SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF GOLD-DOPED OXIDE CATALYSTS

Mr. Apiwat Rattanachatchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2000

ISBN 974-334-118-8

Thesis Title	:	Synthesis and Characterization of Gold-doped Oxide Catalysts
By	:	Mr. Apiwat Rattanachatchai
Program	:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors	:	Prof. Johannes Schwank
		Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Director
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee:

.....
(Prof. Johannes Schwank)

.....
(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

.....
(Asst. Prof. Thirasak Rirksomboon)

ABSTRACT

4171004063: PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
KEYWORD: Gold catalysts/ Catalyst supports
Apiwat Rattanachatchai: Synthesis and Characterization of Gold-doped Oxide Catalysts. Thesis Advisors: Prof. Johannes Schwank and Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, 63pp, ISBN 974-334-118-8

In this study, a series of gold catalysts deposited on various types of supports (NiO, MnO_2, and Y_2O_3) was prepared by coprecipitation and deposition-precipitation methods at different calcination temperatures and metal loadings. It was found that the BET surface area of the catalysts prepared was dependent on calcination temperature and metal loading for Au/NiO while these effects were insignificant for Au/MnO_2. Gold particles and NiO crystals were larger in size when the catalysts were calcined at a higher temperature. There was no change in the morphology of Au/MnO_2 but the structure of Au/Y_2O_3 changed when the catalysts were calcined at 500°C since transformation from yttrium precursor to Y_2O_3 was almost completely occurred as calcination temperature increased to 500°C. In addition, for Au/NiO calcined at 400°C, desorption of oxygen appeared at the lowest temperature. The active sites of Au/MnO_2 were apparently modified when calcination temperature increased to 500°C. Furthermore, the addition of Au on Y_2O_3 did not enhanced the adsorption and desorption properties of oxygen and it also reduced the BET surface area.

บทคัดย่อ

อภิวัฒน์ รัตนชาติชัย : การสังเคราะห์และการตรวจสอบคุณลักษณะตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะออกไซด์ที่เติมทอง (Synthesis and Characterization of Gold-Doped Oxide Catalysts) อ. ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ โยฮันเนส ชแวงค์ และ รองศาสตราจารย์ สุเมธ ชวเดช 63 หน้า ISBN 974-334-118-8

ในการศึกษานี้ ตัวเร่งปฏิกิริยาทองในปริมาณต่างๆถูกเตรียมบนฐานชนิดต่างๆ (นิกเกิลออกไซด์ แมงกานีสไดออกไซด์ และ อิทเทรียมออกไซด์) โดยวิธีการตกตะกอนร่วมและวิธีการตกตะกอนแบบเกาะ ที่อุณหภูมิเผาต่างๆและที่ปริมาณโลหะต่างๆ จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาทองที่ยึดเกาะบนฐานนิกเกิลออกไซด์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาและปริมาณทองที่เติม ในขณะที่พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาทองที่ยึดเกาะบนแมงกานิสไดอออกไซด์ได้รับผลกระทบค่อนข้างน้อย เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเผาสูงขึ้น ขนาดผลึกของทองและนิกเกิลออกไซด์มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย แต่แทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาทองที่เกาะบนแมงกานิสไดออกไซด์ ส่วนการเปลี่ยนรูปจากสารตั้งต้นของอิทเทรียมไปเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทองบนฐานอิทเทรียมออกไซด์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเผาสูงขึ้นถึง 500 องศาเซลเซียส นอกจากนี้คุณลักษณะการคายก๊าซออกซิเจนสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาทองบนฐานนิกเกิลออกไซด์ที่ถูกเผาที่ 400 องศาเซลเซียสจะมีค่าต่ำที่สุด บริเวณที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาทองบนฐานแมงกานีสไดออกไซด์ที่ถูกเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสถูกเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน นอกจากนี้การเติมทองบนฐานอิทเทรียมออกไซด์ไม่ได้ช่วยให้เกิดการดูดซับและการคายก๊าซออกซิเจนและยังทำให้พื้นที่ผิวลดลงอีกด้วย

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to gratefully give special thanks to my US advisor, Professor Johannes Schwank of the University of Michigan for his constructive criticism and valuable suggestions. I am also deeply indebted to my Thai advisor, Associate Professor Sumaeth Chavadej of the Petroleum and Petrochemical College (PPC) for his intensive suggestions, and valuable guidance, as well as responsibility for this research expense.

I greatly appreciate Drs Masatake Haruta and Atsushi Ueda of Osaka National Research Institute for giving me reprints. Mr. Siriphong Rojluechai, and Mr. Pakornphant Chantaravitoon, Ph.D. students of the Petroleum and Petrochemical College, who gave me a lot of helpful advice and technical knowledge.

I wish to extend my thanks to all of my friends and to the college staff who willingly gave me warm supports and encouragement.

Finally, I am deeply indebted to my family for their love, understanding, encouragement, and for being a constant source of inspiration.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**