28p-G6-9

三次元アトムプローブによる溝埋め込み多結晶 Si 中の不純物分布評価

Dopant Distribution in Trench Polysilicon by Atom Probe Tomography

東北大金研 [1], 東京都市大 [2], ルネサスエレクトロニクス（株）[3] ○矢野史子 [1,2], 高見澤悠 [1], 清水康雄 [1], 井上耕治 [1]、永井康介 [1]、国宗依信 [3]、井上真雄 [3]、西田彰男 [3]、池田昌弘 [3]

IMR Tohoku Univ. [1], Tokyo City Univ. [2], Renesas Electronics Corp. [3], ○Fumiko Yano [1,2], Hisashi Takamizawa [1], Yasuo Shimizu [1], Koji Inoue [1], Yasuyoshi Nagai [1], Yorinobu, Kunimune [3], Masao Inoue [3], Akio Nishida [3], Masahiro Ikeda [3]

E-mail: yano.fumiko@imr.tohoku.ac.jp

【背景】従来のプレーナゲート型 MOS トランジスタの限界を超える技術として三次元トランジスタが注目されている。Si 側壁をチャネルに用いるため、ゲート電極で用いる多結晶 Si も三次元構造となる。不純物ドーピングは表面から行う必要があるが、表面から見た場合の多結晶 Si 膜厚、グレイン配向性が場所によって変わるため、不純物の拡散は複雑でありイオン注入やアニール条件の最適化は難しい。今回、微細構造における三次元元素分析をサブナノスケールの分解能で実施できるアトムプローブ法を用い[1,2]、溝埋め込み多結晶 Si 中の不純物分布の詳細な評価を試みた。

【実験】アトムプローブでは試料を先端径数 10nm の針状に加工し、この先端に高電界とパルスレーザーを与えることで原子を電界蒸発させる。電界蒸発したイオンを飛行時間法により質量分析し、位置敏感型検出器で二次元情報を取得し、さらに電界蒸発は最表面から順次起こることから深さ情報も得られ、針状試料の三次元元素マップの再構築が可能となる。本研究では溝に埋め込まれた多結晶 Si に、イオン注入、アニールを施した後、様々な場所から針状試料を作製し、不純物分布を評価した。

【結果】結果を Fig.1 に示す。n 型多結晶 Si 中の As は粒界と多結晶 Si／Si 酸化膜界面で濃度が高く、粒界偏析していることを示している。As の偏析分布から推定されるグレインは TEM 像で確認されるものと同じ方向を向いている。また、酸化膜中への As の侵入は認められない。P の分布は As と同様である。一方、p 型多結晶 Si 中の B については粒界偏析は認められない。B の平均濃度は表面から溝の底に向かって一様に減っており、酸化膜中へ僅かに侵入している。これらの結果より As、P の分布は多結晶 Si のグレインのでき方に大きく影響を受けることが判明したが、B についてはその影響は認められない。

[1] K. Inoue, et al., Ultramicroscopy 109 (2009) 1479.
[2] H. Takamizawa, et al., Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 093502.

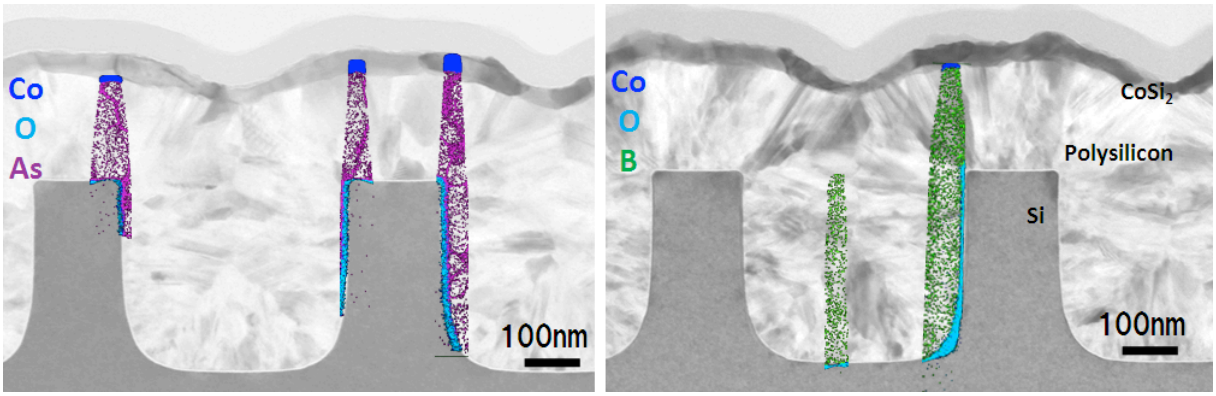


Fig.1　Dopant mapping in polysilicon overlaid on cross-sectional TEM image
(left: As in n-type polysilicon , right: B in p-type polysilicon)

© 2013 年　応用物理学会