

2. For both CS:SA and CS:AA solutions among the four used rheological models the best fit was observed for the power laws: equations (1) and (2) in Table 1 (up to  $R^2=0,999$ ) and was worse for Bingham and Casson models. Hershey-Buckley critical shear stress model coefficient  $\tau_0$  in general decreases with addition of SA meaning that such an additive prevents the gel formation process of the CS network. Solutions with SA content of more than 10% do not exhibit the properties of elastic bodies (the coefficient value is less than 0). Maximum value of  $\tau_0$  is present at 2% SA content implying the greatest organization of the polymer system in the solution. In CS:AA solution the opposite tendency is observed – the  $\tau_0$  coefficient increases with the addition of AA. So SA and AA act differently on the CS matrix: SA prevents gel formation whereas AA solutions commonly form hard gels.

3. Blending CS and SA in water, as a common solvent, resulted in bicomponent films, characterized by extreme dependency of physico-mechanical properties on the content with low SA concentrations. For example, 2% SA concentration enhances CS film tensile strength by 36% and grows elongation. Figure 1 demonstrates that the following SA content increase indicates gradual tenacity growth. This is true since SA film is almost 3 times stronger than CS film. Relative elongation of bicomponent films diminishes, but does not become lower than CS film parameters.

УДК 620.18

**MNCOGE-FENISI 复合型磁制冷材料的结构与磁热效应的研究**  
**STUDY ON STRUCTURE AND MAGNETOCALORIC EFFECT OF MNCOGE-FENISI COMPOSITES MAGNETIC REFRIGERATION MATERIAL**

Wu Wenbin

Belarusian State University

E-mail: 358526697@qq.com

**Abstract:**  $Mn_{16}Fe_{16}Co_xNi_{34-x}Ge_7Si_{27}$  ( $x=1, 3, 6, 7.5, 9$ ) series alloy were prepared by vacuum arc melting technology under the protection of argon flow and structure and magnetocaloric effects of MnCoGe-FeNiSi composite material was investigated. Using X-ray diffraction (XRD) and vibrating sample magnetometer (VSM) method, structure and magnetocaloric effects of the alloys were analyzed, respectively. The results of the show that the alloys shift from low temperature type TiNiSi orthogonal structure into high temperature type  $Ni_2In$  single-phase hexagonal structure with the increase of the content of Co alloy. Alloys exhibit reversible FM-PM first-order phase transformation, with thermal hysteresis decreased from 13 K to 9 K and the Curie temperature though room temperature, and magnetic entropy change can reach  $15.6 J / (kg \cdot K)$  for 0~1.5 T.

## 1 引言

磁致冷是利用磁工质的磁热效应，磁化时向外界放热，退磁时从外界吸热从而达到制冷的目的制冷技术。MnCoGe基合金作为新型磁致冷材料，广泛受到磁性材料研究者的关注。早在1953年，L. Castelliz报道了一类具有 $Ni_2In$ 型六角结构的三元金属间化合物。1975年V.Johnson发现了MnCoGe的室温磁共结构相变行为。

## 2 实验方法

使用真空电弧熔炼炉，制备出 $Mn_{16}Fe_{16}Co_xNi_{34-x}Ge_7Si_{27}$  ( $x=1, 3, 6, 7.5, 9$ ) 系列合金。在1173 K下热处理168 h，自然冷却至室温。样品的物相结构用Philips P W 1830 X 射线衍射仪(XRD)分析。用美国 Lakeshore 7407 型振动样品磁强计 (VSM) 来

测定化合物的恒磁场磁化曲线 (M~T) 和等温磁化曲线 (M~B)。振动样品磁强计最大磁场为1.5 T, 测量精度为 $10^{-7} \text{A} \cdot \text{m}^2$ 。

### 3 结果与讨论

图1为  $\text{Mn}_{16}\text{Fe}_{16}\text{Co}_x\text{Ni}_{34-x}\text{Ge}_7\text{Si}_{27}$  ( $x=1, 3, 6, 7.5, 9$ ) 系列合金的 X 射线衍射图。通过定性分析 X 射线衍射图 (XRD) 我们可以看到, 随着 Co 含量的增加化合物的结构从低温  $\text{TiNiSi}$  型正交结构 (空间群为  $Pnma$ ) 转变为高温  $\text{Ni}_2\text{In}$  型六角结构 (空间群为  $P63/mmc$ )。这可能是由于 Co 原子增强了六元环的稳定性。

图2为  $\text{Mn}_{16}\text{Fe}_{16}\text{Co}_x\text{Ni}_{34-x}\text{Ge}_7\text{Si}_{27}$  ( $x=1, 3, 6, 7.5, 9$ ) 系列化合物的升降温恒磁场磁化曲线 (M~T)。所加磁场为0.05 T, 从图中我们可以看出随着Co含量的增加合金的居里温度逐步降低, 由 $x=1$ 时的313 K降至 $x=9$ 时的243 K, 化合物的居里温度横跨室温。从M~T曲线可以看出

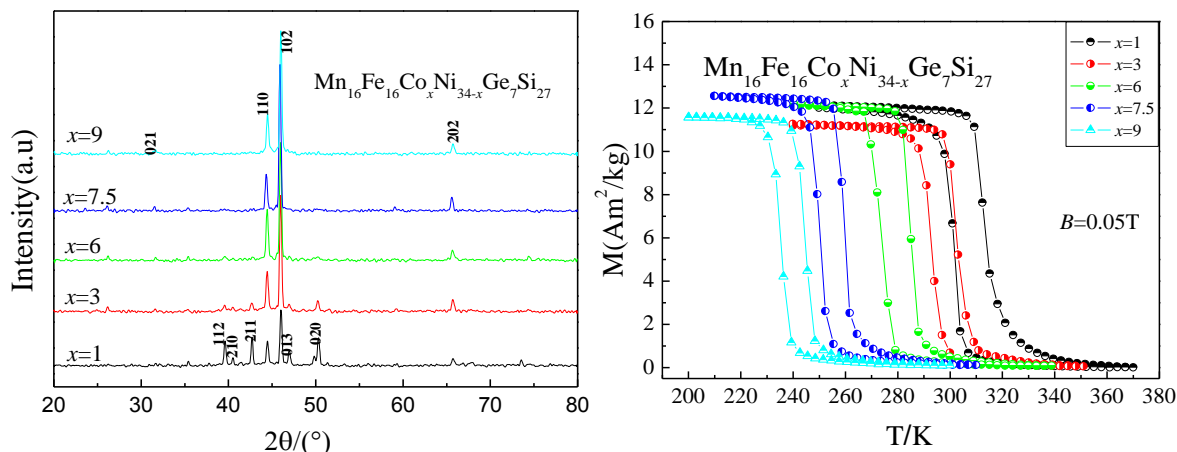


图1-2  $\text{Mn}_{16}\text{Fe}_{16}\text{Co}_x\text{Ni}_{34-x}\text{Ge}_7\text{Si}_{27}$ 系列合金粉末样品的室温XRD图与M~T曲线。

合金的升温与降温曲线并不重合, 有热滞。因而其相变属于一级相变, 化合物的热滞分别为13 K, 10 K, 10 K, 9 K, 9 K, 如表1所示。

表1 复合型磁工质的居里温度、热滞和磁熵变

x	TC(K)	$-\Delta T_{\text{hys}}(\text{K})$	$-\Delta S_{\text{max}}(\text{JKg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$
1	313	13	10.6
3	303	10	9.4
6	285	10	12.4
7.5	257	9	15.8
9	243	9	13.8

图3为

$\text{Mn}_{16}\text{Fe}_{16}\text{Co}_x\text{Ni}_{34-x}\text{Ge}_7\text{Si}_{27}$  ( $x=1, 3, 6, 7.5, 9$ ) 系列合金饱和磁化强度。从图中可以看出随着Co含量的增加最大饱和磁化强度明显增大。图4为通过麦克斯韦方程计算出的系列合金的等温磁熵变, 结果如表1所示。

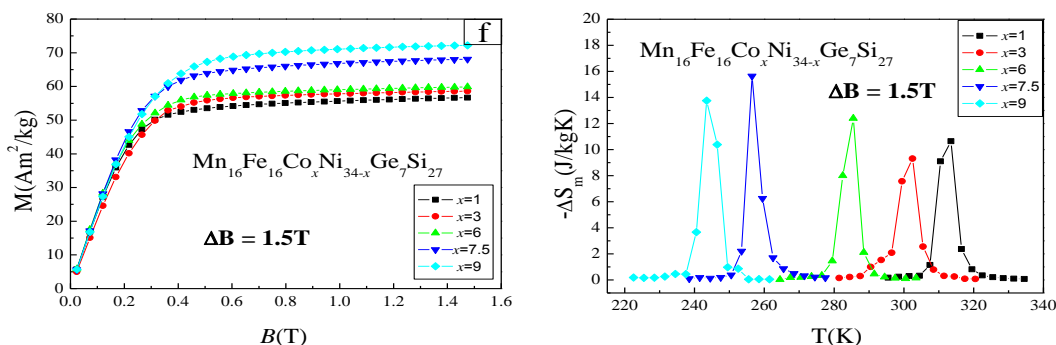


图3-4  $Mn_{16}Fe_{16}Co_xNi_{34-x}Ge_7Si_{27}$ 系列合金在0~1.5 T下的饱和磁化强度与等温磁熵变  
4 结论

本实验主要研究了MnCoGe-FeNiSi复合型磁制冷材料的结构与磁热效应。通过XRD分析表明,随着Co含量的变化合金从低温TiNiSi型正交结构(空间群为Pnma)转变为高温Ni<sub>2</sub>In型六角结构(空间群为P63/mmc)。用振动样品磁强计(VSM)测量了合金的磁性与磁热效应,发现 $T_c$ 横跨室温,热滞后从13 K降至9 K。0~1.5T下该系列合金的最大磁熵变为15.8 JKg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>。

УДК 544.77: 535.37

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО КЛАССА  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДВУМЕРНЫХ НАНОЧАСТИЦ – КВАНТОВЫХ  
НАНОПЛАСТИН**

*Антанович А., Прудников А., Артемьев М.  
Институт физико-химических проблем  
Белорусского государственного университета  
E-mail: antanovi4@gmail.com*

**Abstract.** *In this work we present main results of our work on the synthesis and investigation of novel two-dimensional semiconductor nanocrystals – quantum nanoplatelets. We have demonstrated that they possess various unique optoelectronic properties that are superior to other semiconductor nanoparticles. In addition to that, we developed a series of protocols for the manufacturing of 2D A<sup>II</sup>B<sup>VI</sup> semiconductor nanoheterostructures and a method for controlled organization of NPLs into stacks with controlled size. These NPs and composite structures on their basis are expected to be highly desirable materials for various practical applications ranging from photocatalysis and bioimaging to the next generation of highly efficient LEDs, displays, photovoltaic devices and lasers.*

Атомарно плоские полупроводниковые нанокристаллы типа A<sup>II</sup>B<sup>VI</sup> (квантовые нанопластины, КНП) представляют собой новый класс полупроводниковых нанокристаллов (НК). Благодаря их форме и сильному одномерному квантованию, КНП можно рассматривать в качестве аналогов квантовых ям (КЯ), которые широко используют в электронике и производят такими методами, как молекулярно-лучевая эпитаксия. В отличие от КЯ, КНП получают методом коллоидного синтеза, который позволяет получать свободные КЯ без подложки, которые затем легко поддаются модификации и обработке. Со времени открытия КНП было установлено, что по ряду свойств они превосходят аналогичные полупроводниковые нанокристаллы другой размерности. Среди таких свойств находятся нулевой разброс по размеру в направлении квантования и, как следствие, малая ширина полос поглощения и фотолюминесценции (ФЛ) (<10 нм), гигантская сила осциллятора, высокие сечения одно- и двухфотонного поглощения, а также высокое значение электрооптического отклика. КНП считаются перспективными материалами для производства светодиодов и дисплеев с высокой яркостью и цветовым разрешением, фотовольтаических конвертеров солнечного излучения, а также высокочувствительных электрооптических переключателей.<sup>1</sup>

Для того чтобы использовать полупроводниковые НК в практических целях, их часто покрывают оболочкой из широкозонного материала. Это приводит к пассивации поверхностных оборванных связей, концентрации носителей заряда в ядре НК и значительному росту интенсивности ФЛ НК. Более того, оболочка из широкозонного материала увеличивает фото- и химическую стабильность ядер НК. В нашей группе был разработан