
SH7670グループ

R01AN0300JJ0101

Rev. 1.01

2010.10.15

キャッシュ設定例

要旨

本アプリケーションノートでは、SH7670/SH7671/SH7672/SH7673のキャッシュ機能の設定例を説明しています。

動作確認デバイス

SH7670

目次

1. はじめに.....	2
2. 応用例の説明.....	3
3. 参考プログラムリスト.....	8
4. 参考ドキュメント.....	12

1. はじめに

1.1 仕様

- キャッシュを命令およびオペランドキャッシュ有効、ライトバックモードに設定します。

1.2 使用機能

- バスステートコントローラ (BSC)
- キャッシュ

1.3 適用条件

マイコン	SH7670/SH7671/SH7672/SH7673 (R5S76700/R5S76710/R5S76720/R5S76730)
動作周波数	内部クロック : 200 MHz バスクロック : 66.67 MHz 周辺クロック : 33.33MHz
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 High-performance Embedded Workshop Ver.4.03.00
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.9.01 Release01
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 -fpu=single -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)

1.4 関連アプリケーションノート

本アプリケーションノートに関連するアプリケーションノートを以下に示します。合わせて参照してください。

- SH7670 グループ 初期設定例

2. 応用例の説明

本応用例では命令およびオペランドキャッシュを使用します。

2.1 使用機能の動作概要

命令／オペランドキャッシュが有効のとき（CCR1 レジスタの ICE ビットまたは OCE ビットが 1 の場合）、キャッシング可能領域の命令／データにアクセスすると、キャッシュが検索され、目的の命令／データがキャッシュに存在するか調べます。キャッシュの検索は以下の手順で行われます。

1. CPU からメモリへのアクセスアドレスのビット 10～4 でエントリを選択し、そのエントリのタグアドレスを読み出します。このときタグアドレスの上位 3 ビットは常に 0 です。
2. メモリへのアクセスアドレスのビット 31～11 と、読み出したエントリのタグアドレスを比較します。アドレスの比較は 4 ウェイとも行います。
3. 比較の結果、タグアドレスが一致しており、かつエントリが有効な場合（V=1）に、キャッシュヒットとなります。それ以外はキャッシュミスとなります。
4. キャッシュヒットの場合は、アクセスアドレスのビット 3,2 に該当するデータアレイ内のロングワード（LW）データに対し読み出したり書き込みを行います。

表1 キャッシュの概略

項目	概要
容量	命令キャッシュ：8K バイト オペラントキャッシュ：8K バイト
構成	命令／データ分離、4 ウェイセットアソシアティブ
ロック機能	ウェイ 2、ウェイ 3 はロック可能（オペラントキャッシュのみ）
ラインサイズ	16 バイト
エントリ数	128 エントリ
ライト方式	ライトバック方式とライトスルー方式より選択可能
置換方式	LRU 置換アルゴリズム

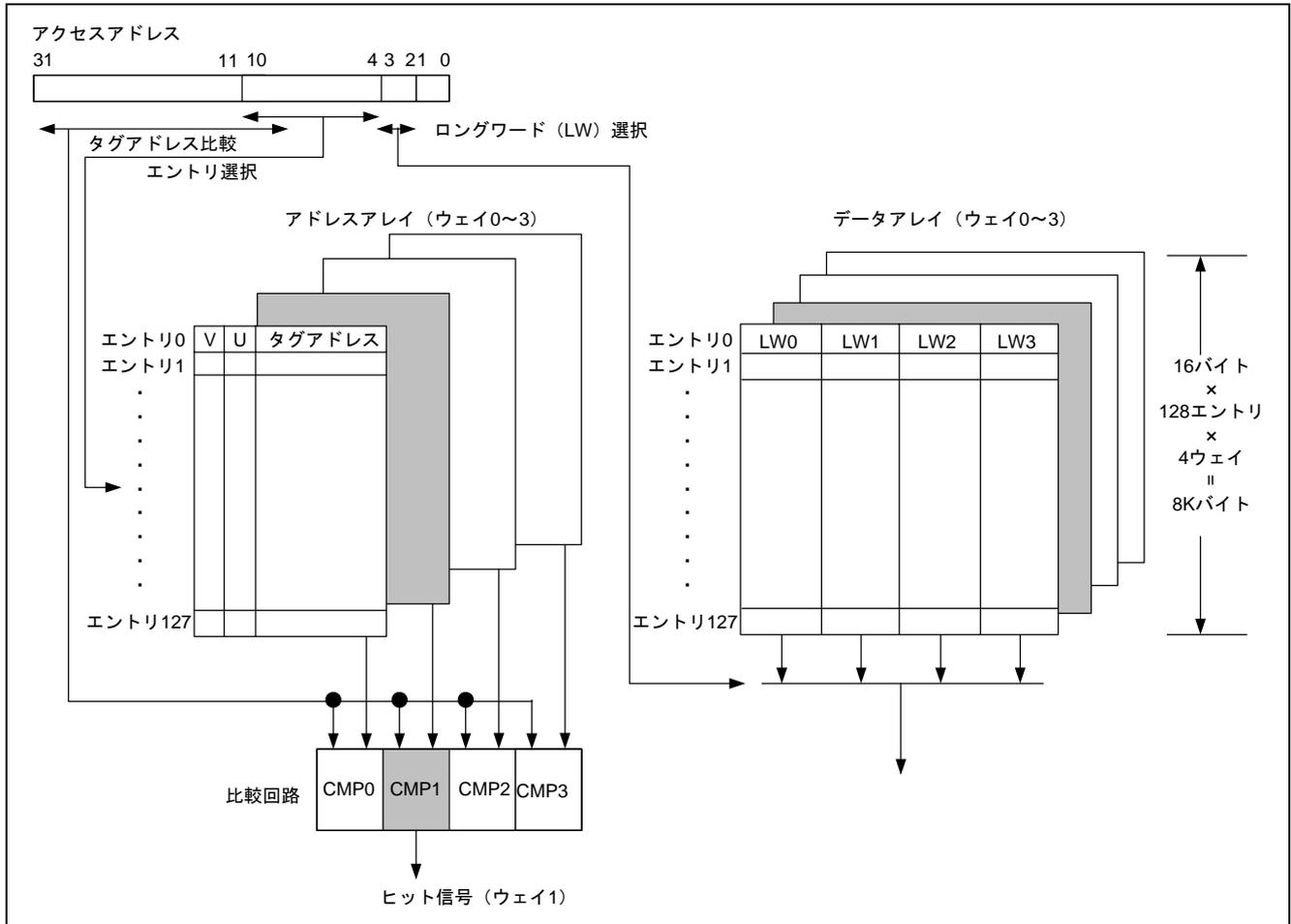


図1 キャッシュ検索の概念図

2.2 使用機能の設定手順

キャッシュの設定手順について説明します。

キャッシュの設定は、キャッシュ制御レジスタ 1 (CCR1) にて行います。CCR1 レジスタを操作するプログラムはキャッシュ無効空間に配置し、CCR1 の内容を読み出した後にキャッシュ有効空間をアクセスする必要があります。

本応用例では、キャッシュモード更新中に有効空間をアクセスする割り込み処理を受け付けないように、割り込みマスクを変更します。

図 2 に命令キャッシュおよびオペランドキャッシュを有効にする場合の設定フロー例を示します。

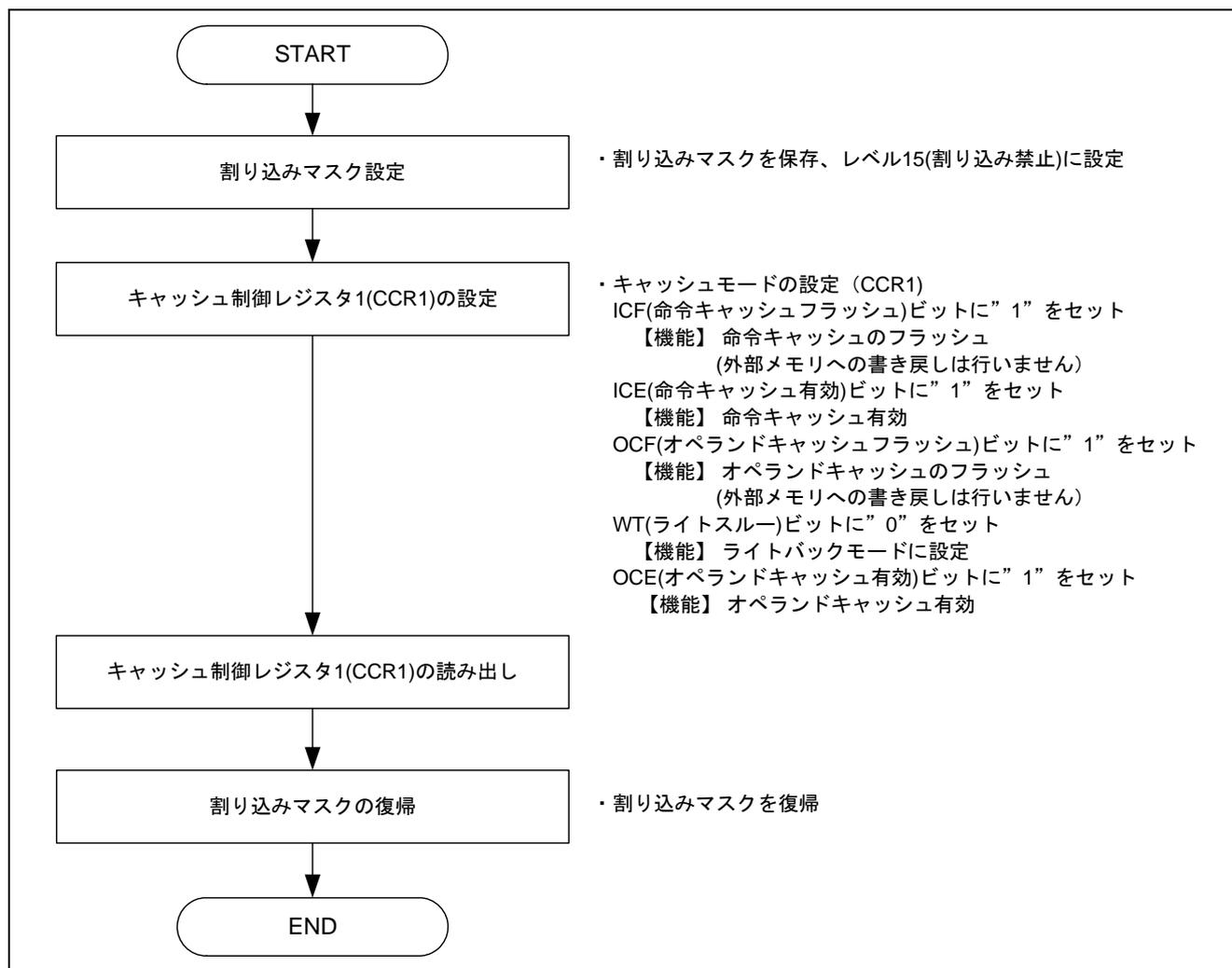


図2 キャッシュ設定フロー例

2.3 参考プログラムの動作

参考プログラムでは、命令およびオペランドキャッシュを有効にして、ライトバックモードで外部メモリ (SDRAM) に対し1ライン分 (16バイト) 書き込みを行います。ライトバックモードは、キャッシュにライトされるため、リプレースされるまでは外部メモリ (SDRAM) には反映されません。フィルの実行後、キャッシュ無効空間から外部メモリ (SDRAM) を読み出し、キャッシュの値と比較します。

なお、キャッシュ操作関数は、キャッシュ無効空間に配置するためにセクション名を変更しています。

2.4 参考プログラムの処理手順

表2に参考プログラムでのキャッシュ設定を示します。図3に参考プログラムの処理フローを示します。

表2 キャッシュの設定

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
キャッシュ制御レジスタ1 (CCR1)	H'FFFC 1000	H'0000 0109	<ul style="list-style-type: none"> ・ ICE="1" : 命令キャッシュ有効 ・ OCF="1" : オペランドキャッシュフラッシュ ・ WT="0" : ライトバックモード ・ OCE="1" : オペランドキャッシュ有効

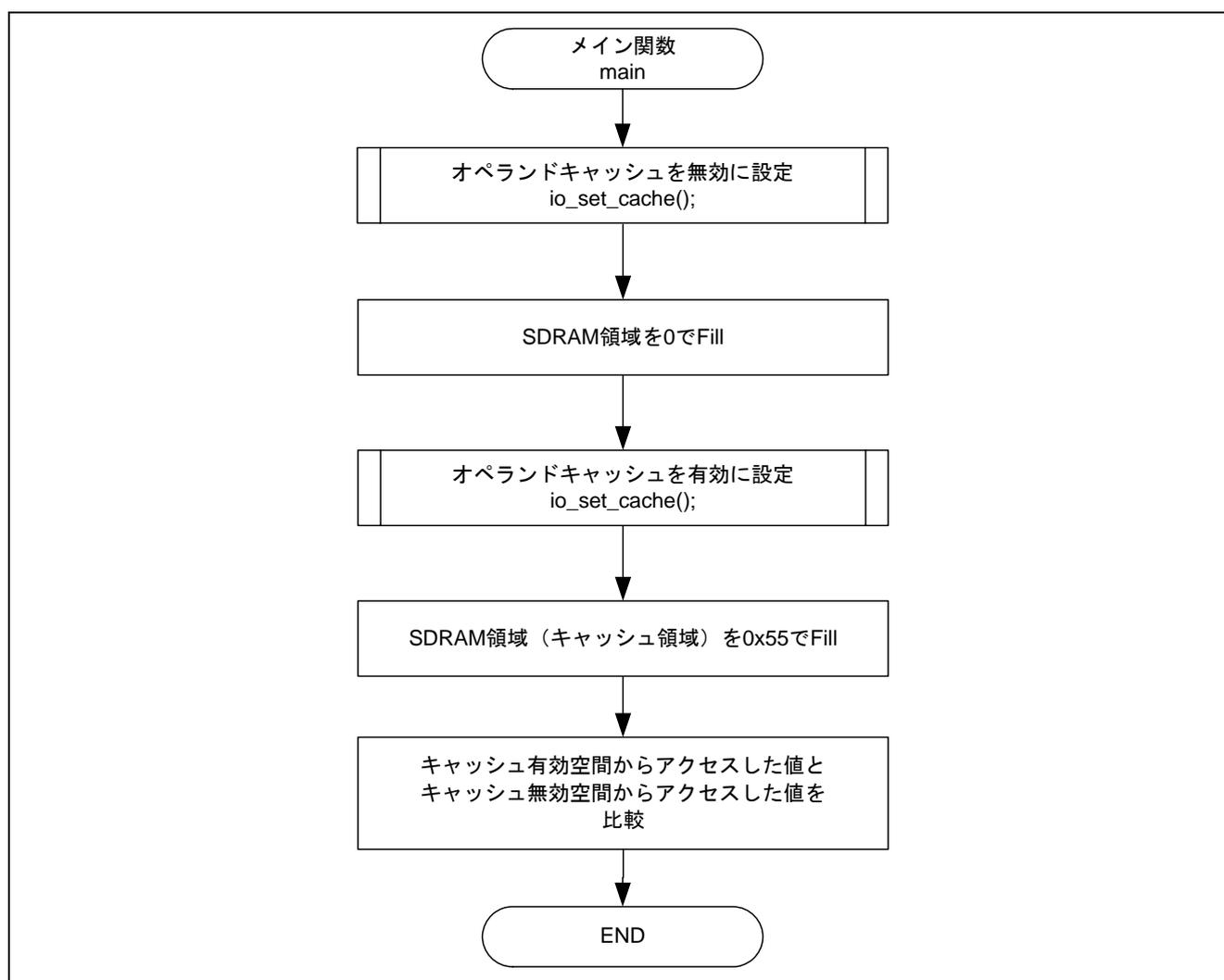


図3 メイン関数の処理フロー

2.5 参考プログラムでのセクション配置

キャッシュ操作関数はキャッシュ無効空間に配置する必要があります。

参考プログラムでは、コンパイラ拡張機能 `#pragma section` を使用して、キャッシュ制御レジスタの操作を行う関数 (`io_set_cache` 関数) を、他のプログラムとは別のセクション (PCACHE セクション) にしています。PCACHE セクションはキャッシュ無効空間に配置して、通常のプログラムセクション (P セクション) はキャッシュ有効空間に配置されるように、リンカージェディタのオプション指定を行います。

図4に参考プログラムにおけるメモリマップを示します。

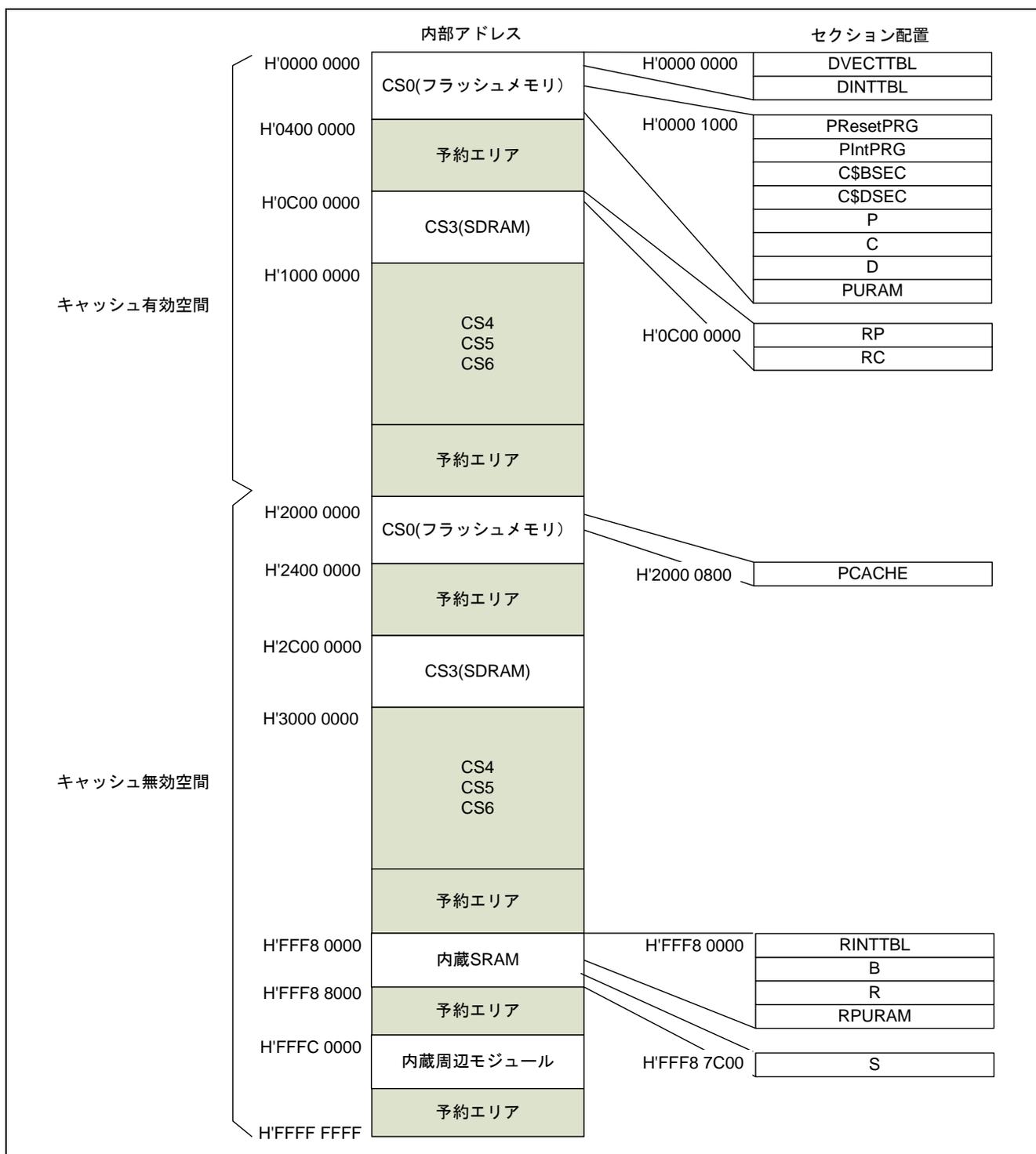


図4 参考プログラムのメモリマップ

3. 参考プログラムリスト

3.1 サンプルプログラムリスト"main.c" (1)

```
1      /*****
2      *   DISCLAIMER
3      *
4      *   This software is supplied by Renesas Electronics Corporation and is only
5      *   intended for use with Renesas products. No other uses are authorized.
6      *
7      *   This software is owned by Renesas Electronics Corporation 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     *   ELECTRONICS CORPORATION 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 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) 2007(2010) Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.
29     * "FILE COMMENT" ***** Technical reference data *****
30     * System Name : SH7671 Sample Program
31     * File Name   : main.c
32     * Abstract    : キャッシュ設定例
33     * Version     : 1.01.03
34     * Device      : SH7671
35     * Tool-Chain  : High-performance Embedded Workshop (Ver.4.03.00).
36     *              : C/C++ compiler package for the SuperH RISC engine family
37     *              :                      (Ver.9.01 Release01).
38     * OS          : None
39     * H/W Platform: M3A-HS71(CPU board)
40     * Description :
41     *****/
42     * History     : Jul.05,2007 ver.1.00.00
43     *              : Jul.09,2007 ver.1.01.00 セクション配置変更
44     *              : Jan.17,2008 ver.1.01.01 コメント変更
45     *              : Feb.28,2008 ver.1.01.02 マクロ名変更
46     *              : May 10,2010 ver.1.01.03 Changed the company name and device name
47     * "FILE COMMENT END" *****/
```

3.2 サンプルプログラムリスト"main.c" (2)

```
48  #include <machine.h>
49  #include "iodefine.h" /* High-performance Embedded Workshop により自動生成 */
50  #include "defs.h"
51
52  /* ==== プロトタイプ宣言 ==== */
53  void main(void);
54
55  /* ==== マクロ定義 ==== */
56  #define SDRAM_ADDR_CACHABLE      (volatile unsigned char *) (0x0C100000)
57  #define SDRAM_ADDR_NON_CACHABLE (volatile unsigned char *) (0x2C100000)
58
59  /*"FUNC COMMENT"*****
60  * ID          :
61  * Outline     : メイン関数
62  *-----
63  * Include     : "iodefine.h"
64  *-----
65  * Declaration : void main(void);
66  *-----
67  * Description : キャッシュメモリを有効/無効にするサンプルです。
68  *             : SDRAMをキャッシュOFFで初期化した後、キャッシュONでフィルシ、
69  *             : キャッシュ無効空間との比較を行います。
70  *             : 制御対象はオペランドキャッシュです。
71  *-----
72  * Argument    : void
73  *-----
74  * Return Value : void
75  *-----
76  * Note        : 本サンプルプログラムではキャッシュをフラッシュしているため、
77  *             : 初期化プログラムでキャッシュを有効にしている場合、キャッシュの
78  *             : 内容が無効化されます。
79  *"FUNC COMMENT END"*****
```

3.3 サンプルプログラムリスト"main.c" (2)

```
80 void main(void)
81 {
82     int i;
83     unsigned char *ptr1, *ptr2;
84
85     /* ==== オペランドキャッシュを無効化 ==== */
86     io_set_cache( 0x00000108 ); /* 命令キャッシュ有効          *
87                                *オペランドキャッシュフラッシュ*
88                                * ライトバックモード          *
89                                * オペランドキャッシュ無効      */
90     /* ---- SDRAM の初期化 ---- */
91     ptr1 = SDRAM_ADDR_CACHABLE; /* キャッシュ有効空間      */
92     for(i=0; i<16; i++){       /* キャッシュ無効のため実メモリ*/
93         *ptr1++ = 0;           /* ヘライトされる          */
94     }
95     /* ==== オペランドキャッシュを有効化 ==== */
96     io_set_cache( 0x00000109 ); /* 命令キャッシュ有効          *
97                                *オペランドキャッシュフラッシュ*
98                                * ライトバックモード          *
99                                * オペランドキャッシュ有効      */
100    /* ---- SDRAM のフィル ---- */
101    ptr1 = SDRAM_ADDR_CACHABLE; /* キャッシュ有効空間      */
102    for(i=0; i<16; i++){       /* ライトバックモードのため */
103        *ptr1++ = 0x55;       /* キャッシュのみライトされる */
104    }
105    /* ==== キャッシュ有効空間とキャッシュ無効空間の比較 ==== */
106    ptr1 = SDRAM_ADDR_CACHABLE; /* キャッシュ有効空間      */
107    ptr2 = SDRAM_ADDR_NON_CACHABLE; /* キャッシュ無効空間      */
108
109    for(i=0; i<16; i++){
110        if(*ptr1++ == *ptr2++ ){
111            while(1){
112                /* キャッシュ設定ミス */
113            }
114        }
115    }
116    while(1){
117        /* Program end */
118    }
119 }
```

3.4 サンプルプログラムリスト"main.c" (3)

```
120
121 #pragma section CACHE /* 非キャッシュ領域に配置します */
122 /*"FUNC COMMENT"*****
123 * ID :
124 * Outline : キャッシュの設定
125 *-----
126 * Include : "iodefine.h", <machine.h>
127 *-----
128 * Declaration : int io_set_cache(unsigned int mode);
129 *-----
130 * Description : mode で指定したモードにキャッシュを設定します。
131 *-----
132 * Argument : unsigned int mode ; I : キャッシュ制御レジスタ 1 への設定値
133 *-----
134 * Return Value : 0 : 正常終了
135 *-----
136 * Note : この関数は CS0 領域の非キャッシュ領域に配置してください。
137 * : キャッシュ操作中は割り込みを禁止しています。
138 *"FUNC COMMENT END"*****
139 int io_set_cache(unsigned int mode)
140 {
141     int mask;
142
143     mask = get_imask(); /* ↓↓↓ 割り込み禁止 ↓↓↓ */
144     set_imask(15);
145
146     /* ==== キャッシュレジスタの設定 ==== */
147     CCNT.CCR1.LONG = mode;
148
149     set_imask(mask); /* ↑↑↑ 割り込み禁止 ↑↑↑ */
150
151     return 0;
152 }
153 /* End of file */
154
```

4. 参考ドキュメント

- ソフトウェアマニュアル
SH-2A/SH-2A-FPU ソフトウェアマニュアル Rev3.00
(最新版をルネサス エレクトロニクス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
SH7670 グループ ハードウェアマニュアル Rev.2.00
(最新版をルネサス エレクトロニクス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 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/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。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2008.02.28	—	初版発行
1.01	2010.10.15	—	フォーマット変更 参考プログラムの修正（AC 特性切り替え処理を削除）

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っていると、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きを行ってください。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。



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>