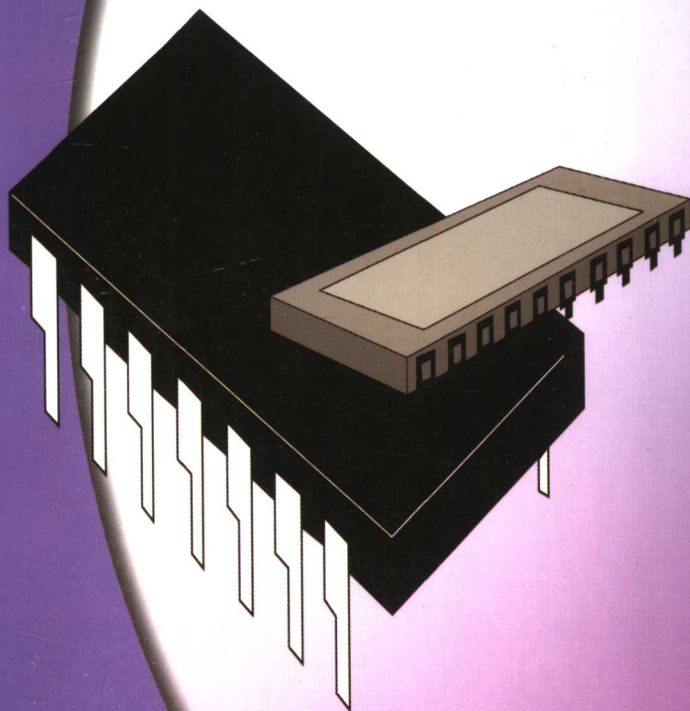


图解

# 场效应器件应用 与检修指南

TUJIE CHANGXIAOYING QIJIAN  
YINGYONG YU JIANXIU ZHINAN

阳鸿钧 等编著

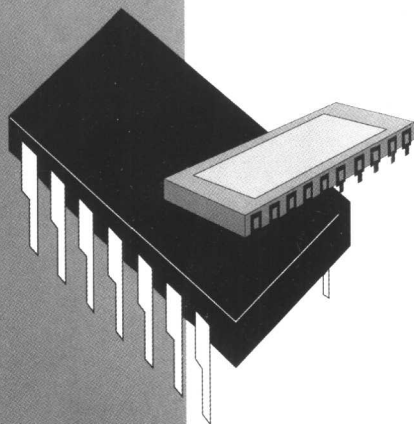


江西出版集团  
江西科学技术出版社

# 图解场效应器件 应用与维修指南

TUJIE CHANGXIAOYING QIJIAN  
YINGYONG YU WEIXIU ZHINAN

阳鸿钧 等编著



江西出版集团  
江西科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

图解场效应器件应用与检修指南/阳鸿钧等编著. —南昌:江西科学技术出版社,2007.4

ISBN 978 - 7 - 5390 - 3027 - 2

I. 图… II. 阳… III. ①场效应—电子器件—应用—图解②场效应—电子器件—检修—图解 IV. N103 - 64

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第036174号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:KX2005096

### 图解场效应器件应用与检修指南

阳鸿钧等编著

---

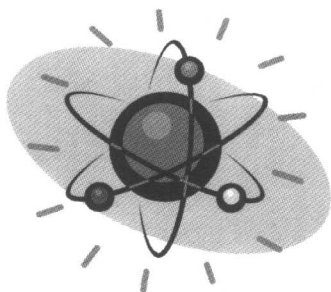
|    |                                        |
|----|----------------------------------------|
| 出版 | 江西出版集团·江西科学技术出版社                       |
| 发行 |                                        |
| 社址 | 南昌市蓼洲街2号附1号                            |
|    | 邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真) |
| 印刷 | 江西省山水地矿测绘印刷厂                           |
| 经销 | 各地新华书店                                 |
| 开本 | 787mm×1092mm 1/16                      |
| 字数 | 593千字                                  |
| 印张 | 35.5                                   |
| 印数 | 3000册                                  |
| 版次 | 2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷                |
| 书号 | ISBN 978 - 7 - 5390 - 3027 - 2         |
| 定价 | 48.00元                                 |

---

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

# 内容提要

---



本书通过图文表的形式把场效应器件(本书主要指场效应管与 MOS 集成电路)的有关知识变得通俗易懂,使读者能够轻松地掌握场效应器件的基础知识以及检修知识。

本书首先把枯燥无味的场效应器件基础理论知识通过图解变得浅显易懂,然后针对场效应器件在具体家电产品中的应用与检修,通过边“图”边“说”,使读者脱离纯文字书的乏味,恍如身临其境于工作中。书中还提供了常用场效应器件的参数及其应用电路图,以满足读者知识进阶的需要,供读者工作所需时查找。

总之,本书内容丰富,图文并茂,具有“老师教理论”与“师傅教实践”的双重作用,是广大电子技术人员的良师益友,可为设计人员设计电路时提供借鉴,同时也可作为各类学校及培训班教材使用。

第4章讲述了场效应器件在其他电器中的应用与检修,分别对其他电器场效应器件的应用、检修进行了具体、详尽的阐述。同时,提供了比较完整的部分其他电器所用场效应器件的编号与型号,以供使用与检修时参考。

第5章讲述了场效应器件应用与检修参数及电路图,分别以表格的形式列出了2SJ、2SK系列场效应管参数。同时,提供了部分MOS集成电路维修资料,供广大维修人员、设计人员参考。

本书不但是一本由入门到精通再到行家的有关场效应器件的书籍,而且是检修经验、检修技巧和宝贵资料的汇总,是一本实用的案头工具书。因此,本书既适用于广大电子工作人员、无线电爱好者,也适用于各类学校师生、各类家电维修人员。

本书在编著过程中,参考了一些宝贵资料 and 文章,同时得到了遼达信息研策中心的大力支持和帮助,阳梅开、许小菊、鄢峻、李三等同仁也给予了支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中错误在所难免,恳望读者批评指正。

**编著者**

# 目录

## CONTENTS



### 第 1 章



#### 场效应器件基础知识与检修概述

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、场效应器件基础知识 .....     | 1  |
| (一)场效应管 .....         | 1  |
| (二)MOS 集成电路 .....     | 68 |
| 二、场效应器件检修概述 .....     | 76 |
| (一)场效应管检修概述 .....     | 76 |
| (二)MOS 集成电路检修概述 ..... | 83 |

### 第 2 章



#### 场效应器件在彩电中的应用与检修

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、彩电场效应器件应用知识 ..... | 90 |
| (一)彩电场效应管应用知识 ..... | 90 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| (二)彩电 MOS 集成电路应用知识 .....  | 102 |
| 二、彩电场效应器件的检修 .....        | 113 |
| (一)彩电场效应管的检修 .....        | 113 |
| (二)彩电 MOS 集成电路的检修 .....   | 113 |
| 三、部分彩电所用场效应器件的编号与型号 ..... | 115 |

## 第 3 章



### 场效应器件在显示器中的应用与检修

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 一、彩显场效应器件应用知识 .....       | 138 |
| (一)彩显场效应管应用知识 .....       | 138 |
| (二)彩显 MOS 集成电路应用知识 .....  | 146 |
| 二、彩显场效应器件的检修 .....        | 147 |
| 三、部分彩显所用场效应器件的编号与型号 ..... | 148 |

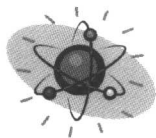
## 第 4 章



### 场效应器件在其他电子产品中的应用与检修

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 一、场效应管在其他电子产品中的应用与检修 .....     | 241 |
| 二、MOS 集成电路在其他电子产品中的应用与检修 ..... | 253 |

## 第 5 章



### 场效应器件应用与检修参数及电路图

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、场效应管检修参数与应用举例 .....      | 257 |
| 二、含有场效应管的部分集成电路内部电路图 ..... | 555 |

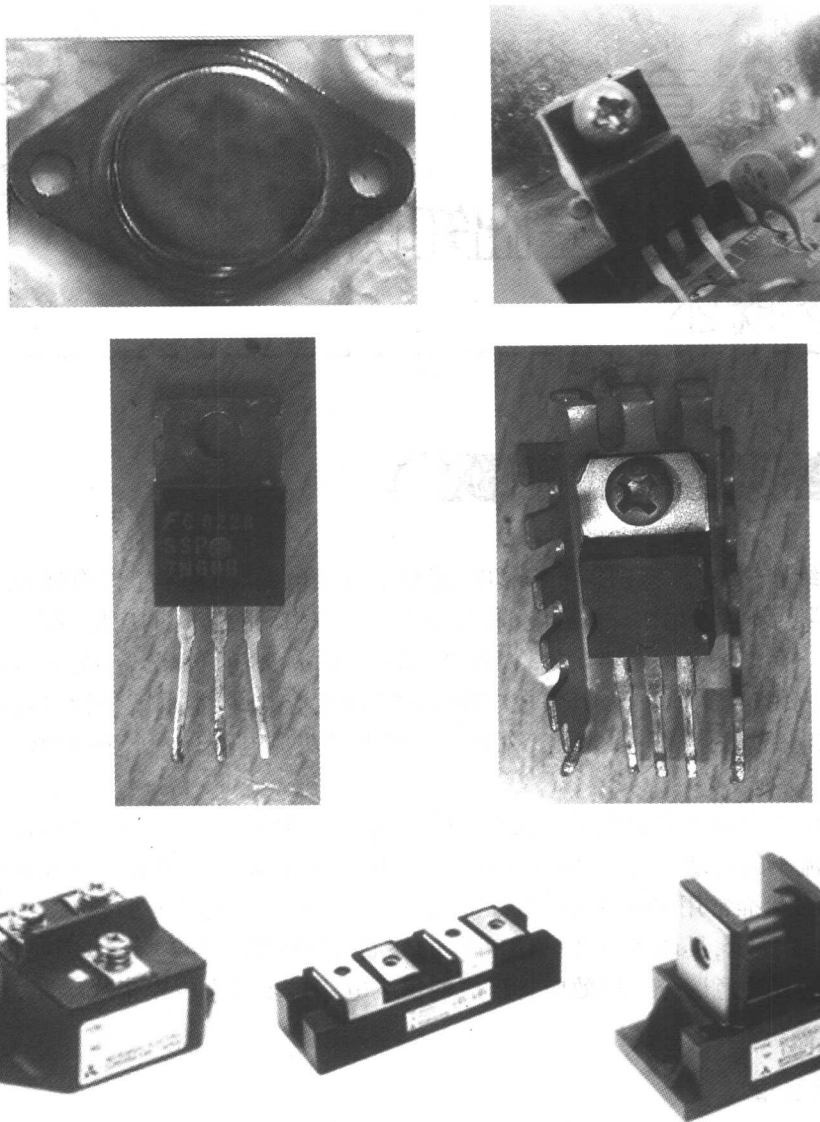


图 1-1 部分场效应管外形图

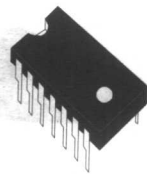


图 1-2 IRF644 的外形与封装

(主要参数:  $250\text{V}$ 、 $U_{GS}:\pm 20\text{V}$ 、 $I_D: 14\text{A}$ 、 $P_D: 125\text{W}$ 、 $R_{DS(on)}: 0.28\Omega$ )

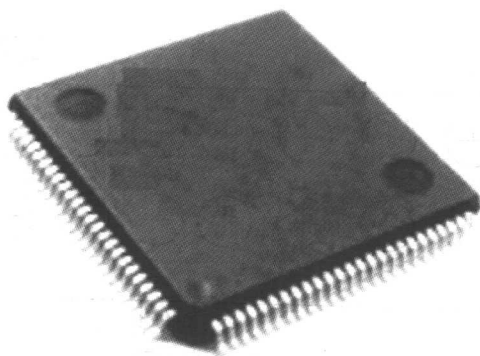


图 1-3 大规模 MOS 集成电路

### 1. 结型场效应管

#### (1) 结构、符号与原理。

以前学习的二极管、三极管等晶体管具有 PN 结,场效应管也具有 PN 结,可见,PN 结是场效应管的基本结构。PN 结是 P 型半导体(P 型区域)与 N 型半导体(N 型区域)结合,并且在它们交界处形成 PN 结,其示意图如图 1-4 所示。



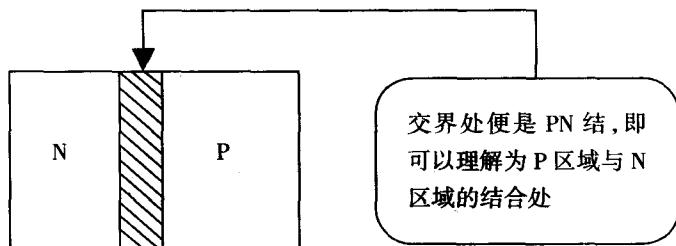


图 1-4 PN 结位置示意图

N 型区域与 P 型区域有各自的特性，正因如此，PN 结才是“活跃”的区域，才是场效应管的基本结构。N 型区域具有电离后形成的自由移动电子和正电荷离子，有很少的空穴存在，即浓电子区域。P 型区域具有电离后能够移动的空穴和负电荷离子，有很少的电子存在，即浓空穴区域。正是 N 型区域与 P 型区域载流子（电子与空穴均是载流子）的浓度差，引发 PN 结附近发生一定的扩散和复合，其示意图如图 1-5 所示。

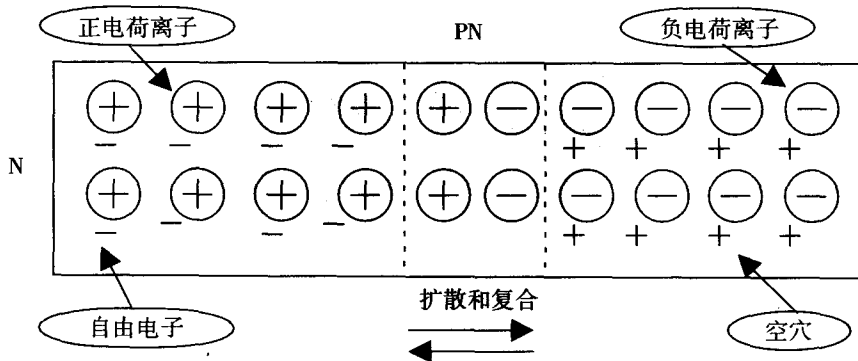


图 1-5 N 区域与 P 区域包含的载流子

耗尽区的形成就是因 N 区域中的电子跑到（扩散到）了 P 区域，P 区域的空穴跑到（扩散到）了 N 区域。而 PN 结附近既没有电子，又没有空穴，但是既有带正电荷的离子，又有带负电荷的离子区域。这个区域就是耗尽区，意为电子与空穴均无，即“耗尽”。耗尽区呈电性，非耗尽区域（N 型区域与 P 型区域）呈电中性，如图 1-6 所示。

PN 结平衡是指扩散作用力与耗尽区电场作用力一样时所处的状态。此时，耗尽区

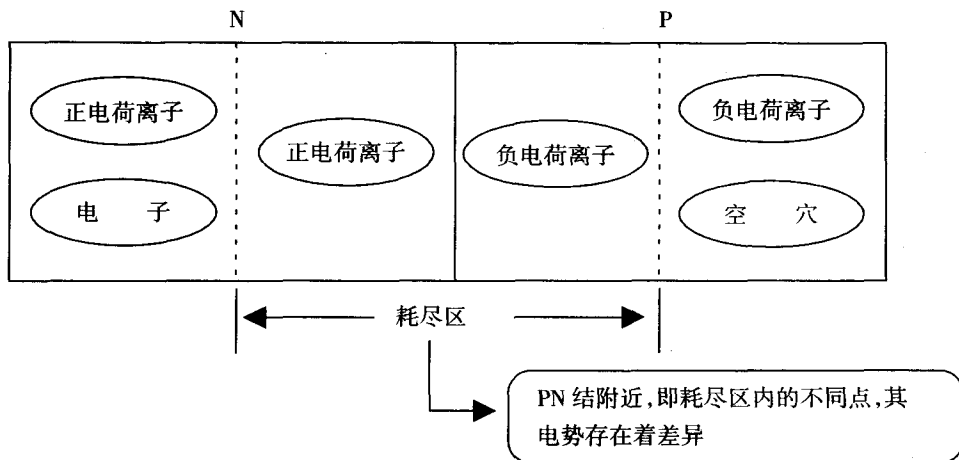
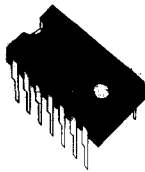


图 1-6 耗尽区

两边的电势差常用  $U_D$  表示。一般硅材料的  $U_D$  为 0.5~0.8V。当 P 区域接外电源负极, N 区域接外电源正极时, 耗尽区会变宽, 并且拓宽的方向在杂质浓度低的区域。当 PN 结平衡时, 外加电源基本上落在耗尽区, 即 PN 结电势差变为  $U_{\text{外电源}} + U_D$ , 如图 1-7 所示。

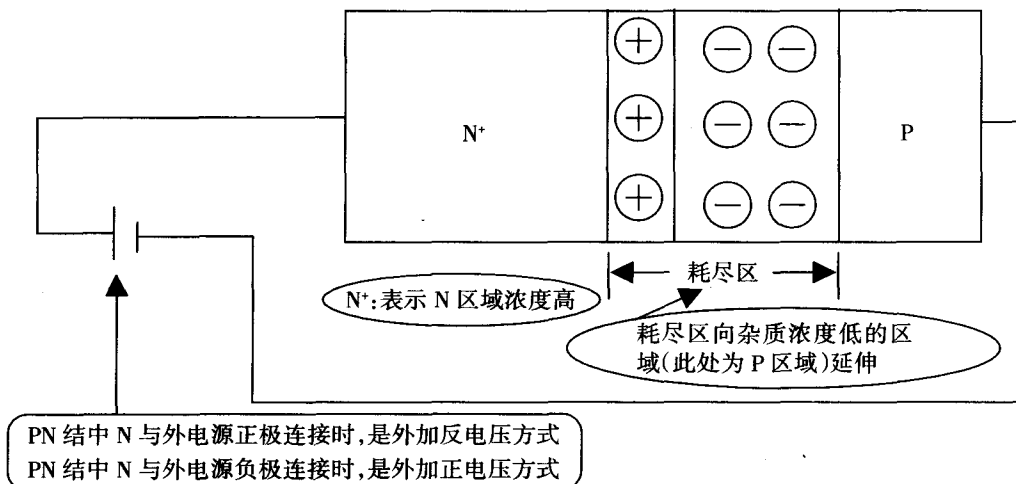


图 1-7 耗尽区延伸方向



结型场效应管是一种小功率场效应器件,又叫静电感应晶体管,即 SIT。它用于放大、限流、稳流、调制等。结型场效应管就内部结构而言一般属于耗尽型的,依导电沟道可以分为 N 沟道结型场效应管(符号如图 1-8A 所示)与 P 沟道结型场效应管(符号如图 1-8B 所示),内部结构示意图如图 1-9 所示。

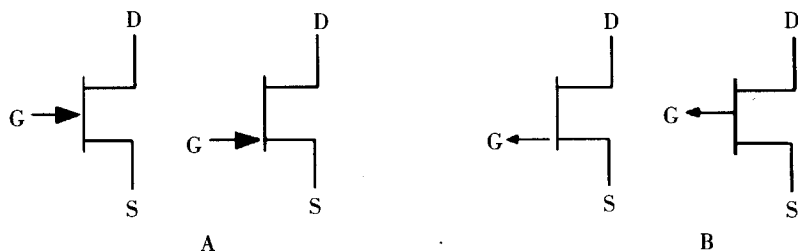


图 1-8 N 沟道和 P 沟道结型场效应管符号图

(从图中我们可以看到,结型场效应管也具有三个电极:G——栅极;D——漏极;S——源极。电路符号中栅极的箭头方向可理解为两个 PN 结的正向导电方向)

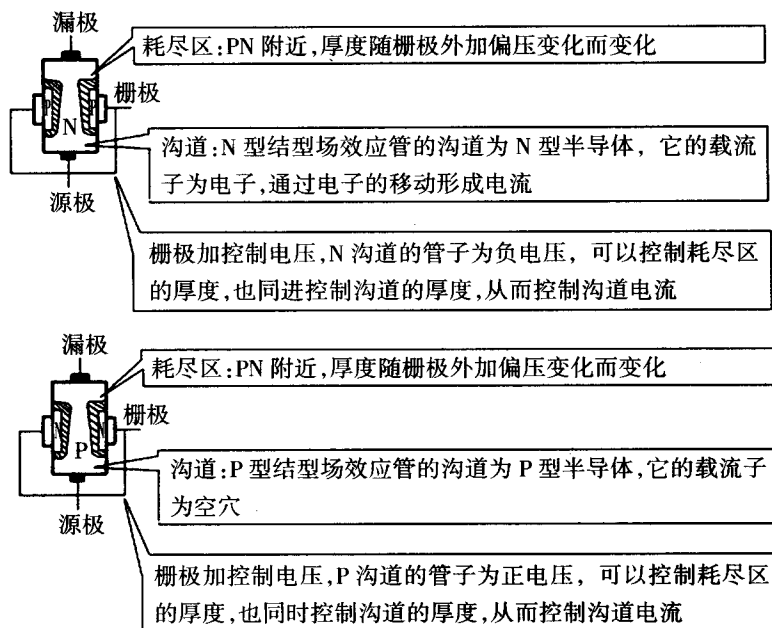
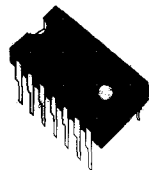


图 1-9 N 沟道与 P 沟道结型场效应管内部结构示意图



结型场效应管的栅极只能加反向偏置电压,如图 1-10 所示。

在正确连好各极电压极性后,可以使场效应管达到想要的要求与功能,其中放大作用是一项功能之一。当在栅极与源极间加一正弦波交流信号  $U_i$ ,场效应管的直流电压  $U_{GS}$  随输入交流信号的变化而变化,从而引起漏极电流  $I_D$  的变化。因漏极电流的变化量与负载电阻  $R$  综合起作用,使输出的交流信号  $U_o$  幅度大大提高,此原理示意图如图 1-11 所示。

对场效应管实现放大效用的原因可以通过对结型场效应管的工作原理来进行了解。现以 N 沟道结型场效应管为例介绍其工作原理。在 D、S 间加上电压  $U_{DS}$ ,则源极和漏极之间形成电流  $I_D$ ,我们通过加大栅极和源极的反向电压  $U_{GS}$ ,耗尽区(即 PN 结阻挡层)主要向 N 区扩展并且随电压改大而变厚,沟道变窄,沟道电阻变大,漏极电流  $I_D$  变小( $U_{DS}$  一定时,根据欧姆定律变式  $I=U/R$  即可明白  $I_D$  也变小的原因)。当减小栅极和源

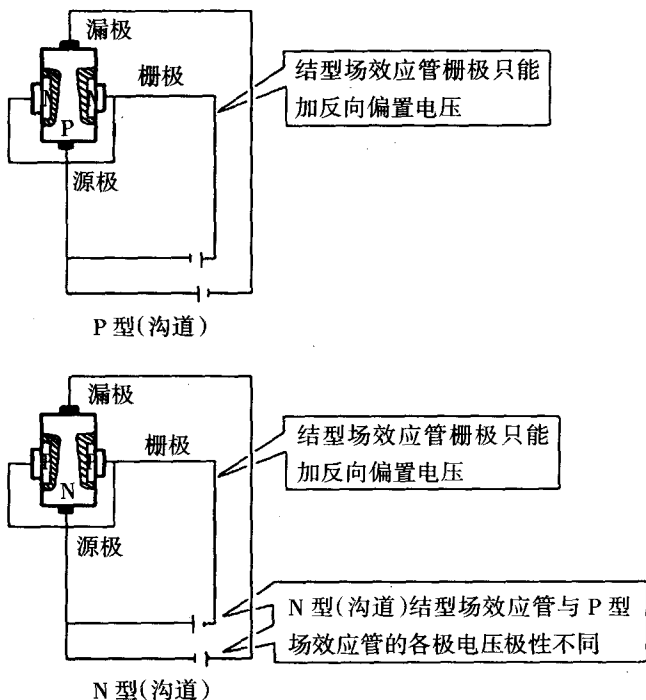


图 1-10 结型场效应管的栅极只能加反向偏置电压



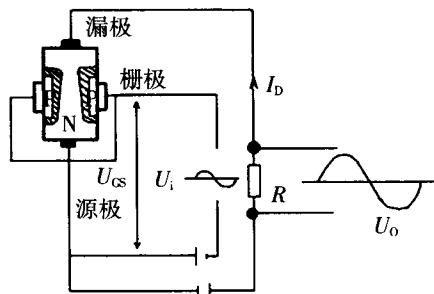


图 1-11 放大原理示意图

极的反向电压  $U_{GS}$  时,则耗尽区变薄,沟道变厚,沟道电阻变小,漏极电流  $I_D$  变大。由此可以知道结型场效应管的工作本质,即通过栅极与源极间的电压  $U_{GS}$  变化来控制漏极电流  $I_D$ 、漏极与源极间电压  $U_{DS}$  的变化。

## (2)特性与特性曲线。

结型场效应管的特性与特性曲线主要指漏极特性、栅漏特性以及它们的曲线。

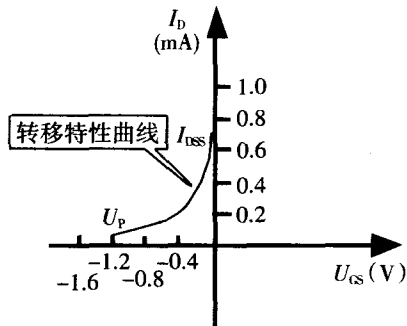
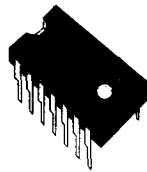


图 1-13 转移特性曲线

从图 1-13 中我们可以看出当  $U_{GS}=U_P$  时  $I_D=0$ ；当  $U_{GS}=0$  时， $I_D=I_{DSS}$ ； $U_{GS}$  负电压越高，沟道越窄，电阻越大， $I_D$  将减小。

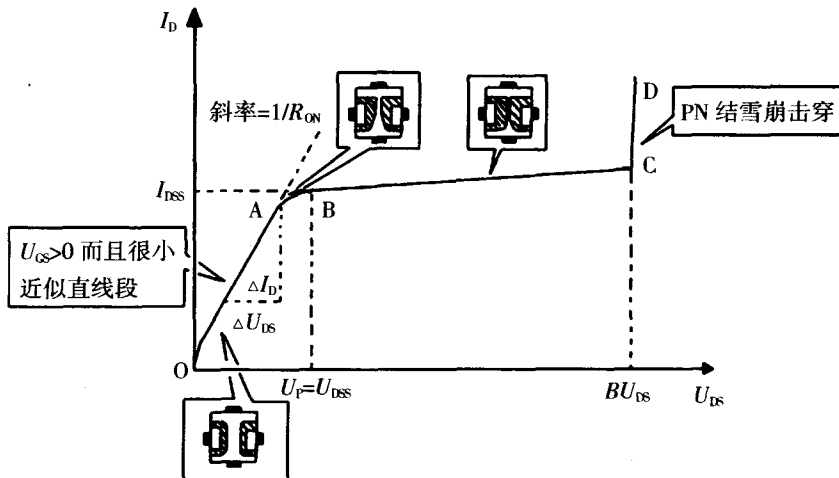
另外， $I_{DSS}$  对应的漏源电压即为  $U_{GS}=0$  时的饱和电压  $U_{DS}$ 。

## ②输出特性。

输出特性分两种情况讨论，即  $U_{GS}=0$  和  $U_{GS}$  为负电压时  $I_D$  与  $U_{DS}$  的关系。

### I. $U_{GS}=0$ 时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系。

$U_{GS}=0$  时  $I_D$  与  $U_{DS}$  的关系曲线如图 1-14 所示。从图中可以看出分为以下几个区段。

图 1-14  $U_{GS}=0$  时的输出特性

OA 段:近似直线段。此区段为  $U_{GS}$  大于零并且数据很小的情况下,  $U_{DS}$  与  $I_D$  呈正比关系的图形体现。场效应管在此区段内耗尽区上下宽度一致平行,其斜率  $=1/R_{ON} = \Delta I_D / \Delta U_{DS}$ 。

AB 段:为圆弧段。此区段为  $U_{DS}$  逐步增大,使得场效应管耗尽区在靠近漏极处形成比源极处厚一些的楔形形状,  $I_D$  速率变小,与  $U_{DS}$  不呈正比。

BC 段:为倾斜线。此区段为  $U_{DS}$  继续增加,并且超过饱和电压时,场效应管内耗尽区靠近漏极一端有靠近点,即夹断。随着  $U_{DS}$  的继续增加,夹断部分将向下扩大。

CD 段:较陡的线段。此区段为  $U_{DS}$  继续增加到一定时,耗尽层(区)被反向击穿,对应的漏源电压为击穿电压。

## II. $U_{GS} < 0$ 时 $I_D$ 与 $U_{DS}$ 的关系。

$U_{GS} < 0$  时  $I_D$  与  $U_{DS}$  的关系如图 1-15 所示。从图中可以知道  $I_D$  与  $U_{DS}$  是一组曲线,即曲线簇。当  $U_{DS}$  一定时,  $U_{GS}$  越负,  $I_D$  越小,与夹断对应的夹断电压  $U_P$  也越小。

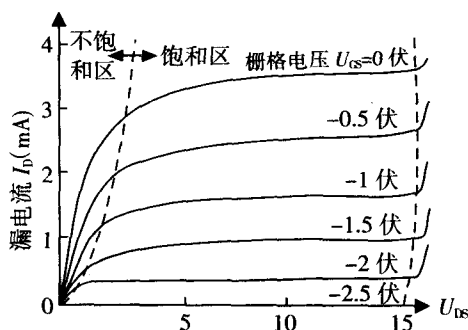


图 1-15  $U_{GS} < 0$  时的输出特性

$U_{GS} < 0$  时  $I_D$  与  $U_{DS}$  的关系在图中分为三个区域:不饱和区、饱和区与击穿区。其中击穿区如图 1-16 所示。从图中可以看出,不同的  $U_{GS}$ ,其击穿电压不同。一般而言,  $U_{GS}$  负得越多,  $BU_{DS}$  越小。当管子击穿时,  $I_D$  将急剧增大。

另外,根据工作特性可以分为四个区域:可变电阻区、放大区、击穿区、截止区。

结型场效应管的转移特性和输出特性同是反映场效应管工作时  $U_{GS}$ 、 $U_{DS}$ 、 $I_D$  之间的关系,它们之间是可以互相转换的。