

ภาคผนวก ก
ตารางรวบรวมหน่วยที่ใช้เกี่ยวกับแม่เหล็ก

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ ก.1 รวบรวมหน่วยที่ใช้เกี่ยวกับแม่เหล็ก

ปริมาณ	หน่วยในระบบ SI	หน่วยในระบบ cgs
B (magnetic induction)	weber/meter ² (Wb/m ²) หรือ Tesla	gauss (G)
H (สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจาก ขดลวด)	(T) ampere/meter (A/m)	oersted (Oe)
M (Magnetization)	ampere/meter (A/m)	
Numerical conversion factors		
1 A/m = $4\pi \times 10^{-3}$ Oe		
1 Wb/m ² = 1.0×10^4 G		
Permeability constant		
$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A		

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ข

การคำนวณปริมาณเบรียมในกรดที่ใช้ผสมกับเฟอร์ราเทรนที่อัตราส่วนของเบรียมต่อเหล็ก

เป็น 1 ต่อ 12

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

กรณีที่ 1 ทำการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product

น้ำหนักที่เหลืออยู่ (%Residue) ของ $\text{Fe}(\text{OH})_3 = 75.60 \%$

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ หนัก 0.2514 กรัม จะมี Fe_2O_3 อยู่ 0.05329 กรัม

Fe_2O_3 1 โมลหนัก 159.690 กรัม

จะมีปริมาณ Fe 0.1901 กรัม

ถ้า สาร หนัก 0.1901 กรัม แล้ว

จะมีปริมาณ Fe อยู่ $(111.690 \times 0.1901) \div 159.690$

$$= 0.1330 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น $\text{Fe}(\text{OH})_3$ หนัก 0.2514 กรัม

จะมีปริมาณ Fe อยู่ 0.1330 กรัม

ถ้ามีสารเฟอร์ราเทรนในรูป

Crude product หนัก A กรัม

จะมีปริมาณ Fe อยู่ $(0.1330 \times A) \div 0.2514$

$$= B \text{ กรัม}$$

โมลของ Fe เท่ากับ $B \div 55.845 = C$ โมล

ปริมาณของแบเรียมไนเตรด เท่ากับ $(C \div 12) \times 261.35 = D$ กรัม

Assay 99% ดังนั้น ปริมาณของแบเรียมไนเตรดที่ใช้จริง จะเท่ากับ $(D \times 100) \div 99 = E$ กรัม

กรณีที่ 2 ทำการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product

น้ำหนักที่เหลืออยู่ (%Residue) ของเฟอร์ราเทรน = 36.67%

เฟอร์ราเทรนหนัก 0.14535 กรัม จะมี Fe_2O_3 อยู่ 0.05329 กรัม

Fe_2O_3 1 โมลหนัก 159.690 กรัม

จะมีปริมาณ Fe 111.690 กรัม

ถ้า สาร หนัก 0.05329 กรัม แล้ว

จะมีปริมาณ Fe อยู่ $(111.690 \times 0.05329) \div 159.690$

$$= 0.03727 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นสารเฟอร์ราเทรนในรูป

Crude product หนัก 0.14535 กรัม

จะมีปริมาณ Fe อยู่ 0.03727 กรัม

ถ้ามีสารเฟอร์ราเทรนในรูป

Crude product หนัก A กรัม

จะมีปริมาณ Fe อยู่ $(0.03727 \times A) \div 0.14535$

$$= B \text{ กรัม}$$

โมลของ Fe เท่ากับ $B \div 55.845 = C$ โมล

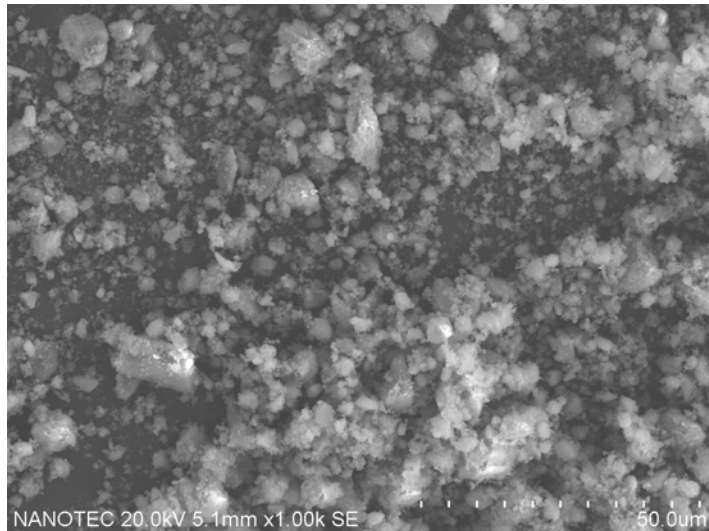
ปริมาณของแบเรียมไนเตรดเท่ากับ $(C \div 12) \times 261.35 = D$ กรัม

Assay 99% ดังนั้น ปริมาณของแบเรียมไนเตรดที่ใช้จริง จะเท่ากับ $(D \times 100) \div 99 = E$ กรัม

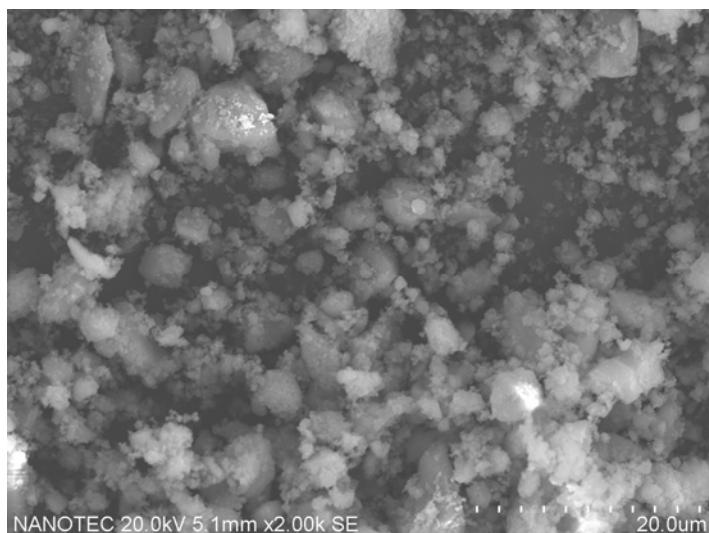
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ค

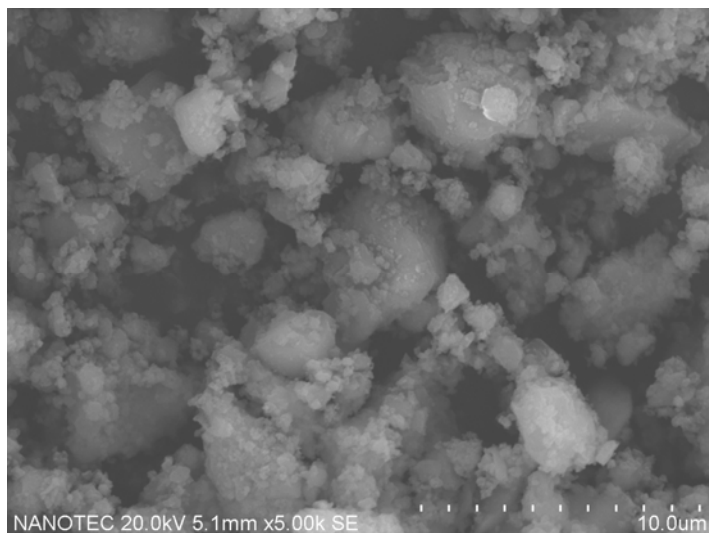
ลักษณะฐานวิทยาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



รูปที่ ค.1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเทรตกับเฟอร์ไรเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

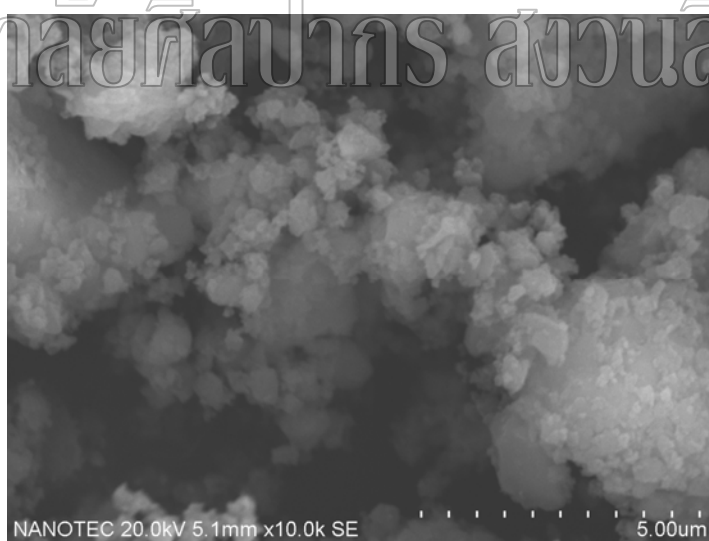


รูปที่ ค.2 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเทรตกับเฟอร์ไรเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า

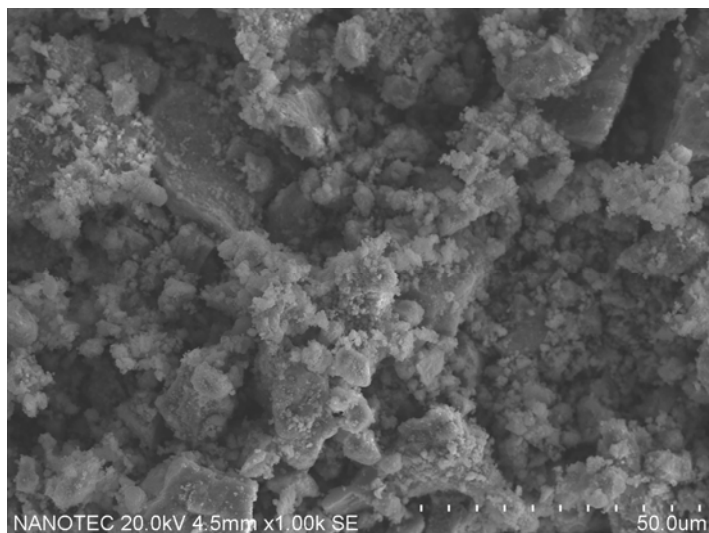


รูปที่ ค.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

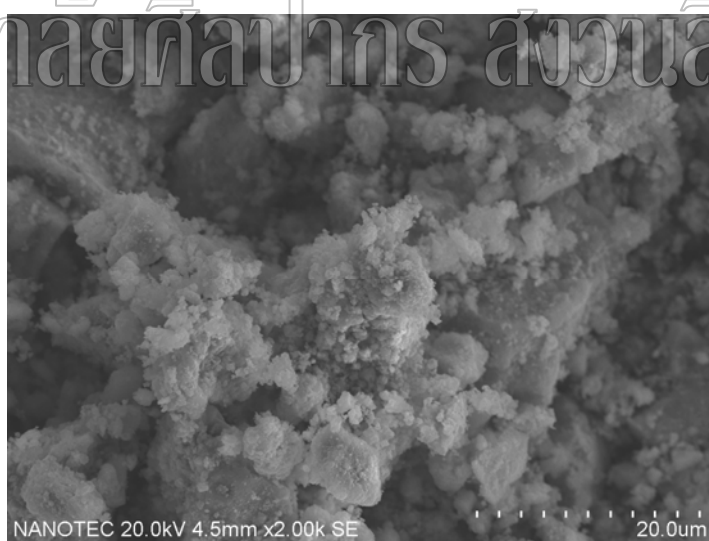


รูปที่ ค.4 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า

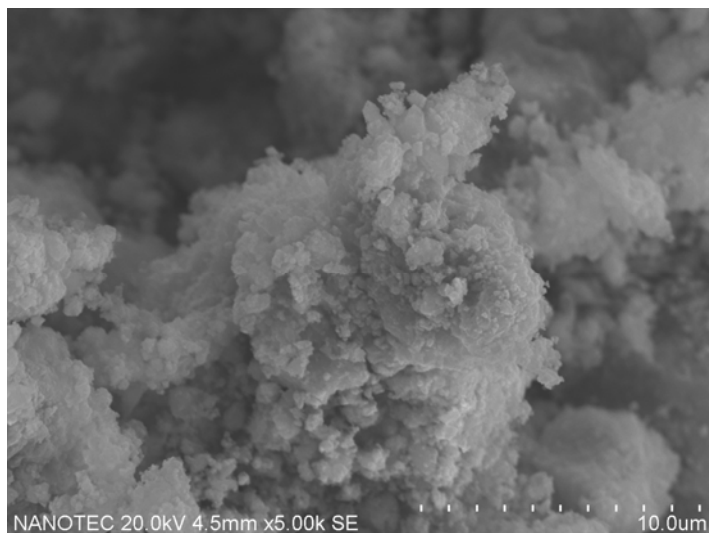


รูปที่ ค.5 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

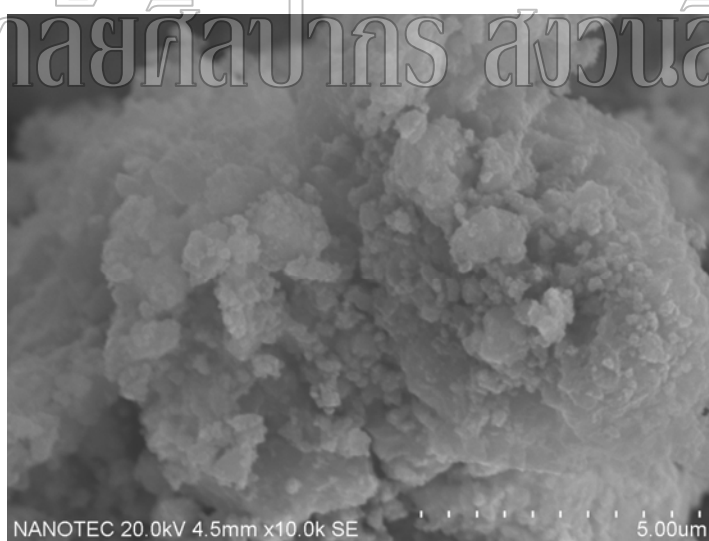


รูปที่ ค.6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า

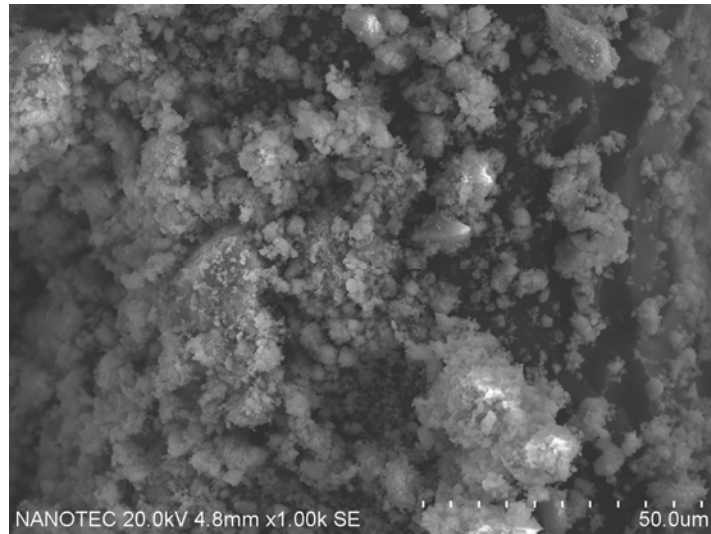


รูปที่ ค.7 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



รูปที่ ค.8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า

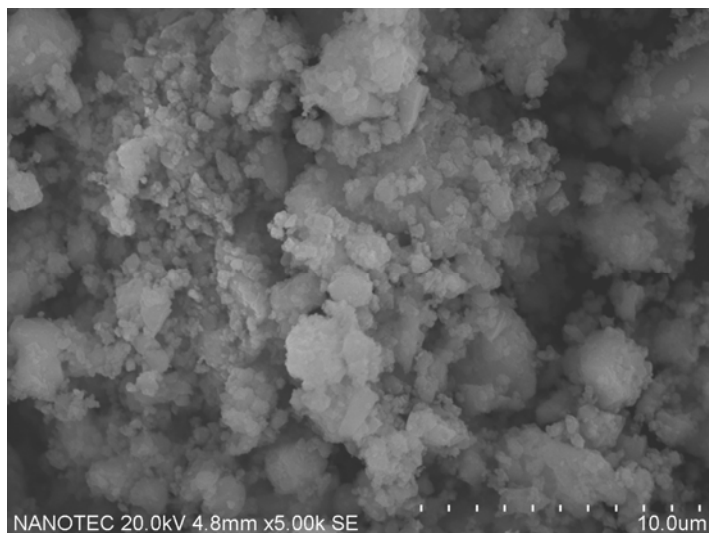


รูปที่ ค.9 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



รูปที่ ค.10 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า

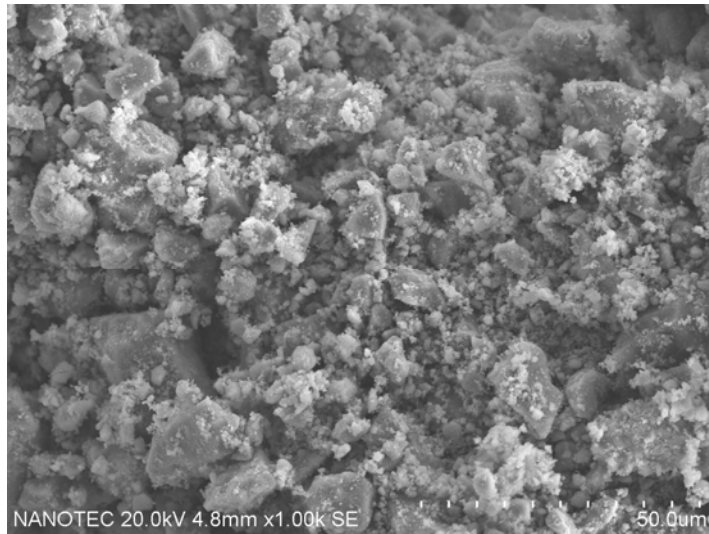


รูปที่ ค.11 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนลิขสิทธิ์

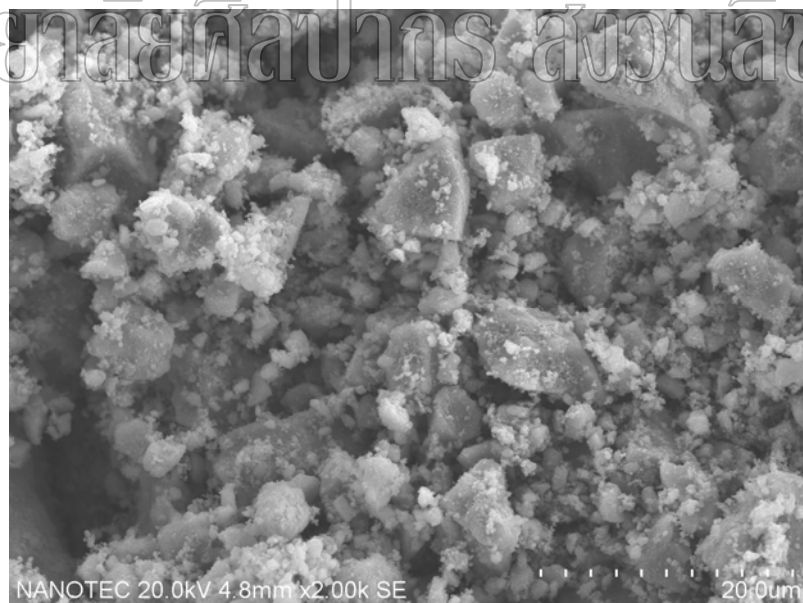


รูปที่ ค.12 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Crude product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า

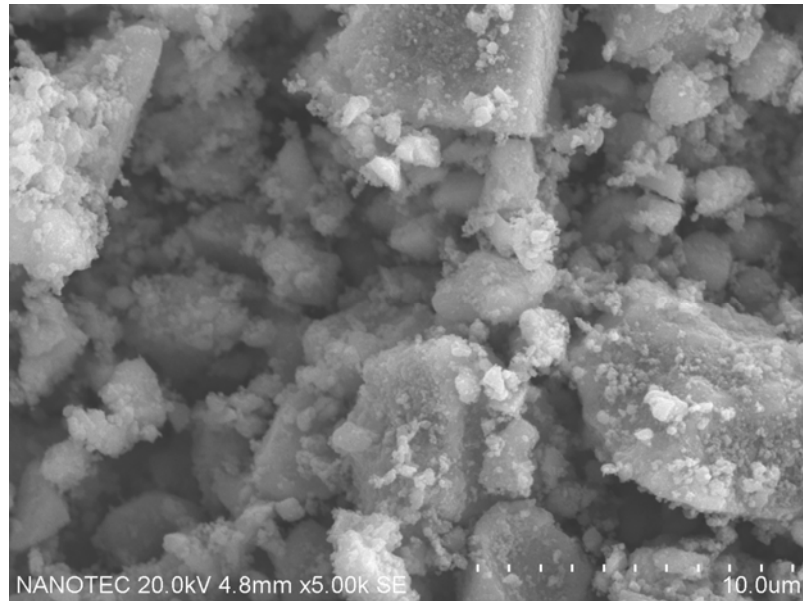


รูปที่ ค.13 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

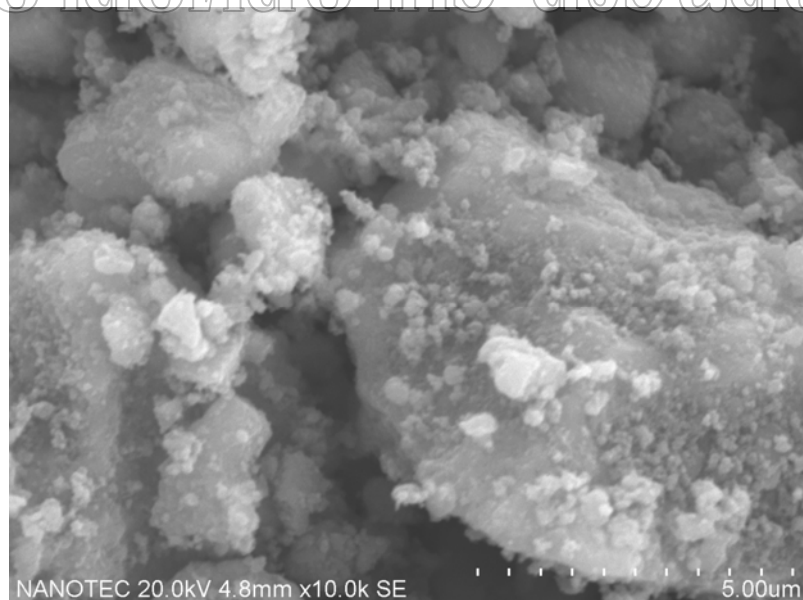


รูปที่ ค.14 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า

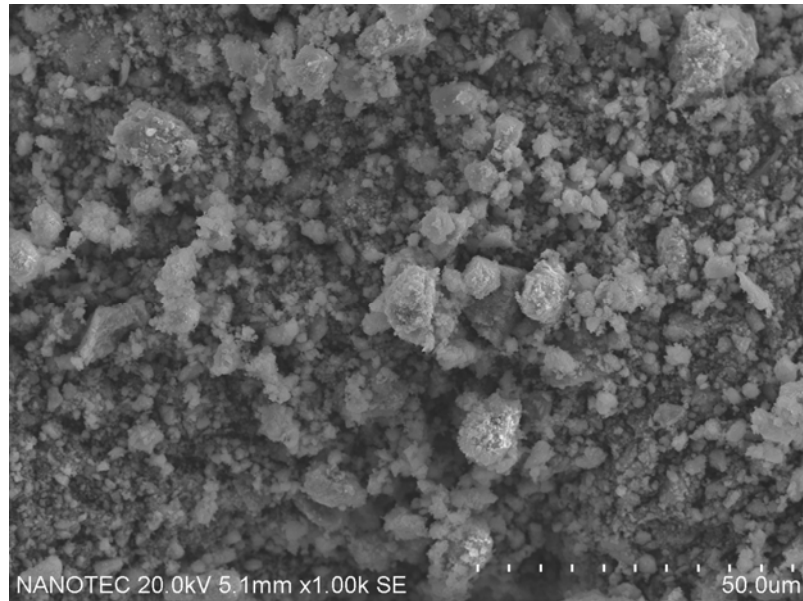


รูปที่ ค.15 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

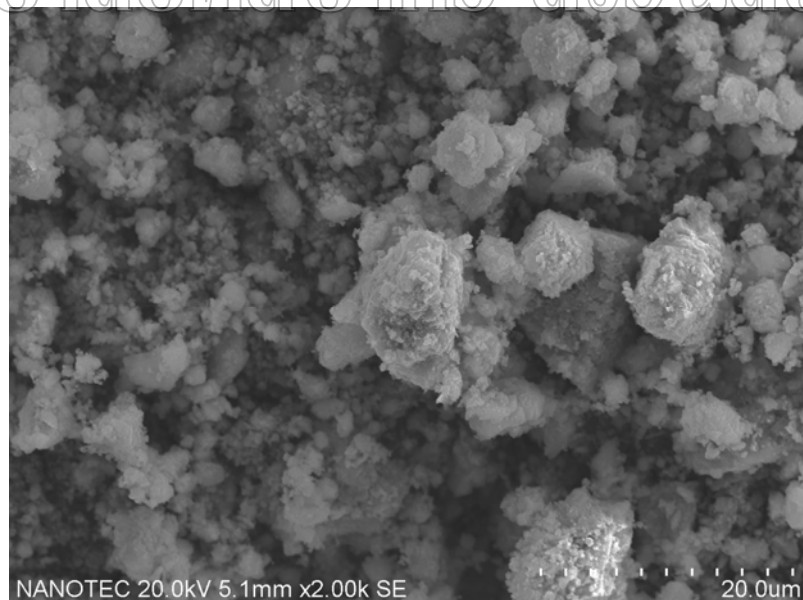
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



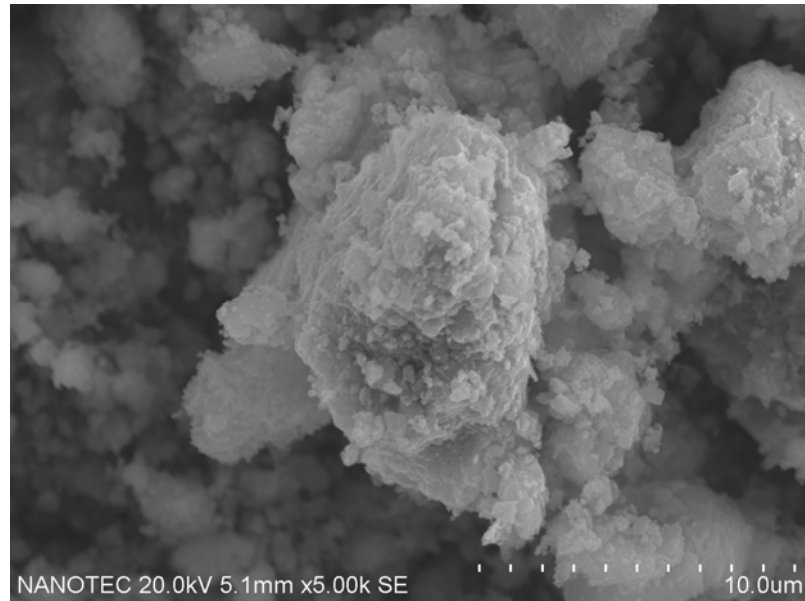
รูปที่ ค.16 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 12 ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า



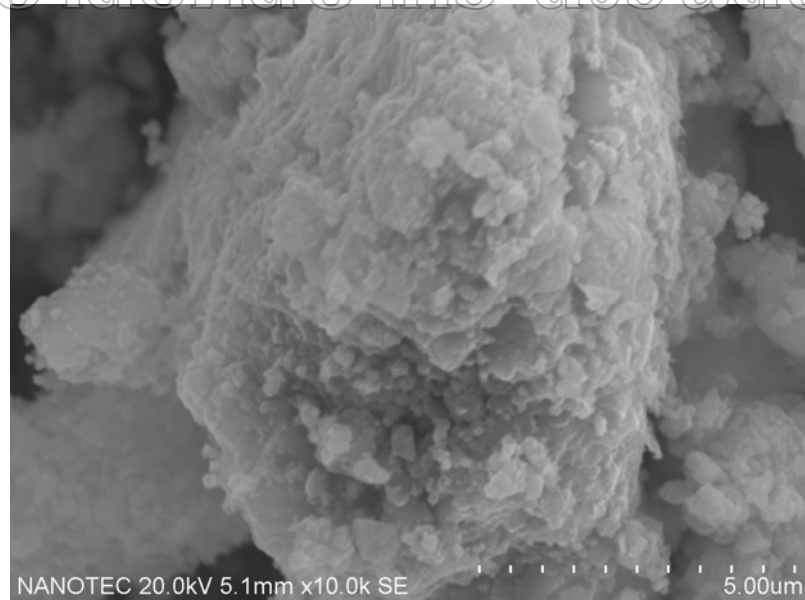
รูปที่ ค.17 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า



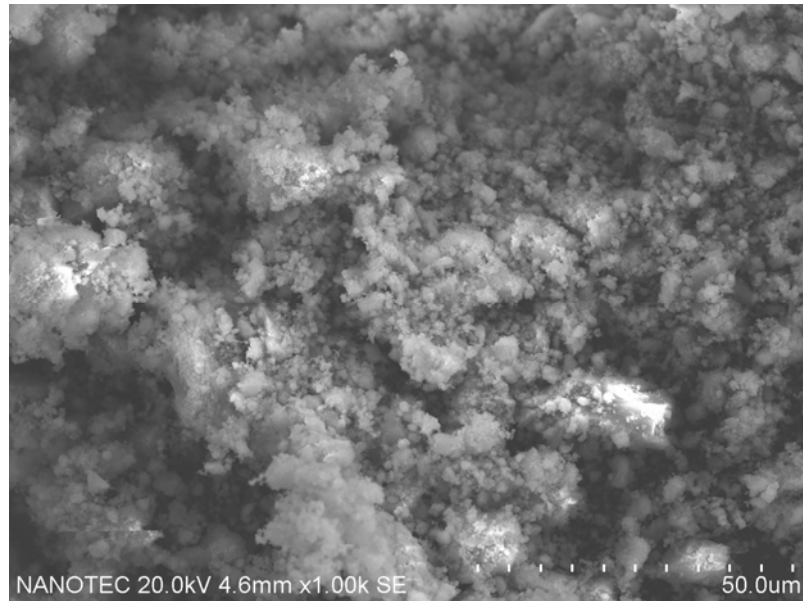
รูปที่ ค.18 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า



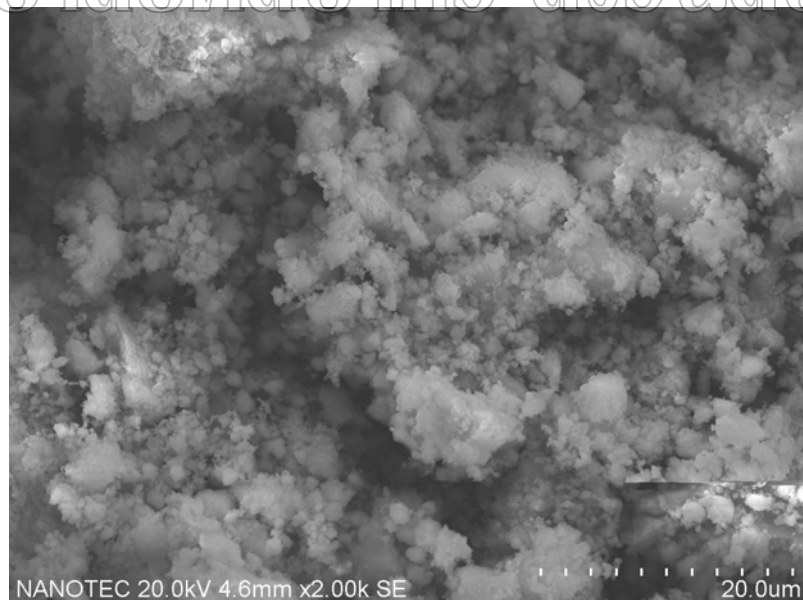
รูปที่ ค.19 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า



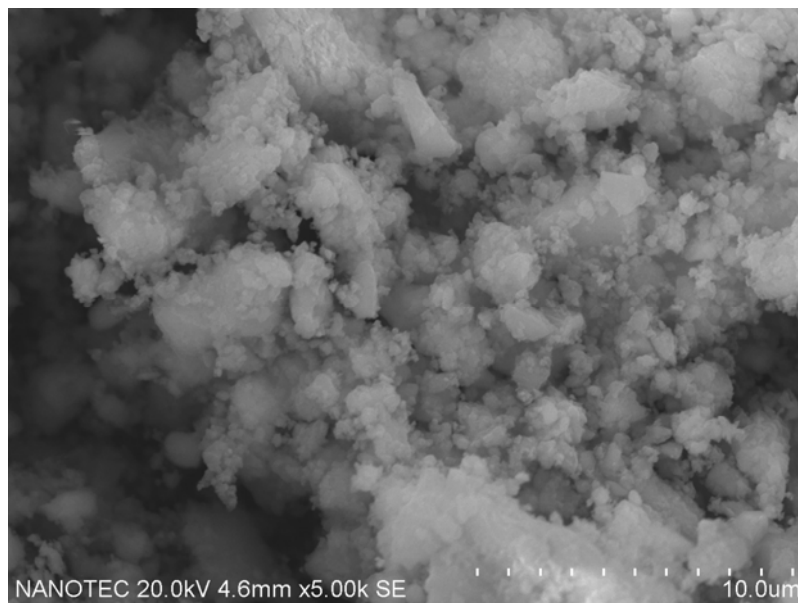
รูปที่ ค.20 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 18 ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า



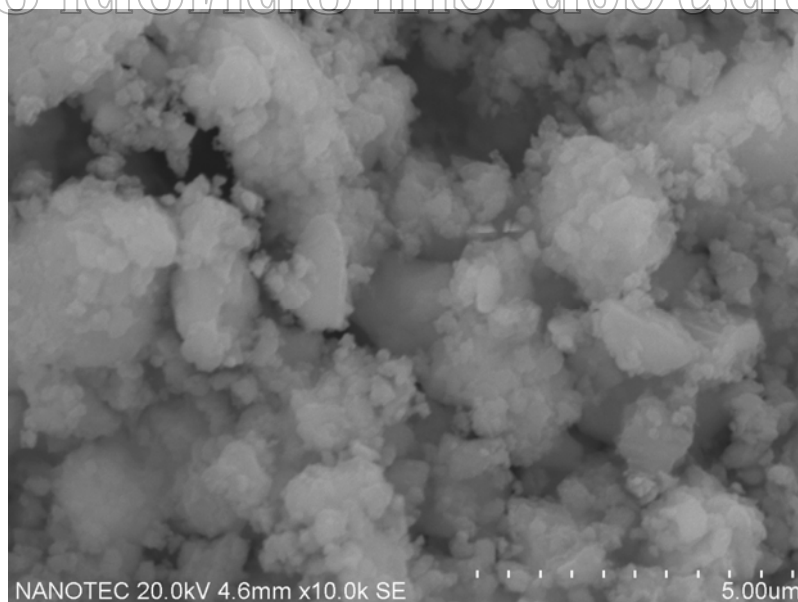
รูปที่ ค.21 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า



รูปที่ ค.22 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่าง แบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า



รูปที่ ค.23 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่าง แบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า



รูปที่ ค.24 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบเรียมเฟอร์ไรต์ที่ได้จากการผสมแบเรียมไนเตรดกับเฟอร์ราเทรนที่เป็น Purified product ที่อัตราส่วนระหว่าง แบเรียมต่อเหล็กเป็น 1 ต่อ 12 ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ที่ อัตราส่วนไฮโดรไลซิสเท่ากับ 24 ที่กำลังขยาย 10,000 เท่า

ภาคผนวก ง

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์จากงานวิจัยฉบับนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ง.1

บทคัดย่อของการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการระดับนานาชาติ

International Conference on Mining, Materials, and Petroleum Engineering:

The Frontiers of Technology (ICFT-2007)

Phuket, Thailand

May 10-12, 2007

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

**Synthesis of A Novel Aminoalkoxide of Iron by Oxide One-pot Process:
Its Sol-Gel Application to Iron Oxide Powder**

Bussarin Ksapabutr,^{1*} Chutaporn Duangdee,² Apirat Laobuthee,³ Manop Panapoy,^{4*}

^{1,2,4} **Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering
and Industrial Technology, Silpakorn University, Sanamchandra Palace
Campus, Nakornpathom, 73000, Thailand**

³ **Department of Materials Engineering, Faculty of Engineering,
Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand**

* Corresponding author. E-mail: bussarin@su.ac.th^{*}, pmanop@su.ac.th^{*}

Abstract

A low-cost and facile route to synthesize ferratrane complex, which can be employed as alkoxide precursor for iron oxide or doped iron oxide via sol-gel technique, has been developed from the reaction of a very inexpensive and plentiful starting materials via the oxide one-pot synthesis (OOPS) process. Ferratrane complex was directly synthesized from iron hydroxide, triethanolamine and ethylene glycol in the presence of triethylenetetramine as catalyst. The structure of resulting products was fully characterized using FTIR, ¹H, ¹³C-NMR, elemental analysis, mass spectroscopy and TGA. Moreover, the influence of calcination temperature on the formation of iron oxide powders prepared by sol-gel route using the synthesized ferratrane complex was also investigated. The microstructure, morphology and electrical property of iron oxide obtained were also elucidated.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล

นางสาวจุฑาพร ดวงดี

ที่อยู่

1010/15 ถ.วิเชียรโชฎก ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

พ.ศ. 2548

ศึกษาต่อระดับปริญญาโท

สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2547

บริษัท ไทยโอเลฟินส์ จำกัด (มหาชน)

ผลงานวิชาการ

- (1) Ksapabutr, B., Duangdee, C., Laobuthee, A., Panapoy, M., “ Synthesis of A Novel Aminoalkoxide of Iron by Oxide One-pot Process : Its Sol-Gel Application to Iron Oxide Powder.” International Conference on Mining, Materials, and Petroleum Engineering : The Frontiers of Technology (ICFT-2007), 10 – 12 May 2007, Phuket, Thailand.