

触媒反応支援 CVD 法における ZnO 膜への NO ドーピング特性

NO gas doping to ZnO films in a catalytic reaction assisted chemical vapor deposition

長岡技術科学大学¹, MJIT², 伊庭 竜太¹, 安達 雄大¹, Abdul M. Hashim², 安井 寛治^{1*}

Nagaoka University of Technology¹, Malaysia-Japan International Institute of Technology²,

Ryuta Iba¹, Yuki Adachi¹, A. M. Hashim², Kanji Yasui^{1*}

*E-mail: kyasui@vos.nagaokaut.ac.jp

1. はじめに

我々は、白金(Pt)ナノ粒子表面での水素と酸素の燃焼反応により生成した高エネルギーH₂O と DMZn を気相中で反応させ生成した ZnO プリカーサを基板に供給する CVD 法を考案し、a 面サファイア基板上に成長を試みた結果、電氣的・光学的特性に優れた n 型 ZnO 結晶膜を得た[1]。その後、p 型結晶の作製を目指し様々なガスを用いて ZnO 膜への窒素ドーピングを試みてきたが、膜中への取り込みが充分ではない。そこで一酸化窒素(NO)ガスの加熱金属触媒(Ir)表面での分解反応により生成した窒素ラジカルを供給することで窒素ドーピングを試みた。今回、基板温度や NO ガス圧力を変え成長させた窒素ドープ ZnO 膜について XPS により膜中窒素の取込みと結合状態について調べたので報告する。

2. 実験方法

CVD 装置の構造はこれまでに報告したものと同一である[1]。装置内に Pt 担持触媒を充填した触媒反応容器を設置し、水素及び酸素ガスを供給、触媒表面で反応させ、高温の水分子を生成した。この高温水分子を真空チャンバー内にラバールノズルを通して噴出し DMZn と気相中で反応させ、高エネルギーZnO プリカーサを生成した。同時に NO ガスを 1200 °C に加熱した Ir ワイヤ表面に照射し、窒素ラジカルを生成、ZnO プリカーサと共にサファイア基板に供給し 60 分間成長させた。成長時の基板温度は 400-500 °C とし、NO ガス圧を 1.0×10^{-3} から 3.0×10^{-1} Pa の範囲で変化させた。

3. 実験結果及び考察

まず加熱 Ir ワイヤを用いることによって Zn-N 結合成分が増加することが分かった。Fig. 1 に NO ガス圧 5.0×10^{-3} Pa で 500 °C と 450 °C にて成長させた ZnO 膜中の窒素の N-1s スペクトルを示す。図

から分かるように 500 °C に比べ 450 °C 成長膜への窒素の取り込み量は 2 倍以上になった。

Fig. 2 に NO ガス圧力を 1×10^{-3} から 0.3 Pa の範囲で変化させて堆積した ZnO 膜の N-1s スペクトルのうちの Zn-N, N-N 及び N-O_x 結合成分の割合を示す。図から分かるように Zn-N 成分の割合は 1×10^{-2} Pa 以下で大きく 2.5×10^{-3} Pa 以上で圧力上昇と共に減少し、0.3 Pa では N-N 及び N-O_x 成分の方が多くなった。

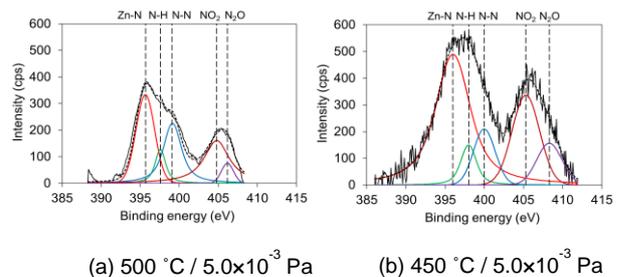


Fig. 1 N-1s spectral of ZnO films grown at 450 and 500 °C

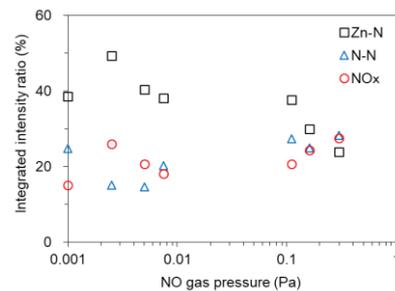


Fig. 2 Dependence of Zn-N, N-N and N-O_x components in N-1s spectra on NO gas pressure

謝辞

本研究の一部は(独)日本学術振興会科学研究費基盤研究(No.16H03869)の助成を受けて行われた。

参考文献

[1] K. Yasui et al., *MRS Symp. Proc.*, **1494** (2013) 127.