ADHESION AND PERMEABILITY OF POLYIMIDE-CLAY NANOCOMPOSITE AS PROTECTIVE COATING FOR MICROELECTRONIC GAS SENSOR

Ms. Orasa Khayankarn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment 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

2000

ISBN 974-334-185-4

Thesis Title	:	Adhesion and Permeability of Polyimide-Clay Nanocomposite as Protective Coating for Microelectronic Gas Sensor
By	:	Ms. Orasa Khayankarn
Program	:	Polymer Science
Thesis Advisor	:	Dr. Rathanawan Magaraphan
		Professor Johannes W. Schwank

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

..... College Director
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee

.....
(Prof. Johannes W. Schwank.)

.....
(Dr. Rathanawan Magaraphan)

.....
(Dr. Nantaya Yanumet)

บทคัดย่อ

อรสา ขยันการ : คุณสมบัติการยึดติดและการแพร่ผ่านของวัสดุลูกผสมระหว่างพอลิอิมมิด-ดินสำหรับเคลือบปกป้องตัวตรวจวัดก๊าซแบบอิเลคทรอนิกส์ (Adhesion and Permeability of Polyimide-Clay Nanocomposite as Protective Coating for Microelectronic Gas Sensor) อ. ที่ปรึกษา : ศ. โจฮันเนส ดับบลิว ชวางค์ (Prof. Johannes W. Schwank) และ ดร. รัตนวรรณ มกรพันธุ์ 61 หน้า ISBN 974-334-185-4

สารลูกผสมระหว่างพอลิอิมมิดและดินสามารถเตรียมจากสารละลายกรดพอลิเอมิคชนิด BPDA-PDA และดินที่ผ่านการปรับสภาพโดยใช้โดเดคซิลเอมีนแล้ว การตรวจสอบการเข้าไปอยู่ของสารปรับสภาพในโครงสร้างของดินทำโดยเทคนิค FTIR, TGA, WAXD และ AAS จากนั้นเตรียมฟิล์มพอลิอิมมิดและฟิล์มของสารลูกผสมระหว่างพอลิอิมมิดและดินและนำฟิล์มที่ได้ทั้งหมดไปตรวจสอบคุณสมบัติการแพร่ผ่านของก๊าซ ค่าความต้านทานไฟฟ้า และการยึดติดของแผ่นฟิล์มกับผิวของแผ่นซิลิคอน ผลการศึกษาการแพร่ผ่านของก๊าซพบว่า ปริมาณของดินที่เติมลงในวัสดุลูกผสมเพียงแค่ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ทำให้ค่าการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งของค่าการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนที่ได้จากฟิล์มพอลิอิมมิด นอกจากนั้นวัสดุลูกผสมนี้ยังมีค่าความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการขัดขวางการเกิดร่างแหการนำไฟฟ้าโดยชั้นซิลิเกตในดิน และที่สำคัญคือค่าการยึดติดของแผ่นฟิล์มกับผิวของแผ่นซิลิคอนเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของดินที่เติมลงในวัสดุลูกผสมเพิ่มมากขึ้น

ABSTRACT

4172020063 : POLYMER SCIENCE PROGRAM

KEY WORD: Polyimide/ Nanocomposites/ Montmorillonite/ Gas Permeability

Orasa Khayankarn : Adhesion and Permeability of Polyimide-Clay Nanocomposite as Protective Coating for Microelectronic Gas Sensor. Thesis Advisors : Prof. Johannes W. Schwank, Dr. Rathanawan Magaraphan, 61 pp. ISBN 974-334-185-4

Polyimide-clay (PI-clay) nanocomposite was prepared from solution of poly(amic acid), precursor of 2,2-bis[4-(3,4-dicarboxyphenoxy)phenyl] propane dianhydride and *p*-phenylenediamine, and dodecylamine-montmorillonite. Fourier transform infrared spectroscopy, thermogravimetric analysis, X-ray diffraction, and atomic absorption spectroscopy were used to verify the incorporation of modifying agents into the structure of clay and intercalation of modified clay into the polyimide matrix. Both PI and PI-clay films were subsequently prepared by means of solution casting techniques. Gas permeability, resistivity, and adhesion properties were determined. In the case of gas permeability, only 3 wt% addition of clay brought permeability of O_2 gas to values less than half of that of unfilled polyimide. Furthermore, this hybrid showed an improvement in electrical resistivity due to the prevention of electrical tree growth by clay particles. More importantly, adhesion between the films and silicon was increased with increasing clay content.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank all professors who have tendered invaluable knowledge to her at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University. She would like to thank her U.S. advisor, Prof. Johannes W. Schwank, who originated this thesis and guides her through the research work. She would also like to express her special gratitude to her Thai advisor, Dr. Rathanawan Magaraphan, who not only approved this work but also gave her a great deal of advice and constructive suggestions throughout the work. In addition, she would like to give sincere thanks to Mr. John W. Ellis for his many suggestions in gas permeability and adhesion test.

She wishes to thank Assist. Prof. Mana Sriyudthsak and Mr. Kwanchai Anothainart from Department of Electrical Engineering, Chulalongkorn University, for their help in resistivity measurement.

In addition, she would like to thank the entire college members and all her friends at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University.

Last but not least, she would like to give her sincere appreciation to her family for their love, understanding and financial support that gave her the encouragement to complete this research.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**