

可提供评估板

MAXIM

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

MAX8879

## 概述

MAX8879能够以高达610mA的恒定总电流驱动主屏背光、子屏背光(或RGB指示灯)和白光LED相机闪光灯，提供完备的照明管理方案。通过自适应1倍/1.5倍/2倍电荷泵和超低压差电流调节器，该器件能够在1节Li+电池的输入电压范围内保持较高效率。1MHz固定开关频率允许使用非常小的外部元件，同时优化了调节方案，可确保低EMI和低输入纹波。内置降额功能可避免LED在高环境温度下出现过热。

MAX8879集成了一个内部可调基准，用于设置最大LED电流。通过I<sup>2</sup>C串口实现开/关控制，并以32级线性方式设置主屏、子屏/RGB和电影模式的LED电流。当采用RGB指示灯时，I<sup>2</sup>C接口可提供32k色和可设置的上升/下降速率。照相机闪光灯的闪光灯模式可通过FSH引脚的低电平有效信号使能。安全定时器在FSH下降沿使能，分别具有无定时器、0.5s、1.0s或2.0s(缺省值)的I<sup>2</sup>C可调(可编程)的定时器周期。如果安全定时器超时，闪光灯和电影模式都将被禁止。

## 应用

蜂窝电话与智能电话

PDA、数码相机、便携式摄像机

LED显示器，多达11个LED

## 特性

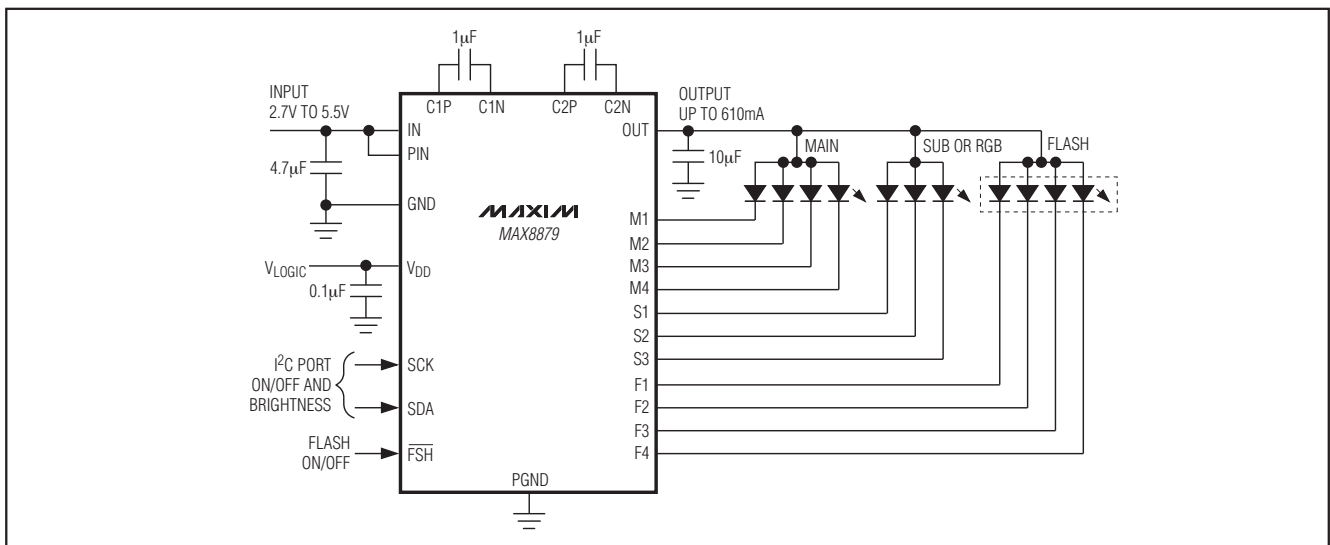
- ◆ 确保610mA连续驱动能力
  - 能够驱动4路LED，每路30mA，用于主屏
  - 能够驱动3路LED，每路30mA，用于子屏或RGB
  - 400mA的总驱动电流，用于闪光灯
- ◆ 2线I<sup>2</sup>C串行接口
  - 5位(32级)线性亮度调节
  - 32k彩色
  - 上升/下降速率控制
- ◆ 效率( $P_{LED}/P_{BATT}$ )为92% (最大值)/83% (平均值)
- ◆ 1倍/1.5倍/2倍自适应模式切换
- ◆ 0.3% (典型值)的LED电流精度和匹配度
- ◆ 低输入纹波和EMI
- ◆ 0.1μA的低关断电流
- ◆ 输出过压保护
- ◆ I<sup>2</sup>C可编程闪光灯安全定时器
- ◆ 高温降额功能保护LED
- ◆ 24引脚、4mm x 4mm薄型QFN封装

## 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8879ETG+	-40°C to +85°C	24 Thin QFN 4mm x 4mm

引脚配置在数据资料的最后给出。  
+表示无铅/符合RoHS标准的封装。

## 典型工作电路



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本文是Maxim正式英文资料的译文，Maxim不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。请注意译文中可能存在文字组织或翻译错误，如需确认任何词语的准确性，请参考Maxim提供的英文版资料。

索取免费样品和最新版的数据资料，请访问Maxim的主页：[www.maxim-ic.com.cn](http://www.maxim-ic.com.cn)。

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V<sub>DD</sub>, I<sub>N</sub>, P<sub>IN</sub>, SCK, SDA,  $\overline{\text{FSH}}$ , OUT to GND .....-0.3V to +6.0V  
 M<sub>-</sub>, S<sub>-</sub>, F<sub>-</sub> to GND .....-0.3V to (V<sub>OUT</sub> + 0.3V)  
 C1N, C2N to GND .....-0.3V to (V<sub>IN</sub> + 0.3V)  
 C1P, C2P to GND ...-0.3V to greater of (V<sub>OUT</sub> + 0.3V) or (V<sub>IN</sub> + 0.3V)  
 PGND to GND .....-0.3V to +0.3V  
 OUT Short Circuit to GND .....Continuous

Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +70°C)  
 24-Pin Thin QFN (derate 20.8mW/°C above +70°C)...1666mW  
 Operating Temperature Range .....-40°C to +85°C  
 Junction Temperature .....+150°C  
 Storage Temperature Range .....-65°C to +150°C  
 Lead Temperature (soldering, 10s) .....+300°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>IN</sub> = V<sub>PIN</sub> = 3.6V, V<sub>DD</sub> = 1.8V, V<sub>GND</sub> = V<sub>PGND</sub> = 0V, temperature derating disabled, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
IN Operating Voltage		2.7		5.5	V
V <sub>DD</sub> Operating Range		1.6		5.5	V
Undervoltage-Lockout Threshold	V <sub>IN</sub> rising or falling	2.25		2.60	V
Undervoltage-Lockout Hysteresis			50		mV
Output Overvoltage-Protection Threshold	V <sub>OUT</sub> rising	4.75	5.00	5.25	V
IN + PIN No-Load Supply Current	1.5x or 2x mode		4.0	6.5	mA
	10% setting, 1x mode, flash off		0.35		
IN + PIN Shutdown Supply Current	All LEDs off, $\overline{\text{FSH}}$ = SDA = SCK = V <sub>DD</sub> , I <sup>2</sup> C ready	T <sub>A</sub> = +25°C	0.7	5	μA
		T <sub>A</sub> = +85°C	0.8		
V <sub>DD</sub> Quiescent Current	All LEDs off, SDA = SCK = V <sub>DD</sub> , I <sup>2</sup> C ready	T <sub>A</sub> = +25°C	0.1	1	μA
		T <sub>A</sub> = +85°C	0.1		
Soft-Start Time	Startup into 1x mode		0.5		ms
	Startup into 1.5x mode		1.0		
	Startup into 2x mode		1.5		
LED Current Derating Function Start Temperature	Temperature derating enabled		+40		°C
LED Current Derating Function Slope	T <sub>A</sub> = +40°C to +85°C, temperature derating enabled		-1.7		%/°C
LED Current SUB Output Accuracy (Note 2)	Default current setting, T <sub>A</sub> = +25°C	-2	±0.3	+2	%
	Default current setting, T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C	-5		+5	
LED Current FLASH and MAIN Output Accuracy	Default current setting (Note 2)	-5	±0.3	+5	%
Maximum M <sub>-</sub> , S <sub>-</sub> , F <sub>-</sub> Sink Current	M <sub>-</sub> , S <sub>-</sub>	28.5	30.0		mA
	F <sub>-</sub>	95	100		
LED Dropout Voltage	100% LED setting (Note 3)	M <sub>-</sub> , S <sub>-</sub>	40	90	mV
		F <sub>-</sub>	40	90	
1.5x and 2x Mode Regulation Voltage			150		mV
1x to 1.5x and 1.5x to 2x Mode Transition Threshold	V <sub>M</sub> -, V <sub>S</sub> -, V <sub>F</sub> - falling		100		mV

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

MAX8879

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN} = V_{PIN} = 3.6V$ ,  $V_{DD} = 1.8V$ ,  $V_{GND} = V_{PGND} = 0V$ , temperature derating disabled,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input Voltage Mode Transition Hysteresis			150		mV
M_, S_, F_ Leakage in Shutdown	All LEDs off, $\overline{FSH} = V_{DD}$	$T_A = +25^{\circ}C$	0.01	1	$\mu A$
		$T_A = +85^{\circ}C$	0.1		
OUT Pulldown Resistance in Shutdown	All LEDs off, $\overline{FSH} = V_{DD}$		5		k $\Omega$
Maximum OUT Current	$V_{IN} \geq 3.2V$ , $V_{OUT} = 3.9V$	610			mA
Open-Loop OUT Resistance	1x mode $(V_{IN} - V_{OUT}) / I_{OUT}$		0.5	2.5	$\Omega$
	1.5x mode $(1.5 \times V_{IN} - V_{OUT}) / I_{OUT}$		1.5	3.5	
	2x mode $(2 \times V_{IN} - V_{OUT}) / I_{OUT}$		2.0	4.1	
Switching Frequency			1		MHz
S1, S2, S3 (RGB) Full-Scale Ramp Time	SDA = 111xxx00		$2^9$		$\mu s$
	SDA = 111xxx01		$2^{18}$		
	SDA = 111xxx10		$2^{19}$		
	SDA = 111xxx11		$2^{20}$		
Logic-Input High Voltage	$V_{DD} = 1.6V$ to $5.5V$	$0.7 \times V_{DD}$			V
Logic-Input Low Voltage	$V_{DD} = 1.6V$ to $5.5V$		$0.3 \times V_{DD}$		V
Logic-Input Current	$V_{IL} = 0V$ or $V_{IH} = 5.5V$	$T_A = +25^{\circ}C$	0.01	1	$\mu A$
		$T_A = +85^{\circ}C$	0.1		
SDA Output Low Voltage	$I_{SDA} = 3mA$		0.03	0.4	V
I <sup>2</sup> C Clock Frequency				400	kHz
Bus-Free Time Between START and STOP	$t_{BUF}$	1.3			$\mu s$
Hold Time Repeated START Condition	$t_{HD\_STA}$	0.6	0.1		$\mu s$
SCK Low Period	$t_{LOW}$	1.3	0.2		$\mu s$
SCK High Period	$t_{HIGH}$	0.6	0.2		$\mu s$
Setup Time Repeated START Condition	$t_{SU\_STA}$	0.6	0.1		$\mu s$
SDA Hold Time	$t_{HD\_DAT}$	0	-0.01		$\mu s$
SDA Setup Time	$t_{SU\_DAT}$	100	50		ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU\_STO}$	0.6	0.1		$\mu s$
Thermal Shutdown			+160		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Hysteresis			20		$^{\circ}C$

**Note 1:** All devices are 100% production tested at  $T_A = +25^{\circ}C$ . Limits over the operating temperature range are guaranteed by design.

**Note 2:** LED current specification includes both accuracy and matching tolerance.

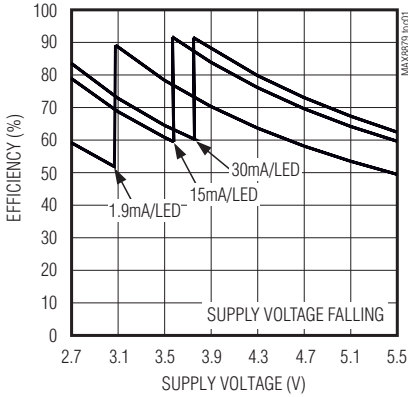
**Note 3:** Dropout voltage is defined as the M2 or F3 to GND voltage at which current into M2 or F3 drops 10% from the value at 0.2V. All other current regulators are tested functionally by the accuracy test and guaranteed for low dropout by design.

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电泵， 带有安全定时器

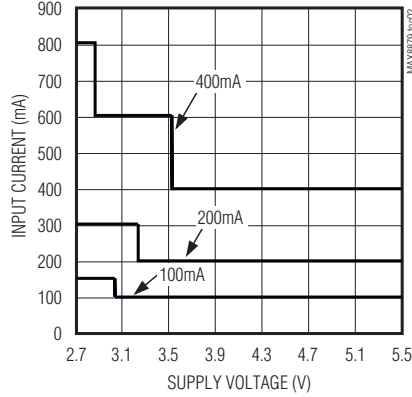
典型工作特性

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

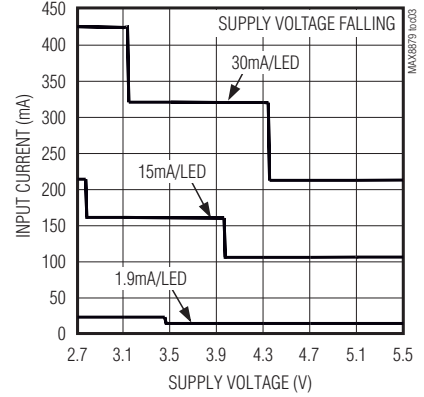
**EFFICIENCY vs. SUPPLY VOLTAGE  
DRIVING 4 MAIN LEDs**



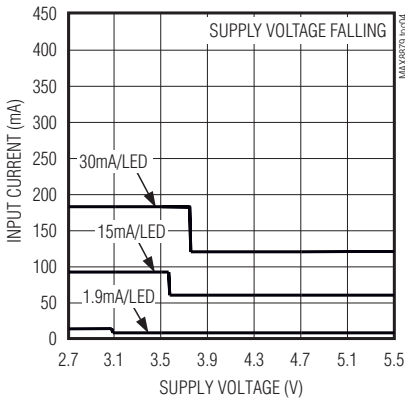
**INPUT CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE  
DRIVING LUMILEDS LXCL-PWF1 FLASH**



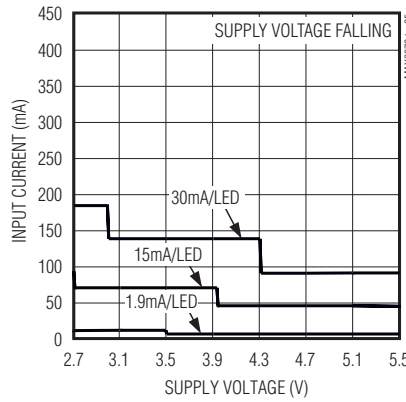
**INPUT CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE  
DRIVING 4 MAIN LEDs AND RGB LEDs**



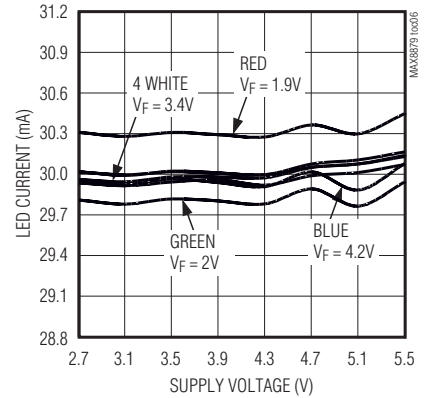
**INPUT CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE  
DRIVING 4 MAIN LEDs**



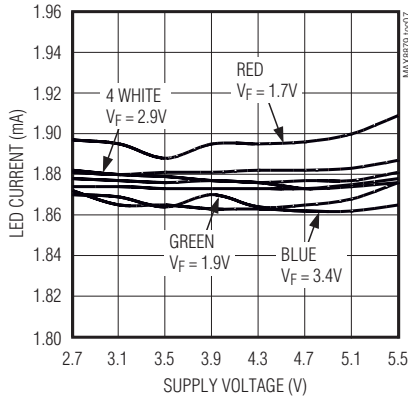
**INPUT CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE  
DRIVING RGB LEDs**



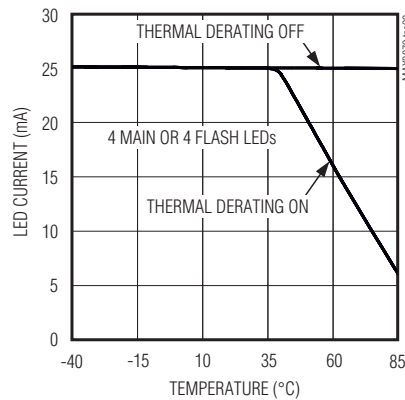
**LED CURRENT MATCHING  
vs. SUPPLY VOLTAGE  
(MAIN AND RGB AT FULL CURRENT)**



**LED CURRENT MATCHING  
vs. SUPPLY VOLTAGE  
(MAIN AND RGB AT 1.9mA/LED)**



**LED CURRENT vs. TEMPERATURE**



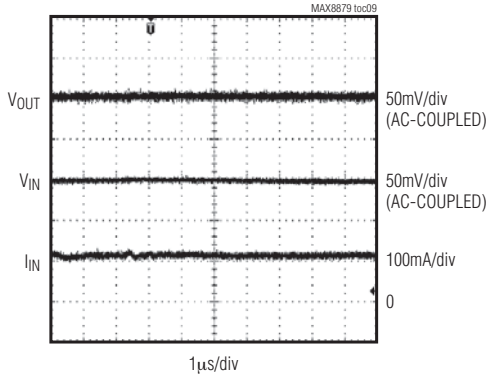
# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

典型工作特性(续)

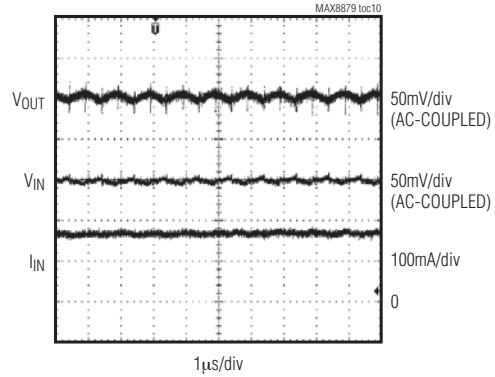
( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

MAX8879

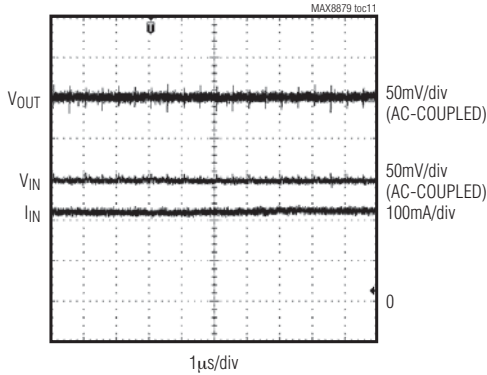
**OPERATING WAVEFORMS 1X MODE**



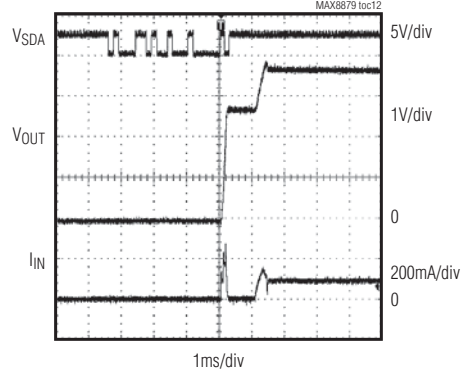
**OPERATING WAVEFORMS 1.5X MODE**



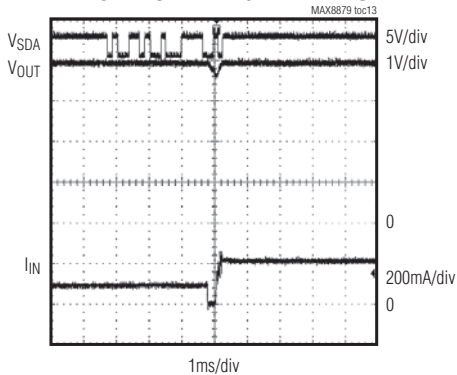
**OPERATING WAVEFORMS 2X MODE**



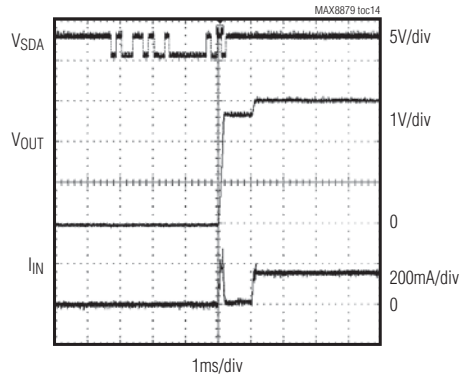
**MAIN BACKLIGHT STARTUP WAVEFORM**



**MAIN STARTUP WITH RGB ALREADY ON**

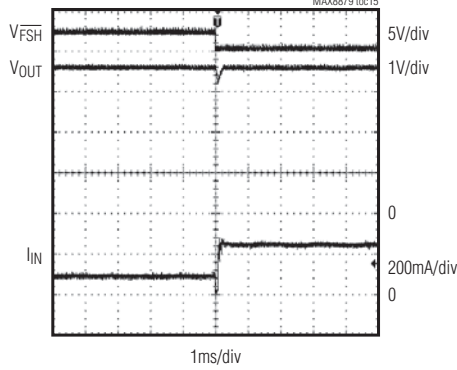
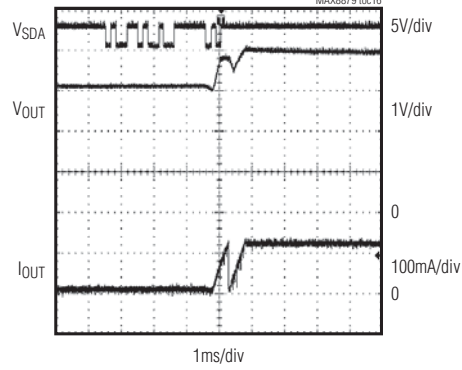
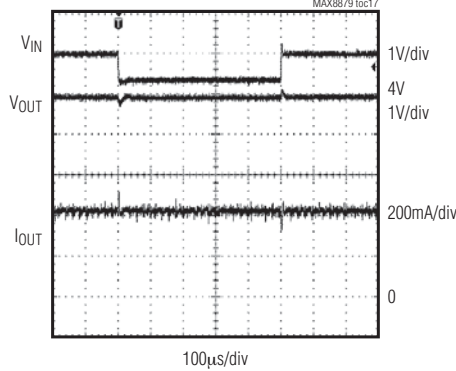
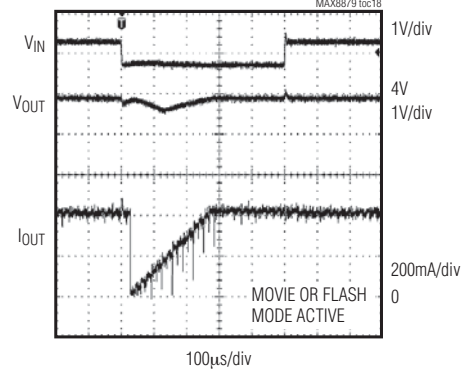
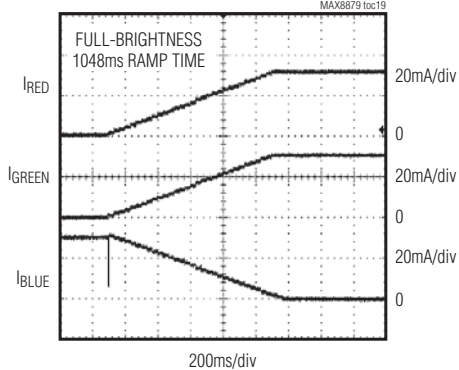
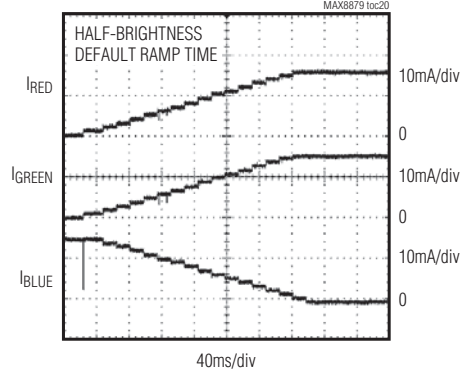


**FLASH STARTUP WAVEFORM**



# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

典型工作特性(续)

(T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)
**STROBE STARTUP WAVEFORM  
WITH MAIN ALREADY ON**

**MAIN BRIGHTNESS CHANGE  
(1.9mA/LED TO 30mA/LED)**

**LINE-TRANSIENT RESPONSE  
(4V TO 3.3V TO 4V)**

**LINE-TRANSIENT RESPONSE WITH  
MODE TRANSITION (3.3V TO 2.7V TO 3.3V)**

**RGB RAMP WAVEFORMS  
(BLUE-TO-YELLOW TRANSITION)**

**RGB RAMP WAVEFORMS  
(BLUE-TO-YELLOW TRANSITION)**


# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

引脚说明

MAX8879

引脚	名称	功能
1	PIN	电源电压输入，将PIN连接至IN。在PIN与PGND之间连接一个4.7μF的陶瓷电容。输入电压范围为2.7V到5.5V，关断期间PIN为高阻。
2	IN	模拟电源电压输入，将IN连接至PIN。输入电压范围为2.7V到5.5V，关断期间IN为高阻。
3	GND	接地，将GND连接至系统地和输入旁路电容(尽可能靠近IC)的接地端。
4	V <sub>DD</sub>	逻辑输入电源电压，将V <sub>DD</sub> 连接至驱动SDA和SCK的逻辑电源。在V <sub>DD</sub> 与GND之间连接一个0.1μF的陶瓷电容。
5	M4	LED阴极接头。流入这些引脚的电流由内部I <sup>2</sup> C调光寄存器决定，电荷泵可将最低LED阴极电压调节至0.15V，这些引脚中的任何一个接地会强制进入输出过压保护模式，进而在OUT端产生大约5V的开/关脉冲。为了避免持续工作在过压保护模式，必须将所有不使用的LED阴极接头(M <sub>-</sub> 、S <sub>-</sub> 或F <sub>-</sub> )连接至OUT。此举会禁用相应的电流调节器，这些引脚在关断时为高阻。
6	M3	
7	M2	
8	M1	
9	F4	
10	F3	
11	F2	
12	F1	
13	S3	
14	S2	
15	S1	可任意组合M <sub>-</sub> 、S <sub>-</sub> 、F <sub>-</sub> 并将它们连接到一起，以驱动更高电流的LED。
16	FSH	闪光灯逻辑输入。将FSH置为低电平，将以内部闪光灯寄存器规定的电流驱动闪光灯LED (F1-F4)。内置闪光灯定时器与该引脚低电平有效的下降沿同步开启。驱动FSH为高电平则关闭闪光灯LED。该逻辑高电平/低电平控制信号专用于开启或关闭闪光灯LED。如果内置闪光灯定时器超出了有效定时周期，则在下次检测到下降沿时重新开启。
17	SCK	I <sup>2</sup> C时钟输入，在SCK上升沿读取数据。
18	SDA	I <sup>2</sup> C数据输入，在SCK上升沿读取数据。
19	C1N	传输电容1的负端。在C1N与C1P之间连接一个1μF陶瓷电容，关断期间C1N与IN短路。
20	C1P	传输电容1的正端。在C1N与C1P之间连接一个1μF陶瓷电容，关断期间，如果V <sub>OUT</sub> > V <sub>IN</sub> ，则C1P与OUT短路；如果V <sub>OUT</sub> < V <sub>IN</sub> ，则C1P与IN短路。
21	PGND	功率地，电荷泵开关接地端。在尽可能靠近IC的位置连接至GND和EP。
22	OUT	输出，在OUT与PGND之间连接一个10μF陶瓷电容。所有LED阳极均连接至OUT，关断时通过内部5kΩ电阻将OUT拉至GND。
23	C2P	传输电容2的正端。在C2N与C2P之间连接一个1μF陶瓷电容，关断期间，如果V <sub>OUT</sub> > V <sub>IN</sub> ，则C2P与OUT短路；如果V <sub>OUT</sub> < V <sub>IN</sub> ，则C2P与IN短路。
24	C2N	传输电容2的负端。在C2N与C2P之间连接一个1μF陶瓷电容，关断期间C2N与IN短路。
—	EP	裸焊盘，直接在IC下方连接至GND和PGND。



# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电泵， 带有安全定时器

MAX8879

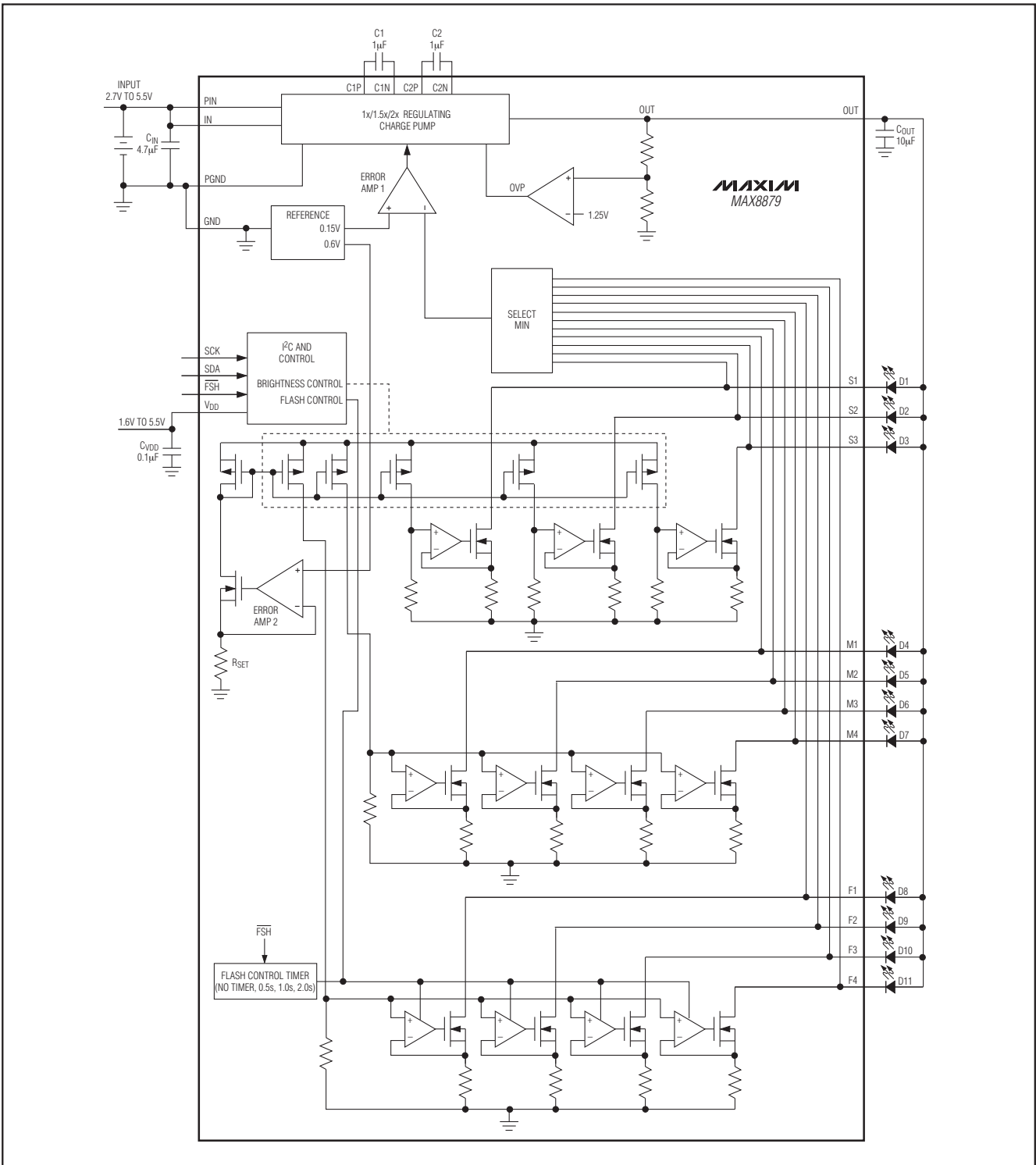


图1. 功能框图



# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

## 详细说明

MAX8879电荷泵可以工作在三种模式，在宽泛的电源电压范围内保持较高效率。IC自动选择三种模式，请参考1倍/1.5倍/2倍压模式切换部分。

吸电流LED阴极连接端以每路高达30mA的稳定电流驱动四个主屏LED (M\_)和三个子屏LED (S\_)，子屏LED连接端可用于子屏背光或RGB指示灯。IC还包含四个闪光灯LED连接端(F\_)，每路可吸入高达100mA的电流。这些LED连接端能够任意组合并连接到一起，以满足更高的电流需求(总电流可达610mA)。

可通过I<sup>2</sup>C串口进行开/关控制，并以32级线性步进方式设置LED电流。采用RGB指示灯时，I<sup>2</sup>C接口可支持32k种彩色和可编程的上升/下降斜率。可通过独立的数字逻辑输入(FSH)对相机闪光灯进行开/关控制，闪光灯安全定时的最大值可通过I<sup>2</sup>C接口设置。通过I<sup>2</sup>C接口控制电影模式的开/关。闪光灯和电影模式均可通过I<sup>2</sup>C寄存器独立调节亮度等级。

### 1倍/1.5倍/2倍压模式切换

当输入电压高于驱动LED所要求的输出电压时，MAX8879将OUT上拉至输入电压(1倍压模式)，仍通过电流调节器对LED电流进行调节。当输入电压下降时，最低LED阴极电压降至100mV转换门限以下，MAX8879将切换到1.5倍压模式。输入电压上升时，一旦V<sub>IN</sub>高于V<sub>OUT</sub>，MAX8879将从1.5倍压转换到1倍压模式。

当MAX8879工作在1.5倍压模式并且输入电压下降时，最低LED阴极电压会再次跌落到100mV切换门限以下。此时，MAX8879会进入2倍压电荷泵模式。当输入电压上升并且MAX8879处于2倍压模式时，一旦V<sub>IN</sub>高于2/3倍的输出电压，IC会自动切换到1.5倍压模式。

### 软启动

MAX8879包含一个软启动电路，在开启和模式转换时限制浪涌电流。开启时，通过按一定斜率上升的电流源直接从输入端对输出电容充电(无电荷泵操作)，直至输出电压接近输入电压为止。512μs后，如果所有LED阴极均不高于100mV，MAX8879将切换到1.5倍压模式，LED输出电流以1/32步进方式从设置电流的1/32线性上升到所设置的电流。再过512μs后，如果所有LED阴极仍低于100mV，MAX8879将切换到2倍压模式，LED输出电流以1/32步进方式从设置电流的1/32线性上升到所设置的电流。任何情况下，只要输出电压低于1.25V，软启动过程均被复位到1倍压状态。因此，启动时间可以为512μs、1024μs或1536μs，具体时间取决于启动完成后所要求的模式。

### 输出电流设置

可通过I<sup>2</sup>C串口设置主屏、子屏和闪光灯电流调节器的输出电流(请参考I<sup>2</sup>C接口部分)。四个主屏LED的电流始终相等，并可使用单指令设置。

表 1. 控制数据字节

FUNCTION	SDA CONTROL BYTE							
	COMMAND			DATA				
	C2	C1	C0	D4	D3	D2	D1	D0
On/Off Control	0	0	0	Main	Sub3	Sub2	Sub1	Movie
Main Brightness	0	0	1	32-steps, 30mA/LED max				
Sub1 Brightness	0	1	0	32-steps, 30mA max				
Sub2 Brightness	0	1	1	32-steps, 30mA max				
Sub3 Brightness	1	0	0	32-steps, 30mA max				
Movie Brightness	1	0	1	16-steps, 51.0mA/LED max, I <sup>2</sup> C enable				
Flash Brightness	1	1	0	32-steps, 100mA/LED max, active-low enable on FSH				
Other Functions	1	1	1	Flash-on time No timer (00), 0.5s (01), 1.0s (10), <b>2.0s (11)</b>		Temp derate		RGB ramp rate

注：C2为MSB，D0为LSB。默认值用**粗体斜体字**表示。

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电泵， 带有安全定时器

表2. 数据与LED电流

DATA					LED CURRENT (mA)					
D4	D3	D2	D1	D0	MAIN	SUB1	SUB2	SUB3	MOVIE	FLASH
0	0	0	0	0	0.9	0.9	0.9	0.9	3.3	3.3
0	0	0	0	1	1.9	1.9	1.9	1.9	6.5	6.5
0	0	0	1	0	2.8	2.8	2.8	2.8	9.7	9.7
0	0	0	1	1	3.8	3.8	3.8	3.8	12.9	12.9
0	0	1	0	0	4.7	4.7	4.7	4.7	16.2	16.2
0	0	1	0	1	5.6	5.6	5.6	5.6	19.4	19.4
0	0	1	1	0	6.6	6.6	6.6	6.6	22.6	22.6
0	0	1	1	1	7.5	7.5	7.5	7.5	<b>25.8</b>	<b>25.8</b>
0	1	0	0	0	8.4	8.4	8.4	8.4	28.9	28.9
0	1	0	0	1	9.4	9.4	9.4	9.4	32.1	32.1
0	1	0	1	0	10.3	10.3	10.3	10.3	35.4	35.4
0	1	0	1	1	11.3	11.3	11.3	11.3	38.6	38.6
0	1	1	0	0	12.2	12.2	12.2	12.2	41.6	41.6
0	1	1	0	1	13.1	13.1	13.1	13.1	44.7	44.7
0	1	1	1	0	14.1	14.1	14.1	14.1	47.9	47.9
0	1	1	1	1	<b>15.0</b>	<b>15.0</b>	<b>15.0</b>	<b>15.0</b>	51.0	51.0
1	0	0	0	0	15.9	15.9	15.9	15.9	3.3	54.1
1	0	0	0	1	16.9	16.9	16.9	16.9	6.5	57.2
1	0	0	1	0	17.8	17.8	17.8	17.8	9.7	60.3
1	0	0	1	1	18.8	18.8	18.8	18.8	12.9	63.4
1	0	1	0	0	19.7	19.7	19.7	19.7	16.2	66.3
1	0	1	0	1	20.6	20.6	20.6	20.6	19.4	69.6
1	0	1	1	0	21.6	21.6	21.6	21.6	22.6	72.7
1	0	1	1	1	22.5	22.5	22.5	22.5	25.8	75.8
1	1	0	0	0	23.4	23.4	23.4	23.4	28.9	78.8
1	1	0	0	1	24.4	24.4	24.4	24.4	32.1	81.9
1	1	0	1	0	25.3	25.3	25.3	25.3	35.4	84.9
1	1	0	1	1	26.3	26.3	26.3	26.3	38.6	87.9
1	1	1	0	0	27.2	27.2	27.2	27.2	41.6	91.0
1	1	1	0	1	28.1	28.1	28.1	28.1	44.7	94.0
1	1	1	1	0	29.1	29.1	29.1	29.1	47.9	97.0
1	1	1	1	1	30.0	30.0	30.0	30.0	51.0	100.0

注：默认值用粗体斜体字表示。

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

MAX8879

表 3. 控制数据字节(16进制)

CONTROL BYTE (HEXADECIMAL)						LED CURRENT (mA)					
MAIN	SUB1	SUB2	SUB3	MOVIE	FLASH	MAIN	SUB1	SUB2	SUB3	MOVIE	FLASH
20	40	60	80	A0	C0	0.9	0.9	0.9	0.9	3.3	3.3
21	41	61	81	A1	C1	1.9	1.9	1.9	1.9	6.5	6.5
22	42	62	82	A2	C2	2.8	2.8	2.8	2.8	9.7	9.7
23	43	63	83	A3	C3	3.8	3.8	3.8	3.8	12.9	12.9
24	44	64	84	A4	C4	4.7	4.7	4.7	4.7	16.2	16.2
25	45	65	85	A5	C5	5.6	5.6	5.6	5.6	19.4	19.4
26	46	66	86	A6	C6	6.6	6.6	6.6	6.6	22.6	22.6
27	47	67	87	<b>A7</b>	<b>C7</b>	7.5	7.5	7.5	7.5	<b>25.8</b>	<b>25.8</b>
28	48	68	88	A8	C8	8.4	8.4	8.4	8.4	28.9	28.9
29	49	69	89	A9	C9	9.4	9.4	9.4	9.4	32.1	32.1
2A	4A	6A	8A	AA	CA	10.3	10.3	10.3	10.3	35.4	35.4
2B	4B	6B	8B	AB	CB	11.3	11.3	11.3	11.3	38.6	38.6
2C	4C	6C	8C	AC	CC	12.2	12.2	12.2	12.2	41.6	41.6
2D	4D	6D	8D	AD	CD	13.1	13.1	13.1	13.1	44.7	44.7
2E	4E	6E	8E	AE	CE	14.1	14.1	14.1	14.1	47.9	47.9
<b>2F</b>	<b>4F</b>	<b>6F</b>	<b>8F</b>	AF	CF	<b>15.0</b>	<b>15.0</b>	<b>15.0</b>	<b>15.0</b>	51.0	51.0
30	50	70	90	B0	D0	15.9	15.9	15.9	15.9	3.3	54.1
31	51	71	91	B1	D1	16.9	16.9	16.9	16.9	6.5	57.2
32	52	72	92	B2	D2	17.8	17.8	17.8	17.8	9.7	60.3
33	53	73	93	B3	D3	18.8	18.8	18.8	18.8	12.9	63.4
34	54	74	94	B4	D4	19.7	19.7	19.7	19.7	16.2	66.3
35	55	75	95	B5	D5	20.6	20.6	20.6	20.6	19.4	69.6
36	56	76	96	B6	D6	21.6	21.6	21.6	21.6	22.6	72.7
37	57	77	97	B7	D7	22.5	22.5	22.5	22.5	25.8	75.8
38	58	78	98	B8	D8	23.4	23.4	23.4	23.4	28.9	78.8
39	59	79	99	B9	D9	24.4	24.4	24.4	24.4	32.1	81.9
3A	5A	7A	9A	BA	DA	25.3	25.3	25.3	25.3	35.4	84.9
3B	5B	7B	9B	BB	DB	26.3	26.3	26.3	26.3	38.6	87.9
3C	5C	7C	9C	BC	DC	27.2	27.2	27.2	27.2	41.6	91.0
3D	5D	7D	9D	BD	DD	28.1	28.1	28.1	28.1	44.7	94.0
3E	5E	7E	9E	BE	DE	29.1	29.1	29.1	29.1	47.9	97.0
3F	5F	7F	9F	BF	DF	30.0	30.0	30.0	30.0	51.0	100.0

注：默认值用粗体斜体字表示。

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

表4. RGB斜率

CONTROL BYTE (HEXADECIMAL)	RGB RAMP RATE (A/s)	RAMP TIME FROM OFF TO FULL BRIGHTNESS (ms)
E0	58.6	0.512
E1	0.114	262
<b>E2</b>	<b>0.0572</b>	<b>524</b>
E3	0.0286	1048

\*默认值用粗体斜体字表示。

三个子屏LED的电流需单独设置，允许驱动一个RGB LED。主屏和子屏LED电流的设置范围介于0.9mA到30mA之间，两者默认值均为15mA（见表1、表2和表3）。

将FSH输入置低，可以控制闪光灯LED。MAX8879有两个寄存器，用于设置闪光灯/电影模式的电流。当I<sup>2</sup>C接口用于开启LED时，电影寄存器将设置F1-F4 LED电流；当FSH输入置于低电平时，闪光灯寄存器将设置F1-F4 LED电流。闪光灯LED电流的设置范围介于3.3mA到100mA之间，默认值为25.8mA（见表1、表2和表3）。当电影和闪光灯模式均开启时，闪光灯寄存器具有比电影寄存器更高的优先级。如果闪光灯安全定时器超时，则关闭闪光灯LED，并且电影模式开/关控制位复位为0。此举可防止MAX8879在安全定时器超时情况下返回到电影模式。

LED阴极连接端(M\_、S\_和F\_)能够以任意方式组合并连接到一起，以支持更高电流的LED。例如，如果以高达400mA的电流驱动单个闪光灯LED，则可将F1、F2、F3和F4连接到一个闪光灯LED的阴极。

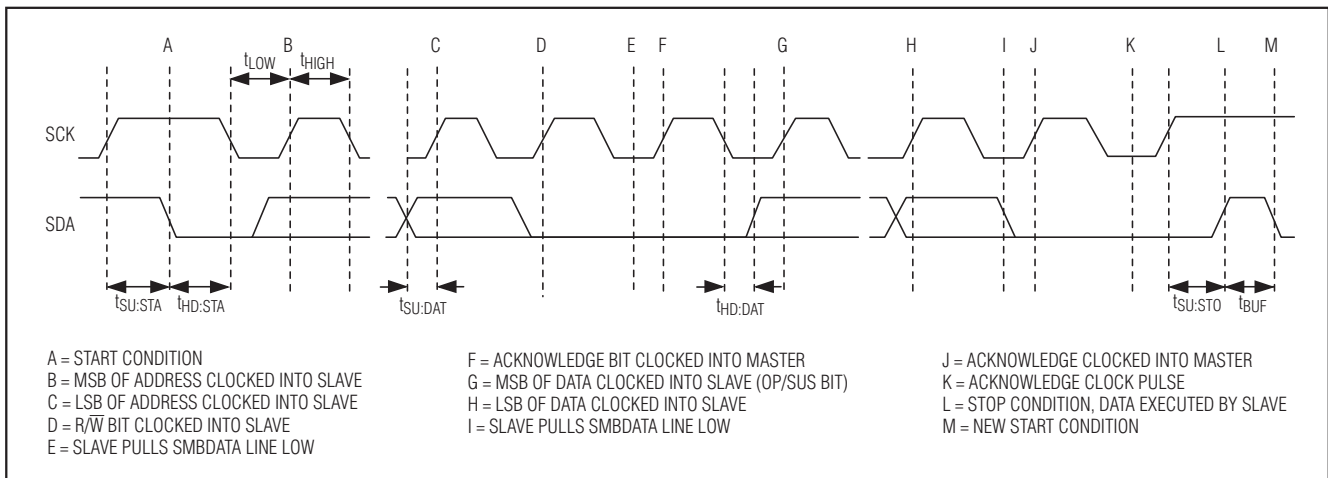
为了避免持续工作在过压保护模式，必须将所有没有使用的LED阴极接头(M\_、S\_或F\_)连接至OUT，此举会关闭相应的电流调节器。

## RGB色彩与斜率设置

三个子屏LED电流可通过I<sup>2</sup>C接口独立控制，从而允许使用共阳极RGB LED。每个LED具有32级可编程亮度(5位)，总共可提供32k种彩色。为了在不同彩色/亮度设置之间实现平稳过渡，应在子屏LED电流发生变化、使能子屏LED以及关闭LED时，使用斜率控制。斜率可通过I<sup>2</sup>C接口设置，其中包含四个可选值(见表4)。

## 温度降额功能

MAX8879内置温度降额功能，可自动根据通用的白光LED的降额曲线在高温环境下限制LED电流。降额功能允许在室温下安全使用更高的LED驱动电流，从而减少背光显示所需要的LED。在相机闪光灯应用中，降额电路可避免LED和PCB过热。降额电路在+40°C以上对LED电流

图2. I<sup>2</sup>C时序图

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

进行控制，每度大约降低1.7%的电流，从而实现对LED电流的限制。典型降额功能的特性请参考典型工作特性，温度降额功能可通过I<sup>2</sup>C接口开启/禁用，默认为禁用状态。

## I<sup>2</sup>C接口

MAX8879带有一个2线I<sup>2</sup>C串行接口，用于控制LED亮度、闪光灯、温度降额以及RGB斜率。该串口由一条串行数据线(SDA)和一条串行时钟线(SCK)组成，采用标准I<sup>2</sup>C写字节命令，图2给出了I<sup>2</sup>C协议的时序图。MAX8879为从器件，需要依靠主器件生成时钟信号。主器件(通常为微处理器)在总线上启动数据传输，产生允许数据传输的SCK。主器件通过发送8位地址(0x9A)以及随后的8位控制字节，与MAX8879进行通信。每个8位控制字节包含3位命令码和5个数据位(见表1)。每次传输由START (A)条件和STOP (L)条件打包成帧(见图2)。在总线上传送的每个字长为8位，随后总会跟随一个应答时钟脉冲。

## 关断模式

当所有LED关闭时，MAX8879会关闭电荷泵并进入低功耗关断模式。关断时OUT通过内部5k $\Omega$ 电阻拉至GND，从而对输出电容进行放电。IN和PIN在关断期间为高阻，但I<sup>2</sup>C接口保持有效状态(通过V<sub>DD</sub>供电)。如需进入关断模式，可通过I<sup>2</sup>C接口发送控制字节0x00，然后将FSH驱动到高电平。如需退出关断模式，可通过I<sup>2</sup>C接口使任一LED。

## FSH逻辑输入

FSH输入用于控制带有内部安全定时器的闪光灯LED。FSH为低电平时，将以闪光灯寄存器所设置的电流驱动闪光灯LED。FSH置为低电平时将开启闪光灯定时器，定时时间可预先设置(可编程周期)。FSH端的低电平有效信号才会开启安全定时器，此功能也可作为一项保护措施，以避免由于软件故障而导致闪光灯LED出现过热损坏，该引脚为闪光灯的专用控制引脚。

## 电影工作模式

电影模式的电流由电影寄存器的电流量程确定，通过I<sup>2</sup>C接口进行设置。电影LED只能通过I<sup>2</sup>C接口进行开/关控制。

## 输出过压保护

如果LED发生故障或阴极短路到GND，则输出过压保护功能会将输出限制在5V。当MAX8879检测到输出电压上升到5V以上时，即关闭电荷泵。一旦输出电压降至4.9V，电荷泵将重新开启。

为了避免持续工作在过压保护模式，必须将所有没有使用的LED阴极接头(M<sub>-</sub>、S<sub>-</sub>或F<sub>-</sub>)连接至OUT，此举会禁用相应的电流调节器。

## 热关断

热关断功能对MAX8879的总功耗进行限制。当结温超过+160°C时，MAX8879将自行关闭，从而使IC冷却。当结温下降20°C时，MAX8879重新开始软启动。连续热过载条件下会导致脉冲输出。

## 应用信息

### 输入纹波

1倍压模式下，MAX8879的输入纹波可以忽略不计。当电荷泵在1.5倍压或2倍压模式下切换时，输入纹波具体取决于负载电流和电源的输出阻抗。电荷泵工作在1.5倍压模式时纹波最大，典型输入纹波请参考典型工作特性中的开关波形。对于噪声敏感应用，可通过增大输入电容降低输入纹波。

### 电容选择

由于陶瓷电容具有小尺寸、低成本和低ESR等特点，推荐使用陶瓷电容。应选择温度变化时仍可保持电容值和直流偏置的陶瓷电容。通常，具有X5R或X7R温度特性的电容性能更为出色，具体推荐值请参考典型工作电路，采用较大的输入电容有助于降低输入纹波(请参考输入纹波部分)。

### PCB布局和布线

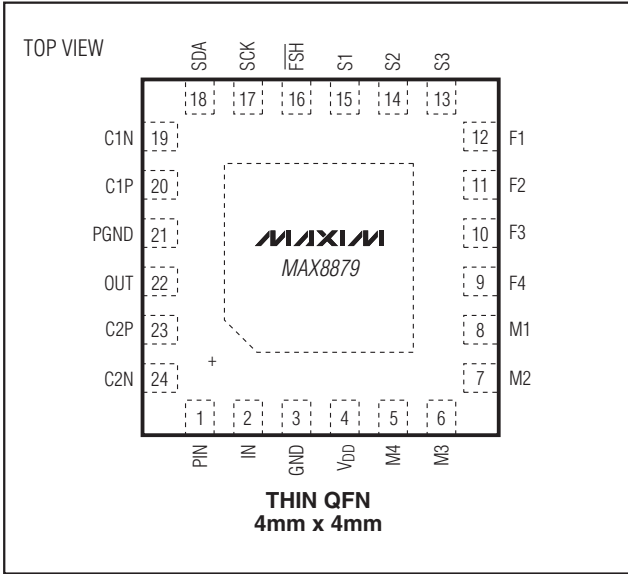
MAX8879是一款高频开关电容稳压器，为了获得最佳的电路性能，应采用固态接地层并使电容尽可能靠近IC安装。将裸焊盘连接至GND和PGND，并提供足够的覆铜区域，确保IC散热。有关PCB布局的具体示例，请参考MAX8879评估板。

# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

## 引脚配置

## 芯片信息

PROCESS: BiCMOS



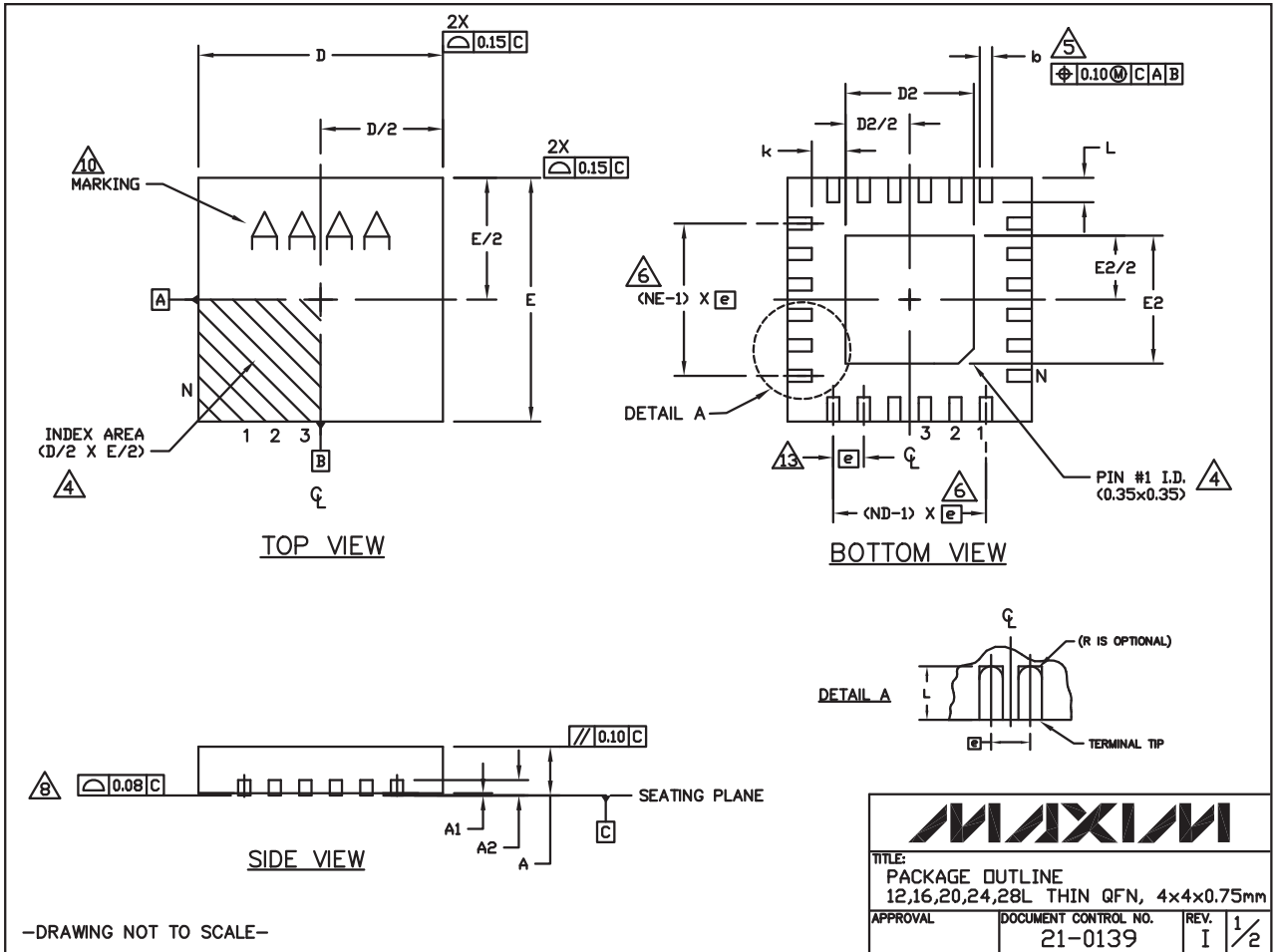
# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电荷泵， 带有安全定时器

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询 [www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages)。

封装类型	封装编码	文档编号
8 TQFN	T2444-4	<a href="#">21-0139</a>

MAX8879





# 用于背光/闪光灯/RGB LED驱动的电泵， 带有安全定时器


封装信息(续)

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询 [www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages)。

COMMON DIMENSIONS															EXPOSED PAD VARIATIONS								
PKG REF.	12L 4x4			16L 4x4			20L 4x4			24L 4x4			28L 4x4			PKG CODES	D2			E2			
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.		MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	T1244-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	
A1	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	T1244-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	
A2	0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF			T1644-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.18	0.23	0.30	0.15	0.20	0.25	T1644-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	
D	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	T2044-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	
E	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	T2044-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.			0.40 BSC.			T2444-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	T2444-3	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	
L	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50	T2444-4	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	
N	12			16			20			24			28			T2444M-4	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	
ND	3			4			5			6			7			T2444M-1	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	
NE	3			4			5			6			7			T2844-1	2.50	2.60	2.70	2.50	2.60	2.70	
Jedec Var.	WGGB			WGGC			WGGD-1			WGGD-2			WGGE										

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JESD 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25mm AND 0.30mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2844-1.
- MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
- COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm.
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm.
- LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION 'e', ±0.05.
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
- ALL DIMENSIONS ARE THE SAME FOR LEADED (-) & PbFREE (+) PACKAGE CODES.



TITLE:  
PACKAGE OUTLINE  
12,16,20,24,28L THIN QFN, 4x4x0.75mm

APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0139	REV. I	2/2
----------	---------------------------------	-----------	-----

-DRAWING NOT TO SCALE-

## 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。

16 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2008 Maxim Integrated Products

Maxim是Maxim Integrated Products, Inc.的注册商标。