FUNCTIONALIZATION OF RUBBER LATEX *VIA* PHOTOCATALYTIC REACTION USING TiO_2 AS A CATALYST

SUMETHANEE TEANGTAE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2006

ISBN 974-04-7868-9
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การเพิ่มหมู่ฟังก์ชันของน้ำยางโดยปฏิกิริยาการฉายแสงร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยาไททาเนียมไดออกไซด์
(FUNCTIONALIZATION OF RUBBER LATEX *VIA* PHOTOCATALYTIC REACTION USING TiO_2 AS A CATALYST)

สุเมทนี เที่ยงแท้ 4636557 SCPO/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณิชย์, Ph.D. (MATERIAL SYSTEMS ENGINEERING), ถิรวรรณ นิพิฏฐกุล, Ph.D. (POLYMER SURFACE)

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการใช้น้ำยางอย่างแพร่หลาย วิธีการพัฒนาคุณสมบัติของน้ำยางวิธีหนึ่งคือ การเพิ่มหมู่ฟังก์ชันพิเศษเข้าไปในสายโซ่โมเลกุล การศึกษาการเพิ่มหมู่ฟังก์ชันของน้ำยางเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการผสมผสานกันระหว่างคุณสมบัติเฉพาะตัวของหมู่ฟังก์ชันนั้นๆและคุณสมบัติของพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเตรียมน้ำยางที่มีหมู่ฟังก์ชันโดยปฏิกิริยาการฉายแสงร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยาไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) แบบฟิล์ม โดยใช้น้ำยางสไตรีนบิวตะไดอีน (SBR) น้ำยางสกิมเป็นวัสดุตั้งต้น

ฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ที่เหมาะสมเตรียมได้จากวิธีเคลือบโดยการหมุน (spin coating) และเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นจำนวนสองครั้ง รูปแบบผลึกของ TiO_2 ที่ตรวจสอบโดยเครื่อง XRD เป็นแบบอะนาเทส (anatase) เท่านั้น นอกจากนี้พบว่าการสลายตัวของเมธิลีนบลู (methylene blue) ในสภาวะที่มี TiO_2 เร็วกว่าในสภาวะไม่มี TiO_2 ซึ่งบ่งชี้ว่า TiO_2 เป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาการฉายแสงของเมธิลีนบลู ประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาของฟิล์ม TiO_2 นี้ลดลงตามระยะเวลาการใช้งานที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากสิ่งปนเปื้อนบนพื้นผิวของฟิล์ม TiO_2 แต่ประสิทธิภาพนี้สามารถฟื้นฟูสู่ระดับก่อนใช้งานได้เมื่อทำความสะอาดพื้นผิวฟิล์ม TiO_2 โดยการฉายแสงเป็นระยะเวลานาน หลังจากนั้นได้ทำการเพิ่มหมู่ฟังก์ชันของน้ำยางภายใต้รังสียูวีร่วมกับตัวเร่งปฏิกริยา TiO_2 การศึกษาโครงสร้างทางเคมีของตัวอย่างยางทำโดยเทคนิค FTIR ATR และNMR พบว่าเมื่อฉายรังสี ยูวีร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ยาง SBR มีหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิล (OH) เกิดขึ้นชัดเจนหลังการฉายแสงเป็นระยะเวลาสามชั่วโมง ควบคู่กับการเกิดโครงสร้างร่างแหระหว่างสายโซ่โมเลกุลของยาง การเกิดโครงสร้างร่างแหอย่างมากของยาง SBR นี้ได้ขัดขวางการวิเคราะห์โครงสร้างและจำกัดขอบเขตการใช้งานต่อไปของยาง SBR ส่วนในกรณีน้ำยางสกิมพบว่าสภาวะการทดลองที่เหมาะสมต่อการเพิ่มหมู่ไฮดรอกซิลที่มีปฏิกิริยาข้างเคียงน้อยคือ การฉายแสงระยะเวลาหนึ่งชั่วโมงโดยใช้ H_2O_2 ปริมาณร้อยละ 5-10 โดยน้ำหนัก ยางสกิมที่ได้มีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยน้ำหนักลดลงเล็กน้อยจาก $2x10^6$ เป็น $1x10^6$ กรัมต่อโมเลกุล การเพิ่มหมู่ฟังก์ชันของน้ำยางสกิมภายใต้รังสียูวีร่วมกับตัวเร่งปฏิกริยา TiO_2 นั้นเป็นปฏิกิริยาที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากใช้ระยะเวลาสั้น ใช้พลังงานรังสียูวีต่ำ ใช้ปริมาณ H_2O_2 น้อย และการนำกลับมาใช้ได้ใหม่ของฟิล์ม TiO_2

125 หน้า ISBN 974-04-7868-9

FUNCTIONALIZATION OF RUBBER LATEX *VIA* PHOTOCATALYTIC REACTION USING TiO_2 AS A CATALYST

SUMETHANEE TEANGTAE 4636557 SCPO/M

M.Sc. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS: JITLADDA SAKDAPIPANICH, Ph.D. (MATERIAL SYSTEMS ENGINEERING), THIRAWAN NIPITHAKUL, Ph.D. (POLYMER SURFACE)

ABSTRACT

Rubber latex is widely used in many applications. One method used to improve new properties of rubber latex is an introduction of some special functional groups into the molecular mainchain. Progresses in this field have been rapidly enhanced by the possibility of creating systems that combine the unique properties of specific active functional groups and those of high molecular weight polymers. In this work, chemical modification was employed to prepare functionalized rubber latex *via* photocatalytic reaction using TiO_2 film as a catalyst. Styrene butadiene rubber (SBR) and natural skim rubber (skim) latex were starting materials in this study.

An appropriate TiO_2 film was prepared by spin-coating method and calcined at 550°C, twice. Crystalline form of TiO_2 film analyzed by XRD was anatase only. Photodecomposition of methylene blue (MB) in the presence of TiO_2 film was faster than that of MB in the absence of one, indicating the photocatalytic activity of TiO_2 film. Photocatalytic activity of TiO_2 film decreased with increase in the time used due to an impurity adsorbed on the TiO_2 film surface, but the initial value could be recovered by a long period of UV-cleaning. Subsequently, the functionalization of rubber latex was investigated under UV irradiation in the presence of TiO_2 film. The chemical structures of rubber samples were characterized by FTIR, ATR, ^{1}H-NMR spectroscopies. In the case of SBR latex, the hydroxyl functional group was observed after 3 h of irradiation, using 20% H_2O_2 and UV 80W, paralleling the crosslinking side reactions. The enormous gel formation of SBR samples, therefore, obstructed the further characterization of microstructures and limited an application in both latex and solid forms. In the case of skim latex, the appropriated condition providing a hydroxyl group and lower side reactions was 1 h of irradiation time using 5-10% (w/w) of H_2O_2 and low UV power. The weight average molecular weight of skim rubber products slightly decreased from 2×10^6 to 1×10^6 g/mol. Functionalization of skim latex via photocatalytic reaction using TiO_2 was energy-saving and environmental-friendly reaction because of its short reaction time, low consumption of UV power, small amount of H_2O_2 and reusability of TiO_2 film.

KEY WORDS: FUNCTIONALIZED POLYMERS / PHOTOCATALYTIC REACTION / TiO_2

125 P. ISBN 974-04-7868-9