



SMARTSENS

SmartSens™

SC2210 数据手册

Preliminary V0.8

2021.9.17

SmartSens Confidential - IDA only

应用

- 安防监控系统
- 网络摄像机
- 可移动设备相机
- 视频电话会议设备

特性

- 高光敏度
- 高动态范围
 - 两重或三重曝光行交叠宽动态
- 高信噪比
- 850nm/940nm 近红外增强
- 54x 模拟增益, 32x 数字增益
- 高速 DPC
- 外部控制帧率及多 sensor 同步
- 水平/垂直窗口调整
- 水平/垂直窗口翻转
- 2 x 2 binning 模式
- I²C 接口寄存器编程
- 内置温度传感器

关键指标 (典型值)

- 分辨率: 2MP
- 像素阵列: 1920H x 1080V
- 像素尺寸: 4.0 μm x 4.0 μm
- 镜头光学尺寸: 1/1.8"
- 最大图像传输速率:
 - 1920H x 1080V@60fps 12bit
 - 1920H x 1080V@90fps 10bit
- 输出接口:
 - 12-bit DVP
 - 12/10/8 - bit@ 4Lane MIPI
 - 12/10/8 - bit@ 4Lane LVDS
- 输出格式: RAW RGB
- CRA: 9°
- 灵敏度: 10800 mV/lux · s
- 动态范围:
 - 宽动态模式: >100 dB
 - 线性模式: 84 dB
- 信噪比: 43 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:
 - Analog = 2.8V ± 0.1V
 - Digital = 1.2V ± 0.06V
 - I/O = 1.8V ± 0.1V
- 封装: 70-pin CSP
- 封装尺寸: 8.89 mm x 5.79 mm

目录

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. 睡眠模式	11
1.4.3. 复位模式	11
1.5. 配置接口	12
1.6. Sensor ID	14
1.7. 数据接口	14
1.7.1. DVP	14
1.7.2. MIPI	15
1.7.3. LVDS	19
1.8. 锁相环	21
2. 功能介绍	22
2.1. SLAVE MODE	22
2.2. 宽动态	24
2.3. AEC/AGC	27
2.3.1. AEC/AGC 的控制策略	27
2.3.2. AEC 控制寄存器说明	28
2.3.3. AGC 控制寄存器说明	29
2.4. GROUP HOLD	38
2.5. DPC	39
2.6. TEMP SENSOR	39
2.7. 视频输出模式	40
2.7.1. 读取顺序	40
2.7.2. 输出窗口	41
2.8. 帧率计算	42
2.9. 测试模式	42
3. 电气特性	43
4. 光学特性	45
5. 封装信息	46
6. 订购信息	48
7. 版本变更记录	49

图片索引

图 1-1 SC2210 结构图	6
图 1-2 典型应用示意图	7
图 1-3 SC2210 封装引脚图.....	10
图 1-4 上电时序图	11
图 1-5 I ² C 接口时序	13
图 1-6 DVP 时序.....	14
图 1-7 MIPI 时序示意图	15
图 1-8 MIPI 底层数据包示意图	15
图 1-9 MIPI 长/短数据包结构示意图.....	16
图 1-10 MIPI 1/2/4 Lane 模式数据包传输示意图.....	17
图 1-11 MIPI 数据包 DI 结构.....	17
图 1-12 LVDS 1 个 data lane 数据结构示意图（以 10-bit 为例）	19
图 1-13 PLL 控制示意图	21
图 2-1 Slave Mode 时序图.....	22
图 2-2 Slave Mode 曝光实现图.....	23
图 2-3 两重曝光行 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序.....	24
图 2-4 三重曝光行交叠 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序.....	24
图 2-5 两重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序	25
图 2-6 三重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序	25
图 2-7 两重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序.....	26
图 2-8 三重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序.....	26
图 2-9 像素阵列图一	40
图 2-10 像素阵列图二	40
图 2-11 镜像和倒置实例	41
图 2-12 测试模式	42
图 3-1 外部时钟（EXTCLK）波形图.....	44
图 4-1 SC2210 光谱曲线	45
图 5-1 封装尺寸示意图	46

表格索引

表 1-1 SC2210 PIN 脚描述.....	8
表 1-2 睡眠模式控制寄存器.....	11
表 1-3 软复位控制寄存器.....	11
表 1-4 I ² C 设备地址控制.....	12
表 1-5 I ² C 接口时序详细参数.....	13
表 1-6 SENSOR ID 寄存器.....	14
表 1-7 DVP 同步调整寄存器.....	14
表 1-8 MIPI 数据类型.....	18
表 1-9 MIPI 调整寄存器.....	18
表 1-10 LVDS 数据同步信息编码示意表.....	19
表 1-11 LVDS 调整相关寄存器.....	20
表 2-1 Slave mode 控制寄存器.....	23
表 2-2 HDR 控制寄存器.....	26
表 2-3 曝光的手动控制寄存器.....	28
表 2-4 Normal 模式/HDR 模式下增益寄存器控制.....	29
表 2-5 模拟 gain 值控制寄存器.....	30
表 2-6 数字 gain 值控制寄存器.....	35
表 2-7 Group hold 控制寄存器.....	38
表 2-8 DPC 控制寄存器.....	39
表 2-9 TEMP SENSOR 控制寄存器.....	39
表 2-10 镜像和倒置模式控制寄存器.....	41
表 2-11 输出窗口寄存器.....	41
表 2-12 帧率相关寄存器.....	42
表 2-13 测试模式控制寄存器.....	42
表 3-1 绝对最大额定值（以上所有电压都是 to pad 电压）.....	43
表 3-2 直流电气特性（以上所有电压都是 to pad 电压）.....	43
表 3-3 交流特性（TA=25°C，AVDD=2.8V，DOVDD=1.8V）.....	44
表 5-1 SC2210 封装示意图.....	46
表 6-1 订购信息表.....	48

1. 系统描述

1.1. 芯片概述

SC2210 是监控相机领域先进的数字 CMOS 图像传感器，最高支持 1920H x 1080V @ 90fps 的传输速率。SC2210 输出 raw 格式图像，有效像素窗口为 1936H x 1092V，支持复杂的片上操作——例如窗口化、水平镜像、垂直倒置等。

SC2210 可以通过标准的 I²C 接口进行配置。

SC2210 可以通过 EFSYNC 引脚实现外部控制帧率及多 sensor 同步。

1.2. 系统框架

图 1-1 展示了 SC2210 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。

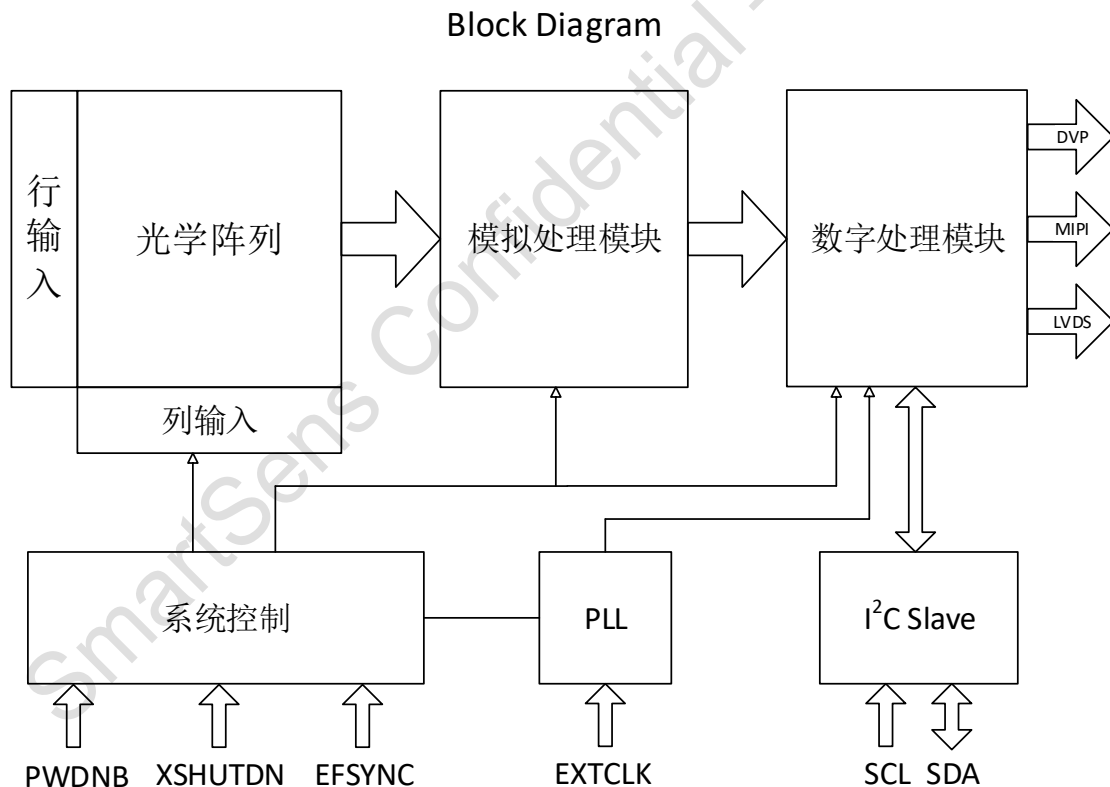


图 1-1 SC2210 结构图

SC2210 支持 DVP、MIPI 和 LVDS 接口，以 MIPI 接口为例：

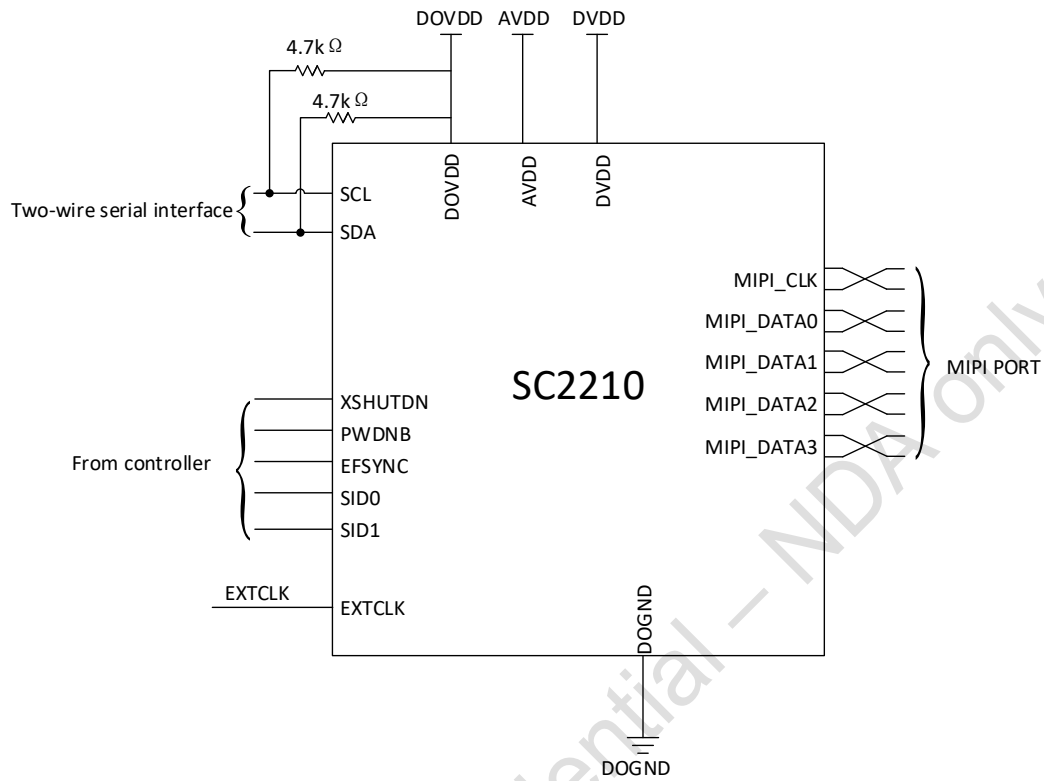


图 1-2 典型应用示意图

1.3. 引脚描述

表 1-1 列出了 SC2210 图像传感器的引脚信息及相关描述。

表 1-1 SC2210 PIN 脚描述

序号	编号	信号名	引脚类型	描述
1	A1	DOGND	地线	模拟地/数字地
2	A2	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
3	A3	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
4	A4	SCL	输入	I ² C 时钟线
5	A5	DVDD	电源	1.2V 数字电源
6	A6	SID1	输入	I ² C Device ID 的选择 1 (内置下拉电阻, 默认 Device ID 是 7'h30)
7	A7	XSHUTDN	输入	复位信号输入(内置上拉电阻, 低电位有效)
8	A8	DVDD	电源	1.2V 数字电源
9	A9	VREFN	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)
10	A10	DVDD	电源	1.2V 数字电源
11	A11	DOGND	地线	模拟地/数字地
12	B1	DVDD	电源	1.2V 数字电源
13	B2	DOGND	地线	模拟地/数字地
14	B3	LREF	输出	DVP 行同步
15	B4	EXTCLK	输入	时钟输入
16	B5	DOGND	地线	模拟地/数字地
17	B6	SID0	输入	I ² C Device ID 的选择 0 (内置下拉电阻, 默认 Device ID 是 7'h30)
18	B7	EFSYNC	输入	外部同步触发(内置下拉电阻)
19	B8	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
20	B9	NC	---	NC
21	B10	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
22	B11	DOGND	地线	模拟地/数字地
23	C1	DOGND	地线	模拟地/数字地
24	C2	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
25	C3	FSYNC	输出	帧同步信号
26	C4	SDA	输入/输出	I ² C 数据线(open drain)
27	C5	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
28	C6	TM	输入	接 DOGND
29	C7	PWDNB	输入	Power Down 信号输入(内置上拉电阻, 低电位有效)
30	C8	DOGND	地线	模拟地/数字地
31	C9	DOGND	地线	模拟地/数字地
32	C10	DOGND	地线	模拟地/数字地
33	C11	AVDD	电源	2.8V 模拟电源

序号	编号	信号名	引脚类型	描述
34	D1	DVDD	电源	1.2V 数字电源
35	D2	DOGND	地线	模拟地/数字地
36	D3	DOGND	地线	模拟地/数字地
37	D6	DOGND	地线	模拟地/数字地
38	D9	DOGND	地线	模拟地/数字地
39	D10	DOGND	地线	模拟地/数字地
40	D11	DOGND	地线	模拟地/数字地
41	E1	DOGND	地线	模拟地/数字地
42	E2	D<0>	输出	DVP 输出 bit[0]
43	E3	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
44	E4	DVDD	电源	1.2V 数字电源
45	E5	DOGND	地线	模拟地/数字地
46	E7	DVDD	电源	1.2V 数字电源
47	E10	VREFN2	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)
48	E11	DOGND	地线	模拟地/数字地
49	F1	DVDD	电源	1.2V 数字电源
50	F2	D<1>	输出	DVP 输出 bit[1]
51	F3	D<3>(MD3P)	输出	DVP 输出 bit[3]/MIPI 数据 3 正极信号
52	F4	D<5>(MD1P)	输出	DVP 输出 bit[5]/MIPI 数据 1 正极信号
53	F5	D<7>(MCP)	输出	DVP 输出 bit[7]/MIPI 时钟正极信号
54	F6	DOVDD	电源	1.8V I/O 电源
55	F7	D<8>(MD0P)	输出	DVP 输出 bit[8]/MIPI 数据 0 正极信号
56	F8	D<10>(MD2P)	输出	DVP 输出 bit[10]/MIPI 数据 2 正极信号
57	F9	DOGND	地线	模拟地/数字地
58	F10	VREFH	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)
59	F11	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
60	G1	DOGND	地线	模拟地/数字地
61	G2	D<2>	输出	DVP 输出 bit[2]
62	G3	D<4>(MD3N)	输出	DVP 输出 bit[4]/MIPI 数据 3 负极信号
63	G4	D<6>(MD1N)	输出	DVP 输出 bit[6]/MIPI 数据 1 负极信号
64	G5	PCLK(MCN)	输出	DVP 输出时钟/MIPI 时钟负极信号
65	G6	DVDD	电源	1.2V 数字电源
66	G7	D<9>(MD0N)	输出	DVP 输出 bit[9]/MIPI 数据 0 负极信号
67	G8	D<11>(MD2N)	输出	DVP 输出 bit[11]/MIPI 数据 2 负极信号
68	G9	VQPNS	输入	接 DOGND
69	G10	TXVDD	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)
70	G11	NC	-	-

Top View

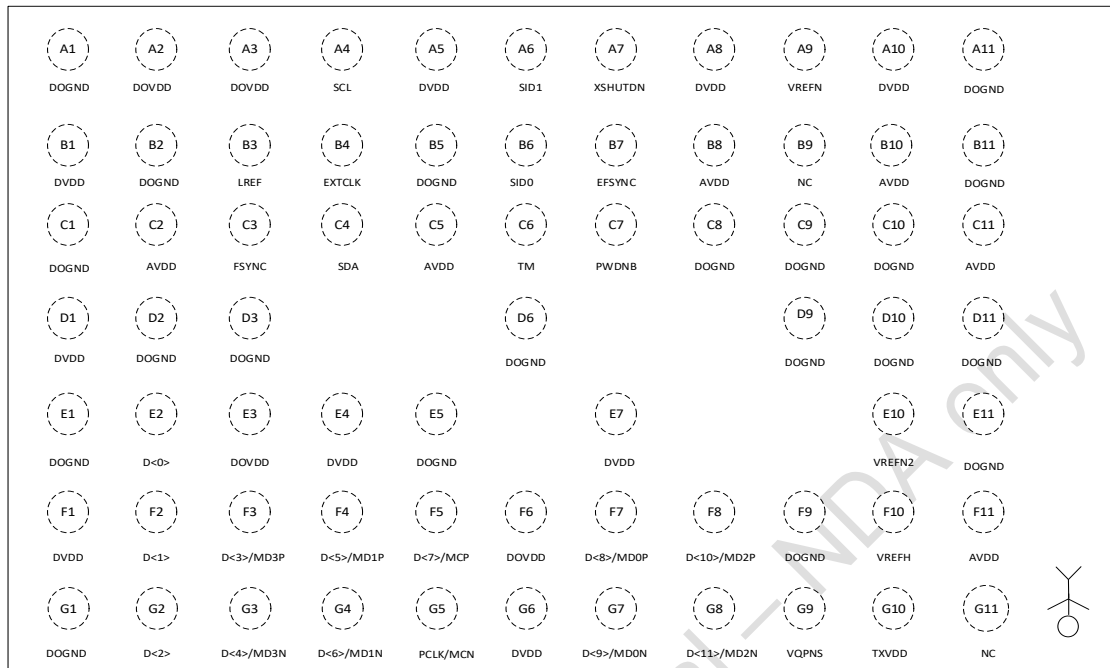


图 1-3 SC2210 封装引脚图

1.4. 芯片初始化

1.4.1. 上电时序

在上电过程中，具体上电时序要求如图 1-4 所示。

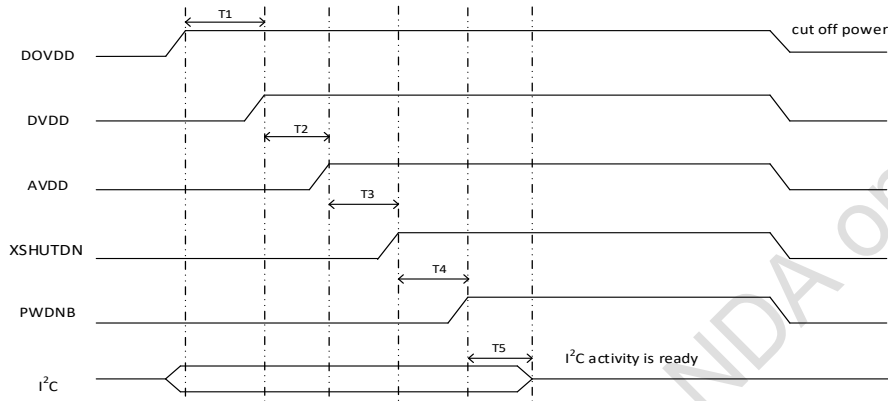


图 1-4 上电时序图

注: $T1 \geq 0\text{ms}$, $T2 \geq 0\text{ms}$, $T3 \geq 0\text{ms}$, $T4 \geq 0\text{ms}$, $T5 > 2\text{ms}$ 。

1.4.2. 睡眠模式

睡眠模式下，SC2210 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。SC2210 提供两种方式进入睡眠模式：

- 1) 将 PWDNB 拉低，此时不支持 I²C 读写；
- 2) 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'h1	Bit[0]: manual sleep mode ctrl 1~sleep mode disable 0~ sleep mode enable

1.4.3. 复位模式

复位模式下，SC2210 停止输出图像数据流，工作在低功耗状态，重置所有寄存器，SC2210 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

1.5. 配置接口

SC2210 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 SID0、SID1 的电平值决定, 如表 1-4 所示。PAD SID0、SID1 内部有下拉电阻。

表 1-4 I²C 设备地址控制

7-bit I ² C 设备地址	SID0	SID1
7'h30	低电平	低电平
7'h31	高电平	低电平
7'h32	低电平	高电平
7'h33	高电平	高电平

消息类型: **16-bit 地址、8-bit 数据和 7-bit 设备地址**

S Slave Address R/W A Sub Address[15:8] A Sub Address[7:0] A data A/Ā P

I²C 读操作

S Slave Address 0 A Sub Address[15:8] A Sub Address[7:0] A Sr Slave address 1 A data Ā P

I²C 写操作

S Slave Address 0 A Sub Address[15:8] A Sub Address[7:0] A data A/Ā P



从机到主机

S: 起始条件

A: 答复



主机到从机

P: 终止条件

Ā: 拒绝答复



方向取决于具体操作

Sr: 重复起始条件

I²C 时序

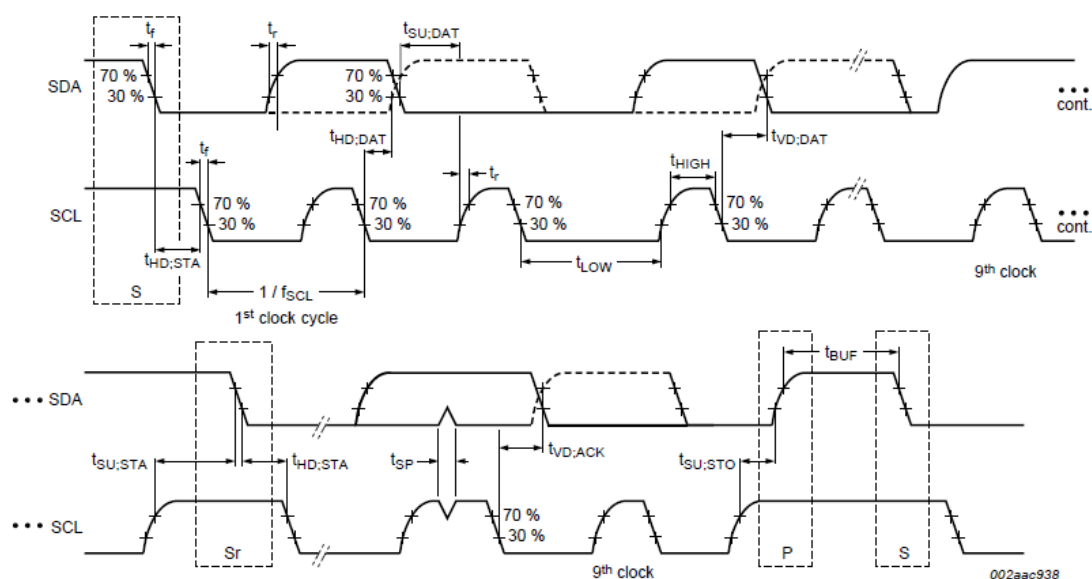


图 1-5 I²C 接口时序

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'h22	SENSOR ID[15:8]
SENSOR ID 低位	16'h3108	8'h10	SENSOR ID[7:0]

1.7. 数据接口

SC2210 提供三种数据接口：DVP、MIPI 和 LVDS。

1.7.1. DVP

SC2210 支持并行视频端口（DVP），输出 12-bit 并行数据。FSYNC 脉冲信号表示新一帧数据的开始，LREF 表示数据行同步信号，PCLK 表示输出数据时钟。图 1-6 是 DVP 时序示意图。

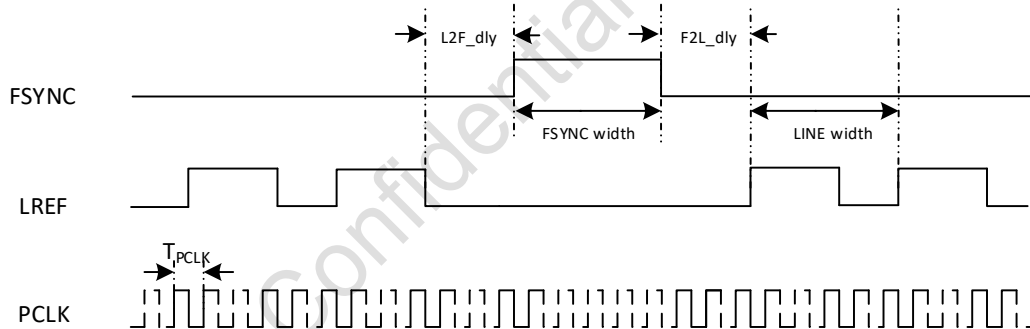


图 1-6 DVP 时序

注：

- 1) T_{PCLK} 表示 PCLK 的周期；
- 2) $L2F_dly$ 表示最后的 LREF 下降沿至 FSYNC 上升沿间时延；
- 3) $F2L_dly$ 表示 FSYNC 下降沿至第一条 LREF 上升沿间时延；
- 4) LINE width 表示一行宽度，以 2 个 PCLK 周期为单位，由寄存器{16'h320c,16'h320d}控制；
- 5) FSYNC width 默认值为一行宽度，以 1 行为单位，由寄存器 16'h3d01 调节。

表 1-7 DVP 同步调整寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
FSYNC 信号宽度	16'h3d01	8'h01	FSYNC length, line count
DVP 信号极性	16'h3d08	8'h01	Bit[2]: LREF polarity Bit[1]: FSYNC polarity Bit[0]: PCLK polarity
PAD 驱动能力	16'h3641	8'h00	Bit[1:0]:adjust PAD driver capability
PCLK 延迟	16'h3640	8'h00	Bit[1:0]: PCLK DLY 2ns/step

1.7.2. MIPI

SC2210 提供串行视频端口（MIPI）。SC2210 MIPI 接口支持 8/10/12bit, 1/2/4lane 串行输出，每个 lane 传输速率推荐不大于 1.0Gbps。图 1-7 是 MIPI 数据接口示意图。

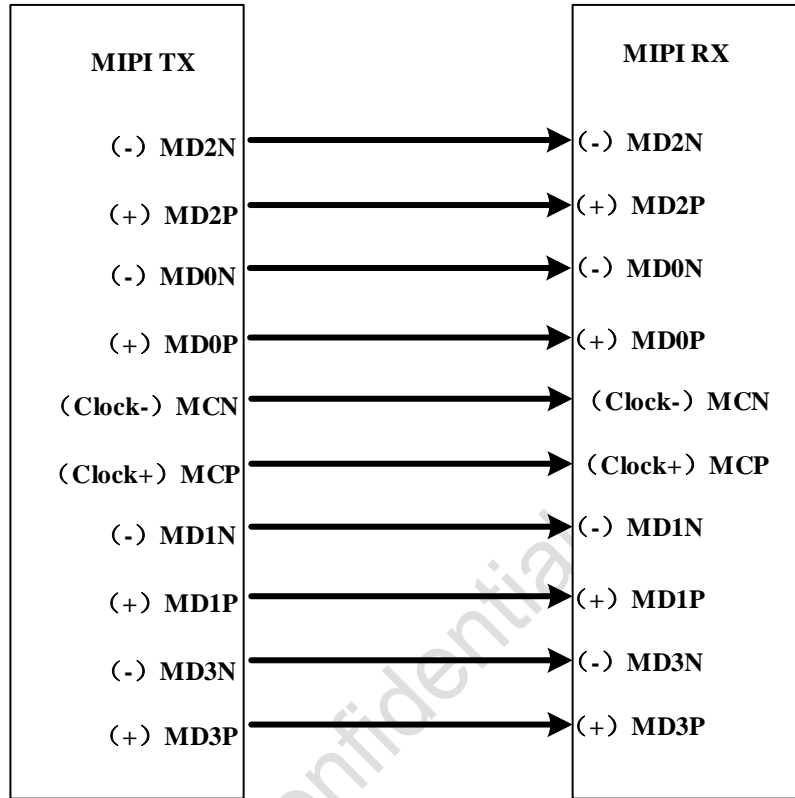


图 1-7 MIPI 时序示意图

图 1-8 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。

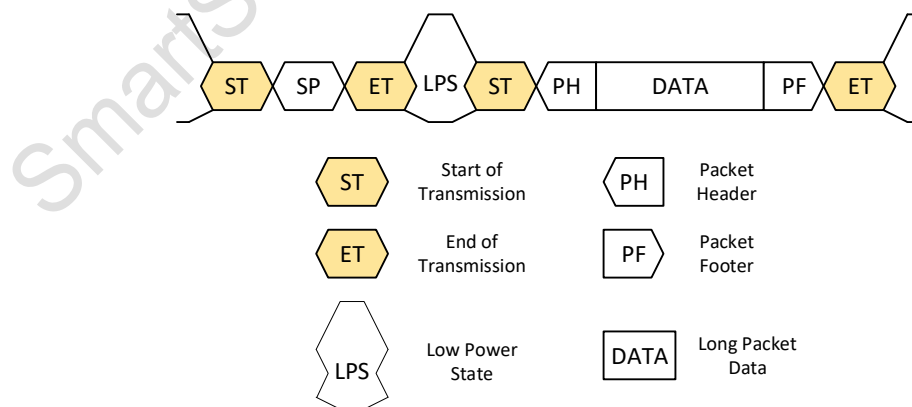


图 1-8 MIPI 底层数据包示意图

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 1-8 所示。

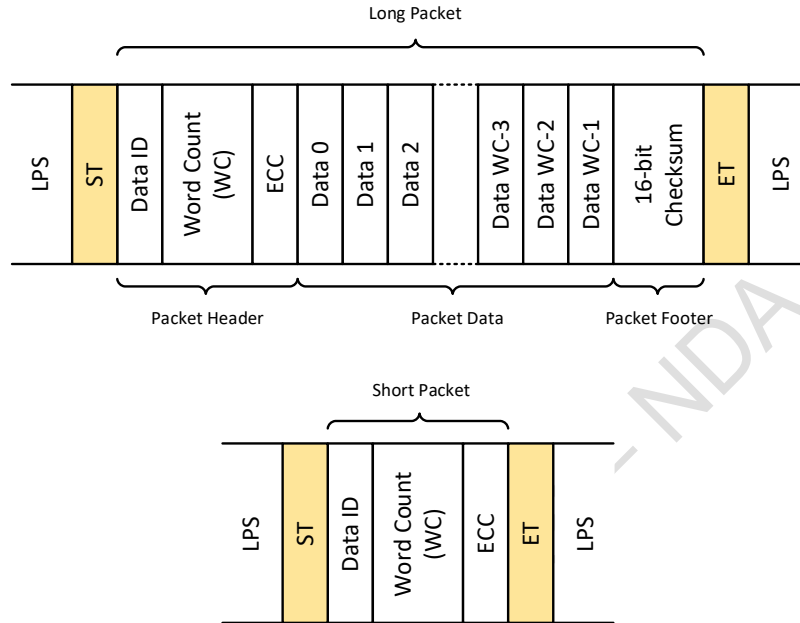


图 1-9 MIPI 长/短数据包结构示意图

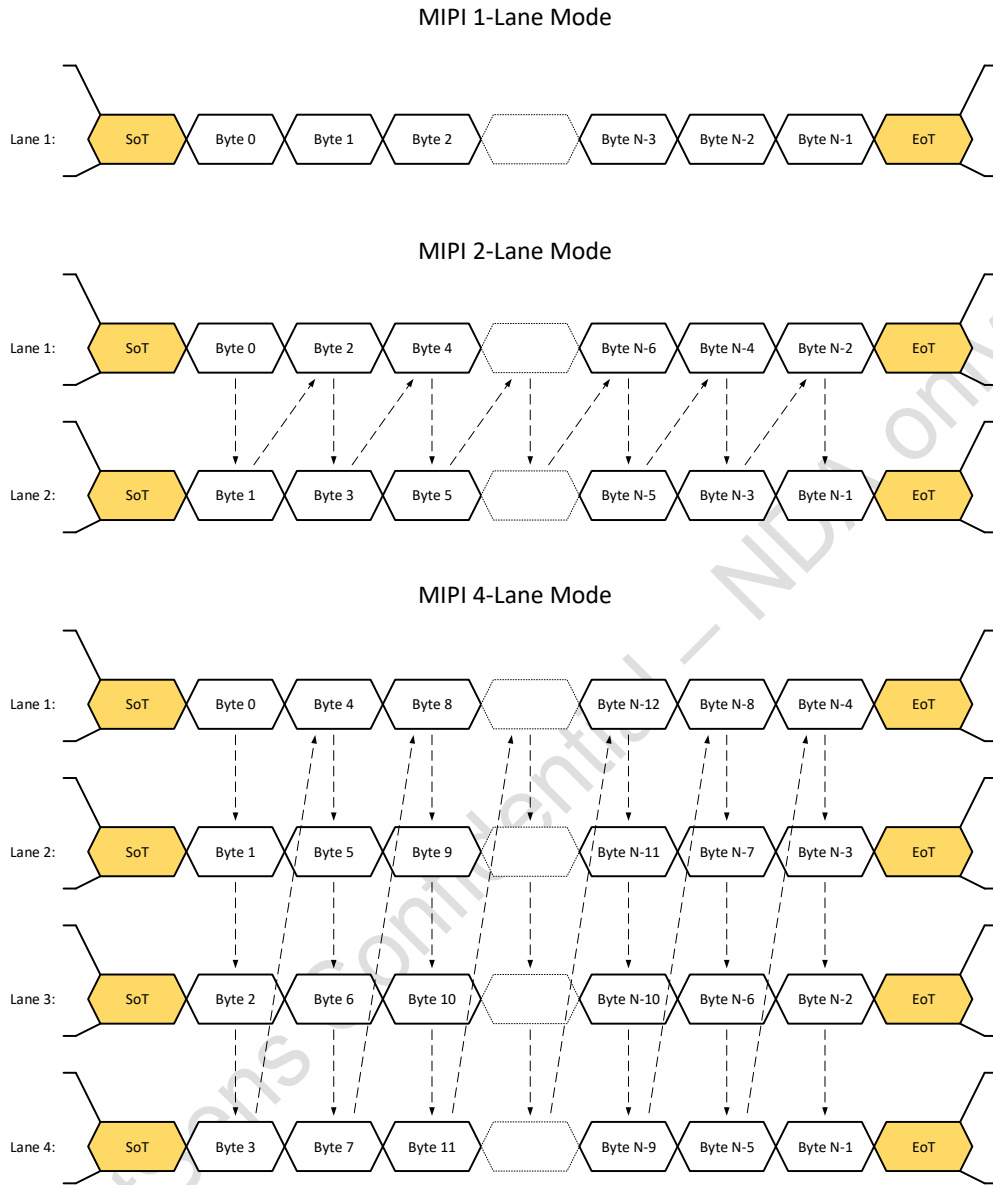


图 1-10 MIPI 1/2/4 Lane 模式数据包传输示意图

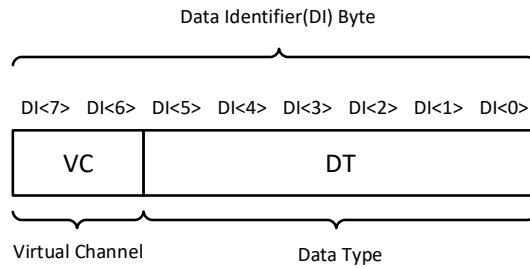


图 1-11 MIPI 数据包 DI 结构

表 1-8 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 1-9 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'h72	Bit[7:5]: MIPI lane num-1 3'h0~ 1 lane mode 3'h1~ 2 lane mode 3'h3~ 4 lane mode
MIPI 输出数据模式	16'h3031	8'h0a	Bit[3:0]: MIPI bit mode 4'h8~ raw8 mode 4'hc~ raw12 mode others~ raw10 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
MIPI clock 设置	16'h303f	8'h01	Bit[7]: pclk sel 1'h0~ sel pll_pclk
MIPI 数据使能	16'h3c00	8'h41	Bit[2]: MIPI read 1'h1~ MIPI read disable 1'h0~ MIPI read enable
MIPI 驱动	16'h3651	8'h7d	Bit[3:0]:MIPI 驱动能力调整, 默认 4'hd
MIPI Lane 0 延时	16'h3652	8'h00	Bit[3]: lane0 相位反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: lane0 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Lane 1 延时	16'h3652	8'h00	Bit[7]: lane1 相位反向, 默认 1'h0 Bit[6:4]: lane1 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Lane 2 延时	16'h3653	8'h00	Bit[3]: lane2 相位反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: lane2 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Lane 3 延时	16'h3653	8'h00	Bit[7]: lane3 相位反向, 默认 1'h0 Bit[6:4]: lane3 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Clock 延时	16'h3654	8'h00	Bit[3]: 时钟反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: 时钟延时, 40ps/step, 默认 3'h0

1.7.3. LVDS

SC2210 提供串行视频端口 (LVDS)，其数据接口与 MIPI 数据接口复用，通过寄存器控制选择输出 LVDS 格式数据。支持 1/2/4 个 Data lane 来传输图像 8/10/12 bit 数据，默认先传输数据 (8/10/12 bit) 的 HSB 位。

SC2210 LVDS 传输顺序为：上电复位后 → first active line → second active line → ... → last active line → only one dummy line → next frame first active line →...。LVDS 输出时在行开始插入 line sav 同步编码，行结束处插入 line eav 同步编码，使用 dummy line 做帧结束标识。LVDS 同步编码数据结构如图 1-12 所示。

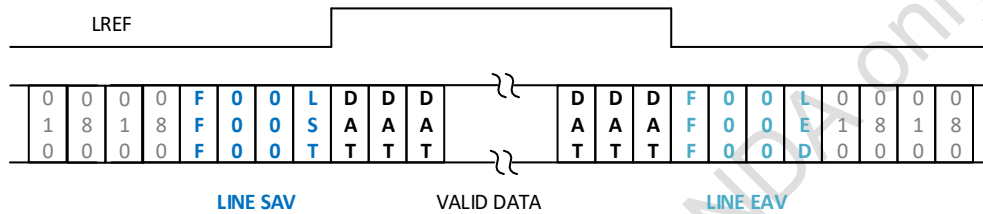


图 1-12 LVDS 1 个 data lane 数据结构示意图 (以 10-bit 为例)

注:

- 1) 图中的 10'h010, 10'h080 分别是 Dummy0 data, Dummy1 data, 可由寄存器控制;
- 2) 1lane、2lane 及 4lane 模式的数据结构与图 1-10 一样。

SC2210 LVDS 同步编码信息为 8bit 数据，放在数据高 8bit 传输，同步编码信息如表 1-10 所示。

表 1-10 LVDS 数据同步信息编码示意表

编码值	描述
8'hab	Dummy line SAV
8'hb6	Dummy line EAV
8'h80	Active Line SAV
8'h9d	Active Line EAV

注：以 10-bit 为例，Active Line SAV 为 10'h200。

表 1-11 LVDS 调整相关寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
LVDS/MIPI 功能切换	16'h4b01	8'h11	BIT[3]: MIPI_LVDS_mode 1'h1 ~ LVDS 1'h0 ~ MIPI
LVDS lane 数量	16'h3018	8'h72	BIT[7:5]:lane_num-1 3'h0 ~ 1 lane mode 3'h1 ~ 2 lane mode 3'h3 ~ 4 lane mode
LVDS 输出数据模式	16'h3031	8'h0a	BIT[6:5]: bitset_man 2'h0 ~ raw 8 mode 2'h1 ~ raw 10 mode 2'h2 ~ raw 12 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
LVDS CLOCK 设置	16'h303f	8'h01	Bit[7]: pclk sel 1'h0 ~ sel pll_pclk
LVDS bit 设置	16'h4b00	8'hba	BIT[3]: r_bit_flip_i, 1'h1 ~ HSB first 1'h0 ~ LSB first
DUMMY0 data	{16'h4b02[3:0],16'h4b03}	12'h080	Dummy0 data
DUMMY1 data	{16'h4b04[3:0],16'h4b05}	12'h010	Dummy1 data
LVDS 驱动	16'h3651	8'h7d	Bit[3:0]: LVDS 驱动能力调整, 默认 4'hd
LVDS Lane 0 延时	16'h3652	8'h00	Bit[3]: lane0 相位反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: lane0 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
LVDS Lane 1 延时	16'h3652	8'h00	Bit[7]: lane1 相位反向, 默认 1'h0 Bit[6:4]: lane1 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
LVDS Lane 2 延时	16'h3653	8'h00	Bit[3]: lane2 相位反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: lane2 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
LVDS Lane 3 延时	16'h3653	8'h00	Bit[7]: lane3 相位反向, 默认 1'h0 Bit[6:4]: lane3 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
LVDS Clock 延时	16'h3654	8'h00	Bit[3]: 时钟反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: 时钟延时, 40ps/step, 默认 3'h0

1.8. 锁相环

SC2210 的 PLL 模块允许的输入时钟频率范围为 6~27MHz, 其中 VCO 输出频率(F_{VCO}) 的范围为 400MHz-1200MHz。PLL 结构示意图在图 1-13 展示。

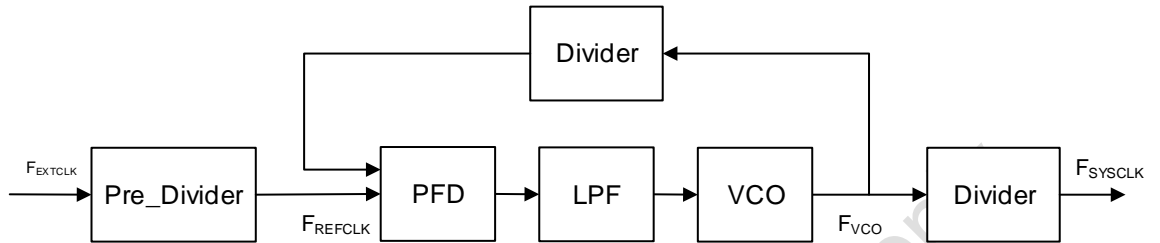


图 1-13 PLL 控制示意图

2. 功能介绍

2.1. SLAVE MODE

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

当 SC2210 工作在 Slave Mode 时，主控芯片通过 EFSYNC 引脚控制图像数据输出，并以此决定图像帧率，具体时序如图 2-1：

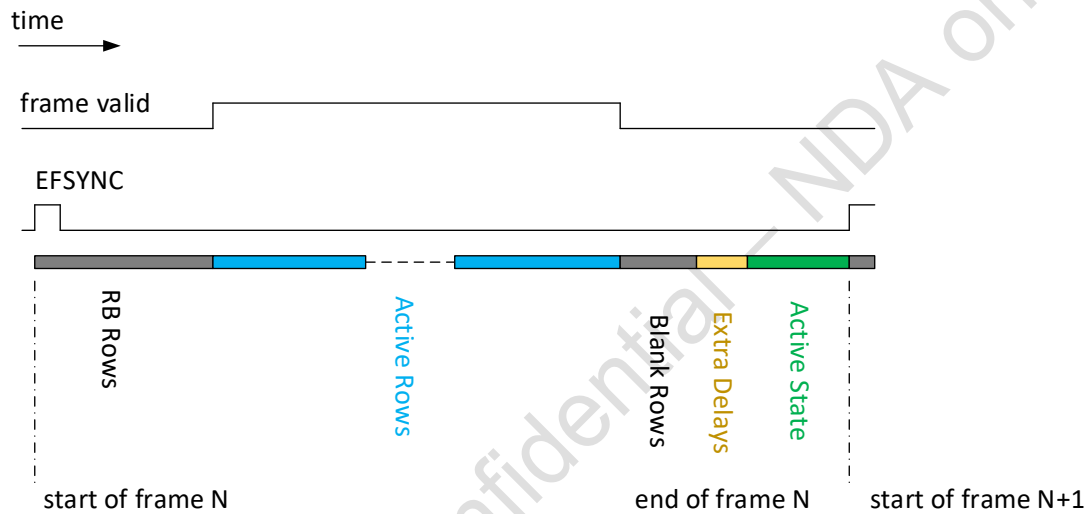


图 2-1 Slave Mode 时序图

Slave Mode 工作流程

- 1) 当 SC2210 工作在 Slave Mode 时，芯片自动进入 Active State 状态，等待 EFSYNC 触发；
- 2) 当 EFSYNC 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；
- 3) Active Rows 时读出芯片图像数据，由寄存器控制，以行为单位；
- 4) 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；
- 5) Extra Delays = $4T_{PCLK}$ (PCLK 周期)；
- 6) Active State 时芯片等待下一次 EFSYNC 触发。

注：只有当 SC2210 处于 Active State 时，EFSYNC 触发才有效。

SC2210 Slave mode 下的曝光实现如图 2-2:

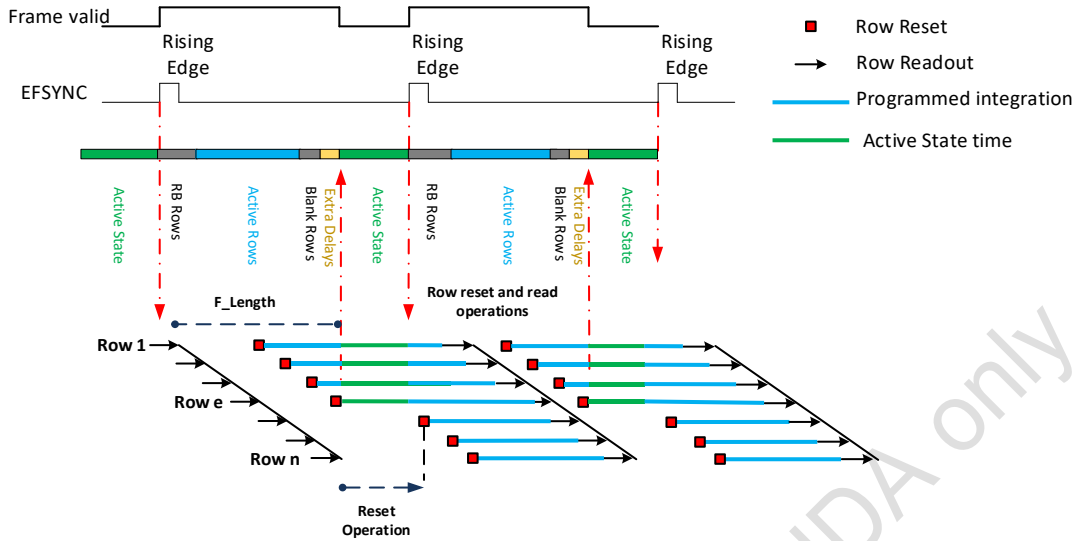


图 2-2 Slave Mode 曝光实现图

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) F_Length 表示帧长， $F_Length = RB\ Rows + Active\ Rows + Blank\ Rows$ ；
- 3) 当芯片工作在 slave 模式下，曝光时间需要小于 F_Length ，为了留一定余量，我们建议曝光时间最大为帧长 $F_Length - 4$ ；
- 4) 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，使 Active State 控制在 20 个 T_{PCLK} (PCLK 周期) 以内，保证一帧内的每行曝光时间基本一致；
- 5) 当 RB Rows 大于曝光时间时，注释 4) 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 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[1]: Slave mode 使能控制 1'h1~slave mode 1'h0~master mode
RB rows	{16'h3230,16'h3231}	16'h0004	Rows Before Read 控制寄存器
Active Rows	NA	NA	图像传输行数，该值由 AE 提供
Blank Rows	{16'h322e,16'h322f}	16'h0002	Blank Rows

2.2. 宽动态

SC2210 宽动态 (HDR) 是指通过把两帧或者三帧相同场景、不同曝光时间的图片合成一帧, 从而提高图像的动态范围。SC2210 支持行交叠 HDR。

SC2210 行交叠 HDR 是指两重或者三重不同曝光时间的图像在帧内逐行交替输出。SC2210 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拖尾现象。

SC2210 可以通过 MIPI 接口的 virtual channel 来区分不同曝光数据, 默认长曝光的 virtual channel 为 2'b00, 默认中曝光的 virtual channel 为 2'b01, 默认短曝光的 virtual channel 为 2'b10。

SC2210 行交叠 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序图如图 2-3, 图 2-4 所示。

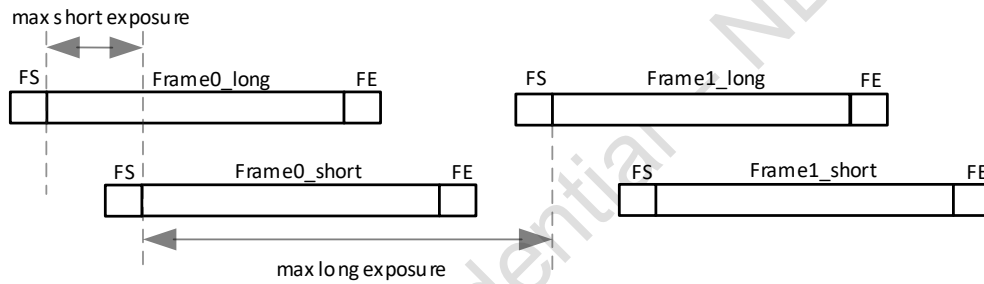


图 2-3 两重曝光行 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序

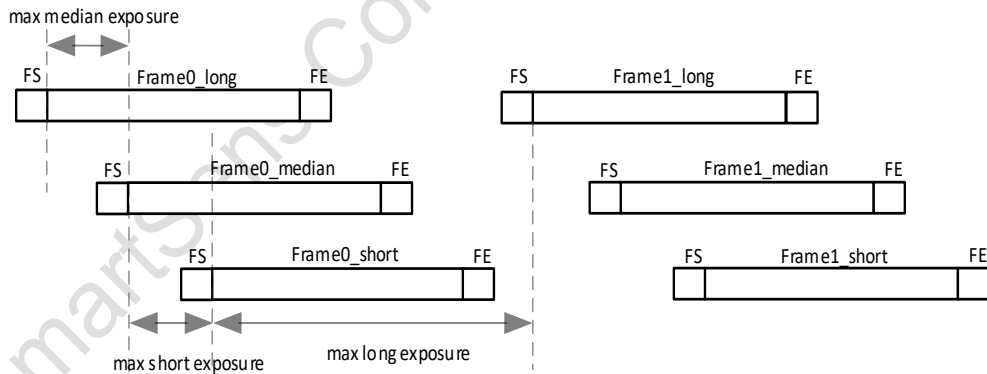


图 2-4 三重曝光行交叠 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序

SC2210 也可不通过 virtual channel 区分长短曝光数据，而是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。

SC2210 行交叠 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 a 的读出时序图如图 2-5，图 2-6 所示。

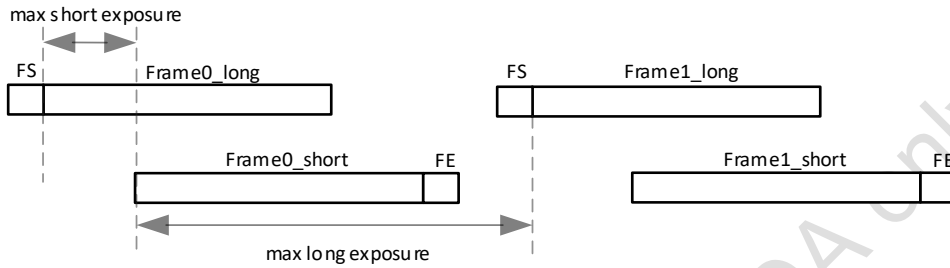


图 2-5 两重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序

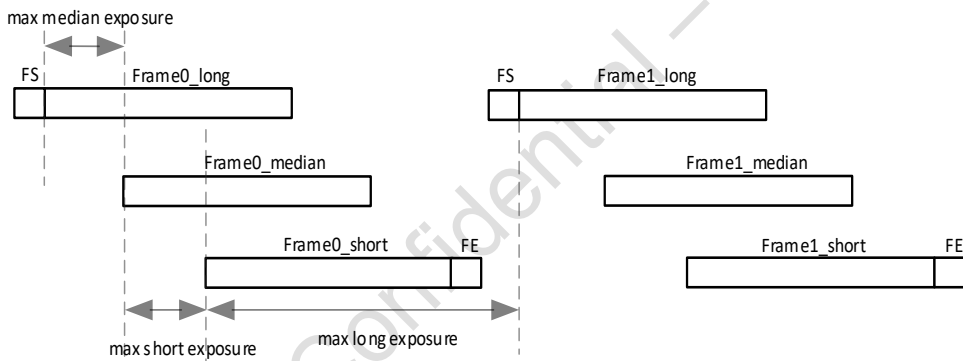


图 2-6 三重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序

SC2210 行交叠 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 b 的读出时序图如图 2-7, 图 2-8 所示。

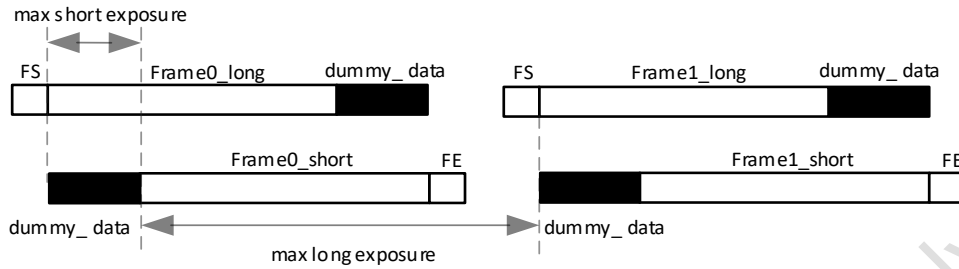


图 2-7 两重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序

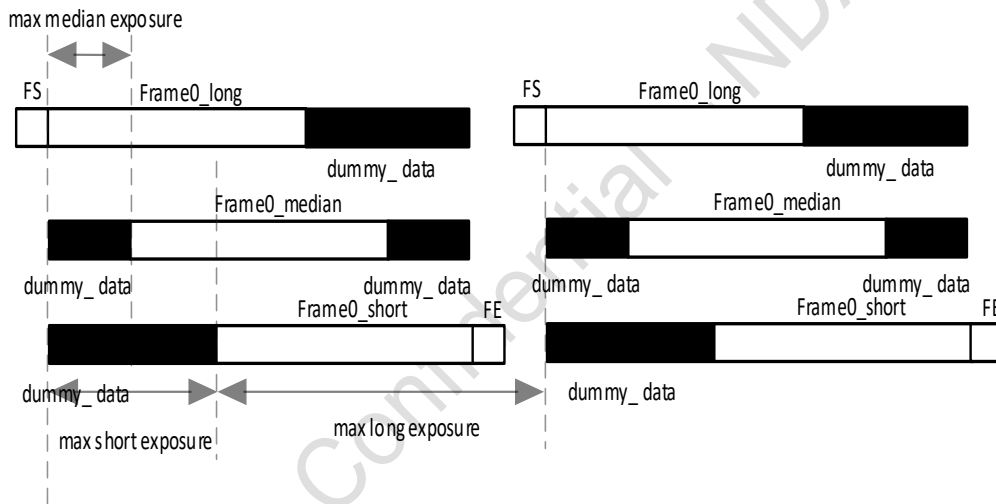


图 2-8 三重曝光行交叠 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序

表 2-2 HDR 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
HDR mode enable	16'h3220	8'h13	Bit[7]: Three exposure 使能控制 Bit[6]: HDR mode 使能控制 1'h1~HDR mode enable 1'h0~HDR mode disable
MAX median exposure	{16'h3e53,16'h3e54}	16'h01bc	Max median exposure
MAX short exposure	{16'h3e23,16'h3e24}	16'h013e	Max short exposure
VC(Virtual Channel)	16'h4853	8'hf0	Bit[3]: hdr_vc_en 1'h1~ hdr vc enable 1'h0~ hdr vc disable

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

SC2210 本身没有 AEC 功能，需要通过后端平台实现 AEC/AGC。

在整个 AEC/AGC 过程中，不是独立的调整 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；当所有增益关闭时，如果图像仍旧过亮，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 的控制寄存器如表 2-3 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] 16'h3e01[7:0], 16'h3e02[7:4]}	Normal 模式手动曝光时间 /HDR 模式下的手动长曝光时间, 寄存器值以一行为单位	Normal 模式: 1 两重曝光 HDR 模式: 2 三重曝光 HDR 模式: 3	Normal 模式: 0 HDR 模式: 0	Normal 模式: {16'h320e,16'h320f} – 'd4 两重曝光 HDR 模式: {16'h320e,16'h320f} – {16'h3e23,16'h3e24} – 'd8 三重曝光 HDR 模式: {16'h320e,16'h320f} – {16'h3e23,16'h3e24} – 'd11
中曝光时间	{16'h3e50[3:0], 16'h3e51[7:0], 16'h3e52[7:4]}	HDR 模式下手动中曝光时间, 寄存器值以一行为单位	三重曝光 HDR 模式: 3	0	三重曝光 HDR 模式: {16'h3e53,16'h3e54} – 'd9
短曝光时间	{16'h3e04[7:0], 16'h3e05[7:4]}	HDR 模式下手动短曝光时间, 寄存器值以一行为单位	两重曝光 HDR 模式: 2 三重曝光 HDR 模式: 3	0	两重曝光 HDR 模式: {16'h3e23,16'h3e24} – 'd6 三重曝光 HDR 模式: {16'h3e23,16'h3e24} – {16'h3e53,16'h3e54} – 'd10

AEC 控制说明如下:

- 1) 一行曝光时间等于行长乘以 T_{PCLK} (其中的 T_{PCLK} 为 PCLK 的一个周期), 行长=寄存器{16'h320c,16'h320d}值*2;
- 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: Normal 模式下建议在帧开始之后写入; 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, 中曝光数据的曝光时间及增益在中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 的控制寄存器如表 2-4 所示。

表 2-4 Normal 模式/HDR 模式下增益寄存器控制

模式	ANA GAIN register	ANA FINE GAIN register	DIG GAIN register	DIG FINE GAIN register
Normal 模式/ HDR 模式下的长曝光数据	16'h3e08	16'h3e09	16'h3e06	16'h3e07
三曝光 HDR 模式下中曝光数据	16'h3e58	16'h3e59	16'h3e56	16'h3e57
HDR 模式下的短曝光数据	16'h3e12	16'h3e13	16'h3e10	16'h3e11

SC2210 提供两种 AGC 控制方法：

1) 16'h3e03[3:0]设置为 4'h03 时：

gain 值 = {ANA GAIN register, ANA FINE GAIN register}/8'h40

2) 16'h3e03[3:0]设置为 4'h0b 时：

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。SC2210 的 DIG fine gain 的精度为 1/128，表 2-6 以 1/64 的精度为例，列出了 DIG fine gain 的控制方法。

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'h43	3.566	11.04
8'h07	8'h4B	2.344	7.40	8'h23	8'h44	3.619	11.17
8'h07	8'h4C	2.375	7.51	8'h23	8'h45	3.672	11.30
8'h07	8'h4D	2.406	7.63	8'h23	8'h46	3.725	11.42
8'h07	8'h4E	2.438	7.74	8'h23	8'h47	3.779	11.55
8'h07	8'h4F	2.469	7.85	8'h23	8'h48	3.832	11.67
8'h07	8'h50	2.500	7.96	8'h23	8'h49	3.885	11.79
8'h07	8'h51	2.531	8.07	8'h23	8'h4A	3.938	11.91
8'h07	8'h52	2.563	8.17	8'h23	8'h4B	3.991	12.02
8'h07	8'h53	2.594	8.28	8'h23	8'h4C	4.045	12.14
8'h07	8'h54	2.625	8.38	8'h23	8'h4D	4.098	12.25
8'h07	8'h55	2.656	8.49	8'h23	8'h4E	4.151	12.36
8'h07	8'h56	2.688	8.59	8'h23	8'h4F	4.204	12.47
8'h07	8'h57	2.719	8.69	8'h23	8'h50	4.258	12.58
8'h07	8'h58	2.750	8.79	8'h23	8'h51	4.311	12.69
8'h07	8'h59	2.781	8.88	8'h23	8'h52	4.364	12.80
8'h07	8'h5A	2.813	8.98	8'h23	8'h53	4.417	12.90
8'h07	8'h5B	2.844	9.08	8'h23	8'h54	4.470	13.01
8'h07	8'h5C	2.875	9.17	8'h23	8'h55	4.524	13.11
8'h07	8'h5D	2.906	9.27	8'h23	8'h56	4.577	13.21
8'h07	8'h5E	2.938	9.36	8'h23	8'h57	4.630	13.31
8'h07	8'h5F	2.969	9.45	8'h23	8'h58	4.683	13.41
8'h07	8'h60	3.000	9.54	8'h23	8'h59	4.736	13.51
8'h07	8'h61	3.031	9.63	8'h23	8'h5A	4.790	13.61
8'h07	8'h62	3.063	9.72	8'h23	8'h5B	4.843	13.70
8'h07	8'h63	3.094	9.81	8'h23	8'h5C	4.896	13.80
8'h07	8'h64	3.125	9.90	8'h23	8'h5D	4.949	13.89
8'h07	8'h65	3.156	9.98	8'h23	8'h5E	5.003	13.98
8'h07	8'h66	3.188	10.07	8'h23	8'h5F	5.056	14.08
8'h07	8'h67	3.219	10.15	8'h23	8'h60	5.109	14.17
8'h07	8'h68	3.250	10.24	8'h23	8'h61	5.162	14.26
8'h07	8'h69	3.281	10.32	8'h23	8'h62	5.215	14.35
8'h07	8'h6A	3.313	10.40	8'h23	8'h63	5.269	14.43
8'h07	8'h6B	3.344	10.48	8'h23	8'h64	5.322	14.52
8'h07	8'h6C	3.375	10.57	8'h23	8'h65	5.375	14.61
8'h23	8'h40	3.406	10.64	8'h23	8'h66	5.428	14.69
8'h23	8'h41	3.459	10.78	8'h23	8'h67	5.482	14.78
8'h23	8'h42	3.512	10.91	8'h23	8'h68	5.535	14.86

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h23	8'h69	5.588	14.95	8'h27	8'h4F	8.409	18.49
8'h23	8'h6A	5.641	15.03	8'h27	8'h50	8.515	18.60
8'h23	8'h6B	5.694	15.11	8'h27	8'h51	8.621	18.71
8'h23	8'h6C	5.748	15.19	8'h27	8'h52	8.728	18.82
8'h23	8'h6D	5.801	15.27	8'h27	8'h53	8.834	18.92
8'h23	8'h6E	5.854	15.35	8'h27	8'h54	8.941	19.03
8'h23	8'h6F	5.907	15.43	8'h27	8'h55	9.047	19.13
8'h23	8'h70	5.961	15.51	8'h27	8'h56	9.154	19.23
8'h23	8'h71	6.014	15.58	8'h27	8'h57	9.260	19.33
8'h23	8'h72	6.067	15.66	8'h27	8'h58	9.367	19.43
8'h23	8'h73	6.120	15.74	8'h27	8'h59	9.473	19.53
8'h23	8'h74	6.173	15.81	8'h27	8'h5A	9.579	19.63
8'h23	8'h75	6.227	15.89	8'h27	8'h5B	9.686	19.72
8'h23	8'h76	6.280	15.96	8'h27	8'h5C	9.792	19.82
8'h23	8'h77	6.333	16.03	8'h27	8'h5D	9.899	19.91
8'h23	8'h78	6.386	16.10	8'h27	8'h5E	10.005	20.00
8'h23	8'h79	6.439	16.18	8'h27	8'h5F	10.112	20.10
8'h23	8'h7A	6.493	16.25	8'h27	8'h60	10.218	20.19
8'h23	8'h7B	6.546	16.32	8'h27	8'h61	10.324	20.28
8'h23	8'h7C	6.599	16.39	8'h27	8'h62	10.431	20.37
8'h23	8'h7D	6.652	16.46	8'h27	8'h63	10.537	20.45
8'h23	8'h7E	6.706	16.53	8'h27	8'h64	10.644	20.54
8'h23	8'h7F	6.759	16.60	8'h27	8'h65	10.750	20.63
8'h27	8'h40	6.812	16.67	8'h27	8'h66	10.857	20.71
8'h27	8'h41	6.918	16.80	8'h27	8'h67	10.963	20.80
8'h27	8'h42	7.025	16.93	8'h27	8'h68	11.070	20.88
8'h27	8'h43	7.131	17.06	8'h27	8'h69	11.176	20.97
8'h27	8'h44	7.238	17.19	8'h27	8'h6A	11.282	21.05
8'h27	8'h45	7.344	17.32	8'h27	8'h6B	11.389	21.13
8'h27	8'h46	7.451	17.44	8'h27	8'h6C	11.495	21.21
8'h27	8'h47	7.557	17.57	8'h27	8'h6D	11.602	21.29
8'h27	8'h48	7.664	17.69	8'h27	8'h6E	11.708	21.37
8'h27	8'h49	7.770	17.81	8'h27	8'h6F	11.815	21.45
8'h27	8'h4A	7.876	17.93	8'h27	8'h70	11.921	21.53
8'h27	8'h4B	7.983	18.04	8'h27	8'h71	12.027	21.60
8'h27	8'h4C	8.089	18.16	8'h27	8'h72	12.134	21.68
8'h27	8'h4D	8.196	18.27	8'h27	8'h73	12.240	21.76
8'h27	8'h4E	8.302	18.38	8'h27	8'h74	12.347	21.83

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h27	8'h75	12.453	21.91	8'h2F	8'h5B	19.372	25.74
8'h27	8'h76	12.560	21.98	8'h2F	8'h5C	19.585	25.84
8'h27	8'h77	12.666	22.05	8'h2F	8'h5D	19.797	25.93
8'h27	8'h78	12.773	22.13	8'h2F	8'h5E	20.010	26.03
8'h27	8'h79	12.879	22.20	8'h2F	8'h5F	20.223	26.12
8'h27	8'h7A	12.985	22.27	8'h2F	8'h60	20.436	26.21
8'h27	8'h7B	13.092	22.34	8'h2F	8'h61	20.649	26.30
8'h27	8'h7C	13.198	22.41	8'h2F	8'h62	20.862	26.39
8'h27	8'h7D	13.305	22.48	8'h2F	8'h63	21.075	26.48
8'h27	8'h7E	13.411	22.55	8'h2F	8'h64	21.288	26.56
8'h27	8'h7F	13.518	22.62	8'h2F	8'h65	21.500	26.65
8'h2F	8'h40	13.624	22.69	8'h2F	8'h66	21.713	26.73
8'h2F	8'h41	13.837	22.82	8'h2F	8'h67	21.926	26.82
8'h2F	8'h42	14.050	22.95	8'h2F	8'h68	22.139	26.90
8'h2F	8'h43	14.263	23.08	8'h2F	8'h69	22.352	26.99
8'h2F	8'h44	14.476	23.21	8'h2F	8'h6A	22.565	27.07
8'h2F	8'h45	14.688	23.34	8'h2F	8'h6B	22.778	27.15
8'h2F	8'h46	14.901	23.46	8'h2F	8'h6C	22.991	27.23
8'h2F	8'h47	15.114	23.59	8'h2F	8'h6D	23.203	27.31
8'h2F	8'h48	15.327	23.71	8'h2F	8'h6E	23.416	27.39
8'h2F	8'h49	15.540	23.83	8'h2F	8'h6F	23.629	27.47
8'h2F	8'h4A	15.753	23.95	8'h2F	8'h70	23.842	27.55
8'h2F	8'h4B	15.966	24.06	8'h2F	8'h71	24.055	27.62
8'h2F	8'h4C	16.179	24.18	8'h2F	8'h72	24.268	27.70
8'h2F	8'h4D	16.391	24.29	8'h2F	8'h73	24.481	27.78
8'h2F	8'h4E	16.604	24.40	8'h2F	8'h74	24.694	27.85
8'h2F	8'h4F	16.817	24.52	8'h2F	8'h75	24.906	27.93
8'h2F	8'h50	17.030	24.62	8'h2F	8'h76	25.119	28.00
8'h2F	8'h51	17.243	24.73	8'h2F	8'h77	25.332	28.07
8'h2F	8'h52	17.456	24.84	8'h2F	8'h78	25.545	28.15
8'h2F	8'h53	17.669	24.94	8'h2F	8'h79	25.758	28.22
8'h2F	8'h54	17.882	25.05	8'h2F	8'h7A	25.971	28.29
8'h2F	8'h55	18.094	25.15	8'h2F	8'h7B	26.184	28.36
8'h2F	8'h56	18.307	25.25	8'h2F	8'h7C	26.397	28.43
8'h2F	8'h57	18.520	25.35	8'h2F	8'h7D	26.609	28.50
8'h2F	8'h58	18.733	25.45	8'h2F	8'h7E	26.822	28.57
8'h2F	8'h59	18.946	25.55	8'h2F	8'h7F	27.035	28.64
8'h2F	8'h5A	19.159	25.65	8'h3F	8'h40	27.248	28.71

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h3F	8'h41	27.674	28.84	8'h3F	8'h61	41.298	32.32
8'h3F	8'h42	28.100	28.97	8'h3F	8'h62	41.724	32.41
8'h3F	8'h43	28.525	29.10	8'h3F	8'h63	42.149	32.50
8'h3F	8'h44	28.951	29.23	8'h3F	8'h64	42.575	32.58
8'h3F	8'h45	29.377	29.36	8'h3F	8'h65	43.001	32.67
8'h3F	8'h46	29.803	29.49	8'h3F	8'h66	43.427	32.76
8'h3F	8'h47	30.228	29.61	8'h3F	8'h67	43.852	32.84
8'h3F	8'h48	30.654	29.73	8'h3F	8'h68	44.278	32.92
8'h3F	8'h49	31.080	29.85	8'h3F	8'h69	44.704	33.01
8'h3F	8'h4A	31.506	29.97	8'h3F	8'h6A	45.130	33.09
8'h3F	8'h4B	31.931	30.08	8'h3F	8'h6B	45.555	33.17
8'h3F	8'h4C	32.357	30.20	8'h3F	8'h6C	45.981	33.25
8'h3F	8'h4D	32.783	30.31	8'h3F	8'h6D	46.407	33.33
8'h3F	8'h4E	33.209	30.42	8'h3F	8'h6E	46.833	33.41
8'h3F	8'h4F	33.634	30.54	8'h3F	8'h6F	47.258	33.49
8'h3F	8'h50	34.060	30.64	8'h3F	8'h70	47.684	33.57
8'h3F	8'h51	34.486	30.75	8'h3F	8'h71	48.110	33.64
8'h3F	8'h52	34.912	30.86	8'h3F	8'h72	48.536	33.72
8'h3F	8'h53	35.337	30.96	8'h3F	8'h73	48.961	33.80
8'h3F	8'h54	35.763	31.07	8'h3F	8'h74	49.387	33.87
8'h3F	8'h55	36.189	31.17	8'h3F	8'h75	49.813	33.95
8'h3F	8'h56	36.615	31.27	8'h3F	8'h76	50.239	34.02
8'h3F	8'h57	37.040	31.37	8'h3F	8'h77	50.664	34.09
8'h3F	8'h58	37.466	31.47	8'h3F	8'h78	51.090	34.17
8'h3F	8'h59	37.892	31.57	8'h3F	8'h79	51.516	34.24
8'h3F	8'h5A	38.318	31.67	8'h3F	8'h7A	51.942	34.31
8'h3F	8'h5B	38.743	31.76	8'h3F	8'h7B	52.367	34.38
8'h3F	8'h5C	39.169	31.86	8'h3F	8'h7C	52.793	34.45
8'h3F	8'h5D	39.595	31.95	8'h3F	8'h7D	53.219	34.52
8'h3F	8'h5E	40.021	32.05	8'h3F	8'h7E	53.645	34.59
8'h3F	8'h5F	40.446	32.14	8'h3F	8'h7F	54.070	34.66
8'h3F	8'h60	40.872	32.23				

表 2-6 数字 gain 值控制寄存器

DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h00	8'h80	1.000	0.00	8'h01	8'h94	2.313	7.28
8'h00	8'h84	1.031	0.27	8'h01	8'h98	2.375	7.51
8'h00	8'h88	1.063	0.53	8'h01	8'h9C	2.438	7.74
8'h00	8'h8C	1.094	0.78	8'h01	8'hA0	2.500	7.96
8'h00	8'h90	1.125	1.02	8'h01	8'hA4	2.563	8.17
8'h00	8'h94	1.156	1.26	8'h01	8'hA8	2.625	8.38
8'h00	8'h98	1.188	1.49	8'h01	8'hAC	2.688	8.59
8'h00	8'h9C	1.219	1.72	8'h01	8'hB0	2.750	8.79
8'h00	8'hA0	1.250	1.94	8'h01	8'hB4	2.813	8.98
8'h00	8'hA4	1.281	2.15	8'h01	8'hB8	2.875	9.17
8'h00	8'hA8	1.313	2.36	8'h01	8'hBC	2.938	9.36
8'h00	8'hAC	1.344	2.57	8'h01	8'hC0	3.000	9.54
8'h00	8'hB0	1.375	2.77	8'h01	8'hC4	3.063	9.72
8'h00	8'hB4	1.406	2.96	8'h01	8'hC8	3.125	9.90
8'h00	8'hB8	1.438	3.15	8'h01	8'hCC	3.188	10.07
8'h00	8'hBC	1.469	3.34	8'h01	8'hD0	3.250	10.24
8'h00	8'hC0	1.500	3.52	8'h01	8'hD4	3.313	10.40
8'h00	8'hC4	1.531	3.70	8'h01	8'hD8	3.375	10.57
8'h00	8'hC8	1.563	3.88	8'h01	8'hDC	3.438	10.72
8'h00	8'hCC	1.594	4.05	8'h01	8'hE0	3.500	10.88
8'h00	8'hD0	1.625	4.22	8'h01	8'hE4	3.563	11.04
8'h00	8'hD4	1.656	4.38	8'h01	8'hE8	3.625	11.19
8'h00	8'hD8	1.688	4.54	8'h01	8'hEC	3.688	11.33
8'h00	8'hDC	1.719	4.70	8'h01	8'hF0	3.750	11.48
8'h00	8'hE0	1.750	4.86	8'h01	8'hF4	3.813	11.62
8'h00	8'hE4	1.781	5.01	8'h01	8'hF8	3.875	11.77
8'h00	8'hE8	1.813	5.17	8'h01	8'hFC	3.938	11.90
8'h00	8'hEC	1.844	5.31	8'h03	8'h80	4.000	12.04
8'h00	8'hF0	1.875	5.46	8'h03	8'h84	4.125	12.31
8'h00	8'hF4	1.906	5.60	8'h03	8'h88	4.250	12.57
8'h00	8'hF8	1.938	5.74	8'h03	8'h8C	4.375	12.82
8'h00	8'hFC	1.969	5.88	8'h03	8'h90	4.500	13.06
8'h01	8'h80	2.000	6.02	8'h03	8'h94	4.625	13.30
8'h01	8'h84	2.063	6.29	8'h03	8'h98	4.750	13.53
8'h01	8'h88	2.125	6.55	8'h03	8'h9C	4.875	13.76
8'h01	8'h8C	2.188	6.80	8'h03	8'hA0	5.000	13.98
8'h01	8'h90	2.250	7.04	8'h03	8'hA4	5.125	14.19

DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h03	8'hA8	5.250	14.40	8'h07	8'hC0	12.000	21.58
8'h03	8'hAC	5.375	14.61	8'h07	8'hC4	12.250	21.76
8'h03	8'hB0	5.500	14.81	8'h07	8'hC8	12.500	21.94
8'h03	8'hB4	5.625	15.00	8'h07	8'hCC	12.750	22.11
8'h03	8'hB8	5.750	15.19	8'h07	8'hD0	13.000	22.28
8'h03	8'hBC	5.875	15.38	8'h07	8'hD4	13.250	22.44
8'h03	8'hC0	6.000	15.56	8'h07	8'hD8	13.500	22.61
8'h03	8'hC4	6.125	15.74	8'h07	8'hDC	13.750	22.77
8'h03	8'hC8	6.250	15.92	8'h07	8'hE0	14.000	22.92
8'h03	8'hCC	6.375	16.09	8'h07	8'hE4	14.250	23.08
8'h03	8'hD0	6.500	16.26	8'h07	8'hE8	14.500	23.23
8'h03	8'hD4	6.625	16.42	8'h07	8'hEC	14.750	23.38
8'h03	8'hD8	6.750	16.59	8'h07	8'hF0	15.000	23.52
8'h03	8'hDC	6.875	16.75	8'h07	8'hF4	15.250	23.67
8'h03	8'hE0	7.000	16.90	8'h07	8'hF8	15.500	23.81
8'h03	8'hE4	7.125	17.06	8'h07	8'hFC	15.750	23.95
8'h03	8'hE8	7.250	17.21	8'h0F	8'h80	16.000	24.08
8'h03	8'hEC	7.375	17.36	8'h0F	8'h84	16.500	24.35
8'h03	8'hF0	7.500	17.50	8'h0F	8'h88	17.000	24.61
8'h03	8'hF4	7.625	17.64	8'h0F	8'h8C	17.500	24.86
8'h03	8'hF8	7.750	17.79	8'h0F	8'h90	18.000	25.11
8'h03	8'hFC	7.875	17.93	8'h0F	8'h94	18.500	25.34
8'h07	8'h80	8.000	18.06	8'h0F	8'h98	19.000	25.58
8'h07	8'h84	8.250	18.33	8'h0F	8'h9C	19.500	25.80
8'h07	8'h88	8.500	18.59	8'h0F	8'hA0	20.000	26.02
8'h07	8'h8C	8.750	18.84	8'h0F	8'hA4	20.500	26.24
8'h07	8'h90	9.000	19.08	8'h0F	8'hA8	21.000	26.44
8'h07	8'h94	9.250	19.32	8'h0F	8'hAC	21.500	26.65
8'h07	8'h98	9.500	19.55	8'h0F	8'hB0	22.000	26.85
8'h07	8'h9C	9.750	19.78	8'h0F	8'hB4	22.500	27.04
8'h07	8'hA0	10.000	20.00	8'h0F	8'hB8	23.000	27.23
8'h07	8'hA4	10.250	20.21	8'h0F	8'hBC	23.500	27.42
8'h07	8'hA8	10.500	20.42	8'h0F	8'hC0	24.000	27.60
8'h07	8'hAC	10.750	20.63	8'h0F	8'hC4	24.500	27.78
8'h07	8'hB0	11.000	20.83	8'h0F	8'hC8	25.000	27.96
8'h07	8'hB4	11.250	21.02	8'h0F	8'hCC	25.500	28.13
8'h07	8'hB8	11.500	21.21	8'h0F	8'hD0	26.000	28.30
8'h07	8'hBC	11.750	21.40	8'h0F	8'hD4	26.500	28.46

DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN Value	dB Value	DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN Value	dB Value
8'h0F	8'hD8	27.000	28.63	8'h0F	8'hEC	29.500	29.40
8'h0F	8'hDC	27.500	28.79	8'h0F	8'hF0	30.000	29.54
8'h0F	8'hE0	28.000	28.94	8'h0F	8'hF4	30.500	29.69
8'h0F	8'hE4	28.500	29.10	8'h0F	8'hF8	31.000	29.83
8'h0F	8'hE8	29.000	29.25	8'h0F	8'hFC	31.500	29.97

SmartSens Confidential – NDA only

2.4. GROUP HOLD

SC2210 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。SC2210 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。备注：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，帧内生效时刻由寄存器{16'h3235,16'h3236}控制，{16'h3235,16'h3236}==16'h0 时表示帧开始。

表 2-7 Group hold 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
帧内生效时刻	{16'h3235,16'h3236}	16'h0000	帧内生效时刻，以行为单位，该值表示生效时刻距离帧开始的距离，当该值等于 0 时表示帧开始
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

SC2210 支持 DPC 功能。SC2210 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。SC2210 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），具体控制寄存器如表 2-8。

表 2-8 DPC 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
长曝光亮坏点消除功能开关	16'5000[2]	1'b1	white pixel cancellation enable 1~enable 0~disable
长曝光暗坏点消除功能开关	16'5000[1]	1'b1	black pixel cancellation enable 1~enable 0~disable
中/短曝光亮坏点消除功能开关	16'5002[2]	1'b0	white pixel cancellation enable 1~enable 0~disable
中/短曝光暗坏点消除功能开关	16'5002[1]	1'b0	black pixel cancellation enable 1~enable 0~disable

2.6. TEMP SENSOR

SC2210 内置一个温度传感器（Temperature Sensor），通过寄存器可以读出当前芯片温度值。默认情况下，读出的温度值的单位为 K（开尔文），精度为 1/4 K。

表 2-9 TEMP SENSOR 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
芯片温度值	{16'h4c10 16'h4c11[2:0]}	-	temp[10:0]

2.7. 视频输出模式

2.7.1. 读取顺序

图 2-9 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 2-9 像素阵列图一

图 2-10 给出了 first pixel 的数据颜色格式。

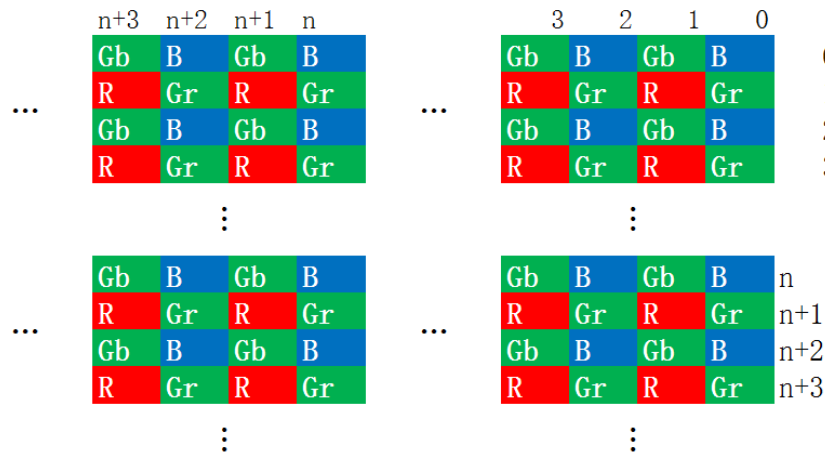


图 2-10 像素阵列图二

SC2210 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，如图 2-11 所示。



图 2-11 镜像和倒置实例

表 2-10 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

2.7.2. 输出窗口

表 2-11 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'h0780	输出窗口宽度
窗口高度	{16'h320a, 16'h320b}	16'h0438	输出窗口高度
列起始	{16'h3210, 16'h3211}	16'h0008	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

2.8. 帧率计算

SC2210 帧率由 FAE 提供，在此提供一种简单的计算一行时间的方法：

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

表 2-12 帧率相关寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
帧长	{16'h320e,16'h320f}	16'h0508	帧长={16'h320e,16'h320f}

2.9. 测试模式

为方便测试，SC2210 提供一种灰度递增测试模式，如图 2-12 所示。



图 2-12 测试模式

表 2-13 测试模式控制寄存器

功能	寄存器地址	寄存器值	描述
灰度渐变模式	16'h4501	8'hcc	Bit[3]: incremental pattern enable
			0~ normal image
			1~ incremental pattern
	16'h3902	8'h05	Bit[6]: BLC auto enable
			0~ BLC auto enable
			1~ BLC manual enable
	16'h3e06	8'h03	Bit[3:0]: dig_gain
	16'h3980	8'h60	Bit[0]: r_blc_hitemp_en_0

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}	-0.3~1.4	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}	1.14	1.2	1.26	V
电流（工作电流*1 线性模式 60fps MIPI 4-lane output）					
模拟电源电流	I _{AVDD}	-	TBD	-	mA
I/O 电源电流	I _{DOVDD}	-	TBD	-	mA
数字电源电流	I _{DVDD}	-	TBD	-	mA
POWER		-	-	-	-
数字输入					
输入低电平	V _{IL}	-	-	0.3 x DOVDD	V
输入高电平	V _{IH}	0.7 x 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 x DOVDD	-	-	V
输出低电平	V _{OL}	-	-	0.1 x DOVDD	V
串行接口输入（SCL 和 SDA）					
输入低电平	V _{IL}	-0.5	0	0.3 x DOVDD	V
输入高电平	V _{IH}	0.7 x DOVDD	DOVDD	DOVDD+0.5	V

注：*1 工作电流：（典型值）工作电压 2.8V/1.8V/1.2V，T_J=25°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	-	27	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	%

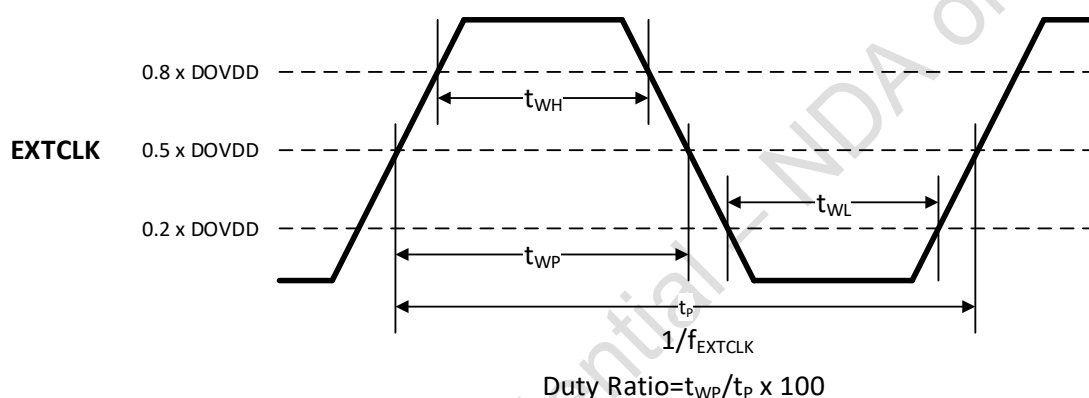


图 3-1 外部时钟 (EXTCLK) 波形图

4. 光学特性

SC2210 光谱响应曲线如图 4-1 所示。

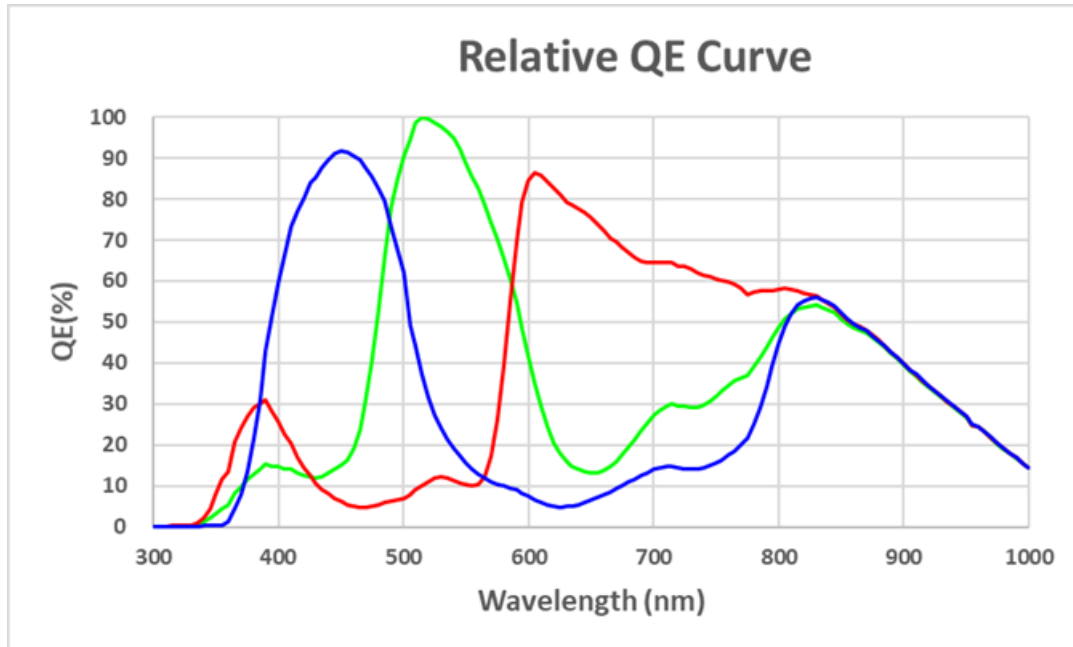


图 4-1 SC2210 光谱曲线

5. 封装信息

SC2210 提供 70-pin CSP 的封装，封装尺寸如图 5-1 所示。

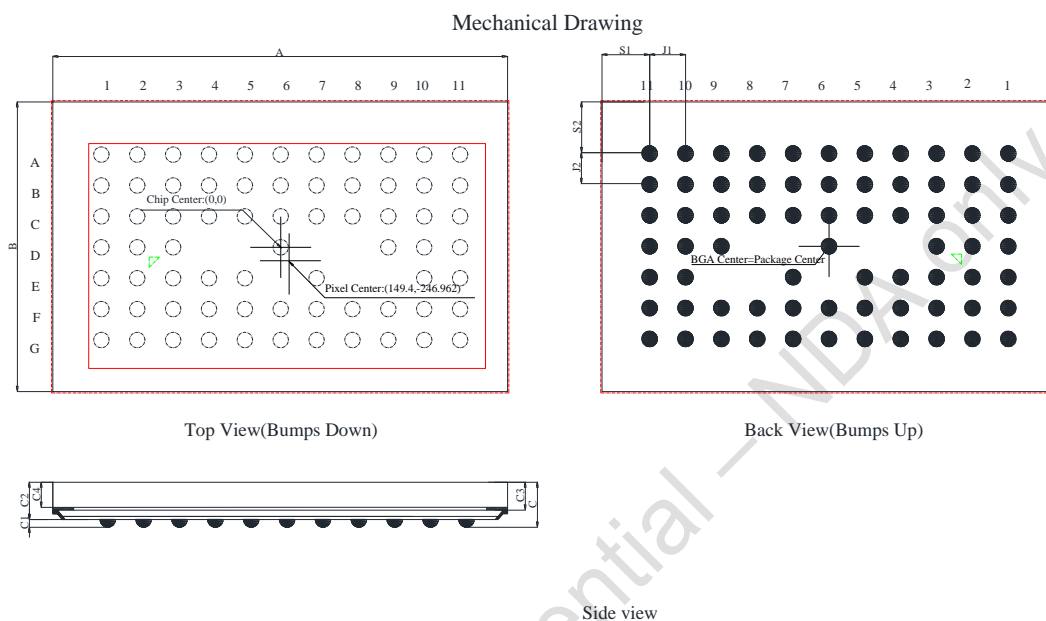


图 5-1 封装尺寸示意图

注：芯片的封装中心与光学中心不是重合的，BGA 中心与封装中心重合。以封装中心为原点，光学中心为 (149.4, -246.962)，单位为 μm 。

表 5-1 SC2210 封装示意图

Parameter	Symbol	Nominal	Min	Max	Nominal	Min	Max
		Millimeters			Inches		
Package Body Dimension X	A	8.891	8.866	8.916	0.350	0.349	0.351
Package Body Dimension Y	B	5.795	5.770	5.820	0.228	0.227	0.229
Package Height	C	0.710	0.650	0.770	0.028	0.026	0.030
Ball Height	C1	0.150	0.120	0.180	0.006	0.005	0.007
Package Body Thickness	C2	0.560	0.525	0.595	0.022	0.021	0.023
Thickness from top glass surface to wafer	C3	0.345	0.325	0.365	0.014	0.013	0.014
Glass Thickness	C4	0.300	0.270	0.330	0.012	0.011	0.013
Ball Diameter	D	0.300	0.270	0.330	0.012	0.011	0.013
Total Ball Count	N	70(2NC)	-	-	-	-	-

Parameter	Symbol	Nominal	Min	Max	Nominal	Min	Max
		Millimeters			Inches		
Pins Pitch X axis	J1	0.700	-	-	-	-	-
Pins Pitch Y axis	J2	0.600	-	-	-	-	-
Edge to Pin Center Distance along X1	S1	0.946	0.916	0.976	0.037	0.036	0.038
Edge to Pin Center Distance along Y1	S2	1.098	1.068	1.128	0.043	0.042	0.044

SmartSens Confidential – NDA only

6. 订购信息

表 6-1 订购信息表

产品编号	封装形式	描述
SC2210-CS1NN00	70-pin CSP	RAW/RGB, MIPI/DVP/LVDS output

SmartSens Confidential – NDA only

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	Ming. Xu/2018.10.19
0.2	<ul style="list-style-type: none"> 更新上电时序图 产品名 Hermes 更新为 SC2210 增加订购信息 	Vicky Song/2019.5.6
0.3	修改了 2.3.2 AEC 章节和 2.3.3 节 AGC gain 值	Vicky Song/2019.5.17
0.4	<ul style="list-style-type: none"> “55x 模拟增益”更新为“54x 模拟增益” 更新表 2-5 模拟 gain 值控制寄存器 	Vicky Song/2019.9.5
0.5	<ul style="list-style-type: none"> 更新 I²C 时序、订购信息、绝对电压值 更新 VCO 输出频率范围为 400MHz-1200MH 增加图 3-1 	Vicky Song/2020.2.20
0.6	章节 2.3.2: 更新表 2-3 的长中短曝光最大值公式	Vicky Song/2020.10.12
0.7	<ul style="list-style-type: none"> 章节 2.1: 更新表 2-1 Slave mode 寄存器地址 章节 2.3.2: 更新表 2-3 中曝光寄存器地址 	Vicky Song/2020.11.20
0.8	章节 2.9: 表 2-13: 增加测试模式寄存器 0x3980	Vicky Song/2021.9.17

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@smartsenstech.com

网址：<http://www.smartsenstech.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@smartsenstech.com