

金属ナノドットの新しい作製方法：液中通電法

New fabrication method for metal nano-dots: Electric current application in liquid

講演番号が入ります
記入しないで下さい

(防大材料) ○岡本 庸一, (横浜国大工) 中津川 博, (防大材料) 土志田 研治

【はじめに】

近年、ナノテクノロジーが注目されるとともに、ナノ材料の開発が進んでいる。最近の新しいナノドットの作成方法として、液中プラズマ放電法が注目を集めている。ナノドットの原料を含む水溶液中に高圧プラズマ放電を発生させ、液中のナノドット原料を析出させる方法である。我々は、この液中プラズマ放電法を改良する過程で、新しい金属ナノドットの作成方法を発見した。ナノドットの原料を含まない水溶液中に金属電極を用いて、単純に直流通電させるだけで、金属ナノドットが作成される事を報告する。

【実験方法】

図1に実験系の概略図を示す。ガラスビーカーに水溶液を1L入れて、その中に電極として直径1mm程度の金属ワイヤーを長さ25mm、中心間隔10mmで配置してある。水溶液は、 Na_2SiO_3 水溶液(約pH13)、 Na_2CO_3 水溶液(約pH13)、 Na_2SO_4 水溶液(約pH5.6)を濃度1mol/Lで使用した。電極は、Au(1.0mmφ)、Cu(2.0mmφ)、W(0.9mmφ)を使用した。この2本の電極間に定電流駆動で、直流2Aを通電した。2分間ごとに電圧の向きを反転させながら40分間通電させた後にビーカーの底に沈殿した物質を回収し、蒸留水で数回洗浄した後に粉末XRD分析とTEM写真の撮影を行った。

【結果と考察】

図2と図3に、電極として、Auワイヤーを使用して、回収された物質の典型的なXRDパターンとTEM写真を示す。XRDパターンからこの物質はAu結晶である事が明らかである。また、その半値幅から結晶子の平均的な大きさは、20~30nmであると計算できる。TEM写真からは、10~数10nmの微粒子が混在している様子が見える。Auナノドットが生成されるメカニズムは不明であるが、1; Na_2SiO_3 水溶液には、Auが含まれていない、2; 通電時の観察では負極側に析出している。この2件の事実から、a; 負極表面での何らかの電気化学反応によって、Au原子が溶け出して、ナノドットとして析出した、もしくは、b; 正極表面での何らかの電気化学反応によって、Au原子が溶け出して、正に帯電し、負極に引き寄せられ、電荷を失い、ナノドットとして析出した。上記のaもしくはbのどちらかの現象が起きていると推論している。

水溶液と電極の組み合わせを変えて、実験を行った結果から以下のことが言える。1; Au電極は3種の水溶液全てでナノ結晶が生成した、2; W電極は析出量が少なく、酸化物や水溶液の成分との反応物が主であった、3; Cu電極は Na_2SiO_3 水溶液と Na_2CO_3 水溶液では、Cuナノ結晶が析出するが、 Na_2SO_4 水溶液では硫酸銅が生成した、4; 析出した物質の平均的な結晶子サイズは、XRDピークのFWHMから10~70nmの範囲に計算される、5; TEM写真でも10~数100nmの粒子が観測される、6; 定電流駆動であるが、印加電圧は水溶液と電極の組み合わせによって、11~80Vと大きく変化する。以上のことから、電極表面での水溶液との化学反応が起きて、電極材料が水溶液中に溶け出し、それが析出してナノ結晶ができていると推論している。

【結論】

簡単な装置で金属ナノドットが作成できることを明らかにした。水溶液の酸性、アルカリ性に関わらず、金属電極では、ナノ結晶が析出する。しかし、水溶液と反応して、別の物質ができる場合があり、電極材料と水溶液の反応性を考慮する必要がある。

おかもと よういち, なかつがわ ひろし, どしだ けんじ

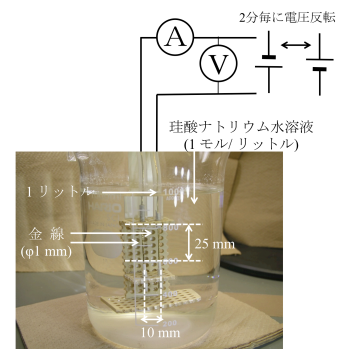


図1 試料作成装置の概略

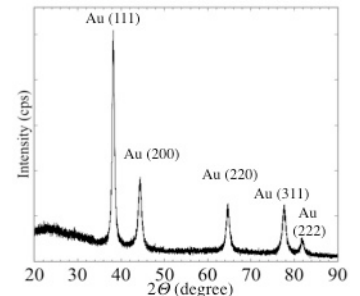


図2 XRDパターン

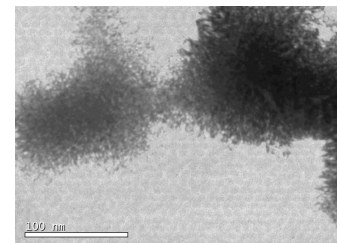


図3 TEM写真