

Ge/Si (111) ヘテロエピタキシャル成長過程における

Si (111) 7×7 表面再構成ストレスのその場観察

In-situ stress observation of Si(111)7×7 reconstruction

during Ge/Si heteroepitaxial growth

原子力機構¹, 日立パワーソリューションズ², エイコーエンジニアリング³○魚住 雄輝^{1,2}, 山崎 竜也³, 朝岡 秀人¹JAEA¹, Hitachi Power Solutions², Eiko Engineering³○Yuki Uozumi^{1,2}, Tatsuya Yamazaki³, Hidehito Asaoka¹

E-mail: uozumi.yuki@jaea.go.jp

Si(111)表面ではダイマーやアダトム形成により表面エネルギーが減少した再構成構造を形成し、バルクと異なる表面特有のストレスを有することが D.Vanderbilt ら[1]による理論計算によって示されている。一方、Si(111)7×7 に Ge をヘテロエピタキシャル成長させた場合、格子不整合によって蓄積される内在ストレスにより、バルク表面構造と異なる Ge(111)5×5 再構成構造を形成する。このように、表面ストレスは表面構造と強い相関があり、さらには成長形態にも大きな影響を与える。

我々は、Si(111)7×7 および水素終端処理を施した H-Si(111)1×1 に Ge をヘテロエピタキシャル成長させ、反射高速電子回折(RHEED)法と、表面ストレス測定(MOS)法を用いて再構成構造ストレスのその場観察を試みた。

Si(111)7×7 上に Ge を成長させた結果、Ge のウェットティングレイヤーの生成とともに 5×5 再構成構造が形成され、Ge の膜厚に比例して増加する圧縮ストレスを捉えた (Fig.1 blue line)。一方、H-Si(111)1×1 上に Ge を成長させた結果、水素が表面から脱離するとともに Ge のウェットティングレイヤーが生成し、同様に 5×5 が形成されたが、表面構造の変化とともに圧縮ストレスが減少する特異な変化を捉えた (Fig.1 red line)。両者の 5×5 再構成構造形成時のストレス差より、Si(111)7×7 再構成構造形成時の表面ストレス値(1.6N/m)を実験的に観測することに成功し[2]、その値は計算値[1]とも良い一致を示した。

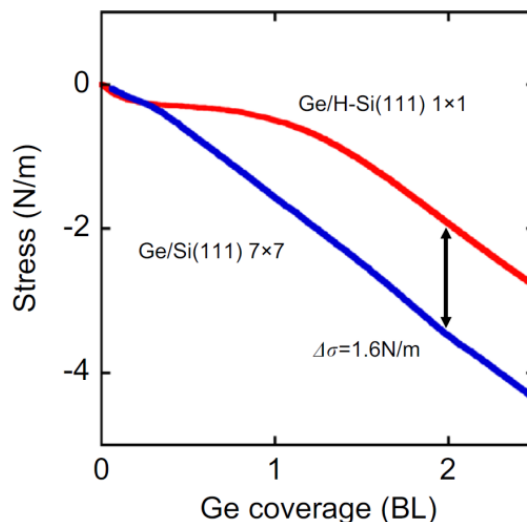


Fig.1. Evolution of surface stresses during Ge deposition on H-terminated Si(111)1×1 (red line) and Si(111)7×7 (blue line).

[1]D.Vanderbilt, Physical Review Letters **59** (1987) 1456.

[2]H.Asaoka, T.Yamazaki, Y.Yokoyama, K.Yamaguchi, Journal of Crystal Growth **378** (2013) 37.