

平成24年6月11日



東北大学

報道機関 各位

国立大学法人 東北大学

## 「電子の電荷とスピンを利用した待機電力ゼロの低電力システムLSI 高速高集積化・高信頼性化技術の開発・実証」について (全体概要)

### 【概要】

国立大学法人東北大学（総長：里見進／以下、東北大学）省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンターの大野英男センター長のグループは、日本電気株式会社（以下／NEC）他と共同で、日本学術振興会より助成を受けて、最先端研究開発支援プログラム「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」を行ってまいりました。このたび、電子の電荷とスピンを利用したスピントロニクス技術に基づく待機電力ゼロの低電力スピントロニクス<sup>(注1)</sup>・システムLSI<sup>(注2)</sup>の実現に向けて、高速高集積化技術および高信頼性化技術（高速高集積ロジック混載メモリ応用技術、誤動作回避技術、3次元積層不揮発LSI技術、高耐久性技術）の開発・実証に成功しました。

### 【背景】

システムLSI（論理集積回路）は、知的システムを集積回路チップ上に実現する現代社会の基盤技術であり、あらゆる産業製品や社会基盤の質を決定します。半導体集積回路（LSI）の集積度が向上して電力消費の限界ラインに達した際、歴史的に見て基本デバイスあるいは基本構成の根源的な変革が行われました。システムLSIにおいて待機電力が動作電力に迫っており、新たな根源的な変革が必要とされています。システムLSIの電源をOFFにしても情報が保持される「不揮発」を実現することによって、待機時電力をゼロにすることが可能になります。そのため、電源OFFでも記憶を保持する不揮発素子が必要ですが、システムLSIに必要とされる基本性能（動作速度・非破壊読み出し・書き換え回数・微細化・低電圧動作）を全て満たすことのできるのは、スピントロニクス素子のみです。

## 【プログラムの目的】

スピントロニクス素子と論理集積回路とを融合した革新的な省エネルギー論理集積回路を開発して論理集積回路の大変革・パラダイムシフトを起こし、さらに、次世代半導体分野における我が国の国際的な競争力の強化に寄与するとともに、低炭素・省エネルギー社会の実現に貢献することを目的とします。

## 【プログラム内容】

### 1) スピントロニクス集積回路の開発および実証

不揮発性スピントロニクス素子を用いた待機電力ゼロの基本回路、機能回路ブロックを開発し、実際にスピントロニクス・システムLSIの設計・試作・評価をおこないます。これによって、待機電力ゼロのシステムLSIを実証します。

### 2) スピントロニクス材料・素子・プロセス技術の開発

最先端の不揮発性スピントロニクス素子を開発し、合わせて高性能システムLSIの高集積化を可能にするプロセス技術を開発します。

## 【発表技術】

### 1) スピントロニクス集積回路の開発および実証

昨年、世界で初めてスピントロニクス素子を搭載した待機電力ゼロのシステムLSIを試験的に設計・製造・実証いたしました。今回紹介する「待機電力ゼロのロジック混載用高速高集積不揮発性メモリの動作実証に世界で初めて成功」および「スピントロニクス技術を用いた世界最小の待機電力ゼロ汎用検索集積回路(TCAM)の実証」は、新たに開発した回路技術を用いることによって、システムLSIに混載されるメモリを既存の技術に比べて高速高集積化することを可能にした技術です。実証に用いたチップは、300mmウェハ上にスピントロニクス素子を形成することで試作<sup>(注3)</sup>いたしました。また、「世界初 スピントロニクス論理集積回路の論理回路部品の高信頼性化技術の開発」は、新たに開発した誤り訂正回路技術を用いることによって、論理演算用の最先端システムLSIにおいて大きな課題となる誤動作を回避する技術です。

### 2) スピントロニクス材料・素子・製造技術の開発

今回紹介する「スピントロニクス技術を用いて世界初の三次元積層型スピンプロセッサを開発」は、世界で初めてスピントロニクス素子を搭載した不揮発性メモリLSIと論理演算するシステムLSIとを3次元積層し、不揮発システムLSIの高集積化を実証したものです。また、「3端子型スピントロニクス素子の高信頼性を実証」は、世界で初めて不揮発性スピントロニクス3端子素子の高耐久性・高信頼性を実証したものです。

なお、東北大学は今回の成果を、6月12日から15日まで米国ハワイで開催される半導体集積回路技術の国際学会「2012 IEEE Symposia on VLSI Technology and Circuits」において発表いたします。

本成果は、内閣府の最先端研究開発支援プログラム（題名：「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」、中心研究者：東北大学 大野英男教授）によって得られたものです。

以上

（注1）スピントロニクス

固体中の電子の電荷とスピン（磁石の性質）の両方を工学的に利用、応用する分野のこと。

（注2）システムLSI

汎用メモリLSIに対して、論理集積回路（演算機能を有する回路）LSIのこと。MPU（マイクロプロセッサ）、MCU（マイクロコンピュータ：マイコン）、ロジックLSI（特定用途：ASIC、汎用：ゲートアレイ）、などを含む。

（注3）300mmウェハ試作

つくばイノベーションアリーナ（TIA）のスーパークリーンルーム（SCR）施設を用いた。

（お問い合わせ先）

東北大学 省エネルギー・スピントロニクス集積化  
システムセンター 支援室 門脇豊 室長  
022-217-6116, [sien@csis.tohoku.ac.jp](mailto:sien@csis.tohoku.ac.jp)