

欧州マーケット、 車載照明がLED市場をさらに牽引

キャロライン・ヘイズ

LEDは、最新型自動車の内部と外部の両方において採用が進んでいるが、技術や性能よりもコストと法規制によって、同市場の発展は制約される可能性がある。

自動車のドアを開いた瞬間、運転者はあらゆる部分に使用されているLEDを目にする。LEDは、ダッシュボードコンソールを照らすための内装照明に加えて、自動車のヘッドライトにも(少なくとも現時点では)時折採用されている。有機EL(OLED)が、車内画面という現在の適用分野に加えて自動車の外装にも採用される可能性を秘めた、有望な開発プロジェクトも存在するが、それらはまだ概念的な段階にある。車載LEDの普及については、より広範囲にわたる採用を制約するの

は、技術や性能ではなく、コストや法規制である可能性がある。

車内計器パネル(またはダッシュボード)には、低出力から中出力のLEDが使用される場合がほとんどである。それらは主に、プリント回路基板(PCB)上に標準的なリフロー方式ではんだ付けされた小さなSMDパッケージのLEDである。例えば、独オスラム・オプト・セミコンダクターズ社(Osram Opto Semiconductors)は最近、自動車内装分野に向けて青色エネルギーを強化した新しい「RGB MultiLED」ファミリー(leds

magazine.com/news/10/8/4)を発表した(図1)。しかし、自動車の外装照明には通常、高出力LEDが使用される。

多くの企業が、動作温度範囲をさらに広くしたいといった自動車業界固有のニーズに対応する車載LEDの専用ポートフォリオを保有する。自動車の後方照明は85°C、前方照明は105°Cで動作できることが求められる。ちなみに、多くの一般照明用のLEDは、25°C~65°Cの温度条件で動作するが、天井埋込型照明などの一部の用途では、温度が85°Cにまで達する場合がある。

また、自動車に搭載するLEDは、振動にさらされる場合や一般的な厳しい環境においても、長い寿命と高い信頼性を示す必要がある。例えば、米フィリップス・ルミレッズ社(Philips Lumileds)は、同社の車載LEDをAECQ-101およびIEC 60810の規格に準拠させている。自動車メーカーは、部品がこのような規格に準拠することを求める場合が多い。

応用分野のニーズを満たすLED

LEDは、発光の照射点が正確であるという性質によって、DRL(Daytime Running Lamp: 昼間走行用ライト)などの自動車外装照明にますます採用されるようになった。DRLは、前進時に自動的に点灯する自動車のフロントライトである。しかし、LEDへと移行



図1 オスラム・オプト・セミコンダクターズ社の「MultiLED」は、青色スペクトルのエネルギーが強化されており、自動車のRGB内装照明を実現する。

するには、LED側の関係者は自動車環境に適応し、自動車エンジニアはSSL (Solid State Lighting: 固体照明)の世界に適応することが必要だった。

例えば、LEDドライバIC業界は、より複雑な電子監視および制御システムにおけるさらに高い集積性と性能の要件に対応するために、アーキテクチャを変更する必要があった。LEDの方が消費電流が低いことから、白熱電球とLEDでは診断しきい値が異なり、従来のECU (Electronic Control Unit: 電子制御装置)にも変更が必要である。回路では、LEDのビニングとその動作温度に合わせて調整パラメータを変更する必要がある。

LEDベースの車載照明は通常、ストリング状に構成される。この構成によって、直列接続されたすべてのLEDにわたって電流が同一になることが保証される。1つのストリングに含まれるLEDは6個、8個、10個、15個、または最大で20個となる場合がある。LEDは並列よりも直列に接続する方が望ましいと、米リニア・テクノロジー社 (Linear Technology) でパワー製品の設計エンジニアリング担当ディレクターを務めるブライアン・レギッツ氏 (Bryan Legates) は説明した。並列接続にした場合は、本質的に電流が均等に配分されず、一部の光が他の光よりも明るくなってしまふ。LEDを並列接続した場合は、すべての光を均一にするためにフィルタが必要になり、コストと複雑さが増加する。LEDストリングにおいて電流が一定に保たれることにより、入力電圧やLEDフォワード電圧の変化にかかわらず、輝度が維持される。

車載システムの公称電圧は、過渡状態において13.8V以下であるため、一般的には、昇圧ドライバ・アーキテクチャが使用される。昇圧アーキテク



図2 テキサス・インスツルメンツ社のドライバIC「TPS92690」は、車載分野をターゲットに、調光可能なマルチトポロジー対応のDC/DC制御を提供する。

チャにおいて短絡回路が生じないように保護することは、車載設計では特に重要である。衝突が起きた場合、電気アーク放電は潜在的な危険性をもたらす。漏れた燃料に引火する恐れがあるためである。昇圧LEDドライバには、堅牢な短絡回路保護が備えられており、一般的に使用されるSEPIC (Single-Ended Primary-Inductor Converter: シングルエンド型一次インダクタンスコンバータ) トポロジーにとって代わる可能性がある。SEPICは高価で複雑になる場合があり、自動車のコスト増加につながっている。

LEDドライバとDC/DCコンバータを改良すれば、コストを増加させることなく車載LEDシステムに機能を追加することができ、それによって車載LEDシステムはさらに利用しやすいものになるとレギッツ氏は主張した。この考え方に基づき、同社は2013年に入って、昇圧DC/DC LEDドライバ「LT3795」を発表した。同ドライバは、昇圧、昇降圧、

SEPIC、降圧モードの各アーキテクチャに構成することができる。

米テキサス・インスツルメンツ社 (Texas Instruments) は、ドライバによってLEDの適用分野が拡大するという意見に同意しているようである。同社は最近、マルチトポロジー対応のDC/DC LEDドライバ「TPS92690」を発表した。同ドライバは、昇圧、SEPIC、Ćuk、フライバックの各トポロジーに対応し、EMI (Electromagnetic Interference: 電磁干渉) が低い。ヘッドライト向けだが、フォグランプや汎用エリア照明にも使用できる (図2)。

DRLに対する欧州の法規制

LEDが車載用途に適している理由は多数挙げることができるが、法規制も、LEDの採用または却下に多大な影響を与える。EC (European Commission: 欧州委員会) が、2011年2月にすべての新規乗用車にDRL装備を義務付けることを決定し、2012年8月にはすべ

でのトラックとバスに対する同様の義務化を課したことから、LEDの採用は増加した。LEDは消費エネルギーが低いため、常時点灯の光源として当然の選択肢である。

自動車業界の一部からは、日中に自動車の照明を点灯することに対し、環境への配慮という観点から疑問視する声が挙がっている。支持派は、DRLの消費エネルギーが、運転時の照明の消費エネルギーの25～35%にすぎないという統計を示して、この意見に反論している。DRLにLEDを採用すれば、運転時照明の消費エネルギーに占めるDRLの割合はわずか10%にまで低下する。

日中の自動車からの照明が妨害となる可能性についても、疑問の声が挙がっている。走行用ライトのまぶしさ(グレア)が、歩行者や自転車搭乗者といった他の道路使用者の視界を妨げる可能性があるというのがその主張である。反対派からはその他にも、日中にまぶしいライトを受けると、距離の認識を誤る危険性があり、自動車がどれだけの距離にあるかを道路使用者が判断しにくくなるという意見がある。さまざまな懸念が挙げられているものの、ECは義務化を推し進め、DRLは現在、すべての新車に装備されている。ECは、これによって北部では冬期の日照時間が2～4時間しかないスカンジナビア諸国における事故率が低下したと述べている。

LEDヘッドライト

LEDは何年も前から、ブレーキランプ、後退灯、方向指示灯、内装照明に使用されてきたが、従来型のヘッドライトにとって代わるようになったのはつい最近のことである。図3は、ヘッドライト向けに設計された「Osram

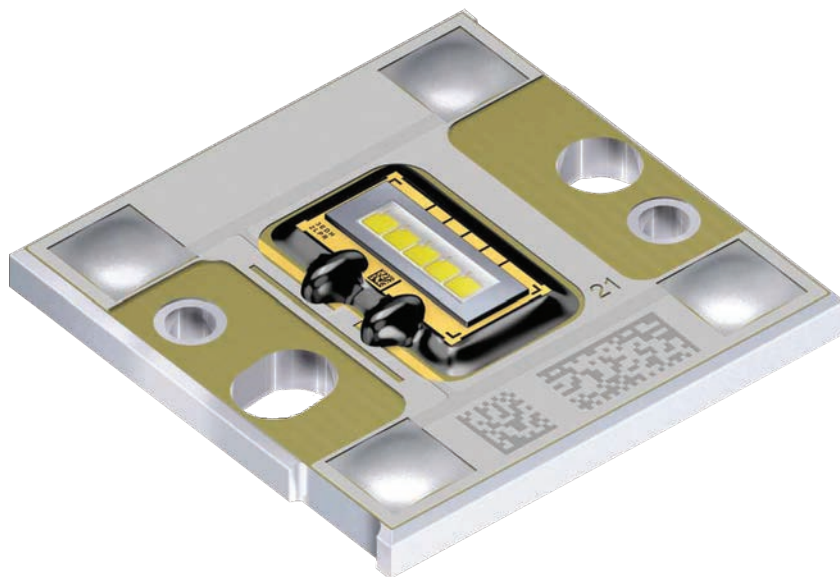


図3 オスラム社は、マルチチップLEDの「OSRAM OSTAR Headlamp」をFMERによる適応型前方照明プロジェクトに提供している。

Ostar LED」である。ヘッドライト分野のLEDへの移行は、ゆっくりとしたペースで進行している。LEDヘッドライトが高価であることを主な理由に、従来型の電球とその金属製の包囲部分が支持されているためである。現時点では、高級自動車メーカーのハイエンド車種においてのみ、LEDヘッドライトがハロゲン電球や白熱電球の代わりに採用されている。現在の例としては、独アウディ社(Audi)の「A8」と「R8」、レクサスの「LS600h」と「RX450h」、「ポルシェ・カイエン」などがある。

欧州では、LEDは自動車の美的外観の一部とみなされている。LED独特の青い光が、特徴的な魅力ある外観を作り上げている。業界観測筋はみな、ヘッドライトの曲線と外観上の魅力、そしてそれに伴う高い価格を指摘する。

小型であるためにスペースの限られたダッシュボードに搭載できること、消費電力が低いこと、輝度が高いことといった、内装照明におけるLEDの高い人気につながった同じ特性によ

り、LEDは自動車のヘッドライトにおいても魅力的な選択肢となっている。LEDをヘッドライトに採用すれば、電球は不要になり、周囲の金属製フレクタのサイズを縮小することができる。電球が生成する光は広範囲に拡散するのに対し、LEDは、正確な光をシャープな光線で発する性質がある。LEDはメンテナンスに手がかからず、平均的な自動車よりも寿命が長い。ヘッドライトやDRLに使用されるLEDが生成する光は5500Kと日光に近く、目の疲れを軽減する。

エネルギーの削減

LEDは消費エネルギーも低く、究極的には燃費向上につながる。レギッツ氏は、従来の電球とLED照明の差を8倍と見積もっている。12WのLEDは100Wの電球とほぼ等価で、一般的なヘッドライトの消費エネルギーは、白熱電球で約200W、LEDで30Wである。このエネルギー削減は、電気自動車において好都合である。ガソリン車とは異なり、電気自動車の消費電力はエン

ジンバッテリー、つまり走行可能距離に直接関連する。

ただし、特にDRLとヘッドライトの両方を含む前方照明にLEDを使用する場合は、実用上の制約が生じる。LEDはヘッドライト筐体内に格納された状態で、自動車の厳しい電気的環境の下、通常は15~75Wという比較的高い出力レベルで動作する必要がある。DRLの場合、LED出力は通常最大15Wで、ロービームの場合は最大20W、ハイビームの場合は最大30Wである。「Matrix」システムではLED総出力が最大75Wになり得るが、すべてのLEDが同時に点灯するわけではないので通常は30~45Wとなる。

テキサス・インスツルメンツ社のEMEAパワー・マーケティング・マネージャを務めるマイロ・アザン氏(Miro Adzan)は、LED設計における典型的な課題としてEMIを指摘した。「SMPS(Switch-Mode Power Supply:スイッチモード電源)LEDドライバは、テールライトなどの低出力用途には使用されないが、効率上の理由から、走行用ライトやヘッドライトには必須である。その場合に通常、EMI低減の問題が取り上げられる」と同氏は述べた。EMIを低減することが、自動車の全体的な電力バス設計に効果をもたらす。

ヘッドライトへの親和性と法規制

ドイツを拠点とするアザン氏は、欧州と、北米や日本との間の違いを象徴する意見として、LEDヘッドライトの反応性を称賛した。「LEDヘッドライトは、他の車両との距離に基づいてビーム輝度を調整することによって、運転者の安全性を高めることができる。つまり、ハイビームを点灯している場合でも、対向車の運転者の視界を妨げることはない。この機能を装備する自

動車は、対向車の接近を検知し、対向車に対するビーム角度と光強度を調整する」と同氏は述べた。

ヘッドライトのインテリジェントな調光機能は、安全運転に向けたその利点を支持する欧州の自動車メーカーによって熱心に議論されている。一方、北米、日本、韓国の自動車メーカーは依然、概してこれに関心を示していない状態にある。

米国では、自動車のビームがハイからローへと切り替え可能であることが法律で義務付けられている。アウディ社は自動ヘッドライトを開発し、「Matrix」ヘッドライト(ledsmagazine.com/news/10/7/2)として最近発表した。自動ヘッドライトの製造は、直ちに停止に追い込まれる恐れがある。

LEDヘッドライト市場の2012年の規模は10億ドル相当と概算されており、2014年には2倍の20億ドルになると予測されている。このように急速に成長する市場に、各種企業は当然な

がら期待を寄せているが、米国の法律もまた、多くの企業に多大な影響を与えているようである。

アウディ社は、ドイツの他の自動車メーカーであるBMW社やメルセデス・ベンツ社(Mercedes-Benz)、米国のゼネラル・モーターズ社(General Motors)とともに、ハイ設定とロー設定の切り替えを義務付ける1968年に制定された米国の法律の改正を求めている。同社らは、この法律にはこれまで45年間の照明技術の変化が反映されていないと主張している。

アウディ社の「Matrix」

2012年にパリモーターショーでクーペコンセプトとして発表したハイエンドセダン「A8」に、Matrixビームの装備を計画しているアウディ社は特に、これを急務ととらえている。Matrixは、5個のLEDで構成されるクラスターをリフレクター内部に5つ搭載する(図4)。小型カメラによって他の車両を検知

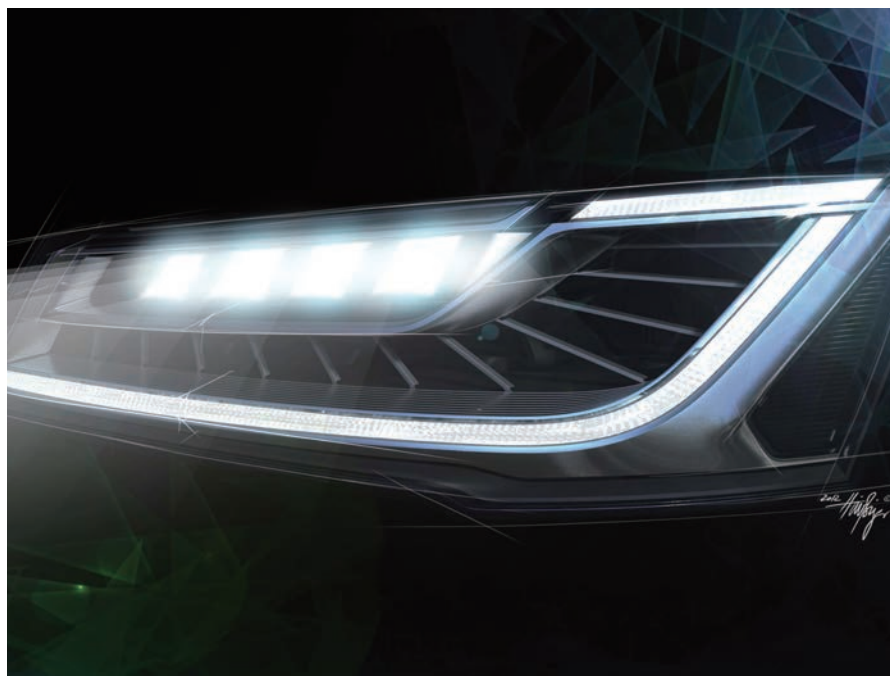


図4 アウディ社の「Matrix」ヘッドライトは、それぞれ5個のLEDで構成される5つのクラスターを搭載する。LEDはすべて、個別に制御することができる。

し、制御システムによって個々のLED電球の調光や消灯を行う。ビームの一部を点灯または消灯することによって、曲がり角付近で輝度を高めたり、道路条件に合わせて輝度を調整したりすることができる(図5)。

レギッツ氏はこれを、カーブの多い山道を走行しなければならない可能性のある欧州の自動車にとってはスマートな機能だが、米国の直線的な高速道路上では不要な機能であると結論付けた。同氏はもう1つの欠点として、マイクロコントローラとカメラの導入によって、さらに多くの部品とソフトウェア要素が必要になり、複雑さが増し、信頼性が低下することを指摘した。またこれによって、1車両あたりおよそ2000ドルというかなりのコストが上乗せされる。

このような欠点があるにもかかわらず、欧州のメーカーはインテリジェントな車載照明の開発をますます加速化させている。オスラム・オプト・セミコンダクターズ社は、ドイツのFMER(Federal Ministry of Education and Research: 連邦教育科学研究技術省)が後援する高集積マイクロフォトンクス・プロジェクトを取りまとめている。同プロジェクトでは、適応型前方照明、つまり、条件に応じて反応する、グレアフリーのカメラ制御ヘッドライトの開発を目指している。

2013年に開始され、2016年1月31日まで継続される予定の同プロジェクトは、グレアフリーのハイビームと、自動車の速度に適應するロービームを生成するエネルギー効率の高いLEDヘッドライトのための技術的枠組みを構築することを目的としている。車両が低い速度で走行する都市部の道路では、幅広いライトによって道路脇を照らし、歩行者や潜在的危険性を検知しやすく



図5 前面カメラにより、Matrixヘッドライトはビームを動的に調整することが可能で、対向車の運転者のまぶしさを軽減する。

する一方で、車両が高速走行する場合は、光の照射範囲を自動的に拡大する。

有機ELの今後の展望

有機ELの車載照明への適用は、まだ概念的段階にあることをオランダのフィリップス・ライティング社(Philips Lighting)のシャイ・デュワン氏(Shai Dewan)は認めている。フィリップス社、アウディ社、米メルク社は、独ケルン大学との共同プロジェクトに取り組んでおり、自動車外装の曲面に有機ELパネルを採用することによって、シームレスな照明デザインの実現を目指している。

アウディ社は、有機ELのコンセプトとして「Swarm」も披露している。有機ELは車両後部を覆い、ブレーキランプや方向指示器のように優雅な弧を描く。車両が暗闇の中で別の車両に近づいた場合に点灯したり、暗い場所でハンドルなどの物体を照らしたりすることもできる。

有機ELは現在、スマートフォンやタブレットに一般的に使用されているが、ヘッドレストモニターやダッシュボードコンソールといった車載分野にも採用されつつある。米テスラ・モーターズ社(Tesla Motors)は、17インチのディスプレイを中央コンソールとして採用し、ダイヤルやつまみを流線型の画面で置き換えた。これによってエンジンバッテリーを電源とする消費電力が低減される。それは、電気自動車においては非常に重要なことである。

自動車メーカーの共通の目標は、重量、消費エネルギー、部品コストを低減することであり、車載分野でのLEDの採用を進めることは、この目標に合致している。業界最先端技術は、時間の経過とともにさらに経済的に実現可能なものとなるだろう。また、雰囲気や塗装に合わせて内装照明の色を調整可能にするといったちょっとした改良は、運転者の快適性をますます向上させることができる。

LEDJ