

RX ファミリ用消費電流チューニングソリューション
(E2 エミュレータ、CS+編)

R20AN0484JJ0100
Rev.1.00
2018.01.16

要旨

本書は、E2 エミュレータを用いた消費電流チューニングソリューションについて説明するものです。

E2 エミュレータを使用するだけで、ダイナミックに変化するユーザシステムの消費電流を簡単に測定することが可能です。

また、各種条件（電流値が任意の値を超えた場合や任意の値で一定時間経過した場合など）により異常電流を検出し、プログラムの停止が可能です。

ブレーク・ポイントを設定するような感覚で使用できる通過ポイントにより、プログラム動作と消費電流の変化の関係を見える化し、消費電流チューニングの作業期間の短縮に貢献します。

E2 エミュレータ、統合開発環境（CS+ for CC）を使用した消費電流測定について説明します。統合開発環境（e² studio）をご使用の場合は、（e² studio 編）（文書番号：R20AN0483）を参照してください。

対象デバイス

RX100/RX200 シリーズ

目次

1. 概要.....	5
2. 機能説明.....	7
2.1 消費電流測定.....	7
2.2 通過ポイント.....	8
2.3 外部トリガ入出力機能.....	9
2.3.1 外部トリガ入出力機能仕様一覧.....	9
2.3.2 外部トリガ入出力端子割り当て.....	10
3. セットアップ.....	11
3.1 エミュレータデバッガのインストール.....	11
3.2 SCP(セルフチェックプログラム)の実行.....	11
3.3 ハードウェア環境の設定.....	12
3.3.1 ユーザインタフェースの 11 番ピンについて.....	13
3.3.2 E2 エミュレータとユーザシステムの接続.....	13
3.4 E2 エミュレータとユーザシステムの電源投入.....	14
4. エミュレータデバッガの使用法.....	15
4.1 エミュレータデバッガ起動時の設定.....	15
4.2 消費電流測定方法.....	16
4.2.1 消費電流測定パネルの開き方.....	16
4.2.2 消費電流測定パネルの説明.....	18
4.3 消費電流測定トリガ条件設定方法.....	22

4.3.1 ユースケース① 異常電流 指定レベル以上	24
4.3.2 ユースケース② 異常電流 低消費電力状態中に発生する短い期間の電流増加	24
4.3.3 ユースケース③ 異常電流 指定時間以上	25
4.4 通過ポイントの設定方法.....	26
4.4.1 通過ポイントの設定方法	26
4.4.2 通過ポイントとプログラムの連携.....	28
4.5 消費電流測定検索ダイアログの設定.....	29
4.6 外部トリガ入出力の設定方法	31
5. 使用上の注意事項.....	32
5.1 E2 拡張機能とそれ以外のデバッグ機能との対応について	32
5.2 消費電流測定が使用できないケース.....	32
5.3 電源供給について	32
5.4 通過ポイントについて	33
5.4.1 通過ポイントが使用できないケース	33
5.4.2 通過ポイントの設定について	33
5.4.3 通過ポイントのユーザプログラムへの影響	34
5.4.4 通過ポイントの時間について	34
5.5 外部トリガ出力について.....	34
5.6 外部トリガ設定について.....	34
5.7 消費電流測定条件のブレークについて	34
5.8 ユーザプログラム実行中の操作について	34
5.9 消費電流測定中の PC 表示について	35
5.10 消費電流測定波形について	35
5.11 取得条件を通過ポイントの範囲としたときの消費電流測定波形について.....	35
5.12 消費電流測定について	36
5.13 消費電流測定結果と測定器との差分.....	37
5.14 消費電流測定結果のその他の特性について.....	38

マニュアル構成

E2 拡張機能の一つである消費電流チューニングソリューションに関するマニュアルは以下で構成されています。

- E2 エミュレータユーザーズマニュアル
- E1/E20/E2 エミュレータ, E2 エミュレータ Lite ユーザーズマニュアル別冊
- エミュレータデバッグのマニュアルおよびヘルプ
- RX ファミリ用消費電流チューニングソリューション (E2 エミュレータ、CS+編) アプリケーションノート (本書)

(1) E2 エミュレータ ユーザーズマニュアル(文書番号 : R20UT3538)

E2 エミュレータ ユーザーズマニュアルには、ハードウェア仕様が記載されています。

- E2 エミュレータの構成
- E2 エミュレータのハードウェア仕様
- E2 エミュレータとホストマシンおよびユーザシステムとの接続

(2) E1/E20/E2 エミュレータ, E2 エミュレータ Lite ユーザーズマニュアル別冊 (RX ユーザシステム設計編)

対象デバイス : RX ファミリ (文書番号 : R20UT0399)

E1/E20/E2 エミュレータ, E2 エミュレータ Lite ユーザーズマニュアル別冊(RX ユーザシステム設計編) には、E2 とユーザシステムとの接続方法や使用するユーザ資源情報、エミュレータ使用時の注意事項等が記載されています。

(3) エミュレータデバッグのマニュアルおよびヘルプ

エミュレータデバッグのマニュアルおよびヘルプには、E1/E20/E2/E2 Lite を使用する際のエミュレータデバッグの機能説明および操作方法が記載されています。

下記を参照してください。

- CS+統合開発ユーザーズマニュアル RX デバッグ・ツール編
- 消費電流測定機能については、CS+オンラインヘルプからも参照可能です。
- [CS+ オンラインヘルプ](#)

IAR システムズ社製 C-SPY をご使用の場合は「IAR システムズ社発行の IAR C-SPY ハードウェアデバッグシステム ユーザガイド」も併せてご参照ください。

(4) RX ファミリ用消費電流チューニングソリューション (E2 エミュレータ、CS+編) アプリケーションノート (本書)

RX ファミリ用消費電流チューニングソリューション (E2 エミュレータ、CS+編) アプリケーションノートには、E2 拡張機能の一つである消費電流チューニングのための、消費電流測定方法や使用上の注意事項等が記載されています。

用語説明

本書で使用する用語は、以下に示すように定義して使用します。

統合開発環境：

ルネサスマイクロコンピュータの組み込み用アプリケーションの開発を強力にサポートするツールです。ホストマシンからインタフェースを介してエミュレータを制御するエミュレータデバッグ機能を有しています。また、同一アプリケーション内でプロジェクトのエディットからビルドおよびデバッグまでを可能にし、バージョン管理をサポートしています。

エミュレータデバッグ：

統合開発環境から起動され、エミュレータを制御してデバッグを可能とするソフトウェアツール機能を指します。

ホストマシン：

エミュレータを制御するためのパーソナルコンピュータを指します。

ターゲットデバイス：

デバッグ対象のデバイスを指します。

ユーザシステム：

デバッグ対象のデバイスを使用した、お客様のアプリケーションシステムを指します。

ユーザプログラム：

デバッグ対象のアプリケーションプログラムを指します。

ユーザインタフェース：

ターゲットデバイスと E2 エミュレータを接続するインタフェースを指します。

SCP：

セルフチェックプログラムを指します。

E2 拡張機能：

E2 エミュレータで使用可能な拡張機能を指します。

E2 拡張インタフェース(以降 E2 拡張 I/F)：

E2 拡張機能を使用するためのインタフェースを指します。

OCD：

オンチップ・デバッグを指します。

1. 概要

E2 エミュレータを用いた消費電流チューニングソリューションの特長について説明します。本ソリューションは、次に示すような場合に活用できます。

- ・ソフトウェア設計段階から消費電流を意識した開発をしたい
- ・ボードを改造せずに、消費電流を確認したい
- ・想定外の電力消費箇所がソフトウェア起因なのかハードウェア起因なのか切り分けたい
- ・消費電流が想定よりも多くなる原因を調べたい

(1) 特長1 E2 エミュレータだけで「お手軽測定」

E2 エミュレータからユーザシステムへ電源供給し、ユーザシステムの消費電流を簡単に測定できます。(以降、消費電流測定と記載)

ユーザシステムのボード上にパターンカットやシャント抵抗の挿入などの改造は不要です。また、ユーザプログラムの改造も不要です。

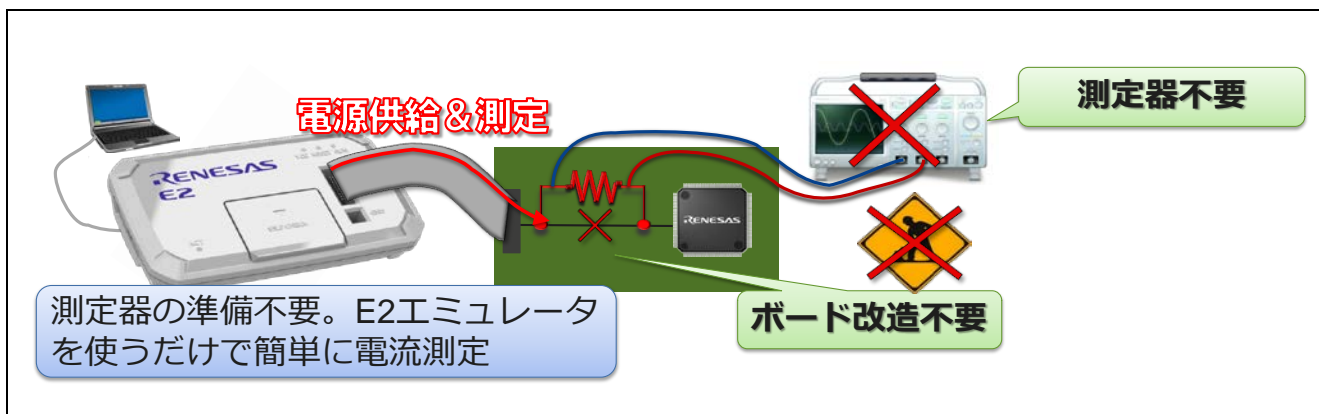


図 1-1 お手軽測定

(2) 特長2 異常電流を「逃さずキャッチ」

電流と時間を組み合わせた様々なトリガ条件を設定し、消費電流の変化を検出できます。トリガ条件一致時にユーザプログラムを停止することや外部トリガを出力することができます。

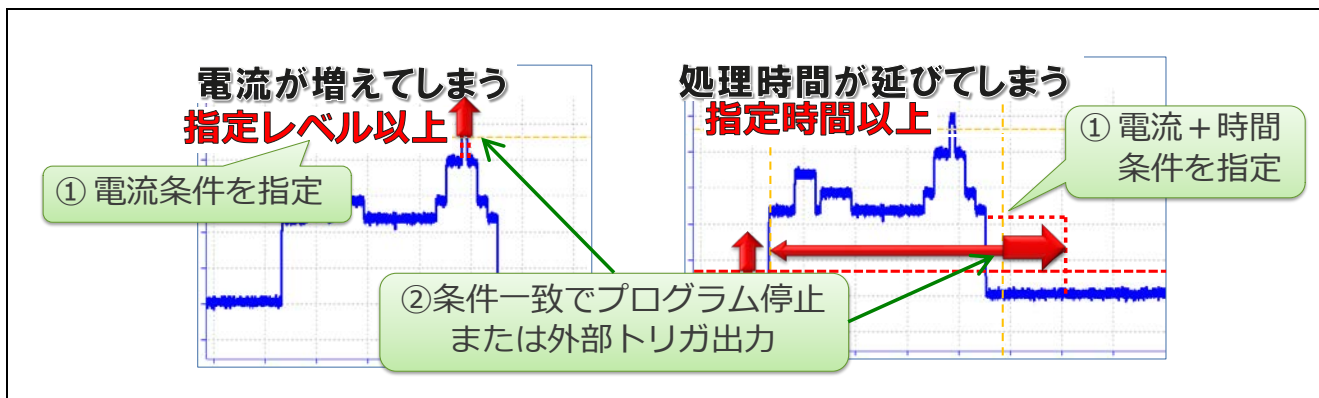


図 1-2 逃さずキャッチ

(3) 特長 3 電流増加箇所を「素早く特定」

ユーザプログラム上に通過ポイントを設定しておくことで、電流波形とユーザプログラムとの関係を簡単に関連付けることができます。

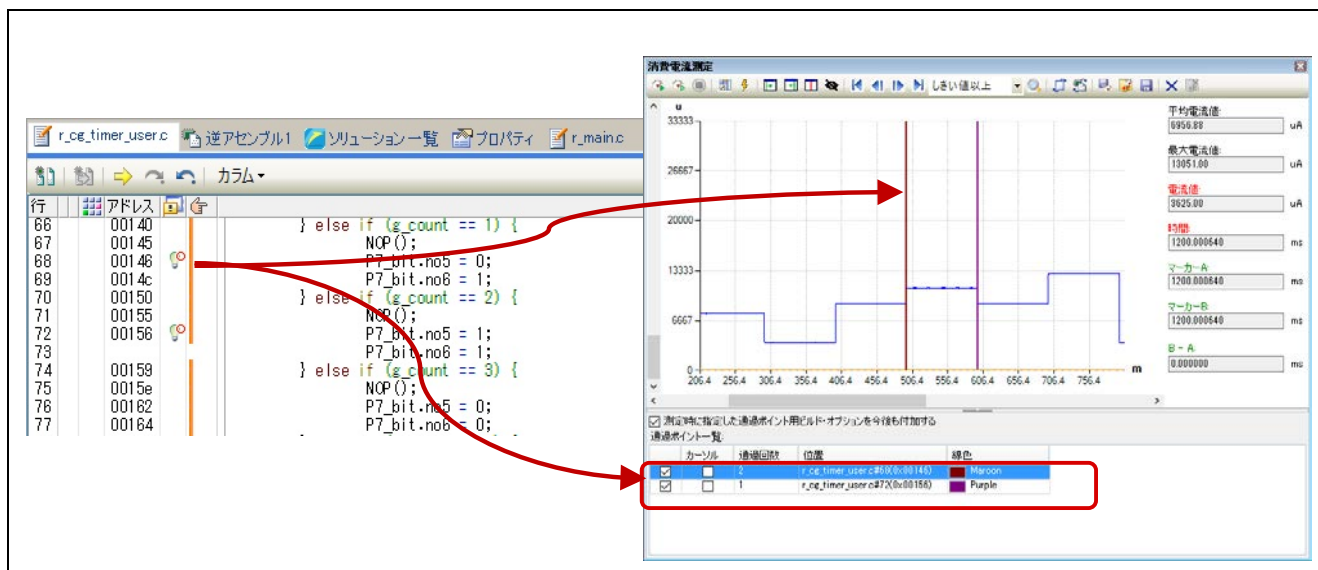


図 1-3 素早く特定

2. 機能説明

E2 エミュレータを用いた消費電流チューニングソリューションで使用する主な機能の性能や仕様について記載します。

2.1 消費電流測定

以下に消費電流測定機能の仕様を示します。

表 2-1 消費電流測定仕様

項目	仕様
対象 MCU	RX100/RX200 シリーズ
測定箇所	ユーザインタフェースから供給する電源 または E2 拡張 I/F から供給する電源
測定可能な供給電源電圧	1.8V~5.0V max 200mA ただし、消費電流測定時は、ユーザプログラム実行中の供給電圧変更はできません。
測定可能な最大消費電流	max 200mA
消費電流の分解能	80uA
サンプリング時間と測定可能な最大時間	サンプリング：1.06us / 測定時間 約 1s サンプリング：2us / 測定時間 約 2s サンプリング：5us / 測定時間 約 5s サンプリング：10us / 測定時間 約 10s サンプリング：20us / 測定時間 約 20s サンプリング：50us / 測定時間 約 50s サンプリング：100us / 測定時間 約 100s サンプリング：200us / 測定時間 約 200s サンプリング：500us / 測定時間 約 500s サンプリング：1ms / 測定時間 約 1000s
記録内容	タイムスタンプ+消費電流値
タイムスタンプ	カウントソース 8.3ns(120MHz)
記録モード	以下の 3 つの記録モードをサポート。 ・記録メモリを使い切った後に記録メモリを上書きして実行を続ける。 ・記録メモリを使い切った後に記録を停止する。 ・記録メモリを使い切った後にプログラムを停止する。
記録内容の保存	CSV 形式で記録内容を保存可
取得条件	・すべて取得 ・外部トリガによるアクティブレベル期間のみ取得 ・通過ポイントの取得開始イベントから取得終了イベントまでの期間のみ取得
トリガ条件	・電流条件：以上/以下/範囲内/範囲外 ・時間条件：以上/範囲内
トリガ条件成立時の動作指定	・プログラム停止 ・外部トリガ出力（レベル/パルス）

2.2 通過ポイント

以下に通過ポイントの仕様について示します。

表 2-2 通過ポイント仕様

項目	内容	備考
対象 MCU	RX100/RX200 シリーズ	
通過ポイント点数	16 ポイント	—
通過ポイント設定可能箇所	NOP 命令が配置されたアドレス	—
データ記録	消費電流測定結果との合計で max 2M ポイント	—
データ記録内容	・ タイムスタンプ情報 ・ 通過ポイント番号	—
通過ポイント通過時の プログラム停止時間	最大 193cycle	CPU クロック (50MHz) で約 3.9us。
消費電流測定の取得条件	通過ポイントの 2 点間を消費電流測定 範囲に指定可能	—
占有するユーザ資源	あり	
RAM	RAM 終了アドレス以下 256 バイト	例 (RAM64KB のデバイス) 0x0000FF00~0x0000FFFF 複数 RAM 領域がある場合は、0 番地から始まる先頭の RAM 領域 の終了アドレスから 256 バイト
ISP	24 バイト	-

2.3 外部トリガ入出力機能

2.3.1 外部トリガ入出力機能仕様一覧

表 2-3 外部トリガ入出力機能仕様一覧

対象 MCU	RX100/RX200
入力信号チャンネル	E2 拡張 I/F 2 本 (ch0 11 番ピン、 ch1 12 番ピン)
出力信号チャンネル	E2 拡張 I/F 2 本 (ch0 9 番ピン、 ch1 10 番ピン)
E2拡張I/F電圧	<ul style="list-style-type: none"> ・ エミュレータからの電源供給する場合 <ul style="list-style-type: none"> - ユーザインタフェース選択時 : VCC 電圧 - E2 拡張インタフェース選択時 : 供給電圧 (1.8V - 5.0V) ・ エミュレータからの電源供給しない場合 : VCC 電圧
トリガ入力検出条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ エッジ検出(立ち上がり/立ち下がり/両エッジ) ・ レベル検出(Low/High)
トリガ入力時の動作	<ul style="list-style-type: none"> ・ ブレーク ・ 消費電流測定データの記録 (Low/High レベル入力期間中)
入力特性	VIH : 0.7 × E2 拡張 I/F 電圧 / VIL : 0.3 × E2 拡張 I/F 電圧
トリガ入力検出条件成立からユーザプログラムが停止するまで	FINE ボーレート2Mbps時 : 約60us FINE ボーレート250Kbps時 : 約400us
トリガ出力検出条件	ブレーク検出 / 消費電流測定トリガ条件検出
トリガ出力時の動作	<ul style="list-style-type: none"> ・ ブレーク検出時 : High パルス出力 (1us~65535us を設定可) ・ 消費電流測定トリガ条件検出時 : High パルス出力 (1us~65535us を設定可) または、条件が成立している間 High レベルを出力
出力特性	VOH : E2 拡張 I/F 電圧-0.1V / VOL : 0.1V (@ Io = 100uA)
出力遅延	条件成立してからパルス出力まで max 100ns

2.3.2 外部トリガ入出力端子割り当て

E2 拡張 I/F における外部トリガ入出力端子の割り当てを以下に示します。

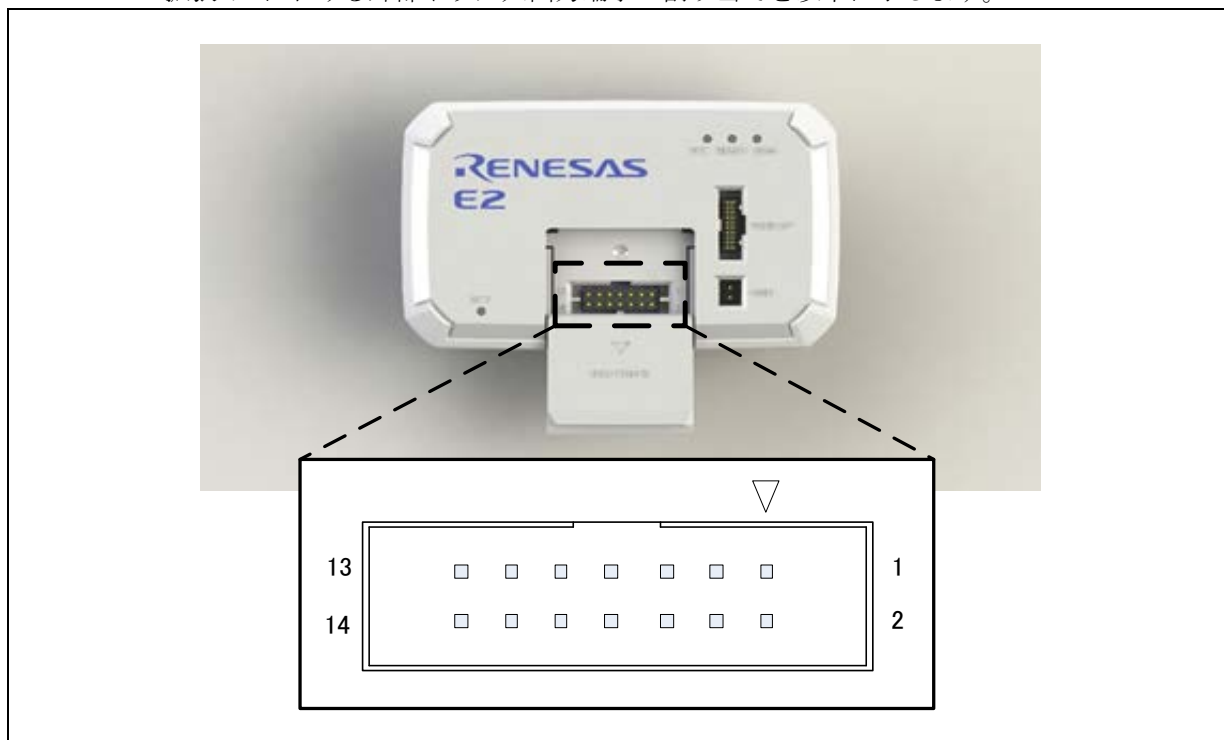


図 2-1 E2 拡張 I/F

表 2-4 E2 拡張 I/F の外部トリガ入出力端子割り当て

Pin No.	入出力	説明
1	-	Pin No.1~8 は未使用 端子は OPEN とすること
2	-	
3	-	
4	-	
5	-	
6	-	
7	-	
8	-	
9	Output	外部トリガ出力(ch0)
10	Output	外部トリガ出力(ch1)
11	Input	外部トリガ入力(ch0)
12	input	外部トリガ入力(ch1)
13	-	GND
14	Output	E2 拡張 I/F の電源電圧出力端子 (1.8V~5.0V)

3. セットアップ

セットアップ手順について説明します。

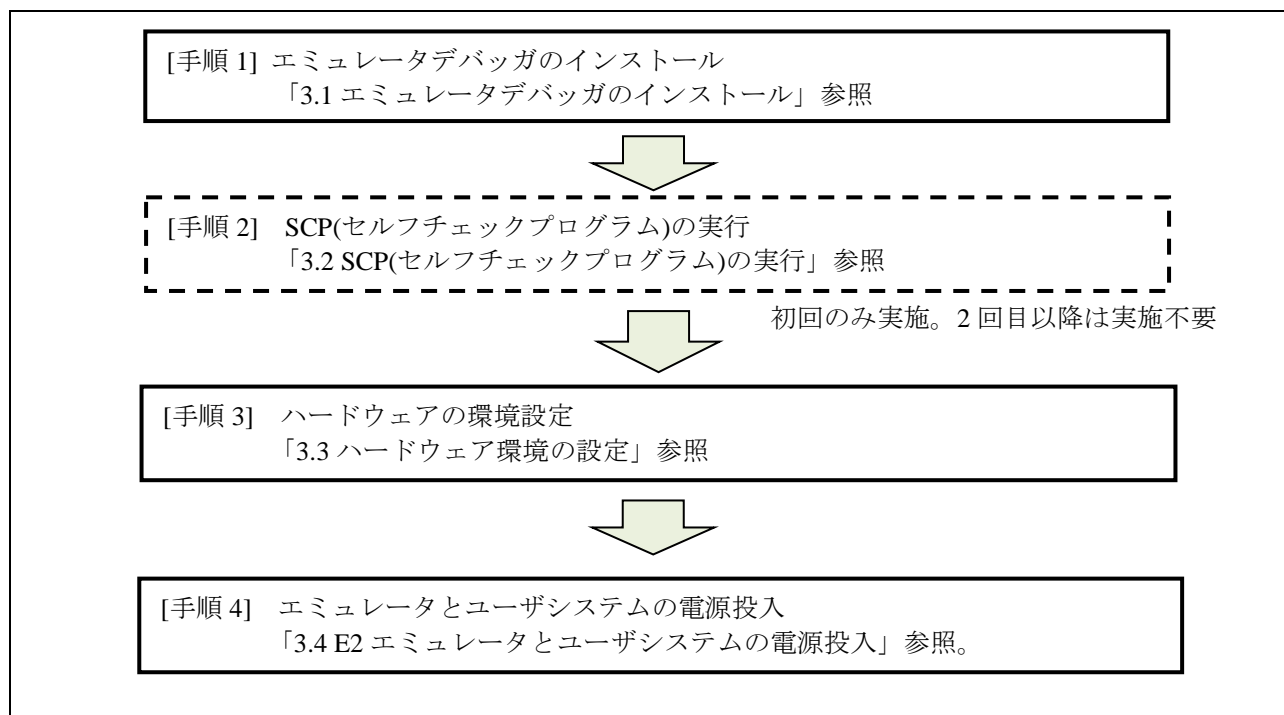


図 3-1 セットアップ手順

3.1 エミュレータデバッガのインストール

E2 エミュレータをご使用の際は、下記のウェブサイトから最新の統合開発環境をダウンロード後、インストールしてください。

<https://www.renesas.com/e2-download>

3.2 SCP(セルフチェックプログラム)の実行

初めて E2 エミュレータを使用する際は、必ず SCP(セルフチェックプログラム)を実行してください。

消費電流測定の誤差を補正するためのパラメータの書き込みを行います。一度 SCP を実施した E2 エミュレータを次回使用する際には SCP の実施は不要です。

SCP の実施方法については、E2 エミュレータユーザズマニュアル(文書番号：R20UT3538)の付録 A を参照ください。

3.3 ハードウェア環境の設定

- ・ ユーザインタフェースの電源端子から電源供給する場合のシステム構成

想定用途：今までエミュレータから供給する単一電圧でユーザシステムのデバッグを行っていたシステムの想定。今までの使い方そのまま電流測定できます。



図 3-2 システム構成例 1

- ・ E2 拡張 I/F の 14 番ピンから電源供給する場合のシステム構成

想定用途：電池や AC アダプタなどの電源からボード上で 5.0V と 3.3V など複数の電圧を生成し、ユーザシステムのデバッグを行っていたシステムを想定。電池や AC アダプタの代わりに E2 拡張 I/F から電源供給し、その電流測定ができます。



図 3-3 システム構成例 2

3.3.1 ユーザインタフェースの 11 番ピンについて

E2 での消費電流チューニングソリューションを使用する場合、ユーザインタフェース（14 ピンコネクタ）の 11 番ピンは Hiz ではなく、エミュレータから CMOS 出力になります。以下の条件を確認してご使用ください。

(1)SCI 経由のフラッシュ書き込みをする場合

14 ピンコネクタの 11 番ピンと RxD1 端子を接続してください。

E2 消費電流チューニングソリューションを使用する場合は、11 番ピンと接続している端子のマイコン周辺機能は使用できません。入力に設定し、マイコンの周辺機能は使用しないでください。

マイコンの周辺機能を使用する場合は、E2 消費電流チューニングソリューションを使用しないでください。信号がぶつかる可能性があるため、故障の原因となります。

(2) SCI 経由のフラッシュ書き込みをしない場合

14 ピンコネクタの 11 番ピンは、オープンにしてください。

E2 消費電流チューニングソリューションおよび FINE 経由でのフラッシュ書き込みは使用できません。

3.3.2 E2 エミュレータとユーザシステムの接続

E2 エミュレータとユーザシステムをユーザインタフェースケーブルで接続して下さい。

20pin 1.27mm ピッチ/14pin 2.54mm ピッチコネクタ変換アダプタ上のスイッチは“1”側に設定してください。

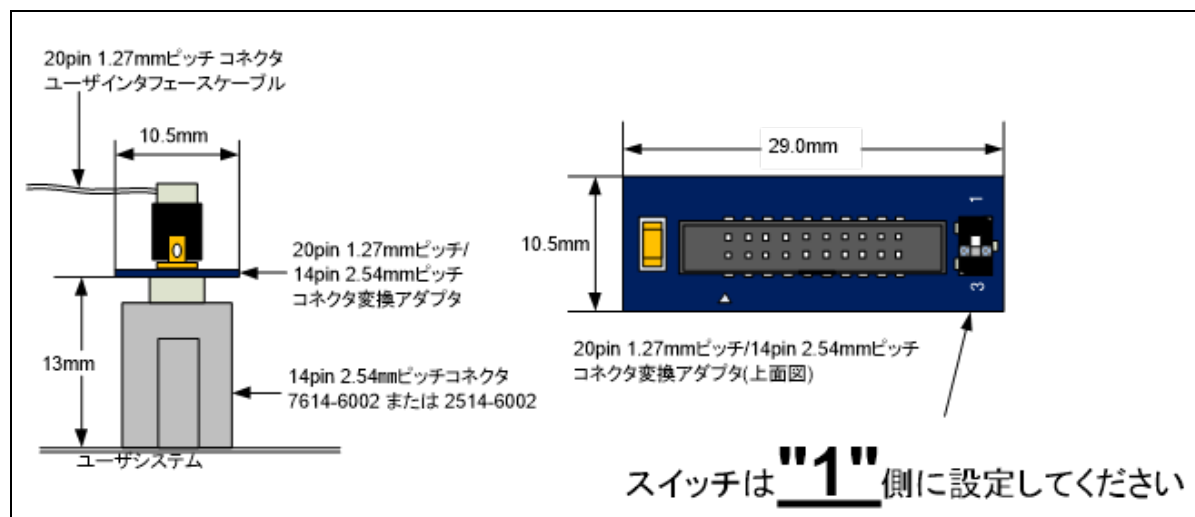


図 3-4 14 ピンコネクタへのユーザインタフェースケーブル接続方法

また、E2 拡張 I/F の 14 番ピンから電源供給する場合は、ユーザシステムの DC 電源入力 ラインへ接続してください。

外部トリガ入出力機能をご使用の場合は使用する端子を接続してください。

3.4 E2 エミュレータとユーザシステムの電源投入

- ① USB インタフェースケーブルの A プラグを、ホストマシンの USB I/F コネクタへ接続してください。
- ② USB インタフェースケーブルの mini-B プラグを、E2 エミュレータの USB I/F コネクタへ接続してください。エミュレータとホストマシンを USB インタフェースケーブルで接続することで、E2 エミュレータの電源がオンとなります。
- ③ エミュレータデバッガを起動して、ユーザシステムへの電源供給を選択してください。E2 エミュレータとの接続時にユーザシステムへ電源供給が開始されます。

4. エミュレータデバッガの使用法

4.1 エミュレータデバッガ起動時の設定

(1) 接続用設定

RX E2 デバッグ・ツールのプロパティパネルの[接続用設定]タブの[ターゲット・ボードとの接続]において以下の設定を行います。

- ・[エミュレータから電源供給をする]： [はい]
- ・[電源供給インタフェース]
 - ・ ユーザインタフェースの電源端子から電源供給する場合： [USER I/F]
 - ・ E2 拡張 I/F の電源端子(14 番ピン)から電源供給する場合： [E2 expansion I/F]
- ・[供給電圧] : 1.8V~5.0V の任意の電圧。

また、[E2 拡張インタフェース]は、[エミュレータからの電源供給で使用する]に設定します。

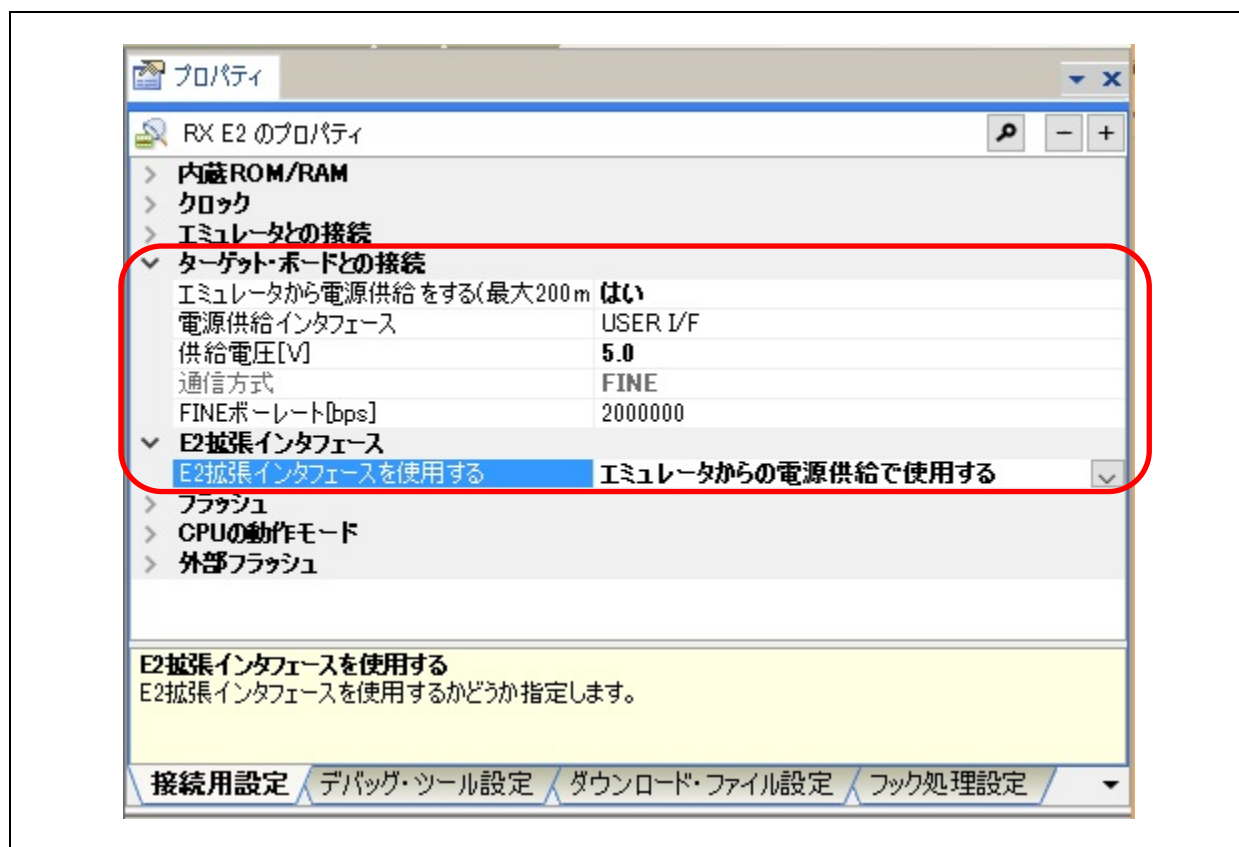


図 4-1 E2 エミュレータデバッガの接続設定

(2) エミュレータデバッガ接続

エミュレータデバッガと E2 エミュレータの接続時にユーザシステムへ電源供給が開始されます。

4.2 消費電流測定方法

4.2.1 消費電流測定パネルの開き方

(1) 消費電流測定パネルをメニューから開く場合

- ・ [デバッグ]メニューを選択し、[デバッグ・ソリューション]を選択し、[消費電流測定]をクリックしてください。

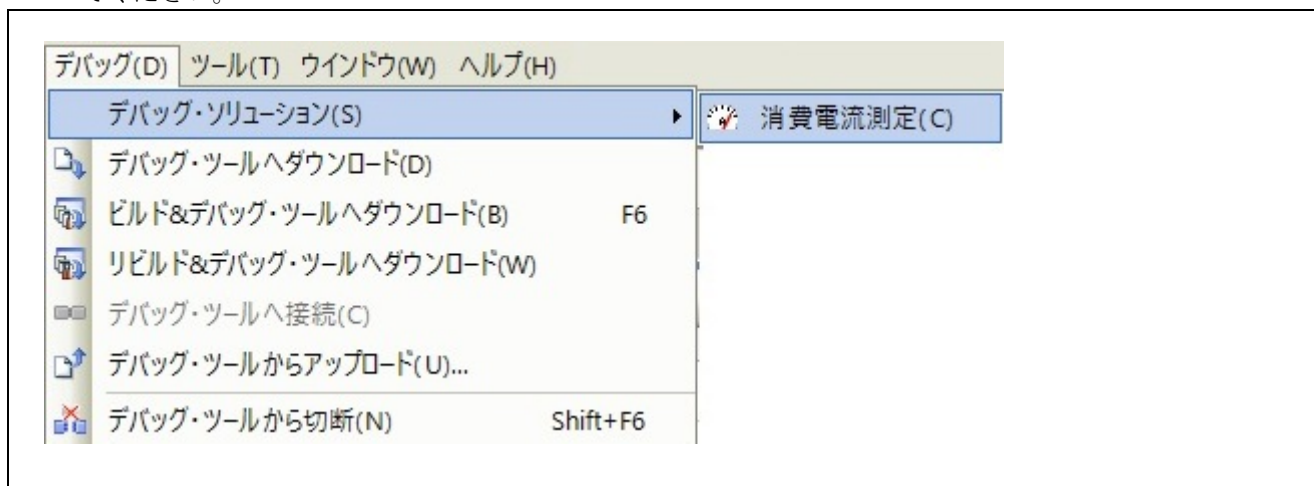


図 4-2 消費電流測定パネルの開き方 1

(2) 消費電流測定パネルをソリューション一覧から開く場合

① [表示]メニューを選択し、[ソリューション一覧]をクリックしてください。



図 4-3 消費電流測定パネルの開き方 2

② [消費電流測定] (下図の赤線部) をクリックして、消費電流測定パネルを開いてください。

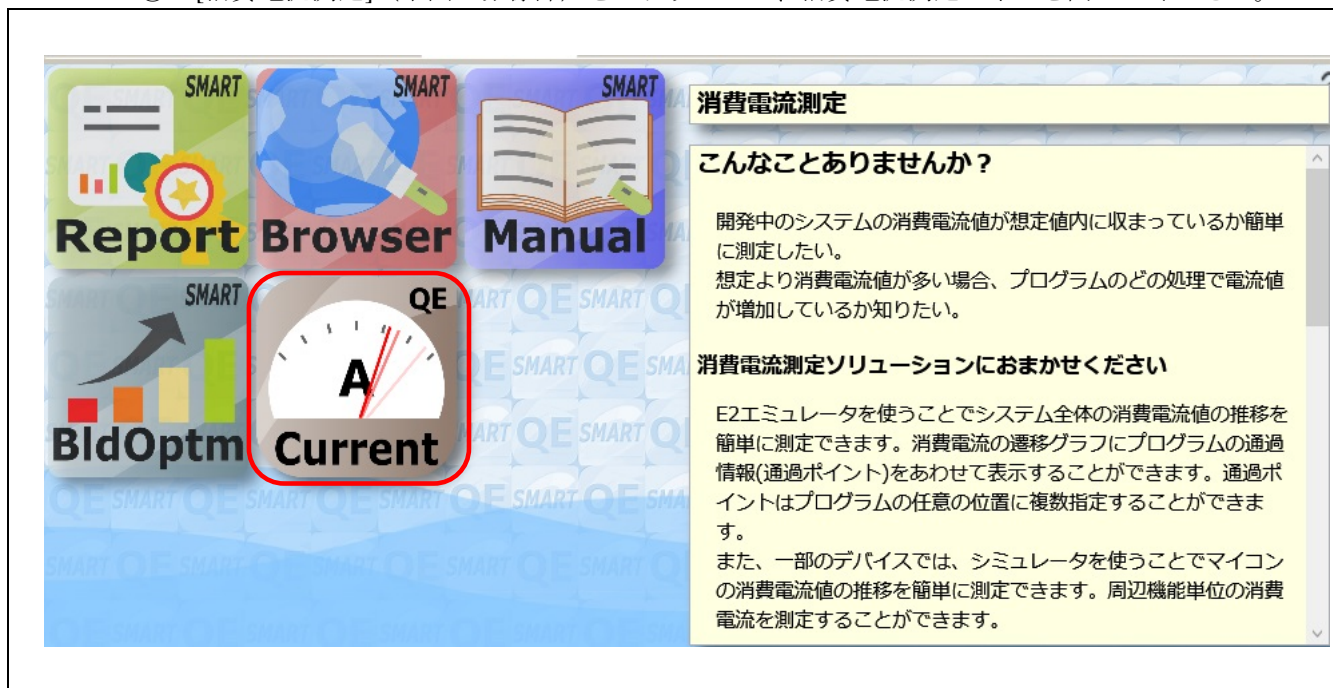


図 4-4 消費電流測定パネルの開き方 3

4.2.2 消費電流測定パネルの説明

(1) 消費電流測定条件設定ダイアログを開きます。



図 4-5 消費電流測定条件設定ダイアログの開き方

(2) 消費電流測定の設定を行います。

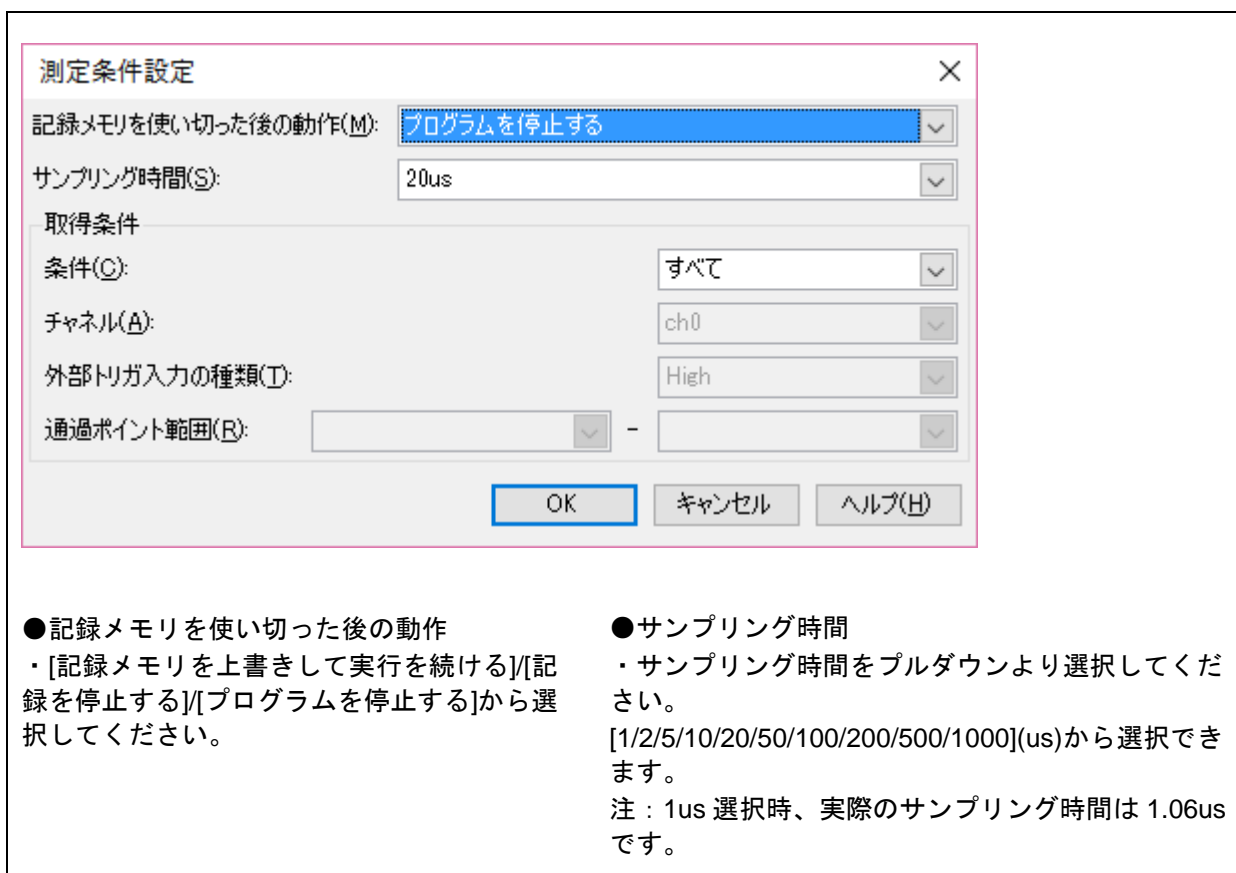


図 4-6 消費電流測定設定 1

(3) 消費電流測定を開始

消費電流測定パネル上の測定開始ボタンで実行します。

実行からブレークするまでの間の消費電流が測定されます。



図 4-7 消費電流測定開始

(4) カーソルとマーカーについて

- ① カーソル表示ボタンをクリックすると、カーソル(赤い縦線)が表示されます。
カーソル位置の電流値と、時間が表示されます。
- ② マーカーA/B 表示ボタンをクリックすると、マーカー(緑破線の縦線)が表示されます。
マーカーA/B 間の消費電流の平均電流値と最大電流値が表示されます。
また、またマーカーA/B の位置の時間と、マーカーA/B 間の時間が表示されます。

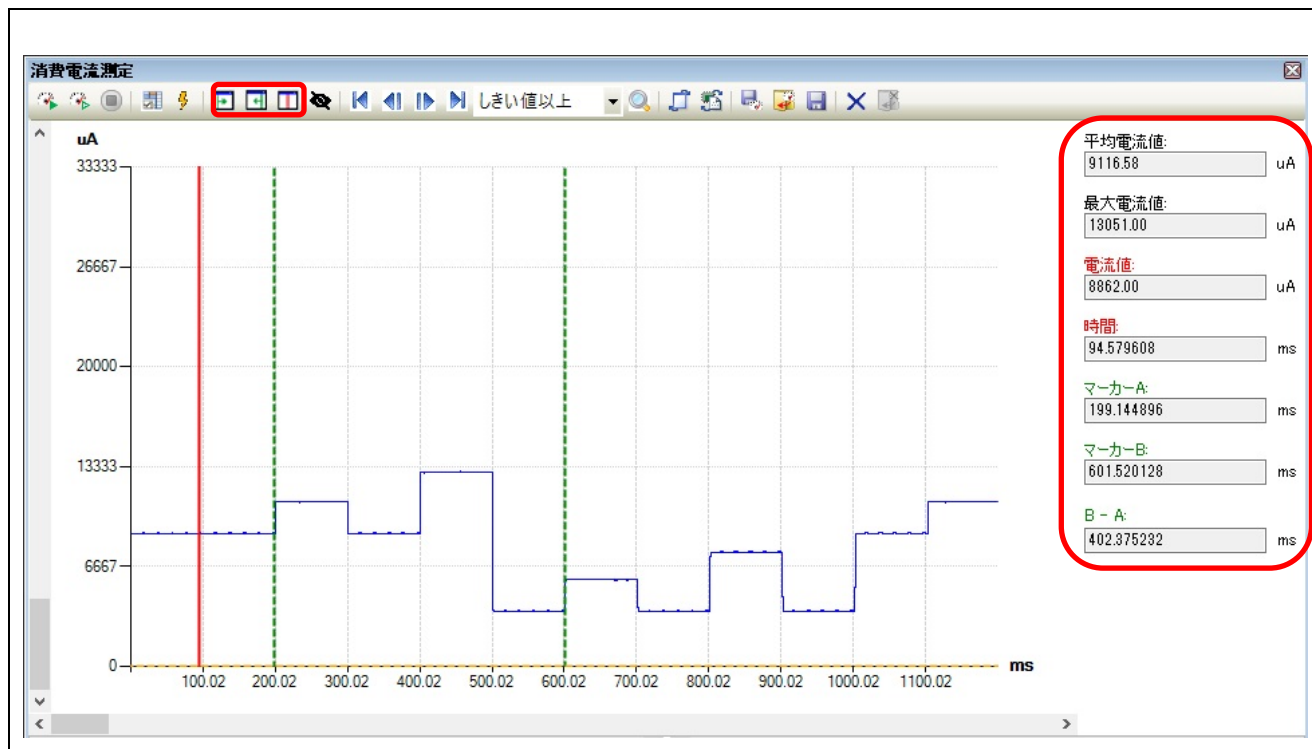


図 4-8 カーソルとマーカー

(5) 表示波形の調整について

- ・ X 軸を拡大 : Ctrl キー + Right キー Y 軸を拡大 : Ctrl キー + Up キー
- ・ X 軸を縮小 : Ctrl キー + Left キー Y 軸を縮小 : Ctrl キー + Down キー
- ・ 波形位置の調整はスクロールバーにて行います。

(6) 測定結果の保存と読み込みについて

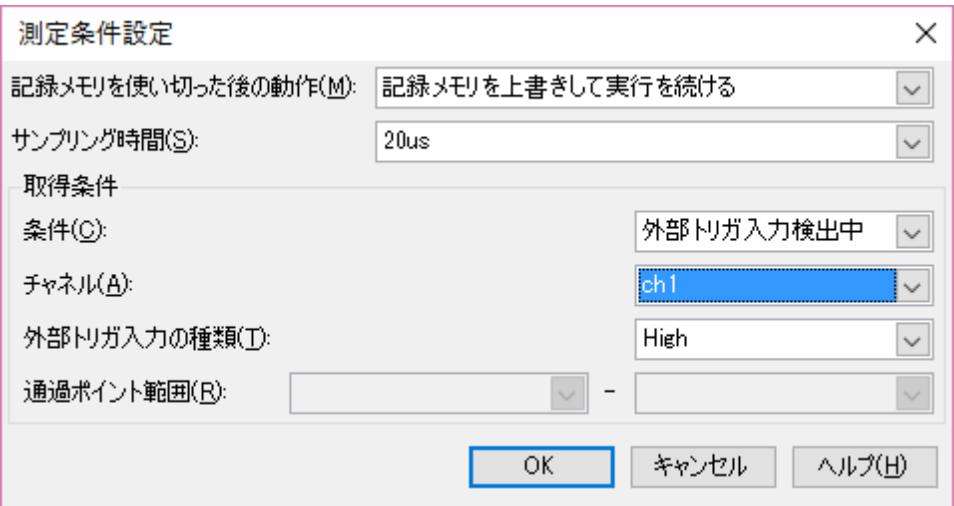
- ① ファイルへ保存ボタンをクリックして、測定した結果を csv 形式にて保存できます。
- ② ファイルの読み込みボタンをクリックして、保存した測定結果のデータを読み込むことができます。
注: サンプル時間が短い条件で測定した結果を保存したデータは、読み込みに時間がかかります。



図 4-9 消費電流測定結果の保存と読み込み

(7) そのほかの消費電流測定の設定について

消費電流測定結果の取得条件を設定できます。



●取得条件の[外部トリガ入力の種類]

- ・使用する外部トリガ入力チャンネルを選択してください。
ch0: E2 拡張 I/F 11 番ピンを接続
ch1: E2 拡張 I/F 12 番ピンを接続

●取得条件の[外部トリガ入力の種類]

- ・外部トリガ入力のアクティブレベルを選択して下さい。

●取得条件の[通過ポイント範囲]

- ・通過ポイントを2ポイント以上設定している場合に使用可能です。
開始に設定した通過ポイントと、終了に設定した通過ポイントの2点間の消費電流測定を行います。

注：通過ポイント間以外は測定されませんが、表示されるグラフ上には、空白区間の2点間を結ぶ直線が表示される場合があります。

図 4-10 消費電流測定設定 2

4.3 消費電流測定トリガ条件設定方法

- (1) 消費電流測定トリガ条件設定ダイアログを開きます。



図 4-11 消費電流測定トリガ条件設定ダイアログの開き方

(2) トリガ条件の電流のしきい値、検出幅の時間設定や、条件検出時の動作設定を行います。

トリガ設定 ×

トリガ機能を使用する(U):

トリガ動作設定

トリガ検出時の動作(A): プログラムを停止

チャンネル(C): ch0

High パルス(P) パルス幅(P): us

条件が成立している間 High レベルを出力(H)

トリガ条件設定

条件(O): しきい値以上

電流値(C): uA - uA

検出幅を指定する(S): 範囲内 * 20us - * 20us

OK キャンセル ヘルプ(H)

● トリガ検出時の動作

- ・プログラムの停止と外部トリガ信号出力を設定できます。
- ・使用する外部トリガ出力のチャンネルを選択してください。

ch0: E2 拡張 I/F9 番ピンを接続
ch1: E2 拡張 I/F10 番ピンを接続

- ・外部トリガ出力信号を[High パルス]か、[条件が成立している間 High レベルを出力]か選択してください。

[High パルス]選択時は、パルス幅を設定してください。

● トリガ条件設定

- ・電流値の検出条件を[しきい値以上/しきい値以下/範囲内/範囲外]から選択してください。
- ・しきい値以上/以下の場合、しきい値の電流値を設定してください。
- ・範囲内/外の場合、下限と上限の電流値を設定してください。

● 検出幅

- ・検出幅を選択することで、電流値の条件を検出している時間の幅を条件に追加します。
- ・[しきい値以上/範囲内]から選択してください。
- ・しきい値以上の場合、上限の時間を設定してください。
- ・範囲内の場合、範囲の下限と上限の時間を設定してください。

単位はサンプリング時間によって異なります。

図 4-12 トリガ条件の設定

4.3.1 ユースケース① 異常電流 指定レベル以上

想定している最大電流値を超えるような場合を検出したい場合のトリガ条件の設定方法について説明します。

電流のトリガ条件で[しきい値以上]を選択し、検出したい電流値を設定します。

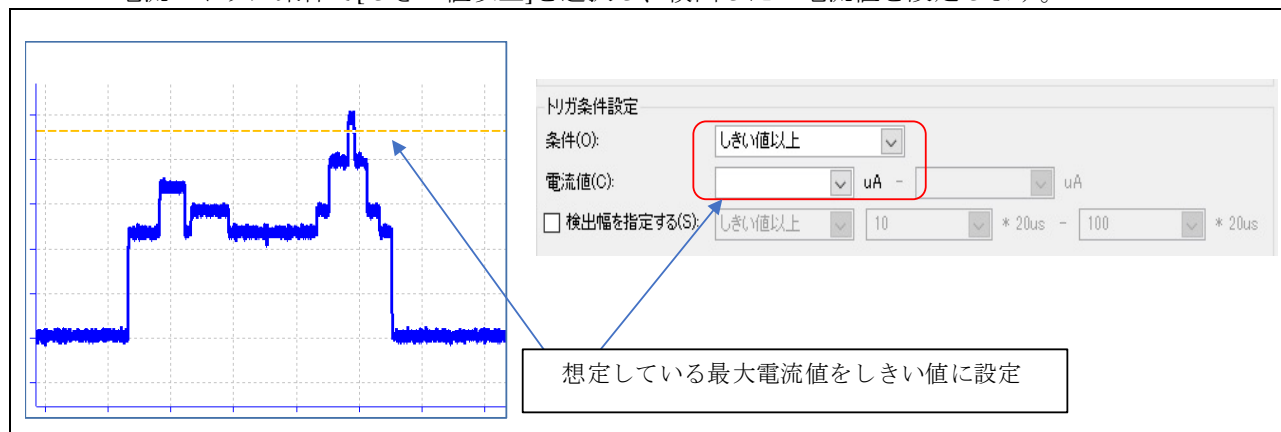


図 4-13 ユースケース①

4.3.2 ユースケース② 異常電流 低消費電力状態中に発生する短い期間の電流増加

低消費電力状態中でターゲットデバイスのプログラム起因でない、予期せぬ外部要因による短い期間の電流増加を検出したい場合のトリガ条件の設定方法について説明します。

- (1) 電流のトリガ条件で[しきい値以上]を選択し、低消費電力状態中の電流より大きな値を設定します。
(設定値が低消費電力状態中の電流値に近すぎると誤検出しますのでマージンを持った値にしてください。)
- (2) 時間のトリガ条件で検出幅に[範囲内]を選択します。検出幅の上限値に検出したい幅以内の時間を設定します。下限値は誤検出を避けるため数十 us 以上が適当です。

下記例では、低消費電力状態中に 300us 幅以下で異常に増加する電流を検出します。

条件成立箇所は電流が 300us 以内にしきい値を下回った 1 点です。条件成立箇所が幅を持たないので、外部トリガ出力を使用する場合は、外部トリガ出力信号に[High パルス]を設定ください。

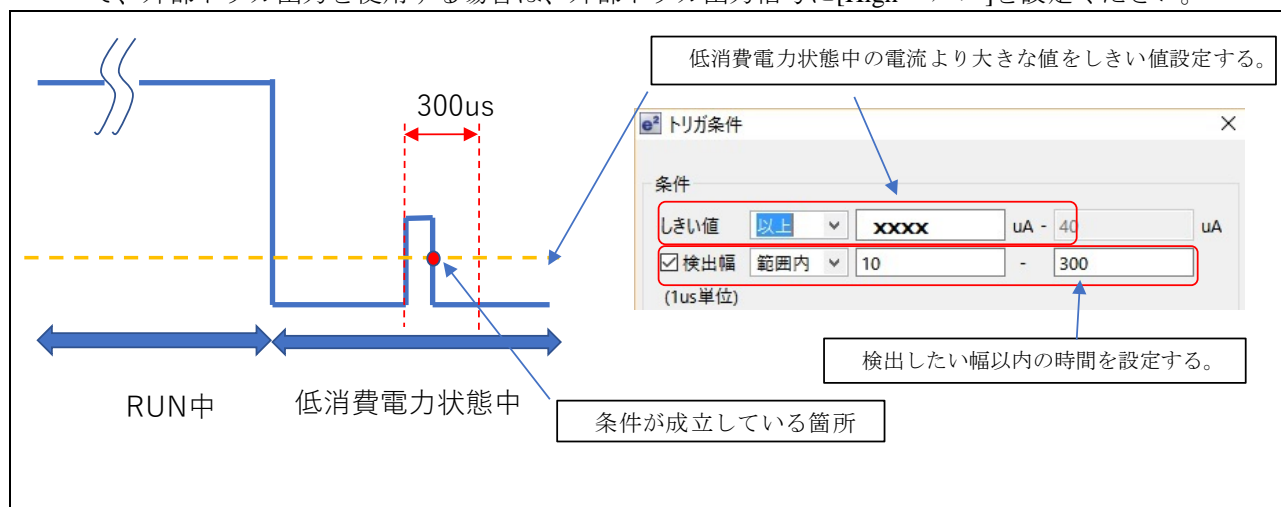


図 4-14 ユースケース②

4.3.3 ユースケース③ 異常電流 指定時間以上

繰り返し同じ処理を行っている想定で、意図せずに処理時間が伸びて電流増加させている箇所を検出したい場合のトリガ条件の設定方法について説明します。

- (1) 電流のトリガ条件で[範囲内]を選択し、正常な繰り返し処理中の消費電流が範囲内になるように下限値と上限値を設定してください。誤検出を避けるためマージンを持たせた値にしてください。

- (2) 時間のトリガ条件で検出幅に[範囲内]を選択します。

検出幅の下限値に正常な繰り返し処理に掛かる時間以上の時間を設定します。

誤検出を避けるためマージンを持たせた値にしてください。

検出幅の上限値には次の繰り返し処理の開始よりも前となるよう時間を設定します。

下記例では、正常な繰り返し処理が 5ms に対して、処理時間が 6ms 以上 10ms 以下へ異常に伸びる箇所を検出します。

条件成立箇所は電流が指定範囲内である時間が 6ms 以上続き 10ms を超えずに下限値を下回った 1 点です。条件成立箇所が幅を持たないので、外部トリガ出力を使用する場合は、外部トリガ出力信号に[High パルス]を設定ください。

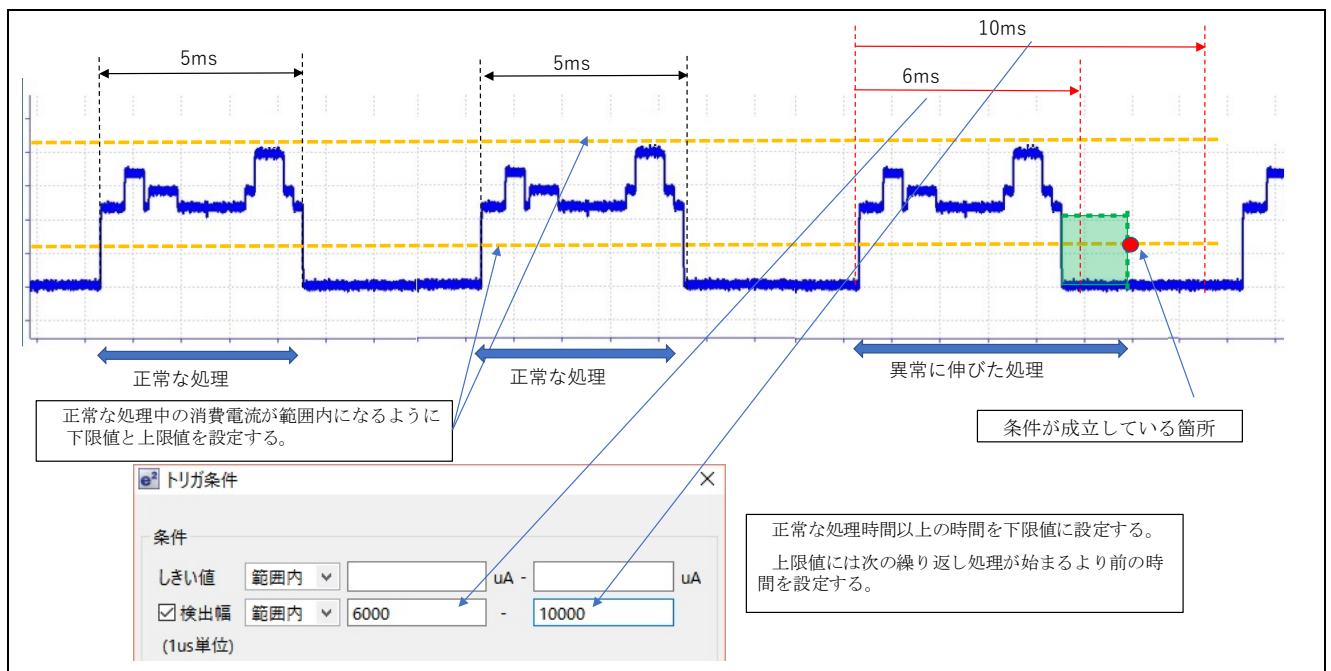


図 4-15 ユースケース③

4.4 通過ポイントの設定方法

4.4.1 通過ポイントの設定方法

通過ポイント設定可能数は 16 ポイントです。

- (1) エディタパネルにて、通過ポイントを設定したいソース行へカーソルを移動します。
- (2) 右クリックメニューから、[通過ポイント設定]を選択し、[通過ポイント設定]をクリックします。イベント設定行へ通過ポイントのマークが表示されます。

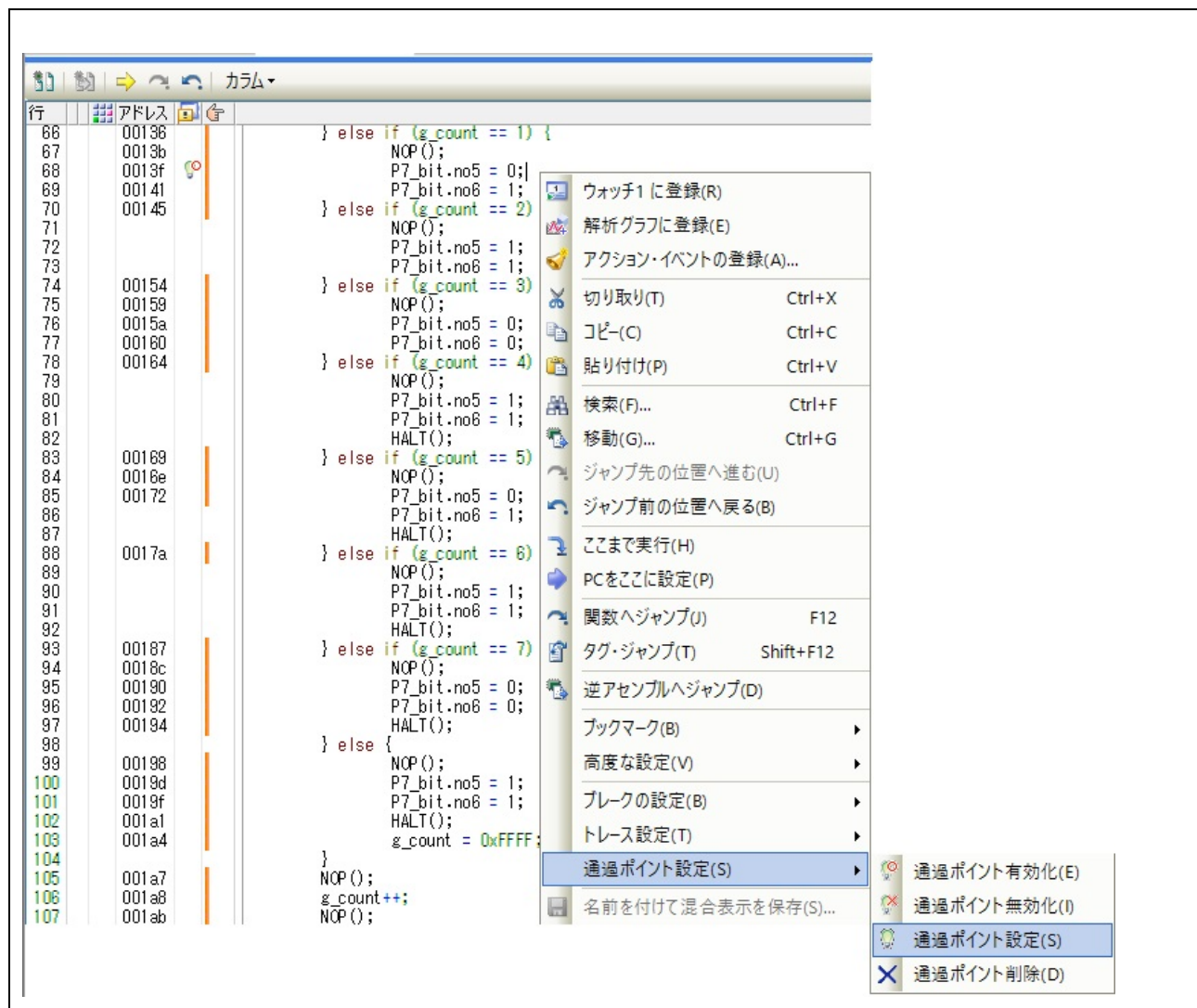


図 4-16 通過ポイントの設定方法

(3) 通過ポイントの削除方法

同様にエディタパネルにて通過ポイントを削除したいソース行へカーソルを移動します。右クリックメニューから、[通過ポイント設定]を選択し、[通過ポイント削除]をクリックします。

(4) 通過ポイントの設定後の実行

- CC-RX コンパイラ V2.08.00 より前のバージョンをご使用の場合

NOP 命令が配置されたアドレスのみ通過ポイントが設定可能です。

- CC-RX コンパイラ V2.08.00 以降のバージョンをご使用の場合

自動で通過ポイント設定箇所に NOP 命令を挿入します。

通過ポイントの設定、変更した後の最初の実行はビルドを含む[消費電流測定開始]ボタンから実行する必要があります。

注：この実行では、リビルドとダウンロード後にリセットをかけてから実行します。



図 4-17 ビルドを含む実行

通過ポイントの設定、変更を伴わない2回目以降の実行は、[消費電流リビルドなしで開始]ボタンから実行します。



図 4-18 リビルドを含まない実行

4.4.2 通過ポイントとプログラムの連携

- (1) 消費電流測定結果の波形上に通過ポイントを通した時間に縦線が表示されます。
カーソルを使って、通過ポイント通過時の消費電流値や時間を確認することができます。

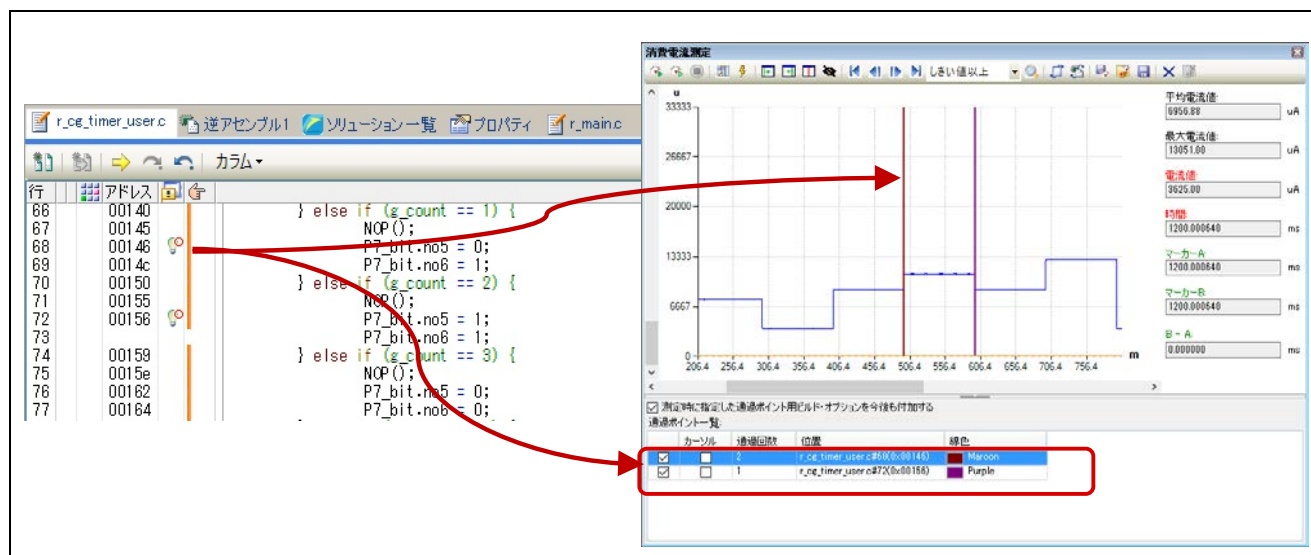


図 4-19 通過ポイントとプログラムの連携

4.5 消費電流測定検索ダイアログの設定

(1) 消費電流測定検索ダイアログを開きます。



図 4-20 消費電流測定検索ダイアログの開き方

(2) 検索条件の通過ポイント、電流のしきい値や検出幅の時間設定を行います。

検索

検索条件

条件(C): しきい値以上

電流値(Q): 0 uA - uA

検出幅を指定する(S): しきい値以上 10 * 1us - 100 * 1us

通過ポイント(M): すべて

先頭を検索(F) 前を検索(P) **次を検索(N)** 末尾を検索(L) 閉じる ヘルプ(H)


- 検索条件
 - ・電流値の検索条件を[しきい値以上/しきい値以下/範囲内/範囲外]から選択してください。
 - ・しきい値以上/以下の場合、しきい値の電流値を設定してください。
- 範囲内/外の場合、下限と上限の電流値を設定してください。
- 検出幅
 - ・検出幅を選択することで、電流値の条件を満たしている時間の幅を条件に追加します。
 - ・[しきい値以上/範囲内]から選択してください。
 - ・しきい値以上の場合、上限の時間を設定してください。
- 範囲内の場合、範囲の下限と上限の時間を設定してください。
- 単位はサンプリング時間によって異なります。
- 通過ポイント
 - ・検索する通過ポイントを【全て】または、検索したい通過ポイントを選択してください。

図 4-21 検索条件の設定

注：記憶データ量が多い場合、検出幅に【範囲内】を設定すると検索に時間がかかる場合があります。

(3) 検索ボタンの説明

検索ボタンをクリックすると、検索条件と一致する箇所にカーソルが移動します。







	検出条件に一致するグラフの先頭位置を検索します。
	検出条件に一致する現在のカーソル位置より前の位置を検索します。
	検出条件に一致する現在のカーソル位置より後の位置を検索します。
	検出条件に一致するグラフの末尾位置を検索します。

図 4-22 検索ボタンの説明

4.6 外部トリガ入出力の設定方法

- (1) [RX E2(デバッグ・ツール)]デバッグ・ツールのプロパティパネルの[デバッグ・ツール設定]タブをクリックしてください。
- (2) [E2 拡張インタフェース]をクリックして展開します。
- (3) 外部トリガ入出力の設定を行います。

外部トリガ入力	[2]
Ch0 - 立ち上がりエッジ - プログラムを停止する	
チャンネル番号	0
使用する	はい
入力信号	立ち上がりエッジ
外部トリガ入力時の動作	プログラムを停止する
Ch1 - 使用しない	
チャンネル番号	1
使用する	いいえ
外部トリガ出力	[2]
Ch0 - プログラム停止 - Highパルス - 1	
チャンネル番号	0
使用する	はい
出力タイミング	プログラム停止
出力信号	Highパルス
パルス幅[us]	1
Ch1 - 使用しない	
チャンネル番号	1
使用する	いいえ

外部トリガ入力
外部トリガ入力に関する設定を行います。チャンネル毎に動作を選択してください。

●外部トリガ入力

- ・使用する

使用する外部トリガ入力チャンネルを[はい/いいえ]で選択してください。

ch0: E2 拡張 I/F11 番ピンを接続
ch1: E2 拡張 I/F12 番ピンを接続

・入力信号

検出するエッジ条件を[立ち上がりエッジ/立ち下がりエッジ/両エッジ]から選択してください。

●外部トリガ出力

- ・使用する

使用する外部トリガ出力のチャンネルを[はい/いいえ]選択してください。

ch0: E2 拡張 I/F9 番ピンを接続
ch1: E2 拡張 I/F10 番ピンを接続

・パルス幅

出力する High パルス幅を指定してください。
1us~65535us の値を任意で設定

図 4-23 外部トリガ入出力設定

注：消費電流測定をしている場合、上記で設定した外部トリガ設定は無効です。

5. 使用上の注意事項

E2 エミュレータを用いた消費電流チューニングソリューションにおける使用上の注意事項を記載します。

5.1 E2 拡張機能とそれ以外のデバッグ機能との対応について

E2 拡張機能とそれ以外のデバッグ機能との組み合わせの可否について、以下の表に示します。

表 5-1 E2 拡張機能とデバッグ機能との組み合わせ可否一覧

		E2 拡張機能		
		消費電流測定	通過ポイント	外部トリガ入出力
E2 拡張機能以外の デバッグ機能	Start/Stop 関数有効時	○	x	○
	デバッグコンソールによる標準入出力機能	x	x	○
	内蔵プログラム ROM の書き換え デバッグ	○	x	○
	ユーザシステムから E2 エミュレータへ電源供給する場合 (アイソレータ使用時を含む)	x	x	○
	上記以外	○	○	○

○：使用可 ×：使用不可

5.2 消費電流測定が使用できないケース

E2 エミュレータからユーザシステムへ電源供給しない設定では、消費電流測定は動作しません。以下のケースが該当します。

- ・ユーザシステムの電源で起動
- ・アイソレータ使用時

5.3 電源供給について

電源供給は、1.8V~5.0V の任意の供給電圧が設定できます。

消費電流測定時のユーザプログラム実行中は、供給電圧の変更はできません。

E2 ではユーザプログラム実行中に供給電圧を変更できますが、その際、消費電流測定は無効にしてください。

ユーザシステムの電流消費により、供給される電圧レベルが設定値よりも低くなります。変動を加味した供給電圧を設定してください。

5.4 通過ポイントについて

5.4.1 通過ポイントが使用できないケース

(1) 下記のデバッグ機能が有効の場合、通過ポイントは使用できない

- ・ Start/Stop 関数
- ・ デバッグコンソールによる標準入出力機能
- ・ 内蔵プログラム ROM の書き換えデバッグ

5.4.2 通過ポイントの設定について

- NOP 命令が配置されたアドレスにしか通過ポイントは設定できません。
注：CC-RX コンパイラ V2.08.00 以降をご使用の場合は、ビルド時に自動で通過ポイント設定箇所 NOP 命令を挿入します。
- 通過ポイントを使用する場合は、[消費電流測定開始]ボタンから実行してください。[消費電流測定リビルドなしで開始]ボタンで実行した場合、通過ポイントが設定されない場合があります。これは測定方法の差による仕様であり回避はできません。
通過ポイントが設定できていない場合、通過ポイント一覧にてアドレスの表示がされません。

カーソル	通過回数	位置	線色
<input type="checkbox"/>	0	r_ce_cec_user.c#56	Gray
<input checked="" type="checkbox"/>	0	r_ce_cec_user.c#58(0x002CA)	Maroon

図 5-1 通過ポイントが設定できていない例

- 通過ポイントを設定したアドレスにソフトウェア・ブレークを設定できません。イベントブレークを設定したアドレスに通過ポイントを設定した場合は、イベントブレークが成立します。
- 通過ポイントを複数設定する場合や通過ポイントの後にソフトウェア・ブレークを設定する場合、その間隔は実行時間にして下記の時間以上に空けてください。
FINE ボーレート 2Mbps 時： 約 40us
FINE ボーレート 250Kbps 時： 約 280us
設定間隔を空けていない場合、通過ポイントは表示されない場合があります。
- 消費電流の波形表示が無い範囲の通過ポイントはグラフに表示されません。
- HOCO 周波数を変更する場合は、HOCO 周波数を切り替えてから 1.1s 以上空けて通過ポイントやブレークを設定してください。
HOCO の周波数設定変更後に、1.1s 以内に発生した通過ポイントは消費電流測定パネル上に遅れて 1 点だけ表示されることがあります。
1.1s 以内にブレークが発生するとブレーク後に 1.1s 間不正な電流測定結果が表示されます。
1.1s 以内にブレークと通過ポイントが両方発生した場合、通過ポイントは表示されません。

1.1s 以上空けることができない場合は、周波数設定変更後に一旦ブレークし、再度電流測定を開始してください。

5.4.3 通過ポイントのユーザプログラムへの影響

通過ポイントを通過時にユーザプログラムが一時的に停止します。

一時停止期間は最大で、動作クロックの 193 サイクル分です。

(例：動作クロック 50MHz の時、max 3.9us)

5.4.4 通過ポイントの時間について

通過ポイントの時間が、実際発生したタイミングよりずれることがあります。

FINE ボーレート 2Mbps 時： 約 40us

FINE ボーレート 250Kbps 時： 約 280us

5.5 外部トリガ出力について

消費電流測定トリガ条件が成立してから外部トリガが出力されるまで遅延があります。

パルス出力時 max 100ns

レベル出力時 max サンプリング時間の 4 倍 (サンプリング時間 1ms の時、max 4ms)

5.6 外部トリガ設定について

エミュレータデバッグの基本機能で提供している外部トリガ入力/外部トリガ出力機能と、消費電流測定機能で提供している外部トリガ入力/外部トリガ出力機能との併用はできません。

消費電流測定をしている場合は、消費電流測定設定および消費電流測定トリガ条件設定にて設定した外部トリガ設定のみ有効です。

5.7 消費電流測定条件のブ레이크について

消費電流測定トリガ条件が成立してからユーザプログラムが停止するまで遅延があります。

測定条件設定において、記録メモリを使い切った後の動作として“プログラム停止する”設定にした場合も同様に記録メモリを使い切って記録を停止してから、ユーザプログラムが停止するまで遅延があります。遅延時間は以下です。

FINE ボーレート 2Mbps 時： 約 60us

FINE ボーレート 250Kbps 時： 約 400us

5.8 ユーザプログラム実行中の操作について

ユーザプログラム実行中に以下操作を行うと、通過ポイントの時間が遅延したり、消費電流測定値が増減したりします。より正確な消費電流測定や通過ポイント取得をしたい場合は、以下の操作を行わないでください。

- メモリパネルの自動更新※、上下スクロール、新規登録
- 逆アセンブルウィンドウでの上下スクロール
- イベントの設定/削除

※メモリパネルの自動更新を無効にする方法は CS+ユーザーズマニュアル RX デバッグ・ツール編を参照ください。

5.9 消費電流測定中の PC 表示について

消費電流測定中は、PC の表示更新はできません。

5.10 消費電流測定波形について

消費電流測定パネルで表示される波形に、ユーザプログラム実行開始直前のブレイク中の電流値が表示されます。

また、ソフトウェア・ブレイクやイベントブレイクでユーザプログラムが停止した後、ブレイク中の電流値が表示されます。

5.11 取得条件を通過ポイントの範囲としたときの消費電流測定波形について

取得条件を通過ポイントの範囲とした場合、消費電流測定パネルに表示される電流値と通過ポイントに時間のずれがあります。

取得開始（終了）の通過ポイントから、電流波形の取得開始（終了）までの遅延時間は以下です。

FINE ボーレート 2Mbps 時： 約 40us

FINE ボーレート 250Kbps 時： 約 280us

5.12 消費電流測定について

E2 エミュレータを用いた消費電流チューニングソリューションは、対象デバイスのプログラム動作と連携表示させ、ダイナミックに変化するユーザシステムの消費電流チューニングを効率的に進めていただくことを目的としており、簡易的な電流測定です。消費電流を高精度で測定する用途向けの機能ではありません。

E2 エミュレータで測定した電流値は、本来のユーザシステムの消費電流値に比べ以下の要因による差異があります。

- ・ E2 エミュレータとのデバッグ通信に伴う消費電流増加

参考値：FINED ラインに対して 4.7k Ω プルアップがある場合、5.0V 時に約 1.1mA 程度増加

- ・ ターゲットデバイスが OCD モードで動作することによる消費電流増加

ターゲットデバイス種別、動作周波数/電圧、動作状態により異なります。

参考値：RX231(R5F52318)、32.768KHz、3.3V、スリープモード時に 約 0.4mA 程度増加

- ・ 電流変化に対する応答特性に伴う差異(電流測定回路上のフィルタ特性)

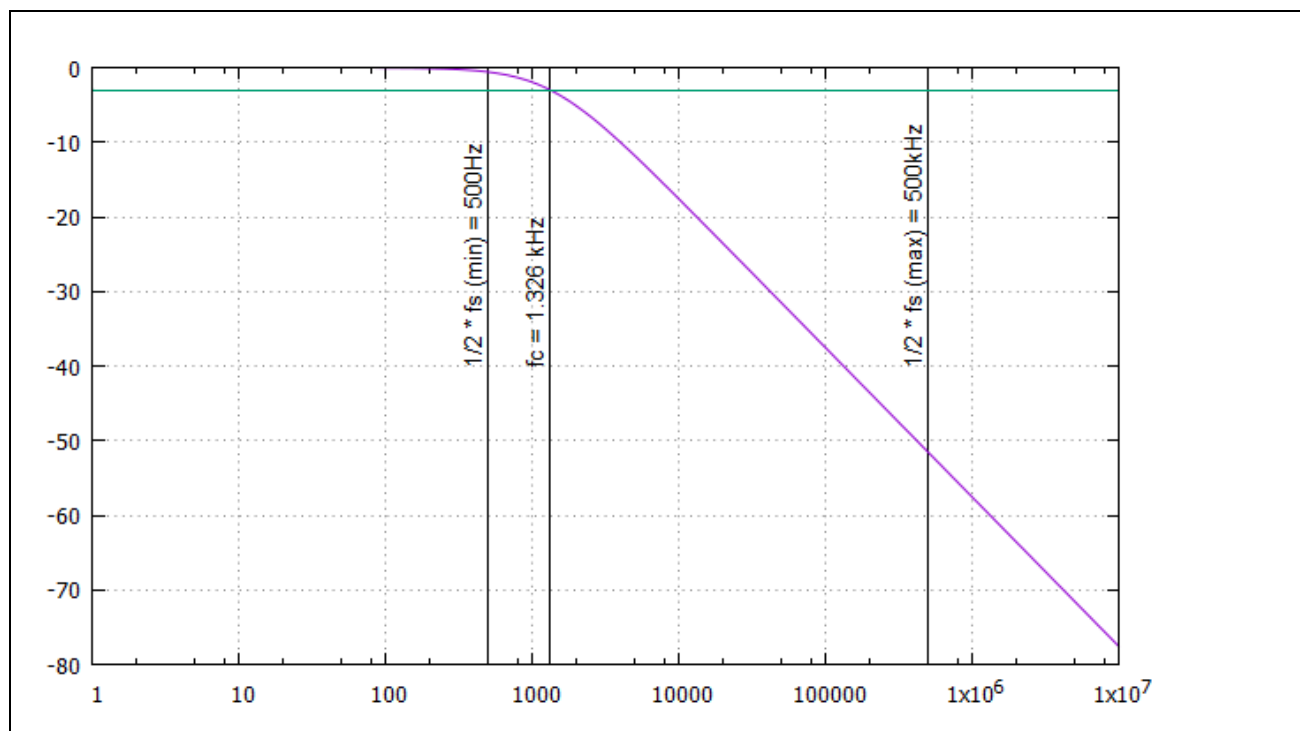


図 5-2 電流変化に対する応答特性

5.13 消費電流測定結果と測定器との差分

ユーザインタフェースの電源端子から電源供給する場合の E2 エミュレータの消費電流測定結果と測定器の差分について以下に示します。

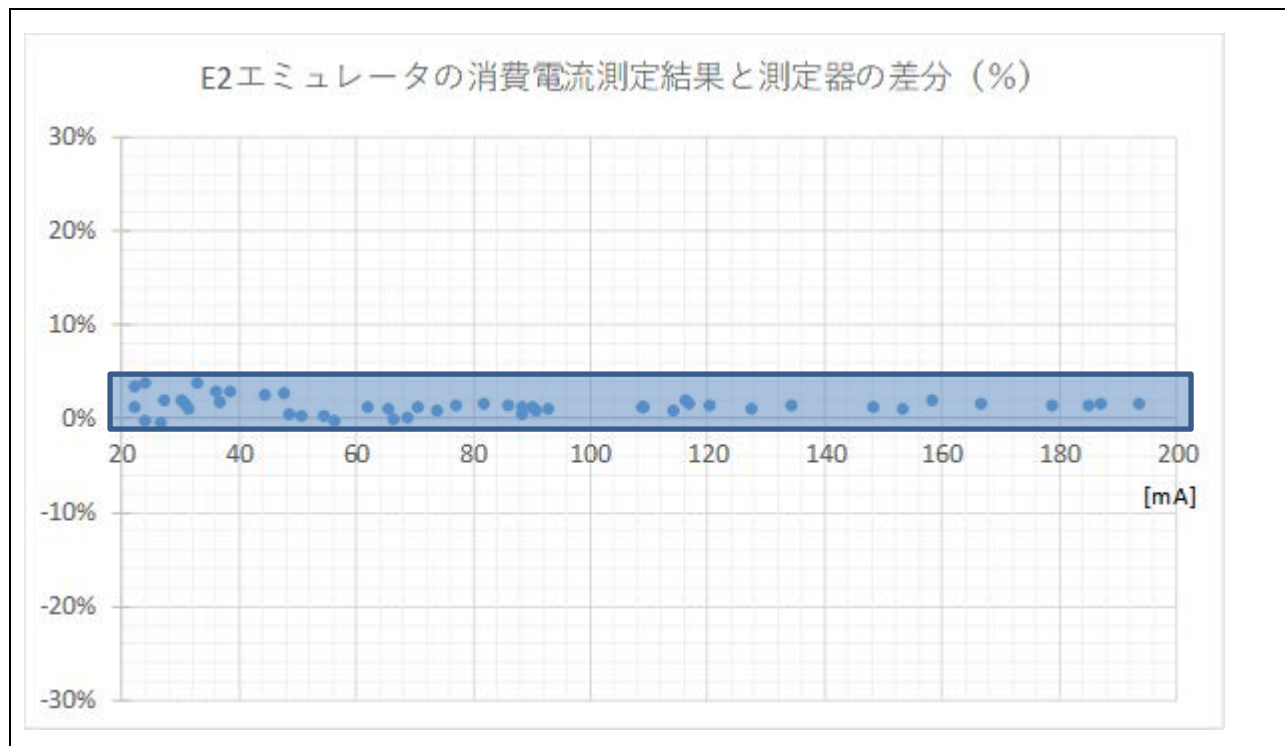


図 5-3 消費電流測定結果と測定器の差分 1

消費電流が 20mA 以上~200mA 以下の範囲において測定器と E2 エミュレータの消費電流測定結果との差分は -2%~+5%程度です。

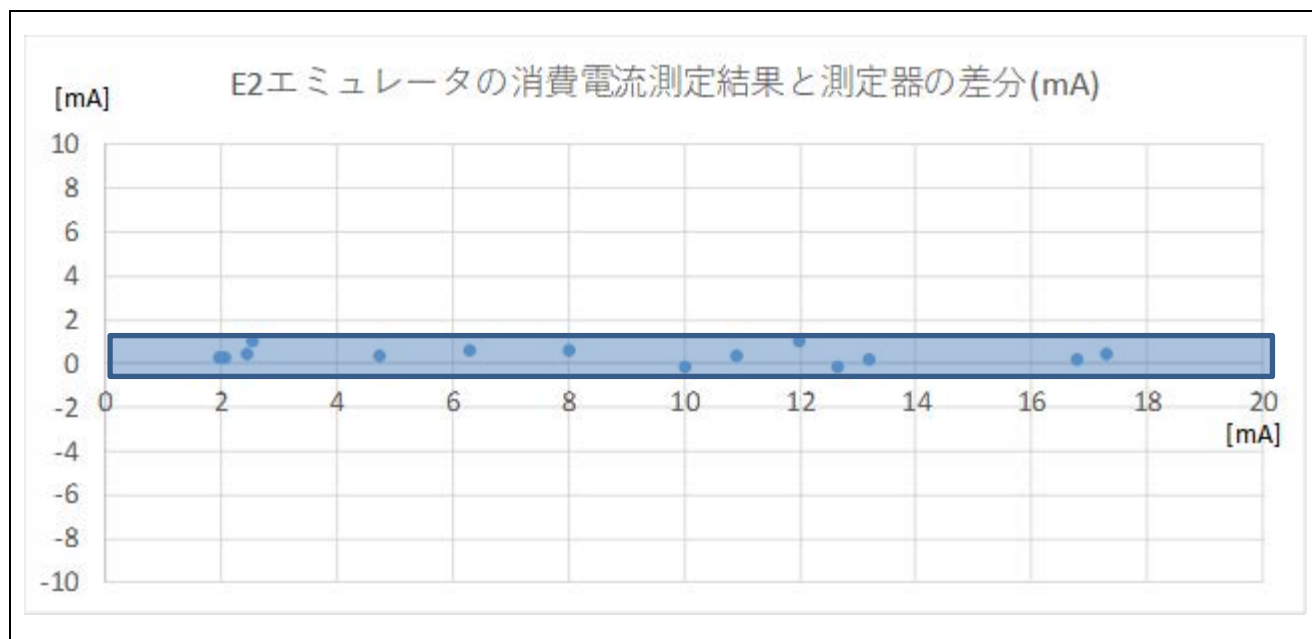


図 5-4 消費電流測定結果と測定器の差分 2

消費電流が 0mA 以上~20mA 未満の範囲において測定器と E2 エミュレータの消費電流測定結果との差分は-0.5mA~+1.5mA 程度です。

5.14 消費電流測定結果のその他の特性について

(1) AC 電源ノイズによる揺れ

AC 電源ノイズ起因で電流測定結果に揺れが見られる場合があります。ホストマシン側の GND 電位と、ユーザシステムの GND 電位を同電位にした状態で、それぞれ GND 強化してください。

(2) 消費電流測定結果のバラつき

消費電流の測定波形にて、バラつきが見えることがあります。E2 エミュレータ内部の消費電流測定回路によるもので、実際のユーザシステムの消費電流において、バラつきが発生しているわけではありません。

バラつきの程度は $\pm 0.5\text{mA}$ 程度です

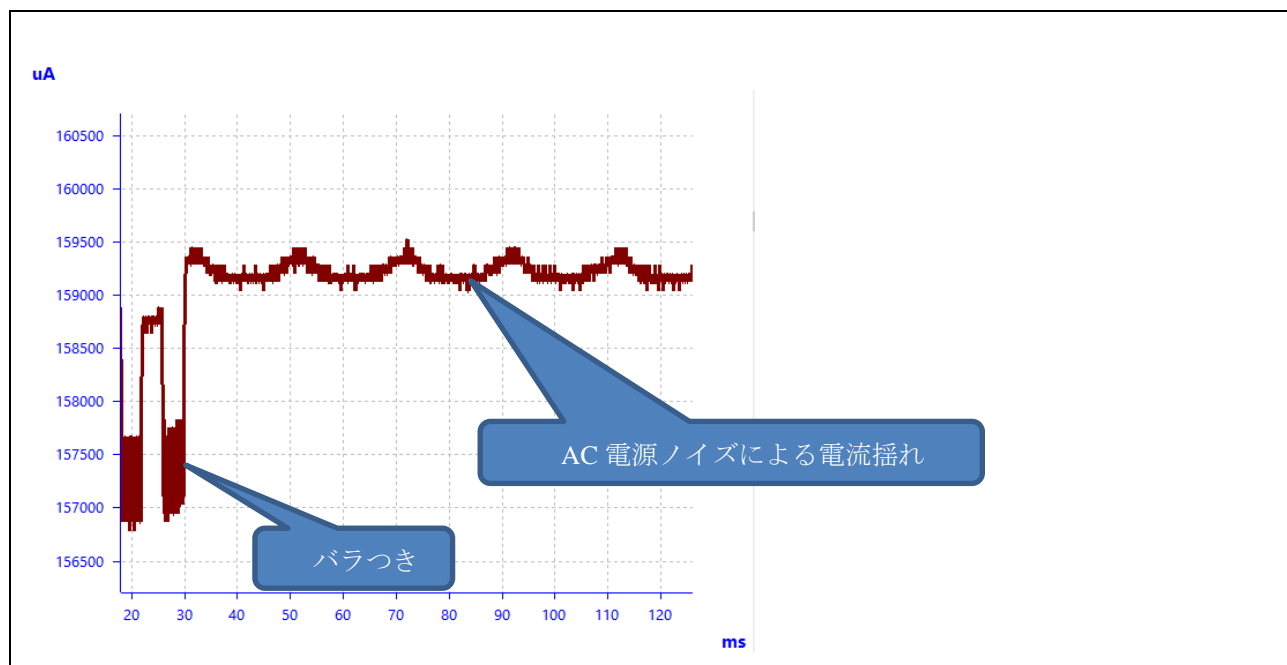


図 5-5 消費電流測定結果の特性

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://www.renesas.com/>

お問合せ先

<https://www.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	2018.01.16	-	初版

製品ご使用上の注意事項

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

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

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

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。

外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

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

3. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。

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

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子

（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電气的特性の範囲で、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。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、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、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。
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。
6. 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。
 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、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いません。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。
 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。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。
 9. 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。
 10. 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いたします。
 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。
 12. 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.4.0-1 2017.11)



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

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

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

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