

## RL78/G23

### VBAT 端子の使い方

---

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/G23 の VBAT 端子 (バッテリーバックアップ電源) を使用する方法について説明します。

V<sub>DD</sub> 電源から電力供給されている期間はリアルタイム・クロックの定周期割り込みを利用して LCD に時刻を表示します。V<sub>DD</sub> 電源から電力供給されず、VBAT 端子からの電力供給に切り替わった場合は、リアルタイム・クロックの動作は継続しますが、LCD の表示を消します。

電圧検出回路 (LVD0) を利用して V<sub>DD</sub> 電源から電力が供給されているか否かを判断します。

#### 動作確認デバイス

RL78/G23

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
1.1	仕様概要 .....	3
1.1.1	VBAT 端子の概要 .....	4
1.2	動作概要 .....	5
2.	動作確認条件 .....	7
3.	ハードウェア説明 .....	8
3.1	ハードウェア構成例 .....	8
3.2	使用端子一覧 .....	8
4.	ソフトウェア説明 .....	9
4.1	カスタムボードサポートパッケージ (BSP) の設定変更 .....	9
4.2	オプション・バイトの設定一覧 .....	9
4.3	定数一覧 .....	10
4.4	変数一覧 .....	11
4.5	関数一覧 .....	12
4.6	関数仕様 .....	12
4.7	フローチャート .....	16
4.7.1	メイン処理 .....	16
4.7.2	メイン・ユーザー初期設定 .....	18
4.7.3	BCD 値文字列変換処理 .....	19
4.7.4	LVD0F フラグ判定処理 .....	19
4.7.5	LVD0 (立ち下がり) 発生フラグ設定 .....	20
4.7.6	LVD0 (立ち下がり) 発生判定処理 .....	20
4.7.7	RTC 動作開始時 HALT/STOP モード移行ウエイト処理 .....	21
4.7.8	LCD モジュール初期化処理 .....	21
4.7.9	LCD モジュール 表示消去処理 .....	22
4.7.10	LCD モジュール 文字列送信処理 .....	23
4.7.11	LCD モジュール コマンド送信処理 .....	24
4.7.12	LCD モジュール データ送信処理 .....	25
4.7.13	LCD モジュール 通信終了フラグ設定 .....	26
4.7.14	LCD モジュール 通信終了待ち処理 .....	26
4.7.15	LVD0 割り込み処理 .....	27
4.7.16	IICA0 送信完了時 コールバック処理 .....	27
4.7.17	IICA0 エラー発生時 コールバック処理 .....	28
5.	サンプルコード .....	29
6.	参考ドキュメント .....	29
	改訂記録 .....	30

## 1. 仕様

### 1.1 仕様概要

$V_{DD}$ 電源から電力が供給されている期間はリアルタイム・クロックの定周期割り込みを利用してLCDに時刻を表示します。 $V_{DD}$ 電源から電力が供給されず、VBAT端子からの電力供給に切り替わった場合は、リアルタイム・クロックの動作は継続しますが、LCDの表示を消します。

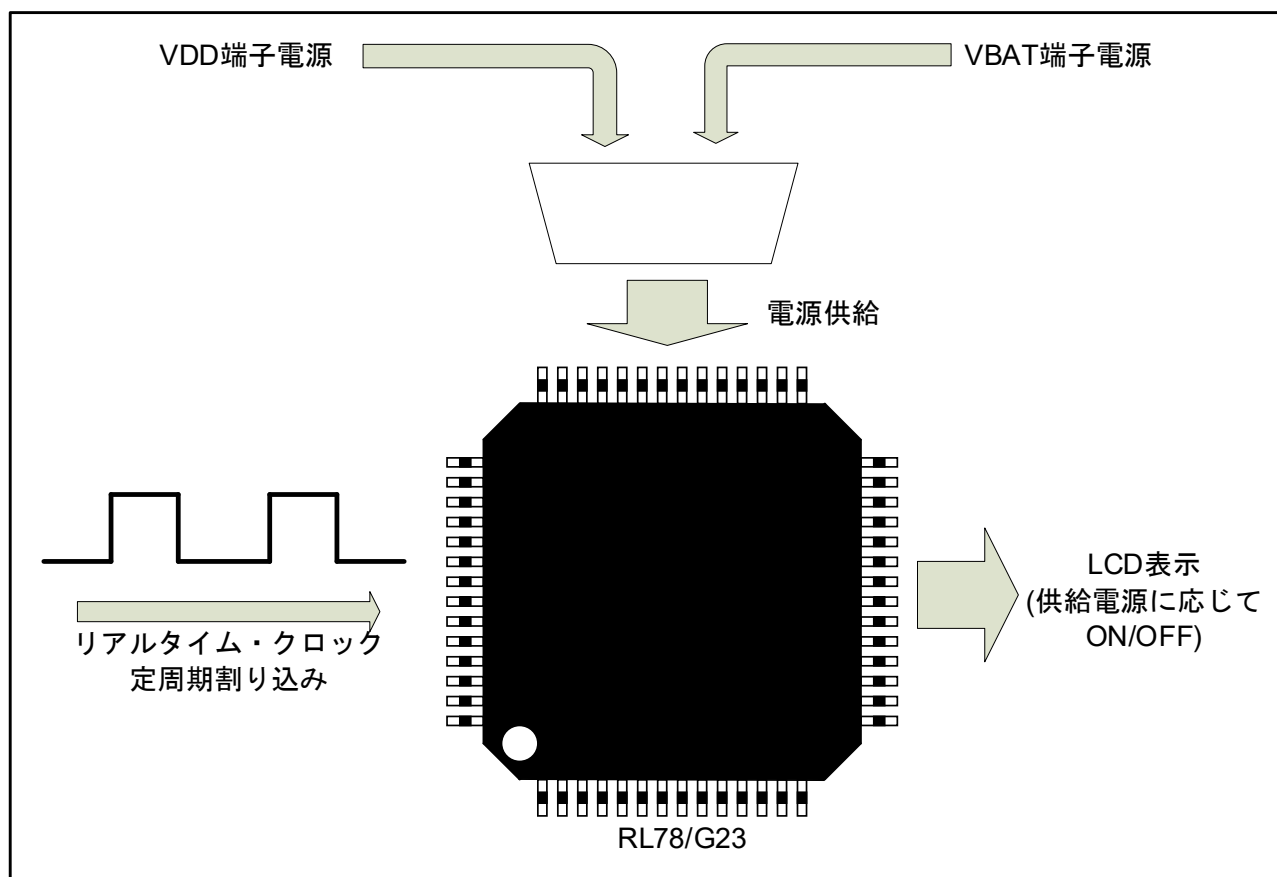
電圧検出回路 (LVD0) を利用して $V_{DD}$ 電源から電力が供給されているか否かを判断します。

表 1-1 使用する周辺機能と用途に使用する周辺機能と用途を、図 1-1 VBATの動作概要にVBATの動作概要を示します。

表 1-1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
リアルタイム・クロック	リアルタイム・クロック (RTC) の割り込み (INTRTC)
シリアル・インタフェース IICA0	LCD モジュールとの I2C 通信。 定周期割り込み処理で時刻を表示する。 VBAT 端子からの電源供給時は表示を消す。
電圧検出回路 LVD0	電源電圧 ( $V_{DD}$ ) の電圧を監視する。 VBAT 端子からの電源供給に切り替わったとき、 割り込みを発生。

図 1-1 VBAT の動作概要



### 1.1.1 VBAT 端子の概要

VBAT端子はバックアップ用バッテリーの接続端子です。VBAT端子にバックアップ用バッテリーを接続することで、VDD端子への電源供給が遮断されたときにVBAT端子から電源供給することが可能です。VBAT端子は、主にリアルタイム・クロック (RTC) の動作継続を目的とした機能です。

VBAT端子は内部のダイオードを介してVDDに電源を供給します。VBAT端子内部のダイオードは常にVDDに接続された状態です。VBAT端子からダイオードを経由してVDD端子に接続している電源回路や他回路への逆流を防ぐ必要がある場合は、VDD, EVDD0, EVDD1端子の外部に逆流防止用のダイオードを接続してください。

VBAT端子の入力電圧範囲は2.7V~5.5Vです。VBAT端子から電源を供給している状態でVBAT端子の入力電圧が2.7V未満になるとダイオードの電圧降下によりPORリセットが発生する場合があります。

VBAT端子から供給できる電流は150uA (Max.) です。このため、VBAT端子から電源供給しているときは、メイン・システム・クロックおよび周辺機能 (RTC以外) の動作は禁止です。なお、ポートにも電流が流れないようにしてください。また、VBAT端子から電源供給しているときは、リセットを発生させないようにしてください。これは、リセット解除時にメイン・システム・クロックで動作を開始し、150uA (MAX.) を超えるためです。

## 1.2 動作概要

V<sub>DD</sub> 電源から電力が供給されている期間はリアルタイム・クロックの定周期割り込みを利用して LCD に時刻を表示します。V<sub>DD</sub> 電源から電力が供給されず、VBAT 端子からの電力供給に切り替わった場合は、リアルタイム・クロックの動作は継続しますが、LCD の表示を消します。

電圧検出回路 (LVD0) を利用して V<sub>DD</sub> 電源から電力が供給されているか否かを判断します。

LCD の時計表示を確認することで、V<sub>DD</sub> 電源オフ期間でもリアルタイム・クロック動作が継続していることを確認できます。

本アプリケーションノートでは、次の割り込み処理を行います。

- 定周期割り込み処理で LCD に時刻表示
- 電圧検出割り込み処理で、定周期割り込みを ON/OFF

表 1-2 に LCD 表示レイアウトを示します。Y は年、M は月、D は日、h は時、m は分、s は秒を表します。/ (スラッシュ) および : (コロン) はその記号をそのまま出力します。空欄はブランク表示 (ホワイトスペース) を表します。

表 1-2 LDC 表示レイアウト

上段	Y	Y	/	M	M	/	D	D								
下段									h	h	:	m	m	:	s	s

周辺機能の主な設定を説明します。

### (1) VBAT 端子の初期設定

- CMC レジスタの OSCSEL ビットをセット (1) し、X1 発振モードをオンにします。CSC レジスタの MSTOP ビットをクリア (0) し、X1 発振回路動作をオンにします。この設定により、VBAT 端子に貫通電流が流れることを防ぎます。

### (2) シリアル・インタフェース IICA0 の初期設定

- IICA0 を使用 (P60 を SCLA0 に、P61 を SDAA0 に設定)
- IICA0 動作クロックを  $f_{CLK}/2$  に設定
- 自局アドレスを 0x10 に設定
- 動作モードを標準に設定
- 転送クロックを 80000 bps に設定
- INTIICA0 割り込みを許可

## (4) LCD モジュールの初期設定

- 8ビット・バスモード、2ライン表示、フォントタイプ5x8ドットに設定
- ディスプレイ表示オン、カーソル表示オフ、カーソル点滅オフに設定
- カーソルのシフト方向を右方向に設定

## (5) リアルタイム・クロックの初期設定

- リアルタイム・クロック の動作クロックに fRTC128HZ を選択
- 時刻表現は 24 時間制に設定
- RTC1HZ 端子の出力禁止
- 現在時刻の初期値 : 2000/1/1 (Fri) 00 : 00 : 00
- 定周期割り込み許可設定、割り込み周期 1.0s を使用
- INTRTC 割り込みを許可
- 優先度はレベル 2 に設定

## 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

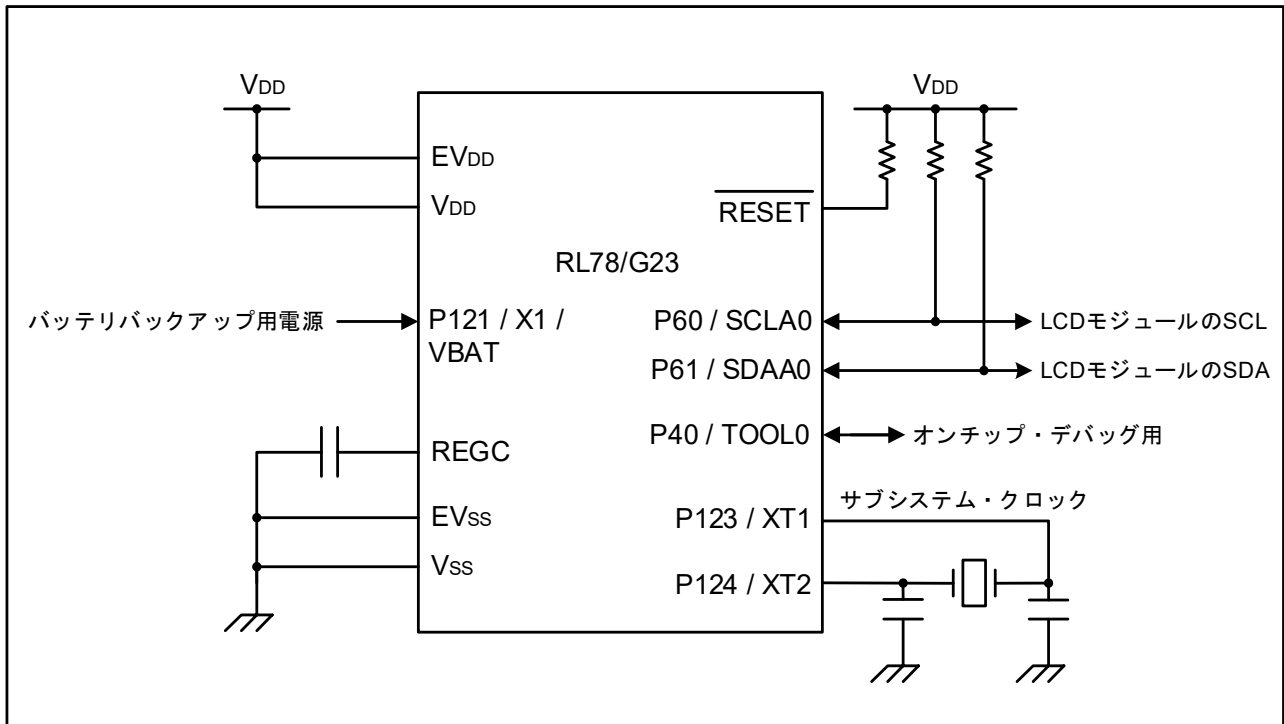
項目	内容
使用マイコン	RL78/G23 (R7F100GLG)
使用ボード	RL78/G23 Fast Prototyping Board (RTK7RLG230CLG000BJ)
動作周波数	高速オンチップ・オシレータ・クロック ( $f_{IH}$ ) : 32MHz サブシステム・クロック (XT1 クロック ( $f_{XT}$ )) : 32.768kHz
動作電圧	V <sub>DD</sub> 動作時: 5.0V VBAT動作時: 3.0V LVD0 検出電圧: 割り込みモード 立ち上がり時 TYP. 3.96V (3.84 V ~ 4.08 V) 立ち下がり時 TYP. 3.88V (3.76 V ~ 4.00 V)
統合開発環境 (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ V8.07.00
C コンパイラ (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.11.00
統合開発環境 (e2studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e2 studio V2022-04 (22.4.0)
C コンパイラ (e2studio)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.11.00
統合開発環境 (IAR)	IAR Systems 製 IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V4.21.2
C コンパイラ (IAR)	IAR Systems 製 IAR C/C++ Compiler for Renesas RL78 V4.21.2.2420
LCD モジュール	ACM1602NI-FLW-FBW-M01

### 3. ハードウェア説明

#### 3.1 ハードウェア構成例

図 3-1 ハードウェア構成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 3-1 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 V<sub>DD</sub> 又は V<sub>SS</sub> に接続して下さい。)
- 注意 2. EV<sub>SS</sub> で始まる名前の端子がある場合には V<sub>SS</sub> に、EV<sub>DD</sub> で始まる名前の端子がある場合には V<sub>DD</sub> にそれぞれ接続してください。
- 注意 3. バッテリバックアップ用電源には 2.7V 以上の電圧を供給してください。

#### 3.2 使用端子一覧

表 3-1 使用端子と機能に使用端子と機能を示します。

表 3-1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P121 / X1 / VBAT	—	バッテリバックアップ用電源
P60 / SCLA0、 P61 / SDAA0	入出力	LCD モジュールとの I2C 通信

注意 本アプリケーションノートは、使用端子のみを端子処理しています。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。



## 4. ソフトウェア説明

### 4.1 カスタムボードサポートパッケージ (BSP) の設定変更

サンプル・プログラムでは、P121/X1/VBAT/EI121 端子を X1 発振モードに設定しています。この設定は mcu\_clocks.c ファイルの下記赤文字部分の命令を追加して変更しています。

```
646 行目 /* Clock operation mode control register(CMC) setting */
647 行目 cmc_tmp |= 0x40U;
648 行目 CMC = cmc_tmp;
```

### 4.2 オプション・バイトの設定一覧

表 4-1 オプション・バイト設定にオプション・バイト設定を示します。

表 4-1 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H / 040C0H	11101111B	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 / 040C1H	10111010B	LVD0 検出電圧: 割り込みモード 立ち上がり時 TYP. 3.96V (3.84 V ~ 4.08 V) 立ち下がり時 TYP. 3.88V (3.76 V ~ 4.00 V)
000C2H / 040C2H	11101000B	HSモード、 高速オンチップ・オシレータ・クロック : 32MHz
000C3H / 040C3H	10000100B	オンチップ・デバッグ許可

### 4.3 定数一覧

本アプリケーションノートで使用している定数を、表 4-2 定数一覧 (1/2)、表 4-3 定数一覧 (2/2)に示します。

表 4-2 定数一覧 (1/2)

定数名	設定値	内容
_0xA0_LCM_SLAVE_ADDR	0xA0	LCDモジュール スレーブアドレス
_0x00_LCM_SLAVE_ADDR_RW_LOW	0x00	データ書き込みフラグ
_0x00_LCM_CONTROL_BYTE	0x00	LCDモジュール コントロールバイト
_0x80_LCM_CONTROL_BYTE_RS_HIGH	0x80	コントロールバイト データ転送
_0x00_LCM_CONTROL_BYTE_RS_LOW	0x00	コントロールバイト コマンド転送
_0x00_LCM_COMMAND_CLEAR_DISPLAY	0x00	コマンド クリアディスプレイ
_0x04_LCM_COMMAND_ENTRY_MODE_SET	0x04	コマンド エントリーモードセット
_0x02_LCM_COMMAND_ENTRY_MODE_SET_ID_HIGH	0x02	エントリーモードセット アドレスインクリメント
_0x00_LCM_COMMAND_ENTRY_MODE_SET_S_LOW	0x00	エントリーモードセット 表示シフトオフ
_0x08_LCM_COMMAND_DISPLAY_ONOFF	0x08	コマンド ディスプレイOn/Off 制御
_0x04_LCM_COMMAND_DISPLAY_ONOFF_D_HIGH	0x04	ディスプレイOn/Off 制御 ディスプレイ表示On
_0x00_LCM_COMMAND_DISPLAY_ONOFF_C_LOW	0x00	ディスプレイOn/Off 制御 カーソル表示Off
_0x00_LCM_COMMAND_DISPLAY_ONOFF_B_LOW	0x00	ディスプレイOn/Off 制御 カーソル点滅Off
_0x20_LCM_COMMAND_FUNCTION_SET	0x20	コマンド ファンクションセット
_0x10_LCM_COMMAND_FUNCTION_SET_DL_HIGH	0x10	ファンクションセット mpu 8bitバスモード
_0x08_LCM_COMMAND_FUNCTION_SET_N_HIGH	0x08	ファンクションセット 2ライン表示
_0x00_LCM_COMMAND_FUNCTION_SET_F_LOW	0x00	ファンクションセット 5x8ドットフォント
_0x80_LCM_COMMAND_SET_DDRAM_ADDR ESS	0x80	コマンド DDRAMアドレス設定

表 4-3 定数一覧 (2/2)

定数名	設定値	内容
LCM_COMMAND_EXEC_WAIT	26600	LCDモジュール コマンド実行待ち時間 5ms (32MHz動作時の値)
LCM_CONFIG_FUNCTION_SET_PARAMS	0x18	ファンクションセット コマンドパラメータ _0x10_LCM_COMMAND_FUNCTION_SET_DL_HIGH   _0x08_LCM_COMMAND_FUNCTION_SET_N_HIGH   _0x00_LCM_COMMAND_FUNCTION_SET_F_LOW
LCM_CONFIG_ENTRY_MODE_SET_PARAMS	0x20	エンタリーモードセット コマンドパラメータ _0x02_LCM_COMMAND_ENTRY_MODE_SET_ID_HIGH   _0x00_LCM_COMMAND_ENTRY_MODE_SET_S_LOW
LCM_CONFIG_DISPLAY_ONOFF_PARAMS	0x40	ディスプレイOn/Off 制御 コマンドパラメータ _0x04_LCM_COMMAND_DISPLAY_ONOFF_D_HIGH   _0x00_LCM_COMMAND_DISPLAY_ONOFF_C_LOW   _0x00_LCM_COMMAND_DISPLAY_ONOFF_B_LOW
LCM_CONFIG_MAX_CHAR_PER_LINE	16	1ラインの最大文字数
LCM_CONFIG_WAIT_COUNT	13	IIIA0ウェイトカウント
LCM_POSITION_TOP	0x00	LCDモジュール表示ライン 上段
LCM_POSITION_BOTTOM	0x40	LCDモジュール表示ライン 下段
_01_VDD_DOWN	1	LVDD0 (立ち下がり) 発生フラグ値 LVDD0 (立ち下がり) 発生あり
_00_VDD_NOT_DOWN	0	LVDD0 (立ち下がり) 発生フラグ値 LVDD0 (立ち下がり) 発生なし

#### 4.4 変数一覧

本アプリケーションノートで使用しているグローバル変数 (複数の関数で利用される変数) を、表 4-4 変数一覧に示します。

表 4-4 変数一覧

型	変数名	内容	使用関数
int	g_vdd_down	LVDD0 (立ち下がり) 発生フラグ	r_set_vdd_down_flag r_is_vdd_down
uint8_t	g_LCM_is_sendend	LCD モジュールとの I2C 通信完了フラグ	r_LCM_init r_LCM_turn_sendend_on r_LCM_wait_sendend

## 4.5 関数一覧

表 4-5 関数一覧に関数一覧を示します。

表 4-5 関数一覧

関数名	概要
r_main_user_init()	メイン・ユーザー初期設定
BCD_to_str()	BCD 値文字列変換処理
r_is_vdd_over()	LVD0Fフラグ判定処理
r_set_vdd_down_flag()	LVD0 (立ち下がり) 発生フラグ設定
r_is_vdd_down()	LVD0 (立ち下がり) 発生判定処理
r_RTC_wait()	RTC 動作開始時 HALT/STOP モード移行ウエイト処理
r_LCM_init()	LCD モジュール初期化処理
r_LCM_clear()	LCD モジュール 表示消去処理
r_LCM_send_string()	LCD モジュール 文字列送信処理
r_LCM_send_command()	LCD モジュール コマンド送信処理
r_LCM_send_data()	LCD モジュール データ送信処理
r_LCM_turn_sendend_on()	LCD モジュール 通信終了フラグ設定
r_LCM_wait_sendend()	LCD モジュール 通信終了待ち処理
r_lvd_interrupt()	LVD0 割り込み処理
r_Config_IICA0_callback_master_sendend()	IICA0 送信完了時 コールバック処理
r_Config_IICA0_callback_master_error()	IICA0 エラー発生時 コールバック処理

## 4.6 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

<b>r_main_user_init()</b>	
概要	メイン・ユーザー初期設定
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、Config_LVD0.h、Config_RTC.h、LCM_driver.h
宣言	static void r_main_user_init(void)
説明	アプリケーションで使用する周辺機能および周辺機器の初期設定を行います。
引数	なし
リターン値	なし
<b>BCD_to_str()</b>	
概要	BCD値文字列変換処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h
宣言	void BCD_to_str(uint8_t BCD, uint8_t *str)
説明	2 桁の BCD 値を 2 桁の数値の文字列に変換します。
引数	uint8_t BCD: 変換元 BCD 値 uint8_t *str: 変換先 2 文字以上の領域が必要
リターン値	なし

r_is_vdd_over()	
概要	LVD0Fフラグ判定処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_userdefine.h
宣言	int r_is_vdd_over(void)
説明	LVD0F の値を参照し、現在の V <sub>DD</sub> の状態を返します。
引数	なし
リターン値	1 : V <sub>DD</sub> は LVD0 検出電圧 (立ち上がり) 以上 0 : V <sub>DD</sub> は LVD0 検出電圧 (立ち下がり) より低い
r_set_vdd_down_flag()	
概要	LVD0 (立ち下がり) 発生フラグ設定
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_userdefine.h
宣言	void r_set_vdd_down_flag(void)
説明	g_vdd_down に _01_VDD_DOWN を設定します。
引数	なし
リターン値	なし
r_is_vdd_down()	
概要	LVD0 (立ち下がり) 発生判定処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_userdefine.h
宣言	int r_is_vdd_down(void)
説明	g_vdd_down を参照し、LVD0 (立ち下がり) 割り込みの発生状態を返します。 g_vdd_down は _00_VDD_NOT_DOWN によってクリアされます。
引数	なし
リターン値	1 : LVD0 (立ち下がり) 割り込みが発生していた 0 : LVD0 (立ち下がり) 割り込みが発生していない
r_RTC_wait()	
概要	RTC動作開始時 HALT/STOPモード移行ウエイト処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、Config_RTC.h
宣言	void r_RTC_wait(void)
説明	RTC 動作開始直後、HALT/STOP モードへ移行するためウエイト処理を実行します。
引数	なし
リターン値	なし
r_LCM_init()	
概要	LCDモジュール初期化処理
ヘッダ	LCM_driver.h、Config_IICA0.h
宣言	void r_LCM_init(void)
説明	LCD モジュールを初期化します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**r\_LCM\_clear()**

---

概要	LCDモジュール 表示消去処理
ヘッダ	LCM_driver.h、Config_IICA0.h
宣言	void r_LCM_clear(void)
説明	LCD モジュールにクリアディスプレイのコマンドを送信して表示を消去します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**r\_LCM\_send\_string()**

---

概要	LCDモジュール 文字列送信処理
ヘッダ	LCM_driver.h、Config_IICA0.h
宣言	void r_LCM_send_string(uint8_t * const str, lcm_position_t pos)
説明	LCD モジュールに str で渡された文字列を表示します。 表示させるラインは pos で指定します。
引数	uint8_t * const str : 表示させる文字列 lcm_position_t pos : LCM_POSITION_TOP で上段に表示 LCM_POSITION_BOTTOM で下段に表示
リターン値	なし

---

**r\_LCM\_send\_command()**

---

概要	LCDモジュール コマンド送信処理
ヘッダ	LCM_driver.h、Config_IICA0.h
宣言	void r_LCM_send_command(uint8_t command)
説明	LCD モジュールに command で渡されたコマンドを送信します。
引数	uint8_t command : LCD モジュールへ送信するコマンド
リターン値	なし

---

**r\_LCM\_send\_data()**

---

概要	LCDモジュール データ送信処理
ヘッダ	LCM_driver.h、Config_IICA0.h
宣言	void r_LCM_send_data(uint8_t data);
説明	LCD モジュールに data で渡されたデータを送信します。
引数	uint8_t data : LCD モジュールへ送信するデータ
リターン値	なし

---

**r\_LCM\_turn\_sendend\_on()**

---

概要	LCDモジュール 通信終了フラグ設定
ヘッダ	LCM_driver.h、Config_IICA0.h
宣言	void r_LCM_turn_sendend_on(void)
説明	g_LCM_is_sendend に LCD モジュールとの IIC 通信終了フラグを設定します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**r\_LCM\_wait\_sendend()**

---

概要	LCDモジュール 通信終了待ち処理
ヘッダ	LCM_driver.h、Config_IICA0.h
宣言	static void r_LCM_wait_sendend(void)
説明	LCD モジュールとの IIC 通信が終了するまで待ち、コマンド実行ウエイト時間 (5ms) の期間、ウエイト処理を実行します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**r\_lvd\_interrupt()**

---

概要	LVD0 割り込み処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、Config_LVD0.h、Config_RTC.h
宣言	static void r_lvd_interrupt(void)
説明	VDD の状態を判定し、INTRTC 割り込みマスクの設定/解除を行います。 VDD が LVD0 (立ち下がり) より低い場合は、電圧検出割り込みの発生フラグを設定します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**r\_Config\_IICA0\_callback\_master\_sendend()**

---

概要	IICA0 送信完了時 コールバック処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、Config_IICA0.h、LCM_driver.h
宣言	static void r_Config_IICA0_callback_master_sendend(void)
説明	IICA0 の送信完了時に呼ばれるコールバック関数です。 ストップ・コンディションを生成後、LCD モジュール 通信終了フラグ設定関数を呼びます。
引数	なし
リターン値	なし

---

**r\_Config\_IICA0\_callback\_master\_error()**

---

概要	IICA0 エラー発生時 コールバック処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、Config_IICA0.h、LCM_driver.h
宣言	static void r_Config_IICA0_callback_master_error(MD_STATUS flag)
説明	IICA0 エラー発生時に呼ばれるコールバック関数です。 LCD モジュール 通信終了フラグ設定関数を呼びます。
引数	MD_STATUS flag : エラータイプ
リターン値	なし

4.7 フローチャート

4.7.1 メイン処理

図 4-1 メイン処理 (1/2)および図 4-2 メイン処理 (2/2)にメイン処理のフローチャートを示します。

図 4-1 メイン処理 (1/2)

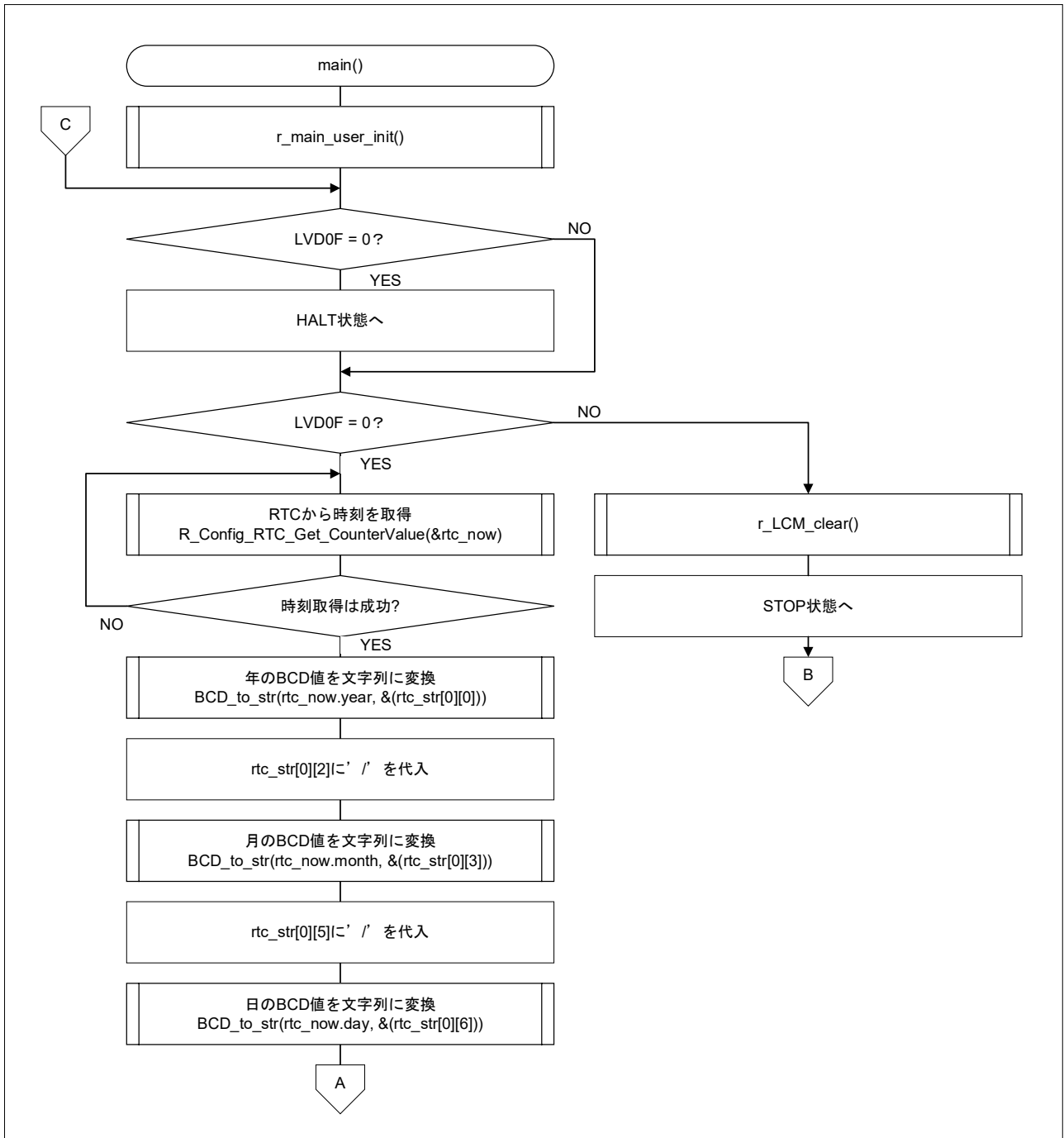
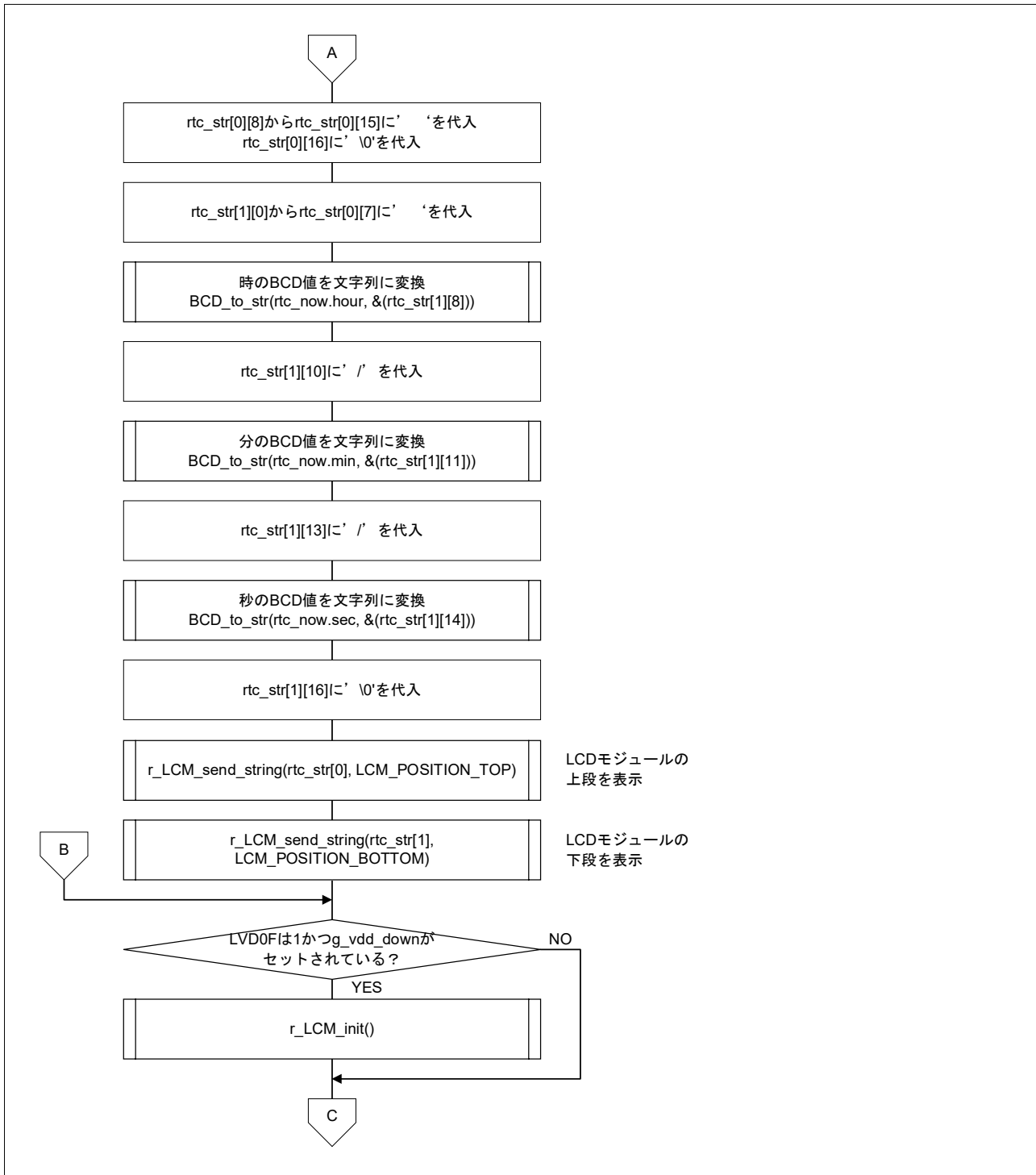




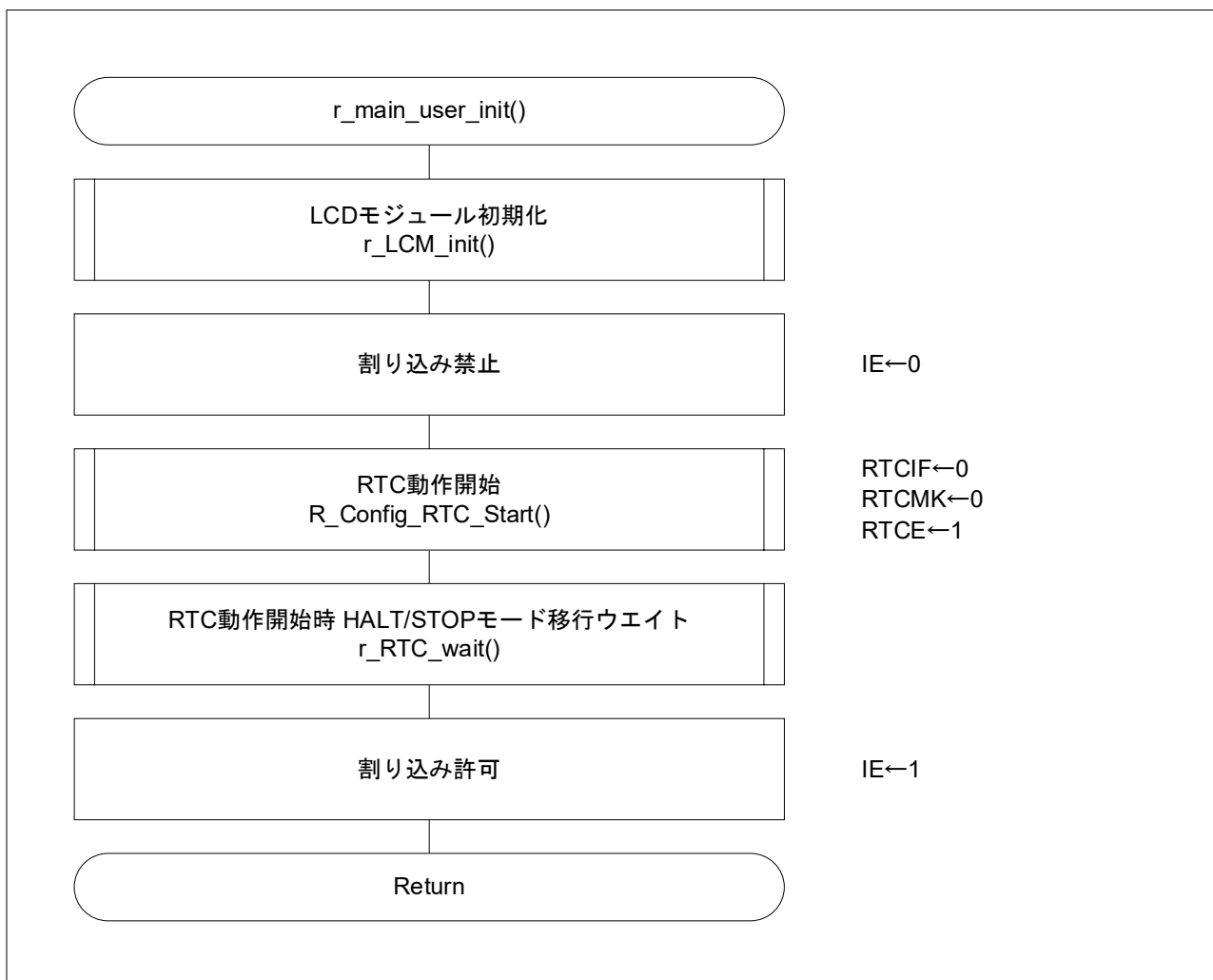
図 4-2 メイン処理 (2/2)



## 4.7.2 メイン・ユーザー初期設定

図 4-3 メイン・ユーザー初期設定にメイン・ユーザー初期設定のフローチャートを示します。

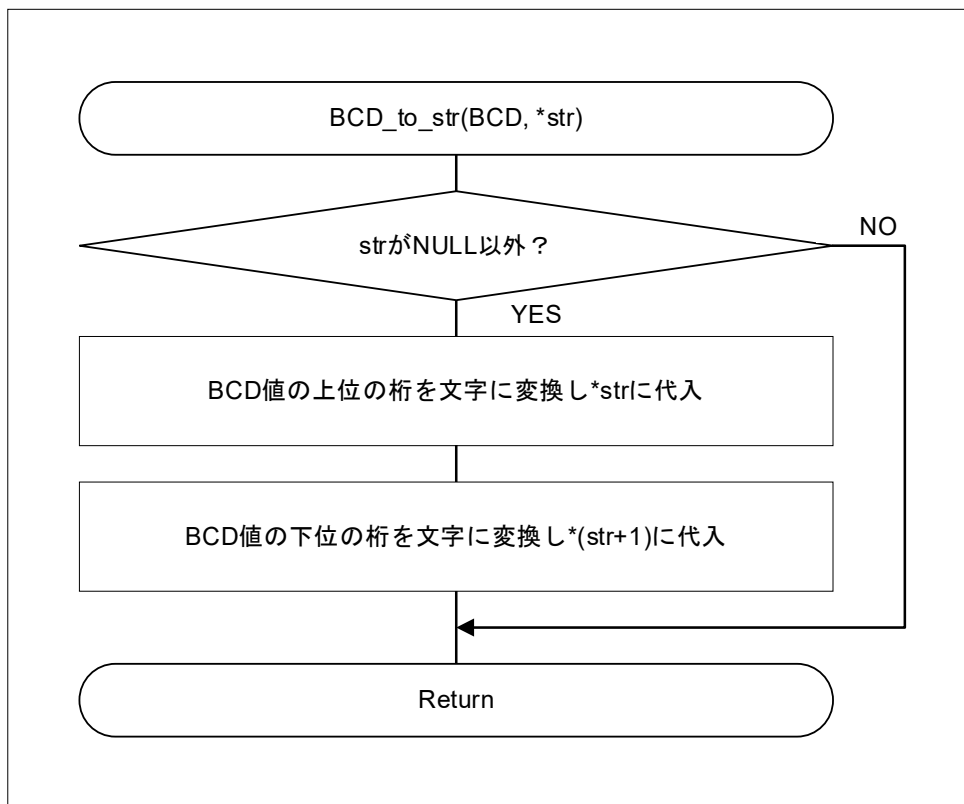
図 4-3 メイン・ユーザー初期設定



## 4.7.3 BCD 値文字列変換処理

図 4-4 BCD 値文字列変換に BCD 値文字列変換処理のフローチャートを示します。

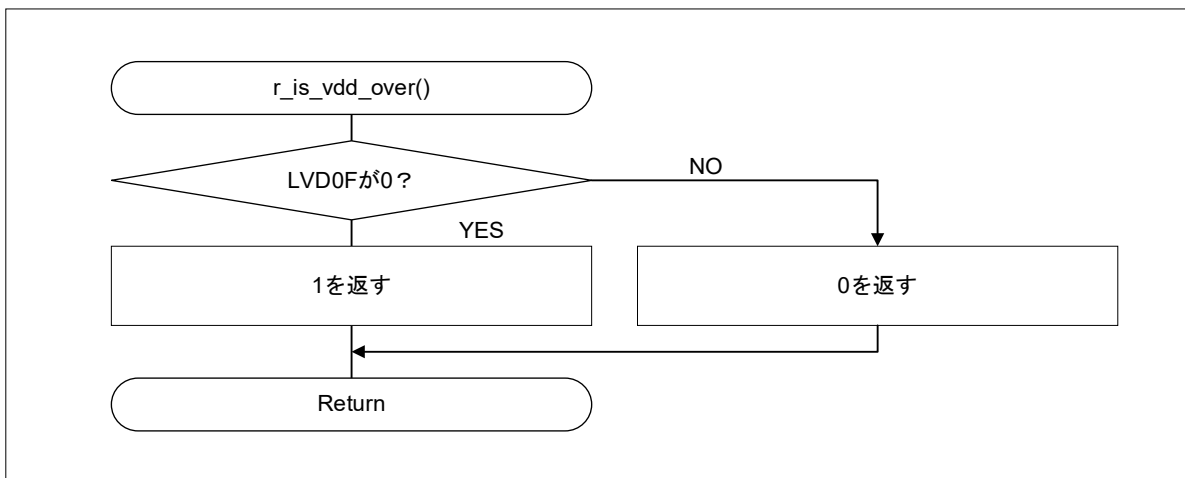
図 4-4 BCD 値文字列変換処理



## 4.7.4 LVD0F フラグ判定処理

図 4-5 LVD0F フラグ判定に LVD0F フラグ判定処理のフローチャートを示します。

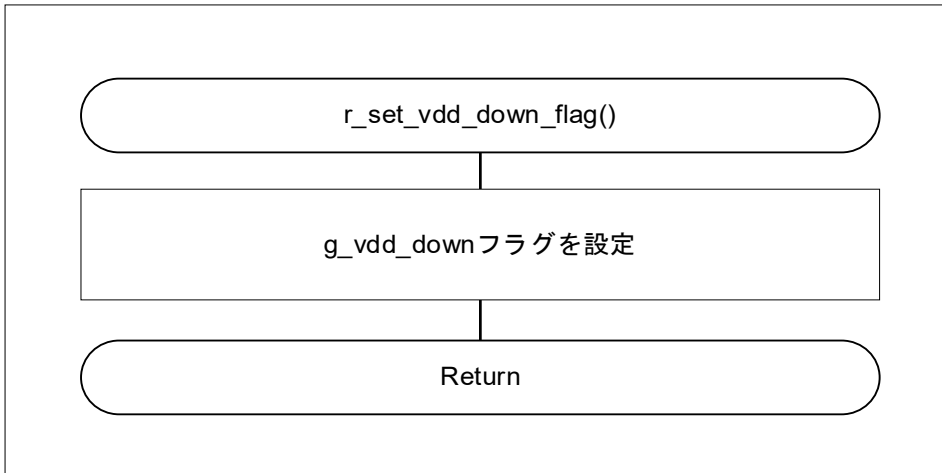
図 4-5 LVD0F フラグ判定処理



## 4.7.5 LVD0 (立ち下がり) 発生フラグ設定

図 4-6 LVD0 (立ち下がり) 発生フラグ設定に LVD0 (立ち下がり) 発生フラグ設定のフローチャートを示します。

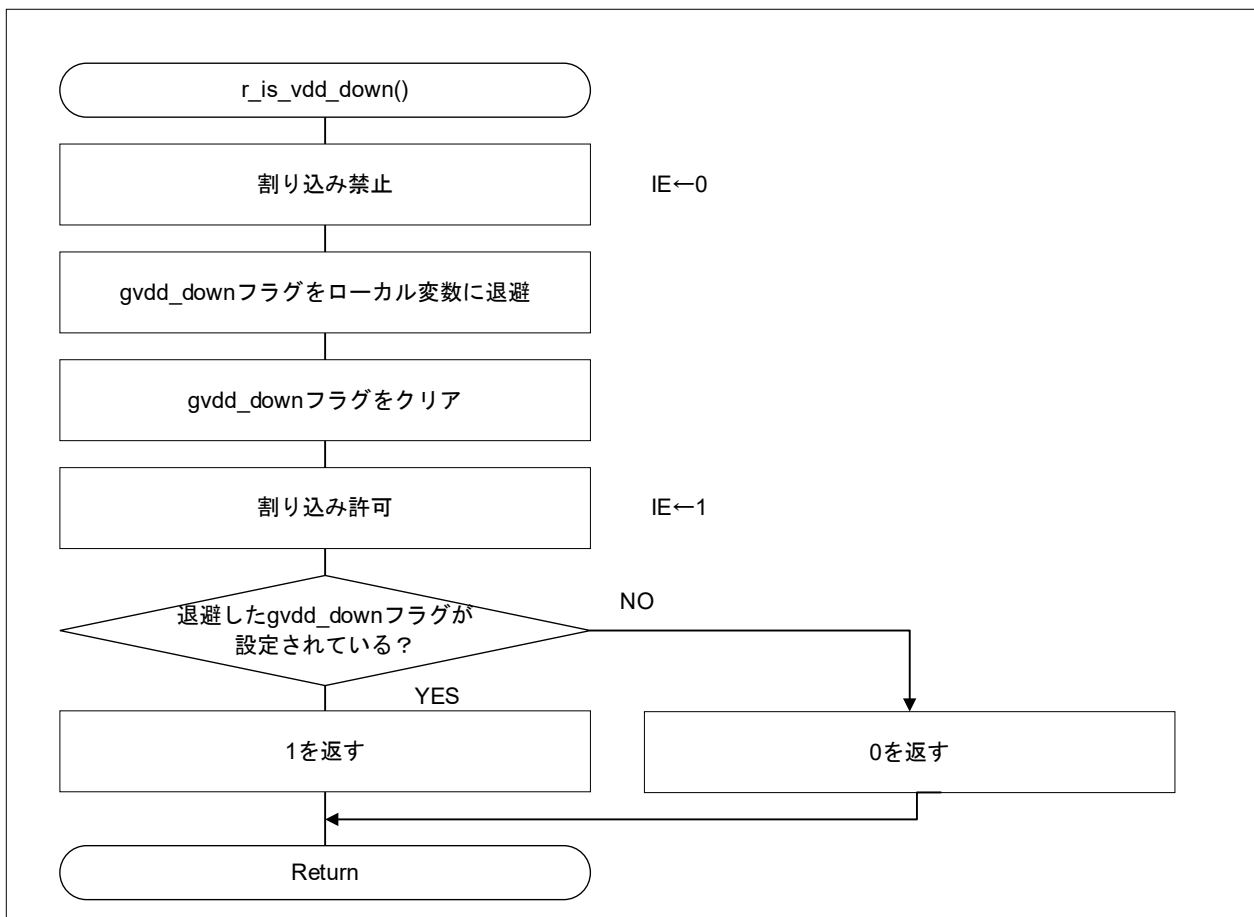
図 4-6 LVD0 (立ち下がり) 発生フラグ設定



## 4.7.6 LVD0 (立ち下がり) 発生判定処理

図 4-7 LVD0 (立ち下がり) 発生判定に LVD0 (立ち下がり) 発生判定処理のフローチャートを示します。

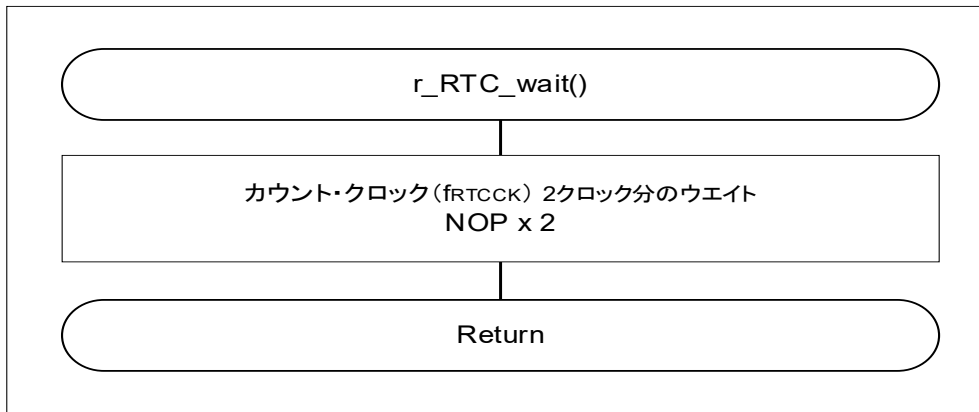
図 4-7 LVD0 (立ち下がり) 発生判定処理



## 4.7.7 RTC 動作開始時 HALT/STOP モード移行ウエイト処理

図 4-8 RTC 動作開始時 HALT/STOP モード移行ウエイトに RTC 動作開始時 HALT/STOP モード移行ウエイト処理のフローチャートを示します。

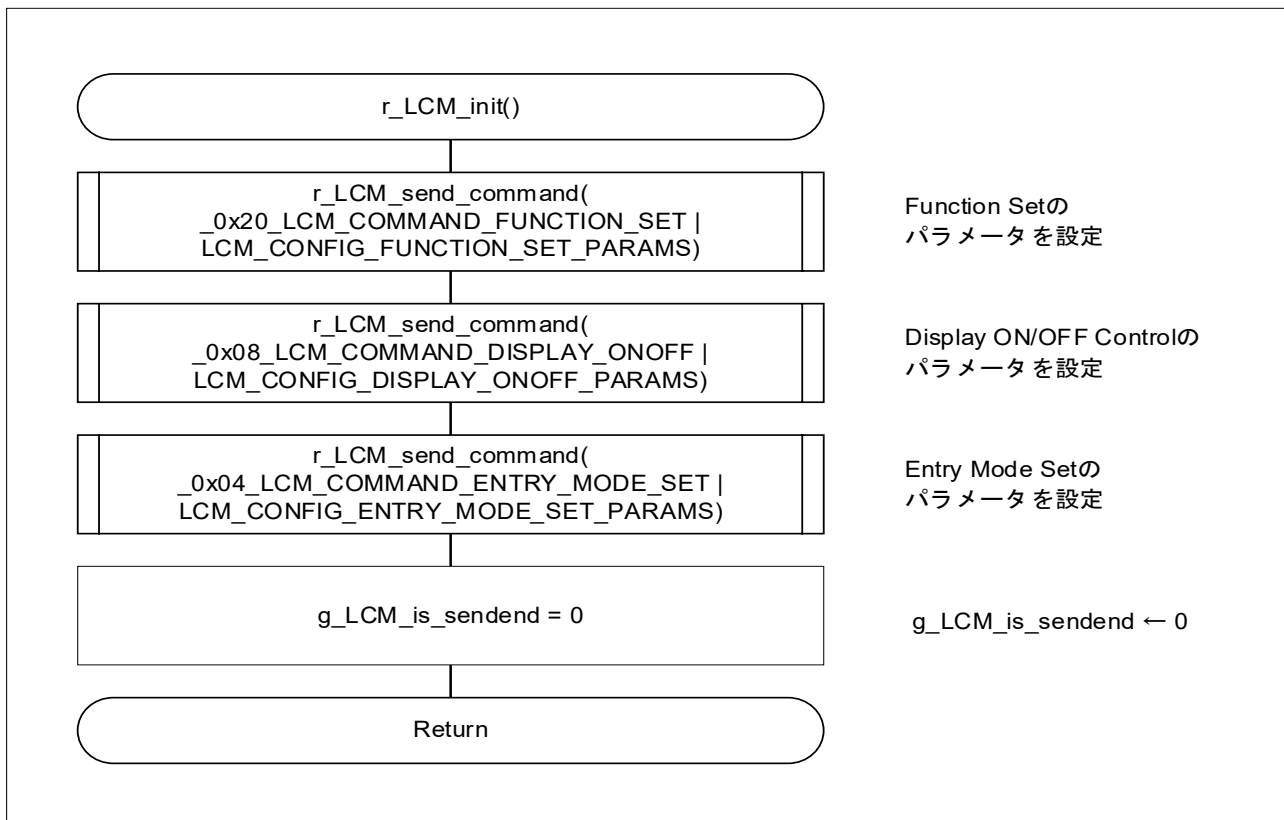
図 4-8 RTC 動作開始時 HALT/STOP モード移行ウエイト処理



## 4.7.8 LCD モジュール初期化処理

図 4-9 LCD モジュール初期化に LCD モジュール初期化処理のフローチャートを示します。

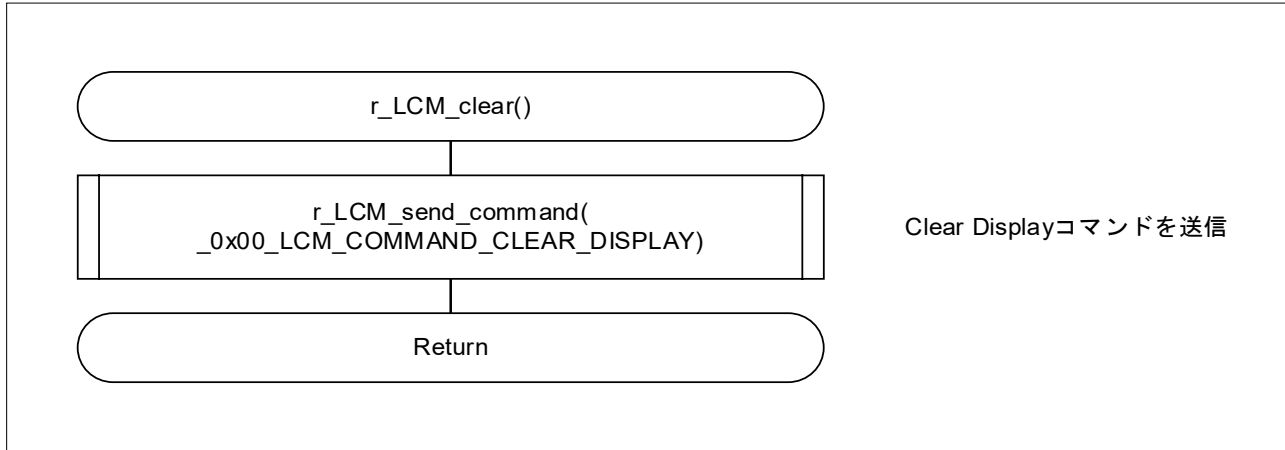
図 4-9 LCD モジュール初期化処理



## 4.7.9 LCD モジュール 表示消去処理

図 4-10 LCD モジュール に LCD モジュール 表示消去処理のフローチャートを示します。

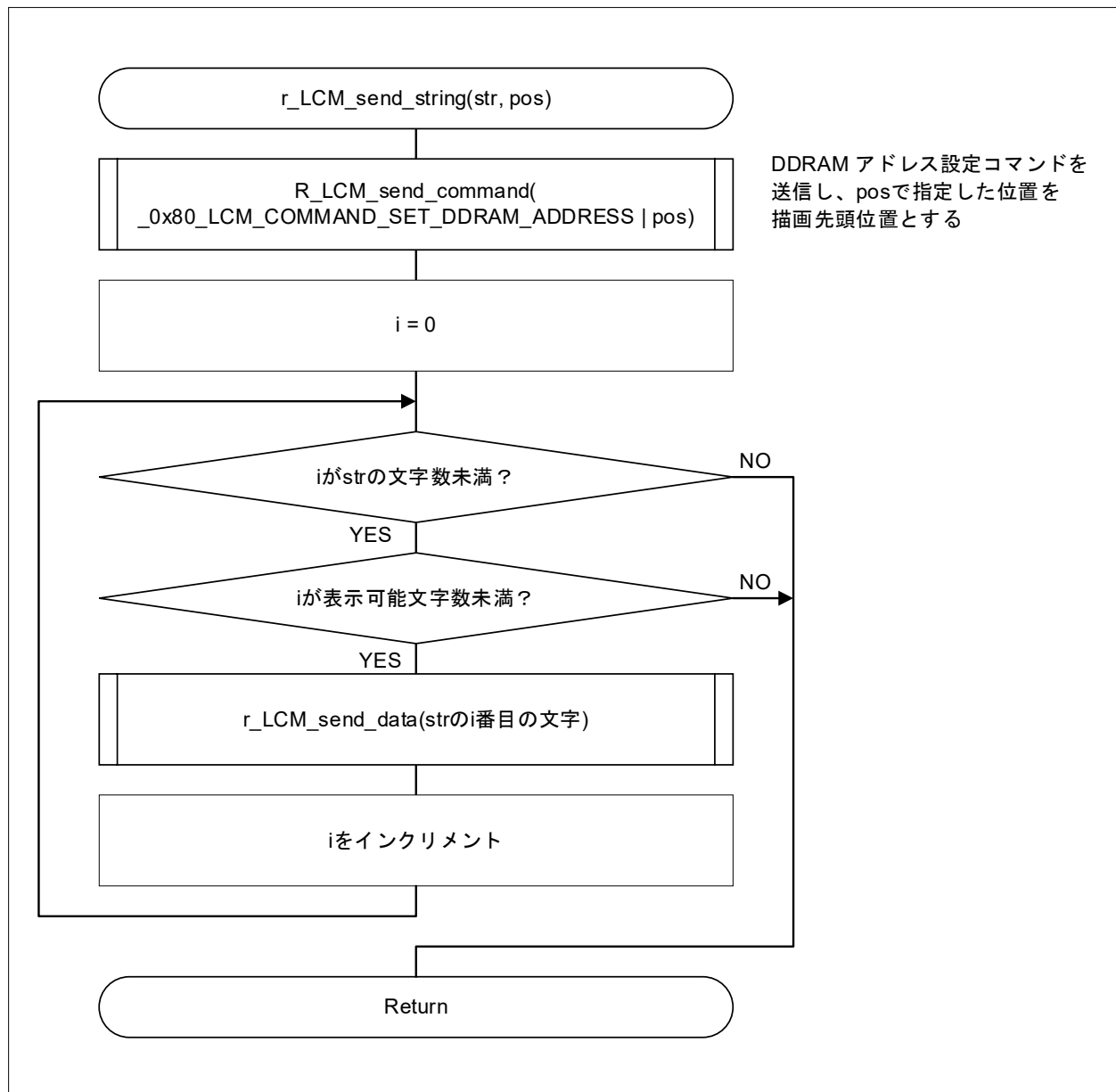
図 4-10 LCD モジュール 表示消去処理



## 4.7.10 LCD モジュール 文字列送信処理

図 4-11 LCD モジュール 文字列送信に LCD モジュール 文字列送信処理のフローチャートを示します。

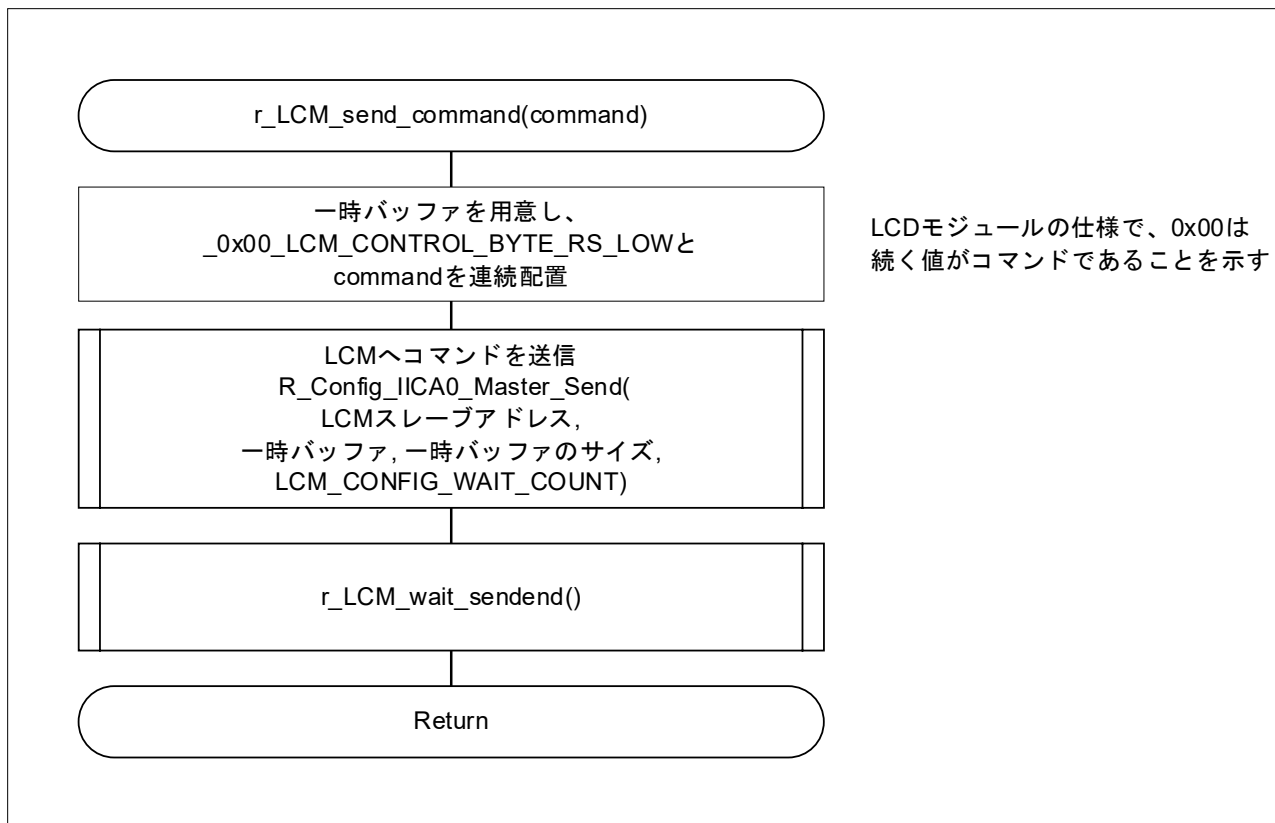
図 4-11 LCD モジュール 文字列送信処理



## 4.7.11 LCD モジュール コマンド送信処理

図 4-12 LCD モジュール コマンド送信に LCD モジュール コマンド送信処理のフローチャートを示します。

図 4-12 LCD モジュール コマンド送信処理

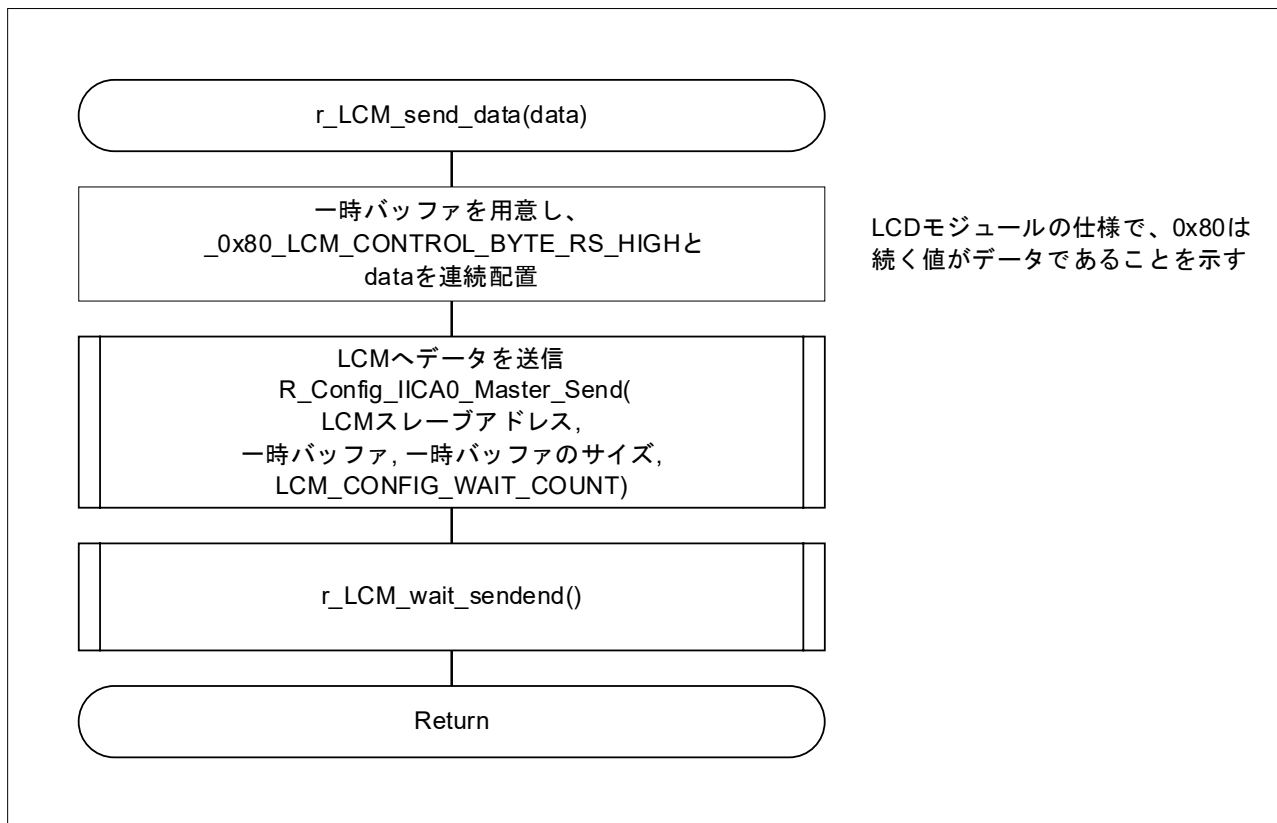




## 4.7.12 LCD モジュール データ送信処理

図 4-13 LCD モジュール データ送信に LCD モジュール データ送信処理のフローチャートを示します。

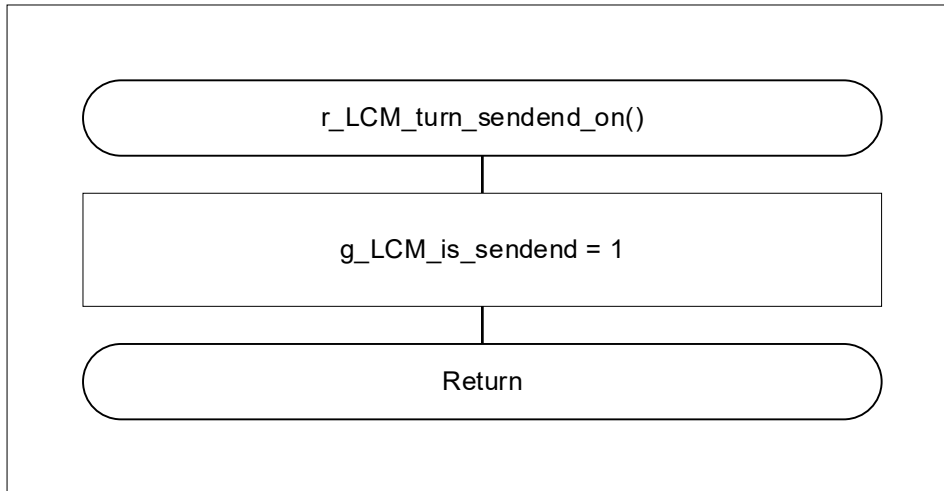
図 4-13 LCD モジュール データ送信処理



## 4.7.13 LCD モジュール 通信終了フラグ設定

図 4-14 LCD モジュール 通信終了フラグ設定に LCD モジュール 通信終了フラグ設定のフローチャートを示します。

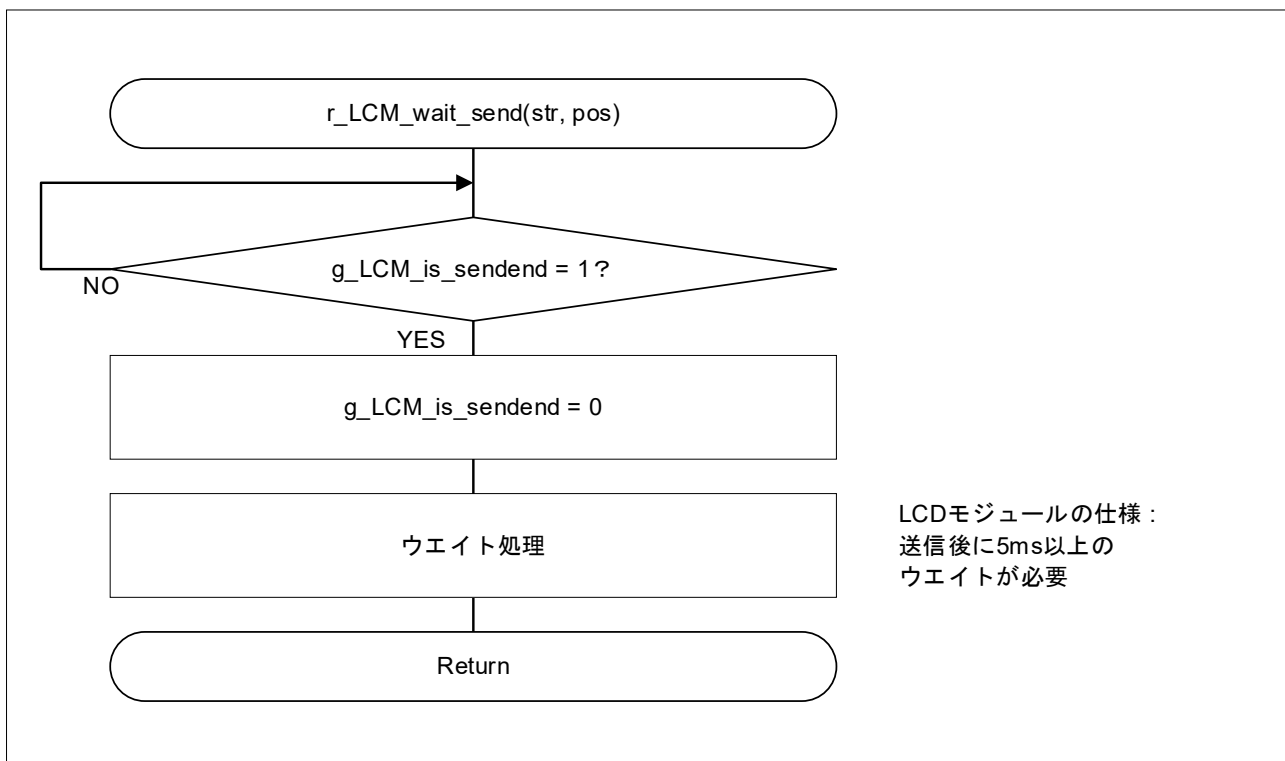
図 4-14 LCD モジュール 通信終了フラグ設定



## 4.7.14 LCD モジュール 通信終了待ち処理

図 4-15 LCD モジュール 通信終了待ちに LCD モジュール 通信終了待ち処理のフローチャートを示します。

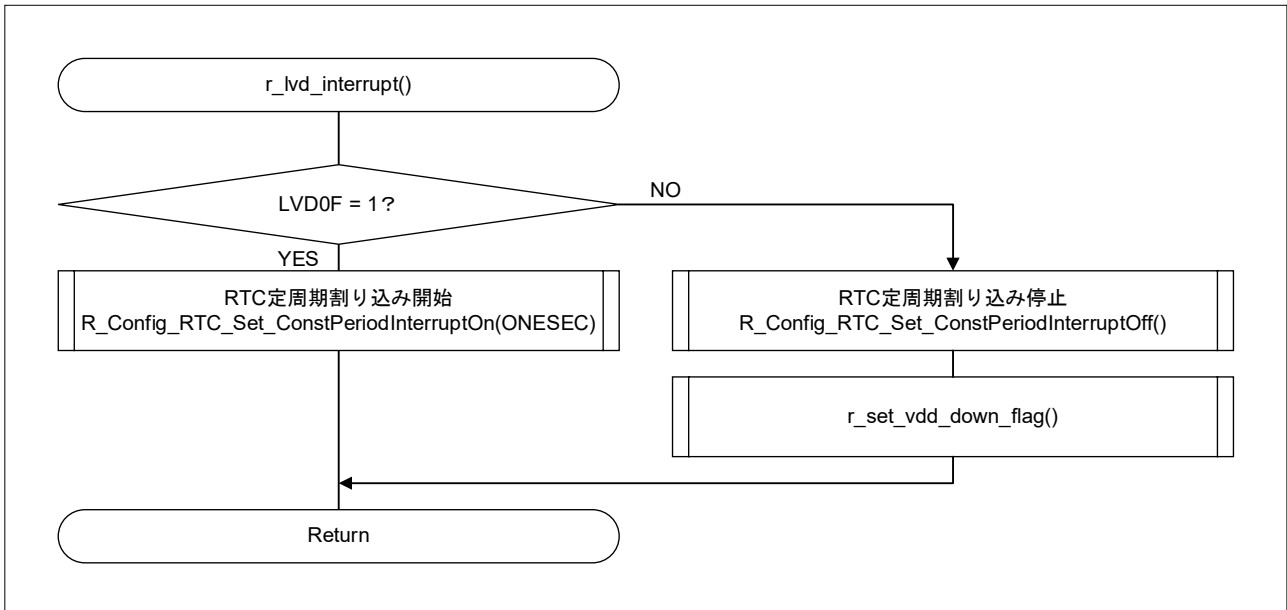
図 4-15 LCD モジュール 通信終了待ち処理



4.7.15 LVD0 割り込み処理

図 4-16 LVD0 割り込み処理に LVD0 割り込み処理のフローチャートを示します。

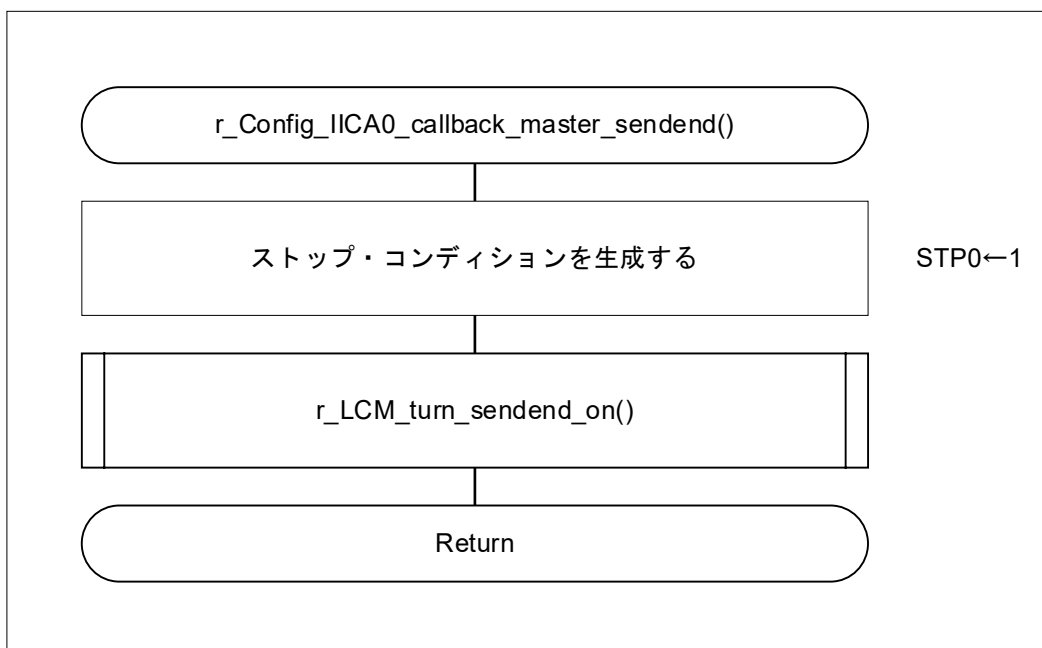
図 4-16 LVD0 割り込み処理



4.7.16 IICA0 送信完了時 コールバック処理

図 4-17 IICA0 送信完了時 コールバックに IICA0 送信完了時 コールバック処理のフローチャートを示します。

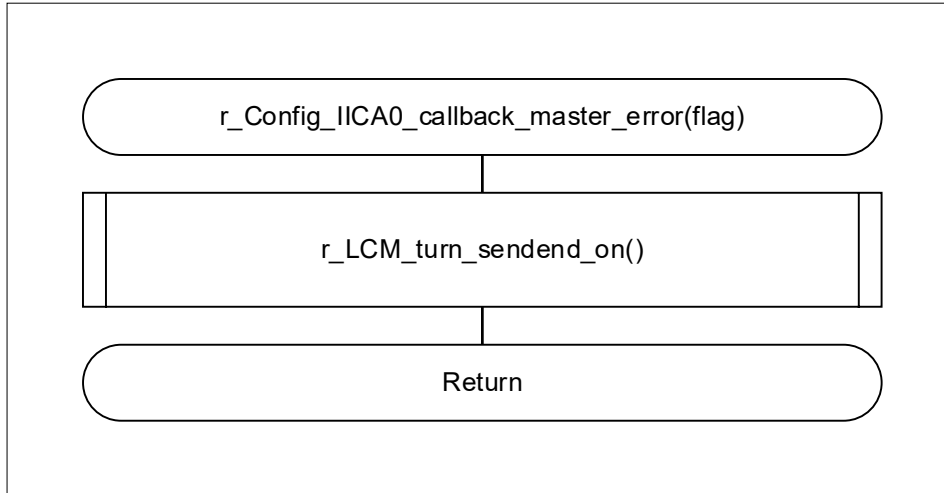
図 4-17 IICA0 送信完了時 コールバック処理



## 4.7.17 IICA0 エラー発生時 コールバック処理

図 4-18 IICA0 エラー発生時 コールバックに IICA0 エラー発生時 コールバック処理のフローチャートを示します。

図 4-18 IICA0 エラー発生時 コールバック処理



## 5. 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。

## 6. 参考ドキュメント

RL78/G23 ユーザーズマニュアルハードウェア編 (R01UH0896)

RL78 ファミリユーザーズマニュアルソフトウェア編 (R01US0015)

(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

(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。)

LCD モジュールデータシート

(ACM1602NI-FLW-FBW-M01 (ZETTLER DISPLAYS) CHARACTER MODULE VER1.4)

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	2021.04.13	—	初版発行
1.01	2021.07.12	6	動作確認条件を更新
2.00	2022.06.17	1, 3, 5, 11-13, 15, 19, 20, 27	LVD1 を LVD0 に変更
		4, 9	説明を追加
		7	動作確認条件を更新

## 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ーやマガジンケース、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しないでください。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えば、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、ノイズ輻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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。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まれます。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. 当社製品または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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、変更、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、変更、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。
6. 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）、交通管制（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。

7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア/ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限られません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア/ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
8. 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。
9. 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。
10. 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て、当社は、一切その責任を負いません。
11. 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。
12. 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いたします。
13. 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。
14. 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.5.0-1 2020.10)

## 本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレストシア）

[www.renesas.com](http://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/](http://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。