

# NandFlash      使用手册

南京博芯电子技术有限公司

2009-04

This document contains information on a product under development. Prochip Corp reserves the right to change or discontinue this product without notice.  
Prochip Crop, 2009. All rights reserved.

#### 版权说明

版权所有，未经南京博芯信息技术有限公司的授权，本说明文档不可以被复制或以其他方式（电子的或是机械的）传播，包括影印，记录或是用其他任何信息存储及检索系统。文档所描述的任何一种电路对于第三方没有专利权及专利特许权。

#### 否认书：

南京博芯信息技术有限公司保留对文档随时进行修改的权利，无须任何申明。南京博芯信息技术有限公司所提供的信息是精确可靠的。对于它的应用以及由于应用而导致违反专利权或是第三方的其他权利，本公司不负任何责任。

## 版本历史

日期	版本	描述	备注
2009-04	1.0	初稿	蔡浩

## 目 录

版本历史.....	2
一. Nandflash在SEP4020 中的位置 .....	4
二. Nandflash介绍.....	4
2.1 功能介绍 .....	4
2.1.1 基本性能 .....	4
2.1.2 坏块处理 .....	5
2.1.3 使用 .....	5
2.1.4 软件支持 .....	5
2.2 寄存器介绍 .....	5
三. 实现原理.....	6
3.1 硬件原理 .....	6
3.1.1 接口定义.....	6
3.1.2 nandflash 驱动信号时序及时序参数.....	8
3.1.3 简单的设计注意事项.....	12
3.2 软件原理 .....	13
3.2.1 头文件定义说明.....	13
3.2.2 核心数据结构声明.....	13
3.2.3 代码实现流程图.....	13
3.2.4 主要函数及参数，返回值介绍.....	15
四. 测试说明.....	16
4.1 测试流程.....	16
4.2 结果说明.....	16
五. 其他注意事项.....	17

## 一. Nandflash 在 SEP4020 中的位置

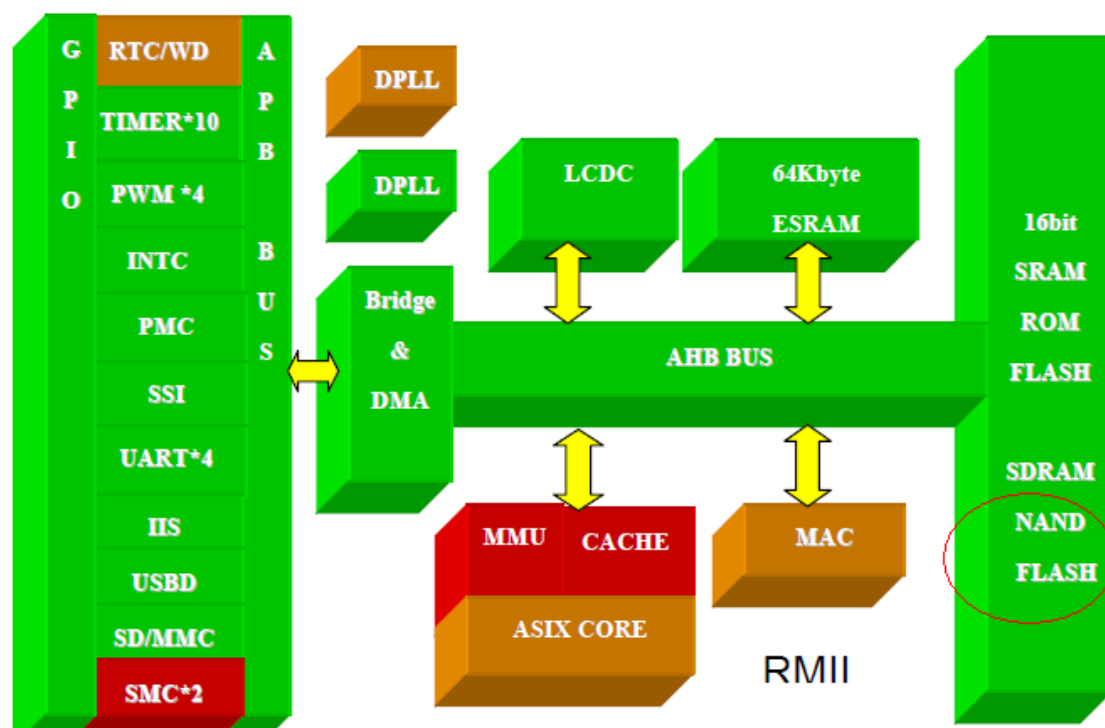


图 1—1 nandflash 在 SEP4020 整体中的位置

## 二. Nandflash 介绍

### 2.1 功能介绍

#### 2.1.1 基本性能

flash 闪存是非易失存储器，可以对称块为单元的存储器单元块进行擦写和再编程。任何 flash 器件的写入操作只能在空或已擦除的单元内进行，所以大多数情况下，在进行写入操作之前必须先执行擦除。NAND 器件执行擦除操作是十分简单的，擦除 NAND 器件是以 8~32KB 的块进行的，执行一个写入/擦除操作的时间最多只需要 4ms。

NAND 器件使用复杂的 I/O 口来串行地存取数据，各个产品或厂商的方法可能各不相同。8 个引脚用来传送控制、地址和数据信息。

NAND 读和写操作采用 512 字节的块，这一点有点像硬盘管理此类操作，很自然地，基于 NAND 的存储器就可以取代硬盘或其他块设备。

NAND flash 只是用在 8~128MB 的产品当中，NAND 适合于数据存储，NAND 在 CompactFlash、Secure Digital、PC Cards 和 MMC 存储卡市场上所占份额最大。

## 2.1.2 坏块处理

NAND 器件中的坏块是随机分布的。以前也曾有过消除坏块的努力，但发现成品率太低，代价太高，根本不划算。

NAND 器件需要对介质进行初始化扫描以发现坏块，并将坏块标记为不可用。在已制成的器件中，如果通过可靠的方法不能进行这项处理，将导致高故障率。

## 2.1.3 使用

由于需要 I/O 接口，NAND 较复杂。各种 NAND 器件的存取方法因厂家而异。

在使用 NAND 器件时，必须先写入驱动程序，才能继续执行其他操作。向 NAND 器件写入信息需要相当的技巧，因为设计师绝不能向坏块写入，这就意味着在 NAND 器件上自始至终都必须进行虚拟映射。

## 2.1.4 软件支持

当讨论软件支持的时候，应该区别基本的读/写/擦操作和高一级的用于磁盘仿真和闪存管理算法的软件，包括性能优化。

在 NAND 器件上运行代码时，通常需要驱动程序，也就是内存技术驱动程序(MTD)，在进行写入和擦除操作时都需要 MTD。

## 2.2 寄存器介绍

Nandflash属于外部存储接口模块（EXTERNAL MEMORY INTERFACE，简称EMI）。

EMI模块的基址：0x11000000

名称	偏移地址	复位值	描述
REMAPCONF	0x020	0x00000003	片选空间及地址映射 REMAP 配置寄存器
NAND_ADDR1	0x100	0x00000000	NAND FLASH 的地址寄 存器 1
NAND_COM	0x104	0x00000000	NAND FLASH 的控制字 寄存器
NAND_STA	0x10C	0x00000000	NAND FLASH 的状态寄 存器
ERR_ADDR1	0x110	0x00000000	读操作出错的地址寄存 器 1
ERR_ADDR2	0x114	0x00000000	读操作出错的地址寄存 器 2

NAND_CONF1	0x118	0x06202857	NAND FLASH 的配置寄存器 1
NAND_INTR	0x11C	0x00000000	NAND FLASH 中断寄存器
NAND_ECC	0x120	0x00000000	ECC 校验完成寄存器
NAND_IDLE	0x124	0x00000001	NAND FLASH 空闲寄存器
NAND_CONF2	0x128	0x00114353	NAND FLASH 的配置寄存器 2
NAND_ADDR2	0x12C	0x00000000	NAND FLASH 的地址寄存器 2
NAND_ID	0x130	0x00000000	NAND FLASH 的 ID 寄存器
NAND_DATA	0x200	0x00000000	NAND FLASH 的数据寄存器

## 三. 实现原理

### 3.1 硬件原理

#### 3.1.1 接口定义

Nandflash属于外部存储接口模块（EXTERNAL MEMORY INTERFACE，简称EMI），该模块的功能是为外部存储器提供读写接口。它支持地址的REMAP功能，即两个逻辑地址指向同一个物理地址，且支持从NAND FLASH启动，支持软件/硬件ECC校验。

EMI分为两大子模块：HIU子模块（AHB总线接口单元）和MIU子模块（存储器接口单元）。其中HIU模块中包含HIU控制器，数据FIFO（DFIFO），地址FIFO（AFIFO）三个单元；MIU子模块中包含解码器单元、SRAM接口单元、SDRAM接口单元、NAND FLASH接口单元。它具有高度可编程性，用户通过向其中的配置寄存器写入数据来实现编程控制，具体见寄存器描述和用户手册。

对应的框图如下：

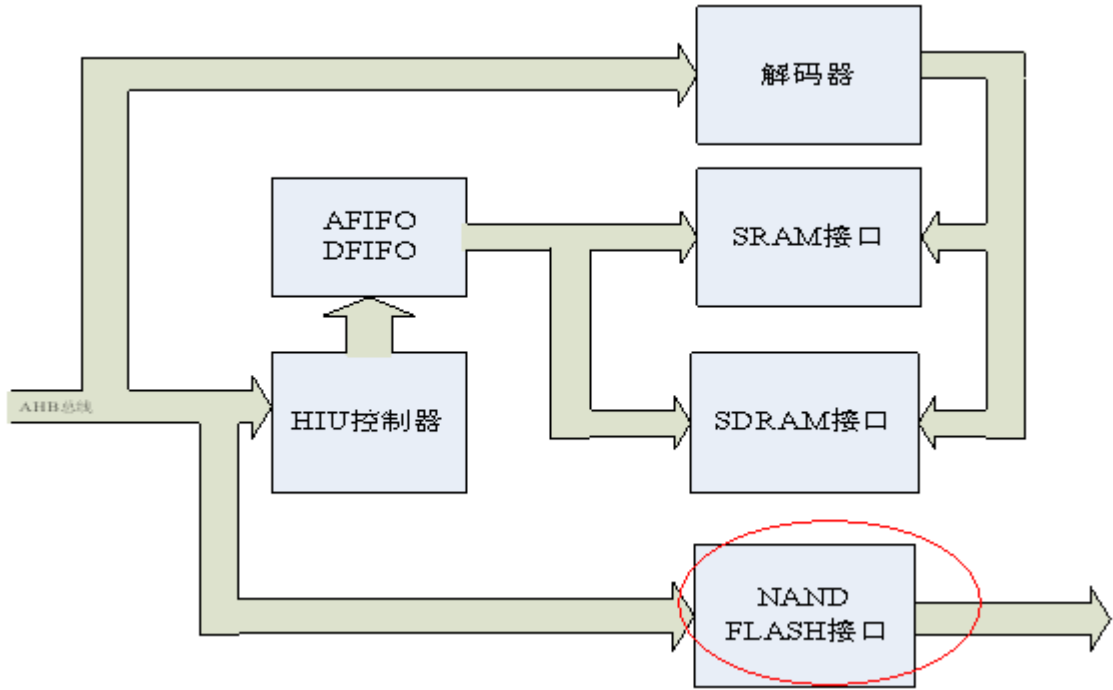


图 3—1 EMI整体框图

### 3.1.1.1 SEP4020 nandflash部分管脚定义

序号	管脚名	方向	描述	驱动电流 (mA)	属性	复位值
96	R_B	I	NAND FLASH ready/busy	4		—
97	FCLE	O	NAND FLASH命令锁存	4		1'H0
98	FALE	O	NAND FLASH 地址锁存	4		1'H0
99	nFCE	O	NAND FLASH 片选	4		1,H1
100	nFRE	O	NAND FLASH 读	4		1,H1
101	nFWE	O	NAND FLASH 写	4		1,H1

### 3.1.1.2 GPIO模块Nandflash接口信号（管脚复用情况）

管脚名称	方向	缺省功能	复用功能1	复用功能2	管脚名称
PORT F					
R_B	I	NAND FLASH ready/busy	GPF5		
FCLE	O	NAND FLASH片选	GPF4		
FALE	O	NAND FLASH地址锁存	GPF3	EXTINT13	
nFCE	O	NAND FLASH命令锁存	GPF2	EXTINT12	



nFRE	O	NAND FLASH读	GPF1	EXTINT11	
nFWE	O	NAND FLASH写	GPF0	EXTINT10	

### 3.1.1.3 NAND FLASH接口特性

对Nand Flash的数据读写只能采用片内DMA操作

支持JEDEC标准的NAND FLASH;

提供一个独立的NAND FLASH片选;

支持由NAND FLASH直接启动, 硬连线实现参数配置;

支持8bit NAND FLASH;

支持3级到5级地址;

支持硬件和软件ECC;

只支持对单个page的操作, 即每次写都是一个page, 支持三种读命令(全页, 半页, 校验位)

Page大小支持512byte和2Kbyte;

### 3.1.2 nandflash 驱动信号时序及时序参数

NAND FLASH时序参数可配, 默认为最大的可配参数, 若用户需要提高NAND FLASH的效率, 可以根据NAND FLASH的特性以及下文所附的时序图改变下列参数;

tCLH: CLE Hold时间;

tALH: ALE Hold时间;

tWH: WE高电平最小时间;

tAR: ALE to RE的最小时间;

tRP: RE脉冲的最小时间;

tREH: RE高电平的最小时间;

tWP: WE脉冲的最小时间;

tWHR: WE高到RE低的时间;

tWB: WE高到采样R/B的最小时间;

tRR: R/B高到RE低的最小时间;

以1 页 512 byte 为例 , 列出的阴影部分为可配置参数: 2k byte 的情况与此类似)

### \* Command Latch Cycle

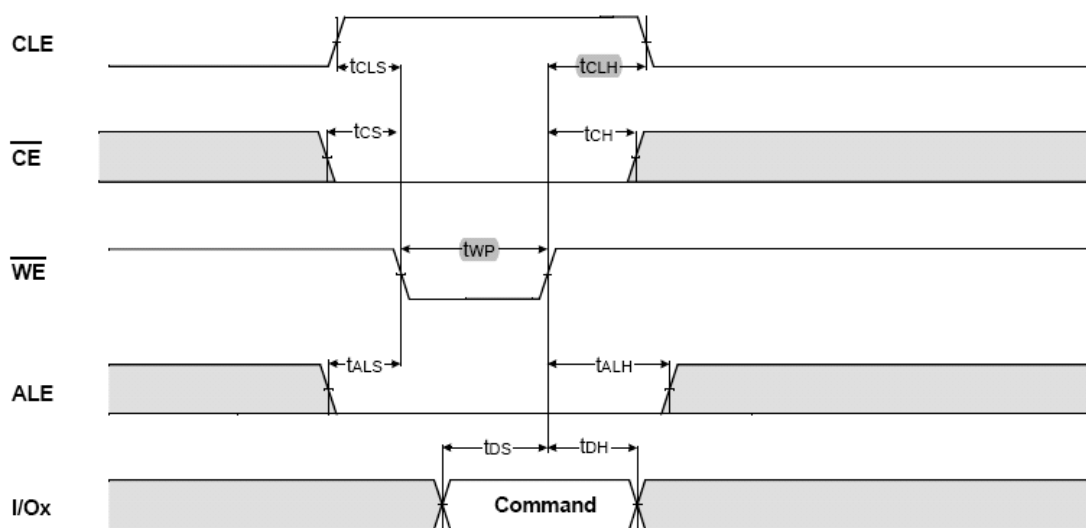


图 3—2 命令字锁存时序

### \* Address Latch Cycle

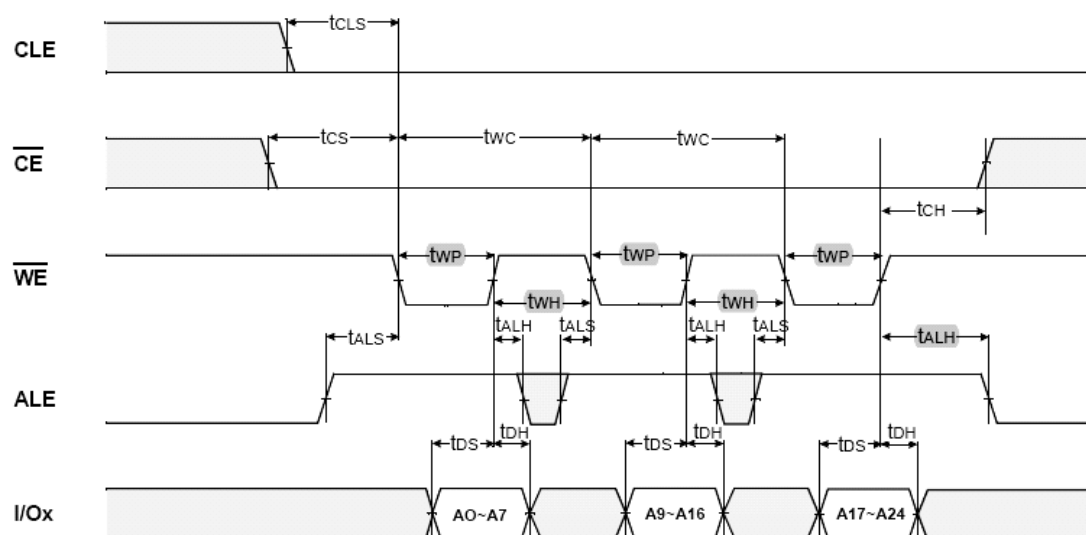


图 3—3 地址锁存时序

### \* Input Data Latch Cycle

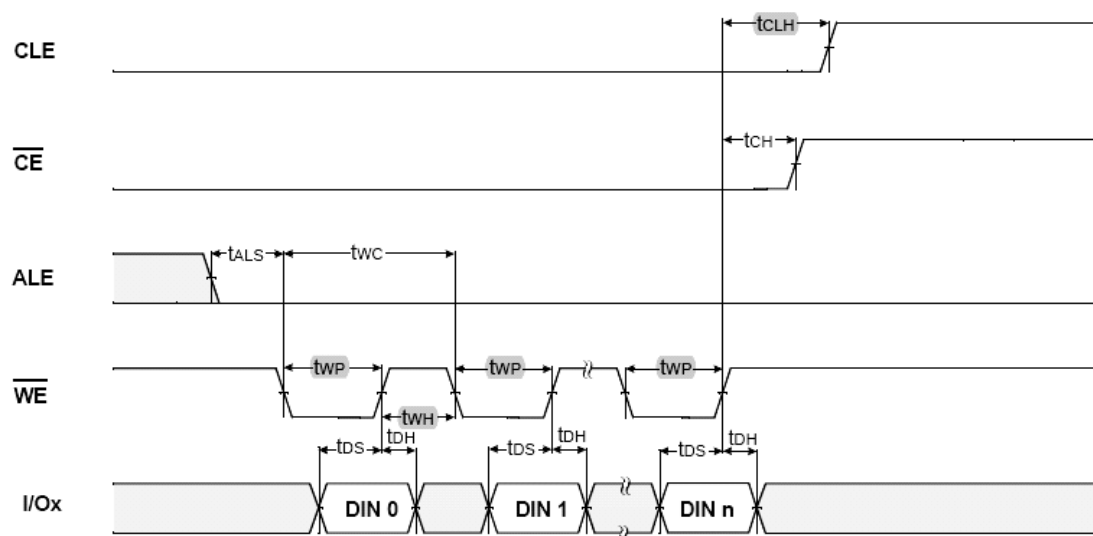


图 3—4 数据输入锁存时序

### \* Status Read Cycle

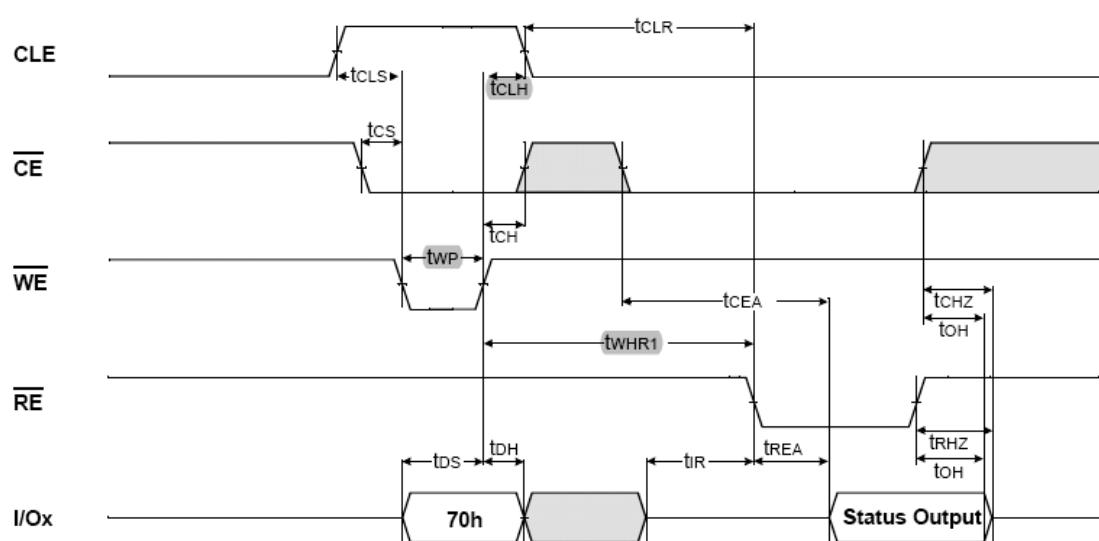


图 3—5 读状态时序

## READ1 OPERATION(READ ONE PAGE)

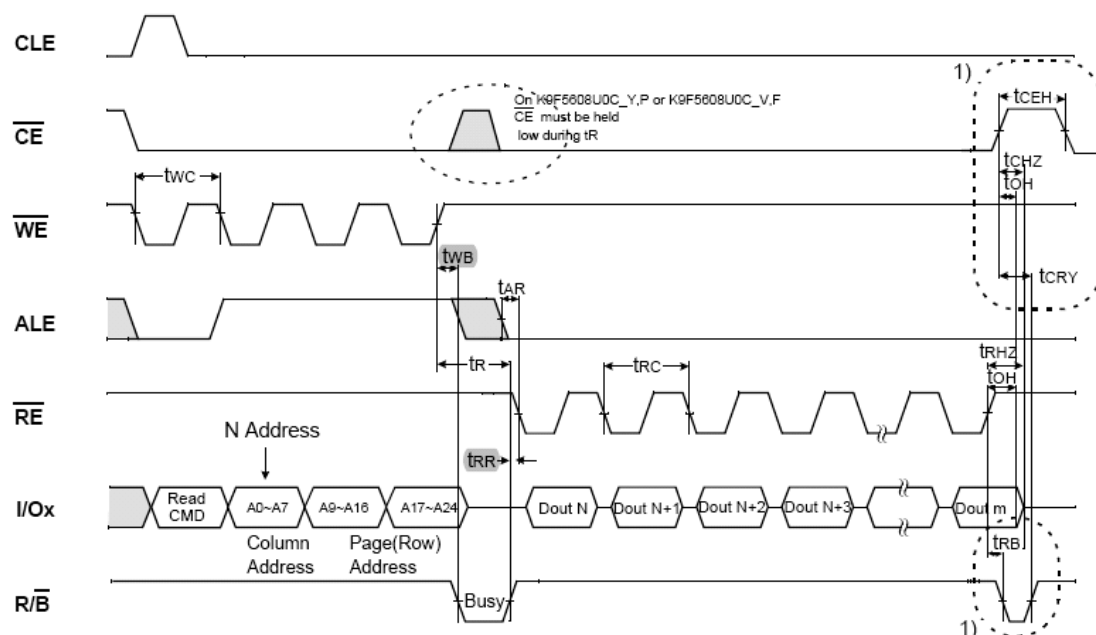


图 3—6 Read1 操作

## PAGE PROGRAM OPERATION

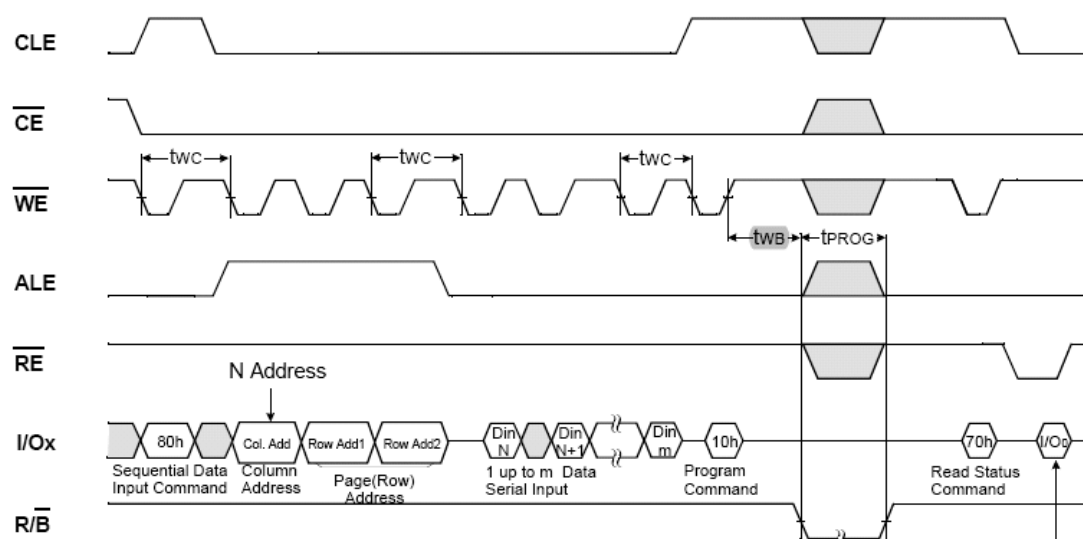


图 3—7 Page Program 操作

BLOCK ERASE OPERATION (ERASE ONE BLOCK)

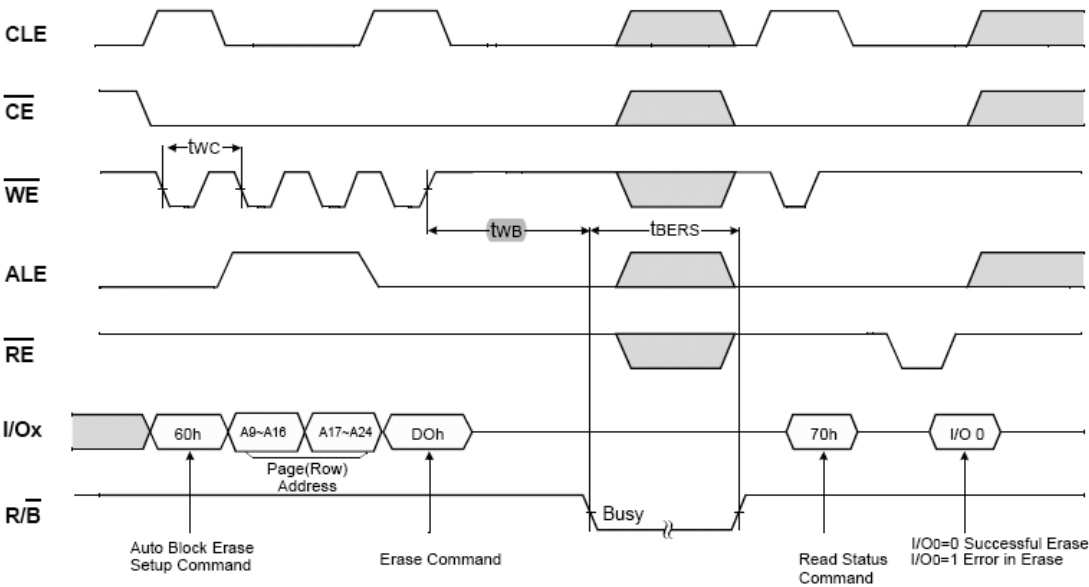


图 3—8 块擦除操作

MANUFACTURE & DEVICE ID READ OPERATION

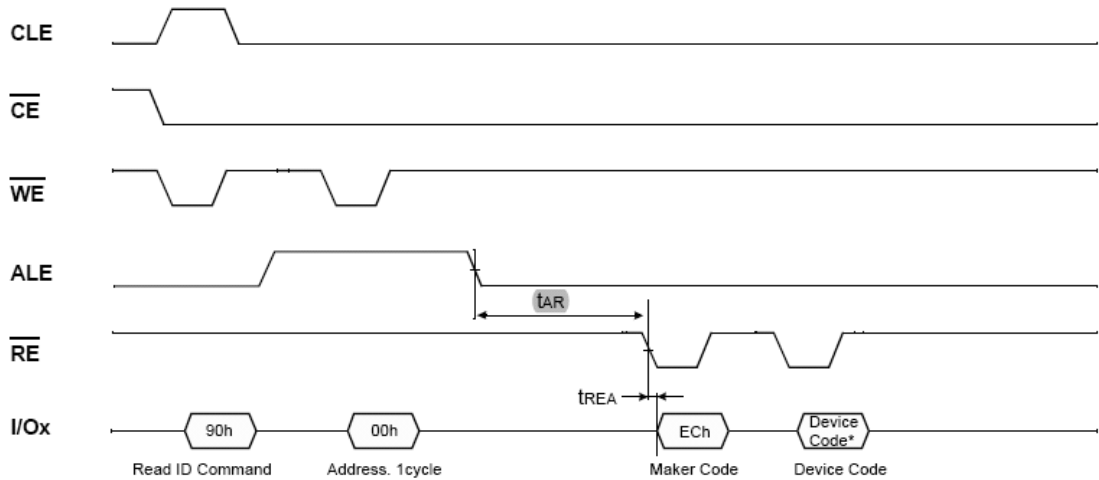


图 3—9 读 ID 信息操作

3.1.3 简单的设计注意事项

- (1) 对NAND FLASH的数据读写只能采用片内DMA操作。
- (2) SEP4020支持512Bytes/Page和2048Bytes/Page的NandFlash，不支持1024Bytes/Page。
- (3) 一次只能操作一个页，也就是说一次只能Load一个页到内存中。
- (4) 从NandFlash启动时，第一页中的代码只能顺序执行，而且必须执行到最后一条，即第132条指令。
- (5) 由于(4)的特殊性，在第一页的代码中不能启动代码搬运。

(6) NandFlash本身的特殊性要求擦除的最小单位是一个BLOCK，对于512字节的Flash来说就是16K。

## 3.2 软件原理

### 3.2.1 头文件定义说明

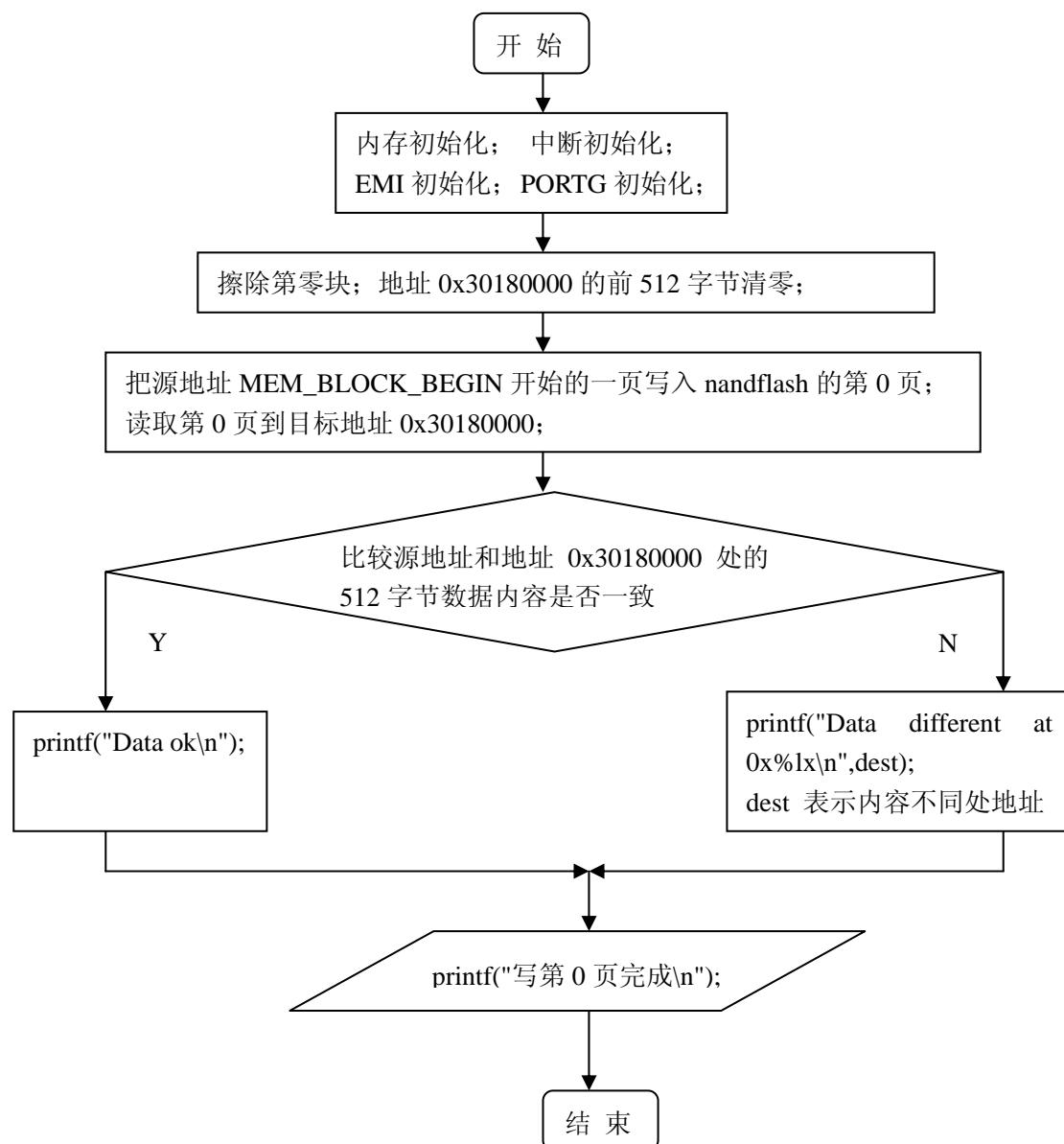
#include	<stdio.h>	标准输入输出函数库
#include	"ub4020evb.h"	所有程序中用到的Typedef, Error Codes, PMU 模块时钟
#include	"intc.h"	INTC 模块的中断源, 中断处理, 定义中断的向量结构体
#include	"emi.h"	对Nandflash的操作函数
#include	"ecc.h"	从512 byte数据里产生3 byte ECC的函数定义

### 3.2.2 核心数据结构声明

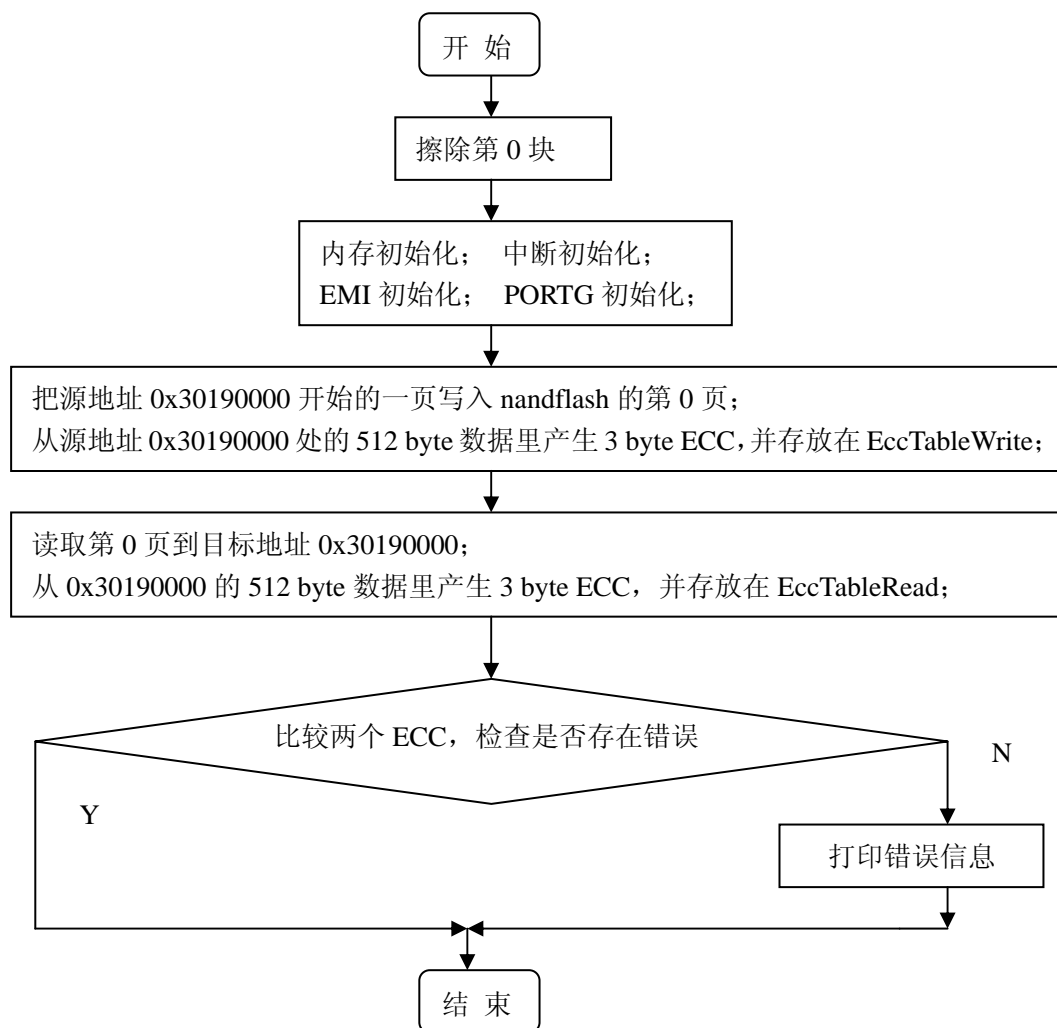
INT\_VECTOR 中断向量结构体包括：中断号和中断处理函数

### 3.2.3 代码实现流程图

#### 3.2.3.1 读写nandflash页



### 3.2.3.2 ECC 校验



### 3.2.4 主要函数及参数，返回值介绍

- 函数名称: U32 NandErase(U32 NandPage)  
入口参数: U32 nand\_page  
返回值: E\_HA 或者 E\_OK  
函数功能: 擦除nandflash的函数。擦除nandflash指定页所在的BLOCK
- 函数名称: U32 NandRead(U32 DestAddr,U32 NandPage)  
入口参数: U32 DestAddr            目标地址  
              U32 NandPage        nandflash页码  
返回值: E\_HA或者E\_OK  
函数功能: 读nandflash的函数。通过DMA读nandflash的指定页到目标地址
- 函数名称: U32 NandWrite(U32 SrcAddr,U32 NandPage)  
入口参数: U32 SrcAddr            源地址



U32 NandPage      nandflash页码

返回 值: E\_HA或者E\_OK

函数功能: 写nandflash的函数。通过DMA把源地址开始的一页写入nandflash的指定页

- 函数名称: void CompareMem(U32 src, U32 dest,U32 len)

入口参数: U32 src,    第一块数据块的首地址

          U32 dest, 第二块数据块的首地址

          U32 len,    比较的数据块大小

返回 值: 无

函数功能: 比较2块数据块的内容是否一致。

- 函数名称: void MakeEcc512(U16 \* ecc\_buf, U16 \* data\_buf)

入口参数: ecc\_buf    存放ECC的地址

          data\_buf    待产生ECC的数据

返回 值: 无

函数功能: 为512字节数据生成3字节 ECC

## 四. 测试说明

### 4.1测试流程

- 页操作

擦除之后,把MEM\_BLOCK\_BEGIN开始的一页写入到nandflash的第0页,然后把第0页内容读到指定的内存处,最后比较MEM\_BLOCK\_BEGIN和指定内存处的内容是否一致。

- 块操作

擦除之后,把MEM\_BLOCK\_BEGIN开始的一块写入到nandflash的第0块,然后把第0块内容读到指定的内存处,最后比较MEM\_BLOCK\_BEGIN和指定内存处的内容是否一致。

- ECC校验码

擦除之后,把源地址开始的一页写入到nandflash的第0页,然后把第0页内容读到指定的内存处,最后比较源地址和指定内存处产生的ECC是否一致。

### 4.2结果说明

代码运行结果:

Compare data finished //源地址和从第0页读出的数据完全相同

Write Page 0 OK //写第0页成功

Compare data finished //源地址和从第16页读出的数据完全相同

Write Page 16 OK //写第16页成功

Compare data finished //源地址和从第0块读出的数据完全相同

Write Block 0 OK //写第0块成功

Compare data finished //源地址和从第1块读出的数据完全相同

Write Block 1 OK //写第1块成功

ReadStatus OK //读nandflash的Status成功

ReadId OK //读nandflash的ID成功

RESULT : ECC Code No Error //ECC效验码没有错误

## 五. 其他注意事项

(1) SEP4020的NandFlash控制器在一条指令没有彻底执行结束时不能发送下一条指令。

(2) SEP4020 通过跳线可以选择 NorFlash 启动和 NandFlash 启动。启动方式与硬件跳线设置对应如下:

SystemSetup[2:0]

000: NOR 启动

001: NAND 启动 3 级地址, 512byte

010: NAND 4 级地址 512byte

011: NAND 4 级地址 2Kbyte

100: NAND 5 级地址 2Kbyte

当 SEP4020 跳线设置为 NandFlash 启动时, 系统上电后, 零地址映射在 NandFlash 控制器 FIFO 上, 即 0x11000200。而且由于此时使用的是高地址选通, 低位地址的变化不会影响 PC 从 FIFO 中取指。上电瞬间, NandFlash 控制器向 NandFlash 发出读命令, 将 4 条指令读取到 FIFO (4 级深度, 32Bit 宽度) 中, CPU 从 FIFO 中取指, 当 4 条指令取空后, NandFlash 控制器再从 NandFlash 中获取 4 条指令 (16Byte), 直至第一页数据全部被读取。

由于 NandFlash 启动是从 FIFO 中取指，因此在 NandFlash 的第一页中只能采用顺序指令，不能使用跳转等指令。尤其需要注意的是，不能采用类似 LDR 的伪指令。这就要求在 Load 一个 32 位数到寄存器时要采用多条指令来实现。比如要实现 `LDR R0, =0x12345678`，必须采用以下方式：

```
MOV    R0, #0x12000000    ;立即数必须可以通过一个 8 位数移位获得
ADD    R0, R0, #0x00340000
ADD    R0, R0, #0x00005600
ADD    R0, R0, #0x00000078
```

在 NandFlash 第一页启动代码主要完成系统环境设置，配置 EMI、DMAC、NandFlash 控制器，在 0x30000000 写入启动 NandFlash 传输、延时跳转等指令，因此必须完成以下工作：

- 1、配置 EMI，包括 CSE 时序，SDRAM 配置寄存器（不能配置 REMAP）
- 2、配置 DMAC，源地址：NandFlash 控制器 FIFO，目的地址 0x30001000，及必须的传输控制。
- 3、配置 NandFlash 控制器。写入起始搬运地址及与实际使用的 NandFlash 相符的配置信息（地址级数等）。
- 4、在 SDRAM 中写入 4 条指令，并配置需要的寄存器。4 条指令分别完成启动 NandFlash 传输、延时等待、跳转到 0x30001000 处。另外为了配合四条指令的执行，需要在 R10 中写入 0x11000104（NandFlash 控制器命令寄存器地址），在 R11 中写入 0x80000000（启动 NandFlash 传输命令），在 R9 中写入 0x100（延时等待时间），在 R8 中写入 0x30001000，传输完成后跳转地址。
- 5、填充 NOP 指令。使得数据充满 512+16 个字节。
- 6、通过 `MOV PC, R0` 实现程序跳转。

（3）在使用 NandFlash 启动时需要注意的有以下几点：

- 1、不要在启动代码中执行 REMAP 操作。等 PC 切换到 SDRAM 中再配置 REMAP 信息。
- 2、在启动代码中一定要配置好 SDRAM 的配置信息。因为一旦启动代码执行完毕，PC 指针将位于 SDRAM 中，此时再配置 SDRAM 的行列地址将使系统当机。
- 3、`MOV PC, R0` 指令一定要位于启动代码的最后一条，而且启动代码长度一定要达到 512+16 字节。SEP4020 的 NandFlash 控制器在 FIFO 未被读空的情况下，是不会执行新的 NandFlash 传输指令。如果跳转指令不是位于 528 字节处，而是选择了提前跳转，系统将无法进行新的 NandFlash 读取。