



2008年4月11日

微細な振動で演算を行う新しい半導体素子を開発

～髪の毛より細いバネの「振るえる動き」でデジタル演算を可能に～

日本電信電話株式会社（以下NTT、本社：東京都千代田区、代表取締役社長：三浦 惺）は、半導体のチップ上にある髪の毛より細い板バネの微細な振動によってデジタル演算を行うという新しい原理を用いた半導体素子を世界に先駆けて開発しました。

今回得られた成果は、ナノマシンによるデジタル演算の「具体的な」方法を世界で初めて提案、実証したものとして、英国の科学誌「ネイチャー・ナノテクノロジー」誌電子版（4月13日付）に掲載される予定です。

本研究の一部は独立行政法人日本学術振興会（東京都千代田区、理事長：小野元之）科学研究費補助金の援助を受けて行われました。

1. 今回開発した半導体素子の概要

NTTの物性科学基礎研究所※1（以下NTTの研究所）が新たに開発した半導体素子の心臓部は、長さ250 μm （ミクロン：1ミクロンは100万分の1メートル）、幅85 μm 、厚さ1.4 μm の小さな板バネです。今回、この髪の毛（約80 μm ）よりも細い板バネが、約10nm（ナノメートル：ナノは10億分の1）、すなわち1億分の1メートルという極めて小さな幅で振動する時の「周期のずれ」を、「0」および「1」のビット情報に対応させることにより、1ビットの基本的な演算を行うことに成功しました。

今回開発した半導体素子は、板バネの極めて小さな振動を用いて演算を行なうことから、現在のトランジスターを基本とした集積回路に比べ、数桁小さな消費電力のコンピューターを開発できる可能性があり、省エネルギー化の要請に応えた新しい情報処理システムとしての発展が期待されます。

2. 技術のポイント

- (1) 1億分の1メートルの微細な振動の「周期のずれ」によりデジタル演算を行う新手法

半導体のチップ上にある板バネが、約10nm（ナノメートル）という極めて小さな幅で振動する時の「周期のずれ」で、「0」または「1」のビット情報を表現する新しい手法を開発しました。具体的には、板バネに沿って周期的な力を加え、振動させます。最初に「上に曲がった」場合と、「下に曲がった」場合で振動の周期がちょうど半分ずれるため、半分だけずれた板バネの振動を「0」および「1」のビット情報に対応させ、デジタル演算を行います。（[図1](#)参照）

約50年前に電気回路により同様な動作を実現した装置「パラメトロンコンピュータ」[※2](#)が開発され、様々な実用計算に用いられてきましたが、今回のNTTの提案は、電気回路ではなく微細な板バネの振動を用いるという新しい着想により、高集積度、低消費電力動作を目指したものです。

（2）わずか1千億分の1ワットの電力で自在に板バネの振動を制御・検出できる半導体素子

実際にはミクロの板バネを手でつかむことはできませんので、別の方法で力を加える素子を作製する必要があります。NTTの研究所では、わずか1千億分の1ワットの電力で、半導体上の板バネの振動を自在に制御・検出できる半導体素子を開発しました（[図2](#)参照）。電極Aに小さな電圧を加えることで板バネに沿った力を生み出します。これにより、10pW（ピコワット：ピコは1兆分の1）、すなわち1千億分の1ワットという極めて小さなエネルギーで、10nm（ナノメートル）の微細な振動を引き起こし、その運動を検出することができます。

（3）ビット情報を操作できることを実証

この素子を実際にデジタル演算に用いるには、隣の板バネのビット情報を受け取り、その情報を別の板バネに引き渡す具体的な方法が必要です。今回の成果では、[図2](#)の電極Bに擬似的にビット情報を入力し、電極Aに周期信号を加えることにより板バネに振動として情報を蓄積した後、電極Cより電気信号として取り出すことに成功しました。このような素子を連結していけば、板バネでデジタル演算が実際に行えます。（[図3](#)参照）

3. 開発の背景

昨今、ナノテクノロジーの大きな進展により、マイクロマシンあるいはMEMS[※3](#)と呼ばれる半導体チップ上の微細な機械素子の開発が盛んに行われるようになりました。マイクロマシン技術による微細なセンサーやスイッチなどは、自動車のエアバックやゲームコントローラー、映像を映し出すプロジェクターなど、多くの民生機器に用いられています。

今回、NTTの研究所が開発することに成功した素子は、このようなマイクロマシン、あるいはさらに進んだナノマシン技術の全く新しい応用として、低消費電力のコンピューター等の開発に道を拓くものです。

4. 今後の展開

今回の開発では、最も基本的な1ビット動作を確認することができました。今後は、現実的なデジタル演算の実現に向けて、複数の素子を結合させた動作を確認していく予定です。また、より高い周波数、高い集積度、小さな消費電力を目指した微細化の研究も進め、実際の低消費電力コンピュータとしての可能性を実証していきます。

【用語解説】

※1 NTTの物性科学基礎研究所 <http://www.brl.ntt.co.jp/>

ネットワーク、情報処理技術における処理能力、セキュリティの壁を越える新原理・新概念の創出をミッションとし、イノベーションにつながる基礎技術の開拓による中長期的な事業貢献を目指すとともに、科学技術への貢献も視野に入れ、研究開発を行っています。

※2 パラメトロンコンピューター

電気回路に流れる電流を周期的に振動させた時の「周期のずれ」を用いて「0」および「1」のビット情報を表現したもので、日本独自の情報処理技術として多大な注目を集めました。高い動作安定性や低コストなどの特徴があり、東大・電電公社・富士通などにより数千素子からなる実用機が開発されました。

※3 MEMS (Micro-electromechanical Systems)

半導体集積回路を作製する微細加工技術を応用し、数ミリメートルから数ミクロンのサイズの機械構造をチップ上に集積する技術。日本ではマイクロマシン技術とも呼ばれています。さらに微細化を進めた Nano-electromechanical Systems (NEMS-ナノマシン技術)も、最近盛んに研究されています。

- ・ [図1 ビット情報を振動周期のずれに対応させる方法](#)
- ・ [図2 開発した半導体素子の構造](#)
- ・ [図3 「0」および「1」の信号を交互に入力した時の出力信号](#)

<本件の問い合わせ>

NTT先端技術総合研究所
(NTT物性科学基礎研究所)
企画部 広報担当 飯塚・河合

TEL 046-240-5157
<http://www.ntt.co.jp/sclab/contact.html>

NTT ニュースリリース 

Copyright(c) 2008 日本電信電話株式会社