

## 研究論文

## ソリューションプラズマプロセスを用いた酸化モリブデン粒子の合成

渡辺紘子\*, 石井隆裕\*, †石崎貴裕\*\*

## Synthesis of Molybdenum Oxide Particles by Solution Plasma Process

by

Hiroko WATANABE\*, Takahiro ISHII\* and †Takahiro ISHIZAKI\*\*

(Received Dec. 1, 2020; Accepted Jan. 29, 2021)

## Abstract

Molybdenum oxides have been expected to apply to various industrial fields such as Li ion battery, catalyst, fuel cell, and so on. The molybdenum oxides have been synthesized by various methods such as sol-gel and solvothermal methods. However, there are some issues such as multi-step and long-time treatments on these methods. Solution plasma processing (SPP) can induce the formation of highly reactive chemical species, which can facilitate the synthesis of metal oxides without the addition of reducing agents. Therefore, herein, molybdenum oxide particles were synthesized by SPP from the aqueous solution containing only  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  at the concentration of 100 mM. According to the transmission electron microscopy results, the spherical samples having a diameter greater than 1  $\mu\text{m}$  were obtained. The presence of molybdenum dioxide was confirmed by X-ray diffraction measurement. Meanwhile, tungsten content, which might be derived from the electrodes, was also found slightly.

**Keywords:** Molybdenum oxide, Solution plasma, particles

## 1. 緒言

酸化モリブデンの組成は  $\text{MoO}_3$  と  $\text{MoO}_2$  が主であるが、その中間組成として  $\text{MoO}_{3-x}$  と呼ばれる  $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$ ,  $\text{Mo}_8\text{O}_{23}$ ,  $\text{Mo}_9\text{O}_{26}$ ,  $\text{Mo}_{17}\text{O}_{47}$  などが確認されている<sup>1)</sup>。 $\text{MoO}_2$  は  $\text{MoO}_6$  八面体を構造単位とした歪んだルチル構造を持っており、高い電子伝導性、高い融点、優れた化学的安定性といった特性を有している<sup>2)</sup>。その優れた電荷輸送特性やコストの低さ、低環境負荷性から、リチウムイオン電池、スーパー

キャパシタ、固体燃料電池、多種の触媒、センサー、記録媒体、エレクトロクロミックディスプレイなどの幅広い分野への応用が期待されている<sup>3)6)</sup>。また、近年では、カーボンや他の金属や酸化物と複合化された材料が合成されており<sup>7)9)</sup>、エネルギー材料への展開が盛んに行われている。

$\text{MoO}_2$  の合成には、一般的に  $\text{MoO}_3$  の水素還元やソルボサーマル法、ゾルゲル法などが用いられてきた<sup>10)11)</sup>。これらの従来の合成方法では、高温かつ長時間での処理が必要となるほか、合成に至るまでの工程が多くなるといった課題が挙げられる。

これらの課題を解決するために、我々は材料合成方法の一つあるソリューションプラズマプロセス(solution plasma process : SPP)に着目した。SPP は、溶液中の非熱平衡プラズマである。溶液中に対向させた電極間にパルス電圧を印加すると、ジュール熱が発生し、溶液が気化して気泡が発生する。この気泡により絶縁破壊が起こり、プラズマが生成する。発生したプラズマにより、前駆体溶液由来のイオンやラジカル等の活性種が生じ、活性種同士の衝突や溶液と

令和2年12月1日受付

\* 芝浦工業大学大学院理工学研究科材料工学専攻 : 東京都江東区豊洲 3-7-5

Materials Science and Engineering, Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology: 3-7-5 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548, Japan

\*\* 芝浦工業大学工学部材料工学科 : 東京都江東区豊洲 3-7-5 TEL 03-5859-8115 FAX 03-5859-8115

ishizaki@shibaura-it.ac.jp

Department of Materials Science and Engineering, Shibaura Institute of Technology: 3-7-5 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548, Japan

† : 連絡先/Corresponding author