

电真空材料

南京无线电工业学校編



国防工业出版社

電 眞 空 材 料

南京無線電工業學校編



國立工業出版社

1950年

0033/12

國防工業出版社

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 13 $\frac{1}{2}$ 印張 253 千字
1959年4月第一版 1959年4月第一次印刷
印数00,000—11,100册 定价(11)2.05元

№2687

目 录

第一章 緒 論	9
§ 1. 課程的任务	9
§ 2. 物質的結構基础	11
2—1 原子的結構 (12) 2—2 分子的結構 (13) 2—3 物質的狀態 (16) 2—4 溶液及合金 (18)	
§ 3. 电真空器件及其生产中所用材料的概念	19
3—1 电真空器件的一般概念 (19) 3—2 电真空器件的工作原理 (20) 3—3 电真空器件的主要結構元件 (22) 3—4 电真空材料的分类 (24) 3—5 主要类型零件及对材料之要求 (25) 3—6 电真空器件的分类, 各类的工作特点及对材料的要求 (28)	
第二章 电真空金屬及合金	31
§ 1. 基本的化学物理概念	31
1—1 金屬的机械性能 (31) 1—2 金屬的导电与导热 (32) 1—3 金屬的磁性 (34) 1—4 金屬的輻射 (34) 1—5 金屬的电子發射 (35) 1—6 金屬的吸气性能 (36) 1—7 金屬的蒸发和凝散 (37)	
§ 2. 金屬的制造与加工	39
2—1 电真空金屬及合金制造加工的特点 (37) 2—2 制造純金屬的現代方法 (40) 2—3 难熔金屬的粉末冶金法及其加工 (41)	
§ 3. 难熔金屬及合金	46
3—1 鎢 (46) 3—2 钼 (57) 3—3 钽和铌 (62) 3—4 鎳 (66)	
§ 4. 非难熔金屬	67
4—1 鋁 (70) 4—2 鉄 (79) 4—3 在电真空器件中鎳的代用材料 (84) 4—4 銅 (87)	
§ 5. 特殊用途的金屬及合金	96
5—1 碱族金屬 (96) 5—2 碱土金屬 (101) 5—3 具有吸汽性質的金屬 (105) 5—4 貴金屬 (109) 5—5 汞 (112) 5—6 焊料 (116)	

§ 6. 磁性金屬及合金	116
6-1 磁性材料的通性 (116)	6-2 軟磁材料 (120)
6-3 硬磁材料 (123)	6-4 特殊性能的磁合金 (125)
6-5 磁性材料的应用 (126)	
第三章 介質材料	127
§ 1. 電介質的基本特性	127
1-1 介質電阻率 (127)	1-2 介電系數 (130)
1-3 介質損耗 (131)	1-4 絕緣強度 (132)
1-5 極化概念 (133)	
§ 2. 玻璃	136
2-1 玻璃在電真空技術中的意義 (136)	2-2 玻璃的概念及其結構 (137)
2-3 玻璃的性質 (141)	2-4 化學成分對玻璃性質的影響 (152)
2-5 玻璃的原料及其熔制 (153)	2-6 玻璃的品種、成分、性質及其在電真器件製造工藝中的應用 (161)
2-7 玻璃的檢驗及其缺陷 (170)	
§ 3. 陶瓷	171
3-1 陶瓷的概念及陶瓷在電真空生產中的應用 (171)	3-2 陶瓷的分類及各類特征 (172)
3-3 陶瓷的製造工藝 (178)	3-4 間熱式陰極的絕緣材料 (182)
§ 4. 云母	183
4-1 云母的种类 (183)	4-2 云母的性能 (186)
4-3 云母的应用 (188)	4-4 電真器件用的云母片的加工 (189)
§ 5. 特殊用途的介質材料	192
5-1 氣體介質 (192)	5-2 塑料 (204)
第四章 半導體材料	215
§ 1. 概 論	215
§ 2. 理論基礎	21
§ 3. 半導體在工程上的應用	223
3-1 熱敏電阻 (223)	3-2 溫差電池 (226)
3-3 光敏電阻 (226)	3-4 光電池 (227)
3-5 半導體二極管 (231)	3-6 半導體三極管 (236)
§ 4. 半導體材料	240
4-1 鎢 (240)	4-2 硅 (242)
4-3 超純度鎢和硅的精制 (242)	
第五章 特殊材料	245

§ 1. 与玻璃焊接的金属与合金	245
1-1 对于与玻璃焊接的金属和合金的要求 (245)	1-2 与软玻璃焊接的金属及合金 (251)
1-3 与硬玻璃焊接的金属及合金 (253)	
§ 2. 发射材料	254
2-1 发射材料的概念 (254)	2-2 碱土金属碳酸盐的制造 (255)
2-3 碱土金属碳酸盐的物理化学性质 (258)	2-4 氧化物发射浆成分 (261)
2-5 L-阴极材料 (265)	2-6 新型阴极材料 (266)
2-7 用在阴极制造上的金属粉末 (267)	2-8 光电发射材料 (267)
§ 3. 隔热涂层材料	270
3-1 材料的辐射能力 (271)	3-2 炭化所用的材料 (272)
3-3 石墨 (274)	3-4 其他具有高辐射的材料 (276)
§ 4. 消气剂	276
4-1 消气剂的消气作用 (277)	4-2 消气剂的种类 (277)
4-3 对消气剂材料的要求 (278)	4-4 溅散消气剂 (282)
4-5 非溅散式消气剂 (285)	4-6 硬消气剂 (287)
§ 5. 发光材料	288
5-1 基本概念 (288)	5-2 发光材料的一些基本特征 (289)
5-3 常用发光材料的成分 (291)	5-4 发光材料的制造方法 (293)
§ 6. 净化、电镀、打印、涂漆及粘结等材料	295
6-1 净化材料 (296)	6-2 电镀材料 (304)
6-3 打印、涂漆及粘结材料 (307)	
§ 7. 气体燃料	311
7-1 基本概念 (311)	7-2 在电真空器件生产中所应用的气体燃料 (310)
7-3 煤气的冷却、净化、储藏 (314)	7-4 关于煤气保安技术方面的知识 (315)
附录 I 各种金属的饱和蒸气压与温度的关系	317
附录 II 各种金属在真空中的蒸发速率与温度的关系	317
附录 III 一些难溶金属在不同温度时的电子发射和热辐射功率	318
附录 IV 难溶金属在各种不同温度时的电阻率、热膨胀和蒸发速率	319
附录 V 牌号 B-1, BK, BA-3, BA-5, BM, BT-10 钨丝的机	

机械性質	320
附录Ⅵ 牌号为M4的鉚絲的机械性質	320
附录Ⅶ 元素週期表	323
主要参考書	321

電 眞 空 材 料

南京無線電工業學校編



國防工業出版社

0033/12

國防工業出版社

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 13 $\frac{1}{2}$ 印張 253 千字
1959年4月第一版 1959年4月第一次印刷
印数00,000—11,100册 定价(11)2.05元

№2687

內 容 簡 介

本教材是根据無線电中等專業学校电真空器件制造專業用的电真空材料教学大綱所編写的。

書中叙述了电真空器件用的难熔金屬、非难熔金屬、特殊用途的金屬及合金，介質材料，半导体材料以及在电真空器件中应用的特殊材料，如与玻璃焊接的金屬及合金、發射材料、防热塗复材料、消气剂、發光材料、气体燃料等的性質、应用及其制造工艺。

編者考虑了在电子管厂工作的同志的意見，在教材中收集了一些有关材料的机械、物理、电气等性能的数据，使得本教材不仅能作为学校教材，而且能够作为电真空器件制造工厂技术人員参考之用，所以教材的內容篇幅上可能比大綱的要求多了一些。教师在授課时可以作适当的刪減。

本教材的編写工作由叶厚奮、鍾天鐸、柯佩珠、赵震初等四位同志担任，并且在苏联專家奥尔金同志的指导下由叶厚奮同志作了全面的修改和补充并改写了部份章节。在整理改写中还得到了北京無線电工業学校何希雨等同志的帮助。編者謹向給我們無私援助的苏联及苏联同志以及帮助充实本教材的許多同志致謝。但是限于編者的水平，書中一定还有很多缺点甚至有錯誤，希望采用本教材的同志多提出指正。

六

目 录

第一章 緒 論	9
§ 1. 課程的任务	9
§ 2. 物質的結構基础	11
2—1 原子的結構 (12) 2—2 分子的結構 (13) 2—3 物質的狀態 (16) 2—4 溶液及合金 (18)	
§ 3. 电真空器件及其生产中所用材料的概念	19
3—1 电真空器件的一般概念 (19) 3—2 电真空器件的工作原理 (20) 3—3 电真空器件的主要結構元件 (22) 3—4 电真空材料的分类 (24) 3—5 主要类型零件及对材料之要求 (25) 3—6 电真空器件的分类, 各类的工作特点及对材料的要求 (28)	
第二章 电真空金屬及合金	31
§ 1. 基本的化学物理概念	31
1—1 金屬的机械性能 (31) 1—2 金屬的导电与导热 (32) 1—3 金屬的磁性 (34) 1—4 金屬的輻射 (34) 1—5 金屬的电子發射 (35) 1—6 金屬的吸气性能 (36) 1—7 金屬的蒸发和凝散 (37)	
§ 2. 金屬的制造与加工	39
2—1 电真空金屬及合金制造加工的特点 (37) 2—2 制造純金屬的现代方法 (40) 2—3 难熔金屬的粉末冶金法及其加工 (41)	
§ 3. 难熔金屬及合金	46
3—1 鎢 (46) 3—2 钼 (57) 3—3 钽和铌 (62) 3—4 铪 (66)	
§ 4. 非难熔金屬	67
4—1 鎳 (70) 4—2 鉄 (79) 4—3 在电真空器件中鎳的代用材料 (84) 4—4 銅 (87)	
§ 5. 特殊用途的金屬及合金	96
5—1 碱族金屬 (96) 5—2 碱土金屬 (101) 5—3 具有吸汽性質的金屬 (105) 5—4 貴金屬 (109) 5—5 汞 (112) 5—6 焊料 (116)	

§ 6. 磁性金屬及合金.....	116
6-1 磁性材料的通性 (116)	6-2 軟磁材料 (120)
6-3 硬磁材料 (123)	6-4 特殊性能的磁合金 (125)
6-5 磁性材料的应用 (126)	

第三章 介質材料 127

§ 1. 電介質的基本特性	127
---------------------	-----

1-1 介質電阻率 (127)	1-2 介電系數 (131)	1-3 介質損耗 (131)	1-4 絕緣強度 (132)	1-5 極化概念 (133)
-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

§ 2. 玻璃	136
---------------	-----

2-1 玻璃在電真空技術中的意義 (136)	2-2 玻璃的概念及其結構 (137)	2-3 玻璃的性質 (141)	2-4 化學成分對玻璃性質的影響 (152)	2-5 玻璃的原料及其熔制 (158)	2-6 玻璃的品種、成分、性質及其在電真器件製造工藝中的應用 (161)	2-7 玻璃的檢驗及其缺陷 (170)
------------------------	---------------------	-----------------	------------------------	---------------------	--------------------------------------	---------------------

§ 3. 陶瓷	171
---------------	-----

3-1 陶瓷的概念及陶瓷在電真空生產中的應用 (171)	3-2 陶瓷的分類及各類特征 (172)	3-3 陶瓷的製造工藝 (178)	3-4 間熱式陰極的絕緣材料 (182)
------------------------------	----------------------	-------------------	----------------------

§ 4. 云母	183
---------------	-----

4-1 云母的种类 (183)	4-2 云母的性能 (186)	4-3 云母的应用 (188)	4-4 電真器件用的云母片的加工 (189)
-----------------	-----------------	-----------------	------------------------

§ 5. 特殊用途的介質材料	192
----------------------	-----

5-1 氣體介質 (192)	5-2 塑料 (204)
----------------	--------------

第四章 半導體材料 215

§ 1. 概 論	215
----------------	-----

§ 2. 理論基礎	21
-----------------	----

§ 3. 半導體在工程上的應用	223
-----------------------	-----

3-1 熱敏電阻 (223)	3-2 溫差電池 (226)	3-3 光敏電阻 (226)	3-4 光電池 (227)	3-5 半導體二極管 (231)	3-6 半導體三極管 (236)
----------------	----------------	----------------	---------------	------------------	------------------

§ 4. 半導體材料	240
------------------	-----

4-1 鎢 (240)	4-2 硅 (242)	4-3 超純度鎢和硅的精制 (242)
-------------	-------------	---------------------

第五章 特殊材料 245

§ 1. 与玻璃焊接的金属与合金	245
1-1 对于与玻璃焊接的金属和合金的要求 (245)	1-2 与软玻璃焊接的金属及合金 (251)
1-3 与硬玻璃焊接的金属及合金 (253)	
§ 2. 发射材料	254
2-1 发射材料的概念 (254)	2-2 碱土金属碳酸盐的制造 (255)
2-3 碱土金属碳酸盐的物理化学性质 (258)	2-4 氧化物发射浆成分 (261)
2-5 L-阴极材料 (265)	2-6 新型阴极材料 (266)
2-7 用在阴极制造上的金属粉末 (267)	2-8 光电发射材料 (267)
§ 3. 隔热涂层材料	270
3-1 材料的辐射能力 (271)	3-2 炭化所用的材料 (272)
3-3 石墨 (274)	3-4 其他具有高辐射的材料 (276)
§ 4. 消气剂	276
4-1 消气剂的消气作用 (277)	4-2 消气剂的种类 (277)
4-3 对消气剂材料的要求 (278)	4-4 溅散消气剂 (282)
4-5 非溅散式消气剂 (285)	4-6 硬消气剂 (287)
§ 5. 发光材料	288
5-1 基本概念 (288)	5-2 发光材料的一些基本特征 (289)
5-3 常用发光材料的成分 (291)	5-4 发光材料的制造方法 (293)
§ 6. 净化、电镀、打印、涂漆及粘结等材料	295
6-1 净化材料 (296)	6-2 电镀材料 (304)
6-3 打印、涂漆及粘结材料 (307)	
§ 7. 气体燃料	311
7-1 基本概念 (311)	7-2 在电真空器件生产中所应用的气体燃料 (310)
7-3 煤气的冷却、净化、储藏 (314)	7-4 关于煤气保安技术方面的知识 (315)
附录 I 各种金属的饱和蒸气压与温度的关系	317
附录 II 各种金属在真空中的蒸发速率与温度的关系	317
附录 III 一些难溶金属在不同温度时的电子发射和热辐射功率	318
附录 IV 难溶金属在各种不同温度时的电阻率、热膨胀和蒸发速率	319
附录 V 牌号 B-1, BK, BA-3, BA-5, BM, BT-10 钨丝的机	

机械性質	320
附录Ⅵ 牌号为M4的鉚絲的机械性質	320
附录Ⅶ 元素週期表	323
主要参考書	321

第一章 緒 論

§ 1. 課程的任务

我們的时代要說是进入到原子能的利用时代，还不如說是电子科学的發展时代。电子科学虽正在向半导体材料的領域迈进，而現在已經达到高度成就的并还有很大發展的电真空器件已經在科学和技术的各个領域中获得广泛的应用，并且可以說現在很难找到一个不应用电真空器件的科学技术部門。电子管已經成为各种最常用的技术器件中的一种了。

数以千計的無綫电广播站和数以千万計的無綫电接收机都是靠电子管工作的。电视和無綫电測位，若不使用电子器件更是不可想象的了。电真空技术的改进特別引起了無綫电技术某些領域如無綫电測位，無綫电导航，脉冲多道通信等的發展和完善，它們的意义是难以估計的。各式各样的电真空器件还应用在物理實驗室、化学實驗室、天文台、机器制造厂、控制电力中心站的配電盤上、木材加工和食品工業工厂內、在医院里、在地質勘探的設備中等等。

由于电真空技术的發展装备了分裂原子核用的特殊設備；能放大数万倍的使人們看到了那些不久以前还認為不可能看到的东西的电子显微鏡，可以听到每一个电子的飞躍的超灵敏的电子管放大器；天文台中用来量測星球亮度的光电元件；在新式的自动加工微米精确度的机械零件的电动傳形机床中用的光电器件；用电子器件装备的能够測定几十到几百公里的距离而其准确度能达到几米的远程測距仪以及能够很快地解出最复杂的数学題的电子計算机。

在科学技术的各个領域中所采用的电真空器件的种类是很多

的，由几个毫米大小的花生管一直到功率为数千仟瓦的各式各样构造的巨型真空管设备。在各个科学技术设备中采用电真空器件的多少亦有很大的不同，一般好的广播收音机中有5个到15个电子管，新式电视接收机要用15到25个电子管，在可移动的测位站中用到数百个各种电真空器件，而在电子计算机中要用到数以千计各种类型的电子管。

虽然以上只举出了一些简短的例子就足以令人信服的说明电真空器件是如何多样性及其应用的广泛了。

用在各个科学技术部门中的电真空器件的多样性，其大量生产的必要性以及很快地增长着的工业建设上的需要都要求建立一个新的工业部门——电真空工业。

我国在解放前已经有了一些电真空工业，但是这些工业完全掌握在外国资本家的手里，他们用最残酷和最无情的办法剥削我国人民，封建反动的统治更阻碍了我国工业的发展，只有到1949年解放以后，原有的帝国主义的官僚资本的电真空工业才为人民所有，开始蓬勃发展起来，而且在苏联的帮助下已开始建立并且将继续建立更多的电真空工厂和研究所。

苏联的道路就是我们的道路，苏联在十月革命后的几个五年计划的年代中建立了许多电真空工厂和科学研究所，这就保证了在苏联电真空工业的进一步发展和技术上的完善，把无线电技术应用在各个部门中去的最紧迫任务的解决大大地向前推进。

在各个科学技术部门中需要采用的电真空器件是如此的广泛，因此电真空器件的质量好坏将大大地影响这些科学技术部门的工作，这是不难理解的。

为了保证电真空器件的质量，除了采用正确的电真空工艺外，所采用的材料的性能是否合乎要求是保证电真空器件的质量的主要因素。

本课程的任务就是要研究制造电真空器件中所采用的各种材料的性质及其工艺特征。