

## イメージングデバイス応用に向けたサーモクロミック機能を有するナノ粒子及び薄膜に関する研究

### [1] 組織 (以下10.5ポイント)

代表者：宮崎 英敏

(島根大学)

対応者：鈴木 久男

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

坂元 尚紀 (静岡大学電子工学研究所)

脇谷 尚樹 (静岡大学電子工学研究所)

((注) 以下、分担者全員を記載する。)

### [2] 研究経過 (以下10.5ポイント)

本研究は、フォトクロミックやサーモクロミック機能を有する光ナノ粒子および薄膜を環境に優しい液相法により作製し、無機あるいは有機のハイブリッド材料とすることでイメージングデバイスとしての応用を模索する基盤研究である。例えば、二酸化バナジウムや三酸化タングステンは、優れたサーモクロミックあるいはフォトクロミック特性を有することから、これらのナノ粒子あるいは薄膜を作製することでイメージングデバイスへの応用が期待される。

これまでに共同研究として、シリカ単分散ナノ粒子上への二酸化バナジウム薄膜のナノコーティングに関する研究を実施してきた。その結果、この様にして作製した単分散複合ナノ粒子は室温付近で優れたサーモクロミック特性を示すことが明らかとなった。一方で、このような複合ナノ粒子は作製方法が少し複雑であり、大量生産には不向きであることが予想される。そこで本研究では、工業化に適したさらに簡便な手法で光ナノ粒子を合成することを試み、光デバイス応用のためのプロセッシングを確立することを目的とする。

(本プロジェクトの目的・概要、及び、研究会、研究打ち合わせ・研究討論会、研究発表会、研究集会等の開催状況を記載して下さい。)

以下、研究活動状況の概要を記す。

本共同研究では、宮崎准教授と電子工学研究所の教授である鈴木久男との研究打ち合わせなどと同じ学会に参加した折などに実施するとともに、受け入れ教員の鈴木教授が研究指導を担当している修士課程2年生の学生の奥田卓也が、国内外のいくつかの国際会議で成果を発表した。

また、2011年11月に電子工学研究所主催の高柳記念シンポジウムで宮崎准教授が本共同研究の成果を発表した。

### [3] 成果 (以下10.5ポイント)

#### (3-1) 研究成果

(本プロジェクトで明らかになった研究成果を具体的に記載して下さい。)

本研究では、以下に示す研究成果を得た。

まず第一に、二酸化バナジウムナノ粒子の相転移温度を制御するためには、ナノ粒子中にW等の効果的なドーパンとを均一に固溶させる必要があることが明らかとなった。ナノ粒子への均一な固溶を実現するためには、前駆体溶液の分子設計が不可欠であった。すなわち、W原料とVアルコキッドを溶液段階で均一共重合させないと、ナノ粒子中にWドーパ量に不均一が生じるので合成した二酸化バナジウムナノ粒子の相転移温度をDSCで測定した場合に付託の転移温度が観測された。この問題を解決するために、タングステン原料にアルコキッドを用いて側鎖基を化学修飾し、前駆体溶液中での均一共重合を試みた。その結果、DSCの測定では吸熱ピークが1本になり、相転移温度が低温側にシフトした。また、タングステンのドーパ量と相転移温度の関係も文献値通りの値となり、ナノ粒子中へのタングステンの均一なドーピングがなされたことが明らかとなった。すなわち、前駆体溶液の分子設計が非常に重要であり、化学修飾制御法による分子設計で相転移温度をノンドープの68°Cから2%ドープで理論値とほぼ同じ24°Cまで低温化できることが明らかとなった。

次に重要な因子としては、粒径制御がある。求められる粒径は、最低でも100nm以下となる。可能であれば、50nm以下が望ましい。本研究では、 $\mu$ 余

るシオン方を用いることで粒径制御を試みた。その結果、乾燥後のVO<sub>2</sub>ナノ粒子は凝集はしているものの、平均粒形で60nm程度までなのかさせることに成功し、粒度分布も比較的狭いことが明らかとなった。

### (3-2) 波及効果と発展性など

(大型プロジェクトへの発展・国際会議(シンポジウム)への発展・学外研究者との交流, 共同研究による効果・研究者ネットワークの拡大・若手研究者の育成・新研究領域の開拓・成果の他分野への応用・萌芽的研究への発展等)

本プロジェクトでは、本研究所の教員との交流が活性化し、実際に初期の研究の目的もほぼ達成され、今後の発展によっては大型プロジェクトに発展する可能性(相転移温度が室温付近に制御されたのサーモクロミック二酸化バナジウムナノ粒子の作製に成功した。)を示した。

さらに、本プロジェクトの研究成果及び交流の成果を2014年11月の高柳記念シンポジウムで発表する機会にも恵まれた。

この様に、本研究は今後の益々の発展が期待される。

### [4] 成果資料 (以下10.5ポイント)

(本プロジェクトで研究された研究成果が掲載されている主要論文リスト掲載してください。)  
論文はまだ掲載されていないが、以下の全国大会及

び国際会議で成果を発表した。

(1) 前駆体の設計によるマイクロエマルション法二酸化バナジウムナノ粒子の相転移温度制御、奥田卓也・坂元尚紀・脇谷尚樹・鈴木久男・(島根大学)宮崎英敏、日本セラミックス協会 第27回秋季シンポジウム、2014年9月9日、鹿児島大学

(2) 分子設計された前駆体を用いたマイクロエマルション法による二酸化バナジウムナノ粒子の相転移温度制御、(静岡大)奥田卓也・坂元尚紀(島根大)宮崎英敏・(静岡大)脇谷尚樹・鈴木久男、粉体工学会 2014年度秋季研究発表会、2014年11月25日、東京ビッグサイト

(3) Fabrication of vanadium dioxide nano-particles by microemulsion method with controlled phase transition temperatures, Takuya Okuda, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Hidetoshi Miyazaki, Hisao Suzuki, The 31st Korea-Japan Seminar on Ceramics, November 26th-29th, 2014, CECO, Changwon, Korea

また、同様のテーマで以下の論文を執筆した。

(1) H. Miyazaki, T. Ishigaki, H. Suzuki, T. Ota, Improvement of a photochromic property of WO<sub>3</sub> based composite films by phosphorus addition, Bull. Chem. Soc. Jpn, 87 (2014) 838-841.

(2) H. Miyazaki, J. Ando, A. Nose, H. Suzuki, T. Ota, Effects of a B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> additive on sintering and electrical properties of WO<sub>3</sub> ceramics, Mater. Res. Bull., 64 (2015) 233-235.