

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、誤りが無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。

H8S ファミリ

8 ビット PWM 機能の応用

要旨

この資料は H8S/2100 シリーズの 8 ビット PWM 機能を応用し、D/A として使用する場合の使用例を掲載しています。

動作確認デバイス

H8S/2114
H8S/2111B
H8S/2140B
H8S/2141B
H8S/2160B
H8S/2161B
H8S/2145B
H8S/2189
H8S/2168
H8S/2148
H8S/2138
H8S/2128

目次

1. 仕様	2
2. 適用条件	4
3. 使用機能説明	5
4. 動作説明	7
5. ソフトウェア説明	8
6. フローチャート説明	11
7. プログラムリスト	12

1. 仕様

- 図 1 に示すように、8 ビット PWM 機能は、PW_i (i = 8 ~ 15) 端子から出力を行ないます。その信号をローパスフィルタ (RC 回路) を通過させることにより、アナログ出力 (D/A 出力) を生成します。本タスクでは、PW8 端子による PWM 出力を行なっています。
- 10 MHz で動作時、内部クロック周波数は、 ϕ , $\phi/2$, $\phi/4$, $\phi/8$, $\phi/16$ の設定が可能です。本タスクでは、内部クロック周波数を $\phi/16$ としています。表 1 を参照ください。
- 本タスクではデューティを $0/16 \sim 15/16$ とした時、アナログ出力を測定しています。デューティとアナログ出力の関係を表 2 に示します。

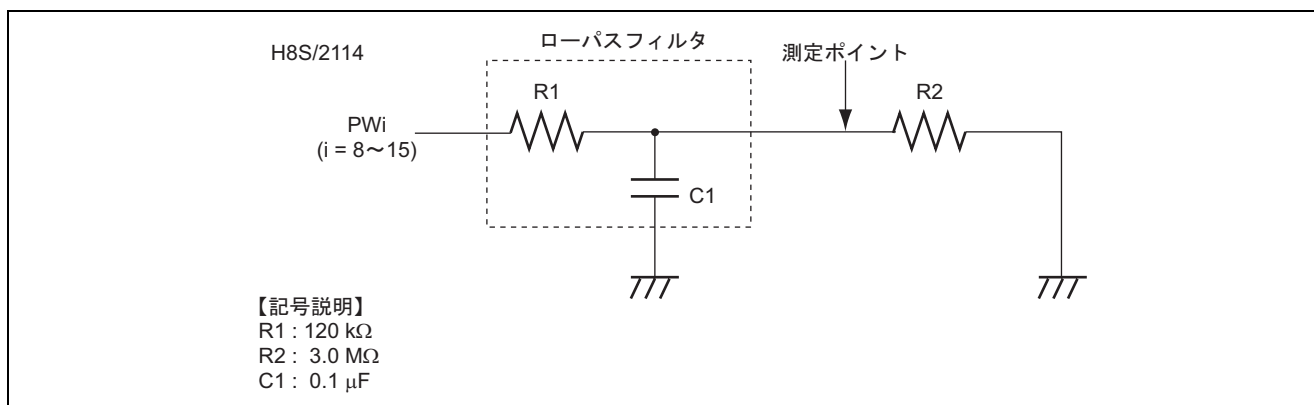


図 1 D/A として使用する場合の回路例

表 1 $\phi = 10$ MHz 時の分解能, PWM 変換周期, キャリア周波数

内部クロック	分解能	PWM 基本周期	PWM 変換周期
ϕ	100 ns	25.6 μ s	625 kHz
$\phi/2$	200 ns	51.2 μ s	312.5 kHz
$\phi/4$	400 ns	102.4 μ s	156.3 kHz
$\phi/8$	800 ns	204.8 μ s	78.1 kHz
$\phi/16$	1600 ns	409.6 μ s	39.1 kHz

表 2 デューティとアナログ出力の関係

No.	デューティ比	PWDR 設定値	アナログ出力 [V]		
			理論値 ^{*1}	(1) ^{*2}	(2) ^{*2}
1	0/16 (付加パルスなし)	H'00	0.00	0.01	0.01
2	1/16 (付加パルスなし)	H'10	0.21	0.20	0.23
3	2/16 (付加パルスなし)	H'20	0.41	0.38	0.42
4	3/16 (付加パルスなし)	H'30	0.62	0.57	0.63
5	4/16 (付加パルスなし)	H'40	0.83	0.78	0.82
6	5/16 (付加パルスなし)	H'50	1.03	0.96	1.04
7	6/16 (付加パルスなし)	H'60	1.24	1.17	1.23
8	7/16 (付加パルスなし)	H'70	1.44	1.35	1.45
9	8/16 (付加パルスなし)	H'80	1.65	1.54	1.63
10	9/16 (付加パルスなし)	H'90	1.86	1.73	1.84
11	10/16 (付加パルスなし)	H'A0	2.06	1.95	2.04
12	11/16 (付加パルスなし)	H'B0	2.27	2.12	2.24
13	12/16 (付加パルスなし)	H'C0	2.48	2.32	2.45
14	13/16 (付加パルスなし)	H'D0	2.68	2.53	2.67
15	14/16 (付加パルスなし)	H'E0	2.89	2.73	2.85
16	15/16 (付加パルスなし)	H'F0	3.09	2.93	3.06
17	15/16 (付加パルス : 15/16) ^{*3}	H'FF	—	3.10	3.24
18	H 固定 (デューティ : 100%)	—	3.30	3.10	3.24

【注】 *1 アナログ出力の理論値は，以下の式から得られる値です。

アナログ出力 (理論値) = $V_{cc} \times \text{デューティ比}$

$V_{cc} = 3.3 \text{ V}$

*2 図 1 の R1, R2, C1 の値

(1)...R1 = 120k Ω , R2 = 3.0 M Ω , C1 = 0.1 μF

(2)...R1 = 120k Ω , R2 = なし (オープン), C1 = 0.1 μF

R2 は，実際に接続されるデバイスの入力インピーダンスを 3 M Ω と仮定し使用しています。

ここで記載している値は弊社環境下における参考値です。実際にご使用の際は，お客様の実システムで評価した上でご使用くださいますようお願い致します。

*3 付加パルスを付加することにより，より細かくアナログ出力を設定することができます。

PWM 機能使用時，デューティ比 15/16，付加パルス 15/16 の設定により，PWDR で設定できる最大のアナログ出力を得ることができます。

2. 適用条件

表 3 適用条件

項目	内容
動作周波数	システムクロック (φ) : 10 MHz
動作モード	モード 6 (MD2 = 1, MD1 = 1, MD0 = 0) モード 2 (MD2 = 0, MD1 = 1, MD0 = 0)
開発ツール	HEW Version 4.00.00.027
C/C++コンパイラ	ルネサス テクノロジ製 H8S, H8/300 C/C++ Compiler Ver.6.0.3.0
コンパイルオプション	-cpu = 2000A:24, -code = asmcode, -optimize = 1

3. 使用機能説明

本タスク例では、8 ビット PWM 機能を利用して PWM 出力端子からデューティ (0/16 ~ 15/16) のパルスを出しています。以下に 8 ビット PWM 機能のブロック図について説明します。

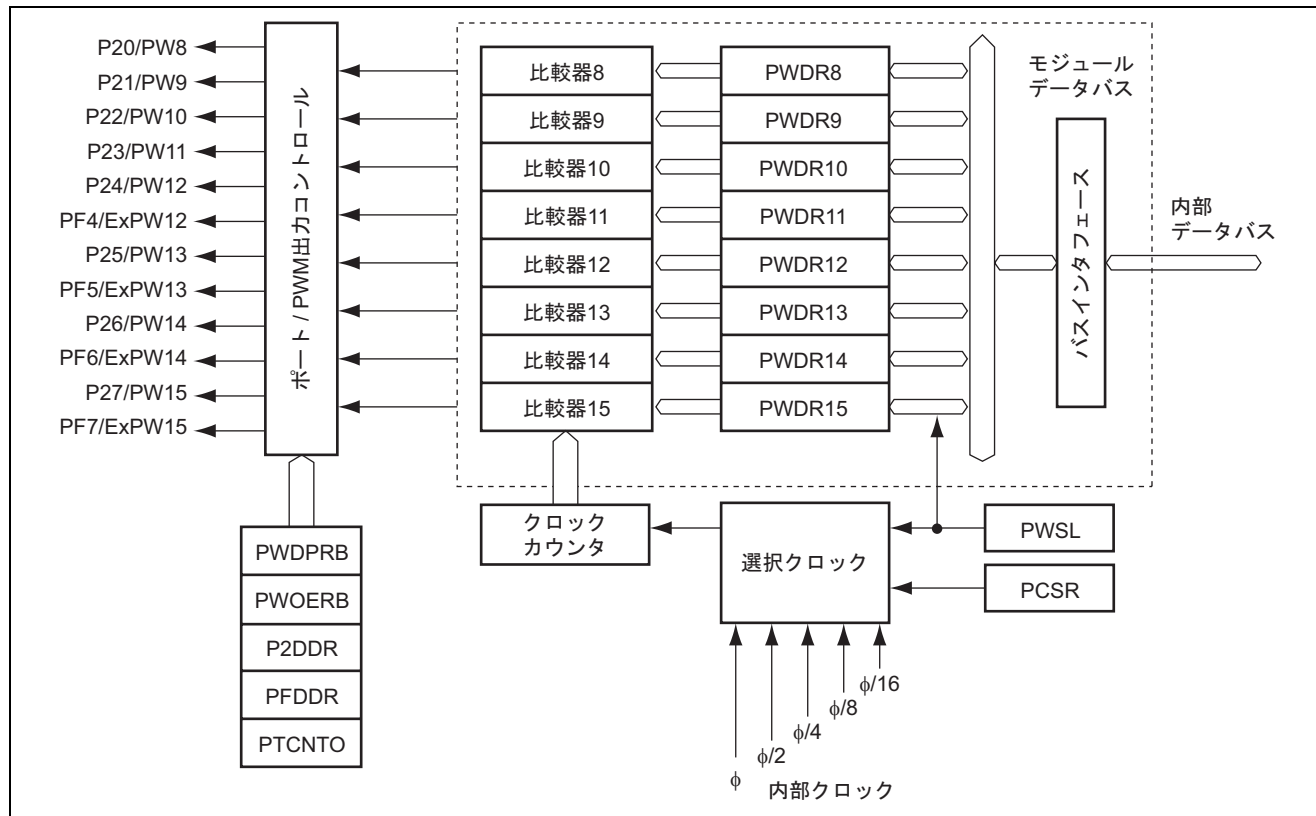


図 2 8 ビット PWM 機能ブロック図

- パルス分割により、最大 625 kHz ($\phi = 10$ MHz 時) のキャリア周波数での動作が可能です。
- デューティ 0 ~ 100% を 1/256 の分解能で設定可能です (デューティ 100% はポート出力で実現)。
- PWM タイマの入力クロックは、 ϕ , $\phi/2$, $\phi/4$, $\phi/8$, $\phi/16$ から選択できます。システムクロック (ϕ) は、CPU および周辺機能を動作させるための基準クロックです。PWM の分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数は、選択した内部クロックにより以下の式で求めることができます。

分解能 (最小パルス幅) = $1 / \text{内部クロック周波数}$

PWM 変換周期 = 分解能 $\times$ 256

キャリア周波数 = $16 / \text{PWM 変換周期}$

- PWM データレジスタ 15 ~ 8 (PWDR15 ~ PWDR8) は、8 ビットのリードライト可能なレジスタです。出力する基本パルスのデューティ比および付加パルスの個数を設定しています。上位 4 ビットで基本パルスのデューティ比を 0/16 ~ 15/16 まで 1/16 の分解能で設定し、下位 4 ビットで 16 基本パルスで構成される変換周期内にいくつの付加パルスを付加するか設定しています。したがって、PWDR への設定範囲は、0/256 ~ 255/256 まで設定可能です。256/256 (デューティ比 : 100%) を出力する場合には、ポート出力を利用してください。
 - PWM データポラリティレジスタ B (PWDPRB) は、8 ビットのリードライト可能なレジスタです。PWM の出力極性 (直接出力 / 反転出力) を制御しています。
 - PWM アウトプットイネーブルレジスタ B (PWOERB) は、8 ビットのリードライト可能なレジスタです。PWM 出力とポート出力を切り替えています。端子を出力状態にするためには、さらにポートのデータディレクションレジスタで端子を出力にする必要があります。
 - ポート 2 データディレクションレジスタ (P2DDR) は、8 ビットのライト専用のレジスタです。ポート 2 の各端子の入出力方向をビット単位で設定します。ポート 2 の端子は PW8 ~ PW15 端子と兼用になっています。PWM 出力を行う端子に対応するビットを出力に設定してください。
 - ポート 2 データレジスタ (P2DR) は、8 ビットのリードライト可能なレジスタです。PWM 出力の H 固定 (OS = 0 の場合)、または L 固定 (OS = 1 の場合) に使用します。
- 【注】 ここにあるレジスタ説明は、H8S/2114 グループのものです。H8S/2100 シリーズの他のグループの場合は、データシートを確認の上ご使用くださいますようお願い致します。

4. 動作説明

本タスクにおける動作について説明します。図 3 に 8 ビット PWM 機能における D/A 動作について示します。PW_i (i = 8 ~ 15) 端子から出力されたパルスは、RC 回路 (ローパスフィルタ) で平滑化することにより、アナログ出力 (D/A 出力) します。参考として、図 4 に 8 ビット PWM 機能における D/A 波形を示します。

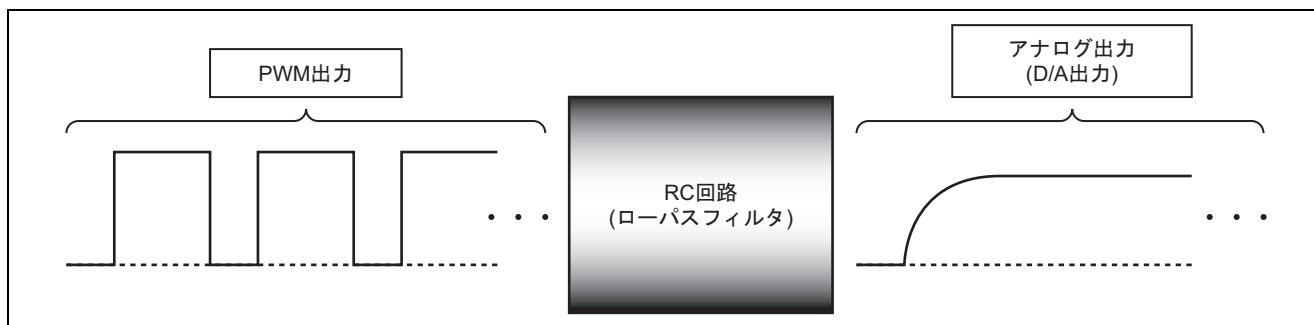


図 3 8 ビット PWM 機能における D/A 動作

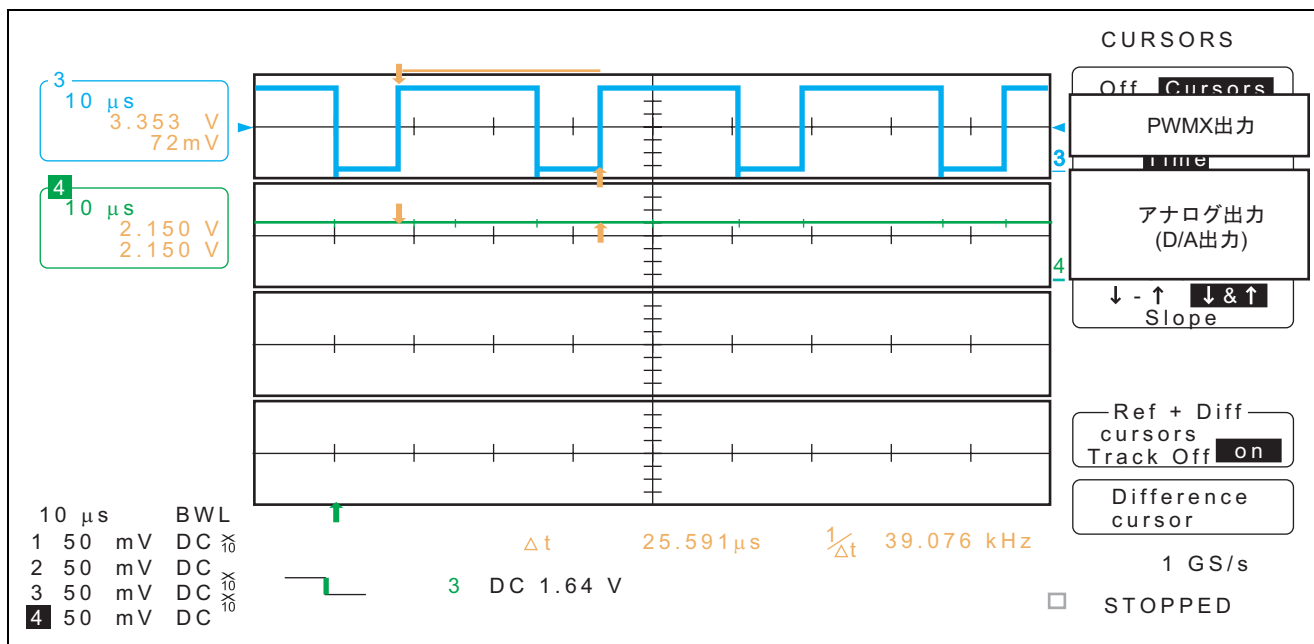


図 4 8 ビット PWM 機能における D/A 波形 (参考)

5. ソフトウェア説明

5.1 モジュール説明

表 4 に本タスク例のモジュールを示します。

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	PW8 端子から 8 ビット PWM 出力を行なっています。

5.2 引数の説明

本タスク例では、引数を使用していません。

5.3 使用内部レジスタ説明

本タスク例の使用内部レジスタを表 5 に示します。

表 5 使用内部レジスタ説明

レジスタ説明		機能	アドレス	設定値
PWSL	PWCKE	PWM レジスタセレクト (PWM クロックイネーブル) PWM の TCNT に入力する内部クロックを選択しています。詳細は表 6 を参照してください。 0 : クロック入力禁止 1 : クロックは、PWCKS および PCSR により設定	H'FFFFD6 ビット 7	1
	PWCKS	PWM レジスタセレクト (PWM クロックセレクト) PWM の TCNT に入力する内部クロックを選択しています。詳細は表 6 を参照してください。 0 : ϕ (システムクロック) を選択 1 : PCSR により設定	H'FFFFD6 ビット 6	1
	RS3 RS2 RS1 RS0	PWM レジスタセレクト (レジスタセレクト) PWM データレジスタを選択しています。本タスク例では、PWDR8 を選択しています。 0xxx : 動作に影響を与えません 1000 : PWDR8 を選択 1001 : PWDR9 を選択 1010 : PWDR10 を選択 1011 : PWDR11 を選択 1100 : PWDR12 を選択 1101 : PWDR13 を選択 1110 : PWDR14 を選択 1111 : PWDR15 を選択	H'FFFFD6 ビット 3~0	1 0 0 0

表 5 使用内部レジスタ説明 (つづき)

レジスタ説明		機能	アドレス	設定値								
PCSR	PWCKB PWCKA	周辺クロックセレクトレジスタ (PWM クロックセレクト B, A) PWM の TCNT に入力する内部クロックを選択しています。詳細は表 6 を参照してください。本タスク例では、φ/16 を選択しています。 00 : φ/2 を選択 01 : φ/4 を選択 10 : φ/8 を選択 11 : φ/16 を選択	H'FFFF82 ビット 2, 1	1 1								
PWDR8		PWM データレジスタ 8 出力する基本パルスのデューティ比および付加パルスの個数を設定しています。 上位 4 ビット 基本パルスのデューティ比設定 (0/16 ~ 15/16 まで 1/16 の分解能で指定) 下位 4 ビット 付加パルスの個数を設定 (0 ~ 15 個で指定)	H'FFFFD7	H'80								
PWDPRB	OS8	PWM データポラリティレジスタ B (アウトプットセレクト 8) PWM の出力位相を選択しています。OS8 ビットは PWM8 出力に対応しています。 0 : PWM 直接出力 (PWDR の値が出力の High 幅に対応) 1 : PWM 反転出力 (PWDR の値が出力の Low 幅に対応)	H'FFFFD4 ビット 0	0								
PWOERB	OE8	PWM アウトプットイネーブルレジスタ B (アウトプットイネーブル 8) P2DDR の P20DDR ビットとともに、P20/PW8 端子の機能を指定しています。OE8 ビットは PWM8 出力に対応しています。 <table border="1"><tr><th>[P20DDR, OE8]</th><th>P20/PW8 端子機能</th></tr><tr><td>0x</td><td>ポート入力</td></tr><tr><td>10</td><td>ポート出力または PWM の 256/256 出力</td></tr><tr><td>11</td><td>PWM 出力 (0/256 ~ 255/256 出力)</td></tr></table>	[P20DDR, OE8]	P20/PW8 端子機能	0x	ポート入力	10	ポート出力または PWM の 256/256 出力	11	PWM 出力 (0/256 ~ 255/256 出力)	H'FFFFD2 ビット 0	1
[P20DDR, OE8]	P20/PW8 端子機能											
0x	ポート入力											
10	ポート出力または PWM の 256/256 出力											
11	PWM 出力 (0/256 ~ 255/256 出力)											
P2DDR		ポート 2 データディレクションレジスタ PW8 端子を出力に設定しています。	H'FFFFAD ビット 0	1								
MSTPCRH	MSTP11	モジュールストップコントロールレジスタ H (MSTP11) 8 ビット PWM タイマ (PWM) のモジュールストップモードを解除しています。 0 : モジュールストップモード解除 1 : モジュールストップモード設定	H'FFFF86 ビット 3	0								

表 6 内部クロックの選択

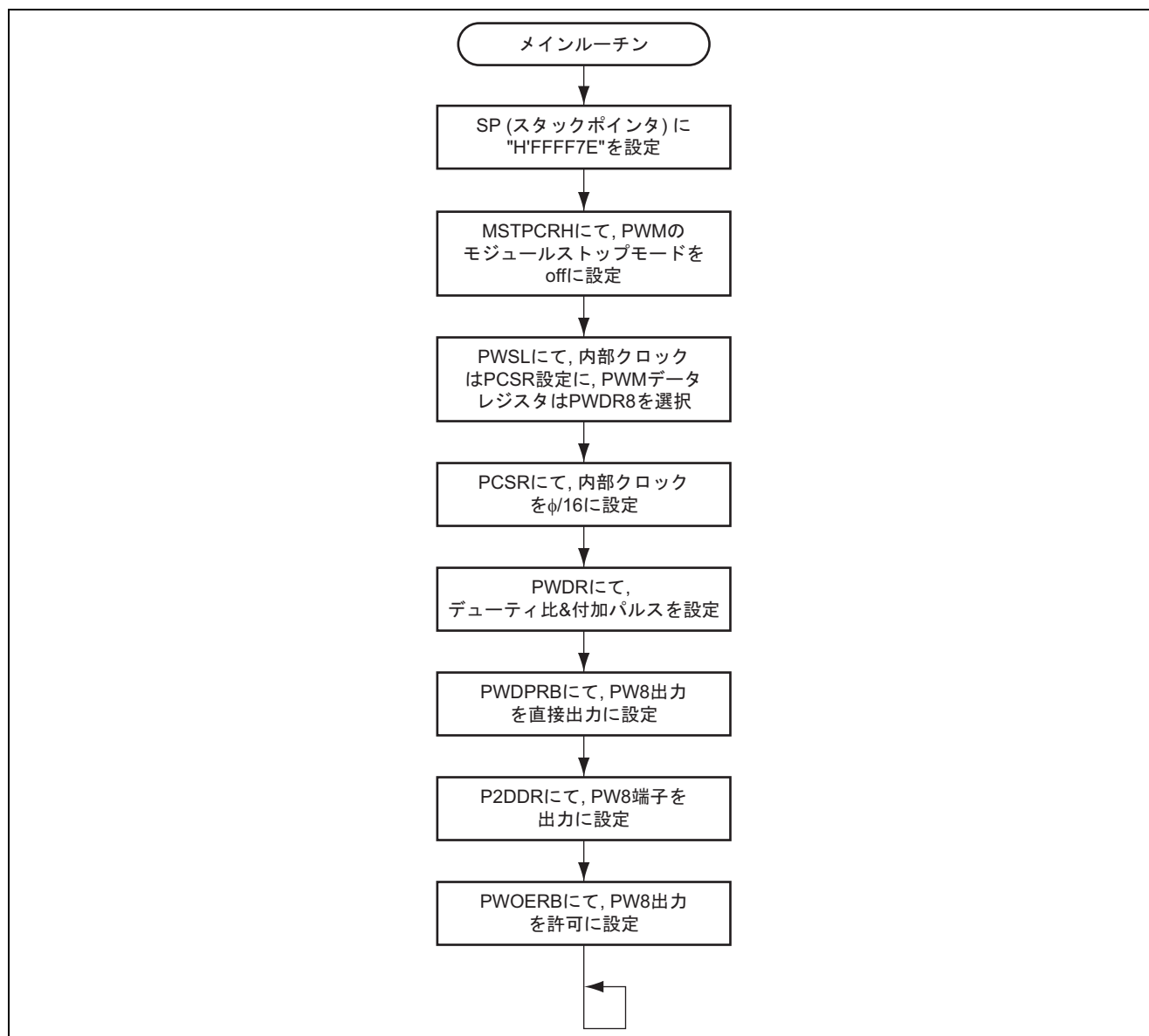
PWSL		PCSR		説明
PWCKE	PWCKS	PWCKB	PWCKA	
0	—	—	—	クロック入力禁止 (初期値)
1	0	—	—	ϕ (システムクロック) を選択
	1	0	0	$\phi/2$ を選択
			1	$\phi/4$ を選択
		1	0	$\phi/8$ を選択
			1	$\phi/16$ を選択

5.4 使用 RAM 説明

本タスク例では , RAM を使用しません。

6. フローチャート説明

6.1 メインルーチン



7. プログラムリスト

```

/*****
/*
/* This program is 8bit Pwm output program for H8S/2114 evaluation.
/*
/*
/* File name : pwm8.c
/* Frequency : 10MHz
/* CPU TYPE : H8S/2114
*****/

/*****
/* Include
*****/

#include <stdio.h> /* Input/Output library file
#include <machine.h> /* Built-in function file
#include "2114.h" /* H8S/2114 I/O register
/* definition file

/*****
/* Prototype
*****/

void main(void); /* Main routine

/*****
/* RAM allocation
*****/

/*****
/* main : Main routine
*****/

void main(void)

#pragma section

#pragma asm

    mov.l    #H'FFFF7E, sp          ; Stack pointer initialize

#pragma endasm

{

/* Module stop mode reset */

    MSTPCR.BYTE.H = 0x37;          /* Pwm module stop mode reset

```

```

/* PWM internal clock & PWM data register set*/

    PWM.PWSL.BYTE = 0xE8;                                /* PWM data register set */
//    b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0                                */
//          x x x x-----0xxx : Opelation isn't affected.
//                                1000 : PWDR8 select
//                                1001 : PWDR9 select
//                                1010 : PWDR10 select
//                                1011 : PWDR11 select
//                                1100 : PWDR12 select
//                                1101 : PWDR13 select
//                                1110 : PWDR14 select
//                                1111 : PWDR15 select

    PWM.PCSR.BYTE = 0x06;                                /* PCSR set */
//    b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0                                */
//          x x-----00 :  $\phi/2$  select
//                                01 :  $\phi/4$  select
//                                10 :  $\phi/8$  select
//                                11 :  $\phi/16$  select

    PWM.PWDR = 0x80;                                    /* Duty & Add pulse set */

    PWM.PWDPRB.BIT.OS8 = 0;                              /* PW8 出力 : 直接出力 */

/* Pwm output port set */

    P2.DDR = 0xFF;                                       /* PW8-15 output set */

    PWM.PWOERB.BIT.OE8 = 1;                              /* PW8(P20) Output enable */

    while(1);                                           /* Loop */
}

```

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2005.08.12	—	初版発行

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご注意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジー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ルネサス テクノロジーが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾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の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジーは責任を負いません。
3. 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全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジーは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジー半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジー、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジーホームページ(<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。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものです。万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジーはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位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。ルネサス テクノロジーは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジー、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジーの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジー、ルネサス販売または特約店までご照会ください。