

## 分子プレカーサー法を用いた In 添加 ZnO 薄膜製作検討

## Fabrication of In-doped ZnO thin film by molecular precursor method

工学院大・工, °後藤 良介, 安野 泰平, 永井 裕己, 原 広樹, 佐藤 光史, 本田 徹

Kogakuin Univ., °R. Goto, T. Yasuno, H. Nagai, H. Hara, M. Sato, T. Honda\*

\*E-mail: ct11761@ns.kogakuin.ac.jp

## 1. はじめに

ZnO 系透明電極は, GaN 系縦型発光ダイオード(LED)の光取り出し効率向上の観点から重要視されている[1]. また, その製作方法の低コスト化も必要な技術である. 透明電極の製作方法として, 低コストを利点とした化学的溶液法の一つである分子プレカーサー(MPM)法が魅力的である[2]. これまではドナーとしての効果が期待されている Ga を添加した ZnO 薄膜の形成が報告されているが[3], 素子応用の要求品質を満たす抵抗率は実現されていない. そこで, Ga と同様にドナーとしての効果が期待される In を ZnO 薄膜中に添加することも有効と考えた. しかし, これまでの ZnO 薄膜の製作はアンモニア水を溶媒としているためアルコール系溶媒で製作されている In との混合が困難であった. 本研究では, アルコール系であるエタノール溶媒の分子プレカーサー法を用いて ZnO 薄膜を製作し, In 添加 ZnO (IZO)薄膜の製作を検討した.

## 2. 実験方法

酢酸亜鉛二水和物にブチルアミンとエタノールを溶媒として加えて ZnO プレカーサー溶液を合成した. この溶液を石英ガラス上にスピコートした. スピコートした膜を 70°C で 10 分乾燥させた後, 管状炉中において Ar 雰囲気中で 500°C, 30 分間熱処理を行い, ZnO 薄膜を得た.

次に, エチレンジアミン四酢酸 (EDTA)と塩化インジウムから In-edta を合成し, エタノールおよびジブチルアミンを溶媒とした In-edta プレカーサー溶液を合成した. Zn との比が 3 mol%になるよう In を添加した ZnO プレカーサー溶液を基板上にスピコートした. スピコートした膜を 70°C で 10 分乾燥させた後, 管状炉中において Ar 雰囲気中で 500°C, 30 分間熱処理を行い, IZO 薄膜を得た. このように製作した薄膜に対し, 透過率測定および抵抗率測定を行った.

## 3. 実験結果

製作した ZnO および IZO 薄膜の透過率結果を図 1 に示す. 薄膜はどちらも波長 400 nm 以上では透過率が 75%以上であった. In 添加による透過率の変化は確認されなかった. 吸収端より短波長側でも僅かな透過率が確認された. ZnO と IZO の抵抗率比較を表 I に示す. 抵抗率は ZnO に比べ, わずか 3mol% の In を添加す

ることで半分に低減した.

## 4. 考察

ZnO に In を添加したことにより, In がキャリアである電子を供給するドナーとしての役割を果たし, 低抵抗率を有する薄膜製作への可能性を示した. In の添加量を増やすことで抵抗率がより低減すると考えられる.

透過率結果では, 波長 400 nm 以上で高い透過性を示した. この結果は GaN の発光波長領域では十分な透過性が得られないことを示すが, GaInN の発光波長領域においては高い透過性があることを示す. GaN の発光波長を十分に透過するためには, 吸収端をより短波長側へシフトする添加量や添加手法に対する更なる検討が必要である.

## 5. まとめ

溶液法である分子プレカーサー法を用いてエタノールを溶媒に IZO 薄膜の製作を実現した. 製作した IZO 薄膜は ZnO 薄膜と比較して抵抗率が半分の値まで低減した. 以上の結果から製作した薄膜は低コストで製作可能な透明電極への応用に期待できる.

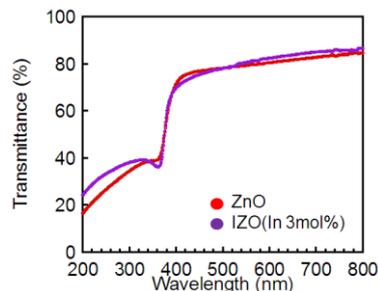


図 1. ZnO, IZO 透過率測定結果.

表 I. ZnO, IZO 抵抗率結果.

	抵抗率[Ω・cm]
ZnO	3.48
IZO(3mol%)	1.58

## 参考文献

- [1] J. -S. Jang, S. -J. Park and T. -Y. Seong, J. Appl. Phys., **88**, 5490 (2000).  
 [2] T. Honda, T. Oda, Y. Mashiyama, H. Hara and M. Sato, Phys. Stat. Sol. C **7**, 2471 (2010).  
 [3] Y. Mashiyama, K. Yoshioka, S. Komiyama, H. Nomura, S. Adachi, M. Sato and T. Honda, Phys. Stat. Sol. C **6**, 596 (2009).