

表 1 GGG 和掺杂 GGG 的点阵常数*

GGG 晶体的点阵常数 (Å)		掺 Ca ²⁺ 和 Zr ⁴⁺ 的 GGG 的点阵常数 (Å)**	
头部	尾部	晶体	剩料
12.3824	12.3822	12.4154	12.4235

* 18℃ 的点阵常数。

** 掺 Ca²⁺ 和 Zr⁴⁺ GGG 的配料成分: CaO 1.59 wt%, ZrO₂ 2.95wt%, Gd₂O₃ 49.5wt%, Ga₂O₃ 45.6wt%。

从表 1 可见,纯 GGG 晶体头部和尾部点阵常数基本相同,说明 GGG 晶体是同成分熔化。同时,由于 Gd³⁺ 与 Ga³⁺ 离子半径差别较大^[4], Ca²⁺ 的离子半径与 Ga³⁺ 相近, Zr⁴⁺ 的离子半径比 Gd³⁺ 小,比 Ga³⁺ 大。为了保持晶体电荷平衡,根据掺杂 GGG 点阵常数变大的事实,只

可能是 Ca²⁺ 替代 Gd³⁺, Zr⁴⁺ 替代 Ga³⁺, 形成固溶体。剩料的点阵常数比拉出的晶体点阵常数大,也就是说剩料中的 CaO 与 ZrO₂ 的含量比单晶体中的含量多。这说明 Ca²⁺, Zr⁴⁺ 在掺杂固溶体中的分凝系数小于 1。

致谢: GGG 样品是由张乐溥先生提供的,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 陆学善,物理学报, 29 (1980), 273.
- [2] 梁敬魁,物理, 10 (1981), 301.
- [3] 纪尼叶著,施士元译, X 射线晶体学, 科学出版社, (1959), 164—178.
- [4] Lange, Handbook of Chemistry, 10Ed., McGraw-Hill Book Company Inc., New York, Toronto, London, (1961), 108.

一轴晶棒状晶体的快速定向法

刘 来 保

(中国科学院安徽光学精密机械研究所)

一、前 言

目前,无表面方位特征的棒状晶体的定向都是采用经典的方法——劳厄定向法。

作者在对下降法自发生长的淡红银矿、硫镓银、硒镓银等棒状晶体的定向过程中,发现这些晶棒的侧表面均有某个部位的似平面法线为 $\langle h00 \rangle$ 或 $\langle hh0 \rangle$ 方向。也就是说,虽然生长轴与光轴夹角大小不等,但生长轴都位于 ZY 或 ZX (四方晶系 Z $\langle hh0 \rangle$) 平面内(见图 1, 2 和表 1)。本工作就是利用这种潜在的结晶学特点来简化定向过程的。另外,对近 50 根火焰法和提拉法生长的红宝石(生长轴与光轴的夹角都在 60—70° 左右)棒也进行了研究,发现其生长轴基本上都位于 ZX 平面内,少数位于 ZY 平面内。因此,也可以采用同样的方法定向。

物理

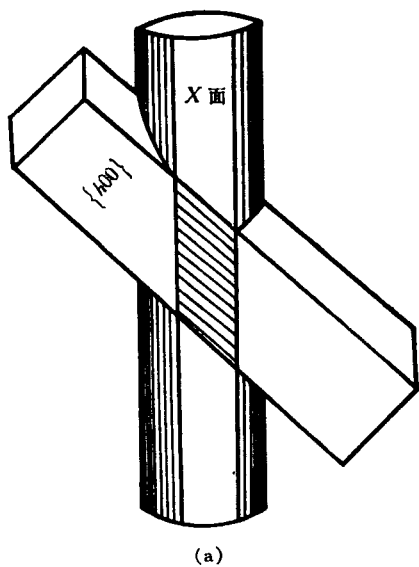
表 1

晶体名称	晶系	实验样品数**	相符柱面	反射角 θ	
				理论值	实测值
红宝石 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	三方*	45	(030)	34°8'	30—45°***
		2	(110)	18°55'	20—22°
淡红银矿 $\text{Ag}_3\text{As}_2\text{S}_3$	三方	2	(030)	14°35'	14—15°
硫镓银 AgGaS_2	四方	9	(020)	15°54'	13—20°
		1	(220)	22°17'	22°00'
硒镓银 AgGaSe_2	四方	1	(020)	14°56'	15°30'
Nd: YAG $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$	立方	15	(040)	14°54'	14—17°
		3	(220)	10°29'	7—11°

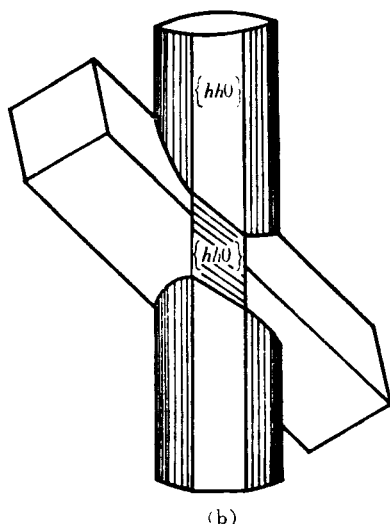
* 有的学者也将红宝石归入六方晶系。

** 为全部实验样品数,未发现例外现象。

*** 红宝石全为成品棒,由于毛坯较粗,在切取时有选择性,故往往不是完全平行棒轴切割,因此差角较大。



(a)



(b)

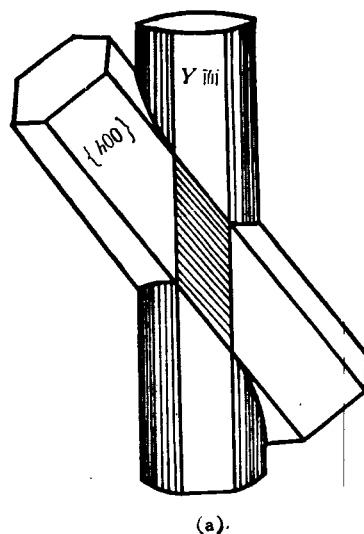
图1 四方晶系晶棒潜在的结晶学特点

- (a) 生长轴位于 $ZY(=ZX)$ 平面内;
 (b) 生长轴位于 $Z\langle hh0\rangle$ 平面内

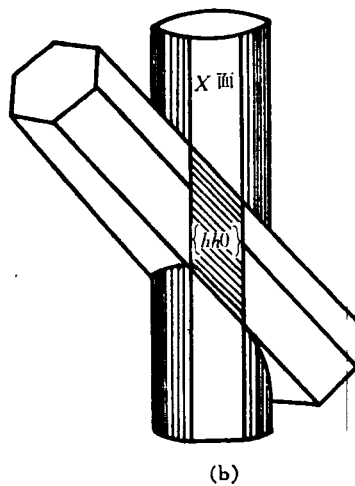
二、方 法

我们选定了下列简易而快速的定向步骤:

首先将晶棒横放在定向仪的样品台上,使盖革计数管固定在所测样品晶体X面(或Y面)的 2θ 位置上,使手摇转轴固定在 θ 角位置上,然后将晶体沿轴向在 360° 范围内徐徐转动,此时定能找到强度不等的反射。若有反射



(a)



(b)

图2 三方或六方晶系晶棒潜在的结晶学特点

- (a) 生长轴位于 ZX 平面内;
 (b) 生长轴位于 ZY 平面内

但强度很弱,则可适当调整 θ 角(但 2θ 角严格不能变动)一直到最强为止。为了检验X面的可靠性,在同一方位可用同一面族的两个以上的晶面的 2θ 及 θ 角进行校对。如 $\{h00\}$ 面族内可用 (100) , (200) , (300) ...中任意两个晶面进行反射,若两晶面的实测反射角与其相应的理论 θ 角偏差正负大小一致,则证明此为 $\{h00\}$ 面族。对四方晶系来说, $\{h00\}$ 面族为X面,此面法线为X轴。对三方或六方晶系来说, $\{h00\}$

面族为 Y 面,此面法线为 Y 轴。

X 面(或 Y 面)找到后,可在晶棒相应部位磨出一适当平面,则此平面既包含 Z 轴又包含 Y 轴(或 X 轴)。

若是初次定向的新晶体, X 面(或 Y 面)定出后,可借助劳厄图分析找出光轴及另一 X 轴或 Y 轴的方位(见图 3, 4)。若对定向晶体已作过几次定向,已发现生长轴与结晶轴方向有一定关系,譬如生长轴与光轴(c 轴)夹角有一定规律,则 X 轴或 Y 轴定出后,不用劳厄照相,用上述方法,光轴的方位同样也能很快找到,因而 X, Y, Z 三轴方向也就可很快定出。三轴定出后,可返回定向仪用边磨边定的方法精确地磨

出相应的三轴面作为定向切割的标准面,为切取所需样品作好准备。

三、讨 论

从晶体几何学关系来分析,本方法的应用条件是晶棒的轴向必须(或大致)在 ZX 或 ZY (四方晶系 $Z\langle hh0\rangle$) 平面内。这样 $\{h00\}$ 或 $\{hh0\}$ 面与晶棒表面才有部分符合的可能。从我们实测结果来看,一轴晶自发成核生长的晶体满足这个条件。从晶体的内部结构与能量的角度来分析,产生这种现象的机理是比较复杂的,因为它涉及各种传输效应、界面稳定性理论和界面动力学效应等。但根据晶体结晶习性的特点,这种现象是可以解释的。从晶体的结晶习性来讲,指数低的平面(文献[2]也称第一显露面)是最重要的平面。在自然界的晶体生长过程中,外界条件(如自由空间、溶质来源及浓度、温度及压力大小等)充分的情况下,晶体外表总是被这些低指数平面所包围。同样情形,低指数的阵点列是最密集的阵点列,主平面属于这些阵点列所决定的晶带^[1],而这些晶带中 $[00l]$ 是最重要的,故外界条件满足时,中级晶系一轴晶晶体总是沿 c 轴生长,表现出柱面特别发育。

但是,在人工生长晶体条件下,特别是用提拉法和下降法生长的晶体,由于受生长容器、生长速率、熔体粘度、定向晶种等的限制,往往不能满足晶体本身结晶习性发育的条件,因而生长轴与光轴(c 轴)总有一定夹角。但由于受上述几何结晶学的制约,因此,在生长过程中,在 $[00l]$ 晶带上仍有长出两平行柱面的趋势^[2](见图 1, 2)。

实践证明,本方法有很多优点,主要避免了劳厄法定向过程中许多繁琐的照相及作图过程。另外, X 射线定向仪的定向精度比劳厄法定向精度要高一个数量级。因此,它具有速度快、精度高、操作简便的特点。作者认为本方法虽然有一定条件限制,但它对中级晶系一轴晶自发生长以及 $\langle h0l\rangle, \langle 0kl\rangle$ 方向生长的晶体的

(下转第 318 页)

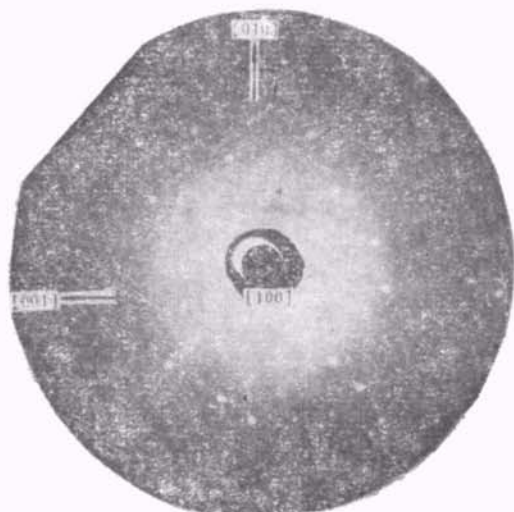


图 3 四方晶系 AgGaS_2 晶体 X 面 $\{h00\}$ 的劳厄图

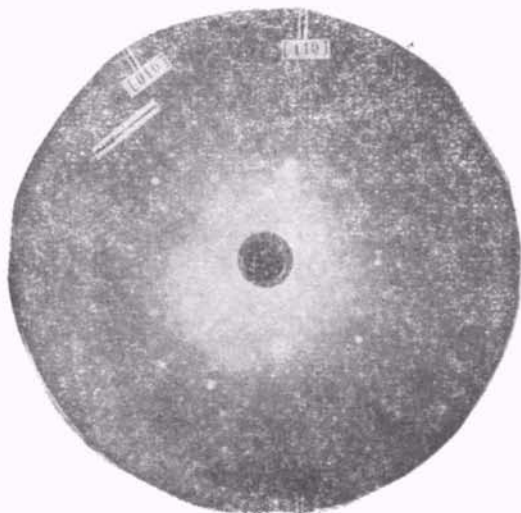
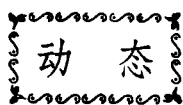


图 4 四方晶系 AgGaS_2 晶体 c 面 $\{00l\}$ 劳厄图



全国相图学术会议在南宁召开

1981年12月14日至18日在广西南宁市召开了全国相图学术会议。这次会议是由中国物理学会委托广西大学主持召开的。36个高等院校和科研单位的72名代表出席了会议。

北京钢铁学院柯俊教授致开幕词，他系统地介绍了国家自然科学基金规划和材料科学规划中有关相图工作的内容，从材料科学的发展，指出了相图研究工作的重要性，展望了我国相图研究工作的未来。

提交会议交流的有63篇学术论文和报告，内容包括合金相图、无机盐体系相图和相关关系、相图的测试方法、计算相图、相图的基础理论研究和综合评述。大会综合报告包括：(1)中国科学院金属研究所庄育智作的《西欧的材料科学研究》报告；(2)中国科学院物理研究所何寿安作的《高压下的相转变与相平衡》报告；(3)中国科学院上海冶金研究所许顺生作的《X射线的现状和进展》报告；(4)冶金工业部昆明贵金属研究所谭庆麟作的《关于国际相图委员会会议情况介绍》报告；(5)中国科学院物理研究所梁敬魁作的《磷酸盐体系相图与晶体结构》报告；(6)吉林大学赵慕愚作的《相图中的紧邻相区及其边界条件的确定》报告；

(7)中南矿冶学院金展鹏作的《计算相图的发展动态》报告。

会上还进行了对口交流、专题讨论和座谈。为便于协作和避免工作重复，各单位还介绍了1982—1984年间开展相图研究工作的计划和设想。

会议认为，应结合我国资源的特点和国民经济发展的需要，配合各种功能材料和其它新型材料的研制，以及资源的综合利用，大力开展合金和无机盐体系相图的研究，继续加强相图测试新方法新技术、计算相图和相图基础理论的研究工作，有重点、有计划地进行相图资料的收集、整理、编辑和评述工作，以及热力学数据库的建设工作。

为加强国内外学术交流，并考虑到相图工作在材料科学发展中的重要性，会议建议在中国物理学会下设相图分会。

会议决定于1984年在昆明召开下届全国相图学术会议，建议由冶金工业部昆明贵金属研究所、昆明工学院和云南大学负责筹备。

(梁敬魁)

第一届全国固体表面会议暨第二届全国半导体表面和介面物理会议将于今年第四季度召开

经中国物理学会批准，第一届全国固体表面会议、第二届全国半导体表面和介面物理会议将于今年第四季度召开。会议将在以下有关方面进行学术交流：(1)固体表面结构；(2)固体表面的电子特性；(3)固体表面的吸附、分凝及与外来物质的相互作用；(4)发生在固体表面的新现象和新效应；(5)表面分析仪

器及应用；(6)分子束外延。欢迎有关方面的工作者将论文(或工作报告)的详细摘要(1500—2000字包括重要图表)于7月15日前寄会议筹备组审查。来信请寄北京603信箱吴述尧。

(会议筹备组)

(上接第303页)

定向是行之有效的。对等轴晶系也有一定参考价值，对其他低级晶系二轴晶晶体有待进一步研究。

本文实验用的样品为我室各晶体生长组提供，文章得到喻先铎、麦振洪等同志指正，在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] A·纪尼叶著，施士元译，X射线晶体学，科学出版社，(1959)，49。
- [2] 郭常霖，硅酸盐学报，8(1980)，325。