บทคัดย่อ

ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) เป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำที่ทำหน้าที่เป็นตัวแคตาลิส (Catalyst) ในปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลซีคออกซิเดชั่น (Photocatalysis Oxidation) โดยเมื่อถูกกระตุ้นด้วยพลังงานโฟตอน (photon energy) จากแสง ทำให้เกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงและลดความเป็นพิษลง งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพฟิล์มบางผลึกนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เติมสารเจือบิสมัท (Bi) ซึ่งเตรียมได้จากวิธีโซล-เจล (sol-gel) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ไม่ยุ่งยากและใช้พลังงานต่ำเหมาะสมในการเป็นทางเลือกหนึ่งในอุตสาหกรรมเนื่องจากใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ จากนั้นปรับปรุงคุณภาพพื้นผิวของฟิล์มบางด้วยการเติมสารลดแรงตึงผิวเฮกซะเดคซิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบไมด์ (Hexadectytrimethylammonium Bromide, CTAB) ในสารละลายโซล-เจลเพื่อช่วยในการยึดเกาะโมเลกุลของซิงค์ออกไซด์ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของพื้นผิวและสมบัติทางแสงของของฟิล์มบาง จากนั้นศึกษาสภาวะและปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำของฟิล์มบางที่เตรียมได้ด้วยวิธีโฟโตแคตาไลซีสในระดับห้องปฏิบัติการ และศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ในการเคลือบผิวกระเบื้องให้กระเบื้องมีคุณสมบัติในการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย และศึกษาผลของซิงค์ออกไซด์ต่อสีของกระเบื้องเคลือบ

การศึกษาผลของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เติมสารเจือโดยอาศัยหลักการ Photocatalysis เพื่อลดจำนวนของแบคทีเรียซึ่งทดลองใช้หลอดยูวีส่องผ่านลงมายังแผ่นฟิล์มบางในสภาวะต่างๆได้แก่ จำนวนแผ่น ระยะเวลา จากนั้นทำการนำน้ำที่ทดสอบปริมาตร 0.1 ml มาทำการเขี่ยเชื้อบนจานเพาะเชื้อเพื่อตรวจนับจำนวนเชื้อ ที่สูตรต่างๆคือ ฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่ไม่เติมสารเจือ และ เจือบิสมัท 0.2 และ 0.6 atomic percent (at%) ตามลำดับ พบว่า จำนวนเชื้อที่ใช้ฟิล์มบาง ZnO ที่เจือบิสมัทที่ความเข้มข้น 0.6 at% สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าทุกสูตรที่จำนวนแผ่นเพิ่มขึ้นและเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบโครงสร้างทางเคมีของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์เติมสารเจือบิสมัทด้วยเทคนิคแกรซิ่งอินซิเดนท์เอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน (Glancing incident X-ray diffraction) พบว่าขนาดอนุภาคของซิงค์ออกไซด์บนฟิล์มที่เตรียมได้ทั้งชนิดที่ไม่เติมสารเจือและเติมสารเจือบิสมัทยังคงมีอนุภาคขนาดนาโนเมตร จากการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของผิวฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM) พบว่าพื้นผิวฟิล์มที่เจือบิทมัท 0.6 at% มีลักษณะเรียบมากกว่าฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ชนิดไม่เติมสารเจือ และ ชนิดเติมสารเจือบิทมัส 0, 2 at% ตามลำดับ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของการทำเคลือบกระเบื้องที่สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้โดยการเติมเคลือบผิวกระเบื้องด้วยฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการกระตุ้นของแสงหรือกระบวนการโฟโตแคตาไลติก(Photocatalytic) ด้วยวิธีจุ่มเคลือบ (Series A) และวิธีการซิลิกาโซลเจลที่มีการกระจายด้วยอนุภาคซิงค์ออกไซด์นาโน (Silica Sol-Gel : Series B) โดยศึกษาปริมาณของซิงค์ออกไซด์ในผิวฟิล์มบาง จากนั้นนำไปเผาแบบครั้งเดียว (One Firing) วิเคราะห์ผลของการเพิ่มปริมาณการเติม

ซิงค์ออกไซด์ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของเคลือบด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การกระจายตัวของอนุภาคซิงค์ออกไซด์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของคลื่นแสง (Laser Particle size Distribution) วิเคราะห์สีที่เปลี่ยนแปลงของกระเบื้อง (Color Measurement) พบว่าเคลือบมีความสว่างมากขึ้นตามปริมาณการเติมซิงค์ออกไซด์ นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy : SEM) เพื่อดูการยึดเกาะและกระจายของอนุภาคซิงค์ออกไซด์บนผิวเคลือบและวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer : EDS) ของซิงค์-ออกไซด์ และในงานวิจัยนี้มีการทดสอบสมบัติทางโฟโตแคตาไลติกด้วยการทดสอบด้านการกำจัดเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) อีโคไล (Escherichia coli : E.coli) ในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อศึกษาปริมาณการลดลงของแบคทีเรียในเวลาที่เปลี่ยนไป พบว่าปริมาณซิงค์ออกไซด์ที่มากขึ้นทำให้มีการอยู่รอดของแบคทีเรียต่ำลง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

Zinc oxide (ZnO) is a semiconductor material which acts as a catalyst for photocatalysis oxidation reaction. ZnO was stimulated by photon energy from visible light, which caused organic decomposition reaction to decompose organic matter to smaller molecules and reduce toxicity. This research was to study the factors affecting and improving the properties of Bismuth doped ZnO thin films that were prepared using the sol-gel method. The sol-gel preparation technique was not complicated and used low energy consumption which was suitable as an alternative to the industry due to low production costs. The surface quality and of ZnO:Bi thin films were obtained by the addition of cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), a surfactant in sol-gel solution. The addition of CTAB can improve the quality of morphology and optical properties of the thin films by an increase of molecules adhesion of zinc oxide. After that, the conditions and factors affecting the efficiency of the anti-bacterial of Zn:Bi thin film through the photocatalysis process in water were studied. finally, the feasibility study in antibacterial property and color of ceramic tiles after coating Zn:Bi thin film on ceramic tile were investigated.

The effect of Bismuth doped ZnO thin films on bacterial activities was studied by using visible light photocatalytic process. The effects of thin film numbers and exposed time under UV light were investigated. 0.1 ml of the contaminated water was spread on the agar plate in order to count the bacterial colony. For an increase of number of ZnO thin films and time, 0.6 at% Bi doped ZnO thin films presented the number of bacterial colony less than that of the 0.2 at% and undope ZnO thin films. In addition, the chemical structure of ZnO thin films was characterized by Glancing incident X-ray diffraction. It revealed that the size of ZnO particles on the thin films remained in the nanometer range. From the morphology observed by scanning electron microscope (SEM), the surface of 0.6 at% Bi doped ZnO thin films exhibited smoother surface than that of the undoped ZnO thin films and 0.2 at% Bi doped ZnO thin films.

For the feasibility study of ceramic tile coating with ZnO thin films on the antibacterial property, the films were prepared by dip coating (Series A) and Silica Sol-Gel method (Series B). After one firing, the effect of ZnO content on the properties of thin flims was evaluated such as Laser Particle size Distribution and Color change of ceramic

tiles. The result showed that, the brightness of coating agent increased with the addition of ZnO content. Additionally, the surface morphology of ZnO thin film was observed by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive X-ray Spectrometer (EDS) for the determination of ZnO particles adhesion and dispersion on the thin film. Finally, the photocatalytic property of the thin film was determined by anti-bacterial testing against gram negative bacteria (Escherichia coli; E.coli) in culture medium. The result revealed that an increase of ZnO particle effectively inhibited the bacteria activity.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี