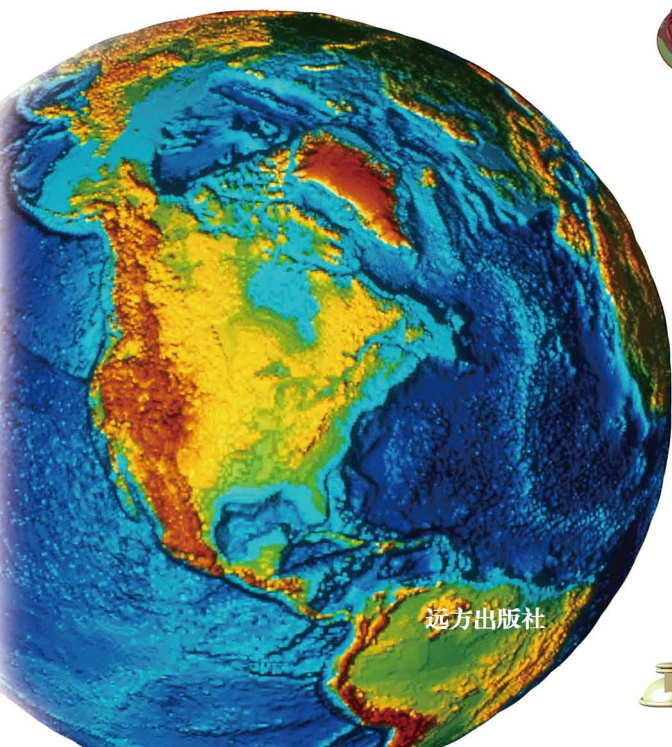


科学奥秘丛书
KE XUE AO MI CONG SHU

新材料与新能源



孙秀丽 编



远方出版社



科学奥秘丛书

新材料与新能源

孙秀丽 编

远方出版社

图书在版编目(CIP)数据

新材料与新能源/孙秀丽编. —呼和浩特:远方出版社, 2007. 7

(科学奥秘丛书)

ISBN 978-7-80723-152-3

I. 新… II. 孙… III. ①材料科学—普及读物②能源—普及读物

IV. TB3—49 TK01—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 100900 号

科学奥秘丛书 新材料与新能源

-
- | | |
|------|------------------------|
| 编 者 | 孙秀丽 |
| 责任编辑 | 刘向武 孟繁龙 |
| 装帧设计 | 璐莎 |
| 出版发行 | 远方出版社 |
| 社 址 | 呼和浩特市乌兰察布东路 666 号 |
| 电 话 | 0471—4919981(发行部) |
| 邮 编 | 010010 |
| 经 销 | 新华书店 |
| 印 刷 | 廊坊市华北石油华星印务有限公司 |
| 开 本 | 850×1168 |
| 字 数 | 810 千 |
| 印 张 | 100 |
| 版 次 | 2007 年 10 月第 1 版 |
| 印 次 | 2007 年 10 月第 1 次印刷 |
| 印 数 | 2000 |
| 标准书号 | ISBN 978-7-80723-152-3 |
-

远方版图书, 版权所有, 侵权必究
远方版图书, 印装错误请与印刷厂退换

前 言

人类有着悠久的历史 and 灿烂的文化，斗转星移，岁月悠悠，勤劳的儿女们在前人的基础上创造出无数的知识财富，只有了解、掌握这些知识，我们才能再创辉煌。

作为新世纪的领跑者，广大的青少年朋友应该加深对世界的了解，了解世界最新的技术和灿烂的文化，同时，不断地增强民族自尊心、自信心、自豪感和责任感，在未来的学习和工作中不断地努力，建设更加美好的世界。

为此我们本着全心全意为青少年朋友服务的宗旨编写了这套《科学奥秘丛书》，本书语言平实易懂，文中包括天文、地理、材料、能源、海洋、昆虫、动植物各类知识，使人增长智慧，了解前沿科学，激发青少年朋友学习的兴趣。

同时也希望本套丛书能帮助青少年朋友更好的掌握
科普知识,提高科学素养,成为新世纪全面发展的人才。

由于时间仓促,兼编者水平有限,文中如有纰漏,望
能多多指正。

编 者

目 录

新材料·····	(1)
中国的材料之星——陶瓷·····	(1)
透明世界的新成员·····	(12)
新型金属放异彩·····	(32)
材料工程的新突破·····	(53)
新能源·····	(86)
绿色能源·····	(86)
一代新燃料——甲醇·····	(94)
前程无量的氢能·····	(110)
打开禁锢在原子核中的千钧雷霆·····	(122)
一举五得的沼气·····	(144)

新材料

中国的材料之星——陶瓷

古往今来话陶瓷

提起陶瓷许多人会想到钵、壶、缸、罐等日用器皿，它们被用来当餐具、厨房用具、卫生设施或艺术饰品。我国从1万年前就开始有陶瓷出现了。陶器的产生是人类发展史上的一块里程碑。恩格斯把陶器的出现称为新石器时代开始的标志。

实际上陶瓷是陶和瓷“两兄弟”的总称。瓷是陶的“弟弟”，但年龄要小好几千岁。比起“哥哥”来，“弟弟”身材轻盈，肌肤光泽细腻，玲珑剔透，性格刚强，不渗水，不

透气,抗腐蚀,耐高温,人见人爱,可谓“天之骄子”。



瓷器是中华文明的象征。在许多拉丁语系国家,“瓷器”和“中国”都以 CHINA 这同一种字母拼音表示。汉代以后,我国的制瓷技术已发展到非常高的水平,出现了许多名窑和名瓷。古人用这样的诗句来赞扬越窑出产的美丽青瓷:“九秋风露越窑开,夺得千峰翠色来。”素有“瓷都”美称的江西景德镇所烧制的薄胎瓷器,更被誉为:明如镜,洁如玉,声如磬,薄如纸。以上这些称为传统陶瓷,也就是利用长石、石英、瓷石、粘土等无机非金属天然矿物为原料,经粉碎、混和、磨细、成形、干燥、烧成等传统工艺制成的产品,现在人们主要用作日用器皿和建筑、卫生

制品。

20 世纪 20~30 年代以来,传统陶瓷面临了严重的挑战。首先是科学技术的发展,对陶瓷提出了越来越高的要求。比如,电力工业远距离输电线的建立,要求有耐几十万伏高压的绝缘性能良好的陶瓷材料;汽车工业要求有耐高压、高温、高电压的供气缸点火用的火花塞及其他高性能的汽车零件材料;电子工业要求有大功率集成电路用的陶瓷基片以及其他功能元件所需的材料;火箭、宇宙飞船、导弹等空间技术产品要求提供耐极端高温的高强结构材料和各种功能陶瓷。

其次是传统陶瓷在性能上的致命弱点——脆,使它在工程应用面前不得不让位于金属材料。

对陶瓷性能的挑战孕育了陶瓷新的生命。经过大量的试验研究,特别是对陶瓷结构进行显微分析,科学家认识到如果能降低陶瓷中玻璃相的含量,甚至制造出几乎不含玻璃相、由许多微小晶粒结合而成的结晶态陶瓷,其性能将会大幅度提高。为此,人们不断提高原材料中氧化铝的含量,加入许多高纯度的人工合成化合物去代替天然原料,并对制备工艺作了许多改进。后来发现,完全

不用含硅酸盐的天然原料,也可以制成性能很好的陶瓷。于是,20 世纪 40~50 年代,陶瓷世家中一类新型陶瓷——“先进陶瓷”诞生了。这类陶瓷到目前还在不断发展之中,可谓“万年古树”上生长出的茂盛枝叶。

超级抗压的陶瓷

传统陶瓷制品具有较大的脆性,韧性差,抗拉强度低,这是传统陶瓷不容置疑的缺点。为了克服这个缺点,科学家研制出一种氧化锆陶瓷。氧化锆在大自然中存在于锆英砂中,澳大利亚和我国海南岛均有高质量的锆英砂。在不同的温度范围内,氧化锆呈现出不同的晶体结构:从室温到 $1\,170^{\circ}\text{C}$ 为单斜结构, $1\,170\sim 2\,370^{\circ}\text{C}$ 为四方结构, $2\,370\sim 2\,706^{\circ}\text{C}$ 为立方结构。这三种结构的氧化锆,比重分别为 5.68、6.10 和 6.27。可见温度越高,比重越大。因此,在同样重量下,温度越低,体积越大。

从四方结构冷却到单斜结构时的氧化锆有 8% 的体积膨胀。为避免氧化锆陶瓷在烧成时因体积变化引起开裂,须加入适量的氧化钇、氧化钙、氧化镁、等氧化物作为

稳定剂,以形成较稳定的立方或四方结构氧化锆。这种稳定的氧化锆陶瓷具有高耐火性(能耐 2 000℃ 高温)、较小的比热和导热系数、良好的化学稳定性(高温时能抗酸性腐蚀),因此是理想的高温绝热材料。它适合于制造冶炼金属与合金用的坩埚、连续铸锭用的耐火材料、耐 2 000℃ 左右高温的电炉发热体和炉膛耐火材料,它还可用来作为氧浓差电池和磁流体发电机组中的高温电极材料。

在征服陶瓷脆性的进程中,氧化锆相变增韧陶瓷非常令人瞩目,它改变着人们对陶瓷力学性能的传统看法,促进了先进陶瓷的进一步发展。氧化锆相变增韧陶瓷利用氧化锆由四方结构向单斜结构转变时的效应来克服陶瓷的脆性。

氧化锆相变增韧陶瓷有多种类型。其中有一种叫做部分稳定氧化锆陶瓷,是在氧化锆中加入适当稳定剂而形成的。它由稳定的立方结构氧化锆和亚稳定的四方结构氧化锆所组成。在外应力作用下,亚稳定的四方结构转变为单斜结构,伴随有体积膨胀,从而起到增韧作用。

目前运用有机溶剂蒸馏法获取氧化锆超微颗粒(其

直径仅几十纳米),可在较低温度下烧结成具有微细结构的四方结构氧化锆陶瓷(晶粒尺寸在1微米以下)。这种陶瓷具有高强度和高断裂韧性,适用于制造拉丝模、刀具、耐磨部件、导辊、工夹具等。

还有一种氧化锆增韧陶瓷,把氧化锆引入到其他陶瓷中,从而达到增韧效果。如氧化锆增韧氮化硅陶瓷,它可用于制造发动机、刀具、热机零部件等;又如氧化锆增韧氧化铝陶瓷,它可用于制造绝热发动机的某些部件、刀具等。

纤维补强陶瓷基复合材料用纤维作为增强体,是通过一定的复合工艺把纤维同陶瓷基体结合在一起而组成的材料的总称。这类复合材料具有高韧性、高强度、优异的热稳定性和化学稳定性,是一类新型结构材料。作为增强用的纤维有金属纤维(如钨丝、钼丝、钨丝等)、玻璃纤维和陶瓷纤维(如碳化硅、碳、氧化铝、氧化锆等纤维);而陶瓷基体有氧化物基(如氧化锆、氧化铝等)和非氧化物基(如硼化物、氮化物、碳、碳化物等)。

经过纤维补强的陶瓷,不管在抗机械冲击性,还是在抗热冲击性方面,都有了极大的提高,这在很大程度上克

服了陶瓷的脆性,同时又保持了陶瓷原有的许多优异性能。这种打不破的陶瓷目前虽只是初露端倪,但肯定有着美好的发展前景。

透光陶瓷的应用

你看到这个标题是否会诧异:写错了吧?只有透明的玻璃,陶瓷哪能透光?日常生活中使用的传统陶瓷确实是不透光的。但是,经过科学家的长期研究,已经开发出一批能透光的先进陶瓷,并在生产中获得应用。

作为理想的绝缘材料的陶器,被广泛地应用在电器行业中。与玻璃比较,陶瓷的强度高,耐火性好,能抵抗化学腐蚀,能经受放射性物质的强烈辐照。但陶瓷不透明,以致许多场合,特别是在照明电器上无法应用。因此,在 20 世纪 50 年代,科学家开始致力于这方面的研究。

他们了解陶瓷不透明的主要因素是陶瓷中存在许多微小的气孔。当一束光线照射到陶瓷表面时,微气孔由于具有对光线很强的散射能力,把大部分光线分散到四

面八方,最后被陶瓷所吸收。微气孔成了光线前进路上的“拦路虎”,所以,不把这只“拦路虎”赶走,休想让光线从陶瓷中通过。

为此,陶瓷专家们实验了几项技术措施。首先,烧制陶瓷所用的原材料要有很高的纯度和细度,而且颗粒要均匀,不能有的粗有的细,故他们用了纯度为 99.99%、平均颗粒尺寸只有 0.3 微米的氧化铝粉末作原料。其次,要减慢陶瓷结晶过程中晶粒长大的速度,这样便可依靠晶粒边界的缓慢移动,把微气孔赶走,所以他们在原料中加入了极少量的氧化镁作为阻碍晶粒长大的添加剂。第三,要减少加热炉中的气体,最好能抽成真空,但由于受到设备的限制,结果他们在炉中通入氢气。这是因为氢气分子的体积比空气中氮气分子的体积来得小,氢气分子容易通过晶格扩散到晶界,最后被排除出去。

一天,陶瓷专家科布尔和他的助手们正在实验室里研制透明陶瓷,他们从炉内取出一块烧好的陶瓷小圆片试样,不知怎么一来,小圆片落到了实验桌上正翻开的一本书上,奇妙的事情发生了:透过陶瓷片,书上的文字清晰地映入人们的眼帘。就这样世界上第一块透明陶瓷诞

生了。自从透明氧化铝陶瓷诞生以后,透明陶瓷家族真是人丁兴旺,成员已经有几十个,而且还在不断扩大。在氧化物陶瓷方面有氧化镁、氧化钇、氧化铍、氧化钽等透明陶瓷。还有一些由几种氧化物组成的透明陶瓷,如铝镁尖晶石(由氧化铝、氧化镁组成)、锆钛酸铅镧透明铁电陶瓷(由氧化锆、氧化钛、氧化铅、氧化镧组成)。在非氧化物陶瓷方面有氟化镁、氟化钙、氟化镧等透明陶瓷,还有能透过波长较长的红外线的陶瓷,如硫化锌、硒化锌、碲化镉、砷化镓等透红外陶瓷。

早在 30 年代初,人们就已经知道运用钠蒸气放电能取得一种高效率的光源。但是钠蒸气放电会产生超过 1000°C 的高温,而且钠是一种非常活泼的金属,有很强的腐蚀性,用玻璃制成的灯管无法耐受,而一时又找不到能在高温下抵抗钠蒸气腐蚀的合适灯管材料。经过了二十几个年头,一直到 1957 年,人们盼来了透明陶瓷。透明氧化铝陶瓷的熔点高达 $2\,050^{\circ}\text{C}$,能在 $1\,600^{\circ}\text{C}$ 的环境里不受钠蒸气的腐蚀,而且可以通过 95% 的光线。有了它,高压钠灯才在 1960 年呱呱坠地,并经过不断改进,得到了实际应用。

有一种锆钛酸铅镧透明铁电陶瓷,可以透光,耐高温,耐腐蚀,强度高,还能把电、光、机械变形等作用结合起来,具有电控光特征,故用它可制作存储、显示或开关用的光电器件。用这种铁电陶瓷和两块偏振片可组成具有夹层结构的护目镜,这种护目镜带有控制电路、电源和开关,用光敏二极管作为强闪光的接收元件。当接收元件测出周围的光强度超过危险值时,立即发出信号给控制电路,使镜片关闭,护目镜就自动迅速变暗;当危险光消失后,控制电路又自动加压到铁电陶瓷薄片上,使镜片达到最大的开启状态,即又回复到原来的明亮状态。有了这种护目镜,电焊工人就不必把面罩举上拿下了,核试验工作人员也可以一直戴着这种护目镜进行核爆炸前的准备工作。1976年,美国制成了 PLZT 核闪光护目镜,1977年正式装备部队,作为飞行员头盔上的护目镜。



答:功能陶瓷有超导陶瓷、光敏陶瓷、
气敏陶瓷、湿敏陶瓷、压敏陶瓷、热敏陶瓷、
电子陶瓷、磁性陶瓷、生物陶瓷、导电陶瓷
和电介质陶瓷等。先进陶瓷按其化学组成
又分为莫来石陶瓷、氧化物陶瓷(如氧化
铝、氧化锆等)、氮化物陶瓷、碳化物陶瓷和
复相陶瓷等。