

## MBE 成長空間反転 AlGaAs の CuPt 型オーダリング

## CuPt-type ordering in spatially inverted AlGaAs grown by molecular beam epitaxy

東大工 ○栗田 尚紀, 雨堤 耕史, 松下 智紀, 近藤 高志

Univ. of Tokyo. ○Naoki Awata, Koji Amazutsumi, Tomonori Matsushita, Takashi Kondo

E-mail: awata@castle.t.u-tokyo.ac.jp

AlGaAs は化合物半導体の中でも大きな 2 次非線形光学定数を有し、透明領域が長波長にわたることから近中赤外域での波長変換材料として期待が高い。多くの III-V 族混晶半導体では  $[-111]$ 、 $[1-11]$  方向に周期性を持つ CuPt-B 型のオーダリングが生じる場合があることがわかっている。CuPt 型のオーダリングは結晶の対称性を変化させるので、非線形光学テンソル成分が変化する。AlGaAs では  $[110]$  方向に周期性を持つ CuAu 型のオーダリングの報告は多く存在するが、CuPt 型オーダリングについては Ohno ら [1] による 1 例のみである。今回、空間反転 AlGaAs のオーダリングの有無を X 線回折測定によって調べた。

$\langle 111 \rangle$  方向にオーダリングが存在する場合、通常観察されない 2 倍周期の  $\frac{1}{2}\{115\}$  回折点が観測されるようになる。精密 X 線回折を用いて、AlGaAs の周期反転、一様反転、非反転の 3 種類の試料に対して 4 方向の回折点、 $\frac{1}{2}(-115)$ 、 $\frac{1}{2}(-1-15)$ 、 $\frac{1}{2}(1-15)$ 、 $\frac{1}{2}(115)$  の有無をそれぞれ調べた。 $[-110]$  方向に 2 度の微傾斜を持つ 3 種類 (非反転、一様反転、周期反転) の GaAs (001) 基板の上に分子線エピタキシ法を用いて  $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$  を基板温度 430 °C で同時成長した。膜厚は 4.6  $\mu\text{m}$ 、周期反転試料の反転周期は 4  $\mu\text{m}$  である。一様反転基板は、副格子交換エピタキシ法 [2] によって作製し、周期反転基板は擬似位相整合波長変換素子プロセス [3] によって作製した。

図 1 は  $\frac{1}{2}\{115\}$  回折点付近の  $2\theta/\omega$  スキャン測定結果である。図 1 (a) が周期反転試料の X 線測定結果であり、4 種類の方向すべてで  $\frac{1}{2}\{115\}$  回折点が観測された。図 1 (b) は反転試料の X 線回折測定結果であり、基板に対して  $[-111]$ 、 $[1-11]$  方向のオーダリングによる回折点のみが観測された。閃亜鉛鉱結晶の空間反転は  $[001]$  軸周りの 90° 回転と等価であるから、エピタキシャル AlGaAs 膜には  $[111]$ 、 $[-1-11]$  の A 面方向の CuPt-A 型のオーダリングが存在していることになる。図 1 (c) は非反転試料の X 線回折測定結果であり、 $\frac{1}{2}\{115\}$  回折点は観測されなかった。一様反転試料において CuPt-A 型のオーダリングが存在していることから、周期反転試料では反転、非反転領域の両方に CuPt-A 型のオーダリングが生じているものと推測している。オーダーパラメータは周期反転試料の非反転部分で最大であり、その値は 0.03 程度と見積もられる。AlGaAs 混晶の CuPt 型のオーダリングは非線形光学定数テンソル成分を変化させるので、非線形光学デバイスに応用できる可能性がある。[1] Y. Ohno, *et al.*: Appl. Surf. Sci., **254**, 7633 (2008). [2] S. Koh, *et al.*: J. Cryst. Growth, **227-228**, 183 (2001). [3] J. Ota, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys., **48**, 04C110 (2009).

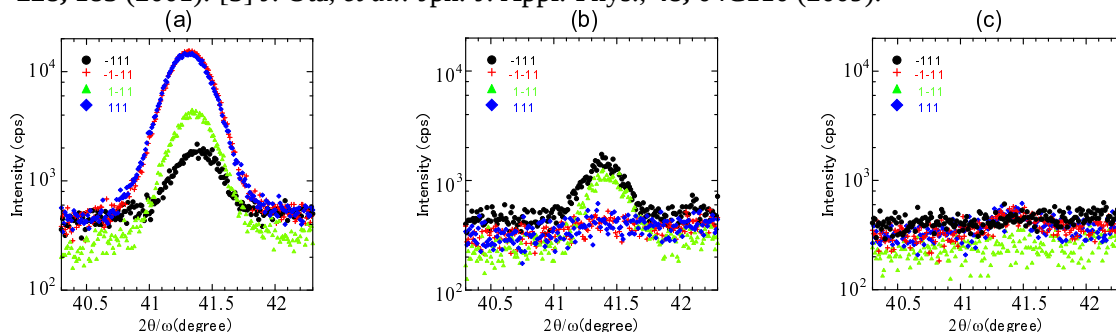


図 1: XRD intensities of (a) periodically-inverted, (b) uniformly-inverted and (c) non-inverted AlGaAs samples. Legends depict corresponding directions of ordering with respect to the substrate orientation.