

RX113 グループ

R01AN4504JJ0100

Rev.1.00

ローパワータイマ機能を用いた間欠動作プログラミングガイド

Sep.26.2018

要旨

本アプリケーションノートは、FIT (Firmware Integration Technology)モジュールによる API を利用して RX113 に搭載されたローパワータイマ（以下：LPT）機能を用いた低消費間欠動作について説明します。

動作確認デバイス

- ・ RX113 グループ R5F51138ADFP

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様に合わせて変更し、十分評価してください。

関連アプリケーションノート

本アプリケーションノートに関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せて参照してください。

- Firmware Integration Technology ユーザーズマニュアル(R01AN1833)
- RX ファミリ e² studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology(R01AN1723)
- RX ファミリ CS+に組み込む方法 Firmware Integration Technology(R01AN1826)
- RX ファミリ ボードサポートパッケージモジュール Firmware Integration Technology(R01AN1685)
- RX ファミリ LCD モジュール Firmware Integration Technology (R01AN1980)
- RX ファミリ LPT モジュール Firmware Integration Technology (R01AN2571)
- RX ファミリ LPC モジュール Firmware Integration Technology (R01AN2769)
- RX ファミリ ELC モジュール Firmware Integration Technology (R01AN3066)
- Renesas Starter Kit for RX113 ユーザーズマニュアル(R20UT2756JG)
- Renesas Starter Kit for RX113 CPU ボード回路図 (R20UT2755EG)

目次

1. 概要	4
1.1 本アプリケーションノートについて	4
1.2 動作環境	6
2. ハードウェア説明	7
2.1 RSKRX113 概要	7
2.2 使用端子一覧	8
2.3 クロック設定	10
2.4 ハードウェアの改造	11
3. ソフトウェア説明	12
3.1 FIT モジュール	12
3.2 ファイル構成	12
3.3 定数一覧	13
3.4 変数一覧	13
3.5 使用関数一覧	13
3.6 関数仕様	15
3.6.1 main	15
3.6.2 initialize	15
3.6.3 user_main	16
3.6.4 set_parameters	16
3.6.5 lcd_disp3_2	16
3.6.6 lcd_disp5_3	17
3.6.7 set_op_ratio	17
4. フローチャート	18
4.1 main 関数 : main()	18
4.2 初期設定関数 : initialize()	19
4.3 ユーザ処理関数 : user_main()	20
4.4 間欠動作設定関数 : set_parameters()	21
4.5 LCD の 3 桁部表示関数 : lcd_disp3_2()	22
4.6 LCD の 5 桁部表示関数 : lcd_disp5_3()	22
4.7 動作時間比率設定関数 : set_op_ratio()	23
5. 間欠動作	24
5.1 RSKRX113 基板レイアウト	24
5.2 LCD 表示と設定範囲	25
5.3 操作手順	26
5.3.1 間欠動作時間比率の設定	26
5.3.2 平均消費電流表示	26
5.3.3 間欠動作の実行	27
5.3.4 間欠動作の停止と動作時間比率の再設定	27
6. 消費電流測定	28
6.1 消費電流の測定	28

6.2 電流波形の測定	29
7. クロック選択 [参考].....	31
ホームページとサポート窓口	32
改訂記録	33

1. 概要

1.1 本アプリケーションノートについて

間欠動作は、バッテリーで長期間にわたって稼働させる機器などで、限られたバッテリーの電力を有効活用するためにマイコンを通常動作モードと低消費電力モードを切り換えて使用する動作です。

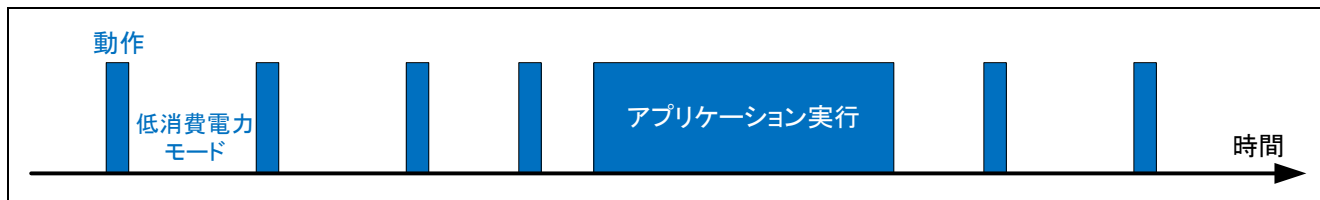


図 1.1 間欠動作概要

間欠動作の周期や動作時間は、システムや機能によって異なるため、より簡単で有効な間欠動作の実現方法が望まれます。

本アプリケーションノートのサンプルプログラムでは、通常動作状態からソフトウェアの **Wait** 命令により低消費電力モード（ソフトウェアスタンバイモード）へ移行し、低消費電力モードでも動作するローパワータイマー（以下 LPT）のイベント信号で低消費電力モードを解除します。

このとき、LCD 表示状態のまま低消費電力モード（ソフトウェアスタンバイモード）へ移行することが出来ます。

本アプリケーションノートでの動作例

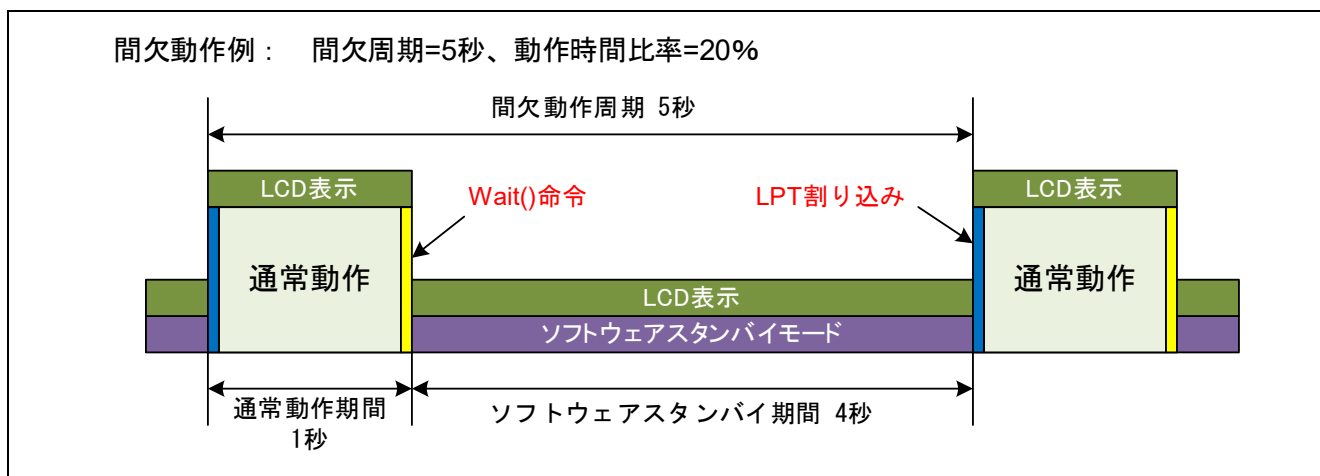


図 1.2 間欠動作例

本アプリケーションノートのサンプルプログラムのシステムフローチャート

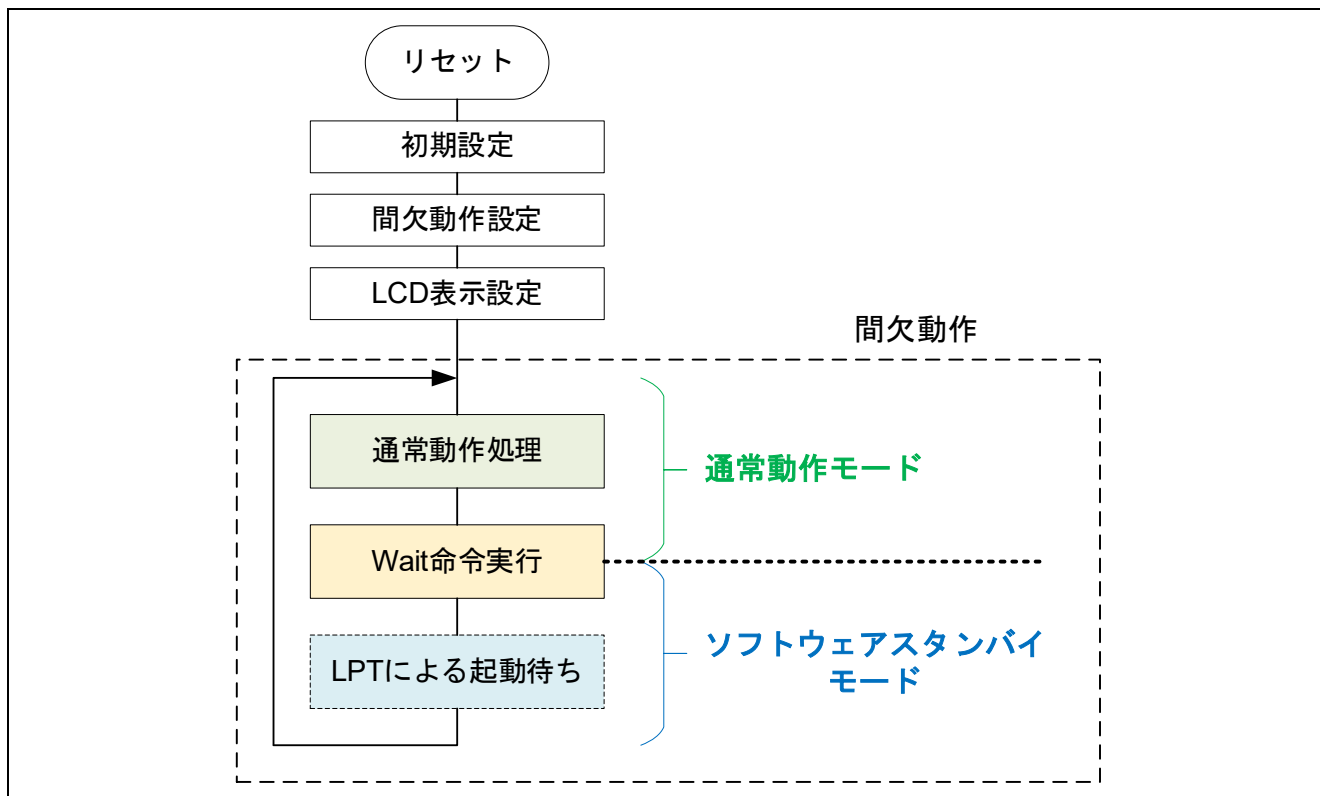


図 1.3 システムフローチャート

1.2 動作環境

本アプリケーションノートのサンプルプログラムは、表 1.1 動作環境で動作を確認しています。

表 1.1 動作環境

項目	内容
使用マイコン	R5F51138ADFP (RX113 グループ)
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX113 (製品型名: R0K505113S900BE) LCD Application Board V2 (製品型名: R0K0APBDB030BE)
CPU 動作周波数	高速オンチップオシレータ(HOCO)=32MHz ウォッチドッグクロック=15KHz
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e ² studio Version 7.0.0
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler Package for RX Family V.2.08.00
エミュレータ	E1 または E2
エンディアン	リトルエンディアン

本アプリケーションノートのサンプルプログラムは Firmware Integration Technology (以下、FIT と称す) 対応モジュールを使用して周辺機能を制御します。本アプリケーションノートで使用する FIT モジュールを表 1.2 FIT モジュールに示します。

表 1.2 FIT モジュール

種類	アプリケーションノート名 (型名)	FIT モジュール名	Rev.
BSP	RX ファミリ ボードサポートパッケージモジュール Firmware Integration Technology (R01AN1685)	r_bsp_rx	3.80
デバイスドライバ	RX ファミリ LPT モジュール Firmware Integration Technology (R01AN2571)	r_lpt_rx	1.21
デバイスドライバ	RX ファミリ LPC モジュール Firmware Integration Technology (R01AN2769)	r_lpc_rx	1.40
デバイスドライバ	RX ファミリ ELC モジュール Firmware Integration Technology (R01AN3066)	r_elc_rx	1.20
デバイスドライバ	RX ファミリ LCD モジュール Firmware Integration Technology (R01AN1980)	r_lcdc_rx	1.00

本アプリケーションノートでは、低消費電力実現のために、表 1.3 CPU 動作モードに記載した 2 つの動作モードを使用します。

表 1.3 CPU 動作モード

CPU 動作モード	遷移条件
通常モード	LPT イベント信号でスタンバイから遷移
ソフトウェアスタンバイモード	スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR) Bit15:SSBY = 1 設定後の wait 命令実行により遷移

2. ハードウェア説明

2.1 RSKRX113 概要

RSKRX113 マニュアルから抜粋

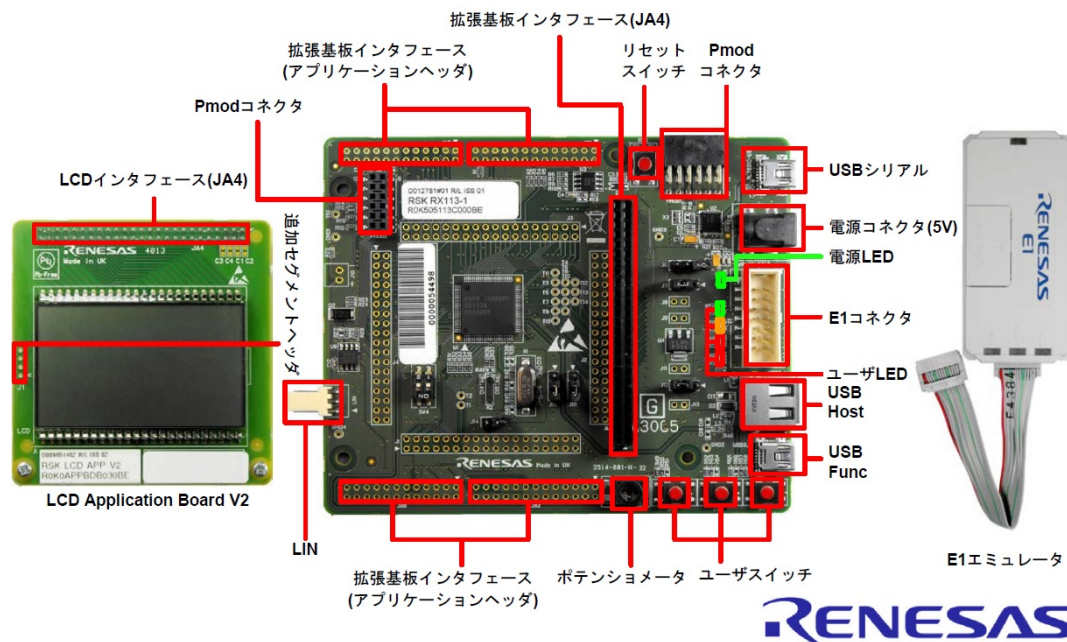
Quick Start Renesas Starter Kit
for RX113

図 2.1 RSKRX113

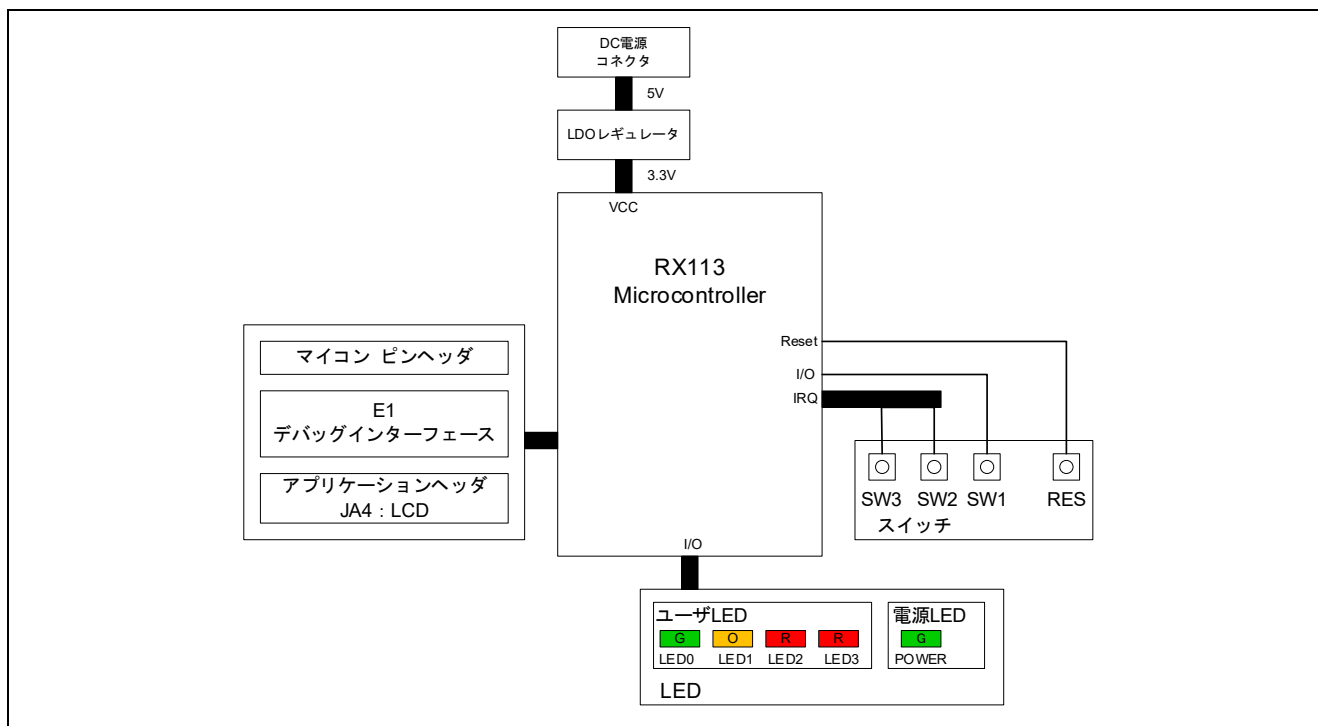


図 2.2 ボード内接続

2.2 使用端子一覧

以下にマイコン端子の接続一覧を示します。

表 2.1 スイッチ操作関係端子

端子名	入出力	内容
PA4	入力	SW1 入力 設定モードでの設定値の増加 (UP)
P32	入力	SW2 入力 未使用
P27	入力	SW3 入力 設定モードで値の確定および移行

表 2.2 LCD 表示関係端子[JA4]

ピン	ポート	回路名称	LCD 端子	ピン	ポート	回路名称	LCD 端子
1	PC6	VL4	V1	2	PC7	VL3	V2
3	P54	VL2	V3	4	P55	VL1	V4
5	-	GND	GND	6	-	GND	GND
7	PC5	COM0	COM1	8	PC4	COM1	COM2
9	PC3	COM2	COM3	10	PC2	COM3	COM4
11	P13	SEG0	SEG3	12	P12	SEG1	SEG4
13	P11	SEG2	SEG5	14	P10	SEG3	SEG6
15	P56	SEG4	SEG7	16	P53	SEG5	SEG8
17	P52	SEG6	SEG9	18	P51	SEG7	SEG10
19	P50	SEG8	SEG11	20	PC1	SEG9	SEG12
21	PC0	SEG10	SEG13	22	PB7	SEG11	SEG14
23	PB6	SEG12	SEG15	24	PB5	SEG13	SEG16
25	PB4	SEG14	SEG17	26	PB3	SEG15	SEG18
27	PB2	SEG16	SEG19	28	PB1	SEG17	SEG20
29	PA7	SEG18	SEG21	30	PA5	SEG19	SEG22
31	PA4	SEG20	SEG23	32	PA3	SEG21	SEG24
33	PA2	SEG22	SEG25	34	PA1	SEG23	SEG26
35	PA0	SEG24	SEG27	36	PF7	SEG25	SEG28
37	PF6	SEG26	SEG29	38	PE5	SEG27	SEG30
39	PE4	SEG28	SEG31	40	PE3	SEG29	SEG32
41	PE2	SEG30	SEG33	42	PE1	SEG31	SEG34
43	PE0	SEG32	SEG35	44	PE7	SEG33	SEG36
45	PE6	SEG34	SEG37	46	PD4	SEG35	SEG38
47	PD3	SEG36	SEG39	48	PD2	SEG37	SEG40
49	PD1	SEG38	SEG41	50	PD0	SEG39	SEG42

【注】表中の網掛けは、本アプリケーションノートでは使用していない表示部との接続端子。

LCD パネルの配線

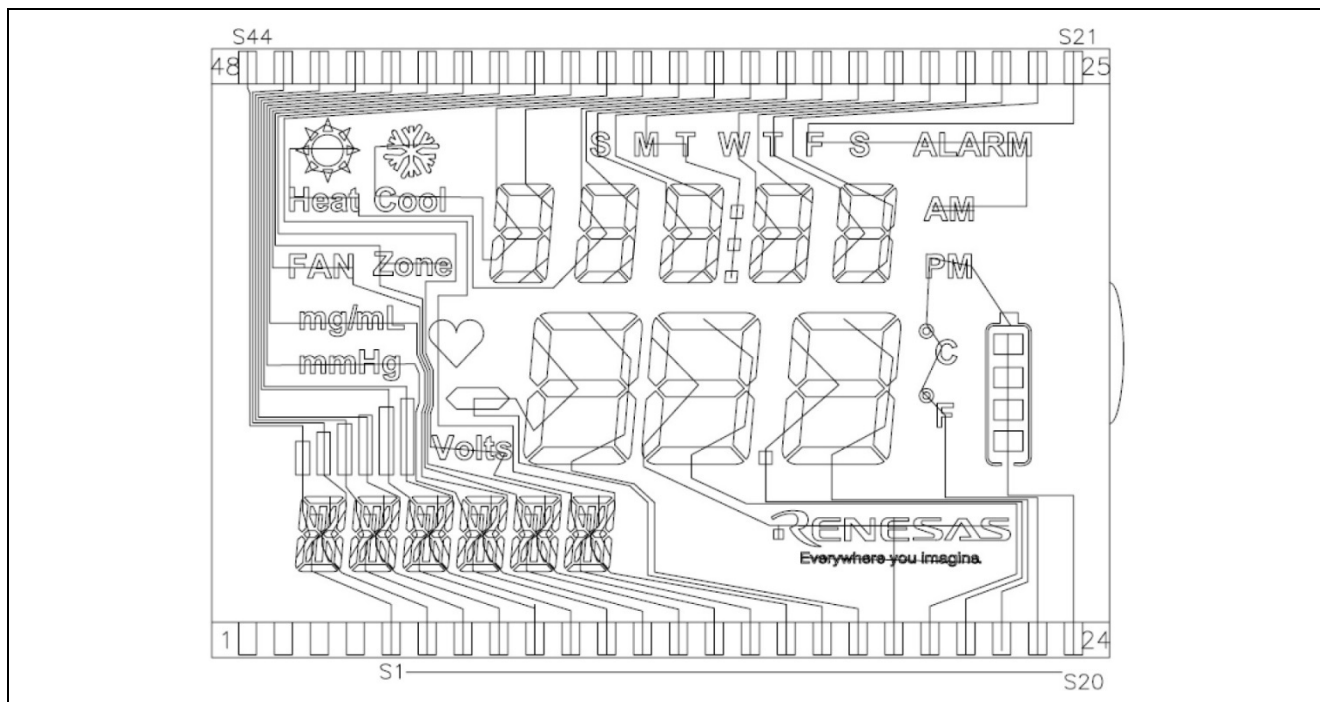


図 2.3 LCD セグメント配線

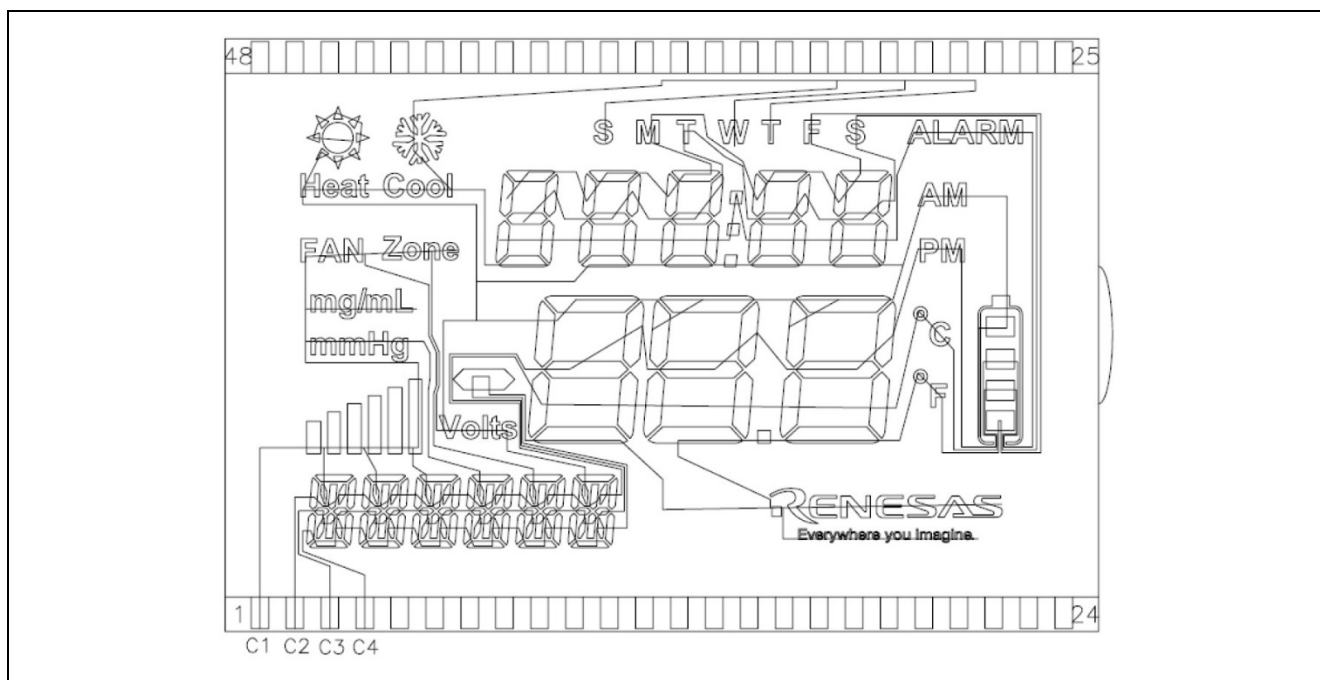


図 2.4 LCD COM 配線

2.3 クロック設定

本アプリケーションノートで使用する各クロックを表 2.3 クロック設定に示します。

表 2.3 クロック設定

名称	動作周波数	クロックソース	分周比
メインクロック	停止	—	—
サブクロック	停止	—	—
高速オンチップオシレータ(HOCO)	32MHz	内部	—
低速オンチップオシレータ(LOCO)	停止	—	—
IWDT 用オンチップオシレータ	15kHz	内部	—
PLL 回路	停止	—	—
USB 用クロック	停止	—	—
System Clock (ICLK)	32MHz	HOCO	1
Peripheral Clock B (PCLKB)	32MHz	HOCO	1
Peripheral Clock D (PCLKD)	32MHz	HOCO	1
Flash IF Clock (FCLK)	32MHz	HOCO	1
LCD 用クロック	15kHz	IWDT	—

2.4 ハードウェアの改造

本アプリケーションノートでは消費電力低減機能の低消費電力モードについての動作を確認するため、消費電流測定を行えるように RSK ボードを改造して実施しています。

RX113 の RSK ボードの場合、MCU 消費電流測定用にジャンパ J11 が用意されていますが、製品出荷時、ジャンパ J11 はボードに実装されていません。抵抗 R221 によって”Shorted Pin1-2”の設定になっています。このため以下の改造が必要になります。

- ① 抵抗 R221 を取り外します。
- ② ジャンパ J11 の場所にピンヘッダ(2 ピン)を半田付けします。

改造に必要な参考資料として、図 2.5 RSKRX113 ユーザーズマニュアル抜粋と図 2.6 RSKRX113 ボード回路図抜粋を示します。

6.3 電源設定

電源設定に関連するオプションリンクを表 6-3、表 6-4 に示します。

Reference	ジャンパ設定	説明	関連
J6	Shorted Pin1-2	EXT_BATT を 5V 電源ラインに接続	-
	Shorted Pin2-3	VBUS を 5V 電源ラインに接続	-
	All open	EXT_BATT、VBUS を 5V 電源ラインから接続解除	-
J9 *1	Shorted Pin1-2	レギュレータ出力を 1.8V に設定	-
	All open	レギュレータ出力を 3.3V に設定	-
J11 *2	Shorted Pin1-2	Board_3V3 を UC_VCC に接続	R221
	All open	MCU 消費電流測定用設定(J11 の間に電流メータを接続)	R221

表 6-3: 電源設定オプションリンク (1)

*1: 製品出荷時、ジャンパ J9 はボードに実装されていません。

*2: 製品出荷時、ジャンパ J11 はボードに実装されていませんが、抵抗 R221 によって”Shorted Pin1-2”の設定になっています。

図 2.5 RSKRX113 ユーザーズマニュアル抜粋

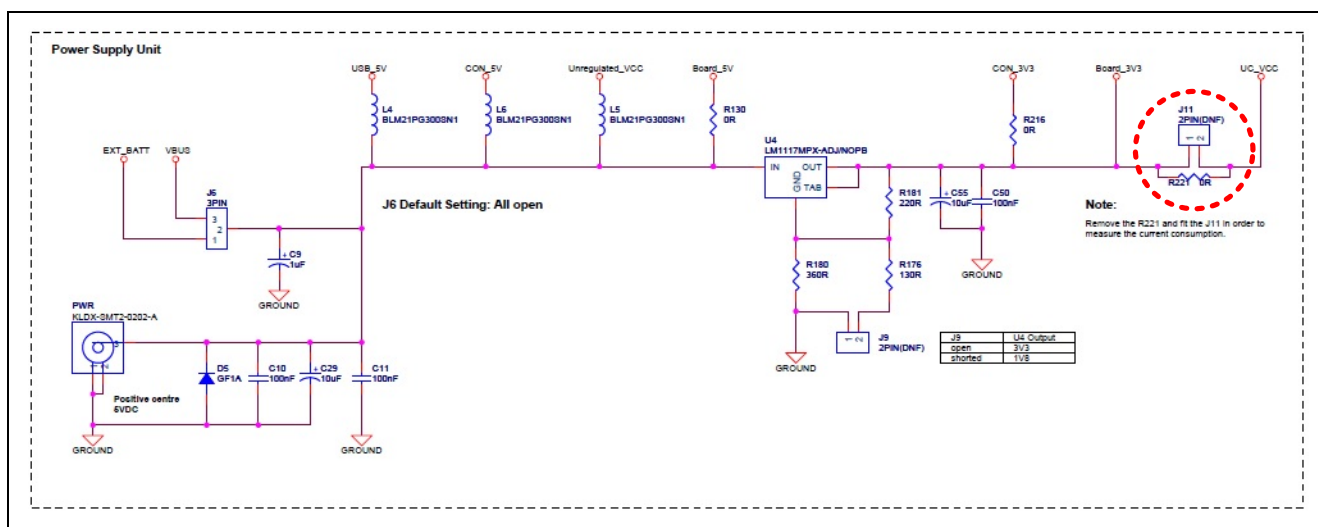


図 2.6 RSKRX113 ボード回路図抜粋

3. ソフトウェア説明

本アプリケーションノートで使用するソフトウェアの構成と機能を説明します。

3.1 FIT モジュール

本アプリケーションノートで使用する FIT モジュールの格納ホルダー一覧を示します。

表 3.1 FIT モジュールホルダー

ホルダー名	モジュール名	概要
r_bsp	ボードサポートパッケージモジュール	MCU と使用するボードのためのコードを提供
r_elc_rx	イベントリンクモジュール	モジュール間のイベント制御機能を提供
r_lcdc_rx	LCD 制御モジュール	LCD 表示のための制御とドライバを提供
r_lpc_rx	消費電力低減機能(LPC)モジュール	各動作電力制御モードへの遷移、または低消費電力状態への遷移制御を提供
r_lpt_rx	ローパワータイマ(LPT)モジュール	ローパワータイマ(LPT)を使用して、ソフトウェアスタンバイモードの解除信号を発生
r_config	FIT ヘッドファイル	使用する各 FIT のヘッドファイル

【注】 FIT モジュールに関する構成および機能は FIT ライブラリの各モジュール仕様書を参照してください。

3.2 ファイル構成

本アプリケーションノートで使用するファイル構成を示します。

FIT ライブラリを含む統合開発環境で自動生成されるファイルは除きます。

表 3.2 ユーザファイル

ホルダー名	ファイル名	概要	備考
demo	main.c	メイン処理ソースファイル	ユーザ作成

【注】 demo ホルダー内の cg_src ホルダーは FIT 環境の自動生成ファイルです。

3.3 定数一覧

LCD 7seg 部へ数値を表示するためのセグメントパターン設定値を表 3.3 LCD セグメントパターンに示します。

表 3.3 LCD セグメントパターン

定数名	設定値	内容
seg_l[11]	{5,0,6,2,3,3,7,0,7,3,0}	3 桁表示部の左側セグメントパターン
seg_r[11]	{0xf,6,0xb,0xf,6,0xd,0xd,7,0xf,0xf,0}	3 桁表示部の右側セグメントパターン
seg2_l[11]	{0xa,0,6,4,0xc,0xc,0xe,0,0xe,0xc,0}	5 桁表示部の左側セグメントパターン
seg2_r[11]	{0xf,6,0xd,0xf,6,0xb,0xb,0xe,0xf,0xf,0}	5 桁表示部の右側セグメントパターン

平均消費電流計算のための通常動作時標準電流は表 3.4 動作時標準電流で示す定数で設定されます。

表 3.4 動作時標準電流

定数名	設定値	内容
op_current	8500	本ボード RSKRX113 を使用して LCD 表示させた場合の消費電流[μ A]

【注】実測値を元に本プログラムの動作検証用に設定された標準値であり、値を保障するものではありません。

3.4 変数一覧

本アプリケーションノートで使用するグローバル変数を表 3.5 グローバル変数に示します。

表 3.5 グローバル変数

型	変数名	内容
unsigned int32	cycle_time	間欠動作の 1 周期時間 [秒] 初期値 5 秒
unsigned int32	pon_ratio	間欠動作の 1 周期時間に対する動作期間比率 [%] 初期値 10 %
unsigned int32	op_time	通常動作時間 [mS] cycle_time と pon_ratio から算出
unsigned int32	i_average	平均消費電流 [mA] op_current と pon_ratio から算出
unsigned int32	op_count	通常動作時に使用するカウント表示のためのカウンタ

3.5 使用関数一覧

ユーザファイル(main.c)で使用する関数を表 3.6 ユーザ関数一覧に示します。

表 3.6 ユーザ関数一覧

関数名	概要
main()	システムメイン関数
initialize()	FIT モジュール初期設定
user_main()	通常動作時に実行する処理
set_parameters()	動作時間比率の設定変更処理
lcd_disp3_2()	LCD の 3 桁表示部へ 2 桁の数値を表示
lcd_disp5_3()	LCD の 5 桁表示部へ 3 桁の数値を表示
set_op_ratio()	通常動作時間とスタンバイ時間比率を設定

本アプリケーションノートで使用する FIT ライブラリ提供の関数をモジュールごとに以下に示します。

表 3.7 LPC モジュール関数

関数名	概要	記載ファイル
R_LPC_LowPowerModeConfigure()	WAIT 命令を実行したときの低消費電力状態を設定	r_lpc_rx
R_LPC_LowPowerModeActivate()	低消費電力状態への遷移	r_lpc_rx

表 3.8 BSP モジュール関数

関数名	概要	記載ファイル
R_BSP_RegisterProtectDisable()	選択したレジスタの書き込み保護を無効	cpu.c
R_BSP_RegisterProtectEnable()	選択したレジスタの書き込み保護を有効	cpu.c
R_BSP_InterruptsDisable()	割り込みを全般的に禁止	cpu.c
R_BSP_SoftwareDelay()	指定した時間だけ遅延	r_bsp_common.c

表 3.9 ELC モジュール関数

関数名	概要	記載ファイル
R_ELC_Set()	イベントリンク元とイベントリンク先の設定	r_elc_rx.c

表 3.10 LPT モジュール関数

関数名	概要	記載ファイル
R_LPT_Open()	LPT モジュールの初期化	r_lpt_rx.c
R_LPT_Control()	LPT のカウント開始/停止/リセット	r_lpt_rx.c

表 3.11 LCDC モジュール関数

関数名	概要	記載ファイル
R_LCDC_Open()	LCDC の初期設定	r_lcdc_rx.c
R_LCDC_Write()	表示データの設定	r_lcdc_rx.c
R_LCDC_Dispon()	LCD の表示	r_lcdc_rx.c

3.6 関数仕様

ここではユーザ設定関数を説明します。

FIT モジュール関数については、FIT ライブラリの各モジュール仕様書を参照してください。

3.6.1 main

表 3.12 main 関数

項目	内容
関数名	main()
概要	システムメイン関数
宣言	void main(void)
説明	システム全体の制御を行います。
コール関数	R_LCD_Create() R_LCDC_Open() R_LCDC_Dispon() lcd_disp3_2() lcd_disp5_3() set_op_ratio() initialize() R_LPT_Control() R_LPC_LowPowerModeActivate() user_main()
引数	—
戻り値	—

3.6.2 initialize

表 3.13 initialize 関数

項目	内容
関数名	initialize()
概要	初期化関数
宣言	void initialize(uint32_t)
説明	各機能の初期設定を行います。
コール関数	R_LPC_LowPowerModeConfigure() R_BSP_RegisterProtectDisable() R_BSP_RegisterProtectEnable() R_BSP_InterruptsDisable() R_ELC_Set() elc_start_all_eventlink() R_LPT_Open()
引数	uint32_t period : LPT の周期 [uS]
戻り値	—

3.6.3 user_main

表 3.14 user_main 関数

項目	内容
関数名	user_main()
概要	通常動作時に実行する処理
宣言	void user_main(uint32_t)
説明	通常動作状態で実行する処理を記述します。 カウンタ表示 SW 操作による実行時間比率の設定
コール関数	set_parameters() R_BSP_SoftwareDelay()
引数	op_time : 通常動作時間 [mS]
戻り値	—

3.6.4 set_parameters

表 3.15 set_parameters 関数

項目	内容
関数名	set_parameters()
概要	間欠動作の設定項目の値を変更
宣言	void set_parameters (void)
説明	SW 操作により実行中の間欠動作の動作時間比率を変更します。
コール関数	R_LPT_Control() lcd_disp3_2() lcd_disp5_3() set_op_ratio()
引数	—
戻り値	—

3.6.5 lcd_disp3_2

表 3.16 lcd_disp3_2 関数

項目	内容
関数名	lcd_disp3_2()
概要	LCD 3 桁表示部分への 2 桁数値表示
宣言	void lcd_disp3_2(uint32_t)
説明	引数の数値を LCD 3 桁表示部の 2 桁で表示します。
コール関数	R_LCDC_Write()
引数	uint32_t num1 : 表示する数値(2 桁 10 進数)
戻り値	—

3.6.6 lcd_disp5_3

表 3.17 lcd_disp5_3 関数

項目	内容
関数名	lcd_disp5_3()
概要	LCD 5 桁表示部分への 3 桁数値表示
宣言	void lcd_disp5_3(uint32_t)
説明	引数の数値を LCD 5 桁表示部の 3 桁で表示します。
コール関数	R_LCDC_Write()
引数	uint32_t num2 : 表示する数値(3 桁 10 進数)
戻り値	—

3.6.7 set_op_ratio

表 3.18 set_op_ratio 関数

項目	内容
関数名	set_op_ratio()
概要	間欠動作周期に対する通常動作時間比率の設定
宣言	int set_op_ratio(int)
説明	スイッチ操作により間欠動作の通常動作時間の比率を変更します。 表示 : LCD 3 桁表示部の上位 2 桁 設定範囲 : 10~90 [%] 10%刻み 使用スイッチ : SW1(UP)、SW3(Enter)
コール関数	R_LCDC_Write()
引数	int t_ratio : 現在の動作時間比率 [%]
戻り値	int i_data : 変更された動作時間比率 [%]

4. フローチャート

本アプリケーションノートのユーザファイルで使用する関数のフローチャートを以下に示します。

4.1 main 関数 : main()

メイン処理のフローチャートを図 4.1 main 関数に示します。

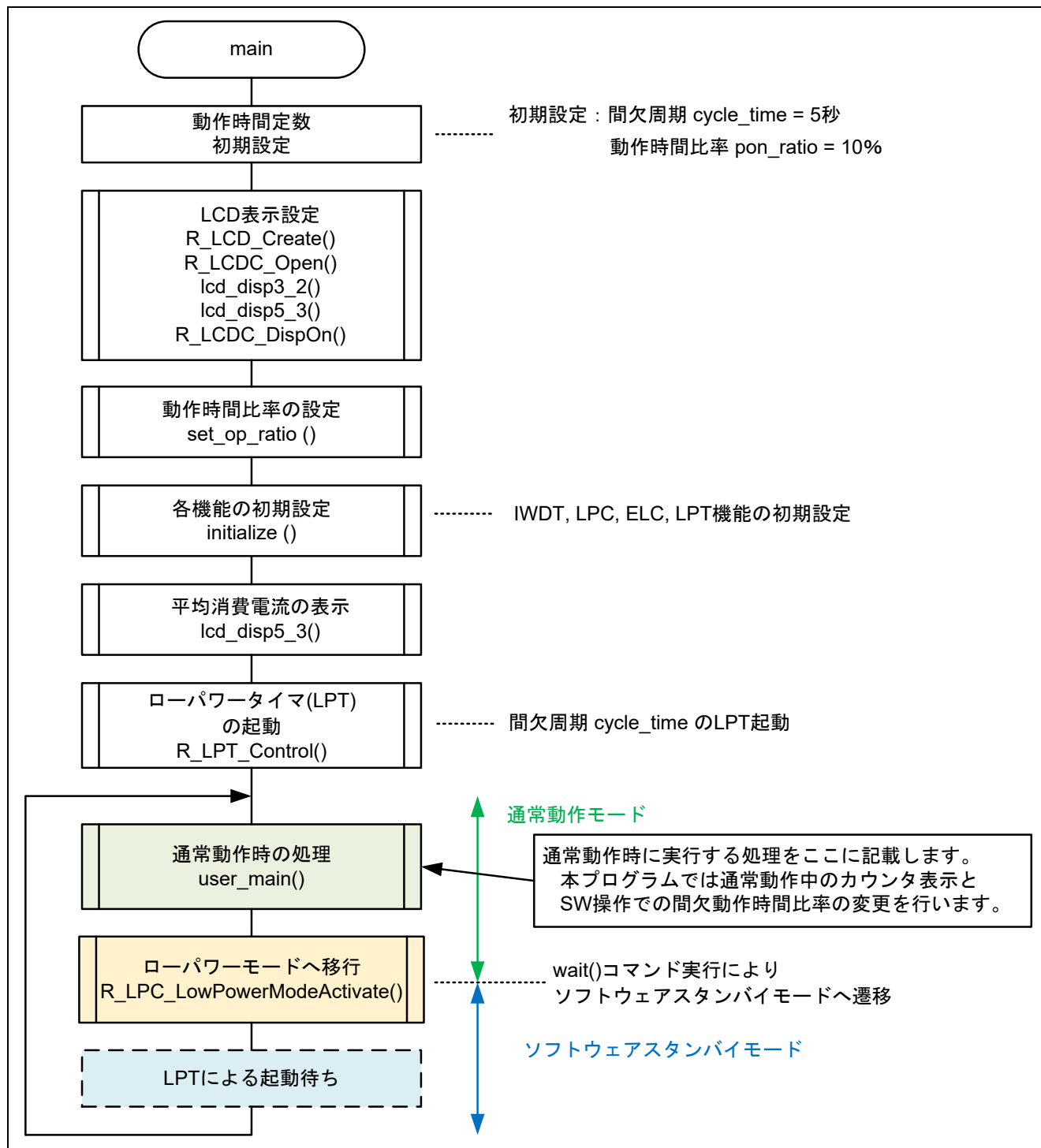


図 4.1 main 関数

4.2 初期設定関数 : initialize()

間欠動作に必要な各 FIT ライブラリで提供される機能の初期設定のフローチャートを図 4.2 initialize 関数に示します。

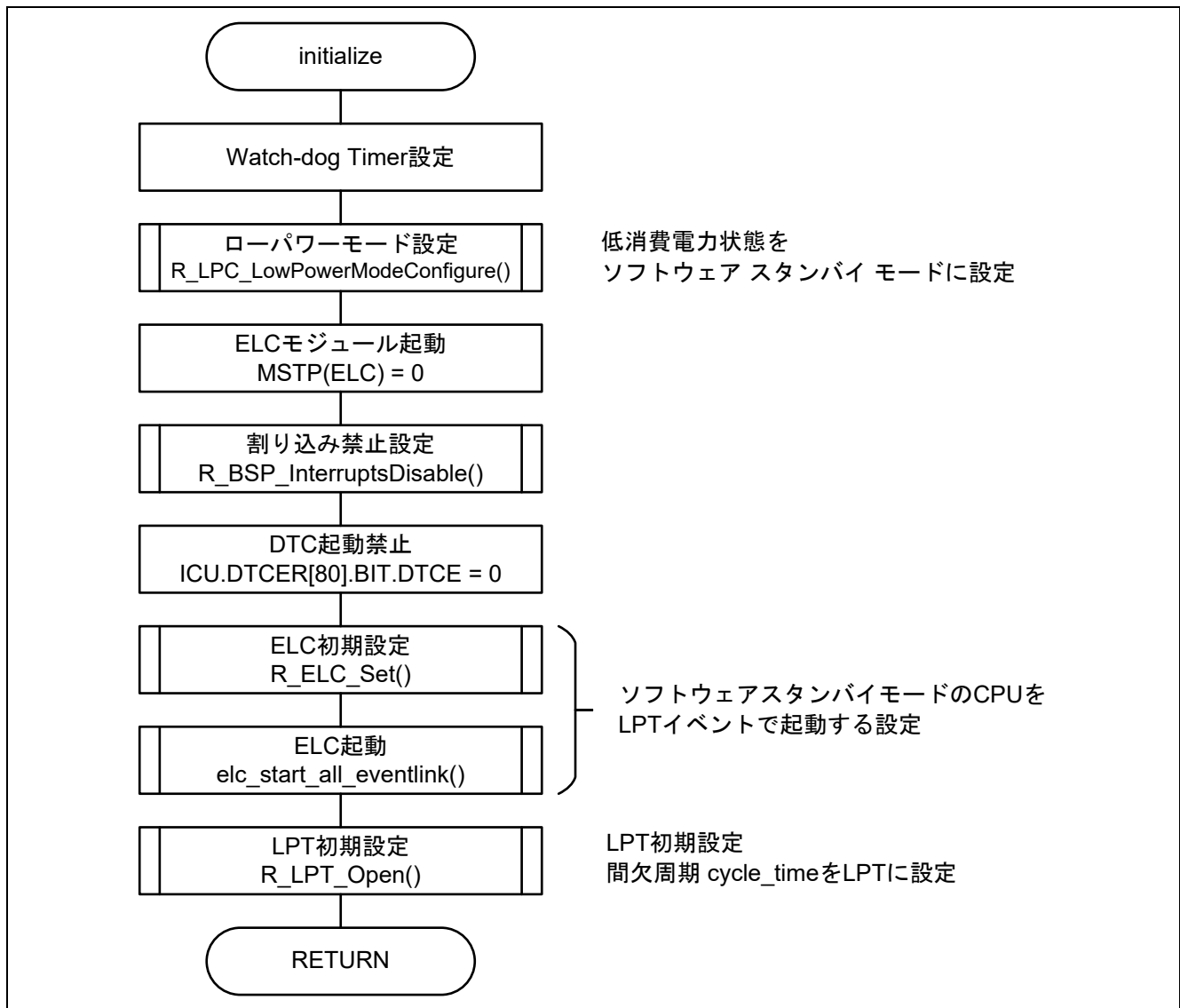


図 4.2 initialize 関数

4.3 ユーザ処理関数 : user_main()

通常動作時に実行する処理プログラムです。

本プログラムでは動作カウンタの LCD 表示と SW 操作による間欠動作時間比率の再設定処理のフローチャートを図 4.3 user_main 関数に示します。

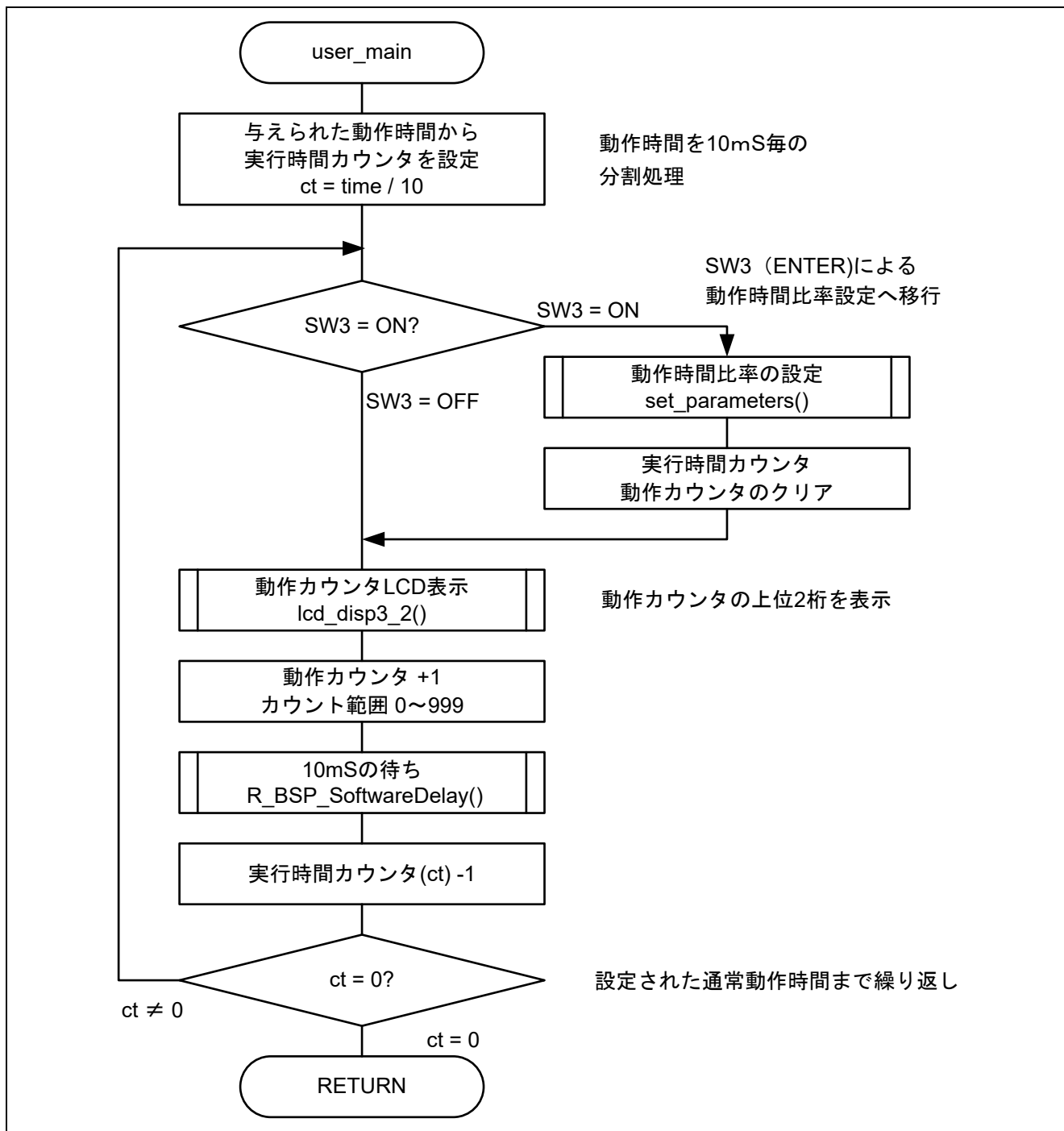


図 4.3 user_main 関数

4.4 間欠動作設定関数 : set_parameters()

間欠動作の設定項目変更処理のフローチャートを図 4.4 間欠動作設定関数に示します。

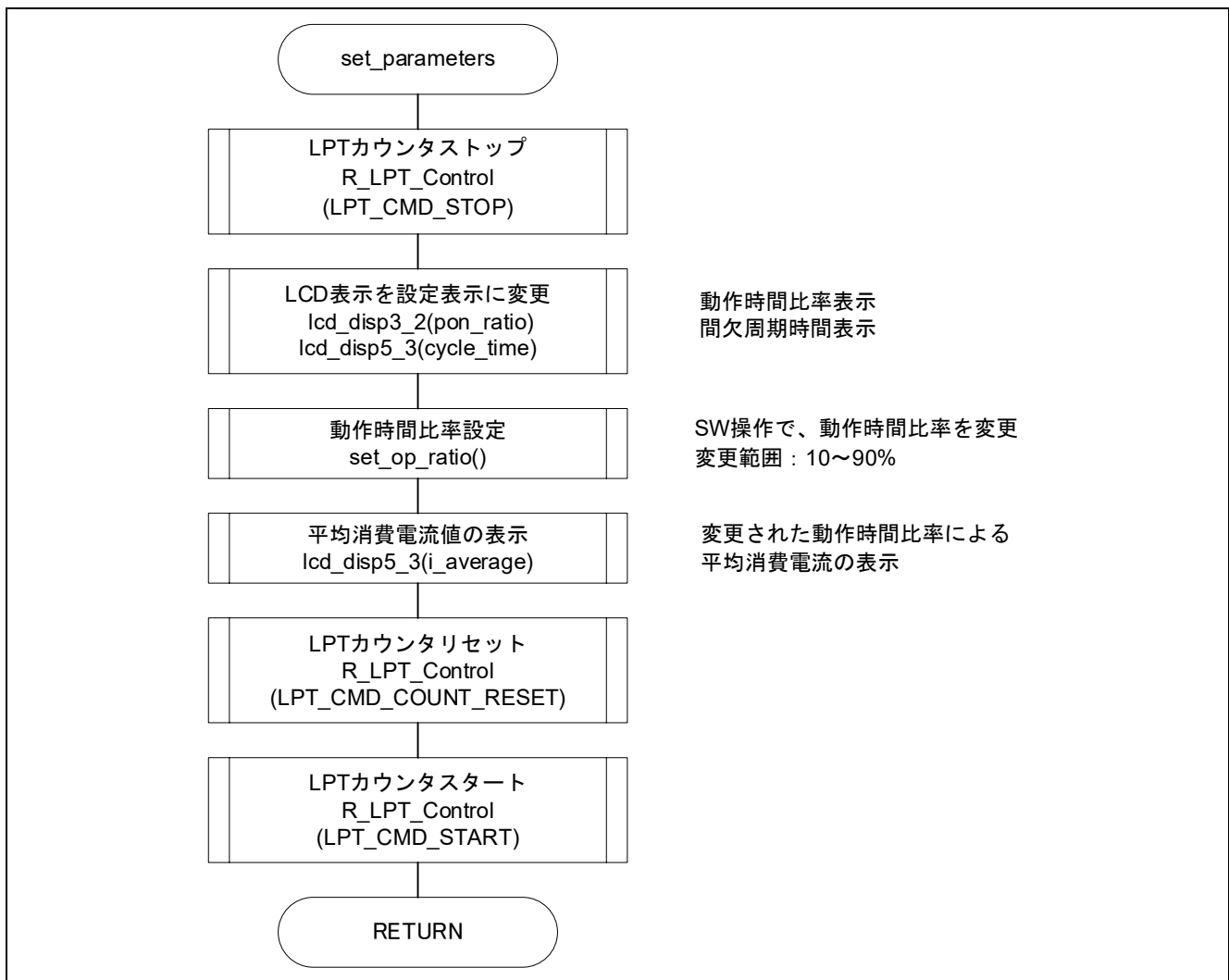


図 4.4 間欠動作設定関数

4.5 LCD の 3 桁部表示関数 : lcd_disp3_2()

LCD3 桁表示部に 2 桁の数値を表示する処理のフローチャートを図 4.5 LCD3 桁部表示関数に示します。

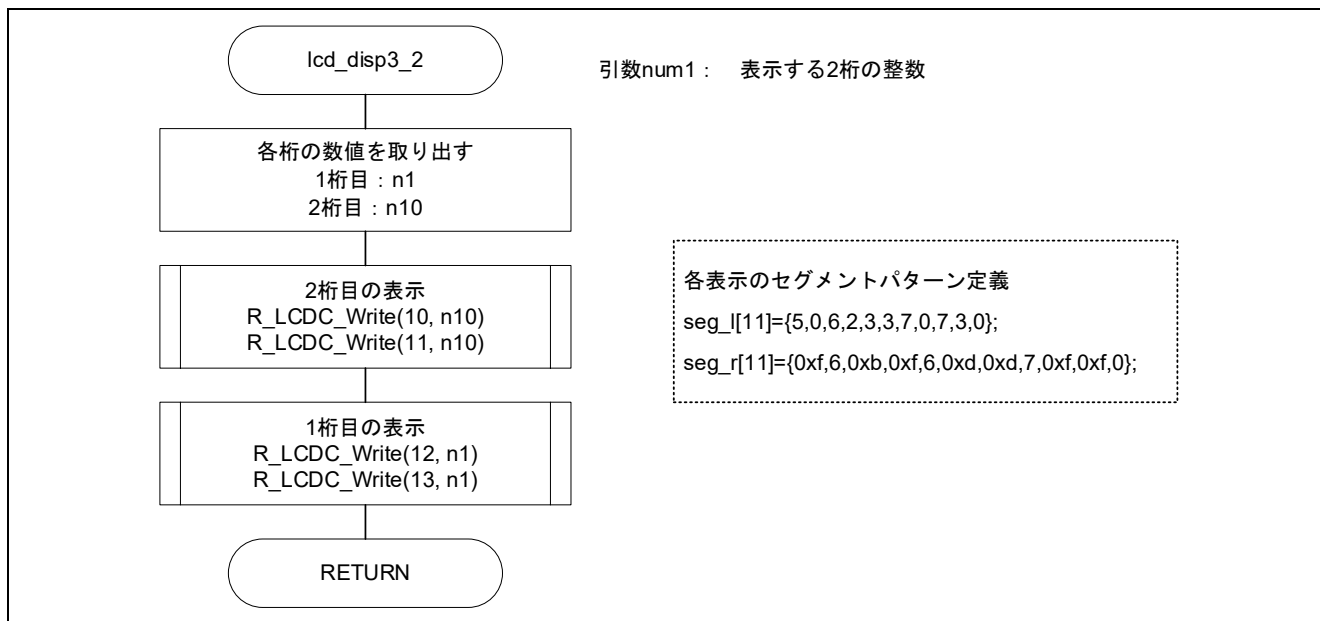


図 4.5 LCD3 桁部表示関数

4.6 LCD の 5 桁部表示関数 : lcd_disp5_3()

LCD5 桁表示部に 3 桁の数値を表示する処理のフローチャートを図 4.6 LCD5 桁部表示関数に示します。

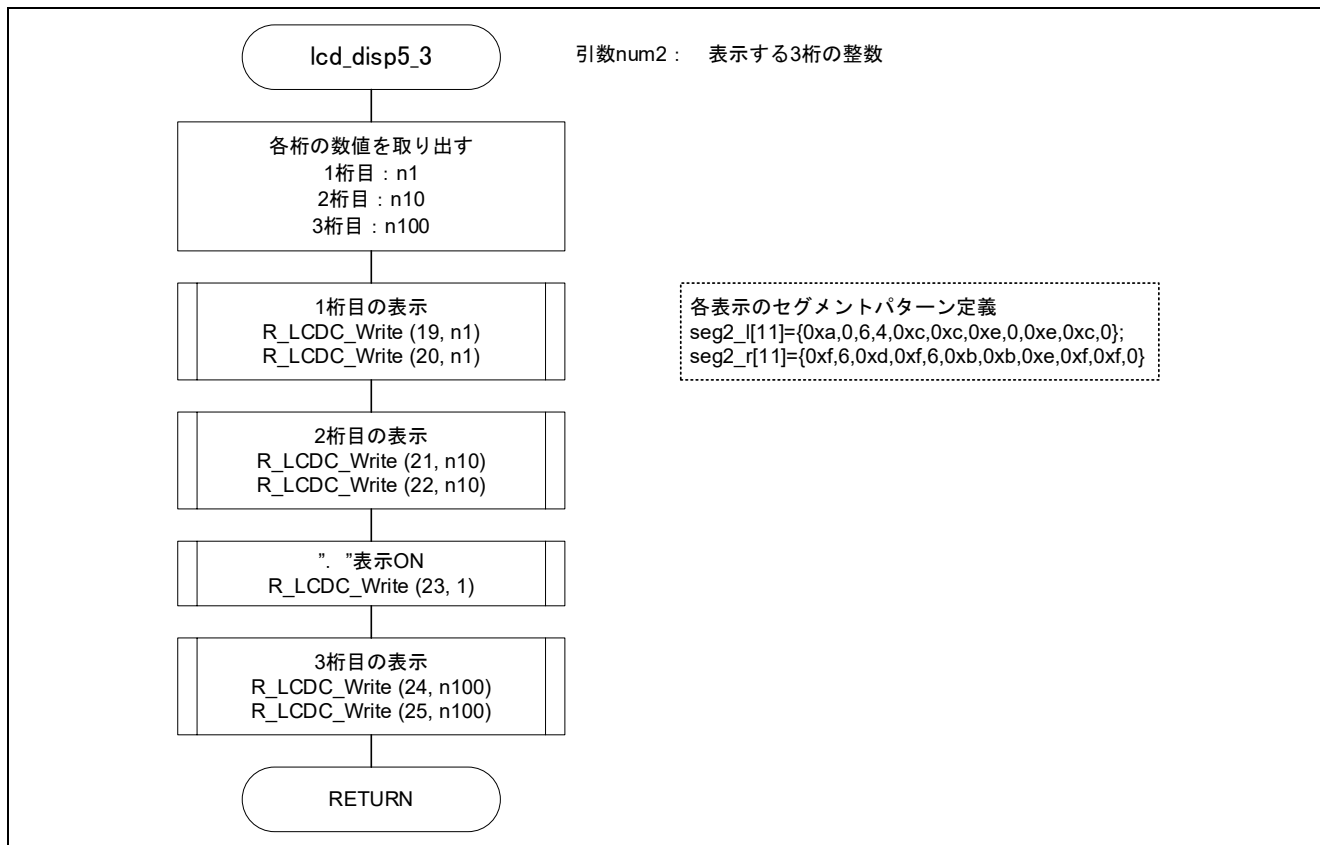


図 4.6 LCD5 桁部表示関数

4.7 動作時間比率設定関数 : set_op_ratio()

間欠動作の動作時間比率をスイッチ操作で変更する処理のフローチャートを図 4.7 動作時間比率設定関数に示します。

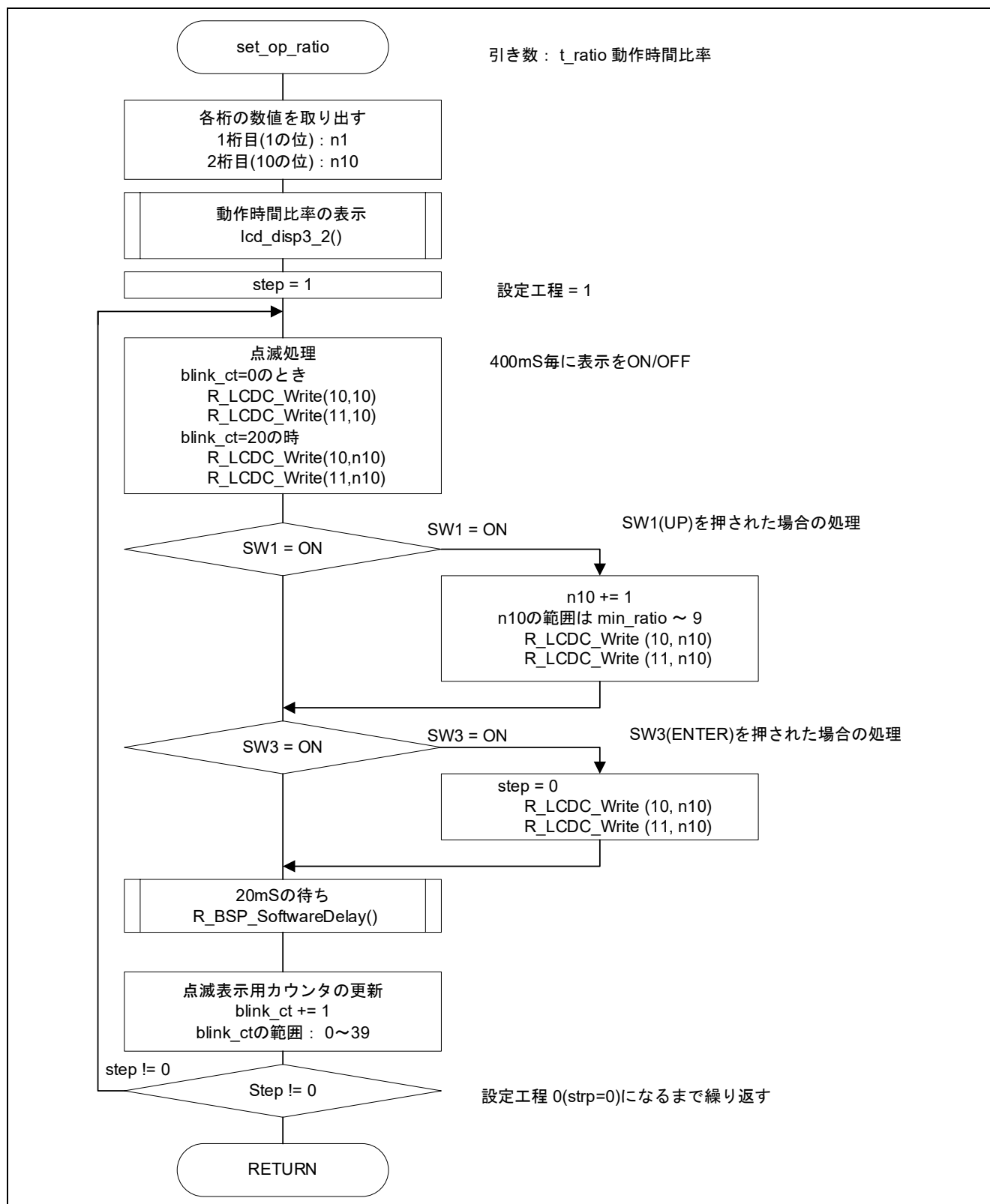


図 4.7 動作時間比率設定関数

5. 間欠動作

本アプリケーションノートによる間欠動作は、評価ボード RSKRX113 上での動作をモデルとしています。

評価ボード RSKRX113 を使用して間欠動作を行う場合の操作方法を以下で説明します。

5.1 RSKRX113 基板レイアウト

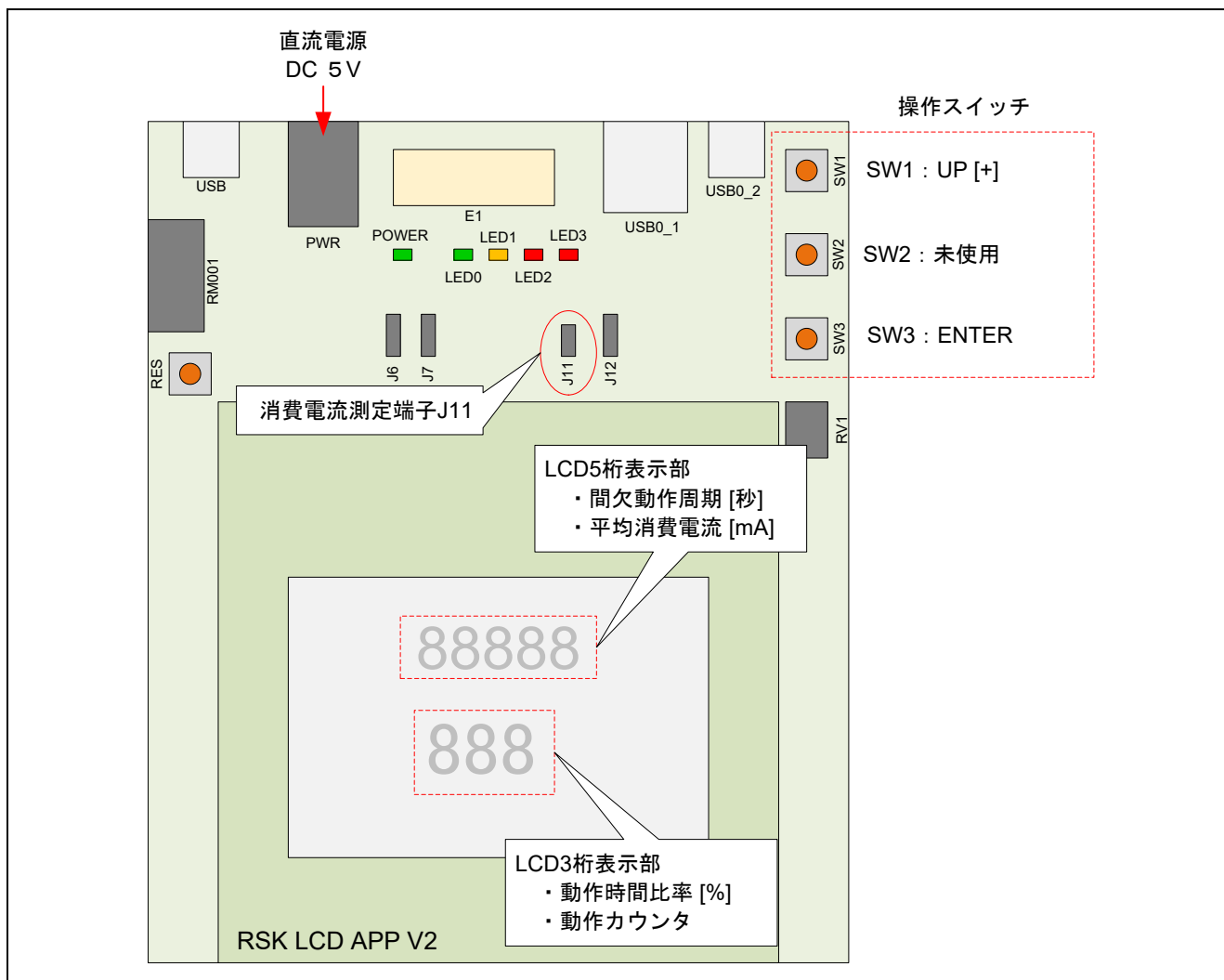


図 5.1 RSKRX113 評価基板

5.2 LCD 表示と設定範囲

本アプリケーションノートで設定項目は LCD 画面上に表示され、各項目と設定範囲は以下のとおりです。

設定項目

動作時間比率：10～90 [%] SW 操作にて変更可能

間欠動作周期：5 [秒] *変更する場合、プログラムで図 5.2 cycle_time 変数が必要。

¥demo¥main.c 関数 main() 内

```
op_current = 8500;      // operation current 8.50mA [uA]
cycle_time = 5;       // initial = 5S
pon_ratio = 10;        // initial = 10%
op_count = 1;
```

図 5.2 cycle_time 変数

表示項目

間欠動作周期： 3 桁表示 5.00 [秒] 固定値

平均消費電流： 3 桁表示 0.00～9.99 [mA]

動作時間比率： 2 桁表示 10～90 [%]

動作カウンタ： 2 桁表示 00～99 カウントアップ 0.1 秒

設定時の表示

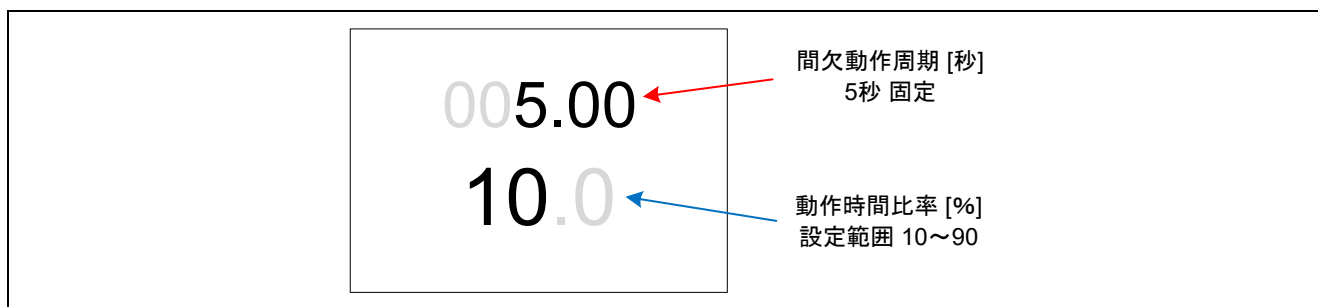


図 5.3 設定時の表示

間欠動作時の表示

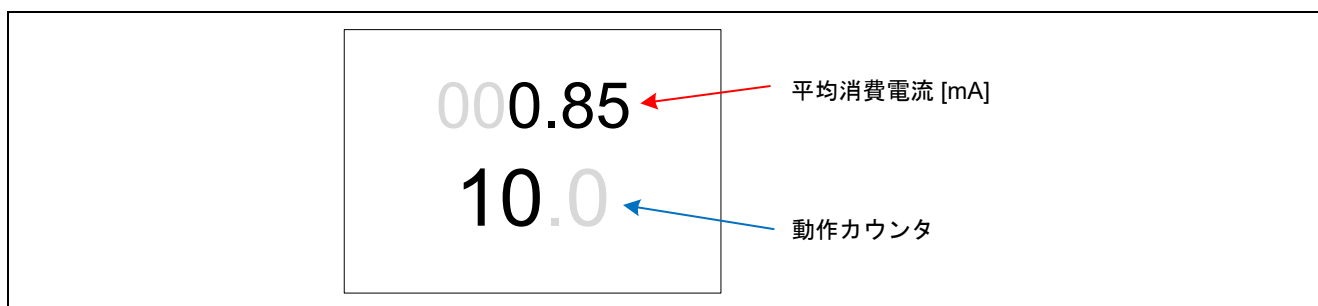


図 5.4 間欠動作時の表示

5.3 操作手順

5.3.1 間欠動作時間比率の設定

起動後、LCD パネルには、初期設定値である間欠周期時間 5[秒]と動作比率 10[%]が表示され、設定する動作時間比率の数値部が点滅します。間欠周期時間は 5 秒固定です。

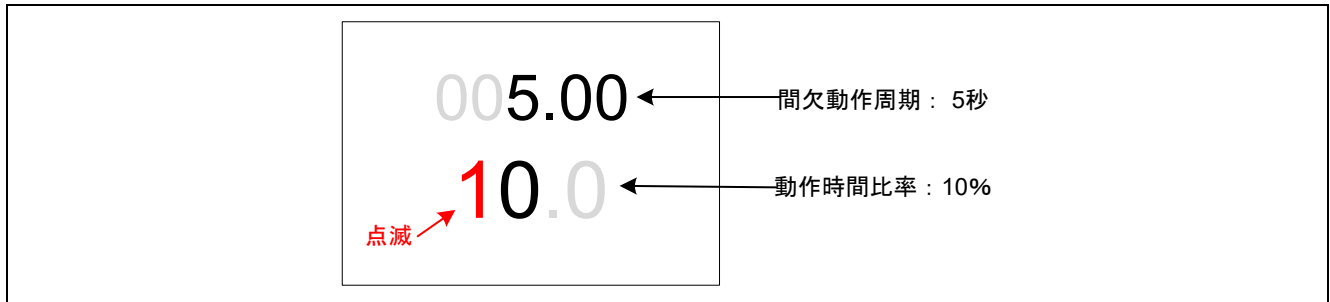


図 5.5 動作時間比率設定表示

- ① 点滅している数値を SW1(数値 UP)にて変更します。
動作時間比率の設定範囲 : 10~90 [%] 10%単位
- ② SW3(ENTER)を押すと点滅表示が終了し、動作時間比率の値が確定して、平均消費電流表示へ切り替わります。

5.3.2 平均消費電流表示

設定した動作時間比率から計算された RSKRX113 評価ボードでの平均消費電流を上部に 3 桁表示します。単位[mA]

この値は RSKRX113 評価ボードでの標準動作時消費電流 8.5mA(参考値)を基準に計算しています。

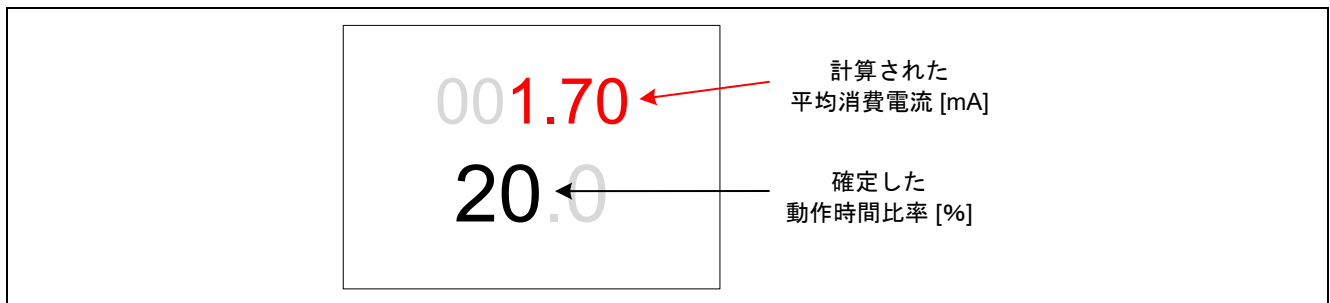


図 5.6 平均消費電流表示

5.3.3 間欠動作の実行

- ① 平均消費電流が表示されている状態で SW3(ENTER)を押すと、間欠動作を開始します。
- ② 間欠動作が開始すると、下部表示は動作カウンタ表示となり、カウンタ表示は 100mS でカウントアップします。(表示 00~99)

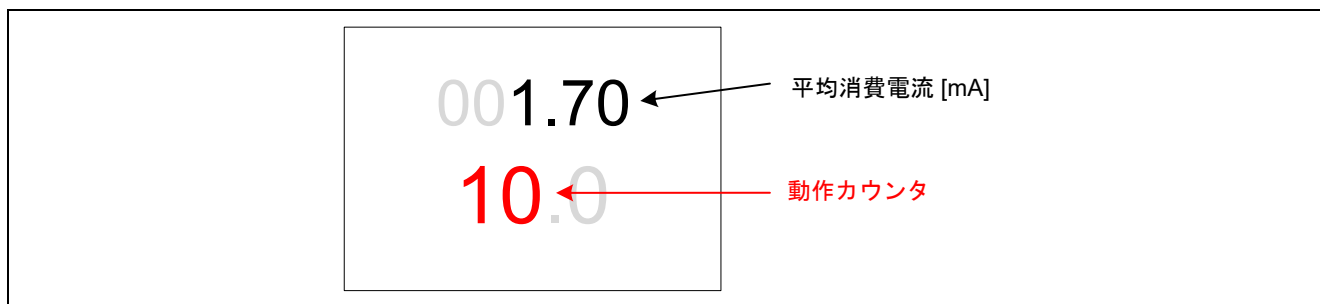


図 5.7 間欠動作表示

- ③ 動作時間比率で設定された通常動作時間経過後、ソフトウェアスタンバイモードへ移行し、動作カウンタはカウントを停止します。このとき LCD 表示は維持されます。
- ④ 間欠動作中は、通常動作状態とソフトウェアスタンバイモードを交互に繰り返します。
通常動作モード：動作カウンタがカウントアップ
ソフトウェアスタンバイモード：動作カウンタ停止

5.3.4 間欠動作の停止と動作時間比率の再設定

- ① 通常動作状態（カウンタ動作中）に SW3(ENTER)を押す。または、スタンバイモードから通常動作に切り替わるとき SW3 (ENTER) が押されていると、間欠動作を停止し、起動時と同じ動作時間比率の再設定モードになります。
- ② LCD 表示は動作時間比率設定表示に切り替わります。

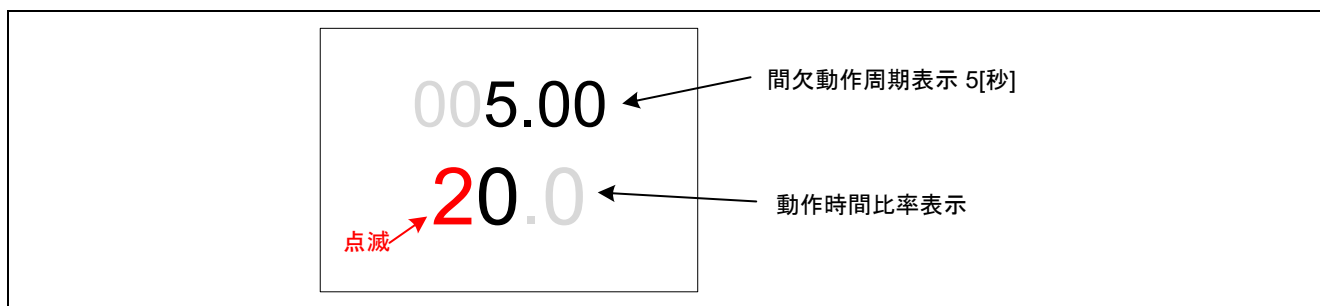


図 5.8 動作時間比率再設定表示

- ③ 動作時間比率設定と同じ手順で再設定することが出来ます。

6. 消費電流測定

評価ボード RSKRX113 を使用して消費電流を測定する方法を説明します。

評価ボード RSKRX113 では消費電流測定用の端子(J11)が用意されています。初期状態では電流測定用端子 J11 は基板上で抵抗 R221(0Ω)にてショートされているため、2.4 [ハードウェアの改造](#)の作業を行ってください。

6.1 消費電流の測定

電流計の接続

図 6.1 電流計の接続で示すように評価ボード RSKRX113 の電流測定端子 J11 に電流計を接続します。

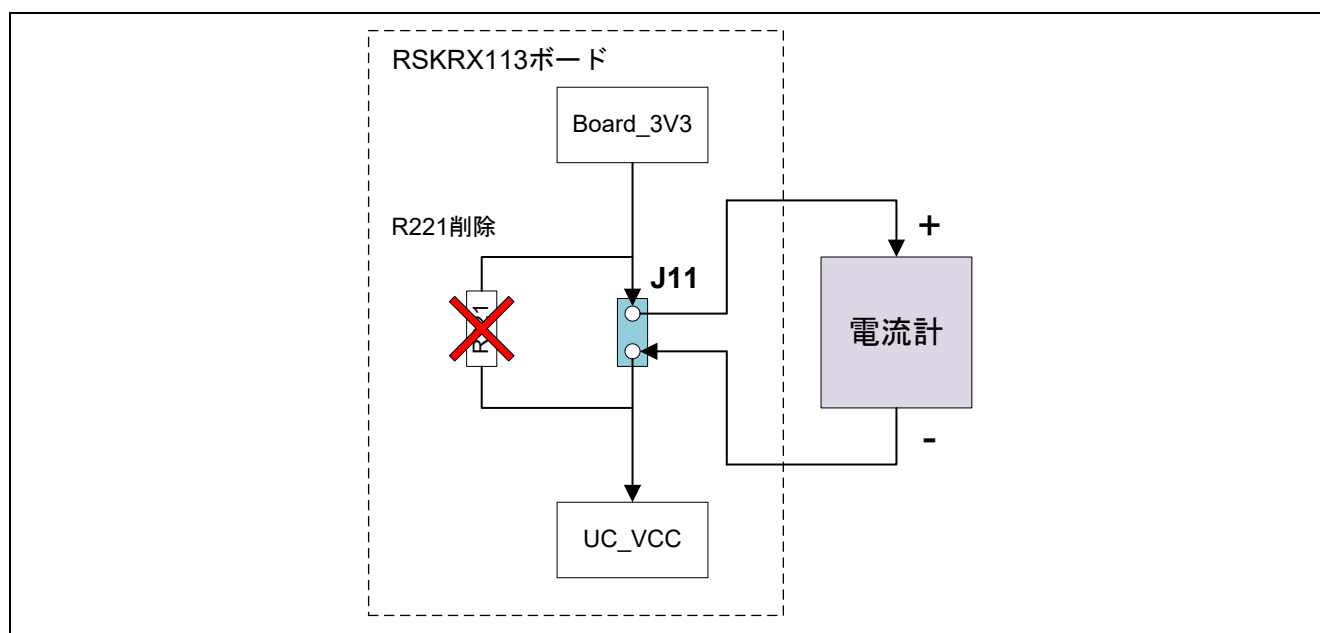


図 6.1 電流計の接続

消費電流

評価ボード RSKRX113 における本アプリケーションノートでの動作クロックと消費電流を表 6.1 動作クロックと消費電流に示します。

表 6.1 動作クロックと消費電流

システムクロック	LPT クロック	LCD クロック	通常動作	スタンバイ
HOCO 32MHz	IWDT(15kHz)	IWDT(15kHz)	8.5mA	11.1uA
PLL(Main) 32MHz	IWDT(15kHz)	IWDT(15kHz)	8.8mA	11.1uA

【注】 ICLK=PCLKB=PCLKD=FCLK=32MHz

【注】 消費電流測定結果は、動作評価確認での参考値であり、電流値を保障するものではありません。

6.2 電流波形の測定

間欠動作確認のため、オシロスコープを使用して動作電流波形を測定する場合、消費電流測定と同じ電流測定端子 J11 を使用して測定します。

オシロスコープの接続

図 6.2 オシロスコープの接続 で示すように、電流測定端子 J11 に電流検出抵抗 47Ω を接続し、その両端にオシロスコープを接続します。

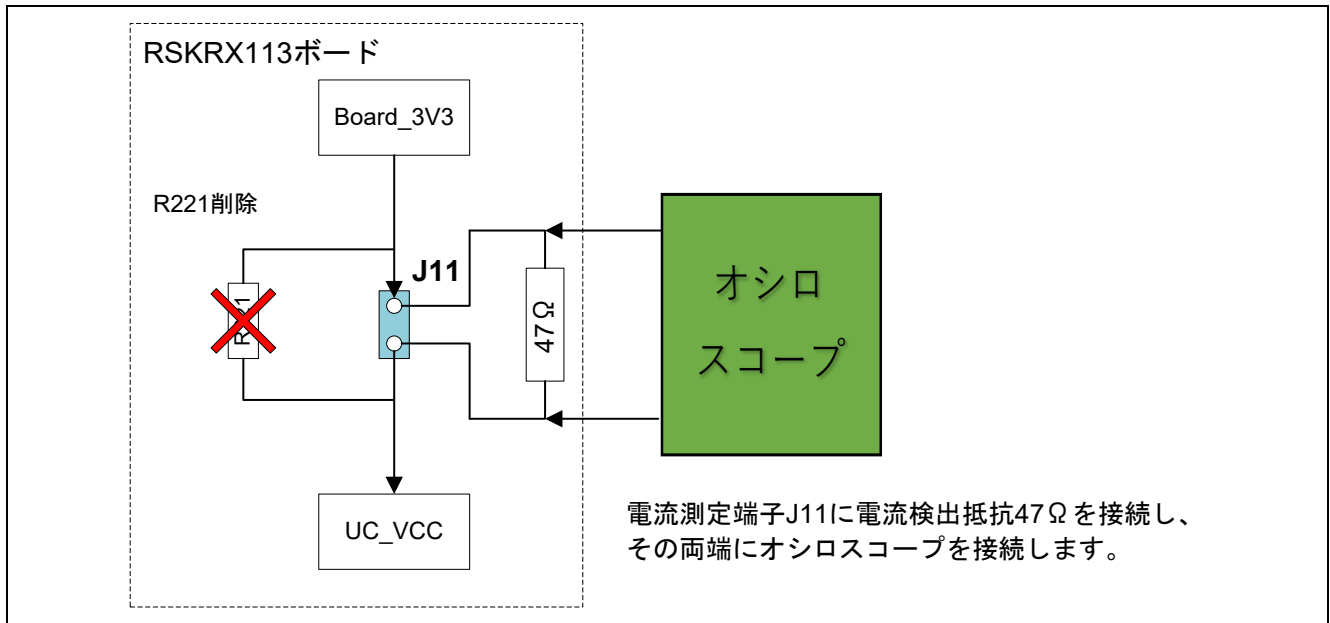


図 6.2 オシロスコープの接続

間欠動作時の電流波形

間欠動作周期 = 5 秒 動作時間比率=20%

間欠動作時の電流波形

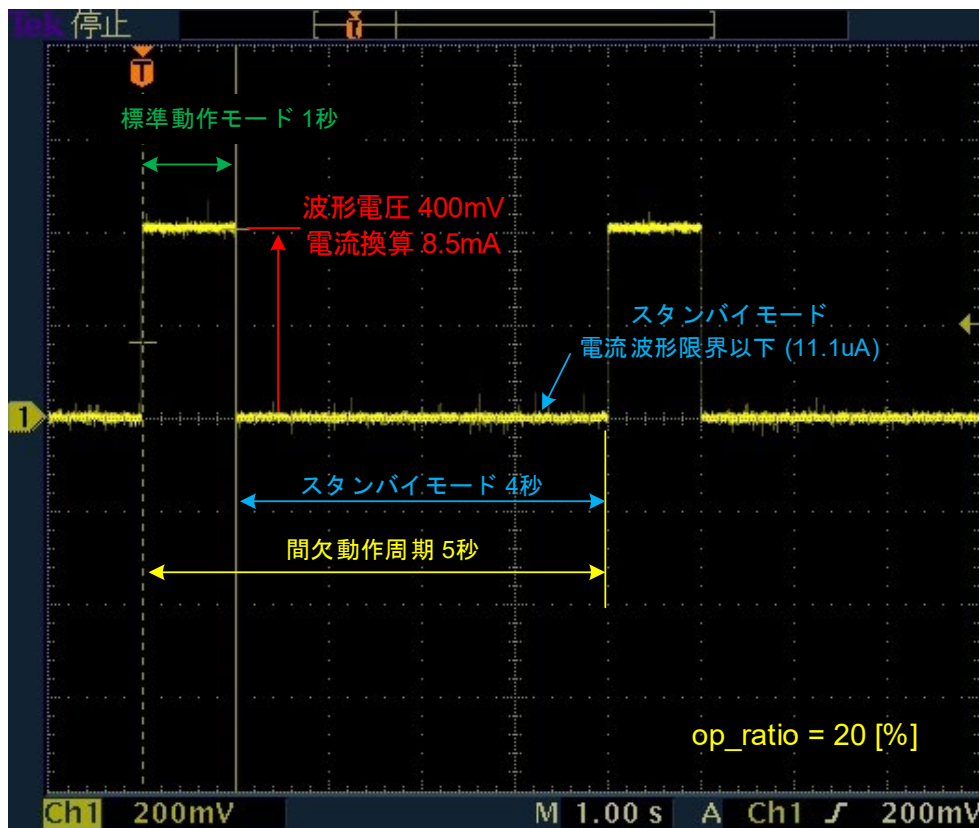


図 6.3 間欠動作電流波形

標準動作時間=1 秒

スタンバイ時間=4 秒

標準動作時電流=8.5mA

電流計算 $I=E/R$ $E=400\text{mV}$ $R=47\Omega$

7. クロック選択 [参考]

RX113 のクロックと選択方法

表 7.1 クロック一覧

システムクロック CKSEL	LPT クロック	LCD クロック
LOCO (4MHz) HOCO (32MHz) Main (外部発振) Sub-clock (32.768kHz) PLL (Main)	IWDT (15kHz) Sub-clock (32.768kHz)	LOCO (4MHz) HOCO (32MHz) Main (外部発振) Sub-clock (32.768kHz) IWDT(15kHz)

【注】 この表は選択可能なクロックの一覧であり、間欠動作のときの設定ではありません。
クロックの設定組み合わせは各機能やシステム動作を考慮して設定してください。

クロック選択方法

FIT ライブラリ `Yr_configYr_bsp_config.h` 内の各設定値を書き換えることでクロック設定が出来ます。

```
/* System clock source select (CKSEL).
 0 = Low Speed On-Chip Oscillator (LOCO)
 1 = High Speed On-Chip Oscillator (HOCO)
 2 = Main Clock Oscillator
 3 = Sub-Clock Oscillator
 4 = PLL Circuit
*/
#define BSP_CFG_CLOCK_SOURCE (1)

/* LPT (Low-Power Timer) Clock source select (LPTCR1.LPCNTCKSEL)
 0 = Sub-clock
 1 = IWDT
*/
#define BSP_CFG_LPT_CLOCK_SOURCE (1)

/* USB Clock source select (UCKUPLLSEL).
 0 = System Clock (ICLK)
 1 = USB PLL Circuit
*/
#define BSP_CFG_USB_CLOCK_SOURCE (0)

/* LCD Clock source select (LCDSCLKSEL).
 0 = Low Speed On-Chip Oscillator (LOCO)
 1 = High Speed On-Chip Oscillator (HOCO)
 2 = Main Clock Oscillator
 3 = Sub-Clock Oscillator
 4 = IWDT-dedicated Oscillator (IWDTCLK)
NOTE: Application must allow 50us for the IWDTCLK to stabilize before
using LCD
*/
#define BSP_CFG_LCD_CLOCK_SOURCE (4)
```

図 7.1 クロック設定

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2018.09.26	-	初版発行

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレイやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。

5. クロックについて

リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

8. 製品間の相違について

型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
 3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
 4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
 6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
 7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
 8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
 10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
 11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
 12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。
- 注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。
- 注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1 2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。