

自動車産業においては独 Daimler-Benz が 2016 年に提案した 4 つの文字 CASE が表すキーワード Connected (車同士の繋がりや車とクラウドとの繋がり) Autonomous (自動運転) Shared & Service (car sharing や米国 Uber など) Electric Drive (EV や HEV) が、技術面とビジネス面の牽引役となっている。この CASE を踏まえ、本号では自動車産業をとりまく世界の動きを中心に、主に車載半導体の動向を論ずることとする。

Connected および Autonomous 関連

Connectedにおいて鍵になる技術は5Gと呼ばれる第5世代移動通信であり、2020年代には次の3項目 (1) 最大10Gbps の超高速通信、(2) 1 km² 当たり100 M台の多数同時接続、(3) 1ミリ秒程度の通信遅延、が実現される予定である。特に通信速度は4Gである現在と比べて10³倍にもなる。5Gでは携帯電話の性能が飛躍的に向上するのはもちろんであるが、車車間や車とクラウドとの間の情報交換および自動運転を可能とする通信インフラが整うことになる。この環境を利用すれば、周りの車の運転手の動作、アクセル、そしてブレーキの情報を車車間で情報交換し衝突防止することが可能になる。通信用半導体大手は、QualcommとBroadcomであるが2017年5月車内LANで10GbitのMulti Gigabit Ethernetを発表した米国Aquantiaが急成長している。独BOSCHやVolkswagen、NVIDIAなどと共にNAV(Networking for Autonomous Vehicles)なるAllianceを始め、自動運転に特化した5G技術の開発を行っている。

5Gインフラ環境の実現は自動運転実現のための条件であるが、もう一つの条件はもちろん優れたAI技術の実現である。現在実用上最も普及している手法はCNN(Convolutional Neural Network)タイプのDeep Learningであり、NVIDIA やGoogleを中心に並列処理を用いた半導体acceleratorが開発されている。詳細はEncore第101号p29～p31を参照されたい。今年8月にTESLAは「NVIDIAよりも10倍高速なAI用半導体を独自に開発している」ことを公表している。

AIの入力情報を取得するのは、ミリ波レーダ、カメラ、そしてイメージ/温度/圧力/加速度など各種センサであるが、特にイメージセンサの分野ではソニーが世界市場 30%以上のシェアを維持している。半導体充満帯内電子を光子の持

つ波長に反比例した量子エネルギーによって伝導帯へ励起し、発生した自由電子を電流に変換することで、画像を電気信号に変換するのが CCD、CMOS センサの基本原理であるが、下から順に配線・センサ・フィルタ・レンズを配置する裏面照射構造にして高感度を実現している。またMCUと組み合わせた3次元LSIの開発も進められている。一方ミリ波レーダの分野でも富士通など国産メーカーが活躍している。

図1に富士通から提供されている76GHz車載用ミリ波レーダの外觀とミリ波レーダの心臓部とも言えるミリ波送受信回路をワンチップ化したMMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)を示す。表面カバーの後ろにはアクチュエータによって指向性を変えるフェイズドアレーアンテナが置かれ、MMICとの間は導波管で接続されている。76GHzの高周波アナログ信号を扱う送受信回路のMMIC化には、高いノイズ対策技術やPLLを用いた周波数の安定化技術が必要であり、設計としては非常に難しい分野である。2018年のISSCCでもTIから45nmプロセスを用いたMMICが報告されている。

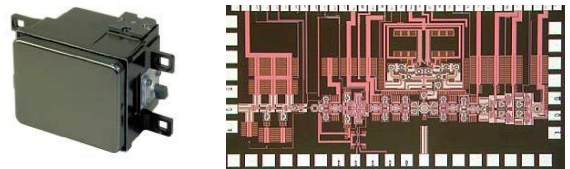


図1 76GHz車載用ミリ波レーダ

自動運転の分野では、その機能に応じたレベル分けがされている。レベル2からレベル4までは人間がアシストする部分的な自動運転であり、アシストの程度でレベル分けされている。レベル5で人間のアシスト無しの完全自動運転となる。CASEでいうShared & Serviceはレベル4,5を目指す。車の運転を楽しみたい人はレベル1,2,3を選択することになる。低いレベルを選択した人でも、事情により高いレベルに切り替えたい場合がある。そこで、「あたかも有料ダウンロードで手持ちのアプリケーションプログラムをアップグレードするようにクラウドとの繋がりを利用して自動運転レベルの更新を行う」ということが将来は可能になるかもしれない。

自動運転実現のためのさらなる条件は、安全性の確保である。自動運転においては、いわゆるfail safeの設計が必要とされる。例えば、代表的な車内LANである

CAN(Controller Area Network)では、2本のシリアルバスで2重系を構成しており、高い誤り検出率を実現している。MCU (Microcontroller Unit)自体も2重系の冗長設計をする、また全てのメモリ回路の入出力部にECC(Error Correction Code)回路を必ず挿入する、などによりいわゆる機能安全を実現している。

車載用を含めた組み込みMCUの分野では、ルネサスエレクトロニクスはオランダNXPに続いて16%のシェアを持つ強力メーカーである。

一方、車載半導体を含む電子機器を対象に、安全性を定量的に表現する管理規格としてISO26262が2010年に発効された。車の要求定義、設計・開発、生産、保守・運用、廃車までのサイクルをカバーしており、自動車メーカーのみならず半導体を含めた部品メーカーまで、全てこの規格の遵守が求められている。ISO26262では設計・開発技術として、モデルベース設計が推奨されている。アナログ電気、電子系及び機械系各部品の入出力関係を伝達関数として表現し、電気、電子系及び機械系を纏めあげた系全体を時間領域あるいは周波数領域でのシミュレーションを行う。シミュレーションであるから意図的に故障を設定してfail safe設計が機能するか否かを検証することができる。MCUなどデジタル回路部品の部分のデジタルシミュレーションとの混在シミュレーションも考えられている。各部品メーカーは、納品物の一つとして、伝達関数あるいはデジタル回路部品の動作記述を自動車メーカーに提出することになる。MATLAB®が既にこのようなシミュレーション環境を提供しているが、各種のアプリケーションやファームウェアとも連動させたシミュレーション技術の研究も進められている。また2016年以来経産省は、モデルベース設計を後押しすべく、“SURIAWASE”なるプロジェクトを積極的に推進しており、モデル表現方法の世界標準化を進めようとしている。

Electric Drive関連

EVやHEVにおいて、パワー・トレイン系ではモーター/エンジン制御、トランスミッション制御、シャーシ系ではパワーステアリング制御、ブレーキ制御、車体姿勢制御、などでMCUとの組み合わせでパワーデバイスが多数使われている。そもそもパワーデバイスとは、電源電圧が10V~10kV、動作電流が1A~1kAであり、チップ上に1個のみの素子が実現されている半導体の総称である。パワーデバイスにおいてはスイッチング機能が基本であり、この機能とLCフィルタを組み合わせで直流電圧の昇圧/降圧を実現、あるいは直流電圧から任意の周波数の交流電圧を作り出す。この機能をインバータと呼んでいる。交流電圧をサイリスタなどで

整流して直流電圧に変換、その後インバータを働かせれば交流電圧の電圧変換と周波数変換が可能となる。

Si基板のパワーデバイスに比べてウエハの価格が3~4倍するものの、耐高電圧性、低消費電力のための低オン抵抗、高周波数動作、及び温度特性が優れることから炭化シリコンSiC基板パワーデバイスの採用が始まった。また、SiC基板に比べて1GHz以上の高周波数が扱えることから窒化ガリウムGaN基板パワーデバイスの実用化研究も行われている。

イメージセンサ同様に、この分野でも日本は強い競争力を持つ。2017年の統計では、トップの独Infineonが26.4%のシェアを持つものの、三菱電機8.6%、東芝6.5%、富士電機5.5%など日本メーカーが追従している。

まとめ

CASE時代に即した車載半導体の動向を論じたが、半導体メーカーは、シーズオリエントな部品供給者からConnected, Autonomous, Shared & Service,そしてElectric Driveのキーワードを強く意識したニーズオリエントな部品の供給者への転換が迫られている。さらには一歩踏み込み、自動車社会全体のグラウンドデザイナーへの変身が急務となっているのではなかろうか。

わが国には、高性能・高機能・高品質を実現している車メーカーが多数存在し、強い競争力を持つMCU、ミリ波レーダ、カメラ、各種センサ、そしてパワーデバイスを供給できるメーカーも多数存在している。残念ながら通信系やAIの分野では後塵を拝しているが、AI関連企業をうまく取り込むことによってCASE時代の覇者になれるポテンシャルは十分に持っていると思われる。さらには、混雑状況や信号などの道路環境情報をクラウドに取り込んでの最短距離自動ナビゲーションの実現、クラウドを利用した乗り捨てcarsharingの実現、などの変革が急速に進むであろう。そこでは莫大な量の半導体が必要となるわけであり、車載半導体のみならずわが国半導体産業全体にとって持続的に発展する絶好のチャンスが到来したと言える。

ご意見を論説委員会 ronsetsu@ssis.or.jp までお寄せください。

論説委員:

委員長	渡壁弥一郎	副委員長	鈴木五郎
委員	井入正博	川端章夫	長尾繁雄
	伏木薫	吉岡信行	
アドバイザー	市山壽雄		