

時間的・空間的隔たり産み出すミスト流を用いた新反応制御技術の開発 2 Development of novel reaction control technology for thin film fabrication using mist flow generating spacial & time gap II

高知工大 シスエ¹, 総研² ○川原村 敏幸^{1,2}, ルソヅヤン ピモンパン¹, 刘 丽¹, 西 美咲¹, 坂本 雅仁¹, 小林 勇亮¹, E.K.C. プラデーブ², 鄧 太 江², 佐藤 翔太¹, 山沖 駿友¹, 中曾根 義晃¹, 上田 真理子¹

School of Sys. Eng.¹, Res. Inst.², Kochi Univ. of Tech.

○Toshiyuki Kawaharamura^{1,2}, Phimolphon Rutthongjan¹, Li Liu¹, Misaki Nishi¹, Masahito Sakamoto¹, Yusuke Kobayashi¹, E.K.C. Pradeep², Giang T. Dang², Shota Sato¹, Shunsuke Yamaoki¹, Yoshiaki Nakasone¹, Mariko Ueda¹

E-mail: kawaharamura.toshiyuki@kochi-tech.ac.jp

一 背景 一

機能膜は、潤滑、不動態化、防湿等のためのコーティングや電子デバイス用途等、我々の生活を支える非常に重要な材料である。この機能膜に関して、人類は近年、要望に応じた特性の良いデバイス利用を目的に、自然界に存在しない特徴的な特性を有する多元系の機能膜を設計し開発・利用してきている。ところで、汎用の平衡反応プロセスを利用して、多元系機能膜を作製するには多数の原料を同時に供給する必要がある。しかし、それぞれの原料の反応速度差や原料同士の複合反応により、成膜速度や組成比を上手に制御できず、設計通りの薄膜を作製することができないという問題が生じている。これは平衡反応系プロセス全般に共通の問題で有り、先送りにされてきた問題である。

前回の発表で、ミスト液滴の時間的・空間的な隔たりを利用する事により単相流体中で起こるような予測が困難な複雑な反応を無視し、多元(混晶)系機能膜の成膜速度や組成比を操作できる事を発見し、また実験を通じて本理論が正しい事を示した[1]。この反応制御技術を備えたミスト CVD をこれまでの開発状況から以降第 3 世代ミスト CVD と記すが[2]、本発表ではこの第 3 世代ミスト CVD の威力について、更に詳しく調べたので報告する。

一 実験結果 一

各種多元(混晶)系機能膜を、第 2 世代および第 3 世代のミスト CVD を用いて作製し、その成膜速度や組成比について調べた。予稿集では Zn と Mg の仕込み量を 1:1 とした際の結果について示す。石英基板上に異なる温度で作製した。この時の成膜速度、組成比、バンドギャップの測定結果を図示した。本実験で用いた Zn 源と Mg 源の熱分解温度はそれぞれ 180°C と 270°C であった。成膜速度は、全ての温度域において 10 nm/min 以上で有、温度上昇に伴い単調に増加していることが分かる。ここで第 2 世代および第 3 世代ミスト CVD で作製した薄膜の膜内組成比を比較すると、Mg 源の熱分解温度以下では膜中への Mg 混入量は低い。一方、第 2 世代ミスト CVD を用いて作製すると、Mg 源の熱分解温度以上では、組成比が昇温と共に上昇していることが分かり、Zn と Mg の組成比を Zn 源と Mg 源の仕込み量で操作出来ていないことが分かる。一方、第 3 世代ミスト CVD を利用すると、Mg 源の熱分解温度以上では、Zn と Mg の組成比はほぼ一定であり、Zn 源と Mg 源の仕込み量で操作出来ていることが分かる。これはバンドギャップ測定結果からも支持される。講演ではより詳細について報告する。

[1] 川原村敏幸, et al., 第 64 回応物春季 17a-502-9, [2] T. Kawaharamura, JJAP 53 05FF08 (2014)

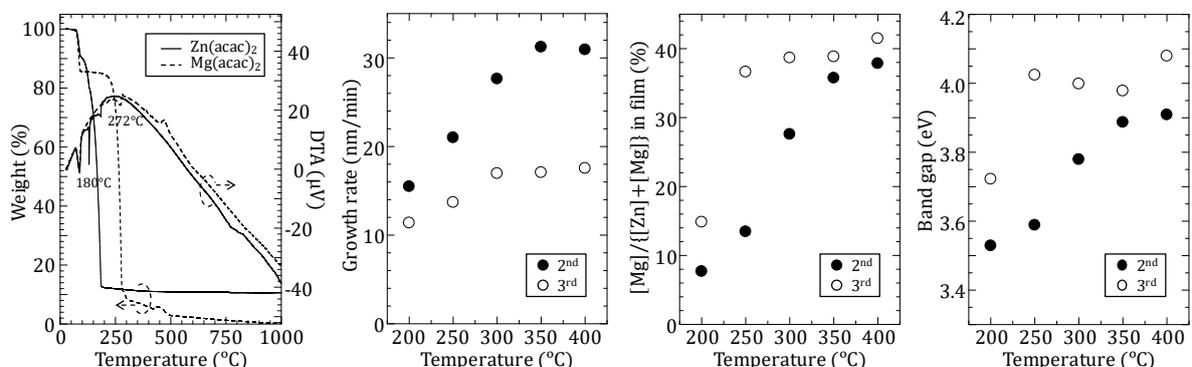


Fig. 1 (a) TG-DTA data of $\text{Zn}(\text{acac})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ and $\text{Mg}(\text{acac})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. (b) growth rate, (c) Mg composition ratio, and (d) band gap of ZnMgO thin films prepared by mist CVD on 2nd generation and 3rd generation system.