

AMFRC0163

16 分钟语音录放芯片

产品特性

- ◆ 采用多级模拟信号存储技术
 - 提供高品质的语音录放效果
- ◆ 模拟及 / 或数位信号双存储模式
 - 无需另外配置数位信号内存
- ◆ 先进的不易丢失数据的闪存技术
 - 无需配备后备电池
- ◆ SPI 介面
 - 可利用通用 MCU 对其进行控制
- ◆ 可编程采样频率
 - 可根据需要在音质和录音时间上做出调整
- ◆ 只需单一的 3V 电源供电
- ◆ 低功耗
 - 放音电流：15mA （一般情况）
 - 待机电流：1 μ A 以下
 - 不使用时自动进入省电模式
- ◆ 提供多种封装形式
 - CSP、TSOP 、PDIP 或裸片
- ◆ 内置时钟源前置分频器
 - 毋需外接额外的除频器
- ◆ 自动抑噪电路
 - 对声音较小的语句可降低背景噪音

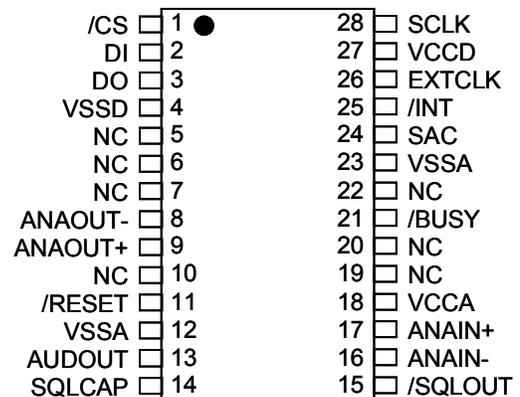
功能说明

AMFRC0163 采用先进的多段式闪存技术对语音及 / 或数位资料进行存储，录放音时间可长达 16 分钟。最多可储存达 30Kbits 的数位资料。可将多个 AMFRC0163 级联使用以得到更长的语音录制时间，或增大数位信号的存储空间。AMFRC0163 提供了标准的 SPI 介面，这就可用 MCU 来控制它的录放，这种灵活多变的控制方法令其具有最多元化的应用方式。AMFRC0163 可用于移动电话、无绳电话、电话录音机、个人数码助理、迷你录音机、语音寻呼机等产品。

ALPHA 能够开发出如此庞大存储容量的语音芯片，是因为 ALPHA 拥有多段式模拟信号闪存(Multi-Level Analog Flash)技术。每个存储单元在通常状况下，存储的电压可分为 256 级。AMFRC0163 不必经过资料的压缩和译码的过程，就能够将音频信号自然还原。因而，可避免

播放过程中的失真现象。

附图 1 AMFRC0163 管脚图



功能说明

AMFRC0163 的 EXTCLK 管脚用来接外部的采样时钟源，并通过编程的方法、利用内部的分频器得到所需的采样频率；当然，也可以利用内部时钟作为采样时钟源。当外部时钟源存在的时候，多工器 (Mux) 会自动选择它作为采样时钟源；否则，多工器会选择内部时钟作为采样时钟源。要了解如何控制分频器和内部振荡器，请查阅 命令描述 部分中的 *PWRUP* 命令。要了解如何选择合适的采样频率，请查阅 采样频率与语音品质 部分。

待录制的音频信号由 ANAIN+ 和 ANAIN- 管脚输入，经过前置放大后送到防假频失真滤波器 (Anti-Aliasing Filter)。防假频失真滤波器会自动配合所选用的采样频率来调整其频率响应，所以就不必外接任何滤波器。

音频信号经过防假频失真滤波器处理后，会被送入采样和保持电路 (Sample and Hold Circuit)。该电路和模拟写入电路 (Write Circuit) 会紧密合作，将每次采样的数据保存到相应的闪存空间去。

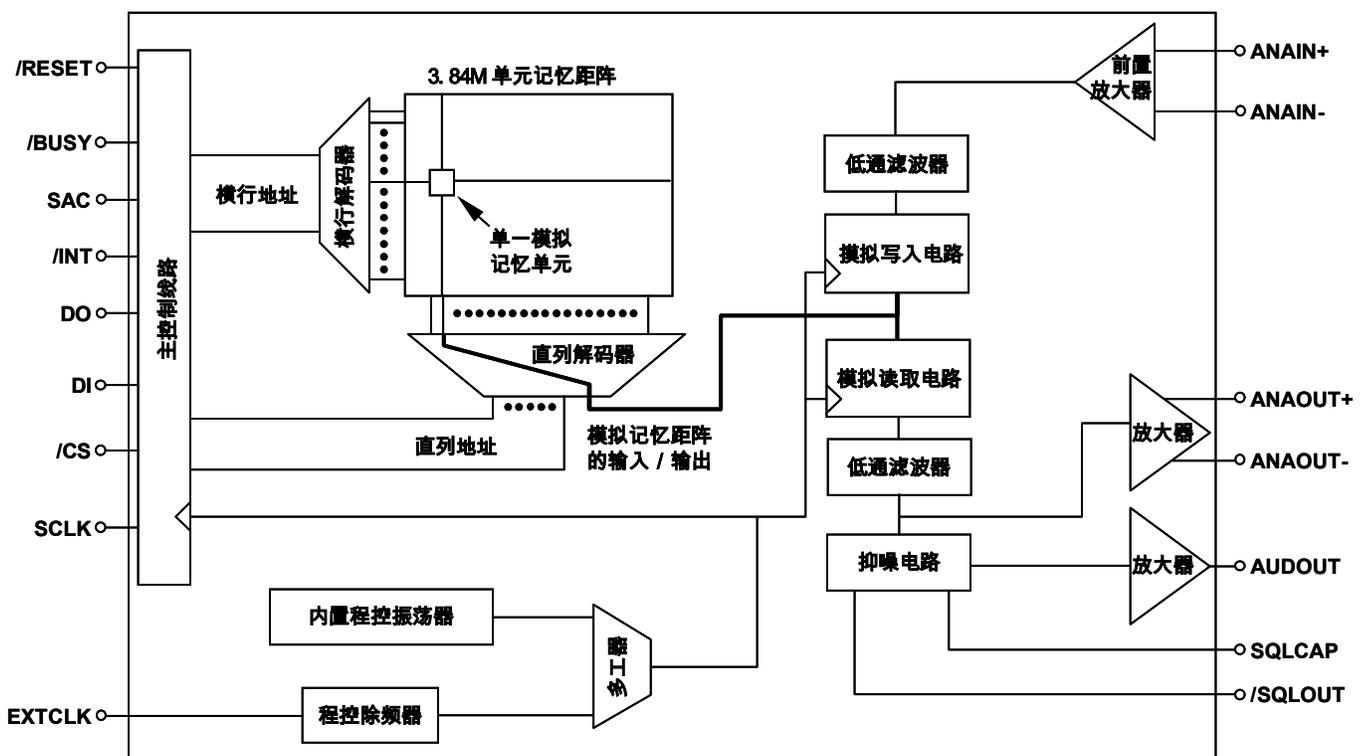
模拟读取电路 (Read Circuit) 将资料从闪存的指定位置读出，并将其送到内部的低通滤波器。低通滤波器可将单个的采样信号变成连续的输出信号，再送至抑噪电路与差动放大输出电路，最后送到 ANAOUT+ 和 ANAOUT- 管脚输出。这两个输出管脚的电压摆幅在 1.23V 左右。

在无明显音频信号存在的时候，抑噪电路自动将输出信号降低 6dB。抑噪控制信号同时被送到 /SQLOUT 管脚，来降低外部放大电路的增益。相关的资料，请查阅 抑噪 部份。

经过抑噪电路 (Squelch) 后，信号会被送到输出放大器 (Output Amplifier) 并驱动 AUDOUT 管脚。这输出管脚的电压摆幅在 1.23V 左右。

所有的 SPI 控制信号和握手信号 (Handshaking) 都先送到主控电路。主控电路负责对 SPI 信号进行解码，并产生所有内部的控制信号。AMFRC0163 的状态寄存器也在主控电路内。

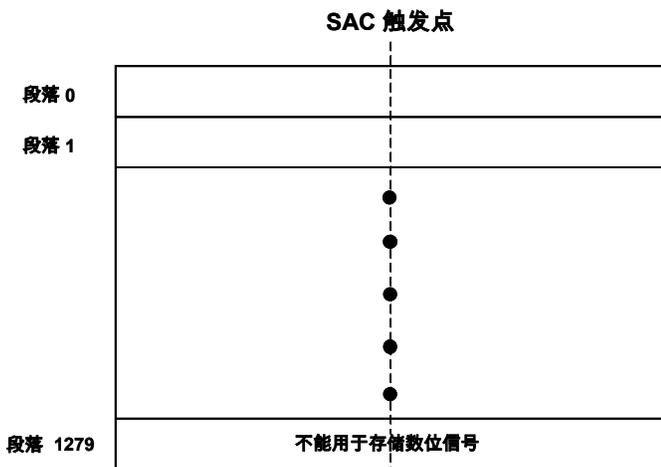
附图 2 AMFRC0163 方框图



存储结构

AMFRC0163 的存储结构为数位信号的存储及语句的管理提供了最大的灵活度。AMFRC0163 的最小寻址单元被称为“段落(Sector)”。AMFRC0163 共有 1280 个段落。

附图 3 存储结构图



段落 0 到 1279 都可用于存放模拟信号。当录制音频信号时，一个采样周期采样的数据占用一个存储单元。录音结束时，在记忆体中会记录一个 EOD (End Of Data, 资料完毕) 标志。这样可以防止播放 EOD 到段落末端的无效内容。从 EOD 标志至段落末端之间的未用记忆体将不能使用。

段落 0 到 9 的存储空间已经被测试过，并能保证每个存储位都能存储数位信号。其它的段落，除段落 1279 外，也可以用于存储数位信号，但它们没有经过测试，所以不能保证百分百的存储位元都是好的。可以通过纠错或存储前先检查的方法来处理这个问题。写入周期一经开始，先前写在该段落的资料将会消失。

在同一个段落里，不可以同时存在模拟信号和数位信号。

注意：在命令的地址字段中共有 15 个位元，但 AMFRC0163 只用了个 11 位元。AMFR 系列的其它芯片可能会用到这其余的 5 个位元。

SPI 介面

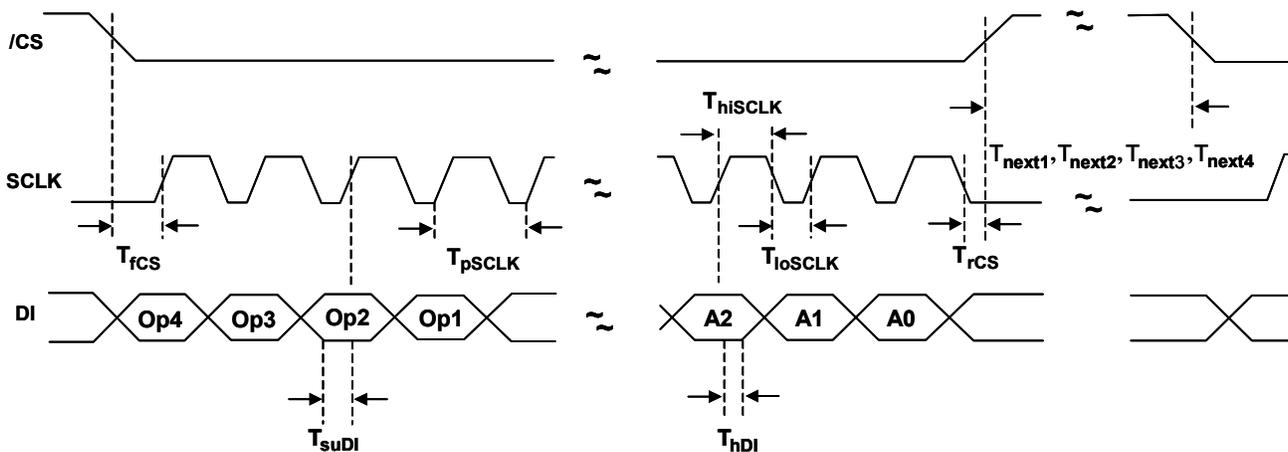
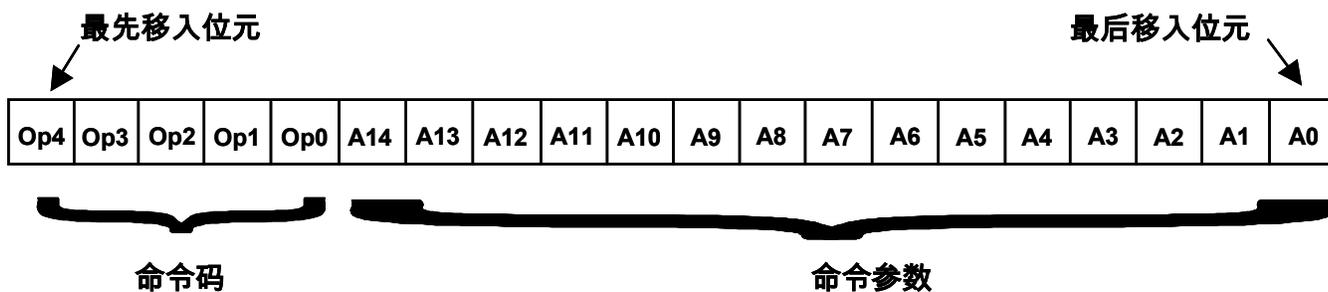
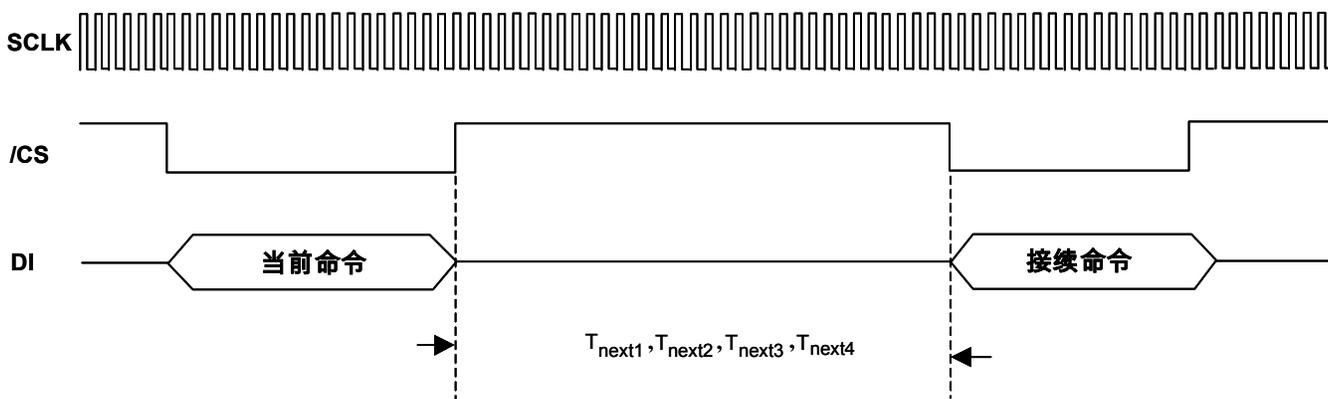
芯片的存储空间是靠外部的 MCU 来对其进行管理的。MCU 和 AMFRC0163 之间是通过 SPI (Serial Peripheral Interface) 介面进行通讯的。SPI 介面可以根据需要，使用 3 到 7 根线进行通讯。下面将具体阐述如何通过 SPI 介面和命令来对 AMFRC0163 的内存进行操作。

- 向芯片发送命令 (Sending Commands)
 - 命令描述 (OpCode Command Description)
- 接收芯片资料 (Receiving Device Information)
 - 读取芯片即时状态 CDS
 - 读取芯片身份号 SID
- 录制数位信号 (Writing Digital Data)
- 读取数位信号 (Reading Digital Data)
- 录制音频信号 (Recording Audio Data)
- 播放音频信号 (Playing Audio Data)
- 握手信号 (Handshaking Signals)

向芯片发送命令 (Sending Commands)

以下部份将描述有关向芯片发关命令的过程。除了 DIG_WRITE 和 DIG_READ 命令之外，所有命令的发送方式都是一样的。关于 DIG_WRITE 和 DIG_READ 命令，请查阅 [录制数位信号](#) 和 [读取数位信号](#) 部分。用 SPI 介面发送命令，最少需要 DI, /CS 和 SCLK 三根线。当 /CS 管脚为低电平时，芯片可以从 DI 管脚接收命令。命令的每个位元是在 SPI 时钟上升沿的时候被读取的。附图 4 描述了传送一个命令的时序。附图 5 为命令数据列格式。

必须等待前一条命令完成操作后，才可发送新的命令。这可以通过监视 /BUSY 管脚的状态，也可以通过在两条命令之间固定地加入延时来完成这个工作。延时的时间长度由 T_{next1} , T_{next2} , T_{next3} 和 T_{next4} 来指定。附图 6 是发送两个连续命令的时序。附表 1 则是个别命令的 T_{next} 规格。

附图 4 传送 SPI 命令

附图 5 命令数据列格式

附图 6 两个连续命令的时序


附表 1 命令顺列时序

当前命令	接续命令	时序符号
NOP SID	任何命令	T_{next1}
PWRUP	任何命令	T_{next2}
STOP_PWDN	PWRUP	T_{next2}
SET_REC REC	STOP, STOP_PWDN, SET_REC, REC, NOP	当 SAC 为低位
SET_PLAY PLAY	STOP, STOP_PWDN, SET_FWD, FWD, SET_PLAY, PLAY, NOP	
SET_FWD FWD	SET_FWD, FWD, STOP, STOP_PWDN	
DIG_WRITE DIG_READ DIG_ERASE	任何数位命令, STOP, STOP_PWDN <i>注: 在不完整DIG_READ后, T_{next2} 是由 /CS 上升沿后的额外SCLK 低位算起, 并非由 /CS 上升沿算起.</i>	T_{next3}
STOP	任何命令	T_{next4}

命令描述 (OpCode Command Description)

AMFRC0163 提供了 14 条命令用来对其进行操作。命令名称在最左面的一栏；接着的两栏说明数据列内 20 个位元的个别含义，有部份命令限制了在其执行后可容许的后继命令，此限制可在“可容许的后继命令”栏内查看；最

后一栏是每个命令的功能简述。

通过对这些命令的组合使用，差不多任何内存管理方式都可以实现。

附表 2 AMFRC0163 命令码

命令名称	命令码 (5 位元)	命令参数 (15 位元)	可容许的后继命令	功能简述
	[op4-op0]	[地址 MSB - 地址 LSB] [地址 14 - 地址 0]		
NOP	[00000]	可忽略	任何命令	不执行任何操作.
SID	[00001]	可忽略	任何命令	传回芯片身份号寄存器的内容.
SET_FWD	[00010]	段落地址 [A14 - A0]	SET_FWD, FWD, STOP, STOP_PWDN	从指定的段落开始向前快进.
FWD	[00011]	可忽略	SET_FWD, FWD STOP, STOP_PWDN	从当前的段落开始向前快进.
PWPUP	[00100]	[A14 - A10]: 全部为零 [A9 - A2]: EXTCLK 除频比率 [A1 - A0]: 采样频率	任何命令	进入正常工作模式及设定内部时钟或外频的除频比率
STOP	[00110]	可忽略	任何命令	停止当前的操作.
STOP_PWDN	[00111]	可忽略	PWRUP	停止当前的操作, 并进入省电模式.

命令名称	命令码 (5 位元)	命令参数 (15 位元)	可容许的后继命令	功能简述
	[Op4- Op0]	[地址 MSB - 地址 LSB] [地址 14 - 地址 0]		
SET_REC	[01000]	段落地址 [A14 - A0]	STOP, STOP_PWDN SET_REC, REC, NOP	从指定的段落开始录音.
REC	[01001]	可忽略	STOP, STOP_PWDN, SET_REC, REC, NOP	从当前段落开始录音.
DIG_ERASE	[01010]	段落地址 [A14 - A0]	任何命令	擦除指定段落的内容。录制语音信号之前，不应进行擦除动作；但在存储数位信号前，则必须要先将段落的内容擦除.
DIG_WRITE	[01011]	[A14 - A0][XXXX] [D0 - D3004][XXXX]	任何命令	将 3K 个位元的数位信息写入指定的段落。每次都必须将 3K 个位元全数写入.
DIG_READ	[01111]	段落地址 [A14 - A0]	任何命令	提取先前存入指定段落的 3K 个位元数位内容.
SET_PLAY	[01100]	段落地址 [A14 - A0]	STOP, STOP_PWDN, SET_FWD, FWD, SET_PLAY, PLAY, NOP	从指定段落开始播放.
PLAY	[01101]	可忽略	STOP, STOP_PWDN, SET_FWD, FWD, SET_PLAY, PLAY, NOP	从当前段落开始播放.

NOP 命令并不执行任何操作。常在读取芯片即时状态 CDS 的时候使用。要了解更多的内容，请查阅 芯片状态 部分。

SID 指示芯片传回芯片身份号(Silicon ID)寄存器的内容。要了解更多的内容，请查阅 读取 SID 部分。

SET_FWD 命令指示芯片从命令参数码指定的段落开始向前快进，当遇到 EOD 标志或段落结束标志时停止。如果没有遇到 EOD 或在段落结束时接收新的命令，IC 将会回到该段落的开始并继续执行快进的操作。若由于遇到 EOD 标志引起的快进停止，/INT 管脚会产生一个中断信号。在快进期间输出放大器会被静音。

FWD 命令指示芯片从当前的段落快进到下一个 EOD 标志。如果在当前的段落没有发现 EOD 标志，IC 将会继

续在接续的段落内寻找，直到找到 EOD 标志，遇到新的命令，或到达内存结束时停止。若由于遇到 EOD 标志引起的停止，/INT 管脚会产生一个中断信号。在快进期间输出放大器会被静音 (MUTE)。

PWRUP 命令指示芯片进入正常工作模式及设定内部时钟或外频的除频比率。内部时钟的频率由[A1-A0]两个位元来设定。

A1	A0	采样频率
0	0	6.4 kHz
0	1	4.0 kHz
1	0	8.0 kHz
1	1	5.3 kHz

当应用外部时钟信号作为采样时钟信号时，必须同时设定 EXTCLK 除频比率。这个除频比率=N:1。其中，N 可在 1

到 256 之间任何整数，但不能为 2。N 值的选择应尽可能满足下面的等式：

$$\text{EXTCLK 频率} = (N) \times (128) \times (\text{所选择的采样频率})$$

例如：：

假设目标采样频率是 8.0kHz，而接有 EXTCLK 管脚的外频为 8MHz

$$N = \frac{8000000}{128(8000)} = 7.8125$$

四舍五入，N = 8

对应命令参数位是：[A9 - A2][A1 - A0]，用二进制表示为：[00001000][10]。

STOP 命令指示芯片停止当前的操作。

STOP_PWDN 命令指示芯片停止当前的操作，并进入省电模式。在省电模式下，功耗会大幅减少。在执行其它命令之前，一定要用 PWRUP 命令令芯片首先进入正常模式。

SET_REC 指示芯片从指定的段落开始录音。直至当前段落结束前，录音会继续进行。在到达段落的结尾的同时，没有遇到下一条命令，录音操作将会返回到当前段落的开始地址继续录音，同时覆盖先前录下的内容；如果下一条命令是 SET_REC 或 REC 命令，芯片将在移到下个段落的开始继续执行命令，所以就没有音频信号丢失。要了解更多的内容，请查阅 [录制音频信号部分](#)。

REC 命令指示芯片从当前段落开始录音。在到达段落的结尾前，没有接收到新的命令，芯片将会自动跳到接续的段落继续录音。在接收到 STOP 或 STOP_PWDN 命令，或者存储空间耗尽时，才会停止录音。要了解更多的内容，请查阅 [录制音频信号部分](#)。

DIG_ERASE 擦除指定段落的内容。录制语音信号之前，不应进行擦除动作；但在存储数位信号前，则必须要先将段落的内容擦除。

DIG_WRITE 命令将 3K 个位元的数位信息写入指定的段落。每次都必须将 3K 个位元全数写入，不能只写一部份，最先写入的数据将被最先读出。在写入之前，要先用 DIG_ERASE 命令将内容擦除。要了解更多的内容，请查阅 [录制数位信号部分](#)。

DIG_READ 命令指示芯片提取先前存入指定段落的 3K 个位元数位内容。最先移出的数据是最先写入的数据；最后移出的数据是最后写入的数据。要了解更多的内容，请查阅 [读取数位信号部分](#)。

SET_PLAY 命令指示芯片从指定段落开始播放。在段落的结束前，如无遇上 EOD 标志或没有遇到新的命令，IC 将返回到当前段落的开始，继续播放；并且，不会觉察到播放的停顿。如果，接收的下一条命令是 SET_PLAY 或 PLAY，芯片会在当前段落播放完毕后即时执行。同样，播放的停顿也不会被觉察到。要了解更多的内容，请查阅 [播放音频信号部分](#)。

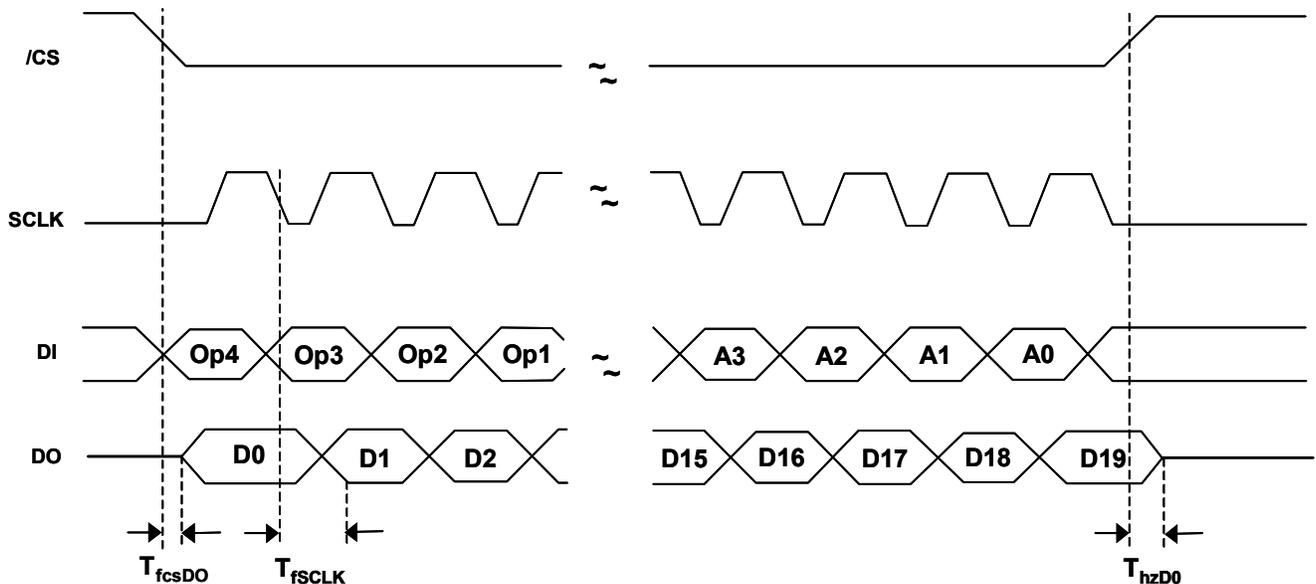
PLAY 命令指示芯片从当前段落开始播放。在段落的结束前，如无遇上 EOD 标志或没有遇到新的命令，IC 将自动跳至接续的段落继续播放，芯片会继续播放直至收到 STOP 或 STOP_PWDN 命令，或者播放到记忆空间的结尾为止。要了解更多的内容，请查阅 [播放音频信号部分](#)。

接收芯片资料(Receiving Device Information)

是通过经由 DO 管脚输出资料与外界进行沟通的。数据输出的时序图见附图 7。IC 可输出三种形式的数据列：芯片即时状态(Current Device Status), 芯片身份号

(Silicon ID)和已存入资料(Stored Data)。芯片状态和芯片身份号将在下面说明。要了解如何读取已存入资料, 请查阅 读取数位信号 部分。

附图 7 数据输出的时序图

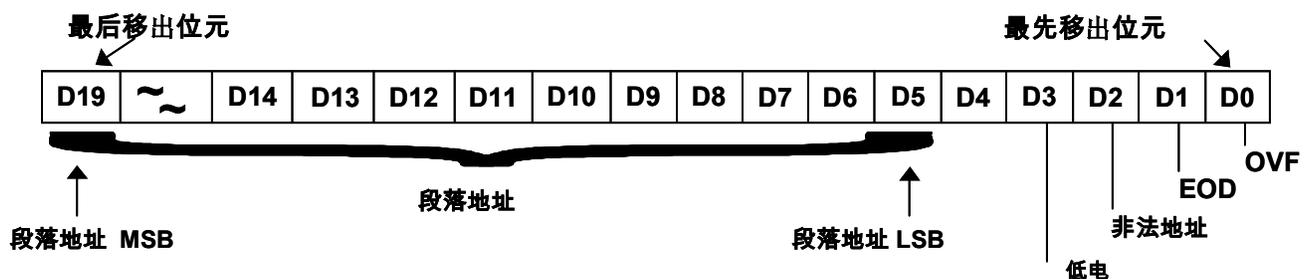


芯片即时状态 (Current Device Status, CDS)

如前文提及, 当有资料由 DI 管脚输入芯片时, 芯片可在 DO 脚输出三种不同的数据列。其中一种便是芯片即时状态 CDS, 通常在输入一条指令之后, DO 都会输出一列 CDS, 但当前一条指令是 SID 时, 则 DO 不会输出 CDS 并改为输出一列芯片身份号 (Silicon ID) 数据列。附图 8 为 CDS 数据列格式。D0 位是溢出旗号。当录音的地址超出存储空间的上限时, 溢出旗号被置为 1; 反之, 溢出旗

号为 0。读该旗号会将其清零。D1 位是数据结束旗号。在芯片停止播放或快进遇到 EOD 标志时, EOD 旗号置 1。读该旗号会将其清零。D2 位是非法地址旗号。当向芯片发送一个非法段落地址时, 该旗号置 1。D3 位是低电旗号。当芯片检测到电压低于指定的值时, 该旗号置 1。D4 位未使用。最后 15 位是当前的或上一个有效的段落地址。

附图 8 CDS 数据列格式

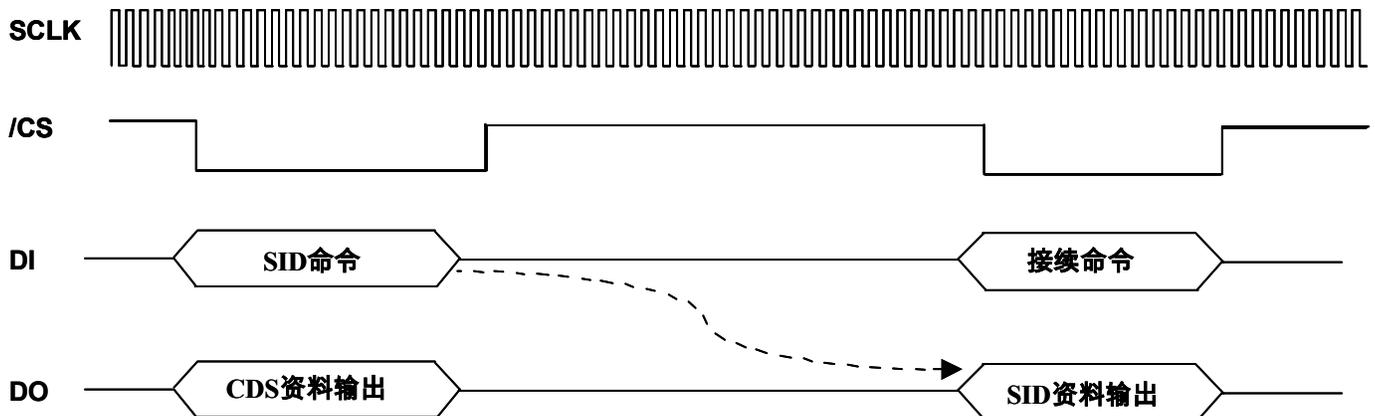


读取 SID (Reading the SID)

AMFR 系列的芯片都拥有一个 SID (Silicon Identification)。外部 MCU 可以读出该 SID，来识别其属于哪个系列及编号。读取 SID 需要向芯片发二条命令：SID

命令及后面接的任何一条命令，通常用一条 NOP 命令。在发第二条命令时，SID 资料由 DO 管脚输出。附图 9 描述了读取 SID 所需要的步骤。

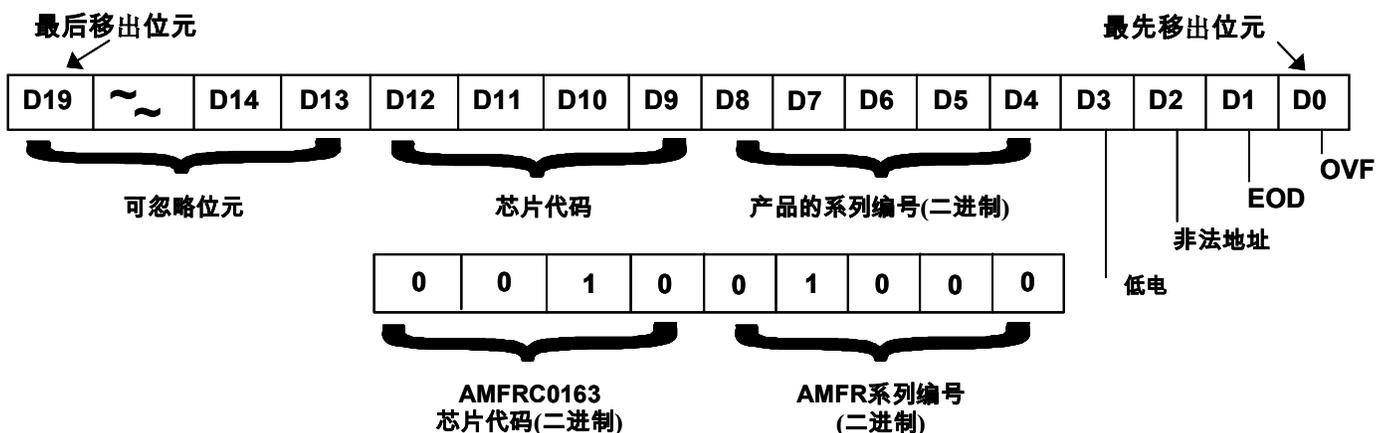
附图 9 读取 SID 时序



附图 10 为 SID 数据列的格式。D0 位是溢出旗号。当录音的地址超出存储空间的上限时，溢出旗号被置 1；反之，溢出旗号为 0。读该旗号会将其清零。D1 位是数据结束旗号。在芯片停止播放或快进遇到 EOD 标志时，EOD 旗号置 1。读该旗号会将其清零。D2 位是非法地址旗号。当向芯片发送一个非法段落地址时，该旗号置 1。

D3 位是低电旗号。当芯片检测到电压低于指定的值时，该旗号置 1。D4-D8 指示产品的系列编号（如附图 10 所示）。AMFR 系列编号为 01000。D9-D12 指示芯片代码。AMFRC0163 的芯片代码为 0010（如附图 10 所示）。最后的 7 位是随机数并无意义。

附图 10 SID 数据列的格式



录制数位信号 (Writing Digital Data)

通过 DIG_WRITE 命令可将数位信号数据写到 AMFRC0163。在同一个段落里，不可以同时存在模拟信号和数位信号的数据。段落 0 到段落 9 之间的段落已经被测试过，并能保证每个存储位都可用于存储数位信号。其它的段落，不包括第 1279 段落，也可以存储数位信号，但它们没有经过测试，所以不能保证 100% 的存储位都是好的。可以通过纠错或存储前先检查的方法来处理这个问题。对段落 1279 执行 DIG_ERASE 命令，可将所有段落的内容全部清除。

不管先前在段落里存储的是模拟信号还是数位信号，如果要向其写入数位数据，则一定要先用 DIG_ERASE 命令将其内容擦除。不要对空白段落执行擦除的操作；对一个段落多次执行擦除的操作，可能会对其造成永久性的损坏。每个段落在任何时候都可以被用来存储模拟信号或数位信号。

在存储数位信号的时候，先发送一条 DIG_WRITE 的命令；在 DIG_WRITE 命令之后接 4 个位元的随机数据。这 4 个位元会被忽略及不会存在记忆体内。

在这 4 个位元之后所接的便是你要存储的数据，全长 3004 个位元。在这 3004 个位元资料的后面要跟 4 个位元的随机数据，这 4 个位元的数据也不会存入记忆体。提前停止 DIG_WRITE 操作会对段落造成永久性的损坏。

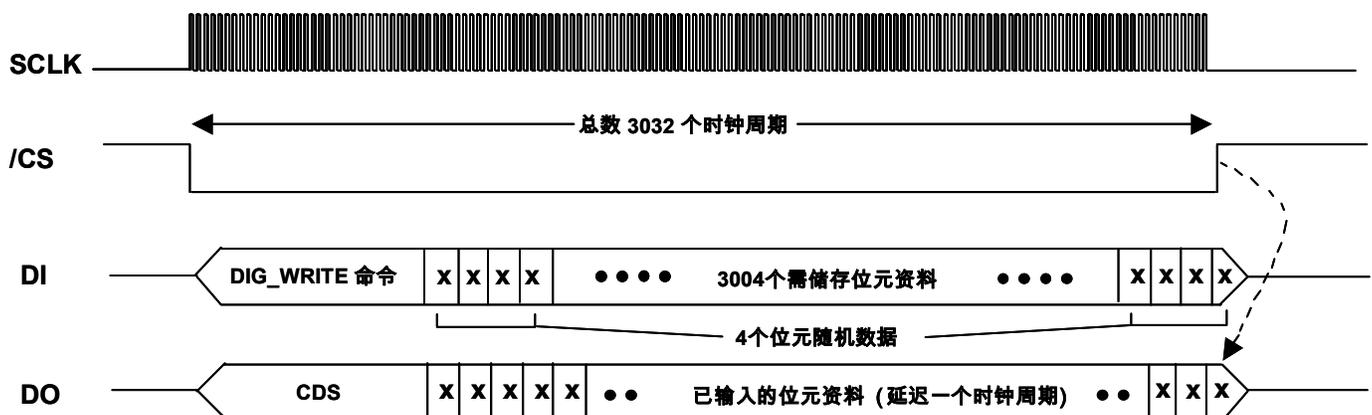
在 DO 管脚同时输出数据列的顺序是：CDS 数据、5 个位元的随机数据、3004 个位元的储存资料及最后的 3 个位元的随机数据。

附图 11 描述了录制数位信号的所需时序，除了要将 T_{psclk} 更改为 DT_{psclk} 外，其他详细的时序规格将与附图 4 及附图 7 所指定的完全相同。

注意：在存储数位信号之前，一定要用 DIG_ERASE 命令将内存擦除；存储模拟信号的擦除工作，是由芯片自动完成的。

附图 11 中并没有在录制数位信号前的 DIG_ERASE 命令。

附图 11 录制数位信号



读取数位信号 (Reading Digital Data)

利用 DIG_READ 命令可将数位信号数据由芯片的内存中读出。在 /CS 为低时，向芯片发送 DIG_READ 命令，并跟发 3012bits 的随机数据，保存在指定段落记忆体的数据将在 SID/CDS 数据列及 4 位随机数据之后从 DO 管脚输出。输出的顺序和输入的顺序是一致的，即第一个写入的位元会第一个被读出。在输出的那 3004 个位元资料之后又是 4 个位元的随机数据。

对段落的读取可以是不完整的；因而，可以提前结束读取。只要将 /CS 变高及多发送一个 SCLK 时钟周期便可。

附图 12 描述了读取整个数位信号段落的时序，除了要將 T_{psclk} 更改为 DT_{psclk} 外,其他详细的时序规格将与附图 4 及附图 7 所指定的完全相同。

附图 12 读取数位信号



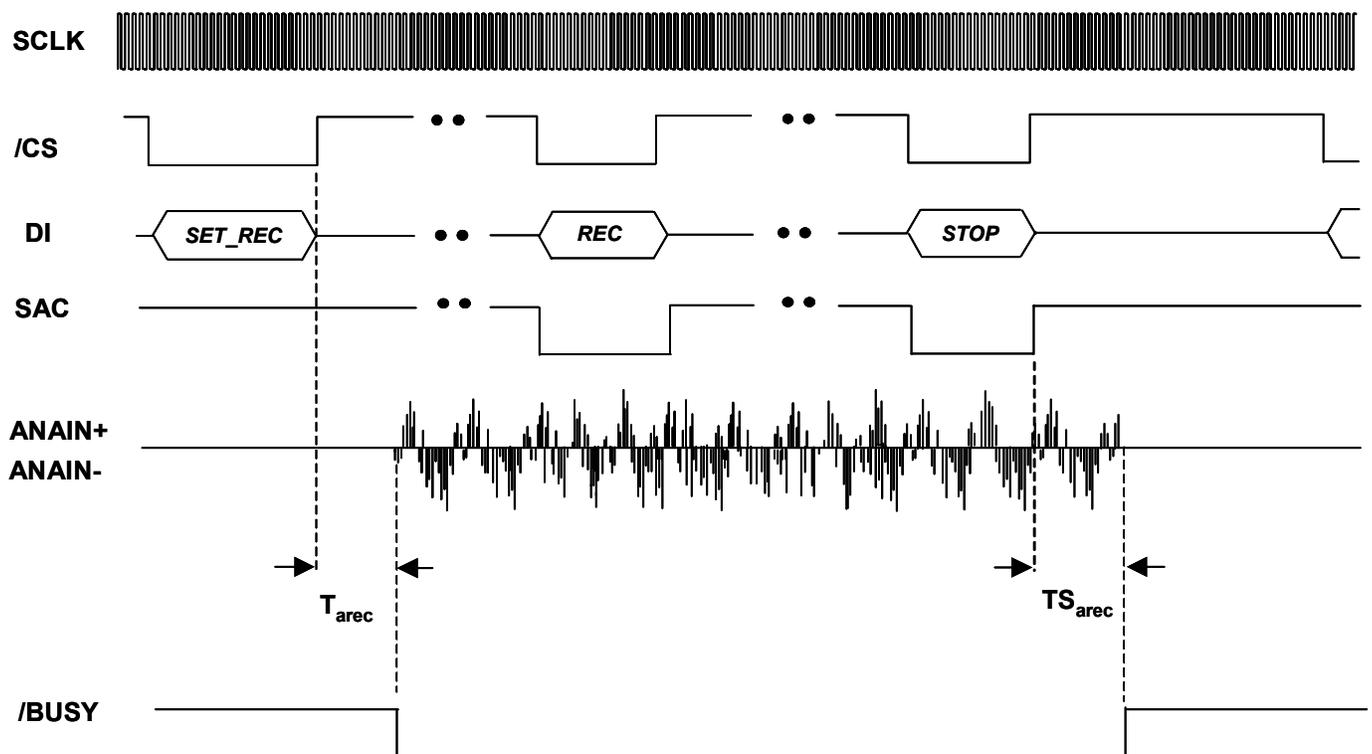
录制音频信号 (Recording Audio Data)

在向芯片发送 SET_REC 或 REC 命令之后，芯片把在 ANAIN+ 和 ANAIN- 管脚上的信号取样并储存到指定的段落上。在段落录制了一半时，SAC 管脚会被拉低，表明可以接受新的命令。在 SAC 保持低电平期间芯片才能接收命令，在 SAC 回到高电平前接收的命令将被送到队列里，并会在下一个 SAC 周期执行。

附图 13 为典型的录音命令顺序图。本例中，在 T_{arec} 时间结束后，SET_REC 命令将从指定的段落开始录音；

在段落录制了一半时，SAC 脚会出现一个低电平，提醒 MCU 第一个段落快要放满了。MCU 只需要在 SAC 脚回到高电平之前，向芯片发送一条 REC 命令，便可指示 AMFRC0163 当前段落的下一个段落继续录音。当第一个段落的内容放满后，芯片会自动跳到第二个段落；并将 SAC 脚信号拉回到高电平，以表明第二个段落正在使用。当 MCU 想停止录音时，可在 SAC 为低位时发送一条 STOP 命令。芯片将在 T_{sarec} 后停止录音。/BUSY 会在真正录音的期间内保持低位。

附图 13 典型录音时的命令顺序



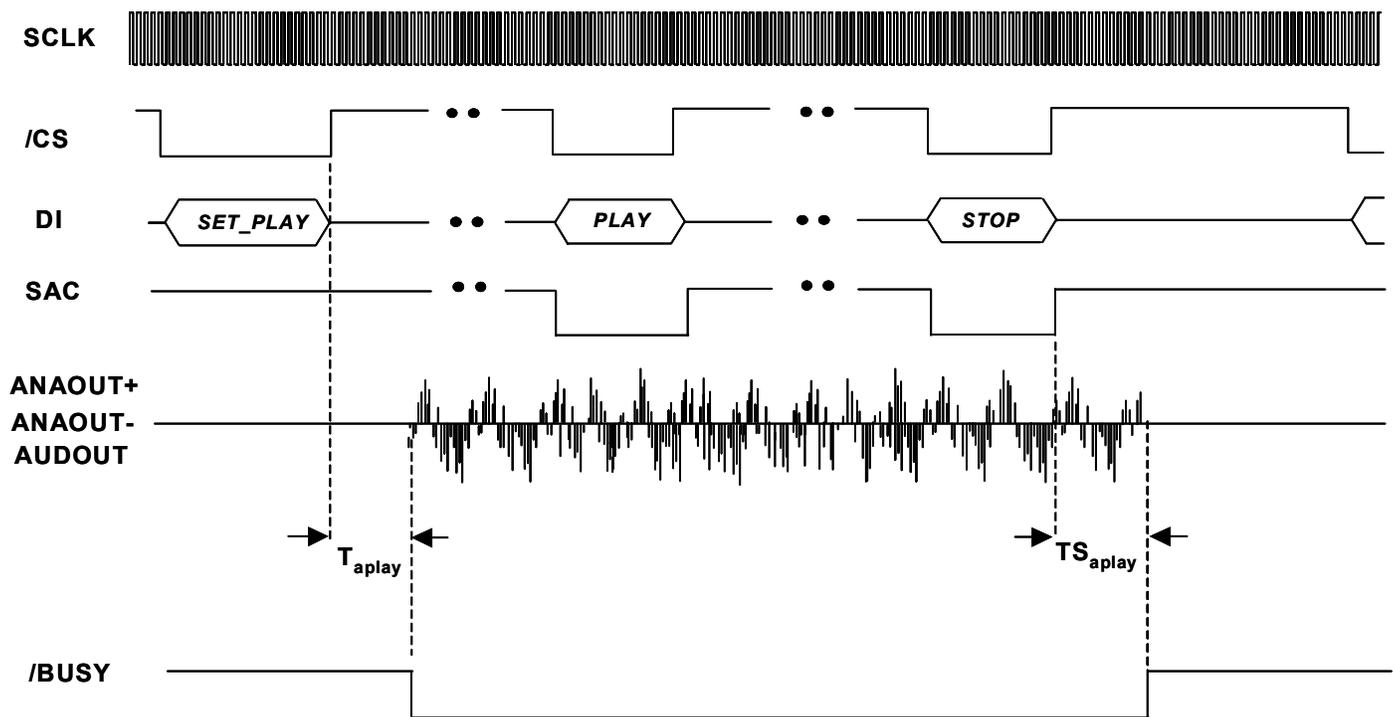
播放音频信号 (Playing Back Audio Data)

SET_PLAY 或 PLAY 命令将指定段落内的信号播放,并输出到 AUDOUT, ANAOUT-和 ANAOUT+管脚。段落播放到一半时, SAC 管脚会被拉低,表明可以接收新的命令。在 SAC 保持低电平期间芯片才能接收命令,在 SAC 回到高电平后,接收的命令将被送到队列里,并在下一个 SAC 周期执行。

附图 14 典型的播放命令顺序图。本例中,在 T_{aplay} 时间结束后, SET_PLAY 命令将从指定的段落开始播放;在

段落播放到一半时,在 SAC 脚会出现一个低电平,提醒 MCU 第一个段落的内容快要放完了。MCU 只需要在 SAC 脚回到高电平之前,向芯片发送一条 PLAY 命令,便可指示芯片从当前段落的下一个段落继续播放。当第一个段落的内容放完后,芯片会自动跳到第二个段落;并将 SAC 脚信号拉回到高电平,以表明第二个段落正在被播放。当 MCU 想停止播放,可在 SAC 为低时发送一条 STOP 命令,芯片将在 T_{Saplay} 后停止播放。/BUSY 会在真正播放期间内保持低位。

附图 14 典型的播放命令顺序图



注:以上图表个按比例

握手信号 (Handshaking signals)

芯片内部有几个信号可利用作握手信号。这些信号可使音频讯息资料管理变得更容易。

AMFRC0163 请求中断时,会在 /INT 管脚产生一中断信号。/INT 平时保持在高电平,请求中断时会产生一个低电平。在遇到 EOD 或溢出发生,或在 PWRUP 命令之后检

测到低电,都会产生中断信号。

SAC 信号平时保持在高电平。当正在被录音播放或快进到当前段落空间的一半时, SAC 信号会被拉低;当该段落全部用完时, SAC 信号会回到高电平。MCU 可以在检测到 SAC 信号变低后,在其返回到高电平之前选中下一个段

落。在当前段落用尽的时候（不论是录音还是播放），若还没有执行下一条命令的话，在播放时将会产生明显的停顿。

/BUSY 管脚在执行播放、录音或快进功能时为低电平。MCU 可以通过检测该信号，来确定这些命令的状态。/BUSY 平时为高电平，当芯片处于忙碌状态时变为低电平。其保持低电平的时间是由用户录音或播放时间的长短来决定的。

采样频率与语音品质 (Sample Rate and Voice Quality)

奈奎斯特(Nyquist)采样定理要求采样频率至少是被采样信号最高频率成份的两倍时，被采样的信号才可以被恢复及无假频失真(Aliasing Errors)。AMFRC0163 会自动根据所选的采样频率，对输入信号进行滤波，以满足该定理的要求。

使用较高的采样频率可增大录音信号的带宽，能改善语音的品质，但录制同样时间的语音需用去更多的存储空间。AMFRC0163 提供的最大采样频率为 8KHz。

使用较低的采样频率可降低对存储空间的要求，所以对同样的容量能延长录音的时间长度，但会降低语音的品质。AMFRC0163 提供的最低采样频率为 4KHz。

可以通过控制采样频率来在时间和品质之间做出选择。不管采样时钟源使用的是外部还是内部，对采样频率的控制都是通过 PWRUP 命令来实现的。

AMFRC0163 所用的采样时钟源可以是外部的也可以是内部的。当在 EXTCLK 脚的外部时钟存在时，芯片会自动选择它作为采样时钟源；否则，芯片会选择内部时钟作为采样时钟源。当 EXTCLK 脚没有使用时，应将其接地。

芯片提供了一个内部的分频器，可利用它将外部时钟分到想要的采样频率。外部时钟最高的频率为 10MHz。关于如何用编程的方法进行除频，请查阅 [SPI 介面](#)部分的 PWRUP 命令段落。

AMFRC0163 默认的上电条件是：采样频率为 6.4kHz，并且使用内部时钟。

存储技术 (Storage Technology)

AMFRC0163 对声音信号进行采样，并将取得的离散数据直接存入到 FLASH 的存储单元。存储在 FLASH 存储单元的电压分为 1 到 256 级，此 256 级电压也相等于八个二进制位 ($2^8 = 256$) 的编码。播放数据时，首先将这些离散的数据做平滑处理，形成连续的信号后放大，最后送到外部的扬声器。

抑噪 (Squelch)

AMFRC0163 内部有一个抑噪电路。在播放语音讯息强度很弱的时候，抑噪电路可以自动将输出信号削减 6dB。在语音讯息强度弱的时候抑噪可有助于消除背景噪声。背景噪声可能是由下列因素引入：原信号噪声，放大器噪声，电源噪声。

抑噪电路的响应时间是由接在 SQLCAP 上的电容时间系数决定的。这个电容的推荐值为 1.0uF。将 SQLCAP 接到 VCCA，可以把该电路屏蔽掉。

当内部的抑噪电路工作的时候，/SQLOUT 将会输出低电平。这个信号可以用来对外接功率放大器的输出进行削减，进一步达到减少噪声，特别是在外接功率放大器工作在高增益和大音量的时候。

应用举例 (Sample Application)

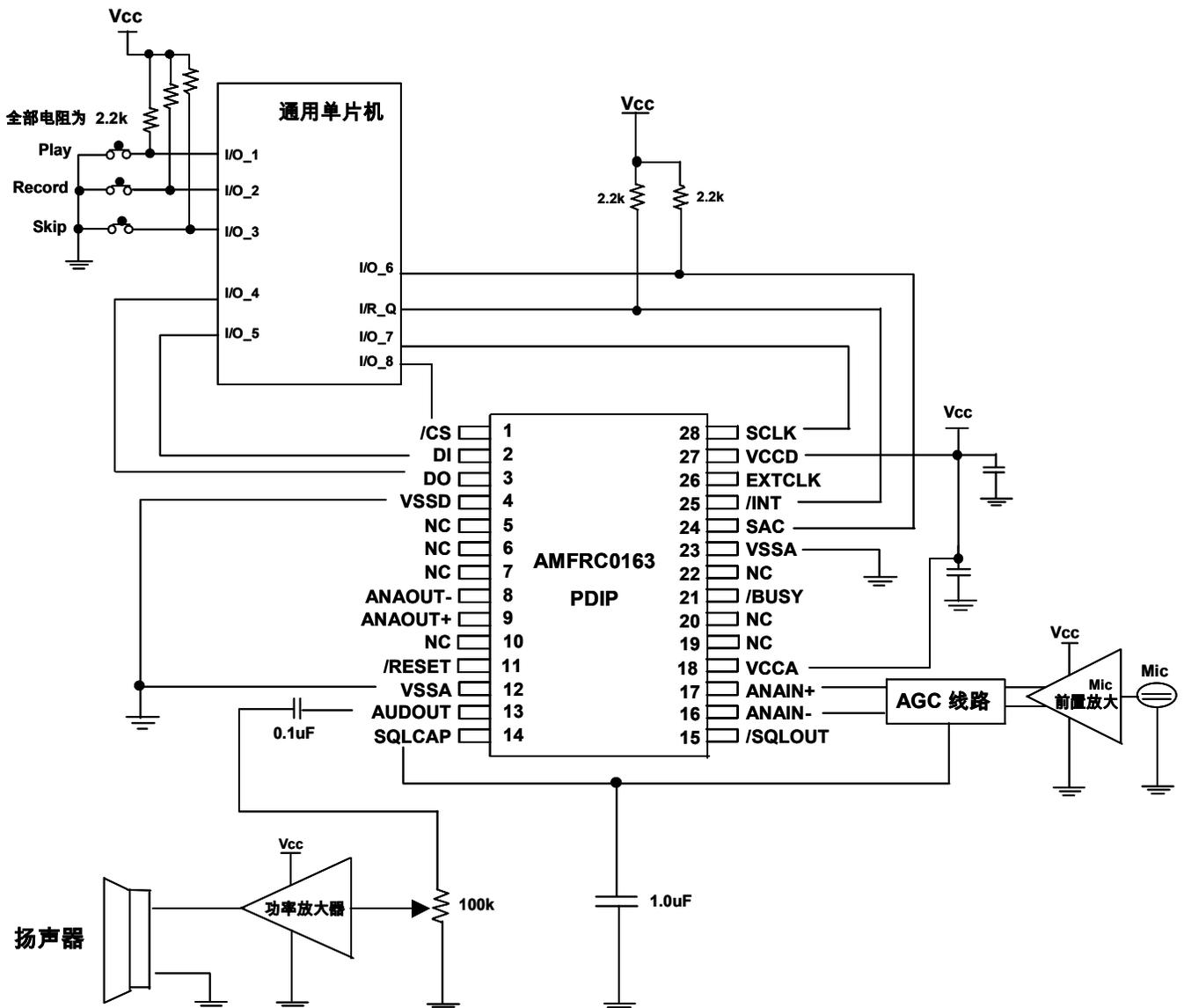
附图 15 是一个通用 MCU 通过 SPI 介面对 AMFRC0163 进行控制的电路略图。

MCU 用三个输入口接 Play, Record 和 Skip 三个按键；用 5 个通用的 I/O 口用于 SPI 介面。在本例中，/RESET 和 /BUSY 信号都未使用。

输出的信号必须要经过放大后才能驱动扬声器。有的经销商提供带集成电路放大器的扬声器也可在此使用。在麦克风线路上最好使用放大器和 AGC 电路。有的经销商提供集成的麦克风/AGC 放大器也可在此使用。

注意：可以用 SQLCAP 信号作为峰值信号来简化 AGC 电路。

附图 15 PDIP 封装的简易应用



管脚说明 (Pin Descriptions)

附表 3 是 AMFRC0163 的管脚说明。除 VCC,VSS 和 NC 管脚则在最后列出。
脚外，所有的管脚均按号码顺序列出；VCC,VSS 和 NC

附表 3 AMFRC0163 的管脚说明

管脚名称	管脚编号 28 脚 TSOP	管脚编号 28 脚 DIP	管脚编号 (裸片) 附图 18	功能简介
SAC	2	24	26	段落地址控制输出: 当前段落接近结束时为低位。
/INT	5	25	29	中断输出: 此管脚是开源极输出线。当遇到 EOD 或溢出发生时置为低位，当连接此管脚至外部主控 MCU 时，可强化语音讯息段管理的功能。
EXTCLK	6	26	30	外部时钟输入: 外部时钟源可透过此管脚对芯片输入，取代内部时钟源。当此管脚未被应用时，应连接至 VSSA。
SCLK	8	28	34	SPI 时钟输入: 芯片会在此输入的上升沿时读取 DI 的信号及会在下降沿时在 DO 输出信号。
/CS	9	1	1	片选输入: 当此管脚为低位时，可透过 SPI 介面控制此芯片；若此管脚为高位，则芯片为设定 DO 为高阻三态输出及忽略所有 DI 管脚上的信号。
DI	10	2	2	资料输入: 此管脚可接收从 SPI 排线所送来的数位信号。当 SCLK 在上升沿时，会从此管脚读取一个信号。
DO	11	3	3	资料输出: 当 SCLK 在下降沿后，新的信号会出现在这管脚上。
ANAOUT-	15	8	8	音频信号负输出: 此管脚是已录制音频信号重播的负输出。可将此管脚连接到差动功率放大器的负输入脚，以驱动扬声器。
ANAOUT+	16	9	9	音频信号正输出: 此管脚是已录制音频信号重播时的正输出。可将此管脚连接到差动功率放大器的正输出脚，以驱动扬声器。
/RESET	17	11	10	复位输入: 将此管脚置为低位可将芯片内部所有暂存器清零及令芯片回复到上电状态。
AUDOUT	20	13	14	单极性音频信号输出: 此管脚是已录制音频信号重播时的输出。可连接到功率放大器以驱动扬声器。
SQLCAP	22	14	15	抑噪线路电容: 这管脚控制抑噪线路的切入时间。将管脚连接一个 1.0 μ F 电容至 VSSA 便可开动抑噪线路。电容的时间常数会影响抑噪线路的切入时间，将管脚接到 VCCA 可关掉抑噪功能。
/SQLOUT	23	15	16	抑噪输出: 此管脚为低位时，表示内部抑噪线路正在开动。此管脚可连接到外接功率放大器。当抑噪线路开动时，可将该功率放大器自动关掉，以进一步减低背景噪音。
ANAIN-	24	16	17	反相音频输入: 此管脚为需录制的音频信号的反相输入。当芯片应用差动输入模式时，此管脚应该过一个 0.1 μ F 电容，接收幅度为 16mVp-p 的信号。若芯片是应用单极向输入模式时，应将此管脚透过一个 0.1 μ F 电容连接到 VSSA。

管脚名称	管脚编号 28 脚 TSOP	管脚编号 28 脚 DIP	管脚编号 (裸片) 附图 18	功能简介
ANAIN+	25	17	18	非反相音频输入: 此管脚为需录制音频信号的非反相输入。当芯片应用差动输入模式时, 此管脚应透过一个 0.1 μ F 电容, 接收幅度为 16mVp-p 的信号。若芯片是应用单极向输入模式时, 应将此管脚透过一个 0.1 μ F 电容, 接收幅度为 32mVp-p 的信号。
/BUSY	28	21	22	芯片忙碌信号输出: 此管脚在执行播放、录音或快进时为低电平, 其余时间为高阻三态输出。此管脚可连接一个 LED 以显示播放及录音的操作状态, 也可连接到主控 MCU 令其更了解芯片在播放、录音及数位信号读写的操作状态。
VCCD	7	27	31,32,33	数位线路电源: 此管脚连接到芯片内部的所有数位线路的电源。此管脚应连接到 3.0V, 并在此尽可能最接近此管脚的位置连接一个 0.1 μ F 的旁路电容到 VSSD。
VCCA	26	18	19,20	模拟线路电源: 此管脚连接到芯片内部的所有模拟线路的电源, 此管脚应连接到 3.0V, 并在尽可能最接近管脚的位置连接一个 0.1 μ F 的旁路电容到 VSSA。
VSSA	1,18	12,23	11,12,13, 23 24,25	模拟线路地线: 应将这些管脚用最短的距离连接到电源地线。
VSSD	12	4	4,5	数位线路地线: 应将此管脚用最短的距离连接到电源地线。
NC	3,4,13, 14,19, 21,27	5,6,7, 10,19, 20,22	6,7,21, 27,28	无连接: 这些管脚不应连接到任何线路或信号。若将这些管脚连接到 VSS 或 VCC, 将可能令芯片功能失常甚至损坏。

电气特性 (Electrical Characteristics)

以下表格将列出 AMFRC0163 芯片的最大绝对限制参数, 推荐直流特性及推荐交流特性。

最大绝对限制参数 (Absolute Maximum Ratings)

最大绝对限制参数: 令芯片保持在附表 4 所列的参数以上可令其损坏, 长期令芯片工作在最大绝对值限制参数范围的边缘也可影响芯片的稳定性。附表 5 及附表 6 所列的是 AC 及 DC 特性的推荐参数, 并非表示一定要将芯片工作在这些参数所列出的环境。

附表 4 最大绝对限制参数

参数	符号	测试条件	最小值	最大值	单位
电源电压	V_{CC}	$T_A = 25^\circ\text{C}$	- 0.3	7.0	V
输入电压	V_{IN}	$T_A = 25^\circ\text{C}$ 芯片 $V_{CC} = 3.0\text{V}$	- 0.3	5.5	V
储存温度	T_{STG}	-	- 65	150	$^\circ\text{C}$
偏压下的温度	T_{BS}	-	- 65	125	$^\circ\text{C}$
接脚温度	T_{LD}	< 10s		300	$^\circ\text{C}$

附表 5 直流特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	VCCA, VCCD		2.7	3.0	3.3	V
工作温度	T _A		0		+70	°C
高电平输入电压	V _{IH}	V _{CC} = 2.7V	2.4	3	5.5	V
低电平输入电压	V _{IL}	V _{CC} = 3.3V	V _{SS} - 0.3V	0	0.4	V
高电平输出电压	V _{OH}	V _{CC} = 2.7V I _{OH} = -1.6mA	VCCD - 0.5V			V
低电平输出电压	V _{OL}	V _{CC} = 2.7V I _{OL} = 1.0mA			0.4	V
高电平输出漏电电流	I _{IH}	V _{CC} = 3.3V V _{IH} = VCC		0.3	1	μA
低电平输出漏电电流	I _{IL}	V _{CC} = 3.3V V _{IL} = VSS		0	-1	μA
高阻三态输出漏电电流	I _{OZ}	V _{CC} = 3.3V V _{OUT} = VCC or V _{OUT} = VSS			±1	μA
工作电流损耗	I _{CC}	V _{CC} = 3.3V Recording Playback Idle		25 15 2.5		mA mA mA
省电模式时的电流损耗	I _{CCS}	V _{CC} = 3.3V After 20 sec.			1	μA

附表 6 交流特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
ANAIN+ 及 ANAIN- 输入电压	V _{MI}			45	50	mV _{p-p}
ANAIN+ 输入阻抗	R _{ANAIN}			3		KΩ
ANAIN+/ANAIN- 增益	G _{ANAIN}			22	23	DB
ANAOUT 输入电压	V _{ANAOUT}			560	700	mV _{p-p}
总谐波失真	THD	@ 1kHz & 45mV _{p-p} input		0.5	1	%
PWRUP 起动时间	T _{pwrup}	90% of VCC min. specification	10			ms
/RESET 低电平时间	T _{loRST}		1			ms
/RESET 上升沿至/CS 下降沿	T _{Rdone}		1			ms
/CS 下降沿至 SCLK 时钟	T _{fCS}		500			ns
SPI 资料建立时间	T _{suDI}		200			ns
SPI 控制时钟周期	T _{pSCLK}		1000			ns
SPI 资料保持时间	T _{hDI}		200			ns
SPI 控制时钟低电平时间	T _{loSCLK}		400			ns

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
SPI 控制时钟高电平时间	T_{hiSCLK}		400			ns
SCLK 时钟至/CS 上升沿	T_{rCS}		200			ns
/CS 下降沿至 DO 输出	T_{fSCLK}				200	ns
SCLK 下降沿至 DO 资料有效	T_{fSCLK}				1000	ns
/CS 上升沿至 DO 高阻三态	T_{hzDO}				500	ns
数位读写时的 SPI 控制时钟周期	DT_{pSCLK}	@4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率	500 250 <i>方程式 1</i>			μ S μ S s
SET_REC 命令至开始录音	T_{arec}	@4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		376 188 <i>方程式 2</i>		ms ms s
STOP 命令至停止录音	TS_{arec}	@4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		658 329 <i>方程式 2</i>		ms ms s
SET_REC 命令至开始播放	T_{aplay}	@4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		658 329 <i>方程式 2</i>		ms ms s
STOP 命令至停止播放	TS_{aplay}	@4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		376 188 <i>方程式 2</i>		ms ms s
SAC 周期	T_{pSAC}	REC, PLAY @4kHz REC, PLAY @8kHz REC, PLAY @EXTCLK FWD @4kHz FWD @8kHz FWD @EXTCLK		752 376 <i>方程式 3</i> 2 1 <i>方程式 4</i>		ms ms s ms ms s
SAC 低电平时间	T_{loSAC}	REC, PLAY @4kHz REC, PLAY @8kHz REC, PLAY @EXTCLK FWD @4kHz FWD @8kHz FWD @EXTCLK		94 47 <i>方程式 5</i> 0.25 0.125 <i>方程式 6</i>		ms ms s ms ms s
参考附图 6 及附表 1	T_{next1}		5			μ S
参考附图 6 及附表 1	T_{next2}		5			Ms
参考附图 6 及附表 1	T_{next3}	@4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		752 376 <i>方程式 3</i>		ms ms s

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
参考附图 6 及附表 1	T _{next4}	前一条命令 = SET_REC, REC, SET_PLAY, PLAY @4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		470 235 方程式 7		ms ms s
		前一条命令 = SET_FWD, FWD @4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		1.25 0.625 方程式 8		ms ms s
		前一条命令 = 其他命令 @4kHz 内部采样频率 @8kHz 内部采样频率 外接采样频率		5 5 5		μs μs μs

附注：

$$\text{方程式 1} = \frac{\text{外接时钟源周期}}{2(\text{分频器数值})}$$

$$\text{方程式 2} = \frac{1504(\text{外接时钟源周期})}{\text{分频器数值}}$$

$$\text{方程式 3} = \frac{3008(\text{外接时钟源周期})}{\text{分频器数值}}$$

$$\text{方程式 4} = \frac{8(\text{外接时钟源周期})}{\text{分频器数值}}$$

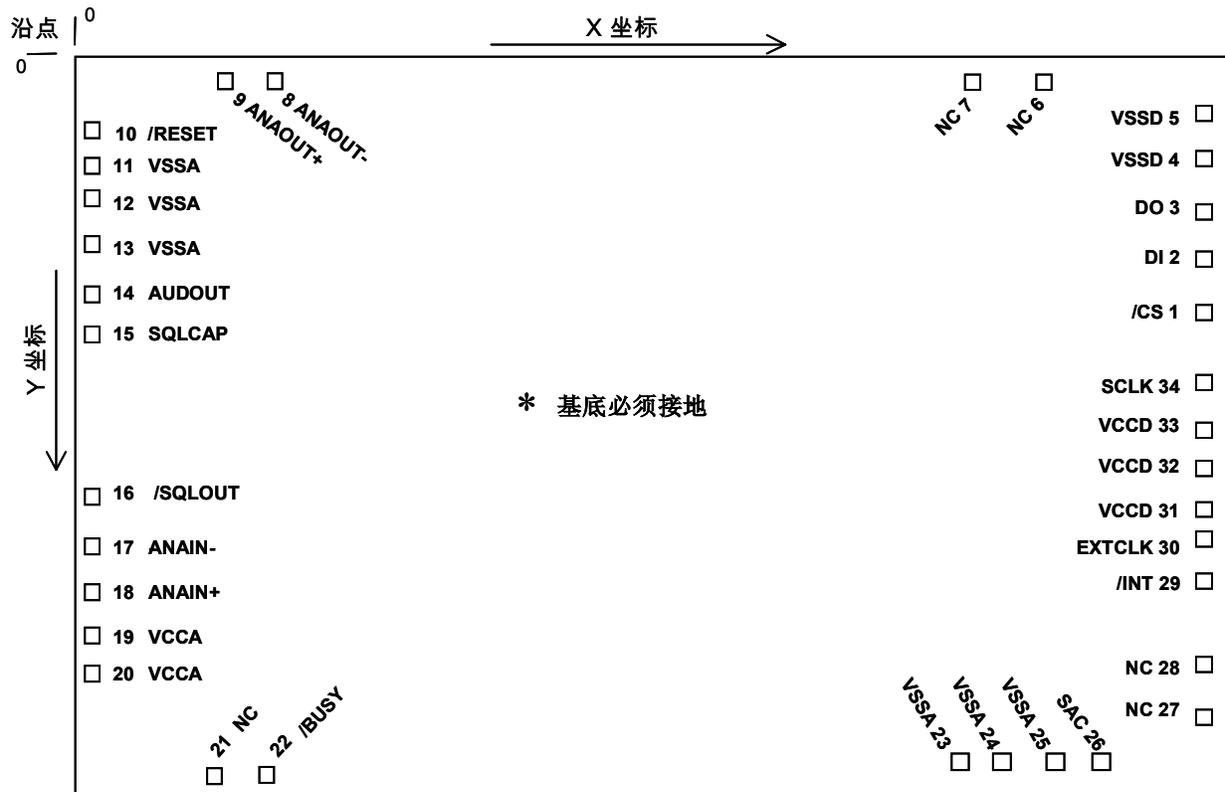
$$\text{方程式 5} = \frac{376(\text{外接时钟源周期})}{\text{分频器数值}}$$

$$\text{方程式 6} = \frac{\text{外接时钟源周期}}{\text{分频器数值}}$$

$$\text{方程式 7} = \frac{1880(\text{外接时钟源周期})}{\text{分频器数值}}$$

$$\text{方程式 8} = \frac{5(\text{外接时钟源周期})}{\text{分频器数值}}$$

$$\text{方程式 9} = \frac{2632(\text{外接时钟源周期})}{\text{分频器数值}}$$

附图 18 邦定位分布及坐标

附表 7 邦定位坐标资料

邦定位 编号	邦定位 名称	X 坐标	Y 坐标
1	/CS	8008	1460
2	DI	8008	1173
3	DO	8008	865
4	VSSD	8008	620
5	VSSD	8008	393
6	NC	7654	119
7	NC	7271	119
8	ANAOUT-	570	119
9	ANAOUT+	299	119
10	/RESET	119	384
11	VSSA	119	665
12	VSSA	119	837
13	VSSA	119	1124
14	AUDOUT	119	1454
15	SQLCAP	119	1894
16	/SQLOUT	119	2528
17	ANAIN-	119	2805
18	ANAIN+	119	3076
19	VCCA	119	3407
20	VCCA	119	3637
21	NC	258	4116

邦定位 编号	邦定位 名称	X 坐标	Y 坐标
22	/BUSY	558	4116
23	VSSA	7172	4116
24	VSSA	7345	4116
25	VSSA	7517	4116
26	SAC	7765	4116
27	NC	8008	3806
28	NC	8008	3506
29	/INT	8008	3114
30	EXTCLK	8008	2808
31	VCCD	8008	2433
32	VCCD	8008	2200
33	VCCD	8008	2029
34	SCLK	8008	1802

 裸片尺寸 : 8230 μ m x 4360 μ m

 邦定位尺寸 : 100 μ m x 100 μ m

裸片厚度 : 大约 25 mils