

**EFFECT OF ANNEALING ON THE MAGNETIC
PROPERTIES OF $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{B}_{18}\text{Mo}_4$ AMORPHOUS
RIBBONS**

KRITSANU TIVAKORNSASITHORN

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY**

2004

ISBN 974-04-4794-5

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

ผลของการเผาอบต่อสมบัติแม่เหล็กของแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้น $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{B}_{18}\text{Mo}_4$ (EFFECT OF ANNEALING ON THE MAGNETIC PROPERTIES OF $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{B}_{18}\text{Mo}_4$ AMORPHOUS RIBBONS).

กฤษณ ทิวากรศศิธร 4336700 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : อี้ มิ่ง ถัง, Ph.D. (PHYSICS), สันติ วัฒนายน, Ph.D. (MATERIAL SCIENCE)

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการเผาอบต่อสมบัติแม่เหล็กแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นของ $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{B}_{18}\text{Mo}_4$ อุณหภูมิการเกิดผลึกวัดโดย DSC มีสองช่วง การเกิดผลึกช่วงแรกเริ่มที่อุณหภูมิ 423.2°C และเกิดพีกที่อุณหภูมิ 434.1°C ช่วงที่สองเกิดผลึกที่อุณหภูมิ 499.3°C และสิ้นสุดที่อุณหภูมิ 531.9°C เผาแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นที่อุณหภูมิ $400^\circ\text{C}, 430^\circ\text{C}, 450^\circ\text{C}, 470^\circ\text{C}, 490^\circ\text{C}, 510^\circ\text{C}$ และ 540°C ในเตาเผาอบภายใต้บรรยากาศก๊าซอาร์กอนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ด้วยอัตราการให้ความร้อน 5°C ต่อนาที ผลของเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชันพบว่าแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นที่ยังไม่เผาและเผาที่อุณหภูมิ 400°C มีโครงสร้างเป็นอะมอร์ฟัสทั้งหมด ผลของเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชันของแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นซึ่งเผาที่อุณหภูมิ 430°C และ 450°C มีพีคการเลี้ยวเบนของเอ็กซ์เรย์ที่กว้างซึ่งพบว่ามี การเกิดโครงสร้างผลึกของ FeNi_3 ขนาด 9-10 นาโนเมตรในแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้น เมื่อเผาแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นที่อุณหภูมิ $470^\circ\text{C}, 490^\circ\text{C}$ และ 510°C มีการเกิดโครงสร้างผลึกของ $(\text{Fe},\text{Ni},\text{Mo})_{23}\text{B}_6$ และ ยังพบโครงสร้างผลึกของ $\text{Fe}_x\text{Ni}_{23-x}\text{B}_6$ เมื่อเผาแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นที่อุณหภูมิ 540°C

มีการเปลี่ยนค่าแมกนีไทเซชันอิมิตัวในสามช่วงอุณหภูมิที่เผาคือ ช่วงแรกเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 400°C ถึง 450°C ช่วงที่สองเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 470°C ถึง 490°C และช่วงที่สามเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 490°C ถึง 540°C จากการวิเคราะห์ด้วยมอสเบาเออร์สเปกโตรสโคปี มอสเบาเออร์สเปกตรัมของแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นที่ยังไม่เผา และแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นที่เผาที่อุณหภูมิ 400°C มีทิศของแมกนีไทเซชันไม่อยู่ในระนาบของแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้น จากการฟิตสเปกตรัมของมอสเบาเออร์ในสามช่วงอุณหภูมิที่เผา พบโครงสร้างผลึกของสารประกอบของเหล็กสามชนิด (FeNi_3 or (Fe,Ni) solid solutions) ผลของเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชันและค่า coercivity ของอุณหภูมิช่วงแรกที่เผาสรุปได้ว่า มีการเกิดผลึกขนาดนาโนในแผ่นอะมอร์ฟัสริบบิ้นที่เผาที่อุณหภูมิ 430°C และ 450°C

EFFECT OF ANNEALING ON THE MAGNETIC PROPERTIES OF $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{B}_{18}\text{Mo}_4$ AMORPHOUS RIBBONS.

KRITSANU TIVAKORNSASITHORN 4336700 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORS : I-MING TANG, Ph.D. (PHYSICS), SANTI VATANAYON,
Ph.D. (MATERIAL SCIENCE)**ABSTRACT**

Changes in the magnetic properties due to isothermal annealing for 2 hours at annealing temperature (T_a) at 400°C, 430°C, 450°C, 470°C, 490°C, 510°C, and 540°C of cut $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{B}_{18}\text{Mo}_4$ amorphous ribbons were investigated by different methods. The methods used were Differential Scanning Calorimetry(DSC), X-ray Diffraction (XRD), Mössbauer effect Spectroscopy (ME), and Vibrating Sample Magnetometer (VSM). A DSC scan of an as-cast ribbon showed the presence of two exothermic peaks, the first beginning at 423.2°C and peaking at 434.1°C and the second beginning at 499.3°C and ending at 531.9°C. The XRD patterns of the annealed ribbons showed the formation of FeNi_3 nanocrystallites in the lower T_a ribbons and $(\text{Fe,Ni,Mo})_{23}\text{B}_6$ crystallites in the ribbons annealed above 470°C. Additionally, the $\text{Fe}_x\text{Ni}_{23-x}\text{B}_6$ crystallites also formed in the annealed 540°C ribbon.

Different behavior of saturation magnetization were seen in the ribbons annealed between 400°C and 450°C, between 450°C and 490°C and between 490°C and 540°C. The ME spectra of the ribbons annealed in the three different temperature ranges also pointed to the presence of three crystalline Fe-compounds (FeNi_3 or (Fe,Ni) solid solutions) in these ranges. The XRD patterns and the coercivities (H_c) of the lower T_a ribbons point to the formation of nanocrystallites in these ribbons.

**KEY WORDS : AMORPHOUS RIBBON / MÖSSBAUER SPECTROSCOPY /
SOFT MAGNETIC MATERIALS / NANOCRYSTALLIZATION
MAGNETIC PROPERTIES / NANOCRYSTALLINE MATERIALS**

62 pp. ISBN 974-04-4794-5