

开关型 PWM 降压直流-直流控制集成电路

CN5208

概述:

CN5208 是一款开关型 PWM 降压直流-直流控制集成电路，具有输入电压范围广，使用外部元器件少，持续输出电流可达 4A，具有良好的负载调制响应和输入电压调制响应。

CN5208 输出电压固定为 5V，开关频率为 550KHz，可以使用小型电感。输出端使用陶瓷滤波电容，CN5208 在整个工作电压范围内均能稳定工作。

为了保证比较高的转换效率，在轻负载情况下 CN5208 采用 PFM 工作模式。由于 CN5208 的低工作电流，以及在低压差时可以 100% 占空比工作，使得 CN5208 非常适合电池供电的系统。

异常状况保护包括每个周期的电感电流限制，输出短路保护和输出电压过压保护。在关断模式，CN5208 进入低功耗关断模式，此时只消耗 7.5uA 电流。CN5208 内部集成有软启动电路，可以减小上电瞬间的浪涌电流和抑制输出过冲电压。

CN5208 采用小外形 8 管脚 SOP 封装。

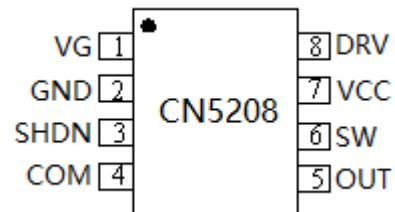
应用:

- 机顶盒，调制解调器等
- 电压调制电路
- 分布式电源系统
- 充电器应用

特点:

- 宽输入电压范围：4.8V 到 32V
- 使用外部 P 沟道场效应晶体管
- 输出电流达 4A
- 固定开关频率：550KHz
- 固定 5V 输出电压，精度 1%
- 转换效率达 95%
- 低压差时 100% 占空比
- 上电去抖动延时：典型值 13 毫秒
- 每个开关周期的电感电流限制功能
- 输出过压保护
- 过流保护与输出短路保护
- 内置软启动功能
- 轻负载情况下 PFM 工作模式
- 关断模式电流：7.5uA (VCC=15V)
- 工作环境温度：-40°C 到 85°C
- 采用 8 管脚 SOP 封装
- 产品无铅，满足 Rohs，不含卤素

管脚排列:



典型应用电路:

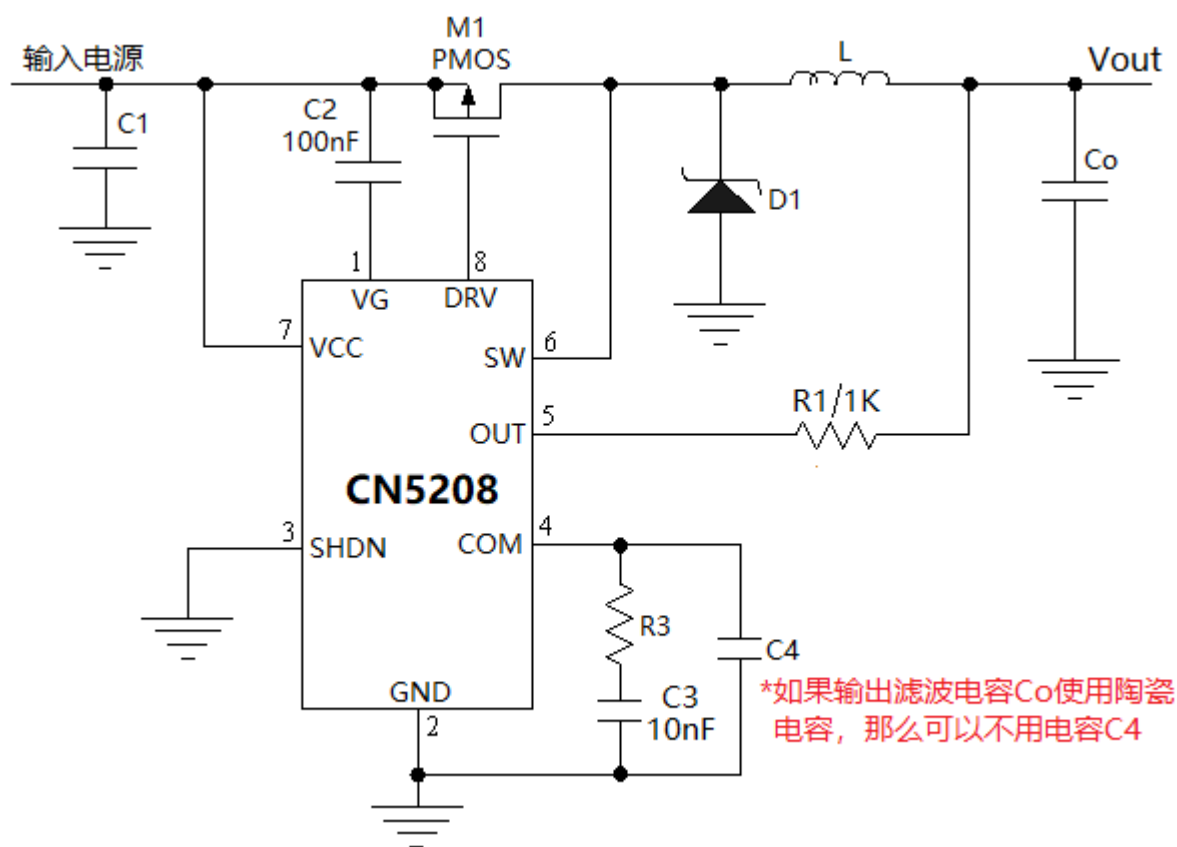


图 1 典型应用电路

在图 1 所示的典型应用电路中,

- C2 电容值为 100nF (0603)
- C3 电容值为 10nF (0603)
- R1 电阻为 1K 欧姆 (0603 或 0402)
- 关于其他元器件的选择, 请参考本说明书应用信息部分

订购信息:

型号	包装	输出电压	工作环境温度
CN5208	编带, 盘装, 4000/盘	5V	-40°C 到 +85°C

管脚描述:

序号	名称	描述
1	VG	内部电压调制器输出。 为内部驱动电路提供电源，在 VG 管脚和 VCC 管脚之间需要接一个 100nF 的电容。
2	GND	地。 输入电源的负输入端和电池负极。
3	SHDN	芯片关断管脚。 在该引脚上施加 2.2V 以上的电压，使 CN5208 进入小电流关断模式；如果此引脚电压在延迟 13 毫秒（典型值）后降至 0.5 伏以下，CN5208 将恢复正常工作。 不要对 SHDN 引脚施加 0.5V 到 2.2V 之间的电压，否则 CN5208 可能处于不确定状态。
4	COM	回路补偿输入端。 频率补偿网络连接在这个引脚上。
5	OUT	输出电压检测输入端。 转换器的输出电压在该引脚上检测，将该引脚连接到输出旁路电容器的正极。
6	SW	开关节点。 电感器和续流二极管的阴极应该连接到这个引脚。这个引脚的电压范围从小于零伏（一个二极管的导通压降）到 VCC。
7	VCC	外部电源正极输入端。 VCC 也是内部电路的电源。此管脚到地之间需要接滤波电容。
8	DRV	栅极驱动端。 驱动片外 P 沟道 MOS 场效应晶体管的栅极。

极限参数

VCC, VG, SW, DRV 到 GND 电压.....	-0.3V to 36V
VG 到 VCC 电压.....	-8V to VCC+0.3V
OUT, SHDN 和 COM 到 GND 电压.....	-0.3V to 6.5V
存储温度.....	-65°C to 150°C
工作环境温度.....	-40°C to 85°C
焊接温度(10 秒).....	260°C

超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在这种条件下还会影响器件的可靠性。

电气参数:

(除非特别注明, $V_{CC}=15V$, $T_A=-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$)

参数	符号	测试条件	Min	Typ	Max	单位
输入电压范围	VCC		4.8		32	V
输入低电压检测	UVLO		3.6	4.2	4.7	V
工作电流	I _{VCC}	V _{OUT} =5.5V	360	460	560	uA
输出电压	V _{OUT}		4.95	5	5.05	V
流入 OUT 管脚电流	I _{OUT}	V _{OUT} =5V	6	9	12	uA
输出过压保护阈值	V _{OV}	输出电压上升	1.04	1.06	1.08	% V _{OUT}
输出过压释放阈值	V _{clr}	输出电压下降	1.0	1.02	1.04	
上电延时	t _{delay}		10	13	16	ms
软启动时间	t _{SS}		44	52	60	ms
电感电流限制						
电感电流限制阈值	V _{ILIM}	VCC - V _{sw} , Temp=25°C	108	120	132	mV
阈值温度系数	TC _{ILIM}			+0.35		mV/°C
检测延时	PD	20mV Overdrive		220		ns
振荡器						
开关频率	f _{osc}		450	550	650	KHZ
最大占空比	D _{max}			100		%
折返频率	f _{fold}	V _{OUT} =0V	90	110	130	KHz
SHDN 管脚						
输入高电平	V _{IH}		2.2			V
输入低电平	V _{IL}				0.5	V
SHDN管脚电流	I _{SHDN}		-100	0	+100	nA
DRV 管脚						
V _{DRV} 高电平(VCC-V _{DRV})	V _H	I _{DRV} = -10mA		60		mV
V _{DRV} 低电平(VCC-V _{DRV})	V _L	I _{DRV} = 0mA		6.3		V
上升时间	t _r	C _{load} = 2nF, 10% to 90%	30	40	65	ns
下降时间	t _f	C _{load} = 2nF, 90% to 10%	30	40	65	ns

注: V_{OUT} 是调制输出电压

详细信息:

CN5208是一种异步降压(buck)直流直流控制器,它驱动一个外部P沟道MOSFET,外部元件很少。CN5208采用定频PWM方式调节输出电压,输入电压范围从4.8V到32V,输出电压内部固定在5V,最大输出电流可达4A。为提高效率,在轻载条件下采用脉冲跳变方式。开关频率固定在550KHz,这使得小型电感可用于应用电路。

片上电阻分压器、高精度带隙基准源和误差放大器使输出电压精度在1%以内。CN5208的电流消耗仅为460uA(典型值),并且在输入电压接近输出电压时采用低跌落模式,适合于电池供电系统。在过电流或短路条件下增加关断时间将开关频率降低到110KHz,以帮助控制电感电流。

其它功能包括过电压保护、逐周电感限流等。

输入高电平关断输入(SHDN)使CN5208进入低电流停机状态

片上软启动可以限制上电时的浪涌电流,或限制SHDN从高电平拉低,或限制短路释放。

应用信息

输入低电压检测(UVLO)

欠压锁定电路监测输入电压，并保持CN5208关闭，如果VCC低于4.7V（最大值）。CN5208只有在VCC上升到4.7V以上并且延迟超过13ms（典型）后才开始工作。延迟可以消除输入电源的抖动。

关断模式

SHDN引脚为高电平关机输入端。将此引脚拉到2.2V以上会导致CN5208完全关闭并进入低电流状态，在这种状态下，VCC为15V时，电流消耗仅为7.5uA。

将SHDN引脚拉至0.5V以下可使CN5208在延迟13ms（典型值）后恢复正常工作。

不要对SHDN引脚施加0.5V到2.2V之间的电压，否则CN5208可能处于不确定状态。

软启动

内置的软启动电路可以限制浪涌电流，并且可以在上电、SHDN从高电平拉低或从短路释放时激活。

软启动的典型持续时间为52ms。

输出过压保护

过电压比较器防止瞬态过冲和其他可能对输出造成过电压的情况。一旦过电压被检测，P沟道MOSFET被关闭，直到过电压条件被清除。通常，当输出电压比标称值高5.8%时，过电压被检测，当输出电压低于标称值的102.2%时，过电压被清除。

电感电流限制功能

CN5208具有每个周期电流限制控制，通过检测P沟道MOSFET导通电阻上的电压降，在外部P沟道MOSFET导通状态下监测电感电流。如果通过导通电阻的电压超过预设阈值，功率MOSFET将关闭，以防止电感电流进一步增加。CN5208支持温度补偿电流限制阈值。

电流限制电路块的延迟为220ns（20mV过驱动）。因此，在考虑延迟后，实际最大电感电流由下式决定：

$$I_{LMAX} = \frac{V_{ILIM}}{R_{dson}} + 220 \times 10^{-9} \times \frac{V_{IN} - V_{out}}{L}$$

注：

I_{LMAX} 是电感最大电流

V_{ILIM} 是限制电压阈值

R_{dson} 是外部P沟道MOSFET的导通阻抗

输出短路保护与频率折返

除了每个周期电感电流限制，CN5208还包括频率折叠电路，以进一步限制电感电流失控或短路的输出。在这些情况下，通过增加关断时间，开关频率从550KHz降低到110KHz，占空比保持非常低，因此电感电流进一步受到限制。

驱动片外P沟道场效应晶体管

CN5208的栅极驱动器可以提供高瞬态电流驱动外部通晶体管。上升和当驱动2000pF负载时，下降时间通常为35ns，这是P通道MOSFET的Rds(on)为20 mΩ时的典型情况。

增加了一个电压钳位，将栅极驱动电压限制在VCC以下的最大8V。例如，如果VCC是20V，那么DRV pin输出将被拉低到12V min。这允许使用具有优良Rds(on)的低压P沟道MOSFET，又提高了效率。

输入滤波电容选择

输入电压源阻抗和电缆长度决定了输入电容器的大小，通常在10 μF至100 μF的范围内，建议使用低ESR电容器或两种并联电容器。对于低ESR电容器，建议使用X5R或X7R型优质陶瓷。额定电压应大于最大输入电压。

请注意，在负载接通瞬态期间，输入电容器可以看到非常高的浪涌电流，固体钽电容器在这些条件下会发生灾难性的故障。

输出滤波电容选择

输出电容保持输出电压纹波小，保证了反馈回路的稳定性。在开关模式下，输出电容的阻抗应该很低。强烈建议使用X5R或X7R介质的陶瓷电容器，因为它们具有低ESR特性。

对于大多数应用程序，22 μ F陶瓷电容器就足够了。

如果使用电解电容器，强烈建议将低ESR陶瓷电容器与电解电容器并联。

片外P沟道场效应晶体管(MOSFET)选择

CN5208使用P沟道功率MOSFET来调节输出电压。MOSFET的选择必须满足应用电路的最大输出电流、效率或功耗要求以及MOSFET的最高温度。功率MOSFET的重要参数是击穿电压BV_{DSS}、导通电压、导通电阻R_{ds(on)}、总栅电荷Q_g、反向转移电容CR_{SS}和最大漏电流I_D。

峰-峰值栅极驱动电压在内部设置，此电压通常为6V。因此，必须使用逻辑电平阈值MOSFET。要关注MOSFET的BV_{DSS}规范；许多逻辑电平MOSFET被限制在30V或更低。

MOSFET在最大输出电流下的功耗可通过以下公式近似计算：

$$P_d = \frac{V_{OUT}}{V_{CC}} \times R_{ds(on)} \times I_{OUT}^2 \times (1+0.005dT)$$

注：

P_d 是功率MOSFET的功耗

V_{OUT} 是输出电压

V_{CC} 最小输入电压

R_{ds (on)} 是功率MOSFET在室温下的导通电阻

I_{OUT} 是输出电流

dT是实际环境温度和室温之间的温差（25℃）

除了I²R_{ds (on)} 损耗外，功率MOSFET还有过渡损耗，在最高输入电压下过渡损耗最高。一般来说，当V_{IN}<20V时，I²R_{ds (on)} 损耗占主导地位，为提高效率，应选择R_{ds (on)} 较低的MOSFET；当V_{IN}>20V时，过渡损耗占主导地位，因此CR_{SS}较低的MOSFET可以提供更好的效率。CR_{SS}通常是在MOSFET特性中指定的；如果没有，则可以使用CR_{SS}=Q_{GD}计算CR_{SS}/ΔV_{DS}。

CN5208通过监测功率MOSFET导通电阻上的电压来执行每个周期电感电流，因此MOSFET的导通电阻应根据所需的输出电流来选择。对电流极限阈值电压进行温度补偿，以适应MOSFET导通电阻随温度的变化。以下公式是确定25℃时所需R_{ds(on)} (MAX)的指南（制造商规范），允许CN5208和外部元件值的纹波电流、电流限制和变化有一定的裕度：

$$R_{ds(on)(MAX)} \cong \frac{80mV}{I_o(MAX)}$$

二极管的选择

图1中的二极管D1是肖特基二极管，二极管的额定电流至少应大于最大输出电流，二极管的额定电压应超过最大预期输入电压。

较大二极管由于结电容较大，会导致较大的过渡损耗。

电感的选择

在P沟道MOSFET的导通时间内，电感电流增大；在P沟道MOSFET的关断时间内，电感电流减小；随着电感的减小和输入电压的升高，电感纹波电流增大。电感纹波电流越大，纹波电压越高，磁芯损耗越大。因此，电感的纹波电流应限制在合理的范围内。

应选择一个能承载最大输出电流的电感，并且纹波电流限制在最大输出电流的30%。

以下公式用于计算电感器的最小值：

$$L_{MIN} = \frac{V_{OUT(MAX)} \times (V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{V_{IN(MAX)} \times 0.3 \times I_{OUT} \times f_{SW}}$$

注：

f_{sw} 是开关频率，这里是550KHz.

对于大多数应用，建议使用4.7 μ H至27 μ H范围内电感，额定直流电流至少比最大输出电流高30%的H型电感器。

频率补偿网络的设计

图 2 显示了使用 CN5208 的降压 DC-DC 转换器的交流响应相关电路。

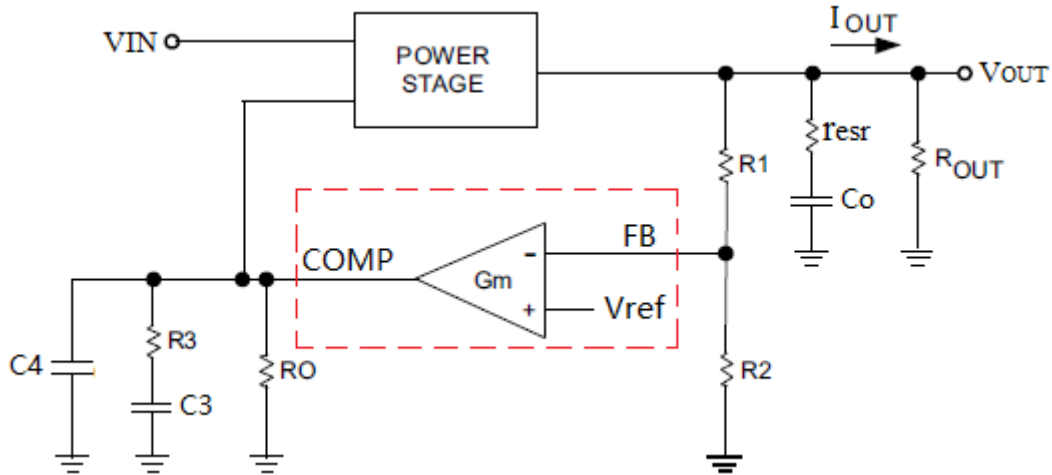


图 2 频率响应相关电路

电感器、输出旁路电容器和负载电阻线路形成 2 个极点和 1 个零点，它们是：
由电感和输出电容组成的双极点：

$$\omega_{p1,p2} = \frac{1}{\sqrt{LC_o}}$$

输出电容器形成的零及其等效串联电阻（ESR）

$$\omega_{z1} = \frac{1}{r_{esr} C_o}$$

这个零点 ω 如果使用低 ESR 陶瓷电容器， $z1$ 可忽略。

在上述两个方程中， C_o 是输出旁路电容， r_{esr} 是输出旁路电容的 ESR， L 是电感。

图 2 中， $C3$ 、 $C4$ 和 $R3$ 构成补偿网络。补偿网络设计程序：

第一步：计算 ω_{p1} ， ω_{p2} 和 ω_{z1} ，基于上述 2 个方程式；

第二步：零点 ω_z 由 $R3$ 和 $C3$ 在 0.4 到 0.5 之间形成的 ω_{p1} ，使 $C3$ 等于 10nF，则 $R3$ 值可由下式计算：

$$R3 = \frac{1}{\omega_z C3}$$

注，

ω_z 为 $(0.4\sim 0.5)\omega_{p1}$

$R3$ 的单位是欧姆。

第三步：确定 $C2$ 的法拉值（F）

$R3$ 和 $C4$ 形成一个极点，用来抵消 ω_{z1} 号。如果输出电容 C_o 使用低 ESR 电容器， ω_{z1} 可以忽略，因此 $C4$ 可以省略。否则， $C4$ 可通过以下等式计算：

$$C4 = \frac{1}{R3 \cdot \omega_{z1}}$$

输入电压高于20V时的应用电路

当DC-DC转换器的输入电源使用旁路低ESR陶瓷电容器时，如果电缆较长，可能会产生电压尖峰，并且这些电压尖峰很容易是输入电压振幅的两倍，如果输入电压较高，可能会损坏图1所示的CN5208或P沟道MOSFET。

为了防止CN5208和P沟道MOSFET受到电压尖峰的损坏，P沟道MOSFET的额定电压应高于电压尖峰。如图3所示，当输入电压高于20V时，应增加一个低通RC滤波器来保护CN5208。电阻器R5和电容器C5用于滤除输入电压尖峰。R5的值可以是5.1ohm（0805），C5的电容可以是10uF（0805）。

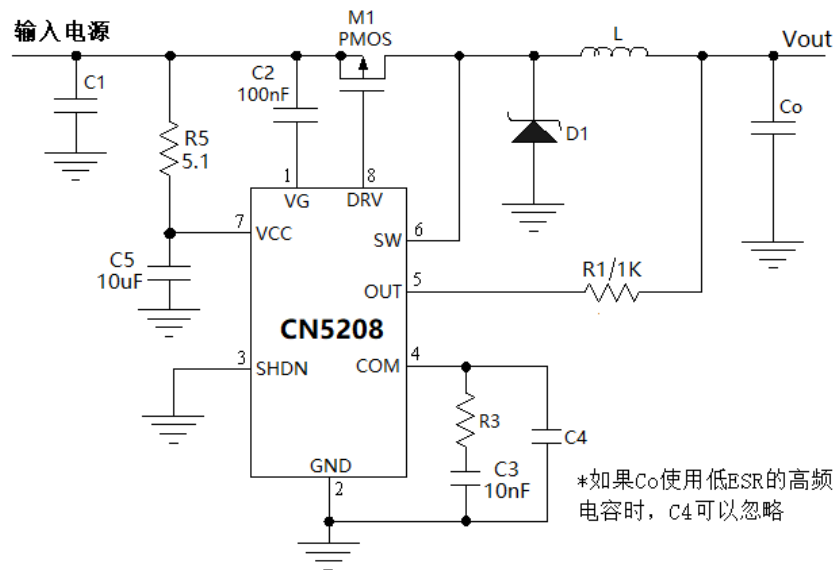


图3 防止瞬间过冲电压损坏CN5208

PCB设计考虑

在设计 PCB 板时，应考虑以下因素，以确保 CN5208 正常工作。

(1) 输入旁路电容、P 沟道 MOSFET、二极管、电感和输出旁路电容是功率元件，必须放在 PCB 的一侧（焊接侧）。这些功率元件的连接线应有足够的宽度来流通所需的输出电流。

(2) 为了减少辐射，二极管、P 沟道 MOSFET、电感器、输入旁路电容和输出旁路电容的走线应尽可能短。输入电容的正极应靠近 P 沟道 MOSFET 的源，它向通过 MOSFET 提供电流。二极管和 P 沟道 MOSFET 之间的连接线也应尽可能短。

(3) 在 COM 引脚连接的补偿电容器应返回到 IC 的接地引脚。这将防止地面噪声干扰环路稳定性。

(4) 输出旁路电容接地和续流二极管（图 1 中的 D1）接地连接端，要在返回系统接地之前连接到输入电容接地的相同铜线。

(5) 模拟接地和电源接地（或开关接地）应分别回到系统接地。

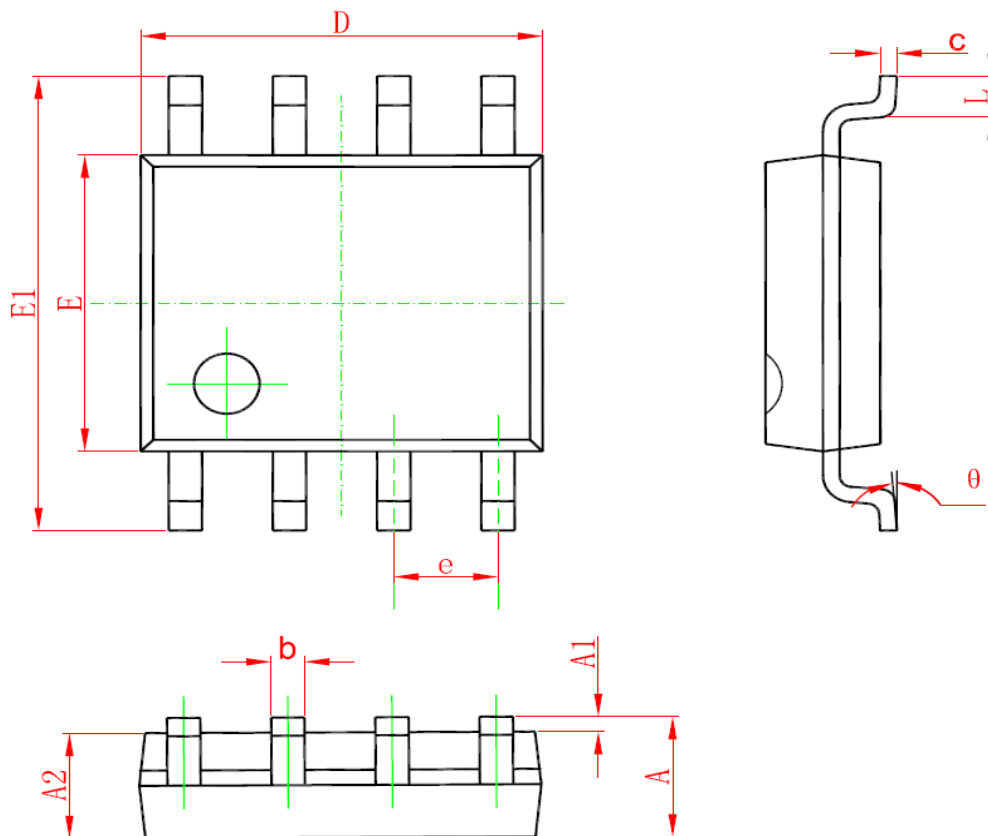
(6) 接地引脚也可以作为散热片，因此在接地引脚周围使用大量的铜。这对于高 VCC 和/或高栅极电容应用尤其重要。

(7) 将敏感的小信号节点，如 CN5208 的引脚 4（COM）和引脚 5（OUT），远离开关节点，如 SW 引脚（续流二极管和电感已连接）和 DRV 引脚。

(8) 对于多个开关电源转换器连接到同一输入电源的应用，确保 CN5208 的输入旁路电容不与其他转换器共用。来自另一个转换器的交流输入电流，将导致严重的输入电压纹波，这可能会干扰 CN5208 的正常工作。

封装信息

SOP8 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

本文中所描述的电路仅供参考，上海如韵电子有限公司对使用本文中所描述的电路不承担任何责任。上海如韵电子有限公司保留对器件的设计或者器件的技术规格书随时做出修改而不特别通知的权利。