

หัตถ์สนัณณ์ เหลืองธนาธิราช : การศึกษาการตอบสนองต่อแสงที่ตามองเห็นของตัวเร่งปฏิกิริยา
เชิงแสงชนิดแลนทานัมไททาเนียมไอออนโครเมียมออกซีไนไตรด์ (STUDY ON VISIBLE
LIGHT RESPONSE OF $\text{La}_2(\text{Ti}_{1.9998}\text{Fe}_{0.0001}\text{Cr}_{0.0001})\text{O}_{7-n} \text{N}_n$ PHOTOCATALYST)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขเกษม วัชรมัยสกุล, 159 หน้า

คำสำคัญ: ตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง, แลนทานัมไททาเนียมออกไซด์, เจือสารคู่อิออนโครเมียม,
เจือสารไนโตรเจน, ออกซีไนไตรด์, ซินโครตรอน

ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับโฟโตแคตะลิสต์ โดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา ซึ่งโฟโตแคตะลิสต์ ยังสามารถประยุกต์ใช้ในอีกหลายๆ อย่าง เช่น เม็ดสี สีทาบ้าน เคลือบผิวป้องกันแบคทีเรีย และอื่นๆ อีกมากมาย อย่างไรก็ตาม ไททาเนียมไดออกไซด์สามารถทำปฏิกิริยาในย่านอัลตราไวโอเล็ต (UV) ดังนั้น นักวิจัยพยายามที่จะปรับปรุงสมบัติของไททาเนียมไดออกไซด์ ทำให้เกิดปฏิกิริยาในย่านแสงปกติ (Visible light) การเจือสารแคทไอออนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ และการเจือสารไนโตรเจน ก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดปฏิกิริยาในย่านแสงปกติได้มากกว่า ซึ่งในทางกลับกัน การใช้สารเจือร่วมคู่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการรวมตัวของเหล็ก (Fe) โครเมียม (Cr) แลนทานัม (La) และไนโตรเจน (N) สามารถปรับปรุงสมบัติของไททาเนียมไดออกไซด์ ทำให้มีค่าโฟโตแคตะไลติกสูง นักวิจัยพยายามที่จะเพิ่มค่าโฟโตแคตะไลติกของแลนทานัมไททาเนียมออกไซด์ ($\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, LTO) ให้เกิดปฏิกิริยาในย่านแสงปกติ ซึ่งการปรับปรุงข้อจำกัดโดยการใช้สารเจือร่วมคู่บนแลนทานัมไททาเนียมออกไซด์และการใช้สารเจือไนโตรเจน ซึ่งสามารถลดแถบพลังงาน (Band gap energy, E_g) ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของโฟโตแคตะไลติกได้ ในงานวิจัยนี้เตรียมการใช้สารเจือร่วมคู่เหล็กและโครเมียมด้วยวิธีการโซลเจล (Sol-gel) สารประกอบเหล็กและโครเมียมบนแลนทานัมไททาเนียมออกไซด์ ($(\text{Fe,Cr}) \text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$) เพาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน ผลที่ได้เหล็กและโครเมียมบนแลนทานัมไททาเนียมออกไซด์ เพาที่อุณหภูมิที่ 1250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในการทดสอบการสลายเมทิลีนบลู (Methylene Blue, MB) ในการฉายแสงปกติเป็นเวลา 180 นาที การใช้ลำแสงซินโครตรอนในการบ่งบอกถึงการมีอยู่ของเหล็กและโครเมียมเข้าไปอยู่ในที่ของอะตอมไททาเนียม (Ti) ในโครงสร้างการแทนที่ของโลหะแทรนซิชัน ทำให้เกิดถ่ายโอนอิเล็กตรอน และทำให้เกิดความปั่นป่วนของ พี-ดี ไฮบริดไดเซชัน (p-d hybridization) ทำให้เกิดโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์รอบบริเวณอะตอมออกซิเจนและโลหะแทรนซิชัน ทำให้ลดแถบพลังงานและทำให้เพิ่มประสิทธิภาพโฟโตแคตะไลติก การเจือไนโตรเจนสามารถเกิดผลอย่างโดดเด่น ในการวิเคราะห์ด้วยเอ็กซ์พีเอส (XPS) พบว่าเกิดพันธะ Ti-O-N และTi-N ด้วยการวิเคราะห์ทั้งเอ็กซ์พีเอสและพีอีเอส (PES) ซึ่งอะตอมไนโตรเจนจะเข้าไปแทนที่ตำแหน่งของออกซิเจนในมุมของไททาเนียมออกไซด์ (TiO_6) ในออกตะฮีดรอล (Octahedral site) การที่เจือไนโตรเจนพบว่ามีค่าโฟโตแคตะไลติกสูง

เนื่องมาจากการผสมกันของชั้น N2p และ O2p ทำให้แถบพลังงานลดลงและขยายการดูดกลืนแสง (Optical absorption) ซึ่งทำให้เกิดการเพิ่มอิเล็กตรอนและโฮล



สาขาวิชา วิศวกรรมเซรามิก
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

A handwritten signature in blue ink is written over the signature lines. The signature is stylized and appears to be 'Ubon'.

HUSSANAI LUNAGTHANARAK : STUDY ON VISIBLE LIGHT RESPONSE OF
 $\text{La}_2(\text{Ti}_{1.9998}\text{Fe}_{0.0001}\text{Cr}_{0.0001})\text{O}_{7-n}\text{N}_n$ PHOTOCATALYST

THESIS ADVISOR : ASSIT. PROF. DR. SUKASEM WATCHARAMAISAKUL, 159 PP.

Keyword: Photocatalyst, $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, (Fe, Cr) co-doping, Nitrogen doping, Oxynitride, Synchrotron

Titanium dioxide, TiO_2 , is widely used for photocatalyst by using solar energy becoming reaction, for the photocatalyst which used in many applications such as pigment, painting, antibacterial coating, etc. However, TiO_2 can be active in Ultra-Violet region, therefore, many researchers would like to improve TiO_2 in visible light region. Doping both cation and anion in TiO_2 have been considered to improve TiO_2 active in visible light. Moreover, nitrogen efficiently improve TiO_2 in visible light more than cation. On the other hand, co-doping cation can be effective as well. Thus, the combination of Fe, Cr, La and nitrogen modifying TiO_2 can obtain high photocatalysis phenomenon. Extensive research has been conducted on enhancing the photocatalytic activity of Lanthanum titanium oxide ($\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$) based photocatalysts. However, these photocatalysts were found to be inactive under visible light. To consider the limitation, a modification was developed by co-doping Fe and Cr on $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ to enable visible light driven photocatalytic response. Apart from that, the doping with nitrogen ions (N), a non-metallic element, enhances the decreasing of band gap energy, leading to improve photocatalytic efficiency. In this work, Fe and Cr co-doped $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ was prepared by sol-gel method. In addition, (Fe, Cr) $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ was calcined with various temperatures under nitrogen atmosphere. Result revealed that, the (Fe,Cr) $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ calcined at 1250°C under nitrogen atmosphere for 24h exhibited the maximum of methylene blue degradation under visible light. The results showed that, the (Fe,Cr)- $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ calcined at 1250°C for 24h exhibited the highest methylene blue degradation under visible light for 180 min. Synchrotron X-ray absorption spectroscopy indicated that Fe and Cr were substitutionally located adjacent to the Ti atom within the $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ structure. This transition metal substitutionally facilitated electron transfer and perturbed the p-d hybridization by modifying the local electronic structure of the surrounding oxygen atoms and transition metal ions, thereby reducing the band gap energy and enhancing the photocatalytic capability. Especially, the strongly effect for photocatalytic activity was shown nitrogen doping that the XPS indicated the bonding structure which was Ti-O-N and Ti-N exhibiting XPS and PES

analysis. The nitrogen atoms was substitution by took place oxygen site sharing corner TiO_6 in octahedral site. The photocatalytic activity was high efficiency corresponding to nitrogen with a narrow band gap caused by mixing $\text{N}2p$ states with $\text{O}2p$ states and extended the optical absorption, thereby resulting in the generation of more electrons and holes



School of Ceramic Engineering
Academic Year 2022

Student's Signature *Kevin*
Advisor's Signature *[Signature]*