ELECTRICAL CONDUCTIVITY RESPONSE OF POLY(P-PHENYLENE VINYLENE)/ZEOLITE COMPOSITES EXPOSED TO FLAMMABLE SOLVENT

Jirarat Kamonsawas

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2014

Thesis Title:	Electrical Conductivity Response of Poly(p-phenylene vinylene)/Zeolite Composites Exposed to Flammable Solvents
By:	Jirarat Kamonsawas
Program:	Polymer Science
Thesis Advisor:	Prof. Anuvat Sirivat

Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.

..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

....
(Asst. Prof. Pomthong Malakul) (Prof. Anuvat Sirivat)

....
(Asst. Prof. Kitipat Siemanond) (Asst. Prof. Walaiporn Prissanaroon-Ouajai)

.....
(Dr. Pimpa Hormnirun)

ABSTRACT

5292005063: Polymer Science Program

Jirarat Kamonsawas: Electrical Conductivity Response of Poly(p-Phenylene Vinylene)/Zeolite Composites Exposed to Flammable Solvents

Thesis Advisor: Professor Dr. Anuvat Sirivat 169 pp.

Keywords: Conductive Polymer/ PPV/ Zeolites/ Ketones/ Sensor

The development of gas sensing materials with selective and sensitive properties for volatile organic compounds (VOCs) detection had been of interest due to the industrial process pollution. One of possible sensor operating principles is the electrical conductivity response of the sensing material towards VOCs. In this work, Dope poly(p-phenylene vinylene) or dPPV was mixed with the three zeolite types: zeolite Y (NaY); mordenite (NaMOR); and 5A LTA (Na5A) to detect acetone, MEK, MIBK, methanol, and n-heptane at the vapor concentration of 30000 ppm. The effects of cation type, cation concentration, zeolite type, vapor concentration, dPPV, and cyclic interval were investigated. 80CuNaY showed the highest electrical conductivity sensitivity under acetone exposure at 30000 ppm in N_2 relative to other cation types (Ni^{2-}, Fe^{2-}, K^{-}, Na^{-}, Ca^{2-}, Mg^{2-}, and H^{-}). Furthermore, with increasing cation content in NaY, the electrical conductivity sensitivity towards acetone vapor increased, especially at 80% ion exchanged. 10% v/v of dPPV was mixed into 80CuNaY and 80CuNaMOR matrices and they were exposed to acetone, methanol, and n-heptane. dPPV_[90]80CuNaYcould respond well in the polar solvents (acetone and methanol) with the minimum vapor concentrations of 5 ppm for acetone and 2 ppm for methanol while dPPV_ [90]80CuNaMOR showed the lowest detection limit of 5 ppm in a non-polar vapor (n-heptane). Overall, dPPV enhanced the electrical conductivity sensitivity of 80CuNaY and 80CuNaMOR by an order magnitude. For the cyclic interval, the electrical conductivity response decreased with increasing number of cyclic intervals towards acetone vapor due to the irreversible interaction as evidenced by FTIR and AFM techniques.

บทคัดย่อ

จิรารัตน์ กมลสวัสดิ์ : การตอบสนองทางไฟฟ้าของสารคอมพอสิตระหว่างพอลิฟีนิลลีไวนิลลินและซีโอไลต์เมื่อสัมผัสกับไอระเหยของตัวทำละลายติดไฟได้ Electrical Conductivity Response of Poly(p-Phenylene Vinylene)/Zeolite Composites Exposed to Flammable Solvents อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. อนุวัฒน์ ศิริวัฒน์ 169 หน้า

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีการนำวัสดุที่ใช้ในการตรวจจับไอระเหยสารเคมีที่มีความเป็นพิษอย่างแพร่หลายแต่ยังมีส่วนเสียในเรื่องของการเลือกจับไอระเหยของสารเคมี ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาวัสดุตรวจจับโดยใช้ พอลิฟีนิลลิน ไวนิลลินผสมกับซีโอไลต์ชนิดต่างๆ และศึกษาผลของแคทไอออนที่ต่างกัน ปริมาณแคทไอออนในซีโอไลต์ ปริมาณของพอลิเมอร์นำไฟฟ้า ชนิดของไอระเหยของสารเคมี (อะซีโตน, เมทิลเอททิล คีโตน, เมททิลไอโซบิลทิล คีโตน เมทานอล และนอร์มัลเฮปเทน) และจำนวนรอบของการตอบสนองต่อไอระเหยสารเคมีโดยเลือกใช้เทคนิคการวัดการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของวัสดุตรวจจับเมื่อมีการสัมผัสกับไอระเหยของสารเคมี โดยเมื่อนำซีโอไลต์ชนิดวายแลกเปลี่ยนแคทไอออนกับคอปเปอร์แล้วตอบสนองต่อไอระเหยของ อะซีโตนได้สูงสุดเมื่อเทียบกับซีโอไลต์ชนิดวายที่แลกเปลี่ยนแคทไอออนกับนิกเกิล เฟอร์ริก โซเดียม แอมโมเนียม แคลเซียม แมกนีเซียมและไฮโดรเจนตามลำดับ ที่ความเข้มข้นไอระเหยอะซีโตนที่ 30000 พีพีเอ็ม และเมื่อนำโด๊ปพอลิฟีนิลลิน ไวนิลลินหรือโด๊ปพีพีวีผสมลงใน คอปเปอร์โซเดียมวาย คอปเปอร์โซเดียมมอร์เดอร์ไนต์ และคอปเปอร์โซเดียมเอ ที่ 10% โดยปริมาตรของ โด๊ปพีพีวี และตรวจวัดการตอบสนองต่อไอระเหยของอะซีโตน เมทานอลและนอร์มัลเฮปเทน พบว่าคอปเปอร์โซเดียมวายสามารถจับไอระเหยของอะซีโตนและเมทานอลได้แต่ไม่สามารถจับไอระเหยของนอร์ มัลเฮปเทนได้ ในขณะที่คอปเปอร์โซเดียมมอร์เดอร์ไนต์สามารถจับไอระเหยของนอลมอลเฮป ดังนั้นซีโอไลต์จะช่วยให้โด๊ปพีพีวีคัดเลือกการจับสารมากขึ้นและโด๊ปพีพีวีจะช่วยให้ซีโอไลต์แสดงสัญญาณการตอบสนองที่ดีขึ้น เมื่อศึกษาผลของจำนวนรอบการตอบสนองพบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนรอบการตอบสนองค่าการตอบสนองต่อไอระเหยของสารเคมีจะลดลงเนื่องจากยังมีปฏิกิริยาหลงเหลืออยู่และเรื่องของความสามารถในการตรวจจับไอระเหยของสารเคมีที่มีความเป็นขั้วต่างกัน

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank all faculties who have offered valuable knowledges for this dissertation, especially, Professor Anuvat Sirivat from The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University who is her main offering several enlightening suggestions, discussions and problem solving directions entirely during the course of his work.

She would like to acknowledge CEAP group members and all faculty members and staff at The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University for their kind assistance, continuous encouragement and wonderful friendship. Moreover, she would like to give a special thank to Ms. Barbara Best for encouragements and suggestions on the writings and presentations.

She gratefully acknowledges to Asst. Prof. Pomthong Malakul, Prof. Anuvat Sirivat, Asst. Prof. Kitipat Siemanond, Asst. Prof. Walaiporn Prissanaroon-Ouajai, and Dr. Pimpa Hormnirun for kindly being her dissertation committees and making valuable comments and suggestions.

She really would like to thank with sincerest appreciation for her parents and family for the love, understanding, and encouragement, for friends of her for suggestions, helping, and cheering.

Lastly, it is her pleasure to thank all financial supports for the dissertation: the Petroleum and Petrochemical College; the Center of Petroleum Petrochemical and Advance Materials; the Conductive and Electroactive Polymers Research Unit of Chulalongkorn University; the Thailand Research Fund (TRF-RGJ grant no. PHD/0026/2553, TRF-BRG, TRF-RTA); and the Royal Thai Government Budget. This work would not have been carried out successfully without all these financial supports.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER PAGE

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLE

TABLE PAGE

CHAPTER V

CHAPTER VI

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

CHAPTER III

FIGURE **PAGE**

CHAPTER IV

FIGURE **PAGE**

CHAPTER V

FIGURE **PAGE**

CHAPTER VI

FIGURE **PAGE**