

この資料は英語版を翻訳したもので、内容に相違が生じる場合には原文を優先します。こちらの日本語版は参考用としてご利用ください。設計の際には、最新の英語版で内容をご確認ください。

MI151009-1.6

はじめに

ディープ・サブミクロン・プロセスの技術的進歩に伴い、半導体デバイスの電源電圧レベルが低下したため、システム・ボード上のデバイスが 5.0 V、3.3 V、2.5 V、1.8 V、および 1.5 V といった多数の異なる電源電圧を使用できるデザイン環境が実現しました。

システム・ボード上の多様なデバイスに接続するために、MAX[®] II デバイスは MultiVolt I/O インタフェースを搭載しており、これによって複数の電圧が混在するデザイン環境内のデバイスが MAX II デバイスと直接通信できます。MultiVolt インタフェースは、電源電圧 (V_{CCINT}) を出力電圧 (V_{CCIO}) から分離するため、MAX II デバイスは同じプリント基板 (PCB) 上の異なる電圧レベルを使用して、他のデバイスにインタフェースすることが可能です。

さらに、MAX II デバイス・ファミリは、MultiVolt コア機能もサポートしています。1.8 V 動作には、MAX IIG または MAX IIZ デバイスを使用してください。1.8 V 入力は、デバイス・コアに直接電源供給します。2.5 V または 3.3 V 動作には、MAX II デバイスを使用してください。2.5 V および 3.3 V 動作をサポートする MAX II デバイスは、1.8 V に安定化するボルテージ・レギュレータを内蔵しています。

この章では、デバイスやシステムを損傷させることなく、アルテラ・デバイスを他電圧システムに実装可能にする以下の機能について説明します。

- ホット・ソケット — デバイスやシステムの動作に影響を及ぼすことなく、パワーアップされたシステムに MAX II デバイスを取り付けたり、システムから取り外します。
- パワーアップ・シーケンスの柔軟性 — MAX II デバイスは、あらゆるパワーアップ・シーケンスにも対応可能です。
- パワー・オン・リセット — MAX II デバイスは、電圧が動作範囲内になるまでリセット状態を維持します。

この章は、以下の項で構成されています。

- 8-2 ページの「I/O 規格」
- 8-3 ページの「MultiVolt コアおよび I/O 動作」
- 8-4 ページの「5.0 V デバイスの互換性」
- 8-9 ページの「5.0 V 互換を実現するための推奨動作条件」
- 8-10 ページの「ホット・ソケット」

- 8-10 ページの「パワーアップ・シーケンス」
- 8-11 ページの「パワー・オン・リセット」

I/O 規格

MAX II デバイスの I/O バッファはプログラムが可能で、広範囲の I/O 電圧規格をサポートします。MAX II デバイスの各 I/O バンクは、異なる I/O 規格に準拠するようにプログラムできます。すべての I/O バンクは、以下の規格でコンフィギュレーションできます。

- 3.3-V LVTTTL/LVCMOS
- 2.5-V LVTTTL/LVCMOS
- 1.8-V LVTTTL/LVCMOS
- 1.5-V LVCMOS

シュミット・トリガ入力オプションは、3.3 V および 2.5 V の I/O 規格でサポートされます。I/O バンク 3 には、EPM1270 および EPM2210 デバイスの 3.3-V PCI I/O 規格インタフェース機能も含まれます。図 8-1 を参照してください。

図 8-1. MAX II デバイスでサポートされる I/O 規格 注 (1)、(2)、(3)、(4)、(5)

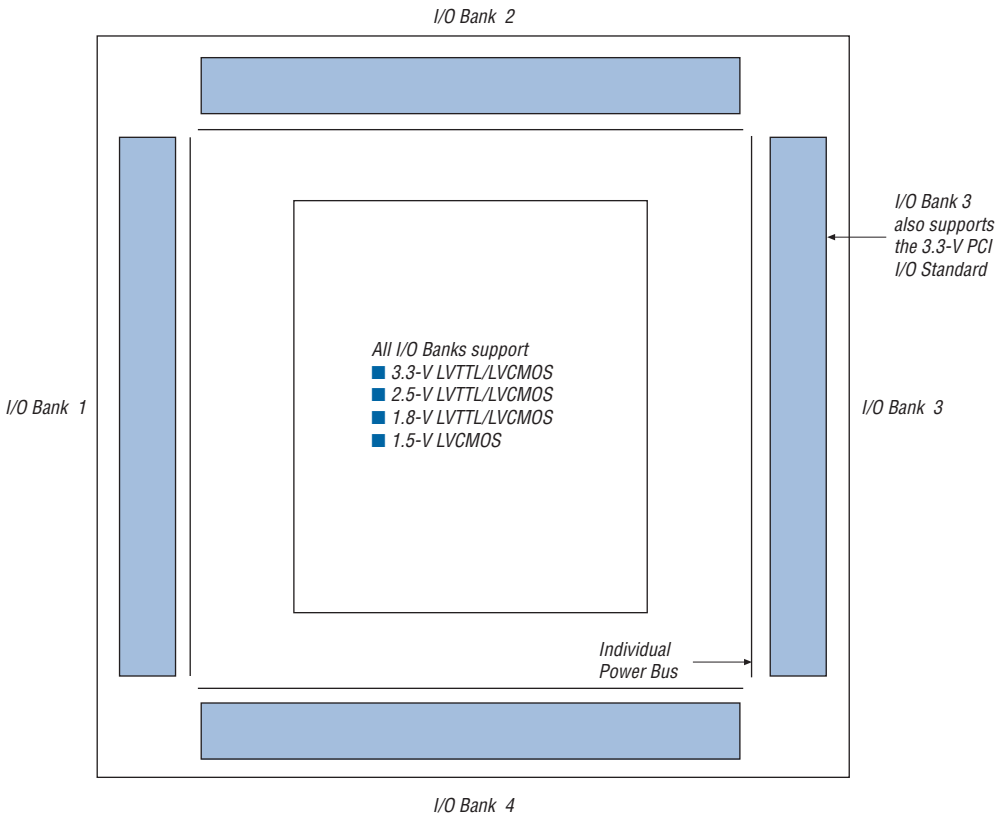


図 8-1 の注:

- (1) 図 8-1 は、シリコン・ダイの上面図です。
- (2) 図 8-1 は、説明図にすぎません。正確なピン配置については、ピン・リストおよび Quartus® II ソフトウェアを参照してください。
- (3) EPM240 および EPM570 デバイスには、2つの I/O バンクしかありません。
- (4) 3.3-V PCI I/O 規格は、EPM1270 および EPM2210 デバイスでのみサポートされています。
- (5) 3.3 V および 2.5 V の I/O 規格でのシュミット・トリガ入力オプションは、すべての I/O ピンに対してサポートされています。

MultiVolt コア および I/O 動作

MAX II デバイスは、MultiVolt コア I/O 動作機能を備えているため、デバイスのコアと I/O ブロックは、別々の電源電圧でパワーアップできます。VCCINT ピンは、デバイス・コアに電源を供給し、VCCIO ピンはデバイス I/O バッファに電源を供給します。VCCINT ピンは、MAX IIG および MAX IIZ デバイスに対しては 1.8 V、MAX II デバイスに対しては 2.5 V/3.3 V でパワーアップできます。MultiVolt 機能を備えた I/O バン

クに対応する V_{CCIO} ピンはすべて、同じ電圧レベル (5.0 V、3.3 V、2.5 V、1.8 V、または 1.5 V など) から供給する必要があります。図 8-2 を参照してください。

図 8-2. MAX II デバイスを使用した多電圧システムの実装
注 (1)、(2)、(3)、(4)

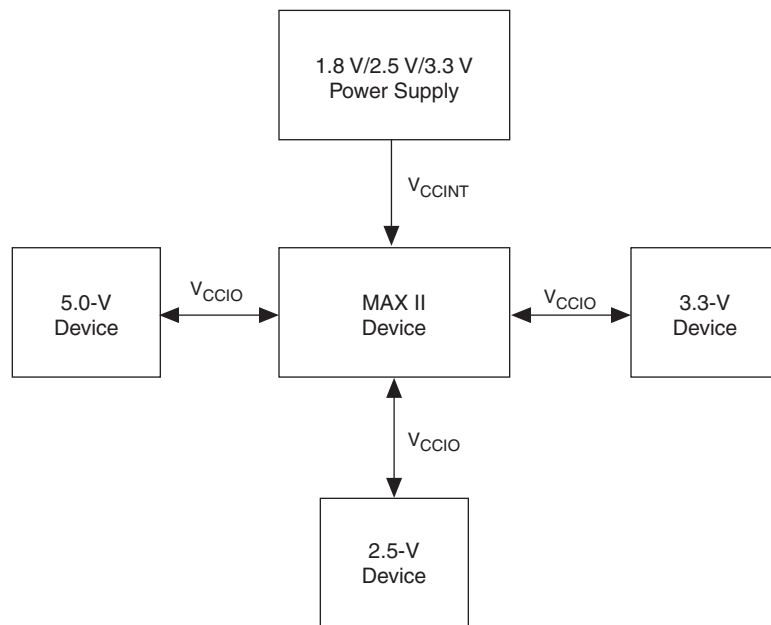


図 8-2 の注：

- (1) MAX IIG および MAX IIZ デバイスの場合、 V_{CCINT} ピンは 1.8 V 電源しか受け入れられません。
- (2) MAX II デバイスの場合、 V_{CCINT} ピンは 2.5 V または 3.3 V 電源だけを受け入れます。
- (3) $V_{CCIO} = 3.3 V$ の場合、MAX II デバイスは 5.0-V TTL 入力をドライブできます。5.0-V CMOS をドライブするには、内部 PCI クランプと外部抵抗を使用したオープン・ドレイン設定が必要です。
- (4) MAX II デバイスは、EPM1270 および EPM2210 デバイスに外部抵抗および内部 PCI クランプ・ダイオードを使用して、5.0 V 耐圧を実現できます。

5.0 V デバイスの互換性

MAX II デバイスは、MAX II デバイスの V_{CCIO} ピンを 3.3 V に接続することによって、5.0-V TTL デバイスをドライブできます。3.3 V インタフェースの出力 High 電圧 (V_{OH}) が 5.0-V TTL デバイスの最小 High レベル電圧 2.4 V を満たすために、これが可能です。

MAX II デバイスの出力を 5.0-V CMOS デバイスの入力に直接接続した場合、MAX II デバイスは 5.0-V CMOS デバイスと正しく連携できないことがあります。MAX II デバイスの V_{OUT} が V_{CCIO} よりも高い場合、PMOS プルアップ・トランジスタは、そのピンが High をドライブしていれば導通し続け、外部プルアップ抵抗が信号を 5.0 V にプルアップするのを防止します。MAX II デバイスの出力を 5.0-V CMOS デバイス互換にするには、PCI クランプ・ダイオードをイネーブルにして、外部にプルアップ抵抗を接続します。図 8-3 を参照してください。

図 8-3. MAX II デバイスと 5.0-V CMOS デバイスとの互換性

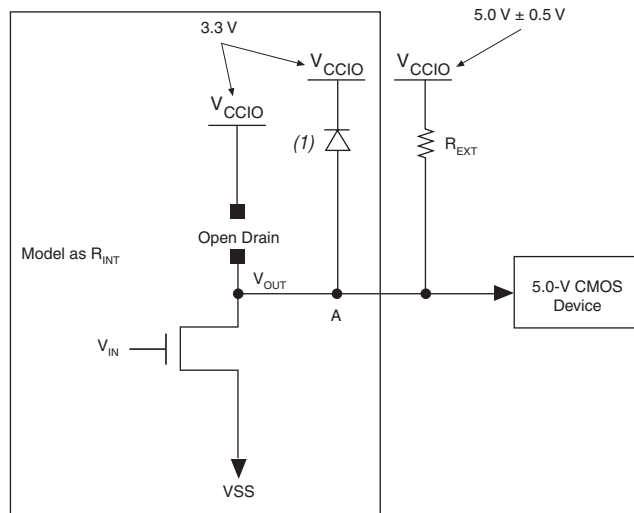


図 8-3 の注:

- (1) このダイオードはパワーアップ後のみアクティブになります。MAX II デバイスは、パワーアップ前に 5.0 V でドライブされる場合、外部ダイオードを必要とします。

オープン・ドレイン・ピンは High レベルをドライブすることではなく、Low またはトライ・ステートのみドライブします。オープン・ドレイン・ピンがアクティブのときには、Low レベルをドライブします。オープン・ドレイン・ピンが非アクティブの場合、ピンはトライ・ステートになり、トレースは外部抵抗によって 5.0 V にプルアップされます。PCI クランプ・ダイオードをイネーブルする目的は、MAX II デバイスの I/O ピンを保護することです。PCI クランプ・ダイオードに 3.3-V V_{CCIO} を供給すると、ポイント A の電圧は 4.0 V にクランプされ、トレース電圧が 4.0 V を超えた場合の MAX II デバイスの信頼性限界値に適合します。5.0 V 入力が入力仕様の範囲内なので、デバイスは正常に動作します。



PCI クランプ・ダイオードは、EPM1270 および EPM2210 デバイスの I/O バンク 3 でのみサポートされます。外部保護ダイオードは、EPM1270 および EPM2210 デバイスの他の I/O バンクと、EPM240 および EPM570 デバイスのすべての I/O ピンに必要です。

プルアップ抵抗値は、信号の立ち上がり時間に対応するよう小さく、かつ MAX II デバイスの I_{OL} (出力 Low) 仕様に違反しないよう大きくなければなりません。

MAX II デバイスの最大 I_{OL} は、I/O 出力のプログラマブル・ドライブ強度に依存します。表 8-1 に、MAX II デバイスに対する 3.3-V LVTTTL/LVCMOS I/O 規格で利用可能なプログラマブル・ドライブ強度の設定を示します。Quartus II ソフトウェアでは、デフォルト設定は最大電流強度です。PCI I/O 規格は常に 20 mA で設定され、別の設定はありません。

I/O 規格	I_{OH}/I_{OL} の設定電流値 (mA)
3.3-V LVTTTL	16
	8
3.3-V LVCMOS	8
	4

R_{EXT} に必要な値を計算するには、まず MAX II デバイスのオープン・ドレイン・トランジスタのモデルを計算します。この出力抵抗 (R_{EXT}) は、 V_{OL} を I_{OL} で除算してモデル化できます ($R_{EXT} = V_{OL}/I_{OL}$)。表 8-2 に、MAX II デバイスに対する 3.3-V LVTTTL/LVCMOS I/O 規格の最大 V_{OL} を示します。



I/O 規格の仕様について詳しくは、「MAX II デバイス・ハンドブック」の「[DC およびスイッチング特性](#)」の章を参照してください。

I/O 規格	電圧 (V)
3.3-V LVTTTL	0.45
3.3-V LVCMOS	0.20

MAX II デバイスの I_{OL} 仕様に違反しないように R_{EXT} を選択します。 R_{EXT} の必要なプルアップ抵抗値は、式 $R_{EXT} = (V_{CC}/I_{OL}) - R_{INT}$ を使用して計算できます。例えば、I/O ピンがドライブ強度 16 mA を持つ 3.3-V LVTTTL としてコンフィギュレーションされている場合、最大電源電圧 (V_{CC}) を 5.5 V とすると、 R_{EXT} の値は以下のとおり計算できます。

$$R_{EXT} = \frac{(5.5 \text{ V} - 0.45 \text{ V})}{16 \text{ mA}} = 315.6 \ \Omega$$

この抵抗値の計算では、ワースト・ケース条件を想定しています。 R_{EXT} の値は、デバイス・コンフィギュレーションのドライブ強度に従って調整できます。さらに、システムで電源電圧レベルに広範囲の変動がない場合は、状況に応じてこれらの計算を調整できます。

MAX II デバイスは、3.3 V、32 ビット、66 MHz PCI に準拠しているため、入力回路は 4.0 V の最大 High レベル入力電圧 (V_{IH}) を受け入れます。5.0 V デバイスで MAX II デバイスをドライブするには、MAX II デバイスと 5.0 V デバイスの間に抵抗 (R_2) を接続する必要があります。

図 8-4 を参照してください。

図 8-4. 5.0 V デバイスを使用した MAX II PCI 準拠デバイスのドライブ

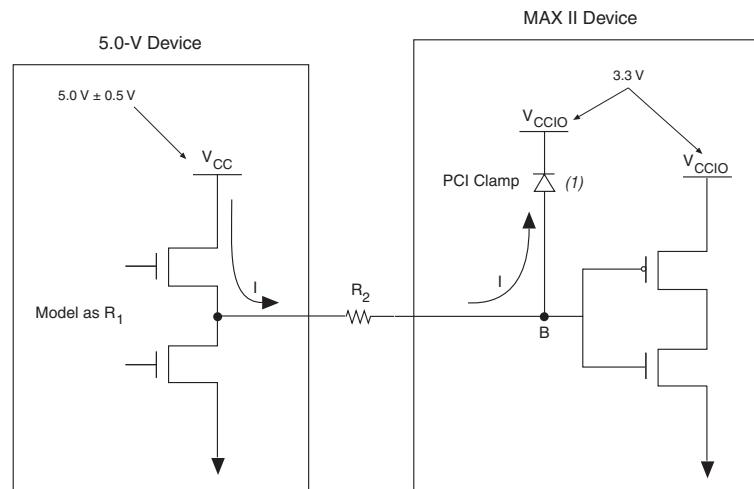


図 8-4 の注:

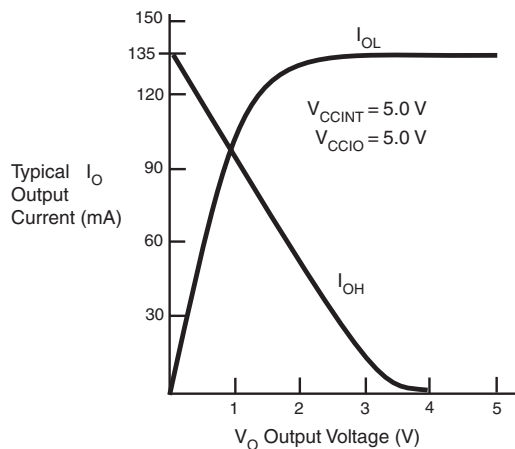
- (1) このダイオードはパワーアップ後のみアクティブになります。MAX II デバイスは、パワーアップ前に 5.0 V でドライブされる場合、外部ダイオードを必要とします。

MAX II デバイスの V_{CCIO} が 3.3 V で、PCI クランプ・ダイオードがイネーブルされている場合、図 8-4 のポイント B での電圧は 4.0 V になり、トレース電圧が 4.0 V を超えた場合の MAX II デバイスの信頼性限界値に適合します。5.0 V デバイスからの大きな電流の流入を制限するために、 R_2 は、高速信号が立ち上がり時間に対応するよう小さく、かつトレースをドライブするデバイスの High レベル出力電流 (I_{OH}) 仕様に違反しないよう大きくなければなりません。

R_2 に必要な値を計算するには、まず 5.0 V デバイスのプルアップ・トランジスタのモデルを計算します。この出力抵抗 (R_1) は、5.0 V デバイスの電源電圧 (V_{CC}) を I_{OH} で除算 (つまり $R_1 = V_{CC}/I_{OH}$) して、モデル化できます。

図 8-5 に、5.0 V デバイスの標準的な出力ドライブ特性の例を示します。

図 8-5. 5.0 V デバイスの出力ドライブ特性



上記のとおり、 $R_1 = 5.0 V/135 mA$ です。

通常データシートに示す値は、標準的な動作条件に基づくものです。保護帯域用にデータシートの値から 20% を減算します。上記の例にこの減算を適用すると、 R_1 の値は 30 になります。

MAX II デバイスの I_{OH} 仕様に違反しないように R_2 を選択します。例えば、上記のデバイスの最大 I_{OH} が 8 mA の場合、PCI クランプ・ダイオードを使用すると、 $V_{IN} = V_{CCIO} + 0.7 \text{ V} = 3.7 \text{ V}$ になります。5.0 V デバイスの最大電源負荷 (V_{CC}) を 5.5 V とすると、 R_2 の値は以下のとおり計算できます。

$$R_2 = \frac{(5.5 \text{ V} - 3.7 \text{ V}) - (8 \text{ mA} \times 30 \Omega)}{8 \text{ mA}} = 194 \Omega$$

この解析では、ワースト・ケース条件を想定しています。システムで電源電圧レベルに広範囲の変動がない場合は、状況に応じてこれらの計算を調整できます。

MAX II デバイスの 5.0 V デバイス許容差を実現するには、PCI クランプを使用する必要があります。このクランプはパワーアップ後にのみアクティブになるため、5.0 V 信号はデバイスがコンフィギュレーションされるまで、デバイスにドライブできない場合があります。PCI クランプ・ダイオードは、EPM1270 および EPM2210 デバイスの I/O バンク 3 でのみサポートされます。外部保護ダイオードは、EPM1270 および EPM2210 デバイスの他の I/O バンクと、EPM240 および EPM570 デバイスのすべての I/O ピンに必要です。

5.0 V 互換を実現するための推奨動作条件

前述のとおり、5.0 V 許容差は、外部直列 / プルアップ抵抗でイネープルされる PCI クランプ・ダイオードでサポートできます。デバイスの I/O バッファの長期の信頼性を保証するために、最大クランプ電流に基づいて MAX II I/O をドライブする信号デューティ・サイクルに制約があります。表 8-3 に、PCI クランプ電流の処理機能を備えた 3.3 V の V_{CCIO} に対する最大信号デューティ・サイクルを示します。

V_{IN} (V) (1)	I_{CH} (mA) (2)	最大デューティ・サイクル (%)
4.0	5.00	100
4.1	11.67	90
4.2	18.33	50
4.3	25.00	30
4.4	31.67	17
4.5	38.33	10

表 8-3. 最大信号デューティ・サイクル (2 / 2)

V_{IN} (V) (1)	I_{CH} (mA) (2)	最大デューティ・サイクル (%)
4.6	45.00	5

表 8-3 の注:

- (1) V_{IN} は、パッケージ・ピンでの電圧です。
- (2) I_{CH} は 3.3 V の V_{CCIO} を使用して計算されます。 V_{IN} の値が同じであれば、 V_{CCIO} の値が高くなるほど、 I_{CH} の値は低くなります。

MAX II の入力ピンで 30% を超える信号に対して、アルテラは長期の信頼性を保証するために、3.0 V の V_{CCIO} 電圧を推奨しています。デューティ・サイクルが 30% 未満の信号に対しては、 V_{CCIO} 電圧は 3.3 V にすることができます。

ホット・ソケット

ホット・ソケットについては、「MAX II デバイス・ハンドブック」の「MAX II デバイスのホット・ソケットおよびパワー・オン・リセット」の章を参照してください。

パワーアップ・シーケンス

MAX II デバイスは、パワー・シーケンスの制御が困難な多電圧環境でも動作するように設計されています。したがって、MAX II デバイスはあらゆるパワーアップ・シーケンスにも対応できるように設計されています。 V_{CCINT} または V_{CCIO} のいずれかで最初にデバイスに電源を供給でき、3.3 V、2.5 V、1.8 V、または 1.5 V の入力信号は、 V_{CCINT} または V_{CCIO} が印加される前に、特別な対策がなくてもデバイスをドライブできます。MAX II デバイスは、 V_{CCINT} レベルよりも高い V_{CCIO} 電圧レベルで動作できます。

異なる電源から MAX II デバイスに V_{CCIO} および V_{CCINT} が供給された場合、 V_{CCIO} と V_{CCINT} 間の遅延が生じることがあります。両方の電源が推奨動作範囲になるまで、ユーザ・モードには入りません。 V_{CCINT} がパワーアップされると、IEEE Std. 1149.1 JTAG (Joint Test Action Group) 回路がアクティブになります。TMS および TCK が V_{CCIO} に接続されても、 V_{CCIO} がパワーアップされていない場合、JTAG 信号はフローティング状態のままです。このように、TCK が変化すると、ステート・マシンは不定の JTAG ステートに遷移し、 V_{CCIO} が最終的にパワーアップされたときに誤動作することがあります。パワーアップ・シーケンス中に JTAG ステートをディセーブルするには、TCK をプル・ダウンして、TCK に偶発的な立ち上がりエッジが発生しないようにします。

パワー・オン・リセット

パワー・オン・リセット (POR) については、「MAX II デバイス・ハンドブック」の「MAX II デバイスのホット・ソケットおよびパワー・オン・リセット」の章を参照してください。

まとめ

MAX II デバイスは MultiVolt I/O をサポートしているため、1.5 V、1.8 V、2.5 V、および 3.3 V デバイスは、電圧の衝突を生じることなく MAX II デバイスと直接インタフェースできます。さらに、MAX II デバイスは、外部ハードウェア・インタフェースを多少変更し、Quartus II ソフトウェアで PCI クランプ・ダイオードをイネーブルすることによって、5.0 V デバイスとインタフェースできます。この MultiVolt 機能により、デバイス・コアは他のデバイスとの I/O ピンの互換性を維持しながら、コア電圧 V_{CCINT} で動作することも可能になります。アルテラは、 V_{CCINT} および V_{CCIO} を任意のシーケンスでパワーアップ可能なデバイスを設計したり、ホット・ソケットのサポートを組み込むことによって、より容易なシステム・デザインの実現をさらに進めています。

参考資料

この章では以下のドキュメントを参照しています。

- 「MAX II デバイス・ハンドブック」の「DC およびスイッチング特性」の章
- 「MAX II デバイス・ハンドブック」の「MAX II デバイスのホット・ソケットおよびパワー・オン・リセット」の章

改訂履歴

表 8-4 に、本資料の改訂履歴を示します。

日付 & ドキュメント・バージョン	変更内容	概要
2007 年 12 月 v1.6	<ul style="list-style-type: none"> ● 「はじめに」の項を更新。 ● 「MultiVolt コアおよび I/O 動作」の項を更新。 ● 図 8-2 の注 (1) を更新。 ● 「参考資料」の項を追加。 	MAX IIZ 情報の追加による更新。
2006 年 12 月 v1.5	改訂履歴を追加。	—
2006 年 8 月 v1.4	「5.0V デバイスの互換性」の項を更新。	—
2006 年 2 月 v1.3	図 8-3 を更新。	—
2005 年 1 月 v1.2	9 章から変更。内容の変更はなし。	—
2004 年 12 月 v1.1	図 8-2 の注 3 の誤字・脱字を修正。	—