



PIR 数字传感器

**BM22S4021-1/BM22S4022-1**  
**BM22S4023-1/BM22S4024-1**

版本: V1.00 日期: 2022-11-18

[www.bestmodulescorp.com](http://www.bestmodulescorp.com)

## 目录

特性 .....	3
概述 .....	3
应用领域 .....	3
选型表 .....	4
引脚图 .....	5
引脚说明 .....	5
方框图 .....	5
极限参数 .....	6
直流电气特性 .....	6
交流电气特性 .....	6
系统时序 .....	6
UART 接口 .....	9
传感器电气特性 .....	9
PIR 传感器 .....	9
温度传感器 .....	9
功能说明 .....	10
功能描述 .....	10
系统流程概述 .....	12
指令说明 .....	13
应用电路 .....	18
UART 接口 .....	18
UART 外部引脚 .....	18
尺寸图 .....	19
底部视图 .....	19
顶部视图 .....	19
侧视图 .....	20

## 特性

- 工作电压：2.7V~5.5V
- 智能信号识别算法
- 接口：UART
- 可调整的功能
  - ◆ 8 阶可调灵敏度
  - ◆ 自定义触发模式：单次 / 连续模式
  - ◆ 触发输出时间：1~6553.5 秒
  - ◆ 低电压检测：2.7/3.0/3.3/3.6/4.0V 可选
- 智能温度传感器
- 工厂校准



## 概述

BM22S402x-1 系列模块是款数字输出的人体红外线传感器，整合模拟 PIR (Passive Infra-Red) 传感器、高性能模拟前端处理电路与 A/D 转换器，并搭配算法，使传感器具高性能、高整合、体积小特点。所有的 BM22S402x-1 出厂前皆已校准，并将校准数据储存于内部存储器中，以确保传感器可直接使用，无须再次校正。

通信方面，此系列模块使用标准 UART 通信，适合应用于安全防护产品、省电装置与 IoT 终端应用领域。

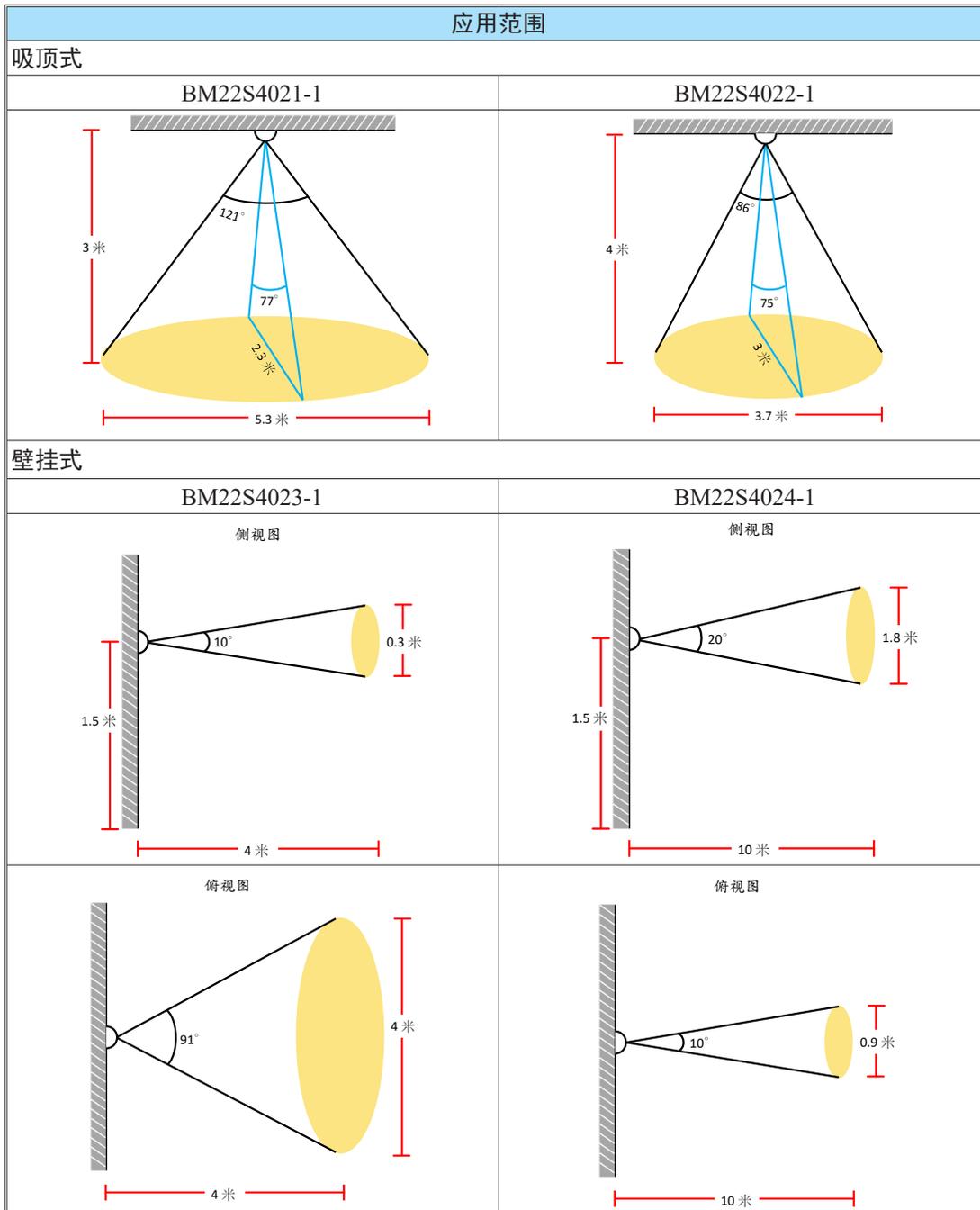
## 应用领域

- IoT 设备
- 安防产品 ( 入侵检测、监控摄像机 )
- 节能 ( 照明、风扇、空调等等 )

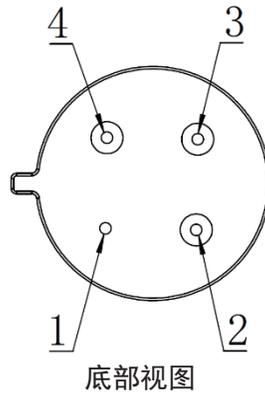
## 选型表

Ta=25°C

单片机型号	透镜类型	视角 H/V	距离范围	接口
BM22S4021-1	吸顶式	121°/77°	3 米	UART
BM22S4022-1		86°/75°	4 米	UART
BM22S4023-1	壁挂式	91°/10°	4 米	UART
BM22S4024-1		10°/20°	10 米	UART



## 引脚图

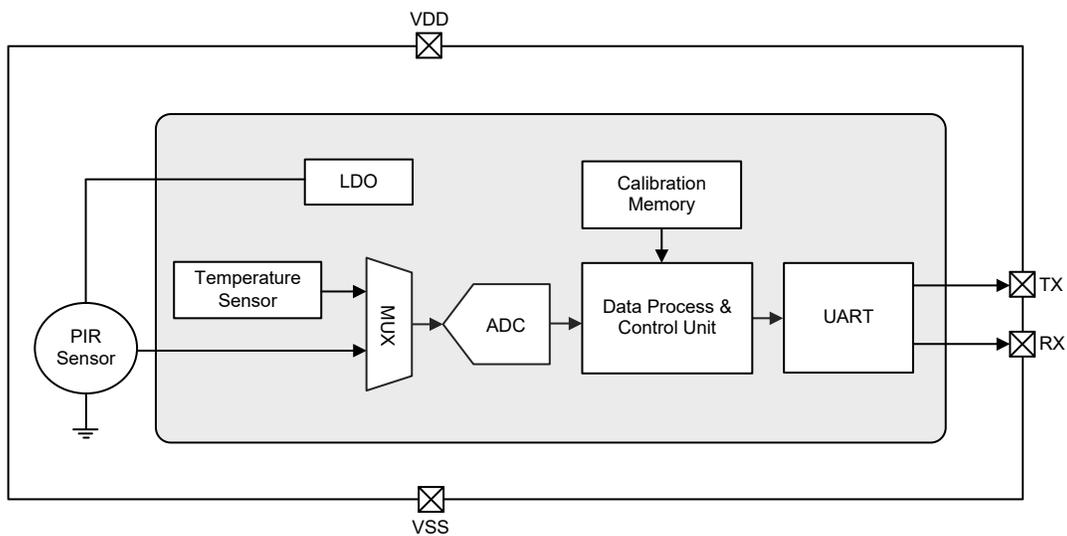


## 引脚说明

引脚序号	功能	类型	说明
1	GND	PWR	负电源, 接地
2	VDD	PWR	正电源
3	RX	I	UART RX 引脚
4	TX	O	UART TX 引脚

注: PWR: 电源; I: 数字输入; O: 数字输出

## 方框图



## 极限参数

电源电压 .....	$V_{SS}-0.3V \sim V_{SS}+5.5V$
输入电压 .....	$V_{SS}-0.3V \sim V_{DD}+0.3V$
储存温度 .....	$-40^{\circ}C \sim 80^{\circ}C$
工作 (环境) 温度 .....	$-10^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$

注：这里只强调额定功率，超过极限参数所规定的范围将对芯片造成损害，无法预期芯片在上述标示范围外的工作状态，而且若长期在标示范围外的条件下工作，可能影响芯片的可靠性。

## 直流电气特性

$T_a=25^{\circ}C, V_{DD}=5V$

符号	参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
		$V_{DD}$	条件				
$V_{DD}$	电源电压	—	—	2.7	5.0	5.5	V
$I_{DD}$	正常电流	3.3V	正常模式	—	1.8	—	mA
		5V		—	2.53	—	
	待机电流	3.3V	休眠模式	—	—	1	$\mu A$
		5V		—	—	1	
$V_{IL}$	低电平输入电压	2.7V~5.5V	—	0	—	$0.2V_{DD}$	V
$V_{IH}$	高电平输入电压	2.7V~5.5V	—	$0.8V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V
$V_{LVR}$	低电压复位电压	—	—	-5%	2.55	+5%	V
$V_{LVD}$	低电压检测电压	—	LVD 使能, 电压选择 2.7V	-5%	2.7	+5%	V
		—	LVD 使能, 电压选择 3.0V		3.0		
		—	LVD 使能, 电压选择 3.3V		3.3		
		—	LVD 使能, 电压选择 3.6V		3.6		
		—	LVD 使能, 电压选择 4.0V		4.0		

## 交流电气特性

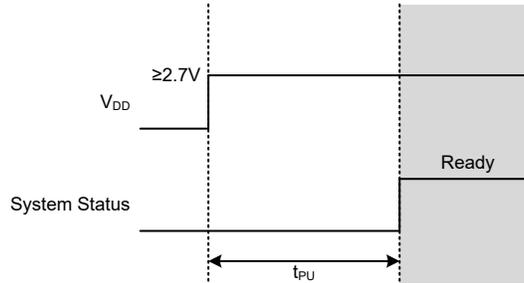
### 系统时序

$T_a=25^{\circ}C, V_{DD}=5V$

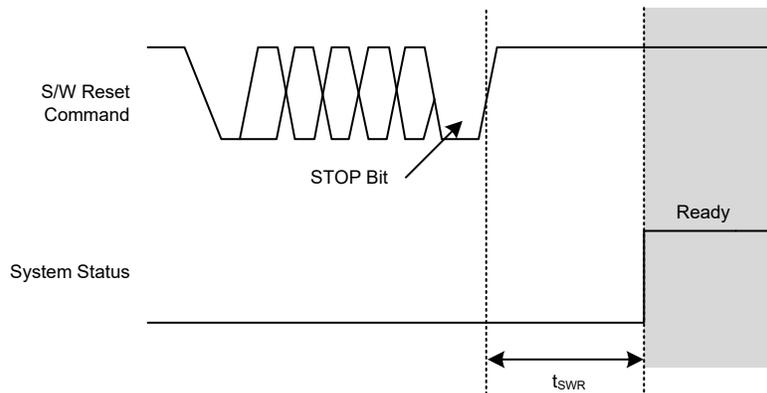
符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
$t_{PU}$	上电时间	当 $V_{DD} \geq 2.7V$ 直到可执行第一次通信	—	60	—	ms
$t_{SWR}$	软件复位时间	完成复位到 PTR 可侦测的时间	—	30	—	s
$t_{PWU}$	PIR 暖机时间	PIR 暖机时间	—	30	—	s
$t_{WU}$	系统唤醒时间	系统唤醒到可接收命令时间	—	15	—	$\mu s$
$t_{WR}$	WRITE 命令响应时间	执行 WRITE 命令到传感器回复信号时间	—	—	9	ms
$t_{RR}$	READ 命令响应时间	执行 READ 命令到传感器回复信号时间	—	350	—	$\mu s$

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
$t_{SR}$	SETUP 命令响应时间	执行 SETUP 命令到传感器回复信号时间	—	350	—	$\mu s$
$t_{CI}$	命令间隔时间	—	10	—	—	ms

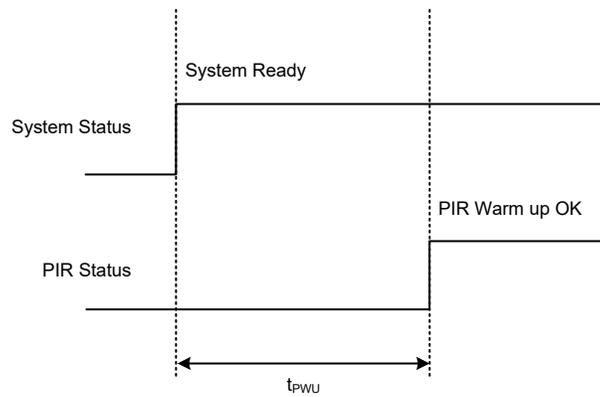
注：系统就绪 (Ready) 信号表示系统初始化完成且传感器已准备好接收来自主机的命令。



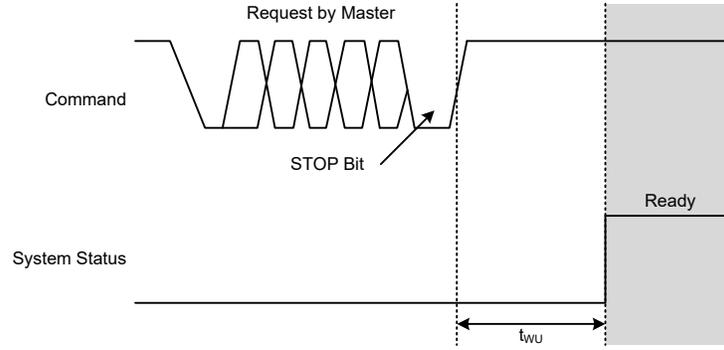
系统上电时序图



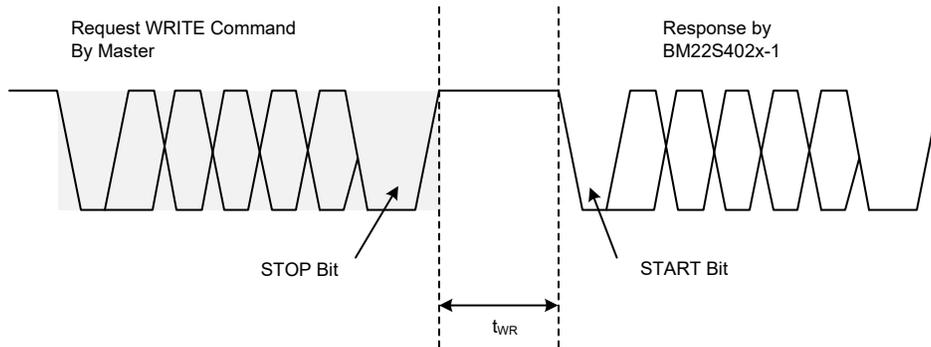
软件复位时序图



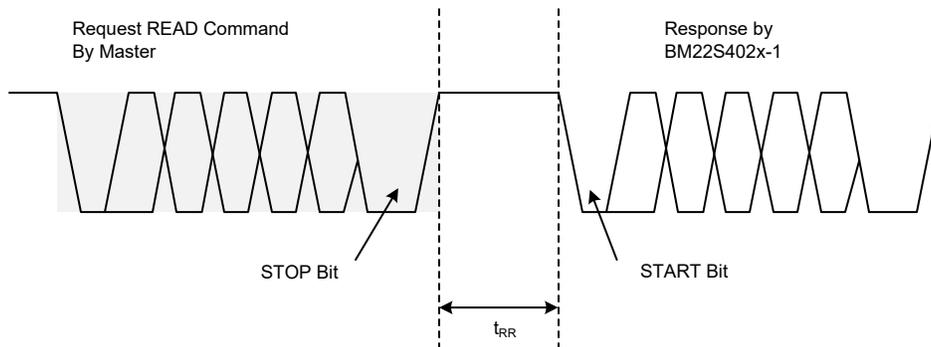
PIR 暖机时间



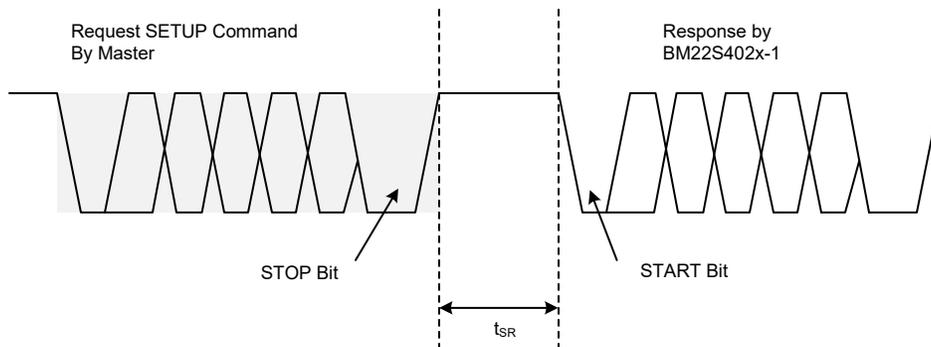
系统唤醒时间



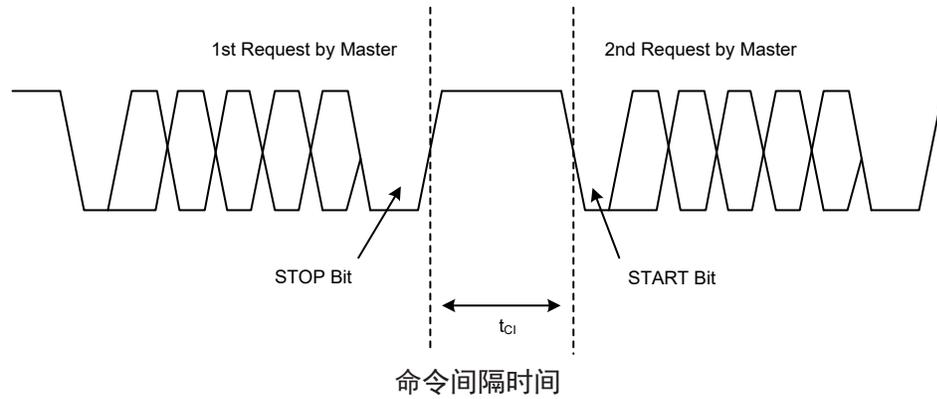
WRITE 命令响应时间



READ 命令响应时间



SETUP 命令响应时间



### UART 接口

Ta=25°C, V<sub>DD</sub>=5V

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
BDR	UART 波特率	—	—	38400	—	bps
t <sub>r</sub>	上升沿或下降沿时间	—	—	—	0.3	μs



UART 时序图

### 传感器电气特性

#### PIR 传感器

Ta=25°C, V<sub>DD</sub>=5V, 除非另有说明

参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
传感元件尺寸	—	—	2×1	—	mm <sup>2</sup>
响应度	Ta=100°C, 1Hz	3.8	4.3	—	kV/W
匹配	Ta=100°C, 1Hz	—	—	15%	—
噪声	Ta=25°C, 0.3Hz~3Hz	—	33	80	μVp-p
Fov. H	无透镜	—	135°	—	—
Fov. V	无透镜	—	123°	—	—

#### 温度传感器

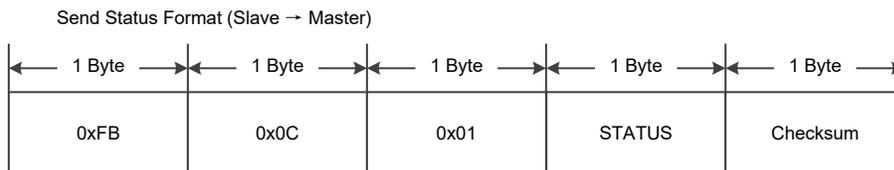
参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
	V <sub>DD</sub>	条件				
感应范围	2.7V~5.5V	—	-20	—	80	°C
分辨率	2.7V~5.5V	—	—	0.1	—	°C
精准度	5V	Ta=0°C~60°C	—	±1	—	°C
		Ta=-20°C~0°C 和 Ta=60°C~80°C	—	±3	—	°C

## 功能说明

### 功能描述

#### PIR 检测

BM22S402x-1 提供物体移动检测功能并可选择是否开启此功能，依照用户在不同环境下自由控制。功能开启时，在命令模式下传感器侦测到物体时，传感器将会自动送出 STATUS [7:0] 通知主机。



传送状态格式

#### 灵敏度

BM22S402x-1 针对不同侦测距离，提供 8 阶灵敏度调整功能，以适用各种使用环境。使用 UART 通信进行调整，说明请参考命令列表。

#### 触发模式

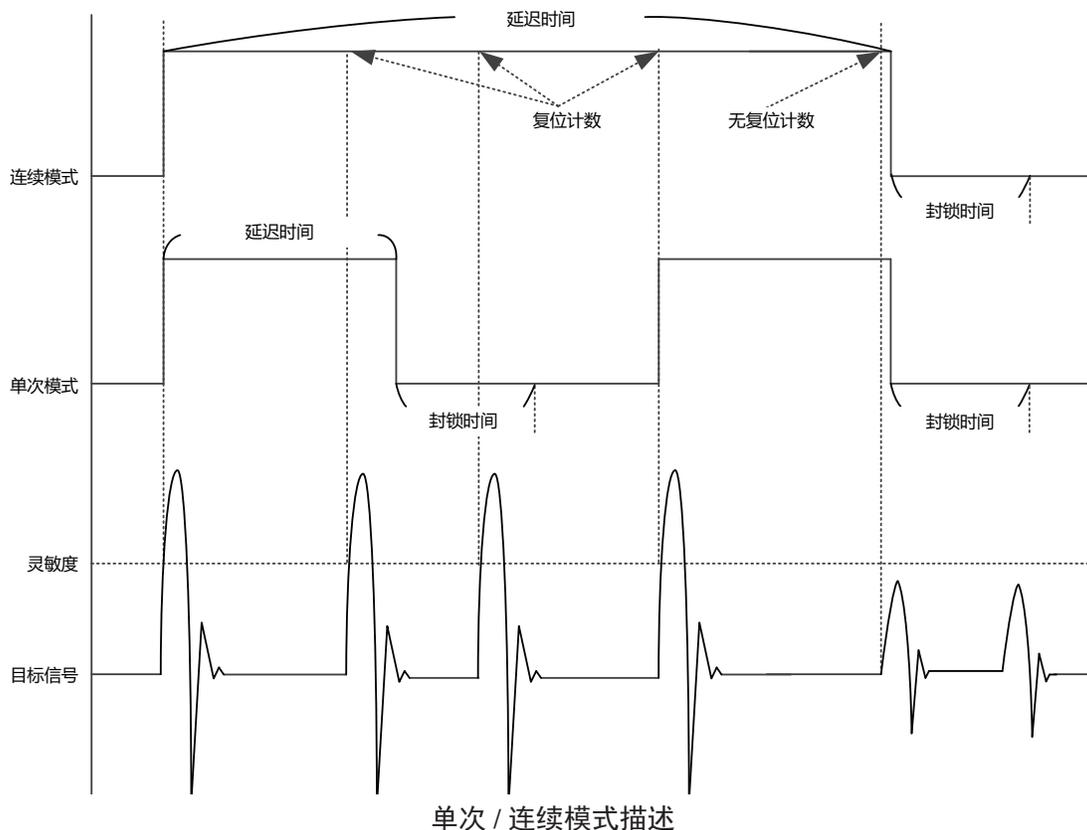
BM22S402x-1 提供两种触发模式，单次触发与连续触发。单次触发为侦测范围内有物体移动并触发信号，在延迟时间内即使有物体经过也不会增加延迟时间，传感器经过延迟时间与封锁时间后，才会再次触发。连续触发为延迟时间内还有物体移动，延迟时间会重新计算，直到侦测范围内无物体移动。请参考单次 / 连续模式描述。

#### 延迟时间

当传感器侦测到物体移动，触发信号后的持续时间为延迟时间。BM22S402x-1 通过下命令方式提供 1sec~6553.5sec，间隔 0.1sec 的时间范围，使应用更为弹性。

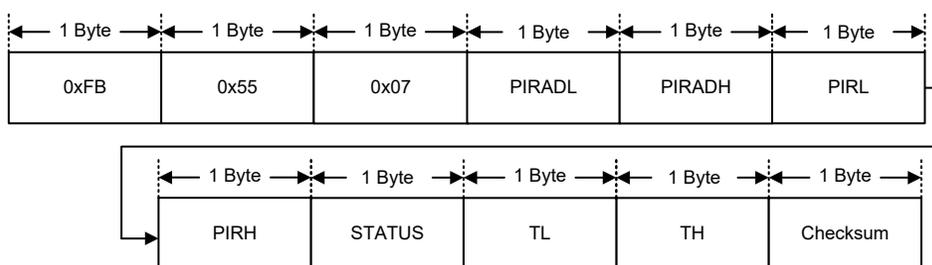
#### 封锁时间

传感器延迟时间结束后，到下一次可以触发所经过的时间为封锁时间。提供 0.2sec~51sec，间隔 0.2sec 的时间范围。



### PIR 数据输出 – 自动模式

BM22S402x-1 提供两种数据输出模式，命令模式与自动输出，可由 PIR 配置寄存器的 AUTO 位设置，命令模式为一问一答进行通信，相关命令请参考命令列表。自动输出为连续输出信号、温度、状态等相关信息至主机，每笔间隔为 50ms，让主机无需一直发送命令询问即可掌握传感器相关信息。输出共 11-Byte 格式如下：



自动模式格式

进入此模式后，收到主机命令，会执行相应动作并结束自动输出进入命令模式。若在数据发送期间收到主机命令，则会剩余数据发送完毕后执行上述动作。  
 校验和 (Checksum)=(0x55+0x07+PIRADL+PIRADH+PIRL+PIRH+STATUS+TL+TH)

### 低电压监控

针对低电压环境，此模块提供低电压检测 (LVD) 与低电压复位 (LVR) 机制。主机设备可通过读取模块 STATUS 寄存器中的 LVDO 标志位进行低电压监控。当  $V_{DD} < 2.7V$  时，系统会将 LVDO 位置高，直到主机设备读取 STATUS 寄存器才清为 0。LVR 功能则以 2.55V 作为电压阈值，当  $V_{DD} < 2.55V$  时系统会自动复位。

功能	条件	反应
LVD 开启	—	LVDEN=1
LVD	$V_{DD} < 2.7V$	LVDO=1
LVR	$V_{DD} < 2.55V$	系统复位

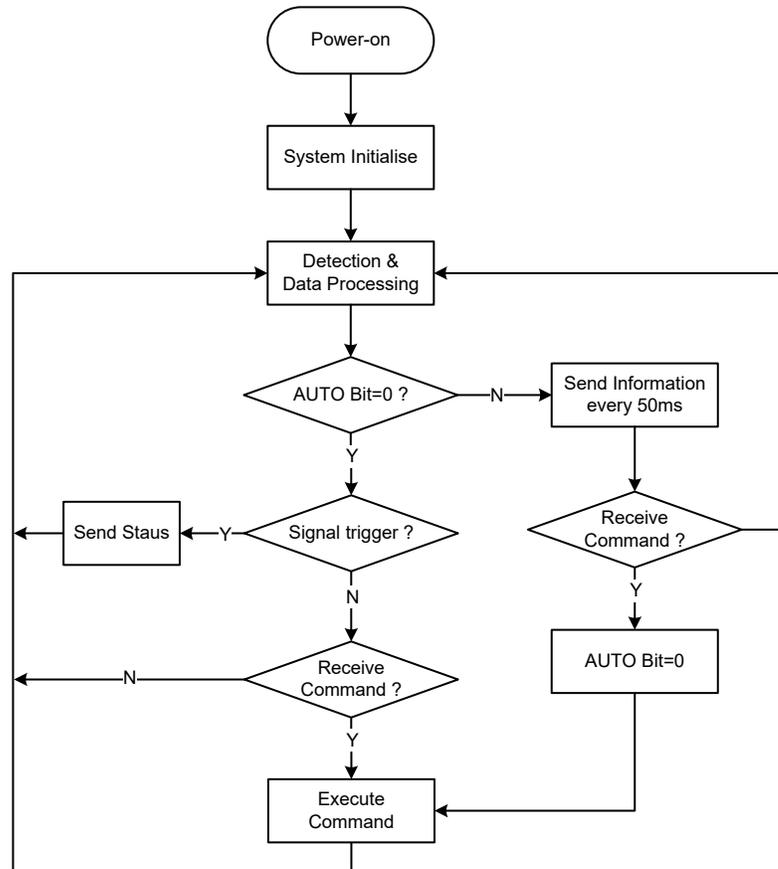
### 系统流程简述

BM22S402x-1 使用标准 UART 8-N-1 作为数字输出方式，默认为命令模式既一问一答方式，系统初始化完经过  $t_{PWU}$  时间后，会持续侦测，如有物体经过并达到触发条件，传感器将发送状态信号通知主机，相关格式请参考响应格式，如无触发则会等待主机询问。命令可分为 READ、WRITE 与 SETUP 三种。详细命令请参考命令列表。

READ: 读取传感器数据，如温度值、寄存器状态等等。

WRITE: 设置参数，如灵敏度、延迟时间、封锁时间等等。

SETUP: 控制传感器操作，包括进入休眠模式和复位系统。



系统流程图

## 指令说明

通信上 BM22S402x-1 作为从机通信，采用一问一答方式。传感器通信使用标准 UART 8-N-1，波特率为 38400，与主机通信。相关命令如下表所示。

请求：主机 → 从机

响应：从机 → 主机

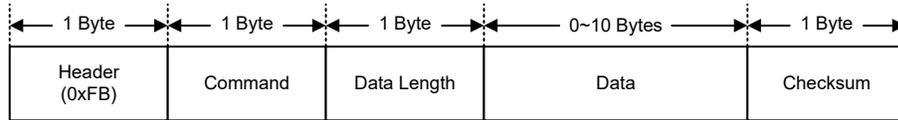
### 命令格式

- 命令列表

序号	命令类型	命令码	功能说明	数据长度 (字节)
1	READ	0x01	请求读取 PIR 原始信号	—
			回复 PIR 原始信号	2
2	READ	0x02	请求读取 PIR 滤波信号	—
			回复 PIR 滤波信号	2
3	READ	0x03	请求读取设备模块名称	—
			回复设备模块名称	10
4	READ	0x04	请求读取 PIR 配置寄存器	—
			回复 PIR 配置寄存器	1
5	WRITE	0x05	设置 PIR 配置寄存器	1
			回复 WRITE 信息	1
6	READ	0x06	请求读取灵敏度寄存器	—
			回复灵敏度寄存器	1
7	WRITE	0x07	设置灵敏度寄存器	1
			回复 WRITE 信息	1
8	READ	0x08	请求读取 PIR 延迟时间间隔	—
			回复 PIR 延迟时间间隔	2
9	WRITE	0x09	设置 PIR 延迟时间间隔	2
			回复 WRITE 信息	2
10	READ	0x0A	请求读取 PIR 封锁时间间隔	—
			回复 PIR 封锁时间间隔	1
11	WRITE	0x0B	设置 PIR 封锁时间间隔	1
			回复 WRITE 信息	1
12	READ	0x0C	请求读取 PIR STATUS 寄存器	—
			回复 PIR STATUS 寄存器	1
13	SETUP	0x0D	请求设备进入休眠模式	—
			回复 SETUP 信息	1
14	SETUP	0x0F	复位设备	—
			回复 SETUP 信息	1
15	READ	0x10	请求读取温度数据 (单位: 0.1°C)	—
			回复温度数据 (单位: 0.1°C)	2



请求格式 (主机 → 从机)



响应格式 (从机 → 主机)

**Header (头码, 1 个字节):** 起始码, 固定为 0xFB

**Command (命令码, 1 个字节):** 命令码, 完整代码请参考上方命令列表

**Data Length (数据长度, 1 个字节):** 不同命令码有不同长度, 请参考上方命令列表。

**Data (数据):** 不同命令码有不同长度, 请参考上方命令列表。

**Checksum (校验和, 1 个字节):** 校验和 = 命令 + 数据长度 + 数据

注: 若主机设备将请求命令的数据长度设为 0x00, 则数据域需省略, 故此请求命令的封包长度为 4 个字节。

### 格式

#### 错误码响应

当传感器接收主机传输的 READ/WRITE/SETUP 命令有误时, 传感器将主动响应错误码通知主机。格式如下:



错误码响应格式

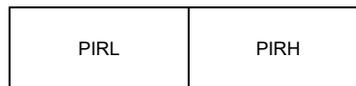
#### PIR 滤波信号 (2 个字节)

PIR 滤波信号采用 HEX 码格式输出。一次回传 2 个字节, 低字节在前、高字节在后。计算如下:

$$\text{PIR 滤波信号} = (\text{PIRH} \times 256 + \text{PIRL})$$

注: PIRH=PIR 滤波信号值高字节

PIRL=PIR 滤波信号值低字节



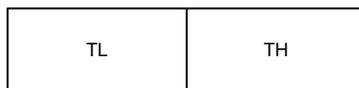
PIR 滤波信号输出格式

### 温度数据 (2 个字节)

温度值采用 HEX 码格式输出。一次回传 2 个字节，低字节在前、高字节在后。计算如下：

$$\text{温度值} = (\text{TH} \times 256 + \text{TL}) / 10 \text{ (单位: } ^\circ\text{C)}$$

注：TH = 温度值高字节  
 TL = 温度值低字节



温度值输出格式

### PIR 原始信号 (2 个字节)

PIR 原始信号由 2 个字节组成。一次回传 2 个字节，低字节在前、高字节在后。原始信号带有符号，由 PIRADH 的最高位来判断，0 为正数，1 为负数。

正数：PIR 原始信号 = (PIRADH × 256 + PIRADL)

负数：PIR 原始信号 = (PIRADH × 256 + PIRADL) - 65535

注：PIRADH = PIR 原始信号高字节  
 PIRADL = PIR 原始信号低字节



PIR 原始信号输出格式

### 设备信息

设备信息由 10 个字节 ASCII 码的数据组成，其代表意义如下：

型号	B	M	2	2	S	4	0	2	x	-1
数值	42	4D	32	32	53	34	30	32	78	31

B: 42h    M: 4Dh    2: 32h    2: 32h    S: 53h    4: 34h    0: 30h  
 2: 32h    x: 78h    -1: 31h

### 寄存器介绍

#### • STATUS 寄存器 (命令码为 READ: 0x0C)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Name	—	—	STABLE	LVDO	PIRDF	—	BTF	TF
R/W	—	—	R	R	R	—	R	R
POR	—	—	0	0	1	—	0	0

Bit 7~6    未定义

Bit 5    **STABLE:** PIR 稳定标志位

0: 未稳定

1: 稳定

PIR 经过  $t_{\text{SWR}}$  或  $t_{\text{PWU}}$  时间后，STABLE 标志位将被置“1”。

- Bit 4 **LVDO**: 低电压检测标志位  
 0: 未检测到低电压  
 1: 检测到低电压  
 当系统电压低于 2.7V 时, LVDO 标志位会被置“1”, 直到主控设备读取 STATUS 寄存器后才清为“0”。
- Bit 3 **PIRDF**: PIR 检测标志位  
 0: 未开启检测功能  
 1: 开启检测功能  
 此位为传感器检测标志位, 用于判断目前传感器是否开启检测功能。
- Bit 2 未定义
- Bit 1 **BTF**: PIR 封锁时间标志位  
 0: 未进入封锁时间  
 1: 进入封锁时间  
 此位用于判断目前传感器是否进入封锁时间。
- Bit 0 **TF**: PIR 信号触发标志位  
 0: 没有信号触发  
 1: 有信号触发  
 此位用于判断目前传感器是否有信号触发, 经过延迟时间后, 此位清零。

● **PIR 配置寄存器 (命令码为 READ: 0x04、WRITE: 0x05)**

此寄存器用于设置传感器低电压检测、模式选择以及 LVD 电压选择。

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Name	VLVD2	VLVD1	VLVD0	LV DEN	PIREN	—	TRIG	AUTO
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	—	R/W	R/W
POR	u	u	u	u	u	—	u	0

- Bit 7~5 **VLVD2~VLVD0**: LVD 电压选择  
 000~011: 2.7V (默认 011)  
 100: 3.0V  
 101: 3.3V  
 110: 3.6V  
 111: 4.0V
- Bit 4 **LV DEN**: 低电压检测功能控制位  
 0: 除能 (默认值)  
 1: 使能
- Bit 3 **PIREN**: PIR 检测功能控制位  
 0: 除能  
 1: 使能 (默认值)
- Bit 2 未定义
- Bit 1 **TRIG**: PIR 触发模式控制位  
 0: 单次触发  
 1: 连续触发 (默认值)
- Bit 0 **AUTO**: PIR 自动模式控制位  
 0: 命令模式  
 1: 自动数据输出 (默认值)

注: “u”代表不变, 系统中的参数经过上电复位或软件复位后, 参数将保持不变。

● 灵敏度寄存器 (命令码为 **READ: 0x06**、**WRITE: 0x07**)

此寄存器用于设置传感器灵敏度。

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Name	—	—	—	—	—	SEN2	SEN1	SEN0
R/W	—	—	—	—	—	R/W	R/W	R/W
POR	—	—	—	—	—	u	u	u

Bit 7~3 未定义

Bit 2~0 **SEN2~SEN0**: 灵敏度阶级选择

000: 1 阶 (默认值)

001: 2 阶

010: 3 阶

011: 4 阶

100: 5 阶

101: 6 阶

110: 7 阶

111: 8 阶

1 阶为最长的距离, 距离越近, 阶级越高。

注: “u” 代表不变, 系统中的参数经过上电复位或软件复位后, 参数将保持不变。

● 延迟时间寄存器 (命令码为 **READ: 0x08**、**WRITE: 0x09**)

此寄存器用于设置传感器延迟时间。

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Name	OT15	OT14	OT13	OT12	OT11	OT10	OT9	OT8
R/W	R/W	R/W						
POR	u	u	u	u	u	u	u	u

Bit 7~0 **OT15~OT8**: 延迟时间高字节 bit 15~bit 8

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Name	OT7	OT6	OT5	OT4	OT3	OT2	OT1	OT0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR	u	u	u	u	u	u	u	u

Bit 7~0 **OT7~OT0**: 延迟时间低字节 bit 7~bit 0

注: “u” 代表不变, 系统中的参数经过上电复位或软件复位后, 参数将保持不变。

使用延迟时间寄存器设置延迟时间, 设置为 3sec, 设置范围为 1~6553.5sec, 最低为 1sec, 间隔为 0.1sec。OT[15:0]=0x0000~0x000A 会视为 1sec。相关计算如下:

$$OT[15:0] = \text{使用者需求秒数} \times 10 \text{ (单位: sec)}$$

● 封锁时间寄存器 (命令码为 **READ: 0x0A**、**WRITE: 0x0B**)

此寄存器用于设置传感器封锁时间。

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Name	BT7	BT6	BT5	BT4	BT3	BT2	BT1	BT0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
POR	u	u	u	u	u	u	u	u

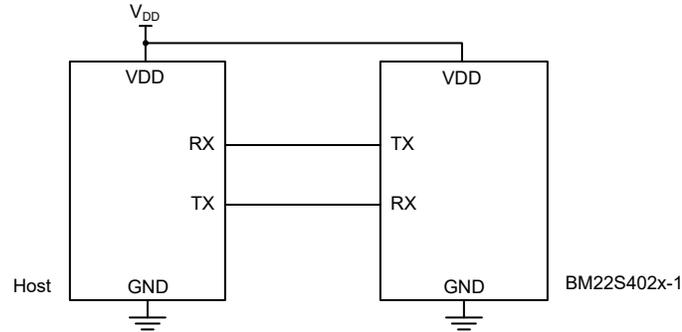
Bit 7~0 **BT7~BT0**: 封锁时间 bit 7~bit 0

注: “u” 代表不变, 系统中的参数经过上电复位或软件复位后, 参数将保持不变。

使用封锁时间寄存器设置封锁时间，设置为 1sec，设置范围为 0.2~51sec，最低为 0.2sec，间隔为 0.2sec。BT[7:0]=0x00 会视为 0.2sec。相关计算如下：

$$BT[7:0] = \text{使用者需求秒数} \times 5 \text{ (单位: sec)}$$

### 应用电路



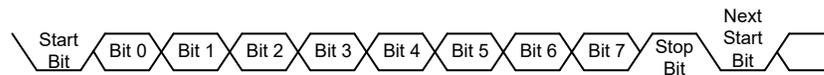
### UART 接口

BM22S402x-1 具有一个全双工的异步串行通信接口，可以很方便地与其它具有串行接口的芯片通信。该 UART 具有许多功能特性，以 8 位格式进行串行数据的发送和接收。

此内置的 UART 功能包含以下特性：

- 全双工异步通信
- 8 位传输格式
- 无奇偶校验功能
- 1 个停止位
- 波特率：38400bps
- RX 引脚唤醒功能

波特率	实际波特率	波特率误差
38400bps	38461bps	0.16%



8 位数据格式

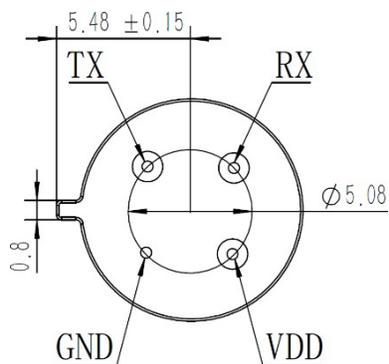
### UART 外部引脚

内部 UART 有两个外部引脚 TX 和 RX，可与外部串行接口进行通信。TX 和 RX 分别为 UART 发送引脚和接收引脚。

## 尺寸图

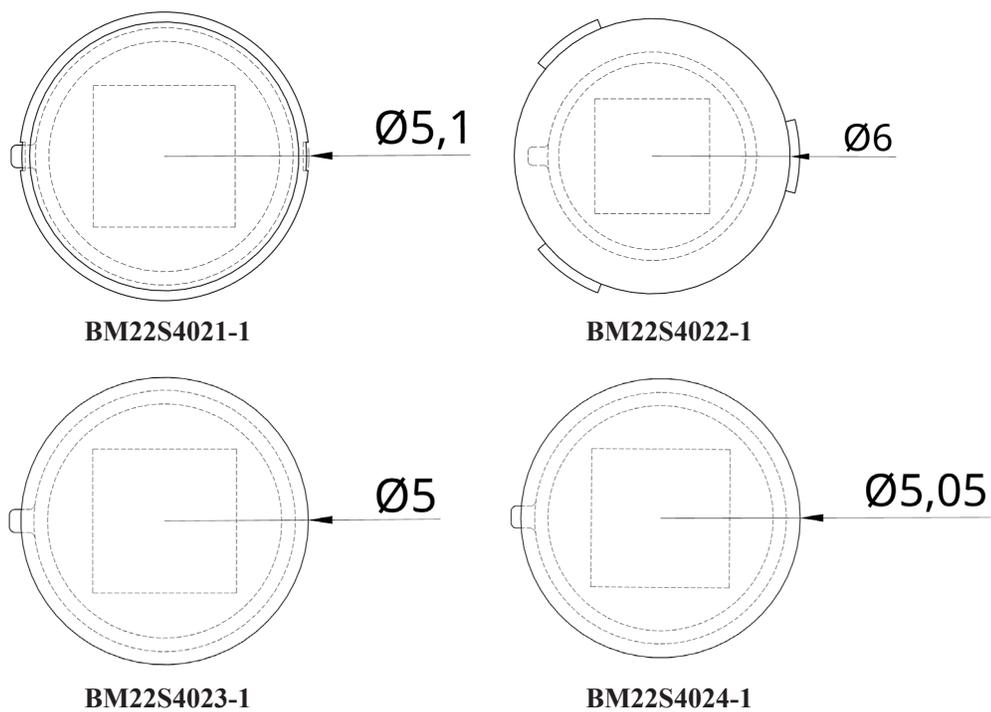
### 底部视图

(单位: mm)



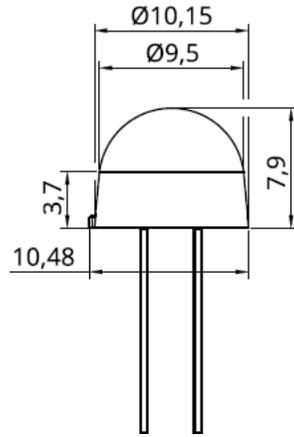
### 顶部视图

(单位: mm)

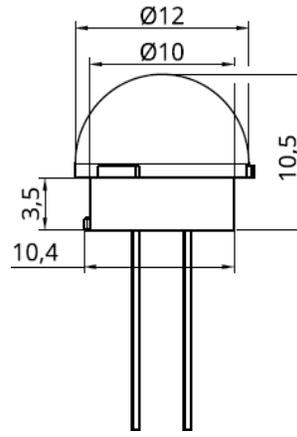


## 侧视图

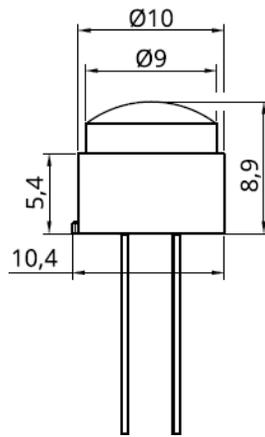
(单位: mm)



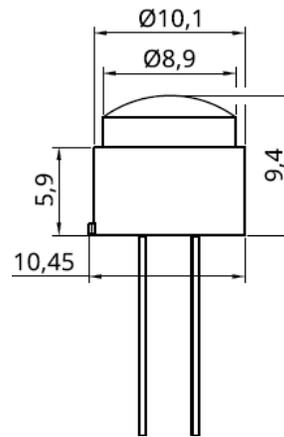
BM22S4021-1



BM22S4022-1



BM22S4023-1



BM22S4024-1

Copyright© 2022 by BEST MODULES CORP. All Rights Reserved.

本文件出版时倍创已针对所载信息为合理注意，但不保证信息准确无误。文中提到的信息仅是提供作为参考，且可能被更新取代。倍创不承担任何明示、默示或法定的，包括但不限于适合商品化、令人满意的质量、规格、特性、功能与特定用途、不侵害第三方权利等保证责任。倍创就文中提到的信息及该信息之应用，不承担任何法律责任。此外，倍创并不推荐将倍创的产品使用在会由于故障或其他原因而可能会对人身安全造成危害的地方。倍创特此声明，不授权将产品使用于救生、维生或安全关键零部件。在救生 / 维生或安全应用中使用倍创产品的风险完全由买方承担，如因该等使用导致倍创遭受损害、索赔、诉讼或产生费用，买方同意出面进行辩护、赔偿并使倍创免受损害。倍创 (及其授权方，如适用) 拥有本文件所提供信息 (包括但不限于内容、数据、示例、材料、图形、商标) 的知识产权，且该信息受著作权法和其他知识产权法的保护。倍创在此并未明示或暗示授予任何知识产权。倍创拥有不事先通知而修改本文件所载信息的权利。如欲取得最新的信息，请与我们联系。