

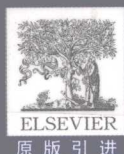
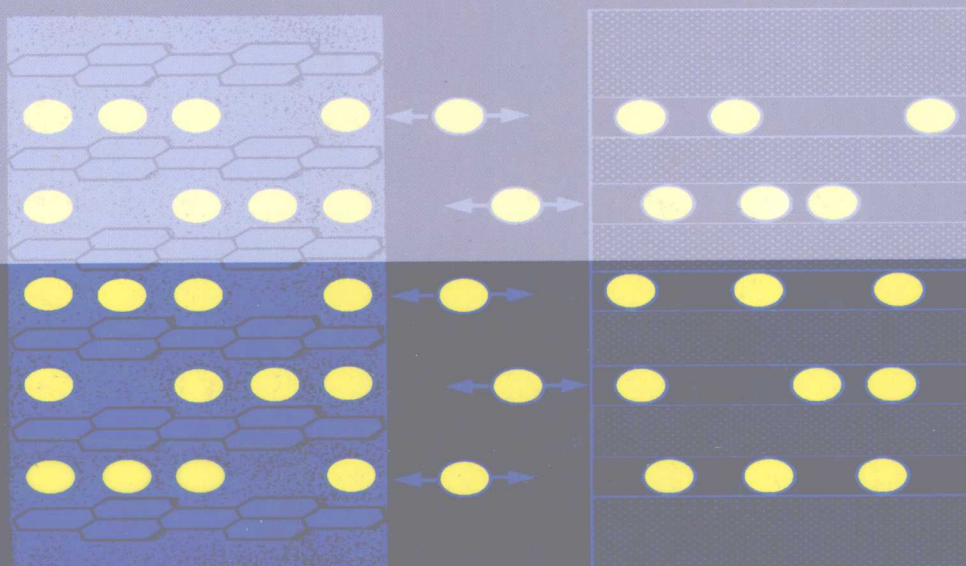


· 导读版 ·

Electrochemistry for Materials Science

材料电化学

W. Plieth



科学出版社
www.sciencep.com

Electrochemistry for Materials Science

材料电化学

W. Plieth



科学出版社

北京

图字:01-2008-3371 号

This is an annotated version of

Electrochemistry for Materials Science

W. Plieth

Copyright © 2008 Elsevier Inc.

ISBN-13: 978-0-444-52792-9

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P. R. CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售

图书在版编目(CIP)数据

材料电化学=Electrochemistry for Materials Science:英文/(德)普利斯(Plieth,W.)著. —影印本. 北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-022501-6

I. 材… II. 普… III. 电化学-应用-材料科学-英文 IV. 0646 TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 102848 号

责任编辑:邹 凯 霍志国/责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 7 月第一次印刷 印张:28 1/2

印数:1—1 500 字数:673 000

定价:99.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(双青))

导 读

众所周知,材料是人类赖以生存和发展的物质基础,材料科学的发展与突破可促进时代的变迁,推动人类物质文明和社会进步,对世界经济结构和社会发展产生重大的影响。现代材料科学及技术是化学、物理、数学、生物、工程等一系列学科的交叉融合而产生的新的学科领域,其中化学学科贯穿于材料的设计、合成、组装、裁剪、表征、应用等各个环节,扮演着一个核心科学的作用。随着现代科技的迅猛发展和多学科的交叉融合,不仅极大地推进了材料科学及技术的快速发展,而且也赋予其他相关学科以新的内涵;高技术先进材料的不断涌现,必然又促进现代高技术的发展和水平的大幅提升。

从 20 世纪 90 年代开始,现代电化学与材料科学关系愈加密切,它们相互交叉、渗透,相互促进,共同发展,形成诸多前沿的研究热点,也构成新的学科增长点——材料电化学。当今材料电化学发展异常迅猛,已成为材料科学研究中不可缺少的重要方法,特别是在能源材料、光电材料、导电聚合物、材料表面/界面、纳米材料等研究领域往往发挥不可替代的重要作用。电化学在材料制备、表面修饰、微纳米构筑等具有以下明显优势:(1)电化学反应绝大多数在水溶液中进行,不需要高温、高压,反应条件温和,设备简单、工艺易行,特别适合于各种湿化学的材料制备,如环境材料、仿生材料及生物材料等;(2)电化学反应总是发生在电极/溶液界面,由于强大的界面电场强度,使得许多在通常条件下难以实现的化学反应,在一般的电化学条件(常温、常压、无特别催化剂)下就可顺利进行;(3)电化学主要是通过电位、电流及界面化学环境的控制,实现界面电化学反应及化学反应的可控。基于电化学法拉第定律还可定量控制电化学材料的制备,从而实现材料制备定性和定量的精确可控;(4)电化学方法多种多样,如控电位、控电流、控电量等;电化学控制参数变化无穷,如直流、交流、方波、三角波、复合脉冲、控频率、控幅值等,通过灵活巧妙地设计应用各种电化学技术和控制合适电化学参数,可实现各种材料的组分—结构—功能的可控制备;(5)电极表面是电化学反应的场所,又是表面化学反应的载体和模板。材料电化学的另一个优势在于,通过控制电化学反应可实现材料表面构筑、表面修饰和插入、表面微纳加工、表面外延生长、表面微纳自组织等;而应用其他技术实现上述材料表面构筑通常是相当困难的。

与国际间的相关研究趋势同步,近年来我国材料电化研究空前活跃,随着能源、信息、环境、生命、纳米及高新技术的快速发展和重大需求,材料电化研究的广度和深度呈现快速增长的态势,并取得若干原始创新性的成果,而受到国际科学界的瞩目。但国内材料电化总体研究水平尚待进一步提高,主要表现在原始性创新研究还不多,材料组分—结构可控制备还不够,材料电化制备过程的基础研究还比较缺乏。

本书作者是德国德累斯顿(Dresden)工业大学物理化学及电化研究所资深教授Waldfried Plieth 博士。德累斯顿工业大学是德国最古老的一所综合性工业大学,该校物理化学及电化研究所实力雄厚、久负盛名,特别是在材料电化研究,如电沉积、腐蚀与防护、导电聚合物、氧化物半导体及纳米材料等领域走在世界前列。

本书由两大部分组成,第一部分重点介绍与材料科学紧密相关的电化学基本原理;第二部分详细描述了若干重要的材料电化学研究方向和热点。全书的主要特色如下:

(1)内容丰富、结构紧凑、融会贯通、图文并茂、文字流畅、简明易读。书中各章节均提供了比较全面的参考文献,包括经典的综论性文献和最新的研究进展报告,侧重引入新认识、新概念、新方法,不失为相关的研究人员提供了一本难得的参考书。

(2)虽然目前已有不少有关电化学基本原理的书籍和各种材料制备的文献报道,但本书仍凸显主体,紧扣与材料科学紧密相关的电化学基本理论,对若干材料制备关键性的电化学过程及参数,包括电解质、结构与成键、电极电位、双电层及吸附原子、传质与传荷及晶体成核与生长过程等进行了重点讨论,特色鲜明、针对性强。

(3)全书物理化学概念清楚,既应用电化学经典理论,也引入分子轨道理论,对材料科学中的热点和前沿课题的研究,如导电聚合物、离子液体、半导体电极、复合相、多元合金、表面自组织及纳米材料等进行深入浅出的讨论,给出了有关材料电化学制备和表征过程清晰的界面结构和反应机理,对其动力学过程及影响因素进行了严密的定性和定量的描述,在各章节还结合具体的研究体系适时地介绍了各种现代先进的电化学研究方法。

(4)作者结合自己擅长的研究领域和主要的研究成果,精心选择了金属合金的电化学沉积(金属键材料)、氧化物半导体(无机非金属材料)、腐蚀与防护(材料表面)、本征导电聚合物(有机共价键材料)及纳米电化学(复合材料)等重要材料电化学体系作为典型的实例,分别进行详细讨论。第8章主要讨论金属合金的电化学沉积及其理论基础,侧重可控制备及实际应用。第9章讨论氧化物半导体的电化学制备、光电化学特性、电化学表征及作为能源材料的应用。第10章侧重从材料电化学的观点讨论金属腐蚀与表面防护这一重要问题。第11章重点讨论本征导电聚合物的电化学合成、复合膜层的共聚、导电聚合物特性、导电聚合物的电化学研究方法、导电聚合物的特殊应用等。第12章侧重讨论若干新颖的复合纳米材料的电化学可控制备、基本原理及关键性参数。作者特别侧重理论联系实际,突出实用性,通过对上述典型材料电化学应用实例的讨论,强化电化学基本理论和材料科学实际应用的紧密沟通,不仅进一步深化对材料电化学基本过程的认识,而且十分有助于各种先进材料的电化学设计、电化学可控制备及电化学表征研究,对开展材料电化学研究具有重要实际指导意义。

如前所述,当今材料电化学发展将愈加迅猛,电化学在各种先进材料的制备和表征中已成为不可缺少的重要方法,愈来愈引起广泛的关注,本书的出版和引进必将促进我国材料电化学和材料科学的发展。本书为研究生及相关的研究人员提供了一本很好的材料电化学导论,不仅适合于电化学和材料科学研究人员阅读,也可供化学、物理、材料学、工程等领域的研究生及相关科研人员阅读参考。

林昌健

固体表面物理化学国家重点实验室,厦门大学

符 号 表

a	晶格常数
a	活度
$a_{\text{下标}}$	下标指定的物种活度
A	表面积
A_e	电子亲和度
A_n	成核速率
b	Burgers 矢量
B	Kohlrausch 方程(方程(1.7))中的常数
B_1	Debye—Hueckel—Onsager 方程(方程(1.19))中的常数
B_2	Debye—Hueckel—Onsager 方程中的常数
c	浓度
$\bar{c}$	本体浓度
c_0	总浓度
$c_{\text{下标}}$	下标指定的物种浓度
c_V	颗粒在电解质中的体积百分比(方程(12.4))
C	扩展的 Debye-Hueckel 方程中常数(方程(1.18))
C	电容
C_{dl}	双层电容
C_{sc}	空间电荷层电容
C_{GC}	Gouy—Chapman 层电容
C_H	Helmholtz 层电容
C_M	Madelung 常数
C_{SB}	Sauerbrey 常数
d	距离
$d_{\pm}$	电解质中离子平均直径
d_{GC}	Gouy—Chapman 层厚度
d_i	离子直径
d_p	颗粒直径
D	密度函数
D	扩散系数
D_{ad}	吸附原子的表面扩散系数
D_{ox}	电解质中氧化物种的密度
D_{ox}	氧化物质的扩散系数
D_{O_2}	氧的扩散系数

D_{red}	电解质中还原物种的密度
D_{red}	还原物质的扩散系数
e_0	元素的电荷(1.6022×10^{-19} 库仑)
E	电极电位
E_0	Nernst 电位
$E_0^\ominus$	标准 Nernst 电位
$E_{0,A}$	合金成分 A 的 Nernst 电位
$E_{0,B}$	合金成分 B 的 Nernst 电位
$E_{A_x B_{1-x}}$	合金 $A_x B_{1-x}$ 的 Nernst 电位
$E_{A_x B_{1-x}}^\ominus$	合金 $A_x B_{1-x}$ 的标准 Nernst 电位
E_a	活化能
$E_a^\#$	阳极活化能
$E_{0,a}^\#$	阳极活化能, 电偶电势差 $\Delta\varphi=0$
$E_c^\#$	阴极活化能
$E_{0,c}^\#$	阴极活化能, 电偶电势差 $\Delta\varphi=0$
E_{AA}	原子 A 脱离扭结位 AA^* 所需的活化能
E_{AB}	原子 B 脱离扭结位 AB^* 所需的活化能
E_{BA}	原子 A 脱离扭结位 BA^* 所需的活化能
E_{BB}	原子 B 脱离扭结位 BB^* 所需的活化能
E_{cor}	腐蚀电位
E_{dif}	扩散电位
E_e	电子能量
E_{id}	金属表面(本体金属, E_0)沉积低维金属点阵的电位
E_F	费米能
$E_{F,\text{ad}}$	吸附层费米能
$E_{F,\text{el}}$	电解质费米能
$E_{F,\text{m}}$	金属费米能级
E_{Fl}	Flade 电位
E_{fb}	平带能
$E_{\text{fb,n}}$	平带能, 导带
$E_{\text{fb,p}}$	平带能, 价带
E_g	带隙能
E_L	晶格能
E_{mc}	导带电子迁移率能量下限
E_{vc}	价带空穴迁移率能量上限
E_{mg}	带隙迁移律
E_p	钝化电位
E_{ph}	光电压

$E_{\text{ph,max}}$	光电压最大值
E_{pzc}	零电荷电位
E_{s}	样品电位
E_{SHE}	相对标准氢电极电位
E_{SCE}	相对饱和甘汞电极电位
E_{t}	针尖电位
f	旋转频率
f_0	共振频率
F	法拉第常数($9.648 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$)
F_{adh}	附着力
F_{frict}	摩擦力
F_{shear}	剪切力
F_{stag}	停滞力
g	Frumkin—Temkin 等温式中的常数
g_{AB}	电解质组分 B 相对于组分 A 在扭结位 A* 选择常数
g_{AC}	电解质组分 C 相对于组分 A 在扭结位 A* 选择常数
g_{BA}	电解质组分 A 相对于组分 B 在扭结位 B* 选择常数
g_{BC}	电解质组分 C 相对于组分 B 在扭结位 B* 选择常数
g_{CA}	电解质组分 A 相对于组分 C 在扭结位 C* 选择常数
g_{CB}	电解质组分 B 相对于组分 C 在扭结位 C* 选择常数
g_{AB}^*	外推至电流密度零点和旋转速度无穷大时的选择常数 AB
g_{BA}^*	外推至电流密度零点和旋转速度无穷大时的选择常数 BA
G	吉布斯能
$\bar{G}$	偏摩尔吉布斯能
$G^\ominus$	标准吉布斯能
h	普朗克常数($6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)
H	焓
$\bar{H}$	偏摩尔焓
$H^\ominus$	标准焓
i	电流密度
i_0	交换电流密度
$i_{\text{下标}}$	下标指定的电流密度
I	离子强度
I_{p}	峰电流
I_{t}	隧道电流
I_0	光强
k^*	常数($1/c_0 k_{\text{diff}}$)
k_0	指前因子
k_0	电极反应交换速度常数, $c_{\text{red}}, c_{\text{ox}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$k^\ominus$	标准电极反应交换速度常数, $a_{\text{red}}, a_{\text{ox}}=1$
$k_{\text{下标}}$	下标指定的速率常数
k_{B}	玻耳兹曼常数($1.3087 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$)
k_{dif}	扩散常数($k_{\text{dif}}=2FD/\delta$)
k_{dir}	复合常数,直接复合
$k_{\text{n,gs}}$	电子复合常数,通过能隙态的复合
$k_{\text{n,ss}}$	电子复合常数,通过表面态的复合
$k_{\text{p,gs}}$	空穴复合常数,通过能隙态的复合
$k_{\text{p,ss}}$	空穴复合常数,通过表面态的复合
$\bar{k}$	波矢量
k_x	x 方向的波矢量
K	合金稳态溶解常数
K_{ad}	Langumuir 吸附常数
$K_{\text{下标}}$	下标限定的平衡常数
l	雷诺数中的特征长度
l_{sc}	扩散长度,空间电荷层
m	物质的量浓度
$m^\ominus$	标准物质的量浓度
m_{e}	电子质量($9.110 \times 10^{-31} \text{ kg}$)
M	摩尔质量
M_{an}	阴离子摩尔质量
M_{app}	表观摩尔质量
M_{solv}	溶剂分子摩尔质量
n	量子数
n	电子在氧化还原反应的化学计量数
$n_{\text{i}}, n_{\text{j}}$	电化学反应级数
$n_{\text{ox,i}}$	电化学反应级数,电化学净反应中氧化侧物质
$n_{\text{red,j}}$	电化学反应级数,电化学净反应中还原侧物质
n_{s}	导带表面电子密度
N_{A}	阿伏加德罗常数
N_{A}	共聚物中单体 A 数目
N_{ad}	吸附分子密度
N_{B}	共聚物中单体 B 数目
N_{cb}	导带中的能级密度
N_{cc}	载流子密度(授主或受主)
N_{max}	吸附位最大密度
N_{oc}	已占电子能级密度
N_{p}	单位面积和时间内通过扩散层的粒子数(方程(12.7))
$N_{\text{p,ad}}$	吸附粒子密度

$N_{p,co}$	共沉积层中粒子密度
$N_{p,el}$	电解质中粒子密度
$N_{p,max}$	吸附粒子最大密度
N_{tr}	盘—环电极迁移数
N_{un}	未占电子能级密度
N_{vb}	价带能级密度
p	蒸气压
p^0	单相中的蒸气压
p_{AA}	扭结位 AA^* 形成概率
p_{AA}	单体 A^{+*} 与聚合物链分子 $R-A^{+*}$ 反应概率
p_{AB}	扭结位 AB^* 形成概率
p_{AB}	单体 B^{+*} 与聚合物链分子 $R-A^{+*}$ 反应概率
p_{AC}	扭结位 AC^* 形成概率
p_{BA}	扭结位 BA^* 形成概率
p_{BA}	单体 B^{+*} 与聚合物链分子 $R-A^{+*}$ 反应概率
p_{BB}	扭结位 BB^* 形成概率
p_{BB}	单体 B^{+*} 与聚合物链分子 $R-B^{+*}$ 反应概率
p_{BC}	扭结位 BC^* 形成概率
p_{CA}	扭结位 CA^* 形成概率
p_{CB}	扭结位 CB^* 形成概率
p_{CC}	扭结位 CC^* 形成概率
P_s	价带中表面空穴密度
P	经验因子(方程(12.7))
P	变换矩阵
$P(E)$	与电位有关的粒子结合概率
P_m	最大功率
q_i, q_j	晶格中离子电荷
q_{ad}	特性吸附离子的电荷密度
q_{el}	双电层电解质侧的电荷密度
q_m	双电层金属侧的电荷密度
Q	电荷
r	半径
r	旋转速度
r_0	中心离子和最近邻间距离
r_1	比值 k_{AA}/k_{AB} (方程(11.16))
r_2	比值 k_{AA}/k_{AB} (方程(11.16))
$r_{1,j}$	离子晶格中离子距离
$r_{\text{下标}}$	下标指定的反应速率
r_B	Bjerrum 半径

r_i	中心离子和离子 i 间的距离
r_j	中心离子和离子 j 间的距离
r_p	粒子半径
R	气体常数($8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)
P	电阻
R_{ct}	电荷转移电阻
R_d	扩散电阻
R_{el}	溶液电阻
R_{sc}	空间电荷层电阻
S	重叠积分
S	熵
$\bar{S}$	偏摩尔熵
$S^\ominus$	标准熵
t	时间
t_-	阴离子传递系数
t_+	阳离子传递系数
T	开尔文温度
T_c	临界温度
T_g	玻璃化温度
u_-	阴离子迁移数
u_+	阳离子迁移数
u_E	电泳迁移率
$U, \Delta U$	内能
U	电池电压
U_{ph}	光电电池电压
$U_{\text{ph,m}}$	最大功率光电电池电压
$U_{\text{ph,sc}}$	短路光电电池电压
v	合金 x_A/x_B 的缩写
v	比值 N_A/N_B (方程(11.16))
v	流速
v	扫描速度
v_f	聚合物的自由体积
v_g	玻璃化温度下聚合物的自由体积
V_A	元素 A 的 Wigner—Seitz 晶胞的摩尔面积
V_{bulk}	本体金属摩尔体积
V_{LJ}	Lennart—Jones 电势
V_{upd}	欠电位沉积金属摩尔体积
W	电解质中 c_A/c_B 的缩写
w_{sc}	空间电荷层厚度

x	电极表面距离
$x_{\text{下标}}$	下标指定的摩尔分数
x_{crit}	离子直径比临界值
x_{m}	金属基体中离子的质量百分数
x_V	沉积离子的体积百分比
x	金属离子电极电子化学计量数
z	每个单体单元中的电子数
z_-	阴离子电荷
z_+	阳离子电荷
z_{ad}	特性吸附离子电荷
z_i	离子 i 电荷
Z	晶胞常数
Z	普通热力学函数
Z	阻抗
$\bar{Z}$	普通偏摩尔热力学函数
$ Z $	阻抗的模
$Z_{\text{下标}}$	下标指定的阻抗
$[\text{Ag}_i^0]$	金属晶格中的间隙密度(例如,银)
$[\text{V}'_{\text{Ag}}]$	金属晶格中的空位密度(例如,银)
$[\text{A}^*]$	扭结位 A^* 的表面密度
$[\text{AA}^*]$	扭结位 AA^* 的表面密度
$[\text{AB}^*]$	扭结位 AB^* 的表面密度
$[\text{B}^*]$	扭结位 B^* 的表面密度
$[\text{BA}^*]$	扭结位 BA^* 的表面密度
$[\text{BB}^*]$	扭结位 BB^* 的表面密度
$[k_{\text{sp}}]$	扭结表面密度
Δf	频移
Δf^*	复数频移
$\Delta G_{\text{A}_x\text{B}_{1-x}}$	合金 A_xB_{1-x} 的吉布斯能
$\Delta G_{\text{A}_x\text{B}_{1-x}}^\ominus$	合金 A_xB_{1-x} 的标准吉布斯能
$\Delta \bar{G}_{\text{upd}}$	金属在 UPD 修饰中的偏摩尔吉布斯能
$\Delta_{\text{for}} G$	生成吉布斯能
$\Delta_{\text{for}} G_{\text{upd}}$	UPD 层生成吉布斯能
$\Delta_{\text{for}} G_{\text{A}_x\text{B}_{1-x}}$	生成 A_xB_{1-x} 的吉布斯能
$\Delta_{\text{for}} H$	生成焓
$\Delta_{\text{for}} H_{\text{upd}}$	UPD 层生成焓
$\Delta_{\text{for}} H_v$	空位生成焓
$\Delta_{\text{for}} H$	熔化焓
$\Delta_{\text{ion}} H$	离子化焓

$\Delta_{\text{lat}} H$	晶格焓
$\Delta_{\text{solv}} H$	溶剂化焓
$\Delta_{\text{sub}} H$	升华焓
$\Delta_{\text{fus}} H_{\text{bulk}}$	本体金属升华焓
$\Delta_{\text{fus}} H_{\text{upd}}$	UPD 层升华焓
$\Delta_{\text{vap}} H$	蒸发焓
$\Delta_{\text{for}} S$	生成熵
$\Delta_{\text{for}} S_{\text{upd}}$	UPD 层生成熵
Δm	质量变化
Δm_{Me}	单位时间单位面积沉积金属质量(方程(12.5))
Δm_{p}	单位时间单位面积沉积粒子质量(方程(12.5))
Δm_{WS}	元素 A 和 B 的 Wigner—Seitz 晶胞表面电子密度差
$\Delta \omega$	共振频率半峰宽
Δz_{ad}	离子吸附过程的部分电荷转移
Δz_i	沉积过程第 i 级反应步骤的部分电荷转移
$\Delta \chi$	电负性差
$\Delta \varphi$	电偶电位差
$\Delta \varphi_{\text{dl}}$	双电层电位差
$\Delta \varphi_{\text{GC}}$	亥姆霍兹面和电解质之间的电位差
$\Delta \varphi_{\text{H}}$	金属和亥姆霍兹面间的电位差
$\Delta \varphi_{\text{sc}}$	电偶电势差, 空间电荷层
$\Delta \varphi_{\text{sc}}$	空间电荷层电位降
Δz_{sep}	分离反应中电荷转移
Φ	功函数
Φ_{s}	隧道显微镜中样品的功函数
Φ_{t}	隧道显微镜中针尖的功函数
Γ_{ad}	特性吸附离子的表面浓度
Γ_{e}	电子的表面浓度
Γ_i	i 组分的表面浓度
$\Gamma_{i(\text{s})}$	i 组分相对表面余量
$\Gamma_{i,\text{a}}$	阴离子 i 的表面浓度
$\Gamma_{i,\text{c}}$	阳离子 i 的表面浓度
Γ_{max}	最大表面浓度
Γ_{s}	溶剂的表面浓度
Λ_{-}	阴离子摩尔电导
Λ_{+}	阳离子摩尔电导
Λ_{∞}	无限稀释时摩尔电导
Λ_{m}	摩尔电导
Θ	角度(小角度晶界)

Θ	表面张力矢量间的角度 $\sigma_{\text{mp}}/\sigma_{\text{ep}}$
Θ	表面覆盖度
Θ_{ad}	吸附原子表面覆盖度
T	表面应力张量
α	分解度
α	表观质量中溶剂分子数(方程(11.4))
α_a	阳极电流密度电荷转移系数
α_c	阴极电流密度电荷转移系数
$\alpha_{a,i}$	溶解过程第 i 分步反应的电荷转移系数
$\alpha_{c,i}$	沉积过程第 i 分步反应的电荷转移系数
α_{des}	脱附反应的电荷转移系数
α_{dis}	分解反应的电荷转移系数
α_{sep}	分离反应的电荷转移系数
α_f	聚合物自由体积的膨胀系数
α_{sc}	空间电荷层吸附系数
β	体系常数(方程(12.4))
β	膜随电场强度生长的指数常数(方程(10.41))
β	表观质量中阳离子数(方程(11.4))
χ	轨道函数
χ	表面伏打电位
δ	厚度,一般地
δ_{τ}	粒子驻留期间金属层厚度生长(方程(12.4))
δ_{ad}	吸附原子的平均位移
δ_{crit}	包覆粒子的金属层临界厚度
δ_{d}	扩散层厚度
ϵ	相对介电常数
ϵ_0	真空介电常数($8.845 \times 10^{-12} \text{ J}^{-1} \cdot \text{C}^2 \cdot \text{m}^{-1}$)
ϵ_e	弹性表面张量
ϵ_p	塑性表面张量
ϵ_{tot}	总表面张量
Φ	相移
γ	活度系数
γ	电吸附价
$\gamma_{\pm}$	平均活度系数
γ_i	离子活度系数
γ_s	Everett/Couchman 函数,也称为表面张力
η	过电位
η	粘度
η_{d}	扩散过电位

η_x	传荷过电位
φ	电偶电势
$\varphi_{1/2}$	扭结位原子焓
φ_{AA}	AA 键能
φ_{AB}	AB 键能
φ_{BA}	BA 键能
φ_{BB}	BB 键能
φ_H	亥姆霍兹面的电偶电势
φ_m	金属中的电偶电势
φ_{Me-Me}	扭结位的电子与最近邻间的键能
φ_x	距亥姆霍兹面 x 位点的电偶电势
φ_{Me-Me}^*	扭结位的电子与最近邻间的键能,适于长程力
κ	电极表面(Gouy-Chapman)电位衰减或离子距离增加(Debye)常数
κ_{2D}	二维可压缩性
λ	部分电荷转移系数
λ	热导性
λ	波长
μ	偶极矩
μ	剪切模量
$\mu_{1/2}$	扭结位的原子化学位
$\mu_{\text{下标}}$	下标指定的化学位
μ_-	电子迁移律
μ_+	空穴迁移律
$\tilde{u}$	电化学位
$\tilde{u}_{\text{下标}}$	下标指定的电化学位
ν	频率
ν	动态粘性
ν_0	系统常数
ν_{at}	原子体积
$\nu_{\text{下标}}$	下标指定的化学计量数
ρ	比质量(密度)
ρ	比电阻
ρ_M	沉积金属的比质量
ρ_p	共沉积粒子比质量
σ	比导电率
σ_e	电子比导电率
σ_h	空穴比导电率
σ	吉布斯表面能(表面张力)
σ_{ep}	电解质和粒子间表面张力

$\sigma_{\max}$	零电荷电势时的表面张力
σ_{me}	金属表面和电解质间的表面张力
σ_{mp}	金属表面和粒子间的表面张力
τ	扩散过渡时间
τ	驻留时间
τ_{AA}	原子 A 在扭结位 AA^* 的驻留时间
τ_{AB}	原子 B 在扭结位 AB^* 的驻留时间
τ_{ad}	吸附原子驻留时间
τ_{BA}	原子 A 在扭结位 BA^* 的驻留时间
τ_{BB}	原子 B 在扭结位 BB^* 的驻留时间
τ_{p}	粒子驻留时间
ω	角速度
ω	半宽
ψ	内电势
ψ	波函数
ξ	Zeta 电位

(林昌健 译)

前 言

长期以来,电化学一直是沟通基础化学和物理科学的基石,而当今的电化学更是在许多应用科学和技术领域发挥重要的作用。电化学原理和技术已在材料科学领域,诸如电化学沉积金属及合金、氧化物膜和半导体的形成、腐蚀和防护、导电性可在金属和半导体间切换的新型聚合物及正在快速发展的纳米技术等多方面得到广泛的应用。要充分地掌握这些应用,我们必须了解基本的电化学概念。因此,在本书的前6章中主要介绍电化学基本原理。首先以固态电极材料为背景,重点讨论电解质和电极的性质,接着讨论当电极和电解质接触时电位差的产生,解释如何通过电位测量以测定固体的热力学参数,并在分子或原子水平上对电化学双电层性质进行描述,还分析了电化学反应中物质传递和电荷转移这两个基本过程的动力学问题。本书前半部分对基本概念的介绍,以及随后对实际应用实例的讨论,无论是初学者还是有经验的读者均能得到深入浅出、简捷易懂而又富有启发的收获。

第二部分涉及电化学在材料科学领域多方面的应用,其中结合讨论电化学原理,并介绍具有代表性的参考文献。本书侧重对若干快速发展的材料电化学应用领域的例举和分析,其目的在于与不同知识背景和不同研究领域的读者交流实际经验和基本感悟,以期通过电化学在多种学科领域的应用、策略和技术的介绍和讨论,对读者有所启迪。作者在德累斯顿工业大学材料科学领域长期的教学和科研经历,为本书的构思和写作奠定了基础。

作者要感谢在本书稿写作过程中给予帮助的人们,尤其是他们对各章的校阅、富有价值的讨论和宝贵的建议。他们是 Andreas Bund 博士、Hartmut Dietz 博士、Karl Doblhofer 博士、Ulrich Guth 教授、Thomas Heine 博士、Ursula Rammelt 博士及 Holger Sahrhage 博士。作者还要感谢 Pamela Winchester 博士对语言文字的编辑和润色。

Waldfried Plieth 于德国德累斯顿工业大学

(林昌健 译)