

セクション 12. I/O ポート

ハイライト

本セクションには下記の主要項目を記載しています。

12.1	はじめに	12-2
12.2	制御レジスタ	12-3
12.3	動作モード	12-8
12.4	省電力モード時の動作	12-17
12.5	リセットの影響	12-17
12.6	関連アプリケーション ノート	12-18
12.7	改訂履歴	12-19

Note: ファミリ リファレンス マニュアルの本セクションは、デバイス データシートの補足を目的としています。本書の内容は PIC32 ファミリの一部のデバイスには対応していません。

本書の内容がお客様のご使用になるデバイスに対応しているかどうかは、最新デバイス データシート内の「I/O ポート」の冒頭に記載している注意書きでご確認ください。

デバイス データシートとファミリ リファレンス マニュアルの各セクションは、マイクロチップ社のウェブサイト (<http://www.microchip.com>) でご覧になれます。

12.1 はじめに

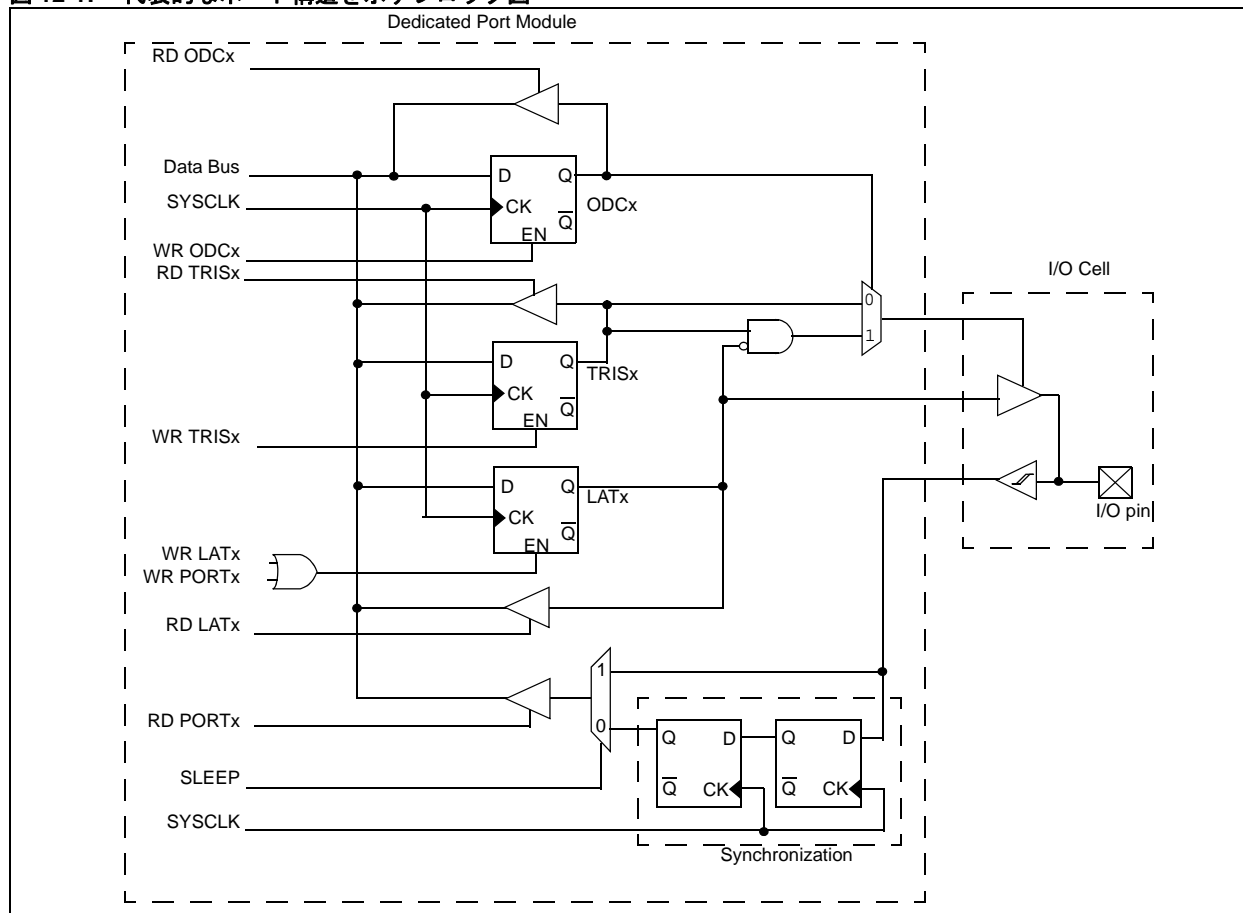
汎用 I/O ピンは、最も単純な周辺モジュールであると見なせます。PIC32 マイクロコントローラは、これらの I/O ピンを使って他のデバイスを監視および制御できます。デバイスの柔軟性と機能性を改善するために、一部のピンには複数の機能が多重化されています。これらの機能は、デバイスがどの周辺機能を実装しているかに応じて異なります。周辺モジュールが動作中である場合、通常そのモジュールに割り当てられているピンを汎用 I/O ピンとして使う事はできません。

I/O ポート モジュールの主な特長として下記が挙げられます。

- 出力ピンごとのオープンドレイン イネーブル/ディセーブル
- 入力ピンごとのプルアップ イネーブル/ディセーブル
- 選択した入力を監視し不一致条件検出時に割り込みを生成
- CPU スリープおよびアイドルモード中も動作を継続
- CLR、SET、INV レジスタを使う高速なビット操作

代表的な I/O ポート構造のブロック図を図 12-1 に示します。このブロック図は、I/O ピンに多重化可能な複数の周辺機能を示しています。

図 12-1: 代表的なポート構造を示すブロック図



12.2 制御レジスタ

Note: 以下に記載したレジスタとそれらに関連するビットは、一部のデバイスでは利用できない場合があります。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

I/O ポートを読み / 書きする前に、対応するピンをアプリケーションに応じて適正に設定する必要があります。各 I/O ポートには、ポートの動作に直接関連する 9 つのレジスタと 1 つの制御レジスタが割り当てられています。各 I/O ポートピンには、これらのレジスタ内の 1 ビットが割り当てられます。本書では、添え字「x」は任意または全てのポート モジュールを表します。例えば TRISx は、TRISA、TRISB、TRISC 等の全てを代表します。ご使用になるデバイスで利用できないビットと、そのビットに関連するデータおよび制御レジスタは無効であり、それらの読み出し値はゼロです。

本書に記載したレジスタに関する追加の情報は各デバイスのデータシートに記載しています。

12.2.1 3 ステート機能を設定するためのレジスタ (TRISx)

TRISx レジスタは、I/O ポートピンのデータの方向を設定します。TRISx レジスタのビットにより、PORTx I/O ピンの方向 (入力または出力) を下記のように指定します。

- データ方向ビットを「1」にすると、対応する I/O ポートピンは入力として機能します。
- データ方向ビットを「0」にすると、対応する I/O ポートピンは出力として機能します。
- TRISx レジスタを読み出すと、TRISx レジスタに直前に書き込んだ値が返されます。
- 全ての I/O ポートピンはパワーオン リセット後に入力として設定されます。

12.2.2 ポート機能を設定するためのレジスタ (PORTx)

PORTx レジスタにより、下記のように I/O ピンへアクセスできます。

- PORTx レジスタへの書き込みは、対応する LATx レジスタ (PORTx データラッチ) に書き込みます。出力として設定されている I/O ポートピンは更新されます。
- PORTx レジスタに書き込むという事は、実質的に LATx レジスタに書き込む事と同じです。
- PORTx レジスタからの読み出しは、I/O ポートピンに印加されている信号に同期して読み出します。

12.2.3 ラッチ機能を設定するためのレジスタ (LATx)

LATx レジスタ (PORTx データラッチ) は、下記のように I/O ポートピンに書き込まれたデータをホールドします。

- LATx レジスタラッチへの書き込みは、対応する I/O ポートピンへのデータをラッチします。出力として設定されている I/O ポートピンは更新されます。
- LATx レジスタからの読み出しは、PORTx データラッチでホールドされているデータを読み出します (I/O ピンからデータを読み出すものではありません)。

12.2.4 オープンドレイン設定のためのレジスタ (ODCx)

各 I/O ピンは、別々に通常のデジタル出力またはオープンドレイン出力として設定できます。これは、各 I/O ピンに対応するオープンドレイン制御レジスタ (ODCx) で設定します。I/O ピンに対応する ODCx ビットを「1」にすると、そのピンはオープンドレイン出力として動作します。I/O ピンに対応する ODCx ビットを「0」にすると、そのピンは通常のデジタル出力として設定されます。なお、ODCx ビットは出力ピンに対してのみ有効です。リセット後、ODCx レジスタの全てのビットは「0」に設定されます。

オープンドレイン機能により、外付けプルアップ抵抗を使って任意の 5 V 対応ピンで VDD (例: 5 V) よりも高い出力を生成できます。オープンドレインの最大許容電圧は、VIH の最大仕様値と同じです。ODCx レジスタの設定は全ての I/O モードで有効です。たとえ周辺モジュールがピンを制御している場合でも、その出力はオープンドレインとして動作できます。対応する LATx および TRISx ビットを操作する事によっても同様の効果が得られますが、周辺モジュールはオープンドレイン モードで動作できません (I²C™ ピンの既定値動作を除く)。I²C ピンは元々オープンドレイン ピンであるため、ODCx の設定は I²C ピンには影響しません。JTAG スキャンセルは ODCx ロジックと I/O の間に挿入されるため、ODCx の設定は JTAG 出力特性にも影響しません。

12.2.5 アナログおよびデジタル ポートピンを設定するためのレジスタ (ANSELx)

ANSELx(または AD1PCFG) レジスタはアナログ ポートピンの動作を制御します。ポートピンをアナログ入力として動作させる場合、そのピンに対応する ANSEL および TRISx ビットをセット (または AD1PCFG をクリア) する必要があります。ポートピンをデジタル モジュール (タイマ、UART 等) との I/O 機能用に使う場合、対応する ANSELx ビットをクリア (または AD1PCFG をセット) する必要があります。

ANSELx レジスタの既定値は 0xFFFF (AD1PCFG の既定値は 0x0000) です。従って、アナログ機能を共有する全てのピンの既定値はアナログです (デジタルではありません)。

ANSELx ビットをセット (または AD1PCFG をクリア) した状態で TRISx ビットをクリア (出力として設定) すると、ADC モジュールやコンパレータ モジュール等のアナログ モジュールはデジタル出力レベル (V_{OH} または V_{OL}) を変換します。

アナログ入力チャンネルとして設定されている全てのピンは、PORTx レジスタを読み出すとクリア状態 (LOW レベル) として読み出されます。

デジタル入力として設定されているピンはアナログ入力を変換しません。デジタル入力として定義されたピン (ANx ピンを含む) にアナログレベルの電圧がかかると、入力バッファがデバイスの仕様を超える電流を消費する可能性があります。

12.2.6 入力状態変化通知用のレジスタ

I/O ポートの状態変化通知 (CN) 機能により、PIC32 は選択した入力ピンの状態変化に対応してプロセッサへ割り込みを要求できます。この機能を使うと、クロックが停止するスリープモード中でも入力の状態変化を検出できます。

各 I/O ポートの CN 機能には、下記の 5 つの制御レジスタが割り当てられています。

- 状態変化通知イネーブル (CNENx)
- 状態変化通知ステータス (CNSTATx)
- 状態変化通知プルアップ イネーブル (CNPUEx)
- 状態変化通知プルダウン イネーブル (CNPdEx)
- 状態変化通知制御 (CNCONx)

CNENx レジスタは、各入力ピンの CN 割り込みイネーブル制御ビットを格納しています。これらのビットをセットすると、対応するピンの CN 割り込みが有効になります。

CNSTATx レジスタは、PORTx ビットを読み出した後に対応するピンの状態が変化したかどうかを示します。

また、各 I/O ピンには弱いプルアップおよび弱いプルダウン抵抗が接続されています。プルアップ抵抗はピンに接続した電流ソースまたはシンクとして機能し、押しボタンまたはキーパッドデバイスを接続するための外付け抵抗を省力できます。プルアップおよびプルダウンは、それぞれ CNPUEx および CNPDx レジスタ内の各ピンに対応する制御ビットを使って別々に有効にできます。これらの制御ビットをセットすると、対応するピンのプルアップおよび / またはプルダウンが有効になります。

Note: ポートピンをデジタル出力として設定する場合、状態変化通知ピンのプルアップおよびプルダウンを無効にする必要があります。

状態変化通知制御 (CNCONx) レジスタは [レジスタ 12-1](#) に記載しています。

12.2.7 ペリフェラル ピンセレクト用のレジスタ

ペリフェラル ピンセレクト [*pin name*] レジスタ ([レジスタ 12-2](#)) とペリフェラル ピンセレクト出力 (RPNR) レジスタ ([レジスタ 12-3](#)) は、ペリフェラル ピンセレクト入力および出力用の制御ビットを提供します。これらのレジスタの設定に関する詳細は、[12.3.1.4 「入力の割り当て」](#) と [12.3.1.5 「出力の割り当て」](#) を参照してください。

12.2.8 SET、CLR、INV I/O ポートレジスタ

各 I/O モジュール レジスタには、個別のビット操作を可能にする SET、CLR、INV レジスタが備わっています。SET、CLR、INV レジスタに値を書き込んで特定のビットを「1」にセットすると、対応するベースレジスタ内の対応するビットだけがセット (SET)、クリア (CLR)、反転 (INV) されます。これらのレジスタ内で「0」に設定されているビットに対応するベースレジスタ内のビットは変更されません。

- TRISASET レジスタに 0x0001 を書き込むと、TRISA ベースレジスタの bit 0 だけがセットされます。
- PORTDCLR レジスタに 0x0020 を書き込むと、PORTD ベースレジスタの bit 5 だけがクリアされます。
- LATCINV レジスタに 0x9000 を書き込むと、LATC ベースレジスタの bit 15 と bit 12 だけが反転します。

SET、CLR、INV レジスタの読み出し値は未確定です。SET、CLR、INV レジスタに対する書き込み動作の効果を確認するには、ベースレジスタを読み出す必要があります。

デバイスのデータシートに明記されていない限り、SET、CLR、INV レジスタは全てのモジュールおよびモジュールのレジスタで利用できます。一般的な方法で I/O ピンをトグルする場合、ソフトウェアで PORTx レジスタに対して「読み出し - 変更 - 書き込み」動作を実行する必要があります。例えば、PORTx レジスタから値を読み出し、所定の出力ビットをマスクおよび変更し、その結果値を PORTx レジスタに書き戻す必要があります。この方法では、ポートを読み出した後、変更したデータを書き戻せるようになる前にポート値が変化する（以前の状態から変更される）可能性があるといった問題に対して脆弱です。また、この方法では命令数も増えます。

```
PORTA ^ = 0x0001;
```

より効率的かつ最小な方法は PORTxINV レジスタを使います。PORTxINV レジスタへの書き込みは、実質的に、対応するベースレジスタに対して「読み出し - 変更 - 書き込み」動作を実行します。つまり、上記のソフトウェア動作と等価な動作をハードウェアで実行するという事です。この方法で I/O ピンをトグルするには、PORTxINV レジスタ内の対応するビットに「1」を書き込みます。この動作は PORTx レジスタを読み出し、PORTxINV レジスタで「1」にセットされているビットに対応するビットだけを反転し、その結果を LATx レジスタに書き込む事により、1 つの最小命令サイクルだけで対応する I/O ピン（複数可）をトグルします。

```
PORTAINV = 0x0001;
```

PIC32 ファミリ リファレンス マニュアル

レジスタ 12-1: CNCONx: 状態変化通知制御レジスタ

ビット レンジ	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	R/W-0	U-0	R/W-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	ON	—	SIDL	—	—	—	—	—
7:0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—

凡例:

R = 読み出し可能ビット W = 書き込み可能ビット U = 未実装ビット、「0」として読み出し
 -n = POR 時の値 1 = ビットはセット 0 = ビットはクリア x = ビットは未知

bit 31-16 **未実装:** 「0」として読み出し

bit 15 **ON:** 状態変化通知 (CN) 制御 ON ビット

1 = CN を有効にする
 0 = CN を無効にする

bit 14 **未実装:** 「0」として読み出し

bit 13 **SIDL:** アイドルモード時停止制御ビット

1 = CPU アイドルモードは CN 動作を停止する
 0 = CPU アイドルモードは CN 動作に影響しない

bit 12-0 **未実装:** 「0」として読み出し

レジスタ 12-2: [pin name]R: ペリフェラル ピンセレクト入力レジスタ ⁽¹⁾

ビット レンジ	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	[pin name]R<3:0>			

凡例:

R = 読み出し可能ビット W = 書き込み可能ビット U = 未実装ビット、「0」として読み出し
 -n = POR 時の値 1 = ビットはセット 0 = ビットはクリア x = ビットは未知

bit 31-4 **未実装:** 「0」として読み出し

bit 3-0 **[pin name]R<3:0>:** ペリフェラル ピンセレクト入力ビット

[pin name] は、周辺モジュールに入力を割り当てるために使うピンを表します。入力ピンの選択値については表 12-1 を参照してください。

Note 1: レジスタの値は、IOLOCK コンフィグレーション ビット (CFGCON<13>) が「0」の場合にのみ変更可能です。

レジスタ 12-3: RPnR: ペリフェラル ピンセレクト出力レジスタ ⁽¹⁾

ビット レンジ	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	RPnR<3:0>			

凡例:

R = 読み出し可能ビット

W = 書き込み可能ビット U = 未実装ビット、「0」として読み出し

-n = POR 時の値

1 = ビットはセット

0 = ビットはクリア

x = ビットは未知

bit 31-4 **未実装**: 「0」として読み出し

bit 3-0 **RPnR<3:0>**: ペリフェラル ピンセレクト出力ビット

出力ピンの選択値については表 12-2 を参照してください。

Note 1: レジスタ値は、IOLOCK コンフィグレーション ビット (CFGCON<13>) が「1」の場合にのみ変更可能です。

12.3 動作モード

12.3.1 ペリフェラル ピンセレクト (PPS)

汎用デバイスでは、I/O ピンでの機能の競合を最小限に抑えつつできるだけ多くの周辺機能を提供する事が大きな課題となります。これは、特に少ピンデバイスで困難となります。1 つのピンに複数の周辺モジュールを割り当てる必要のあるアプリケーションでは、コードで手の込んだ対策を講じるか、あるいは完全に設計し直す必要があります。

ペリフェラル ピンセレクト (PPS) 設定機能は、周辺機能セットの選択と I/O ピンへの割り当ての選択肢を拡げます。ピン割り当ての選択肢が増える事により、デバイスに合わせてアプリケーションの機能を削減するのではなく、デバイスの方をアプリケーションに合わせる事が可能になります。

PPS 設定機能は、デジタル I/O ピンのサブセットを対象とします。ユーザは、ほとんどのデジタル周辺モジュールの入出力をこれらの I/O ピンに個々に割り当てる事ができます。PPS はソフトウェアで実行され、一般的にデバイスを再プログラミングする必要はありません。設定した周辺機能の割り当てが偶発的に変更されたり誤って変更されたりしないよう、ハードウェアによる安全措置が組み込まれています。

12.3.1.1 使用可能なピン

使用可能なピンの数はデバイスとピン数に応じて異なります。PPS 機能をサポートするピンの名前には「RPn」が付きます。「RP」は割り当て変更可能周辺機能 (Remappable Peripheral) を意味し、「n」はポート番号を表します。

Note: 詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

12.3.1.2 使用可能な周辺機能

PPS は全てのデジタル専用周辺モジュールを管理します。これには汎用シリアル通信 (UART と SPI)、汎用タイマクロック入力、タイマ関連周辺モジュール (入力キャプチャと出力コンペア)、入力状態変化時割り込みが含まれます。

しかし、PPS 機能の対象に含まれないデジタル専用周辺モジュールも存在します。これは、そのような周辺モジュールの機能が特定ポート上で特殊な I/O 回路を必要とし、複数のピンに接続する事が困難だからです。このようなモジュールには I²C が含まれます。また同様の理由により、ADC のようなアナログ入力を持つモジュールも全て除外されています。

割り当て変更が可能な周辺機能とそうでない周辺機能の重要な違いは、前者には既定値の I/O ピンが割り当てられていないという事です。このような周辺機能を使うには、特定の I/O ピンを割り当てる必要があります。これに対し、割り当て変更ができない周辺機能は常に既定値のピンで使えます。ただしその周辺機能がアクティブでありかつ別の周辺機能と競合していない事が必要です。

ある I/O ピンで割り当て変更可能周辺機能がアクティブである場合、この周辺機能はそのピンに関連付けられているどのデジタル I/O およびデジタル通信周辺機能よりも高い優先度を持ちます。この優先度は、割り当てられている周辺機能のタイプには関係しません。割り当て変更可能周辺機能の優先度は、そのピンに関連付けられているどのアナログ機能よりも低く設定されています。

12.3.1.3 PPS の制御

PPS 機能は 2 組の SFR (周辺機能の入力を割り当てる SFR と出力を割り当てる SFR) で制御します。これらは別々に制御されるため、1 つの周辺機能の入力と出力 (その周辺機能が両方を備える場合) を、任意のピンに自由に割り当てる事ができます。

周辺機能をピンに割り当てる際、それが入力か出力かによって扱いが異なります。

12.3.1.4 入力の割り当て

PPS オプションの入力は周辺機能ベースで割り当てます。周辺機能に対応する制御レジスタで割り当て先のピンを指定します。ペリフェラル入力の割り当てには $[pin\ name]R$ レジスタ ($[pin\ name]$ は表 12-1 内のペリフェラルピンの名称)を使います(レジスタ 12-2 参照)。各レジスタは1つの4ビットフィールドを格納します。これらのビットフィールドに適切な値をプログラミングする事により、対応する値を持つ RPn ピンをその周辺機能に割り当てます。表 12-1 には、ビットフィールド値の有効レンジの例を記載しています。

Note: 入力ピンの選択については各デバイスのデータシートを参照してください。

例として図 12-2 に、U1RX 入力に対する割り当て変更可能ピンの選択を示します。

図 12-2: U1RX の割り当て変更可能入力の例

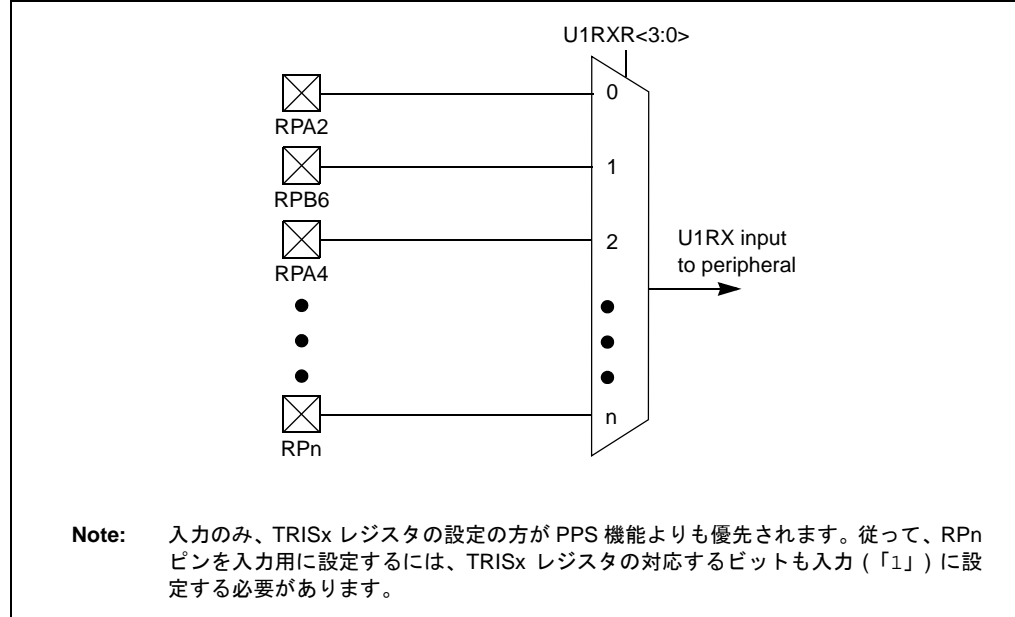


表 12-1: 入力ピンの選択⁽¹⁾

ペリフェラルピン	[pin name]R SFR	[pin name]R ビット	RPn ピンを選択する [pin name]R 値
INT4	INT4R	INT4R<3:0>	0000 = RPA0 0001 = RPB3 0010 = RPB4 0011 = RPB15 0100 = RPB7 0101 = RPC7 0110 = RPC0 0111 = RPC5 1000 = 予約済み . . . 1111 = 予約済み
T2CK	T2CKR	T2CKR<3:0>	
IC4	IC4R	IC4R<3:0>	
SS1	SS1R	SS1R<3:0>	
REFCLKI	REFCLKIR	REFCLKIR<3:0>	
INT3	INT3R	INT3R<3:0>	0000 = RPA1 0001 = RPB5 0010 = RPB1 0011 = RPB11 0100 = RPB8 0101 = RPA8 0110 = RPC8 0111 = RPA9 1000 = 予約済み . . . 1111 = 予約済み
T3CK	T3CKR	T3CKR<3:0>	
IC3	IC3R	IC3R<3:0>	
U1CTS	U1CTSR	U1CTSR<3:0>	
U2RX	U2RXR	U2RXR<3:0>	
SDI1	SDI1R	SDI1R<3:0>	0000 = RPA2 0001 = RPB6 0010 = RPA4 0011 = RPB13 0100 = RPB2 0101 = RPC6 0110 = RPC1 0111 = RPC3 1000 = 予約済み . . . 1111 = 予約済み
INT2	INT2R	INT2R<3:0>	
T4CK	T4CKR	T4CKR<3:0>	
IC1	IC1R	IC1R<3:0>	
IC5	IC5R	IC5R<3:0>	
U1RX	U1RXR	U1RXR<3:0>	0000 = RPA3 0001 = RPB14 0010 = RPB0 0011 = RPB10 0100 = RPB9 0101 = RPC9 0110 = RPC2 0111 = RPC4 1000 = 予約済み . . . 1111 = 予約済み
U2CTS	U2CTSR	U2CTSR<3:0>	
SDI2	SDI2R	SDI2R<3:0>	
OCFB	OCFBR	OCFBR<3:0>	
INT1	INT1R	INT1R<3:0>	
T5CK	T5CKR	T5CKR<3:0>	0000 = RPA3 0001 = RPB14 0010 = RPB0 0011 = RPB10 0100 = RPB9 0101 = RPC9 0110 = RPC2 0111 = RPC4 1000 = 予約済み . . . 1111 = 予約済み
IC2	IC2R	IC2R<3:0>	
SS2	SS2R	SS2R<3:0>	
OCFA	OCFAR	OCFAR<3:0>	

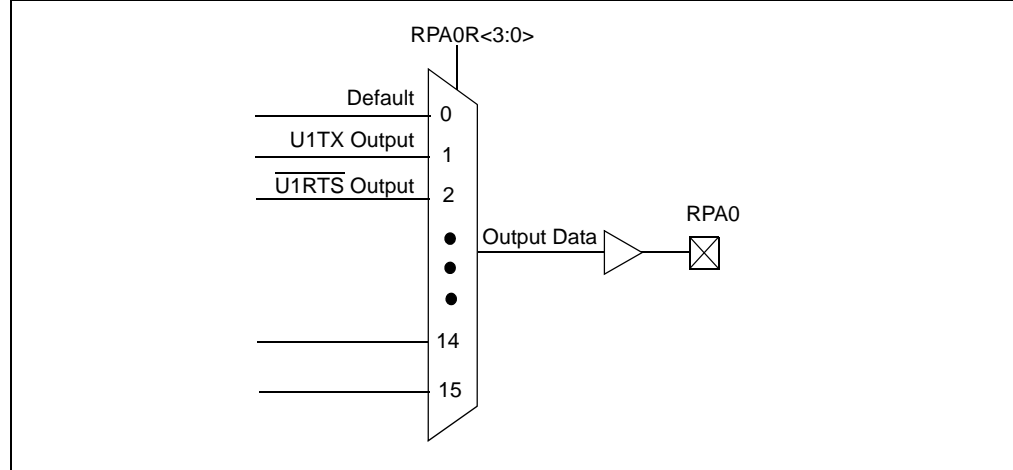
Note 1: この表は入力ピン選択の例を示しています。実際の選択肢については各デバイスのデータシートを参照してください。

12.3.1.5 出力の割り当て

入力とは異なり、PPS オプションの出力はピンベースで割り当てます。この場合、特定のピンに対応する制御レジスタで、割り当てる周辺機能の出力を指定します。出力の割り当てには RPNR レジスタ ([レジスタ 12-3](#)) を使います。[pin name]R レジスタと同様に、各レジスタは 1 つの 4 ビットフィールドを格納します。ビットフィールドで特定の周辺機能に対応する値を指定する事により、ピンに周辺機能の出力を割り当てます ([表 12-2](#) と [図 12-3](#) 参照)。

出力レジスタのリセット値「0」には NULL 出力が対応します。これにより、既定値状態では、割り当て変更可能出力は全ての出力ピンから切り離されます。

図 12-3: RPA0 に対する割り当て変更可能出力の多重化の例



12.3.1.6 コンフィグレーション変更の制御

周辺機能の割り当て変更は実行時でも可能です。このため、予期せぬ割り当て変更を防ぐために、周辺機能の割り当て変更に対する何らかの制限が必要です。PIC32 は、周辺機能割り当ての変更を防ぐために以下の 2 つの機能を備えています。

- 制御レジスタのロックシーケンス
- コンフィグレーション ビット選択のロック

12.3.1.6.1 制御レジスタのロック

通常動作時は、RPNR および [pin name]R レジスタへの書き込みが禁止されます。書き込みを行うと正常に実行されたかのように見えますが、レジスタの内容は変更されません。これらのレジスタを変更するには、ハードウェアでレジスタのロックを解除する必要があります。レジスタのロックは IOLOCK コンフィグレーション ビット (CFGCON<13>) で制御します。IOLOCK ビットをセットすると制御レジスタへの書き込みが禁止され、クリアすると書き込みが可能になります。

IOLOCK ビットをセットまたはクリアするには、ロック解除シーケンスを実行する必要があります。詳細は PIC32 ファミリー リファレンス マニュアルの [セクション 6.「オシレータ」](#) (DS61112) を参照してください。

12.3.1.6.2 コンフィグレーション ビット選択のロック

さらに安全性を高めるために、RPNR および [pin name]R レジスタに対して複数回の書き込みを禁止するようにデバイスを設定できます。IOL1WAY コンフィグレーション ビット (DEVCFG3<29>) は、IOLOCK ビットが一度セットされた後にクリアされる事を防ぎます。IOLOCK ビットがセットされたままの場合、レジスタロック解除シーケンスは実行されず、PPS 制御レジスタに書き込む事はできません。このビットをクリアして周辺機能の割り当て変更を再び可能にするには、デバイスリセットを実行する必要があります。

既定値の (未プログラム) 状態では IOL1WAY ビットはセットされており、ユーザは 1 回の書き込みしかできません。

表 12-2: 出力ピンの選択 ⁽¹⁾

RPn ポートピン	RPnR SFR	RPnR ビット	周辺機能を選択する RPnR 値
RPA0	RPA0R	RPA0R<3:0>	0000 = 接続せず
RPB3	RPB3R	RPB3R<3:0>	0001 = U1TX
RPB4	RPB4R	RPB4R<3:0>	0010 = U2RTS
RPB15	RPB15R	RPB15R<3:0>	0011 = SS1
RPB7	RPB7R	RPB7R<3:0>	0100 = 予約済み
RPC7	RPC7R	RPC7R<3:0>	0101 = OC1
RPC0	RPC0R	RPC0R<3:0>	0110 = 予約済み
RPC5	RPC5R	RPC5R<3:0>	0111 = C2OUT
			1000 = 予約済み
			•
			•
			1111 = 予約済み
RPA1	RPA1R	RPA1R<3:0>	0000 = 接続せず
RPB5	RPB5R	RPB5R<3:0>	0001 = 予約済み
RPB1	RPB1R	RPB1R<3:0>	0010 = 予約済み
RPB11	RPB11R	RPB11R<3:0>	0011 = SDO1
RPB8	RPB8R	RPB8R<3:0>	0100 = SDO2
RPA8	RPA8R	RPA8R<3:0>	0101 = OC2
RPC8	RPC8R	RPC8R<3:0>	0110 = 予約済み
			•
			•
			•
RPA9	RPA9R	RPA9R<3:0>	1111 = 予約済み
RPA2	RPA2R	RPA2R<3:0>	0000 = 接続せず
RPB6	RPB6R	RPB6R<3:0>	0001 = 予約済み
RPA4	RPA4R	RPA4R<3:0>	0010 = 予約済み
RPB13	RPB13R	RPB13R<3:0>	0011 = SDO1
RPB2	RPB2R	RPB2R<3:0>	0100 = SDO2
RPC6	RPC6R	RPC6R<3:0>	0101 = OC4
RPC1	RPC1R	RPC1R<3:0>	0110 = OC5
RPC3	RPC3R	RPC3R<3:0>	0111 = REFCLKO
			1000 = 予約済み
			•
			•
			1111 = 予約済み
RPA3	RPA3R	RPA3R<3:0>	0000 = 接続せず
RPB14	RPB14R	RPB14R<3:0>	0001 = U1RTS
RPB0	RPB0R	RPB0R<3:0>	0010 = U2TX
RPB10	RPB10R	RPB10R<3:0>	0011 = 予約済み
RPB9	RPB9R	RPB9R<3:0>	0100 = SS2
RPC9	RPC9R	RPC9R<3:0>	0101 = OC3
RPC2	RPC2R	RPC2R<3:0>	0110 = 予約済み
RPC4	RPC4R	RPC4R<3:0>	0111 = C1OUT
RPC3	RPC3R	RPC3R<3:0>	1000 = 予約済み
			•
			•
			•
			1111 = 予約済み

Note 1: この表は出力ピン選択の例を示しています。実際の選択肢については各デバイスのデータシートを参照してください。

12.3.2.1 多重化されたデジタル入力周辺機能

多重化されたデジタル入力周辺機能の特性は下記の通りです。

- 周辺機能は TRISx レジスタを制御しない
一部の周辺機能では、対応する TRISx ビットを「1」にセットする事によってピンを入力として設定する必要があります。
- ペリフェラル入力パスは I/O 入力パスから独立しており、周辺機能によっては入力バッファを使う場合がある
- PORTx レジスタのデータ入力パスは影響を受けず、ピンの値を読み出す事ができる

12.3.2.2 多重化されたデジタル出力周辺機能

多重化されたデジタル出力周辺機能の特性は下記の通りです。

- 周辺機能は出力データを制御する
一部の周辺機能では、対応する TRISx ビットを「0」にクリアする事によってピンを出力として設定する必要があります。
- ペリフェラルピンが自動 3 ステート機能を備えている場合 (PWM 出力等)、周辺機能はそのピンを 3 ステートにできる
- ピン出力ドライバのタイプは周辺機能によって影響される (例: 駆動強度、スルーレート等)
- PORTx レジスタの出力データは効果を持たない

12.3.2.3 多重化された双方向デジタル周辺機能

多重化された双方向デジタル周辺機能の特性は下記の通りです。

- 周辺機能はピンを自動的に出力として設定する
一部の周辺機能では、対応する TRISx ビットを「1」にセットする事によってピンを入力として設定する必要があります。
- 周辺機能は出力データを制御する
- ピン出力ドライバのタイプは周辺機能によって影響される (例: 駆動強度、スルーレート等)
- PORTx レジスタのデータ入力パスは影響を受けず、ピンの値を読み出す事ができる
- PORTx レジスタの出力データは効果を持たない

12.3.2.4 多重化されたアナログ入力周辺機能

多重化されたアナログ入力周辺機能の特性は下記の通りです。

- 全てのデジタルポート入力バッファは無効になり、短絡電流を防ぐために PORTx レジスタは「0」を読み出す

12.3.2.5 多重化されたアナログ出力周辺機能

多重化されたアナログ出力周辺機能の特性は下記の通りです。

- 全てのデジタルポート入力バッファは無効になり、短絡電流を防ぐために PORTx レジスタは「0」を読み出す
- アナログ出力は、対応する TRISx の設定に関係なくピンに出力される

Note: ADC モジュールが多重化されているピンをデジタル I/O として使うには、ADC モジュールが OFF であっても AD1PCFG レジスタ内の対応するビット (存在する場合) を「1」にセットする必要があります。

12.3.2.6 ソフトウェアによる入力ピンの制御

I/O ピンに割り当て可能な機能の中には、ピンの出力ドライバを制御しない入力機能もあります。例えば入力キャプチャ モジュールがこれに該当します。入力キャプチャに割り当てた I/O ピンを TRISx 制御ビットで出力として設定している場合、そのピンに対応する LATx レジスタを使って入力キャプチャピンの状態を変更できます。このような挙動は、入力ピンに外部信号を接続していない場合に、テスト用に利用できます。

PORTx レジスタを使ってソフトウェアから周辺機能入力ピンを操作できるかどうかは、図 12-4 に示した周辺機能マルチプレクサの構成によって決まります。この図内のいずれかの周辺機能を有効にすると、PORTAx データは I/O ピンから切り離されます。

一般的に、以下の周辺機能の入力ピンは LATx レジスタを使って手で制御できます。

- 外部割り込みピン
- 入力キャプチャピン
- タイマクロック入力ピン
- PWM フォルトピン

ほとんどのシリアル通信機能は、有効になっている間 I/O ピンを完全に制御します。従ってそれらの機能を有効にした場合、PORTx レジスタを介してそれらの入力ピンに影響を与える事はできません。このような周辺機能には下記が含まれます。

- SPI
- I²C
- UART

12.3.3 状態変化通知ピン

PIC32 は、状態変化通知 (CN) ピンを使って、選択した入力ピンの状態変化に応じた割り込みをプロセッサに要求する事ができます (この場合、対応する TRISx ビットを「1」にセットする必要があります)。PIC32 で使用できる CN 入力ピンの総数は、デバイスごとに異なります。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

有効になっているピンの値は、対応する PORTx レジスタの直前の読み出し動作でサンプリングした値と比較されます。ピンの値が直前の読み出し値と異なる場合、不一致条件が生成されます。不一致条件は、有効になっている入力ピンの全てで発生する可能性があります。複数の不一致条件間の OR 演算により、1 つの状態変化時割り込み信号を生成します。有効になっているピンは、内部システムクロック (SYSCLK) の各サイクルでサンプリングされます。

12.3.3.1 CN の設定と動作

CN ピンは下記のように設定します。

1. CPU 割り込みを無効にする
2. 選択した CN I/O ピンを入力として設定する (対応する TRISx レジスタビットを「1」にセットする)

Note: I/O ピンにアナログ周辺機能が多重化されている場合、このピンをデジタル入力として設定する事が必要な場合があります。

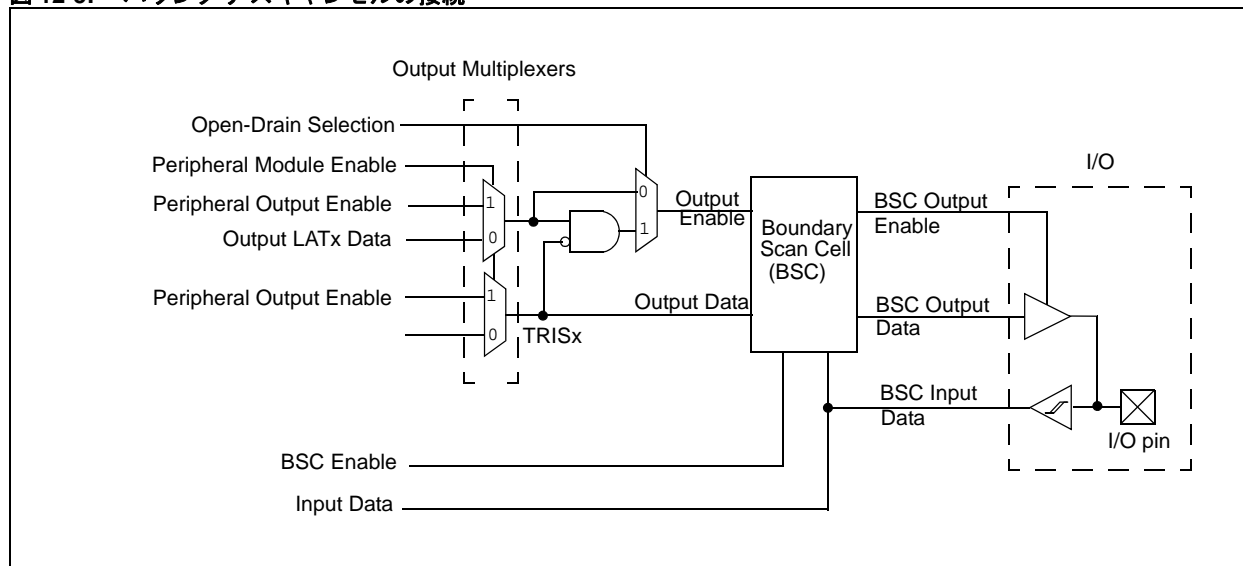
3. CN モジュール ON ビット (CNCON<15>) を「1」にセットする
4. 個々の CN 入力ピンを有効にし、必要に応じてプルアップまたはプルダウンを有効にする
5. 対応する PORTx レジスタを読み出し、CN 入力ピンの不一致条件をクリアする
6. CN 割り込み優先度ビット CNIP<2:0> (IPC6<20:18>) と副優先度ビット CNIS<1:0> (IPC6<17:16>) を設定する
7. CN 割り込みフラグビット CNIF (IFS1<0>) を「0」にクリアする
8. CN 割り込みイネーブルビット CNIE (IEC1<0>) を「1」にセットする
9. CPU 割り込みを有効にする

CN 割り込みが発生した場合、ユーザ アプリケーションはその CN ピンに対応する PORTx レジスタを読み出す必要があります。これにより不一致生成条件をクリアし、CN ロジックが次のピン状態変化を検出できるように準備します。現在の PORTx 値と、直前の CN 割り込み時または初期化時に PORTx レジスタから読み出した値を比較する事により、どのピンの状態が変化したのかを判定できます。CN ピンには最小入力パルス幅が仕様値として規定されています。詳細は各デバイス データシート内の「電気的特性」を参照してください。

12.3.4 バウンダリ スキャンセル接続

PIC32 は JTAG バウンダリ スキャンをサポートします。バウンダリ スキャンセル (BSC) は、内部 I/O ロジック回路と I/O ピンの間に挿入されます (図 12-5 参照)。JTAG ピンを除くほとんどの I/O ピンはバウンダリ スキャンセルを備えています。通常の I/O 動作では BSC を無効にします (バイパスします)。BSC の出力イネーブル入力には直接 BSC 出力イネーブルに接続され、BSC の出力データ入力には直接 BSC 出力データに接続されます。電源ピン (VDD、VSS、VCAP/VCORE) と JTAG ピン (TCK、TDI、TDO、TMS) は BSC を備えていません。

図 12-5: バウンダリ スキャンセルの接続



12.4 省電力モード時の動作

12.4.1 スリープモード時の I/O ポートの動作

デバイスがスリープモードに移行すると、システムクロックは無効になりますが、CN モジュールは動作し続けます。有効になっている CN ピンのいずれかの状態が変化すると、CNIF ビット (IFS1<0>) がセットされます。CNIE ビット (IEC1<0>) がセットされ、その優先度が現在の CPU 優先度よりも高い場合、デバイスはスリープまたはアイドルモードから復帰し、CN 割り込みサービスルーチンを実行します。

CN 割り込みに割り当てられている優先度が現在の CPU 優先度以下である場合、CPU は復帰しないまま、デバイスはアイドルモードに移行します。

12.4.2 アイドルモード時の I/O ポートの動作

デバイスがアイドルモードに移行しても、システムクロック源は動作し続けます。アイドルモード時にモジュールの動作を継続するかどうかは、SIDL ビット (CNCON<13>) で選択します。

- SIDL = 1 の場合、モジュールはアイドル中も入力 CN I/O ピンをサンプリングし続けますが、同期は無効になります。
- SIDL = 0 の場合、モジュールはアイドル中も入力 CN I/O ピンの同期とサンプリングを継続します。

12.5 リセットの影響

12.5.1 デバイスリセット

全ての I/O レジスタは、デバイスリセット時にそれぞれのリセット状態に戻されます。

12.5.2 パワーオン リセット

全ての I/O レジスタは、パワーオンリセット時にそれぞれのリセット状態に戻されます。

12.5.3 ウォッチドッグ リセット

全ての I/O レジスタは、ウォッチドッグ リセット時に変更されません。

12.6 関連アプリケーション ノート

本セクションに関連するアプリケーション ノートの一覧を以下に示します。一部のアプリケーション ノートは PIC32 デバイスファミリ向けではありません。ただし概念は共通しており、変更が必要であったり制限事項が存在するものの利用が可能です。I/O ポートに関連する最新のアプリケーション ノートは以下の通りです。

タイトル	アプリケーション ノート番号
現在、関連するアプリケーション ノートはありません。	

Note: PIC32 ファミリデバイス関連のアプリケーション ノートとサンプルコードはマイクロチップ社のウェブサイト (www.microchip.com) でご覧になれます。

12.7 改訂履歴

リビジョン A (2007 年 8 月)

本書の初版

リビジョン B (2007 年 10 月)

機密扱いのステータスを解除して内容を更新

リビジョン C (2008 年 4 月)

「Preliminary」ステータスに改訂、U-0をr-xに改訂、レジスタ 12-13を改訂、図 12-1と図 12-2を改訂

リビジョン D (2008 年 5 月)

レジスタ 12-17 を改訂、FRZ に Note を追加、レジスタ 12-19/12-30/12-31 に Note を追加、例 12-1 と例 12-2 を改訂、予約済みビットを「Maintain as」から「Write」に変更、ON ビット (CNCONx レジスタ) に Note を追加

リビジョン E (2011 年 7 月)

このリビジョンでの変更内容は以下の通りです。

- 補足文書に関する情報を記載した注釈を本書の冒頭に追加
- 「PIC32MX」を全て「PIC32」に変更
- **12.1「はじめに」**内の I/O 関連 SFR に関する段落を削除
- **12.2.7「ペリフェラル ピンセレクト用のレジスタ」**を追加
- 割り込みレジスタを全て削除
- TRISx、PORTx、LATx、ODCx、CNEN、CNPUE レジスタと、これらに対応する SET、INV、CLR レジスタを削除
- 状態変化通知制御レジスタ (**レジスタ 12-1**) から FRZ を削除
- 関連する割り込みの項目と副項目を削除
- **12.4「省電力モード時の動作」**からデバッグモード中の I/O ポートの動作を削除
- 項目「I/O ポート アプリケーション」、「I/O ピン制御」、「設計のヒント」を削除
- 12.2.6「CN 制御レジスタ」を削除
- 12.2.5「ODCx レジスタ」を **12.2.4「オープンドレイン設定のためのレジスタ (ODCx)」**に変更
- **12.2.5「アナログおよびデジタル ポートピンを設定するためのレジスタ (ANSELx)」**を追加
- **12.2.6「入力状態変化通知用のレジスタ」**を追加
- **12.3.1「ペリフェラル ピンセレクト (PPS)」**を追加
- **12.3「動作モード」**からデジタル入力、アナログ入力、デジタル出力、アナログ出力、オープンドレイン コンフィグレーション、ポートに関する項目を削除
- **12.3.3.1「CN の設定と動作」**内の Note の 2 番目の項目を更新
- 表現および体裁の変更等、本書全体の細部を修正

NOTE:

マイクロチップ社製デバイスのコード保護機能に関して次の点にご注意ください。

- マイクロチップ社製品は、該当するマイクロチップ社データシートに記載の仕様を満たしています。
- マイクロチップ社では、通常の条件ならびに仕様に従って使用した場合、マイクロチップ社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- しかし、コード保護機能を解除するための不正かつ違法な方法が存在する事もまた事実です。弊社の理解ではこうした手法は、マイクロチップ社データシートにある動作仕様書以外の方法でマイクロチップ社製品を使用する事になります。このような行為は知的所有権の侵害に該当する可能性が非常に高いと言えます。
- マイクロチップ社は、コードの保全性に懸念を抱くお客様と連携し、対応策に取り組んでいきます。
- マイクロチップ社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、マイクロチップ社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。

コード保護機能は常に進歩しています。マイクロチップ社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。マイクロチップ社のコード保護機能の侵害は、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。そのような行為によってソフトウェアまたはその他の著作物に不正なアクセスを受けた場合は、デジタル ミレニアム著作権法の定めるところにより損害賠償訴訟を起こす権利が

本書に記載されているデバイス アプリケーション等に関する情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されているものであり、更新によって無効とされる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。マイクロチップ社は、明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、状態、品質、性能、商品性、特定目的への適合性をはじめとする、いかなる類の表明も保証も行いません。マイクロチップ社は、本書の情報およびその使用に起因する一切の責任を否認します。マイクロチップ社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途にマイクロチップ社の製品を使用する事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、マイクロチップ社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。暗黙的あるいは明示的を問わず、マイクロチップ社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

商標

マイクロチップ社の名称と Microchip ロゴ、dsPIC、FlashFlex、KEELOQ、KEELOQ ロゴ、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³² ロゴ、rfPIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、UNI/O は、米国およびその他の国におけるマイクロチップ・テクノロジー社の登録商標です。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MTP、SEEVAL、Embedded Control Solutions Company は、米国におけるマイクロチップ・テクノロジー社の登録商標です。

Silicon Storage Technology は、その他の国におけるマイクロチップ・テクノロジー社の登録商標です。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、BodyCom、chipKIT、chipKIT ロゴ、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB 認証ロゴ、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、SQL、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA、Z-Scale は、米国およびその他の国におけるマイクロチップ・テクノロジー社の登録商標です。

SQTP は、米国におけるマイクロチップ・テクノロジー社のサービスマークです。

GestIC と ULPP は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG (マイクロチップ・テクノロジー社の子会社) の登録商標です。

その他、本書に記載されている商標は各社に帰属します。

©2012, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-62076-560-9

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
＝ ISO/TS 16949 ＝

マイクロチップ社では、Chandler および Tempe (アリゾナ州)、Gresham (オレゴン州) の本部、設計部およびウェハー製造工場そしてカリフォルニア州とインドのデザインセンターが ISO/TS-16949:2009 認証を取得しています。マイクロチップ社の品質システム プロセスおよび手順は、PIC[®] MCU および dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] コード ホッピング デバイス、シリアル EEPROM、マイクロベリフェラル、不揮発性メモリ、アナログ製品に採用されています。さらに、開発システムの設計と製造に関するマイクロチップ社の品質システムは ISO 9001:2000 認証を取得しています。

各国の営業所とサービス

北米

本社
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel:480-792-7200
Fax:480-792-7277
技術サポート :
<http://www.microchip.com/support>
URL:
www.microchip.com

アトランタ
Duluth, GA
Tel:678-957-9614
Fax:678-957-1455

ボストン
Westborough, MA
Tel:774-760-0087
Fax:774-760-0088

シカゴ
Itasca, IL
Tel:630-285-0071
Fax:630-285-0075

クリーブランド
Independence, OH
Tel:216-447-0464
Fax:216-447-0643

ダラス
Addison, TX
Tel:972-818-7423
Fax:972-818-2924

デトロイト
Farmington Hills, MI
Tel:248-538-2250
Fax:248-538-2260

インディアナポリス
Noblesville, IN
Tel:317-773-8323
Fax:317-773-5453

ロサンゼルス
Mission Viejo, CA
Tel:949-462-9523
Fax:949-462-9608

サンタクララ
Santa Clara, CA
Tel:408-961-6444
Fax:408-961-6445

トロント
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel:905-673-0699
Fax:905-673-6509

アジア / 太平洋

アジア太平洋支社
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel:852-2401-1200
Fax:852-2401-3431

オーストラリア - シドニー
Tel:61-2-9868-6733
Fax:61-2-9868-6755

中国 - 北京
Tel:86-10-8569-7000
Fax:86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel:86-28-8665-5511
Fax:86-28-8665-7889

中国 - 重慶
Tel:86-23-8980-9588
Fax:86-23-8980-9500

中国 - 杭州
Tel:86-571-2819-3187
Fax:86-571-2819-3189

中国 - 香港 SAR
Tel:852-2943-5100
Fax:852-2401-3431

中国 - 南京
Tel:86-25-8473-2460
Fax:86-25-8473-2470

中国 - 青島
Tel:86-532-8502-7355
Fax:86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel:86-21-5407-5533
Fax:86-21-5407-5066

中国 - 瀋陽
Tel:86-24-2334-2829
Fax:86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel:86-755-8864-2200
Fax:86-755-8203-1760

中国 - 武漢
Tel:86-27-5980-5300
Fax:86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel:86-29-8833-7252
Fax:86-29-8833-7256

中国 - 厦門
Tel:86-592-2388138
Fax:86-592-2388130

中国 - 珠海
Tel:86-756-3210040
Fax:86-756-3210049

アジア / 太平洋

インド - バンガロール
Tel:91-80-3090-4444
Fax:91-80-3090-4123

インド - ニューデリー
Tel:91-11-4160-8631
Fax:91-11-4160-8632

インド - プネ
Tel:91-20-2566-1512
Fax:91-20-2566-1513

日本 - 大阪
Tel:81-6-6152-7160
Fax:81-6-6152-9310

日本 - 東京
Tel:81-3-6880-3770
Fax:81-3-6880-3771

韓国 - 大邱
Tel:82-53-744-4301
Fax:82-53-744-4302

韓国 - ソウル
Tel:82-2-554-7200
Fax:82-2-558-5932 または
82-2-558-5934

マレーシア - クアラルンプール
Tel:60-3-6201-9857
Fax:60-3-6201-9859

マレーシア - ペナン
Tel:60-4-227-8870
Fax:60-4-227-4068

フィリピン - マニラ
Tel:63-2-634-9065
Fax:63-2-634-9069

シンガポール
Tel:65-6334-8870
Fax:65-6334-8850

台湾 - 新竹
Tel:886-3-5778-366
Fax:886-3-5770-955

台湾 - 高雄
Tel:886-7-213-7828
Fax:886-7-330-9305

台湾 - 台北
Tel:886-2-2508-8600
Fax:886-2-2508-0102

タイ - バンコク
Tel:66-2-694-1351
Fax:66-2-694-1350

ヨーロッパ

オーストリア - ヴェルス
Tel:43-7242-2244-39
Fax:43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン
Tel:45-4450-2828
Fax:45-4485-2829

フランス - パリ
Tel:33-1-69-53-63-20
Fax:33-1-69-30-90-79

ドイツ - ミュンヘン
Tel:49-89-627-144-0
Fax:49-89-627-144-44

イタリア - ミラノ
Tel:39-0331-742611
Fax:39-0331-466781

オランダ - ドリューネン
Tel:31-416-690399
Fax:31-416-690340

スペイン - マドリッド
Tel:34-91-708-08-90
Fax:34-91-708-08-91

イギリス - ウォーキンガム
Tel:44-118-921-5869
Fax:44-118-921-5820