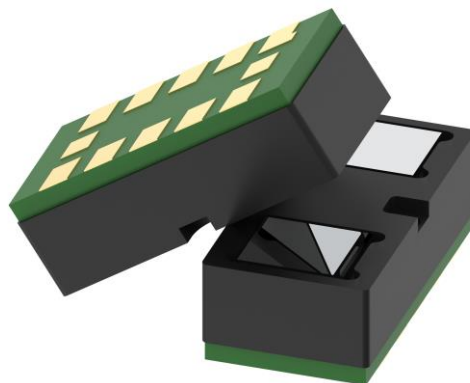


Synexens

Datasheet M8001

摘要:

M8001 是一款基于 SPAD (single-photon avalanche diode) 技术的接收芯片和激光发射器、驱动电路一起构成得小型 1-D ToF 测距传感器。



M8001 Datasheet

Synexens

芯片简介

- M8001 是一款基于 SPAD 单光子技术直接 ToF 测量法 (d-ToF) 的全集收发一体传感器。

芯片特点

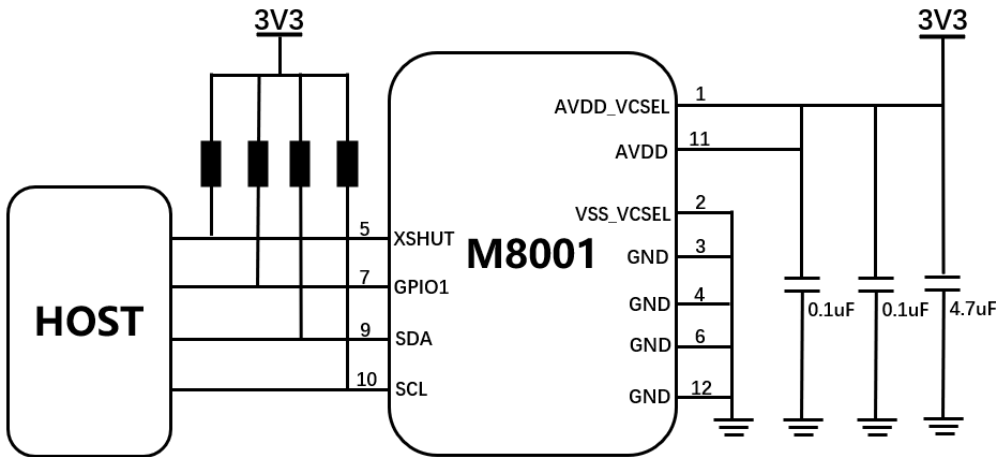
- 简单易用：所有测距模块均集成在芯片内；
- 单电源供电：3.3V (内部集成 SPAD 高压供电)
- 低功耗：测距功耗低至 27 mA
- 灵敏度高：Class 1 级激光器满足测距要求；
- I²C 接口输出

应用场景

- 接近感测
- 手机自动对焦
- 扫地机沿墙检测
- 笔记本电脑接近唤醒

芯片参数	数值
型号	M8001
最大测量距离	3.8m, indoor
最大测量频率	200 Hz
测距准确度	详见 8.2 章节
视场角	接收 39.6°, 发射 36.5°
感光面积	398×365 μm ²
电源电压	2.8V~3.6V
测距功耗	27mA, 积分次 100k, 帧率 30fps
睡眠功耗	50 μA
工作温度	-20℃~ 70℃
封装类型	OLGA 12
封装尺寸	4.9 x 2.5 x 1.56mm ³
静电保护	±2000V(HBM)

图 1. M8001 应用框图



目录

摘要:	1
1. 芯片特性	5
1.1 单光子技术简介	5
2. 芯片内部框图	6
3. Pin 芯片管脚定义	7
3.1 管脚分布（背视图）	7
3.2 管脚描述	7
4. 封装	8
4.1 封装信息	8
5. 电气特性	9
5.1 绝对最大额定值	9
5.2 推荐工作条件	9
5.3 ESD 参数	9
6. 接口定义	10
6.1 I ² C 从机接口和时序	10
7. 参考设计	14
7.1 电路设计	14
7.2 参考 layout 设计	14
8. 测距精准度	15
8.1 最小及最大测量距离	15
8.2 测距精准度	15

8.3 温度补偿后的测距漂移量.....	16
9. 生产焊接	17
10. 卷带尺寸	18
11. 订购信息	19
12. 存储说明	19
13. 缩略语列表	20
14. 修订记录	21

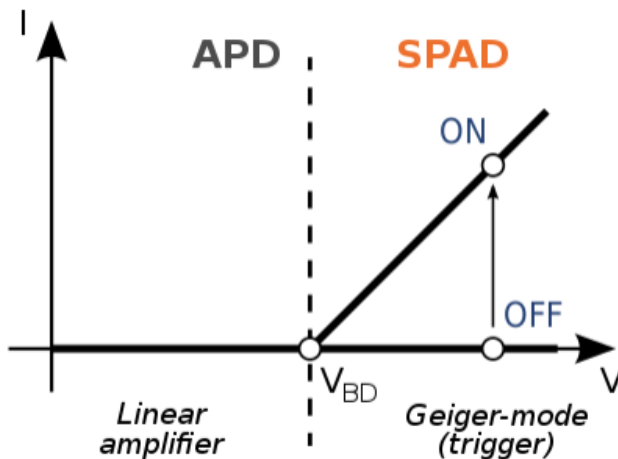
1. 芯片特性

1.1 单光子技术简介

单光子探测是一种近年来新兴的探测光电探测技术。因其超高的灵敏度，甚至可以探测到光的能量的最小单位：单个光子，得名“单光子探测技术”，英文名：single-photon avalanche diode。

SPAD 与 APD 或光电二极管之间的根本区别在于，SPAD 的偏置远高于其反向偏置击穿电压。而 APD 和普通的光电二极管(例如 P-i-n)反向偏置电压一般低于其工作电压。所以 SPAD 有时候又被称之为 Geiger mode APD，即工作在盖个模式下的 APD。因此 SPAD 相比 APD 有着更高的灵敏度。这意味着，在其他条件一致的情况下，使用 SPAD 的作为光接收器的激光雷达模组可以测量更远的距离；或者说测量同样的距离，SPAD 所需要的光发射功率通常低于 APD。

图 2. APD 与 SPAD 工作电压



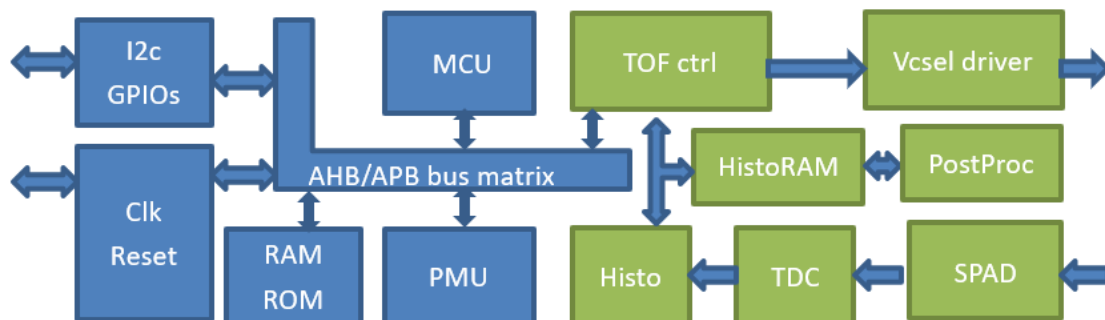
另外，因为 SPAD 感光区域可以采用标准的 CMOS 工艺制作，从而可以与后续的光电信号处理电路集成到一款芯片上。这大大简化了激光雷达模组设计的难度与成本，真正的做到了 System on Chip。

表 1. 基于 APD 与 SPAD 的雷达对比

	APD	SPAD
偏置电压	低于反偏电压	高于反偏电压
工作区域	线性区	反偏区
放大倍数	1-200	无穷
反偏电压	50-200 V	10-20 V
后续电路	TIA+LA+Comparator	Q&R
测距原理	单次测量	多次统计

2. 芯片内部框图

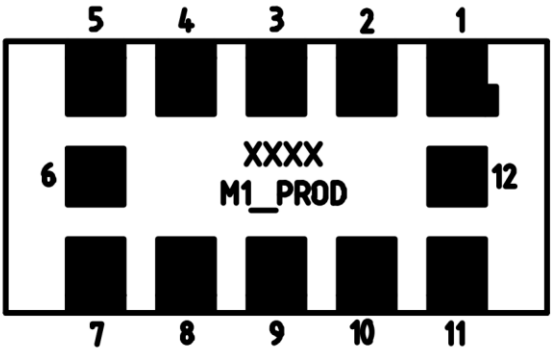
图 3. M8001 内部框图



3.Pin 芯片管脚定义

3.1 管脚分布 （背视图 ）

图 4. M8001 管脚分布背视图



3.2 管脚描述

表 2. M8001 管脚描述

Pin No	Pin name	Signal type	Description
1	AVDD_VCSEL	Supply	VCSEL positive supply
2	VSS_VCSEL	Ground	VCSEL ground
3	GND	Ground	Chip ground
4	GND	Ground	Chip ground
5	XSHUT	Digital input	Interrupt output. Open drain output
6	GND	Ground	Chip ground
7	GPIO1	Digital output	Interrupt output. Open drain output
8	DNC	-	Do not connect
9	SDA	Digital input/output	I ² C serial data
10	SCL	Digital input	I ² C serial clock input
11	AVDD	Supply	Supply, to be connected to main supply
12	GND	Ground	Chip ground

4. 封装

4.1 封装信息

图 5. M8001 外形尺寸

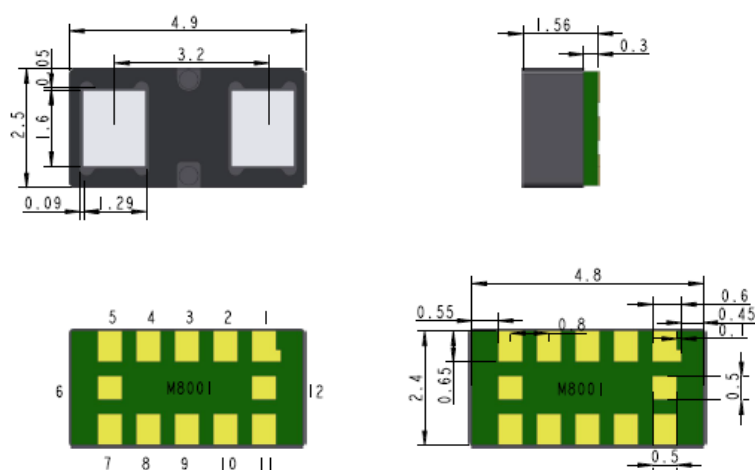
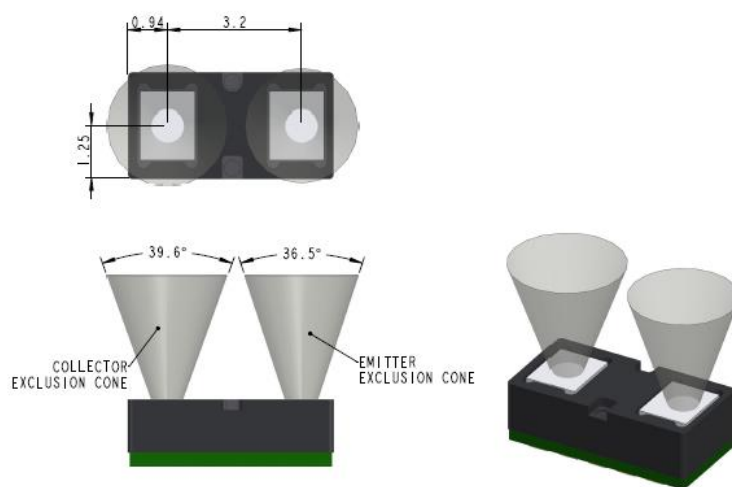


图 6. M8001 视场角



5. 电气特性

5.1 绝对最大额定值

表 3. 绝对最大额定值

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Comments
VDD33_CP, VDD33, VDD33_VD	3.3V supply voltage	-0.3	3.6	V	Connect pins VDD33_CP, VDD33, VDD33_VD on PCB with very short connections
VSS33_CP, VSS33, VSS33_VD	Ground	0.0	0.0	V	Connect all Ground pins on PCB with very short connections
CHIP_EN33, I ² CM_SDA, I ² CM_SCL, I ² CS_SDA, I ² CS_SCL, GP101, GP100, EEPROM_EN, SCAN_MODE	Digital I/O terminal voltage	-0.3	3.6	V	

备注：超出表中所列的绝对最大额定值可能导致器件永久性损坏。上表中只是强调的额定值，不代表器件的正常工作条件。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

5.2 推荐工作条件

表 4. 推荐工作条件

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
VDD33_CP, VDD33, VDD33_VD	3.3V supply voltage	2.8	3.3	3.6	V
Temperature range	free-air temperature	-20	25	70	°C

5.3 ESD 参数

表 5. ESD 参数

Symbol	Parameter	Condition	Specification
HBM	Electrostatic Discharge HBM	±2000V	JS-001-2014

CDM	Electrostatic Discharge CDM	±500V	JEDEC JESD22-C101F
-----	-----------------------------	-------	--------------------

6.接口定义

6.1 I²C 从机接口和时序

M8001 使用标准的 I²C 信号：串行时钟线（SCL）和串行数据线（SDA）。

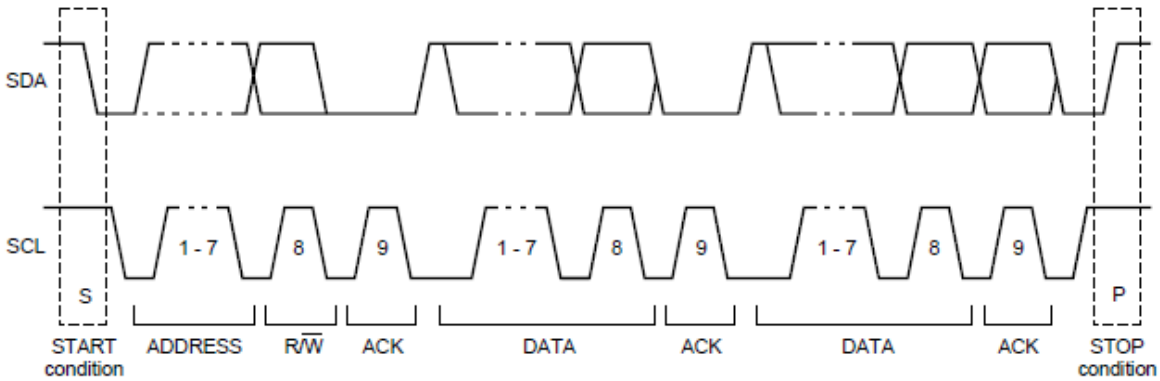
M8001 的 I²C 作为从机使用，其接口最高时钟频率可以达到 1Mbits/s，7 位器件地址为 0x10（写地址为 0x20，读地址为 0x21）。

MSB							LSB
0	0	1	0	0	0	0	R/W

SCL 和 SDA 都是通过主机的上拉电阻连接到正的电源电压。由于上拉电阻，当没有数据传输时，SCL 和 SDA 都是高电平。

I²C 数据传输协议如下图：

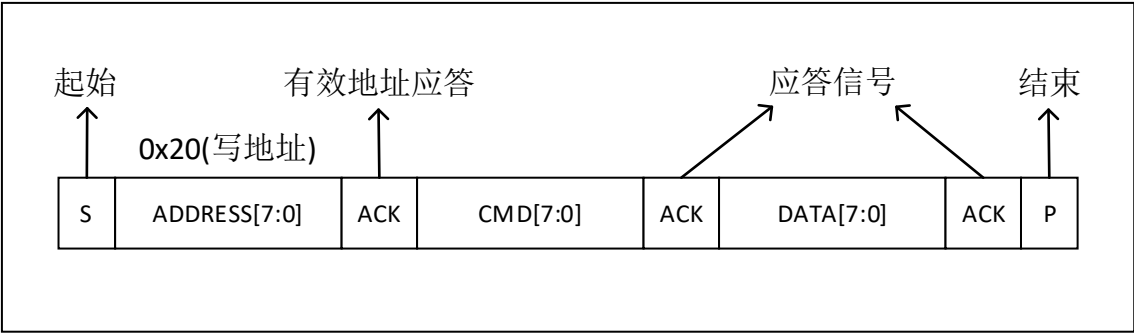
图 7. I²C 数据传输协议



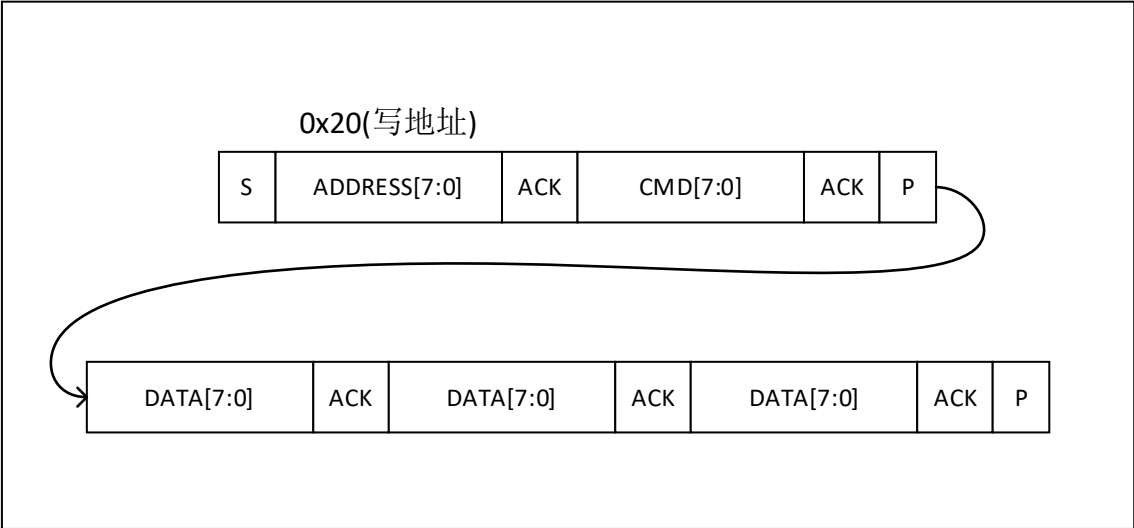
传输的数据被打包在 8 位的数据包（字节）中。在 I²C 主机写数据时，M8001 在收到 8 位数据包后会附带一个应答位（ACK）。在 I²C 主机读数据时，主机在收到 8 位数据包后附带一个应答位（ACK），如果这个 8 位数据包是最后一个数据包，则主机会附带一个非应答位（NAK）。SCL 在上升沿时通过 SDA 采样生成内部数据。外部数据必须在 SCL 为高电平期间保持稳定。SCL 保持高电平时存在两种例外情况，即 SDA 状态由高到低作为起始信号，SDA 状态由低到高作为结束信号。

M8001 的串行通信以起始条件开始，通过拉低 SDA 确认收到有效地址。读写位（地址字节的最低有效

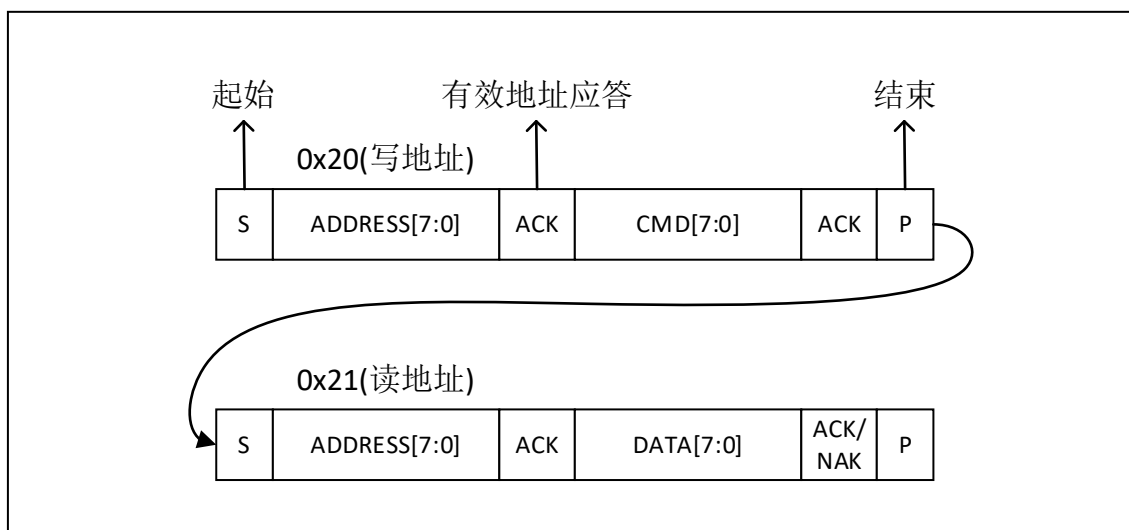
位) 状态会被保存, 然后开始解析从 SDA 采样的下一个数据字节包。
在 I²C 主机写数据时, 从机会接收到后面的 CMD 和 DATA 的信息来执行相应的操作。



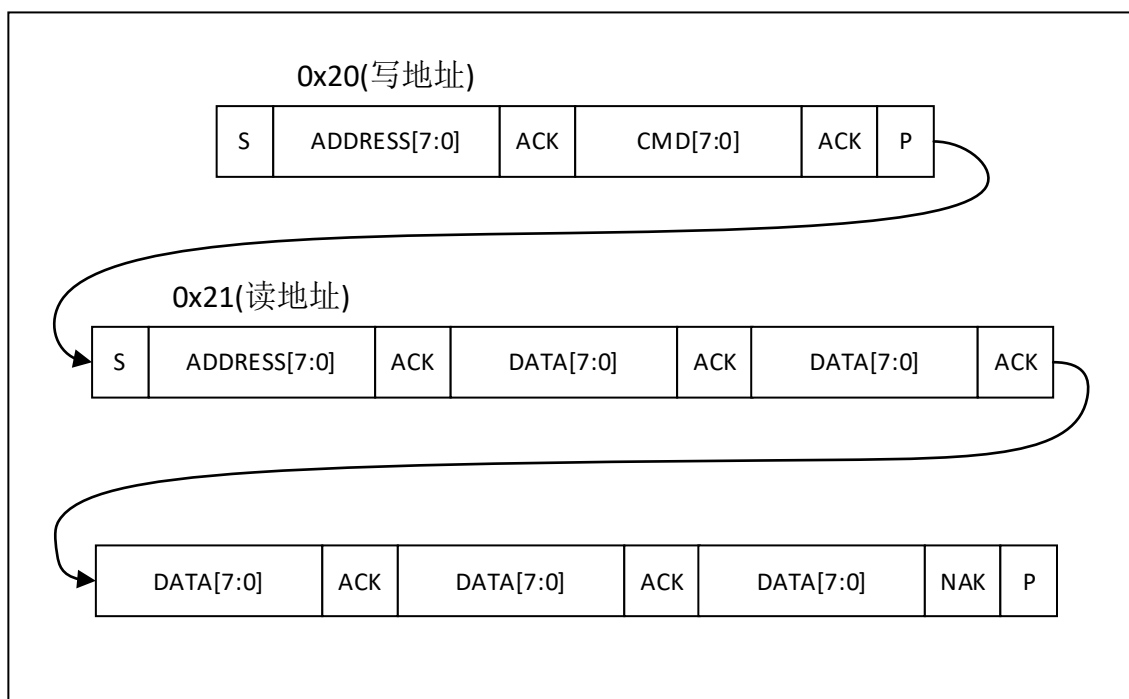
I²C 主机支持连续写数据, 其格式如下图:



I²C 主机在读数据时, 从机会接收到后面的 CMD 后执行相应操作, 并返回相应的读到的数据给 I²C 主机。



I²C 主机支持连续读数据，其格式如下图：



I²C 接口时序特性：

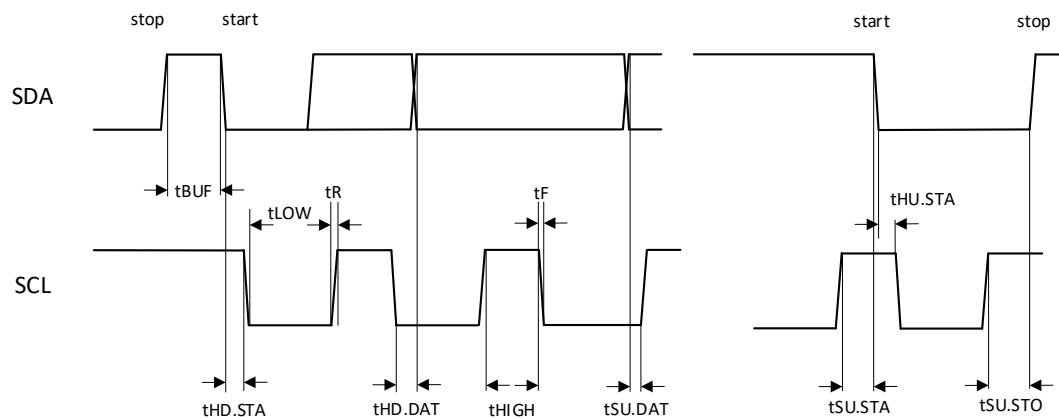


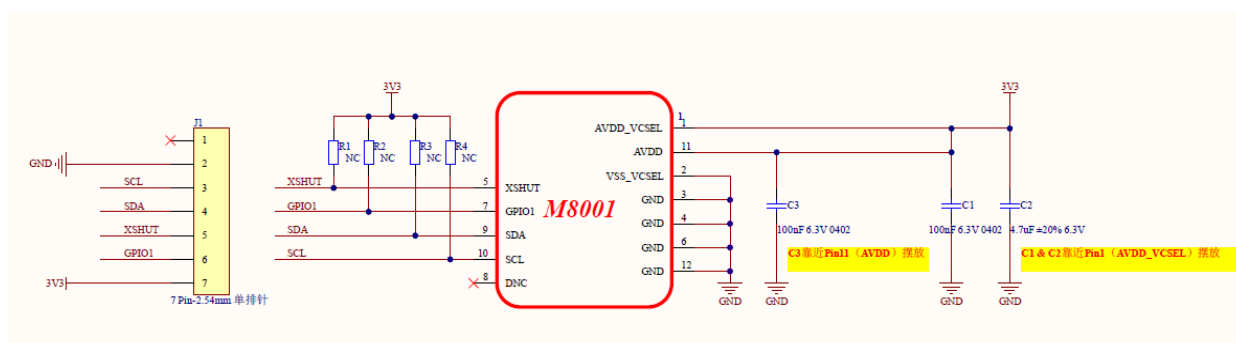
表 2. I2C 接口时序说明

Symbol	Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Unit
f^{I^2C}	Operating frequency	0		1000	KHz
t_{LOW}	Clock pulse width low	0.5		-	us
t_{HIGH}	Clock pulse width high	0.25		-	us
t_{BUF}	Bus free time between transmissions	2		-	ms
$t_{HD.STA}$	Start hold time	0.3		-	us
$t_{SU.STA}$	Start setup time	0.3		-	us
$t_{HD.DAT}$	Data in hold time	0		0.5	us
$t_{SU.DAT}$	Data in setup time	0.1			us
t_R	SCL/SDA rise time			300	ns
t_F	SCL/SDA fall time			300	ns
$t_{SU.STO}$	Stop setup time	0.5			us

7. 参考设计

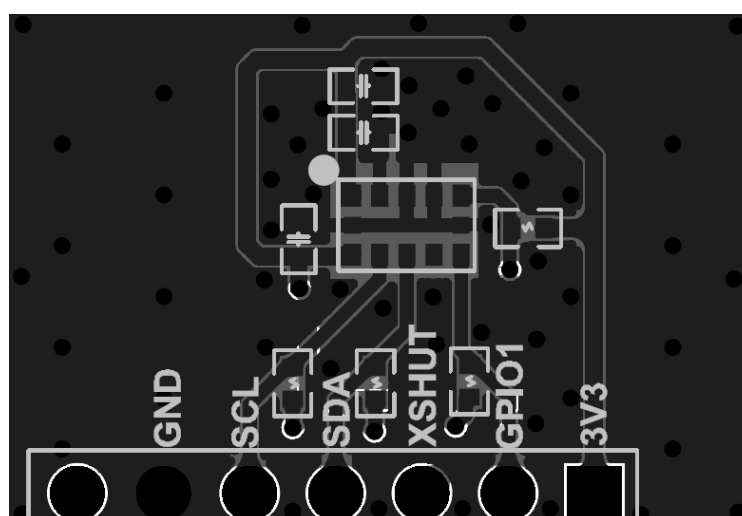
7.1 电路设计

图 8. M8001 参考原理图



7.2 参考 layout 设计

图 9. M8001 PCBA layout 参考



8.测距精准度

8.1 最小及最大测量距离

- 最小可测量距离：10mm。
- 最大室内可测量距离：3800m。

8.2 测距精准度

下表的测距准确度数是在不带玻璃盖板、覆盖全视场角的条件下测得的，积分次数 200k。

表 7. 测距精准度

Full FOV	Distance(mm)	Indoor
White Target (90%)	20~50	±15mm
	50~660	±10mm
	660~1350	±15mm
	>1350	±1%
Gray Target (50%)	20~50	±10mm
	50~660	±10mm
	660~1350	±11mm
	>1350	±1%
Dark Gray Target (10%)	20~50	±10mm
	50~660	±11mm
	660~1350	±10mm
	>1350	±1%

备注：测距误差被定义为 20 次平均测距距离值与真实距离值之间的偏差

8.3 温度补偿后的测距漂移量

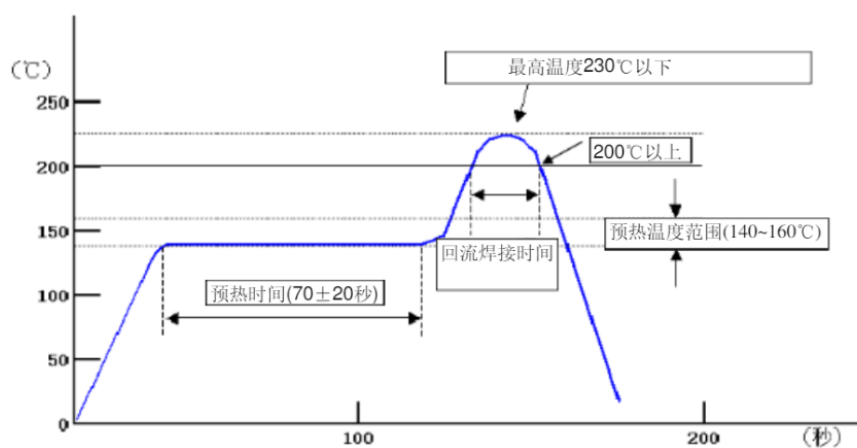
测试条件： 1. 温度范围：-20°~70° 温度对测距影响，
2. 目标物距离：400mm，

结果：M8001 距离目标物（白纸）400mm 处，从-20°~70° 温度范围测试，准确度保持在±10mm 以内.

9. 生产焊接

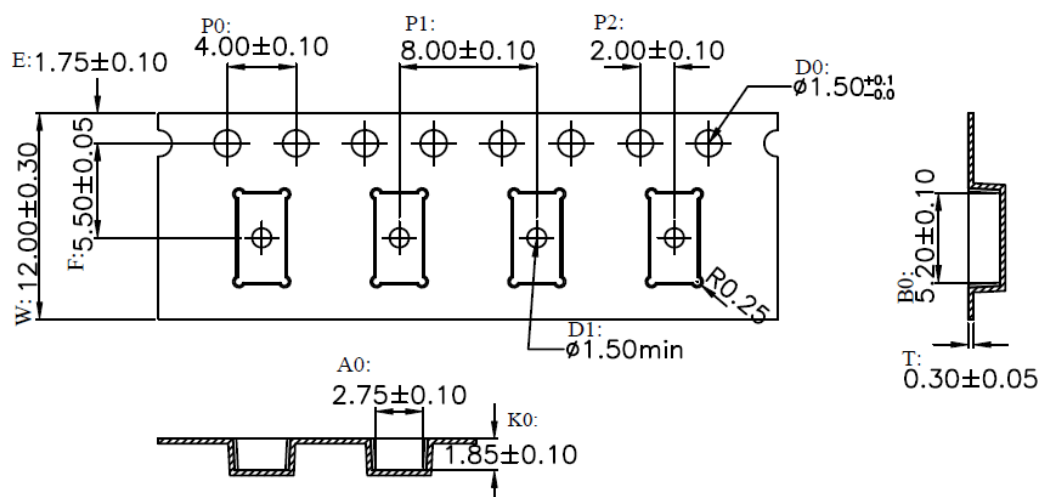
推荐的回流焊峰值温度最高不能超过 230 °C 。推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）如下：

图 9. 回流焊温度曲线



10. 卷带尺寸

图 10. 卷带尺寸信息



说明:

1. 10 sprocket hole pitch cumulative tolerance $+0.20$
2. Carrier camber is within 1 mm in 250 mm.
3. Material: Black Conductive Polystyrene Alloy
4. All dimensions meet EIA-481 requirements.
5. Thickness : 0.30 ± 0.05 mm.

11. 订购信息

订购编码	封装类型	包装	最小包装
	LGA_12, 940nm 滤光片	13 寸卷带包装	3000pcs

说明： PIN1 在右上角（载带孔在上，产品大孔在上）

12. 存储说明

产品的潮湿敏感度等级为 3 级（MSL3）

为了降低包装内的潮湿度，产品在进行干燥包装前都要经过烘烤，干燥包装采用密封的镀铝防潮袋，以防止产品在运输和储存中受环境湿度的影响。

密封防潮袋未开封存储条件需要满足：

环境温度：< 40℃ ， 相对湿度：< 90%

潮湿敏感度等级为 MSL3 的产品,从防潮袋中取出后,在以下条件下存储，使用寿命为 168 小时（自防潮袋打开时算起）

- 车间寿命：168 小时
- 环境温度：< 30℃
- 相对湿度：< 60%

若超过使用寿命或上述温度/湿度条件，在进行回流焊或干燥包装前需对产品进行重新烘烤。

烘烤标准

如果需要重新烘烤，请参照 IPC/JEDEC J-STD-033

13. 缩略语列表

表 8. 英语缩写及解释

缩写	全称	中文
SPAD	Single photon avalanche diode	单光子雪崩二极管
VCSEL	Vertical-cavity surface-emitting laser	垂直腔体激光发射器
ToF	Time of flight	飞行时间
i-ToF	Indirect time of flight	间接法飞行时间
d-ToF	Direct time of flight	直接法飞行时间

14. 修订记录

表 9. M8001 Datasheet 版本修订记录

版本号	时间	内容
0.12	2022.9.11	Datasheet 框架搭建
0.13	2024.1.19	更新测距性能, 增加结构图纸,
0.14	2024.1.31	更新应用场景描述, 更换首页中 M8001 渲染图, 修改测距准确度说明, 合并尺寸信息到封装说明里, 增加温度补偿后误差说明
0.15	2024.2.26	部分参数说明修改, 更新精准度
0.16	2024.3.7	修改表 3.2 管脚描述 增加第 6 章节 I ² C 接口定义内容 更新 8.2 章节精准度表格 添加 10 章节卷带尺寸信息 增加存储 11 章节存储说明