第31卷 第6期 物 理 学 报 Vol. 31, No. 6
1982年6月 ACTA PHYSICA SINICA June, 1982

Dy–Cu 二元系合金相图

郑建宣 徐国雄
（广西大学物理系）

1981年5月12日收到；10月28日收到修改稿

提 要

Dy–Cu 二元系合金相图已采用X射线衍射和差热分析方法测出.

此系统中存在两个共晶反应，共晶点成份分别为 12wt%Cu 和 83wt%Cu，对应的共晶温度为 808℃ 和 880℃. 在室温下存在三个稳定的金属间化合物：$DyCu$，$DyCu_2$ 和 $DyCu_5$. $DyCu$ 和 $DyCu_2$ 分别在 840℃ 和 885℃ 由包晶反应生成，而 $DyCu_5$ 在 970℃ 液固同成份熔化. 在 890℃ 由包晶反应形成的金属间化合物 $DyCu_7$ 在缓冷至 848℃ 时即分解为 Cu 和 $DyCu_5$. 没有观察到 Dy 在 Cu 中的固溶度，而 Cu 在 Dy 中的固溶度小于 0.2wt%。

一、引 言

关于 Dy–Cu 二元系，前人虽然已做了许多工作，但一直没有将其完成[1—3]. Moriarty 等人认为在这个二元系中存在下列金属间化合物：$DyCu$，$DyCu_2$，$DyCu_4$，此外还可能存在 $DyCu_5$ 和 $DyCu_6$[4]. 后来 Buschow 研究富 Cu 区，并未发现 $DyCu_4$ 与 $DyCu_6$，却发现了 $DyCu_5$ 和 $DyCu_7$[5]. 文献[1]和[2]报道了 Dy 与 $DyCu$ 之间的共晶转变温度为 775℃，在室温时 Cu 在 Dy 中的溶解度小于 0.2wt%[6].

二、合金制备与热处理

熔制合金所用的材料是纯度为 99.999% 的高纯铜片和纯度为 99.9% 的镝块. 前者由上海化学试剂供应站提供，后者由上海跃龙化工厂出品. 采用高频炉在氩气氛中熔炼合金. 低于 30wt%Cu 的合金块在 740℃ 退火三周，其余合金块在 780—800℃ 退火二周. 粉末于 500℃ 保温三天后缓冷至室温，供室温相分析用. 高温相粉末样品是用下法制备的：先将粉末装满长 10mm，外径 8mm 的细紫铜管，二端封紧，再将铜管装进长 100 mm，内径 12mm 的小石英管内，抽成真空后再将石英管口封死. 在淬火温度保温 6—10 小时，然后升高炉温 10℃，立即打开炉口，使小石英管急速落入铁质浅水盆中，小石英管口被撞碎，冷水灌入管内. 实践证明淬火是成功的. 成份为 87.5at%Cu 的样品在 870℃ 淬火得到了 $CaCu_5$ 型的衍射花样.

三、X射线和差热分析

摄照条件为：CoK_α 和 FeK_α 辐射，Fe 和 Mn 箔滤波，ϕ57.3 和 ϕ114.6mm 的德拜·

表1 各单相晶胞参数表

表达式	类 型	空间群	每晶胞表达式数 z	晶胞参数(Å)		
				a	b	c
Dy		$P\frac{6}{m}mc$	2	3.596		5.649
DyCu	CsCl	$Pm3m$	1	3.461		
$DyCu_2$	$CeCu_2$	$Imam$	4	6.792	7.300	4.300
$DyCu_5$	$AuBe_5$	$F\bar{4}3m$	4	7.047		
$DyCu_7$	$CaCu_5$	$P\frac{6}{m}mm$	~0.78	4.932		4.156
Cu		$Fm3m$	4	3.615		

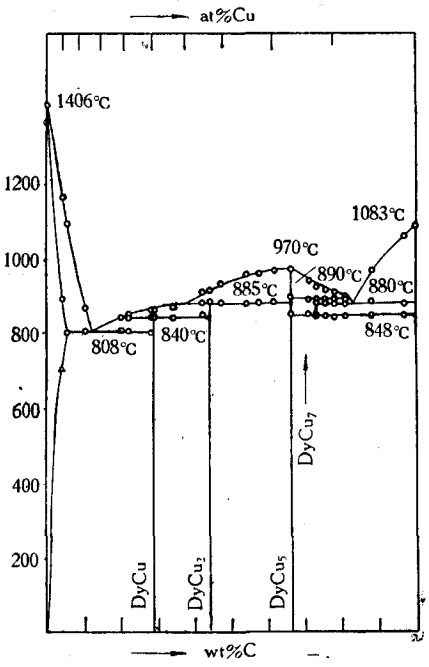

图1 Dy-Cu 二元系合金相图

谢乐相机，管压 30kV，管流 20mA. 经分析证实这个二元系存在着三个室温相: DyCu, $DyCu_2$, $DyCu_5$; 一个高温相: $DyCu_7$. 表1是其晶胞参数[3,7]，与我们的实验数据对照相符.

合金的液相线和固相线是用 CR-G 高温微差热仪测定的. 电偶为铂-铑(10%Rh)铂型. 在合金测试前后用纯金属定标. 定标与合金测试时升降温速度均为 10℃/min，气氛为稍大于 1atm 的氩气. 定标后作出温度校正曲线，对温度读数作了校正. 测温精度约为 ± 5℃. 实验结果见图1.

四、结果与讨论

如图1所示，Dy 与 DyCu 的共晶温度为 808℃，共晶点约为 12wt%Cu，Cu 在 Dy 中的固溶度在 808℃ 约为 5wt%. DyCu 在 840℃ 由包晶反应生成. $DyCu_2$ 在 885℃ 由包晶反应形成. $DyCu_5$ 在 970℃ 液固同成份熔化. $DyCu_7$ 在 890℃ 由包晶反应形成，然后缓冷至 848℃ 发生分解反应，成为 $DyCu_5$ 和 Cu. 差热分析显示这一分解反应在冷却速度为 10℃/min 时，推迟到 810℃ 发生. $DyCu_7$ 与 Cu 之间共晶温度为 880℃，共晶点成份约为 83wt%Cu. Dy 在 Cu 中未观察到固溶度.

含 Cu 为 4wt% 的样品，升温时在 680℃ 出现一明显的吸热峰，显示有相变. 但少量 DyCu 溶入 Dy 基固溶体中似乎不应有这样大的热效应，因此，该点以△符号在图1中标出.

用高频感应炉熔炼好 Dy-Cu 合金并不容易. 含 Cu 量大于 40wt% 的合金熔液流动性极差，原料未能完全进入合金之中，致使熔得的合金块向外伸出一条条片状物. 为了打

破表面障碍，遂向坩埚施以强烈机械震荡，合金熔液球在坩埚中来回滚动，并与坩埚发生无浸润撞击，经过二十分钟以上熔炼，合金块外形匀称，剖面细密均一.

富 Dy 合金熔液的流动性较好，但极易烧穿坩埚，并被坩埚污染. 因此采取直接观察熔液情况，缩短熔炼时间，控制感应圈高度等办法. 实验表明，合金增重小于 0.5%.

本工作得到广西大学金属物理研究室全体同志的大力支持，特此致谢.

参　考　文　献

[1] R. Elliott, Constitution of Binary Alloys, First Supplement, (1965).
[2] F. A. Shunk, Constitution of Binary Alloys, Second Supplement, (1969).
[3] Е. М. Савицкии и т. д., Металловедение редкоземельных металлов. (1973).
[4] F. H. Spedding *et al.*, The Rare-Earth, (1961).
[5] K. H. J. Buschow, *Acta Crystallography, B,* 27(1971), 1085.
[6] M. Copelend *et al.*, Physical and Material Problems of Reactor Control Rods, (1964), p. 295.
[7] J. D. H. Donnay *et al.*, Crystal Data. Determinative Tables, Third Edition, 11(1973).

A PHASE DIAGRAM OF THE ALLOYS OF THE DYSPROSIUM-COPPER BINARY SYSTEM

ZHENG JIAN-XUAN (C. S. CHENG)　XU GUO-XIONG
(*Department of Physics, Guangxi University*)

ABSTRACT

A phase diagram of the alloys of the dysprosium-copper binary system has been determined by means of X-ray diffraction and differential thermal analysis techniques. Its constitutional diagram has been constructed.

Two eutectic reactions occur at 12 and 83 wt%Cu approximately, and with characteristic temperatures of 808 and 880°C, respectively. At room temperature three stable intermetallic compounds have been found, namely DyCu, $DyCu_2$ and $DyCu_5$. The DyCu and $DyCu_2$ are formed by peritectic reactions at 840 and 885°C respectively, and $DyCu_5$ melt congruently at 970°C. However, another intermetallic compound $DyCu_7$ forms at 890°C peritectically and decomposes eutectoidally at 848°C as it is cooling slowly. The solid solubility of Dy in Cu is undetectable, and the solid solubility of Cu in Dy is less than 0.2 wt%Cu at room temperature.