

SH7254R グループ

R01AN1161JJ0100

Rev.1.00

2012.05.08

1 サイクルスキャンモードによる A/D 変換(タイマトリガ)

要旨

本アプリケーションノートでは SH72546R の 1 サイクルスキャンモードによる、タイマトリガを用いた A/D 変換動作例を示します。

動作確認デバイス

- ・ SH72546R

適用条件

- ・ マイコン : SH72546R
- ・ 動作周波数 : 内部クロック 200MHz
: 周辺クロック 40MHz
- ・ 動作モード : シングルチップモード
- ・ 統合開発環境 : ルネサス エレクトロニクス製
High-performance Embedded Workshop Ver.4.09.00
- ・ C コンパイラ : ルネサス エレクトロニクス製 SuperH RISC engine ファミリ
C/C++ コンパイラパッケージ Ver.9.04.00 Release 00
- ・ コンパイルオプション High-performance Embedded Workshop でのデフォルト設定
-cpu=sh2afpu -object="\$(CONFIGDIR)¥\$(FILELEAF).obj"
-debug -gbr=auto -chginclpath -errorpath -global_volatile=0
-opt_range=all -infinite_loop=0 -del_vacant_loop=0 -struct_alloc=1
-nologo

目次

1. 仕様	2
2. 使用機能説明	2
3. 動作説明	4
4. ソフトウェア説明	5
5. プログラムリスト	7

1. 仕様

本タスク例では図 1 に示すように、AN0,AN3,AN9 に印加される電圧を SH72546R の A/D 変換器(AD_A)を使用し 1 サイクルスキャンモードで測定します。スキャン変換はタイマトリガにて 5ms 毎に開始し、測定結果はスキャン変換終了割り込み(ADIO)処理にて RAM に格納します。

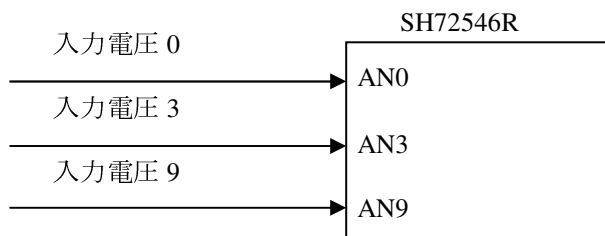


図 1 SH72546R による電圧の測定ブロック図

2. 使用機能説明

表 1、表 2、表 3 に本タスク例で用いる各周辺機能の使用リソースを示します。

表 1 ATU-Ⅲ使用リソース

	ATU-Ⅲ機能		機能
レジスタ	ATUENR	TGE PSCE	タイマ G のカウントを動作させるか、停止させるかを設定します。 プリスケアラのカウンタを動作させるか、停止させるかを設定します。
	PSCR0	PSC0	プリスケアラの分周比を設定します。
	TSTRG	STRG4	サブブロックのタイマカウンタ G4 を動作させるか、停止させるかを設定します。
	TCRG4	CKSELG4 CMPOEG4	サブブロックのタイマカウンタ G4 のクロックソースを指定します。 サブブロックのタイマカウンタ G4 とコンペアマッチレジスタの値が一致したときに、コンペアマッチパルスを外へ出力するかどうかを設定します。
		CMEG4	本フラグにより、サブブロックにおけるタイマステータスレジスタ G4 のコンペアマッチフラグ G4 に対応する割り込みの許可/禁止を指定します。
	TSRG4	CMFG4	本フラグにより、サブブロック G4 においてコンペアマッチの検出状態を参照することができます。本フラグがセットされるとコンペアマッチ割り込みが出力されます。
	OCRG4	-	コンペアマッチ値を指定します。

表 2 A/D 変換器使用リソース

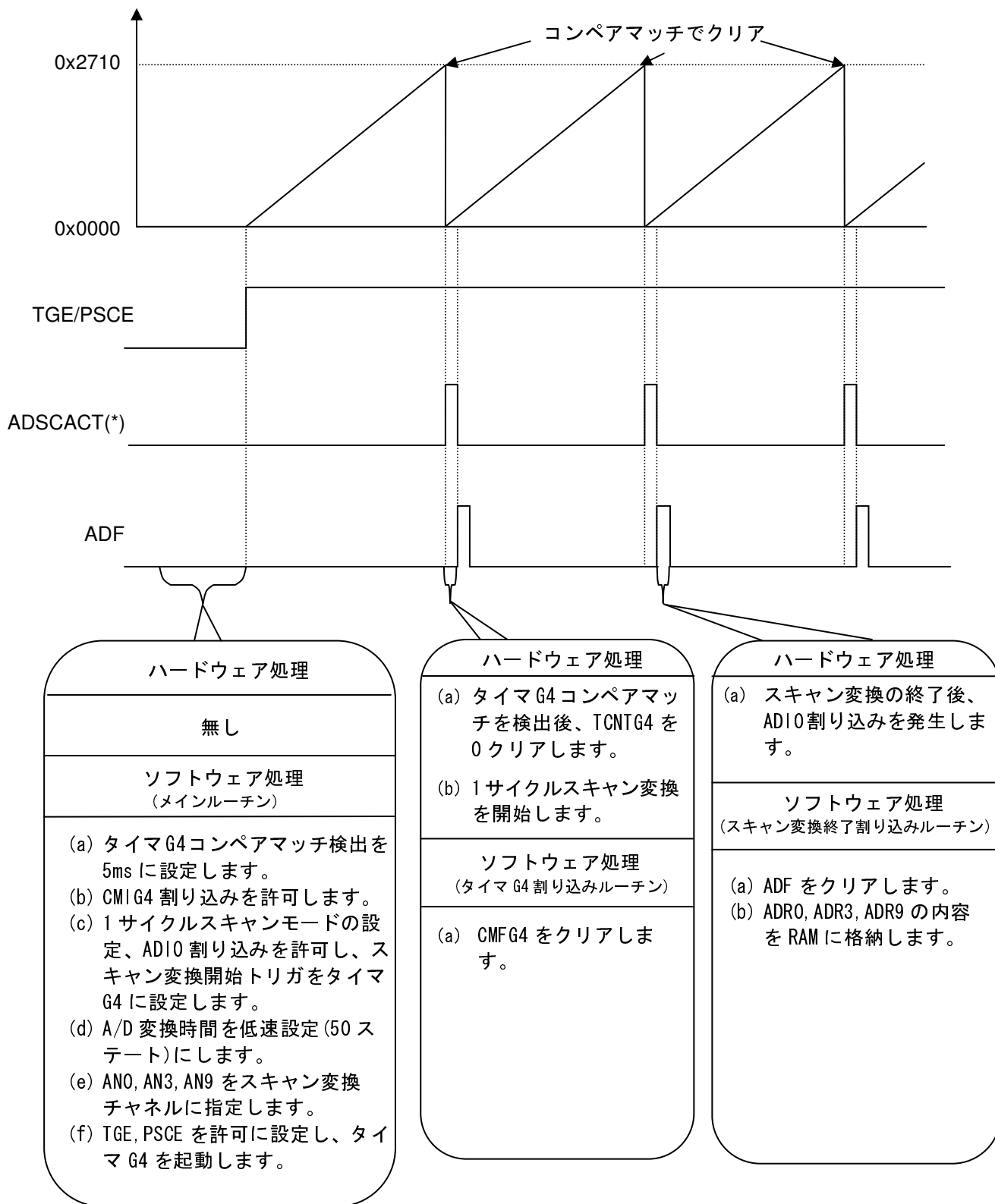
A/D 変換器機能		機能	
端子	AN0,AN3,AN9	アナログ電圧を印加します。	
レジスタ	ADR0 ADR3 ADR9	-	
	ADCSR0	ADST ADCS ADIE TRGE EXTRG	スキャン変換の開始/停止を制御します。 スキャン変換のモードを選択します。 A/D スキャン変換終了割り込みの発生を許可/禁止します。 外部トリガあるいは ATU-III のタイマトリガによるスキャン変換の起動を許可/禁止します。 スキャン変換のトリガソースを選択します。
	ADCER0	ADRFMT CKS	A/D データレジスタのフォーマットを選択します。 A/D 変換時間を選択します。
	ADANS0	ANS0 ANS3 ANS9	スキャン変換で変換するチャンネルの選択をします。
	ADREF0	ADSCACT ADF	スキャン変換ステータスです。0 の時スキャン変換はアイドル状態で、1 の時スキャン変換はスキャン変換中であることを示します。 スキャン変換でスキャンが終了するたびに 1 がセットされます。 ADF ビットに 1 がセットされたときにスキャン変換終了割り込みか DMAC への DMA 転送要求のどちらかを発生することができます。

表 3 INTC 使用リソース

INTC 機能		機能
レジスタ	IPR20	-
	IPR22	-

3. 動作説明

図 2 に本タスク例の動作をハードウェア処理及びソフトウェアの処理に分けて説明します。



*) ADSCACT はリード専用のモニタ用信号です。
1 の時は、スキャン変換中であることを示します。

図 2 A/D 変換動作説明

4. ソフトウェア説明

4.1 モジュール説明

表 4 に本タスク例のモジュール説明を示します。

表 4 モジュール説明

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main	ATU-Ⅲ,ADC,INTC の初期設定を行います。
スキャン変換終了 割り込みルーチン	Int_Adi0	ADI0 により起動し、スキャン変換結果を RAM に格納します。
タイマ G4 割り込み ルーチン	Int_Cmig4	CMIG4 により起動します。

4.2 使用変数説明

表 5 に本タスク例で使用する変数の説明を示します。

表 5 使用変数の説明

ラベル名	機能	データ長	使用モジュール
DATA0~2	AN0,AN3,AN9 に印加した電圧のスキャン変換データを格納します。	unsigned short	スキャン変換終了 割り込みルーチン

4.3 レジスタ説明

表 6 に本タスク例で使用するレジスタを示します。

表 6 使用レジスタ説明

レジスタ名	機能	設定値	使用モジュール名
PSCR0	プリスケアラの分周比を 1/20 に設定します。	0x0013	メインルーチン
TCRG4	クロックソースにクロックバス 0 を指定します。 TCNTG4 と OCRG4 のコンペアマッチでパルスを出力する設定にします。 CMFG4 による割り込みを許可にします。	0x03	
OCRG4	コンペアマッチ値を 10000 に指定します。	0x2710	
ADCSR0	1 サイクルスキャンモードを選択します。 スキャン変換終了割り込みの発生を許可にします。 ATU-Ⅲのタイマトリガによるスキャン変換の起動を許可します。	0x12 0x92	
ADCER0	A/D データレジスタのフォーマットを左詰めにします。 A/D 変換時間を 50 ステートにします。	0x0000	
ADANS0	スキャン変換で変換するチャンネルに AN0,AN3,AN9 を選択します。	0x0209	
IPR22	ADI0 の割り込み優先レベルを 15 に設定します。	0xF000	
IPR20	CMIG4 の割り込み優先レベルを 15 に設定します。	0x0F00	
TSTRG	TCNTG4 のカウント動作を許可します。	0x10	
ATUENR	タイマ G のカウント動作を許可します。 プリスケアラのカウント動作を許可します。	0x0081	

ADREF0	スキャン変換終了毎に ADF がセットされ、スキャン変換終了割り込み要求を発生します。	ADF をクリア	スキャン変換終了割り込みルーチン
ADR0 ADR3 ADR9	AN0,AN3,AN9 をスキャン変換した結果を格納する 16ビットの読み出し専用レジスタです。	A/D 変換値を書き込み	スキャン変換終了割り込みルーチン
TSRG4	コンペアマッチ発生毎に CMFG がセットされ、コンペアマッチ割り込み要求を発生します。	CMFG をクリア	タイマ G4 割り込みルーチン

5. プログラムリスト

```
/*
 * DISCLAIMER
 * This software is supplied by Renesas Electronics Corporation and is only
 * intended for use with Renesas products. No other uses are authorized. This
 * software is owned by Renesas Electronics Corporation and is protected under
 * all applicable laws, including copyright laws.
 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND RENESAS MAKES NO WARRANTIES REGARDING
 * THIS SOFTWARE, WHETHER EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING BUT NOT
 * LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
 * AND NON-INFRINGEMENT. ALL SUCH WARRANTIES ARE EXPRESSLY DISCLAIMED.
 * TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED NOT PROHIBITED BY LAW, NEITHER RENESAS
 * ELECTRONICS CORPORATION NOR ANY OF ITS AFFILIATED COMPANIES SHALL BE LIABLE
 * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES FOR
 * ANY REASON RELATED TO THIS SOFTWARE, EVEN IF RENESAS OR ITS AFFILIATES HAVE
 * BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.
 * Renesas reserves the right, without notice, to make changes to this software
 * and to discontinue the availability of this software. By using this software,
 * you agree to the additional terms and conditions found by accessing the
 * following link:
 * http://www.renesas.com/disclaimer *
 * Copyright (C) 2011 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.
 */
/*
 * File Name      : SH7254R.c
 * Version        : 1.00
 * Device(s)      : SH72546R
 * Tool-Chain     : High-performance Embedded Workshop (Ver.4.09.00.007).
 *                 : C/C++ compiler package for the SuperH RISC engine family
 *                 : (Ver.9.04 Release00).
 * OS             : None
 * H/W Platform   : SH725xEVB04-C(CPU board)
 * Description    : This is the main tutorial code.
 * Operation      : 1 cycle scan of timer trigger
 */
/*
 * History : DD.MM.YYYY Version Description
 *         : 23.12.2011 1.00   First Release
 */
/*
 * Includes <System Includes> , "Project Includes"
 */
#include <machine.h> /* Built-in function header */
#include "iodefine.h" /* I/O header */

/*
 * Macro definitions
 */
volatile struct st_adc
{
    unsigned short DATA0; /* Scan conversion data 0 */
    unsigned short DATA1; /* Scan conversion data 1 */
    unsigned short DATA2; /* Scan conversion data 2 */
};
#define ADC (*(struct st_adc *)0xFFFF8F000)
```

```

/*****
Private global variables and functions
*****/
void main(void);          /* Main routine          */
void Int_Adi0(void);     /* Scan conversion interrupt routine*/
void Int_Cmig4(void);    /* Compare match flag clearroutine */

/*****
* Function Name: main
* Description : The main loop
* Argument : none
* Return Value : none
*****/
void main(void)
{
    /* ATU-III Initialize */
    /* Configure PSCR0
    b15:b10 Reserved - Read only bit
    b9:b0 PSCn - Division Ratio - Set to 1/20 of the prescaler division ratio */
    ATUCTRL.PSCR0.WORD = 0x0013;

    /* Configure TCRG
    b7 Reserved - Read only bit
    b6:b4 CKSELG4 - Select Timer Counter Gn Clock Source - Clock bus 0
    b3:2 Reserved - Read only bit
    b1 CMPOEG4 - Pulse Output Enable - Outputs a pulse when a compare match
    b0 CMEG4 - Compare Match Interrupt Enable - Allow CMFG4 interrupt */
    ATUG.SUBBLOCK[4].TCRG.BYTE = 0x03;

    /* Configure OCRG
    b15:b0 TCNTG4 - Timer Counter - Compare match to specify the value to 10000
    */
    ATUG.SUBBLOCK[4].OCRG = 0x2710;

    /* ADC Initialize */
    /* Configure ADCSR0
    b7 ADST - Scan Conversion Start - Stops a scan conversion process
    b6 ADCS - Scan Conversion Mode Select - Single-cycle scan mode
    b5 Reserved - Read only bit
    b4 ADIE - Interrupt Enable - Enables ADI interrupt generation upon scanning
    completion
    b3:b2 Reserved - Read only bit
    b1 TRGE - Trigger Enable - Enables scan conversion to be started by an
    external trigger or ATU-III timer trigger
    b0 EXTRG - Trigger Select - Scan conversion is started by an ATU-III timer
    trigger */
    ADCA.ADCSR.BYTE = 0x12;

    /* Configure ADCER
    b15 ADRFMT - A/D Data Register Format Select - Selects left-alignment
    b14:b12 Reserved - Read only bit
    b11 DIAGM - Self-Test Enable - Disable
    b10 DIAGLD - Self-test Mode Select - Self-test is performed with automatic
    rotation
    b9:b8 DIAGVAL - Self-Test Voltage Select - Reserved
    b7 CKS - Clock Select - A/D conversion time = 50 states (based on Pφ)
    b6:b1 Reserved - Read only bit
    b0 ITTRGS - Expanded Interrupt Conversion Trigger Source Selection -

```



```

        AN0 interrupt conversion is triggered by the timer D00A in the ATU-III*/
ADCA.ADCER.WORD = 0x0000;

/* Configure ADANS0
b15:b10,b8:b4,b2:b1 - A/D Channel 15-10,8-4,2-1 select - Not selected
b9,b3,b0           - A/D Channel 9,3,0 select           - Selected      */
ADCA.ADANS0.WORD = 0x0209;          /* Select AN0,AN3,AN9          */

/* INTC initialize */
/* Configure IPR22 - Interrupt Priority Configuration Register
b15:b12 IPL_ADI0 - ADI0 Interrupt Priority Level - Level 15
b11:b8  IPL_ADI1 - ADI1 Interrupt Priority Level - Level 0
b7:b4   IPL_ADID0_3 - ADID 0 to 3 Interrupt Priority Level - Level 0
b3:b0   IPL_AIDI4_7 - ADID 4 to 7 Interrupt Priority Level - Level 0 */
INTC.IPR22.WORD = 0xF000;

/* Configure IPR20 - Interrupt Priority Configuration Register
b15:b12 ATU-G - CMIG0 to 3 Interrupt Priority Level - Level 0
b11:b8  ATU-G - CMIG4 to 5 Interrupt Priority Level - Level 15
b7:b4   ATU-H - CMIH Interrupt Priority Level - Level 0
b3:b0   Reserved - Read only bit      */
INTC.IPR20.WORD = 0x0F00;

set_imask(0x0);          /* Set Interrupt Mask Level to 0      */

/* Configure TSTRG
b7:b6     Reserved - Read only bit
b5,b3:b0  STRG5,3-0 - Timer Counter G5,G3-G0 State - Stop
b4        STRG4 - Timer Counter G4 State - Enable      */
ATUG.TSTRG.BYTE = 0x10;

/* Configure ATUENR
b15:b10   Reserved - Read only bit
b9:b8,b6:b1 TJE,THE,T[F-A]E - Timer J,H,F-A Enable - Stop
b7        TGE - Timer G Enable - Enable
b0        PSCE - Prescaler Enable - Prescaler enable */
ATUCTRL.ATUENR.WORD = 0x0081;

/* Configure ADCSR0
b7        ADST - Scan Conversion Start - Scan conversion start
b6        ADCS - Scan Conversion Mode Select - 1 cycle scan mode
b5        Reserved - Read only bit
b4        ADIE - ADI Interrupt Enable - Enable
b3:b2    Reserved - Read only bit
b1        TRGE - External or ATU-III Trigger Enable - Enable
b0        EXTRG - Trigger Select - Select ATU-III trigger */
ADCA.ADCSR.BYTE = 0x92;          /* Start Scan Conversion          */

while(1)
{
    /* Interrupt Pending      */
}
} /* End of function main() */

/*****
* Function Name: Int_Adi0
* Description : At the end of scan conversion Function
* Argument : none
* Return Value : none
*****/

```

```
*****/
void Int_Adi0(void)
{
    /* Configure ADREF
    b7      ADSCACT - Scan Conversion Status
    b6      ADITACT - Interrupt Conversion Status
    b5:b1   Reserved - Read only bit
    b0      ADF - Single Scan End Flag - Clear single cycle scan end flag      */
    ADCA.ADREF.BIT.ADF &= 0;

    /* Store result of the conversion      */
    *(short*)&ADC.DATA0 = ADCA.ADR0;
    *(short*)&ADC.DATA1 = ADCA.ADR3;
    *(short*)&ADC.DATA2 = ADCA.ADR9;
} /* End of function Int_Adi0() */

/*****
* Function Name: Int_Cmig4
* Description : Timer G4 Interrupt Function
* Argument : none
* Return Value : none
*****/
void Int_Cmig4(void)
{
    /* Configure TSRG
    b7:b2   Reserved - Read only bit
    b1      OVFG - Overflow Flag - No overflow
    b0      CMFG - Compare Match Flag - Clear subblock G compare match detect flag
    */
    ATUG.SUBBLOCK[4].TSRG.BIT.CMFG &= 0;
} /* End of function Int_Cmig4() */
```

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/inquiry>

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

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、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

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くと、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事情報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・電話番号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 エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

(03)5201-5307

■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/>