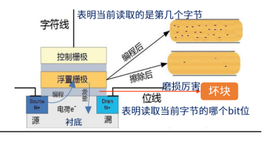
NANDFLASH实验

参考资料

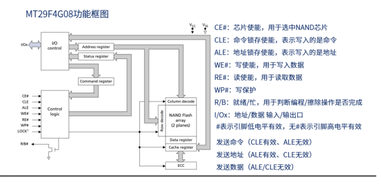
- 器件手册
  - 《MT29F04G08》
  - 《H27U4G8》
- ST官方手册
  - STM32F4xx参考手册
  - FSMC外设驱动外部存储器-应用笔记 } 了解NANDFLASH对应的时序参数设置
- 正点原子文档 《XXXX开发指南》NAND FLASH实验章节

1、NAND FLASH介绍（熟悉）

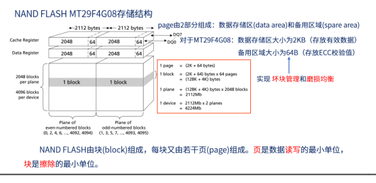
- 1、NAND FLASH简介
  - NAND FLASH是一种非易失性存储器，其内部采用非线性宏单位模式，为固态大容量内存的实现提供了廉价有效的解决方案
  - 正点原子阿波罗、北极星开发板核心板上板载一颗512M字节容量的NAND FLASH芯片：MT29F4G08或H27U4G8，满足大内存使用需求
    -
    - 特点：高存储密度、高速度、低功耗、长寿命、价格低廉
    - 应用场景：SD卡、U盘、固态硬盘、手机存储
  - NAND FLASH的存储原理介绍

  - MT29F4G08功能框图介绍

  - MT29F4G08存储结构

    - 页大小为2112字节
    - 块大小为132K字节
    - 器件大小为4224M字节
- 2、NAND FLASH寻址
  - 块地址（Block Address）
  - 页地址（Page Address）
  - } 又称为 页地址
  - 列地址（Column Address）
  - } 页内地址
  - 发送情况

Cycle	I/07	I/06	I/05	I/04	I/03	I/02	I/01	I/00
First	CA7	CA6	CA5	CA4	CA3	CA2	CA1	CA0
Second	LOW	LOW	LOW	LOW	CA11	CA10	CA9	CA8
Third	BA7	BA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0
Fourth	BA15	BA14	BA13	BA12	BA11	BA10	BA9	BA8
Fifth	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	BA17	BA16

    - CA0~CA11表示列地址
    - PA0~PA5表示页地址
    - BA6~BA17表示块地址
- 3、NAND FLASH控制命令

命令 1#	命令 2#	名称	说明	
0x90		READ ID	读取NAND的ID和相关特性，可判断容量等信息	P35
0xEF		SET FEATURE	设置NAND的相关参数，比如时序模式、IO驱动能力	P50
0xFF		RESET	复位NAND	P34
0x70		READ STATUS	读取NAND的状态，比如可判断编程/擦除是否完成	P35
0x00	0x30	READ PAGE	指令由2部分组成，用于读取一个page的数据	P55
0x80	0x10	PROGRAM PAGE	指令由2部分组成，用于写入一个page的数据	P72
0x60	0xD0	ERASE BLOCK	指令由2部分组成，用于擦除一个block	P77
0x00	0x35	Read for internal data move	这两个指令(分四次发)，组成NAND的内部数据移动操作，该操作跨页实现拷贝一个page到另一个page，且支持拷贝时写入数据，该操作跨页极大的方便数据写入	P80~81
0x85	0x10	Program for internal data move		

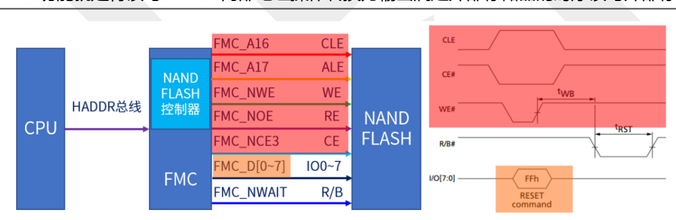
  - 时间参数
    - 前面基本操作涉及到的时序参数：tADL、tPROG、tBERS、tWHR、tRHW
      - tADL：发送完地址到数据传输（最小70ns） P115时间参数说明
      - tPROG：页写完成需用时间（200~600us）
      - tBERS：块擦除完成需用时间（0.7~3ms）
      - tWHR：从写入变读取的时间（最小60ns）
      - tRHW：从读取变写入的时间（最小100ns）
    - FMC需要配置时序关注的参数：tCLR、tAR、tCLS/tALS、tRP/tWP、tCLH/tALH
      - tCLR：发送完命令到数据输出需用时间（最小10ns）
      - tAR：发送完地址到数据输出需用时间（最小10ns）
      - tCLS/tALS：CLE/ALE信号建立时间（最小10ns）
      - tRP/tWP：读/写周期的低电平时间（最小10ns）
      - tCLH/tALH：CLE/ALE信号保持时间（最小5ns）
      - Hence, we have the following equations following the NAND512W3A NAND
        - $(SET + 1) \times t_{WLC} \geq \max(t_{CLS}, t_{ALS}, t_{CLR}, t_{AR}) - t_{WP}$
        - $(WAIT + 1) \times t_{WLC} \geq \max(t_{WP}, t_{RP})$
        - $(HZ) \times t_{WLC} \geq \max(t_{CLS}, t_{ALS}, t_{CLR}) + (t_{WP} - t_{DS})$
        - $(HOLD) \times t_{WLC} \geq \max(t_{CLH}, t_{ALH})$
        - $(WAIT + 1) + (HOLD) + (SET + 1) \times t_{WLC} \geq \max(t_{WC}, t_{RC})$
- 4、NAND FLASH难点
  - 坏块管理 识别坏块，标记坏块；转换表；保留区
  - ECC校验 了解如何定位到错误bit位置
  - Block中的标记

BLOCK 编号	PAGE 编号	数据区 0	数据区 …… 2047	Spare 区 0	1	2	3	……	63
n	0		……	0XFF	0XCC	0X01	0X00		
	1		……	0XFF					
	……				……				
	63		……						

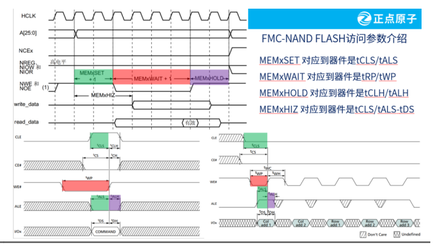
    - 第一个字节：用来表示该块是否为坏块（0xFF表示好块，0xAA表示坏块）
    - 第二个字节：用来表示是否被占用（0xFF表示没有被占用，0xCC表示被占用）
    - 第三和第四字节：用来表示存储该块所映射到的逻辑地址（0xFFFF表示未被分配）

2、FMC-NAND FLASH接口介绍（熟悉）

- FMC框架性了解
  - FMC功能就是将读写STM32内部地址操作转换为输出满足外部存储器的时序读写外部存储器

  - *(volatile uint8_t *)(0x8000 0000 | 1 << 16) = cmd 向NAND FLASH发送的数据(CMD/ADDR/DATA)
  - 读操作：读取内部寄存器，生成一个时序从NAND FLASH读取一个数据
  - 写操作：对STM32内部0x8000 0000地址写入一个数据，FMC控制器会控制对应的引脚输出一个满足NAND FLASH时序，发送一个数据到NAND FLASH
  - FMC使用的重点：配置好FMC时序寄存器，使其产生的时序满足外部存储的访问时间要求
- 1、FMC-NAND FLASH控制器简介
  - FMC-NAND FLASH控制器特点
    - 两个NAND FLASH存储区域，可独立配置
    - 支持8位和16位NAND FLASH
    - 支持16位PC卡兼容设备
    - 支持硬件ECC计算（汉明码）
    - 支持NAND FLASH预等待功能
  - MT29F4G08为存储区域3，起始地址为0x8000 0000
    - 代表发送命令的地址：0x80000000 | 1 << 16
    - 代表发送地址的地址：0x80000000 | 1 << 17
    - 代表发送数据的地址：0x80000000
  - 了解原理图和FMC-NAND FLASH控制器的引脚连接 命令/地址控制由CLE/ALE控制，就是由FMC_A17_CLE和FMC_A16_ALE控制
- 2、FMC-NAND FLASH访问参数介绍

- 3、STM32的FMC控制器硬件ECC
- 4、FMC-NAND FLASH控制器相关寄存器介绍

寄存器	名称	作用
FMC_PCR3	控制寄存器	用于配置与NAND FLASH相关的信息
FMC_PMEM3	通用存储器空间时序寄存器	用于控制NAND FLASH的访问时序
FMC_ECCR3	ECC寄存器	用于存放计算所得的当前的错误校验值
FMC_SR3	中断状态寄存器	用于查看中断状态以及FIFO状态

- 5、FMC-NAND FLASH控制器相关HAL库函数介绍
  - __HAL_RCC_FMC_CLK_ENABLE 使能FMC时钟
  - HAL_NAND_Init 初始化NAND FLASH设备
  - 三个结构体
    - NAND_HandleTypeDef
    - FMC_NAND_InitTypeDef
    - FMC_NAND_PCC_TimingTypeDef

3，NAND FLASH驱动步骤（掌握）

- 1、配置FMC 使能FMC时钟并配置FMC相关的IO(复用输出)及其时钟使能
- 2、设置NAND FLASH相关参数 设置控制参数和时间参数，调用HAL_NAND_Init实现
- 3、使能存储区域的操作 __FMC_NAND_ENABLE会在HAL_NAND_Init函数内部调用
- 4、访问MT29F4G08器件
  - *(volatile uint8_t *)(0x8000 0000 | (1 << 17)) = CMD
  - *(volatile uint8_t *)(0x8000 0000 | (1 << 16)) = ADDR
  - *(volatile uint8_t *)(0x8000 0000) = DATA

4、编程实战（掌握）

- 1、NAND FLASH基本驱动源码解读
  - nand_init 初始化nandflash
  - nand_readpage 读取数据
  - nand_writepage 写入数据
  - nand_copypage_withoutwrite 拷贝数据
  - nand_eraseblock 擦除一个块
- 2、开发板例程源码解读
  - ftl_init 初始化FTL层
  - ftl_format 格式化NAND FLASH重新LUT表
  - ftl_create_lut 重新创建LUT表
  - ftl_lbn_to_pbn 逻辑块号转换为物理块号
  - ftl_write_sectors 写扇区
  - ftl_read_sectors 读扇区