

触媒反応生成高エネルギーH₂Oを用いたサファイア基板上への ZnO 薄膜堆積における NO 添加

Influence of NO addition on the properties of ZnO films grown on a-plane sapphire substrates using high-temperature H₂O generated by a catalytic reaction

長岡技科大工 石塚 侑己, 田島 諒一, 大橋 優樹, 玉山 泰宏, 安井 寛治

Nagaoka Univ. Technol., Y. Ishizuka, R. Tagima, Y. Ohashi, Y. Tamayama, K. Yasui*

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

【はじめに】

分子線エピタキシー(MBE)法やパルスレーザ堆積(PLD)法により半導体特性を有する高品質な ZnO エピタキシャル膜の成長について多数報告され[1-4]、光・電子デバイスへの適用の道が開かれつつある。将来のデバイスへの実用化を見据えた時、装置構造が単純で安価であり、大面積基板への作製が容易である CVD 法による高品質結晶膜の成長が望まれる [5]。本研究室では触媒反応により生成した高エネルギーH₂O ビームを用いた CVD 法を開発し、ZnO 膜の成長実験を行って来た[6]。これまで、a 面サファイア基板への成長膜で、低いキャリア濃度、高い電子移動度を示す n 型 ZnO 膜の作製に成功している。更に p 型 ZnO 薄膜の堆積を目指して N₂O ガスを添加し ZnO 薄膜の堆積を行ったが、膜中への窒素の取り込みは確認出来なかった。ただファセット径の増大や光学的特性、電気的特性の向上がみられた。本実験では膜中への窒素の取り込みを目指して、窒素原料として一酸化窒素(NO)を用いて ZnO 膜結晶の成長を試み、作製した試料の特性を調べたので報告する。

【実験方法】

作製装置及び方法はこれまで報告[6]したものと同じで真空チャンバー内の触媒反応容器に白金(Pt)触媒を表面に担持したジルコニア粒子を充填し、そこへ水素および酸素ガスを供給、触媒表面で反応させ、高温の水分子を生成した。この高温水分子をビーム状に噴出、気相中でジメチル亜鉛(DMZn)ガスと反応させ、高エネルギーZnO プリカーサを生成し基板に供給した。同時に窒素原料として NO ガスを添加した。基板には A 面サファイア基板を用い、500°C で基板上に ZnO 膜を成長させた。堆積時間は 60 min。また、NO のチャンバー内供給圧力を 4.4×10^{-3} ~ 1.6×10^{-1} Pa の間で変化させ、膜特性の違いを調べた。

【結果】

Fig. 1 に NO ガス圧力を変えて堆積した ZnO 膜の低温(5K)でのバンド端近傍の PL スペクトルを示す。いずれの試料からも n=1 の自由励起子に由来する発光 (FX_A(n=1)) と D⁰_X-2LO までのフォノンレプリカが観察されたことから優れた光学特性を有していることがわかった。また、NO 添加膜からは n=2 の自由励起子による発光 (FX_A(n=2))が観測され、ノンドープ膜よりも優れた光学特性を有していると推察された。また中性アクセプタ束縛励起子(A⁰X: 3.353eV)に由来するピークを観測した。

