

カーボンマイクロコイル / ナノコイル

7.34

carbon microcoil/nanocoil

気相炭素繊維 (VGCF) の一種で 3D-ヘリカル/らせん構造をしており、コイル径は 1~10 μm 、コイルピッチは 0.1~1 μm 、コイル長さは 1~10 mm に達する。金属触媒存在下で微量のイオウあるいはリン不純物を含むアセチレンを 600~800°C で熱分解することにより得られる。原料ガス源としてはアセチレンが、金属触媒としては Ni がもっとも有用である。触媒として粒径が数十 nm の金属超微粉末あるいはスパッタ薄膜を用いると、コイル径が数十 nm~数百 nm のナノコイルが得られる。コイル先端には触媒結晶粒があり、その各結晶面での触媒活性の異方性のため触媒粒が 60~120 rpm の速度で回転し、コイル形態をつくりながら成長する。

図 1 に代表的なマイクロコイルを示す。ほとんどのマイクロコイルは DNA と同様の二重らせん構造をしており、右手巻きと左手巻きコイルの比率はほぼ同じである。一方、ナノコイルは、ほとんどがシングルコイルである。カーボンコイルを構成しているカーボンファイバーは、中心部まで完全に炭素微粒子で詰まっており、チューブ状ではない。非常に弾力性に富んでおり、もとのコイル長さの 5~10 倍まで伸ばすことができる。as-grown のカーボンコイルはほとんど非晶質であるが、高温で熱処理すると、コイル形態を完全に保持したままグラファイト層がファイバー軸に対して 30~50° 傾いた“ヘリングボーン”構造をもつグラファイトコイルが得られる。また、高温で気相拡散処理すると、種々の金属炭化物や金属窒化物マイクロコイル/マイクロチューブが容易に得られる。

VII. 多孔体

カーボンコイルの最大の特長は、ほかの材料にはまったくみられない三次元のヘリカル/らせん構造という特徴的な微細構造をもち、波動との高度の相互作用が可能である点にある。また、コイル形態を保持したまま非晶質から結晶質 (グラファイト構造) まで、任意に微細構造を制御できる。したがって、電磁波吸収材、遠隔無電源発熱材、微弱磁場発生による生物活性化材、マイクロアンテナ、あるいは人間の皮膚感覚をもつ触覚センサーなど、幅広い応用が期待されている。 (元島栖二)

文献

- 1) 元島栖二: 応用物理, **73**, pp. 1324-1327 (2004)
- 2) S. Motojima and X. Chen: Encyclopedia Nanosci. Nanotech., pp. 775-794 (2004)
- 3) 元島栖二: 驚異のヘリカル炭素, pp. 2-130, シーエムシー技術開発 (2007)



図 1 代表的なカーボンマイクロコイル