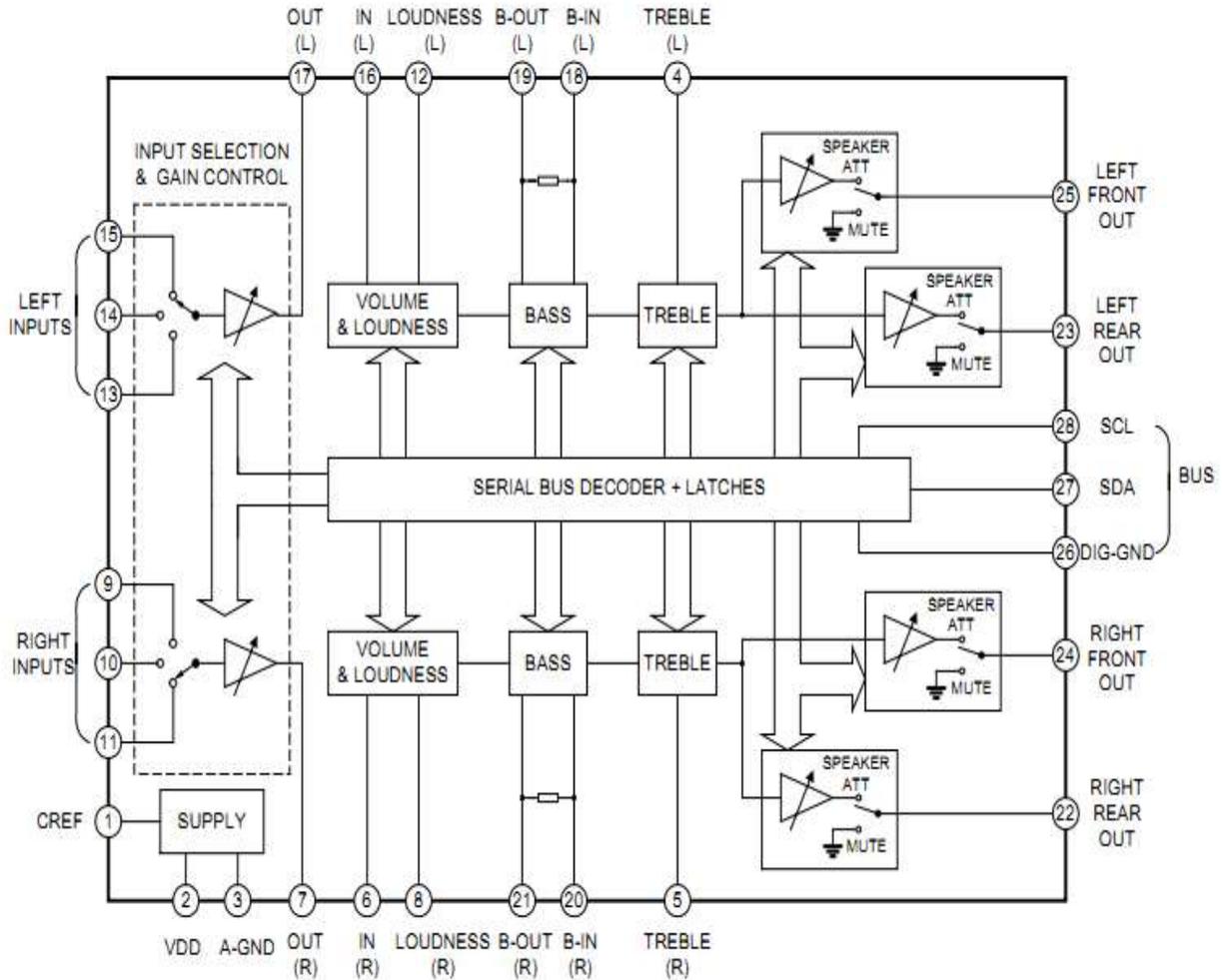




五、内部功能框图



## 六、引脚描述

| 引脚名称   | I/O | 功能描述              | 引脚编号 |
|--------|-----|-------------------|------|
| REF    | -   | 参考电压 (1/2VDD)     | 1    |
| VDD    | -   | 供应电源              | 2    |
| AGND   | -   | 模拟地               | 3    |
| TREB_L | I   | 左右声道高音控制脚位        | 4    |
| TREB_R | I   |                   | 5    |
| RIN    | I   | 右声道音效处理器输入端引脚     | 6    |
| ROUT   | O   | 右声道音源经选择增益放大后输出引脚 | 7    |
| LOUD_R | I   | 右声道响度控制引脚         | 8    |
| RIN3   | I   | 右声道音源 1/2/3 输入端   | 9    |
| RIN2   | I   |                   | 10   |
| RIN1   | I   |                   | 11   |
| LOUD_L | I   | 左声道响度控制引脚         | 12   |
| LIN3   | I   | 左声道音源 1/2/3 输入端   | 13   |
| LIN2   | I   |                   | 14   |
| LIN1   | I   |                   | 15   |
| LIN    | I   | 左声道音效处理器输入端引脚     | 16   |
| LOUT   | O   | 左声道音源经选择增益放大后输出引脚 | 17   |
| BIN_L  | I   | 左声道低音处理输入/输出引脚    | 18   |
| BOUT_L | O   |                   | 19   |
| BIN_R  | I   | 右声道低音处理输入/输出引脚    | 20   |
| BOUT_R | O   |                   | 21   |
| RROUT  | O   | 后扬声器右声道输出         | 22   |
| LROUT  | O   | 后扬声器左声道输出         | 23   |
| RFOUT  | O   | 前扬声器右声道输出         | 24   |
| LFOUT  | O   | 前扬声器左声道输出         | 25   |
| DGND   | -   | 数字地               | 26   |
| DATA   | I   | I2C 数据输入脚         | 27   |
| CLK    | I   | I2C 时钟引脚          | 28   |

## 七、电特性参数

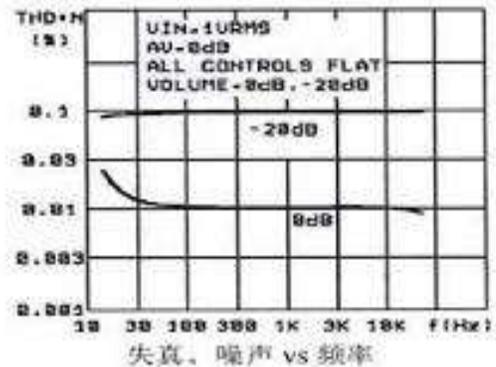
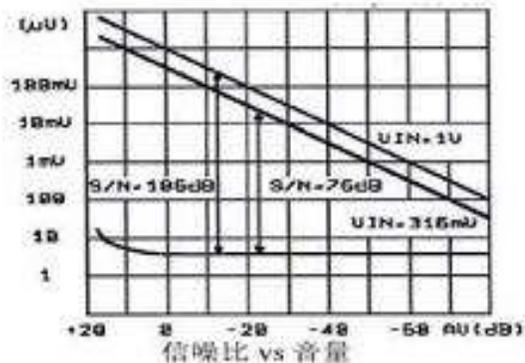
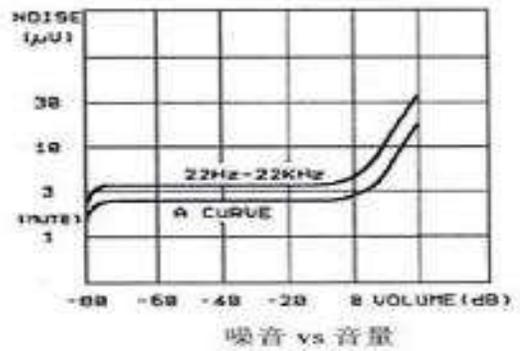
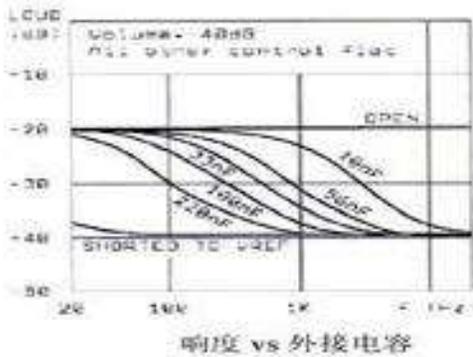
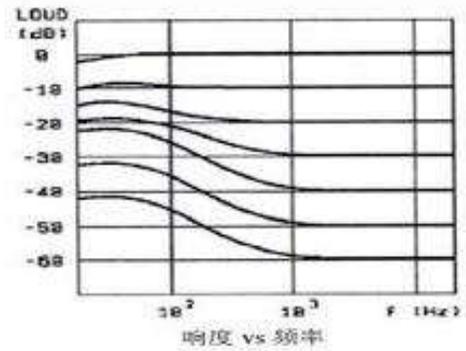
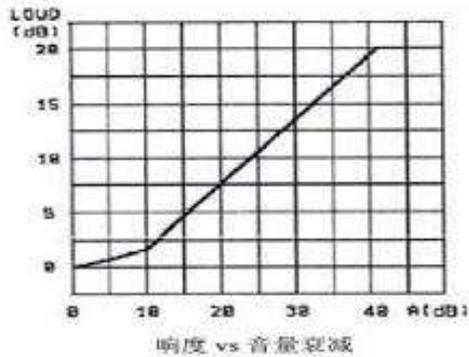
| 符号   | 参数       | 测试条件        | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位         |
|------|----------|-------------|-----|-----|-----|------------|
| 电源   |          |             |     |     |     |            |
| VS   | 工作电压     |             | 6   | 9   | 10  | V          |
| IS   | 静态电流     |             |     | 30  | 40  | mA         |
| SVR  | 纹波抑制比    |             | 60  | 80  |     | dB         |
| 输入选择 |          |             |     |     |     |            |
| Rin  | 输入电阻     | 输入 1, 2, 3, | 35  | 50  | 70  | K $\Omega$ |
| Vcl  | 削波限幅     |             | 2   | 2.5 |     | Vrms       |
| Sin  | 输入隔离 (2) |             | 80  | 100 |     | dB         |
| RI   | 输出负载电阻   | 脚位 7, 17    | 2   |     |     | K $\Omega$ |

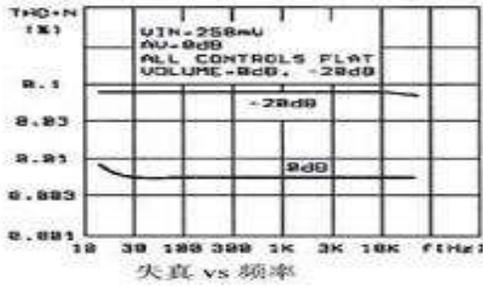
# 深圳市天微电子有限公司 SHENZHEN TITAN MICRO ELECTRONICS CO., LTD.

|          |        |   |          |          |          |            |
|----------|--------|---|----------|----------|----------|------------|
| Ginmin   | 最小输入增益 |   | -1       | 0        | 1        | dB         |
| Ginmax   | 最大输入增益 |   |          | 11.25    |          | dB         |
| Gstep    | 每级分辨率  |   |          | 3.75     |          | dB         |
| Ein      | 输入噪声   | G=11.25dB   |          | 2        |          | $\mu$ V    |
| 音量控制     |        |   |          |          |          |            |
| Riv      | 输入电阻   |   | 20       | 33       | 50       | K $\Omega$ |
| Crange   | 控制范围   |   | 70       | 75       | 80       | dB         |
| Avmin    | 最小衰减   |   | -1       | 0        | 1        | dB         |
| Avmax    | 最大衰减   |   | 70       | 75       | 80       | dB         |
| Astep    | 衰减分辨率  |   | 0.5      | 1.25     | 1.75     | dB         |
| Ea       | 衰减误差   | Av=0~20 dB  | -1.25    | 0        | 1.25     | dB         |
|          |        | Av=-20~-60 dB   | -3       |          | 2        | dB         |
| Et       | 循迹误差   |   |          |          | 2        | dB         |
| Vdc      | 直流调整   | 相邻衰减级别  |          | 0        | 3        | mV         |
|          |        | 由 0~最大 Av   |          | 0.5      | 7.5      | mV         |
| 扬声器衰减    |        |   |          |          |          |            |
| Crange   | 控制范围   |   | 35       | 37.5     | 40       | dB         |
| Sstep    | 分辨率    |   | 0.5      | 1.25     | 1.75     | dB         |
| Ea       | 衰减误差   |   |          |          | 1.5      | dB         |
| Amute    | 输出静音衰减 |   | 80       | 100      |          | dB         |
| Vdc      | 直流等级   | 相邻衰减级别  |          | 0        | 3        | mV         |
|          |        | 由 0 到静音   |          | 1        | 10       | mV         |
| 低音控制 (1) |        |   |          |          |          |            |
| Gb       | 控制范围   | 最大放大/衰减   | $\pm 12$ | $\pm 14$ | $\pm 16$ | dB         |
| Bstep    | 分辨率    |   | 1        | 2        | 3        | dB         |
| Rb       | 内部反馈电阻 |   | 34       | 44       | 58       | K $\Omega$ |
| 高音控制 (1) |        |   |          |          |          |            |
| Gt       | 控制范围   | 最大放大/衰减   | $\pm 13$ | $\pm 14$ | $\pm 15$ | dB         |
| Tstep    | 分辨率    |   | 1        | 2        | 3        | dB         |
| 输出音频     |        |   |          |          |          |            |
| Vocl     | 削波限幅   | D=0.3%  | 2        | 2.5      |          | Vrms       |
| RI       | 输出负载电阻 |   | 2        |          |          | K $\Omega$ |
| CI       | 输出负载电容 |   |          |          | 10       | nF         |
| Rout     | 输出电阻   |   | 30       | 75       | 120      | $\Omega$   |
| Vout     | 直流电压等级 |   | 4.2      | 4.5      | 4.8      | V          |
| 综合       |        |   |          |          |          |            |
| Eno      | 输出噪声   | BW=20~20khz,<br>输出静音<br>增益=0 dB                           |          | 2.5      |          | $\mu$ V    |
|          |        |   |          | 5        | 15       | $\mu$ V    |
|          |        |   |          | 3        |          | $\mu$ V    |
| S/N      | 信噪比    | ALL=0 dB; Vo=1Vrms  |          | 106      |          | dB         |
| D        | 失真     | Av=0, Vin=1Vrms<br>Av=-20 dB,<br>Vin=1Vrms<br>Vin=0.3Vrms |          | 0.01     | 0.1      | %          |
|          |        |   |          | 0.09     | 0.3      | %          |
|          |        |   |          | 0.04     |          | %          |
|          |        |   |          |          |          |            |

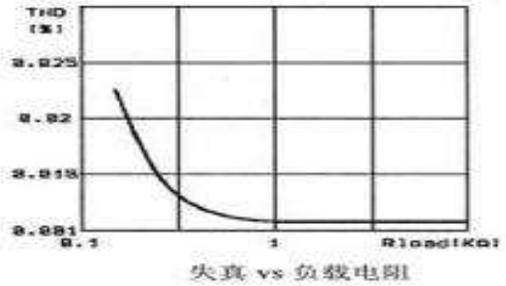
|      |        |            |    |     |     |    |
|------|--------|------------|----|-----|-----|----|
| Sc   | 左右声道隔离 |            | 80 | 103 |     | dB |
| 总线输入 |        |            |    |     |     |    |
| Vil  | 输入低电压  |            |    |     | 1   | V  |
| Vih  | 输入高电压  |            | 3  |     |     | V  |
| Iin  | 输入电流   |            | -5 |     | +5  | uA |
| Vo   | 输出电压   | Io=1.6mA   |    |     | 0.4 | V  |
| Topt | 工作温度   | -40 ~ +80  |    |     |     | °C |
| Tstg | 储存温度   | -65 ~ +150 |    |     |     | °C |

## 八、特性曲线

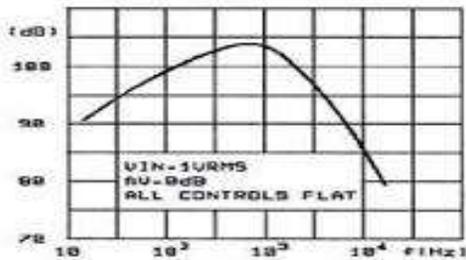




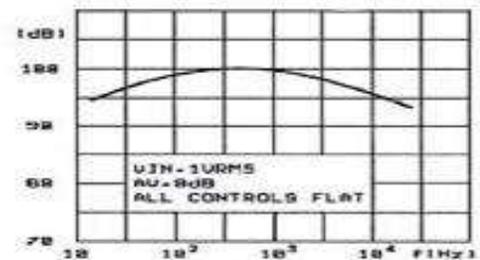
失真 vs 频率



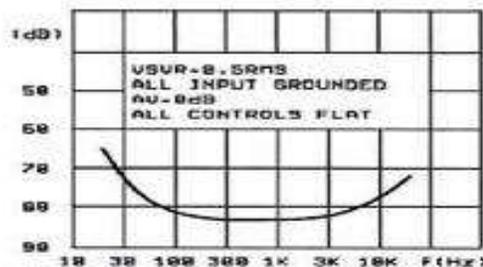
失真 vs 负载电阻



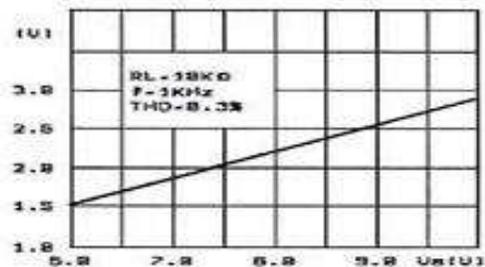
通道隔离 vs 频率



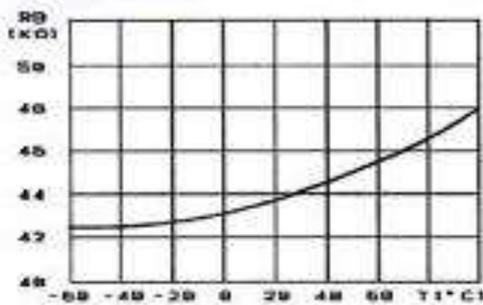
输入隔离 vs 频率



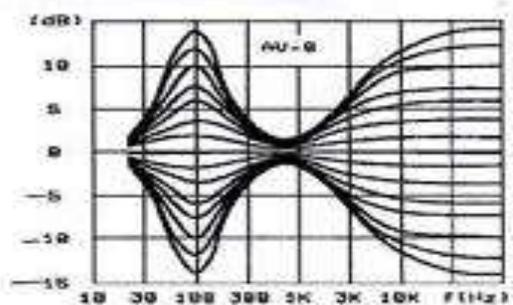
电源抑制 vs 频率



输出电压 vs 电源电压



内部电阻 vs 温度



频率特性

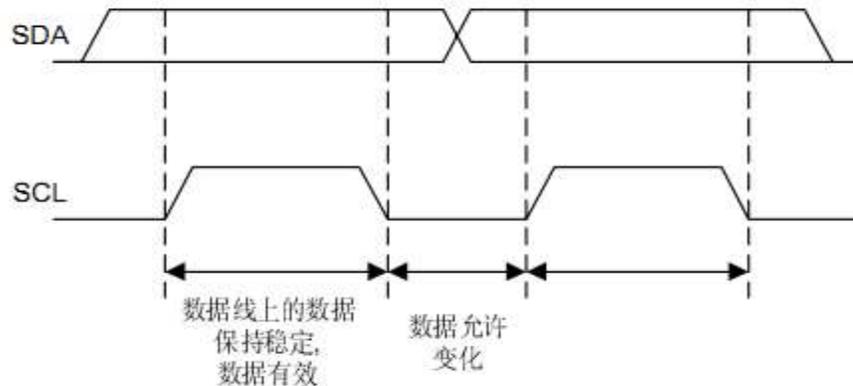
### 九、功能说明

#### 1、I<sup>2</sup>C 总线接口

微处理器的数据通过两线的 I<sup>2</sup>C 总线接口和 TM2313 通信，这两条线分别是 SDA、SCL（需上拉电阻到 VDD）。

#### 2、数据稳定要求

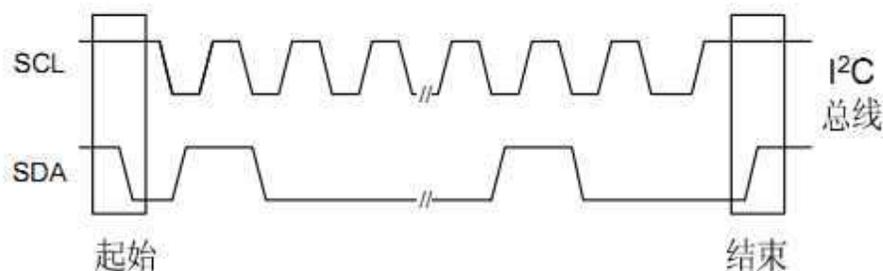
当 SCL 是高电平时，SDA 上的信号必须保持不变；只有 SCL 上的时钟信号为低电平时，SDA 上信号才能改变。



### 3、据传输的开始和结束条件

开始条件：SCL 为高时，SDA 由高变低；

结束条件：SCL 为高时，SDA 由低变高；

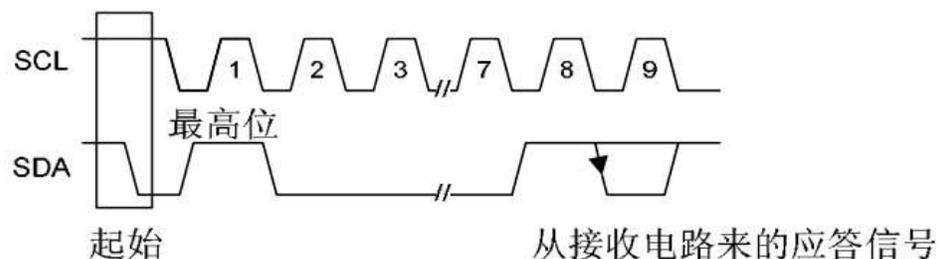


### 4、字节格式

在 SDA 上传输的字节必须包含 8 个位；每传输一个字节都要加上一个应答信号位；高位优先传输。

### 5、应答信号位 (ACK)

在传输应答信号时，主机控制信号通过上拉电阻将 SDA 线拉高；而被寻址的芯片应答时将 SDA 线直接拉低，并保持一个位的时间。正确接受一个字节后，芯片会送出应答信号；即在第九个时钟脉冲时，SDA 置为低电平；控制部分产生结束命令来中止传输数据。



## 6、不带应答信号的传输

应用中，主机可以取消对应答信号的探测，采用更简单的传输方式：不探测应答信号，只需等待一个位后，即可传输新的数据；这种方式不能保证传输的正确性，并且也减小了抗干扰能力。

## 7、接口协议：

- 1) 开始信号
- 2) 地址字节，包括 TM2313 地址（第 8 位需为 0）；
- 3) 数据序列
- 4) 结束条件

（\*\*\*每传输完一字节产生响应信号。）

## 8、指令说明

器件地址

|     |   |   |   |   |   |   |     |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|
| 1   | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0   |
| MSB |   |   |   |   |   |   | LSB |

## 9、控制字节格式说明

| MSB |   |    |    |    |    |    |    | LSB            | FUNCTION |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----------------|----------|
| 0   | 0 | B2 | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Volume control |          |
| 1   | 1 | 0  | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker ATT LR |          |
| 1   | 1 | 1  | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker ATT RR |          |
| 1   | 0 | 0  | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker ATT LF |          |
| 1   | 0 | 1  | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker ATT RF |          |
| 0   | 1 | 0  | G1 | G0 | S2 | S1 | S0 | Audio switch   |          |
| 0   | 1 | 1  | 0  | C3 | C2 | C1 | C0 | Bass control   |          |
| 0   | 1 | 1  | 1  | C3 | C2 | C1 | C0 | Treble control |          |

Ax=1.25dB steps; Bx=10dB steps; Cx=2dB steps; Gx=3.75dB steps

## 数据控制位详细说明

### 1) 音量控制命令

| MSB |   |    |    |    |    |    |    | LSB                 | FUNCTION |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|---------------------|----------|
| 0   | 0 | B2 | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Volume 1.25dB steps |          |
|     |   |    |    |    | 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 | Volume 10dB steps   |          |

|  |   |   |   |  |     |
|--|---|---|---|--|-----|
|  | 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 |

例如：音量衰减 45db,则用 “00100100” 表示。

### 2) 扬声器衰减命令

| MSB |   |   |    |    |    |    |    | LSB        | FUNCTION |
|-----|---|---|----|----|----|----|----|------------|----------|
| 1   | 0 | 0 | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker LF |          |
| 1   | 0 | 1 | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker RF |          |
| 1   | 1 | 0 | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker LR |          |
| 1   | 1 | 1 | B1 | B0 | A2 | A1 | A0 | Speaker RR |          |
|     |   |   |    |    |    |    |    |            |          |
|     |   |   |    |    | 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  | Mute       |          |

例如：前扬声器的右声道衰减 25db，则用 “10110100” 表示。

### 3) 输入切换/响度控制/输入增益命令

| MSB |   |   |    |    |    |    |    | LSB          | FUNCTION    |
|-----|---|---|----|----|----|----|----|--------------|-------------|
| 0   | 1 | 0 | G1 | G0 | S2 | S1 | S0 | Audio Switch |             |
|     |   |   |    |    |    |    |    |              |             |
|     |   |   |    |    |    |    | 0  | 0            | Stereo1     |
|     |   |   |    |    |    |    | 0  | 1            | Stereo2     |
|     |   |   |    |    |    |    | 1  | 0            | Stereo3     |
|     |   |   |    |    |    |    | 1  | 1            | Stereo4 (*) |
|     |   |   |    |    | 0  |    |    | LOUDNESS ON  |             |
|     |   |   |    |    | 1  |    |    | LOUDNESS OFF |             |
|     |   |   |    |    |    |    |    |              |             |
|     |   |   | 0  | 0  |    |    |    | +11.25dB     |             |
|     |   |   | 0  | 1  |    |    |    | +7.5dB       |             |
|     |   |   | 1  | 0  |    |    |    | +3.75dB      |             |
|     |   |   | 1  | 1  |    |    |    | 0dB          |             |

例如：选择立体声道 2 输入 7.5db 的增益，且将响度开启，则用 “01001001” 表示。

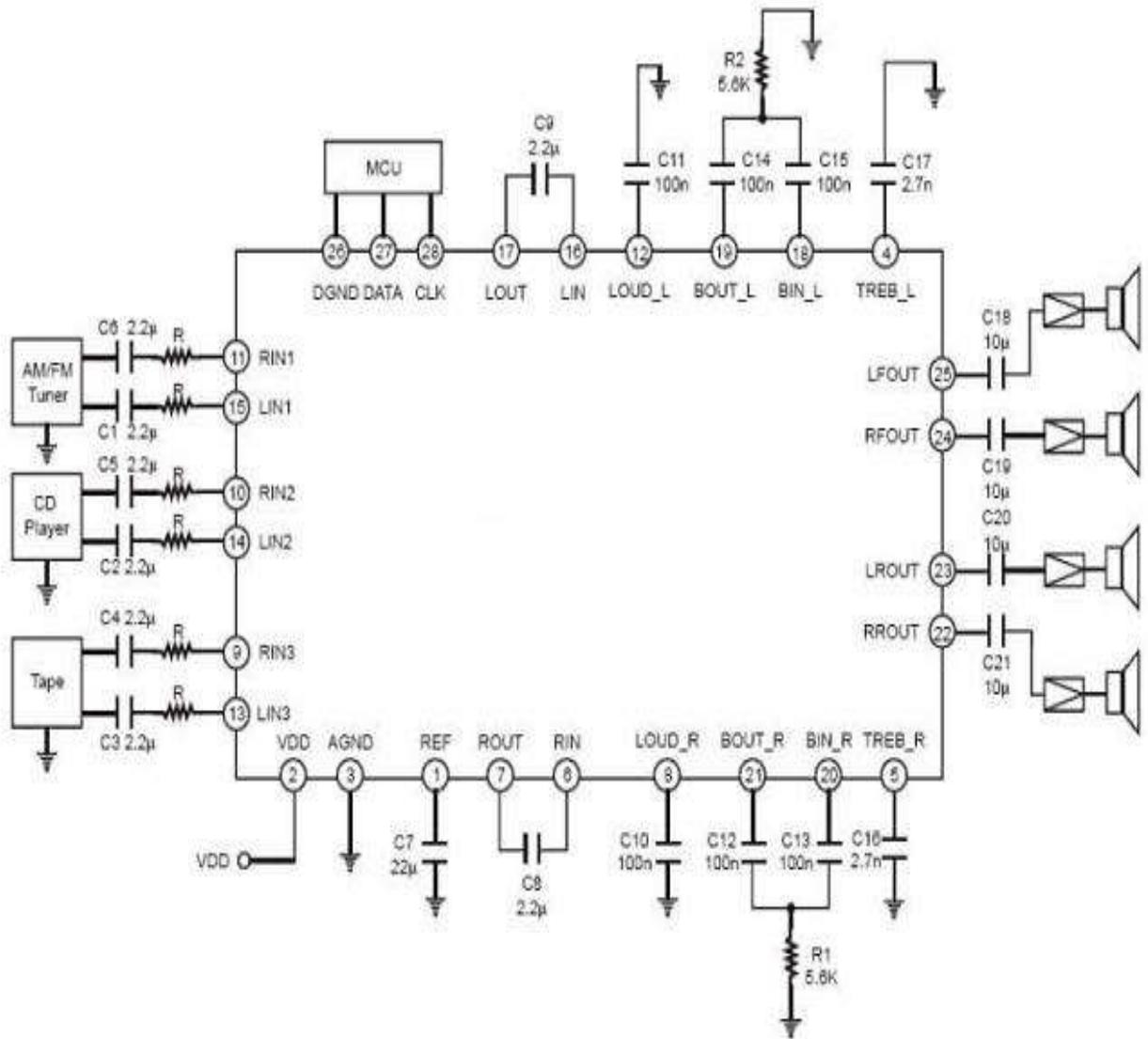
注意：Stereo4 无外接引脚。

4) 高/低音音质控制命令

| 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     |

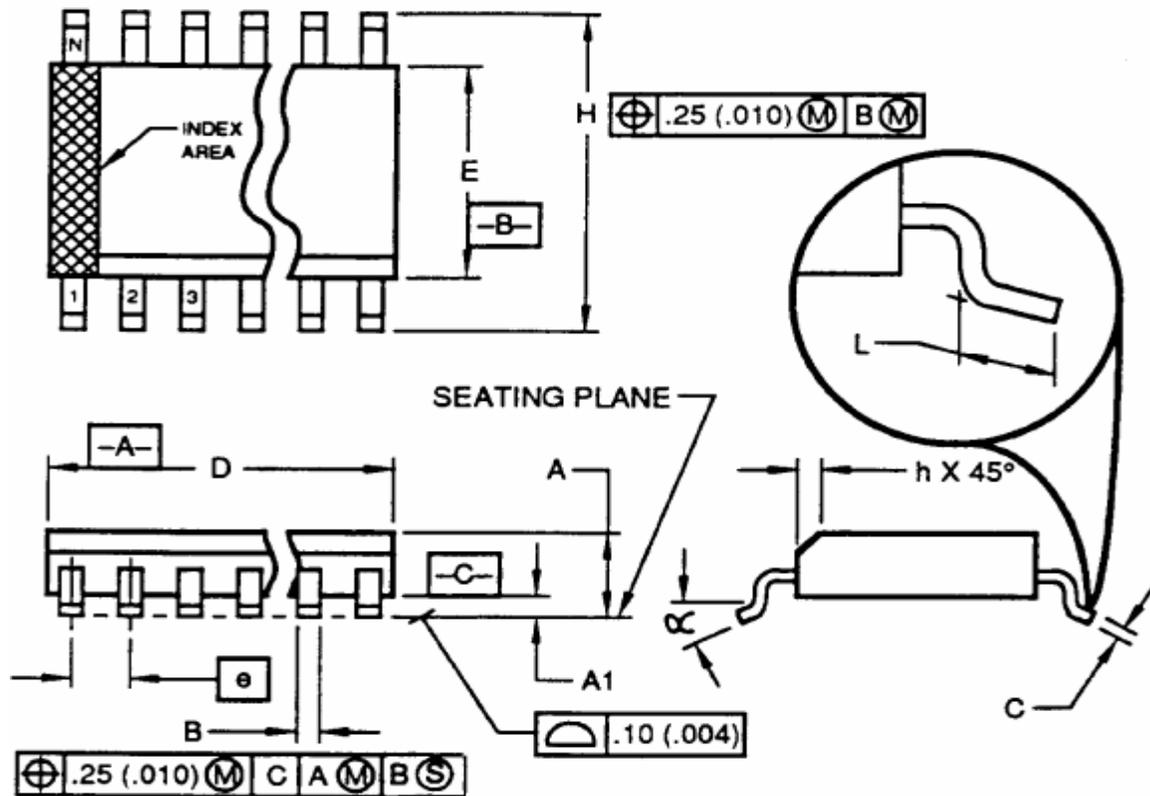
例如：低音输出增益为-10db，则用“01100010”表示。

### 十、应用电路



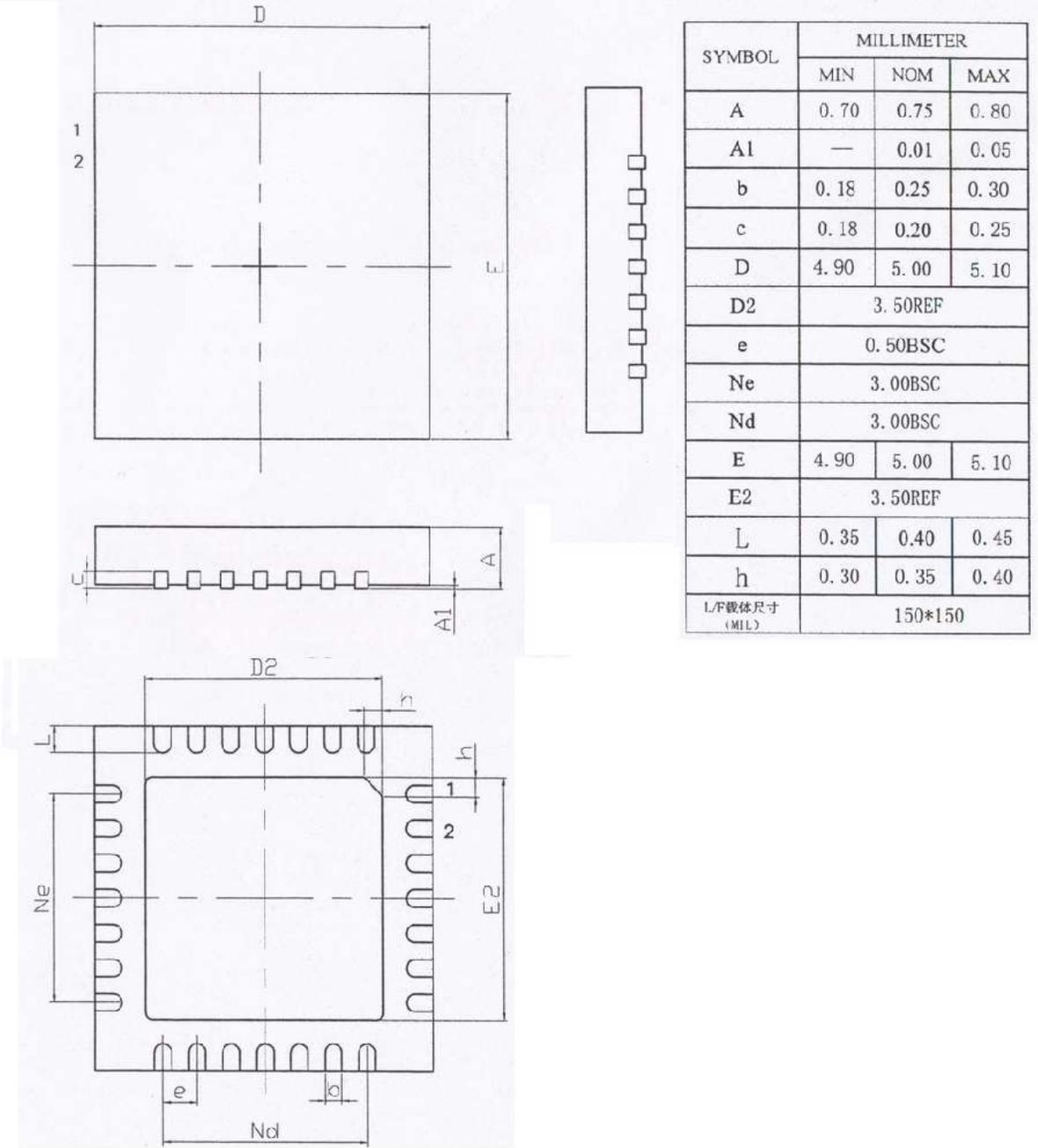
### 十一、封装结构图

#### 1、SOP28 封装

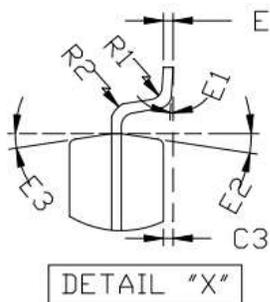
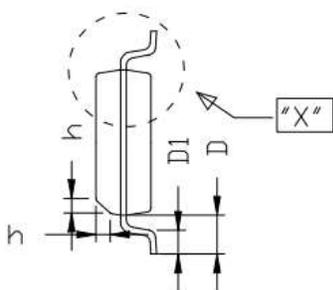
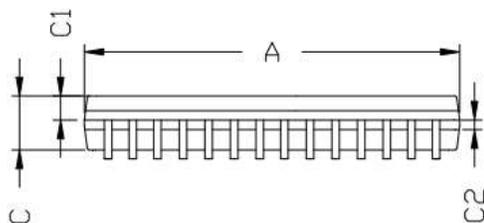
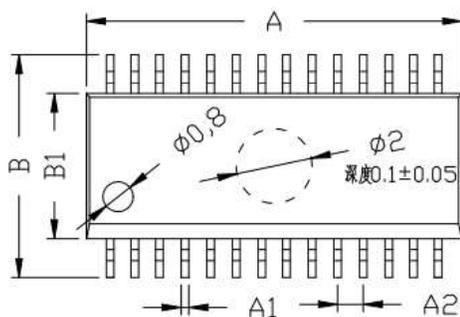


| Symbol   | Min.     | Max   |
|----------|----------|-------|
| A        | 2.35     | 2.65  |
| A1       | 0.10     | 0.30  |
| B        | 0.33     | 0.51  |
| C        | 0.23     | 0.32  |
| D        | 17.70    | 18.10 |
| E        | 7.40     | 7.60  |
| e        | 1.27 bsc |       |
| H        | 10.00    | 10.65 |
| h        | 0.25     | 0.75  |
| L        | 0.40     | 1.27  |
| $\alpha$ | 0°       | 8°    |

2、QFN28 封装



### 3. SSOP28 封装



| 标注 | 表示   | MIN      | NOM   | MAN   |
|----|------|----------|-------|-------|
| A  | 总长   | 9.80     | 9.90  | 10.00 |
| A1 | 脚宽   | 0.20     | 0.25  | 0.30  |
| A2 | 脚间距  | 0.62     | 0.635 | 0.65  |
| B  | 跨度   | 5.80     | 6.00  | 6.20  |
| B1 | 胶体宽度 | 3.80     | 3.90  | 4.00  |
| C  | 胶体厚度 | 1.25     | 1.45  | 1.55  |
| C1 | 上胶体厚 | 0.55     | 0.65  | 0.75  |
| C2 |      | 0.19     | 0.20  | 0.21  |
| C3 | 站高   | 0.10     | 0.15  | 0.20  |
| D  | 单边长  | 1.04 REF |       |       |
| D1 | 脚长   | 0.45     | 0.60  | 0.80  |
| E  | 脚厚   | 0.25 BSC |       |       |
| E1 | 脚角度  | 0°       | 4°    | 8°    |
| E2 |      | 6°       | 8°    | 10°   |
| E3 |      | 6°       | 8°    | 10°   |
| R1 |      | 0.07 TYP |       |       |
| R2 |      | 0.07 TYP |       |       |
| h  |      | 0.30     | 0.40  | 0.50  |

All specs and applications shown above subject to change without prior notice by Titanmec.

(以上电路及规格仅供参考, 如本公司进行修正, 恕不另行通知。)