

SH7253 SH7256R グループ

変換値加算モードによる A/D 変換

R01AN1629JJ0100
Rev.1.00
2013.04.02

要旨

本アプリケーションノートでは SH72546R の変換値加算モードによる A/D 変換動作例を示します。

【注】 本アプリケーションノートのサンプルコードは SH7254R グループ用に作成しています。SH7253 グループ、SH7256 グループでご使用の場合は、製品レジスタ定義ファイル `iodefine.h` を各グループ用のものに差替えてください。ソース上の各レジスタ名は、`iodifine.h` に合わせ、修正してください。

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 -chgincpath -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	3
4. ソフトウェア説明	4
5. プログラムリスト	5

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。AN0,AN3 は A/D 変換値加算モードにてそれぞれ 3 回のスキャン変換を実施し、3 回の測定値の合計が測定結果となります。スキャン変換はソフトウェアトリガにて開始し、測定結果はスキャン変換終了割り込み(ADI0)処理にて RAM に格納します。また、AN0,AN3 については測定結果から 3 回の平均を求め、それぞれの測定値とします。

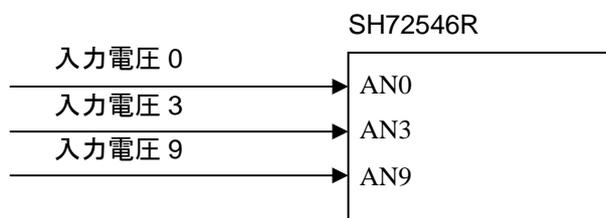


図 1 SH72546R による電圧の測定ブロック図

2. 使用機能説明

表 1、表 2 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 A/D 変換器使用リソース

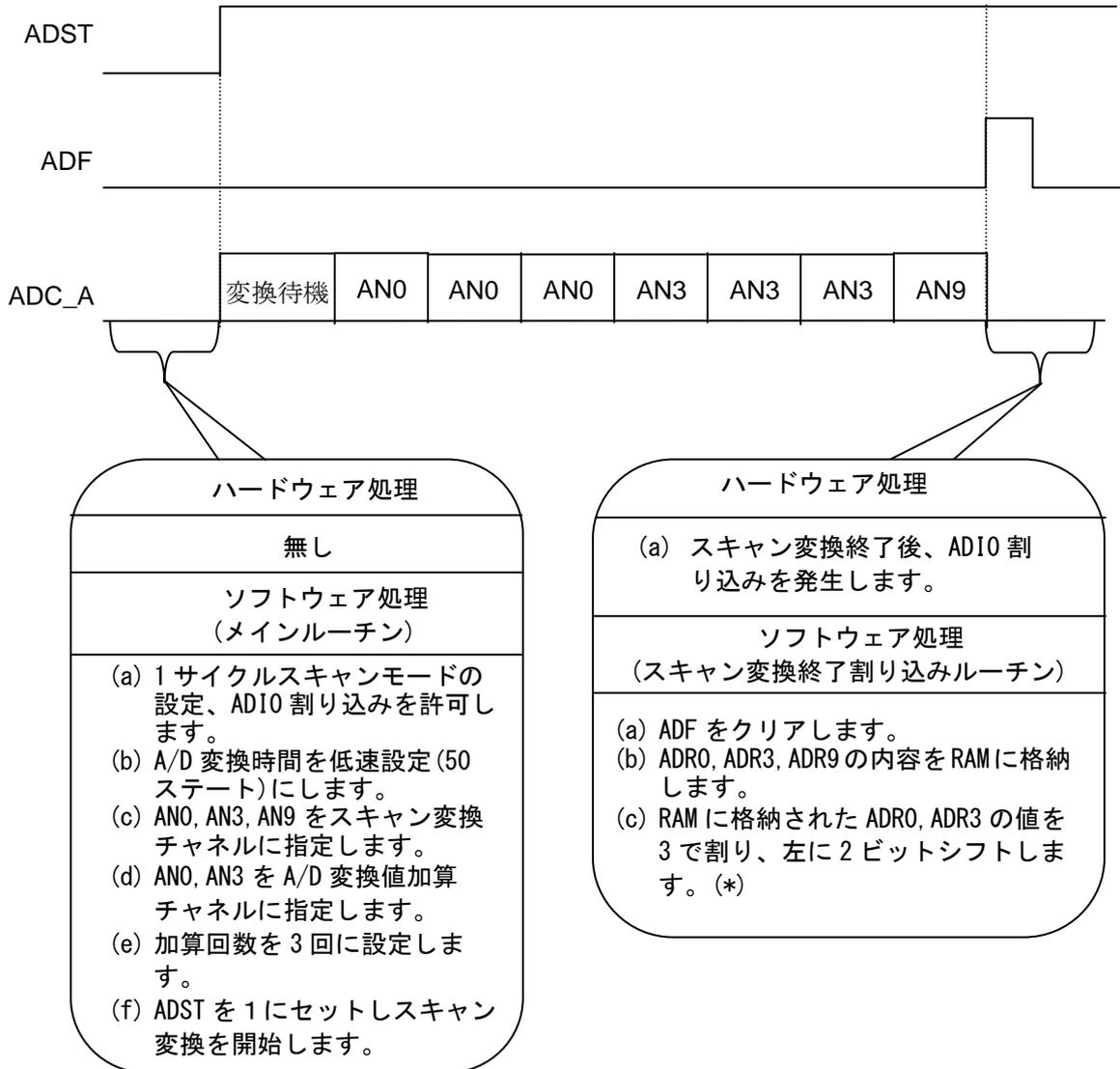
A/D 変換器機能		機能	
端子	AN0,AN3,AN9	アナログ電圧を印加します。	
レジスタ	ADR0 ADR3 ADR9	-	AN0,AN3,AN9 を A/D 変換した結果を格納する 16 ビットの読み出し専用レジスタです。
	ADCSR0	ADST ADCS ADIE TRGE EXTRG	スキャン変換の開始/停止を制御します。 スキャン変換のモードを選択します。 A/D スキャン変換終了割り込みの発生を許可/禁止します。 外部トリガあるいは ATU-Ⅲのタイマトリガによるスキャン変換の起動を許可/禁止します。 スキャン変換のトリガソースを選択します。
	ADCER0	ADRFMT 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。
	ADADS0	ADS0 ADS3	ADSn ビットを 1 にセットすると、ANn を連続 2~4 回変換し加算(積算)した値を A/D データレジスタに返します。
	ADADC0	ADC	A/D 変換値加算モードでの加算回数を選択します。ただし A/D 変換値加算モードが選択されていないチャンネルの A/D 変換では、本ビットの設定は無効です。
	ADREF0	ADF	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 2 INTC 使用リソース

INTC 機能			機能
レジスタ	IPR22	-	AD10, ADI1, ADID0~ADID7 の割り込み優先レベルを設定します。

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処理に分けて説明します。スキャン変換は 1 サイクルで AN9 は 1 回、AN0, AN3 は 3 回実行します。



*) A/D 変換値加算モードでは、AD 変換結果は AD データレジスタの 13~2 ビットに格納され、2 回以上の加算による繰り上がりは 15~14 ビットに格納されます。

(例：AD 変換結果最大値は左詰めフォーマットの場合 0xFFFF0、加算モード 1 回の場合 0x3FFC)

上記ソフトウェア処理では、加算結果の平均値を左詰めフォーマットに合わせる為に変換結果を左に 2 ビットシフトしています。

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 3 に本タスク例のモジュール説明を示します。

表 3 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	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。 AN0,AN3 のスキャン変換結果から 3 回の平均値を算出します。

4.2 使用変数説明

表 4 に本タスク例で使用する変数の説明を示します。

表 4 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 5 に本タスク例で使用するレジスタを示します。

表 5 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
ADCSR0	スキャン変換の開始/停止を制御します。 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。	0x10 0x90	メインルーチン
ADCER0	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	
ADADS0	AN0,AN3 を A/D 変換値連続加算モード選択します。	0x09	
ADADC0	加算回数を 3 回変換に設定します。	0x02	
IPR22	ADi0 の割り込み優先レベルを 15 に設定します。	0xF000	
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	

5. プログラムリスト

```
1  /*****
2  * DISCLAIMER
3  * This software is supplied by Renesas Electronics Corporation and is only
4  * intended for use with Renesas products. No other uses are authorized. This
5  * software is owned by Renesas Electronics Corporation and is protected under
6  * all applicable laws, including copyright laws.
7  * THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND RENESAS MAKES NO WARRANTIES REGARDING
8  * THIS SOFTWARE, WHETHER EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING BUT NOT
9  * LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
10 * AND NON-INFRINGEMENT. ALL SUCH WARRANTIES ARE EXPRESSLY DISCLAIMED.
11 * TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED NOT PROHIBITED BY LAW, NEITHER RENESAS
12 * ELECTRONICS CORPORATION NOR ANY OF ITS AFFILIATED COMPANIES SHALL BE LIABLE
13 * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES FOR
14 * ANY REASON RELATED TO THIS SOFTWARE, EVEN IF RENESAS OR ITS AFFILIATES HAVE
15 * BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.
16 * Renesas reserves the right, without notice, to make changes to this software
17 * and to discontinue the availability of this software. By using this software,
18 * you agree to the additional terms and conditions found by accessing the
19 * following link:
20 * http://www.renesas.com/disclaimer *
21 * Copyright (C) 2011 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.
22 *****/
23 /*****
24 * File Name      : SH7254R.c
25 * Version        : 1.00
26 * Device(s)     : SH7254R
27 * Tool-Chain    : High-performance Embedded Workshop (Ver.4.09.00.007).
28 *                : C/C++ compiler package for the SuperH RISC engine family
29 *                : (Ver.9.04 Release00).
30 * OS            : None
31 * H/W Platform  : SH725xEVB04-C(CPU board)
32 * Description   : This is the main tutorial code.
33 * Operation    : A/D conversion by the conversion value addition mode.
34 *****/
35 /*****
36 * History      : DD.MM.YYYY Version Description
37 *              : 23.12.2011 1.00    First Release
38 *****/
39
40 /*****
41 Includes <System Includes> , "Project Includes"
42 *****/
43 #include <machine.h>          /* Built-in function header */
44 #include "iodefine.h" /* I/O header */
45
46 /*****
47 Macro definitions
48 *****/
49 volatile struct st_adc
50 {
```

```
51 unsigned short DATA0;      /* Scan conversion data 0 */
52 unsigned short DATA1;      /* Scan conversion data 1 */
53 unsigned short DATA2;      /* Scan conversion data 2 */
54 };
55 #define ADC (*(struct st_adc *)0xFFF8F000)
56 /*****
57 Private global variables and functions
58 *****/
59 void main(void);             /* Main function */
60 void Int_Adi0(void); /* Scan conversion interrupt function */
61
62 /*****
63 * Function Name: main
64 * Description : The main loop
65 * Argument : none
66 * Return Value : none
67 *****/
68 void main(void)
69 {
70 /* ADC Initialize */
71 /* Configure ADCSR
72 b7 ADST - Scan Conversion Start - Scan conversion stop
73 b6 ADCS - Scan Conversion Mode Select - 1 cycle scan mode
74 b5 Reserved - Read only bit
75 b4 ADIE - ADI Interrupt Enable - Enable
76 b3:b2 Reserved - Read only bit
77 b1 TRGE - External or ATU-III Trigger Enable - Enable
78 b0 EXTRG - Trigger Select - Select ATU-III trigger */
79 ADCA.ADCSR.BYTE = 0x10;
80
81 /* Configure ADCER
82 b15 ADRFMT - A/D Data Register Format Sselect - Selects left-alignment
83 b14:b12 Reserved - Read only bit
84 b11 DIAGM - Self Test Enable - Disable
85 b10 DIAGLD - Self Test Mode Select - Self-test is performed with automatic rotation
86 b9:b8 DIAGVAL - Self Test Voltage Select - Reserved
87 b7 CKS - Clock Select - A/D conversion time = 50state
88 b6:b1 Reserved - Read only bit
89 b0 ITTRGS - Expanded Interrupt Conversion Trigger Source Selection -
90 AN0 interrupt conversion is triggered by the timer D00A in the ATU-III*/
91 ADCA.ADCER.WORD = 0x0000;
92
93 /* Configure ADANS0
94 b15:b10,b8:b4,b2:b1 - A/D Channel 15-10,8-4,2-1 Select - Not selected
95 b9,b3,b0 - A/D Channel 9,3,0 Select - Selected */
96 ADCA.ADANS0.WORD = 0x0209;
97
98 /* Configure ADADS
99 b7:b4,b2:b1 ADS7-4,ADS2-1 - A/D Converted Value Additional Channel 7-4,2-1 - Not
selected
100 b3,b0 ADS3,ADS0 - A/D Converted Value Additional Channel 3,0 - Selected */
101 ADCA.ADADS.BYTE = 0x09;
```

```
102
103 /* Configure ADADC
104 b7:b2 Reserved - Read only bit
105 b1:b0 ADC - AD Conversion Times - 3 times */
106 ADCA.ADADC.BYTE = 0x02; /* Set 3times Conversion */
107
108 /* INTC Initialize */
109 /* Configure IPR22 - Interrupt Priority Configuration Register
110 b15:b12 IPL_ADI0 - ADI0 Interrupt Priority Level - Level 15
111 b11:b8 IPL_ADI1 - ADI1 Interrupt Priority Level - Level 0
112 b7:b4 IPL_ADID0_3 - ADID 0 to 3 Interrupt Priority Level - Level 0
113 b3:b0 IPL_AIDI4_7 - ADID 4 to 7 Interrupt Priority Level - Level 0 */
114 INTC.IPR22.WORD = 0xF000;
115
116 set_imask(0x0); /* Set Interrupt Mask Level to 0 */
117
118 /* Configure ADCSR
119 b7 ADST - Scan Conversion Start - Scan conversion start
120 b6 ADCS - Scan Conversion Mode Select - 1 cycle scan mode
121 b5 Reserved - Read only bit
122 b4 ADIE - ADI Interrupt Enable - Enable
123 b3:b2 Reserved - Read only bit
124 b1 TRGE - External or ATU-III Trigger Enable - Disable
125 b0 EXTRG - Trigger Select - Select ATU-III trigger */
126 ADCA.ADCSR.BYTE = 0x90; /* Start Scan Conversion */
127
128 while(1)
129 {
130 } /* Interrupt Pending */
131 } /* End of function main() */
132
133 /*****
134 * Function Name: Int_Adi0
135 * Description : At the end of scan conversion Function
136 * Argument : none
137 * Return Value : none
138 *****/
139 void Int_Adi0(void)
140 {
141 /* Configure ADREF
142 b7 ADSCACT - Scan Conversion Status
143 b6 ADITACT - Interrupt Conversion Status
144 b5:b1 Reserved - Read only bit
145 b0 ADF - Single Scan Finish Flag - Clear 1 cycle scan end flag */
146 ADCA.ADREF.BIT.ADF &= 0;
147
148 /* Store the result of the conversion */
149 *(short*)&ADC.DATA0 = ADCA.ADR0;
150 *(short*)&ADC.DATA1 = ADCA.ADR3;
151 *(short*)&ADC.DATA2 = ADCA.ADR9;
152
153 ADC.DATA0 = (ADC.DATA0 / 3); /* Divide AN0 conversion result by 3 */
```

```
154  ADC.DATA0 <<= 2;          /* Shift the Value to the left */
155  ADC.DATA1 = (ADC.DATA1 / 3); /* Divide AN3 conversion result by 3 */
156  ADC.DATA1 <<= 2;          /* Shift the Value to the left */
157  } /* End of function Int_Adi0() */
```

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. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連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の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。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。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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。
5. 輸出に際しては、「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。本資料に記載されている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の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 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。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されてい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生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
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
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、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社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。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、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、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、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。
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固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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/inquiry>