

※課題番号 : F-12-TU-0017
※支援課題名 (日本語) : 中性粒子ビームエッチングによる MEMS 特性向上
※Program Title (in English) : Effect of Neutral Beam Etching in MEMS Devices
※利用者名 (日本語) : 植木 真治
※Username (in English) : Shinji Ueki
※所属名 (日本語) : 技術研究組合 BEANS 研究所
※Affiliation (in English) : BEANS Laboratory

※研究概要 (Summary) :

中性粒子ビームエッチング技術がもたらす超低損傷性と平滑性は、様々なデバイスの電気的特性を向上させることがこれまでの研究によって示されている。産業技術総合研究所の遠藤らは、FinFETs を作製し、その静特性を評価することで有効性を示している⁽¹⁾。

しかしながら、FinFETs のサイズは数百 nm 程度と非常に小さい。一方、我々は、MEMS 振動子と MOSFET の集積デバイスを研究している。そして、そのデバイスを作製するために、我々は中性粒子ビームエッチング技術をマイクロデバイスへ適応させるための技術開発を行ってきた。マイクロサイズデバイスのエッチングを考えた場合、原子レベルの平滑性のみならずマクロサイズの加工形状についても考慮する必要がある。そこで、我々はマイクロエアギャップトランジスタを中性粒子ビームエッチング、ボッシュエッチング、ナノボッシュエッチングで作製した。そして、それらの I-V カーブを比較することで中性粒子ビームエッチング技術の有効性を検証した。

※実験 (Experimental) :

我々は、SOI 基板を用いて、エアギャップが $0.3\mu\text{m}$ となるエアギャップトランジスタを次の手順で作製した。(1)SOI 基板は、デバイス層 $2.0\mu\text{m}$ 、BOX 層 $2.0\mu\text{m}$ 、基板 $400\mu\text{m}$ のものを使用した。(2)ゲート、ソース、ドレインにそれぞれボロンまたはリンをイオンインプラする。(3)酸化膜マスクにエアギャップトランジスタの形状をフォトリソグラフィにより形成する。エアギャップ部分のマスク幅は $0.3\mu\text{m}$ とした。(4)異なる 3 つのエッチングプロセス (中性粒子ビームエッチング、ボッシュエッチング、ナノボッシュエッチング) で形状を作製する。(5)酸化と水素アニールによりゲートおよびチャネル表面を良化する。我々は、

このように異なる 3 つのエッチングプロセスで作製したエアギャップトランジスタの I-V カーブを測定し、それらを比較することで中性粒子ビームエッチングの優位性を検証した。測定では、半導体パラメータアナライザを用いた。

利用した主な装置 :

DeepRIE 装置 : 作製工程(4)で使用
酸化炉 : 作製工程(5)で使用
熱 CVD 装置 : 作製工程(5)で H₂ アニール炉として使用

※結果と考察 (Results and Discussion) :

実験により得られたエアギャップトランジスタの I-V カーブの結果を図 1 に示す。ここでのゲート電圧は 50V である。この結果から、ボッシュプロセスにおいては、開口幅の増加やボッシュスキヤロップの影響により大幅に特性が悪化していることが確認できる。ナノボッシュプロセスにおいては、スキヤロップの影響は小さいものの移動度の悪化により、特性が若干低下している。中性粒子ビームエッチングでは、表面欠陥の抑制による良好な移動度とマスクの開口を忠実に再現したエッチング形状により最も良い特性が得られた。このように、中性粒子ビームエッチングはマイクロサイズのデバイスに対し、電氣的に有効であると確認できた。

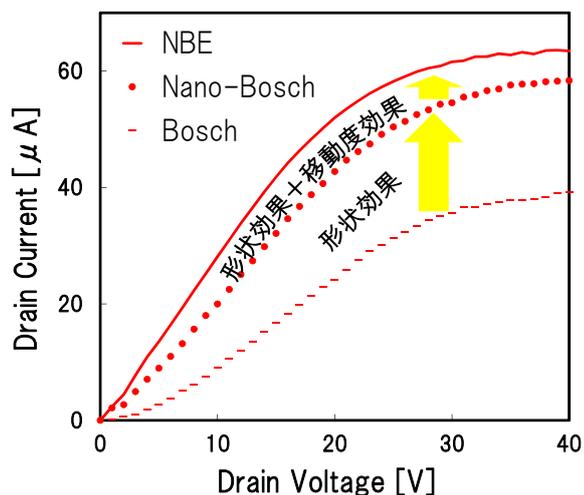


図 1. 作製したエアギャップトランジスタの I-V カーブ測定結果

※その他・特記事項 (Others) :

・今後の課題

中性粒子ビームエッチング技術の優位性を確認できたので、これを研究中の集積化デバイスへ適用し、特性向上や作製プロセスの簡素化を目指す。

・参考文献

(1) K. Endo, S. Noda, M. Masahara, T. Kubota, T. Ozaki, S. Samukawa, Y. Liu, K. Ishii, Y. Ishikawa, E. Sugimata, T. Matsukawa, H. Takashima, H. Yamauchi, and E. Suzuki: IEEE Trans. Electron Devices, 53 (2006) 1826.