

集成 7 段音频均衡器的 LED 显示驱动电路

概述

ET6208/6210/6212 是一颗单片集成音频 7 段图形均衡器并可驱动 8*8 (ET6208), 10*10 (ET6210), 12*12 (ET6212) 点阵的 LED 驱动电路。ET6208/6210/6212 有音频同步模式和普通模式两种工作模式。在音频同步模式下, 通过内置带通滤波器把 20Hz~20KHz 的输入音源信号细分为 7 个频段, 再通过内置的高精度 ADC 把每个不同频段的平均幅度值转换成对应的数字值, 同时计算出音源信号的总平均幅度值, 最后送到输出显示。在音频同步模式下 MCU 无须进行任何数据操作, 只需要设置相应的指令, LED 灯就可以随着输入音源的频率以及强弱同步显示 7 路对应频率的幅度, 和 1 路总音量强弱显示。在普通模式下, 可以实现 1/8 (ET6208), 1/10 (ET6210), 1/12 (ET6212) 占空比的动态 LED 显示, 内置 128 阶的亮度等级可以帮助用户实现更多彩的图案, 同时还内置了 7 个时间等级的自动呼吸功能。256*8bit (ET6208), 256*10bit (ET6210), 256*12bit (ET6212) 的 RAM, 可以任意设置显示 RAM 的首地址、显示长度及 RAM 的显示周期数, 在不过多占用系统资源的前提下大幅度增加了用户的可编程性。

功能特点

- 可选择的音频同步模式和普通模式
- 音频同步模式最少只需发送一条指令, 无须 MCU 进行任何的数据操作
- -18dB~+18dB 音频信号增益可调整
- 7 段音频均衡器及 1 路总音量强弱显示
- 音频模式下用户可自定义显示幅度对应的阈值
- 音频模式下用户可以自定义音频同步显示 LED 阵列的排列方式 (仅针对 ET6210, ET6212)
- 普通模式和音频模式均可以实现 128 阶亮度等级
- 内置 256*8bit (ET6208), 256*10bit (ET6210), 256*12bit (ET6212) RAM 可任意设置显示 RAM 的首尾地址及周期数
- 普通模式下可以实现 10*10, 12*12 标准字库的汉字显示 (仅针对 ET6210, ET6212)
- 7 个时间等级的自动呼吸功能
- 10bits ADC
- I²C 总线接口
- 用户可以通过 I²C 总线接口读取音频信号并自行设定音乐随动显示方式
- 封装形式为 QFN24 (ET6208Y), QFN28 (ET6210Y), QFN32 (ET6212Y), SOP24 (ET6208M)

ET6208/6210/6212

管脚排列图

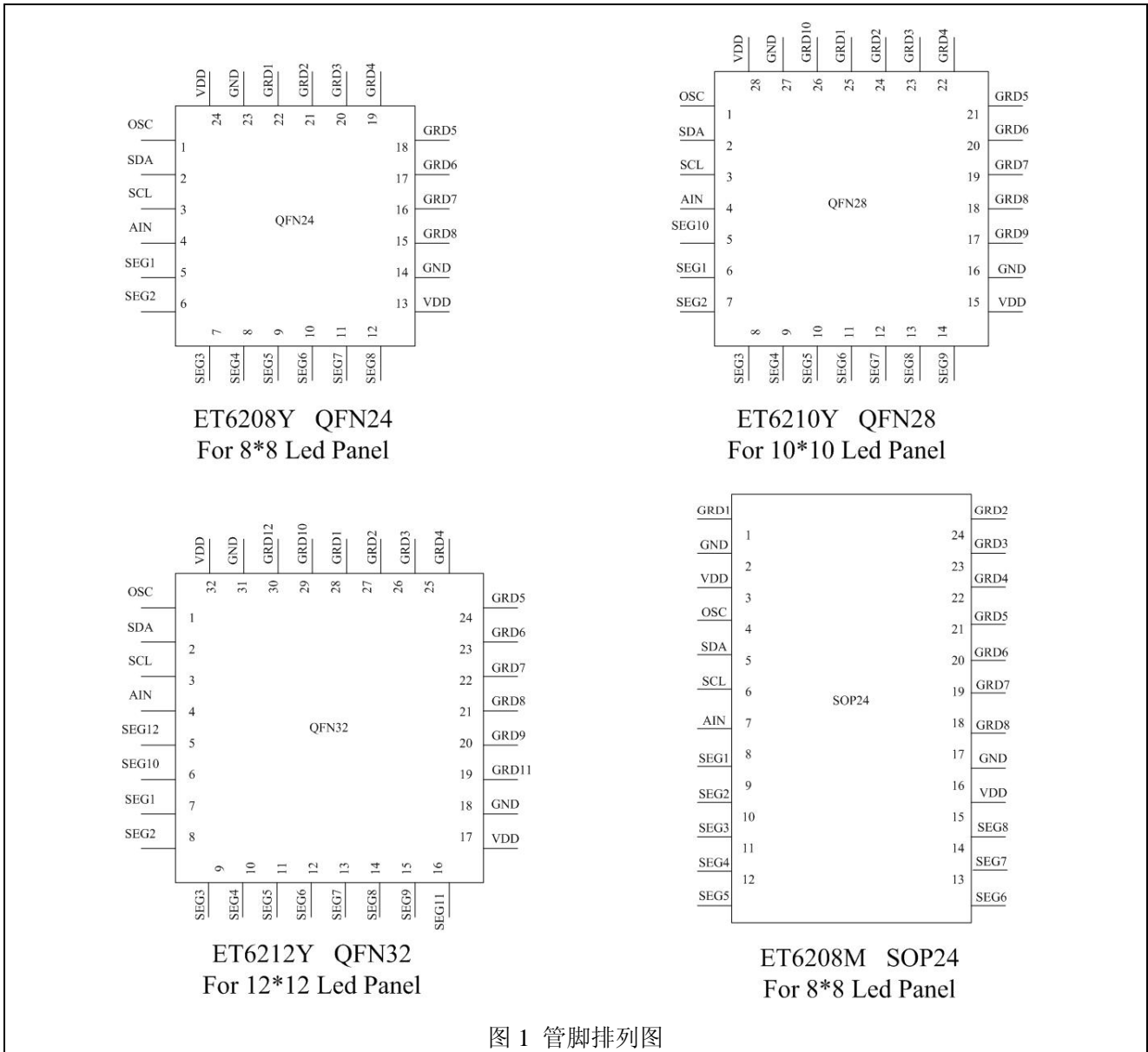


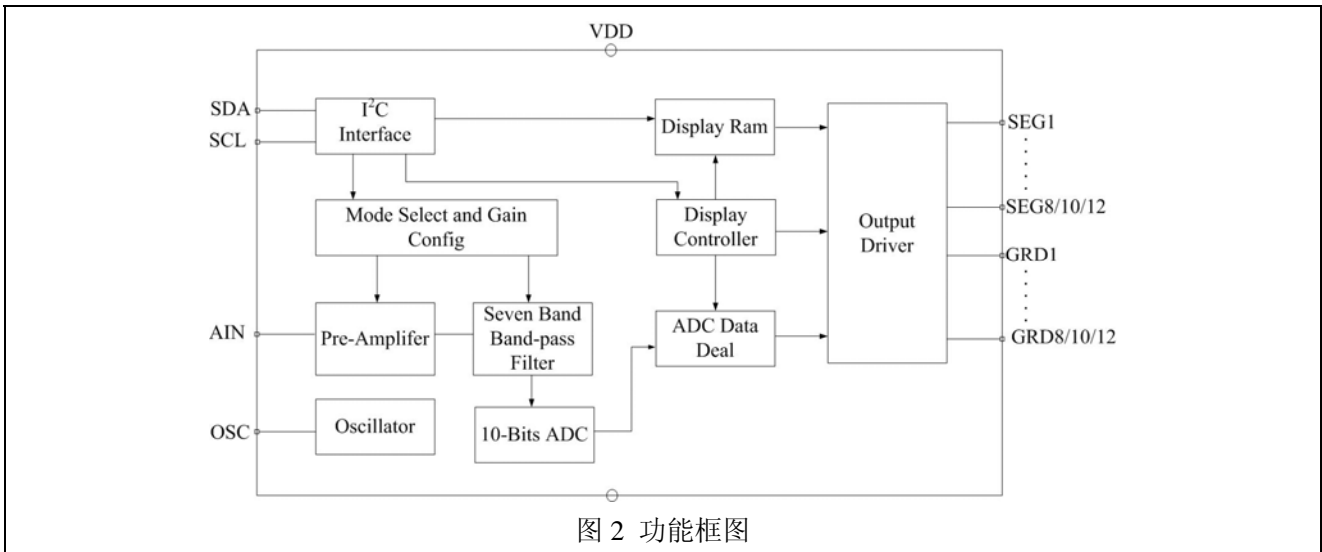
图 1 管脚排列图

管脚说明

管脚名称	I/O	功能描述
OSC	I	振荡输入端口，外接一个电阻电容以决定振荡频率
SDA	I/O	I ² C数据输入/输出端口
SDL	I	I ² C时钟输入端口
AIN	I	音频信号输入端口
SEG1~SEG8/10/12	O	段输出端口（P沟道开漏）
GRD1~GRD8/10/12	O	栅输出端口（N沟道开漏）
VDD	-	电源端口
GND	-	接地端口

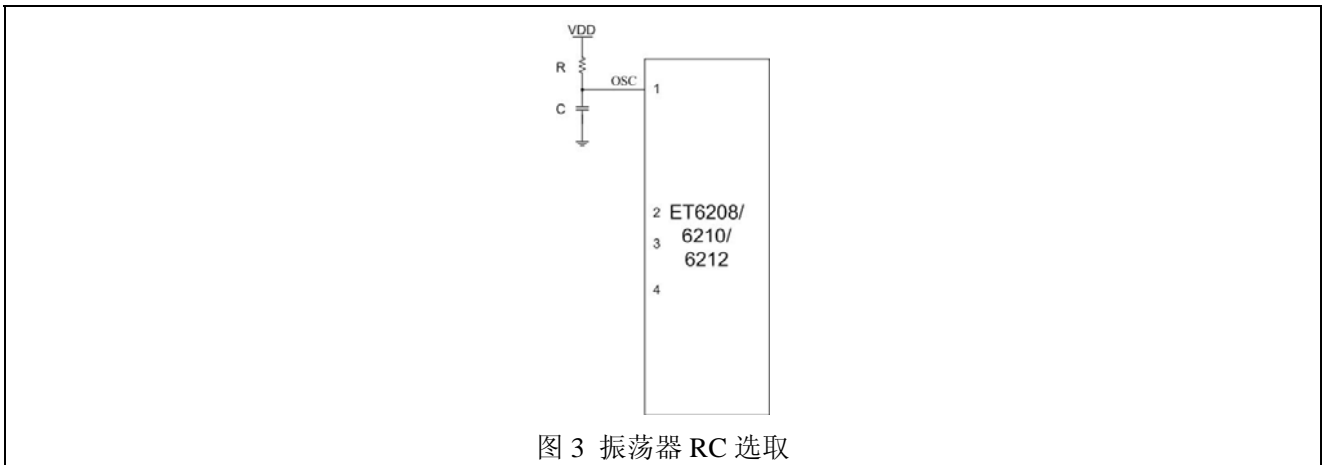
ET6208/6210/6212

功能框图



功能说明

1. 振荡器 RC 选取



OSC 频率值 (Hz)	电源电压 (V)	R 值 (Ω)	C 值 (μf)
2.5MHz	5	18k	33pf
	4.2	16k	33pf
	3.3	15k	33pf

2. I²C 总线说明

总线接口

MCU 通过 SDA 和 SCL 端口与 ET6208 进行数据传输。SDA 和 SCL 组成总线接口。需要连接一个上拉电阻到电源端。

数据有效性

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

开始（重新开始）和停止工作条件

ET6208/6210/6212

当 SCL 信号为高电平，SDA 信号由高电平转为低电平开始工作或者重新开始工作，而 SCL 信号为高电平，SDA 信号由低电平转为高电平时停止工作。

字节格式

数据线的每个字节由 8 位组成。每个字节包含一个应答位。传输第一个数据是 MSB。

应答

在应答时钟期间，主机使 SDA 端口处于高电平，在写模式期间，ET6208 会发出应答信号使 SDA 端口在应答期间处于低电平。在读模式期间，ET6208 不会发出应答信号从而使得 SDA 端口在应答期间处于高电平。

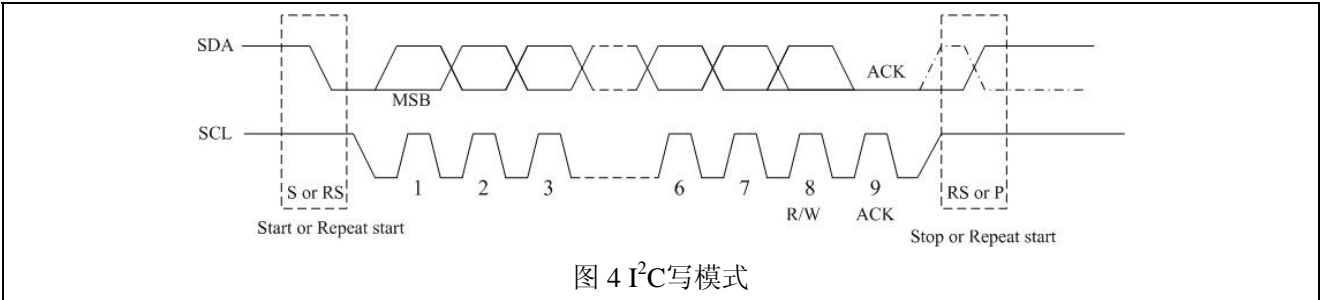


图 4 I²C写模式

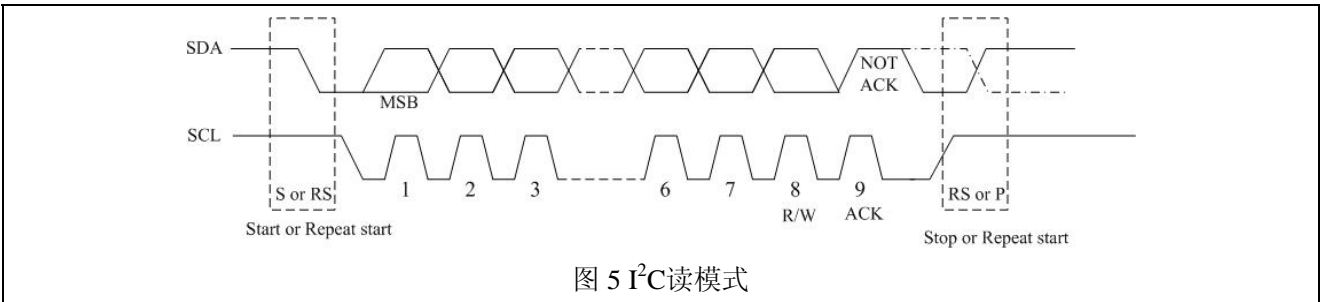


图 5 I²C读模式

注：ACK=应答信号 NOTACK=无应答信号 R/W=读/模式 MSB=字节的最高位

S=起始信号 RS=重新开始信号 P=停止信号

最大时钟速度=100KBITS/S

Restart: 此时 SDA 电平翻转如波形中虚线所表示

I²C接口协议

写命令寄存器接口协议：

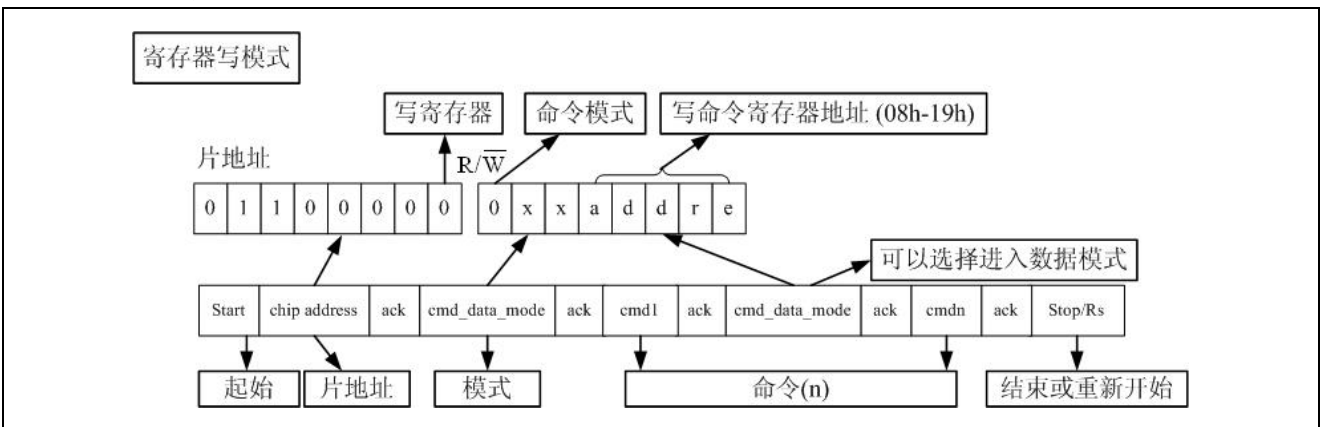


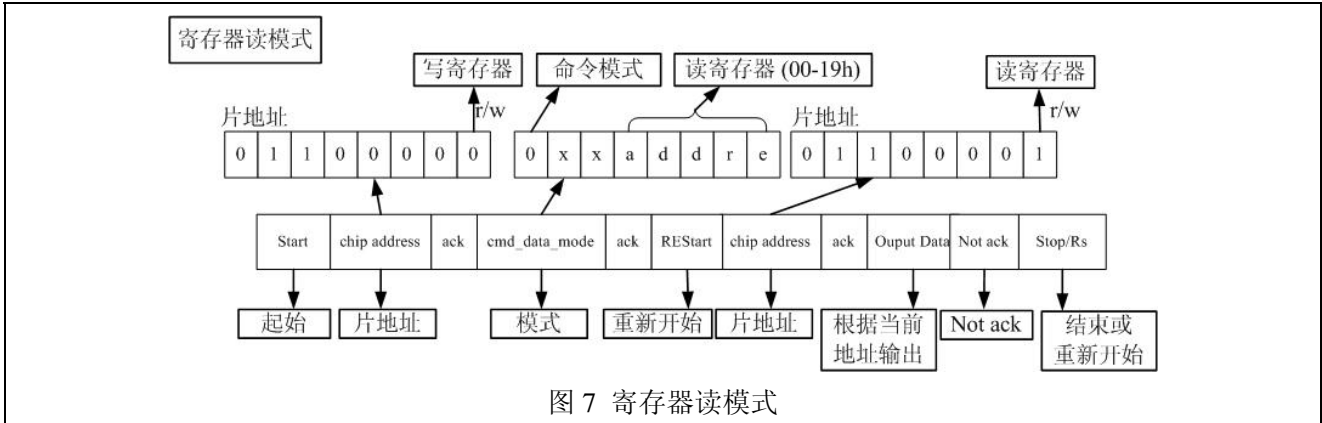
图 6 寄存器写模式

- 开始位
- 芯片地址字节=0110000b

ET6208/6210/6212

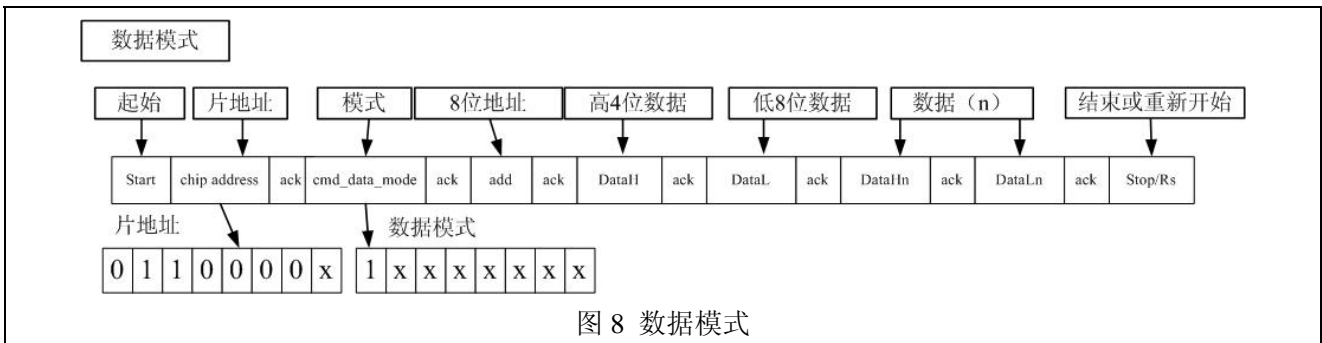
- 读写控制位 0b (R/\overline{W})
- ACK=应答位
- 模式字节= (命令模式 0b +不关心位 xx + 命令寄存器地址位 addre)
- ACK=应答位
- 命令寄存器数据
- 停止位

读命令寄存器接口协议:



- 开始位
- 芯片地址字节=0110000b
- 读写控制位 0b (R/\overline{W})
- ACK=应答位 (0b)
- 模式字节= (命令模式 0b +不关心位 xx + 命令寄存器地址位 addre)
- 重新开始位
- 芯片地址字节=0110000b
- 读写控制位 1b (R/\overline{W})
- 读时钟
- NOTACK=无应答 (1b)
- 停止位

写 SDRAM 接口协议:



- 开始位
- 芯片地址字节=0110000b
- 读写控制位 xb (R/\overline{W})
- ACK=应答位

ET6208/6210/6212

- 模式字节= 1xxx_xxxx_b (写 RAM 数据模式)
- 写 SRAM 起始地址 (8 位)
- SRAM 数据 DATAH (送 0000+高 4 位显示数据)
- SRAM 数据 DATAL (送低 8 位显示数据)
- 停止位

注：(1) 如果显示字长设为 8 位，则在送显示数据时，高 4 位显示数据用 0 补齐；
 (2) 如果显示字长设为 10 位，则在送显示数据时，高 2 位显示数据用 0 补齐。

应用举例：

I²C写命令寄存器操作

将数据 65h 写入地址为 18H 的寄存器，66H 数据写入地址为 19H 的寄存器，发送命令为：I²C 起始 60H (片地址+I²C 写) 18H (命令模式+寄存器地址) 65H (寄存器的数据) 19H (命令模式+寄存器地址) 66H (寄存器的数据) I²C 结束。

I²C读命令寄存器操作

读地址为 18H 的寄存器，发送命令为：I²C 起始 60H (片地址+I²C 写) 18H (命令模式+寄存器地址) I²C 重新开始 60H (片地址+I²C 读) 发读时钟 SCL (数据输出) I²C 结束。

I²C写SRAM操作

将数据 86H 87H 88H 89H 依次写入起始地址为 78H 的 SRAM 单元，发送命令为：I²C 起始 60H (片地址) 80H (数据模式) 78H (写 SRAM 起始地址) 00H (高 4 位数据) 86H (低 8 位数据) 00H (高 4 位数据) 87H (低 8 位数据) 00H (高 4 位数据) 88H (低 8 位数据) 00H (高 4 位数据) 89H (低 8 位数据) I²C 结束。

3. 寄存器定义

表 1 ADC 转化结果寄存器

Addr: 00h-07h			Adc_one,Adc_two...Adc_eight Register		
Addr	Bit	Bit Name	Default	Access	Description
00h	7:0	adc_one	00h	R	ADC 转化结果 63Hz 音频数据 ADC 转化结果
01h	7:0	adc_two	00h	R	ADC 转化结果 160Hz 音频数据 ADC 转化结果
02h	7:0	adc_three	00h	R	ADC 转化结果 400Hz 音频数据 ADC 转化结果
03h	7:0	adc_four	00h	R	ADC 转化结果 1KHz 音频数据 ADC 转化结果
04h	7:0	adc_five	00h	R	ADC 转化结果 2.5KHz 音频数据 ADC 转化结果
05h	7:0	adc_six	00h	R	ADC 转化结果 6.25KHz 音频数据 ADC 转化结果
06h	7:0	adc_seven	00h	R	ADC 转化结果 12KHz 音频数据 ADC 转化结果
07h	7:0	adc_eight	00h	R	音量数据 7 段频率 ADC 转化结果平均值

ET6208/6210/6212

表 2 显示数据设置寄存器

Addr: 08h		Display Data Set Register			
Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
1:0	mdsel	00b	R/W	设置显示数据来源(模式选择)	
				00	ADC不工作, 显示数据来自I ² C
				01	ADC工作, 显示数据来自I ² C
				10	ADC工作, 显示数据来自 ADC
4:2	gc	000b	R/W	前置运放增益设置	
				000	0db
				001	6db
				010	12db
				011	18db
				100	-6db
				101	-12db
				110	-18db
111	X				
6:5	xx	xx	xx	Don't care	
7	shutdown	1b	R/W	0	开机
				1	待机

注: mdsel 是模式选择设置位:

- (1) 为 00, 则显示数据来自I²C, 普通模式, 可以显示用户设置的画面信息;
- (2) 为 10, 则数据来自 ADC, 即为音乐同步模式, 显示可以随着音乐频率的高低而跳动;
- (3) 为 01, 则用户可以读取当前ADC的数据自行处理, 此时显示的数据来自I²C总线。

表 3 显示帧周期寄存器

Addr: 09h		Display Frame Period Register			
Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
7:0	disp_para	00h	R/W	设置显示帧周期	
				0	最小显示帧周期
				...	
				255	最大显示帧周期

注: disp_para 设置显示帧周期, 也就是设置一帧画面停留的时间。

当Fosc=2.5Mhz时, 最小帧周期时间T_{frame_min} (与显示模式相关):

- (1) 8×8 模式 → 4.8ms;
- (2) 10×10 模式 → 6ms;
- (3) 12×12 → 7.2ms

帧周期递增等级公式: $(disp_para \times 4 + 1) \times T_{frame_min}$

例如当显示设置为 8×8 模式 disp_para=255, 则帧周期为 $(255 \times 4 + 1) \times 4.8ms = 49008ms$

表 4 显示控制寄存器

ET6208/6210/6212

Addr: 0Ah		Display Control Register			
Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
6:0	disp_pwm	0000001	R/W	设置 grid 占空比	
				1	最小 pwm 脉宽
				...	
				127	最大 pwm 脉宽
7	disp_con	0b	R/W	0	显示关
				1	显示开

注：(1) disp_pwm 设置 grid 的占空比，也就是亮度的等级。

当 Fosc=2.5Mhz，最小脉宽时间为 4.7us，最大脉宽时间为 127*4.7us。

(2) disp_con 是显示开关断控制位，在设置和显示有关的寄存器时，应先关显示，等设置结束时再开显示。

表 5 显示起始地址寄存器

Addr: 0Bh		Display Start Address Register			
Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
7:0	read_start_adr	00h	R/W	设置显示起始地址	
				0	最小起始地址
				...	
				255	最大起始地址

注：read_start_adr 即是设置读 SDRAM 的内容的起始位置，也就是任意画面信息的起始地址。

表 6 显示段选及长度寄存器

Addr: 0Ch		Display segment and length select Register			
Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
5:0	read_adr_length	000001b	R/W	设置显示长度	
				1	最小显示长度
				...	
				21	最大显示长度（12X12 模式）
				25	最大显示长度（10X10 模式）
				32	最大显示长度（8X8 模式）
7:6	seg_sel	00b	R/W	显示段模式设置	
				00	8X8 模式
				01	10X10 模式
				10	12X12 模式

注：当 read_adr_length 设置为 m，则对应显示模式 n×n，显示画面在 SDRAM 中占用 n×m 个字，每个字长为 n 位。此处 m 实际上代表了显示一幅画面所占用的帧数，通过改变显示的起始地址，可以进行一幅画面的动态显示。

如 read_adr_length 设置为 1，则

- (1) 在 8×8 模式下，显示画面在 SDRAM 中占用 8×1 个字，每个字长为 8 位；
- (2) 在 10×10 模式下，显示画面在 SDRAM 中占用 10×1 个字，每个字长为 10 位；

ET6208/6210/6212

(3) 在 12×12 模式下，显示画面在 SDRAM 中占用 12×1 个字，每个字长为 12 位。

表 7 呼吸及音乐数据显示位置设置寄存器

Addr: 0Dh		Breath and Music Data Display Position Set Register			
Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
2:0	audio_offset_adr	000b	R/W	音乐数据显示水平位置偏移	
				0	不偏移 (8X8 10X10 12X12 模式)
				1	水平偏移 1 (10X10 12X12 模式)
				2	水平偏移 2 (10X10 12X12 模式)
				3	水平偏移 3 (12X12 模式)
3	voice_con	0b	R/W	音量显示控制位	
				0	音量显示关闭
				1	音量显示打开
6:4	breath_period	001b	R/W	渐明渐暗周期设置	
				1	最小渐明渐暗周期
				7	最大渐明渐暗周期
7	breath_con	0b	R/W	渐明渐暗功能控制位	
				0	关闭渐明渐暗功能
				1	打开渐明渐暗功能

注: breath_period 是设置自主呼吸功能的周期 (渐明渐暗周期), 也就是亮度从最暗 (亮) 到最亮 (暗) 再到最暗 (亮) 的时间。

最小的自主呼吸时间 (Fosc=2.5Mhz):

- (1) 显示模式 8×8 : 1.2s,
- (2) 显示模式 10×10 : 1.5s,
- (3) 显示模式 12×12 : 1.8s,

最大自主呼吸时间 (Fosc=2.5Mhz):

- (1) 显示模式 8×8 : 1.2×7s,
- (2) 显示模式 10×10 : 1.5×7s,
- (3) 显示模式 12×12 : 1.8×7s。

audio_offset_adr 是设置音乐数据的水平平移, 示意图如图 9 所示。

表 8 偏置寄存器 (音乐同步模式中设置)

Addr: 0Eh-19h		Bais_one,Bias_two...Bias_twelve Register			
Bit	Bit Name	Default	Access	Description	
7:0	bais_one	00h	R/W	Seg0 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值 (段常开)
				255	最大段使能阈值 (段常关)
7:0	bais_two	3Ah	R/W	Seg1 段使能阈值	

ET6208/6210/6212

				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_three	57h	R/W	Seg2 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_four	74h	R/W	Seg3 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_five	91h	R/W	Seg4 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_six	AEh	R/W	Seg5 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_seven	CBh	R/W	Seg6 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_eight	E8h	R/W	Seg7 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_nine	FFh	R/W	Seg8 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_ten	FFh	R/W	Seg9 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_eleven	FFh	R/W	Seg10 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）
				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）
7:0	bais_twelve	FFh	R/W	Seg11 段使能阈值	
				0	最小段使能阈值（段常开）

ET6208/6210/6212

				...	
				255	最大段使能阈值（段常关）

注: bias_one→ bias_twelve 是设置各个段的显示阈值,也即是划分音乐数据每段频率的幅度等级(当 ADC 的值大于该门限值,则对应的段点亮)。也可以通过对 12 个寄存器的设置,实现音乐同步数据在显示矩阵上的垂直平移,示意图如图 9 所示。

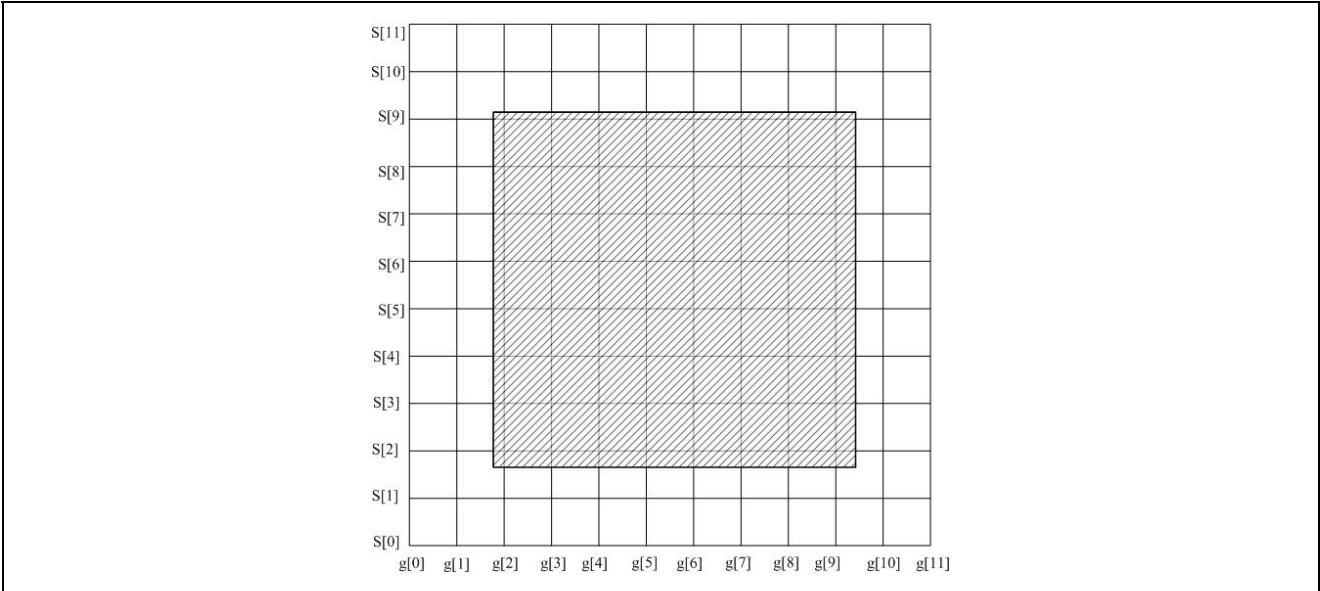


图 9 音乐数据偏移地址设置

例: 如图 9 所示,横坐标为 grid (12 个),纵坐标为 seg (12 个),斜线区域表示在使用音乐同步显示功能时的显示区域 (8×8),则进行如下设置:

1. 设置 bias_one、bias_two、bias_eleven 和 bias_twelve 为 ffh, bias_three 到 bias_ten 设置各个音乐频率的阈值,即图 9 中 S[0]、S[1]、S[10]、S[11]所对应的行无显示(因为 ADC 的值不会大于 FFH);
2. 设置呼吸及音乐数据显示位置设置寄存器中的 audio_offset_adr=010b,则图 9 中 g[0]、g[1]、g[10]、g[11]所对应的列无显示,即显示从 g[2]列开始显示。

极限参数

1. 最大额定值 (Ta=25°C,GND=0V)

参数	符号	范围	单位
提供电压	V _{DD}	-0.5~+7	V
逻辑输入电压	V _I	-0.5~V _{DD} +0.5	V
驱动输出电流	I _{OLGR}	+400	mA
	I _{OHS}	-60	mA
最大驱动输出电流	I _{TOTAL}	400	mA
工作温度	T _{OP}	-40~+85	°C
存储温度	T _{STG}	-65~+150	°C

2. 推荐的工作条件 (Ta= -20~+70°C,GND=0V, VDD=5V)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑电源电压	V _{DD}	2.7	—	5.5	V
工作电流 (Note1)	I _{DD1}	—	—	3	mA

ET6208/6210/6212

工作电流(Note2)	I_{DD2}	—	—	2	mA
关断电流	I_{sd}	—	—	1	μA
高电平输入电压	V_{IH}	2	—	V_{DD}	V
低电平输入电压	V_{IL}	0	—	0.4	V

注释: Note1: 测试条件: 设置模式选择寄存器=10b(即 $mdsel=10b$, 音乐同步模式), 显示控制寄存器=00H ($disp_con=0b$ 显示关闭)

Note2: 测试条件: 设置模式选择寄存器=01b (即 $mdsel=01b$, 读取 ADC 数据模式), 显示控制寄存器=00H ($disp_con=0b$ 显示关闭)

电参数 ($V_{DD}=5V$, $GND=0V$, $T_a=25^\circ C$)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
高电平输出电流	I_{OHSG1}	$V_O = V_{DD} - 1V$ SG1~SG8/10/12	-30	-35	-40	mA
	I_{OHSG2}	$V_O = V_{DD} - 0.65V$ SG1~SG8/10/12	-45	-50	-55	mA
低电平输出电流	I_{OLGR}	$V_O = 0.65V$ GR1~GR8/10/12		300	—	mA
高电平输入电压	V_{IH}	—	2	—	5	V
低电平输入电压	V_{IL}	—	0	—	0.4	V
振荡频率	f_{osc}		2.3	2.5	2.7	MHz
帧显示周期		—		见表 3		
输入低电平电流		$V_{in} = 0V$			5	nA
输入高电平电流		$V_{in} = V_{DD}$			5	nA

参考应用线路图

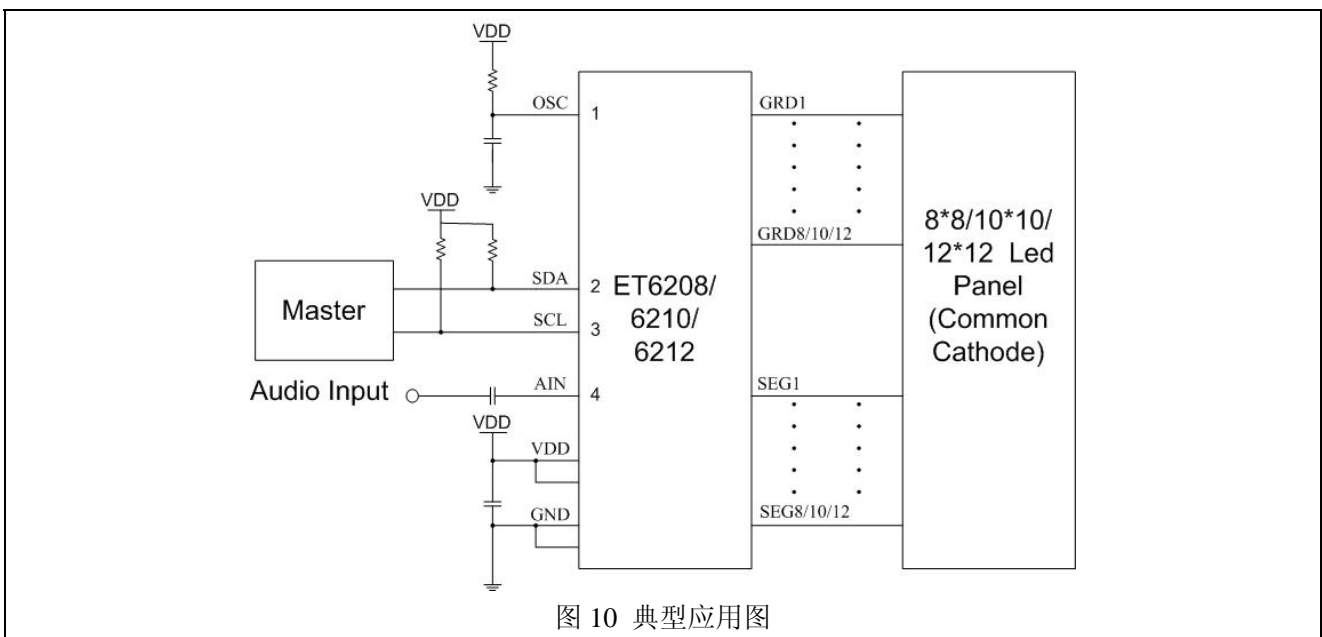
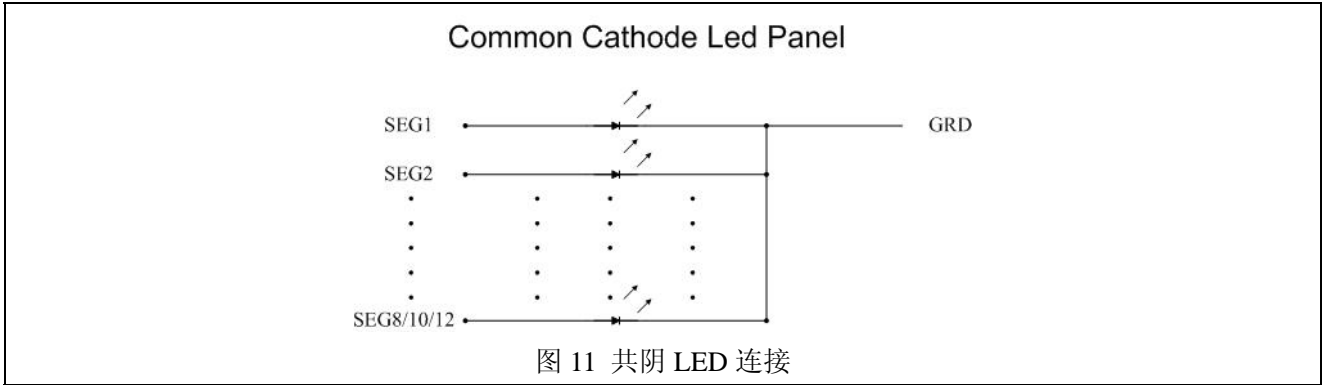


图 10 典型应用图

*: 此电路仅供参考。

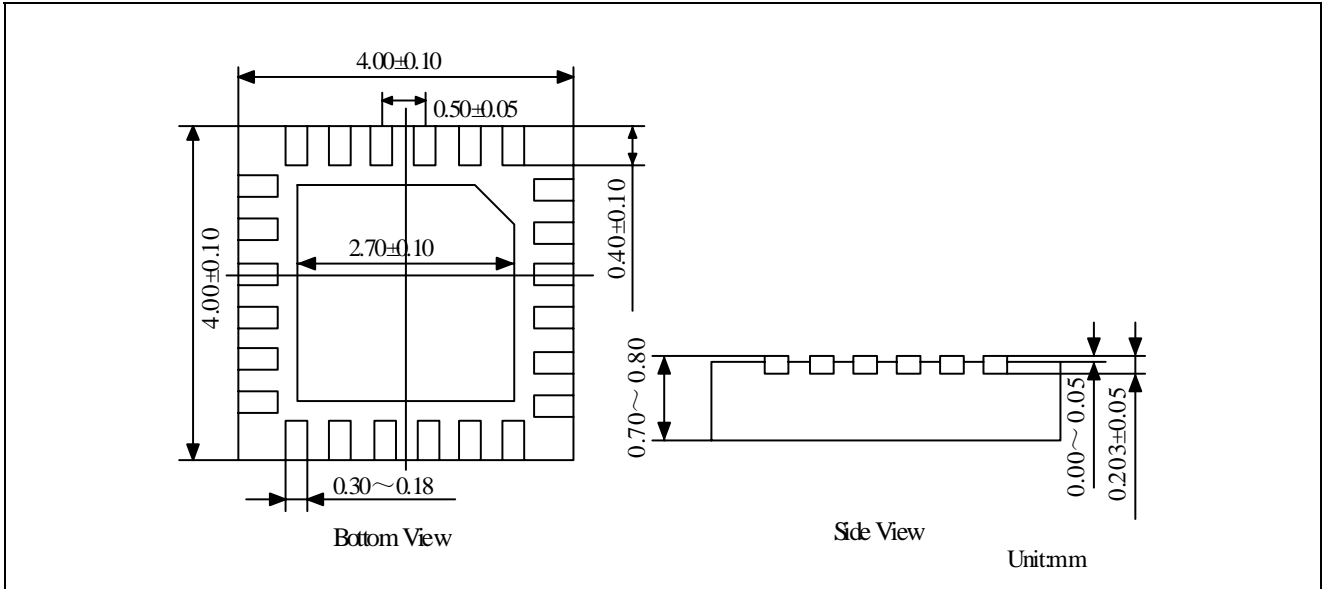
ET6208/6210/6212

共阴 LED 连接方式

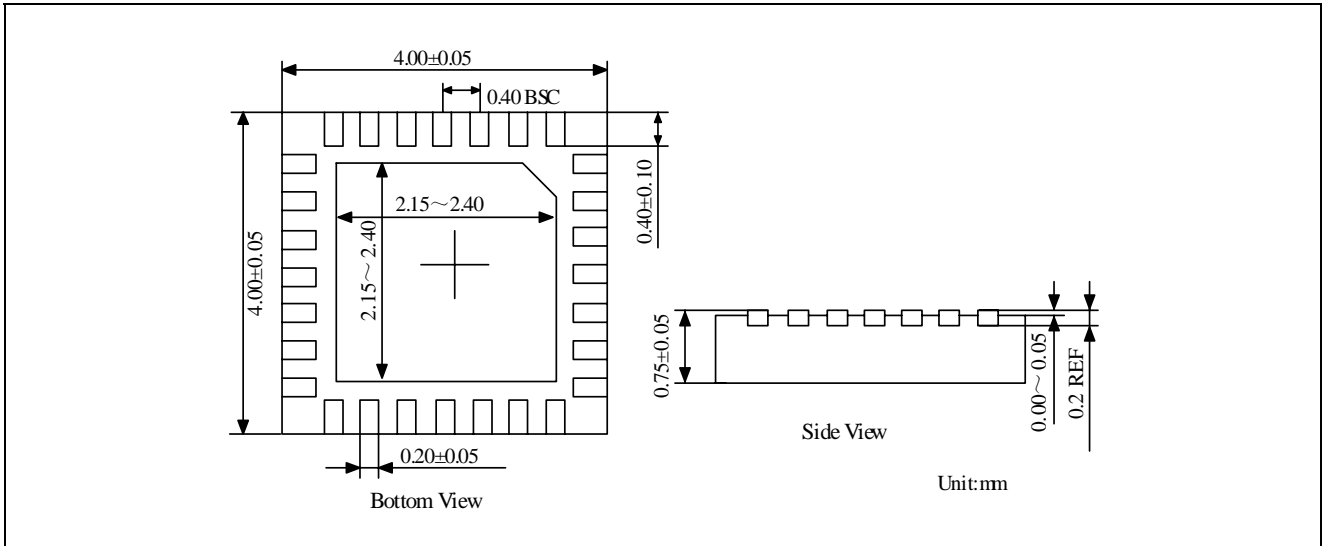


封装尺寸

QFN24

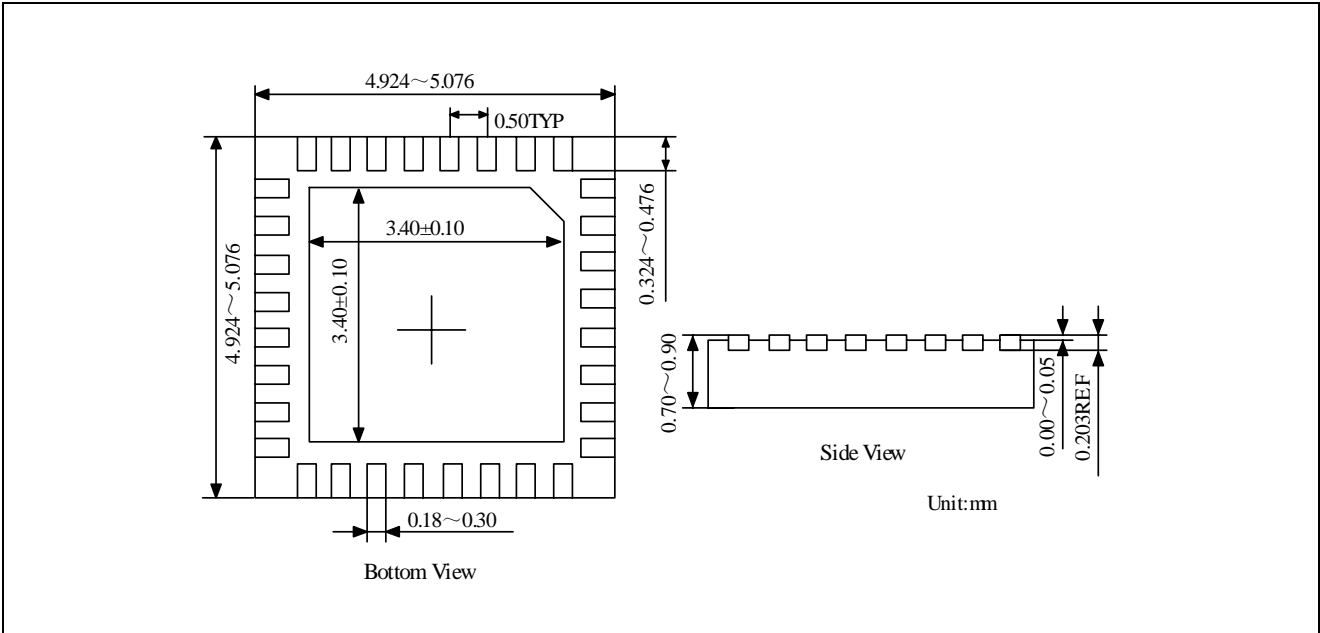


QFN28



ET6208/6210/6212

QFN32



SOP24

