

C-19

陽極酸化ポーラスアルミナを用いた金属ナノワイヤーの作製と光学特性 Fabrication and optical property of metal nano dots using anodic pores alumina membrane

○鎌形優祐¹, 阿久津里奈², 青野孝重², 渡辺忠孝³, 高野良紀³, 高瀬浩一³
Y.Kamagata¹, R.Akutsu², T.Aono², T.Watanabe³, Y.Takano³, K.Takase³

Abstract: We have fabricated metal (Ag) nano wires using anodic porous alumina template and investigated their optical properties.

1. 研究背景

近年, 温暖化現象の進行などから様々な自然エネルギーを電気エネルギーに変換する研究が精力的に行なわれている。その中でも太陽光エネルギーの利用はエネルギー変換効率が実用化レベルにあるシリコン太陽電池の開発に後押しされ, 大いに進められている。エネルギーの利用方法には光電変換と光熱変換がある。主にソーラーパネルなどで利用されている光熱変換は, コストが高いというデメリットがある。一方で光熱変換は比較的安価にエネルギーが得られる利点がある。

そこで本研究では光熱変換に注目する。金属の大きさが光の波長より小さい場合, その金属内で分極が生じるとともに, 光の振動数に呼応して激しい分極反転が起こり, これが熱へと変換される。このときの光の吸収をプラズモン吸収と呼ぶ。一般に光の波長より小さなサイズの金属はナノメートルレベルになるので, このような微小金属は金属ナノ粒子と呼ばれる。プラズモン吸収の吸収波長は粒径に強く依存するため, 粒径を変化させることで, 幅広い波長の光を吸収することができる。

そこで本研究は, 様々なサイズの金属ナノ粒子を作製し, その吸収波長の変化を調べることを目的とする。なお, 埋め込む金属には, 強い光吸収の報告がある銀を選択した。

2. 実験

本研究では規則配列した細孔を有し, 細孔径を容易に変えることができる陽極酸化ポーラスアルミナ (APA) をテンプレートとした。APA のナノ細孔中に電解メッキ法により金属を埋め込むことで金属ナノ粒子の作製を行なった。

Figure 1 に試料の作製手順を示す。ポーラスアルミナの作製には 2step 陽極酸化法を用いた。シュウ酸溶液 (0.3M) を用いて 1st step 陽極酸化を 20 時間行った後, (Figure 1 (a)), 1st step 陽極酸化で成長した APA をクロ

ム酸リン酸混合溶液を用いてエッチングし (Figure 1(b)) 再度 1st step 陽極酸化と同じ条件で 2 度目の陽極酸化を 3 時間行なうことで 規則的なナノホールを持った APA を作製することができる (Figure 1(c))。APA のナノホール底部には, Figure 1 (c) に示すようにバリア層が存在し, これを除去しなければ, メッキを行なうことができない。このため電圧降下処理およびリン酸溶液によるエッチング処理 (PW 処理) を 8 分を行い, バリア層を除去した (Figure 1 (d),(e)) 後, 電解メッキ法による銀の埋め込みを行なった (Figure 1 (f))。メッキ液にはプレシャスファブ Ag4710 基本液 (田中貴金属) を使用した。作製した試料の評価には, 走査型電子顕微鏡 (FE-SEM) 観察と, 拡散反射測定を用いた。

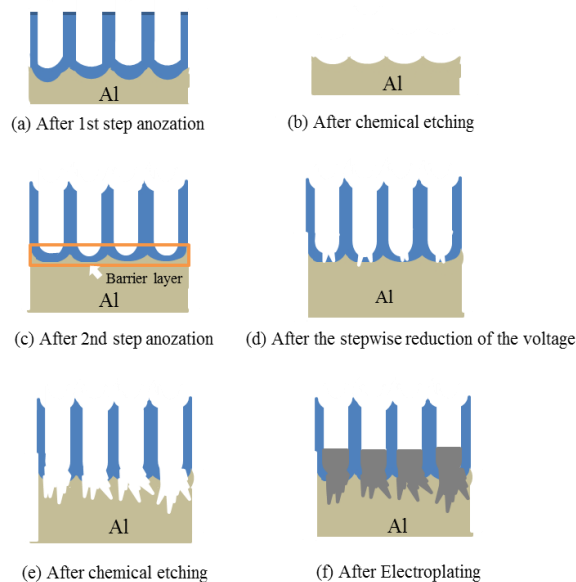


Figure1. Fabrication processes of Ag nano wires

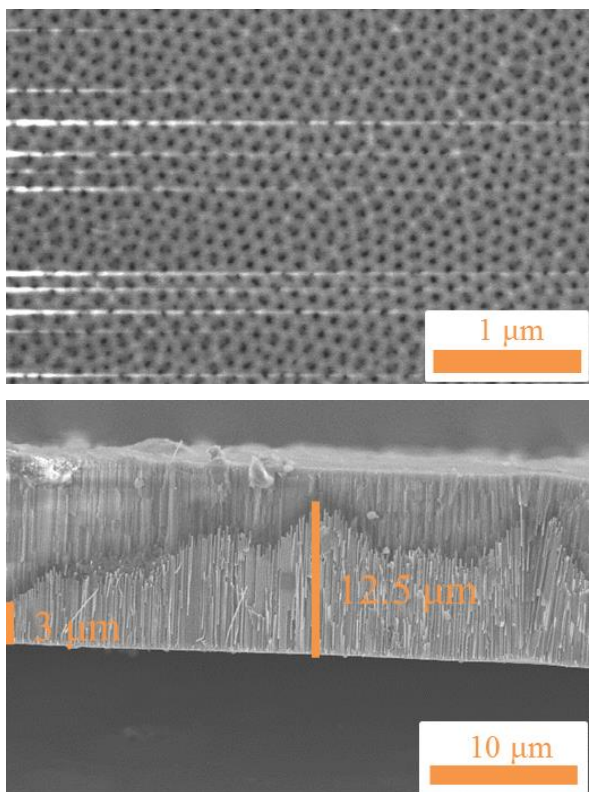


Figure2. SEM image of APA (Sample 1)

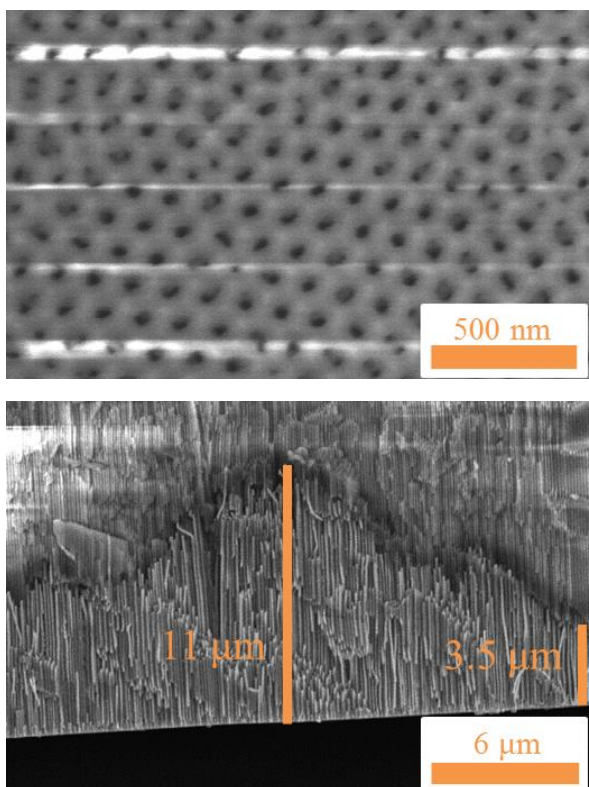


Figure3. SEM image of APA (Sample 2)

3. 実験結果

直流電圧 1 V を 10 分印加後、電圧を 2V に変え、再度メッキを 5 分間印加した試料 (Sample1) の SEM 像を Figure2 に示す。図から銀の埋め込みができているのが確認できる。直径は約 75 nm ,長さは最短 3 μm, 最長 12.5 μm であった。直流電圧 2 V を 10 分印加した試料(Sample2)の SEM 像を Figure3 に示す。直径約 60 nm , 長さは最短 3.5 μm , 最長 11 μm であった。両者とも埋め込みにばらつきがあり,これは、バリア層の除去が上手くいかなかったために、均一にメッキされなかったと考えられる。Figure4 に拡散反射測定結果を示す。拡散反射の標準サンプルには PW 処理を 8 分行った試料を用いた。銀板の反射率は 320 nm 付近で局地的に低下している。文献によるとバルク状態の銀は約 320 nm 付近で強い光吸収が報告されており、これはプラズモン由来の吸収であると考えられる。ニッケル板では、270 nm 付近で大きな反射が見られた。銀メッキ、ニッケルメッキ試料の反射率はどちらも約 300~700 nm の広い領域で低下している。銀ナノ粒子で報告されている 400 nm 近傍の光吸収は、ナノワイヤーでは観測されなかった。

当日は、径を変化させた銀ナノワイヤーを作製し、拡散反射測定を行った結果を報告する。

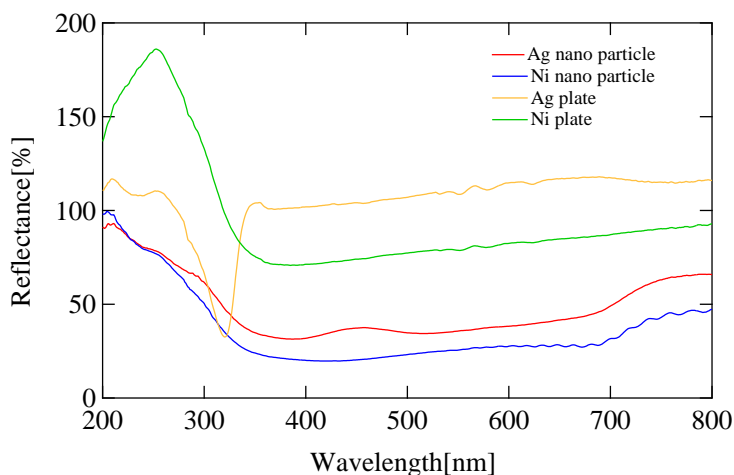


Figure4. Diffusive reflectance measurement of Ag nano wires

4. 参考文献

[1] 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