

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	中倉 修平
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 Synthesis of Cesium Tungsten Bronze Nanoparticles by Spray Pyrolysis and Their Optical Properties (噴霧法によるセシウムタングステンブロンズナノ粒子の合成と光学特性)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	荻 崇	印
審査委員	教 授	都留 稔了	印
審査委員	教 授	矢吹 彰広	印
審査委員	教 授	定金 正洋	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、セシウムタングステンブロンズのナノ粒子を噴霧熱分解法により合成し、その特徴を活かした透明赤外吸収機構およびフォトクロミックな特性（光着色性）の評価に関する研究がまとめられた。</p> <p>第1章では、ナノ粒子の合成方法と、研究対象としたセシウムタングステンブロンズのナノ粒子に関する既往研究やその課題について説明された。これらを踏まえ、本章の最後に、噴霧熱分解法によるセシウムタングステンブロンズのナノ粒子の合成と、その光学特性の評価が本論文の目的であることが述べられた。</p> <p>第2章では、噴霧熱分解法による六方晶構造のセシウムタングステンブロンズのナノ粒子を合成するため、噴霧熱分解法の操作条件が酸化タングステンの粒子形状や結晶相に及ぼす影響が評価された。一般的な酸化タングステンのナノ粒子に関する合成研究では、安定相である単斜晶構造の酸化タングステンのナノ粒子を得やすい。しかし、噴霧熱分解法の炉体温度およびキャリアガスの条件を最適化することで六方晶構造のみを持つ酸化タングステンのナノロッドをワンステップで合成できることが明らかにされた。</p> <p>第3章では、噴霧熱分解法による六方晶のセシウムタングステンブロンズのナノ粒子を合成した結果が説明された。タングステンが欠損した影響により、a軸方向の格子定数は短縮化され、赤外吸収特性を示さなかった。後工程として還元処理を行うと、その炉体温度の上昇によりタングステン原子は結晶中で再配列するためタングステンの欠損は徐々に消失した。また、短縮化されていた格子定数は固相法で合成した値に漸近し、赤外吸収特性の発現に成功した。これらの結果は、タングステンの欠損がタングステンブロンズの構造に大きな影響を与える因子であり、噴霧熱分解法と還元処理を組み合わせることで、タングステンの欠損量、結晶構造および、赤外吸収の強さを幅広く制御できることが明らかにされた。</p> <p>第4章では、前章で合成したセシウムタングステンブロンズのナノ粒子（以下、噴霧粒子）</p>			

が固相法で合成した粒子（以下、固相粒子）よりもフォトクロミックな安定性の高い粒子であることが説明された。固相粒子のフォトクロミック現象は、長時間の粉碎処理に伴う粒子表面のセシウム原子の溶出（脱離）に起因しており、普及に向けた課題である。一方、噴霧粒子は生成直後にナノサイズであるため、粉碎の影響を弱めることが可能となり、粒子表面のセシウム原子の脱離が少ないことが期待される。そこで、噴霧粒子および固相粒子の分散した塗布膜をそれぞれ作製し、UV光を照射してフォトクロミック現象の大きさを定量化した。噴霧粒子の光吸収の変化量は固相粒子の変化量と比較して1/5程度であり、粒子表面のセシウム原子を原子分解能の電子顕微鏡により直接、観察すると、噴霧粒子の粒子表面におけるセシウム原子はほぼ最表面まで充填されていることが明らかにされた。つまり、噴霧熱分解法で合成した粒子は、表面のセシウム脱離の少ない粒子であり、それはフォトクロミックな安定性の向上に寄与することが説明された。

第5章では、本研究で得られた研究成果が総括された。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。