

これからのクルマを実現する技術

Technology for the Automobile of the Future

野澤 拓 矢*
Takuya Nozawa

砂 部 翔**
Sho Sunabe

概要 自動車産業においてCO2排出量削減は全世界的な課題として注目が集まっているが、同時に高齢者による事故増加や交通渋滞、人手不足などの社会的課題解決に向け、安全性能向上や自動運転に向けた取り組みが過熱し、100年に1度のパラダイムシフトと言える産業構造の変化が起きている。今回、自動車の電動化、自動運転、E/Eアーキテクチャ、車室内デザインをキーワードとして自動車産業の市場動向をまとめ、その大きな市場変化を支える半導体デバイス、モジュール、LEDに関する技術動向について調査を行ったのでここで報告する。

1. まえがき

自動車産業において世界各国でカーボンニュートラルに向けた燃費規制が強化されている。日本は2050年までにカーボンニュートラルを実現すると表明し、グリーン成長戦略が掲げられている。自動車メーカー各社はゼロエミッション車両の積極的な開発を進めている。

また、世界中で自動運転の国際競争も高まり、日本では2030年までに世界一安全で円滑な道路交通社会を構築すると目標設定されている。自動車メーカー各社においては、先進支援システム搭載車両の増加や自動運転車両の開発をすべくモビリティの付加価値向上に向けた投資が拡大している。

そういった状況を踏まえて、サンケン電気としても成長市場に向けて積極的に新製品を投入していく必要がある。

2. 自動車を取り巻く市場変化

2.1 電動化の加速

車両動力の電動化という変革が進んでいるが、そのスピードは加速している。米国、欧州、中国等においてEV比率が大きく上昇し、2022年世界EV販売は約774万台となり、EV比率は車両販売台数の約10%となった。⁽¹⁾

EV化が急速に進む背景として、世界各国の施策がある。図1に示すように、主要国において2025年から2035年にかけて、電動車の販売目標が掲げられている。一方、ガソリン車に比した時の車両価格や高さや、1充電当たりの航続距離、充電インフラ不足など、まだまだ課題は残っている。

今後、車両コスト低減に向けたモータ・バッテリーなど重要部品の技術革新が求められ、開発競争は激化すると予想される。






| | 市場規模 | 電動化等の目標 |
|--|--------|---|
|  英国 | 190万台 | 2035年販売目標 EV・FCV : 100% |
|  EU | 1093万台 | 2035年以降、テールパイプベースでCO2排出100%減 (≒ EV・FCV : 100%) (※) (※) 合成燃料のみで走行する内燃機関を搭載する車についても 一定条件下で新車販売を認める方向で検討が進む |
|  米国 | 1438万台 | 2030年販売目標 EV・PHV・FCV : 50% |
|  中国 | 2686万台 | 2025年販売目標 EV・PHV・FCV : 20% 2035年販売目標 (※) EV・PHV・FCV : 50%、HEV : 50% (※) 自動車エンジニア学会発表 |
|  日本 | 420万台 | 2030年販売目標 EV・PHV : 20~30%、FCV : ~3%、HEV : 30~40% 2035年販売目標 電動車 (EV/PHV/FCV/HEV) : 100% |

図1 世界各国の電動化目標⁽¹⁾

出典：経済産業省 産業構造審議会

2.2 自動運転の進化

電動化と共に、自動車産業において注目されているのが、自動運転技術の動向だ。交通事故削減など安全な交通を実現するための技術という観点だけでなく、渋滞緩

* 事業推進本部 マーケティング統括部
マーケティング1課
** 事業推進本部 マーケティング統括部
マーケティング3課

和、人手不足・高齢者移動支援への対応の意義もあり、新たなモビリティサービスなどに向けた取り組みなどが国内外で行われている。

安全の観点から日本では、2021年11月から自動ブレーキ（衝突被害軽減ブレーキ）が国内販売の新型車に対して義務化された。また2025年12月以降は既存車種においても義務化対象となる。

国土交通省は自動運転ロードマップで、2025年を目途に高速道路での自動運転レベル4実現・普及拡大を目標としている。⁽²⁾ 日本ではホンダが世界で先駆けて自動運転レベル3車両の販売を開始した。

運転支援システム・自動運転システム搭載車は2030年には全世界で新車販売の約77%に搭載される予測となっており、今後は搭載率の上昇、性能向上に向けた検討が進められると想定される。

2.3 E/Eアーキテクチャの変化

電動化・自動運転導入といった変化の中で、ユーザーの自動車に対する価値観は、環境負荷低減だけでなく、ガソリン車同等の航続可能距離やスマートフォンでの車両状態確認、車室内操作簡易化などの利便性・快適性向上といった様々な観点に多様化している。

そういったユーザーニーズの変化に合わせ、米Teslaに代表される様な、SDV (Software Defined Vehicle) という車両販売後にOTA (Over The Air：無線) によるソフトウェアアップデートを行う事により車両価値向上に繋げるといった考え方が新常識になりつつある。

ソフトウェアアップデートで車両機能を更新するために、ネットワーク高度化や、カスタマイズ性向上に向けE/E(電気/電子)アーキテクチャが変化してきている。図2に示すように、従来の機能分散型アーキテクチャから、近い機能領域ごとに制御を行うドメイン型アーキテクチャに変わり、近年では統合化して中央制御を行うZONE型アーキテクチャ構造に変化させていく取り組みが行われている。そういった構造変化によりデータ処理速度が向上し、自動運転システムとの親和性も高いと考えられている。



図2 車両E/Eアーキテクチャ変化

2.4 車室内デザインの変化

車室内のデザインについては、液晶ディスプレイのサイズアップが進みメーターからコンソールまでの一体的なデザインの Cockpit 化が進んでいる。加えて前述の大改革が進むにつれて従来から変化が生じており、LEDに関わる部分について記述する。

一つはEV化やE/Eアーキテクチャの変化により電力管理が意識され、車室内照明用に一部残っていた電球もすべてLED化が進んだ。車室内照明のLED化により車室内照明のデザインの自由度が上がり、ライン照明や間接照明など様々なデザインが増加傾向にある。同様に表示用途でも変化が起きており、スイッチ類は電源OFF時に表面意匠のみが見え、電源ON時にスイッチシンボルが浮かびあがるブラックアウトデザインが出現しはじめている。

もう一つは自動運転を想定したLEDの使い方の模索であり、ヒューマンマシンインターフェースとしての利用を目指す。自動運転では運転者の役割が変わるため、従来スムーズな運転のために運転者同士や歩行者との意思疎通を行うためにヒューマンマシンインターフェースとして車室外へ意思表示を行うことが検討されている。こういった用途では意思表示の種類により複数の色が求められるためRGBフルカラーLEDの活用が検討される。現在はその過渡期としてRGBフルカラーLEDアンビエント照明デザインが登場しており、すでに欧州車においてはCockpit・ドアなど多く採用されている。その他地域も追従し日本車においても一部搭載が開始されており、Cockpit・ドアなどへの展開も今後登場する。

3. パワーデバイス、パワーモジュール動向

3.1 パワーデバイスの動向

自動運転実現の為に、AI機能を搭載した超高性能SoC (System on chip) が自動運転制御ECUに搭載される。プロセッサは演算能力向上の為、プロセス微細化が進んでおり、200TOPSを超える様な演算処理能力を持つSoCも発表されている。更にそのSoCが1つのECU基板上に複数個搭載されるケースも増えている。

SoCは消費電力が大きく、電源への要求が複雑化している。微細化が進むにつれ、Coreを動かすのに必要な電源は、0.75V/100Aの様に低圧大電流が求められるようになってきている。一方でCore電源のダイナミックな変動に対し、電圧精度要求は±3%以内と高精度な電源が求められる。そういったSoCのニーズに対応する為、サンケン電気では、デジタル制御技術を盛り込み、低圧大電流で高精度な電源の実現を見込む。従来のアナログ制御で困難だった電圧精度の高精度化に対し、デジタル

制御ではキャリブレーション技術による基準電圧の高精度化と、現代制御を用いた高速フィードバック制御を導入することで、高精度な電源を構築する取り組みを行っている。

また、E/Eアーキテクチャの変化にともない、車両全体電力の配電システムも大きく変わろうとしている。米Teslaではヒューズボックスが搭載されておらず、配電システム制御はZONE型ECUで制御が行われている。

従来のメカニカルリレー・メカニカルヒューズでは、実装サイズが大きく、接点摩耗による短寿命やON/OFF時のスイッチ音などのデメリットがあった。Teslaの配電システムでは代わりにIPD (Intelligent Power Device) と呼ばれる半導体スイッチが採用されている。

IPDは小型高密度実装が可能で、スイッチング回数に対する寿命が長く、高速なON/OFFスイッチングが可能というメリットがある。また、通信機能を入れる事が出来るので、ソフトウェアアップデートとの親和性が高く、電流などをモニター出来る事から車両全体のパワーディストリビューションに役立つ機能を搭載することが可能である。

ただし、従来のメカニカルリレーを半導体化していくには課題もあり、壊れないための長期信頼性や誤点弧が起きない対策が出来ていることが前提条件となる。また、ZONE型アーキテクチャになる事で、対象となる負荷が変わり、大電流に対応したIPDのニーズも出てきており、当社では、低オン抵抗や複数チャネルに対応するための取り組みを行っている。

3.2 パワーモジュールの動向

急速なEV化によって、xEVに求められる利便性も一段高い要求となりつつある。BEVについては、航続距離と充電時間が最大の課題であり、バッテリーの積載量を増やすことで、航続距離を伸ばすことができるが、充電時間は長くなってしまふ。そこで、バッテリー電圧を上げて充電時間を短縮することを狙い、今後400Vから倍増の800Vに対応したBEVが普及していくと予想されている。800VSystem化することで、電流要件が低くなるため、モータの小型化、配線重量の軽量化などのBEVにおける充電時間以外のメリットも多い。また、適用するデバイスについてもIGBTから高压に適したSiCへと変化している。

BEVにおけるパワーモジュールは、主にトラクションモータ、補機モータ用のインバータ回路に適用されている。システムの高電圧化により、トラクションモータ用インバータでは、SiCに代表される化合物半導体を適用し、さらなる低損失化を進めている。また、パッケー

ジについては、6in1構成の水冷放熱Fin付きケースモジュール、ハーフブリッジ構成の両面放熱パッケージ、Discrete構成の面実装パッケージなどがあり、回路構成とパッケージについては各社一品一様でさらなる高効率化に向けた研究が行われている。特にパッケージ形態については、Xin1型の電動アクスル内に収める必要性から小型・薄型化の要求が高まっている。

補機モータ用インバータでは、小型化のため、ゲートドライバIC、パワー素子などが同梱された一体型のIPM (Intelligent Power Module) が適用されている。システムの高電圧化により、トラクションモータ用インバータと同様にIGBTからSiCに変化し低損失化が進んでいくと予想される。また、電動コンプレッサについては、搭載バッテリーの増加から冷却能力の向上が必要であり、小型化しつつ高出力化に対応していく必要がある。当社では、図3で示すような、小型高放熱のパッケージとしてSAM2シリーズをリリースし、市場投入が行われている。今後、より小型・高出力、および、高電圧化に対応する製品の検討が進められている。

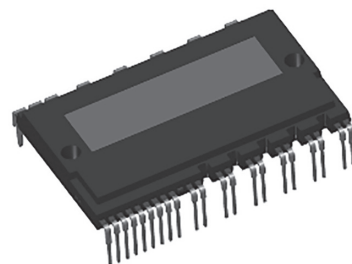


図3 補機向けモジュール製品 外形イメージ

3.3 車載LED動向 インテリア

前述の通り、LED化によりデザイン自由度が大幅に向上し新たなデザインが出現しており、これを考察する。

3.3.1 ブラックアウトデザイン

スイッチのブラックアウトデザインが一つの流行と想定される。ブラックアウトデザインの例を図4に示す。

点灯時

消灯時

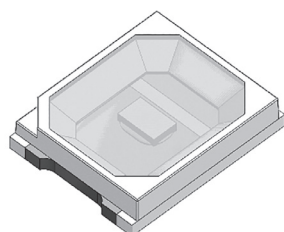


図4 ブラックアウトデザイン例

コックピットデザインが増え、スイッチのブラックアウト化により液晶ディスプレイとスイッチのデザイン親和性が生まれることや、消灯時に内装の質感を活かせることから自動運転車両での居住性向上にも役立つと考えられ、今後も継続すると想定する。LEDとしては、従来のスイッチに比べて樹脂の透過率が大幅に落ちているためLEDの明るさも相応のものが求められ、成熟していた車載インテリアLEDの現状から高効率化に向けた対応が必須となる。

当社ではブラックアウトデザイン向けとして業界トップクラスの明るさを発揮する高輝度LEDを開発した。開発品の明るさ比較と外観図を図5に示す。

| | 他社従来品 | 開発品 | 条件 |
|----|---------|---------|---------|
| 光度 | 4000mcd | 4800mcd | If=30mA |



構成部材に高反射材料を採用

図5 LED明るさ比較 製品外観 特長

3.3.2 RGBフルカラーLED

次にRGBフルカラーLEDを用いたアンビエント照明の増加があげられる。RGBフルカラーLEDとはR：赤，G：緑，B：青の3つのチップを1パッケージ化したLEDで3色のバランスを制御することで任意の色に変えられるLEDである。自動運転車両では通常走行時は白，自動運転時はターコイズブルー，緊急時には赤や橙など状況に合わせて車内外への通知手段としての利用が期待され，その前段としては車室内演出への応用が開始されている。

単一色のLEDでは電流の強弱，ON・OFFの切り替えなど比較的単純な制御であったが，RGBフルカラーLEDでは色=3系統の回路とその制御を要するため，演出方法に合わせた制御回路とRGB-LEDが求められる。

ドアやコックピットをRGBフルカラーLEDでライン発光演出させる場合，導光材料に端から入光させ全体を発光させる方法がある。1個～2個程度の少数のLEDで広範囲へ導光させる必要があるため高出力・高耐熱のLEDが要求される。

さらにLEDを十～数十個程度を連続で配置し次々と色を変化させるような演出をさせる場合にはさらに複雑な回路構成が必要となり，既存のRGBフルカラーLEDを用いた場合に制御回路側の部品点数が大幅に増加する

ため，スペース面・コスト面での課題がある。この課題に対して，LED内にICを搭載し制御の一部を負担することで解決を目指す。回路例を図6に，制御回路IC付きRGB-LEDのイメージを図7に示す。

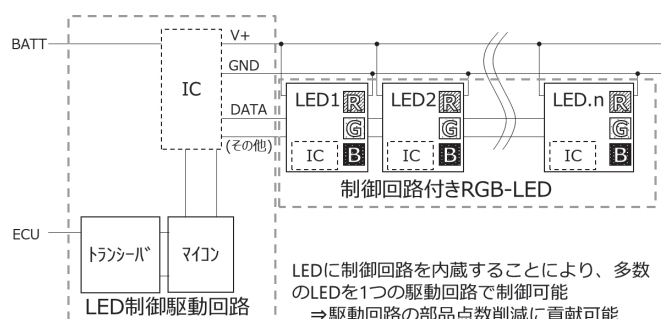


図6 制御回路付きRGB-LED 回路例

LEDに制御回路を内蔵することにより，多数のLEDを1つの駆動回路で制御可能
⇒駆動回路の部品点数削減に貢献可能

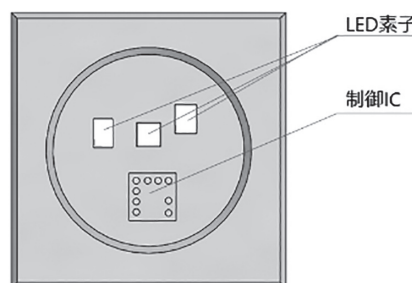


図7 制御回路IC付きRGB-LED イメージ図

上記の課題のほかに，RGBフルカラーLEDでは3つのチップの初期特性が発光色に影響を与えるため色バラツキが大きくなるという課題がある。

サンケン電気ではRGBフルカラーLEDを用いた演出に対して適する制御機能も搭載し，さらに車載領域で求められる色バラツキへ対応可能なLEDの検討を進めている。

4. むすび

100年に1度の大変革期といえる自動車産業の変化のなかで，車載システムは電動化・自動運転化に向けて最適化されていく。サンケン電気は主力であった内燃システム向け製品から市場動向に沿ったxEV・自動運転・次世代アーキテクチャ向け製品へポートフォリオを転換して製品拡充を図り，パワーエレクトロニクス領域において最適なソリューションを提供し，持続可能な社会に向けて貢献する事を目指す。

5. 参考文献

- (1) 経済産業省グリーンイノベーションプロジェクト部会商務情報政策局報告 p2, 6 (2023, 4, 5,)
- (2) 国土交通省自動運転戦略本部 第7回会合資料 2 p3 (2023, 1, 20)