RESISTIVITY OF CONDUCTIVE POLYMER-COATED FABRIC

Ms. Porntip Lekpittaya

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
2003

ISBN 974-17-2338-5

Thesis Title:	Resistivity of Conductive Polymer-Coated Fabric.
By:	Porntip Lekpittaya
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Nantaya Yanumet
	Prof. Edgar A. O'Rear, III

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

K. Bunyakiat
..... College Director
(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

Nantaya Yanumet
.....
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

.....
(Prof. Edgar A. O'Rear, III)

R. Magaraphan
.....
(Asst. Prof. Rathanawan Magaraphan)

.....
(Dr. Manit Nithitanakul)

บทคัดย่อ

พรทิพย์ เล็กพิทยา : ความต้านทานไฟฟ้าของผ้าที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์นำไฟฟ้า (Resistivity of Conductive Polymer-Coated Fabric) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. นันทยา ยานุเมศ และ ศ.ดร.เอ็ดการ์ โอเรียร์ 61 หน้า ISBN 974-17-2338-5

การเตรียมสิ่งทอนำไฟฟ้าสามารถทำได้โดยวิธีแอ็ดไมเซลลาพอลิเมอไรเซชั่นด้วยการเติมเกลือและไม่เติมเกลือ วิธีการดังกล่าว ชั้นที่มีลักษณะบางของพอลิเมอร์นำไฟฟ้าชนิดต่างๆ เช่น พอลิแอนนิลีน พอลิไพโรล พอลิไทโอฟีน และ พอลิเอนเมทิลไพโรล ถูกสร้างขึ้นบนผ้าฝ้ายและผ้าพอลิเอสเทอร์โดยอาศัยแม่แบบของสารลดแรงตึงผิว ผ้าที่ผ่านการเคลือบจะถูกนำมาวิเคราะห์รูปแบบของพอลิเมอร์นำไฟฟ้าที่เคลือบบนพื้นผิวเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และทำการศึกษาผลของความเข้มข้นของมอนอเมอร์ อัตราส่วนของมอนอเมอร์ต่อสารเริ่มต้นปฏิกิริยา และความเข้มข้นของเกลือ ผลการศึกษาพบว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าเชิงพื้นผิวและเชิงปริมาตรของผ้าที่ผ่านการเคลือบมีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของมอนอเมอร์เพิ่มขึ้นในช่วง 5-15 มิลลิโมลาร์และค่าความต้านทานไฟฟ้าทั้งสองชนิดมีความแตกต่างไม่มากเมื่ออัตราส่วนของมอนอเมอร์ต่อสารเริ่มต้นปฏิกิริยามีค่าเป็น 1:1 และ 2:1 การเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ทำให้ความต้านทานไฟฟ้าทั้งสองชนิดมีค่าลดลง รูปแบบของพอลิเมอร์นำไฟฟ้าที่เคลือบบนพื้นผิวเส้นใยซึ่งถูกวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่ามีการเคลือบแบบฟิล์มเกิดขึ้นบนพื้นผิวเส้นใย ซึ่งพอลิไพโรลที่เคลือบบนผ้ามีค่าความต้านทานไฟฟ้าเชิงพื้นผิวและเชิงปริมาตรที่ต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 10^6 โอห์ม

ABSTRACT

4472019063 : POLYMER SCIENCE PROGRAM
Porntip Lekpittaya: Resistivity of Conductive Polymer-Coated Fabric.
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Nantaya Yanumet, and Prof. Edgar A. O'Rear, III, 61 pp. ISBN 974-17-2338-5
Keywords : Conductive fabric/ Admicellar polymerization/ Polyaniline/ Polypyrrole/ Polythiophene/ Poly(*N*-methylpyrrole)/ Cotton fabric/ Polyester fabric

Preparation of conductive polymer-coated fabrics was carried out by admicellar polymerization with and without addition of salt. By this method, thin layers of conducting polymers, namely polyaniline, polypyrrole, polythiophene and poly (*N*-methylpyrrole) were formed on cotton and polyester fabrics via a surfactant template. The surface morphology of the treated fabrics was examined using scanning electron microscopy (SEM). In addition, the effects of monomer concentration, oxidant:monomer ratio and the amount of salt on the resistivity of the resulting fabrics were studied. The results showed that the apparent surface and volume resistivities decreased with increasing in monomer concentration in the range 5-15 mM. There was no significant difference in resistivity values when oxidant:monomer ratios of 1:1 and 2:1 were used. Addition of 0.5 M NaCl was found to decrease the resistivity of the resulting fabrics significantly. SEM micrographs of the treated fabrics show distinctive film-like coatings on the fiber surfaces. The lowest resistivity obtained with polypyrrole was around 10^6 ohms.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincere gratitude to my advisor, Prof. Edgar A O'Rear, III for his kindness and support. Next, I would like to express my heartfelt gratitude to Assoc. Prof. Nantaya Yanumet for giving me the interesting aspects in the field of conductive textiles and her sincere help. Particularly, she has provided me very useful guidance and great encouragement throughout this research.

I am grateful to the Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand for the scholarship and financial support for my study and research. I also would like to forward my appreaciation to Mr.Somjate Patcharaphun, lecturer of the Materials Engineering Department, Faculty of Engineering, Kasetsart University for the hours spent dealing with the resisitivity equipment. We will make it someday.

I would like to extend my thanks to Mr.Andrew Carswell and Mr.Harry J. Barraza at the School of Chemical Engineering and Materials Science, University of Oklahoma, Norman, U.S.A., for assistance with electrical resistivity measurement and their useful suggestions.

I also would like to sincerely thank all of my friends at Oklahoma, USA, for everything during my stay there. They had provided me with a great time of enjoyment during my stay there. I wish to return there someday.

This thesis work is partially funded by Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium).

Finally, I would like to express my deepest thankfulness to my beloved family, especially my spouse, who is my inspiration and encouragement.

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
	Title Page	i
	Abstract (in English)	iii
	Abstract (in Thai)	iv
	Acknowledgements	v
	Table of Contents	vi
	List of Tables	viii
	List of Figures	ix
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**LITERATURE REVIEW**	4
	2.1 Admicellar Polymerization	4
	2.2 Cotton and Polyester Fabric	5
	2.3 Thin Film Coating by Admicellar Polymerization	6
	2.4 Coating of Conductive Polymers on Fabrics	11
	2.5 Volume and Surface Resistivity Measurements of Fabrics	18
III	**EXPERIMENTAL**	21
	3.1 Materials	21
	3.1.1 Monomer	21
	3.1.2 Oxidizing agent	21
	3.1.3 Surfactant	21
	3.1.4 Fabrics	21
	3.2 Equipment	21

CHAPTER **PAGE**

3.3 Experimental Procedures 22
3.3.1 Purification of Monomer 22
3.3.2 Admicellar Polymerization 22
3.3.3 Testing and Characterization 23
3.3.3.1 Surface Morphology of the Treated Fabrics 23
3.3.3.2 Volume and Surface Resistivity of the Treated Fabrics 23

IV RESISTIVITY OF CONDUCTIVE POLYMER-COATED FABRIC 25
Abstract 25
Introduction 26
Experimental 27
Results and Discussion 29
Conclusions 32
Acknowledgements 32
References 33

V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS 48

REFERENCES 49

APPENDICES 53
Appendix A Surface Resistivity of Coated Fabrics 53
Appendix B Volume Resistivity of Coated Fabrics 57

CURRICULUM VITAE 61

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
	CHAPTER III	
3.1	Admicellar polymerization conditions	23
	CHAPTER IV	
1	Admicellar polymerization conditions	35

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
	CHAPTER II	
2.1	Steps in admicellar polymerization process	4
2.2	Typical adsorption isotherm of ionic surfactant on a substrate	5
2.3	Molecular structure of cotton and PET	6
2.4	Resistivity measurements	19
	CHAPTER III	
3.1	Electrode of resistivity chamber	24
3.2	Electrometer for volume and surface resistivity measurements	24
	CHAPTER IV	
1	Steps in admicellar polymerization process	37
2	Resistivity measurements	38
3	Change in (a)surface resistivity and (b)volume resistivity with monomer concentration of treated cotton fabric using 0.5M NaCl and oxidant:monomer ratio 2:1	39
4	Change in (a)surface resistivity and (b)volume resistivity with monomer concentration of treated polyester fabric using 0.5M NaCl and oxidant:monomer ratio 2:1	40
5	Comparison of the (a) surface and (b) volume resistivity of cotton and polyester fabrics	41
6	Effect of salt on (a)surface and (b)volume resistivity of treated cotton fabric	42
7	Effect of salt on (a)surface and (b)volume resistivity of treated polyester fabric	43

FIGURE **PAGE**

8	Effect of oxidant:monomer ratio on (a) surface and (b) volume resistivity of cotton fabric	44
9	Effect of oxidant:monomer ratio on (a)surface and (b) volume resistivity of polyester fabric	45
10	SEM micrographs of untreated and treated cotton fabric using different types of monomers with 1.2 mM DBSA, 10 mM monomer, 0.5 M salt and oxidant:mononer ratio 1:1	46
11	SEM micrographs of untreated and treated polyester fabric using different types of monomers with 1.2 mM DBSA, 10 mM monomer, 0.5 M salt and oxidant:mononer ratio 1:1	47