

GaON薄膜の結晶化

Crystallization of GaON thin films

日本電信電話株式会社 NTTデバイスイノベーションセンタ, ○赤沢方省

NTT Device Innovation Center, NTT Corporation ○Housei Akazawa

E-mail: akazawa.housei@lab.ntt.co.jp

【はじめに】GaN、Ga₂O₃はワイドバンドギャップ材料として様々なデバイスへ応用されているが、光触媒機能も有している。TiO₂への窒素ドーピングが光触媒活性を高めることから類推すると、Ga₂O₃とGaNの混晶であるGaONは有力な材料になり得る。しかし薄膜の研究例は少なく、結晶相も確定していない。そこで今回、組成に応じて結晶相がどう変化するかを調べた。

【実験】Ga₂O₃ターゲットを備えたRFマグネトロンスパッタガンを用い、O₂ガス、N₂ガスを同時供給しながら室温成膜した。基板の結晶配列がGaON膜の結晶相に影響を与えないようにSi基板を用いた。試料は真空中でポストアニールして結晶化した。

【結晶構造】種々の試料のGIXRDパターンを下図に示す。O₂ 1 sccm、N₂ 1–2 sccmで成膜した場合、800°Cでアニールしても回折ピークはブロードで結晶性が低い。窒素を含まないγ-Ga₂O₃の回折パターンに類似しており、スピネル型のGa₃O₃Nが得られている。酸素だけで成膜するとSi基板上でも十分に結晶化してランダム配向のβ-Ga₂O₃が形成することを考慮すると、酸素原子の多くが窒素原子に置き換わることでGa₂O₃とGaNのどちらへも結晶化しにくくなり、Ga₂O₃の結晶多形における最低温相が生成したと解釈できる。O₂ 1 sccm+N₂ 4 sccmとさらに窒素供給量を増やすと、700°C以下では微結晶であったが、800°CでGaNの回折パターンに特徴的な(100)、(002)、(101)の位置に回折ピークが出現した。六方晶のGa₂O₃結晶はα-Ga₂O₃であるが、それに対応したウルツ鉱型GaN結晶の窒素原子のいくつかを酸素原子で置き換えたGaONが生成している。N₂ 4 sccmだけで成膜した場合は、回折ピークが完全に分離してGaNに近いパターンになった。しかしピーク強度比はGaNと異なっており、酸素を含む影響が出ている。O₂ 1 sccm+N₂ 0.5 sccmと窒素量を下げると一転してβ-Ga₂O₃に特徴的な回折パターンが得られた。しかも500°Cの低温から結晶化するので、窒素原子の置換効果は軽微に留まっている。但し、β-Ga₂O₃の回折パターンとはピーク強度比が異なり、β-Ga₂O₃の酸素原子の一部を窒素原子に置き換えたβ-Ga₂O₃(N)が生成していることが分かる。

【バンドギャップ】GaONはGaNとGa₂O₃の中間組成のため、バンドギャップは両者の間にあることが予想されるが、光吸収端から求めた値は3.9–4.7 eVであった。

