

## RL78/G23

### ELCL、SPI による I<sup>2</sup>S 通信

---

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、ロジック&イベント・リンク・コントローラ（ELCL）とシリアル・アレイ・ユニット（SAU）を利用して I<sup>2</sup>S 通信を実現する方法を説明します。

#### 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合わせて変更し、十分評価してください。

## 目次

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. 仕様 .....                                 | 5  |
| 2. 動作確認条件 .....                             | 8  |
| 3. ハードウェア説明 .....                           | 9  |
| 3.1 ハードウェア構成例 .....                         | 9  |
| 3.2 使用端子一覧 .....                            | 10 |
| 4. ELCL を使った I <sup>2</sup> S 通信（マスタ） ..... | 11 |
| 4.1 ソフトウェア説明 .....                          | 11 |
| 4.1.1 動作概要 .....                            | 11 |
| 4.1.2 フォルダ構成 .....                          | 12 |
| 4.1.3 オプション・バイトの設定一覧 .....                  | 13 |
| 4.1.4 定数一覧 .....                            | 14 |
| 4.1.5 変数一覧 .....                            | 15 |
| 4.1.6 関数一覧 .....                            | 16 |
| 4.1.7 関数仕様 .....                            | 17 |
| 4.1.8 フローチャート .....                         | 22 |
| 4.1.8.1 メイン処理 .....                         | 22 |
| 4.1.8.2 CSI01 初期設定処理 .....                  | 23 |
| 4.1.8.3 CSI01 動作開始処理 .....                  | 24 |
| 4.1.8.4 CSI01 停止処理 .....                    | 24 |
| 4.1.8.5 CSI01 送信開始処理 .....                  | 25 |
| 4.1.8.6 CSI01 送信終了のコールバック処理 .....           | 26 |
| 4.1.8.7 CSI01 割り込み処理 .....                  | 27 |
| 4.1.8.8 IICA0 初期設定処理 .....                  | 28 |
| 4.1.8.9 IICA0 停止処理 .....                    | 29 |
| 4.1.8.10 IICA0 ストップ・コンディション処理 .....         | 29 |
| 4.1.8.11 IICA0 マスタ送信開始処理 .....              | 30 |
| 4.1.8.12 IICA0 送信完了コールバック処理 .....           | 31 |
| 4.1.8.13 IICA0 割り込みハンドラ .....               | 32 |
| 4.1.8.14 IICA0 割り込み処理 .....                 | 34 |
| 4.1.8.15 CODEC モジュールのセットアップ処理 .....         | 34 |
| 4.1.8.16 CODEC モジュールの開始処理 .....             | 35 |
| 4.1.8.17 CODEC モジュールの停止処理 .....             | 35 |
| 4.1.8.18 TAU0 カウンタ開始処理 .....                | 36 |
| 4.1.8.19 TAU0 の初期化ユーザーコード追加 .....           | 36 |
| 4.1.8.20 IICA0 ウェイト処理 .....                 | 37 |
| 4.1.8.21 TAU0 チャンネル 7 割り込み処理 .....          | 37 |
| 4.2 応用例 .....                               | 38 |
| 4.2.1 ELCL のコンポーネントの設定 .....                | 38 |
| 4.2.2 r01an6420_elcl_i2s_master.scfg .....  | 39 |
| 4.2.2.1 クロック .....                          | 41 |
| 4.2.2.2 システム .....                          | 42 |
| 4.2.2.3 r_bsp .....                         | 42 |
| 4.2.2.4 Config_LVD0 .....                   | 42 |

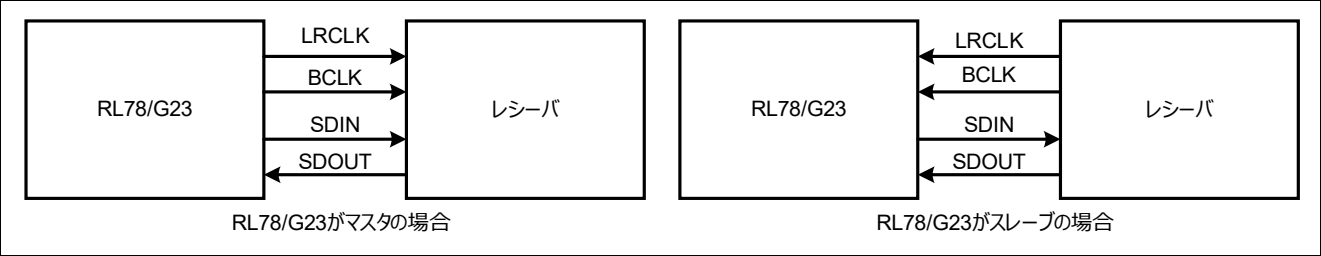
|          |                                            |    |
|----------|--------------------------------------------|----|
| 4.2.2.5  | Config_TAU00 .....                         | 43 |
| 4.2.2.6  | Config_TAU01 .....                         | 44 |
| 4.2.2.7  | Config_TAU07 .....                         | 45 |
| 4.2.2.8  | Config_ELCL .....                          | 45 |
| 4.2.2.9  | Config_PORT .....                          | 45 |
| 4.2.3    | サウンド・データの変更方法 .....                        | 46 |
| 4.2.3.1  | サンプルコード内のサウンド・データを変更する場合 .....             | 46 |
| 4.2.3.2  | サンプルコードに新規のサウンド・データを追加する場合 .....           | 46 |
| 4.2.4    | 他の CODEC モジュールを使用する場合 .....                | 47 |
| 5.       | ELCL を使った I <sup>2</sup> S 通信 (スレーブ) ..... | 48 |
| 5.1      | ソフトウェア説明 .....                             | 48 |
| 5.1.1    | 動作概要 .....                                 | 48 |
| 5.1.2    | フォルダ構成 .....                               | 49 |
| 5.1.3    | オプション・バイトの設定一覧 .....                       | 50 |
| 5.1.4    | 定数一覧 .....                                 | 51 |
| 5.1.5    | 変数一覧 .....                                 | 52 |
| 5.1.6    | 関数一覧 .....                                 | 53 |
| 5.1.7    | 関数仕様 .....                                 | 54 |
| 5.1.8    | フローチャート .....                              | 59 |
| 5.1.8.1  | メイン処理 .....                                | 59 |
| 5.1.8.2  | CSI01 初期設定処理 .....                         | 60 |
| 5.1.8.3  | CSI01 動作開始処理 .....                         | 61 |
| 5.1.8.4  | CSI01 停止処理 .....                           | 61 |
| 5.1.8.5  | CSI01 送信開始処理 .....                         | 62 |
| 5.1.8.6  | CSI01 送信終了のコールバック処理 .....                  | 63 |
| 5.1.8.7  | CSI01 割り込み処理 .....                         | 64 |
| 5.1.8.8  | IICA0 初期設定処理 .....                         | 65 |
| 5.1.8.9  | IICA0 停止処理 .....                           | 66 |
| 5.1.8.10 | IICA0 ストップ・コンディション処理 .....                 | 66 |
| 5.1.8.11 | IICA0 マスタ送信開始処理 .....                      | 67 |
| 5.1.8.12 | IICA0 送信完了コールバック処理 .....                   | 68 |
| 5.1.8.13 | IICA0 割り込みハンドラ .....                       | 69 |
| 5.1.8.14 | IICA0 割り込み処理 .....                         | 71 |
| 5.1.8.15 | CODEC モジュールのセットアップ処理 .....                 | 71 |
| 5.1.8.16 | CODEC モジュールの開始処理 .....                     | 72 |
| 5.1.8.17 | CODEC モジュールの停止処理 .....                     | 72 |
| 5.1.8.18 | IICA0 ウェイト処理 .....                         | 73 |
| 5.1.8.19 | TAU0 チャンネル 7 割り込み処理 .....                  | 73 |
| 5.2      | 応用例 .....                                  | 74 |
| 5.2.1    | r01an6420_elcl_i2s_slave.scfg .....        | 74 |
| 5.2.1.1  | クロック .....                                 | 75 |
| 5.2.1.2  | システム .....                                 | 76 |
| 5.2.1.3  | r_bsp .....                                | 76 |
| 5.2.1.4  | Config_LVD0 .....                          | 76 |
| 5.2.1.5  | Config_TAU07 .....                         | 76 |
| 5.2.1.6  | Config_ELCL .....                          | 77 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 5.2.1.7 Config_PORT .....                | 77 |
| 5.2.2 サウンド・データの変更方法.....                 | 78 |
| 5.2.2.1 サンプルコードに新規のサウンド・データを追加する場合 ..... | 78 |
| 5.2.3 他の CODEC モジュールを使用する場合 .....        | 78 |
| 6. サンプルコード .....                         | 79 |
| 7. 参考ドキュメント .....                        | 79 |

1. 仕様

本アプリケーションノートでサポートする I2S 通信の構成を図 1-1、仕様を表 1-1 に示します。

図 1-1 RL78/G23 とレシーバの構成



補足 LRCLK : LR クロック (ワード・セレクト)  
L チャンネル、R チャンネルの区別をする信号で Low が L チャンネル、High が R チャンネル  
サンプリング周波数と一致  
BCLK : I2S ビットクロック  
SDIN : サウンド・データをレシーバが受信  
SDOUT : サウンド・データをレシーバが送信

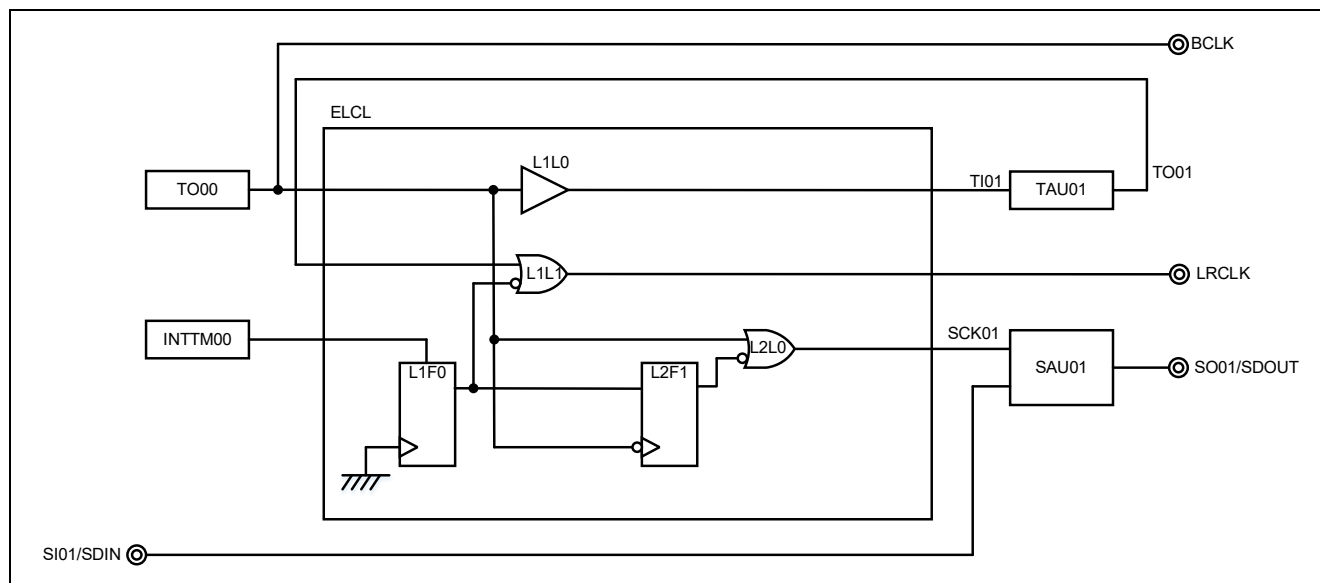
表 1-1 I2S 通信フォーマット

| 項目          | 内容                                         |
|-------------|--------------------------------------------|
| 音声データフォーマット | PCM                                        |
| 機能          | マスタ、スレーブどちらでも動作可能                          |
|             | BCLK 周波数 : 32fs、48fs、64fs (fs : サンプリング周波数) |
|             | サンプリング周波数 : 8~96kHz 注 1                    |
|             | データサイズ : 16、24、32 ビット                      |

注 1. 表のデータサイズとサンプリング周波数の組み合わせで動作可能です。  
ただし、サンプリング周波数 96kHz の時、データサイズ 24 または 32 ビットは、電気的特性を満足できないので、サポートできません。

図 1-2 に ELCL を使った I2S 通信 (マスタ) の構成を示します。

BCLK と LRCLK はタイマ・アレイ・ユニット 0 (TAU0) を使用して生成します。TAU00 のインターバル・タイマ・モードで作成した BCLK は ELCL でタイミングを調整し、SAU01 の SCK01 に接続されます。また、TAU01 のイベント・カウンタ・モードで TAU00 を外部イベントとして使用し、LRCLK として端子から出力されます。

図 1-2 ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（マスタ）の構成図 1-3 に ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（マスタ）のタイミングチャート（データサイズ 16bit）を示します。

- (1) TAU00 はインターバル・タイマ・モード、TAU01 はイベント・カウンタ・モード、SAU01 は連続送信モード（スレーブ）に設定します
- (2) TAU00、TAU01 が動作を開始します
- (3) INTTM00 を ELCL の L1F0 でラッチし、LRCLK を Low にします
- (4) (3)でラッチした信号で BCLK の 1 クロック分遅らせ、SCK01 を生成します
- (5) SCK01 に同期して、SO01 が動作を開始します

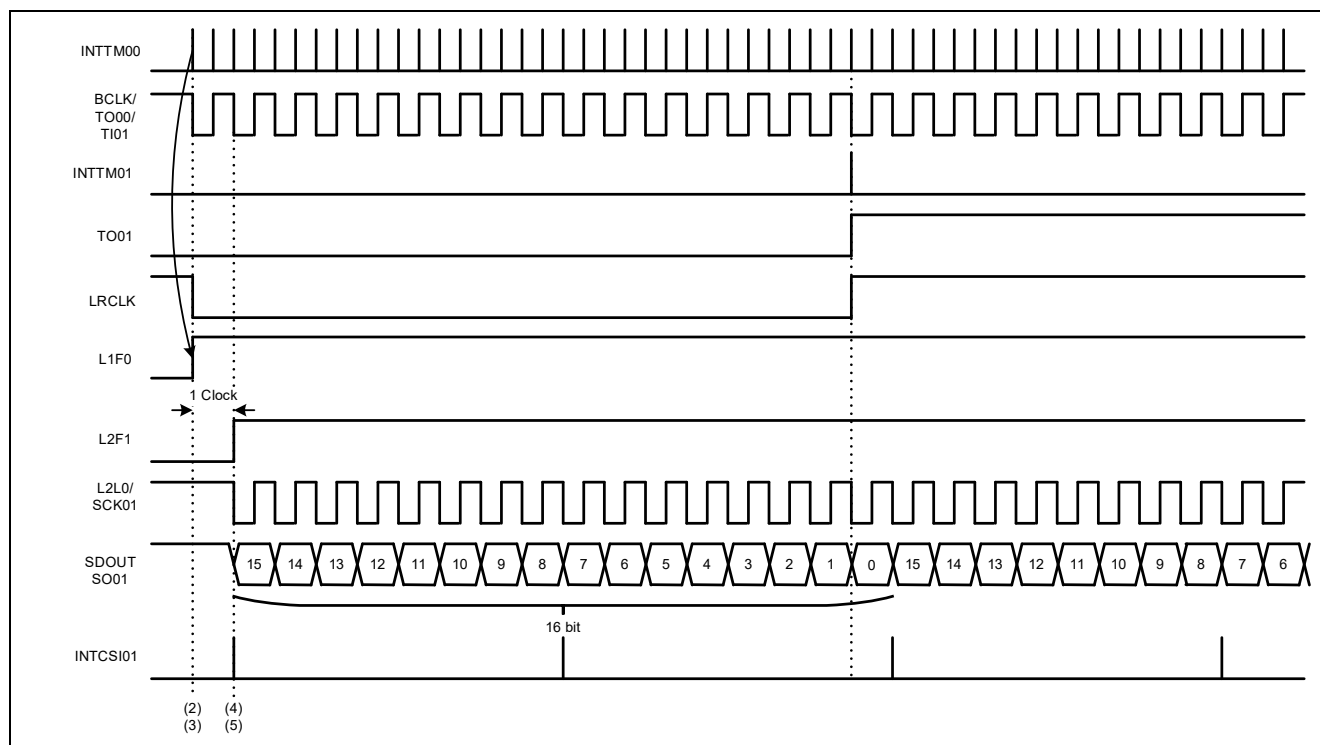
図 1-3 ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（マスタ）のタイミングチャート

図 1-4 に ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（スレーブ）の構成を示します。

BCLK は ELCL でタイミングを調整し SAU01 の SCK01 に接続されます。LRCLK は ELCL で SCK01 のタイミングを生成する信号として使用します。

図 1-4 ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（スレーブ）の構成

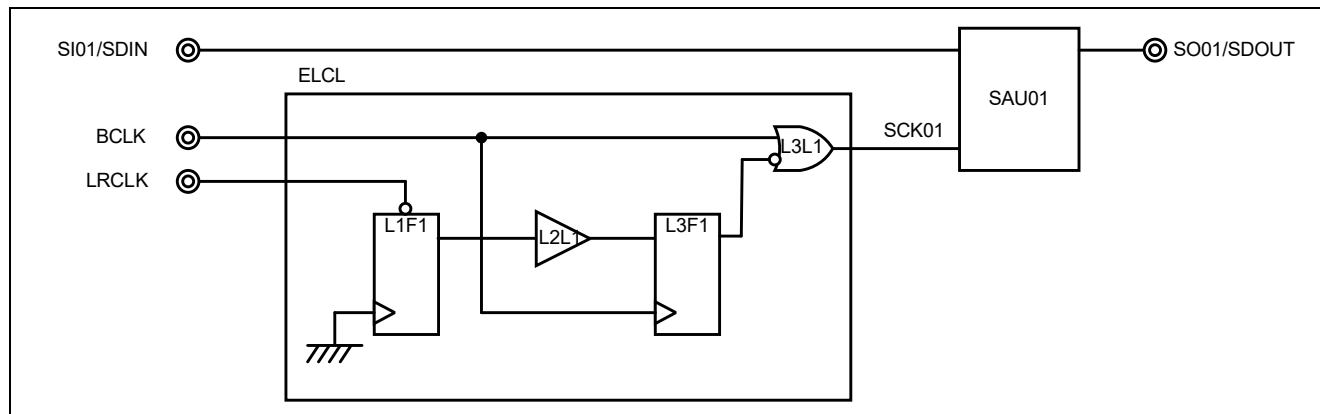
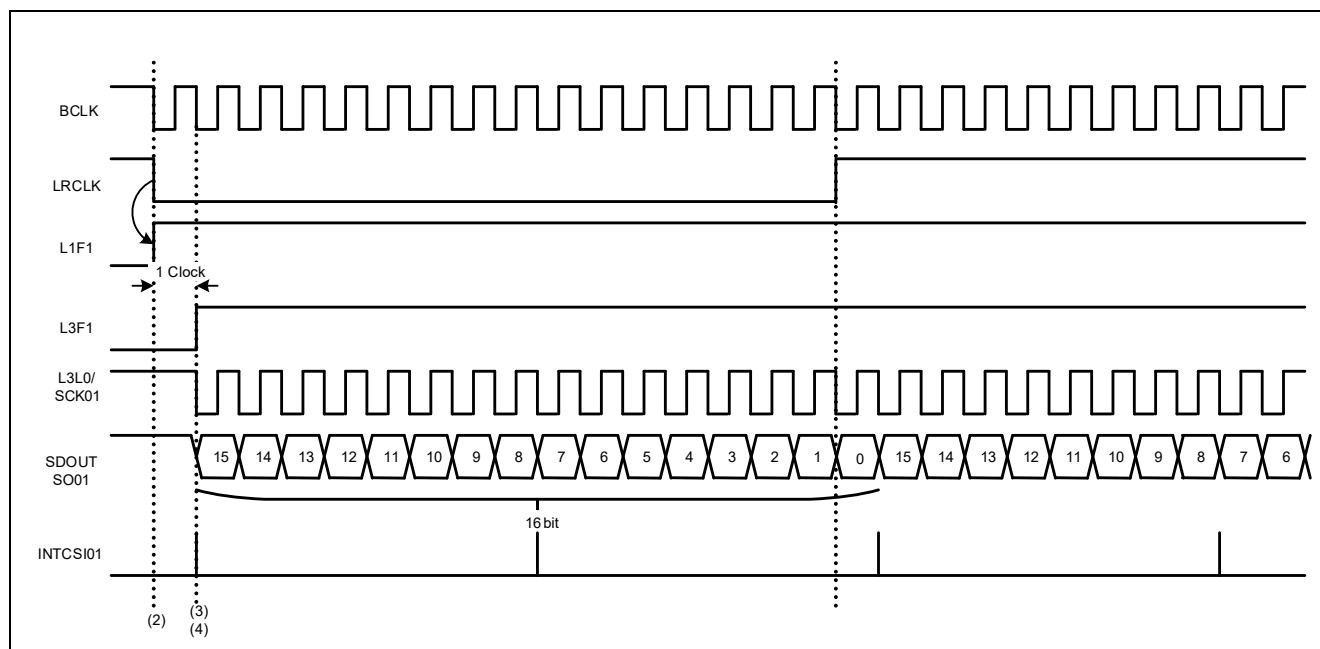


図 1-5 に ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（スレーブ）のタイミングチャート（データサイズ 16bit）を示します。

- (1) SAU01 は連続送信モード（スレーブ）に設定します
- (2) LRCLK が High→Low の変化を ELCL の L1F1 でラッチします
- (3) (2)でラッチした信号で BCLK を 1 クロック分遅らせ、SCK01 を生成します
- (4) SCK01 に同期して、SO01 が動作を開始します

図 1-5 ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（スレーブ）のタイミングチャート



補足 BCLK と LRCLK の初期値は CODEC モジュールによって異なります。

## 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

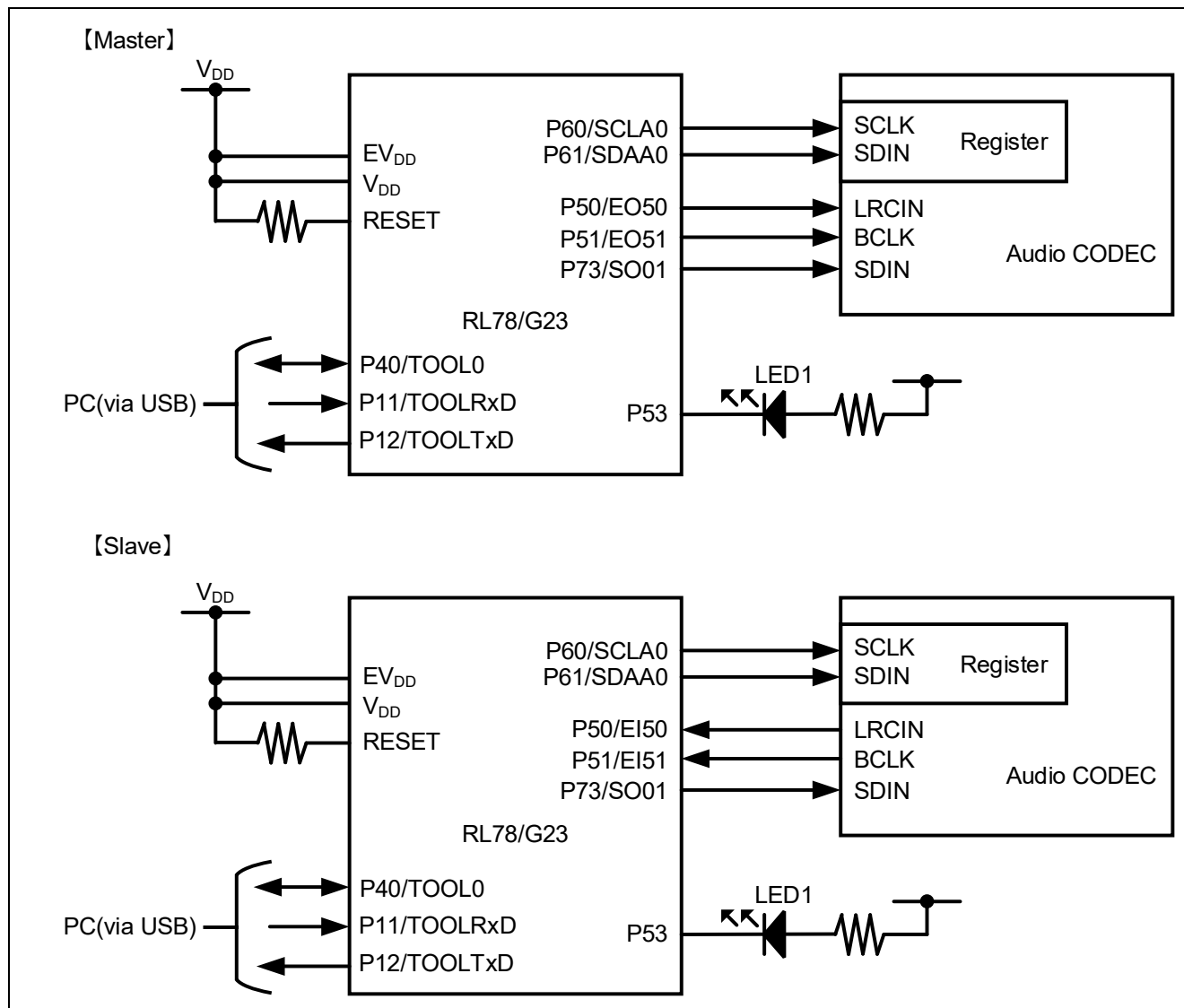
| 項目                              | 内容                                                                                  |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 使用マイコン                          | RL78/G23 (R7F100GLG)                                                                |
| 動作周波数                           | 高速オンチップ・オシレータ・クロック : 32MHz<br>CPU/周辺ハードウェア・クロック : 32MHz                             |
| 動作電圧                            | 3.3V<br>LVD0 動作 ( $V_{LVD0}$ ) : リセット・モード<br>立ち上がり時 TYP. 1.90V<br>立ち下がり時 TYP. 1.86V |
| 統合開発環境 (CS+)                    | ルネサスエレクトロニクス製<br>CS+ for CC V8.13.00                                                |
| C コンパイラ (CS+)                   | ルネサスエレクトロニクス製<br>CC-RL V1.15                                                        |
| 統合開発環境 (e <sup>2</sup> studio)  | ルネサスエレクトロニクス製<br>e <sup>2</sup> studio 2025-04 (25.04.0)                            |
| C コンパイラ (e <sup>2</sup> studio) | ルネサスエレクトロニクス製<br>CC-RL V1.15                                                        |
| 統合開発環境 (IAR)                    | IAR システム製                                                                           |
| C コンパイラ (IAR)                   | IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V5.20.1                                     |
| スマート・コンフィグレータ                   | V.1.13.0                                                                            |
| ボードサポートパッケージ (r_bsp)            | V.1.90                                                                              |
| エミュレータ                          | CS+、e <sup>2</sup> studio : COM ポート<br>IAR : E2 エミュレータ Lite                         |
| 使用ボード                           | RL78/G23 Fast Prototyping Board (RTK7RLG230CLG000BJ)                                |

### 3. ハードウェア説明

#### 3.1 ハードウェア構成例

図 3-1 に本アプリケーションのサンプルコードで使用するハードウェア構成例を示します。

図 3-1 ハードウェア構成例



補足 I<sup>2</sup>C 通信については 4.1.1 動作概要を参照してください。

- 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. V<sub>DD</sub> は LVD0 にて設定したリセット解除電圧（V<sub>LVD0</sub>）以上にしてください。

3.2 使用端子一覧

表 3-1 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                   |
|-----------|-----------|----------------------|
| P53       | 出力        | LED1 点灯 (Low Active) |
| P60/SCLA0 | 出力        | シリアル・クロック            |
| P61/SDAA0 | 出力        | シリアル・データ             |
| P50/EO50  | 出力 (マスタ)  | LRCLK                |
| P50/EI50  | 入力 (スレーブ) |                      |
| P51/EO51  | 出力 (マスタ)  | BCLK                 |
| P51/EI51  | 入力 (スレーブ) |                      |
| P73/SO01  | 出力        | SDIN                 |

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. ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（マスタ）

### 4.1 ソフトウェア説明

#### 4.1.1 動作概要

本サンプルコードでは、RS 社の Audio CODEC 754-1974 を使用します。また、オーディオ CODEC 内のレジスタ設定に I<sup>2</sup>C 通信を、サウンド・データ送信処理に I<sup>2</sup>S 通信を使用します。

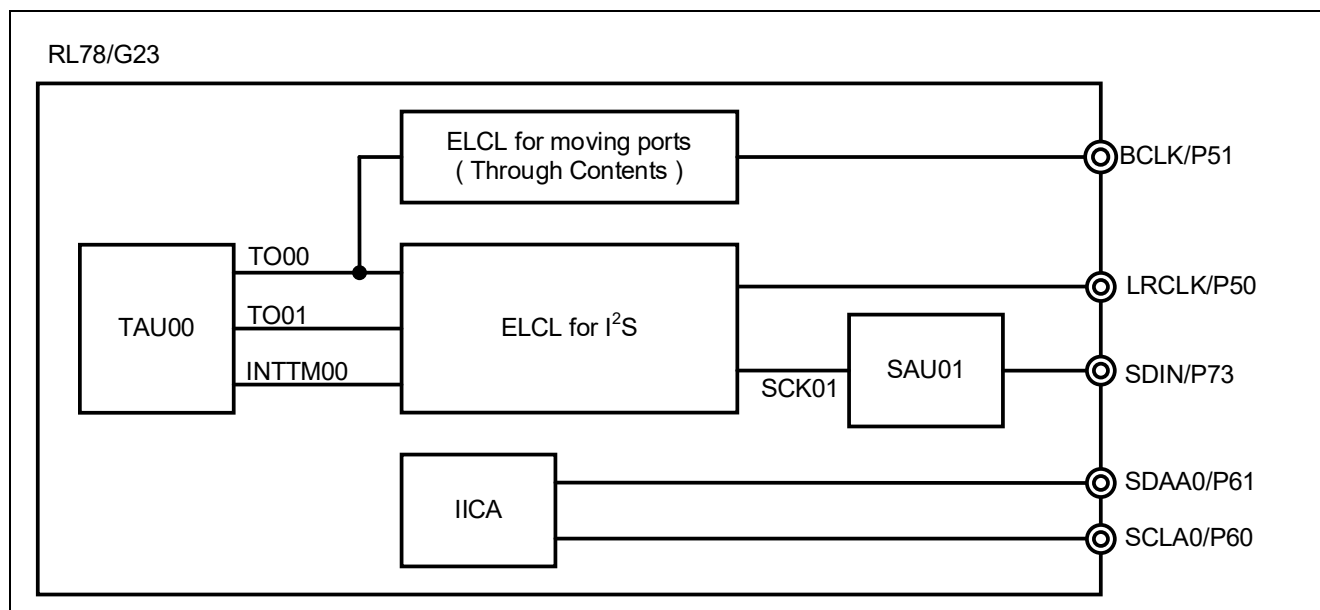
BCLK は ELCL の Through コンテンツを使用し、出力端子を P51 に変更しています。

サンプルコードは以下のような動作をします。

- (1) I<sup>2</sup>C 通信用の IICA が動作を開始し、オーディオ CODEC 内のレジスタ設定を行います
- (2) I<sup>2</sup>S 通信用の CSI01 が動作を開始します（SCK01 待ち状態）
- (3) BCLK、LRCLK 用の TAU0 が動作を開始し、データ送信が開始します
- (4) データ送信後、LED1 を点灯します
- (5) CSI01、TAU0 が停止します

図 4-1 にサンプルコードのシステム構成を示します。

図 4-1 サンプルコードのシステム構成



## 4.1.2 フォルダ構成

表 4-1、表 4-2 にサンプルコードの使用しているソースファイル／ヘッダファイルの構成を示します。なお、統合開発環境で自動生成されるファイル、bsp 環境のファイルは除きます。

表 4-1 フォルダ構成 (1/2)

| フォルダ、ファイル名                                    | 説明                  | スマート・コンフィグレータを使用 |
|-----------------------------------------------|---------------------|------------------|
| ¥r01an6420_elcl_i2s_master<DIR> <sup>注3</sup> | サンプルコードのフォルダ        |                  |
| ¥src<DIR>                                     | プログラム格納用フォルダ        |                  |
| main.c                                        | サンプルコードソースファイル      |                  |
| main.h                                        | サンプルコードヘッダファイル      |                  |
| r_codec.c <sup>注4</sup>                       | モジュール設定用ソースファイル     |                  |
| r_codec.h <sup>注4</sup>                       | モジュール設定用ヘッダファイル     |                  |
| sound_data.c                                  | サウンド・データ用ソースファイル    |                  |
| sound_data.h                                  | サウンド・データ用ヘッダファイル    |                  |
| ¥csi01<DIR>                                   | CSI01 用プログラム格納フォルダ  |                  |
| csi01.c                                       | CSI01 用ソースファイル      |                  |
| csi01.h                                       | CSI01 用ヘッダファイル      |                  |
| ¥iica0<DIR> <sup>注4</sup>                     | IICA0 用プログラム格納フォルダ  |                  |
| iica0.c                                       | IICA0 用ソースファイル      |                  |
| iica0.h                                       | IICA0 用ヘッダファイル      |                  |
| ¥smc_gen<DIR>                                 | スマート・コンフィグレータ生成フォルダ | √                |
| ¥Config_PORT<DIR>                             | ポート用プログラム格納フォルダ     | √                |
| Config_PORT.c                                 | ポート用ソースファイル         | √                |
| Config_PORT.h                                 | ポート用ヘッダファイル         | √                |
| Config_PORT_user.c                            | ポート用割り込みソースファイル     | √ <sup>注1</sup>  |
| ¥Config_TAU0_0<DIR>                           | TAU00 用プログラム格納フォルダ  | √                |
| Config_TAU0_0.c                               | TAU00 用ソースファイル      | √                |
| Config_TAU0_0.h                               | TAU00 用ヘッダファイル      | √                |
| Config_TAU0_0_user.c                          | TAU00 用割り込みソースファイル  | √ <sup>注2</sup>  |
| ¥Config_TAU0_1<DIR>                           | TAU01 用プログラム格納フォルダ  | √                |
| Config_TAU0_1.c                               | TAU01 用ソースファイル      | √                |
| Config_TAU0_1.h                               | TAU01 用ヘッダファイル      | √                |
| Config_TAU0_1_user.c                          | TAU01 用割り込みソースファイル  | √ <sup>注1</sup>  |

補足 ” <DIR> ” は、ディレクトリを意味します。

注 1. 本サンプルコードでは使用しません。

注 2. スマート・コンフィグレータで生成したファイルに初期設定を追加しています。

注 3. IAR 版のサンプルコードは buildinfo.ipcf を格納しています。ipcf ファイルについては、「RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド：IAR 編（R20AN0581）」を確認してください。

注 4. RS 社の Audio CODEC 754-1974 のモジュール設定に必要なファイルです。

表 4-2 フォルダ構成 (2/2)

| フォルダ、ファイル名 |  |                                   | 説明                 | スマート・コンフィグレータを使用 |
|------------|--|-----------------------------------|--------------------|------------------|
|            |  | ¥Config_TAU0_7<DIR> <sup>注4</sup> | TAU07 用プログラム格納フォルダ | √                |
|            |  | Config_TAU0_7.c                   | TAU07 用ソースファイル     | √                |
|            |  | Config_TAU0_7.h                   | TAU07 用ヘッダファイル     | √                |
|            |  | Config_TAU0_7_user.c              | TAU07 用割り込みソースファイル | √ <sup>注5</sup>  |
|            |  | ¥Config_ELCL<DIR>                 | ELCL 用プログラム格納フォルダ  | √                |
|            |  | Config_ELCL.c                     | ELCL 用ソースファイル      | √                |
|            |  | Config_ELCL.h                     | ELCL 用ヘッダファイル      | √                |
|            |  | Config_ELCL_user.c                | ELCL 用割り込みソースファイル  | √                |
|            |  | ¥general<DIR>                     | 初期化、共通プログラム格納フォルダ  | √                |
|            |  | ¥r_bsp<DIR>                       | BSP 用プログラム格納フォルダ   | √                |
|            |  | ¥r_config<DIR>                    | プログラム格納フォルダ        | √                |

補足 ” <DIR> ” は、ディレクトリを意味します。

注 4. RS 社の Audio CODEC 754-1974 のモジュール設定に必要なファイルです。

注 5. スマート・コンフィグレータで生成したファイルに割り込み処理ルーチンを追加しています。

I2S 通信は CSI を使用するため、本来の CSI の規格に沿わず、オーバーランエラーが発生します。スマート・コンフィグレータで生成したコードからエラー検出処理を削除しています。

また、IICA で多重割り込みを有効にするため、スマート・コンフィグレータで生成されたコードを修正し、不要な関数を削除しています。

#### 4.1.3 オプション・バイトの設定一覧

表 4-3 にオプション・バイト設定を示します。

表 4-3 オプション・バイト設定

| アドレス          | 設定値              | 内容                                             |
|---------------|------------------|------------------------------------------------|
| 000C0H/040C0H | 1110 1111B (EFH) | ウォッチドッグ・タイマ動作停止<br>(リセット解除後、カウント停止)            |
| 000C1H/040C1H | 1111 1110B (FEH) | LVD0 リセット・モード<br>検出電圧：立ち上がり 1.90V／立下り 1.86V    |
| 000C2H/040C2H | 1110 1000B (E8H) | フラッシュ動作モード：高速メインモード<br>高速オンチップ・オシレータの周波数：32MHz |
| 000C3H/040C3H | 1000 0101B (85H) | オンチップ・デバッグ動作許可                                 |

## 4.1.4 定数一覧

表 4-4、表 4-5 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 4-4 サンプルコードで使用する定数 (1/2)

| 定数名               | 設定値                                                                          | 内容                                        | ファイル         |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|
| LED1              | P5_bit.no3                                                                   | P53                                       | csi01.c      |
| LED_ON            | 0                                                                            | LED を ON するための設定値                         | csi01.c      |
| LED_OFF           | 1                                                                            | LED を OFF するための設定値                        | csi01.c      |
| DATA_48K_32B      | 1                                                                            | 再生するサウンド・データを選択する。(1:有効、0:無効)             | sound_data.h |
| DATA_44K_24B      | 0                                                                            | 再生するサウンド・データを選択する。(1:有効、0:無効)             | sound_data.h |
| DATA_8K_16B       | 0                                                                            | 再生するサウンド・データを選択する。(1:有効、0:無効)             | sound_data.h |
| DECODE_PCM_SIZE   | 32000<br>(DATA_48K_32B)<br>22791<br>(DATA_44K_24B)<br>20481<br>(DATA_8K_16B) | サウンド・データのデータ数。<br>再生するサウンド・データによって設定値が変化。 | sound_data.h |
| g_tx_buf[]        | サンプルコード参照                                                                    | サウンド・データ                                  | sound_data.c |
| SENSOR_ADD        | 0x34                                                                         | センサのアドレス                                  | r_codec.h    |
| WAIT_TIME         | 100                                                                          | IICA0 通信待ち時間                              | r_codec.h    |
| g_cmd_l_vol[2]    | { 0x00, 0x17 }                                                               | 左ライン・入力チャンネル・ボリューム・制御コマンド                 | r_codec.c    |
| g_cmd_r_vol[2]    | { 0x02, 0x17 }                                                               | 右ライン・入力チャンネル・ボリューム・制御コマンド                 | r_codec.c    |
| g_cmd_bypass[2]   | { 0x08, 0x12 }                                                               | アナログ・オーディオパス制御コマンド                        | r_codec.c    |
| g_cmd_deempha[2]  | { 0x0A, 0x00 }                                                               | デジタル・オーディオパス制御コマンド                        | r_codec.c    |
| g_cmd_line_adc[2] | { 0x0C, 0x42 }                                                               | パワーダウン制御コマンド                              | r_codec.c    |

表 4-5 サンプルコードで使用する定数 (2/2)

| 定数名                 | 設定値                       | 内容                                      | ファイル      |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| g_cmd_set_rate[2]   | {0x10, 0x00}<br>(48kHz)   | サンプリング周波数制御コマンド                         | r_codec.c |
|                     | { 0x10, 0x20 }<br>(44kHz) |                                         |           |
|                     | {0x10, 0x0C}<br>(8kHz)    |                                         |           |
| g_cmd_set_format[2] | {0x0E, 0x0E}<br>(32bit)   | デジタル・オーディオインター<br>フェース・フォーマット設定コマ<br>ンド | r_codec.c |
|                     | {0x10, 0x0A}<br>(24bit)   |                                         |           |
|                     | {0x0E, 0x02}<br>(16bit)   |                                         |           |
| g_cmd_activate[2]   | { 0x12, 0x01 }            | CODEC モジュール・アクティブ<br>コマンド               | r_codec.c |
| g_cmd_inactivate[2] | { 0x12, 0x00 }            | CODEC モジュール・非アクティ<br>ブコマンド              | r_codec.c |
| g_cmd_reset[2]      | { 0x1E, 0x00 }            | レジスタ・リセットコマンド                           | r_codec.c |

#### 4.1.5 変数一覧

表 4-6 に本サンプルコードで使用するグローバル変数を示します。

表 4-6 サンプルコードで使用するグローバル変数

| 型                 | 変数名            | 内容                       | 使用関数                                                                                 |
|-------------------|----------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| volatile uint16_t | g_ms_timer     | ウェイト処理のカウント値             | r_ms_delay,<br>r_Config_TAU0_7_interrupt                                             |
| volatile uint8_t  | g_tx_done_flag | 送信完了フラグ                  | main<br>r_csi01_callback_sendend                                                     |
| volatile uint8_t  | g_sample_mode  | I <sup>2</sup> C 通信ステータス | r_codec_init<br>r_codec_start<br>r_codec_stop<br>r_iica0_callback_master_send<br>end |

## 4.1.6 関数一覧

表 4-7 にサンプルコードで使用する関数を示します。ただし、スマート・コンフィグレータで生成された関数の内、変更を行っていないものは除きます。

表 4-7 関数一覧

| 関数名                             | 概要                   | ソースファイル              |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| main                            | メイン処理                | main.c               |
| r_csi01_create                  | CSI01 初期設定処理         | csi.c                |
| r_csi01_start                   | CSI01 動作開始処理         | csi.c                |
| r_csi01_stop                    | CSI01 停止処理           | csi.c                |
| r_csi01_send                    | CSI01 送信開始処理         | csi.c                |
| r_csi01_callback_sendend        | CSI01 送信終了のコールバック処理  | csi.c                |
| r_csi01_interrupt               | CSI01 割り込み処理         | csi.c                |
| r_iica0_create                  | IICA0 初期設定処理         | lica0.c              |
| r_iica0_stop                    | IICA0 停止処理           | lica0.c              |
| r_iica0_stopcondition           | IICA0 ストップ・コンディション処理 | lica0.c              |
| r_iica0_master_send             | IICA0 マスタ送信開始処理      | lica0.c              |
| r_iica0_callback_master_sendend | IICA0 送信完了コールバック処理   | lica0.c              |
| r_iica0_master_handler          | IICA0 割り込みハンドラ       | lica0.c              |
| r_iica0_interrupt               | IICA0 割り込み処理         | lica0.c              |
| r_codec_init                    | CODEC モジュールのセットアップ処理 | r_codec.c            |
| r_codec_start                   | CODEC モジュールの開始処理     | r_codec.c            |
| r_codec_stop                    | CODEC モジュールの停止処理     | r_codec.c            |
| r_tau0_start                    | TAU0 のカウンタ開始処理       | r_cg_tau_common.c    |
| R_Config_TAU0_0_Create_UserInit | TAU0 の初期化ユーザーコード追加   | Config_TAU0_0_user.c |
| r_ms_delay                      | IICA0 ウェイト処理         | Config_TAU0_7_user.c |
| r_Config_TAU0_7_interrupt       | TAU チャンネル 7 割り込み処理   | Config_TAU0_7_user.c |

## 4.1.7 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

---

[関数名] main

---

|       |                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------|
| 概要    | メイン処理                                                   |
| ヘッダ   | r_smc_entry.h, main.h, csi01.h, r_codec.h, sound_data.h |
| 宣言    | void main (void);                                       |
| 説明    | CSI01 の初期化、CODEC モジュールの設定、I <sup>2</sup> S 通信を行います      |
| 引数    | なし                                                      |
| リターン値 | なし                                                      |
| 備考    | なし                                                      |

---

[関数名] r\_csi01\_create

---

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 概要    | CSI01 初期設定処理                |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h      |
| 宣言    | void r_csi01_create (void); |
| 説明    | CSI01 の初期設定を行います            |
| 引数    | なし                          |
| リターン値 | なし                          |
| 備考    | なし                          |

---

[関数名] r\_csi01\_start

---

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| 概要    | CSI01 動作開始処理               |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h     |
| 宣言    | void r_csi01_start (void); |
| 説明    | CSI01 の動作を許可します            |
| 引数    | なし                         |
| リターン値 | なし                         |
| 備考    | なし                         |

---

[関数名] r\_csi01\_stop

---

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 概要    | CSI01 停止処理                |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h    |
| 宣言    | void r_csi01_stop (void); |
| 説明    | CSI01 の動作を停止します           |
| 引数    | なし                        |
| リターン値 | なし                        |
| 備考    | なし                        |

---

[関数名] r\_csi01\_send

---

|       |                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------|
| 概要    | CSI01 送信開始処理                                                     |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h                                           |
| 宣言    | MD_STATUS r_csi01_send (uint8_t *const tx_buf, uint16_t tx_num); |
| 説明    | 引数 tx_buf で指定したアドレスから引数 tx_num 個のデータを送信します<br>エラー検出は行いません        |
| 引数    | tx_buf, tx_num                                                   |
| リターン値 | Status                                                           |
| 備考    | なし                                                               |

---

[関数名] r\_csi01\_callback\_sendend

---

|       |                                              |
|-------|----------------------------------------------|
| 概要    | CSI01 送信終了のコールバック処理                          |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h                       |
| 宣言    | static void r_csi01_callback_sendend (void); |
| 説明    | ELCL の出力を停止し、g_tx_done_flag を立て、LED1 を点灯します  |
| 引数    | なし                                           |
| リターン値 | なし                                           |
| 備考    | なし                                           |

---

[関数名] r\_csi01\_interrupt

---

|       |                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|
| 概要    | CSI01 割り込み処理                                        |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h                              |
| 宣言    | #pragma interrupt r_csi01_interrupt (vect=INTCSI01) |
| 説明    | 次の送信データを SIO01 にセットします                              |
| 引数    | なし                                                  |
| リターン値 | なし                                                  |
| 備考    | なし                                                  |

---

[関数名] r\_iica0\_create

---

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 概要    | IICA0 初期設定処理                |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h           |
| 宣言    | void r_csi01_create (void); |
| 説明    | IICA0 の初期設定をします             |
| 引数    | なし                          |
| リターン値 | なし                          |
| 備考    | なし                          |

---

[関数名] r\_iica0\_stop

---

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 概要    | IICA0 停止処理                |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h         |
| 宣言    | void r_iica0_stop (void); |
| 説明    | IICA0 の動作を停止します           |
| 引数    | なし                        |
| リターン値 | なし                        |
| 備考    | なし                        |

## [関数名] r\_iica0\_stopcondition

---

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| 概要    | IICA0 ストップ・コンディション                 |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                  |
| 宣言    | void r_iica0_stopcondition (void); |
| 説明    | ストップ・コンディションを生成します                 |
| 引数    | なし                                 |
| リターン値 | なし                                 |
| 備考    | なし                                 |

---

## [関数名] r\_iica0\_master\_send

---

|       |                                                                                                                            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | IICA0 マスタ送信開始処理                                                                                                            |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                                                                                                          |
| 宣言    | MD_STATUS r_iica0_master_send (uint8_t adr, uint8_t *const tx_buf, uint16_t tx_num, uint8_t wait);                         |
| 説明    | (1) I <sup>2</sup> C バスが解放されている場合、スタート・コンディションを生成します<br>(2) スタート・コンディション生成後、スレーブ・アドレスを送信モードにし、データ送信を開始します<br>(3) 通信完了を待ちます |
| 引数    | adr, tx_buf, tx_num, wait                                                                                                  |
| リターン値 | status                                                                                                                     |
| 備考    | なし                                                                                                                         |

---

## [関数名] r\_iica0\_callback\_master\_sendend

---

|       |                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|
| 概要    | IICA0 送信完了コールバック処理                                  |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                                   |
| 宣言    | static void r_iica0_callback_master_sendend (void); |
| 説明    | ストップ・コンディションを生成し、IIC 通信ステータスを FINISH にします           |
| 引数    | なし                                                  |
| リターン値 | なし                                                  |
| 備考    | なし                                                  |

---

## [関数名] r\_iica0\_master\_handler

---

|       |                                            |
|-------|--------------------------------------------|
| 概要    | IICA0 割り込みハンドラ                             |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                          |
| 宣言    | static void r_iica0_master_handler (void); |
| 説明    | スレーブ・アドレスに対して ACK を検出した場合、データを送信します        |
| 引数    | なし                                         |
| リターン値 | なし                                         |
| 備考    | なし                                         |

---

---

[関数名] r\_iica0\_interrupt

---

|       |                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------|
| 概要    | IICA0 割り込み処理                                                    |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                                               |
| 宣言    | #pragma interrupt r_iica0_interrupt (vect=INTIICA0,enable=true) |
| 説明    | IICA0 の割り込み要求の受付処理を行います<br>多重割り込みを許可します                         |
| 引数    | なし                                                              |
| リターン値 | なし                                                              |
| 備考    | なし                                                              |

---

[関数名] r\_codec\_init

---

|       |                                                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | CODEC モジュールのセットアップ処理                                                          |
| ヘッダ   | sound_data.h, iica0.h, r_codec.h, Config_TAU0_7.h                             |
| 宣言    | void r_codec_init (void);                                                     |
| 説明    | (1) IICA0 の初期設定処理を行います<br>(2) CODEC モジュールのセットアップを行います<br>(3) 設定完了を待ちます(100ms) |
| 引数    | なし                                                                            |
| リターン値 | なし                                                                            |
| 備考    | なし                                                                            |

---

[関数名] r\_codec\_start

---

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| 概要    | CODEC モジュールの開始処理                                  |
| ヘッダ   | sound_data.h, iica0.h, r_codec.h, Config_TAU0_7.h |
| 宣言    | void r_codec_start (void);                        |
| 説明    | CODEC モジュールの動作を開始します                              |
| 引数    | なし                                                |
| リターン値 | なし                                                |
| 備考    | なし                                                |

---

[関数名] r\_codec\_stop

---

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| 概要    | CODEC モジュールの停止処理                                  |
| ヘッダ   | sound_data.h, iica0.h, r_codec.h, Config_TAU0_7.h |
| 宣言    | void r_codec_stop (void);                         |
| 説明    | CODEC モジュールの動作を停止します                              |
| 引数    | なし                                                |
| リターン値 | なし                                                |
| 備考    | なし                                                |

## [関数名] r\_tau0\_start

---

|       |                                                                                                               |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | TAU0 カウンタ開始処理                                                                                                 |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, Config_TAU0_0.h, Config_TAU0_1.h<br>Config_TAU0_7.h, r_cg_tau_common.h |
| 宣言    | void r_tau0_start (void);                                                                                     |
| 説明    | TAU00、TAU01 のカウンタを開始します                                                                                       |
| 引数    | なし                                                                                                            |
| リターン値 | なし                                                                                                            |
| 備考    | なし                                                                                                            |

---

## [関数名] R\_Config\_TAU0\_0\_Create\_UserInit

---

|       |                                                        |
|-------|--------------------------------------------------------|
| 概要    | TAU0 の初期化ユーザーコード追加                                     |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, Config_TAU0_0.h |
| 宣言    | void R_Config_TAU0_0_Create_UserInit (void);           |
| 説明    | TAU00 の初期出力を 1、TAU01 の初期出力を 0 に設定します                   |
| 引数    | なし                                                     |
| リターン値 | なし                                                     |
| 備考    | なし                                                     |

---

## [関数名] r\_ms\_delay

---

|       |                                                                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | ウェイト処理                                                                                                           |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, Config_TAU0_7.h                                                           |
| 宣言    | void r_ms_delay (uint16_t msec);                                                                                 |
| 説明    | 引数 msec で指定した時間 (ms) ウェイトします<br>TAU0 チャネル 7 を使ってカウントします。g_ms_timer が引数 msec 未満の場合はポーリングし、msec 以上の場合はウェイト処理を完了します |
| 引数    | msec                                                                                                             |
| リターン値 | なし                                                                                                               |
| 備考    | なし                                                                                                               |

---

## [関数名] r\_Config\_TAU0\_7\_interrupt

---

|       |                                                             |
|-------|-------------------------------------------------------------|
| 概要    | TAU07 割り込み処理                                                |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, Config_TAU0_7.h      |
| 宣言    | #pragma interrupt r_Config_TAU0_7_interrupt (vect=INTTM07)  |
| 説明    | TAU0 チャネル 7 の INTTM07 による割り込み処理です<br>g_ms_timer をカウントアップします |
| 引数    | なし                                                          |
| リターン値 | なし                                                          |
| 備考    | なし                                                          |

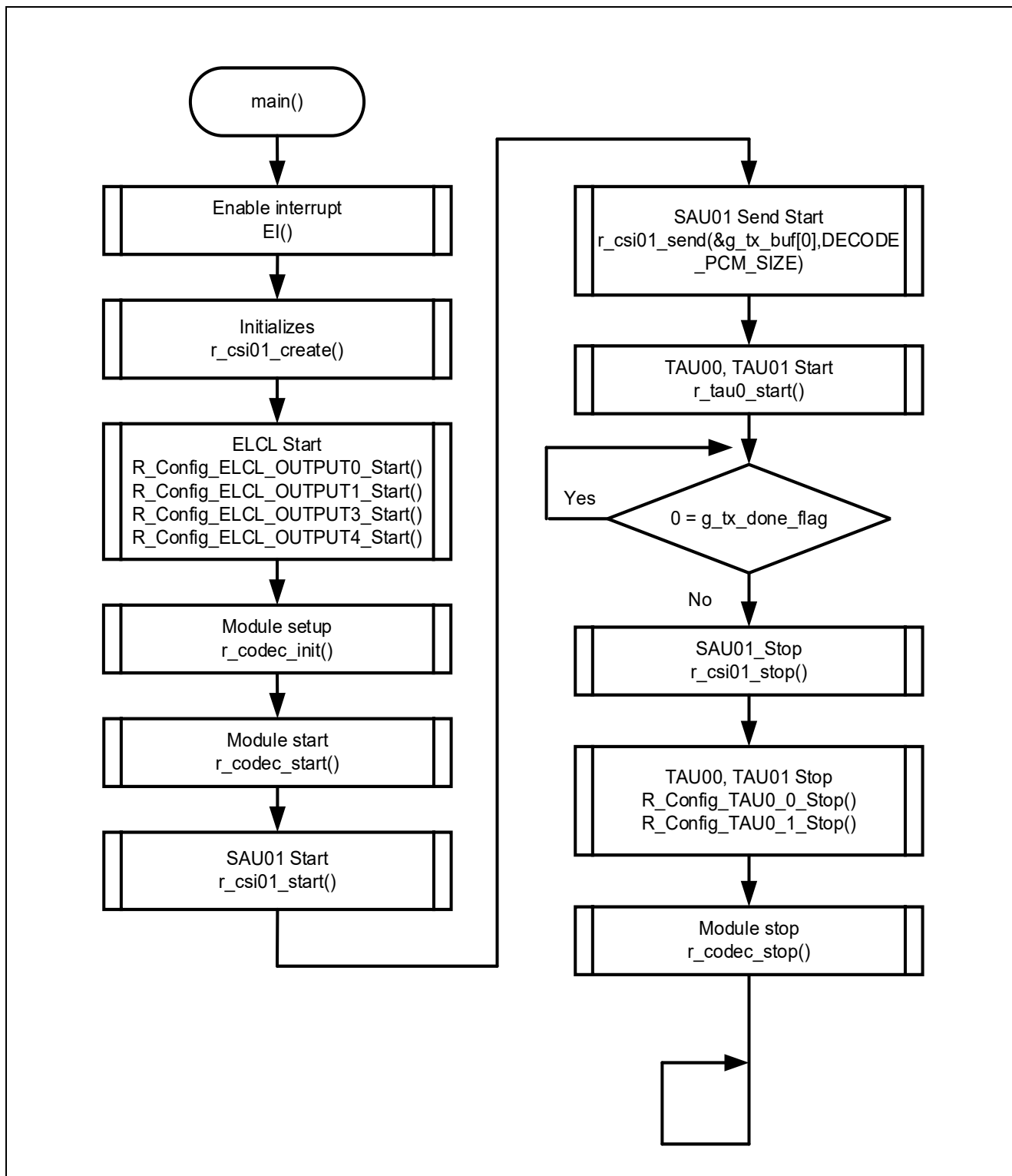
---

## 4.1.8 フローチャート

## 4.1.8.1 メイン処理

図 4-2 にメイン処理のフローチャートを示します。

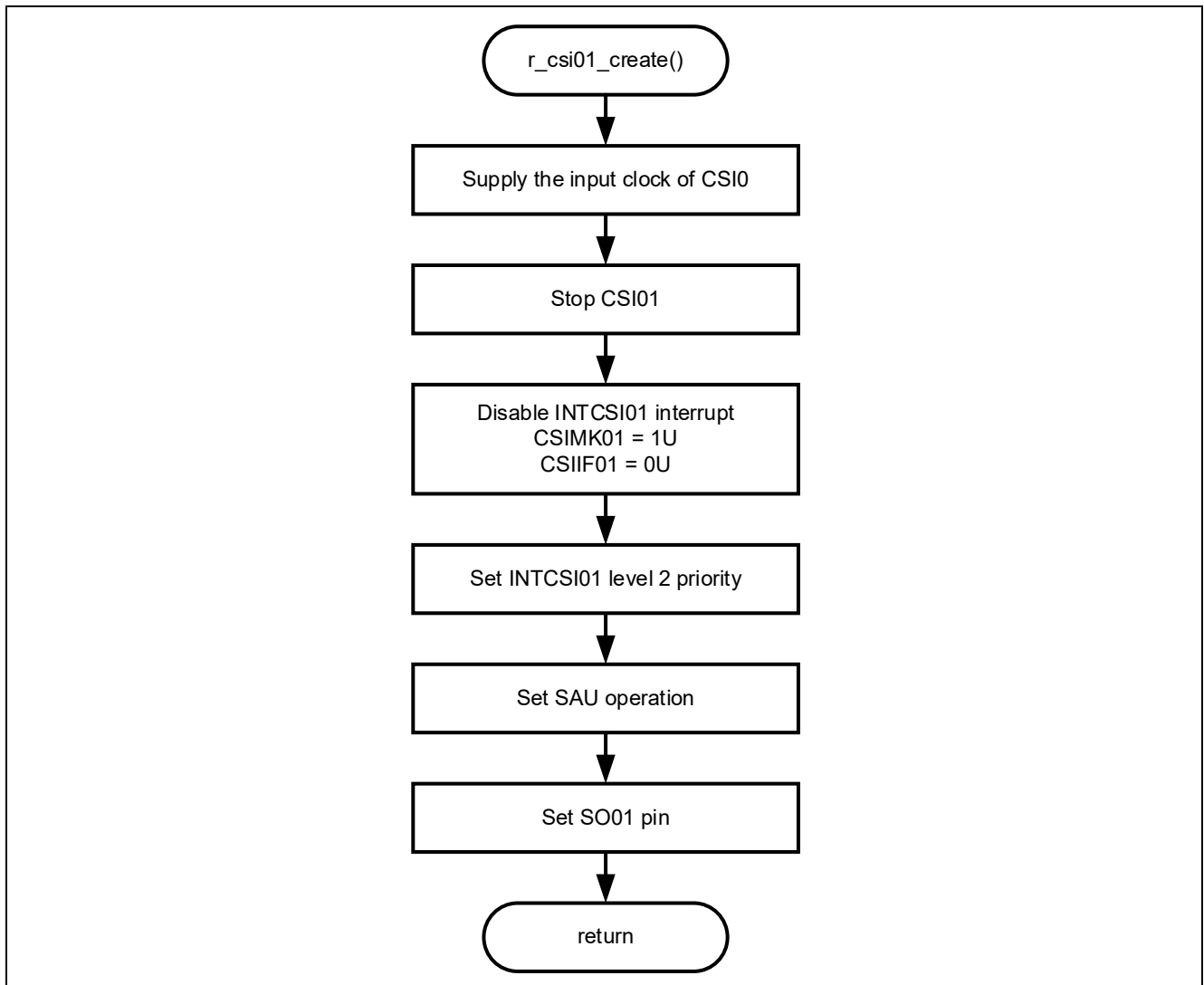
図 4-2 メイン処理



## 4.1.8.2 CSI01 初期設定処理

図 4-3 に CSI01 初期設定処理のフローチャートを示します。

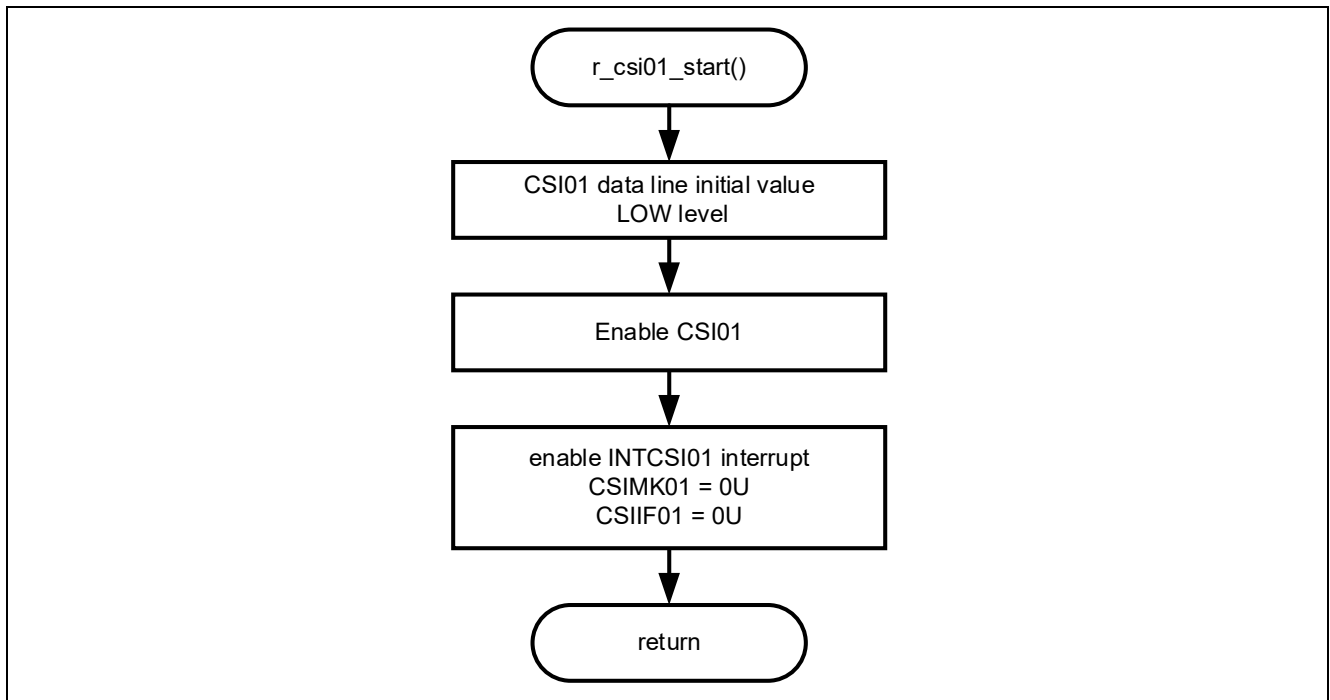
図 4-3 CSI01 初期設定処理



#### 4.1.8.3 CSI01 動作開始処理

図 4-4 に CSI01 動作開始処理のフローチャートを示します。

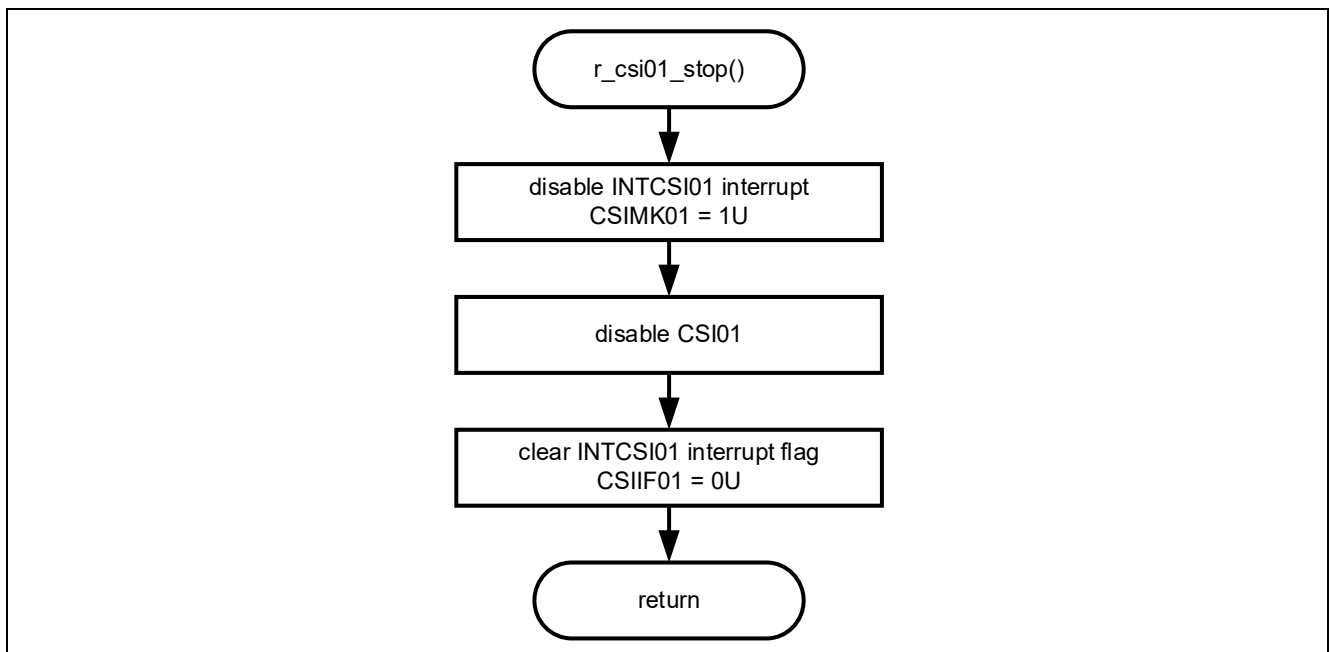
図 4-4 CSI01 動作開始処理



#### 4.1.8.4 CSI01 停止処理

図 4-5 に CSI01 停止処理のフローチャートを示します。

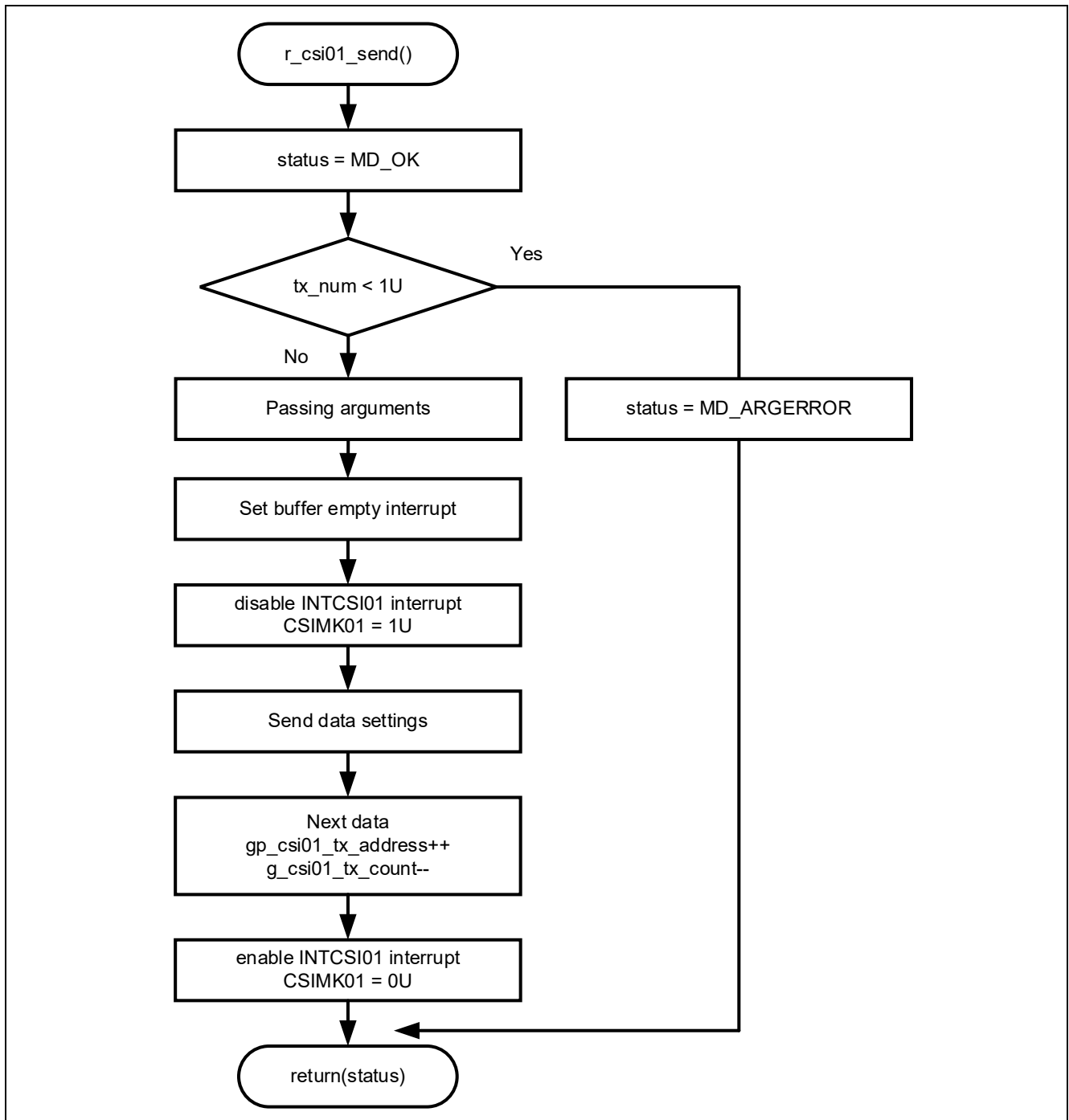
図 4-5 CSI01 停止処理



## 4.1.8.5 CSI01 送信開始処理

図 4-6 に CSI01 送信開始処理のフローチャートを示します。

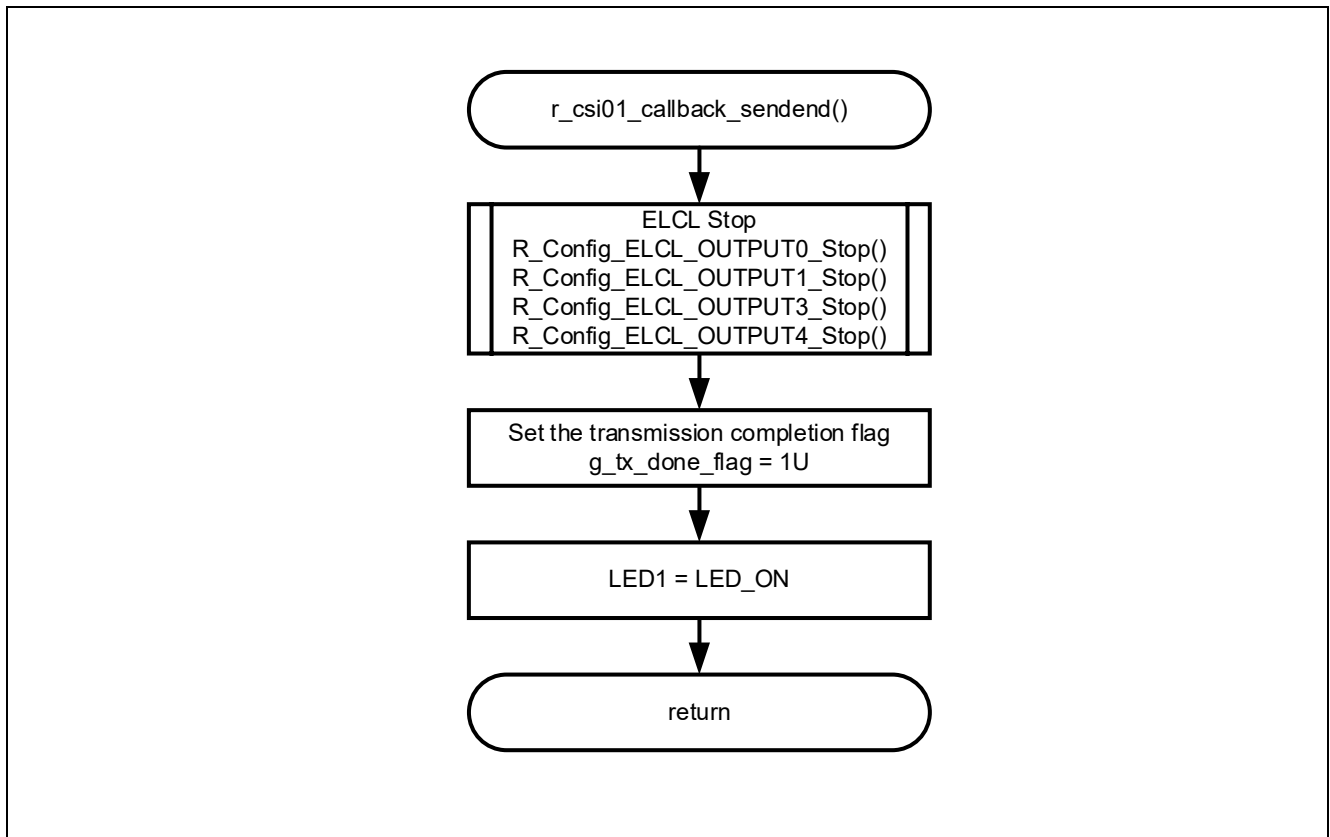
図 4-6 CSI01 送信開始処理



## 4.1.8.6 CSI01 送信終了のコールバック処理

図 4-7 に CSI01 送信終了のコールバック処理のフローチャートを示します。

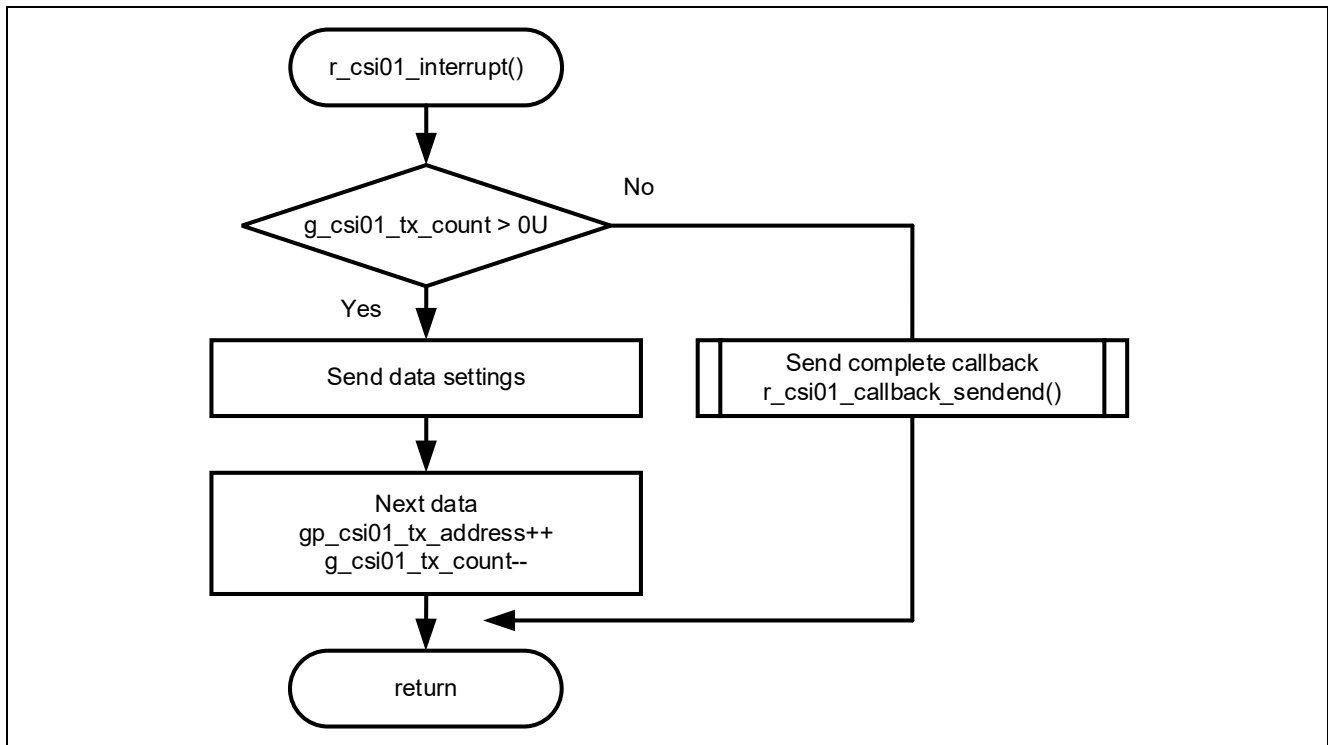
図 4-7 CSI01 送信完了のコールバック処理



## 4.1.8.7 CSI01 割り込み処理

図 4-8 に CSI01 割り込み処理のフローチャートを示します。

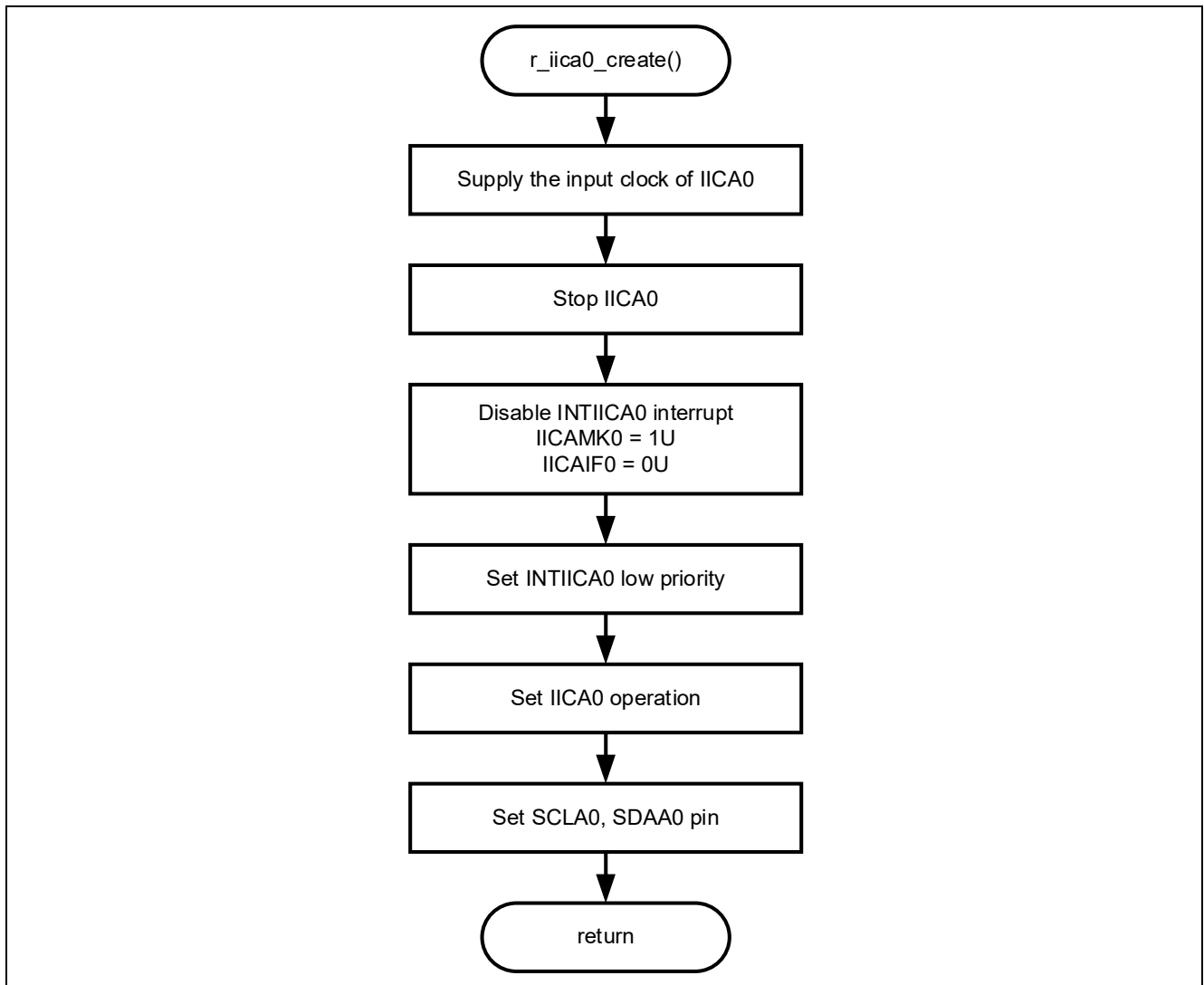
図 4-8 CSI01 割り込み処理



## 4.1.8.8 ICA0 初期設定処理

図 4-9 に IICA0 初期設定処理のフローチャートを示します。

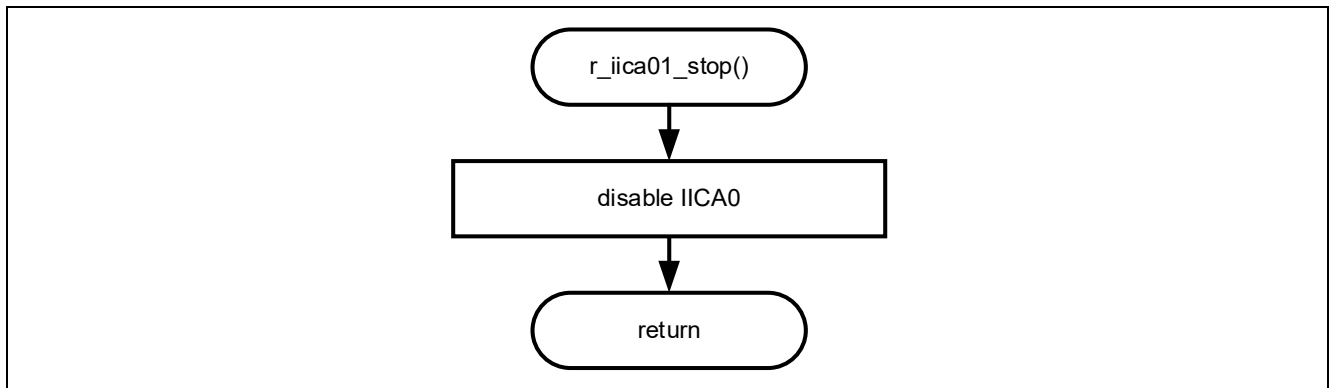
図 4-9 IICA0 初期設定処理



#### 4.1.8.9 IICA0 停止処理

図 4-10 に IICA0 停止処理のフローチャートを示します。

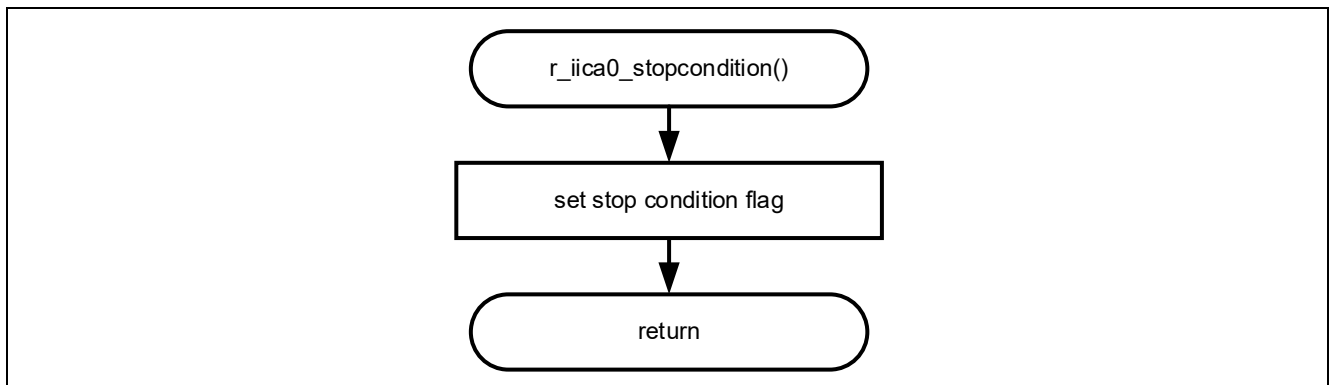
図 4-10 IICA0 停止処理



#### 4.1.8.10 IICA0 ストップ・コンディション処理

図 4-11 に IICA0 ストップ・コンディション処理のフローチャートを示します。

図 4-11 IICA0 ストップ・コンディション処理



## 4.1.8.11 IICA0 マスタ送信開始処理

図 4-12、図 4-13 に IICA0 マスタ送信開始処理のフローチャートを示します。

図 4-12 IICA0 マスタ送信開始処理 (1/2)

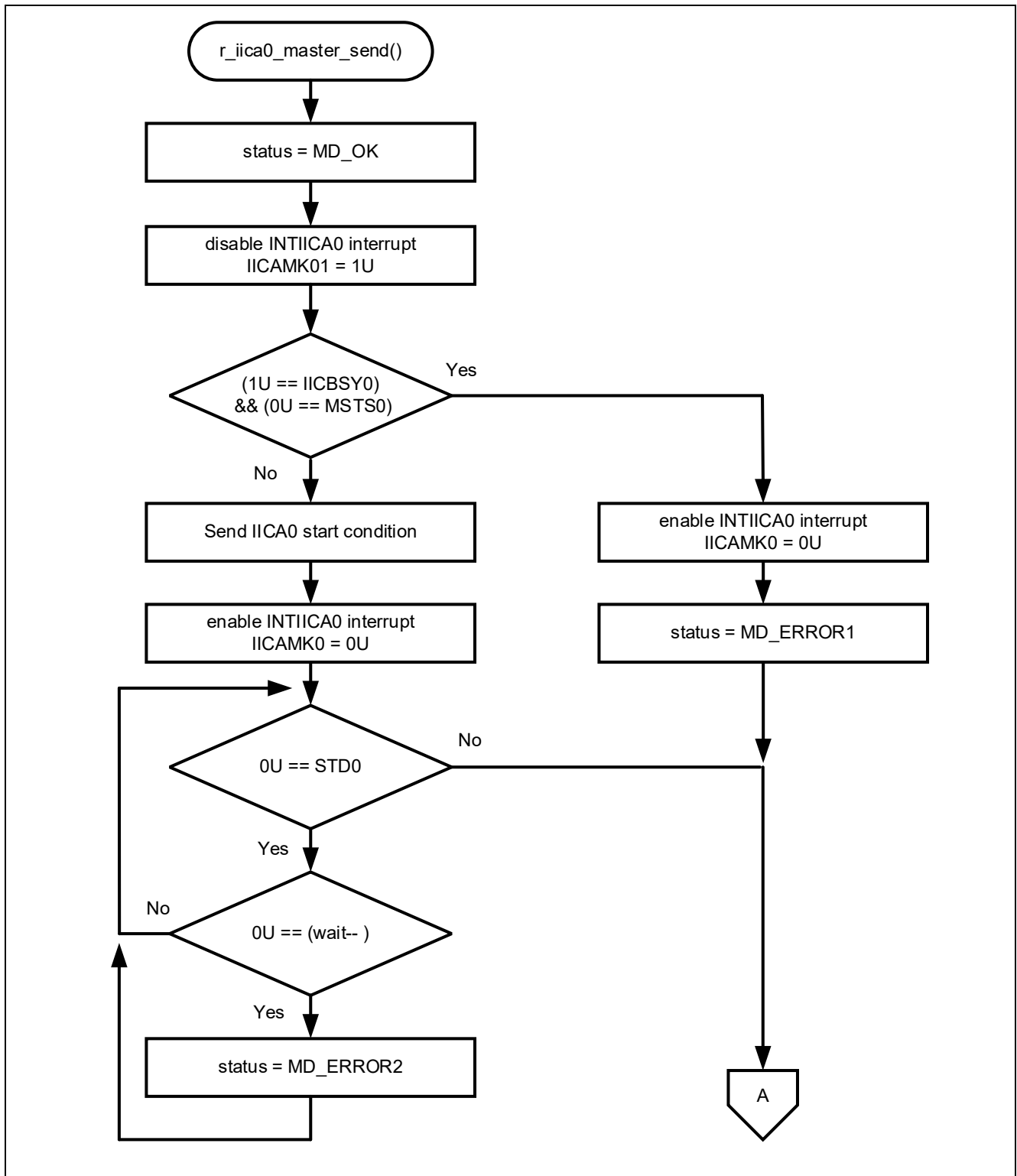
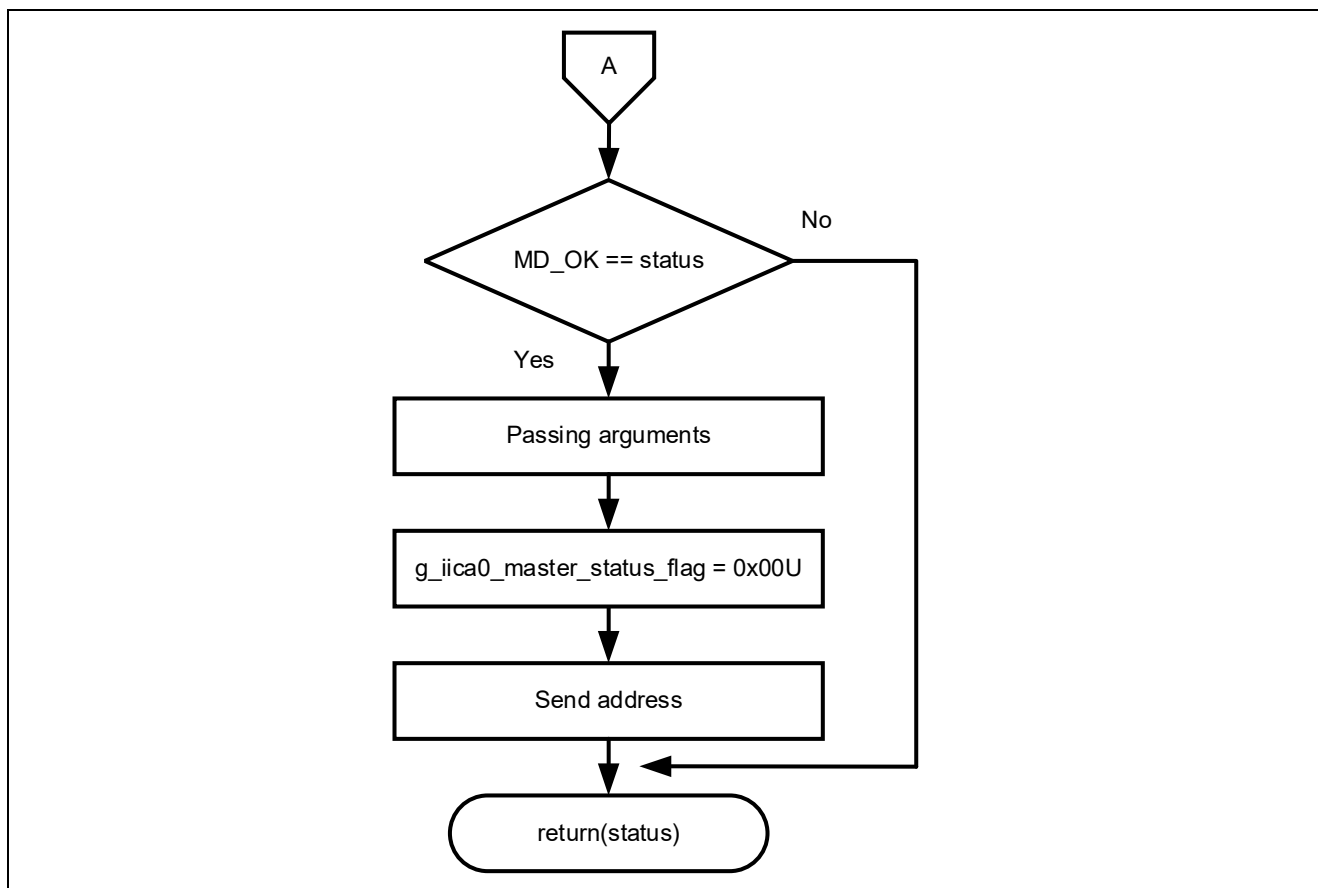


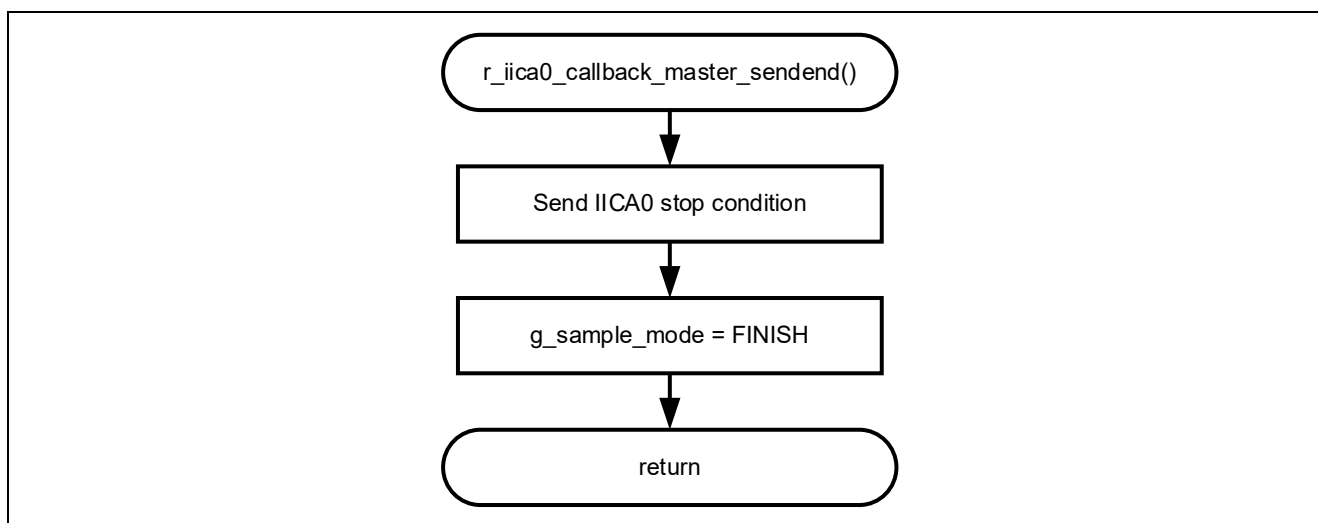
図 4-13 IICA0 マスタ送信開始処理 (2/2)



## 4.1.8.12 IICA0 送信完了コールバック処理

図 4-14 に IICA 送信完了コールバック処理のフローチャートを示します。

図 4-14 IICA0 送信完了コールバック処理



## 4.1.8.13 IICA0 割り込みハンドラ

図 4-15、図 4-16 に IICA 割り込みハンドラのフローチャートを示します。

図 4-15 IICA0 割り込みハンドラ (1/2)

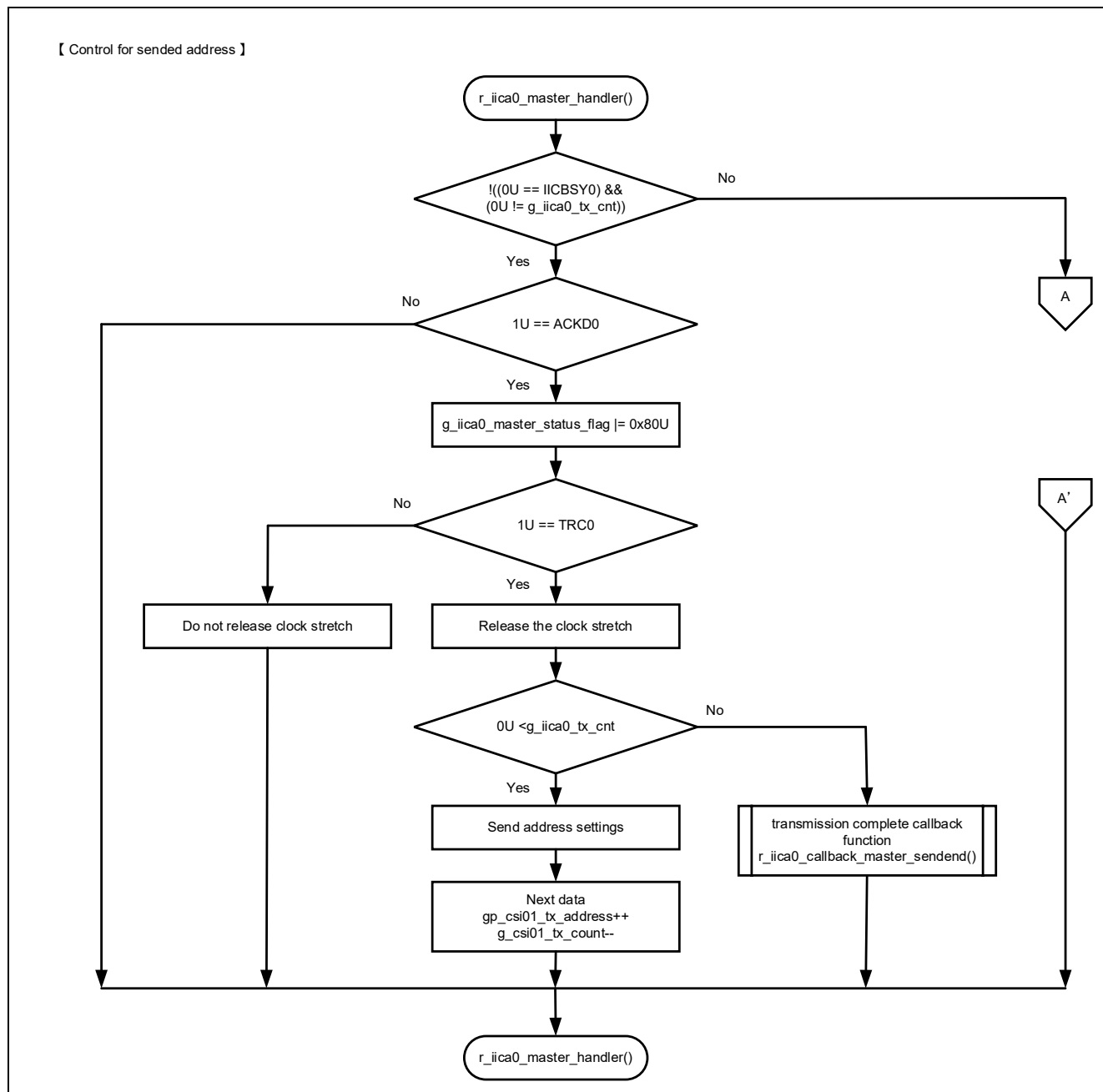
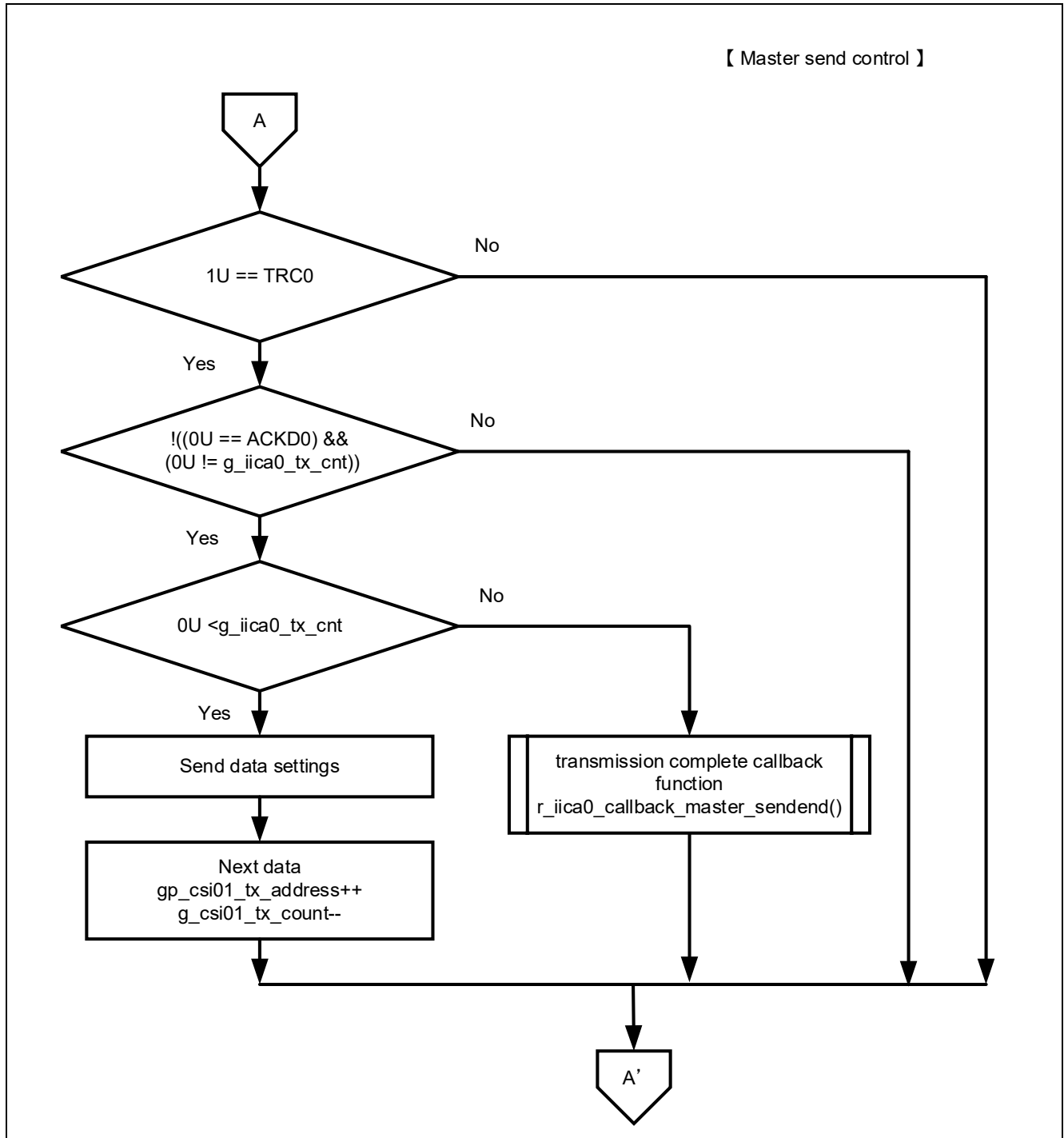


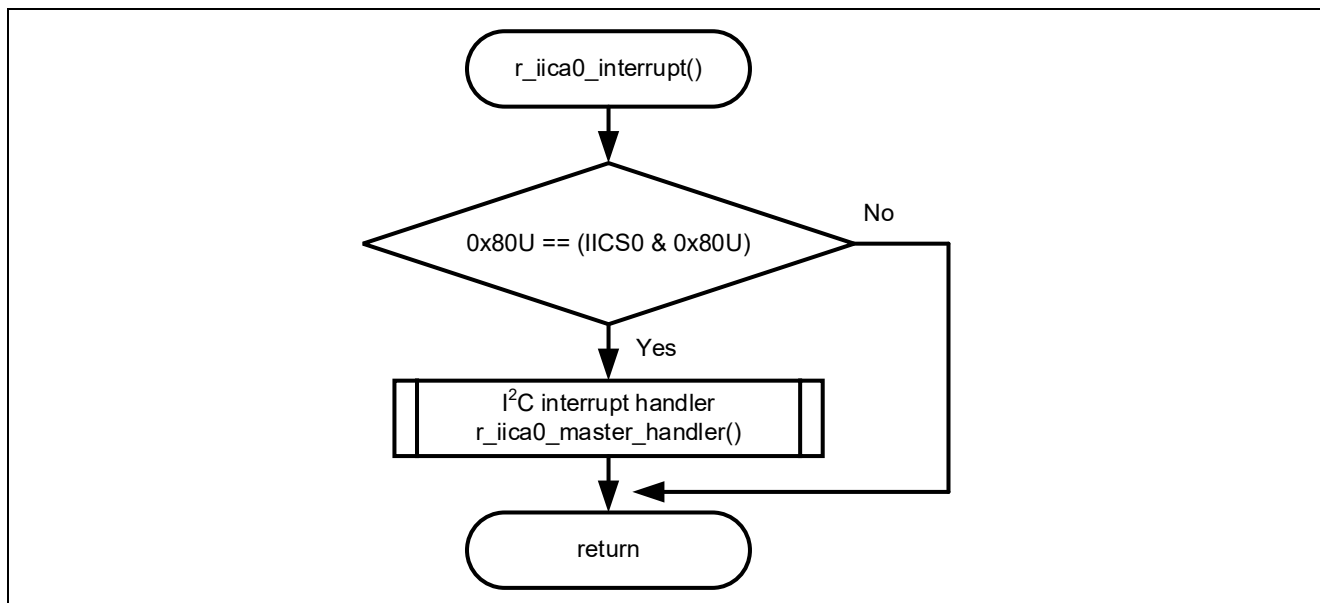
図 4-16 IICA0 割り込みハンドラ (2/2)



## 4.1.8.14 IICA0 割り込み処理

図 4-17 に IICA0 割り込み処理のフローチャートを示します。

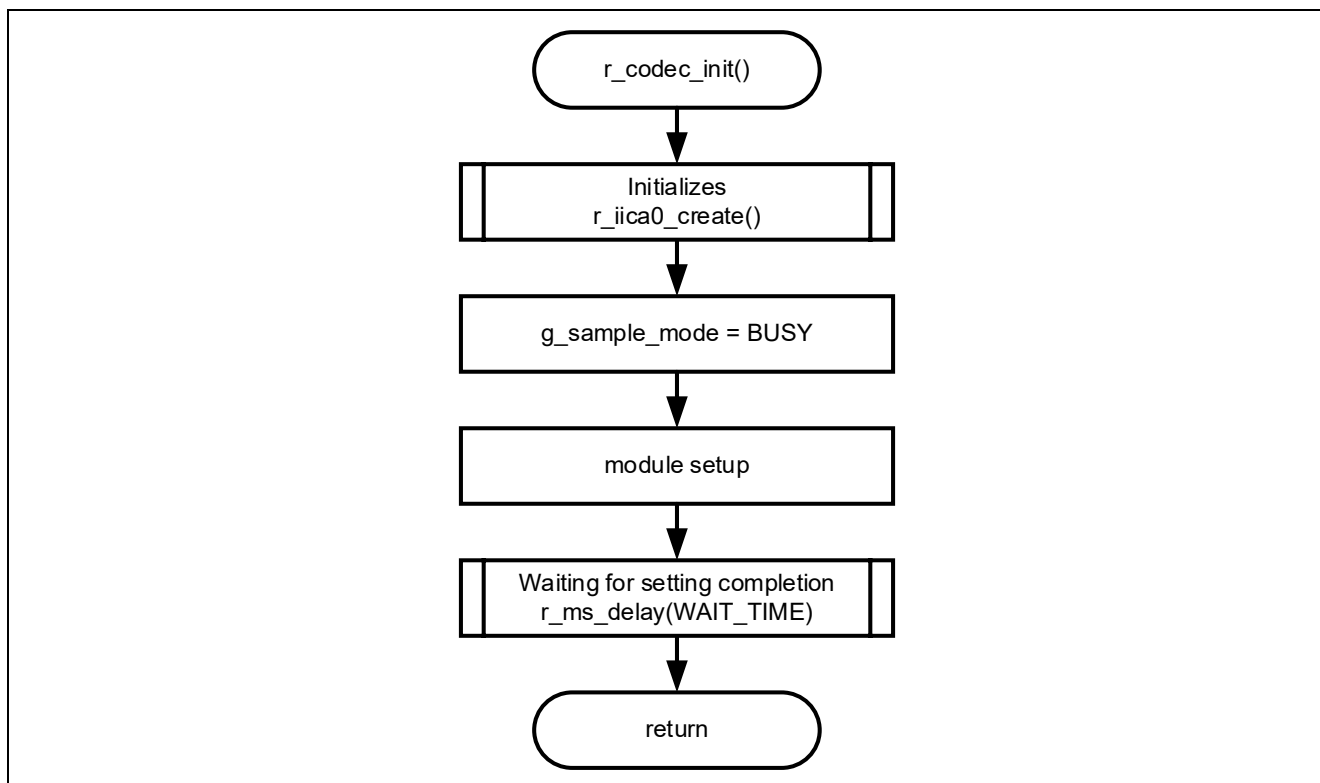
図 4-17 IICA0 割り込み処理



## 4.1.8.15 CODEC モジュールのセットアップ処理

図 4-18 に CODEC モジュールのセットアップ処理のフローチャートを示します。

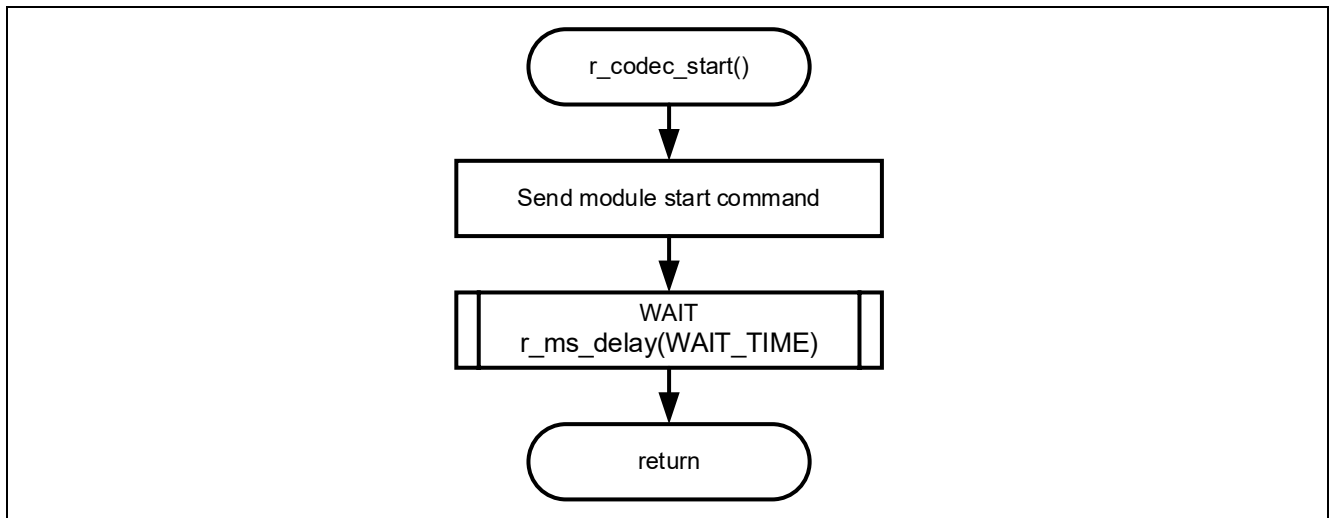
図 4-18 CODEC モジュールのセットアップ処理



## 4.1.8.16 CODEC モジュールの開始処理

図 4-19 に CODEC モジュールの開始処理のフローチャートを示します。

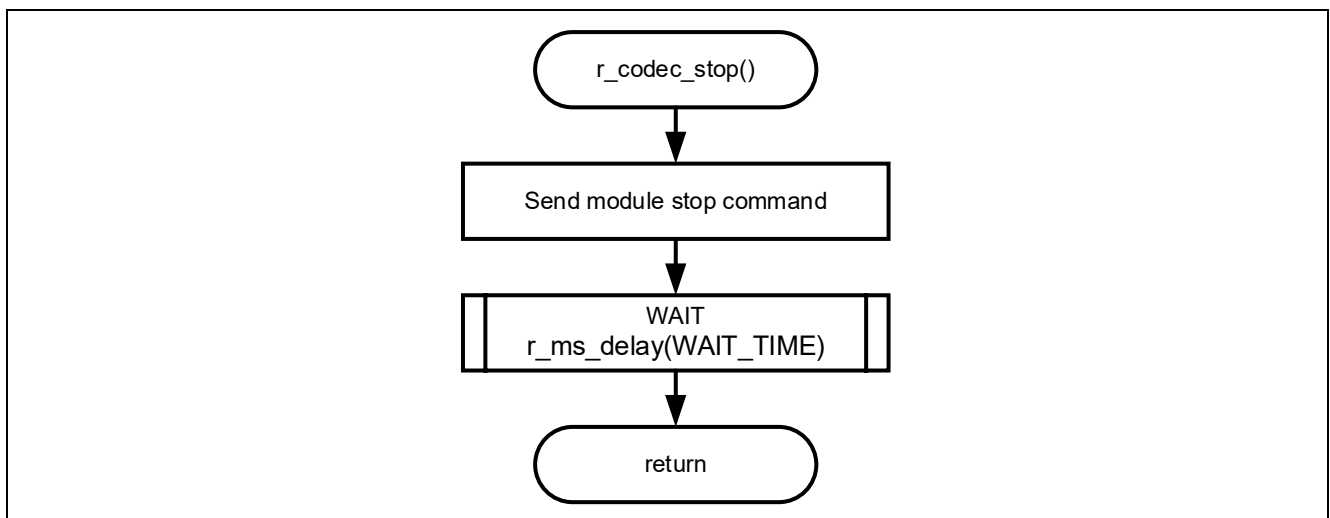
図 4-19 CODEC モジュールの開始処理



## 4.1.8.17 CODEC モジュールの停止処理

図 4-20 に CODEC モジュールの停止処理のフローチャートを示します。

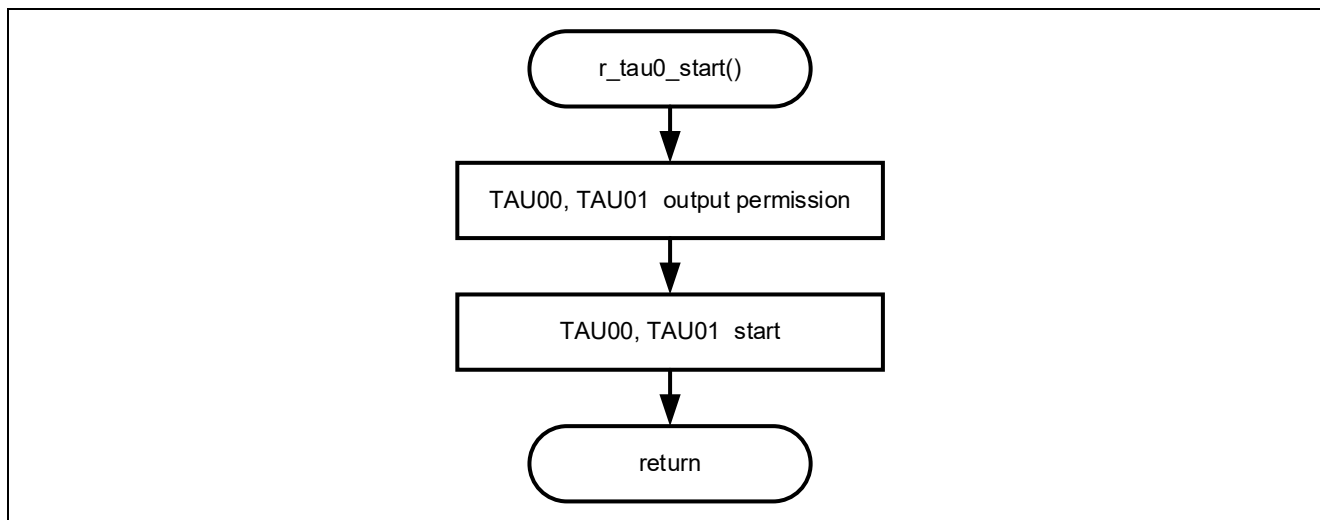
図 4-20 CODEC モジュールの停止処理



## 4.1.8.18 TAU0 カウンタ開始処理

図 4-21 に TAU0 カウンタ開始処理のフローチャートを示します。

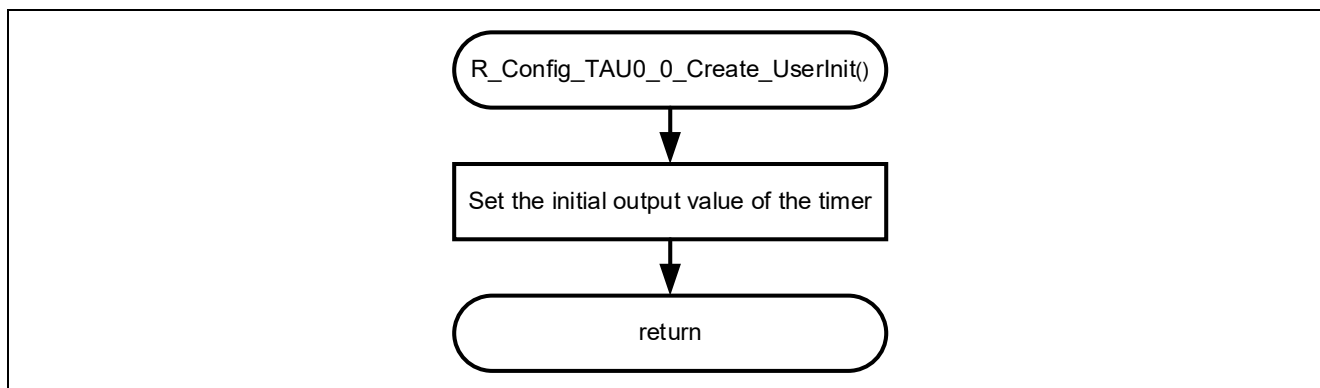
図 4-21 TAU0 カウンタ開始処理



## 4.1.8.19 TAU0 の初期化ユーザーコード追加

図 4-22 に TAU0 の初期化ユーザーコード追加のフローチャートを示します。

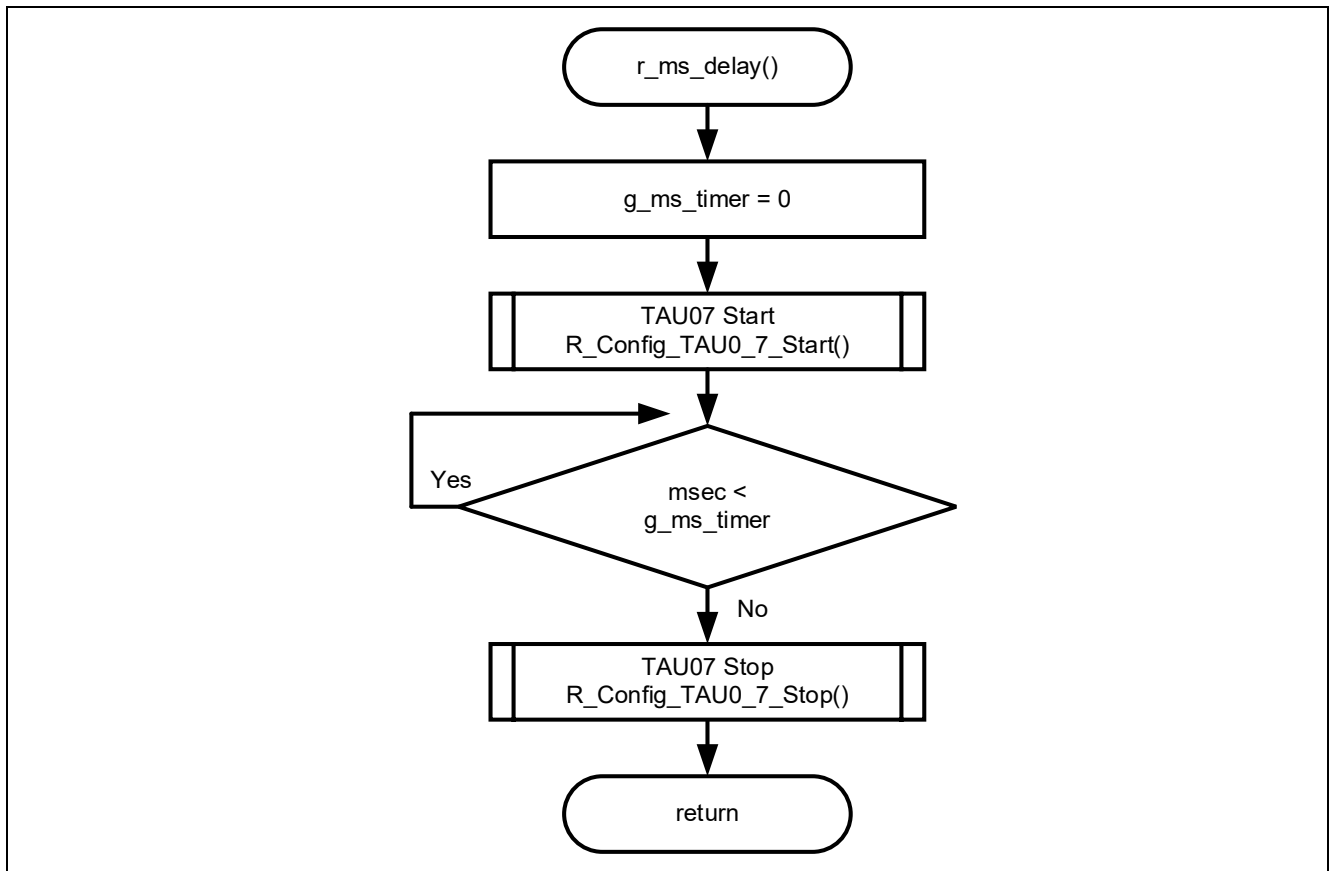
図 4-22 TAU0 の初期化ユーザーコード追加



## 4.1.8.20 IICA0 ウェイト処理

図 4-23 に IICA0 ウェイト処理のフローチャートを示します。

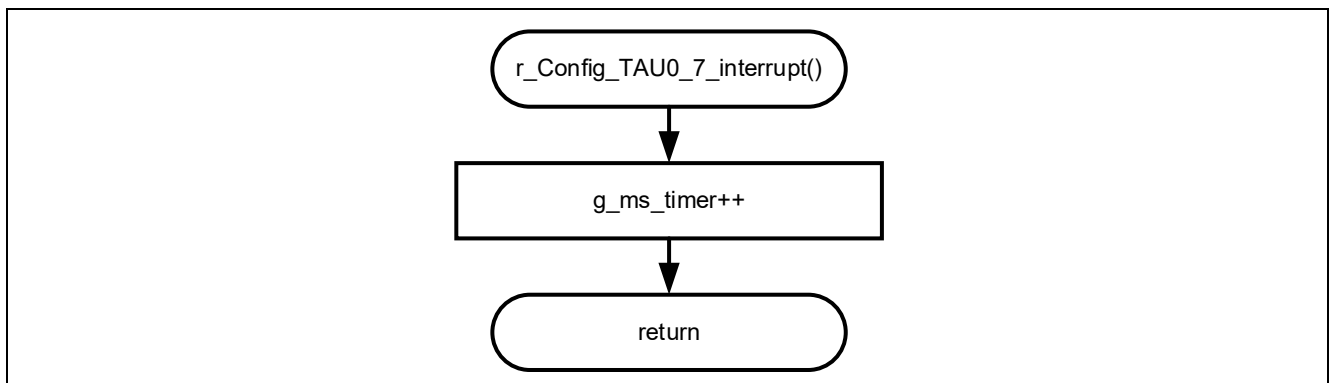
図 4-23 IICA0 ウェイト処理



## 4.1.8.21 TAU0 チャンネル 7 割り込み処理

図 4-24 に TAU0 チャンネル 7 割り込み処理のフローチャートを示します。

図 4-24 TAU0 チャンネル 7 割り込み処理



## 4.2 応用例

本アプリケーションノートは、サンプルコードの他に以下のスマート・コンフィグレータの設定ファイルを格納しています。

r01an6420\_elcl\_i2s\_master.scfg

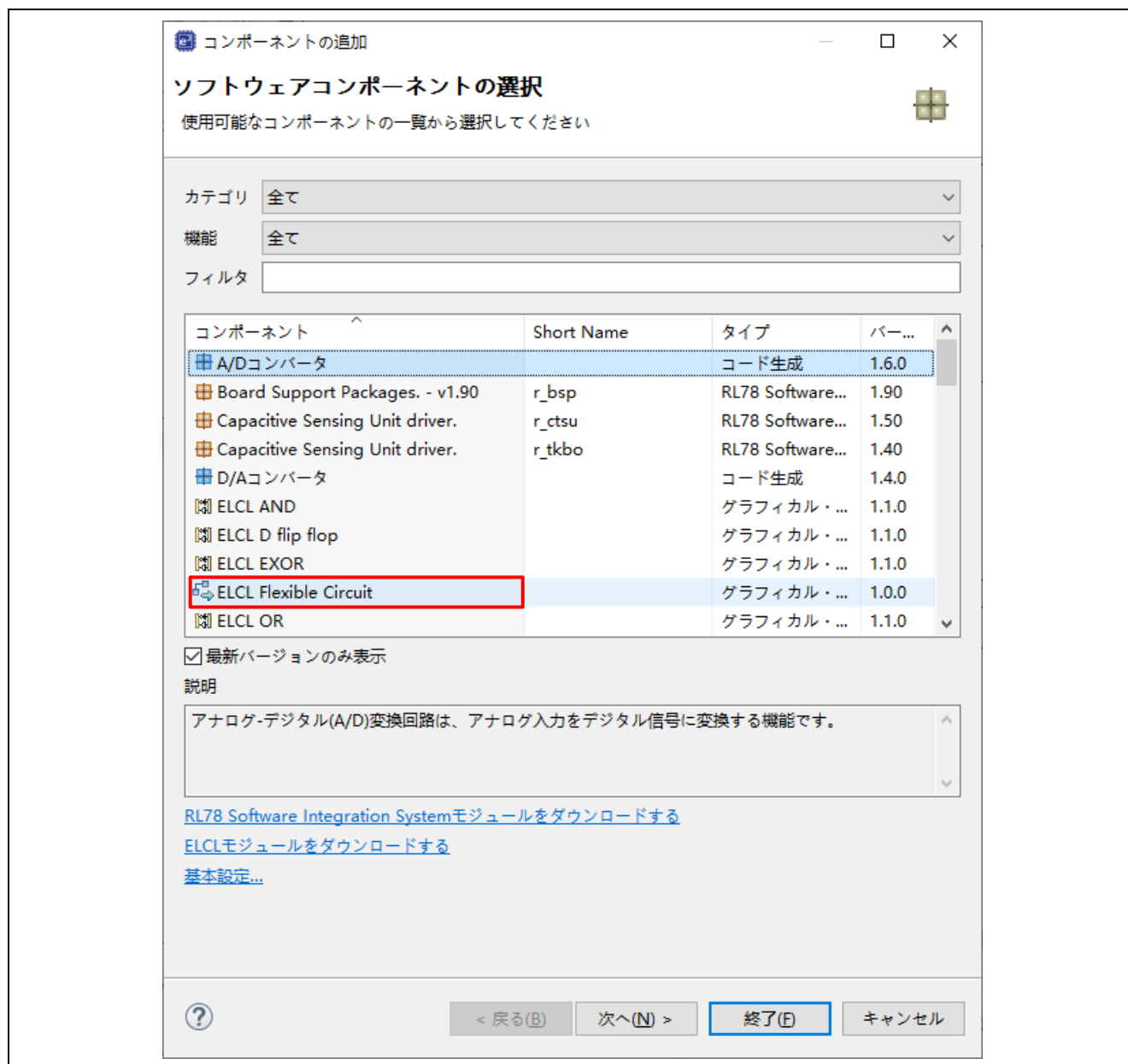
ファイルの説明と使用する上での設定例および注意事項を以下に示します。

### 4.2.1 ELCL のコンポーネントの設定

ELCL コンポーネントを使用する手順を以下に示します。

1. スマート・コンフィグレータを起動してください。
2. 「コンポーネント」タブをクリックし、「コンポーネントの追加」をクリックしてください。
3. 図 4-25 に示す「コンポーネントの追加」のウィンドウが開きますので、「ELCL Flexible Circuit」を選択し「終了」をクリックしてください。

図 4-25 「ELCL Flexible Circuit」の追加



## 4.2.2 r01an6420\_elcl\_i2s\_master.scfg

サンプルコードで使用しているスマート・コンフィグレータの設定ファイルです。スマート・コンフィグレータで設定されている全ての機能が含まれています。サンプルコードの設定は以下の通りです。

表 4-8 スマート・コンフィグレータの設定値

| タグ名     | コンポーネント     | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| クロック    | -           | 動作モード：高速メインモード 2.4 (V) ~5.5 (V)<br>EV <sub>DD</sub> 設定：1.8V ≤ EV <sub>DD0</sub> < 5.5V<br>高速オンチップ・オシレータ：32MHz<br>f <sub>IHP</sub> ：32MHz<br>f <sub>CLK</sub> ：32000kHz（高速オンチップ・オシレータ）<br>f <sub>SXP</sub> ：32.768kHz（低速オンチップ・オシレータ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| システム    | -           | オンチップ・デバッグ動作設定：COM ポート <sup>注1</sup><br>疑似 RRM/DMM 機能設定：使用する<br>Start/Stop 関数機能設定：使用しない<br>トレース機能設定：使用する<br>セキュリティ ID 設定：セキュリティ ID を設定する<br>セキュリティ ID：0x00000000000000000000<br>セキュリティ ID 認証失敗時の設定：フラッシュ・メモリのデータを消去しない                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| コンポーネント | r_bsp       | Start up select：Enable (use BSP startup)<br>Control of invalid memory access detection：Disable<br>RAM guard space (GRAM0-1)：Disabled<br>Guard of control registers of port function (GPORT)：Disabled<br>Guard of registers of interrupt function (GINT)：Disabled<br>Guard of control registers of clock control function, voltage detector, and RAM parity error detection function (GCSC)：Disabled<br>Data flash access control (DFLEN)：Disables<br>Initialization of peripheral functions by Code Generator/Smart Configurator：Enable<br>API functions disable：Enable<br>Parameter check enable：Enable<br>Setting for starting the high-speed on-chip oscillator at the times of release from STOP mode and of transitions to SNOOZE mode：High-speed<br>Enable user warm start callback (PRE)：Unused<br>Enable user warm start callback (POST)：Unused<br>Watchdog Timer refresh enable：Unused |
|         | Config_LVD0 | 動作モード設定：リセット・モード<br>電圧検出設定：リセット発生電圧 (V <sub>LVD0</sub> )：1.86 (V)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

表 4-9 スマート・コンフィグレータの設定値

| タグ名     | コンポーネント       | 内容                                                                                                                                                                                     |
|---------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コンポーネント | Config_TAU0_0 | コンポーネント : インターバル・タイマ<br>動作モード : 16 ビット・カウンタ・モード<br>リソース : TAU0_0<br>動作クロック : CK00<br>クロックソース : $f_{CLK}$<br>インターバル時間 : 0.163us<br>カウント開始時に INTTM00 割り込みを発生する<br>割り込み設定 : 使用しない         |
|         | Config_TAU0_1 | コンポーネント : 外部イベント・カウンタ<br>リソース : TAU0_1<br>動作クロック : CK00<br>クロックソース : $f_{CLK}$<br>入力ソース設定 : ELCL<br>動作モード設定 : 16 ビット<br>外部イベント・エッジ選択 (TI01) : 立ち上がりエッジ<br>カウント値 : 32<br>割り込み設定 : 使用しない |
|         | Config_TAU0_7 | コンポーネント : インターバル・タイマ<br>動作モード : 16 ビット・カウンタ・モード<br>リソース : TAU0_7<br>動作クロック : CK01<br>クロックソース : $f_{CLK}/2^8$<br>インターバル時間 : 1ms<br>割り込み設定 : 使用する<br>優先順位 : レベル 2                        |

表 4-10 スマート・コンフィグレータの設定値

| タグ名     | コンポーネント     | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コンポーネント | Config_ELCL | <p>コンポーネント : ELCL Flexible Circuit</p> <p>(Detail setting: Input)</p> <p>Output from TAU0 channel 0</p> <p>Output from TAU0 channel 1</p> <p>INTTM00</p> <p>(Detail setting: L1L0, Pass-through)</p> <p>Input: Output from TAU0 channel 0</p> <p>Output: SAU0 Ch0 receive/TAU0 Ch1 input/P14</p> <p>(Detail setting: L1L1, OR)</p> <p>Input 0: Output from TAU0 channel 1</p> <p>Input 1: L1F0 output, Negative logic output</p> <p>Output: P50/P01/INTELCL/P10</p> <p>(Detail setting: L1F0)</p> <p>Set: INTTM00</p> <p>Output: L1L1 input 1, L2F1 input</p> <p>(Detail setting: L2L0, OR)</p> <p>Input 0: Output from TAU0 channel 0</p> <p>Input 1: L2F1 output, Negative logic output</p> <p>Output: SAU0 Ch1 fSCK/TAU0 Ch0 input/P13</p> <p>(Detail setting: L2F1)</p> <p>Input: L1F0 output</p> <p>Clock: Output from TAU0 channel 0, Negative logic output</p> <p>Output: L2L0 input 1</p> <p>(Detail setting: L3L0, Pass-through)</p> <p>Input: Output from TAU0 channel 0</p> <p>Output: P51/P60/DTC trigger/P11</p> <p>(Detail setting: Output)</p> <p>Output of signal 0: P50/P01/INTELCL/P10</p> <p>Output of signal 1: P51/P60/DTC trigger/P11</p> <p>Output of signal 3: SAU0 Ch1 fSCK/TAU0 Ch0 input/P13</p> <p>Output of signal 4: SAU0 Ch0 receive/TAU0 Ch1 input/P14</p> |
|         | Config_PORT | <p>コンポーネント : ポート</p> <p>ポート選択 : PORT5</p> <p>P50 : 出力 (ELCL 出力信号を出力)</p> <p>P51 : 出力 (ELCL 出力信号を出力)</p> <p>P53 : 出力 (1 を出力)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

#### 4.2.2.1 クロック

サンプルコードで使用するクロックの設定を行います。

#### 4.2.2.2 システム

サンプルコードのオンチップ・デバッグ設定を行います。

「オンチップ・デバッグ動作設定」、「セキュリティ ID 認証失敗時の設定」は、「表 4-3 オプション・バイト設定」の「オンチップ・デバッグ動作許可」に影響を与えます。設定を変更する際は注意してください。

#### 4.2.2.3 r\_bsp

サンプルコードのスタートアップの設定を行います。

#### 4.2.2.4 Config\_LVD0

サンプルコードの電源管理の設定を行います。

「表 4-3 オプション・バイト設定」の「LVD0 の設定」に影響を与えます。設定を変更する際は注意してください。

4.2.2.5 Config\_TAU00

サンプルコードの TAU00 の設定を行います。

サンプルコードでは、「インターバル・タイマ」として使用し、BCLK を生成します。サンプリング周波数とデータサイズに合わせて、図 4-26 のインターバル時間に、表 4-11 の値を設定してください。赤字はサンプルコードでデータが準備されている設定です。

表 4-11 インターバル時間の設定値

| データ<br>サイズ | サンプリング周波数 (kHz) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | 8               | 11    | 12    | 16    | 22.1  | 24    | 32    | 44.1  | 48    | 96    |
| 16bit      | 1.953           | 1.417 | 1.302 | 0.977 | 0.709 | 0.651 | 0.488 | 0.354 | 0.326 | 0.163 |
| 24bit      | 1.302           | 0.945 | 0.868 | 0.651 | 0.472 | 0.434 | 0.326 | 0.236 | 0.217 | —     |
| 32bit      | 0.977           | 0.709 | 0.651 | 0.488 | 0.354 | 0.326 | 0.244 | 0.177 | 0.163 | —     |

図 4-26 TAU0 チャンネル 0 設定（サンプリング周波数 48kHz、データサイズ 32bit の場合）

設定

クロック設定

動作クロック

CK00

クロック・ソース

fCLK

(クロック周波数 : 32000 kHz)

インターバル・タイマ設定

インターバル時間(16ビット)

0.163

μs

(実際の値 : 0.156)

☒ カウント開始時にINTTM00割り込みを発生する

割り込み設定

☐ タイマ・チャンネル0のカウント完了で割り込み発生(INTTM00)

優先順位

レベル3(低優先順位)

## 4.2.2.6 Config\_TAU01

サンプルコードの TAU01 の設定を行います。

サンプルコードでは、「外部イベント・カウンタ」として使用し、LRCLK を生成します。データサイズに合わせて、図 4-27 のカウンタ値には、表 4-12 の値を設定してください。

表 4-12 カウンタ値

| データサイズ | カウンタ値 |
|--------|-------|
| 16bit  | 16    |
| 24bit  | 24    |
| 32bit  | 32    |

図 4-27 TAU0 チャンネル 1 設定（データサイズ 32bit の場合）

設定

クロック設定

動作クロック

CK00

クロック・ソース

fCLK

(クロック周波数 : 32000 kHz)

入力ソース設定

☐ TI01
☒ ELCL

(ELCLを設定してください)

動作モード設定

☒ 16ビット
☐ 下位8ビット

外部イベント・カウンタ設定

☐ TI01端子入力信号のノイズ・フィルタ使用

外部イベント・エッジ選択(TI01)

立ち上がりエッジ

カウンタ値

32

割り込み設定

☐ タイマ・チャンネル1のカウンタ完了で割り込み発生(INTTM01)

優先順位

レベル3(低優先順位)

## 4.2.2.7 Config\_TAU07

サンプルコードの TAU07 の設定を行います。

サンプルコードでは 1ms のインターバル・タイマとして使用します。

## 4.2.2.8 Config\_ELCL

サンプルコードの ELCL の設定を図 4-28 ELCL 設定のように行います。

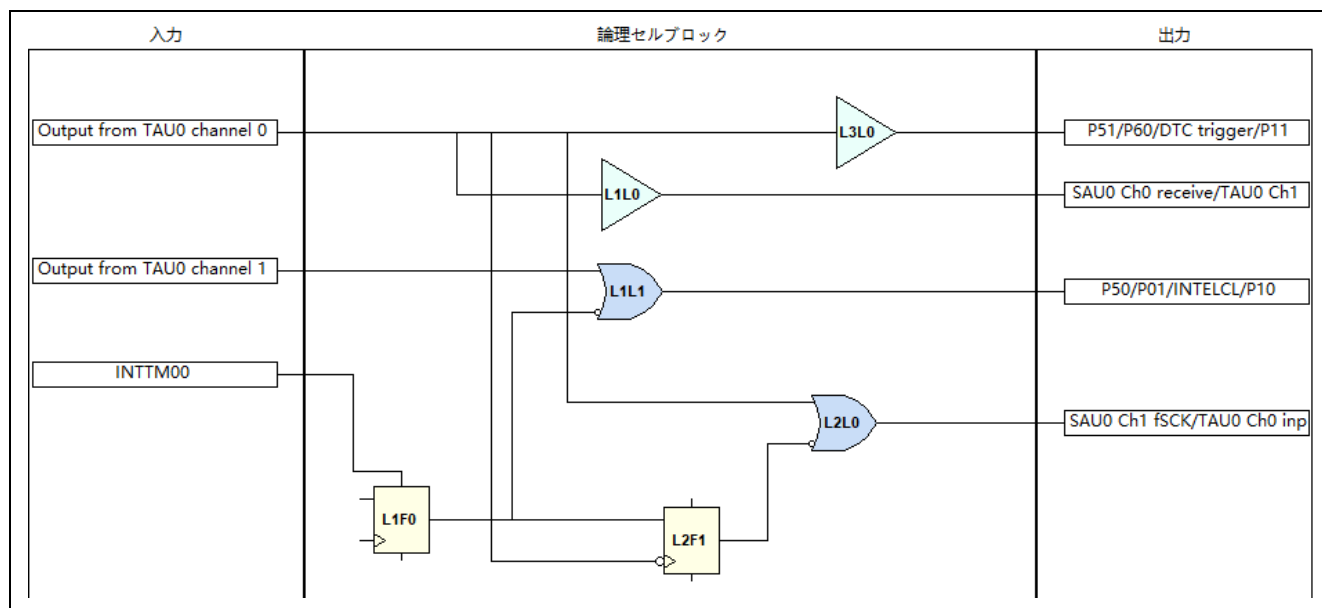
サンプルコードでは、タイマ・アレイ・ユニットを使用して、ELCL を介して BCLK(P51)と LRCLK(P50)を生成しています。

TAU00 はインターバル・タイマ・モードとして、TAU00 からの出力は ELCL 入力として使用され L3L0(パススルー)に接続され、BCLK として端子 P51 に出力されます。TAU00 からの出力は INTTM00 と組み合わせられ、論理セルブロック(L1F0、L2F1、L2L0(OR))を通してクロックタイミングが調整され SAU01 の SCK01 に接続されます。

TAU01 は外部イベント・カウンタ・モードとして使用され、TAU00 出力は TAU01 の外部イベント入力として使用されます。TAU00 出力と TAU01 入力信号を L1L0(パススルー)で接続することで、TAU00 出力を TAU01 のイベント入力信号として使用できます。

TAU01 と INTTM00 の出力は ELCL 入力として使用され、ELCL 出力端子 P50 から論理セルブロック(L1F0 と L1L1(OR))を介して LRCLK を生成します。

図 4-28 ELCL 設定



## 4.2.2.9 Config\_PORT

サンプルコードのポートの設定を行います。

サンプルコードでは、P50 を LRCLK として使用し、ELCL 出力に設定しています。P51 は BCLK として使用され、ELCL 出力として設定されます。LED1 の制御には P53 を使用します。

### 4.2.3 サウンド・データの変更方法

#### 4.2.3.1 サンプルコード内のサウンド・データを変更する場合

本サンプルコードは以下の条件のサウンド・データが準備されています。

サンプリング周波数：48kHz、データ数：32bit

サンプリング周波数：44.1kHz、データ数：24bit

サンプリング周波数：8kHz、データ数：16bit

サンプルコードの sound\_data.h で再生するサウンド・データを変更できます。

初期設定では、以下のようにサンプリング周波数：48kHz、データ数：32bit のサウンド・データが設定されています。

```
#define DATA_48K_32B (1)
#define DATA_44K_24B (0)
#define DATA_8K_16B (0)
```

再生したいサウンド・データのみ 1、それ以外を 0 に設定することでサウンド・データを変更できます。設定した条件に合わせて、表 4-11、表 4-12 を参考に TAU00 と TAU01 を変更してください。

以上の設定を行うことでサンプルコード内のサウンド・データを変更することができます。

#### 4.2.3.2 サンプルコードに新規のサウンド・データを追加する場合

本サンプルコードでは、新規のサウンド・データを追加できます。

- (1) サンプルコードの sound\_data.c の以下の g\_tx\_buf[] に新規のサウンド・データを追加してください。

```
#else /* Not DATA_8K_16B_DATA */
/* For user setting */
const uint8_t g_tx_buf[] =
{
    /* Add sound data here */
};

#endif /* DATA_48K_32B */
```

- (2) サンプルコードの sound\_data.h で再生するサウンド・データを以下のようにすべて 0 に設定してください。

```
#define DATA_48K_32B (0)
#define DATA_44K_24B (0)
#define DATA_8K_16B (0)
```

(3) 同ファイルの送信データ数定数「DECODE\_PCM\_SIZE」を設定してください。

```
#else /* For user setting */
#define DECODE_PCM_SIZE    (0)

#endif
```

(4) サンプルコードの r\_codec.c の以下の部分にサンプリング周波数とデータ数の設定を行ってください。

```
#else /* For user setting */
uint8_t g_cmd_set_rate[2] =
    { 0x10, 0x00 }; /* Set sampling frequency */
uint8_t g_cmd_set_format[2] =
    { 0x0E, 0x0E }; /* Set input bit length */
#endif
```

表 4-13 サンプリング周波数の設定値

| サンプリング周波数 | g_cmd_set_rate の設定値 |
|-----------|---------------------|
| 96kHz     | 0x10, 0x1C          |
| 48kHz     | 0x10, 0x00          |
| 44.1kHz   | 0x10, 0x20          |
| 32kHz     | 0x10, 0x18          |
| 8kHz      | 0x10, 0x0C          |

表 4-14 データ数の設定値

| データ数  | g_cmd_set_format の設定値 |
|-------|-----------------------|
| 16bit | 0x0E, 0x02            |
| 24bit | 0x0E, 0x0A            |
| 32bit | 0x0E, 0x0E            |

(5) 設定した条件に合わせて、表 4-11、表 4-12 を参考に TAU00 と TAU01 を変更してください。

以上の設定を行うことでサンプルコードに新規のサウンド・データを追加することができます。

#### 4.2.4 他の CODEC モジュールを使用する場合

RS 社の Audio CODEC 754-1974 以外の CODEC モジュールを使用する場合、表 4-1、表 4-2 の RS 社の Audio CODEC 754-1974 モジュールの設定に必要なファイルを削除してください。また、main 関数内の CODEC モジュールセットアップ処理、CODEC モジュール開始処理を削除し、使用する CODEC モジュールに合わせて各種設定を追加してください。

## 5. ELCL を使った I<sup>2</sup>S 通信（スレーブ）

### 5.1 ソフトウェア説明

#### 5.1.1 動作概要

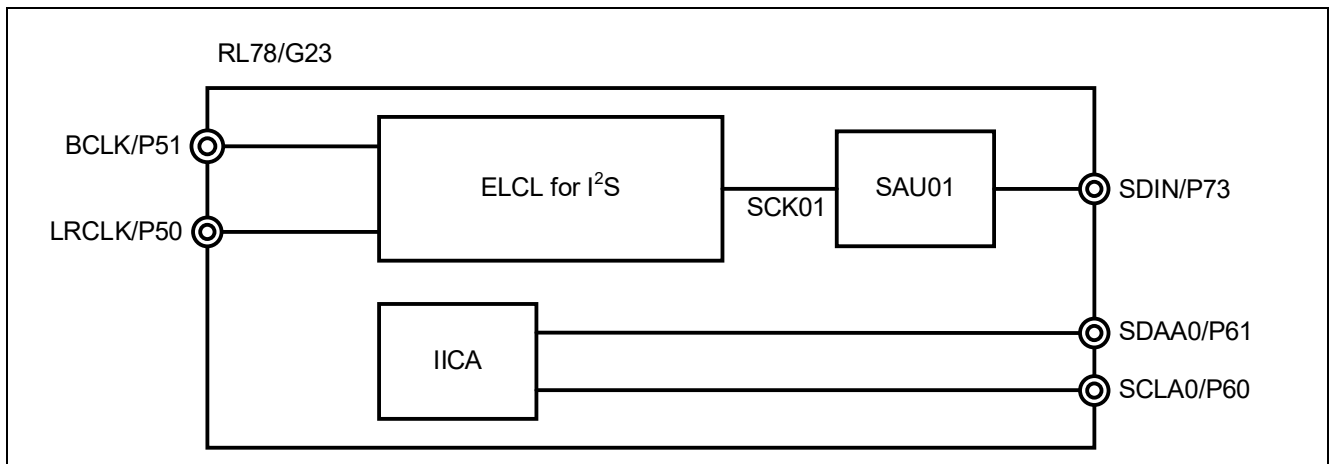
本サンプルコードでは、RS 社の Audio CODEC 754-1974 を使用します。また、オーディオ CODEC 内のレジスタ設定に I<sup>2</sup>C 通信を、サウンド・データ送信処理に I<sup>2</sup>S 通信を使用します。

サンプルコードは以下のような動作をします。

- (1) I<sup>2</sup>C 通信用の IICA が動作を開始し、オーディオ CODEC 内のレジスタ設定を行います
- (2) I<sup>2</sup>S 通信用の CSI01 が動作を開始します（SCK01 待ち状態）
- (3) オーディオ CODEC から BCLK、LRCLK が入力され、データ送信が開始します
- (4) データ送信後、LED1 を点灯します
- (5) CSI01 が停止します

図 5-1 にサンプルコードのシステム構成を示します。

図 5-1 サンプルコードのシステム構成



## 5.1.2 フォルダ構成

表 5-1 にサンプルコードの使用しているソースファイル／ヘッダファイルの構成を示します。なお、統合開発環境で自動生成されるファイル、bsp 環境のファイルは除きます。

表 5-1 フォルダ構成

| フォルダ、ファイル名                               | 説明                    | スマート・コンフィグレータを使用 |
|------------------------------------------|-----------------------|------------------|
| ¥r01an6420_elcl_slave<DIR> <sup>注3</sup> | サンプルコードのフォルダ          |                  |
| ¥src<DIR>                                | プログラム格納用フォルダ          |                  |
| main.c                                   | サンプルコードソースファイル        |                  |
| main.h                                   | サンプルコードヘッダファイル        |                  |
| r_codec.c <sup>注4</sup>                  | CODEC モジュール設定用ソースファイル |                  |
| r_codec.h <sup>注4</sup>                  | CODEC モジュール設定用ヘッダファイル |                  |
| sound_data.c                             | サウンド・データ用ソースファイル      |                  |
| sound_data.h                             | サウンド・データ用ヘッダファイル      |                  |
| ¥csi01<DIR>                              | CSI01 用プログラム格納フォルダ    |                  |
| csi01.c                                  | CSI01 用ソースファイル        |                  |
| csi01.h                                  | CSI01 用ヘッダファイル        |                  |
| ¥iica0<DIR> <sup>注4</sup>                | IICA0 用プログラム格納フォルダ    |                  |
| iica0.c                                  | IICA0 用ソースファイル        |                  |
| iica0.h                                  | IICA0 用ヘッダファイル        |                  |
| ¥smc_gen<DIR>                            | スマート・コンフィグレータ生成フォルダ   | √                |
| ¥Config_PORT<DIR>                        | ポート用プログラム格納フォルダ       | √                |
| Config_PORT.c                            | ポート用ソースファイル           | √                |
| Config_PORT.h                            | ポート用ヘッダファイル           | √                |
| Config_PORT_user.c                       | ポート用割り込みソースファイル       | √ <sup>注1</sup>  |
| ¥Config_TAU0_7<DIR> <sup>注4</sup>        | TAU07 用プログラム格納フォルダ    | √                |
| Config_TAU0_7.c                          | TAU07 用ソースファイル        | √                |
| Config_TAU0_7.h                          | TAU07 用ヘッダファイル        | √                |
| Config_TAU0_7_user.c                     | TAU07 用割り込みソースファイル    | √ <sup>注2</sup>  |
| ¥Config_ELCL<DIR>                        | ELCL 用プログラム格納フォルダ     | √                |
| Config_ELCL.c                            | ELCL 用ソースファイル         | √                |
| Config_ELCL.h                            | ELCL 用ヘッダファイル         | √                |
| Config_ELCL_user.c                       | ELCL 用割り込みソースファイル     | √                |
| ¥general<DIR>                            | 初期化、共通プログラム格納フォルダ     | √                |
| ¥r_bsp<DIR>                              | BSP 用プログラム格納フォルダ      | √                |
| ¥r_config<DIR>                           | プログラム格納フォルダ           | √                |

補足 ” <DIR> ” は、ディレクトリを意味します。

注 1. 本サンプルコードでは使用しません。

注 2. スマート・コンフィグレータで生成したファイルに割り込み処理ルーチンを追加しています。

注 3. IAR 版のサンプルコードは buildinfo.ipcf を格納しています。ipcf ファイルについては、「RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド：IAR 編（R20AN0581）」を確認してください。

注 4. RS 社の Audio CODEC 754-1974 の CODEC モジュール設定に必要なファイルです。

I<sup>2</sup>S 通信は CSI を使用するため、本来の CSI の規格に沿わず、オーバーランエラーが発生します。スマート・コンフィグレータで生成したコードからエラー検出処理を削除しています。

また、IICA で多重割り込みを有効にするため、スマート・コンフィグレータで生成されたコードを修正し、不要な関数を削除しています。

### 5.1.3 オプション・バイトの設定一覧

表 5-2 にオプション・バイト設定を示します。

表 5-2 オプション・バイト設定

| アドレス          | 設定値              | 内容                                             |
|---------------|------------------|------------------------------------------------|
| 000C0H/040C0H | 1110 1111B (EFH) | ウォッチドッグ・タイマ動作停止<br>(リセット解除後、カウント停止)            |
| 000C1H/040C1H | 1111 1110B (FEH) | LVD0 リセット・モード<br>検出電圧：立ち上がり 1.90V／立下り 1.86V    |
| 000C2H/040C2H | 1110 1000B (E8H) | フラッシュ動作モード：高速メインモード<br>高速オンチップ・オシレータの周波数：32MHz |
| 000C3H/040C3H | 1000 0101B (85H) | オンチップ・デバッグ動作許可                                 |

## 5.1.4 定数一覧

表 5-3 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5-3 サンプルコードで使用する定数

| 定数名                 | 設定値            | 内容                                    | ファイル         |
|---------------------|----------------|---------------------------------------|--------------|
| LED1                | P5_bit.no3     | P53                                   | csi01.c      |
| LED_ON              | 0              | LED を ON するための設定値                     | csi01.c      |
| LED_OFF             | 1              | LED を OFF するための設定値                    | csi01.c      |
| DATA_48K_32B        | 1              | 再生するサウンド・データを選択する。(1:有効、0:無効)         | sound_data.h |
| DECODE_PCM_SIZE     | 32000          | サウンド・データのデータ数。再生するサウンド・データによって設定値が変化。 | sound_data.h |
| g_tx_buf[]          | サンプルコード参照      | サウンド・データ                              | sound_data.c |
| SENSOR_ADD          | 0x34           | センサのアドレス                              | r_codec.h    |
| WAIT_TIME           | 100            | IICA0 通信待ち時間                          | r_codec.h    |
| g_cmd_l_vol[2]      | { 0x00, 0x17 } | 左ライン・入力チャンネル・ボリューム・制御コマンド             | r_codec.c    |
| g_cmd_r_vol[2]      | { 0x02, 0x17 } | 右ライン・入力チャンネル・ボリューム・制御コマンド             | r_codec.c    |
| g_cmd_bypass[2]     | { 0x08, 0x12 } | アナログ・オーディオパス制御コマンド                    | r_codec.c    |
| g_cmd_deempha[2]    | { 0x0A, 0x00 } | デジタル・オーディオパス制御コマンド                    | r_codec.c    |
| g_cmd_line_adc[2]   | { 0x0C, 0x42 } | パワーダウン制御コマンド                          | r_codec.c    |
| g_cmd_set_rate[2]   | {0x10, 0x00}   | サンプリング周波数制御コマンド                       | r_codec.c    |
| g_cmd_set_format[2] | {0x0E, 0x0E}   | デジタル・オーディオインターフェース・フォーマット設定コマンド       | r_codec.c    |
| g_cmd_activate[2]   | { 0x12, 0x01 } | CODEC モジュール・アクティブコマンド                 | r_codec.c    |
| g_cmd_inactivate[2] | { 0x12, 0x00 } | CODEC モジュール・非アクティブコマンド                | r_codec.c    |
| g_cmd_reset[2]      | { 0x1E, 0x00 } | レジスタ・リセットコマンド                         | r_codec.c    |

## 5.1.5 変数一覧

表 5-4 に本サンプルコードで使用するグローバル変数を示します。

表 5-4 変数一覧

| 型                 | 変数名            | 内容                       | 使用関数                                                                             |
|-------------------|----------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| volatile uint16_t | g_ms_timer     | ウェイト処理のカウント値             | r_ms_delay,<br>r_Config_TAU0_7_interrupt                                         |
| volatile uint8_t  | g_tx_done_flag | 送信完了フラグ                  | main<br>r_csi01_callback_sendend                                                 |
| volatile uint8_t  | g_sample_mode  | I <sup>2</sup> C 通信ステータス | r_codec_init<br>r_codec_start<br>r_codec_stop<br>r_iica0_callback_master_sendend |

## 5.1.6 関数一覧

表 5-5 にサンプルコードで使用する関数を示します。ただし、スマート・コンフィグレータで生成された関数の内、変更を行っていないものは除きます。

表 5-5 関数一覧

| 関数名                             | 概要                   | ソースファイル              |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| main                            | メイン処理                | main.c               |
| r_csi01_create                  | CSI01 初期設定処理         | csi.c                |
| r_csi01_start                   | CSI01 動作開始処理         | csi.c                |
| r_csi01_stop                    | CSI01 停止処理           | csi.c                |
| r_csi01_send                    | CSI01 送信開始処理         | csi.c                |
| r_csi01_callback_sendend        | CSI01 送信終了のコールバック処理  | csi.c                |
| r_csi01_interrupt               | CSI01 割り込み処理         | csi.c                |
| r_iica0_create                  | IICA0 初期設定処理         | lica0.c              |
| r_iica0_stop                    | IICA0 停止処理           | lica0.c              |
| r_iica0_stopcondition           | IICA0 ストップ・コンディション処理 | lica0.c              |
| r_iica0_master_send             | IICA0 マスタ送信開始処理      | lica0.c              |
| r_iica0_callback_master_sendend | IICA0 送信完了コールバック処理   | lica0.c              |
| r_iica0_master_handler          | IICA0 割り込みハンドラ       | lica0.c              |
| r_iica0_interrupt               | IICA0 割り込み処理         | lica0.c              |
| r_codec_init                    | CODEC モジュールのセットアップ処理 | r_codec.c            |
| r_codec_start                   | CODEC モジュールの開始処理     | r_codec.c            |
| r_codec_stop                    | CODEC モジュールの停止処理     | r_codec.c            |
| r_ms_delay                      | IICA0 ウェイト処理         | Config_TAU0_7_user.c |
| r_Config_TAU0_7_interrupt       | TAU チャネル 7 割り込み処理    | Config_TAU0_7_user.c |

## 5.1.7 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

---

[関数名] main

---

|       |                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------|
| 概要    | メイン処理                                                   |
| ヘッダ   | r_smc_entry.h, main.h, csi01.h, r_codec.h, sound_data.h |
| 宣言    | void main (void);                                       |
| 説明    | ELCL、CSI01 の初期化、CODEC モジュールの設定、I <sup>2</sup> S 通信を行います |
| 引数    | なし                                                      |
| リターン値 | なし                                                      |
| 備考    | なし                                                      |

---

[関数名] r\_csi01\_create

---

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 概要    | CSI01 初期設定処理                |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h      |
| 宣言    | void r_csi01_create (void); |
| 説明    | CSI01 の初期設定を行います            |
| 引数    | なし                          |
| リターン値 | なし                          |
| 備考    | なし                          |

---

[関数名] r\_csi01\_start

---

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| 概要    | CSI01 動作開始処理               |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h     |
| 宣言    | void r_csi01_start (void); |
| 説明    | CSI01 の動作を許可します            |
| 引数    | なし                         |
| リターン値 | なし                         |
| 備考    | なし                         |

---

[関数名] r\_csi01\_stop

---

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 概要    | CSI01 停止処理                |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h    |
| 宣言    | void r_csi01_stop (void); |
| 説明    | CSI01 の動作を停止します           |
| 引数    | なし                        |
| リターン値 | なし                        |
| 備考    | なし                        |

---

[関数名] r\_csi01\_send

---

|       |                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------|
| 概要    | CSI01 送信開始処理                                                     |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h                                           |
| 宣言    | MD_STATUS r_csi01_send (uint8_t *const tx_buf, uint16_t tx_num); |
| 説明    | 引数 tx_buf で指定したアドレスから引数 tx_num 個のデータを送信します<br>エラー検出は行いません        |
| 引数    | tx_buf, tx_num                                                   |
| リターン値 | Status                                                           |
| 備考    | なし                                                               |

---

[関数名] r\_csi01\_callback\_sendend

---

|       |                                              |
|-------|----------------------------------------------|
| 概要    | CSI01 送信終了のコールバック処理                          |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h                       |
| 宣言    | static void r_csi01_callback_sendend (void); |
| 説明    | ELCL の出力を停止し、g_tx_done_flag を立て、LED1 を点灯します  |
| 引数    | なし                                           |
| リターン値 | なし                                           |
| 備考    | なし                                           |

---

[関数名] r\_csi01\_interrupt

---

|       |                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|
| 概要    | CSI01 割り込み処理                                        |
| ヘッダ   | csi01.h, Config_ELCL.h                              |
| 宣言    | #pragma interrupt r_csi01_interrupt (vect=INTCSI01) |
| 説明    | 次の送信データを SIO01 にセットします                              |
| 引数    | なし                                                  |
| リターン値 | なし                                                  |
| 備考    | なし                                                  |

---

[関数名] r\_iica0\_create

---

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 概要    | IICA0 初期設定処理                |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h           |
| 宣言    | void r_csi01_create (void); |
| 説明    | IICA0 の初期設定をします             |
| 引数    | なし                          |
| リターン値 | なし                          |
| 備考    | なし                          |

---

[関数名] r\_iica0\_stop

---

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 概要    | IICA0 停止処理                |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h         |
| 宣言    | void r_iica0_stop (void); |
| 説明    | IICA0 の動作を停止します           |
| 引数    | なし                        |
| リターン値 | なし                        |
| 備考    | なし                        |

## [関数名] r\_iica0\_stopcondition

---

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| 概要    | IICA0 ストップ・コンディション                 |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                  |
| 宣言    | void r_iica0_stopcondition (void); |
| 説明    | ストップ・コンディションを生成します                 |
| 引数    | なし                                 |
| リターン値 | なし                                 |
| 備考    | なし                                 |

---

## [関数名] r\_iica0\_master\_send

---

|       |                                                                                                                            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | IICA0 マスタ送信開始処理                                                                                                            |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                                                                                                          |
| 宣言    | MD_STATUS r_iica0_master_send (uint8_t adr, uint8_t *const tx_buf, uint16_t tx_num, uint8_t wait);                         |
| 説明    | (1) I <sup>2</sup> C バスが解放されている場合、スタート・コンディションを生成します<br>(2) スタート・コンディション生成後、スレーブ・アドレスを送信モードにし、データ送信を開始します<br>(3) 通信完了を待ちます |
| 引数    | adr, tx_buf, tx_num, wait                                                                                                  |
| リターン値 | status                                                                                                                     |
| 備考    | なし                                                                                                                         |

---

## [関数名] r\_iica0\_callback\_master\_sendend

---

|       |                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|
| 概要    | IICA0 送信完了コールバック処理                                  |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                                   |
| 宣言    | static void r_iica0_callback_master_sendend (void); |
| 説明    | ストップ・コンディションを生成し、IIC 通信ステータスを FINISH にします           |
| 引数    | なし                                                  |
| リターン値 | なし                                                  |
| 備考    | なし                                                  |

---

## [関数名] r\_iica0\_master\_handler

---

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| 概要    | IICA0 割り込みハンドラ                      |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                   |
| 宣言    | void r_iica0_master_handler (void); |
| 説明    | スレーブ・アドレスに対して ACK を検出した場合、データを送信します |
| 引数    | なし                                  |
| リターン値 | なし                                  |
| 備考    | なし                                  |

---

---

[関数名] r\_iica0\_interrupt

---

|       |                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------|
| 概要    | IICA0 割り込み処理                                                    |
| ヘッダ   | iica.h, r_codec.h                                               |
| 宣言    | #pragma interrupt r_iica0_interrupt (vect=INTIICA0,enable=true) |
| 説明    | IICA0 の割り込み要求の受付処理を行います<br>多重割り込みを許可しています                       |
| 引数    | なし                                                              |
| リターン値 | なし                                                              |
| 備考    | なし                                                              |

---

[関数名] r\_codec\_init

---

|       |                                                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | CODEC モジュールのセットアップ処理                                                          |
| ヘッダ   | sound_data.h, iica0.h, r_codec.h, Config_TAU0_7.h                             |
| 宣言    | void r_codec_init (void);                                                     |
| 説明    | (1) IICA0 の初期設定処理を行います<br>(2) CODEC モジュールのセットアップを行います<br>(3) 設定完了を待ちます(100ms) |
| 引数    | なし                                                                            |
| リターン値 | なし                                                                            |
| 備考    | なし                                                                            |

---

[関数名] r\_codec\_start

---

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| 概要    | CODEC モジュールの開始処理                                  |
| ヘッダ   | sound_data.h, iica0.h, r_codec.h, Config_TAU0_7.h |
| 宣言    | void r_codec_start (void);                        |
| 説明    | CODEC モジュールの動作を開始します                              |
| 引数    | なし                                                |
| リターン値 | なし                                                |
| 備考    | なし                                                |

---

[関数名] r\_codec\_stop

---

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| 概要    | CODEC モジュールの停止処理                                  |
| ヘッダ   | sound_data.h, iica0.h, r_codec.h, Config_TAU0_7.h |
| 宣言    | void r_codec_stop (void);                         |
| 説明    | CODEC モジュールの動作を停止します                              |
| 引数    | なし                                                |
| リターン値 | なし                                                |
| 備考    | なし                                                |

---

[関数名] r\_ms\_delay

---

|       |                                                                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | ウェイト処理                                                                                                            |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, Config_TAU0_7.h                                                            |
| 宣言    | void r_ms_delay (uint16_t msec);                                                                                  |
| 説明    | 引数 msec で指定した時間 (ms) ウェイトします<br>TAU0 チャンネル 7 を使ってカウントします。g_ms_timer が引数 msec 未満の場合はポーリングし、msec 以上の場合はウェイト処理を完了します |
| 引数    | msec                                                                                                              |
| リターン値 | なし                                                                                                                |
| 備考    | なし                                                                                                                |

---

[関数名] r\_Config\_TAU0\_7\_interrupt

---

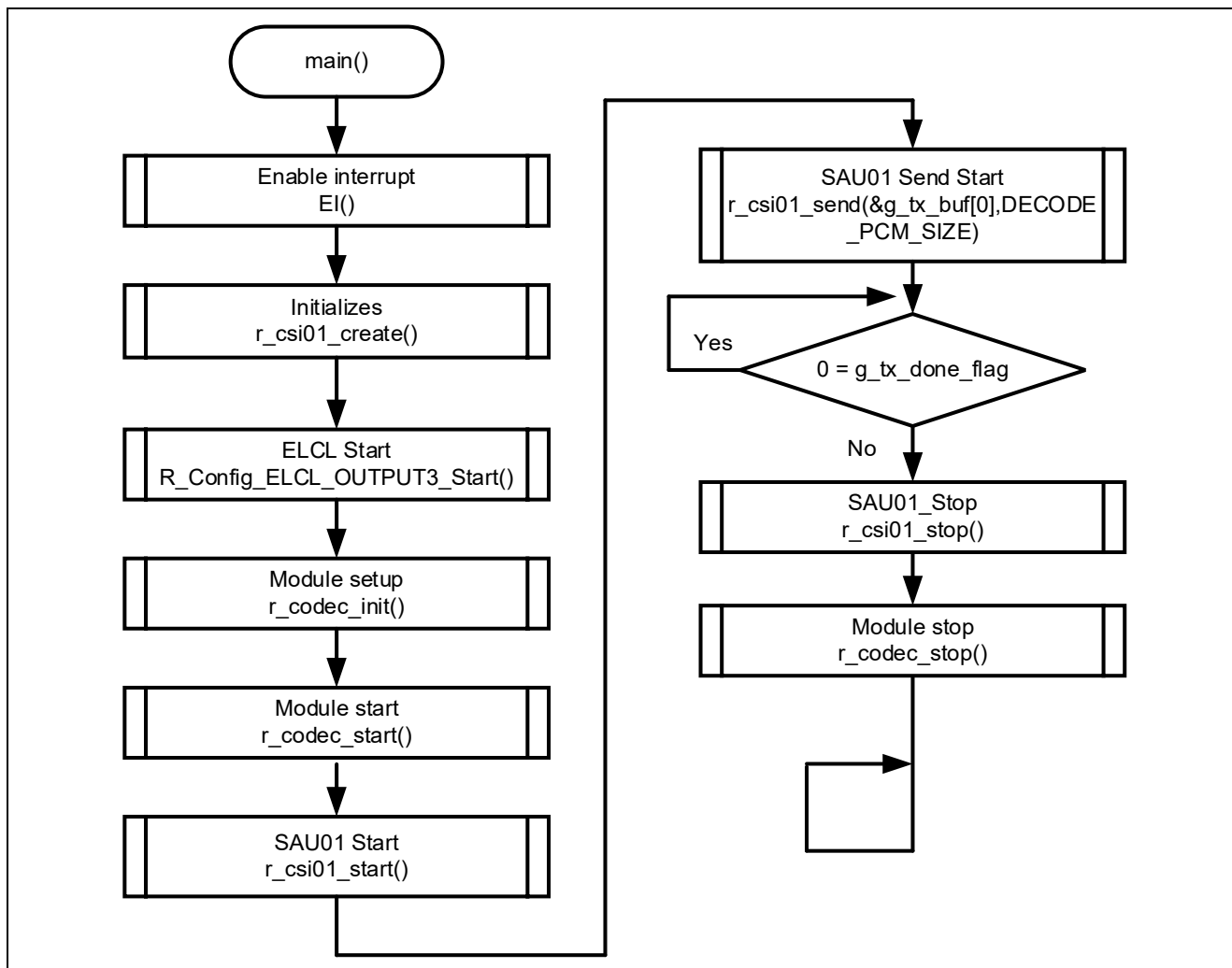
|       |                                                              |
|-------|--------------------------------------------------------------|
| 概要    | TAU07 割り込み処理                                                 |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, Config_TAU0_7.h       |
| 宣言    | #pragma interrupt r_Config_TAU0_7_interrupt (vect=INTTM07)   |
| 説明    | TAU0 チャンネル 7 の INTTM07 による割り込み処理です<br>g_ms_timer をカウントアップします |
| 引数    | なし                                                           |
| リターン値 | なし                                                           |
| 備考    | なし                                                           |

## 5.1.8 フローチャート

## 5.1.8.1 メイン処理

図 5-2 にメイン処理のフローチャートを示します。

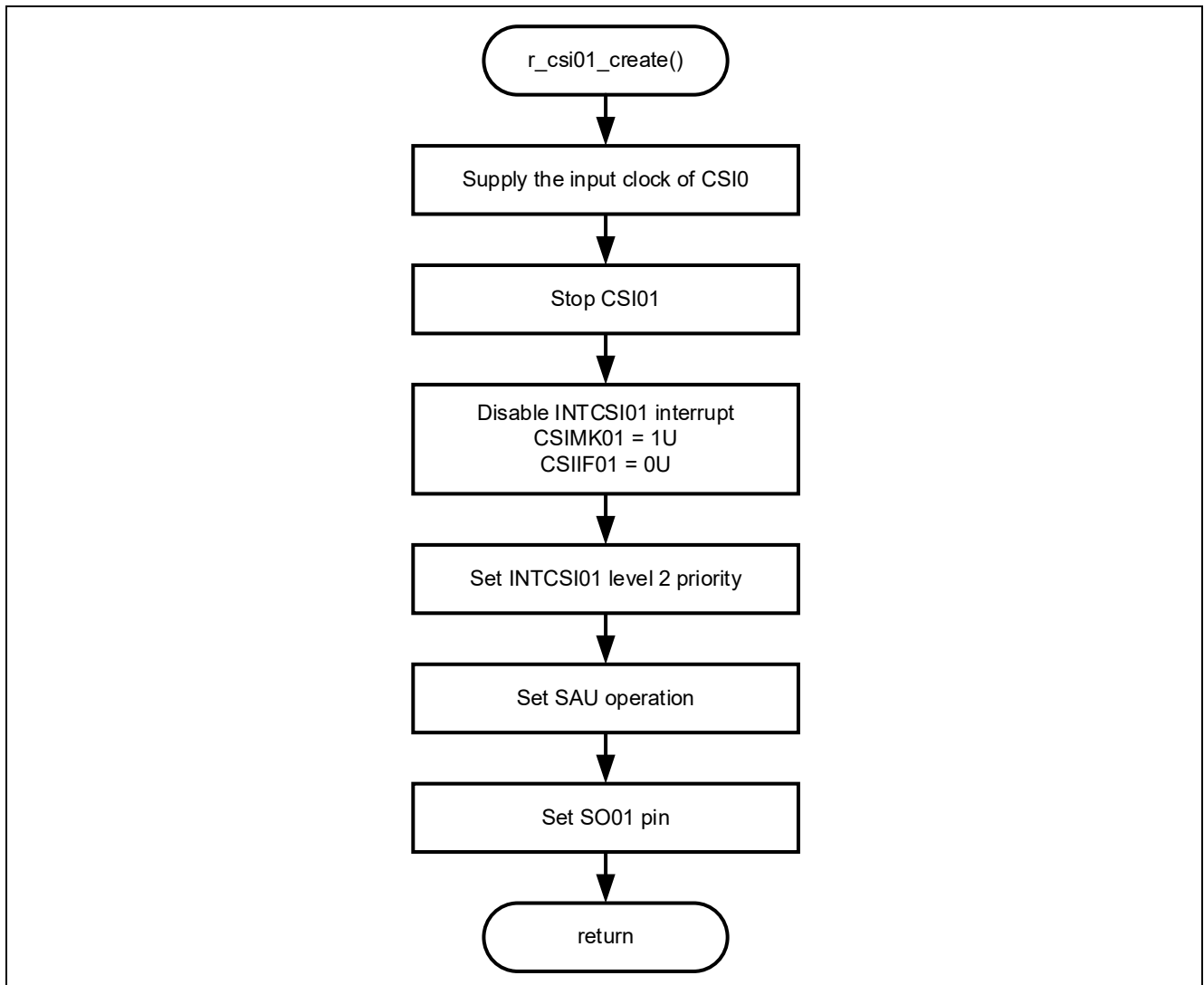
図 5-2 メイン処理



## 5.1.8.2 CSI01 初期設定処理

図 5-3 に CSI01 初期設定処理のフローチャートを示します。

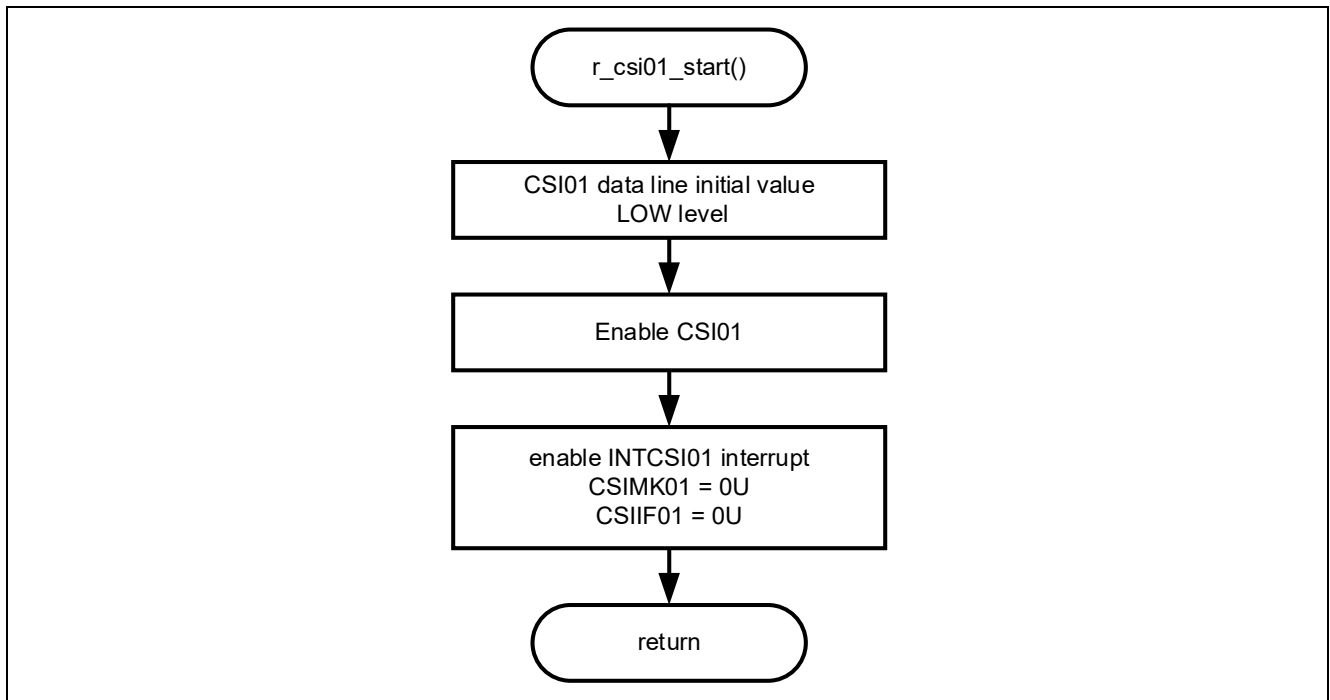
図 5-3 CSI01 初期設定処理



## 5.1.8.3 CSI01 動作開始処理

図 5-4 に CSI01 動作開始処理のフローチャートを示します。

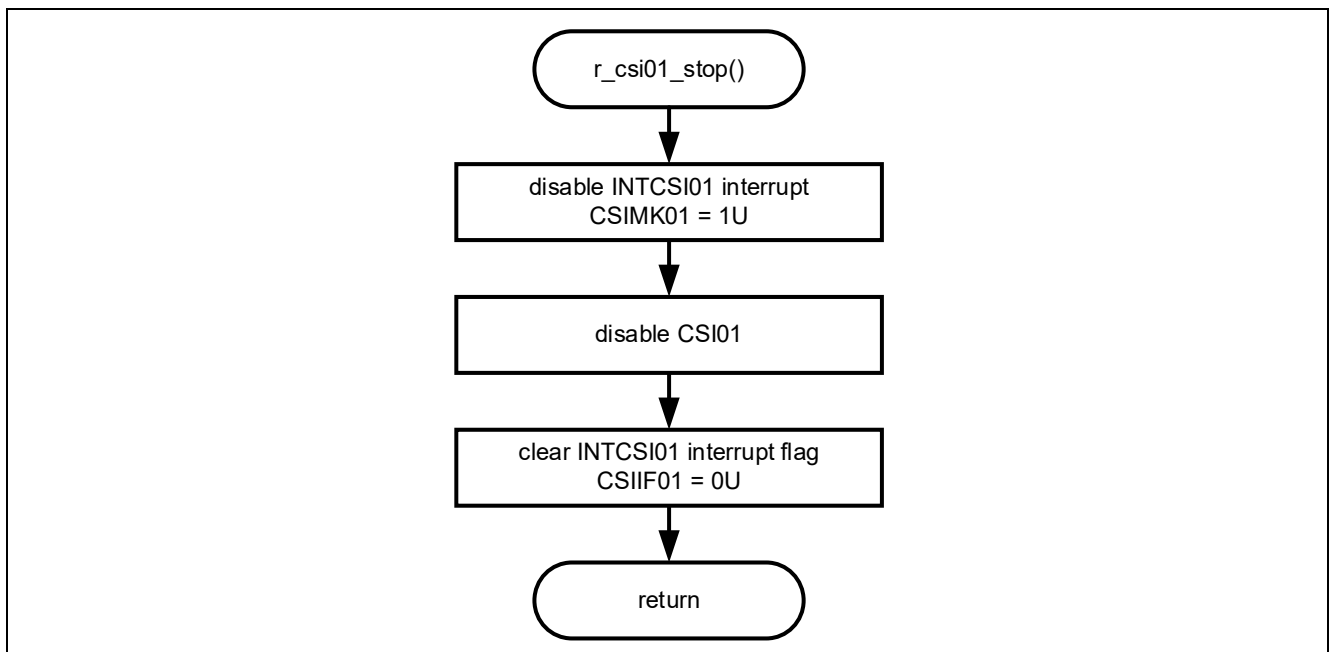
図 5-4 CSI01 動作開始処理



## 5.1.8.4 CSI01 停止処理

図 5-5 に CSI01 停止処理のフローチャートを示します。

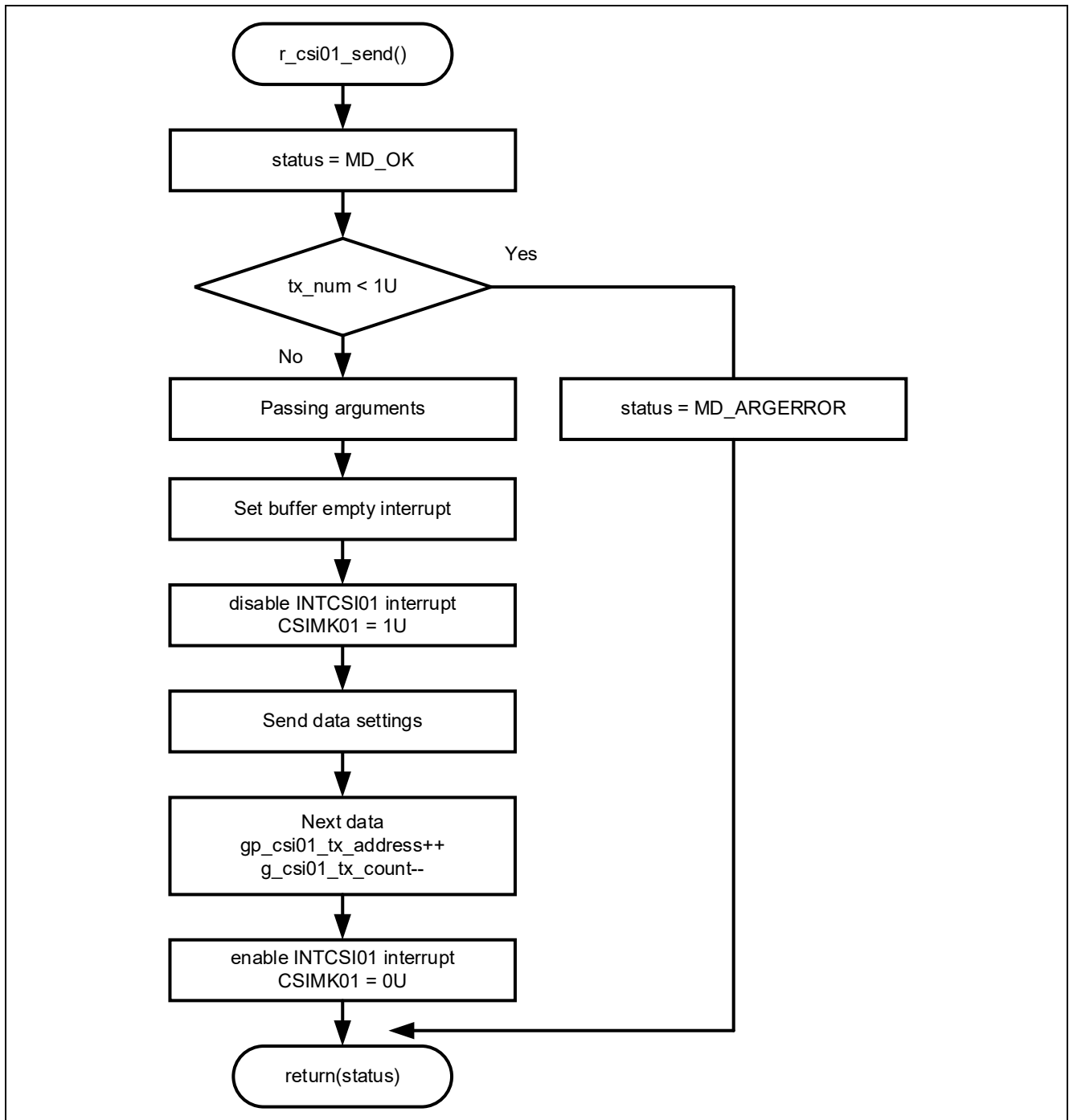
図 5-5 CSI01 停止処理



## 5.1.8.5 CSI01 送信開始処理

図 5-6 に CSI01 送信開始処理のフローチャートを示します。

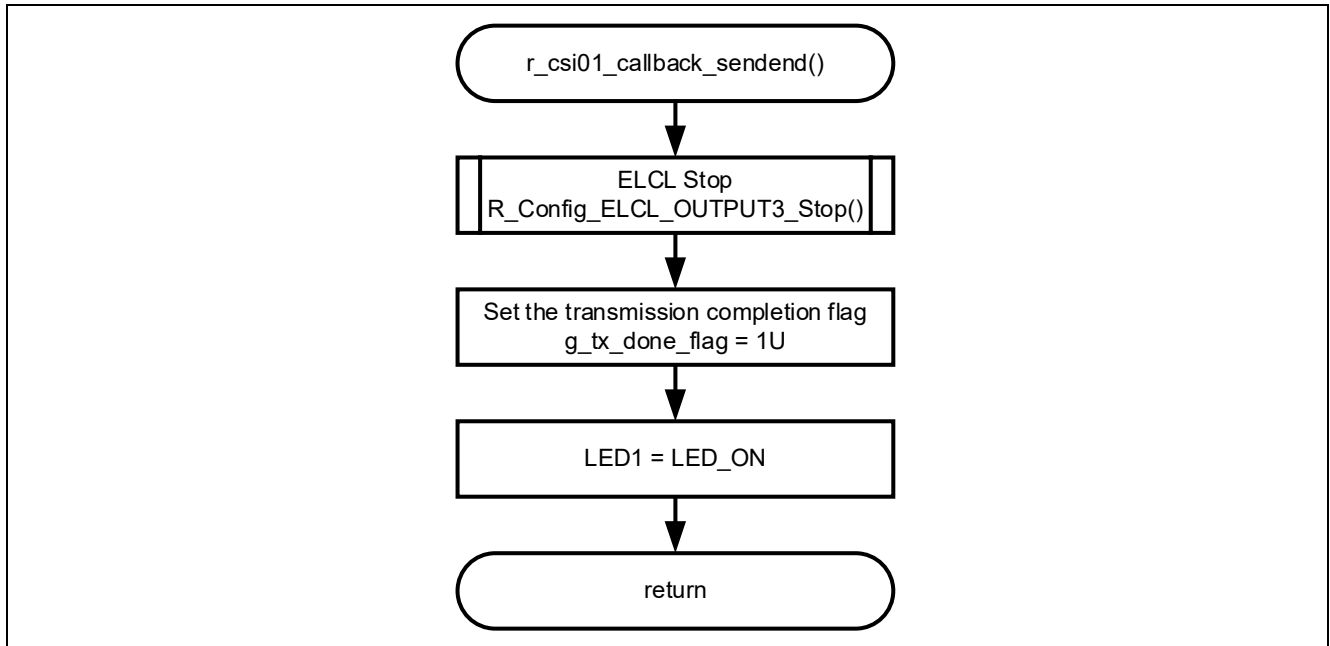
図 5-6 CSI01 送信開始処理



## 5.1.8.6 CSI01 送信終了のコールバック処理

図 5-7 に CSI01 送信終了のコールバック処理のフローチャートを示します。

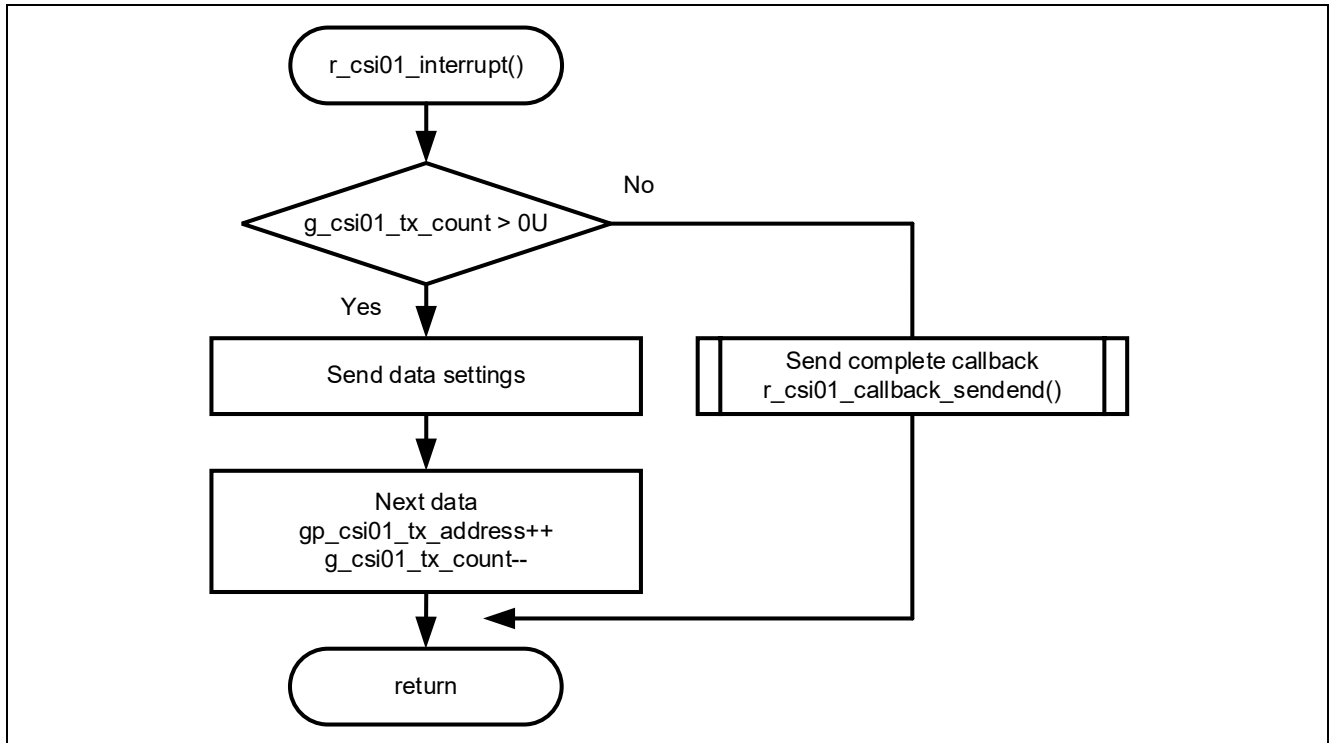
図 5-7 CSI01 送信完了のコールバック処理



## 5.1.8.7 CSI01 割り込み処理

図 5-8 に CSI01 割り込み処理のフローチャートを示します。

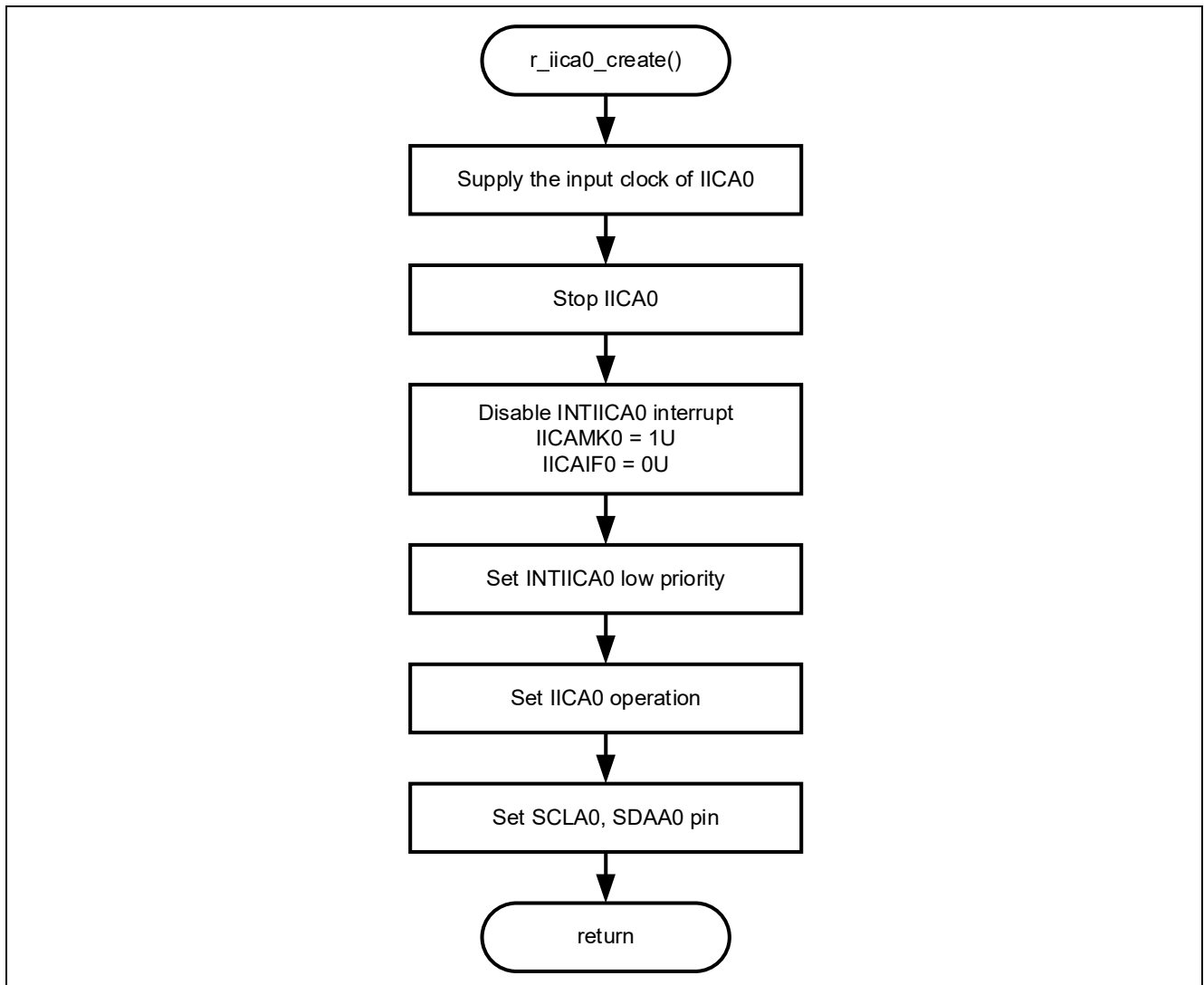
図 5-8 CSI01 割り込み処理



## 5.1.8.8 IICA0 初期設定処理

図 5-9 に IICA0 初期設定処理のフローチャートを示します。

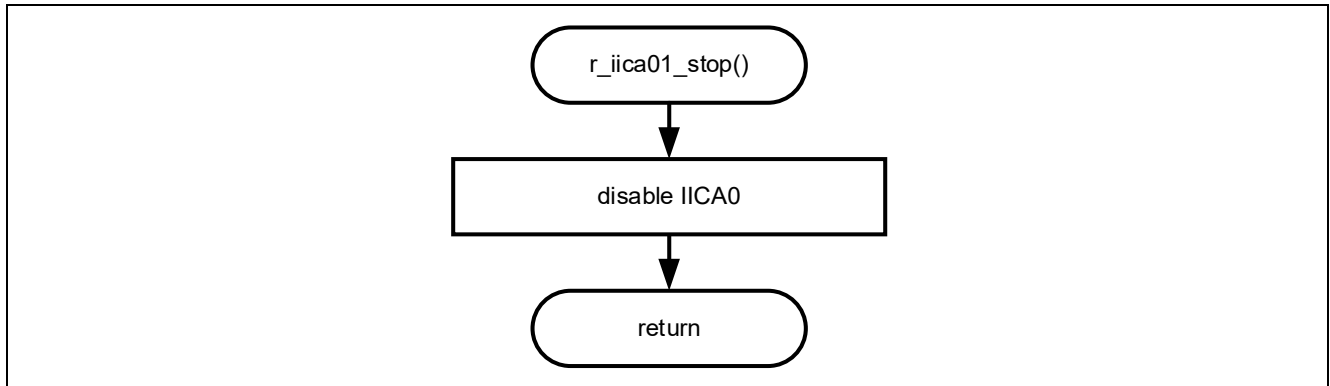
図 5-9 IICA0 初期設定処理



## 5.1.8.9 IICA0 停止処理

図 5-10 に IICA0 停止処理のフローチャートを示します。

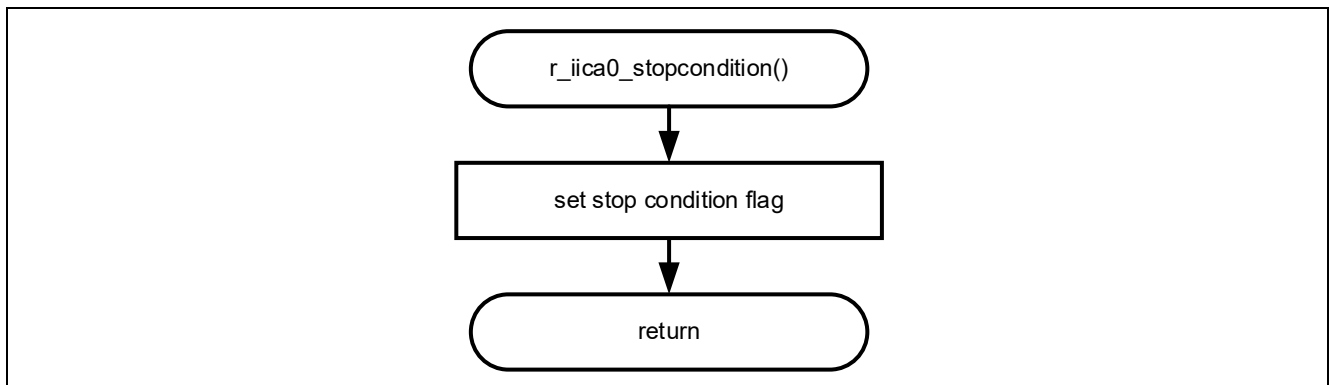
図 5-10 IICA0 停止処理



## 5.1.8.10 IICA0 ストップ・コンディション処理

図 5-11 に IICA0 ストップ・コンディション処理のフローチャートを示します。

図 5-11 IICA0 ストップ・コンディション処理



## 5.1.8.11 IICA0 マスタ送信開始処理

図 5-12、図 5-13 に IICA0 マスタ送信開始処理のフローチャートを示します。

図 5-12 IICA0 マスタ送信開始処理 (1/2)

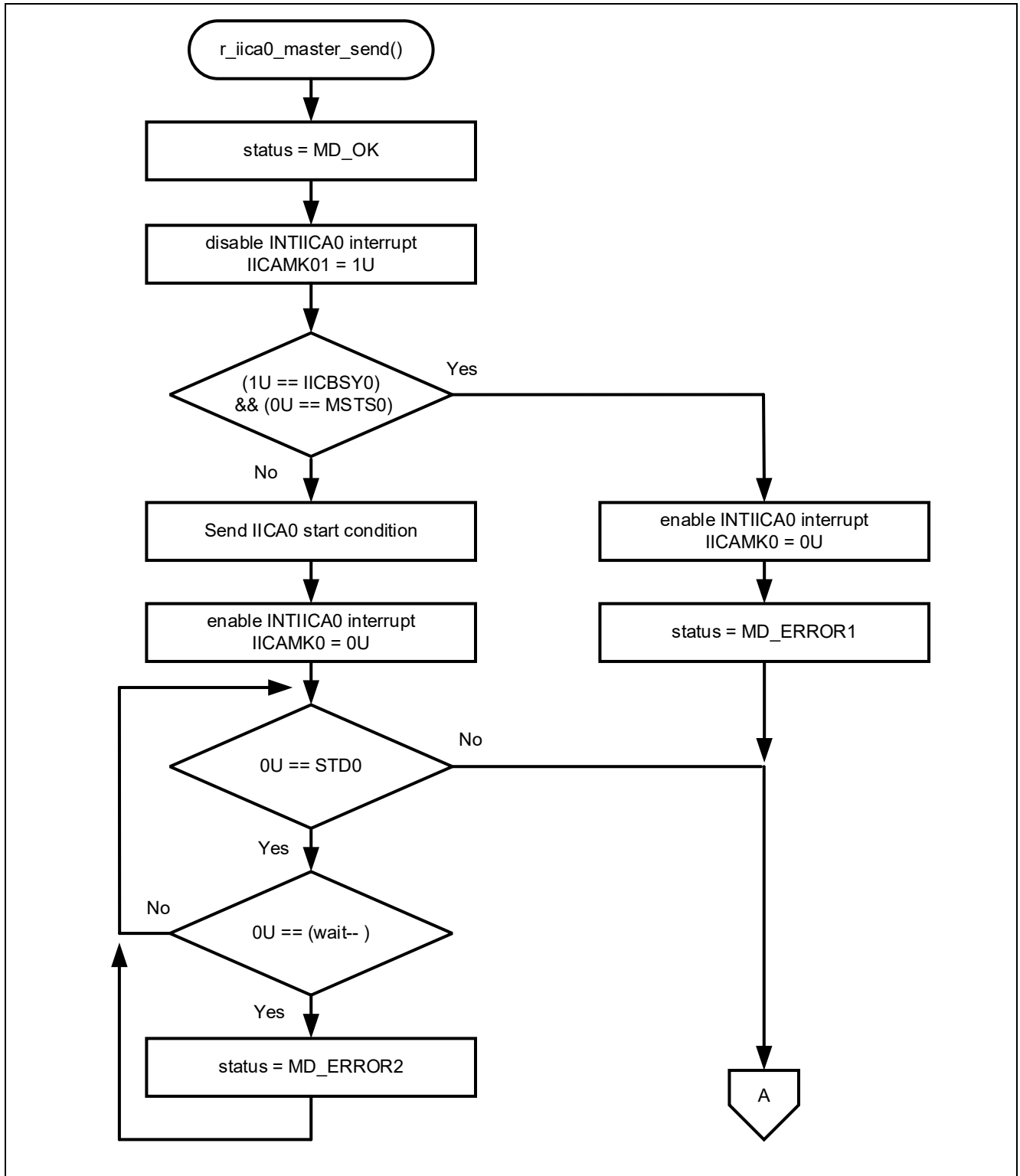
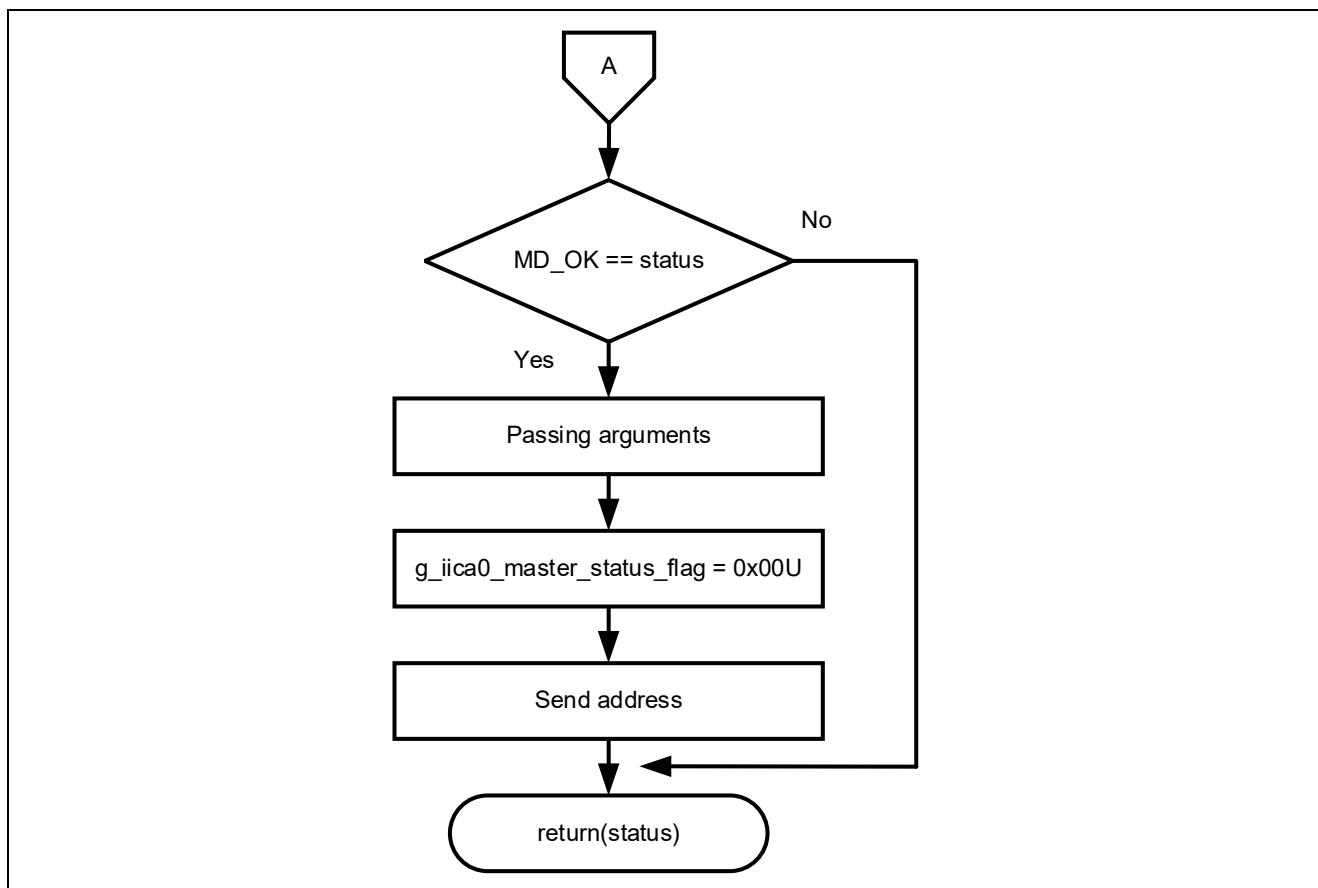


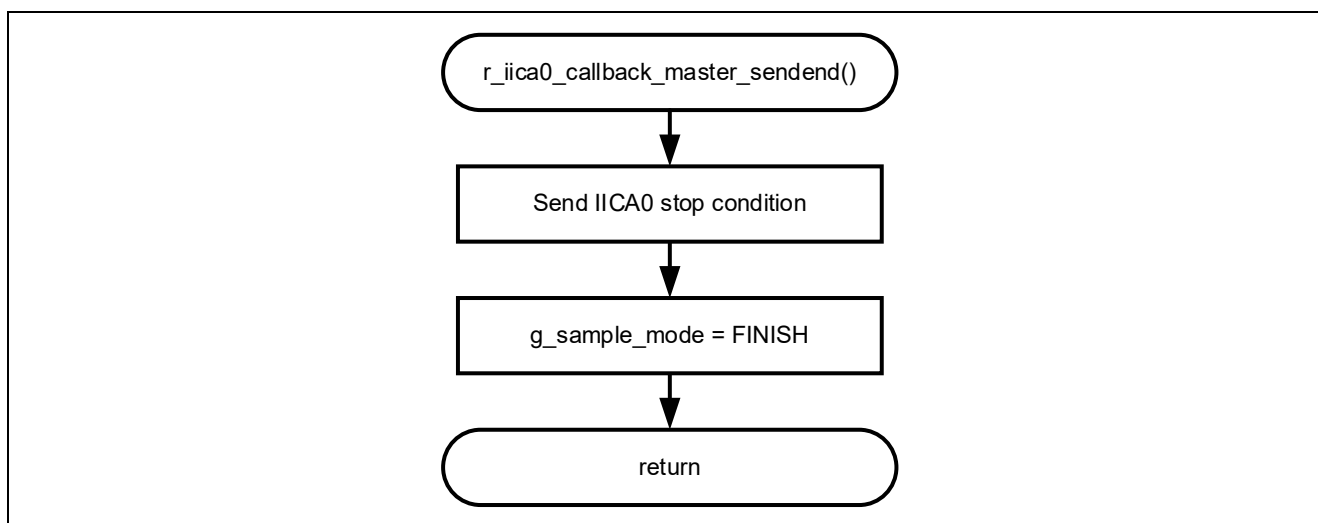
図 5-13 IICA0 マスタ送信開始処理 (2/2)



## 5.1.8.12 IICA0 送信完了コールバック処理

図 5-14 に IICA 送信完了コールバック処理のフローチャートを示します。

図 5-14 IICA0 送信完了コールバック処理



## 5.1.8.13 IICA0 割り込みハンドラ

図 5-15、図 5-16 に IICA 割り込みハンドラのフローチャートを示します。

図 5-15 IICA0 割り込みハンドラ (1/2)

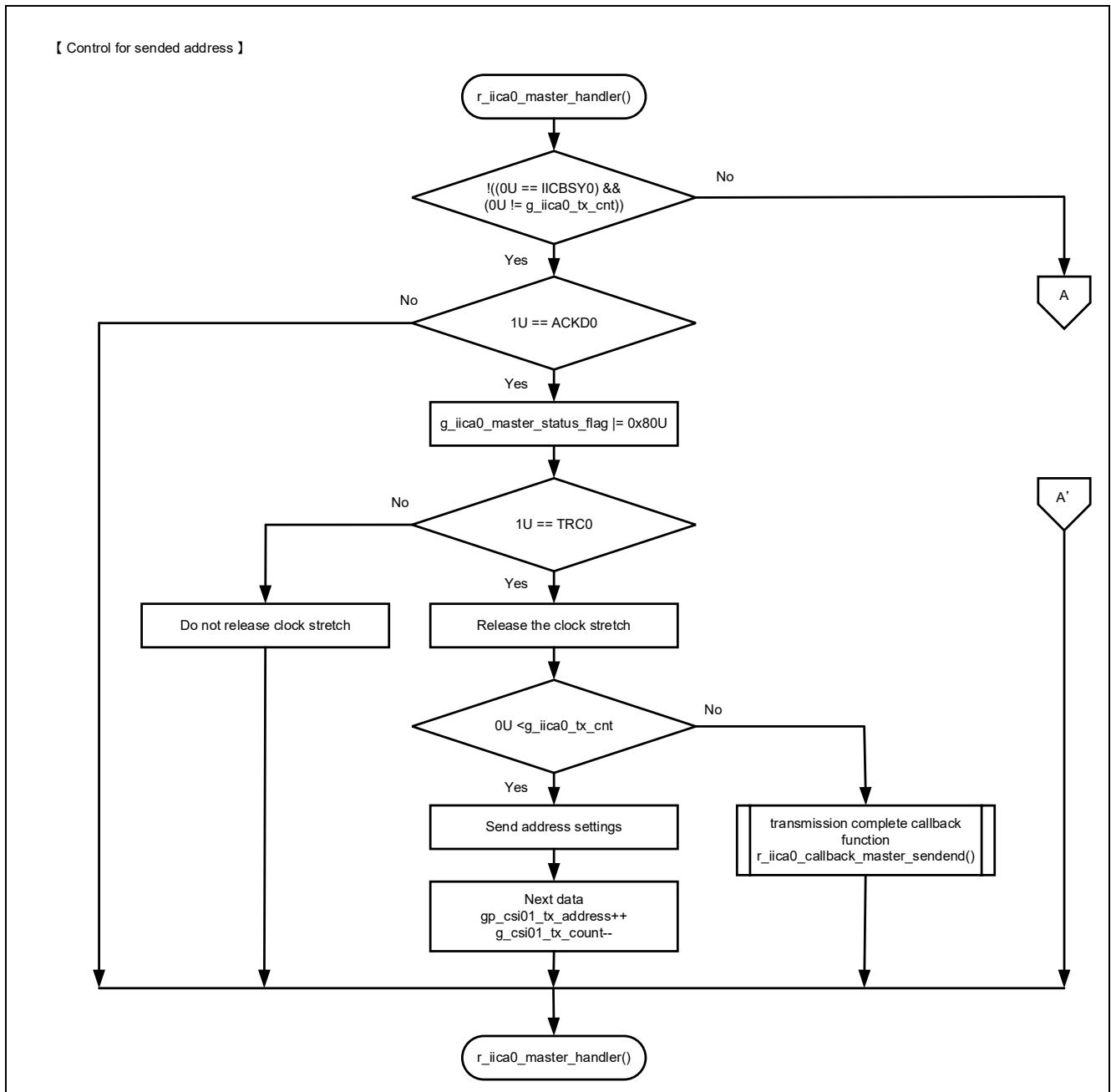
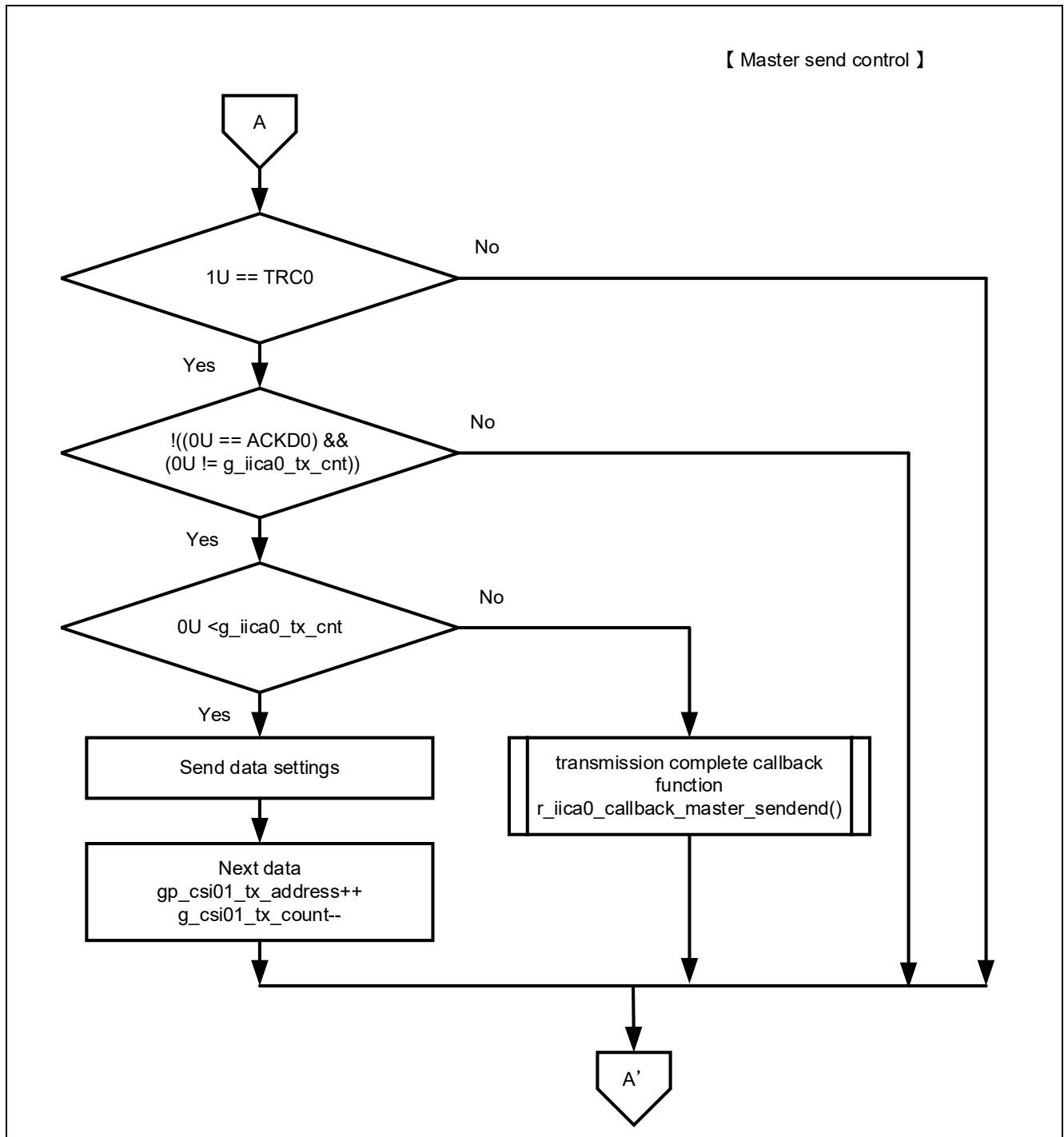


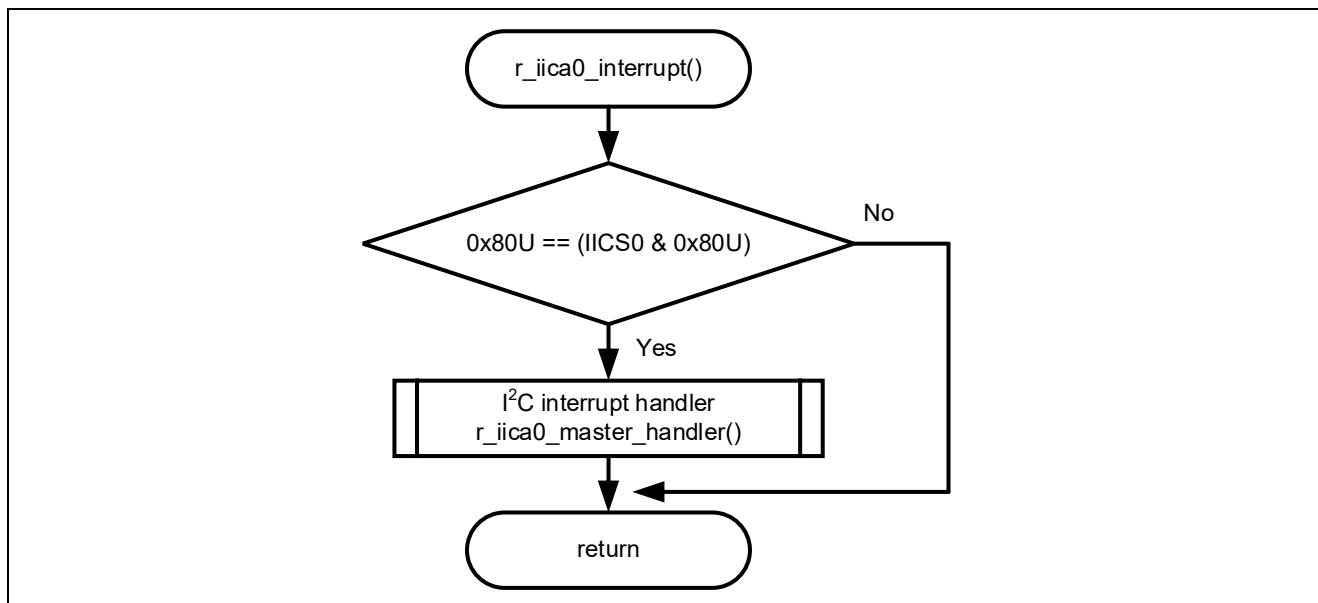
図 5-16 IICA0 割り込みハンドラ (2/2)



## 5.1.8.14 IICA0 割り込み処理

図 5-17 に IICA0 割り込み処理のフローチャートを示します。

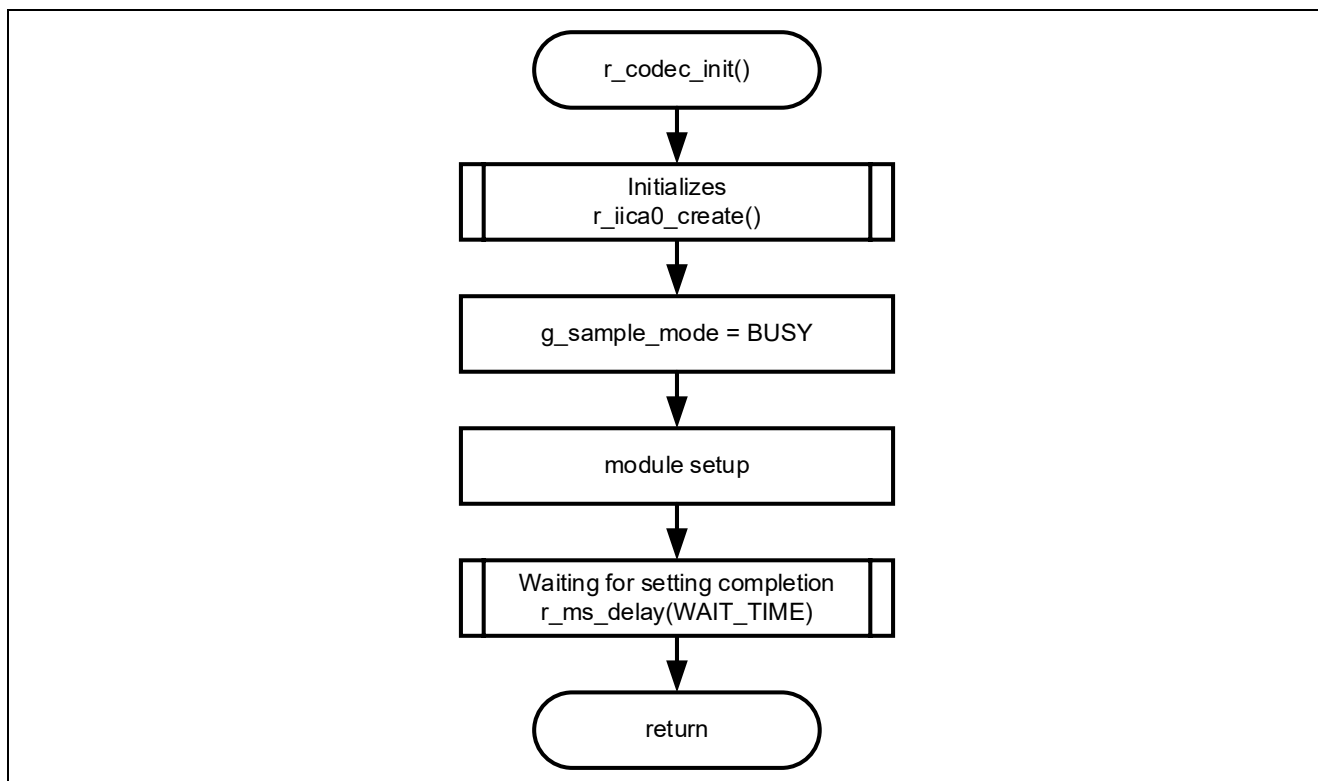
図 5-17 IICA0 割り込み処理



## 5.1.8.15 CODEC モジュールのセットアップ処理

図 5-18 に CODEC モジュールのセットアップ処理のフローチャートを示します。

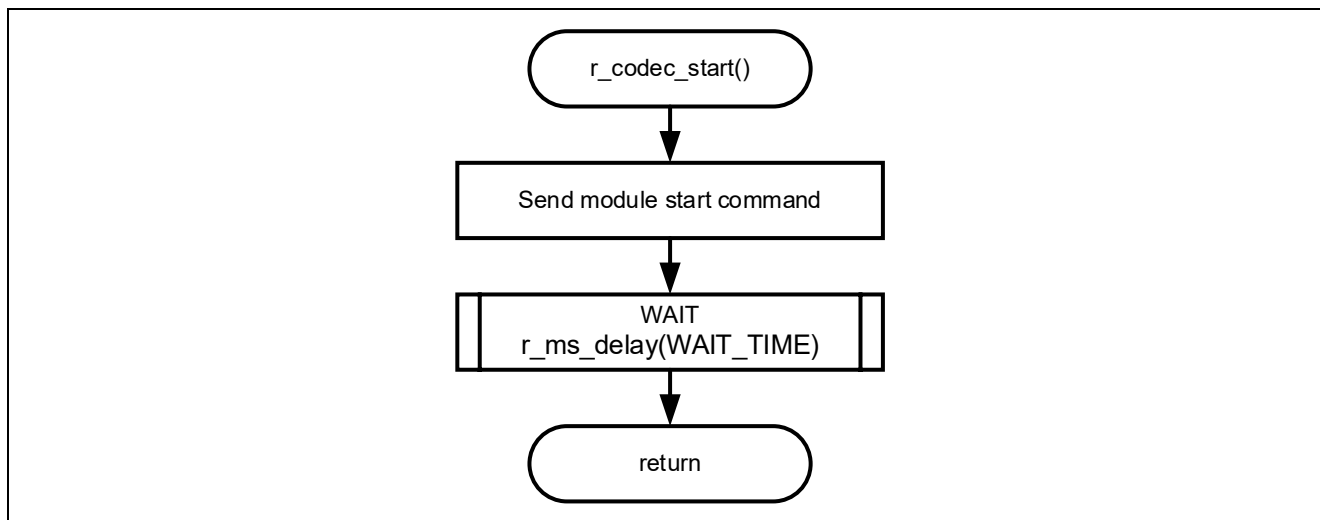
図 5-18 CODEC モジュールのセットアップ処理



## 5.1.8.16 CODEC モジュールの開始処理

図 5-19 に CODEC モジュールの開始処理のフローチャートを示します。

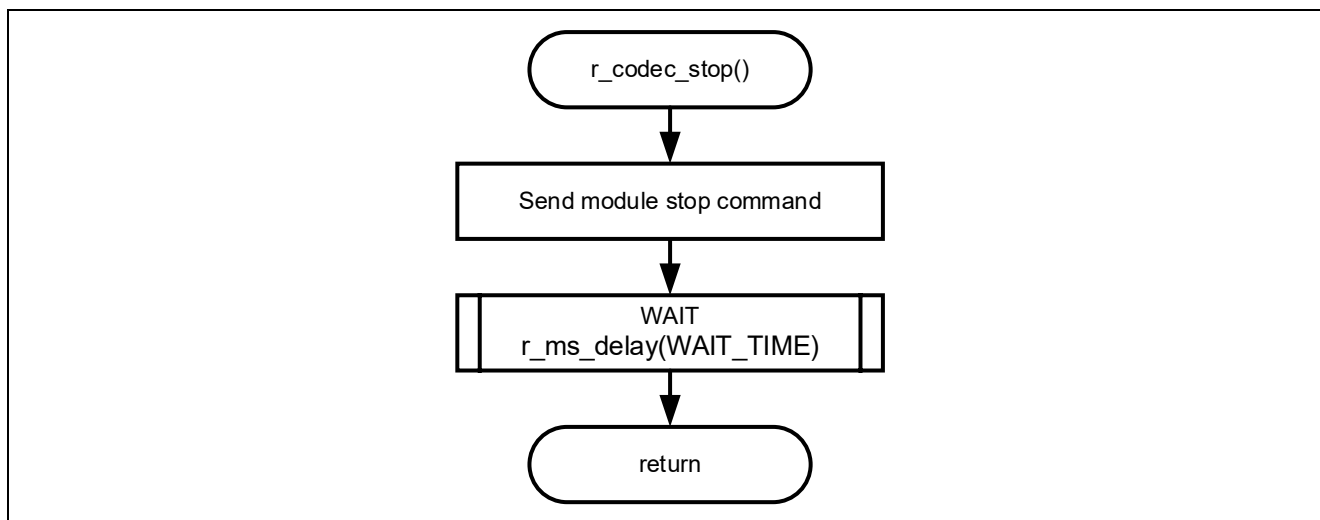
図 5-19 CODEC モジュールの開始処理



## 5.1.8.17 CODEC モジュールの停止処理

図 5-20 に CODEC モジュールの停止処理のフローチャートを示します。

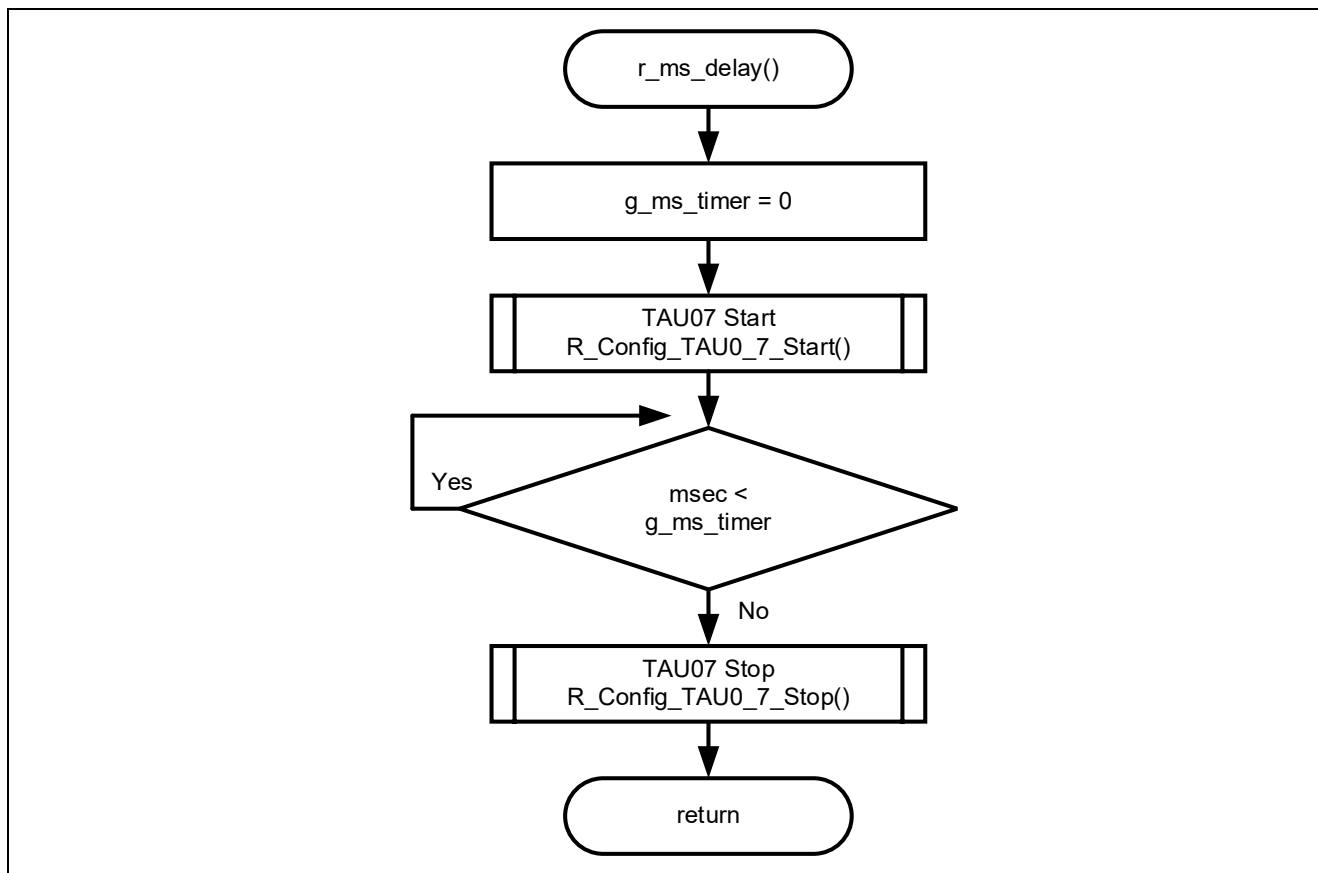
図 5-20 CODEC モジュールの停止処理



## 5.1.8.18 IICA0 ウェイト処理

図 5-21 に IICA0 ウェイト処理のフローチャートを示します。

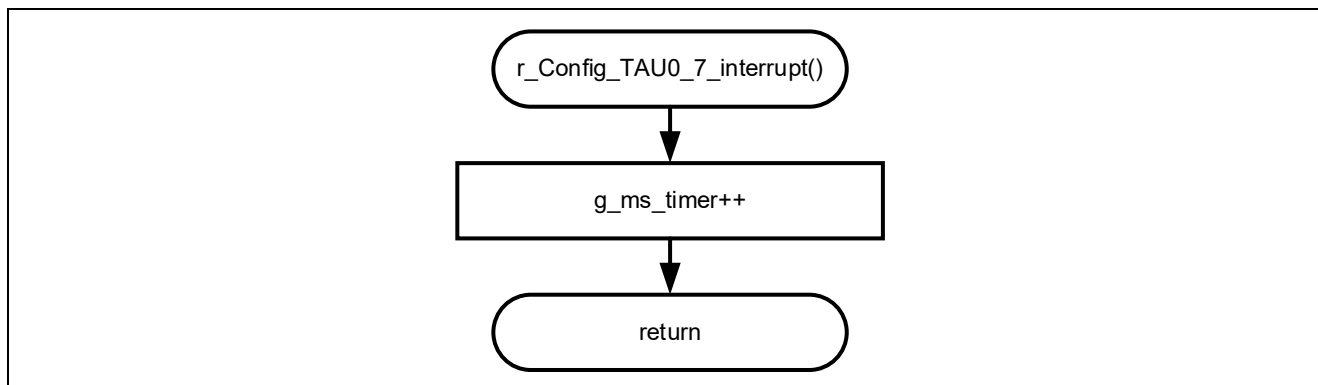
図 5-21 IICA0 ウェイト処理



## 5.1.8.19 TAU0 チャンネル 7 割り込み処理

図 5-22 に TAU0 チャンネル 7 割り込み処理のフローチャートを示します。

図 5-22 TAU0 チャンネル 7 割り込み処理



## 5.2 応用例

本アプリケーションノートは、サンプルコードの他に以下のスマート・コンフィグレータの設定ファイルを格納しています。

r01an6420\_elcl\_i2s\_slave.scfg

ファイルの説明と使用する上での設定例および注意事項を以下に示します。

### 5.2.1 r01an6420\_elcl\_i2s\_slave.scfg

サンプルコードで使用しているスマート・コンフィグレータの設定ファイルです。スマート・コンフィグレータで設定されている全ての機能が含まれています。サンプルコードの設定は以下の通りです。

表 5-6 スマート・コンフィグレータの設定値

| タグ名     | コンポーネント     | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| クロック    | -           | 動作モード：高速メインモード 2.4 (V) ~5.5 (V)<br>EV <sub>DD</sub> 設定：1.8V ≤ EV <sub>DD0</sub> < 5.5V<br>高速オンチップ・オシレータ：32MHz<br>f <sub>IHP</sub> ：32MHz<br>f <sub>CLK</sub> ：32000kHz（高速オンチップ・オシレータ）<br>f <sub>SXP</sub> ：32.768kHz（低速オンチップ・オシレータ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| システム    | -           | オンチップ・デバッグ動作設定：COM ポート <sup>注1</sup><br>疑似 RRM/DMM 機能設定：使用する<br>Start/Stop 関数機能設定：使用しない<br>トレース機能設定：使用する<br>セキュリティ ID 設定：セキュリティ ID を設定する<br>セキュリティ ID：0x00000000000000000000<br>セキュリティ ID 認証失敗時の設定：フラッシュ・メモリのデータを消去しない                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| コンポーネント | r_bsp       | Start up select：Enable (use BSP startup)<br>Control of invalid memory access detection：Disable<br>RAM guard space (GRAM0-1)：Disabled<br>Guard of control registers of port function (GPORT)：Disabled<br>Guard of registers of interrupt function (GINT)：Disabled<br>Guard of control registers of clock control function, voltage detector, and RAM parity error detection function (GCSC)：Disabled<br>Data flash access control (DFLEN)：Disables<br>Initialization of peripheral functions by Code Generator/Smart Configurator：Enable<br>API functions disable：Enable<br>Parameter check enable：Enable<br>Setting for starting the high-speed on-chip oscillator at the times of release from STOP mode and of transitions to SNOOZE mode：High-speed<br>Enable user warm start callback (PRE)：Unused<br>Enable user warm start callback (POST)：Unused<br>Watchdog Timer refresh enable：Unused |
|         | Config_LVD0 | 動作モード設定：リセット・モード<br>電圧検出設定：リセット発生電圧 (V <sub>LVD0</sub> )：1.86 (V)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

表 5-7 スマート・コンフィグレータの設定値

| タグ名     | コンポーネント       | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コンポーネント | Config_TAU0_7 | コンポーネント : インターバル・タイマ<br>動作モード : 16 ビット・カウンタ・モード<br>リソース : TAU0_7<br>動作クロック : CK01<br>クロックソース : $f_{CLK}/2^8$<br>インターバル時間 : 1ms<br>割り込み設定 : 使用する<br>優先順位 : レベル 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|         | Config_ELCL   | Components: ELCL Flexible Circuit<br>(Detail setting: Input)<br>Input pin (P51/EI51)<br>Input pin (P50/EI50)<br><br>(Detail setting: L1F1)<br>Set: Input pin (P51/EI50), Negative logic output<br>Output: L2L1 input<br><br>(Detail setting: L2L1, Pass-through)<br>Input: L1F1 output<br>Output: L3F1 input<br><br>(Detail setting: L3L1 as OR)<br>Input 0: Input pin (P51/EI51)<br>Input 1: L3F1 output, Negative logic output<br>Output: SAU0 Ch1 fSCK/TAU0 Ch0 input/P13<br><br>(Detail setting: L3F1)<br>Input: L2L1 output<br>Clock: Input pin (Pin51/EI51)<br>Output: L3L1 input 1<br><br>(Detail setting: Output)<br>Output of signal 3: SAU0 Ch1 fSCK/TAU0 Ch0 input/P13 |
|         | Config_PORT   | コンポーネント : ポート<br>ポート選択 : PORT5<br>P50: 入力<br>P51: 入力<br>P53 : 出力 (1 を出力)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

#### 5.2.1.1 クロック

サンプルコードで使用するクロックの設定を行います。

#### 5.2.1.2 システム

サンプルコードのオンチップ・デバッグ設定を行います。

「オンチップ・デバッグ動作設定」、「セキュリティ ID 認証失敗時の設定」は、「表 5-2 オプション・バイト設定」の「オンチップ・デバッグ動作許可」に影響を与えます。設定を変更する際は注意してください。

#### 5.2.1.3 r\_bsp

サンプルコードのスタートアップの設定を行います。

#### 5.2.1.4 Config\_LVD0

サンプルコードの電源管理の設定を行います。

「表 4-2 オプション・バイト設定」の「LVD0 の設定」に影響を与えます。設定を変更する際は注意してください。

#### 5.2.1.5 Config\_TAU07

サンプルコードの TAU07 の設定を行います。

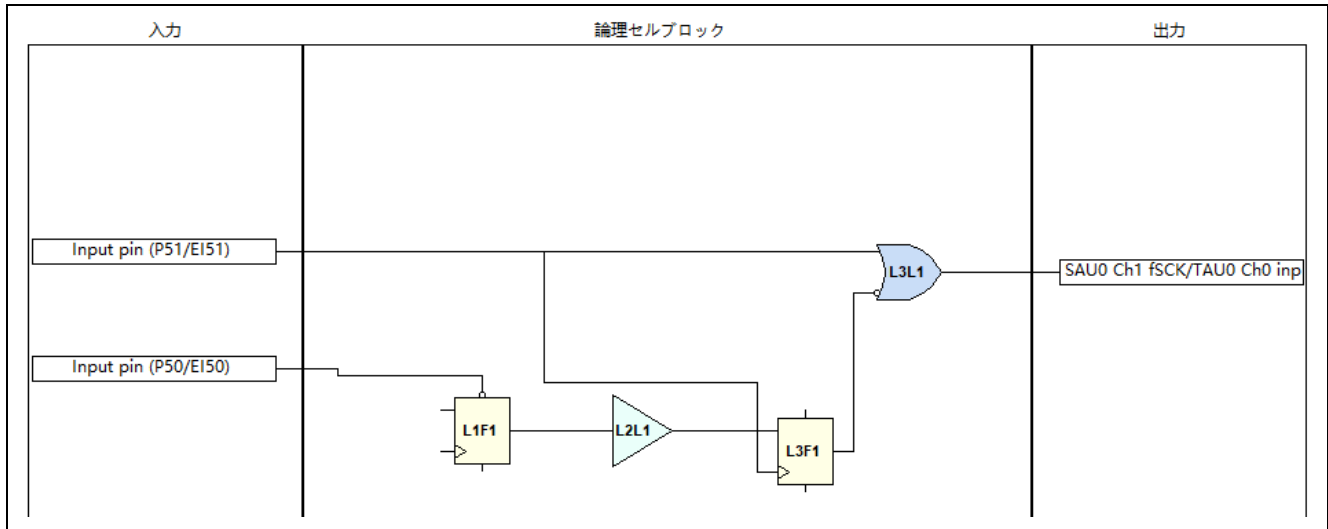
サンプルコードでは 1ms のインターバル・タイマとして使用します。

## 5.2.1.6 Config\_ELCL

サンプルコードの ELCL の設定を図 5-23 ELCL 設定のように行います。

入力端子 P51(BCLK)と P50(LRCLK)を ELCL 入力として、論理セルブロック(L1F1, L2L1(Pass-through), L3F1 and L3L1(OR))を通し、BCLK のクロックタイミングが調整されて SAU01 の SCK01 に接続されます。入力端子 P50(LRCLK)は SCK01 のタイミングを生成する信号として使用されます。

図 5-23 ELCL 設定



## 5.2.1.7 Config\_PORT

サンプルコードのポートの設定を行います。

サンプルコードでは、P50 と P51 を入力に設定し、LRCLK と BCLK として使用します。LED1 の制御には P53 を使用します。

## 5.2.2 サウンド・データの変更方法

### 5.2.2.1 サンプルコードに新規のサウンド・データを追加する場合

本サンプルコードでは、サンプリング周波数：48kHz、データ数：32bit のデータに限り新規のサウンド・データを追加できます。

- (1) サンプルコードの sound\_data.c の以下の g\_tx\_buf[] に新規のサウンド・データを追加してください。

```
#else /* Not DATA_48K_32B */
/* For user setting */
const uint8_t g_tx_buf[] =
{
    /* Add sound data here */
};

#endif /* DATA_48K_32B */
```

- (2) サンプルコードの sound\_data.h で再生するサウンド・データを以下のように 0 に設定してください。

```
#define DATA_48K_32B (0)
```

- (3) 同ファイルの送信データ数定数「DECODE\_PCM\_SIZE」を設定してください。

```
#else /* For user setting */
#define DECODE_PCM_SIZE (0)

#endif
```

以上の設定を行うことでサンプルコードに新規のサウンド・データを追加することができます。

### 5.2.3 他の CODEC モジュールを使用する場合

RS 社の Audio CODEC 754-1974 以外の CODEC モジュールを使用する場合、表 5-1 の RS 社の Audio CODEC 754-1974 モジュールの設定に必要なファイルを削除してください。また、main 関数内の CODEC モジュールセットアップ処理、CODEC モジュール開始処理を削除し、使用する CODEC モジュールに合わせて各種設定を追加してください。

## 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。

以下の 2 種類のプロジェクト・サンプルコードを用意しています。

RL78/G23 がマスタの場合のサンプルコード：¥Master フォルダ以下のサンプルプロジェクト

RL78/G23 がスレーブの場合のサンプルコード：¥Slave フォルダ以下のサンプルプロジェクト

## 7. 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 (R01UH0896J)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015J)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド：CS+編 (R20AN0580J)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド：e<sup>2</sup> studio 編 (R20AN0579J)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド：IAR 編 (R20AN0581J)

(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

(最新版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。)

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 | Jun.24.22 | -    | 初版発行                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2.00 | Jul.22.25 | -    | <ul style="list-style-type: none"><li>・「ELCL Through」コンポーネントの代わりにスマート・コンフィグレータの「ELCL Flexible Circuit」を使用してアプリケーションを設計し、¥elcl&lt;DIR&gt;内の ELCL ユーザーコードを追加</li><li>・ ELCL ユーザーコード関連の関数、フローチャートを削除</li><li>・ 設定ファイルの「ELCL Through」コンポーネントを削除</li><li>・ 「ELCL Flexible Circuit」コンポーネントで作成された Config_ELCL を追加</li><li>・ メイン処理のフローチャートと送信終了処理の CSI01 コールバック関数を更新</li><li>・ ELCL 入力に使用する Config_PORT の設定項目の追加</li></ul> |
|      |           | 8    | 表 2-1 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くと、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、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。
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。

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、これに限りません。）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としします。
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。