

零死角玩转STM32



FMC—扩展外部 SDRAM

淘宝：firestm32.taobao.com

论坛：www.chuxue123.com



扫描进入淘宝店铺

01

SDRAM控制原理

02

STM32的FMC特性及架构

03

FMC控制SDRAM的相关结构体

04

FMC—扩展外部SDRAM实验

参考资料:《零死角玩转STM32》

“FMC—扩展外部SDRAM” 章节

FMC—扩展外部SDRAM

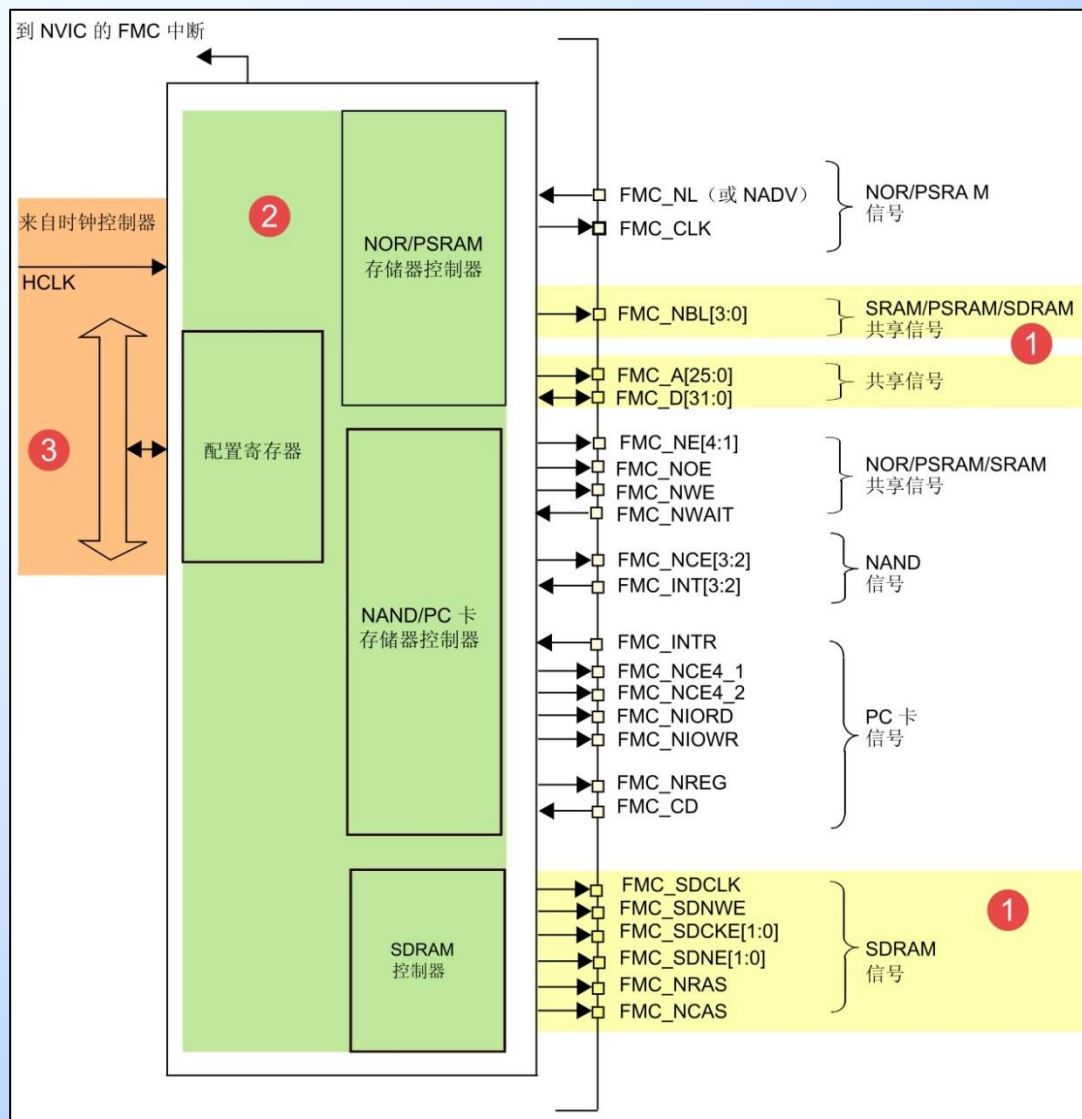


FMC简介

STM32F429使用FMC外设来管理扩展的存储器，FMC是Flexible Memory Controller的缩写，译为可变存储控制器。它可以用于驱动包括SRAM、SDRAM、NOR FLASH以及NAND FLASH类型的存储器。在其它系列的STM32控制器中，只有FSMC控制器(Flexible Static Memory Controller)，译为可变静态存储控制器，所以它们不能驱动SDRAM这样的动态存储器，因为驱动SDRAM时需要定时刷新，STM32F429的FMC外设才支持该功能。

FMC—扩展外部SDRAM

FMC框图剖析



- 通讯引脚
- 存储器控制器
- 时钟控制逻辑

FMC—扩展外部SDRAM



通讯引脚

由于控制不同类型存储器的时候会有一些不同的引脚，看起来有非常多，其中地址线FMC_A和数据线FMC_D是所有控制器都共用的。

FMC引脚名称	对应SDRAM引脚名	说明
FMC_NBL[3:0]	DQM[3:0]	数据掩码信号
FMC_A[12:0]	A[12:0]	行/列地址线
FMC_A[15:14]	BA[1:0]	Bank地址线
FMC_D[31:0]	DQ[31:0]	数据线
FMC_SDCLK	CLK	同步时钟信号
FMC_SDNWE	WE#	写入使能
FMC_SDCKE[1:0]	CKE	SDCKE0: SDRAM 存储区域 1 时钟使能 SDCKE1: SDRAM 存储区域 2 时钟使能
FMC_SDNE[1:0]	--	SDNE0: SDRAM 存储区域 1 芯片使能 SDNE1: SDRAM 存储区域 2 芯片使能
FMC_NRAS	RAS#	行地址选通信号
FMC_NCAS	CAS#	列地址选通信号



FMC—扩展外部SDRAM

SDRAM信号线

信号线	类型	说明
CLK	I	同步时钟信号，所有输入信号都在CLK为上升沿的时候被采集
CKE	I	时钟使能信号，禁止时钟信号时SDRAM会启动自刷新操作
CS#	I	片选信号，低电平有效
CAS#	I	列地址选通，为低电平时地址线表示的是列地址
RAS#	I	行地址选通，为低电平时地址线表示的是行地址
WE#	I	写入使能，低电平有效
DQM[0:1]	I	数据输入/输出掩码信号，表示DQ信号线的有效部分
BA[0:1]	I	Bank地址输入，选择要控制的Bank
A[0:11]	I	地址输入
DQ[0:15]	I/O	数据输入输出信号

其中比较特殊的是FMC_A[15:14]引脚用作Bank的寻址线；而FMC_SDCKE线和FMC_SDNE都各有2条，FMC_SDCKE用于控制SDRAM的时钟使能，FMC_SDNE用于控制SDRAM芯片的片选使能。它们用于控制STM32使用不同的存储区域驱动SDRAM，使用编号为0的信号线组会使用STM32的存储器区域1，使用编号为1的信号线组会使用存储器区域2。使用不同存储区域时，STM32访问SDRAM的地址不一样

FMC—扩展外部SDRAM



存储器控制器

NOR/PSRAM/SRAM设备使用相同的控制器，NAND/PC卡设备使用相同的控制器，而SDRAM存储器使用独立的控制器。不同的控制器有专用的寄存器用于配置其工作模式。

控制SDRAM的有FMC_SDCR1/FMC_SDCR2控制寄存器、FMC_SDTR1/FMC_SDTR2时序寄存器、FMC_SDCMR命令模式寄存器以及FMC_SDRTR刷新定时器寄存器。其中控制寄存器及时序寄存器各有2个，分别对应于SDRAM存储区域1和存储区域2的配置。

- FMC_SDCR控制寄存器可配置SDCLK的同步时钟频率、突发读使能、写保护、CAS延迟、行列地址位数以及数据总线宽度等。
- FMC_SDTR时序寄存器用于配置SDRAM访问时的各种时间延迟，如TRP行预充电延迟、TMRD加载模式寄存器激活延迟等。
- FMC_SDCMR命令模式寄存器用于存储要发送到SDRAM模式寄存器的配置，以及要向SDRAM芯片发送的命令。
- FMC_SDRTR用于配置SDRAM的自动刷新周期。

FMC—扩展外部SDRAM



时钟控制逻辑

FMC外设挂载在AHB3总线上，时钟信号来自于HCLK(默认180MHz)，控制器的时钟输出就是由它分频得到。如SDRAM控制器的FMC_SDCLK引脚输出的时钟，是用于与SDRAM芯片进行同步通讯，它的时钟频率可通过FMC_SDCR1寄存器的SDCLK位配置，可以配置为HCLK的1/2或1/3，也就是说，与SDRAM通讯的同步时钟最高频率为90MHz。

内核的地址映射

地址	存储区	支持的存储器类型
0xFFFF FFFF	Bank 1 4 x 64 MB	NOR/PSRAM/SRAM
0xE0100000 0xE00 FFFF	Bank 2 4 x 64 MB	NAND Flash
0xE0000000 0xDFFF FFFF	Bank 3 4 x 64 MB	
0xA0000000 0x9FFF FFFF	Bank 4 4 x 64 MB	
0x60000000 0x5FFF FFFF	SDRAM Bank 1 4 x 64 MB	SDRAM
0x40000000 0x3FFF FFFF	SDRAM Bank 2 4 x 64 MB	
0x20000000 0x1FFF FFFF		
0x00000000		

FMC控制器对内核的地址映射

内核的地址映射

地址	大小
Vendor-specific memory	511MB
Private peripheral bus	1.0MB
External device	1.0GB
External RAM	1.0GB
Peripheral	0.5GB
SRAM	0.5GB
Code	0.5GB

FMC控制器对内核的地址映射

地址	存储区	支持的存储器类型
0x6000 0000	Bank 1 4 x 64 MB	NOR/PSRAM/SRAM
0x6FFF FFFF 0x7000 0000	Bank 2 4 x 64 MB	NAND Flash
0x7FFF FFFF 0x8000 0000	Bank 3 4 x 64 MB	
0x8FFF FFFF 0x9000 0000	Bank 4 4 x 64 MB	
0x9FFF FFFF 0xC000 0000	SDRAM Bank 1 4 x 64 MB	SDRAM
0xCFFF FFFF 0xD000 0000	SDRAM Bank 2 4 x 64 MB	
0xDFFF FFFF		

FMC—扩展外部SDRAM



FMC的地址映射

使用FMC外接存储器时，其存储单元是映射到STM32的内部寻址空间的；在程序里，定义一个指向这些地址的指针，然后就可以通过指针直接修改该存储单元的内容，FMC外设会自动完成数据访问过程，读写命令之类的操作不需要程序控制。

FMC把SDRAM的存储区域分成了Bank1和Bank2两块，每个Bank有不一样的起始地址，且有独立的FMC_SDCR控制寄存器和FMC_SDTR时序寄存器，还有独立的FMC_SDCKE时钟使能信号线和FMC_SDCLK信号线。FMC_SDCKE0和FMC_SDCLK0对应的存储区域1的地址范围是0xC000 0000-0xCFFF FFFF，而FMC_SDCKE1和FMC_SDCLK1对应的存储区域2的地址范围是0xD000 0000- 0xDFFF FFFF。

当程序里控制内核访问这些地址的存储空间时，FMC外设会即会产生对应的时序，对它外接的SDRAM芯片进行读写。

FMC—扩展外部SDRAM



External RAM 与External device的区别

STM32 FMC外设的地址映射。可以看到FMC的NOR/PSRAM/SRAM/NAND FLASH以及PC卡的地址都在External RAM地址空间内，而SDRAM的地址是分配到External device区域的。

External RAM区：这个区域可以直接执行代码，支持XIP功能。

External device区：不支持XIP功能。

通过配置“SYSCFG_MEMRMP”寄存器的“SWP_FMC”寄存器位可用于交换SDRAM与NAND/PC卡的地址映射，使得存储在SDRAM中的代码能被执行，只是由于SDRAM的最高同步时钟是90MHz，代码的执行速度会受影响。

零死角玩转STM32



THANKS

论坛：www.chuxue123.com

淘宝：firestm32.taobao.com



扫描进入淘宝店铺