

金属原料ガスのパルス供給による ZnO 結晶膜の単分子層成長制御

Monolayer growth control of ZnO films by a pulse supply of metal source gas

長岡技術科学大学 ○(M1)小野 翔太郎, (B)齋藤 太朗, 玉山 泰宏, 安井 寛治

Nagaoka University of Technology, ○Shotaro Ono, Taro Saito, Yasuhiro Tamayama, Kanji Yasui

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, 電氣的・光学的特性の優れた ZnO 結晶膜を得た. ZnO 結晶膜を超格子デバイス等に応用するにあたって分子層レベルの膜厚制御が必要となる. 今回金属原料ガスの供給にパルスバルブを使用し, 単分子層厚さの堆積制御が可能であるか試みた.

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]. CVD 装置内にジルコニア粒子の表面に Pt ナノ粒子を担持させた白金担持触媒を充填した触媒反応容器を設置し, 高純度水素(99.9999%)及び高純度酸素ガス(99.9995%)を供給し, 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, 電磁パルスバルブにより供給する DMZn と気相中で反応させ, 高エネルギー ZnO プリカーサを生成基板に供給した. 成長時の基板温度は 500 °C で a 面サファイア基板上に成長させた. ZnO 膜は c 軸配向である. 本研究では DMZn のパルス幅を 4 ms および 8 ms に, 繰り返し周波数を 2 Hz および 4 Hz で変化させ, パルス総数と膜厚の関係から 1 パルス当りの堆積厚さを調べた. なお膜厚の測定には触針式表面粗さ計(サーフコム 480B-12)を用いて行った.

3. 実験結果及び考察

Table 1 にそれぞれのパルス幅, パルス周波数による膜厚, そして 1 パルス当りの堆積厚さを示す. Table を見て分かるように, 4 ms のパルス幅では 1 パルス当り約 1.9 nm の堆積が, 8 ms のパルス幅では 1 パルス当り 3.6~3.9 nm の堆積が生じている. ZnO 膜の c 軸長は 0.52 nm であり単分子層厚さは 0.26 nm である. 4 ms のパルス幅では 1 パルス当りの成長は単分子層厚さより小さく, 8 ms のパルス幅では単分子層厚さより大きくなったが, ほぼ単分子厚さの堆積制御が出来ている. また, 水分子ビームの供給は DMZn のパルス供給の間も続いており, 膜成長表面への高エネルギー水分子照射によるアニール効果があると考えている. 今後, パルス幅や繰り返し周波数などの条件を更に変えて堆積を行い, 単分子層厚さの正確な制御が出来ないか実験を行っていく予定である.

Table 1 Relationship between the pulse total and the film thickness

pulse width (ms)	Frequency (Hz)	Deposition time (min)	Thickness (μm)	Thickness/Pulse (nm/pulse)
4	2	60	1.4	0.19
4	4	30	1.4	0.19
8	2	30	1.3	0.36
8	4	15	1.4	0.39

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.