

NGHIÊN CỨU VÀ CHẾ TẠO VẬT LIỆU $\text{TiO}_2\text{-Ag-Cu}_x\text{O}$ ỨNG DỤNG LÀM CHẤT QUANG XÚC TÁC

Tạ Huỳnh Phương Linh, Vũ Thị Hạnh Thu

Khoa Vật Lý Ứng dụng,

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

tahuynhphuonglinh@gmail.com, vtththu@hcmus.edu.vn

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, chất xúc tác lai hoặc các chất xúc tác nhiều thành phần đã cho thấy những lợi ích đáng kể trong việc ức chế sự tái tổ hợp các cặp điện tử - lỗ trống quang điện thông qua quá trình truyền tải hiệu quả, và do đó làm tăng hiệu quả của phản ứng quang oxi hóa khử tại các vị trí tách biệt không gian.

Cu_xO hấp dẫn do tính chất dẫn điện tốt của chúng, nhiệt độ phát xạ thấp, không độc hại, quá trình sản xuất đơn giản và chi phí thấp. CuO là chất bán dẫn loại p hấp thụ ánh sáng trong vùng ánh sáng khả kiến, do có năng lượng vùng cấm nằm trong khoảng giữa 1,2 và 1,7 eV; Cu_2O có độ rộng vùng cấm khoảng 2,0 eV do đó cũng có thể hấp thụ vùng ánh sáng khả kiến với bước sóng lên đến 620 nm, đồng thời cả vùng dẫn (CB) và vùng hóa trị (VB) của Cu_2O đều cao hơn TiO_2 , điều này thuận lợi cho sự dịch chuyển của các điện tử kích thích và lỗ trống. Do đó mà oxit đồng là vật liệu tốt cho các lớp chuyển tiếp trung gian do khả năng hoạt động đơn giản như một bẫy điện tử.

Tuy nhiên, người ta thấy rằng kết quả thiếu sót của cơ chế truyền tải điện tử bán dẫn điển hình khi pha tạp $\text{Cu}_x\text{O-TiO}_2$ là việc tái kết hợp giữa các cặp điện tử - lỗ trống dẫn đến khả năng oxi hóa khử của các điện tử và lỗ trống bị giảm, ảnh hưởng xấu đến các phản ứng quang xúc tác. Để giải quyết vấn đề này, một vật dẫn hoặc một bề mặt tiếp xúc với điện trở bé có thể được áp dụng như là một nguồn cung cấp electron trung gian để tăng tốc độ truyền tải mong muốn và bạc (Ag) đã được sử dụng như một vật liệu trung gian như vậy trong nhiều hệ thống "Z-scheme" bởi vì nó có độ dẫn điện tuyệt vời. Thêm vào đó, Ag cũng có thể tăng cường sự hấp thụ trong vùng ánh sáng khả kiến và đẩy nhanh sự dịch chuyển electron bằng điện trường thông qua hiệu ứng cộng hưởng plasmon bề mặt.

Nghiên cứu này tập trung vào nghiên cứu về cơ chế truyền dẫn điện tử "Z-scheme", khác với cơ chế truyền điện tử điển hình của lớp chuyển tiếp bán dẫn trong vật liệu ống nano $\text{TiO}_2\text{-Ag-Cu}_x\text{O}$ (TCA). Đồng thời, việc nghiên cứu nồng độ Ag trong các ống nano TCA để tìm ra vật liệu quang xúc tác tốt nhất cũng được đề cập trong nghiên cứu này.

Từ khóa: Vật liệu quang xúc tác, ống nano $\text{TiO}_2\text{-Ag-Cu}_x\text{O}$ (TCA), cơ chế truyền dẫn điện tử "Z-scheme".

SURFACE DECORATION OF TiO₂ NANOTUBES WITH Ag AND Cu_xO NANOPARTICLES FOR ENHANCED PHOTOCATALYTIC EFFICIENCY

Tạ Huỳnh Phương Linh, Vũ Thị Hạnh Thu

Faculty of Physics and Physical Technology, University of Science, VNU-HCM
tahuynhphuonglinh@gmail.com, vththu@hcmus.edu.vn

Abstract

In recent years, hybrid catalysts or multi-component catalysts have shown significant benefits in inhibiting the recombination of electron-hole couplings through the transmission process, so increasing the efficiency of redox reaction.

CuO is a p-type semiconductor that absorbs light in the visible light region, due to its restricted energy range of between 1.2 and 1.7 eV; Cu₂O has a wavelength of 2.0 eV, so it is possible to absorb visible light at wavelengths up to 620 nm, while both the conduction band (CB) and the valence band (VB) of CuO and Cu₂O are higher than TiO₂ one, this facilitates the movement of excited electrons and holes. As a result, copper oxide is a good material for intermediate transition layers due to its simple operation as an electronic trap.

However, it has been found that the shortcomings of the typical semiconductor electronic transmission mechanism when doped with Cu_xO-TiO₂ are the recombination of electron-hole pairs leading to the redox potential of the electrons and holes are reduced, negatively affecting photocatalytic reactions. To solve this problem, a conductor or surface exposed to a small resistor can be applied as an intermediate electron source to speed up the desired transmission and silver (Ag) is used. As such an intermediate material in many "Z-scheme" systems because it has excellent conductivity. In addition, Ag can also enhance absorption in visible light and accelerate electron transfer by electric field through surface plasmon resonance.

This study focuses on the study of the "Z-scheme" electronic transmission mechanism in TiO₂-Ag-Cu_xO (TCA) nanotubes, which differs from the typical electronic transfer mechanism of the semiconductor transition layer. At the same time, investigating the concentration of Ag in TCA nanotubes to find the best photocatalyst material is also covered in this study.

Key words: Photocatalytic material, TCA nanotubes, Z-scheme.