

不純物イオン注入および熱処理が $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$ 層の結晶性に及ぼす影響Influence of ion implantation and thermal process on crystallinity of $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$ 山梨大クリスタル研¹, 名古屋大学², 東京都市大総研³藤原幸亮¹, 酒井翔一郎¹, 古川洋志¹, 井上樹範¹, [○]有元圭介¹, 山中淳二¹, 中川清和¹,
宇佐美徳隆², 星裕介², 澤野憲太郎³CCST of Univ. of Yamanashi¹, Nagoya Univ.², ARL Tokyo City Univ.³K. Fujiwara¹, S. Sakai¹, H. Furukawa¹, S. Inoue¹, [○]K. Arimoto¹, J. Yamanaka¹, K. Nakagawa¹,
N. Usami², Y. Hoshi², K. Sawano³

E-mail: g13me021@yamanashi.ac.jp

MOS デバイスの性能向上を実現するために正孔移動度の向上は必要不可欠である。我々は圧縮歪み Si により高正孔移動度を得られる可能性に着目し、 $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$ 層を歪み緩和バッファ層とする圧縮歪み Si の結晶成長と欠陥構造に関する研究を行っている。これまでに、正孔移動度が向上することを確認しているが、寄生抵抗 (MOSFET のチャネル部以外の箇所の電気抵抗) が高いという問題点があることも明らかになった。我々は、寄生抵抗を左右するファクターとしてソース・ドレイン領域 (以下、SD 領域) の結晶性が重要であると考えている。本研究では、SD 領域へのイオン注入と熱プロセスを経た後の $\text{Si}/\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$ ヘテロ構造の結晶性を調べた。

$\text{Si}(001)$ 基板上への $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$ 層の結晶成長を、ガスソース分子線エピタキシー (GSMBE) 法を用いて行った。原料ガスとしてジシラン・トリメチルシランを使用した。成長した試料に p 型不純物であるボロンを注入し、様々な温度で熱処理を行った。Fig. 1 に、800 °C で 60 分間熱処理を行った試料の TEM 像を示す。ラマン分光測定の結果からは、熱処理による結晶性の回復はこの熱処理条件ではほぼ収束していることが確認されている。しかしながら、TEM 観察の結果、イオン注入領域では未注入領域より多くの面欠陥が形成されており、アモルファス領域も残っていることが分かった。電気伝導特性評価を行った結果、寄生抵抗は Si 基板上に同等のプロセスを施したものと比較して 1 桁高く、このことは結晶性の劣化を反映したものと考えられるが、電氣的活性化率が低い可能性も示唆している。(001) 面上に面内引っ張り応力を印加した場合の分解せん断応力は転位を拡張させるが、試料上部では格子歪は緩和されていることが X 線回折逆格子マッピング測定の結果から分かっているため、面欠陥は新たな部分転位の nucleation によるものではないと考えられる。現時点では、イオン注入前に内在していた部分転位が、熱処理による固相成長の過程で多くの面欠陥を発生させる起点になっていると推察している。このことから、SD 領域の結晶性を向上させるためには、結晶成長段階での結晶性の改善が必要であると考えられる。

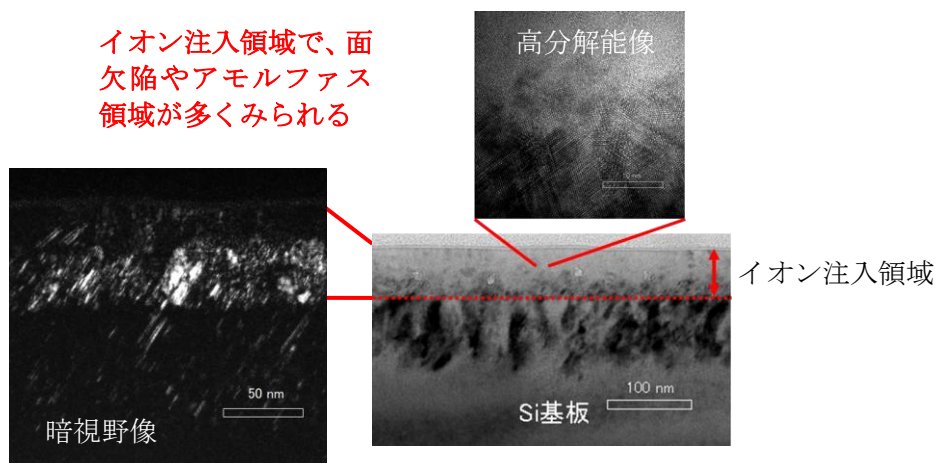


Fig. 1 TEM image of the ion-implanted region after annealing at 800 °C