

ML2240

基于 OKI ADPCM 算法的 4 通道混合语音播放芯片

概述

ML2240 是一款采用最大可扩充至 128Mbit 的外置 ROM 存储器的 4 通道语音播放芯片。ML2240 可以选择多种播放方式：8-bit PCM，8-bit 非线性 PCM，16-bit PCM，2-bit ADPCM2 和 4-bit ADPCM2 算法。另外还可以进行音量调节。

ML2240 内置了一个 14-bit 的 D/A 转换器和低通滤波器。

通过采用外接功放和 CPU，可以很容易地利用 ML2240 构建一个语音播放系统。

特点

非线性 8-bit PCM, 8-bit PCM, 16-bit PCM, 2-bit ADPCM2, 和 4-bit ADPCM2 算法

串行/并行输入可选

分段控制列表功能，比如：可由用户指定播放段落

4 通道语音混合功能

主时钟频率： 4.096 MHz

采样频率： 4.0 kHz, 5.3 kHz, 6.4 kHz, 8.0 kHz, 10.6 kHz, 12.8 kHz,
16.0 kHz, 21.3 kHz, 25.6 kHz, 32.0 kHz, 42.7 kHz, 48 kHz

最大分段数： 256 phrases

内置音量调节功能（29 级 4 通道独立调节）

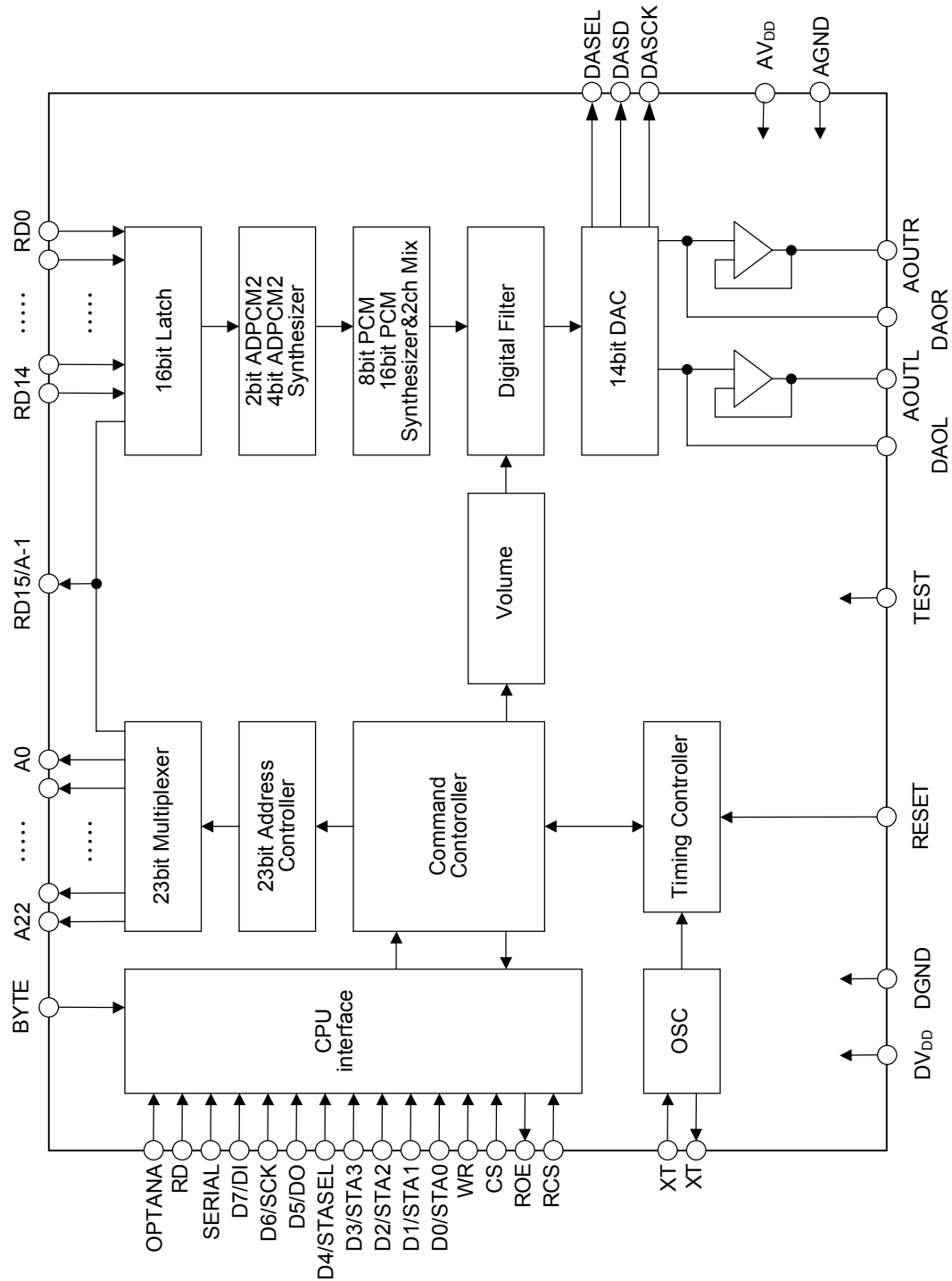
外部语音数据输入

内置 14-bit D/A 转换器

内置低通滤波器： 数字滤波器

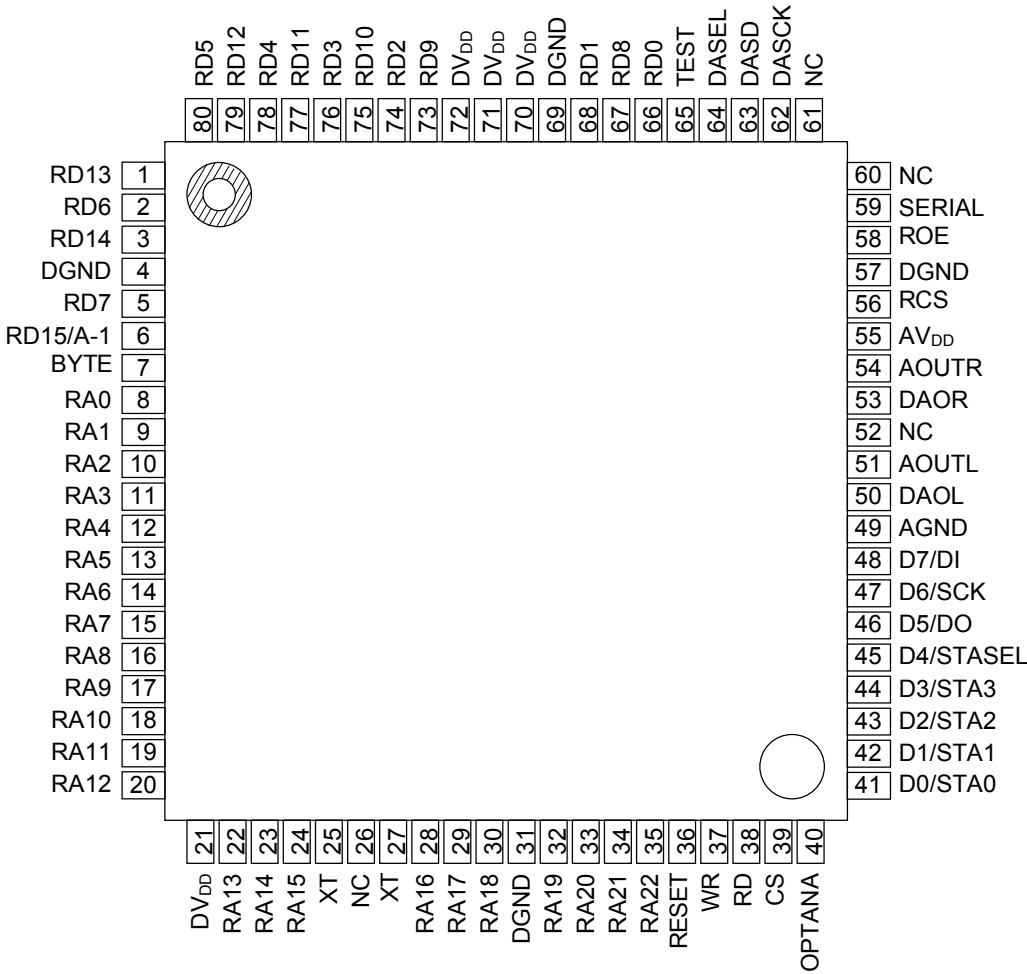
封装： 80-pin plastic TQFP (TQFP80-P-1212-0.50-K) (ML2240TB)

模块图



管脚结构图（顶视图）

80-pin plastic TQFP



NC: No Connection

管脚说明

80-pin Plastic TQFP

管脚	符号	类型	说明
1-3, 5, 66-68, 73-80	RD14-RD0	I	外置存储器数据管脚 当 R0E 管脚为低时输入数据。当 R0E 为高时，外部数据无法输入。 当 BYTE 管脚为低时，外部数据无法输入到 RD14-RD8 管脚。
6	RD15/A-1	I/O	当 BYTE 管脚为高时为外置存储器的数据管脚。 当 R0E 为低时，数据将被输入。当 R0E 为高时，数据无法输入。当芯片在 byte 模式下，此管脚为地址 A-1 的输出管脚。当 RCS 管脚为低时，地址将被输出。当 RCS 管脚为高时，此管脚处于高阻抗状态。
7	BYTE	I	外置存储器的 Word/byte 转换管脚 当 BYTE pin 为低时：Byte 模式 当 BYTE pin 为高时：Word 模式
8-20, 22-24, 28-30, 32-35	RA22-RA0	O	外置存储器的地址管脚 当 RCS pin 为高时：高阻抗
25	XT	I	连接一个晶振或陶瓷振荡器 在此管脚和 XT 管脚（27 脚）间内置一个约 1M 的反馈电阻。 使用外部时钟时，从该管脚输入时钟。
27	XT	O	连接一个晶振或陶瓷振荡器。 使用外部时钟时，保持该脚悬空
36	RESET	I	当低电平输入时，芯片复位为起始状态。振荡停止，AOUT 管脚输出变成“GND”电平。
37	WR	I	CPU 接口写信号。 当 CS 为高电平时，WR 信号无法输入至芯片。
38	RD	I	CPU 接口读信号。 并行接口模式下，当 RD 管脚为低时，D0-D7 管脚各输出一个状态信号。串行接口模式下，D5/D0 管脚各输出一个状态信号。 此管脚内置有上拉电阻。
39	CS	I	CPU 接口片选信号。 当 CS 管脚为高时，WR 和 RD 信号无法输入至芯片。
41-44	D3/STA3 D2/STA2 D1/STA1 D0/STA0	I/O	并行模式下的 CPU 数据总线接口，当 WR 信号为低时，管脚变为数据输入管脚。 在串行输入模式下，这些管脚变为状态输出管脚。 当 RD 管脚为低时，这些管脚也变为状态输出管脚。

管脚	符号	I/O	说明
45	D4/STASEL	I/O	并行输入模式下 CPU 数据总线管脚 当 WR 为低时，为数据输入管脚。当 RD 为低时，变为通道状态输出管脚，为 channel 1 输出 BUSY 信号。 在串行模式下，变为通道状态转换管脚。当 D4/STASEL 为低时，D3/STA3-D0/STA0 管脚各为每个通道输出 NCR（请求下一个命令）。当 D4/STASEL 为高，D3/STA3-D0/STA0 管脚为相应通道输出 BUSY 信号。
46	D5/DO	I/O	并行输入模式下 CPU 数据总线接口。 当 WR 为低时，变为数据输入管脚。当 RD 为低时，变为通道状态输出管脚，为 channel 2 输出 BUSY 信号。 当 CS 和 RD 为低时，此管脚根据 D6/SCK 的时钟信号频率连续输出各个通道的状态。
47	D6/SCK	I/O	并行输入模式下 CPU 数据总线接口。 当 WR 为低时，变为数据输入管脚。当 RD 为低时，变为通道状态输出管脚，为 channel 3 输出 BUSY 信号。 在串行输入模式下，此管脚为串行传输时钟信号输入口。 如果 SCK 管脚在 CS 信号的下降沿时为低，DI/DO 管脚在 SCK 时钟信号的上升沿输入/输出数据。 如果 SCK 管脚在 CS 信号的下降沿时为高，DI/DO 管脚在 SCK 时钟信号的下降沿输入/输出数据。
48	D7/DI	I/O	并行输入模式下 CPU 数据总线接口。 当 WR 为低时为数据输入管脚。当 RD 为低时为通道状态输出管脚，为通道 4 输出 BUSY 信号。 在串行输入模式下为串行传输数据输入管脚。
50	DAOL	O	输出 14-bit DAC 左通道的模拟信号。
51	AOUTL	O	通过电压跟随器输出 14-bit DAC 左通道的模拟信号。
53	DAOR	O	输出 14-bit DAC 右通道的模拟信号。
54	AOUTR	O	通过电压跟随器输出 14-bit DAC 右通道的模拟信号。
56	RCS	I	低电平：RA22-0, A-1, 和 ROE 管脚输出地址数据和输出使能信号。 高电平：RA22-0, A-1, 和 ROE 管脚处于高阻抗状态。
58	ROE	O	外置存储器的输出使能管脚。 RCS pin 为高时处于高阻抗状态。
59	SERIAL	I	CPU 接口模式转换管脚 高电平：串行输入模式 低电平：并行输入模式

管脚	符号	I/O	说明
40	OPTANA	I	芯片测试管脚。 请保持该脚为低。
62	DASCK	O	芯片测试管脚。 请保持该脚悬空。
63	DASD	O	芯片测试管脚。 请保持该脚悬空。
64	DASEL	O	芯片测试管脚。 请保持该脚悬空。
65	TEST	I	芯片测试管脚。 请输入低电平。此管脚有内置下拉电阻。
55	AV _{DD}	—	模拟电源供电管脚。 请在此管脚和 AGND 管脚之间插入一个 0.1 F 或更大值的旁路电容。
21, 70-72	DV _{DD}	—	数字电源供电管脚。 请在此管脚和 DGND 管脚之间插入一个 0.1 F 或更大值的旁路电容。
49	AGND	—	模拟接地管脚。
4, 31, 57, 69	DGND	—	数字接地管脚。.

极限工作范围

(GND = 0 V)

参数	符号	条件	范围	单位
供电电压	V_{DD}	$T_a = 25^{\circ}\text{C}$	-0.3 to +7.0	V
输入电压	V_{IN}		-0.3 to $V_{DD} + 0.3$	V
存储温度	T_{STG}	—	-55 to +150	$^{\circ}\text{C}$

推荐工作范围 (3 V)

(GND = 0 V)

参数	符号	条件	条件			单位
供电电压	V_{DD}	—	2.7 to 3.6			V
工作温度	T_{OP}	—	-40 to +85			$^{\circ}\text{C}$
主时钟频率	f_{OSC}	—	Min.	Typ.	Max.	MHz
			3.5	4.096	4.5	

推荐工作范围 (5 V)

(GND = 0 V)

参数	符号	条件	条件			单位
供电电压	V_{DD}	—	4.5 to 5.5			V
工作温度	T_{OP}	—	-40 to +85			$^{\circ}\text{C}$
主时钟频率	f_{OSC}	—	Min.	Typ.	Max.	MHz
			3.5	4.096	4.5	

电气特性

直流特性 (3 V)

DV_{DD} = AV_{DD} = 2.7 to 3.6 V, DGND = AGND = 0 V, Ta = -40 to +85°C

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
“H” 输入电压	V _{IH}	—	0.86 × V _{DD}	—	—	V
“L” 输入电压	V _{IL}	—	—	—	0.14 V _{DD}	V
“H” 输出电压	V _{OH}	I _{OH} = -1 mA	V _{DD} - 0.4	—	—	V
“L” 输出电压	V _{OL}	I _{OL} = 2 mA	—	—	0.4	V
“H” 输入电流 1	I _{IH1}	V _{IH} = V _{DD}	—	—	10	A
“H” 输入电流 2 (1*)	I _{IH2}	V _{IH} = V _{DD}	0.3	3.0	15	A
“H” 输入电流 3 (4*)	I _{IH3}	V _{IH} = V _{DD}	8	—	130	A
“L” 输入电流 1	I _{IL1}	V _{IL} = GND	-10	—	—	A
“L” 输入电流 2 (2*)	I _{IL2}	V _{IL} = GND	-120	—	-10	A
“L” 输入电流 3 (1*)	I _{IL3}	V _{IL} = GND	-15	-3.0	-0.3	A
输出漏电流(3*)	I _{LO}	0 ≤ V _{OUT} ≤ V _{DD}	-10	—	+10	A
播放时工作电流 1	I _{DD1}	f _{OSC} = 4 MHz at no load OPTANA = “L”	—	8	20	mA
播放时工作电流 2	I _{DD2}	f _{OSC} = 4 MHz at no load OPTANA = “H”	—	10	30	mA
Standby 下消耗电流	I _{DS}	Ta = -40 to +70°C	—	—	15	A
		Ta = -40 to +85°C	—	—	50	A

1* 应用于 XT 管脚。

2* 应用于 RD 管脚。

3* 应用于 RA22-RA0, D15/A-1 和 ROE 管脚。

4* 应用于 TEST 管脚。

直流特性 (5 V)

DV_{DD} = AV_{DD} = 4.5 to 5.5 V, DGND = AGND = 0 V, Ta = -40 to +85°C

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
“H” 输入电压	V _{IH}	—	0.8 × V _{DD}	—	—	V
“L” 输入电压	V _{IL}	—	—	—	0.2 V _{DD}	V
“H” 输出电压	V _{OH}	I _{OH} = -1 mA	V _{DD} - 0.4	—	—	V
“L” 输出电压	V _{OL}	I _{OL} = 2 mA	—	—	0.4	V
“H” 输入电流 1	I _{IH1}	V _{IH} = V _{DD}	—	—	10	A
“H” 输入电流 2 (1*)	I _{IH2}	V _{IH} = V _{DD}	0.8	5.0	20	A
“H” 输入电流 3 (4*)	I _{IH3}	V _{IH} = V _{DD}	30	—	350	A
“L” 输入电流 1	I _{IL1}	V _{IL} = GND	-10	—	—	A
“L” 输入电流 2 (2*)	I _{IL2}	V _{IL} = GND	-230	—	-60	A
“L” 输入电流 3 (1*)	I _{IL3}	V _{IL} = GND	-20	-5.0	-0.8	A
输出漏电流 (3*)	I _{LO}	0 ≤ V _{OUT} ≤ V _{DD}	-10	-3.0	+10	A
播放时工作电流 1	I _{DD1}	f _{OSC} = 4 MHz at no load OPTANA = “L”	—	14	30	mA
播放时工作电流 2	I _{DD2}	f _{OSC} = 4 MHz at no load OPTANA = “H”	—	17	40	mA
Standby 下消耗电流	I _{DS}	Ta = -40 to +70°C	—	—	15	A
		Ta = -40 to +85°C	—	—	100	A

1* 应用于 XT 管脚。

2* 应用于 RD 管脚。

3* 应用于 RA22-RA0, D15/A-1 和 ROE 管脚。

4* 应用于 TEST 管脚。

模拟部分特性 (3 V)

 $DV_{DD} = AV_{DD} = 2.7 \text{ to } 3.6 \text{ V}$, $DGND = AGND = 0 \text{ V}$, $T_a = -40 \text{ to } +85^\circ\text{C}$

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
AOUT, AOUTR 输出负载电阻	R_{LAO}	—	50	—	—	k
AOUT, AOUTR 输出电压范围	V_{AOUT}	无输出负载	0.5	—	$AV_{DD} - 0.5$	V
DAOL, DAOR 输出阻抗	R_{DAO}	—	30	43	60	k

模拟部分特性 (5 V)

 $DV_{DD} = AV_{DD} = 4.5 \text{ to } 5.5 \text{ V}$, $DGND = AGND = 0 \text{ V}$, $T_a = -40 \text{ to } +85^\circ\text{C}$

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
AOUT, AOUTR 输出负载电阻	R_{LAO}	—	50	—	—	k
AOUT, AOUTR 输出电压范围	V_{AOUT}	无输出负载	0.5	—	$AV_{DD} - 0.5$	V
DAOL, DAOR 输出阻抗	R_{DAO}	—	30	43	60	k

交流特性 (3 V)

DV_{DD} = AV_{DD} = 2.7 to 3.6 V, DGND = AGND = 0 V, Ta = -40 to +85°C

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
主时钟占空比	f _{duty}	—	40	50	60	%
RESET 输入脉冲宽度	t _{RST}	—	1	—	—	s
WR 下降沿的 CS 建立时间	t _{CWS}	—	0	—	—	ns
WR 上升沿的 CS 保持时间	t _{CWH}	—	30	—	—	ns
WR 脉冲宽度	t _{WR}	SERIAL pin = "L"	200	—	—	ns
WR 上升沿的数据建立时间	t _{DIS1}	SERIAL pin = "L"	100	—	—	ns
WR 上升沿的数据保持时间	t _{DIH1}	SERIAL pin = "L"	30	—	—	ns
RD 下降沿的 CS 建立时间	t _{CRS}	—	0	—	—	ns
RD 上升沿的 CS 保持时间	t _{CRH}	—	0	—	—	ns
RD 脉冲宽度	t _{RD}	—	200	—	—	ns
RD 下降沿的数据输出延迟时间	t _{DOD1}	—	—	—	100	ns
RD 上升沿数据输出保持时间 1	t _{DOH1}	R _L = 3k	—	—	50	ns
CS 下降沿的 SCK 建立时间	t _{CKS}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
CS 下降沿的 SCK 保持时间	t _{CKH}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
SCK 上升沿的数据建立时间	t _{DIS2}	SERIAL pin = "H"	30	—	—	ns
SCK 上升沿的数据保持时间	t _{DIH2}	SERIAL pin = "H"	30	—	—	ns
SCK "H" 电平脉冲宽度	t _{SCKH}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
SCK "L" 电平脉冲宽度	t _{SCKL}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
SCK 下降沿的 WR 保持时间	t _{SWH}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
RD 下降沿的数据输出使能时间	t _{DOE}	SERIAL pin = "H"	—	—	100	ns
SCK 上升沿的数据输出延迟时间	t _{DOD2}	SERIAL pin = "H"	—	—	100	ns
RD 上升沿的数据输出保持时间 2	t _{DOH2}	SERIAL pin = "H" R _L = 3k	—	—	50	ns
STASEL 数据输出延迟时间	T _{DOD3}	SERIAL pin = "H"	—	—	100	ns
从 CS 上升沿到下一个 CS 的下降沿的间隔时间 1	t _{INTW}	STOP, SLOOP, CLOOP, VOL 和 PAN 命令输入 f _{OSC} = 4.096 MHz	1.3	—	—	s
从 CS 上升沿到下一个 CS 的下降沿的间隔时间 2	t _{INTR}	Data read	200	—	—	ns
WR 上升沿的 NCRn 输出延迟时间	t _{NCRD}	—	—	—	100	ns
WR 上升沿的 BUSYn 输出延迟时间	t _{BSYD}	—	—	—	100	ns
PUP1 命令输入时 NCRn 和 BUSYn 的低电平输出时间	t _{PUP1}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入	1.9	2	2.1	ms
PUP1 和 PUP2 命令输入的振荡稳定时间	t _{OSC}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入	1.9	2	2.1	ms
PUP2 命令输入时 NCRn 和 BUSYn 的低电平输出时间	t _{PUP2}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入 OPTANA pin = "L"	65	66	67	ms
PUP2 命令输入时模拟输出的 ramp-up 时间	t _{AUP}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入 OPTANA pin = "L"	63	64	65	ms

ML2240 Family

DV_{DD} = AV_{DD} = 2.7 to 3.6 V, DGND = AGND = 0 V, Ta = -40 to +85°C

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
PDWN1 命令输入时 NCRn and BUSYn 的低电平输出时间	t _{PD1}	f _{OSC} = 4.096 MHz	0.4	—	1.3	s
PDWN2 命令输入时 NCRn and BUSYn 的低电平输出时间	t _{PD2}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "L"	63	64	65	ms
PDWN2 命令输入的处理时间	t _{AD}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "L"	0.5	—	1.4	s
PDWN2 命令输入的模拟输出 ramp-down 时间	t _{ADWN}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "L"	63	64	65	ms
NCRn 低电平输出时间 1	t _{NCR1}	f _{OSC} = 4.096 MHz	0.5	—	1.4	s
NCRn 低电平输出时间 2 (1*)	t _{NCR2}	f _{OSC} = 4.096 MHz 原来播放的语句的采样频率 = 32 kHz (2*)	3.88	4.125	4.38	ms
NCRn 低电平输出时间 3 (1*)	t _{NCR3}	f _{OSC} = 4.096 MHz 处于播放中的语句的采样频率 = 32 kHz (2*)	3.88	4.125	4.38	ms
BUSYn 低电平输出时间	t _{BSY1}	f _{OSC} = 4.096 MHz	0.5	—	1.4	s
NCRn 上升沿和下一个 CS 的下降沿之间的间隔时间	t _{NCS}	命令输入	30	—	—	ns
BUSYn 上升沿和下一个 CS 的下降沿之间的间隔时间	t _{BCS}	命令输入	30	—	—	ns
CLOOP 命令输入后 NCRn 低电平输出时间	t _{LPC}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "H"	0.2	—	17769	s
RCS 下降沿的 ROM 地址输出使能时间	t _{RAOE}	—	—	—	100	ns
RCS 下降沿的 ROE 输出使能时间	t _{ROE}	—	—	—	100	ns
RCS 上升沿的 ROM 地址输出保持时间	t _{RAZ}	R _L = 3 k	—	—	50	ns
RCS 上升沿的 ROE 输出保持时间	t _{ROEZ}	R _L = 3 k	—	—	50	ns
ROE 下降沿的 ROM 地址建立时间	t _{RAS}	f _{OSC} = 4.096 MHz	100	—	—	ns
ROE 上升沿的 ROM 地址保持时间	t _{RAH}	f _{OSC} = 4.096 MHz	440	—	—	ns
ROE 上升沿的 ROM 数据建立时间	t _{RDS}	f _{OSC} = 4.096 MHz	290	—	—	ns
ROE 上升沿的 ROM 数据保持时间	t _{RDH}	—	0	—	—	ns
ROE 低电平脉冲宽度	t _{WROL}	f _{OSC} = 4.096 MHz	580	—	—	ns
ROE 高电平脉冲宽度	t _{WROH}	f _{OSC} = 4.096 MHz	580	—	—	ns

1*: 与采样频率组中的采样频率成正比。

2*: 32 kHz 组表示采样频率是 32 kHz, 16 kHz, 8 kHz 或 4 kHz 中的任意一个。

AC Characteristics (5 V)

DV_{DD} = AV_{DD} = 4.5 to 5.5 V, DGND = AGND = 0 V, Ta = -40 to +85°C

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
主时钟占空比	f _{duty}	—	40	50	60	%
RESET 输入脉冲宽度	t _{RST}	—	1	—	—	s
WR 下降沿的 CS 建立时间	t _{CWS}	—	0	—	—	ns
上升沿的 CS 保持时间	t _{CWH}	—	30	—	—	ns
WR 脉冲宽度	t _{WR}	SERIAL pin = "L"	200	—	—	ns
WR 上升沿的数据建立时间	t _{DIS1}	SERIAL pin = "L"	100	—	—	ns
WR 上升沿的数据保持时间	t _{DIH1}	SERIAL pin = "L"	30	—	—	ns
RD 下降沿的 CS 建立时间	t _{CRS}	—	0	—	—	ns
RD 上升沿的 CS 保持时间	t _{CRH}	—	0	—	—	ns
RD 脉冲宽度	t _{RD}	—	200	—	—	ns
RD 下降沿的数据输出延迟时间	t _{DOD1}	—	—	—	100	ns
RD 上升沿数据输出保持时间 1	t _{DOH1}	R _L = 3k	—	—	50	ns
CS 下降沿的 SCK 建立时间	t _{CKS}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
CS 下降沿的 SCK 保持时间	t _{CKH}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
SCK 上升沿的数据建立时间	t _{DIS2}	SERIAL pin = "H"	30	—	—	ns
SCK 上升沿的数据保持时间	t _{DIH2}	SERIAL pin = "H"	30	—	—	ns
SCK "H" 电平脉冲宽度	t _{SCKH}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
SCK "L" 电平脉冲宽度	t _{SCKL}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
SCK 下降沿的 WR 保持时间	t _{SWH}	SERIAL pin = "H"	200	—	—	ns
RD 下降沿的数据输出使能时间	t _{DOE}	SERIAL pin = "H"	—	—	100	ns
SCK 上升沿的数据输出延迟时间	t _{DOD2}	SERIAL pin = "H"	—	—	100	ns
RD 上升沿的数据输出保持时间 2	t _{DOH2}	SERIAL pin = "H" R _L = 3k	—	—	50	ns
STASEL 数据输出延迟时间	T _{DOD3}	SERIAL pin = "H"	—	—	100	ns
从 CS 上升沿到下一个 CS 的下降沿的间隔时间 1	t _{INTW}	STOP, SLOOP, CLOOP, VOL and PAN 命令输入 f _{OSC} = 4.096 MHz	1.3	—	—	s
从 CS 上升沿到下一个 CS 的下降沿的间隔时间 2	t _{INTR}	Data read	200	—	—	ns
WR 上升沿的 NCRn 输出延迟时间	t _{NCRD}	—	—	—	100	ns
WR 上升沿的 BUSYn 输出延迟时间	t _{BSYD}	—	—	—	100	ns
PUP1 命令输入时 NCRn 和 BUSYn 的低电平输出时间	t _{PUP1}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入	1.9	2	2.1	ms
PUP1 和 PUP2 命令输入的振荡稳定时间	t _{OSC}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入	1.9	2	2.1	ms
PUP2 命令输入时 NCRn 和 BUSYn 的低电平输出时间	t _{PUP2}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入 OPTANA pin = "L"	65	66	67	ms
PUP2 命令输入时模拟输出的 ramp-up 时间	t _{AUP}	f _{OSC} = 4.096 MHz 外部时钟输入 OPTANA pin = "L"	63	64	65	ms

DV_{DD} = AV_{DD} = 4.5 to 5.5 V, DGND = AGND = 0 V, Ta = -40 to +85°C

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
PDWN1 命令输入时 NCRn and BUSYn 的低电平输出时间	t _{PD1}	f _{OSC} = 4.096 MHz	0.4	—	1.3	s
PDWN2 命令输入时 NCRn and BUSYn 的低电平输出时间	t _{PD2}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "L"	63	64	65	ms
PDWN2 命令输入的处理时间	t _{AD}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "L"	0.5	—	1.4	s
PDWN2 命令输入的模拟输出 ramp-down 时间	t _{ADWN}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "L"	63	64	65	ms
NCRn 低电平输出时间 1	t _{NCR1}	f _{OSC} = 4.096 MHz	0.5	—	1.4	s
NCRn 低电平输出时间 2 (1*)	t _{NCR2}	f _{OSC} = 4.096 MHz 原来播放的语句的采样频率 = 32 kHz (Note 2)	3.88	4.125	4.38	ms
NCRn 低电平输出时间 3 (1*)	t _{NCR3}	f _{OSC} = 4.096 MHz 处于播放中的语句的采样频率 = 32 kHz (Note 2)	3.88	4.125	4.38	ms
BUSYn 低电平输出时间	t _{BSY1}	f _{OSC} = 4.096 MHz	0.5	—	1.4	s
NCRn 上升沿和下一个 CS 的下降沿之间的间隔时间	t _{NCS}	命令输入	30	—	—	ns
BUSYn 上升沿和下一个 CS 的下降沿之间的间隔时间	t _{BCS}	命令输入	30	—	—	ns
CLOOP 命令输入后 NCRn 低电平输出时间	t _{LPC}	f _{OSC} = 4.096 MHz OPTANA pin = "H"	0.2	—	17769	s
RCS 下降沿的 ROM 地址输出使能时间	t _{RAOE}	—	—	—	100	ns
RCS 下降沿的 ROE 输出使能时间	t _{ROE}	—	—	—	100	ns
RCS 上升沿的 ROM 地址输出保持时间	t _{RAZ}	—	0	—	50	ns
RCS 上升沿的 ROE 输出保持时间	t _{ROEZ}	—	0	—	50	ns
ROE 下降沿的 ROM 地址建立时间	t _{RAS}	f _{OSC} = 4.096 MHz	100	—	—	ns
ROE 上升沿的 ROM 地址保持时间	t _{RAH}	f _{OSC} = 4.096 MHz	440	—	—	ns
ROE 上升沿的 ROM 数据建立时间	t _{RDS}	f _{OSC} = 4.096 MHz	290	—	—	ns
ROE 上升沿的 ROM 数据保持时间	t _{RDH}	—	0	—	—	ns
ROE 低电平脉冲宽度	t _{WROL}	f _{OSC} = 4.096 MHz	580	—	—	ns
ROE 高电平脉冲宽度	t _{WROH}	f _{OSC} = 4.096 MHz	580	—	—	ns

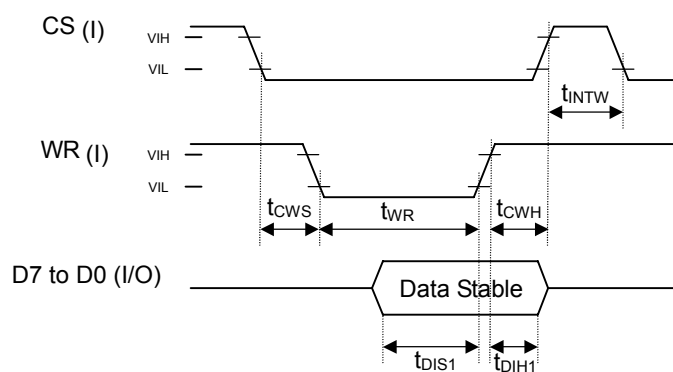
1*: 与采样频率组中的采样频率成正比。

2*: 32 kHz 组表示采样频率是 32 kHz, 16 kHz, 8 kHz 或 4 kHz 中的任意一个。

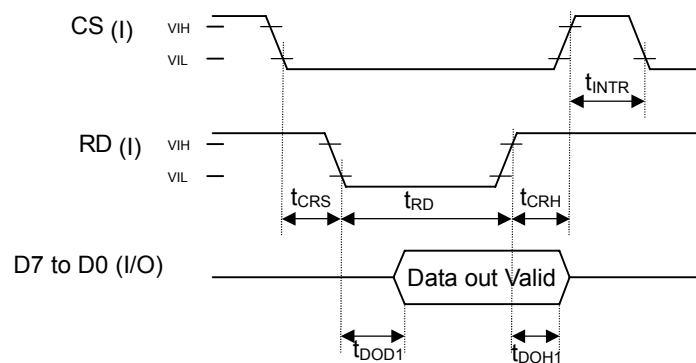
时序图

CPU 并行接口时序

写数据

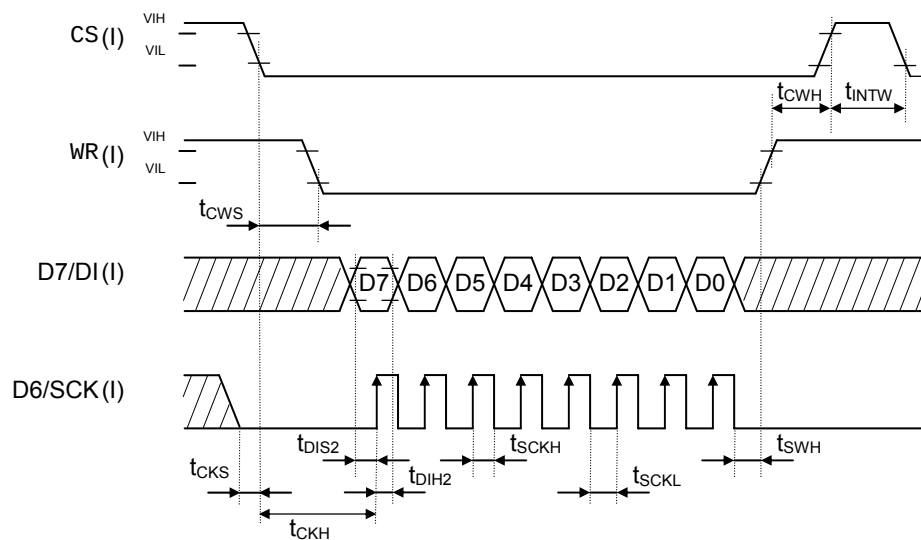


读数据

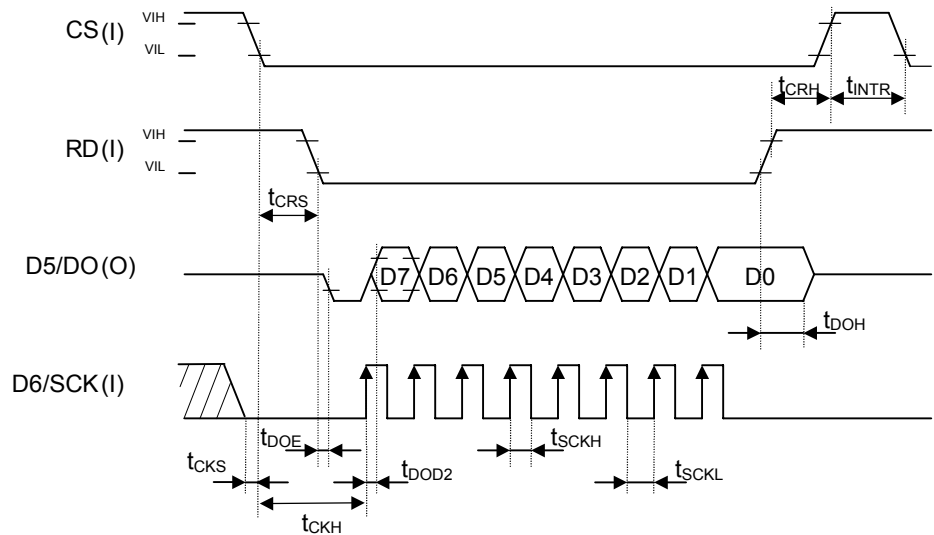


CPU 串行接口时序

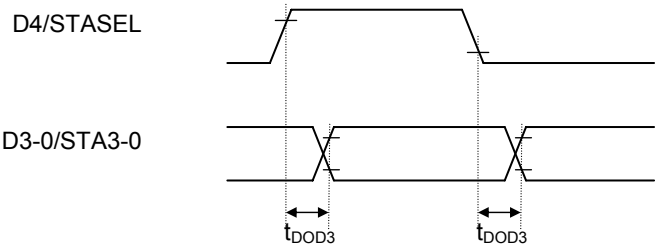
写数据



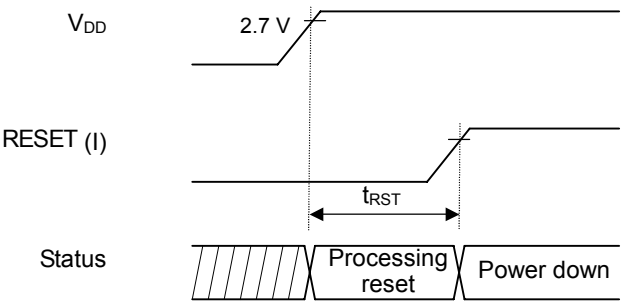
读数据



状态输出切换



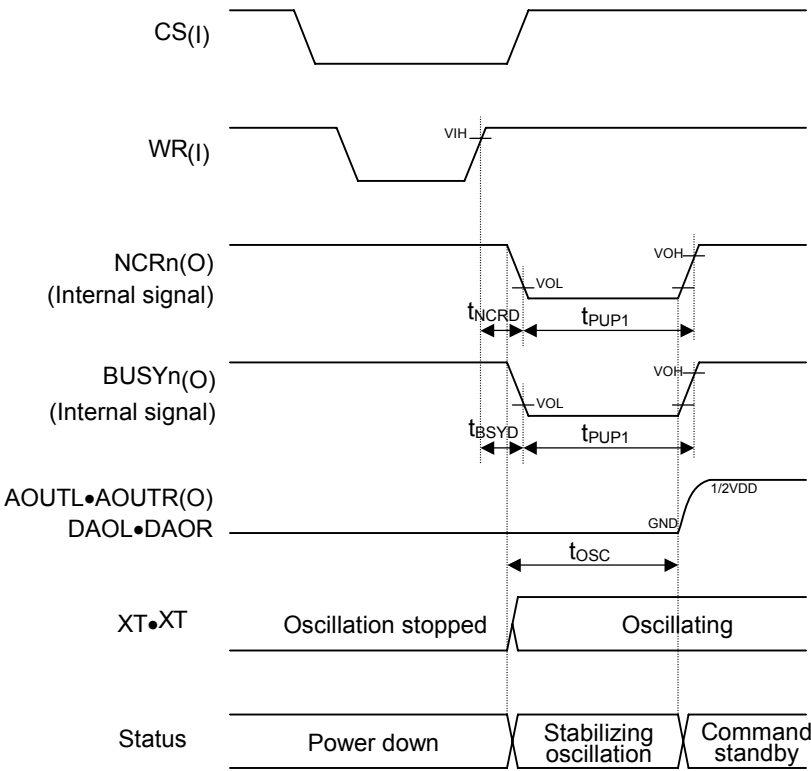
Power-On 时序



Power-on 时晶振停止。

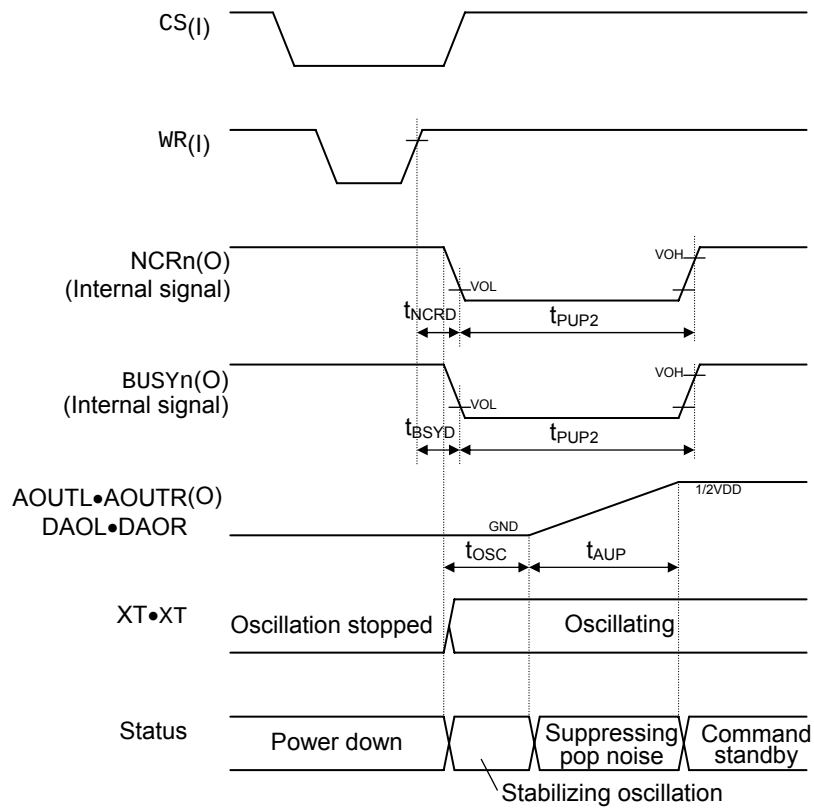
Power-Up 时序

PUP1 命令输入



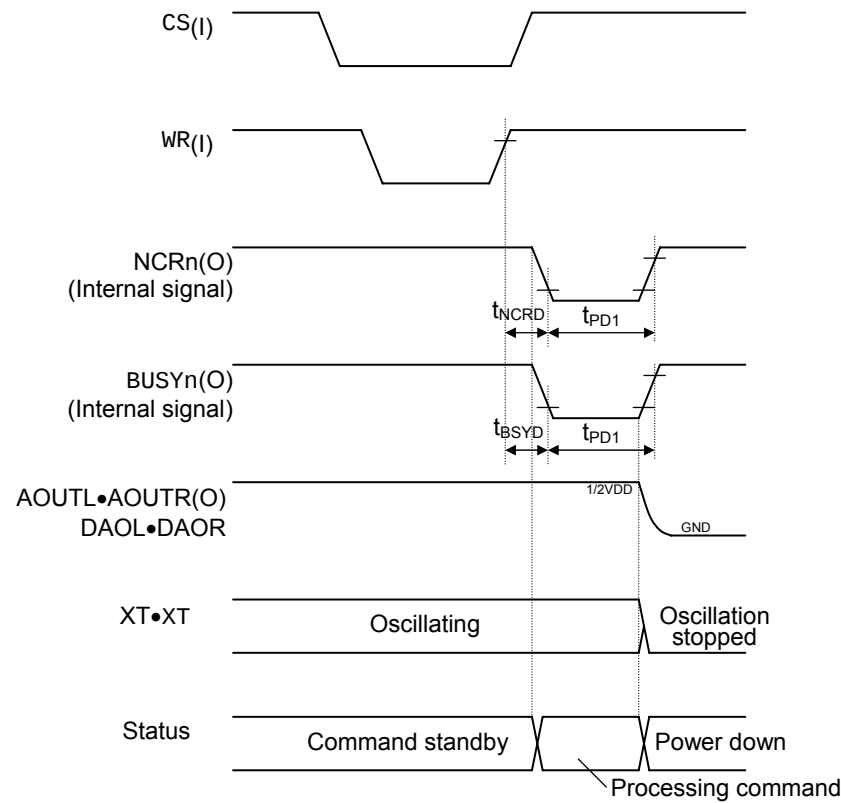
串行与并行接口时序相同。

PUP2 命令输入

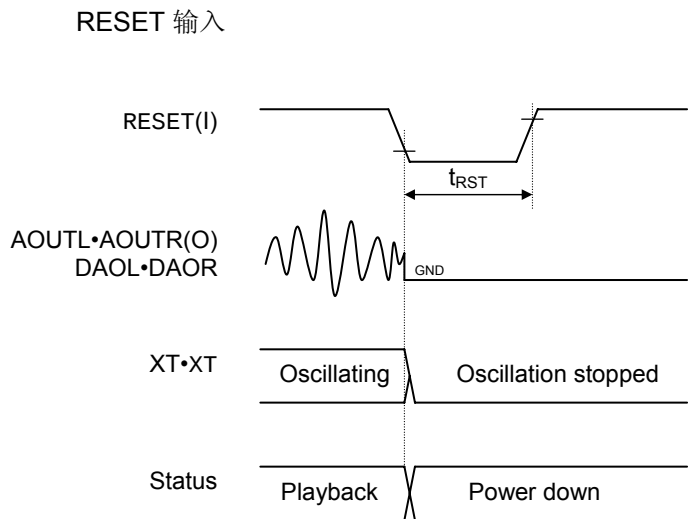
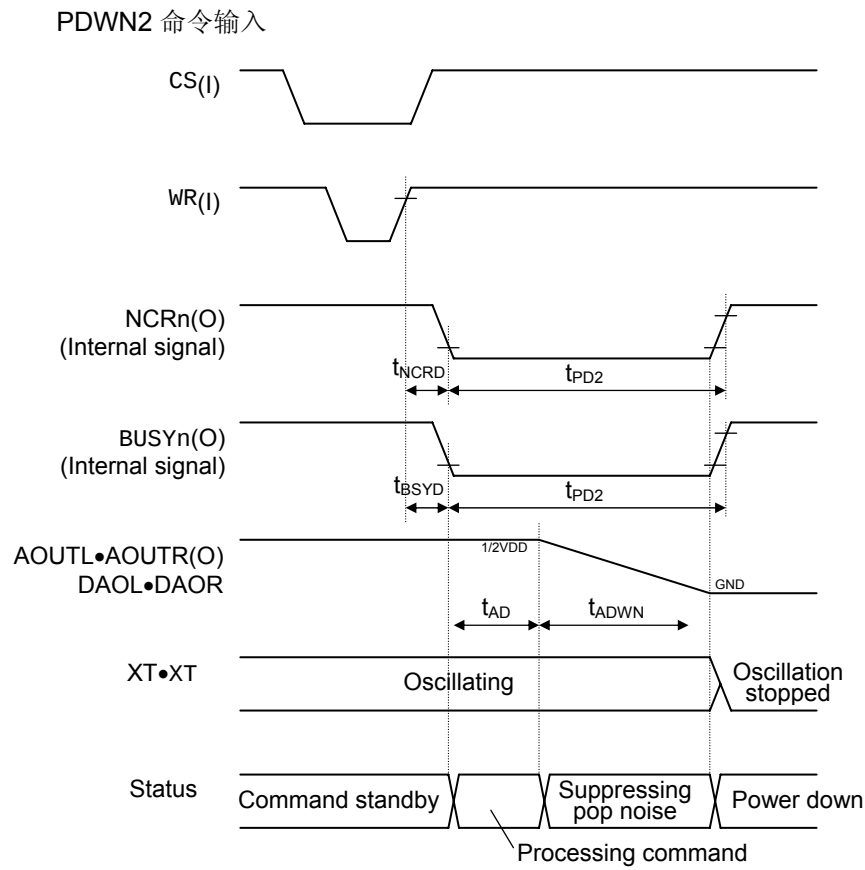


Power Down 时序

PDWN1 命令输入



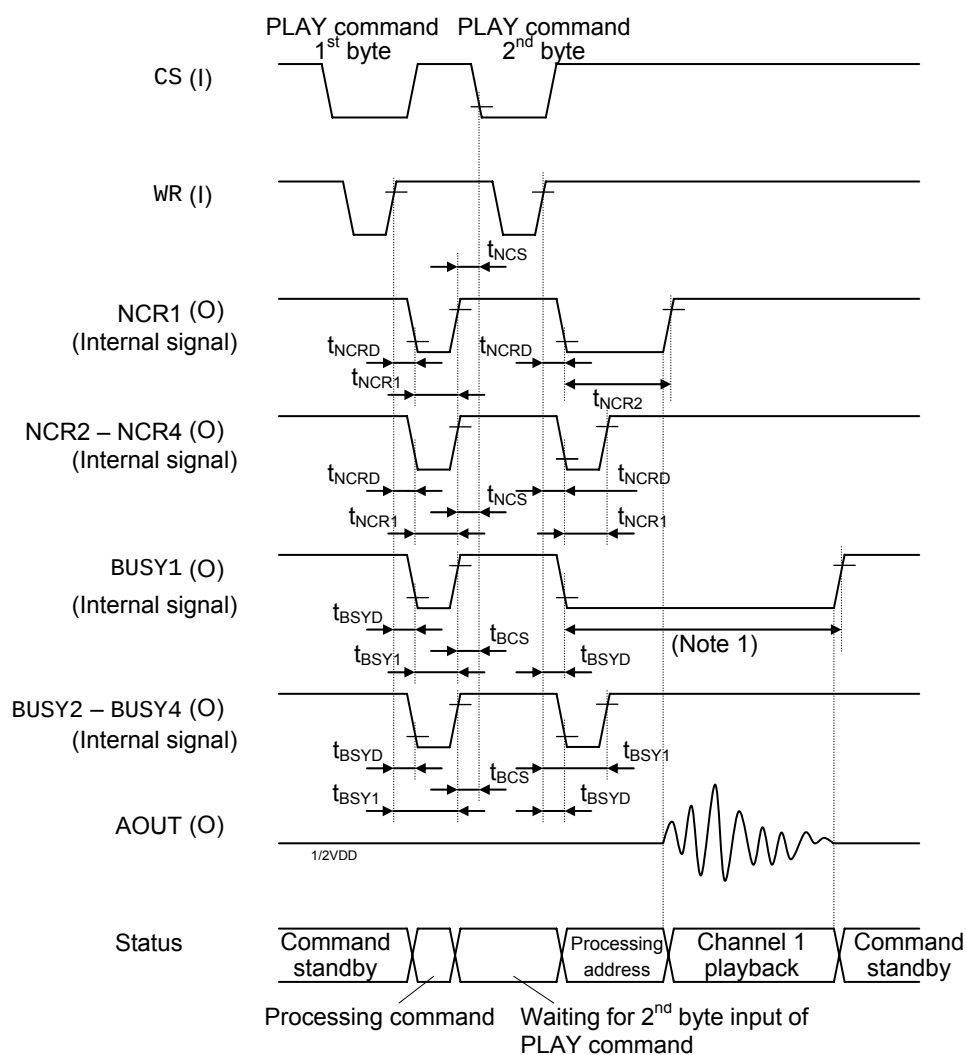
串行与并行接口时时序相同



在等待命令时输入 RESET 的时序图同上。

单通道播放时序

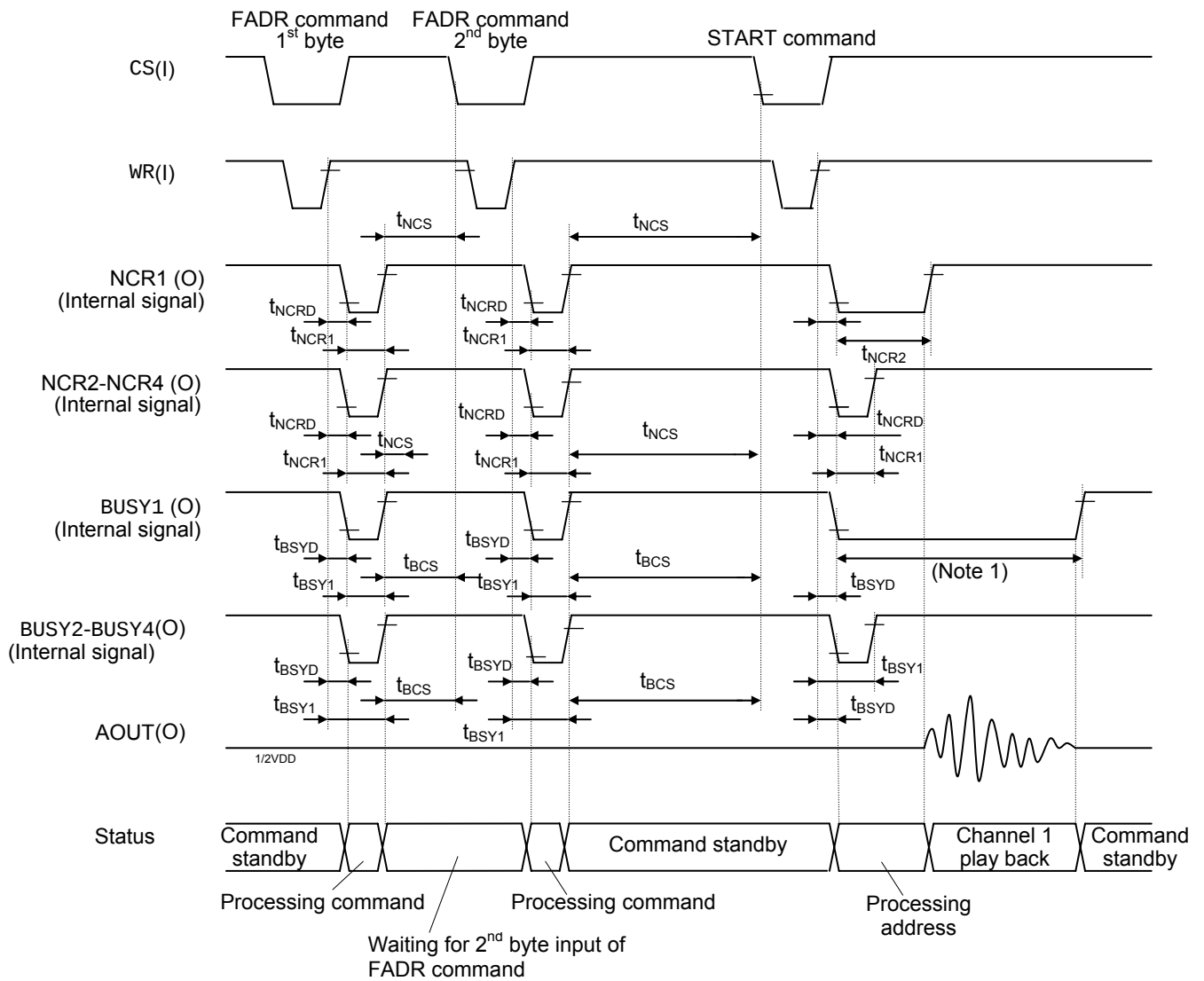
(当所有通道都不处于播放状态的时候，指定一个通道并输入 **PLAY** 命令。)



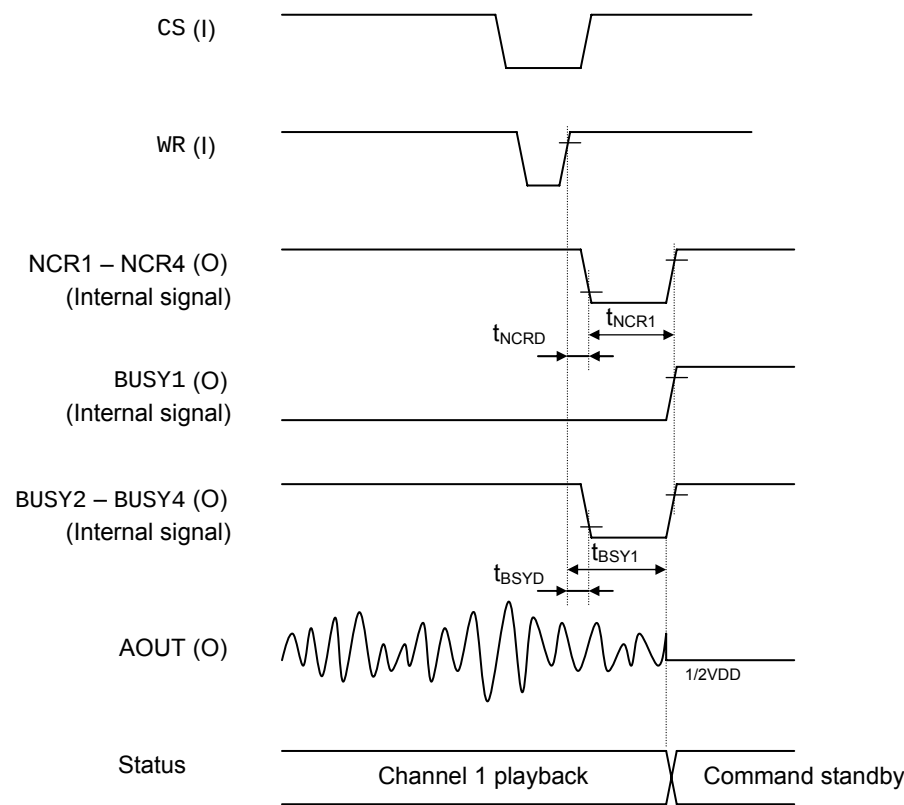
Note 1: BUSY1 的“L” 长度间隔 = t_{NCR2} + 播放时间长度。

Note 2: 并行接口和串行接口的时序相同。

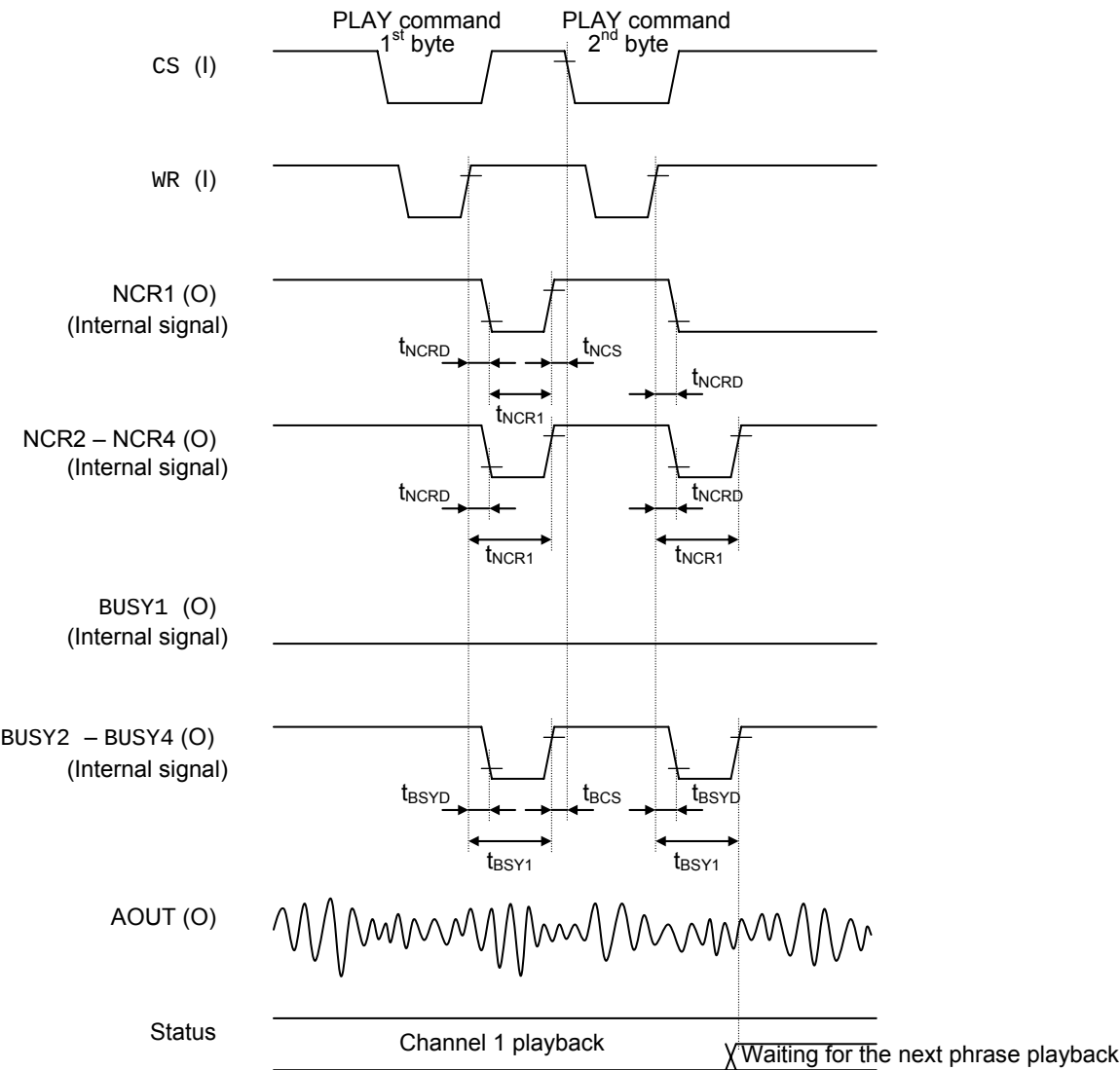
FADR, START 命令的单通道播放时序（播放从 channel 1 开始）



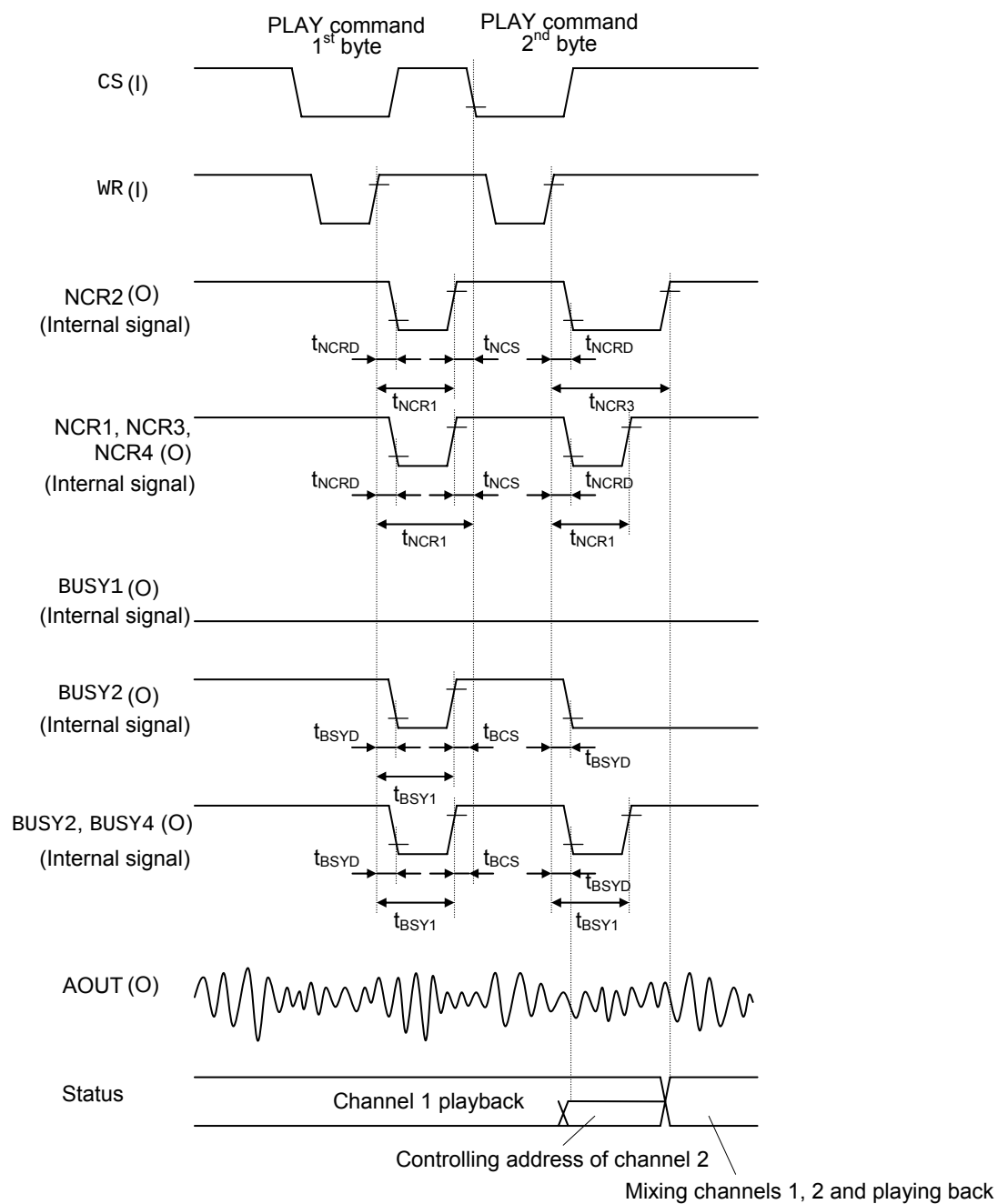
播放停止时序（仅在 channel 1 播放时输入 STOP 命令）

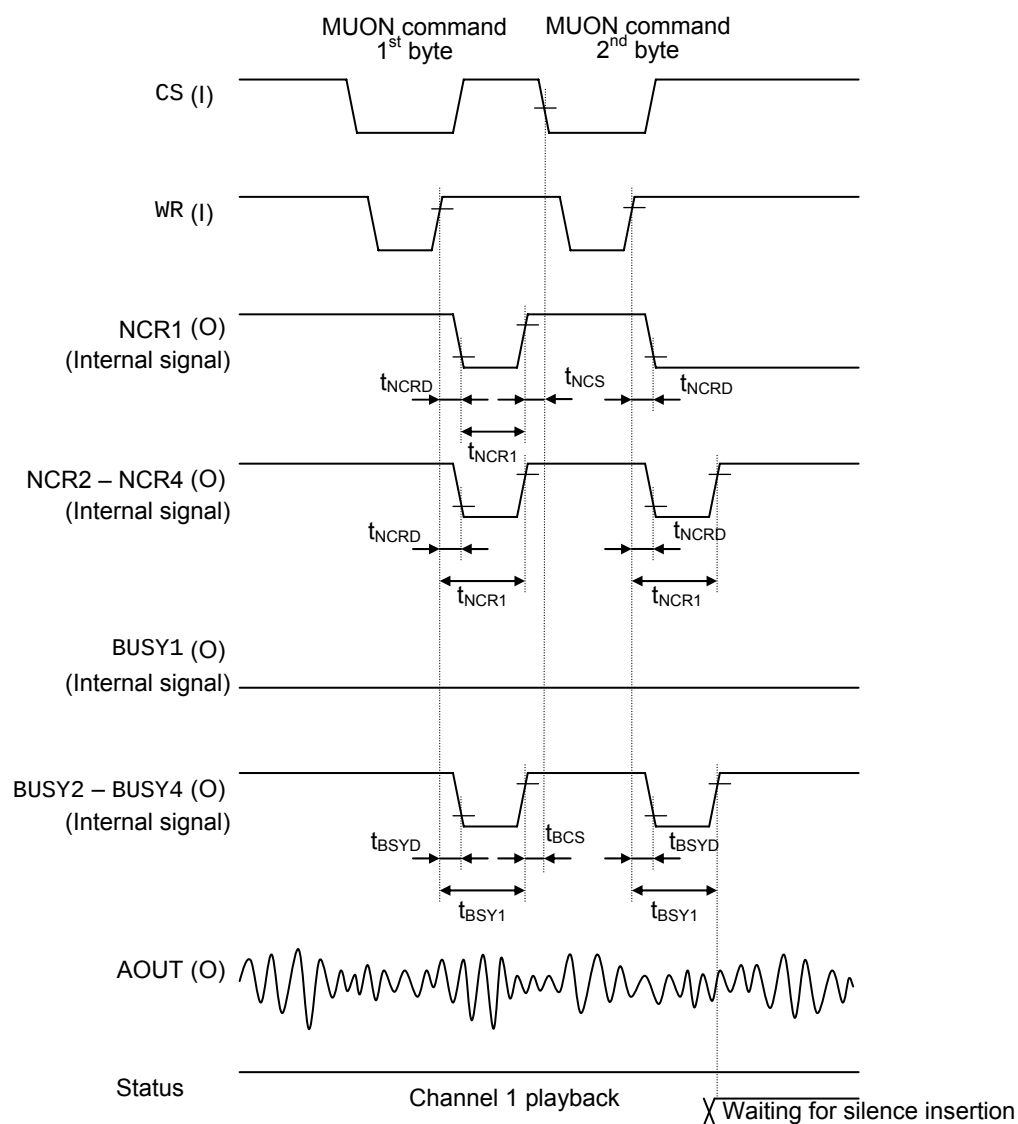


单通道连续播放时序（在 channel 1 播放时，指定 channel 1 并输入 PLAY 命令）

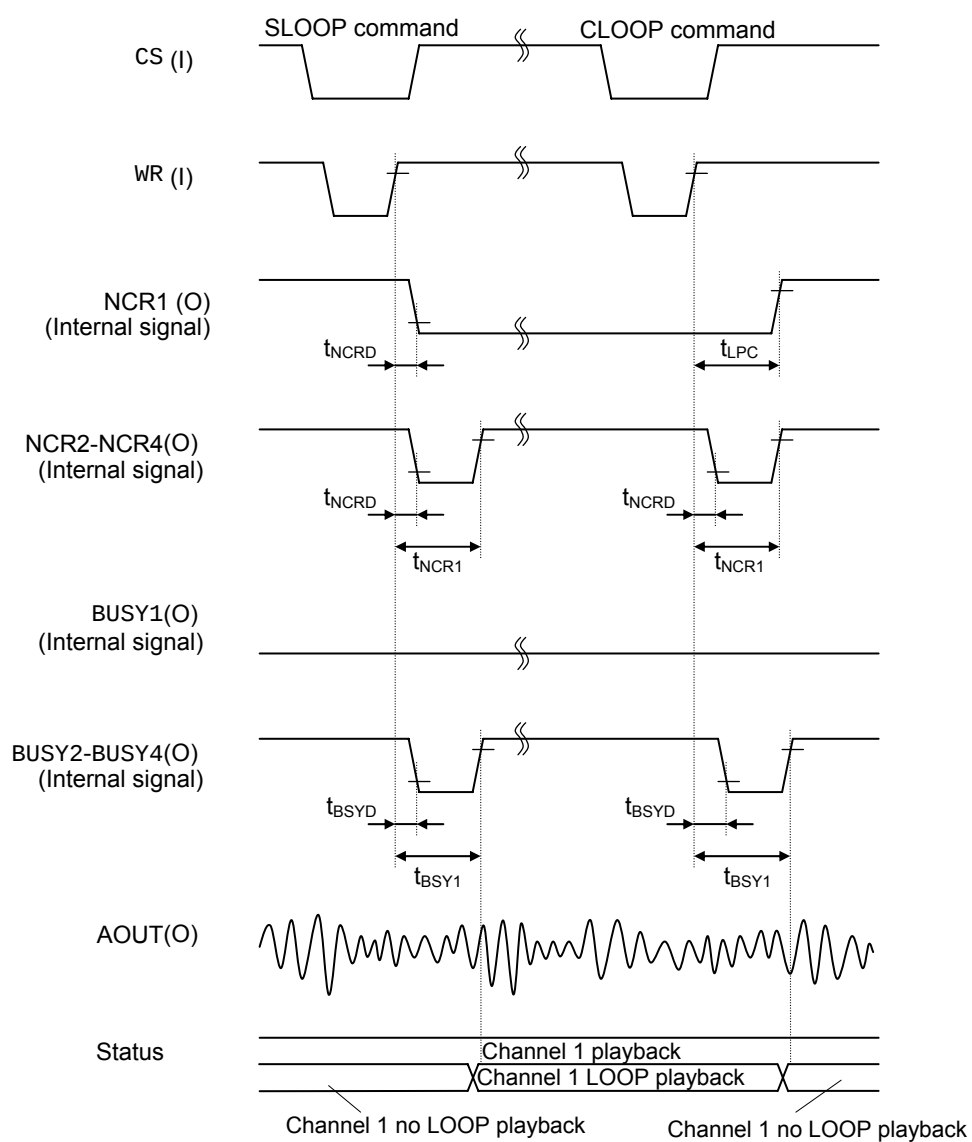


混合播放时序（在 channel 1 播放时，指定 channel 2 并输入 PLAY 命令）

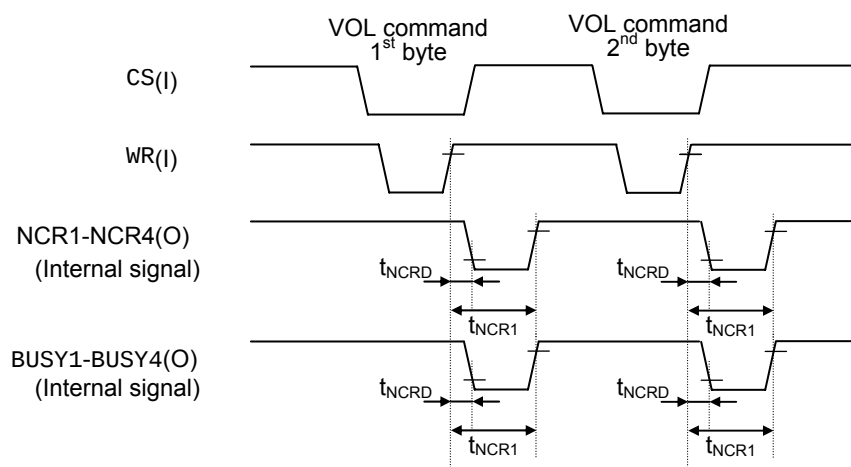


静音插入时序（在 **channel 1** 播放时输入 **MUON** 命令）

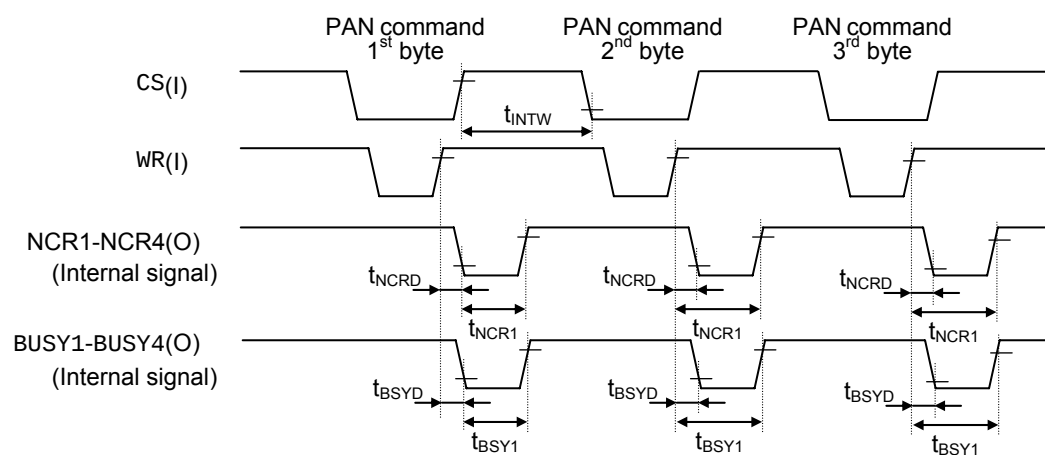
循环播放设定/取消时序 (channel 1 播放时的循环播放设定/取消)



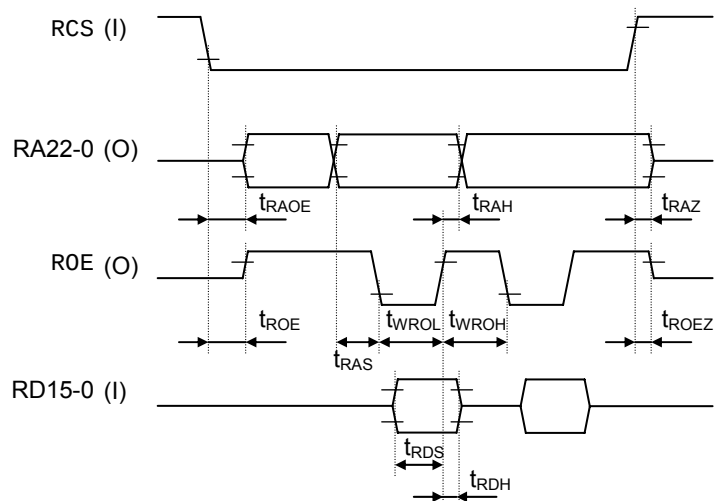
VOL 命令输入时序



PAN 命令输入时序



外置存储器驱动时序



功能描述

微处理器接口

ML2240 有两种内置的微处理器接口电路：并行接口和串行接口。接口类型可以有 SERIAL 管脚来改变。

SERIAL 管脚 = "H" 电平：串行接口

SERIAL 管脚 = "L" 电平：并行接口

下表为串行和并行接口时 SERIAL 管脚的状态。

SERIAL = "L"		SERIAL = "H"	
并行接口		串行接口	
D7 (I/O)	数据输入输出管脚/ 状态输出管脚	DI (I)	串行数据输入管脚
D6 (I/O)		SCK (I)	串行时钟信号输入管脚
D5 (I/O)		DO (O)	通道状态串行输出管脚
D4 (I/O)		STASEL (I)	通道状态切换管脚
			低电平时 NCRn 输出 高电平时 BUSYn 输出
D3 (I/O)		STA3 (O)	Channel 4 状态输出管脚
D2 (I/O)		STA2 (O)	Channel 3 状态输出管脚
D1 (I/O)		STA1 (O)	Channel 2 状态输出管脚
D0 (I/O)		STA0 (O)	Channel 1 状态输出管脚

1. 并行接口

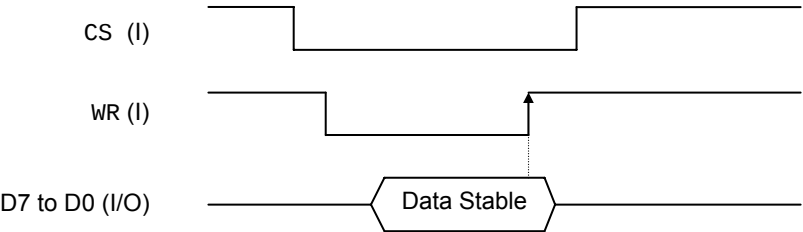
当选择并行接口时，I/O 管脚 CS, WR, D7 to D0, 和 RD 可作为输入管脚输入各种命令和数据，也可作为输出管脚用于读取输入命令和数据的状态。

当 CS 管脚设为低电平时，微处理器接口激活。

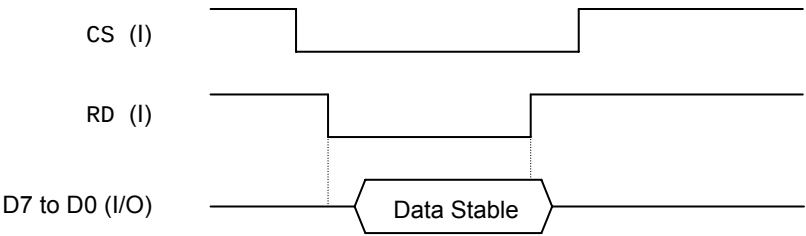
当输入命令或者数据时，输入到 D7 至 D0 的数据将被芯片内部在 WR 管脚的上升沿捕获。

读取通道状态需要把 CS 和 RD 设为低电平。每个通道的状态信号将被输出到 D7 至 D0 管脚。

命令和数据输入时序



状态读取时序



下表为当读取通道状态时每一个数据输出的内容。

Pin	输出状态信号
D7	Channel 4 BUSY output (BUSY4)
D6	Channel 3 BUSY output (BUSY3)
D5	Channel 2 BUSY output (BUSY2)
D4	Channel 1 BUSY output (BUSY1)
D3	Channel 4 NCR output (NCR4)
D2	Channel 3 NCR output (NCR3)
D1	Channel 2 NCR output (NCR2)
D0	Channel 1 NCR output (NCR1)

当芯片在处理一个命令或者一个相关通道正在播放时，BUSY 信号将输出“L”电平。在其它状态下，BUSY 信号将输出“H”电平。

当芯片在处理一个命令或者一个相关通道在待命状态下，NCR 信号将输出“L”。在其它状态下，NCR 将输出“H”电平。

2. 串行接口

当选择串行接口时，I/O 管脚 CS，WR，DI，SCK，RD 和 DO 将被用作输入管脚来输入各种不同的命令和数据，并将作为输出管脚来读取各种命令和数据的状态。

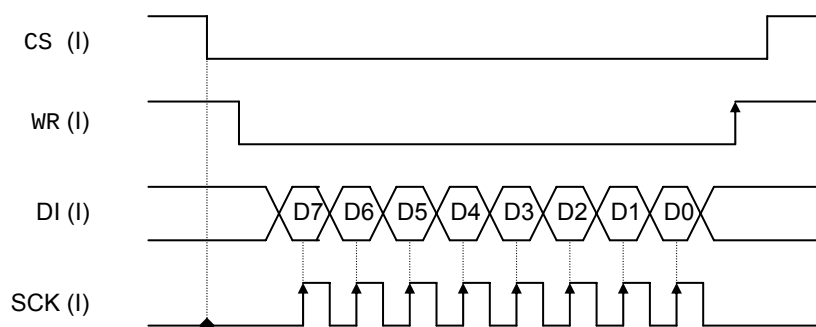
当 CS 管脚设为“L”电平时，微处理器接口有效。

输入命令和数据的方法：将 CS 和 WR 管脚设为“L”，然后根据从 SCK 管脚输入的时钟信号的次序来设置 MSB 和 DI 管脚。DI 管脚的数据在 SCK 管脚时钟信号的上升或者下降沿被芯片获取。命令将在 WR 管脚的上升沿处理。

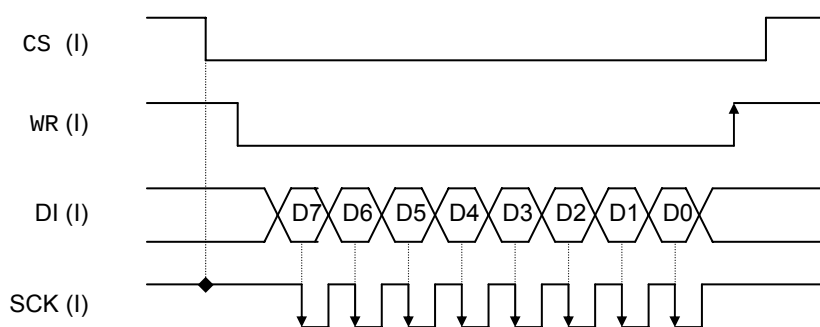
SCK 信号上升/下降沿的选择取决于 CS 下降沿时 SCK 的输入电平。如果在 CS 下降沿时 SCK 的电平为“L”，DI 管脚的数据将在 SCK 信号的上升沿被获取。相反，如果在 CS 下降沿时 SCK 的电平为“H”，DI 管脚的数据将在 SCK 信号的下降沿被获取。

命令和数据输入时序

SCK 上升沿动作



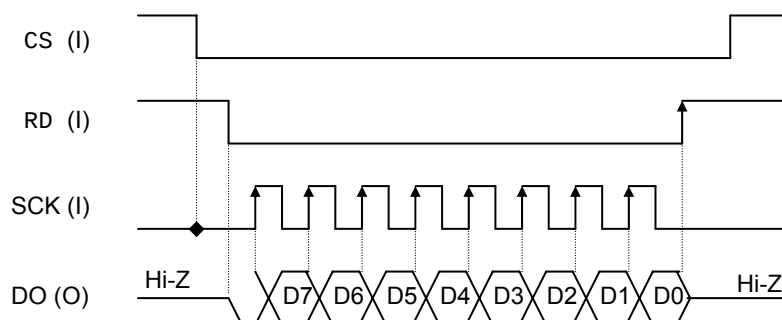
SCK 下降沿动作



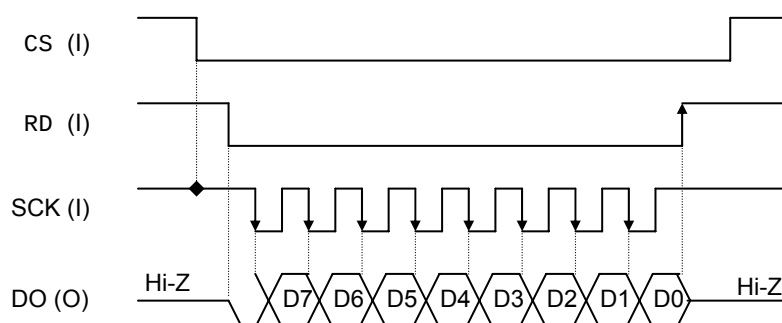
在 CS 和 RD 管脚输入“L”可读取通道的状态。D0 管脚将与 SCK 的时钟信号同步地输出通道的状态。SCK 信号上升/下降沿的选取，和输入命令和数据类似，取决于 CS 管脚下降沿时 SCK 管脚的电平。并行接口的状态信号将从 D7 开始有次序输出到 D7 和 D0 各管脚。

状态读取时序

SCK 上升沿动作



SCK 下降沿动作



命令列表

除 PLAY, MUON, and FLASH I/F 是 2 bytes 输入外，其余命令都是 1-byte (8 bits) 输入。

命令	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	描述
PUP1	0	0	0	0	—	—	—	—	立即将芯片从 power down 状态转换至 standby 状态。
PUP2	0	0	0	1	—	—	—	—	抑制噪音并将芯片从 power down 状态转换至 standby 状态。
PDWN1	0	0	1	0	—	—	—	—	立即将芯片从 standby 状态转换至 power down 状态。
PDWN2	0	0	1	1	—	—	—	—	抑制噪音并将芯片从 standby 状态转换至 power down 状态。
PLAY	0	1	0	0	C3	C2	C1	C0	指定播放的通道和段号，然后开始播放。
	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	
START	0	1	0	1	C3	C2	C1	C0	指定通道的播放开始命令。 此命令并不指定要播放的段号，需用 FADR 命令进行设定。 此命令可实现不同通道在同一时间开始播放的效果。
FADR	0	1	1	0	C3	C2	C1	C0	播放段号指定命令。 使用此命令为各个通道指定播放的语句。
	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	
STOP	0	1	1	1	C3	C2	C1	C0	播放停止命令。
MUON	1	0	0	0	C3	C2	C1	C0	指定输入静音的通道，输入静音的长度并插入静音。
	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M0	
SLOOP	1	0	0	1	C3	C2	C1	C0	循环播放设定命令。仅在通道处于播放状态时有效。
CLOOP	1	0	1	0	C3	C2	C1	C0	循环播放解除命令。如输入 STOP 命令，则自动退出循环播放模式。
VOL	1	0	1	1	C3	C2	C1	C0	指定需要设置音量的通道，并进行音量的设置。
	—	—	—	V4	V3	V2	V1	V0	
PAN	1	1	0	0	C3	C2	C1	C0	设定每个通道的左/右音量。
	—	—	—	L4	L3	L2	L1	L0	
	—	—	—	R4	R3	R2	R1	R0	

C3, C2, C1, C0 : 通道指定 (C3 = "1": Channel 4; C2 = "1": Channel 3; C1 = "1": Channel 2, C0 = "1": Channel 1)

F7 to F0 : 语句段落地址

M7 to M0 : 静音时间长度

V4 to V0 : 声音音量

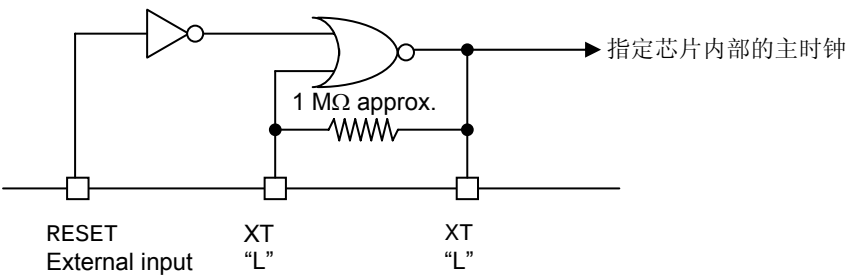
L4 to L0 : 左声道音量

R4 to R0 : 右声道音量

Power Down 功能

在 power down 状态下, 芯片的 power down 功能将停止内部工作和振荡, 设置 AOUT 为 GND , 并将静态电流流量设为最小。

下 图为 XT 和 XT 管脚的等效电路图。



通道状态

通道状态分为两种：NCRn 和 BUSYn。

通道	通道状态	
CH1	NCR1	BUSY1
CH2	NCR2	BUSY2
CH3	NCR3	BUSY3
CH4	NCR4	BUSY4

NCRn = “H” 表示 channel n 可以通过输入 PLAY, START, 和 MUON 命令来播放下一个语句段落。

BUSYn = “H” 表示 channel n 不在执行语句处理。BUSYn = “L” 表示 channel n 正在执行语句处理。
同时，在输入命令后的处理期间，所有通道的 NCR 和 BUSY 信号都处于“L”电平。
关于状态输出模式，请参见微处理器接口部分。

语音合成算法

ML2240 具有 5 种不同的算法来匹配播放声音的特点：2-bit ADPCM 2 算法，4-bit ADPCM 2 算法，8-bit PCM 算法，8-bit non-linear PCM 算法和 16-bit PCM 算法。
下表为每种算法的主要特点。

语音合成算法	应用波形	特点
Oki 2-bit ADPCM2	普通语音波形	OKI 特有的低比特率语音合成算法 2-bit ADPCM.
Oki 4-bit ADPCM2	普通语音波形	OKI 特有的波形跟随语音合成算法 4-bit ADPCM.
Oki 8-bit Nonlinear PCM	包含高频部分的音效等	波形中频播放算法，等同于 10-bit 声音效果
8-bit PCM	包含高频部分的音效等	标准 8-bit PCM 算法
16-bit PCM	包含高频部分的音效等	标准 16-bit PCM 算法

存储器分配和创建语音数据

存储器分为三个区：语音（段落）控制区，语音数据区，段落控制表区。
语音控制区控制着存储器的语音数据。它控制着语音数据的开始/结束地址，段落控制表功能的使用/非使用情况等。语音控制区存储着 256 段语音的控制数据。
语音数据区存储着实际波形数据。
段落控制表区的数据用于对语音数据的有效使用。具体情况请参考段落控制表功能的描述。
段落控制表区仅在使用段落控制表功能时存在。

存储器数据可以由开发工具来创建。

ROM Addresses (ML2240 byte mode)

0x000000	Voice control area (16 Kbit Fixed)
0x0007FF	
0x000800	Voice area
max: 0xFFFFF	
max: 0xFFFFF	Phrase control table area Depends on creation of ROM data.

播放时间和存储器容量

播放时间取决于存储器容量，采样频率和合成算法。其中的关系如下面的公式所示。

$$\text{Playback time [sec]} = \frac{1.024 \times (\text{Memory capacity} - 16) \text{ (Kbit)}}{\text{Sampling frequency (kHz)} \times \text{Bit length}}$$

(Bit length 为 ADPCM, ADPCM 2 = 4 bits; PCM = 8 bits.)

示例：在采用 8 Mbits ROM 时，如果采样频率是 16 kHz 并采用 4-bit ADPCM 算法，那么播放时间长度可以通过如下算得：

$$\text{Playback time} = \frac{1.024 \times (8192 - 16) \text{ (Kbit)}}{16 \text{ (kHz)} \times 4 \text{ (bit)}} \cong 131 \text{ (sec)}$$

以上播放时间的计算仅限于不使用段落控制表功能的情况下。

混音功能

ML2240 能够同时播放 4 个通道混合的声音。并能够通过指定 **PLAY** 和 **STOP** 来对每个通道进行独立操作。

预防通道混合时波形的错位

在通道混合后，从混合计算的角度来说，错位产生的可能性会增加。如果预先知道错位会发生，可以用 **VOL** 命令来调节音量。

不同采样频率的混合

在不同采样频率组下无法进行模拟混音。

当进行模拟混音时，将选取第一个播放通道的采样频率组。因此，如果模拟混音是以不同于选取频率的另外一种频率组播放时，那么播放将时快时慢，而不会维持一种持续不变的速度。

有效的模拟混音时的采样频率组的不同采样频率如下：

4.0 kHz, 8.0 kHz, 16.0 kHz, 32.0 kHz ... (Group 1)

5.3 kHz, 10.6 kHz, 21.3 kHz, 42.7 kHz ... (Group 2)

6.4 kHz, 12.8 kHz, 25.6 kHz ... (Group 3)

下图为两组不同的采样频率组进行混合并同时播放一个例子。

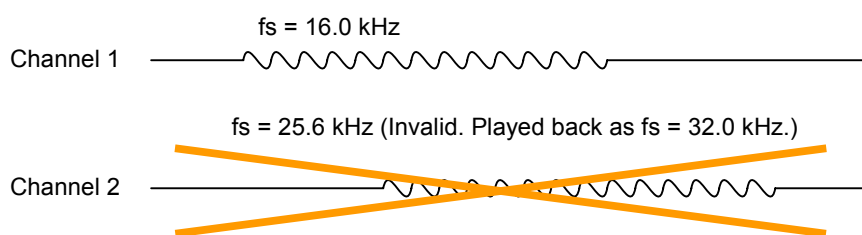


Figure 1 两组不同的采样频率组混音同时播放时一个例子

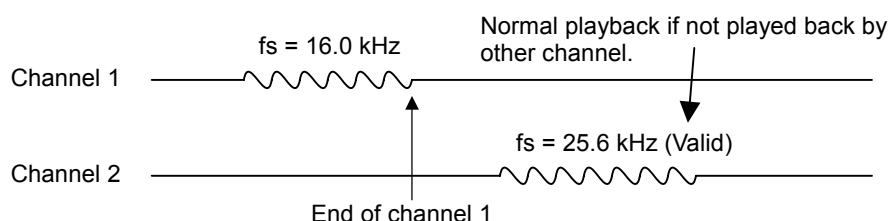


Figure 2 当不同采样频率在不同的通道播放结束后再开始播放的一个例子

段落控制表功能

段落控制表功能使连续播放多个段落成为可能。使用段落控制表功能的时候需要设定一下功能：

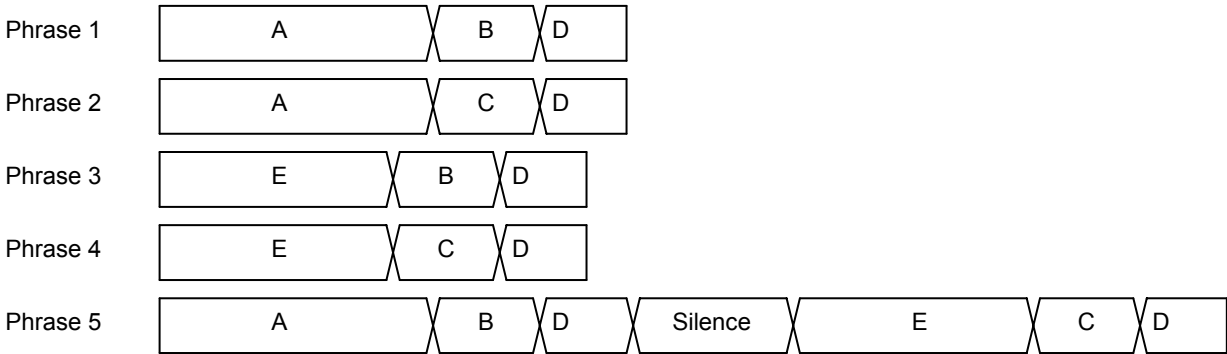
连续播放：连续播放的数量没有限制，取决于存储器容量的大小。

静音插入功能：4 到 1024 ms

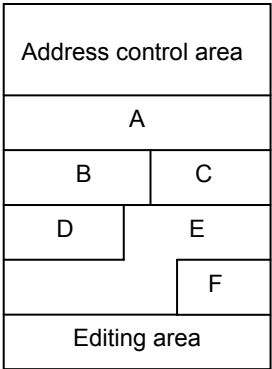
使用段落控制表功能可以使存储语音数据的存储器容量得到最大的利用。

下图为使用段落控制表来设置存储器的一个例子。

Example 1: 播放段落中使用了段落控制表功能



Example 2: 上例中实际存放于 ROM 中的数据



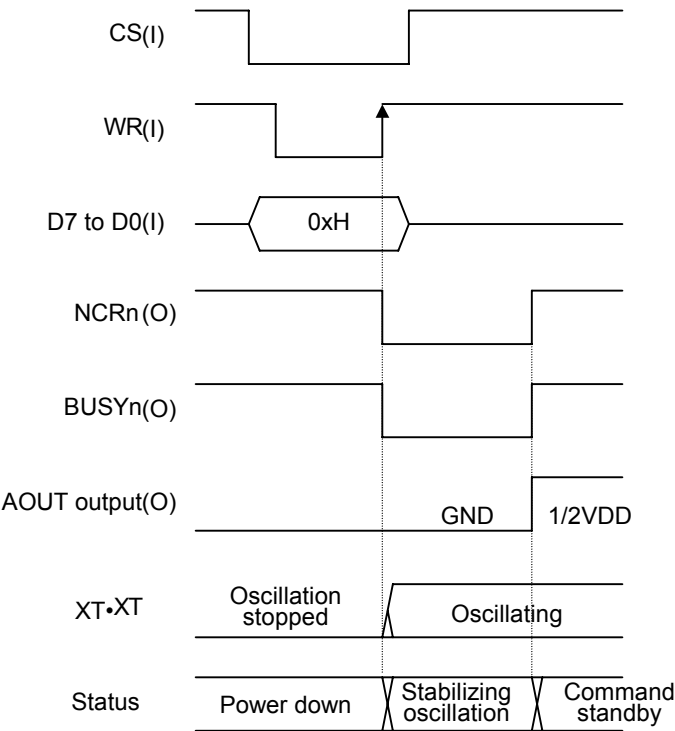
命令功能描述

1. PUP1 命令

command	0	0	0	0	—	—	—	—
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

PUP1 命令用来将 ML2240 从 power down 状态变为 standby 状态。
在 power down 状态时，ML2240 只能接收 PUP1 或者 PUP2 命令，并将忽略其它任何输入的命令。
ML2240 在下面三个任一条件下将进入 power down 状态：

- 1) 上电后。
- 2) 输入 RESET 后
- 3) 当输入 power down 命令，而且 NCRn 和 BUSYn 变为高后。



振荡开始于 WR 的上升沿，大约 2ms 的振荡稳定之后，AOUT 的输出迅速从 GND 变为 1/2V_{DD}。因此，如果 AOUT 的输出没有经过外部处理的话，AOUT 输出的迅速变化将产生噪音。要抑制这种噪音，可输入 PUP2 命令。

同样，在使用串行接口时，振荡也开始于 WR 的上升沿，大约 2ms 的振荡稳定之后，AOUT 的输出迅速从 GND 变为 1/2V_{DD}。

如果在振荡稳定建立时间以内输入命令，芯片将无法接收输入的命令。

但是，当输入 RESET 命令后，ML2240 将迅速进入 power down 状态。

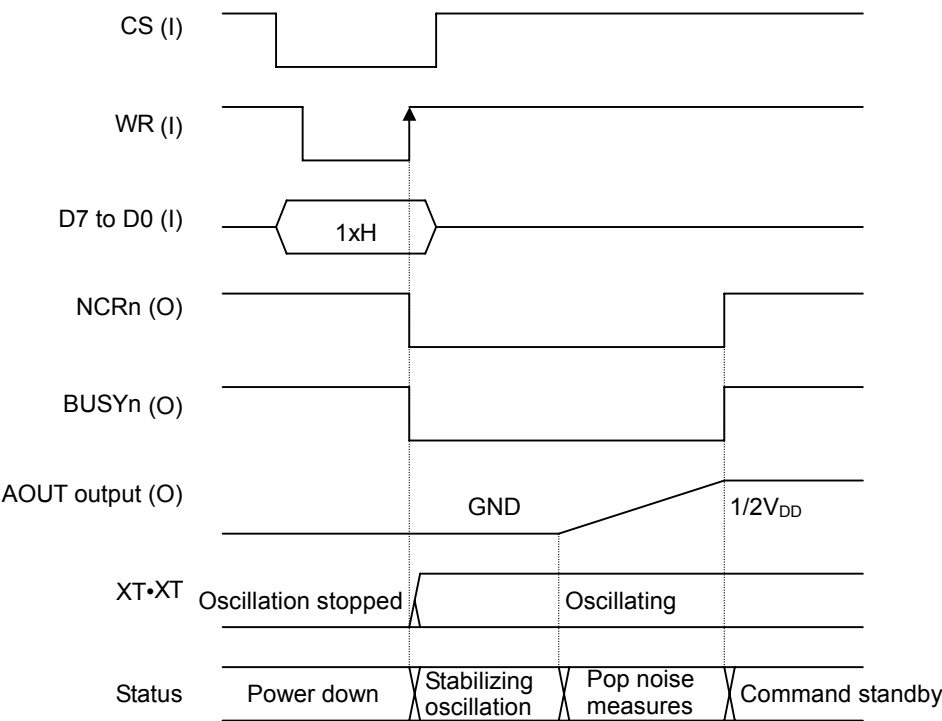
2. PUP2 命令

command	0	0	0	1	—	—	—	—
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

PUP2 命令用来处理在将芯片从 power down 状态变为 standby 状态时产生的噪音。
因为 ML2240 在 power down 模式下只能接收 PUP1 或者 PUP2 命令，ML2240 将忽略所有输入的其它命令。

ML2240 在下面三个任一条件下将进入 power down 状态：

- 1) 上电
- 2) 输入 RESET
- 3) 当输入 power down 命令，而且 NCRn 和 BUSYn 变为高。



振荡开始于 WR 的上升沿，大约 2ms 的振荡稳定之后，AOUT 的输出将在 64ms 内慢慢从 GND 变为 1/2V_{DD}。

同样，在使用串行接口时，振荡也开始于 WR 的上升沿，大约 2ms 的振荡稳定之后，AOUT 的输出将在 64ms 内慢慢从 GND 变为 1/2V_{DD}。

如果在振荡稳定建立时间以内或者噪音抑制时输入命令，芯片将忽略该输入的命令。

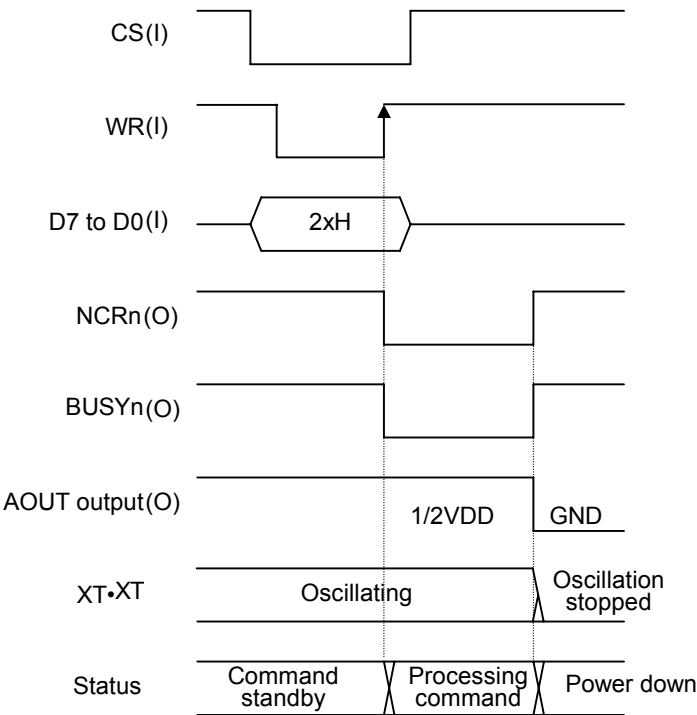
当输入 RESET 命令后，ML2240 将迅速进入 power down 状态。

3. PDWN1 命令

command	0	0	1	0	—	—	—	—
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

PDWN1 命令用来将芯片从 **standby** 状态（NCRn 和 BUSY 都为高）转变为 **power down** 状态。但是，在通道处于播放状态时命令不能使用。

在 ML2240 变为 **power down** 状态后若要继续语音播放处理，先输入 PUP1 或者 PUP2 命令，然后输入 PLAY 命令或者 START 命令。



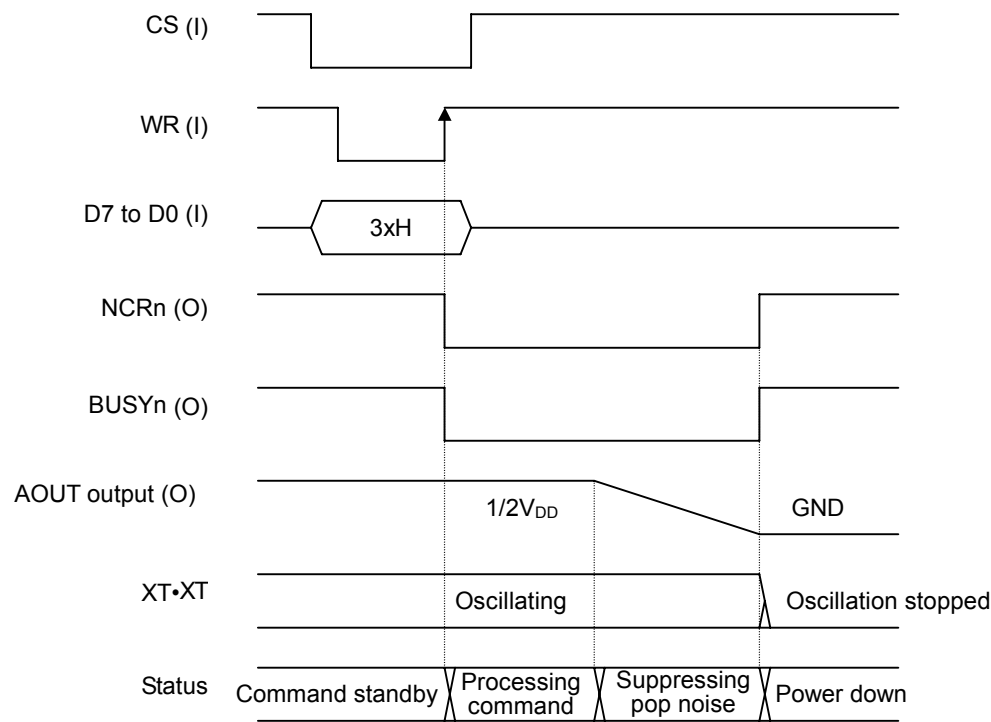
WR 的上升沿和 PDWN 命令处理时间结束之后，振荡结束同时 AOUT 的输出迅速从 GND 变化到 $1/2 V_{DD}$ 水平。如果 AOUT 输出没有外部处理的话，AOUT 输出的快速变化将会生成噪音。使用 PDWN2 命令可以抑制噪音。

WR 上升沿以后的操作和串行情况下一致。

4. PDWN2 命令

command	0	0	1	1	—	—	—	—
---------	---	---	---	---	---	---	---	---

PDWN2 命令是用来处理芯片从 **standby** 状态（NCRn 和 BUSYn 都为高）转变到 **power down** 状态时产生的噪音。但是，当任一通道处于播放状态时，命令无效。
在 ML2240 转变为 **power down** 状态后，继续语音合成处理的操作次序为：首先输入 PUP1 或者 PUP2，然后输入 **PLAY** 或者 **START** 命令。



WR 的上升沿和 PDWN2 命令处理时间结束后，AOUT 的输出在 64ms 内慢慢地从 $1/2V_{DD}$ 转变为 GND。使用串行接口时，在命令处理结束后，AOUT 同样缓慢地从 $1/2V_{DD}$ 变化到 GND。在噪音处理时，所有输入的命令都会被忽略。但如果输入 RESET，ML2240 会迅速进入 power down 状态。

5. PLAY 命令

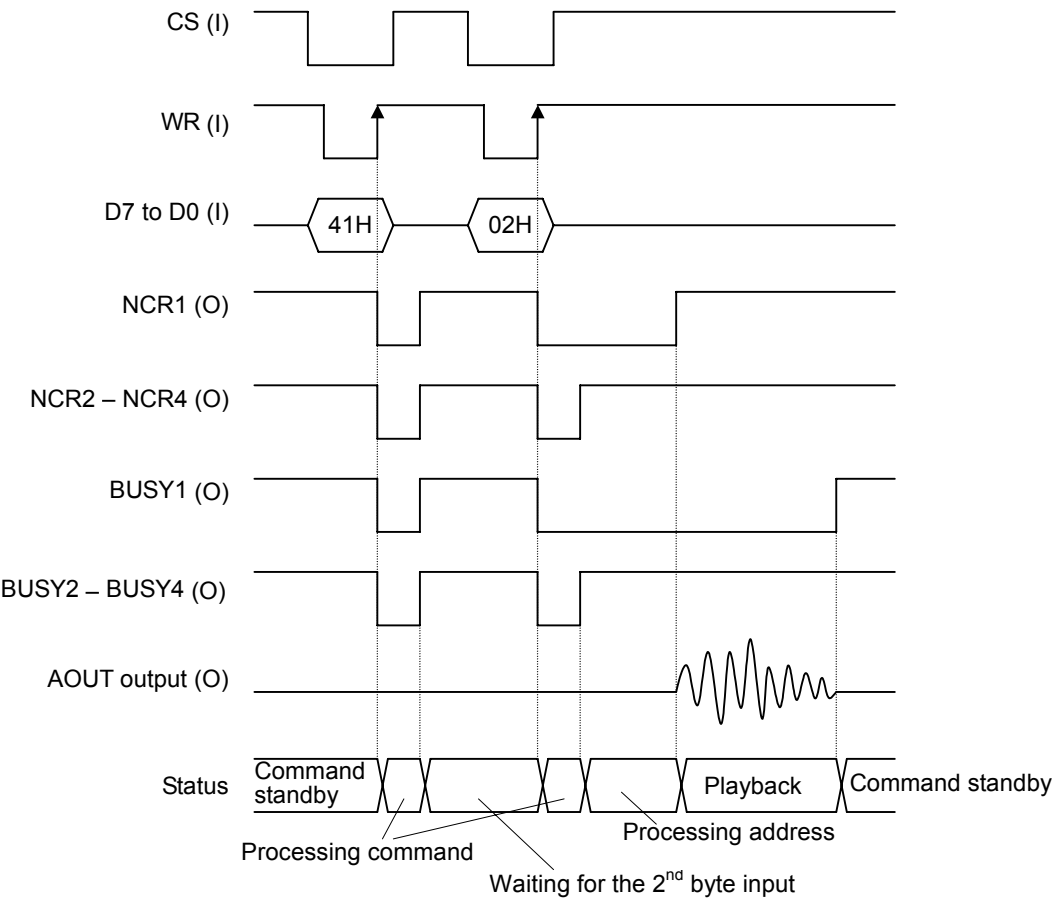
command	0	1	0	0	C3	C2	C1	C0	1 byte
	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	2 bytes

PLAY 命令是一个 2-byte 命令。该命令首先将指定播放通道，然后设定需要播放的段落并开始播放。当播放通道的 NCR 为“高”时，可以输入命令。

C3	C2	C1	C0	描述
0	0	0	1	channel 1 开始播放。
0	0	1	0	channel 2 开始播放。
0	1	0	0	channel 3 开始播放。
1	0	0	0	channel 4 开始播放。

可以同时设定多个通道。

因为可以在创建存储语音数据的 ROM 时指定播放的段落(F7 to F0)，播放时请先指定相应的段落。下图所示为 channel 1、段落 02H(F7 to F0)播放的时序。



当 **PLAY** 命令的第一个 **byte** 被输入，在命令处理时间过后，芯片进入等待命令的第二个 **byte** 的状态。当输入 **PLAY** 命令的第二个 **byte**，在命令处理时间过后，芯片开始从 **ROM** 中读取在 **channel 1** 中播放的段落的地址信息。然后 **channel 1** 开始播放，到达指定的 **ROM** 地址时，播放自动停止。

在地址控制时，**Channel 1** 的 **NCR1** 信号保持为“低”，当地址控制结束后 **NCR1** 变为“高”并开始播放。当 **NCR** 变“高”时，可以输入 **PLAY** 命令来播放下一个语句。

在地址控制和播放过程中，**channel 1** 的 **BUSY1** 信号保持为“低”，当播放结束时变为“高”。因此可以通过 **BUSY** 信号来判定播放是否正在进行。

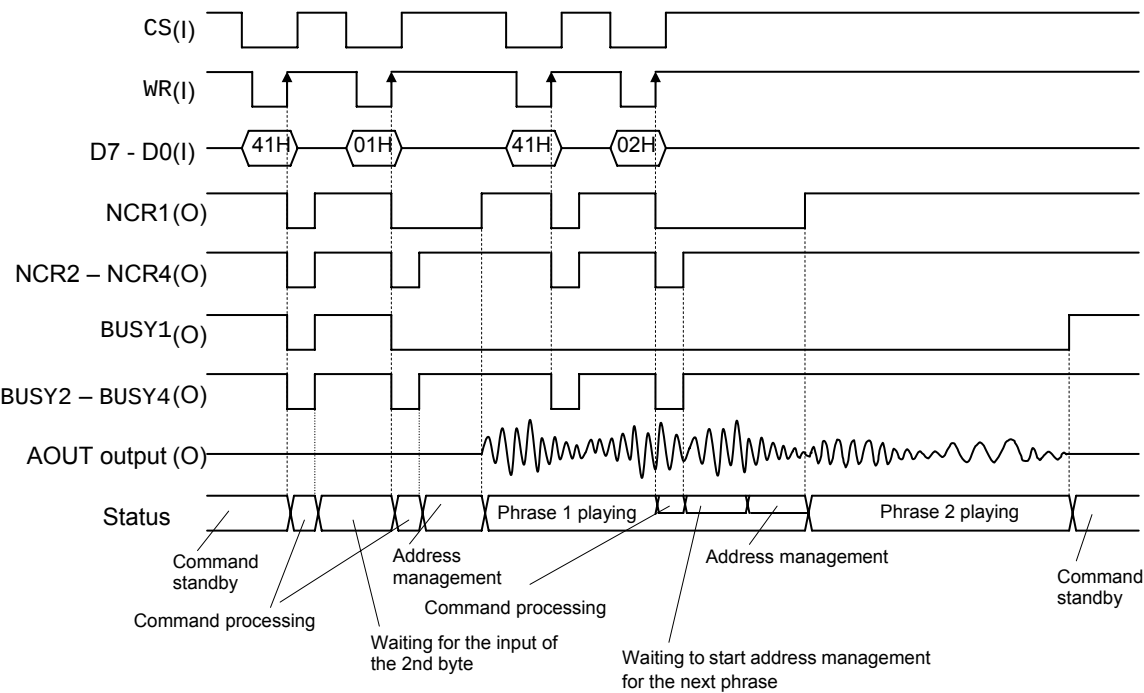
地址管理时间

在 **PLAY** 命令输入后，处理播放段落地址的时间将取决于播放上一个语句的采样频率组中的最低频率。在上电或者输入 **RESET** 后，将采用 **4kHz** 的采样频率。上次播放语句时所采用的采样频率和在哪个通道播放没有关系。下表所示为播放下一语句地址处理所需时间和所播放的上一语句的采样频率之间的关系。

所播放的上一语句的采样频率	播放下一语句地址处理所需时间
4 kHz, 8 kHz, 16 kHz, 32 kHz	16 to 17 cycles of 4 kHz (4.00 ms to 4.25 ms)
5.3 kHz, 10.6 kHz, 21.3 kHz, 42.7 kHz	16 to 17 cycles of 5.3 kHz (3.00 ms to 3.19 ms)
6.4 kHz, 12.8 kHz, 25.6 kHz	16 to 17 cycles of 6.4 kHz (2.50 ms to 2.66 ms)
48 kHz	16 to 17 cycles of 6 kHz (2.66 ms to 2.84 ms)

连续播放时 PLAY 命令的输入时序

下图为用 PLAY 命令实现某个通道的连续播放的时序。



ML2240 将第二段语句的地址处理与正在播放的语句的采样周期同步。如上图所示，当第二段语句的 PLAY 命令输入后，状态将变为“等待下一个语句的地址处理”。当正在播放的语句的剩余语音数据达到地址处理所需要的采样周期数时，将开始第二段语句的地址处理。这个操作将可以在第一段播放结束后迅速开始第二段的播放。这样，段落之间就能连续播放而没有任何的停顿。

但是，当第二段语句的播放命令输入后，如果此时在第一个语句的剩余数据中的采样周期太少而不足以维持处理第二段语句的地址处理的话，第一段语句结束播放时第二段语句的地址处理将不能完成。在地址处理结束到第二段语句开始播放之间将出现停顿。

如果要求没有间隔地实现连续播放，则对输入第二句的 PLAY 命令的时机有相应的要求。下表所示为输入第二句的 PLAY 命令时对第一个语句剩余数据中的采样周期数的要求。

Playback method	PLAY input timing
	Amount of remaining voice data in playing back phrase
2 bit ADPCM2	69th sample or before
4 bit ADPCM2	35th sample or before
8 bit nonlinear/straight PCM	18th sample or before
16 bit straight PCM	18th sample or before

如果 PLAY 命令是在上表要求的采样周期数前输入，那么就能实现两个语句之间没有间隔的连续播放。

6. START 命令

command	0	1	0	1	C3	C2	C1	C0
---------	---	---	---	---	----	----	----	----

播放在指定的通道中开始。在 **START** 命令输入前，需要被播放的语句可通过 **FADR** 来指定。**START** 命令用来在多个通道中同时开始播放。

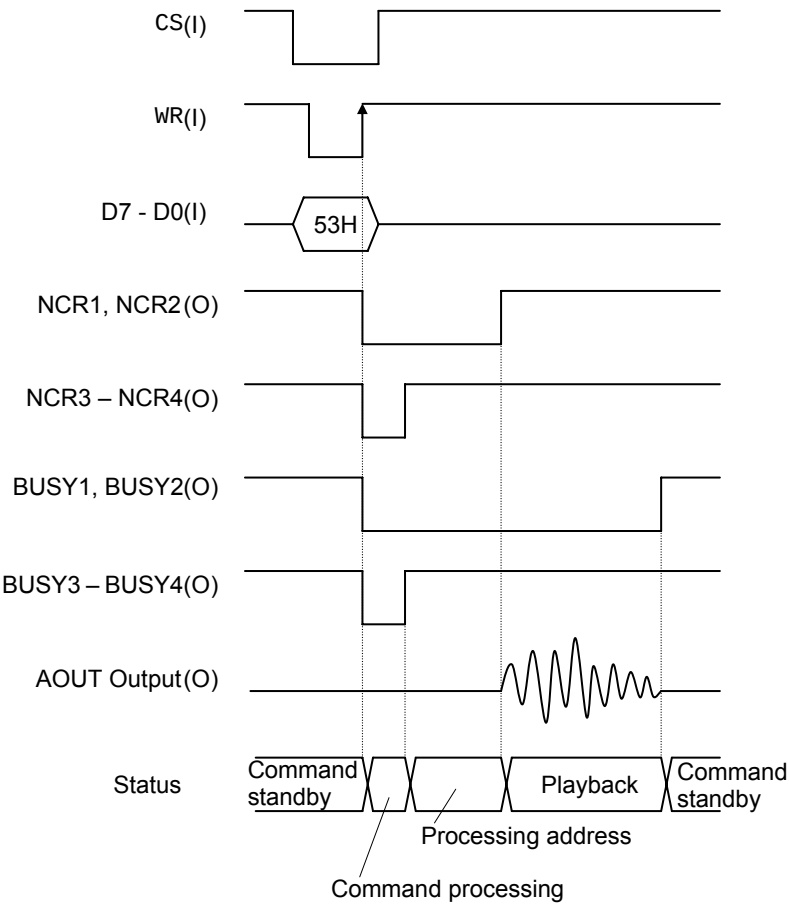
在需要播放的通道的 **NCR** 信号为“高”时，可以输入 **START** 命令。

C3-C0 的设定请见下面。

C3	C2	C1	C0	说明
0	0	0	1	channel 1 开始播放。
0	0	1	0	channel 2 开始播放。
0	1	0	0	channel 3 开始播放。
1	0	0	0	channel 4 开始播放。

多个通道可以同时设定。

下图所示为 **channels 1 和 2** 同时开始播放的时序。



7. FADR 命令

command	0	1	1	0	C3	C2	C1	C0	1st byte
	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	2nd byte

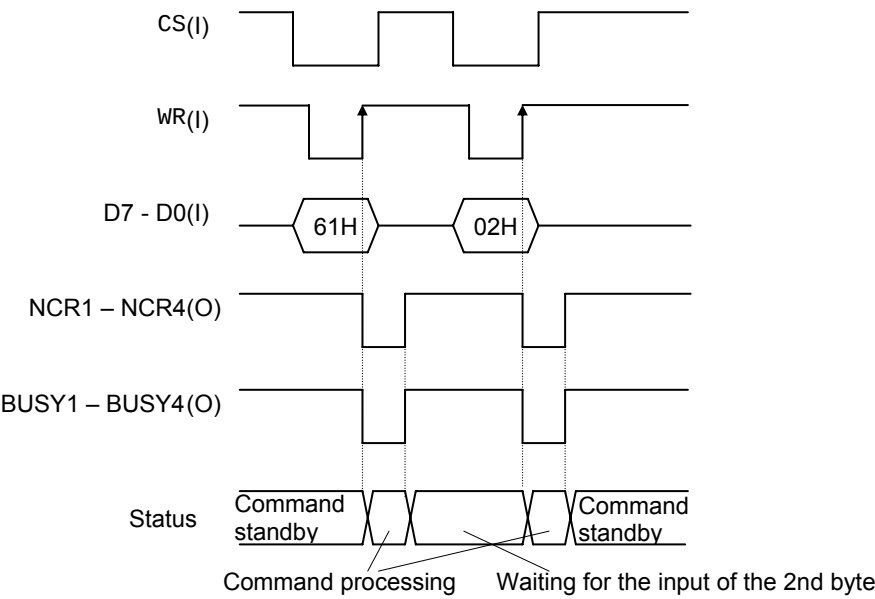
FADR 命令是一个 2-byte 命令。首先它将指定播放的通道，然后指定要播放的语句。在为每个通道指定需要播放的语句后，将可以通过 START 命令来开始播放。
当指定的通道的 NCR 为“高”时，可以输入命令。
C3-C0 的设定请见下面。

C3	C2	C1	C0	说明
0	0	0	1	指定 channel 1 的播放语句。
0	0	1	0	指定 channel 2 的播放语句。
0	1	0	0	指定 channel 3 的播放语句。
1	0	0	0	指定 channel 4 的播放语句。

多个通道可以同时设定。

需要播放的语句段地址(F7-F0)可以在创建存储数据的 ROM 时指定，所以请在创建 ROM 时设定语句。

下图所示为指定 channel 1 、地址为(F7-F0) = 02H 的段落播放的时序。



如果使用 PLAY 命令来播放不同语句，通过 PLAY 命令播放的段落将取代原先通过 FADR 命令指定的段落，所以请再次使用 FADR 命令来指定需要播放的段落。

8. STOP 命令

command	0	1	1	1	C3	C2	C1	C0
---------	---	---	---	---	----	----	----	----

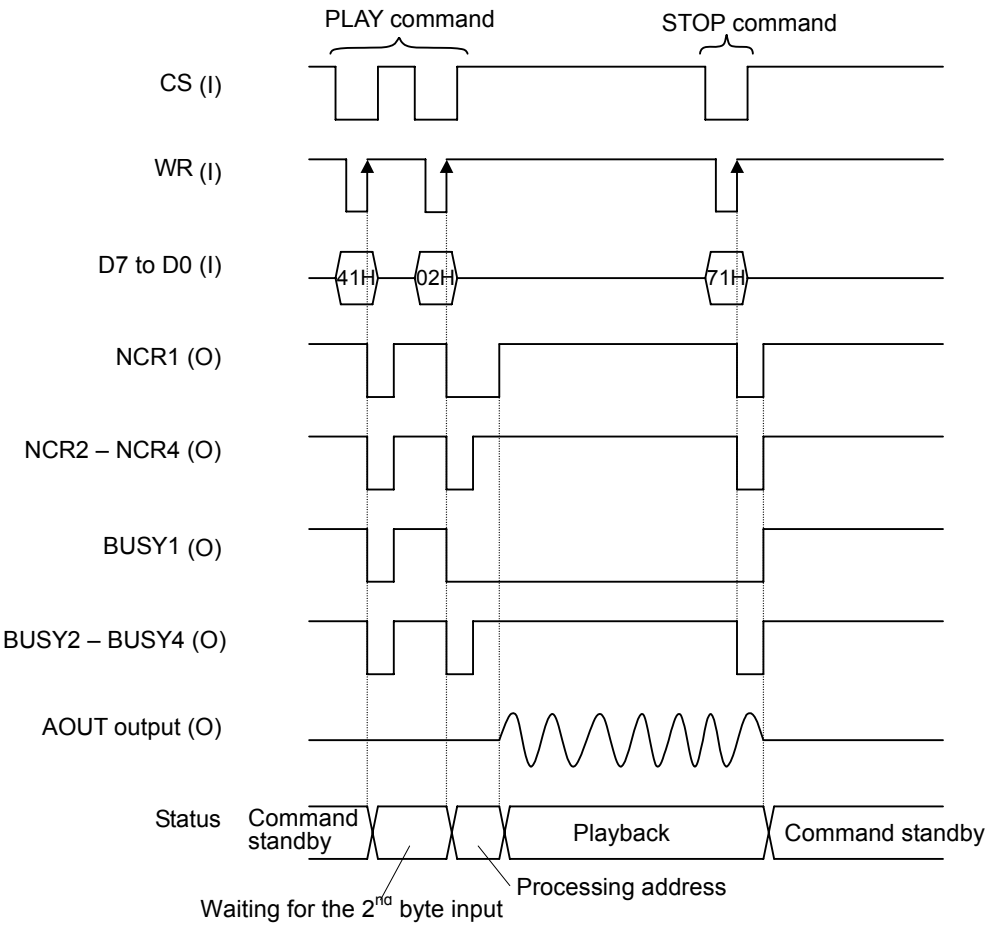
STOP 命令用来停止 C3-C0 相关通道的播放。当语音合成处理结束后,该通道的 AOUT 输出变为 $1/2V_{DD}$, NCRn 和 BUSYn 信号变为“高”。

虽然可以在 NCRn 播放的任何状态下输入 STOP 命令, 仍然需要注意规定的命令间隔时间。请注意: 在 power down, power up 转变和 power down 转变时, STOP 命令将被忽略。

C3 至 C0 的设定如下表所示。

C3	C2	C1	C0	描述
0	0	0	1	停止 channel 1 的播放。
0	0	1	0	停止 channel 2 的播放。
0	1	0	0	停止 channel 3 的播放。
1	0	0	0	停止 channel 4 的播放。

多个通道可以同时被设定。



9. MUON 命令

command	1	0	0	0	C3	C2	C1	C0	1 byte
	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M0	2 bytes

MUON 命令是一个 2-byte 命令。这个命令用来在两个播放段落中插入静音。
它先指定需要插入静音的通道，然后设定静音的长度。
当需要输入静音的通道 NCR 为“高”时，可以输入 MUON 命令。

C3 至 C0 的设置如下：

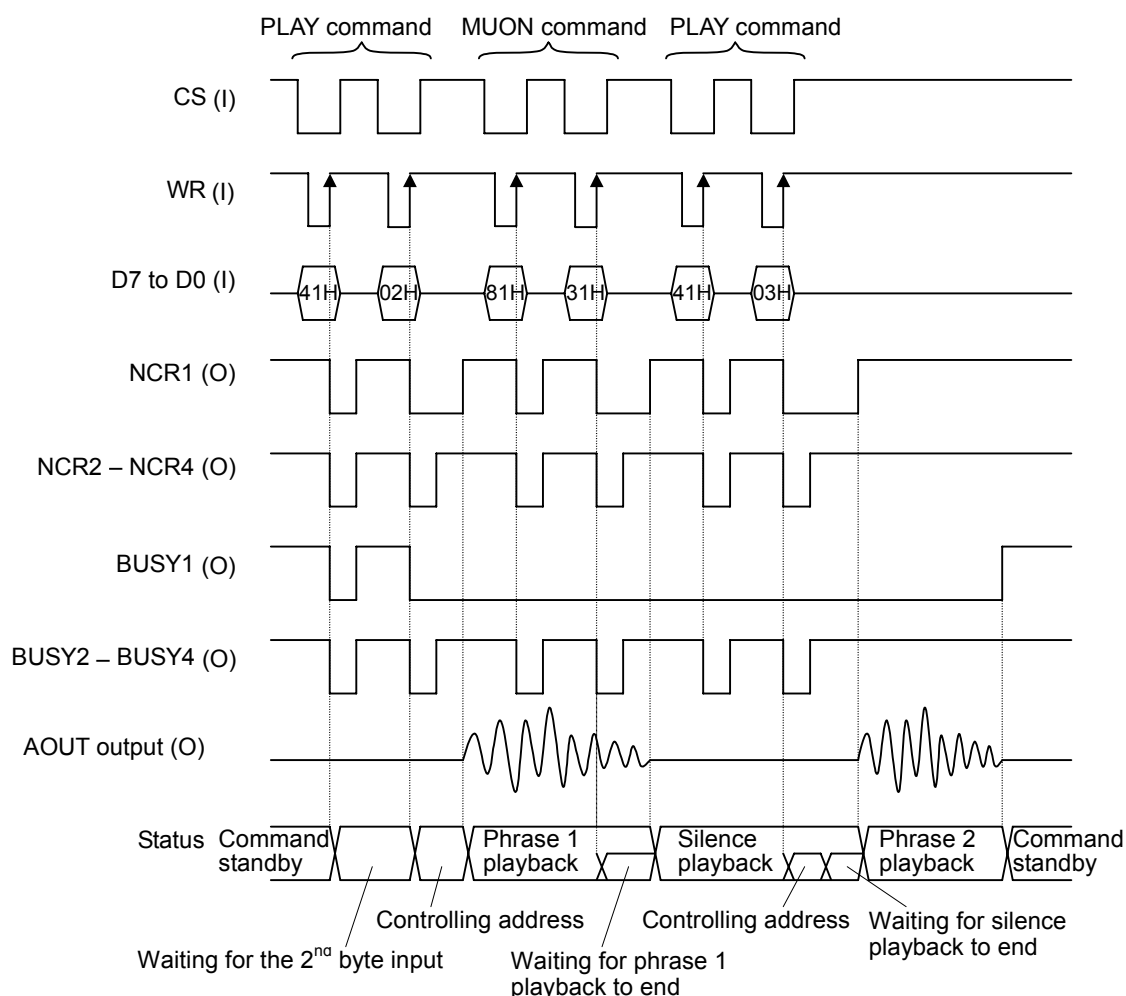
C3	C2	C1	C0	说明
0	0	0	1	在 channel 1 中输入静音。
0	0	1	0	在 channel 2 中输入静音。
0	1	0	0	在 channel 3 中输入静音。
1	0	0	0	在 channel 4 中输入静音。

可以同时设置多个通道。

静音长度(M7 到 M0) 共设 256 级，4 毫秒-1024 毫秒之间每级 4 毫秒。
下面是设置静音时间长度的公式。

$$t_{\mu} = \frac{(2^7 \cdot (M7) + 2^6 \cdot (M6) + 2^5 \cdot (M5) + 2^4 \cdot (M4) + 2^3 \cdot (M3) + 2^2 \cdot (M2) + 2^1 \cdot (M1) + 2^0 \cdot (M0) + 1)}{4 \text{ ms}}$$

下面的时序图为在 channel 1 中的两个语句地址(F7 to F0 = 02H) 和 (F7 to F0 = 03H) 之间插入一段 200 毫秒静音的过程。



当输入 **PLAY** 命令后，**phrase 1** 的地址处理结束并开始播放，然后 **NCR1** 信号变为“高”。**MUON** 命令在 **NCR1** 信号变为“高”后输入。在 **MUON** 命令输入后，**NCR1** 信号保持为“低”直至 **phrase 1** 播放结束，芯片进入等待 **phrase 1** 播放结束的状态。

当 **phrase 1** 播放结束后，静音播放开始，**NCR1** 信号变为“高”。指定播放下一段语句 **phrase 2** 的播放命令在 **NCR1** 信号转变为“高”后输入。

当播放命令输入后，**NCR1** 信号再次变为“低”，芯片在静音播放结束后进入等待播放 **phrase 2** 的状态。

当静音播放结束后，**phrase 2** 播放开始，**NCR1** 信号变为“高”，芯片进入可以接收下一个 **PLAY** 或者 **MUON** 命令的状态。

在 **phrase 1** 播放输入到 **phrase 2** 播放结束期间，**BUSY1** 信号始终为低。

10. SLOOP 命令

command	1	0	0	1	C3	C2	C1	C0
---------	---	---	---	---	----	----	----	----

SLOOP 命令可以设定指定通道的循环播放。使用 CLOOP 命令可以解除循环播放模式。

SLOOP 命令只对正处于播放中的通道有效，所以请在 PLAY 或者 START 命令输入后，并在播放通道的 NCR 信号变为"高"后输入 SLOOP 命令。

对于 MUON 命令的静音播放，无法使用循环播放。
C3-C0 的设置请见下表。

C3	C2	C1	C0	说明
0	0	0	1	设定 channel 1 的循环播放模式。
0	0	1	0	设定 channel 2 的循环播放模式。
0	1	0	0	设定 channel 3 的循环播放模式。
1	0	0	0	设定 channel 4 的循环播放模式。

可以在同时设定多个通道的播放。

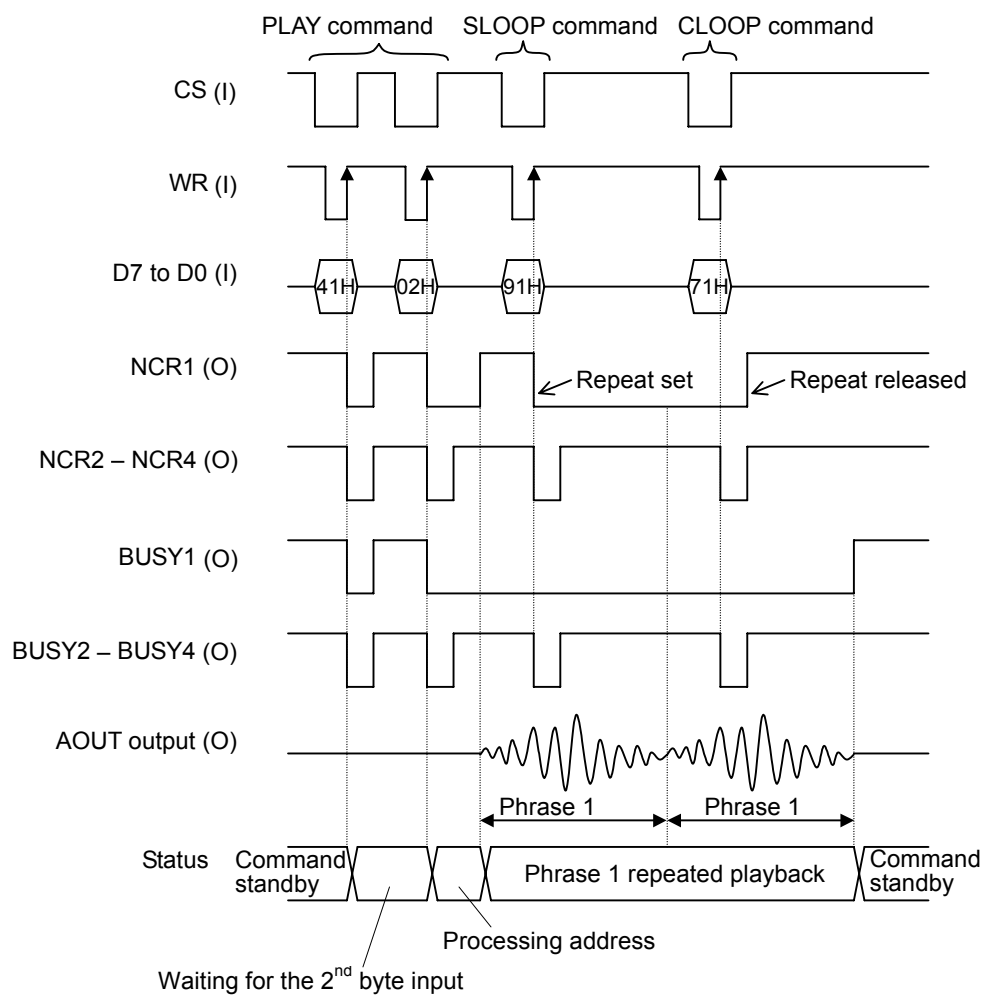
当通过 SLOOP 命令来设定 C3-C0 后，相应的通道会进行循环播放。请在 NCRn 为“高”时输入 SLOOP 命令。当循环播放设定后，NCRn 信号会变为“低”。

循环播放从设定 C3-C0 为“高”开始，到输入 CLOOP 或者 STOP 命令为止。对于使用分段控制表功能的语句播放，将循环播放编辑后的语句。

输入 STOP 命令将停止循环播放，需再次输入 SLOOP 命令来重新设定循环播放。

下图为在一个通道中循环播放的时序图。

下图为在一个通道中循环播放的时序图。



SLOOP 命令和输入范围

SLOOP 命令必须在播放开始命令 (PLAY 或者 START 命令) 之后, 需要播放通道的 NCR 为“高”且 BUSY 信号变“高”以前输入。 如果 SLOOP 命令在以上期间输入, 循环播放将被启动。

但是, 如果 SLOOP 命令是在播放接近结束时输入, 在第一个循环播放期间将出现停顿。 原因和正常的连续播放一样。如果 SLOOP 命令输入后, 播放语句的剩余数据中采样周期太少而不足以进行下一段播放的地址处理, 下一段播放 (目前播放的同一段) 将无法立即开始。这时会出现停顿, 以便有足够的时间来进行第二段播放的地址处理。

SLOOP 命令没有停顿的循环输入时序和 PLAY/START 命令的连续播放输入时序一样。请见下表。

播放方式	SLOOP 输入时序 播放语句剩余数据数量
2 bit ADPCM2	69th sample or before
4 bit ADPCM2	35th sample or before
8 bit nonlinear/straight PCM	18th sample or before
16 bit straight PCM	18th sample or before

如果第二段语句的 SLOOP 命令是在表中要求的采样周期数量前输入, 即可实现没有停顿的循环播放。

无论如何, 在第二次循环之后就不会出现停顿。

11. CLOOP 命令

command	1	0	1	0	C3	C2	C1	C0
---------	---	---	---	---	----	----	----	----

CLOOP 命令用来解除指定通道的循环播放模式。
当循环播放模式解除后，NCRn 信号变为“高”。
可以在播放通道的 NCRn 信号的任何状态下输入 CLOOP 命令，但是需要注意指定的命令间隔。

C3-C0 的设定请见下表。

C3	C2	C1	C0	说明
0	0	0	1	解除 channel 1 的循环播放状态。
0	0	1	0	解除 channel 2 的循环播放状态。
0	1	0	0	解除 channel 3 的循环播放状态。
1	0	0	0	解除 channel 4 的循环播放状态。

可以同时设定多个通道。

CLOOP 命令输入时序

根据循环播放时的 CLOOP 命令输入时序，循环播放将在目前语句播放或者下一语句播放结束后结束。

如果当 CLOOP 命令输入时，所剩数据中的采样周期数不足以维持地址处理，下一句播放语句的地址处理已经早已开始。由于地址处理将自动引发下一语句的播放，CLOOP 命令在循环播放结束前将无效。

如果要求不停顿地实现解除循环播放，CLOOP 命令的输入时序要求如下。

播放方式	CLOOP 输入时序 播放语句剩余数据数量
2 bit ADPCM2	69th sample or before
4 bit ADPCM2	35th sample or before
8 bit nonlinear/straight PCM	18th sample or before
16 bit straight PCM	18th sample or before

如果在上表要求的采样周期数量以前输入 CLOOP 命令，循环播放将在当前播放语句结束后停止。

12. VOL 命令

command	1	0	1	1	C3	C2	C1	C0	1st byte 2nd byte
	—	—	—	V4	V3	V2	V1	V0	

VOL 命令通过设置 C3-C0 来调节 一个通道的音量。音量最低至-60 dB，并分为 29 级：每级-2dB 时最低至-50dB，每级-5dB 时至-50dB 以下。

可以在播放通道的 NCRn 信号处于任何状态时输入 VOL 命令，但输入间隔需满足预先规定的要求。

C3-C0 的设定请见下表。

C3	C2	C1	C0	说明
0	0	0	1	设定 channel 1 的音量。
0	0	1	0	设定 channel 2 的音量。
0	1	0	0	设定 channel 3 的音量。
1	0	0	0	设定 channel 4 的音量。

可在同时设定多个通道。

下面为音量的设定(V4 至 V0)。

V4	V3	V2	V1	V0	Volume	V4	V3	V2	V1	V0	Volume
0	0	0	0	0	0 dB	1	0	0	0	0	-32 dB
0	0	0	0	1	-2 dB	1	0	0	0	1	-34 dB
0	0	0	1	0	-4 dB	1	0	0	1	0	-36 dB
0	0	0	1	1	-6 dB	1	0	0	1	1	-38 dB
0	0	1	0	0	-8 dB	1	0	1	0	0	-40 dB
0	0	1	0	1	-10 dB	1	0	1	0	1	-42 dB
0	0	1	1	0	-12 dB	1	0	1	1	0	-44 dB
0	0	1	1	1	-14 dB	1	0	1	1	1	-46 dB
0	1	0	0	0	-16 dB	1	1	0	0	0	-48 dB
0	1	0	0	1	-18 dB	1	1	0	0	1	-50 dB
0	1	0	1	0	-20 dB	1	1	0	1	0	(-50 dB)
0	1	0	1	1	-22 dB	1	1	0	1	1	-55 dB
0	1	1	0	0	-24 dB	1	1	1	0	0	(-55 dB)
0	1	1	0	1	-26 dB	1	1	1	0	1	-60 dB
0	1	1	1	0	-28 dB	1	1	1	1	0	(-60 dB)
0	1	1	1	1	-30 dB	1	1	1	1	1	OFF

在上电和 RESET 输入时，所有通道设为 0。

13. PAN 命令

command	1	1	0	0	C3	C2	C1	C0	1st byte 2nd byte 3rd byte
	—	—	—	L4	L3	L2	L1	L0	
	—	—	—	R4	R3	R2	R1	R0	

PAN 命令是一个 3-byte 指令。PAN 命令用来调节一个通过 C3-C0 设置好的通道的左右声道音量。音量最低可设置到-60 dB 并分为 29 级：每级-2dB 时最低至-50dB，每级-5dB 时至-50dB 以下。可以在播放通道的 NCRn 信号处于任何状态时输入 PAN 命令，但输入间隔需满足预先规定的要求。

C3-C0 的设置见下表。

C3	C2	C1	C0	说明
0	0	0	1	Sets volume of channel 1.
0	0	1	0	Sets volume of channel 2.
0	1	0	0	Sets volume of channel 3.
1	0	0	0	Sets volume of channel 4.

可同时设定多个通道。

左右声道的音量(R4-R0, L4-L0)请见下表。

L4	L3	L2	L1	L0	音量	R4	R3	R2	R1	R0	音量
0	0	0	0	0	0dB	0	0	0	0	0	0dB
0	0	0	0	1	-2dB	0	0	0	0	1	-2dB
0	0	0	1	0	-4dB	0	0	0	1	0	-4dB
0	0	0	1	1	-6dB	0	0	0	1	1	-6dB
0	0	1	0	0	-8dB	0	0	1	0	0	-8dB
0	0	1	0	1	-10dB	0	0	1	0	1	-10dB
0	0	1	1	0	-12dB	0	0	1	1	0	-12dB
0	0	1	1	1	-14dB	0	0	1	1	1	-14dB
0	1	0	0	0	-16dB	0	1	0	0	0	-16dB
0	1	0	0	1	-18dB	0	1	0	0	1	-18dB
0	1	0	1	0	-20dB	0	1	0	1	0	-20dB
0	1	0	1	1	-22dB	0	1	0	1	1	-22dB
0	1	1	0	0	-24dB	0	1	1	0	0	-24dB
0	1	1	0	1	-26dB	0	1	1	0	1	-26dB
0	1	1	1	0	-28dB	0	1	1	1	0	-28dB
0	1	1	1	1	-30dB	0	1	1	1	1	-30dB
1	0	0	0	0	-32dB	1	0	0	0	0	-32dB
1	0	0	0	1	-34dB	1	0	0	0	1	-34dB
1	0	0	1	0	-36dB	1	0	0	1	0	-36dB
1	0	0	1	1	-38dB	1	0	0	1	1	-38dB
1	0	1	0	0	-40dB	1	0	1	0	0	-40dB
1	0	1	0	1	-42dB	1	0	1	0	1	-42dB
1	0	1	1	0	-44dB	1	0	1	1	0	-44dB
1	0	1	1	1	-46dB	1	0	1	1	1	-46dB
1	1	0	0	0	-48dB	1	1	0	0	0	-48dB
1	1	0	0	1	-50dB	1	1	0	0	1	-50dB
1	1	0	1	0	(-50dB)	1	1	0	1	0	(-50dB)
1	1	0	1	1	-55dB	1	1	0	1	1	-55dB
1	1	1	0	0	(-55dB)	1	1	1	0	0	(-55dB)
1	1	1	0	1	-60dB	1	1	1	0	1	-60dB
1	1	1	1	0	(-60dB)	1	1	1	1	0	(-60dB)
1	1	1	1	1	OFF	1	1	1	1	1	OFF

在上电和 RESET 输入时，左右声道的设定为 0。

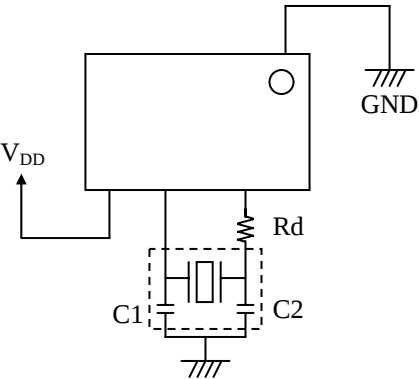
振荡，时钟信号输入

当使用 KYOCERA CORPORATION, TDK CORPORATION and MURATA MFG 的陶瓷振荡器时，推荐的负载电容如下：

KYOCERA

Freq [Hz]	类型	最佳负载电容				供电电压范围[V]	运行温度范围[°C]
		C1 [pF]	C2 [pF]	Rf [Ohm]	Rd [Ohm]		
4.0M	PBRC4.00GR	30 (external)		---	1.0k	2.7 to 5.5	-40 to +85
	PBRC4.00HR	30 (internal)					

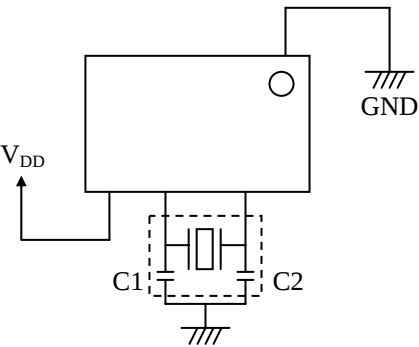
使用陶瓷振荡器时的振荡电路。



TDK CORPORATION

Freq [Hz]	类型	最佳负载电容				供电电压范围[V]	运行温度范围[°C]
		C1 [pF]	C2 [pF]	Rf [Ohm]	Rd [Ohm]		
4.0M	FCR4.0MC5	30 (internal)		---	---	2.7 to 5.5	-40 to +85

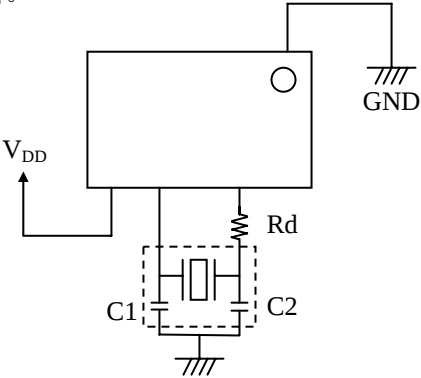
使用陶瓷振荡器时的振荡电路。



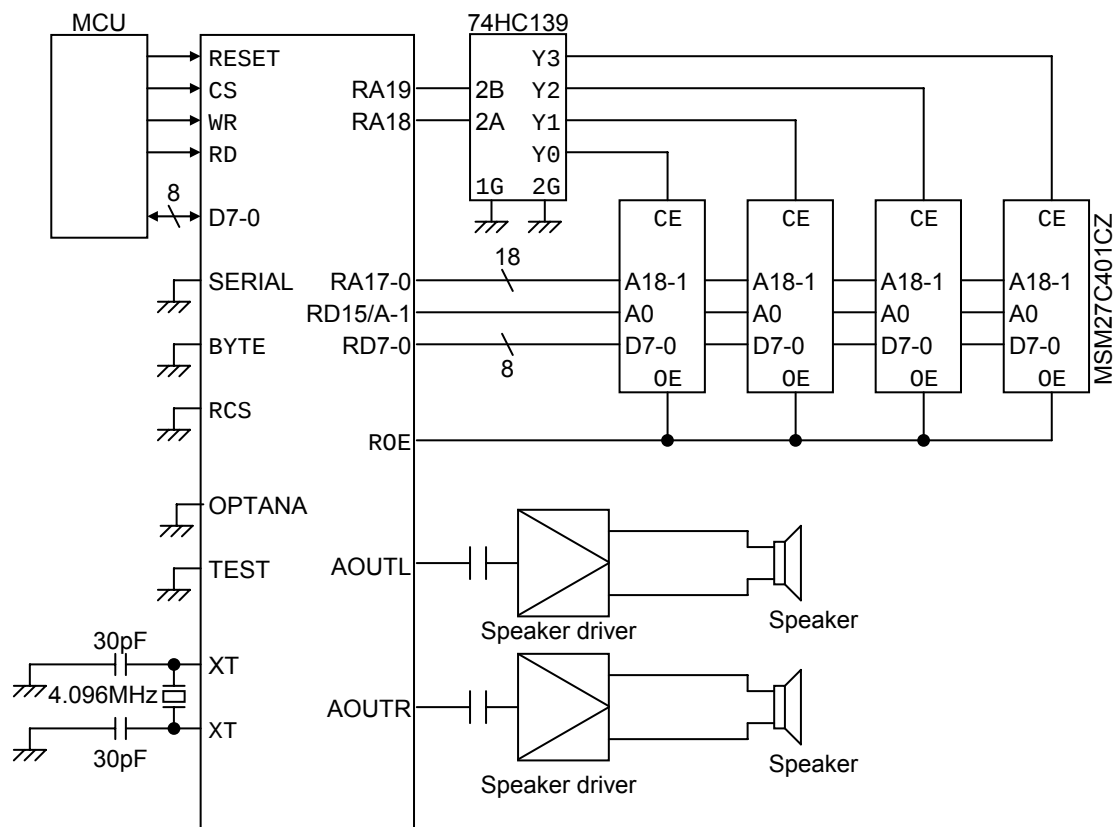
MURATA MFG.,

Freq [Hz]	类型	最佳负载电容				供电电压范围[V]	运行温度范围[°C]
		C1 [pF]	C2 [pF]	Rf [Ohm]	Rd [Ohm]		
3.500 M	CSTCC3M50G56-R0	47 (internal)		---	1.5k	2.7 to 5.5	-40 to +85
	CSTLS3M50G56-B0	47 (internal)					
4.096 M	CSTCR4M09G55-R0	39 (internal)		---	1.0k	2.7 to 5.5	
	CSTLS4M09G56-B0	47 (internal)					
4.500 M	CSTCR4M50G55-R0	39(internal)		---	1.0k	2.7 to 5.5	
	CSTLS4M50G56-B0	47 (internal)					

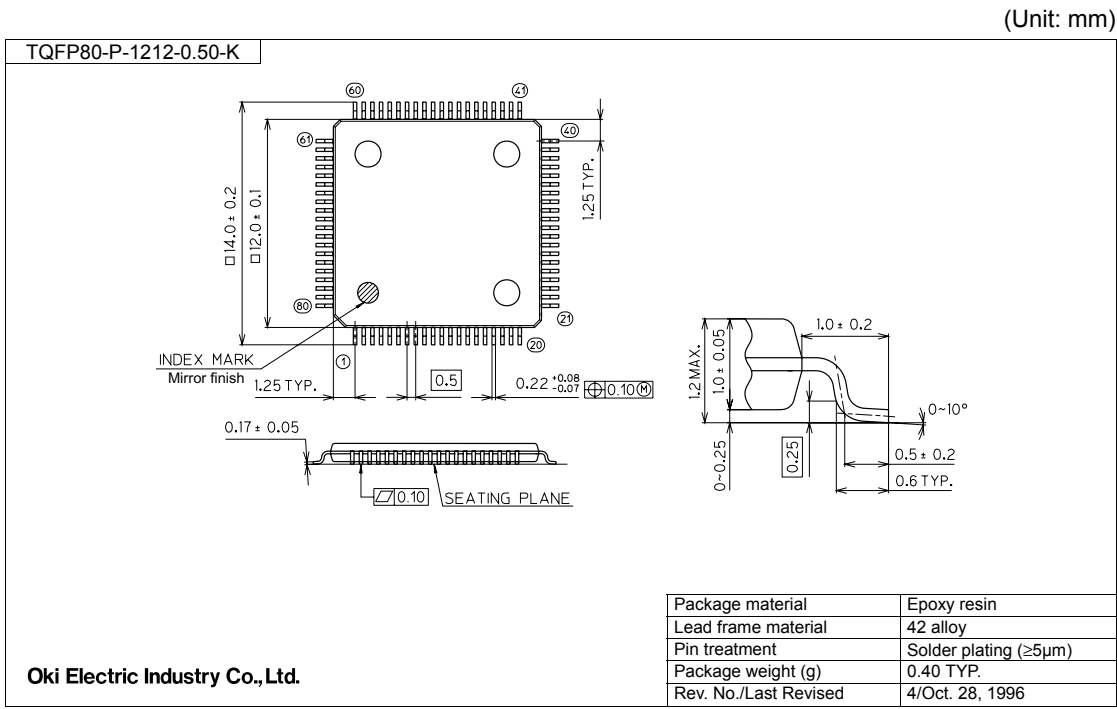
使用陶瓷振荡器时的振荡电路。



应用电路例图



封装图



安装表面装配类型封装的注意点:

表面装配类型分装对回流焊的热度和贮存时的湿度十分敏感。因此，请在回流焊安装之前，与 OKI 的相关销售人员联系，确认产品名、封装名、管脚数、封装代码和所需的安装条件（回流焊方法，温度和时间）。

版本履历

文件名.	日期	页码		说明
		原版本	此版本	
FEDL2240FULL-01	Oct. 17, 2003	—	—	最终版 1
FEDL2240FULL-02	Jul. 12, 2004	33,43	33,43	更改 PLAY 命令的第一个字节
		48	48	更改 Stop 命令的第一个字节
		—	58	增加陶瓷振荡的内容