

2009年6月15日
株式会社日立製作所
IBM コーポレーション

ゲート長 20 ナノメートルレベルの超微細トランジスタにおける ランダムテレグラフノイズによるしきい値電圧ばらつきの影響を実験的に確認 しきい値電圧が平均値の 10 倍以上の幅でばらつくトランジスタが 0.1%の確率で存在することを明らかに

株式会社日立製作所(執行役会長兼執行役社長:川村 隆ノ以下、日立)と IBM(本社:米国ニューヨーク州アーモンク、会長:サミュエル・J・パルミサーノ、NYSE:IBM)は、このたび、トランジスタを構成するゲートの長さが 20 ナノメートル(nm)レベルとなる超微細トランジスタでは、原子レベルのわずかな構造欠陥によって、トランジスタ動作に必要なゲート電圧(しきい値電圧)が、平均値の 10 倍以上の幅でばらつくケースが、1000 個に 1 個、すなわち 0.1%の割合で存在することをはじめて実験的に確認しました。これは、ランダムテレグラフノイズ(Random Telegraph Noise/以下、RTN)と呼ばれる現象により生じるものですが、今回の実験結果は、今後、何の対策も講じなかった場合には、最先端プロセスが使われることに加え、複数のトランジスタを組み合わせるメモリセルが構成される SRAM(Static Random Access Memory)では、RTN の影響によって、LSI そのものが動作しなくなってしまうことを示唆するものであり、回路線幅が 22nm となる次々世代の半導体デバイスの開発において、RTN のメカニズムの解析や評価の重要性を示す成果といえます。

IT 関連製品の高性能化・小型化を背景に、回路線幅が 32nm や 22nm といった次世代・次々世代の半導体デバイスの研究開発が進められています。微細化が進んだトランジスタでは、素子内のわずかなばらつきが、デバイスの特性に大きな影響を与えるようになることから、日立と IBM では、2008 年 3 月から、32 ナノメートル以降の半導体の特性評価に関する基礎研究に取り組んできました。

今回、共同研究チームが注目した RTN と呼ばれる現象は、トランジスタを構成するゲート絶縁膜に存在する原子レベルの構造欠陥に電子が捕獲または放出されるのに連動して、トランジスタを動作させるのに必要なしきい値電圧が時間的に上下に変動するというものです。古くから、トランジスタの不安定動作要因として知られていましたが、RTN によるしきい値電圧の変動量は、これまでの LSI では、LSI の動作電圧マージンで対応できたことから、顕著な課題として取り上げられてきませんでした。しかし、今後、トランジスタの微細化が進み、ゲート長が 20 ナノメートルレベルとなると、RTN の要因となる構造欠陥の存在確率は減少するものの、RTN による変動量はゲート面積に反比例することから増大し、LSI の動作電圧マージンで対応できなくなることが予測されます。

そこで両社は、IBM の最先端プロセス技術と日立的解析技術を融合させ、20nm レベルの超微細トランジスタを試作し、初めて約 1 万 5 千個の実デバイスを用いた RTN の評価実験を行ないました。今回の評価実験から、以下のことが明らかになりました。

(1)RTN によるしきい値電圧のばらつきは、正規分布から予想されるよりも、分布の裾で大きな振幅を持つことがわかりました。具体的には、しきい値電圧のばらつきの平均値が数 mV であるのに対し、70mV もの幅で変動を示すトランジスタが、1000 個に 1 個、すなわち 0.1%の割合で観察されました。

(2)前述の確率は、将来、SRAM の設計において、何も対策を講じなかった場合には、LSI そのものの動作が困難になることを示唆するものです。

今回の評価結果は、回路線幅が 22nm となる次々世代の半導体デバイスの開発において、RTN のメカニズムの解析や評価の重要性を示す成果といえます。

なお、本成果は、2009 年 6 月 15 日から京都で開催される半導体技術に関する国際会議「2009 Symposium on VLSI Technology」にて発表します。

お問い合わせ先

株式会社日立製作所 研究開発本部 中央研究所 企画室 [担当:木下、工藤]

〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

電話:042-323-1111(代)

日本アイ・ビー・エム株式会社 広報 [担当:須山]

〒103-8510 東京都中央区日本橋箱崎町 19-21

電話:03-3808-4119(直通)

このニュースリリース記載の情報(製品価格、製品仕様、サービスの内容、発売日、お問い合わせ先、URL 等)は、発表日現在の情報です。予告なしに変更され、検索日と情報が異なる可能性もありますので、あらかじめご了承ください。
