

快速凝固 Al—Fe 合金中准晶相的研究*

汤亚力 沈宁福 关绍康 刘晓芳 袁新
(郑州工业大学材料研究中心)

摘 要 在快速凝固 Al—Fe—V—Si 合金棒材中发现了 1 种圆形准晶相, 尺寸为 $0.2\sim0.5\mu\text{m}$, 成分为 $\text{Al}-8.0\text{at}\%\text{Fe}-2.1\text{at}\%\text{V}-3.2\text{at}\%\text{Si}$ 。对此准晶进行了透射电镜、X—光衍射结构分析, 并对准晶的形成机制进行了讨论。

关键词 快速凝固; Al—Fe 合金; 准晶相
中图分类号 TG139.8

0 前言

自从美国国家标准局的 D·Shechtman^[1]等人于 1984 年在急冷 Al—Mn 合金中发现了准晶相后, 许多科学工作者对 Al 基合金中的准晶相进行了大量研究工作^[2,3], 我国的研究者也在这方面做了很多工作^[4,5], 但目前在准晶的形成机理方面工作开展得较少。作者在研究高温热强铝合金的过程中发现准晶相会影响合金的性能, 所以有必要对快凝 Al—Fe 合金中的准晶的结构及形成机制作深入的研究和探讨。

1 实验方法

在本研究中快速凝固粉粒是采用旋转叶片装置获得, 其工作原理为: 将合金液流喷向高速旋转的叶轮, 此叶轮有很高的导热率, 并对金属液流有很强的打击力, 故冷却速度可达 10^6K/s 以上。快凝粉粒通过粉末冶金的方法使之成型。电镜分析在配有 LINK AN—10000 能谱仪的 JEM—2000FX 透射电镜上进行, X—光衍射分析在 Philips PW—1700 衍射仪上进行。所分析合金的成分为 $\text{Al}-8.9\text{wt}\%\text{Fe}-1.7\text{wt}\%\text{V}-2.0\text{wt}\%\text{Si}$ 。

2 实验结果及分析

图 1 为在快速凝固 Al—8Fe—2V—2Si 合金电镜照片, 图中尺寸为 $1\mu\text{m}$ 左右的圆形颗粒, 即为准晶相(i—相), 通过系统倾转试样, 可以得到晶体在 3 个不同位向下的电子衍射花样, 从电子衍射花样中可以清楚地看到此晶体分别具有 5 次、3 次和 2 次对称性, 图 2 为准晶相的 5 次衍射花样, 这 3 个位向之间的角度为 $(37\pm1)^\circ$ (5 次轴与 2 次轴)、 $(32\pm1)^\circ$ (5 次轴与 3 次轴)、 $(21\pm1)^\circ$ (3 次轴与 2 次轴), 这同理论值符合得很好。图 3 为快凝 Al—Fe—V—Si 合金的 X—射线衍射谱, 从谱中可以看到除 $\alpha\text{-Al}$ 的衍射峰外, 大部分峰同准晶衍射峰的位置相符。表 1 为 X—射线衍射数据及标定结果。

* 国家“863”(715—26—02—02)及国家科委基金资助项目(国科高字 1994—83)

收稿日期: 1997—12—04

第一作者 男 1963 年 7 月生 博士学位 副教授

图 4 为从圆形准晶相上得到的能谱谱线,可见此准晶相为四元相,定量分析的结果表明其化学成分为 86.7at% Al, 8.0at% Fe, 2.1at% V 和 3.2at% Si, 从成分上来看其 Fe, V, Si 的含量比原始合金成分略高一些,尤其是 Si 的含量。其成分可用化学式 $\text{Al}_{40}\text{Fe}_4\text{VSi}$ 来表示。以往发现的 Al-Fe 系准晶中 Fe 的含量一般都大于 14at%^[6],而我们发现的准晶相溶质含量较低,这同加入元素 V 和 Si 更容易形成准晶有关^[6],图 5 为准晶相在图 2 位向下的高分辨电镜照片,很明显同常规晶体不一样,其中没有原子周期平移对称性,但可以注意到有 10 次旋转对称性的存在(箭头所指)。从以上 TEM 及 X-射线分析结果可知,在快凝 Al-Fe-V-Si 中的圆形化合物相是一种低溶质含量的多元准晶相。

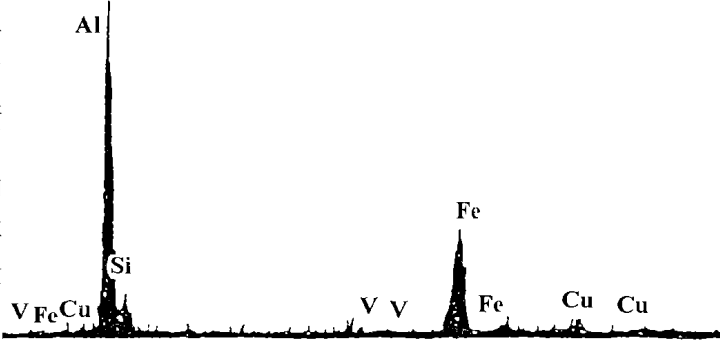


图 4 准晶相的微区化学成分谱线

同时还研究了熔体热历史对准晶形成的影响,研究结果发现在低温喷射($<1350^{\circ}\text{C}$)和保温($\leq 10\text{min}$)时,皆形成圆形准晶,而在高温喷射($\geq 1350^{\circ}\text{C}$)和保温($\geq 10\text{min}$)时,圆形准晶消失,这说明准晶的形成与熔体中的原子聚集有关;高温长期保温,原子的扩散能力与距离增大,故不易形成准晶。



图 5 在 5 次轴位向上得到的高分辨像

3 结论

(1)在快凝 Al-Fe-V-Si 合金中发现 1 种具有 5 次对称的准晶相,其成分为 $\text{Al}-8.0\%\text{at}\%\text{Fe}-2.1\%\text{at}\%\text{V}-3.2\%\text{at}\%\text{Si}$;

(2)准晶的形成与快凝前的熔体热历史有关。
本文还得到河南省杰出青年基金的部分资助,特此致谢。

(下转 31 页)

参考文献

1 杨芙清,朱冰,梅宏.软件复用.软件学报,1995(9):525~533
2 王向阳.试论软件重用.计算机研究与发展,1993(9):59~63
3 耿刚勇,仲萃豪.采用软件构件技术开发领域应用软件.计算机科学,1997(1):58~62
4 蔡希尧,刘西洋,边定平.分布式系统与分布对象计算.计算机科学,1995(3):9~12

Software Reuse and Software Component

Duan Lijuan Zhang Jiayi
(Zhengzhou University of Technology)

Abstract This paper first introduces the meaning , technique and development history of software reuse ,and then discusses the concepts, development tools and development methods of software component, which have gained great success in software reuse . Connected with Internet/Intranet, It presents distributed application system development strategy based on the software component .

Keywords software reuse ;software component ;application system

(上接 9 页)

参考文献

1 D·Sechtman,et al·Phys·Rev·Lett·,1984,53;1951
2 D·Levine et al·Phys·Rev·Lett·,1985,55;2471
3 L·A·Bendersky·Phy·Rev·Lett·,1985,55;1461
4 Z·Zhang,et al·Phil·Mag·,1986,52;83
5 Yali Tang et al·J·Mater·Sci·Lett·,1993(12);1441
6 G·L·Henley,J·Non—Crystal Solids,1985,75;91

A Quasicrystalline Phase in the Rapidly
Solidified Al—Fe Alloy

Tang Yali Shen Ningfu Guan Shaokang Liu Xiaofang Yuan Xin
(Zhengzhou University of Technology)

Abstract A spheroidal quasicrystalline phase with the grain size of 0.2~0.5 μ m and the chemical composition of Al—8.0at. %Fe—2.1at. %V—3.2at. %Si has been observed in the RS Al—Fe—V—Si extrusions·TEM and XRD analyses were carried out to investigate the structural features of this phase·The mechanism of the phase formation has been discussed·

Keywords rapid solidification ;Al—Fe—V—Si alloy ;quasicrystalline phase