

電磁浮遊法を用いた熔融 Ni-Al からの AlN 生成その場観察

In-situ observation of AlN growth from Ni-Al melts with electromagnetic levitator

東北大多元研

○安達 正芳, 浜谷 苑子, 山片 裕司, 大塚 誠, 福山 博之

Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM), Tohoku Univ.

○Masayoshi Adachi, Sonoko Hamaya, Yuji Yamagata, Makoto Ohtsuka, Hiroyuki Fukuyama

E-mail: masayoshi.adachi.d7@tohoku.ac.jp

1. はじめに

AlN は熱伝導率の高さ, 高い深紫外透過性, および AlGaIn との良好な格子整合性から AlGaIn 系深紫外発光素子の基板材料として有望視される材料である. 筆者らはこれまで, Ga-Al 液相成長法を開発し, 窒化サファイア基板[1-2]上への AlN 成長に関する研究を行ってきた[3-4]. 近年, より高速成長を目指した新たなフラックス探索を行っている. その一環として, Al を高温で安定に保持できる Ni-Al フラックスに着目し, 電磁浮遊法を用いた Ni-Al フラックスからの AlN 生成を試みた[5]. 本研究では, 電磁浮遊液滴に 10 T の静磁場を印加することで液滴内の対流を制御し, Ni-Al フラックス表面での AlN 結晶の生成・成長挙動のその場観察を行った. また, 生成した AlN 結晶の性状や結晶性について評価したので, これらの結果について報告する.

2. 実験

4N の純度の Ni および Al を用いて, Ni-Al 合金試料を作製した. この試料を電磁浮遊コイル内に設置し, チャンバー内を Ar-5vol% H_2 ガスで置換した後, 10 T の静磁場を印加した. コイルに高周波電流を流して試料を浮遊させるとともに, 試料表面に生じる誘導電流によるジュール熱および半導体レーザーの照射により, 試料を熔融させ, 所定の温度に保持した. 試料の温度測定には放射温度計を用いた. 試料が安定に浮遊した後, N_2 ガスを試料に吹き付け, 試料表面で AlN が生成・成長する様子を高速度カメラにより撮影した. また, Ni-40mol%Al のフラックスを用い, 2030 K の温度で 1 h, AlN を成長させた後, 試料を回収し, 得られた AlN 結晶の性状や結晶性につい

て評価した.

3. 結果

Ni-40mol%Al の試料を用いて AlN を生成・成長させた結果, 1960 K 以下の温度で N_2 ガスを吹き付けた試料では, 表面の一部にデンドライト組織が見られた. 一方, 1960 K 以上の温度では, 表面が平滑な AlN で覆われた. また, 成長温度の上昇とともに AlN によるフラックス表面の核生成速度および被覆速度が低下することが分かった. 1 bar の窒素雰囲気下における AlN 生成反応の駆動力は, 反応の平衡定数および Al の活量で表され, Ni-40mol%Al における AlN 生成反応の駆動力は, 温度の上昇とともに低下する. 古典的核生成理論によれば, 反応の駆動力が低下するとともに核生成速度が低下するため, 本研究において AlN 生成温度の上昇とともに, 核生成速度が低下したと考えられる.

これらの知見を元に, Ni-40mol%Al のフラックスを用い, 2030 K の温度で 1 h, AlN を成長させた結果, 試料表面に c 軸配向した膜厚 3-4 μm の AlN 結晶膜が得られた.

参考文献

- [1] H. Fukuyama *et al.*, J. Appl. Phys., 100 (2006) 024905.
- [2] H. Fukuyama *et al.*, J. Appl. Phys., 107 (2010) 043502.
- [3] M. Adachi *et al.*, Phys. Stat. Sol (a), 208 (2011) 1494.
- [4] M. Adachi *et al.*, Phys. Stat. Sol (b), published online, DOI: 10.1002/pssb.201700478.
- [5] S. Hamaya *et al.*, ICNS-12, (2017) A.1.91.