

ND06-AV1C 数据手册

多区ToF 传感器，测量范围0.3~4m

文档版本： V0.4

发布日期： 2023年11月22日

修订记录

版本	修改内容	版本日期
V0.1	初始版本	2023.04.19
V0.2	更新测距精度及性能部分	2023.05.04
V0.3	更新SMT前预处理的内容，测距精度、性能数据	2023.10.07
V0.4	更新性能数据、功耗、应用电路图，规范IIC数据传输格式	2023.11.22

目录

1	产 品 概 述	5
1.1	产 品 框 图	5
1.2	产 品 参 数	6
1.3	应 用 领 域	6
2	传 感 器 尺 寸 图	7
3	3D 模 型 图	8
4	引 脚 定 义	9
5	功 能 描 述	10
5.1	系统功能说明	10
5.1.1	固件状态机说明	10
5.2	典型的测距流程	11
5.2.1	等待设备启动	12
5.2.2	测距	12
5.3	上电时序	12
5.4	休眠模式	13
5.4.1	进入休眠模式	13
5.4.2	唤醒ND06-AV1C	13
6	IIC 接 口	14
6.1	IIC时 序	14
6.2	IIC接口-时序特性	15
7	性 能	17
7.1	测距的测量条件	17
7.2	最大测量距离	17
7.3	测距精度	18

7.4	测距数据方向	18
8	电气参数	19
8.1	绝对最大额定值	19
8.2	推荐工作环境	19
8.3	ESD	19
8.4	电气特性	20
8.5	功耗	20
9	应用电路	21
9.1	应用电路图	21
9.2	PCB焊盘尺寸	22
10	包装信息	23
11	生产焊接与存储条件	24
11.1	SMT 前预处理	24
11.2	生产焊接	24
11.3	存储说明	25
12	注意事项	26
13	订购信息	27

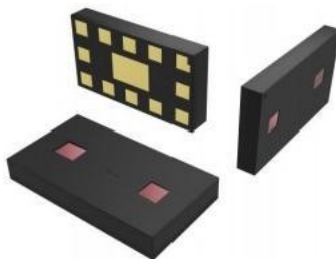
1 产品概述

ND06-AV1C是一款微型高集成度的多区ToF测距传感器，其支持16个区域(4×4)同步测距。ND06-AV1C可支持IIC接口，测距量程达4m，具有精度高、测距稳定、抗环境光干扰等特点，可用于感应式电动尾门、无人车避障等场景。ND06-AV1C 的外观图如图1-1所示。

产品主要特点：

- 4m测距量程内高精度测距
- 16个区域(4×4)同步测量，实时性强
- 高达100Klux抗环境光干扰性能，实现复杂光照环境下的精准测距
- 采用940nm VCSEL, 满足人眼安全class 1
- 支持IIC接口

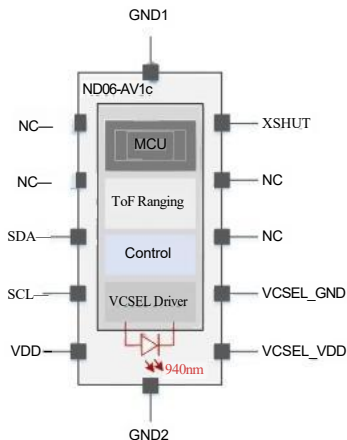
图1-1 ND06-AV1C 传感器



1.1 产品框图

ND06-AV1C 的产品功能框图如图1-2产品功能框图所示。

图1-2 产品功能框图



1.2 产品参数

ND06-AV1C 传感器的主要特性如表1-1主要特性参数所示。

表1-1主要特性参数

参数	规格
像素数	4×4
FOV	20° ×20°
帧率	10 fps
检测距离	0.3~4m
VCSEL波长	940 nm
工作电压	● VDD:3.0~3.5V • VCSEL_VDD:3.3~4.5V
工作功耗	≤560 mW(10fps, integ.1600us)
尺寸	16mm×9mm×1.66mm
引脚数量	13pin
接口	IIC
工作温度	-20℃~70℃
存储温度	40℃~85℃

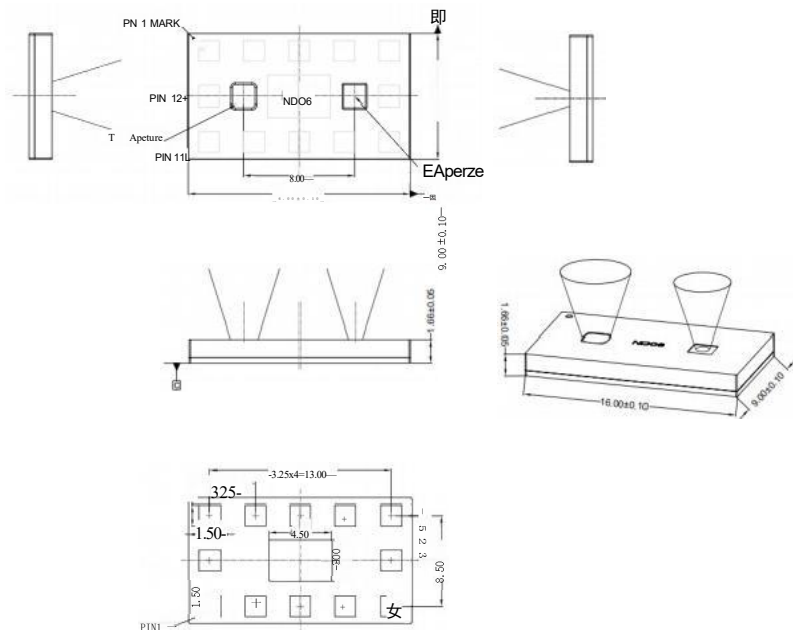
1.3 应用领域

- 智能汽车的感应式电动尾门
- 无人车避障

2 传感器尺寸图

ND06-AV1C 的传感器封装尺寸如图2-1传感器外观尺寸所示。

图2-1传感器外观尺寸



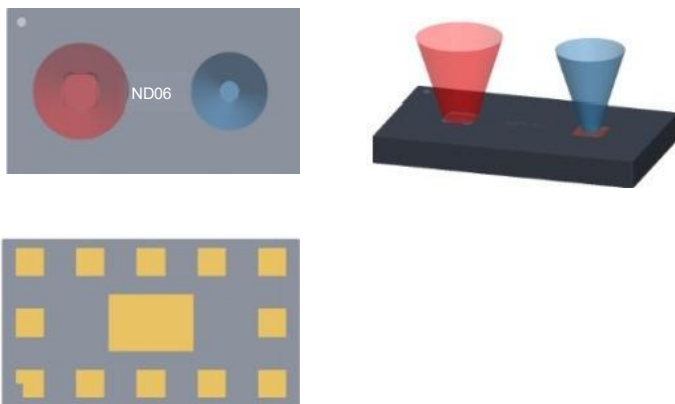
说明：

除另有说明外，图中所有尺寸单位均为mm。

3.3D 模型图

3D 模型效果如图3-13D 模型效果所示。

图3-13D 模型效果



4 引脚定义

ND06-AV1C 的引脚定义图(底视图)如图4-1所示，引脚的详细说明如表4-1所示。
图4-1引脚定义

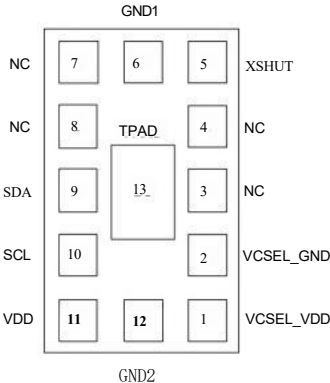


表4-1引脚列表

引脚名称	信号名称	信号类型	信号描述
1	VCSEL_VDD	VCSEL电源	电源输入 (3. 3V~4. 5V)
2	VCSEL_GND	地	接地
3	NC		此引脚悬空
4	NC	-	此引脚悬空
5	XSHUT	数字输入	硬件休眠模式的复位输入端，低电平有效
6	GND1	地	接地
7	NC		此引脚悬空
8	NC		此引脚悬空
9	SDA	数据	IIC数据线
10	SCL	时钟	IIC时钟线
11	VDD	电源	电源输入 (3. 0V~3. 5V)
12	GND2	地	接地
13	TPAD	地	Thermal pad



说明：

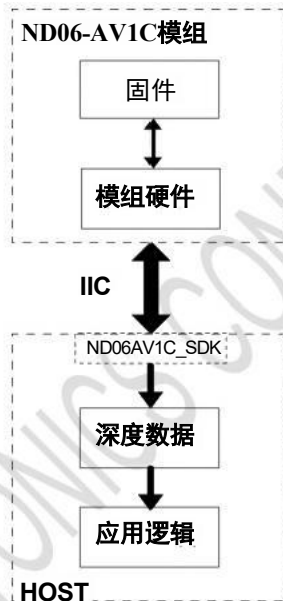
- XSHUT数字输入引脚控制传感器是否进入复位与低功耗休眠模式。传感器上电后需要将XSHUT 引脚输入电平拉高，传感器进入工作模式。
 - 低电平：传感器复位并进入低功耗休眠模式。
 - 高电平：传感器从休眠模式唤醒。

5 功能描述

5.1 系统功能说明

系统级别的功能描述如图5-1 ND06-AV1C 系统功能描述所示。用户端应用程序通过调用ND06AV1C_SDK来控制ND06-AV1C传感器设备。该 SDK 中开放了设备初始化、测距和标定等功能供用户调用。

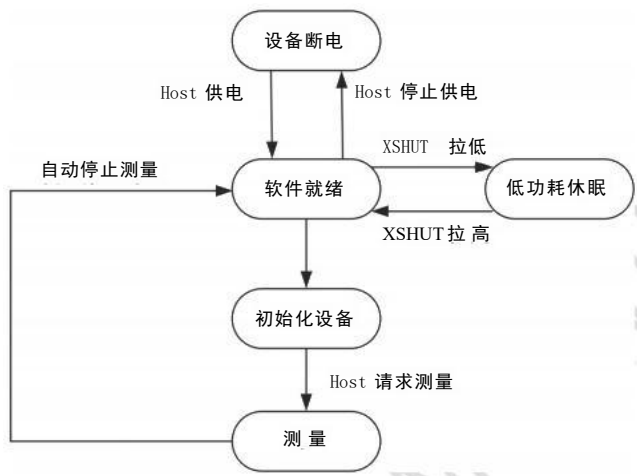
图5-1ND06-AV1C系统功能描述



5.1.1 固件状态机说明

固件状态机说明如图5-2固件状态机所示。

图5-2固件状态机

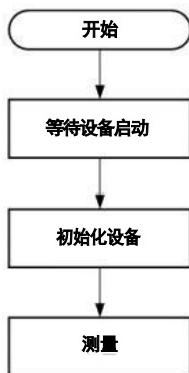


5.2 典型的测距流程

典型的完整测量流程包含以下三个阶段：

- 等待设备启动
- 初始化传感器设备
- 测量

图5-3典型测距工作流程



5.2.1 等待设备启动

此阶段是一个通过IIC检测设备是否就绪的一个阶段，若在此阶段超时返回，则有可能是以下问题导致。

- 外围电路错误。
- 焊接出问题，虚焊或者温度过高导致传感器损坏。
- IIC读写程序有问题，请抓取波形进行分析。

5.2.2 测距

此阶段是开始测距阶段，测距时，当目标物或者传感器在移动的状态下，测试到的深度数据可能出现65500或65300的无效数值，用户需要对该数值进行过滤。



说明：

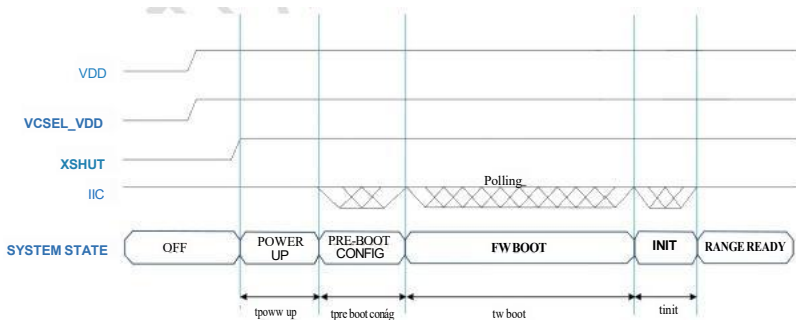
若目标物在没有过远的情况下，传感器测量深度一直保持输出异常值，则请检查焊接或者外围电路 layout 是否符合标准。

5.3 上电时序

给VDD/VCSEL_VDD供电后，需保证XSHUT引脚为拉高状态才可使IIC正常通信，随后设备工作，进入预启动配置阶段，等待固件启动后自动进入初始化阶段，初始化结束后进入就绪状态，等待接收测距指令。固件启动阶段设备通过IIC轮询(polling)，启动成功则结束轮询。

ND06-AV1C的上电时序如图5-4上电时序所示。

图5-4 上电时序





说明:

tpreboot config 为传感器预启动配置的时间。

tfw boot 为传感器固件启动的时间。

Linit 为传感器初始化的时间。

5.4 休眠模式

ND06-AV1C 具有休眠模式，休眠模式传感器不测距，可大幅度降低传感器的功耗。

5.4.1 进入休眠模式

- 硬件方式：将ND06-AV1C 的 XSHUT 引脚拉低，传感器即进入休眠模式。
- 软件方式：发送IC 命令，使传感器进入休眠模式(详情请参考ND06AV1C_SDK)。

5.4.2 唤醒 ND06-AV1C

- 若使用硬件方式进入休眠模式，唤醒操作：将XSHUT 引脚电平拉高即可。
- 若使用软件方式进入休眠模式，唤醒操作：发送IIC命令，使传感器退出休眠模式(详情请参考ND06AV1C_SDK)。

6 IIC 接口

6.1 IIC 时序

IC 总线由数据线SDA 和时钟线SCL 组成，通过器件地址识别从机，ND06-AVIC 上的 IIC总线速度为400KHz， 器件地址是0x5B。

数据传输时，主机发出起始信号，然后按由高到低顺序发送7位器件地址和1位读写控制位R/W； 当读写控制位为0表示主机对从机进行写操作，为1表示主机对从机进行读操作，然后接收从机响应，如表6-1器件地址格式所示。

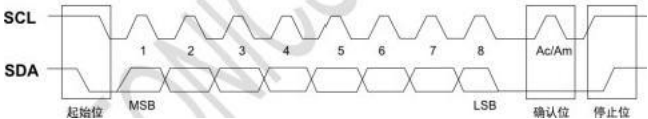
表6-1器件地址格式

1	0	1	1	0	1	1	R/W
---	---	---	---	---	---	---	-----

如图6-1数据传输协议所示，从机采用开漏结构与总线相连，SCL 和 SDA 均需接上拉电阻，所以总线空闲时，两条线路都为高电平，当任一器件输出低电平，都将使总线拉低。

- 起始位：SCL 为高电平时，将SDA 拉低，产生起始信号，从机检测到起始信号后，准备接收数据，起始信号之后到停止信号之前为数据传输状态，由双向数据线SDA 完成。
- 结束位：SCL 为高电平时，将SDA 拉高，产生结束信号，从机检测到结束信号后，停止接收数据。

图6-1数据传输协议

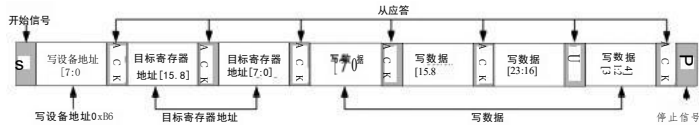


数据传输时，时钟线SCL 为低电平时，SDA 允许改变传输的数据位，在SCL 为高电平状态时，SDA 要求保持稳定，相当于一个时钟周期传输1bit数据。第8个时钟周期末，主机释放SDA 以使从机应答，在第9个时钟周期，从机将SDA 拉低以应答；如果在第9个时钟周期，SCL 为高电平时，SDA 未被检测到为低电平，视为非应答，表明此次数据传输失败。第9个时钟周期末或者当前传输结束，从机释放SDA 以使主机继续传输数据，如果主机发送停止信号，此次传输结束。

起始位开始后，发送完第一个字节(7位器件地址和一位读写控制位)并收到从机正确的应答后开始发送字地址，收到从机正确的应答后，再向该地址写入内容。

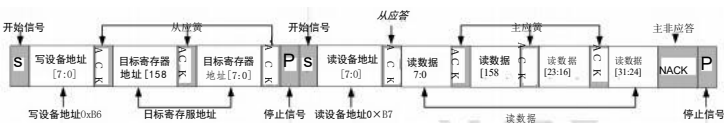
典型写数据传输格式如图6-2数据传输格式(写)所示。

图6-2数据传输格式(写)



对读时序而言，发送完器件地址(写命令)和字地址后，再次发送起始信号和器件地址(读命令)，之后再读数据，如图6-3数据传输格式(读)所示。

图6-3数据传输格式(读)



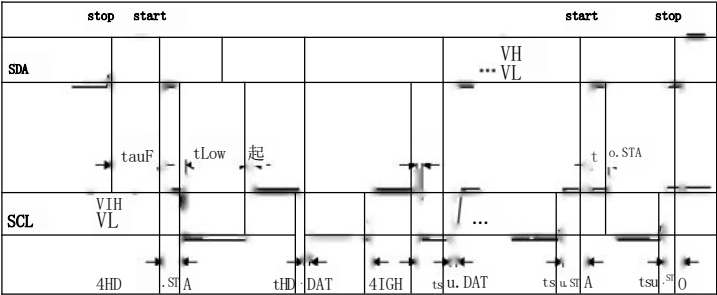
6.2 IIC 接口- 时序特性

列出所有PVT 测试下的特性。

表6-2PVT测试下的特性

缩写	含义	最小值	测量值	最大值	单位
Fic	工作频率(标准模式)	0		400	KHz
tLow	SCL低电平宽度	1.71		1.74	μs
tHIGH	SCL高电平宽度	810	-	904	ns
tsp	输入滤波器抑制的尖峰脉冲宽度		330		ns
tBUF	传输之间的总线空闲时间	2.6		29	μs
tHD. STA	起始信号保持时间	-	825	-	ns
tsu. STA	重复起始信号建立时间	0.63		2.83	μs
tHD. DAT	数据保持时间	57	-	870	ns
tsu. DAT	数据建立时间	0.82		2.1	μs
tR	SCL/SDA上升时间	216		334	ns
t=	SCL/SDA下降时间	4	-	6	ns
tsu. STO	结束信号建立时间	700	760		ns
Ci/o	输入输出电容(SDA)		5.5		pF
Cin	输入电容(SCL)	-	4.5	-	pF
CL	负载电容		125	400	pF

图6-4PVT测试下的时序特性



7 性能

7.1 测距的测量条件

- 使用的目标反射率：白色（90%）、灰色（18%）
- 使用的目标反射卡尺寸：大于1.5m×1.5m（90%），1.5m×1.6m（18%）
- 环境光：使用卤素灯模拟50Klux, 100Klux 户外光照环境，且环境光施加在目标反射卡上，非直射模组
- 额定电压：VDD=3.3V, VCSEL_VDD=3.6V
- 所有距离都是为覆盖的完整视野（FOV=20° ×20° ）
- 像素模式：4×4
- 测量不含盖板，测距值经过频率校准
- 测量精度使用2.0 sigma 原则进行统计，即测量数据有95%概率落在规格区间
- 模组测距时，不同像素模式的区域分布情况如图7-1所示

边角	边缘	边缘	边角
边缘			边缘
边缘	中心区	边缘	边缘
边角	边缘	边缘	边角

图 7-1 4x4 像素模式区域分布

7.2 最大测量距离

表7-1最大测量距离（4×4像素模式，10fps）

目标反射率	区域	室内	环境光	
			50Klux	100Klux
90%	中心区	4000 mm	3000 mm	2800 mm
	边缘区	4000 mm	3000 mm	2800 mm
	边角区	/	1	/
18%	中心区	3500 mm	2000 mm	2000 mm
	边缘区	2500 mm	2000 mm	2000 mm
	边角区	/	/	/

7.3测距精度

表7-2测量距离及精度 (4×4像素模式，10fps)

测试距离 (cm)	目标 反射率	区域	室内	环境光	
				50 Klux	100 Klux
30-50	90%	中心区、边缘区	±3cm	±3cm	±3cm
	18%	中心区、边缘区	±3.5cm	±3.5cm	±3.5cm
>50	90%	中心区、边缘区	±5%	±5%	±5%
	18%	中心区、边缘区	±6%	±6%	±6%

7.4测距数据方向

ND06-AV1C 模组的接收端 (RX) 接收目标物的深度数据，测距时目标物的方向和客户端的数据方向关系如图7-2所示。

图7-2测距数据方向



8 电气参数

8.1 绝对最大额定值

表8-1绝对最大额定值

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VDD	3.0	3.3	3.5	V
VCSEL_VDD	3.3	3.6	4.5	
SCL, SDA, XSHUT	GND-0.3		3.5	
存储温度	-40	—	85	℃
存储湿度(无冷凝)			85	%
湿气敏感性等级MSL	MSL3			



说明:

- 超出表中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。
- MSL3: 指在环境温度<30℃且相对湿度<60%的条件下，器件的最大车间寿命为168h。

8.2 推荐工作环境

ND06-AV1C 的工作条件如表8-2工作环境所示。

表8-2工作环境

参数	最小值	典型值	最大值	单位
电压(VDD)	3.0	3.3	3.5	V
电压(VCSEL_VDD)	3.3	3.6	4.5	
温度(正常工作)	-20	—	70	℃

8.3 ESD

ND06-AV1C 满足静电保护功能额定值，如表8-3静电保护功能额定值所示。

表8-3静电保护功能额定值

参数	规格	条件
人体模型(HBM)	JEDEC JS-001-2017	±2KV, 1.5KQ, 100pF
充电器件模型(CDM)	JEDEC EIA/JESD22-C101F	±500V

8.4电气特性

ND06-AV1C 的数字I/O 电气特性如表8-4数字I/O电气特性所示。

表8-4数字I/O电气特性

位置	简写	参数含义	最小值	典型值	最大值	单位
XSHUT引脚	VL	低电平输入	-	-	0.3VDD	V
	VIH	高电平输入	0.52 VDD	-	VDD	V
IIC接口 (SDA/SCL)	VIL	低电平输入		-	0.3VDD	V
	VH	高电平输入	0.52 VDD	-	VDD	V
	VoL	低电平输出 I _{out} =4mA)	-	-	0.14	V
	IL/IH	漏电流 (VDD=0)	-		1	μA
		漏电流 (VDD=3.3V)	-	-	-	μA

8.5功耗

ND06-AV1C传感器功耗如表8-5传感器功耗所示。

表8-5传感器功耗

参数	最小值	典型值	最大值	单位
有效测距平均功耗(含VCSEL, 10fps, integ. 1600 μs)		-	560	mW
最大瞬时电流	-		0.65	A



说明：

工作环境为室温25℃, VDD=3.3V,VCSEL_VDD=3.6V。

传感器典型应用电路中的主要元器件的相关信息如表9-1电路主要元器件所示。

表9-1电路主要元器件

元器件名称	数量	位号	参数	误差
贴片电容	1	C1	22 μ F	$\pm 20\%$
贴片电容	2	C2、C3	0.1 μ F	$\pm 20\%$
贴片电阻	1	R1	10K	$\pm 5\%$
贴片电阻	2	R2、R3	1.5K~2K	$\pm 5\%$



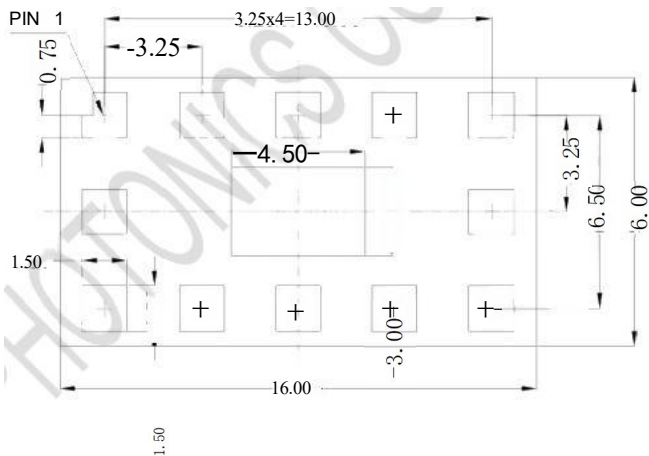
说明:

如果用户的设备寄生电容比较大,可以适当减小IIC的上拉电阻,降低IIC波形的爬坡时间。

9.2 PCB焊盘尺寸

ND06-AV1C 的 PCB 焊盘尺寸如图9-2焊盘尺寸所示。

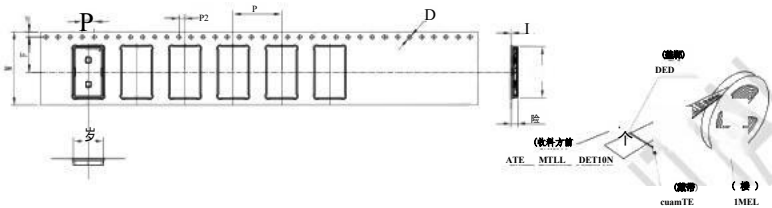
图9-2焊盘尺寸



10包装信息

ND06-AV1C的包装信息如图10-1所示。

图10-1 包装信息



TEV	V	A0	B0	K0	E	F	P	P0	P2	D	T
DIW	24.00±0.31	9.40±0.1	1.40±0.1	2.25±0.1	1.75±0.1	11.50±0.1	16.00±0.1	4.00±0.1	2.00±0.1	91.5±0.1	0.35±0.05

技术要求

- 每10个型腔间距的累积公差为±0.2mm。
- 载带弯曲每100mm不超过1mm。
- A0, B0 测量是以型腔上表面为基准，其公差为±0.3mm。
- B0 值测量是以型腔内底部为基准至载带上表面测量值。
- 所有尺寸符合EIA-481-3 标准。
- 每盘13寸载带产品数量为1000PCS。
- 未注明尺寸公差为±0.2mm。
- 每13寸整盘带长度32.6M。
- 材料：黑色。

11 生产焊接与存储条件

11.1 SMT前预处理



注意：

本器件为精密光学器件，对湿气非常敏感。进行SMT 贴装前，ND06-AV1C 模组必须进行预烘烤除湿处理，预烘烤参数推荐为 $80\pm 10^{\circ}\text{C}$ 4H-8H。若未除湿直接SMT贴装，有造成良率损失风险。

11.2 生产焊接



注意：

如果由于其他原因，使用不同于推荐的参数(峰值温度 $>240^{\circ}\text{C}$)，需要做相应的风险评估。在任何情况下，回流焊温度需不超过表11-1推荐的炉温测试控制要求所示中的最大值。推荐的回流焊峰值温度为 $240^{\circ}\text{C}\sim 245^{\circ}\text{C}$ ，最高不能超过 245°C 。

ND06-AV1C 传感器的回流焊参数的取值范围和推荐值(无铅锡膏)如图11-1 ND06-AV1C 无铅锡膏推荐回流曲线所示，需根据所用的PCB、锡膏和材料来调整回流曲线，推荐的回流焊峰值温度为 $240^{\circ}\text{C}\sim 245^{\circ}\text{C}$ ，最高不能超过 245°C 。

图11-1 ND06-AV1C 无铅锡膏推荐回流曲线

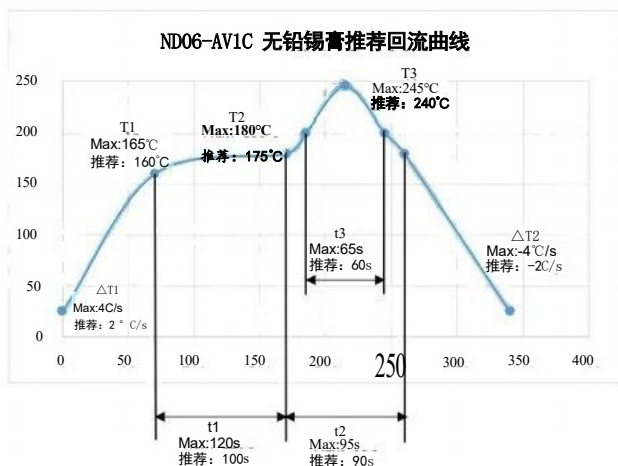


表11-1推荐的炉温测试控制要求

参数	推荐值	最大值	单位
加热区最高温 (T1)	160	165	℃
加热区加热速率 ($\Delta T1$)	2	4	℃/s
恒温区最高温 (T2)	175	180	℃
恒温区时间 (t1)	100	120	s
回流区最高温 (T3)	240	245	℃
回流区时间 (t2)	90	95	s
温度>200℃ 保持时间 (t3)	60	65	s
降温速率 ($\Delta T2$)	-2	4	℃/s

11.3 存储说明

ND06-AV1C的存储温度范围为-40℃~85℃, 潮湿敏感度等级为3 (MSL3)。

12 注意事项

- 电源 VCSEL_VDD 需要外挂一个大于22uF 和一个0.1uF 电容并尽量靠近引脚 PIN1, VDD 的滤波电容应尽可能地靠近引脚PIN11, 其电容地回路尽量短, 确保地环路小。
- XSHUT 引脚需接入HOST 端, 如果HOST 端引脚状态不确定, 需接阻值为10KQ 的上拉电阻。XSHUT 上拉所接的电源建议与模组电源一致。
- VCSEL_VDD 额定电流要求大于2A, 输出纹波小于100mV。VDD 额定电流要求大于100mA, 输出纹波小于30mV, 推荐使用LDO, 纹波抑制比大于50dB, 额定输出电压容差小于2%的LDO, 非品牌LDO 建议选择额定输出电压容差小于1.5% (注: 推荐RT9193-33GB、TPS70933DBVR), 并将LDO 的使能接入到HOST, 能获得更好的近距离精度数据并且更好地保护ND06-AVIC。
- VDD 未上电时, 与主控连接的所有IO 应处于浮空或接地状态, 防止从IO 漏电到ND06-AVIC 的VDD 上。
- IO 如有外部电阻上拉到VDD, 该VDD 应跟ND06-AVIC 的VDD 是同一个网络。
- PCB 设计需采用大面积接地铜箔, 并添加6-10个散热过孔, 通过PCB 板将热量传导出去。
- 本器件为精密光学器件, 对湿气非常敏感。进行SMT 贴装前, ND06 模组必须进行预烘烤除湿处理, 预烘烤参数推荐为 $80 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 4H-8H。若未除湿直接SMT 贴装, 有造成良率损失风险。
- 如果由于其他原因, 使用不同于推荐的参数 (峰值温度 $>240^{\circ}\text{C}$), 需要做相应的风险评估。在任何情况下, 回流焊温度需不超过表11-1推荐的炉温测试控制要求所示中的最大值。推荐的回流焊峰值温度为 240°C 。

13 订购信息

ND06-AV1C 出货信息如表13-1订购信息所示。

表13-1订购信息

订购编码	封装类型	包装	最小包装
ND06-AV1CL23	OLGA	卷带	1k