

# Ir 触媒表面で励起した NO ガスによる ZnO 膜への窒素ドーピング

## Nitrogen doping to ZnO films using NO gas excited on Ir catalyst surface

長岡技術科学大学<sup>1</sup>, MJIT<sup>2</sup> °安達 雄大<sup>1</sup>, 小野 翔太郎<sup>1</sup>, A. M. Hashim<sup>2</sup>, 安井 寛治<sup>1\*</sup>

Nagaoka University of Technology<sup>1</sup>, Malaysia-Japan International Institute of Technology<sup>2</sup>,

°Yuki Adachi<sup>1</sup>, Shotaro Ono<sup>1</sup>, A. M. Hashim<sup>2</sup>, Kanji Yasui<sup>1\*</sup>

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

### 1. はじめに

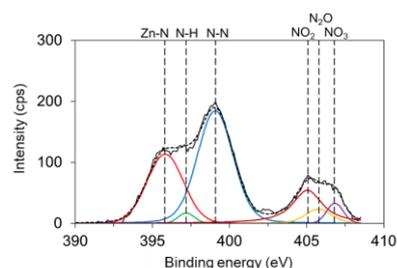
我々は、白金(Pt)ナノ粒子表面での水素と酸素の燃焼反応により生成した高エネルギーH<sub>2</sub>O と有機金属ガス(DMZn)を気相中で反応させ生成した ZnO プリカーサを基板に供給する CVD 法を考案し、a 面サファイア基板上にエピタキシャル膜の成長を試みた結果、電気的・光学的特性に優れた n 型 ZnO 結晶膜を得た[1]。その後、p 型結晶の作製を目指し様々なガスを用いて ZnO 膜への窒素ドーピングを試みてきたが、膜中への取り込みが充分ではない。そこで今回、一酸化炭素(NO)ガスの加熱金属触媒体(Ir)表面での分解反応により生成した窒素ラジカルを供給することで窒素ドーピングを試みたので報告する。

### 2. 実験方法

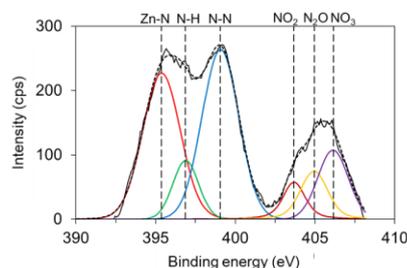
CVD 装置の構造はこれまでに報告したものと同じである[1]。装置内に Pt 担持触媒を充填した触媒反応容器を設置し、水素及び酸素ガスを供給、触媒表面で反応させ、高温の水分子を生成した。この高温水分子を真空チャンバー内にラバールノズルを通して噴出させ、DMZn と気相中で反応させ、高エネルギー ZnO プリカーサを生成した。同時に NO ガスを加熱した Ir ワイヤ表面に照射し、窒素ラジカルを生成、ZnO プリカーサと共にサファイア基板に供給し 60 分間成長させた。成長時の基板温度は 500 °C、Ir ワイヤ温度は 1200 °C、NO ガス圧は  $5 \times 10^{-3}$  -  $3 \times 10^{-1}$  Pa である。窒素取り込み量の評価は X 線光電子分光(XPS)を使用し、N-1s 成分を解析、酸素サイトを窒素が置換した Zn-N 結合成分について Ir 触媒の有無による変化を調べた。

### 3. 実験結果及び考察

Fig.1 に NO ガス圧力  $1.3 \times 10^{-1}$  Pa において Ir ワイヤ加熱有り無しで堆積した ZnO 膜の N-1s スペクトルを示す。図から分かるように加熱 Ir ワイヤを用いることによって、Zn-N 結合成分が増加している。ただ、406 eV 付近の NO<sub>x</sub> 成分も増加しており、未分解 NO ガスの取り込みや生成された N ラジカルが再度酸化し取り込まれていることも考えられる。今後は、NO ガス圧力や基板温度等の最適条件を見出す予定である。



(a) Without heated Ir wire



(b) With heated Ir wire

Fig.1 XPS spectra (N-1s) of N-doped ZnO

### 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.