

プリシミュレーションを活用した今後の電気設計について

— 設計上流でのノイズ対策 —

富士通株式会社 村田 秀人

1. はじめに——技術動向と設計状況

近年、パソコン、デジタルテレビ、デジカメなどをはじめとして、情報・通信機器を中心に設計のデジタル化、高速化が顕著である。図1はパソコンのプリント板の信号伝送速度の推移を表したものであり、パソコンのメモリバスや通信規格は1GHzに達するものも現れつつある。また、利用されるデバイスの低電圧駆動化やプリント板の高密度化も進んでいる。こうした高速デジタル回路を有する製品の設計が増える一方で、従来どおりのアナログ設計や低速な製品は製造に引き続き、その設計までも東南アジアや中国に移転されつつあり、国内での設計は減少傾向にある。そのため国内では高速デジタル回路の設計比率が増大しつつある。

高速デジタル回路の設計では、これまでは注意を払わずに済んだ電気ノイズの対策が必要となるケー

スが多い。これは信号の高速化や駆動電圧の低下、パターンの高密度によって、信号の反射による波形の乱れやクロストークノイズの問題が顕在化するためである。このため従来に比べてマージンの確保が難しく、回路が論理的に正しいだけでは、必ずしも動作保証のできるプリント板ができるとはかぎらなくなってきた。この結果、試作後の再設計や対策検討のために設計期間が長期化する傾向にある。

そこでノイズ対策に精通した技術者が求められるようになってきた。ところがこのようなスキルを持つ設計者は少ないのが現状である。また、ノイズ対策が過去の経験に頼った試行錯誤になっていることも多いが、高速な信号に関しては過去のノウハウが生かせない場合がある。このためノイズ対策による設計の長期化防止と、ノイズ対策のできる技術者の育成が必要となっている。

2. 従来の問題点とSignalAdviserの開発背景

高速デジタル設計においては、試作・評価の繰り返しによる従来型の設計手法(図2(a))では、設計手戻りや評価工数の増大により設計の長期化が避けられない。そこで、試作前に問題点を発見するためにパターンデータを利用して解析を行う方法がとられるようになってきた(図2(b))。これは試作前に問題点を見つけ試作回数を減らすためと、高速な信号では測定機器自身が持つ電気的特性のため実測では実際の信号波形を正確に観測することができな

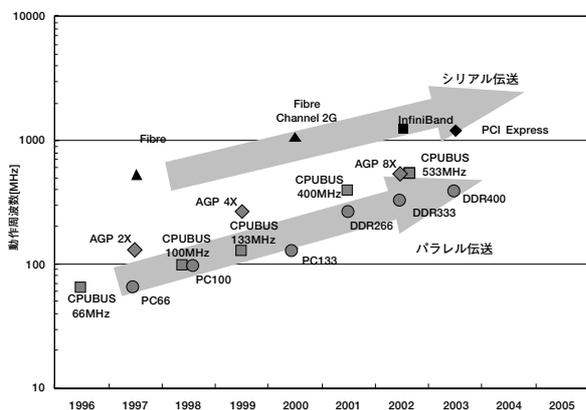


図1 信号伝送規格の推移

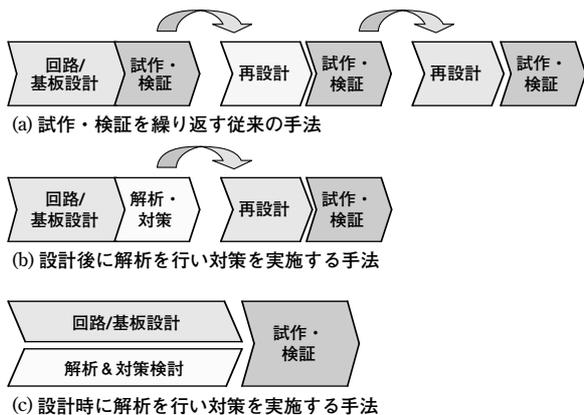


図2 設計手法

くなるためである。

しかしパターン設計後に初めて解析を行い、この時点で問題が発見されるとパターン変更や部品の変更・追加が難しい場合が多く、修正に多大な時間を要する危険がある。そこでパターンを引く際の配線規約やノイズ対策を考慮した適切な部品の利用を、パターン設計開始前、回路設計段階で決定しておくことがよりよい設計手法として考えられる(図2(c))。

ところが従来の設計では高速デジタル設計が少なく、ノイズの問題に直面することがほとんどなかったため、高速伝送におけるノイズ対策を行える回路設計者が少ないのが現実である。一部の専門家に頼るか、試行錯誤を繰り返してノウハウを蓄積していく方法もあるが、高速な設計が増え、周波数が急激に高くなる近年の技術動向のもとではこうした方法には限界がある。

そこで富士通では、回路設計段階およびパターン配線前段階で、ノイズに関して専門家でなくても対策設計ができるようにナビゲートし、設計者育成にも有効なシステムとして、SignalAdviserを開発した。

3. SignalAdviserの特長

SignalAdviserは、その名が示すように解析結果に対して具体的な対策方法をアドバイスとしてシステムが提示する。アドバイスエンジンは富士通がこれ

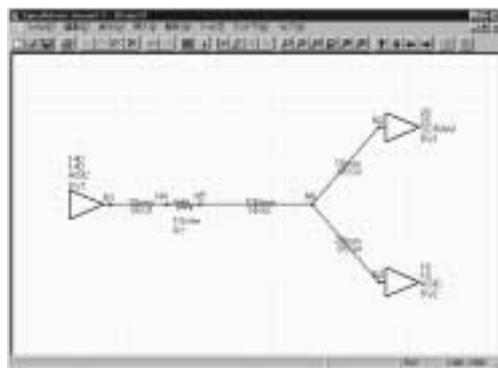


図3 クロックラインのトポロジ

まで培った対策ノウハウをベースとしている。利用者は、解析したい伝送路のトポロジをネットリストまたは雛型から作り、配線規約の検討や選択した部品の特性で信号伝達上問題がないかの検証を行う。

図3はクロックラインのトポロジ(1対2伝送)である。対策部品としてダンピング抵抗をドライバから10mmの位置に挿入し、分岐長は基板作成時の余裕を考えて、完全等長ではなく10mmと20mmとしてある。

このトポロジに対して、レシーバ端を観測ポイントとして解析した結果を図4に示す。レシーバ端で波形にオーバーシュートがみられる。解析結果に対しては、システムが問題箇所のチェックを行うので確認ミスを防ぐことができる。図4左下のように問題を解消するためのアドバイスが提示され、ここでは抵抗値の変更などが有効であるとわかる。アドバイスは具体的な形で提示され、図4では抵抗を41Ω~64Ωの範囲で選択すればいいことがわかる。

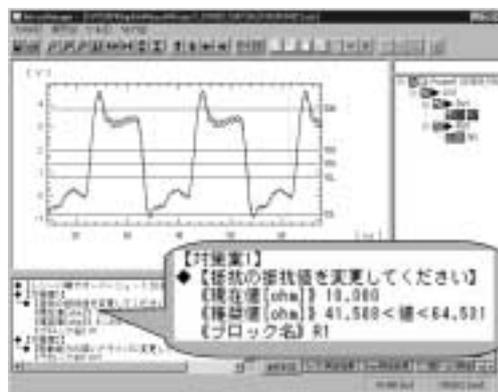


図4 解析結果

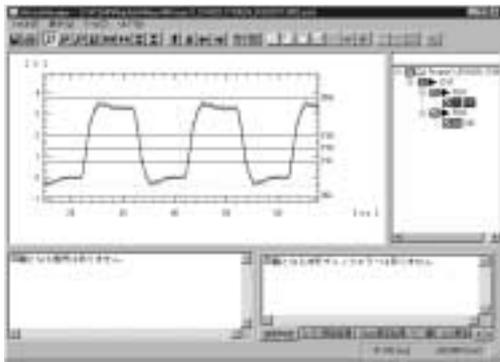


図5 対策後の解析結果

図5は、アドバイスにしたがって抵抗値を47Ωに変更したときの結果である。適切な抵抗によりインピーダンスの整合がとれ、反射が抑えられているのが確認できる。

SignalAdviserでは、アドバイスによる対策設計だけでなく、パターン長さや部品定数をスイープさせて信号波形に対する影響をみたり、特性のばらつきを設定して量産品における品質のばらつきを考慮したマージン確保を検討したりすることも可能である。図6に対策用のダンピング抵抗を10Ω～50Ωまで10Ω刻みに変化させたときのレシーバ端での波形の様子を示した。抵抗値の変化が信号に与える影響をみることができ、抵抗値の検討を行える。

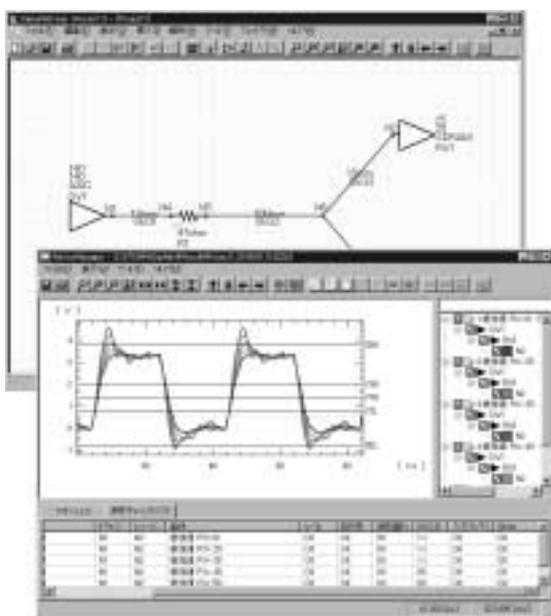


図6 抵抗値のスイープ解析

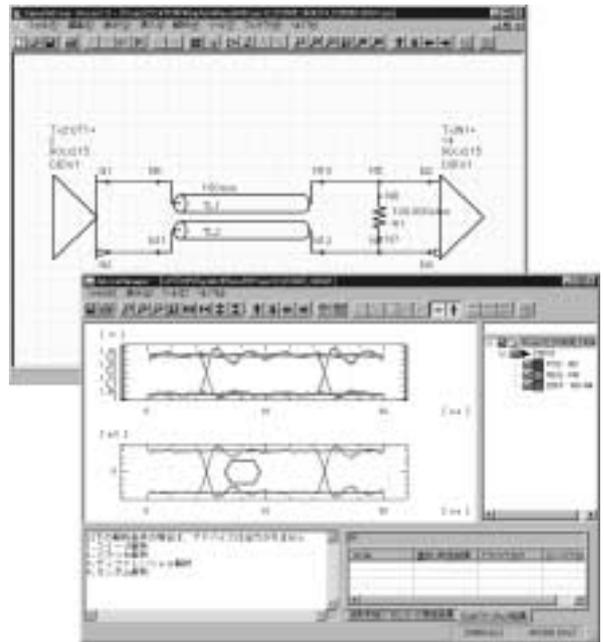


図7 ディファレンシャル信号解析

耐ノイズ性から使われるようになったディファレンシャル信号の解析も可能であり、アイダイアグラムによるチェックを行える(図7)。

パターンの特性インピーダンスはパターンの幅や厚み、基板材質等の条件を設定して正確に算出するので(図8)、配線層の違いなども考慮できる。

解析においてはシミュレーションモデルが正しいことが前提となるが、SignalAdviserで扱うシミュレーションモデルであるIBISモデルは、デバイスメーカーより入手したものが一部誤っている場合がある。SignalAdviserは、社内のモデル作成・修正ノウハウを利用したモデルのチェック・自動修正機能を備え



図8 基板断面構造からのインピーダンス計算

ている。このほか、解析結果をレポートとして出力する機能を備えており、解析準備および付帯業務の労を軽減できるようになっている。

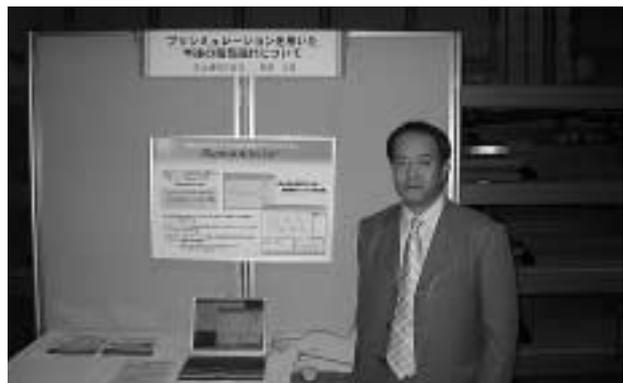
4. 適用

SignalAdviserは、富士通の情報・通信機器（パソコン、サーバ、ネットワーク機器、ストレージ等）設計に利用されており、年間100機種以上の設計に活用されている。回路設計段階におけるシミュレーションツールである SignalAdviserの利用による対策の前倒しにより、後工程での問題発生低減効果をみており、開発期間の短縮につながっている。また、社内の回路設計者に対するノイズ対策教育にも使われており、ノイズ現象の理解に役だてている。富士通

以外でも、プリンタなどを中心として情報機器や産業機器の設計メーカーや職業能力開発校での利用も広まりつつある。

5. さいごに

今後、ますます増大すると予想される高速デジタル設計においては、従来の設計ノウハウが有効でない局面が多くなる。設計期間の短縮が義務づけられる製品設計においては、設計の上流からシミュレーションを利用して、理論に基づく対策設計を行うことが必要となってくるものと考えられる。今回紹介したシステムは設計のなかで簡単に解析が行え、高速信号の教育にも利用できるものであり、業務・教育両面で利用され、実績を積んでいる。



電気・電子系部門の発表風景

