

FleXO™による周波数マーキング機能およびそのアプリケーションについて

作成者: Swarup Mavanoor, Brijesh A Shah

関連プロジェクト: なし

関連製品ファミリ: CY2XFnn

ソフトウェア バージョン: CyClockWizard 1.0

関連アプリケーション ノート: AN62194

概要

サイプレスは、出力周波数を変更できる、周波数マーキングと呼ぶ独自の機能を組み込んだ FleXO デバイスをご提供します。この機能は、トラブルシューティング、設計最適化、テスト用のシステム設計のあらゆる段階で使用できます。本アプリケーション ノートはこの機能のガイドです。使用例を交えながら、詳細をご説明します。

はじめに

設計者が使用される大部分のクロック ジェネレータは、ほとんどまたは全くプログラミングができない固定周波数のクロックを出力する水晶発振器です。サイプレスの FleXO クロック ジェネレータは、ユーザーによる出力周波数の変更を可能にした周波数マーキング機能を備えています。

FleXO のこの優れた機能によって、ユーザーはプログラム済みの出力周波数を容易に変更できます。出力周波数は、デバイスの FS (周波数選択) ピン、または I²C シリアル インターフェースを介して変更できます。周波数は最小 100ppm、最大 100%まで変更できます。

この結果、出力周波数が 100MHz のデバイスでは、100.01MHz~200MHz の範囲で出力周波数を変更できます。

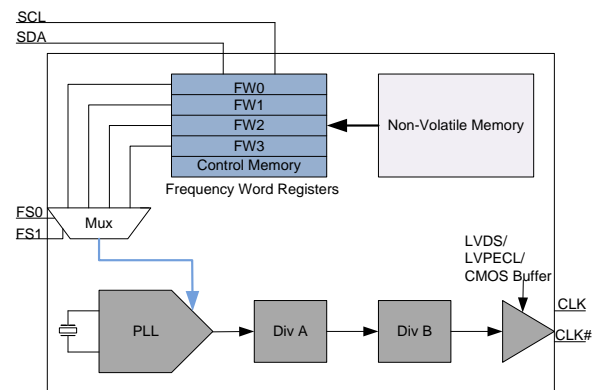
FleXO (フレキシブルな水晶発振器): アーキテクチャおよびプログラミングについて

FleXO デバイスは図 1 に示されるように、チップ内クリスタルのリファレンス入力を持つ超低ノイズ PLL を内蔵しています。PLL の出力は連続した分周器に接続されています。出力周波数を制御するために、プログラミング可能な周波数ワードは分配数および PLL パラメータを選択します。

周波数ワードアレイの保存用として 4 つのレジスタがあり、4 つのワードの内 1 つを、周波数選択ピンまたは I²C インターフェースを介して選択できます。出力周波数は選択したワードによって決定されます。周波数ワード アレイの一時的ではない保存目的として、OTP 不揮発性メモリが用意されており、ニーズに応じてご利用いただけます。電源投入時に、この不揮発性メモリの内容は周波数ワード レジスタにロードされます。

I²C 対応デバイスでは、動的に周波数選択ワードを変更することもできます。デバイスのプログラミング後において、周波数を変更するために、この機能を使用できます。ただし、周波数の変更は不揮発性メモリに保存されないため、デバイスが電源切断された後は無効となります。

図 1: FleXO アーキテクチャ



初期のコンフィギュレーションおよびプログラミングについては、アプリケーション ノートおよびビデオ「AN62914 - Configuring and Programming FleXO™ Low Noise Clock Generators」を参照してください。

現在 FleXO ファミリには 5 種類のデバイスがあり、全て周波数マーキング機能を搭載しています。I²C に対応したデバイスが 3 種類、ピン ベースでの周波数選択に対応したデバイスが 2 種類あります。表 1 に、周波数マーキング機能に対応したデバイスを示します。

表 1: 周波数マーージニング機能対応の FlexO デバイス

製品番号	機能	出力標準
CY2XF23	周波数マーージニング機能 (I ² C 制御) 対応の水晶発振器	LVDS
CY2XF24	周波数マーージニング機能 (I ² C 制御) 対応の水晶発振器	LVPECL
CY2XF32	周波数マーージニング機能(ピン選択) 対応の水晶発振器	CMOS
CY2XF33	周波数マーージニング機能(ピン選択) 対応の水晶発振器	LVDS
CY2XF34	周波数マーージニング機能 (ピン選択) 対応の水晶発振器	LVPECL

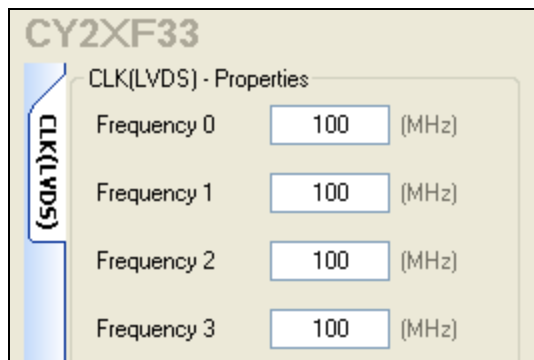
FlexO デバイスにおける周波数マーージニング

FlexO デバイスに備えられた周波数マーージニング機能を使用するために、以下の手順を行ってください。

1. **CyClockWizard 1.0** を使用して、選択した FlexO デバイス向けのベース コンフィギュレーション JEDEC ファイルを生成してください ([AN62914](#) ビデオを参照)。
2. ピン ベースの周波数選択に対応したデバイス (CY2XF32/33/34) では、必要に応じて周波数選択ピン (FS0、FS1) を有効にしてください。
3. クロック プロパティのタブでは、最大 4 つの周波数設定のエントリが可能です。図 2 に示すように所望の周波数を入力してください。
4. デバイスをプログラムして、アプリケーション基板に取り付けてください。

注：工場出荷時のデバイス プログラムについては、営業担当またはローカル サイプレス FAE までお問い合わせください。

図 2: 周波数選択の画面



FS ピンを用いた周波数選択

ピン ベースでの周波数選択に対応したデバイスでは、表 2 に示すように、有効になった FS ピンの状態に応じて出力周波数が選択されます。

表 2: 出力周波数の選択

FS1	FS0	出力周波数
0	0	周波数 0
0	1	周波数 1
1	0	周波数 2
1	1	周波数 3

I²C を用いた周波数マーージニング機能

I²C インターフェースに対応したデバイスでは、アドレス 0x40 での「セレクト バイト」レジスタの最下位 2 ビットを、以下の図 3 に示す値のいずれかにセットすることによって、周波数を選択します。

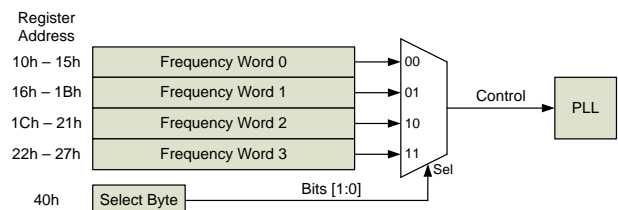
I²C デバイスでは、出力周波数をデバイス プログラミング時に定義していなかった値に変更することもできます。変更する周波数データを、下図に示すアドレスで周波数ワード レジスタに書き込むことで、変更できます。各レジスタは、特定の出力周波数を選択する 6 バイト値にセットされます。

特定の周波数に対応する周波数選択ワードを計算するために、以下の手順を行ってください。

- コンフィギュレーション JEDEC ファイルを生成します ([AN62914](#) ビデオを参照)。
- JEDEC ファイルから所望の周波数に対応する周波数選択ワードを取得します。

詳細は、「付録 A: I²C を用いた周波数マーージニング (CY2XF23/4)」を参照してください。

図 3: 周波数選択ワードのアドレス



アプリケーション例

周波数マーキング機能は多くのアプリケーションや設計シナリオで利用できます。以下に一般的なアプリケーション例を紹介します。

例 1: FPGA 論理設計の検証

FPGA を用いたシステム開発には、最適なシステム速度を達成するなど多くの解決すべき課題があります。

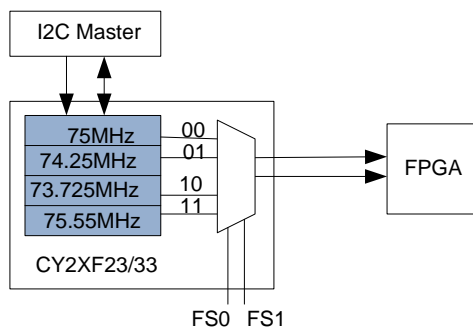
標準的な開発シナリオでは、論理設計の更新となってしまう仕様変更の可能性があります。ほとんどの場合、この更新はタイミングに影響を与え、動作クロック周波数を調整する必要があります。

FleXO の周波数マーキング機能により、設計者はシステムクロック周波数を容易に変更できます。

動作周波数が 75MHz に設定される FPGA ベースの設計を考慮してみましょう。設計を変更する時、タイミング違反が発生し、クロックの調整が必要となる場合があります。

FleXO デバイスにより、設計者は周波数を 4 つまでプログラミングできます (以下の図 4 を参照)。FS ピンに関する適切な論理信号を供給することによって、4 つの中で切り替えられます。下図のように、設計者は 4 種のプログラムされた周波数 (75MHz, 74.25MHz, 73.725MHz, 75.55MHz) からいずれかを任意に選択できます。

図 4: FPGA 論理設計における周波数マーキング



I²C インターフェースに対応したデバイスはさらに、プログラミング中にセットされた 4 つの値と異なる出力周波数を設定することも可能であり、優れた柔軟性を提供します。

例 2: ダイナミックなシステム クロック調整

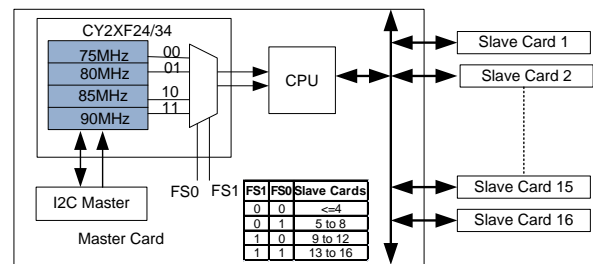
多くのデータ処理アプリケーションでは、処理負荷に基づいて CPU クロック周波数を変更することが理想的です。

図 5 に示すデータ ロギング システムを考慮してみましょう。中央のモジュールは複数のスレーブ ユニットと接続し、スレーブ ユニットからのデータを処理します。中央ユニット上の処理負荷は、システムに接続したスレーブ カードの数またはシステム

内のアクティブなスレーブ カードの数、あるいはその双方によって変化します。このようなシナリオでは、システム効率を向上させるために、中央ユニット上の CPU の動作クロック周波数を変更する必要があります。

FleXO デバイスは、実行中にシステムクロック周波数を簡単に変更できます。処理負荷に基づいて、CPU は FleXO デバイスの FS ピンの状態を変更できるため、これによって異なる動作周波数を選択できます。

図 5: フレキシブルなシステム向けの周波数マーキング機能



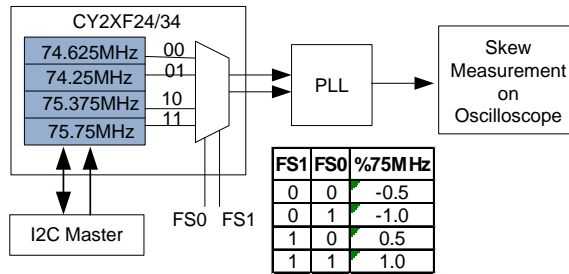
本機能は、効果的にシステム動作周波数を変更し、システム温度を制御するためにも使用できます。最大の性能を引き出すことが求められるアプリケーションでは、可能な限り高いクロック速度で動作することが必要です。しかし、性能が向上する一方、温度が上昇します。FleXO デバイスを温度モニターと併用することによって、温度が最高閾値を超える場合にクロック速度を低下させることができます。システム温度が安全な動作レベルに低下したあと、システム速度を再び上昇させられます。

例 3: システム特性評価

部品エンジニアが基板上の IC をセカンド ソースとして使用し、システム内で十分なタイミング マージンがあるかを確認する例を考えてみましょう。サイプレスの FlexO デバイスは、システム周波数を変化させ、新しいタイミングで IC を検証するために効果的であり、このような場合に理想的なクロッキング ソリューションを実現できます。

FleXO デバイスのもう一つの用途は、基板上の外部 PLL チップのトラッキング スキューの特性評価です。トラッキング スキューは、PLL の入力周波数の変化に起因した出力のスキューです。図 6 に示すように、サイプレス FlexO デバイスの周波数マーキング機能は、出力クロック スキューの変化を測定しながら入力周波数を変更するために使用できます。

図 6: トラッキング スキュー測定用の周波数マーキング



例 4: 生産テスト

生産ラインでは、製造欠陥や取扱いに起因した不具合のあるデバイスを完全には防ぎきれません。不良デバイスはシステム タイミング機能を損なわせ、システム全体の誤作動となる可能性があります。製造中に動作周波数マージン テストを行うことで欠陥ユニットを容易にトラップすることができます。FleXO の I2C を介したアクセスにより、高い柔軟性でテストを実施できます。

要約

FleXO デバイスはユニークな周波数マーキング機能を備えており、システム設計、テスト、および機能に優れた柔軟性を提供しています。この柔軟性は、製品品質の改善および設計の手間の削減に直結します。

著者について

氏名: Swarup Mavanoor
 役職: プロダクト マーケティング マネージャ
 連絡先: swmr@cypress.com

氏名: Brijesh A Shah
 役職: シニア アプリケーション エンジニア
 連絡先: bash@cypress.com

付録 A: I²C を用いた周波数マーキング機能 (CY2XF23/4)

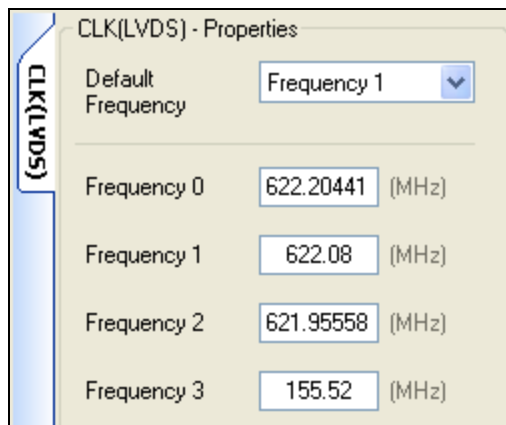
ステップ 1: CyClockWizard 1.0 を使用して、当該デバイスに対して必要な周波数の、コンフィギュレーション JEDEC ファイルを生成してください。(AN62914 ビデオを参照してください)。入力した 4 種の周波数値に対応するデータは、生成した JEDEC ファイルに書き込みます。

例: このアプリケーションでは、FlexO 出力周波数をすぐに以下の周波数のいずれかに変更する必要があります。

1. 622.08MHz
2. 622.20441MHz (622.08MHz から+200ppm)
3. 621.95558 MHz (622.08 MHz から-200ppm)
4. 155.52MHz

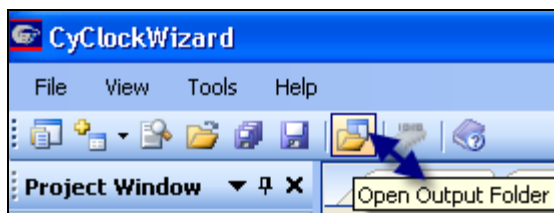
図 7 に示すように、CyClockWizard を使用して周波数値を入力することで JEDEC ファイルを生成します。

図 7: I²C デバイス向けの周波数オプション



ステップ 2: 以下に示すように CyClockWizard のメニューバーの「Open Output Folder」ボタンを使用して、ステップ 1 で生成した JEDEC ファイルを開きます:

図 8: CyClockWizard メニューバーの出力フォルダー



JEDEC ファイルを開き、以下のデータを探します。

L00128

```
1101010010101000001101001011110000001010100111
```

```
110101001010100000110100101111111111101010101100
```

```
11010100011010000011001110111111111111001101010
```

```
1101010010101000001101001011110011111010101111*
```

ステップ 3: JEDEC ファイル内で「L00128」の後の各行は 1 つの周波数ワードアレイに対応します。

周波数 0 (622.204416MHz) のデータは第 1 行に書いてあります。第 1 行の 2 進データを 16 進形式に変換します。第 1 行の 2 進データおよびその 16 進表記は以下の通りです:

```
110101001010100000110100101111000000101010100111 ->D4 A8 34 BC 0A A7
```

ステップ 4: 出力周波数を 622.204416MHz に設定するために、これらの 6 バイト (D4 A8 34 BC 0A A7) をアクティブな周波数ワードのアドレスに書き込みます。図 3 に示すように、アクティブな周波数ワードは、アドレス 40h での「選択バイト」レジスタの最後 2 ビットによって選択されます。

選択バイト レジスタの最後 2 ビットが 01b であれば、選択されたアクティブな周波数ワードは周波数ワード 1 となり、そのアレイ アドレスは 16-1Bh です (図 3)。6 バイト データ (D4 A8 34 BC 0A A7) をアドレス 16-1Bh に書き込んで、出力周波数は 622.204416MHz に設定されます。

同様に、アクティブな周波数ワードに対応する行データを書き込んで特定の出力周波数を設定します。

以下は、全 4 種の周波数の 2 進データおよびそれに対応する 16 進表記です。

L00128

110101001010100000110100101111000000101010100111 ->D4 A8 34 BC 0A A7 (622.204416M)

110101001010100000110100101111111111101010101100 ->D4 A8 34 BF FA AC (622.08M)

11010100011010000011001110111111111110011010110 ->D4 68 33 BF FC D6 (621.955584M)

11010100101010000011010010111100111110101011111*->D4 A8 34 BC FD 5F (155.52M)

改訂履歴

文書名: FleXO™による周波数マーキング機能およびそのアプリケーションについて – AN52133

文書番号: 001-95852

版	ECN	変更者	発行日	変更内容
**	4722784	TAKI	07/07/2015	これは英語版 001-52133 Rev. *B を翻訳した日本語版 001-95852 Rev. **です。

ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、事業所、ソリューション センター、メーカー代理店および販売代理店の世界的なネットワークを保持しています。お客様の最寄りのオフィスについては、[サイプレスのロケーション ページ](#)をご覧ください。

製品

車載用	cypress.com/go/automotive
クロック&バッファ	cypress.com/go/clocks
インターフェース	cypress.com/go/interface
照明&電源管理	cypress.com/go/powerpsoc cypress.com/go/plc cypress.com/go/memory

PSoC®ソリューション

psoc.cypress.com/solutions

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 5

[サイプレス開発者コミュニティ](#)

[コミュニティ](#) | [フォーラム](#) | [ブログ](#) | [ビデオ](#) | [トレーニング](#)

メモリ

光学式ナビゲーション センサー	cypress.com/go/ons
PSoC	cypress.com/go/psoc
タッチ センシング	cypress.com/go/touch
USB コントローラー	cypress.com/go/usb
ワイヤレス/RF	cypress.com/go/wireless

FleXO はサイプレスセミコンダクタ社の商標です。本書で言及するその他すべての商標または登録商標は、各社の所有物です。



Cypress Semiconductor Phone : 408-943-2600
198 Champion Court Fax : 408-943-4730
San Jose, CA 95134-1709 Website : www.cypress.com

© Cypress Semiconductor Corporation, 2009-2015. 本文書に記載される情報は、予告なく変更される場合があります。Cypress Semiconductor Corporation (サイプレス セミコンダクタ社) は、サイプレス製品に組み込まれた回路以外のいかなる回路を使用することに対して一切の責任を負いません。サイプレス セミコンダクタ社は、特許またはその他の権利に基づくライセンスを譲渡することも、または含意することはありません。サイプレス製品は、サイプレスとの書面による合意に基づくものでない限り、医療、生命維持、救命、重要な管理、または安全の用途のために使用することを保証するものではなく、また使用することを意図したものでもありません。さらにサイプレスは、誤動作や故障によって使用者に重大な傷害をもたらすことが合理的に予想される生命維持システムの重要なコンポーネントとしてサイプレス製品を使用することを許可していません。生命維持システムの用途にサイプレス製品を供することは、製造者がそのような使用におけるあらゆるリスクを負うことを意味し、その結果サイプレスはあらゆる責任を免除されることを意味します。

このソースコード (ソフトウェアおよび/またはファームウェア) はサイプレス セミコンダクタ社 (以下「サイプレス」) が所有し、全世界の特許権保護 (米国およびその他の国)、米国の著作権法ならびに国際協定の条項により保護され、かつそれらに従います。サイプレスが本書面によりライセンスに付与するライセンスは、個人的、非独占的かつ譲渡不能のライセンスであり、適用される契約で指定されたサイプレスの集積回路と併用されるライセンスの製品のみをサポートするカスタム ソフトウェアおよび/またはカスタム ファームウェアを作成する目的に限って、サイプレスのソース コードの派生著作物をコピー、使用、変更して作成するためのライセンス、ならびにサイプレスのソース コードおよび派生著作物をコンパイルするためのライセンスです。上記で指定された場合を除き、サイプレスの書面による明示的な許可なくして本ソース コードを複製、変更、変換、コンパイル、または表示することはすべて禁止します。

免責条項: サイプレスは、明示的または黙示的を問わず、本資料に関するいかなる種類の保証も行いません。これには、商品性または特定目的への適合性の黙示的な保証が含まれますが、これに限定されません。サイプレスは、本文書に記載される資料に対して今後予告なく変更を加える権利を留保します。サイプレスは、本文書に記載されるいかなる製品または回路を適用または使用したことによって生ずるいかなる責任も負いません。サイプレスは、誤動作や故障によって使用者に重大な傷害をもたらすことが合理的に予想される生命維持システムの重要なコンポーネントとしてサイプレス製品を使用することを許可していません。生命維持システムの用途にサイプレス製品を供することは、製造者がそのような使用におけるあらゆるリスクを負うことを意味し、その結果サイプレスはあらゆる責任を免除されることを意味します。

ソフトウェアの使用は、適用されるサイプレス ソフトウェア ライセンス契約によって制限され、かつ制約される場合があります。