

# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

## ■概要

ELM92xxxB 是 CMOS 升压型高输出电流的 DC/DC 转换器。由基准电压源、误差放大器、振荡电路、启动电路、PFM 控制电路、开关 MOSFET、LX MOSFET、开关电流限制等电路构成。外接电路的零部件由电感、二极管和电容等组成。可以得到比输入电压更高的输出电压。标准产品的输出电压分 2.7V、3.0V、3.3V 及 5.0V 可供选择。在 2.5 ~ 5.5V 的范围里面，可根据顾客的要求进行部分设计变更。此 IC 采取高频率的 600kHz PWM 控制方式，所以能得到高输出电流并且输出电压波纹很小的稳定输出。另外，采用 PFM 控制方式使得只需使用小的感应器就可以在大范围的负荷条件下取得高的效率。

## ■特点

- 广范围输出电压 : 2.5V ~ 5.5V(调整电压以0.1V为单位间隔)
- 低电压工作 :  $V_{in} \geq 0.9V$
- 高频率开关 : Typ.600kHz
- 输出电流 (例) : 250mA(在  $V_{in}=1.5V$ 、 $V_{out}=3.0V$  时)
- 有 CE 引脚(芯片使能引脚)  
: Max.0.5 $\mu$ A(ELM92xx2B 停止工作时)
- 高效率 : Typ.85%
- 有开关电流限制功能
- 小型封装 : SOT-89、SOT-89-5

## ■用途

- 电池供电设备的恒压电源
- PDA、数码相机
- 照相机的恒压电源
- 携带型通信机器

## ■绝对最大额定值

项目	记号	规格范围	单位
LX 引脚电压	V <sub>Lx</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3 ~ 8.0	V
输出引脚电压	V <sub>out</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3 ~ 8.0	V
CE 引脚电压	V <sub>ce</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3 ~ 8.0	V
容许功耗	P <sub>d</sub>	500 (SOT-89) 500 (SOT-89-5)	mW
工作温度	T <sub>op</sub>	-40 ~ +85	°C
保存温度	T <sub>stg</sub>	-55 ~ +125	°C

## ■产品型号构成

### ELM92xxxB-x

记号	项目	描述
a, b	输出电压	(例) 27: V <sub>out</sub> =2.7V      30: V <sub>out</sub> =3.0V 33: V <sub>out</sub> =3.3V      50: V <sub>out</sub> =5.0V
c	CE 选择	1: 没有CE 功能 (SOT-89) 2: 带有CE 功能 (SOT-89-5)
d	产品版本	B
e	包装卷带中 IC 引脚置向	S、N: 参考封装资料

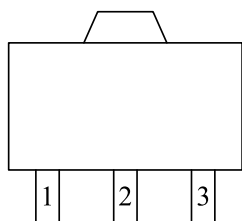
ELM92 x x x B - x  
 ↑ ↑ ↑ ↑ ↑  
 a b c d e

# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

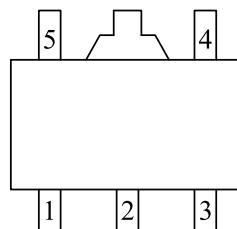
## ■ 引脚配置图

SOT-89(俯视图)



引脚编号	引脚名称
1	VOUT
2	VSS
3	LX

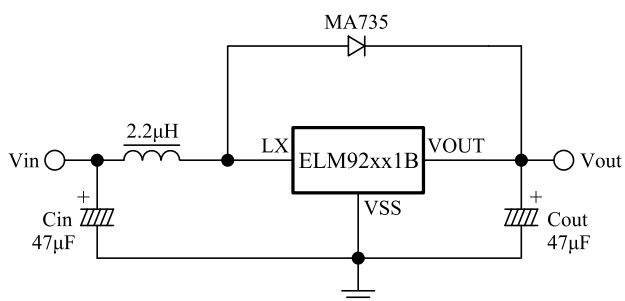
SOT-89-5(俯视图)



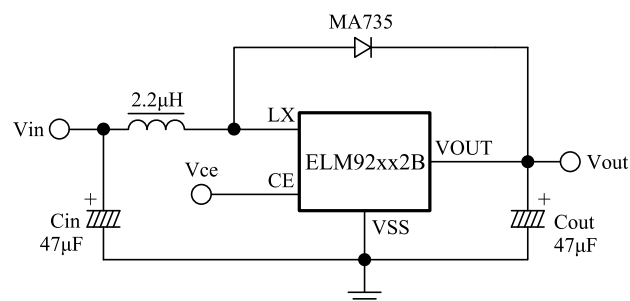
引脚编号	引脚名称
1	VOUT
2	VSS
3	LX
4	NC
5	CE ("H"=工作、 "L"=停止工作)

## ■ 标准电路图

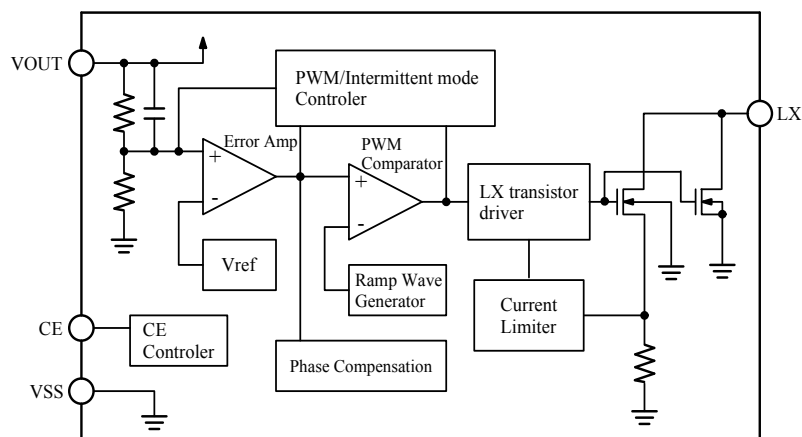
### • ELM92xx1B



### • ELM92xx2B



## ■ 电路框图



# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

## ■电特性 (ELM92xx1B)

Vout=2.7V(ELM92271B)

L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=1.5V	2.633	2.700	2.767	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=1.5V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		280	450	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+ 0.5V		70	110	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		270	370	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	Ilx1	Vout=Vlx=7V			1	μA	5

- (注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压;  
 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
 3. 备注栏是测试电路图的编号。

Vout=3.0V(ELM92301B)

L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=1.5V	2.925	3.000	3.075	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=1.5V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		300	480	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+0.5V		75	120	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		250	340	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	Ilx1	Vout=Vlx=7V			1	μA	5

- (注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压;  
 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
 3. 备注栏是测试电路图的编号。

# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

Vout=3.3V(ELM92331B)

L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=1.5V	3.218	3.300	3.382	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=1.5V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		320	510	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+0.5V		80	130	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		245	330	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	I <sub>lx</sub>	Vout=V <sub>lx</sub> =7V			1	μA	5

- (注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压;  
 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
 3. 备注栏是测试电路图的编号。

Vout=5.0V(ELM92501B)

L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=3V	4.875	5.000	5.125	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=3V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		550	880	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+0.5V		90	145	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		220	300	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	I <sub>lx</sub>	Vout=V <sub>lx</sub> =7V			1	μA	5

- (注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压;  
 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
 3. 备注栏是测试电路图的编号。

# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

## ■电特性 (ELM92xx2B)

Vout=2.7V(ELM92272B)

Vce=Vout, L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=1.5V	2.633	2.700	2.767	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=1.5V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		280	450	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+0.5V		70	110	μA	2
停止工作时消耗电流	Isd	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			0.5	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		270	370	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	Ixl	Vout=Vlx=7V			1	μA	5
CE 输入电压 "H"	Vceh		0.8			V	6
CE 输入电压 "L"	Vcel				0.25	V	6
CE 输入电流 "H"	Iceh	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=Vout(T) × 0.95			0.1	μA	6
CE 输入电流 "L"	Icel	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			-0.1	μA	6

(注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压; 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
3. Vce: 对控制引脚 (CE) 的施加电压; 4. 备注栏是测试电路图的编号。

Vout=3.0V(ELM92302B)

Vce=Vout, L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=1.5V	2.925	3.000	3.075	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=1.5V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		300	480	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+0.5V		75	120	μA	2
停止工作时消耗电流	Isd	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			0.5	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		250	340	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	Ixl	Vout=Vlx=7V			1	μA	5
CE 输入电压 "H"	Vceh		0.8			V	6
CE 输入电压 "L"	Vcel				0.25	V	6
CE 输入电流 "H"	Iceh	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=Vout(T) × 0.95			0.1	μA	6
CE 输入电流 "L"	Icel	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			-0.1	μA	6

(注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压; 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
3. Vce: 对控制引脚 (CE) 的施加电压; 4. 备注栏是测试电路图的编号。

# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

Vout=3.3V(ELM92332B)

Vce=Vout, L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=1.5V	3.218	3.300	3.382	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=1.5V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		320	510	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+0.5V		80	130	μA	2
停止工作时消耗电流	Isd	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			0.5	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		245	330	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	Ixl	Vout=Vlx=7V			1	μA	5
CE 输入电压 "H"	Vceh		0.8			V	6
CE 输入电压 "L"	Vcel				0.25	V	6
CE 输入电流 "H"	Iceh	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=Vout(T) × 0.95			0.1	μA	6
CE 输入电流 "L"	Icel	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			-0.1	μA	6

(注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压; 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
3. Vce: 对控制引脚 (CE) 的施加电压; 4. 备注栏是测试电路图的编号。

Vout=5.0V(ELM92502B)

Vce=Vout, L=2.2μH, Cout=47μF, D=MA735, Vss=0V, Top=25°C

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入电压	Vin				7	V	
启动电压	Vst	无负荷			0.9	V	1
输出电压 1	Vout1	Iout=60mA, Vin=3V	4.875	5.000	5.125	V	1
输出电压 2	Vout2	Iout=0.1mA, Vin=3V	Vout1 × 1.005	Vout1 × 1.010	Vout1 × 1.020	V	1
消耗电流 1	Iss1	Vout=Vout(T) × 0.95		550	880	μA	2
消耗电流 2	Iss2	Vout=Vout(T)+0.5V		90	145	μA	2
停止工作时消耗电流	Isd	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			0.5	μA	2
开关频率	Fosc	Vout=Vout(T) × 0.95	510	600	690	kHz	3
最大占空比	Duty	Vout=Vout(T) × 0.95	80	88	95	%	3
PFM 控制频率	Fimt			12	17	kHz	3
LX 开关导通电阻	Ron	Vout=Vout(T) × 0.95		220	300	mΩ	4
LX 引脚漏电电流	Ixl	Vout=Vlx=7V			1	μA	5
CE 输入电压 "H"	Vceh		0.8			V	6
CE 输入电压 "L"	Vcel				0.25	V	6
CE 输入电流 "H"	Iceh	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=Vout(T) × 0.95			0.1	μA	6
CE 输入电流 "L"	Icel	Vout=Vout(T) × 0.95, Vce=0			-0.1	μA	6

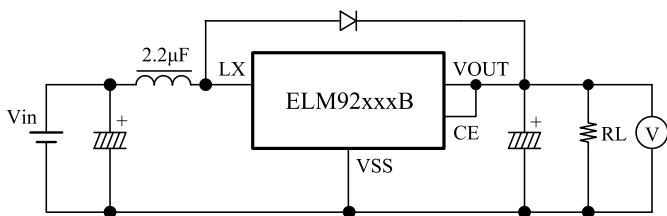
(注) 1. Vout: 对输出引脚 (VOUT) 的施加电压; 2. Vout(T): 输出电压 (Vout1) 的典型值;  
3. Vce: 对控制引脚 (CE) 的施加电压; 4. 备注栏是测试电路图的编号。

# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

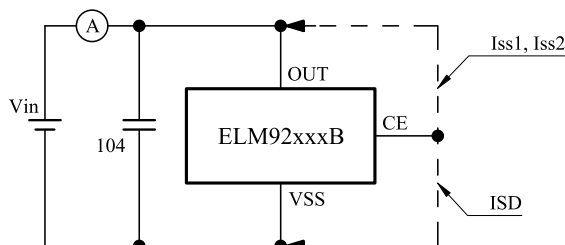
<https://www.elm-tech.com>

## ■测试电路

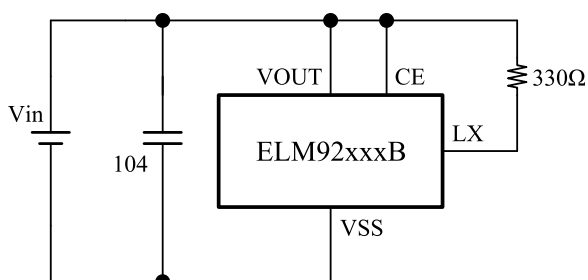
1) 输出电压 1、输出电压 2, Vst



2) 消耗电流 1、消耗电流 2, Isd

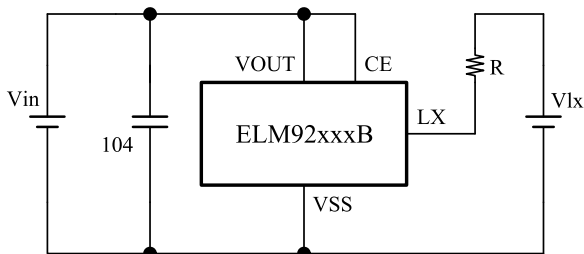


3) 开关频率, 最大占空比, PFM 控制最大频率 (LX 引脚)

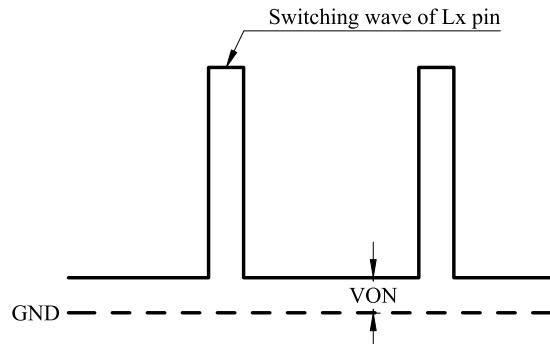


\*  $F_{osc}, Duty : V_{in} = V_{out}(T) \times 0.95$   
 \*  $F_{int} : V_{in} = V_{out}1(1.005 \sim 1.020)$

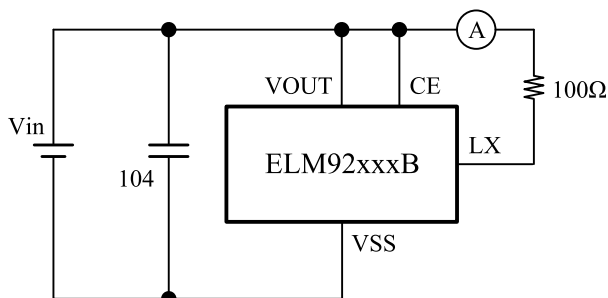
4) LX 开关导通电阻



\*  $V_{lx} = 3V, R = 30\Omega$   
 \*  $R_{on} = \frac{R \cdot V_{on}}{V_{lx} - V_{on}} \Omega$

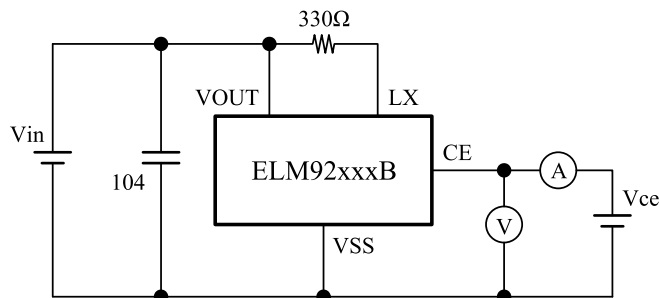


5) LX 引脚漏电电流



(注意) CE 引脚: ELM92xx2B

6) CE 输入电压 “H”, CE 输入电压 “L”  
 CE 输入电流 “H”, CE 输入电流 “L”



# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

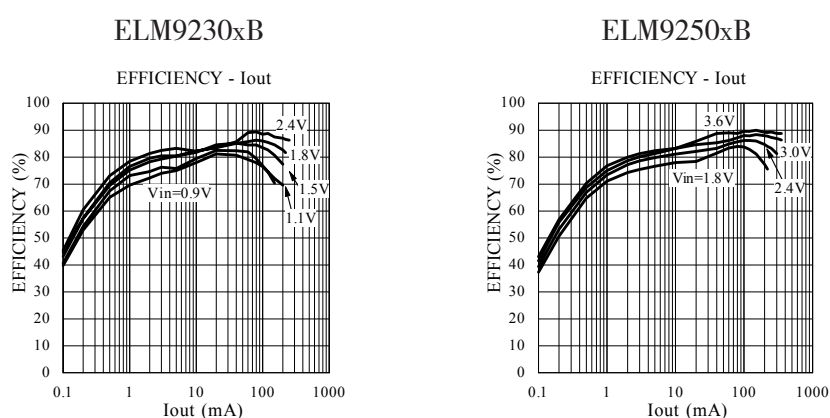
https://www.elm-tech.com

## ■ 外接零部件

使用 ELM92xxxB 系列设计 DC/DC 转换器时, 作为外接零部件需要有电感、二极管和电容。同时这些外接零部件应尽量安装于 IC 的附近, 并减低接地阻抗 (请参照标准电路图)。

### 1) 电感

在选择扼流线圈 (电感) 时, 需要考虑其不会发生磁芯饱和问题、DC 电阻成分要低、对额定电流要保持足够的余量等因素。建议电感量在  $2.2\mu\text{H}$  左右。使用高电感量电感的话, 在输出电压波形上会出现数十 mV 的纹波现象。如果认为纹波并不重要, 使用高电感量电感的话可以得到高的效率。(下面的例图是使用  $4.7\mu\text{H}$  时的典型曲线图)



\* 建议使用 CR43/CD43/CR54/CD54 (SUMIDA Co. 制) 的产品

### 2) 二极管

在选择二极管时, 要考虑正向降压小、开关速度快、对额定电流要保持充分的余量等因素。使用肖特基二极管会比较理想。推荐使用 1A 级左右的二极管。

### 3) 电容

#### \* Cout

在选择电容时, 要考虑比较高的电容值、能够耐压到输出电压 3 倍以上等因素。推荐使用  $47\mu\text{F}$  ~  $220\mu\text{F}$  的铝电解电容或钽电容。在  $V_{in}$  电压高 ( $V_{in} > V_{out} \times 0.7$ )、PFM 控制方式的条件下, 输出电流  $I_{out}$  会发生大的纹波现象, 所以建议使用大容量的电容。

#### \* Cin

在电路里使用  $C_{in}$ , 可以减少反馈回输入的噪声。并同时在开关动作时对输入电压的变动会起到缓解作用, 对于改善效率也是很有用的。为了取得这种效果, 建议尽量把  $47\mu\text{F}$  ~  $220\mu\text{F}$  的钽电容接在电感附近。



# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

## 4) 噪声的改善

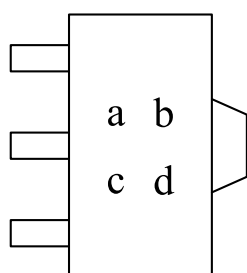
此 DC/DC 转换器在电流大的时候,有可能会发生由电感开关造成的电磁噪声,特别是当应用于无线机器上时。因此有必要作防止对策。为了减少噪声影响,此 IC 在设计上已考虑到电感开关的这个特性。

下面的方法可以有效地减少噪声:

- 使用屏蔽式或电磁屏蔽式电感;
- 电感和二极管尽量安装在 ELM92xxxB 系列 LX 引脚附近;
- 接地线尽量设计得粗些和短些。

## ■ 封装印字说明

SOT-89



- SOT-89 封装 : ELM92xx1B
- SOT-89-5 封装 : ELM92xx2B(带有 CE)

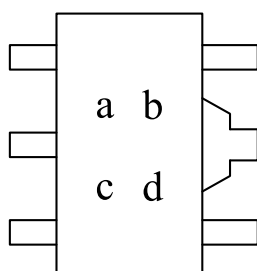
a: 生产组装批号 —— B ~ Z (I, O, X 除外)

b: 生产组装批号 —— A ~ Z (I, O, X 除外)

c: 输出电压整数部分

记号	输出电压
2	2.*V
3	3.*V
4	4.*V
5	5.*V

SOP-89-5



d: 输出电压小数部分

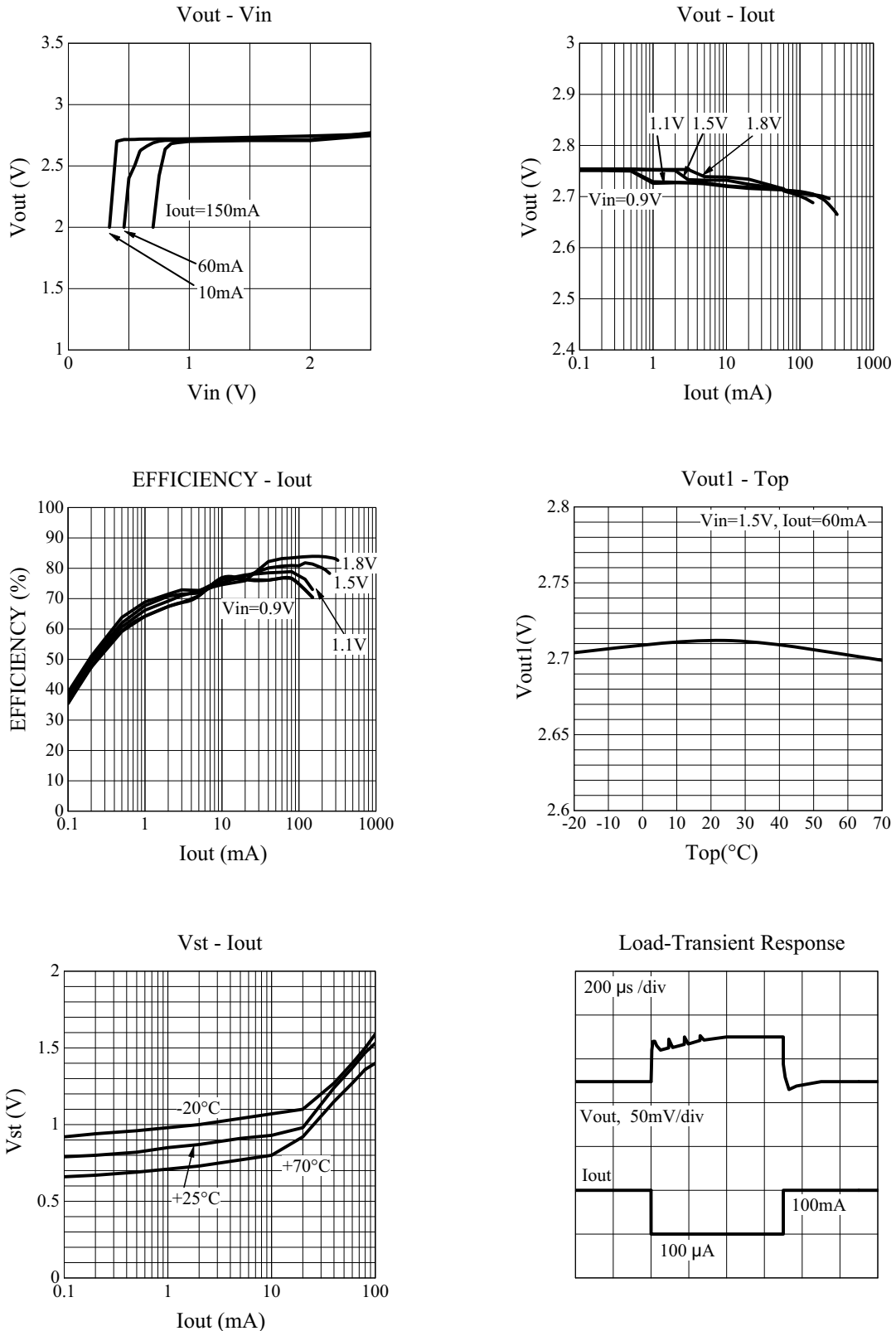
记号	输出电压
0	*.0V
1	*.1V
2	*.2V
3	*.3V
4	*.4V
5	*.5V
6	*.6V
7	*.7V
8	*.8V
9	*.9V

# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

## ■ 典型特性曲线图

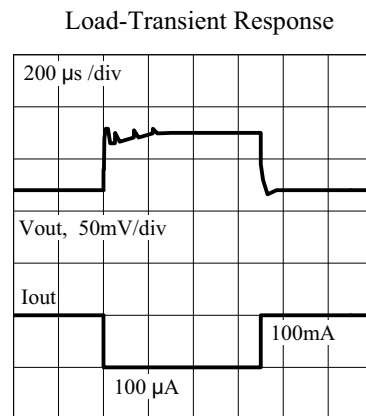
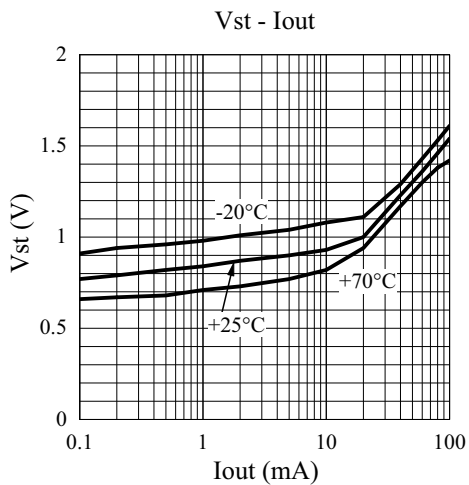
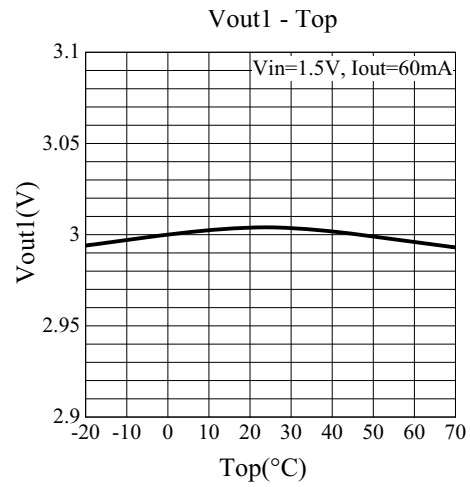
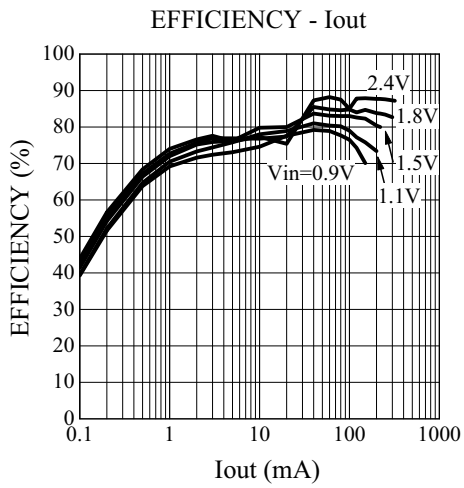
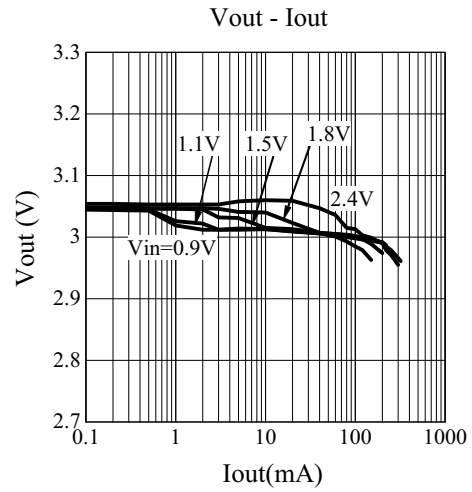
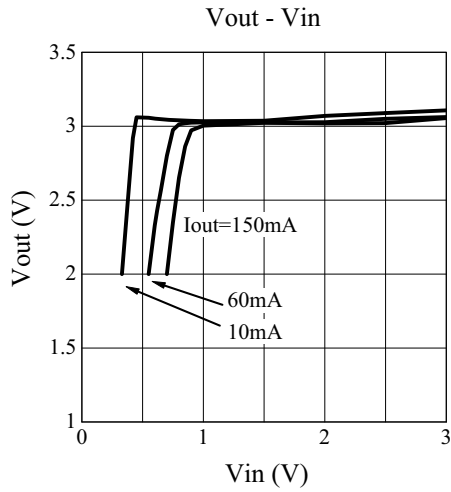
•  $V_{out}=2.7V$ (ELM9227xB) ( $L=2.2\mu H$ ,  $C_{out}=47\mu F$ ,  $D=MA735$ ,  $T_{op}=25^{\circ}C$ )



# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

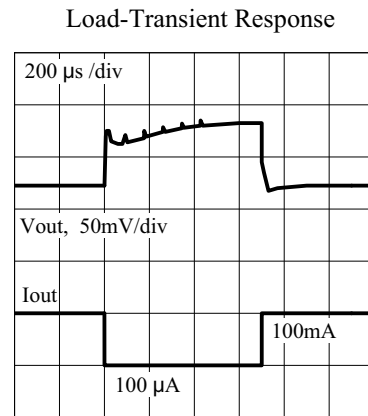
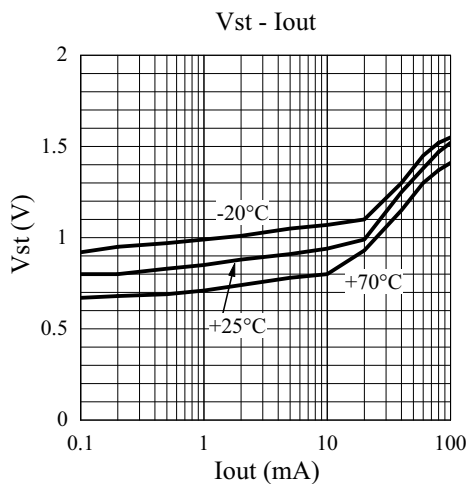
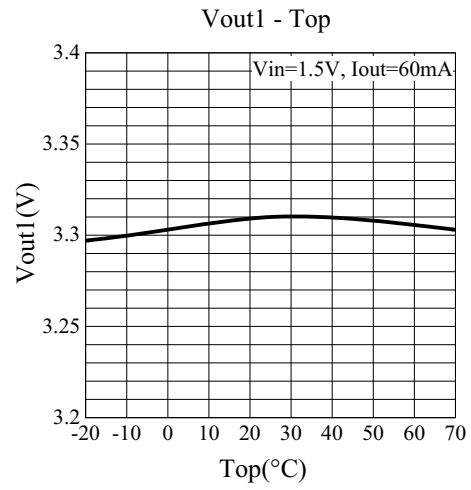
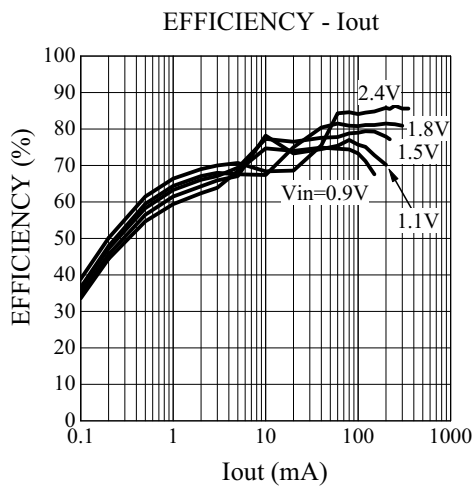
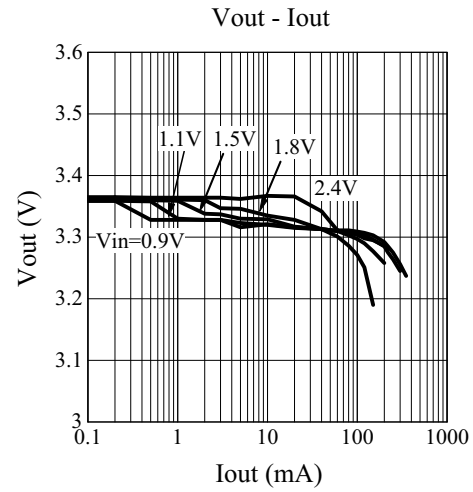
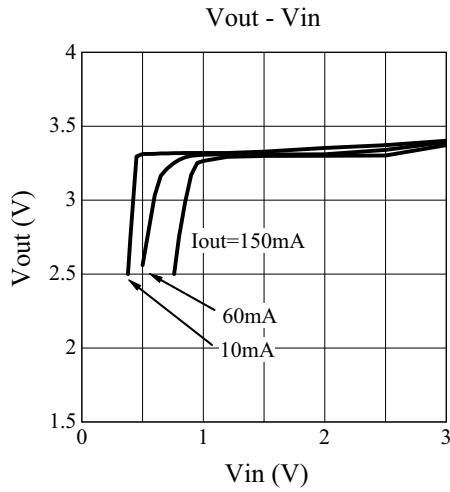
•  $V_{out}=3.0V$ (ELM9230xB) ( $L=2.2\mu H$ ,  $C_{out}=47\mu F$ ,  $D=MA735$ ,  $T_{op}=25^{\circ}C$ )



# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

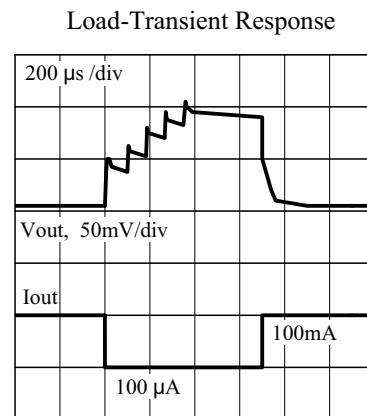
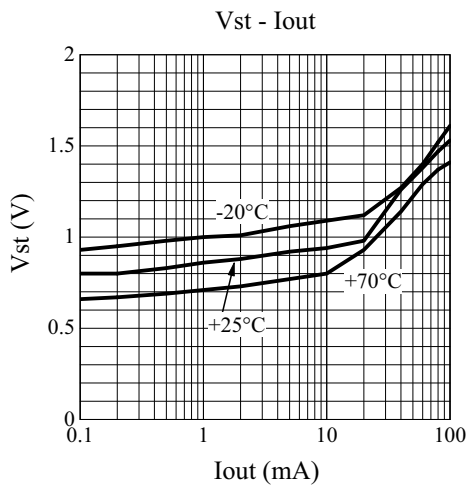
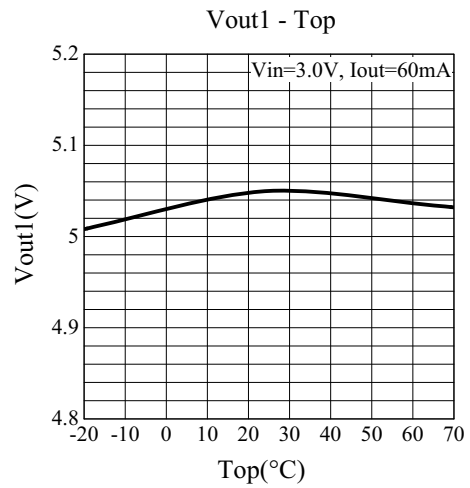
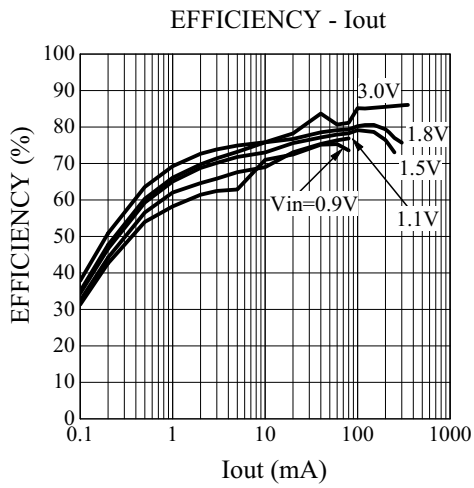
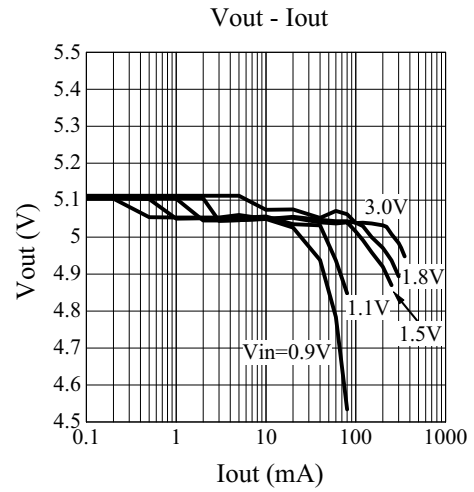
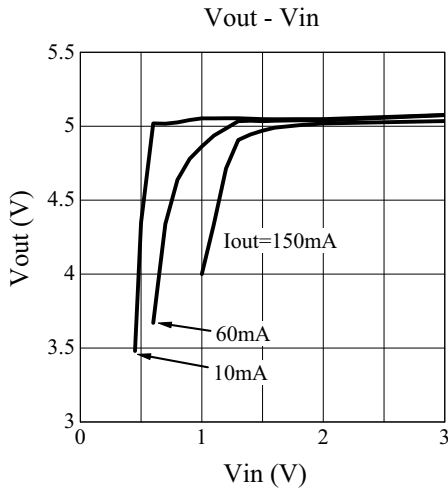
·  $V_{out}=3.3V$ (ELM9233xB) ( $L=2.2\mu H$ ,  $C_{out}=47\mu F$ ,  $D=MA735$ ,  $T_{op}=25^{\circ}C$ )



# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

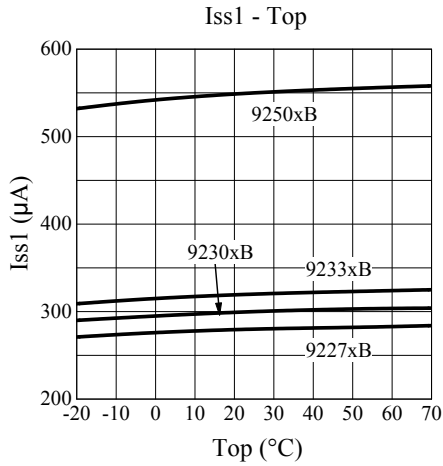
·  $V_{out}=5.0V$ (ELM9250xB) ( $L=2.2\mu H$ ,  $C_{out}=47\mu F$ ,  $D=MA735$ ,  $T_{op}=25^\circ C$ )



# ELM92xxxB CMOS 600kHz 高输出电流 PWM 升压型 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

- ELM9227xB, ELM9230xB, ELM9233xB, ELM9250xB  
( $L=2.2\mu\text{H}$ ,  $C_{\text{out}}=47\mu\text{F}$ ,  $D=\text{MA735}$ ,  $T_{\text{op}}=25^\circ\text{C}$ )



- ELM92xxxB ( $L=2.2\mu\text{H}$ ,  $C_{\text{out}}=47\mu\text{F}$ ,  $D=\text{MA735}$ ,  $T_{\text{op}}=25^\circ\text{C}$ )

