

便携式产品的光源管理

1

便携式产品的光源管理

钟建鹏

中国区资深应用工程师
电源管理产品业务部

2



便携式产品光源市场



便携式产品光源市场最新动态

- 多显示屏：
 - 双 LCD 屏
 - LCD + OLED
- 高亮度闪光灯
- 个性化的娱乐光源
 - 音频同步光源
 - 可编程 LED 光源模式



挑战

- 白光 LED 驱动电路：更先进的亮度控制
 - 真正线性控制
 - 更强大的调节能力
 - 不会产生音频噪声
- 闪光灯 LED 驱动电路：
 - 电流安全控制
- 提高集成度



白光 LED 背光方案

串联 LED

优势
显示屏连接线路简单

劣势
需要电源稳压器

并联 LED

优势
无需电感增压

劣势
每个 LED 必须单独接线
需要匹配的电流电源

或者

电感增压

优势
最高效率
确保电流匹配

劣势
EMI
尺寸大
成本高

开关电容器

优势
外形小巧（长、宽、高）
成本低

劣势
效率低

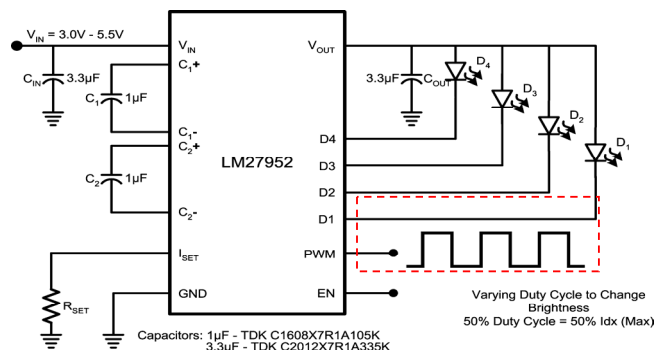
或者



通过使能管脚或 PWM 专用管脚，直接进行 PWM 亮度控制

- 直接控制 PWM 是最简单的 PWM 亮度控制方法，无需任何额外的外接组件；
- 主要缺点是 PWM 时钟频率限制引起音频噪声；

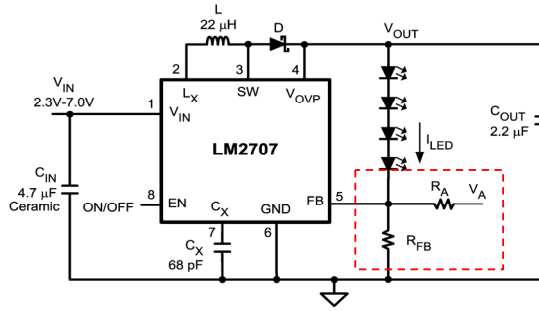
部件编号	转换器类型	EN / PWM	最高频率
LM2707	电感	EN	50kHz.
LM2751	开关电容器	EN	1kHz
LM3502	电感	EN	1kHz.
LM2796	开关电容器	EN	1kHz
LM27951/2	开关电容器	PWM	1kHz.
LM3500	电感	EN	1kHz.
LM3508	电感	PWM	100kHz.
LM3519	电感	EN	30kHz.





利用外接组件实现模拟式亮度控制

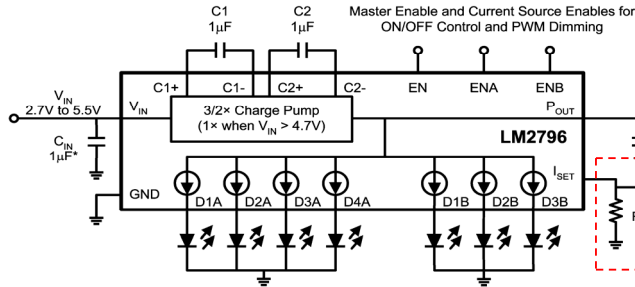
- 如果客户应用具备数模转换器，则可通过外接电阻器，使 LED 驱动电路实现模拟式亮度控制功能
- 模拟电压和外接电阻器可以使反馈环路误以为已经提供了适当的电流，从而改变 LED 光源的亮度



$$I_{LED} = \frac{V_{FB}}{R_{FB}} - \frac{V_A - V_{FB}}{R_A}$$

With $R_{FB} = 40\Omega$ and $R_A = 240\Omega$

V _A	I _{LED}
0V	15 mA
0.5V	13 mA
1.0V	11 mA
1.5V	9 mA
2.0V	6.5 mA
2.5V	4.5 mA
3.0V	2.5 mA
≥ 3.5V	OFF



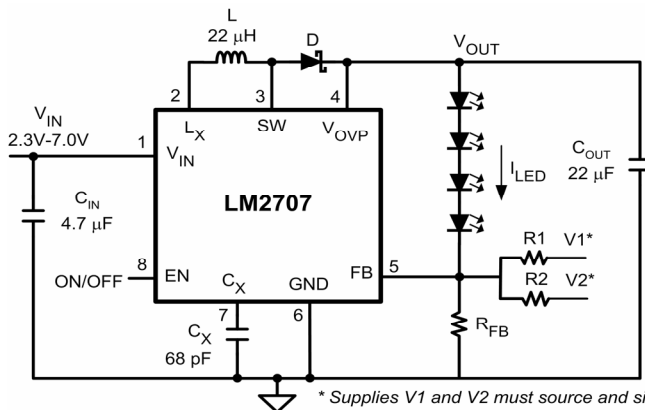
Solves using the basic equation:
 $I_{LED} = 100 * \{ (1.25V/R1) - [(V_{brgt} - 1.25V)/R2] \}$

V _{brgt} (V)	I _{LED} (mA)
1.40	4.0
1.05	7.0
0.93	8.0
0.70	10.0
0.47	12.0
0.35	13.0
0.00	16.0



数字式亮度控制 (1)

- 如果客户应用的处理器具备备用数字控制线路，则可通过外接电阻器实现多级亮度控制
- 控制级数 = 2 (GPIO N²)



* Supplies V1 and V2 must source and sink currents on the order of a few milli-Amps

V1	V2	I _{LED} EQUATION
0V	0V	$\frac{V_{FB}}{R_{FB} \parallel R1 \parallel R2}$
0V	V _{DIG}	$\frac{V_{FB}}{R_{FB} \parallel R1} - \frac{V_{DIG} - V_{FB}}{R2}$
V _{DIG}	0V	$\frac{V_{FB}}{R_{FB} \parallel R2} - \frac{V_{DIG} - V_{FB}}{R1}$
V _{DIG}	V _{DIG}	$\frac{V_{FB}}{R_{FB}} - \frac{V_{DIG} - V_{FB}}{R1 \parallel R2}$

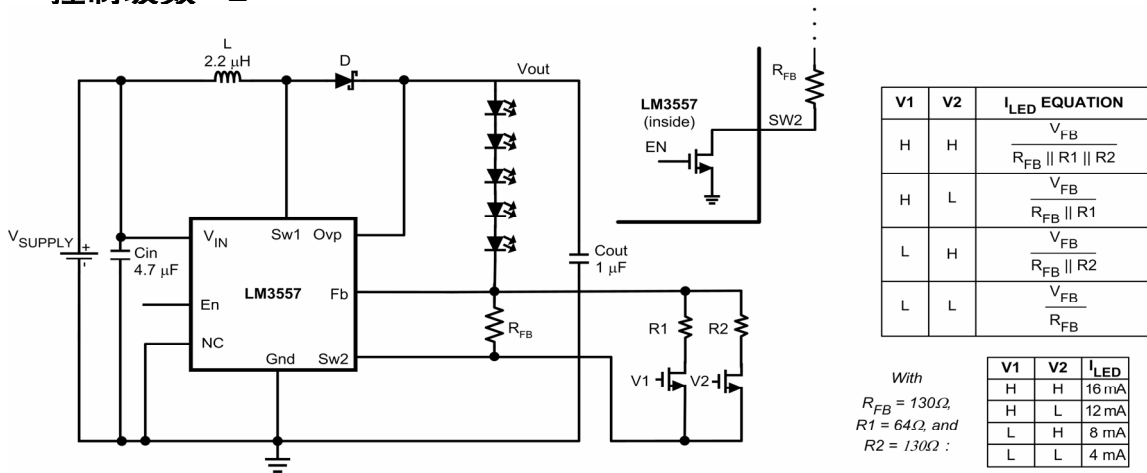
With
 $R_{FB} = 40\Omega$,
 $R1 = 225\Omega$, and
 $R2 = 450\Omega$:

V1	V2	I _{LED}
0V	0V	16 mA
0V	1.8V	12 mA
1.8V	0V	8 mA
1.8V	1.8V	4 mA



数字式亮度控制 (2)

- 如果客户应用的处理器不具备可调节电流的控制管脚，那么，仍可利用外接电阻器和控制 FET，实现数字式亮度控制
- 控制级数= 2 (GPIO N²)

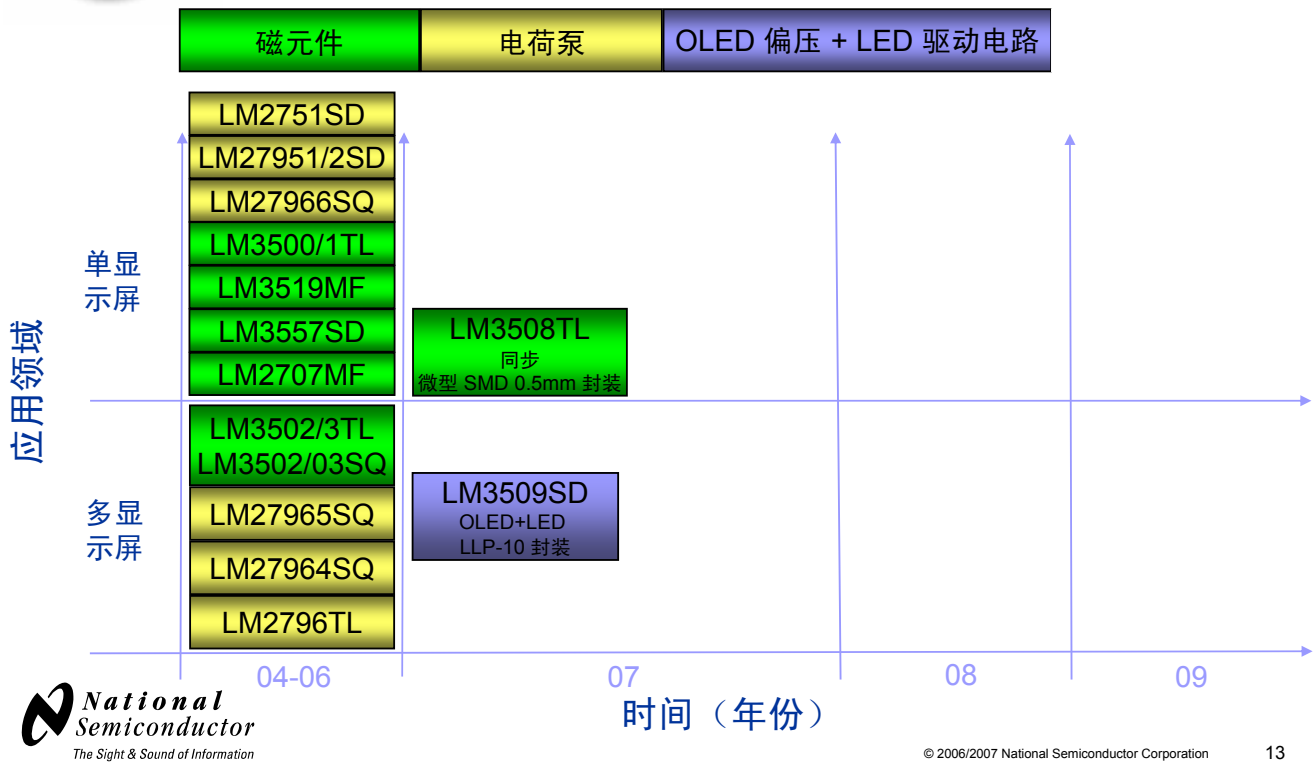


亮度控制方法小结

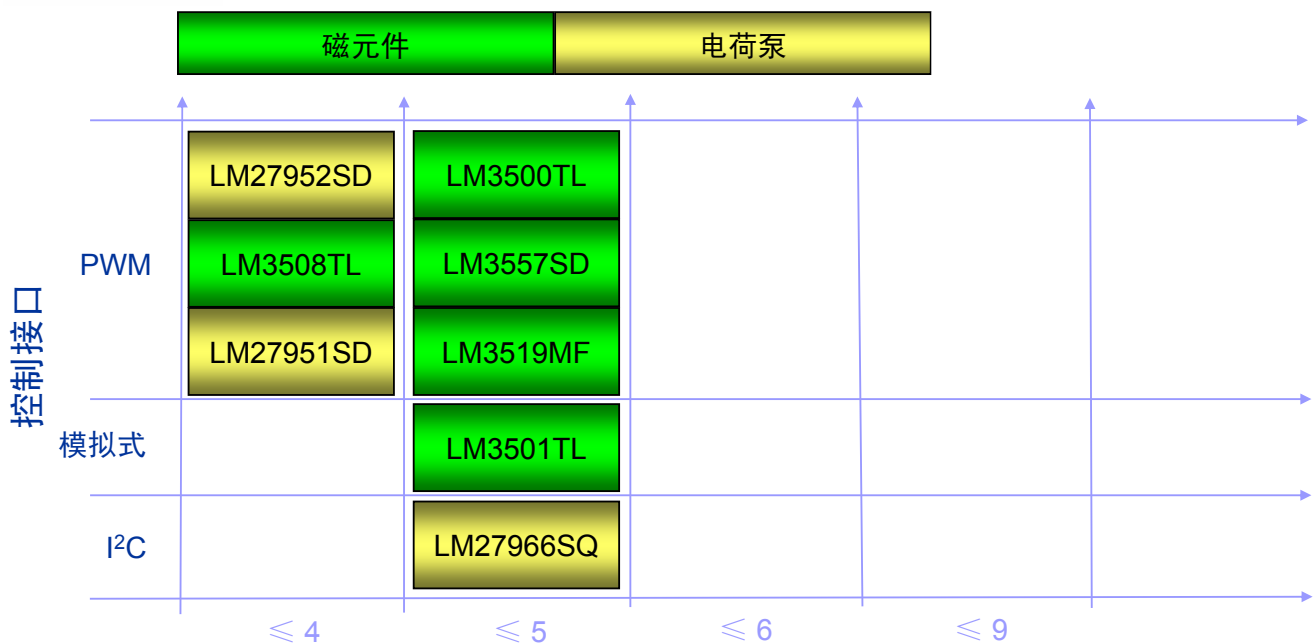
- 通过使能管脚或 PWM 专用管脚，直接进行PWM控制
- 利用专用管脚或外接组件，实现模拟式亮度控制
- 利用外接 FET 和电阻器，实现数字式亮度控制
- 内部可编程亮度控制 → I²C 兼容接口



OLED 偏压和 LED 驱动电路产品阵容

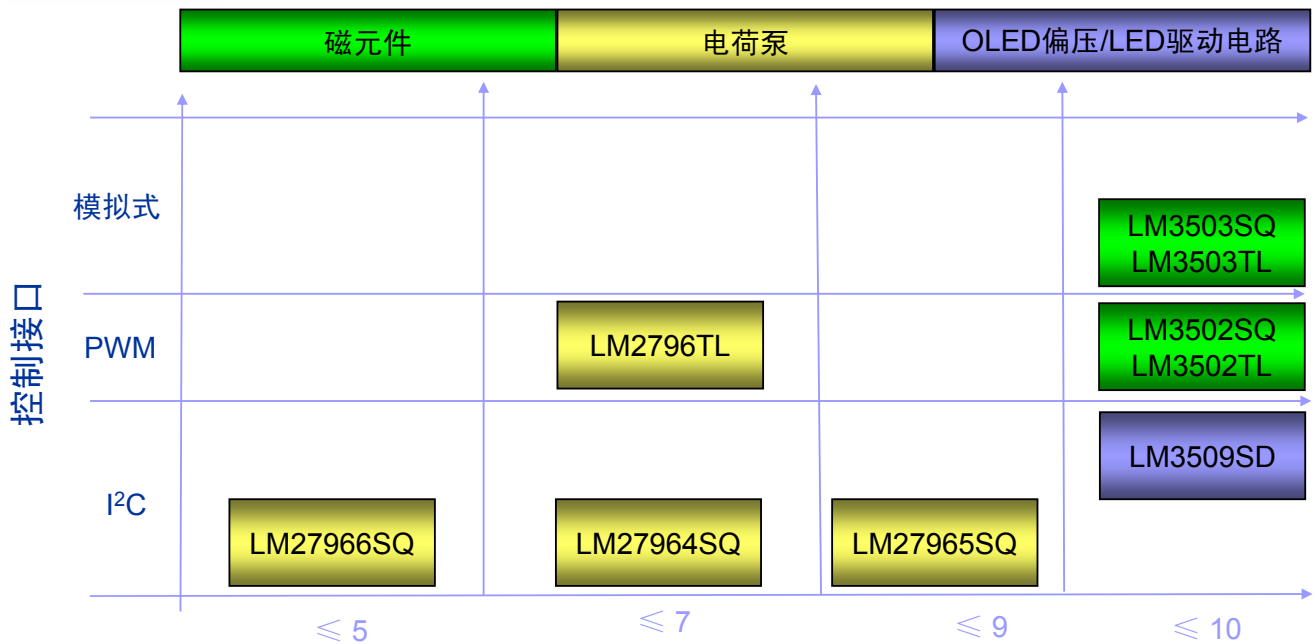


单显示屏应用





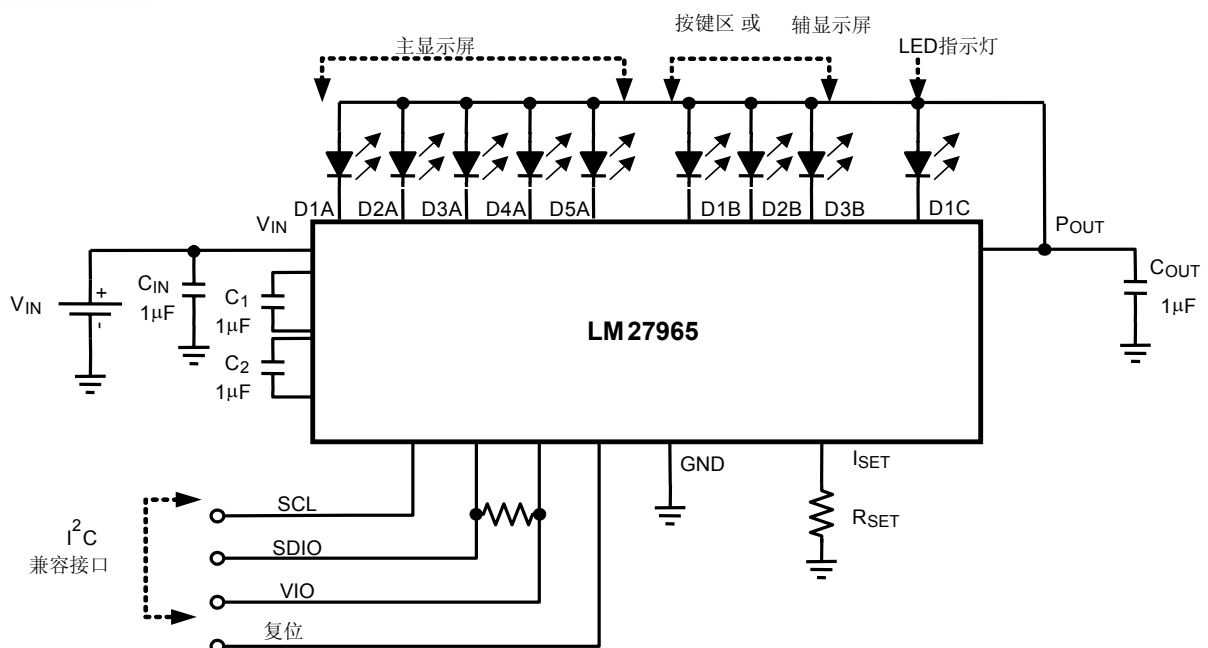
多显示屏应用



最多可支持的 LED 数量



LM27965: 采用 I²C 接口的电荷泵 LED 驱动电路





产品信息和目标应用

• 产品名称

- 多路输出恒流 LED 驱动电路

• 主要规格

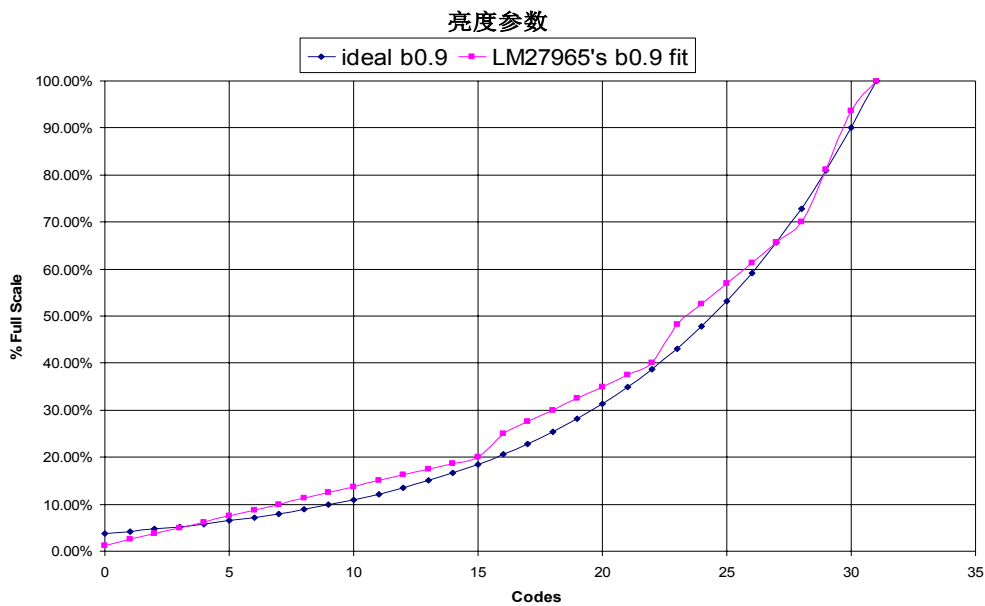
- 效率最高可达 90%
- 自适应 1x-3/2x 电荷泵
- 以 30mA 电流驱动 9 个 LED
- 可支持多种 LED 配置: 5+3+1、4+3+1、5+2+1、4+2+1
- LED 指示灯输出
- 仅需5个外接组件: C_{IN} 、 C_{OUT} 、 $2 \times C_{FLY}$ 和 R_{SET}
- 1% 电流匹配
- 软启动
- I²C 可编程亮度控制
- 32 级非线性亮度控制
- LLP-24 封装 (4mm x 4mm x 0.8mm)

• 目标应用

- 单和/或双显示屏背光
- 按键区背光
- LED 指示灯



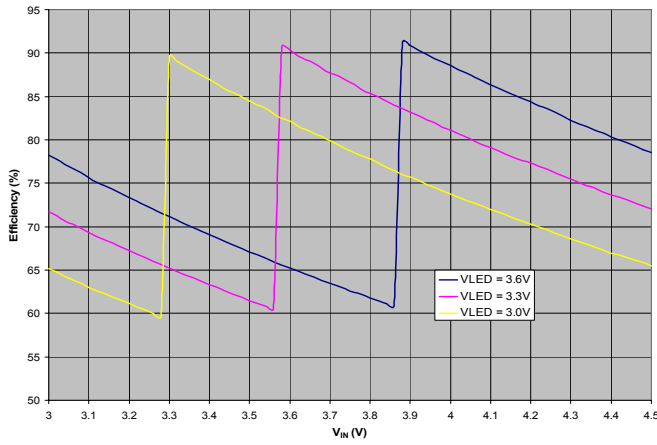
亮度控制



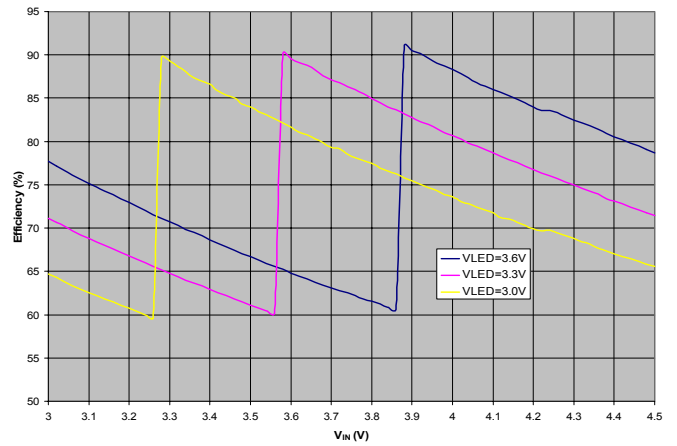


PLEDIPIN (%) 最高可达 90%

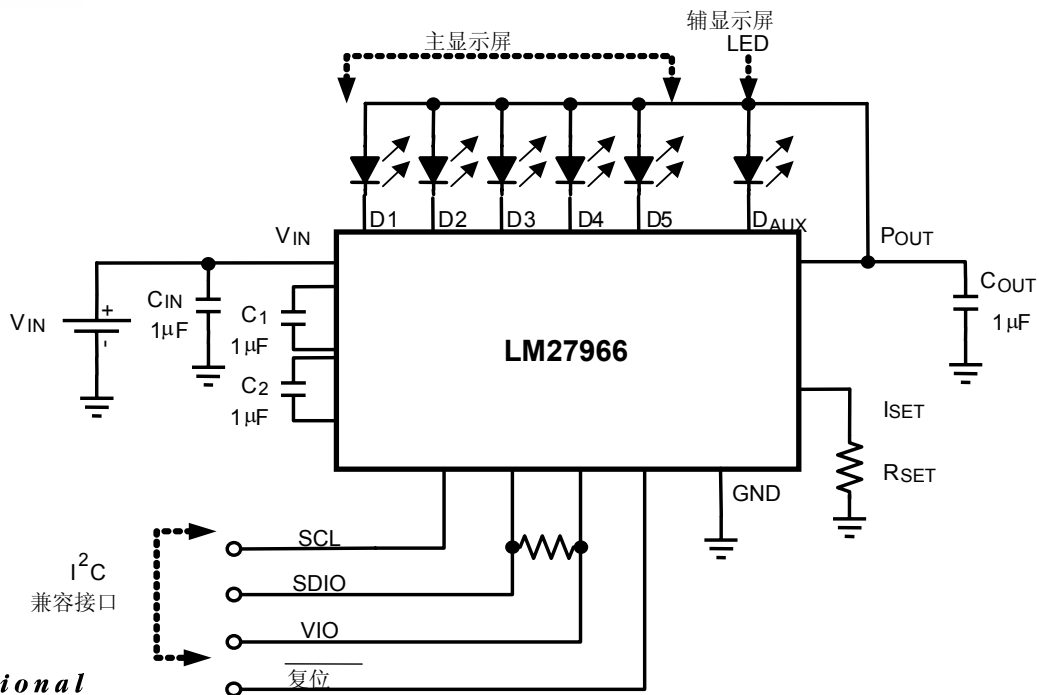
P_{LED}/P_{IN} : 5 LEDs @ 25C



P_{LED}/P_{IN} : 4 LEDs @ 25C



LM27966 应用电路图





产品信息和目标应用

产品名称

- 恒流 LED 驱动电路

主要规格

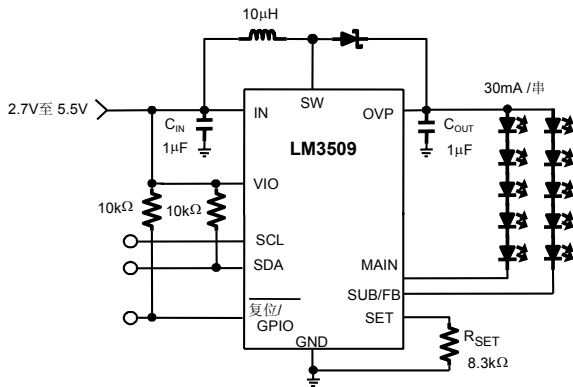
- 效率最高可达 90%
- 自适应 1x-3/2x 电荷泵
- 以 30mA 电流驱动 5 个 LED
- 可支持多种 LED 配置: 5+1 和 4+1
- LED 指示灯输出
- 仅需 5 个外接组件: C_{IN} , C_{OUT} , $2 \times C_{FLY}$ 和 R_{SET}
- 1% 电流匹配
- 软启动
- I²C 可编程亮度控制
- 32 级非线性亮度控制
- LLP-24 封装 (4mm x 4mm x 0.8mm)

目标应用

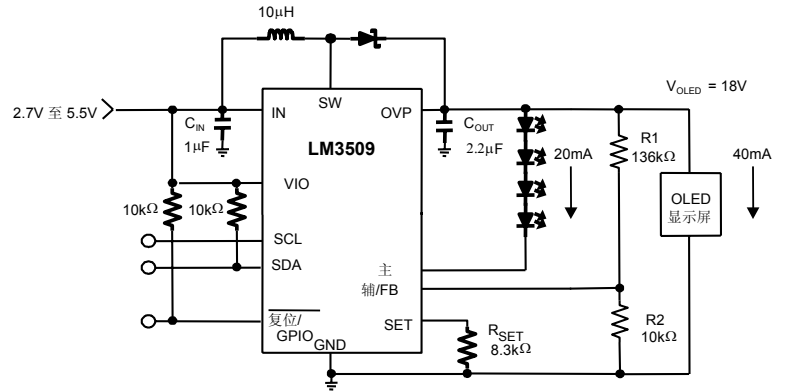
- 单和/或双显示屏背光
- 按键区背光



LM3509SD: 典型应用电路图



双白光LED偏压电源



OLED显示屏电源



产品信息和目标应用

• 产品名称

- 双输出LED/OLED驱动电路

• 主要规格

- 最高效率达 87%
- 以 30mA 电流 (0.2% 电流匹配) 驱动 10个 LED
- 以 20mA 电流同时驱动 5 个 LED, 并且 21V @ 40mA
- I²C 亮度控制
- 32 级非线性亮度控制
- 自动调光
- 通用 I/O
- 软启动
- 硬件复位

• 目标应用

- 移动电话、PDA、智能电话
- GPS、掌上游戏机
- MP3 播放器、DSC、便携式DVD 播放器
- OLED 显示装置

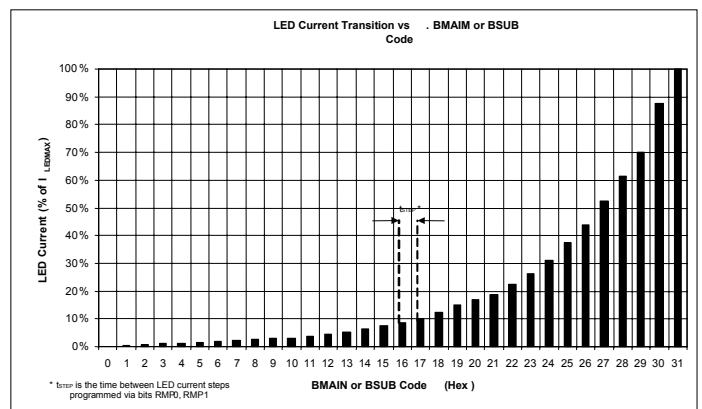
• 封装: LLP-10

- 3mm x 3mm x 0.8mm



LED 调光方案

BMAIN 或 BSUB 十六进制编码	I _{LED_MAX} 百分比	BMAIN 或 BSUB 编码	I _{LED_MAX} 百分比
0	0.00%	16	8.75%
1	0.13%	17	10.00%
2	0.63%	18	12.50%
3	1.00%	19	15.00%
4	1.13%	20	16.88%
5	1.31%	21	18.75%
6	1.69%	22	22.50%
7	2.06%	23	26.25%
8	2.44%	24	31.25%
9	2.81%	25	37.50%
10	3.13%	26	43.75%
11	3.75%	27	52.50%
12	4.38%	28	61.25%
13	5.25%	29	70.00%
14	6.25%	30	87.50%
15	7.50%	31	100.00%



• 非线性亮度控制级别

• 淡入淡出的效果

• 可选择变化间隔:

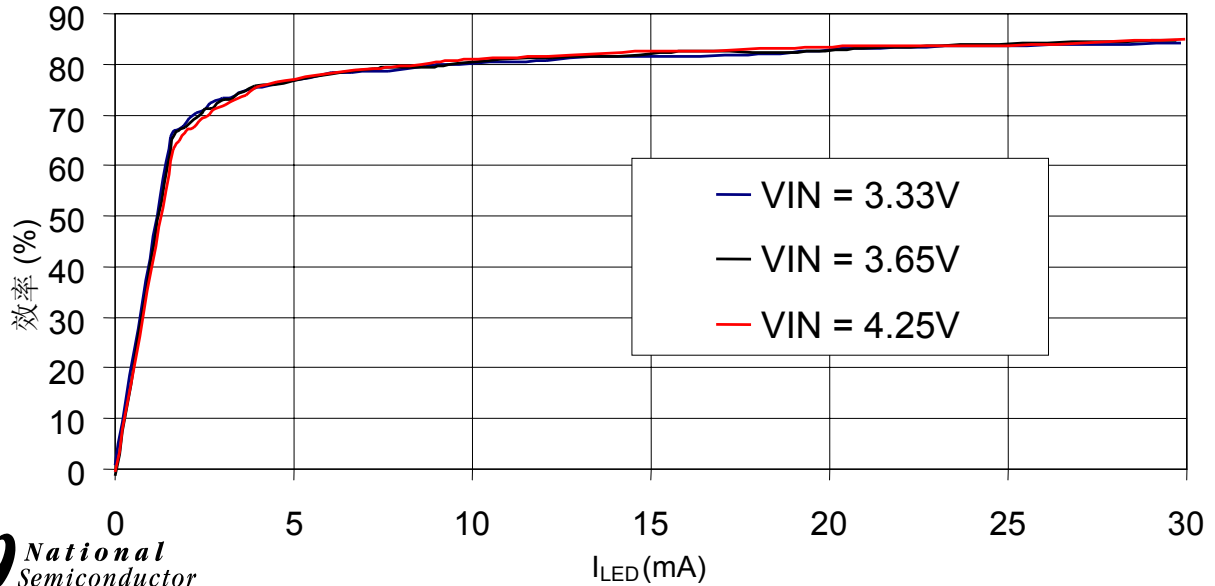
51μs/13ms/26ms/52ms/ 级





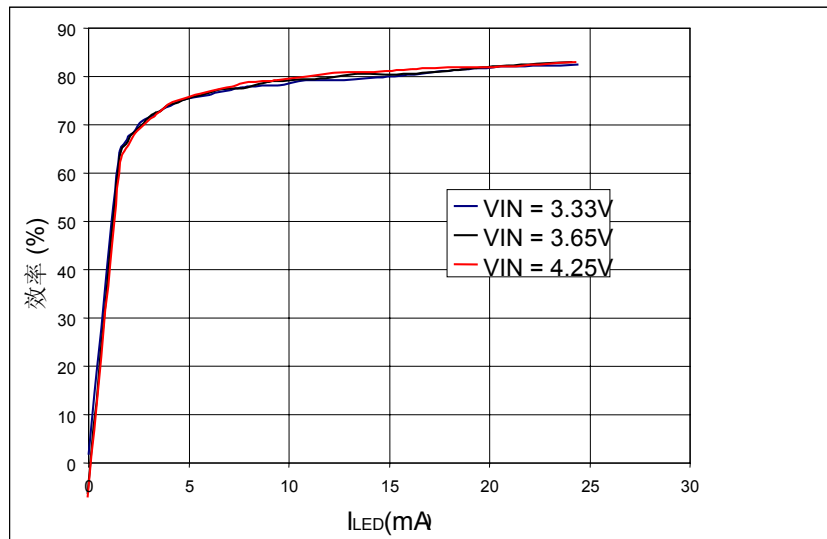
LED 效率 (PLEDIPIN): 最高可达 85%

- 4 LED 线路
- L = 10 uH, VLF4012



LED 效率 (PLEDIPIN): 最高可达 83%

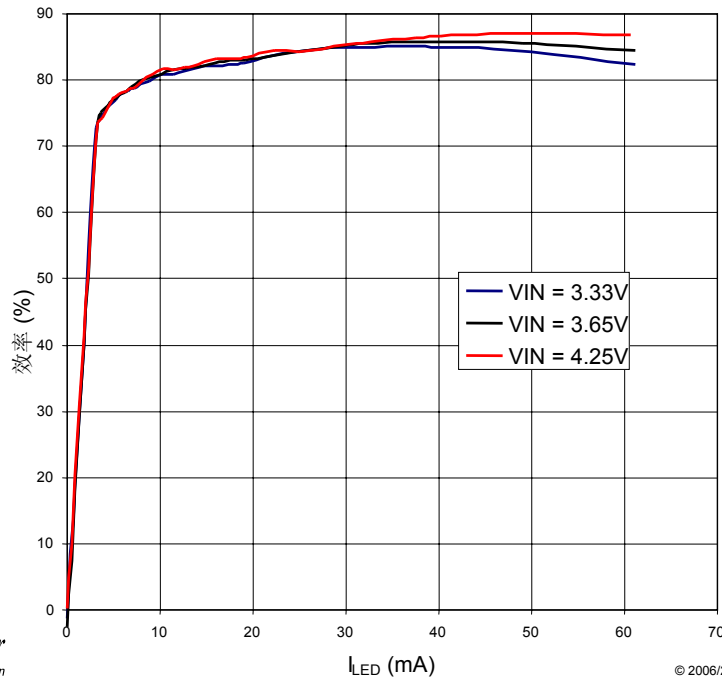
- 5 LED 线路
- L = 10 uH, VLF4012





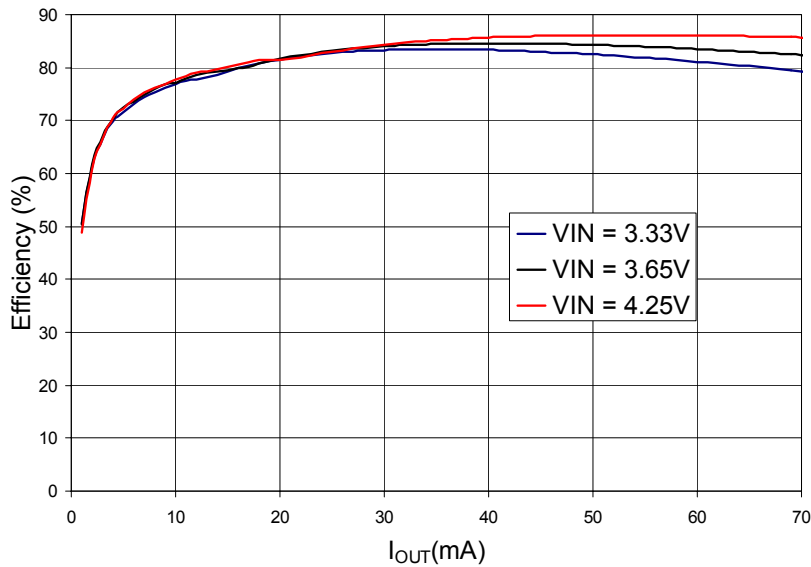
LED 效率 (PLEDIPIN): 最高可达 87%

- 双 (4+4) LED 线路



OLED 偏压效率: 最高可达 86%

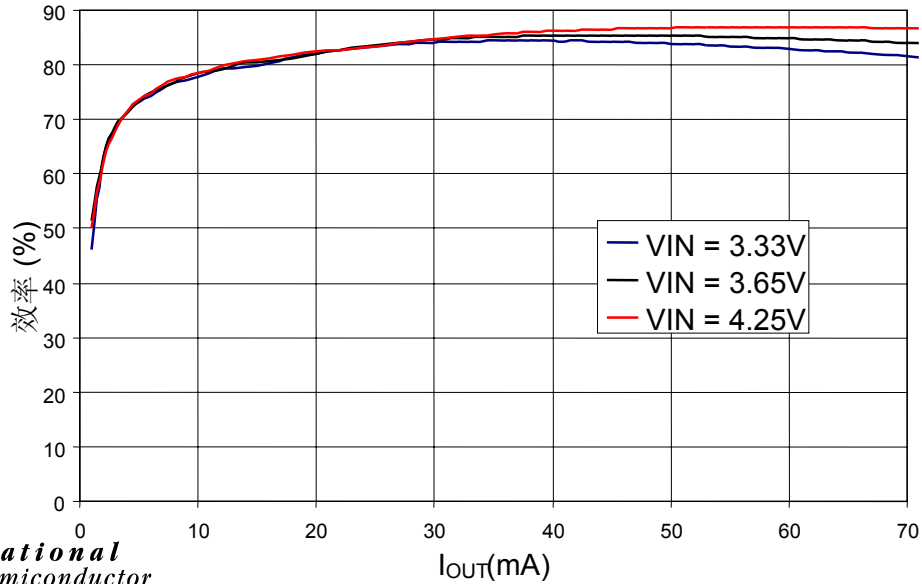
- $V_{OUT} = 18V$
- $L = 10\mu H$, VLF4012



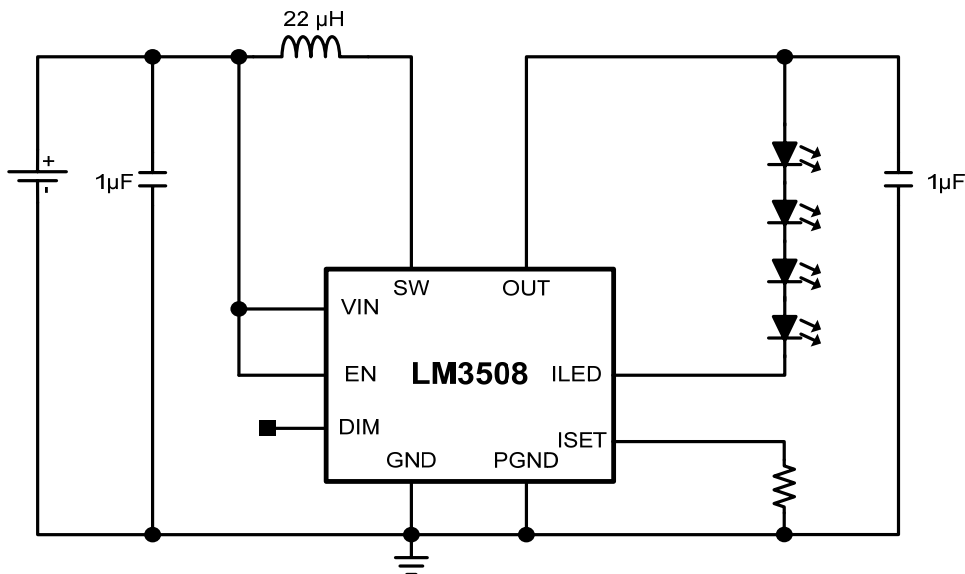


OLED 偏压效率: 最高可达 86%

- $V_{OUT} = 16V$
- $L = 10\mu H$, VLF4012



LM3508 典型应用电路图





产品信息和目标应用

- 产品名称

- 恒流 LED 驱动电路

- 主要规格

- 最高效率达 83%
- 无需使用外接肖特基二极管
- 以 30 mA 电流驱动 4 个 LED
- 最高可提供 100 kHz PWM 亮度控制
- 完全断电隔离
- 输出短路保护
- 软启动

- 目标应用

- 移动电话
- MP3 播放器: DSC

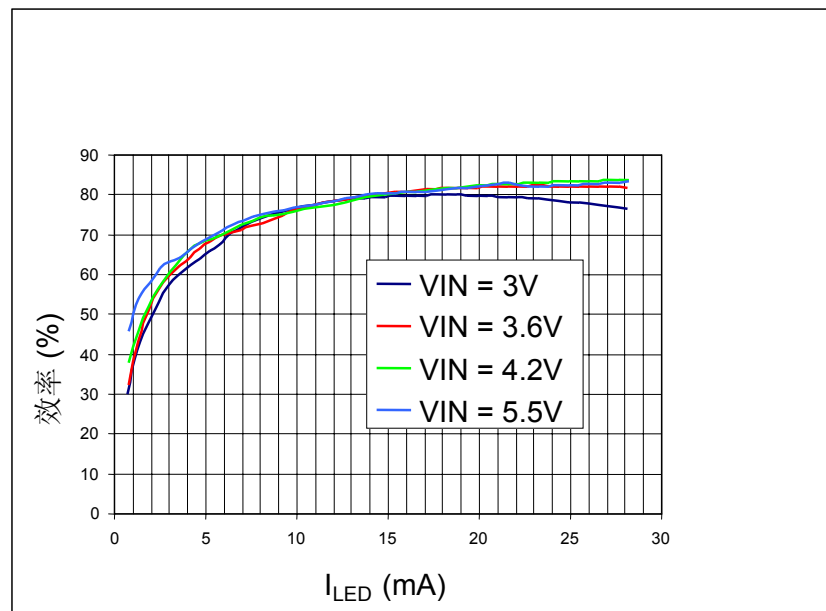
- 封装: 微型 SMD-9

- 1.5 x 1.5 x 0.6 mm



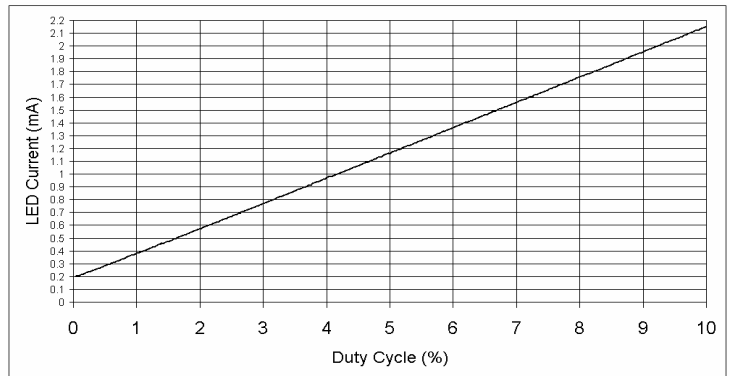
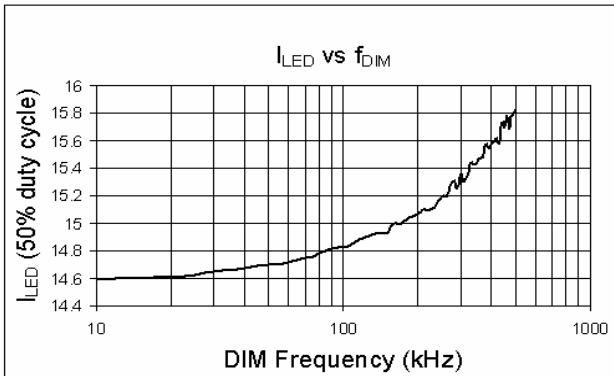
LED 效率 (PLEDIPIN): 最高可达 83%

- 4 条 LED 线路
- L = 22 μ H, VLF3012





调光线性与占空比和频率的关系

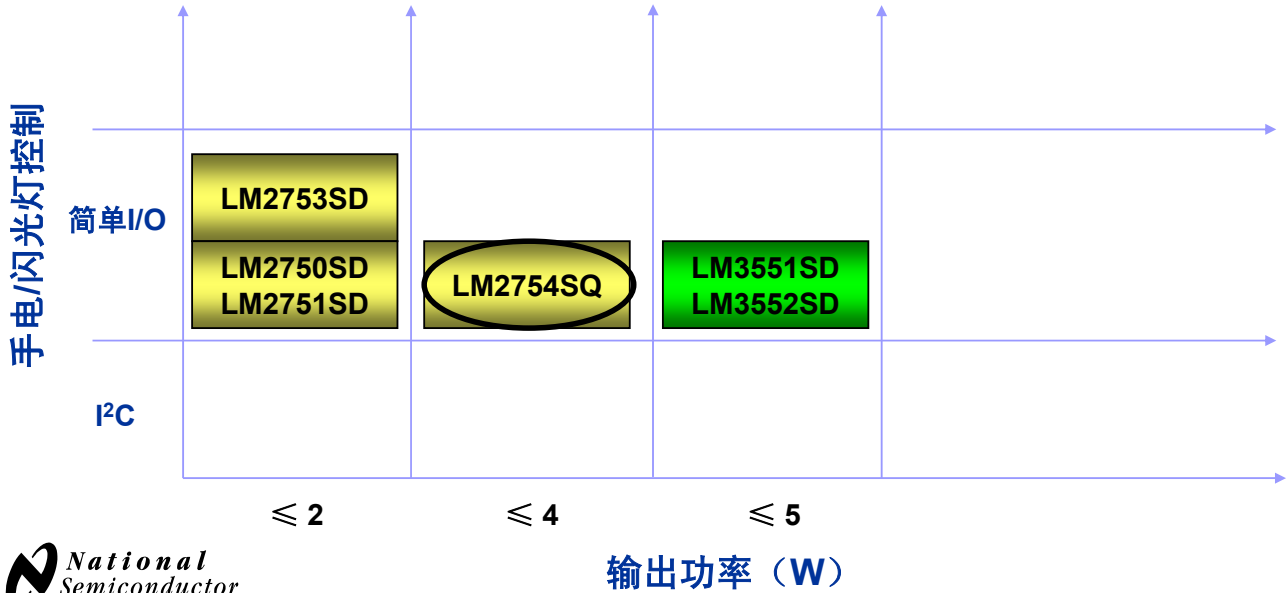


- 占空比较低时，线性 LED 电流响应可实现对数亮度控制
- 20 kHz - 100 kHz PWM 调光可消除音频噪声

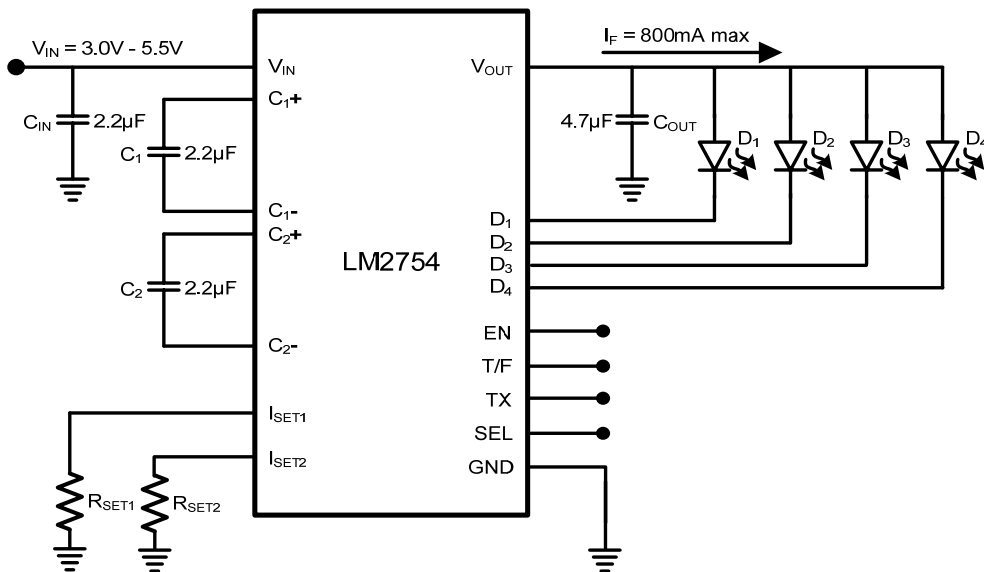


闪光灯 LED 应用

磁元件 电荷泵



LM2754: 800 mA 电荷泵闪光灯 LED 驱动电路



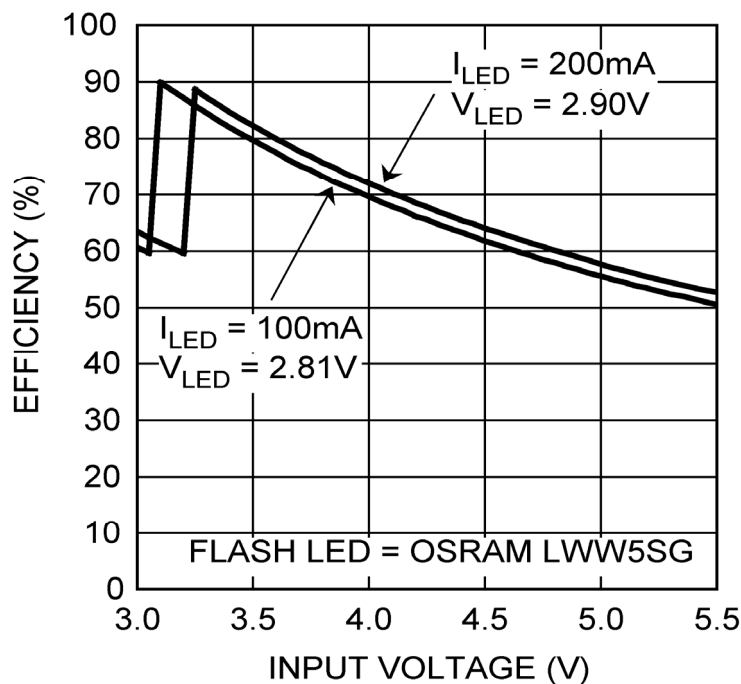


产品优越性和价值诉求

主要特性	价值和优越性
800mA LED 驱动电路 @ $V_{IN} = 3.0V$	<ul style="list-style-type: none"> 可在任何锂电池电压范围内正常运行的闪光灯
极其袖珍的解决方案	<ul style="list-style-type: none"> 超薄解决方案: < 1mm. 无需电感器 → 降低成本! EMI很低 → 轻松实现 PCB 布局!
灵活选择组件!	<ul style="list-style-type: none"> 可以通过向 SEL 管脚发出逻辑“高”信号 (或将 SEL 管脚连接至 V_{IN})，禁用电流吸收端 D_4 → 支持单或多DIE LED
超时保护电路	<ul style="list-style-type: none"> 如果闪光灯信号 (T/F) 保持为“高”超过 1 秒钟，那么，电流吸收端将被禁用。从而防止 LED 因温度过高而受损! 这是一个安全问题!
输入端噪声极低	<ul style="list-style-type: none"> 在增益发生变化时，限制输入电流峰值：不会关闭手机!
不会对射频功率放大器产生干扰	<ul style="list-style-type: none"> 在 RF PA 发射脉冲过程中，TX 管脚将禁用闪光灯，并将 LED 电流设置为“手电”模式。向 TX 管脚发出逻辑“高”信号将中断闪光灯运行。不会关闭手机!

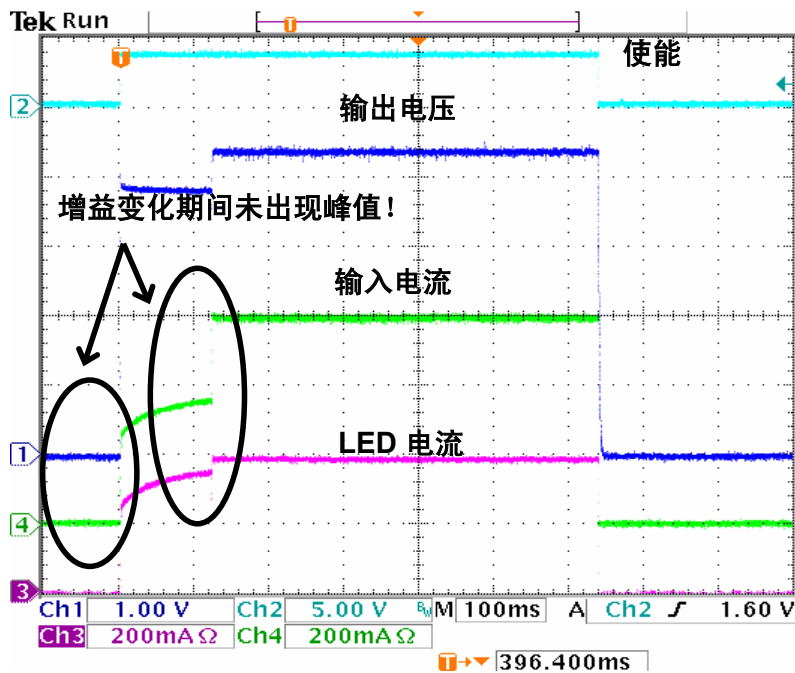


PLEDIPIN (%) 最高可达 90%

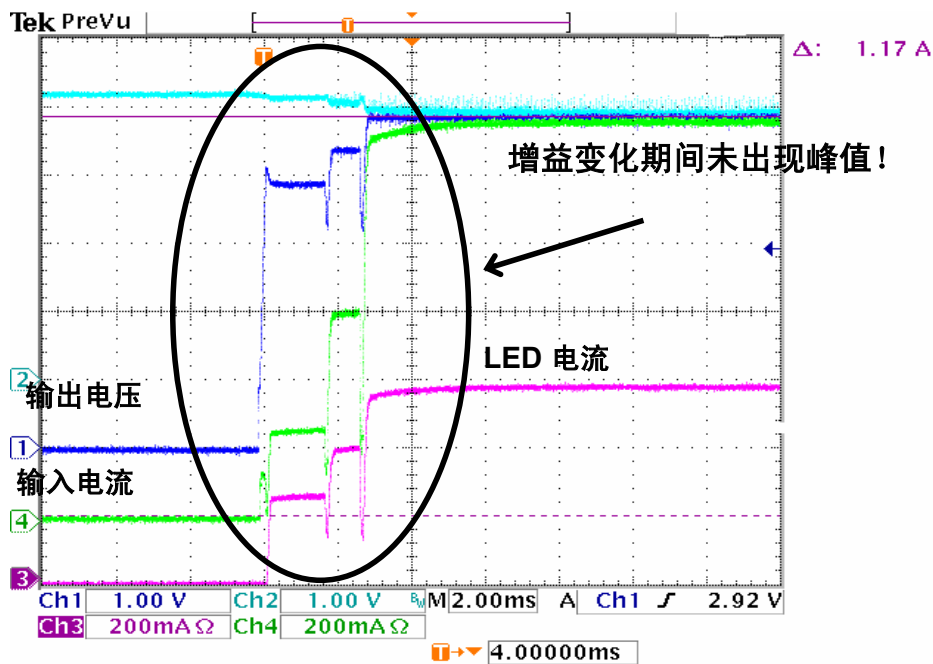




启动时的输入电流和 LED 电流: 0 mA 400 mA (手电模式)



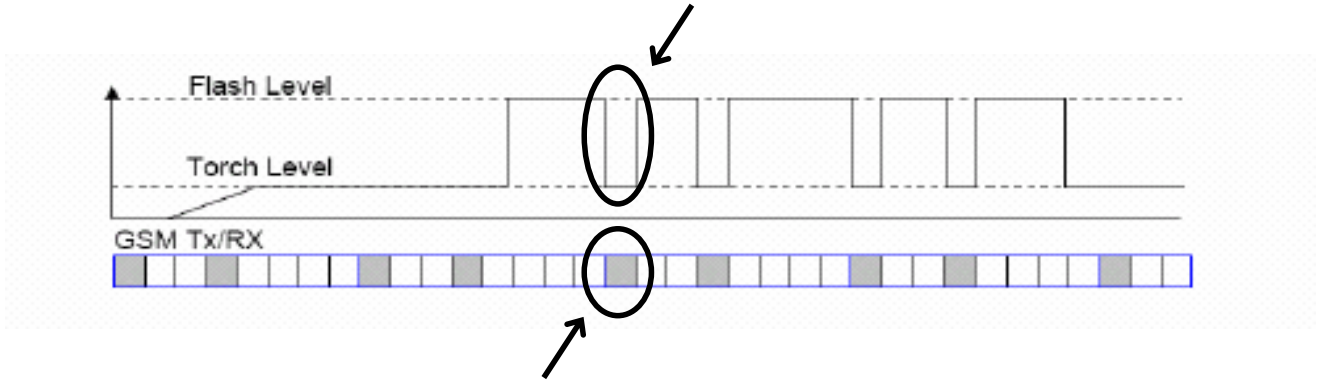
启动时的输入电流和 LED 电流 0 mA 600 mA (闪光灯模式)





TX 管脚的重要性

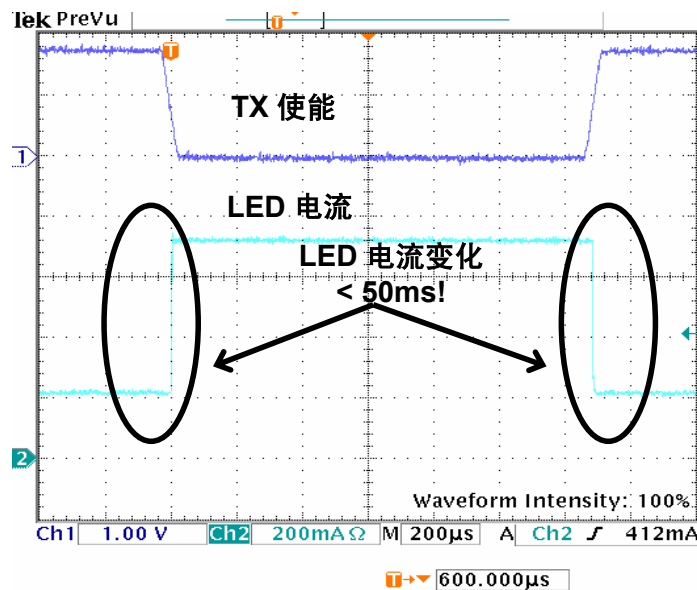
在 TX 突发过程中，必须最大限度地降低闪光灯 LED 的功耗！



在 TX 突发期间，RF PA 最多需要消耗 2° 电池电流！

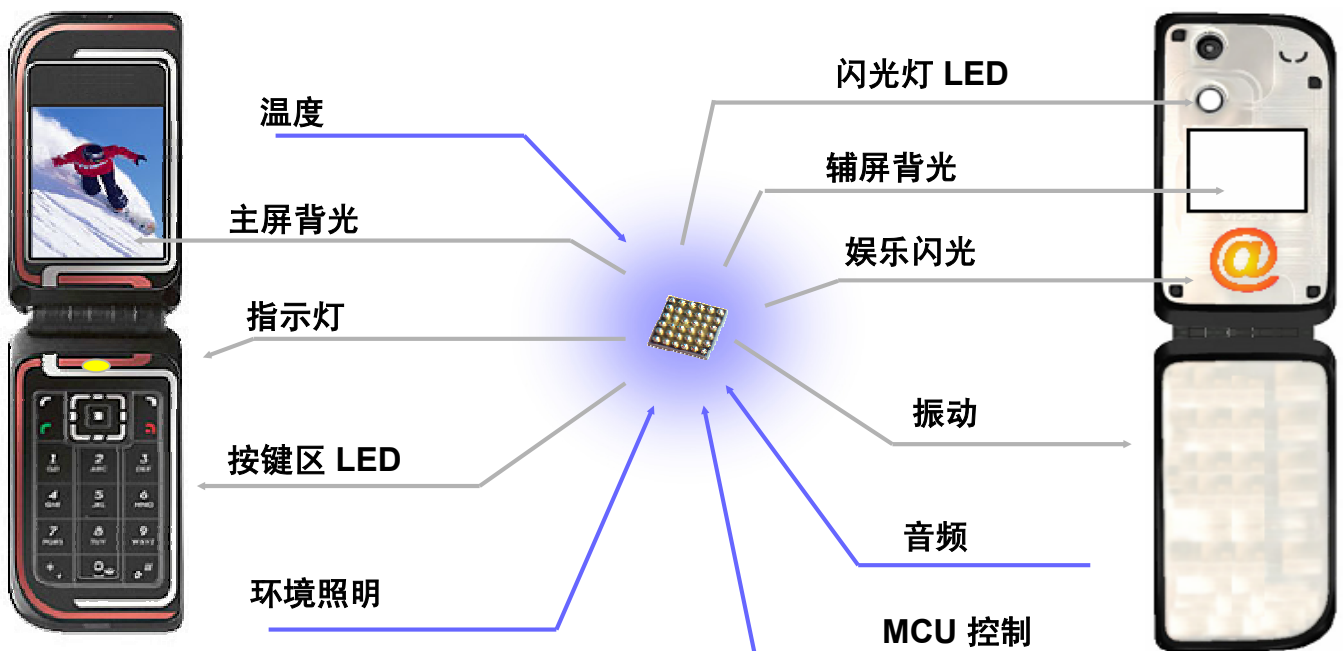


LED 电流与 TX 信号的关系



集成式光源解决方案

LMU = 单芯片光源解决方案



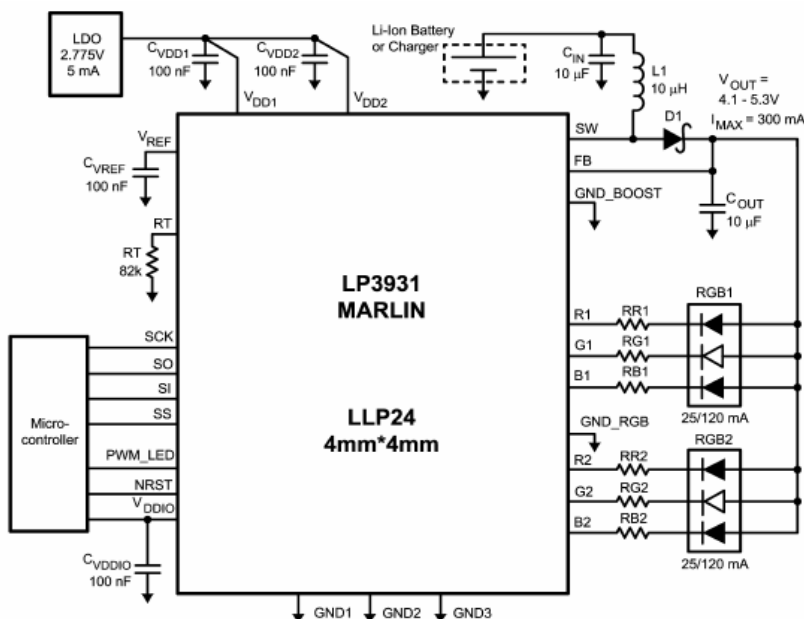


集成式光源解决方案 LMU 产品阵容

LP3931 2 RGB 或闪光灯 300mA 稳压器	LP3954 4+2WLED+2RGB, 音频同步, 300mA 稳压器	LP3958 主屏+辅屏 +按键区 <i>最新上市</i>
LP3933 4+2 WLED+2RGB 300mA 稳压器	LP3943 16 白光或 彩色 LED	LP5526 主屏+辅屏+闪光灯 <i>最新上市</i>
LP3936 4+2 WLED+RGB 250mA 稳压器	LP3944 8 白光或 彩色 LED	LP5527 闪光灯+RGB 音频同步 <i>最新上市</i>
LP3950 音频同步 2 RGB 300mA 稳压器		



LP3931 双 RGB 驱动电路, 具备高电流稳压器

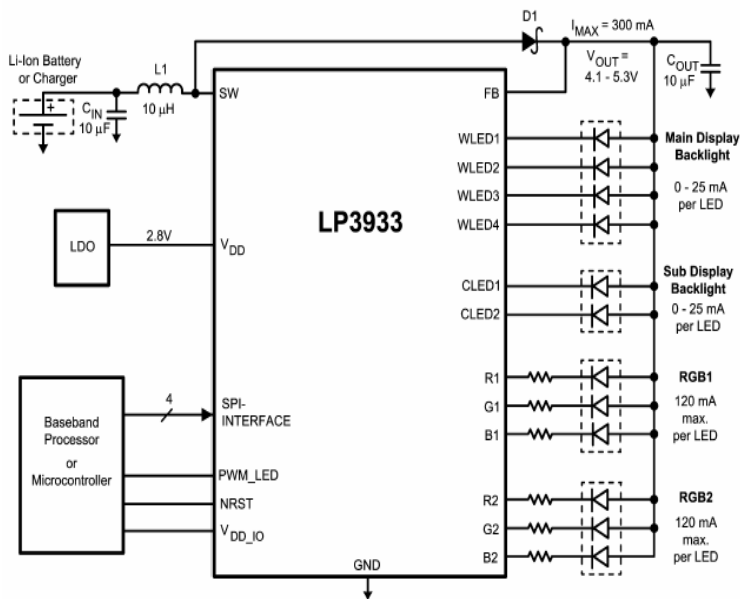


主要特性

- 高效率可编程 300 mA 磁稳压器
- DC-DC 转换器
- 2 个单独控制 PWM RGB LED 驱动电路, 具备可编程颜色、亮度、开关斜率和闪烁模式
- 闪光灯功能, 最多6路输出, 每路电流最高可达 120 mA
- 可通过 SPI 接口导入应用软件
- 更加丰富的 LED 开关和调光硬件控制功能
- 可编程低电流待机模式
- 低电压数字接口 (最低 1.8V)
- 外形小巧的 24 针 LLP 封装



LP3933 LMU, 可支持 6 个白光 LED 和 2 个 RGB 或闪光灯 LED

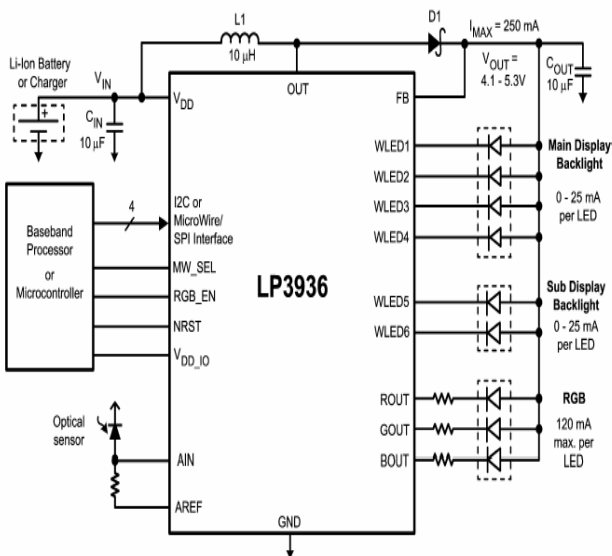


主要特性

- 高效率可编程 300 mA 磁稳压器
- DC-DC 转换器
- 2 个单独控制的 PWM RGB LED 驱动电路，具备可编程颜色、亮度、开关斜率和闪烁模式
- 闪光灯功能，最多 6 路输出，每路电流最高可达 120 mA
- 4 个恒流 LED 驱动电路，具备可编程 8 位调节功能 (0 ... 25mA / LED)
- 2 个恒流 LED 驱动电路，具备可编程 8 位调节功能 (0 ... 25mA / LED)
- 可通过 SPI 接口导入应用软件
- 更加丰富的 LED 开关和调光硬件控制功能
- 可编程低电流待机模式
- 低电压数字接口 (最低 1.8V)
- 外形小巧的 32 针薄形 CSP 层压封装



LP3936 LMU, 可支持 6 个白光 LED 和 2 个 RGB 或闪光灯 LED



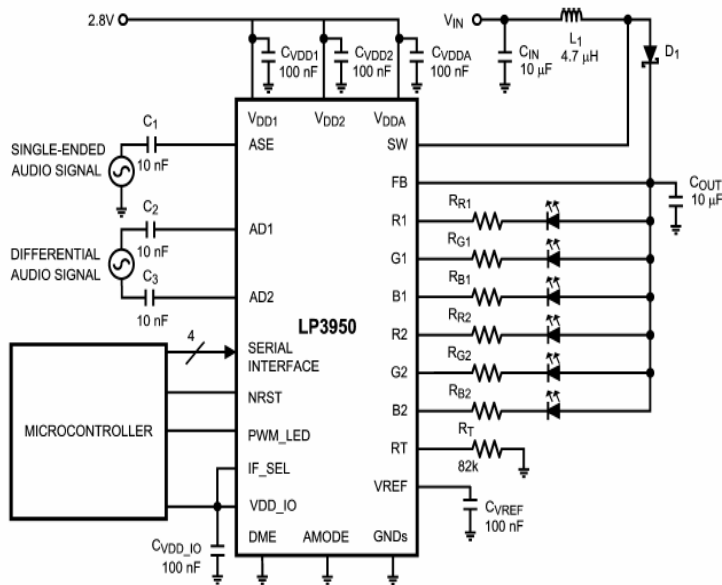
主要特性

- 高效率 250 mA 磁稳压器
- DC-DC 转换器，支持可编程输出电压
- PWM 控制 RGB LED 驱动电路，具备可编程颜色、亮度、开关斜率和闪烁模式
- 闪光灯功能，具备 3 个驱动电路，每路电流最高可达 120 mA
- 4 个恒流 LED 驱动电路，具备可编程 8 位调节功能 (0 ... 25mA / LED)
- 2 个恒流白光 LED 驱动电路，具备可编程 8 位调节功能 (0 ... 25mA / LED)
- 8 位模数转换器，可支持平均值环境光线传感器
- 集成式 Micro Wire/SPI 和 I²C 兼容串行接口
- 低电流待机模式 (软件控制)
- 低电压数字接口 (最低 1.8V)
- 外形小巧的 32 针薄形 CSP 层压封装





LP3950 彩色 LED 驱动电路， 具备音频同步功能

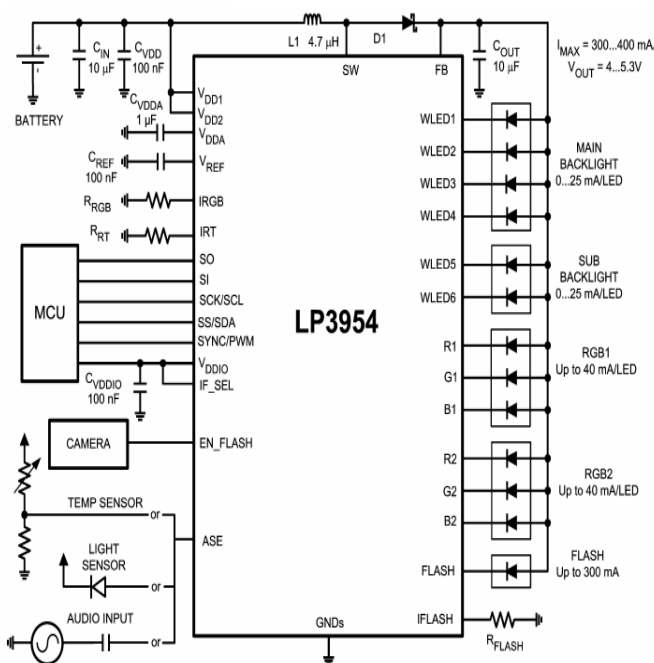


主要特性

- 两种彩色 LED 音频同步模式：振幅和频率
- 可编程频率和振幅响应，支持跟踪速度控制
- 自动增益控制或可选择增益，用于优化输入信号
- 类似于 LP3933/LP3936 的模式发生器
- 低噪声磁稳压器
- DC-DC 转换器，支持可编程 VOUT
- 可选择 SPI 或 I²C 兼容接口
- 对于非串行接口，默认使能一个针
- 适用于同步模式的单针选择电路
- 外形小巧的 32 针薄形 CSP 层压封装



LP3954 高级 LMU



主要特性

- 基于命令的 PWM 控制 RGB LED 驱动电路
- 高电流驱动电路，适用于具备内置定时功能的闪光灯 LED
- 4+2 或 6 个低电压恒流白光 LED 驱动电路
- 具备可编程 8 位调节功能 (0...25mA / LED)
- 高效率 DC-DC 稳压器
- SPI / I²C 兼容接口
- 可支持外部 PWM 调光控制
- 可支持时钟同步，实现 RGB 定时
- 可支持环境光线和温度传感器
- 小型封装 - 36 bump 微型 SMD: 3.0mm*3.0mm*0.6mm

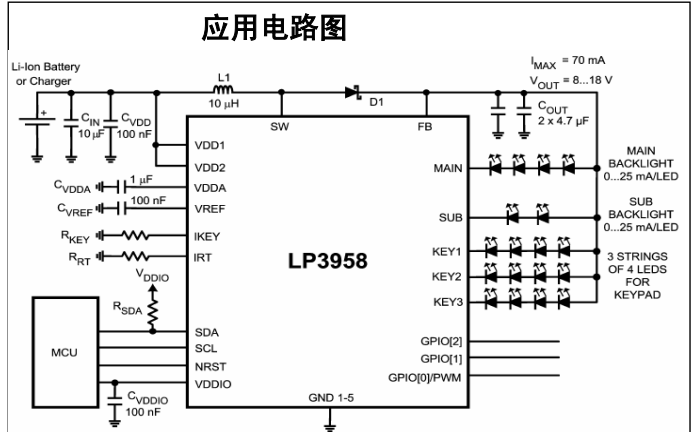


LP3958

具备高压稳压器的 LMU

主要特性

- 稳压器 5-18V (70mA)
- 双背光 LED 驱动电路
- 按键区 / RGB LED 驱动电路
- 3 GPIO
- 微型 SMD (2.5mm x 2.5mm)
- I²C 可编程



目标应用 – 双显示屏背光/按键区背光



© 2006/2007 National Semiconductor Corporation

53

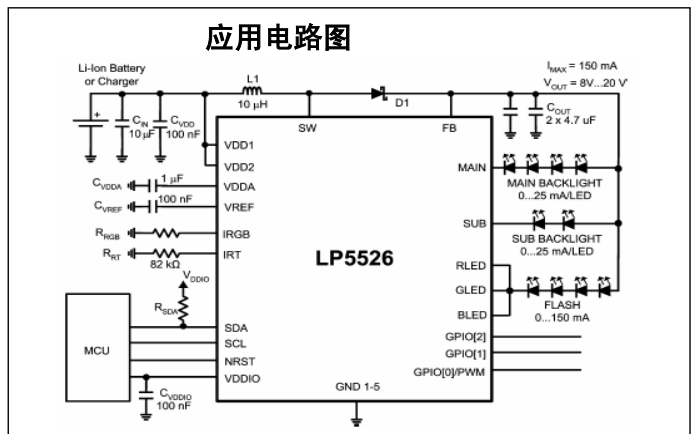


LP5526:

具备闪光灯 LED 驱动电路的 LMU

主要特性

- 串联 LED 驱动电路，具备闪光灯/按键区 / RGB 功能，以及 3 个 GPIO 和 I²C 兼容接口
- 双显示屏或单宽屏背光
- 闪光灯电流最高可达 150mA
- 袖珍型解决方案 (2.5mm x 2.5mm 25-bump 微型 SMD)
- LLP 型号 (LP55261)



目标应用 – 双显示屏背光/按键区背光

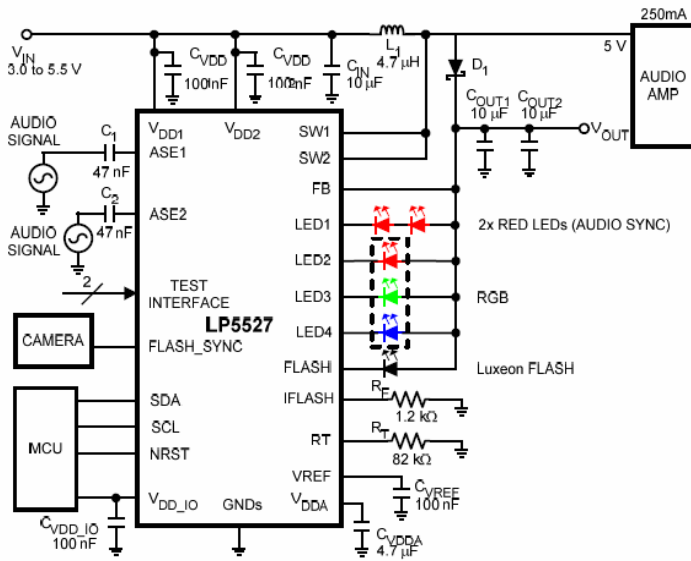


© 2006/2007 National Semiconductor Corporation

54



LP5527: 闪光灯-**RGB**- 按键区 LED 驱动电路



主要特性

- DC-DC磁转换器
 - 输出电压 ~ 4.5...5V
 - 输出电流 ~ 670mA (3 Vin)
- 400mA闪光灯驱动电路
 - 外部触发
 - 2 秒安全特性
- 键盘 LED 驱动电路
 - 亮度控制
- 娱乐 LED 驱动电路
 - 音频同步
 - 振幅同步
- 向音频放大器 5V 电源
- LED 连接性测试
- 30 针微型 SMD



总结: 先进的光源特性

- 高频 PWM 亮度控制, 避免发生音频噪声
- 真正线性亮度控制
- 渐暗渐亮调节
- 高电流匹配 (<1%), 可支持开关电容器 LED 驱动电路
- 同步整流升压
- I²C 兼容接口, 可实现更加高级的控制
- 音频同步
- 先进的电流安全控制, 可支持闪光灯 LED 驱动电路
- 集成式光源解决方案



*National
Semiconductor*

The Sight & Sound of Information