REFERENCES

Alves, A. K., F. A. Berutti, et al. (2005). "The Effects of pH on the Preparation of Alumina by Sol-Gel Process." Particulate Science and Technology **23**: 351-360.

Azad, A.-M. (2006). "Fabrication of Transparent alumina (Al_2O_3) nanofibers by electrospinning." Materials Science and Engineering A **435-436**: 468-473.

Brinker, C. J. and G. W. Scherer (1990). Sol-gel Science : The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing. (n.p.): Academic Press.

Buchkoa, C. J., L. C. Chena, et al. (1999). "Processing and microstructural characterization of porous biocompatible protein polymer thin films." Polymer **40**: 7397–7407.

Bunsell, A. R. (2005). "Oxide fibers for high-temperature reinforcement and insulation." Journal of Metals **57**(2): 48-51.

Chambers, A., T. Nemes, et al. (1998). "Catalytic behavior of graphite nanofiber supported nickel particles. 1. Comparison with other support media." Journal of Physical Chemistry B **102**(12): 2251-2258

Chawla, K. K. (1998). Fiborous Materials. (n.p.): Cambridge University Press.

Corbalo, C. E., R. T. Teltenhorst, et al. (1985). "Structure Refinement of Deuterated Boehmite." Cloys Clay Miner **33**: 71-75.

Dai, H., J. Gong, et al. (2002). "A novel method for preparign ultra-fine alumina-borate oxide fibres via an electrospinning technique." Nanotechnology **13**: 674-677.

Deitzel, J. M., J. Kleinmeyer, et al. (2001). "The effect of processing variables on the morphology of electrospun nanofibers and textiles." Polymer **42**: 261–272.

Demir, M. M., I. Yilgor, et al. (2002). "Electrospinning of polyurethane fibers." Polymer **43**: 3303-3309.

Doshi, J. and D. H. Reneker (1995). "Electrospinning Process and Application of Electrospun Fibers." Journal of Electrostatics **35**: 151-160.

Dynys, F. W. and J. W. Halloran (1982). "Alpha alumina Formation in Alum-Derived Gamma Alumina." Journal of American Ceramic Society **65**: 442-448.

Fong, H., I. Chun, et al. (1999). "Beaded nanofibers formed during electrospinning." Polymer **40**: 4585-4592.

Gitzen, W. H. (1970). Alumina as a ceramic material. Ohio: The American Ceramic Society, Coloumbus.

Gonzalez, R. D., T. Lopez, et al. (1997). "Sol-Gel preparation of supported metal catalysts." Catalysis Today **35**: 293-317.

Hamling, D. (1997). "Using ceramic-fiber materials in corrosive environments." American Ceramic Society Bulletin **76**(9): 79-82.

Huang, Z.-M., Y.-Z. Zhang, et al. (2003). "A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites." Composites Science and Technology **63**: 2223–2253.

Kenaw, E.-R., J. M. Layman, et al. (2003). "Electrospinning of poly(ethylene-co-vinyl alcohol) fibers." Biomaterials **24**: 907-913.

Kobayashi, Y., T. Ishizaki, et al. (2005). "Preparation of alumina films by the sol-gel method." Journal of Materials Science **40**: 263-283.

Kolaczkowski, S. T. and S. Kim (2006). "Novel alumina 'KK Leak Structures' as catalyst supports." Catalysis Today **117**: 554-558.

Levin, I. and D. Brandon (1998). "Metastable Alumina Polymorph: Crystal Structures and Transition Sequences." Journal of American Ceramic Society **81**(61).

Lindqvist, K., E. Carlström, et al. (2007). "Electrospinning of alumina nanofibers." Nanostructured Materials and Nanotechnology **28**: 41.

Lippens, B. D. and J. H. D. Boer (1964). "Study of phase transformations during calcination of aluminum hydroxides by selected area electron diffraction." Acta Crystallography **17**: 1312.

Morinaga, K., T. Torikai, et al. (2000). "Fabrication of fine α-alumina powders by thermal decomposition of ammonium aluminum carbonate hydroxide(AACH)." Acta Materialia **48**: 4735-4741.

Oosterhout, G. W. v. (1960). "Morphology of synthetic sub-microscopic crystals of α and γFeOOH and of γFe2O3 prepared from FeOOH." Acta Crystallographica **13**: 932-935.

Panda, P. K. and S. Ramakrishna (2007). "Electrospinning of alumina nanofibers using different precursors." Journal of Material Science Letters **42**: 2189-2193.

Pathak, L. C., T. B. Singh, et al. (2002). "Effect of pH on the combustion synthesis of nano-crystalline alumina powder." Materials Letters **57**: 380-385.

Schwarz, J. A., C. I. Contescu, et al. (2004). Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology. (n.p.): Marce Dekker.

Shao, C., H.-Y. Kim, et al. (2003). "Fiber mats of poly(vinyl alcohol)/silica composite via electrospinning." Materials Letters **57**: 1579-1584.

Sharma, P. K., V. V. Varadan, et al. (2003). "A critical role of pH in the colloidal synthesis and phase transformation of nano size a-Al2O3 with high surface area." Journal of the European Ceramic Society **23**: 659-666.

Simpson, T. W., Q. Z. Wen, et al. (1998). "Kinetics of the Amorphous - > γ - > α Transformation in Aluminum oxide : Effect of Crystallography Orientation." Journal of American Ceramic Society **81**: 1995.

Subbiah, T., G. S. Bhat, et al. (2005). "Electrospinning of Nanofibers." Journal of Applied Polymer Science **96**: 557-569.

Suzuki, F. and K. Onozato (1990). "A Formation of Compatible Poly(vinyl Alcohol)/Alumina Gel Composite and Its Properties." Journal of Applied Polymer Science **39**: 371-381.

Teoh, G. L., K. Y. Liew, et al. (2007). "Synthesis and characterization of sol–gel alumina nanofibers." Journal of Sol-gel Science and Techonology **44**: 177-186.

Venkatesh, R. and S. R. Ramanan (2000). "Effectect of organic additives on the properties of sol-gel spun alumina fibres." Journal of the European Ceramic Society **20**: 2543-2549.

Wefers, K. and C. Misra (1987). Oxides and Hydroxides of Alumina. Pittsburgh, PA, Alcoa Laboratories.

Wen, H.-L. and F.-S. Yen (2000). "Growth characteristics of boehmite-derived ultrafine theta and alpha-alumina particles during phase transformation." Journal of Crystal Growth **208**: 696-708.

Wilson, S. J. (1979). "Phase transformations and development of microstructure in-derived transition aluminas." Proceedings of the British Ceramic Society **28**: 281-294.

Yang, Q. B., D. M. Li, et al. (2003). "Preparation and characterization of a PAN nanofibre containing Ag nanoparticles via lectrospinning." Synthetic Materials **137**: 973-974.

Yoldas, B. E. (1975). "Alumina gels that form porous transparent AI_2O_3." Journal of Materials Science **10**: 1856-1860.

Yoldas, B. E. (1975). "Alumina Sol Preparation from Alkoxides." American Ceramics Society Bullentin **54**(3): 289-290.

Yoldas, B. E. (1975). "A Transparent Porous Alumina." American Ceramics Society Bullentin **54**(3): 286-288.

Yoldas, B. E. (1984). "Modification of polymer-gel structures." Journal of Non-Crystalline Solids **63**: 145-154.

APPENDICES

APPENDIX A

SYNTHESIS ALUMINA POWDER FROM SOL-GEL PROCESS WITH DIFFERENT PRESURSORS

Boehmite powder from drying of electrospinning solution and α-Al_2O_3 powder obtained from drying of electrospinning solution and subsequently calcined α-Al_2O_3 powders at 1,200°C for 2 hrs were also investigated by using aluminum isopropoxide and aluminum tri-sec-butoxide as precursor.

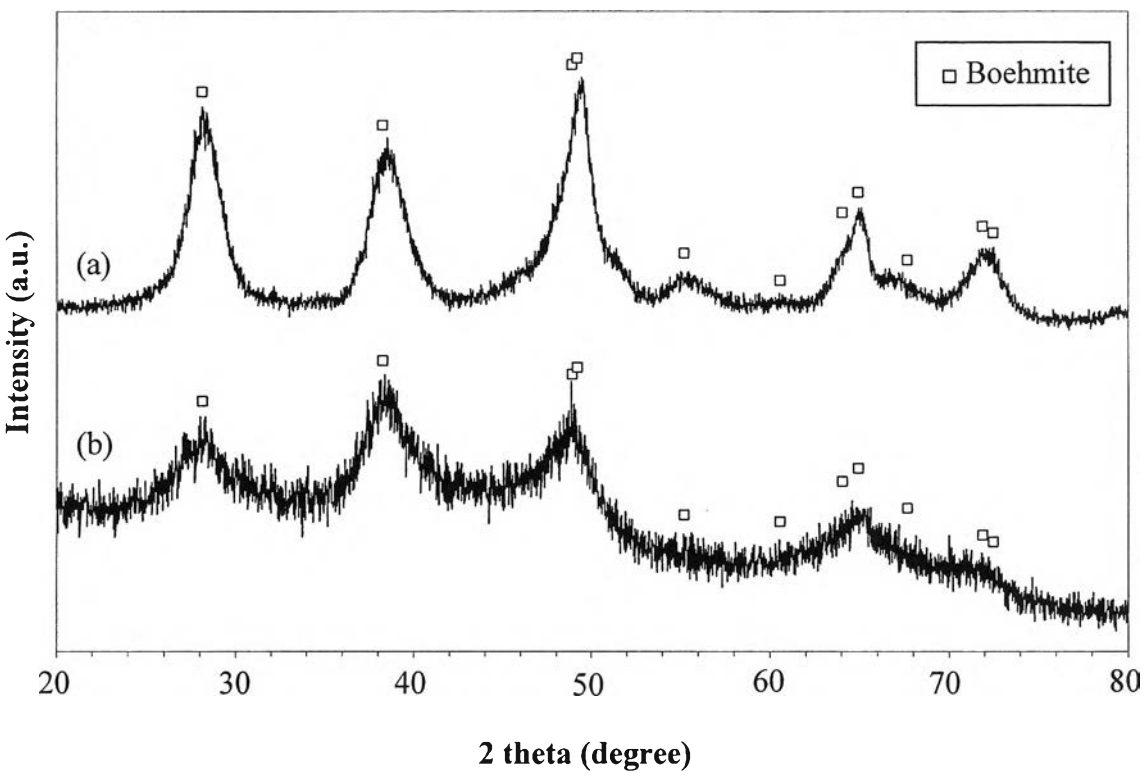


Figure A1 XRD pattern of powder obtained from drying of electrospinning solution by using: (a) aluminum isopropoxide and (b) aluminum tri-sec-butoxide as precursor.

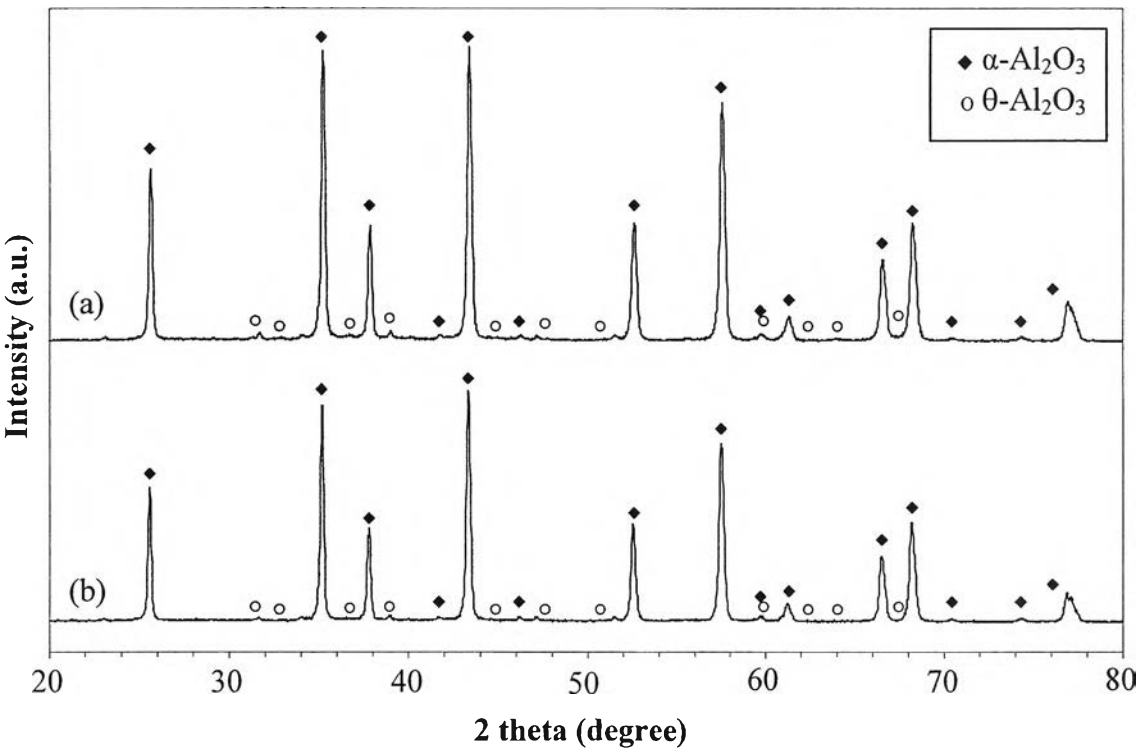


Figure A2 XRD pattern of powder obtained from drying of electrospinning solution and subsequently calcined α-Al_2O_3 powders at 1,200°C for 2 hrs by using: (a) aluminum isopropoxide and (b) aluminum tri-sec-butoxide as precursor.

From these XRD patterns, it is suggested that boehmite and α-Al_2O_3 powders could be synthesized by use aluminum isopropoxide and aluminum tri-sec-butoxide as precursor.

APPENDIX B

LIST OF PUBLICATIONS

Pattanasak Nuksawn, Pitt Supaphol and Varong Pavarajarn. "Alumina nanofibers synthesis by combined sol-gel and electrospinning techniques", The 17th Thailand Chemical Engineering and Applied Chemistry Conference, Chiang Mai, Thailand, October 29-30, 2007.

การสังเคราะห์เส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนด้วยเทคนิคโซลเจลผสานกับการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตย์

พัฒนาศักดิ์ นักสอน พิชญ์ ศุภผล* และ วรงค์ ปวราจารย์**
* วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
** ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงการสังเคราะห์เส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนด้วยเทคนิคโซลเจลผสานกับการปั่นเส้นใยด้วยแรงทางไฟฟ้า โดยจะเริ่มต้นจากการเตรียมสารประกอบอะลูมินาด้วยเทคนิคโซลเจล และการเตรียมสารละลายเพื่อผลิตเป็นเส้นใยคอมพอสิตระหว่างสารประกอบอะลูมินาและพอลิเมอร์ หลังจากนั้นจึงทำการปั่นเส้นใยคอมพอสิตด้วยไฟฟ้าสถิตย์ เพื่อเป็นการสังเคราะห์เส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนเมตรให้อยู่ในโครงสร้างของอัลฟาอะลูมินา เส้นใยที่ได้จะถูกตรวจสอบลักษณะโดยใช้การกระเจิงรังสีเอ็กซ์ และตรวจสอบโครงสร้างทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยพบว่าเส้นใยที่ได้นั้นเป็นเส้นใยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90-120 นาโนเมตร โดยมีโครงสร้างแบบอัลฟาอะลูมินา นอกจากนั้นยังทำการศึกษาเปรียบเทียบถึงลักษณะของผงโบห์ไมท์ที่ได้จากวิธีการโซลเจลและเส้นใยที่ได้จากการดึงด้วยแรงทางไฟฟ้า พบว่าผลของพอลิเมอร์ที่ใช้นั้นจะไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของเส้นใย

คำสำคัญ: อะลูมินา, โบห์ไมท์, โซลเจล, เส้นใย, อิเล็คโทรสปินนิง

1. บทนำ

เซรามิกของสารประกอบอะลูมินาได้ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องมาจากสมบัติที่สามารถทนอุณหภูมิสูงและเป็นฉนวนไฟฟ้า นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในกระบวนการดูดซับโลหะหนัก จำพวกสารประกอบอาซินิค เป็นต้น ซึ่งความสามารถของการดูดซับจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวในการดูดซับ ทำให้เส้นใยขนาดนาโนที่ได้จากวิธีการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิตย์ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในกระบวนการดูดซับได้

สารผสมที่มีอะลูมินาคอลลอยด์ประกอบอยู่นั้นสามารถเตรียมได้ด้วยการใช้เทคนิคโซลเจล โดยจะเป็นการเตรียมสารละลายที่มีอนุภาคของแข็งขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ และของแข็งที่แขวนลอยอยู่นี้ จะอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อจับกันเป็นโครงสร้างแบบ 3 มิติ เกิดเป็นโครงสร้างแบบเจลขึ้นได้ ความเข้าใจพื้นฐานของการทำเทคนิคโซลเจลของสารประกอบอะลูมินาได้ถูกตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อปีคริสตศักราช 1975 [1-2] ซึ่งในช่วงแรกนั้นการเตรียมสารประกอบอะลูมินาด้วยเทคนิคโซลเจลจะถูกใช้เพื่อเตรียมฟิล์มใสของสารประกอบอะลูมินา [3-4]

การเตรียมเส้นใยขนาดนาโนด้วยเทคนิคการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิตย์เริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้น[5-6] ซึ่งเทคนิคการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิตย์จะเป็นการให้ความต่างศักย์ทางไฟฟ้ากับปลายเข็มซึ่งเชื่อมต่อกับภาชนะบรรจุสารละลายพอลิเมอร์ ซึ่งแรงทางไฟฟ้าจะทำให้ลำของสารละลายพุ่งออกจากปลายเข็มไปยังแผ่นรองรับ โดยตัวทำละลายส่วนใหญ่จะระเหยไประหว่างที่ลำของสารละลายพุ่งไปยังแผ่นรองรับ

* corresponding author(s); varong.p@chula.ac.th

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 สารเคมีที่ใช้

อะลูมิเนียมไอโซโพพอกไซด์ (Aluminium Isopropoxide, 98%), กรดอะซิติค และ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์

2.2 การเตรียมคอลลอยด์ของสารประกอบอะลูมินาด้วยเทคโซลเจล

ของเหลวที่ใช้ในการปั่นเส้นใยในงานวิจัยนี้ถูกเตรียมมาจากอะลูมิเนียมไอโซโพพอกไซด์ น้ำกลั่น และ กรดแอซีติก โดยเริ่มด้วยการให้ความร้อนกับน้ำกลั่นพร้อมกับการปั่นกวนจนมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 80-90 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงเติมอะลูมิเนียมไอโซโพพอกไซด์ลงไปในน้ำกลั่น ทำการปั่นกวนภายใต้สภาวะปิดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงทำการใส่กรดอะซิติค แล้วทำการปั่นกวนทิ้งไว้ในภายใต้สภาวะปิด ที่อุณหภูมิประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส ต่ออีกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ของเหลวที่ได้จากกระบวนการข้างต้นจะถูกให้ความร้อนและทำการปั่นกวนจนมีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส แล้วจึงเติมพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol, PVA) โดยใช้พอลิเมอร์ในอัตราส่วน 5.50-5.80% โดยน้ำหนัก ปั่นกวนทิ้งไว้จนสารละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

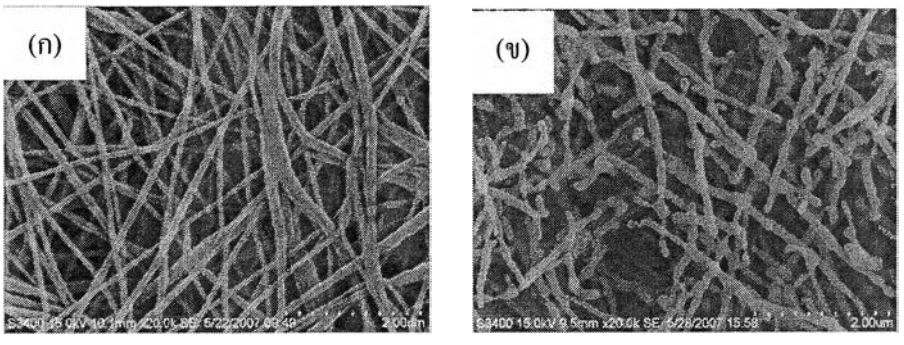
2.3 การปั่นเส้นใยคอมพอสิตด้วยไฟฟ้าสถิตย์

นำสารผสมที่ได้จากขั้นตอน 2.2 มาใส่ลงไปในหลอดฉีดยาที่มีหัวเข็มเป็นโลหะ ทำการต่อขั้วกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง โดยให้ความต่างศักย์ระหว่างหัวเข็มกับแผ่นรองรับเส้นใยเท่ากับ 8.5 โวลต์ จะได้เส้นใยคอมพอสิตของพอลิเมอร์/สารประกอบอะลูมินาเกิดขึ้นบนแผ่นรองรับ ซึ่งเส้นใยที่ได้นี้จะถูกนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสเพื่อกำจัดพอลิเมอร์ส่วนเกินในเส้นใยออกไป และเพื่อให้ได้เป็นเส้นใยอะลูมินาขนาดนาโน

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

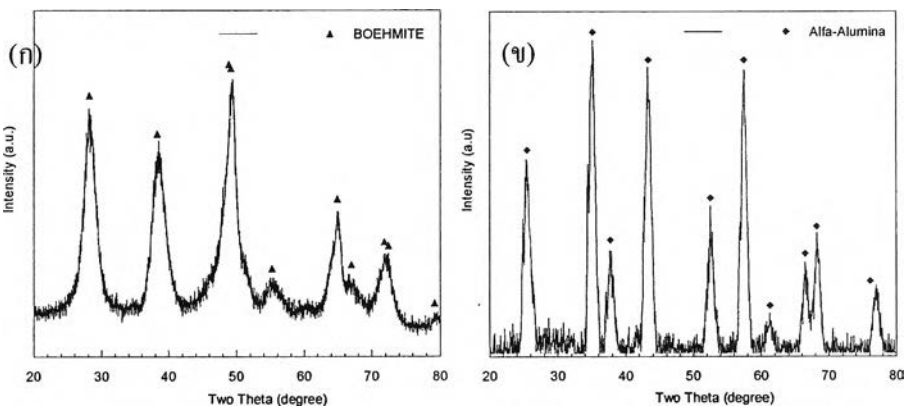
3.1 การสังเคราะห์เส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนด้วยเทคนิคโซลเจลผสานกับการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตย์

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงเส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนเมตร ซึ่งสามารถผลิตได้ด้วยกระบวนการแบบโซลเจลผสานกับการปั่นเป็นเส้นใยโดยใช้แรงดึงทางไฟฟ้า



รูปที่ 1 ภาพถ่ายจากเครื่อง SEM ของเส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนเมตร (ก) เส้นใยคอมพอสิตของพอลิเมอร์/สารประกอบอะลูมินาที่ได้จากการดึงด้วยแรงทางไฟฟ้า (ข) เส้นใยที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส

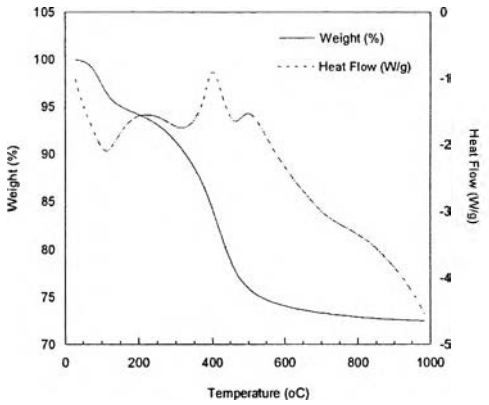
จากรูปที่ 1 พบว่าเส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนที่ได้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วงระหว่าง 90-120 นาโนเมตร และเมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจะพบว่าเส้นใยอะลูมินาที่ได้จากการเผายังคงเหลือสภาพของเส้นใยอยู่บางส่วน ซึ่งการขาดจากกันของเส้นใยนั้น เกิดจากการสลายตัวของพอลิเมอร์ในระหว่างการให้ความร้อน ซึ่งลักษณะที่หลงเหลืออยู่ทำให้ทราบได้ว่าการกระจายตัวของอะลูมิเนียมออกไซด์ไฮดรอกไซด์ (โบห์ไมต์) ที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมด้วยวิธีโซลเจล เมื่อนำไปผสมกับพอลิเมอร์เพื่อควบคุมความหนืดนั้น มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ จากรูปที่ 1 (ข) พบว่า พื้นผิวของเส้นใยนั้นจะมีสภาพค่อนข้างขรุขระ ทั้งนี้เนื่องมาจากเส้นใยแต่ละเส้นเกิดจากการรวมตัวกันของผลึกอะลูมินาที่มีขนาดนาโนเมตรเรียงต่อกัน ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยที่ได้นั้นจะมีความใกล้เคียงกับเส้นใยก่อนทำการเผา



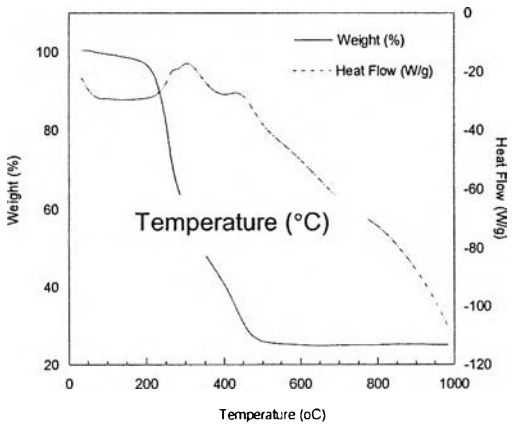
รูปที่ 2 ผลจากการทดสอบด้วยเครื่องมือวิเคราะห์แบบ XRD (ก) สารผสมที่ได้จากวิธีการโซลเจล (ข) เส้นใยที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 2 พบว่าสารผสมที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีโซลเจลนั้น เมื่อนำไปทำการอบให้แห้งแล้ววิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD จะได้กราฟที่แสดงให้เห็นถึงสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์ไฮดรอกไซด์ (โบห์ไมต์) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่จะเปลี่ยนเป็นสารอะลูมินาจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส ซึ่งเมื่อทำการนำสารละลายไปผ่านขั้นตอนการผลิตเส้นใยและนำเส้นใยที่ได้ไปทำการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้ว พบว่าเส้นใยอะลูมินาที่ได้จะเป็นเส้นใยอะลูมินาที่อยู่ในวัฏภาคอัลฟ่า จากรูปที่ 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างก่อนทำการเผาและหลังทำการเผา พบว่าขนาดของผลึกเมื่อทำการเผาแล้วจะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นกว่าก่อนทำการเผา โดยสังเกตได้จากความสูงของยอดแต่ละยอดจะมีความสูงมากขึ้น แต่ขนาดฐานจะมีความแคบลดลงอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงสร้างของอะลูมิเนียมออกไซด์ไฮดรอกไซด์จะมีขนาดเล็กกว่าอะลูมินาหลังจากการเผา นอกจากนั้นในระหว่างการเผาอะลูมินาจะเกิดการรวมตัวกันเนื่องจากการให้ความร้อนทำให้ผลึกที่ได้มีแนวโน้มที่จะมีขนาดใหญ่ขึ้น

3.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงานในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเส้นใยที่ได้จากเทคนิคโซลเจลผสานกับการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตย์กับผงโบห์ไมท์จากเทคนิคโซลเจล

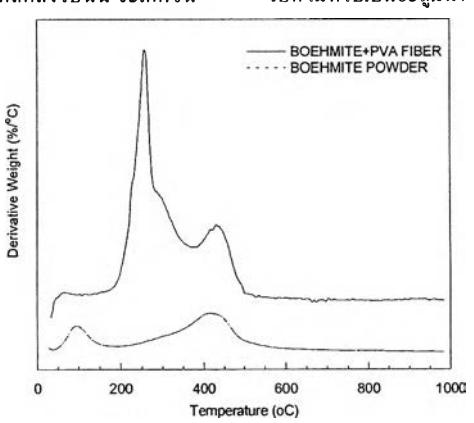


รูปที่ 3 ผลจากการทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์แบบ TG-DTA ของผงโบห์ไมท์ที่ได้จากวิธีการโซลเจล



รูปที่ 4 ผลจากการทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์แบบ TG-DTA ของเส้นใยที่ได้จากการดึงด้วยแรงทางไฟฟ้า

การเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนจากสารประกอบโบห์ไมท์ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นให้เป็นอะลูมินานั้น จะทำการเปรียบเทียบระหว่างสารประกอบโบห์ไมท์ที่ได้จากการนำสารผสมที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีโซลเจลไปอบให้แห้ง กับเส้นใยที่ได้จากการเตรียมโดยการผสมพอลิไวนิลแอลกอฮอลล์แล้วนำไปดึงด้วยแรงทางไฟฟ้า จากรูปที่ 3 จะพบว่า การเกิดปฏิกิริยาในการเปลี่ยนสารประกอบโบห์ไมท์เป็นอะลูมินาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิประมาณ 450°C ซึ่งน้ำหนักโดยรวมของตัวอย่างจะลดลงไปประมาณ 20% ในช่วงอุณหภูมิ 150 ถึง 500°C โดยที่น้ำหนักเกือบทั้งหมดที่ลดลงไปนั้น จะเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 380 ถึง 460°C เนื่องจากการเปลี่ยนโครงสร้างของสาร ในขณะที่จากรูปที่ 4 จะพบว่า ตัวอย่างจะสูญเสียน้ำหนักโดยรวมประมาณ 70% ในช่วงอุณหภูมิ 180 ถึง 500°C ซึ่งการลดลงของน้ำหนักนั้นจะมีค่าประมาณ 50% ในช่วงอุณหภูมิ 180 ถึง 370°C และมีค่าประมาณ 20% ในช่วงอุณหภูมิ 370 ถึง 500°C ทั้งนี้การลดลงของน้ำหนักในช่วงแรกนั้น เกิดจากการที่พอลิเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบของเส้นใยเกิดการสลายตัวด้วยความร้อน ในขณะที่การสูญเสียน้ำหนักในขั้นที่สองนั้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารประกอบโบห์ไมท์ไปเป็นอะลูมินา



รูปที่ 5 ผลการลดลงของน้ำหนักแบบอนุพันธ์ เปรียบเทียบระหว่างผงโบห์ไมท์ที่ได้จากวิธีการโซลเจลและเส้นใยที่ได้จากการดึงด้วยแรงทางไฟฟ้า จากการทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์แบบ TG-DTA

จากรูปที่ 5 พบว่าทั้งผงโบห์ไมท์ที่ได้จากวิธีการโซลเจลและเส้นใยที่ได้จากการดึงด้วยแรงทางไฟฟ้านั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิประมาณ 500°C ซึ่งสามารถบอกได้ว่า พอลิเมอร์ที่ทำการผสมเพื่อใช้ในกระบวนการดึงด้วยแรงทางไฟฟ้านั้น จะไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบโบห์ไมท์เป็นสารอะลูมินา

4. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการสังเคราะห์เส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนด้วยเทคนิคโซลเจลผสานกับการปั่นเส้นใยด้วยแรงทางไฟฟ้า พบว่าเส้นใยอะลูมินาขนาดนาโนเมตรสามารถที่จะผลิตขึ้นมาได้ โดยการใช้เทคนิคแบบโซลเจลผสานกับการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตย์ โดยเส้นใยที่ได้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 90-120 นาโนเมตร และเมื่อนำเส้นใยที่ได้ไปทำการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้ว พบว่าเส้นใยอะลูมินาที่ได้จะเป็นเส้นใยอะลูมินาที่อยู่ใน วัฏภาคอัลฟ่า ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นทั้งก่อนและหลังจากเผาจะไม่มีความแตกต่างกันมากนัก นอกจากนั้นจากการศึกษายังพบว่า ผลของพอลิเมอร์ที่ใช้สำหรับเพิ่มความหนืดของสารละลาย ในขั้นตอนของการสังเคราะห์เส้นใยด้วยแรงทางไฟฟ้านั้น จะไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบโบห์ไมท์เป็นสารอะลูมินา อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างสมบูรณ์จะอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 500°C

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Yoldas, B.E., Alumina Sol Preparation from Alkoxides. American Ceramics Society Bullentin, 1975. 54(3): p. 289-290.

[2] Yoldas, B.E., Alumina Gels That Form Porous Transparent Alumina. Journal of Materials Science, 1975. 10: p. 1856-1860.

[3] Dai, H., J. Gong, H. Kim, and D. Lee, A Novel Method for Preparign Ultra-Fine Alumina-Borate Oxide Fibres Via an Electrospinning Technique. Nanotechnology, 2002. 13: p. 674-677.

[4] Kobayashi, Y., T. Ishizaki, and Y. Kurokawa, Preparation of Alumina Films by the Sol-Gel Method. Journal of Materials Science, 2005. 40: p. 263-283.

[5] Suzuki, F. and K. Onozato, A Formation of Compatible Poly(Vinyl Alcohol)/Alumina Gel Composite and Its Properties. Journal of Applied Polymer Science, 1990. 39: p. 371-381.

[6] Azad, A.-M., Fabrication of Transparent Alumina Nanofibers by Electrospinning. Materials Science and Engineering A, 2006. 435-436: p. 468-473.

VITA

Mr. Pattanasak Nuksawn was born in Bangkok, Thailand, on October, 1983. He received bachelor's degree in Chemical Engineering from the department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok Thailand on May, 2006.