

プログラマブルなスペクトラム拡散水晶発振器 - CY25701 およびそのアプリケーション

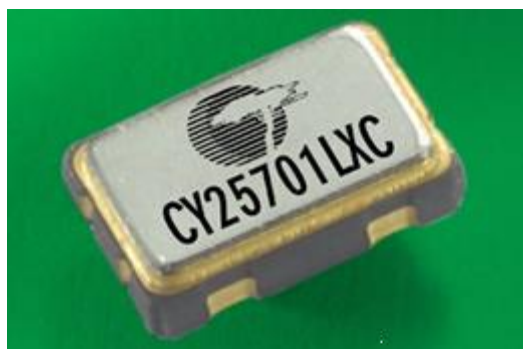
著者: Amitava Banerjee
 関連製品ファミリ: CY25701
 ソフトウェア バージョン: **CyClockWizard 1.0**
 関連アプリケーション ノート: **AN49107**

CY25701 は、スペクトラム拡散出力機能を持った、5.0 mm x 3.2 mm LCC パッケージのプログラマブル水晶発振器です。このアプリケーションノートでは、CY25701 スペクトラム拡散水晶発振器 (SSXO) と標準的な水晶発振器を比較し、主な機能の差異や優位性について説明します。また、EMI が重要な課題となるアプリケーション例についてもご紹介します。

1. はじめに

プログラミング可能なスペクトラム拡散水晶発振器 (SSXO) であるCY25701は、EMI性能を最適化する優れたツールです。CY25701のパッケージとピン配置は、業界標準に準拠しています。CY25701は、周波数固定型の従来の標準的な水晶発振器と置き換えることで、EMI問題や、予期できないシステム周波数のマージン許容問題に対して、柔軟性をもった保護機能を提供します。

図 1. 5.0 mm x 3.2 mm 4ピン LCC パッケージの CY25701



プログラミング可能な機能	範囲
出力周波数	10 MHz~166 MHz
拡散比率	ダウン スプレッド: 最大-4 %; センター スプレッド: 最大±2 %
変調速度	30.1 kHz, 31.5 kHz, 32.9 kHz

2. スペクトラム拡散 (SS)

スペクトラム拡散機能を有するCY25701は他の水晶発振器と比較して高い優位性があります。通常、発振器をシステムクロック供給に使用する場合、システム全体にわたる大部分のデータとクロック信号はこのシステム クロック レートの倍数で切り替わります。このため、システム周波数の奇数通倍で大量の電磁妨害 (EMI) が発生します。システム クロック周波数を変調する機能を備えることにより、基本周波数と奇数通倍のピーク エネルギーは、広い周波数範囲に分散できます。この結果、周波数帯域内のピーク エネルギーを大幅に減少することができます。設計の初期段階では、システム全体に生じるEMI量の予測は困難ですがスペクトラム拡散クロック機能によって、開発の終盤、特にEMCコンプライアンス テスト段階においてEMIが抑制されるため、設計時間と再設計の労力を大幅に削減できます。スペクトラム拡散およびEMIの詳細については、以下のホワイトペーパーを参照してください。

- [Spread Spectrum Clock Generators for solving EMI](#)
- [EMI and Spread Spectrum Technology](#)

付録に示すスペクトラム拡散プロファイルとスペクトル グラフは、スペクトラム拡散率とEMI低減効果を示します。

3. プログラマビリティ

プログラマビリティは、CY25701が他の水晶発振器と比較して優位に立つもう1つの特長です。希望のクロック周波数を変更するか、またはEMIや安定目的のために拡散率を増減する必要がある場合、CY25701は再プログラムすることで、求める設定に素早く変更できます。固定周波数の発振器では、新しいデバイスを手配しなければならないため、開発プロジェクトは数週間遅延されるケースもあります。同様に、EMI低減量を容易に変更できない場合、エミッション テストでかなりの遅延が発生する場合があります。つまり、CY25701のプログラマビリティによって、予期しないEMIまたはタイミング問題の発生に対して、より速やかに設計を開始し、かつ設計速度を維持できます。

CY25701をプログラムするには、CyClockWizardでJEDECファイルを生成し、[CY3675キット](#)を使ってデバイスをプログラムします。プログラマビリティについて、ご質問がある場合またはサポートが必要な場合は、最寄りのサイプレスの販売代理店にお問い合わせください。

4. CY25701 対水晶発振器

通常、民生用電子機器に使われている標準的な水晶発振器は、PLLベースのタイミング ソリューションと比べていくつかの欠点があります。その1つとして、発振器の出力周波数範囲が制限されているという問題点があります。低コストの水晶発振器は、50 MHzまでの基本周波数で動作するように製造されています。周波数が50MHzを超えた場合、水晶発振器のデザインはより複雑になり、コストアップになります。CY25701は、内蔵水晶をPLLのリファレンスとして使い、出力周波数は10 MHz~166 MHzまで生成可能です。さらに、CY25701は任意の周波数範囲において、生成誤差 (synthesis error) を最小 (10 ppm未満) とし、多くのケースで生成誤差0 ppmが可能です。CY25701と比較すると、水晶発振器は標準的な周波数以外では、リードタイムが長く、コストアップとなります。

これらの利点により、CY25701は、セットトップ ボックス、HDTV、多機能のプリンター、車載用オーディオ システム、医療機器、ネットワーク スイッチおよび様々な専用アプリケーションで使用されています。

5. アプリケーション

民生用電子機器は従来よりもさらに小型、高速、複雑になり、システム設計者は、EMIを最小限にする最も効果的な技術を検討する必要があります。幅広い民生用製品に対し、システムのEMIを希望のレベルに低減する簡単で費用対効果の高い方法として、スペクトラム拡散機能が採用されています。

5.1. プリンターにおける EMI 低減

インクジェット プリンターなどの民生用プリンターは、解像度とスループットの面で大幅に改善されました。この改善の結果として、使用される信号の数やプリント ヘッドのファイヤリング周波数が増加しました。これに対して、設計者はエミッションを許容レベルに維持しなければなりません。以前は、EMI を回避するために、信号配線に対してエンジニアは特別な配慮を施さねばならず、設計時間の増加や、プリント基板の層数を追加しなければならませんでした。加えて、フェライトビーズやフィルター、シールドが EMI 問題に対応するために使用されていました。しかし、スペクトラム拡散クロックのソリューションが導入されてからは、これらのソリューションはほとんど使用されなくなりました。プリンターの主要なプロセッサまたはグラフィック ASIC のシステム クロックをスペクトラム拡散が可能なクロックで駆動することによって、デバイスからのすべての出力信号はスペクトラム拡散クロック エッジで動作します。この結果、すべての出力信号において EMI が抑制されます。

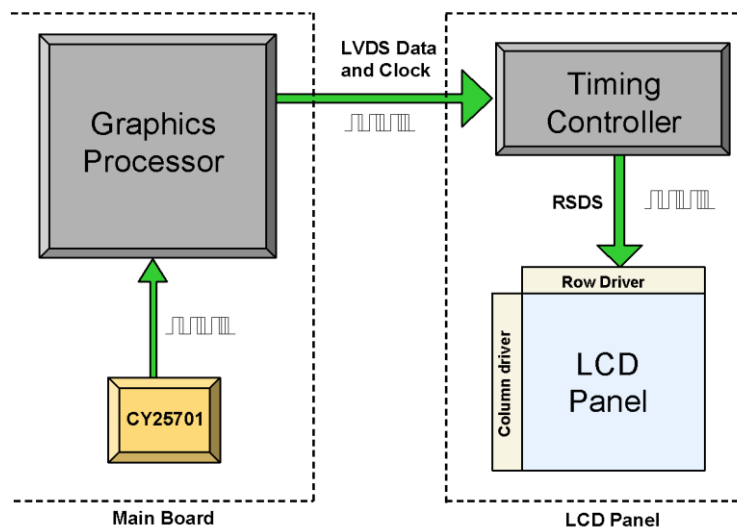
CY25701 のみのもつ特長として、拡散率に対する微調整が可能であることが挙げられます。したがって EMI 低減量も調整できます。エミッション テストにおいて、CY25701 に対して異なるスペクトラム拡散率をプログラムすることが可能です。EMI 低減、最適のシステム安定性、ジッタ性能が十分に提供できるようにするため、様々な拡散率で試験できます。この目標を達成するために、CY25701 では、拡散率を 0.25 % ずつ微調整することが可能です。

5.2. LCD パネルにおける EMI 低減

プリンターと同様に、LCD パネルも解像度が改善されました。より小型のディスプレイには、設計中に予防手段が取られない限り、EMI 問題を抱えている場合があります。小型 LCD 画面のアプリケーションでは、画面の面積は常時重要なファクターであり、EMI 低減のためにフェライト ビーズやシールドを追加することはできません。そのため、スペクトラム拡散クロックソリューションは、非常に優れた解決策です。

設計者は CY25701 を使用することで、水晶発振器を小さい 5.0 mm x 3.2 mm LCC パッケージに内蔵して面積を節約できます。図 2 に、標準 LCD TV アプリケーションで使用される CY25701 を示します。CY25701 をグラフィック プロセッサへのスペクトラム拡散クロック ソースとして使用することにより、LCD パネルに送信された LVDS データ信号での EMI は低減されます。ほとんどのタイミング コントローラーは外部からのスペクトラム拡散クロック入力もサポートしています。つまり、LCD の Row ドライバーへの RSDS 出力も EMI 低減によって効果を得ることができ、LCD パネルの EMI 問題がシステムティックに解決されます。

図 2. LCD TV アプリケーションでの CY25701 の使用



5.3. ネットワーク アプリケーション

ネットワーク アプリケーションは、個々のシステムが異なるため、様々なクロックを必要とします。例えば、データ ストリーム クロックには、CY25701 の仕様を超える厳密なジッタ要求があります。これに対しては、サイプレスは優れたジッタ性能を持つ CY2941X / CY2942X 高性能プログラマブル発振器とクロック ジェネレータ¹⁾を提供します。その他のネットワーク システムにおいて、CY25701 は EMI 低減と信号の統合性の点で効果的な製品です。

ネットワークシステム内の多くのアプリケーション プロセッサおよび FPGA は、スペクトラム拡散クロック入力を受け取れます。つまり、内部 PLL および結果として生じる出力信号は拡散され、システム全体にわたって低 EMI 信号が伝播されるため、EMI が大幅に改善されます。ネットワーク アプリケーションのもう 1 つの利点は、クロックとデータ信号による EMI の低減により、このようなシステムでは重要な問題になるクロストークを制限できることです。スペクトラム拡散によるクロストークの制限により、さらなるノイズ マージンが提供され信号配線の負担を軽減できます。CY25701 は、このような状況での入力クロックを提供する理想的なソリューションです。

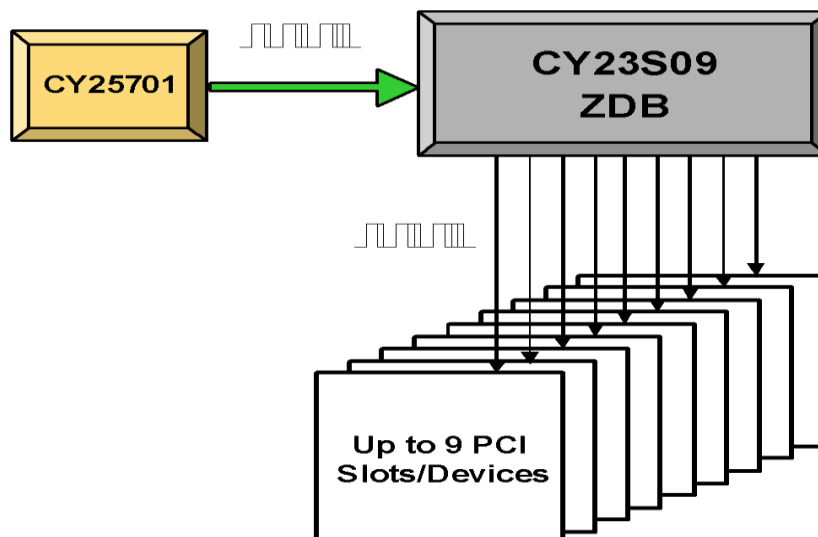
¹⁾ CY2941X / CY2942Xに関する詳細については、以下のアプリケーション ノートを参照してください。

AN210253 – CY294XX High-Performance Clock: Getting Started and Best Design Practices

5.4. PCI クロック用 CY25701

CY25701 は、PCI クロックにおいて標準的な発振器をリプレースすることで効果的なソリューションを提供します。通常、リファレンス クロックは、複数の PCI スロットを駆動するゼロ遅延バッファ (ZDB) によって供給されます。図 3 に示すように、CY25701 をリファレンス クロックとして Spread Aware 対応 ZDB と結合する²⁾ ことにより、生成されるすべての PCI クロックは、CY25701 出力の EMI 低減による効果を得られます。

図 3. Spread Aware 対応の ZDB にクロック供給している CY25701



6. 要約

CY25701 は、水晶およびスペクトラム拡散対応のプログラマブルな PLL を業界標準の小型発振器パッケージに搭載することによって、様々なアプリケーションへシンプルかつ強力なソリューションを提供します。フレキシブルな EMI 低減機能およびプログラム可能な出力周波数により、システム設計者はコンポーネントのコストと開発時間を節約できます。CY25701 のデータシートと他の情報については、www.cypress.com に掲載している [CY25701 製品ページ](#) をご覧ください。

著者について

名前: Amitava Banerjee
 役職: 上級アプリケーション エンジニア, タイミング ソリューション ビジネス部門

² CY25701 のデータシートと他の情報については、www.cypress.com に掲載している [CY23S09 製品ページ](#) をご覧ください。

付録

A スペクトラム拡散パラメーター

A.1 変調プロファイル

周波数変調波形を、変調プロファイルと呼称します。一般的に Linear と Lexmark という 2 つのプロファイルがあります。Lexmark プロファイルは、Linear プロファイルより優れたピーク制限能力を持っています。図 4 に示す波形は、Lexmark プロファイルの例です。Linear プロファイルは、三角波形に似ています。

図 4 に示す繰り返し波形の周波数は変調周波数と呼ばれています。

A.2 拡散率

変調信号のピークツーピーク振幅を拡散率と呼称します。図 4 に示す波形は、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、および $\pm 2.0\%$ の拡散率を示します。拡散率は、公称の信号周波数からの偏差を示します。

A.3 拡散形式

公称の周波数が変調プロファイルの中央にある場合、「センター スプレッド」と呼ばれます。公称周波数が変調プロファイルの最上部にある場合、「ダウン スプレッド」と呼ばれます。

この付録では、CY25701 から取得されるデータ グラフを掲載します。これらのグラフでは、モジュレーション・ドメイン・アナライザとスペクトラム・アナライザを使用してスペクトラム拡散の EMI 低減への効果を示します。50 MHz の出力周波数でし、拡散率 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、 $\pm 2.0\%$ のセンタースプレッド・プロファイルを生成し、それらの拡散率のピーク削減への効果を比較します。図 4～図 7 に、これら一般的なパラメーターでのプロファイルおよび CY25701 による EMI 低減を示します。性能は、特定のコンフィギュレーションによっては変化する場合があります。

このデータは、基本周波数、第 3 次高調波 (150 MHz: 図 6)、および第 9 次高調波 (450 MHz: 図 7) で観測しています。クロック出力は方形波に似ているため、偶数次の高調波成分はありません。奇数高調波の振幅は、 $1/N$ (N が奇数高調波の数) で減衰しますが、これら奇数高調波ピークの低減にスペクトラム拡散は使用されます。各周波数帯域に対してはそれぞれエミッション要件があります。グラフを観て理解できるように、CY25701 が基本周波数と高調波のピークレベルの低下に有用であることが分かります。

図 4. 50 MHz 出力、拡散率 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、 $\pm 2.0\%$ 時のスペクトラム拡散プロファイル

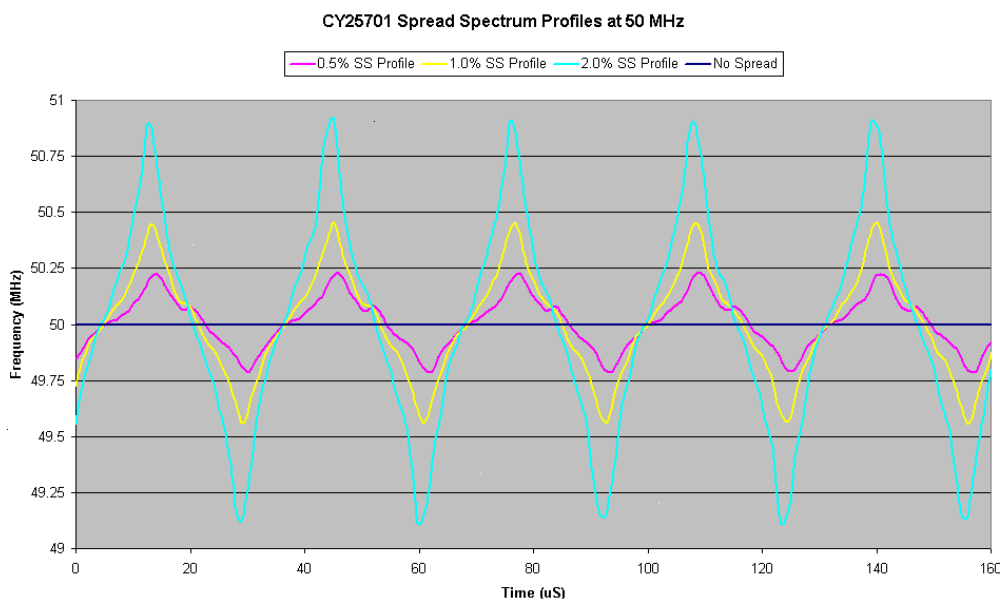


図 5. 基本周波数 (50 MHz), 拡散率 $\pm 0.5\%$, $\pm 1.0\%$, $\pm 2.0\%$ 時の EMI 低減

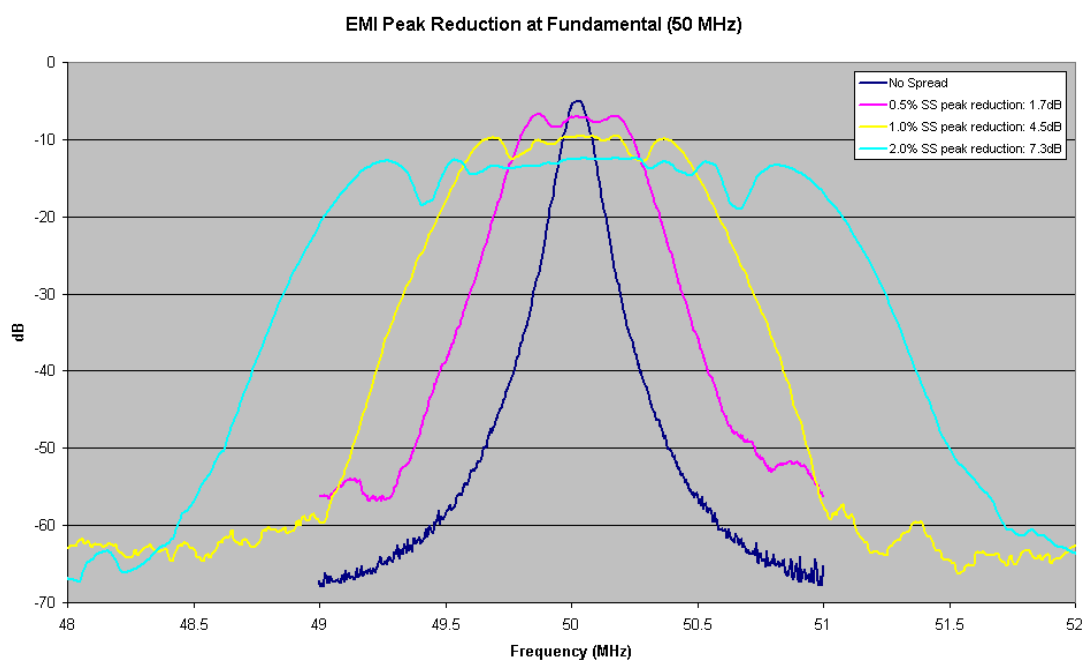


図 6. 第 3 次高調波 (150 MHz), 拡散率 $\pm 0.5\%$, $\pm 1.0\%$, $\pm 2.0\%$ 時の EMI 低減

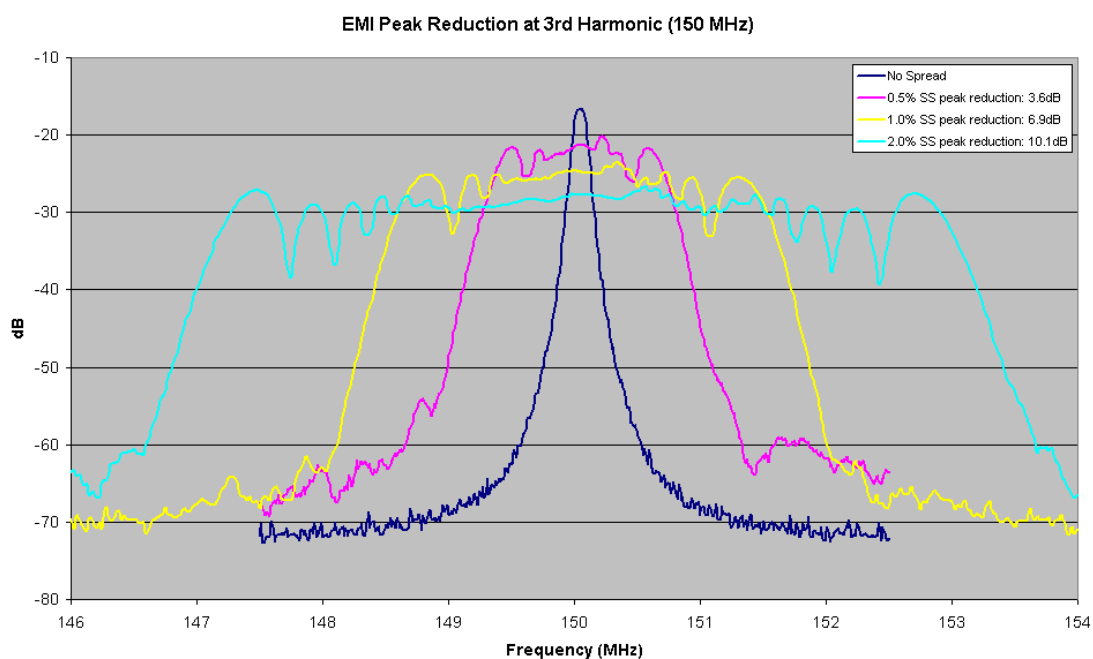
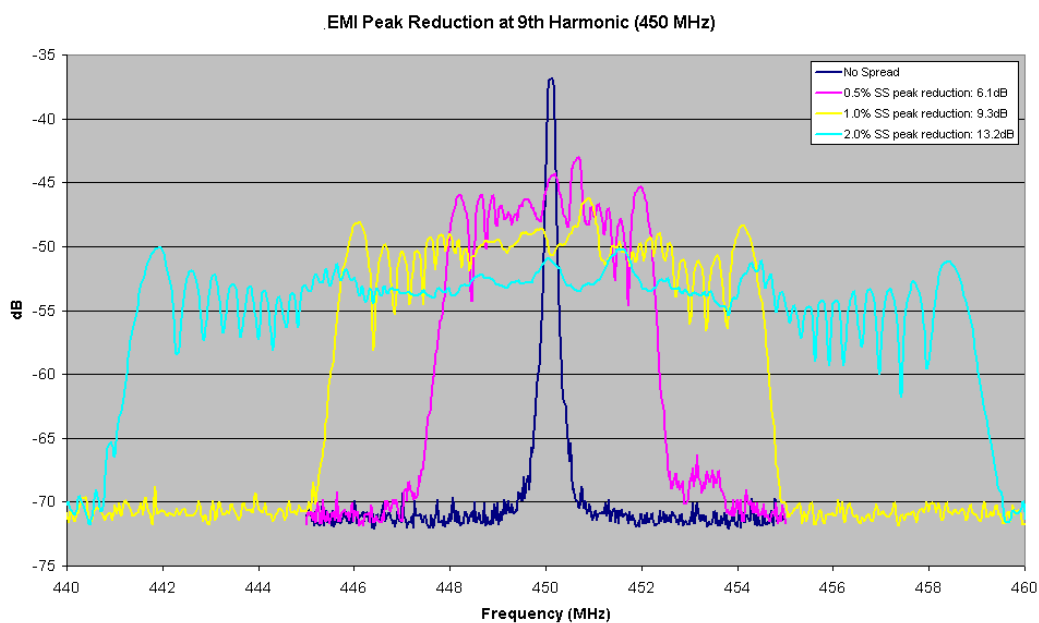


図 7. 第 9 次高調波 (450 MHz), 拡散率 $\pm 0.5\%$, $\pm 1.0\%$, $\pm 2.0\%$ 時の EMI 低減



スペクトラム拡散率が高くなると、EMI低減性能が向上します。大幅なEMI低減を必要とするアプリケーションに対しては、システムへの周波数偏差の影響に配慮しなければなりません、より大きいスペクトラム拡散率を使用できます。システムへの周波数偏差の影響がある場合は、より低い拡散率 (0.5 %まで) を使用することが可能です。この場合でも、CY25701のスペクトラム拡散のグラフに示すように、数dBのピークの低減が得られます。

改訂履歴

文章名: AN45324 – プログラマブルなスペクトラム拡散水晶発振器 - CY25701 およびそのアプリケーション

文書番号: 001-95849

版	ECN	変更者	発行日	変更内容
**	4722782	HZEN	09/10/2015	これは英語版 001-45324 Rev. *B を翻訳した日本語版 001-95849 Rev. ** です。
*A	5480732	XHT	10/14/2016	これは英語版 001-45324 Rev. *C を翻訳した日本語版 001-95849 Rev. *A です。
*B	5909423	XHT	10/05/2017	これは英語版 001-45324 Rev. *D を翻訳した日本語版 001-95849 Rev. *B です。
*C	6537328	YSAT	04/16/2019	これは英語版 001-45324 Rev. *E を翻訳した日本語版 001-95849 Rev. *C です。

セールス、ソリューションおよび法律情報

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

Arm® Cortex® Microcontrollers	cypress.com/arm
車載用	cypress.com/automotive
クロック&バッファ	cypress.com/clocks
インターフェース	cypress.com/interface
IoT(モノのインターネット)	cypress.com/iot
メモリ	cypress.com/memory
マイクロコントローラ	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
電源用 IC	cypress.com/pmuc
タッチ センシング	cypress.com/touch
USB コントローラ	cypress.com/usb
ワイヤレス	cypress.com/wireless

PSoC® ソリューション

[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#) | [PSoC 6 MCU](#)

サイプレス開発者コミュニティ

[コミュニティ](#) | [Projects](#) | [ビデオ](#) | [ブログ](#) | [トレーニング](#) | [Components](#)

テクニカルサポート

cypress.com/support



Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

© Cypress Semiconductor Corporation, 2008-2019. 本書面は、Cypress Semiconductor Corporation 及び Spansion LLC を含むその子会社（以下「Cypress」という。）に帰属する財産である。本書面（本書面に含まれ又は言及されているあらゆるソフトウェア若しくはファームウェア（以下「本ソフトウェア」という。）を含む）は、アメリカ合衆国及び世界のその他の国における知的財産法令及び条約に基づき Cypress が所有する。Cypress はこれらの法令及び条約に基づく全ての権利を留保し、本段落で特に記載されているものを除き、その特許権、著作権、商標権又はその他の知的財産権のライセンスを一切許諾しない。本ソフトウェアにライセンス契約書が伴っておらず、かつ Cypress との間で別途本ソフトウェアの使用法を定める書面による合意がない場合、Cypress は、(1) 本ソフトウェアの著作権に基づき、(a) ソースコード形式で提供されている本ソフトウェアについて、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ、かつ組織内部でのみ、本ソフトウェアの修正及び複製を行うこと、並びに (b) Cypress のハードウェア製品ユニットに用いるためにのみ、（直接又は再販売者及び販売代理店を介して間接のいずれかで）本ソフトウェアをバイナリコード形式で外部エンドユーザーに配布すること、並びに (2) 本ソフトウェア（Cypress により提供され、修正がなされていないもの）が抵触する Cypress の特許権のクレームに基づき、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ、本ソフトウェアの作成、利用、配布及び輸入を行うことについての非独占的で譲渡不能な一身専属的ライセンス（サブライセンスの権利を除く）を付与する。本ソフトウェアのその他の使用、複製、修正、変換又はコンパイルを禁止する。

適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、本書面又はいかなる本ソフトウェア若しくはこれに伴うハードウェアに関しても、明示又は黙示をとわず、いかなる保証（商品性及び特定の目的への適合性の黙示の保証を含むがこれらに限られない）も行わない。いかなるコンピューティングデバイスも絶対に安全ということはない。従って、Cypress のハードウェアまたはソフトウェア製品に講じられたセキュリティ対策にもかかわらず、Cypress は、Cypress 製品への権限のないアクセスまたは使用といったセキュリティ違反から生じる一切の責任を負わない。加えて、本書面に記載された製品には、エラーラットと呼ばれる設計上の欠陥またはエラーが含まれている可能性があり、公表された仕様とは異なる動作をする場合がある。適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、別途通知することなく、本書面を変更する権利を留保する。Cypress は、本書面に記載のある、いかなる製品若しくは回路の適用又は使用から生じる一切の責任を負わない。本書面で提供されたあらゆる情報（あらゆるサンプルデザイン情報又はプログラムコードを含む）は、参照目的のためのみに提供されたものである。この情報で構成するあらゆるアプリケーション及びその結果としてのあらゆる製品の機能性及び安全性を適切に設計、プログラム、かつテストすることは、本書面のユーザーの責任において行われるものとする。Cypress 製品は、兵器、兵器システム、原子力施設、生命維持装置若しくは生命維持システム、蘇生用の設備及び外科的移植を含むその他の医療機器若しくは医療システム、汚染管理若しくは有害物質管理の運用のために設計され若しくは意図されたシステムの重要な構成部分としての使用、又は装置若しくはシステムの不具合が人身傷害、死亡若しくは物的損害を生じさせるようなその他の使用（以下「本目的外使用」という。）のために設計、意図又は承認されていない。重要な構成部分とは、その不具合が装置若しくはシステムの不具合を生じさせるか又はその安全性若しくは実効性に影響すると合理的に予想できるような装置若しくはシステムのあらゆる構成部分をいう。Cypress 製品のあらゆる本目的外使用から生じ、若しくは本目的外使用に関連するいかなる請求、損害又はその他の責任についても、Cypress はその全部又は一部をとわず一切の責任を負わず、かつ Cypress はそれら一切から本書により免除される。Cypress は Cypress 製品の本来目的外使用から生じ又は本目的外使用に関連するあらゆる請求、費用、損害及びその他の責任（人身傷害又は死亡に基づく請求を含む）から免責補償される。

Cypress, Cypress のロゴ、Spansion, Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ、WICED, PSoC, CapSense, EZ-USB, F-RAM, 及び Traveo は、米国及びその他の国における Cypress の商標又は登録商標である。Cypress のより完全な商標のリストは、cypress.com を参照すること。その他の名称及びブランドは、それぞれの権利者の財産として権利主張がなされている可能性がある。