C-20

陽極酸化ポーラスアルミナを用いた金属ナノドットの作成と光学特性

Fabrication and optical property of metal nano dots using anodic pores alumina membrane

○小林隼也¹, 白井悠馬², 前田穂³, 渡辺忠孝³, 高野良紀³, 高瀬浩一³ *J. Kobayashi¹, Y. Shirai², M. Maeda³, T. Watanabe³, Y. Takano³, K. Takase³

Abstract: We have fabricated metal (Au, Ni) nano dots using anodic porous alumina template and investigated their optical properties. Furthermore, the photo-thermal conversion effect has been evaluated by laser irradiation.

1. 研究背景

近年,地球温暖化により二酸化炭素を排出しないク リーンな再生可能エネルギーである太陽光エネルギー 利用に注目が集まっている.太陽光の利用には光・電 変換と光・熱変換の2つの方法があり,エネルギーの 有効利用にはその蓄積が重要である.電気の場合,大 きなコンデンサー等が必要であり費用が高くなるが, 熱の場合は,比較的安価にエネルギーをためられる.

そこで本研究では光・熱変換に注目する.一般に光 の波長より小さい金属(金属ナノドット)に光が入射さ れるとその表面に分極が生じ,これによって作られる 電場と光の電場が共鳴することで激しい分極反転がお こり,この特定の波長の光が強く吸収されることにな る.これをプラズモン吸収とよぶ.この分極反転のエ ネルギーが格子に伝わり,金属ナノドットの温度が上 昇する.金属ナノドットが吸収する光の波長はその周 りの環境やドットの大きさによって変化する.即ち, ドット径の異なる金属ナノドットを多種用いることで, 幅広い波長の光に対応できるようになり,太陽光の有 効利用に繋がる.以上のようなことを考慮して,本研 究では,異なるサイズの金属ナノドットを作成し,そ の光・熱変換について調べることを目的とする.なお, 作成する金属としては,強い光吸収の報告がある金,



Figure 1. Schematic structure of anodic porous

ニッケルを選択した.

2. 実験

ナノドットの作成方法には様々なものがあるが,本 研究では規則配列した細孔を有する陽極酸化ポーラス アルミナ(APA)を用い,ナノ細孔中に電解メッキによ り金属を埋め込むことで金属ナノドットの作成を行っ た. APA の細孔径は陽極酸化条件で容易に変えること ができるので,様々なサイズのナノドットを作成する には適したナノテンプレートである.

APA の作成には2 step 陽極酸化法を使用した.シュ ウ酸を用いて 1st step 陽極酸化を行い, 1st step 陽極酸 化で成長した APA をクロム酸リン酸混合溶液へ浸けて エッチングを実行した. その後 1st step 陽極酸化と同 じ条件で 2nd step 陽極酸化を 3 時間行った. APA のナ ノホールの底部には、Figure 1 に示すようにバリア層が 存在し、これを除去しないと電解メッキを行うことが できない. このため, 2 step 処理後の試料に対して電圧 降下処理をほどこしバリア層の除去を行った. ドット サイズを調整するために、ナノホールをリン酸を用い てエッチングし、エッチング時間の違いから3種類の 異なる直径のナノホールを準備した. このテンプレー トを用いて作成した試料の光学的特長を調べるために 拡散反射測定を行い,光・熱変換効果を評価するため に石英セルに1ccの水と試料をいれ、これに対して 442 nmのレーザーを照射することで水温の時間変化を 調べた.



Figure 2. SEM images of APA before (top view); (a) ~ (c) and after Ni electroplating (cross sectional view); (d) ~ (f)



Figure 3. SEM images of APA before (top view); (g) ~ (i) and after Au electroplating (cross sectional view); (j) ~ (1)

3. 結果

Figure2,3よりエッチング時間を変えた3種類のテンプレートを用いて作成した金属ナノドットの粒径はエッチング時間が5分,10分,15分,でニッケルの場合,約50 nm,65 nm,50 nmであり,金の場合,約25 nm,30 nm,20 nm であった.

拡散反射測定の結果よりニッケルメッキの試料では、粒径の違いによる反射率の変化は観測されなかった(Figure 4). 金メッキ試料においても、粒径の違いに

よる反射率が落ち込む波長には変化がなかった(Figure 5). 参考文献によると 530 nm 付近で金のプラズモン吸 収が起こると報告されており^[1], これらの試料ではプ ラズモン吸収が生じていると思われる.

光・熱変換測定を行った結果,今回得られた試料間 では有意な温度上昇が見られなかった.これは,埋め 込まれた金属の量が少なかったことと,金においては, ナノホールの中空に金属ドットが生成されており,発 生した熱を水に伝えられなかったためであると考えら れる.



Figure 4. Diffusive reflectance measurement of Ni nano dots



Figure 5. Diffusive reflectance measurement of Au nano dots

4. 参考文献

[1] "Template-Synthesized Nanoscopic Gold Particles",

The Journal of Physical Chemistry, Vol. 98, No. 11,

pp.2967, 1994