

C-5

陽極酸化ポーラスアルミナを用いた銀ナノワイヤーの作製

Preparation of silver nanowires using anodized porous alumina

○田邊隆喜¹, 阿久津里奈², 渡辺忠孝³, 高野良紀³, 高瀬浩一³Ryuki Tanabe¹, Rina Akutsu², Tadataka Watanabe³, Yoshiki Takano³, Kouichi Takase³

Abstract: We will prepare anodic porous alumina and attempt to make silver nanowires while changing the voltage applied to silver electroplating. In addition, measure what kind of optical characteristics the produced silver nanowires have.

1, はじめに

現在, 地球温暖化の進行が問題となっている. この問題の対応策として二酸化炭素を発生させない自然エネルギーを電気エネルギーに変える研究が世界各地で精力的に行われている. 特に太陽発電は設置可能な場所が多いことやエネルギー変換効率が高いシリコン太陽電池が開発されたことによって目覚ましい発展をしている. この他に, 自然エネルギーを利用する方法として太陽光エネルギーを熱エネルギーに変えて利用する方法があり, すでに一般家庭で, 昼間太陽光で水を温め, 温水を提供するシステムとして利用されている. この方法は, 物質の単純な光吸収を利用したものであり, 主に可視光領域に吸収をもつ物質が使用されている.

太陽光エネルギーを熱エネルギーに変えて利用することに注目するならば, 部室の光吸収が大変重要なキーワードとなってくる. 最近の研究によると可視光よりも小さな波長の金属物質には, 局在表面プラズモンという強い光吸収があり, これをうまく利用すると金属同士を光で溶接したりできる. そこで, 本研究では, 金属ナノ粒子に誘起される局在表面プラズモンに注目したい. 局在表面プラズモンによる光吸収は, ナノ粒子の形状に強く依存することが知られており, 球体だと1つの吸収, 柱状だと, 直径方向と長手方向に起因する2つの吸収をもつ. 今回, 太陽光の効率的利用を考慮し, 局在プラズモン吸収が可視光領域にある銀に注目し, 色々な形状のナノワイヤーを作製してその光の吸収がどのように変化するか調査する.

2, 実験方法

陽極酸化ポーラスアルミナ (APA : Anodic Porous Alumina) を作製し, APA ナノホール内へ Ag を埋め込むことによって金属ナノワイヤー作製した.

まず APA 作製の準備としてアルミニウム基板の脱脂

処理と電解研磨処理を行った. これは APA 作製にはアルミニウム基板表面の凹凸大きく影響されるためである. これらの処理を行ったアルミニウム基板に規則的なナノホールを作るため2ステップ陽極酸化法を行う. まず 1st step 陽極酸化をシュウ酸(0.3 M)温度 3 °C以下で20時間行う. 初めは不規則なナノホールが作られるが, 長時間行うことにより **Figure1(a)**のように径, 密度が均一になる. その後, 酸化膜をクロム酸とリン酸の混合液を用いて除去すると **Figure1(b)**のように規則的な凹凸をもつアルミニウム表面が露出する. 再度, 初めの陽極酸化と同じ条件で3時間行うとアルミニウム表面の凹凸の影響を受け, **Figure1(c)**のような, より規則的な APA が生成される. APA の底部にはバリア層と呼ばれる絶縁体の層があり, これを除去するため, 電圧降下処理とリン酸溶液によるポアワイドニング処理 (PW 処理) を行った (**Figure1(d), (e)**). その後, 電解メッキによって APA ナノホール内に Ag を埋め込んだ (**Figure1(f)**). 作製した試料の評価には, 走査型電子顕微鏡 (FE-SEM) 観察と正反射測定を用いた.

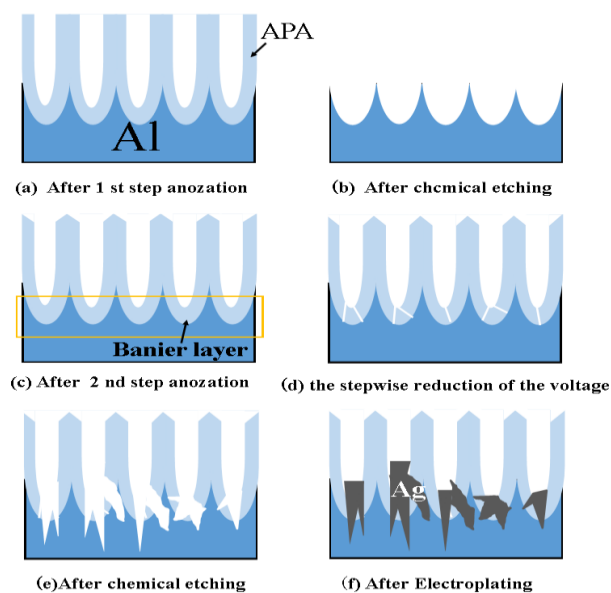


Figure1. Fabrication processes of Ag nanowires

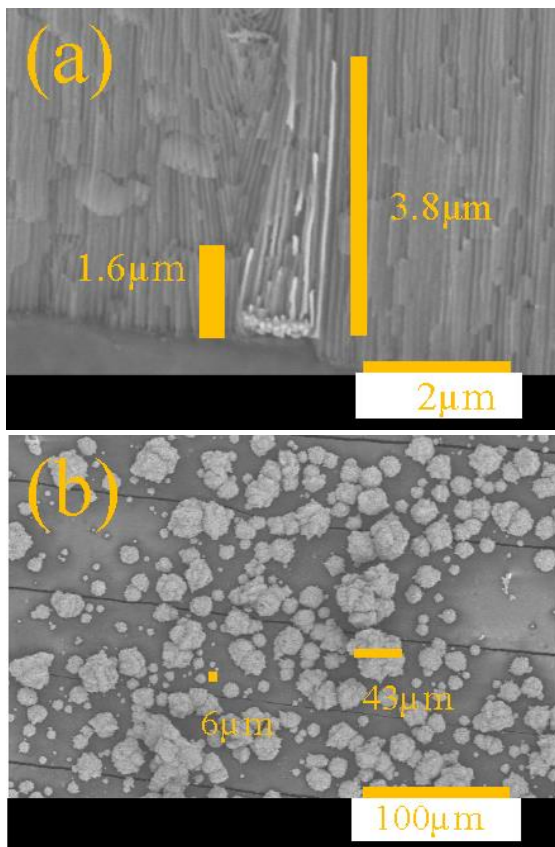


Figure2. Cross-sectional (a) and top view (b) of sample1 SEM images

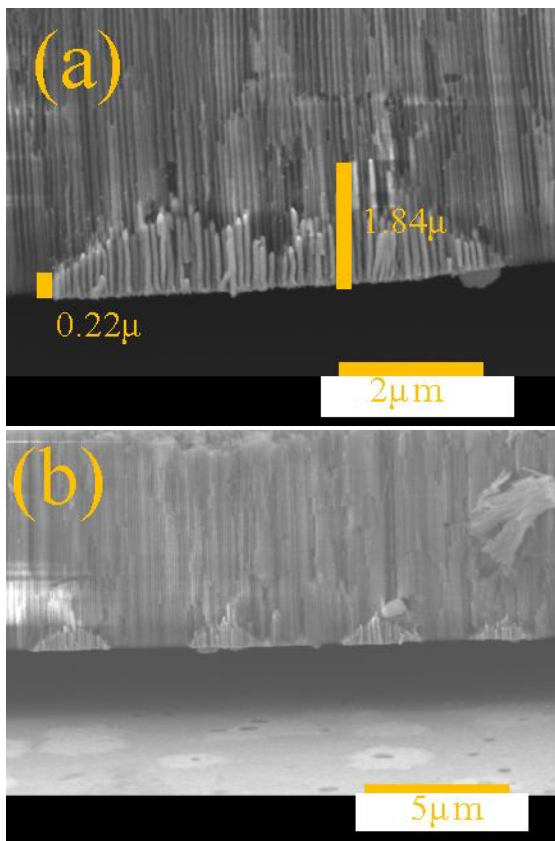


Figure3. Cross-sectional SEM images of sample2

3, 実験結果

Figure2(a)に Sample1(PW 処理: 8 min. メッキ電圧: -2.3 V, メッキ時間: 10 min)の断面 SEM を示す. 一部で Ag の埋め込みが確認できた. Ag ナノワイヤーは最長が 3.8 μm 最短で 1.6 μm であった. Figure2(b)に表面像を示す. これからわかるようにかなりの析出が見られた. Figure3(a)に Sample2(PW 処理: 10 min, メッキ電圧: 1.5 V. メッキ電圧: 10 min)の断面 SEM を示す. 最長 1.84 μm, 最短 0.22 μm の Ag ナノワイヤーが確認できた. また, 他の場所では Figure3(b)のような不規則な Ag の埋め込みが見られた. Figure4 には Sample1, Sample2 の正反射測定の結果を示す. Ag ナノ粒子は約 400 nm 付近と知られているが Sample1, 2 ともに約 230 nm 付近での吸収が確認された.

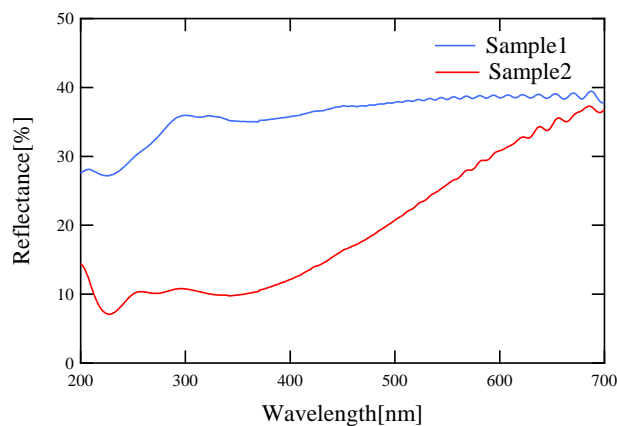


Figure4. Reflectance spectra of Ag nanowires of Sample1(a) and Sample2(b)

4, 考察

Sample1, Sample2 ともに埋め込みが確認されたが均一な埋め込みはできなかった. この原因としてはバリア層の除去が均一にされていないことが考えられる. Sample1 で全体的に反射率が高いのは, 試料表面に多くの析出があったためと考える. 今後は APA 作製条件やメッキ条件の再考をし, より均一な Ag ナノワイヤーの作製を目指す.

5, 参考文献

- [1] 永島圭介: 「表面プラズモンの基礎と応用」, J. Plasma Fusion Res, Vol. 84, No. 1, 8, 2008
- [2] 金山公夫・馬場弘: 「ソーラーエネルギー利用技術」, 2004年5月31日
- [3] 岡本隆之・梶川浩太郎: 「プラズモニクス-基礎と応用-」 2010年10月1日