

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願い申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

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、海底中継機器、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。

SH7730 グループ

ADC 設定例 (スキャンモード)

要旨

本アプリケーションノートは、SH7730 の 10 ビット A/D コンバータの使用例として、スキャンモード時の ADC 設定例を掲載しています。

動作確認デバイス

SH7730

目次

1. はじめに.....	2
2. 応用例の説明.....	4
3. 参考プログラムについて.....	7
4. 参考プログラム例.....	14
5. 実行結果.....	27
6. 参考ドキュメント.....	28

1. はじめに

1.1 仕様

本資料では、ADC の設定方法を説明するために、以下のことを行っています。

- SH7730 の 10 ビット A/D コンバータで、スキャンモードでの A/D 変換を行います。
- A/D 変換は、アナログ入力チャンネル (AN0~2) を用います。
- 変換されたデータ (A/D 変換結果) を RAM へ格納します。
- AN0 に SH7730 の別端子にて D/A 変換した出力値 (0V から順次出力電圧値を上げたもの) を入力します。
()
- AN1 に外部より 0V (一定値) を入力します。()
- AN2 に外部より 3.3V (一定値) を入力します。()
- 上記 ~ を繰り返し行います。その都度、A/D 変換されたデータ (RAM) を確認し、AN0 で 2.0V 以上、AN1 で 0.0V、AN2 で 3.3V の入力を確認した時点で、A/D 変換処理を終了します。

1.2 使用機能

- A/D コンバータ (ADC) のチャンネル 0~2
- D/A コンバータ (DAC) のチャンネル 0

1.3 適用条件

評価ボード:	アルファプロジェクト製 SH-4A ボード 型番 AP-SH4A-1A
外付けメモリ (エリア 0):	NOR 型フラッシュメモリ 4 M バイト Spansion 製 S29AL032D70TFI04
(エリア 3):	SDR-SDRAM 32 M バイト(16 M バイト × 2 個) Samsung 製 K4S281632F-UC75
マイコン:	SH7730 (R8A77301)
動作周波数	CPU クロック: 266.66 MHz SuperHyway バスクロック: 133.33 MHz バスクロック: 66.66 MHz 周辺クロック: 33.33 MHz
エリア 0 バス幅:	16 ビット固定 (MD3 端子 = Low レベル)
クロック動作モード:	モード 2 (MD0 端子 = Low レベル, MD1 端子 = High レベル)
エンディアン:	ビッグエンディアン (MD5 端子 = Low レベル)
ツールチェーン:	ルネサス テクノロジ製 SuperH RISC engine Standard Toolchain Ver.9.3.0.0
コンパイルオプション:	High-performance Embedded Workshop でのデフォルト設定 (-cpu=sh4a -include="\$(PROJDIR)¥inc" -object="\$(CONFIGDIR)¥\$(FILELEAF).obj" -debug -optimize=0 -gbr=auto -chgincpath -errorpath -global_volatile=0 -opt_range=all -infinite_loop=0 -del_vacant_loop=0 -struct_alloc=1 -nologo)

1.4 関連アプリケーションノート

本資料の参考プログラムは、「SH7730 グループ アプリケーションノート SH7730 初期設定例 (RJJ06B0864)」の設定条件で動作確認しています。

本資料で登場する D/A 変換については、「SH7730 グループ アプリケーションノート DAC 設定例 (RJJ06B1089)」に記載されています。

これらもあわせてご参照ください。

2. 応用例の説明

本応用例では、スキャンモードで3チャンネル (AN0~2) を選択して A/D 変換を行います。AN0 に、SH7730 で D/A 変換した出力値を入力するため、AN0 端子と DAC の DA0 端子を接続します。この際、D/A 変換で DADR0 の設定値を順次大きくし、AN0 へ入力される電圧を大きくしていきます。AN1, AN2 には、外部よりそれぞれ、0V, 3.3V (一定値) を入力します。3 チャンネル (AN0~2) の A/D 変換結果で、AN0 ≥ 2.0V, AN1 = 0V, AN2 = 3.3V を確認できた時点で、A/D 変換処理を終了します。

【参考】

本応用例で登場する D/A 変換に関しては、「SH7730 グループ アプリケーションノート DAC 設定例 (RJJ06B1089)」に記載されていますので、そちらをご参照ください。

2.1 SH7730 の ADC 概要

A/D コンバータは逐次比較方式で動作し、10 ビットの分解能を持っています。最大 4 チャンネルのアナログ入力を選択することができます。A/D コンバータのブロック図については「SH7730 グループ ハードウェア マニュアル (RJJ09B0339) 26 章 A/D 変換器 (ADC) 図 26.1 A/D 変換器のブロック図」をご参照ください。

表 1 ADC の概要

項目	概要
チャンネル数	4 チャンネル
分解能	10 ビット分解能
最小変換時間	1 チャンネル当たり 15μs
変換モード	シングルモード: 1 チャンネルの A/D 変換 マルチモード: 1~4 チャンネルの A/D 変換 スキャンモード: 1~4 チャンネルの連続 A/D 変換
基本動作	<ul style="list-style-type: none"> サンプル&ホールド機能 A/D 変換結果を、各チャンネルに対応した 16 ビットデータレジスタに保持
A/D 変換起動要因	ソフトウェア: ADST ビットの設定 外部トリガ: ADTRG
割り込み要求	A/D 変換終了時に、A/D 変換終了割り込み (ADI) 要求を発生可能

2.1.1 変換モードについて

- シングルモード
 シングルモードは、1チャンネルのみの A/D 変換を行う場合に選択します。
- マルチモード
 マルチモードは、複数チャンネル (1チャンネルを含む) のアナログ入力をおのこの 1 回順次変換します。
 複数のチャンネルが選択されている場合は、第 1 チャンネル (AN0) から開始されます。
 第 1 チャンネルの変換が終了した後、直ちに第 2 チャンネル (AN1) の A/D 変換を開始します。
 A/D 変換は、指定したすべてのチャンネルを一巡して変換します。
 変換された結果は、各チャンネルに対応した ADDR に転送され保持されます。
- スキャンモード
 スキャンモードは、複数チャンネル (1チャンネルを含む) のアナログ入力を常にモニタするようなシステムに適します。
 複数のチャンネルが選択されている場合は、第 1 チャンネル (AN0) から開始されます。
 第 1 チャンネルの変換が終了した後、ただちに第 2 チャンネル (AN1) の A/D 変換を開始します。
 A/D 変換は、ADST ビットが 0 にクリアされるまで、選択されたチャンネル内を連続して繰り返し行います。
 変換された結果は、各チャンネルに対応した ADDR に転送され保持されます。

【注】 シングルモード、マルチモードおよびスキャンモードの詳細については、「SH7730 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0339) 26.4 章 A/D 変換器 (ADC) 動作説明」の章を参照してください。

本応用例では ADC をスキャンモードとして使用します。

2.2 スキャンモードでの動作例

ここでは、スキャンモードで3チャンネル (AN0 ~ AN2) を選択して A/D 変換を行う場合の動作例を以下に示します。

- (1) ADC モジュールにクロックを供給 (リセット、低消費電力モードモジュールの MSTPCR2 レジスタ MSTP227 ビットに 0 をセット) し、ADC の動作を開始します。
- (2) 動作モードをスキャンモードに、アナログ入力チャンネルを AN0 ~ AN2 (CH2 = 0, CH1 = 1, CH0 = 0) に設定して A/D 変換を開始 (ADST = 1) します。
- (3) 第 1 チャンネル (AN0) の A/D 変換が開始され、A/D 変換が終了すると、変換結果を ADDRA に転送します。
- (4) 次に第 2 チャンネル (AN1) が自動的に選択され、変換を開始します。
- (5) 同様に第 3 チャンネル (AN2) まで変換を行います。
- (6) 選択されたすべてのチャンネル (AN0 ~ AN2) の変換が終了すると、ADF = 1 となり、再び、第 1 チャンネル (AN0) を選択し、連続して変換が行われます。
- (7) ADST ビットが 1 にセットされている間は、(3) ~ (5) を繰り返します。ADST ビットを 0 にクリアすると、A/D 変換が停止します。
- (8) ADC モジュールへのクロック供給を停止 (MSTPCR2.MSTP227 = 1) し、モジュールスタンバイ状態にします。

2.3 入力サンプリングと A/D 変換時間

入力サンプリングと A/D 変換時間については、「SH7730 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0339) 26 章 A/D 変換器 (ADC) 入力サンプリングと A/D 変換時間」の章を参照してください。

2.4 使用上の注意事項

以下に関する、使用上の注意事項については、「SH7730 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0339) 26 章 A/D 変換器 (ADC) 使用上の注意事項」の章を参照してください。

- 許容信号源インピーダンスについて
- 絶対精度への影響
- アナログ電源端子他の設定範囲
- ボード設計上の注意事項
- ノイズ対策上の注意事項
- AD 変換時の注意事項

3. 参考プログラムについて

3.1 参考プログラムの動作環境

過大なサージなど異常電圧によるアナログ入力端子 (AN0 ~ AN3) の破壊を防ぐために、図 1 に示すように AVcc—AVss 間に保護回路を入れています。詳細は、「SH7730 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0339) 26 章 A/D 変換器 (ADC) 使用上の注意事項」の章を参照してください。

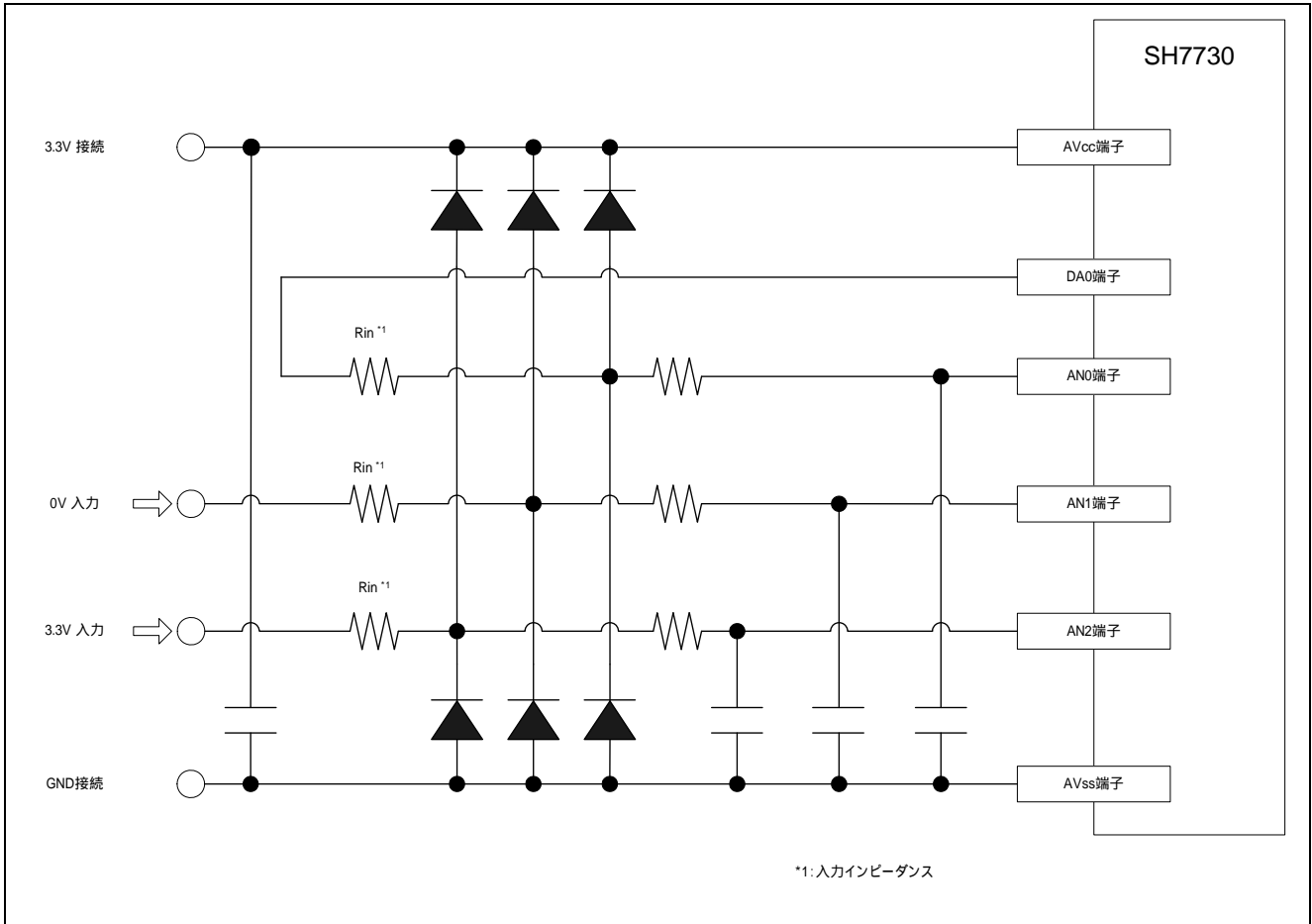


図 1 参考プログラムの動作環境

3.2 参考プログラムの動作仕様

表 2 参考プログラムの ADC 動作仕様

項目	概要
使用チャンネル	ADC: 3 チャンネル (AN0 ~ AN2)
変換モード	スキャンモード
A/D 変換起動要因	ソフトウェア: ADST ビットの設定
A/D 変換時間	変換時間 = 285 ステート (最大値)
割り込み	A/D 変換の終了による割り込み (ADI) 要求を許可
割り込み優先レベル	1

3.3 参考プログラムの処理フロー

3.3.1 メイン処理フロー

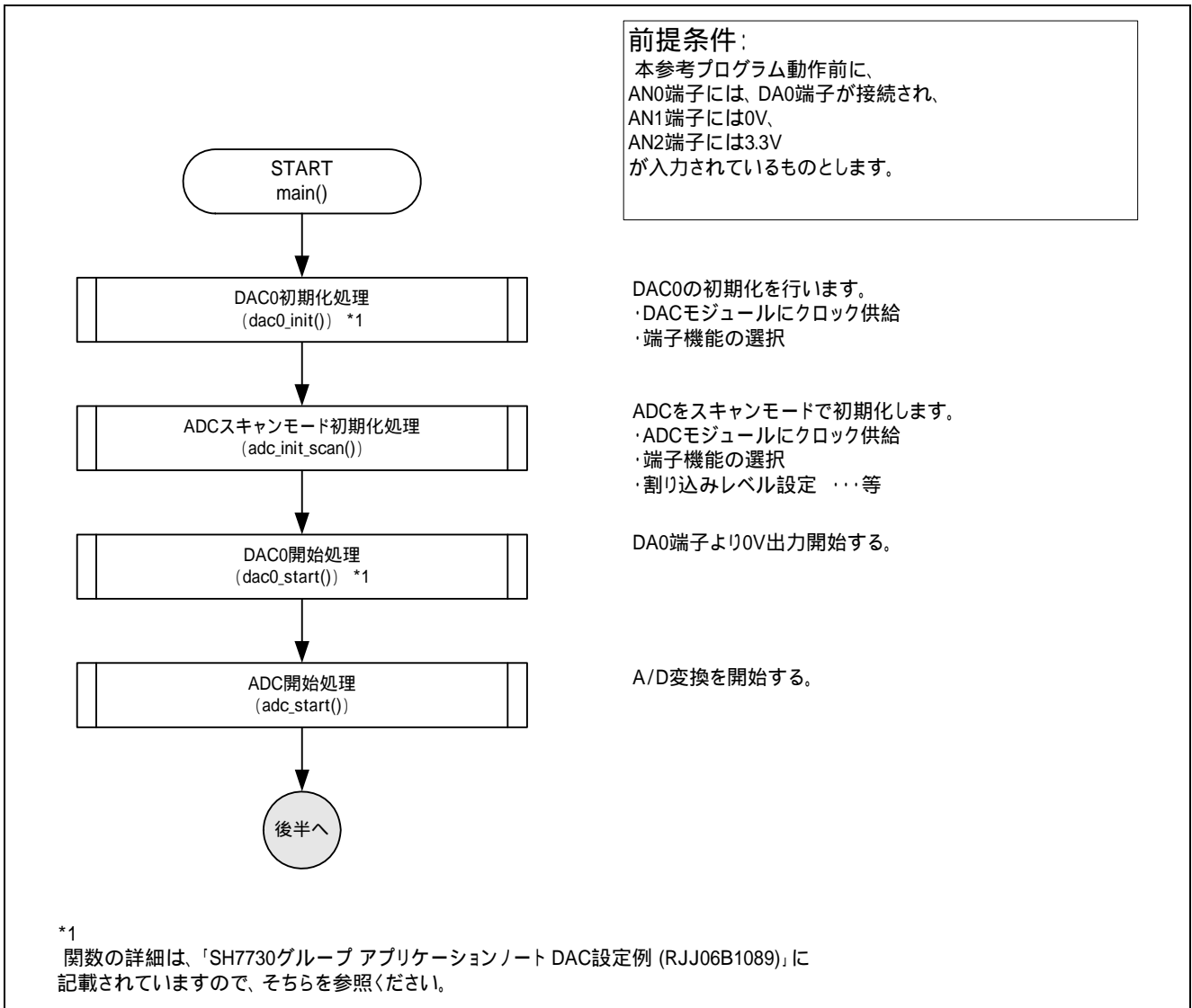
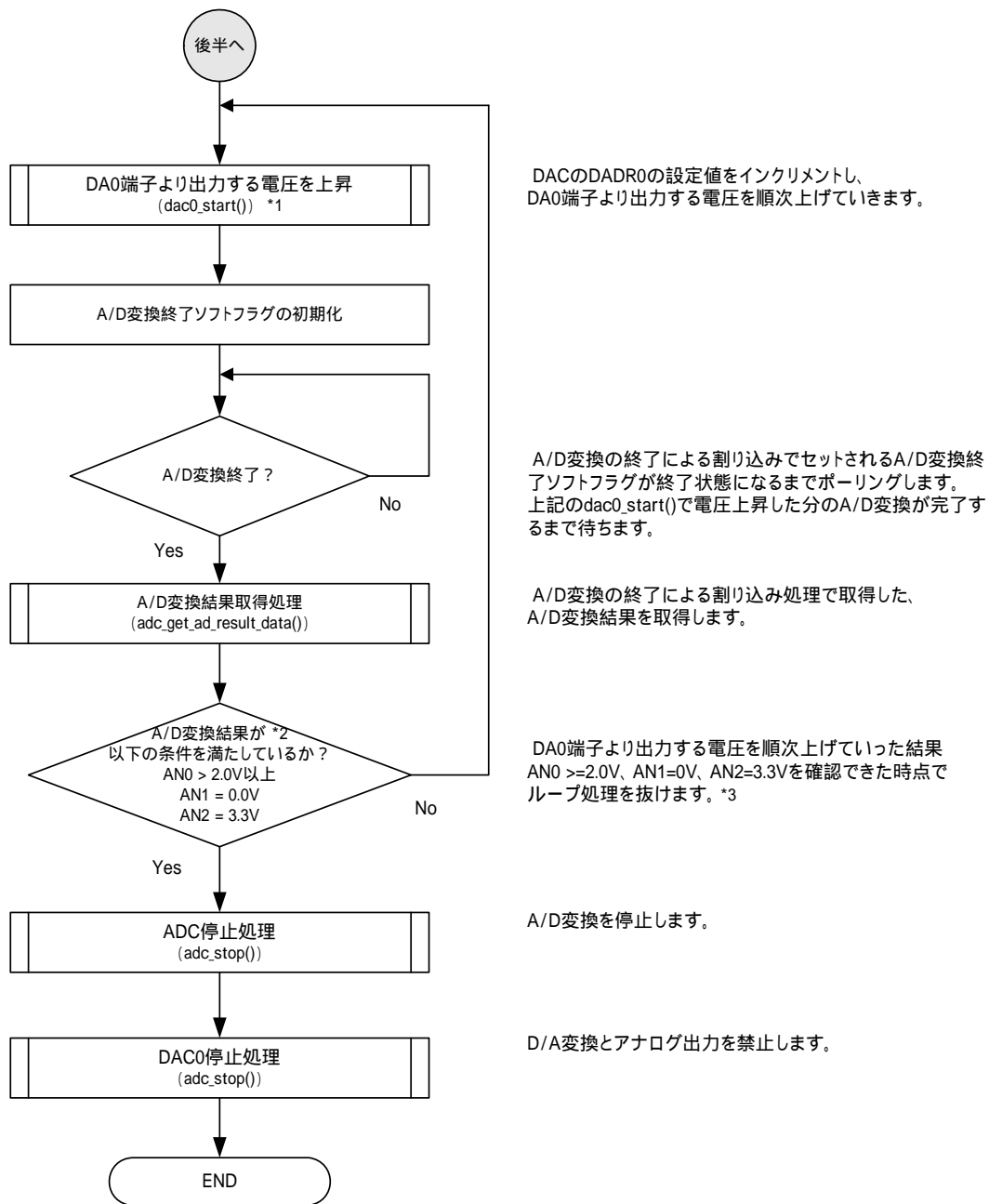


図2 メイン処理フロー (前半)



DACのDADR0の設定値をインクリメントし、DA0端子より出力する電圧を順次上げていきます。

A/D変換の終了による割り込みでセットされるA/D変換終了ソフトフラグが終了状態になるまでポーリングします。上記のdac0_start()で電圧上昇した分のA/D変換が完了するまで待ちます。

A/D変換の終了による割り込み処理で取得した、A/D変換結果を取得します。

DA0端子より出力する電圧を順次上げていった結果 AN0 >= 2.0V、AN1=0V、AN2=3.3Vを確認できた時点でループ処理を抜けます。*3

A/D変換を停止します。

D/A変換とアナログ出力を禁止します。

*1
関数の詳細は、「SH7730グループ アプリケーションノート DAC設定例 (RJJ06B1089)」に記載されていますので、そちらを参照ください。

*2
本応用例での、各電圧に対応する、A/Dデータレジスタに設定される値は以下のようになります。ここでのADDRの値は6ビット右シフトした値となります。
2.0V: ADDRのAD変換されたデータ 0x026D
0V : ADDRのAD変換されたデータ = 0x0000
3.3V: ADDRのAD変換されたデータ = 0x03FF
変換精度の理由により、常に、ADDRB = 0x0000、ADDRC = 0x03FFとならない可能性があります。

*3
AN0のA/D変換結果(0x026D)を確認できた際の、D/Aデータレジスタ0(DADR0)に設定した値は、必ずしも0x026Dとはなりません。これは、本ソフトウェアがD/C変換途中のものを入力してA/D変換している点や、変換精度によるものです。
変換精度の詳細については、「SH7730 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0339) 33.5章 A/D変換器特性、33.6章 D/A変換器特性」を参照ください。

図3 メイン処理フロー (後半)

3.3.2 ADC スキャンモード初期化処理

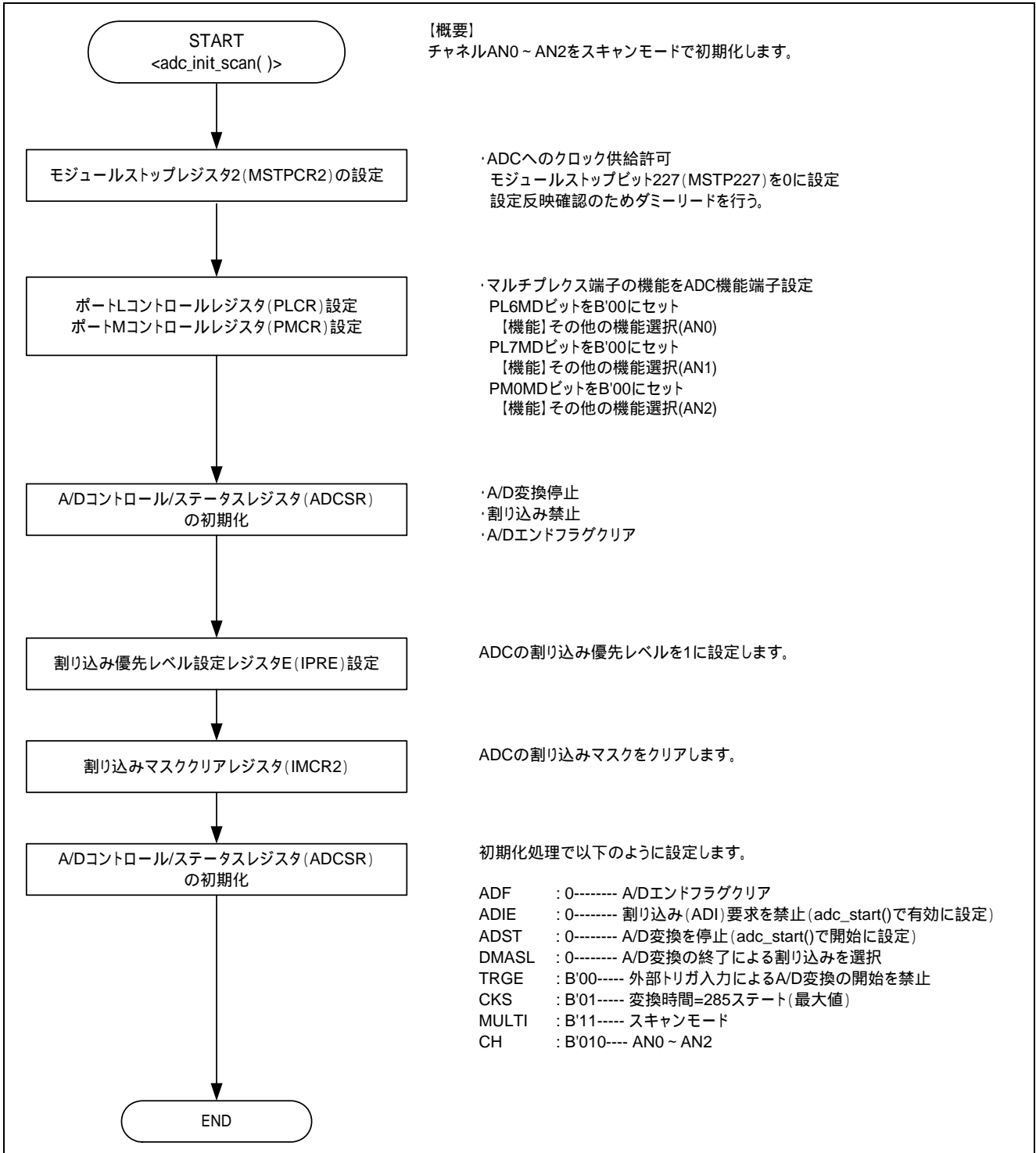


図4 ADC スキャンモード初期化処理フロー

3.3.3 ADC 開始処理

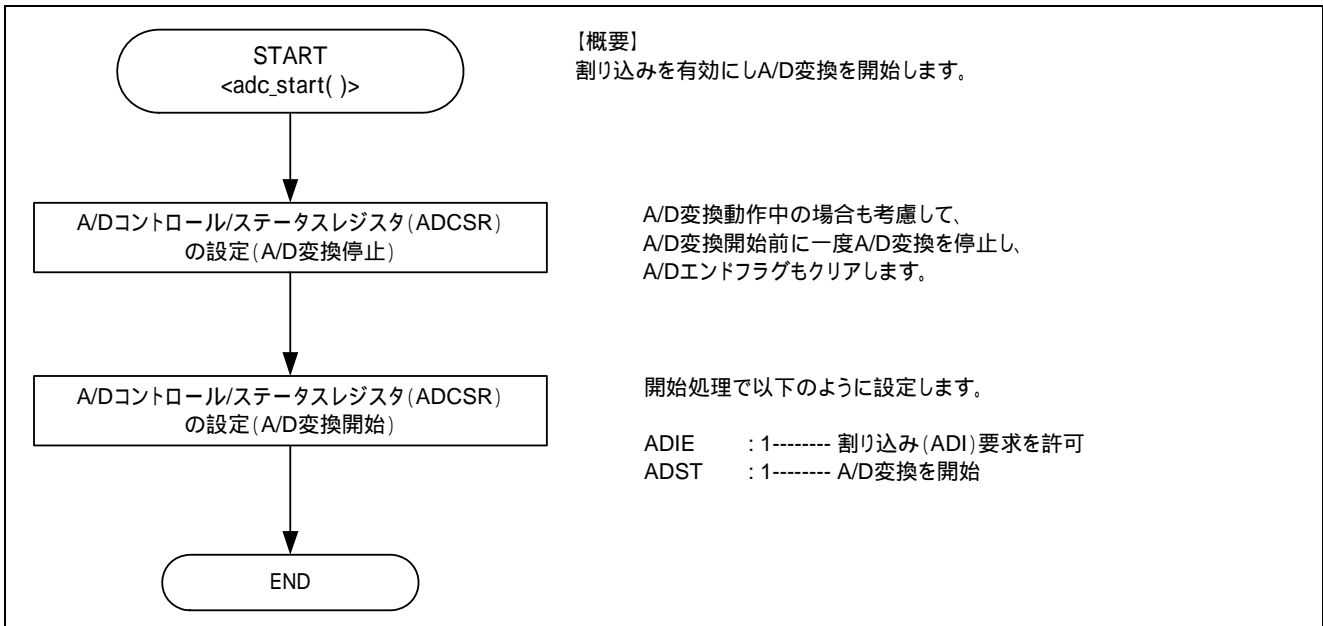


図 5 ADC 開始処理フロー

3.3.4 ADC 停止処理

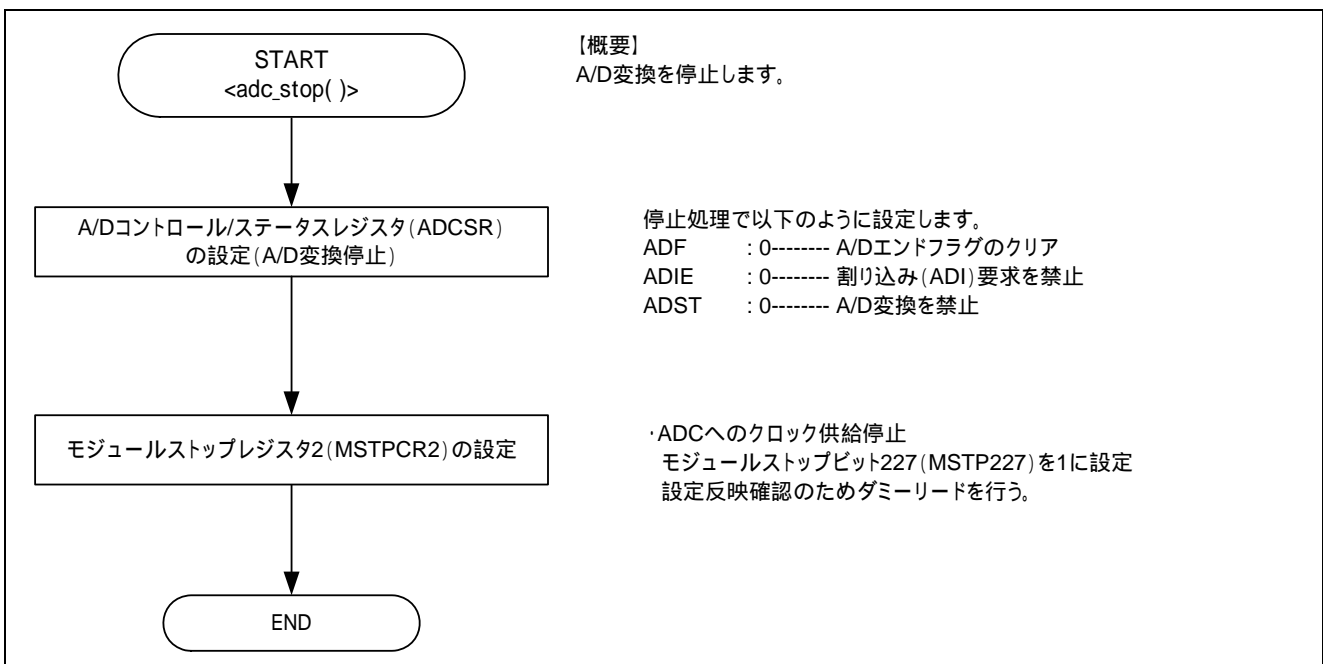


図 6 ADC 停止処理フロー

3.3.5 A/D 変換終了割り込み処理

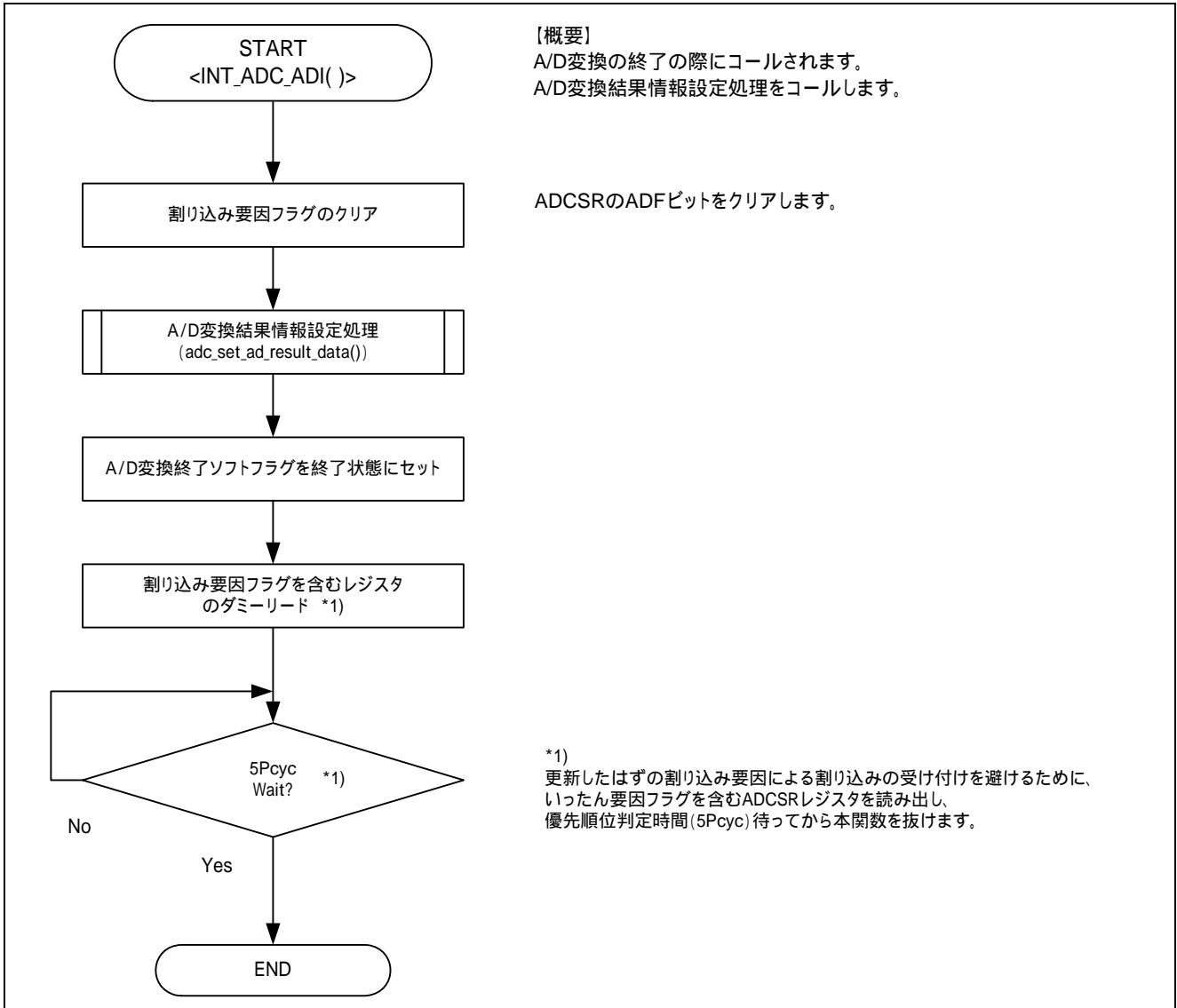


図 7 A/D 変換終了割り込み処理フロー

3.3.6 A/D 変換結果情報設定処理

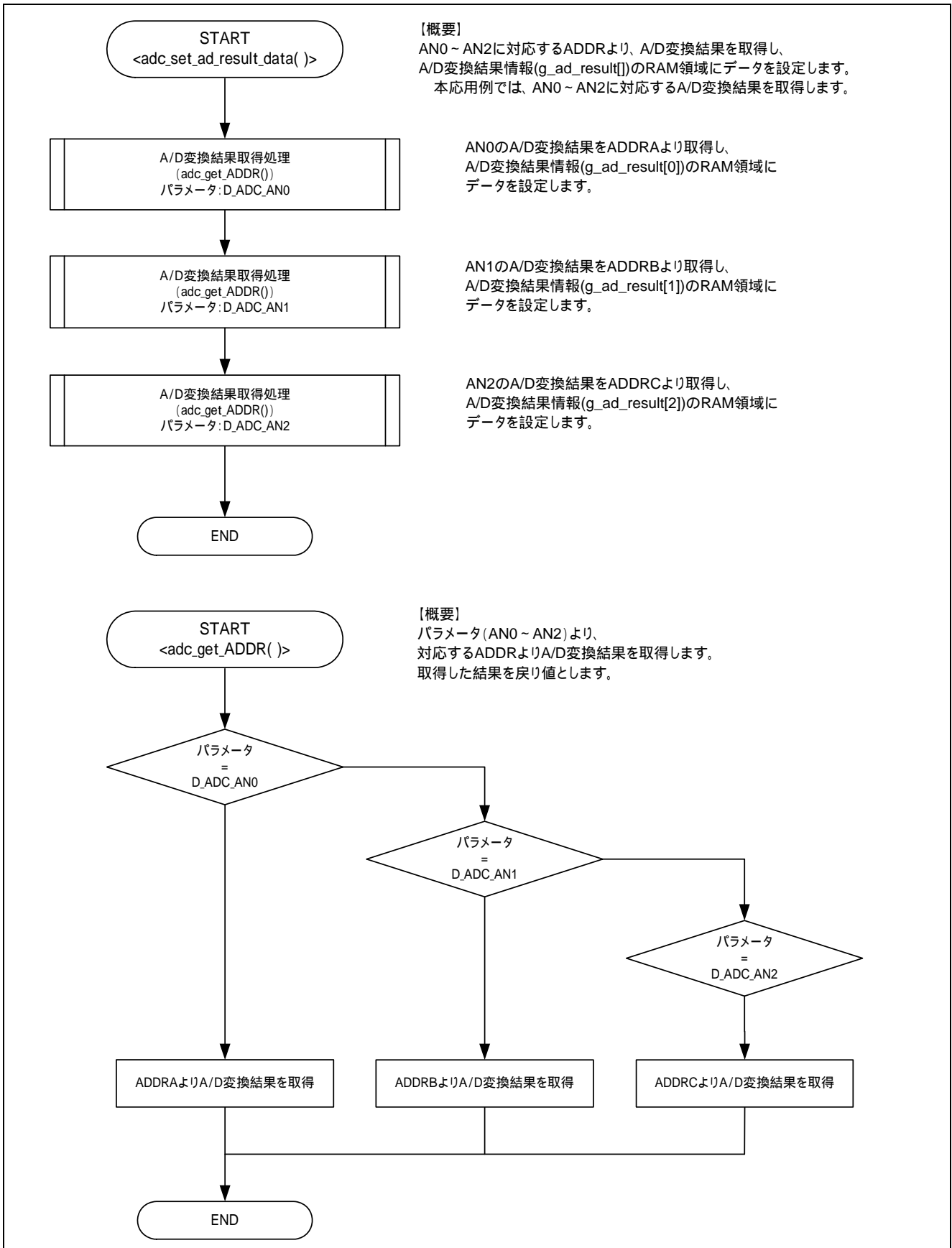


図 8 A/D 変換結果情報設定処理フロー

4. 参考プログラム例

(1) サンプルプログラムリスト"sh7730.c"

```

1  /*****
2  * DISCLAIMER
3
4  * This software is supplied by Renesas Technology Corp. and is only
5  * intended for use with Renesas products. No other uses are authorized.
6
7  * This software is owned by Renesas Technology Corp. and is protected under
8  * all applicable laws, including copyright laws.
9
10 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND RENESAS MAKES NO WARRANTIES
11 * REGARDING THIS SOFTWARE, WHETHER EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY,
12 * INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A
13 * PARTICULAR PURPOSE AND NON-INFRINGEMENT. ALL SUCH WARRANTIES ARE EXPRESSLY
14 * DISCLAIMED.
15
16 * TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED NOT PROHIBITED BY LAW, NEITHER RENESAS
17 * TECHNOLOGY CORP. NOR ANY OF ITS AFFILIATED COMPANIES SHALL BE LIABLE
18 * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
19 * FOR ANY REASON RELATED TO THE THIS SOFTWARE, EVEN IF RENESAS OR ITS
20 * AFFILIATES HAVE BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.
21
22 * Renesas reserves the right, without notice, to make changes to this
23 * software and to discontinue the availability of this software.
24 * By using this software, you agree to the additional terms and
25 * conditions found by accessing the following link:
26 * http://www.renesas.com/disclaimer
27 *****/
28 /* Copyright (C) 2009. Renesas Technology Corp., All Rights Reserved. */
29 /*"FILE COMMENT"***** Technical reference data *****
30 * System Name : SH7730 Sample Program
31 * File Name : sh7730.c
32 * Abstract : SH7730 ADC 設定例 Sample Program
33 * Version : Ver 1.00
34 * Device : SH7730
35 * Tool-Chain : High-performance Embedded Workshop (Version 4.04.01.001)
36 * : C/C++ Compiler Package for SuperH Family (V.9.02release00)
37 * OS : None
38 * H/W Platform : アルファプロジェクト製 SH-4A ボード 型番 AP-SH4A-1A
39 * Description : SH7730 ADC,DAC 設定例のサンプルプログラムです。
40 * :
41 * Operation :
42 * Limitation :
43 * :
44 *****
45 * History : 15.JUNE.2009 Ver. 1.00 First Release
46 *"FILE COMMENT END"*****
47
48 #include <machine.h>
49 #include "iodefine.h"
50 #include "adc.h"
51 #include "dac.h"
52
53 #define ADC_OK 0 /* 変換 OK */
54 #define ADC_NG -1 /* 変換 NG */
55
56 unsigned long g_dadr0; /* DADR0 設定値用 */
57
58 /* プロトタイプ宣言 */
59 void main(void);
60
61 /*"FUNC COMMENT"*****
    
```



```

62 * ID          :
63 * Outline    : ADC,DAC サンプル処理
64 * Include    :
65 * Declaration : void main(void)
66 * Description : SH7730 ADC の設定例を示します。
67 *           : SH7730 DAC の設定例を示します。
68 *           :
69 * Argument   : none
70 * Return Value : none
71 * Calling Functions :
72 * "FUNC COMMENT END"*****/
73 void main(void)
74 {
75     unsigned short    ad_result_data[3];    /* AN0 ~ AN2 A/D 変換結果格納用 */
76     long              result = ADC_NG;
77
78     memset(ad_result_data, 0, sizeof(ad_result_data));
79
80     /* DAC0 初期化処理 */
81     dac0_init();
82
83     /* ADC スキャンモード初期化処理 */
84     adc_init_scan();
85
86     /* DAC0 開始処理 */
87     dac0_start(0x0000);    /* 初期値として 0V 出力 */
88
89     /* ADC 開始処理 */
90     adc_start();
91
92     for(g_dadr0 = 0; g_dadr0 <= 0x03ff; g_dadr0++)
93     {
94         /* DN0 からの出力電圧を上げていきます */
95         dac0_start(g_dadr0);
96
97         /* A/D 変換終了ソフトフラグの初期化 */
98         adc_set_endchk_flg(D_ADC_INIT);
99
100        /* A/D 変換終了待ち */
101        while(D_ADC_INIT == adc_get_endchk_flg());
102
103        /* A/D 変換結果を取得 */
104        adc_get_ad_result_data(sizeof(ad_result_data), ad_result_data);
105
106        /* 以下の条件を満たした際にループから抜けます。
107           AN0 > 2.0V 以上
108           AN1 = 0.0V
109           AN2 = 3.3V
110        */
111        if((ad_result_data[D_ADC_AN0] >= 0x026D) &&
112            (ad_result_data[D_ADC_AN1] == 0x0000) &&
113            (ad_result_data[D_ADC_AN2] == 0x03FF)
114        )
115        {
116            result = ADC_OK;    /* 変換結果 OK */
117            break;
118        }
119
120    }
121
122    /* 変換成功? */
123    if(result != ADC_OK)
124    {
125        /* 変換失敗時にはこの無限ループに入ります */
126        while(1)
    
```

```

127     {
128     }
129     }
130
131     /* ADC 停止処理 */
132     adc_stop();
133
134     /* DAC0 停止処理 */
135     dac0_stop();
136
137     /* 変換成功時には、ここまで処理が行われます */
138     while(1)
139     {
140     }
141
142 }
143
144 /* End of File */
    
```

(2) サンプルプログラムリスト"adc.c"

```

1  /*****
2  * DISCLAIMER
3
4  * This software is supplied by Renesas Technology Corp. and is only
5  * intended for use with Renesas products. No other uses are authorized.
6
7  * This software is owned by Renesas Technology Corp. and is protected under
8  * all applicable laws, including copyright laws.
9
10 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND RENESAS MAKES NO WARRANTIES
11 * REGARDING THIS SOFTWARE, WHETHER EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY,
12 * INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A
13 * PARTICULAR PURPOSE AND NON-INFRINGEMENT. ALL SUCH WARRANTIES ARE EXPRESSLY
14 * DISCLAIMED.
15
16 * TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED NOT PROHIBITED BY LAW, NEITHER RENESAS
17 * TECHNOLOGY CORP. NOR ANY OF ITS AFFILIATED COMPANIES SHALL BE LIABLE
18 * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
19 * FOR ANY REASON RELATED TO THE THIS SOFTWARE, EVEN IF RENESAS OR ITS
20 * AFFILIATES HAVE BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.
21
22 * Renesas reserves the right, without notice, to make changes to this
23 * software and to discontinue the availability of this software.
24 * By using this software, you agree to the additional terms and
25 * conditions found by accessing the following link:
26 * http://www.renesas.com/disclaimer
27 *****/
28 /* Copyright (C) 2009. Renesas Technology Corp., All Rights Reserved. */
29 /*"FILE COMMENT"***** Technical reference data *****/
30 * System Name : SH7730 Sample Program
31 * File Name : adc.c
32 * Abstract : SH7730 ADC 設定例 Sample Program
33 * Version : Ver 1.00
34 * Device : SH7730
35 * Tool-Chain : High-performance Embedded Workshop (Version 4.04.01.001)
36 * : C/C++ Compiler Package for SuperH Family (V.9.02release00)
37 * OS : None
38 * H/W Platform : アルファプロジェクト製 SH-4A ボード 型番 AP-SH4A-1A
39 * Description : SH7730 ADC 設定例のサンプルプログラムです。
40 * :
41 * Operation :
42 * Limitation :
43 * :
44 *****/
45 * History : 15.JUNE.2009 Ver. 1.00 First Release
46 /*"FILE COMMENT END"*****
47
48 #include <machine.h>
49 #include "iodefine.h"
50 #include "adc.h"
51
52 /* A/D 変換終了フラグ */
53 unsigned longg_ad_chk_end;
54
55 /* A/D 変換結果情報(g_ad_result[]) */
56 unsigned short g_ad_result[D_ADC_AN_MAX];
57
58 /* 内部関数宣言 */
59 static unsigned short adc_get_ADDR(T_ADC_AN i_an);
60
61 /*"FUNC COMMENT"*****
    
```

```

62 * ID :
63 * Outline : ADC スキャンモード初期化处理
64 * Include :
65 * Declaration : void adc_init_scan(void)
66 * :
67 * Description : チャンネル AN0 ~ AN2 をスキャンモードで
68 * : 初期化します。
69 * :
70 * : 本応用例では以下のように使用します。
71 * : ・A/D 変換の終了による割り込みを選択
72 * : ・外部トリガ入力による A/D 変換の開始を禁止
73 * : ・変換時間=285 ステート (最大値)
74 * : ・チャンネルセレクト AN0 ~ AN2
75 * :
76 * Argument : none
77 * Return Value : none
78 * Calling Functions :
79 * "FUNC COMMENT END" "*****"/
80 void adc_init_scan(void)
81 {
82     unsigned long    dummy;
83
84     /* ==== モジュールストップレジスタ 2 の設定 ==== */
85     LOWP.MSTPCR2 &= ~0x08000000;
86
87     dummy = LOWP.MSTPCR2;          /* 設定反映確認のためダミリード */
88
89     /* ==== ポート L コントロールレジスタ (PLCR) 設定 ==== */
90     PFC.PLCR.BIT.PL6MD = 0;        /* その他の機能選択 (AN0) */
91     PFC.PLCR.BIT.PL7MD = 0;        /* その他の機能選択 (AN1) */
92
93     /* ==== ポート M コントロールレジスタ (PMCR) 設定 ==== */
94     PFC.PMCR.BIT.PM0MD = 0;        /* その他の機能選択 (AN2) */
95
96     /* ==== A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR) 設定 ==== */
97     ADC.ADCSR.WORD &= 0x0000;     /* A/D 変換停止、割り込み禁止、A/D エンドフラグクリア */
98
99     /* ==== 割り込み関連設定 ==== */
100    /* 割り込み優先レベル設定レジスタ E 設定 (ADC 有効) */
101    INTC0.IPRE &= 0xffff0;
102    INTC0.IPRE |= 0x0001;          /* 優先レベル 1 設定 */
103
104    /* 割り込みマスククリアレジスタ */
105    INTC0.IMCR2 = 0x10;
106
107    /* ADCSR の初期化 */
108    ADC.ADCSR.WORD = 0x0072;       /* 以下のように初期化します。 */
109    /*
110        bit15      : ADF      : 0----- A/D エンドフラグクリア
111        bit14      : ADIE     : 0----- 割り込み (ADI) 要求を禁止 (adc_start() で有効に設定)
112        bit13      : ADST     : 0----- A/D 変換を停止 (adc_start() で開始に設定)
113        bit12      : DMASL    : 0----- A/D 変換の終了による割り込みを選択
114        bit11-10   : TRGE     : B'00----- 外部トリガ入力による A/D 変換の開始を禁止
115        bit9-8     : reserve   : B'00----- リザーブビット
116        bit7-6     : CKS      : B'01----- 変換時間=285 ステート (最大値)
117        bit5-4     : MULTI    : B'11----- スキャンモード
118        bit3       : reserve   : 0----- リザーブビット
119        bit2-0     : CH       : B'010---- AN0 ~ AN2
120    */
121
122 }
123
124 /* "FUNC COMMENT" "*****"

```

```

125 * ID          :
126 * Outline    : ADC 開始処理
127 * Include    :
128 * Declaration : void adc_start(void)
129 *           :
130 * Description : 割り込みを有効にし A/D 変換を開始します。
131 *           :
132 * Argument   : none
133 * Return Value : none
134 * Calling Functions :
135 * "FUNC COMMENT END" "*****"/
136 void adc_start(void)
137 {
138     /* ==== A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR) 設定 ==== */
139     ADC.ADCSR.WORD &= ~0xE000; /* A/D エンドフラグクリア、割り込み禁止、A/D 変換停止 */
140
141     ADC.ADCSR.WORD |= 0x6000; /* 割り込み許可、A/D 変換開始 */
142
143 }
144
145 /* "FUNC COMMENT" "*****"/
146 * ID          :
147 * Outline    : ADC 停止処理
148 * Include    :
149 * Declaration : void adc_stop(void)
150 *           :
151 * Description : A/D 変換を停止します。
152 *           :
153 * Argument   : none
154 * Return Value : none
155 * Calling Functions :
156 * "FUNC COMMENT END" "*****"/
157 void adc_stop(void)
158 {
159     unsigned long dummy;
160
161     /* ==== A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR) 設定 ==== */
162     ADC.ADCSR.WORD &= ~0xE000; /* A/D エンドフラグクリア、割り込み禁止、A/D 変換停止 */
163
164     /* ==== モジュールストップレジスタ 2 の設定 ==== */
165     LOWP.MSTPCR2 |= 0x08000000; /* モジュールスタンバイ状態 */
166
167     dummy = LOWP.MSTPCR2; /* 設定反映確認のためダミーリード */
168
169 }
170
171 /* "FUNC COMMENT" "*****"/
172 * ID          :
173 * Outline    : A/D 変換結果情報設定処理
174 * Include    :
175 * Declaration : void adc_set_ad_result_data(void)
176 *           :
177 * Description : A/D 変換された結果を A/D 変換結果情報 (g_ad_result[])
178 *           : に設定します。
179 *           :
180 *           : 本応用では AN0 ~ AN2 のみの情報を設定します。
181 *           :
182 * Argument   : none
183 * Return Value : none
184 * Calling Functions :
185 * "FUNC COMMENT END" "*****"/
186 void adc_set_ad_result_data(void)
187 {
    
```

```

188     /* AN0 変換結果格納 */
189     g_ad_result[D_ADC_AN0] = adc_get_ADDR(D_ADC_AN0);
190
191     /* AN1 変換結果格納 */
192     g_ad_result[D_ADC_AN1] = adc_get_ADDR(D_ADC_AN1);
193
194     /* AN2 変換結果格納 */
195     g_ad_result[D_ADC_AN2] = adc_get_ADDR(D_ADC_AN2);
196
197 }
198
199 /*"FUNC COMMENT"*****
200 * ID          :
201 * Outline     : A/D 変換結果情報取得処理
202 * Include     :
203 * Declaration : void adc_get_ad_result_data(unsigned short i_size,
204 *              :              unsigned short *o_data)
205 *
206 * Description : A/D 変換結果情報(g_ad_result[])
207 *              : を取得します。
208 *
209 * Limitation  : 本応用では AN0 ~ AN2 のみの情報を取得します。
210 *              : i_size には 6 バイト以上を指定し、
211 *              : *o_data には i_size バイトの領域を指定して下さい。
212 *              : パラメータ違反の場合はデータは取得されません。
213 *
214 * Argument    : unsigned short i_size : A/D 変換結果情報取得サイズ(6 バイト以上)
215 *              : unsigned short *o_data: A/D 変換結果情報
216 *
217 * Return Value : none
218 * Calling Functions :
219 /*"FUNC COMMENT END"*****
220 void adc_get_ad_result_data(unsigned short i_size, unsigned short *o_data)
221 {
222
223     /* パラメータチェック */
224     /* 本応用では AN0 ~ AN2 のみの情報を取得します。
225        (unsigned short(2 バイト) × チャンネル数(3))
226     */
227     if(i_size < 6)
228     {
229         return;
230     }
231
232     /* A/D 変換結果情報取得 */
233     memcpy(o_data, g_ad_result, i_size);
234
235 }
236
237 /*"FUNC COMMENT"*****
238 * ID          :
239 * Outline     : A/D 変換結果取得処理
240 * Include     :
241 * Declaration : unsigned short adc_get_ADDR(T_ADC_AN i_an)
242 *
243 * Description : AN0_A/D 変換結果(ADDRn)を取得します。
244 *              : 6 ビット右シフトした値を返します。
245 *
246 * Limitation  : パラメータに D_ADC_AN0 ~ 3 以外の値を指定すると
247 *              : 0 を返します。
248 *
249 * Argument    : T_ADC_AN i_an : アナログ入力チャンネル(D_ADC_AN0 ~ 3)
250 * Return Value : unsigned short: AN0_A/D 変換結果(ADDRn)
    
```

```

251 * Calling Functions      :
252 *"FUNC COMMENT END"*****/
253 static unsigned short adc_get_ADDR(T_ADC_AN i_an)
254 {
255     unsigned short  result = 0;
256
257     /* アナログ入力チャネルにより場合わけ */
258     switch(i_an)
259     {
260         case D_ADC_AN0:
261             result = ADC.ADDRA;
262             break;
263
264         case D_ADC_AN1:
265             result = ADC.ADDRB;
266             break;
267
268         case D_ADC_AN2:
269             result = ADC.ADDRC;
270             break;
271
272         case D_ADC_AN3:
273             result = ADC.ADDRD;
274             break;
275
276         default:
277             break;
278     }
279
280     /* 6ビットシフト */
281     result = result >> 6;
282
283     return result;
284
285 }
286
287 /*"FUNC COMMENT"*****
288 * ID          :
289 * Outline     : A/D 変換終了フラグ設定処理
290 * Include     :
291 * Declaration : void adc_set_endchk_flg(unsigned long i_flg)
292 *
293 * Description : A/D 変換終了フラグを設定します。
294 *
295 * Argument    : unsigned long i_flg: A/D 変換終了フラグ
296 * Return Value : none
297 * Calling Functions :
298 *"FUNC COMMENT END"*****/
299 void adc_set_endchk_flg(unsigned long i_flg)
300 {
301     g_ad_chk_end = i_flg;
302 }
303
304 /*"FUNC COMMENT"*****
305 * ID          :
306 * Outline     : A/D 変換終了フラグ取得処理
307 * Include     :
308 * Declaration : unsigned long adc_get_endchk_flg(void)
309 *
310 * Description : A/D 変換終了フラグを取得します。
311 *
312 * Argument    : none
313 * Return Value : unsigned long i_flg: A/D 変換終了フラグ
    
```

```
314 * Calling Functions      :
315 *"FUNC COMMENT END"*****/
316 unsigned long adc_get_endchk_flg(void)
317 {
318     return g_ad_chk_end;
319 }
320
321 /* End of File */
```


(3) サンプルプログラムリスト"intprg.c"

A/D 変換の終了による割り込みで実行する処理を定義します。

```

1  /*
2  以下の INTC_RESPONSEWAIT は、周辺モジュールの優先順位判定時間待ち用の値です。
3  int_responstime_wait()にパラメータ指定して使用ください。
4  int_responstime_wait()については、common.src を参照ください。
5
6  周辺モジュールの優先順位判定時間は、5Pcyc となります。
7  int_responstime_wait()では、Icyc を 3cyc 実行する処理を、指定されたパラメータの回数
8  実行することで wait 処理を行います。
9
10 int_responstime_wait()のパラメータ指定値計算
11 H'0E >= (1/Pcyc*5cyc)/(1/Icyc*3cyc)
12 念のため1回多く実行します。
13
14 注)
15 I =266.66MHz、P =33.33MHz 動作時の設定となっています。
16 これらを変更する場合はこちらの設定値も見直してください。
17 */
18 #define INTC_RESPONSEWAIT (0x0000000E)
19
20
21 ...途中省略...
22
23 /* H'980 ADC ADI */
24 void INT_ADC_ADI(void)
25 {
26     unsigned short    dummy;
27
28     /* ==== 割り込み要因をクリアする ==== */
29     ADC.ADCSR.BIT.ADF = 0;
30
31     /* A/D 変換結果情報設定処理 */
32     adc_set_ad_result_data();
33
34     /* A/D 変換終了ソフトフラグを終了にセットする */
35     adc_set_endchk_flg(D_ADC_END);
36
37     /* 更新したはずの割り込み要因による割り込みの受け付けを避ける対応 */
38     dummy = ADC.ADCSR.WORD;
39     int_responstime_wait(INTC_RESPONSEWAIT); /* 優先順位判定時間分待ち */
40 }
41
42 ...途中省略...
    
```

(4) サンプルプログラムリスト"vecttbl.src"

A/D 変換の終了による割り込み実行時の割り込み優先度を設定しています。

A/D 変換の終了による割り込みの優先度を 1 に設定しているため ,A/D 変換の終了による割り込み中に新たな A/D 変換の終了による割り込みが発生しないように優先度に 1 を設定しています。

```

1  ...途中省略...
2
3  ;ADC
4          ;H'980      ADC ADI
5          .data.b    H'10
6
7  ...途中省略...
```

(5) サンプルプログラムリスト"adc.h"

```

1  /*****
2  * DISCLAIMER
3
4  * This software is supplied by Renesas Technology Corp. and is only
5  * intended for use with Renesas products. No other uses are authorized.
6
7  * This software is owned by Renesas Technology Corp. and is protected under
8  * all applicable laws, including copyright laws.
9
10 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND RENESAS MAKES NO WARRANTIES
11 * REGARDING THIS SOFTWARE, WHETHER EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY,
12 * INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A
13 * PARTICULAR PURPOSE AND NON-INFRINGEMENT. ALL SUCH WARRANTIES ARE EXPRESSLY
14 * DISCLAIMED.
15
16 * TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED NOT PROHIBITED BY LAW, NEITHER RENESAS
17 * TECHNOLOGY CORP. NOR ANY OF ITS AFFILIATED COMPANIES SHALL BE LIABLE
18 * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
19 * FOR ANY REASON RELATED TO THE THIS SOFTWARE, EVEN IF RENESAS OR ITS
20 * AFFILIATES HAVE BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.
21
22 * Renesas reserves the right, without notice, to make changes to this
23 * software and to discontinue the availability of this software.
24 * By using this software, you agree to the additional terms and
25 * conditions found by accessing the following link:
26 * http://www.renesas.com/disclaimer
27 *****/
28 /* Copyright (C) 2009. Renesas Technology Corp., All Rights Reserved. */
29 /*"FILE COMMENT"***** Technical reference data *****/
30 * System Name : SH7730 Sample Program
31 * File Name : adc.h
32 * Abstract : SH7730 ADC 設定例 Sample Program
33 * Version : Ver 1.00
34 * Device : SH7730
35 * Tool-Chain : High-performance Embedded Workshop (Version 4.04.01.001)
36 * : C/C++ Compiler Package for SuperH Family (V.9.02release00)
37 * OS : None
38 * H/W Platform : アルファプロジェクト製 SH-4A ボード 型番 AP-SH4A-1A
39 * Description : SH7730 ADC 設定例のサンプルプログラムです。
40 * :
41 * Operation :
42 * Limitation :
43 * :
44 *****/
45 * History : 15.JUNE.2009 Ver. 1.00 First Release
46 /*"FILE COMMENT END"*****
47
48 #include <stdio.h>
49
50 /* AD 変換完了フラグ */
51 typedef enum
52 {
53     D_ADC_INIT = 0, /* A/D 変換中、A/D 未動作 */
54     D_ADC_END, /* A/D 変換完了 */
55 };
56
57 /* アナログ入力チャネル */
58 typedef enum
59 {
60     D_ADC_AN0 = 0, /* AN0 */
61     D_ADC_AN1, /* AN1 */

```

```

62     D_ADC_AN2,           /* AN2 */
63     D_ADC_AN3,           /* AN3 */
64     D_ADC_AN_MAX        /* ここ以下に定義しないでください */
65 } T_ADC_AN;
66
67
68 /* ==== 関数宣言 ==== */
69 void adc_init_scan(void);
70 void adc_start(void);
71 void adc_stop(void);
72 void adc_set_endchk_flg(unsigned long i_flg);
73 unsigned long adc_get_endchk_flg(void);
74 void adc_get_ad_result_data(unsigned short i_size, unsigned short *o_data);
75 void adc_set_ad_result_data(void);
76
77 /* End of File */
    
```

5. 実行結果

上記サンプルプログラムで、AN0 端子に 2.0V 以上、AN1 端子に 0V、AN2 端子に 3.3V を入力後に、A/D 変換した結果が、ADDRA* ≥ 0x026D、ADDRB* = 0x0000、ADDRC* = 0x03FF であることから正しく A/D 変換できていることが確認できます。

【注】 *ADDRA, ADDR B, ADDR C は 6 ビット右シフトした値です。

また、図 9 のように、A/D 変換結果情報 (g_ad_result[]) を High-performance Embedded Workshop で出力しても正しく A/D 変換できていることが確認できます。

Name	Value	Type
g_ad_result	{ 0C000000 }	(unsigned ...
g_ad_result[0]	H'026d { 0C000...	(unsigned ...
g_ad_result[1]	H'0000 { 0C000...	(unsigned ...
g_ad_result[2]	H'03ff { 0C000...	(unsigned ...
g_ad_result[3]	H'0000 { 0C000...	(unsigned ...

図 9 A/D 変換結果情報 (g_ad_result[]) 表示

【参考】

- g_ad_result[0] AN0 の A/D 変換結果格納
- g_ad_result[1] AN1 の A/D 変換結果格納
- g_ad_result[2] AN2 の A/D 変換結果格納

6. 参考ドキュメント

- ソフトウェアマニュアル
SH-4A ソフトウェアマニュアル (RJJ09B0090)
(最新版をルネサス テクノロジホームページから入手してください。)
- ハードウェアマニュアル
SH7730 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0339)
(最新版をルネサス テクノロジホームページから入手してください。)

ホームページとサポート窓口

ルネサス テクノロジホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

csc@renesas.com

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2010.03.17	—	初版発行

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。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様に用途に応じた適切な弊社製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について弊社または第三者の知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例など全ての情報の使用に起因する損害、第三者の知的財産権その他の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
3. 本資料に記載の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、あるいはその他軍事事務の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替および外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
4. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は本資料に記載した製品または仕様等を予告なしに変更することがあります。弊社の半導体製品のご購入およびご使用に当たりましては、事前に弊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、弊社ホームページ (<http://www.renesas.com>) などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
5. 本資料に記載した情報は、正確を期すため慎重に制作したのですが、万一本資料の記述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、弊社はその責任を負いません。
6. 本資料に記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を流用する場合は、流用する情報を単独で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。弊社は、適用可否に対する責任を負いません。
7. 本資料に記載された製品は、各種安全装置や運輸・交通用、医療用、燃焼制御用、航空宇宙用、原子力、海底中継用の機器・システムなど、その故障や誤動作が直接人命を脅かしあるいは人体に危害を及ぼすおそれのあるような機器・システムや特に高度な品質・信頼性が要求される機器・システムでの使用を意図して設計、製造されたものではありません（弊社が自動車用と指定する製品を自動車に使用する場合を除きます）。これらの用途に利用されることをご検討の際には、必ず事前に弊社営業窓口へご照会ください。なお、上記用途に使用されたことにより発生した損害等について弊社はその責任を負いかねますのでご了承願います。
8. 第7項にかかわらず、本資料に記載された製品は、下記の用途には使用しないでください。これらの用途に使用されたことにより発生した損害等につきましては、弊社は一切の責任を負いません。
 - 1) 生命維持装置。
 - 2) 人体に埋め込み使用するもの。
 - 3) 治療行為（患部切り出し、薬剤投与等）を行うもの。
 - 4) その他、直接人命に影響を与えるもの。
9. 本資料に記載された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、実装条件およびその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用ください。弊社保証値を越えて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、弊社はその責任を負いません。
10. 弊社は製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、特に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。弊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、誤動作防止設計などの安全設計（含むハードウェアおよびソフトウェア）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。
 - 1 1. 本資料に記載の製品は、これを搭載した製品から剥がれた場合、幼児が口に入れて誤飲する等の事故の危険性があります。お客様の製品への実装後に容易に本製品が剥がれることがなきよう、お客様の責任において十分な安全設計をお願いします。お客様の製品から剥がれた場合の事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
 - 1 2. 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断りいたします。
 - 1 3. 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弊社営業窓口までご照会ください。

D039444