

二声道带音调和音量处理的数控音频处理电路

概述

BT2314 是一块具有音量、音调（低音、高音）、平衡度（左、右）和响度（前、后）控制的音频处理电路，适用高品质的汽车收、放音机和高保真的音响系统中。该电路提供了输入增益选择和外部响度控制功能。所有的控制均通过可与微机连接的串行 I²C 总线来操作；通过外接阻容网络和内部运放的配合，可设置各种交流幅频特性。

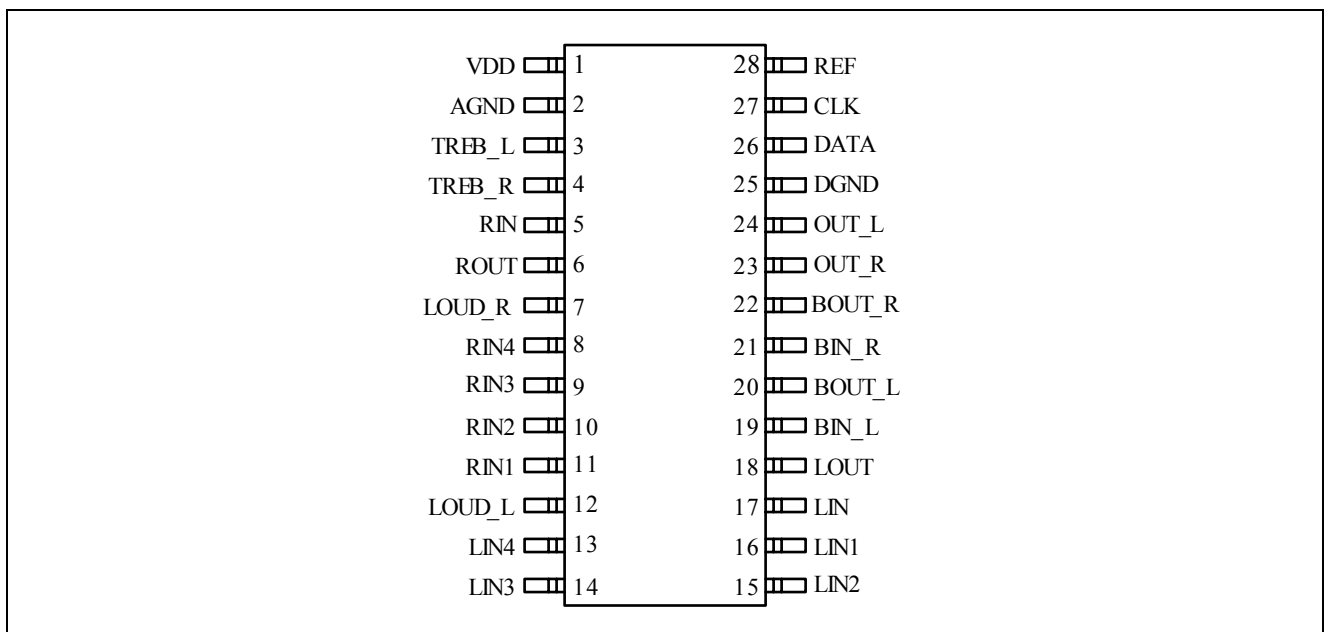
由于采用了高性能的双极/CMOS 工艺技术，实现了低失真、低噪声和低直流电平漂移。

BT2314 的封装形式为 SOP28 或 DIP28。

功能特点

- 含有输入多路选择器：
 - 4 路立体声信号输入
 - 输入增益可设置以与各种信源进行最佳匹配
- 2 声道衰减器：
 - 2 个声道可独立控制。对平衡度和响度进行每级 1.25dB 的衰减和提升。
- 独立的静音控制功能。
- 所有的功能均通过串行 I²C 总线控制
- 有响度控制功能
- 音量控制每级 1.25dB
- 高音和低音控制
- 输入与输出端可与外部均衡器和噪声抑制电路匹配

管脚排列图



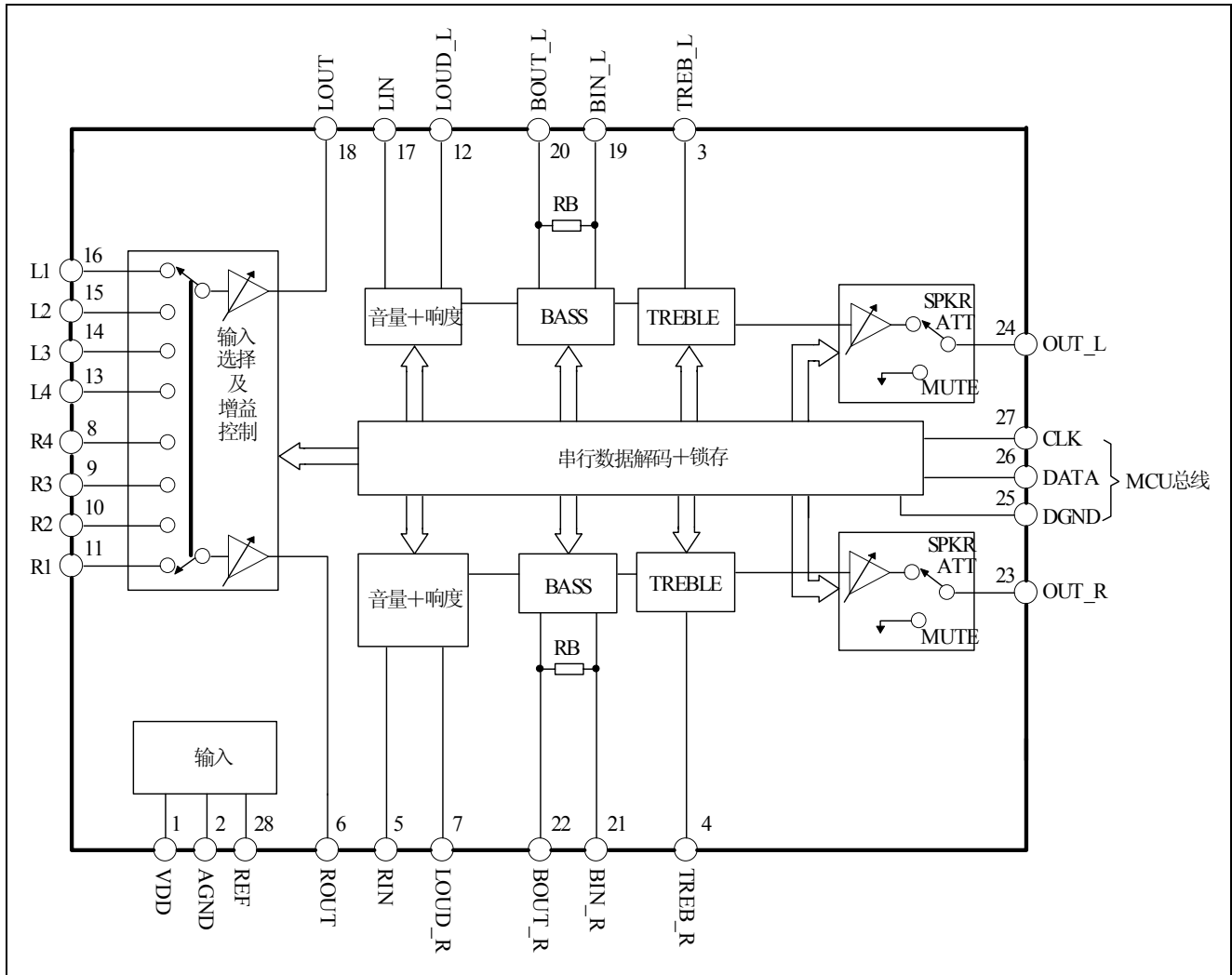
应用范围

汽车音响、功放。

管脚说明

管脚号	管脚名称	I/O	功能描述
1	VDD	-	电源。
2	AGND	-	模拟地。
3	TREB_L	I	高音控制左声道输入端。
4	TREB_R	I	高音控制右声道输入端。
5	RIN	I	音频处理右声道输入端。
6	ROUT	O	增益选择右声道输出端。。
7	LOUD_R	I	右声道响度输入。
8	RIN4	I	右声道输入 4。
9	RIN3	I	右声道输入 3。
10	RIN2	I	右声道输入 2。
11	RIN1	I	右声道输入 1
12	LOUD_L	I	左声道响度输入。
13	LIN4	I	左声道输入 4。
14	LIN3	I	左声道输入 3。
15	LIN2	I	左声道输入 2。
16	LIN1	I	左声道输入 1
17	LIN	I	音频处理左声道输入端。
18	LOUT	O	增益选择左声道输出端。
19	BIN_L	I	低音控制左声道输入端。
20	BOUT_L	O	低音控制左声道输出端。
21	BIN_R	I	低音控制右声道输入端。
22	BOUT_R	O	低音控制右声道输出端。
23	OUT_R	O	右扬声器输出端。
24	OUT_L	O	左扬声器输出端。
25	DGND	-	数字地。
26	DATA	I	控制数据输入端。
27	CLK	I	串行数据时钟输入端。
28	REF	-	基准电压输入端（1/2VDD）。

功能框图



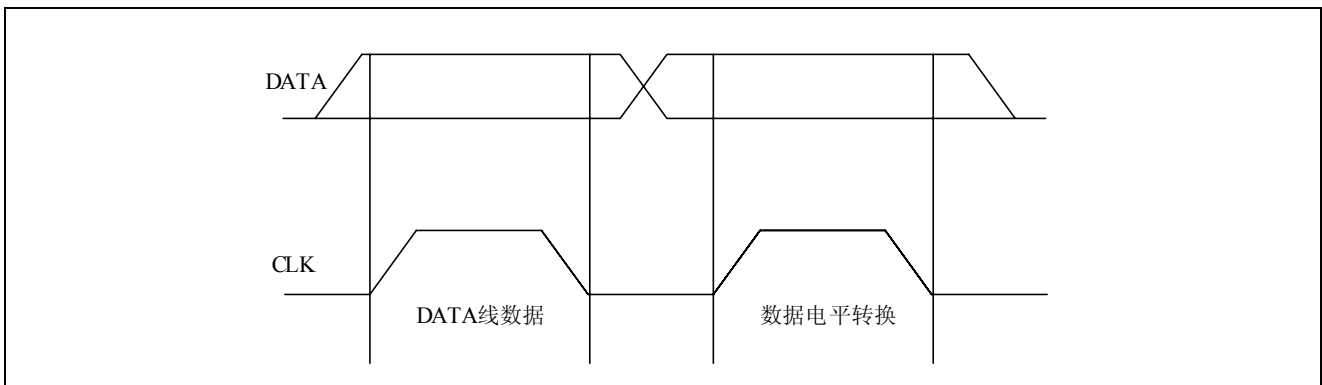
I²C 总线功能说明

总线接口

微机通过 DATA 和 CLK 端口来与 BT2314 进行数据传输。DATA 和 CLK 组成了总线接口。需要连接一个上拉电阻到电源端。

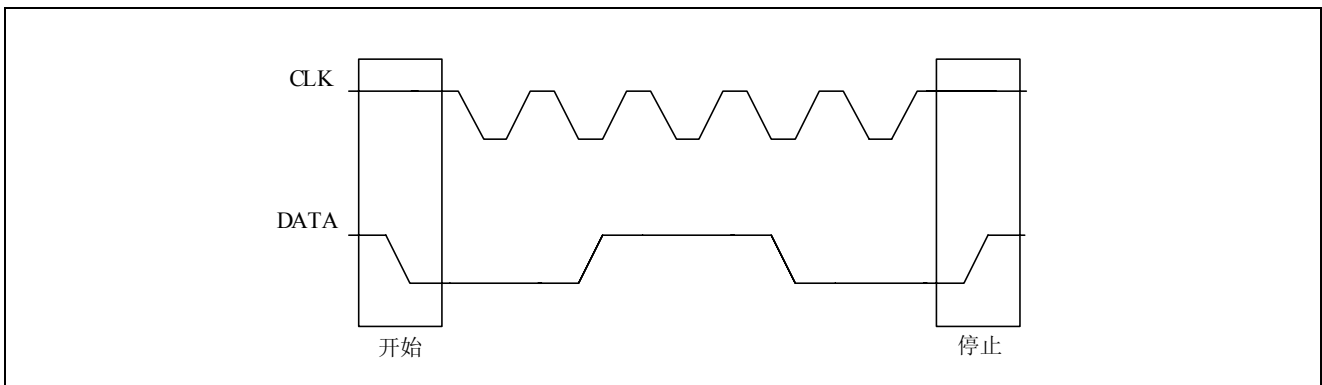
数据有效性

当 CLK 信号处于高电平时，DATA 端口上的数据都是有效及稳定的。只有当 CLK 信号处于低电平时，才能改变 DATA 端口上的电平高低。



开始和停止工作条件

当 CLK 信号为高电平，DATA 信号由高电平转为低电平时开始工作，而 CLK 信号为高电平，DATA 信号由低电平转为高电平时停止工作。

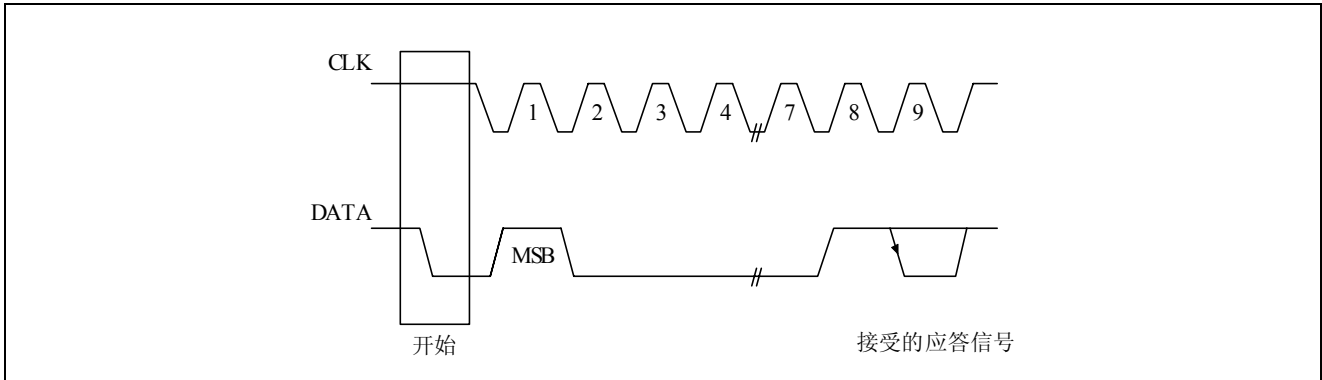


字节格式

数据线上的每个字节由 8 位组成。每个字节包含一个应答位。传输的第一个数据是 MSB。

应答

在应答时钟期间，主机使 DATA 端口处于高电平，外围如音频处理器就会发出应答信号使 DATA 端口在应答时钟期间处于低电平。



音频处理器每接收到一个字节都会发出应答信号。否则在第 9 个时钟脉冲时，DATA 端口将保持高电平。此时主机通讯会发出一个停止指令来结束通讯。

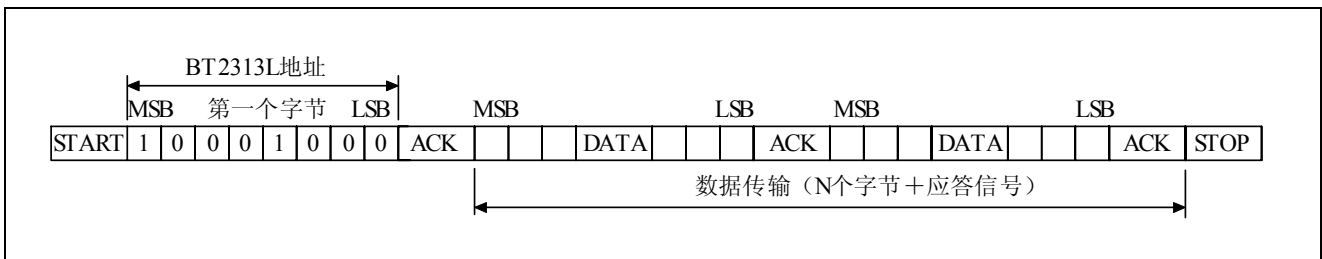
无应答传输

如果使音频处理器不作应答信号检测，也可以用 μP 传输。等待一个时钟并且在期间不作应答信号的检测，然后再发送一组新的数据。这种方法可以减少噪音引起的误差。

接口协议

接口协议如下：

- 开始位
- 芯片地址字节 = 88H
- ACK = 应答位
- 数据字节
- 停止位

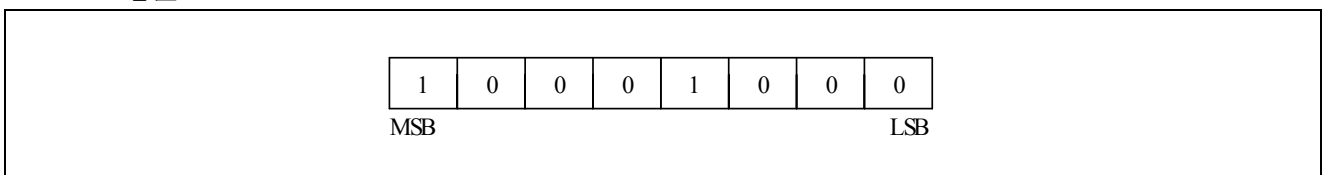


注：ACK = 应答信号

最大时钟速度 = 100KBITS/S

软件格式

BT2314 地址



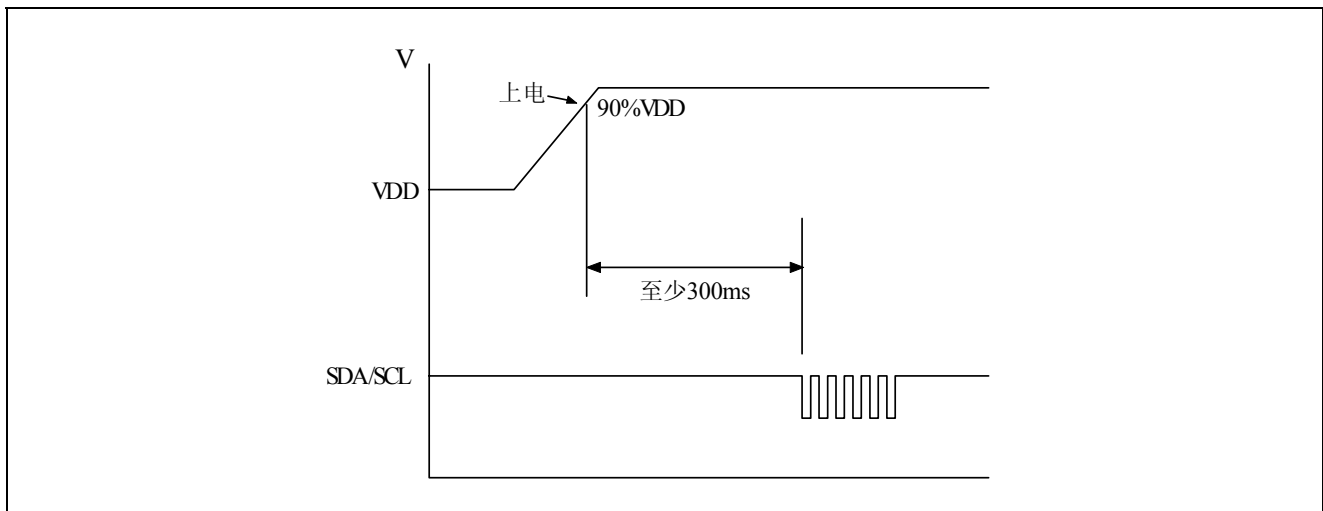
数据字节

MSB							LSB	功能
0	0	B2	B1	B0	A2	A1	A0	音量控制
1	1	0	B1	B0	A2	A1	A0	左扬声器
1	1	1	B1	B0	A2	A1	A0	右扬声器
0	1	0	G1	G0	S2	S1	S0	音频转换
0	1	1	0	C3	C2	C1	C0	Bass 控制
0	1	1	1	C3	C2	C1	C0	Treble 控制

注：Ax=1.25dB 递增，Bx=10dB 递增，Cx=2dB 递增，Gx=3.75dB 递增。

I²C 总线接口开始时序

上电之后，BT2314 需要等待一段很短的时间以确保稳定性。该等待时间与 Cref 的取值有关。BT2314 发送到 I²C 总线信号的延时时间为 300ms。如果延时少于 300ms 的话，通讯失败。



音量

下表所示为音量数据字节。比如：-37.5dB 就是 00011110。

MSB							LSB	功能
0	0	B2	B1	B0	A2	A1	A0	递增 1.25dB
					0	0	0	0
					0	0	1	-1.25
					0	1	0	-2.5
					0	1	1	-3.75
					1	0	0	-5
					1	0	1	-6.25
					1	1	0	-7.5
					1	1	1	-8.75
0	0	B2	B1	B0	A2	A1	A0	递增 10dB
		0	0	0				0
		0	0	1				-10
		0	1	0				-20
		0	1	1				-30
		1	0	0				-40
		1	0	1				-50
		1	1	0				-60
		1	1	1				-70

扬声器衰减

下表所示为扬声器衰减数据字节。比如：右扬声器衰减 30dB 就是 11111000。

MSB							LSB	功能
1	1	0	B1	B0	A2	A1	A0	左扬声器
1	1	1	B1	B0	A2	A1	A0	右扬声器
					0	0	0	0
					0	0	1	-1.25
					0	1	0	-2.5
					0	1	1	-3.75
					1	0	0	-5
					1	0	1	-6.25
					1	1	0	-7.5
					1	1	1	-8.75
			0	0				0
			0	1				-10
			1	0				-20
			1	1				-30
			1	1	1	1	1	静音

音频转换数据字节

下表所示为音频转换数据字节。比如：+11.25dB 的立体声响度就是 01000000。

MSB							LSB	功能
0	1	0	G1	G0	S2	S1	S0	音频转换
						0	0	立体声 1
						0	1	立体声 2
						1	0	立体声 3
						1	1	立体声 4
					0			响度开
					1			响度关
			0	0				+11.25dB
			0	1				+7.5dB
			1	0				+3.75dB
			1	1				0

Bass 和 Treble 数据字节

下表所示为 Bass 和 Treble 数据字节。比如：一个-12dB 的 Treble 就是 0 1 1 1 0 0 0 1。

MSB							LSB	功能
0	1	1	0	C3	C2	C1	C0	Bass
0	1	1	1	C3	C2	C1	C0	Treble
				0	0	0	0	-14
				0	0	0	1	-12
				0	0	1	0	-10
				0	0	1	1	-8
				0	1	0	0	-6
				0	1	0	1	-4
				0	1	1	0	-2
				0	1	1	1	-0
				1	1	1	1	0
				1	1	1	0	2
				1	1	0	1	4
				1	1	0	0	6
				1	0	1	1	8
				1	0	1	0	10
				1	0	0	1	12
				1	0	0	0	14

单位：dB

极限参数
工作条件

名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	V_S	6	9	10	V
最大输入电压	$V_{IN\ max}$	-0.3	—	$V_{DD}+0.3$	V
工作环境温度	T_{amb}	-40	—	+85	°C
存贮温度	T_{STG}	-40	—	+125	°C

极限工作范围

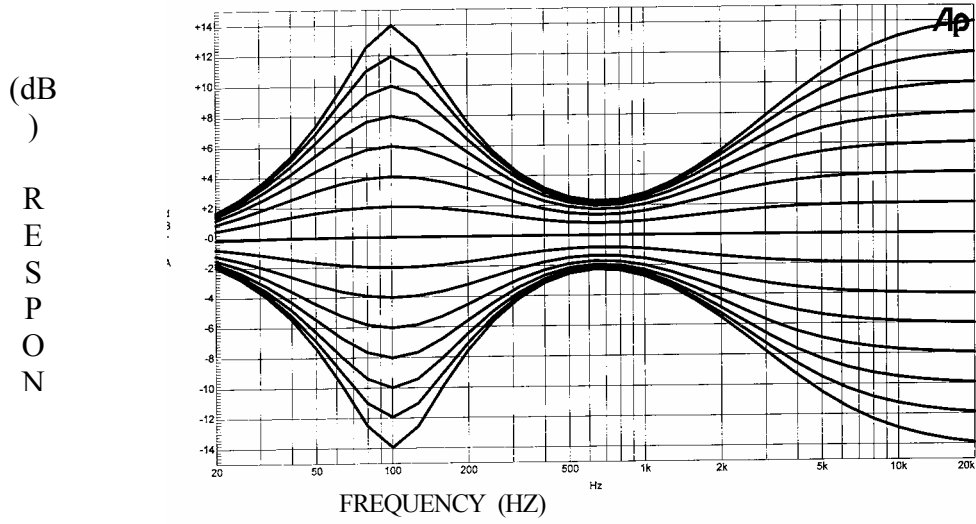
名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	V_S	6	9	10	V
最大输入信号电平	V_{CL}	2	2.5	—	V _{rms}
谐波失真度 ($V=1V_{rms}$, $f=1kHz$)	THD	—	0.07	0.15	%
信噪比	S/N	—	95	—	dB
声道分离特性 ($f=1kHz$)	S_C	—	85	—	dB
音量控制 1.25dB 递增		-75	—	0	
Bass 和 Treble 控制 2dB 递增		-14	—	+14	dB
音量及左右声道平衡控制 1.25dB 递增		-37.5	—	0	dB
输入增益 3.75dB 递增	G_{in}	0	—	11.25	dB
静音衰减	AMUTE	—	85	—	dB

电参数($T_a=25^\circ C$, $V_C=9V$, $R_L=100k\Omega$, $R_g=600\Omega$)

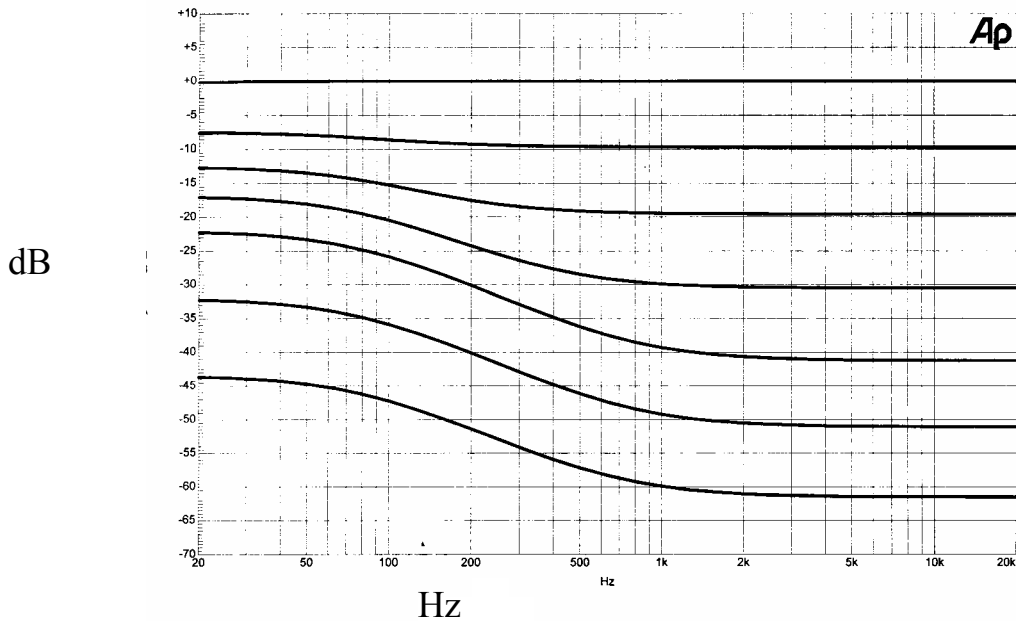
名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
输入						
输入电压	V_{DD}	6	9	10	V	
输入电流	I_S	—	30	40	mA	
输入选择						
输入阻抗	R_{II}	35	50	70	k Ω	输入 1, 2, 3
信号电平	V_{CL}	2	2.5	—	V _{rms}	$A_V=-8.75dB$, $d=0.3\%$
分离特性	S_{IN}	80	100	—	dB	
最小输入增益	G_{INMIN}	-1	0	1	dB	
最大输入增益	G_{INMAX}	—	11.25	—	dB	
音量控制						
输入阻抗	R_{IV}	30	40	50	k Ω	

控制范围	C_{RANGE}	65	70	75	dB	
最小衰减	A_{VMIN}	-1	0	1	dB	
最大衰减	A_{VMAX}	65	70	75	dB	
递增	A_{STEP}	0.5	1.25	1.75	dB	
衰减设置误差	E_A	-1.25	0	1.25	dB	AV=0 到-20dB
		-3.0	0	2	dB	AV=-20 到-60dB
扬声器衰减						
控制范围	C_{RANGE}	35	37.5	40	dB	
递增	S_{STEP}	0.5	1.25	1.75	dB	
衰减设置误差	E_A	—	—	1.5	dB	
输出静音衰减	A_{MUTE}	75	85	—	dB	
Bass 控制(1)						
控制范围	G_b	± 12	± 14	± 16	dB	最大 Boost/Cut
递增	B_{STEP}	1	2	3	dB	
内部反馈阻抗	R_B	34	44	58	k Ω	
Treble 控制(1)						
控制范围	G_t	± 13	± 14	± 15	dB	最大 Boost/Cut
递增	T_{STEP}	1	2	3	dB	
音频输出						
信号电平	V_{OCL}	2	2.5	—	Vrms	d=0.3%
输出阻抗	R_{OUT}		40	45	Ω	
直流电平	V_{OUT}	4.2	4.5	4.8	V	
通常情形						
输出噪音	N_O	—	—	—	dB	BW=20 到 20kHz, 输出 静音增益为 0dB
		—	-97	—		
		—	-92	—		
		—	-100	—		
信噪比	S/N	—	95	—	dB	增益=0dB, $V_O=1V_{rms}$
失真度	d	—	0.1	0.3	%	$A_V=0dB, V_{IN}=1V_{rms}$
		—	0.07	0.15	%	$A_V=-8.75dB, V_{IN}=1V_{rms}$
		—	0.03	0.1	%	$A_V=-8.75dB,$ $V_{IN}=0.3V_{rms}$
左右声道分离度	S_C	80	90		dB	
总线输入						
输入低电平	V_{IL}	—	—	1	V	
输入高电平	V_{IH}	3	—	—	V	
输入电流	I_{IN}	-5	—	+5	μA	
输出电压 SDA 应答信号	V_O	—	—	0.4	V	$I_O=1.6mA$

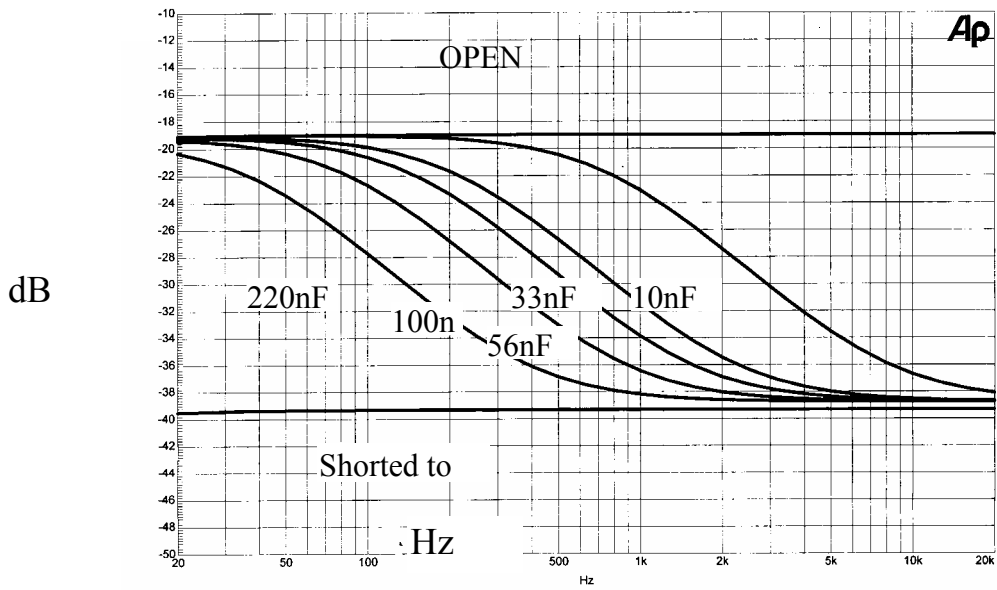
图表：



频响图

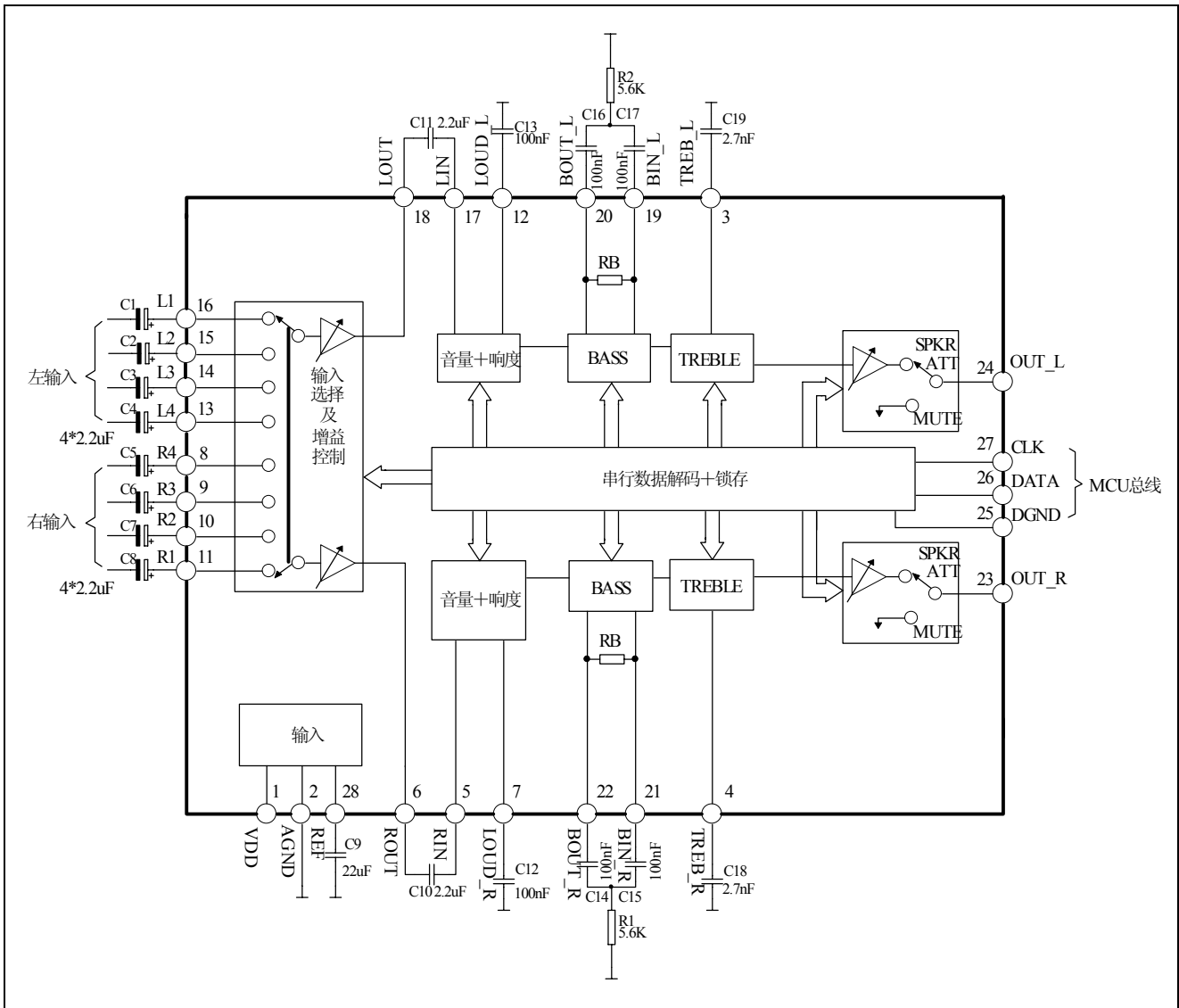


响度VS音量衰减频响图 (C10,C11=100nF)



C10,C11VS响度频响图 (音量 = - 40dB)

参考应用线路图



*: 此电路仅供参考。