

分子線エピタキシー成長による二元 Sr-N 系薄膜の作製

Synthesis of binary Sr-N nitride films by molecular beam epitaxy

農工大工 ○武田 力丸, 山口 紘一, 内藤 方夫

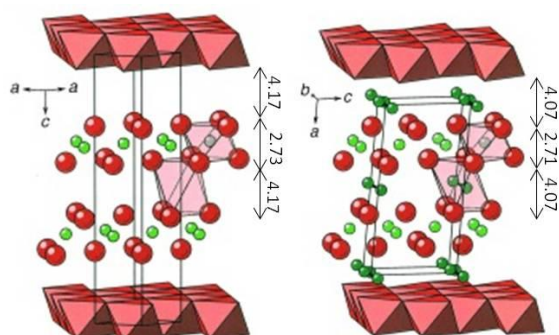
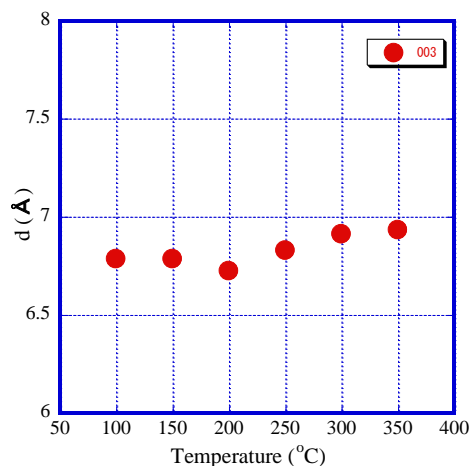
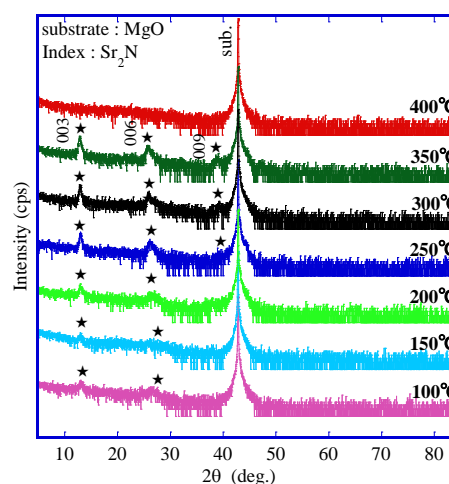
TUAT, ○Rikimaru Takeda, Koichi Yamaguchi, Michio Naito

E-mail: 50014644017@st.tuat.ac.jp

【はじめに】我々は窒化物超伝導体の探索を行っているが、窒化物は二元窒化物でも元素によっては合成困難で限られた報告しかない。その中の一つが Sr の窒化物である。Sr₂N はアンチ CdCl₂ 型(六方晶)の層状構造をとる物質($a_0 = 3.86 \text{ \AA}$, $c_0 = 20.7 \text{ \AA}$)で、最密な Sr 原子層が N 原子を挟み込むことにより Sr₂N 層を作っている。Sr₂N 層間には自由に動ける電子が存在し、Sr₂N は高い導電性を示す二次元エレクトロライドである。バルク合成では、Sr₂N 粉末を 920°C で 72 時間、窒素の分圧が 400 bar の環境下で反応させることにより Sr₄N₃ を経て、SrN が得られる。高压窒素環境により層間に取り込まれた N₂ 分子は [N₂²⁻] イオンにジアゼニド化し、Sr を Sr^{+1.5} から Sr⁺² へと酸化する。結果として層同士の静電引力が増され、SrN の c 軸長は Sr₂N に比べ短くなる ($c_0 = 20.3 \text{ \AA}$)、また単位格子も単斜晶へとシフトする。さらに高压窒素環境で反応させる事により、より N を取り込んだ SrN₂ が得られる。SrN や SrN₂ は 500~700°C ほどで熱分解し N を放出して Sr₂N となることが報告されている。今回この Sr-N 系薄膜の作製を分子線エピタキシー法により試みた。

【実験】高真空チャンバー内で各温度に熱した基板の上に窒素ラジカルを照射しながら、Sr イオンを約 0.5 Å/s のレートで蒸着した。蒸着は 1000 秒間行った。蒸着終了後、保護層として Ni を成膜した薄膜上に 150 Å 積んだ。成膜中の結晶成長は反射高速電子回折 (RHEED) で観察し、取り出し後の結晶構造は X 線回折 (XRD) を用いた。

【結果】各基板温度で MgO (100) 基板上に得られた XRD パターンと c 軸長と基板温度の相関を示す(図 2)。Sr₂N が c 軸配向している事が分かる。(003) 面で見積もった c_0 は $T_s = 350^\circ\text{C}$ で $c_0 = 20.79 \text{ \AA}$ 、 $T_s = 100^\circ\text{C}$ で $c_0 = 20.35 \text{ \AA}$ であり、それぞれ Sr₂N、SrN に対応していると思われる。

図 1 Sr₂N(左)と SrN(右)の結晶構造図 2 XRD パターン(上)と c 軸長の温度依存性(下)