

Preparation, Characterization and Application of

Porous Titania by Sol-Gel Method

(ゾルーゲル法による多孔質チタニアの作成、特性評価及び応用に関する研究)

ミア モハメド ユスフ

論文の内容の要旨

近年の酸化物材料における表面化学の発展には目を見張るものがある。高い気孔率を持つ機能性酸化物は光触媒、太陽電池電極、ガスセンサーなどに応用されているチタニアゲルに代表されるように興味深い特性、多岐に渡る応用性のため、魅力的である。その重要かつ興味深い現象は物質の表面において起きる。酸化物の表面制御に関する初期の研究は、環境触媒に注目されていた。酸化物の表面特性は、表面修飾により微細構造を制御することで向上させる事ができる。しかしながら、機能性酸化物の表面制御はあまり研究されていない。メソ孔、ナノ孔を有する多孔質チタニアの特性は光触媒や触媒の担体としての使用法において関心が深まってきている。本研究の目的はゾルーゲル法により、種々の有機材料を“template”として用い、高比表面積と制御された気孔率を持つ多孔質チタニアを合成することである。この研究により細孔の形を制御する新しい方法の探求の努力を強調する。

第1章と第2章ではこの研究の背景、その動機、および実験方法を示した。第3章では、界面活性剤を鋳型として作製した多孔質チタニアの合成、および光触媒への応用について示した。気孔率、表面形態、触媒活性を調べた。湿潤ゲルをBTACまたはCTAC溶液に浸漬し、その後、乾燥、加熱処理を経て直方体もしくは円柱状構造を持つアナターゼの多孔質膜を得た。ミセルまたは界面活性剤分子は湿潤ゲルに取り込まれ、ゲル表面に吸着する。直方体もしくは円柱状構造体同士の空間とゾルーゲル法由来の薄膜の微細構造は界面活性剤の種類およびその濃度を変えることで制御することができる。界面活性剤処理を行った薄膜と、処理を行っていない薄膜の光触媒活性を比較すると処理を行った薄膜の方が高い光触媒活性を示した。第4章では、鋳型として界面活性剤および親水性高分子を用い、浸漬法によるメソ多孔チタニアゲルの作製及び、特性評価について記した。湿潤ゲルは常圧下で界面活性剤(CTACまたはBTAC)、または高分子(PEGまたはPluronic)溶液に浸漬し、その後、乾燥、加熱処理を経て得た。ゲルの細孔容積と比表面積は界面活性剤や高分子溶液の修飾により増加させる事ができる。平均細孔径も界面活性剤浸漬により増加した。細孔の大きさと形は明らかに界面活性剤のミセルの大きさと形に依存した。第5章では鋳型として界面活性剤と親水性高分子を用い混合法によるメソ多孔チタニアゲルの作成及び、特性評価について記した。ゲルはチタンアルコキシドのアルコール溶液に鋳型を添加し合成した。界面活性剤を含むチタンアルコキシ

ドの前駆体溶液中でミセルはゲル化中にチタニアゲルに取り込まれる。一方、高濃度の高分子を含む添加したチタンアルコキシドの前駆体溶液中で親水性高分子は複雑に絡み合った凝集体を形成する。ゲル化中に、この高分子凝集体はゲルに取り込まれる。このようにしてゲルに取り込まれる界面活性剤ミセルや高分子凝集体は乾燥過程におけるゲルの収縮を防ぎ、ゲルの細孔は増大する。高濃度の界面活性剤および高分子は、ミセルや凝集体を形成しやすい。このため、ゲルの比表面積と細孔容積は親水性高分子や界面活性剤の添加により増加させる事ができる。界面活性剤添加は細孔径の制御や細孔容積、比表面積の増加に有効である。CTAC + PEGを添加することにより得たゲルの細孔の大きさと細孔容積は無添加のキセロゲルと比較すると増加した。ミセルと高分子凝集体はゲルの気孔率を増加させる上で重要な役割をしているのだろう。第6章では鑄型として疎水性高分子を用いたメソ多孔チタニアゲルの作製と、特性評価について記した。鑄型として疎水性のポリスチレンを用いることにより、高比表面積のメソ多孔チタニアを得た。ゲルの細孔の大きさはポリスチレンを鑄型として用いることにより増加させる事ができ、また細孔の大きさ、形態はその濃度に依存した。

メソ多孔チタニアは浸漬法、混合法どちらにおいても得ることができた。ゲルの微細構造や細孔の大きさは鑄型として界面活性剤、親水性高分子、疎水性高分子を用いることにより常圧において制御することができた。この新たに発展した方法は、機能性多孔質酸化物へ幅広く応用できる。

以上