

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。

# SH7145 グループ

## I/O 電圧レベル変換および D/A 出力

### 要旨

SH7145 の I/O ポートからデジタル値を出力し、端子出力電圧のレベル変換を行い、D/A 変換出力を行います。端子出力信号は、NMI 割り込み処理を用いて変化させ、その状態を 7 セグメント LED に表示します。

### 動作確認デバイス

SH7145F

### 目次

1. 仕様 .....	2
2. 使用機能説明 .....	8
3. 動作 .....	14
4. ソフトウェア説明 .....	16
5. フローチャート .....	21
6. プログラムリスト .....	26

### 1. 仕様

指定する任意の 10bit データをポート E の PE 端子に出力し、電圧レベル変換を行ってから D/A 変換を行います。

プログラム実行中に、NMI 端子に接続したスイッチ入力の立ち下がりエッジを検出することにより、NMI 割り込みを発生し、指定する任意のデータをポート E の PE 端子に出力します。PE 端子からの出力は、ハードウェアにより電圧レベル変換を行い、D/A 変換器に入力されます。D/A 変換器は、入力されたデジタル信号(パラレル入力)をアナログ電流に変換し出力を行います。

指定する任意のデータは、スイッチ入力がある度に最大値→中間値→最小値と繰り返し変化します。7セグメント LED の表示も合わせて「1」→「2」→「3」と繰り返し変化します。

D/A 変換器に入力するクロック信号(サンプリング周期)は、SH7145 のマルチファンクションタイマパルスユニット (MTU) を使用します。また、クロック信号の周期調整は、MTU のタイマコントロールレジスタ `_0(TCR_0)`にて、内部クロック ( $P\phi/1$ ) でカウントを行い、タイマ I/O コントロールレジスタ `H_0(TIORH_0)` を使用し、ジェネラルレジスタ `_A (TGRA)` とタイマカウンタ `_0(TCNT_0)`を 0 でコンペアさせた  $P\phi/2$  の周期を使用します。

本タスク例では、7セグメント LED を表示させるためにバスステートコントローラ (BSC) を使用し、外部メモリとして7セグメント LED の表示を制御します。

図 1 の構成図に電圧レベル変換と D/A 変換器、LED 表示、NMI スwitchの各接続例を示します。また、電圧レベル変換と D/A 変換器の回路図を図 2 に示し、7セグメント LED 表示回路を図 3 に示します。

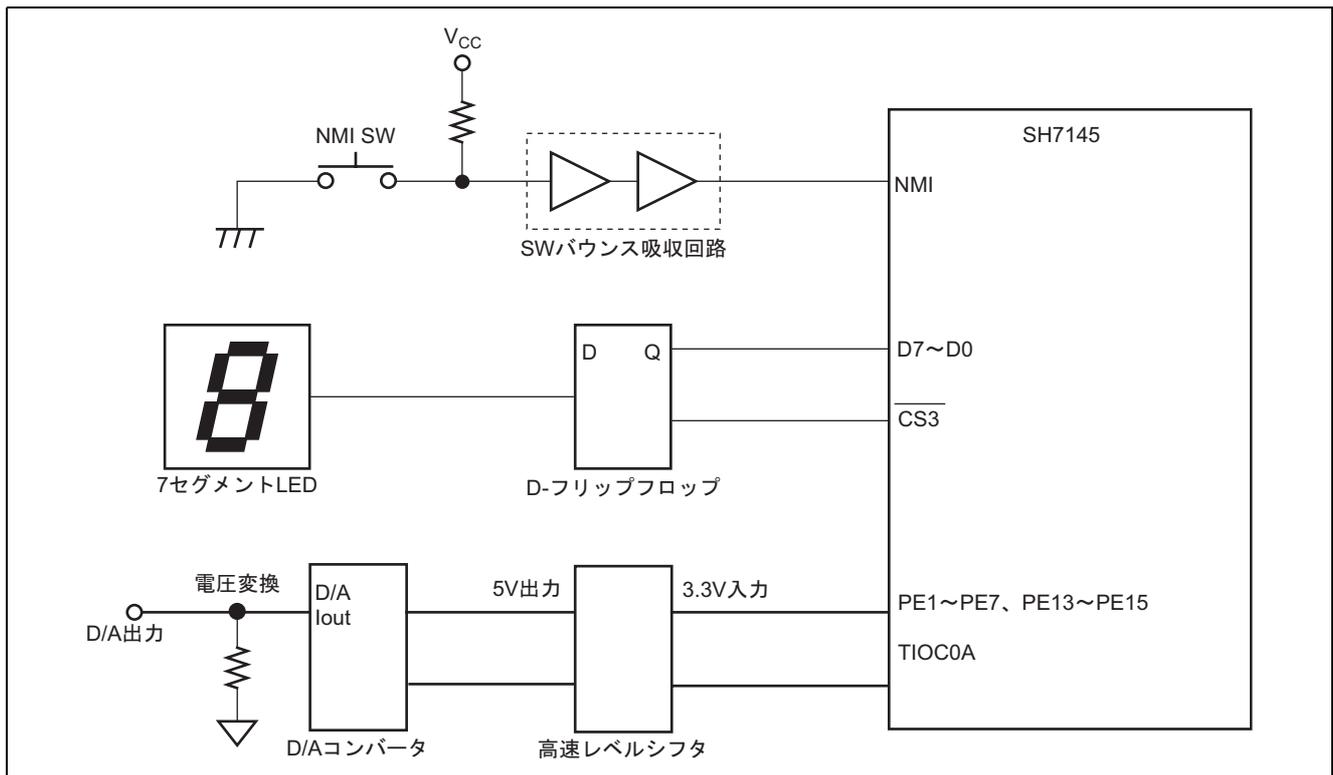


図 1 構成図

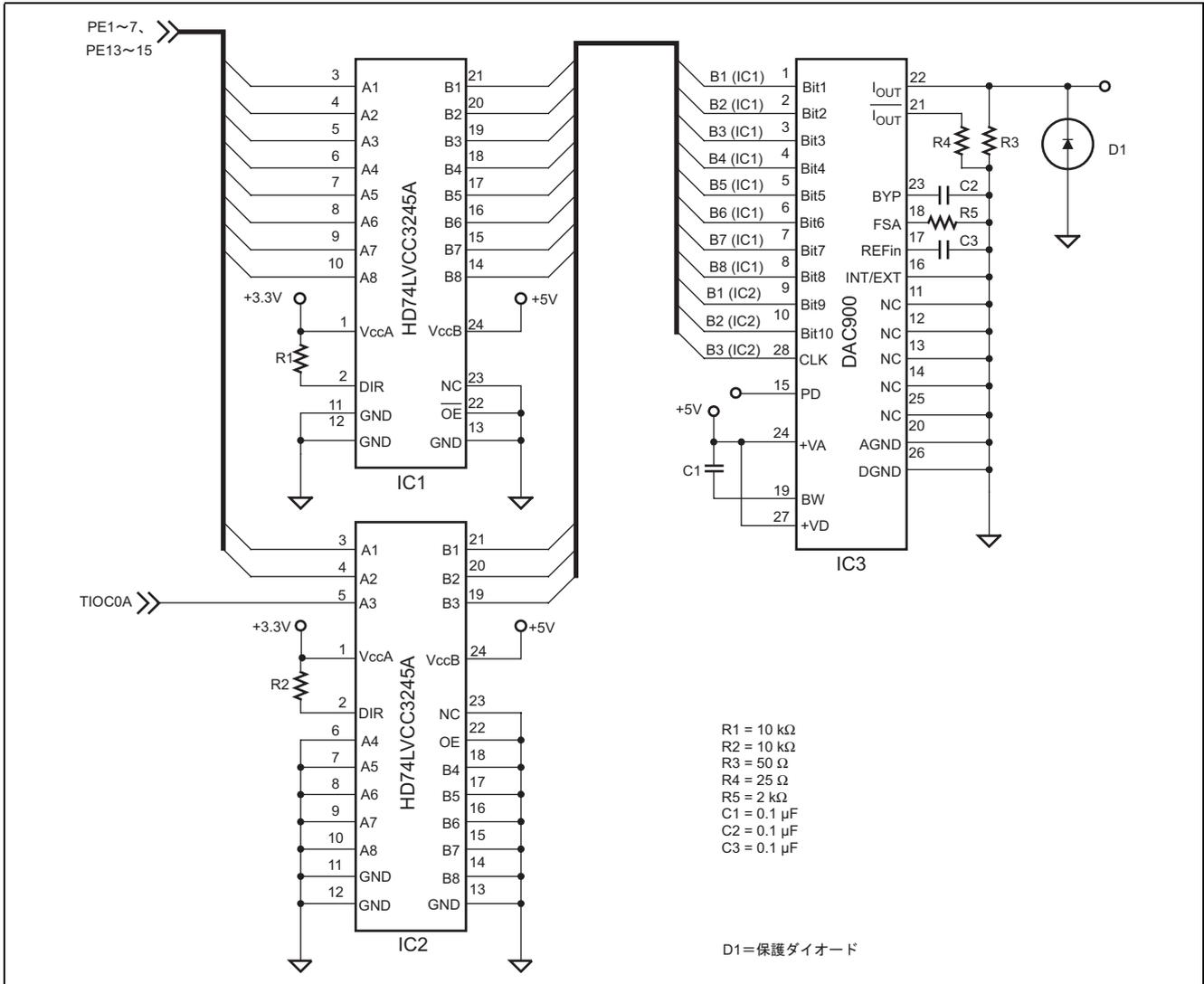


図 2 入出力端子電圧レベル変換および D/A 出力回路図

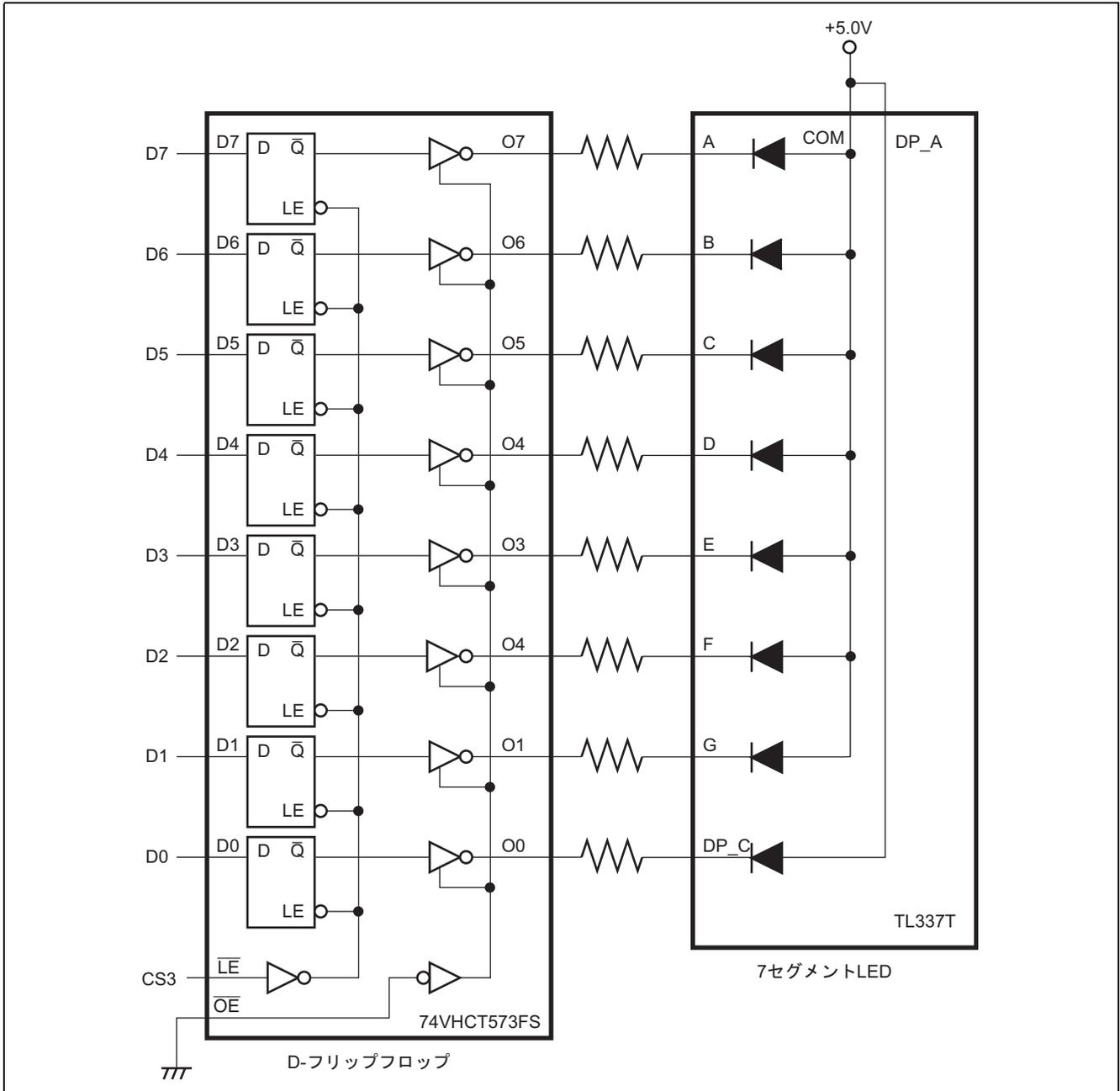


図3 7セグメントLED等価回路図

D/A 変換器から出力するアナログ電流を電流-電圧変換します。図 4 に電流-電圧変換について示し、また、D/A 出力範囲について表 1 に示します。

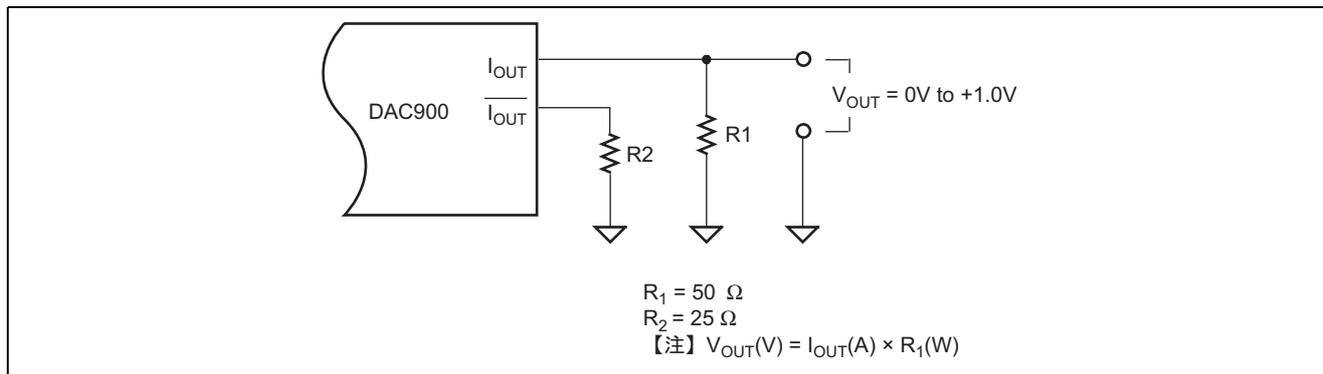


図 4 電流-電圧変換図

表 1 D/A 出力範囲

INPUT CODE(D9 - D0)	$I_{OUT}$	$V_{OUT}$
11 1111 1111	20mA	1.0V
10 0000 0000	10mA	0.5V
00 0000 0000	0mA	0V

本タスク例で使用するレベルシフタは、(株)ルネサステクノロジ社製の高速レベルシフタ（型名：HD74LVCC3245A）です。以下に仕様を示します。

表 2、表 3 に高速レベルシフタの仕様を示します。

表 2 機能表

Inputs		Operation
OE	DIR	
L	L	B data to A bus
L	H	A data to B bus
H	×	Z

表 3 推奨動作条件(抜粋)

項目	記号	定格値	単位	条件
電源電圧	$V_{CCA}$	2.3~3.6	V	
	$V_{CCB}$	3.0~5.5		
入出力電圧	$V_I$	0~5.5	V	DIR,OE
	$V_{I/O}$	0~ $V_{CCA}$		A port output "H" or "L"
		0~5.5		A port output "Z" or $V_{CCA}$ :OFF
		0~ $V_{CCB}$		B port output "H" or "L"
		0~5.5		B port output "Z" or $V_{CCB}$ :OFF
入力立ち上り／ 立下り時間	$\Delta t / \Delta V$	10	ns/V	

図 5 に高速レベルシフタ・ブロックダイアグラムを示します。

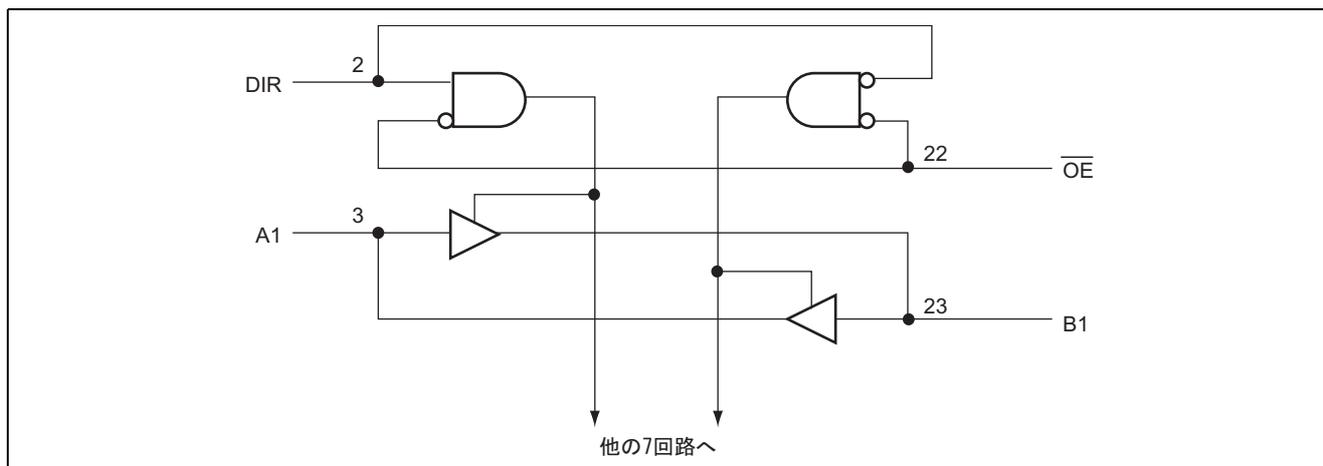


図 5 高速レベルシフタ・ブロックダイアグラム

本タスク例で使用する D/A 変換器は、テキサスインスツルメンツ社製の 10Bit 高速 D/A コンバータ（型名：DAC900）です。以下に仕様を示します。

表 4 に D/A 変換器の仕様を示します。

表 4 電気的特性(抜粋)

項目	記号	条件	定格値			単位	
			MIN	TYP	MAX		
動的能力	出力立上げ時間			2		ns	
	出力立下げ時間			2		ns	
電圧精度	フルスケール出力レンジ(FSR)	All Bits High, $I_{OUT}$	2.0		20.0	mA	
	出力コンプライアンス・レンジ		-1.0		+1.25	V	
	出力抵抗			200		k $\Omega$	
デジタル入力	Logic Coding		Straight Binary				
	Logic Command		Rising Edge of Clock				
	Logic High Voltage	$V_{IH}$	$+V_D = +5V$	3.5	+5	V	
	Logic Low Voltage	$V_{IL}$	$+V_D = +5V$		0	1.2	V
	Logic High Current	$I_{IH}$	$+V_D = +5V$		$\pm 20$		$\mu A$
	Logic Low Current	$I_{IL}$	$+V_D = +5V$		$\pm 20$		$\mu A$
電力供給	Supply Voltages	$+V_A$		+2.7	+5	+5.5	V
		$+V_D$		+2.7	+5	+5.5	V

図 6 に高速 D/A コンバータ・ブロックダイアグラムを示します。

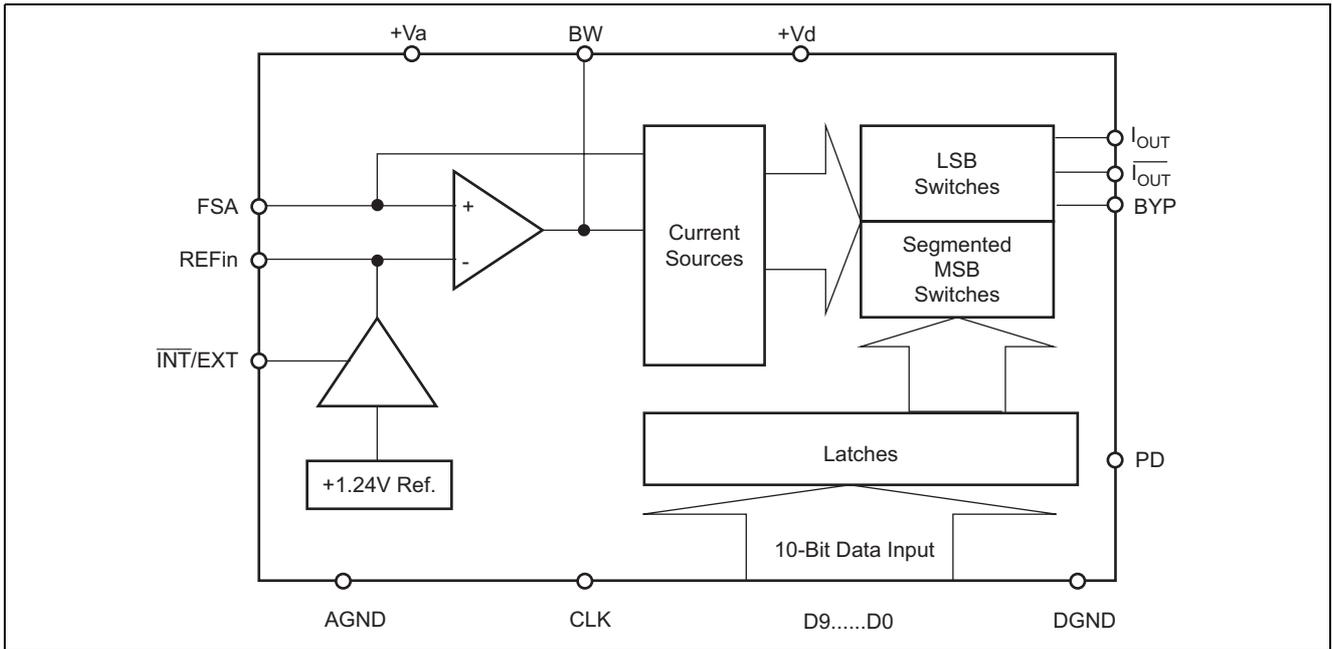


図 6 高速 D/A コンバータ・ブロックダイアグラム

## 2. 使用機能説明

本タスク例では、NMI 割り込みを利用し、指定する任意の 10bit データをポート E の PE 端子に出力します。以下に本タスクで使用する機能について説明します。

### 2.1 マルチファンクションタイマパルスユニット(MTU)

マルチファンクションタイマパルスユニット(MTU)は、5 チャンルの 16 ビットタイマにより構成されています。この MTU を使用し、D/A 変換器へ送るクロック信号の生成を行います。D/A 変換器は、このクロックによってアナログ信号の更新を行います。MTU のブロック図を図 7 に示します。

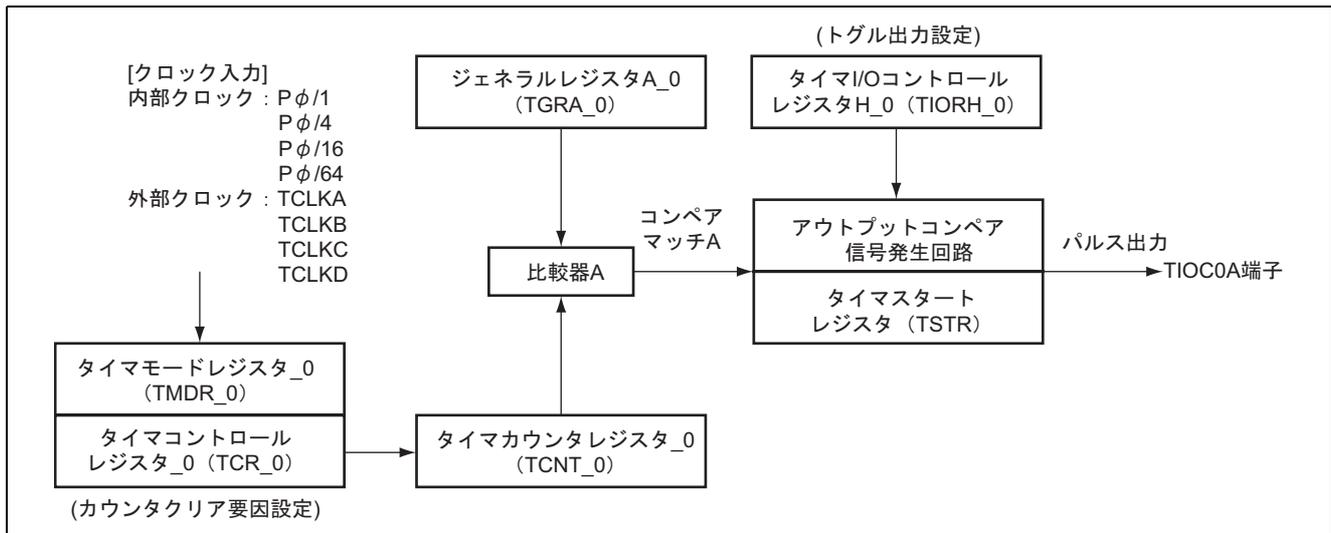


図 7 MTU ブロック図

- (1) MTU を使用する前に、16 ビットのリード/ライト可能なモジュールスタンバイコントロールレジスタ 2 (MSTCR2) にて、MTU のモジュールスタンバイモードをクリアします。
- (2) 0 チャンネルの TCNT\_0 を制御する 8 ビットのリード/ライト可能なタイマコントロールレジスタ (TCR\_0) レジスタを使用し、TGRA\_0 のコンペアマッチ/インプットキャプチャで、TCNT\_0 をクリアするモードに設定します。また、TCR\_0 レジスタの TPSC0~2 ビットにて、内部クロックを Pφ/1 でカウント出来るように設定します。
- (3) TGRA\_0 を制御する 8 ビットのリード/ライト可能なタイマ I/O コントロールレジスタ (TIORH\_0) を使用し、TIOC0A 端子の機能を、初期出力は 0 出力、コンペアマッチ動作でトグル出力に設定します。
- (4) タイマジェネラルレジスタ A (TGRA\_0) の値をクリアします。TGRA\_0 は、16 ビットのリード/ライト可能なアウトプットコンペア/インプットキャプチャ兼用のレジスタです。
- (5) タイマカウンタ (TCNT\_0) の値をクリアします。TCNT\_0 は 16 ビットのリード/ライト可能なカウンタです。
- (6) タイマモードレジスタ (TMDR\_0) を使用し、TGRA\_0 を通常動作に設定します。TMDR\_0 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、0 チャンネルの動作モードの設定を行います。
- (7) タイマスタートレジスタ (TSTR) を使用し、TCNT\_0 を動作させます。TSTR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、チャンネル 0 の TCNT\_0 の動作/停止を選択します。

## 2.2 割り込み要因

- (1) 割り込みは、レベル 16 の割り込みで、常に受け付けられます。NMI 端子からの入力エッジで検出され、エッジ種別の選択は、割り込みコントローラ (INTC) の割り込みコントロールレジスタ 1 (ICR1) の NMI エッジセレクトビット (NMIE) の設定によって立ち下がりエッジに設定します。
- (2) 割り込みコントロールレジスタ 1 (ICR1) は、16 ビットのレジスタで、外部割り込み入力端子 NMI の NMI エッジセレクトを設定し、NMI 端子への入力レベルを示します。表 5 に本タスク例における割り込み動作を示します。

表 5 NMI 割り込み動作

割り込み要因	割り込み検出	7セグLED表示状態	D/A 変換器への信号	遷移条件
NMI 割り込み	NMI 端子の立ち下がりエッジ	「1」を表示	10bit 全て「1」	NMI 端子がハイレベルに戻る時
NMI 割り込み	NMI 端子の立ち下がりエッジ	「2」を表示	10bit の最下位 bit を「1」	NMI 端子がハイレベルに戻る時
NMI 割り込み	NMI 端子の立ち下がりエッジ	「3」を表示	10bit 全て「0」	NMI 端子がハイレベルに戻る時

### 2.3 バスステートコントローラ (BSC)

バスステートコントローラ (BSC) はアドレス空間の分割、各種メモリに応じた制御信号の出力などを行います。これにより、外付け回路なしに SRAM、ROM などを本 LSI に直結することができます。BSC のブロック図を図 8 に示します。本タスク例では、外部メモリ (CS 3) としてアクセスし、7セグメント LED の表示制御を行います。

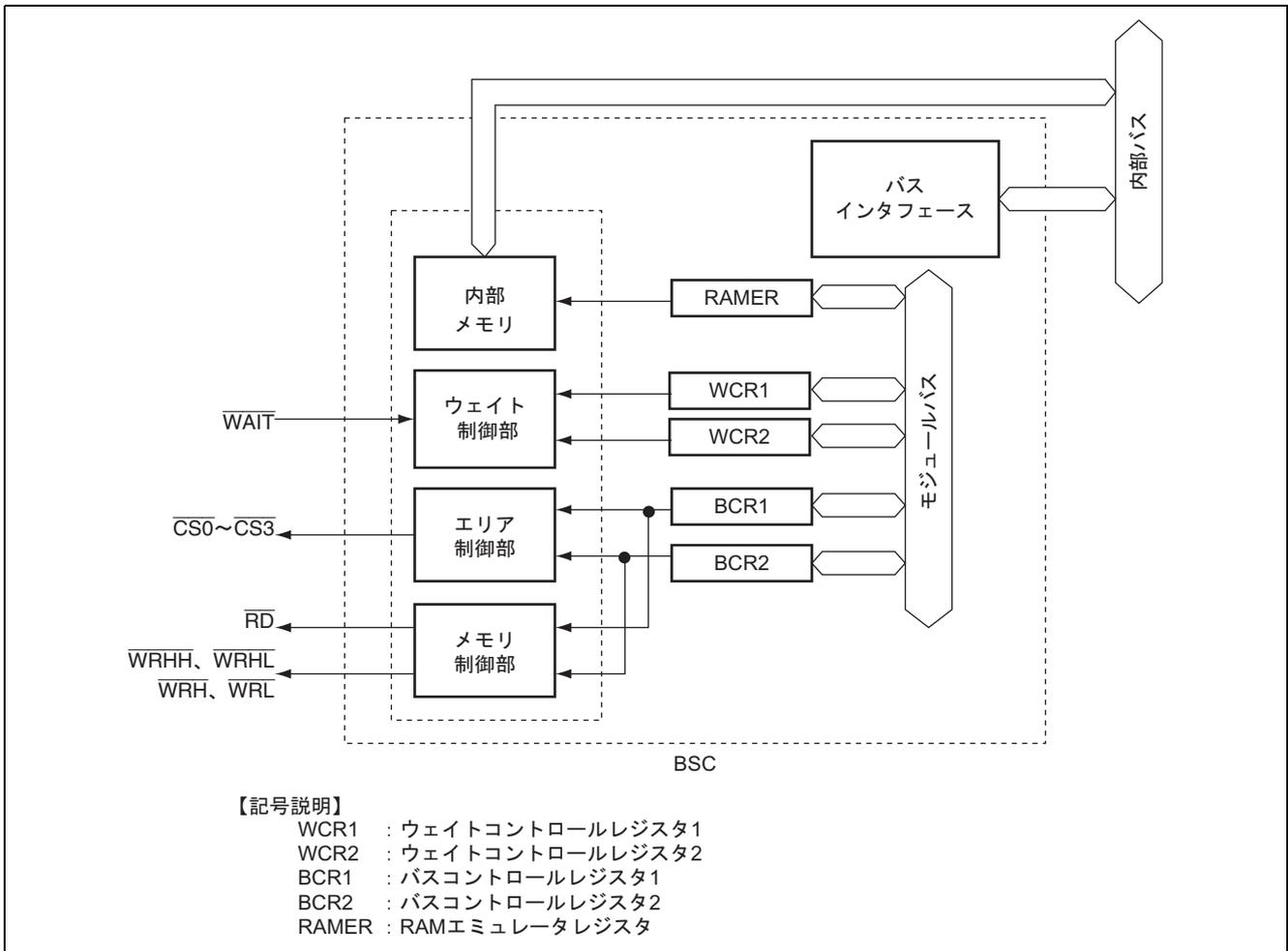


図 8 BSC ブロック図

外部空間アクセスのバスサイクルは、2 ステートで行われます。図 9 に外部空間アクセスの基本タイミングを示します。読み出し時は、オペランドサイズにかかわらず、RD 信号によりアクセスする空間（アドレス）のデータバス幅全ビットを LSI に取り込み、内部で必要なバイトを選択して使用します。書き込み時は、実際に書き込むバイト位置を  $\overline{WRHH}$ （ビット 31～24）、 $\overline{WRHL}$ （ビット 23～16）、 $\overline{WRH}$ （ビット 15～8）、 $\overline{WRL}$ （ビット 7～0）の各信号で示します。

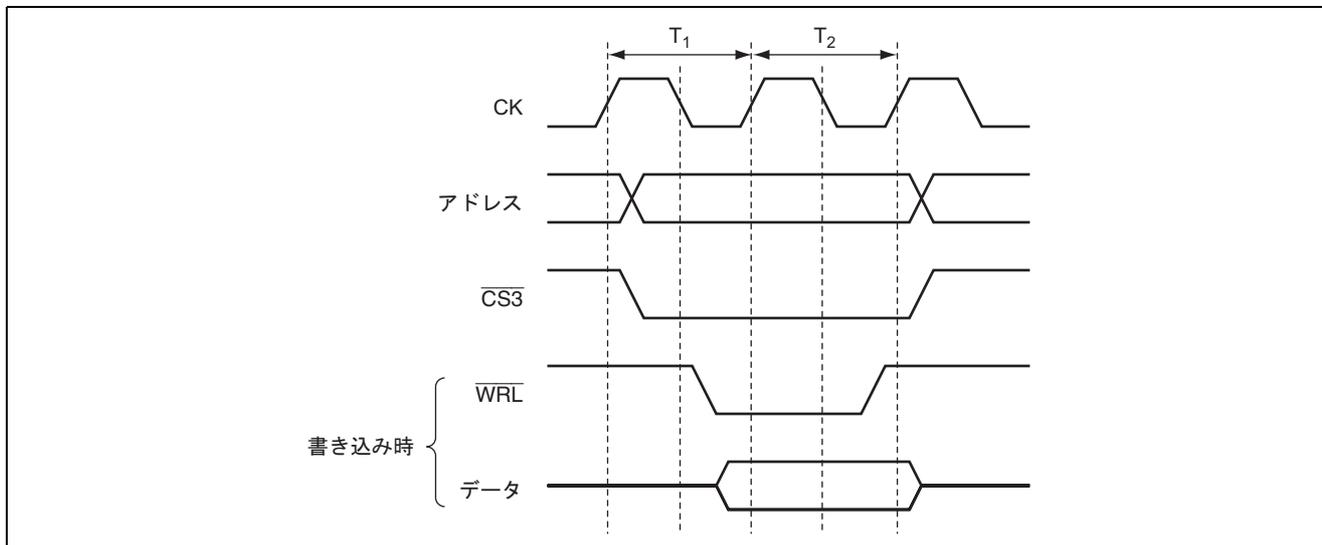


図 9 外部空間アクセスの基本タイミング

表 6 に 7 セグメント LED のメモリ割り付けを示します。

表 6 メモリ割り付け表

エリア	割り付けアドレス	デバイスの種類	バスサイズ	アクセスウェイト
CS3	H'00C00000～	7 セグメント LED	8 (Bit)	なし

図 10 に 7 セグメント LED の表示対応図と、表 7 にセグメント対応表を示します。また、各セグメントは負論理点灯となります。

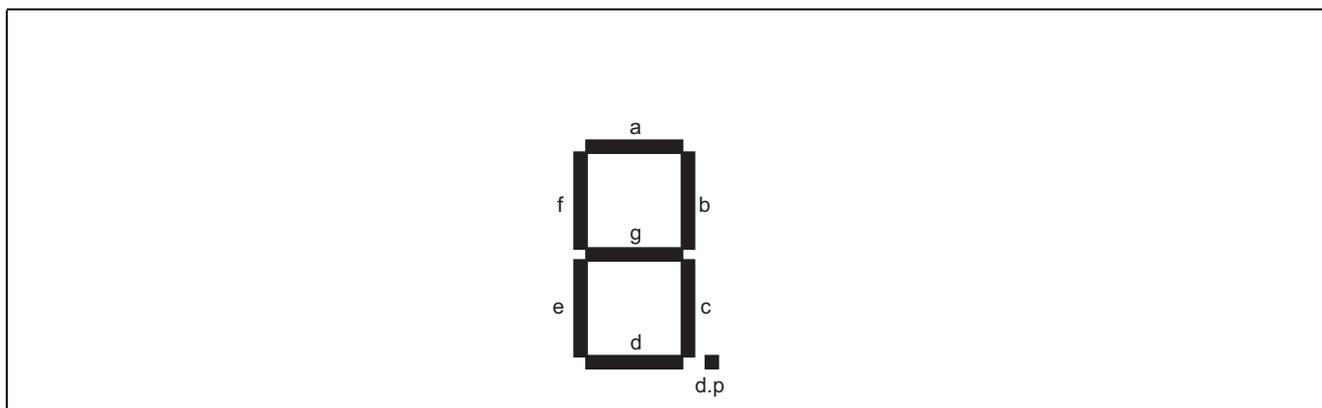


図 10 7 セグメント LED の表示対応図

表 7 セグメント対応表

※負論理点灯(0=点灯、1=消灯)

CS3 データバス名	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
セグメント	dp	g	f	e	d	c	b	a
「.」文字表示の場合	0	1	1	1	1	1	1	1
「1」文字表示の場合	1	1	1	1	1	0	0	1
「2」文字表示の場合	1	0	1	0	0	1	0	0
「3」文字表示の場合	1	0	1	1	0	0	0	0

バスコントロールレジスタ 1 (BCR1) は、読み出し／書き込み可能な 16 ビットのレジスタで、MTU の制御レジスタの書き込み許可指定と各 CS 空間のバスサイズ指定を行います。BCR1 のビット 7～0 はパワーオンリセット後の初期設定時に書き込みを行い、以後は値を変更しないでください。内蔵 ROM 有効モードの場合、レジスタの初期設定が終了するまで各 CS 空間はアクセスしないでください。内蔵 ROM 無効モードの場合、レジスタの初期設定が終了するまで CS0 空間以外の CS 空間はアクセスしないでください。

※本タスク例では、内蔵 ROM 有効モードで動作しています。

ウェイトコントロールレジスタ 1 (WCR1) は、読み出し／書き込み可能な 16 ビットのレジスタで、各 CS 空間のウェイトサイクル数 (0～15) を指定します。

## 2.4 ピンファンクションコントローラ (PFC)

ピンファンクションコントローラ (PFC) は、マルチプレクス端子の機能とその入出力の方向を選ぶためのレジスタで構成されています。

ポート D コントロールレジスタ L1、L2 (PDCRL1、L2) は、それぞれ 16 ビットの読み出し／書き込み可能なレジスタで、ポート D にあるマルチプレクス端子の機能を選びます。本タスク例では、データバスを選択し (D0～D7)、7セグメント LED の表示制御を行います。

ポート E・IO レジスタ L (PEIORL) は、読み出し／書き込み可能な 16 ビットのレジスタで、ポート E にある端子の入出力方向を選びます。本タスク例では、D/A 変換器にデジタルデータを送る為、出力方向を選びます。

ポート E コントロールレジスタ L1、L2 (PECRL1、L2) は、それぞれ 16 ビットの読み出し／書き込み可能なレジスタで、ポート E にあるマルチプレクス端子の機能を選びます。本タスク例では、ポート E を選択し (PE1～PE7、PE13～PE15)、D/A 変換器にデジタルデータを出力します。

## 2.5 機能割り付け

表 8 に本タスク例の機能割り付けを示します。

表 8 機能割り付け

機能	機能割り付け
MSTCR2	モジュールスタンバイモードを制御するためのレジスタ
TCR_0	TCNT_0 を制御するためのレジスタ
TIORH_0	TGRA_0 を制御するためのレジスタ
TGRA_0	アウトプットコンペア/インプットキャプチャ兼用のレジスタ
TCNT_0	チャンネル 0 のタイマカウンタ
TMDR_0	TGRA_0 を通常動作に設定するためのレジスタ
TSTR	TCNT の制御をするためのレジスタ
ICR1	外部割り込み入力端子 (NMI) の入力信号検出モードを設定するためのレジスタ
BCR1	CS 空間のバスサイズを指定するためのレジスタ
WCR1	CS 空間のウェイトサイクル数を指定するためのレジスタ
PDCRL1	ポート D にあるマルチプレクス端子 (ポート D またはデータバス) の機能を選ぶためのレジスタ
PEIORL	ポート E にある端子の入出力方向を選ぶためのレジスタ
PECRL1	ポート E にあるマルチプレクス端子 (内蔵機能の信号またはポート E) の機能を選ぶためのレジスタ
PECRL2	ポート E にあるマルチプレクス端子 (内蔵機能の信号またはポート E) の機能を選ぶためのレジスタ

3. 動作

図 11 に動作を示します。図 11 に示すようなハードウェア処理、およびソフトウェア処理により I/O 電圧レベル変換および D/A 出力の動作を行います。また、図 12 に D/A 変換器に入力するクロックの生成動作を示します。

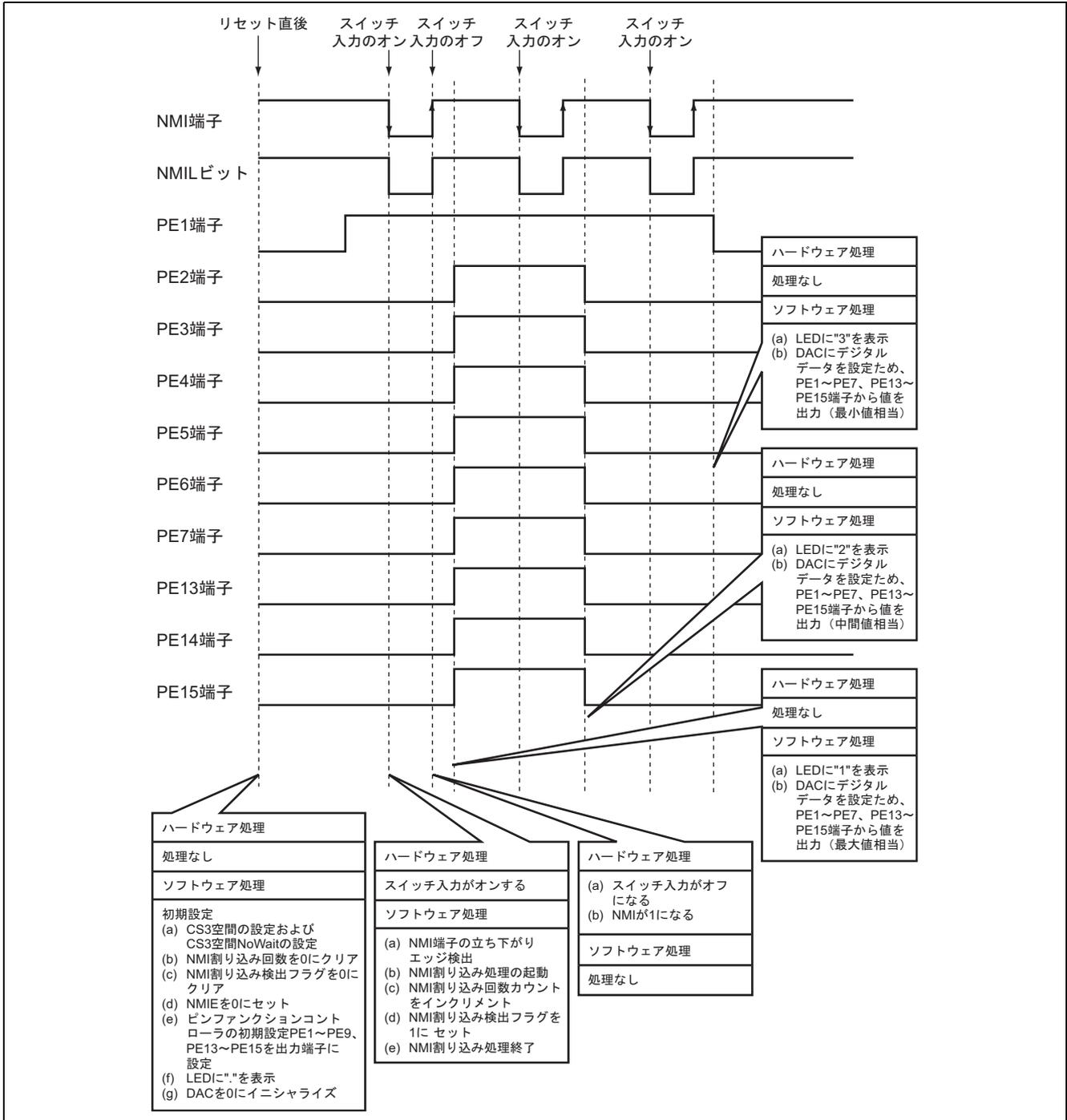


図 11 入出力端子電圧レベル変換および D/A 出力の動作

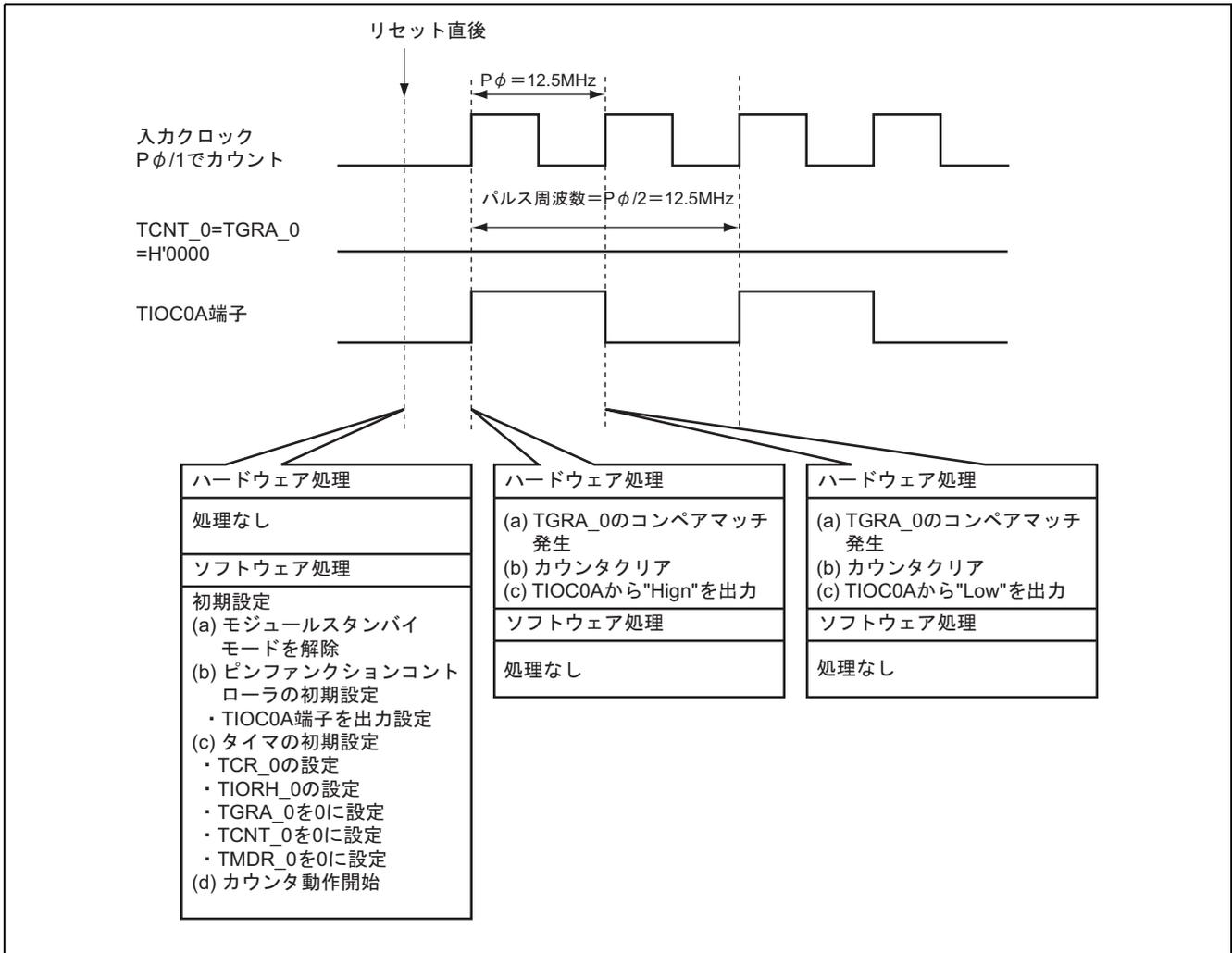


図 12 D/A 変換器に入力するクロックの生成動作

## 4. ソフトウェア説明

### 4.1 モジュール説明

表 9 に本タスク例におけるモジュール説明を示します。

表 9 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	初期設定の呼び出し、pulse()の呼び出し、初期状態を示す 7セグメント LED 表示、D/A 変換器への出力値の初期化、NMI 割り込みがある度に value()を呼び出し 10Bit データ値（スケール値）を最大値・中間値・最小値へと繰り返し指定する、また同時に led7()も呼び出し 7セグメント LED 表示を「1」・「2」・「3」と繰り返し指示する。
初期設定処理	init	BSC でのアクセス幅とウェイト設定、PFC でのデータバス指定、NMI 割り込み回数カウンタの初期化、NMI 割り込み検出フラグの初期化、NMI 割り込み検出エッジの設定、PFC でのポート E 指定、PFC でのポート E に対し入出力方向を出力に設定
7セグメント LED 表示処理	led7	7セグメント LED 表示
パルス出力処理	pulse	MTU の ch0 を使用して TIOC0A 端子から D/A 変換器へのクロックを出力
10Bit データ出力処理	value	ポート PE1~PE7、PE13~PE15 端子から D/A 変換器へ 10Bit データ値を出力
ウェイト処理	wait	ウェイト動作
NMI 割り込み処理	nmisub	NMI 割り込み回数カウンタ、NMI 割り込み検出フラグの設定

### 4.2 引数の説明

表 10 に本タスク例における引数の説明を示します。

表 10 引数の説明

引数名	機能	使用モジュール名	データ長	入出力
data	7セグメント LED 表示データを格納する配列 dsp_data のインデックス	7セグメント LED 表示処理	1 バイト	入力
dot	ドットを出力するフラグデータ	7セグメント LED 表示処理	1 バイト	入力
dadata	ポート PE1~PE7、PE13~PE15 端子から出力データを格納する配列 PEDATA のインデックス	10Bit データ出力処理	1 バイト	入力

### 4.3 使用内部レジスタ説明

表 11 に本タスク例における使用内部レジスタ説明を示します。

表 11 使用内部レジスタ説明

レジスタ名		機能	アドレス	設定値
ICR1	NMIL	割り込みコントロールレジスタ 1 (NMI 入力レベル) : NMIL="0" のとき、NMI 端子にローレベルが入力されている : NMIL="1" のとき、NMI 端子にハイレベルが入力されている	H' FFF8358 ビット 15	—
	NMIE	割り込みコントロールレジスタ 1 (NMI エッジセレクト) : NMIE="0" のとき、NMI 入力の立ち下がりがエッジで割り込み要求を検出	H' FFF8358 ビット 8	0
BCR1	A3LG	バスコントロールレジスタ 1 (CS3 空間ロングサイズ指定) : A3LG="0" のとき、本レジスタ中の A3SZ ビットで設定される値に従います	H' FFF8620 ビット 7	0
	A3SZ	バスコントロールレジスタ 1 (CS3 空間サイズ指定) : A3SZ="0" のとき、バイト (8 ビット) サイズ	H' FFF8620 ビット 3	0
WCR1	W33 W32 W31 W30	ウェイトコントロールレジスタ 1 (CS3 空間ウェイト指定) : W33="0"、W32="0"、W31="0"、W30="0" のとき、ノーウェイト (外部ウェイト入力禁止)	H' FFF8624 ビット 15 ビット 14 ビット 13 ビット 12	W33=0 W32=0 W31=0 W30=0
PDCRL1	PD7MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD7 モードビット) : PD7MD="1" のとき、D7 入出力 (BSC)	H' FFFF83AD ビット 7	PD7MD=1
PDCRL1	PD6MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD6 モードビット) : PD6MD="1" のとき、D6 入出力 (BSC)	H' FFFF83AD ビット 6	PD6MD=1
PDCRL1	PD5MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD5 モードビット) : PD5MD="1" のとき、D5 入出力 (BSC)	H' FFFF83AD ビット 5	PD5MD=1
PDCRL1	PD4MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD4 モードビット) : PD4MD="1" のとき、D4 入出力 (BSC)	H' FFFF83AD ビット 4	PD4MD=1
PDCRL1	PD3MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD3 モードビット) : PD3MD0="1" のとき、D3 入出力 (BSC)	H' FFFF83AD ビット 3	PD3MD=1

レジスタ名		機能	アドレス	設定値
PDCRL1	PD2MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD2 モードビット) : PD2MD0="1" のとき、D2 入出力 (BSC)	H'FFFF83AD ビット 2	PD2MD=1
PDCRL1	PD1MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD1 モードビット) : PD1MD0="1" のとき、D1 入出力 (BSC)	H'FFFF83AD ビット 1	PD1MD=1
PDCRL1	PD0MD	ポート D コントロールレジスタ L1 (PD0 モードビット) : PD0MD0="1" のとき、D0 入出力 (BSC)	H'FFFF83AD ビット 0	PD0MD=1
MSTCR2	MSTP13	モジュールスタンバイコントロールレジスタ 2 : MSTP13="0" のとき、MTU モジュールスタンバイモードを解除 : MSTP13="1" のとき、MTU モジュールスタンバイモードを設定	H'FFFF861E ビット 13	MSTP13=0
PEIORL	PE15IOR ~ PE0IOR	ポート E・IO レジスタ L : "1" のとき、対応する端子を出力に設定する : "0" のとき、対応する端子を入力に設定する TIOC0A、PE1~PE7 および PE13~PE15 を出力に設定する	H'FFFF83B4 ビット 0~ビット 7、 ビット 13~ビット 15	H'E0FE
PECRL1	PE15MD1 PE15MD0	ポート E コントロールレジスタ L1 (PE15 モードビット) : PE15MD1="0"、PE15MD0="0" のとき、PE15 入出力 (ポート)	H'FFFF83B8 ビット 15、 ビット 14	PE15MD1=0 PE15MD0=0
	PE14MD1 PE14MD0	ポート E コントロールレジスタ L1 (PE14 モードビット) : PE14MD1="0"、PE14MD0="0" のとき、PE14 入出力 (ポート)	H'FFFF83B8 ビット 13、 ビット 12	PE14MD1=0 PE14MD0=0
	PE13MD1 PE13MD0	ポート E コントロールレジスタ L1 (PE13 モードビット) : PE13MD1="0"、PE13MD0="0" のとき、PE13 入出力 (ポート)	H'FFFF83B8 ビット 11、 ビット 10	PE13MD1=0 PE12MD0=0
PECRL2	PE7MD1 PE7MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE7 モードビット) : PE7MD1="0"、PE7MD0="0" のとき、PE7 入出力 (ポート)	H'FFFF83BA ビット 15、 ビット 14	PE7MD1=0 PE7MD0=0
	PE6MD1 PE6MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE6 モードビット) : PE6MD1="0"、PE6MD0="0" のとき、PE6 入出力 (ポート)	H'FFFF83BA ビット 13、 ビット 12	PE6MD1=0 PE6MD0=0
	PE5MD1 PE5MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE5 モードビット) : PE5MD1="0"、PE5MD0="0" のとき、PE5 入出力 (ポート)	H'FFFF83BA ビット 11、 ビット 10	PE5MD1=0 PE5MD0=0

レジスタ名		機能	アドレス	設定値
PECRL2	PE4MD1 PE4MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE4 モードビット) : PE4MD1="0"、PE4MD0="0"のとき、 PE4 入出力 (ポート)	H'FFFF83BA ビット 9、 ビット 8	PE4MD1=0 PE4MD0=0
	PE3MD1 PE3MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE3 モードビット) : PE3MD1="0"、PE3MD0="0"のとき、 PE3 入出力 (ポート)	H'FFFF83BA ビット 7、 ビット 6	PE3MD1=0 PE3MD0=0
	PE2MD1 PE2MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE2 モードビット) : PE2MD1="0"、PE2MD0="0"のとき、 PE2 入出力 (ポート)	H'FFFF83BA ビット 5、 ビット 4	PE2MD1=0 PE2MD0=0
	PE1MD1 PE1MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE1 モードビット) : PE1MD1="0"、PE1MD0="0"のとき、 PE1 入出力 (ポート)	H'FFFF83BA ビット 3、 ビット 2	PE1MD1=0 PE1MD0=0
	PE0MD1 PE0MD0	ポート E コントロールレジスタ L2 (PE0 モードビット) : PE0MD1="0"、PE0MD0="1"のとき、 TIOC0A 入出力 (MTU)	H'FFFF83BA ビット 1、 ビット 0	PE0MD1=0 PE0MD0=1
PEDRL	PE15DR ~ PE0DR	ポート E データレジスタ L : 端子機能が汎用出力の場合、PEDRL に値を書き込むと端子からその値を出力 : 端子機能が汎用入力の場合、PEDRL を読み出すと端子の状態を直接読み出す	H'FFFF83B0	H'0000 または、 H'0002 または、 H' E0FE
TCR_0	CCLR2 CCLR1 CCLR0	タイマコントロールレジスタ_0 : CCLR2="0"、CCLR1="0"、 CCLR0="1"のとき、 TGRA のコンペアマッチ/インプット キャプチャで TCNT クリア	H'FFFF8280 ビット 7、 ビット 6、 ビット 5	CCLR2=0 CCLR1=0 CCLR0=1
	CKEG1 CKEG0	: CKEG1="0"、CKEG0="0"のとき、立 ち上がりエッジでカウント	H'FFFF8280 ビット 4、 ビット 3	CKEG1=0 CKEG0=0
	TPSC2 TPSC1 TPSC0	: TPSC2="0"、TPSC1="0"、 TPSC0="0"のとき、 内部クロック : Pφ/1 でカウント	H'FFFF8280 ビット 2、 ビット 1、 ビット 0	TPSC2=0 TPSC1=0 TPSC0=0
TIORH_0	IOA3 IOA2 IOA1 IOA0	タイマ I/O コントロールレジスタ H_0 : IOA3="0"、IOA2="0"、IOA1="1"、 IOA0="1"のとき、初期出力は 0 およびコ ンペアマッチでトグル出力	H'FFFF8262 ビット 3、 ビット 2、 ビット 1、 ビット 0	IOA3=0 IOA2=0 IOA1=1 IOA0=1
TGRA_0		タイマジェネラルレジスタ A_0	H'FFFF8268	H'0000
TCNT_0		タイマカウンタ_0	H'FFFF8266	H'0000

レジスタ名		機能	アドレス	設定値
TMDR_0	BFB	タイマモードレジスタ_0 : BFB="0"のとき、TGRB と TGRD は通常動作 : BFA="0"のとき、TGRA と TGRC は通常動作 : MD3="0"、MD2="0"、MD1="0"、MD0="0"のとき、通常動作モード	H'FFFF8261 ビット 5、 ビット 4、 ビット 3、 ビット 2、 ビット 1、 ビット 0	BFB=0 BFA=0 MD3=0 MD2=0 MD1=0 MD0=0
	BFA			
	MD3			
	MD2			
	MD1			
	MD0			
TSTR	CST0	タイマスタートレジスタ : CST0="1"のとき、TCNT_0 はカウント動作	H'FFFF8240 ビット 0	CST0=1

#### 4.4 使用 RAM 説明

表 12 に本タスク例で使用する RAM の説明を示します。

表 12 使用 RAM 説明

ラベル名	機能	アドレス	使用モジュール名
nmicount	MNI 割り込みの回数データを格納	H' 00407000	メインルーチン、初期設定処理、NMI 割り込み処理
nmi_sw_down	MNI 割り込み検出フラグデータを格納	H' 00407001	メインルーチン、初期設定処理、NMI 割り込み処理

#### 4.5 データテーブル説明

本タスク例では、7セグメント LED の表示データと D/A 変換器へ出力する 10Bit データ（ポート PE1～PE7、PE13～PE15 端子を使用）をそれぞれ 1 次元配列のデータテーブルとして ROM に格納します。表 13 に 7セグメント LED の表示データテーブル(dsp\_data[])を示し、表 14 に D/A 変換器へ出力するデータテーブル(PEDATA[])を示します。

表 13 7セグメント LED の表示データテーブル

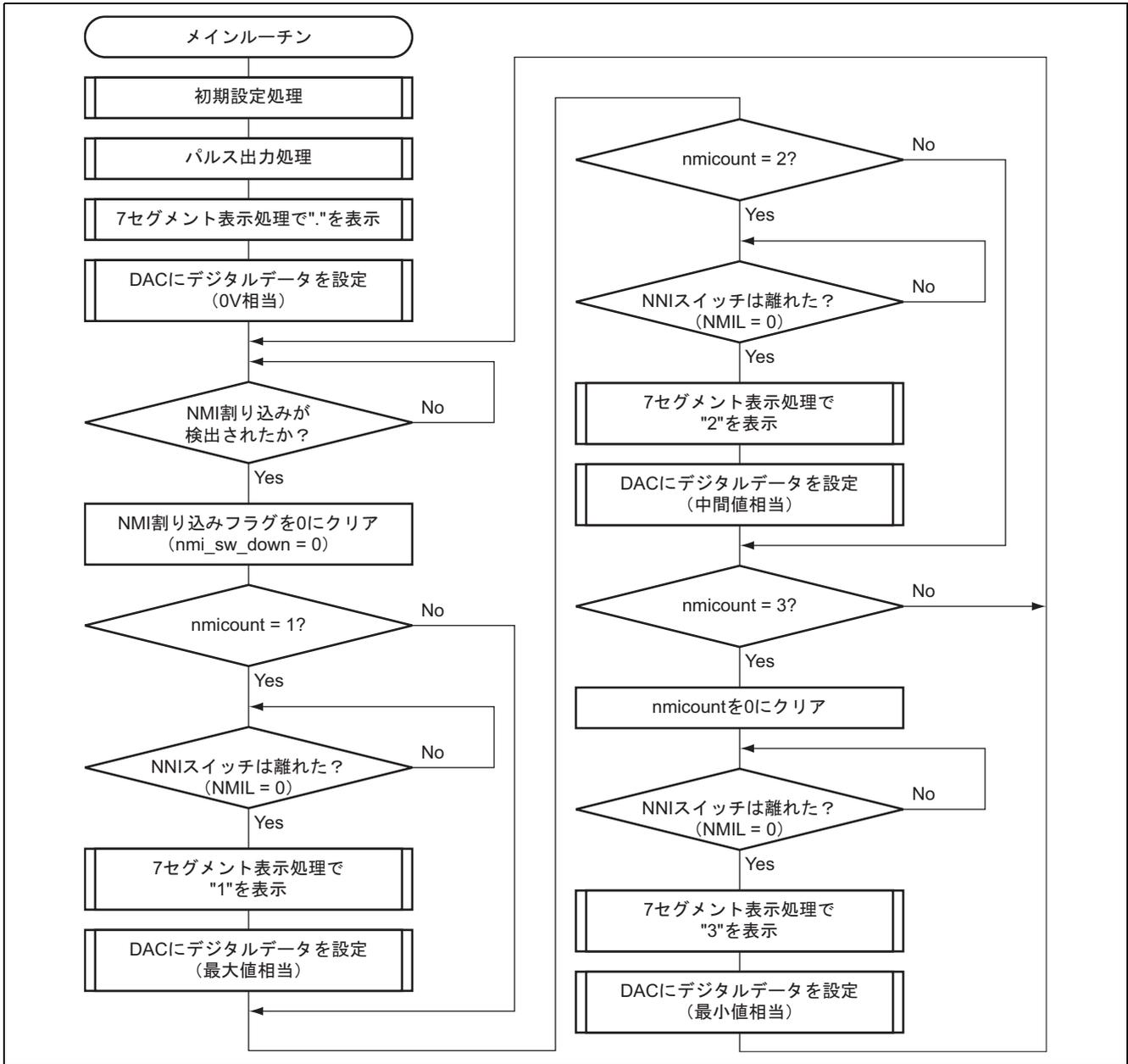
配列名	データ	データ説明	データサイズ	アドレス
dsp_data[0]	H'06	LED に"1"を表示させるためのデータ	1 バイト	H'22E8
dsp_data[1]	H'5B	LED に"2"を表示させるためのデータ	1 バイト	H'22E9
dsp_data[2]	H'4F	LED に"3"を表示させるためのデータ	1 バイト	H'22EA
dsp_data[3]	H'00	LED に"."を表示させるためのデータ	1 バイト	H'22EB

表 14 D/A 変換器へ出力するデータテーブル

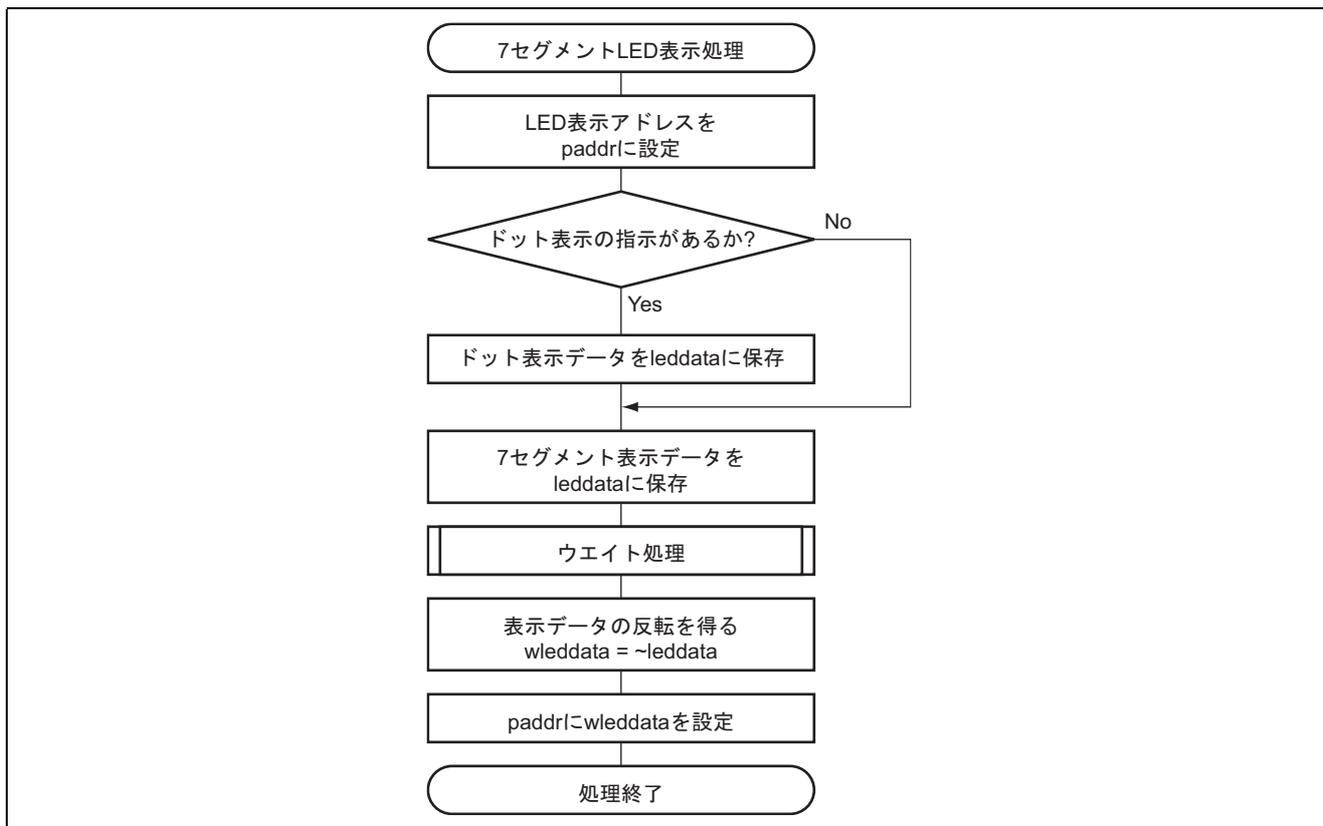
配列名	データ	データ説明	データサイズ	アドレス
PEDATA[0]	H'E0FE	D/A 変換器の最大値を出力させるためのデータ（PE1～PE7、PE13～PE15 全て「1」のデータ）	2 バイト	H'22EC
PEDATA[1]	H'0002	D/A 変換器の中間値を出力させるためのデータ（PE1 は「1」、PE2～PE7、PE13～PE15 全て「0」のデータ）	2 バイト	H'22EE
PEDATA[2]	H'0000	D/A 変換器の最小値を出力させるためのデータ（PE1～PE7、PE13～PE15 全て「0」のデータ）	2 バイト	H'22F0

5. フローチャート

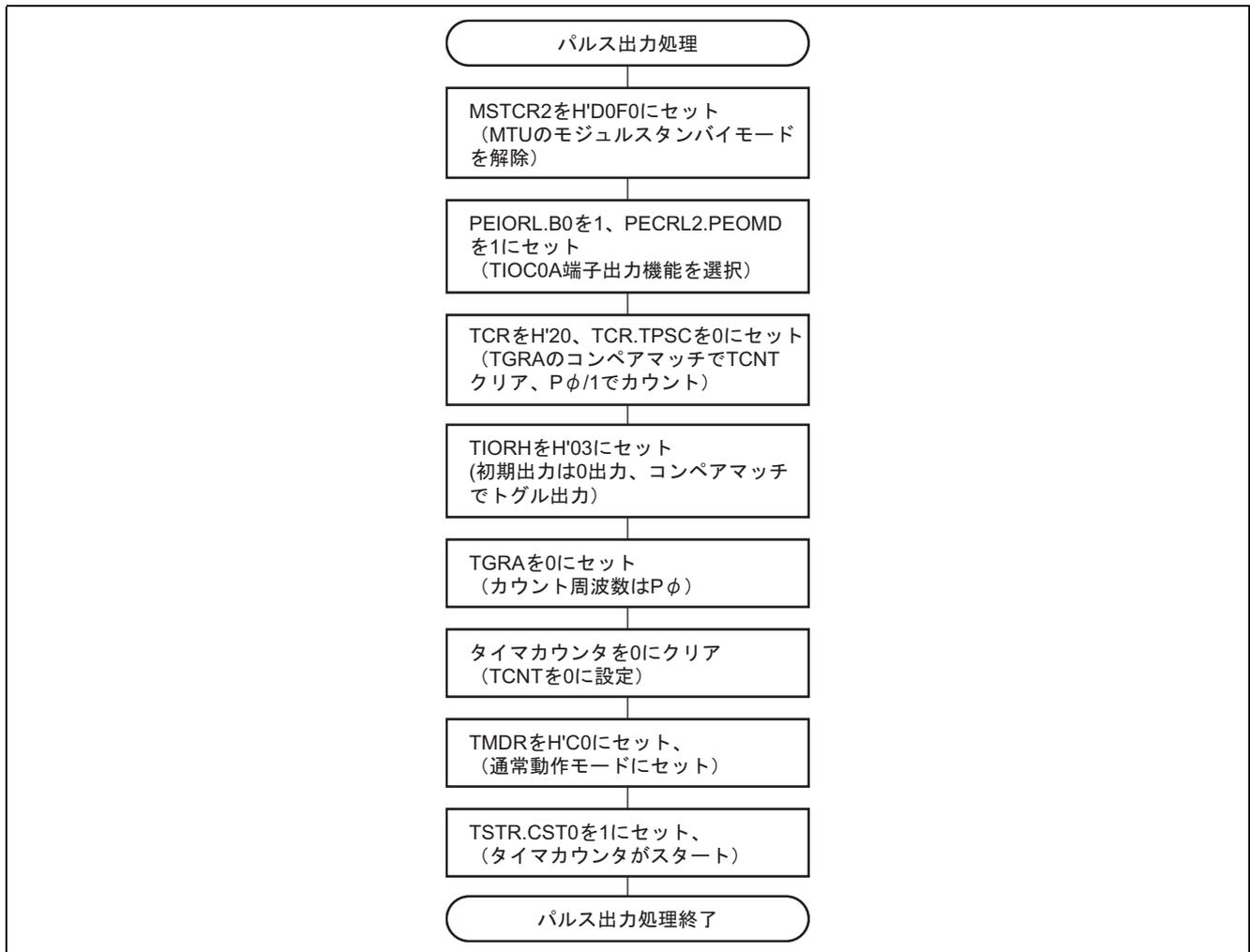
5.1 メインルーチン



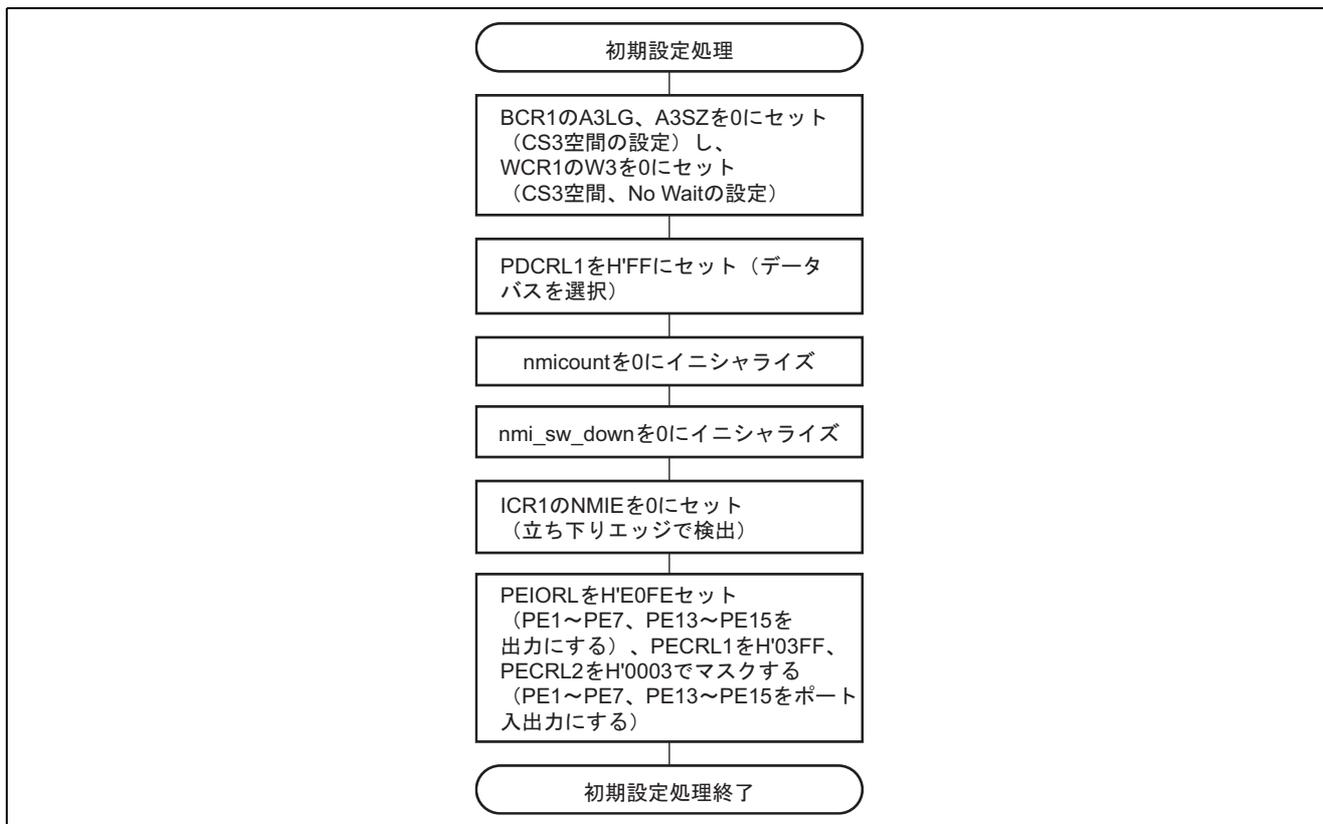
5.2 7セグメントLED表示処理



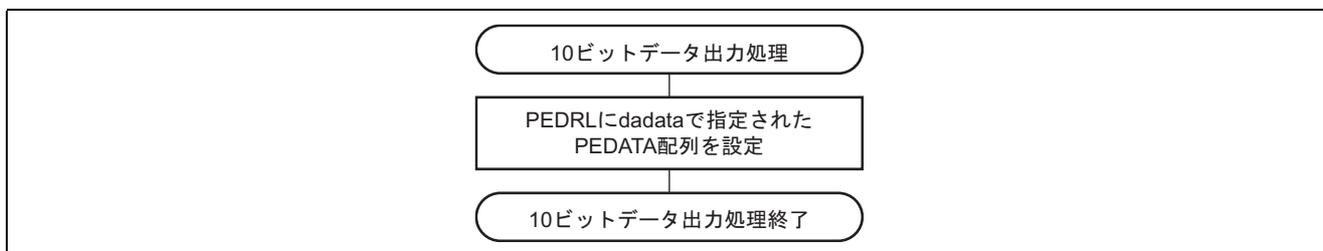
5.3 パルス出力処理



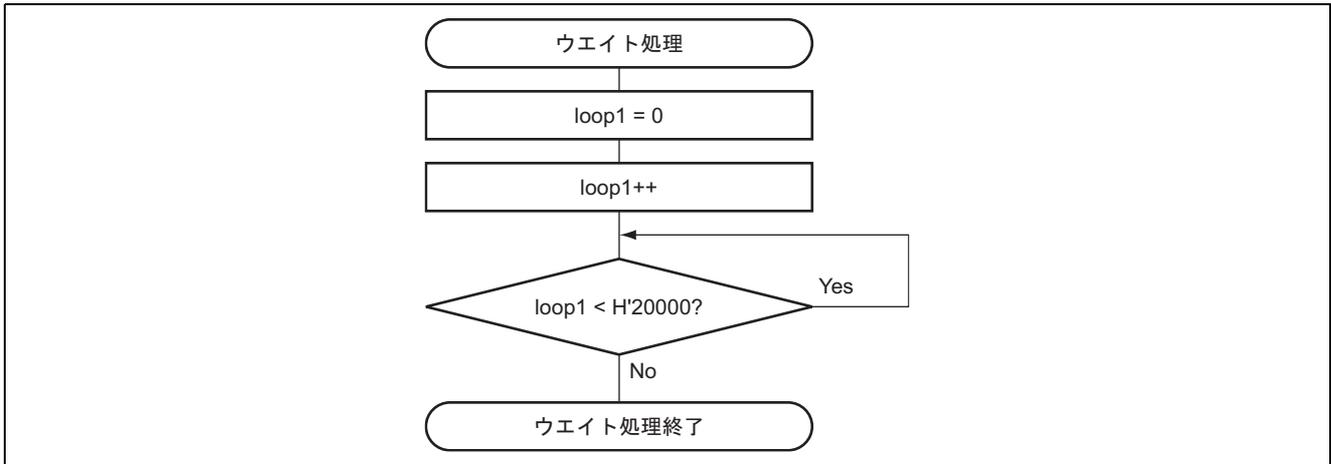
5.4 初期設定処理



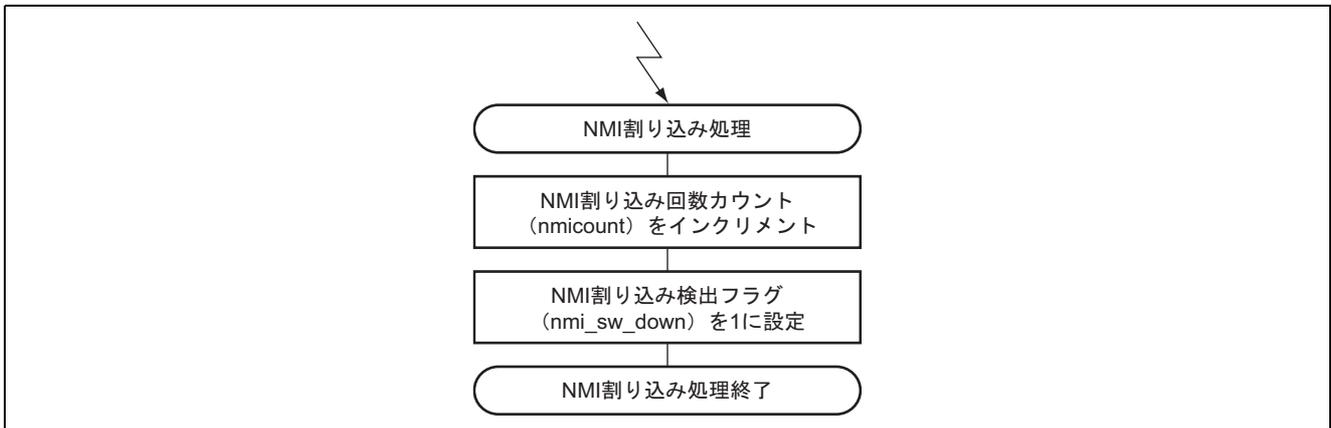
5.5 bit データ出力処理



5.6 ウェイト処理



5.7 NMI 割り込み処理



5.8 リンクアドレス指定

セクション名	アドレス
P,C	H'00002000
D,B	H'00407000
__STACK()	H'00407F00

※ : ヘッダファイル"IODEFINE.H"は、下記の HP にて入手。ターゲットのヘッダ名は、"7144S.H"。  
<http://www.renesas.com/jpn/products/mpumcu/tool/crosstool/iodef/index.html>

## 6. プログラムリスト

INIT.C (プログラムリスト)

```
extern  _INITSCT(void) ;
extern  void main(void) ;
```

```
void _INIT()
{
    _INITSCT() ;
    main() ;
    for(;;) ;
}
```

VEC\_TBL.SRC (プログラムリスト)

```
.SECTION VECT,DATA,LOCATE=H'0000
```

```
.IMPORT  __INIT
.IMPORT  __STACK
.IMPORT  _nmisub
```

```
.ORG      H'00000000
.DATA.L   __INIT
    .DATA.L   __STACK
    .DATA.L   __INIT
    .DATA.L   __STACK
```

```
.ORG      H'0000002c
.DATA.L   _nmisub
.END
```

## IO.c (プログラムリスト)

```

/* SH7145 Series -SH7145- Application note */
/* Application Note */
/* Adjust Output Voltage And Digital-To-Analog Converter */
/*
/* Function : I/O Level Conversion(from 3.3V to 5.0V) From CPU */
/*           And Digital-To-Analog Conversion(Scale is 0-1V) */
/* Peripheral Clock : 25MHz */
/* Internal Clock : 50MHz */
/*****/

/*****/
/* Include File */
/*****/
#include <machine.h>
#include "IODEFINE.H"

/*****/
/* I/O Definition */
/*****/
#define LED    0x00C00000                /* LED Port */

/*****/
/* Function Prototype */
/*****/
void init(void);                        /* Initialize Function */
void led7(unsigned char data,unsigned char dot); /* 7 Segment LED Display Function */
void wait(void);                        /* Wait Function */
void pulse(void);                       /* Output Pulse Function */
void value(unsigned char dadata);      /* Digital Date Function */
void main(void);                        /* Main Function */
#pragma interrupt(nmisub)               /* NMI Interrupt Handler Function */

/*****/
/* RAM/ROM Allocation */
/*****/

/* LED Display Data Table */
const unsigned char dsp_data[4] =
{
    0x06,                                /* LED display data = "1" */
    0x5b,                                /* LED display data = "2" */
    0x4f,                                /* LED display data = "3" */
    0x00                                /* LED display data = "." */
};

/* DAC Digital Data */
const unsigned short PEDATA[3] =
{
    0xe0fe,                               /* D/A Output Maximum */
    0x0002,                               /* D/A Output Mid */
    0x0000                               /* D/A Output Minmum */
};

unsigned char nmicount;                  /* NMI Interrupt Counter */
unsigned char nmi_sw_down;              /* NMI Switch */
    
```

```

/*****
/* Main Function
/*****
void main(void)
{
    init();                /* Initialize Function */
    pulse();               /* Output Pulse Function */
    led7(3,1);             /* LED Display "." */
    value(2);              /* Initial Write Minmum Digital Data */

    while(1){
        if(nmi_sw_down ==1){                /* Check NMI Switch Down? */
            nmi_sw_down = 0;                /* Clear NMI Switch */
            if(nmicount ==1){                /* NMI Counter = 1? */
                while(INTC.ICR1.BIT.NMIL == 0x0); /* NMI Switch Release? */
                led7(0,0);                    /* LED Display "1" */
                value(0);                    /* Write Maximum Digital Data */
            }else if(nmicount == 2){          /* NMI Counter = 2? */
                while(INTC.ICR1.BIT.NMIL == 0x0); /* NMI Switch Release? */
                led7(1,0);                    /* LED Display "2" */
                value(1);                    /* Write Mid Digital Data */
            }else if(nmicount == 3){          /* NMI Counter = 3? */
                nmicount = 0;                /* Clear NMI Counter */
                while(INTC.ICR1.BIT.NMIL == 0x0); /* NMI Switch Release? */
                led7(2,0);                    /* LED Display "3" */
                value(2);                    /* Write Minmum Digital Data */
            }
        }
    }
}

/*****
/* Initialize Function
/*****
void init(void)
{
    BSC.BCR1.BIT.A3LG = 0x0;                /* Clear A3LG Bit for A3SZ Bit*/
    BSC.BCR1.BIT.A3SZ = 0x0;                /* Byte Size CS3 Memory Area */
    BSC.WCR1.BIT.W3 = 0x0;                 /* No Wait CS3 Memory Area */

    PFC.PDCRL1.BYTE.L = 0xff;              /* Use From D0 To D7 Input And Output(BSC) Port */
    PFC.PDCRL2.BYTE.L = 0x0;              /* Use From D0 To D7 Input And Output(BSC) Port */

    nmicount = 0;                          /* Initialize NMI Interrupt Counter */
    nmi_sw_down = 0;                        /* Initialize NMI Switch */
    INTC.ICR1.BIT.NMIE = 0x0;              /* Set NMI Falling Edge Interruptt */
    PFC.PEIORL.WORD = 0xe0fe;              /* Output PE1~PE7 and PE13~PE15 */
    PFC.PECRL1.WORD = PFC.PECRL1.WORD & 0x03ff; /* Input and Output PE13~PE15 */
    PFC.PECRL2.WORD = PFC.PECRL2.WORD & 0x0003; /* Input and Output PE1~PE7 */
}

/*****
/* 7 Segment LED Display
/*****
void led7(unsigned char data,unsigned char dot)
{
    unsigned char leddata;                  /* LED Display Data */
    unsigned long wleddata;                /* LED Display Output Value */
    unsigned long *paddr;                  /* LED Port Address */

```

```

paddr = (unsigned long *)LED;                /* Set Paddr As LED Port */

if( dot!=0 ){                                /* Output "." On 7 Segment LED Display? */
    leddata=(dsp_data[data]|0x80);           /* Output "." */
} else {
    leddata=(dsp_data[data]&0x7f);          /* 7 Segment LED Display Output Value */
}

wait();                                       /* Wait */
wleddata =~leddata;                          /* Save 7 Segment LED Display Output Value */
    *paddr = wleddata;                       /* LED Display */
}

/*****
/* Output Pulse Function */
*****/
void pulse(void)
{
    MST.CR2.WORD = 0xd0f0;                   /* MTU Module Standby Mode clear */
    PFC.PEIORL.BIT.B0 = 1;                  /* TIOC0A Output */
    PFC.PECRL2.BIT.PE0MD = 1;              /* FEO Function Is TIOC0A */
    MTU0.TCR.BYTE = 0x20;                   /* Timer Counter Clear by TGRA */
    MTU0.TCR.BIT.TPSC = 0;                 /* Count By Pφ/1 */
    MTU0.TIOR.BYTE.H = 0x03;               /* Initial Output 0 and toggle */
    MTU0.TGRA = 0;                         /* Counter Period Is Pφ */
    MTU0.TCNT = 0x0000;                   /* Clears Timer Counter */
    MTU0.TMDR.BYTE = 0xc0;                /* Set Mode */
    MTU.TSTR.BIT.CST0 = 0x1;              /* Start Timer Counter */
}

/*****
/* Digital Date Function */
*****/
void value(unsigned char dadata)
{
    PE.DRL.WORD = PEDATA[dadata];          /* Write PE Data */
}

/*****
/* Wait Function */
*****/
void wait(void)
{
    unsigned long loop1;
    for(loop1=0;loop1<0x20000;loop1++){    /* wait */
    }
}

/*****
/* NMI Interrupt Function */
*****/
/
void nmisub(void)
{
    nmicount++;                             /* Increment NMI Interrupt Counter */
    nmi_sw_down = 1;                       /* Set NMI Switch Down */
}
    
```

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2004.09.15	—	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留意ください。

### 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、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、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、ルネサス 販売または特約店までご照会ください。