

电子陶瓷材料 物化基础

张延平 主编 沈鸿才 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.co.cn>

DF 57/20

电子陶瓷材料物化基础

张延平 主编

沈鸿才 主审



电子工业出版社

内 容 提 要

本书选用实用性较强的多学科综合性资料,对电子陶瓷主要原材料的物理化学性质、理论知识、热工基础以及在行业中的独特作用,作了系统的阐述,其中包括原子结构和元素周期律,硅、铝、钛和其他金属及其化合物或物质的聚集状态、热交换、干燥、相平衡、固相反应等内容,为较系统地掌握电子陶瓷材料的物理化学基础理论知识提供了依据。

本书适合于从事本专业和电子元器件专业的工程技术人员、中等专业学校师生及高级工阅读。

电子陶瓷材料物化基础

张延平 主编

沈鸿才 主审

责任编辑 刘文杰

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京科技印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 12.625 字数: 290 千字

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月第 1 次印刷

印数: 2000 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-5053-3745-9/TN·987

前 言

本书选用实用性较强的电子陶瓷多学科综合性资料,以适应劳动部、电子工业部颁布的电子工业技术工人等级新标准中“一专多能”的要求,故本书有别于传统的《物理化学基础》课。

本书前五章对电子陶瓷主要原材料的物理化学性质及其在电子陶瓷行业中独有的性能,作了较深入的介绍,便于读者能更好的合理选择新材料,开发新产品。

后五章是本书的重点,对电子陶瓷的物理化学基础和电子陶瓷专业理论知识及热工基础知识,作了较系统的介绍。

本书取材于新型无机非金属材料专业的有关大、中专院校的教材或讲义,并参考了国内有关科技文献和专业辞典、书籍和杂志。选材以电子陶瓷为主,力求选用最新技术和资料。仅此向被引用参考资料的单位和作者表示衷心的感谢。

本书第一章中的大部分内容由国营第七九八厂洪荣芳先生提供初稿。国营第七九九厂沈鸿才先生对本书作了仔细认真的审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

因水平有限,故错误与不妥之处请批评指正。

张延平

一九九五年五月 北京

目 录

第一章 原子结构和元素周期律	(1)
第一节 原子结构和核外电子的运动状态	(1)
一、原子结构	(1)
二、原子核的结构	(1)
三、同位素和原子量	(3)
四、原子核外电子的运动状态	(5)
(一)电子云的概念	(5)
(二)核外电子的运动状态	(7)
第二节 原子核外电子的分布	(12)
一、几个原理规则	(12)
(一)包林不相容原理	(12)
(二)能量最低原理	(13)
(三)洪特规则	(14)
二、核外电子排布的实例	(14)
第三节 元素周期表和元素周期律	(20)
一、元素周期表	(20)
(一)元素周期表的结构	(21)
(二)元素周期表和原子电子层结构	(25)
二、元素周期律	(27)
(一)原子半径周期性变化	(27)
(二)第一电离能的周期性变化	(28)
(三)元素的主要化合价的周期性变化	(29)
第四节 化学键	(30)

一、离子键·····	(30)
(一)离子的结构特征·····	(32)
(二)离子化合物·····	(33)
二、共价键·····	(34)
(一)共价键的饱和性和方向性·····	(35)
(二)配位键·····	(36)
三、氢键·····	(36)
四、范德华键·····	(37)
五、金属键·····	(38)
复习思考·····	(38)
第二章 硅和硅的化合物 ·····	(40)
第一节 硅 ·····	(40)
一、硅的性质·····	(40)
二、硅的用途·····	(41)
第二节 石英 ·····	(41)
一、石英的类型·····	(41)
二、石英的一般性质·····	(44)
三、石英的用途·····	(46)
第三节 硅酸和硅酸盐 ·····	(48)
一、硅酸·····	(48)
二、硅酸盐·····	(49)
复习思考·····	(50)
第三章 铝和铝的化合物 ·····	(51)
第一节 铝 ·····	(51)
一、铝的性质·····	(51)
二、铝的用途·····	(53)

三、铝的化合物	(53)
(一)硫酸钾铝	(53)
(二)氢氧化铝($[\text{Al}(\text{OH})_3]$)	(54)
(三)氧化铝(Al_2O_3)	(54)
四、铝和三氧化二铝的制备基础	(55)
(一)电解金属铝	(55)
(二)电熔白刚玉	(56)
第二节 氧化铝的性质和用途	(57)
一、氧化铝的性质	(57)
(一)无水氧化铝	(57)
(二)氧化铝水化物的性质	(58)
二、氧化铝的用途	(60)
第三节 氧化铝的生产方法	(62)
一、氧化铝的原料	(62)
二、氧化铝的生产方法	(62)
三、碱式法中的拜耳法、烧结法	(64)
四、氧化铝制造方法的发展	(65)
五、电子陶瓷用氧化铝	(66)
六、铝硅酸盐	(71)
复习思考	(75)
第四章 钛和钛的化合物	(76)
第一节 钛	(76)
一、钛的性质	(76)
二、钛的用途	(77)
第二节 二氧化钛	(77)
一、二氧化钛的性质和结构	(77)
二、二氧化钛的制造方法	(81)

三、二氧化钛的用途·····	(84)
第三节 钛酸钡·····	(84)
一、钛酸钡的合成·····	(84)
二、钛酸钡晶体的结构和性质·····	(85)
三、钛酸钡在电子陶瓷中的应用·····	(88)
第四节 其他钛酸盐·····	(89)
一、钛酸钙·····	(89)
二、钛酸锶·····	(90)
三、钛酸镁·····	(90)
复习思考·····	(91)
第五章 金属及化合物 ·····	(92)
第一节 金属通论 ·····	(92)
一、金属的分类和性质·····	(92)
二、稀土元素·····	(95)
(一)稀土元素的性质·····	(95)
(二)稀土元素的用途·····	(98)
三、金属的一般冶炼方法·····	(98)
第二节 金属材料与陶瓷材料 ·····	(101)
一、陶瓷材料的发展趋势·····	(101)
二、陶瓷材料与金属材料的区别·····	(102)
第三节 铜的氧化物及性质 ·····	(106)
一、铜的性质和用途·····	(106)
二、铜的氧化物·····	(107)
第四节 锌的氧化物及性质 ·····	(107)
一、锌的性质和用途·····	(107)
二、锌的氧化物·····	(108)
三、氧化锌在电子陶瓷中的应用·····	(108)

第五节 锡的氧化物及性质	(109)
一、锡的性质和用途	(109)
二、锡的氧化物	(110)
三、氧化锡在电子陶瓷中的应用	(110)
第六节 锆的氧化物及性质	(111)
一、锆的性质和用途	(111)
二、锆的氧化物	(111)
三、二氧化锆在电子陶瓷中的应用	(112)
第七节 银的氧化物及性质	(113)
一、银的性质和用途	(113)
二、银的氧化物	(114)
三、氧化银在电子陶瓷中的应用	(114)
第八节 铅的氧化物及性质	(116)
一、铅的性质和用途	(116)
二、铅的氧化物	(117)
三、氧化铅在电子陶瓷中的应用	(118)
第九节 锰的氧化物及性质	(119)
一、锰的性质和用途	(119)
二、锰的氧化物	(119)
三、氧化锰在电子陶瓷中的应用	(120)
第十节 钴的氧化物及性质	(121)
一、钴的性质和用途	(121)
二、钴的氧化物	(122)
三、氧化钴在电子陶瓷中的应用	(123)
第十一节 铋的氧化物及性质	(124)
一、铋的性质和用途	(124)
二、三氧化二铋	(124)
三、三氧化二铋在电子陶瓷中的应用	(125)

复习思考	(126)
第六章 物质的聚集状态	(128)
第一节 概述	(128)
第二节 气体	(129)
一、理想气体的基本定律和实际气体	
状态方程式	(129)
(一)理想气体的基本定律	(129)
(二)理想气体状态方程	(129)
(三)气体的分压定律	(132)
(四)实际气体状态方程	(133)
二、气体分子运动论和气体的液化	(134)
(一)气体分子运动论	(134)
(二)气体的液化	(136)
第三节 晶体	(139)
一、晶体内部构造及类型	(139)
(一)晶体的内部构造	(139)
(二)晶体内部构造类型	(147)
二、最紧密堆积原理	(150)
(一)等径球的最紧密堆积	(150)
(二)不等径球的最紧密堆积	(153)
三、离子晶体	(153)
(一)最简单的离子晶格类型	(153)
(二)决定离子晶体构造的基本因素	(155)
四、晶格能	(160)
五、包林规则	(162)
六、硅酸盐晶体结构	(163)
(一)硅酸盐化学式的表示方法	(163)

(二)硅酸盐结构特点	(164)
(三)硅酸盐结构分类	(165)
七、晶体的缺陷	(171)
(一)点缺陷	(173)
(二)线缺陷	(174)
(三)面缺陷	(175)
八、同质异晶体、类质同晶体和固溶体	(175)
(一)同质异晶体	(175)
(二)类质同晶体	(177)
(三)固溶体	(178)
第四节 液体和玻璃体	(182)
一、液体的性质和结构	(182)
二、液体的性质	(184)
(一)液体的粘度	(184)
(二)液体的表面张力	(186)
(三)润湿性	(187)
三、硅酸盐熔体的冷却过程	(189)
四、玻璃的通性	(191)
(一)各向同性	(191)
(二)介稳性	(192)
(三)玻璃体由熔融态向固态转化过程是逐渐的、 可逆的	(192)
(四)玻璃体由熔融态转变为固态或由固态转变为 熔融态,其物理化学性质是连续变化的	(192)
五、玻璃的结构	(193)
(一)微晶子学说	(193)
(二)不规则网状结构学说	(194)
六、玻璃的性质	(196)

(一)玻璃的电导	(196)
(二)玻璃的物理化学性质	(197)
七、等离子体	(201)
(一)等离子体物理学	(202)
(二)等离子体化学	(202)
第五节 粉状物料的表面特征	(203)
一、粉状物料的分散	(203)
(一)电子陶瓷对粉料要求	(204)
(二)粉碎	(204)
(三)微粉制造技术	(206)
二、粉料的表面性质	(206)
(一)表面能	(206)
(二)曲面上的压差	(208)
(三)曲面上的蒸气压	(210)
(四)微晶的熔点和溶解度	(212)
(五)反应能力及表面化学反应	(214)
(六)表面吸附与改性	(216)
第六节 电子陶瓷的显微组织结构	(220)
一、概述	(220)
二、晶相	(222)
三、晶界	(224)
四、玻璃相	(226)
五、气孔	(227)
六、组织结构对材料性能的影响	(228)
(一)组织结构的均匀性对材料性能的影响	(229)
(二)晶粒大小和晶界对材料性能的影响	(230)
(三)加入物对组织结构和材料性能的影响	(231)
(四)组织结构对材料强度的影响	(233)

(五)气孔率或瓷体密度对材料性能的影响	(233)
(六)玻璃相对材料性能的影响	(234)
(七)组织结构的变化	(235)
(八)烧渗银工艺对瓷坏的组织结构也产生影响	(236)
复习思考	(237)
第七章 热交换	(238)
第一节 燃料及燃烧	(238)
一、燃烧及燃料	(238)
二、各种燃料的性能	(240)
三、燃料的燃烧过程	(241)
四、常用名词解释	(243)
五、电能热源	(247)
六、传热基本概念	(250)
第二节 传导传热	(254)
一、傅利叶定律	(254)
二、导热系数	(255)
三、单层平壁稳定导热	(256)
四、多层平壁稳定导热	(258)
五、非平壁稳定导热	(258)
第三节 对流传热	(259)
第四节 辐射传热	(261)
一、固体辐射传热	(264)
二、气体辐射	(266)
三、火焰辐射	(268)
第五节 综合传热	(271)
第六节 不稳定传热	(272)
复习思考	(274)

第八章 干燥	(276)
第一节 概述	(276)
第二节 干燥机理	(277)
一、坯体中水分类型	(277)
二、干燥过程	(278)
(一)干燥阶段	(279)
(二)合理的干燥制度	(280)
三、干燥过程中坯体的收缩与开裂	(282)
第三节 干燥方法	(283)
一、热空气干燥	(284)
二、电热干燥	(285)
(一)工频电干燥	(285)
(二)高频电干燥	(285)
(三)微波干燥	(286)
(四)远红外干燥	(286)
第四节 干燥制度的确定	(288)
一、干燥速度	(288)
二、干燥介质的湿度和温度	(289)
三、空气的流速和流量	(290)
四、坯体干燥与烧成收缩率	(290)
五、干燥水分计算	(291)
(一)坯体的绝对水分	(291)
(二)坯体相对水分	(292)
(三)绝对水分与相对水分的关系	(292)
(四)被干燥水分	(293)
第五节 干燥缺陷产生的原因分析	(294)
一、自身原因	(294)

二、在干燥处理过程中的原因	(294)
三、由前道工序造成的原因	(295)
复习思考	(295)
第九章 相平衡	(296)
第一节 基本概念	(296)
一、系统	(296)
二、相	(296)
三、组元	(297)
四、独立组元	(297)
五、自由度	(297)
六、平衡状态	(298)
第二节 相律和相图	(298)
一、相律	(298)
二、相图	(299)
(一)静方法	(300)
(二)动力法	(302)
第三节 单元系统	(304)
一、水的相图	(304)
二、具有晶型转变的单元系	(306)
三、单元系示例	(308)
第四节 二元系统	(311)
一、最简单的二元系	(312)
二、形成化合物的二元系	(315)
三、形成固溶体的二元系	(317)
四、二元系统相图示例	(319)
第五节 三元系统	(322)
一、三元系统表示法	(322)

(一)组成表示法	(322)
(二)三角形中的各种组成关系	(323)
(三)三元系统相图的特征	(330)
二、三元系统相图的基本类型	(333)
(一)具有三元最低共熔点的三元系统	(333)
(二)具有同组成熔融二元化合物的三元系统	(335)
(三)具有不一致熔融二元化合物的三元系统	(337)
三、三元系统相图示例	(340)
第六节 四元系统	(343)
第七节 相图的应用	(348)
一、提供配方设计依据	(348)
二、为陶瓷的微观分析提供依据	(349)
三、相图能为提高产品质量作指导	(349)
复习思考	(350)

第十章 固相反应	(352)
第一节 概述	(352)
第二节 固相反应过程	(353)
第三节 固相反应机理	(357)
第四节 固相反应与固相烧结的关系	(359)
第五节 影响固相反应的因素	(361)
第六节 固相反应中气相与液相的作用	(363)
一、气相的作用	(363)
二、液相的作用	(364)
第七节 烧结的相关过程	(365)
一、烧成中的传质过程	(365)
二、固相烧结过程	(367)
三、固相—液相烧结过程	(370)

四、二次晶粒长大过程和致密烧结	(372)
(一)二次晶粒长大过程	(372)
(二)致密烧结	(374)
(三)热压烧结	(379)
五、影响烧结的因素	(381)
复习思考	(383)
参考资料	(384)