

Bi修飾したSi基板上のGeのエピタキシャル成長

材料4部ビーム応用グループ 河野 章

Influence of Bismuth as a Surfactant on the Growth of Germanium on Silicon

Akira Kawano

新しい高速電子デバイスや光デバイスの開発のため原子層ヘテロエピタキシーの研究が盛んに行われている¹⁾。ヘテロエピタキシャル膜の成長形態には、(1)層状成長、(2)島状成長そして(3)層状成長+島状成長がある。基板、膜の表面、界面の自由エネルギーや格子定数の違いによって成長モードが異なるが、多くの場合(2)と(3)の形態をとる。デバイス形成には層状成長が望ましい。近年、表面を安定化させる少量の元素(サーファクタント)が存在すると、ヘテロエピタキシーにおける成長モードが大きな影響を受けることが明らかになってきた。例えば、Si(100)基板上に格子定数が4%異なるGeを成長させる場合、AsあるいはSbをサーファクタントとして用いることにより、成長モードが層状成長+島状成長から層状成長に変わることが報告されている^{2, 3)}。本実験では、BiサーファクタントをSi(100)基板表面に1原子層ほど蒸着した後、Geを分子線エピタキシー法を用いて成長させた。Ge膜の結晶性及び表面形態の評価は中エネルギーイオン散乱法(MEIS)と透過電子顕微鏡(TEM)観察によって行った。

Fig. 1はBi修飾したときとそうでない場合のMEISスペクトルである。Bi修飾したとき(Fig. 1a)は、エネルギー43~48keVにわたって幅広いピーク

が観察されるのに対して、そうでない場合(Fig. 1b)は48keVに鋭いピークがあり、37keVのSiピークの位置まで徐々に減少するスペクトルが観察された。測定スペクトルから判断すると、両試料共単結晶成長している。Bi修飾したSi(100)基板上的Geは層状に成長し、Biを用いない試料は島状成長していると考えられる。また、Fig. 1aからBiがGe膜の表面に常に存在していることがわかる。Fig. 2は層状成長したときと島状成長したときの断面TEMの写真で、MEIS測定の結果を裏付けるものである。また、TEMによる詳細な観察から層状成長した試料(Fig. 2b)にはGe膜とSi(100)基板との界面で転位が発生していることがわかった。この転位の発生により格子ひずみによる応力が緩和されたと推定される。

今回の実験からBiをサーファクタントとして用いることによって、Si(100)基板上でのGeの成長モードが層状成長+島状成長から層状成長に変化し良好なエピタキシャル膜が得られることがわかった。このように、少量元素の触媒的な働きによってエピタキシャル成長のモードが制御できることは、新しい機能材料の設計、探索に大きな自由度を与えるものと期待される。

参 考 文 献

- 1) Bean, J. C. : Science, 230(1985), 127
- 2) Copel, M., et al. : Phys. Rev. Lett., 63(1989), 632
- 3) Horn-von Hoegen, M., et al. : Phys. Rev. Lett., 67(1991) 1130

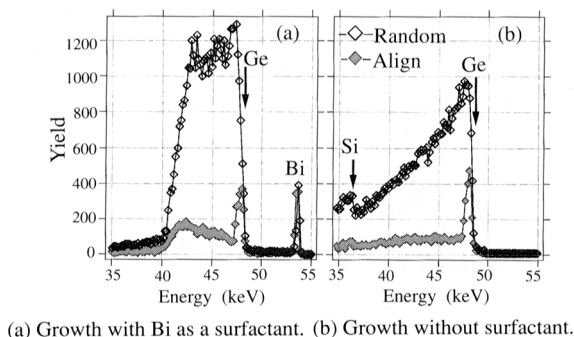


Fig. 1 Ion backscattering spectra for Ge films 150ML thick grown at 500 °C. Both random and channeling spectra are shown. The arrows indicate the surface edges for atoms.

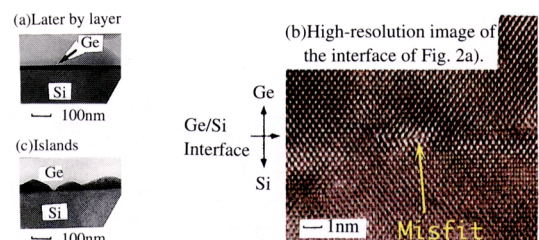


Fig. 2 Cross-sectional transmission electron micrographs of Ge/Si(100) grown at 500 °C with (a,b) and without (c) Bi surfactant.