

# 微电子器件实验 MOS 管 D

范云潜，学号：18373486，搭档：徐靖涵，教师：彭守仲

微电子学院 184111 班

日期：2020 年 10 月 19 日

## 1 实验目的

从场效应管的直流特性特性的测量与分析中，验证并加深对场效应管原理与性质的理解。

## 2 实验所用设备及器件

主要设备有：电压源，手持式万用表，台式万用表，相关线缆等，主要器件有 N 沟道 MOS 管 IRF3205 和 IRFR214。

## 3 实验基本原理及步骤

### 3.1 MOS 管基本结构

场效应管（Field Effect Transistor, FET）是一种压控电流元件，仅靠多子进行导电，又称为单极型晶体管，并且体积小、重量轻、寿命长、噪音低、热稳定性好、耗电低是现代的超大规模数字集成电路（Very Large Scale Integration, VLSI）的基本器件。

FET 主要可以分为结型场效应管（Junction Field Effect Transistor, JFET）和绝缘栅型场效应管（Insulated Gate Effect Transistor, IGFET）。后者有常见的金属-氧化物-半导体结构，也就是所谓的 MOS 管。MOSFET 有增强型和耗尽型两类器件，又可以分别分为 N 沟道与 P 沟道。

NMOS 的基本结构如 **图 1**，一个低掺杂的 P 型硅片为衬底，两个高掺杂的 N 型阱区引出电极作为源极和漏极，覆盖一层二氧化硅绝缘层后再覆盖一层金属铝引出电极作为栅极。

### 3.2 NMOS 电学特性

在栅极-源极不外加电压  $V_{GS} = 0$  时，源漏之间是两个 PN 结，不存在导电沟道，因此  $V_{DS} \neq 0$  时也不会有电流通过；在  $V_{GS} > 0$  时，电压透过绝缘层作用到栅极下方，排斥其中的空穴，留下电离的杂质负离子形成了耗尽层，但是由于没有自由移动的载流子，因此仍然无法形成电流；当  $V_{GS}$  进一步增大，已经不存在可以排斥的空穴，因此吸引来了电子，形成了 N 型的层，也就是反型层，构成了导电的沟道。产生导电沟道的临界电压称为阈值电压  $V_{th}$ 。

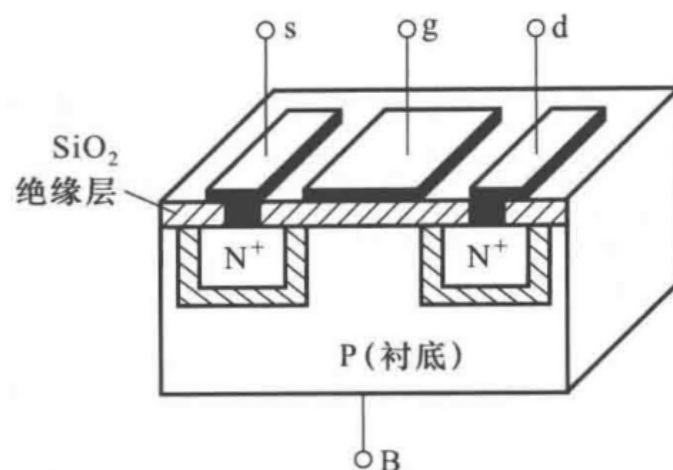


图 1: NMOS 基本结构

当  $V_{GS} > V_{th}$  时，源漏电压可以引起漏极电流。当  $V_{DS}$  较小时，未产生夹断，并且  $I_D$  随着  $V_{DS}$  线性变化，称为线性区；当  $V_{DS}$  较大时，沟道出现了夹断，进一步增大会造成夹断区的延长，而夹断区的长度变化几乎不会影响电流，电流几乎仅取决于  $V_{GS}$ ，此时称为饱和区。

对上述的直流特性进行总结，可以得到 图 2。

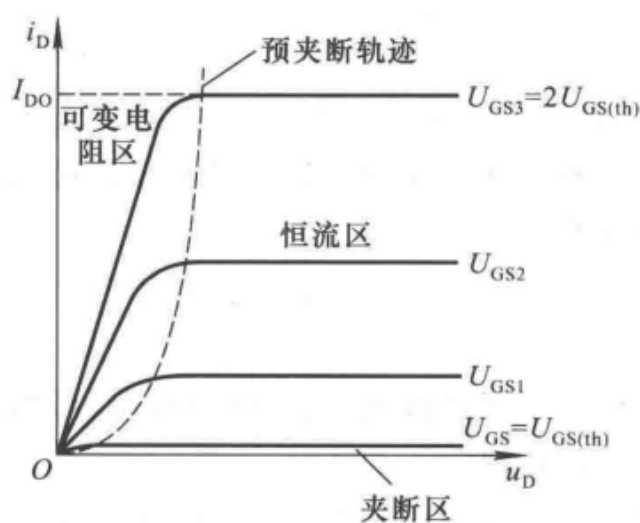


图 2: NMOS 输出特性曲线

由于工作在饱和区时，不同的  $V_{DS}$  输出电流几乎相同，可用转移特性曲线进行描述饱和区的电流特性，如 图 3。

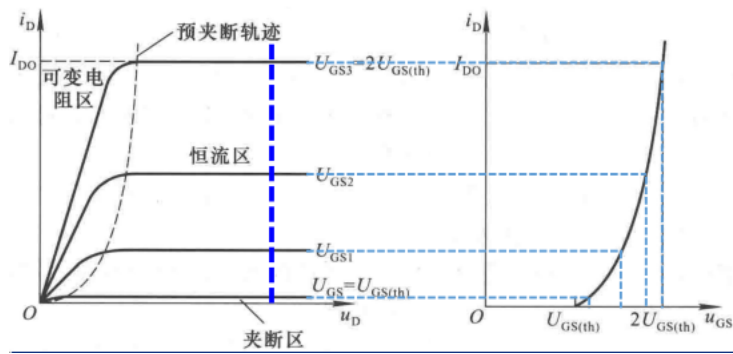


图 3: NMOS 转移特性曲线

### 3.3 操作步骤

#### 3.3.1 实验一：IRF3205 源漏伏安特性曲线

#### 3.3.2 实验二：IRF3205 转移特性曲线

#### 3.3.3 实验三：IRFR214 转移特性曲线

#### 3.3.4 实验四：IRFR214 输出特性曲线

## 4 实验数据记录

## 5 实验结果分析

## 6 总结与思考

转移特性曲线变平的原因：此时由于栅极电压过高，管子工作在线性区， $V_{GS}$  对电流的影响较小，因此很小的电流变化就涵盖了较大的  $V_{GS}$  区域。