

RH850/U2C Group

GTM を用いた電流フィードバック制御

要旨

本アプリケーションノートは、Generic Timer Module (GTM) を用いた電流フィードバック制御の動作例をまとめたものです。電流フィードバック制御プログラムはユーザエリア上にあるものとします。

本資料およびプログラムは、RH850/U2C 搭載機能の理解促進を意図するものであり、量産設計を対象とするものではありません。

また、最新のマニュアル、正誤表、テクニカルアップデートや、開発環境の更新を反映しておりません。該当機能を使用される場合には、本プログラムは参考として扱い、最新のドキュメントや開発環境にて、お客様の責任において行ってください。

適用

この資料は、RH850/U2Cx に適用されます。

【注】 Configuration Setting Area へダウンロードする場合は set_csa.c に任意のオプションバイトを設定し、ダウンロードを許可してオプションバイトを書き換えてください。詳細については RH850/U2C シリーズ Startup アプリケーションノートを参照してください。

- (1) プロジェクト・ツリーから「*****(デバッグ・ツール)」を選択
- (2) 「ダウンロード・ファイル設定」のタブを選択
- (3) 「Configuration Setting Area へのダウンロードを許可する」 = “はい” に設定

目次

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | はじめに | 3 |
| 1.1 | 使用機能 | 3 |
| 2. | 電流フィードバック制御概要 | 4 |
| 2.1 | 動作概要 | 4 |
| 2.2 | システム構成図 | 5 |
| 2.3 | 端子機能 | 5 |
| 2.4 | 周辺機能 | 6 |
| 2.4.1 | GTM Multi Channel Sequencer (MCS) | 6 |
| 2.4.2 | GTM ARU-connected Timer output Module (ATOM) | 6 |
| 2.4.3 | A/D コンバータ (ADCK) | 6 |
| 3. | 動作例 | 7 |
| 3.1 | AD データレジスタアクセス | 7 |
| 3.1.1 | 概要 | 7 |
| 3.1.2 | MCS でエッジ検出結果の取得 | 7 |
| 3.1.3 | MCS でパルス出力 | 7 |
| 3.1.4 | 使用機能の動作条件 | 9 |
| 3.1.5 | ソフトウェア説明 | 10 |
| 3.1.6 | 動作フロー | 12 |
| 4. | 改訂記録 | 13 |

1. はじめに

本アプリケーションノートでは、RH850/U2Cx の Generic Timer Module (GTM) を用いた電流フィードバック制御方法およびソフトウェアの作成例を掲載しています。

1.1 使用機能

本アプリケーションノートで使用する RH850/U2Cx のハードウェア機能を以下に示します。

- Generic Timer Module (GTM)
- ADCK

2. 電流フィードバック制御概要

2.1 動作概要

本動作例では GTM を使い、ソレノイドの電流フィードバック制御を行います。ソレノイドの電流値は ADCK でデジタル値に変換して上下限判定を行います。GTM は AD 変換値から電流値を判断して、ATOM によって GTMT000 端子からパルスを出力します。

図 2-1 に本動作例の電流フィードバック制御例を示します。

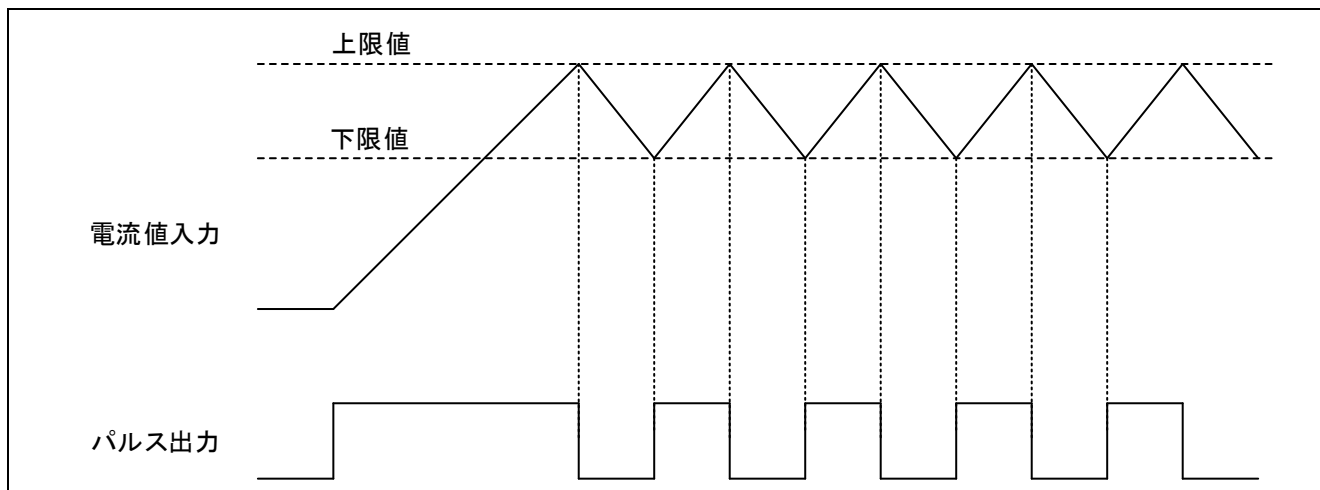


図 2-1 電流フィードバック制御例

2.2 システム構成図

図 2-2 に本動作例のシステム構成図を示します。

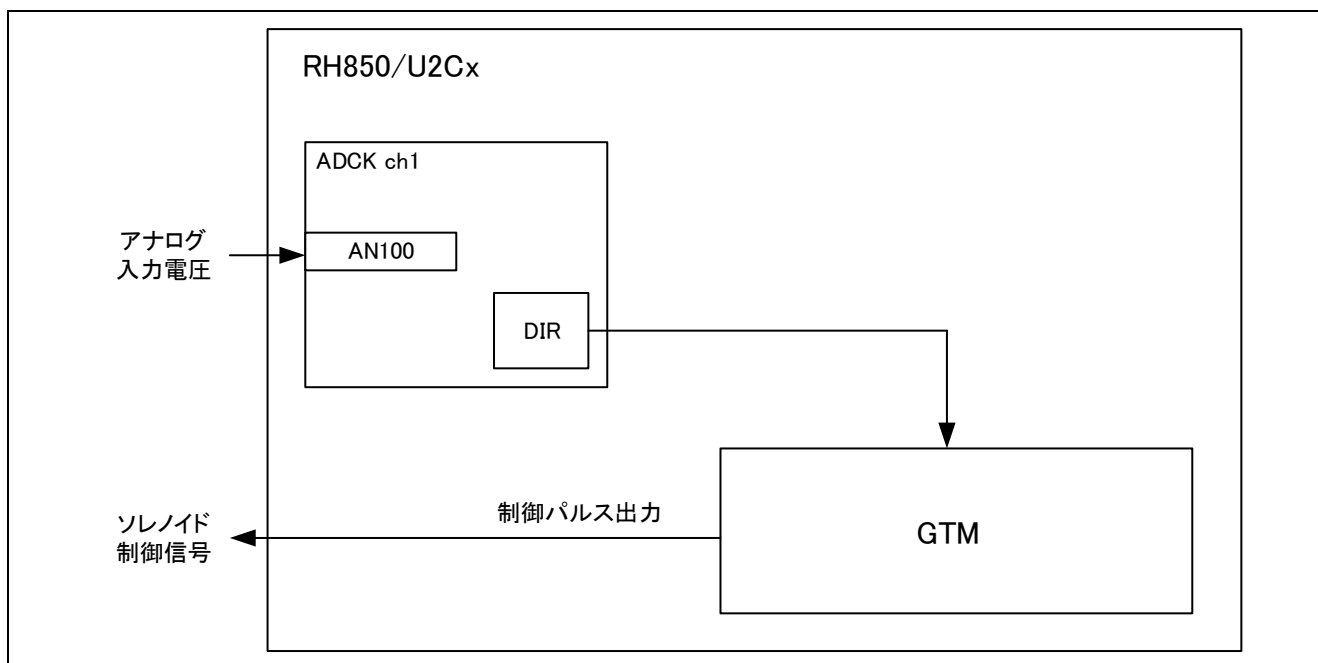


図 2-2 システム構成

2.3 端子機能

表 2-1 に本動作例で使用する端子機能を示します。

表 2-1 端子機能一覧

| 端子名 | 機能 |
|-----------------|----------|
| AP2_0 (AN100) | アナログ入力端子 |
| ATOM0_0 (P10_1) | パルス出力 |

2.4 周辺機能

表 2-2 に本動作例で使用する周辺機能一覧を示します。

表 2-2 周辺機能一覧

| 周辺機能 | 用途 |
|--|---------------------|
| GTM Multi Channel Sequencer (MCS) | ・ 電流値の上下限判定、パルス出力指示 |
| GTM ARU-connected Timer Output Module (ATOM) | ・ パルス出力 |
| A/D コンバータ (ADCK) | ・ 電流値のデジタル変換 |

2.4.1 GTM Multi Channel Sequencer (MCS)

ARU や AEI バスを使用して TIM で検出した境界フラグのレベルを取得し、電流値の上下限を判定します。上下限判定に応じて ATOM から出力するパルスにレベルを制御します。

2.4.2 GTM ARU-connected Timer output Module (ATOM)

パルス出力を行います。

- ・ SOMI モード、High/Low レベル出力に設定します。

2.4.3 A/D コンバータ (ADCK)

電流値をデジタル変換します。

- ・ ADCK (AN100) はリファレンス電圧 A1VREFH でアナログ入力電圧の A/D 変換を行います。
- ・ AD タイマ周期 : 5 μ s (200ksps)
- ・ 入力電圧範囲 : 0 ~ A1VCC (A1VCC : アナログ電源電圧 0 ~ +5V)
- ・ 入力電圧範囲: 本動作例では以下を設定します。

- AnVCC = A1VCC = 5V

- A1VREFH = 5V

- A1VSS = 0V

-アナログ入力(AN100) = 0~5V

各端子の詳細は *RH850/U2C User's Manual Section 57 Electrical Characteristics* を参照ください。

3. 動作例

MCS は AD 変換データレジスタをアクセスしてデータを取得します。また、MCS は制御パルスを ATOM から出力するために ARU を経由して、ATOM に出力レベルを設定します。以下、動作例の詳細を説明します。

3.1 AD データレジスタアクセス

3.1.1 概要

図 3-1 に本動作例の概略図を示します。MCS は ADCK のデータレジスタを AEI バスでリードします。リードデータとしきい値との比較によって High/Low 出力を ARU 経由で ATOM に設定し、パルスが出力されます。

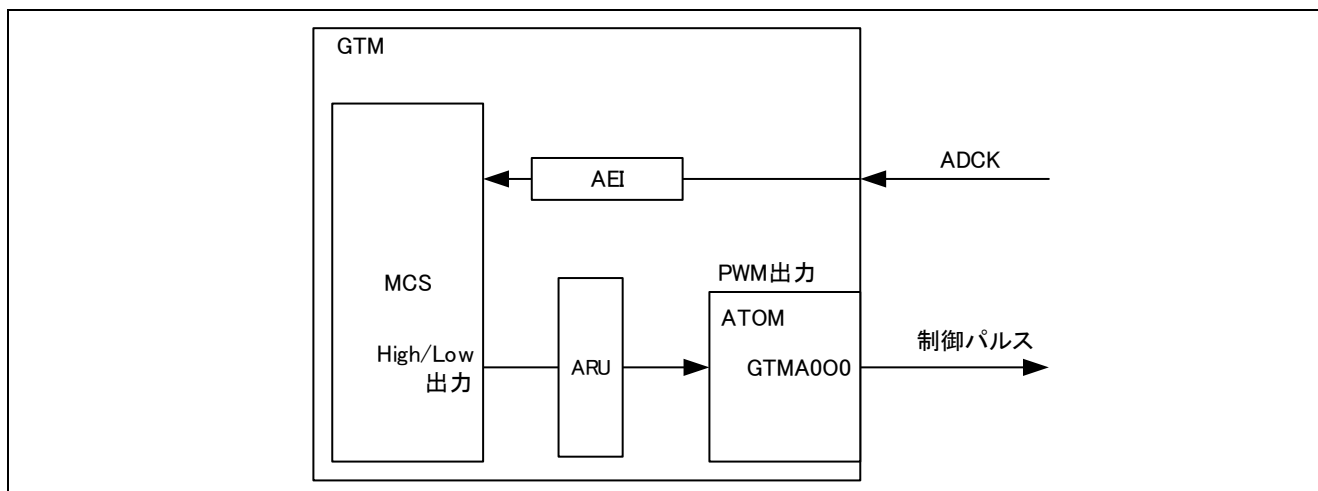


図 3-1 概略図

3.1.2 MCS でエッジ検出結果の取得

AEI アクセスの概略を以下に示します。（各命令の詳細は、GTM 仕様書を参照して下さい。）

※AEI アクセスは MCS のバージョンを V3 以降に設定する必要があります。

(1) GTM 外レジスタ (ADCK) のリード

バスリード命令 (BRD) にて ADCK のデータレジスタ値が読み出せます。

3.1.3 MCS でパルス出力

図 3-2 に本動作例の概略図を示します。ATOM を SOMI モード (Signal Output Mode Immediate) で使用します。MCS の ACB (ARU Control Bit Register) にて High/Low 出力を制御します。

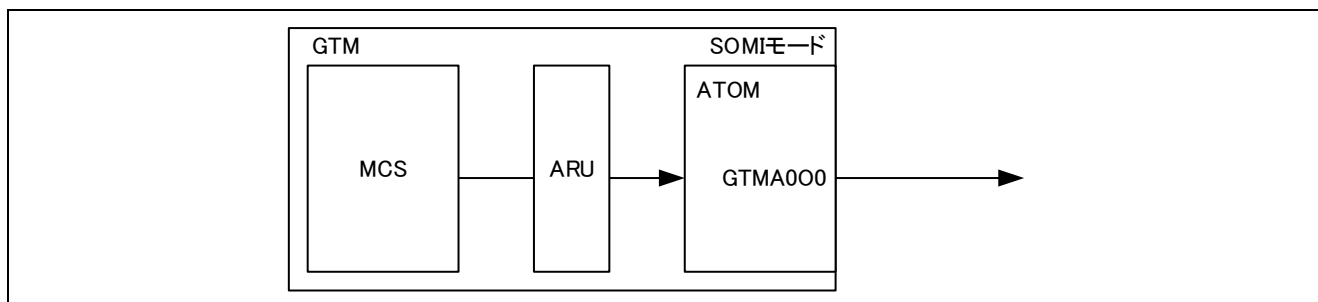


図 3-2 概略図

図 3-3 に ACB (ARU Control Bit Register) の概略を示します。

ATOM を SOMI モード (Signal Output Mode Immediate) で使用時、ACB (ARU Control Bit Register) の設定値は、ARU ライト命令実行時に ATOM コントロールレジスタの ACB ビットに転送されます。

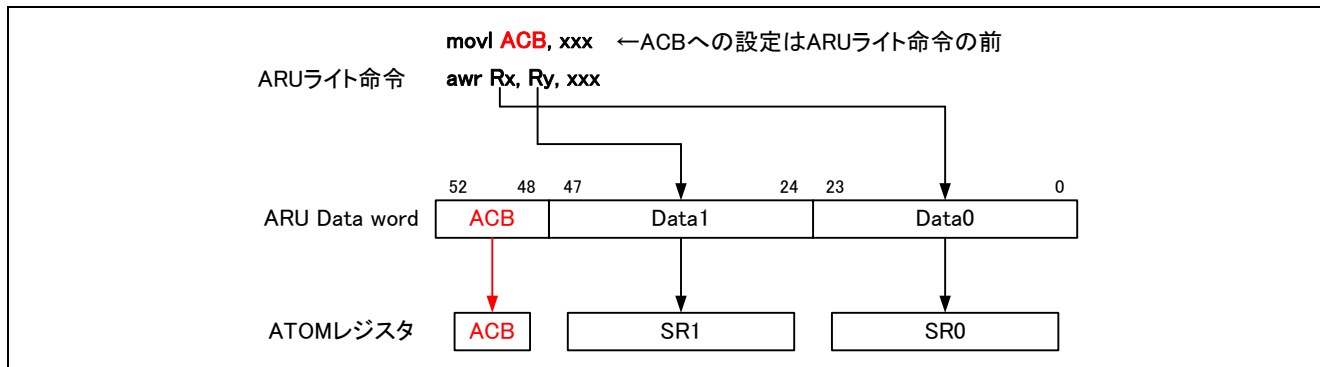


図 3-3 ACB (ARU Control Bit Register)

3.1.4 使用機能の動作条件

本動作例で使用する機能の動作条件を以下に示します。

表 3-1 ポート設定

| 項目 | 内容 |
|-----------|------------------|
| 使用端子 (出力) | P10_1 : GTMAT000 |

表 3-2 ATOM0 の設定

| 項目 | 内容 |
|------------------|-------------------------------------|
| ATOM0 動作クロック | 100MHz |
| 使用チャンネル | ATOM0 ch0 |
| 動作モード | Signal Output Mode Immediate (SOMI) |
| 信号レベル | High/Low レベル出力 |
| ARU Input stream | イネーブル |
| ARU リードアドレス | ATOM0 ch0 : 0x04F (MCS0_WRADDR0) |

表 3-3 MCS0 の設定

| 項目 | 内容 |
|-------------|------------------------|
| MCS0 動作クロック | 100MHz |
| 使用チャンネル | MCS0 ch0 |
| スケジューリングモード | Accelerated Scheduling |

表 3-4 ADCK1 の設定

| 項目 | 内容 |
|--------------|-----------------|
| ADCK1 動作クロック | 40MHz |
| 使用チャンネル | ADCK ch1 |
| 動作モード | マルチサイクルスキャン |
| 使用端子 | AP2_0 : AN100 |
| フォーマット | 符号付 12bit 固定小数点 |

3.1.5 ソフトウェア説明

本動作例で使用する各レジスタの設定例を以下に示します。

表 3-5 GTM レジスタの設定例

| レジスタ名 | 設定値 | 機能 |
|--|-------------|---|
| GTM-IP Global control register (GTM_CTRL) | 0x0000 0000 | RF_PROT 1 : SW RST 機能有効 (GTM_RST レジスタのプロテクト解除) |
| GTM-IP Global reset register (GTM_RST) | 0x00000001 | GTM IP リセット : 許可 ブリッジモード : 許可 |
| GTM-ADCI register (GTM_ADCI_CHSEL0) | 0x0000 | ADDATA0 を選択 |

表 3-6 MCS レジスタの設定例

| レジスタ名 | 設定値 | 機能 |
|---|-------------|--|
| MCS Control and Status register (MCS0_CTRL_STAT) | 0x0000 0000 | SCD_MODE 0x0 : Accelerated Scheduling |
| MCS Channel control register (MCS0_CH0_CTRL) | 0x0000 0001 | EN 1 : MCS0_ch0 イネーブル |

表 3-7 ATOM レジスタの設定例

| レジスタ名 | 設定値 | 機能 |
|---|-------------|---|
| ATOM Channel 0 control register (ATOM0_CH0_CTRL) | 0x0000 0808 | CH0 の動作設定 MODE[1:0] 0x0 : Signal Output Mode Immediate (SOMI) ARU_EN 1 : ARU Input stream イネーブル SL 1 : High レベル出力 |
| ATOM Channel 0 ARU read address register (ATOM0_CH0_RDADDR) | 0x01FE 004F | ARU リードアドレス設定 RDADDR0 0x04F : MCS0_WRADDR0 |
| AGC Output enable status register (ATOM0_AGC_OUTEN_STAT) | 0x0000 0002 | ATOM0 出力制御 OUTEN_STAT0 0x02 : CH0 出カイネーブル |
| AGC Enable/disable status register (ATOM0_AGC_ENDIS_STAT) | 0x0000 0002 | ATOM0 動作設定 ENDIS_STAT0 0x02 : CH0 イネーブル |

表 3-8 CMU レジスタの設定例

| レジスタ名 | 設定値 | 機能 |
|------------------------------|-------------|--|
| Clock enable (CMU_CLK_EN) | 0x0000 0002 | クロックの設定 EN_CLK0 0x2 : CMU_CLK0 enable |

表 3-9 ADCK レジスタ設定

| レジスタ名 | 設定値 | 機能 |
|------------------|------------|----------------------------|
| ADCK1VCR00 | 0x00100000 | 変換種別：通常 A/D 変換 |
| | | ウェイト時間テーブル選択しない |
| | | GTM エントリする |
| | | 仮想チャネル終了割り込み出力しない |
| | | 物理 Ch1/Sub CH0 (AN100) |
| ADCK1ADCR2 | 0x00 | 符号付 12bit 固定小数点フォーマット |
| ADCK1SGCR3 | 0x42 | ADTSTART 許可 |
| | | マルチサイクルスキャンモード |
| | | SG3 へのトリガに AD タイマトリガ 3 選択 |
| ADCK1SGVCPR3 | 0x0000 | 開始仮想チャネル 0、終了仮想チャネル 0 |
| ADCK1SGMCYCR3 | 0x00 | マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回 |
| ADCK1ADTIPR3 | 1 | AD タイマ初期位相：25ns |
| ADCK1ADTPRR3 | 200 | AD タイマ周期位相：5 μ s |
| ADCK1GTMMENTSGER | 0x0800 | エントリースキャングループ：SG0 許可 |

表 3-10 ポートレジスタの設定例

| レジスタ名 | 設定値 | 機能 |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|
| ポートコントロールレジスタ (PCR10_1) | 0x0000 004A | ポート設定 P10_1 兼用モード 11：GTMAT000 |

表 3-11 に本動作例で使用する関数一覧を示します。

表 3-11 関数一覧

| 関数名 | 概要 |
|------------|-------------------|
| main_pm0 | 各関数の呼び出しを行います。 |
| cmu_init | クロックの初期設定を行います。 |
| gtm_init | GTM のリセットを行います。 |
| mcs0_init | MCS0 の初期設定を行います。 |
| atom0_init | ATOM0 の初期設定を行います。 |
| port_init | ポートの初期設定を行います。 |
| adck1_init | ADCK1 の初期設定を行います。 |

3.1.6 動作フロー

図 3-4 に本動作例の動作フローを示します。

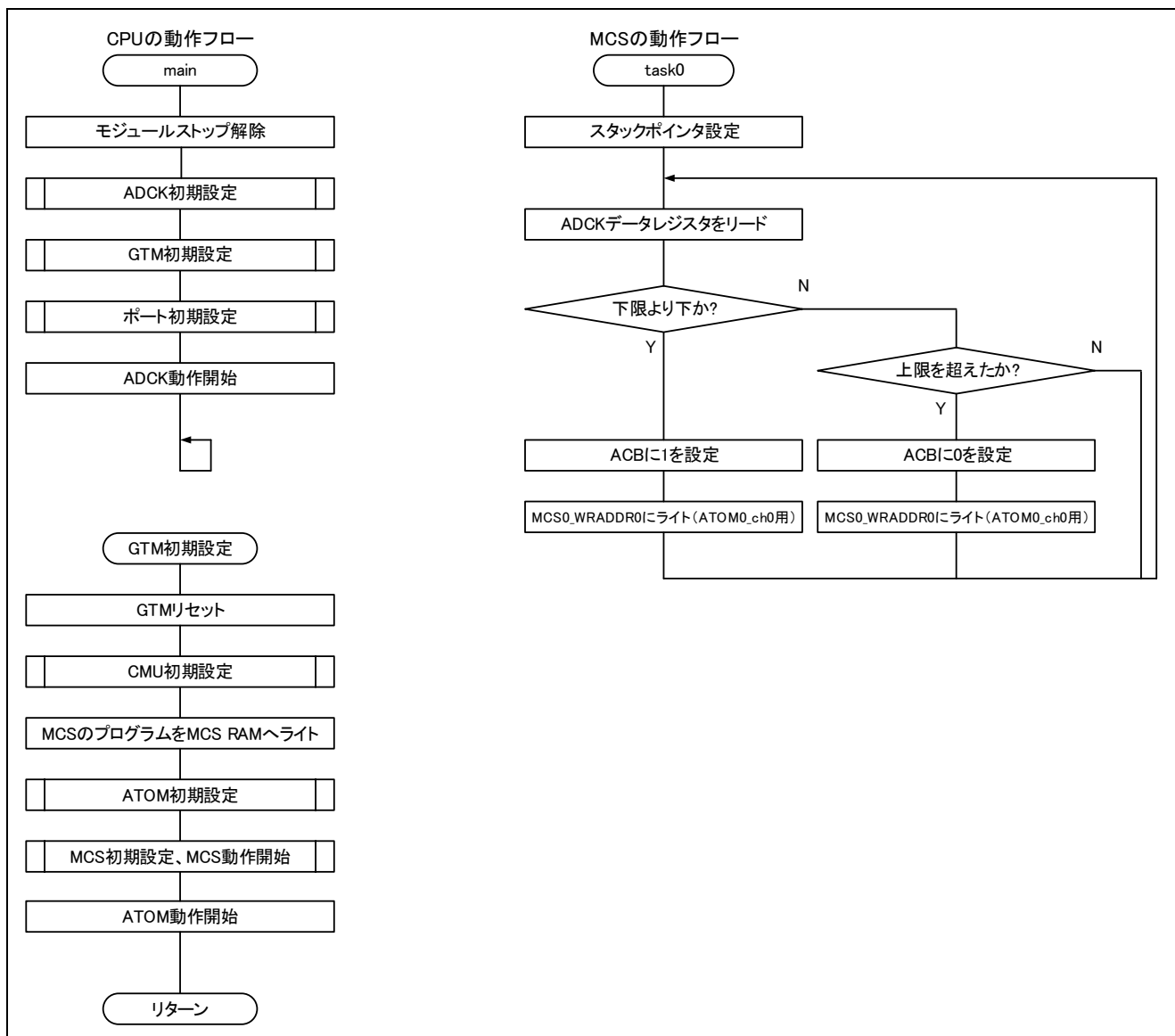


図 3-4 動作フロー

4. 改訂記録

| Rev. | 発行日 | 改訂内容 | |
|------|------------|------|------|
| | | ページ | ポイント |
| 1.00 | 2025.12.24 | 全頁 | 新規作成 |
| | | | |

製品ご使用上の注意事項

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

1. 静電気対策

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

2. 電源投入時の処置

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

3. 電源オフ時における入力信号

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

4. 未使用端子の処理

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

5. クロックについて

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

6. 入力端子の印加波形

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

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

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

8. 製品間の相違について

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

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含まれます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
 3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
 4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
 5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、変更、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改造、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通管制（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
 7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア/ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限られません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア/ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
 8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
 9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
 10. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
 11. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
 12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものいたします。
 13. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
 14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。
- 注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。
- 注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.5.0-1 2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレストシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

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

www.renesas.com/contact/

商標について

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