

100V, 20A PWM同步降压控制器

1 特性

● 同步开关降压控制器

- ☆ 超宽输入电压范围：12V -100V
- ☆ 输出电压范围：1.2-60V
- ☆ 开关频率可调：50kHz -500kHz
- ☆ 可编程软启动
- ☆ 可编程EN关断延迟功能
- ☆ ETSSOP20 封装

● 多重保护功能

- ☆ 输入过压、欠压保护
- ☆ 输出过压、过流、短路保护
- ☆ 过温保护

● 应用领域

- ☆ 48V及其他高压非隔离DC-DC电源
- ☆ 车载电子
- ☆ 电信网络总线转换器
- ☆ 通用型降压DC-DC电源
- ☆ 工业DC-DC电机驱动

2 功能简介

PL59011是一款适用于输入电压高达100V的超宽输入范围、高性能同步降压DC-DC的PWM控制器。PL59011通过驱动一对外部整流和续流MOS-FET实现大输出电流（可达20A）、超宽出入范围（12-100V）的降压DC-DC应用。可外部编程调整开关频率，可调范围为50 kHz -500 kHz，实现在不同应用下对转换效率、体积、功率大小的灵活设计。

PL59011保护功能齐全，具有可编程设置的输入欠压锁定、输入过压锁定、和输出过流保护以及电源电流低于10μA时的自动关闭模式。在家庭储能电源、电信总线网络转换器、工业电机驱动等高压、大电流应用的理想选择。

3 引脚定义及功能

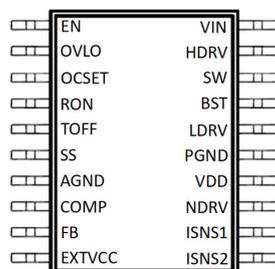


图1 PL59011引脚定义

引脚		描述
编号	名称	

100V, 20A PWM同步降压控制器

1	EN	使能引脚
2	OVLO	输入过压保护引脚，通过外部电阻设置该引脚电压高于1.2V时关断控制器。
3	OCSET	通过该引脚到地连接电阻设置电流限制。
4	RON	通过该引脚到地连接电阻设置开关频率。
5	TOFF	停机延迟设置引脚： 该引脚连接到GND：无延迟 该引脚连接到VCC：延迟20S 该引脚浮空：延迟:10s
6	SS	软启动引脚，通过该引脚与地之间连接电容设置输出电压启动时间。
7	AGND	信号地，内部参考电压和控制回路的连接地。
8	COMP	内部误差放大器输出引脚，通过该引脚与地之间的电阻电容设置环路补偿。
9	FB	反馈信息输入脚。连接输出与地之间的分压电阻，该引脚为敏感信号节点，应远离干扰信号，如SW与BST。
10	EXTVCC	外部电源输入接口，当EXTVCC引脚电压高于10V时，绕过外部NDRV LDO给VCC供电，该引脚电压不能超过30V，如果不使用，该引脚连接到地。
11	ISNS2	电感电流检测输入2。
12	ISNS1	电感电流检测输入1。
13	NDRV	外部NMOS-FET的栅极驱动引脚。
14	VDD	内部控制器供电电源，该引脚与地之间连接一个陶瓷电容，推荐值为4.7uF。
15	PGND	功率地，功率MOS-FET单独连接于该引脚并连接到电源地平面。
16	LDRV	下管MOS-FET栅极驱动引脚。
17	BST	该引脚与SW引脚之间采用0.1uF陶瓷电容进行连接来产生一个高于输入的电压，用于提供对上管驱动时所需要的能量。
18	SW	开关节点，下管MOSFE的漏极和上管MOSFET的源极连接到该引脚。
19	HDRV	上管MOS-FET栅极驱动引脚。
20	VIN	输入引脚。

100V, 20A PWM同步降压控制器

4 性能指标

4.1 极限工作范围

	PARAMETER	MIN	MAX	Unit
Input Voltages	V_{IN}, V_{EN} to GND	-0.3	100	V
	V_{FB}, V_{OVLO} to GND	-0.3	6	
	V_{TOFF} to GND	-0.3	12	
	$V_{ISNS1,2}$ to GND	-0.3	65	
	V_{EXTVCC} to GND	-0.3	30	
Output Voltages	V_{VDD} to GND	-0.3	12	V
	$V_{RON}, V_{OCSET}, V_{SS}, V_{COMP}$ to GND	-0.3	6	
	V_{LDRV} to GND	-0.3	12	
	V_{HDRV}, V_{BST} to V_{SW}	-0.3	12	
	V_{SW} to GND	-3	$V_{IN} + 0.3$	

4.2 等级数据

PARAMETER	DEFINITION	MIN	MAX	UNIT
T_{ST}	Storage Temperature Range	-65	150	°C
T_J	Junction Temperature		+150	°C
T_L	Lead Temperature		+260	°C
V_{ESD}	HBM Human body model		2	kV
	CDM Charger device model		500	V

4.3 推荐工作范围

	PARAMETER	MIN	MAX	Unit
Input Voltages	V_{IN} to GND	12	100	V
	V_{FB}, V_{OVLO} , to GND	-0.3	5	
	V_{TOFF} to GND	-0.3	10	
	$V_{ISNS1,2}$ to GND	-0.3	60	
	V_{EN} to GND	-0.3	100	
	V_{EXTVCC} to GND	-0.3	30	
Output Voltages	V_{VDD} to GND	-0.3	10	V
	$V_{RON}, V_{OCSET}, V_{SS}, V_{COMP}$ to GND	-0.3	5	
	V_{LDRV} to GND	-0.3	10	
	V_{HDRV} to V_{SW}	-0.3	10	
	V_{BST} to V_{SW}	-0.3	10	
	V_{SW} to GND	-3	$V_{IN} + 0.3$	
Temperature	Operating junction temperature range, T_J	-40	+125	°C

100V, 20A PWM同步降压控制器

4.4 温度特性

Symbol	Description	ETSSOP-20	Unit
θ_{JA}	Junction to ambient thermal resistance	40	°C/W
θ_{JC}	Junction to case thermal resistance	23	

4.5 电气特性 (非特殊说明, 以下参数在 $V_{in} = 12V$, $T_J = 25^\circ C$ 条件下测试)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
VIN	Input Supply Operating Voltage Range		12		100	V
VOUT	Regulated Output Voltage Set Point		1.2		60	V
REFERENCE VOLTAGE						
I_Q	Statics Current	Open Loop, VFB = 1.25V, No Switching, VIN=48V, TJ=25°C		400		uA
ISHUTDOWN	EN Shutdown Supply Current	Close Loop, VEN=0V, VIN=48V		20		
REFERENCE VOLTAGE						
VFB	Feedback Voltage			1.2		V
	Accuracy		-1.5		+1.5	%
SUPPLY VOLTAGE (Vcc)						
		Supply by NDRV LDO	9	9.5	10	V
		Supply by EXT VCC LDO	9.5	10	10.5	
UNDERVOLTAGE LOCKOUT						
VDD_UVLO	VDD Under Voltage Lockout Voltage(VDD increasing)	-40°C ≤ TJ ≤ 125°C		8		V
VDD_UVLOH	VDD Under Voltage Hysteresis			670		mV
VBST_UVLO	VBST Under Voltage Lockout Voltage(VBST increasing)	-40°C ≤ TJ ≤ 125°C		5.6		V
VBST_UVLOH	VBST Under Voltage Hysteresis			860		mV
VIN_UVLO	VIN Under Voltage Lockout Voltage(VIN increasing)			6.5		V
VIN_UVLOH	VIN Under Voltage Hysteresis			650		mV
VEN_UVLO	EN Under Voltage Lockout Voltage(VEN increasing)			1.2		V
VEN_UVLOH	EN Under Voltage Hysteresis			200		mV
OVER VOLTAGE LOCKOUT						
REF_IN_OVP	Reference of VIN Over Voltage Lockout Voltage(VIN increasing)			1.2		V
HYS_IN_OVP	Reference Hysteresis of VIN Over Voltage Lockout Voltage			200		mV
CONTROL LOOP						
I(Source/Sink)	Source/Sink Current			300		uA
gm	Trans-conductance			3		mS
SOFT-START						
I _{SS}	Soft-Start Current	SS = 0 V		20		uA

100V, 20A PWM同步降压控制器

VSNS LIMIT				
V _{OCSET}	OCSET voltage	-40°C ≤ T _J ≤ 125°C	1.2	V
V _{LIMH}	On Duty ISNS1-ISNS2 Limit	R _{OCSET} = 25k Ohm, V _{LIMH} = 1.2/R _{OCSET} * 25K/10	120	mV
V _{LIML}	Off Duty ISNS1-ISNS2 Limit	R _{OCSET} = 25k Ohm, V _{LIML} = 1.2/R _{OCSET} * 20K/10	96	mV
T _{OVERLOAD}	Over Load Protection Blank Time		100	ms
Frequency				
F _{SW}	Switching Frequency	F _{sw} = V _{out} / (R _h * 500p) or F _{sw} = 1 / (R _L * 50p)	50 200 500	kHz
T _{ONMIN}	Minimum On Time		140	ns
T _{OFFMIN}	Minimum Off Time		400	ns
Toff Timer				
T _{OFF}	Toff Time Delay	Toff = GND	0	s
		Toff = Float	10	s
		Toff = VCC	20	s
OUTPUT DRIVERS				
HDRV	Peak HDRV Source Current		1	A
	Peak HDRV Sink Current		2.2	A
LDRV	Peak LDRV Source Current		1.8	A
	Peak LDRV Sink Current		3.5	A
Tr(HDRV)	C _{LOAD} = 1000pF		19	ns
Tf(HDRV)	C _{LOAD} = 1000pF		13	ns
Tr(LDRV)	C _{LOAD} = 1000pF		18	ns
Tf(LDRV)	C _{LOAD} = 1000pF		12	ns
Tdelay1	Top Gate Off to Bottom Gate On Delay		70	ns
Tdelay2	Bottom Gate Off to Top Gate On Delay		70	ns

100V, 20A PWM同步降压控制器

5 典型应用

5.1 应用原理图

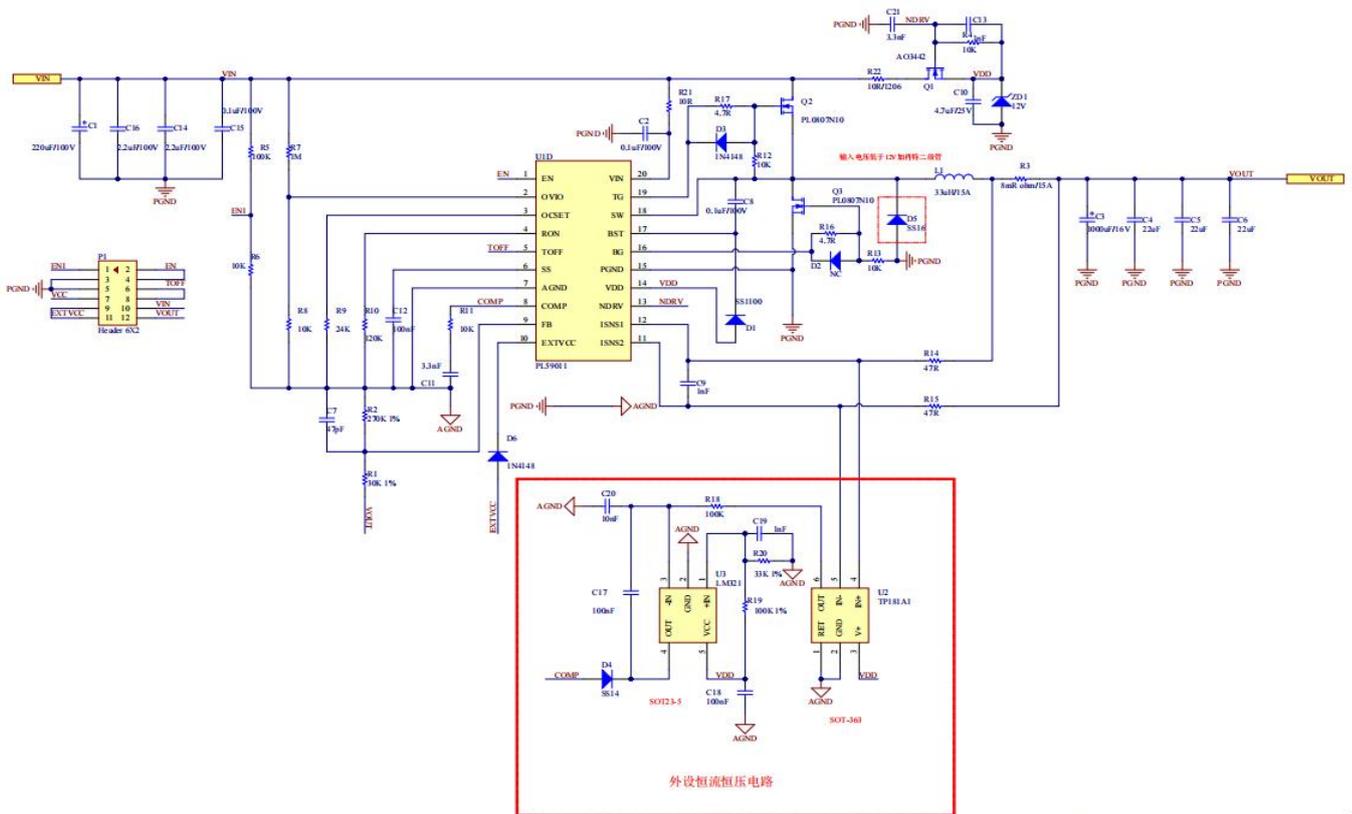


图2 12V/10A典型应用

(红色框内的电路是外加元件做恒流应用, 不需要恒流输出可以不要加)

推荐BOM清单如下表:

序号	元件名称	元件编号	元件规格	封装	数量	备注
1	电解电容	C1	220uF/100V	φ 13*20	1	C1 为输入滤波电容, 根据实际输入电压范围、负载电流情况灵活选择
2	电解电容	C3	1000uF/16V	φ 10*12	1	根据实际输出电压选择满足耐压要求的电容, 因负载电流大, 建议采用固态电容
3	贴片电容	C14 C16	2.2uF/100V	1206	1	
4	贴片电容	C2 C15	0.1uF/100V	0805	2	C16 应尽量靠近上管 Q2, C2 应尽量靠近 PL59011 的 Pin20 (Vin) 引脚
5	贴片电容	C4 C5 C6	22uF/16V	1206	3	C4 C5 C6 为输出电容, 可根据实际输出电压、负载电流情况进行灵活选择

100V, 20A PWM同步降压控制器

6	贴片电容	C7	47pF/25V	0603	1	环路调节, 可省略 (省略后需要测试 SW 对地波形是否存在大小波)
7	贴片电容	C9 C13	1nF/25V	0603	2	
8	贴片电容	C8 C12	100nF/25V	0603	2	
9	贴片电容	C10	4.7uF/25V	0805	1	
10	贴片电容	C16	2.2nF/25V	0603	1	
11	贴片电容	C11 C21	3.3nF/25V	0603	1	
12	贴片电阻	R1	270K 1%	0603	1	R1, R2 分压后通过 FB 调节输出电压, 根据公式 (3) 进行计算
13	贴片电阻	R2	30K 1%	0603	1	
14	贴片电阻	R3	R008 1%	2512	1	R3 为限流取样电阻, 电流较大, 建议采用合金电阻
15	贴片电阻	R5 R20	100K 5%	0603	2	
16	贴片电阻	R4 R6 R8 R9 R11 R12 R13	10K 5%	0603	7	
17	贴片电阻	R10	120K 1%	0603	1	
18	贴片电阻	R14 R19	10K/1%	0603	2	
19	贴片电阻	R7	1M 1%	0603	1	用于输入过压保护, 与 R8 进行分压, 当 OVLO 引脚电压高于 1.2V 时关断控制器
20	贴片电阻	R16 R17	4.7R 5%	0603	2	
21	贴片电阻	R9	24K 5%	0603	1	
22	贴片电阻	R21	10R 5%	0603	1	
23	贴片电阻	R14 R15	47R 5%	0603	2	
24	贴片 IC	U1	PL59011	ESSOT20	1	
25	贴片 MOS	Q1	AO3442	SOT23	1	
26	贴片 MOS	Q2 Q3	PL0807N10	DFN5*6	2	
27	贴片二极管	D1	SS1100	SOD123	1	
28	贴片二极管	D2,D3	LL4148WS	SOD123	2	快速关断二极管, 是否使用视波形而定
29	贴片稳压二极管	ZD1	12V	SOD123	1	
30	插件电感	L1	33uH	φ 23	1	

100V, 20A PWM同步降压控制器

5.2 开关频率设计

PL59011的开关频率设置计算如公式(1), 例如频率设置为200 kHz 时, 电阻为120 kΩ。

$$F_{SW} = \frac{V_{OUT}}{R_{ON}(k\Omega) \times 0.5} \text{ (MHz)} \quad (1)$$

备注: 从上式中可以看出, 开关频率跟输出电压是直接关联的。

5.3 过流保护设计

PL59011的逐周限流是由OCSET和AGND之间的Rocset和感应电阻Rsns决定的。电流限制公式如下:

$$I_{LIML} = \frac{2.4}{R_{OCSET}(k\Omega) \times R_{SNS}(\Omega)} \text{ (A)} \quad (2)$$

5.4 输出电压设计

通过选择R1和R2来设定适当的输出电压。为了使低负载下的功耗最小化, R1和R2都需要选择较大的阻值。两个电阻的值都建议在10k到1M之间。计算公式如下:

$$V_{OUT} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \quad (3)$$

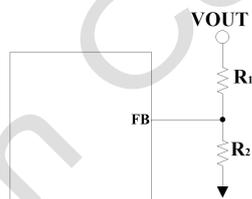


图3 输出电压设置

5.5 电感设计

1) 电感选择需要满足最大纹波电流, 建议纹波电流为最大平均电流的40%左右, 计算公式如下:

$$L = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{0.4 \times F_{SW} \times I_{OUT_MAX}} \quad (4)$$

F_{SW} 为开关频率;

I_{OUT_MAX} 为最大负载电流。

PL59011对纹波电流的变化不太敏感。因此, 电感的最终选择可以稍微偏离计算值, 而不会显著影响性能。

2) 电感选择必须满足额定饱和电流的要求, 以保证在满载条件下电感电流峰值有足够的余量。

3) 电感器的DCR和开关频率下的铁芯损耗必须足够低, 才能达到预期的效率要求。为了获得良好的综合效率, 最好选用DCR<10mohm的电感器。

100V, 20A PWM同步降压控制器

5.6 输出电容设计

输出电容的选择是需要输出纹波噪声的要求。在选择电容器时，必须同时考虑稳态和瞬态输出电容要求。为了获得最佳的性能，建议使用X5R或更好等级的陶瓷电容器。

5.7 输入电容的设计

多层陶瓷电容器具有极低的ESR和较小的占板面积，是降压变换器输入退耦的理想选择。输入电容应该尽可能靠近控制器。10 μ F甚至更大值的电容器可以用来减少输入电流纹波。

当只选择陶瓷电容器作为输入电容时要当心输入供电线过长，输出端的负载会在VIN引脚处引起振铃，这种振铃可能与输出耦合，系统误认为环路不稳定，甚至可能会损坏控制器，在这种情况下，需要放置体积更大的电解电容或者钽电容器，以减少输入引线与Cin之间的振铃的发生。

5.8 BST电容设计

BST与SW引脚之间的自举电容在每个周期的开启过程中提供栅电流给高侧FET器件栅充电，也为自举电容提供充电。自举电容的推荐值是0.1 μ F到1 μ F之间。CBST应该是一个高质量，低ESR的陶瓷电容器且靠近器件的引脚，以尽量减少引线电感引起潜在的破坏性电压瞬变。

5.9 VDD电路设计

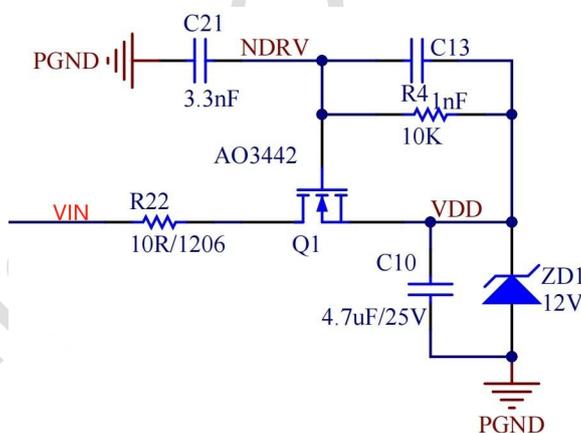


图4 VDD部分电路图

1) 输入限流电阻R22:

主要功能是吸收开机瞬间Q1通路的电流尖峰并分担一部分Q1的功耗，推荐值为10-100R，其实际承受的功率需小于30%-40%电阻额定功率，推荐封装用1206及以上。

2) 供电MOS-Q1:

线性稳压电源的调整管，承担VDD电路的主要功耗，其功耗大小跟输入电压，开关频率，主开关MOS管的QG等直接正相关。如输入电压和频率，QG越高，功耗越大。例如在开关频率为150KHZ，QG=32nC,EXTVCC引脚禁用时，带载时实测流过其典型工作电流约为11mA。在选型上需要注意MOS的PD，额定电压从安全考虑则需大于电路最高输入电压的130%。

100V, 20A PWM同步降压控制器

3) 储能电容C10 :

C10的主要作用是提供驱动和自举电容的峰值瞬态电流，并为VDD稳压器提供稳定性。耐压为25V及以上，其容值应该至少是CBST值的10倍，一般推荐值为2.2uF-4.7uF。容值过大则开机瞬间的充电电流过大，对VDD电路上的MOS管有负面影响，并且应该是质量好、ESR低的陶瓷电容器。CVDD应该放置在靠近IC引脚的位置，以尽量减少由微量电感引起的潜在破坏性电压瞬变。

4) 稳压二极管ZD1:

由于VDD电压是直接由VIN通过Q1直接提供的，且其引脚耐压较低。为了防止在某些应用场合偶然间的开机过冲，在VDD引脚与地之间并联一个12V的稳压管来提高可靠性。

5.10 EXTVCC引脚 :

此引脚为外部供电脚，可以通过一个二极管接受12-30V的外部直流电压或同电压范围的VOUT给VDD引脚供电，此时VDD电压约为10V。当此引脚工作时由Q1组成的VDD稳压电路则处于禁用状态，故显著提升了整机转换效率。如不用此引脚可以接地。

5.11 主功率MOSFET设计

MOSFET设计选择应考虑以下参数 :

- 额度电压
- 导通内阻
- 驱动阈值电压

高侧和低侧MOSFET的额定电压基本上等于功率级输入电压VIN。在VIN(MAX)中应该添加30%的安全系数。

100V, 20A PWM同步降压控制器

6.2 Layout走线布局注意事项

- 1) 首先强调一下，PL59011 是控制器，不是转换器，通过 PWM 驱动外部 MOSFET 实现电压变换，实际应用中 99%左右的电流通过功率管，因此正确摆放 NMOS 把功率环路面积做到最小，功率输入退耦电容 C15 退耦环路面积更小，吸收开关闭合尖峰电压，控制器 PL59011 的 VIN 脚退耦电容 C2 尽量靠近芯片如图 7、图 8。

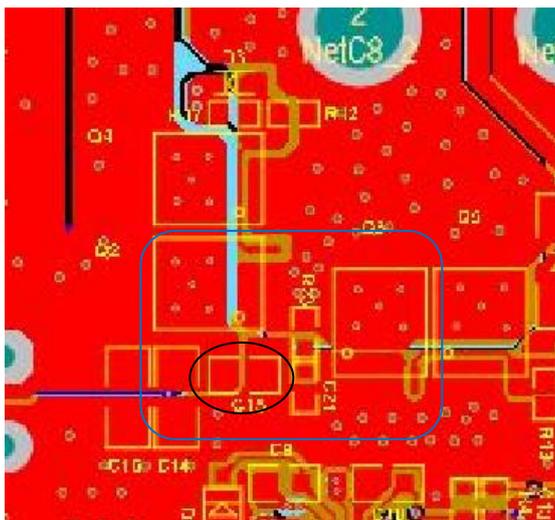


图7

功率NMOS正确的摆放，这样就可以给退耦电容C15创造一个环路面积小的布局，从而实现整个功率环路面积最小。

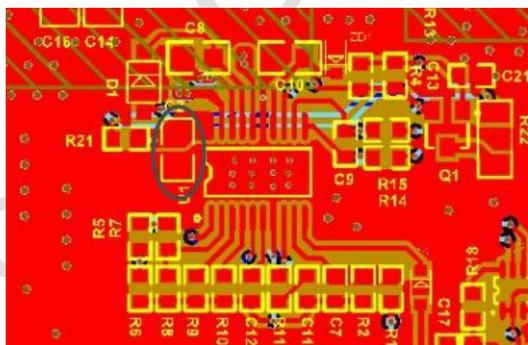


图8

退耦电容 C2 摆在芯片供电脚 VIN 边上，这样可以有效减小芯片退耦电容环路面积，给芯片提供稳定的供电电压。

100V, 20A PWM同步降压控制器

2) VCC 电容 C10 的摆放, 和整个功率地的回路处理, 芯片地的和功率地连接, AGND 和芯片地连接。如图 9, 图 10 :

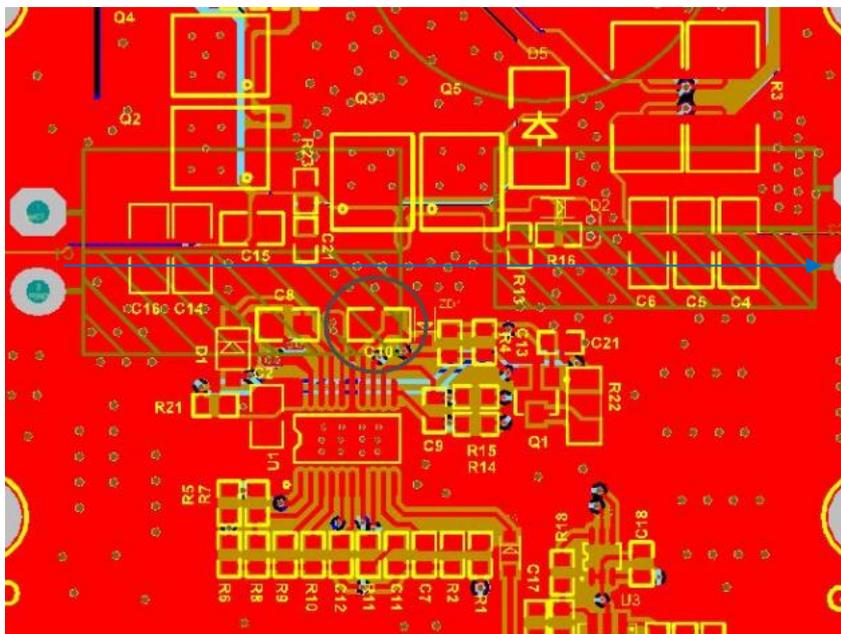


图 9

看蓝色箭头线, 整个功率回路都在顶层, 这样功率环路, 地的回路面积小; 大圈就是芯片地和功率地连接, 都在同一层, 最后就是 VCC 电容 C10 地脚通过芯片 15 脚地回到芯片地并且和功率地连接

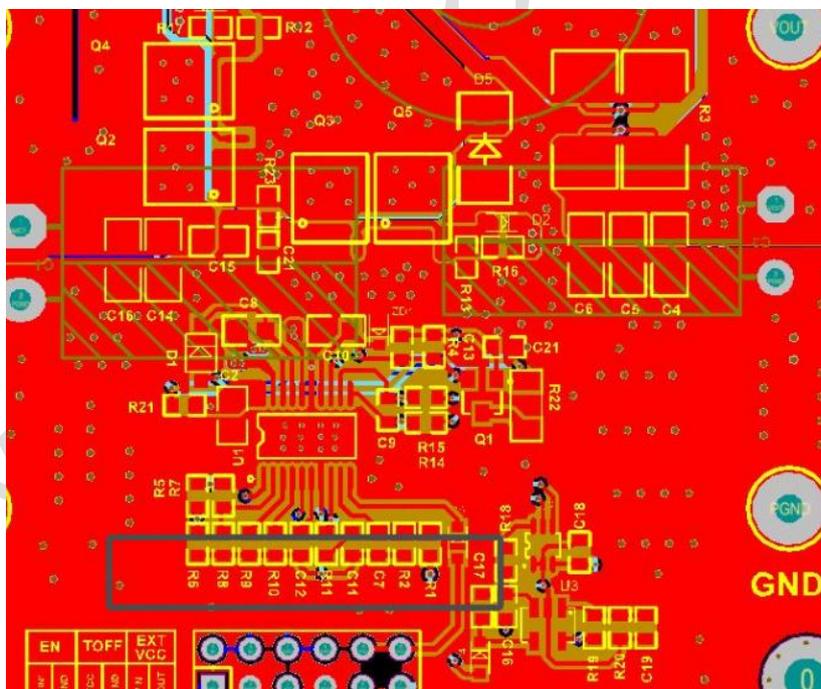


图 10

PL59011 的 Pin1 到 Pin10 小信号电路, 这些 Pin 脚尽量远离驱动线和 SW 和 BST, 这些 Pin 脚的模拟地 AGND 单点回到芯片 Pin7 的 AGND, 最终 Pin7 在芯片底部 Pad 和 GND 连接起来。

100V, 20A PWM同步降压控制器

3) 上下管驱动线尽量不紧挨在一起，最后有地隔开，上管驱动回路是 SW,可以紧挨 SW 走线，下管驱动回路是 GND,驱动线宽度一般用 0.3mm，有空间放大一点最好，如图 11

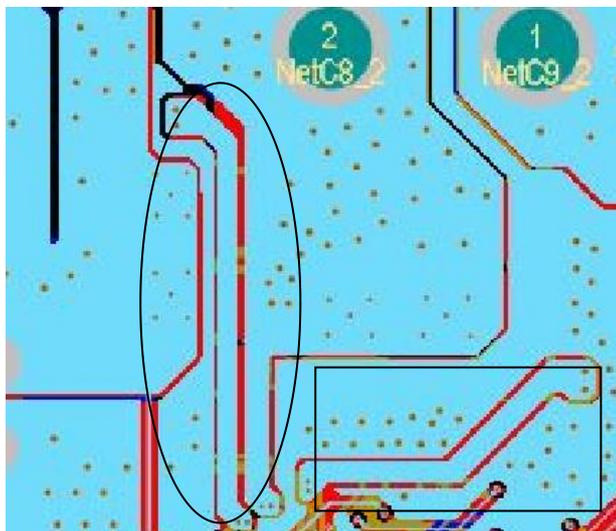


图 11:椭圆圈是上管驱动线和 SW 紧挨走，长方形圈内是下管驱动线，上下管驱动线之间有地隔开

4) 关于 11 和 12 脚检测电流走线，在实际应用上 11 脚电流检测线很容易和 FB 上拉电阻 VOUT 连接在一起，这样会导致限流不准，过流点不准！采样点必须从限流电阻的焊盘处引出，如图 12：

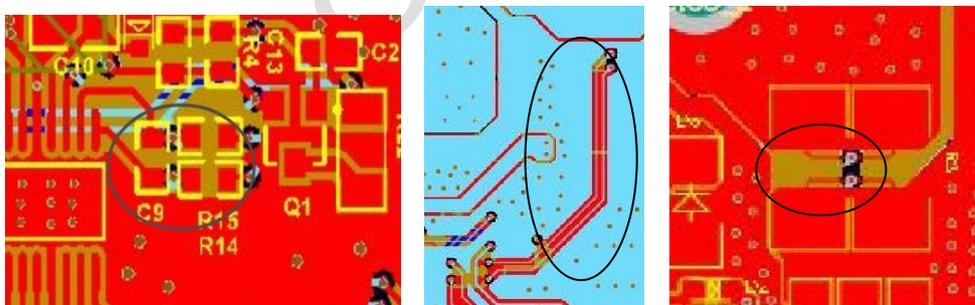


图12

PL59011 的 Pin11 和 Pin12 之间的滤波电容紧挨着芯片，经过电阻 47R 采用差分走线到限流电阻。考虑到在大电流应用且输出短路时，地线上容易产生非常高的尖峰电流，为了减小此电流对电流采样电路的影响，此电阻推荐用 47-100R。