

次世代のLEDコントローラおよびスイッチによるマトリクス照明の改善

はじめに

最新の車載マトリクス照明の多くはLEDのストリングおよびマトリクスを利用しており、その制御のためにますます多くのICが必要となります。通常、新規の設計では、従来と同じか、またはより小さなスペースに、より多くの電子回路を詰め込まなければなりません。

製品開発期間の制約に対応し、設計リソースの効率的な利用を実現するには、特定の複雑な照明パターン向けに設計されたLEDモジュールを、新しいパターンに対応して難なく再構成することが不可欠です。

スペースの問題から、明らかにLEDコントローラの構成要素の高集積化が必要となる一方、再構成による製品開発期間の短縮のためには、LEDコントローラICとの通信機能が必要です。

このデザインソリューションでは、車載マトリクス照明の柔軟性を高めつつ、より小さなPCBスペースにより多くの機能を詰め込む方法について説明します。



図1. 自動車のLEDヘッドライト

標準的な高集積ソリューション

2つのコントローラを1つのICに集積することは、高集積化に向けた第一歩として妥当です。図2は、非同期整流を使用する標準的なデュアルチャンネル車載用照明の実装を示しています。

残念ながら、大電流アプリケーションでは、非同期整流を使用してpチャネルトランジスタとショットキーダイオードを選択すると、電力効率の大幅な低下につながります。これについては[関連記事](#)で詳しく説明しています。

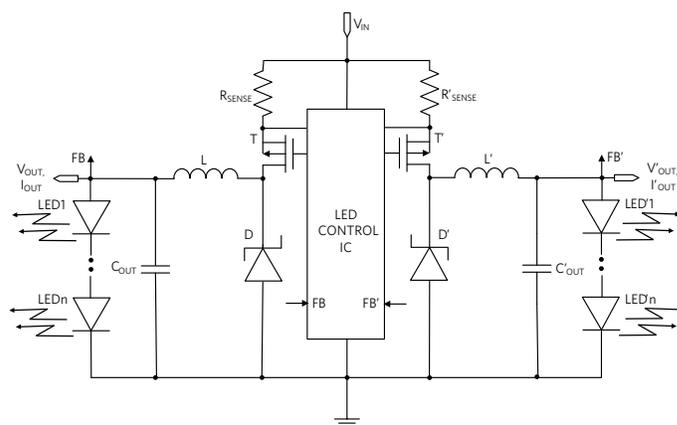


図2. 標準的なデュアルコントローラ非同期整流ソリューション

1つの可能な非同期実装では、効率をいくらか改善するため、ハイサイドにpチャネルトランジスタではなくnチャネルトランジスタを使用します。しかし、このソリューションでは、大型のnチャネルMOSFETによって損失が大きいローサイドのショットキーダイオードを補償する必要があります。また、デュアルコントローラがかさばるTSSOPパッケージに封止されていて、ソリューションの実装面積がさらに大きくなる可能性もあります。図3は、264mm²の基板面積を占有する標準的なnチャネル、非同期整流ソリューションを示しています。

同期整流の利点

一例として、48V入力と12V出力の場合、バックコンバータは約25%のデューティサイクルで動作します。これは、ハイサイドトランジスタ(図2のT)が25%の時間しか導通しないということです。残り75%の時間は外付けの整流ダイオード(D)が導通し、消費電力の大半を占めることとなります。一方、同期整流アーキテクチャを利用する場合は、ダイオードが同期整流器の役割を果たすローサイドMOSFETに置き換えられます。整流ダイオード両端の大幅な電圧降下を、MOSFETトランジスタのオン抵抗 $R_{DS(ON)}$ 両端の小幅な電圧降下に置き換えるこ

とが可能です。MOSFETの導通損失は、全負荷時のショットキーの電力損失に比べて優に1桁小さくすることができます。消費電力を最小限に抑えるには、同期整流の利用が理にかなった方法であることは明らかです。

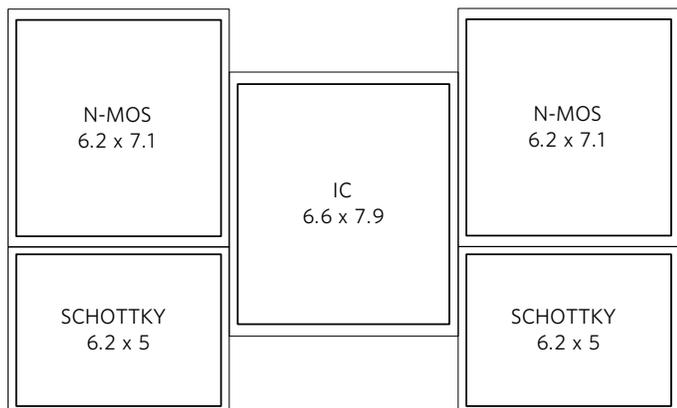


図3. 非同期整流ソリューションの実装面積(264mm²)

同期整流高出力デュアルバックLEDドライバソリューション

図4のシリアルペリフェラルインターフェイス(SPI)を備えた同期整流、全nチャンネル、バックLEDコントローラは、1つのICに2つのチャンネルを集積しており、ソリューションの実装面積の縮小とBOMの削減を実現することができます。2つの相の異なるチャンネルは入力電流を平準化し、エネルギーを分散させるとともにRMS電流とEMI放射の低減をもたらします。RMS電流が低減されるため、より小型で安価な入力コンデンサを使用することができます。AM周波数帯に属さない十分に制御された高いスイッチング周波数によって、無線周波数干渉を軽減し、EMI基準を満たすことができます。高速な過渡応答は、高比率調光アプリケーションにおいてダイオードのストリング長の瞬間的な変動によって起こる出力電圧および電流の変動を防止します。このデバイスは、マトリクス照明およびLEDドライバモジュール(LDM)プラットフォームに最適です。

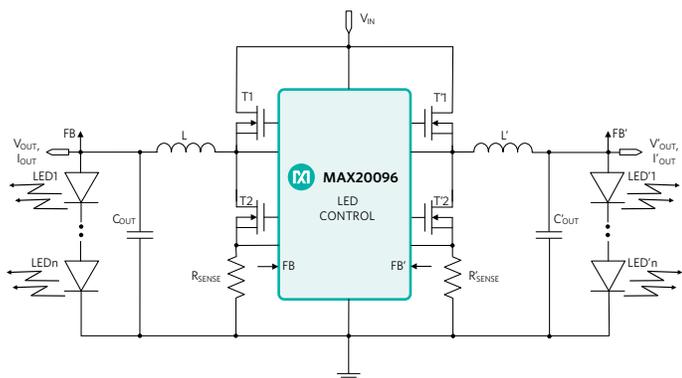


図4. 同期整流高出力デュアルバックLEDコントローラ

先進的なシリコンプロセスを利用することによって、デュアルコントローラの機能全体を1つの小型パッケージに収めることができます。ショットキーダイオードが不要であるため、大電流アプリケーションにおいて電力損失が大幅に低減される一方、より小型のディスクリートMOSFETを使用することが可能になります(図5)。

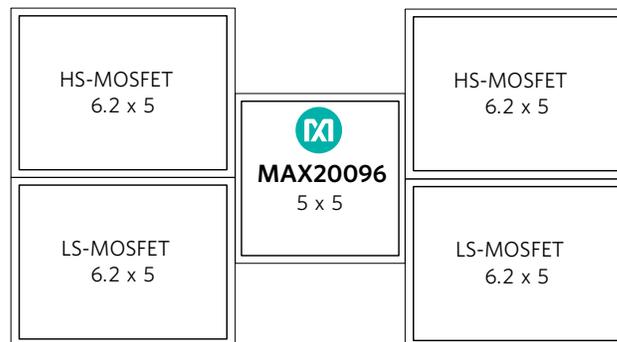


図5. 同期整流ソリューションの実装面積(149mm²)

同期整流を使用することで、正味のソリューションサイズは264mm²から149mm²へと43%縮小します。デュアルMOSFETデバイス(ハイサイドMOSFETとローサイドMOSFETを1つのパッケージに集積)を使用することによって、さらなるシステム集積を実現することができます。

高効率

図6はLEDドライバの効率を示しています。小型のLFPACK56パッケージに封止された2つの同期整流MOSFETトランジスタ(ハイサイド107mΩ、ローサイド58mΩ)は、広範な負荷電流にわたって高効率を実現します。

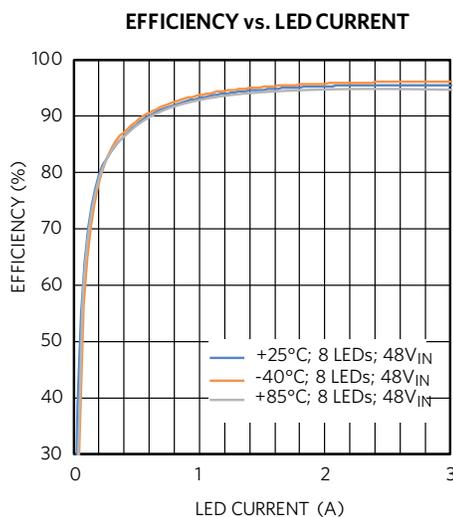


図6. LEDドライバソリューションの効率とLED電流の関係

シリアルペリフェラルインタフェース

SPIインタフェース(MAX20096のみ)はさまざまなメーカーの標準的なマイクロコントローラ(μC)と互換性があるため、このインタフェースによってLED照明モジュールの柔軟性向上と再利用が可能となります。LED照明の調光はSPIを通じて実行することができます。フォルト条件、両チャンネルの出力電流/電圧、およびジャンクション温度は、SPIインタフェース経由で読み出すことが可能です。フェイルセーフモードにより(SPI通信が切断された場合)、デバイスは依然としてアナログモードで動作することができます。

12スイッチマトリクスマネージャ

12スイッチマトリクスマネージャ(図7)は、MAX20092によって実装することができます。このICは、シリアル通信用のシリアルペリフェラルインタフェース(SPI)を備えています。MAX20092はスレーブデバイスで、SPIを使用してマスターデバイスである外部マイクロコントローラ(μC)と通信します。12個のスイッチは、ストリング内の各スイッチの両端につないだLEDをバイパスするように、それぞれ個別に設定することができます。各スイッチは、完全にオン、完全にオフまたはフェード移行モードあり/なしでの調光が可能です。PWM周波数は、内部発振器によって設定するか、または外部クロック源に同期させることができます。このICは、オープンLED保護機能およびSPIによるオープンおよびショートLEDフォルト報告機能を備えています。MAX20092は、放熱特性に優れたエクスポーズドパッドを備えた32ピン側面濡れ性TQFN(SWTQFN)パッケージ(5mm x 5mm)で提供されます。

図7のブーストコンバータは、36V、2.5MHz車載ブースト/SEPICコントローラのMAX16990/MAX16992によって実装することができます。

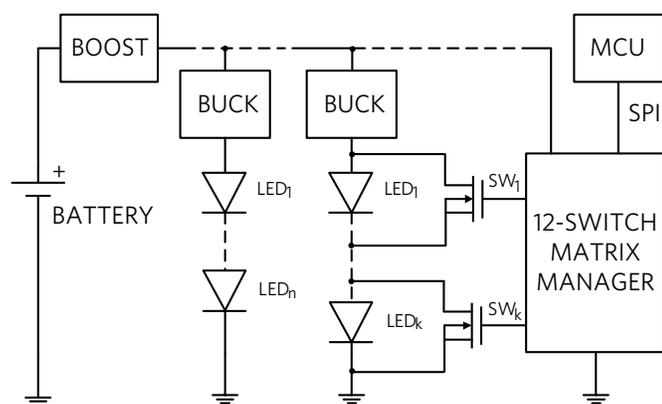


図7. 12スイッチマトリクスマネージャによるLEDドライバソリューション

結論

このデザインソリューションでは、車載マトリクス照明向けに次世代のLEDコントローラの柔軟性を高めつつ、より小さなPCBスペースにより多くの機能を詰め込む方法について説明しました。同期整流、nチャンネル、バックLEDコントローラのMAX20096は、2つの位相の異なるチャンネルを1つのICに集積しており、BOMの削減とPCB占有スペースの縮小を実現することができます。このデバイスはSPIインタフェースによって、より高い柔軟性と再利用を実現することも可能です。よりシンプルなMAX20097は、SPI通信を必要としないアプリケーションに対応します。MAX20092では、ストリング内の各スイッチの両端につないだLEDをバイパスするように12個のスイッチを個別に設定することにより、優れた照明制御を実現することができます。

用語集

BOM: 部品表

LED: 発光ダイオード

RMS: 実効値

SPI: シリアルペリフェラルインタフェース

さらに詳しく:

MAX20092: 車載照明用12スイッチマトリクスマネージャ

MAX20096: デュアルチャンネル同期整流バック、高輝度LEDコントローラ、SPIインタフェース内蔵および非内蔵

MAX20097: デュアルチャンネル同期整流バック、高輝度LEDコントローラ、SPIインタフェース内蔵および非内蔵

Achieve Superior Automotive Exterior Lighting with a High-Power Buck LED Controller

デザインソリューション No. 103

Rev 0; June 2018

設計サポートが必要な場合は、Eメールにてお問い合わせください。
<https://www.maximintegrated.com/jp/support/overview.html/TechSupportFormJapan>

その他のデザインソリューションを探す

マキシム・ジャパン株式会社

〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ4号館20F maximintegrated.com/jp

© 2019 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. Maxim IntegratedおよびMaxim Integratedのロゴは、米国およびその他の国の管轄域におけるMaxim Integrated Products, Inc.の登録商標です。その他、記載されている会社名、製品名は各社の登録商標、または商標です。

