

高性能な光触媒の開発

チタニアナノチューブの合成

Development Photocatalyst with High Activity

Preparation of Titania Nanotubes

(電気利用技術研究所 電池・機能材料G)

酸化チタン (TiO_2) は、光を照射することで、 NO_x の除去や有機物の分解などの環境浄化機能やエネルギー変換機能を持つ触媒として知られている。 TiO_2 光触媒の性能は、比表面積に大きく影響される。 TiO_2 粉末を水酸化ナトリウム水溶液で化学処理すると、内径5nm、外径8nm、長さ100nmのチューブ状という従来にない構造が形成できることを見いだした。そして、その比表面積を従来品の約8倍の $400\text{m}^2/\text{g}$ に増大させることができた。

1 研究の背景

酸化チタン (TiO_2) は、水素エネルギー製造や太陽電池の他、 NO_x の除去、汚損物質の分解、水の浄化などの環境浄化機能が期待されている触媒である。 TiO_2 に光を照射すると、第1図に示すように電子と正孔が生成する。この電子と正孔は非常に強い還元力、酸化力を持っており、特に正孔は塩素や次亜塩素酸、過酸化水素、オゾンなどよりはるかに強い酸化力を有し、 NO_x やトリクロロエチレンなどの酸化分解や大腸菌の分解などの抗菌効果を示す。このように、 TiO_2 光触媒は、有毒な薬品など使用せず、光を利用するだけで、環境汚損物質を分解・無害化することができる。しかも、 TiO_2 は歯磨き粉や化粧品にも使われている無害で安価な材料である。

2 研究の概要

光触媒の実用化のためには、高い活性を持つ粉体が必要であり、その粉体作製技術が鍵となる。触媒の表面で反応が起こるので大きな比表面積を持つことが最も重要である。従来得られている酸化チタンは粒子状であり、粉体自体をさらに多孔化するなどの形状を変化させる等の工夫がなければ、比表面積の極端に大きなものを得るには限界がある。粒状とは異なった形状であるチューブあるいはシート構造の酸化チタン粒子が合成できれば、比表面積を飛躍的に増大できる可能性がある。合成法について種々検討した結果、水酸化ナトリウム水溶液で化学処理を施すとチューブ構造の酸化チタン結晶が得られることがわかった。

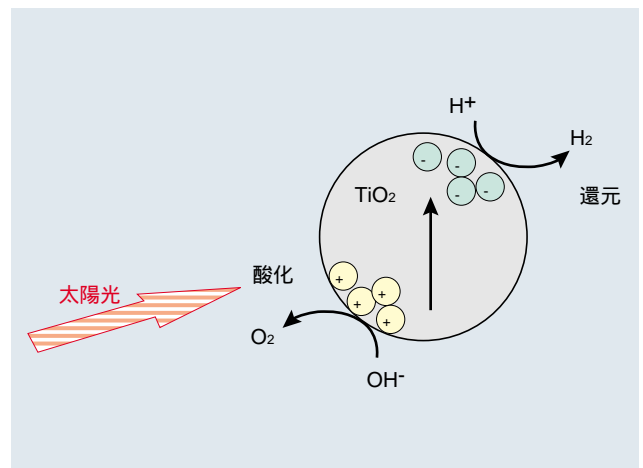
(Battery and Functional Materials Group, Electrotechnology Applications Research & Development Center)

Titanium oxide (TiO_2) is well known as a catalyst for environmental purification such as removal of NO_x gas and decomposition of organic matter and for energy conversion using the irradiation ultra violet light. The activities of the catalyst are influenced by its specific surface area. When TiO_2 powders were treated chemically with aqueous solution of sodium hydroxide, numerous tubular TiO_2 crystals of inside diameter 5 nm and outside diameter 8 nm with a length of 100 nm were found to be obtained. The " TiO_2 nanotubes" have a large specific surface area of $400\text{m}^2/\text{g}$, which is about 8 times larger than that of conventional TiO_2 granular powders.

第2図に化学処理前後の試料の写真を示した。化学処理前の試料は、約 $10\sim 20\text{nm}$ (nmは百万分の1mm)の粒状の結晶が一面に析出している。化学処理後の試料は、外径8nm、内径5nm、長さ約100nmのチューブ構造(チタニアナノチューブ)を形成していることがわかった。従来の粒状酸化チタン(光触媒の標準品; P25日本エアロゾル社製)が $40\sim 50\text{m}^2/\text{g}$ の表面積であるのに対し、得られたチタニアナノチューブの比表面積は $400\text{m}^2/\text{g}$ という、従来品と比べ約8倍の非常に大きな表面積を有している。

3 今後の展開

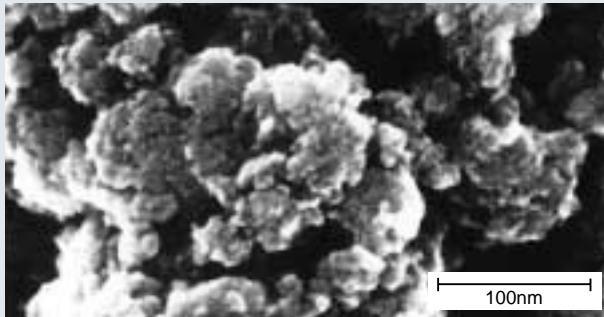
環境浄化に向け、ppmオーダーの NO_x 除去の基礎研究を進めている。不活性ガス雰囲気中で、10ppmの NO_x ガスを用いた試験例を第3図に示す。実用化に際しては、大気中に存在する水分の影響を無視できない。水分の影響についてもデータの蓄積を行う予



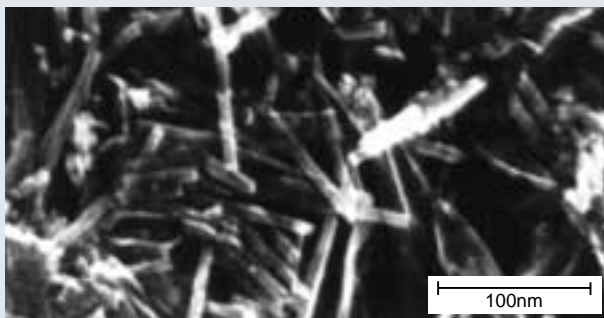
第1図 TiO_2 光触媒の反応機構

定である。また、光触媒は、光の当たる触媒表面でのみ反応を生じるため、粉末、コーティングなどの触媒の固定法によって性能効率が大きく異なる。触

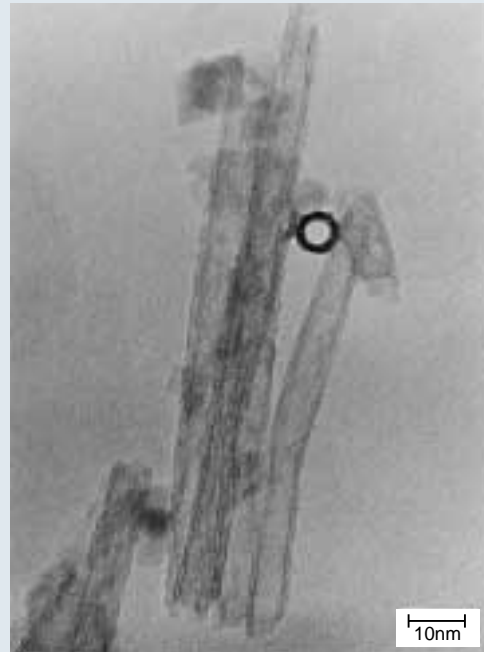
媒の性能を効率よく引き出せるシステムについても検討する予定である。



化学処理前のSEM写真：粒状の結晶が多量に析出している

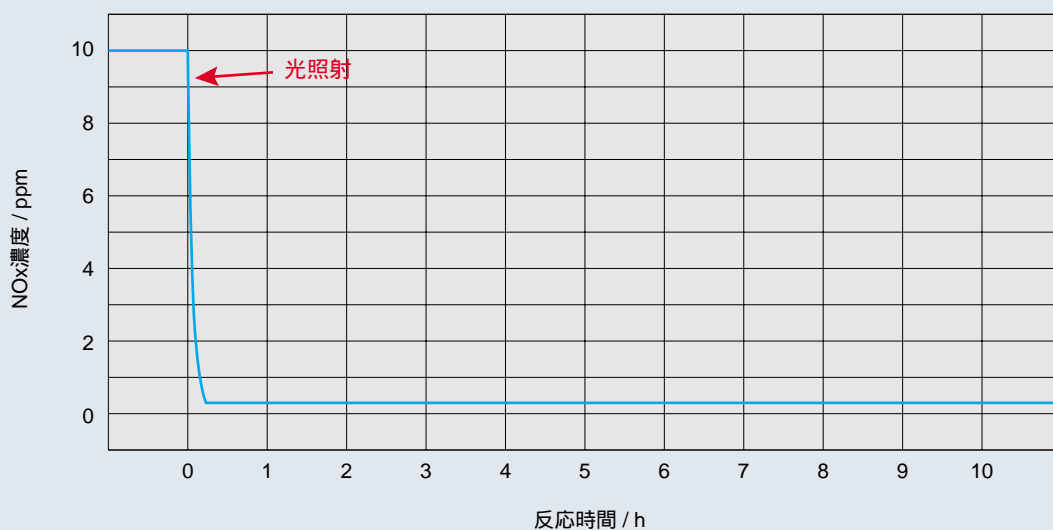
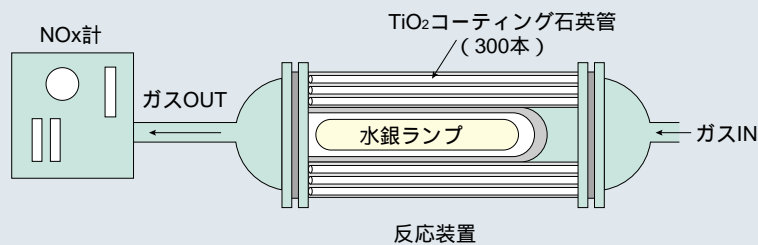


化学処理後のSEM写真：針状の結晶が多量に析出している



化学処理後のTEM写真：内径5nm、外形8nm、長さ100nmのチューブ構造であることがわかる

第2図 化学処理前後の組織写真



第3図 NO_xの除去試験の一例