

液相析出法による三次元規則多孔質構造を有する 金ナノ粒子分散酸化チタン薄膜の作製

Preparation of gold nanoparticles dispersed titanium dioxide thin films
with three-dimensional ordered porous structure by liquid phase deposition method.

龍谷大院理工 ○(M2) 堤冬美花, 青井芳史

Ryukoku Univ. ○Fumika Tsutsumi, Yoshifumi Aoi

E-mail: aoi@rins.ryukoku.ac.jp

1.はじめに

光の波長程度のオーダーで空孔が規則的に配列した三次元規則多孔質材料は、特定の波長の光が伝播できずに反射されるフォトニック結晶としての性質をもつ。一方で金ナノ粒子は表面プラズモン共鳴吸収を示し、特徴的な色調を呈する。このような特徴を持つフォトニック結晶と金ナノ粒子の複合材料は、両者の性質を併せ持つ特異な光学特性を示す材料として期待される。本研究では、液相析出法を用いて三次元規則多孔質構造を有する金ナノ粒子分散酸化チタン薄膜を作製した。また、作製した薄膜の空孔を屈折率の異なるさまざまな溶媒で満たす事により反射波長が変化し、可視光領域で色の変化を生じる屈折率センサーを作製、評価した。

2.実験方法

ガラス基板上に、粒径 288 nm のポリスチレンラテックス粒子を対流自己集合法を用いて規則的に配列させ、オパール構造を有するコロイド結晶テンプレートを作製した。その後、 $(\text{NH}_4)_2\text{TiF}_6$ 0.1 mol dm⁻³、 H_3BO_3 0.2 mol dm⁻³、 HAuCl_4 0.24 mmol dm⁻³ からなる反応溶液にテンプレートを 30 °C で 8 時間静置反応させ、液相析出法により金含有酸化チタン-ポリスチレン複合薄膜を得た。得られた複合薄膜を大気中で 400 °C、1 時間焼成することにより、テンプレートであるポリスチレンを除去し、三次元規則多孔質構造を有する金ナノ粒子分散酸化チタン薄膜を作製した。

3.結果と考察

作製した多孔質薄膜は、Fig. 1.より直径約 250 nm の空孔が規則的に配列しており、直径 5-10 nm の金ナノ粒子が分散していることが分かる。また、XRD による測定により、薄膜はアナターゼ型 TiO_2 であることが確認できた。得られた薄膜は Fig. 2.に示すように、大気中で鮮やかな青色であり、屈折率の異なる溶媒に満たした際には、緑や赤に変化する様子が見られ、可視光領域で明瞭な色の変化が確認できた。可視吸収スペクトルによる測定により、大気中では、460 nm 付近に規則多孔質構造由来のフォトニックバンドによるピークと 560 nm 付近に金ナノ粒子由来の表面プラズモン共鳴吸収のピークが見られた。また、空孔を溶媒で満たした際には、溶媒の屈折率の増加に伴いピークの長波長側へのシフトが観察されたが、表面プラズモン共鳴吸収のピークのシフトは観察されなかった。

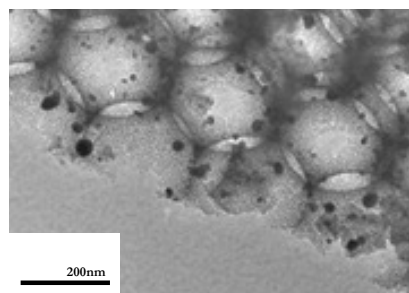


Fig. 1. TEM image of gold dispersed titanium dioxide thin film with a three-dimensional porous structure.

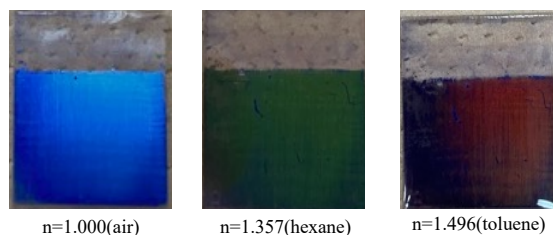


Fig. 2. Photographs of three-dimensional ordered porous Au-TiO₂ thin film filled with various solvents.