

RX ファミリ

R01AN1954JJ0100

多重割り込みの使い方

Rev.1.00

2014.07.01

要旨

本アプリケーションノートでは、RX ファミリの多重割り込みを行う方法について説明します。

対象デバイス

RX ファミリ

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

目次

| | |
|------------------------|----|
| 1. 仕様 | 2 |
| 2. 動作確認条件 | 4 |
| 3. 関連アプリケーションノート | 4 |
| 4. ハードウェア説明 | 5 |
| 5. ソフトウェア説明 | 6 |
| 6. サンプルコード | 14 |
| 7. 参考ドキュメント | 14 |

1. 仕様

IRQ1 割り込み処理中に IRQ3 割り込みを発生させます。

通常、割り込みが発生すると、PSW の I フラグがクリアされ、他の割り込みが禁止されます。多重割り込みを許可するには、割り込み処理内で PSW の I フラグを再設定する必要があります。

I フラグを 1 にセットすることで、より高い割り込み優先レベルの割り込みを許可します。

1.1 多重割り込み設定方法

割り込み関数の宣言には `#pragma interrupt` を使用する必要があります。この宣言に多重割り込み許可指定 (`enable`) を設定することで、多重割り込みを許可することができます。以下に、多重割り込み許可指定の例を示します。

例: RX220 における IRQ1 の割り込み関数の宣言

```
#pragma interrupt (Excep_IRQm (enable, vect=65))
```

多重割り込み許可指定 (`enable`) を設定すると、割り込み関数の先頭で PSW の I フラグを 1 にし、多重割り込みを許可します。

`#pragma interrupt` に関するその他詳細は、最新の RX ファミリ C/C++ コンパイラパッケージ ユーザーズマニュアルを参照してください。

1.2 使用する周辺機能と用途

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 に接続図を示します。

表1.1 使用する周辺機能と用途

| 周辺機能 | 用途 |
|---------|--------|
| IRQ | 外部割り込み |
| I/O ポート | LED 点灯 |

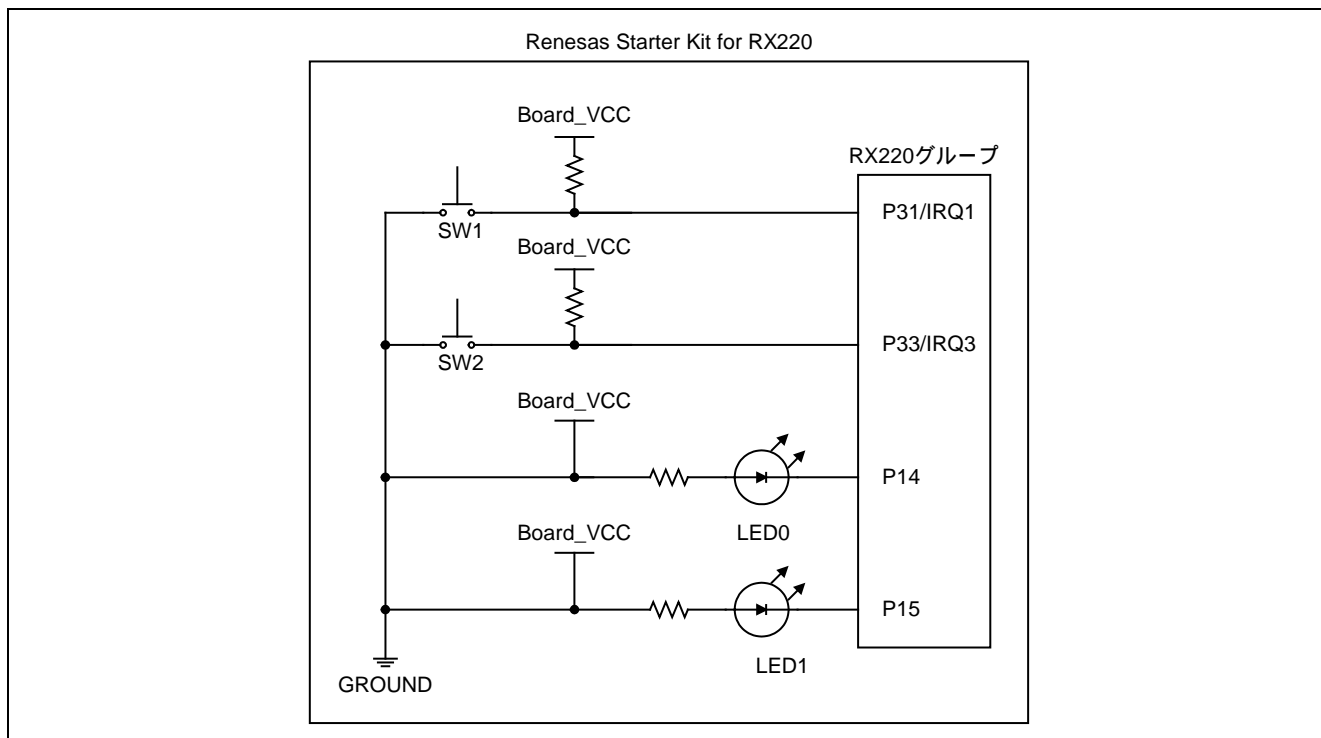


図1.1 接続図

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 | R5F52206BDFP(RX220 グループ) |
| 動作周波数 | <ul style="list-style-type: none"> メインクロック: 20MHz システムクロック(ICLK): 20MHz (メインクロック 1 分周) 周辺モジュールクロック B (PCLKB): 20MHz (メインクロック 1 分周) |
| 動作電圧 | 5.0V(E1 エミュレータから供給) |
| 統合開発環境 | ルネサスエレクトロニクス製 High-performance Embedded Workshop Version 4.09.01.007 |
| C コンパイラ | ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler Package for RX Family V.1.02 Release 01 コンパイルオプション -cpu=rx200 -output=obj="\$(CONFIGDIR)¥\$(FILELEAF).obj" -debug -nologo (統合開発環境のデフォルト設定を使用しています) |
| lodefine.h のバージョン | Version 1.0A |
| エンディアン | リトルエンディアン |
| 動作モード | シングルチップモード |
| プロセッサモード | スーパバイザモード |
| サンプルコードのバージョン | Version 1.00 |
| 使用ボード | Renesas Starter Kit for RX220 (製品型名: R0K505220S000BE) |

3. 関連アプリケーションノート

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

- RX220 グループ 初期設定例 Rev.1.00(R01AN1494JJ0100_RX220)

上記アプリケーションノートの初期設定関数を、本アプリケーションノートのサンプルコードで使用しています。Rev は本アプリケーションノート作成時点のものです。

最新版がある場合、最新版に差し替えて使用してください。最新版はルネサスエレクトロニクスホームページで確認および入手してください。

4. ハードウェア説明

4.1 使用端子一覧

表 4.1に使用端子と機能を示します。

表 4.1 使用端子と機能

| 端子名 | 入出力 | 内容 |
|----------|-----|------------------|
| P14 | 出力 | LED0 出力 |
| P15 | 出力 | LED1 出力 |
| P31/IRQ1 | 入力 | IRQ1 割り込み SW1 入力 |
| P33/IRQ3 | 入力 | IRQ3 割り込み SW2 入力 |

5. ソフトウェア説明

5.1 動作概要

(1) 初期設定

クロック、I/O ポート、IRQ 割り込みの初期設定後、SW1 入力を待ちます。クロックの設定では、アプリケーションノート「RX220 グループ 初期設定例」の関数を呼んでいます。IRQ 検出設定は、IRQ1、IRQ3 共にレベル検出に設定し、IRQ1 の割り込み優先レベルを 1、IRQ3 の割り込み優先レベルを 2 に設定しています。

(2) SW1 入力の検出

SW1 が押されると(P31 に Low レベル入力)、IRQ1 割り込み要求が受け付けられます。

(3) IRQ1 割り込み

IRQ1 割り込み処理内で LED0 が点灯されます。SW1 が押されている間、IRQ1 割り込み処理内でループし、SW1 が離されると、LED0 が消灯され、IRQ1 割り込み処理を終了します。

(4) SW2 入力の検出

SW1 入力の検出と同様に、SW2 が押されると(P33 に Low レベル入力)、IRQ3 割り込み要求が受け付けられます。

(5) IRQ3 割り込み

IRQ3 割り込み処理内で LED1 が点灯されます。SW2 が押されている間、IRQ3 割り込み処理内でループし、SW2 が離されると、LED1 が消灯され、IRQ3 割り込み処理を終了します。

多重割り込みを発生させるには、SW1 を押した状態で SW2 を押してください。なお、SW2 を押した状態で SW1 を押しても、IRQ1 の割り込み優先レベルが IRQ3 の割り込み優先レベルより低いため、多重割り込みは発生しません。

図 5.1 に多重割り込み発生時のタイミング図を示します。

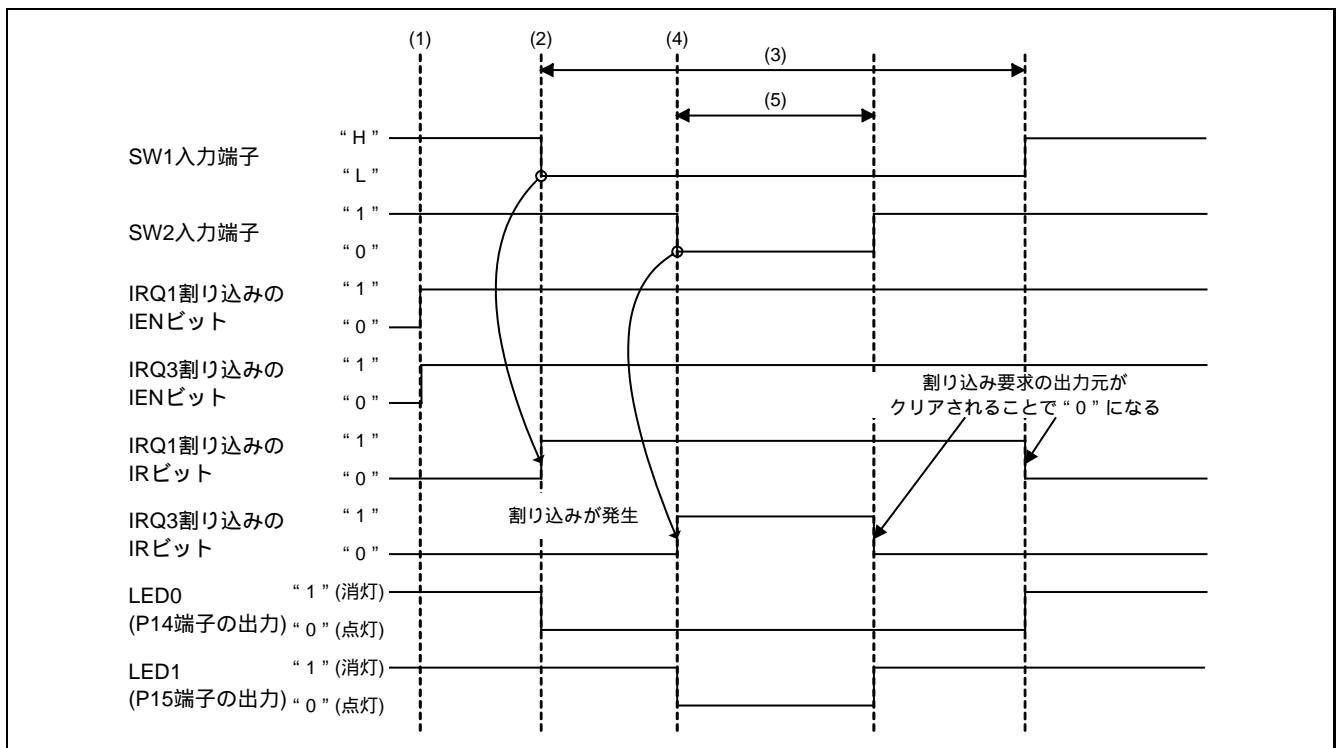


図 5.1 多重割り込み発生時のタイミング図

5.2 ファイル構成

表 5.1 にサンプルコードで使用するファイルを示します。なお、統合開発環境で自動生成されるファイルは除きます。

表 5.1 サンプルコードで使用するファイル

| ファイル名 | 概要 | 備考 |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------|
| main.c | メイン処理 | RX ファミリ共通設定 |
| port_cfg.h | ポートコンフィグレーションヘッダファイル | RX ファミリ共通設定 |
| rx220_port_init.c | PORT および IRQ の設定 | RX220 のポート設定 |
| r_init_stop_module.c | リセット後に動作している周辺機能の停止 | RX220 の初期設定 |
| r_init_stop_module.h | r_init_stop_module.c のヘッダファイル | RX220 の初期設定 |
| r_init_non_existent_port.c | 存在しないポートの初期設定 | RX220 の初期設定 |
| r_init_non_existent_port.h | r_init_non_existent_port.c のヘッダファイル | RX220 の初期設定 |
| r_init_clock.c | クロック初期設定 | RX220 の初期設定 |
| r_init_clock.h | r_init_clock.c のヘッダファイル | RX220 の初期設定 |

5.3 オプション設定メモリ

表 5.2 にサンプルコードで使用するオプション設定メモリの状態を示します。必要に応じて、お客様のシステムに最適な値を設定してください。

表 5.2 サンプルコードで使用するオプション設定メモリ

| シンボル | アドレス | 設定値 | 内容 |
|------|-------------------------|------------|-----------------------------------------|
| OFS0 | FFFF FF8Fh ~ FFFF FF8Ch | FFFF FFFFh | リセット後、IWDT は停止 リセット後、WDT は停止 |
| OFS1 | FFFF FF8Bh ~ FFFF FF88h | FFFF FFFFh | リセット後、電圧監視 0 リセット無効 リセット後、HOCO 発振が無効 |
| MDES | FFFF FF83h ~ FFFF FF80h | FFFF FFFFh | リトルエンディアン |

5.4 定数一覧

表 5.3、表 5.4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(port_cfg.h)

| 定数名 | 設定値 | 内容 |
|----------------|-------------------|---------------------|
| LED_ON | 0 | LED 出力データ:点灯 |
| LED_OFF | 1 | LED 出力データ:消灯 |
| IR_ICU_IRQm | IR(ICU,IRQ1) | IRQ1 割り込みステータスフラグ |
| IR_ICU_IRQn | IR(ICU,IRQ3) | IRQ3 割り込みステータスフラグ |
| IEN_ICU_IRQm | IEN(ICU,IRQ1) | IRQ1 割り込み要求許可ビット |
| IEN_ICU_IRQn | IEN(ICU,IRQ3) | IRQ3 割り込み要求許可ビット |
| IPR_ICU_IRQm | IPR(ICU,IRQ1) | IRQ1 割り込み優先レベル設定ビット |
| IPR_ICU_IRQn | IPR(ICU,IRQ3) | IRQ3 割り込み優先レベル設定ビット |
| IRQMD_ICU_IRQm | ICU.IRQCR[1].BYTE | IRQ1 検出設定ビット |
| IRQMD_ICU_IRQn | ICU.IRQCR[3].BYTE | IRQ3 検出設定ビット |
| SW1_REG_PDR | PORT3.PDR.BIT.B1 | SW1 方向制御ビット |
| SW2_REG_PDR | PORT3.PDR.BIT.B3 | SW2 方向制御ビット |
| LED0_REG_PODR | PORT1.PODR.BIT.B4 | LED0 出力データ格納ビット |
| LED1_REG_PODR | PORT1.PODR.BIT.B5 | LED1 出力データ格納ビット |
| LED0_REG_PDR | PORT1.PDR.BIT.B4 | LED0 方向制御ビット |
| LED1_REG_PDR | PORT1.PDR.BIT.B5 | LED1 方向制御ビット |

表 5.4 サンプルコードで使用する定数(rx220_port_init.c)

| 定数名 | 設定値 | 内容 |
|----------------|---------------------|-------------------|
| SW1_REG_PMR | PORT3.PMR.BIT.B1 | SW1 端子モード制御ビット |
| SW2_REG_PMR | PORT3.PMR.BIT.B3 | SW2 端子モード制御ビット |
| LED0_REG_PMR | PORT1.PMR.BIT.B4 | LED0 端子モード制御ビット |
| LED1_REG_PMR | PORT1.PMR.BIT.B5 | LED1 端子モード制御ビット |
| ISEL_MPC_PmPFS | MPC.P31PFS.BIT.ISEL | P31 割り込み入力機能選択ビット |
| ISEL_MPC_PnPFS | MPC.P33PFS.BIT.ISEL | P33 割り込み入力機能選択ビット |

5.5 関数一覧

表 5.5 に関数を示します。

表 5.5 関数

| 関数名 | 概要 |
|------------------------|-----------------------|
| main | メイン処理 |
| R_INIT_StopModule | リセット後に動作している周辺機能の停止 |
| R_INIT_NonExistentPort | 存在しないポートの初期設定 |
| R_INIT_Clock | クロック初期設定 |
| port_init | ポート初期設定 |
| irq_init | IRQ 初期設定 |
| Excep_IRQm | IRQm 割り込み処理(IRQ1 を選択) |
| Excep_IRQn | IRQn 割り込み処理(IRQ3 を選択) |

5.6 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

| main | |
|-------|----------------------------------|
| 概要 | メイン処理 |
| ヘッダ | なし |
| 宣言 | void main (void) |
| 説明 | 初期設定、ポート初期設定、IRQ 初期設定の関数を呼びだします。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |

| R_INIT_StopModule | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要 | リセット後に動作している周辺機能の停止 |
| ヘッダ | r_init_stop_module.h |
| 宣言 | void R_INIT_StopModule (void) |
| 説明 | モジュールストップ状態に遷移する設定を行います。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | サンプルコードでは、モジュールストップ状態への遷移は行っていません。 本関数の詳細は、アプリケーションノート「RX220グループ 初期設定例 Rev.1.00」を参照してください。 |

| R_INIT_NonExistentPort | |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要 | 存在しないポートの初期設定 |
| ヘッダ | r_init_non_existent_port.h |
| 宣言 | void R_INIT_NonExistentPort (void) |
| 説明 | 100 ピン未満の製品に対して、存在しないポートに端子に対応するポート方向レジスタの初期設定を行います。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | サンプルコードでは、100 ピン版(PIN_SIZE=100)に設定しています。 本関数をコールした後に、存在しないポートを含む PDR、PODR レジスタへバイト単位で書き込む場合、存在しないポートの方向制御ビットには“1”、ポート出力データ格納ビットには“0”を設定してください。 本関数の詳細は、アプリケーションノート「RX220グループ 初期設定例 Rev.1.00」を参照してください。 |

| R_INIT_Clock | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要 | クロック初期設定 |
| ヘッダ | r_init_clock.h |
| 宣言 | void R_INIT_Clock(void) |
| 説明 | クロックの初期設定を行います。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | RX220 のサンプルコードでは、システムクロックをメインクロックとし、サブクロックを使用しない処理を選択しています。 本関数の詳細は、アプリケーションノート「RX220グループ 初期設定例 Rev.1.00」を参照してください。 |

port_init

| | |
|-------|-------------------------|
| 概要 | ポート初期設定 |
| ヘッダ | なし |
| 宣言 | void port_init (void) |
| 説明 | LED と SW のポート初期設定を行います。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |

irq_init

| | |
|-------|---------------------|
| 概要 | IRQ 初期設定 |
| ヘッダ | なし |
| 宣言 | void irq_init(void) |
| 説明 | IRQ の初期設定を行います。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |

Excep_IRQm

| | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 概要 | IRQm 割り込み処理 |
| ヘッダ | なし |
| 宣言 | static void Excep_IRQm(void) |
| 説明 | IRQm 割り込み処理内では LED0 を点灯します。その後、IRQm.IR フラグがクリアまで(SW が離されるまで)ループし、LED0 を消灯します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |

Excep_IRQn

| | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 概要 | IRQn 割り込み処理 |
| ヘッダ | なし |
| 宣言 | static void Excep_IRQn(void) |
| 説明 | IRQn 割り込み処理内では LED1 を点灯します。その後、IRQn.IR フラグがクリアまで(SW が離されるまで)ループし、LED1 を消灯します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |

5.7 フローチャート

5.7.1 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。

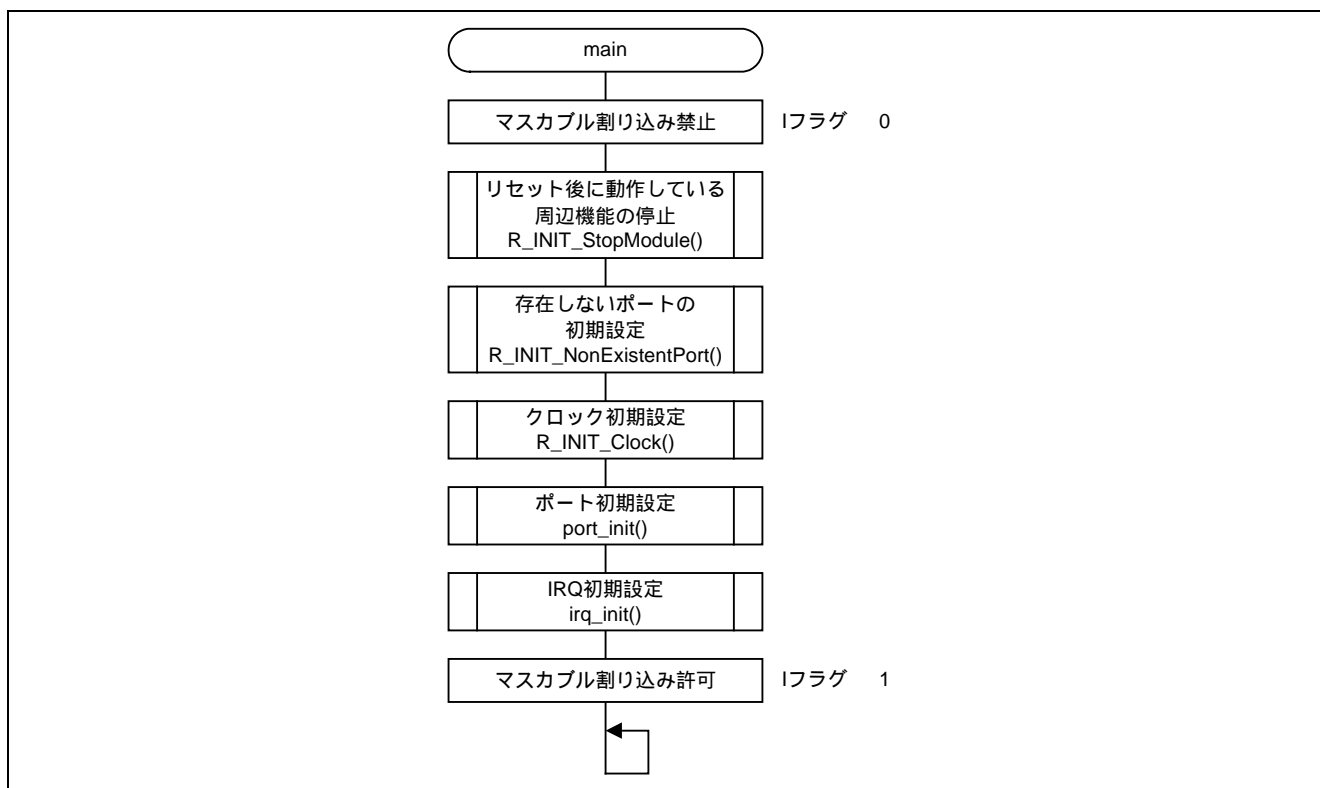


図 5.2 メイン処理

5.7.2 ポート初期設定

図 5.3にポート初期設定のフローチャートを示します。

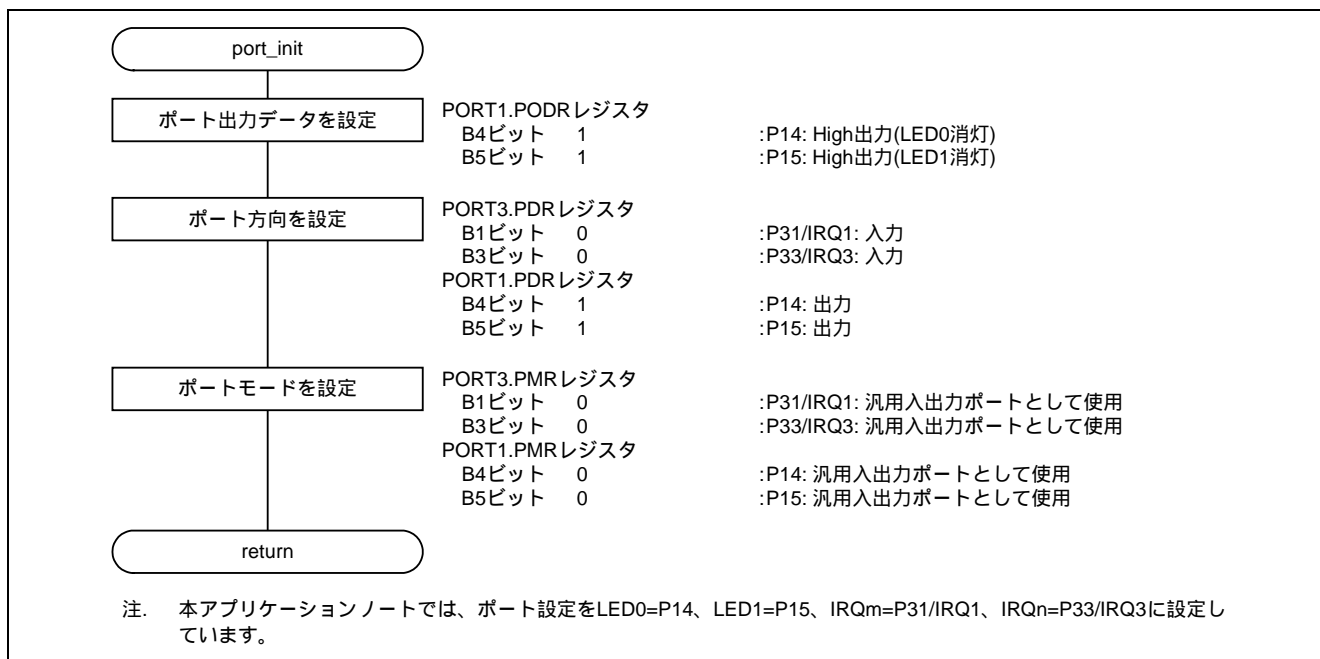


図 5.3 ポート初期設定

5.7.3 IRQ 初期設定

図 5.4にIRQ 初期設定のフローチャートを示します。

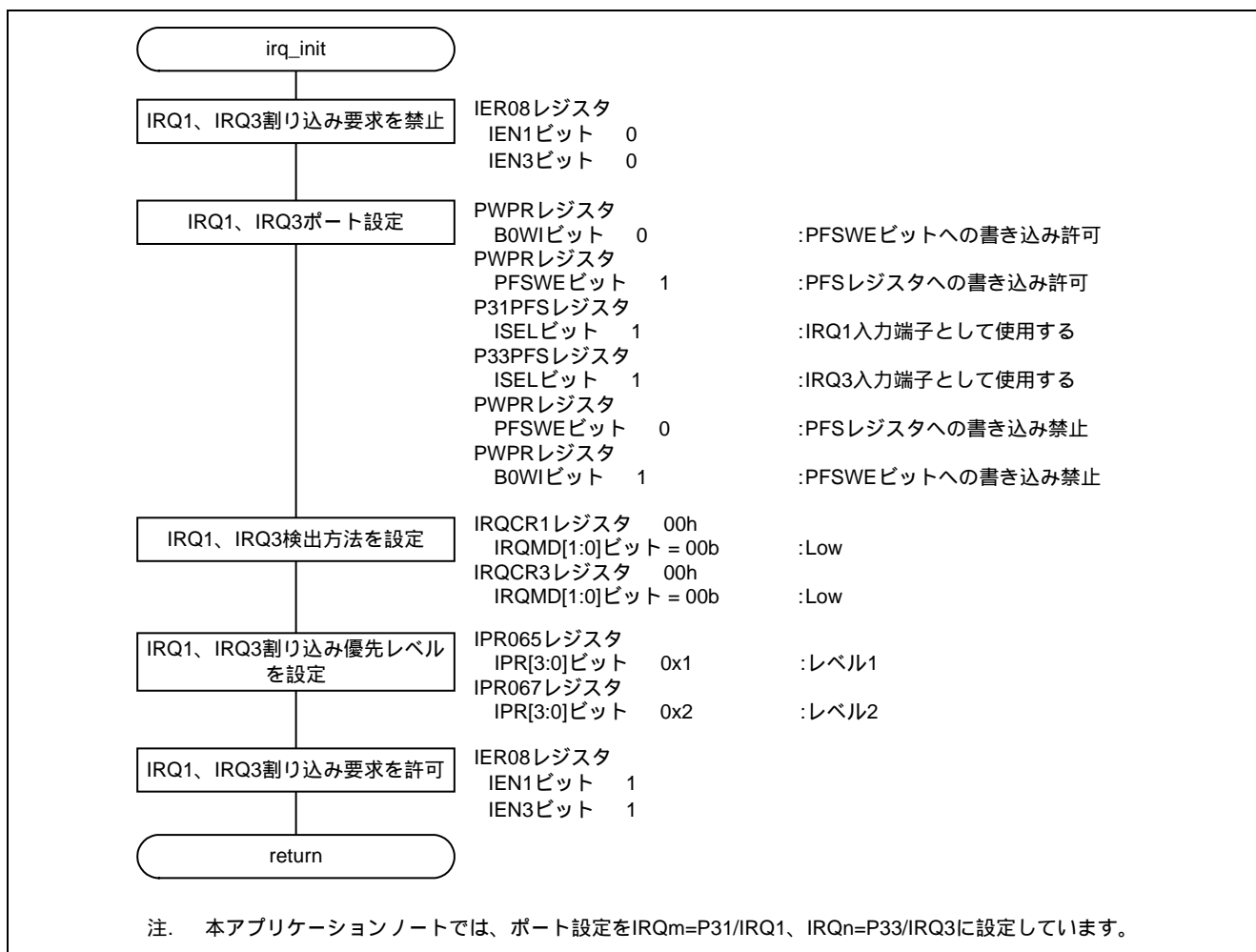


図 5.4 IRQ 初期設定

5.7.4 IRQm 割り込み処理

図 5.5にIRQm 割り込み処理のフローチャートを示します。

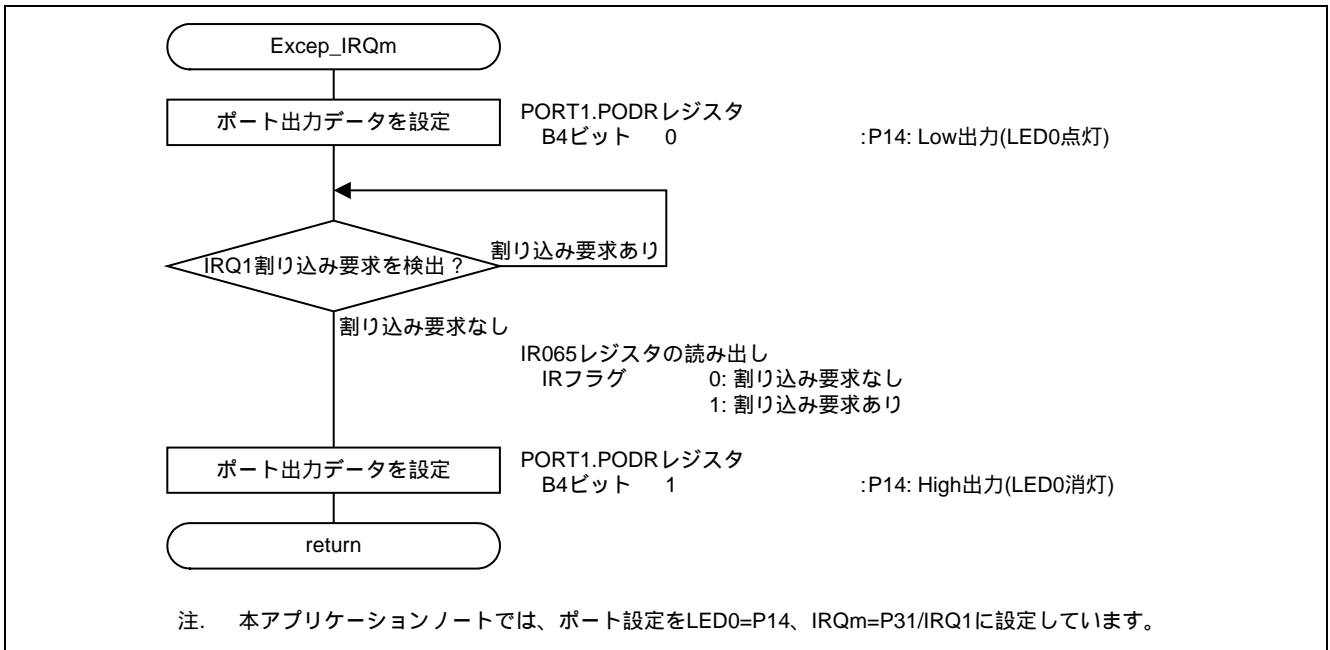


図 5.5 IRQm 割り込み処理

5.7.5 IRQn 割り込み処理

図 5.6にIRQn 割り込み処理のフローチャートを示します。

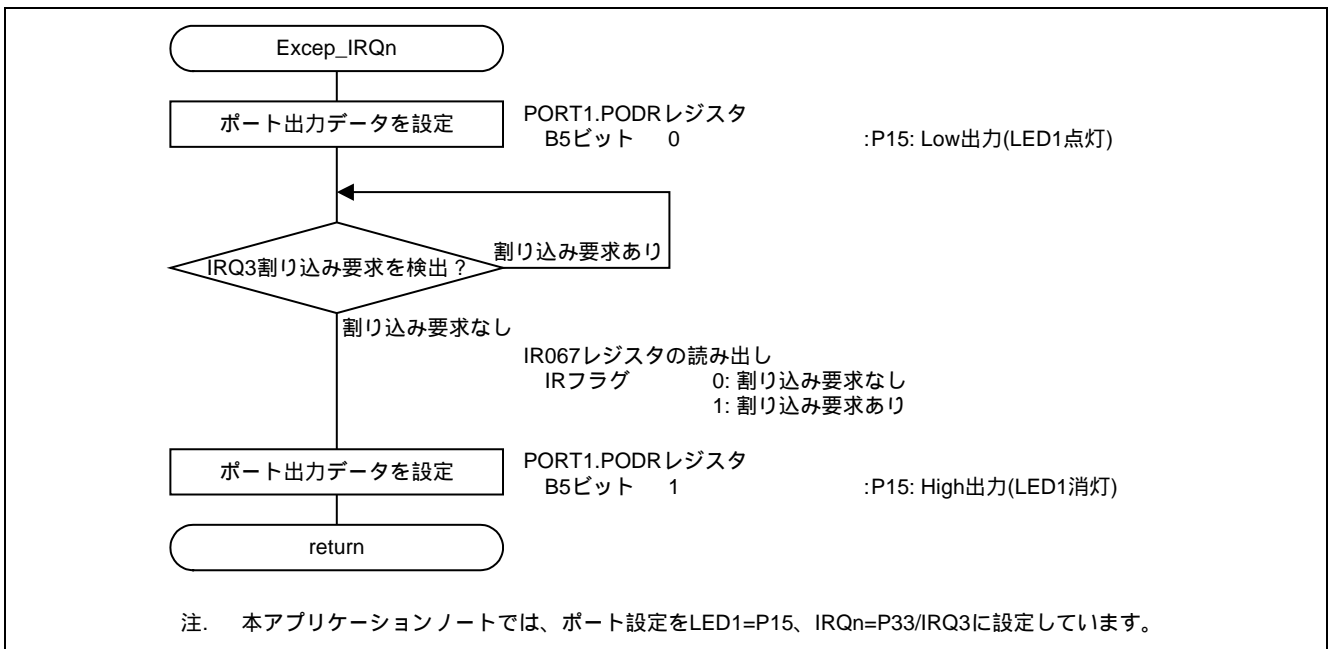


図 5.6 IRQn 割り込み処理

6. サンプルコード

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

7. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RX220 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.00(R01UH0292JJ)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

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

ユーザーズマニュアル：開発環境

RX ファミリ C/C++コンパイラパッケージ V.1.01 ユーザーズマニュアル Rev.1.00(R20UT0570JJ)

(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。)

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com>

お問い合わせ先

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

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂記録

| Rev. | 発行日 | 改訂内容 | |
|------|------------|------|------|
| | | ページ | ポイント |
| 1.00 | 2014.07.01 | — | 初版発行 |

製品ご使用上の注意事項

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

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

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

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

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

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

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

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違えば、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。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。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、
防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っていません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

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

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

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