



車載 SSL の応用機会を広げる、最適化された LED ヘッドライト制御アーキテクチャ

アンドレス・ザバラ

さらに幅広い車種への SSL 技術の実装を可能にする、自動車ヘッドライトの LED を駆動及び制御するための新しい概念を提案する。

自動車業界では現在、技術が大いに重視されており、メーカー各社は、あらゆる車種の信頼性と効率の向上、軽量化や低コスト化、そしてもちろん、さらなるスタイリッシュ化を目指す取り組みに余念がない。自動車の多くの領域で、機械系統に代わって電気系統が用いられるようになり、LED ベースの固体照明 (Solid State Lighting : SSL) を含む固体デバイスが、自動車の内装と外装に多く利用されるようになってきている。従来はシンプルだったヘッドライトでさえも例外ではなく、自動車メーカーは、長年にわたって主流だったハロゲンランプや高輝度放電 (High Intensity Discharge : HID) ランプよりも効率的な実装を模索している。LED は、効率化と形状の自由度をもたらし、

それは、スタイルの向上と機能の増加につながる。そうした高度なソリューションは、既に提供されてはいるが、コストが高めであることから、高級車により適したものとなっている。しかし、本稿で提案するアーキテクチャは、エントリーレベルの車種にも SSL を搭載できるようにするものである。

自動車照明の背景とトレンド

実際、自動車業界における急速な技術変化を示す全般的なトレンドの1つが、ヘッドライトである。自動車設計者らは、より洗練された、すなわち、より安全なヘッドライトを開発しようとしており、適応型の走行ビームを発するものや、マトリックスヘッドライトと呼ばれるものまでが設計されている

(<https://bit.ly/2WCR20I>)。しかし、それよりもシンプルなデザインにおいても、LED は、SSL 技術に本質的に備わる効率を発揮し、安全性の向上につながる、より優れたビーム制御を可能にする。また、LED は本質的に、従来型の照明を取り付けることのできなかった多くの場所に取り付けることができるため、新しい概念や用途を生み出している。

自動車照明業界では、ハロゲンランプが長い間、ヘッドライト用の主流技術として君臨し、1990年代以降、キセノンベースの HID 技術とともに高級市場部門を二分していた。それよりも効率が高く、耐用年数が長い LED は、さらに画期的な技術であることが実証されつつある。当初は高級車にしか装備されていなかったが、今では、主流市場部門での普及を可能にするコンポーネントが、サプライヤーによって採用されている。

自動車に適合するように調整された照明設計方式

主流の自動車照明制御 / 駆動システムには、主に2つの設計方式が存在する。性能とコストが異なるこれらの方式は、どちらも自動車向けに重要なものである。高級車向けには、中間電圧方式が用いられる。この方式はスケラブルで、4~6個、またはそれ以上の LED チャンネルをサポートできる上に、柔軟性も高く、2~50V の LED / ストリング

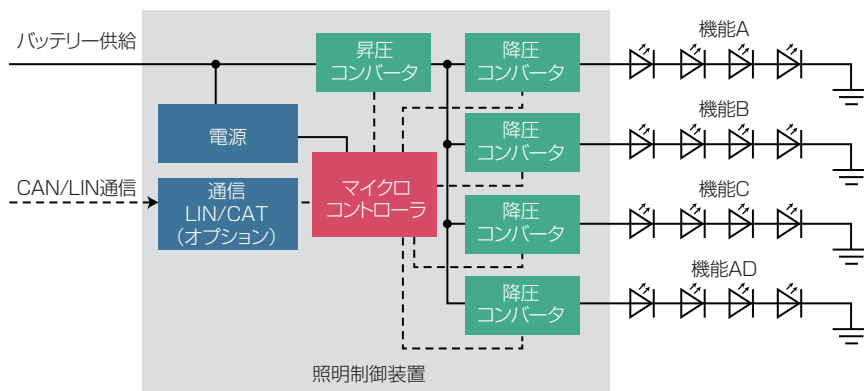


図1 自動車ヘッドライトに対する中間電圧ドライバー/コントローラ方式は、制御サブシステムに複数の降圧ドライバーが必要で、比較的高コストである(本稿の図はすべて、インフィニオン・テクノロジー社が提供)。

電圧と100mA～2Aの電流に対応する。図1は、そのようなヘッドライトサブシステムのブロック図である。

この図に示すような標準的な中間電圧ソリューションは、バッテリー電圧を上げるための昇圧ドライバと、ヘッドライトモジュールの中の1つのライト（ヘッドライトビーム、方向指示器、または昼間走行灯[Daylight Running Light:DRL]）に対応する、各LEDストリングに専用の降圧ドライバで構成される。マイクロコントローラによって、システム、特に昇圧ドライバと各降圧ドライバが制御される。パワーコンバータは、一般的に非同期技術であり、80～85%の効率を達成する。この方式の最後の要素は、自動車業界でシステムベースチップ(SBC)と呼ばれているものである。電源、ウォッチドッグ機能、CANバストランシーバを含むSBCにより、照明モジュールは、より広範な車載システムと通信することができる。

中間電圧方式は、ハイエンドの高級自動車に適しているが、コンポーネント数がかなり多く、特に降圧／昇圧コンバータを多く必要とする。スケーラビリティを備え、異なるストリングに対して広い範囲の電圧出力をサポートする代わりに、コストが高く、このような構造的アプローチを、コスト最適化するのには難しい。

ミッドレンジとエントリーレベルの機会

ミッドレンジとエントリーレベルの自動車にSSLが広く普及すれば、路上を走行する多くの自動車にLED技術が採用されるようになると予測されている。これだけの普及拡大をごく近い将来に実現するには、異なる方式のドライバ／コントローラサブシステムが必要である。ライト／LEDストリン

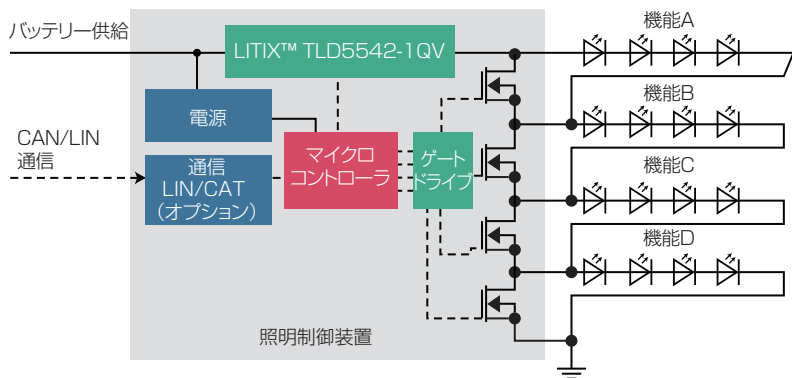


図2 コスト最適化されたヘッドライト制御サブシステムは、柔軟性とスケーラビリティと引き換えに、小型化、簡素化、低コスト化を実現する。

グごとに1つの降圧ドライバを用意する代わりに、コスト最適化方式では、効率が90%よりも高い昇降圧ドライバが1つ中央に配置される。この中央集中型ドライバによって、システム内のすべてのライトに電力が供給される。ライトへの電流の流れは、複数の低損失のMOSFET（スイッチングトランジスタ）によって制御される。MOSFETは、マイクロコントローラからレベルシフタを介して制御される。

中間電圧方式と同様に、コスト最適化方式にも、専用のマイクロコントローラとSBCが含まれる。図2はそのようなソリューションの一例である。2つの方式を比較すると、コスト最適化方式では、DC/DCコンバータが5つから1つに減っている。MOSFETは増えて、各LEDストリングに1つずつになっているが、パワーインダクタ、ダイオード、抵抗の数は、はるかに少ない。標準的な実装で、必要なコンポーネント数は平均で17個少なくなる。

コスト最適化方式のほうが効率が高く、電力損失は50%低下するため、システムに必要な冷却／ヒートシンクが少なくて済む。ヒートシンクが小さくなると、コストも低下する。コンポーネント数の減少と合わせて、小型で低コストのソリューションとなるが、柔軟

性とスケーラビリティは低下する。

トレードオフと解決策

複数のLED／ストリングを駆動するこの方式には、複数のトレードオフが存在する。このコスト最適化方式では、システムが必要に応じてハイビームからロービームに切り替わる際におそらく、ライトをチェーンから切断／接続することが行われる。図3に示すように、このスイッチングが出力の電流スパイクを引き起こし、給電状態のLEDにダメージを及ぼす可能性がある。

製品開発者はFast Output Discharge (FOD)という手法によって、この潜在的ダメージを回避することができる。図4に示すように、FODでは、昇降圧ドライバ内のハーフブリッジ(Hブリッジ)が、出力コンデンサを目標電圧まで放電させる間の短時間だけ、コンバータのスイッチングが中断される。TPREPと呼ばれるこの時間に、必要なライトだけを含むようにバイパスが変更され、電流スパイクを引き起こすことなく、昇降圧ドライバによるスイッチングが再開される。この処理は非常に短時間に行われるため、視覚の持続性に基づき、オフの期間を人間の目で認識することはできない。

製品開発者に対して現在、このよう

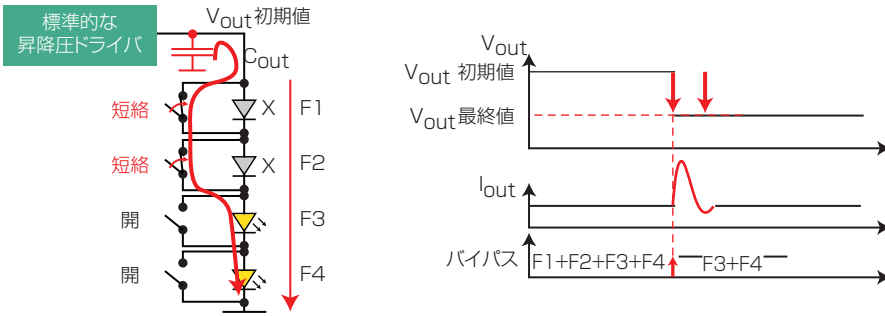


図3 コスト最適化されたヘッドライト 制御回 設計における負荷の急な切り替えは、 害な電 スパイクを引き起こす可能性がある。

なFODサポートが組み込まれたドライバIC(自動車照明のコスト最適化を目的に設計されたHブリッジ昇降圧ドライバ)が提供されている。例えば、独インフィニオン・テクノロジーズ社(Infineon Technologies)は、「LITIX」シリーズの一環としてそのようなデバイスを提供しており、LEDの定電流制御と定電圧制御の両方を提供している。自動車用の高出力LED、またはレーザモジュールの駆動用に特別に設計されており、最大96%の効率を達成し、1つのDC/DCコンバータからすべてのヘッドライト照明(ロービーム、ハイビーム、DRL、方向指示器)に電力を供給することができる。

このデバイスは、車載用電圧範囲全体で動作し、4.5~40Vの入力電圧範囲に対応し、2Vから最大55Vの順方向電圧を必要とする幅広いLEDと互

換性がある。LED電流精度は±3%である(T_J=25°C)。インフィニオン社のLITIXは、AEC(Automotive Electronics Council)の規格に準拠している。これは、自動車の厳しい環境において確実に動作可能であることを意味する(<https://bit.ly/2y56QPQ>)。

この新しい回路は、コスト最適化されたマルチストリングのSSLドライバアーキテクチャで生じる可能性のある、特に急激な負荷変動や電流スパイクに関連する動的な動作を改善する。このデバイスは、電磁干渉(EMI)に対して最適化されており、自動スペクトラム拡散機能を搭載している。また、障害発生時に照明を維持し、修理施設まで安全に自動車を走行させることのできる、リンプホーム機能も搭載している。

開発サイクルを短縮するために、イ

ンフィニオン社は、中間電圧方式とコスト最適化方式の直接比較が可能なソリューションデモンストレーターを作成済みである。

まとめ

自動車業界内の技術は目まぐるしく変化しており、急速に変化している分野の1つが自動車照明である。基盤技術はハロゲンからLEDに急速に移行しており、LEDはわずか数年のうちに市場を占有することになるだろう。

これまで、高級車向けに洗練されたLEDベースの照明ソリューションを構築することに、開発作業の多くが注がれていたが、自動車照明においてLEDが広く普及するにつれて、ミッドレンジの車両に対してもまもなくLEDが望ましい選択肢になるだろう。年間販売台数2500万台とも予測されるミッドレンジ車両にLED照明を搭載するには、このレンジを特にターゲットとした新しいドライバ/コントローラ方式が必要である。

コスト最適化方式は、柔軟性とスケールビリティを少し落とす代わりに、1つの昇降圧DC/DCコンバータで自動車照明を駆動して、コンポーネント数を大幅に減少させたソリューションを実現する。MOSFETのスイッチングをインテリジェントに制御することによって、ライトへの電流の流れを制御する。最大96%という高い効率を達成するこの方式を採用することにより、将来のミッドレンジ車両に対する、小型で効率的で低コストのソリューションを実現することができる。

著者紹介

アンドレス・ザバラ(ANDRES ZAVALA)は、独インフィニオン・テクノロジーズ社(Infineon Technologies)のセグメントマーケティングマネージャー。

URL: <https://www.infineon.com/>

LEDJ

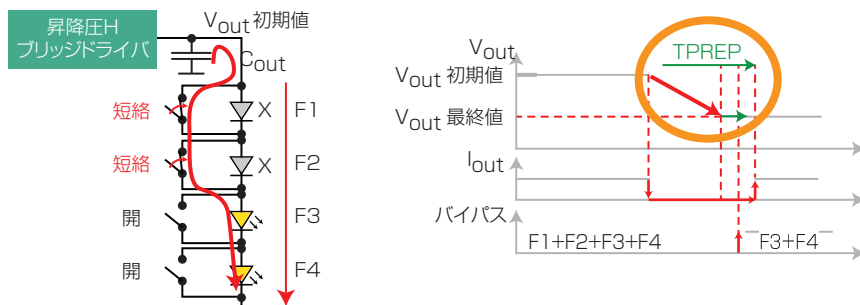


図4 Fast Output Discharge手法は、コンデンサ電圧を管理することにより、負荷ジャンプ時にスパイクのない遷移を保証する。