統合開発環境 e^2 studio

トレース・デバッグ機能の使用方法

R20AN0309JJ0100
Rev.1.00
2014.03.15

要旨

トレース・デバッグ機能はプログラム実行の履歴を記録するために用います。トレース・デバッグ機能は、問題が起きた時点までに取得したトレースデータとトレース実行の記録を用いて原因を解析するための有用なツールとなります。

本アプリケーションノートでは、E1 エミュレータを用いたトレース条件の設定方法とトレース機能の使用方法について説明します。

e^2 studio V.2.2.0.13
RX ファミリ用 C/C++コンパイラパッケージ：V2.01.00

動作確認デバイス

RX ファミリ

目次

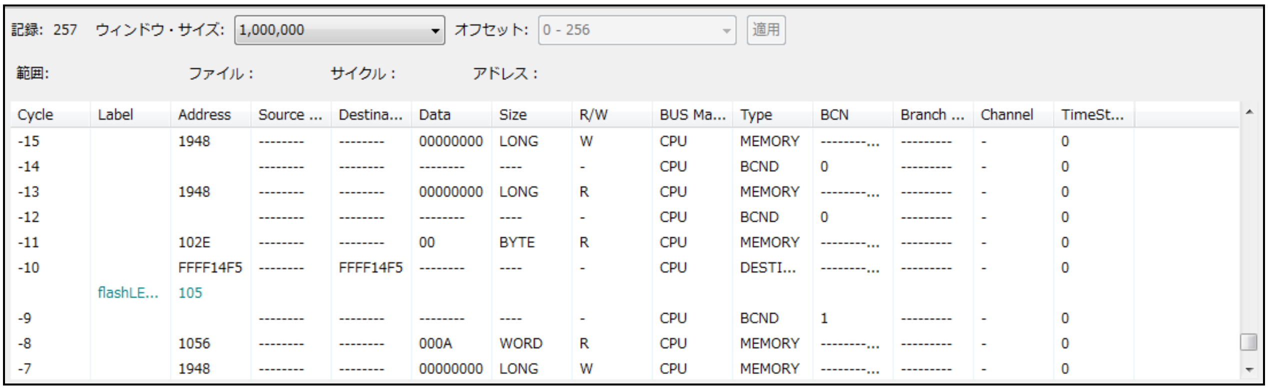
1. 概要 2
2. トレース条件 4
3. トレース・イベントポイント 6
4. トレース・イベントポイントの設定 8

1. 概要

トレースは、ユーザー・プログラム実行中に各サイクルのバス情報を取得して、それをトレース・メモリーに格納する機能です。ユーザーはトレース機能を用いてプログラム実行の流れを追跡したり、問題が発生しそうな箇所を探して調べたりすることができます。

本アプリケーションノートでは、E1 エミュレータを用いたトレース条件の設定方法とトレース機能の使用方法について説明します（4 章）。E1 エミュレータは内部トレース機能をサポートし、256 分岐あるいは 256 サイクル分のトレース・バッファを内蔵しています。
内蔵トレース機能は、実行アドレス・イベントとデータ・アクセス・イベントを用いて分岐のバス・トレース・データ（分岐元と分岐先アドレス）を取得する機能です。MCU のトレース・バッファを用い、取得したトレース・データをバス情報、逆アセンブル・コード、またはソース・コードとして [トレース] ウィンドウに表示します。[トレース] ウィンドウを図 1 に、そのツールバーを次ページの表 1 に示します。

図 1 に示すように、[トレース] ビューはトレース・メモリーの内容を表示します。プログラムの実行が例外ブレーク、強制終了、またはブレークポイントで停止すると、その時点でトレース・メモリーに格納されている内容をトレース結果として表示します。[トレース] ウィンドウに表示する内容は、使用する MCU によって異なります。



Cycle	Label	Address	Source ...	Destina...	Data	Size	R/W	BUS Ma...	Type	BCN	Branch ...	Channel	TimeSt...
-15		1948	--------	--------	00000000	LONG	W	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0
-14			--------	--------	--------	----	-	CPU	BCND	0	---------	-	0
-13		1948	--------	--------	00000000	LONG	R	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0
-12			--------	--------	--------	----	-	CPU	BCND	0	---------	-	0
-11		102E	--------	--------	00	BYTE	R	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0
-10		FFFF14F5	--------	FFFF14F5	--------	----	-	CPU	DESTI...	--------...	---------	-	0
	flashLE...	105											
-9			--------	--------	--------	----	-	CPU	BCND	1	---------	-	0
-8		1056	--------	--------	000A	WORD	R	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0
-7		1948	--------	--------	00000000	LONG	W	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0

図 1 [トレース] ビュー

[トレース] ウィンドウには 表示モードが 4 種類あります。

— バス表示（デフォルト）
— 逆アセンブル表示
— ソース表示
— 混合表示（バス表示、ディスアセンブル表示、およびソース表示を同時に表示）

図 2 に示すツールバー上のバス・ボタン、逆アセンブル・ボタン、ソース・ボタン（ ）を切り替えることにより、トレース・データをバス／ディスアセンブル／ソース表示の混合モードで表示することができます。
図 1 に示す [トレース] ウィンドウ上の各欄の表示方法については、e^2 studio のヘルプに示しています（e^2 studio で [ヘルプ(H)] → [e2 studio トレース] → [トレース情報の参照] の順に選択してください）。ヘルプに示した情報は、バス表示、逆アセンブル表示、ソース表示モードに適用します。

[トレース] ビューのツールバーにある各アイコンの動作を次の表に示します。

表 1　[トレース] ビューのツールバーにある各アイコンの動作

No	アイコン	説明	動作
1		トレース・イベントポイントの編集	トレース開始、トレース停止、またはトレース記録イベントポイントを追加します。
2		設定	トレース条件を設定します。
3		フィルター	表示するトレース結果を選択します。
4		検索	指定した条件に一致するトレース結果を検索します。
5		ソースへジャンプ	ソース表示モードを選択し、[トレース] ウィンドウのソース行を選択してから、ソースにジャンプします。
6		保管	トレース結果をファイルに保管します。
7		ロード	保管したトレース結果をロードします。
8		順方向ステップ (*1)	トレースレコードの 1 行下にフォーカスし、対応するソース行をハイライトします。
9		逆方向ステップ (*1)	トレースレコードの 1 行上にフォーカスし、対応するソース行をハイライトします。
10		順方向実行 (*1)	分岐アドレスのレコードを順方向に検索し、対応するソース行をハイライトします。
11		逆方向実行 (*1)	分岐アドレスのレコードを逆方向に検索し、対応するソース行をハイライトします。
12		バス	バス表示モードを設定します。
13		逆アセンブル	逆アセンブル表示モードを設定します。
14		ソース	ソース表示モードを設定します。
15		トレースを有効	トレースの有効／無効を切り替えます。

【注】(*1) ソースモードの場合に有効な機能

2. トレース条件

トレース機能を使用する前に、[トレース設定] ダイアログでトレース条件を設定する必要があります。トレース条件を何も設定しない場合、エミュレータの動作はデフォルトで全バス・サイクルの情報を無条件に取得するように設定されます。バッファのサイズには限界があるため、バッファが満杯になると最も古いデータは新しいトレース・データで上書きされます。

図 2 に示す [トレース] ウィンドウのツールバーにある "設定" アイコンをダブル・クリックします。

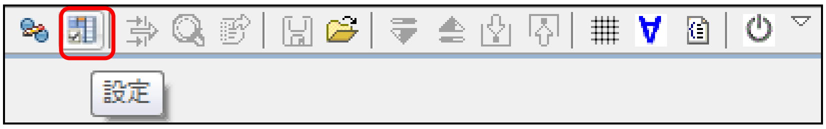


図 2　トレース・ツールバーの "設定" アイコン

図 3 に示す [トレース設定] ダイアログが開きます。

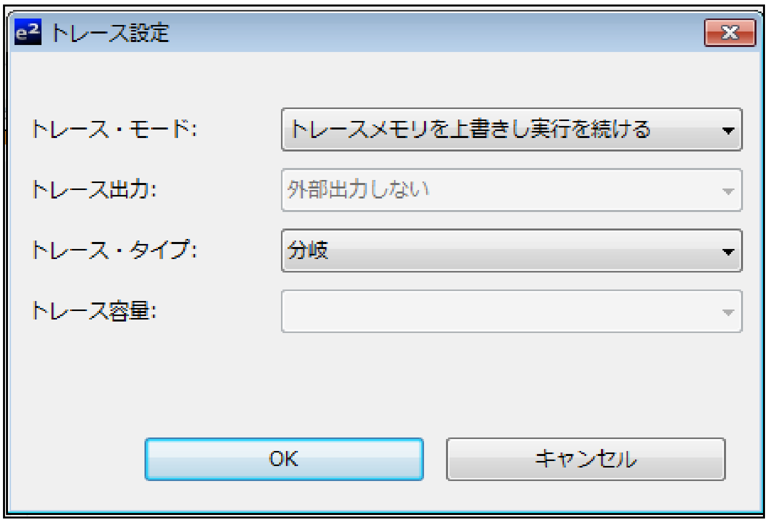


図 3　[トレース設定] ダイアログ

[トレース設定] ダイアログでは以下 4 種のトレース条件を設定できます。

1. トレース・モード（表 2 参照）
2. トレース出力（表 3 参照）
3. トレース・タイプ（表 4 参照）
4. トレース容量（表 5 参照）

表 2　トレース・モード

No	トレース・モード	説明
1	トレースメモリを上書きし実行を続ける	ユーザー・プログラムが実行開始するとトレース取得を開始します。ユーザー・プログラムが停止するか、トレース停止するよう指定したイベントが発生すると、トレース・データの取得を停止します。
2	トレースを停止する	トレース・バッファが満杯になるとトレース・データの取得を停止します。

表 3　トレース出力

No	トレース出力	説明
1	CPU 実行優先	CPU 実行を優先します。トレース・データの一部は失われます。
2	トレース出力	トレースを優先します。トレース・データを出力するために CPU 実行を停止しますので、リアルタイム実行に影響します。
3	外部出力しない	MCU のトレース・バッファを使用します（トレース・データは出力しません）。

【注】 外部トレース機能をサポートするエミュレータ使用時に利用可能です。Rx シミュレータ使用時にも「トレース出力」は選択可能です。

表 4　トレース・タイプ

RX100 シリーズ MCU		
No	**トレース・タイプ**	**説明**
1	分岐	プログラム実行中に発生した分岐処理の分岐元と分岐先のアドレス情報をトレースします。
2	データアクセス	プログラム実行中に発生したイベントのデータ情報をトレースします。
RX600 シリーズ MCU		
1	分岐	プログラム実行中に発生した分岐処理の分岐元と分岐先のアドレス情報をトレースします。
2	分岐 + データアクセス	分岐情報とデータ・アクセス情報を取得します。
3	データアクセス	プログラム実行中に発生したイベントのデータ情報をトレースします。
RX200 シリーズ MCU		
1	分岐	プログラム実行中に発生した分岐処理の分岐元と分岐先のアドレス情報をトレースします。
2	データアクセス	プログラム実行中に発生したイベントのデータ情報をトレースします。
3	分岐元	プログラム実行中に発生した分岐処理の分岐元アドレス情報のみをトレースします。
4	分岐元＋タイムスタンプ	プログラム実行中に発生した分岐処理の分岐元アドレス情報とタイムスタンプをトレースします。
5	データ＋タイムスタンプ	プログラム実行中に発生したイベントのデータ情報とタイムスタンプをトレースします。

表 5 トレース容量

No	トレース容量	説明
1	1, 2, 4, 8, 16, 32 M バイト	トレース・バッファの容量を 1、2、4、8、16、32 M バイトから選択します。

【注】 [トレース容量] は “トレース出力” を選択したときのみ設定できます。

3. トレース・イベントポイント

デバッグ中に CPU 実行やデータ・アクセス・イベントを追跡するためにイベントポイントを組み合わせて設定したい場合があります。こうすることで、不良になりそうな箇所をデバッグ段階で確実に見つけることができます。本章ではトレース・イベントポイントについて説明します。

図 4 に示す[トレース] ウィンドウのツールバーにある "トレース・イベントポイントの編集” アイコンをダブル・クリックします。

図 4　トレース・ツールバーの "トレース・イベントポイントの編集" アイコン

図 3 に示す [トレース・イベントポイント] ダイアログが開きます。

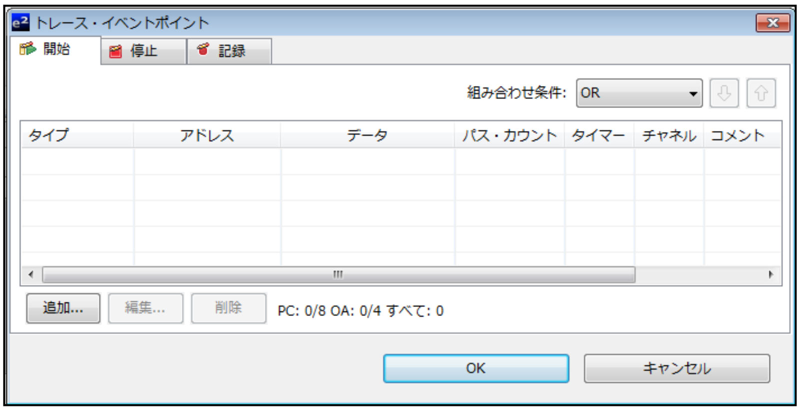


図 5　トレース・イベントポイントの設定

図 6 に示すように、[イベントポイント] ビューからトレース・イベントポイントを設定することもできます。[ウィンドウ(W)] → [ビューの表示(V)] → [イベントポイント] の順にクリックするか、アイコン をクリックして [イベントポイント] ビューを開きます。

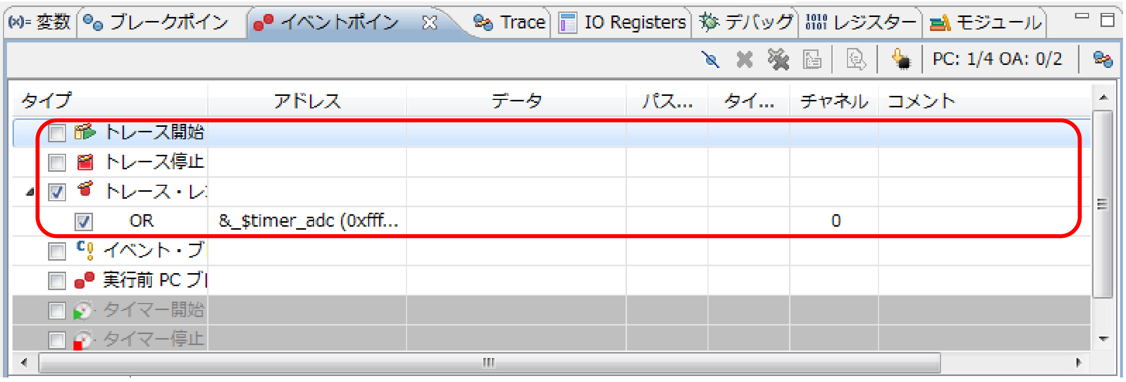


図 6　イベントポイントビューのトレース・イベントポイント

トレース・イベントポイントは以下の表に示す通り三種類あります。

表 6　トレース・イベントポイント

<table>
<tr><th>No</th><th>項目</th><th colspan="2">説明</th></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">トレース開始ポイント（SP）</td><td colspan="2">トレース取得を開始するトリガーは、イベントの組み合わせで指定できます。トレース取得開始条件が何も設定されていない場合、プログラムの開始と同時にトレース取得が開始します。</td></tr>
<tr><td>OR</td><td>設定したイベントのいずれかが発生したとき、トレース取得開始条件が成立します。</td></tr>
<tr><td>AND</td><td>順序に関係なく、設定したすべてのイベントが発生したとき、トレース取得開始条件が成立します。</td></tr>
<tr><td>シーケンシャル</td><td>設定したイベントが指定した順番に発生したとき、トレース取得開始条件が成立します。</td></tr>
<tr><td>2</td><td>トレース停止ポイント（EP）</td><td colspan="2">トレース取得を停止するトリガーは、イベントで指定できます（“OR” のみ）。
トレース取得停止条件が何も設定されていない場合、プログラムの停止と同時にトレース取得が停止します。</td></tr>
<tr><td>3</td><td>トレース・レコード</td><td colspan="2">トレース情報を抽出するトリガーは、イベントで指定できます（“OR” のみ）。</td></tr>
</table>

4. トレース・イベントポイントの設定

以下に示す例では、Renesas starter kit RX62T ターゲット・ボードと E1 エミュレータを用いて変数 *‘&gFlashCount’* に対するデータ値 *‘10’* の読み出し／書き込みサイクルを追跡するためのトレース開始および停止イベントポイントをトレース条件に設定します。

1. 図 7 に示す[トレース] ウィンドウのツールバーにある "トレース・イベントポイントの編集” アイコンをダブル・クリックします。

図 7 トレース・ツールバーの "トレース・イベントポイントの編集" アイコン

2. 図 8 に示すように [トレース開始] 条件を設定します。
   a. FlashLED ルーチンにトレース開始を設定するために、[開始] タブで [追加…] ボタンをクリックします。
   b. [イベントポイントの追加] ダイアログで [イベントポイント] を "Execution Address" に設定して、指定アドレスを実行したときにトレースを開始するようにします。[アドレス条件] にアドレス "&FlashLED" を設定して "OK" をクリックします。

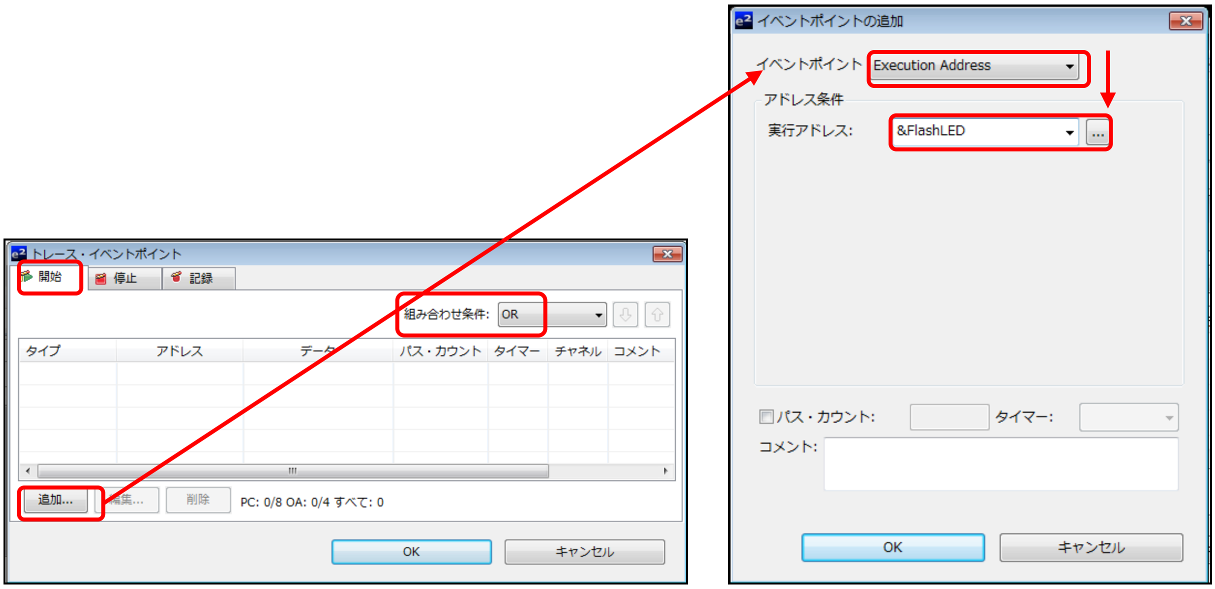


図 8 [トレース開始] 条件の設定

3. 図 9 と図 10 に示すように [トレース停止] 条件を設定します。
   a. 変数 ‘gFlashCount’ にトレース停止を設定するために、[停止]タブで [追加...] ボタンをクリックします（図 9 参照）。
   b. [イベントポイントの追加] ダイアログで [イベントポイント] を "Data Access" に設定し、[アドレス設定] タブの [アドレス条件] にアドレス "&gFlashCount" を入力します。パス・カウントを "4" に設定して "OK" をクリックします。

c. [Edit Eventpoint] ダイアログの [データ・アクセス設定] タブで、[リード/ライト] に "Read/Write" を、[アクセス・サイズ] に "Not Specified" を選択し、[比較条件] チェックボックスにチェック・マークを付けます。[比較値] に値 "10" (0xa) を入力します。これにより、変数 gFlashCount の値が '10' (0xa) になったときに変数 gFlashCount のアドレスを実行するとトレースが停止します。[マスク値] に "0x0" を入力し、[比較条件] に "Equals" を選択して "OK" をクリックします。

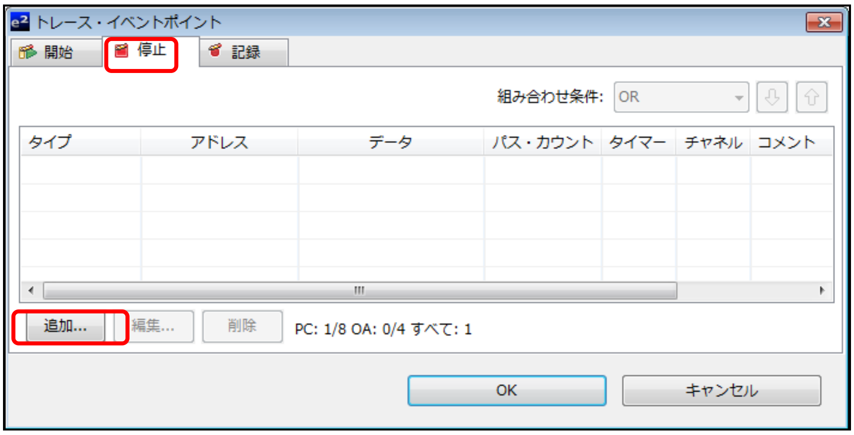


図 9　[トレース停止] 条件の設定

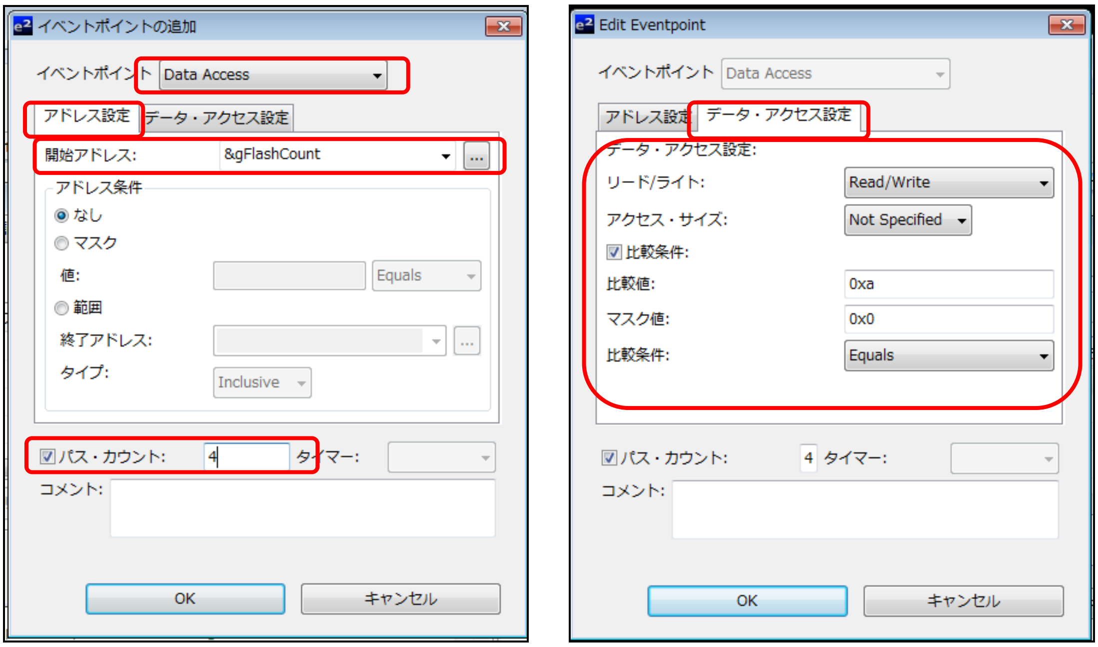


図 10　データ・アクセスの [トレース停止] 条件の設定

4. [トレース] ウィンドウのツールバーにある "トレースを有効" アイコンをダブル・クリックしてトレースを有効にします。

図 11　トレース・ツールバーの "トレースを有効" アイコン

RENESAS

5. [トレース] ウィンドウのツールバーにある "設定” アイコンをダブル・クリックしてトレース取得の設定をします。

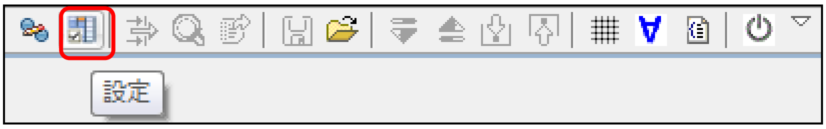


図 12　トレース・ツールバーの "設定" アイコン

6. [トレース設定] ダイアログが開きます。[トレース・モード] に "トレースメモリを上書きし実行を続ける" を、[トレース・タイプ] に "分岐 + データアクセス" を選択します。

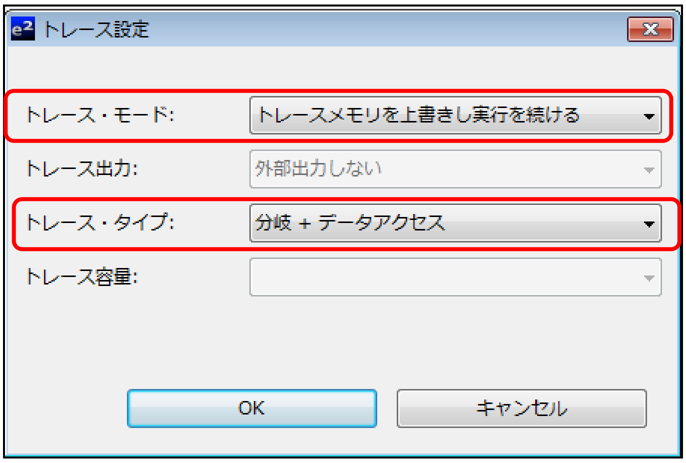


図 13　[トレース設定] ダイアログの設定

7. デフォルトの表示モードはバス表示モードです。ソース表示ボタン をクリックしてソース表示を有効にすることもできます。
8. [再開(M)(F8)] ボタンをクリックしてプログラムを実行します。
9. LED の点滅がゆっくりになったら [中断(S)] ボタンをクリックします。
10. 図 14 にトレース結果を示します。FlashLED ルーチンから実行を開始し、gFlashcount の値が 0xa になって指定した比較値 0xa と一致して停止するまでトレース取得したことが、トレース結果からわかります。

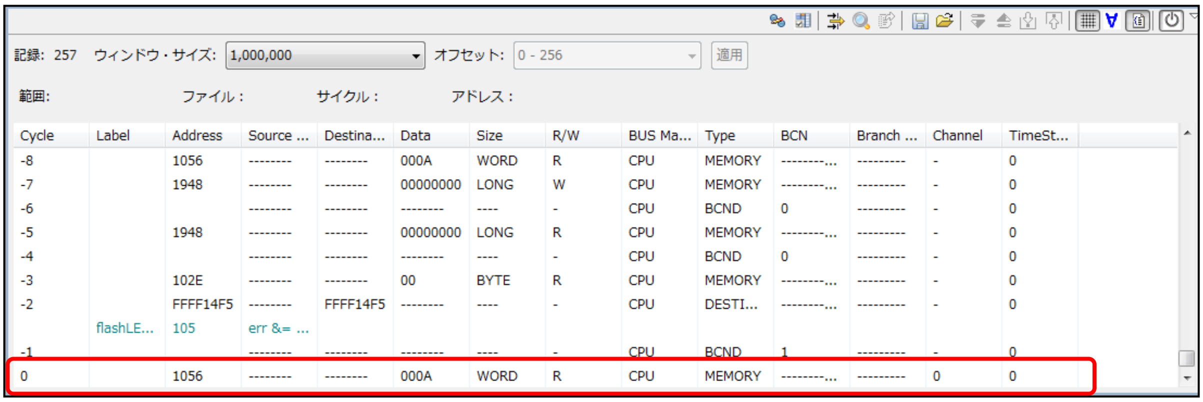


図 14　トレース条件が成立したイベント後のトレース取得結果

11. フィルター・ボタン をクリックすると、[フィルター] ダイアログが開きます。図 15 に示すように、[Data] チェックボックスを選択し、空のフィールドに "000A" を入力します。

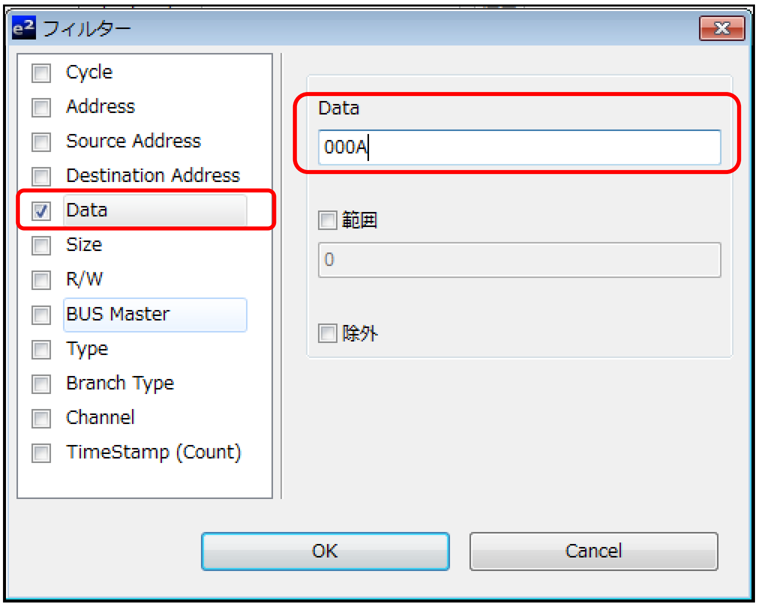
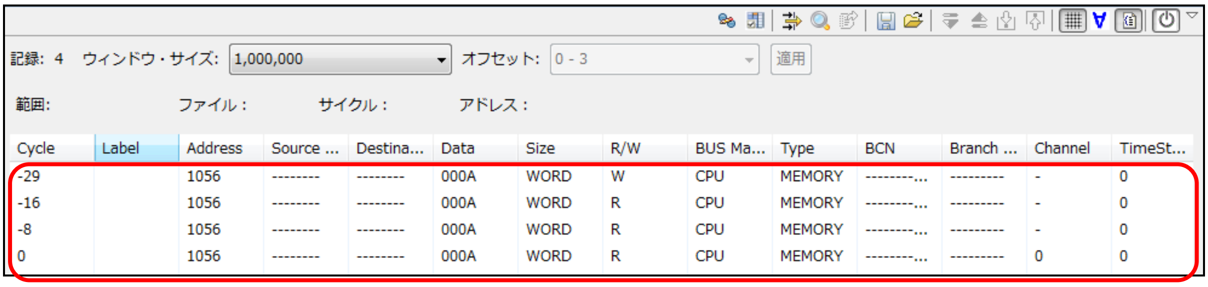


図 15　フィルター条件の設定

12. 図 16 に示すように、設定したパス・カウント "4" が意図どおりに働いたことがわかります。


記録: 4　ウィンドウ・サイズ: 1,000,000　オフセット: 0 - 3　適用

範囲:　ファイル:　サイクル:　アドレス:

Cycle	Label	Address	Source ...	Destina...	Data	Size	R/W	BUS Ma...	Type	BCN	Branch ...	Channel	TimeSt...
-29		1056	--------	--------	000A	WORD	W	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0
-16		1056	--------	--------	000A	WORD	R	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0
-8		1056	--------	--------	000A	WORD	R	CPU	MEMORY	--------...	---------	-	0
0		1056	--------	--------	000A	WORD	R	CPU	MEMORY	--------...	---------	0	0

図 16　パス・カウント"4"成立時

13. 保管ボタン をクリックしてトレース結果を保管します。テキスト形式で任意の場所に保管します。

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/

お問合せ先

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

<table>
<tr><td rowspan="2">Rev.</td><td rowspan="2">発行日</td><td colspan="2">改訂内容</td></tr>
<tr><td>ページ</td><td>ポイント</td></tr>
<tr><td>1.00</td><td>2014.03.15</td><td>-</td><td>初版発行</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

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うと、内部 ROM、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。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ものですが、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おりません。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て、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事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が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。

RENESAS
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/

© 2014 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.
Colophon 3.0