

システムLSIの技術動向と展望

Trends in System LSI Technologies and Future Outlook

伊藤 健司 藤田 康彦

■ ITO Kenji

■ FUJITA Yasuhiko

私たちの生活を豊かにしてくれる大画面薄型テレビ(TV)や携帯電話は、今後ネットワークとの接続性が高まり、より便利で多機能になっていく。しかし、これらを支えるシステムLSIは、システム規模の増大に起因して、開発期間は長くなり、消費電力は増大している。更に、機器の世界市場での厳しい競争から、低価格での供給を強く求められている。

東芝はシステムLSIの応用分野として、Home(家庭、オフィス)、Mobile(携帯機器)、Automotive(自動車)の3分野に注力し、IDM(Integrated Device Manufacturer:半導体の設計、開発から製造まで垂直統合したメーカー)の強みを生かした総合技術力でこれらの課題を解決していく。

System large-scale integrations (LSIs) have been playing an important role in the advancement of digital devices that make people's lives more comfortable and convenient such as large flat-panel TVs and cellular phones with various functions. However, the system LSIs supporting this progress are facing a number of problems, including longer development periods and increased power dissipation due to the larger size of LSIs, and demands for cost reduction due to competition in the global market.

Toshiba has been developing system LSIs focusing on three application fields: home, mobile, and automotive. We have been dealing with the above-mentioned problems utilizing our comprehensive technical capabilities and taking advantage of our strengths as an integrated device manufacturer (IDM).

システムLSI搭載機器を取り巻く環境

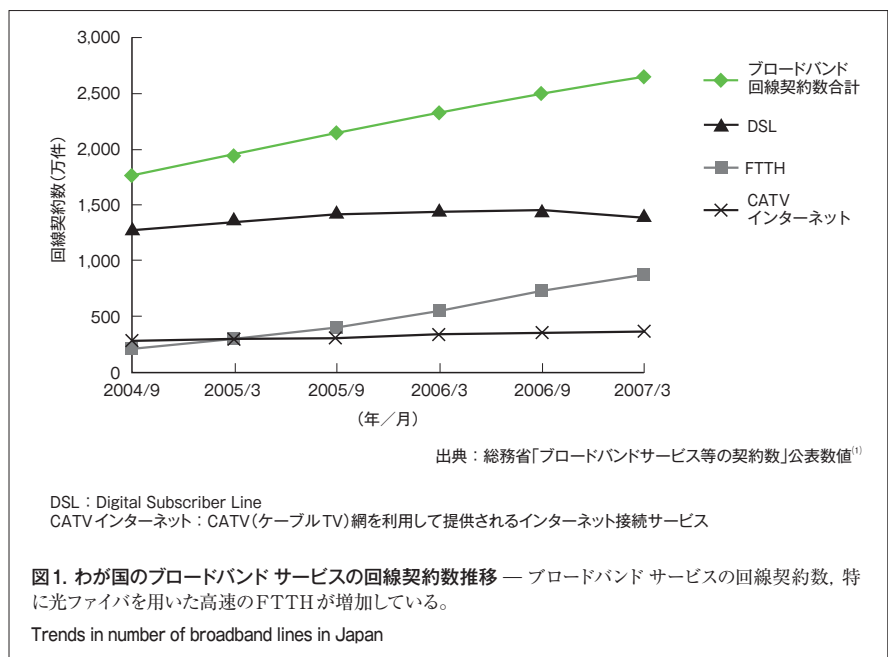
美しく、鮮明な映像を映し出す大画面薄型TV、家族の誰もが楽しめる家庭用ゲーム機、電話やメール機能だけではなく、映像・音楽の再生やカメラ撮影機能で私たちの生活になくてはならないものになっている携帯電話、及び自動車に持ち込んだ携帯機器から音楽を無線で送信してそれを再生するカーオーディオなどは、私たちの生活を豊かにしてくれるものであり、既に欠かせない機器になっている。これらを支えているのがシステムLSIである。

ここでは、まず、デジタル社会の中で華やかな進歩を続けているこれらの機器とシステムLSIを取り巻く動向を見る。次いで、そこから見えてくる二つの課題と、その課題解決のためのシステムLSIの対応を述べる。

機器及びコンテンツのデジタル化とネットワーク連携

映像や音楽のコンテンツとそれらを再生する機器は、デジタル化が急速に進展してきた。

家庭内で映像や音楽を楽しむための機器については、デジタル化により高画質や高音質、大量生産に適した性能の安定性が得られることから、1970年代後半からデジタル信号処理が進展し



てきた。

コンテンツについては、家庭のパソコン(PC)で再生し個人で楽しむことを目的として、1990年代前半よりデジタルの音楽データが広まった。携帯電話も急速に普及し、デジタルで提供される映像や音楽のコンテンツは更に増えている。

一方、2000年代に入り大容量のコンテンツを高速に送受信するネットワーク基盤の整備が進み、インターネットを經由して、誰もが映像や音楽を双方向で手軽に楽しめるようになってきた。

わが国のブロードバンドサービスの回線契約数の推移を図1に示す。2007年3月時点で2,643万件の契約数がある。最大100Mビット/sの通信速度を持つFTTH(Fiber to the Home)の契約数も増加しており、放送と通信の融合も始まっている。

ネットワーク経由で入手できるデジタルコンテンツの応用分野の範囲は更に広がり、いわゆる“デジタルコンバージェンス”の時代に入った。コンテンツが世界中に大量に流通し、そして、そのことがネットワーク伝送容量のいっそうの増加と伝送の高速性を求めていく、という現象も始まった。これと同時に、ユーザーにわかりやすく、また、使いやすくコンテンツを見せる工夫が重要となり、その実現のために、システムLSIの処理は見えないところで複雑さを増す一方となっている。

■地球環境保護意識の高まり

近年、先進地域を中心に地球環境保護の意識が高まっている。特に地球温暖化については、人々の日々の営みや産業活動により排出される温室効果ガスが主要因であり、その進行を止めなければ地球環境が破壊されていく、という考え方が世界の共通認識になりつつある。

温室効果ガスの間接排出は電力消費によるものである。家庭部門とビルやオフィスなどの業務部門での電力消費は増加傾向が続いており、IT(情報技術)

ネットワークなどシステム全体としての省エネ技術の開発が急がれている。また、IT機器や情報家電機器は全体の台数が多いので、それらの機器自体、更にはそれらの機器が機能を実現するための中核を成すシステムLSI自身も、待機時や動作時の消費電力の削減を強く求められるようになってきた。

機器を取り巻く環境から 見えてくる課題

前述の機器を取り巻く環境は、機器やそれを支えるシステムLSIの開発に際して解決しなくてはいけない課題を課している。代表的な二つの課題“システム規模の増大”と“世界市場での価格競争の圧力”について以下に述べる。

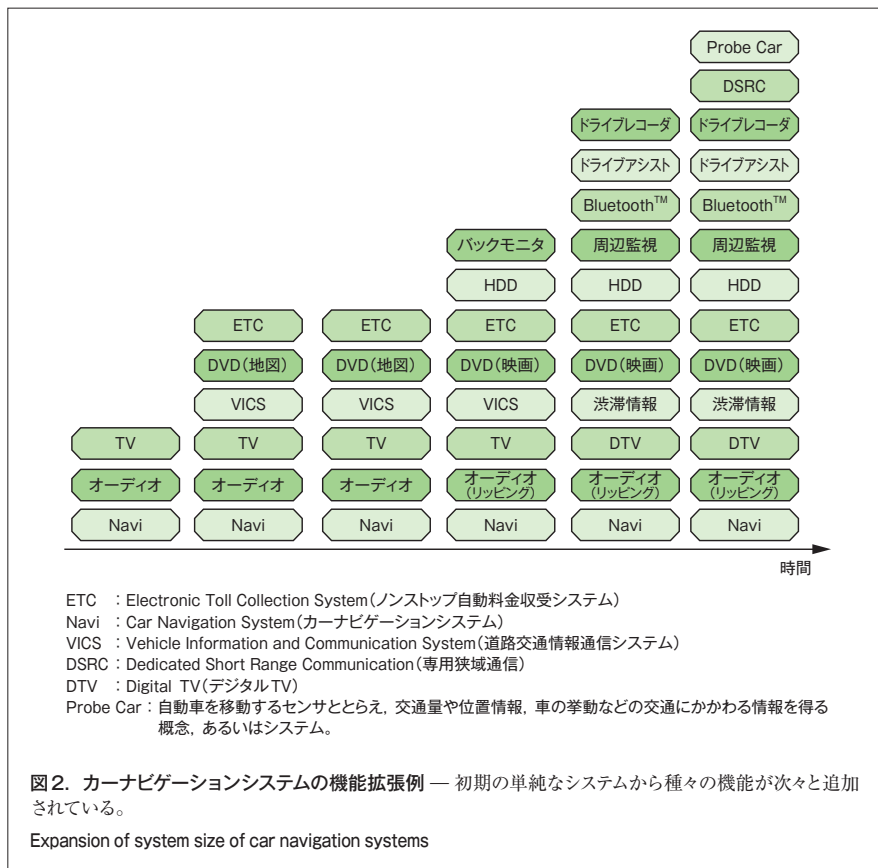
■システム規模の増大

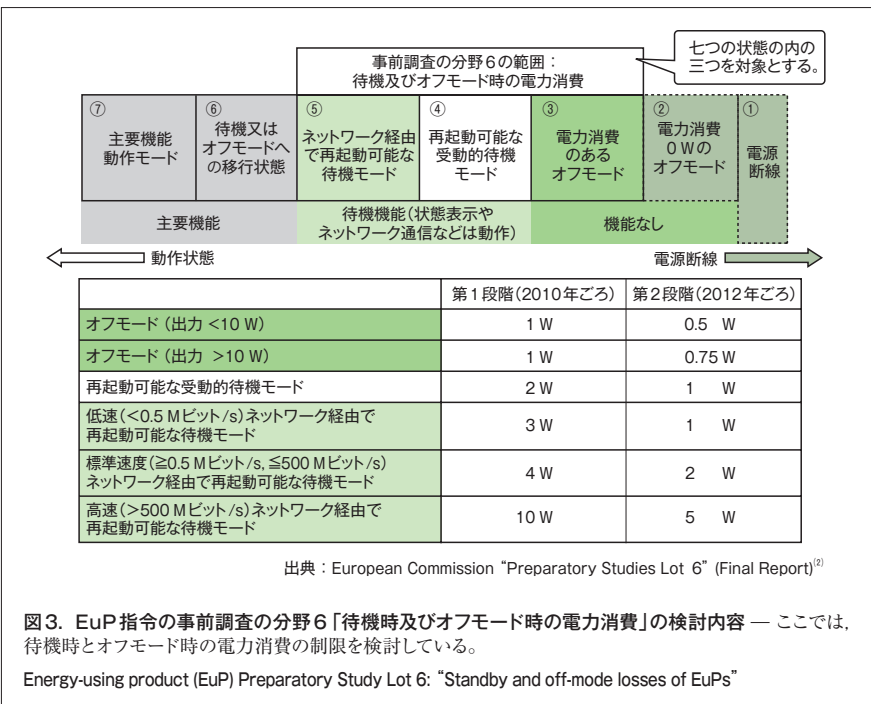
ネットワークを經由して多様なサービスが提供されるようになると、1台の機器でそれらの多様なサービスやコンテ

ツに対応することを求められる。一方、異なる分野の機器、例えばTVとDVDレコーダが同じサービスやコンテンツにアクセスすることも求められるようになる。カーナビゲーションの機能拡張の例を図2に示す。初期の単純なシステムから、各種機能が次々と追加されていくことがわかる。

更に市場からは、消費者の好みに合わせて展開する複数の機種を短期間で求められており、ソフトウェアで効率よく処理する必要に迫られている。

これらの要望は、システム規模、すなわち機器の回路及びソフトウェアの規模を急速に増大させることになる。一方、システムLSIを製造するための微細化技術の進展により、一つのLSIにたくさんの機能を搭載することが可能となるため、機器の回路規模の増大はそのままシステムLSIの規模の増大につながる。これらのシステム規模の増大から、以下の二つの解決すべき課題が明らかになってくる。





●消費電力の増大

機器やシステムLSIの回路規模が増大すると、待機時及び動作時での消費電力が増え、それは熱的上昇を伴う。それぞれの機器やLSIチップを熱的制限内に収めるために、低消費電力化が重要な技術となる。

これは、地球環境保護意識の高まりのなかで、家庭内機器に対して待機時や動作時の低消費電力化を求めるトレンドとも呼応する。その一例として、欧州連合(EU)地域でのEuP指令^(注1)がある。複数の製品分野で具体的な実施措置のための事前調査が行われており、その中の分野6では機器を特定しないで待機時とオフモード時の消費電力の制限を検討している(図3)。

●開発コストの増大

機器やシステムLSIの回路規模増大と、システムLSIと協調して機器の機能を実現するソフトウェア規模の増大は、必然的に開発人員の増加と開発期間の長期化をもたらし、結果として開発コストの増大に直結する。このことは、多くの大規模なシステムLSIの開発で深刻

な問題となっている。

システム規模に関しては、今後も増大こそすれ減少に向かう可能性は低い。ハードウェア、ソフトウェア共にプラットフォーム化を推進して開発効率を改善し、開発コストを抑制することが急務となる。

■世界市場での価格競争の圧力

機器の世界市場は当然のことながら地域差がある。しかしながら成熟市場でも新興市場でも、機能と品質の好みや許容範囲にいくぶんの差はあるものの、“安価に提供する”ことは両市場で共通に求められている。その圧力ゆえに、市場への参入が遅れると価格を維持することは非常に難しく、投資の負担もあるので、参入が遅れた機器は低収益になりやすい。この現象は特に新興市場で厳しい。

この圧力に対応するためには、その機器の特長とする部分を重点的に訴求した仕様とすることにより、システムLSIの開発コストを抑えるとともに、スピード開発を達成して市場に早期参入するこ

とが重要となる。また、成熟市場では、機器の魅力によって販売数を増加させることも重要となる。

課題を解決するシステムLSI技術

東芝は、IDMとして、半導体のデバイス・プロセス技術、システムLSIの設計・評価技術、ソフトウェア技術、及び半導体応用技術などを含む総合技術力と、それらから創出される差異化機能により、前述の“機器を取り巻く環境から見えてくる課題”で述べてきた機器及びそれを支えるシステムLSIが解決すべき課題に取り組んでいる。

一方、システムLSIの応用分野としては、Home、Mobile、Automotiveの3分野に注力している。デジタルコンバーゼーションが進展すると、これら3分野で共通のコンテンツが使われるようになり、それらを処理するハードウェアとソフトウェアも、個々の応用分野に限定されない共通技術で構成されるようになる。

ここでは、前述の課題を解決するシステムLSIとそれを支える技術について述べる。それらの詳細は、この特集号の個々の論文で述べる。

■Home分野におけるシステムLSIの技術

デジタルTVは表示デバイスのFPD(Flat Panel Display)化が進展するとともに、高機能機種と廉価機種の両方向への技術開発が進み、全世界への普及期となっている。走査線1,080本で順次走査する高画質TVの需要予測を図4に示す。2011年に6,600万台が見込まれ、世界での高画質TVの急成長をけん引すると言われている。当社は、映像・音声処理のフロントエンドLSIとバックエンドLSIの両方を、わが国でのデジタル放送開始期から供給している。バックエンドの映像・音声デコーダ(テレビで視聴できる映像・音声信号にデコード(復号)する機能)LSIについては第3世代の製品シリーズを開発し、世界に供給

(注1) EuP指令
エネルギー使用製品の環境配慮設計要求事項を設定するための枠組みを構築する指令。

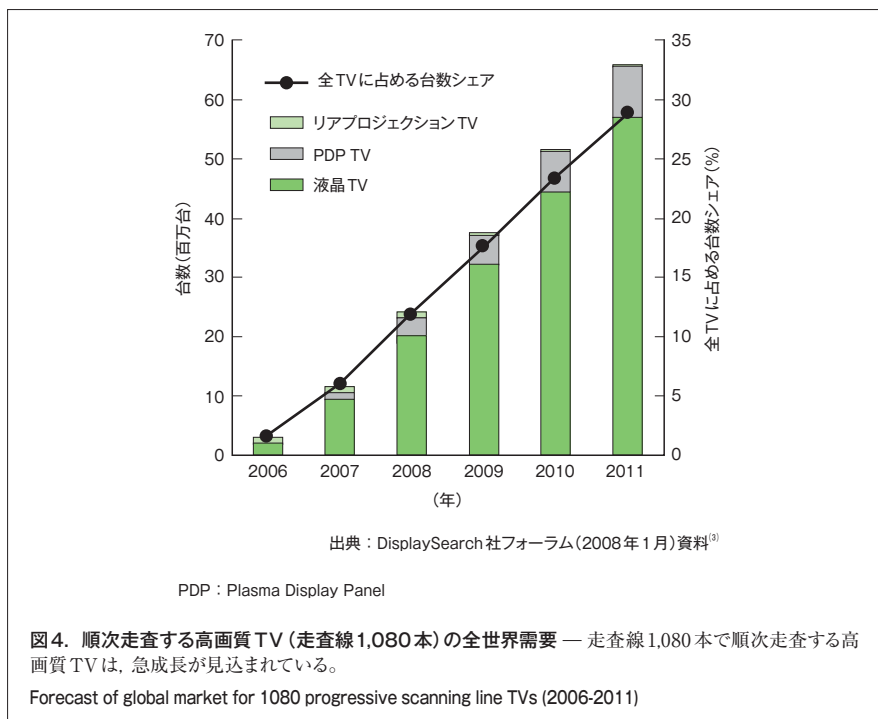


図4. 順次走査する高画質TV (走査線1,080本)の全世界需要 — 走査線1,080本で順次走査する高画質TVは、急成長が見込まれている。
Forecast of global market for 1080 progressive scanning line TVs (2006-2011)

している(この特集のp.8-11参照)。

先進地域では今後デジタルネットワーク化が進展し、インターネットを通して配信される各種サービスに対応可能なIPTV (Internet Protocol TV) が普及する。当社は、第4世代のシステムLSIで、顧客への最適なソリューションの提案を目指している。

また、これらのサービスで供給される高画質コンテンツをPC上でも楽しみたいという要望は強い。しかしながら、PC用の汎用CPUでは処理能力の不足が目だつようになってきた。当社はこれに対応するために、メディアストリーミングプロセッサ SpursEngine™を開発した(同、p.17-21参照)。SpursEngine™は、動画像のエンコード(符号化)やデコード及び画像処理において、高い性能対消費電力を実現している。PCとの組合せによりHD (High Definition) コンテンツを快適に編集したり、ユーザーが使いやすいアプリケーションの開発も進んでいる。例えば録画したスポーツ番組で、好みの選手が登場するシーンのハイライトを、ボタン一つで見られることも夢ではない。

更に、将来は800万画素以上の高精

細放送が始まり、大画面、高画質、及び高音質により臨場感が格段に向上する。また、ユーザーインターフェースが改善され、誰もが簡単にインタラクティブ(対話形式)な操作が可能になる。当社は、これに向けての研究開発も進めている。

■ Mobile分野におけるシステムLSIの技術

近年の携帯電話の進化は目覚ましいものがある。高機能機種ではVGA (600×480画素) を超える高解像度のディスプレイが採用され、音楽の再生や、映像の表示、カメラ撮影、デジタルTV受信、3D (3次元) ゲーム機能などは今でも進化を続けている。当社は、これらの要望に応えるために携帯機器用マルチメディアLSI “Tシリーズ”を開発し、市場に供給している(同、p.12-16参照)。

また、カメラ撮影機能については、イメージセンサ Dynastron™を全世界に供給している。多画素化や、画素微細化、信号処理回路を内蔵したシステムオンチップなどの差異化技術で、携帯機器に求められている小型化と高性能化を同

時に達成している(同、p.22-26参照)。

先進地域ではデジタルコンバージョンが進展し、家庭で視聴するHDコンテンツを、携帯機器により高精細を保持したまま場所を限定しないで長時間連続で視聴したい、という要望が増えてきている。当社では次世代の“T6シリーズ”で対応を準備中である。

更に、将来的には通話サービスもIP通信で行われるなど、現在のモバイル機器はモバイルネットワーク端末やMID (Mobile Internet Device) と呼ばれている機器に進化していく技術開発の流れがある。当社は、これに向けての研究開発も進めている。

■ Automotive分野におけるシステムLSIの技術

自動車の開発は、エンジン開発などに関連する環境分野、ドライブアシスト機能に関連する安全・安心分野、及び音楽や映像を楽しんだりネットワーク経由で関連情報を入手したりする快適分野の3分野で進められている。

このうち快適分野の一例として、車内に持ち込んだ携帯オーディオ機器内のコンテンツを、車内のどこからでもカーオーディオに無線で転送して音楽を楽しみたい、また、車内に持ち込んだ携帯電話を使って、手を使わずに音声だけでカーナビゲーションを操作したい、という要望がある。当社は、その要望に応えるためにBluetooth™(注2) 無線トランシーバLSIを提供している(同、p.27-30参照)。これは、CMOS (相補型金属酸化膜半導体) プロセス技術で開発されており、バイアス電流合成方式を採用した温度補償技術により、広い温度範囲で高い受信感度が得られるという特長がある。

また従来、カーナビゲーションシステムなどに搭載されているハードディスク装置(HDD)に私的複製された音楽コンテンツは、ほかに移動できないように

(注2) Bluetoothは、Bluetooth SIG, Inc. が所有する登録商標であり、東芝は、許可を受けて使用。

されているが、自分で作成した音楽ライブラリを移動したいという要望があった。当社は、この要望に対応するためにSDconnect™のソリューションを提案している(同, p.31-34参照)。SDconnect™は、SDカードをコンテンツ鍵の記録媒体として用いるデジタル著作権管理の仕組みである。この技術は自動車の分野だけではなく、デジタルコンテンツを扱うすべての分野に適用できる。

一方、携帯機器の分野で活躍しているイメージセンサ Dynastron™の技術は、自動車の安全・安心分野で自動車の周囲を監視する視覚センサとしても応用することができる。

近い将来には、安全や安心に関するより多くの情報を効果的にドライバーに提供するために、従来の機械式パネルによる情報提供から、液晶などのディスプレ

イパネルによる提供に変わっていくという技術開発の流れがある。当社は、そのための車載ディスプレイ用LSIを提供している。更に、高精細化に向けた新たな開発にも取り組んでいる。

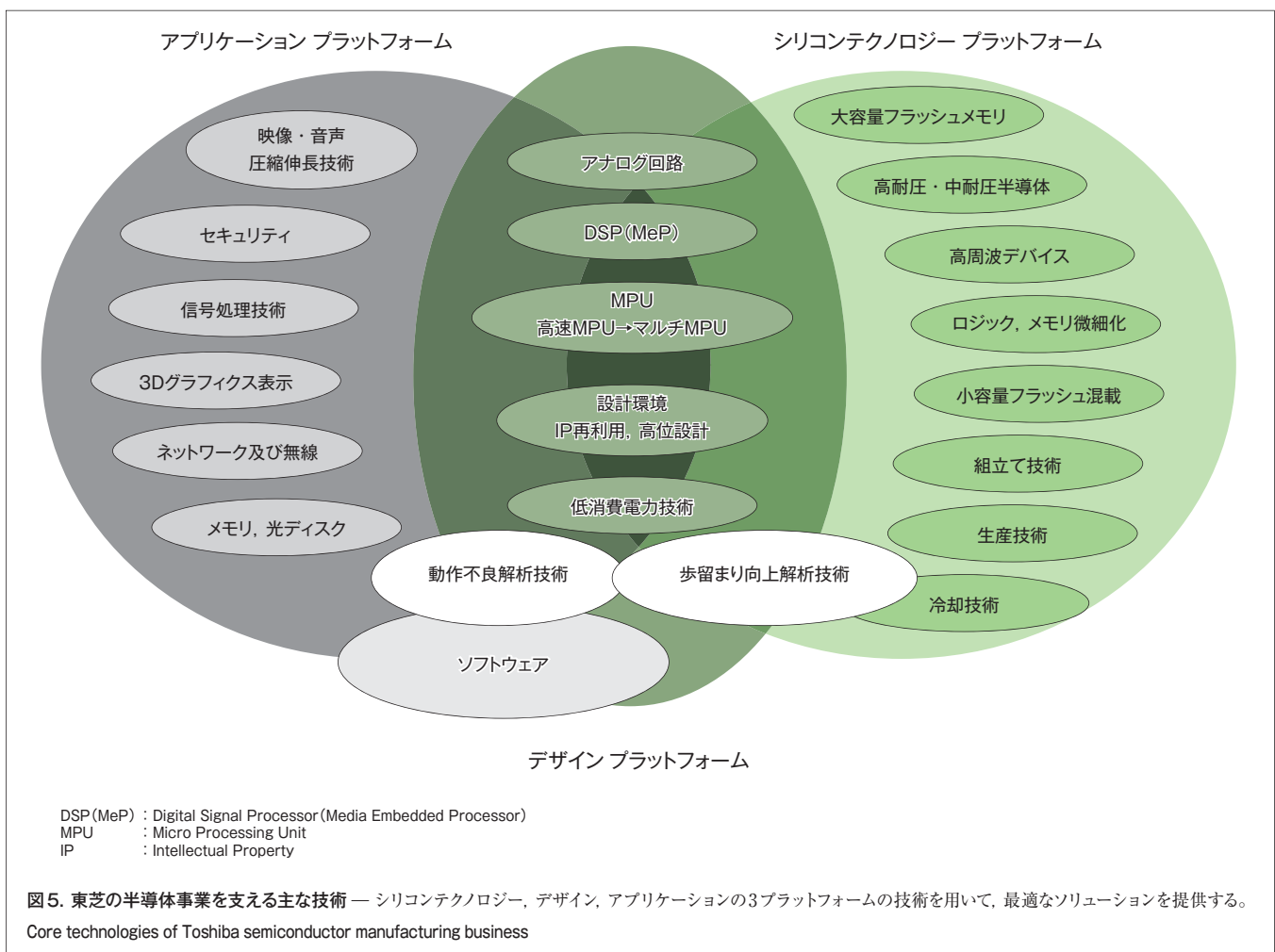
■システムLSIを支える基盤技術

“機器を取り巻く環境から見えてくる課題”で述べたように、システムLSIは、デジタルネットワーク化の進展と地球環境保護意識の高まりのなかで、システム規模の急激な増大と世界市場での価格競争の圧力にさらされている。当社は、これらに対して個々のLSI技術で支えるだけではなく、共通の基盤技術でも種々に対応している。

開発コストの増大に対しては、大規模LSIの開発効率を抜本的に向上させるための社内プロジェクト R-CUBE (Reduce

(開発工数や開発期間の削減), Reuse (設計資産の再利用), Revolution (設計メソッドロジーや設計プロセスの改革))を推進している(同, p.35-38参照)。C言語(プログラミング言語)をベースとした高位設計と検証環境の構築、技術ドキュメントの整備、及びソフトウェアプラットフォームの構築などを行っている。実際のLSIの開発に適用して、開発期間の短縮や、設計データの再利用による開発効率の向上などの効果が得られている。

また、システムLSIのデバイスとしての性能向上、低消費電力化、及びコスト削減については、従来は半導体プロセスを微細化することで達成できた。しかし、現在は微細化だけでは改善できない状況に直面している。この限界を打破するために、ショットキー接合を



アナログ技術 — 今も昔も変わらぬ重要なコア技術

デジタル機器を支えているシステムLSIは“デジタル技術の塊”の印象が強いが、アナログ技術も昔と変わらぬ重要な地位を占めている。

その理由は、第1に、機器とそれを使う私たち人間との間にインターフェースが必ず存在するという点である。すなわち、機器は各種センサなどから私たちが機器を操作する意図や情報を入手し、また、機器は私たちに映像や音声を提示してくれる。それらはいずれもアナログ情報である。

第2に、機器の中や機器間で高速の信号を伝送したり、システムLSIのデジタル回路の電源電圧が1V近くまで下がるなど、アナログ技術を考慮した設計なくして安定な性能が得られなくなってきたという点である。そこでは、波形の乱れを抑えてデジタ

ル信号を伝送するアナログ技術や、デジタル信号に起因する電源やグラウンドの雑音を低減するアナログ技術が大活躍している。

第3に、システムの多様化に対応するために、一つのLSI上にアナログとデジタルの両信号を扱うMixed-SignalのLSIが機器側から求められているという点である。そこでは、例えば無線システムのようにデジタル回路やソフトウェアによる制御で複数のモードや方式に対応するが、それらのいずれにも共通に対応できる、特性の良いアナログ回路が全体の性能の鍵となっている。

以上のようにアナログ技術は、総合的な視点から、デジタル技術と密接に関連してシステムを実現するための重要なコア技術として再度注目されている。

使ったトランジスタ技術や、従来とは異なる結晶方位面を使ったプロセス及びデバイス技術で対策に取り組んでいる(同、p.39-43参照)。

当社の半導体事業を支える主な技術の一覧を図5に示す。

シリコンテクノロジープラットフォームは、半導体プロセス開発や、LSIの量産技術、パッケージング技術といった半導体の基盤技術である。

デザインプラットフォームは、上流のシステム設計レベルから半導体プロセス開発まで、広い範囲の設計・開発環境を網羅している。システムLSIと言うとデジタル技術に注目が集まるが、アナログ回路に関する設計、製造技術も非

常に重要である(囲み記事参照)。

アプリケーションプラットフォームは、個々のアプリケーションに対応したシステム開発や、必要なソフトウェア群の開発をサポートする。ユーザーのニーズに合わせて必要なプラットフォーム内の技術を選択することで、柔軟かつ効率よくソリューションを提供できる。

システムLSIによる 機器実現に向けて

これまで述べてきたように、システムLSIは機器の中核を成す重要な構成要素である。グローバルな市場で事業を継続するためには、機能の追求とともに、

開発スピードも重要である。これまで以上に、社内外との連携も検討に入れたスピード経営の視点が求められるだろう。

直面している課題は複雑に相互に関連していて、その解決は容易ではないが、当社は今後も、IDMの総合力で対応していく。

文献

- (1) 総務省。“ブロードバンドサービス等契約数の推移【平成19年3月末現在】”。総務省報道資料。<http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070607_2_1.pdf>。(参照2008-04-17)。
- (2) European Commission。“Preparatory Studies Lot 6 :Standby and Off-mode Losses of EuPs (Final Report)”。<http://www.ecostandby.org/finalised_documents.php>。(参照2008-04-17)。
- (3) 鳥居寿一。“TV市場2～グローバルに急拡大するFPD市場”。第14回DisplaySearch社フォーラム資料、2008-01、ディスプレイサーチ社。p.22。



伊藤 健司
ITO Kenji

セミコンダクター社 システム技師長。
Semiconductor Co.



藤田 康彦
FUJITA Yasuhiko

セミコンダクター社 統括技師長。
Semiconductor Co.