

STEM モアレフリンジ法による InP/InGaAs 界面歪み分布計測

北陸先端科学技術大学院大学，陳桐民，大島義文，赤堀誠志

E-mail: s1710430@jaist.ac.jp

InP/InGaAs(001)界面に形成される二次元電子ガス(2DEG)では、電子移動度異方性やその InGaAs 組成依存性が報告されており、原因として異方的かつランダムな界面の歪みによるランダムピエゾエレクトリック散乱の可能性が指摘されている[1]。しかしながら、歪み分布などの詳細に関しては、局所的に高分解能な歪み計測が求められるため、明らかになっていない。

走査型透過電子顕微鏡(STEM)は、収差補正レンズの開発、装置の電氣的・機械的安定性の向上により、精密な原子位置の観測や軽元素検出が実現している。最近、STEM の走査線と格子間隔の間で生じる疑似的なモアレフリンジから、局所的に変化するわずかな格子間隔の違い(約 0.1%程度)を検出できることが明らかにされた(STEM モアレフリンジ法)[2]。

本研究では、STEM モアレフリンジ法を用いて、InGaAs 組成の異なる InP/InGaAs/InP 構造の歪み分布を計測し、組成に依存した歪み分布の違いを明らかにすることを目的とした。

試料として、有機金属気相成長法(MOVPE)により作製した InP 層(30nm)/n 型 InP(10nm)/ InP 層(20nm)/In_xGa_{1-x}As 層(10nm)/InP 層(300nm)/InP(001)基板を用いた。In_xGa_{1-x}As 層の In 組成(x)は、0.75、0.62、0.53、0.44 の 4 種類を準備した。

Fig.1(a)は、 $x=0.53$ の場合のモアレフリンジ STEM 像である。このモアレフリンジは、間隔 0.1844nm の走査線と InP (In_xGa_{1-x}As)(2-22)面の格子間隔(InP 0.1694nm)の間にできるフリンジに対応しており、この曲がり、界面における局所的な歪みに対応する。Fig.1(b)は、モアレフリンジ STEM 像を解析して得た(002)格子の縦歪みである。Fig.1(c)は、Fig1(b)内に点線で囲んだ領域で平均化した成長方向に沿った歪み分布である。 $x=0.53$ は InP にほぼ格子整合する組成であるが、In_xGa_{1-x}As 層(10nm)/InP 層(300nm)界面で(002)面が約 1%広がり、逆に、InP 層(20nm)/ In_xGa_{1-x}As 層(10nm)界面で(002)面が約 0.8%狭くなるという歪み分布を持っていることが明らかになった。

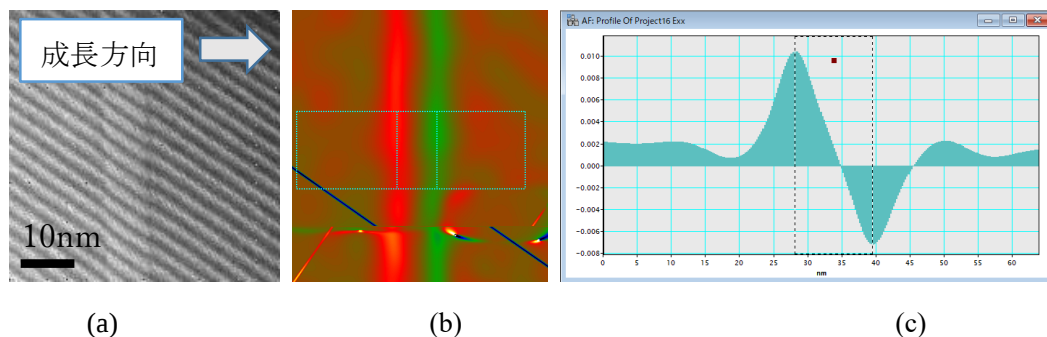


Fig.1 (a)A STEM moiré fringe image. (b) Strain mapping (c) strain profile

[1] M. Akabori et al. Physica E42 (2010)1130.

[2] S. Kim et al. Appl. Phys. Lett. 103 (2013) 033523.