

高等學校教學用書

電子管

上 冊

B. Ф. 富拉索夫著

高等教育出版社



73.61
9

73.61

高等學校教學用書



電 子 管

上 冊

B. Φ. 富拉索夫著
清華大學無線電系教師集體翻譯



高等電子管出版社

2422

高等學校教學用書



電 子 管

下 冊

B. Ф. 富拉索夫著
孟昭英等譯



1105 21

高等教育出版社

2350

本書係根據蘇聯通訊和無線電出版社 (Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио) 出版的富拉索夫 (В. Ф. Власов) 著“電子管” (Электровакuumные приборы) 1949 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等學校教科書。

本書中譯本分上下兩冊出版。

參加上冊翻譯工作的為清華大學吳佑壽、吳白純、孫觀朝、陸家和、陳兆龍、陳閱德、馮子良、楊棄疾、韓麗瑛、孟昭英、常迥、馬世雄、王華儉等。

本書原由龍門聯合書局出版，現轉移我社出版，用該局原紙型重印。

電 子 管 上 冊

В. Ф. 富拉索夫著

清華大學無線電系教師集體翻譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 號
(北京市書刊出版業營業許可證出字第 034 號)

上海市印刷四廠印刷 新華書店發行

統一書號 15010·389 開本 850×1168 1/32 印張 11

字數 302,000 印數 9,501—12,000 定價 (4) 著 1.50

1953 年 11 月龍門聯合書局初版

1957 年 3 月新 1 版 1959 年 8 月上海第 5 次印刷

本書係根據蘇聯通訊和無線電出版社 (Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио) 出版的富拉索夫 (В. Ф. Власов) 著“電子管” (Электровакuumные приборы) 1949 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等學校教科書。

本書中譯本分上下兩冊出版。

參加下冊翻譯工作的為清華大學孟昭英、馬世雄、王華儉、吳佑壽、吳白純、孫觀朝、陸家和、陳兆龍、陳閱德、馮子良、楊秉炎、韓麗瑛等。

本書原由龍門聯合書局出版，現轉移我社出版，用該局原紙型重印。

電 子 管 下 冊

B. Ф. 富拉索夫著

孟昭英等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

上海劉源記印刷 新華書店總經售

統一書號 15010·390 開本 850×1168 1/32 印張 95/16 字數 254,000

一九五四年七月龍門聯合書局初版

一九五六年十二月新一版

一九五七年六月上海第二次印刷

印數 4,001—6,500

定價(10) ¥ 1.30

序 言

在電信學院中，電真空器件一課是被視為專業課的先修課目之一。它的目的是為幫助學生做研究無線電和有線電通信專業的準備。根據這個任務，本書中將討論在現代工程（主要是在通信工程方面）中所應用的電子管的構造；並且在一定範圍內研究這些電子管的物理過程、特性和參量，這些都是為正確地使用現成設備中的電真空器件所必需的，也是為正確地計算新式工程器具的運用情況所必需的。

與 1943 年本書第一版比較，現在這第二版是按照高等教育部批准的電真空器件教學大綱修改和增訂了的。

偉大的衛國戰爭的經驗和戰後無線電通信工具雷達與電視的發展都說明了在現代無線電工程中超高頻（包括幾厘米的波長）波段有着如何重大的意義；這就肯定了研究所有新式的在最近十年內所發明的特別是在超高頻波段的電真空器件的必要。但在這一基本課程中，關於超高頻電真空器件的深入的和詳細研究是有困難的，因為學員在無線電理論方面的訓練還不夠。所以本書中有些章的教材必須局限於介紹這些器件的構造和敘述它們的工作原理。

本書中也比較簡單地敘述了一些與通信工程關係比較少的電子管（氣體放電管、電子束管、光電器件等型的管）。而且在需要時，從我們現有的很多的專門書籍和論文中（參看書籍目錄）讀者可以自己找到關於這方面更詳盡的資料。

在時間較短的條件下，電子管這一課程中有些問題，我們認為並非必要的，就在書中用小體字區別出來，在讀書時可以略去，還不致破壞敘述的完整性。

書中採用覈理化的實用單位（MKSM），這是經蘇聯科學院度量單

位委員會推薦的，並且，現在在全蘇聯範圍內，電磁測驗都必須採用這一單位系統。但在有些計算公式的結論中還保留了以前課程和書籍裏所用的讀者比較熟悉的未嚴理化的絕對單位系統。

MKSM單位系統與絕對單位的對照表附在書的最後面(附錄1)。

И. А. 尼梯金教授和 И. И. 華西里耶夫講師在閱讀本版原稿時提供了許多寶貴的批評和意見。我在本書最後審訂中考慮了這些意見，謹對他們表示衷心的感謝。

В. 富拉索夫

關於本書譯名的商榷

本書原名 Электровакуумные Приборы。直譯出來，應該是「電真空器件」。按電真空器件的定義包含所有的放電的和不放電的真空器件，而前者通稱為電子管。本書基本內容實際上是電子管，即只包含了放電的電真空器件而不是所有的，因此我們把本書書名譯為「電子管」。至於電子管所包含的各種類型，詳見第一章 § 3。

譯者識

目 錄

第一章 電真空器件緒論	1
§ 1. 電子管在現代工程中的應用和意義	1
§ 2. 蘇聯工業電子學的發展	7
§ 3. 電真空放電器件的分類	10
§ 4. 現代電子管的構造	14
第二章 電子發射	20
§ 5. 電子的物理性質	20
§ 6. 金屬中的電子。逸出功	23
§ 7. 熱電子發射	31
§ 8. 有外加的加速電場時的電子發射	39
§ 9. 電子發射的其他形式	44
第三章 電子管的陰極	51
§ 10. 陰極的發射特性	51
§ 11. 陰極的參量	55
§ 12. 陰極發射的計算	59
§ 13. 陰極的類型	65
§ 14. 陰極的構造。間熱式陰極	76
§ 15. 陰極的運用	81
§ 16. 熱變穩流電阻器和熱變穩壓變阻器	85
第四章 電子光學原理	91
§ 17. 在均勻電場中電子的運動	91

§ 18.	在不均勻電場中電子的運動軌跡·····	98
§ 19.	研究靜電場和電子軌跡的實驗法·····	101
§ 20.	在磁場中電子的運動·····	105
§ 21.	最簡單的電子光學系統·····	110
第五章	二極管中的物理現象·····	118
§ 22.	二極管中的空間電荷·····	118
§ 23.	二分之三次方定律·····	124
§ 24.	二極管中電子的渡越時間·····	132
§ 25.	二極管中的全電流定律·····	137
§ 26.	電子在不完全真空中運動的主要現象·····	143
第六章	二極管·····	147
§ 27.	二極管的靜態特性曲線·····	147
§ 28.	用交流電流來供給陰極時對於板流的影響·····	156
§ 29.	二極管的靜態參量·····	158
§ 30.	超高頻時二極管的參量·····	161
§ 31.	板極消耗的功率。板極的構造·····	166
§ 32.	二極管的應用·····	171
§ 33.	二極管的構造和型式·····	175
第七章	三極管中的物理現象·····	179
§ 34.	三極管的板流特性曲線·····	179
§ 35.	三極管中的電場·····	185
§ 36.	等效(控制)電壓·····	189
§ 37.	三極管的二分之三次方定律·····	193
§ 38.	三極管的靜態參量·····	201
§ 39.	從特性曲線和用量測的方法來求三極管的參量·····	208
§ 40.	電極的構造和參量的關係·····	215
§ 41.	三極管特性曲線的近似式·····	220

第八章	三極管中電流的分配	223
§ 42.	柵極電流特性曲線的一般形狀	223
§ 43.	直接截獲情形下的電流分配	226
§ 44.	負阻效應對於在直接截獲情況下電流分配的影響	232
§ 45.	在返轉情形下的電流分配	236
§ 46.	柵極電流特性曲線的起始部份	244
§ 47.	不完善的真空對於三極管板流和柵流特性曲線的影響	248
第九章	放大三極管	254
§ 48.	三極管動態運用的概念	254
§ 49.	三極管的動態特性	260
§ 50.	三極管的動態參量	264
§ 51.	放大三極管運用情況的選擇	269
§ 52.	三極管的極間電容	275
§ 53.	參量的容許零散	281
§ 54.	放大三極管的類型	283
第十章	兩柵管(四極管)	289
§ 55.	兩柵管構造與應用的概述	289
§ 56.	屏柵四極管的特性曲線	295
§ 57.	屏柵四極管的參量	301
§ 58.	變跨導管	306
§ 59.	電子注功率管	309
第十一章	放大五極管	314
§ 60.	五極管中的抑制(反負阻的)柵極	314
§ 61.	五極管中的電流分配	316
§ 62.	五極管的特性和參量	322
§ 63.	關於五極管特性的計算及其近似的計算	329

§ 64. 高頻放大五極管.....	332
§ 65. 低頻五極管.....	339
俄漢人名對照表	344

目 錄

第十二章 超高頻用的小渡越角電子管	345
§ 66. 超高頻時電子管中電流流通的特點	345
§ 67. 超高頻時電子管的參量	351
§ 68. 電子管的輸入導納	356
§ 69. 跨導、輸出導納和跨端導納	363
§ 70. 超短波用的放大管	367
§ 71. 分米波和厘米波用的電子管	373
第十三章 變頻管	378
§ 72. 五極管內板極電流的兩重控制	378
§ 73. 兩重控制電子管的應用	384
§ 74. 多柵混頻管	388
§ 75. 多柵變頻管	392
§ 76. 超高頻的混頻管	400
第十四章 管內噪聲和關於接收放大管的補充知識	403
§ 77. 放大管的內部噪聲	403
§ 78. 噪聲和電子管構造及運用情況的關係	408
§ 79. 組合電子管	414
§ 80. 指示管	419
§ 81. 放大管中二次發射的利用	423
第十五章 振盪管	425
§ 82. 振盪管構造的概論	425

§ 83.	振盪及調制三極管	427
§ 84.	振盪四極管和五極管	430
§ 85.	用在超短波和分米波段的振盪管	436
§ 86.	強力振盪管	441
§ 87.	脈衝振盪管	449
§ 88.	脈衝振盪管的構造	453
第十六章 速調管		458
§ 89.	速度調制管的工作原理	458
§ 90.	雙腔速調管的結構	461
§ 91.	雙腔速調管的工作過程	465
§ 92.	雙腔速調管工作過程的分析	471
§ 93.	反射式速調管	476
§ 94.	反射式速調管的運用情況	480
§ 95.	行波管	484
第十七章 磁控管		488
§ 96.	磁控管中磁場的控制作用	488
§ 97.	具有整塊陽極的磁控管	491
§ 98.	具有雙瓣陽極的磁控管	495
§ 99.	多諧振腔磁控管的構造和運用原理	499
§ 100.	多諧振腔磁控管的構造零件和運用情況	506
第十八章 電子束管		513
§ 101.	電子束管的構造及工作原理	513
§ 102.	電子束管的聚焦系統	516
§ 103.	電子束管的偏轉系統	521
§ 104.	電子束管中的屏蔽。示波圖的畸變	527
§ 105.	電子束管的特殊構造	532
§ 106.	電子束分配器	538

第十九章 氣體放電的基本知識	542
§ 107. 氣體放電的種類	542
§ 108. 氣體中的非自持放電	544
§ 109. 輝光放電	548
§ 110. 弧光放電	551
§ 111. 氣體放電的特殊情況	555
第二十章 熱陰極充氣放電管	558
§ 112. 充氣二極管	558
§ 113. 熱陰極充氣二極管的工作情況及參量	563
§ 114. 閘流管	568
§ 115. 閘流管的工作狀況和其應用	573
§ 116. 充氣放大電子管	577
第二十一章 自持放電的氣體放電管	579
§ 117. 輝光放電管	579
§ 118. 汞弧整流器	584
§ 119. 引燃管	589
§ 120. 通信傳輸線的充氣放電器	591
§ 121. 特別的充氣放電器	594
第二十二章 光電器件	599
§ 122. 外在光電效應的光電管	599
§ 123. 外在光電效應光電管的特性曲線	602
§ 124. 光電倍增器	606
§ 125. 內在光電效應的光電管與光伏效應的光電管	610
§ 126. 光電變換器	614
§ 127. 電子析像管	616
§ 128. 改進後的電視發送管的構造	621

結束語	625
§129. 工程電子學的任務與發展前途	625
附錄	629
一 半導體二極管與三極管	629
二 MKSM 合理化實用單位制與 CGSE、CGSM 單位制的關 係	633
三 基本文獻目錄	635



第一章 電真空器件

§1. 電子管在現代工程中的應用和意義

凡是以一個器件中真空部份的電現象作為其運用基礎的器件都叫做電真空器件。

如果主要的電的變化只發生在位於真空中的金屬導體裏，這種電真空器件就稱為不放電的；例如白熾燈泡就是人人皆知的不放電的電真空器件的一種，它是俄國電氣工程師 A. H. 拉德庚在 1873 年發明的。這個發明可作為現代電真空技術的開端。

除了照明電燈以外，還有真空穩流器、真空熱偶和在電工測量中廣泛應用的輻射熱測量器以及一些其他的器件都是不放電的電真空器件。

此外，有很多種電真空器件，是屬於放電的電真空器件，它們的作用是由於在真空中自由電荷的運動所形成的。在放電的電真空器件中電流流過真空或流過稀薄的氣體就是主要的物理過程。

在第一種情形，只有從器件的電極上用某種方法所得到的自由電子來擔任電荷的搬運者，這種器件稱之為電子管。但當電流流經電真空器件極間的稀薄氣體的時候，電子和離子都參加電荷的傳輸，這些離子是由於器件中的氣體電離而得到的，這種器件稱為氣體放電管。

本書的目的是研究放電的電真空器件。它們在現代電工的各方面，特別是在電信工程中廣泛地應用着。

從第十九世紀末開始，物質構造的電子理論的研究以及物理學這方面的勝利，已經為發明和改善電真空器件創造了科學上的先決條件。

當金屬加熱時，帶有負電荷的小質點——電子——就從它上面發射出來，這一現象已經從實驗上和理論上的研究得到證實。

這些自由電子從真空中熾熱的導線上發射出來就表明了可以在另外一個電極上得到有方向性的電流，這電極也在真空中，由金屬板做成，離熱導線不遠，它的電位對這導線而言是正的。

在1904年第一個具有兩個電極的電子管作成了。其中，燈絲是用一個電壓不大的電池 B_n 的電流加熱的，爲了增大這線路中的電流，在板路裏接上第二個電池 B_a ，使板極對燈絲的電位是正的（圖1）。具有

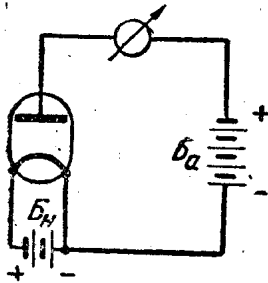


圖 1.

兩個電極的電子管（即所謂二極管）的主要特性是單向導電性：電流在板路中只能單方向流通^①，就是在管內從板極經過真空到燈絲。因此二極管可用作整流管。當時，無線電工程正由用粉末檢波器（無線電發明家波波夫在接收機中利用它來檢出高頻電波）過渡到用比較簡單的檢波器。二極管也爲這個目的之用。但是因爲最早的二極管在技術上有一些缺點所以它的應用不很廣泛。無線電接收機在很長的時期中只用晶體檢波器來檢出高頻電波。現在，高頻檢波二極管是廣泛地應用在無線電設備中了；它們有些是單管的形式；有些是作爲各種組合的接收放大管的組成部份。除了在無線電接收機中利用它們檢波以外，二極管常常被用來把工業頻率（低頻）的交流電整流爲直流，直流是爲供給無線電設備或 X—射線管等所必需的。二極管用作整流器時就稱爲兩極整流管。

在二極管中爲了得到經過真空的電流，第二個電極（板極）對燈絲應該總是正的電位，所以這個電極就名爲管子的陽極^②，而接在板路中的電池 B_a （圖1）稱爲陽極電池。在普通線路中接到陽極電池的負端的燈絲稱爲管的陰極，而供給陰極加熱的電流的電池 B_n 稱爲燈絲電池。

① 在電工中電流的規定方向如大家所知的電子運動的反方向。

② [陽極]以下按習慣仍改稱爲板極——譯者註。