

カーボンナノチューブの生成・構造制御および電線化に関する研究

令和5年2月 井上 諒太

要旨

目的

持続可能な開発を目指す中で、再生可能エネルギーを安定供給する方法として、世界各地でスーパーグリッド（広域送電網）構想がある。一方で、銅は埋蔵量ベースで2050年には枯渇するとの予想がある。そこで、21世紀素材と呼ばれるナノカーボンに着目した。特にカーボンナノチューブ（CNT）は軽量で電気伝導性が期待されている。本研究では、銅の代替資源となる高電導CNTの大量生成を目指すため、最適生成条件を検討した。

方法

CNTの生成には、構造制御や大量生成が容易な触媒化学気相成長法を用いた。出発原料として、シクロヘキサン（炭素源）、フェロセン（鉄触媒）、チオフェン（成長促進）を調合した。原料を水素雰囲気中で1300°Cに設定した電気炉の炉心管に噴霧してCNT生成を行った。炉心管の出口に金網を設置し、綿状に生成したCNTを回収した。原料の最適配合条件を調べるため、回収したCNTの精製（不純物除去等）後にシート化し、四端子法を用いて各種試料の抵抗値を測定し、試料サイズから体積抵抗率を求め評価した。

結論

原料供給量や原料比を変更し、12条件でCNTの合成を行った。回収したCNTは均質な試料の作製を目的としてシート化し、電気伝導性を測定した。25 $\mu\text{L}/\text{min}$ をピークに原料供給量を増加させると電気伝導性は低下した。一方で、20 $\mu\text{L}/\text{min}$ では回収量が大幅に減少し、電線化に必要な領域があることが分かった。また、原料比に着目し、硫黄添加物の量を調節すると、硫黄の増加によって生成量は増加する一方で、体積抵抗率に顕著な傾向は見られなかった。であるが、本実験で得たCNTの抵抗率は、326 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ （銅約2 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ）であった。また、CNTが高アスペクト比を持つ物質であることに着目し、配向性のある糸試料を作製すると、同等の体積抵抗率で低密度な試料を作製することができた。今後は異元素ドーピングや生成メカニズムの検討によって、更なる高電導化を目指したい。

指導教員 竹内 健司 准教授