



银

宁远涛 赵怀志 编著



中南大学出版社

银

宁远涛 赵怀志 编著

图书在版编目(CIP)数据

银/宁远涛,赵怀志编著. —长沙:中南大学出版社,2005. 10
ISBN 7-81105-090-0

I. 银... II. ①宁...②赵... III. 银-研究 IV. TG146.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 094145 号

银

宁远涛 赵怀志 编著

☐责任编辑 秦瑞卿

☐责任印制 汤庶平

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 中南大学印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 28.75 ☐字数 730 千字

☐版 次 2005 年 10 月第 1 版 ☐2005 年 10 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81105-090-0/TF·005

☐定 价 65.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内容摘要

本书是一本有关银的综合性论著，内容包括银与银货币的历史沿革，银资源与生产，银的物理与化学性质，银的冶金学与材料科学，银药学，以及银与生物圈等相关科学问题。本书较详细地介绍了银、银合金与银化合物在现代工业与环境保护等领域中的应用成就和新的应用前景，展示了银的近代科学技术的发展，其中许多领域是21世纪银科学技术的热点。本书可作为从事银科学技术研究，银材料生产以及对银感兴趣的各行各业的工作者参考。

前 言

银是一种古老金属，也是人们最熟知的金属之一。与金一样，银的历史也富传奇色彩，其应用贯穿了整个人类文明史，与人类社会发展的各个阶段密切相关。因此有人说“一部金银史就是一部世界史”。在人类文明发展的历程中，金走过了从“皇家金属”到“货币金属”再到“工业金属”的历程，银也走过了与金类似的历程，金属史学家的总结是：“金归政府用作财富，银归商人用于交易，铜归百姓用于生活。”其实，在远古时代，“银比金更早地充当货币”；到中世纪，白银成了许多国家货币的主币；到 19 世纪 20 年代，“金银复本位制”让位于“金本位制”；到 1978 年，国际货币基金组织终结了“黄金非货币化”的法律手续，这样，金银都从“货币金属”的特殊宝座上跌了下来。“棋逢断处生”，随着工业技术的快速发展，从 19 世纪下半叶开始，金银开始在现代工业中得到应用。20 世纪科学技术的高速发展，金银一跃成为高新技术用“工业金属”，特别是银，它在贵金属中资源相对丰富，价格也相比便宜，因而在工业中获得更为广泛的应用，从而金银又获得了“新生”。在进入 21 世纪之初，我们认为银也是最值得人们去回顾、思考、总结和展望的金属。在这种历史背景和现实要求下，在作者编著的《金》一书面世后，觉得还有义务和必要写一本《银》的综合性著作。古代的炼金术士们把金和银视为“太阳”和“月亮”的等同物，“阴阳说”把银和金看成是“阴”和“阳”的对应物。从系统性角度出发，作者希望《金》、《银》两书构成“姊妹”篇。

过去，世界各国的黄金白银一直由政府控制，由国家银行或国库掌管。金银的这种特殊地位和特殊管理，严重制约了金银科学技术的发展（地质、采、选、冶除外）。现在，世界各国都放松了对金银的控制，在我国成立了上海黄金交易所，金银市场已经放开，金银不再是科技人员难得获取的研究原材料，也不只是手头上的“硬通货”，这就为发展金银科学技术提供了广阔的延伸空间，为金银深加工和开发新材料新用途提供了方便和契机。本书的目的是提供一本有关银的全面的综合性背景材料，一方面作为从事银科学技术的科技人员的参考，同时也为满足对银有共同兴趣的各行各业的工作者提供有关银的知识需要。涉及到银的采、选、冶等方面的科技问题，国内外已有不少优秀著作，但长久以来，缺乏一本有关银的综合性论著，本书的构思正是为了弥补这个缺陷。

本书是根据作者收集、精选、总结和分析国内外有关领域的重要文献和优秀成果，结合作者在贵金属领域工作几十年长期积累的大量资料和工作实践编写而成的。全书共分 20 章，以银的历史作为开篇，综合评述了银的资源 and 产量、伴（共）生银的提取与回收、银的物理性质、化学性质、银的合金化原理、银合金的结构与性质、银和银合金材料的制备技术、银和银合金复合材料、银和银合金系列电接触材料、银币及饰品、餐具材料、银合金钎料、能源工业用银材、银和银合金系列浆料、银盐感光材料、银的低维材料、银系抗菌材料、医用、药用材

料以及电镀银和化学镀银技术等。本书对银的近代科学技术做了较详细的介绍,并重点介绍了各种银材在国民经济与高新技术领域中的应用。结合 21 世纪人类面临的重大课题,还介绍了银与生物圈的关系。本书所涉及的银的近代科学技术问题中,许多领域是 21 世纪银科学技术的热点。全书内容覆盖面十分广泛。

在编写本书过程中,编者尽力把国内外在银科技方面的进展介绍给读者,为此查阅了国内外大量的文献、资料及有关学者的论文,在此编者谨向所有在本书参考文献中列出的文献作者致以崇高的敬意和衷心的感谢。鉴于涉及到银的文献资料浩如烟海,本书难以收全或容纳各个领域中的所有重要文献。另一方面,由于作者的能力有限,加之作者的知识面也难以覆盖所有这些领域,因此对一些问题的论述可能不够全面与深刻,甚至难免出现一些错误。作者在此诚恳地希望广大同仁和读者批评指正,以便今后进一步修改与完善。

在本书的写作与出版过程中,得到了作者所在单位昆明贵金属研究所和贵研铂业股份有限公司领导的大力支持,得到国内学者、同事的鼓励与帮助,得到了出版社的大力支持,作者在此一并致谢。

宁远涛

赵怀志

昆明贵金属研究所

目 录

第1章 银的历史

1.1 银的名称	(1)
1.2 银的古代价值	(2)
1.2.1 古代中国银的价值和地位	(2)
2.2.2 古代世界银的价格	(3)
1.3 银的成因说	(4)
1.3.1 古代中国银的成因说	(4)
1.3.2 古代世界银的成因说	(4)
1.4 古代的银矿	(5)
1.4.1 古代中国的银矿	(5)
1.4.2 古代世界的银矿	(5)
1.5 古代银的冶金	(7)
1.5.1 银的自然冶金	(7)
1.5.2 从矿石中提取银	(7)
1.5.3 金银分离法提取银	(8)
1.6 银的加工制作历史	(9)
1.6.1 古代世界的银制品	(9)
1.6.2 古代中国的银制品	(10)
1.7 古代的银货币	(12)
1.7.1 古代世界的银货币	(12)
1.7.2 古代中国的银货币	(13)
参考文献	(14)

第2章 银的资源 and 产量

2.1 概述	(15)
2.2 银的地球化学性质	(15)
2.3 银矿床类型和主要银矿物	(17)
2.3.1 银的主要矿床类型	(17)
2.3.2 银的主要矿物	(18)
2.4 银的资源	(19)
2.4.1 世界的银资源	(19)
2.4.2 中国的银资源	(19)
2.5 铅锌、铜、金矿石中的伴生银	(20)
2.5.1 铅锌矿石中的伴生银	(21)

2.5.2 铜矿中的伴生银	(21)
2.5.3 金矿中的共(伴)生银	(23)
2.6 银产量	(25)
2.6.1 世界的银产量	(25)
2.6.2 中国的银产量	(27)
2.7 银的历史积累消费和再生银	(28)
参考文献	(30)

第3章 伴生(共生)银的提取与精炼

3.1 概述	(31)
3.2 从铜阳极泥中提取银	(31)
3.2.1 铜阳极泥的成分和金属赋存状态	(31)
3.2.2 火法-电解流程	(32)
3.2.3 选-冶联合流程	(33)
3.2.4 焙烧-湿法流程	(34)
3.2.5 全湿法流程	(36)
3.2.6 “INER”法	(38)
3.3 从铅阳极泥中提取银	(38)
3.3.1 铅阳极泥的成分和金属赋存状态	(39)
3.3.2 火法工艺流程	(40)
3.3.3 湿法工艺流程	(40)
3.3.4 火-湿法联合流程	(42)
3.4 从锌冶炼中回收银	(43)
3.4.1 火法炼锌工艺中银的回收	(43)
3.4.2 湿法炼锌工艺中银的回收	(43)
3.5 从锡冶炼中回收银	(45)
3.6 从金冶炼中回收银	(46)
3.6.1 金粗炼中银的回收	(46)
3.6.2 金精炼中银的回收	(49)
3.7 从铂族金属精矿中提取银	(50)
参考文献	(50)

第4章 银的物理性质

4.1 概述	(52)
4.2 银的原子与晶体性能	(52)
4.3 Ag 的核物理性质	(55)
4.4 Ag 的热学性质	(57)
4.4.1 Ag 的熔点、沸点、熔化热与蒸发热	(57)
4.4.2 Ag 的蒸气压	(57)
4.4.3 Ag 的热膨胀	(58)

4.4.4 Ag 的热容	(58)
4.4.5 Ag 的热导率与热扩散	(59)
4.5 Ag 的电学性能	(60)
4.5.1 Ag 的电阻率	(60)
4.5.2 Ag 的热电性质	(63)
4.5.3 热离子发射性质	(64)
4.5.4 Ag 改善超导材料性能	(65)
4.6 Ag 的磁性与霍尔系数	(65)
4.7 Ag 的光学性质	(66)
4.8 Ag 的力学性质	(67)
4.8.1 弹性模量	(67)
4.8.2 强度性质	(68)
4.8.3 合金元素对 Ag 的强化	(69)
4.9 Ag 的回复与再结晶	(72)
4.9.1 Ag 的回复与再结晶	(72)
4.9.2 合金元素对 Ag 再结晶温度的影响	(74)
4.10 Ag 合金的结构超塑性	(75)
参考文献	(76)

第5章 银的化学性质

5.1 概述	(77)
5.2 Ag 的化合价与化学活性	(77)
5.3 Ag 的腐蚀与晦暗特性	(78)
5.3.1 Ag 的抗腐蚀性	(78)
5.3.2 Ag 的晦暗	(81)
5.3.3 Ag 合金的腐蚀与晦暗	(82)
5.4 Ag 的无机化学	(84)
5.4.1 Ag 与氧的反应	(84)
5.4.2 Ag 与 S、Se、Te 的反应	(86)
5.4.3 Ag 与卤素元素的反应	(87)
5.4.4 重要的银盐	(89)
5.5 Ag 的配合物	(90)
5.5.1 Ag(I)配合物	(90)
5.5.2 Ag(II)配合物	(91)
5.5.3 Ag(III)配合物	(92)
5.5.4 Ag 的氧化态与几何构型	(92)
5.6 Ag 的有机化合物	(93)
5.7 Ag 的电化学性质	(94)
5.7.1 Ag 的 Pourbaix 图	(94)
5.7.2 Ag 在某些体系中的标准电极电位	(95)

5.7.3 氢过电压	(96)
5.7.4 Ag 的迁移特性	(97)
5.7.5 Ag 的电化当量	(98)
5.8 Ag 的催化性质	(98)
5.8.1 乙烯化氧(环氧乙烷)合成(乙烯氧化反应)	(98)
5.8.2 乙二醛合成(乙二醇氧化反应)	(99)
5.8.3 甲醛合成(甲醇氧化反应)	(99)
5.8.4 Ag 在有机反应中的催化作用	(100)
参考文献	(101)

第6章 银的合金化原理

6.1 概述	(102)
6.2 Ag 与周期表中元素相互反应的一般特征	(103)
6.2.1 Ag 与ⅠA族碱金属的相互作用	(104)
6.2.2 Ag 与ⅡA族碱土金属的相互作用	(104)
6.2.3 Ag 与ⅢB族金属的相互作用	(104)
6.2.4 Ag 与ⅠB族金属的相互反应	(104)
6.2.5 Ag 与高价简单金属及类金属的相互作用	(104)
6.2.6 Ag 与过渡金属的相互作用	(105)
6.3 Ag 的合金化原理	(105)
6.3.1 Ag 的经典合金化原理——电子浓度规则	(105)
6.3.2 Ag 合金相图的键参数分析	(108)
6.4 Ag 合金系中的合金相	(112)
6.4.1 固溶体	(112)
6.4.2 金属间化合物	(114)
6.5 Ag 与稀土金属的相互作用	(116)
6.5.1 Ag-RE 合金系简并相图	(116)
6.5.2 固溶度	(118)
6.5.3 中间相	(118)
6.5.4 简约温度图	(119)
6.5.5 Ce、Eu 和 Yb 在 Ag-RE 合金中的化合价	(120)
6.6 亚稳态 Ag 合金	(120)
6.6.1 过饱和固溶体(固溶度亚稳扩展)	(121)
6.6.2 亚稳中间相	(123)
6.6.3 非晶态	(125)
6.6.4 亚稳态 Ag 合金的时效硬化	(125)
参考文献	(126)

第7章 常用 Ag 合金的结构与性质

7.1 概述	(127)
--------------	-------

7.2 Ag 的基本合金化元素	(128)
7.3 常用二元 Ag 合金的结构与性质	(129)
7.3.1 连续固溶体 Ag 合金	(129)
7.3.2 共晶型 Ag 合金	(131)
7.3.3 包晶型 Ag 合金	(134)
7.3.4 液态有限溶解固态溶解很小的 Ag 合金系	(140)
7.4 多元 Ag 合金的结构与性质	(142)
7.4.1 Ag 的多元合金化	(142)
7.4.2 基于 Ag - Au 系的三元与多元 Ag 合金	(143)
7.4.3 基于 Ag - Pd 系的三元与多元合金	(145)
7.4.4 基于 Ag - Cu 系的三元与多元合金	(146)
7.4.5 基于 Ag 与 Zn、Cd、In、Sn、Pb、Hg 相互合金化所形成的三元合金系	(149)
7.5 Ag 合金的某些应用评述	(149)
7.6 Ag 的微合金化	(150)
7.6.1 固溶强化参数	(150)
7.6.2 稀土元素对 Ag 的微合金化作用	(152)
参考文献	(153)

第8章 银与银合金制品的制备技术

8.1 概述	(155)
8.2 银与银合金的熔铸	(155)
8.2.1 传统熔铸技术	(155)
8.2.2 银合金的定向凝固与结晶	(158)
8.3 银与银合金可加工性	(159)
8.4 银合金型材制备	(160)
8.4.1 板带材	(160)
8.4.2 棒、丝材	(160)
8.4.3 管材	(161)
8.5 银与银合金复合材料	(162)
8.6 银与银合金粉体材料	(162)
参考文献	(164)

第9章 银与银合金复合材料

9.1 概述	(165)
9.2 复合材料基础	(166)
9.2.1 复合材料的历史	(166)
9.2.2 复合材料的定义与特点	(166)
9.2.3 复合原理与复合效应	(167)
9.2.4 复合材料的性能	(169)
9.3 银与银合金复合材料的类型	(171)

9.3.1 按复合材料中组分材料的性质分类	(171)
9.3.2 按复合材料中组分材料空间排列分类	(172)
9.4 银复合材料的一般制备技术	(173)
9.4.1 液-固相复合技术	(173)
9.4.2 固相复合技术	(175)
9.4.3 原位复合	(178)
9.4.4 涂层复合	(180)
9.5 银的层状复合材料	(181)
9.5.1 以铜(铜合金)为基体的层态复合材料	(181)
9.5.2 以钢为基体的层状复合材料	(183)
9.6 银的纤维复合材料	(184)
9.6.1 银的纤维复合材料体系	(184)
9.6.2 银的纤维复合材料的特性	(186)
9.7 银的颗粒复合材料	(188)
9.7.1 颗粒增强 Ag 基复合材料的体系	(188)
9.7.2 颗粒增强 Ag 基复合材料的特性	(189)
9.8 Ag/聚合物复合材料	(191)
9.8.1 导电高分子复合材料	(191)
9.8.2 高聚物固体电解质	(191)
9.9 Ag 的低维复合材料	(192)
9.10 Ag 的复合材料的主要应用领域	(192)
参考文献	(193)

第 10 章 银和银基系列电接触材料

10.1 概述	(195)
10.2 电接触材料的分类	(196)
10.3 银系电触点材料	(197)
10.3.1 开闭触点材料的功能特性	(197)
10.3.2 银和银基固溶体合金	(202)
10.3.3 Ag 基/金属间化合物复相合金	(207)
10.3.4 金属/金属烧结合金	(210)
10.3.5 Ag/MeO 材料	(213)
10.3.6 Ag/非氧化物复合电接触材料	(223)
10.4 银系滑动接触材料	(224)
10.4.1 滑动接触材料的功能特性	(224)
10.4.2 Ag 基滑动接触材料	(226)
10.4.3 Ag 基自润滑材料	(228)
10.5 层状、纤维、涂镀层复合电接触材料	(229)
10.5.1 层状复合电接触材料	(229)
10.5.2 纤维复合电接触材料	(230)

10.5.3 涂镀层电接触材料	(231)
10.6 膜片触摸开关用电接触材料	(231)
参考文献	(231)

第11章 银币与银饰品

11.1 概述	(233)
11.2 银币的历史功能与演变	(233)
11.2.1 货币体制变革与银币的作用	(233)
11.2.2 银币在我国历史上的作用与地位	(235)
11.2.3 货币银与银币	(235)
11.2.4 银纪念币与银纪念章(奖章)	(236)
11.3 银器具与银饰品	(237)
11.3.1 我国古代银器具	(237)
11.3.2 银首饰品	(238)
11.3.3 银餐具	(238)
11.3.4 银器具与饰品的生产与发展前景	(239)
11.4 银币与银饰品合金材料	(240)
11.4.1 纯银	(240)
11.4.2 Ag-Cu 合金	(241)
11.4.3 Ag-Pd 合金	(242)
11.4.4 其他银合金与银材	(243)
11.4.5 彩色银饰品材料	(244)
11.4.6 节银与代银材料	(245)
11.5 银水—陶瓷装饰材料	(245)
11.6 含银开金饰品	(246)
11.7 银饰品的品质检验	(249)
11.8 银币与银饰品制造	(251)
11.8.1 熔模铸造	(251)
11.8.2 银币制造	(252)
11.8.3 首饰制造	(252)
11.8.4 银器与餐具制造	(253)
参考文献	(254)

第12章 银合金钎料

12.1 概述	(255)
12.2 银合金钎料体系与特征	(256)
12.3 低 Ag 软钎料	(257)
12.4 Ag-Cu 共晶型系列合金钎料	(259)
12.4.1 Ag-Cu 二元合金钎料	(259)
12.4.2 Ag-Cu-Zn-Cd 系合金钎料	(260)

12.4.3	Ag - Cu - Sn(In)系合金钎料	(261)
12.4.4	Ag - Cu - Li 自钎剂钎料	(263)
12.4.5	Ag - Cu - Ti 系活性钎料	(263)
12.5	固溶体型 Ag 合金钎料	(265)
12.5.1	Ag - Pd 和 Ag - Cu - Pd 系合金钎料	(265)
12.5.2	Ag - Mn 和 Ag - Al - Mn 系合金钎料	(266)
12.6	低 Ag 中温钎料	(267)
12.6.1	Cu - Ag - Si 钎料	(267)
12.6.2	Cu - Ag - P 钎料	(268)
12.7	Ag 合金饰品和牙科钎料	(270)
12.7.1	开金饰品钎料	(270)
12.7.2	银饰品钎料	(272)
12.7.3	牙科合金钎料	(272)
12.8	银合金膏状钎料	(273)
12.9	Ag 合金钎料的一般特性	(274)
12.9.1	一般特性	(274)
12.9.2	合金元素对 Ag 合金钎料润湿性的影响	(275)
12.9.3	合金钎料的钎焊强度	(276)
12.9.4	银合金钎料的腐蚀与氧化	(276)
12.10	银合金钎料国家标准	(277)
12.10.1	我国银合金钎料的国家与行业标准	(277)
12.10.2	我国贵金属合金钎料牌号表示法	(277)
12.10.3	银合金钎料国家标准(GB/T 18762—2002)	(277)
12.10.4	我国 Ag 合金钎料与其他国家钎料型号对照	(279)
12.11	银合金钎料的应用	(280)
12.11.1	常用 Ag - Cu 基合金钎料的应用	(280)
12.11.2	具有特殊用途的 Ag 合金钎料	(280)
12.11.3	银合金钎料的适用性与钎焊方法	(280)
	参考文献	(281)

第13章 能源工业用银材

13.1	概述	(283)
13.2	银(氧化银)电极电池	(284)
13.2.1	银 - 锌电池	(284)
13.2.2	银 - 镉电池	(288)
13.2.3	银 - 氢电池	(288)
13.3	银盐 - 锂电池	(289)
13.3.1	铬酸银 - 锂电池(一次电池)	(289)
13.3.2	氯化银 - 锂电池(一次电池)	(289)
13.4	水激活银电池	(290)

13.4.1	水激活银电池的特征与电极反应	(290)
13.4.2	电池制备	(290)
13.4.3	电池结构	(291)
13.5	离子固体电解质电池	(292)
13.5.1	银离子导体的结构与性质	(293)
13.5.2	银-碘电池	(294)
13.5.3	生成型电池	(294)
13.5.4	浓差电池	(295)
13.5.5	气-固反应电池	(295)
13.6	燃料电池	(298)
13.7	太阳能电池电极材料	(299)
13.8	银在氢能中的应用	(300)
13.9	银在高温超导体材料中的应用	(301)
13.10	银在核能中的应用	(302)
	参考文献	(303)

第14章 银和银合金系列浆料

14.1	概述	(304)
14.2	浆料用银和银合金粉末的制备	(305)
14.2.1	超细粉末的制备	(305)
14.2.2	片状银粉的制备	(307)
14.2.3	纳米粉的制备	(308)
14.3	浆料用银和银合金粉末性能的测量	(309)
14.3.1	粒度的表征和粉末的形态	(309)
14.3.2	粒子的比表面积	(312)
14.3.3	松装密度和振实密度	(312)
14.4	银系浆料的制备	(313)
14.4.1	银系厚膜浆料的制备	(313)
14.4.2	低温聚合物银浆的制备	(314)
14.4.3	树脂酸盐浆料的制备	(315)
14.5	银系浆料的种类及其应用	(316)
14.5.1	高温银系浆料	(316)
14.5.2	中温银系浆料	(317)
14.5.3	低温银浆	(318)
14.6	银系浆料主要技术性能指标的测定	(320)
	参考文献	(321)

第15章 银盐感光材料

15.1	概述	(322)
15.2	感光材料的组成	(322)

15.3 卤化银的性质与光化学原理	(323)
15.3.1 卤化银的光化学反应	(323)
15.3.2 卤化银的性质、制备与结构	(324)
15.3.3 化学敏化作用	(326)
15.3.4 潜像中心	(327)
15.3.5 显影	(328)
15.3.6 定影	(329)
15.3.7 彩色胶片结构与显影	(329)
15.3.8 卤化银全息感光材料	(330)
15.3.9 影响 Ag 像的因素	(331)
15.4 其他贵金属添加剂的作用	(331)
15.4.1 Au 和 Ir 敏化剂	(331)
15.4.2 Rh 作为反差增强剂	(332)
15.4.3 贵金属原子簇作为显影核	(333)
15.4.4 Ru 作为显影加速剂	(333)
15.4.5 Au、Pt 作为调色剂	(333)
15.5 感光材料市场与用银量	(333)
15.6 从感光材料废料回收银	(334)
15.6.1 从废相纸与废胶片中回收银	(334)
15.6.2 从废定影液中回收银	(336)
参考文献	(337)

第 16 章 银的低维材料

16.1 概述	(339)
16.2 银纳米材料	(339)
16.2.1 纳米银粉、原子簇与胶体	(339)
16.2.2 纳米片状银粉	(343)
16.2.3 纳米银丝	(344)
16.2.4 纳米复合材料	(344)
16.2.5 银与银合金纳米晶体材料	(346)
16.2.6 银氧化物、银硫化物、银卤化物纳米材料	(348)
16.3 银纳米材料的性能	(348)
16.3.1 表面状态和稳定性	(348)
16.3.2 热学性质	(348)
16.3.3 电学性能	(349)
16.3.4 力学性能	(349)
16.3.5 光学性质	(350)
16.3.6 低温性质	(351)
16.4 银纳米材料的应用	(351)
16.5 银薄膜材料	(352)

16.6 银的光学薄膜	(352)
16.6.1 银金属薄膜光学性质	(352)
16.6.2 光反射薄膜	(353)
16.6.3 光记忆薄膜	(354)
16.6.4 Ag 的梯度复合薄膜	(357)
16.7 银导电薄膜	(357)
16.7.1 银导电薄膜的某些性质	(357)
16.7.2 银导电薄膜的某些应用	(359)
16.8 光电薄膜	(361)
16.8.1 Ag - BaO 和 Ag - Cs ₂ O 光电发射薄膜的制备	(361)
16.8.2 Ag - BaO 光电发射薄膜结构与性质	(361)
16.8.3 Ag - Cs ₂ O 光电发射薄膜的结构与性质	(362)
16.9 磁性多层膜	(363)
16.9.1 巨磁电阻多层膜	(363)
16.9.2 磁性/非磁性/磁性夹层膜的克尔磁光效应	(364)
16.10 固体润滑膜	(365)
参考文献	(365)

第 17 章 电镀银与化学镀银

17.1 概述	(367)
17.2 电镀银的原理	(368)
17.2.1 电沉积过程	(368)
17.2.2 影响金属阴极沉积的因素	(368)
17.2.3 银沉积物生长模式	(370)
17.3 银电镀液的基本组成	(371)
17.3.1 银电镀液的基本组成	(371)
17.3.2 银电镀液组成与镀层性质	(371)
17.4 镀银技术与镀液配方	(373)
17.4.1 氰化物镀银	(373)
17.4.2 无氰镀银	(375)
17.4.3 镀银前后处理	(378)
17.5 银合金电镀	(382)
17.5.1 合金电镀的必要条件	(382)
17.5.2 银基合金溶液电镀	(382)
17.5.3 银基合金熔盐电镀	(384)
17.6 碳纤维镀银	(385)
17.7 银的刷镀	(386)
17.7.1 金属刷镀的一般原理	(386)
17.7.2 银的刷镀工艺	(387)
17.8 银的化学镀	(388)