

可提供评估板



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

概述

MAX9851/MAX9853是一款单芯片、立体声音频CODEC, 设计用于为GSM/GPRS/EDGE蜂窝电话提供完整的音频解决方案。MAX9851/MAX9853提供立体声DirectDrive™耳机放大器、单声道接收机扬声器放大器、D类立体声扬声器放大器(仅MAX9851)、立体声差分线输出(仅MAX9853)、麦克风输入放大器以及灵活的输入选择和增益控制。器件包括两路串行数字音频接口, 一路专用于接收语音频带的数字, 另一路接收I²S数据。需要时, 语音频带接口可以当作第二路I²S输入——允许多路不同采样速率的音频源(铃声或其他音频)混合。器件可以从数字音频中分离出一个蜂鸣器/振动信号。

器件的立体声数/模转换器(DAC)路径包括滤波器和混音器、可编程增益放大器(PGA)、软静音以及可选的语音频带数字滤波器。MAX9851/MAX9853可以接收最多两路不同采样速率的数字音频输入。所有模拟输入的前端都具备PGA, 允许为宽范围的输入源做动态范围优化。

器件的立体声模/数转换器(ADC)转换内部或者外部麦克风或立体声线输入的音频信号。麦克风放大器具备0至40dB的可编程增益, 以配合带放大功能的麦克风或者驻极体模组。除了具有消除直流失调电压的数字高通滤波器外, 该ADC还带有语音频带数字滤波器。

器件的数字音频接口支持多种串行音频格式。第二串行音频接口采用独立的电源电压, 使器件可用于多电源系统。通过I²C 2线接口控制音量、信号混合以及工作模式。

所有的电路都为了高PSRR而优化。MAX9851/MAX9853器件采用高效散热、节省空间的48引脚薄型QFN封装(7mm x 7mm x 0.8mm), 带有裸焊盘。

应用

GSM/GPRS/EDGE蜂窝电话
PDA/智能电话

特性

- ◆ 工作电压: +1.7V至+3.3V (数字)和+2.6V至+3.3V (模拟)
- ◆ +2.6V至+5.5V D类扬声器放大器(电池直接供电)
- ◆ 低静态功率消耗(回放): 26mW
- ◆ 电源抑制比高达98dB
- ◆ 采样速率: 8kHz至48kHz (重放和录音)
- ◆ 立体声18位ADC和DAC
- ◆ 低噪声、立体声麦克风输入和立体声线输入
- ◆ 双源数字混音(DAC)
- ◆ 可选的语音频带滤波器用于录音/回放模式
- ◆ 数字滤波器、软静音和音量控制
- ◆ 低噪声、高PSRR麦克风偏置发生器
- ◆ 立体声DirectDrive耳机放大器(2 x 50mW)
- ◆ 单声道DirectDrive耳机接收放大器(1 x 105mW)
- ◆ 具有有源辐射抑制(2 x 1.25W, 8Ω)的D类、超低EMI、无需滤波的立体声扬声器放大器(MAX9851)
- ◆ 立体声差分线输出放大器(MAX9853)
- ◆ 无咔嚓/噤声操作
- ◆ 灵活的关断模式节省功率
- ◆ 完整的耳机检测
- ◆ 耳机检测电路的超低功耗唤醒

订购信息

| PART | PIN-PACKAGE | PKG CODE |
|-------------|------------------------------------|----------|
| MAX9851ETM+ | 48 TQFN-EP* (7mm x 7mm x 0.8mm) | T4877-6 |
| MAX9853ETM+ | 48 TQFN-EP* (7mm x 7mm x 0.8mm) | T4877-6 |

注: 所有器件都规定在-40°C至+85°C温度范围内工作。

+表示无铅封装。

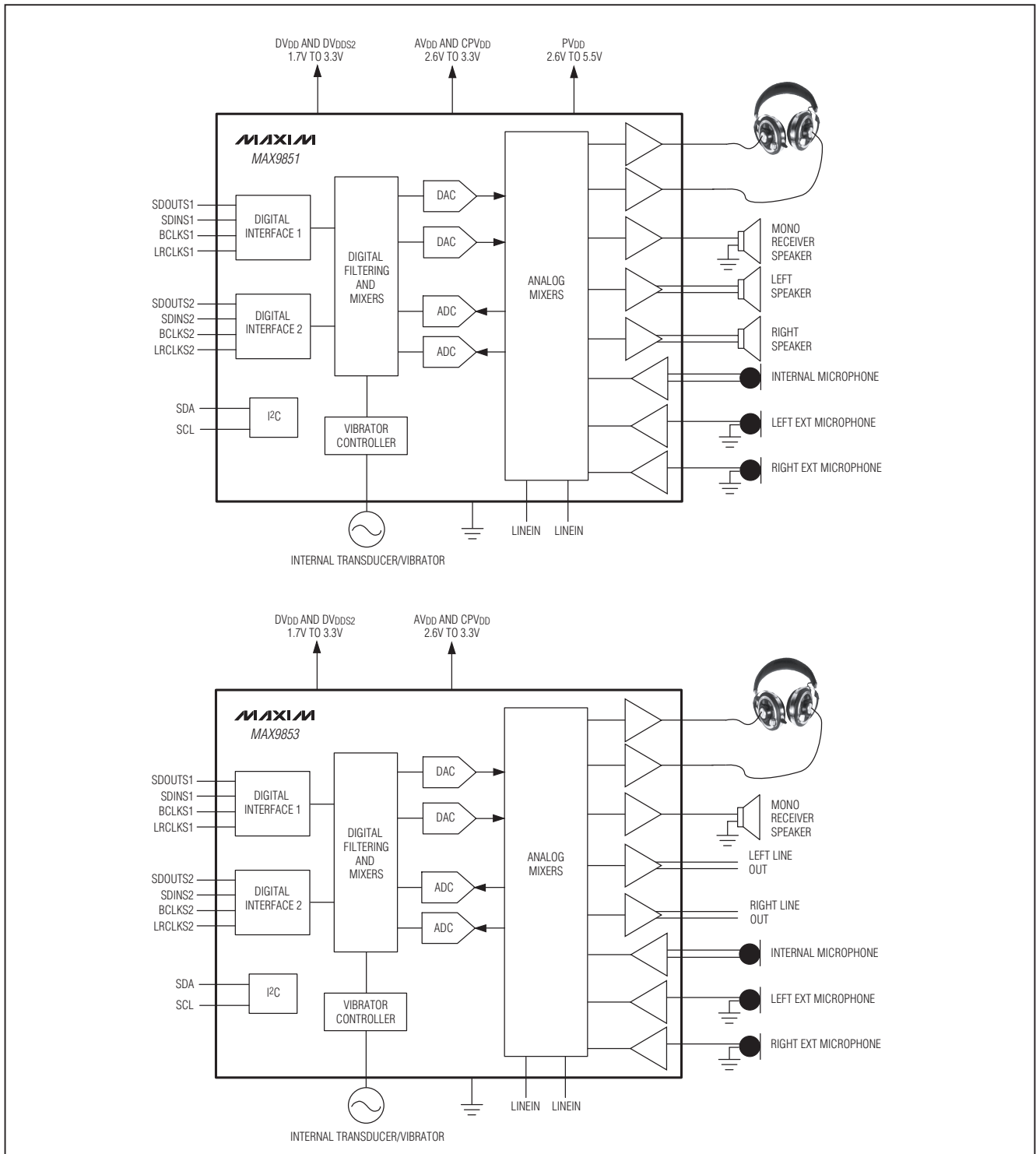
*EP = 裸焊盘。

引脚配置和选型指南在数据资料的最后给出。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

简化方框图



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages with respect to AGND)

| | |
|--|--|
| AV _{DD} , DV _{DD} , DV _{DDS2} , CPV _{DD} | -0.3V to +4V |
| PV _{SS} , SV _{SS} | -4V to +0.3V |
| PV _{DD} | -0.3V to +6V |
| AGND, DGND, CPGND, PGND | -0.3V to +0.3V |
| HPL, HPR, REC | (SV _{SS} - 0.3V) to (AV _{DD} + 0.3V) |
| LSPK+, LSPK-, RSPK+, RSPK- | -0.3V to (PV _{DD} + 0.3V) |
| LINEIN1, LINEIN2 | -2V to +2V |
| EXTMICBIASL, EXTMICBIASR | -0.3V to (AV _{DD} + 0.3V) |
| INTMICP, INTMICN, EXTMICL, EXTMICR | -2V to +2V |
| EXTMICGND | -0.3V to +0.3V |
| C1N | (PV _{SS} - 0.3V) to (CPGND + 0.3V) |
| C1P | (CPGND - 0.3V) to (CPV _{DD} + 0.3V) |
| PREG, REF, MBIAS, INTMICBIAS | -0.3V to (AV _{DD} + 0.3V) |
| NREG | +0.3V to (SV _{SS} - 0.3V) |
| OUTL+, OUTL-, OUTR+, OUTR-, FAULTIN | -0.3V to (AV _{CC} + 0.3V) |
| MCLK, IRQ, VIBE, SCL, SDA | -0.3V to +4V |
| SHDNOUT | -0.3V to +6V |

| | |
|--|--|
| LRCLKS1, BCLKS1, SDOUTS1, SDINS1 | -0.3V to DV _{DD} + 0.3V |
| LRCLKS2, BCLKS2, SDOUTS2, SDINS2 | -0.3V to DV _{DDS2} + 0.3V |
| Short Circuit to AGND Duration: | |
| HPL, HPR, REC | Continuous |
| LSPK+, LSPK-, RSPK+, RSPK- | Subject to Maximum Package Power Dissipation |
| INTMICBIAS, EXTMICBIASL, EXTMICBIASR | Continuous |
| Short Circuit to AV _{DD} Duration | |
| EXTMICBIASL, EXTMICBIASR | Continuous |
| Current Into/Out of Any Pin (unless otherwise noted) | 100mA |
| Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) | |
| 48-Pin Thin QFN (derate 40mW/°C above +70°C) | 320mW |
| Junction Temperature | +150°C |
| Operating Temperature Range | -40°C to +85°C |
| Storage Temperature Range | -65°C to +150°C |
| Lead Temperature (soldering, 10s) | +300°C |

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(AV_{DD} = CPV_{DD} = +3V, DV_{DD} = DV_{DDS2} = +1.8V, PV_{DD} = +3.3V, R_{HP} = 32Ω, Z_{SPK} = 8Ω + 10μH, R_{REC} = 32Ω, R_{OUTL+} to R_{OUTL-} = 10kΩ, R_{OUTR+} to R_{OUTR-} = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = C_{NREG} = C_{PREG} = C_{INTMICBIAS}, C_{MBIAS} = C_{REF} = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|------------------------|--|---|--|-----|-----|-----|-------|
| Analog Supply Voltage | AV _{DD} , CPV _{DD} | AV _{DD} = CPV _{DD} , no load | | 2.6 | | 3.3 | V |
| Digital Supply Voltage | DV _{DD} , DV _{DDS2} | No load | | 1.7 | | 3.3 | V |
| Speaker Supply Voltage | PV _{DD} | No load | | 2.6 | | 5.5 | V |
| Analog Supply Current | AI _{DD} | DAC playback mode, no output loads (Note 1) | Stereo headphone | | 7.2 | | mA |
| | | | Stereo speaker (MAX9851)/line output (MAX9853) | 6.5 | 8.5 | | |
| | | | Mono receiver | 6.4 | | | |
| | | Line only playback mode, no output loads | Stereo headphone | | 5.0 | | |
| | | | Stereo speaker (MAX9851)/line output (MAX9853) | 4.6 | | | |
| | | | Mono receiver | 4.4 | | | |
| | | DAC plus line input playback mode, no output loads (Note 1) | Stereo headphone | | 7.2 | | |
| | | | Stereo speaker (MAX9851)/line output (MAX9853) | 6.4 | | | |
| | | | Mono receiver | 6.3 | | | |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See Functional Diagrams/Typical Operating Circuits).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|--------------------|---|--|------|------|------|-------|
| Analog Supply Current | AI _{DD} | Full-duplex voice mode, no output loads | Stereo headphone | | 11.9 | | mA |
| | | | Stereo speaker (MAX9851)/line output (MAX9853) | | 11.2 | | |
| | | | Mono receiver | | 11.1 | 14.5 | |
| | | Full-duplex voice mode plus DAC playback mode, no output loads (Notes 1, 2) | Stereo headphone | | 11.9 | | |
| | | | Stereo speaker (MAX9851)/line output (MAX9853) | | 11.2 | | |
| | | | Mono receiver | | 11.1 | | |
| | | ADC record mode (Note 3) | | 12.2 | | | |
| ADC record mode plus DAC headphone playback mode (Notes 1, 3) | | 18.2 | 24.0 | | | | |
| Speaker Supply Current (Note 4) | PI _{DD} | Mono Class D speaker mode | | 5 | | | mA |
| | | Stereo Class D speaker mode | | 10 | 14 | | |
| | | Sleep mode (MAX9851, MAX9853) | | 2 | 15 | | μA |
| Digital Supply Current | DI _{DD} | Playback operation (Note 1), no output loads | | 2.7 | 3.7 | | mA |
| | | Full duplex voice operation (Note 2), no output loads, TA = +25°C | | 6.2 | 7.8 | | |
| | | Record operation (Notes 1, 3) | | 3.9 | 5.2 | | |
| Analog Shutdown Current | AI _{SHDN} | I _{AVDD} + I _{CPVDD} , TA = +25°C | | | 1.4 | 20 | μA |
| Digital Shutdown Current | DI _{SHDN} | I _{DVDD} + I _{DVDDS2} , TA = +25°C | | | 0.5 | 10 | μA |
| PVDD Shutdown Current (Note 4) | PI _{SHDN} | I _{PVDD} , TA = +25°C | MAX9851 | | 1 | 20 | μA |
| | | | MAX9853 | | 0.1 | 5 | |
| Shutdown to Full Operation | t _{ON} | ADC and DAC fully operational, master mode | | | 70 | | ms |
| DAC PERFORMANCE (Note 5) (DAC in Master Mode) | | | | | | | |
| Gain Error | | | | | ±1 | ±7 | % |
| Channel Gain Matching | | | | | ±1 | | % |
| Dynamic Range (Note 6) | DR | f _S = 8kHz (voice modes), headphone volume = +5.5dB | | | 75.5 | | dB |
| | | f _S = 8kHz and 48kHz (stereo audio modes), headphone volume = +5.5dB | | 84 | 87.5 | | |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--|-------------------|---|------|-------|-------|----------------|
| Total Harmonic Distortion Plus Noise | THD+N | f _{IN} = 1kHz, f _S = 8kHz, 0dBFS (voice mode master mode, ADC and headphone output enabled, no load), headphone volume = +2.5dB | | -71.5 | | dB |
| | | f _{IN} = 1kHz, f _S = 48kHz, 0dBFS (ADC and headphone output enabled, no load), headphone volume = +2.5dB | | -84.5 | | |
| Signal-to-Noise Ratio (Note 7) | SNR | f _{IN} = 1kHz, f _S = 8kHz and 16kHz (voice modes), headphone volume = +2.5dB | | 75.5 | | dB |
| | | f _{IN} = 1kHz, f _S = 8kHz to 48kHz (stereo audio modes), headphone volume = +2.5dB | | 88 | | |
| Crosstalk | XTALK | Driven channel at -1dBFS, f _{IN} = 1kHz, f _S = 8kHz, headphone output (no load) | | -95 | | dB |
| Power-Supply Rejection Ratio | PSRR | f = 217Hz, V _{RIPPLE} = 100mVp-p | | 95 | | dB |
| | | f = 10kHz, V _{RIPPLE} = 100mVp-p | | 68 | | |
| DAC DIGITAL FILTERS | | | | | | |
| Passband Cutoff | f _{PD} | | 0.44 | | | f _S |
| Passband Ripple | | f < f _{PD} | | | ±0.2 | dB |
| Stopband Cutoff | f _{SD} | | | | 0.58 | f _S |
| Stopband Attenuation | | f > f _{SD} | 60 | | | dB |
| Attenuation at f _S / 2 | | | | -6.02 | | dB |
| DAC VOICEBAND HIGHPASS FILTER (S1 Mono Voice Input Path, f_S = 8kHz, Register 0x07 bit 4 = 1) | | | | | | |
| Passband Cutoff | f _{PH} | | | | 175 | Hz |
| Passband -3dB Cutoff | f _{P3_H} | | | | 130 | Hz |
| Passband Ripple | | f > f _{PH} | | | ±0.2 | dB |
| Stopband Cutoff | f _{SH} | | 77 | | | Hz |
| Stopband Attenuation | | f < f _{SH} | 28 | | | dB |
| DAC VOICEBAND HIGHPASS FILTER (S1 Mono Voice Input Path, f_S = 16kHz, Register 0x07, bit 4 = 1) | | | | | | |
| Passband Cutoff | f _{PH} | | | | 350 | Hz |
| Passband -3dB Cutoff | f _{P3_H} | | | | 260 | Hz |
| Passband Ripple | | f > f _{PH} | | | ±0.2 | dB |
| Stopband Cutoff | f _{SH} | | 154 | | | Hz |
| Stopband Attenuation | | f < f _{SH} | 28 | | | dB |
| DAC VOICEBAND LOWPASS FILTER (S1 Mono Voice Input Path, f_S = 8kHz) | | | | | | |
| Passband Cutoff | f _{PL} | | 3500 | | | Hz |
| Passband Ripple | | f < f _{PL} | | | ±0.05 | dB |
| Stopband Cutoff | f _{SL} | | | | 3900 | Hz |
| Stopband Attenuation | | f > f _{SL} | 75 | | | dB |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS | |
|--|-------------------|--|-------------------|-------|-------|------------------|--|
| DAC VOICEBAND LOWPASS FILTER (S1 Mono Voice Audio Input Path, fs = 16kHz) | | | | | | | |
| Stopband Cutoff | f _{PL} | | 7000 | | | Hz | |
| Passband Ripple | | f < f _{PL} | | | ±0.05 | dB | |
| Stopband Cutoff | f _{SL} | | | | 7800 | Hz | |
| Stopband Attenuation | | f > f _{SL} | 75 | | | dB | |
| DAC ADJUSTABLE HIGHPASS FILTER | | | | | | | |
| DC Attenuation | DC _{ATT} | Register 0x07 bits [3:0] = 0x5, 0xA, or 0xF | | 90 | | dB | |
| Highpass Cutoff (-3dB) | f _p | Register 0x07 [3:0] = 0x5 | 55 | | 91 | Hz | |
| | | Register 0x07 [3:0] = 0xA | 171 | | 279 | | |
| | | Register 0x07 [3:0] = 0xF | 327 | | 533 | | |
| DAC INPUT GAIN CONTROL (Register 0x0C and 0x0D) | | | | | | | |
| Gain Control Range | | For both input data interfaces | -96 | | 0 | dB | |
| ADC DC ACCURACY | | | | | | | |
| Gain Error | | | | ±1 | ±7 | % | |
| Full-Scale Conversion | 0dBFS | f _{IN} = 1kHz, line input, PGA = 0dB | | 2.05 | | V _{P-P} | |
| Channel Gain Matching | | | | ±1 | | % | |
| ADC DYNAMIC SPECIFICATIONS (Note 8) | | | | | | | |
| Dynamic Range (Note 6) | DR | BW = 22Hz to f _s / 2 (8kHz voice modes) | 73 | 75 | | dB | |
| | | BW = 22Hz to 20kHz (48kHz stereo audio modes, A-weighted) | TA = +25°C | 77 | 82 | | |
| | | | TA = TMIN to TMAX | 71 | | | |
| | | BW = 22Hz to f _s / 2 (8kHz audio mode) | | -85.5 | | | |
| Total Harmonic Distortion | THD | 1kHz, 0dBFS, f _s = 8kHz (voice mode) | | -85.5 | | dB | |
| | | 1kHz, 0dBFS, f _s = 48kHz (stereo audio mode) | | -85.5 | | | |
| Signal-to-Noise Ratio | SNR | 1kHz, 0dBFS, f _s = 8kHz (voice mode) | | 75 | | dB | |
| | | 1kHz, 0dBFS, f _s = 48kHz (stereo audio mode, A-weighted) | | 81.5 | | | |
| | | 1kHz, 0dBFS, f _s = 8kHz (stereo audio mode, A-weighted) | | 87.5 | | | |
| Channel Crosstalk | | Driven channel at -1dBFS, f _{IN} = 1kHz, f _s = 48kHz (from MICL to ADCR or MICR to ADCL) | | -75 | | dB | |
| Power-Supply Rejection Ratio (Note 9) | PSRR | AVDD = 2.6V to 3.3V | 48 | 63 | | dB | |
| | | f = 217Hz, V _{RIPPLE} = 100mV _{P-P} | | 63 | | | |
| | | f = 10kHz, V _{RIPPLE} = 100mV _{P-P} | | 50 | | | |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|--------|--|--------|-----------|--------|-------|
| ADC DIGITAL FILTER PATH (Stereo Audio Modes) | | | | | | |
| Passband Cutoff | fPBL | | 0.44 | | | fs |
| Passband Ripple | | f < fPBL | | | ±0.5 | dB |
| Stopband Cutoff | fSBL | | | | 0.58 | fs |
| Stopband Attenuation | | f > fSBL | 53 | | | dB |
| Attenuation at fs/2 | | | | -6.02 | | dB |
| ADC VOICEBAND HIGHPASS FILTER (S1 Mono Voice Input Path, fs = 8kHz) | | | | | | |
| Passband Cutoff | fPH | | | | 175 | Hz |
| Passband -3dB Cutoff | fP3_H | | | | 130 | Hz |
| Passband Ripple | | f > fPH | | | ±0.2 | dB |
| Stopband Cutoff | fSH | | 77 | | | Hz |
| Stopband Attenuation | | f < fSH | 28 | | | dB |
| ADC VOICEBAND HIGHPASS FILTER (S1 Mono Voice Input Path, fs = 16kHz) | | | | | | |
| Passband Cutoff | fPH | | | | 350 | Hz |
| Passband -3dB Cutoff | fP3_H | | | | 260 | Hz |
| Passband Ripple | | f > fPH | | | ±0.2 | dB |
| Stopband Cutoff | fSH | | 154 | | | Hz |
| Stopband Attenuation | | f < fSH | 28 | | | dB |
| ADC VOICEBAND LOWPASS FILTER (S1 Mono Voice Input Path, fs = 8kHz) | | | | | | |
| Passband Cutoff | fPL | | 3500 | | | Hz |
| Passband Ripple | | f < fPL | | | ±0.05 | dB |
| Stopband Cutoff | fSL | | | | 3900 | Hz |
| Stopband Attenuation | | f > fSL | 75 | | | dB |
| ADC VOICEBAND LOWPASS FILTER (S1 Mono Voice Input Path, fs = 16kHz) | | | | | | |
| Passband Cutoff | fPL | | 7000 | | | Hz |
| Passband Ripple | | f < fPL | | | ±0.05 | dB |
| Stopband Cutoff | fSL | | | | 7800 | Hz |
| Stopband Attenuation | | f > fSL | 75 | | | dB |
| ADC DC-BLOCKING FILTER | | | | | | |
| DC-Blocking Filter -3dB Corner | fC | As a fraction of output sample rate | | fs / 1608 | | Hz |
| DC Attenuation | | | | 120 | | dB |
| Maximum DC Input | | | | 0.125 | | V |
| DAC/ADC DATA RATE ACCURACY | | | | | | |
| LRCLK Output Sample Rate Deviation From Ideal (Note 10) | | fs = 8kHz to 48kHz (master mode with DAC only enabled) (See Table 1 for details) | -0.025 | | +0.025 | % |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|--------|--|-------------------------|----------|-----|-------|
| DAC/ADC DATA RATE ACCURACY | | | | | | |
| LRCLK Output Sample Rate Deviation From Ideal (Note 10) | | Master mode with ADC SDOUT enabled; audio mode, unless otherwise noted | fS = 8kHz (voice mode) | 0 | | % |
| | | | fS = 16kHz (voice mode) | 0 | | |
| | | | fS = 8kHz | 0.31 | | |
| | | | fS = 11.025kHz | 0.27 | | |
| | | | fS = 12kHz | 0.31 | | |
| | | | fS = 16kHz | -0.43 | | |
| | | | fS = 22.05kHz | -0.41 | | |
| | | | fS = 24kHz | 0.31 | | |
| | | | fS = 32kHz | -0.43 | | |
| | | | fS = 44.1kHz | -1.74 | | |
| fS = 48kHz | -0.43 | | | | | |
| LRCLK Input Sample Rate Range | | Synchronous or asynchronous input (slave mode with only DAC enabled) | 7.8 | | 50 | kHz |
| DAC TRANSDUCER/VIBE OUTPUT | | | | | | |
| Vibe PGA Range | TGAIN | 11 steps in 6dB increments | -30 | | +30 | dB |
| 0dBFS Output Voltage | | 1-bit DAC output externally filtered pullup resistor to DVDD (TGAIN = 0dB) | | DVDD / 2 | | VP-P |
| Output Offset Voltage | | 1-bit DAC output externally filtered, no signal, pullup resistor to DVDD | | DVDD / 2 | | V |
| Vibe PGA Output Resolution | PGAR | | | 10 | | bits |
| LPF Passband -3dB Cutoff | fPBL | fS = 8kHz, 16kHz, or 32kHz | 483 | | Hz | |
| | | fS = 11.025kHz, 22.05kHz, or 44.1kHz | 665 | | | |
| | | fS = 12kHz, 24kHz, or 48kHz | 724 | | | |
| LPF Stopband Attenuation | fSBL | f > 3.5xfPBL | 27 | | dB | |
| 1-Bit DAC Digital Dynamic Range | DRV | Ideal dynamic range (0 to 8kHz or 0 to fS / 2 for fS < 16kHz) | 48 | | dB | |
| 1-Bit DAC Operating Frequency | fV | | 650 | | kHz | |
| OPEN-DRAIN DIGITAL OUTPUT (VIBE) | | | | | | |
| Output High Current | IOH | VOU = DVDD | 3 | | μA | |
| Output Low Voltage | VOL | IOL = 3mA | 0.4 | | V | |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See Functional Diagrams/Typical Operating Circuits).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|---------|--|--------------------------------|---------|------|------------------|------------------|
| HEADPHONE AMPLIFIERS | | | | | | | |
| Output Power | POUT | f = 1kHz, THD < 1%, volume +5.5dB | RL = 16Ω | 80 | | mW | |
| | | | RL = 32Ω | 30 | 55 | | |
| 0dBFS Output Voltage | | +4.5dB volume setting, input is full-scale signal from the audio DAC | | 3.14 | 3.38 | 3.62 | V _{P-P} |
| Line In to HP Out Voltage Gain | | +4.5dB volume setting | Stereo/mono | 1.54 | 1.66 | 1.78 | V/V |
| | | | Balanced mono | 3.1 | 3.35 | 3.6 | |
| Output Offset Voltage | VOS | | | 10 | 40 | mV | |
| Total Harmonic Distortion Plus Noise | THD+N | RL = 32Ω, POUT = 50mW, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz | | 0.03 | | % | |
| | | RL = 16Ω, POUT = 60mW, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz | | 0.03 | | | |
| Dynamic Range | DR | +5.5dB volume setting (DAC input to HP output), A-weighted | | 70 | 87.5 | dB | |
| Power-Supply Rejection Ratio (DAC Input to HP Out) | PSRR | AVCC = 2.6V to 3.6V | | 60 | 95 | dB | |
| | | VRIPPLE = 100mV _{P-P} , f = 217Hz | | 95 | | | |
| | | VRIPPLE = 100mV _{P-P} , f = 10kHz | | 68 | | | |
| Maximum Capacitive Load | CL | No sustained oscillations | | 150 | | pF | |
| Crosstalk (Line Input to Headphone Output) | | RL = 32Ω, POUT = 1.6mW, f = 1kHz | | -85 | | dB | |
| Channel Gain Matching | AVMATCH | Line input to headphone output | | ±1 | | % | |
| Click-and-Pop Level | KCP | Peak voltage, 32- samples per second, A-weighted, RL = 32Ω (Note 11) | Into shutdown, HP disabled | -53 | | dBV | |
| | | | Out of shutdown, HP enabled | -48 | | | |
| SPEAKER AMPLIFIERS (MAX9851) (Note 12) | | | | | | | |
| Output Power | POUT | f = 1kHz, 2V _{P-P} line input, +13.1dB speaker amp volume setting | PVDD = 3.3V, THD+N < 1% | RL = 8Ω | 500 | | mW |
| | | | PVDD = 5V, THD+N < 1% | RL = 8Ω | 1150 | | |
| | | | PVDD = 3.3V, THD+N < 10% | RL = 8Ω | 600 | | |
| | | | PVDD = 5V, THD+N < 10% | RL = 8Ω | 1250 | | |
| 0dBFS Output Voltage | | +12.1dB volume setting, PVDD = +5V | | 8.4 | | V _{P-P} | |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|---------|---|-----------------|-------|------|-------|
| Line In to Speaker Out Voltage Gain | | +12.1dB volume setting, PVDD = +5V | 4.0 | 4.2 | 4.4 | V/V |
| Output Offset Voltage | VOS | | | 10 | 100 | mV |
| Total Harmonic Distortion Plus Noise | THD+N | RL = 8Ω, POUT = 125mW, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz, +10.1dB volume setting | | 0.03 | | % |
| Dynamic Range | DR | +12.1dB volume setting, A-weighted | | 90 | | dB |
| Power-Supply Rejection Ratio | PSRR | PVDD = 2.6V to 5.5V | 50 | 70 | | dB |
| | | VRIIPPLE = 100mVp-p, f = 217Hz | | 70 | | |
| | | VRIIPPLE = 100mVp-p, f = 10kHz | | 55 | | |
| Crosstalk | | RL = 8Ω, POUT = 100mW, f = 1kHz | | 60 | | dB |
| Channel Gain Matching | AVMATCH | | | ±4 | | % |
| Class D Switching Frequency | | | | 1100 | | kHz |
| Click-and-Pop Level | KCP | Peak voltage, 32-samples per second, A-weighted RL = 8Ω (Note 11) | Into shutdown | -35 | | dBV |
| | | | Out of shutdown | -35 | | |
| Efficiency | | POUT = 1W per channel, RL = 8Ω | | 75 | | % |
| LINE OUTPUT AMPLIFIERS (MAX9853) (Note 12) | | | | | | |
| Line Output Common-Mode Voltage | | | 1.13 | 1.23 | 1.33 | V |
| Line Output Differential Offset Voltage | | | -90 | | +90 | mV |
| Maximum Differential Output Voltage | | | 3.16 | 4.16 | 4.74 | Vp-p |
| Dynamic Range | DR | 1.4mVRMS (-60dB) output voltage, A-weighted | | 88 | | dB |
| Total Harmonic Distortion Plus Noise | THD+N | fIN = 1kHz, VOUT = 2Vp-p, BW = 22Hz to 20kHz | | 0.004 | | % |
| Power-Supply Rejection Ratio | PSRR | AVDD = 2.6V to 3.6V | 57 | 100 | | dB |
| | | VRIIPPLE = 100mVp-p, f = 217Hz | | 95 | | |
| | | VRIIPPLE = 100mVp-p, f = 20kHz | | 55 | | |
| Line Input to Line Output Gain Accuracy | | | -0.4 | | +0.6 | dB |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTr+ to ROUTr- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See Functional Diagrams/Typical Operating Circuits).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|--------|---|--|-------|-------|------------------|
| RECEIVER AMPLIFIER (Note 12) | | | | | | |
| Output Power | POUT | f = 1kHz, THD < 1%, +5.5dB volume setting | R _L = 16Ω, input signal from LINEIN1 | 80 | | mW |
| | | | R _L = 16Ω, input signal is the sum of LINEIN1+LINEIN2 | 105 | | |
| | | | R _L = 32Ω, input signal from LINEIN1 | 35 | 55 | |
| Maximum Output Voltage | | +4.5dB volume setting, 0dB PGA setting, input signal 0dBFS from DAC output, only 1 input selected | 3.09 | 3.35 | 3.64 | V _{P-P} |
| Line In to REC Out Voltage Gain | | +4.5dB volume setting, 0dB PGA setting, only 1 input selected | 1.54 | 1.68 | 1.82 | V/V |
| Output Offset Voltage | VOS | | | 10 | 60 | mV |
| Total Harmonic Distortion Plus Noise | THD+N | R _L = 32Ω, P _{OUT} = 40mW, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz, +3dB volume setting | | 0.03 | | % |
| | | R _L = 16Ω, P _{OUT} = 40mW, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz, +3dB volume setting | | 0.04 | | |
| Dynamic Range | DR | +6dB volume setting, A-weighted | | 92 | | dB |
| Power-Supply Rejection Ratio | PSRR | AVDD = 2.6V to 3.3V | 60 | 100 | | dB |
| | | V _{RIIPPLE} = 100mV _{P-P} , f = 217Hz | | 98 | | |
| | | V _{RIIPPLE} = 100mV _{P-P} , f = 20kHz | | 65 | | |
| Maximum Capacitive Load | CL | No sustained oscillations | | 150 | | pF |
| Click-and-Pop Level | KCP | Peak voltage, 32 samples per second, A-weighted, R _L = 16Ω (Note 11) | | -44.6 | | dBV |
| VOLUME CONTROL/PGAs | | | | | | |
| Headphone/Receiver Volume Control Range | | | -80 | | +6.1 | dB |
| Headphone/Receiver Mute Attenuation | | f = 1kHz | | 100 | | dB |
| Speaker Volume Control Range (MAX9851) | | | -72.4 | | +13.7 | dB |
| Speaker Mute Attenuation (MAX9851) | | f = 1kHz | | 100 | | dB |
| Differential Line Output Gain Control Range (MAX9853) | | | -78.4 | | +7.9 | dB |
| Differential Line Output Mute Attenuation (MAX9853) | | f = 1kHz | | 100 | | dB |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--------------------------------------|----------|--|---------------|-------|-------|--------|
| Sidetone Volume Control Range | | | -34.0 | | +30.5 | dB |
| Sidetone Mute Attenuation | | f = 1kHz, sidetone deselected from input mixer | | 80 | | dB |
| CHARGE PUMP | | | | | | |
| Charge-Pump Oscillator Frequency | fOSC | | 295 | 650 | 1200 | kHz |
| MICROPHONE AMPLIFIERS | | | | | | |
| Preamplifier Gain | AVPRE | EXTMIC_ | AVPRE = +20dB | +18.5 | +20.5 | dB |
| | | | AVPRE = +20dB | -0.9 | +0.4 | |
| MIC PGA Gain | AVMICPGA | PGA gain = 0dB | -0.9 | +0.4 | dB | |
| | | PGA gain = +20dB | +18.5 | +20.5 | | |
| MIC Mute Attenuation | | f = 1kHz | | 105 | | dB |
| Common-Mode Rejection Ratio | CMRR | EXTMIC_, VIN = 100mVp-p at 217Hz, AVPRE = +20dB | | 80 | | dB |
| MIC Input Voltage Range | | INTMIC_, EXTMIC_ | -1 | | +1 | V |
| | | EXTMICGND | -0.1 | | +0.1 | |
| MIC Input Resistance | RIN_MIC | INTMIC_, EXTMIC_ | 30 | 50 | 70 | kΩ |
| MIC GND Sense Input Resistance | RIN_MICS | EXTMICGND | 15 | 25 | 36 | kΩ |
| MIC Input Resistance Matching | RMATCH | INTMICP to INTMICN or EXTMICL to EXTMICR | | 0.3 | | % |
| MIC Input Bias Voltage | VCML | Measured at INTMIC_, EXTMIC_, and EXTMICGND | -0.1 | 0 | +0.1 | V |
| Input Voltage Noise | EIN_MIC | f = 1kHz, AVPRE = +20dB, RSOURCE = 0Ω | | 25 | | nV/√Hz |
| Total Harmonic Distortion Plus Noise | THD+N | AVPRE = 0dB, AVMICPGA = 0dB, VIN = 2Vp-p, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz | | 0.035 | | % |
| | | AVPRE = +20dB, AVMICPGA = 0dB, VIN = 200mVp-p, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz | | 0.035 | | |
| | | AVPRE = +20dB, AVMICPGA = +20dB, VIN = 20mVp-p, f = 1kHz, BW = 22Hz to 20kHz | | 0.06 | | |
| MIC Power-Supply Rejection Ratio | PSRR | AVDD = 2.6V to 3.3V, TA = +25°C | 48 | 65 | | dB |
| | | VRIIPPLE = 100mVp-p at 217Hz, output referred | | 65 | | dB |
| | | VRIIPPLE = 100mVp-p at 10kHz, output referred | | 65 | | dB |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| MICROPHONE BIAS | | | | | | |
| INTMICBIAS Output Voltage | VMICBIAS | | 2.3 | 2.4 | 2.5 | V |
| INTMICBIAS Load Regulation | | IMICBIAS = 0 to 2mA | | 0.7 | 10 | Ω |
| INTMICBIAS Minimum Capacitive Load | | | | 1 | | μF |
| INTMICBIAS Short-Circuit Current | | To AGND | | 15 | | mA |
| INTMICBIAS Power-Supply Rejection Ratio | PSRR | AVDD = 2.6V to 3.3V, TA = +25°C | | 72 | | dB |
| | | VRIIPPLE = 100mV at 217Hz | | 85 | | dB |
| | | VRIIPPLE = 100mV at 10kHz | | 70 | | dB |
| INTMICBIAS Noise Voltage | VNOISE | f = 22Hz to 20kHz | | 2.8 | | μVRMS |
| | | f = 1kHz | | 20 | | nV/√Hz |
| EXTMICBIAS_ Output Impedance | REXTMIC | 2.2kΩ setting | 2.00 | | 2.42 | kΩ |
| | | 470Ω setting | 425 | | 515 | Ω |
| EXTMICBIAS_ Off-Impedance | | VEXTMICBIAS_ = 0 to 3.0V | 1 | 2 | | MΩ |
| LINE INPUT (Note 13) | | | | | | |
| Line Input Maximum Input Voltage | | | | 2 | | VP-P |
| Line Input Resistance | RIN | | 10 | 20 | | kΩ |
| Line Channel-to-Channel Gain Matching | AVMATCH | | | ±1 | | % |
| PGA Gain Range | | | -34.0 | | +30.5 | dB |
| HEADSET AUTO-DETECT (Normal Operation) | | | | | | |
| MIC Sense High Threshold | VTH1 | MIC bias and bias resistor enabled | 0.92 x VMICBIAS | 0.95 x VMICBIAS | 0.98 x VMICBIAS | V |
| MIC Sense Low Threshold | VTH2 | MIC bias and bias resistor enabled | 0.06 x VMICBIAS | 0.1 x VMICBIAS | 0.17 x VMICBIAS | V |
| MIC Sense Deglitch Period | tGLITCH | Pulses shorter than tGLITCH1 are eliminated | | 20 | | ms |
| Headphone Sense Current | ISENSE | VHPL / VHPR = AGND (headphones disabled) | | 3.4 | 5 | μA |
| Headphone Sense Voltage | VSENSE | HPR/HPL (headphone amplifiers disabled) | | AVDD | | V |
| | | Test 2 (HPTTEST = 1) - HPR only | | 0 | | V |
| Headphone Sense Threshold | VTH3 | | 0.74 x AVDD | 0.73 x AVDD | 0.82 x AVDD | V |
| SLEEP MODE (AVCC = 0V or 3V) | | | | | | |
| MIC Sense Current | IMIC | EXTMICBIASL = AGND | | 3 | 10 | μA |
| MIC Sense Voltage | VMIC | | | PVDD | | V |
| MIC Sense Sleep Threshold | VTH4 | Voltage at EXTMICBIASL | 0.9 | 2 | 2.7 | V |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

TIMING CHARACTERISTICS

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDD2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See Functional Diagrams/Typical Operating Circuits).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|-----------------------------------|---|------------|------------|-----|-------|
| INPUT CLOCK CHARACTERISTICS | | | | | | |
| MCLK Input Frequency | fMCLK | | | 13 / 26 | | MHz |
| MCLK Duty Cycle | | | 45 | 50 | 55 | % |
| Maximum MCLK Jitter | | Maximum allowable RMS for performance limits | | 100 | | psRMS |
| DIGITAL INPUTS (BCLKS_, LRCLKS_, SDINS_, MCLK, SDA, SCL, FAULTIN) | | | | | | |
| Input-Voltage High | V _{IH} | | 0.7 x DVDD | | | V |
| Input-Voltage Low | V _{IL} | | | 0.3 x DVDD | | V |
| Input Hysteresis | | | 200 | | | mV |
| Input Leakage Current | I _{IH} , I _{IL} | | -3 | | +3 | μA |
| FAULTIN Input Low Leakage Current (MAX9853) | I _{IL} | FAULTIN has internal pullup resistor | | | 30 | μA |
| FAULTIN Input High Leakage Current (MAX9853) | I _{IH} | | | | 3 | μA |
| Input Capacitance | | | | 10 | | pF |
| CMOS DIGITAL OUTPUTS (BCLKS_, LRCLKS_, SDOUTS_) | | | | | | |
| Output Low Voltage | V _{OL} | I _{OL} = 3mA | | | 0.4 | V |
| Output High Voltage | V _{OH} | I _{OH} = 3mA | DVDD - 0.4 | | | V |
| DIGITAL AUDIO INTERFACE TIMING CHARACTERISTICS (Digital Audio Interface S1 and S2) | | | | | | |
| BCLK Cycle Time | t _{BCLKS} | Slave operation | 75 | | | ns |
| | t _{BCLKM} | Master operation | 308 | | | ns |
| BCLK High Time | t _{BCLKH} | Slave operation | 30 | | | ns |
| BCLK Low Time | t _{BCLKL} | Slave operation | 30 | | | ns |
| BCLK_ or LRCLK_ Rise and Fall Time | t _r , t _f | Master operation, C _L = 15pF | 7 | | | ns |
| SDIN_ or LRCLK_ to BCLK_ Rising Set-Up Time | t _{SU} | BCI = 0 (see I ² C register definition) | 30 | | | ns |
| SDIN_ or LRCLK_ to BCLK_ Rising Hold Time | t _{HD} | BCI = 0 (see I ² C register definition) | 5 | | | ns |
| SDOUTS1 Delay Time | t _{DLY} | BCI = 0 (see I ² C register definition), C _L = 30pF | | | 35 | ns |
| SDOUTS2 Delay Time | t _{DLY} | BCI = 0 (see I ² C register definition), C _L = 30pF | | | 50 | ns |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

TIMING CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See Functional Diagrams/Typical Operating Circuits).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--|---------------------------------|---|-----|-----|------------|-------|
| VOICE MODE TIMING CHARACTERISTICS (Digital Audio Interface S1 and S2) | | | | | | |
| BCLK_ Cycle Time | t _{BC} | | 75 | | | ns |
| BCLK_ High Time | t _{BH} | | 30 | | | ns |
| BCLK_ Low Time | t _{BL} | | 30 | | | ns |
| BCLK_ or LRCLK_ Rise and Fall Time | t _r , t _f | Master mode, C _{LOAD} = 15pF | | 7 | | ns |
| SDIN_ or LRCLK_ to BCLK_ Rising Edge Setup Time | t _{SU} | BCI = 0 (see I ² C register definition) | 30 | | | ns |
| SDIN_ or LRCLK_ to BCLK_ Rising Edge Hold Time | t _{HD} | BCI = 0 (see I ² C register definition) | 5 | | | ns |
| SDOUTS1 Delay Time | t _{DLY} | BCI = 0 (see I ² C register definition), from BCLK rising edge | | | 35 | ns |
| SDOUTS2 Delay Time | t _{DLY} | BCI = 0 (see I ² C register definition), from BCLK rising edge | | | 50 | ns |
| OPEN-DRAIN DIGITAL OUTPUTS (SDA, I²C) | | | | | | |
| Output High Current | I _{OH} | V _{OUT} = DVDD | | | 3 | μA |
| Output Low Voltage | V _{OL} | I _{OL} = 3mA for DVDD > 2V | | | 0.4 | V |
| | | I _{OL} = 3mA for DVDD < 2V | | | 0.2 x DVDD | |
| OPEN-DRAIN DIGITAL OUTPUT (SHDNOUT) (MAX9853 Only) | | | | | | |
| Output High Current | I _{OH} | V _{OUT} = DVDD | | | 3 | μA |
| Output Low Voltage | V _{OL} | I _{OL} = 100μA | | | 0.4 | V |
| I²C TIMING CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Serial Clock Frequency | f _{SCL} | | 0 | | 400 | kHz |
| Bus Free Time Between STOP and START Conditions | t _{BUF} | | 1.3 | | | μs |
| Hold Time (Repeated) START Condition | t _{HD,STA} | | 0.6 | | | μs |
| SCL Pulse Width Low | t _{LOW} | | 1.3 | | | μs |
| SCL Pulse Width High | t _{HIGH} | | 0.6 | | | μs |
| Setup Time for a Repeated START Condition | t _{SU,STA} | | 0.6 | | | μs |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

TIMING CHARACTERISTICS (continued)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = 10kΩ, ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CNREG = CPREG = CINTMICBIAS, CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (See *Functional Diagrams/Typical Operating Circuits*).

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----|-------|
| Data Hold Time | t _{HD,DAT} | | 0 | | 900 | ns |
| Data Setup Time | t _{SU,DAT} | | 100 | | | ns |
| SDA and SCL Receiving Rise Time | t _r | (Note 14) | 20+0.1C _b | | 300 | ns |
| SDA and SCL Receiving Fall Time | t _f | (Note 14) | 20+0.1C _b | | 300 | ns |
| SDA Transmitting Fall Time | t _f | DVDD = 1.8V (Note 14) | 20+0.1C _b | | 250 | ns |
| | | DVDD = 3.3V (Note 14) | 20+0.05C _b | | 250 | |
| Setup Time for STOP Condition | t _{SU,STO} | | 0.6 | | | μs |
| Bus Capacitance | C _b | | | | 400 | pF |
| Pulse Width of Suppressed Spike | t _{SP} | | 0 | | 50 | ns |

- Note 1:** DAC playback mode is defined as clocking all zeros into the DAC which operates in stereo audio mode at the 48kHz sample rate in master mode.
- Note 2:** Full-duplex voice mode is defined as operating the DAC and ADC in mono 8kHz voice mode with line inputs, microphone inputs, and an analog output enabled.
- Note 3:** Record operation is defined as operating the stereo ADC with the stereo external microphone inputs enabled at the 48kHz sample rate in master mode.
- Note 4:** Speaker output available only on the MAX9851. PVDD powers only the headset autodetect circuitry when in sleep mode on the MAX9853.
- Note 5:** DAC performance measured at headphone outputs.
- Note 6:** Dynamic range measured using the EIAJ method. The input is applied at -60dBFS, f_{IN} = 1kHz. The THD+N referred to 0dBFS A-weighted.
- Note 7:** The SNR is referred to 0dBFS A-weighted.
- Note 8:** ADC performance measured from line inputs (unless otherwise noted).
- Note 9:** Microphone amplifiers connected to ADC, mic inputs AC-grounded.
- Note 10:** In master-mode operation, sample clock rate is proportional to MCLK input.
- Note 11:** Speaker amplifier testing performed with 8Ω resistive load in series with a 68μH inductive load connected across BTL outputs. Headphone and receiver amplifier testing performed with 32Ω resistive load connected to GND. Mode transitions are controlled by toggling the amplifier on and off using the corresponding enable bit. Units expressed in dBV.
- Note 12:** Input signal for speaker, line output, and receiver output performance measured using line inputs.
- Note 13:** Line input specifications measured from line inputs to line outputs.
- Note 14:** C_B is in pF.

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

TYPICAL POWER DISSIPATION (No Output Load)

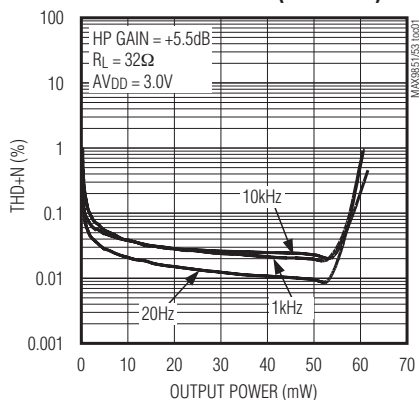
(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +2.7V.)

| MODE | OUTPUT AMPLIFIER | TOTAL POWER (mW) |
|--|------------------|------------------|
| DAC playback mode operating at 48kHz sampling rate | Stereo headphone | 27 |
| | Stereo speaker | 55 |
| | Mono receiver | 24 |
| Line-only playback mode | Stereo headphone | 16 |
| | Stereo speaker | 44 |
| | Mono receiver | 14 |
| DAC and line input playback mode operating at 48kHz sampling rate | Stereo headphone | 27 |
| | Stereo speaker | 55 |
| | Mono receiver | 25 |
| 8kHz voice mode with mono DAC, mono ADC, line inputs and a mono microphone enabled | Stereo headphone | 48 |
| | Stereo speaker | 76 |
| | Mono receiver | 46 |
| 8kHz voice mode and 48kHz stereo audio mode with stereo DAC, mono ADC, line inputs and a mono microphone enabled | Stereo headphone | 53 |
| | Stereo speaker | 81 |
| | Mono receiver | 51 |
| ADC record mode with stereo microphone and line inputs enabled | — | 46 |
| ADC record and stereo playback with stereo microphone and stereo headphones | — | 57 |

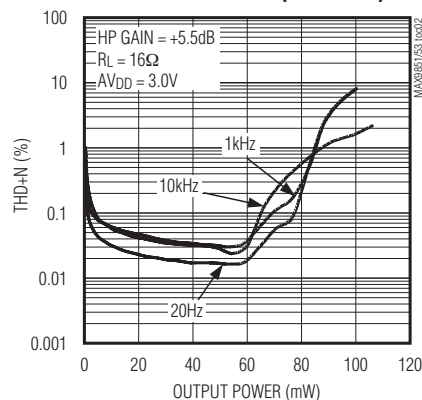
典型工作特性

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CVMREG = CVPREG = CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, fS = 48kHz for nonvoice mode, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)

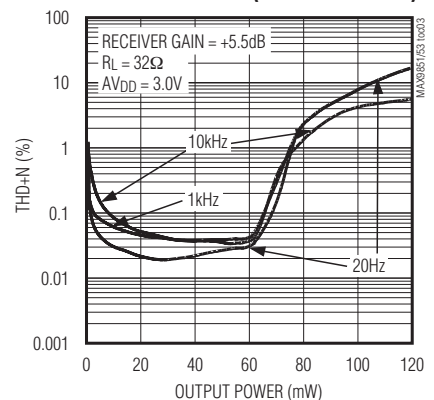
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER (DAC TO HP)



TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER (DAC TO HP)



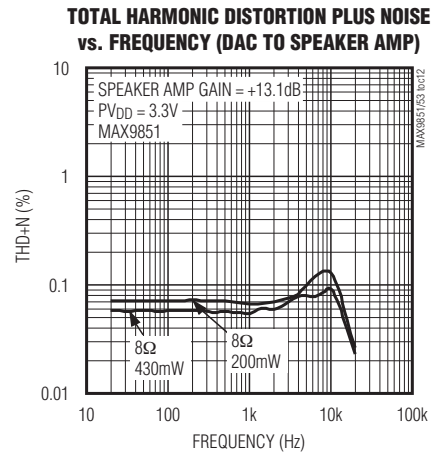
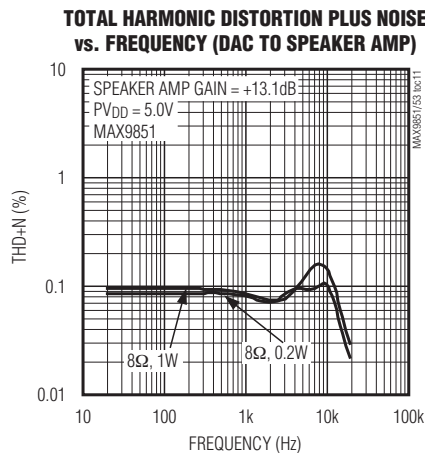
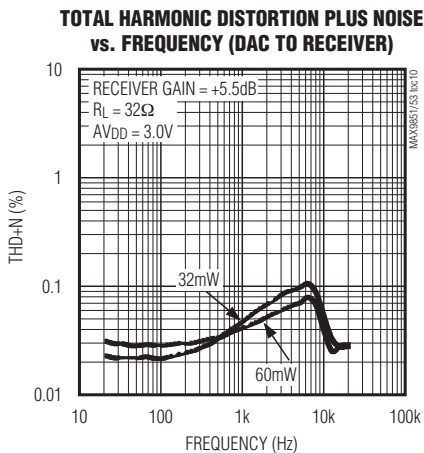
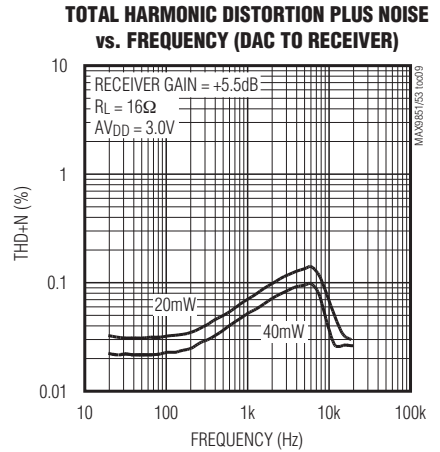
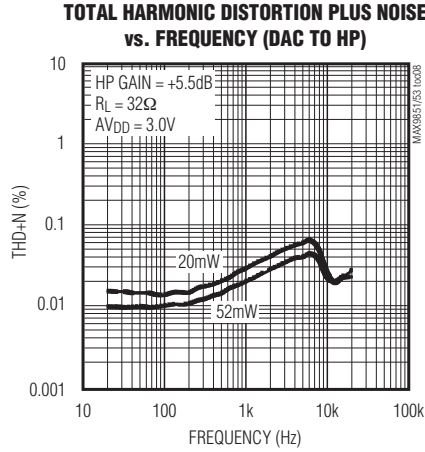
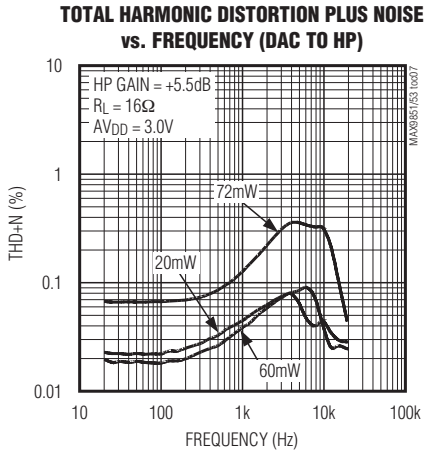
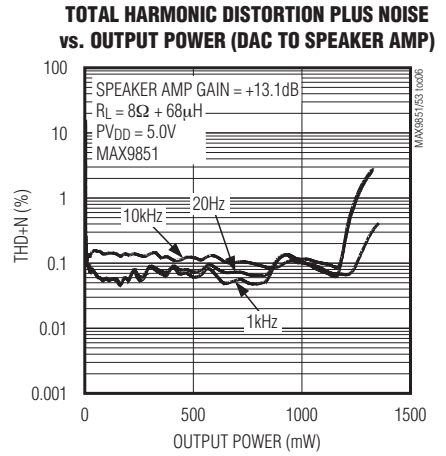
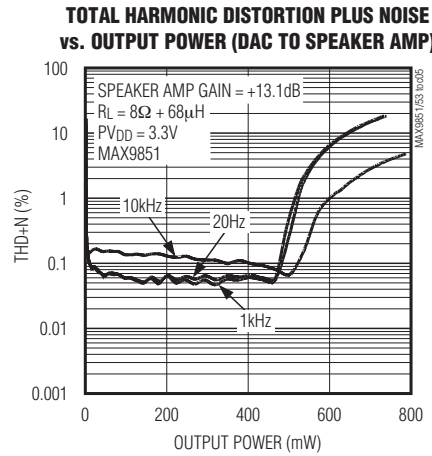
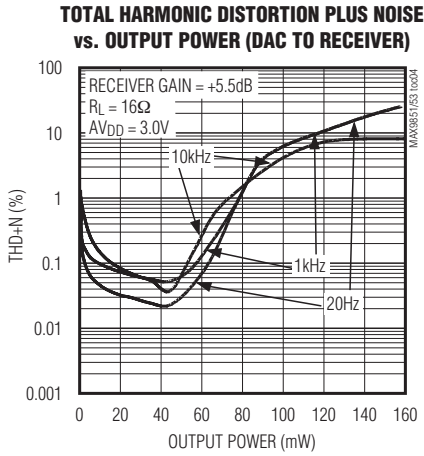
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER (DAC TO RECEIVER)



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

典型工作特性(续)

($AV_{DD} = CPV_{DD} = +3V$, $DV_{DD} = DV_{DDS2} = +1.8V$, $PV_{DD} = +3.3V$, $R_{HP} = 32\Omega$, $Z_{SPK} = 8\Omega + 10\mu H$, $R_{REC} = 32\Omega$, R_{OUTL+} to $R_{OUTL-} = R_{OUTR+}$ to $R_{OUTR-} = 10k\Omega$, $C1 = 0.22\mu F$, $C2 = C_{VMREG} = C_{VPREG} = C_{MBIAS} = C_{REF} = 1\mu F$, $MCLK = 13MHz$, all PGAs = $0dB$, HP/REC volume = $-20.0dB$, SPK volume = $-20.4dB$, line output gain = $-0.4dB$, $f_s = 48kHz$ for nonvoice mode, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

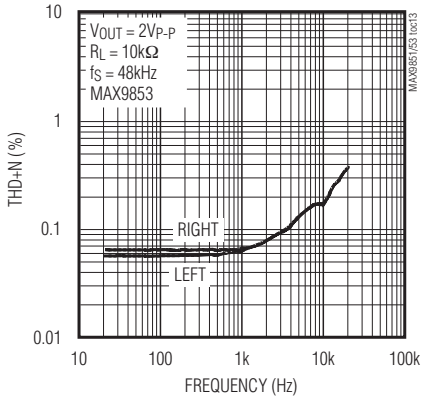


立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

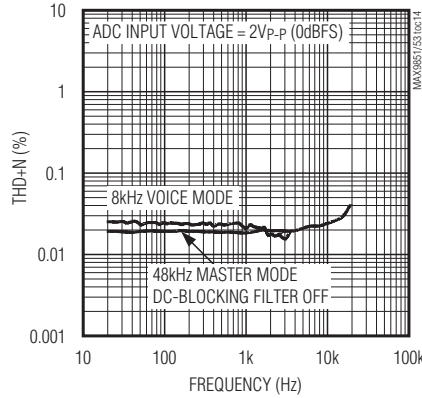
典型工作特性(续)

($V_{DD} = CPV_{DD} = +3V$, $DV_{DD} = DV_{DD} = +1.8V$, $PV_{DD} = +3.3V$, $R_{HP} = 32\Omega$, $Z_{SPK} = 8\Omega + 10\mu H$, $R_{REC} = 32\Omega$, R_{OUTL+} to $R_{OUTL-} = R_{OUTR+}$ to $R_{OUTR-} = 10k\Omega$, $C1 = 0.22\mu F$, $C2 = C_{VMREG} = C_{VPREG} = C_{MBIAS} = C_{REF} = 1\mu F$, $MCLK = 13MHz$, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, $f_s = 48kHz$ for nonvoice mode, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

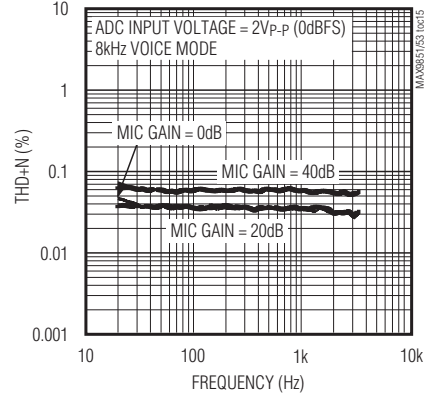
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY (DAC TO LINE OUT)



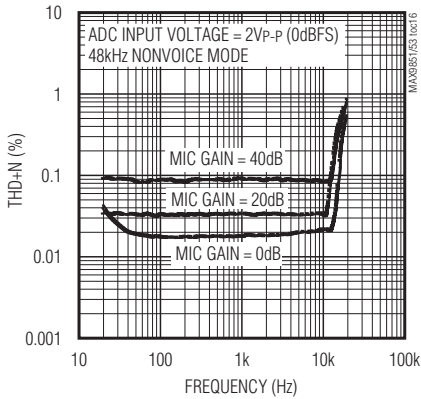
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY (LINE IN TO ADC)



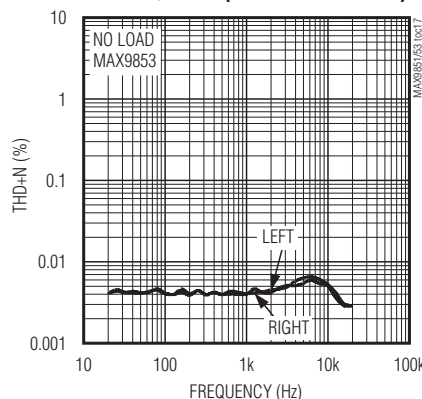
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY (INTERNAL MIC TO ADC)



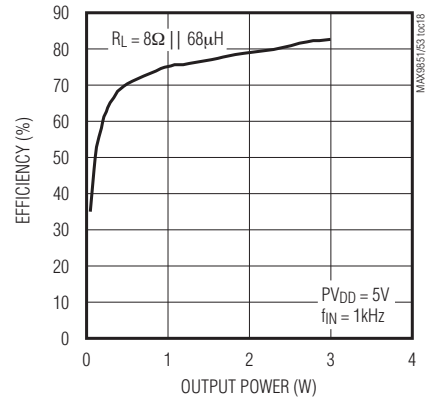
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY (INTERNAL MIC TO ADC)



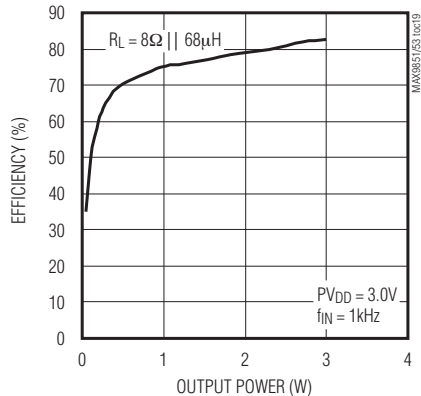
TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY (LINE IN TO LINE OUT)



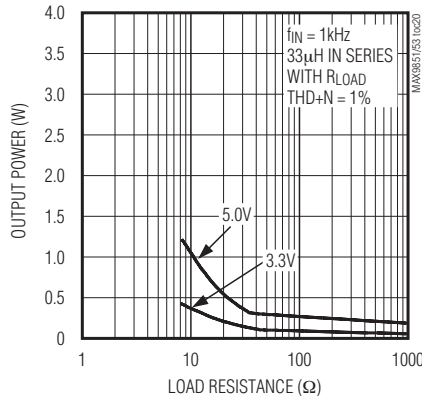
SPEAKER AMP EFFICIENCY vs. OUTPUT POWER



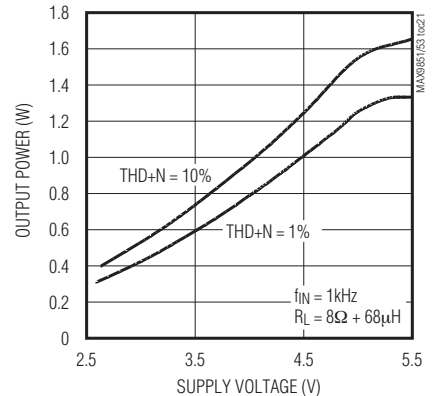
SPEAKER AMP EFFICIENCY vs. OUTPUT POWER



SPEAKER AMP OUTPUT POWER vs. LOAD RESISTANCE



SPEAKER AMP OUTPUT POWER vs. SUPPLY VOLTAGE (PVDD)

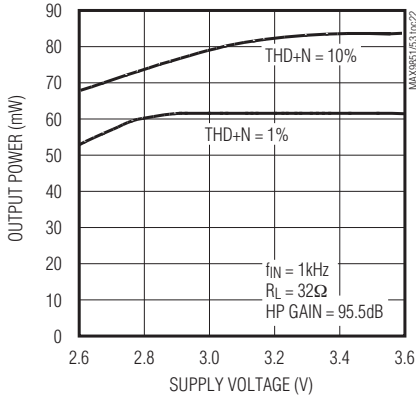


立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

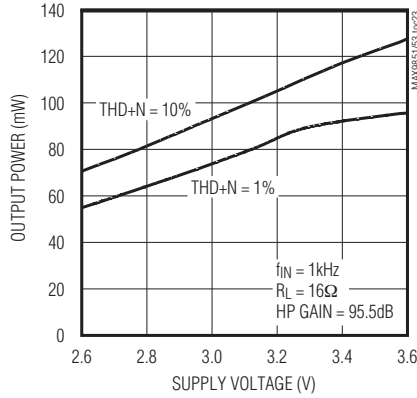
典型工作特性(续)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CVMREG = CVPREG = CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, fS = 48kHz for nonvoice mode, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)

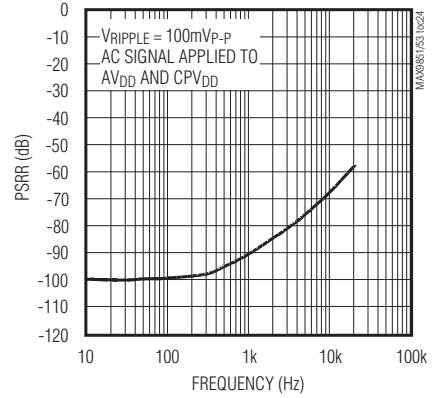
HEADPHONE AMP OUTPUT POWER vs. SUPPLY VOLTAGE (AVDD)



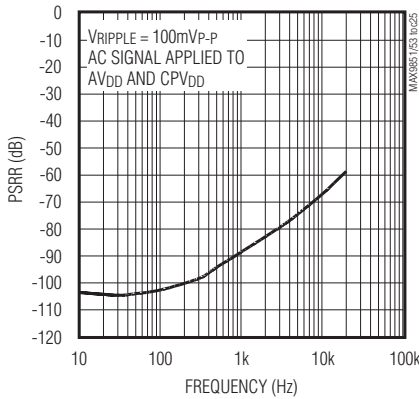
HEADPHONE AMP OUTPUT POWER vs. SUPPLY VOLTAGE (AVDD)



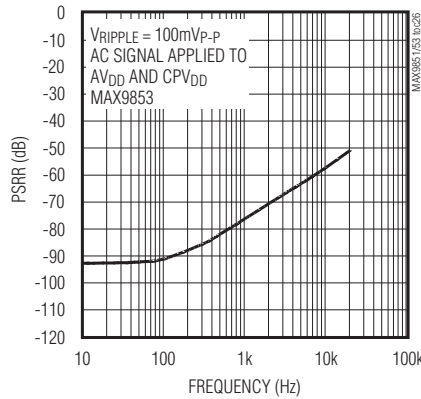
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY (DAC TO HP)



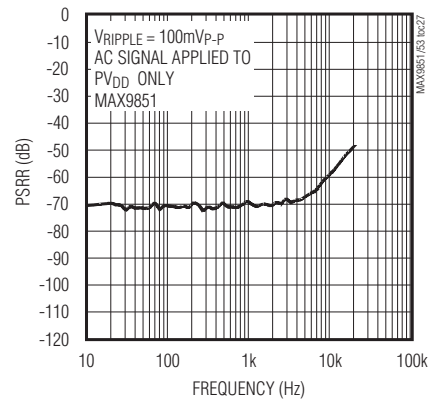
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY (DAC TO RECEIVER)



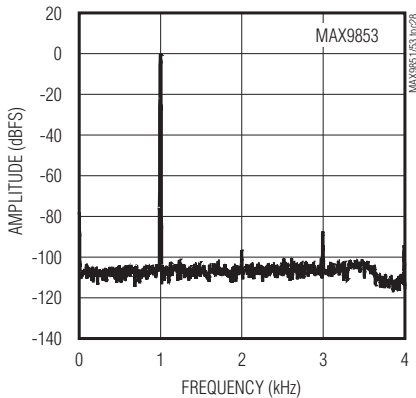
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY (DAC TO LINE OUT)



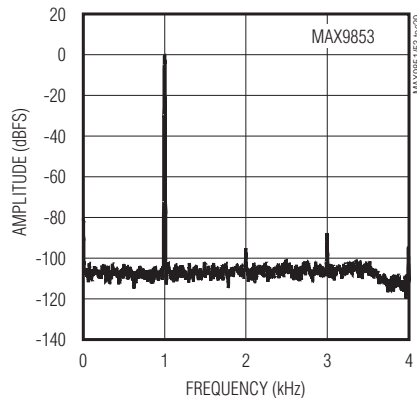
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO vs. FREQUENCY (DAC TO SPEAKER)



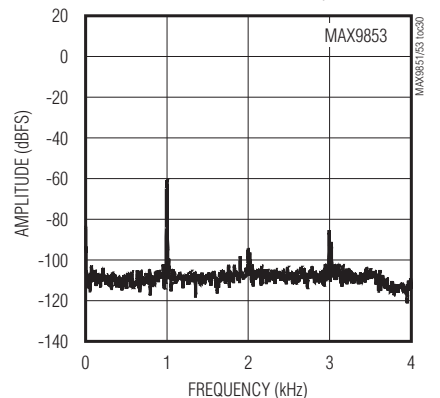
FFT, DAC TO LINE OUT 8kHz SLAVE VOICE MODE, 0dBFS



FFT, DAC TO LINE OUT 8kHz MASTER VOICE MODE, 0dBFS



FFT, DAC TO LINE OUT 8kHz MASTER VOICE MODE, -60dBFS

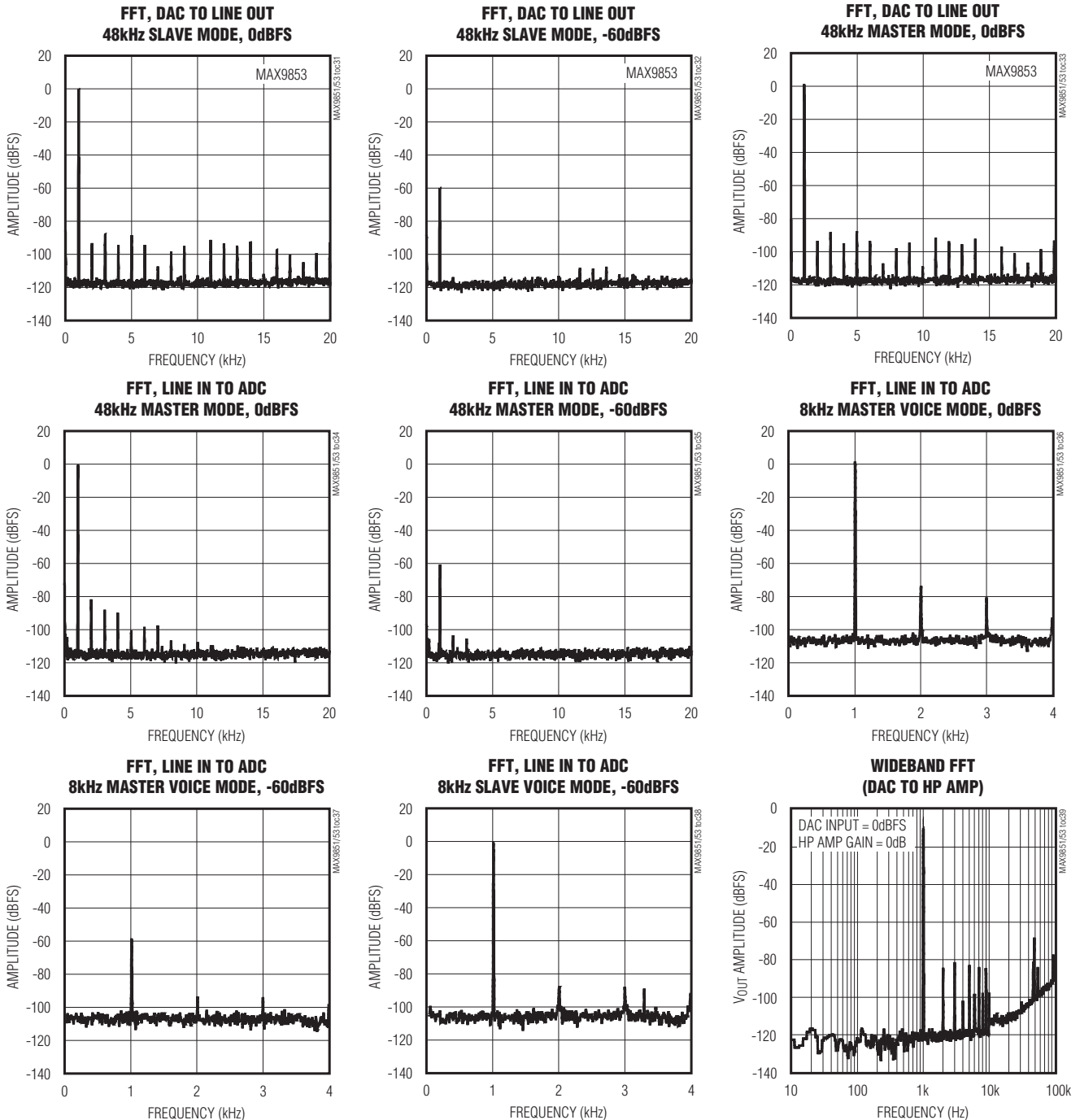


立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

典型工作特性(续)

(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CVMREG = CVPREG = CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, fs = 48kHz for nonvoice mode, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)

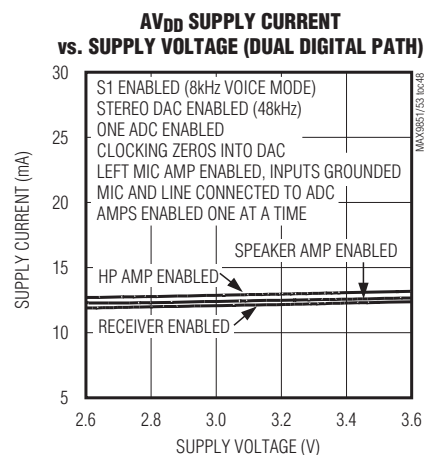
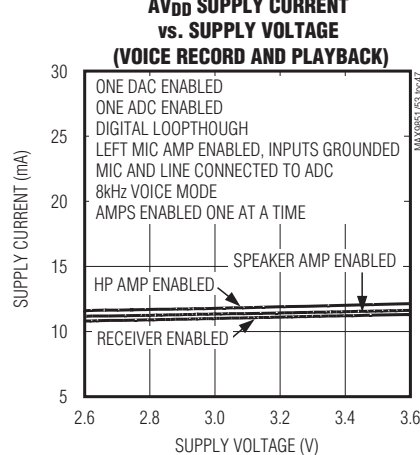
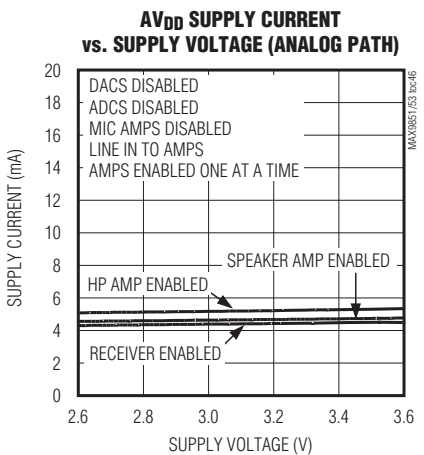
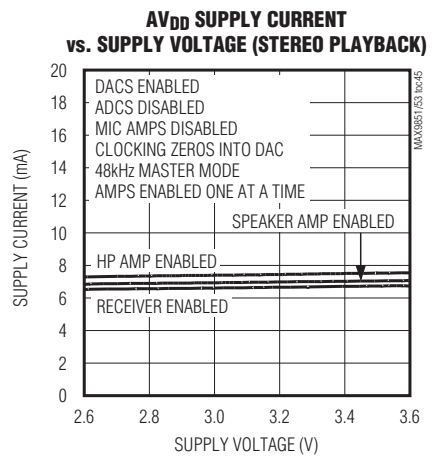
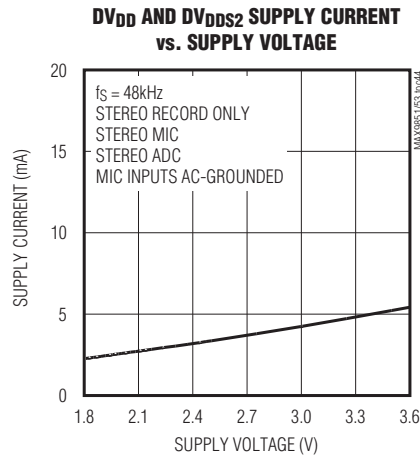
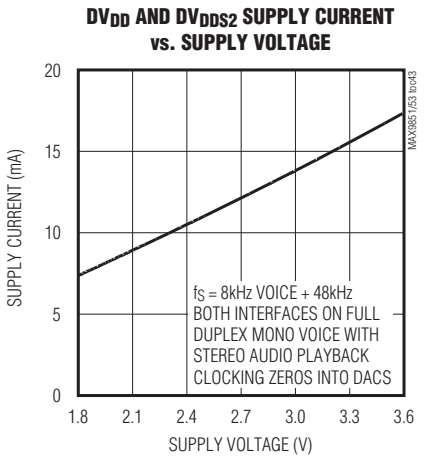
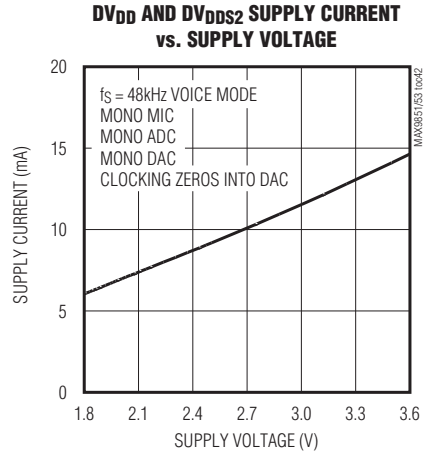
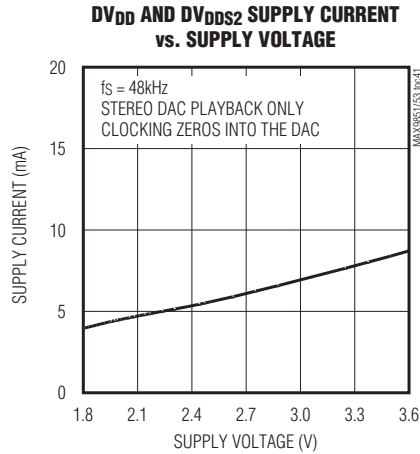
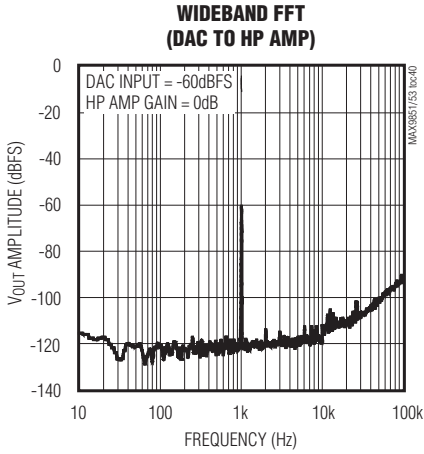
MAX9851/MAX9853



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

典型工作特性(续)

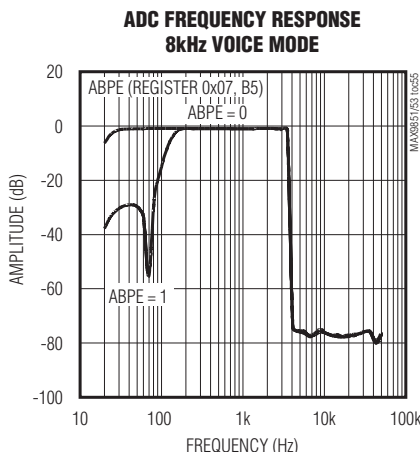
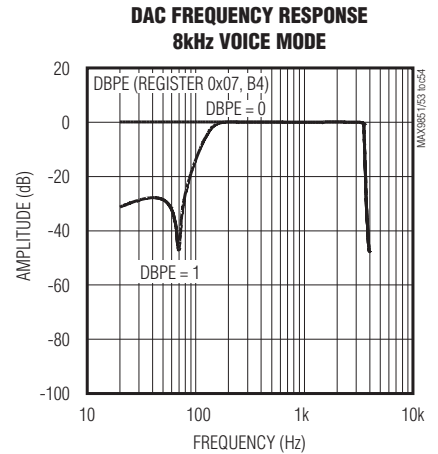
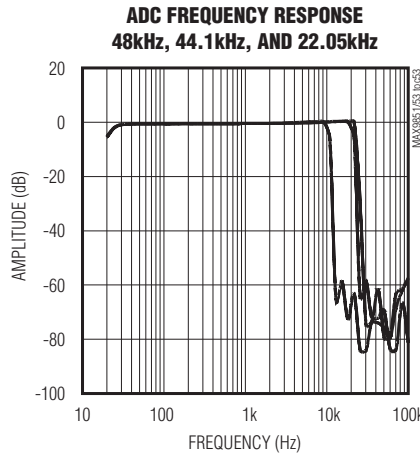
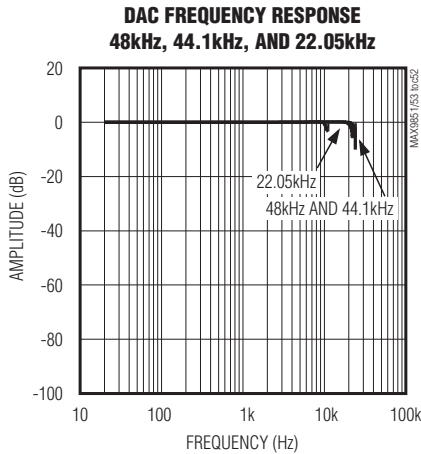
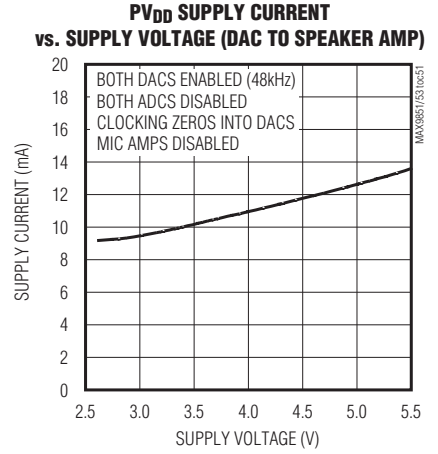
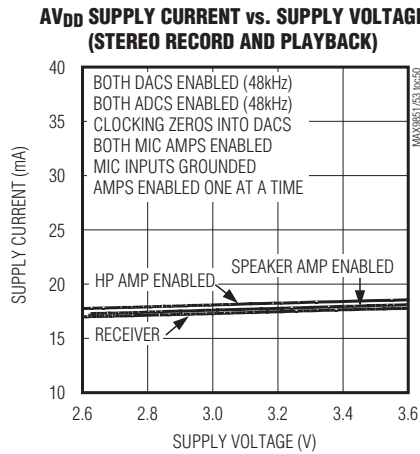
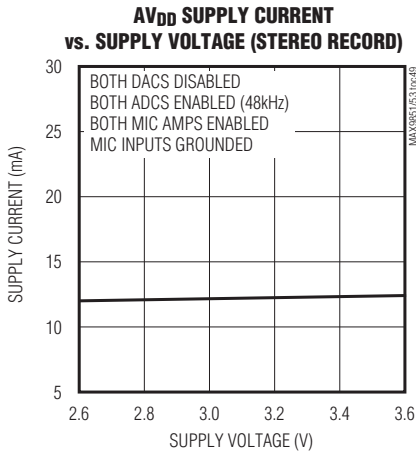
(AVDD = CPVDD = +3V, DVDD = DVDDS2 = +1.8V, PVDD = +3.3V, RHP = 32Ω, ZSPK = 8Ω + 10μH, RREC = 32Ω, ROUTL+ to ROUTL- = ROUTR+ to ROUTR- = 10kΩ, C1 = 0.22μF, C2 = CVMREG = CVPREG = CMBIAS = CREF = 1μF, MCLK = 13MHz, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, fs = 48kHz for nonvoice mode, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

典型工作特性(续)

($AV_{DD} = CPV_{DD} = +3V$, $DV_{DD} = DV_{DDS2} = +1.8V$, $PV_{DD} = +3.3V$, $R_{HP} = 32\Omega$, $Z_{SPK} = 8\Omega + 10\mu H$, $R_{REC} = 32\Omega$, R_{OUTL+} to $R_{OUTL-} = R_{OUTR+}$ to $R_{OUTR-} = 10k\Omega$, $C1 = 0.22\mu F$, $C2 = C_{VMREG} = C_{VPREG} = C_{MBIAS} = C_{REF} = 1\mu F$, $MCLK = 13MHz$, all PGAs = 0dB, HP/REC volume = -20.0dB, SPK volume = -20.4dB, line output gain = -0.4dB, $f_s = 48kHz$ for nonvoice mode, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)



MAX9851/MAX9853

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

引脚说明

MAX9851/MAX9853

| 引脚 | | 名称 | 功能 |
|---------|---------|-------------|---|
| MAX9851 | MAX9853 | | |
| 1 | 1 | EXTMICBIASL | 左声道外部麦克风偏置。通过可选的2.2kΩ或470Ω电阻输出阻抗, 为外部麦克风左声道提供2.4V偏置。 |
| 2 | 2 | PREG | 内部正稳压源输出。采用一只1μF的电容旁路至AGND。 |
| 3 | — | PVDD | 左声道扬声器正电源输入端。采用一只0.1μF的电容旁路至PGND。 |
| 4 | — | LSPK+ | 左声道D类扬声器输出的正端。 |
| 5 | — | LSPK- | 左声道D类扬声器输出的负端。 |
| 6 | — | PGND | D类扬声器放大器功率地。 |
| 7 | — | RSPK- | 右声道D类扬声器输出的负端。 |
| 8 | — | RSPK+ | 右声道D类扬声器输出的正端。 |
| 9 | — | PVDD | 右声道扬声器正电源输入。采用一只0.1μF的电容旁路至PGND。 |
| — | 3 | OUTL+ | 左声道差分线输出正端。OUTL+被偏置为1.23V。 |
| — | 4 | OUTL- | 左声道差分线输出负端。OUTL-被偏置为1.23V。 |
| — | 5 | SHDNOUT | 关断输出。通过MAX9851/MAX9853 I ² C接口, 该开漏关断输出用于控制外部放大器的关断输入, 用10kΩ上拉电阻将SHDNOUT连接至DV _{DD} , 可实现满摆幅输出。 |
| — | 6 | FAULTIN | 故障输入。该逻辑输入内部带有300kΩ上拉电阻。状态寄存器0x00报告FAULTIN的状态, 可用于触发一个硬件中断。 |
| — | 7 | PVDD | 耳机自动检测正电源电压输入。连接至PV _{DD} 电池电压, 可在休眠模式下实现正确的耳机检测功能(参见耳机检测部分)。不使用该功能时, 此引脚应连接至AV _{DD} 。采用一只0.1μF的电容旁路至AGND。 |
| — | 8 | OUTR- | 右声道差分线输出负端。OUTR-被偏置于1.23V。 |
| — | 9 | OUTR+ | 右声道差分线输出正端。OUTR+被偏置于1.23V。 |
| 10 | 10 | NREG | 内部负电压稳压器输出。采用一只1μF的电容旁路至AGND。 |
| 11 | 11 | REF | 基准输出。采用一只1μF的陶瓷电容旁路至AGND。 |
| 12 | 12 | MBIAS | 内部麦克风偏置稳压器输出。采用一只1μF的电容旁路至AGND。 |
| 13 | 13 | LINEIN1 | 线输入1。模拟音频信号应交流耦合至LINEIN1。 |
| 14 | 14 | LINEIN2 | 线输入2。模拟音频信号应交流耦合至LINEIN2。 |
| 15 | 15 | AVDD | 音频电源输入。采用0.1μF和10μF的电容旁路至AGND。 |
| 16 | 16 | HPL | 左声道耳机输出(立体声模式)/耳机放大器输出(单声道平衡模式)。HPL是偏置于AGND的DirectDrive输出。 |
| 17 | 17 | HPR | 右声道耳机输出(立体声模式)/耳机放大器输出(单声道平衡模式)。HPR是偏置于AGND的DirectDrive输出。 |
| 18 | 18 | SVSS | 耳机和接收机放大器负电源输入。连接至PV _{SS} 。 |
| 19 | 19 | REC | 耳机接收机输出。REC是偏置于AGND的DirectDrive输出。 |
| 20 | 20 | PVSS | 反向电荷泵输出。采用一只1μF陶瓷电容旁路至CPGND, 将其连接至SV _{SS} 可向耳机和接收机放大器提供负电源。 |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

引脚说明(续)

| 引脚 | | 名称 | 功能 |
|---------|---------|---------|--|
| MAX9851 | MAX9853 | | |
| 21 | 21 | C1N | 电荷泵飞电容负端。在C1N和C1P之间连接一只0.22μF陶瓷电容。 |
| 22 | 22 | CPGND | 电荷泵地。 |
| 23 | 23 | C1P | 电荷泵飞电容器正端。在C1N和C1P之间连接一只0.22μF陶瓷电容。 |
| 24 | 24 | CPVDD | 电荷泵正电源输入。采用一只1μF的电容旁路至CPGND。 |
| 25 | 25 | SCL | I ² C兼容串行时钟输入。用10kΩ的上拉电阻连接至DV _{DD} , 可实现满摆幅输出。 |
| 26 | 26 | SDA | I ² C兼容串行数据输入/输出。用10kΩ的上拉电阻连接至DV _{DD} , 可实现满摆幅输出。 |
| 27 | 27 | SDINS1 | 主数字音频接口串行数据DAC输入。该输入端具有语音频带滤波功能。 |
| 28 | 28 | SDOUTS1 | 主数字音频接口串行数据ADC输出。该输出端具有语音频带滤波功能。 |
| 29 | 29 | BCLKS1 | 主数字音频接口时钟输入/输出。当MAX9851/MAX9853工作在从机模式时, BCLKS1为输入, 工作在主机模式时, BCLKS1为输出。 |
| 30 | 30 | LRCLKS1 | 主数字音频接口左-右声道时钟输入/输出。LRCLKS1是音频采样时钟, 并确定SDINS1上的音频数据是被发送至左声道还是右声道。MAX9851/MAX9853工作在从机模式下时, LRCLKS1为输入; 工作在主机模式下时为输出。 |
| 31 | 31 | DGND | 数字地。 |
| 32 | 32 | DVDD | 数字电源输入。DV _{DD} 可向数字内核、I ² C接口以及主数字音频接口供电。采用一只1μF的电容旁路至DGND。 |
| 33 | 33 | LRCLKS2 | 副数字音频接口左-右声道时钟输入/输出。LRCLKS2是音频采样时钟, 并确定SDINS2上的音频数据是被发送至左声道还是右声道。MAX9851/MAX9853工作在从机模式下时, LRCLKS2为输入; 工作在主机模式下时为输出。 |
| 34 | 34 | BCLKS2 | 副数字音频接口时钟输入/输出。MAX9851/MAX9853工作在从机模式下时, BCLKS2为输入; 在主机模式下工作时为输出。 |
| 35 | 35 | SDOUTS2 | 副数字音频接口串行数据ADC输出。 |
| 36 | 36 | SDINS2 | 副数字音频接口串行数据DAC输入。 |

MAX9851/MAX9853

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

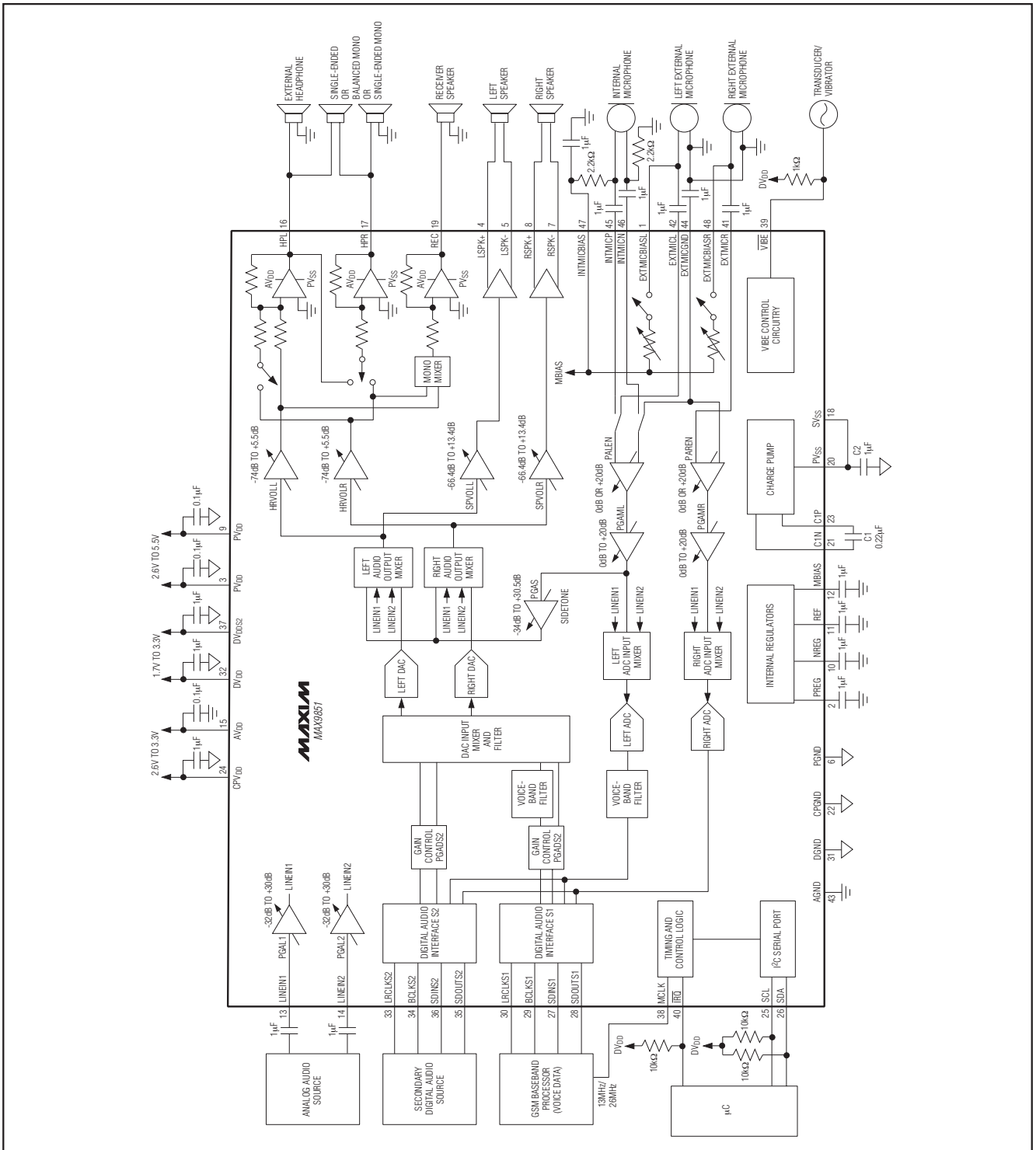
引脚说明(续)

| 引脚 | | 名称 | 功能 |
|---------|---------|--------------------------|--|
| MAX9851 | MAX9853 | | |
| 37 | 37 | DVDDS2 | 副数字音频接口电源电压输入。采用一只1 μ F的电容旁路至DGND。 |
| 38 | 38 | MCLK | 13MHz/26MHz主时钟输入。 |
| 39 | 39 | $\overline{\text{VIBE}}$ | 蜂鸣器/振动信号输出。该开漏输出端可编程设置为控制振动电机或蜂鸣器。用1k Ω 的上拉电阻连接至DV _{DD} , 可实现满摆幅输出。 |
| 40 | 40 | $\overline{\text{IRQ}}$ | 硬件中断输出。 $\overline{\text{IRQ}}$ 可编程设置为当状态寄存器0x00中的相应位改变时拉至低电平。置1后, 读取状态寄存器0x00可清除 $\overline{\text{IRQ}}$ 。重复故障不会影响 $\overline{\text{IRQ}}$, 直到通过读取I ² C状态寄存器0x00将其清除。用10k Ω 的上拉电阻连接至DV _{DD} , 可实现满摆幅输出。 |
| 41 | 41 | EXTMICR | 外部麦克风右声道单端输入。在EXTMICR和EXTMICGND之间连接一个符合要求的高阻抗或低阻抗(内置前置放大器)麦克风。通过一个1 μ F串联电容将麦克风交流耦合至EXTMICR。 |
| 42 | 42 | EXTMICL | 外部麦克风左声道单端输入。在EXTMICL和EXTMICGND之间连接一个符合要求的高阻抗或低阻抗(内置前置放大器)麦克风。通过一个1 μ F串联电容将麦克风交流耦合至EXTMICL。 |
| 43 | 43 | AGND | 模拟地。 |
| 44 | 44 | EXTMICGND | 外部麦克风检测地回路。通过一个1 μ F串联电容将EXTMICGND交流耦合至外部插座地, 可降低噪声。 |
| 45 | 45 | INTMICP | 内部麦克风差分输入正端。通过一个1 μ F串联电容将麦克风交流耦合至INTMICP。 |
| 46 | 46 | INTMICN | 内部麦克风差分输入负端。通过一个1 μ F串联电容将麦克风交流耦合至INTMICN。 |
| 47 | 47 | INTMICBIAS | 内部麦克风偏置。用一个1 μ F电容器将INTMICBIAS旁路至AGND。通过一个外部2.2k Ω 电阻, 可为内部差分麦克风提供2.4V的偏置。 |
| 48 | 48 | EXTMICBIASR | 右声道外部麦克风偏置。通过内部可选的2.2k Ω 或470 Ω 输出电阻, 可为右声道外部麦克风提供2.4V的偏置。 |
| — | — | EP | 裸露散热焊盘。连接至AGND。 |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

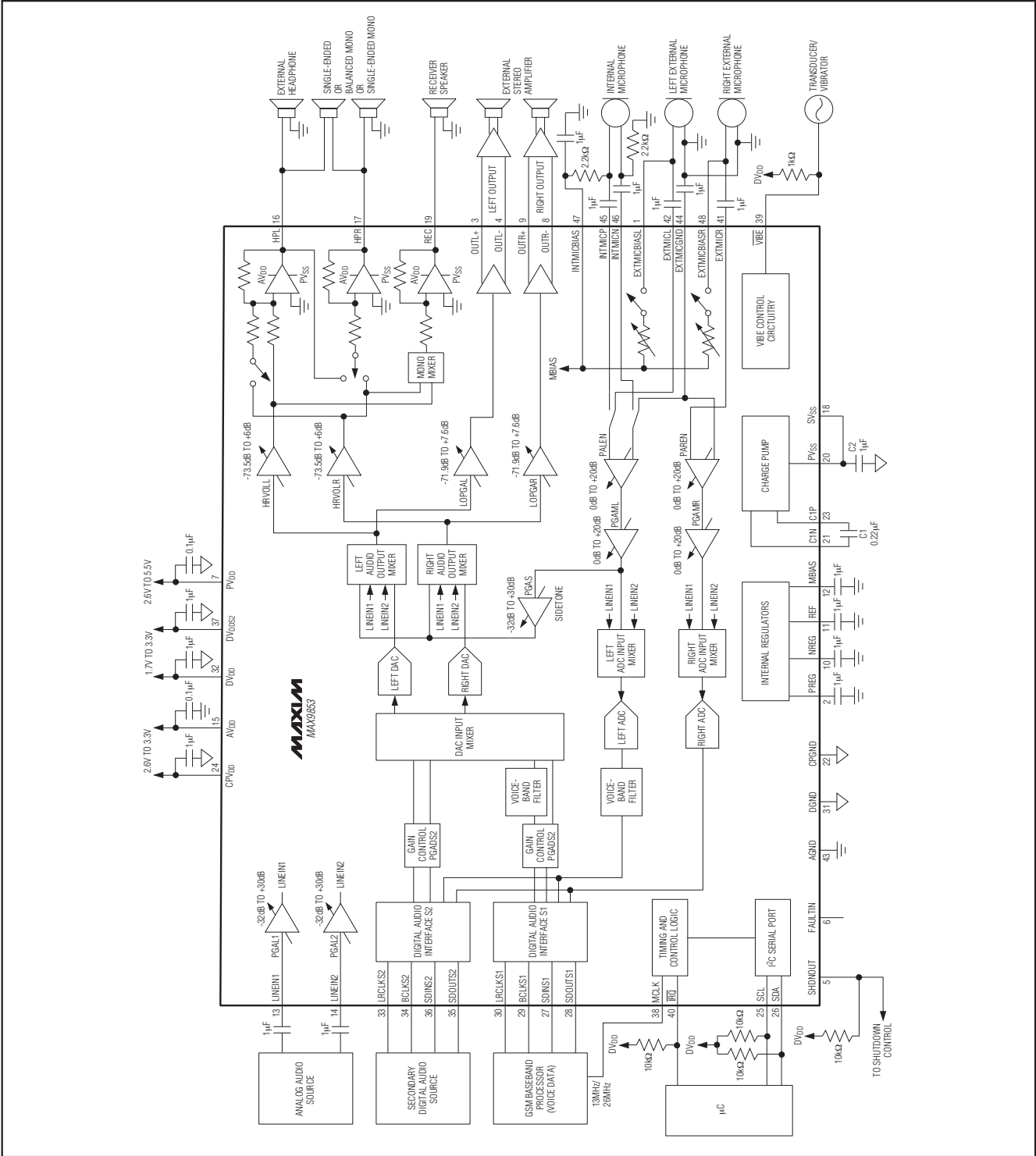
MAX9851功能框图/典型工作电路

MAX9851/MAX9853



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9853功能框图/典型工作电路



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

详细说明

MAX9851 CODEC具有立体声DirectDrive耳机放大器和立体声D类扬声器放大器, 为GSM/GPRS/EDGE蜂窝电话和PDA电话提供完整的数字音频解决方案。MAX9853音频CODEC具有MAX9851的所有功能, 但不包括D类扬声器放大器, 取代该功能的是立体声差分线输出, 这可以更加灵活地使用外部放大器和其他模拟音频器件。MAX9851/MAX9853还具有立体声和单声道麦克风输入, 以及具有 Σ - Δ 立体声DAC和立体声ADC的单声道DirectDrive接收机耳机放大器。

该 Σ - Δ DAC的动态范围为88dB, 可接受来自于两个独立数字音频接口的立体声音频数据, 其采样速率范围为8kHz至48kHz。除了语音数据外, 该接口还可接受I²S兼容数据, 并允许不同采样速率的多路音频源混合。主数字音频输入集成了可在语音模式下工作时使用的带通滤波器。来自ADC的数字音频能在两个接口上输出, 以实现最大的灵活性。

通过I²C兼容接口, 可编程设置模拟和数字音量、静音以及器件配置。通过任意两路4线数字音频数据总线, 各种格式的音频数据可以传送至MAX9851/MAX9853, 或从其获得音频数据。当配置为主机模式时, MAX9851/MAX9853产生LRCLK和BCLK信号。MAX9851/MAX9853还可配置为从模式立体声音频回放DAC或从模式全双工语音CODEC, 接受来自外部数字音频主机的LRCLK和BCLK信号。

Maxim的DirectDrive结构采用内部电荷泵产生负电源, 为耳机和接收放大器输出供电。内部负电源允许模拟输出信号偏置至地, 而无需输出耦合电容器, 这可降低系统成本并减小尺寸。MAX9851/MAX9853的立体声线输入允许模拟音频与数字音频混合。多种信号路由选项和可编程增益允许各种电平的模拟和数字输入信号任意混合, 并将混合后的音频信号送到任意输出端。先进的耳机检测电路允许MAX9851/MAX9853检测各种耳机配置, 并在

插孔插入时(甚至电源已关闭)触发硬件中断。外部立体声麦克风输入提供可编程的内部偏置电阻和40dB的增益范围, 以适应各种麦克风。内部单声道麦克风输入则可提供差分输入和40dB的增益范围。数字输出VIBE用于控制振动器、蜂鸣器或作为一路通用数字输出。

串行数字音频接口

MAX9851/MAX9853具有两个独立的数字音频接口S1和S2, 每个接口都能在图1和图2所示全双工主模式和从模式时序下独立工作。副数字音频接口采用额外的电源电压(DV_{DDS2})供电, 使器件能够简便地工作在多电源系统中。

将S1SDO或S2SDO(寄存器0x03或0x05, B7位)置1时, 可使能对应SDOUT引脚上的ADC数据输出。同时使能SDOUTS1和SDOUTS2将在两个接口上输出相同的数字音频信号, 主S1接口确定ADC的采样速率。

将S1SDI或S2SDI(寄存器0x03或0x05, B6位)置1时使能DAC输入, 对应的SDIN引脚开始内部软启动过程。若清零特定SDI位, 将在禁止输入之前开始内部软启动过程。摆率检测状态位SLD(寄存器0x00, B6位)指示软启动/软停止过程何时结束。这样无需中断其他接口的信号流就能改变接口模式。在使用DACLEN和DACREN(寄存器0x1B, B7和B6位)使能左声道和右声道DAC之前, 应清零S1SDI和S2SDI。

为了获得最精确的采样时钟, MAX9851/MAX9853应在由外部提供精确LRCLK信号(仅DAC模式下)的从模式下, 或工作在禁止ADC的主模式下。ADC需要一个精确的整数倍LRCLK频率, 因此其采样时钟的精度要比仅有DAC工作时低。ADC禁止工作时, 从模式仅提供给DAC, 或完全同步的8kHz和16kHz语音模式。

表1列出了每种采样频率下MAX9851/MAX9853可用的接口模式。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表1. 数字音频接口模式

| | MODE | f _s (ADC ON) (kHz) | f _s (ADC OFF) (kHz) |
|---------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 48 | Master (stereo audio mode) | 47.794 | 48.0011 |
| 44.1 | Master (stereo audio mode) | 43.333 | 44.0989 |
| 32 | Master (stereo audio mode) | 31.863 | 31.9986 |
| 24 | Master (stereo audio mode) | 24.074 | 23.9990 |
| 22.05 | Master (stereo audio mode) | 21.959 | 22.0494 |
| 16 | Master (stereo audio mode) | 15.931 | 15.9993 |
| 12 | Master (stereo audio mode) | 12.037 | 12.0010 |
| 11.025 | Master (stereo audio mode) | 11.054 | 11.0247 |
| 8 | Master (stereo audio mode) | 8.025 | 7.9997 |
| 8 | Master (voice mode) | 8.000 | 8.000 |
| 16 | Master (voice mode) | 16.000* | 16.000* |
| 8 to 48 | Slave (stereo audio mode) | — | 8 to 48 |
| 16 | Slave (voice mode) | 16.000* | 16.000* |
| 8 | Slave (voice mode) | 8.000 | 8.000 |

*同步16kHz采样速率要求26MHz时钟。

立体声音频模式

将S1MAS或S2MAS置1(寄存器0x04或0x06, B7位)时, 相应的接口工作在主模式下。MAX9851/MAX9853产生LRCLK和BCLK信号, 用来发送和接收数字音频样本。在立体声音频模式下, BCLK信号是一个宽度为310ns的脉冲。当SDIN或SDOUT上没有位传输时, BCLK无输出。每帧时钟周期数等于所设置的位长。将S1MAS或S2MAS置0时相应的接口工作在从模式下, 立体声音频模式下ADC被禁止(从模式不可用)。数字音频接口支持从机模式下的8kHz至48kHz非整数型采样时钟, 并接受只有DAC工作时立体声音频模式下的相应时钟。数字音频接口时序图见图4。

语音模式

在语音主模式下, S1数字音频接口的工作时序如图3所示。BCLK信号是一个连续的13MHz时钟。LRCLK信号由单脉冲帧同步信号组成, 而不是I²S中采用的左/右声道帧同步时钟。虽然8kHz语音模式支持13MHz和26MHz MCLK频率, 但16kHz语音模式需要26MHz MCLK时钟。尽管S1和S2接口都能在语音模式下工作, 但是只有主S1接口能配置带通语音滤波器。

在语音从模式下, 在一个LRCLK脉冲之后, 外部器件必须提供至少16个BCLK周期, 并允许工作在任何BCLK速率下, 或在字传输期间停止BCLK。

在语音模式下, 每次采样的前16位作为左声道音频数据。每采样一个字, MAX9851/MAX9853可接受多达16个附加位作为右声道数据。当S1接口处于语音模式时, 这些附加位被发送至振动电路。当采用S2接口工作时, 这些附加位可作为右声道数据, 并可发送至右声道DAC或振动电路。

其他特性

每个数字音频接口还带有时序控制模块, 允许MAX9851/MAX9853产生主模式的时钟信号。

两个数字音频接口包括有工作于I²S模式下的所有功能: 真I²S数据、左对齐数据以及反相的LRCLK或反相的BCLK。S1MODE或S2MODE(寄存器0x03或0x05, B3-B0位)置为0xA或0xB时, 分别配置接口为8kHz或16kHz语音模式。

S1MNO或S2MNO(寄存器0x03或0x05, B5位)置1时, 将右声道和左声道输入数据混合, 产生一个单声道串行数据信号。随后, 该信号被输入到左声道数字滤波器通路,

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

右声道空闲不用。左声道数字滤波器通路的输出仍可被单独或同时送至左或右声道DAC (参见信号路由部分)。右声道和左声道输入数据无衰减叠加后, 可能过驱动输入滤波器, 当输入信号较大时, 将导致失真。立体声输入信号之和不应超出滤波器的动态范围, 其数字满量程的典型值为0dBFS。

当主S1接口工作在语音模式时, 数字信号输入左声道, 由于假定输入的数据为单声道, 因此无需叠加。调节PGADS1和PGADS2 (寄存器0x0C和0x0D)可编程设置主、副数字音频接口的增益。每个接口具有独立的增益调节, 能实现不同数字信号源的电平匹配, 或者两个信号源之间的衰减调节。

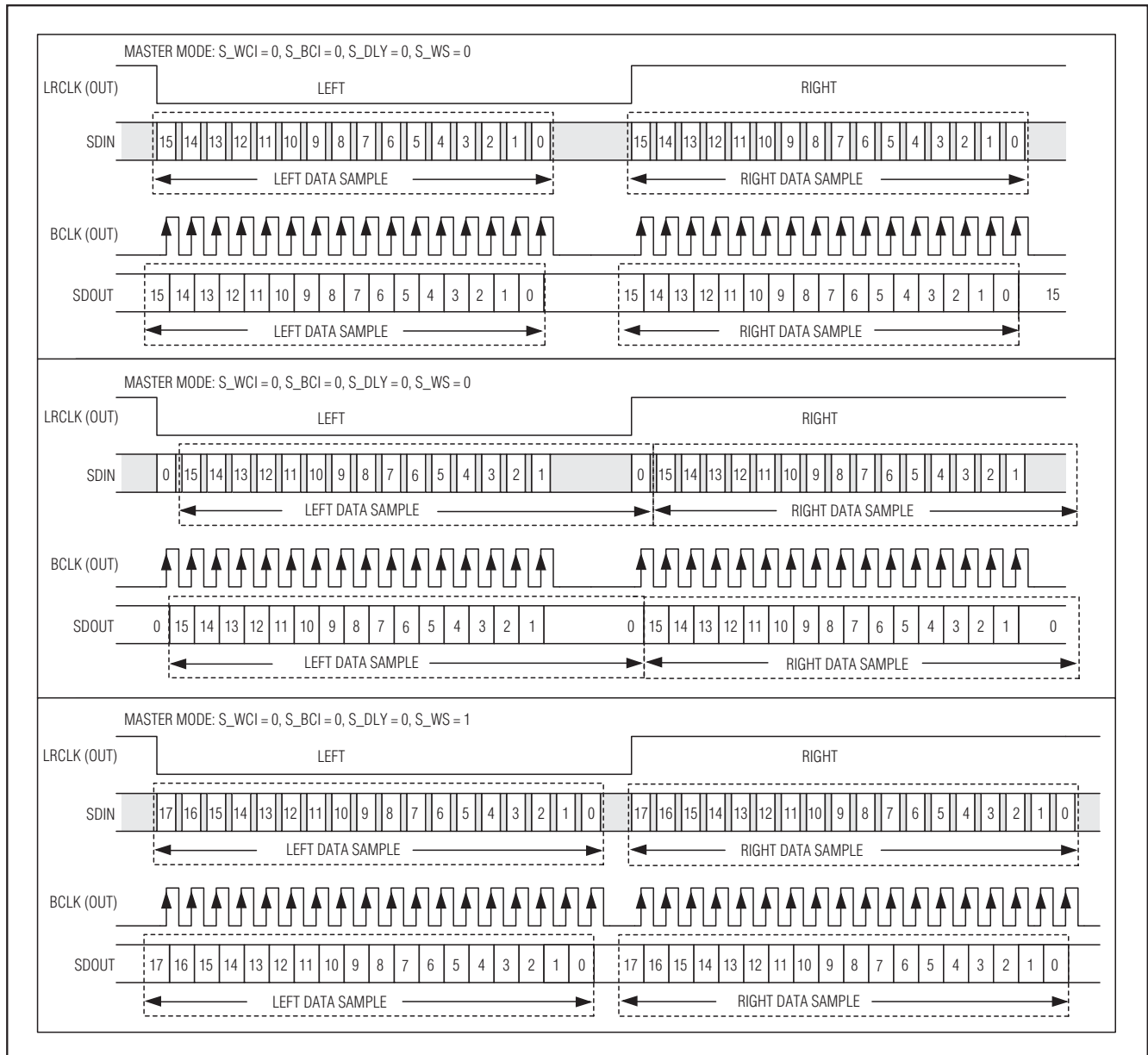


图1. 数字音频接口时序—I2S主模式

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

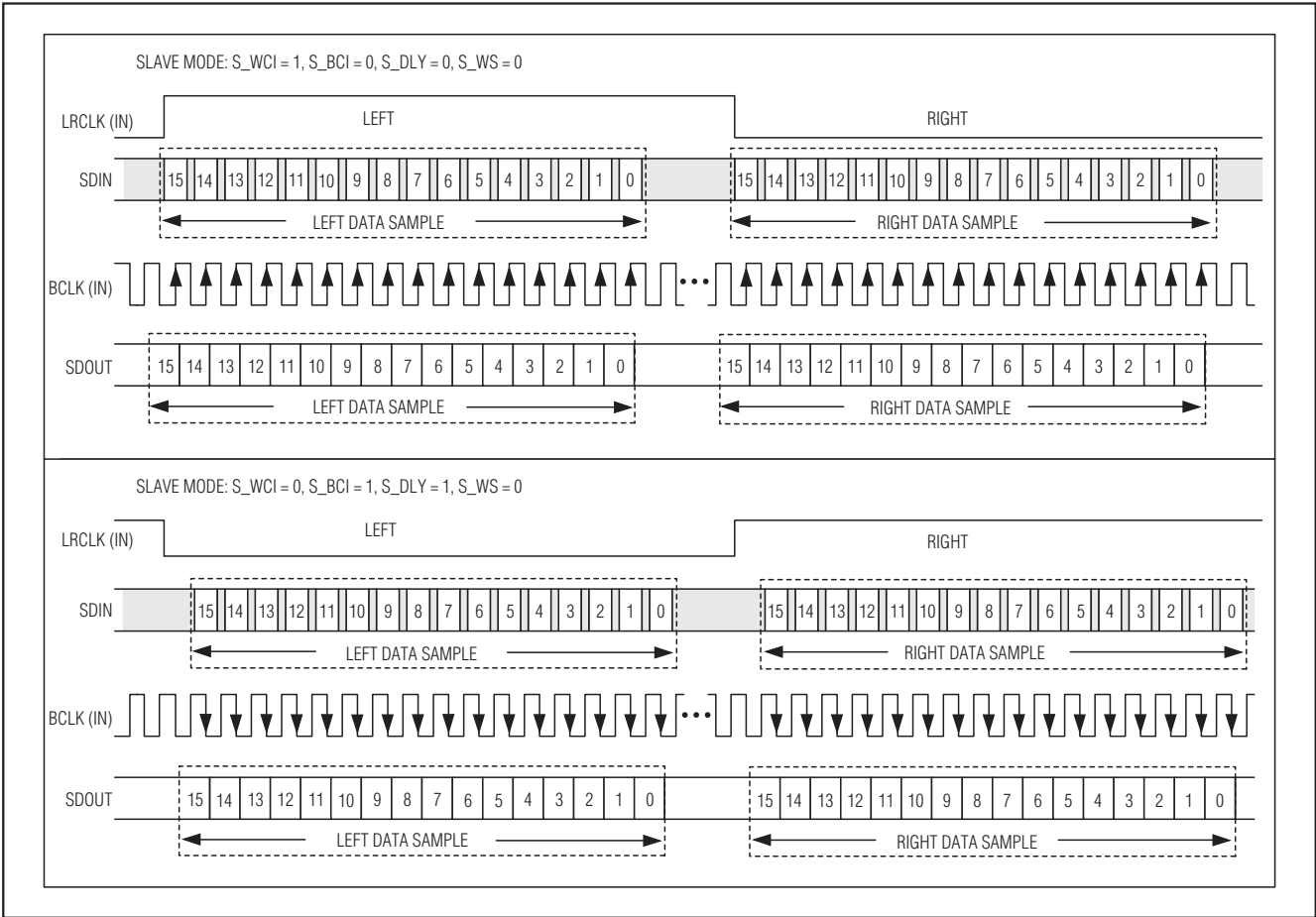


图2. 数字音频接口时序—I²S从模式

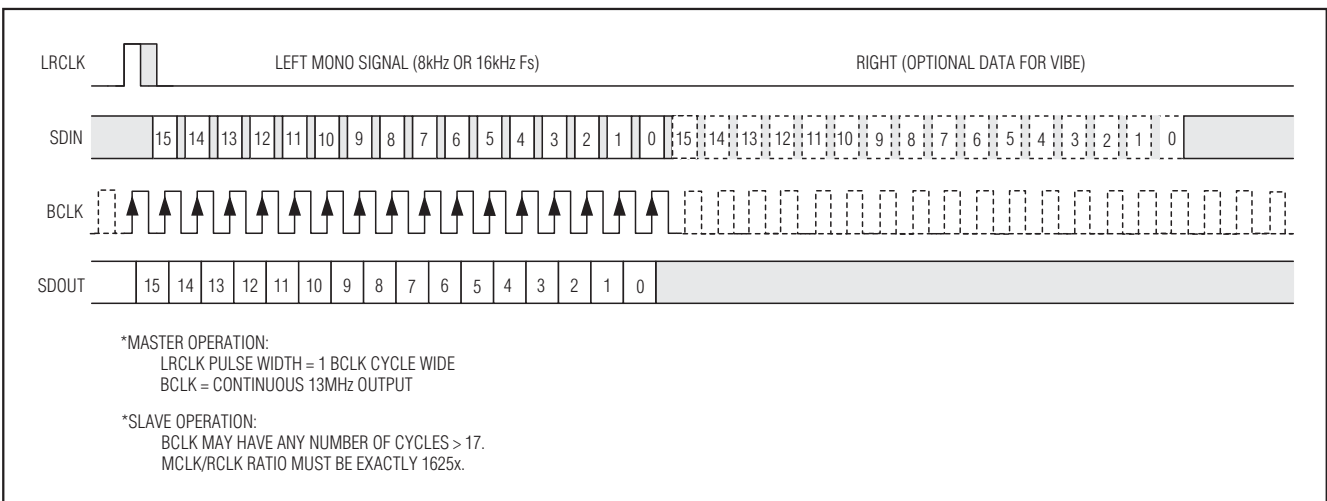


图3. 数字音频接口时序—带有可选的振动语音模式

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851/MAX9853

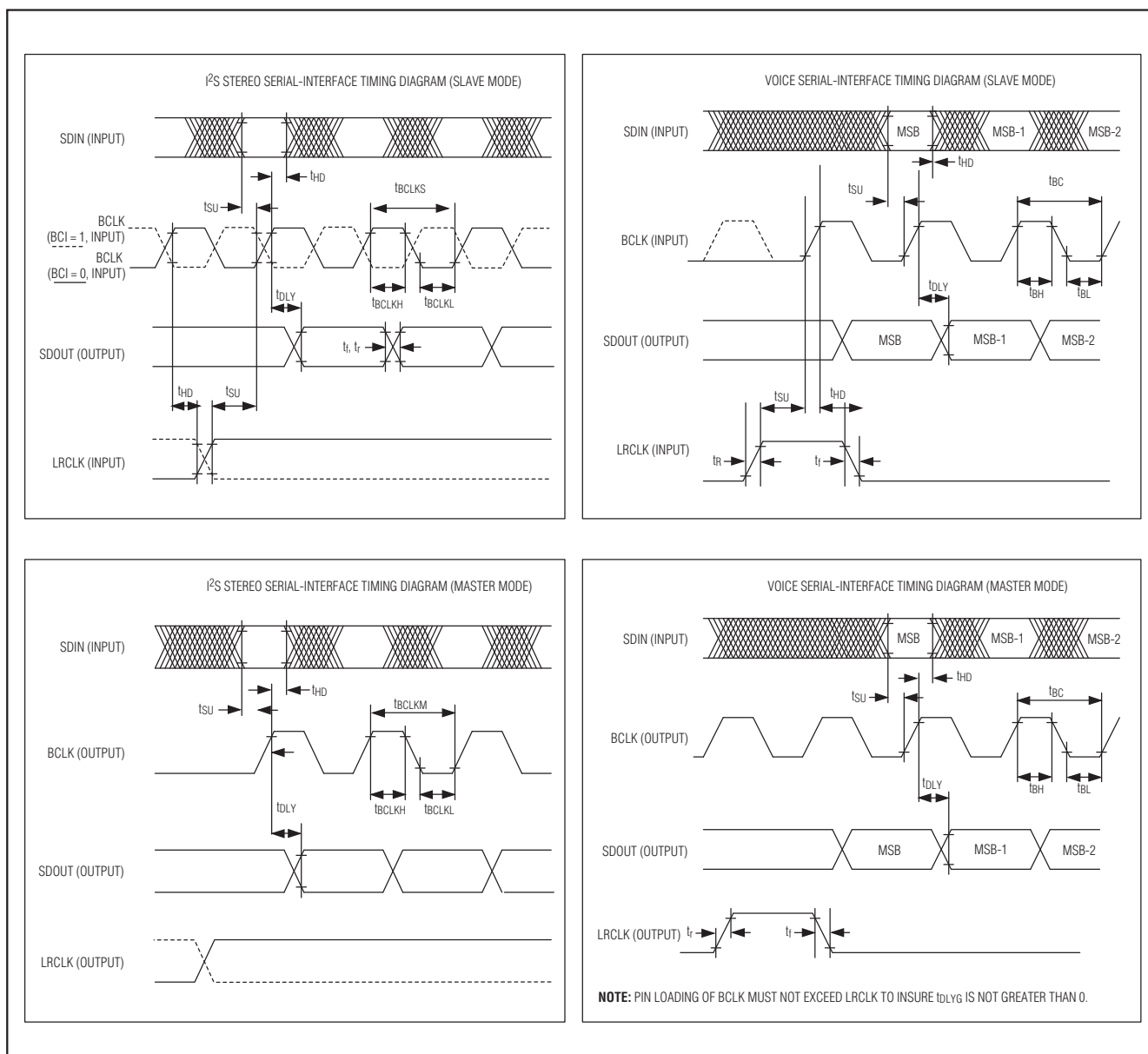


图4. 数字音频接口时序图

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

调整串行音频接口模式

在改变串行音频接口S1的工作模式之前, 应设置S1SDO = S1SDI = 0 (寄存器0x03, B7和B6位)以确保正常工作。与此类似, 在改变串行音频接口S2的工作模式之前, 应设置S2SDO = S2SDI = 0。这样将禁止串行接口, 确保设置正确的采样速率和滤波方式。当通过I²C选择了所期望的工作模式后, 可重新使能接口。不遵守该流程将导致MAX9851/MAX9853处于无效的工作模式, 产生无法预料的结果。

MAX9851/MAX9853的上电/掉电

MAX9851/MAX9853上电后进入低功耗关断模式(所有信号通道禁止)。在使MAX9851/MAX9853脱离关断状态之前, 最好配置除S1SDI和S2SDI (寄存器0x03和0x05, B6位)之外的所有I²C寄存器。包括设置初始音量、DAC和ADC的工作模式、立体声或单声道工作模式以及音频接口。在数字电路工作之前, MAX9851/MAX9853的模拟部分必须完全正常工作。设置CPEN = 1 (寄存器0x1A, B4位)使能电荷泵。当MAX9851/MAX9853被正确配置后, 全局关断位SHDN (寄存器0x1A, B7位)置为1。SHDN置1 70ms后, MAX9851/MAX9853正常工作。最后, 若要使用DAC, 按要求编程设置S1SDI和S2SDI, 使能DAC软启动。

在MAX9851/MAX9853关闭之前, 通过设置HRMODE和SPMODE (LOMODE)位(寄存器0x18)禁止音频输出。在禁止放大器输出之前, 建议逐渐降低音量至最大衰减处。当音频被完全衰减后, 再禁止耳机和扬声器(或线输出)。耳机和扬声器(或线输出)可在完成衰减后的50 μ s内被禁止而无任何咔哒/噼噓声。输出禁止后, MAX9851/MAX9853处于关断模式。

Σ - Δ DAC

DACLEN和DACREN (寄存器0x1B, B7和B6位)置1时使能左声道和右声道DAC, 同时S1SDI和S2SDI位被清零并且SLD状态位为低电平, 以确保抑制咔哒/噼噓声, 然后按要求使能S1SDI和S2SDI。通过MIXDAL/R位(寄存器0x08), 立体声DAC能对S1左/右声道和S2左/右声道的信号源, 共

4个通道的数据, 进行任意形式的组合。无论S1和S2接口处于何种模式, 来自两个接口的8kHz至48kHz采样率范围内的数字信号都能得到组合, 即使相互异步或与MCLK异步(仅DAC模式下)。

工作在标准立体声音频模式时, 每个接口的输入数据流都要通过独立的8x FIR内插滤波器。在语音模式下工作时, 主接口使用包含可选高通元件的内插IIR语音带滤波器。在单声道模式下或数字音频接口禁止串行输入数据时, 未用的数字信号处理滤波器通路将被禁止, 以降低电源电流的消耗。

左右声道DAC上的立体声信号可以在任何模式下由可编程高通滤波器滤波, 以对音频输出进行带宽限制并隔离直流。DHPL和DHPR (寄存器0x07, B3-B0位)置为01, 10或11时, 选择三种高通滤波器截止频率中的一种, 如表2所列。

表2. DAC高通滤波器模式

| DHPL/DHPR BIT SETTINGS | FILTER MODE |
|------------------------|---------------------------------|
| 00 | No filtering |
| 01 | 55Hz to 91Hz cutoff frequency |
| 10 | 171Hz to 279Hz cutoff frequency |
| 11 | 327Hz to 533Hz cutoff frequency |

Σ - Δ ADC

ADCLEN和ADCREN置1 (寄存器0x1B, B5和B4位)时使能MAX9851/MAX9853的立体声ADC。该ADC接受线输入和麦克风输入模拟信号, 如信号路由部分所述, 可以在对这些信号进行转换之前将其进行混合。操作ADC时, 可设置被使能的数字音频接口工作于主模式下, 以便在MAX9851/MAX9853内部产生采样时钟。

ADC的最大不削波输入信号为2V_{p.p}。若出现削波, 请适当降低麦克风或线输入增益。CLD (寄存器0x00, B7位)用于指示数字电路中出现削波。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

内部定时

MAX9851/MAX9853工作在13MHz或26MHz主机输入时钟(MCLK)。16kHz语音模式需要26MHz时钟信号。该时钟信号的质量与数据转换器的动态范围有直接关系。时钟抖动必须低于100ps_{RMS}才能保持最佳性能。

MAX9851/MAX9853大量使用MCLK实现所有芯片功能。数字电路和D类放大器的运行需要一个主时钟信号。

MAX9851/MAX9853初始化后,在ADC和DAC被禁止的模式中(例如,将耳机输出作为线输入)无需MCLK信号。然而,在上电后,需要施加并保持(> 1ms) MCLK信号,以初始化音量控制电路——每次上电时仅初始化一次。

语音频带滤波器

MAX9851/MAX9853可为主接口的输出和输入数字音频信号提供单声道语音频带滤波。ABPE(寄存器0x07, B5位)置1时使能高通元件,为ADC输出端提供语音频带滤波。同样,DBPE(寄存器0x07, B4位)置1时使能高通元件,为主数字音频接口的输入数据提供语音频带滤波。对于任何接口,数字音频ADC的输出都具有语音频带滤波,输入数据仅在主S1数字音频接口具有语音频带滤波。语音频带滤波器仅在MAX9851/MAX9853配置为语音模式下时工作。DAC和ADC音频滤波器是相同的,并具有与特定采样速率对应的转角频率。在8kHz语音模式下工作时,滤波器通频带从130Hz延伸至3.5kHz。在16kHz语音模式下工作时,滤波器通频带从260Hz延伸至7kHz。低频时的阻带衰减高于28dB,而高频时的阻带衰减则高于75dB,低通截止频率低于 $f_s/2$ 。滤波器特性的详细内容参见典型工作特性。

线输入

MAX9851/MAX9853提供两个单端音频线输入,用于将ADC录音通路和DAC回放通路的模拟音频信号进行混合。每个线输入放大器都具有由PGAL1和PGAL2(寄存器0x0E和0x0F)控制的可编程增益功能。该增益在+30dB至-32dB范围内可调,步进为2dB。

DirectDrive耳机和接收机放大器

MAX9851/MAX9853耳机和接收机放大器采用Maxim公司的专利DirectDrive架构,可以产生以地为参考的输出,如图5所示。传统的单电源供电耳机放大器的输出是以某个标称直流电压为参考的,典型值为电源电压的一半。这通常需要一个大容量耦合电容来隔离耳机与该直流偏置。若无这些电容器,将有大量直流电流流入耳机,造成不必要的功耗,并可能损坏耳机与耳机放大器。DirectDrive架构使用电荷泵来产生内部负电源。这就允许MAX9851/MAX9853耳机和接收机输出被偏置到地,并且其动态范围几乎是使用单电源供电时的两倍。由于没有直流成分,所以无需大的隔直电容。相对于使用两个大容量(33 μ F至330 μ F)电容方案,MAX9851/MAX9853的电荷泵仅需两个小型陶瓷电容器(0.22 μ F和1 μ F),从而节省电路板空间,降低成本,改善频率响应以及耳机放大器的THD。传统耳机放大器所需的隔直电容除了成本与尺寸方面的缺点外,还限制了低频响应,并降低了PSRR性能。一些电介质可能使音频信号显著失真。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

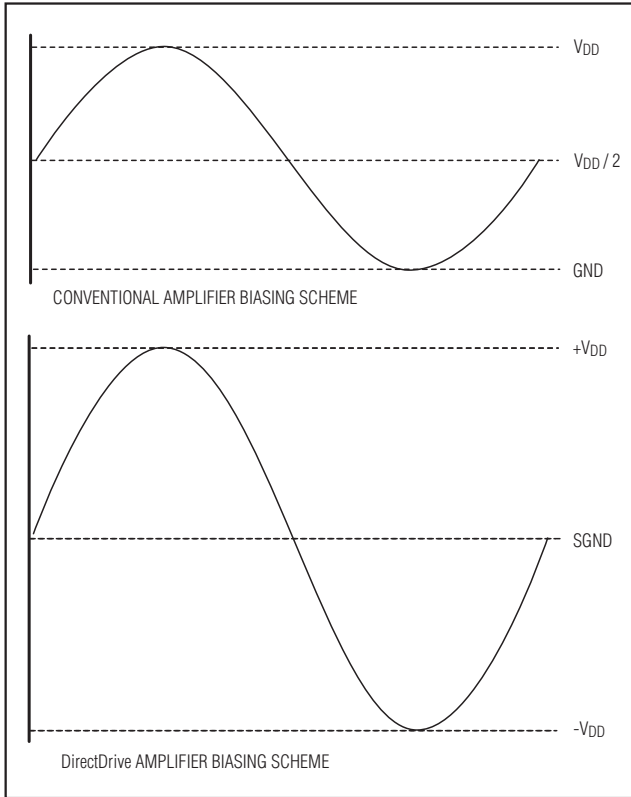


图5. 传统放大器输出与MAX9851/MAX9853 DirectDrive输出的对比

HRMODE (寄存器0x18, B2-B0位)置为100时, 使能标准立体声耳机模式; HRMODE置为110时, 配置为单声道平衡模式; HRMODE置为101时, 配置为单声道单端模式。在平衡模式下工作时, 右声道耳机放大器被配置为从放大器, 以产生一个桥接负载输出。在单声道单端模式下, 仅使用左声道耳机放大器。两种单声道模式的输出均为左声道和右声道音频数据之和。

HRMODE置为111时将禁止耳机放大器, 使能单声道接收机放大器。接收机放大器输出为左右声道耳机信号之和, 可向电话耳机扬声器提供100mW功率。

耳机/接收机放大器增益可由HRVOLL和HRVOLR (寄存器0x14和0x15)编程设置。独立的增益控制可提供+5.5dB至-74dB的增益范围。

D类扬声器放大器(仅MAX9851)

SPMODE (寄存器0x18, B4和B3位)置为11时使能MAX9851的立体声扬声器放大器。SPMODE可被任意设置为仅使能左声道或右声道扬声器。CPCLK (寄存器0x1A, B0位)必须置1, 以确保D类放大器正常工作。D类放大器振荡器来自MCLK信号。必须使能MCLK, 才能确保D类放大器正常工作。

片上无滤波、低EMI、D类音频功率放大器具有AB类放大器的性能和D类放大器的效率。这些放大器均由电池(PV_{DD})直接供电, 以提供最高的效率和功率输出。每声道典型输出功率高达2W, 允许驱动内部扬声器, 而无需分离的功率放大器IC。D类放大器为效率进行了优化, 并可大大降低EMI。输出增益在+13.1dB和-66.4dB之间可调。扬声器放大器的增益由SPVOLL和SPVOLR (寄存器0x16和0x17, B0-B5位)控制。

效率

MAX9851并非采用传统的AB类扬声器放大器, 而是采用高效的D类音频放大器来提供扬声器输出。MAX9851采用Maxim公司独有的、已获专利的调制方案, 可以省去标准D类放大器所需的LC滤波器, 既提高了效率, 减少了元件数目, 又节省了电路板空间, 降低了系统成本。无信号时, 传统的D类放大器输出50%占空比的方波。如果没有滤波器, 则该方波可以看作加在负载两端的直流电压, 将产生一定的负载电流, 增加功耗。当输入端没有信号时, MAX9851输出以低占空比同相切换。由于MAX9851采用差分方式驱动扬声器, 两路输出互相抵消, 于是扬声器两端的净电压为0, 从而大大降低了功耗。

无滤波工作

有源辐射限制(AEL)输出级电路使得放大器工作在高于1MHz的开关频率时仍能保证提供低于FCC辐射限制标准至少20dB的余量。设置CPCLK = 1 (寄存器0x1A, B0位), 使D类放大器工作在MCLK提供的1.1MHz开关频率。MAX9851无需输出滤波器, 而是利用扬声器线圈自身固有的电感滤除高频PWM成分, 并利用扬声器和人耳的天然滤波作用从方波输出中恢复音频信号。因此无需输出滤波器, 可以获得尺寸更小、成本更低、效率更高的解决方案。MAX9851的输出开关频率远高于蜂窝电话扬声器的带宽, 因而, 由方波频率引起的音频线圈的偏移可以忽略不计。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

差分线输出(仅MAX9853)

麦克风放大器

MAX9853不具备MAX9851的D类扬声器放大器, 而带有一对差分线输出。LOMODE (寄存器0x18, B4和B3位)设置为11可使能MAX9853的立体声线输出。线输出可与耳机或接收机放大器同时使用, 可在驱动外部音频放大器或其他模拟音频IC时获得最大的灵活性。线输出增益在+7.1dB和-72.4dB之间可调。用LOPGAL和LOPGAR (寄存器0x16和0x17, B5至B0位)设置线输出的增益。

两个麦克风接口允许MAX9851/MAX9853支持内部手机麦克风和外部手机麦克风的输入。这两路输入的增益为0至+20dB可选, 步进为1dB; 还具有可选的20dB增益, 将范围扩展到0至+40dB, 以支持各种麦克风。

MEXT (寄存器0x12, B2位)置0选择内部麦克风输入, 其差分输入可将拾取的噪声降至最低。低噪声偏置电压(INTMICBIAS)可从干净的电源产生麦克风偏置。单声道输入信号被MAX9851/MAX9853的内部电路当作左声道麦克风信号。采用一只1 μ F的电容器将INTMICBIAS旁路至GND。

关断输出和故障输入

关断输出和故障输入引脚可与外部扬声器放大器IC连接。通过MAX9853的I²C接口, 开漏关断输出可用来控制外部放大器。故障逻辑输入端内部具有300k Ω 上拉电阻, 并可在I²C状态寄存器中报告其状态, 触发中断输出。

MEXT置1选择外部麦克风输入, 该输入为立体声单端输入, 有独立接地, 可降低拾取的噪声。将外部麦克风接至EXTMICBIASL和EXTMICBIASR, 可为麦克风提供偏置电压。RBIAS (寄存器0x12, B0位)置0时, 为独立的低噪声偏置引脚选择2.2k Ω 输出阻抗。此外, RBIAS置1时选择470 Ω 输出阻抗。INTMICBIAS引脚产生+2.4V麦克风偏置电压, 可用于两种电阻设置。可选的偏置电阻使得麦克风的选择特别灵活, 无需外部电阻提供麦克风偏置。当使用靠近耳机插座的外部RC滤波器时, 可选择470 Ω 阻抗。外部偏置禁止时为高阻抗, 即使施加的电压高达AV_{DD}。

音量控制

MAX9851/MAX9853的耳机、接收机、扬声器(仅MAX9851)以及线输出(仅MAX9853)具有音量控制放大器, 并通过I²C接口控制。除了静音特性之外, 每个输出的左右声道都具有独立的音量控制放大器。VSEN (寄存器0x18, B6位)置1可使音量平滑改变。当音量改变或变为静音状态时, 利用该功能以每级2ms的速率经由所有中间值逐步调整, 可实现音量增益平滑变化。

ZDEN (寄存器0x18, B5位)置1使能过零检测功能。这样, 器件仅在音频信号过零时改变音量和进入静音模式, 从而降低了在不同音量转换时所产生的令人讨厌的咔哒/噼噓声。器件初始化后, 在禁止ADC和DAC (例如: 将耳机输出作为线输入)的模式下无需MCLK。然而, 在上电之后, 应给器件施加MCLK, 并保持一小段时间(> 1ms), 以初始化音量控制电路——每次上电时仅初始化一次。

侧音

内部路由的侧音信号允许使用左声道麦克风信号的模拟路径。侧音输入是左声道麦克风增益放大器的输出。该侧音信号具有独立的增益调节, 范围为-32dB至+30dB。侧音信号可做为左声道和右声道模拟输出混音器的输入(参见信号路由部分)。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

$\overline{\text{VIBE}}$ 输出

MAX9851/MAX9853包括一个 $\overline{\text{VIBE}}$ 数字输出, 可用于控制外部振动器/蜂鸣器或用作通用输出。振动电路模块自带多路复用器, 可在S1或S2数字音频接口下工作。TSEL (寄存器0x09, B5位)置0时, 从主数字音频接口的右声道中获得 $\overline{\text{VIBE}}$ 输出。TSEL置1时, 从副数字音频接口的左声道或从左右声道得到的混合单声道中获得 $\overline{\text{VIBE}}$ 输出。

当采用信号数据驱动 $\overline{\text{VIBE}}$ 时, 由TGAIN (寄存器0x19, B7-B4位)设置的可编程增益可实现10位输出分辨率的调节。数字低通滤波器用于 $\overline{\text{VIBE}}$ 输出信号的调节。

利用整流信号的门限比较, 或利用未整流信号的过采样1位DAC转换, 可产生 $\overline{\text{VIBE}}$ 输出信号。TMUX置为11 (寄存器0x09, B7-B6位)时, 内部 Σ - Δ 转换器的输出驱动蜂鸣器。TMUX置为10时, 数字音频信号与可编程静音门限电平进行比较, 产生如图6所示的输出信号。驱动外部蜂鸣器时可采用如图7所示的外部低通滤波器。如果需要, 可用一个外部放大器对 $\overline{\text{VIBE}}$ 信号进行放大。TMUX置为00或01时, $\overline{\text{VIBE}}$ 为通用输出, 并将分别强制输出固定的1或0。用1k Ω 的上拉电阻将 $\overline{\text{VIBE}}$ 拉至DV_{DD}, 可以从该开漏输出获得满量程信号。

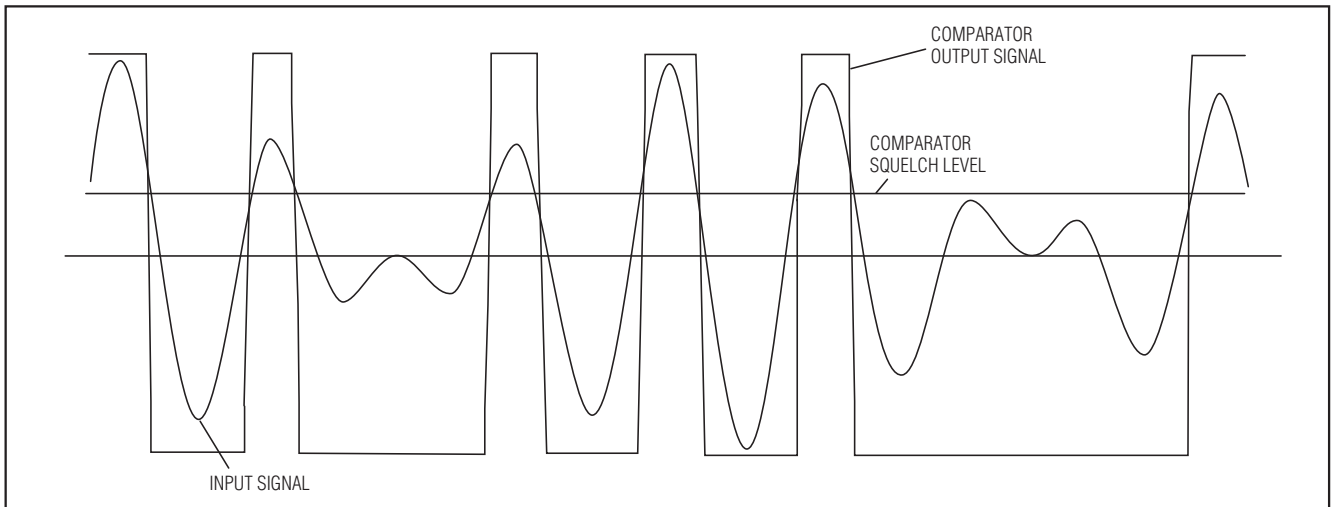


图6. 采用比较器时 $\overline{\text{VIBE}}$ 的输出

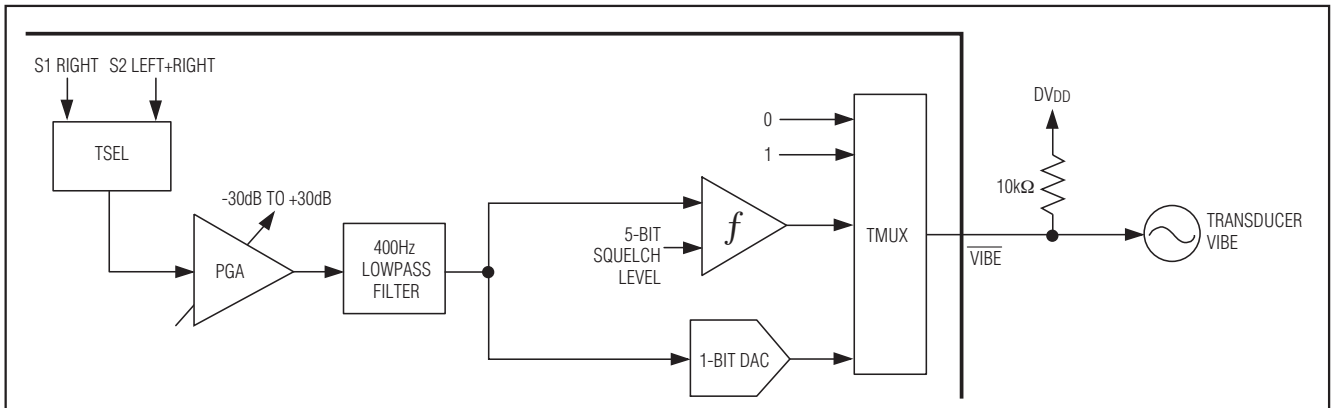


图7. 蜂鸣器/振动器功能框图

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

信号路由

MAX9851/MAX9853具有多种信号路径混合, 几乎允许输入和输出信号的任何组合。

DAC输入

MIXDAL和MIXDAR (寄存器0x08, 寄存器详细定义参见I²C寄存器和位说明部分)用来配置每个DAC输入端的数字混音器。该混音器允许在转换之前对每个数字音频接口的信号进行混合, 而与采样速率以及是否同步无关。左声道和右声道数据流可单独发送至左声道或右声道DAC, 允许左右声道相互交换, 以及数字信号的各种组合。

音频输出

配置MXOUTL和MXOUTR (寄存器0x0B, 寄存器详细定义参见I²C寄存器和位说明部分)可调整模拟输出混音器。该混音器在信号进入模拟输出级耳机放大器、接收机放大器以及扬声器或线放大器之前, 对其进行组合。加上模拟侧音, 每个线输入都可在放大之前与左声道或右声道DAC输出信号进行混合。

ADC输入

MXINL和MXINR (寄存器0x0A, 关于寄存器定义的详细描述, 参见I²C寄存器和位说明部分)用来配置ADC混音器。每个ADC都可选择转换左声道麦克风信号, 右声道麦克风信号以及线输入。这在记录输入信号时具有最大的灵活性。

电荷泵

MAX9851/MAX9853的DirectDrive耳机和接收机输出需要电荷泵产生内部负电源。设置CPEN = 1 (寄存器0x1A, B4位)打开电荷泵。CPEN置为1后约70ms, 电荷泵负电压稳定, 产生音频输出。CPCLK (寄存器0x1A, B0位)的状态确定电荷泵振荡器是由内部650kHz振荡器产生还是由MCLK产生。LFEN = 1, CPEN = 1以及CPCLK = 0 (寄存器0x1A, B5、B4和B0位)时, 电荷泵使用内部振荡器。使能内部振荡器时, 电荷泵的运行与MCLK无关, 禁止DAC或仅使用线输入时, 电荷泵仍然工作。CPCLK = 1时电荷泵与MCLK同步。电荷泵的开关频率远高于音频范围, 不会干扰音频信号。开关驱动器采用独特技术使开通与关断瞬间产生的噪声最小。额外的高频噪声抑制能力可以通过加大C2和CPV_{DD}旁路电容的容量来获得, 通常并无必要增大电容(参见功能框图/典型工作电路)。

耳机检测

MAX9851/MAX9853具有完整的耳机检测功能, 可以适应各类耳机。该功能具有两种工作模式: 一种是在耳机插入时唤醒, 一种是在应用中检测耳机配置。在休眠模式下, 检测电路可检测耳机的插入, 并触发一个硬件中断。在该模式下, 该电路直接由电池供电, 仅消耗少量的功率。插入耳机时, 微控制器(μC)可以检测到该硬件中断, 并使系统脱离低功耗待机模式。然后微控制器可以确定插入耳机的配置, 并正确设定MAX9851/MAX9853。图8所示为耳机检测电路。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

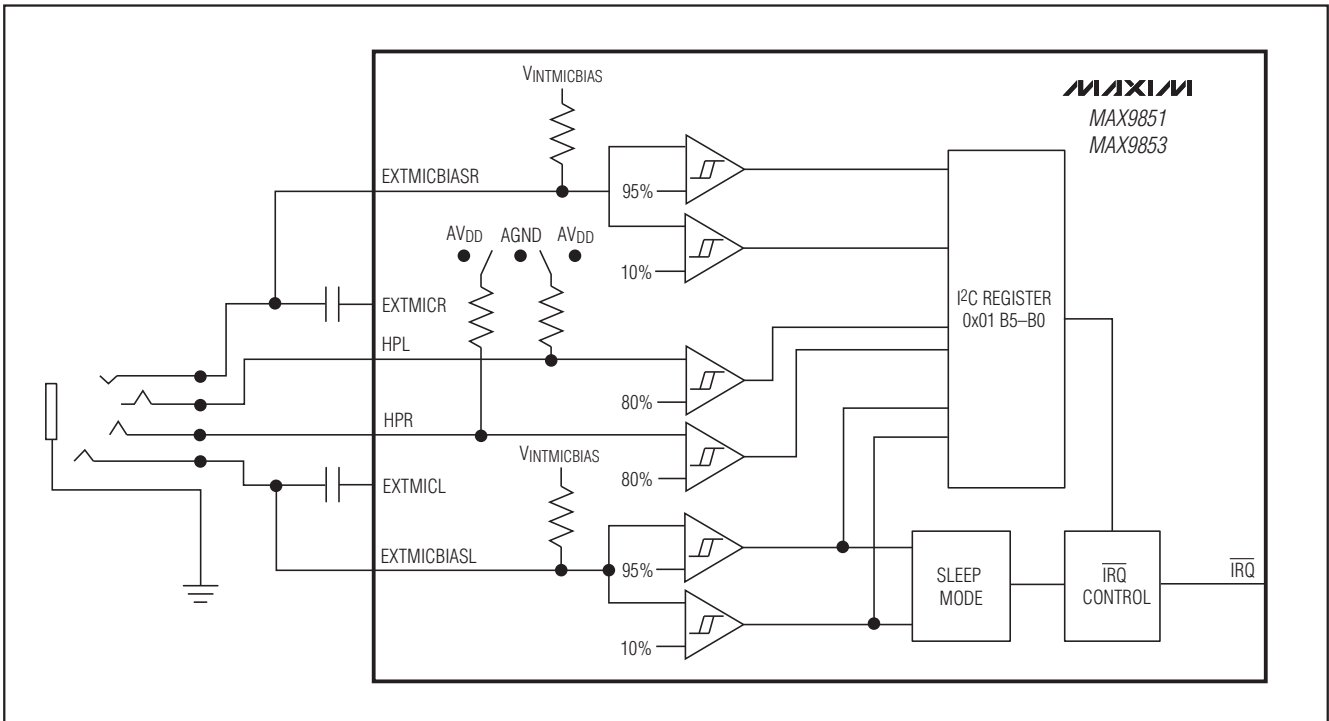


图8. 耳机检测电路

掉电/休眠模式

当模拟电源或数字电源从MAX9851/MAX9853上断开时，耳机检测电路进入休眠模式(PV_{DD}必须一直保持供电，通常是与电池直接相连)。另一种方法是，设置SLEEP = 1 (寄存器0x19, B2位)允许在休眠模式下检测耳机的插入和拔出，而MAX9851/MAX9853则处于低功耗关断状态。在该模式下，器件检测外部耳机插孔是否有效，但不检测耳机配置。在标准工作模式下，必须提供电池供电，通过PV_{DD}供电。低电流偏置施加到EXTMICBIASL以允许进行检测。如果该引脚在任何时刻被拉低，则触发一个硬件中断并将 $\overline{\text{IRQ}}$ 置1。在休眠模式终止或耳机拔出插孔前， $\overline{\text{IRQ}}$ 一直保持有效。在 μC 启动上电时序之前， $\overline{\text{IRQ}}$ 开漏输出的任何上拉电阻将使该引脚吸入少量电流。MAX9851/MAX9853上电或SLEEP置为0后，休眠模式被禁止，可以使用标准的耳机检测功能。

在休眠模式下，将RBEN置0以禁止麦克风偏置、并且不能有寄生二极管加载于EXTMICBIASL/R引脚。还需注意的是，

在开始施加PV_{DD}或休眠模式刚启动时，自动检测电路触发 $\overline{\text{IRQ}}$ 大约需要50ms。这是因为用来检测EXTMICBIASL的弱上拉电流必须对连接至该引脚的交流耦合电容器充电。

标准模式

ENA置为1 (寄存器0x19, B3位)、HSTEST置为01 (寄存器0x19, B1-B0位)时使能正常工作模式。在该模式下，EXTMICBIASL、EXTMICBIASR、HPL和HPR被探测，以确定每个引脚的加载情况。然后将检测到的加载情况报告给HSDET位(状态寄存器0x01 B5-B0)。表3为每个引脚的加载情况以及报告的HSDET代码；一些可能的加载状态对应的耳机配置如表4所列。

耳机检测由两个步骤完成。测试1 (HSTEST = 01)用于确定是否连接立体声耳机。如果连接的是单声道平衡耳机，则不能通过该测试得出结论。之后必须执行测试2 (HSTEST = 10)来确定配置。典型的耳机测试流程参见图9。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表3. HSDET位译码

| HSDET | HPR | HPL | EXTMICBIASL | EXTMICBIASR |
|----------|------|------|-------------|-------------|
| [11XXXX] | x | x | Low | x |
| [01XXXX] | x | x | Mid | x |
| [00XXXX] | x | x | High | x |
| [XX1XXX] | Low | x | x | x |
| [XX0XXX] | High | x | x | x |
| [XXX1XX] | x | Low | x | x |
| [XXX0XX] | x | High | x | x |
| [XXXX11] | x | x | x | Low |
| [XXXX01] | x | x | x | Mid |
| [XXXX00] | x | x | x | High |

表4. 耳机配置实例

| HEADSET CONFIGURATION | HPR | HPL | EXTMICBIASL | EXTMICBIASR |
|-------------------------------------|------|------|-------------|-------------|
| No External Connector | High | High | High | High |
| 3-Pole Connector | | | | |
| Mono HP, Mono Microphone | Low | High | Mid | High |
| 4-Pole Connector | | | | |
| Stereo HP, Mono Microphone | Low | Low | Mid | High |
| Mono HP, Stereo Microphone | Low | High | Mid | Mid |
| 5-Pole Connector | | | | |
| Stereo HP, Stereo Microphone | Low | Low | Mid | Mid |
| Test 2 Only* | | | | |
| No HP | Low | High | X | X |
| Mono Balanced HP | Low | Low | X | X |
| Mono Balanced HP, Mono Microphone | Low | Low | Mid | High |
| Mono Balanced HP, Stereo Microphone | Low | Low | Mid | Mid |

*在测试1检测到HPR和HPL为高电平后, 应执行测试2。测试2仅用来确定单声道平衡扬声器是否连接至HPR和HPL。

麦克风检测功能是由麦克风偏置电路提供的。RBEN、MICLEN和MICREN置1 (寄存器0x12, B1位和寄存器0x1B, B1、B0位)时使能麦克风偏置电路。将麦克风偏置电压分别与两个门限即 $V_{INTMICBIAS}$ 的95%和10%进行比较。该门限定义了三种输出阻抗状态: 高阻抗、中等阻抗和低阻抗。EXTMICBIAS引脚上无负载时为高阻抗状态。当负载是偏置为电源中点的驻极体麦克风或是已放大的麦克风时, 为中等阻抗状态。当利用挂机开关(hook switch)或必需的逻辑/识别引脚将麦克风引脚短接至AGND时, 为低

阻抗状态。还可以通过观察高阻抗状态检测挂机开关是否将麦克风断开。

耳机检测通过在HPL和HPR产生一个小的上拉电流实现。为使耳机检测正常进行, 要确保耳机放大器被禁止。HSTEST置为01 (寄存器0x19, B1和B0位)时使能耳机测试1 (参见表5)。耳机引脚的检测偏置使用很小的电流将HPL和HPR上拉至 AV_{DD} , 以避免在耳机上产生可闻噪声。当连接立体声耳机时, HPR和HPL被拉为低电平。未连接立体声耳机, 或者连接一个单声道平衡扬声器时, HPR和HPL

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

通过内部检测偏置被拉为高电平。若要检测单声道平衡配置, 应将HSTEST置为10以使能测试2。测试2为HPR提供微小的下拉电流, 为HPL提供上拉电流。单声道平衡扬声器将HPL拉为低电平, 然而, 由于电路开路, AV_{DD} 仍可将HPL拉为高电平。耳机放大器有效输出被偏置在0V, 因此若试图在放大器有效时检测耳机配置, 将产生错误的结果。

在正常的耳机检测模式下, 插孔的拔出或插入由EXTMICBIASL监视, 并在 \overline{IRQ} 引脚触发中断。触发中断的状态变化如表6所示。还可设置IHSD = 1 (寄存器0x02,

B1位), 使HSDET位的所有变化都触发一个中断。HSDET的变化通过20ms的屏蔽实现数字去抖动。

中断输出

MAX9851/MAX9853的开漏引脚 \overline{IRQ} 用来报告硬件中断。中断引脚可以通过表7所列的中断源触发。发生中断时, \overline{IRQ} 保持为低电平, 直到读状态寄存器0x00释放中断为止。如果发生中断, 仅当寄存器0x02中对应的中断使能位置1时才产生输出(寄存器定义的详细说明参见I²C寄存器和位说明部分)。

表5. 耳机检测模式

| HSTEST(1:0) | CONFIGURATION |
|-------------|--|
| 00 | Headphone sense bias disconnected |
| 01 | Headphone sense test 1 (standard headphone detection) |
| 10 | Headphone sense test 2 (balanced mono headphone detection) |
| 11 | Reserved |

表6. 耳机引脚变化引起的硬件中断

| PIN-STATE CHANGE | DESCRIPTION |
|--------------------------------|----------------------|
| EXTMICBIASL: high → low or mid | Headset inserted |
| EXTMICBIASL: mid → low | Hook switch pressed |
| EXTMICBIASL: low → mid | Hook switch released |
| EXTMICBIASL: low → high | Headset removed |

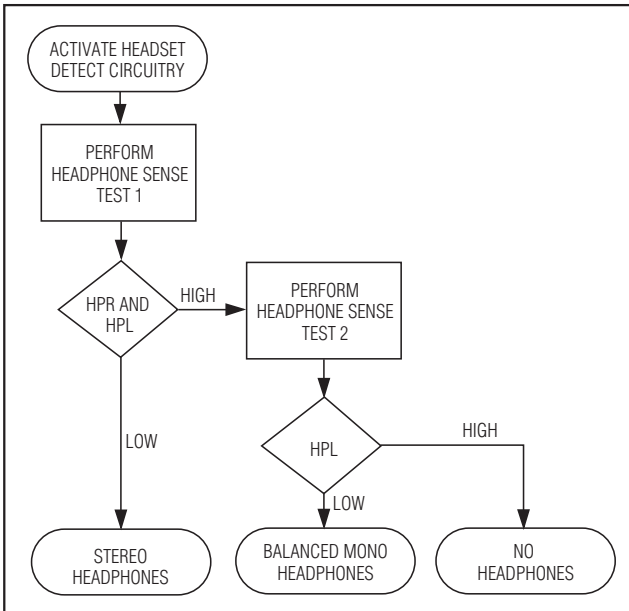


图9. 耳机检测过程

表7. 硬件中断源

| INTERRUPT SOURCES | MASKABLE IN REGISTER (0x02) |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Clip Detect | Yes |
| Slew Level Detect | Yes |
| Digital PLL UnLock | Yes |
| Headset Configuration Change | Yes |
| Headset Removal and Insertion | No |
| Speaker/External Fault | Yes |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

I²C寄存器和位说明

从机地址

28个内部寄存器用来编程和报告MAX9851/MAX9853的状态。表8列出了所有寄存器及其地址、上电复位状态。寄存器0x00和0x01是只读寄存器，其他所有寄存器均为读/写寄存器。寄存器0x1C-0x1F保留用于工厂测试。当刷新寄存器时，除非另有注释，否则寄存器表中所有未使用位应写为0。

MAX9851/MAX9853的从机地址被预设为0x20或0010000。地址定义为7个最高有效位(MSB)，后面紧接着是读/写位。读/写位置1时，MAX9851/MAX9853配置为读模式。读/写位置0时，MAX9851/MAX9853则配置为写模式。地址是START条件之后发送到MAX9851/MAX9853的第一个字节。

表8. 寄存器映射

| REGISTER | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | REGISTER ADDRESS | POWER-ON RESET STATE | |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|----|------|--------|------------------|----------------------|------|
| STATUS | | | | | | | | | | | |
| Status 0 | CLD | SLD | ULK | 0 | 0 | 0 | HSD | FAULT | 0x00 | — | |
| Status 1 | AOK | 1 | HSDET | | | | | | | 0x01 | — |
| Interrupt Enable | ICLD | ISLD | IULK | 0 | 0 | 0 | IHSD | IFault | 0x02 | 0x00 | |
| DIGITAL AUDIO S1 | | | | | | | | | | | |
| Interface Mode | S1SDO | S1SDI | S1MNO | 0 | S1MODE | | | | | 0x03 | 0x00 |
| Interface Mode | S1MAS | S1WCI | S1BCI | 0 | S1DLY | 0 | 0 | S1WS | 0x04 | 0x00 | |
| DIGITAL AUDIO S2 | | | | | | | | | | | |
| Interface Mode | S2SDO | S2SDI | S2MNO | 0 | S2MODE | | | | | 0x05 | 0x00 |
| Interface Mode | S2MAS | S2WCI | S2BCI | 0 | S2DLY | 0 | 0 | S2WS | 0x06 | 0x00 | |
| DIGITAL FILTERS | | | | | | | | | | | |
| Filter Modes | MHZ | ADCDC | ABPE | DBPE | DHPL | | DHPR | | 0x07 | 0x70 | |
| DIGITAL MIXERS | | | | | | | | | | | |
| DAC-L/R Mixer | MIXDAL | | | | MIXDAR | | | | 0x08 | 0x20 | |
| TRANSDUCER/VIBE | | | | | | | | | | | |
| T-DAC MUX/ Squelch | TMUX | TSEL | VTH | | | | | | 0x09 | 0x00 | |
| ANALOG MIXERS | | | | | | | | | | | |
| ADC Input Mixers | MXINL | | | | MXINR | | | | 0x0A | 0x00 | |
| Audio Output Mixers | MXOUTL | | | | MXOUTR | | | | 0x0B | 0x00 | |
| AUDIO GAIN | | | | | | | | | | | |
| Audio Interface S1 Gain | PGADS1 | | | | | | | | 0x0C | 0x00 | |
| Audio Interface S2 Gain | PGADS2 | | | | | | | | 0x0D | 0x00 | |
| Line1 Input Gain | 0 | 0 | 0 | PGAL1 | | | | | 0x0E | 0x00 | |
| Line2 Input Gain | 0 | 0 | 0 | PGAL2 | | | | | 0x0F | 0x00 | |

MAX9851/MAX9853

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表8. 寄存器映射(续)

| REGISTER | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | REGISTER ADDRESS | POWER-ON RESET STATE |
|--|-------|--|--|--|-------|--------|--------|--------|------------------|----------------------|
| Microphone L Input Gain | 0 | 0 | PALEN | PGAML | | | | | 0x10 | 0x00 |
| Microphone R Input Gain | 0 | 0 | PAREN | PGAMR | | | | | 0x11 | 0x00 |
| MICROPHONE | | | | | | | | | | |
| Microphone Mode | 0 | 0 | 0 | 0 | MMIC | MEXT | RBEN | RBIAS | 0x12 | 0x00 |
| AUDIO VOLUME | | | | | | | | | | |
| Sidestone Volume | 0 | 0 | 0 | PGAS | | | | | 0x13 | 0x00 |
| Headphone/ Receiver Volume Left | 0 | HRMUT | HRVOLL | | | | | | 0x14 | 0x00 |
| Headphone/ Receiver Volume Right | 0 | 0 | HRVOLR | | | | | | 0x15 | 0x00 |
| Left Speaker Volume ¹ or Line Output Gain ² | 0 | SPMUT ¹ or LOMUT ² | SPVOLL ¹ or LOPGAL ² | | | | | | 0x16 | 0x00 |
| Right Speaker Volume ¹ or Line Output Gain ² | 0 | 0 | SPVOLR ¹ or LOPGAR ² | | | | | | 0x17 | 0x00 |
| AUDIO OUTPUT | | | | | | | | | | |
| Audio Output Mode | 0 | VSEN | ZDEN | SPMODE ¹ or LOMODE ² | | HRMODE | | | 0x18 | 0x00 |
| VIBE/HEADSET DETECT | | | | | | | | | | |
| T-DAC PGA/HSET Detect | TGAIN | | | ENA | SLEEP | HSTEST | | | 0x19 | 0x00 |
| SYSTEM | | | | | | | | | | |
| System | SHDN | HFEN | LFEN | CPEN | 0 | 1 | 0 | CPCLK | 0x1A | 0x00 |
| SHUTDOWN | | | | | | | | | | |
| Audio Shutdown | DALEN | DACREN | ADCLN | ADCREN | DATEN | 0 | MICLEN | MICREN | 0x1B | 0x00 |

¹MAX9851²MAX9853

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

状态寄存器(0x00、0x01)

表9. 状态寄存器0

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-------|
| 0x00 | CLD | SLD | ULK | 0 | 0 | 0 | HSD | FAULT |

存在报警状态时，状态寄存器0x00和0x01当中的位置1。只有当寄存器0x02中相应的中断使能位置1时，才能更新状态位。对该寄存器的读操作将自动清零状态寄存器0x00中的所有位，如果故障状态持续存在或者在读取寄存器后再次出现，则状态寄存器中的位将被再次置1。

削波检测标志(CLD)

1 = DAC或ADC出现削波。

0 = 未出现削波。

当7个数字信号通道当中的任何一个信号振幅过大时，CLD都将报告DAC输入数据或ADC输出数据发生削波，这7个信号分别是：DAC单声道混音器(左或右声道)，DAC调制器(左或右声道)，ADC线路高通滤波器(左或右声道)或VIBE线调节器。要解决信号通道箝位问题，DAC增益以及模拟输入增益应设置的低一些。由于CLD位不显示过载发生在何处，因此可分别降低增益来确定过载源。

摆率电平检测标志(SLD)

1 = 音量摆率变化完成。

0 = 从上一次读状态寄存器后没有音量变化过程。

SLD报告的是可编程增益阵列或音量控制器当中的任何一个完成了从先前的设置到新设置的改变。无论在模拟还是数字电路部分，如果多个增益或音量控制器同时变化，那么SLD标志都将在每部分的最后一次音量调节之后置1。当串口软启动或软关闭完成时，SLD同样也会产生报告。

数字PLL失锁标志(ULK)

1 = S1或S2内部DAC PLL没有锁定。

0 = S1和S2内部的PLL均被使能，且能正常工作并被锁定。

ULK报告的是任何一个DAC的数字音频锁相环失锁并且输入的数字信号不可靠的情况。

耳机配置变化标志(HSD)

1 = 耳机配置已经变化。

0 = 耳机配置未变化。

HSD报告HSDDET (寄存器0x01, B5–B0位)的变化。无论IHSD的状态如何，插孔上的任何拔出和插入操作(通过监视EXTMICBIASL探测)都会触发IRQ线上的中断。见耳机检测部分。在HSD置1之前，HSDDET上的变化经过约20ms的滤波实现数字去抖。HSDDET的有效变化被延迟相应时间。上电之后，需要短暂(> 1ms)施加MCLK来初始化该标志。

MAX9851: 扬声器故障标志(FAULT)

1 = 扬声器放大器上发生了过流故障。

0 = 电流消耗正常。

对于MAX9851，FAULT表示D类输出放大器已经进入电流过载状态。

MAX9853: 外部故障标志(FAULT)

1 = FAULTIN引脚已经被拉为低电平。

0 = FAULTIN引脚为高电平。

对于MAX9853，FAULT表示FAULTIN引脚已经被拉低。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表10. 状态寄存器1

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|-----|----|-------|----|----|----|----|----|
| 0x01 | AOK | 1 | HSDET | | | | | |

模拟就绪(AOK)

1 = 模拟电路工作正常。

0 = 模拟启动未完成或MAX9851/MAX9853关断。

AOK报告MAX9851/MAX9853的模拟部分工作正常。当MAX9851/MAX9853加电时, AOK位被置0。要使该位置1, 则必须使MAX9851/MAX9853脱离关断状态并使电荷泵

工作。在该位置1之前, MAX9851/MAX9853的数字信号处理部分不会运行。

耳机插孔模式指示(HSDET)

HSDET报告的是四个耳机测试引脚EXTMICBIASL、EXTMICBIASR、HPL以及HPR的负载阻抗, 用来确定所接耳机的配置。这些位的值与状态的译码关系见耳机检测部分中的表3。

中断使能寄存器(0x02)

表11. 中断使能

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|------|------|------|----|----|----|------|---------|
| 0x02 | ICLD | ISLD | IULK | 0 | 0 | 0 | IHSD | IFAUULT |

削波检测中断使能(ICLD)

1 = 检测到削波触发硬件中断并将ICLD置1 (寄存器0x00, B7)。

0 = 未报告削波。

摆率检测中断使能(ISLD)

1 = 完成音量变化触发一个硬件中断并将ISLD置1 (寄存器0x00, B6)。

0 = 未报告完成变化。

数字PLL失锁中断使能(IULK)

1 = 内部PLL的失锁状态触发一个硬件中断并将IULK置1 (寄存器0x00, B5)。

0 = 未报告失锁状态。

耳机检测中断使能(IHSD)

1 = 耳机配置的所有变化都将触发硬件中断并将IHSD置1 (寄存器0x00, B1)。

0 = 仅报告插入或拔出插孔的操作。

如果IHSD = 0, 任何插入或拔出插孔的操作(通过监测EXTMICBIASL来检测)都将触发 \overline{IRQ} 线上的中断, 但HSDET其他位的变化不会触发中断。

MAX9851: 扬声器故障中断使能(IFAUULT)

1 = D类扬声器放大器的电流过载触发硬件中断并将IFAUULT置1 (寄存器0x00, B0)。

0 = 未报告电流过载。

MAX9853: 外部故障中断使能(IFAUULT)

1 = FAULTIN的输入触发硬件中断并将IFAUULT置1 (寄存器0x00, B0)。

0 = 未报告输入故障。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

音频接口寄存器(0x03、0x04、0x05、0x06)

MAX9851/MAX9853

表12. 音频接口寄存器

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|-------|-------|-------|----|--------|----|----|------|
| 0x03 | S1SDO | S1SDI | S1MNO | 0 | S1MODE | | | |
| 0x04 | S1MAS | S1WCI | S1BCI | 0 | S1DLY | 0 | 0 | S1WS |
| 0x05 | S2SDO | S2SDI | S2MNO | 0 | S2MODE | | | |
| 0x06 | S2MAS | S2WCI | S2BCI | 0 | S2DLY | 0 | 0 | S2WS |

串行数据输出使能(S1SDO/S2SDO)

1 = 使能数字音频输出。

0 = 禁止数字音频输出。

S1SDO/S2SDO = 1时MAX9851/MAX9853将ADC输出数据发送到相应的音频接口输出引脚。S1SDO/S2SDO = 0时强制SDOUTS1/SDOUTS2为低。

当S1SDO和S2SDO都被使能时，S1和S2接口输出相同的数据。如果两个输出都被使能，只要设置的采样速率相同，各个接口可被设置为不同的格式。

串行数据输入使能位(S1SDI/S2SDI)

1 = 使能数字音频输入。

0 = 禁止数字音频输入。

S1SDI/S2SDI = 1时MAX9851/MAX9853执行软启动过程，并将各SDIN引脚输入的音频数据传送到相应接口的数字滤波器。S1SDI/S2SDI = 0时MAX9851/MAX9853开始软关断过程，然后忽略输入的音频数据并禁止相应接口的数字输入滤波器通道。

软启动或软关断过程完成时，置位SLD (寄存器0x00, B6) 标志。在改变S1MODE或S2MODE位状态之前，应当用S1SDI和S2SDI位软关断信号。软关断过程耗时约10ms，以完成音量从满刻度到静音的逐步改变。在DACLEN和DACREN (寄存器0x1B, B7和B6)置1以清除启动过程之后，应将S1SDI/S2SDI位置1以启用DAC。同样，在清除DACLEN和DACREN之前应把S1SDI/S2SDI清零。

串行输入单声道混音使能位(S1MNO/S2MNO)

1 = 左右声道数字输入信号混合为单声道并输出到左声道。

0 = 保持立体声左右声道数字信号。

该单声道信号通过左声道数字滤波器进行数字滤波和内插处理，此时右声道数字滤波器关闭。左声道滤波器的输出可被单独或同时传送到左或右声道DAC。在混合为单声道之前，立体声输入未经过衰减。在输入信号较大时可能发生削波。

S1/S2接口模式(S1MODE/S2MODE)

S1MODE/S2MODE设置MAX9851/MAX9853相应数字音频接口为特定采样速率。S1MODE/S2MODE设置为0x1至0x9时将接口配置为特定采样速率的立体声音频工作模式。S1MODE/S2MODE设置为0xA或0xB时将接口配置为语音模式。由于只有主接口提供音频滤波，因此副数字音频接口主要工作于模式0x1至0x9。工作在16kHz语音模式下时MCLK必须为26MHz。

表13. 串行接口的工作模式

| S1 MODE/ S2 MODE | RATE (kHz) | MODE |
|---------------------|---------------|--------------------------------------|
| 0x0 | — | Interface off |
| 0x1 | 8 | Stereo audio |
| 0x2 | 11.025 | Stereo audio |
| 0x3 | 12 | Stereo audio |
| 0x4 | 16 | Stereo audio |
| 0x5 | 22.05 | Stereo audio |
| 0x6 | 24 | Stereo audio |
| 0x7 | 32 | Stereo audio |
| 0x8 | 44.1 | Stereo audio |
| 0x9 | 48 | Stereo audio |
| 0xA | 8 | Mono voice mode |
| 0xB | 16 | Mono voice mode (MCLK must be 26MHz) |
| 0xC, 0xD, 0xE, 0xF | — | Reserved |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

主模式(S1MAS/S2MAS)

1 = 主模式(LRCLK和BCLK定时信号在内部产生; LRCLK和BCLK设置为输出)。

0 = 从模式(从外部源接收LRCLK和BCLK; LRCLK和BCLK设置为输入)。

从机模式定时信号可以与MCLK或只有DAC工作时立体声音频模式下的其他音频接口异步工作。除非在语音模式下同步工作, 否则, ADC输出被使能的接口必须工作在主模式。

LRCLK反相(S1WCI/S2WCI)

1 = LRCLK为低电平时, 送入右声道数据。

0 = LRCLK为低电平时, 送入左声道数据。

S1WCI/S2WCI = 0时符合I²S标准。S1WCI/S2WCI对语音模式没有影响。

BCLK反相(S1BCI/S2BCI)

1 = BCLK下降沿时传送数字音频位。

0 = BCLK上升沿时传送数字音频位。

S1BCI/S2BCI = 0时符合I²S标准。

数据延迟(S1DLY/S2DLY)

1 = LRCLK沿之后的第二个BCLK沿传送SDIN和SDOUT上的数字音频MSB。

0 = LRCLK沿之后的第一个BCLK沿传送SDIN和SDOUT上的数字音频MSB。

S1DLY/S2DLY = 1时符合I²S标准。S1DLY/S2DLY对语音模式没有影响。

字长(S1WS/S2WS)

1 = 18位数字音频数据。

0 = 16位数字音频数据。

工作在主机模式时, 每次采样的BLCK周期数与由S1WS/S2WS选择的字长对应。S1WS/S2WS对语音模式没有影响。

数字滤波器寄存器(0x07)

表14. 数字滤波器

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|-----|-------|------|------|------|----|------|----|
| 0x07 | MHZ | ADCDC | ABPE | DBPE | DHPL | | DHPR | |

MCLK频率模式(MHZ)

1 = 26MHz MCLK。

0 = 13MHz MCLK。

26MHz的时钟允许16kHz同步语音模式。其他工作模式可以在任何MCLK频率下工作。

ADC隔直滤波器使能(ADCDC)

1 = 使能ADC隔直滤波器。

0 = 禁止ADC隔直滤波器。

隔直滤波器由一个截止频率为 $f_s / 1608$ 的高通滤波器组成。此滤波器支持包括语音模式的所有工作模式。在直流偏置大于 $\pm 0.125V$ (1/8满量程)的低频信号下, ADC隔直滤波器可以过载。

ADC带通滤波器使能位(ABPE)

1 = 使能ADC带通滤波器。

0 = 禁止ADC带通滤波器。

ABPE = 1时, ADC高通滤波器与ADC低通滤波组合在一起构成一个带通滤波器。在语音模式下, ADC语音带通滤波器仅在左声道输出语音带数据时工作。

DAC带通滤波器使能位(DBPE)

1 = 使能DAC带通滤波器。

0 = 禁止DAC带通滤波器。

DBPE = 1时, DAC高通滤波器与DAC低通滤波器被使能, 组合构成一个带通滤波器。DAC滤波器仅在S1的左声道或S1为L+R单声道输入信号数据时工作。

左、右声道DAC高通滤波器模式(DHPL/DHPR)

00 = 无滤波。

01 = 截止频率为55Hz至91Hz。

10 = 截止频率为171Hz至279Hz。

11 = 截止频率为327Hz至533Hz。

当ADC和DAC均使能时, 各设置项的精确截止频率取决于采样速率。只有DAC工作时, 确切的截止频率应取所列范围的上限。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

数字混音器寄存器(0x08)

表15. DAC输入混音器

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| 0x08 | MIXDAL | | | | MIXDAR | | | |

左、右声道DAC输入混音器(MIXDAL/MIXDAR)
表16为输入的数字音频流的混音结构。四种数字音频流

中的每一种都可以随意组合并单独发送到左或右声道DAC。

表16. DAC输入混音器

| INPUT SOURCE | MIXDAL LEFT DAC (REGISTER 0x08, BITS B7–B4) | MIXDAR RIGHT DAC (REGISTER 0x08, BITS B3–B0) | DESCRIPTION |
|--------------|---|--|---|
| S1 Left | XX1X | XX1X | Mix the primary digital audio interface left channel |
| S1 Right | XXX1 | XXX1 | Mix the primary digital audio interface right channel |
| S2 Left | 1XXX | 1XXX | Mix the secondary digital audio interface left channel |
| S2 Right | X1XX | X1XX | Mix the secondary digital audio interface right channel |

X = 无关。

蜂鸣器/振动器寄存器(0x09)

表17. 蜂鸣器/振动器位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|------|----|------|-----|----|----|----|----|
| 0x09 | TMUX | | TSEL | VTH | | | | |

蜂鸣器/振动器DAC输出选择(TMUX)

00 = $\overline{\text{VIBE}}$ 为高。

01 = $\overline{\text{VIBE}}$ 为低。

10 = 反相门限比较器输出, 将其连接至 $\overline{\text{VIBE}}$ 。

11 = 反相1位DAC未经滤波的输出, 将其连接至 $\overline{\text{VIBE}}$ 。

参见 $\overline{\text{VIBE}}$ 输出部分。TMUX选择 $\overline{\text{VIBE}}$ 输出的信号路径。设置TSEL(寄存器0x09, B5)。

蜂鸣器/振动器DAC路径使能位(TSEL)

1 = 使能副(S2)左声道或左 + 右声道的数字音频信号。

0 = 使能主(S1)右声道数字音频信号。

TSEL = 0时, MAX9851/MAX9853用主数字音频接口右声道实现蜂鸣器/振动器信号处理。TSEL = 1时, MAX9851/MAX9853用副数字音频接口左声道(如果S2单声道混音器被使能, 则使用左 + 右声道)实现蜂鸣器/振动器信号处理。

蜂鸣器/振动器静音比较器门限(VTH)

当使用比较器产生 $\overline{\text{VIBE}}$ 输出时, 设置VTH可用于设定正数字音频数据的比较电平。如果输入数据小于VTH, 则 $\overline{\text{VIBE}} = 1$ 。如果输入数据大于VTH, 则 $\overline{\text{VIBE}} = 0$ 。如果VTH = 0x00, 所有负信号值将强制 $\overline{\text{VIBE}}$ 为高, 所有正值将强制 $\overline{\text{VIBE}}$ 为低(工作波形见图6)。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表18. 振动器门限

| VTH | THRESHOLD VALUE |
|------|-----------------|
| 0x1F | 31/32 x FS |
| 0x1E | 30/32 x FS |
| 0x1D | 29/32 x FS |
| 0x1C | 28/32 x FS |
| 0x1B | 27/32 x FS |
| 0x1A | 26/32 x FS |
| 0x19 | 25/32 x FS |
| 0x18 | 24/32 x FS |
| 0x17 | 23/32 x FS |
| 0x16 | 22/32 x FS |
| 0x15 | 21/32 x FS |
| 0x14 | 20/32 x FS |
| 0x13 | 19/32 x FS |
| 0x12 | 18/32 x FS |
| 0x11 | 17/32 x FS |
| 0x10 | 16/32 x FS |

| VTH | THRESHOLD VALUE |
|------|-----------------|
| 0x0F | 15/32 x FS |
| 0x0E | 14/32 x FS |
| 0x0D | 13/32 x FS |
| 0x0C | 12/32 x FS |
| 0x0B | 11/32 x FS |
| 0x0A | 10/32 x FS |
| 0x09 | 9/32 x FS |
| 0x08 | 8/32 x FS |
| 0x07 | 7/32 x FS |
| 0x06 | 6/32 x FS |
| 0x05 | 5/32 x FS |
| 0x04 | 4/32 x FS |
| 0x03 | 3/32 x FS |
| 0x02 | 2/32 x FS |
| 0x01 | 1/32 x FS |
| 0x00 | 0 |

模拟混音器寄存器(0x0A、0x0B)

表19. 音频混音器位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| 0x0A | MXINL | | | | MXINR | | | |
| 0x0B | MXOUTL | | | | MXOUTR | | | |

左、右声道ADC输入混音器(MXINL/MXINR)

表20. ADC输入混音器

| INPUT SOURCE | MIXINL LEFT ADC (REGISTER 0x0A, Bits B7–B4) | MIXINR RIGHT ADC (REGISTER 0x0A, Bits B3–B0) | DESCRIPTION |
|------------------|---|--|--------------------------------|
| Line 1 | 1XXX | 1XXX | Mix line input 1 |
| Line 2 | X1XX | X1XX | Mix line input 2 |
| Left Microphone | XX1X | XX1X | Mix the left microphone input |
| Right Microphone | XXX1 | XXX1 | Mix the right microphone input |

X = 无关。

表20所示为ADC模拟输入信号可能的混音结构。四种输入信号的每一种都可任意组合并单独传送到左或右声道

ADC。如果在麦克风电路禁止时将麦克风选为混音器输入，则ADC将产生错误的结果。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

左、右声道输出混音器(MXOUTL/MXOUTR)

表21. 模拟输出混音器

| INPUT SOURCE | MXOUTL LEFT AUDIO OUTPUT (REGISTER 0x0B, BITS B7–B4) | MXOUTR RIGHT AUDIO OUTPUT (REGISTER 0x0B, BITS B3–B0) | DESCRIPTION |
|------------------|---|--|---|
| Sidetone | 1XXX | 1XXX | Mix the sidetone |
| Line 1 | X1XX | X1XX | Mix line input 1 |
| Line 2 | XX1X | XX1X | Mix line input 1 |
| Left DAC Output | XXX1 | XXXX | Mix the left DAC output to the left analog output |
| Right DAC Output | XXXX | XXX1 | Mix the right DAC output to the right analog output |

X = 无关。

表21为模拟音频输出混音器可能的混音结构。侧音、线路1和线路2的信号可以任意组合并传送到左或右声道输出端，见表21。左声道DAC输出端仅用于左音频输出，右声道DAC输出与之类似。

出端，见表21。左声道DAC输出端仅用于左音频输出，右声道DAC输出与之类似。

音频增益控制寄存器(0x0C、0x0D、0x0E、0x0F、0x10、0x11)

表22. 数字音频输入增益位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|--------|----|----|----|----|----|----|----|
| 0x0C | PGADS1 | | | | | | | |
| 0x0D | PGADS2 | | | | | | | |

数字音频输入的可编程增益调整(PGADS1/PGADS2)

PGADS1/PGADS2用来设定数字音频接口输入端的增益。编码0x00是最大音量，0xFF为最大衰减。可编程增益调整

在单声道混音器之后。表23为简化的数字信号输入增益设置。

表23. 数字音频输入增益设置

| PGADS1/ PGADS2 | SETTING (dB) | PGADS1/ PGADS2 | SETTING (dB) | PGADS1/ PGADS2 | SETTING (dB) |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| 0x00 | 0 | 0x8D | -14 | 0xCC | -28 |
| 0x0E | -1 | 0x93 | -15 | 0xCF | -29 |
| 0x1C | -2 | 0x99 | -16 | 0xD2 | -30 |
| 0x29 | -3 | 0x9F | -17 | 0xD4 | -31 |
| 0x35 | -4 | 0xA5 | -18 | 0xD6 | -32 |
| 0x40 | -5 | 0xAA | -19 | 0xD9 | -33 |
| 0x4A | -6 | 0xAE | -20 | 0xDB | -34 |
| 0x55 | -7 | 0xB3 | -21 | 0xDD | -35 |
| 0x5E | -8 | 0xB7 | -22 | 0xDF | -36 |
| 0x67 | -9 | 0xBB | -23 | 0xE1 | -37 |
| 0x70 | -10 | 0xBF | -24 | 0xE2 | -38 |
| 0x78 | -11 | 0xC2 | -25 | 0xE4 | -39 |
| 0x7F | -12 | 0xC6 | -26 | 0xE5 | -40 |
| 0x86 | -13 | 0xC9 | -27 | 0xFF | Mute |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表24. 线输入增益位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|----|----|----|-------|----|----|----|----|
| 0x0E | 0 | 0 | 0 | PGAL1 | | | | |
| 0x0F | 0 | 0 | 0 | PGAL2 | | | | |

线输入的可编程增益调整(PGAL1/PGAL2)

PGAL1/PGAL2用来设定线输入1/线输入2的可编程增益调整设置。编码0x00为最大增益, 0x1F为最大衰减。表25列出了每种编码对应的增益设置。

表25. 线输入增益设置

| PGAL1/PGAL2 | SETTING (dB) | PGAL1/PGAL2 | SETTING (dB) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 0x00 | +30 | 0x11 | -4 |
| 0x01 | +28 | 0x12 | -6 |
| 0x02 | +26 | 0x13 | -8 |
| 0x03 | +24 | 0x14 | -10 |
| 0x04 | +22 | 0x15 | -12 |
| 0x05 | +20 | 0x16 | -14 |
| 0x06 | +18 | 0x17 | -16 |
| 0x07 | +16 | 0x18 | -18 |
| 0x08 | +14 | 0x19 | -20 |
| 0x09 | +12 | 0x1A | -22 |
| 0x0A | +10 | 0x1B | -24 |
| 0x0B | +8 | 0x1C | -26 |
| 0x0C | +6 | 0x1D | -28 |
| 0x0D | +4 | 0x1E | -30 |
| 0x0E | +2 | 0x1F | -32 |
| 0x0F | 0 | — | — |
| 0x10 | -2 | | |

表26. 麦克风输入增益位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|----|----|-------|-------|----|----|----|----|
| 0x10 | 0 | 0 | PALEN | PGAML | | | | |
| 0x11 | 0 | 0 | PAREN | PGAMR | | | | |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

麦克风信号源可编程增益调整(PGAML/PGAMR)

PGAML/PGAMR用来设定左/右声道麦克风输入的可编程增益。0x00为最大增益, 0x1F为最大衰减。表27列出了每种编码对应的增益设置。

麦克风前置放大器使能位(PALEN/PAREN)

1 = 通过前置放大器为麦克风输入额外增加+20dB的增益。

0 = 麦克风前置放大器的增益为0dB。

前置放大器增益由PGAML/PGAMR设置, 见麦克风放大器部分。

表27. 麦克风输入增益设置

| PGAML/PGAMR | SETTING (dB) |
|-------------|--------------|
| 0x00 | +20 |
| 0x01 | +19 |
| 0x02 | +18 |
| 0x03 | +17 |
| 0x04 | +16 |
| 0x05 | +15 |
| 0x06 | +14 |
| 0x07 | +13 |
| 0x08 | +12 |
| 0x09 | +11 |
| 0x0A | +10 |

| PGAML/PGAMR | SETTING (dB) |
|-------------|--------------|
| 0x0B | +9 |
| 0x0C | +8 |
| 0x0D | +7 |
| 0x0E | +6 |
| 0x0F | +5 |
| 0x10 | +4 |
| 0x11 | +3 |
| 0x12 | +2 |
| 0x13 | +1 |
| 0x14-0x1F | +0 |

麦克风控制寄存器(0x12)

表28. 麦克风控制位设置

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|----|----|----|----|------|------|------|-------|
| 0x12 | 0 | 0 | 0 | 0 | MMIC | MEXT | RBEN | RBIAS |

麦克风静音(MMIC)

1 = 所有麦克风输入静音。

0 = 取消静音。

外部麦克风模式(MEXT)

1 = 外部麦克风输入。

0 = 内部麦克风输入。

电阻偏置使能位(RBEN)

1 = EXTMICBIASL和EXTMICBIASR的内部偏置电阻已连接。

0 = 内部偏置电阻未连接。

麦克风偏置输出电阻选择(RBIAS)

1 = 470Ω。

0 = 2.2kΩ。

使用驻极体麦克风或具有放大器功能的麦克风时选择2.2kΩ。使用靠近耳机插孔的外部RC滤波器时选择470Ω。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

音频音量控制寄存器(0x13、0x14、0x15、0x16、0x17)

表29. 侧音增益位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|----|----|----|------|----|----|----|----|
| 0x13 | 0 | 0 | 0 | PGAS | | | | |

侧音音量控制(PGAS)

PGAS用来设定馈入音频输出混音器的侧音信号音量。当侧音信号来自左声道麦克风输入端时，此音量控制叠加

在左声道麦克风输入增益设置上。编码0x00为最大增益，0x1F为最大衰减。表30列出了每种编码对应的增益设置。

表30. 侧音音量设置

| PGAS | SETTING (dB) |
|------|--------------|
| 0x00 | +30 |
| 0x01 | +28 |
| 0x02 | +26 |
| 0x03 | +24 |
| 0x04 | +22 |
| 0x05 | +20 |
| 0x06 | +18 |
| 0x07 | +16 |
| 0x08 | +14 |
| 0x09 | +12 |
| 0x0A | +10 |
| 0x0B | +8 |
| 0x0C | +6 |
| 0x0D | +4 |
| 0x0E | +2 |
| 0x0F | 0 |

| PGAS | SETTING (dB) |
|------|--------------|
| 0x10 | -2 |
| 0x11 | -4 |
| 0x12 | -6 |
| 0x13 | -8 |
| 0x14 | -10 |
| 0x15 | -12 |
| 0x16 | -14 |
| 0x17 | -16 |
| 0x18 | -18 |
| 0x19 | -20 |
| 0x1A | -22 |
| 0x1B | -24 |
| 0x1C | -26 |
| 0x1D | -28 |
| 0x1E | -30 |
| 0x1F | -32 |

表31. 耳机/接收机增益位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|----|-------|--------|----|----|----|----|----|
| 0x14 | 0 | HRMUT | HRVOLL | | | | | |
| 0x15 | 0 | 0 | HRVOLR | | | | | |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

左、右耳机/接收机音量控制(HRVOLL/HRVOLR)

HRVOLL/HRVOLR用来设定左/右耳机输出音量。当接收信号为左和右耳机信号的单声道混音信号时, HRVOLL和

HRVOLR也用来控制接收机输出的音量。编码0x00为最大增益, 0x3F为最大衰减。表32列出了每种编码形式的增益设置。

表32. 耳机/接收机音量设置

| HRVOLL/HRVOLR | SETTING (dB) |
|---------------|--------------|
| 0x00 | +5.5 |
| 0x01 | +5.0 |
| 0x02 | +4.5 |
| 0x03 | +4.0 |
| 0x04 | +3.5 |
| 0x05 | +3.0 |
| 0x06 | +2.5 |
| 0x07 | +2.0 |
| 0x08 | +1.0 |
| 0x09 | 0 |
| 0x0A | -1.0 |
| 0x0B | -2.0 |
| 0x0C | -4.0 |
| 0x0D | -6.0 |
| 0x0E | -8.0 |
| 0x0F | -10.0 |
| 0x10 | -12.0 |
| 0x11 | -14.0 |
| 0x12 | -16.0 |
| 0x13 | -18.0 |
| 0x14 | -20.0 |

| HRVOLL/HRVOLR | SETTING (dB) |
|---------------|--------------|
| 0x15 | -22.0 |
| 0x16 | -24.0 |
| 0x17 | -26.0 |
| 0x18 | -28.0 |
| 0x19 | -30.0 |
| 0x1A | -32.0 |
| 0x1B | -34.0 |
| 0x1C | -36.0 |
| 0x1D | -38.0 |
| 0x1E | -40.0 |
| 0x1F | -42.0 |
| 0x20 | -46.0 |
| 0x21 | -50.0 |
| 0x22 | -54.0 |
| 0x23 | -58.0 |
| 0x24 | -62.0 |
| 0x25 | -66.0 |
| 0x26 | -70.0 |
| 0x27 | -74.0 |
| 0x28 to 0x3F | Mute |
| — | — |

耳机静音(HRMUT)

1 = 耳机/接收机输出静音。

0 = 由音量控制位设置耳机/接收机输出电平。

表33. 扬声器/线输出增益位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|----|--|----|----|----|--|----|----|
| 0x16 | 0 | SPMUT ¹ LOMUT ² | | | | SPVOLL ¹ LOPGAL ² | | |
| 0x17 | 0 | 0 | | | | SPVOLR ¹ LOPGAR ² | | |

¹MAX9851, ²MAX9853

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9851: 左/右声道D类放大器音量控制
(SPVOLL/SPVOLR)

SPVOLL/SPVOLR用来设定MAX9851左/右声道D类扬声器

放大器的输出音量。编码0x00为最大增益, 0x3F为最大衰减。表34列出了每种编码对应的增益设置。

表34. 扬声器音量设置

| SPVOLL/SPVOLR | SETTING (dB) |
|---------------|--------------|
| 0x00 | +13.1 |
| 0x01 | +12.6 |
| 0x02 | +12.1 |
| 0x03 | +11.6 |
| 0x04 | +11.1 |
| 0x05 | +10.6 |
| 0x06 | +10.1 |
| 0x07 | +9.6 |
| 0x08 | +8.6 |
| 0x09 | +7.6 |
| 0x0A | +6.6 |
| 0x0B | +5.6 |
| 0x0C | +3.6 |
| 0x0D | +1.6 |
| 0x0E | -0.4 |
| 0x0F | -2.4 |
| 0x10 | -4.4 |
| 0x11 | -6.4 |
| 0x12 | -8.4 |
| 0x13 | -10.4 |
| 0x14 | -12.4 |

| SPVOLL/SPVOLR | SETTING (dB) |
|---------------|--------------|
| 0x15 | -14.4 |
| 0x16 | -16.4 |
| 0x17 | -18.4 |
| 0x18 | -20.4 |
| 0x19 | -22.4 |
| 0x1A | -24.4 |
| 0x1B | -26.4 |
| 0x1C | -28.4 |
| 0x1D | -30.4 |
| 0x1E | -32.4 |
| 0x1F | -34.4 |
| 0x20 | -38.4 |
| 0x21 | -42.4 |
| 0x22 | -46.4 |
| 0x23 | -50.4 |
| 0x24 | -54.4 |
| 0x25 | -58.4 |
| 0x26 | -62.4 |
| 0x27 | -66.4 |
| 0x28 to 0x3F | Mute |
| — | — |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

MAX9853: 左、右线输出音量控制
(LOPGAL/LOPGAR)

LOPGAL/LOPGAR用来设定MAX9853左/右声道差分线输出的音量。编码0x00为最大增益, 0x3F为全衰减。表35列出了每种编码形式对应的增益设置。

MAX9851: 扬声器输出静音(SPMUT)

- 1 = 扬声器输出静音。
- 0 = 由音量控制位设置扬声器。

MAX9853: 线输出静音(LOMUT)

- 1 = 线输出静音。
- 0 = 由音量控制位设置线输出。

表35. 线输出音量设置

| LOPGAL/LOPGAR | SETTING (dB) |
|---------------|--------------|
| 0x00 | +7.1 |
| 0x01 | +6.6 |
| 0x02 | +6.1 |
| 0x03 | +5.6 |
| 0x04 | +5.1 |
| 0x05 | +4.6 |
| 0x06 | +4.1 |
| 0x07 | +3.6 |
| 0x08 | +2.6 |
| 0x09 | +1.6 |
| 0x0A | +0.6 |
| 0x0B | -0.4 |
| 0x0C | -2.4 |
| 0x0D | -4.4 |
| 0x0E | -6.4 |
| 0x0F | -8.4 |
| 0x10 | -10.4 |
| 0x11 | -12.4 |
| 0x12 | -14.4 |
| 0x13 | -16.4 |
| 0x14 | -18.4 |

| LOPGAL/LOPGAR | SETTING (dB) |
|---------------|--------------|
| 0x15 | -20.4 |
| 0x16 | -22.4 |
| 0x17 | -24.4 |
| 0x18 | -26.4 |
| 0x19 | -28.4 |
| 0x1A | -30.4 |
| 0x1B | -32.4 |
| 0x1C | -34.4 |
| 0x1D | -36.4 |
| 0x1E | -38.4 |
| 0x1F | -40.4 |
| 0x20 | -44.4 |
| 0x21 | -48.4 |
| 0x22 | -52.4 |
| 0x23 | -56.4 |
| 0x24 | -60.4 |
| 0x25 | -64.4 |
| 0x26 | -68.4 |
| 0x27 | -72.4 |
| 0x28 to 0x3F | Mute |
| — | — |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

音频输出控制寄存器(0x18)

表36. 音频输出位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|----|------|------|--|----|--------|----|----|
| 0x18 | 0 | VSEN | ZDEN | SPMODE ¹ LOMODE ² | | HRMODE | | |

¹MAX9851, ²MAX9853**平滑音量调节(VSEN)**

- 1 = 音量经由中间值平滑逐步变化。
0 = 音量不经过中间值变化。

过零检测(ZDEN)

- 1 = 在音频信号波形过零点处改变音量, 或大约经过100ms之后改变。
0 = 接到请求时音量立即改变。

MAX9851: 扬声器输出模式(SPMODE)

- 00 = 扬声器放大器关闭。
01 = 仅使能右声道。
10 = 仅使能左声道。
11 = 使能立体声扬声器输出。

MAX9853: 线输出模式(LOMODE)

- 00 = 禁止线输出并且SHDNOUT为高。
11 = 使能线输出并且SHDNOUT为低。

耳机及接收机输出模式(HRMODE)

- 000 = 耳机及接收机放大器关闭。
001至011 = 保留。
100 = 立体声耳机模式。
101 = 单声道单端耳机模式(L+R)。
110 = 单声道平衡耳机模式(桥接负载输出L+R)。
111 = 使能接收机放大器(L+R)。
HRMODE在耳机放大器和接收机放大器模式之间选择。不能同时使能耳机放大器和接收机放大器。为了最小化咔哒/噤声, 应在上电完成且AOK = 1 (0x01寄存器, B7位)之后对HRMODE编程。

振动器增益和耳机自动检测寄存器(0x19)

表37. 振动器和耳机自动检测位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|-------|----|----|----|-----|-------|--------|----|
| 0x19 | TGAIN | | | | ENA | SLEEP | HSTEST | |

蜂鸣器/振动器增益(TGAIN)

当信号调理使能时, TGAIN选择VIBE信号的可编程增益设置。表38列出了每种编码对应的增益设置。

表38. 蜂鸣器DAC增益设置

| TGAIN | T-DAC VIBE SIGNAL INPUT PGA | TGAIN | T-DAC VIBE SIGNAL INPUT PGA |
|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------|
| 0x0 | Disabled, PGA output = 0 | 0x8 | 0dB |
| 0x1 | Reserved | 0x9 | +6dB |
| 0x2 | Reserved | 0xA | +12dB |
| 0x3 | -30dB | 0xB | +18dB |
| 0x4 | -24dB | 0xC | +24dB |
| 0x5 | -18dB | 0xD | +30dB |
| 0x6 | -12dB | 0xE | Reserved |
| 0x7 | -6dB | 0xF | Reserved |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

耳机检测使能位(ENA)

1 = 使能。
0 = 禁止。

ENA = 1使能耳机检测偏置电路并为门限比较器供电。为使耳机检测正常工作, 必须禁止耳机放大器, 使能麦克风放大器和偏置电阻。ENA = 0时该电源断开, HSDET (0x01寄存器, B5-B0位)被设置为0x00。

耳机检测低功耗模式(SLEEP)

1 = 使能。
0 = 禁止。

SLEEP = 1时检测电路进入低功耗模式并禁止标准检测模式。当MAX9851/MAX9853工作在低功耗关断模式时, 该

特性非常有用。对EXTMICBIASL进行监测, 当检测到负载时触发硬件中断。退出睡眠模式可以清除硬件中断。当AV_{DD}断开且电池电压(PV_{DD})仍然存在时, 自动进入睡眠模式。见耳机检测部分。

耳机检测配置(HSTEST)

00 = 断开耳机检测偏置电路。
01 = 耳机检测模式1 (标准耳机检测)。
10 = 耳机检测模式2 (单声道平衡耳机检测)。
11 = 保留。

进行耳机检测之前, 应设置HRMODE = 000, 以禁止耳机放大器。

系统控制寄存器(0x1A)

表39. 系统位说明

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|------|------|------|------|----|----|----|-------|
| 0x1A | SHDN | HFEN | LFEN | CPEN | 0 | 1 | 0 | CPCLK |

关断(SHDN)

1 = MAX9851/MAX9853工作。
0 = 完全关断。

\overline{SDALL} 是一个低有效关断位, 可优先于所有设置把整个MAX9851/MAX9853置于低功耗关断模式。

时钟输入使能位(HFEN)

1 = 使能。
0 = 禁止。

HFEN = 1使能MCLK输入并允许所有依赖时钟的电路工作。

低频模拟振荡器使能位(LFEN)

1 = 使能。
0 = 禁止。

LFEN = 1使能内部低频模拟振荡器, 当MCLK禁止时该振荡器用于电荷泵。

电荷泵使能位(CPEN)

1 = 使能。
0 = 禁止。

要正常工作, 该位需始终为1。

电荷泵振荡器选择位(CPCLK)

1 = 电荷泵振荡器来自MCLK。

0 = 电荷泵振荡器来自内部振荡器。

CPCLK = 1时电荷泵用MCLK作为时钟源。CPCLK = 0时用内部振荡器代替MCLK。当采用D类放大器时(仅限MAX9851), CPCLK必须被设置为1。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

关断控制寄存器(0x1B)

表40. 关断位说明(0x1B)

| REG | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|----|--------|--------|
| 0x1B | DACLIN | DACREN | ADCLIN | ADCREN | DATEN | 0 | MICLEN | MICREN |

左、右声道DAC使能位(DACLIN/DACREN)

1 = 使能。

0 = 禁止。

仅在S1SDI和S2SDI (寄存器0x03和0x05, B6位)被清零并且所有的软关断程序结束(由寄存器0x00的SLD位指示)时才可以使能或禁止DAC, 以确保正确的咔哒/噤噪抑制。改变接口模式之前应禁止DACLIN/DACREN。

左、右声道ADC使能位(ADCLIN/ADCREN)

1 = 使能。

0 = 禁止。

改变接口模式之前应禁止ADCLIN/ADCREN。

蜂鸣器/振动器DAC使能位(DATEN)

1 = 使能。

0 = 禁止。

DATEN被禁止时 \overline{VIBE} 变为高阻态。

左、右声道麦克风使能位(MICLEN/MICREN)

1 = 使能。

0 = 禁止。

I²C串行接口

MAX9851/MAX9853具有I²C/SMBus™兼容的2线串行接口, 接口由串行数据线(SDA)和串行时钟线(SCL)组成。通过SDA和SCL可以简化MAX9851/MAX9853与主机的通信, 时钟速率可以高达400kHz。图10所示为2线接口时序图。主机产生SCL并启动总线上的数据传输。主机向MAX9851/MAX9853写入数据时, 首先发送正确的从机地址, 接下来发送寄存器地址, 然后是数据字。每个传送序列由START (S)或REPEATED START (Sr)条件以及STOP (P)条件构建成帧。传送到MAX9851/MAX9853的每个字长为8位, 并跟随一个应答时钟脉冲。主机从MAX9851/MAX9853读取数据时, 发送正确的从机地址, 并跟随一串共9个SCL脉冲。MAX9851/MAX9853与主机产生的SCL脉冲同步地在SDA线上发送数据。主机应答收到的每一个数据字节。每个读时序由START或REPEATED START条件、非应答和STOP条件构成。SDA同时为输入和开漏极输出。SDA总线需要一个典型值大于500Ω的上拉电阻。SCL只能做为输入。如果总线上有多个主机, 或单主机系统的主机有一个开漏的SCL输出时, SCL通常需要一个大于500Ω的上拉电阻。SDA和SCL线上的串联电阻是可选的。串联电阻用来保护MAX9851/MAX9853数据输入不受总线上高压尖峰的影响, 最小化串扰以及总线信号的负尖峰。

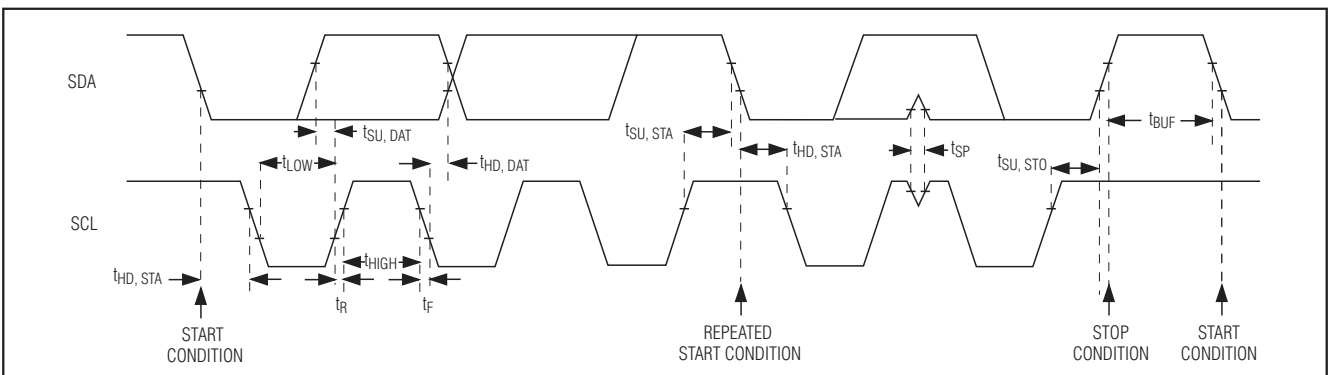


图10. 2线接口时序图

SMBus是Intel Corp.的商标。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

位传输

每个SCL周期传输1个数据位。在SCL脉冲高电平期间, SDA上的数据必须保持稳定。SCL为高时, SDA上的变化为控制信号(见START和STOP条件部分)。I²C总线空闲时, SDA和SCL为高电平。

START和STOP条件

总线空闲时, SDA和SCL的空闲状态为高电平。主机通过发送START条件启动通信。START条件是指在SCL为高时, SDA从高到低的跳变。STOP条件是指在SCL为高时, SDA从低到高跳变(图11)。主机发出START条件信号通知MAX9851/MAX9853启动一次传输。主机通过发出STOP条件终止传输并释放总线。如果产生的是REPEATED START条件而不是STOP条件, 总线保持有效。

提前STOP条件

MAX9851/MAX9853在数据传输过程中可随时识别STOP条件, 除非STOP条件与START条件出现在同一个高脉冲期间。为了正常工作, 不要在发送START条件的同一个SCL高脉冲期间发送STOP条件。

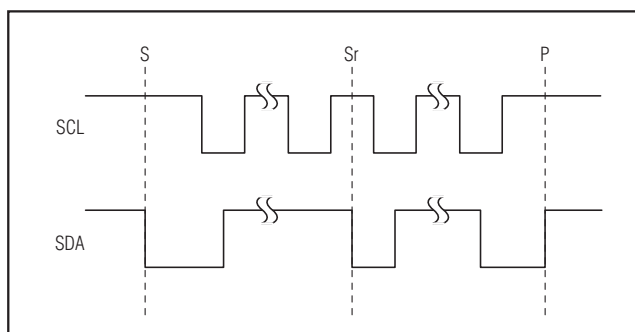


图11. START、STOP以及REPEATED START条件

从机地址

MAX9851/MAX9853的从机地址可以设置为0x20或0010000。地址定义为7个最高有效位(MSB), 其后紧跟读/写位。读/写位置1时, MAX9851/MAX9853配置为读模式。读/写位置0时, MAX9851/MAX9853配置为写模式。地址是START条件之后发送到MAX9851/MAX9853的第一个字节。

应答

应答位(ACK)是与时钟脉冲对应的第9位, 在写模式下, MAX9851/MAX9853用它作为接收到的每一个字节的握手信号(见图12)。如果前一个字节被成功接收, 则MAX9851/MAX9853在主机产生的第九个时钟脉冲期间拉低SDA。监测ACK可以监测到失败的数据传输。如果接收器件忙或发生了系统故障, 数据传输就会失败。若数据传输失败, 总线主机可以重试通信。

MAX9851/MAX9853处于读模式时, 主机应在第9个时钟周期拉低SDA, 作为接收数据的应答。每读一个字节之后, 主机都应发送应答, 以允许数据传输继续进行。主机从MAX9851/MAX9853读取最后一个数据字节时, 发送非应答, 并跟随一个STOP条件。

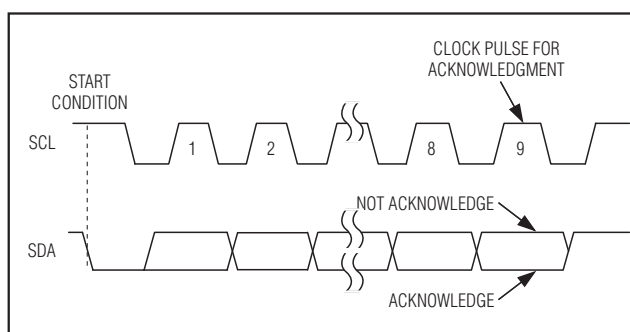


图12. 应答

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

写数据格式

对MAX9851/MAX9853的写操作需传输包括START条件、R/W位置0的从机地址、一个用来配置内部寄存器地址指针的数据字节、一个或多个数据字节以及一个STOP条件。图13说明了向MAX9851/MAX9853写入一字节数据的正确帧格式。图14说明了向MAX9851/MAX9853写入n字节数据的帧格式。

R/W位置0的从机地址说明主机将向MAX9851/MAX9853写数据。在主机产生的第9个SCL脉冲期间，MAX9851/MAX9853对接收的地址字节作出应答。

主机发送的第2个字节用来配置MAX9851/MAX9853的内部寄存器地址指针。该指针指示MAX9851/MAX9853在何地

址写入下一字节的数据。MAX9851/MAX9853收到地址指针数据时发送应答脉冲。

发送到MAX9851/MAX9853的第3个字节包含将要写入选定寄存器的数据。MAX9851/MAX9853发出的应答脉冲通报接收到该数据字节。每次接收到数据字节后，地址指针自动递增到下一个寄存器地址。该自动递增特性允许主机在一个连续帧内顺序写入寄存器。图14说明了如何在一帧内写多个寄存器。主机通过发出STOP条件指示传输结束。

大于0x1B的寄存器地址保留，不要向这些地址写入数据。

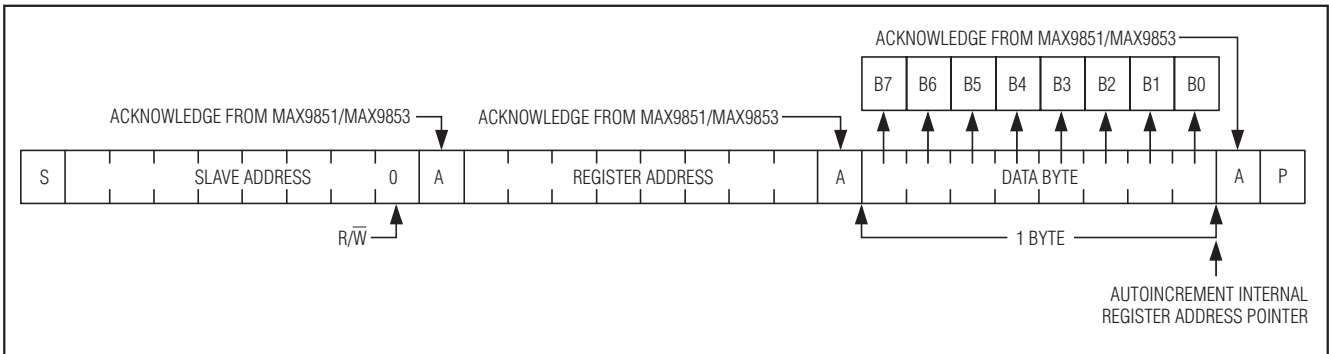


图13. 向MAX9851/MAX9853写1字节数据

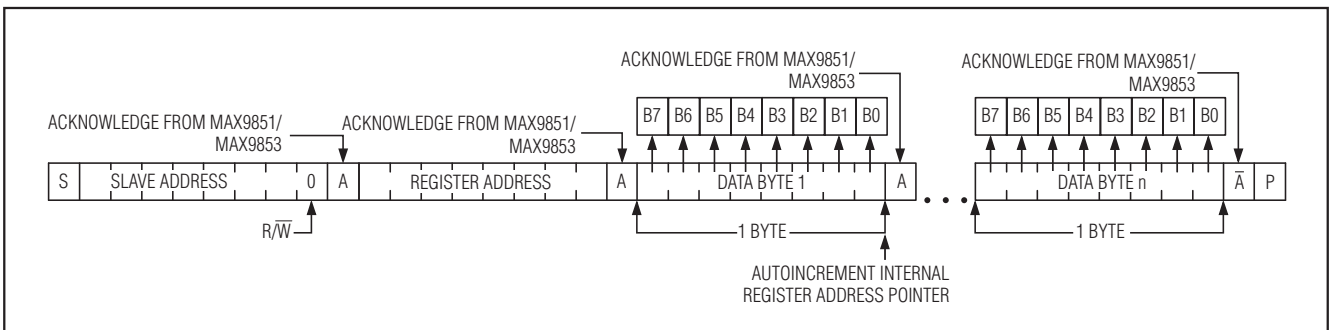


图14. 向MAX9851/MAX9853写n字节数据

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

读数据格式

为启动一次读操作，应发送R/W位为1的从机地址。MAX9851/MAX9853在第9个SCL时钟脉冲拉低SDA，作为接收到从机地址的应答。带有读命令的START命令将地址指针复位到寄存器0x00。MAX9851/MAX9853发送的第一个字节是寄存器0x00的内容。发送数据在主机产生的串行时钟(SCL)上升沿有效。每次读取数据字节后，地址指针自动递增。自动递增特性允许在一个连续帧内顺序读取所有寄存器。STOP条件可以在读取任意字节数据后发送。若发出STOP条件后紧接着另一个读操作，则读取的第一个数据字节将来自寄存器0x00，并且后续的读操作将使地址指针递增，直到下一个STOP条件。在发出读命令之前，可以将地址指针预置到指定寄存器。主机预置地

址指针的过程是，首先发送R/W为0的MAX9851/MAX9853从机地址，随后发送寄存器地址。然后发送 REPEATED START条件，紧接着是R/W位为1的从机地址。MAX9851/MAX9853将发送指定寄存器的内容。发送第一个字节后，地址指针自动递增。试图读取地址高于0x1F寄存器的命令将导致反复读取0x1F。注意0x1C到0x1F是保留寄存器。主机在应答时钟脉冲期间对接收到的每个读出字节作应答。主机必须对除最后字节以外所有正确接收的字节作出应答。最后字节必须紧跟一个来自主机的非应答，然后是STOP条件。图15说明了从MAX9851/MAX9853读取一个字节的帧格式。图16说明了从MAX9851/MAX9853读取n个字节的帧格式。

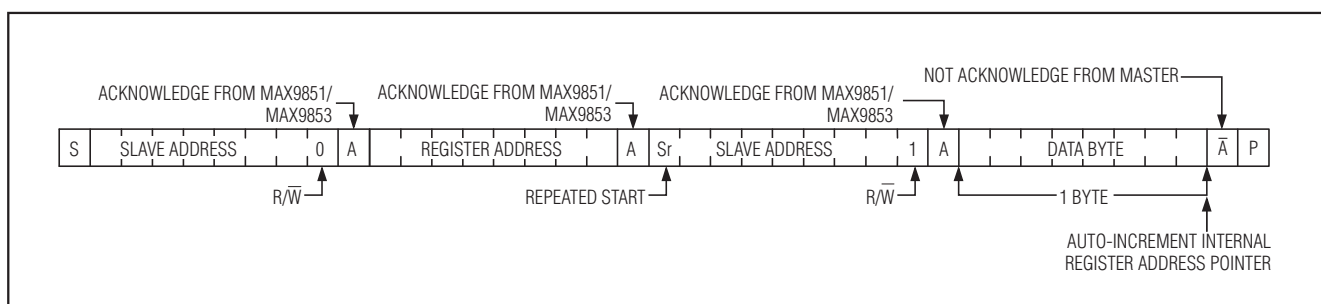


图15. 从MAX9851/MAX9853读取一个字节

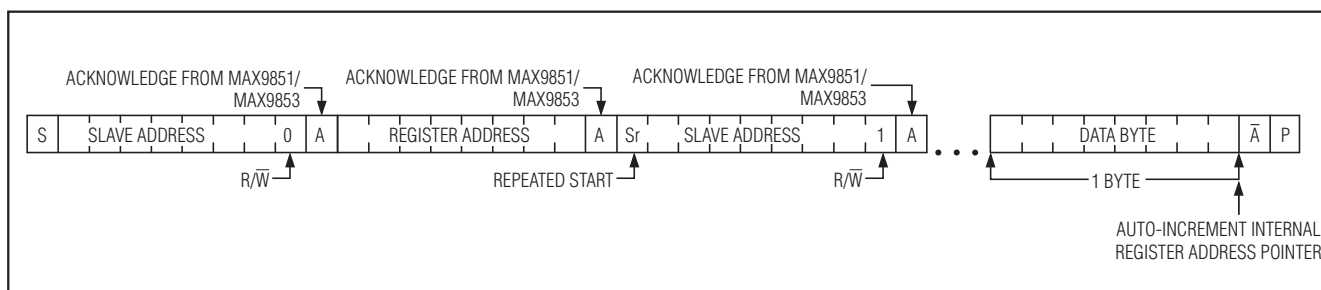


图16. 从MAX9851/MAX9853读取n个字节

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

应用信息

典型工作模式

MAX9851/MAX9853能够在多种模式下工作。为了便于确定特定工作模式的合理设置，下面详细介绍七种典型的工作模式。

语音回放和记录

典型便携式电话需要回放和记录两项功能，音频数据的发送和接收是由蜂窝电话的通讯芯片完成的。表41中列出了这种配置的实例，表42中列出了与正确的编程方式对应的寄存器设置。

表41. 语音回放和记录配置举例

- 13MHz MCLK
- 8kHz voice mode for incoming and outgoing data
- DAC and ADC enabled for mono data
- Digital audio input and output on the primary digital audio interface operating in slave mode
- Voice filter activated for both DAC and ADC
- Audio output on receiver amplifier
- Audio input on internal microphone input

表42. 语音回放和记录模式的I²C寄存器设置

| REGISTER (hex) | VALUE (hex) | DESCRIPTION |
|--|-------------|---|
| 0x00 | N/A | Read-only status register |
| 0x01 | N/A | Read-only status register |
| 0x02 | 0x00 | No interrupts are enabled |
| Program 0x03 last for proper soft-start | | |
| 0x04 | 0x00 | Configure for slave mode |
| 0x05 | 0x00 | Disable secondary digital audio interface |
| 0x06 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x07 | 0x30 | Configure for a 13MHz MCLK and voiceband filtering on both the ADC and DAC |
| 0x08 | 0x20 | Route digital audio from the primary interface to the left DAC |
| 0x09 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0A | 0x20 | Route the left microphone signal to the ADC |
| 0x0B | 0x90 | Route the left DAC output to the receiver amplifier and enabled sidetone |
| 0x0C | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0D | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0E | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0F | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x10 | 0x00 | Configure the left microphone input for +20dB of gain, adjust as appropriate |
| 0x11 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x12 | 0x00 | Select the internal microphone interface and disable external microphone bias circuitry |
| 0x13 | 0x00 | Sidetone PGA, adjust as necessary |
| 0x14 | 0x14 | Configure left output gain to -20dB, adjust as necessary |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表42. 语音回放和记录模式的I²C寄存器设置(续)

| REGISTER (hex) | VALUE (hex) | DESCRIPTION |
|----------------|-------------|---|
| 0x15 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x16 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x17 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x18 | 0x67 | Enable volume smoothing and zero-crossing detection and select the receiver amplifier for output |
| 0x19 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x1A | 0xD5 | Enable the MAX9851/MAX9853 and configure the charge-pump circuitry to run from MCLK |
| 0x1B | 0xA2 | Enable the left DAC, left ADC, and microphone interface |
| 0x03 | 0xCA | Enable primary digital audio interface and configure for full-duplex operation at 8kHz voice mode |

MAX9851扬声器放大器的立体声音频回放

典型情况下通常需要回放音频数据源。表43列出了这种配置的一个实例，表44列出了与正确的编程方式对应的寄存器设置。

这种配置的实例是，把I²S立体声数字音频(采样频率48kHz)加在副数字音频接口(S2)上。音频数据转化为模拟量并被MAX9851的扬声器放大器放大。这种配置的运行需要13MHz的MCLK，且MAX9851作为数字音频主控制器工作。

表43. 立体声音频回放配置实例

- 13MHz MCLK
- 48kHz sample rate for incoming data
- DAC enabled for stereo data
- Digital audio input on the secondary digital audio interface operating in master mode
- Audio output on the speaker amplifier

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表44. 立体声音频回放模式的I²C寄存器设置

| REGISTER (hex) | VALUE (hex) | DESCRIPTION |
|--|-------------|---|
| 0x00 | — | Read-only status register |
| 0x01 | — | Read-only status register |
| 0x02 | 0x00 | No interrupts are enabled |
| 0x03 | 0x00 | Disable primary digital audio interface |
| 0x04 | 0x00 | No configuration necessary |
| Program 0x05 last for proper soft-start | | |
| 0x06 | 0x88 | Configure for master mode and I ² S data format |
| 0x07 | 0x00 | Configure for a 13MHz MCLK |
| 0x08 | 0x84 | Route digital audio from the secondary interface to the DAC |
| 0x09 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0A | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0B | 0x11 | Route the DAC output to the speaker amplifier |
| 0x0C | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0D | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0E | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0F | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x10 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x11 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x12 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x13 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x14 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x15 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x16 | 0x0E | Configure left-speaker output for -0.4dB of gain, adjust as necessary |
| 0x17 | 0x0E | Configure right-speaker output for -0.4dB of gain, adjust as necessary |
| 0x18 | 0x78 | Enable volume smoothing and zero-crossing detection and select the speaker amplifier for stereo operation |
| 0x19 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x1A | 0xD5 | Enable the MAX9851/MAX9853, configure the charge-pump circuitry to run from MCLK |
| 0x1B | 0xC0 | Enable the left and right DAC |
| 0x05 | 0x49 | Enable secondary interface to input data at 48kHz |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

立体声录音

记录音频采样时仅需ADC和麦克风接口。表45列出了这种配置的实例，表46列出了与正确的编程方式对应的寄存器设置。

表45. 立体声录音配置实例

- 13MHz MCLK
- 48kHz sample rate for recorded data
- Output data routed through the secondary digital audio interface operating in master mode
- ADC enabled for stereo record
- Audio input on external microphone input using internal bias

表46. 立体声录音模式的I²C寄存器设置

| REGISTER (hex) | VALUE (hex) | DESCRIPTION |
|--|-------------|--|
| 0x00 | — | Read-only status register |
| 0x01 | — | Read-only status register |
| 0x02 | 0x00 | No interrupt enables are set |
| 0x03 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x04 | 0x00 | No configuration necessary |
| Program 0x05 last for proper soft-start | | |
| 0x06 | 0x80 | Configure for master mode |
| 0x07 | 0x00 | Configure for a 13MHz MCLK |
| 0x08 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x09 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0A | 0x21 | Route the left and right microphone signals to the ADC |
| 0x0B | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0C | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0D | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0E | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x0F | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x10 | 0x00 | Configure the left microphone input for +20dB of gain, adjust as appropriate |
| 0x11 | 0x00 | Configure the left microphone input for +20dB of gain, adjust as appropriate |

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

表46. 立体声录音模式的I²C寄存器设置(续)

| REGISTER (hex) | VALUE (hex) | DESCRIPTION |
|----------------|-------------|--|
| 0x12 | 0x06 | Select the external microphone interface and enable the external microphone bias circuitry using 2.2k Ω bias resistors. |
| 0x13 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x14 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x15 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x16 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x17 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x18 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x19 | 0x00 | No configuration necessary |
| 0x1A | 0xD5 | Enable the MAX9851/MAX9853 and configure the charge-pump circuitry to run from MCLK (charge pump required to set AOK = 1 and allow digital circuitry to operate) |
| 0x1B | 0x33 | Enable the ADC and microphone interface |
| 0x05 | 0x89 | Enable secondary digital audio interface and configure for output operation at 48kHz stereo audio mode |

PCB布线与旁路

良好的PCB布局布线和接地是获得最佳性能的关键。在电源输入端和放大器输出端应使用较宽的引线，以降低引线的寄生电阻引起的损耗，同时有助于改善封装的散热。正确的接地可以改善音频性能、减小通道间串扰，并防止开关噪声耦合至音频信号。采用星形接地技术在PCB上将AGND、DGND、CPGND以及PGND(仅MAX9851)单点连接。DGND、CPGND及所有携带开关瞬态信号的布线应避免AGND和模拟音频信号通道。将与电荷泵有关的所有元件的地连接到CPGND(CPV_{SS}旁路和CPV_{DD}旁路)。把所有的数字I/O终端连接到DGND，包括DV_{DD}和DV_{DDS2}的旁路。MAX9851(D类电源)上的两个PV_{DD}引脚应旁路到PGND。V_{REF}、MBIAS、INTMICBIAS应旁路到低噪模拟地(AGND)。

将器件的PV_{SS}与SV_{SS}连接，且电荷泵电容尽可能靠近SV_{SS}放置。确保C2被连接到CPGND，且CPV_{DD}经过1 μ F电容旁路到CPGND。旁路电容尽可能靠近器件放置。

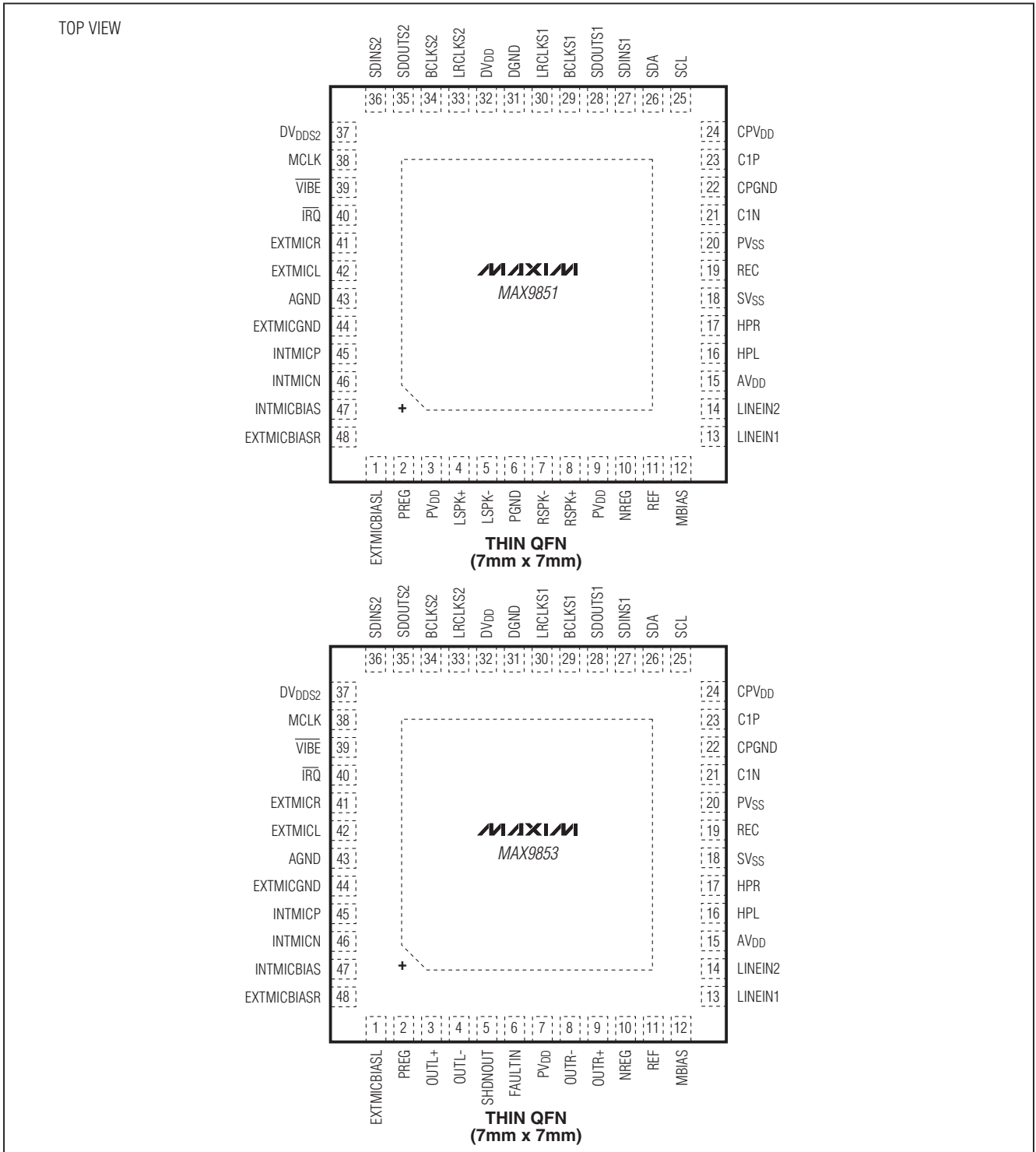
MAX9851/MAX9853的薄型QFN封装下方有裸露的散热焊盘。该焊盘通过提供从管芯到PCB的直接导热通道，来降低封装的热阻。如果可能的话，将裸露的散热焊盘连接到电气绝缘的大面积覆铜层。若不能保持悬空，则应将其连接到AGND。

评估板(EV kit)提供MAX9851和MAX9853的布线实例。评估板可快速设置MAX9851/MAX9853，并带有易于使用的软件，允许控制所有的内部寄存器。

立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

引脚配置

MAX9851/MAX9853



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

选型指南

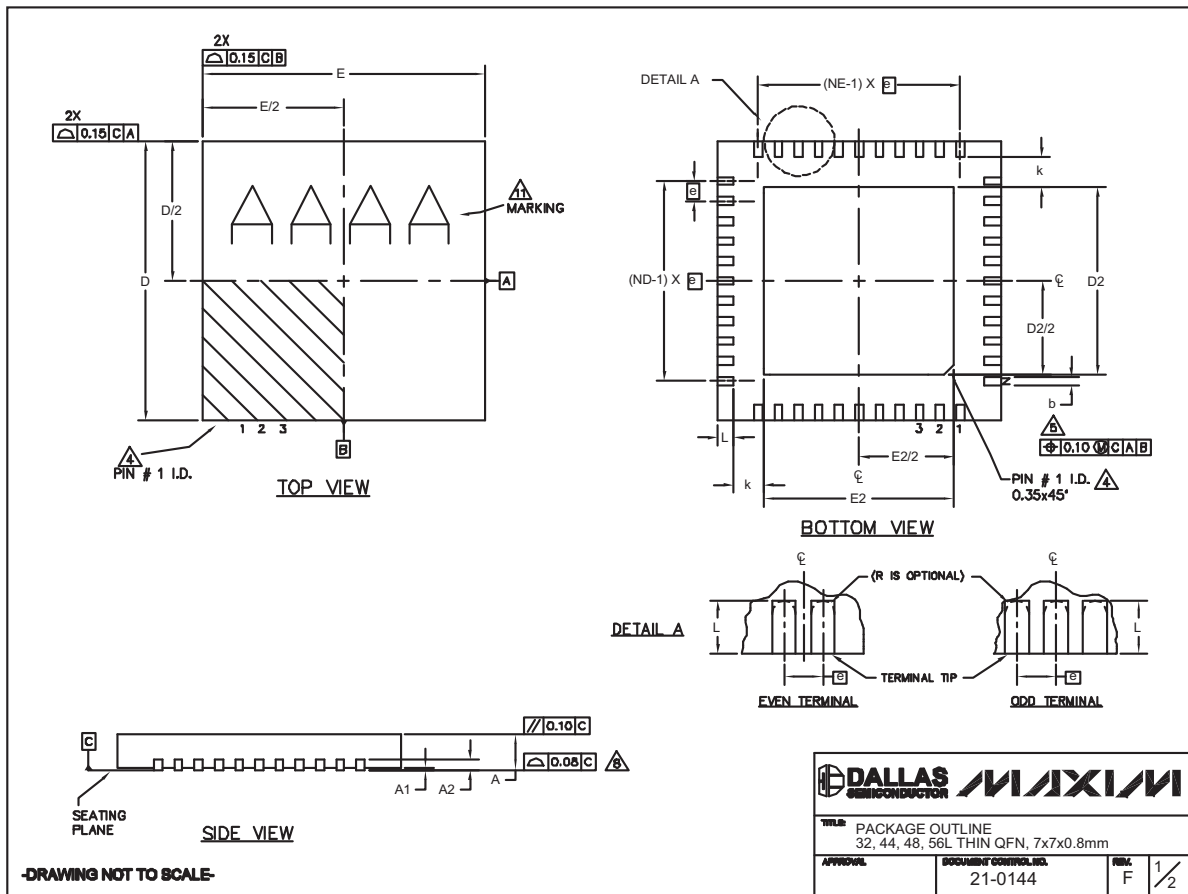
芯片信息

| PART | SPEAKER AMPLIFIERS | LINE OUTPUTS | I ² C SLAVE ADDRESS |
|------------|--------------------|--------------|--------------------------------|
| MAX9851ETM | √ | — | 0x20 |
| MAX9853ETM | — | √ | 0x20 |

MAX9851 TRANSISTOR COUNT: 348,122
 MAX9853 TRANSISTOR COUNT: 345,688
 PROCESS: BiCMOS

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外形信息, 请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)



立体声音频CODEC, 具有麦克风放大器、 DirectDrive耳机放大器、扬声器放大器或线输出

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外形信息, 请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)

MAX9851/MAX9853

| COMMON DIMENSIONS | | | | | | | | | | | | | | EXPOSED PAD VARIATIONS | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-------------------------------------|------|------|------|------------------------|------|-----------|-------------|-------------------|------|------|------|------|------|-------|--------------------|
| PKG | 32L 7x7 | | | 44L 7x7 | | | 48L 7x7 | | | CUSTOM PKG. (T4877-1) 48L 7x7 | | | | 56L 7x7 | | | PKG. CODES | DEPOPULATED LEADS | DZ | | | E2 | | | JEDEC MO220 REV. C |
| | SYMBOL | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | | | MIN. | NOM. | MAX. | | | | |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | T3277-2 | - | 4.55 | 4.70 | 4.85 | 4.55 | 4.70 | 4.85 | - | |
| A1 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0 | 0.02 | 0.05 | T3277-3 | - | 4.55 | 4.70 | 4.85 | 4.55 | 4.70 | 4.85 | - | |
| A2 | 0.20 REF. | | | 0.20 REF. | | | 0.20 REF. | | | 0.20 REF. | | | | 0.20 REF. | | | T4477-2 | - | 4.55 | 4.70 | 4.85 | 4.55 | 4.70 | 4.85 | WKD-1 |
| b | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | T4477-3 | - | 4.55 | 4.70 | 4.85 | 4.55 | 4.70 | 4.85 | WKD-1 | |
| D | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | T4877-1** | 13,24,37,48 | 4.20 | 4.30 | 4.40 | 4.20 | 4.30 | 4.40 | - | |
| E | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | 6.90 | 7.00 | 7.10 | T4877-3 | - | 4.95 | 5.10 | 5.25 | 4.95 | 5.10 | 5.25 | - | |
| e | 0.65 BSC. | | | 0.50 BSC. | | | 0.50 BSC. | | | 0.50 BSC. | | | | 0.40 BSC. | | | T4877-4 | - | 5.40 | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.60 | - |
| k | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - | T4877-5 | - | 2.40 | 2.50 | 2.60 | 2.40 | 2.50 | 2.60 | - | |
| L | 0.45 | 0.55 | 0.65 | 0.45 | 0.55 | 0.65 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.45 | 0.55 | 0.65 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | T4877-6 | - | 5.40 | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.60 | - | |
| N | 32 | | | 44 | | | 48 | | | 44 | | | | 56 | | | T4877-7 | - | 4.95 | 5.10 | 5.25 | 4.95 | 5.10 | 5.25 | - |
| ND | 8 | | | 11 | | | 12 | | | 10 | | | | 14 | | | T4877M-1 | - | 5.40 | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.60 | - |
| NE | 8 | | | 11 | | | 12 | | | 12 | | | | 14 | | | T4877M-6 | - | 5.40 | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.60 | - |
| | 8 | | | 11 | | | 12 | | | 12 | | | | 14 | | | T4877M-8 | - | 5.40 | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.60 | - |
| | 8 | | | 11 | | | 12 | | | 12 | | | | 14 | | | T5677-1 | - | 5.40 | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.60 | - |
| | 8 | | | 11 | | | 12 | | | 12 | | | | 14 | | | T5677-2 | - | 5.40 | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.60 | - |

** NOTE: T4877-1 IS A CUSTOM 48L PKG. WITH 4 LEADS DEPOPULATED. TOTAL NUMBER OF LEADS ARE 44.

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 mm AND 0.30 mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220 EXCEPT THE EXPOSED PAD DIMENSIONS OF T4877-1/-3/-4/-5/-6 & T5677-1.
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.
- MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY

-DRAWING NOT TO SCALE-

| | | | |
|--|----------------------|--------------|-----|
| DALLAS SEMICONDUCTOR | | MAXIM | |
| TITLE PACKAGE OUTLINE 32, 44, 48, 56L THIN QFN, 7x7x0.8mm | | | |
| APPROVAL | DOCUMENT CONTROL NO. | REV. | 2/2 |
| | 21-0144 | F | |

MAX9851/MAX9853封装码: T4877-3.

修订历史

Rev 1中修改的页: 1、2、3-25、30、68、71。

Rev 2中的修改页: 1、60、63、69、71。

Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6211 5199

传真: 010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责, 也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

71