低電流・低電圧水中アーク放電法による金属内包ナノファイバーの合成

A synthesis of metal inclusion nanofibers by the low current, low voltage underwater arc-discharge method

東京理科大学大学院　工学研究科　電気工学専攻
4314666　○水野　恵輔，金　勇一，西川英一
Tokyo University of Science ○Keisuke Mizuno, Yongil Kim, Eichi Nishikawa
E-mail: 4314666@ed.tus.ac.jp

【はじめに】炭素電極と磁性金属の電極を用いて、低電流・低電圧水中アーク放電法で磁性を有する金属内包カーボンナノファイバー(CNF)の合成を試みた。また、金属内包 CNF とそれ以外の不純物を分離し、高純度の金属内包 CNF を抽出する技術の開発を試みた。

【実験】放電条件を DC10V-10V と DC15V-15A の 2 種類とし、水中アーク放電法を用いて純水中での金属内包 CNF の合成を行った。電極は陽極に C、陰極に Ni を使用した。

【結果】合成した生成物のうち、水中の沈殿物を採取し、試料とした。この試料に磁石で磁界を与えると磁石に反応したため、磁性金属を含有する物質の合成が確認できた。次に TEM で試料を観察したところ、10V-10A 放電時の試料において金属内包 CNF が確認できた。また、直径が約 600nm で、全長が 70μmを超えるような超巨大な金属内包 CNF の合成も確認できた。一方、15V-15A 放電時の試料には CNF や金属内包ナノマテリアルの確認はできたものの、金属内包 CNF の確認はできなかった。さらに EDX で組成分析を行うと、10V/10A 放電時の金属内包 CNF に Ni 元素が多く存在しており、15V/15A 放電時の CNF には Ni 元素がほとんど存在していないことが得られた。

【考察】10V/10A 放電時の生成物では金属粒子は CNF へ密に内包されており、またカーボンナノボール(CNB)にも同様に綺麗な球状の金属粒子が密に内包されていた。10V/10A では金属内包 CNF が確認できたが、15V/15A では CNF が確認されたものの内包されたものが確認できず、代わりに金属内包カーボンナノチューブ(CNT)や金属内包 CNB が確認された。このことから、10V/10A ではアーク放電のエネルギーが比較的小さいため、融解して球体へ変形した金属が、CNT やカーボンナノカプセル(CNC)よりも結晶性が低い CNF に内包されやすく、15V/15A ではアーク放電のエネルギーが比較的大きいため、結晶性が高い CNT や CNC が多く合成され、かつ金属が気化して内包されるため、小さな金属粒子が内包されやすかったのではないかと考える。

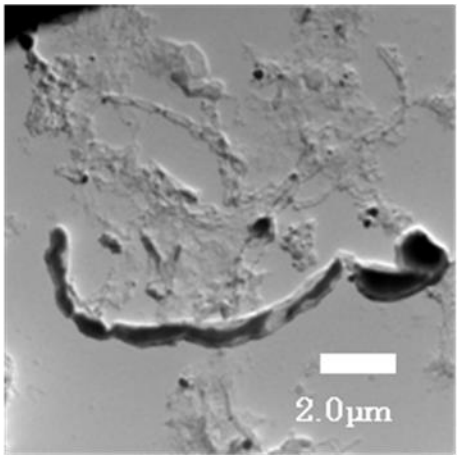

図 1　10V-10A 放電時の TEM 像

© 2016年 応用物理学会