SILVER COATING ON WOVEN PET SURFACE MODIFIED BY USING DBD PLASMA TECHNIQUE FOR ANTIMICROBIAL PROPERTY IMPROVEMENT

Surakerk Onsuratoom

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,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
2008

512013

Thesis Title:	Silver Coating on Woven PET Surface Modified by Using DBD Plasma Technique for Antimicrobial Property Improvement
By:	Surakerk Onsuratoom
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit
	Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej
	Dr. Thammanoon Sreethawong
	Prof. Seiichi Tokura

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

Nantaya Yanumet ..... College Director

(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:

Ratana Rujiravanit .....

(Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit)

..... (Prof. Seiichi Tokura)

Sumaeth Chavadej .....

(Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej)

T. Sreethawong .....

(Dr. Thammanoon Sreethawong)

..... (Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit)

..... (Dr. Korada Supat)

บทคัดย่อ

สุรเกริก อ่อนสุระทุม : การเคลือบโลหะเงินบนพื้นผิวของผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทที่ถูกเปลี่ยนแปลงด้วยเทคนิคพลาสมาแบบไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันแบคทีเรีย (Silver Coating on Woven PET Surface Modified by Using DBD Plasma Technique for Antimicrobial Property Improvement) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร.รัตนา รุจิรวนิช รศ. ดร.สุเมธ ชวเดช ดร.ธรรมนูญ ศรีทะวงศ์ และ ศ.ดร.เซอิจิ โทคุระ 90 หน้า

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นผิวของผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทเพื่อเพิ่มคุณสมบัติการดูดซับน้ำ ภายใต้สภาวะพลาสมาแบบไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จ ซึ่งทำการศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่างๆ (ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็คโทรดและความต่างศักย์ไฟฟ้า) และผลกระทบของก๊าซชนิดต่างๆ (ออกซิเจน อาร์กอน อากาศและไนโตรเจน) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทให้มีคุณสมบัติการดูดซับน้ำได้ดีขึ้น จากการศึกษาพบว่า การลดระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็คโทรดและการเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าให้แก่ระบบทำให้สนามไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (ฟลักซ์ของพลาสมาเกิดเพิ่มขึ้น) ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มคุณสมบัติการดูดซับน้ำของผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทได้ดีขึ้นจากการตรวจสอบด้วยวิธีการดูดซับน้ำ (wick ability measurement) จากการตรวจสอบด้วยเทคนิค X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) พบว่ามีหมู่ฟังชันก์ O=C–O และ C–O บนพื้นผิวของผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทเกิดขึ้น ปริมาณของหมู่ฟังก์ชันดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซที่อยู่ภายในเครื่องปฏิกรณ์เคมีอีกด้วย โดยอากาศบริสุทธ์มีผลทำให้เกิดหมู่ฟังชันก์ดังกล่าวมากที่สุด รองลงมาคือ ออกซิเจน อาร์กอน และไนโตรเจนตามลำดับ ซึ่งมีผลสอดคล้องกับผลที่ได้จากการตรวจสอบการดูดซับน้ำ (wickability measurement) และหลังจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทให้มีคุณสมบัติการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นแล้ว ได้ทำการเคลือบโลหะเงินโดยจุ่มผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทลงในสารละลายโลหะเงินเพื่อเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันแบคทีเรีย จากผลการการทดสอบการป้องกันแบคทีเรียพบว่าผ้าโพลีเอททิลีนทาเรปทาเลทที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างด้วพลาสมาและเคลือบด้วยโลหะเงินแล้วมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียชนิด *E. coli* และ *S. aureus* ได้ดีมาก

ABSTRACT

4973008063: Petroleum Technology Program
Surakerk Onsuratoom: Silver Coating on Woven PET Surface Modified by Using DBD Plasma Technique for Antimicrobial Property Improvement
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit, Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, Dr. Thammanoon Sreethawong, and Prof. Seiichi Tokura 90 pp.
Keywords: Dielectric Barrier Discharge/ Hydrophilicity/ Silver Coating/ Antimicrobial Property.

In this study, the hydrophilic improvement of a woven PET surface was accomplished by a plasma technique. The woven PET surface was plasma-treated by dielectric barrier discharge (DBD) under various operating parameters (gap distance and applied voltage) and various gases (O_2, N_2, Ar, and air) in order to improve the hydrophilicity of the woven PET surface. It was experimentally found that a decrease in gap distance and an increase in applied voltage increased the electric field strength, leading to more hydrophilicity of the PET surface characterized by wickability measurement. XPS analysis was carried out to identify functional groups on the polymer surface, such as O=C–O and C–O. The amount of such functional groups depended on the type of gas fed into the system. The air gas provided the largest amount of functional groups, while O_2, Ar, and N_2 provided less amounts, in that order, which agreed well with the wickability results. After the plasma treatment, the woven PET fabric was coated with silver using a silver nitrate solution in order to introduce the antimicrobial property. The woven PET fabric coated with silver particles exhibited good antimicrobial activity against *E.coli* and *S.aureus*.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank many people who have contributed to my education over the past 2 years and specifically to this research work.

I would like to express my grateful appreciation to Assoc. Prof. Ratana Rujiravanit, Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, Dr. Thammanoon Sreethawong, and Prof. Seiichi Tokura, my thesis advisors, for their support and guidance through this research work. It has been privileged to work with such a dedicated and resourceful people.

The author is grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals and Advanced Materials, Chulalongkorn University.

I would like to thank Thai Negoro Co., Ltd, Thailand; and the Research Unit of Petrochemical and Environmental Catalysis under the Ratchadapisek Somphot Endowment Fund, Chulalongkorn University, Thailand.

The author would like to thank the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, where the author has gained the invaluable knowledge in the Petroleum Technology program. The author also greatly appreciates all professors, lecturers, and staffs, who have provided knowledge and technical support during his study at this college.

I feel fortunate to have spent 2 years with collection of graduated students, who not only made the experience bearable, but also quite pleasant. Therefore, I simply say thanks to friends who made the two years such a memorable experience.

I would like to express my special thanks to Mr. Hideaki Nagahama for his kindness in giving me useful XPS information and also to Faculty of Chemistry, Materials and Bioengineering and High Technology Research Centre, Kansai University.

Finally, I would like to thank my family for their love, spirit, and understanding during my study and research work.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE PAGE