29p-G16-16

Sb ドープによる Si 基板上 SiGe エピタキシャル膜中の転位速度増大効果

Enhancing effect of dislocation velocity in SiGe/ Si by Sb doping

岡山大院 自然[1]，東北大学 金研[2] ○伏見 竜也[1]，松永 拓也[1]，山下 善文[1]，大野 裕[2]，米永 一郎[2]

Graduate School of Natural Sci. and Tech., Okayama Univ.[1]

Institute of Materials Research, Tohoku Univ.[2]

○T. Fushimi[1], T. Matsunaga[1], Y. Yamashita[1], Y. Ohno[2], I. Yonenaga[2]

E-mail: en19450@s.okayama-u.ac.jp

【背景・目的】

高速半導体デバイスとして用いられる SiGe/Si ヘテロエピタキシャル膜の格子不整合歪みの緩和は, 貫通転位の運動によりミスフィット転位が導入されることが主要な過程である。従ってエピタキシャル膜中の貫通転位の運動に関する知見は重要である。一方，バルク Si 結晶中の転位運動について n 型の方が真性より転位速度が大きいというドーピング効果が古くから知られている。SiGe 膜についても Sb をドープして n 型にすると転位速度が増大することを我々が見い出し報告した。[1)] その際，Sb 濃度依存性についても報告したがデータが不十分で活性化エネルギーの精度が低かった。今回はさらに活性化エネルギーを精度良く求めるとともに Sb ドープによる SiGe 膜貫通転位の運動促進機構について透過型電子顕微鏡観察の結果に基づき考察する。

【実験方法】

本研究では MBE 法で作製した Sb ドープ濃度が異なる $Si_{1-x}Ge_x$/Si を使用した。Ge 組成 x，膜厚 h は Sb 濃度が低い順にそれぞれ x = 0.086，0.11，0.092，h = 315，260，260 nm である。 Sb 濃度は SIMS 測定の最大値でそれぞれ 4.5×10^{16} ,1.9×10^{18} , 2.1×10^{19} cm^{-3} であったが，拡がり抵抗(SR)測定で求めたキャリア密度の最大値はそれぞれ 1.1×10^{15}，2.4×10^{16}，3.0×10^{18} cm^{-3} であった。これらの試料に転位の発生源として試料表面にダイヤモンドペンで圧痕を導入した後，熱処理をした。この間にミスフィット応力によって圧痕から伸びた界面転位の長さをエッチピット法で観察し，貫通転位の移動速度を算出した。

【結果・考察】

図 1 は Sb 濃度を変えた試料について測定した転位速度のアレニウスプロットである。Sb 濃度が高いほど転位速度はより増大した。転位運動の活性化エネルギーはそれぞれ Sb 濃度が低い順に 1.8，1.5，1.1eV となり，ドープなしの試料の値 2.1eV と比べてそれぞれの減少量は 0.3, 0.6, 1.1eV であった。この結果はバルク Si 結晶におけるドーピング効果より著しく大きい。また，Sb 濃度が最も低い試料は, 転位速度測定温度においてイントリシック(真性)であると考えられるにもかかわらず速度が増大している。これらの理由として Sb ドープにより転位芯の状態が変化した可能性を考え, 透過型電子顕微鏡観察を行ったところ転位芯の拡張の有無に違いが見られた。講演ではこれらの結果と解釈についても述べる。

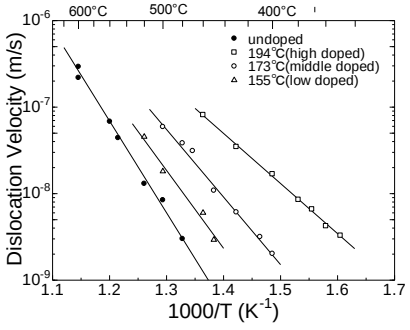

図 1　転位速度温度依存性

1)　2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会 17P – F11 - 13

© 2013 年　応用物理学会