



SMARTSENS

SmartSens™

SC850SL 数据手册

Preliminary V0.9

2021.9.26

应用

- 星光级安防监控系统
- 网络摄像机
- 车载摄像头

特性

- 高动态范围
 - 行交叠宽动态
- 高灵敏度
- 低读取噪声
- 高信噪比
- 低功耗
- 49.6 x 模拟增益, 8 x 数字增益
- 高速 DPC
- 外部控制帧率及多传感器同步
- 水平/垂直窗口调整
- 2 x 2 binning 模式
- I²C 接口寄存器编程

关键指标 (典型值)

- 分辨率: 800 万
- 像素阵列: 3856H × 2176V

- 像素尺寸: 2.0 μm x 2.0 μm
- 光学尺寸: 1/1.8"
- 最大图像传输速率:
 - 3840H × 2160V @60fps 10bit
- 输出接口:
 - 12/10/8-bit 1/2/4/2x4Lane MIPI
- 输出格式: RAW RGB
- CRA: 9°
 - 灵敏度: 5034 mV/lux·s
- 动态范围:
 - 线性模式: 83 dB
 - 宽动态模式: >100 dB
- 信噪比: 39 dB
- 工作温度范围: -30°C ~+85°C
- 最佳工作温度范围: -20°C~+60°C
- 电源电压:
 - AVDD = 2.8V $\pm$ 0.1V
 - DVDD = 1.3V $\pm$ 0.06V
 - DOVDD = 1.8V $\pm$ 0.1V
- 封装: 67-pin CSP
- 封装尺寸: 8.880 mm x 5.550 mm
- ESD 等级:
 - HBM: Classification 2
 - CDM: Classification C3

目录

目录.....	3
图片索引	4
表格索引	5
1. 系统描述	6
1.1. 芯片概述	6
1.2. 系统框架	6
1.3. 引脚描述	8
1.4. 芯片初始化	11
1.4.1. 上电时序.....	11
1.4.2. 下电时序.....	12
1.4.3. 睡眠模式.....	12
1.4.4. 复位模式.....	13
1.5. 配置接口	13
1.6. SENSOR ID	15
1.7. 数据接口	15
1.8. 锁相环	20
2. 功能介绍	21
2.1. SLAVE MODE	21
2.2. 宽动态	23
2.2.1. 行交叠 HDR.....	23
2.3. AEC/AGC.....	25
2.3.1. AEC/AGC 的控制策略.....	25
2.3.2. AEC 控制寄存器说明.....	25
2.3.3. AGC 控制寄存器说明.....	26
2.4. GROUP HOLD	32
2.5. DPC.....	32
2.6. 视频输出模式	33
2.6.1. 读取顺序.....	33
2.6.2. 输出窗口.....	34
2.7. 帧率计算	34
2.8. 测试模式	35
3. 电气特性	36
4. 光学特性	38
4.1. QE 曲线.....	38
4.2. 主光线入射角(CRA)	38
5. 封装信息	39
6. 订购信息	40
7. 版本变更记录.....	41

图片索引

图 1-1 结构图	6
图 1-2 典型应用示意图	7
图 1-3 封装引脚图	10
图 1-4 上电时序图	11
图 1-5 下电时序图	12
图 1-6 I ² C 接口时序	14
图 1-7 MIPI 接口示意图	15
图 1-8 MIPI 底层数据包示意图	16
图 1-9 MIPI 长/短数据包结构示意图	16
图 1-10 MIPI 1/2/4lane 模式数据包传输示意图	17
图 1-11 MIPI 数据包 DI 结构	18
图 1-12 PLL 控制示意图	20
图 2-1 Slave Mode 时序图	21
图 2-2 Slave Mode 曝光实现图	22
图 2-3 行交叠 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序	23
图 2-4 两重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序	23
图 2-5 行交叠 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 b 的读出时序	24
图 2-6 像素阵列图一	33
图 2-7 像素阵列图二	33
图 2-8 镜像和倒置实例	34
图 2-9 测试模式	35
图 3-1 外部时钟 (EXTCLK) 波形图	37
图 4-1 CRA Curve	38
图 5-1 封装示意图	39

表格索引

表 1-1 Pin 脚描述	8
表 1-2 睡眠模式控制寄存器	12
表 1-3 软复位控制寄存器	13
表 1-4 I ² C 设备地址控制	13
表 1-5 I ² C 接口时序详细参数	14
表 1-6 SENSOR ID 寄存器	15
表 1-7 MIPI 数据类型	18
表 1-8 MIPI 调整寄存器	19
表 2-1 Slave mode 控制寄存器	22
表 2-2 行间 HDR 控制寄存器	24
表 2-3 曝光的手动控制寄存器	25
表 2-4 线性模式及行交叠 HDR 模式增益寄存器控制	26
表 2-5 模拟 gain 值控制寄存器	27
表 2-6 数字 gain 值控制寄存器	31
表 2-7 Group hold 控制寄存器	32
表 2-8 DPC 控制寄存器	32
表 2-9 镜像和倒置模式控制寄存器	34
表 2-10 输出窗口寄存器	34
表 2-11 帧率相关寄存器	34
表 2-12 测试模式控制寄存器	35
表 3-1 绝对最大额定值（以上所有电压都是 to pad 电压）	36
表 3-2 直流电气特性（以上所有电压都是 to pad 电压）	36
表 3-3 交流特性（TA=25°C，AVDD=2.8V，DOVDD=1.8V）	37
表 5-1 封装尺寸表	39

1. 系统描述

1.1. 芯片概述

SC850SL 是监控相机领域先进的数字 CMOS 图像传感器，最高支持 3840H x 2160V @60fps 的传输速率。SC850SL 输出 raw 格式图像，有效像素窗口为 3856H x 2176V，支持复杂的片上操作——例如窗口化、水平镜像、垂直倒置等。

SC850SL 可以通过标准的 I2C 接口读写寄存器。

SC850SL 可以通过 EFSYNC 引脚实现外部控制曝光。

1.2. 系统框架

图 1-1 展示了 SC850SL 图像传感器的功能模块。图 1-2 展示了一个典型的应用示例。

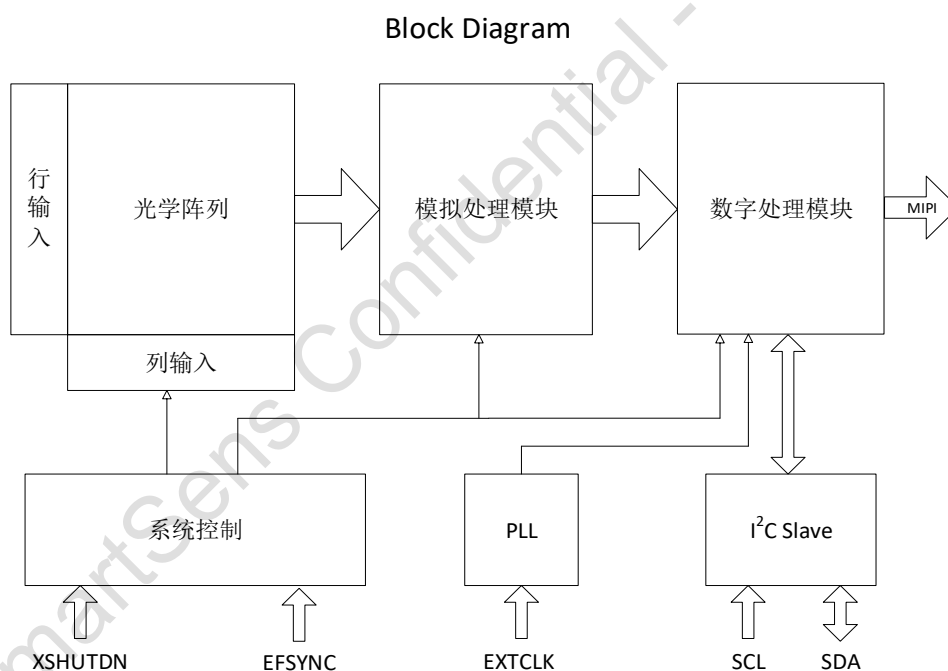


图 1-1 结构图

SC850SL 支持 MIPI 接口:

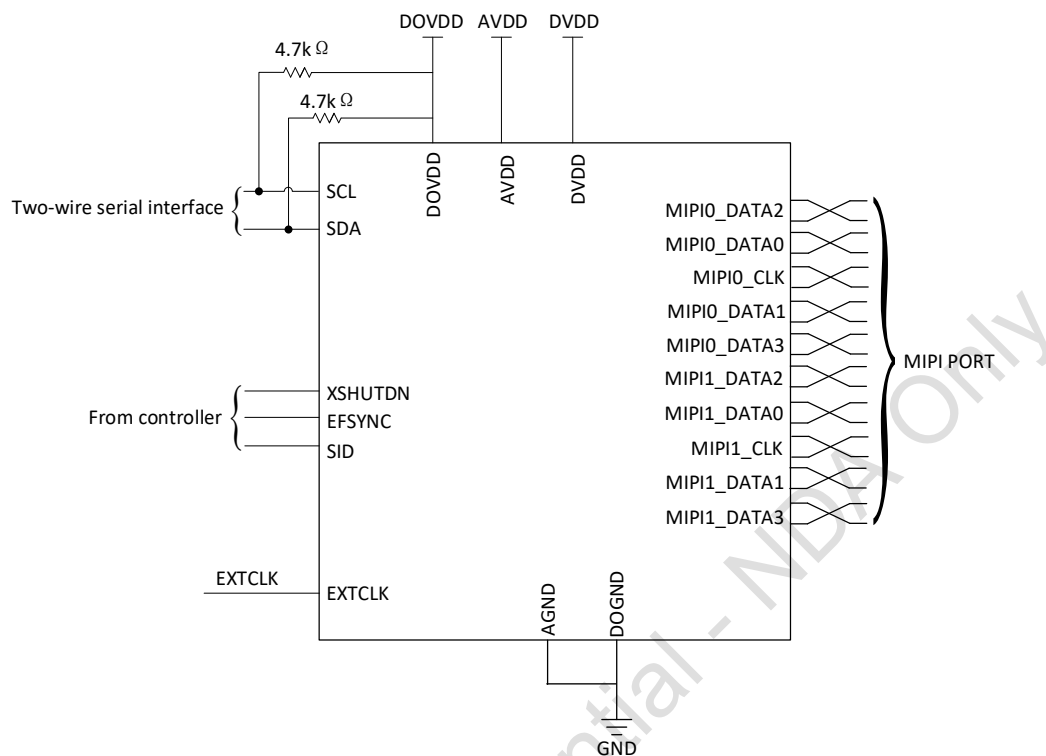


图 1-2 典型应用示意图

1.3. 引脚描述

下表列出了 SC850SL 图像传感器的引脚信息及相关描述。

表 1-1 Pin 脚描述

序号	编号	信号名	引脚类型	描述
1	A1	TM	输入	接 GND
2	A2	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
3	A3	AGND	地线	模拟地
4	A4	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
5	A5	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
6	A6	DOGND	地线	I/O 地
7	A7	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
8	A8	AGND	地线	模拟地
9	A9	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
10	A10	NC	-	-
11	B1	DVDD	电源	1.3V 数字电源
12	B2	XSHUTDOWN	输入	复位信号输入（内置上拉电阻，低电位有效）
13	B3	SCL	输入	I2C 时钟线
14	B4	EXTCLK	输入	时钟输入
15	B5	DOGND	地线	I/O 地
16	B6	DOGND	地线	I/O 地
17	B7	DOGND	地线	I/O 地
18	B8	VREF3	输出	内部参考电压（外接电容至 GND）
19	B9	VREFH	输出	内部参考电压（外接电容至 GND）
20	B10	DVDD	电源	1.3V 数字电源
21	C1	SDA	输入/输出	I2C 数据线(open drain)
22	C2	EFSYNC	输入/输出	外部帧同步信号
23	C3	FSYNC	输入/输出	帧同步信号
24	C4	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
25	C5	DOGND	地线	I/O 地
26	C7	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
27	C8	VREFN	输出	内部参考电压（外接电容至 GND）
28	C9	VREFN2	输出	内部参考电压（外接电容至 GND）
29	C10	TXVDD	输出	内部参考电压（外接电容至 GND）
30	D1	GPIO2	输入/输出	通用输入输出接口 2
31	D2	DVDD	电源	1.3V 数字电源
32	D3	DVDD	电源	1.3V 数字电源
33	D4	DVDD	电源	1.3V 数字电源
34	D7	DVDD	电源	1.3V 数字电源
35	D8	DVDD	电源	1.3V 数字电源

序号	编号	信号名	引脚类型	描述
36	D9	DVDD	电源	1.3V 数字电源
37	D10	SID	输入	I2C Device ID (内置下拉电阻, 默认为低电平, 对应 Device ID 是 7'h30, 高电平对应 Device ID 是 7'h32)
38	E1	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
39	E2	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
40	E3	M0CN	输出	MIPI0 时钟负极信号
41	E4	M0CP	输出	MIPI0 时钟正极信号
42	E5	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
43	E6	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
44	E7	M1CP	输出	MIPI1 时钟正极信号
45	E8	M1CN	输出	MIPI1 时钟负极信号
46	E9	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
47	E10	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
48	F1	AGND	地线	模拟地
49	F2	M0D3N	输出	MIPI0 数据 3 负极信号
50	F3	M0D1N	输出	MIPI0 数据 1 负极信号
51	F4	M0D0P	输出	MIPI0 数据 0 正极信号
52	F5	M0D2N	输出	MIPI0 数据 2 负极信号
53	F6	M1D2N	输出	MIPI1 数据 2 负极信号
54	F7	M1D0P	输出	MIPI1 数据 0 正极信号
55	F8	M1D1N	输出	MIPI1 数据 1 负极信号
56	F9	M1D3N	输出	MIPI1 数据 3 负极信号
57	F10	AGND	地线	模拟地
58	G1	DOGND	地线	IO 地
59	G2	M0D3P	输出	MIPI0 数据 3 正极信号
60	G3	M0D1P	输出	MIPI0 数据 1 正极信号
61	G4	M0D0N	输出	MIPI0 数据 0 负极信号
62	G5	M0D2P	输出	MIPI0 数据 2 正极信号
63	G6	M1D2P	输出	MIPI1 数据 2 正极信号
64	G7	M1D0N	输出	MIPI1 数据 0 负极信号
65	G8	M1D1P	输出	MIPI1 数据 1 正极信号
66	G9	M1D3P	输出	MIPI1 数据 3 正极信号
67	G10	DOGND	地线	I/O 地

Top View



图 1-3 封装引脚图

1.4. 芯片初始化

1.4.1. 上电时序

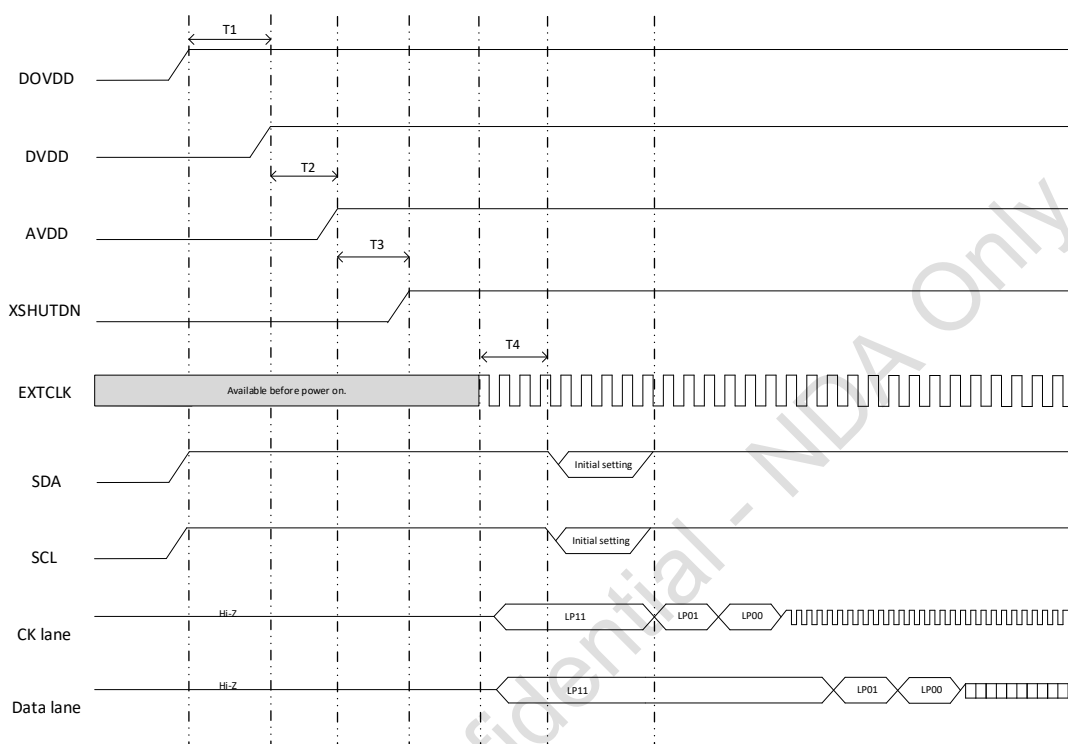


图 1-4 上电时序图

注: $T_1 \geq 0\text{ms}$, $T_2 \geq 0\text{ms}$, $T_3 \geq 0\text{ms}$, $T_4 \geq 4\text{ms}$ 。

1.4.2. 下电时序

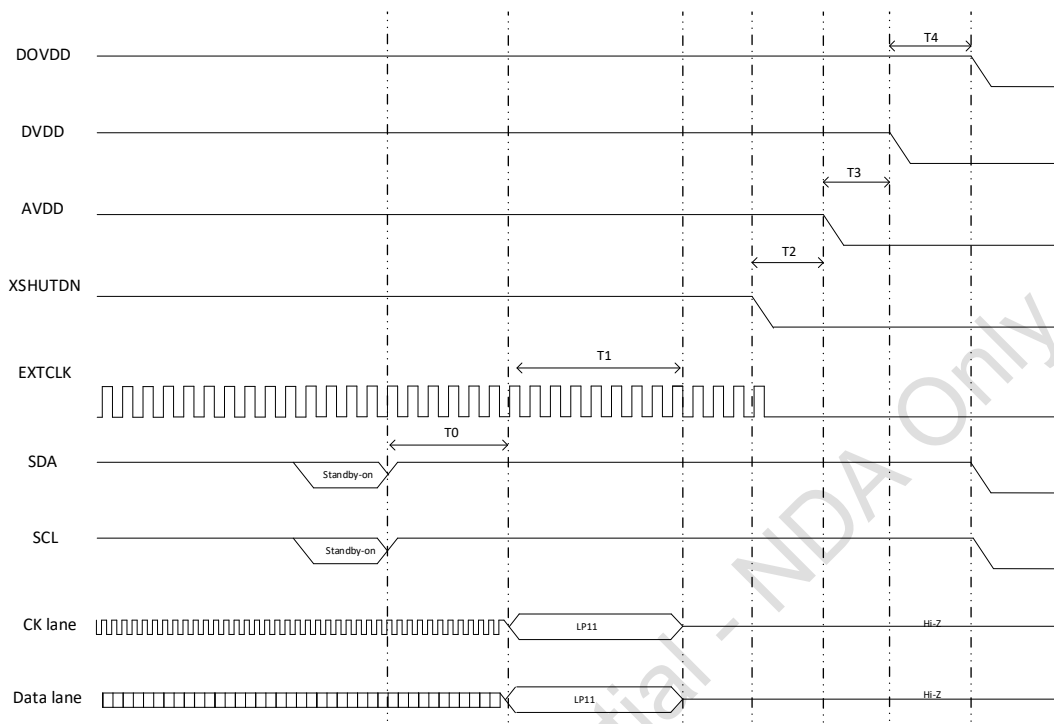


图 1-5 下电时序图

注: $T0 \geq 6EXTCLKs$, $T1 \geq 0ms$, $T2 \geq 0ms$, $T3 \geq 0ms$, $T4 \geq 0ms$ 。

1.4.3. 睡眠模式

睡眠模式下, SC850SL 停止输出图像数据流, 工作在低功耗状态, 保持当前寄存器值。SC850SL 提供以下方式进入睡眠模式: 将寄存器 16'h0100[0]写入 0, 此时支持 I²C 读写。

表 1-2 睡眠模式控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
软睡眠模式使能	16'h0100	8'h0	Bit[0]: manual sleep mode ctrl 1: sleep mode disable 0: sleep mode enable

1.4.4. 复位模式

复位模式下，SC850SL 停止输出图像数据流，工作在低功耗状态，重置所有寄存器，SC850SL 提供两种方式进入复位模式：

- 1) 将 XSHUTDN 拉低，此时不支持 I²C 读写；
- 2) 将寄存器 16'h0103[0]写入 1，此复位模式持续 150ns。

表 1-3 软复位控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
软复位使能	16'h0103	8'h0	Bit[0]: soft reset 0: disable 1: enable

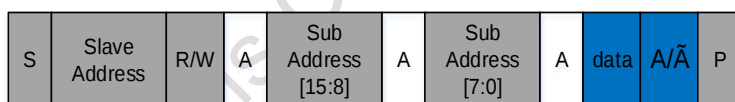
1.5. 配置接口

SC850SL 提供标准的 I²C 总线配置接口对寄存器进行读写，I²C 设备地址由 PAD SID 的电平值决定，如下表所示。PAD SID 内部有下拉电阻。Slave Address 即设备地址（从机地址），Sub Address 与寄存器相关。

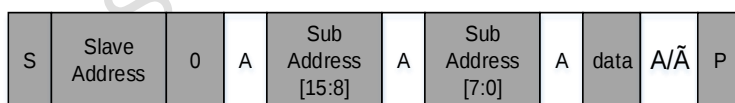
表 1-4 I²C 设备地址控制

SID	7-bit I ² C 设备地址	8-bit I ² C 写地址	8-bit I ² C 读地址
低电平	7'h30	8'h60	8'h61
高电平	7'h32	8'h64	8'h65

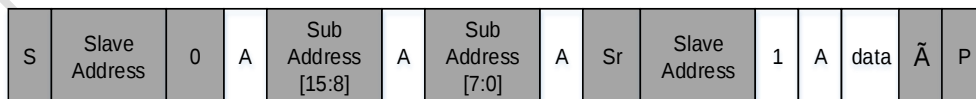
消息类型：16-bit 地址、8-bit 数据和 7-bit 设备地址



I²C Write



I²C Read



Slave to Master S: Start Condition A: Acknowledge



Master to Slave P: Stop Condition $\bar{A}$: No-Acknowledge



Direction depends on the operation Sr: Restart Condition

I²C 时序

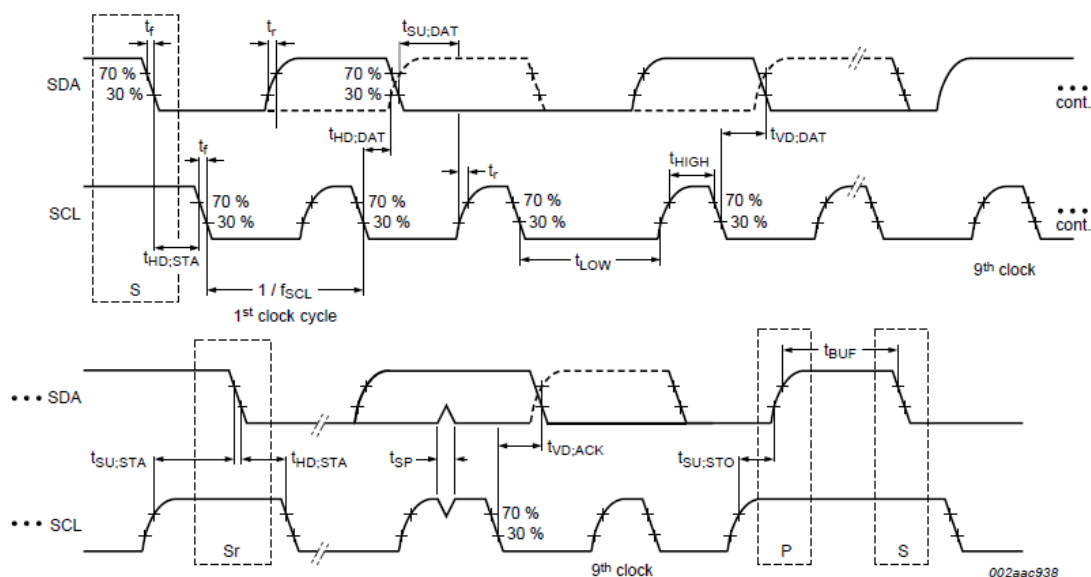


图 1-6 I²C 接口时序

表 1-5 I²C 接口时序详细参数

Symbol	Parameter	Standard-mode		Fast-mode		Unit
		Min	Max	Min	Max	
F_{scl}	SCL clock frequency	0	100	0	400	kHz
$T_{hd,STA}$	hold time (repeated) START condition	4.0	-	0.6	-	μs
T_{low}	LOW period of the SCL clock	4.7	-	1.3	-	μs
T_{high}	HIGH period of the SCL clock	4.0	-	0.6	-	μs
$T_{su,STA}$	set-up time for a repeated START condition	4.7	-	0.6	-	μs
$T_{hd,DAT}$	data hold time	0	-	0	-	μs
$T_{su,DAT}$	data set-up time	250	-	100	-	ns
t_r	rise time of both SDA and SCL signals	-	1000	20	300	ns
t_f	fall time of both SDA and SCL signals	-	300	20	300	ns
$T_{su,STO}$	set-up time for STOP condition	4.0	-	0.6	-	μs
T_{buf}	bus free time between a STOP and START condition	4.7	-	1.3	-	μs
$T_{vd,DAT}$	data valid time	-	3.45	-	0.9	μs
$T_{vd,ACK}$	data valid acknowledge time	-	3.45	-	0.9	μs
T_{sp}	pulse width of spikes that must be suppressed by the input filter	-	-	0	50	ns

注：判断上升沿起始或下降沿终止的电平阈值为 30%；判断上升沿终止或下降沿起始的阈值为 70%。

1.6. Sensor ID

表 1-6 SENSOR ID 寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
SENSOR ID 高位	16'h3107	8'h9d	SENSOR ID[15:8]
SENSOR ID 低位	16'h3108	8'h1e	SENSOR ID[7:0]

1.7. 数据接口

SC850SL 提供串行视频端口(MIPI)。SC850SL MIPI接口支持 8/10/12bit, 1/2/4/2x4lane 串行输出, 每个 lane 传输速率推荐不大于 1.5Gbps。下图是 MIPI 数据接口示意图。

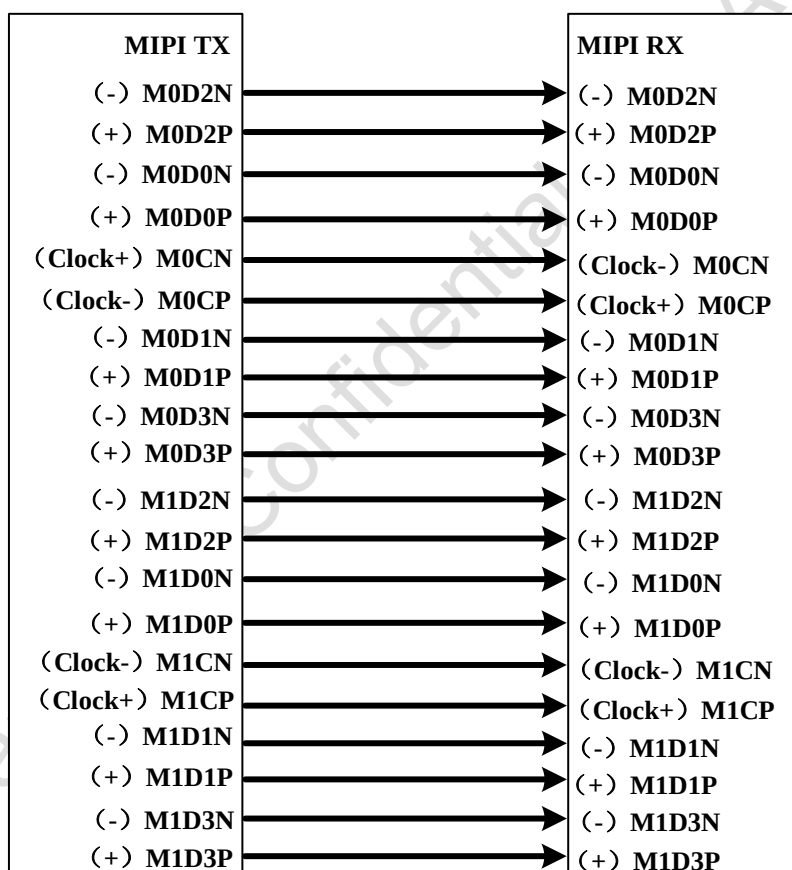


图 1-7 MIPI 接口示意图

下图是 MIPI 底层数据包的简略示意图，其中分别展示了一个短数据包和长数据包的传输过程。

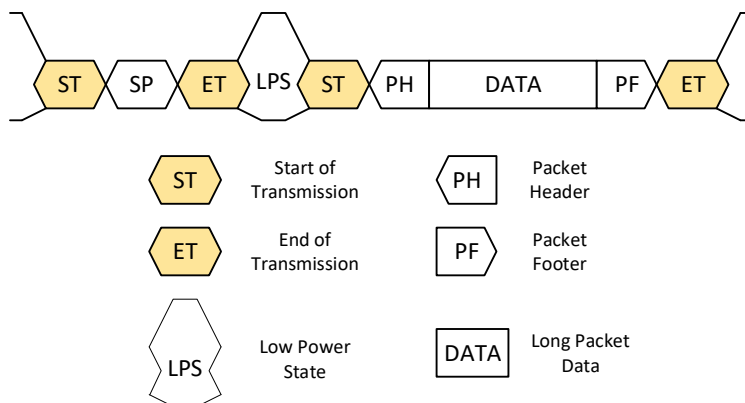


图 1-8 MIPI 底层数据包示意图

图 1-9 展示了 MIPI 长、短数据包结构示意图。其中数据标识 DI(Data Identifier)用来区分不同的数据包类型。图 1-10 展示了 MIPI 工作在 1lane、2lane 和 4lane 模式下的数据包传输示意图。图 1-11 中，DI 包括两部分，分别是虚拟通道 (VC) 和数据类型 (DT)。默认情况下，Sensor 给出的 MIPI 数据 VC 值都是 0，而 DT 值如表 1-7 所示。

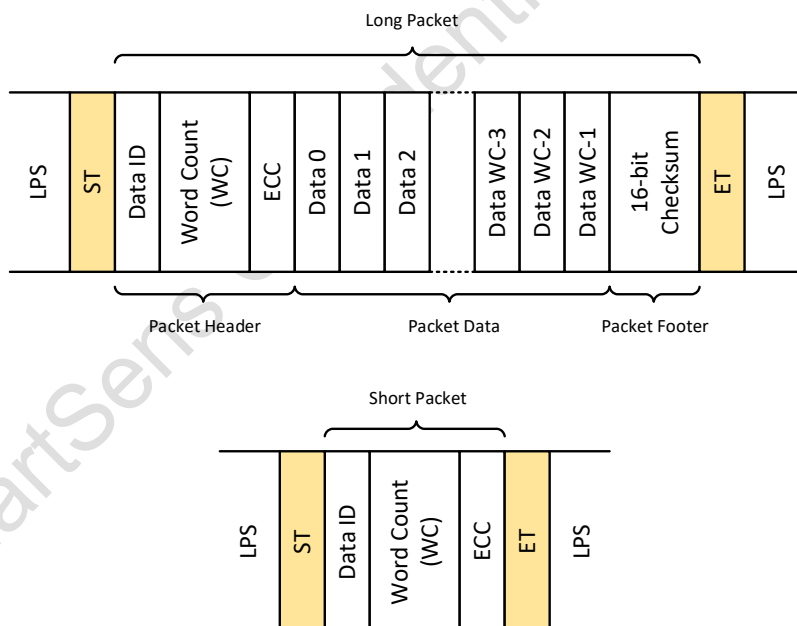


图 1-9 MIPI 长/短数据包结构示意图

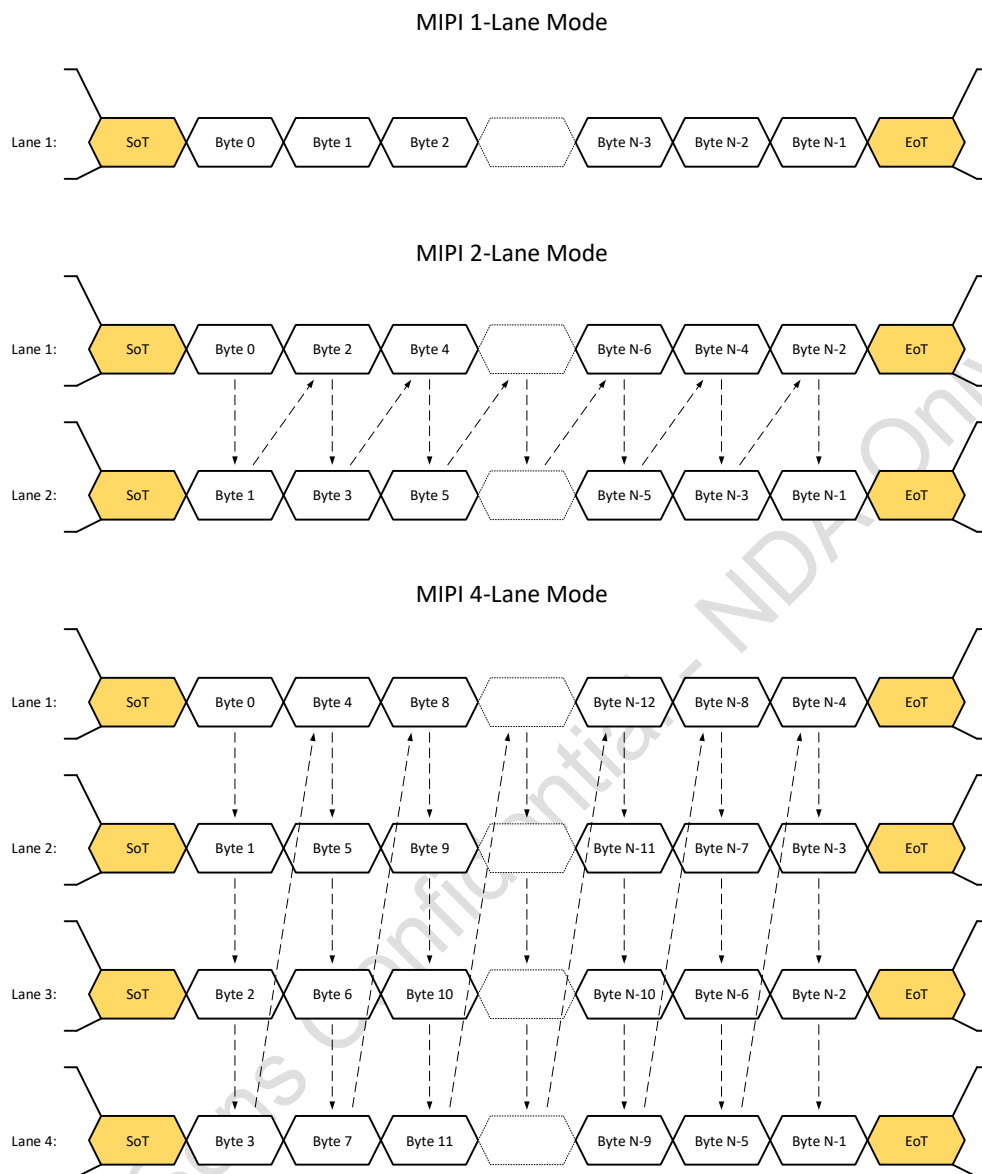


图 1-10 MIPI 1/2/4lane 模式数据包传输示意图

注:

- 1) MIPI 1/2/4-Lane 模式 Clock lane 使用 M0CN/M0CP;
- 2) Lane 1 对应 M0D0N/M0D0P, Lane 2 对应 M0D1N/M0D1P, Lane 3 对应 M0D2N/M0D2P, Lane 4 对应 M0D3N/M0D3P, Lane 5 对应 M1D0N/M1D0P, Lane 6 对应 M1D1N/M1D1P, Lane 7 对应 M1D2N/M1D2P, Lane 8 对应 M1D3N/M1D3P;
- 3) MIPI 2x4-Lane 模式是两组 MIPI 4-Lane 模式, Lane 1~Lane 4 的 Clock Lane 使用 M0CN/M0CP, Lane 5~Lane 8 的 Clock Lane 使用 M1CN/M1CP;
- 4) MIPI 2x4-Lane 模式数据传输格式有两种, 一行数据为 data0, data1, data2, data3, data4, data5, data6, data7, data8, data9, data10, data11, data12, data13, data14, data15, ..., dataN-16, dataN-15, dataN-14, dataN-13, dataN-12, dataN-11, dataN-10, dataN-9, dataN-8, dataN-7, dataN-6, dataN-5, dataN-4, dataN-3, dataN-2, dataN-1

MIPI 2x4-Lane 格式 1:

Lane 1~Lane 4 传输一行数据中的偶数数据 data0, data2, data4, data6, data8, data10, data12, data14, ..., dataN-16, dataN-14, dataN-12, dataN-10, dataN-8, dataN-6, dataN-4, dataN-2

Lane 5~Lane 8 传输一行数据中的奇数数据 data1, data3, data5, data7, data9, data11, data13, data15, ..., dataN-15, dataN-13, dataN-11, dataN-9, dataN-7, dataN-5, dataN-3, dataN-1

MIPI 2x4-Lane 格式 2:

Lane 1~Lane 4 传输一行数据中每 8 个数据的前四个数据 data0, data1, data2, data3, data8, data9, data10, data11, ..., dataN-15, dataN-14, dataN-13, dataN-12, dataN-8, dataN-7, dataN-6, dataN-5

Lane 5~Lane 8 传输一行数据中每 8 个数据的后四个数据 data4, data5, data6, data7, data12, data13, data14, data15, ..., dataN-12, dataN-11, dataN-10, dataN-9, dataN-4, dataN-3, dataN-2, dataN-1

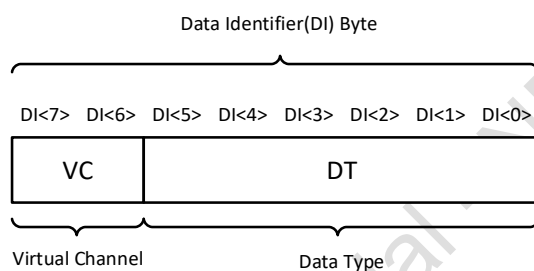


图 1-11 MIPI 数据包 DI 结构

表 1-7 MIPI 数据类型

DT	描述
6'h00	帧起始短包
6'h01	帧结束短包
6'h02	行起始短包
6'h03	行结束短包
6'h2a	8-bit 模式下数据长包
6'h2b	10-bit 模式下数据长包
6'h2c	12-bit 模式下数据长包

表 1-8 MIPI 调整寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
MIPI lane 数量	16'h3018	8'hfa	Bit[7:5]: MIPI lane num-1 3'h0 ~ 1 lane mode 3'h1 ~ 2 lane mode 3'h3 ~ 4 lane mode 3'h7 ~ MIPI 2x4 lane mode
MIPI 2x4 – Lane 数据格式选择	16'h3033	8'h20	Bit[1]: MIPI 2x4 -Lane even data 1 ~ MIPI 2x4-Lane 格式 1 0 ~ MIPI 2x4-Lane 格式 2
MIPI 输出数据模式	16'h3031	8'h0a	Bit[3:0]: MIPI bit mode 4'h8 ~ raw8 mode 4'ha ~ raw10 mode 4'hc ~ raw12 mode
PHY 数据模式	16'h3037	8'h00	Bit[6:5]: phy bit mode 2'h0 ~ 8bit mode 2'h1 ~ 10bit mode 2'h2 ~ 12bit mode 2'h3 ~ 16bit mode
MIPI LP 驱动	16'h3650	8'h31	Bit[1:0]: MIPI0 驱动 LP 能力调整
	16'h3658	8'h31	Bit[1:0]: MIPI1 驱动 LP 能力调整
MIPI HS 驱动	16'h3651	8'h7d	Bit[3:0]: MIPI0 驱动 HS 能力调整
	16'h3659	8'h7d	Bit[3:0]: MIPI1 驱动 HS 能力调整
MIPI Lane 0 延时	16'h3652	8'h00	Bit[3]: lane0 相位反向 Bit[2:0]: lane0 延时, 40ps/step,
MIPI Lane 1 延时	16'h3652	8'h00	Bit[7]: lane1 相位反向 Bit[6:4]: lane1 延时, 40ps/step
MIPI Lane 2 延时	16'h3653	8'h00	Bit[3]: lane2 相位反向 Bit[2:0]: lane2 延时, 40ps/step
MIPI Lane 3 延时	16'h3653	8'h00	Bit[7]: lane3 相位反向 Bit[6:4]: lane3 延时, 40ps/step
MIPI Clock 0 延时	16'h3654	8'h70	Bit[3]: Clock 0 相位反向 Bit[2:0]: Clock 0 延时, 40ps/step
MIPI Lane 4 延时	16'h365a	8'h00	Bit[3]: lane4 相位反向 Bit[2:0]: lane4 延时, 40ps/step
MIPI Lane 5 延时	16'h365a	8'h00	Bit[7]: lane5 相位反向 Bit[6:4]: lane5 延时, 40ps/step
MIPI Lane 6 延时	16'h365b	8'h00	Bit[3]: lane6 相位反向 Bit[2:0]: lane6 延时, 40ps/step
MIPI Lane 7 延时	16'h365b	8'h00	Bit[7]: lane7 相位反向 Bit[6:4]: lane7 延时, 40ps/step
MIPI Clock 1 延时	16'h365c	8'h70	Bit[3]: Clock 1 相位反向 Bit[2:0]: Clock 1 延时, 40ps/step

1.8. 锁相环

SC850SL 的 PLL 模块允许的输入时钟频率范围为 6~40MHz，其中 VCO 输出频率 (F_{VCO}) 的范围为 400MHz-1800MHz。PLL 结构示意图如下图所示。

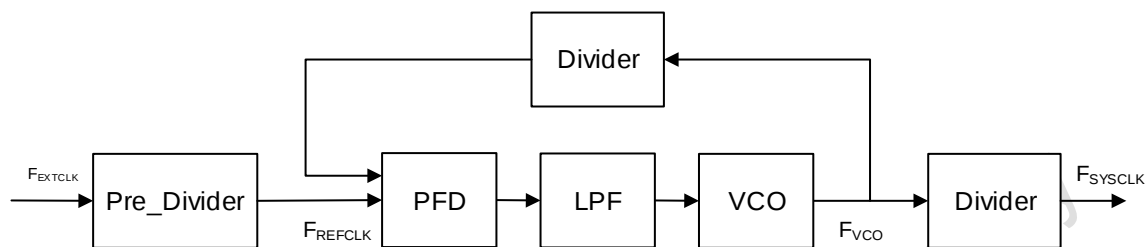


图 1-12 PLL 控制示意图

2. 功能介绍

2.1. SLAVE MODE

Slave Mode 是主控芯片通过 EFSYNC 或者做输入时的 FSYNC 信号触发帧读出，以达到多个 sensor 同步成像的工作模式。

当 SC850SL 工作在 Slave Mode 时，主控芯片通过 EFSYNC/FSYNC 引脚控制图像数据输出，并以此决定图像帧率，具体时序如下图：

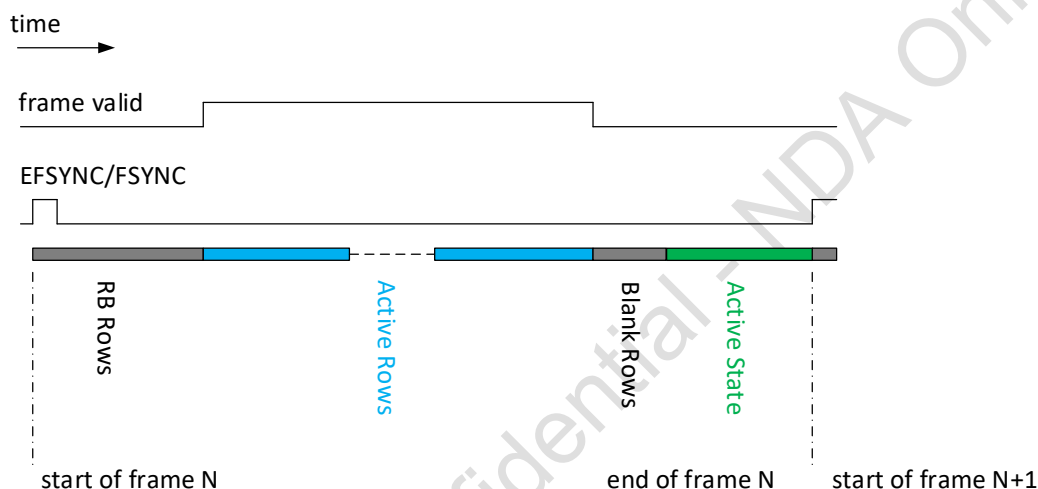


图 2-1 Slave Mode 时序图

Slave Mode 工作流程

- 1) 当 SC850SL 工作在 Slave Mode 时，芯片自动进入 Active State 状态，等待 EFSYNC/FSYNC 触发；
- 2) EFSYNC/FSYNC 触发上升沿有效，EFSYNC 高电平持续时间不小于 4 个 EXTCLK 周期；
- 3) 当 EFSYNC/FSYNC 触发后，芯片进入 RB Rows，RB Rows 是有效数据读出之前的等待时间，由寄存器控制，以行为单位；
- 4) Active Rows 时读出芯片图像数据，由寄存器控制，以行为单位；
- 5) Blank Rows 时读出芯片图像数据之后的消隐时间，由寄存器控制，以行为单位；
- 6) Active State 时芯片等待下一次 EFSYNC/FSYNC 触发，Active State 应尽量小，建议为 0；
- 7) EFSYNC/FSYNC 上升沿间隔为一帧时间，EFSYNC/FSYNC 上升沿间隔允许有 40ns 偏差。

注：

- 1) 只有当 SC850SL 处于 Active State 时，EFSYNC/FSYNC 触发才有效；
- 2) Sensor 会提前 40ns 退出 Blank Rows 进入 Active State。

SC850SL Slave mode 下的曝光实现如下图:

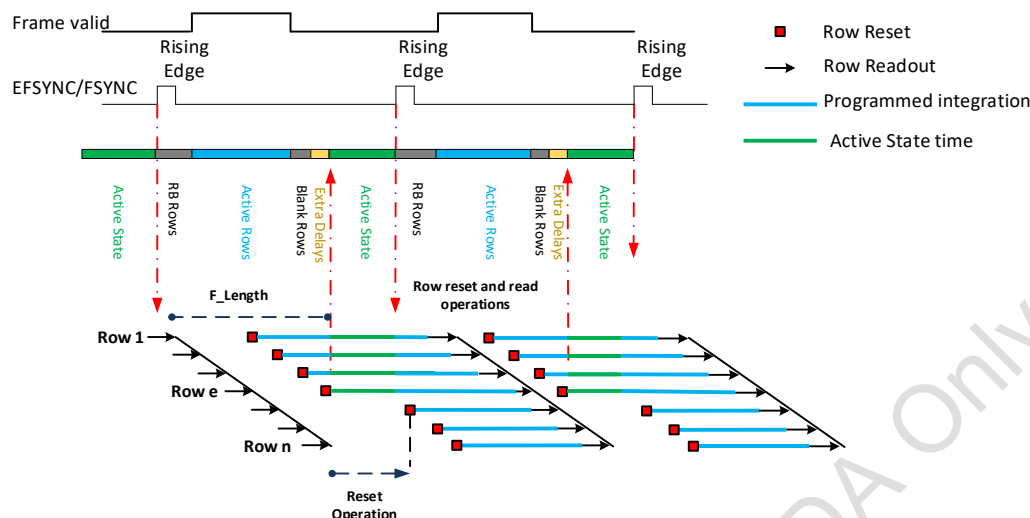


图 2-2 Slave Mode 曝光实现图

注:

- 1) Row Reset 开始曝光操作, Row Readout 开始前结束曝光操作, 曝光包括 Active State 时间;
- 2) VTS 表示帧长, $VTS = RB\ Rows + Active\ Rows + Blank\ Rows$;
- 3) Active State 时, 芯片停止输出及停止 Row reset 操作, 如图 2-2 所示, 会导致一帧图像 Row 1~Row e 行与 Row (e+1)~Row n 行的曝光时间不同, Row 1~Row e 行的曝光时间比 Row (e+1)~Row n 行的曝光时间大, 多出的时间为 Active State time, 为避免这种曝光差异, 要求外部精确控制 EFSYNC/FSYNC, 使 Active State 控制在 40ns 以内, 保证一帧内的每行曝光时间基本一致;
- 4) 当 RB Rows 大于曝光时间时, 注释 3) 中帧内曝光时间不一致的情况便不会出现, 一帧内的每行曝光时间一致, 此时 EFSYNC/FSYNC 引脚可实现同步曝光。

表 2-1 Slave mode 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
Slave mode enable	16'h3222	8'h00	Bit[0]: Slave mode 使能控制 1 ~ slave mode 0 ~ master mode
Trigger Pad sel	16'h3035	8'h82	Bit[1:0]: trigger pad sel 00 ~ sel FSYNC 01 ~ sel EFSYNC
EFSYNC OEN	16'h3016	8'h00	Bit[4]: FSYNC output en 1 ~ FSYNC as output PAD 0 ~ FSYNC as input PAD
FSYNC OEN	16'h3016	8'h00	Bit[5]: EFSYNC output en 1 ~ EFSYNC as output PAD 0 ~ EFSYNC as input PAD
RB rows	{16'h3230,16'h3231}	16'h0004	Rows Before Read 控制寄存器
Active Rows, Blank Rows	-	-	Active Rows + Blank Rows = VTS - RB Rows
VTS	{16'h320e,16'h320f}	16'h0465	帧长

2.2. 宽动态

宽动态(HDR)是指通过把两帧相同场景、不同曝光时间的图片合成一帧,从而提高图像的动态范围。SC850SL 支持行交叠 HDR。

2.2.1. 行交叠 HDR

SC850SL 行交叠 HDR 是指不同曝光时间的图像在帧内逐行交替输出。

SC850SL 行交叠 HDR 支持两重曝光: 长曝光(Long Exposure, LE), 短曝光(Short Exposure, SE)。SC850SL 行交叠 HDR 的优势是同一像素的不同曝光时间间隔短, 这样进行 HDR 合成时, 可以一定程度上避免合成带来的拖尾现象。

SC850SL 可以通过 MIPI 接口的 virtual channel 来区分不同曝光数据, 长曝光的 virtual channel 为 2'b00, 短曝光的 virtual channel 为 2'b01。

SC850SL 行交叠 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序图如下图所示。

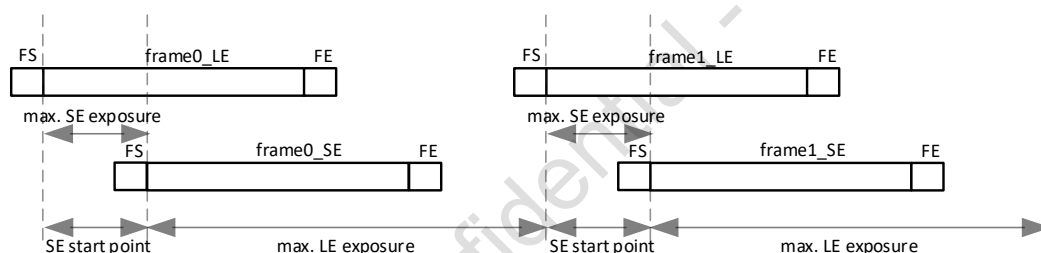


图 2-3 行交叠 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序

SC850SL 也可不通过 virtual channel 区分长短曝光数据, 通过长短曝光数据读出行偏差来区分。这其中, 又分为两种模式, 模式 a 与模式 b。模式 a 时, 长短曝光数据只输出有效行。模式 b 时, 长短曝光数据插入无效 (dummy) 行数据。

SC850SL 行交叠 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 a 的读出时序图如下图所示。

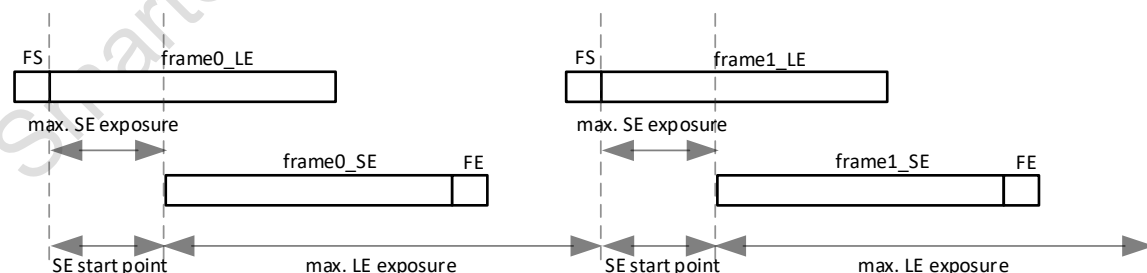


图 2-4 两重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序

注:

- 1) 长曝光数据, 短曝光数据按行交替输出, 先输出 SE start point / 2 行长曝光数据, 然后长曝光数据, 短曝光数据按行交替输出, 最后输出 SE start point/ 2 行短曝光数据。
- 2) 最大曝光时间参考 2.3.2。

SC850SL 行交叠 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 b 的读出时序如下图所示。

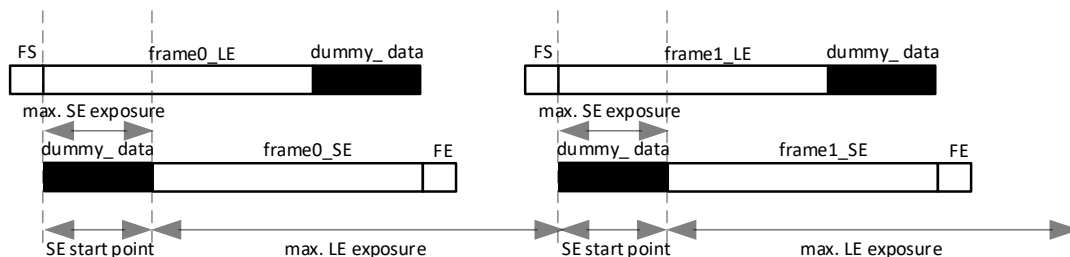


图 2-5 行交叠 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 b 的读出时序

表 2-2 行间 HDR 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
HDR mode enable	16'h3281	8'h00	Bit[0]: 行交叠 HDR mode 使能控制
			1 ~ 行交叠 HDR mode enable
			0 ~ 行交叠 HDR mode disable
SE start point	{16'h3e23,16'h3e24}	16'h013e	short exposure start readout point
VC (Virtual Channel)	16'h4853	8'hf0	Bit[3]: hdr_vc_en
			1'h1 ~ hdr vc enable
			1'h0 ~ hdr vc disable
LE VC	16'h4814	8'h2a	Bit[7:6]: Long exposure VC
SE VC	16'h4851	8'h6b	Bit[7:6]: Short exposure VC

2.3. AEC/AGC

AEC/AGC 都是基于亮度进行调节的，AEC 调节曝光时间，AGC 调节增益值，最终使图像亮度落在设定亮度阈值范围内。

2.3.1. AEC/AGC 的控制策略

SC850SL 本身没有 AEC/AGC 功能，需要通过后端平台实现 AEC/AGC。在整个 AEC/AGC 过程中，非独立的调整 sensor 的曝光时间或者增益，调整策略为：曝光时间优先，曝光时间已经最长无法继续调整时，调整增益。

以图像过暗的情况为例，调控的先后顺序为：

- 1) 不开启任何增益，直到曝光时间达到上限；
- 2) 曝光时间达到上限后，再开始调用自动增益控制。需要明确指出的是，增益开启，将直接导致平均噪声呈倍数放大；而曝光时间加大，则有助于提升信噪比。

反之，当图像过亮时，则优先关闭增益，当所有增益关闭，图像仍旧过亮，则降低曝光时间。

曝光时间与增益是一个交互的调节体系，在调试的时候，应该综合考虑。

2.3.2. AEC 控制寄存器说明

AEC 的控制寄存器如下表所示。

表 2-3 曝光的手动控制寄存器

功能	寄存器地址	说明	调节步长	最小值	最大值
长曝光时间	{16'h3e00[3:0]	线性模式下曝光时间，寄存器值以一行为单位	1	2	{16'h320e,16'h320f} - 'd4
	16'h3e01[7:0], 16'h3e02[7:4]	行交叠 HDR 模式下的长曝光时间，寄存器值以一行为单位	2	4	{16'h320e,16'h320f} - {16'h3e23,16'h3e24} - 4
短曝光时间	{16'h3e22[3:0] 16'h3e04[7:0], 16'h3e05[7:4]}	行交叠 HDR 模式下手动短曝光时间，寄存器值以一行为单位	2	4	{16'h3e23,16'h3e24} - 2

AEC 控制说明如下：

- 1) AEC 的调节步长为一行时间，一行时间计算方法参考 2.7 章节；
- 2) 曝光时间及增益若在第 N 帧写入，第 N+2 帧生效；
- 3) 曝光时间及增益的写入点：线性模式下建议在帧开始之后写入。行交叠 HDR 模式下建议长曝光数据的曝光时间及增益在长曝光数据帧开始之后写入，短曝光数据的曝光时间及增益在短曝光数据帧开始之后写入。

2.3.3. AGC 控制寄存器说明

AGC 的控制寄存器如下表所示。

表 2-4 线性模式及行交叠 HDR 模式增益寄存器控制

模式	ANA GAIN register	ANA FINE GAIN register	DIG GAIN register
线性模式/行交叠 HDR 模式长曝光	16'h3e08	16'h3e09	16'h3e06
行交叠 HDR 模式短曝光	16'h3e12	16'h3e13	16'h3e10

SC850SL AGC 控制方法：将寄存器 16'h3e03 的 Bit[3:0] 设置为 4'hb:

模拟 gain 值如表 2-5 所示，数字 gain 值如表 2-6 所示。一般情况下，优先调节模拟 gain 值，模拟 gain 调节到上限时，如果要继续增大图像亮度，可以调节数字 gain 值。

表 2-5 模拟 gain 值控制寄存器

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h03	8'h40	1.000	0.00	8'h03	8'h65	1.578	3.96
8'h03	8'h41	1.016	0.13	8'h03	8'h66	1.594	4.05
8'h03	8'h42	1.031	0.27	8'h03	8'h67	1.609	4.13
8'h03	8'h43	1.047	0.40	8'h03	8'h68	1.625	4.22
8'h03	8'h44	1.063	0.53	8'h03	8'h69	1.641	4.30
8'h03	8'h45	1.078	0.65	8'h03	8'h6A	1.656	4.38
8'h03	8'h46	1.094	0.78	8'h03	8'h6B	1.672	4.46
8'h03	8'h47	1.109	0.90	8'h03	8'h6C	1.688	4.54
8'h03	8'h48	1.125	1.02	8'h03	8'h6D	1.703	4.62
8'h03	8'h49	1.141	1.14	8'h03	8'h6E	1.719	4.70
8'h03	8'h4A	1.156	1.26	8'h03	8'h6F	1.734	4.78
8'h03	8'h4B	1.172	1.38	8'h03	8'h70	1.750	4.86
8'h03	8'h4C	1.188	1.49	8'h03	8'h71	1.766	4.94
8'h03	8'h4D	1.203	1.61	8'h03	8'h72	1.781	5.01
8'h03	8'h4E	1.219	1.72	8'h03	8'h73	1.797	5.09
8'h03	8'h4F	1.234	1.83	8'h03	8'h74	1.813	5.17
8'h03	8'h50	1.250	1.94	8'h03	8'h75	1.828	5.24
8'h03	8'h51	1.266	2.05	8'h03	8'h76	1.844	5.31
8'h03	8'h52	1.281	2.15	8'h03	8'h77	1.859	5.39
8'h03	8'h53	1.297	2.26	8'h03	8'h78	1.875	5.46
8'h03	8'h54	1.313	2.36	8'h03	8'h79	1.891	5.53
8'h03	8'h55	1.328	2.46	8'h03	8'h7A	1.906	5.60
8'h03	8'h56	1.344	2.57	8'h03	8'h7B	1.922	5.67
8'h03	8'h57	1.359	2.67	8'h03	8'h7C	1.938	5.74
8'h03	8'h58	1.375	2.77	8'h03	8'h7D	1.953	5.81
8'h03	8'h59	1.391	2.86	8'h03	8'h7E	1.969	5.88
8'h03	8'h5A	1.406	2.96	8'h03	8'h7F	1.984	5.95
8'h03	8'h5B	1.422	3.06	8'h07	8'h40	2.000	6.02
8'h03	8'h5C	1.438	3.15	8'h07	8'h41	2.031	6.16
8'h03	8'h5D	1.453	3.25	8'h07	8'h42	2.063	6.29
8'h03	8'h5E	1.469	3.34	8'h07	8'h43	2.094	6.42
8'h03	8'h5F	1.484	3.43	8'h07	8'h44	2.125	6.55
8'h03	8'h60	1.500	3.52	8'h07	8'h45	2.156	6.67
8'h03	8'h61	1.516	3.61	8'h07	8'h46	2.188	6.80
8'h03	8'h62	1.531	3.70	8'h07	8'h47	2.219	6.92
8'h03	8'h63	1.547	3.79	8'h07	8'h48	2.250	7.04
8'h03	8'h64	1.563	3.88	8'h07	8'h49	2.281	7.16

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h07	8'h4A	2.313	7.28	8'h23	8'h4C	3.711	11.39
8'h07	8'h4B	2.344	7.40	8'h23	8'h4D	3.760	11.50
8'h07	8'h4C	2.375	7.51	8'h23	8'h4E	3.809	11.62
8'h07	8'h4D	2.406	7.63	8'h23	8'h4F	3.857	11.73
8'h07	8'h4E	2.438	7.74	8'h23	8'h50	3.906	11.84
8'h07	8'h4F	2.469	7.85	8'h23	8'h51	3.955	11.94
8'h07	8'h50	2.500	7.96	8'h23	8'h52	4.004	12.05
8'h07	8'h51	2.531	8.07	8'h23	8'h53	4.053	12.15
8'h07	8'h52	2.563	8.17	8'h23	8'h54	4.102	12.26
8'h07	8'h53	2.594	8.28	8'h23	8'h55	4.150	12.36
8'h07	8'h54	2.625	8.38	8'h23	8'h56	4.199	12.46
8'h07	8'h55	2.656	8.49	8'h23	8'h57	4.248	12.56
8'h07	8'h56	2.688	8.59	8'h23	8'h58	4.297	12.66
8'h07	8'h57	2.719	8.69	8'h23	8'h59	4.346	12.76
8'h07	8'h58	2.750	8.79	8'h23	8'h5A	4.395	12.86
8'h07	8'h59	2.781	8.88	8'h23	8'h5B	4.443	12.95
8'h07	8'h5A	2.813	8.98	8'h23	8'h5C	4.492	13.05
8'h07	8'h5B	2.844	9.08	8'h23	8'h5D	4.541	13.14
8'h07	8'h5C	2.875	9.17	8'h23	8'h5E	4.590	13.24
8'h07	8'h5D	2.906	9.27	8'h23	8'h5F	4.639	13.33
8'h07	8'h5E	2.938	9.36	8'h23	8'h60	4.688	13.42
8'h07	8'h5F	2.969	9.45	8'h23	8'h61	4.736	13.51
8'h07	8'h60	3.000	9.54	8'h23	8'h62	4.785	13.60
8'h07	8'h61	3.031	9.63	8'h23	8'h63	4.834	13.69
8'h07	8'h62	3.063	9.72	8'h23	8'h64	4.883	13.77
8'h07	8'h63	3.094	9.81	8'h23	8'h65	4.932	13.86
8'h23	8'h40	3.125	9.90	8'h23	8'h66	4.980	13.95
8'h23	8'h41	3.174	10.03	8'h23	8'h67	5.029	14.03
8'h23	8'h42	3.223	10.16	8'h23	8'h68	5.078	14.11
8'h23	8'h43	3.271	10.29	8'h23	8'h69	5.127	14.20
8'h23	8'h44	3.320	10.42	8'h23	8'h6A	5.176	14.28
8'h23	8'h45	3.369	10.55	8'h23	8'h6B	5.225	14.36
8'h23	8'h46	3.418	10.68	8'h23	8'h6C	5.273	14.44
8'h23	8'h47	3.467	10.80	8'h23	8'h6D	5.322	14.52
8'h23	8'h48	3.516	10.92	8'h23	8'h6E	5.371	14.60
8'h23	8'h49	3.564	11.04	8'h23	8'h6F	5.420	14.68
8'h23	8'h4A	3.613	11.16	8'h23	8'h70	5.469	14.76
8'h23	8'h4B	3.662	11.27	8'h23	8'h71	5.518	14.83

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h23	8'h72	5.566	14.91	8'h27	8'h58	8.594	18.68
8'h23	8'h73	5.615	14.99	8'h27	8'h59	8.691	18.78
8'h23	8'h74	5.664	15.06	8'h27	8'h5A	8.789	18.88
8'h23	8'h75	5.713	15.14	8'h27	8'h5B	8.887	18.97
8'h23	8'h76	5.762	15.21	8'h27	8'h5C	8.984	19.07
8'h23	8'h77	5.811	15.28	8'h27	8'h5D	9.082	19.16
8'h23	8'h78	5.859	15.36	8'h27	8'h5E	9.180	19.26
8'h23	8'h79	5.908	15.43	8'h27	8'h5F	9.277	19.35
8'h23	8'h7A	5.957	15.50	8'h27	8'h60	9.375	19.44
8'h23	8'h7B	6.006	15.57	8'h27	8'h61	9.473	19.53
8'h23	8'h7C	6.055	15.64	8'h27	8'h62	9.570	19.62
8'h23	8'h7D	6.104	15.71	8'h27	8'h63	9.668	19.71
8'h23	8'h7E	6.152	15.78	8'h27	8'h64	9.766	19.79
8'h23	8'h7F	6.201	15.85	8'h27	8'h65	9.863	19.88
8'h27	8'h40	6.250	15.92	8'h27	8'h66	9.961	19.97
8'h27	8'h41	6.348	16.05	8'h27	8'h67	10.059	20.05
8'h27	8'h42	6.445	16.18	8'h27	8'h68	10.156	20.13
8'h27	8'h43	6.543	16.32	8'h27	8'h69	10.254	20.22
8'h27	8'h44	6.641	16.44	8'h27	8'h6A	10.352	20.30
8'h27	8'h45	6.738	16.57	8'h27	8'h6B	10.449	20.38
8'h27	8'h46	6.836	16.70	8'h27	8'h6C	10.547	20.46
8'h27	8'h47	6.934	16.82	8'h27	8'h6D	10.645	20.54
8'h27	8'h48	7.031	16.94	8'h27	8'h6E	10.742	20.62
8'h27	8'h49	7.129	17.06	8'h27	8'h6F	10.840	20.70
8'h27	8'h4A	7.227	17.18	8'h27	8'h70	10.938	20.78
8'h27	8'h4B	7.324	17.30	8'h27	8'h71	11.035	20.86
8'h27	8'h4C	7.422	17.41	8'h27	8'h72	11.133	20.93
8'h27	8'h4D	7.520	17.52	8'h27	8'h73	11.230	21.01
8'h27	8'h4E	7.617	17.64	8'h27	8'h74	11.328	21.08
8'h27	8'h4F	7.715	17.75	8'h27	8'h75	11.426	21.16
8'h27	8'h50	7.813	17.86	8'h27	8'h76	11.523	21.23
8'h27	8'h51	7.910	17.96	8'h27	8'h77	11.621	21.30
8'h27	8'h52	8.008	18.07	8'h27	8'h78	11.719	21.38
8'h27	8'h53	8.105	18.18	8'h27	8'h79	11.816	21.45
8'h27	8'h54	8.203	18.28	8'h27	8'h7A	11.914	21.52
8'h27	8'h55	8.301	18.38	8'h27	8'h7B	12.012	21.59
8'h27	8'h56	8.398	18.48	8'h27	8'h7C	12.109	21.66
8'h27	8'h57	8.496	18.58	8'h27	8'h7D	12.207	21.73

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h27	8'h7E	12.305	21.80	8'h2F	8'h63	19.336	25.73
8'h27	8'h7F	12.402	21.87	8'h2F	8'h64	19.531	25.81
8'h2F	8'h40	12.500	21.94	8'h2F	8'h65	19.727	25.90
8'h2F	8'h41	12.695	22.07	8'h2F	8'h66	19.922	25.99
8'h2F	8'h42	12.891	22.21	8'h2F	8'h67	20.117	26.07
8'h2F	8'h43	13.086	22.34	8'h2F	8'h68	20.313	26.16
8'h2F	8'h44	13.281	22.46	8'h2F	8'h69	20.508	26.24
8'h2F	8'h45	13.477	22.59	8'h2F	8'h6A	20.703	26.32
8'h2F	8'h46	13.672	22.72	8'h2F	8'h6B	20.898	26.40
8'h2F	8'h47	13.867	22.84	8'h2F	8'h6C	21.094	26.48
8'h2F	8'h48	14.063	22.96	8'h2F	8'h6D	21.289	26.56
8'h2F	8'h49	14.258	23.08	8'h2F	8'h6E	21.484	26.64
8'h2F	8'h4A	14.453	23.20	8'h2F	8'h6F	21.680	26.72
8'h2F	8'h4B	14.648	23.32	8'h2F	8'h70	21.875	26.80
8'h2F	8'h4C	14.844	23.43	8'h2F	8'h71	22.070	26.88
8'h2F	8'h4D	15.039	23.54	8'h2F	8'h72	22.266	26.95
8'h2F	8'h4E	15.234	23.66	8'h2F	8'h73	22.461	27.03
8'h2F	8'h4F	15.430	23.77	8'h2F	8'h74	22.656	27.10
8'h2F	8'h50	15.625	23.88	8'h2F	8'h75	22.852	27.18
8'h2F	8'h51	15.820	23.98	8'h2F	8'h76	23.047	27.25
8'h2F	8'h52	16.016	24.09	8'h2F	8'h77	23.242	27.33
8'h2F	8'h53	16.211	24.20	8'h2F	8'h78	23.438	27.40
8'h2F	8'h54	16.406	24.30	8'h2F	8'h79	23.633	27.47
8'h2F	8'h55	16.602	24.40	8'h2F	8'h7A	23.828	27.54
8'h2F	8'h56	16.797	24.50	8'h2F	8'h7B	24.023	27.61
8'h2F	8'h57	16.992	24.60	8'h2F	8'h7C	24.219	27.68
8'h2F	8'h58	17.188	24.70	8'h2F	8'h7D	24.414	27.75
8'h2F	8'h59	17.383	24.80	8'h2F	8'h7E	24.609	27.82
8'h2F	8'h5A	17.578	24.90	8'h2F	8'h7F	24.805	27.89
8'h2F	8'h5B	17.773	25.00	8'h3F	8'h40	25.000	27.96
8'h2F	8'h5C	17.969	25.09	8'h3F	8'h41	25.391	28.09
8'h2F	8'h5D	18.164	25.18	8'h3F	8'h42	25.781	28.23
8'h2F	8'h5F	18.555	25.37	8'h3F	8'h43	26.172	28.36
8'h2F	8'h5E	18.359	25.28	8'h3F	8'h44	26.563	28.49
8'h2F	8'h5F	18.555	25.37	8'h3F	8'h45	26.953	28.61
8'h2F	8'h60	18.750	25.46	8'h3F	8'h46	27.344	28.74
8'h2F	8'h61	18.945	25.55	8'h3F	8'h47	27.734	28.86
8'h2F	8'h62	19.141	25.64	8'h3F	8'h48	28.125	28.98

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h3F	8'h49	28.516	29.10	8'h3F	8'h65	39.453	31.92
8'h3F	8'h4A	28.906	29.22	8'h3F	8'h66	39.844	32.01
8'h3F	8'h4B	29.297	29.34	8'h3F	8'h67	40.234	32.09
8'h3F	8'h4C	29.688	29.45	8'h3F	8'h68	40.625	32.18
8'h3F	8'h4D	30.078	29.57	8'h3F	8'h69	41.016	32.26
8'h3F	8'h4E	30.469	29.68	8'h3F	8'h6A	41.406	32.34
8'h3F	8'h4F	30.859	29.79	8'h3F	8'h6B	41.797	32.42
8'h3F	8'h50	31.250	29.90	8'h3F	8'h6C	42.188	32.50
8'h3F	8'h51	31.641	30.00	8'h3F	8'h6D	42.578	32.58
8'h3F	8'h52	32.031	30.11	8'h3F	8'h6E	42.969	32.66
8'h3F	8'h53	32.422	30.22	8'h3F	8'h6F	43.359	32.74
8'h3F	8'h54	32.813	30.32	8'h3F	8'h70	43.750	32.82
8'h3F	8'h55	33.203	30.42	8'h3F	8'h71	44.141	32.90
8'h3F	8'h56	33.594	30.53	8'h3F	8'h72	44.531	32.97
8'h3F	8'h57	33.984	30.63	8'h3F	8'h73	44.922	33.05
8'h3F	8'h58	34.375	30.72	8'h3F	8'h74	45.313	33.12
8'h3F	8'h59	34.766	30.82	8'h3F	8'h75	45.703	33.20
8'h3F	8'h5A	35.156	30.92	8'h3F	8'h76	46.094	33.27
8'h3F	8'h5B	35.547	31.02	8'h3F	8'h77	46.484	33.35
8'h3F	8'h5C	35.938	31.11	8'h3F	8'h78	46.875	33.42
8'h3F	8'h5D	36.328	31.20	8'h3F	8'h79	47.266	33.49
8'h3F	8'h5E	36.719	31.30	8'h3F	8'h7A	47.656	33.56
8'h3F	8'h5F	37.109	31.39	8'h3F	8'h7B	48.047	33.63
8'h3F	8'h60	37.500	31.48	8'h3F	8'h7C	48.438	33.70
8'h3F	8'h61	37.891	31.57	8'h3F	8'h7D	48.828	33.77
8'h3F	8'h62	38.281	31.66	8'h3F	8'h7E	49.219	33.84
8'h3F	8'h63	38.672	31.75	8'h3F	8'h7F	49.609	33.91
8'h3F	8'h64	39.063	31.84				

表 2-6 数字 gain 值控制寄存器

DIG GAIN	GAIN value	dB value
8'h00	1.000	0.00
8'h01	2.000	6.02
8'h03	4.000	12.04
8'h07	8.000	18.06

2.4. GROUP HOLD

SC850SL 具有 Group hold 功能，Group hold 指的是把寄存器打包在一帧特定时刻生效的功能。SC850SL 最大支持 4 个 group，一共可以存入 320 个寄存器，各 group 存储区域寄存器可控，打包及写入独立控制；支持帧延迟写入功能，延迟帧数寄存器可控。

使用方法：寄存器 16'h3800 写 8'h0X，需要打包生效的寄存器写入 group X（X=0、1、2、3），打包结束后寄存器 16'h3800 写 8'h1X；寄存器 16'h3800 写 8'h6X 后，group X 内存入的寄存器立即生效，16'h3800 写 8'h4X 时，group X 内存入的寄存器在延迟 N（寄存器可控）帧后于特定时刻生效。

注：

- 1) 默认情况下每个 group 可存入的寄存器最多为 16 个；
- 2) 打包生效的时刻为 16'h3800 写 8'h6X/8'h4X 之后立刻第 (N+1) 个帧内生效时刻。

表 2-7 Group hold 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
帧延迟控制	16'h3817	8'h20	Bit[3:0]: 帧延迟控制，生效时间帧延迟控制，写 0 表示不做帧延迟，写 N 表示 N 帧延迟
状态控制	16'h3800	-	Bit[7:0]: (以下 X=0、1、2、3) 8'h0X ~ 寄存器开始打包到 group X 8'h1X ~ 寄存器结束打包到 group X 8'h6X ~ group X 内存入的寄存器立刻生效 8'h4X ~ group X 内存入的寄存器第 (N+1) 个帧内时刻生效，N 为 16'h3817[3:0]

2.5. DPC

SC850SL 支持 DPC 功能。SC850SL 坏点判断的原理是当前 pixel 值比周围相同颜色的 pixel 值都大（或者小），并且差值都大于设定阈值。SC850SL 根据坏点判断的原理把坏点分为亮坏点（white pixel）和暗坏点（black pixel），具体控制寄存器如下表所示。

表 2-8 DPC 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
亮坏点消除功能开关	16'5000[2]	1'b1	white pixel cancellation enable
	16'5002[2]	1'b1	11 ~ enable 00 ~ disable
暗坏点消除功能开关	16'5000[1]	1'b1	black pixel cancellation enable
	16'5002[1]	1'b1	11 ~ enable 00 ~ disable

2.6. 视频输出模式

2.6.1. 读取顺序

下图提供了芯片工作的时候,第一个读取的 pixel 位置,以及整个 array 的结构示意图。此图是在 A1 pin 脚置于左上方的时候得到 (top view)。

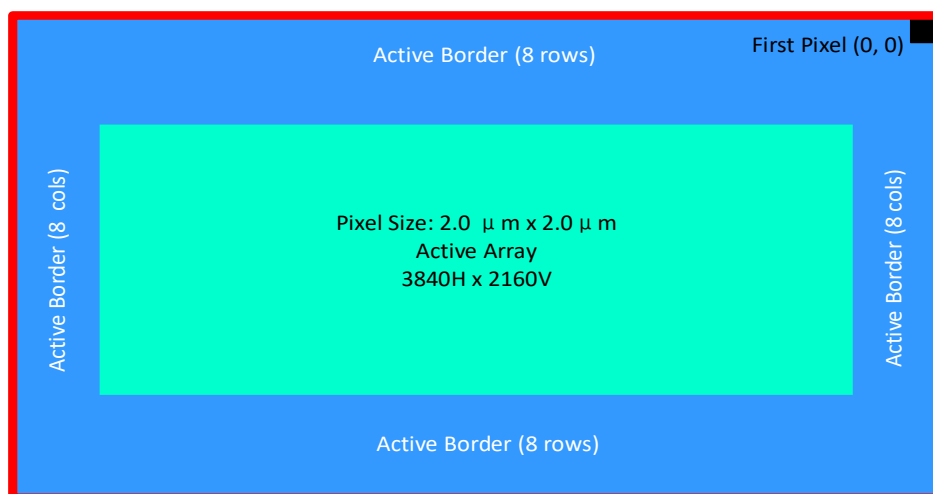


图 2-6 像素阵列图一

下图给出了 first pixel 的数据颜色格式。

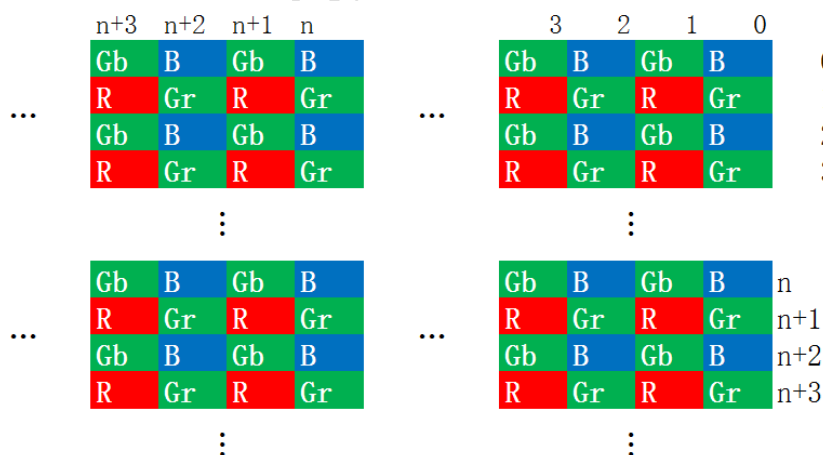


图 2-7 像素阵列图二

SC850SL 提供镜像模式和倒置模式。前者会水平颠倒传感器的数据读出顺序；而后者会垂直颠倒传感器的读出顺序，如下图所示。



图 2-8 镜像和倒置实例

表 2-9 镜像和倒置模式控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
镜像模式	16'h3221	8'h00	Bit[2:1]: mirror ctrl
			2'b00: mirror off
			2'b11: mirror on
倒置模式	16'h3221	8'h00	Bit[6:5]: flip ctrl
			2'b00: flip off
			2'b11: flip on

2.6.2. 输出窗口

表 2-10 输出窗口寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
窗口宽度	{16'h3208, 16'h3209}	16'h0f00	输出窗口宽度
窗口高度	{16'h320a, 16'h320b}	16'h0870	输出窗口高度
列起始	{16'h3210, 16'h3211}	16'h0010	输出窗口列起始位置
行起始	{16'h3212, 16'h3213}	16'h0008	输出窗口行起始位置

2.7. 帧率计算

SC850SL 帧率由 FAE 提供，在此给出一种简单的计算一行时间的方法：

$$\text{一行时间} = 1 / (\text{帧率} \times \text{帧长})。$$

表 2-11 帧率相关寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
帧长	{16'h320e[6:0], 16'h320f}	16'h08ca	帧长={16'h320e[6:0], 16'h320f}

2.8. 测试模式

为方便测试，SC850SL 提供一种灰度递增测试模式，如下图所示。

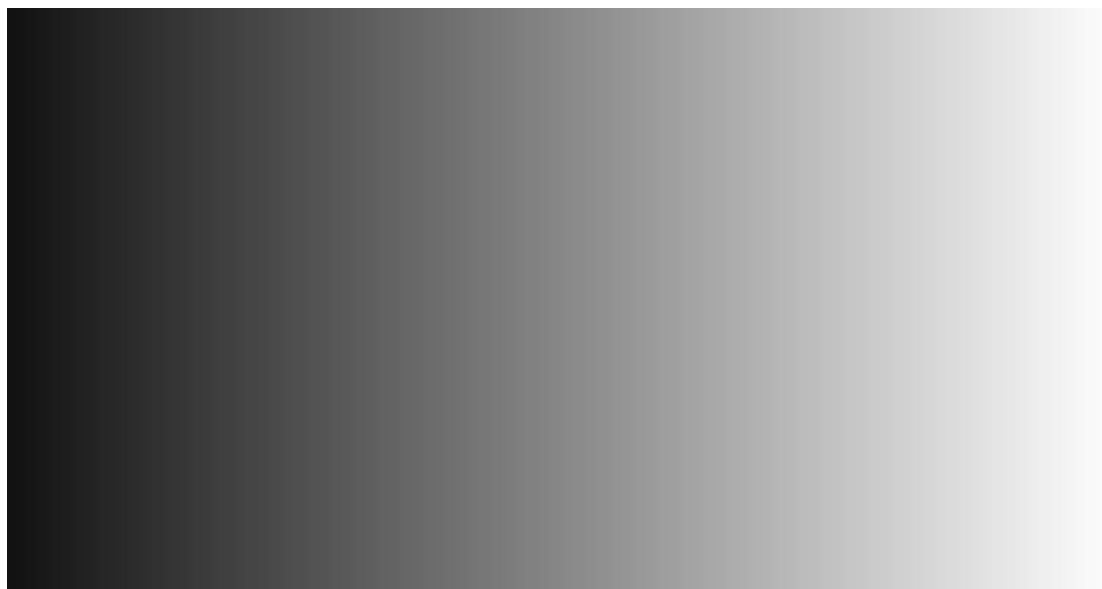


图 2-9 测试模式

表 2-12 测试模式控制寄存器

功能	寄存器地址	寄存器值	默认值	描述
灰度渐变模式	16'h4501	8'hcc	8'hc4	Bit[3]: incremental pattern enable 0 ~ normal image 1 ~ incremental pattern
	16'h3902	8'h85	8'hc5	Bit[6]: BLC auto enable 0 ~ BLC manual enable 1 ~ BLC auto enable
	16'h3907	8'h08	8'h01	Bit[7:0]: blc target high 8bit

3. 电气特性

表 3-1 绝对最大额定值（以上所有电压都是 to pad 电压）

项目	符号	绝对最大额定值	单位
模拟电源电压	V_{AVDD}	-0.3~3.4	V
I/O 电源电压	V_{DOVDD}	-0.3~2.2	V
数字电源电压	V_{DVDD}	-0.3~1.6	V
I/O 输入电压	V_I	-0.3 ~ $V_{DOVDD} + 0.3$	V
I/O 输出电压	V_O	-0.3 ~ $V_{DOVDD} + 0.3$	V
工作温度	T_{OPR}	-30~+85	°C
最佳工作温度	T_{SPEC}	-20~+60	°C
贮存温度	T_{STG}	-40~+85	°C

表 3-2 直流电气特性（以上所有电压都是 to pad 电压）

项目	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源					
模拟电源电压	V_{AVDD}	2.7	2.8	2.9	V
I/O 供电电压	V_{DOVDD}	1.7	1.8	1.9	V
数字电源	V_{DVDD}	1.24	1.3	1.36	V
电流（工作电流：线性模式 60fps MIPI output）					
模拟电源电流	I_{AVDD}	-	49.1	50.7	mA
I/O 电源电流	I_{DOVDD}	-	0.3	0.3	mA
数字电源电流	I_{DVDD}	-	238.3	267.3	mA
总功耗	Power	-	447.81	511.128	mW
数字输入					
输入低电平	V_{IL}	-	-	$0.3 \times DOVDD$	V
输入高电平	V_{IH}	$0.7 \times DOVDD$	-	-	V
输入电容	C_{IN}	-	-	10	pF
数字输出（25pF 标准负载）					
输出高电平	V_{OH}	$0.9 \times DOVDD$	-	-	V
输出低电平	V_{OL}	-	-	$0.1 \times DOVDD$	V
串行接口输入（SCL 和 SDA）					
输入低电平	V_{IL}	- 0.5	0	$0.3 \times DOVDD$	V
输入高电平	V_{IH}	$0.7 \times DOVDD$	DOVDD	DOVDD+0.5	V

注：*1 工作电流：（典型值）工作电压 2.8V/1.8V/1.3V， $T_J=25^{\circ}\text{C}$ ；

亮度条件：芯片亮度达到最大亮度 1/3 时。

表 3-3 交流特性 (TA=25° C, AVDD=2.8V, DOVDD=1.8V)

项目	符号	最小值	典型值	最大值	单位
交流参数					
直流微分线性误差	DLE	-	<1	-	LSB
直流积分线性误差	ILE	-	<2	-	LSB
晶振和时钟输入					
EXTCLK 频率	f _{EXTCLK}	6	-	40	MHz
EXTCLK 高电平脉冲宽度	t _{WH}	5	-	-	ns
EXTCLK 低电平脉冲宽度	t _{WL}	5	-	-	ns
EXTCLK 占空比	-	45	50	55	%

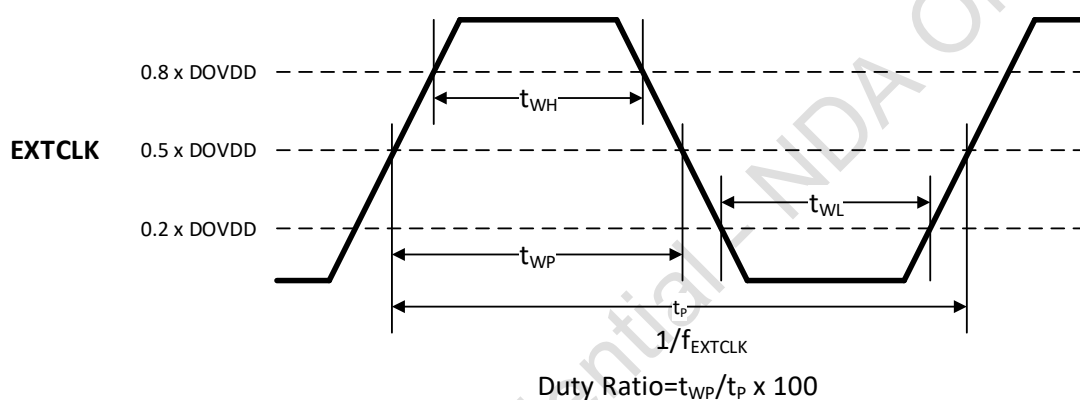


图 3-1 外部时钟 (EXTCLK) 波形图

4. 光学特性

4.1. QE 曲线

SC850SL QE 曲线如下图所示。

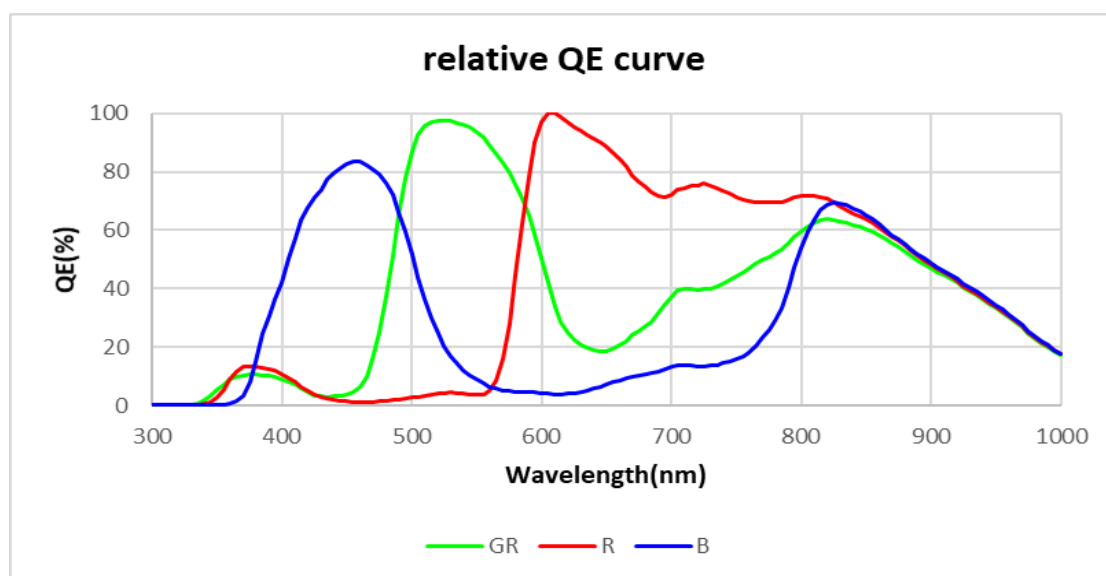


图 4-1 QE Curve

4.2. 主光线入射角(CRA)

SC850SL CRA 曲线如下图所示。

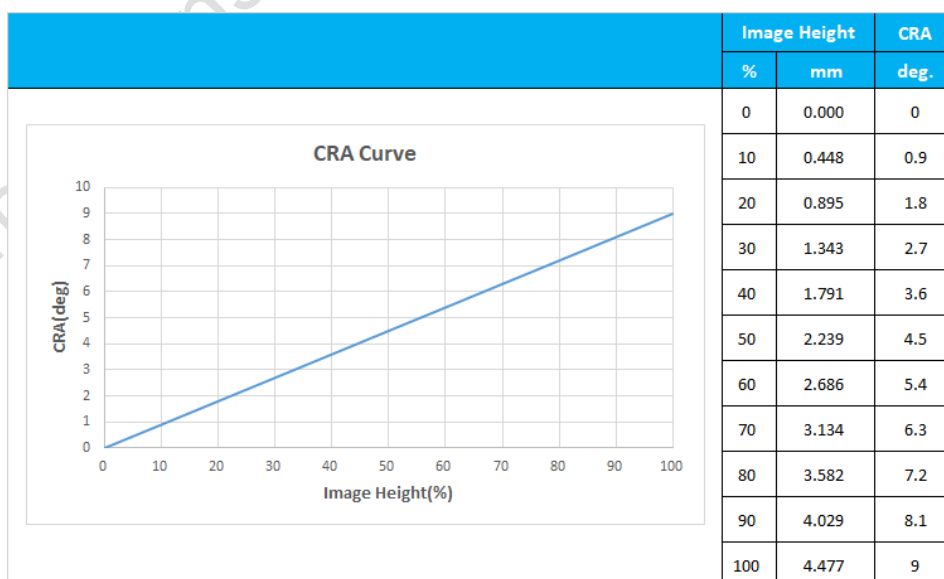


图 4-2 CRA Curve

5. 封装信息

SC850SL 提供 67-pin CSP 的封装，封装尺寸图如下图示。

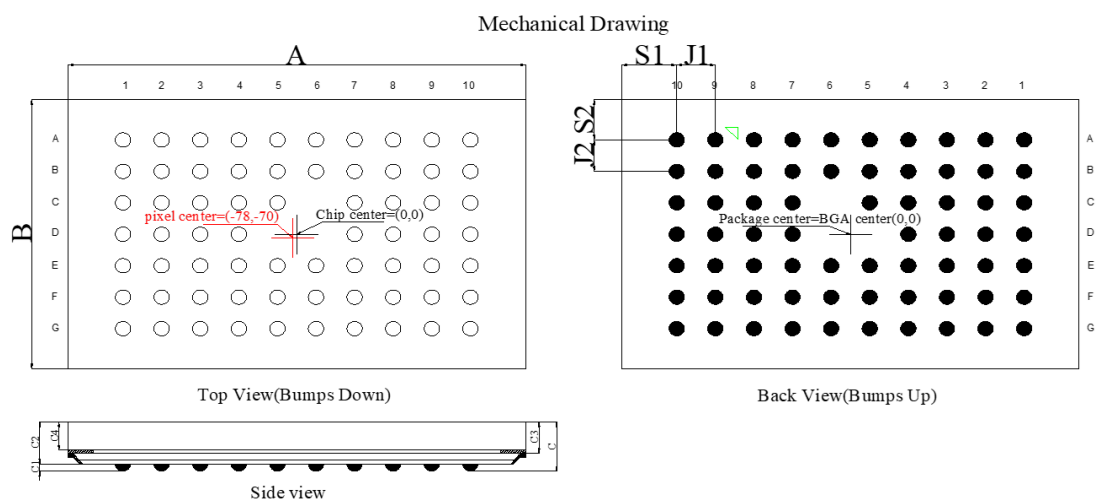


图 5-1 封装示意图

注：芯片的 Chip Center(BGA Center)与 Pixel Center (Array Center, Optical Center)不重合。以 Chip Center 为原点，Array Center 为 (-78, -70)，BGA Center 为(0, 0)，单位为 μm 。

表 5-1 封装尺寸表

Parameter	Symbol	Nominal	Min	Max	Nominal	Min	Max
		Millimeters			Inches		
Package Body Dimension X	A	8.880	8.855	8.905	0.350	0.349	0.351
Package Body Dimension Y	B	5.550	5.525	5.575	0.219	0.218	0.219
Package Height	C	0.820	0.760	0.880	0.032	0.030	0.035
Ball Height	C1	0.190	0.160	0.220	0.007	0.006	0.009
Package Body Thickness	C2	0.630	0.595	0.665	0.025	0.023	0.026
Thickness from top glass surface to wafer	C3	0.445	0.425	0.465	0.018	0.017	0.018
Glass thickness	C4	0.400	0.390	0.410	0.016	0.015	0.016
Ball Diameter	D	0.350	0.320	0.380	0.014	0.013	0.015
Total Ball Count	N	67	-	-	-	-	-
Pins Pitch X axis	J1	0.750	-	-	-	-	-
Pins Pitch Y axis	J2	0.650	-	-	-	-	-
Edge to Pin Center Distance along X1	S1	1.065	1.035	1.095	0.042	0.041	0.043
Edge to Pin Center Distance along Y1	S2	0.825	0.795	0.855	0.032	0.031	0.034

6. 订购信息

表 6-1 订购信息表

产品编号	封装形式	描述
SC850SL-CSMNN00	67-pin CSP	8.0 Megapixel, RAW/RGB, MIPI output
SC850SL-CSMNF00	67-pin CSP	8.0 Megapixel, RAW/RGB, MIPI output

7. 版本变更记录

版本	修改内容以及说明	Owner and date
0.1	初始版本	Vicky Song/ 2020.10.10
0.2	更新信噪比, 增加灵敏度和 QE 曲线	Vicky Song/ 2021.3.23
0.3	- 章节 1.6: 表 1-6: 更新 Sensor ID - 增加第 6 章订购信息	Vicky Song/ 2021.4.26
0.4	更新灵敏度	Vicky Song/ 2021.4.29
0.5	第 5 章: 表 5-1: 更新 Package Height, Ball Height, Ball Diameter	Vicky Song/ 2021.5.20
0.6	删除 “封装采用双面防反射镀膜(DAR)” 描述	Vicky Song/ 2021.6.4
0.7	- 章节 1.4.3: 删除 PWDNB 描述 - 章节 1.7: 每个 lane 传输速率更新为推荐不大于 1.5Gbps	Vicky Song/ 2021.6.30
0.8	- 章节 2.3.2: 更新表 2-3 中线性模式和 HDR 模式最小曝光值 - 第 3 章: 增加贴膜料号 SC850SL-CSMNF00	Vicky Song/ 2021.9.23
0.9	第 3 章: 表 3-2: 增加工作电流典型值和最大值	Vicky Song/ 2021.9.26

联系我们：

总部：

地址：上海市徐汇区宜山路 1009 号 11 楼

电话：021-64853570

传真：021-64853570-8009

邮箱：sales@smartsensotech.com

网址：<http://www.smartsensotech.com>

美国分公司：

地址：4340 Stevens Creek Blvd. Suite 280, San Jose, CA 95129

电话：+1 (408) 981-6626

深圳分公司：

地址：深圳市龙岗区坂田街道五和大道南星河 WORLD B 座 2908

电话：0755-23739713

思特威技术支持邮箱：

support@smartsensotech.com