

中性粒子ビームを用いた 3D MEMS デバイス作製のための Si エッチング

Si Etching for Fabricating 3D MEMS Devices using Neutral Beam

BEANS 研究所 3D BEANS センタ¹, 東京大学², 東北大学³, 静岡大学⁴○三輪和弘¹, 植木真治¹, 西森勇貴¹, 杉山正和^{1,2}, 久保田智広^{1,3}, 寒川誠二^{1,3}, 橋口原^{1,4}BEANS Lab. 3D BEANS Center¹, Tokyo Univ.², Tohoku Univ.³, Shizuoka Univ.⁴○K. Miwa¹, S. Ueki¹, Y. Nishimori¹, M. Sugiyama^{1,2}, T. Kubota^{1,3}, S. Samukawa^{1,3}, and G. Hashiguchi^{1,4}

E-mail: kmiwa@beanspj.org

【はじめに】MEMS デバイスの Si DRIE (Bosch) プロセスでは側壁部分にスキヤロップや凹凸が発生すると共に、プラズマから放射される紫外/真空紫外光(UV/VUV)によるダメージ発生[1]が懸念される。一方、超低損傷かつ平滑なエッチングが可能な中性粒子ビーム[1]を用いることで側壁部分が平坦、且つ低ダメージな Si エッチングが可能となる[2]。我々は中性粒子ビームを用いた Si エッチングにより、Fig.1 に示したような側壁部分がトランジスタのチャネルとなる新規 MEMS デバイス[3]の 3 次元構造を実現した。

【実験方法】Si のリング状共振器とその側壁部分にチャネルをもつ 3D MEMS デバイスを SOI 基板上に作製する一連のプロセスにおいて、ゲート電極とリング状チャネル間のエアギャップ部分を、下記条件による誘導結合プラズマ (ICP) から発生させた中性粒子ビームを用いてエッチングした。また、DRIE による Bosch プロセスで同一構造のパターンをエッチングして比較した。

〈ICP 生成条件〉ガス:Cl₂ 80sccm, 圧力: 0.3Pa, RF (13.56MHz) パワー: 3kW, パルス励起: 10kHz, Duty 50%, アパーチャー細孔アスペクト比: 20, アパーチャーバイアス (450kHz) Vpp: 1200V

【結果】 Fig.2 に中性粒子ビーム (NBE、左) と DRIE (右) でエッチングした後の、開口幅約 0.2、高さ 2 μm のエアギャップ部分の (FIB 加工時の保護膜付きの) 断面 SEM 写真を示す。DRIE で

はスキヤロップが生じているが、中性粒子ビームでは 3D MEMS デバイスに適した平坦な側面をもつ Si エッチングを実現できた。また、NBE では DRIE より優れたトランジスタ IV 特性が得られた。

【謝辞】本研究は NEDO の事業委託による BEANS プロジェクトの成果です。

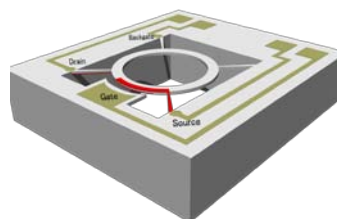


Fig.1 Schematic illustration of a MEMS-Transistor.

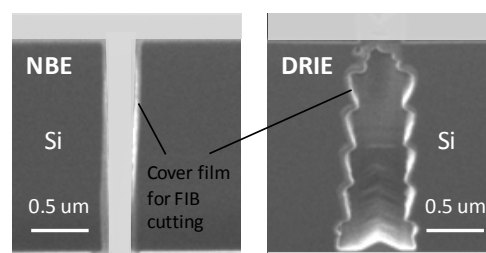


Fig.2 Cross sections of the air gap.

[1]K. Endo, et al, IEEE Trans. Electron Devices, 53, 1826 (2006).

[2]三輪ら, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会予稿集, 16a-E3-1, 22-030 (2012).

[3]植木ら, 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門), Vol.132, 1 (2012).