



AiP16C21

20列4行/16列8行2线通讯

LCD驱动控制器

产品说明书

说明书发行履历:

版本	发行时间	新制/修订内容
2020-07-A1	2020-07	新制
2023-09-B1	2023-09	更新模板
2023-11-B2	2023-11	增加封装
2024-01-B3	2024-01	增加封装
2024-02-B4	2024-02	内容修订
2024-10-B5	2024-10	内容修订



目 录

1、概 述.....	1
2、功能框图及引脚说明.....	4
2.1、功能框图.....	4
2.2、引脚排列图.....	5
2.3、引脚说明及结构原理图.....	7
3、电特性.....	8
3.1、极限参数.....	8
3.2、电气特性.....	8
3.2.1、直流参数.....	8
3.2.2、交流参数 1.....	9
3.2.3、交流参数 2.....	9
4、上电时的注意事项.....	10
5、功能介绍.....	10
5.1、I ² C 接口.....	10
5.2、数据的有效性.....	11
5.3、字节格式.....	11
5.4、从机寻址.....	11
6、指令表.....	12
6.1、指令描述.....	12
7、显示 RAM.....	15
8、VLCD 发生器.....	16
9、SEG 驱动输出.....	17
10、COM 驱动输出.....	17
11、LCD 驱动模式波形.....	17
12、推荐工作流程.....	19
12.1、初始化.....	19
12.2、显示数据读/写（地址设置）.....	19
12.3、电源电压供应顺序.....	19
13、典型应用线路与说明.....	20
14、封装尺寸与外形图.....	23



14.1、SOP16 外形图与封装尺寸	23
14.2、SOP20 外形图与封装尺寸	24
14.3、SOP24 外形图与封装尺寸	25
14.4、SOP28 外形图与封装尺寸	26
14.5、SSOP20(0.635mm)外形图与封装尺寸	27
14.6、SSOP24(0.635mm)外形图与封装尺寸	28
14.7、SSOP28(0.635mm)外形图与封装尺寸	29
14.8、QFN16(3*3)外形图与封装尺寸	30
14.9、QFN20 (3*3)外形图与封装尺寸	31
14.10、QFN24(4*4)外形图与封装尺寸	32
14.11、QFN28(4*4)外形图与封装尺寸	33
15、声明及注意事项	34
15.1、产品中有毒有害物质或元素的名称及含量	34
15.2、注意	34



1、概述

AiP16C21是一款LCD控制驱动芯片，芯片提供1/4占空比和1/8占空比两种显示模式。1/4 占空比模式最多驱动80点（20×4），1/8占空比模式最多驱动128点（16×8）。AiP16C21内置时钟发生器、LCD偏置电压产生模块和LCD驱动电压跟随器以及标准的I²C接口。

其主要特点如下：

- 工作电压：2.4~5.5V
- 显示模式：
 - 1/4占空比，20×4模式：20 SEG×4 COM
 - 1/8占空比，16×8模式：16 SEG×8 COM
- 标准I²C接口
- 低功耗
- 多种闪烁模式，帧频可选：80Hz或160Hz
- 内置显示数据RAM
- 内置32kHz RC振荡器
- 内置VLCD生成模块，
- 内置VLCD调节模块，VLCD电压16级软件可调，也可通过外置电阻调整LCD驱动电压
- 偏置电压：1/3或1/4
- 封装形式：
 - SOP16/SOP20/SOP24/SOP28
 - SSOP20/SSOP24/SSOP28
 - QFN16(3*3)/QFN20(3*3)/QFN24(4*4)/QFN28(4*4)



订购信息:

管装:

产品料号	封装形式	打印标识	管装数	盒装管	盒装数	备注说明
AiP16C21SA16.TB	SOP16	AiP16C21	50 PCS/管	200 管/盒	10000 PCS/盒	塑封体尺寸: 10.0mm×3.9mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21SA20.TB	SOP20	AiP16C21	35 PCS/管	80 管/盒	2800 PCS/盒	塑封体尺寸: 12.8mm×7.5mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21SA24.TB	SOP24	AiP16C21	30 PCS/管	80 管/盒	2400 PCS/盒	塑封体尺寸: 15.4mm×7.5mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21SA28.TB	SOP28	AiP16C21	25 PCS/管	80 管/盒	2000 PCS/盒	塑封体尺寸: 17.9mm×7.5mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21VB20.TB	SSOP20	AiP16C21	50 PCS/管	200 管/盒	10000 PCS/盒	塑封体尺寸: 8.7mm×3.9mm 引脚间距: 0.635mm
AiP16C21VB24.TB	SSOP24	AiP16C21	50 PCS/管	200 管/盒	10000 PCS/盒	塑封体尺寸: 8.7mm×3.9mm 引脚间距: 0.635mm
AiP16C21VB28.TB	SSOP28	AiP16C21	50 PCS/管	200 管/盒	10000 PCS/盒	塑封体尺寸: 9.9mm×3.9mm 引脚间距: 0.635mm
AiP16C21QB24.TB	QFN24	AiP16C21	490 PCS/板	10 板/盒	4900 PCS/盒	塑封体尺寸: 4.0mm×4.0mm 引脚间距: 0.5mm



编带:

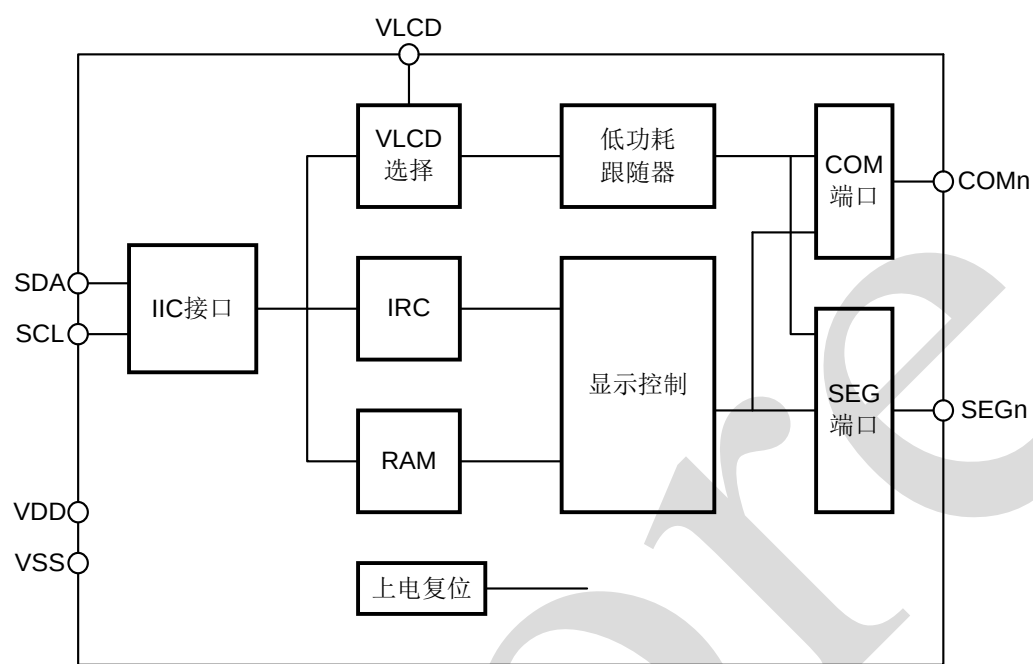
产品型号	封装形式	打印标识	编带盘装数	编带盒装数	备注说明
AiP16C21SA16.TR	SOP16	AiP16C21	4000 PCS/盘	8000 PCS/盒	塑封体尺寸: 10.0mm×3.9mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21SA20.TR	SOP20	AiP16C21	2000 PCS/盘	2000 PCS/盒	塑封体尺寸: 12.8mm×7.5mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21SA24.TR	SOP24	AiP16C21	1250 PCS/盘	1250 PCS/盒	塑封体尺寸: 15.4mm×7.5mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21SA28.TR	SOP28	AiP16C21	1250 PCS/盘	1250 PCS/盒	塑封体尺寸: 17.9mm×7.5mm 引脚间距: 1.27mm
AiP16C21VB20.TR	SSOP20	AiP16C21	4000 PCS/盘	8000 PCS/盒	塑封体尺寸: 8.7mm×3.9mm 引脚间距: 0.635mm
AiP16C21VB24.TR	SSOP24	AiP16C21	4000 PCS/盘	8000 PCS/盒	塑封体尺寸: 8.7mm×3.9mm 引脚间距: 0.635mm
AiP16C21VB28.TR	SSOP28	AiP16C21	4000 PCS/盘	8000 PCS/盒	塑封体尺寸: 9.9mm×3.9mm 引脚间距: 0.635mm
AiP16C21QA16.TR	QFN16	16C21	6000 PCS/盘	12000 PCS/盒	塑封体尺寸: 3.0mm×3.0mm 引脚间距: 0.5mm
AiP16C21QA20.TR	QFN20	AiP16C21	6000 PCS/盘	12000 PCS/盒	塑封体尺寸: 3.0mm×3.0mm 引脚间距: 0.4mm
AiP16C21QB24.TR	QFN24	AiP16C21	4000 PCS/盘	8000 PCS/盒	塑封体尺寸: 4.0mm×4.0mm 引脚间距: 0.5mm
AiP16C21QB28.TR	QFN28	AiP16C21	4000 PCS/盘	8000 PCS/盒	塑封体尺寸: 4.0mm×4.0mm 引脚间距: 0.4mm

注: 如实物与订购信息不一致, 请以实物为准。



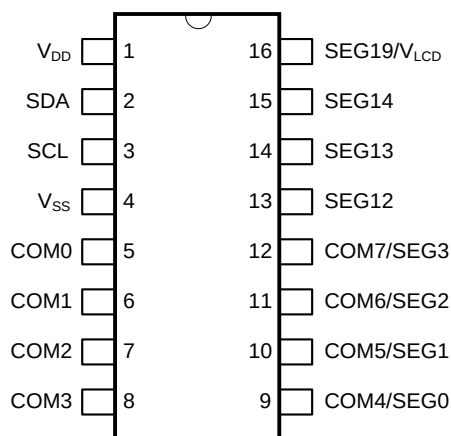
2、功能框图及引脚说明

2.1、功能框图

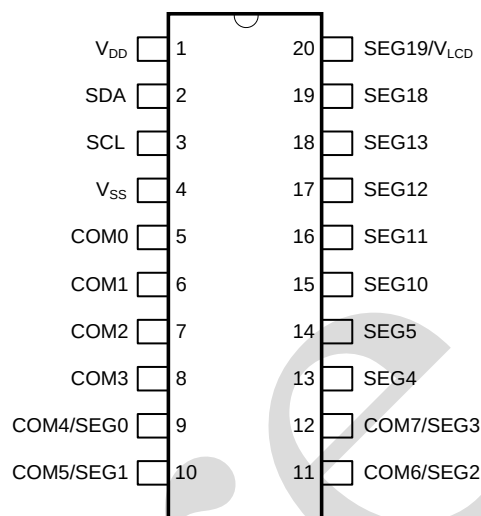




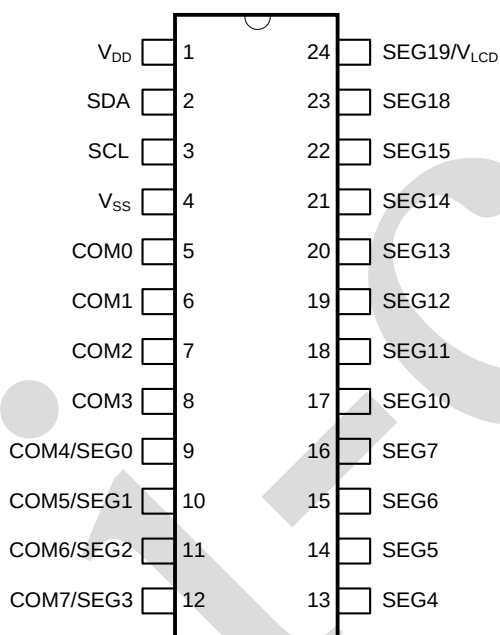
2.2、引脚排列图



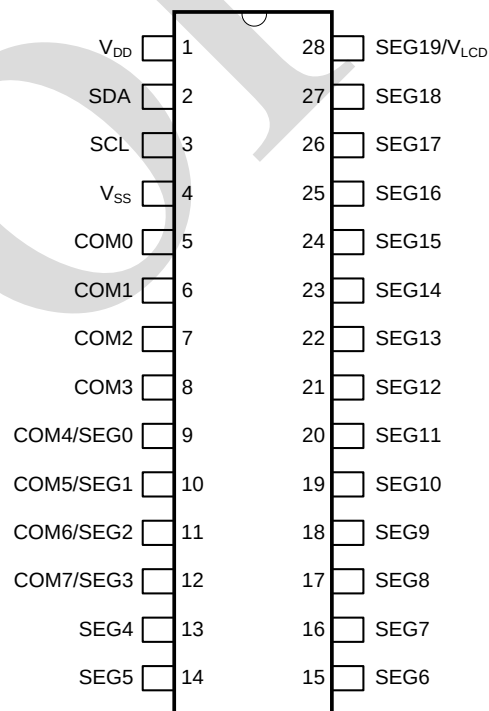
SOP16



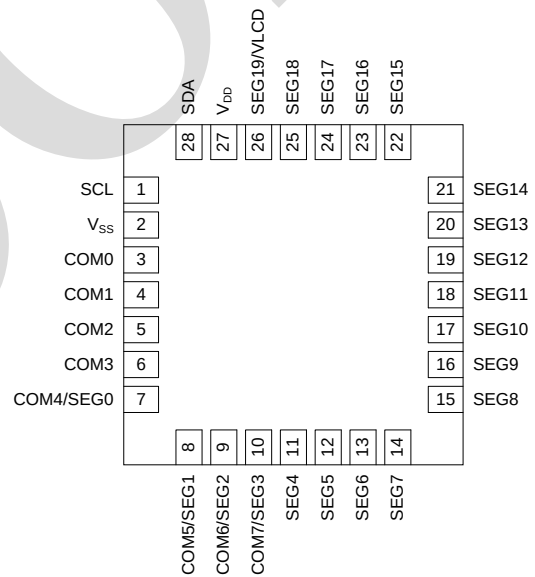
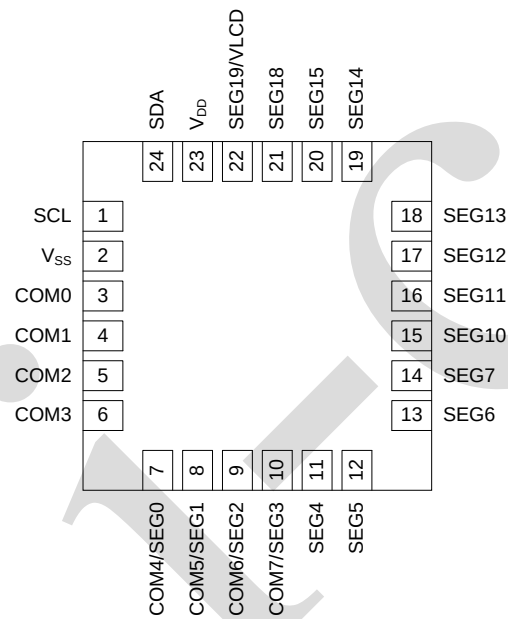
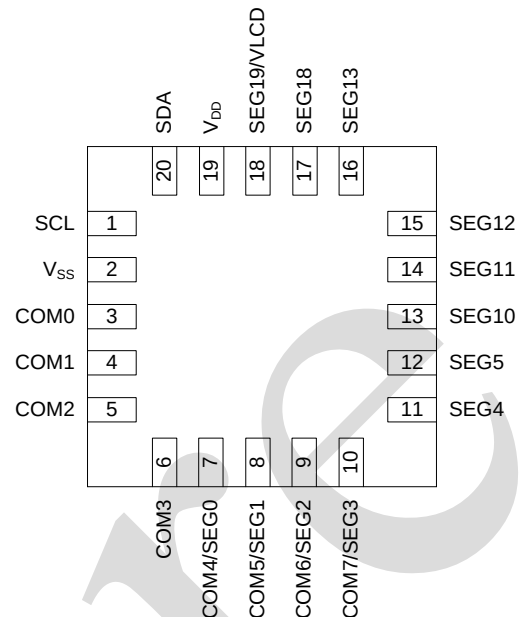
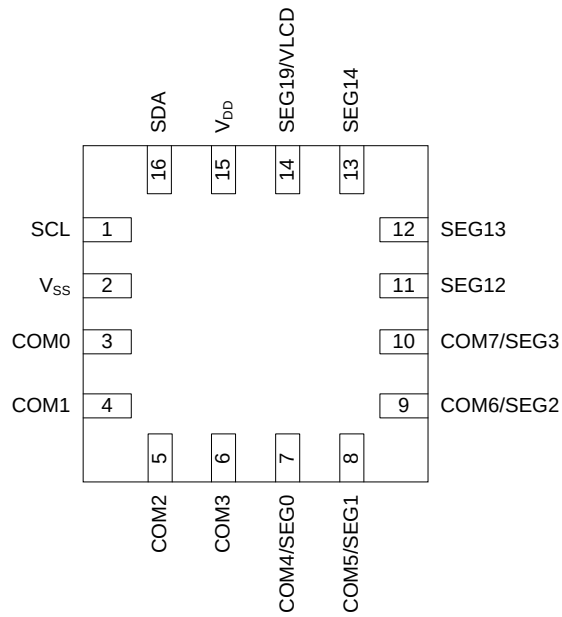
SOP20/SSOP20



SOP24/SSOP24



SOP28/SSOP28





2.3、引脚说明及结构原理图

引脚				符 号	类型	功 能
SOP16	SOP20 SSOP20	SOP24 SSOP24	SOP28 SSOP28			
2	2	2	2	SDA	I/O	I ² C接口串行数据输入/输出
3	3	3	3	SCL	I	I ² C 接口串行时钟输入
1	1	1	1	V _{DD}	—	正电源电压
4	4	4	4	V _{SS}	—	负电源电压, 地
5~8	5~8	5~8	5~8	COM0~COM3	O	LCD COM 输出
9~12	9~12	9~12	9~12	COM4/SEG0~ COM7/SEG3	O	LCD COM/SEG 复用驱动输出
—	13	13	13	SEG4	O	LCD SEG 输出
—	14	14	14	SEG5	O	LCD SEG 输出
—	—	15	15	SEG6	O	LCD SEG 输出
—	—	16	16	SEG7	O	LCD SEG 输出
—	—	—	17	SEG8	O	LCD SEG 输出
—	—	—	18	SEG9	O	LCD SEG 输出
—	15	17	19	SEG10	O	LCD SEG 输出
—	16	18	20	SEG11	O	LCD SEG 输出
13	17	19	21	SEG12	O	LCD SEG 输出
14	18	20	22	SEG13	O	LCD SEG 输出
15	—	21	23	SEG14	O	LCD SEG 输出
—	—	22	24	SEG15	O	LCD SEG 输出
—	—	—	25	SEG16	O	LCD SEG 输出
—	—	—	26	SEG17	O	LCD SEG 输出
—	19	23	27	SEG18	O	LCD SEG 输出
16	20	24	28	SEG19/VLCD	IO/O	LCD 驱动电压输入/输出 与 LCD SEG19 复用引脚 可通过指令选择该引脚功能

引脚				符 号	类型	功 能
QFN16	QFN20	QFN24	QFN28			
16	20	24	28	SDA	I/O	I ² C接口串行数据输入/输出
1	1	1	1	SCL	I	I ² C 接口串行时钟输入
15	19	23	27	V _{DD}	—	正电源电压
2	2	2	2	V _{SS}	—	负电源电压, 地
3~6	3~6	3~6	3~6	COM0~COM3	O	LCD COM 输出
7~10	7~10	7~10	7~10	COM4/SEG0~ COM7/SEG3	O	LCD COM/SEG 复用驱动输出
—	11	11	11	SEG4	O	LCD SEG 输出
—	12	12	12	SEG5	O	LCD SEG 输出
—	—	13	13	SEG6	O	LCD SEG 输出
—	—	14	14	SEG7	O	LCD SEG 输出
—	—	—	15	SEG8	O	LCD SEG 输出



—	—	—	16	SEG9	O	LCD SEG 输出
—	13	15	17	SEG10	O	LCD SEG 输出
—	14	16	18	SEG11	O	LCD SEG 输出
11	15	17	19	SEG12	O	LCD SEG 输出
12	16	18	20	SEG13	O	LCD SEG 输出
13	—	19	21	SEG14	O	LCD SEG 输出
—	—	20	22	SEG15	O	LCD SEG 输出
—	—	—	23	SEG16	O	LCD SEG 输出
—	—	—	24	SEG17	O	LCD SEG 输出
—	17	21	25	SEG18	O	LCD SEG 输出
14	18	22	26	SEG19/VLCD	IO/O	LCD 驱动电压输入/输出 与 LCD SEG19 复用引脚 可通过指令选择该引脚功 能

3、电特性

3.1、极限参数

除非另有规定, $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$

参 数 名 称	符 号	条 件	额 定 值	单 位
电源供应电压	—	—	$V_{SS}-0.3\sim V_{SS}+6.5$	V
端口输入电压	V_{IN}	—	$V_{SS}-0.3\sim V_{DD}+0.3$	V
工作环境温度	T_{amb}	—	$-40\sim+85$	$^{\circ}\text{C}$
贮存温度	T_{stg}	—	$-55\sim+150$	$^{\circ}\text{C}$
焊接温度	T_L	10 秒	260	$^{\circ}\text{C}$

3.2、电气特性

3.2.1、直流参数

(除非另有规定, $T_{amb}=-40\sim+85^{\circ}\text{C}$, $V_{SS}=0\text{V}$, $V_{DD}=2.4\sim5.5\text{V}$)

参 数 名 称	符 号	测 试 条 件		最小	典型	最大	单 位
		V_{DD}	条 件				
工作电压	V_{DD}	—	—	2.4	—	5.5	V
工作电压	V_{LCD}	—	—	—	—	V_{DD}	V
工作电流	I_{DD}	3V	无负载, $V_{LCD}=V_{DD}$, 1/3 bias, $f_{LCD}=80\text{Hz}$, LCD显示开启, 内部系统振荡器开启, DA0~DA3 设置为“0000”	—	18	27	μA
		5V	—	—	25	40	μA
工作电流	I_{DD1}	3V	无负载, $V_{LCD}=V_{DD}$, 1/3 bias, $f_{LCD}=80\text{Hz}$, LCD显示关闭, 内部系统振荡器开启, DA0~DA3 设置为“0000”	—	2	5	μA
		5V	—	—	4	10	μA
静态电流	I_{STB}	3V	无负载, $V_{LCD}=V_{DD}$, LCD显示关闭, 内部系统振荡器关闭	—	—	1	μA
		5V	—	—	—	2	μA



高电平输入电压	V_{IH}	—	SDA, SCL	$0.7V_{DD}$	—	V_{DD}	V
低电平输入电压	V_{IL}	—	SDA, SCL	0	—	$0.3V_{DD}$	V
输入漏电流	I_{IL}	—	$V_{IN}=V_{SS}$ 或 V_{DD}	-1	—	1	μA
低电平输出电流	I_{OL}	3V	$V_{OL}=0.4V$, SDA引脚	3	—	—	mA
		5V		6	—	—	mA
LCD COM 灌电流	I_{OL1}	3V	$V_{LCD}=3V$, $V_{OL}=0.3V$	250	400	—	μA
		5V	$V_{LCD}=5V$, $V_{OL}=0.5V$	500	800	—	μA
LCD COM 源电流	I_{OH1}	3V	$V_{LCD}=3V$, $V_{OH}=2.7V$	-140	-230	—	μA
		5V	$V_{LCD}=5V$, $V_{OH}=4.5V$	-300	-500	—	μA
LCD SEG 灌电流	I_{OL2}	3V	$V_{LCD}=3V$, $V_{OL}=0.3V$	250	400	—	μA
		5V	$V_{LCD}=5V$, $V_{OL}=0.5V$	500	800	—	μA
LCD SEG 源电流	I_{OH2}	3V	$V_{LCD}=3V$, $V_{OH}=2.7V$	-140	-230	—	μA
		5V	$V_{LCD}=5V$, $V_{OH}=4.5V$	-300	-500	—	μA

3.2.2、交流参数 1

(除非另有规定, $T_{amb}=-40\sim+85^{\circ}C$, $V_{SS}=0V$, $V_{DD}=2.4\sim5.5V$)

参数名称	符号	测试条件		最小	典型	最大	单位
		V_{DD}	条件				
LCD 帧频 1	f_{LCD1}	4V	1/4 duty, $T_{amb}=+25^{\circ}C$	—	80	—	Hz
LCD 帧频 2	f_{LCD2}	4V	1/4 duty, $T_{amb}=+25^{\circ}C$	—	160	—	Hz
LCD 帧频 3	f_{LCD3}	4V	1/4 duty, $T_{amb}=-40\sim+85^{\circ}C$	—	80	—	Hz
LCD 帧频 4	f_{LCD4}	4V	1/4 duty, $T_{amb}=-40\sim+85^{\circ}C$	—	160	—	Hz
V_{DD} 关闭时间	t_{OFF}	—	V_{DD} 下降到 0V	20	—	—	ms
V_{DD} 转换速率	t_{SR}	—	—	0.05	—	—	V/ms

3.2.3、交流参数 2 (I²C 接口)

参数名称	符号	测试条件	$V_{DD}=2.4V\sim5.5V$		$V_{DD}=3.0V\sim5.5V$		单位
			最小	最大	最小	最大	
时钟频率	f_{SCL}	—	—	100	—	400	kHz
总线空闲时间	t_{BUF}	在此期间总线必须保持空闲直到新的传输开始	4.7	—	1.3	—	μs
Start状态保持时间	$t_{HD: STA}$	此周期后, 产生第一个时钟脉冲	4	—	0.6	—	μs
SCL低电平时间	t_{LOW}	—	4.7	—	1.3	—	μs
SCL高电平时间	t_{HIGH}	—	4	—	0.6	—	μs
Start状态设置时间	$t_{SU: STA}$	仅与重复发送的 START信号有关	4.7	—	0.6	—	μs
数据保持时间	$t_{HD: DAT}$	—	0	—	0	—	ns



数据设置时间	$t_{\text{SU: DAT}}$	—	250	—	100	—	ns
SDA和SCL 上升时间	t_{R}	—	—	1	—	0.3	us
SDA和SCL 下降时间	t_{F}	—	—	0.3	—	0.3	us
Stop状态设置 时间	$t_{\text{SU: STO}}$	—	4	—	0.6	—	us
有效时钟输出 时间	t_{AA}	—	—	3.5	—	0.9	us
输入滤波时间 常数（SDA和 SCL引脚）	t_{SP}	噪声抑制时间	—	100	—	50	ns

4、上电时的注意事项

AiP16C21内置了一个低功耗的上电复位模块。为确保电路内部正常复位，推荐电源条件：

- 1、电源关闭时，电源的下降时间推荐>1ms
- 2、电源关闭后，电源上电压推荐<0.1V
- 3、电源重新上电之前，保持电源关闭的时间推荐>100ms
- 4、电源上电时，电源的上升时间推荐>1ms

上电后，芯片通过内部上电复位电路初始化。内部电路初始化后的状态如下所示：

功能项	复位状态
显示功能	关闭
内部时钟	关闭
闪烁功能	关闭
内置 VLCD 生成模块	关闭
内置 VLCD 调节模块	关闭
SEG/VLCD 共用引脚	设置为 SEG 引脚（VLCD 输出功能关闭）
COM/SEG 引脚状态	输出 VLCD
帧频设置	80Hz
显示占空比设置	1/4 duty
VLCD 偏置	1/3 bias

5、功能介绍

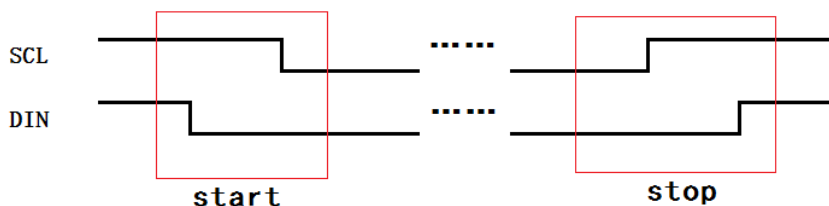
5.1、I²C 接口

该芯片提供标准 I²C 串行接口，且该芯片仅作为 I²C 通信的从机使用。可在不同的 IC 或模块中进行双向双线通信，即一条串行数据线 SDA 和一条串行时钟线 SCL。这两条线分别通过典型值为 4.7K Ω 的上拉电阻与正电源相连。当 I²C 总线空闲时，这两条线都为高电平。与 I²C 接口相连的单片机必须为漏极开路或集电极开路输出，以实现 wired-or 功能。仅当 I²C 接口空闲时才开始数据传输。



5.2、数据的有效性

时钟信号高电平时检测 start 和 stop 标志:

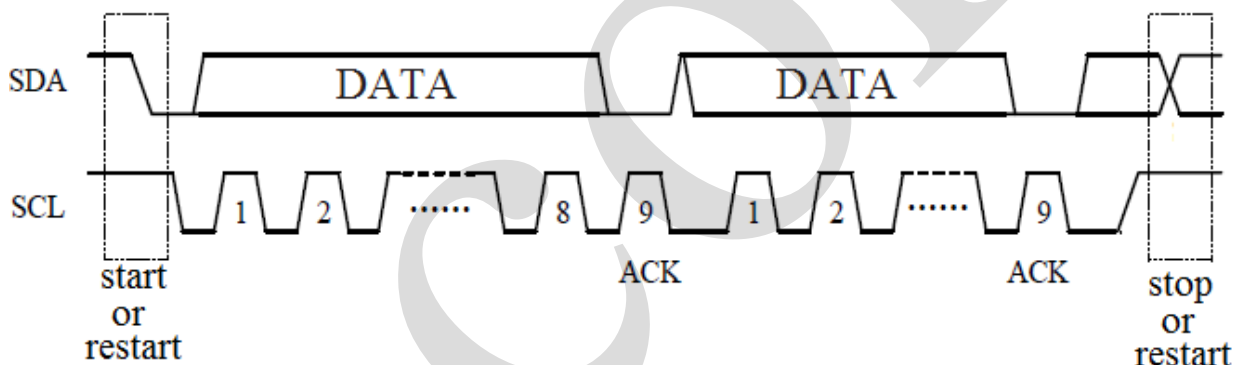


因此在传输数据阶段, SCL=1 期间, SDA 脚的数据位必须保持稳定, 仅当 SCL=0 时, SDA 脚的电平才允许变化。否则会检测到错误的 start 或 stop 标志, 导致传输中断。

该芯片可以检测 restart (重复开始) 标志, 即在 stop 标志前的任意时刻再次输入 start 标志。restart 会使当前通信周期直接停止, 同时重新开始新的通信周期。

5.3、字节格式

参考标准 I²C 格式, 每个通信周期为 8 个数据时钟和 1 个应答时钟。发送方每次发送 8bit 数据, 高位在前, 之后接收方在第 9 个发送 1bit 低电平应答信号 (ACK), 告知发送方数据发送完成, 可继续发送数据。

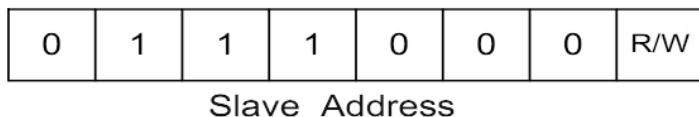


应答阶段, 数据接收方也可发送 1bit 高电平无应答信号 (NACK), 以告知发送方结束数据发送。在这种情况下, 主机应产生一个 stop 信号或 restart 信号。

5.4、从机寻址

参考标准 I²C 格式, 主机发送 START 信号后, 首先发送从机地址字节以匹配从机。AiP16C21 地址位为 “0111000”。

寻址字节第 8bit 数据为读写控制位 (R/W), 该位用于指示后续操作为读操作或写操作。R/W 为 1 则后续执行读操作, R/W 为 0 则后续执行写操作。





6、指令表

编号	功能	周期	MSB-----LSB								描述
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
1	写/读 显示数据	1	1	0	0	0	0	0	0	0	指令码 0x80
		2	-	-	-	-	AD3	AD2	AD1	AD0	起始地址
		3~n	X	X	X	X	X	X	X	X	写入或读出数据
2	模式设置 1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	指令码 0x82
		2	-	-	-	-	-	-	D	B	设置值
3	模式设置 2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	指令码 0x84
		2	-	-	-	-	-	-	S	E	设置值
4	帧频设置	1	1	0	0	0	0	1	1	0	指令码 0x86
		2	-	-	-	-	-	-	-	F	设置值
5	闪烁设置	1	1	0	0	0	1	0	0	0	指令码 0x88
		2	-	-	-	-	-	-	BK1	BK0	设置值
6	VLCD 设置	1	1	0	0	0	1	0	1	0	指令码 0x8A
		2	-	-	DE	VE	DA3	DA2	DA1	DA0	设置值

6.1、指令描述

编号	功能	周 期	MSB-----LSB								描述
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
1	写/读 显示数据	1	1	0	0	0	0	0	0	0	指令码 0x80
		2	-	-	-	-	AD3	AD2	AD1	AD0	起始地址
		3~n	X	X	X	X	X	X	X	X	写入或读出数据
AD[3:0]		复位值：0000									
		1/4 duty 显示模式下 AD[3:0]的范围为 0000~1001									
		1/8 duty 显示模式下 AD[3:0]的范围为 0000~1111									
		“-”为无效位，设置任意值不影响功能									
		“X”为输入 RAM 的数据，0 表示按，1 表示亮，与显示阵列的对应关系见 RAM 介绍章节									
		第 3~n 周期写入 RAM 数据时，RAM 地址有自加功能，当地址达到相应范围的最后一个地址时，继续写入则会返回 0000									



编号	功能	周 期	MSB-----LSB								描述
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
2	模式设置 1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	指令码 0x82
		2	-	-	-	-	-	-	D	B	设置值
D		复位值：0 =0, 1/4duty 显示 =1, 1/8duty 显示									
B		复位值：0 =0, VLCD 电压 1/3 bias =1, VLCD 电压 1/4 bias									
“-” 为无效位，设置任意值不影响功能											

编号	功能	周期	MSB-----LSB								描述
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
3	模式设置 2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	指令码 0x84
		2	-	-	-	-	-	-	S	E	设置值
S		复位值：0 =0，内部时钟关闭 =1，内部时钟开启									
E		复位值：0 =0，显示关闭 =1，显示开启									
“-”为无效位，设置任意值不影响功能											

编号	功能	周 期	MSB-----LSB								描述
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
4	帧频设置	1	1	0	0	0	0	1	1	0	指令码 0x86
		2	-	-	-	-	-	-	-	F	设置值
F		复位值：0 =0，帧频 80Hz =1，帧频 160Hz									
“-”为无效位，设置任意值不影响功能											



编号	功能	周 期	MSB-----LSB								描述
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
5	闪烁设置	1	1	0	0	0	1	0	0	0	指令码 0x88
		2	-	-	-	-	-	-	BK1	BK0	设置值
BK[1:0]		复位值：00									
		=00，关闭闪烁功能									
		=01，开启闪烁功能，闪烁频率 2Hz									
		=10，开启闪烁功能，闪烁频率 1Hz									
		=11，开启闪烁功能，闪烁频率 0.5Hz									
“-” 为无效位，设置任意值不影响功能											

编号	功能	周期	MSB-----LSB								描述
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
6	VLCD 设置	1	1	0	0	0	1	0	1	0	指令码 0x8A
		2	-	-	S1	S0	DA3	DA2	DA1	DA0	设置值
S[1:0]		复位值：00									
		=00，复用引脚设置为 VLCD 引脚，VLCD 电压从 VLCD 引脚灌入									
		=01，复用引脚设置为 VLCD 引脚，VLCD 电压由内部产生，受 DA 位控制									
		=10，复用引脚设置为 SEG 引脚，VLCD 电压等于电源（VDD）电压									
		=11，复用引脚设置为 SEG 引脚，VLCD 电压由内部产生，受 DA 位控制									
DA[3:0]		复位值：0000									
		当 S=01 或 11 时，用于调节 VLCD									
		=0000，VLCD 电压最高，VLCD 电压跟随器关闭									
		=1111，VLCD 电压最低，VLCD 电压跟随器开启									
		具体信息见 VLCD 电压调整章节									
“-”为无效位，设置任意值不影响功能											



7、显示 RAM

AiP16C21具有16×8位静态RAM用于储存LCD显示数据,对其写“1”则相对应的LCD点亮,写“0”则相对应的LCD点暗。

RAM 数据内容直接映射 LCD 上。RAM 第 1 列的 SEGs 与其对应的 COM0 一起工作。在复杂的 LCD 应用中,第 2 列、第 3 列和第 4 列的 SEGs 分别与其对应的 COM1、COM2 和 COM3 分时复用。RAM 数据与 LCD 模式映射关系如下:

RAM 地址	位							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
00H	C3×S1	C2×S1	C1×S1	C0×S1	C3×S0	C2×S0	C1×S0	C0×S0
01H	C3×S3	C2×S3	C1×S3	C0×S3	C3×S2	C2×S2	C1×S2	C0×S2
02H	C3×S5	C2×S5	C1×S5	C0×S5	C3×S4	C2×S4	C1×S4	C0×S4
03H	C3×S7	C2×S7	C1×S7	C0×S7	C3×S6	C2×S6	C1×S6	C0×S6
04H	C3×S9	C2×S9	C1×S9	C0×S9	C3×S8	C2×S8	C1×S8	C0×S8
05H	C3×S11	C2×S11	C1×S11	C0×S11	C3×S10	C2×S10	C1×S10	C0×S10
06H	C3×S13	C2×S13	C1×S13	C0×S13	C3×S12	C2×S12	C1×S12	C0×S12
07H	C3×S15	C2×S15	C1×S15	C0×S15	C3×S14	C2×S14	C1×S14	C0×S14
08H	C3×S17	C2×S17	C1×S17	C0×S17	C3×S16	C2×S16	C1×S16	C0×S16
09H	C3×S19	C2×S19	C1×S19	C0×S19	C3×S18	C2×S18	C1×S18	C0×S18

20×4 显示模式的 RAM 映射

Cn×Sn 表示 COMn 和 SEGn 控制的像素点

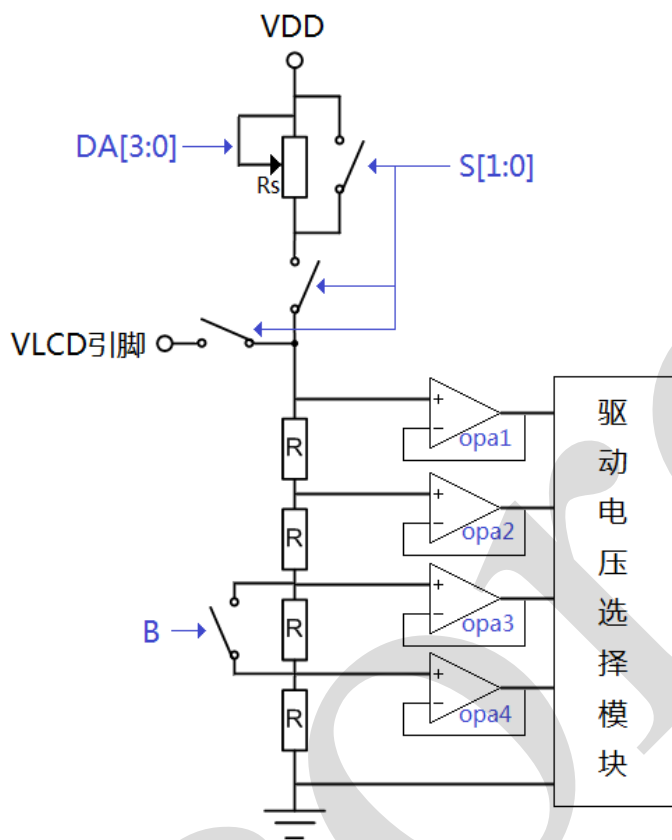
RAM 地址	位							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
00H	C7×S4	C6×S4	C5×S4	C4×S4	C3×S4	C2×S4	C1×S4	C0×S4
01H	C7×S5	C6×S5	C5×S5	C4×S5	C3×S5	C2×S5	C1×S5	C0×S5
02H	C7×S6	C6×S6	C5×S6	C4×S6	C3×S6	C2×S6	C1×S6	C0×S6
03H	C7×S7	C6×S7	C5×S7	C4×S7	C3×S7	C2×S7	C1×S7	C0×S7
04H	C7×S8	C6×S8	C5×S8	C4×S8	C3×S8	C2×S8	C1×S8	C0×S8
05H	C7×S9	C6×S9	C5×S9	C4×S9	C3×S9	C2×S9	C1×S9	C0×S9
06H	C7×S10	C6×S10	C5×S10	C4×S10	C3×S10	C2×S10	C1×S10	C0×S10
07H	C7×S11	C6×S11	C5×S11	C4×S11	C3×S11	C2×S11	C1×S11	C0×S11
08H	C7×S12	C6×S12	C5×S12	C4×S12	C3×S12	C2×S12	C1×S12	C0×S12
09H	C7×S13	C6×S13	C5×S13	C4×S13	C3×S13	C2×S13	C1×S13	C0×S13
0AH	C7×S14	C6×S14	C5×S14	C4×S14	C3×S14	C2×S14	C1×S14	C0×S14
0BH	C7×S15	C6×S15	C5×S15	C4×S15	C3×S15	C2×S15	C1×S15	C0×S15
0CH	C7×S16	C6×S16	C5×S16	C4×S16	C3×S16	C2×S16	C1×S16	C0×S16
0DH	C7×S17	C6×S17	C5×S17	C4×S17	C3×S17	C2×S17	C1×S17	C0×S17
0EH	C7×S18	C6×S18	C5×S18	C4×S18	C3×S18	C2×S18	C1×S18	C0×S18
0FH	C7×S19	C6×S19	C5×S19	C4×S19	C3×S19	C2×S19	C1×S19	C0×S19

16×8 显示模式的 RAM 映射

Cn×Sn 表示 COMn 和 SEGn 控制的像素点



8、VLCD 发生器



- 4 位可编程模拟开关和 V_{LCD} 输出电压的关系如下表所示:

Bias DA3~DA0	1/3	1/4	备注
00H	$1.000 \times V_{DD}$	$1.000 \times V_{DD}$	复位值
01H	$0.944 \times V_{DD}$	$0.957 \times V_{DD}$	
02H	$0.894 \times V_{DD}$	$0.918 \times V_{DD}$	
03H	$0.849 \times V_{DD}$	$0.882 \times V_{DD}$	
04H	$0.808 \times V_{DD}$	$0.849 \times V_{DD}$	
05H	$0.771 \times V_{DD}$	$0.818 \times V_{DD}$	
06H	$0.738 \times V_{DD}$	$0.789 \times V_{DD}$	
07H	$0.707 \times V_{DD}$	$0.763 \times V_{DD}$	
08H	$0.678 \times V_{DD}$	$0.738 \times V_{DD}$	
09H	$0.652 \times V_{DD}$	$0.714 \times V_{DD}$	
0AH	$0.628 \times V_{DD}$	$0.692 \times V_{DD}$	
0BH	$0.605 \times V_{DD}$	$0.672 \times V_{DD}$	
0CH	$0.584 \times V_{DD}$	$0.652 \times V_{DD}$	
0DH	$0.565 \times V_{DD}$	$0.634 \times V_{DD}$	
0EH	$0.547 \times V_{DD}$	$0.616 \times V_{DD}$	
0FH	$0.529 \times V_{DD}$	$0.600 \times V_{DD}$	



9、SEG 驱动输出

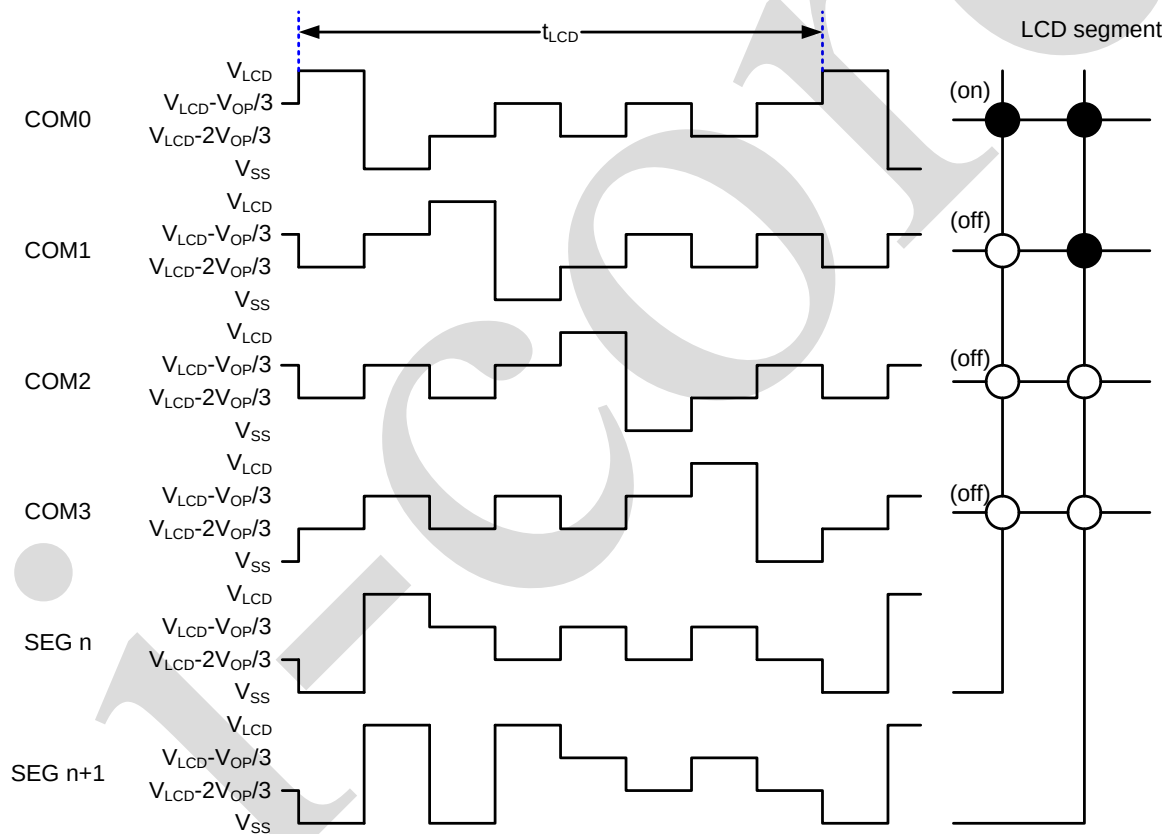
LCD 驱动模块包含 20 个 SEG 输出 SEG0~SEG19 或 16 个 SEG 输出 SEG4~SEG19, 这些 SEG 应直接与 LCD 面板相连。根据复用 COM 信号和显示锁存器内的数据产生 SEG 输出信号。如果使用的 SEG 数量少于 20 或 16 时, 则未使用的 SEG 输出应保持开路状态。

10、COM 驱动输出

LCD 驱动模块包含 4 个 COM 输出 (COM0~COM3) 或 8 个 COM 输出 (COM0~COM7), 这些 COM 应直接与 LCD 面板相连。根据所选的 LCD 驱动模式产生 COM 输出信号。如果使用的 COM 数量少于 4 或 8 时, 则未使用的 COM 输出应保持开路状态。

11、LCD 驱动模式波形

当 LCD 驱动模式选择 1/4 duty 和 1/3 bias 时, 其波形和 LCD 显示如下图所示:

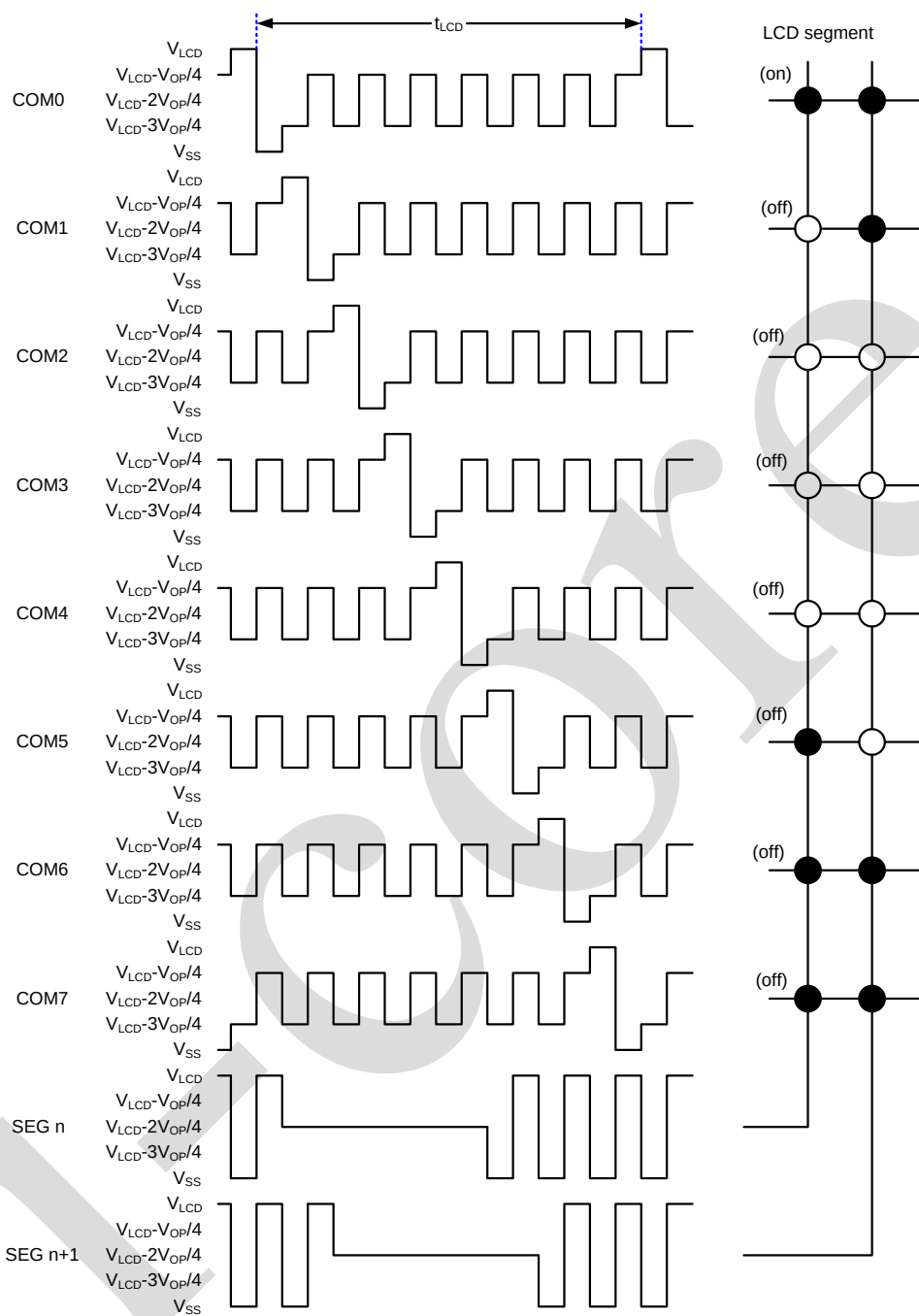


1/4 duty 和 1/3 bias 驱动模式波形图 ($V_{OP}=V_{LCD}-V_{SS}$)

注: $t_{LCD}=1/f_{LCD}$



当 LCD 驱动模式选择 1/8 duty 和 1/4 bias 时, 其波形和 LCD 显示如下图所示:



1/8 duty 和 1/4 bias 驱动模式波形图 ($V_{OP}=V_{LCD}-V_{SS}$)

注: $t_{LCD}=1/f_{LCD}$



12、推荐工作流程

12.1、初始化

- 1、上电后
- 2、延时待电源稳定
- 3、设置 VLCD 偏置和占空比
- 4、设置帧频
- 5、设置 VLCD/SEG 共用引脚功能
- 6、设置闪烁功能

12.2、显示数据读/写（地址设置）

- 1、设置 RAM 地址
- 2、读/写 RAM 数据
- 3、开启内部时钟和显示功能

12.3、电源电压供应顺序

如果 VLCD 和 V_{DD} 引脚单独供电，则强烈建议遵循供电顺序要求：

- 1、启动时 V_{DD} 首先上电，待 V_{DD} 稳定后，再使 VLCD 上电
- 2、关机时 VLCD 首先掉电，VLCD 降低到 0.3V 以下后，再使 V_{DD} 掉电

如果启动过程违反以上电源电压供应顺序，可能引起初始化错误。

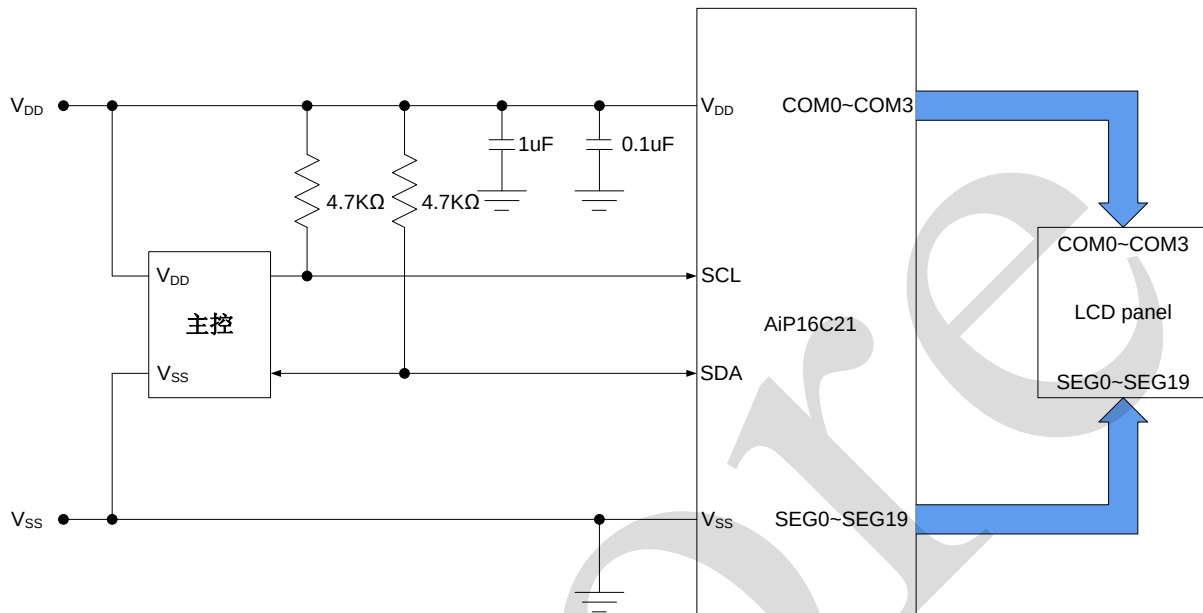
如果关机过程违反以上电源电压供应顺序，可能引起掉电过程中乱显。



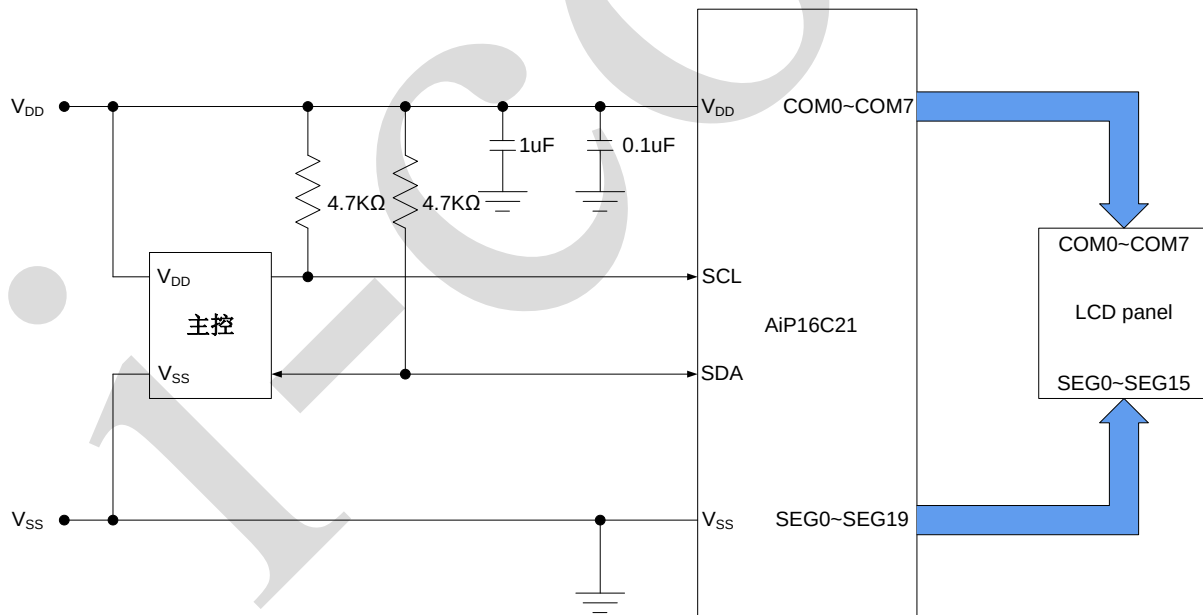
13、典型应用线路与说明

当 SEG/V_{LCD} 引脚被设置为 SEG 引脚

● 1/4 占空比



● 1/8 占空比



注:

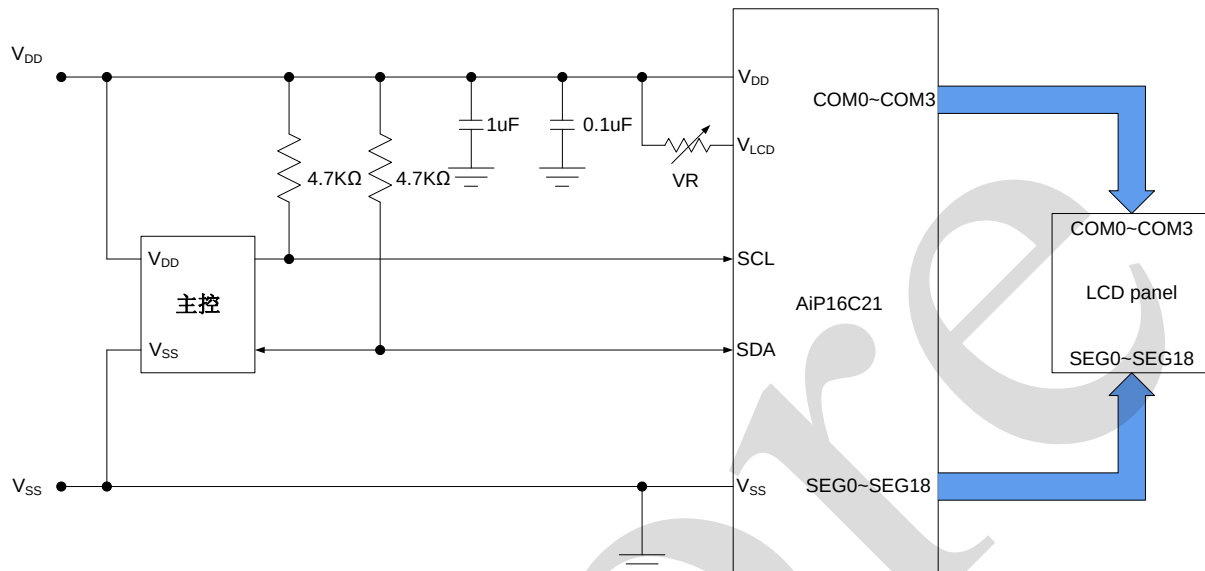
1. 如果内部V_{LCD}电压调整功能关闭, 偏置电压由内部V_{DD}提供。
2. 如果内部 V_{LCD} 电压调整功能使能, 偏置电压由内部调整电压提供, 该调整电压可通过 DA3~DA0 位设置。



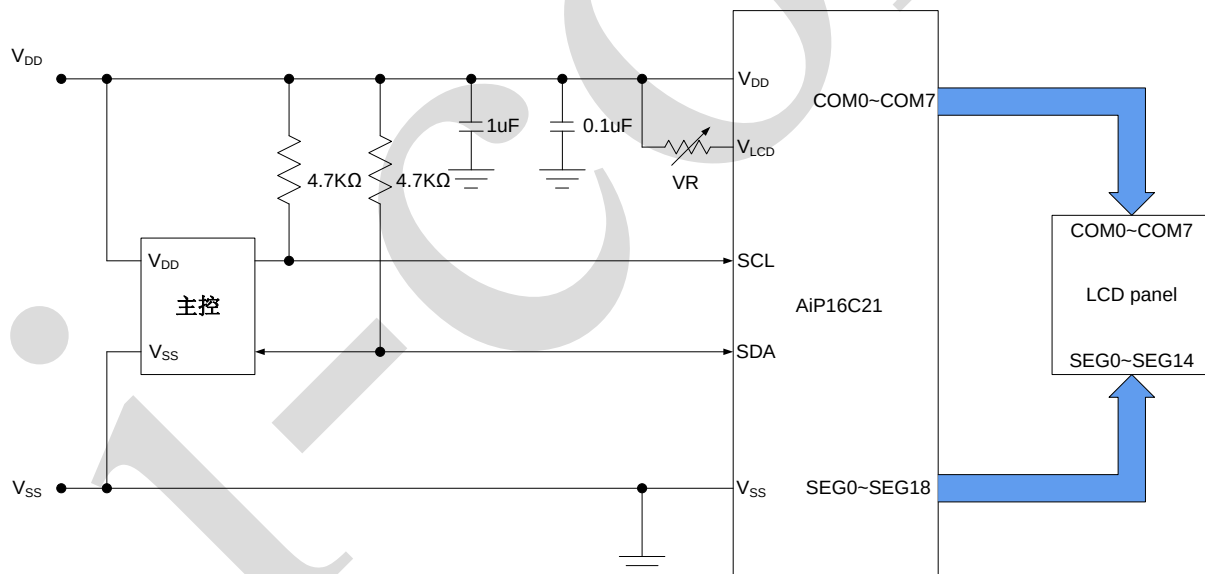
当 SEG/V_{LCD} 引脚被设置为 V_{LCD} 引脚

如果内部 V_{LCD} 电压调整功能关闭, V_{LCD} 和 V_{DD} 引脚之间必须外接电阻来决定偏置电压大小。

• 1/4 占空比



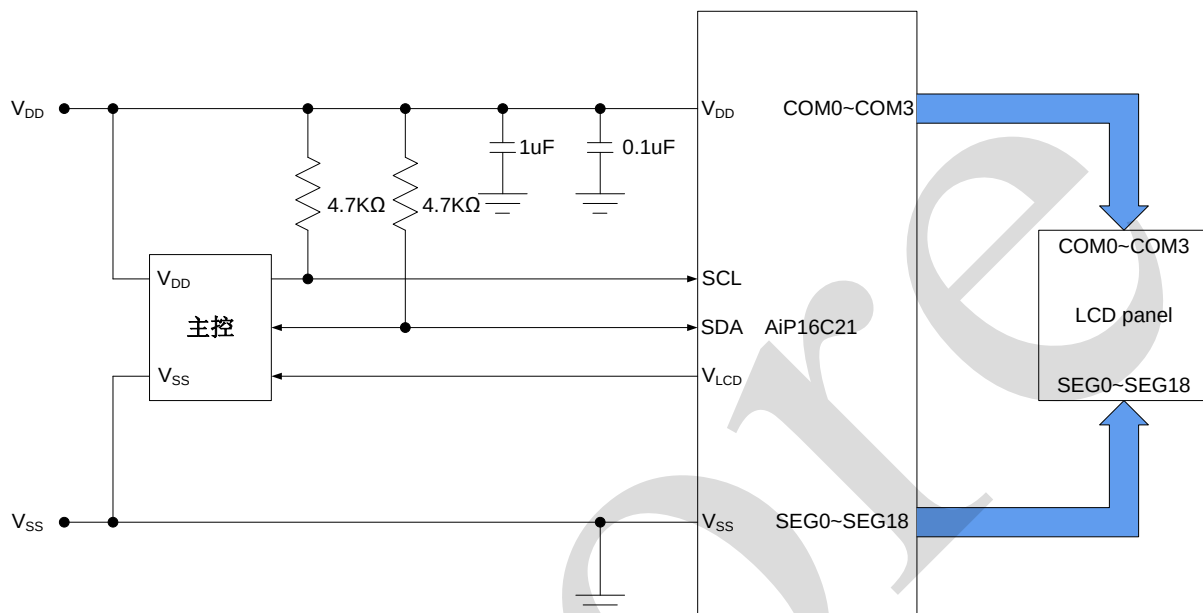
• 1/8 占空比



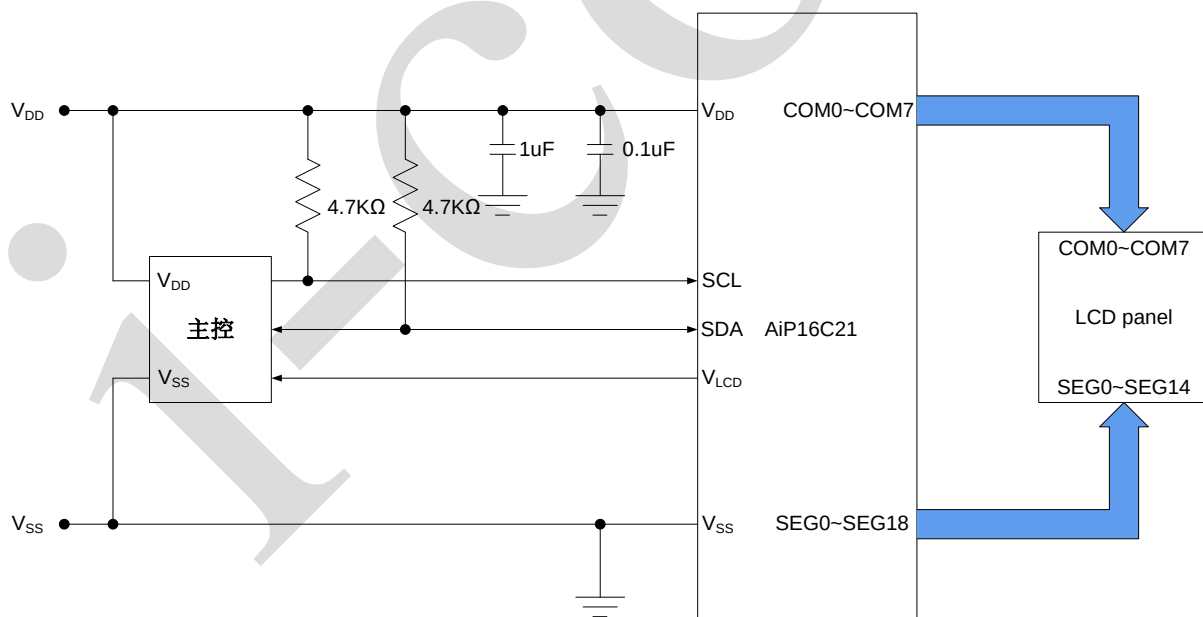


当内部 V_{LCD} 电压调整功能使能, SEG/V_{LCD} 共用引脚设置为 V_{LCD} 引脚, 偏置电压由内部调整电压提供, 来自于 V_{DD} 电压, 通过 DA3~DA0 位设置, 此时 V_{LCD} 引脚作为输出引脚, 可通过外部 MCU host 检测 V_{LCD} 引脚的电压。

- 1/4 占空比



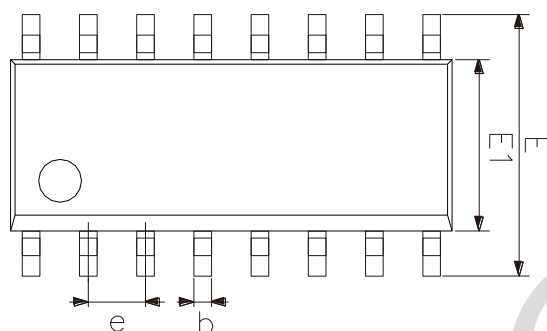
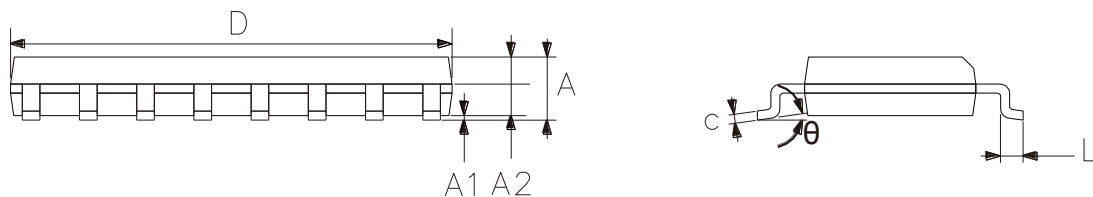
- 1/8 占空比





14、封装尺寸与外形图

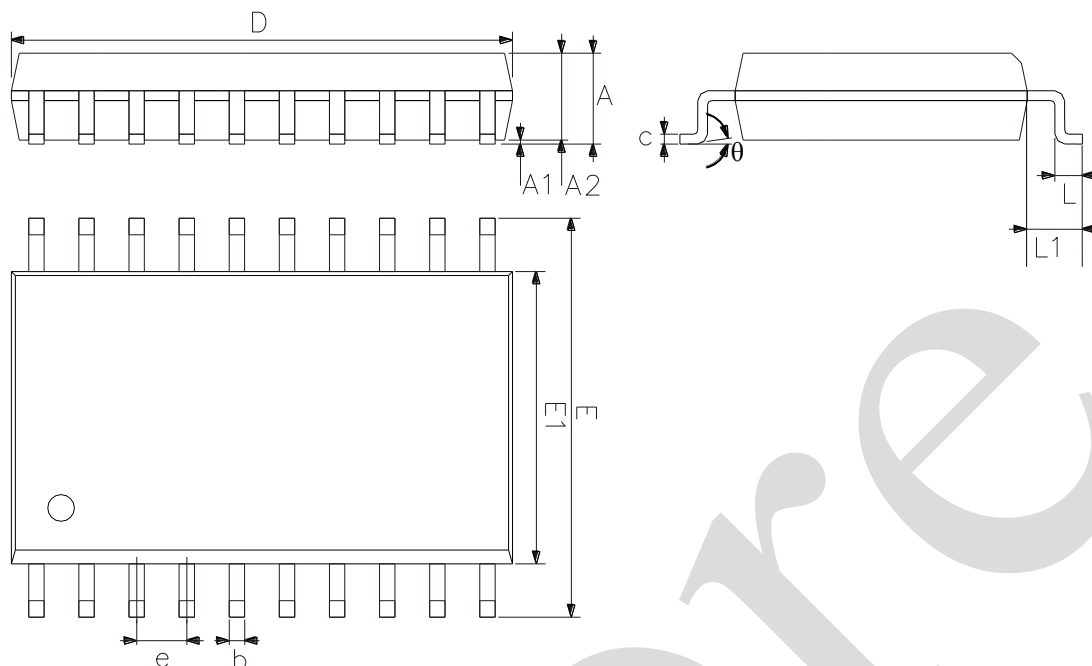
14.1、SOP16 外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
	Min.	Max.
A	1.35	1.80
A1	0.10	0.25
A2	1.25	1.55
b	0.33	0.51
c	0.19	0.25
D	9.50	10.10
E	5.80	6.30
E1	3.70	4.10
e	1.27	
L	0.35	0.89
θ	0°	8°



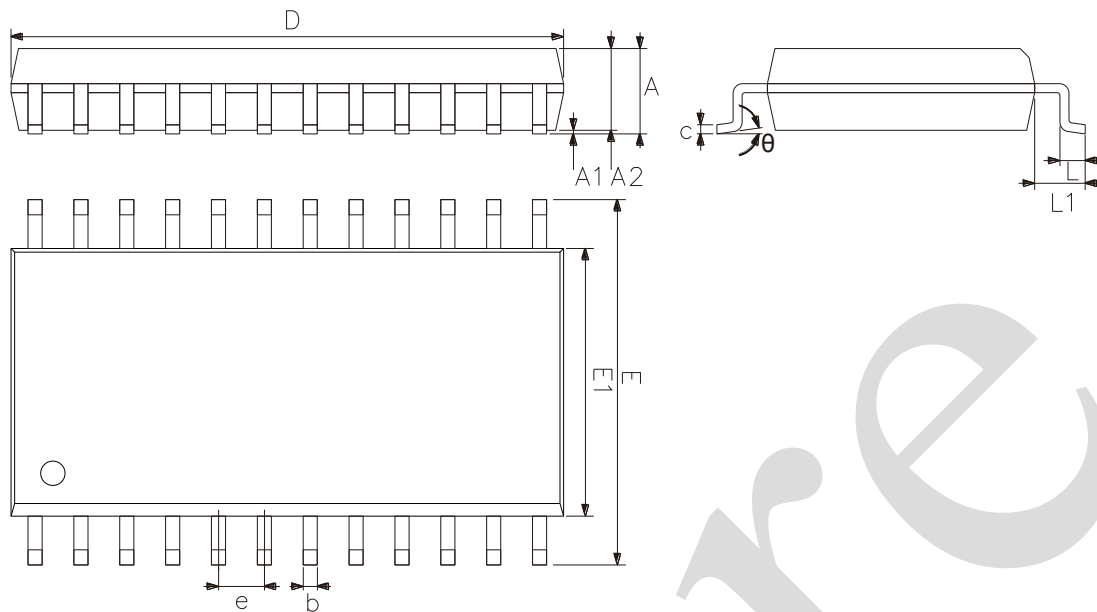
14.2、SOP20 外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min.	Max.
A	2.47	2.65
A1	0.05	0.30
A2	2.20	2.44
b	0.35	0.50
c	0.15	0.30
D	12.54	12.94
E	10.00	10.60
E1	7.30	7.70
e	1.27	
L	0.40	1.05
L1	1.30	1.50
θ	0°	8°



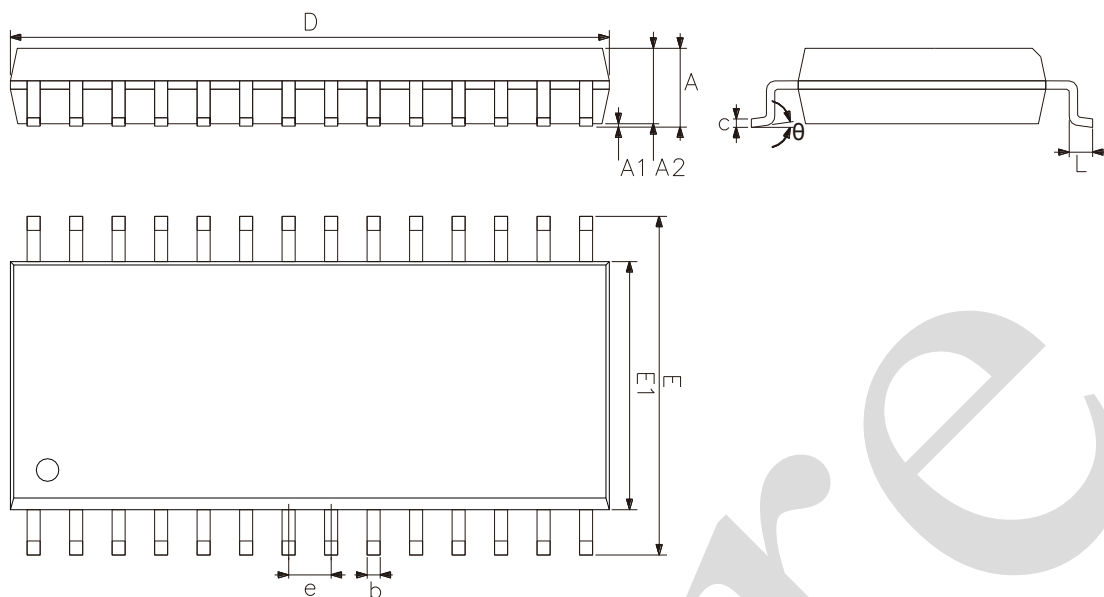
14.3、SOP24 外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min.	Max.
A	2.35	2.65
A1	0.10	0.30
A2	2.13	2.44
b	0.39	0.47
c	0.25	0.30
D	15.19	15.55
E	10.10	10.57
E1	7.40	7.62
e	1.27	
L	0.41	1.00
L1	1.30	1.50
θ	0°	8°



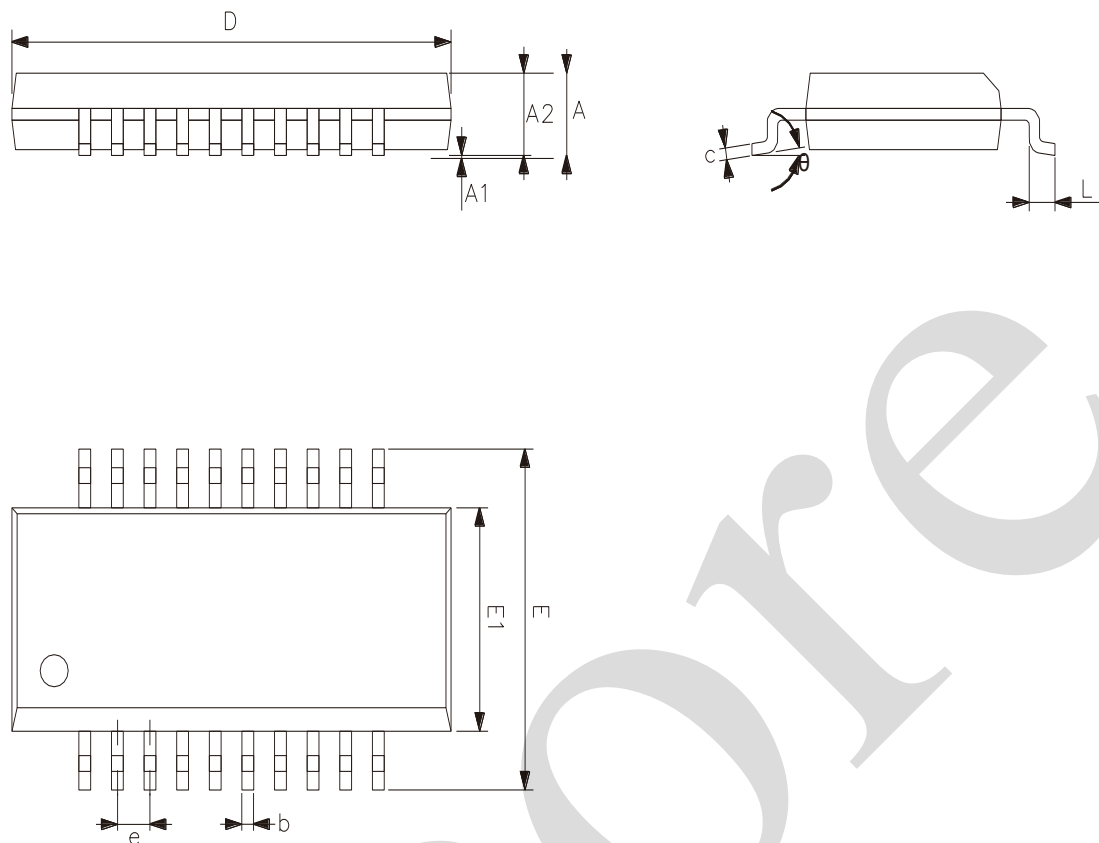
14.4、SOP28 外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min.	Max.
A	2.15	2.75
A1	0.03	0.30
A2	2.05	2.44
b	0.35	0.51
c	0.20	0.36
D	17.70	18.30
E	10.00	10.65
E1	7.30	7.70
e	1.27	
L	0.40	1.27
θ	0°	8°



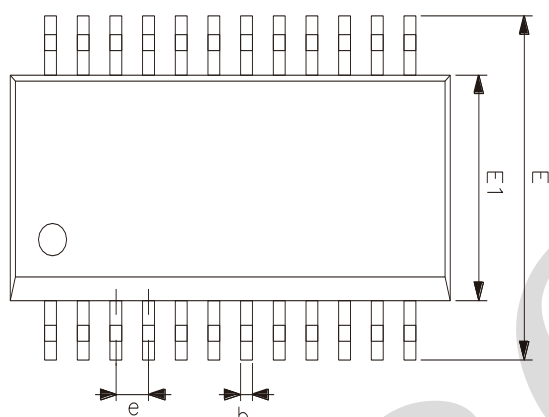
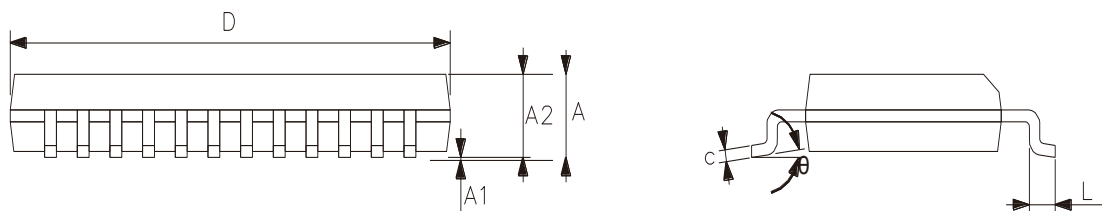
14.5、SSOP20(0.635mm)外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	—	1.75
A1	0.10	0.25
A2	1.30	1.55
b	0.23	0.31
c	0.19	0.25
D	8.50	8.75
E	5.80	6.20
E1	3.80	4.00
e	0.635	
L	0.40	0.80
θ	0°	8°



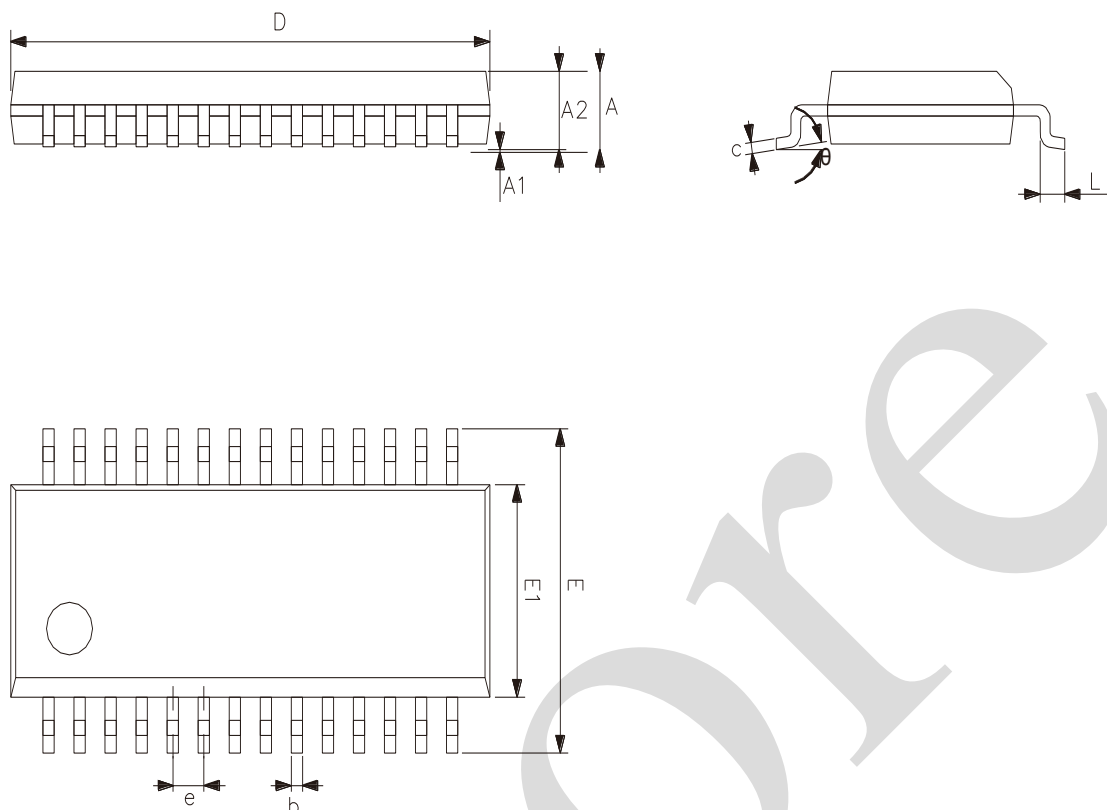
14.6、SSOP24(0.635mm)外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	1.35	1.75
A1	0.10	0.25
A2	1.30	1.55
b	0.23	0.47
c	0.19	0.26
D	8.45	8.85
E	5.80	6.20
E1	3.70	4.10
e	0.635	
L	0.40	0.80
θ	0°	8°



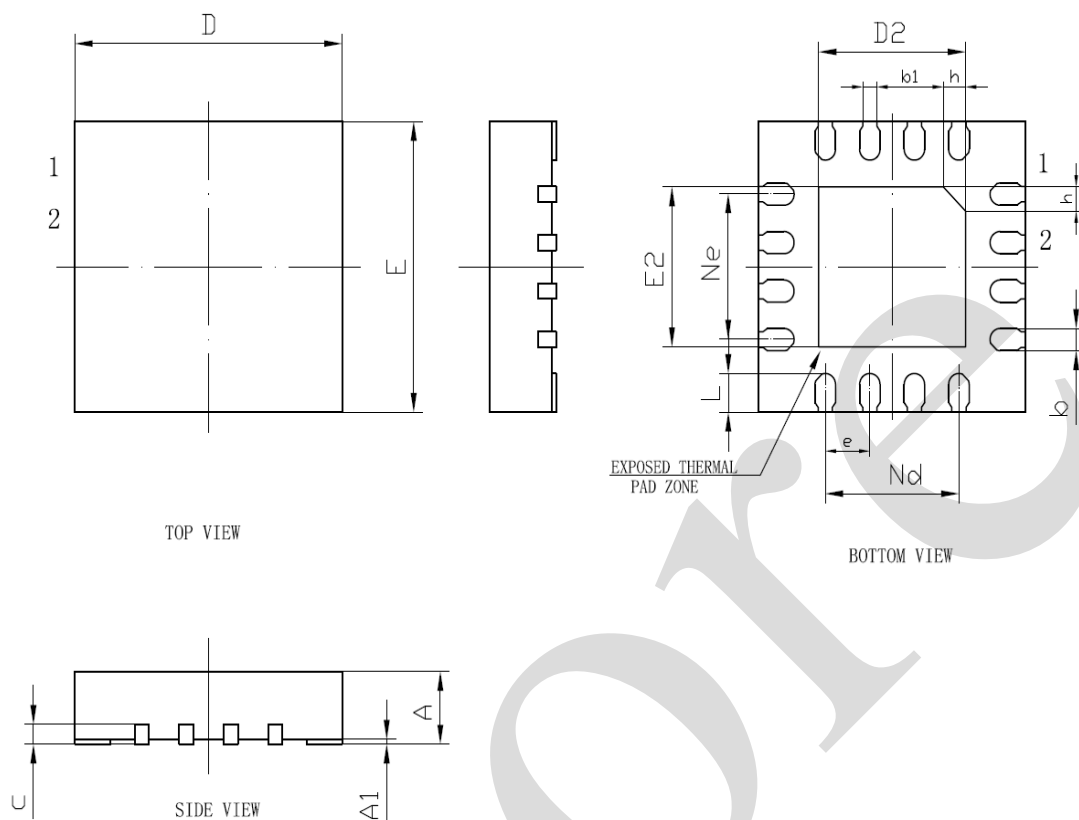
14.7、SSOP28(0.635mm)外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	—	1.75
A1	0.02	0.25
A2	1.30	1.60
b	0.23	0.31
c	0.19	0.25
D	9.75	10.00
E	5.80	6.45
E1	3.75	4.00
e	0.635	
L	0.35	0.80
θ	0°	8°



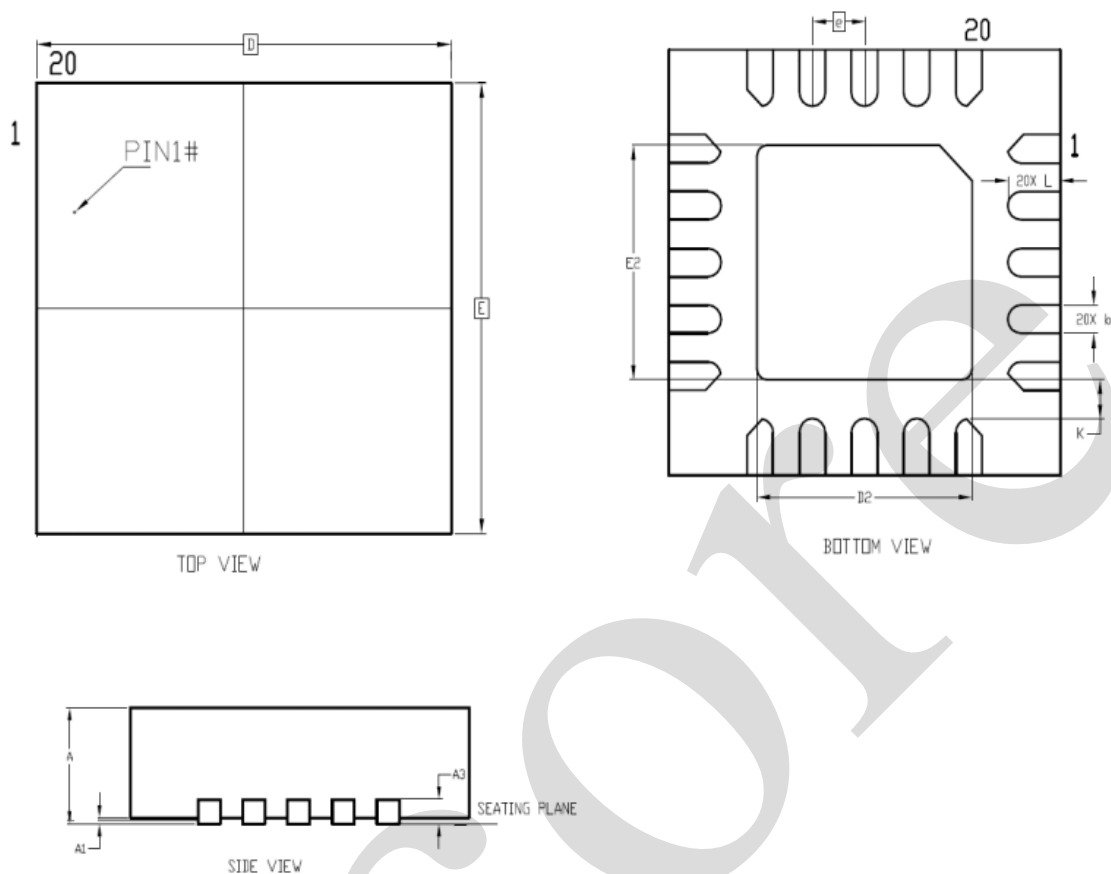
14.8、QFN16(3*3)外形图与封装尺寸



2024/01/B	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	0.70	0.80
A1	0	0.05
b	0.18	0.30
b1	0.16	
c	0.18	0.25
D	2.90	3.10
D2	1.55	1.80
e	0.50	
Ne	1.50	
Nd	1.50	
E	2.90	3.10
E2	1.55	1.80
L	0.30	0.50
h	0.20	0.45



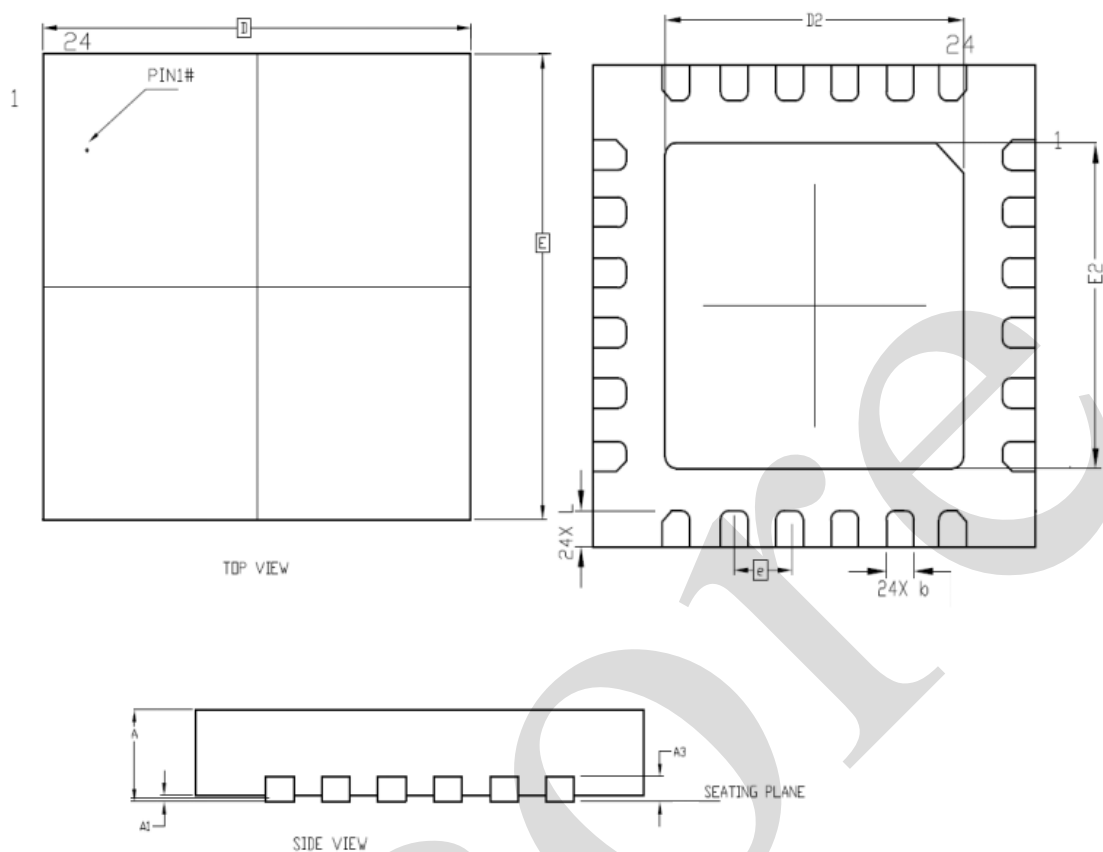
14.9、QFN20 (3*3)外形图与封装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	0.70	0.80
A1	0	0.05
A3	0.18	0.25
b	0.15	0.25
D	2.90	3.10
E	2.90	3.10
D2	1.55	1.75
E2	1.55	1.75
e	0.40	
L	0.35	0.45



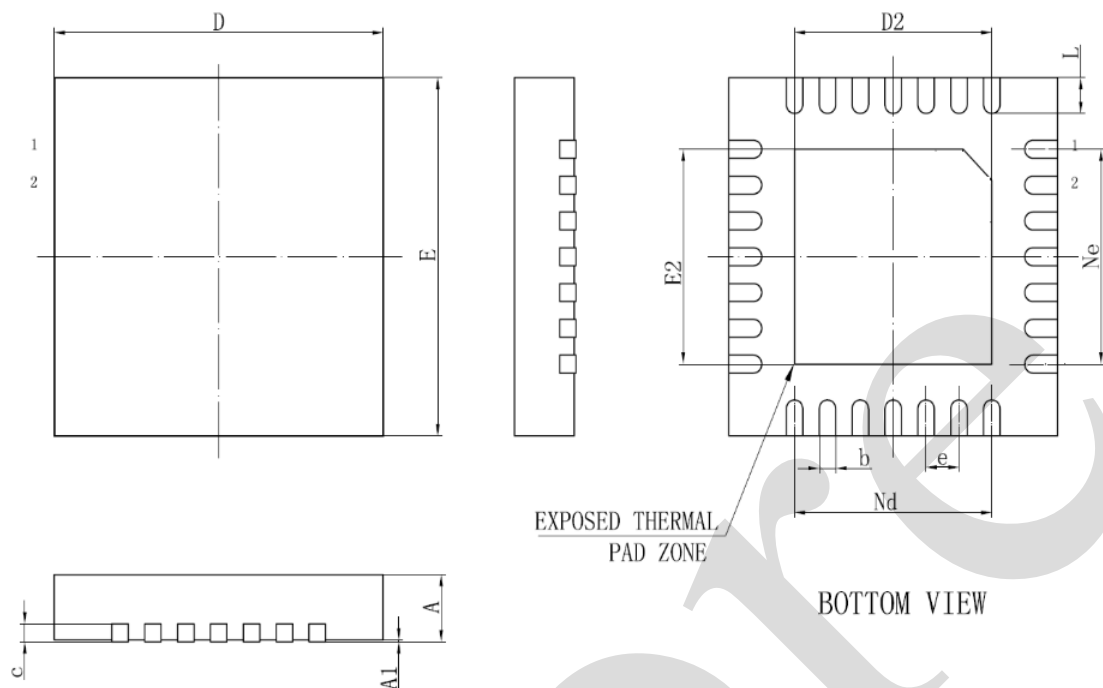
14.10、QFN24(4*4)外形图与封装尺寸



2024/01/B	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	0.70	0.80
A1	0	0.05
A3	0.20	
b	0.20	0.30
D	3.90	4.10
E	3.90	4.10
D2	2.60	2.80
E2	2.60	2.80
e	0.50	
L	0.25	0.45



14.11、QFN28(4*4)外形图与封装尺寸



2024/01/B	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	0.70	0.80
A1	0	0.05
b	0.15	0.25
c	0.18	0.25
D	3.90	4.10
E	3.90	4.10
D2	2.30	2.70
E2	2.30	2.70
e	0.40	
Nd	2.40	
Ne	2.40	
L	0.35	0.45



15、声明及注意事项

15.1、产品中有毒有害物质或元素的名称及含量

部件名称	有毒有害物质或元素									
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr (VI)	多溴联 苯 (PBBs)	多溴联 苯醚 (PBD Es)	邻苯二 甲酸二 丁酯 (DBP)	邻苯二 甲酸丁 苯酯 (BBP)	邻苯二甲 酸二(2- 乙基己 基)酯 (DEHP)	邻苯二甲酸 二异丁酯 (DIBP)
引线框	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
塑封 树脂	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
芯片	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
内引线	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
装片胶	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
说明	○: 表示该有毒有害物质或元素的含量在 SJ/T11363-2006 标准的检出限以下。 ×: 表示该有毒有害物质或元素的含量超出 SJ/T11363-2006 标准的限量要求。									

15.2、注意

在使用本产品之前建议仔细阅读本资料;

本资料仅供参考, 本公司不作任何明示或暗示的保证, 包括但不限于适用性、特殊应用或不侵犯第三方权利等。

本产品不适用于生命救援、生命维持或安全等关键设备, 也不适用于因产品故障或失效可能导致人身伤害、死亡或严重财产或环境损害的应用。客户若针对此类应用应自行承担风险, 本公司不负任何赔偿责任。

客户负责对使用本公司的应用进行所有必要的测试, 以避免在应用或客户的第三方客户的应用中出现故障。本公司不承担这方面的任何责任。

本公司保留随时对本资料所发布信息进行更改或改进的权利, 本资料中的信息如有变化, 恕不另行通知, 建议采购前咨询我司销售人员。

请从本公司的正规渠道获取资料, 如果由本公司以外的来源提供, 则本公司不对其内容负责。