

73.172
390

中等专业学校試用教材

电 真 空 材 料

南京无线电工业学校編



国防工业出版社

105122

DS47/24

电 真 空 材 料
南京无线电工业学校编

*

国防工业出版社 出版

北京新华书店出版业营业许可登记证字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 内部发行

*

787×1092 $1/16$ 印张 11 $1/8$ 256 千字

1961 年 9 月第一版 1963 年 1 月第一次印刷

印数: 0,771—1,270 册 统一书号: 15034·503

第三章 介质材料	77
§1 电介质材料的基本特性	77
1-1 介质的电阻系数	77
1-2 介质的极化	79
1-3 介电系数	81
1-4 介质损耗	82
1-5 绝缘强度	84
§2 玻璃	85
2-1 玻璃在电真空生产中的意义	85
2-2 玻璃的概念及其结构	85
2-3 玻璃的性质	88
2-4 化学成分对玻璃性质的影响	95
2-5 玻璃的原料及其熔制	98
2-6 玻璃的品种、成分、性质及其在电真空器件中的制造工艺	102
2-7 玻璃的检验及其缺陷	107
§3 陶瓷	108
3-1 陶瓷的一般概念	108
3-2 电真空所用各类陶瓷的特征	109
3-3 陶瓷的工艺原理	111
3-4 间接式阴极的绝缘材料	114
§4 云母	115
4-1 云母的种类	115
4-2 云母的性能	116
4-3 云母的应用	117
§5 塑料	118
5-1 用途和主要要求	118
5-2 原料	118
5-3 塑料制品的成形	120
第四章 特殊材料	122
§1 与玻璃焊接的金属与合金	122
1-1 对于与玻璃焊接的金属与合金的要求	122
1-2 与软玻璃焊接的金属与合金	125
1-3 与硬玻璃焊接的金属与合金	127
§2 发射材料	128
2-1 阴极及发射材料的一般概念	128
2-2 碱土金属碳酸盐的制造	129
2-3 碱土金属碳酸盐的化学物理性质	132
2-4 新型阴极和新型阴极材料	135
2-5 用在阴极制造上的金属粉末	137
2-6 阴极涂层的成分	138
2-7 光电发射材料	140
§3 防热涂复材料	143
3-1 炭化所用的材料	143
3-2 其他防热涂复材料	145
3-3 石墨	145



73.172
390

中等专业学校試用教材

电 真 空 材 料

南京无线电工业学校編



国防工业出版社

105122

DS47/24

电 真 空 材 料
南京无线电工业学校编

*
国防工业出版社 出版

北京新华书店出版业营业许可出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 内部发行

*
787×1092 $1/16$ 印张 11 $1/8$ 256 千字

1961 年 9 月第一版 1963 年 1 月第一次印刷

印数: 0,771—1,270 册 统一书号: 15034·503

前 言

在过去全民大跃进的三年間，国防工业的各级学校，坚决贯彻执行了党的教育方针，进行了一次极为深刻的教育革命。各校并组织广大教师，陆續编写了讲义，取得很大的成績。为了巩固教育革命的成果，进一步提高教学质量，我們遵照中央关于教材工作的指示，组织各方面的力量，在各校自編讲义的基础上，选編了专科学校、中等专业学校及技工学校所需的部分教材。经过各校党委的领导，参加选編教师的积极努力，以及有关方面的审查，这些教材已經陆續选編出来。由于時間仓促，經驗不足，教材內容还不够完善，有待今后进一步的修訂。为了适应各校教学的急需，作为試用教材，先在内部发行出版。希各校在試用过程中，广泛搜集师生反映，积极提出建議，徑告主編学校，以便进一步加以修訂。

本教材是由南京无綫电工业学校吳基明等同志編写。由北京电子管厂諸潜等同志审查。

第三机械工业部教材办公室

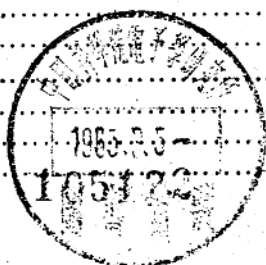
1961年7月6日



目 錄

第一章 緒論	7
§1 課程的任務	7
§2 物質的結構基礎	8
2-1 原子的結構	8
2-2 分子的結構	9
§3 電真空器件及其生產中所用材料的概念	11
3-1 電真空器件的一般概念	11
3-2 主要類型零件對材料的要求	15
第二章 電真空金屬及合金	18
§1 基本的化學物理概念	18
1-1 金屬的機械性能	18
1-2 金屬的再結晶與退火	18
1-3 金屬的導電與導熱	19
1-4 金屬的磁性	20
1-5 金屬的輻射	21
1-6 金屬的电子發射	22
1-7 金屬的吸氣性能	23
1-8 金屬的蒸發和噴散	23
§2 金屬的製造與加工	25
2-1 電真空金屬及合金製造加工的特點	25
2-2 製造純金屬的現代方法	25
2-3 難熔金屬的粉末冶金法及其加工	26
§3 難熔金屬及合金	29
3-1 鎢	29
3-2 鉬	35
3-3 鈮和鈮	38
3-4 鎳	40
§4 非難熔金屬	42
4-1 鎳	43
4-2 鐵	48
4-3 在電真空器件中鎳的代用材料	51
4-4 銅	53
4-5 鋁	55
§5 特殊用途的金屬及合金	58
5-1 鹼金屬	58
5-2 鹼土金屬	60
5-3 具有吸氣性能的金屬	63
5-4 貴金屬	66
5-5 汞	67
5-6 焊料	70
5-7 蝕性材料	73

第三章 介质材料	77
§1 电介质材料的基本特性	77
1-1 介质的电阻系数	77
1-2 介质的极化	79
1-3 介电系数	81
1-4 介质损耗	82
1-5 绝缘强度	84
§2 玻璃	85
2-1 玻璃在电真空生产中的意义	85
2-2 玻璃的概念及其结构	85
2-3 玻璃的性质	88
2-4 化学成分对玻璃性质的影响	95
2-5 玻璃的原料及其熔制	98
2-6 玻璃的品种、成分、性质及其在电真空器件中的制造工艺	102
2-7 玻璃的检验及其缺陷	107
§3 陶瓷	108
3-1 陶瓷的一般概念	108
3-2 电真空所用各类陶瓷的特征	109
3-3 陶瓷的工艺原理	111
3-4 间接式阴极的绝缘材料	114
§4 云母	115
4-1 云母的种类	115
4-2 云母的性能	116
4-3 云母的应用	117
§5 塑料	118
5-1 用途和主要要求	118
5-2 原料	118
5-3 塑料制品的成形	120
第四章 特殊材料	122
§1 与玻璃焊接的金属与合金	122
1-1 对于与玻璃焊接的金属与合金的要求	122
1-2 与软玻璃焊接的金属与合金	125
1-3 与硬玻璃焊接的金属与合金	127
§2 发射材料	128
2-1 阴极及发射材料的一般概念	128
2-2 碱土金属碳酸盐的制造	129
2-3 碱土金属碳酸盐的化学物理性质	132
2-4 新型阴极和新型阴极材料	135
2-5 用在阴极制造上的金属粉末	137
2-6 阴极涂层的成分	138
2-7 光电发射材料	140
§3 防热涂复材料	143
3-1 炭化所用的材料	143
3-2 其他防热涂复材料	145
3-3 石墨	145



§4 发光材料	146
4-1 基本概念	146
4-2 发光材料的一些基本特征	147
4-3 常用发光材料的成分	148
4-4 发光材料的制造方法	150
§5 净化、电镀、打印、涂漆及粘結等材料	151
5-1 净化材料	151
5-2 电镀材料	157
5-3 打印、涂漆及粘結材料	159
§6 气体及气体燃料	160
✓6-1 气体介质	160
6-2 气体燃料	166
附录 I. 各种金属的饱和蒸汽压与温度的关系	171
附录 II. 各种金属在真空中的蒸发速度与温度的关系	171
附录 III. 一些难熔金属在不同温度时的电子发射和热辐射功率	172
附录 IV. 难熔金属在各种不同温度时的电阻率、热膨胀和蒸发速度	172
附录 V. 牌号 B4、BK、BA-3、BA-5、BM、BT-10 钨丝的机械性质	172
附录 VI. 牌号为 M4 的钼丝机械性质	173
附录 VII. 特种钨	173
附录 VIII. 特种钼	174
附录 IX. 元素周期表	175
附录 X. 实验	177
主要参考书	177

第一章 緒 論

§ 1. 課程的任务

現代电子科学虽正在向半导体材料的領域迈进，但是电真空器件还有它不可代替的巨大作用，如現在达到高度成就的电真空器件正在科学技术的各个領域中广泛应用（現在很难找到一个不用电真空器件的科学技术部門），这就証明电子器件是各种科学技术中必不可少的东西。

数以千計的无线电台和数以千万計的无线电接收机都是靠电子管工作的。电视和无线电测位，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无线电技术某些領域如无线电测位、无线电导航、脉冲多路通信等的发展和完善，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电盘上、木材加工和食品工业工厂內、医院里、地质勘探的设备中等等。

由于电真空技术的发展，装备了很多尖端科学技术设备，如分裂原子核用的特殊设备；能放大数万倍的电子显微鏡；可以听到每一个电子的飞跃的超灵敏的电子管放大器；天文测量技术中用来量测星球亮度的光电元件；在自动化的加工精确度达到微米級的电动仿形机床中用的光电器件；能够测定几十到几百公里內距离的而其准确度能达到几米的远程测距仪，能够很快地解出最复杂数学題的电子计算机；以及人造卫星和宇宙航行中的超远程控制及联络设备等。

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，由几个毫米大小的一直到功率为数千仟瓦的各式各样构造的巨型真空管。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；在一架小型轰炸机中，要用到一千五百多个各种电真空器件；而在电子计算机中，要用到数以千計的各种类型电子管。

从以上举出的一些例子，就足以說明电真空器件是如何多样性及其应用的广泛了。

在各个科学技术部門中，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門的工作，这是不难理解的。

由于用在各个科学技术部門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設上的需要，所以要求建立一个新的工业部門——电真空工业。

为了要保証电真空器件的质量，除了必須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，也是保証电真空器件的质量的主要因素。

本課程的任务，就是要研究制造电真空器件中所采用的各种材料的性質及其工艺特征。

在电真空技术中挑选材料的办法，和其他各种技术部門有很大的不同。对于一般的技术結構來說起决定性作用的是：加工容易、必要的机械和电的性質、防蝕性等等。但

是在电真空技术中起决定性作用的主要是：容易去气、蒸发度小、在高温时能保持相当的强度、合适的辐射能力和透明度、最大的或最小的发射、阴极溅散少、化学稳定性或是和真空器件中用的其他种种材料的化学亲和力等等。此外，所用材料的纯洁度，也常常起着决定性的作用。因为在材料中只要有少量杂质的变化，并且如果这些杂质能与器件中各零件起化学反应，就会对器件的参量、寿命起不良的影响。电真空结构与其他技术部门中的结构的另一重要不同之处，就是电真空结构是金属、玻璃、陶瓷、化学材料、蒸气和气体的综合体。

熟悉了材料的性质及其工艺特征以后，在设计电真空器件时要善于选择材料，而且还要细心的检查材料以及熟悉材料的加工方法。

在工厂中，有一定的组织保证用于生产的材料的性质及其他规格合乎技术要求。首先是由专业局的技术处或工厂的技术科制定有关材料的标准规格，以及各种有关化学的、物理的检验方法，经批准后作为工厂对进厂材料检验的一项主要技术文件。所有进厂的材物料，都需要经过工厂检验部门，如化验室按照技术文件进行检验，凡合乎规格要求的才用于生产。另外，在供应材料的制造厂，亦有相应的组织，以保证所供应的材料合乎规格要求，并且在必要的时候，还要供给材料需要者有关材料性质规格的鉴定文件。

§ 2. 物质的结构基础

在电真空器件制造中，为了要很好的利用材料的性能，首先要很好的了解这些性能。要了解物质的性能，则需要约略地认识一些关于物质结构的现代知识。

物质在不消失其基本化学性能独立存在的最小质点为分子。

而分子是由更小的原子所组成。

而原子还并不是物质结构的最小组成质点，原子是由更小的质点所组成的，这些更小的质点按照一定的规律组成一系列具有不同性质的原子。今将组成物质的原子和分子的结构叙述如下：

2-1 原子的结构

原子是由原子核和围绕原子核运动的电子所构成。

原子核是由质子和中子所构成，例如氢原子的原子核就是一个质子。质子是具有氢原子的质量 (1.67×10^{-24} 克) 并荷正电的质点。中子是一种质量约与质子的质量相等但不荷电的质点。元素的原子量决定于原子核中质子与中子的总和，如在氮的原子核中是由二个质子和二个中子所构成的；氧的原子核是由 8 个质子和 8 个中子所构成；铀 (${}_{92}\text{U}^{238}$) 的原子核是由 92 个质子和 146 个中子所组成的。

围绕原子核运动的电子的数目和原子核中的质子数相等。由于围绕原子核运动的电子数目的不同就构成了各种不同的元素，例如氢元素的原子只有一个电子围绕原子核运动，而钨原子却有 74 个电子围绕原子核运动。这种围绕原子核运动的电子数目亦就是元素的原子序数。

围绕原子核运动的电子并不是都具有同样的运动方式和运动能量，而是具有各种不同的能量级，亦就是所有的电子分布在不同的电子层中运动着，如氢原子围绕原子核运动的一个电子在第一电子层 K 层中；氦有 2 个电子构成 K 层，这 K 层亦只能有二个电子；氦以后是带三个电子的锂，围绕锂原子核运动着的 3 个电子中有 2 个充满了 K

层, 而第 3 个电子形成第二个电子层 L 层; L 层最多可以排列 8 个电子, 所以带有 11 个电子的钠原子的构造是 2 个电子充满了 K 层, 8 个电子充满了 L 层, 而第 11 个电子即位于第三个能阶(M层)上; 比钠多一个电子的镁在第三个能阶(M层)上有二个电子; 带 13 个电子的铝原子则在 M 层上有三个电子, 自氢到氩的原子结构简图如图 1-1 所示。

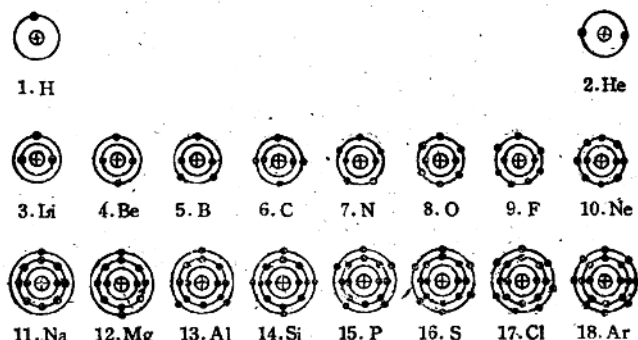


图 1-1 第 I—II 周期中各元素的原子结构简图

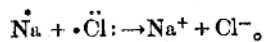
原子结构中最外层的电子与核的连系最弱, 因此这个原子最容易失去, 同时最外层的电子以充满了 8 个电子的结构最为稳定, 所以最外层少于 8 个电子的原子如氯 (最外层 7 个电子) 将获得 1 个电子来充满它的最外层。

所以在原子结构中最外层的电子决定了该原子的主要性质。自氢原子到钠原子等等外层的电子数自 1 个到 8 个周期性的变化, 这就在理论上科学的说明 Д. И. 门捷列夫的周期律。

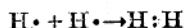
2-2 分子的结构

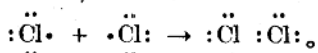
现代的科学不但确定了原子的结构并且在分子的结构方面也有了必要的了解。分子是由原子结合而构成的, 其结合的力量是由外层电子结合的特性来决定的, 这种结合称为化学键。化学键有三种不同的类型:

1) 离子键——如 NaCl 分子的结构是由 Na 原子失去了一个电子成为荷正电的钠离子(Na^+)和 Cl 原子得到了一个电子成为荷负电的氯离子(Cl^-)结合而成的, 这正负离子相互吸引彼此以键相联, 这种键称为离子键。离子式晶体的热膨胀系数较小, 又因为其中所有的电子都牢牢地固定在每一个离子的电子轨道上, 故是电介质, 但它们在熔化状态时, 或是在溶液中由于离子的运动就呈现了颇大的电导, 这便是离子构造的特性。

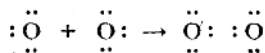


2) 共价键——如 H_2 、 N_2 、 O_2 、 Cl_2 、 CH_4 等分子的结构是共价键的结构。这些分子生成时与离子键化合物一样, 化学元素的原子会取得充满外层电子层的结构。但是, 这种结构不是因为电子从一个原子转移到另一个原子而产生的, 而是由于生成一个或多个电子对而产生的, 且这些电子对为相互结合的原子所共有, 即他们既在一个原子的电子层中同时也在另一个原子的电子层中, 如

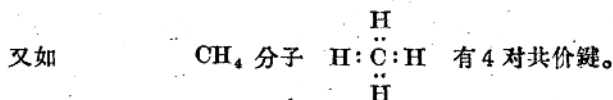




共有的电子是成对地结合的，如一对共有的电子组成了一个共价键，两对电子组成了二个共价键，如



O₂ 分子有两对共价键。



共价键分子结构的物质其电子都牢牢地固定在电子轨道上，所以都是电介质。其熔点等变化的范围很大。共价键可以排成空间的形状，如 CH₄ 中碳原子的 4 个共价键按正四面体顶点排列。

具有共价键结构的分子随其分子结构的对称性可分为极性分子和非极性分子。因为在任何分子中，有带正电荷的质点（原子核）亦有带负电荷的质点（电子），所以对于每种质点而言，都可以找到如“电荷中心”的一点，这些点称为分子的极。在分子中如果正电荷中心与负电荷中心相重合，则这种分子是非极性分子，如在 H₂、N₂ 等分子中，其共用电子对均匀地分属于二个原子，又如具有对称结构的几种共价键的分子 CCl₄、CH₄ 等其正负“电荷中心”是相重合的，所以都是非极性分子。但如果分子是几种不同的原子所组成并且具有不对称的结构，则共用电子对可能或多或少地移向其中一个原子，显然在这种情况下，由于正负电荷在分子内分布的不均衡，正负“电荷重心”不会重合，结果产生了极性分子如图 1-2(a)。



图 1-2 极性分子与非极性分子：
a—极性分子；b—非极性分子。

每一个极性分子为一偶极，两个“电荷中心”间的距离为“偶极长度”，偶极的长度表示分子极性的强弱。很明显的，不同极性分子具有不同的偶极长度，偶极长度愈大，分子的极性愈强。实际上，各种分子极性的强弱，是由所谓分子的“偶极矩”来量度的，分子的偶极矩为“偶极长度”与其极上“电荷”的乘积，表 1-1 例举了一些分子的偶极矩的数值。

3) 金属键——金属原子的结合是另外一种方式，金属可认为是由自由电子围绕着的正离子构成的系统。正离子及电子间的吸力就表现出金属的整体性。

自由电子的存在使电导及热导很高，金属的延展性可以解释为金属键的不规则及每一原子层的交结。

表 1-1 分子偶极矩

物 质	分 子 式	精 造 式	CGSE 单位中的 偶极矩
氢	H_2	$H-H$	0
二氧化碳	CO_2	$O=C=O$	0
四氯化碳	CCl_4	$\begin{array}{c} Cl \\ \\ Cl-C-Cl \\ \\ Cl \end{array}$	0
水	H_2O	$\begin{array}{c} O \\ / \quad \backslash \\ H \quad H \end{array}$	1.85×10^{-18}
乙醇	C_2H_5OH	$\begin{array}{c} H \quad H \\ \quad \\ H-C-C-O-H \\ \quad \\ H \quad H \end{array}$	1.70×10^{-18}
脲	N_2H_4CO	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-N \\ / \quad \backslash \\ H \quad N-C=O \\ \quad \\ H \quad H \end{array}$	4.53×10^{-1}

§ 3. 电真空器件及其生产中所用材料的概念

3-1 电真空器件的一般概念

电真空器件及其结构 电真空器件是一种以真空或稀薄气体中各种电的现象为应用基础的器件。电真空器件分为放电和不放电二类。

不放电器件所有电的现象都是在真空中金属导线内部进行的。如白炽灯泡便是。此外如真空稳流器、真空热电偶、热辐射测量器等都是典型的不放电真空器件。

放电器件中的电现象是在真空或稀薄气体中进行的。因此，放电器件按其工作原理又分为电子器件(自由电子在真空中运动)和气体放电器件(依靠稀薄气体中的离子导电)二类。

放电器件的工作原理可用最简单的二极管和三极管作为代表来了解其一般的性能。

1. 二极管的工作原理 二极管是由封在真空中的二个电极所组成(图1-3)。其中一个电极是阴极它担负着发射电子任务，所以也叫做发射电极。另外一个为阳极，又叫板极，它担负着吸收电子的任务。当阴极被电流加热时，电子就从它的上面发射出来，这些自由电子为阳极所吸收。所以二极管具有单方向的导电性，即在真空中的电流只能

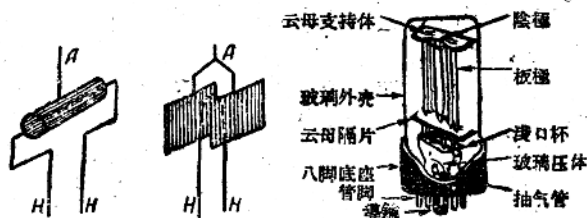


图 1-3 二极管构造示意图

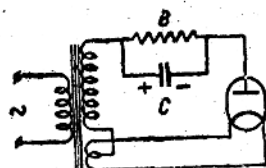


图 1-4 二极管整流

从板极经过真空到阴极，所以二极管可以用作整流管。整流器的原理性线路如图 1-4 所示。

2. 三极管的工作原理 若在阳极和阴极的中间放上栅网状的第三个电极——控制极就成为三极管了，如图 1-5 所示。其中栅极作成围绕灯丝的螺旋形或是圆柱网状，阴极是放在它的里面而板极则在它的外面。

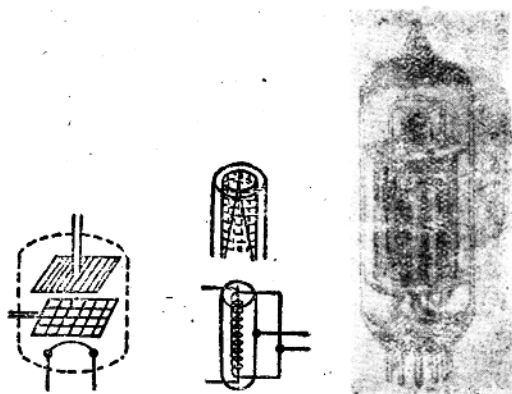


图 1-5 三极管的构造示意图

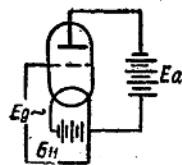


图 1-6 三极管的通用线路

理论和实验都可以证明：如果改变栅极上的电位(如图 1-6 所示)，就会影响到从阴极出来经过栅极网孔到板极的电子流。当栅极对阴极的电位是负的时候，在栅-阴二个极间的电场使从阴极出来的电子减速，因此使板路中电流减小；如果栅极对阴极的电位是正的，那末从阴极放射出来的电子，受到栅极的加速作用，板路中电流就增加。这样栅极电位的变化就会引起板极电流的相应变化，所以当电极的构造适当时，栅极电位很小的变化就会使板路中电流发生很大的波动，因此利用三极管的这种特性可以作为电压的放大器，也就是说，若从栅极输入一个很小的信号(电压)经过电子管的放大作用，就能在阳极电路中输出一个很大的信号了。

根据能量转换的性质和用途，电真空器件可以分为以下主要几类：

1. 电照明灯和萤光灯；
2. 电真空整流器件，用来变交流电为直流电；
3. 接收放大管，主要用来放大无线电接收设备和小功率放大设备内的交流电；
4. 振荡管和功率放大管，用来发生低频和高频振荡，以及用作功率放大器。

这一类内包括各种三、四、五极管、磁控管、速调管和行波管。磁控管是一种发生超高频振荡的器件，它带有电子流磁力控制系统。速调管和行波管可用来发生超高频振荡和放大超高频电流，带有利用改变电子速度的方法来控制电子流的系统。

5. 电子束器件，利用定向电子射线来使一组电的信号或图象变为另一组电信号或图象。这类器件内包括：光电显象管(用以在电视接收机内取得图象)、示波器等。

6. 光电器件，依靠光电效应使光辐射能变为电流能量。这类器件内包括有光电管等。

根据管子的特殊用途，上述各组器件还可分为更细的类别。

在电真空器件中有着许多结构元件。这些元件对于所有的器件，不论其结构形式和内部所产生的现象如何，在某种程度上都是必须的。在放电器件中，这类元件应包括主要的工作零件——阴极，阳极，栅极，即所谓管子的电极（图1-5）。

阴极是器件内自由电子的源泉。视加热方法的不同，分为直热式阴极和旁热式阴极。在直热式阴极中，加热阴极所必需的灼热电流直接沿阴极金属丝通过。旁热式阴极，也称为间热式阴极，乃是涂复活性层的圆形、椭圆形、扁形或其他形状的金属套管。套管内放置涂复着绝缘层的热丝。热丝可制成折迭形（折数不定）或各种螺旋丝形（单螺旋丝、双螺旋丝、螺旋金属丝制成的螺旋丝等等）。在旁热式阴极内，灼热电流沿热丝流过。在热丝灼热的同时，热量传递到涂复活性层的阴极金属套管上。直热式阴极和旁热式阴极的类型如图1-7所示。

阳极是电子的接收极（收集极）。此外，阳极还散发其上电子所放出的功率。

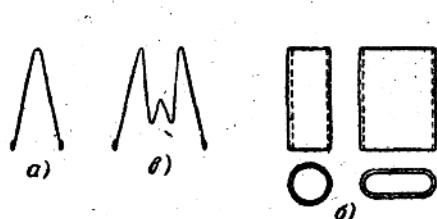


图1-7 阴极型式：

a 与 b—直热式阴极；c—旁热式阴极。

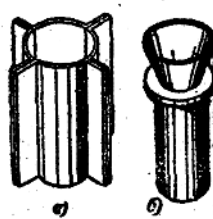


图1-8 阳极型式：

a—接收放大管阳极；b—振荡管阳极。

视冷却方法的不同，可分为自然冷却式阳极和人工冷却式阳极。在自然冷却式阳极内，热量是依靠热辐射散发的。人工冷却时可使用空气和水。在前一种情况下即称气冷式阳极，在后一种情况下称为水冷式阳极。各种不同结构的阳极均由片状或带状金属压成，在某些场合可用金属切削机床制造。某些阳极类型如图1-8所示。

电真空器件内栅极用来控制从阴极到阳极的电子流。

除了控制栅以外，器件内还有用来作控制栅和阳极间静电屏蔽的栅极（图1-9）。栅极一般绕在纵长的较粗的金属线段——边杆上面，成螺旋形。边杆保证管子内栅极的强度和其固定的可能性。此外，边杆还用来传导栅极线圈上的热量。栅丝上的热量是由于栅流和从阴极与其他电极来的热辐射而产生的。

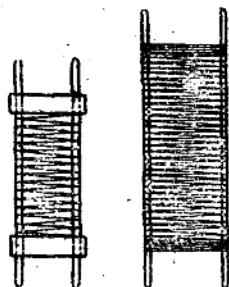


图1-9 电子管栅极。

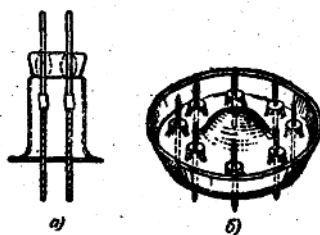


图1-10 电子管芯柱：

a—梳形芯柱；b—碟形芯柱。

电极装在芯柱上。芯柱是电真空器件外壳的一部分，里面压有引入线。引入线用来将外电源的电能导至器件的电极上。芯柱用玻璃制成，按其结构可分为以下主要二类：梳形芯柱和碟形芯柱（图 1-10）。

梳形芯柱是带边缘——喇叭口的玻璃管。当玻璃加热和软化时，在管内压入金属引入线。位在器件内部的引入线部分与各电极连接；器件外面的引入线部分与底部的插脚连接。除了引入线外，芯柱内还焊入排气管。排气管是一个细玻璃管，其一孔通向器件内部，另一孔与排气系统相接。用泵通过排气管排除器件内的全部气体。依靠煤气火头拉长排气管，可以很容易地从泵上取下电子管。有时，排气管不焊入芯柱内，而焊在器件外壳的其他部分。

碟形芯柱是冲压成的扁平玻璃小底，用来作器件外壳的底部。在此玻璃底的四周焊入器件的引入线。引入线同时也就是器件的插脚。

碟形芯柱的引入线较梳形芯柱短得多，对于在特高频波段工作的器件，这一点有着重要的意义。碟形芯柱可省去器件的管底。

芯柱连同其上所装的电极一起与玻壳（管壳）封接。玻壳和所焊的芯柱一起组成了器件的外壳。器件外壳保证了在其内部形成低压空间——真空的可能性。外壳可以是玻璃的、金属的和陶瓷的。外壳的形状可以各式各样（图 1-11）。

为了吸收抽气泵所未能排除的剩余气体，以及工作中器件零件所放出的气体，器件内装入消气剂。消气剂能和排气后的剩余气体及器件工作中放出的气体发生化学作用。消气剂一般放在特殊的金属支架上。

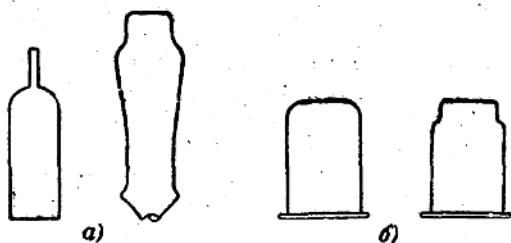


图 1-11 电子管外壳：

a—玻璃外壳；b—金属外壳。

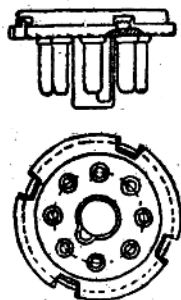


图 1-12 固定着插脚的管底。

除了这些主要的零件和部件以外，电真空器件的结构内还有许多辅助作用的零件，如金属和绝缘的固定零件。

金属固定零件是腰箍、螺钉、套管、支持等等。绝缘固定零件是器件内的绝缘物——云母和陶瓷，其上固定着器件的各个电极。

辅助零件内还包括金属隔离罩。

为了使器件和其电源装置连接，许多电真空器件均有管底，底上固定着插脚（图 1-12）。

在玻壳器件内，管底用特殊的管底胶泥——焊泥与外壳连接。底部的插脚一面连接着器件的各个电极，另一面连接电源的各个元件。