

# 电弧炉制备的 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$ 化合物的结构与磁性\*

郝延明<sup>1)†</sup> 王玲玲<sup>2)</sup> 严达利<sup>2)</sup> 安力群<sup>1)</sup>

1) 天津科技大学理学院物理部, 天津 300222)

2) 天津师范大学物理系, 天津 300384)

(2008 年 12 月 23 日收到, 2009 年 2 月 17 日收到修改稿)

通过 X 射线衍射、磁测量等手段对电弧炉制备的不同热处理条件的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 1-3$ ) 化合物的结构和磁性进行了研究. 结果表明 1050 °C 下退火 5 d 的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 1-3$ ) 化合物具有菱方相的  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  型结构, 同样温度下退火 7 d 的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 2.5, 3.0$ ) 化合物具有单斜晶系的  $\text{Nd}_3(\text{Fe}, \text{Ti})_{29}$  型结构. 分析表明与重稀土元素的  $\text{R}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物不同, 较长的退火时间以及高含量的 Cr 可以使得 Sm-Fe-Cr 化合物的 3:29 相更加稳定. 对晶胞体积及晶胞参数的分析结果表明在  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物中存在着较强的各向异性的磁体积效应. 磁测量研究结果表明在  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  型结构及  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构中, Cr 对哑铃晶位上的 Fe 原子的替代无论是对居里温度还是对磁晶各向异性的影响都是不同的, 在  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  型结构中的影响比较大, 在  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构中的影响比较小.

关键词:  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物, 磁体积效应, 居里温度, 磁晶各向异性

PACC: 7550B, 7530C

## 1. 引言

稀土过渡族化合物由于具有良好的磁性能和其他性能而得到了广泛的研究和应用<sup>[1,2]</sup>. 在这些化合物中, 由于局域电子(4f)和巡游电子(3d)的结合而产生了丰富的物理现象<sup>[3-6]</sup>, 因此从基础研究的角度也值得人们对其进行进一步研究.

具有  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  或  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  结构的二元稀土铁化合物  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  ( $R = \text{Y}, \text{Ho}, \text{Dy}, \text{Er}, \text{Tb}$ ) 虽然具有很高的饱和磁矩, 但它们的居里温度低, 室温下呈现易面的磁晶各向异性, 因此不能成为实用的永磁材料. 为了克服这两个缺点, 人们已经做了很多工作, 到目前为止已经发现替代及引入间隙原子可以有效改善  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物的居里温度和磁晶各向异性<sup>[7-9]</sup>. 相关的理论研究表明在  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物的晶格中, 哑铃晶位(4f 或 6c 晶位)上的铁原子之间距离过短, 因而存在反铁磁交换作用, 这是导致  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物居里温度低的主要原因之一. 同时, 哑铃晶位上的铁原子对  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物的磁晶各向异性也有重要影响<sup>[10]</sup>. 因此如果能用其他原子替代哑铃晶位上的铁原子或者

使哑铃晶位上的铁原子之间的距离增加, 减小或消除它们之间的反铁磁交换作用, 将会对居里温度及磁晶各向异性产生较大影响. 在近几年的研究中人们发现 Cr 替代 Fe 时有择优占据哑铃晶位的倾向, 并且发现在  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物中<sup>[11-14]</sup>, Cr 对哑铃位上的铁的替代会导致化合物的居里温度显著升高, 其磁晶各向异性也有显著改善, 但这些研究都是针对重稀土的  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物进行的, 实验上对于轻稀土的  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物所进行的 Cr 替代的研究工作却很少, 因而不能够普遍地说明问题. 本文在轻稀土的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$  化合物中进行了 Cr 替代的研究工作, 与重稀土的  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物的研究结果作对比, 对 Cr 替代对轻稀土的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$  化合物的结构及居里温度的影响进行了较为详细的讨论.

## 2. 实验方法

实验中采用的稀土 Sm 和过渡族金属 Fe, Cr 等原材料的纯度均高于 99.95%, 考虑到 Sm 在熔炼时易于挥发的特点, 在材料配比时多添加了 18% 的 Sm, 以补偿熔炼时的挥发. 将配比好的原材料放在

\* 国家自然科学基金(批准号 50871074)和天津科技大学自然科学基金(批准号 0200153)资助的课题.

† E-mail: haoym63@126.com

电弧炉中熔炼.熔炼前先抽真空至  $1 \times 10^{-3}$  Pa,然后充入高纯氩气,再抽真空至  $1 \times 10^{-3}$  Pa,再充入氩气进行保护.这样反复熔炼 4 次以保证成分均匀.将炼好的样品分成两组分别封入真空石英管中,其中一组在  $1050^\circ\text{C}$  下退火 5 d,另一组在同样的温度下退火 7 d.将退火后封在石英管中的样品置入水中快速冷却至室温,得到用于实验测量的样品.实验中采用 Cu 的  $K_\alpha$  线进行结构测量,采用振动样品磁强计(VSM)在弱场(40 kA/m)下测量样品的居里温度.

### 3. 实验结果及讨论

室温下的 X 射线衍射实验表明退火 5 d 的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ ) 化合物具有单相的  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构(空间群为  $R\bar{3}m$ ).图 1 给出了该组样品的 X 射线多晶粉末衍射谱及其指标化的结果,它表明  $1050^\circ\text{C}$  下退火 5 d 的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物为单相的  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构.对  $1050^\circ\text{C}$  下退火 7 d 的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ ) 化合物在室温下进行的 X 射线衍射实验表明 Cr 含量  $x \leq 2.0$  的样品仍然为单相的  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构,但  $x = 3.0$  的样品却为单相的  $\text{Nd}_3(\text{Fe}, \text{Ti})_{29}$  型结构(空间群为  $A2/m$ ).进一步我们又按同样的条件制备了  $x = 2.5$  的样品,也为单相的  $\text{Nd}_3(\text{Fe}, \text{Ti})_{29}$  型结构.不同的退火条件导致的这种结构上的变化在重稀土的  $\text{R}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $\text{R} = \text{Y}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tb}, \text{Dy}$ ) 化合物的研究中并没有发现过<sup>[11-14]</sup>.

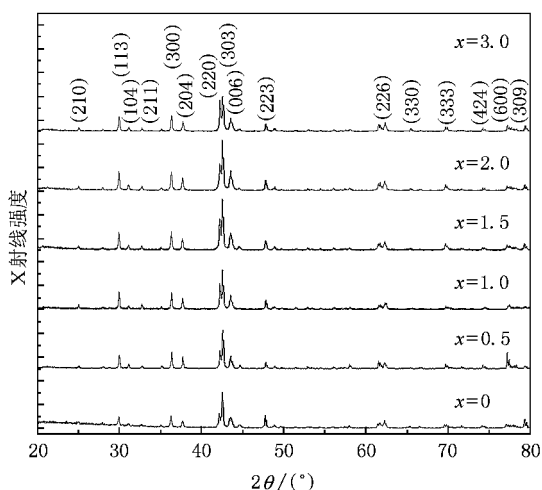


图 1  $1050^\circ\text{C}$  退火 5 d 的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物的 X 射线衍射谱

样品的 X 射线多晶粉末衍射谱及其指标化的结果,它表明该化合物具有单相的  $\text{Nd}_3(\text{Fe}, \text{Ti})_{29}$  型结构.这些结果与 Nehdi 等<sup>[15]</sup>用粉末冶金法制备的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物的研究结果是一致的.我们认为  $x = 2.5, 3.0$  的样品由 2:17 相转变为 3:29 相的一个原因是退火时间延长增加了样品中 Sm 的挥发量,另一个原因是高含量的 Cr 使得 3:29 相更加稳定.因此可以推断高含量的 Cr 有助于稳定轻稀土的 3:29 相化合物.

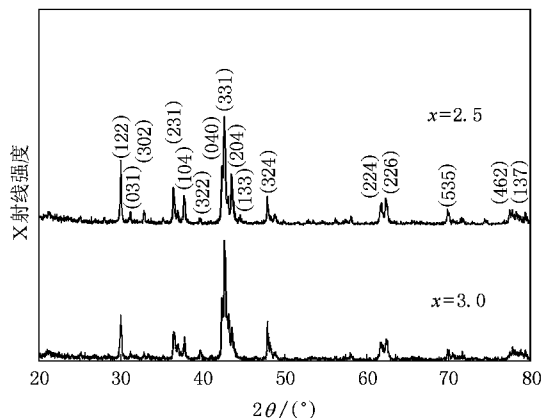


图 2  $1050^\circ\text{C}$  退火 7 d 的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 2.5, 3.0$ ) 化合物的 X 射线衍射谱

图 3 给出了具有  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ ) 化合物的晶胞体积随 Cr 替代量的变化关系.总体上, Cr 替代以后,化合物的晶胞体积有所减小,但随着 Cr 替代量的增加,并没有表现出单调下降的现象.这与重稀土的  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物中进行的 Cr 替代的情况不同,在重稀土  $\text{R}_2\text{Fe}_{17}$  化合物中进行 Cr 替代时<sup>[11-13, 16]</sup>,晶胞体积随着 Cr 替代量的增加先是缓慢减小,然后快速下降.一般地,在合金中作元素替代时,如果只考虑替代及被替代原子的体积因素,在无限稀释的情况下(即不考虑原子间存在的各种相互作用的理想情况下),当小原子替代大原子时,合金的体积应该呈现严格的线性减小.实际上,合金中的原子不是无限稀释的,原子之间存在着相互作用,替代时体积的变化不可能是线性的,甚至可能出现复杂的情况.我们认为在  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物中,晶胞体积随 Cr 替代量的这种变化关系除了与原子体积因素有关以外,还与化合物中存在着强烈的磁体积效应有关.如果不考虑磁体积效应,只考虑替代与被替代原子的体积因素,由于 Cr 原子比 Fe 原子体积略小,因此 Cr 替代 Fe 以

图 2 给出了  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 2.5, 3.0$ ) 这两个

后化合物的晶胞体积随 Cr 替代量的增加应该表现出近似线性下降的现象,但实际情况并非如此,而且对于轻(Sm)、重(Ho, Tb, Er, Dy)稀土的  $R_2Fe_{17}$  化合物,其晶胞体积随 Cr 替代量的增加而表现出的规律性也明显不同.因此对于轻、重稀土的化合物来说, Cr 替代导致的磁体积效应的变化情况不同,这说明 Cr 替代对于结构不同的轻、重稀土的化合物所引起的交换作用的变化不同.

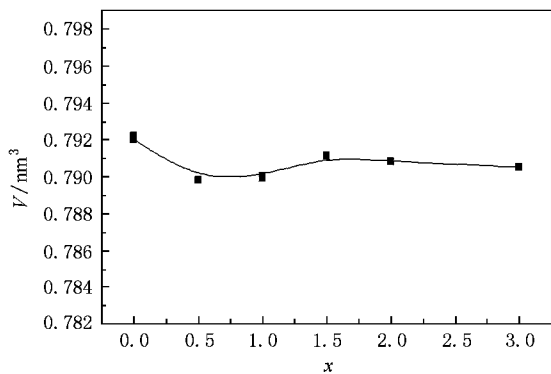


图3  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物( $Th_2Zn_{17}$ 型结构)的晶胞体积  $V$  随 Cr 替代量  $x$  的变化关系

图4为具有  $Th_2Zn_{17}$  型结构的  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  ( $x = 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ ) 化合物的晶胞参数  $a, c$  随 Cr 替代量的变化关系.很明显, Cr 替代以后晶胞参数  $a$  略有下降,而  $c$  略有增加,这与  $Tb_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物中的情况相似<sup>[16]</sup>.它表明在  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物中, Cr 替代所导致的磁体积效应的变化是各向异

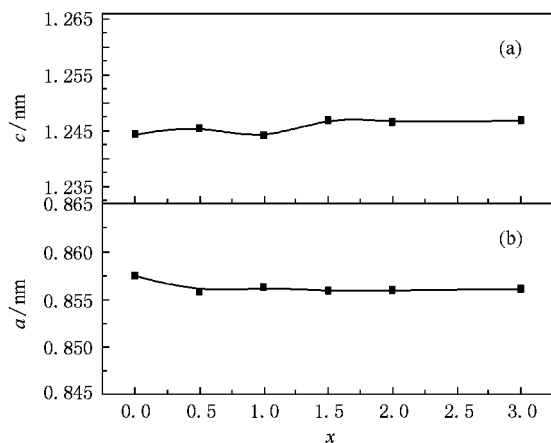


图4  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物( $Th_2Zn_{17}$ 型结构)的晶胞参数  $c$  和  $a$  随 Cr 替代量  $x$  的变化关系 (a)晶胞参数  $c$  (b)晶胞参数  $a$

图5为低场(40 kA/m)下具有  $Th_2Zn_{17}$  型结构的  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物的热磁曲线.从中我们可以得

到  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物的居里温度  $T_C$ .

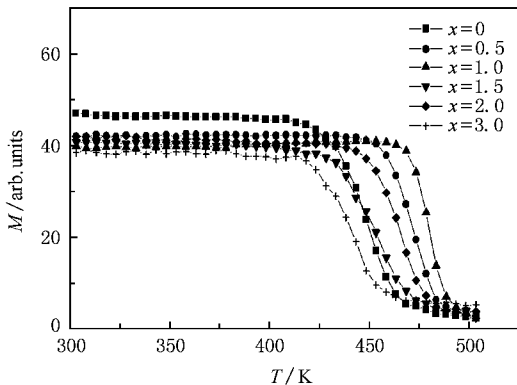


图5  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物( $Th_2Zn_{17}$ 型结构)低场(40 kA/m)下的热磁曲线

图6为具有  $Th_2Zn_{17}$  型结构的  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物的居里温度随 Cr 替代量的变化关系.它表明  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物的居里温度随着 Cr 替代量  $x$  的增加而上升,在  $x = 1.0$  附近达到最大值,与  $Sm_2Fe_{17}$  化合物相比,其增幅仅为 30 K 左右.这与重稀土的  $R_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物有所不同<sup>[12-16]</sup>,虽然在重稀土的  $R_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物中,居里温度也在  $x = 1.0$  附近达到最大值,但其居里温度的增幅普遍在 100 K 左右,比  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物中居里温度的增幅大很多.

与重稀土的  $R_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物相似<sup>[8-12]</sup>,在  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物中, Cr 替代导致化合物的晶胞体积收缩,但居里温度却升高,这点与非磁性元素 Ga, Al 替代的结果有明显的不同<sup>[8,9]</sup>. Ga, Al 少量替代  $R_2Fe_{17}$  化合物中的 Fe 原子而使居里温度升高是由于化合物的单胞体积膨胀的缘故.在  $R_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物中,我们认为 Cr 部分替代 Fe 导致居里温度

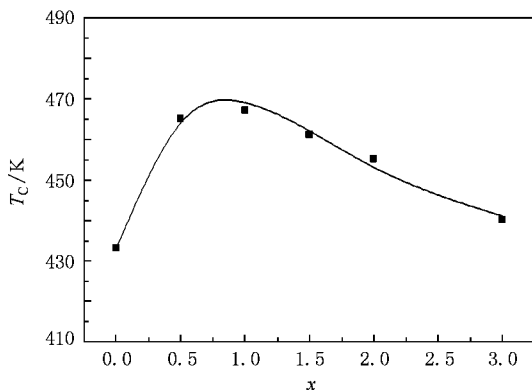


图6  $Sm_2Fe_{17-x}Cr_x$  化合物( $Th_2Zn_{17}$ 型结构)的居里温度随 Cr 替代量  $x$  的变化关系

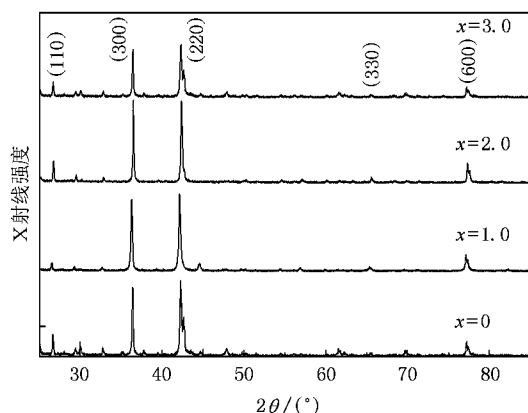


图7  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物( $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$ 型结构)室温磁场取向样品的 X 射线衍射谱

上升的原因与 Cr 的择优占位有关. 理论研究表明在  $R_2\text{Fe}_{17}$  化合物中<sup>[10]</sup> 哑铃对(4f-4f 或 6c-6c)Fe 原子之间的距离较小( $< 0.245 \text{ nm}$ ), 具有负的交流作用, 这样的一些原子对使得  $R_2\text{Fe}_{17}$  化合物的居里温度普遍较低. 在  $\text{Y}_2\text{Fe}_{15}\text{Cr}_2$  化合物的中子衍射研究中人们发现 Cr 以 50% 的占有率择优占据 4f 晶位<sup>[11]</sup>. 由于 Cr 的磁性比较弱, 因此  $\text{Y}_2\text{Fe}_{17}$  以及与  $\text{Y}_2\text{Fe}_{17}$  具有相同结构的重稀土的  $R_2\text{Fe}_{17}$  化合物中 Cr 少量替代可以减弱哑铃对原子之间的反铁磁交换作用, 导致居里温度升高, 同时 Cr 的替代也会造成哑铃晶位与其他晶位间原本正的铁磁交换作用遭到破坏, 两者综合的结果使得在 Cr 的替代量约为 1.0 时, 居里温度达到最大. 由于在 Cr 的替代量约为 1.0 时, 反铁磁交换作用的减弱大大超过铁磁交换作用的下降, 因此在重稀土的  $R_2\text{Fe}_{17}$  化合物中, 居里温度的升幅很大, 都在 100 K 左右<sup>[12-14, 16]</sup>,  $\text{Y}_2\text{Fe}_{16}\text{Cr}$  化合物的居里温度甚至升高了 120 K<sup>[11]</sup>. 在轻稀土化合物的理论研究中, 人们也发现 Cr 择优占据哑铃位(6c 晶位), 但如上所述  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{16}\text{Cr}$  化合物的居里温度的升幅却很

小, 仅为 30 K 左右, 这与  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{16}\text{Cr}$  化合物的理论计算结果相似<sup>[17]</sup>. 我们认为, 虽然 Cr 的少量替代减弱了哑铃对原子之间的反铁磁交换作用, 但与  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  结构中发生的情况不同, 在  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  结构中, Cr 的替代对铁磁交换作用的破坏也是相当严重的, 几乎可以与对哑铃对原子之间的反铁磁交换作用的减弱相同, 因此表现为居里温度变化的幅度不大.

室温下对具有  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构的  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ ) 化合物, 我们在 2 T 的磁场下做了磁场取向样品, 图 7 给出了几个样品的 X 射线衍射谱. 从图中可以看出衍射谱中只有晶面指数为 ( $h k 0$ ) 的衍射峰, 晶面指数为 ( $0 0 l$ ) 的衍射峰消失, 这说明  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物的易磁化方向在基面内, 即  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物在室温下均为面各向异性的. 虽然理论研究表明哑铃晶位对磁晶各向异性有显著影响<sup>[10]</sup>, 对具有  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  型结构的重稀土的  $\text{Er}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物的研究也证明了这一点<sup>[12]</sup>, 但在室温下,  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物中 Cr 对哑铃晶位上的 Fe 的替代却对磁晶各向异性并没有特别明显的影响, 它并没有使室温下的易磁化方向从原来的易面转变为易轴.

## 4. 结 论

我们得到如下结论: 1) 与重稀土元素的  $R_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物不同, 较长的退火时间以及高含量的 Cr 可以使得 Sm-Fe-Cr 化合物的 3 29 相更加稳定; 2) 在  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  化合物中存在着较强的各向异性的磁弹耦合效应; 3) 在  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  型结构及  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构的  $R_2\text{Fe}_{17}$  化合物中, Cr 对哑铃晶位上的 Fe 原子的替代无论是对居里温度还是对磁晶各向异性的影响都是不同的, 在  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$  型结构中的影响比较大, 在  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型结构中的影响比较小.

- [1] Coey J M D, Sun H 1990 *J. Magn. Magn. Mater.* **87** L251  
 [2] Shen B G, Wang F W, Kong L S, Cao L 1993 *J. Phys. : Condens. Mat.* **5** L685  
 [3] Hao Y M, Zhou Y, Zhao M 2005 *J. Appl. Phys.* **97** 116102  
 [4] Hao Y M, Zhao M, Zhou Y 2005 *J. Appl. Phys.* **98** 076101  
 [5] Hao Y M, Zhou Y, Zhao M 2005 *J. Phys. : Condens. Mat.* **17** 1449-04

- [6] Hao Y M, Zhao M, Zhou Y 2005 *Chin. Phys.* **14** 0818  
 [7] Hao Y M, Zhao W, Gao Y 2003 *Acta Phys. Sin.* **52** 3209 (in Chinese) [郝延明、赵伟、高艳 2003 物理学报 **52** 3209]  
 [8] Chen Z H, Shen B G, Yan Q W, Guo H Q, Chen D F, Gou C, Sun K, de Boer F R, Buschow K H J 1998 *Phys. Rev. B* **57** 14299  
 [9] Shen B G, Cheng Z H, Wang F W, Yan Q W, Tang H, Lian B, Zhang

- S Y ,de Boer F R ,Buschow K H J ,Ridwan S 1998 *J. Appl. Phys.* **83** 5945
- [ 10 ] Narasimhn K S V L ,Wallace W E ,Hutchers R D 1974 *IEEE Trans. Magn.* **MAG-10** 729
- [ 11 ] Hao Y M ,Zhang P L ,Zhang J X ,Sun X D ,Yan Q W 1996 *J. Phys. : Condens Mat.* **8** 1321
- [ 12 ] Hao Y M ,Yan Q W ,Zhang P L ,Sun X D ,Wang F W , Shen B G 1997 *Acta Phys. Sin.* ( Overseas Edition ) **6** 475 ( in Chinese ) [ 郝延明、严启伟、张泮霖、张向东、王芳卫、沈保根 1997 物理学报 **6** 4757 ]
- [ 13 ] Hao Y M ,Wang F W 1996 *Proceedings of the 9th Conference on Magnetism and Magnetic Materials of China* 23 ( Luoyang ,China 1996.10 ) ( in Chinese ) [ 郝延明、王芳卫 1996 第九届全国磁学与磁性材料会议论文集 23 ( 洛阳 ,中国 1996.10 ) ]
- [ 14 ] Hao Y M ,Zhou Y ,Zhao M ,Hu J F 2005 *Scripta Materialia* **53** 357
- [ 15 ] Nehdi I ,Abdellaoui M ,Bessais L 2003 *Alloys and Compounds* **360** 14
- [ 16 ] Hao Y M ,Zhou Y ,Zhao M 2005 *Journal of Functional Materials* **36** 1045 ( in Chinese ) [ 郝延明、周 严、赵 淼 2005 功能材料 **36** 1045 ]
- [ 17 ] Hao S Q ,Chen N X ,Shen J 2002 *Magn. Magn. Mater.* **246** 115

## Structure and magnetic properties of $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$ compound prepared by arc melting<sup>\*</sup>

Hao Yan-Ming<sup>1)†</sup> Wang Ling-Ling<sup>2)</sup> Yan Da-Li<sup>2)</sup> An Li-Qun<sup>1)</sup>

1) *Department of Physics ,College of Science ,Tianjin University of Science & Technology ,Tianjin 300222 ,China* )

2) *Department of Physics ,Tianjin Normal University ,Tianjin 300384 ,China* )

( Received 23 December 2008 ; revised manuscript received 17 February 2009 )

### Abstract

The structural and magnetic properties of  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  compound have been investigated by means of x-ray diffraction and magnetization measurements. The results show that the  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 1-3$ ) compounds annealed at 1050 °C for 5 days have a rhombohedral  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$ -type structure, and the  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  ( $x = 2.5, 3.0$ ) compounds annealed at 1050 °C for 7 days have a monoclinic  $\text{Nd}_3(\text{Fe},\text{Ti})_{20}$ -type structure. Long annealing time and high content of Cr can make the Sm-Fe-Cr compound with a  $\text{Nd}_3(\text{Fe},\text{Ti})_{20}$ -type structure become very stable. This is quite different from the  $R_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  compound ( $R$  is a heavy rare earth element). The analysis of unit-cell volume and unit-cell parameters show that there exists a strong anisotropic magneto-volume effect in  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  compounds. The result of magnetization measurement shows that the effects of the substituting Cr for Fe at dumbbell sites on the Curie temperature and the magneto-crystalline anisotropy of the compound with  $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$ -type structure are greater than that of the compound with  $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$ -type structure.

**Keywords :**  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Cr}_x$  compound , magneto-volume effect , Curie temperature , magneto-crystalline anisotropy

**PACC :** 7550B , 7530C

<sup>\*</sup> Project supported by the National Natural Science Foundation of China ( Grant No. 50871074 ) and the Natural Science Foundation of Tianjin University of Science and Technology , China ( Grant No. 0200153 ).

<sup>†</sup> E-mail : haoym63@126.com