

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 概述

MAX44000集成了宽动态范围环境光传感器和一个红外接近检测传感器，是便携式触摸屏控制产品的理想方案。

在环境光检测+接近检测应用中，IC仅消耗11 $\mu$ A（时间平均）电流(包括外部IR LED电流)。

片上环境光传感器能够测量0.03 lux至65,535 lux较宽的动态范围；内部IR接近检测传感器与集成IR LED驱动器配合工作。通过I<sup>2</sup>C总线读取所有数据，可编程中断减轻器件数据轮询的工作负荷，节省微控制器资源并减少系统软件开销，最终降低系统功耗。

IC设计用于驱动外部IR LED，工作在1.7V至3.6V V<sub>DD</sub>供电电源。只有环境光传感器工作时，器件消耗5 $\mu$ A电流，使能接近检测接收器和驱动器后，器件仅消耗7 $\mu$ A电流。

### 应用

智能电话

配件

工业传感器

在线检测

### 特性

- ◆ 小尺寸、2mm x 2mm x 0.6mm UTDFN–Opto封装
- ◆ V<sub>DD</sub> = 1.7V至3.6V
- ◆ 低功耗
  - 环境光检测模式下，电流损耗5 $\mu$ A
  - 环境光检测+接近检测模式下，电流损耗7 $\mu$ A
  - 环境光检测+接近检测模式下，电流损耗70 $\mu$ A (包括100mA LED电流)
- ◆ 出色的光源匹配特性
  - 可编程绿光和红外通道增益
- ◆ 集成单脉冲IR LED驱动器
  - 10mA至110mA可编程范围
  - 内部环境光抵消
- ◆ -40°C至+105°C温度范围

### 订购信息

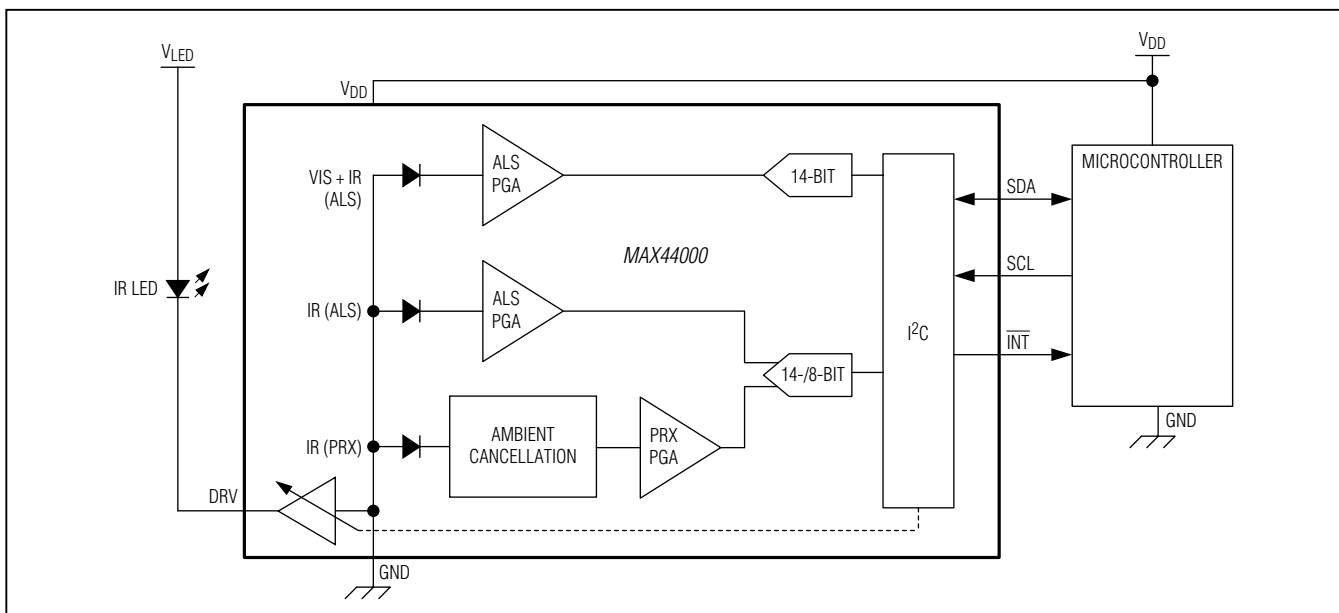
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX44000GDT+	-40°C to +105°C	6 OTDFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

\*EP = 裸焊盘。

典型应用电路在数据资料的最后给出。

### 简化框图



本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：[china.maximintegrated.com](http://china.maximintegrated.com)。

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

All Pins to GND .....-0.3V to +4.0V  
 Output Short-Circuit Current Duration.....Continuous  
 Continuous Input Current into Any Terminal..... ±20mA

Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +70°C)  
 6-Pin OTDFN (derate 11.9mW/°C above +70°C) ..... 953mW  
 Operating Temperature Range ..... -40°C to +105°C  
 Soldering Temperature (reflow) ..... +260°C

*Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.*

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>DD</sub> = 1.8V, T<sub>MIN</sub> – T<sub>MAX</sub> = -40°C to +105°C, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>AMBIENT LIGHT RECEIVER CHARACTERISTICS</b>						
Maximum Ambient Light Sensitivity		Fluorescent light (Note 2)		0.03		Lux/LSB
Ambient Light Saturation Level				65,535		Lux
Gain Error		Green LED 538nm response, T <sub>A</sub> = +25°C (Note 2)			15	%
Light Source Matching		Fluorescent/incandescent light		10		%
Infrared Transmittance		850nm vs. 538nm, T <sub>A</sub> = +25°C		0.5		%
Ultraviolet Transmittance		363nm vs. 538nm, T <sub>A</sub> = +25°C		2		%
Dark Current Level		100ms conversion time, 0 lux, T <sub>A</sub> = +25°C		0		Count
ADC Conversion Time		14-bit resolution, has 50Hz/60Hz rejection		100		ms
		12-bit resolution		25		
		10-bit resolution		6.25		
		8-bit resolution		1.56		
ADC Conversion Time Accuracy		T <sub>A</sub> = -40°C to +105°C			6	%
		T <sub>A</sub> = +25°C			0.7	
<b>INFRARED PROXIMITY RECEIVER CHARACTERISTICS</b>						
Maximum Proximity Detection Sensitivity		850nm IR LED, 60μW/cm <sup>2</sup>		1.5		μW/cm <sup>2</sup> /LSB
Sunlight Rejection Offset		No reflector 0 to 100k lux		0		Counts
Sunlight Rejection Gain Error		With reflector 0 to 100k lux		0.1		Counts/klux

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)**(V<sub>DD</sub> = 1.8V, T<sub>MIN</sub> – T<sub>MAX</sub> = -40°C to +105°C, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>IR LED TRANSMITTER</b>						
Minimum IR LED Drive Current Sink				10		mA
Maximum IR LED Drive Current Sink				110		mA
Current Control Step				10		mA
Current Control Accuracy		I <sub>OUT</sub> = 110mA, V <sub>DRV</sub> = 1.5V			12	%
		I <sub>OUT</sub> = 50mA, V <sub>DRV</sub> = 1.5V			10	
		I <sub>OUT</sub> = 10mA, V <sub>DRV</sub> = 1.5V			12	
DRV Leakage Current		I <sub>OUT</sub> = 0mA, V <sub>DRV</sub> = 3.6V			0.1	μA
Voltage Compliance of DRV Pin		I <sub>DRV</sub> = 110mA, ΔI <sub>OUT</sub> = 10%; V <sub>DRV</sub> = 3.6V			0.5	V
		I <sub>DRV</sub> = 100mA, ΔI <sub>OUT</sub> = 2%; V <sub>DRV</sub> = 3.6V			0.6	
Internal Transmit Pulse Width				100		μs
<b>POWER SUPPLY</b>						
Power-Supply Voltage	V <sub>DD</sub>		1.7		3.6	V
Quiescent Current (Ambient Mode)	I <sub>s</sub>			5	10	μA
Software Shutdown Current	I <sub>SHDN</sub>	T <sub>A</sub> = +25°C		0.1	0.3	μA
		T <sub>A</sub> = -40°C to +105°C			0.6	
Quiescent Current Proximity		During IR LED pulsed operation		375	600	μA
Quiescent Current (ALS + Proximity, Time Average)		With proximity and ALS sensing on		6.8		μA
Power-Up Time	t <sub>ON</sub>			100		ms
<b>DIGITAL CHARACTERISTICS (SDA, SCL, INT)</b>						
Output Low Voltage (SDA, INT)	V <sub>OL</sub>	I <sub>SINK</sub> = 6mA		0.06	0.4	V
INT Leakage Current				0.01	1000	nA
SDA, SCL Input Current				0.01	1000	nA
I <sup>2</sup> C Input Low Voltage	V <sub>IL_I2C</sub>	SDA, SCL			0.4	V
I <sup>2</sup> C Input High Voltage	V <sub>IH_I2C</sub>	SDA, SCL	1.6			V
Input Capacitance				3		pF

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V<sub>DD</sub> = 1.8V, T<sub>MIN</sub> – T<sub>MAX</sub> = -40°C to +105°C, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

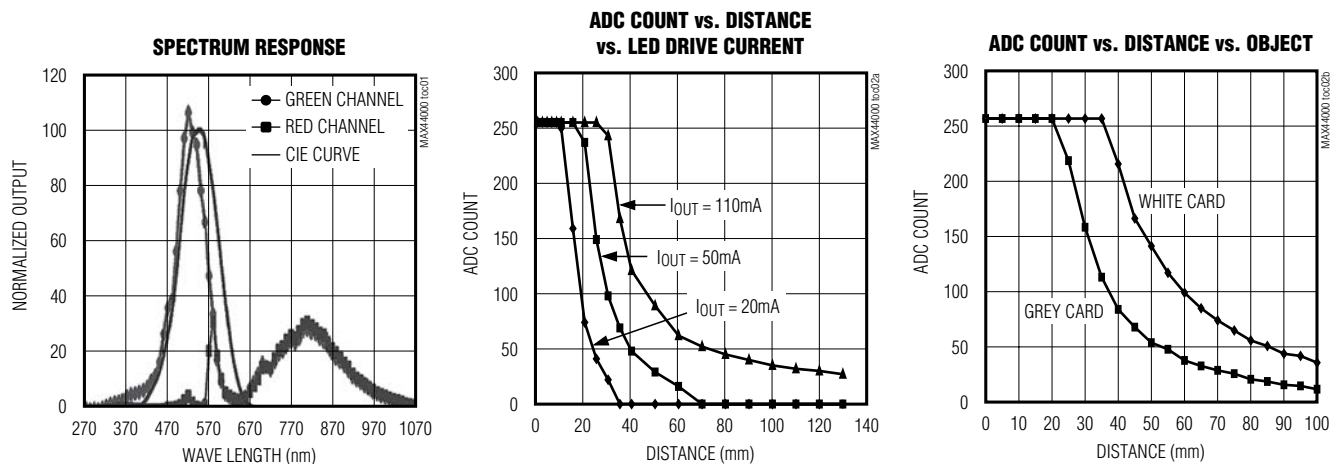
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>I<sup>2</sup>C TIMING CHARACTERISTICS</b>						
Serial-Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>				400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START	t <sub>BUF</sub>		1.3			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t <sub>HD,STA</sub>		0.6			μs
Low Period of the SCL Clock	t <sub>LOW</sub>		1.3			μs
High Period of the SCL Clock	t <sub>HIGH</sub>		0.6			μs
Setup Time for a REPEATED START	t <sub>SU,STA</sub>		0.6			μs
Data Hold Time	t <sub>HD,DAT</sub>		0		0.9	μs
Data Setup Time	t <sub>SU,DAT</sub>		100			ns
SDA Transmitting Fall Time	t <sub>F</sub>	I <sub>SINK</sub> ≤ 6mA, t <sub>R</sub> and t <sub>F</sub> between 0.3 × V <sub>DD</sub> and 0.7 × V <sub>DD</sub>		100		ns
Setup Time for STOP Condition	t <sub>SU,STO</sub>		0.6			μs
Pulse Width of Suppressed Spike	t <sub>SP</sub>		0		50	ns

**Note 1:** All devices are 100% production tested at T<sub>A</sub> = +25°C. Temperature limits are guaranteed by design.

**Note 2:** Guaranteed by design. Green 538nm LED chosen for production so that the IC responds to 100 lux fluorescent light with 100 lux.

### 典型工作特性

(V<sub>DD</sub> = 1.8V, T<sub>MIN</sub> – T<sub>MAX</sub> = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. All devices are 100% production tested at T<sub>A</sub> = +25°C. Temperature limits are guaranteed by design.)

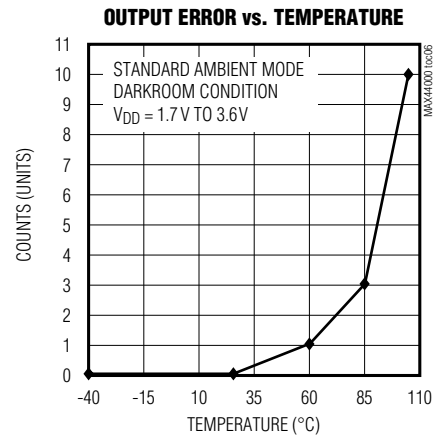
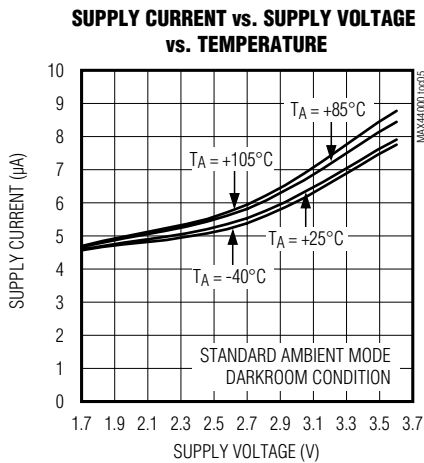
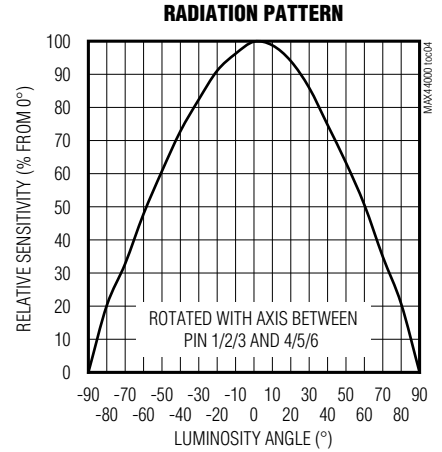
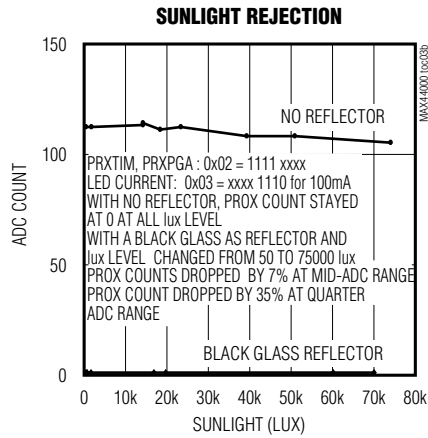
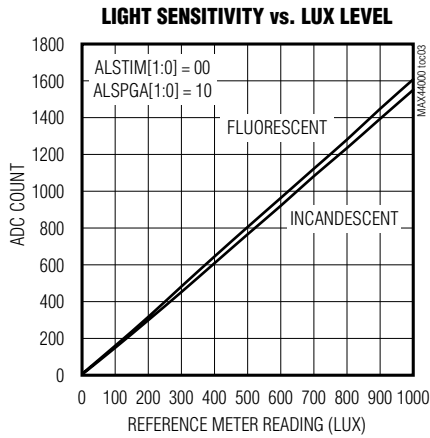


# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 典型工作特性(续)

(VDD = 1.8V, TMIN - TMAX = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. All devices are 100% production tested at TA = +25°C. Temperature limits are guaranteed by design.)

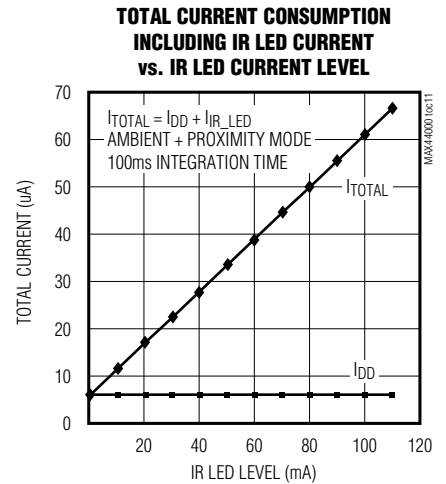
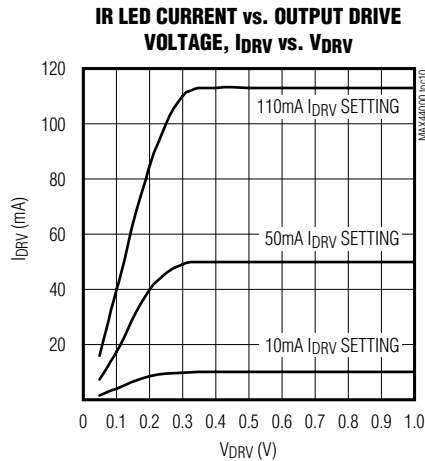
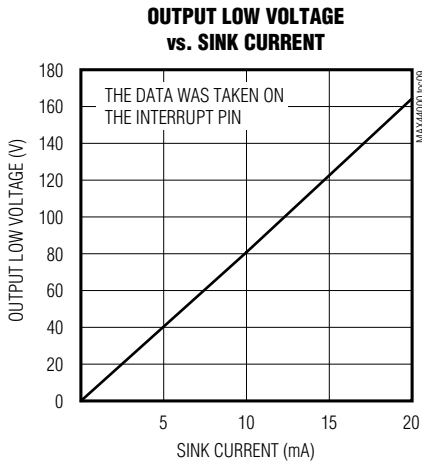
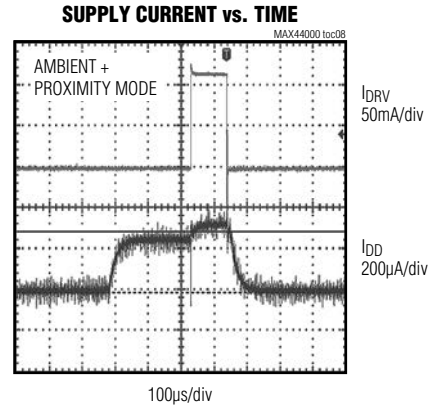
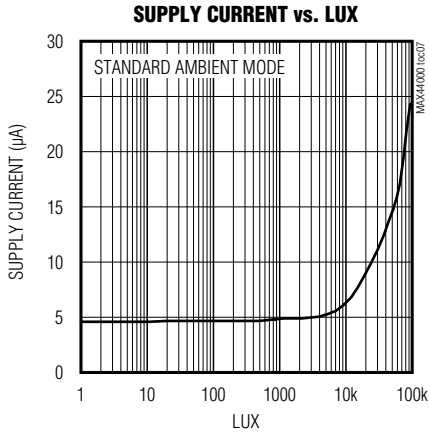


# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

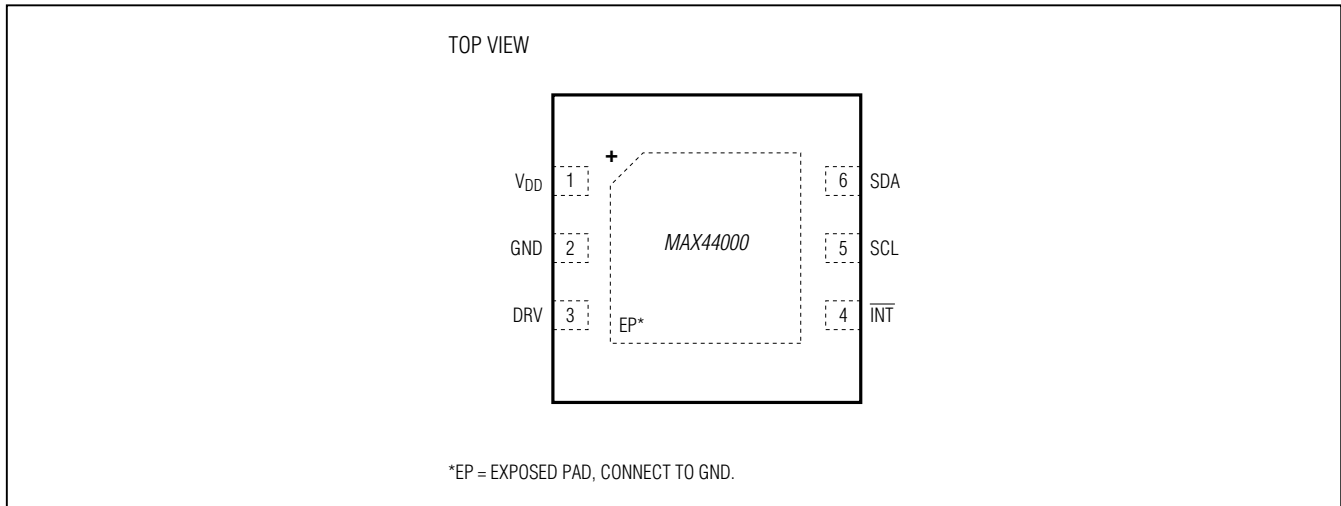
### 典型工作特性(续)

(VDD = 1.8V, TMIN - TMAX = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. All devices are 100% production tested at TA = +25°C. Temperature limits are guaranteed by design.)



## 环境光传感器和红外接近检测传感器

## 引脚配置



## 引脚说明

引脚	名称	功能
1	VDD	电源。
2	GND	地。
3	DRV	红外LED电流驱动器。
4	INT	中断，低电平有效输出。
5	SCL	I <sup>2</sup> C时钟。
6	SDA	I <sup>2</sup> C数据。
EP	—	裸焊盘，EP内部连接至GND。必须在外部将EP连接至GND。

## 详细说明

MAX44000集宽动态范围环境光传感器和红外接近检测传感器于一体，管芯置于透光封装(UTDFN-Opto)内。IC内的光敏二极管阵列将光强转换为电流信号，由低功耗电路处理数字转换。处理后的数据储存在输出寄存器，可通过I<sup>2</sup>C接口读取。

IC包括三种类型的光敏二极管：一种绿光光敏二极管和两种类型的红外光敏二极管。各自配置相应的增益后，从绿光ALS光敏二极管信号中减去红外ALS光敏二极管信号，实现环境光检测(ALS)。经过优化的红外接近检测光敏二

极管对近红外信号具有更好的灵敏度，特别是在850nm，非常适合接近检测应用。

ALS模式下，ALS光敏二极管连接到两个ADC。用户可选择查看绿光ALS信号或红外ALS信号，或者绿光和红外ALS光敏二极管信号之差。

接近检测模式下，红外接近检测光敏二极管连接到接近检测接收器，然后连接到8位ADC。

IC模拟设计具有三项关键特性：低功耗设计、单脉冲接近检测和中断引脚。

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

IC通过1.7V至3.6V的V<sub>DD</sub>电压供电，ALS模式下，电流损耗仅为5 $\mu$ A；接近检测模式下，时间平均耗流仅为7 $\mu$ A。片上IR接近检测器的直流环境光抑制电路与集成IR LED发射脉冲同步，以改善对外部IR源波动的抑制能力。与其它方法相比，该方案还降低了IR LED的功耗，消除使用850nm IR LED时的红光问题；功耗降至11 $\mu$ A（时间平均），包括外部IR LED的耗流。片上可编程中断功能无需连续查询器件数据，大大节省功耗。

### 环境光检测

环境光检测传感器设计为与人眼相同的方式检测亮度。为达到这一目的，光传感器的光谱灵敏度需要具有与人眼相同的适光曲线(图1)。任何偏离人眼适光曲线的误差都会造成环境光传感器很大的亮度误差。然而，以小尺寸、高性价比设计复现理想的适光曲线存在许多实际困难，因为IC需要采用两种具有不同光谱灵敏度的光敏二极管(绿光和红外)——对每个传感器信号进行放大，在内部按照适当增益

系数调整后相减，从而使大多数极端光源(荧光灯和白炽灯)的测量与商用照度仪的测试结果一致。

适光曲线代表人眼对不同波长响应的典型灵敏度，从图1和图2中可看出，其峰值灵敏度处于555nm(绿光)。人眼对红外(> 700nm)和紫外(< 400nm)辐射不敏感。

光源的变化可能超出可见光谱范围。例如，具有相同可见光亮度(lux)的荧光灯和白炽灯，其IR辐射(人眼看不到)成分相差非常大。由于这种IR辐射会由半导体光敏二极管拾取，光谱的不同直接导致光传感器检测到的亮度有所差异。例如，IR成分较强的光源(白炽灯或太阳光)，对周围环境的光照强度要比人眼感觉到的亮很多。其它光源，例如荧光灯和LED照明系统，IR成分则很小。IC采用片上补偿技术，将这些影响降至最小，在不同照明条件下保持高精度lux(勒克斯)响应。

片上用户可编程绿光通道和红外通道的增益微调寄存器，根据具体应用调整光传感器响应，例如光传感器置于黑色或彩色玻璃下时。

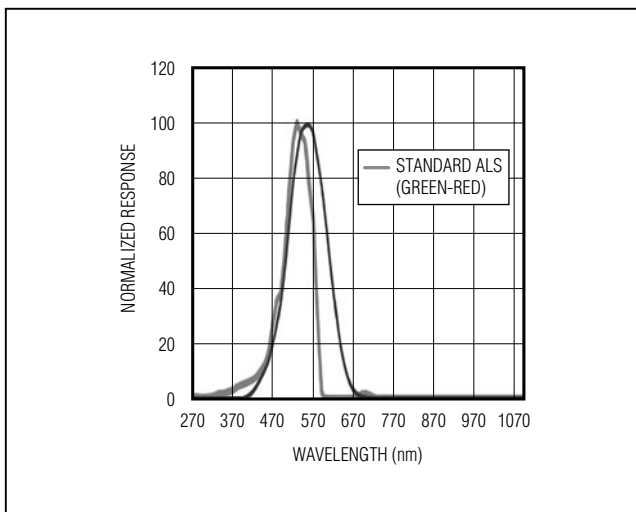


图1. 光谱响应与理想适光曲线的比较

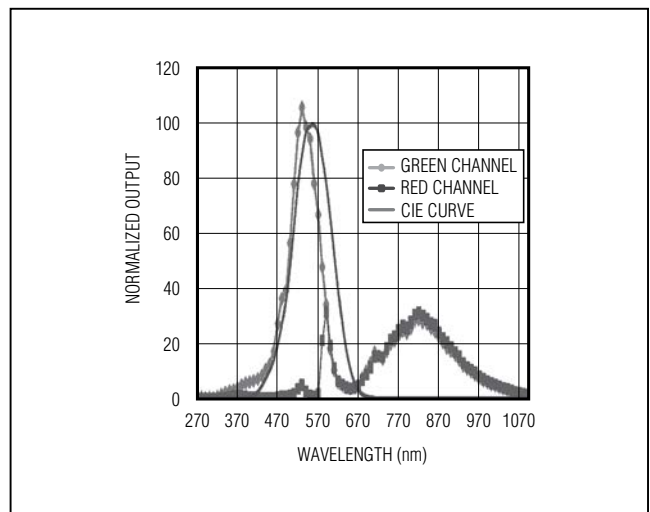


图2. MAX44000绿光通道和红外通道在相同增益下的典型响应特性



## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 接近检测光传感器

接近检测采用外部脉冲式红外LED光源发射器，发射总量受控的红外光。外部物体将部分红外辐射反射回IC时，内部光检测器接收并进行检测。然后利用检测到的反射光强度确定物体靠近传感器的距离。

根据纹理和颜色的不同，距离传感器相同位置的不同物体所反射的红外光强度不同，这一点非常关键。

IC内部集成了环境光抵消电路，该电路位于红外接近检测传感器的接收通路。这种架构确保器件能够工作在直流红外辐射较强的环境下。由于采用单脉冲技术为外部红外

LED提供脉冲驱动，芯片不受外部固定频率红外辐射的影响，例如遥控器、电子镇流器等，因此，红外接近检测传感器工作更可靠。

### LED驱动器

IC具有LED驱动器，在输出提供脉冲电流。脉冲幅值可通过I<sup>2</sup>C接口设置为0至110mA，步长10mA。DRV引脚的低压兼容性允许红外LED由较低电压供电，可低至1.8V电压。较高的电流驱动精度消除了器件之间的偏差，从而提高监测性能。

### 寄存器说明

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
<b>STATUS</b>											
Interrupt Status						PWRON	PRXINTS	ALSINTS	0x00	0x04	R
<b>CONFIGURATION</b>											
Main Configuration			TRIM	MODE[2:0]		PRXINTE	ALSINTE		0x01	0x24	R/W
Receive Configuration	1	1	1	1	ALSTIM[1:0]		ALSPGA[1:0]		0x02	0x00	R/W
Transmit Configuration					DRV[3:0]				0x03	0x00	R/W
<b>ADC DATA</b>											
ADC High Byte (ALS)		OFL	ALSDATA[13:8]						0x04	0x00	R
ADC Low Byte (ALS)	ALSDATA[7:0]							0x05	0x00	R	
ADC Byte (PROX)	PRXDATA[7:0]							0x16	0x00	R	
<b>THRESHOLD SET</b>											
ALS Upper Threshold (High Byte)			UPTHR[13:8]						0x06	0x00	R/W
ALS Upper Threshold (Low Byte)	UPTHR[7:0]							0x07	0x00	R/W	
ALS Lower Threshold (High Byte)			LOTHR[13:8]						0x08	0x00	R/W
ALS Lower Threshold (Low Byte)	LOTHR[7:0]							0x09	0x00	R/W	

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 寄存器说明(续)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
Threshold Persist Timer					PRXPST[1:0]		ALSPST[1:0]		0x0A	0x00	R/W
PROX Threshold Indicator		ABOVE							0x0B	0x00	R/W
PROX Threshold	PRXTHR[7:0]								0x0C	0x00	R/W
Digital Gain Trim of Green Channel	TRIM_GAIN_GREEN[6:0]							TRIM_GREEN_IR[0]	0x0F	0x80	R/W
Digital Gain Trim of Infrared Channel	TRIM_GAIN_IR[8:1]								0x10	0x80	R/W

下面给出每个寄存器位的定义，寄存器位的默认上电状态以粗体突出显示。

### 中断状态寄存器(0x00)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
Interrupt Status						PWRON	PRXINTS	ALSINTS	0x00	0x04	R

中断状态寄存器0x00中的PWRON位，如果置位，表示已经发生上电复位(POR)条件，任何用户设置门限不再有效。中断状态寄存器0x00中的ALSINTS位表示已经发生环境光中断条件。中断状态寄存器0x00中的PRXINTS位表示已经触发接近检测接收通道的中断条件。如果其中任意位置1，则 $\overline{\text{INT}}$ 引脚拉低。注：在Rev-1版本器件中，即使PWRON位置1，也不会拉低 $\overline{\text{INT}}$ 引脚。

读取中断状态寄存器将清除PWRON、ALSINTS和PRXINTS位(若已置位)，并解除 $\overline{\text{INT}}$ 的中断状态。 $\overline{\text{INT}}$ 由片外上拉电阻拉高。如果主配置寄存器0x01中的相应中断使能位置0，ALSINTS和PRXINTS位被禁用并置0。

### 环境中断状态(ALSINTS)

BIT 0	OPERATION
0	No interrupt trigger event has occurred.
1	The ambient light intensity has traversed outside the designated window limits defined by Threshold registers for greater than persist timer count ALSPST[1:0], or an overflow condition in the ambient light readings has occurred. This bit also causes the $\overline{\text{INT}}$ pin to be pulled low. Once set, the only way to clear this bit is to read this register or to set the ALSINTE bit in register 0x01 to 0.

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 接近检测中断状态(PRXINTS)

BIT 1	OPERATION
0	No interrupt trigger event has occurred.
1	The IR proximity receive intensity has exceeded the threshold limit for greater than persist timer count PRXPST[1:0]. This bit also causes the $\overline{\text{INT}}$ pin to be pulled low. Once set, the only way to clear this bit is to read this register or to set PRXINTE bit to 0.

### 上电复位状态(PWRON)

BIT 2	OPERATION
0	No interrupt trigger event has occurred.
1	The part went through a power-up event, either because the part was turned on or because there was a power-supply voltage glitch. All interrupt threshold settings in the registers have been reset to a default state and should be examined. A 1 on this bit also causes the $\overline{\text{INT}}$ pin to be pulled low. <b>Note:</b> $\overline{\text{INT}}$ is not pulled low on Rev-1 of the IC. Once this bit is set, the only way to clear this bit is to read this register.

### 主配置寄存器(0x01)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
Main Configuration			TRIM	MODE[2:0]			PRXINTE	ALSINTE	0x01	0x24	R/W

该寄存器用于设置IC的工作模式(ALS和/或接近检测)和使能器件的中断工作。

### TRIM

BIT 5	OPERATION
0	Use bytes written to TRIM_GAIN_GREEN[7:0] and TRIM_GAIN_IR[7:0] registers to set the fine-trim gain of the green and IR gain channels.
1	Use factory-programmed gains for green and IR channels. Ignore bytes written to TRIM_GAIN_GREEN[7:0] and TRIM_GAIN_IR[7:0] registers.

### MODE[2:0]

3位MODE[2:0]定义IC的八种工作模式，如下所示。

MODE[2:0]	OPERATING MODE	OPERATION
000	Shutdown	Analog circuits are shut down, but the digital register retains values.
001	ALS G-IR	Standard ALS mode stores the difference between green and infrared channel readings. Proximity channel operation and updates are disabled.
010	ALS G	ALS green channel only. Proximity channel operation and updates are disabled.
011	ALS IR	Infrared channel only. Proximity channel operation and updates are disabled.
100	ALS/PROX	ALS and PROX are interleaved continuously.
101	PROX Only	PROX only continuously. ALS channel operation and updates are disabled.
110	Reserved	Do not use.
111	Reserved	Do not use.

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 接近检测中断使能(PRXINTE)

BIT 1	OPERATION
0	The PRXINTS bit remains unasserted, and proximity channel readings are not compared with interrupt thresholds.
1	Detection of a proximity interrupt event triggers a hardware interrupt ( $\overline{\text{INT}}$ pin is pulled low) and sets the PRXINTS bit (register 0x00, B1). Proximity channel readings are compared with proximity interrupt threshold settings and proximity persist timer.

### 环境中断使能(ALSINTE)

BIT 0	OPERATION
0	The ALSINTS bit remains unasserted, and ALS channel readings are not compared with interrupt thresholds.
1	Detection of an ambient light interrupt event triggers a hardware interrupt ( $\overline{\text{INT}}$ pin is pulled low) and sets the ALSINTS bit (register 0x00, B0). ALS channel readings are compared with ALS interrupt threshold settings and ALS persist timer.

### 接收配置寄存器(0x02)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
Receive Configuration	1	1	1	1	ALSTIM[1:0]		ALSPGA[1:0]		0x02	0x00	R/W

该寄存器设置ADC积分时间和前端光敏二极管电路的检测灵敏度(增益), 用于ALS通道。ADC积分时间还控制测量的分辨率。ADC首先转换MSB (对于更高分辨率的测量, IC需要更长的转换时间)。使用较低PGA增益有助于扩展ADC的满量程范围, 但会牺牲每LSB的灵敏度。

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 环境ADC转换时间(ALSTIM)

2位ALSTIM[1:0]设置ALS ADC转换的积分时间，如表1所示。

表1. 环境ADC转换时间

ALSTIM[1:0]	INTEGRATION TIME (ms)	FULL-SCALE ADC COUNTS	BIT RESOLUTION	RELATIVE LSB SIZE
00	100	16,384	14	1x
01	25	4096	12	4x
10	6.25	1024	10	16x
11	1.5625	256	8	64x

### 环境光测量增益(ALSPGA)

2位ALSPGA[1:0]设置环境光检测的测量增益，如表2所示。

表2. 环境光测量增益

ALSPGA[1:0]	LUX/LSB	RELATIVE LSB SIZE
00	0.03125	1x
01	0.125	4x
10	0.5	16x
11	4	128x

### 发送配置寄存器(0x03)

该寄存器控制驱动器电流设置，接近检测通道使能时使用。

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
Transmit Configuration					DRV[3:0]				0x03	0x00	R/W

### LED驱动电流设置(DRV)

DRV中的4位数据设置LED驱动电流，如表3所示。

表3. LED驱动电流设置

DRV[3:0]	LED CURRENT (mA)	DRV[3:0]	LED CURRENT (mA)
0000	LED driver disabled	1000	40
0001	10	1001	50
0010	20	1010	60
0011	30	1011	70
0100	40	1100	80
0101	50	1101	90
0110	60	1110	100
0111	70	1111	110

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### ALS数据寄存器(0x04、0x05)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
ADC High Byte (ALS)		OFL	ALSDATA[13:8]						0x04	0x00	R
ADC Low Byte (ALS)	ALSDATA[7:0]						0x05	0x00	R		

此处的2个字节(ALSDATA[13:0])用于保存ALS信号转换结果，分辨率和位长由ALSTIM[1:0]和ALSPGA[1:0]控制。结果在两个寄存器中总是右对齐，没有使用的高位为零。

OFL表示ALS通道的溢出条件。如果产生这种条件，将ALS范围(ALSPGA[1:0])设置为更宽范围。如果OFL位置1(存在溢出条件)，且ALSINTE位置1(使能)，那么ALSINTS位置1，拉低INT引脚。

该寄存器的数据可为绿光通道、红外通道或ALS读数(绿光通道、红外通道读数)，取决于用户所选的模式。

I<sup>2</sup>C读操作期间，禁止这两个寄存器的内部刷新，确保ADC和I<sup>2</sup>C寄存器之间正确的数据传递。一旦主控制器发送STOP (P)命令，恢复I<sup>2</sup>C寄存器更新。因此，读取该寄存器的2个字节时，主控制器在2字节读操作之间不应发送STOP命令，而应该使用Repeated START (Sr)命令。使用Repeated START命令的准确顺序见I<sup>2</sup>C串行接口部分。

### PROX数据寄存器(0x15、0x16)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
ADC Byte (PROX)	PRXDATA[7:0]						0x16	0x00	R		

此处的字节(PRXDATA[7:0])保存接近检测接收信号转换的结果。I<sup>2</sup>C读操作期间，禁止该寄存器的内部刷新，以确保ADC和I<sup>2</sup>C寄存器之间正确的数据传递。一旦主控制器发送STOP命令，恢复I<sup>2</sup>C寄存器更新。

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

## ALS中断门限寄存器(0x06–0x09)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
ALS Upper Threshold (High Byte)			UPTHR[13:8]						0x06	0x00	R/W
ALS Upper Threshold (Low Byte)	UPTHR[7:0]						0x07	0x00	R/W		
ALS Lower Threshold (High Byte)			LOTHR[13:8]						0x08	0x00	R/W
ALS Lower Threshold (Low Byte)	LOTHR[7:0]						0x09	0x00	R/W		

ALS上限和ALS下限(UPTHR[13:0]和LOTHR[13:0])用于设置触发ALS中断的窗口限值。根据ALSTIM[1:0]和ALSPGA[1:0]设置所选定的ALS测量分辨率/积分时间设置这些数值非常重要。忽略最高2位。如果INTE位置位，lux值高于或低于相应门限的时间超过ALSPST持续时间定义的周期，状态寄存器中的INTS位置位， $\overline{INT}$ 引脚拉低。

## ALS/PROX门限监测定时器寄存器(0x0A)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
Threshold Persist Timer	PRXPST[1:0]				ALSPST[1:0]			0x0A	0x00	R/W	

MAX44000带有持续时间监测功能，用户可以设置在触发中断之前所允许的连续超出门限设置的次数。PRXPST[1:0]和ALSPST[1:0]设置四个连续次数的数值之一，控制中断逻辑响应事件的频率。利用该项功能可以减少错误触发或中断的概率，提高抗扰动能力。

PRXPST[1:0] OR ALSPST[1:0]	NO. OF CONSECUTIVE TRIGGERS BEFORE INTERRUPT
00	1
01	2
10	4
11	16

ALSPST[1:0]设置为00，且ALSINTE位置1时，检测到第一次ALS中断事件时，即置位ALSINTE中断位，拉低 $\overline{INT}$ 引脚。如果ALSPST[1:0]设置为01，则必须在4个连续测量周期中均检测到中断事件时才会触发中断。同样，如果ALSPST[1:0]设置为10或11，则必须连续检测到8或16次中断事件才会触发中断。如果其间有一个测量周期没有检测到中断，则复位计数值至零。PRXPST[1:0]以相同方式管理接近检测中断功能。

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 接近检测门限寄存器(0x0B、0x0C)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W	
PROX Threshold Indicator		ABOVE								0x0B	0x00	R/W
PROX Threshold	PRXTHR[7:0]								0x0C	0x00	R/W	

PRXTHR[7:0]的设置值和ABOVE位共同控制接近检测的中断功能，如果ABOVE位置1，接近检测中断使能(PRXINTE = 1)，并且接近检测的结果大于PRXTHR[7:0]储存的数值时，将触发接近中断事件。中断位的设置受PRXPST[1:0]设置的条件影响。同样，如果ABOVE位置0，则当接近检测测量结果小于PRXTHR[7:0]的储存值时，触发中断事件。

### 数字增益微调寄存器(0x0F、0x10)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REGISTER ADDRESS	POWER-ON RESET STATE	R/W
Digital Gain Trim of Green Channel	TRIM_GAIN_GREEN[6:0]							TRIM_GAIN_IR[0]	0x0F	0x80	R/TW
Digital Gain Trim of Infrared Channel	TRIM_GAIN_IR[8:1]								0x10	0x80	R/TW

**注：**从TRIM\_GAIN\_寄存器读取的数值为写入值的补码。无论读取工厂编程值还是用户编程值，均属于这种情况。

TRIM\_GAIN\_GREEN[6:0]用于更改绿光通道的增益。

TRIM\_GAIN\_IR[8:0]用于更改红外通道的增益。

为了让器件使用写入该寄存器的数值，在将新值写入至寄存器后，将主配置寄存器的TRIM位置0。



## 环境光传感器和红外接近检测传感器

## 应用信息

## 环境检测应用

典型应用环境是将IC置于玻璃后方，上方有一个半透明的小窗口。利用如图3所示的光敏二极管敏感区域，将窗口正确定位在器件上方。

器件带有内部增益微调寄存器，用于调整绿光检测通道和红外ALS光敏二极管。正确选择这些通道的增益，无论器件上方采用什么类型的玻璃，在任何照明条件下均可获得高精度的环境光读数。这对于黑色玻璃应用尤其重要：出于美观原因，器件通常置于黑色薄膜下方，避免外露；该薄膜具有非常特殊的性能，对大多数环境光进行衰减，却允许红外辐射通过。

标准ALS模式下，绿光通道和红外通道读数在内部相减。由于仅观察两个独立的ADC测量之差，如果一个通道饱和，而另一个通道继续上升，就会发生读数错误。由于绿光光敏二极管也拾取大量红外信号，在某些特殊照明条件下，可能远未达到满幅范围之前就会发生饱和现象。例如，白炽灯照射下，红外光功率要比可见光功率高很多。这种情况下，绿光通道在远未达到最敏感的511 lux时就已发生饱和。为帮助用户检测这种情况，器件提供OFL位，提醒用户信号超出检测量程。使能条件下，该位也将触发ALS中断。

## 接近检测应用

IC集成新颖的接近检测传感器接口电路，带有可靠的内置环境红外光抵消机制。内部直流IR抑制电路避免强红外辐射环境(例如：强太阳光)下的ADC饱和问题。此外，接近检测传感器对IR发射器采用单脉冲驱动，避免了竞争方案中850nm IR LED驱动常见的红光问题，同时也将平均IR LED功耗降至IR LED峰值电流的0.1%以下。

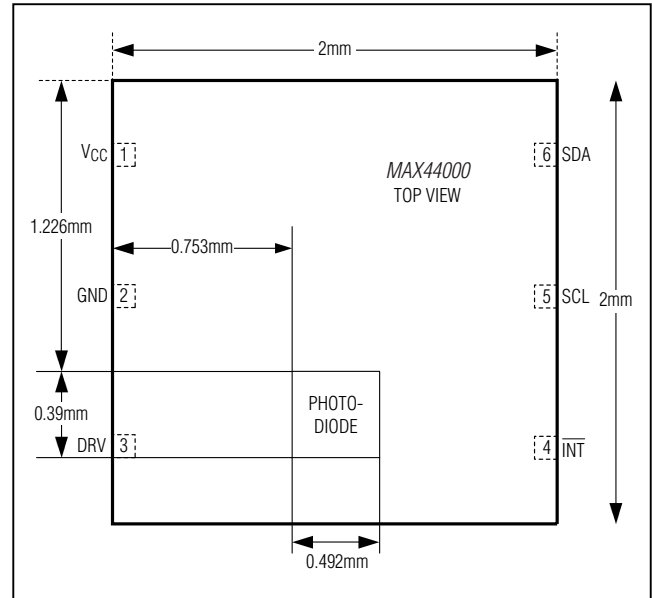


图3. 光敏二极管定位

## 中断操作

将寄存器0x01的第0位置1使能环境光检测中断，将寄存器0x01的第1位置1使能接近检测中断(见表1和表2)。中断引脚INT为开漏输出，发生中断条件时拉低(例如，环境lux读数连续超出门限的次数大于定时寄存器的设置周期)。读取寄存器0x00或中断被禁用时，自动清除中断状态位。

如果智能手机的光传感器位于微型连接器的转轴处，当电源发生脉冲干扰时，将置位PWRON中断位，向主控制器报告芯片复位操作。

最好利用IC的中断引脚通知主控制器从IC读取测量值，避免微控制器(I<sup>2</sup>C主控制器)连续轮询器件获取信息。由于I<sup>2</sup>C总线使用上拉电阻，尽可能减少I<sup>2</sup>C总线的有效操作有助于降低系统功耗。另外，这也节省了微控制器资源，使其用于其它后台处理，提高器件性能。芯片集成了诸多智能化功能，例如：可调节门限并监控连续超出监测门限的时间，器件在大部分时间工作在自主模式。

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 中断引脚电平

按照IC的绝对最大额定值，在高阻模式下，中断引脚可承受高达4V的外部电压。而 $\overline{\text{INT}}$ 引脚电压高于器件的 $V_{\text{DD}}$ 时(例如，外部上拉电压高于器件的 $V_{\text{DD}}$ 时)，有25 $\mu\text{A}$ 的漏电流流入 $\overline{\text{INT}}$ 。在功耗敏感应用中，也应该考虑通过 $\overline{\text{INT}}$ 引脚流入的额外电流。

### 典型工作时序

主控制器与IC通信的典型工作过程如下：

- 1) 读中断状态寄存器(0x00)，确认只有PWRON置位。这清除硬件中断。**注：**对于Rev-1版本的器件，PWRON中断不触发硬件中断。
- 2) 设置门限和连续监测时间寄存器，进行环境光检测和接近检测(寄存器0x06-0x0C)。**注：**对于Rev-1版本的器件，将连续监测时间寄存器(寄存器0x0A)置0。
- 3) 向接收配置寄存器(寄存器0x02)写F0，将ALS传感器设置为最高增益模式，将ALS ADC设置为14位工作模式。
- 4) 通过写发送配置寄存器(0x03)，将红外LED电流设置为适当的数值。
- 5) 写0x13至主配置寄存器(寄存器 0x01)，将器件设置为ALS + 接近检测模式，并使能ALS和接近检测中断。
- 6) 必要时，设置新的绿光通道增益和红外通道增益，根据应用定义ALS工作。确保在不使用默认出厂微调设置时，TRIM位置0。
- 7) 等待中断。
- 8) 读中断状态寄存器(0x00)，确认IC为中断源，并检查中断类型。如果已置位，该操作应清除器件上的硬件中断。

- 9) 如果已发生ALS中断，读ADC高字节(ALS)和ADC低字节(ALS)寄存器(寄存器0x04、0x05)，以确认数据是否有效(即OFL = 0)，并采取相应措施(例如设置新的背光强度)。如必要，设置新ALS门限。
- 10) 如果已发生PROX中断，读PROX ADC寄存器(寄存器0x15)，并采取相应措施(典型为关断或打开触摸屏和背光)。如必要，设置新的接近检测门限。
- 11) 返回第7步。

### I<sup>2</sup>C串行接口

IC采用I<sup>2</sup>C/SMBus兼容的2线串行接口，包括一根串行数据线(SDA)和一根串行时钟线(SCL)。在时钟速率高达400kHz时，SDA和SCL方便了IC和主机之间的通信。图4所示为2线接口的时序图。主机在总线上产生SCL并发起数据传输。主机发送相应的从地址、随后跟寄存器地址、紧接着发送数据字，以向IC写入数据。每个传输序列都以START (S)或Repeated START条件和STOP条件构成帧。发送至IC的每个字长为8位，其后是应答时钟脉冲。主机从IC读取数据时，发送相应的从地址，随后紧接着9个SCL脉冲。IC通过SDA发送数据，与主机产生的SCL脉冲同步。主机在接收到每字节的数据后将对其进行应答。每一个读序列由START或Repeated START条件、非应答和STOP条件构成帧。SDA既是输入又是开漏输出。SDA总线上需要上拉电阻，通常大于500 $\Omega$ 。SCL仅作为输入工作。如果总线上有多个主控制器，或者单控制器具有开漏SCL输出，SCL上则需要一个上拉电阻，通常大于500 $\Omega$ 。SDA和SCL线上的串联电阻是可选的。串联电阻保护IC的数字输入免受总线上高压尖峰脉冲的损坏，并最大程度降低总线信号的串扰和下冲。

表4. 从地址

SLAVE ADDRESS FOR WRITING	SLAVE ADDRESS FOR READING
1001 0100	1001 0101

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

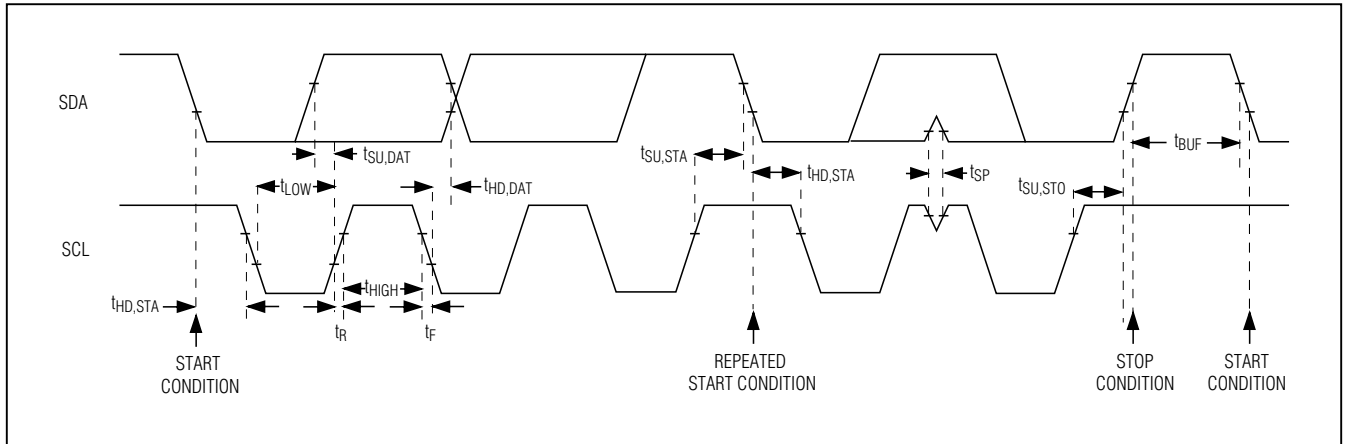


图4. 2线接口时序图

### 位传输

每个SCL周期传输一个数据位。在SCL脉冲的高电平期间内，SDA上的数据必须保持稳定。SCL为高电平时，SDA上的变化为控制信号。参见START和STOP条件部分。I<sup>2</sup>C总线空闲时，SDA和SCL为空闲高电平状态。

### START和STOP条件

总线空闲时，SDA和SCL的空闲状态为高电平。主机通过发送START条件来启动通信，START条件是SCL为高电平时，SDA由高到低的跳变。STOP条件是SCL为高时，SDA由低到高的跳变(图5)。来自于主机的START条件通知IC开始传输。主控制器通过发送STOP条件终止传输并释放总线。如果产生的是Repeated START条件而不是STOP条件，则总线保持有效。

### 提前STOP条件

IC在数据传输期间可随时识别STOP条件，除非STOP条件与START条件出现在同一高电平脉冲。为了确保正常工作，

请勿在与START条件相同的SCL高电平脉冲期间发送STOP条件。

### 应答

在写入模式时，应答位(ACK)是第9个时钟位，是IC对其接收的每个数据字节的握手信号(图6)。如果成功地接收了之前的字节，那么IC在主控制器产生的第9个时钟脉冲期间内拉低SDA。监测ACK可以检测失败的数据传输。如果接收器件忙或者系统发生故障，则会出现失败的数据传输。若数据传输失败，总线主机可重试通信。当IC处于读模式时，在第9个时钟脉冲期间，主机拉低SDA来应答数据的接收。每次读取字节后，主机均发送应答信号，使数据继续传输。当主机从IC读取数据的最后字节时，发送非应答，随后是STOP条件。

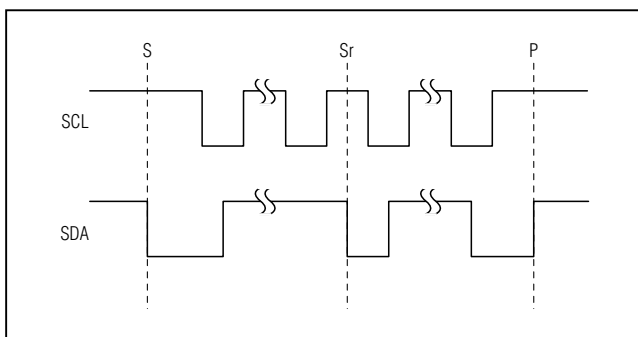


图5. START、STOP和Repeated START条件

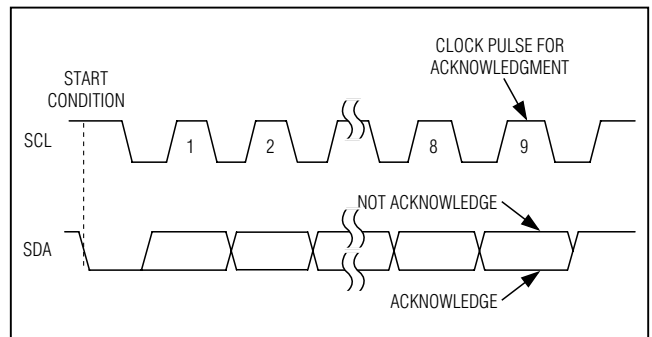


图6. 应答

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 写数据格式

对IC的写操作包括发送START条件、从机地址以及R/W位(置0)、用来配置内部寄存器地址指针的1个数据字节、1个或多个数据字节和STOP条件。图7所示为向IC写入1个字节数据时的正确帧格式。

R/W位被设置为0的从地址表示主控制器要向IC写数据。IC在主机产生的第9个SCL脉冲期间应答接收到的地址。

主机发送的第二字节配置IC的内部寄存器地址指针。指针告诉IC写入下一个字节的位置。接收到地址指针数据后，IC发送一个应答脉冲。

发送到IC的第三字节为写入指定寄存器的数据。IC发送应答脉冲表示接收到数据字节。图8所示为如何用一帧写入多个寄存器。主机通过发送STOP条件，终止传输。

### 读数据格式

通过发送从地址，并将R/W位置1，启动读操作。IC在第9个SCL时钟脉冲期间拉低SDA，应答接收到的从地址。START条件后跟读命令，将地址指针复位为寄存器0x00。从IC发

送的第一个字节是寄存器0x00的内容。发送的数据在主控制器产生的串行时钟(SCL)的上升沿有效。地址指针在每次读取数据字节后都自动递增。这种自动递增特性使得在一个连续帧内可连续读取全部的寄存器。读数据字节的任意过程中，可发送STOP条件。如果发送STOP条件后跟一个读操作，读取的第一个字节来自于寄存器0x00，随后的读操作自动递增地址指针，直到STOP条件。发送读命令之前，可将地址指针预设为某个特定的寄存器。主机预设地址指针时，首先发送IC的从地址，并将R/W位置0，后边跟寄存器地址。然后发送一个Repeated START条件，后边跟从地址，并将R/W位置1。然后IC发送指定寄存器的内容。地址指针在传输完第一个字节后自动递增。如果试图读取地址高于0xFF的寄存器，将重复读取0xFF。注意，0xF6至0xFF为保留寄存器。主机在接收到每个读字节后的应答时钟脉冲期间进行应答。主机必须应答除最后一个字节之外所有正确接收到的字节。最后一个字节后边必须跟来自于主机的非应答，然后是STOP条件。图8所示为从IC读取1个字节时的帧格式。图9所示为连续读取两个寄存器的帧格式，读操作之间没有STOP条件。

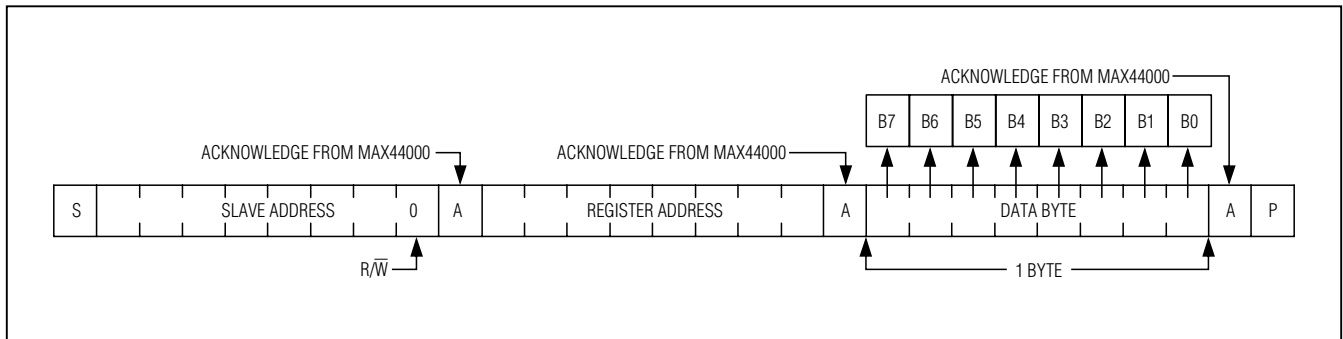


图7. 向IC写入1个数据字节

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

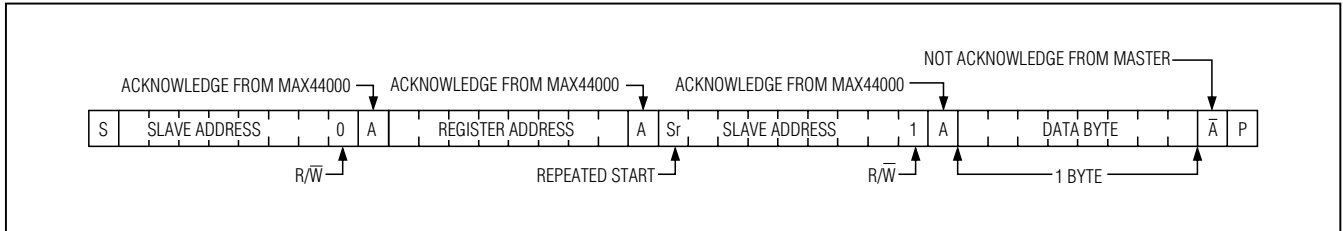


图8. 从IC读取1个指定字节的数据

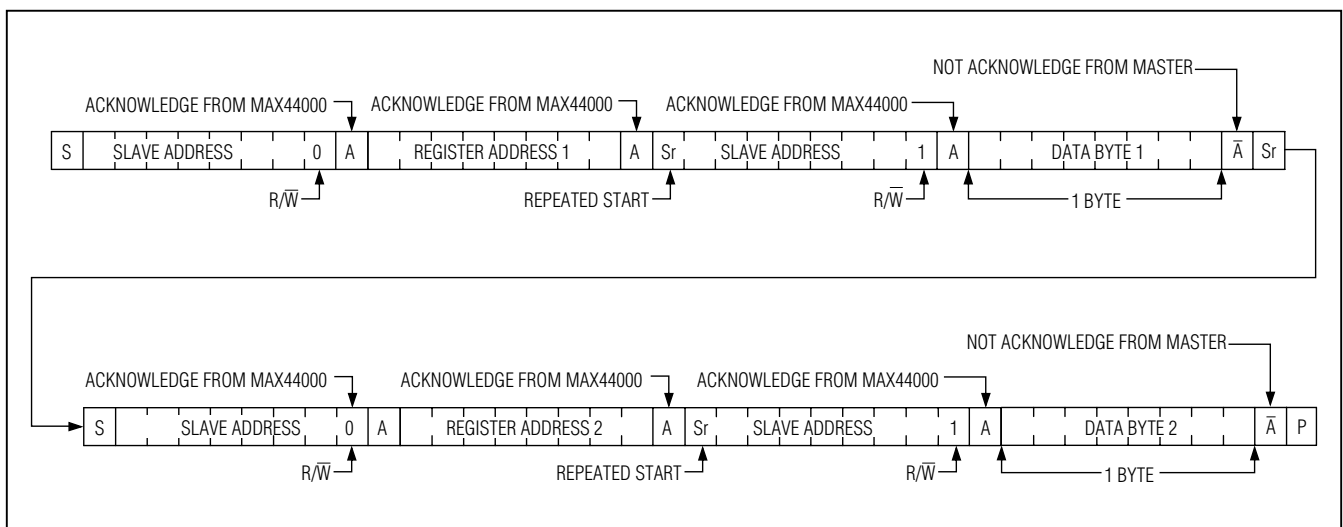
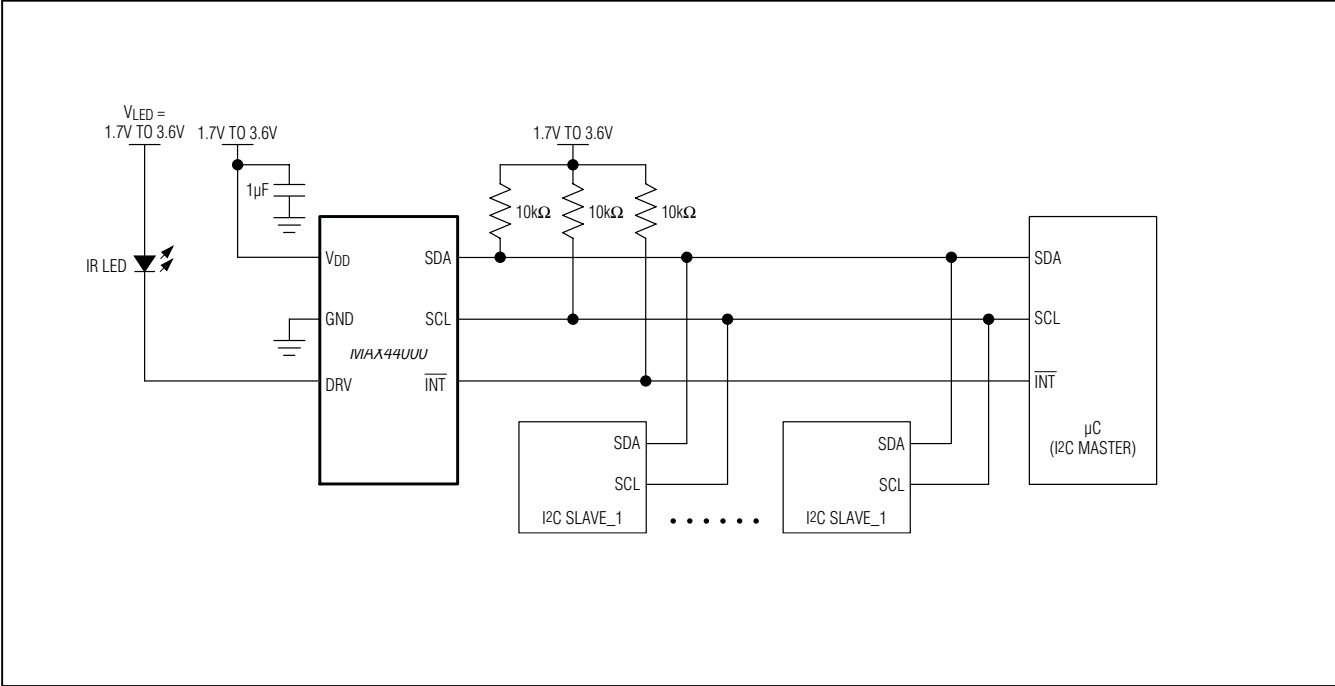


图9. 连续读取两个寄存器，读操作之间没有STOP条件

# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

典型应用电路



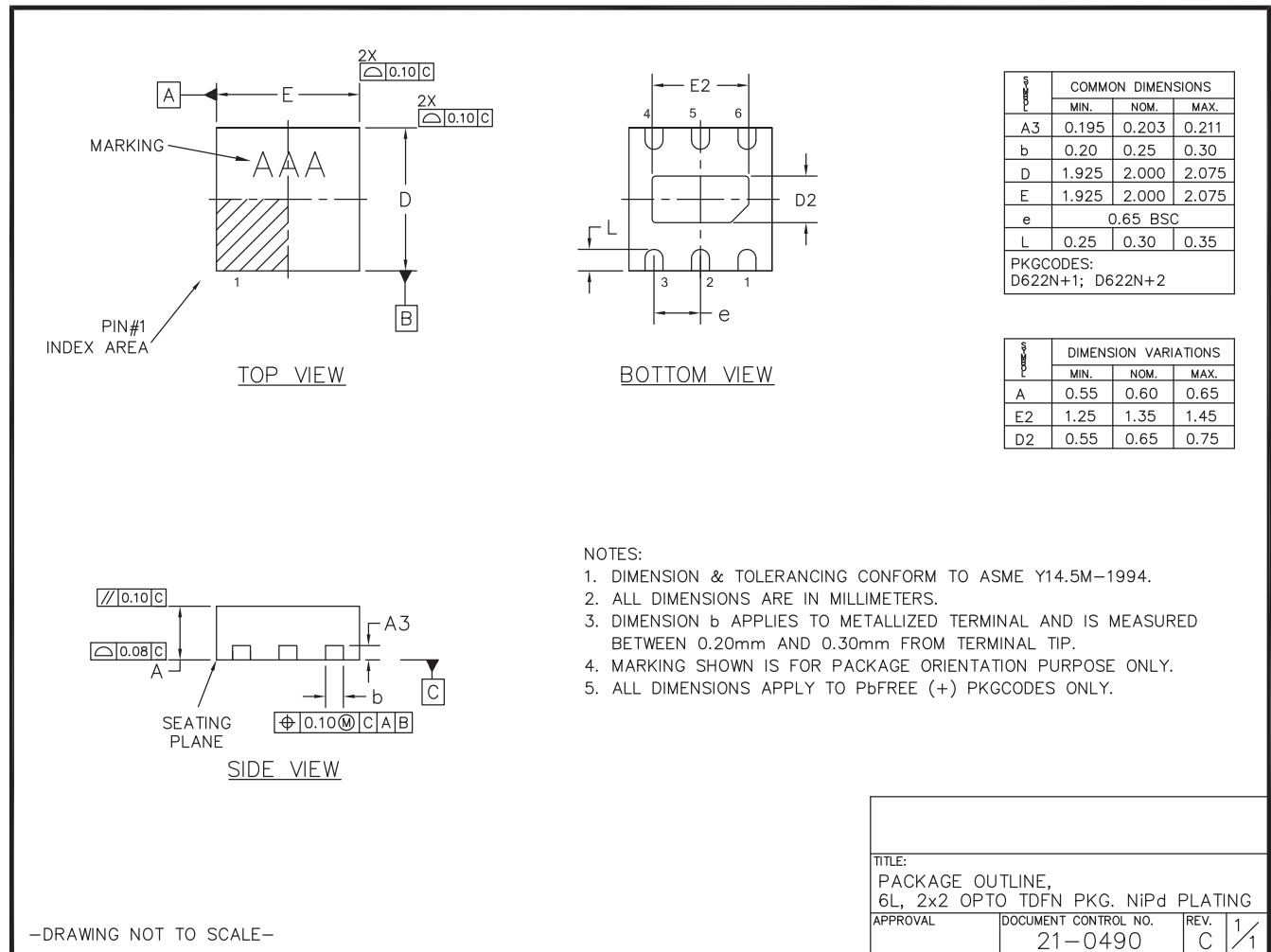
# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询[china.maxim-ic.com/packages](http://china.maxim-ic.com/packages)。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
6 OTDFN-EP	D622N+2	<b>21-0490</b>	<b>90-0344</b>



# MAX44000

## 环境光传感器和红外接近检测传感器

### 修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	10/11	最初版本。	—

### Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6211 5199

传真: 010-6211 5299



Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。

**Maxim Integrated 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-1000**

**24**