

2022年 秋季学期

二、分类

1、从存/取功能分：

①只读存储器（非易失）

掩模 ROM

可编程 ROM

可擦除的可编程 EPROM

②随机读/写（易失）

静态RAM

动态RAM

2、从工艺分：

①双极型

②MOS型

wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

1

2022年 秋季学期

5.5 随机存储器RAM

5.5.1 静态随机存储器（SRAM）

一、结构与工作原理

wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

2

2022年 秋季学期

wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

3

2022年 秋季学期

二、SRAM的存储单元

六管CMOS

$T_1 \sim T_4$ 为基本存储单元

$X_i = 1$ 时，能在*i*行中被选中， T_5, T_6 导通， Q, Q' 与 B_i, B'_i 相通

当 $CS' = 0$ 时，若 $R/W = 1$ ，则 A_1 导通， A_2 与 A_3 截止， $Q \rightarrow I/O$ ，读操作

若 $R/W = 0$ ，则 A_1 截止， A_2 与 A_3 导通， $I/O \rightarrow Q$ ，写操作

$Y_j = 1$ 时，所在列被选中， T_7, T_8 导通，这时第*i*行第*j*列单元与缓冲器相连

wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

4

2022年 秋季学期

5.5.2* 动态随机存储器 (DRAM)

动态存储单元是利用电容可以存储电荷的原理

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

5

2022年 秋季学期

5.5.3 ROM 掩模ROM

一、结构

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

6

2022年 秋季学期

二、举例

真值表 逻辑表达式:

$$Y_0 = A_1 A_0 A_2 = m_0$$

$$Y_1 = A_1 A_0 A_2 = m_1$$

$$Y_2 = A_1 A_0 A_2 = m_2$$

$$\dots$$

$$Y_7 = A_1 A_0 A_2 = m_7$$

用二输入与门阵列组成的3线-8线译码器

输出缓冲器

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

7

2022年 秋季学期

输出缓冲器

“与”阵列

“或”阵列

输出

地 址	数 据				
A_1	A_0	d_3	d_2	d_1	d_0
0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

8

2022年 秋季学期

两个概念：

- 存储矩阵的每个交叉点是一个“存储单元”，存储单元中有器件存入“1”，无器件存入“0”

存储器的容量：“字数 × 位数”

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

9

2022年 秋季学期

掩模ROM的特点：

出厂时已经固定，不能更改，适合大量生产
简单，便宜，非易失性

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

10

2022年 秋季学期

地址输入 → 地址译码器 → 存储矩阵 → 输出缓冲器 → 数据输出

三态控制

A0~An-1
“与”项
W0
W(2ⁿ-1)
“或”阵列
D0
输出
Dm-1

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

11

2022年 秋季学期

可编程ROM (PROM)

总体结构与掩模ROM一样，但存储单元不同

* 熔丝由易熔合金制成
* 出厂时，每个结点上都 有
* 编程时将不用的熔断
!! 是一次性编程，不能改 写

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

12

2022年 秋季学期

可编程ROM (PROM)

总体结构与掩模ROM一样，但存储单元不同

写入时，要使用编程器

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

13

2022年 秋季学期

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

14

2022年 秋季学期

可擦除的可编程ROM (EPROM)

总体结构与掩模ROM一样，但存储单元不同

一、用紫外线擦除的PROM (UVEPROM)

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

15

2022年 秋季学期

SIMOS (Stacked-gate Injection MOS)

叠栅注入MOS管

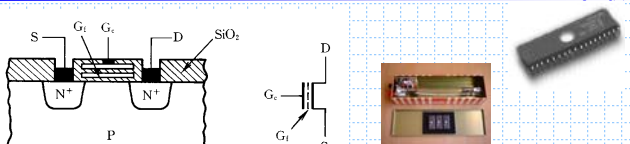
工作原理：
 若 G_f 上充以负电荷，则 G_c 处正常逻辑高电平下不导通
 若 G_f 上未充负电荷，则 G_c 处正常逻辑高电平下导通

G_c : 控制栅
 G_f : 浮置栅

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

16

2022年 秋季学期



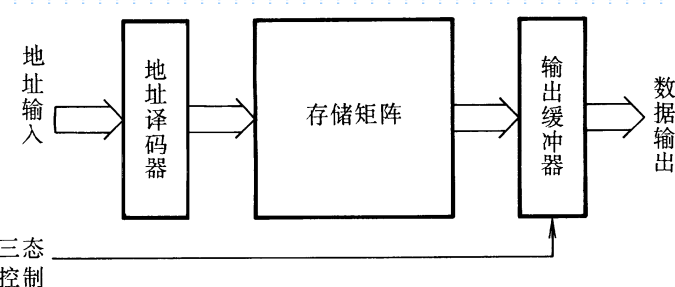
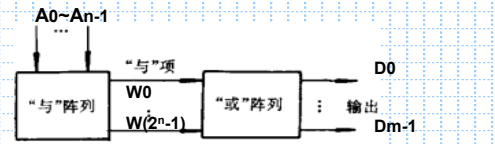
“写入”：雪崩注入， $D-S$ 间加高压（ $20 \sim 25V$ ），发生雪崩击穿同时在 G_c 上加 $25V, 50ms$ 宽的正脉冲，吸引高速电子穿过 SiO_2 到达 G_f ，形成注入电荷

“擦除”：通过照射产生电子-空穴对，提供泄放通道
紫外线照射 $20 \sim 30$ 分钟（阳光下一周，荧光灯下3年）

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

17

2022年 秋季学期

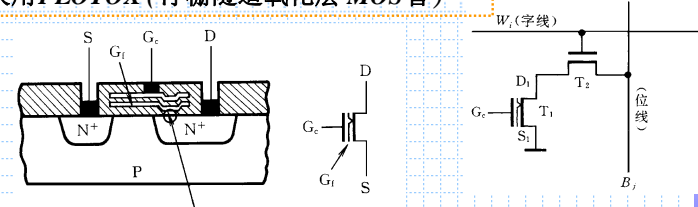
wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

18

2022年 秋季学期

二、电可擦除的可编程ROM (E²PROM)

总体结构与掩模ROM一样，但存储单元不同
为克服UVEPROM擦除慢，操作不便的缺点
采用FLOTOX（浮栅隧道氧化层MOS管）



G_f 与 D 之间有小的隧道区， SiO_2 厚度 $< 2 \times 10^{-8}m$
当场强达到一定大小（ $10^7 V/cm$ ），电子会穿越隧道——“隧道效应”

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

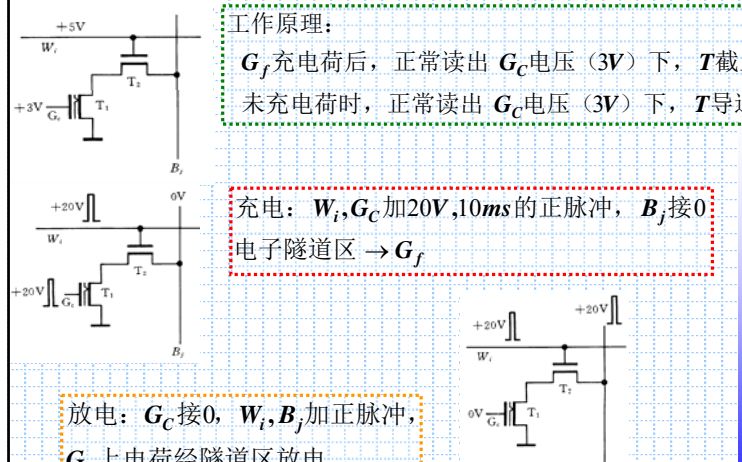
19

2022年 秋季学期

工作原理：
 G_f 充电后，正常读出 G_c 电压（ $3V$ ）下， T 截止
未充电时，正常读出 G_c 电压（ $3V$ ）下， T 导通

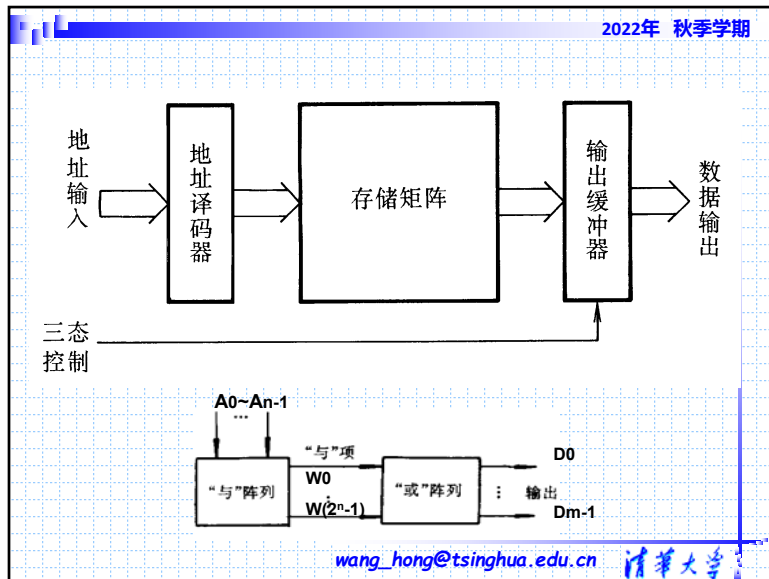
充电： W_i, G_c 加 $20V, 10ms$ 的正脉冲， B_j 接 0
电子隧道区 $\rightarrow G_f$

放电： G_c 接 0 ， W_i, B_j 加正脉冲， G_f 上电荷经隧道区放电

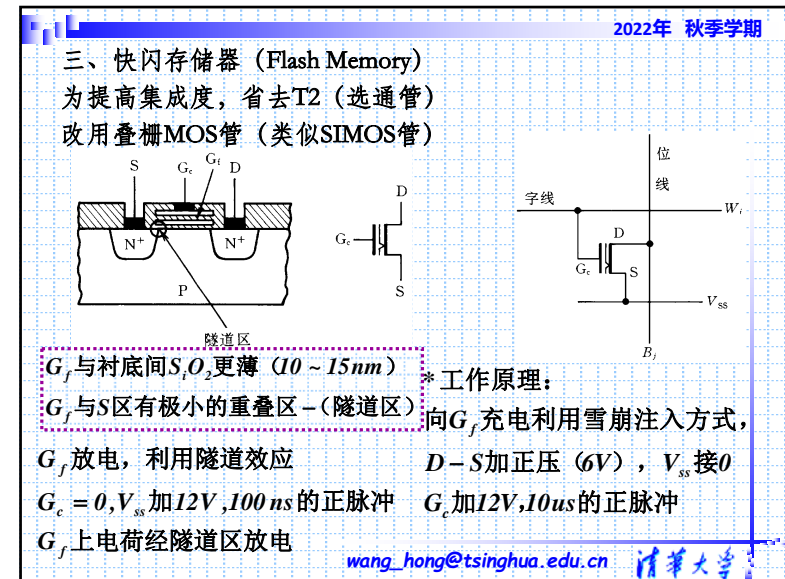


wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

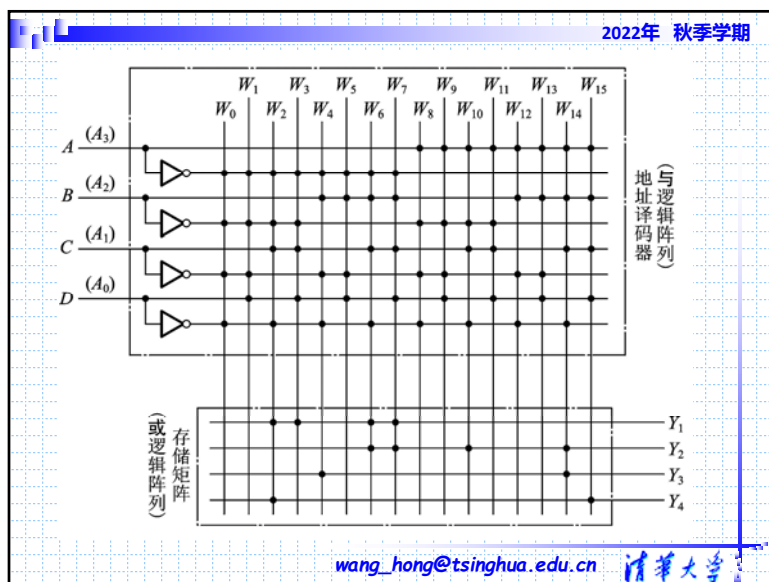
20



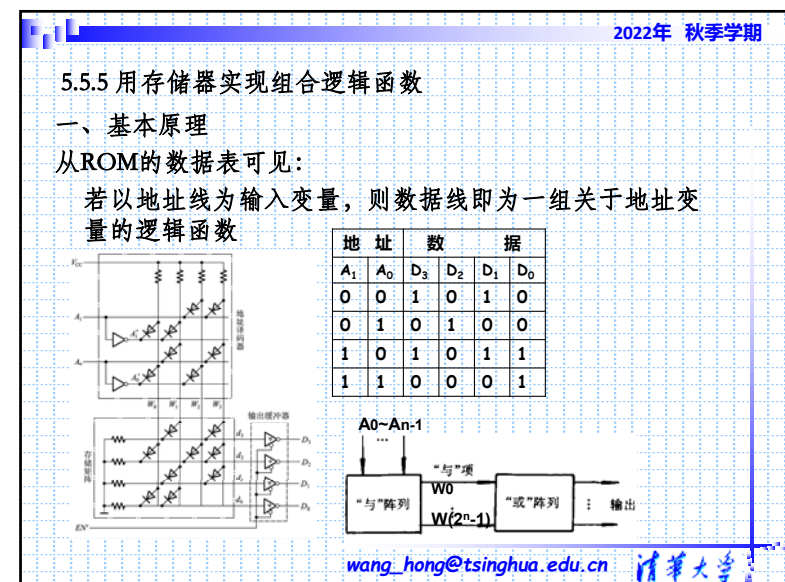
21



22



23



24

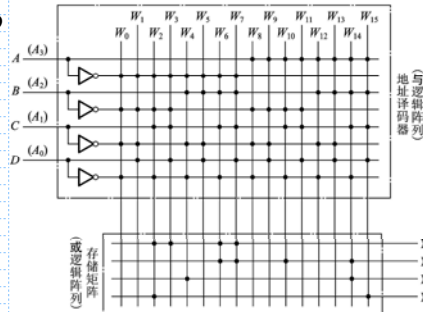
二、举例

用ROM产生:

$$\begin{cases} Y_1 = A'BC + A'B'C \\ Y_2 = AB'CD' + BCD' + A'BCD \\ Y_3 = ABCD' + A'BC'D' \\ Y_4 = A'B'CD' + ABCD \end{cases}$$



$$\begin{cases} Y_1 = \sum m(2,3,6,7) \\ Y_2 = \sum m(6,7,10,14) \\ Y_3 = \sum m(4,14) \\ Y_4 = \sum m(2,15) \end{cases}$$



wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

25

5.5.4 存储器容量的扩展

位扩展方式

适用于每片RAM,ROM字数够用而位数不够时

接法: 将各片的地址线、读写线、片选线并联即可

字扩展方式

适用于每片RAM,ROM位数够用而字数不够时

位扩展方式+字扩展方式

wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

26

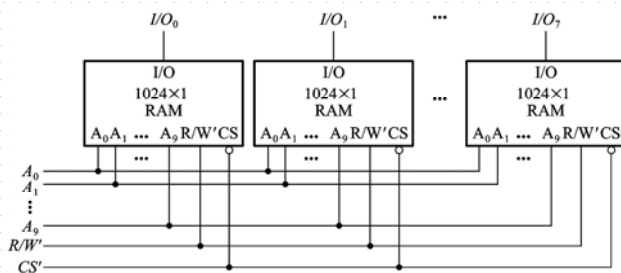
5.5.4 存储器容量的扩展

位扩展方式

适用于每片RAM,ROM字数够用而位数不够时

接法: 将各片的地址线、读写线、片选线并联即可

例: 用八片1024 x 1位 → 1024 x 8位的RAM



wang_hong@tsinghua.edu.cn

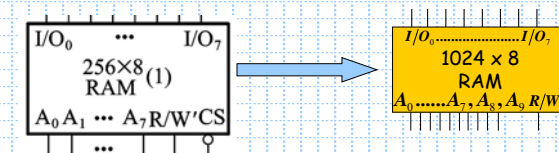
清华大学

27

字扩展方式

适用于每片RAM,ROM位数够用而字数不够时

例: 用四片256 x 8位 → 1024 x 8位 RAM

数据线: $I/O_0 \sim I/O_7$ 地址线: $A_0 \sim A_7$ 读/写信号: R/W' 片选信号: CS' 数据线: $I/O_0 \sim I/O_7$ 地址线: $A_0 \sim A_7, A_8, A_9$ 读/写信号: R/W'

wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

28

2022年 秋季学期

每一片提供 256 个字, 需要 256 个地址 ($A_{0-7}:0 \sim 0 \cdots 1 \sim 1$)
 用 A_9, A_8 两位代码区分四片
 即将 A_9, A_8 译成 $Y'_0 \sim Y'_3$, 分别接四片的 CS'

A_9	A_8	CS'_1	CS'_2	CS'_3	CS'_4
0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

四片的地址分配就是:

$00 A_7 \sim A_0$, $01 A_7 \sim A_0$, $10 A_7 \sim A_0$, $11 A_7 \sim A_0$
 $0 \sim 255$ $256 \sim 511$ $512 \sim 767$ $768 \sim 1023$

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

29

2022年 秋季学期

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

30

2022年 秋季学期

A_1	A_0	CS'_1	CS'_2	CS'_3	CS'_4
0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

四片的地址分配就是:

$A_9 \sim A_2 00$, $A_9 \sim A_2 01$, $A_9 \sim A_2 10$, $A_9 \sim A_2 11$

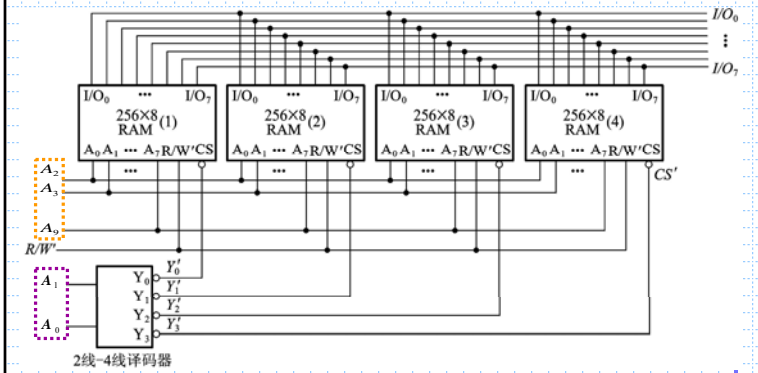
wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

31

2022年 秋季学期

wang_hong@tsinghua.edu.cn 清华大学

32



位扩展方式+字扩展方式 Or 字扩展方式+位扩展方式

第五章

一、触发器

二、存储器分类、各自的特点

三、扩展接法（字扩展和位扩展）