

## RL78/L13

R01AN4235JJ0100

### 電圧検出 (LVD) による LCD 駆動の低消費電力化

Rev. 1.00

2018.03.31

#### 要旨

電池駆動のポータブル製品では、LCD 表示の品質を保つために、LCD 駆動電圧の生成に内部昇圧方式を採用する場合があります。しかし、この方式は、容量分割方式に比べて消費電力が大きくなる課題があります。

本アプリケーションノートでは、時計表示の更新に使用する定周期割り込みと LVD を利用し、最適な LCD 駆動電圧生成方式を選択することによって、LCD 表示の品質とシステムの低消費電力を両立させる方法について説明します。

#### 対象デバイス

RL78/L13

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あわせて変更し、十分評価してください。

## 目次

1. 仕様	3
2. 動作確認条件	5
3. 関連アプリケーションノート	5
4. ハードウェア説明	6
4.1 ハードウェア構成例	6
4.2 使用端子一覧	7
5. ソフトウェア説明	8
5.1 動作概要	8
5.2 オプション・バイトの設定一覧	9
5.3 定数一覧	10
5.4 変数一覧	11
5.5 関数一覧	12
5.6 関数仕様	13
5.7 フローチャート	20
5.7.1 初期設定関数	25
5.7.2 システム初期化関数	26
5.7.3 CPU クロックの設定	27
5.7.4 RTC2 の設定	28
5.7.5 12 ビット・インターバル・タイマの設定	29
5.7.6 LCD コントローラ／ドライバの設定	30
5.7.7 メイン処理	40
5.7.8 ユーザアプリケーション初期化処理	41
5.7.9 LCD 容量分割／内部昇圧回路動作開始処理	42
6. サンプル・コード	43
7. 参考ドキュメント	43

1. 仕様

本アプリケーションノートでは、1 秒毎に電圧検出フラグ LVIF の値を確認して、最適な LCD 駆動電圧生成方式を選択します。なお、1 秒毎の割り込みはリアルタイム・クロック 2 (RTC2) の定周期割り込み (INTRTC) を利用します。

LVIF = 0 (電源電圧 (V<sub>DD</sub>) ≥ LVD 検出電圧 (V<sub>LVD</sub>)) の場合、容量分割方式を選択します。

LVIF = 1 (電源電圧 (V<sub>DD</sub>) < LVD 検出電圧 (V<sub>LVD</sub>)) の場合、内部昇圧方式を選択します。

使用する周辺機能と用途、LCD 駆動電圧生成方式の電力消費の比較、電源電圧 V<sub>DD</sub> により LCD 駆動電圧生成方式を切り替えるタイミングをそれぞれ表 1.1、図 1.1、図 1.2 に示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
電圧検出 (LVD) 回路	電源電圧 (V <sub>DD</sub> ) の検出
リアルタイム・クロック 2 (RTC2) 注	<ul style="list-style-type: none"> <li>時刻のカウント</li> <li>1 秒に 1 度の定周期割り込みの発生</li> </ul>
LCD コントローラ/ドライバ	LCD パネルの制御、時刻の表示
12 ビット・インターバル・タイマ注 (以下、IT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>スイッチのチャタリング回避のウェイト時間の生成 (10ms)</li> <li>LCD 駆動電圧の安定待ち時間の生成 (100ms)</li> </ul>
外部割り込み INTP0 注	UP スイッチ入力を検出し、時、分の LCD 表示をアップカウント
外部割り込み INTP7 注	SET スイッチ入力を検出し、時、分の設定状態に移行

注 周辺機能の設定については、関連アプリケーションノートとユーザーズ・マニュアルを参照してください。

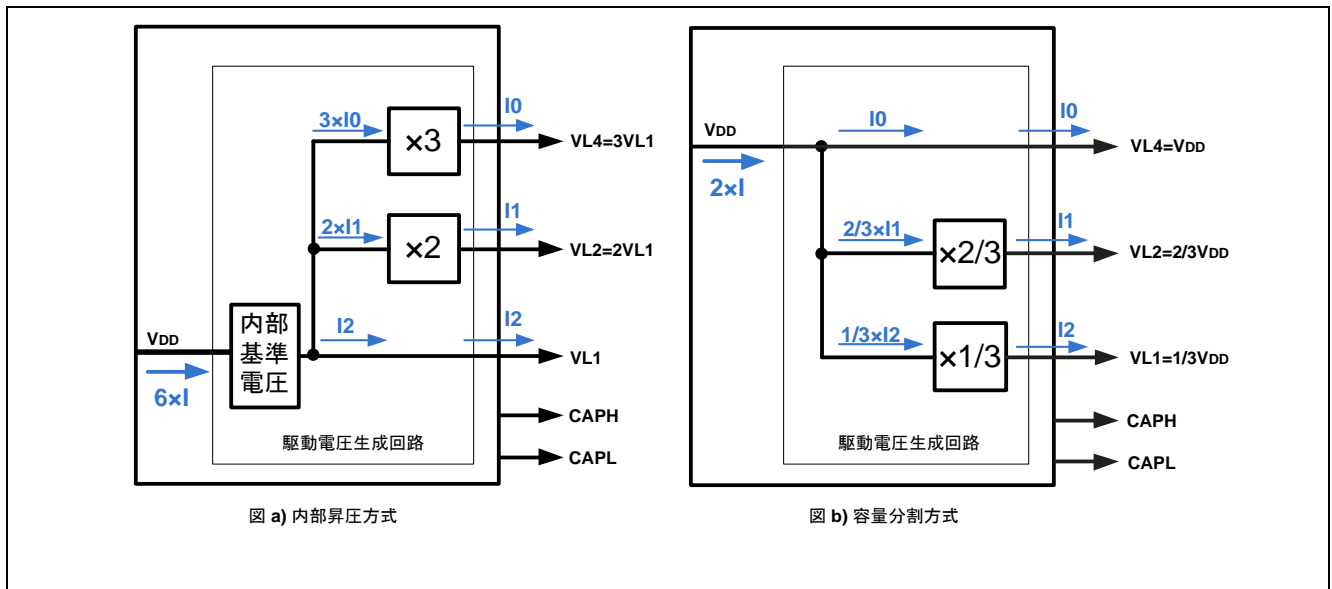


図 1.1 LCD 駆動電圧生成方式の電力消費の比較

LCD パネルに流れる電流を I<sub>0</sub> = I<sub>1</sub> = I<sub>2</sub> = I(μA)と仮定すると、電源 V<sub>DD</sub> から見る駆動電圧生成回路の動作電流は、次の通りです。

a) 内部昇圧方式 :  $I_{\Sigma} = 3 \times I + 2 \times I + I = 6I$

b) 容量分割方式 :  $I_{\Sigma} = I + 2/3 \times I + 1/3 \times I = 2I$

つまり、内部昇圧方式の動作電流は、容量分割方式の約 3 倍となります。

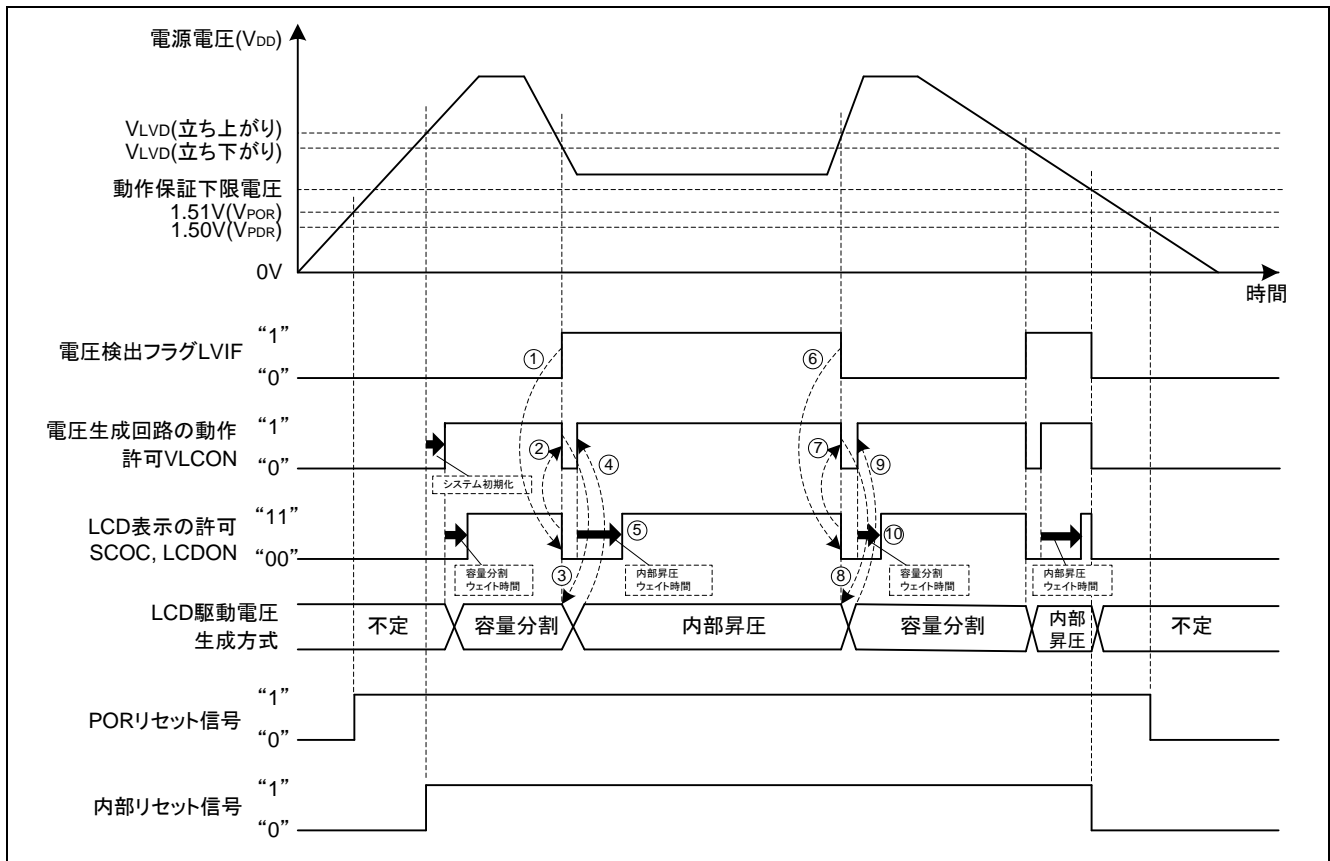


図 1.2 電源電圧  $V_{DD}$  により LCD 駆動電圧生成方式を切り替えるタイミング

- ① 電源電圧降下時に、電源電圧 ( $V_{DD}$ ) < 検出電圧 ( $V_{LVD}$ ) になったとき、電圧検出フラグ LVIF が自動で 1 となり、セグメント端子/コモン端子にグランド・レベルを出力します。(SCOC = 0、LCDON = 0)
- ② VLCON ビットに 0 を設定することで、容量分割方式駆動電圧生成回路の動作を停止します。
- ③ LCD 駆動電圧生成方式を容量分割方式から内部昇圧方式に切り替えます。
- ④ VLCON ビットに 1 を設定することで、内部昇圧回路の動作を許可し、LCD 表示に適した駆動電圧が生成されます。(内部基準電圧は既に安定状態とする。)
- ⑤ 500ms (内部昇圧方式で昇圧を開始してから、表示が可能になるまでのウェイト時間) 以上の遅延時間を待って、SCOC = 1、LCDON = 1 に設定することにより、LCD 表示を許可します。
- ⑥ 電源電圧上昇時に、電源電圧 ( $V_{DD}$ )  $\geq$  検出電圧 ( $V_{LVD}$ ) になったとき、電圧検出フラグ LVIF が自動で 0 となり、セグメント端子/コモン端子にグランド・レベルを出力します。(SCOC = 0、LCDON = 0)
- ⑦ VLCON ビットに 0 を設定することで、内部昇圧方式駆動電圧生成回路の動作を停止します。
- ⑧ LCD 駆動電圧生成方式を内部昇圧方式から容量分割方式に切り替えます。
- ⑨ VLCON ビットに 1 を設定することで、容量分割回路の動作を許可し、LCD 表示に適した駆動電圧が生成されます。
- ⑩ 100ms (容量分割方式で降圧を開始してから、表示が可能になるまでのウェイト時間) 以上の遅延時間を待って、SCOC = 1、LCDON = 1 に設定することで、LCD 表示を許可します。

## 2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプル・コードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/L13 (R5F10WMGA)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高速オンチップオシレータ (HOCO) クロック : 4MHz</li> <li>• CPU/周辺ハードウェア・クロック (<math>f_{CLK}</math>) : 1MHz</li> <li>• RTC/12ビット・インターバル・タイマ/LCD 動作クロック (<math>f_{SUB}</math>) : 32.768kHz</li> </ul>
動作電圧	1.6V~3.0V (1.6V~5.5V で動作可能) LVD 動作 ( $V_{LVD}$ ) : 割り込みモード <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_{LVD}</math> (立ち上がり) : 2.50V</li> <li>• <math>V_{LVD}</math> (立ち下がり) : 2.45V</li> </ul>
統合開発環境(CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V6.01.00
C コンパイラ(CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.06.00
統合開発環境(e2studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e2studio V5.4.0.018
C コンパイラ(e2studio)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.06.00
RL78/L13 コードライブラリ	ルネサス エレクトロニクス製 RL78/L13 コードライブラリ V1.04.01.02
使用ボード	弊社オリジナル

## 3. 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。

- RL78/L13 LCD 表示 (時計編) CC-RL (R01AN3135J) アプリケーションノート

4. ハードウェア説明

4.1 ハードウェア構成例

図 4.1 に本アプリケーションノートで使用するハードウェア構成例を示します。

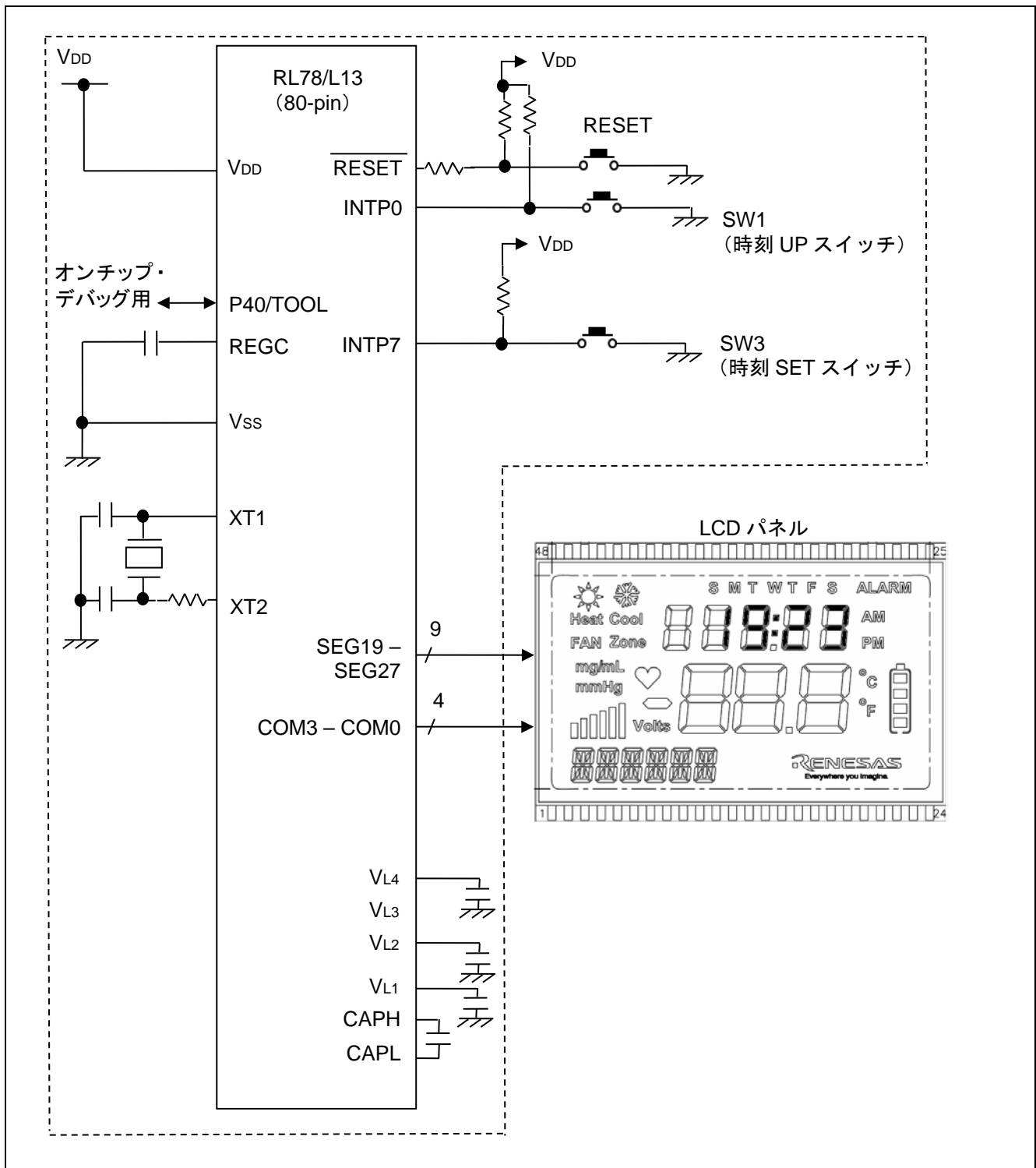


図 4.1 ハードウェア構成

注意 1. この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続して下さい）。

2. 電源投入時に  $V_{DD} \geq V_{LVD}$  になったときに、内部リセットを解除します。

## 4.2 使用端子一覧

表 4.1 に使用端子と機能を示します。

表 4.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P137/INTP0	入力	UP スイッチ入力を検出し、時、分の LCD 表示をアップカウント
P02/INTP7		SET スイッチ入力を検出し、時、分の調整状態に移行
P30/SEG20	出力	LCD コントローラ／ドライバのセグメント信号
P31/SEG21		
P32/SEG22		
P33/SEG23		
P34/SEG24		
P35/SEG25		
P46/SEG26		
P47/SEG27		
P77/SEG19		
COM0		
COM1		
COM2		
COM3		

## 5. ソフトウェア説明

### 5.1 動作概要

本アプリケーションノートに付属するサンプル・コードについて説明します。

サンプル・コードでは下記の初期設定を行っています。

- 電圧検出回路の初期設定
- リアルタイム・クロック 2 (RTC2) の初期設定
- 12 ビット・インターバル・タイマの初期設定
- LCD コントローラ／ドライバの初期設定
- 外部割り込み INTP0、INTP7 の初期設定

初期設定完了後は RTC2 を開始して STOP モードに移行します。1 秒毎の定周期割り込みにより STOP モードから復帰し、LVIF フラグを確認して内部昇圧方式または容量分割方式に切り替えます。

サンプル・コードの詳細を説明します。

#### ① 電圧検出回路の初期設定

<設定条件>

- 電源投入時またはリセット解除後、ユーザ・オプション・バイトの設定により LVD が割り込みモードに設定されます。
- LCD 表示の品質を保つために、立ち上がり検出電圧を 2.50V、立ち下がり検出電圧を 2.45V に設定します。

#### ② リアルタイム・クロック 2 (RTC2) の初期設定

<設定条件>

- RTC2 の動作クロックとして、サブシステム・クロック ( $f_{SUB}$ ) を選択します。
- 24 時間制を選択します。
- 定周期割り込みに「1 秒に 1 度」を選択します。
- 時刻を初期設定し、2018 年 1 月 1 日 00 時 00 分 00 秒にします。
- INTRTC 割り込みを許可にします。

#### ③ 12 ビット・インターバル・タイマの初期設定

<設定条件>

- 12 ビット・インターバル・タイマの動作クロックとして、サブシステム・クロック ( $f_{SUB}$ ) を選択します。
- INTIT 割り込みを禁止にします。
- インターバル時間の設定：

インターバル時間	機能
10ms	スイッチのチャタリング対策用
100ms	LCD コントローラ／ドライバの容量分割／内部昇圧回路安定待ち時間の基準時間



## ④ LCD コントローラ／ドライバの初期設定

&lt;設定条件&gt;

- LCD 駆動電圧生成方式に容量分割方式を選択します。
- LCD 表示モードを 4 時分割、1/3 バイアス法、A 波形に設定します。
- LCD 表示データ領域の制御方式を A パターン領域と B パターン領域のデータを交互に表示に設定します。
- LCD クロックを 256Hz に設定して、LCD フレーム周波数は 64Hz となります。
- LCD 基準電圧を 1.00V に設定します。

## ⑤ 外部割り込み INTP0、INTP7 の初期設定。

&lt;設定条件&gt;

- 立ち下がりエッジ有効。
- INTP7 割り込みを許可にします。

## ⑥ 初期設定完了後、MCU が STOP モードに移行し、RTC 定周期割り込みまたは外部割り込み INTP7 の発生を待ちます。

## ⑦ STOP モード解除後、割り込み要因を判断し、割り込みに応じて処理を行います。

割り込み要因が RTC の場合、LVIF フラグと現在の LCD 駆動電圧方式を参照して LCD 駆動電圧方式を選択します。続いて LCD パネルの時刻表示を変更し、STOP モードに移行します。

割り込み要因が INTP7 のときは時、分の設定状態に入ります。

時刻設定の状態においては、INTP0 割り込みが発生するたびに時刻を進める処理を行い、その後 STOP モードに移行します。

注意 時計動作の詳細については、RL78/L13 LCD 表示（時計編）CC-RL（R01AN3135J）アプリケーションノートを参照してください。

## 5.2 オプション・バイトの設定一覧

表 5.1 にオプション・バイト設定一覧を示します。

表 5.1 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H/010C0H	01101110B	ウォッチドッグ・タイマ動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H/010C1H	01011101B	LVD 動作：リセット・モード <ul style="list-style-type: none"> <li>• V<sub>LVD</sub>（立ち上がり）：2.50V</li> <li>• V<sub>LVD</sub>（立ち下がり）：2.45V</li> </ul>
000C2H/010C2H	00101011B	LV（低電圧メイン）モード、HOCO：4MHz
000C3H/010C3H	10000100B	オンチップ・デバッグ許可

## 5.3 定数一覧

表 5.2 にサンプル・コードで使用する定数を示します。

表 5.2 サンプル・コードで使用する定数

定数名	設定値	内容
LCD_POSITION_HOUR_HIGH _ABCD_SYMBOL	&SEG26	LCD 表示データ・アドレス (時 10 の桁 シンボル A,B,C,D)
LCD_POSITION_HOUR_HIGH _EFG_SYMBOL	&SEG27	LCD 表示データ・アドレス (時 10 の桁 シンボル E,F,G)
LCD_POSITION_HOUR_LOW _ABCD_SYMBOL	&SEG24	LCD 表示データ・アドレス (時 1 の桁 シンボル A,B,C,D)
LCD_POSITION_HOUR_LOW _EFG_SYMBOL	&SEG25	LCD 表示データ・アドレス (時 1 の桁 シンボル E,F,G)
LCD_POSITION_COLON	&SEG23	LCD 表示データ・アドレス(:)
LCD_POSITION_MINUTE_HIGH _ABCD_SYMBOL	&SEG21	LCD 表示データ・アドレス (分 10 の桁 シンボル A,B,C,D)
LCD_POSITION_MINUTE_HIGH _EFG_SYMBOL	&SEG22	LCD 表示データ・アドレス (分 10 の桁 シンボル E,F,G)
LCD_POSITION_MINUTE_LOW _ABCD_SYMBOL	&SEG20	LCD 表示データ・アドレス (分 1 の桁 シンボル A,B,C,D)
LCD_POSITION_MINUTE_LOW _EFG_SYMBOL	&SEG19	LCD 表示データ・アドレス (分 1 の桁 シンボル E,F,G)
LCD_DATA_0	0x0A0F	LCD 表示データ(0)
LCD_DATA_1	0x0006	LCD 表示データ(1)
LCD_DATA_2	0x060D	LCD 表示データ(2)
LCD_DATA_3	0x040F	LCD 表示データ(3)
LCD_DATA_4	0x0C06	LCD 表示データ(4)
LCD_DATA_5	0x0C0B	LCD 表示データ(5)
LCD_DATA_6	0x0E0B	LCD 表示データ(6)
LCD_DATA_7	0x080E	LCD 表示データ(7)
LCD_DATA_8	0x0E0F	LCD 表示データ(8)
LCD_DATA_9	0x0C0F	LCD 表示データ(9)
LCD_DATA_COLON	0x02	LCD 表示データ(:)
LCD_DATA_NONE	0x0000	LCD 表示データ() 表示データなし
INTERRUPT_OFF	0x00	割り込み要求なし
INTRC_ON	0x01	RTC 定周期割り込み要求有り
INTPN_ON	0x02	外部割り込み(INTPn: n=0,7)要求有り
LCD_NUM_DATA_SIZE	0x02	LCD 数値データのバイトサイズ
LCD_COLON_DATA_SIZE	0x01	: のデータバイトサイズ
LCD_NUM_DATA_FONT_COUNT	0x0C	LCD 数値データのフォント数 0~9、'(空白)、: のデータで合計 12 個
LCD_DATA_NONE_INDEX	0x0A	LCD データ'(空白) g_FontData のインデックス
LCD_DATA_COLON_INDEX	0x0B	LCD データ: ' g_FontData のインデックス
WATCH_DISPLAY	0x00	時計表示状態
HOURLY_ADJUST	0x01	時調整状態
MINUTE_ADJUST	0x02	分調整状態
SET_SWITCH_ON	0x01	SET スイッチが ON

UP_SWITCH_ON	0x02	UP スイッチが ON
SWITCH_ALL_OFF	0x00	スイッチが OFF
LCD_DISPLAY_NORMAL	0x00	LCD 表示状態（通常表示）
LCD_DISPLAY_BLINK	0x01	LCD 表示状態（点滅表示）
_0147_ITMCMP_VALUE_10MS	0x0147U	10ms インターバル時間設定用
_0CCC_ITMCMP_VALUE_100MS	0x0CCCU	100ms インターバル時間設定用
_5_INTERNAL_VOLTAGE_BOOST_WAIT	0x05U	内部昇圧回路安定待ち時間 (0x05U*100ms) 設定用
_1_CAPACITOR_SPLIT_WAIT	0x01U	容量分割回路安定待ち時間 (0x01U*100ms) 設定用

## 5.4 変数一覧

表 5.3 に static 型変数を示します。

表 5.3 static 型変数

Type	Variable Name	Contents	Function Used
uint16_t	g_font_data[LCD_NUM_DATA_FONT_COUNT]	LCD のフォントデータ  ・ 配列のインデックスが数値データ ・ g_font_data[10]は、' '(空白)のデータ ・ g_font_data[11]は、':'のデータ	r_main_lcd_hour_blink、 r_main_lcd_minute_blink、 r_main_lcd_display_normal
uint8_t	g_watch_status	時計の状態変数	R_MAIN_UserInit、 r_main_set_switch_process、 r_main_up_switch_process、 r_main_lcd_display_time
uint8_t	g_hour	時計の時データ	main、 R_MAIN_UserInit、 r_main_set_switch_process、 r_main_up_switch_process、 r_main_lcd_hour_blink、 r_main_lcd_minute_blink、 r_main_lcd_display_normal
uint8_t	g_minute	時計の分データ	main、 R_MAIN_UserInit、 r_main_set_switch_process、 r_main_up_switch_process、 r_main_lcd_hour_blink、 r_main_lcd_minute_blink、 r_main_lcd_display_normal
uint8_t	g_lcd_blink	LCD の表示状態変数	R_MAIN_UserInit、 r_main_set_switch_process、 r_main_lcd_display_time

## 5.5 関数一覧

表 5.4 にサンプル・コードで使用する関数を示します。

表 5.4 関数

関数名	概要
R_MAIN_UserInit <sup>注</sup>	ユーザアプリケーション初期化処理
R_LCD_Stop <sup>注</sup>	LCD 表示オフ（セグメント出力はすべて非選択信号出力）
R_LCD_Voltage_Off <sup>注</sup>	セグメント端子/コモン端子にグラウンド・レベル出力
R_LCD_Voltage_On <sup>注</sup>	LCD 昇圧回路の動作開始処理
r_it_operation_start	インターバル・タイマの動作開始処理
r_it_operation_stop	インターバル・タイマの動作停止処理
R_INTCn_Start <sup>注</sup>	INTPn 動作開始（n = 0,7）
R_RTC_Get_CounterValue <sup>注</sup>	RTC 読み出し（SEC~YEAR）
r_main_analyze_switch	スイッチ解析
r_main_command_analyze	コマンド解析
r_main_lcd_display_time	LCD に時刻表示
r_main_lcd_hour_blink	LCD 表示データ・レジスタに時点減データ設定
r_main_lcd_minute_blink	LCD 表示データ・レジスタに分点減データ設定
r_main_lcd_display_normal	LCD 表示データ・レジスタに通常表示データ設定
R_LCD_Start <sup>注</sup>	LCD の表示許可処理
R_RTC_Set_ConstPeriodInterruptOn <sup>注</sup>	RTC 定周期割り込み有効
rrtc_operation_start	RTC 動作開始処理
R_RTC_Start <sup>注</sup>	RTC カウント動作開始処理
r_main_get_interrupt	割り込み要因取得
r_main_get_switch_status	スイッチ状態取得
r_main_set_switch_process	SET スイッチ押下処理
r_main_up_switch_process	UP スイッチ押下処理
R_INTCn_Stop <sup>注</sup>	INTPn 動作停止（n = 0,7）
R_RTC_Set_CounterValue <sup>注</sup>	RTC 書き込み（SEC~YEAR）
r_main_bcd_inc	BCD データの加算処理
rrtc_set_counter_value_hour_min	RTC 書き込み（MIN, HOUR）
R_IT_Start <sup>注</sup>	インターバル・タイマのカウント動作開始処理
R_IT_Stop <sup>注</sup>	インターバル・タイマのカウント動作停止処理
r_main_seg_data_set	LCD 表示データ・レジスタに表示データを設定

注 統合開発環境で自動生成される関数です。

## 5.6 関数仕様

サンプル・コードの関数仕様を示します。

## R\_MAIN\_UserInit

---

概要	ユーザアプリケーション初期化関数
ヘッダ	なし
宣言	void R_MAIN_UserInit(void)
説明	アプリケーションの動作に必要な初期化処理を行います。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

## R\_LCD\_Stop

---

概要	LCD の表示オフ処理(セグメント出力はすべて非選択信号出力)
ヘッダ	r_cg_lcd.h
宣言	void R_LCD_Stop(void)
説明	LCD の表示を許可します (LCDON = 0)。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

## R\_LCD\_Voltage\_Off

---

概要	LCD の表示停止処理(セグメント端子/コモン端子にグランド・レベルを出力)
ヘッダ	r_cg_lcd.h
宣言	void R_LCD_Voltage_On(void)
説明	LCD の動作を停止します (VLCON = 0, SCOC=0)。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

## R\_LCD\_Voltage\_On

---

概要	LCD 昇圧回路の動作開始処理
ヘッダ	r_cg_lcd.h
宣言	void R_LCD_Voltage_On(void)
説明	LCD 昇圧回路の動作を開始します (VLCON = 1)。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

## R\_LCD\_Start

---

概要	LCD の表示許可処理
ヘッダ	r_cg_lcd.h
宣言	void R_LCD_Start(void)
説明	LCD の表示を許可します (LCDON = 1)。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし



R\_RTC\_Get\_CounterValue

概要	リアルタイム・クロックのカウント値を読み出し（SEC ~ YEAR）
ヘッダ	r_cg_rtc.h
宣言	MD_STATUS R_RTC_Get_CounterValue(rtc_counter_value_t * const counter_read_val)
説明	リアルタイム・クロックのカウント値（SEC ~ YEAR）を読み出します。
引数	rtc_counter_value_t *                      読み出したカウント値を格納する構造体への const counter_read_val                      ポインタ
リターン値	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MD_OK・・・正常終了</li> <li>● MD_BUSY1・・・カウント処理を実行中（読み出し前）</li> <li>● MD_BUSY2・・・カウント処理を実行中（読み出し後）</li> </ul>
備考	なし

r\_main\_analyze\_switch

概要	スイッチの解析
ヘッダ	r_cg_userdefine.h
宣言	void r_main_analyze_switch(void)
説明	チャタリング回避のウェイトを行い、スイッチの状態を取得します。 スイッチ押下が検出できた場合は、スイッチ毎の処理に移ります。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

r\_main\_get\_switch\_status

概要	スイッチ状態取得
ヘッダ	r_cg_userdefine.h
宣言	uint8_t r_main_get_switch_status(void)
説明	押下されているスイッチの状態を取得します。
引数	なし
リターン値	SWITCH_ALL_OFF・・・スイッチが OFF SET_SWITCH_ON・・・SET スイッチが ON UP_SWITCH_ON・・・UP スイッチが ON
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スイッチの多重押下は無視しています。</li> </ul>

r\_main\_command\_analyze

概要	コマンド解析
ヘッダ	r_cg_userdefine.h
宣言	void r_main_command_analyze(uint8_t t_switch)
説明	押下されたスイッチの処理を呼び出します。
引数	uint8_t t_switch <ul style="list-style-type: none"> <li>● SET_SWITCH_ON・・・SET スイッチが押下された場合に設定します。</li> <li>● UP_SWITCH_ON・・・UP スイッチが押下された場合に設定します。</li> </ul>
リターン値	なし
備考	なし

---

r\_main\_set\_switch\_process

---

概要	SET スイッチ押下処理
ヘッダ	r_cg_userdefine.h
宣言	void r_main_set_switch_process(void)
説明	SET スイッチの処理を行います。 状態によって処理が変わります。
	<時計表示状態の場合>
	1. UP スイッチを有効にします。
	2. 時調整状態に遷移します。
	3. LCD 表示状態を点滅表示に設定します。
	4. RTC 定周期割り込み間隔を 0.5 秒に設定します。
	5. LCD の点滅表示を有効にします。
	<時調整状態の場合>
	1. 分調整状態に遷移します。
	<分調整状態の場合>
	1. UP スイッチを無効にします。
	2. LCD 表示状態を通常表示に設定します。
	3. RTC 定周期割り込み間隔を 1 分に設定します。
	4. LCD の点滅表示を無効にします。
	5. 秒を 00 として、RTC のカウンタを更新します。
	6. 時計表示状態へ遷移します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

---

r\_it\_operation\_start

---

概要	インターバル・タイマの動作開始処理
ヘッダ	r_cg_it.h
宣言	void r_it_operation_start(void)
説明	インターバル・タイマのカウンタ動作を開始し、割り込み要求フラグをクリアします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

---

R\_IT\_Start

---

概要	インターバル・タイマのカウンタ動作開始処理
ヘッダ	r_cg_it.h
宣言	void R_IT_Start(void)
説明	インターバル・タイマのカウンタ動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし



r_it_operation_stop	
概要	インターバル・タイマの動作停止処理
ヘッダ	r_cg_it.h
宣言	void r_it_operation_stop(void)
説明	割り込み要求フラグをクリアし、インターバル・タイマのカウンタ動作を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし
R_IT_Stop	
概要	インターバル・タイマのカウンタ動作停止処理
ヘッダ	r_cg_it.h
宣言	void R_IT_Stop(void)
説明	インターバル・タイマのカウンタ動作を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし
R_RTC_Set_CounterValue	
概要	リアルタイム・クロックのカウンタ値を設定（SEC ~ YEAR）
ヘッダ	r_cg_rtc.h
宣言	MD_STATUS R_RTC_Set_CounterValue(rtc_counter_value_t counter_write_val)
説明	リアルタイム・クロックにカウンタ値（SEC ~ YEAR）を設定します。
引数	rtc_counter_value_t counter_write_val   カウンタ値
リターン値	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MD_OK・・・正常終了</li> <li>● MD_BUSY1・・・カウンタ処理を実行中（設定変更前）</li> <li>● MD_BUSY2・・・カウンタ処理を実行中（設定変更後）</li> </ul>
備考	なし
r_main_up_switch_process	
概要	UP スイッチ押下処理
ヘッダ	r_cg_userdefine.h
宣言	void r_main_up_switch_process(void)
説明	UP スイッチの処理を行います。 状態によって処理が変わります。
	<時調整状態の場合>
	1. 時の表示データを+1 し、RTC に時刻データをセットします。
	<分調整状態の場合>
	1. 分の表示データを+1 し、RTC に時刻データをセットします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし





## 5.7 フローチャート

図 5.1 に本アプリケーションノートの全体フローを示します。

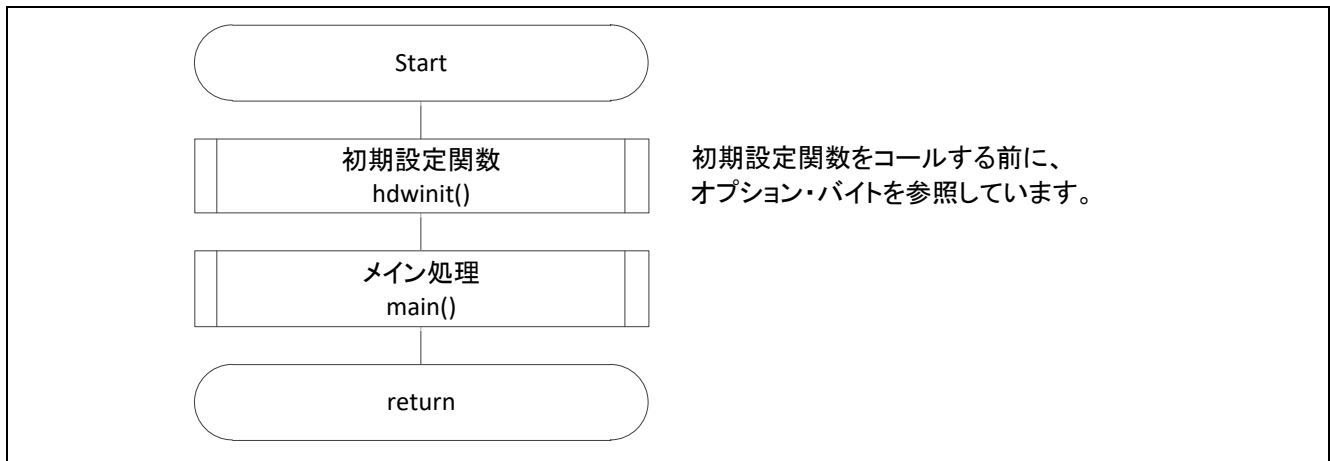


図 5.1 全体フロー

### <オプション・バイトの設定概要>

RL78/L13 のオプション・バイトは、ユーザ・オプション・バイト（000C0H-000C2H）とオンチップ・デバッグ・オプション・バイト（000C3H）で構成されています。

電源投入時またはリセット解除後、自動的にオプション・バイトを参照して、指定された機能の設定が行われます。

### ユーザ・オプション・バイト

- ウォッチドッグ・タイマ関係の設定（000C0H）
- LVD 動作モード、検出レベルの設定（000C1H）
- フラッシュの動作モード、高速オンチップ・オシレータの周波数の設定（000C2H）
- オンチップ・デバッグ・オプション・バイト（000C3H）

オプション・バイトの設定は、CS+ for CC の場合、「リンク・オプション」タブの「デバイス」パネルの「ユーザ・オプション・バイト値」で指定することもできます。リンク・オプションでの設定がプログラムでの設定より優先されます。そのため、以下のように「ユーザ・オプション・バイトを設定する」を「いいえ」に設定してください。

☐ デバイス	
オンチップ・デバッグを設定する	いいえ
ユーザ・オプション・バイトを設定する	いいえ

注意 CS+ for CC 「リンク・オプション」の設定方法の詳細については、CS+ 統合開発環境 ユーザーズマニュアル CC-RL ビルド・ツール操作編（R20UT3284JJ0105）を参照してください。

(1) 000C0H（ウォッチドッグ・タイマ関係の設定）

7	6	5	4	3	2	1	0
WDTINT	WINDOW1	WINDOW0	WDTON	WDCS2	WDCS1	WDCS0	WDSTBYON
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

ビット 7

WDTINT	インターバル割り込みの使用／不使用
<b>0</b>	インターバル割り込みを使用しない
1	75%到達時にインターバル割り込みを発生

ビット 6-5

WINDOW1-0	ウォッチドッグ・タイマのウインドウ オープン期間
00	設定禁止
01	50%
10	75%
<b>11</b>	<b>100%</b>

ビット 4

WDTON	ウォッチドッグ・タイマのカウンタ動作制御
<b>0</b>	カウンタ動作禁止 (リセット解除後, カウンタ停止)
1	カウンタ動作許可 (リセット解除後, カウンタ開始)

ビット 3-1

WDCS2-0	ウォッチドッグ・タイマのオーバフロー時間
000	$2^6/f_{IL}$
001	$2^7/f_{IL}$
010	$2^8/f_{IL}$
011	$2^9/f_{IL}$
100	$2^{11}/f_{IL}$
101	$2^{13}/f_{IL}$
110	$2^{14}/f_{IL}$
<b>111</b>	<b><math>2^{16}/f_{IL}</math></b>

ビット 0

WDSTBYON	ウォッチドッグ・タイマのカウンタ動作制御
<b>0</b>	HALT/STOP モード時, カウンタ動作停止
1	HALT/STOP モード時, カウンタ動作許可

(2) 000C1H (LVD 関係の設定)

7	6	5	4	3	2	1	0
VPOC2	VPOC1	VPOC0	1	LVIS1	LVIS0	LVIMDS1	LVIMDS0
0	1	0	1	1	1	0	1

割り込み&リセット・モード時の設定

検出電圧			オプション・バイト設定値									
V <sub>LVDH</sub>		V <sub>LVDL</sub>	モード設定		VPOC2	VPOC1	VPOC0	LVIS1	LVIS0			
立ち上がり	立ち下がり	立ち下がり	LVIMDS1	LVIMDS0								
1.77V	1.73V	1.63V	1	0	0	0	0	1	0			
1.88V	1.84V							0	1			
2.92V	2.86V							0	0			
1.98V	1.94V	1.84V				0		1	1	0	1	0
2.09V	2.04V										0	1
3.13V	3.06V										0	0
2.61V	2.55V	2.45V			1	0	1	0	1	0	1	
2.71V	2.65V										0	1
3.75V	3.67V										0	0
2.92V	2.86V	2.75V					1	1	1	1	1	0
3.02V	2.96V										0	1
4.06V	3.98V										0	0
上記以外			設定禁止									

リセット・モード時の設定

検出電圧		オプション・バイト設定値									
V <sub>LVD</sub>		モード設定		VPOC2	VPOC1	VPOC0	LVIS1	LVIS0			
立ち上がり	立ち下がり	LVIMDS1	LVIMDS0								
1.67V	1.63V	1	1	0	0	0	1	1			
1.77V	1.73V				0	0	1	0			
1.88V	1.84V				0	1	1	1			
1.98V	1.94V				0	1	1	0			
2.09V	2.04V				0	1	0	1			
2.50V	2.45V				1	0	1	1			
2.61V	2.55V				1	0	1	0			
2.71V	2.65V				1	0	0	1			
2.81V	2.75V				1	1	1	1			
2.92V	2.86V				1	1	1	0			
3.02V	2.96V				1	1	0	1			
3.13V	3.06V				0	1	0	0			
3.75V	3.67V				1	0	0	0			
4.06V	3.98V				1	1	0	0			
上記以外					設定禁止						

## 割り込みモード時の設定

検出電圧		オプション・バイト設定値						
V <sub>LVD</sub>		モード設定		VPOC2	VPOC1	VPOC0	LVIS1	LVIS0
立ち上がり	立ち下がり	LVIMDS1	LVIMDS0					
1.67V	1.63V	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	0	1	1	1
1.77V	1.73V				0	0	1	0
1.88V	1.84V				0	1	1	1
1.98V	1.94V				0	1	1	0
2.09V	2.04V				0	1	0	1
<b>2.50V</b>	<b>2.45V</b>				<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
2.61V	2.55V				1	0	1	0
2.71V	2.65V				1	0	0	1
2.81V	2.75V				1	1	1	1
2.92V	2.86V				1	1	1	0
3.02V	2.96V				1	1	0	1
3.13V	3.06V				0	1	0	0
3.75V	3.67V				1	0	0	0
4.06V	3.98V				1	1	0	0
上記以外					設定禁止			

## LVD オフ時の設定

検出電圧		オプション・バイト設定値						
V <sub>LVD</sub>		モード設定		VPOC2	VPOC1	VPOC0	LVIS1	LVIS0
立ち上がり	立ち下がり	LVIMDS1	LVIMDS0					
—	—	x	1	1	x	x	x	x
上記以外		設定禁止						

備考 x : don't care

## (3) 000C2H (フラッシュの動作モード、高速オンチップ・オシレータの周波数の設定)

7	6	5	4	3	2	1	0
CMODE1	CMODE0	1	FRQSEL4	FRQSEL3	FRQSEL2	FRQSEL1	FRQSEL0
<b>0</b>	<b>0</b>	1	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## ビット 7-6

CMODE1	CMODE0	フラッシュの動作モード設定		
		動作周波数範囲	動作電圧範囲	
<b>0</b>	<b>0</b>	LV (低電圧メイン) モード	1MHz~4MHz	1.6V~5.5V
1	0	LS (低速メイン) モード	1MHz~8MHz	1.8V~5.5V
1	1	HS (高速メイン) モード	1MHz~16MHz	2.4V~5.5V
			1MHz~24MHz	2.7V~5.5V
上記以外		設定禁止		

## ビット 4-0

FRQSEL4	FRQSEL3	FRQSEL2	FRQSEL1	FRQSEL0	高速オンチップオシレータ・クロックの周波数	
					$f_{HOCO}$	$f_{IH}$
1	0	0	0	0	48MHz	24MHz
0	0	0	0	0	24MHz	24MHz
0	1	0	0	1	16MHz	16MHz
0	0	0	0	1	12MHz	12MHz
0	1	0	1	0	8MHz	8MHz
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4MHz</b>	<b>4MHz</b>
0	1	1	0	1	1MHz	1MHz
上記以外					設定禁止	

## (4) 000C3H (オンチップ・デバッグ・オプション・バイト)

7	6	5	4	3	2	1	0
OCDENSET	0	0	0	0	1	0	OCDERSD
<b>1</b>	0	0	0	0	1	0	<b>0</b>

## ビット 7,0

OCDENSET	OCDERSD	オンチップ・デバッグ動作制御
0	0	オンチップ・デバッグ動作禁止
0	1	設定禁止
<b>1</b>	<b>0</b>	動作許可,セキュリティ ID 認証失敗時にフラッシュ・メモリのデータを消去する
1	1	動作許可,セキュリティ ID 認証失敗時にフラッシュ・メモリのデータを消去しない



## 5.7.1 初期設定関数

図 5.2 に初期設定関数のフローチャートを示します。

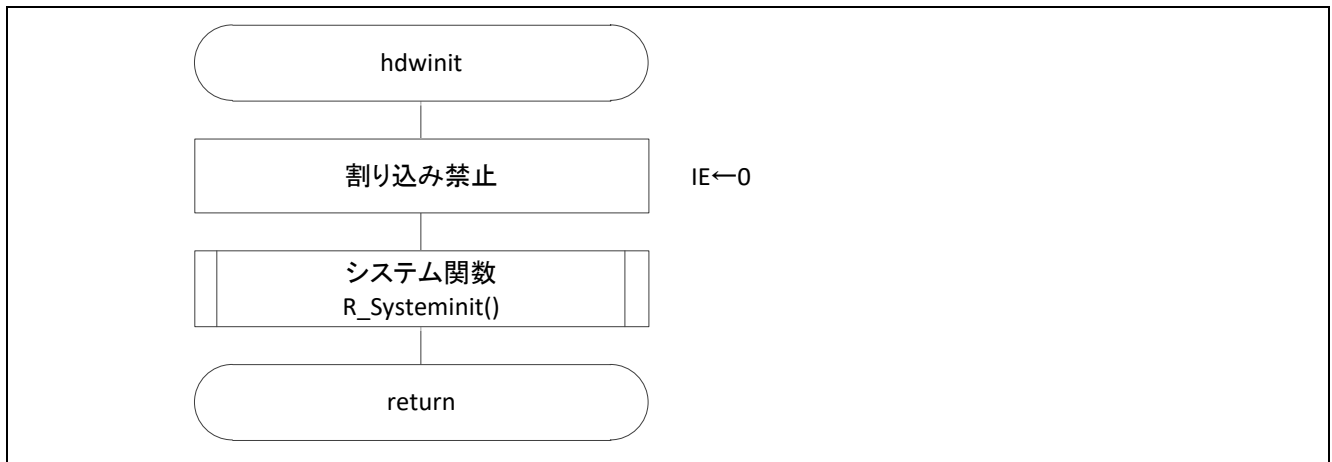


図 5.2 初期設定関数

## 5.7.2 システム初期化関数

図 5.3 にシステム初期化関数のフローチャートを示します。

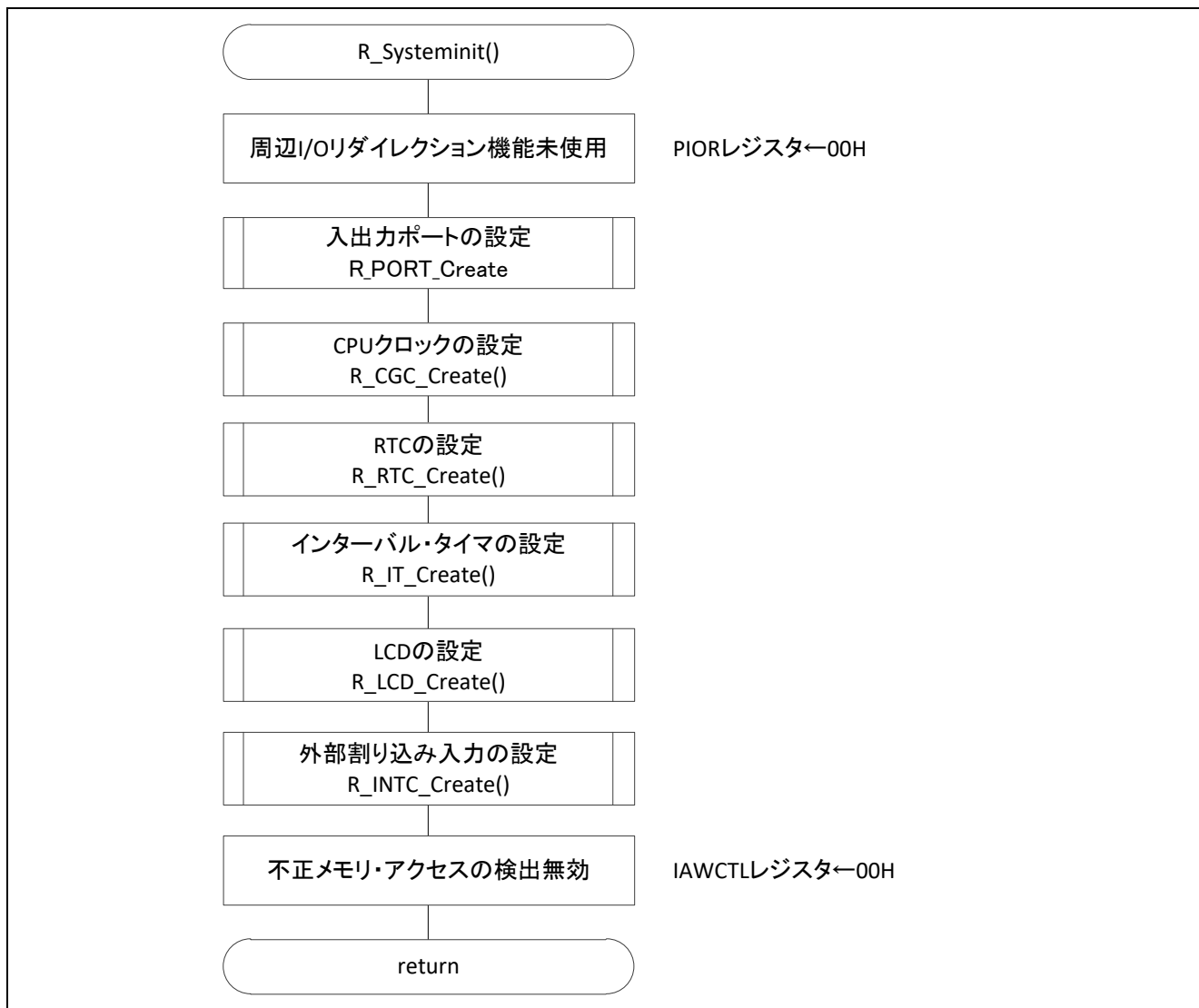


図 5.3 システム初期化関数

## 5.7.3 CPU クロックの設定

図 5.4 に CPU クロックの設定のフローチャートを示します。

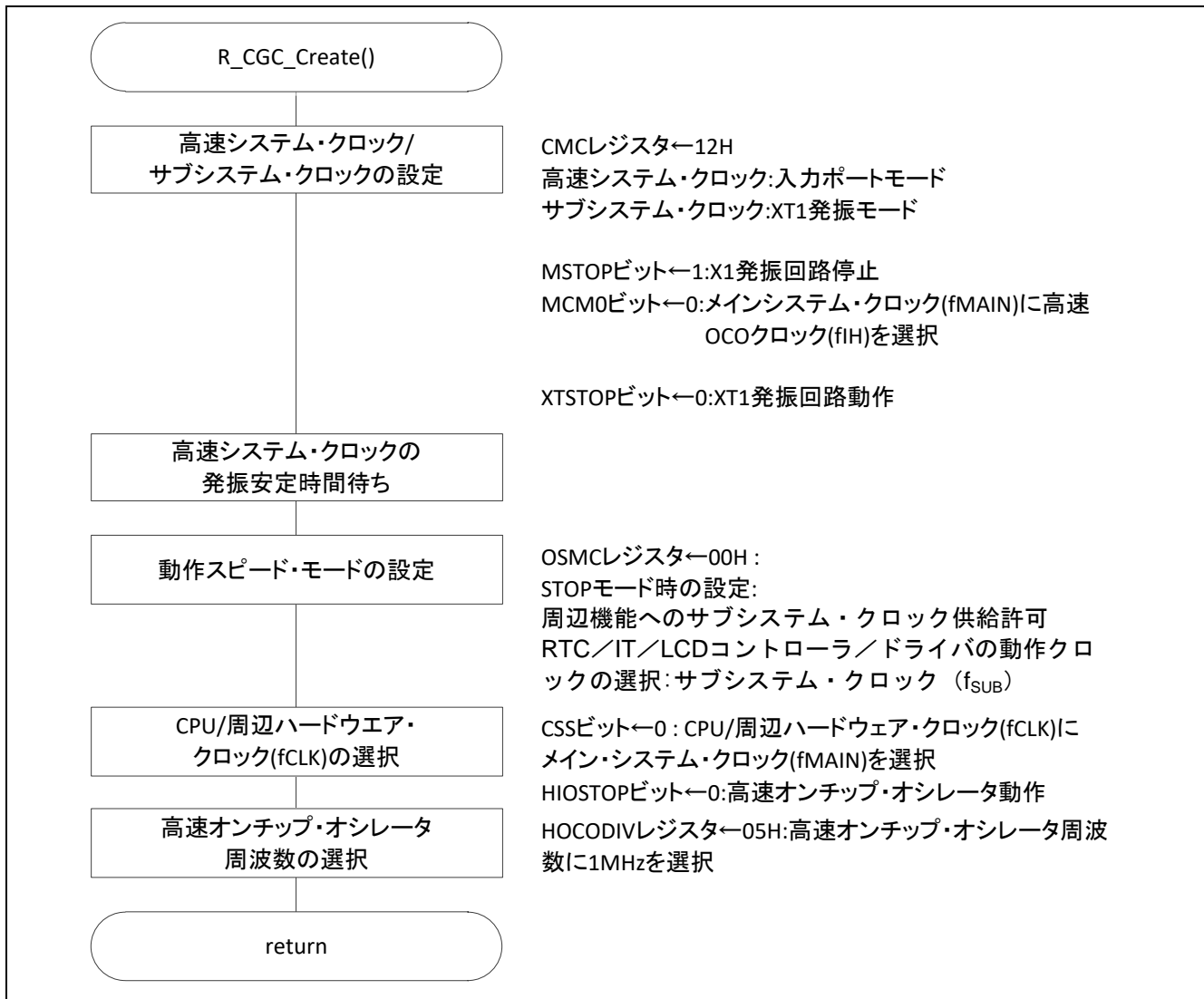


図 5.4 CPU クロックの設定

5.7.4 RTC2 の設定

図 5.5 に RTC2 の設定のフローチャートを示します。

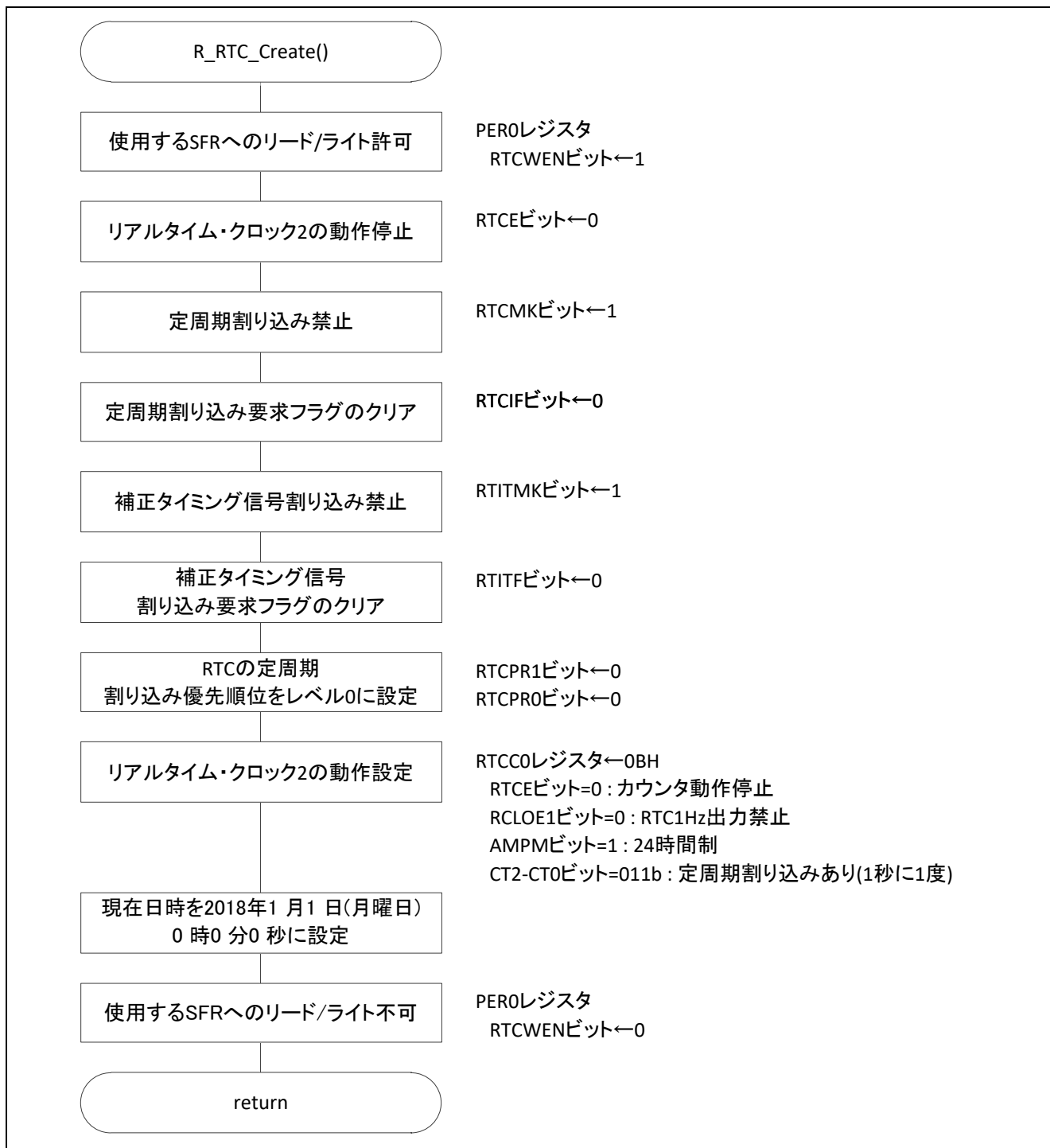


図 5.5 RTC2 の設定

## 5.7.5 12 ビット・インターバル・タイマの設定

図 5.6 に 12 ビット・インターバル・タイマの設定のフローチャートを示します。

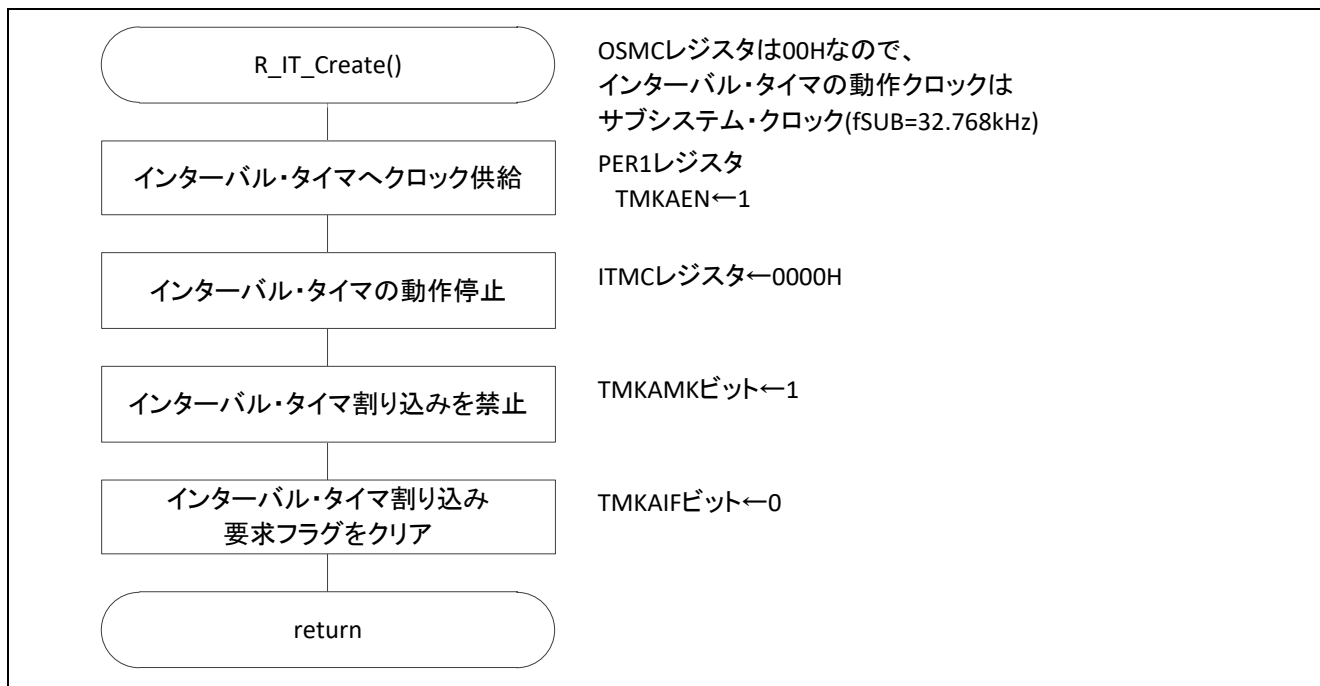


図 5.6 12 ビット・インターバル・タイマの設定

5.7.6 LCD コントローラ/ドライバの設定

図 5.7、図 5.8 に LCD コントローラ/ドライバの設定のフローチャートを示します。

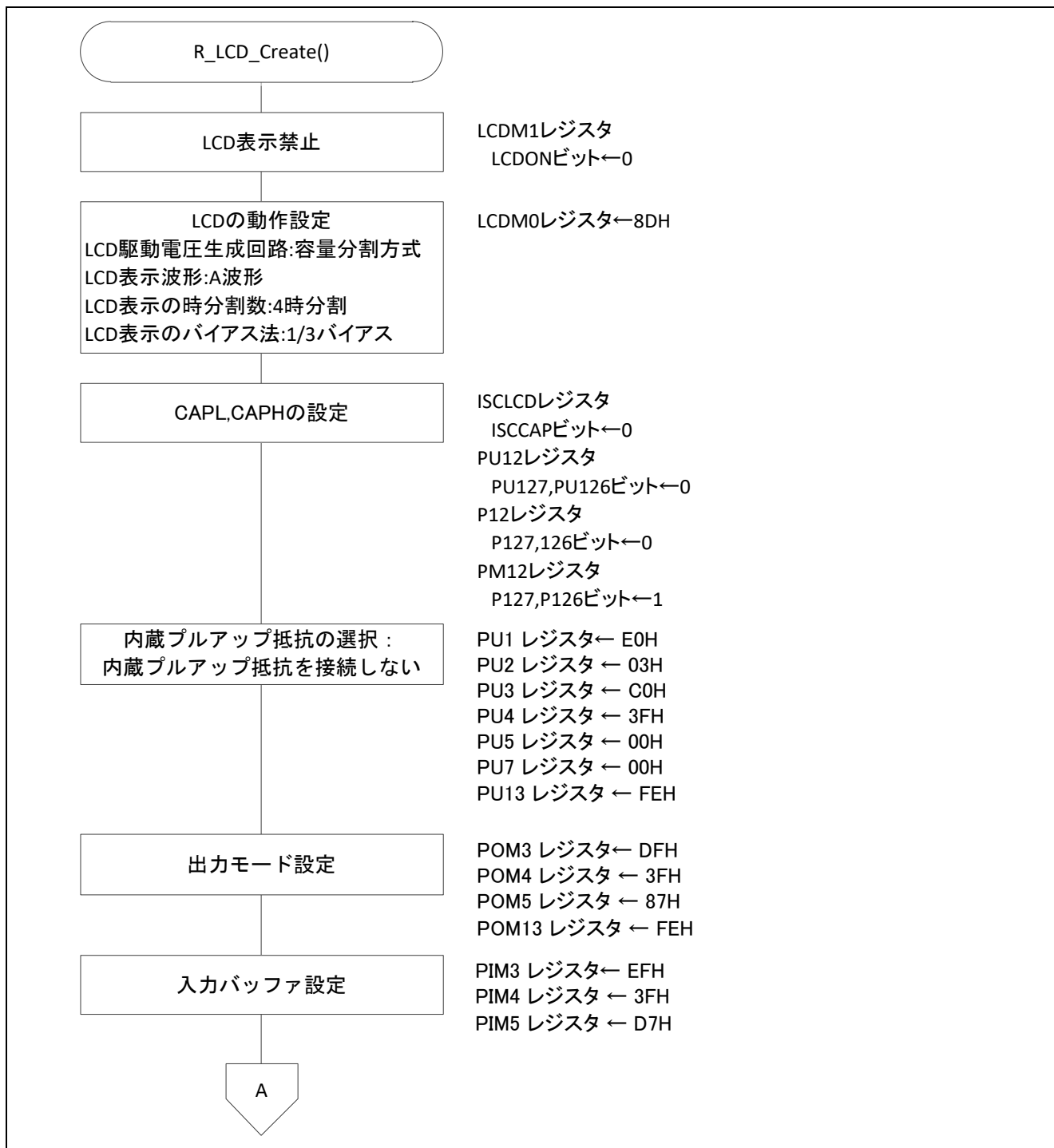


図 5.7 LCD コントローラ/ドライバの設定 (1/2)

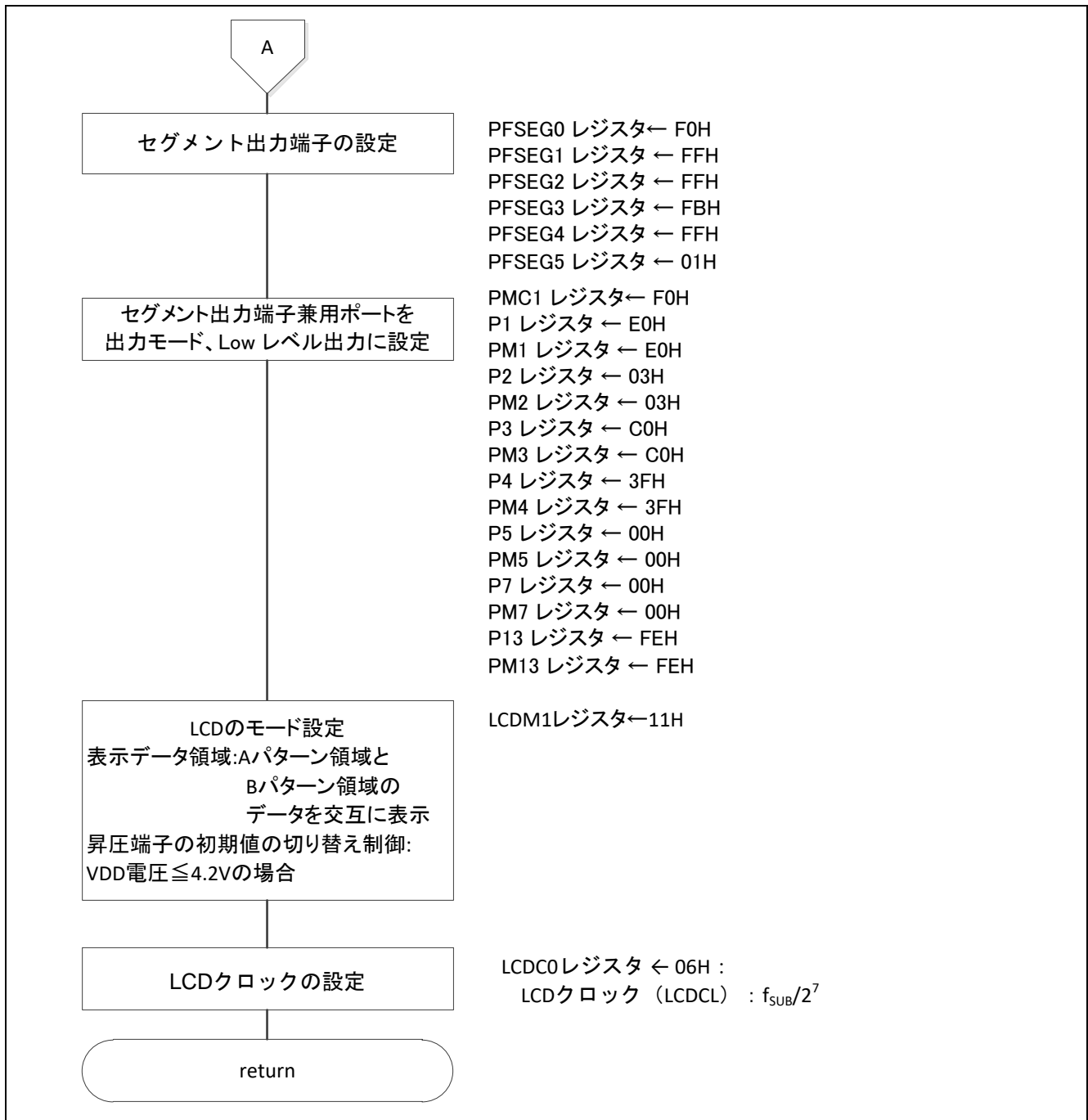


図 5.8 LCD コントローラ/ドライバの設定 (2/2)

## LCD のモード設定

## ・ LCD モード・レジスタ 1 (LCDM1)

セグメント端子/コモン端子にグランド・レベルを出力

昇圧回路もしくは容量分割回路の動作停止

表示データ領域：A パターン領域と B パターン領域のデータを交互に表示

昇圧端子の初期値の切り替え： $V_{DD} \leq 4.2V$  の場合

## 略号：LCDM1

7	6	5	4	3	2	1	0
LCDON	SCOC	VLCON	BLON	LCDSEL	0	0	LCDVLM
0	0	0	1	0	0	0	1

## ビット 7-6

SCOC	LCDON	LCD 表示の許可/禁止
0	0	セグメント端子/コモン端子にグランド・レベルを出力
0	1	
1	0	表示オフ（セグメント出力はすべて非選択信号出力）
1	1	表示オン

## ビット 5

VLCON	昇圧回路もしくは容量分割回路の動作許可/停止
0	昇圧回路もしくは容量分割回路の動作停止
1	昇圧回路もしくは容量分割回路の動作許可

## ビット 4-3

BLON <sup>注1</sup>	LCDSEL	表示データ領域の制御
0	0	A パターン領域（LCD 表示データ・レジスタの下位 4 ビット）のデータを表示
0	1	B パターン領域（LCD 表示データ・レジスタの上位 4 ビット）のデータを表示
1	0	A パターン領域と B パターン領域のデータを交互に表示（リアルタイム・クロック 2（RTC2）の定周期割り込み（INTRTC）タイミングに対応した点滅表示）
1	1	

## ビット 0

LCDVLM <sup>注2</sup>	昇圧端子の初期値の切り替え制御
0	$V_{DD}$ 電圧 $\geq 2.7V$ の場合
1	$V_{DD}$ 電圧 $\leq 4.2V$ の場合

注 1. LCD ソース・クロック ( $f_{LCD}$ ) として  $f_{IL}$  を選択する場合は、必ず BLON ビット=0 にしてください。

2. 昇圧回路使用時に、VLx 端子の初期状態を設定して昇圧安定時間を短くするための機能です。

昇圧開始時の VDD 電圧が 2.7 V 以上の場合 LCDVLM ビット = 0、VDD 電圧が 4.2 V 以下の場合 LCDVLM ビット = 1 としてください。ただし、 $2.7V \leq VDD \leq 4.2V$  では、LCDVLM ビット = 0、LCDVLM ビット = 1 のいずれでも動作可能です。

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。



## LCD の動作設定

## ・ LCD モード・レジスタ 0 (LCDM0)

LCD 駆動電圧生成回路：容量分割方式

LCD 表示波形：A 波形

LCD 表示の時分割数：4 時分割

LCD 表示のバイアス法：1/3 バイアス法

略号：LCDM0

7	6	5	4	3	2	1	0
MDSET1	MDSET0	LWAVE	LDTY2	LDTY1	LDTY0	LBAS1	LBAS0
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

## ビット 7-6

MDSET1	MDSET0	LCD 駆動電圧生成回路の選択
0	0	外部抵抗分割方式
0	1	内部昇圧方式
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>容量分割方式</b>
1	1	設定禁止

## ビット 5

MLCDEN	LWAVE	LCD 表示波形の選択
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>A 波形</b>
0	1	B 波形

## ビット 4-2

LDTY2	LDTY1	LDTY0	LCD 表示の時分割数選択
0	0	0	スタティック
0	0	1	2 時分割
0	1	0	3 時分割
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4 時分割</b>
1	0	1	8 時分割
上記以外			設定禁止

## ビット 1-0

LBAS1	LBAS0	LCD 表示のバイアス法選択
0	0	1/2 バイアス法
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1/3 バイアス法</b>
1	0	1/4 バイアス法
1	1	設定禁止

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

CAPL、CAPH 端子兼用ポートの動作設定

・LCD 入力切り替え制御レジスタ（ISCLCD）

シュミット・トリガ・バッファ入力無効に設定

略号：ISCLCD

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	ISCVL3	ISCCAP
0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>

ビット 0

ISCCAP	CAPL/P126、CAPH/P127 端子のシュミット・トリガ・バッファの制御
<b>0</b>	<b>入力無効</b>
1	入力有効

CAPL/P126、CAPH/P127 端子の機能は、LCD 入力切り替え制御レジスタ（ISCLCD）、LCD モード・レジスタ 0（LCDM0）、ポート・モード・レジスタ 12（PM12）の設定で決定します。

#### CAPL/P126、CAPH/P127 端子機能の設定

LCD 駆動電圧生成	ISCLCD レジスタの ISCCAP ビット	PM12 レジスタの PM126、PM127 ビット	端子機能	初期状態
外部抵抗分割	0	1	デジタル入力無効モード	○
	1	0	デジタル出力モード	—
	1	1	デジタル入力モード	—
<b>内部昇圧または容量分割</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>CAPL/CAPH 機能モード</b>	<b>—</b>
上記以外			設定禁止	

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

## 内蔵プルアップ抵抗の選択

- ・プルアップ抵抗オプション・レジスタ（PU1-PU5,PU7,PU13）

「内蔵プルアップ抵抗を接続しない」を選択

略号：PU1

7	6	5	4	3	2	1	0
PU17	PU16	PU15	PU14	PU13	PU12	PU11	PU10
0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

ビット 4-0

PUmn	Pmn の内蔵プルアップ抵抗の選択 (m = 1 ; n = 0-4)
<b>0</b>	内蔵プルアップ抵抗を接続しない
1	内蔵プルアップ抵抗を接続する

略号：PU2

7	6	5	4	3	2	1	0
PU27	PU26	PU25	PU24	PU23	PU22	0	0
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0

ビット 7-2

PUmn	Pmn の内蔵プルアップ抵抗の選択 (m = 2 ; n = 2-7)
<b>0</b>	内蔵プルアップ抵抗を接続しない
1	内蔵プルアップ抵抗を接続する

略号：PU3

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	PU35	PU34	PU33	PU32	PU31	PU30
0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

ビット 5-0

PUmn	Pmn の内蔵プルアップ抵抗の選択 (m = 3 ; n = 0-5)
<b>0</b>	内蔵プルアップ抵抗を接続しない
1	内蔵プルアップ抵抗を接続する

略号：PU4

7	6	5	4	3	2	1	0
PU47	PU46	PU45	PU44	PU43	PU42	PU41	PU40
<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0

ビット 7-6

PUmn	Pmn の内蔵プルアップ抵抗の選択 (m = 4 ; n = 0-7)
<b>0</b>	<b>内蔵プルアップ抵抗を接続しない</b>
1	内蔵プルアップ抵抗を接続する

略号：PU5

7	6	5	4	3	2	1	0
PU57	PU56	PU55	PU54	PU53	PU52	PU51	PU50
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

ビット 7-0

PUmn	Pmn の内蔵プルアップ抵抗の選択 (m = 5 ; n = 0-7)
<b>0</b>	<b>内蔵プルアップ抵抗を接続しない</b>
1	内蔵プルアップ抵抗を接続する

略号：PU7

7	6	5	4	3	2	1	0
PU77	PU76	PU75	PU74	PU73	PU72	PU71	PU70
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

ビット 7-0

PUmn	Pmn の内蔵プルアップ抵抗の選択 (m = 7 ; n = 0-7)
<b>0</b>	<b>内蔵プルアップ抵抗を接続しない</b>
1	内蔵プルアップ抵抗を接続する

略号：PU13

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	PU130
0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

ビット 0

PUmn	Pmn の内蔵プルアップ抵抗の選択 (m = 13 ; n = 0)
<b>0</b>	<b>内蔵プルアップ抵抗を接続しない</b>
1	内蔵プルアップ抵抗を接続する

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

LCD 用ポートの設定

・LCD ポート・ファンクション・レジスタ 2、3 (PFSEG2、PFSEG3)

P30~P35、P46~P47、P77 をセグメント出力として使用

略号： PFSEG2

7	6	5	4	3	2	1	0
PFSEG23	PFSEG22	PFSEG21	PFSEG20	PFSEG19	PFSEG18	PFSEG17	PFSEG16
1	1	1	1	1	1	1	1

ビット 7-3

PFSEG23 - 19	Pmn 端子のポート (セグメント出力以外) / セグメント出力の指定 (mn = 77, 30-33)
0	ポート (セグメント出力以外) として使用
1	セグメント出力として使用

略号： PFSEG3

7	6	5	4	3	2	1	0
PFSEG30	PFSEG29	PFSEG28	PFSEG27	PFSEG26	PFDEG	PFSEG25	PFSEG24
1	1	1	1	1	0	1	1

ビット 4-3、1-0

PFSEG24 -27	Pmn 端子のポート (セグメント出力以外) / セグメント出力の指定 (mn = 34-35, 46-47)
0	ポート (セグメント出力以外) として使用
1	セグメント出力として使用

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

## LCD クロックの設定

- ・ LCD クロック制御レジスタ 0 (LCDC0)

: LCD クロックを  $f_{SUB}/2^7$  に設定

略号 : LCDC0

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	LCDC05	LCDC04	LCDC03	LCDC02	LCDC01	LCDC00
0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

ビット 5-0

LCDC05	LCDC04	LCDC03	LCDC02	LCDC01	LCDC00	LCD クロック (LCDCL)
0	0	0	1	0	0	$f_{SUB}/2^5$ or $f_{IL}/2^5$
0	0	0	1	0	1	$f_{SUB}/2^6$ or $f_{IL}/2^6$
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b><math>f_{SUB}/2^7</math> or <math>f_{IL}/2^7</math></b>
0	0	0	1	1	1	$f_{SUB}/2^8$ or $f_{IL}/2^8$
0	0	1	0	0	0	$f_{SUB}/2^9$ or $f_{IL}/2^9$
0	0	1	0	0	1	$f_{SUB}/2^{10}$
0	1	0	0	1	1	$f_{MAIN}/2^{10}$
0	1	0	1	0	0	$f_{MAIN}/2^{11}$
0	1	0	1	0	1	$f_{MAIN}/2^{12}$
0	1	0	1	1	0	$f_{MAIN}/2^{13}$
0	1	0	1	1	1	$f_{MAIN}/2^{14}$
0	1	1	0	0	0	$f_{MAIN}/2^{15}$
0	1	1	0	0	1	$f_{MAIN}/2^{16}$
0	1	1	0	1	0	$f_{MAIN}/2^{17}$
0	1	1	0	1	1	$f_{MAIN}/2^{18}$
1	0	1	0	1	1	$f_{MAIN}/2^{19}$
上記以外						設定禁止

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

LCD 昇圧回路の基準電圧の設定

・LCD 昇圧レベル制御レジスタ（VLCD）

基準電圧を 1.00V（ $V_{L4} = 3.00V$ ）に設定

略号：VLCD

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	VLCD4	VLCD3	VLCD2	VLCD1	VLCD0
0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

ビット 4-0

VLCD4	VLCD3	VLCD2	VLCD1	VLCD0	基準電圧選択 (コントラスト調整)	$V_{L4}$ 電圧	
						1/3 バイアス法時	1/4 バイアス法時
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.00V</b> (デフォルト)	<b>3.00V</b>	4.00V
0	0	1	0	1	1.05V	3.15V	4.20V
0	0	1	1	0	1.10V	3.30V	4.40V
0	0	1	1	1	1.15V	3.45V	4.60V
0	1	0	0	0	1.20V	3.60V	4.80V
0	1	0	0	1	1.25V	3.75V	5.00V
0	1	0	1	0	1.30V	3.90V	5.20V
0	1	0	1	1	1.35V	4.05V	設定禁止
0	1	1	0	0	1.40V	4.20V	
0	1	1	0	1	1.45V	4.35V	
0	1	1	1	0	1.50V	4.50V	
0	1	1	1	1	1.55V	4.65V	
1	0	0	0	0	1.60V	4.80V	
1	0	0	0	1	1.65V	4.95V	
1	0	0	1	0	1.70V	5.10V	
1	0	0	1	1	1.75V	5.25V	
上記以外					設定禁止		

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.7 メイン処理

図 5.9 にメイン処理のフローチャートを示します。

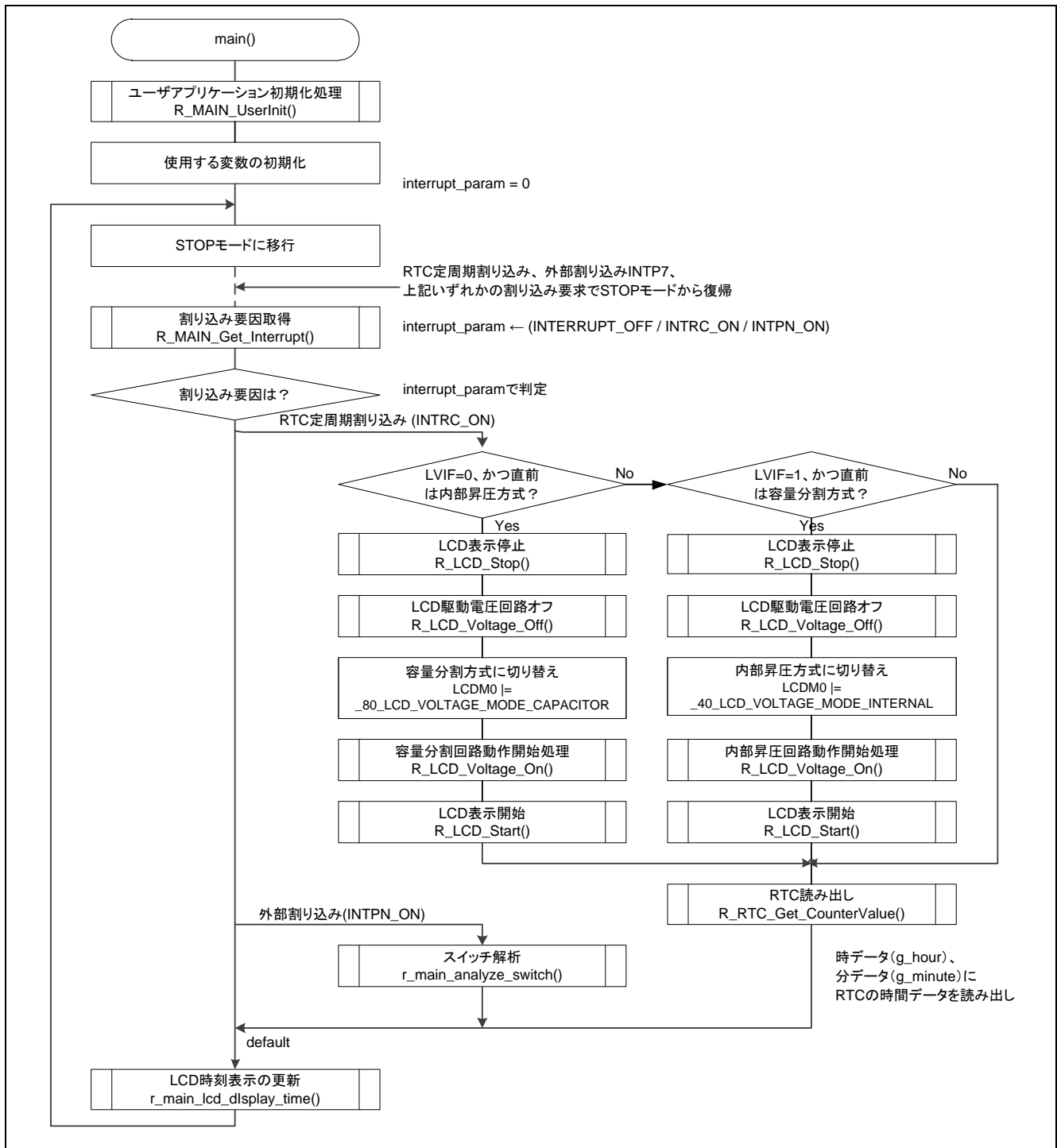


図 5.9 メイン処理



5.7.8 ユーザアプリケーション初期化処理

図 5.10 にユーザアプリケーション初期化処理のフローチャートを示します。

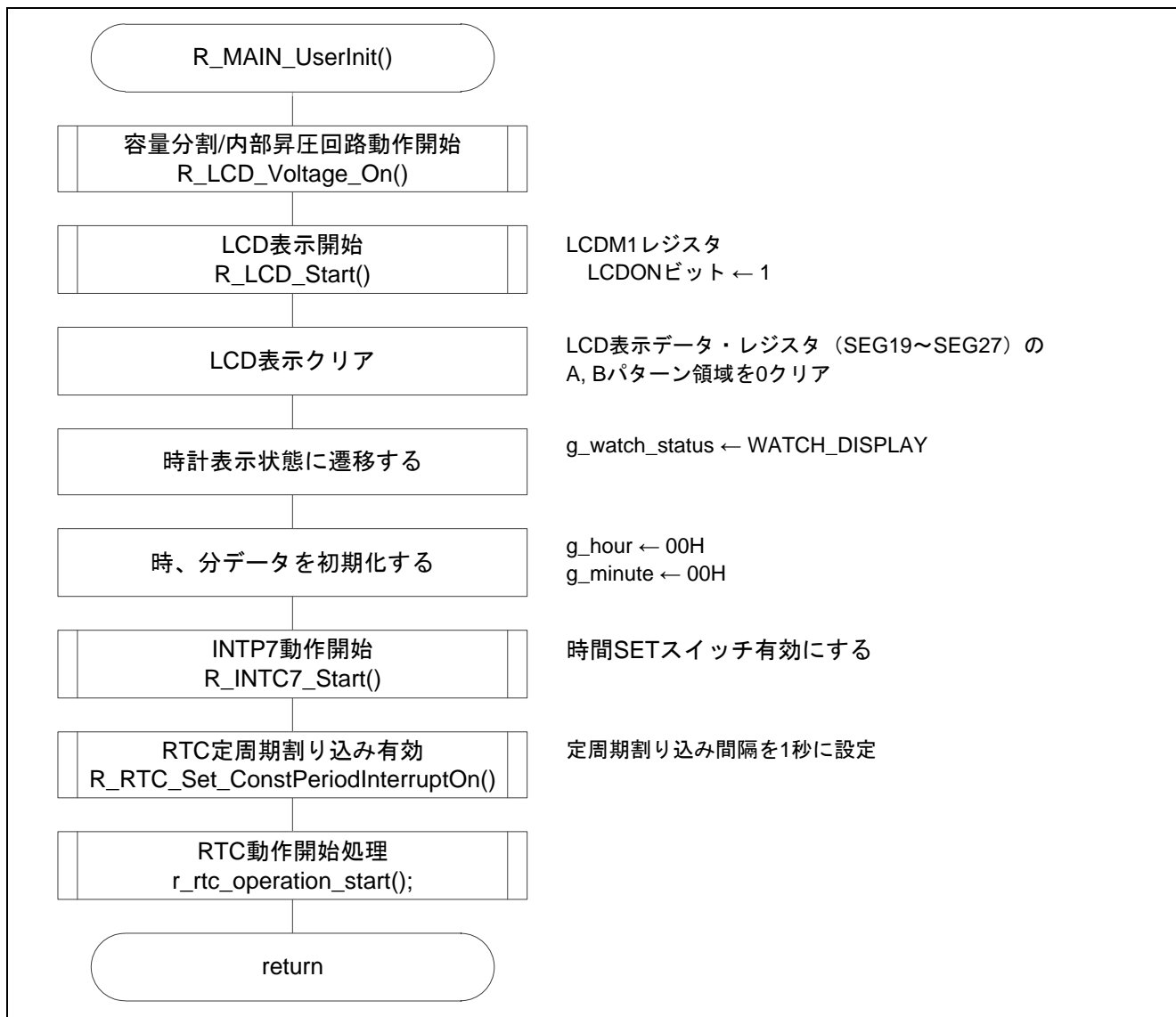


図 5.10 ユーザアプリケーション初期化処理

5.7.9 LCD 容量分割／内部昇圧回路動作開始処理

図 5.11 に LCD 容量分割／内部昇圧回路動作開始処理のフローチャートを示します。

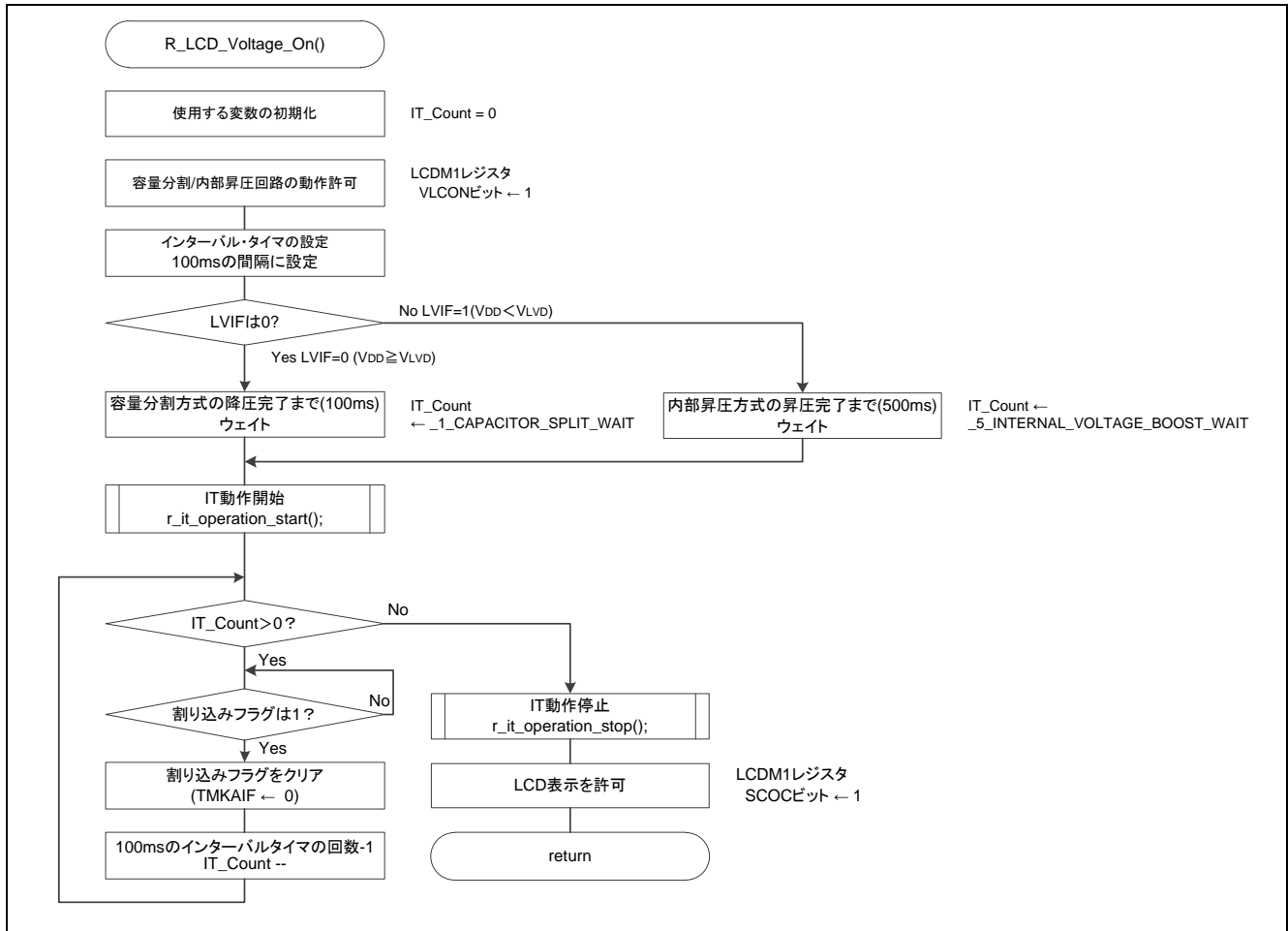


図 5.11 LCD 容量分割／内部昇圧回路動作開始処理

注意 サンプル・コードで使用する変数は、RL78/L13 LCD 表示（時計編）CC-RL（R01AN3135J）アプリケーションノートを参照してください。

## 6. サンプル・コード

サンプル・コードは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

## 7. 参考ドキュメント

RL78/L13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0382JJ)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015JJ)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

## 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

<https://www.renesas.com/ja-jp/>

お問合せ先

<https://www.renesas.com/ja-jp/support/contact.html>

改訂記録	<p style="text-align: center;">RL78/L13 電圧検出（LVD）による LCD 駆動の低消費電力化</p>
------	--

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2018.03.31	—	初版発行

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。

## 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. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「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。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】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. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】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、将来の機能拡張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。

### 4. クロックについて

【注意】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。

### 5. 製品間の相違について

【注意】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くと、内部ROM、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、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる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、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 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に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製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）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置等  
当社製品は、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（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障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、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、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。お客様が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. 本資料に記載されている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。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
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。

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とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有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。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>