

ミスト CVD 法による サファイア基板上における 2 種の非極性面 ZnO 薄膜の結晶性向上 Improvement of crystallinity of two types of non-polar ZnO thin films on sapphire substrate formed by mist-CVD

○田中 雄大¹, 田之上 博信¹, 永尾 悠生¹, 古川 拓実¹, 永岡 昭二^{3,4}, 谷田部 然治^{1,2}, 中村 有水^{1,4}
熊大院自然科学¹, 熊大院先端機構², 熊本産技³, くまもと有機薄膜センター⁴

○Y. Tanaka¹, H. Tanoue¹, Y. Nagao¹, T. Furukawa¹, S. Nagaoka^{3,4}, Z. Yatabe^{1,2}, Y. Nakamura^{1,4}
GSST Kumamoto Univ.¹, POIE Kumamoto Univ.², Kumamoto IRI³, Phoenix⁴

1. はじめに

酸化亜鉛(ZnO)は安価で人体に無害、ワイドバンドギャップ(3.37eV)、直接遷移型半導体という特徴を持つことから、LEDの新材料として期待されている。本研究では ZnO を用いて、作製方法に真空装置が不要なミスト CVD 法[1]を採用することで、材料・作製コストともに低価格な LED の実現を目指している。

我々のグループでは、ミストを基板面に平行に流す従来型ミスト CVD 装置を改良し、ミストを基板に対して垂直に供給しながら、基板を高速回転させる構成の装置を開発している。この装置により、2 インチのサファイア基板全面にほぼ均一な膜厚・膜質を有した ZnO 単結晶薄膜を形成することに成功している[2]。

本研究では、大気圧下成膜可能なミスト CVD 法で、自発分極やピエゾ電界が発生しない非極性面である a 面及び m 面 ZnO 薄膜を、バッファ層を用いて結晶性向上させることを目的とする。

2. 実験方法

ZnO バッファ層(ZnO-BL)及び ZnO 薄膜の成膜をミスト CVD 法にて行った。初めに従来型のミストを基板面に平行に流す方式で、r 面サファイア基板と m 面サファイア基板上に ZnO-BL を形成させた。使用溶液は 0.1mol/L の酢酸亜鉛($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)水溶液で、成膜時間は 30min、キャリアガスに流量 10L/min の窒素(N_2)を用い、成膜温度は 300℃~500℃とした。次に基板を高速回転させる方式でバッファ層上に a 面 ZnO 薄膜と m 面 ZnO 薄膜を成膜した。使用溶液は塩化亜鉛(ZnCl_2)水溶液で、成膜時間は 30min、キャリアガスに流量 5L/min の窒素(N_2)を用い、成膜温度は a 面 ZnO 薄膜では 600℃、m 面 ZnO 薄膜では 725℃とした。

3. 実験結果及び考察

ZnO-BL の成膜温度が 350℃~450℃の時、微結晶が密に形成されていることが確認された。これは、使用溶液として用いた($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)水溶液中の炭素(C)が、結晶成長における原子の拡散を抑制したためと考えられる。

図 1 に r 面サファイア基板と a 面 ZnO、m 面サファイア基板と m 面 ZnO の関係及びそれぞれの軸方

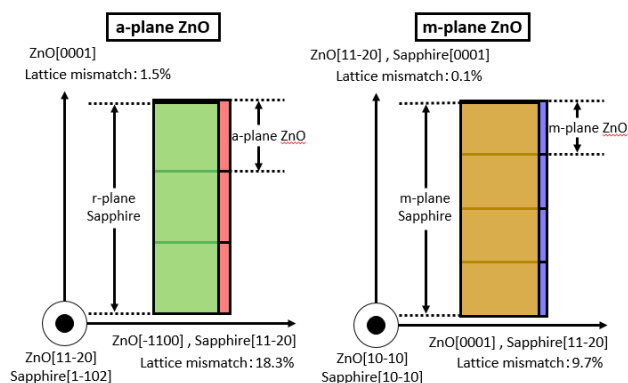


図 1：各基板と薄膜の格子不整合率

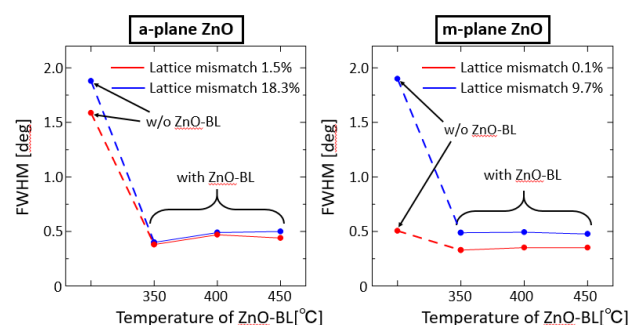


図 2： ω ロッキングカーブによる半値幅

向における格子不整合率を示す。図 2 に X 線回折(ω ロッキングカーブ)の半値幅を示す。ZnO-BL を導入することで ZnO 薄膜の半値幅がすべての軸方向で減少しており、結晶性の向上が見られた。また、どちらの薄膜でも格子不整合率が大きい方向でバッファ層が効果的に寄与し、結晶性を向上させたと考えられる。

4. まとめ

今回、成膜の過程で真空環境を用いないミスト CVD 法にて、ZnO バッファ層上において非極性面である a 面及び m 面 ZnO 薄膜を形成した。その結果、ZnO バッファ層上 ZnO 薄膜の ω ロッキングカーブの半値幅が低下し、結晶性の向上において顕著な面内異方性が確認された。

5. 参考文献

- [1]J.G.Lu, et al., Journal of Crystal Growth **299** (2007) 1-10.
- [2]H.Tanoue, et al., Applied Physics Express **8** (2015) 125502.