

設計・検証・製造にイノベーションの継続を迫るコンシューマ市場

TIRIAS Research社 プリンシパル・アナリスト Jim McGregor氏

コンシューマ市場のグローバル化によって半導体業界のビジネス・モデル見直しが進んでおり、この市場でイノベーションの加速を狙っている設計 / 検証チームはその意味を十分に理解しておく必要があります。これらの点について、TIRIAS Research社のプリンシパル・アナリスト、Jim McGregor氏にご説明いただきます。

世界的な人口動態の変化によって新たに出現しつつある「中間層」のコンシューマ市場は、半導体業界にとってチャンスと脅威という2つの側面があります。つまり、急成長中の市場に向けて大規模に量産した製品を出荷できるチャンスがある一方、これら市場では低価格化への要求が非常に強く、売上と利益率の大幅な圧縮が予想されるという脅威があります。

一見すると新興国市場の成長予測は魅力的ですが、先進国市場の消費者が多様な製品を購入する傾向があるのに対し、新興国市場の消費者はあらゆる機能を1つに集約した万能型のデバイスを好む傾向があります。この新しいコンシューマ市場では、安価で使いやすい機器へのニーズが強く、ブランドによって購買行動が影響されることはそれほどありません。

利益率の減少

近年、半導体大手企業の間では50%を超える利益率がなかば常識となっており、これら企業のビジネス・モデル、営業活動、価格体系はすべてこの高い利益率の上に成り立っています。しかし今後の主戦場となる新しいグローバル・ハイテク市場ではこれほど高い利益率は望むべくもなく、2桁前半、あるいは1桁台の利益率が当たり前となっていきます。こうした利益率の減少は企業にとって、そして設計チームの作業の進め方にとって大きな意味を含んでいます。

そしてこの低価格化の圧力に追い打ちをかけるかのようにチップの製造コストも高騰しており、利幅は両側から圧縮されています。これは、プロセス・ノードが新しくなるたびに複雑さが増し、テープアウトと製造のコストが高騰しているためです。

この結果、トランジスタ当たりの設計および製造コストが上昇しており、このことが今後の半導体業界におけるイノベーションに大きな影響を与えたと考えられます。

設計チームにとってシリコン一発完動が重要な目標となる中、テープアウトとマスク製造前のテスト、検証、モデリングの重要性がますます高まっています。

設計 / 検証への影響

伝統的に、半導体メーカーは新しい世代のプロセス・テクノロジーを導入することで製造コストの削減というメリットを自動的に享受し、これが最終的に高い利益率につながっていました。しかしこの傾向は20nmプロセス世代で減速し、14nm世代で遂に停止しました。原因は、トランジスタ当たりのコストが増加に転じたことにあります。プロセス微細化がチップ製造の低コスト化を支えることができなくなった今、何にその役割を期待すればよいのでしょうか。

プロジェクトがますます複雑化している現在、スケジュール厳守のために設計および検証チームのマンモス化が進んでおり、最先端の設計に必要なコストは爆発的に増大しています。今後、利益率を最大化していくには設計サイクルおよび製造プロセス全体にわたってコスト削減に注意を向ける必要があります。

ここ数年、特に注目されているのが検証です。デバイスの検証にかかるコストは以前に比べ1桁増えています。かと言って、デザインの検証に妥協は許されません。

デザインを最適化して最短期間で量産を立ち上げることが求められる現在、早期検証の重要性が高まっています。モバイル・アプリケーション向けのハイエンド・デバイスの場合、量産の採算ラインは約8千万～1億個とも言われています。それだけの出荷量を確保して十分な利益率を手にする、いわゆる「勝ち組」のデバイスになるには、人気機種への採用が条件となるのは明らかです。これ以外のウェアラブル機器、IoT (Internet of Things)、組み込み機器といったアプリケーションの場合、既存のビジネス・モデルでは量産の採算性を確保するのは困難です。利益率のほとんど見込めない製品の量産立ち上げに数百万ドルも投資できる余裕は企業にはありません。こうした状況では、早期検証は決してぜいたくなオプションではなく、絶対に必須の条件となります。設計チームにはシリコンを確実に動作させること、それも含めて一発完動という形で達成することが求められます。

最近の製品はハードウェアよりもソフトウェアで差異化を図るケースが増えています。これに伴いソフトウェアの複雑化が進み、ソフトウェアが製品開発スケジュールにおけるクリティカル・パスとなっています。このため、ソフトウェア・チームはコード開発をなるべく早く開始する必要性に迫られています。理想的なのは、ソフトウェアとハードウェアを同期開発することです。ソフトウェア開発を早期に始めるには、まず高位モデルで表現したハードウェアを用意し、段階的に洗練を加えていくアプローチが必要です。こうすることで、巨額のマスク費用が発生する前にプロトタイプ・コードを用いてデザインのバリデーションが行えるだけでなく、ソフトウェア・チームは実チップ完成のかなり前からコード開発を開始できるようになります。

もう1つ、検証に対する影響が大きくなっている重要な技術課題として、間違いなくローパワーが挙げられます。最新のモバイル製品、ウェアラブル機器、センサーでは、必要なバッテリー動作時間、あるいは微小な動きを利用したエネルギー・ハーベスト(環境発電)やその他の再生可能エネルギーを考慮して電源が設計されます。これらの機器で消費電力が問題になるのは当然ですが、それだけではありません。大規模なサーバ・ファームが24時間365日稼働を続けている現在、サーバの消費電力がわずかに増加するだけでエネルギー消費とエネルギー・コスト、二酸化炭素排出量が大幅に増大するという深刻な問題もあります。消費電力は非常に多岐にわたる問題であるため、検証フローを含め全面的な対策が必要です。最近のデザインは消費電力を最小限に抑えるために複数の電源ドメイン、複雑なクロッキングおよびパワーダウン・メカニズム、その他の構造を採用しており、これらに対応した検証メソッドが求められます。

さらに、現在のアプリケーションではデジタル・ロジックの集積度を高めるだけではイノベーションを生み出せなくなっています。ウェアラブル機器やセンサーといったアプリケーションには、デジタル・ロジック以外にもアナログ、フラッシュ・メモリー、RFなどさまざまなテクノロジーを混載する必要があります。こうしたデバイスの検証は、単に膨大な数のトランジスタやソフトウェア統合といった問題への対処だけでなく、複雑なミックスドシグナル・デザインの検証も必要となり、これまでとは違った複雑さがあります。

検証チームは、チップ開発のコストを抑えながらこれらすべての課題を解決できるソリューションを必要としています。生産性を向上し、設計 / 検証チームの規模とコストがこれ以上膨らみ続けるのを防ぐには、これまで人手に頼っていた処理を自動化していく必要があります。ただし半導体メーカーはシミュレーションやプロトタイピングをサポートするためにITインフラストラクチャに既に多大な投資をしており、これ以上のITコストの増加を抑えるにはコンピューティング資源を効率よく利用できる自動化ツールが必要となります。

半導体技術のテクノロジー・ドライバ

半導体製造においてトランジスタ当たりのコストが上昇傾向に転じた理由をもう少し詳しく見てみましょう。伝統的に、半導体業界のイノベーションはリソグラフィ、トランジスタ設計、材料技術の3つを大きな柱としていました。

半導体材料に関しては、この10年で研究が盛んに行われ、業界はトランジスタ性能の向上につながるものは何でも利用してきました。トランジスタ設計も大きく前進しました。中でも特に大きかったのが、20nm世代でのFinFETトランジスタの導入です。リソグラフィに関しては、これまで半導体業界のイノベーションと経済性の最大の牽引役でしたが、その状況が今変わりつつあります。

これまで、業界はEUV（極端紫外線）露光に大規模な投資を行ってきました。しかしEUV技術は今、物理的・技術的な限界に直面しています。これまで業界は約10年にわたってEUV技術を支持してきましたが、最新のプロセス世代では以前ほどの製造性を実証できなくなっています。EUVの限界を回避するため、プロセス・エンジニアはマルチ・パターニングなどの各種技術を導入していますが、これらは必然的に製造コストの上昇を招きます。こうしてトランジスタ当たりのコストは下げ止まり、場合によっては上昇しているケースさえあります。

現在、イノベーションの4本目の柱として注目されているのがデバイス・パッケージングです。アナログ、RF、フラッシュ、ロジックなど異なるテクノロジーを同じチップに混載した製品では、1つのダイに異なるプロセスと材料を混在させる必要があります。こうした異種テクノロジーの集積を容易にする革新的なパッケージングが登場しています。複数のチップを1つのモジュールに集積する方法にはインターポーザやダイ・スタッキングがありますが、いずれにせよパッケージング技術は今後10年以内に半導体製造コストに影響する最大の要因となる可能性があります。適切なパッケージング技術を選択することにより、チップおよび機能ブロック間のインターコネクットの高速化、消費電力の削減、パフォーマンスの向上を実現できます。革新的なパッケージング技術の採用により、ムーアの法則は2次元から3次元へと形を変えて生き延びることになります。

詳細情報

• ウェブサイト: TIRIAS Research社 <http://www.tiriasresearch.com/>

著者紹介

Jim McGregor氏: TIRIAS Research社の創設者で、現在は同社のプリンシパル・アナリスト。テクノロジー業界のストラテジストおよびマーケティング者としても著名。ハイテク業界に25年以上従事し、半導体製造、システム工学、プロダクト・マーケティング、マーケティング・コミュニケーション、ブランド管理、戦略的プランニング、M&A、セールスを手がける。以前はIntel®社、Motorola社、ON Semiconductor®社、STMicroelectronics社、General Dynamics社など、半導体および組込みシステム業界の大手各社で勤務。

その後は業界アナリストおよびIn-Stat社の最高技術ストラテジストとして、テクノロジー・バリュー・チェーンの上流から下流までさまざまな企業や公的機関に対し、市場動向、業界プレーヤー、成功戦略について助言を行う。現在は業界イベントでの講演やEE Timesへの定期的寄稿をこなす一方、世界中の125を超えるビジネス / 業界メディアおよび出版物で引用されるなど、注目を集めるアナリストの1人。

ネットワークがアプリケーションを牽引

現在の市場を見渡しても、何か1つのアプリケーションがイノベーションを牽引しているというものは見当たりません。このようにキラー・アプリケーション不在の中で大きなトレンドとなっているのが、あらゆるモノをインターネットに接続しようというIoTです。しかし量産型IoTデバイスの多くは利益率がそれほど大きくないため、これだけでは業界を支えきれず、他のアプリケーションや機会を見出す必要があります。

ただし、IoTのトレンドは別の面で非常に大きな影響力を秘めています。それは、新しいIoTデバイスが市場に投入されるのに付随して通信ネットワークの増強が進むという点です。つまりデバイス側にキラー・アプリケーションがなくとも、ネットワーク側の膨大な可能性が存在するので、ネットワークに接続されるデバイスの数は飛躍的に増加しており、これらデバイスの多くは双方向通信もサポートしています。今後、ネットワーク・エッジから上のすべての階層において、ネットワーク・インフラストラクチャに莫大な投資がなされるのは間違いありません。たとえば、利用可能な無線スペクトル帯域幅の制約を解消するソリューションなどもその1つに挙げられます。

コア・ネットワークおよびデータセンター内では、消費電力、ストレージ、コストなど解決すべき課題が数多く存在しており、ここに大きなチャンスがあります。

将来への展望

エレクトロニクス産業は今、バリュー・チェーン全体で技術・市場・経済性に関する非常に困難な障壁に直面しています。

設計・検証・製造のコストを大幅に引き下げなければ、特に現在の業界リーダーにとってイノベーションが減速する危険があります。そうなると、新興企業の参入によって業界の勢力図が塗り替えられ、多くの企業が破壊的な力によって現在の地位から転落する可能性もあります。

検証は、設計サイクル全体に占める時間とコストの割合が大きいため、今後はこの分野に投資とイノベーションが集中するでしょう。設計環境は、ソフトウェアとハードウェアの両方を同時に開発、最適化できるようなものとする必要があります。生産性向上のためには、設計および検証ツールにさらなるインテリジェント化の余地があります。

今後もイノベーションを継続していくには、いずれ業界全体が発展的な進歩から革新的な進歩へと切り替える時が到来すると考えられます。そうなると、半導体製造のあり方そのものを考え直すことも必要になってくるでしょう。