

次世代コンピュータを支える 超高速・超高密度インタコネクション技術

小特集編集にあたって

編集チームリーダー 平川一彦

コンピュータは、過去30年の間にシリコン集積回路の性能が飛躍的に高まり、極めて大量のデータを超高速に扱えるようになった。その強力な指導原理はムーアのスケーリング則である。スケーリング則に従い、シリコンMOSトランジスタの最小寸法は微細化の一途をたどり、近い将来、32nm世代に入る。1チップ上のトランジスタが10億個を超えるのはもう間近である。それに伴い、

- ・ クロック周波数：3GHz
- ・ チップの消費電力：100W/cm²
- ・ 配線内の電流密度：10⁷A/cm²
- ・ 1チップ内の総配線長：1km以上

という状況に至った。これは恐るべき状況である。身近な状況で考えてみよう。電気回路工作をしたことがある人なら、はんだごてがいかに熱いか御存じであろう。はんだごてのパワーは比較的小さいものではたった30W程度である。LSIチップの消費電力は、これより更に数倍大きいのである。また、学生実験で電気パルスの実験を行った方は多いと思うが、配線を通してオシロスコープ上に現れるパルス波形を方形にするために、いかに様々なことに配慮しなければならないか実感されたことと思う。しかも、LSIチップでは配線がナノメートルの寸法でひしめき合っているという状況で、混線なく信号を送らなければならないのである。回路が苦手な私にとっては、LSIの配線はほとんど神業に思えてくる。

しかし、このようなムーアの法則が限界に近づいていることは、研究者の一致した見解である。また、コンピュータはチップ内だけではなく、すさまじいデータ

レートで、チップ間、ボード間、きょう体間と大きなシステムレベルで信号のやりとりを行う必要がある。現在、インタコネクト技術の延長では、性能の向上も期待できないし、経済的にもメリットがない状況に入りつつある。コンピュータは、まさに将来のインタコネクト技術にその存亡がかかっているといっても過言ではない。この点が今回の小特集「次世代コンピュータを支える超高速・超高密度インタコネクション技術」企画の趣旨である。

本小特集では、まず第1に、現在のインタコネクト技術を電気回路的な観点から議論して頂いた。特に、LSIの多層配線遅延の課題とそれを克服する高速化のための回路技術、更に高速化するデータレートに対応するための高速I/O技術について最近の動向を解説して頂いた(1,2章)。

第2のテーマは、物理的な配線技術についてである。まず、将来の金属配線技術の展望について議論して頂き(3章)、更に従来の電流密度の限界を打ち破る新しい材料として、カーボンナノチューブを用いた配線技術について解説をして頂いた(4章)。

第3のテーマは、光を用いた配線技術についてである。現在、限界を迎えつつある電気配線を光信号による配線に置き換えるシリコンフォトンクスという分野が急速に展開しつつある。本小特集では、まずシリコンフォトンクスの概念について解説して頂いた後(5章)、チップ内、チップ間、ボード間とシステムサイズが大きくなるに従ってどのような光配線技術が検討されているのかを解説して頂いた(6~9章)。これまで、LSI技術とフォトンクス技術は、エレクトロニクスの相対する峰をなす技術といわれてきたが、その融合がコンピュータの将来を担っていると言っても過言ではないであろう。

本小特集では、コンピュータを支えるバックボーンとしてのインタコネクト技術の最先端の動向を感じて頂ければ幸いです。

小特集編集チーム	平川 一彦	大見俊一郎	安藤 淳	石川 光映	石黒 仁揮	稲野 滋
	井上 忠宣	杉山 正和	多田 哲生	辻 寧英	中本 正幸	檜枝 護重
	舟橋 政樹	前田 博己	松野 典朗	山口 雅史	山田 隆宏	