



WP227 (v1.1) 2005 年 6 月 29 日

CoolRunner-II DataGATE の 特長について

DataGATE™ は、入力信号のブロック、スイッチング入力の停止および消費電力が削減できる CoolRunner™-II CPLD の機能です。DataGATE を利用すると、選択したいずれの入力ピンでもブロックすることができます。また、DataGATE を使用しない低電力消費設計に比べ、設計全体に最良の結果をもたらします。DataGATE を使用した CoolRunner-II は、低スタンバイ電流を実現する唯一の CPLD デバイスとしてその市場をリードしています。このホワイトペーパーでは、DataGATE を使用した設計がもたらす多大な効果について実証します。

はじめに

外部ロジックを使用せずにスイッチング入力をブロックし、指定したスタンバイ電流を制御できる CPLD は、ほかに類を見ません。外部ロジックの追加には、システム電力とコストがかかります。データシートの静止電流値は、完全とさえいえない場合や、使用にあたって参考にしにくい場合もあります。外部に変更を加えずに静止電流を計測するのは不可能です。けれども、現実の回路設計上、「すべての入力を止めた状態で、使用電流は X マイクロアンペアです」という状態であればこれは意味のないことです。

この状態は非現実的ですし、低静止電流の利点を得るためには、大幅な設計変更が不可欠となります。しかし、DataGATE を使用することによって、外部リソースを必要とせずに、消費電力削減を実現できます。

DataGATE の利点

DataGATE は、非常に優れた利点を備えています。効果はデザインと DataGATE がどのように使用されているかによって異なりますが、ここではわかりやすく、最良の結果をガイドラインとして提示します。表 1 に、入力をブロックした状態で V_{CCINT} 電流がどのくらい削減されるかを示します。表 1 の最初の行に示すように、XC2C128 デバイスのスタンバイ電流 (0MHz での総電流として定義) は 0.02mA です。DataGATE を使用しない場合、スイッチング入力数が増えるにつれ、消費電流も増加します。

しかし、DataGATE を使用した CPLD では、すべてのスイッチング入力を停止しなくてもスタンバイ電流を低減し、99% まで消費電力を削減します。DataGATE を使用しない CPLD デバイスで、スタンバイ電流を指定しようとするのは意味のないことであり、実際、CoolRunner-II 以外の CPLD 製品で、入力、出力、デバイスの相互動作環境下という現実的設計において電力を抑えられた例はありません。

V_{CCINT} の電流量削減

表 1 に示すように、 V_{CCINT} の電流量がかなり削減されます。

表 1 : 50MHz で DataGATE を使用した場合としない場合の V_{CCINT} の電流量

スイッチング入力数	V_{CCINT} の電流量 (mA)		削減
	DataGATE を使用しない場合	DataGATE を使用した場合	
0	0.02	0.02	0%
1	0.82	0.02	97%
2	1.62	0.02	98%
3	3.09	0.02	99%
4	5.40	0.02	99%

図 1、図 2、図 3 および図 4 に、 V_{CCINT} の電流削減と入力信号周波数の関係を示します。

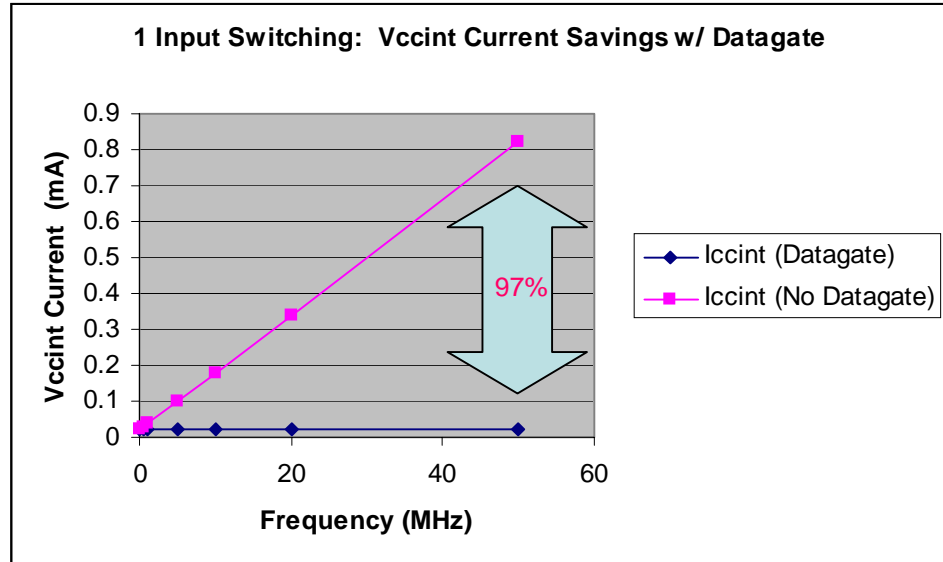


図 1: スイッチング入力 1 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCINT} の電流削減量

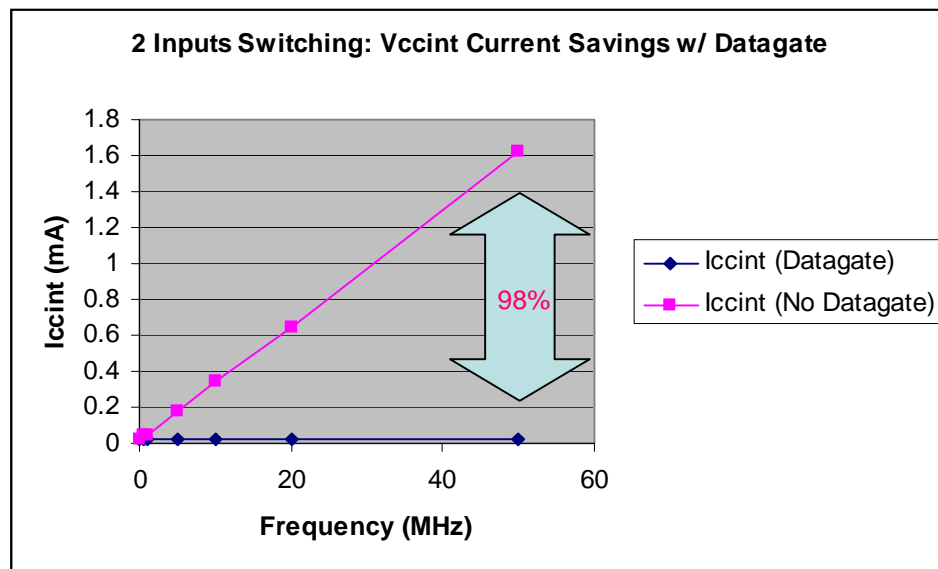


図 2: スイッチング入力 2 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCINT} の電流削減量

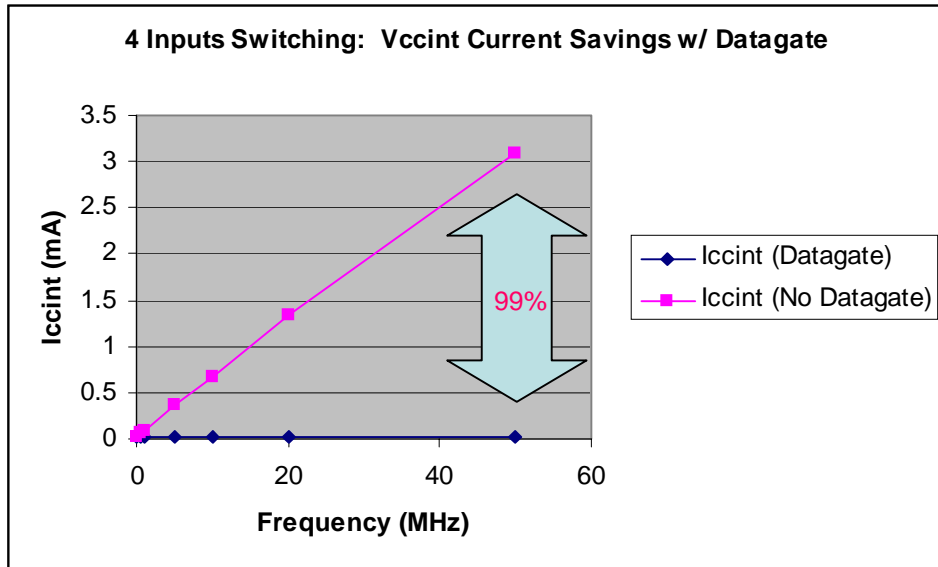


図 3: スイッチング入力 4 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCINT} の電流削減量

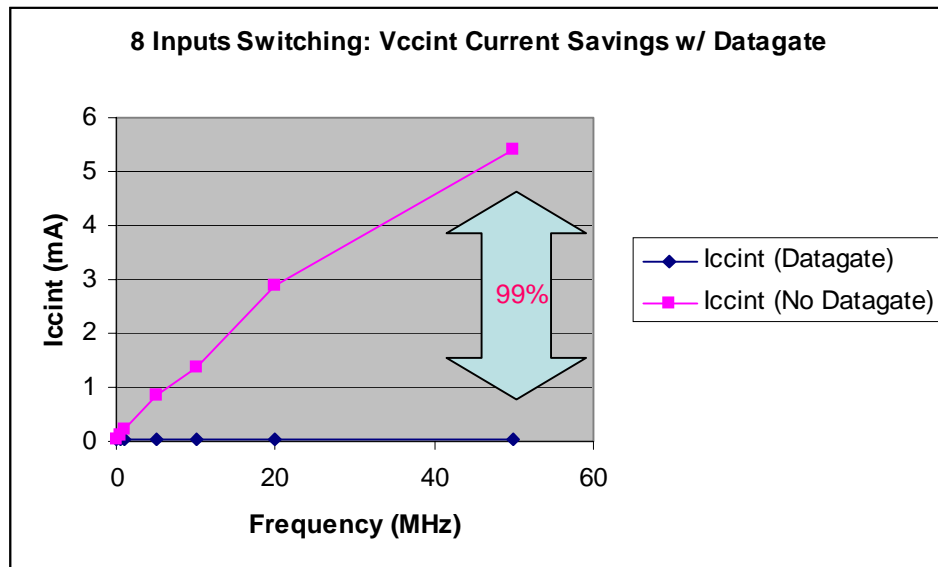


図 4: スイッチング入力 8 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCINT} の電流削減量

V_{CCIO} 電流について

この時点で、仕様書のスタンバイ電流値は、参考にならないということがわかりました。トグルする入力なしに動作するデザインは存在しません。CoolRunner-II は、物理的に全入力信号を切断せずにスタンバイ電流にアプローチできる唯一の CPLD です。けれども、ここまでの内容はすべて V_{CCINT} を通る電流に関わるものでした。V_{CCIO} を通る電流についてはどうでしょうか。

V_{CCIO} 電流については、業界全体が特に説明しておらず、どの PLD メーカーも I/O 電流についての仕様を定めていません。CPLD のデータシートを何か確認してみてください。I_{CC} と周波数の関係を示すグラフはいずれも、V_{CCINT} 電流について記載されていることでしょう。V_{CCIO} についてはリファレンスの記載さえありません。なぜでしょうか。その主な理由は、定量負荷、周波数、電流要件、入力の立ち上がり時間など、非常に多くの要因に依存す

るため、I/O を通る電流量を測定するのはメーカーにとって 困難であることです。その上、 V_{CCIO} 電流が非常に大きいため、低消費電力を提唱するデバイスの場合、矛盾が生じてしまいます。その結果、メーカーの多くが意図的に V_{CCIO} については避けています。

では、スイッチング入力の効果について調べてみましょう。ここでは、 V_{CCINT} の代わりに、 V_{CCIO} を確認します。どのくらいの電流が流れるのでしょうか。また、DataGATE は、 V_{CCIO} 電流の削減にどのように貢献するのでしょうか。

表 2 : 50MHz で DataGATE を使用した場合としない場合のスイッチング入力からの V_{CCIO} の電流量

スイッチング入力数	V_{CCIO} の電流量 (mA)		削減
	DataGATE を使用しない場合	DataGATE を使用した場合	
0	0	0	0%
1	8.58	0.05	99%
2	14.86	0.11	99%
4	25.95	0.22	99%
8	43.82	0.44	99%

表 2 に示すように、この V_{CCIO} 電流は非常に大きくなります。しかしながら、DataGATE を有効にした状態では、CoolRunner XC2C128 デバイスは内部の I/O バッファの接続を切断し、 V_{CCIO} の 99% の電力消費を抑えます。図 5、図 6、図 7、および図 8 に、 V_{CCIO} の電流減とスイッチング入力周波数の関係を示します。

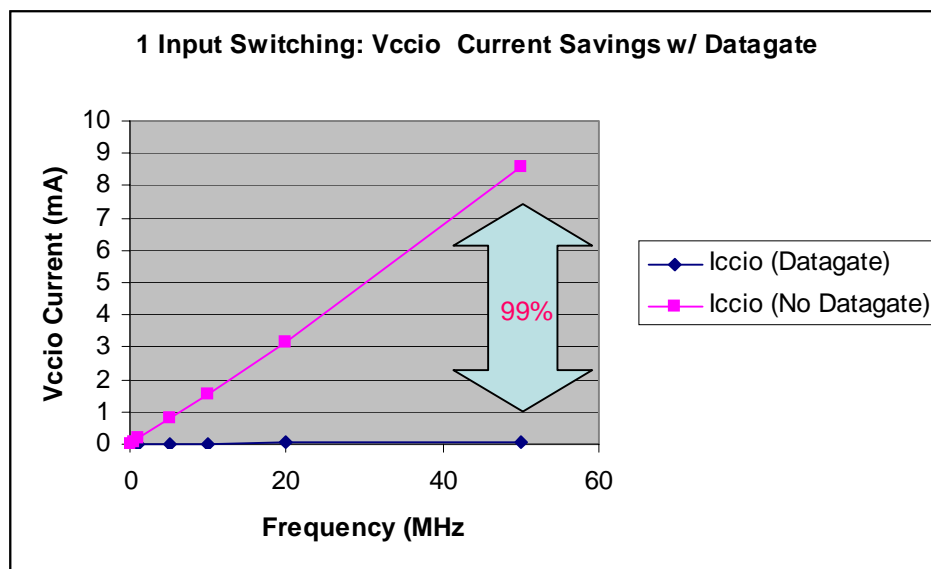


図 5: スwitching入力 1 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCIO} の電流削減量

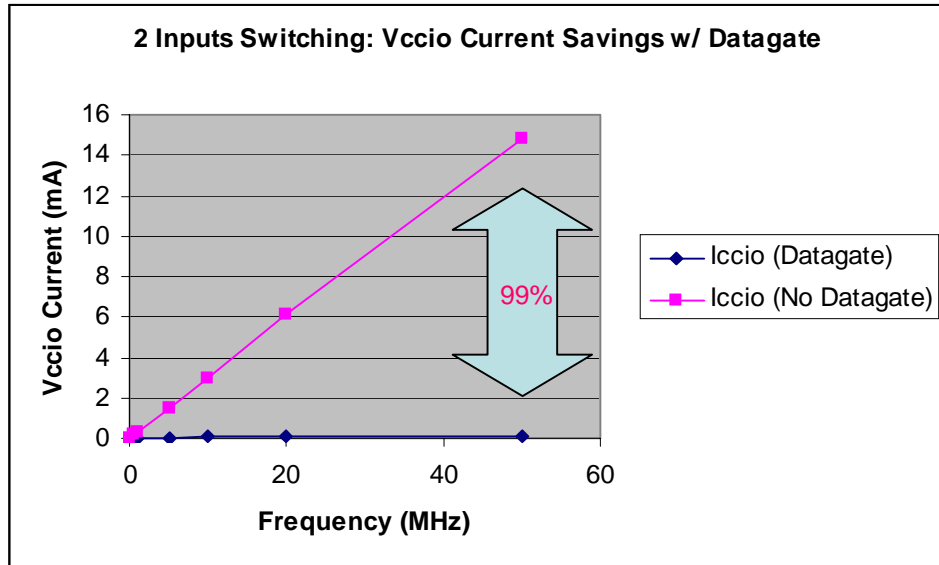


図 6: スイッチング入力 2 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCIO} の電流削減量

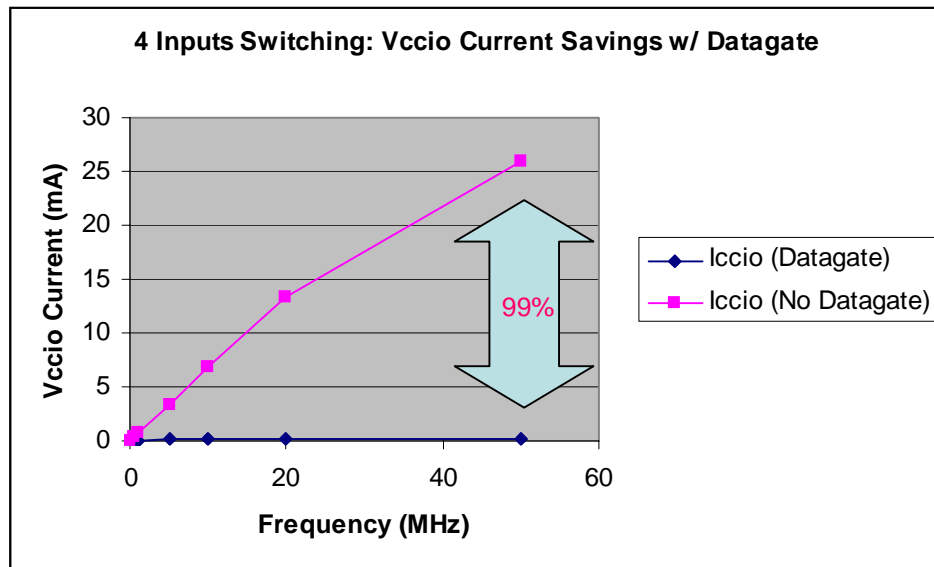


図 7: スイッチング入力 4 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCIO} の電流削減量

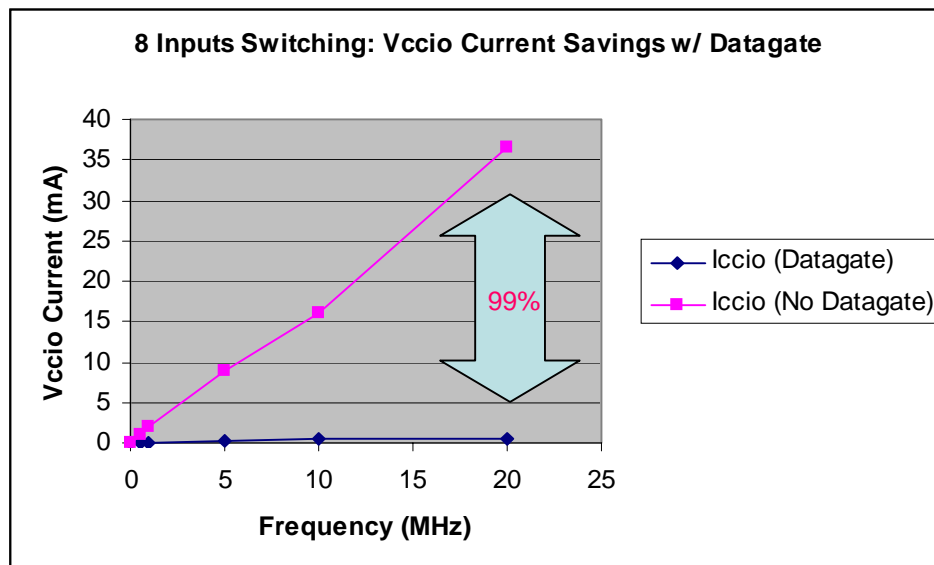


図 8: スイッチング入力 8 つに DataGATE を使用した場合の V_{CCIO} の電流削減量

これまでに、CPLD 業界で最も伏せられてきた実情を紹介してきました。 V_{CCINT} のダイナミック電流は非常に微弱ですが、 V_{CCIO} 電流は V_{CCINT} 電流の 4 倍にも相当します。 CPLD メーカーが V_{CCIO} 電流値を明確にしない理由がここにあります。 代わりに、極めて低いスタンバイ電流に焦点を当てる場合がありますが、あまり意味がありません。 ダイナミック V_{CCINT} 電流は、現実には、 V_{CCIO} 電流より非常に低くなります。

ザイリンクス以外のデバイスが低電力に見える場合もありますが、事実上の低消費電力デバイスは 1 つしかありません。 CoolRunner-II デバイスは、99% の V_{CCINT} と 99% の V_{CCIO} 電流を削減できる唯一の CPLD デバイスです。

おわりに

表 1 および表 2 では、課題が低めに記載されています。 このデータは、簡単なバッファいくつかを使用して、チップへの入力をブロックする効果を示すため計測されました。 CPLD 内の複数箇所に入力を接続する場合には、追加接続分のキャパシタンスを駆動する電源が流れます。 したがって、設計が複雑になっていくほど、入力をブロックすることでより多くの消費電力が削減されます。 デザイン中で入力信号が駆動するロジック数を把握することが不可能なため、特定の設計で削減できる消費電力量を測定するのは困難です。 しかし、1 つだけ確かなことがあります。 CoolRunner-II は、最先端の低電力消費デバイスであり、ダイナミック消費電力が少ないだけでなく、設計時に実動作時のスタンバイ電流を求められる唯一の CPLD なのです。

その他のリソース

ザイリンクスでは、弊社のデバイスを使用したデジタルシステムで消費電力を抑える最善の方法について開発を重ねています。 次に示す資料は、問題に対処する際に最善の方法を選択するための糸口として、ぜひお役立てください。

[XAPP 395](#) では、DataGATE がどのように機能して消費電力を削減に役立つのかを説明します。 まず、思うままに設計していただき、消費電力を測定します (通常 I_{CC})。 そして、ブロックできる複数の信号を特定し、DataGATE 信号を使用してブロックするよう再度設計します。 その後、電流を測定して十分に低減されているかどうか確認します。 適切に動作していることを確認した後、さらに電流消費量を削減したい場合には、別の信号もブロックします。 継続してブロックし、削減した消費電力を計測します。 ブロックできる信号を次々にデザインが動作しなくなるところまでブロックし、最後にブロックした時より 1 つ前の状態に戻します。 選択肢はほかにもありますが、この方法も有効です。

[XAPP378](#) では、デザイン ソフトウェアを使用して、CoolRunner-II の高度な機能を利用する方法を示します。DataGATE は、アドバンス クロック (分周および DualEDGE)、シュミットトリガ入力、およびスルー レートの制御など、さまざまな機能の選択肢の 1 つです。

[XAPP436](#) では、CoolRunner-II CPLD が、それ自体でも、他のデバイスと併用した場合でも消費電力を削減できる方法について説明します。この方法にあたっては、DataGATE を使用して、接続したチップの不要な入力のスイッチをブロックし、システム全体の消費電力を削減します。CoolRunner-II を、レベル変換器で使用する場合には、DataGATE で、128 マイクロセル以上のデバイスで消費電力管理ができます。方法については、このアプリケーション ノートを参照してください。

[XAPP 377](#) では、DataGATE を含む一連の低消費電力デザインについて説明します。消費電力を抑える手段は多々ありますが、業界中で最も多くの方法を紹介しているのがザイリンクスです。

消費電力を計測しない場合には、[XAPP 317](#) で、CoolRunner-II の電力計算式を使用して、アプリケーションの消費電力を適切に見積もる方法を説明します。計算式について学ぶことにより、消費電力削減の実態も理解できます。

最後に、DataGATE の仕様詳細および独創的アプローチについては、[米国特許局 #6,172,518](#) を参照してください。本来は、ザイリンクス CPLD の XC9500/XL/XV ファミリー用に開発され、CoolRunner-II ファミリーの大幅な消費電力削減に最も適切であるとして使用されました。

改訂履歴

このドキュメントの改訂履歴を示します。

日付	バージョン	改訂内容
2005/05/30	1.0	初版リリース
2005/06/29	1.1	ウェブ掲載