

无线低功耗光学鼠标芯片

S201x 数据手册

(S201B/S201C)

版本号 V1.11

目录

1. 总体描述	3
2. 特性	3
3. 系统框图	4
4. 引脚	5
4.1 引脚排列.....	5
4.2 引脚定义.....	5
5. 串行接口	6
5.1 串行接口协议	6
5.1.1 写操作	6
5.1.2 读操作	6
5.2 ReSync 串行接口	7
6. CPI_SEL/SW1 引脚	7
7. MOTSWK/SW2	8
8. 寄存器	8
8.1 寄存器列表	8
8.2 寄存器描述	9
9. 电气特性	16
9.1 极限参数.....	16
9.2 推荐参数.....	16
10. 装配图	17
11. 典型应用电路(nRF24LE1+S201x)	18
11.1 6KEY+CPI_SEL 典型应用	18
11.2 6KEY+2KEY 典型应用	19
12. 封装规格	20
13. 修订记录	20

1. 总体描述

S201x 是一款无线低功耗光学鼠标芯片，集成高精度的图像位移检测算法，内置 LED 驱动电路、OSC 电路。具有高精度、较低功耗等特点。S201B/C 的位移数据 DX、DY 可通过寄存器选择使用 8bit 和 16bit，使用 16bit 可防止数据溢出，提高位移精度。

S201B 可通过 CPI_SEL 引脚选择三种 CPI，无需更新 MCU 固件。也可复用引脚来额外支持 SW1/SW2 按键输入，通过寄存器 0x02 读出按键结果，节省 MCU 引脚资源。

S201C 默认为 S201B 的高 CPI 版本（1200/2400/3200），兼容 S201B。

2. 特性

- 高精度的图像位移检测算法
- 标准串行 2-Wire SPI 通信接口
- 单电源宽电压供电：2.1V~3.6V(VDD)
- 内置 OSC 电路
- 内置 LED 驱动电路
- 支持多种 CPI 档位：
 - 兼容：600/800/1000(default)/1200/1600
 - 扩展：200~3200
 - 其他：CPI_SEL 选三种 CPI（S201B）
默认 1200/2400/3200（S201C）
- 最高帧率 3400
- 最大加速度 10g，最大速度 40ips
- 低功耗 LED 曝光算法，大大降低 LED 工作电流
- 位移数据 DX、DY 兼容 8bit 和 16bit，通过寄存器选择
- Pin1~Pin2 可复用为 SW1、SW2 按键输入，节省 MCU 引脚资源（详见寄存器说明）
- 最大支持 3200CPI
- 先进的低功耗控制技术
 - 2.1mA @ Mouse moving (Normal)
 - 101uA @ Mouse not moving (Sleep1)
 - 14uA @ Mouse not moving (Sleep2)
 - 1uA @ Power down mode (不包括 LED 电流)
- SDIP-8 封装，符合 RoHS 标准

典型应用：无线鼠标、蓝牙鼠标等

3. 系统框图

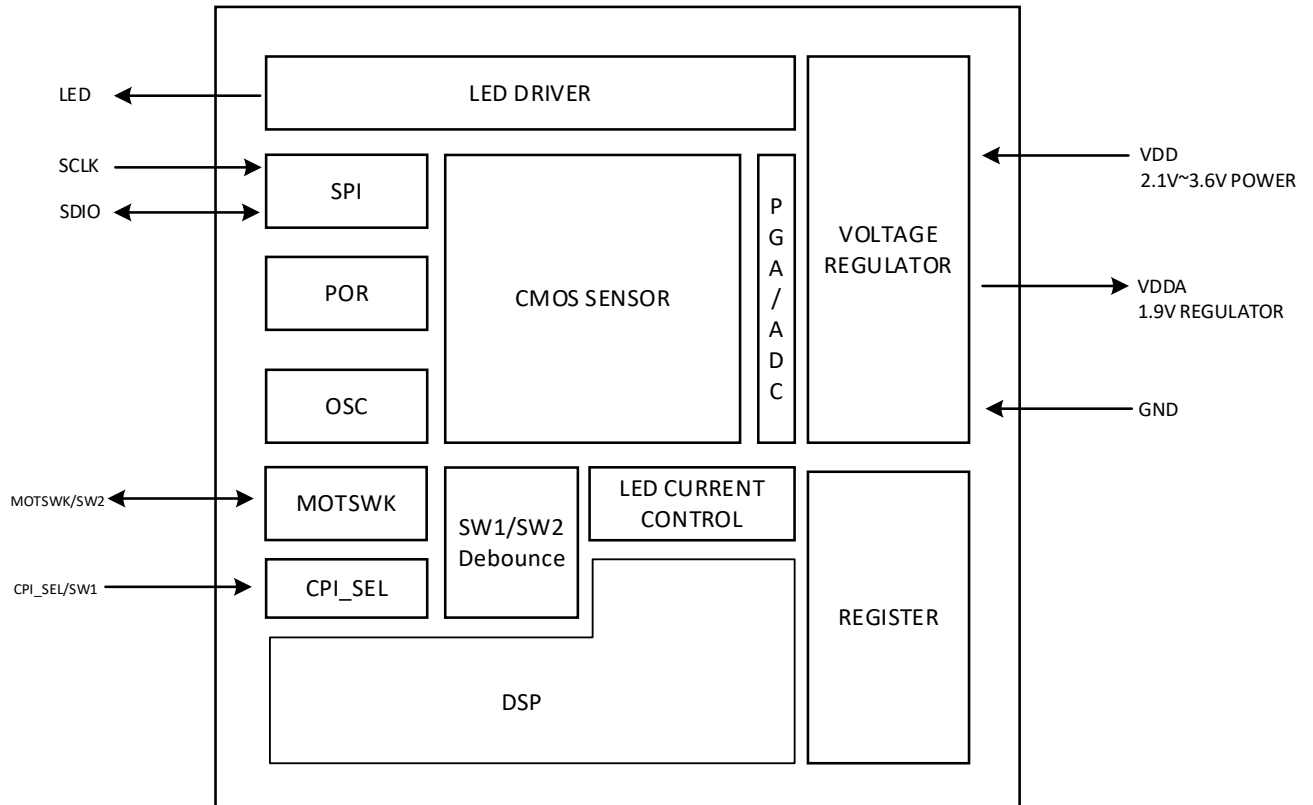


图 3-1 系统框图

4. 引脚

4.1 引脚排列

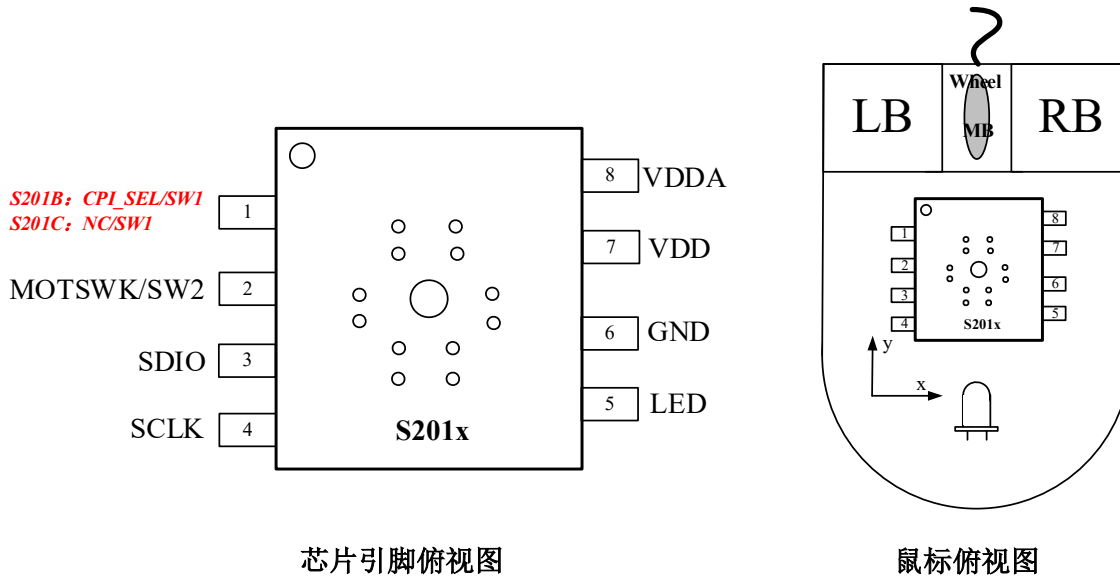


图 4-1 引脚排列

4.2 引脚定义

引脚	名称	类型	描述
1	CPI_SEL/SW1	输入	S201B 的 CPI 档位选择或 SW1 按键输入
	NC/SW1	输入	S201C 的 NC 或 SW1 按键输入
2	MOTSWK/SW2	输入/输出	移动检测或 SW2 按键输入
3	SDIO	输入/输出	SPI 串行接口双向数据
4	SCLK	输入	SPI 串行接口时钟
5	LED	输出	LED 驱动控制
6	GND	地	地
7	VDD	电源	电源供电 2.1V~3.6V, 内部产生 VDDA(1.9V)
8	VDDA	电源	数字/模拟电源(1.9V)

表 4-1 引脚定义

5. 串行接口

5.1 串行接口协议

S201x 采用 2-wire SPI 半双工传输方式，使用 2 字节进行读和写操作。第一个字节为 1bit 读/写控制和 7bit 地址，第二个字节为数据。

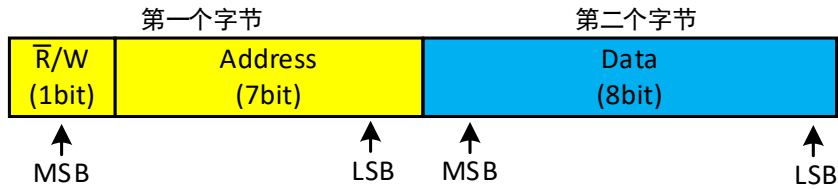


图 5-1 串行接口传输格式

5.1.1 写操作

写操作包含两个字节，第一个字节的最高 bit 位为 1，后 7bit 为地址；第二个字节为的数据。一次写操作将数据写入 S201x 对应地址的寄存器中。在 SCLK 下降沿时 SDIO 变化，S201B/C 在 SCLK 上升沿读入 SDIO 数据。

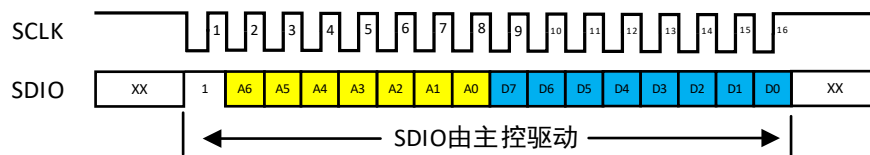


图 5-2 写操作

5.1.2 读操作

读操作包含两个字节，第一个字节的最高 bit 位为 0，后 7bit 为地址；第二个字节为的数据。一次读操作可以读出 S201x 对应地址的寄存器值。在 SCLK 下降沿时 SDIO 变化写入地址位后，主控释放 SDIO 为高阻态，S201B/C 在 SCLK 下降沿输出数据，主控在 SCLK 上升沿读入数据。

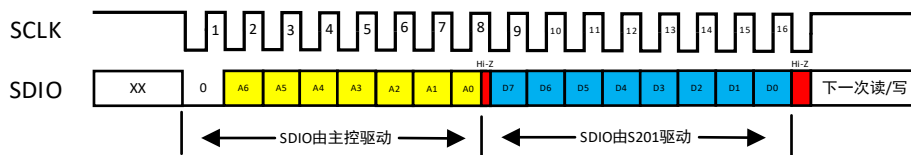


图 5-2 读操作

5.2 ReSync 串行接口

在串行接口传输过程中，时钟与数据可能出现不同步从而导致读/写异常。如果出现此情况，可将 SCLK 从高变低 1us 以上，再从低变高 3ms 以上，此操作可复位 S201x 内部接口，重新同步时钟和数据。

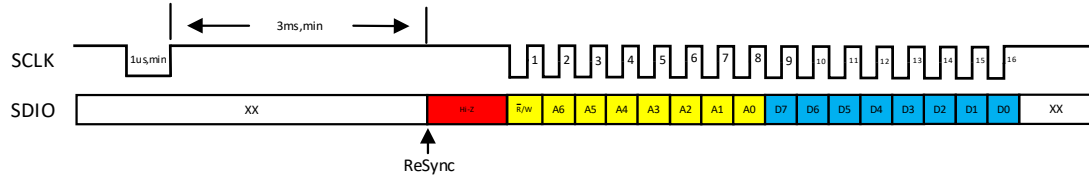


图 5-3 ReSync 操作

6. CPI_SEL/SW1 引脚

S201B 的 Pin1 为 CPI_SEL/SW1，引脚有两个功能，1. CPI_SEL 选择不同 CPI（默认）；2. SW1 按键输入功能。通过寄存器 0x5F 修改。

S201C 的 Pin1 为 NC/SW1。Pin1 的连接不改变 CPI，恒为高档位的 CPI。

CPI_SEL 是通过 CPI_SEL 引脚连接不同电位，选择 0x06 寄存器中的 CPI，具体如下：

CPI[2:0]	S201B			S201C
	Pin1 接 HI-Z	Pin1 接 GND	Pin1 接 VDD	
000	600	3200	3200	3200
001	800			
010(default)	1000			
011	1200	1200	1200	1200
100	1600	2400	2000	2400
101-111	RSV	RSV	RSV	RSV

在同一方案下，仅需修改 OPT 连接即可实现 3 种 CPI。如下：

1200(default) — 1600 — 1000/800/600 [Pin1 接 HI-Z]

1200(default) — 2400 — 3200 [Pin1 接 GND(S201B)/(S201C)]

1200(default) — 2000 — 3200 [Pin1 接 VDD]

MCU 上一般有 6 个按键，为节省 MCU 引脚资源，可通过寄存器 0x5F 修改为 SW1 按键输入功能，按键输入信号经过内部处理去抖后，可通过寄存器 0x02 读出按键信号。（详见寄存器说明）

7. MOTSWK/SW2

MOTSWK/SW2 有两个功能，1. MOTSWK 功能（默认）；2. 按键 SW2 输入功能。通过寄存器 0x5F 修改。

MOTSWK 有两种模式，电平模式和中断模式。通过寄存器 0x06 配置（详见寄存器），电平模式是在 S201x 检测有移动时，MOTSWK 引脚输出 0。当主控读出所有移动数据后，MOTSWK 引脚输出 1。中断模式是 S201x 进入 Sleep 后，MOTSWK 引脚输出为 1，从 Sleep 状态退出后，MOTSWK 引脚输出脉冲 0 再回 1，通过中断信号的上升沿或下降沿唤醒主控，这样可降低功耗。

MCU 芯片一般有 6 个按键，为节省 MCU 引脚空间，可通过寄存器 0x5F 将引脚修改为 SW2 按键输入功能，经过内部处理去抖后，可通过寄存器 0x02 读出按键信号。（详见寄存器说明）

8. 寄存器

8.1 寄存器列表

地址	名称	描述	R/W	默认值
0x00	PID1	S201x 的 PID1	R	0x30
0x01	PID2	S201x 的 PID2	R	0xD1
0x02	Motion_St	Motion Status 和 SW1/SW2 按键信息	R	-
0x03	DeltaX	DeltaX 或 DeltaX 的低 8bit	R	-
0x04	DeltaY	DeltaY 或 DeltaY 的低 8bit	R	-
0x05	Op_Mode	S201x 的操作模式	W/R	0xB8
0x06	Config	S201x 的配置	W/R	0x02
0x07	Img_Qa	图像品质	R	-
0x08	Op_St	Sleep 和帧率状态	R	-
0x09	Write_Protect	其他寄存器的写使能	W/R	0x00
0x0A	Sleep1_Setting	Sleep1 的频率设置	W/R	0x70
0x0B	Enter_Time	进入 Sleep 时间	W/R	0x10
0x0C	Sleep2_Setting	Sleep2 的频率设置	W/R	0x70
0x20	DeltaX_Hi	DeltaX 高 8bit	R	-
0x21	DeltaY_Hi	DeltaY 高 8bit	R	-
0x22	DxDy_16bit	DX、DY 选择 16bit 或 8bit 输出	W/R	0x00
0x23	CPI2_Setting	扩展 CPI 设置	W/R	0x02
0x49	PID3	S201x 的 PID3	R	0xA1
0x5F	Key_Setting	Pin1、Pin2 的功能选择	W/R	0x00

8.2 寄存器描述

PID1 Address: 0x00

Access: Read Default: 0x30

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	PID1[7:0]							

Data Type: 8bit unsigned integer

Usage: 此寄存器用来验证串行接口时钟和数据是否同步。

PID2 Address: 0x01

Access: Read Default: 0xD1

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	PID2[7:0]							

Data Type: 8bit unsigned integer

Usage: 此寄存器用来验证串行接口时钟和数据是否同步。

Motion_St Address: 0x02

Access: Read Default: --

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Motion	SW2	SW1	DYOVF	DXOVF	RES[2:0]		

Data Type: Bit Field

Usage: 读 DeltaX、DeltaY 数据前先读 Motion_St 寄存器, Sensor 有移动 Motion 为 1。

Field Name	描述	
Motion	0:无移动 (Default) 1:有移动, 更新 DeltaX、DeltaY	
SW2	0:无 SW2 功能或去抖后的 SW2 按键弹起 (Default) 1:SW2 按键按下	
SW1	0:无 SW1 功能或去抖后的 SW1 按键弹起 (Default) 1:SW1 按键按下	
DYOVF	0:无溢出(Default) 1:Delta Y 数据溢出	
DXOVF	0:无溢出(Default) 1:Delta X 数据溢出	
CPI[2:0] (Pin1 悬空)	S201B	S201C
	000=600CPI 001=800CPI 010=1000CPI(Default) 011=1200CPI 100=1600CPI 101-111:Reserved (详见 CPI_SEL/SW1 引脚说明)	000=3200CPI 001=3200CPI 010=3200CPI(Default) 011=1200CPI 100=2400CPI 101-111:Reserved (详见 CPI_SEL/SW1 引脚说明)

DeltaX Address: 0x03

Access: Read Default: --

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	DeltaX[7:0]							

Data Type: 8bit data

Usage: 在读取 Motion_St 寄存器后, DX 移动数据会更新到此寄存器中。如果移动数据使用 16bit, 则此数据为 DX 移动数据的低 8bit; 如果使用 8bit, 则此数据即为移动数据 DX, DeltaX[7]为符号位。

DeltaY Address: 0x04

Access: Read Default: --

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	DeltaY[7:0]							

Data Type: 8bit data

Usage: 在读取 Motion_St 寄存器后, DY 移动数据会更新到此寄存器中。如果移动数据使用 16bit, 则此数据为 DY 移动数据的低 8bit; 如果使用 8bit, 则此数据即为移动数据 DY, DeltaY[7]为符号位。

Op_Mode Address: 0x05

Access: Write/Read Default: 0xB8

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	1	0	1	Slp_en	Slp2_en	Slp2For	Slp1For	Wakeup

Data Type: Bit Field

Usage: 此寄存器用来配置 Sleep 功能。

Field Name					描述
Slp_en	Slp2_en	Slp2For	Slp1For	Wakeup	
0	x	x	x	x	关闭 Sleep 功能
1	0	x	x	x	打开 Sleep1, 关闭 Sleep2
1	1	x	x	x	打开 Sleep1, 打开 Sleep2(Default)
1	1	1	0	0	强行进入 Sleep2
1	x	0	1	0	强行进入 Sleep1
1	x	0	0	1	强行退出 Sleep

Config

Address: 0x06

Access: Write/Read

Default: 0x02

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Rst	Mot	0	0	PD_en	CPI[2:0]		

Data Type: Bit Field

Usage: 此寄存器用来复位芯片、Power Down、CPI。

Field Name	描述	
Rst	0:正常工作(Default) 1:复位整个芯片	
Mot	0:MotSwk 为电平模式(Default) 1:MotSwk 为中断模式	
PD_en	0:正常工作(Default) 1:Power Down	
CPI[2:0] <small>(Pin1 悬空)</small>	S201B	S201C
	000=600CPI 001=800CPI 010=1000CPI(Default) 011=1200CPI 100=1600CPI 101-111:Reserved <small>(详见 CPI_SEL/SW1 引脚说明)</small>	000=3200CPI 001=3200CPI 010=3200CPI(Default) 011=1200CPI 100=2400CPI 101-111:Reserved <small>(详见 CPI_SEL/SW1 引脚说明)</small>

Img_Qa

Address: 0x07

Access: Read

Default: --

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	PID1[7:0]							

Data Type: 8bit unsigned integer

Usage: 此寄存器用来读取光学 Sensor 中 Pixel 的图像品质。

Op_St Address: 0x08

Access: Read Default: --

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Rsv[3:0]				Slp_st	Op_st[2:0]		

Data Type: Bit Field

Usage: 此寄存器用来读取 Sleep 和帧率状态。

Field Name	描述
Slp_St	0:Sleep1 1:Sleep2
Op_st[2:0]	000:工作状态, 3400 帧/秒(关闭 Sleep) 001:工作状态, 3400 帧/秒(开启 Sleep) 011:工作状态, 1700 帧/秒(开启 Sleep) 101:工作状态, 1133 帧/秒(开启 Sleep) 110:Sleep 状态

Write_Protection Address: 0x09

Access: Write/Read Default: 0x00

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	WP[7:0]							

Data Type: 8bit unsigned integer

Usage: 此寄存器用来开启 0x0A~0x7F 写入使能。

Field Name	描述
WP[7:0]	0x00:0x0A~0x7F 不能写入(Default) 0x5A:可以写入 0x0A~0x0C 0xC3:可以写入 0x0A~0x7F

Sleep1_Setting Address: 0x0A

Access: Write/Read Default: 0x70

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Slp1_freq[3:0]				0	0	0	0

Data Type: 8bit unsigned integer

 Usage: 此寄存器用来设置 Sleep1 的频率。Sleep1 的工作频率为 $4\text{ms} * (\text{Slp1_freq}[3:0] + 1)$ ，默认为 32ms ($\text{Slp1_freq}[3:0] == 7$)。

Enter_Time Address: 0x0B

Access: Write/Read Default: 0x10

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Slp1_ent[3:0]				Slp2_ent[3:0]			

Data Type: Bit Field

Usage: 此寄存器用来设置进入 Sleep 的等待时间。

Field Name	描述
Slp1_ent[3:0]	128ms*(Slp1_ent[3:0]+1) default=0001, 256ms
Slp2_ent[3:0]	20480ms*(Slp1_ent[3:0]+1) default=0000, 20480ms

Sleep2_Setting Address: 0x0C

Access: Write/Read Default: 0x70

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Slp2_freq[3:0]				0	0	0	0

Data Type: 8bit unsigned integer

Usage: 此寄存器用来设置 Sleep2 的频率。Sleep2 的工作频率为 $64\text{ms} * (\text{Slp2_freq}[3:0] + 1)$ ，默认为 512ms ($\text{Slp2_freq}[3:0] = 7$)。

DeltaX_Hi Address: 0x20

Access: Read Default: --

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	DeltaX_Hi[15:8]							

Data Type: 8bit data

Usage: 在开启 **DxDy_16bit** 后才可使用，读取 DeltaX 的高 8bit 数据，在使用高 CPI 时建议开启 16bit 工作。DeltaX_Hi[7]为符号位。

DeltaY_Hi Address: 0x21

Access: Read Default: --

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	DeltaY_Hi[15:8]							

Data Type: 8bit data

Usage: 在开启 **DxDy_16bit** 后才可使用，读取 DeltaY 的高 8bit 数据。在使用高 CPI 时建议开启 16bit 工作。DeltaY_Hi[7]为符号位。

DxDy_16bit

Address: 0x22

Access: Write/Read

Default: 0x00

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Rsv[7:1]							16bit_en

Data Type: Bit Field

Usage: 在 16bit_en 为 1 时, DeltaX、DeltaY 从 8bit 变为 16bit 数据, 主控可读取 DeltaX_Hi[7:0]和 DeltaY_Hi[7:0]分别与 DeltaX[7:0]、DeltaY[7:0]合并变为完整的 16bit 数据。

CPI2_Setting

Address: 0x23

Access: Write/Read

Default: 0x02

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	CPI2_en	Rsv[6:4]			CPI2[3:0]			

Data Type: Bit Field

Usage: 此寄存器用来开启其他档位 CPI。

Field Name	描述
CPI2_en	0:使用 CPI(Config 寄存器)作为配置值(Default) 1:使用 CPI2 作为配置值
Rsv[6:4]	Reserved
CPI2[3:0]	0000=200CPI 0001=400CPI 0010=2000CPI (Default) 0011=2400CPI 0100=3200CPI 0101~0110:Reserved 0111=600CPI 1000=800CPI 1001=1000CPI 1010=1200CPI 1011=1600CPI 1100-1111:Reserved

PID3

Address: 0x49

Access: Read

Default: 0xA1

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	PID3[7:0]							

Data Type: 8bit unsigned integer

Usage: 此寄存器用来确定 S201x 芯片。

Key_Setting

Address: 0x5f

Access: Write/Read

Default: 0x00

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Rsv[7:2]						SW2Func	SW1Func

Data Type: Bit Field

Usage: 此寄存器用来配置 CPI_SEL/SW1, MOTSWK/SW2 的功能。配置成按键输入功能后, 可通过 0x02 读出去抖后的按键信号。

Field Name	描述
Rsv[7:2]	Reserved
SW2Func	0:Pin2 为 MOTSWK 功能(Default) 1:Pin2 为 SW2 按键输入功能
SW1Func	0:Pin1 为 CPI_SEL(S201B)或 NC (S201C) 功能(Default) 1:Pin1 为 SW1 按键输入功能

9. 电气特性

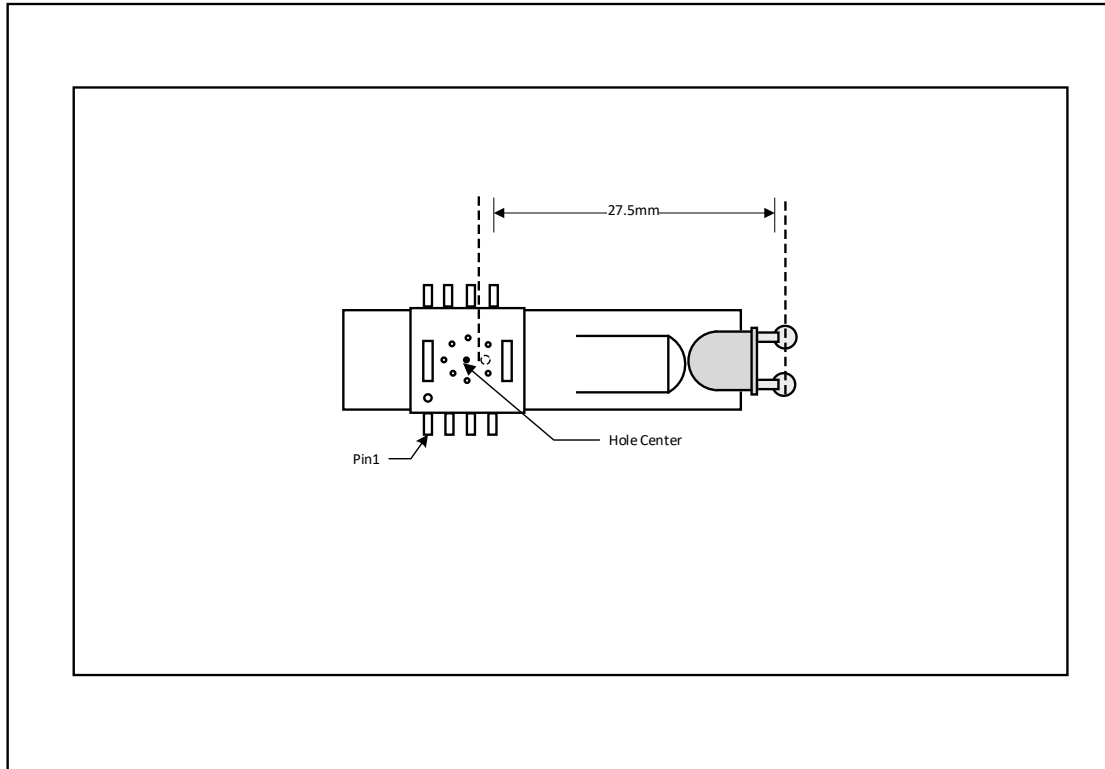
9.1 极限参数

参数	符号	最小	最大	单位	说明
工作电压	V _{DD}	-0.5	3.6	V	
工作环境温度	T _O	-20	70	°C	
存储环境温度	T _S	-50	125	°C	
无铅焊锡温度	T _{SOLDER}	-	260	°C	
输入电压	V _{in}	-0.5	V _{DD}	V	All I/O pins
ESD 能力	V _{ESD}	-	2	KV	All pins, human body model

9.2 推荐参数

参数	符号	最小	典型	最大	单位	说明
工作电压	V _{DD}	2.1	2.7	3.6	V	
工作环境温度	T _O	0	-	40	°C	
电源噪声	V _{npp}	-	-	100	mV	Peak to Peak 10K~80MHz
透镜底部到桌面距离	Z	2.0	2.1	2.2	mm	
SCLK 频率	F _{sclk}	-	-	1	MHz	
分辨率 CPI	R	200	-	3200	CPI	
帧率	Fr	-	-	3400	FPS	
速度	S	0	-	40	IPS	
加速度	A	0	-	10	g	

10. 装配图



11. 典型应用电路(nRF24LE1+S201x)

11.1 6KEY+CPI_SEL 典型应用

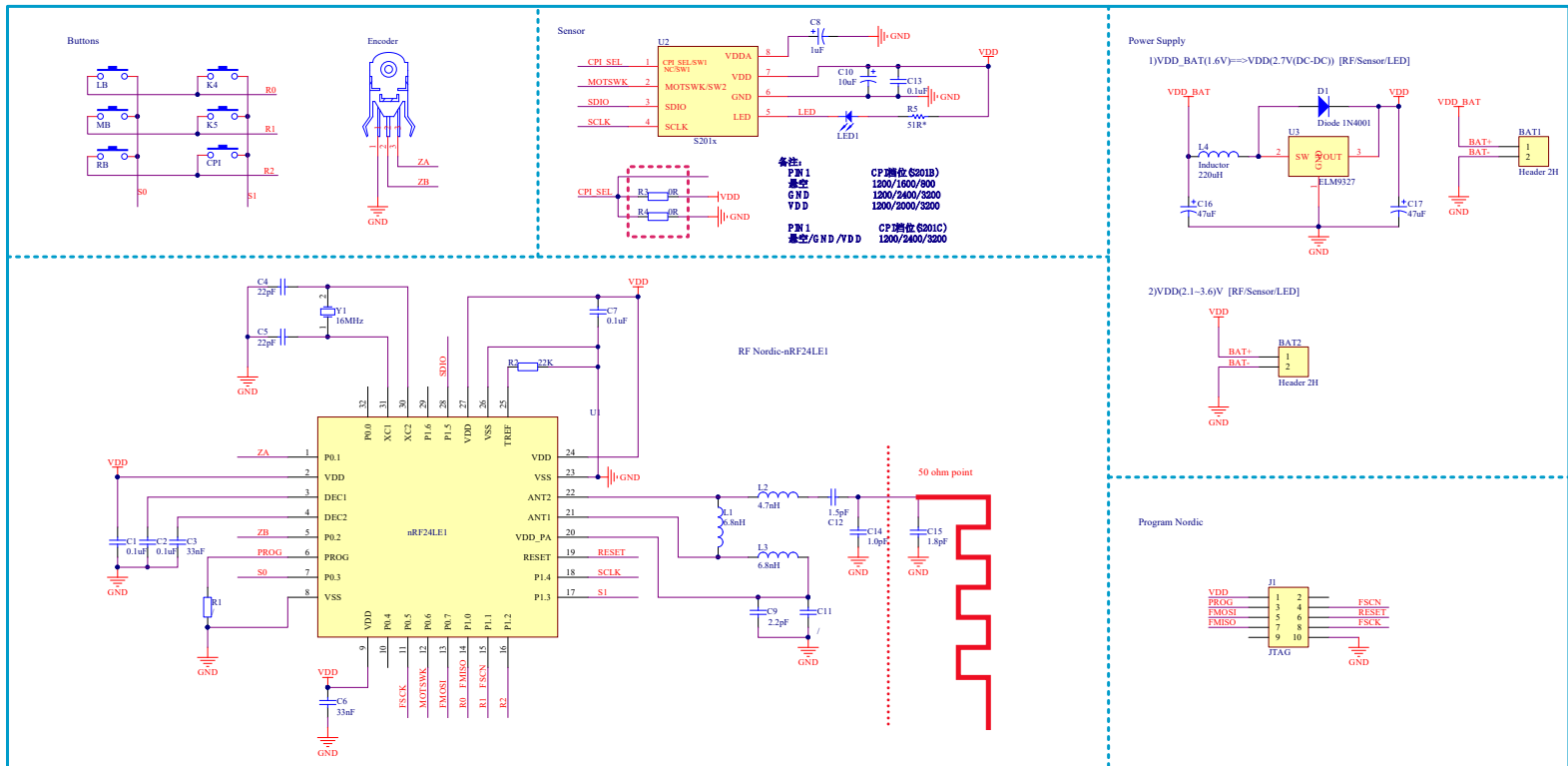


图 11-1 6KEY+CPI_SEL 典型应用电路

11.2 6KEY+2KEY 典型应用

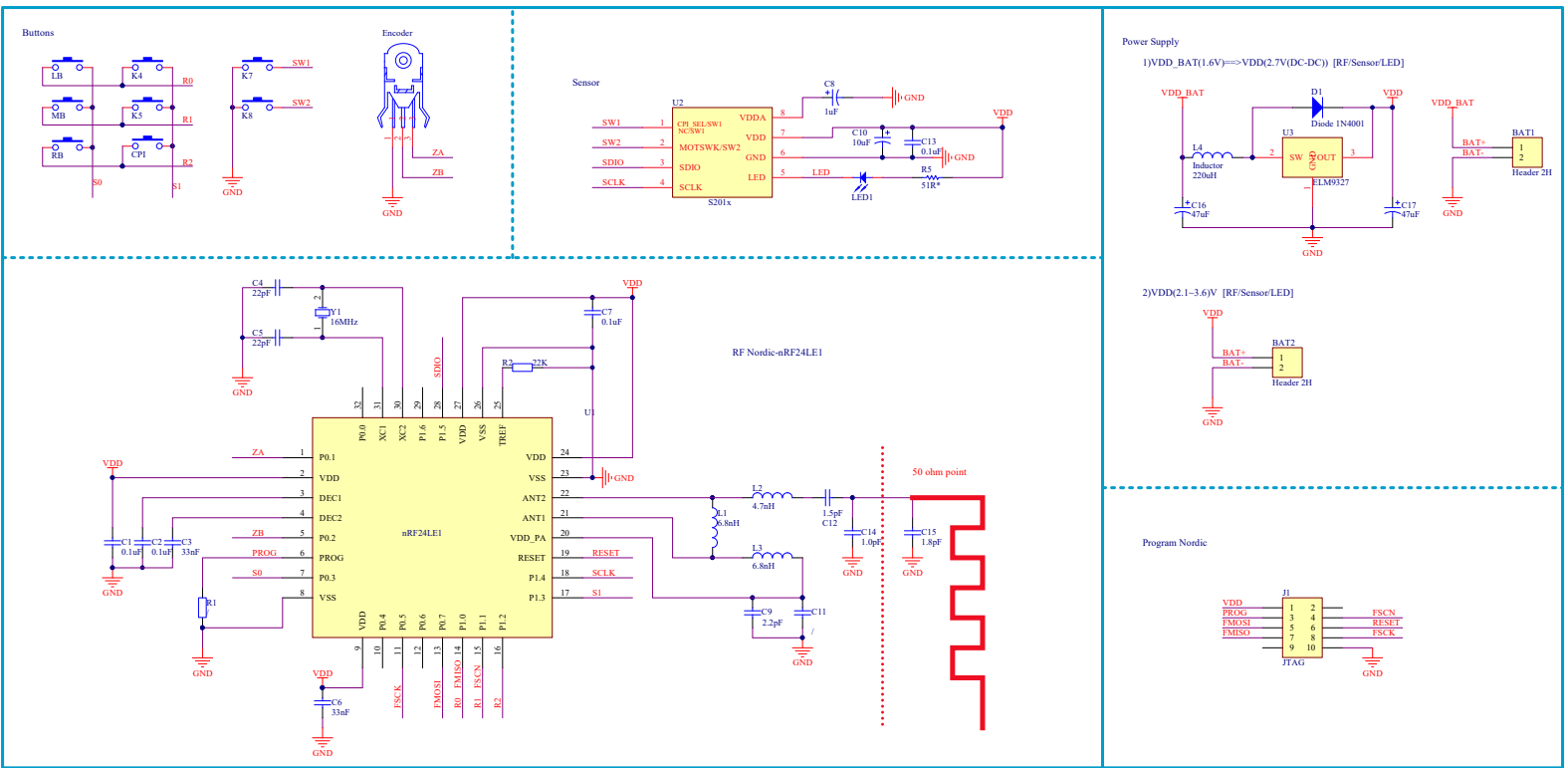
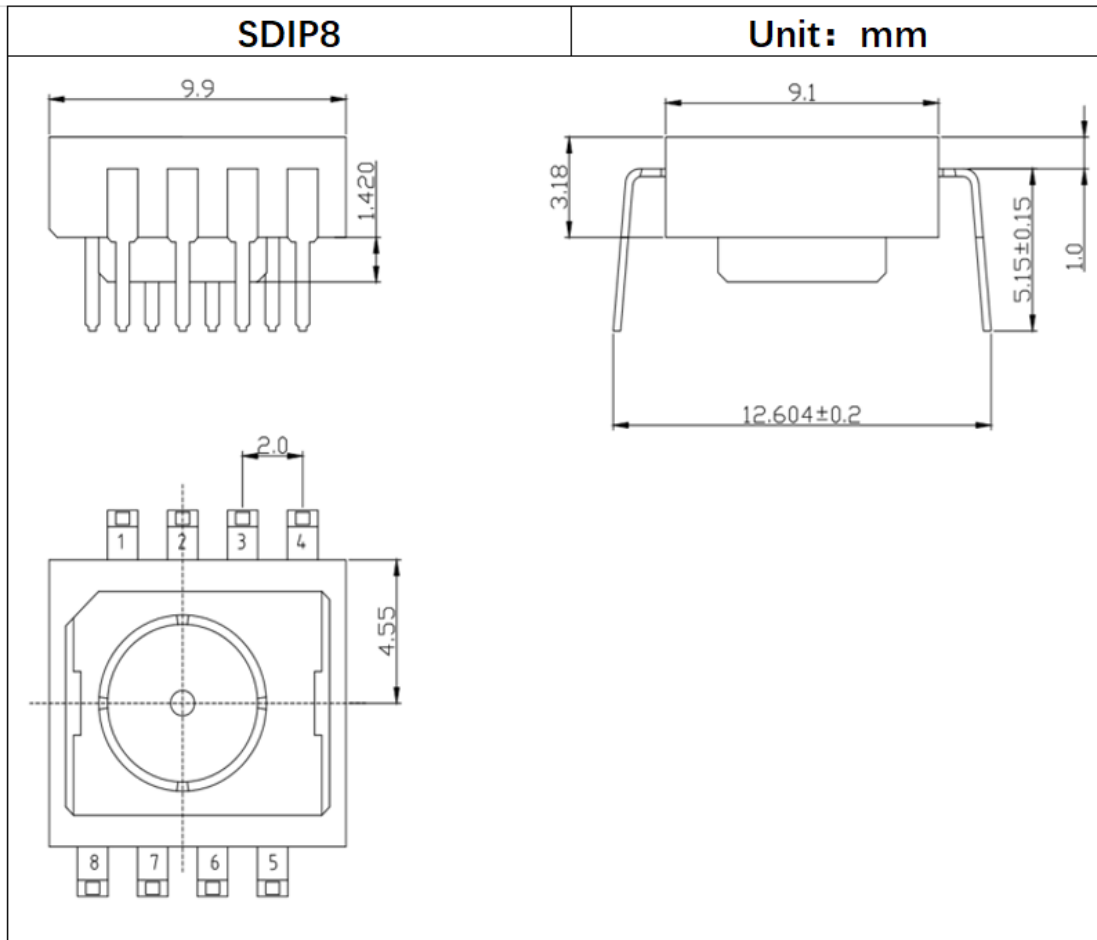


图 11-2 6KEY+2KEY 典型应用电路

12. 封装规格



13. 修订记录

版本	日期	修订人	描述
S201B_Spec_CN.V1.00	2020/02/17	Kaniel	初始版本发布
S201x_Spec_CN.V1.10	2020/03/21	Kaniel	更新 S201x 的描述
S201x_Spec_CN.V1.11	2021/05/12	Kaniel	更新 S201x 的 CPI