

論文

アルコール C C V D 法による単層カーボン ナノチューブの低温高純度生成



丸山茂夫*¹ 宮内雄平*¹ 千足昇平*¹ 河野正道*²
(1960.3 生) (1979.2 生) (1978.6 生) (1970.6 生)

単層カーボンナノチューブ(Single-Walled Carbon Nanotubes, SWNT)は、グラファイト層を丸めた構造で、直径が1~2 nm、長さが数十 μm 以上になる新たな炭素材料であり、その構造に依存する特異な物性により多くの分野で注目されている。合成法に関しては、これまでアーク放電法、レーザーオープン法といった方法が開発されてきたが、ここ数年、高純度合成、低コスト大量合成や半導体デバイス上への直接合成を可能にする触媒 CVD 法(Catalytic Chemical Vapor Deposition)の開発が盛んに試みられている。これまでに様々な炭化水素や一酸化炭素などの原料ガスと、鉄、ニッケル、コバルト、モリブデン等の触媒金属微粒子及びアルミナ、シリカ、マグネシア等の担持体を組み合わせる多様な試みが行われてきた。しかし、900 $^{\circ}\text{C}$ 以上の高い生成温度や、炭素ナノパーティクルや多層カーボンナノチューブといった SWNT 以外の副生成物が生成してしまうことが課題であった。

著者らは、触媒 CVD 法において炭化水素や一酸化炭素ガスに代えて、アルコール蒸気を用いることで非常に高純度の SWNT を得ることができることを発見し、高純度 SWNT の低温・低コスト大量合成の可能なアルコール CCVD 法を開発した。触媒としては、鉄とコバルトの合金ナノ微粒子を耐熱性ゼオライトに担持したものを用いて、他の触媒 CVD 法で生成された試料中に見られるような SWNT 以外の不純物の生成をほとんど伴わずに、SWNT のみを選択的に合成できることを示した。アルコールとしてはエタノールとメタノールを試み、生成温度に依存した SWNT の直径分布などの違いも明らかとした。また、これまでにない低温(550 $^{\circ}\text{C}$)においても SWNT の合成が可能であることが分かった。最後に、アルコール CCVD 法においてこのような SWNT の高純度合成や低温合成が可能となったのは、アルコールが有酸素分子であるため SWNT の高純度生成の妨げになるアモルファスカーボンなどがアルコール由来の酸素によって効率的に除去されるためであると考察した。

* 本論文は、日本機械学会論文集、69-680、B編(2003-4)、918ページに掲載

*¹ 正員、東京大学大学院工学系研究科(〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

*² 正員、九州大学大学院工学研究院(〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1)