

تصنيع ودراسة البنية البلورية والخصائص المغناطيسية للمركب المغناطيسي الحراري



إعداد: كنان خالد جميل النمورة

إشراف: د. سلمان سلمان و د. كارين فريزي و د. يورغ فويغت

الملخص

تم في هذا البحث تصنيع المركبات المغناطيسية الحرارية في النظام $(\text{Mn}_5\text{Ge}_3)_x(\text{MnFe}_4\text{Si}_3)_{1-x}$ بنسب مختلفة ($x = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$) حيث تم الصهر باستخدام الحث (Cold crucible induction melting).

بعد ذلك تم تحضير مساحيق من العينات البلورية المصنعة والتأكد من صحة نسب العناصر في المركبات وخلوها من الشوائب عن طريق تحليل كيميائي للعينات باستخدام جهاز (iCAP 7600 ICP-OES). بشكل عام كانت الاختلافات طفيفة فقد أظهرت العينات نقصاً قليلاً في نسبة عنصر الجيرمانيوم في كل العينات وزيادة طفيفة في نسبة المنغنيز في العينتين الأولى والثانية ($x = 0.6, 0.8$).

وباستخدام حيود الأشعة السينية للمساحيق المحضرة عند درجة حرارة الغرفة وأساليب التنقيح لبيبايل وريتفالد (LeBail and Rietveld Refinement) تم تحديد البنية البلورية للعينات. وجد أن جميع العينات تحتوي بشكل رئيسي على طورين وأن حجم وحدة الخلية (unit cell) في الطورين يتناقص مع زيادة معامل نسبة العناصر في المركب x ، ما عدا العينة الرابعة ($x = 0.2$) التي أظهرت عكس ذلك حيث بقيت النسبة (c/a) ثابتة تقريباً للطورين في جميع العينات مما يشير إلى تقلص عام لحجم وحدة الخلية. وقد أظهر تنقيح ريتفالد أن الاتجاه التفضيلي لجميع البلورات هو [0 0 1] و أن الزمرة الفراغية للعينتين الأولى والثانية ($x = 0.8, 0.6$) هي $P6_3/mcm$. يشير حجم وحدة الخلية إلى أن الطور الأول يحتوي على عنصر الجيرمانيوم في جميع العينات كما يحتوي الطور الثاني على عنصر الجيرمانيوم في العينتين الأولى والثانية ($x = 0.8, 0.6$) على الأقل.

تم اختبار الخصائص المغناطيسية للعينات باستخدام جهاز (PPMS) خيار (VSM). واستخدم المجال المغناطيسي بقيم ما بين 8- تسلا إلى +8 تسلا في حالة قياس المغنطة مع ثبوت درجات الحرارة (Isothermal magnetization measurements). أما في حالة قياس المغنطة مع ثبوت المجال (Isofield magnetization measurements) فكانت قيمته 0.1 تسلا. وكانت درجات حرارة الانتقال بين الأطوار المغناطيسية في حالة قياس المغنطة أثناء تخفيض درجات الحرارة (Field cooling) مختلفة عنها في حالة زيادة درجات الحرارة (Field warming) وينطبق ذلك على جميع العينات، فيما يعرف بـ "التباطؤ المغناطيسي" (Thermal hysteresis).

كما أن درجات الحرارة الانتقالية كانت مختلفة بين عينة و أخرى. وكانت أعلى قيم للعينة الثانية ($x = 0.6$)، حيث كانت درجة الحرارة في حالة قياس المغنطة أثناء تخفيض درجات الحرارة حوالي 331 كلفن، وحوالي 337 كلفن في حالة الزيادة في درجات الحرارة. التباطؤ الحراري يشير إلى حدوث انتقال بين الأطوار المغناطيسية من الدرجة الأولى (First order phase transition). وحيث كان العزم المغناطيسي الفعال للمادة البارامغناطيسية (effective paramagnetic moment) أكبر من القيمة النظرية فإننا لم نصل إلى منطقة كوري- وايس (Curie-Weiss regime).