分からやや長く押した場合の動作	長押し判定待ちの状態に加算が行われないか
5	2	2	3	2					3	1	1						1分から長押し判定を受けるほど長く押した場合の動作	1分の状態から長押し判定がされた場合5分が代入されるか
6	3	2	3	2					4	1	1						7分から長押し判定を受けるほど長く押した場合の動作	7分の状態から長押し判定がされた場合10分が代入されるか
7	4	2	3	2					5	1	1						12分から長押し判定を受けるほど長く押した場合の動作	12分の状態から長押し判定がされた場合15分が代入されるか
8	5	2	1	1					1	1	1						15分から短く押した場合の動作	15分の状態で短くボタンを押した場合1分が代入されるか
9	5	2	3	2					1	1	1						15分から長く押した場合の動作	15分の状態で短くボタンを押した場合1分が代入されるか長押し判定がされた場合1分が代入されるか

(例)タイマ時間をセットするモジュール

② 結合テスト

単体テストを経たモジュールを組み合わせ、ボトムアップで動作確認を行なった。

		入力要素					
		A	B	C	D	E	F
		NABE_TEMP	SET_TEMP	duty	init_temp	TEMP	err_nabe
入力値	1	90	1	0	80	80	0
	2	61		100			90
	3	49					
	4						
	5						
		出力要素					
		A	B	C	D	E	F
		AR_LOW_TEMP_FLG	AR_HIGH_TEMP_FLG	err_nabe	MODE		
	1	1	1	80	0x2000		
	2	0	0				

(例)温度を制御するモジュールの入力要素と出力要素

③機能・システムテスト

ハードウェアとソフトウェアを組み合わせ、仕様通りの動作が行なわれるか動作確認を行なった。

テスト項目番号	確認内容	操作手順	確
S1	調理モード(固ゆで卵)	電源スイッチをONする	
		起動状態から要求待ち状態になる	①→②
		調理モード(固ゆで卵)を選択する	②→③
		スタートボタンを押す	
		卵を調理する	
		調理完了	③→⑧
		1分経過し要求待ち状態に戻る 固ゆで卵が得られる	⑧→②
S2	調理モード(半熟卵)	電源スイッチをONする	
		起動状態から要求待ち状態になる	①→②
		調理モード(半熟卵)を選択する	②→③
		スタートボタンを押す	
		卵を調理する	
		調理完了	③→⑧
		1分経過し要求待ち状態に戻る 半熟卵が得られる	⑧→②
S3	調理モード(温泉卵)	電源スイッチをONする	
		起動状態から要求待ち状態になる	①→②
		調理モード(温泉卵)を選択する	②→③
		スタートボタンを押す	
		卵を調理する	
		調理完了	③→⑧
		1分経過し要求待ち状態に戻る 温泉卵が得られる	⑧→②
S4	調理モード(温泉卵) 「低温エラー」	電源スイッチをONする	
		起動状態から要求待ち状態になる	①→②
		調理モード(温泉卵)を選択する	②→③
		スタートボタンを押す	
		温度センサを鍋から外す	
		「低温エラー」が発生する	③→⑦
		リセットボタンを押す	⑦→②
	調理モード(固ゆで卵) 「上限温度オーバー」	電源スイッチをONする	
		起動状態から要求待ち状態になる	①→②

(例) 調理モードの動作確認

[10]計画スケジュールと反省点

(1)開発スケジュール

■ 当初の計画 ■ 実際の進捗

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
勉強	■			■			
要求仕様	■	■					
要件定義		■	■				
外部設計	■		■				
内部設計			■		■		
プログラム設計			■	■			
ソフトウェア実装					■		
ハードウェア実装					■		
単体/結合テスト						■	■
機能/システムテスト						■	■
発表準備			■	■		■	
ドキュメント作成					■		
プロジェクト管理	■						

※中間発表後に立てた再計画表

開発期間：2010年9月21日(火) ～ 2011年3月18日(金)

中間発表：2010年12月16日(木)

本発表：2011年2月25日(金)

(2)反省点

開発の見積もり、計画、進捗管理といった一連の作業が不十分であったことが遅れの原因と考えられます。

①作業量の見積もりが甘かった

開発に必要な作業量の洗出しと、自分たちの技量との比較による工数の見積もりが不十分だった。

②小計画が曖昧だった

小計画の詰めが甘かったため、作業の手戻りなどに対応するロス時間が多くなった。

③動作確認が遅れた

携帯湯沸かし器の温度上昇の傾向を調べるのが遅れたため後から要求仕様の変更が起こったり、導入予定だったリアルタイム OS の試運転が遅れたため時間の制約上断念することになった。

[11]感想

佐野木 美香

私はゼミナールではハード設計を担当しました。交流電流の制御方法の検討、制御に必要な半導体デバイスの使用方法などの調査、使用する電子部品を選定するのに、多大な時間を要しました。

ハードの反省点については、ハード面での調査や不具合等の問題が多く、その対応に終始追われる状態で作業は最後まで遅れを取り戻すことができませんでした。本発表の直前でハードの組み立てを完了したものの、ACアダプタのコネクタ部分の接触不良による電流供給不足の原因究明にも時間をとられてしまいました。その他にもケースを開める際にコネクタと干渉したため接触不良になり電源が入らない状態でした。発表当日までに修正することができず、結局はケースを空けた状態で本発表と言う形をとりました。この原因は設計段階で交流のノイズ対策を考慮していなかったため、配線を圧迫してしまう作りになってしまったことが挙げられます。

スケジュールの遅れについては、今回のゼミナールでは適切にフォローすることが出来なかったことの積み重ねが、大幅な作業の遅れにつながったと感じています。特にCMMIについては、遅れていることは把握していても、適切な対応をすることが出来なかったため、計画を立てただけに留まってしまいました。遅れに気がついた時点で早めに対応していれば、このような結果にはならなかったと思います。

今回リーダーを担当しましたが、スケジュールの遅れに対しての対応が出来ていないことや、設計の甘さがありリーダーの役割としては不十分だったと感じています。しかし、他のメンバーや先生方に支えられることで最後までやり遂げることができました。最初から最後まで、自分の力不足を痛感するゼミでしたが、ものづくりの大変さや楽しさを知ることができ、良い経験になったと思っております。

池原 さき

私は要件定義、グラフィック LCD の設計、各種仕様書の作成を主に担当しました。初めての組込み開発でしたが、ハードウェアに関する作業量が予想以上に多く、ソフトウェアだけでなくハードウェアの開発も行うことの難しさを実感しました。

個人制作では目の前の課題をこなしていけばいつか終わりが見えますが、開発の規模が大きくなるにつれ、戦略的な計画と遅れた場合の是正処置を考えておかなければ、いつまでたっても終わりが見えないこともわかりました。

そして、要件定義段階で考えうる全ての要求の洗い出しと、その具体的な仕様について検討する重要性を感じました。そこが曖昧だと、開発メンバー内で認識の相違が生じ、それが表面化したときには大掛かりな仕様変更を余儀なくされます。一般的な日時など横並びの計画だけでなく、各段階でクリアしておくべき項目といった縦並びの計画を立てることもとても重要だと感じました。

今回はメンバー内でハードウェアが得意な人、ソフトウェアが得意な人など分野が比較的ばらけていたのは幸いでした。自分ひとりでは生まれぬ発想や実現方法が得られるのが、グループワークの醍醐味だと思います。今現在の難点は各人が開発中に得た知識や技術の共有化には至っていないことです。実社会の開発では“ひとつ終わったらそこで終わり”ではないので、残り限りある時間で学べたらと思います。

伊藤 和馬

今回のゼミでは自身の未熟さを痛感する一方でした。特にリアルタイム OS の導入を予定していたにも関わらず、動作確認及び設計が遅れてしまい、導入を断念する結論に至ったことは悔やんでも悔やみきれず、他のメンバーには申し訳ないといしか言えません。

私はソフトウェア方面を主に担当させていただきましたが、ハードウェアの設計にも参加しました。そのおかげもあり、ソフトウェア開発とハードウェア開発の両方があることの難しさと、それらが噛み合った時の楽しさを知ることができました。ゼミ開始当初は、業務系も組込系も楽しさは同程度だろうと思っていた自分としては、組込系の楽しさの本分を知ることができて、本当にいい経験になりました。

今回のゼミで学んだ組込システムを開発する楽しさ、ハードウェアとソフトウェアの噛み合わせを考えながらの設計が如何に重要であるかという認識、そしてメンバー間の情報共有とスケジュール、仕様の把握の重要性を忘れることなく、今後は実社会にて組込システム開発に携わっていきたいと考えております。

大西 慧

自分が担当したところは主にソフトウェアの部分です。一番の反省点は、プログラムが完成してもちろんと要求通りに動くのか確かめず、デモンストレーション前に動かす際に初めて問題が発生するという、ぎりぎりの状況になってしまったこと。これはサンプリングのほうに重点をおいてテストを後でやればよいと考えていたために起こった問題です。結局サンプリングが長引いてテストをする時間がなくなってしまいました。優先順位をはき違えていたから起こった問題だと思う。

全体の感想としては、グループワークで半年間やるというのが初めてのことなので戸惑いも多かったと思う。そして自分の甘い考えで色々な人に迷惑をかけたことも多々あった。

ゼミ自体の進行を遅らせたこともある。同じゼミの人には本当に申し訳ないが、社会に出る前にこのような体験をし、気づかせ反省をする機会を与えてくれたこの六ヶ月は自分にとって価値のある時間になったのではないかと思う。

最後に、担当教員の福島先生、そしてアドバイスを頂いたシステム設計科の先生方、この場を借りてお礼申し上げます。ありがとうございました。

[12] 参考リスト

(1) 参考文献

① 設計手法

- SESSAME WG2 『組込みソフトウェア開発のための構造化モデリング』 翔泳社、2010
SESSAME WG2 『組込みソフトウェア開発のためのリバースモデリング』 翔泳社、2007
独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター
『組込みシステム開発のすべて』 日本実業出版社、2007
清水吉男 『要求を仕様化する技術・表現する技術』 技術評論社、2010

② プロジェクト管理

- アクセンチュア 『CMMI 基本と実践』 ソフトバンククリエイティブ、2007
橋本隆成 『図解はじめての CMMI とプロセス改善』 日刊工業新聞社、2006
谷口功 『図解入門 よくわかる最新 CMM の基本と仕組み』 秀和システム、2003
アレア 『失敗のない CMM/CMMI』 日経 BP 社、2004
Dennis M. Ahern 『CMMI モデルガイド』 日刊工業新聞社、2002

③ コーディング規約

- 独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター
『組込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド[C 言語版]』 翔泳社、2006

④ 温度制御

- 江口弘文 『初めて学ぶ PID 制御の基礎』 東京電機大学出版局、2006
井上満 『工業数学がわかる』 技術評論社、2010
CQ 出版社 『トランジスタ技術 2010 年 10 月号』 「ヒータと温度センサで水温を上げ下げする実験」

⑤ 電子工作

- 後閑哲也 『作る・できる/基礎入門 電子工作の素』 技術評論社、2007
MJ 無線と実験編集部 『電子工作用具の種類と上手な使い方』 誠文堂新光社、2008
福多利夫 『電子工作ハンドブック 3 ハンダの達人』 翔泳社、2008
小島昇 『電子部品図鑑』 誠文堂新光社、2007
古市善教 『オシロスコープ利用技術』 オーム社、1980

⑥ H8 マイコン

- 中島敏彦 『図解 組込みマイコンの基礎』 森北出版、2007
島田義人 『H8/Tiny マイコン完璧マニュアル』 CQ 出版、2005
CQ 出版社 『トランジスタ技術 2004 年 4 月号』
「特集この 1 冊でマイコンの使い方とプログラミングを完全マスタ！付録基盤で始めるマイコン入門」

⑦ グラフィック LCD

- 後閑哲也 『LCD&タッチセンサ活用の素』 技術評論社、2010

⑧ ETEC 対策

- 武井正彦・中島敏彦 『図解 μ ITRON による組込みシステム入門』 森北出版、2008
社団法人 組込みシステム技術協会 『組込みソフトウェア技術者試験クラス 2 対策ガイド』 CQ 出版社、2007

(2) 参考 Web サイト

①卵調理

- ・西野ファーム 2011年3月1日参照 <http://www.nishino-farm.co.jp/farm-egg-zatugaku-p8.htm>
- ・温泉卵 2011年3月1日参照 <http://onsentamago.hoge2.info/>

②PID制御

- ・木村誠聡 2011年3月2日参照 http://www.f-kmr.com/pid_control.htm
- ・石川宏保 2011年3月2日参照
http://monoist.atmarkit.co.jp/fembedded/articles/etrobo/04/etrobo_04a.html
- ・山武 2011年3月2日参照
http://www.compoclub.com/products/knowledge/jidou_seigyō/jidou_seigyō4.html
- ・ソリッドフィジクス 2011年3月2日参照 <http://www.solidphysics.co.jp/PID.htm>
- ・MOTOYAMA 2011年3月2日参照 <http://www.motoyama.co.jp/engineer/enji06.htm>
- ・compoclub 2011年3月1日参照
http://www.compoclub.com/products/knowledge/jidou_seigyō/jidou_seigyō3.html#5
- ・@IT MONOist 2011年3月1日参照
http://monoist.atmarkit.co.jp/fembedded/articles/etrobo/03/etrobo_03a.html
- ・エム・システム技研 2011年3月1日参照 <http://www.m-system.co.jp/rensai/pdf/r0409.pdf>
- ・電子工作の実験室 2011年3月1日参照 <http://www.picfun.com/motor05.html>

③H8/3694F

- ・ルネサス エレクトロニクス 2011年3月3日参照
http://japan.renesas.com/products/mpumcu/h8/h8300h_tiny/h83694_h83694n/h83694_h83694n_root.jsp

④リアルタイム OS

- ・トロン協会 2011年3月3日参照 http://www.t-engine.org/assoc_tron/html/jpn/
- ・NEP ブログ 2011年3月3日参照 <http://www.nces.is.nagoya-u.ac.jp/NEXCESS/blog/>
- ・スリーエース・コンピュータ 2011年3月3日 <http://www.aacomputer.co.jp/uItron/uItron.html>
- ・ルネサス北日本セミコンダクタ 2011年3月3日
<http://www.kitasemi.renesas.com/solution/smilight-index/>

⑤Visual Basic

- ・Programming Library 2011年3月2日参照 <http://hpcgil.nifty.com/MADIA/VBBBS2/wwwing.cgi>

⑥QUCS

- ・大木真 2011年3月1日参照 <http://www.sp.es.yamanashi.ac.jp/~ohki/qucs/qucs.html>
- ・齋藤剛史 2011年3月1日参照
http://salmon.ele.tottori-u.ac.jp/~saitoh/Lecture/qucs_model_Tr_2SC1815.pdf
- ・ぐうたら部屋 電子回路部 2011年3月1日参照
<http://guutaranoheya.web.fc2.com/electronics/index.html>

⑦トライアック(サイリスタ)

- ・RENESAS 2011年3月1日参照
http://japan.renesas.com/applications/digital_consumer/consumer_electronics/electric_rice_cooker/electric_rice_cooker.jsp
- ・ようこそ電子工作の部屋へ！ 2011年3月1日参照
<http://www.riric.jp/electronics/works/power/1242A.html>
- ・電子工作コーナー 2011年3月1日参照 http://members.jcom.home.ne.jp/0434383301/AC_CONT.htm

- ・CQ 出版 2011年3月1日参照 http://www.cqpub.co.jp/hanbai/books/37/37251/37251_2syo.pdf
- ・電子工作へのチャレンジ 2011年3月1日参照 <http://homepage3.nifty.com/kanasho/eproj31.htm>
- ・電子工作へのチャレンジ 2011年3月1日参照 <http://homepage3.nifty.com/kanasho/eproj33.htm>
- ・趣味の電子工作によろこそ 2011年3月1日参照
http://www.piclist.com/images/www/hobby_elec/pic6_c3.htm
- ・なんでもつくろうマイビア工房 2011年3月1日参照
http://www.h2.dion.ne.jp/~beer/koubou/denatu_kahen.htm

⑧ソリッドステートリレー(SSR)

- ・SHARP 2011年3月1日参照
<http://www.sharp.co.jp/products/device/about/electronics/ssr/index.html>
- ・Panasonic 2011年3月1日参照
http://panasonic-denko.co.jp/ac/j/control/relay/solid-state/related_information/caussr.jsp
- ・Let's Try 電子マスカット 2011年3月1日参照 http://www.zea.jp/audio/dayt/dayt_01.htm

⑨サーミスタ

- ・大川電子設計 2011年3月2日参照 <http://sim.okawa-denshi.jp/THkeisan.htm>

⑩スピーカーアンプ

- ・Let's Try 電子マスカット 2011年3月1日参照
http://www.zea.jp/audio/schematic/sc_file/009.htm
- ・新日本無線株式会社 2011年3月1日参照
<http://www002.upp.so-net.ne.jp/jsrc/densi/poweramp.html>

⑪電源回路

- ・masahiro's electronic lab 2011年3月1日参照
http://masalab.sakura.ne.jp/denshi/jitsuyou/power/jituyou_power.html

⑫トランジスタ回路

- ・電子工作の実験室 2011年3月1日参照 <http://www.picfun.com/parttrs.html>
- ・始める電子回路 2011年3月1日参照
http://www9.plala.or.jp/fsson/NewHP_elc/elc/elc_3_7Tr1.html
- ・始める電子回路 2011年3月1日参照
http://www9.plala.or.jp/fsson/NewHP_elc/elc/elc_3_7Tr2sw.html

⑬ノイズ対策

- ・ドルクスラボ制御技術研究所 2011年3月1日参照
<http://www.geocities.co.jp/Technopolis/5348/noize.html>

⑭その他

- ・福島賢弘 fuji.nagoya-vti.ac.jp 2011年3月3日参照 <http://fuji/>
- ・@IT MONOist(電子回路ドリル/電子部品) 2011年3月3日参照
http://monoist.atmarkit.co.jp/fembedded/index/drill_index.html
- ・サンハヤト(教育実習用ツール) 2011年3月1日参照
http://www.sunhayato.co.jp/pdf/2009/2009Catalog_4EDU.pdf

更新履歴

バージョン	日付	主な更新内容
1.0.0	2011年3月8日	-
1.0.1	2011年3月10日	状態遷移図、状態遷移表を更新。上限温度オーバーの定義を更新。 保温モード、タイマモードの実行中の設定変更追加。テストの画像更新。
1.0.2	2011年3月11日	内部構造を追加。使用部品更新。テストの画像更新。
1.0.3	2011年3月16日	製本用にページ番号変更