

C O N T E N T S

	1	巻頭言
特集	3	JPCA Show 2004 基調講演 デジタル情報家電に向けたシステム LSI 開発と実装設計統合化
	11	JPCA Show 2004 (第 34 回 国際電子回路産業展) 開催報告
連載	18	コラム くもりのち晴れ
Technical information	21	真空エッチング装置 ((有)カレンテック)
	25	高精細・高密度配線板用 1~5 μ m 極薄銅箔 (日本オーリンプラス(株))
	30	光学接続製品の開発 ((株)巴川製紙所)
インフォメーション	32	中小企業大学校(東京校)研修のご案内
	34	ECWC 10
レポート	35	ニュースパッケージ
	38	電子回路基板生産動向
	40	プリント配線板輸出入動向
	42	パテントノート
ネットワーク	44	健康 110 番
	45	IPCAexpo 2004
	46	KPCA Show 2005
カレンダー	47	工業会日誌
	47	会議報告
リクリエーション	50	カレンダーの中の季語
	51	心とからだを元気にする栄養新知識
	51	ことわざ健康事典
	52	ランキングあらかると
	53	ご意見・ご希望送信用紙
	54	編集後記(広告索引)

特集*

JPCA Show 2004 基調講演

デジタル情報家電に向けた
システムLSI開発と実装設計統合化

東京工業大学 理工学研究科電子物理専攻教授

松澤 昭

今日は「デジタル情報家電に向けたシステム LSI 開発と実装設計統合化」ということでお話しをいたしたいと思います。デジタル情報家電の時代認識と、それを支えるシステム LSI の技術的なポイント、それから SoC の開発体系、技術だけでなく、SoC のビジネスをするにはいろんな戦略が必要です。それから LSI 技術の課題について見解を述べたいと思います。

その帰結として 3 次元集積と統合設計に向かうと思っておりますが、SoC、システム LSI というものが盛んになっているのは結構なことですが、今後のことを考えますと、いろんなモジュールの技術、それに必要な統合設計の技術が今後非常に重要になるんじゃないかというお話をしたいと思います。

私は、去年の 4 月から東工大に移りましたが、それまでの 25 年間、松下電器の半導体部門、特にシステム LSI の設計開発部門、それから設計とプロセスとの仲立ちとか、設計用の設計環境の開発と、EDA あるいは CAD に従事してきましたので、その経験に基づいた話とご理解いただきたいと思います。

現在はデジタル情報家電の時代で、カメラ付き携帯、DVD レコーダ、デジタルテレビ、フラットディスプレイなどが大成長し、分野によっては、年何倍と言われるくらい、非常に売れています。

今年はオリンピックイヤーですから、新製品を多数開発してぶつけてくるという特殊事情もあるわけです。これはやはり技術主導、あるいはマーケット主導で開発されて、それがいろんな人に受け入れられたという

結果で、誰かが考えてこれを仕掛けたわけでもなくて、家電製品の必然的な結果です。

25 年間、半導体の開発をやってきましたが、最初の仕事はテレビのデジタル化用の LSI の開発でした。私が入社した昭和 53 年は松下のビデオが 6 時間の長時間録画に成功して、一躍シェア、トップになった年で、アナログのビデオ全盛でしたけれども、研究所に入所したとき「君らは将来の映像のデジタル化をやってくれ」といわれました。そのころは、既にオプティカルディスクの原型もありましたし、非常に幼稚なものでしたけれども、ハイビジョンに近いものもありました。こういうものは一朝一夕に出来たわけじゃなくて、実は 20 年、25 年、あるいは 30 年という開発の歴史があって出来てきて、花が開いたということだと思います。

これらの機器には 1、2 個のシステム LSI が使われています。95 年ぐらいからは PC の時代でしたが、こういうものには汎用のプロセッサは使われていません。専用のシステム LSI によって、パソコンではできないいろんな処理を低消費電力、低コストでできて、デジタル情報家電が成り立っています。

デジタル情報家電の伸びを表したグラフをみると、日本市場では既に出荷台数で DVD レコーダがアナログ VTR を抜いていますし、デジカメは日本国内で銀塩市場を抜くわけです。世界市場で見ても、多分来年か再来年ぐらいには抜くと言われてます。このように、従来のアナログ機器を完全に置き換えました。

マーケットで見ますと、世界のマーケットで 4 億台から 5 億台が携帯電話で、最大マーケットです。それから

デスクトップPC、カラーテレビも約1.5億台で、1億台プレーヤーはこの3つです。部品として、必ずこの中にハードディスクが入りますから、2億台から3億台になって、相当のボリュームゾーンになります。DVDが去年の統計で1億台に迫る勢いになっています。それからカメラも5000万台ぐらいでしたか。デジタル情報家電というものが、もう少し頑張れば1億台プレーヤーに近くなり、相当のボリュームマーケットなわけです。

テレビがフラット化、デジタル化で、今後市場を創出していこうということになります。1億台前置き換えられるかどうか分かりませんが、やはり、そういう狙いがあるわけです。ですからデジタル情報家電も前は、PCに比べてマーケットが小さい感じでしたが、最近は無視できないマーケットになっています。

その影響で、日米の半導体の統計では、2003年、日本マーケットがアメリカマーケットを抜いていますし、世界最高の半導体消費が伸びているということで、日本、アジアに非常に大きなマーケットが生まれているということだと思います。

SoCですけれども、DVDレコーダの2000年モデルと2003年モデルを比べてみると、機能は最近のものがはるかに上ですが、部品点数が減っています。電源関係まで部品点数が減っています。

中身はシステムLSIが1、2個と、メモリとインターフェースの石が少しあるぐらいで、シンプルになります。2000年から2003年になりますと、3チップ必要だったものが1チップになってきているわけで、これが性能向上とコストダウンに寄与しています。

パナソニックのDVDのSoCは、他社よりもLSIの数は少ないです。他社が5チップだったらパナソニックは3チップ、他社が3チップだったら2チップでやるという戦略できています。1チップになった今、今後はなかなか大変です。しかし、SoCというシステムLSIが、コストダウン、あるいは機能向上の役割を果たしたのは間違いないと思います。

アナログベースのテクノロジーからデジタルベースのテクノロジーになったら何が変わるのか。

半導体の投入比率を見ると、デジタル化されて半導体の投入比率は倍になっています。デジタルテレビでは50%ぐらいに上がるわけで、パソコンと変わらなくなった。ですから、工場型のコスト構造から開発型のコスト構造になっているということだと思います。

半導体開発の中にもソフトが入ってます。今はシス

テムの開発に占めるソフトがものすごい。携帯電話ですと、iモード以降、ほとんど製品のデリバリー、納期、あるいはコストもソフト開発の影響を受けています。デジタル化してネットにつなぐ場合、番組検索用のソフト開発にコストがかかります。デジタルテレビもそうです。デジタルテレビといっても、デジタルネットを形成するためのソフトはややこしいですから、相当の開発人員がかかります。

デジタル化すると、半導体の投入比率が増してくると言われていました。半導体なんか別の会社に任せたらいいとも言われましたが、こうなりますとそうはいかないということが分かると思います。LSIを放棄すると取り分がないわけですから、LSI=システムという時代になってきているということもいえると思います。

SoCはビジネス構造を変えるのかなと思っています。従来は半導体テクノロジーオリエントドのメーカーが主体で、CPUメーカー、DRAMメーカー、ASICメーカー、アナログメーカー、それぞれのメーカーがそれぞれのセットにいろんな部品、LSIを供給していました。ところがDVDが1チップになりますと、アプリケーションベースのLSIメーカーが出てくるんじゃないか、あるいは出てきているんじゃないかと思っています。

パナソニックDVDのSoCは50%の世界シェアがあるはずですが、これはわれわれもトップと論議して、1社では開発費の回収ができないから、数社に売っていく多面回収という仕組みをつくるということをやったわけです。

基本的にSoCはASICと違います。SoCはシステムを構成するものですから、システム開発とイコールになるわけです。そのノウハウをコアコンピタンスにして、ほとんどのDVDメーカーにチップを供給していくという戦略です。ですからLSIの世界もアプリケーションオリエントドなメーカーが幾つか出てきて、このメーカーのこのセットに非常に強いということになると思います。

システムLSIはデジタルテレビ等に使われる超高速のメディアプロセッサ系、携帯電話に使われるローパワーの処理系、それからDVDとデジカメ等に使われるアナ・デジ混載系の3つが重要な技術分野です。

メディアプロセッサは、今、1チップで処理できます。昨年には、0.13ミクロンの6層の銅を使ったLSIを初めて出荷しました。これは、3500万のトランジスタが入っ

ていて、内部で一番速いところは400メガで動いています。マイクロプロセッサ、メディアプロセッサの組み合わせでシステムがほとんど構成されていて、あとはメモリがちょっとあればいいという状況になります。

これを開発するとき問題になりましたのが処理量の高さで、だいたい100ギガ演算ぐらい必要なんです。ちょっと古いデータではペンティアムが数ギガオペレーションぐらい、今のペンティアムでも12ギガオペレーションぐらいですから、普通の汎用プロセッサは役不足です。この部分をどうやって埋めるかが問題になりました。

システムの構成は、基本的にはマイコンの構成を踏襲してるわけで、バスがかなり増えています。専用のLSIでやるよりは、ペンティアムが一番速いやつを持ってきた方がいいんじゃないかという話もあるんですけども、処理の内容が異なっているので、そももかいないんです。パソコンで使う場合のバスの活性化率は、ある瞬間だけデータが出てきて、休み期間も結構あるわけです。ところがAVのデータは流れっ放しなので、バスが50%以上占有されているということになると、データ処理がバス律速になってしまうので、パフォーマンスが上がらない。そんなことで、実は専用バスの構造をやりまして、それぞれのデータトランスファーが交通渋滞なく転送できるような構成にして、処理速度が70%ぐらい上がってるわけです。

この技術は並列計算機、スパコンに使われてるバス構造を流用したものです。パソコンはもうちょっと簡単になっています。やはり、AVの処理はパソコン1個でできるような甘いもんじゃないわけです。プロセッサの構造もそうですし、バス構造もそれなりにアプリケーションに特化しています。ですから1チップ、あるいは低消費電力で、マイコン数十個使っても追いつかないような処理ができるわけです。

ローパワー処理でも似たようなもので、携帯電話に画像を入れると、だいたい10ギガオペレーションぐらいの処理が必要です。10ギガオペレーションですと、今のペンティアムが2個ぐらいで、それを90mWで達成しなきゃいけないということになる。こういう専用のLSIを開発して、エンコーダですと90mW、デコーダで11mWを達成しています。これはパソコンでやりますと100W以上食う処理です。

そのためには、演算機を専用で設けて仕事をそっちにさせる。ALUで全部やるマイコンみたいな汎用性

じゃなくて、アプリケーションで最適なハードウェアを設計すると、ソフトウェアでやりますと100のものが、ハードウェアで6しかパワーを食わないローパワーを達成したわけです。

LSIの今後を考える参考になるものが、例えば1演算量当たりの消費電力が少ないかどうかです。これが汎用のプロセッサです。これがDSPです。これが専用のプロセッサです(図1)。これはちょっとよくでき過ぎた例なんですけど、処理量でいいますとこれが1ギガです。これが2.4ギガぐらいの処理量があります。クロックはMPUが450メガ、こちらのLSIが25メガです。その代わりどこに秘密があるかっていうと、こっちは並列度が96取れると。こっちは2しか取れない。その結果、消費電力がこっちは7Wに対して、こっちは、12mWなんです。この指標で見ますと、同じ処理に対して処理効率というのは3桁違う。ですから、いかに専用化された回路というものが汎用に対して消費電力等で優れているかが分かります。

さらに汎用プロセッサとエンベデッド用のプロセッサの処理量を比較すると、例えば700メガオペレーションだと、こっちは1W強、こっちは10数W食うわけです。ですから同じ処理能力でも、情報家電用のプロセッサというのは汎用プロセッサに比べて1桁消費電力が下がってるんです。こういうことが実は情報家電の実現に大きく貢献してるわけです。

そういうことでデジタル情報家電は、今後どうなるかっていうことなんですけれども、多分デジカメ、デジタルテレビ、DVD、携帯電話などは、LSIの品種数は絞られるはずなんです。開発コストとTATを短くしなきゃいけないという理由から、品種は統一されるでしょう。処理の共通化が行われますから、せいぜい分野ごとのSoCで品種数が減って、あとメディアプロ

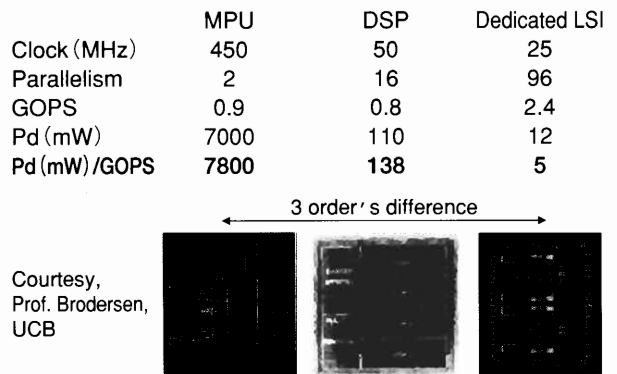


図1 LSIの構成と処理能力・消費電力

セッサーという形である程度統一されます。今から増えてくるのはネットに接続するためのいろんなプロトコルのやり取りですとか、通信にかかわる、あるいは番組検索にかかわるソフトウェアが増えますから、より汎用的なものや専用のものをうまくミックスした構成になるだろうと思います。

ソフトウェア処理がかなり促進されているいろんな用途に対応できる。それから、出荷後の仕様変更が可能である構成になるでしょうから、Flashメモリはますます伸びていくわけです。プログラムのサイズも増えますし、ダウンロードしなきゃいけない。それからデジカメですとピクセル数が上がりますから、どうしてもFlashのメモリは爆発的に増える。ですから多分メモリ系のモジュールの技術とかは、数年にわたってものすごい伸びを示すと思います。SIPで多様なメモリーサイズと高速化に適応するようになるだろうと思います。

次はアナログ・デジタルの混載の話です。システムを集積しようとする、必ずアナログの部分が出てきます。そこまで今、集積してるわけです。ただ、それはそんなに簡単ではありません。一例としては、DVDレコーダに使われてる信号処理系をみると、アナログとデジタルを混載型にすることによって処理をしています。

DVDレコーダというのは多値のデジタル記録で、アナログ記録ではありません。それをそのまま受けると、実は1、0判定が非常に困難になるぐらい、波形は乱れてるんです。これは何せディスクですし、回転してますからいろんな影響があって、データもタイミングが少しずれてますし、高密度になりますとピット間の干渉等もあります。

こんなもので記録されたものを再生しますと、ほとんどエラーだらけということになりまして、場合によっては画像が乱れて、最悪の場合DVDからの再生がストップします。それじゃいけないってことで、アナログとデジタルと信号処理を使って処理すると、きれいな波形になって、DVDが安定に動くわけです。

この技術は実はパナソニックが世界で最初に導入したんですけれども、おかげさまで非常に評判がいい。こういう技術はほかにもデジタルテレビ、ADSL、イーサネットに使われてまして、記録という意味でも、ハードディスクも同じような考え方で使われています。アナログ・デジタルという意味では、デジカメとかディスプレイの入出力もアナログ・デジタルになってますから、非常に汎用的に重要になってます。

0.13um, Cu 6Layer, 24MTr
Okamoto, et al., ISSCC 2003

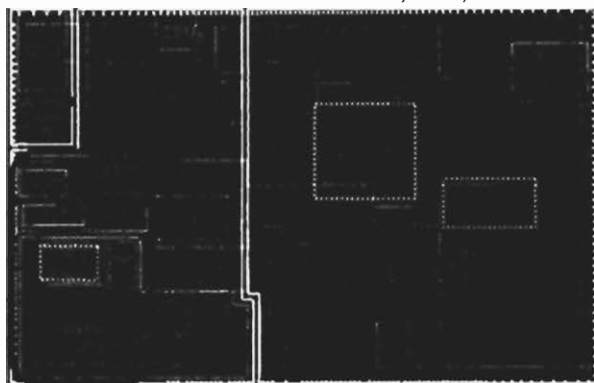


図2 アナ・デジ混載完全ワンチップDVD用SoC

これは私の松下時代最後の仕事の1つなんですけれども、DVDのシステムを完全に1チップにした世界最初のチップです(図2)。フロントエンド、バックエンドの処理と、さらにはかなりややこしいアナログを全部入れてます。これを当時のテクノロジーエッジっていいですか、0.13ミクロンのCuプロセスで全部集積して、ほぼ一発で動かしています。かなりややこしいチップですが、そのために設計環境ですとか設計の仕組みを、かなり改良しました。

今はデジタルネットの時代ということで、こういうネットワークには、ほとんどアナログ・デジタルの技術が使われます。CMOSで開発したアナ・デジ混載LSIの一例では、例えば5ギガのLAN、ADSL、シリアル的高速伝送チップ、それから高周波のCMOS回路とかカメラ用のフロントエンド処理回路は、すべてアナログ・デジタル混載型の信号処理技術、あるいは混載のSoC技術を使って実現しております。ですからアナログを搭載するLSIというのは決して特殊なものではなくて、非常に一般的になってきています。

アナログ搭載しようとする、幾つか問題があって、いいところと悪いところがあります。最近、CMOSではカットオフ周波数として、高周波化の目安が0.13μm技術で100ギガヘルツになっています。100ギガを超えますと、10ギガぐらいのキャリア周波数ですとCMOSで回路が構成できます。ですから今、CMOSで5ギガヘルツのワイアレスネットワークなどはすでに実用化されています。

悪い話は、微細化が進みますと電源電圧が低下するので、信号振幅を下げなくてはいけない。ノイズとかばらつきは微細化してもほとんど一定ですから、シグナルとノイズの比率がだんだん悪くなっていくので、

微細化するとき、高精度のアナログをどう入れるかが非常に大きな問題になります。

もう1つは、バイポーラからCMOSに変わるという流れがあるわけですが、これはただ単にバイポーラ回路をCMOSにやればいいというものじゃなくて、このCMOSの技術、同じ信号処理でもアナログの信号処理とデジタルの信号処理があるので、デジタル技術、アナログ技術をどう使うか。それからアナログ技術でも、時間連続型の処理でいくのか時間離散型でいくのか、いろいろなバラエティがあります。

それでCMOSにするということは、こういういろいろな技術をどう最適化したら、性能、コスト、納期がうまくいくかが、今非常に大きな課題になってます。ですからそこをうまくやれば成功するでしょうし、間違うとかなり性能、あるいは納期、コストに差が出てしまうという状況があります。

それからアナログの困難な点は、やはり精度が要るということになりますと面積が大きくなるんです。それから低電圧化が困難になりますと微細トランジスタが使いにくいので、いずれにしても面積縮小が困難になる。ですからアナログを、そういう面積縮小を図らずにデザインルールだけ短くしますと、相対的にコストが上がるわけです。これをどうするかが今、アナログで非常に問題になってまして、この解決策としては、基本的には微細素子を用いる。そうして、精度劣化する部分はデジタルの補正技術などで補うというやり方の方向になっています。そういう技術を使って、従来に対して面積が50分の1、消費電力が20分の1になったアナログ回路の技術がありまして、どっちかという思い切って微細化を使って、その欠点はデジタル技術で補うという方向になってます。

今までは技術の話でしたが、SoCを成功させるためには技術だけでなく、やっぱりマネジメントなり戦略が非常に重要になります。

情報家電になりますと3カ月ごとに新製品を出すために、短期間で確実な開発が求められます。それで、例えば先ほどの例ですとDVDにアナログ入れると、2、3回、回路修正しないとまともに動かないというのが現実です。

ですが、アナログ製品の場合は少し寿命が長いことから許されても、SoCに載けるということでは決して許されるものじゃないんです。アナログを載付けたから失敗しましたじゃ許されない。例えばの話、DVDのビジネスは大量生産のビジネスになってますから、

アナログ入れたから失敗しましたでは済まされないわけです。

ですからここはよほど慎重に考えなきゃいけないということで、アナログを入れてもちゃんとできるように、システム設計から回路設計、レイアウト設計、そういうもののパラメーターをちゃんと出して設計フローをつくり、設計品質を上げました。

ADSLのアナログチップをやったときにこの手法を徹底的に使って、これも一発で動かしました。アナログとデジタルが含まれてますから、従来はシミュレーションが大変なんですけど、今は両方できる言語がありますから、それを使いまして回路を完全に記述します。こういうブロックをさらに細かくプログラミング言語で書いてます。

アナログの設計といいますと、いきなり回路設計にいく例が多いんですけど、それはだめです。いろんなケーブルを取って、信号がどうなるかを見た伝送モデルを作り、バーチャルなLSIのレベルで、システムとして成立するかどうか、徹底的に検証します。検証してこれがOKとなって初めて、実際の回路設計に入っていくということをやるわけです。

そこまでやりますと、さすがにそんなに大きな間違いなく開発ができます。ですからやっぱり安定な開発、あるいは本当にTATの短い開発をしようとする、単なる従来のものづくりのセンスだけでなく、EDAの活用とかが非常に重要になると思います。

デジタルの場合もEDAの活用は相当重要です。従来のソフトウェアで検証するのはほとんど時間的に不可能ですので、その場合はFPGAのお化けみたいなエミュレーターを実際に作り、実際のLSIに近い速度、状況でこのシステムを徹底的に検証します。ここでOKが出たものを実際のLSI設計にシームレスにつないでいくわけです。経験上、だいたいバグの課題の半分ぐらいはシステム検証の不備からきてますので、ここのレベルが非常に重要です。

今はデバイスプロセスが非常に複雑になっています。トランジスタ、配線、いろいろありますが、トレードオフがありまして、これをターゲットに合わせて最適化していきます。つまり設計とデバイスの一体開発が重要になっています。従来は設計のデザインハウスとシリコンファブ、そしてファウンドリが分かれていました。これが0.18 μm 技術までOKだったんですけども、0.13 μm 技術になりますと設計とファブをかなり

一緒にやらないと歩留まりも上がりません。こういうすり合わせ方の開発への転換が非常に顕著になってきてます。

さらに開発スタイルとして、プロセス開発からSoC設計、マस्पロまで、この間だいたい1年半から2年ぐらかかる(図3)。従来はこのプロセス開発は、適当なロードマップに基づいて、次は0.18 μmだからこんなもんだろうとやりますよね。それでは、SoCの設計段階になってプロセスが問題を起し、当然マस्पロが遅れます。こういうやり方をしてはいけません。

さらに各設計フェーズで、ここで全部、3要素っていいですか、やろうとしますんで、どうしてもこの完成度を高めてからこっちへ渡すわけです。実はこっちの連中は完成度高めたと思っても、実はそれは勘を外してるという場合もあるわけです。開発をする場合にこれを短くするという事は絶対必要ですから、やったのは後戻りさせないってことで、ターゲットドリブン、例えばDVD用だったらDVD用、携帯電話でしたら携帯電話用というターゲットを設定して、それ用のプロセス開発をやる。

プロセス開発の次はセル開発になるわけですけど、この間をオーバーラップさせます。ここで協調しなさいということと、実質的に境界領域の課題に責任を持つマネージャーをつくるわけです。マネージャーがこの解決をするという責任体制を明確にしていきます。こういうことがある程度やれるようになって、SoCのビジネスがだいぶ回転し始めました。

SoCは複雑で、設計だけじゃなくてファブもあればプロセスデバイス、セル、それからシステム、EDA、テスト、パッケージってあるわけです。ここ、全部話が通さないと開発はうまくいきません。それで松下の場合はその課題を明確にしました。それから、周りも

含めて解決策を提示する。例えばデバイスが、リーク電流が大きい場合、プロセスで解決するにはどうするのか、回路で解決するにはどうするのか、システムでどうするのか、それをサポートするEDAをどうするのか、そういうものをかなり前の段階から論議して手当てをしていくということが重要なわけです。

そのために1つのツールとして、技術ロードマップをアプリケーションごとに作るわけです。DVD用のロードマップ。システムがどうなって、そのために設計がどうなって、プロセスがどうなって、パッケージがどうなる。そういうのを、なかなか精度を上げるのが大変なんですけれども、やっぱりそれが1つのツールっていいですか、論議のたたき台になるわけです。そこが非常に重要なところじゃないかなと思います。

デジタル情報家電向けのSoCは、システムから工場までの最適化が必要です。私の場合も設計オリエンテッドな人間なんですけど、実は工場の管理レベルまでかなり論議して修正をかけたり、そういうこともしたわけです。

システムLSIの必要要件は、システムに必要なすべての機能を集積するという事で、デジタル、メモリ、アナログ、あるいはネットワークというものを集積させていく。それから大事なのはソフトウェアを完備するという事です。ソフトなしには今、システムLSIは動きません。それからモジュールの技術を併せて提供する。LSIという単体じゃなくて、例えばカメラだったらカメラという機能が必要なわけですから、それを実現するのはモジュールの技術までいかないと完成しない。モジュールになって初めて、携帯に入れることができるわけです。そこまで、一種のソリューションっていいですか、そういうものができるとかどうか、それが非常に重要なことだと思います。

高性能、短TAT、低コスト、安定供給という意味では、システムノウハウの集積です。パナソニックのSoCが強い理由は、1つはそういうところがあると言われてます。それから全体最適ということで、設計からデバイスまで、コンカレントにやっていく。それから統合設計をしていく。これは性能向上と期間短縮に絶対に必要です。それからモジュール等でSIPなどを含む最適な集積技術を持ってるかということで、単なるSoCだけだったらやっぱりまだ不十分なわけです。

開発のプラットフォームは、こういうふうに従来の半導体だけでなくITといわれるもの、それからソフトウェアのプラットフォームが必要です。ソフトウ

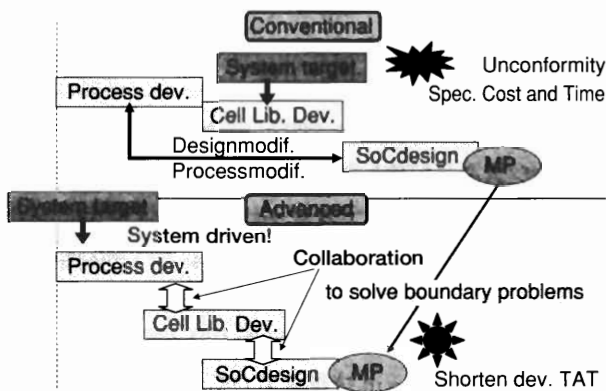


図3 システムに最適化されたSoC開発

エアのプラットフォームというのは、実はデジタルテレビのSoCを出そうとしますとユーザがソフトウェア開発をできなさいけませんから、デザインキットまで作って開発支援環境まで提供するというソリューション型のビジネスになってます。今後は半導体部門が単なる回路設計、レイアウトだけじゃなくて、システム提案までできていくというふうになりつつあると思っています。

今、微細化が進行して、0.13 μm のトランジスタでゲート酸化膜の分子数が7層しかないんです(図4)。配線ですと銅になっている。いろんな限界に直面してます。高速動作という意味では、配線の遅延時間が、テクノロジーが進んでも、高速動作になるめどは付いてません。今後多分クロック周波数による増加は飽和の傾向が出てきてるんです。それで高速性能という面ではロジックの高速化があんまり進まないと思います。

今後、そういうのを踏まえてデジタル情報家電というのはいろんな形態、機能が携帯電話に集積される。さらに今後は、無線規格だけで11のワイアレス規格のチップの集積が必要だと言われています。そのためにCMOSのSoCも開発されてますけれども、不十分です。統一的なアーキテクチャが必要でして、RFになりますとこのようなMEMS等のスイッチを使った再構成、回路を変えられるRFサーキットというものが、多分、今後開発されると思います。

それで携帯電話の中に、カメラだけじゃなくて、テレビの機能からいろんな記録の機能まで全部入ってくるので、今後は例えば不揮発性メモリーも1年で2倍の大容量が必要とされています。ですから、今、平面集積から立体集積への進展が必要で、集積度は今までは面積分の素子数で表してたものが、多分体積分の素子数ぐらいになってくるんじゃないかなあと考えてます。3次元の集積がやっぱりムーアの法則を打破する大きなひとつじゃないかなと思います。

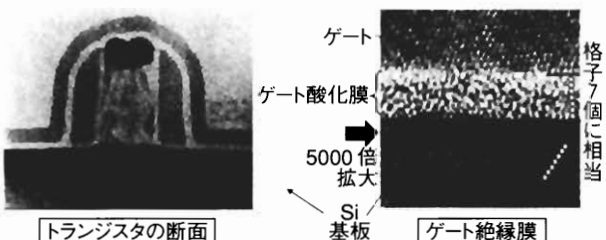


図4 現在のSoC用トランジスタ(0.13 μm)

ご承知のようにいろんな3次元集積の提案がなされてます。パッケージレベルでやるもの、ウエファーレベルでやるもの、それぞれいろんな技術が開発される。

立体への集積ということで、集積度が高まればさまざまな観点での設計技術が必要になります。熱ですとか、応力ですとか、信頼性、電気含めていろんな統合的な考え方が必要です。カメラのモジュールをやっている連中に聞きますと、何がしんどいかっていうと、せいぜい7mmとかいうモジュールに1W以上の消費電力が生じてしまう。電池が持つ持たないじゃなくて、絶対的な温度、熱が非常に重要になっているということで、そういうものを含めて統合的な設計が必要です。

携帯電話ですと、やっぱり電磁輻射の問題がありますから、そういうものをどういふふうに解決していくのか。SoCのところ統合設計でうまくいったという話をしましたが、多分実装を含めてそういうことが必要になると思います。

実装との統合設計という意味では、SoCだけでなく実装技術のパッケージ基板、筐体、それぞれLSIと同じような設計環境にしてシームレスにつないで、結局最終的には、最終のモジュールでコスト、納期、あるいは機能がどうなるかが重要ですから、多分今後、集積度が上がりますとやり直しが利きません。SoCの場合も非常にそのプレッシャーがありました。ですから多分モジュールの技術もそうになっていくんじゃないかなと思います。

デジタル情報家電は、今後数年にわたって成長すると思いますし、SoCも成長するでしょう。そして、それが携帯等に集約されていきます。そういうモジュール、3次元的な実装技術というのは重要になりまして、そうなりますとそれを一発でうまく作っていくために、設計技術も併せた構築が必要だと思います。

プリント回路は、広くとらえますといろんな部品、LSI含めてのシステムの実装だと思います。プリントというものが単なるLSIなりパッシブ部品を載けているというものじゃなくて、プリント回路が1つの機能を果たして、システムを構成していくという時代になるんじゃないかなと思います。ですから、コストの問題とかいろいろあるんですけども、高周波なんかもちょうど作ろうとしますと、例えばエンベデッドパッシブの技術とか、高密度の集積技術が必要ですから、電子システムを作るということで非常に期待がかかるんじゃないかなと思います。



SoCは、既に平面的な実装は限界にきています。これからもう一度、3次元にシリコンを積むのはなかなか簡単にいかないと。そこは今のプリント回路実装のいろんな考え方、アイデアを入れて3次元的な集積、あるいは高周波的な集積というようなところまで来るんだと思います。

熱の問題になりますと、プリント配線板の中にそういうヒートパイプっていうか、熱の放散経路を形成す

るとかまで、インテルもやってるみたいですけども、非常にマイクロなシステムの集積技術になるんじゃないかなあと思います。

日本はこの分野で非常に先進的に進んでいますから、今までのLSIの経験を、いい面、悪い面含めて生かしていただいて、日本が強いプリント回路実装の技術をつくっていただきたいと思います。

スペシャリティ・ケミカルズ企業の道を歩む

「独自技術の互応」

写真現像型液状パターンレジスト
EKIRESIN PER シリーズ

紫外線硬化型エッチングレジスト
PLAS FINE PER シリーズ

写真現像型液状ソルダーレジスト
EKIRESIN PSR シリーズ

紫外線硬化型ソルダーレジスト
PLAS FINE PSR シリーズ

互応化学工業株式会社

本 社 〒611-0043 京都府宇治市伊勢田町井尻58
TEL (0774) 46-7777 (代) FAX (0774) 43-3552

東京出張所 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町1丁目18-2 須田町パークビル5F
TEL (03) 5256-1133 (代) FAX (03) 5256-1135

ていて、内部で一番速いところは400メガで動いています。マイクロプロセッサ、メディアプロセッサの組み合わせでシステムがほとんど構成されていて、あとはメモリがちょっとあればいいという状況になります。

これを開発するときに問題になりましたのが処理量の高さで、だいたい100ギガ演算ぐらい必要なんです。ちょっと古いデータではペンティアムが数ギガオペレーションぐらい、今のペンティアムでも12ギガオペレーションぐらいですから、普通の汎用プロセッサは役不足です。この部分をどうやって埋めるかが問題になりました。

システムの構成は、基本的にはマイコンの構成を踏襲してるわけで、バスがかなり増えています。専用のLSIでやるよりは、ペンティアムが一番速いやつを持ってきた方がいいんじゃないかという話もあるんですけども、処理の内容が異なっているんで、そうもいえないんです。パソコンで使う場合のバスの活性化率は、ある瞬間だけデータが出てきて、休む期間も結構あるわけです。ところがAVのデータは流れっ放しなので、バスが50%以上占有されているということになると、データ処理がバス律速になってしまうので、パフォーマンスが上がらない。そんなことで、実は専用バスの構造をやりまして、それぞれのデータトランスファーが交通渋滞なく転送できるような構成にして、処理速度が70%ぐらい上がってるわけです。

この技術は並列計算機、スパコンに使われてるバス構造を流用したものです。パソコンはもうちょっと簡単になっています。やはり、AVの処理はパソコン1個でできるような甘いもんじゃないわけです。プロセッサの構造もそうですし、バス構造もそれなりにアプリケーションに特化しています。ですから1チップ、あるいは低消費電力で、マイコン数十個使っても追いつかないような処理ができるわけです。

ローパワー処理でも似たようなもので、携帯電話に画像を入れると、だいたい10ギガオペレーションぐらいの処理が必要です。10ギガオペレーションですと、今のペンティアムが2個ぐらいで、それを90mWで達成しなきゃいけないということになる。こういう専用のLSIを開発して、エンコーダですと90mW、デコーダで11mWを達成しています。これはパソコンでやりますと100W以上食う処理です。

そのためには、演算機を専用で設けて仕事をそっちにさせる。ALUで全部やるマイコンみたいな汎用性

じゃなくて、アプリケーションで最適なハードウェアを設計すると、ソフトウェアでやりますと100のものが、ハードウェアで6しかパワーを食わないローパワーを達成したわけです。

LSIの今後を考える参考になるものが、例えば1演算量当たりの消費電力が少ないかどうかです。これが汎用のプロセッサです。これがDSPです。これが専用のプロセッサです(図1)。これはちょっとよくでき過ぎた例なんですけど、処理量でいいますとこれが1ギガです。これが24ギガぐらいの処理量があります。クロックはMPUが450メガ、こちらのLSIが25メガです。その代わりどこに秘密があるかっていうと、こっちは並列度が96取れると。こっちは2しか取れない。その結果、消費電力がこっちは7Wに対して、こっちは、12mWなんです。この指標で見ますと、同じ処理に対して処理効率というのは3桁違う。ですから、いかに専用化された回路というものが汎用に対して消費電力等で優れているかが分かると思います。

さらに汎用プロセッサとエンベデッド用のプロセッサの処理量を比較すると、例えば700メガオペレーションだと、こっちは1W強、こっちは10数W食うわけです。ですから同じ処理能力でも、情報家電用のプロセッサというのは汎用プロセッサに比べて1桁消費電力が下がってるんです。こういうことが実は情報家電の実現に大きく貢献してるわけです。

そういうことでデジタル情報家電は、今後どうなるかっていうことなんですけれども、多分デジカメ、デジタルテレビ、DVD、携帯電話などは、LSIの品種数は絞られるはずなんです。開発コストとTATを短くしなきゃいけないという理由から、品種は統一されるでしょう。処理の共通化が行われますから、せいぜい分野ごとのSoCで品種数が減って、あとメディアプロ

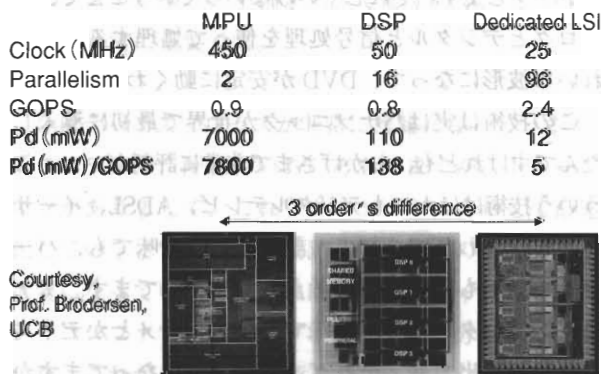


図1 LSIの構成と処理能力・消費電力

セッサーという形である程度統一されます。今から増えてくるのはネットに接続するためのいろんなプロトコルのやり取りですとか、通信にかかわる、あるいは番組検索にかかわるソフトウェアが増えますから、より汎用的なものや専用のものをうまくミックスした構成になるだろうと思います。

ソフトウェア処理がかなり促進されているような用途に対応できる。それから、出荷後の仕様変更が可能である構成になるでしょうから、Flashメモリはますます伸びていくわけです。プログラムのサイズも増えますし、ダウンロードしなきゃいけない。それからデジカメですとピクセル数が上がりますから、どうしてもFlashのメモリは爆発的に増える。ですから多分メモリ系のモジュールの技術とかは、数年にわたってものすごい伸びを示すと思います。SIPで多様なメモリーサイズと高速化に適応するようになるだろうとに思います。

次はアナログ・デジタルの混載の話です。システムを集積しようとする、必ずアナログの部分が出てきます。そこまで今、集積してるわけです。ただ、それはそんなに簡単ではありません。一例としては、DVDレコーダに使われてる信号処理系をみると、アナログとデジタルを混載型にすることによって処理をしています。

DVDレコーダというのは多値のデジタル記録で、アナログ記録ではありません。それをそのまま受けると、実は1、0判定が非常に困難になるぐらい、波形は乱れてるんです。これは何せディスクですし、回転してますからいろんな影響があって、データもタイミングが少しずれてますし、高密度になりますとビット間の干渉等もあります。

こんなもので記録されたものを再生しますと、ほとんどエラーだらけということになりまして、場合によっては画像が乱れて、最悪の場合DVDからの再生がストップします。それじゃいけないってことで、アナログとデジタルと信号処理を使って処理すると、きれいな波形になって、DVDが安定に動くわけです。

この技術は実はパナソニックが世界で最初に導入したんですけども、おかげさまで非常に評判がいい。こういう技術はほかにもデジタルテレビ、ADSL、イーサネットに使われてまして、記録という意味でも、ハードディスクも同じような考え方で使われてます。アナログ・デジタルという意味では、デジカメとかディスプレイの入出力もアナログ・デジタルになってますから、非常に汎用的に重要になってます。

0.13um, Cu 6Layer, 24MTr
Okamoto, et al., ISSCC 2003

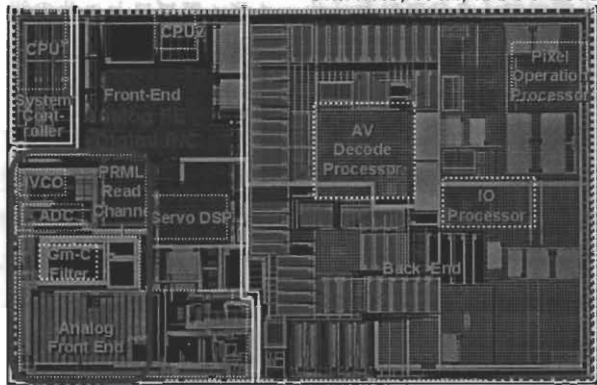


図2 アナ・デジ混載完全ワンチップDVD用SoC

これは私の松下時代最後の仕事の1つなんですけれども、DVDのシステムを完全に1チップにした世界最初のチップです(図2)。フロントエンド、バックエンドの処理と、さらになんかやこしいアナログを全部入れてます。これを当時のテクノロジーエッジっていいですか、0.13ミクロンのCuプロセスで全部集積して、ほぼ一発で動かしています。かなりやこしいチップですが、そのために設計環境ですとか設計の仕組みを、かなり改良しました。

今はデジタルネットの時代ということで、こういうネットワークには、ほとんどアナログ・デジタルの技術が使われます。CMOSで開発したアナ・デジ混載LSIの一例では、例えば5ギガのLAN、ADSL、シリアル的高速伝送チップ、それから高周波のCMOS回路とかカメラ用のフロントエンド処理回路は、すべてアナログ・デジタル混載型の信号処理技術、あるいは混載のSoC技術を使って実現しております。ですからアナログを搭載するLSIというのは決して特殊なものではなくて、非常に一般的になってきています。

アナログ搭載しようとする、幾つか問題があって、いいところと悪いところがあります。最近、CMOSではカットオフ周波数として、高周波化の目安が0.13μm技術で100ギガヘルツになっています。100ギガを超えますと、10ギガぐらいのキャリア周波数ですとCMOSで回路が構成できます。ですから今、CMOSで5ギガヘルツのワイアレスネットワークなどはすでに実用化されています。

悪い話は、微細化が進みますと電源電圧が低下するので、信号振幅を下げなくては行けない。ノイズとかばらつきは微細化してもほとんど一定ですから、シグナルとノイズの比率がだんだん悪くなっていくので、

エアのプラットフォームというのは、実はデジタルテレビのSoCを出そうとしますとユーザがソフトウェア開発をできなさいけませんから、デザインキットまで作って開発支援環境まで提供するというソリューション型のビジネスになってます。今後は半導体部門が単なる回路設計、レイアウトだけじゃなくて、システム提案までできていくというふうになりつつあると思っています。

今、微細化が進行して、0.13 μm のトランジスタでゲート酸化膜の分子数が7層しかないんです(図4)。配線ですと銅になっている。いろんな限界に直面しています。高速動作という意味では、配線の遅延時間が、テクノロジーが進んでも、高速動作になるめどは付いてません。今後多分クロック周波数による増加は飽和の傾向が出てきてるんです。それで高速性能という面ではロジックの高速化があんまり進まないと思います。

今後、そういうのを踏まえてデジタル情報家電というのはいろんな形態、機能が携帯電話に集積される。さらに今後は、無線規格だけで11のワイアレス規格のチップの集積が必要だと言われています。そのためにCMOSのSoCも開発されてますけれども、不十分です。統一的なアーキテクチャが必要でして、RFになりますとこのようなMEMS等のスイッチを使った再構成、回路を変えられるRFサーキットというものが、多分、今後開発されると思います。

それで携帯電話の中に、カメラだけじゃなくて、テレビの機能からいろんな記録の機能まで全部入ってくるので、今後は例えば不揮発性メモリーも1年で2倍の大容量が必要とされています。ですから、今、平面集積から立体集積への進展が必要で、集積度は今までは面積分の素子数で表したものが、多分体積分の素子数ぐらいになってくるんじゃないかなあと思っています。3次元の集積がやっぱりムーアの法則を打破する大きなひとつじゃないかなあと思っています。

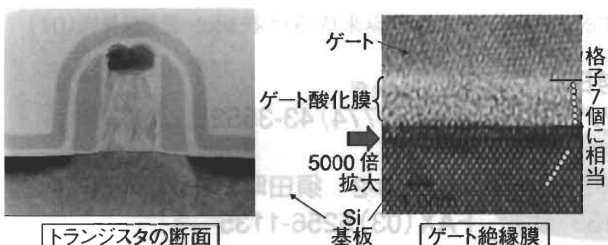


図4 現在のSoC用トランジスタ(0.13 μm)

ご承知のようにいろんな3次元集積の提案がなされてます。パッケージレベルでやるもの、ウエファーレベルでやるもの、それぞれいろんな技術が開発される。立体への集積ということで、集積度が高まればさまざまな観点での設計技術が必要になります。熱ですとか、応力ですとか、信頼性、電気含めていろんな統合的な考え方が必要です。カメラのモジュールをやっている連中に聞きますと、何がしんどいかっていうと、せいぜい7mmとかいうモジュールに1W以上の消費電力が生じてしまう。電池が持つ持たないじゃなくて、絶対的な温度、熱が非常に重要になっているということで、そういうものを含めて統合的な設計が必要です。

携帯電話ですと、やっぱり電磁輻射の問題がありますから、そういうものをどういうふうに解決していくのか。SoCのところ統合設計でうまくいったという話をしましたが、多分実装を含めてそういうことが必要になると思います。

実装との統合設計という意味では、SoCだけでなく実装技術のパッケージ基板、筐体、それぞれLSIと同じような設計環境にしてシームレスにつないで、結局最終的には、最終のモジュールでコスト、納期、あるいは機能がどうなるかが重要ですから、多分今後、集積度が上がりますとやり直しが利きません。SoCの場合も非常にそのプレッシャーがありました。ですから多分モジュールの技術もそうになっていくんじゃないかなと思います。

デジタル情報家電は、今後数年にわたって成長すると思いますし、SoCも成長するでしょう。そして、それが携帯等に集約されていきます。そういうモジュール、3次元的な実装技術というのは重要になりまして、そうなりますとそれを一発でうまく作っていくために、設計技術も併せた構築が必要だと思います。

プリント回路は、広くとらえますといろんな部品、LSI含めてのシステムの実装だと思います。プリントというものが単なるLSIなりパッシブ部品を載っけているというものじゃなくて、プリント回路が1つの機能を果たして、システムを構成していく時代になるんじゃないかなあと思っています。ですから、コストの問題とかいろいろあるんですけども、高周波なんかもちゃんと作ろうとしますと、例えばエンベデッドパッシブの技術とか、高密度の集積技術が必要ですから、電子システムを作るということで非常に期待がかかるんじゃないかなあと思っています。