

アルミニウムの電気分解でつくる機能材料

—虹色に見える皮膜—

1. はじめに

物質のなかには、目には見えないレベルで自然に規則的な構造をつくるものがあります。これら微細な規則構造を自然にかたちづくるものを上手に利用すると、人工的な方法ではつくるのが困難な構造を容易に得ることができます。自然に微細で規則的な形をつくる物質の代表に、アルミニウムを電気分解することにより形成される多孔性の酸化皮膜（陽極酸化ポーラスアルミナ）があります。

ポーラスアルミナは、図1に示すようなナノメートル（1ナノメートル＝1/100万mm）スケールの微細で規則的な蜂の巣状の構造をもつことが知られています。本実験では、自然に形成されるこのような独特な規則構造を利用して、色や発光特性などを制御したさまざまな材料の作製にチャレンジします。

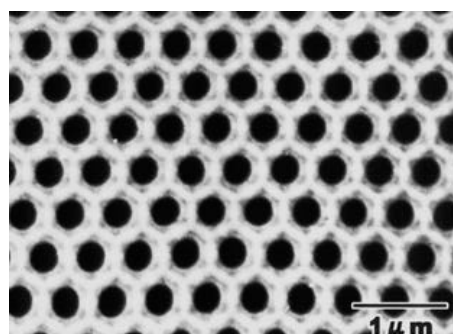
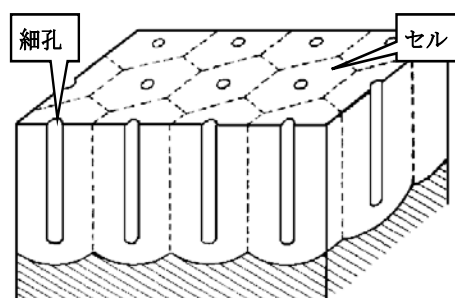


図1 陽極酸化ポーラスアルミナ

2. アルミニウムがつくる微細な蜂の巣構造

アルミニウムを適当な酸性電解液中で、プラスに電気をかけ電気分解すると、表面に酸化皮膜（酸化アルミニウムからなる薄膜）が生成します。皮膜が成長する過程で、酸の作用により小さな孔が形成されますが、一旦孔が形成された部分では、電場の影響を受けて溶解が優先して起こるため、孔は選択的に深く成長していきます。

このときの様子を示したのが図2です。このように、酸化層の成長と同時に孔が選択的に形成される結果、皮膜には、中心に真っ直ぐな孔をもった円柱

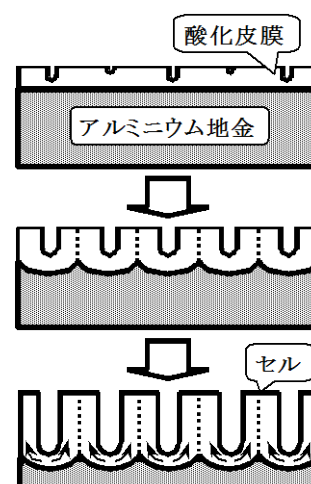


図2 ポーラス構造の形成過程

状の構造（細胞に似ていることから”セル”と呼ばれる）が形成されま

す。このセル構造が、ポーラスアルミナの独特な蜂の巣構造形成の原因です。

自然界には、均一なサイズのセル構造がバランスして規則構造をつくる例がいくつか知られています。図3には、このように形成される規則構造の代表である、液体の対流がつくる規則構造（ベナール対流と呼ばれる）の例を示します。ベナール対流は、加熱された液体が上昇流をつくるときに、均一なサイズのセル構造をつくるもので（図3 a）、粉末を少し加えると、各セルが蜂の巣構造を形成する様子が観察できます（図3 b）。身近な例では、お味噌汁を少し時間をおいておくと観察できる蜂の巣状の穴の配列があります。ベナール対流では、液体の上昇流がセル構造をとり、これらが、バランスすることで、蜂の巣構造が形成されるわけですが、ポーラスアルミナが形成される過程も、均一な大きさ

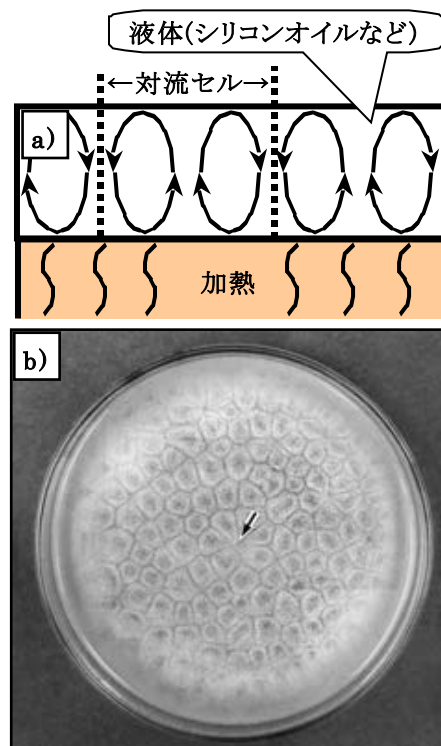


図3 ベナール対流

のセルが均等な力でバランスすることにより成長する点で共通していると考えられます。実際、ベナール対流とポーラスアルミナの構造を比較してみると共通した構造（例えば、図3 bに矢印で示した特徴的な欠陥等）が観察されます。ベナール対流は、液体がつくる目に見える大きさの構造なのに対して、ポーラスアルミナの蜂の巣構造は、固体がつくる電子顕微鏡レベルの大きさの構造です。このように、一見大きく隔たった構造が、共通のメカニズムで形成される点は、とても興味深い点といえます。

3. ポーラスアルミナの応用

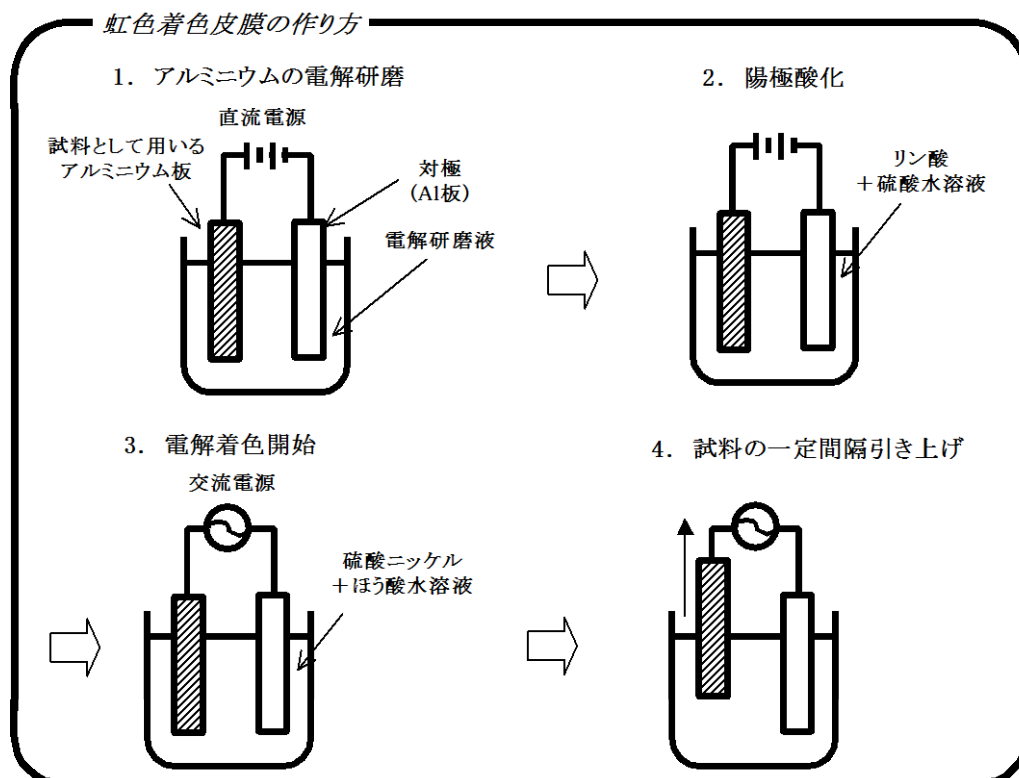
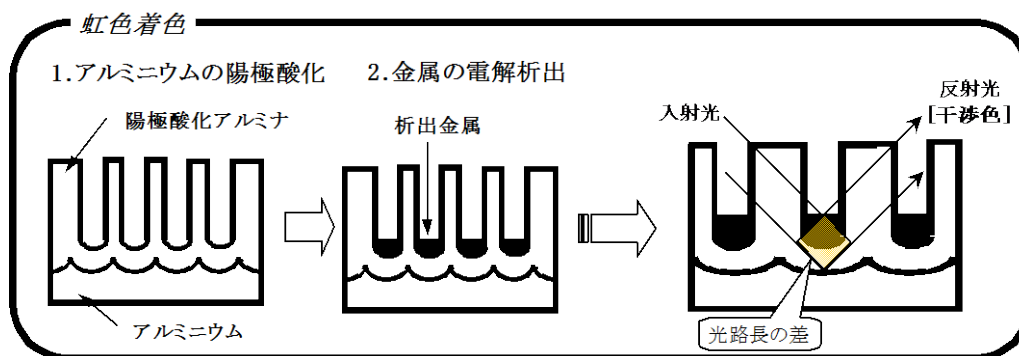
ポーラスアルミナでは、孔径の揃った規則構造が人工の手を加えずに得られることから、近年、ナノデバイス作製のための出発構造として関心が集まっています。ナノデバイスというのは、ナノメートルスケールで物質の加工を行なうことで、電子や光の性質を制御しようとするデバイスのことです。自然に規則的な構造をかたちづくるポーラスアルミナは、このような応用にうってつけの材料であることから、現在、様々な研究が進められています。

実験

ポーラスアルミナの規則構造を利用したいくつかの機能材料を実際につくってみましょう。この実験は、ナノデバイス作製のもっとも簡単な入門実験とすることができます。

a) 陽極酸化アルミナの虹色着色

ポーラス型陽極酸化皮膜の応用として、電解により孔に金属を充填する手法が知られています。(ブロンズ色のアルミサッシ等はこの手法を用いています。) この方法によると、ほぼ透明な陽極酸化アルミナの孔の中に金属が規則性をもって超微粒子状に分布するため、金属の析出状態に応じて様々な色を呈します。中でも虹色着色法は、一種類の金属の充填量を変えるだけで(単に色の濃淡ではなく)様々な色相が得られるというものです。



実験では、ポーラスアルミナの構造を利用した様々な色を示す着色皮膜の作製を行ないます

