



CMOS IC应用手册

S-19560B系列的使用例和外接元器件的选择方法

Rev.1.0_00

© ABLIC Inc., 2025

本应用手册是记载S-19560B系列的外接元器件的选择方法、推荐基板布局的参考资料。
有关产品的详情和规格，请确认该产品的数据表。

目 录

1. Ch1输出电流的计算方法.....	3
1. 1 降压DC-DC控制器输入电流的计算方法.....	3
1. 2 LDO稳压器输入电流的计算方法.....	4
1. 3 S-19560B系列VOUT1端子的输入电流的计算.....	5
2. 功耗和发热的关系.....	6
2. 1 Ch1, Ch2 (DC-DC控制器) 的功耗.....	6
2. 2 Ch3 (LDO稳压器) 的功耗.....	6
2. 3 发热量的计算.....	6
3. 典型的使用示例.....	7
3. 1 作为相机模块电源的使用示例.....	7
3. 2 不使用Ch2输出的示例.....	8
3. 3 不使用Ch3输出的示例.....	8
4. 电感器的选择	9
4. 1 电感峰值电流的计算.....	9
4. 2 VOUT纹波电压的计算.....	9
4. 3 降压DC-DC控制器Duty的计算.....	9
4. 4 电感值2.2 μ H的具体产品示例.....	9
4. 5 参考数据 (电感值2.2 μ H)	10
5. 基板布局.....	14
5. 1 应用电路图	14
5. 2 PCB基板布局	14
5. 3 基板布局的注意事项	15
6. 注意事项	16
7. 相关资料	16

1. Ch1输出电流的计算方法

S-19560B系列的电源结构如图1所示。

VOUT1端子兼作Ch1的反馈端子(FB)和Ch2, Ch3的电源端子。因此, Ch1输出电流(I_{OUT1})无法全部供应给负载, 务请注意。

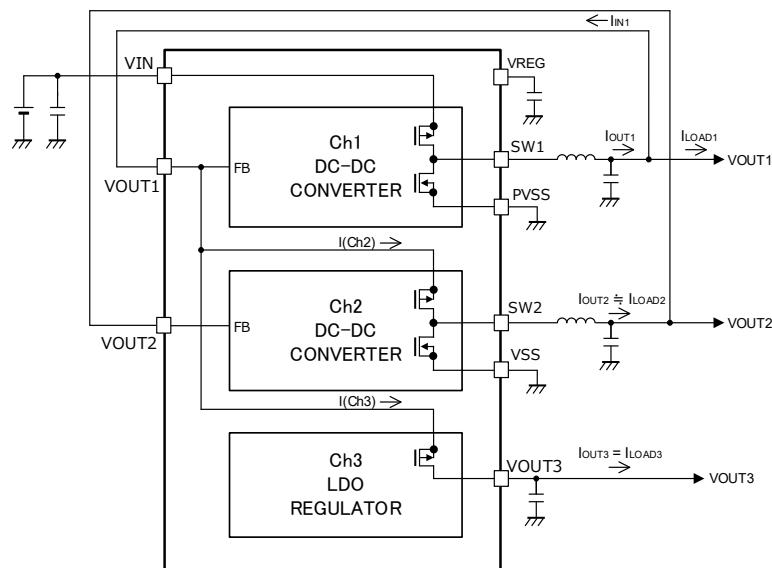


图1 电源结构图

1.1 降压DC-DC控制器输入电流的计算方法

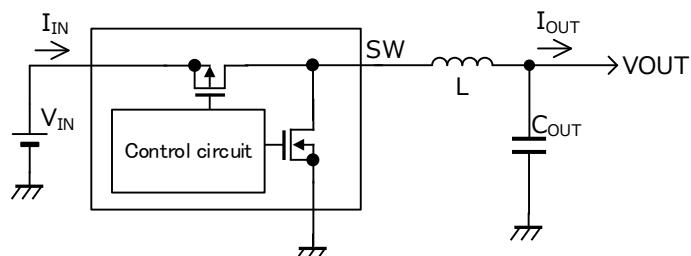


图2 普通的降压DC-DC控制器

图2中的各项变数定义如下所示。

V_{IN} :	输入电压
I_{IN} :	输入电流
V_{OUT} :	输出电压
I_{OUT} :	输出电流
η :	转换效率

因为输入电力 \times 效率 = 输出电力的关系，所以

$$V_{IN} \times I_{IN} \times \eta^{*1} = V_{OUT} \times I_{OUT}$$

DC-DC控制器的输入电流为

$$I_{IN} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times n} \dots \dots \dots (1)$$

*1. 控制电路的自耗功率已反映在η中。

1.2 LDO稳压器输入电流的计算方法

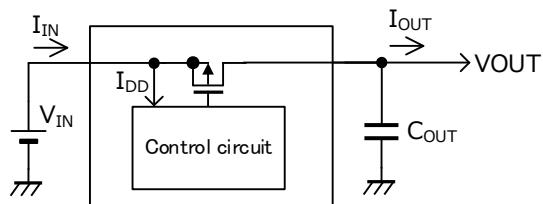


图3 普通的LDO稳压器

图3中的各项变数定义如下所示。

V_{IN} :	输入电压
I_{IN} :	输入电流
I_{DD} :	自我消耗电流
V_{OUT} :	输出电压
I_{OUT} :	输出电流

LDO稳压器的输入电流为

$$I_{IN} = I_{OUT} + I_{DD}$$

此时, 因 $I_{OUT} > I_{DD}$

1.3 S-19560B系列VOUT1端子的输入电流的计算

S-19560B系列的Ch2 (DC-DC控制器) 和 Ch3 (LDO稳压器) 的电源由VOUT1端子提供。

关于VOUT1输出电压能向负载提供多大的电流 (I_{LOAD1})，需要先计算Ch2和Ch3的输入电流。

此外，VOUT1端子也兼有Ch1反馈端子的功能，因此不能连接其它的电源。

以下公式中的各项变数定义如下所示。 I_{OUT1} , I_{OUT2} , I_{OUT3} , I_{LOAD1} , I_{LOAD2} , I_{LOAD3} 的关系请参阅图1。

V_{OUT1} :	VOUT1输出电压
V_{OUT2} :	VOUT2输出电压
I_{OUT1} :	Ch1的输出电流
I_{OUT2} :	Ch2的输出电流
I_{OUT3} :	Ch3的输出电流
I_{LOAD1} :	VOUT1的负载电流
I_{LOAD2} :	VOUT2的负载电流
I_{LOAD3} :	VOUT3的负载电流
η_2 :	Ch2的转换效率

由(1)式、(2)式可求出Ch2的输入电流 ($I_{(Ch2)}$) 和Ch3的输入电流 ($I_{(Ch3)}$)，由于VOUT2端子的输入电流极小

$$I_{OUT2} \approx I_{LOAD2}$$

因此根据 (1)式可以得出以下公式。

$$I_{(Ch2)} = \frac{V_{OUT2} \times I_{LOAD2}}{V_{OUT1} \times \eta_2}$$

从图1得出

$$I_{OUT3} = I_{LOAD3}$$

因此根据 (2)式可以得出以下公式。

$$I_{(Ch2)} \approx I_{LOAD3}$$

VOUT1端子的输入电流 (I_{IN1}) 如下所示。

$$I_{IN1} = I_{(Ch2)} + I_{(Ch3)}$$

$$= \frac{V_{OUT2} \times I_{LOAD2}}{V_{OUT1} \times \eta_2} + I_{LOAD3}$$

Ch1的输出电流 (I_{OUT1}) 最大为600 mA。Ch1直接供给负载的最大负载电流 ($I_{LOAD1(max)}$) 是减去供给Ch2, Ch3的电流 (I_{IN1}) 后的值。

$$I_{LOAD1(max)} = 600 \text{ mA} - I_{IN1}$$

2. 功耗和发热的关系

S-19560B系列产生的功耗会转化为热量使结点温度上升。因此，对功耗的估算极其重要的。

以下公式中的各项变数定义如下所示

V_{OUT1} :	V_{OUT1} 输出电压
V_{OUT2} :	V_{OUT2} 输出电压
I_{OUT1} :	Ch1的输出电流
I_{OUT2} :	Ch2的输出电流
I_{OUT3} :	Ch3的输出电流
η_1 :	Ch1的转换效率
η_2 :	Ch2的转换效率

2.1 Ch1, Ch2 (DC-DC控制器) 的功耗

DC-DC控制器主要的功耗包括IC内部产生的功耗和外接元器件产生的功耗。功耗的总值可以从效率特性例中估算出来。

Ch1, Ch2的功耗 (P_{LOSS1}, P_{LOSS2}) 可以通过以下公式计算。

$$P_{LOSS1} = V_{OUT1} \times I_{OUT1} \times \left(\frac{1 - \eta_1}{\eta_1} \right)$$

$$P_{LOSS2} = V_{OUT2} \times I_{OUT2} \times \left(\frac{1 - \eta_2}{\eta_2} \right)$$

请在实际使用的输出电流范围进行功耗的估算。

2.2 Ch3 (LDO稳压器) 的功耗

LDO稳压器主要的功耗可通过输入输出间电位差 \times 输出电流来求出。

Ch3的功耗 (P_{LOSS3}) 可以通过以下公式计算。

$$P_{LOSS3} = (V_{OUT1} - V_{OUT3}) \times I_{OUT3}$$

通过降低S-19560B系列的 V_{OUT1} 输出电压，可以减少Ch3 (LDO稳压器) 的功耗。关于 V_{OUT1} 输出电压，请注意以下条件来决定设定值。

- 可以设定范围: 3.3 V ~ 5.5 V
- 比 V_{OUT2} 设定电压高0.7 V以上
- 比 V_{OUT3} 设定电压高0.3 V以上
- 连接外部LDO稳压器时，需要确保外部LDO所需的输入输出间的电位差

2.3 发热量的计算

S-19560系列整体的功耗可以通过以下公式计算。

$$P_{LOSS} = P_{LOSS1} + P_{LOSS2} + P_{LOSS3}$$

发生的功耗 P_{LOSS} 引起的结点温度 (T_J) 可以通过以下公式计算。热阻 (θ_{JA}) 如表1所示。

$$T_J = P_{LOSS} \times \theta_{JA} + T_a$$

表1

项目	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
结至环境热阻 ^{*1}	θ_{JA}	HSNT-8(2030)	Board A	-	181	°C/W
			Board B	-	135	°C/W
			Board C	-	40	°C/W
			Board D	-	42	°C/W
			Board E	-	32	°C/W

*1. 测定环境：遵循JEDEC STANDARD JESD51-2A标准

备注 关于详情，请参阅S-19560B系列数据表的 "■ Power Dissipation" 和 "Test Board"。

3. 典型的使用示例

3.1 作为相机模块电源的使用示例

来自VIN的输入电压4 V ~ 16 V, 通过Ch1暂且降低至3.3 V ~ 3.6 V左右, 并从VOUT1输出。

VOUT1输出电压通过S-19255系列(LDO稳压器)^{*1}降低噪音, 作为图像传感器的模拟电源。对于最需要电流的Core用电源, 通过使用Ch2的输出VOUT2输出电压, 可以应对大电流需求。Ch3的输出VOUT3输出电压可作为I/O和串行器用电源。

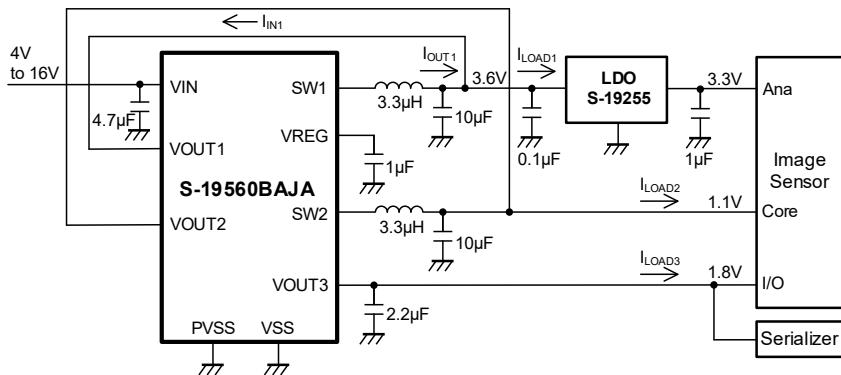


图4

【设计示例】

$$V_{IN} = 6.0 \text{ V}$$

S-19560BAJA

$$V_{OUT1} = 4.0 \text{ V}$$

$$V_{OUT2} = 1.1 \text{ V}$$

$$V_{OUT3} = 1.8 \text{ V}$$

$$I_{LOAD1} = 200 \text{ mA}$$

$$I_{LOAD2} = 400 \text{ mA}$$

$$I_{LOAD3} = 200 \text{ mA}$$

$$\eta_1 = 87\%^{*2}$$

$$\eta_2 = 84\%^{*2}$$

$$\theta_{JA} = 32^\circ\text{C/W}$$

$$I_{IN1} = \frac{V_{OUT2} \times I_{LOAD2}}{V_{OUT1} \times \eta_2} + I_{LOAD3} \\ = 331 \text{ mA}$$

$$I_{OUT1} = I_{IN1} + I_{LOAD1} \\ = 531 \text{ mA}$$

$$P_{LOSS} = P_{LOSS1} + P_{LOSS2} + P_{LOSS3} \\ = V_{OUT1} \times I_{OUT1} \times \left(\frac{1 - \eta_1}{\eta_1} \right) + V_{OUT2} \times I_{OUT2} \times \left(\frac{1 - \eta_2}{\eta_2} \right) + (V_{OUT1} - V_{OUT3}) \times I_{OUT3} \\ = 317 \text{ mW} + 83 \text{ mW} + 440 \text{ mW} \\ = 841 \text{ mW}$$

上升的结点温度

$$\Delta T_j = 0.841 \times 32 = 26.9^\circ\text{C}$$

*1. 关于详情, 请参阅S-19255系列数据表。

*2. 关于详情, 请参阅S-19560B系列数据表的“■ 参考数据”。

注意 上述为理论计算值。请在实际的应用电路中进行充分的评价后确认特性。

3.2 不使用Ch2输出的示例

Ch2的反馈输入端子是VOUT2端子。根据VOUT2设定电压值和实际VOUT2端子电压的大小关系, SW2端子会变为 "L" 或 "H" 电位。如果对VOUT2端子施加设定值附近的电压, SW2端子的输出可能会重复 "L" 和 "H"。因此, 通过将VOUT2连接到电压足够高的VOUT1, SW2端子电压就会被固定为 "L" 并稳定。

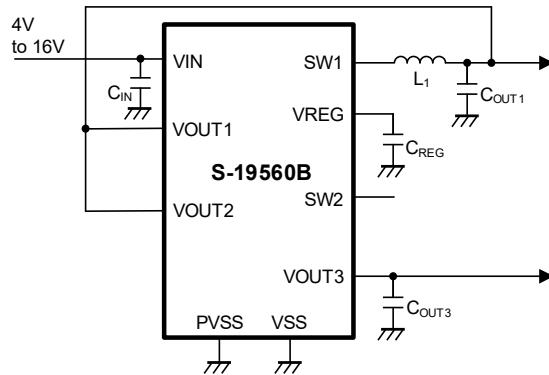


图5

3.3 不使用Ch3输出的示例

VOUT3端子如果不连接输出容量, VOUT3输出电压可能会变得不稳定, 并可能成为意外的噪声源。不使用Ch3时, 也请连接COUT3。在不得已不连接COUT3的情况下, 请将VOUT3连接到VOUT1。通过该处理, 可以避免VOUT3输出电压成为噪声源。

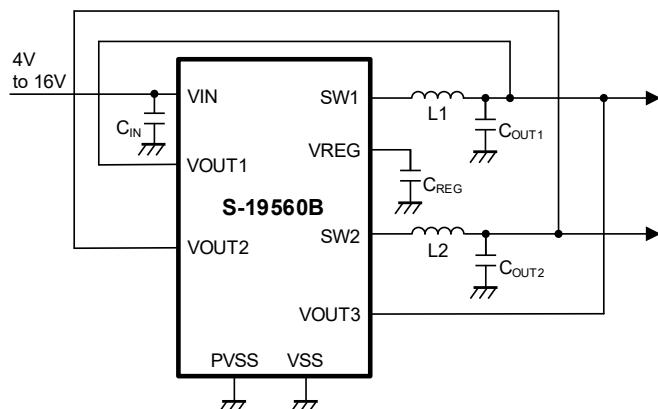


图6

4. 电感器的选择

S-19560B系列建议使用电感值3.3 μ H的电感器。如果能够使用2.2 μ H的电感器，就可以缩小安装面积。一般而言，减小电感值会使流过线圈的电流纹波成分增大，即使相同的 I_{OUT} ，峰值电流 (I_{PK}) 也会增大。因此，根据不同的条件，可能会超过限制电流值。

此外，输出时产生的纹波电压也会增大。

并且，电流模式的DC-DC控制器特有的现象次谐波振荡的发生可能性也会增大。为降低次谐波振荡的风险，建议在Duty < 50%的情况下使用。

4.1 电感峰值电流的计算

如图2所示，流经普通的降压DC-DC控制器的电感峰值 (I_{PK}) 可以通过以下公式计算。 f_{osc} 是指切换频率。

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{f_{osc} \times L \times V_{IN}}$$

$$I_{PK} = I_{OUT} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

4.2 VOUT纹波电压的计算

$$\Delta V_{OUT} = \frac{\Delta I_L}{8 \times f_{osc} \times C_{OUT}}$$

4.3 降压DC-DC控制器Duty的计算

$$Duty = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

4.4 电感值2.2 μ H的具体产品示例

表2

厂家	型号	耐压	温度范围	尺寸 (L × W × H)
TDK Corporation	TFM201210ALMA2R2MTAA	20 V	-55°C ~ 150°C	2.0 mm × 1.25 mm × 1.0 mm
TDK Corporation	TFM201610ALMA2R2MTAA	20 V	-55°C ~ 150°C	2.0 mm × 1.6 mm × 1.0 mm
Murata Manufacturing Co., Ltd.	DFE2MCAH2R2MJ0	40 V	-40°C ~ 150°C	2.0 mm × 1.6 mm × 1.2 mm
TAIYO YUDEN CO., LTD.	LCCNF2012KKT2R2MAD	20 V	-55°C ~ 150°C	2.0 mm × 1.25 mm × 1.0 mm
TAIYO YUDEN CO., LTD.	LCENA2016MKT2R2M0TK	20 V	-40°C ~ 150°C	2.0 mm × 1.6 mm × 1.2 mm

4.5 参考数据 (电感值2.2 μ H)

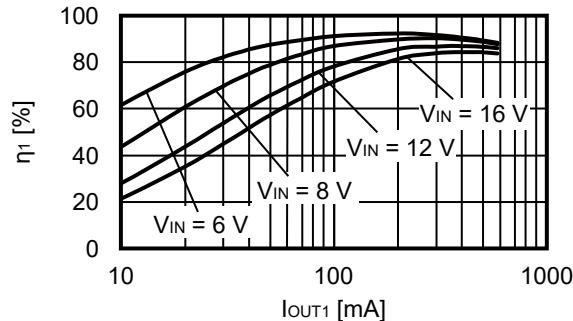
参考数据中使用了表3所示的外接元器件。电感值3.3 μ H的参考数据请参阅S-19560B系列数据表的“■ 参考数据”。

表3

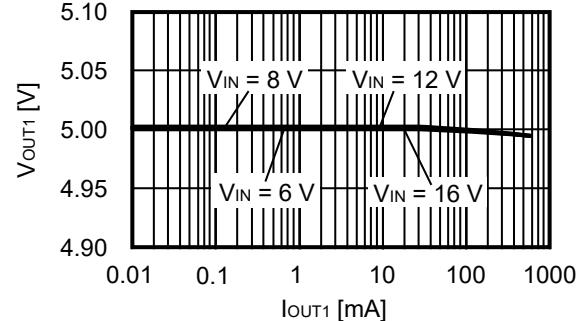
符号	型号	参数	耐压	尺寸 (L × W × H)	厂家
C _{IN}	CGA4J1X7R1E475K125AC	4.7 μ F	25 V	2.0 mm × 1.25 mm × 1.25 mm	TDK Corporation
C _{OUT1} , C _{OUT2}	CGA4J3X7S1A106K125AB	10 μ F	10 V	2.0 mm × 1.25 mm × 1.25 mm	TDK Corporation
C _{OUT3}	CGA3E1X7R0J225K080AC	2.2 μ F	6.3 V	1.6 mm × 0.8 mm × 0.8 mm	TDK Corporation
C _{REG}	CGA3E1X7R1C105K080AC	1 μ F	16 V	1.6 mm × 0.8 mm × 0.8 mm	TDK Corporation
L ₁ , L ₂	TFM201610ALMA2R2MTAA	2.2 μ H	20 V	2.0 mm × 1.6 mm × 1.0 mm	TDK Corporation

4.5.1 V_{OUT1} = 5.0 V

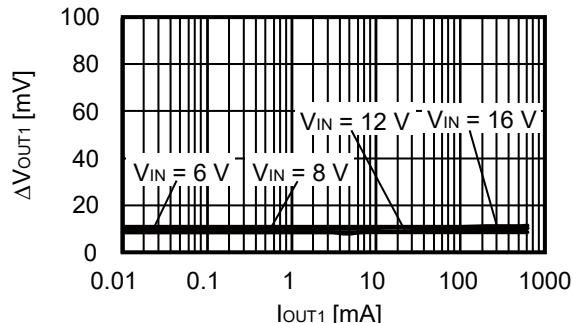
4.5.1.1 效率 (η_1) - 输出电流 (I_{OUT1})

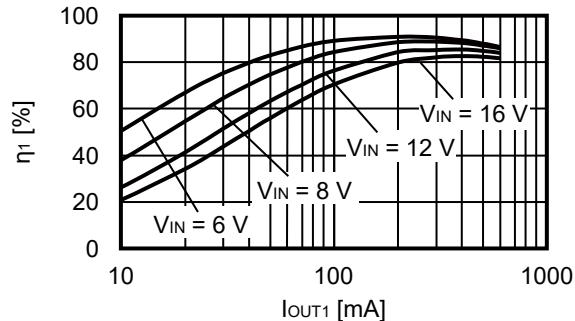
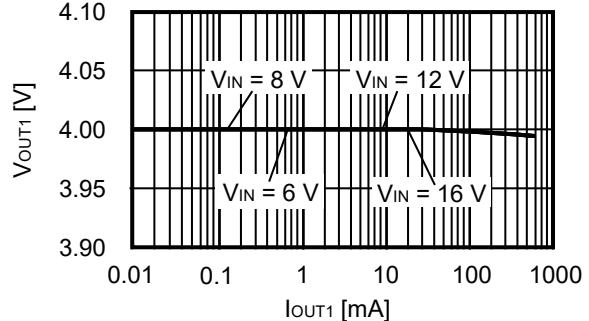
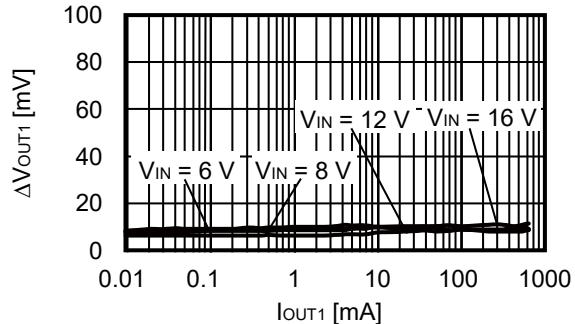
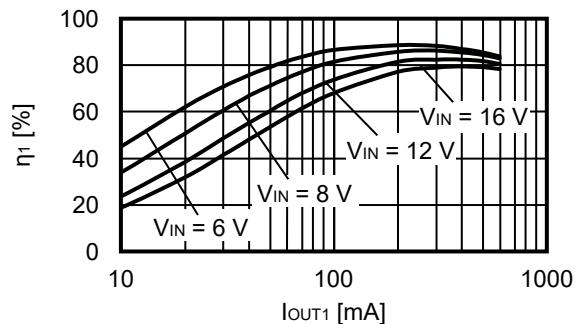
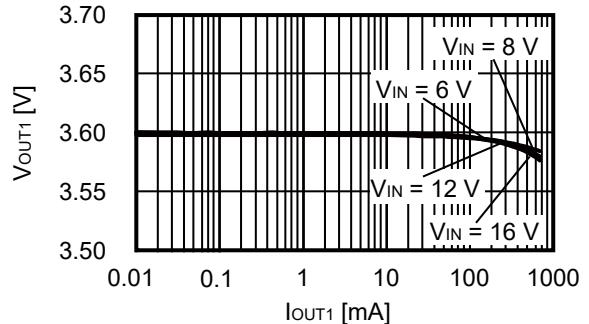
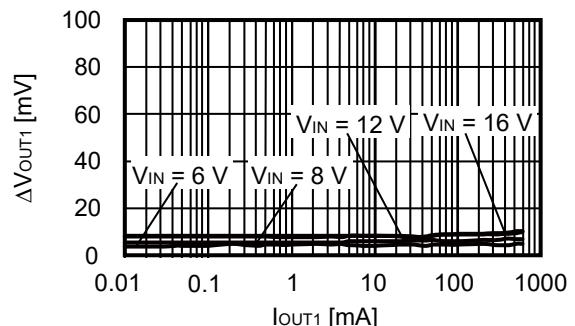


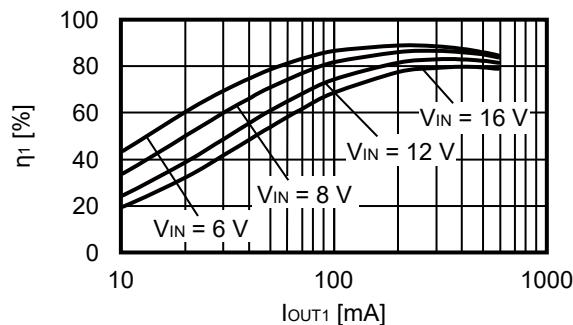
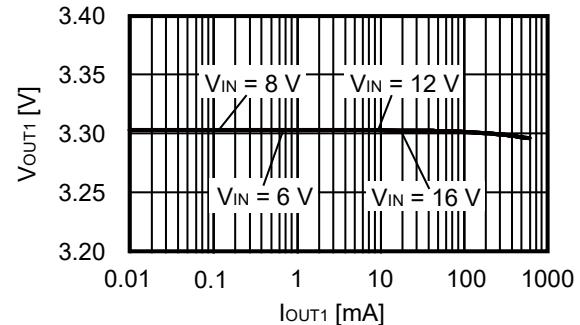
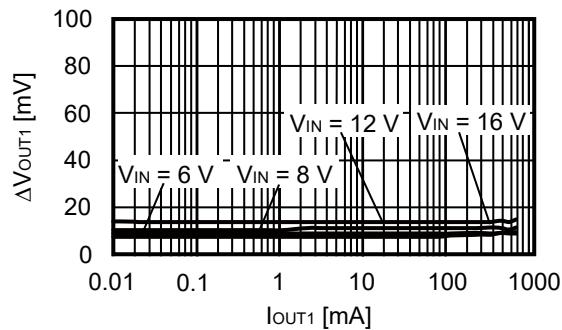
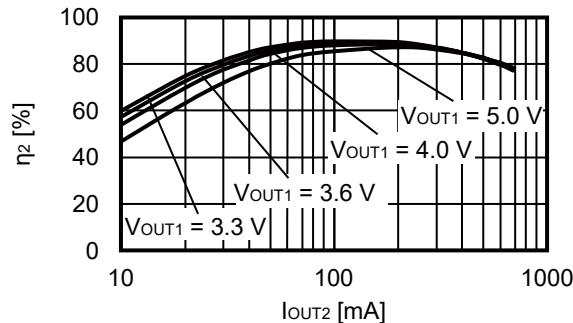
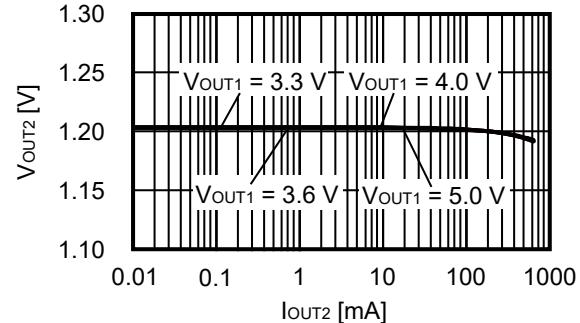
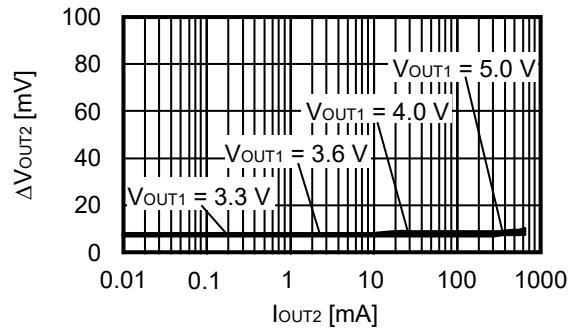
4.5.1.2 输出电压 (V_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})

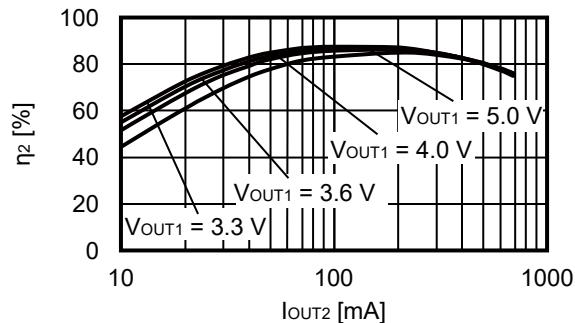
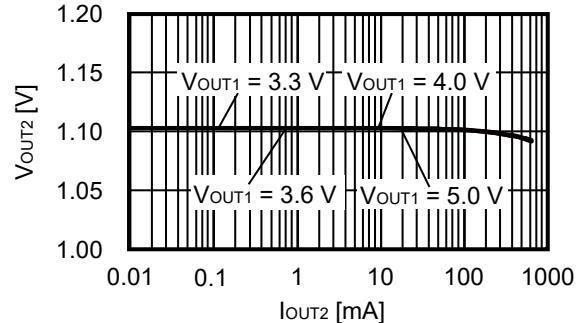
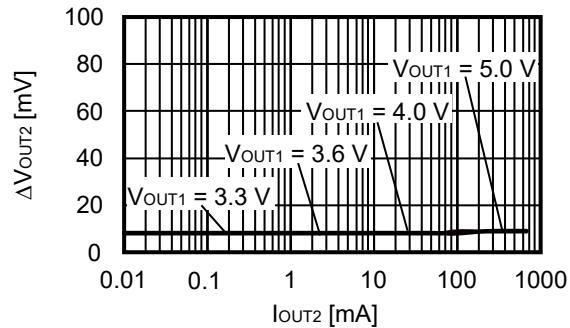
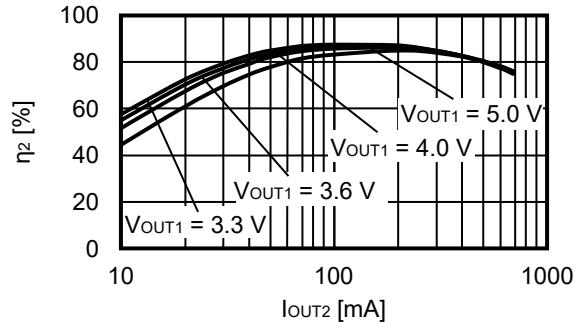
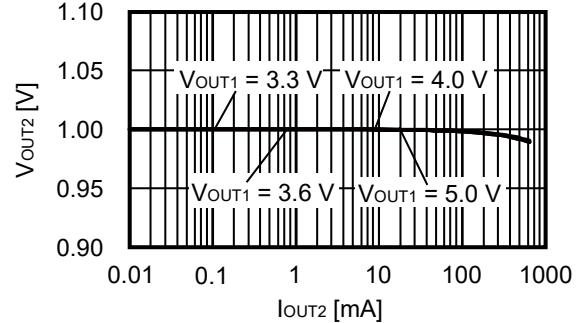
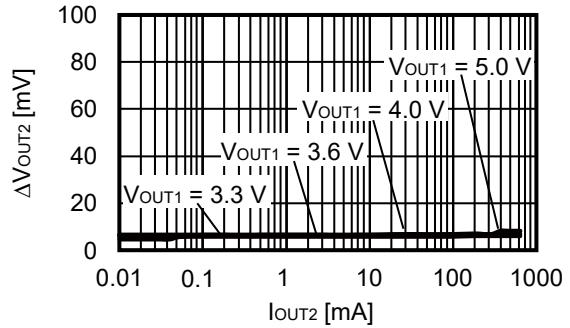


4.5.1.3 纹波电压 (ΔV_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})



4. 5. 2 $V_{OUT1} = 4.0 \text{ V}$ 4. 5. 2. 1 效率 (η_1) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 2. 2 输出电压 (V_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 2. 3 纹波电压 (ΔV_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 3 $V_{OUT1} = 3.6 \text{ V}$ 4. 5. 3. 1 效率 (η_1) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 3. 2 输出电压 (V_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 3. 3 纹波电压 (ΔV_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})

4. 5. 4 $V_{OUT1} = 3.3\text{ V}$ 4. 5. 4. 1 效率 (η_1) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 4. 2 输出电压 (V_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 4. 3 纹波电压 (ΔV_{OUT1}) - 输出电流 (I_{OUT1})4. 5. 5 $V_{OUT2} = 1.2\text{ V}$ 4. 5. 5. 1 效率 (η_2) - 输出电流 (I_{OUT2})4. 5. 5. 2 输出电压 (V_{OUT2}) - 输出电流 (I_{OUT2})4. 5. 5. 3 纹波电压 (ΔV_{OUT2}) - 输出电流 (I_{OUT2})

4. 5. 6 $V_{OUT2} = 1.1 \text{ V}$ 4. 5. 6. 1 效率 (η_2) - 输出电流 (I_{OUT2})4. 5. 6. 2 输出电压 (V_{OUT2}) - 输出电流 (I_{OUT2})4. 5. 6. 3 纹波电压 ($ΔV_{OUT2}$) - 输出电流 (I_{OUT2})4. 5. 7 $V_{OUT2} = 1.0 \text{ V}$ 4. 5. 7. 1 效率 (η_2) - 输出电流 (I_{OUT2})4. 5. 7. 2 输出电压 (V_{OUT2}) - 输出电流 (I_{OUT2})4. 5. 7. 3 纹波电压 ($ΔV_{OUT2}$) - 输出电流 (I_{OUT2})

5. 基板布局

要实现DC-DC控制器的稳定工作，保证稳压器性能、转换效率，降低噪声，PCB基板的布局和元器件的放置至关重要。以本公司制作的PCB基板为例，说明基板布局的注意事项。

5.1 应用电路图

本公司设计的S-19560B系列 + S-19255系列PCB基板的应用电路图如图7所示。将S-19255系列连接于VOUT1输出，以生成低噪声的模拟电源。

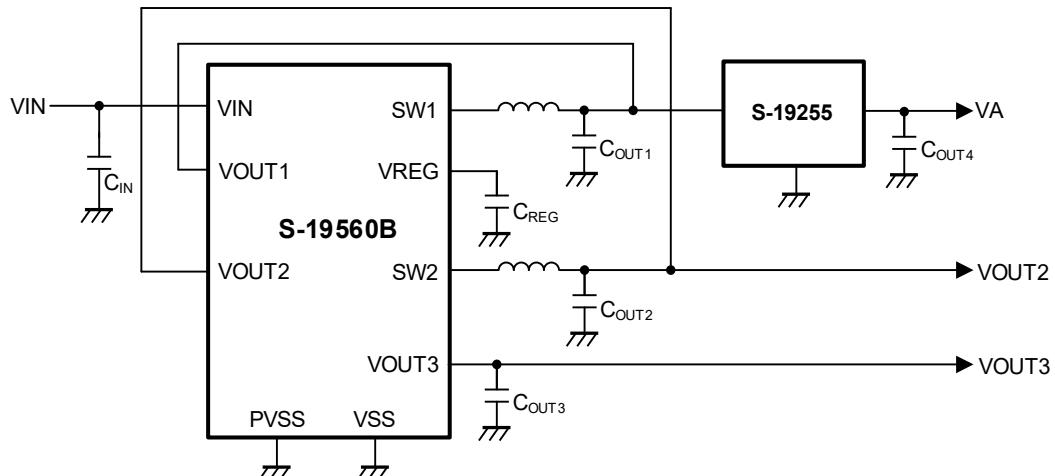


图7

5.2 PCB基板布局

图7所示的应用电路，本公司制作的基板为双面基板。如果想进一步提高散热性能，请使用四层基板。

- 顶面层：布局大部分的元件和导线
- 底面层：大部分区域设置为VSS，提高散热性能和降低噪音

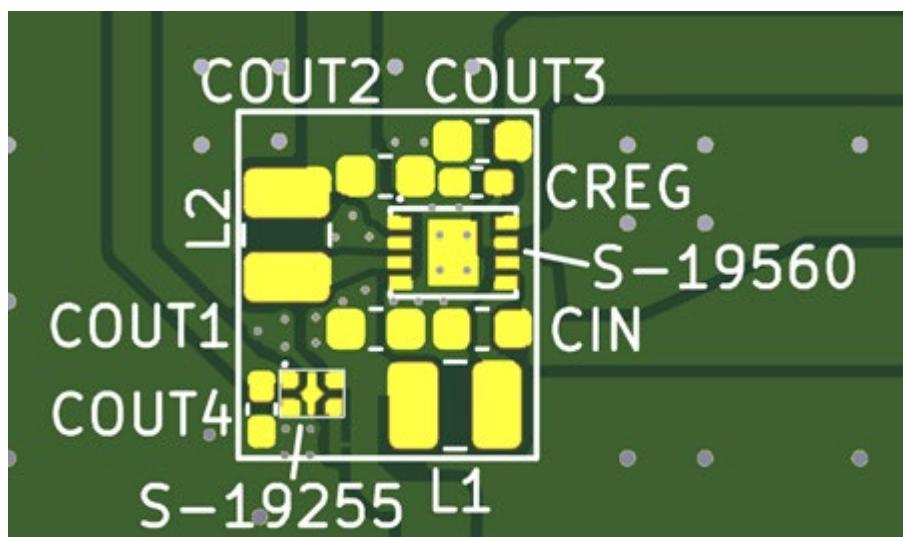


图8 基板布局示例 (放大图)

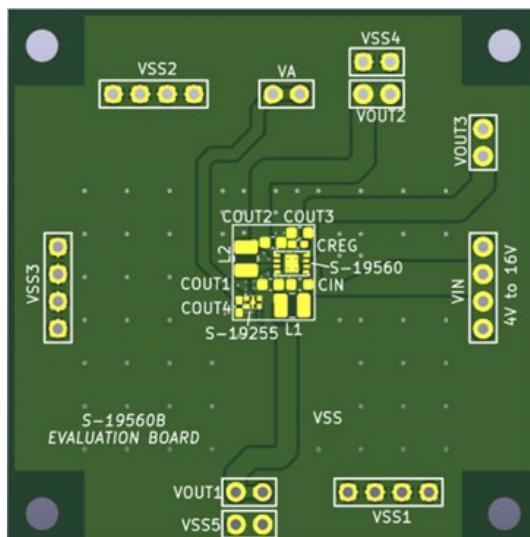


图9 顶面层整体图 (第1层)

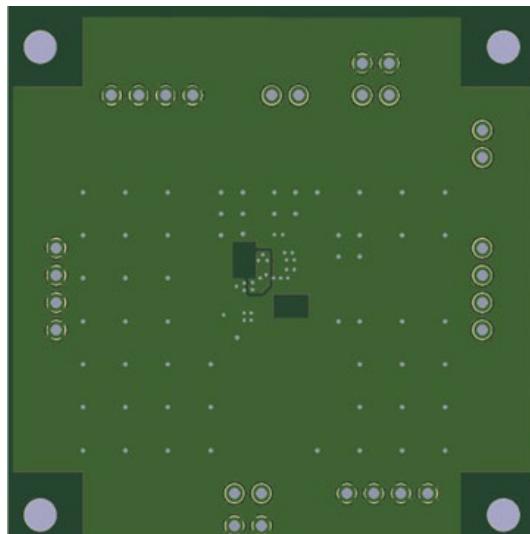


图10 底面层整体图 (第2层)

5.3 基板布局的注意事项

- 请尽量将C_{IN}配置在VIN端子和VSS端子的附近。请优先布局C_{IN}。
- 请尽量将CREG配置在VREG端子和VSS端子的附近。
- C_{IN}、CREG请安装在与IC相同的表面层。如果借助散热孔连接，则会受散热孔的阻抗影响，使工作变得不稳定。
- 请尽量将GND格式设置得更宽。
- 为了能充分散热，请对GND格式配置散热孔。
- SW1端子、SW2端子中会流入较大的电流。为了使寄生电容量和放射噪声最小化，请缩小SW1端子、SW2端子连接格式的布线面积。
- 请缩短SW1端子 → L₁ → C_{OUT1} → VSS端子、SW2端子 → L₂ → C_{OUT2} → VSS端子的环路布线。这对于减少放射噪声较为有效。
- 请不要在IC的下方进行SW1端子、SW2端子的格式布线。
- 在图8的基板布局示例中，通过缩短S-19255系列的输入与C_{OUT1}的距离，省略了S-19255系列的输入电容器。如果将S-19255系列配置在较远的位置时，请追加S-19255系列用的输入电容器。

6. 注意事项

- 本资料中所登载的应用电路示例，是本公司IC产品中具有代表性的应用示例。在使用之前，务请进行充分的测试。
- 本IC虽内置了防静电保护电路，但请不要对IC施加超过保护电路性能的过大静电。
- 使用本公司的IC生产产品时，如因其产品中对该IC的使用方法或产品的规格、或因进口国等原因，使包括本IC产品在内的制品发生专利纠纷时，本公司概不承担相应责任。

7. 相关资料

有关本公司产品的详情，请参阅下述的数据表。

S-19560B系列 数据表

S-19255系列 数据表

本应用手册及数据表的内容，有可能未经预告而更改。

详情请与代理商联系。

最新版本请在本公司Web网站上选择产品分类和产品名称，下载PDF文件。

www.ablic.com 艾普凌科有限公司Web网站

免责事项 (使用注意事项)

1. 本资料记载的所有信息 (产品数据、规格、图、表、程序、算法、应用电路示例等) 是本资料公开时的最新信息, 有可能未经预告而更改。
2. 本资料记载的电路示例和使用方法仅供参考, 并非保证批量生产的设计。使用本资料的信息后, 发生并非因本资料记载的产品 (以下称本产品) 而造成的损害, 或是发生对第三方知识产权等权利侵犯情况, 本公司对此概不承担任何责任。
3. 因本资料记载错误而导致的损害, 本公司对此概不承担任何责任。
4. 请注意在本资料记载的条件范围内使用产品, 特别请注意绝对最大额定值、工作电压范围和电气特性等。
因在本资料记载的条件范围外使用产品而造成的故障和 (或) 事故等的损害, 本公司对此概不承担任何责任。
5. 在使用本产品时, 请确认使用国家、地区以及用途的法律、法规, 测试产品用途的满足能力和安全性能。
6. 本产品出口海外时, 请遵守外汇交易及外国贸易法等的出口法令, 办理必要的相关手续。
7. 严禁将本产品用于以及提供 (出口) 于开发大规模杀伤性武器或军事用途。对于如提供 (出口) 给开发、制造、使用或储藏核武器、生物武器、化学武器及导弹, 或有其他军事目的者的情况, 本公司对此概不承担任何责任。
8. 本产品并非是设计用于可能对生命、人体造成影响的设备或装置的部件, 也非是设计用于可能对财产造成损害的设备或装置的部件 (医疗设备、防灾设备、安全防范设备、燃料控制设备、基础设施控制设备、车辆设备、交通设备、车载设备、航空设备、太空设备及核能设备等)。请勿将本产品用于上述设备或装置的部件。本公司事先明确标示的车载用途例外。作为上述设备或装置的部件使用本产品时, 或本公司事先明确标示的用途以外使用本产品时, 所导致的损害, 本公司对此概不承担任何责任。
9. 半导体产品可能有一定的概率发生故障或误工作。为了防止因本产品的故障或误工作而导致的人身事故、火灾事故、社会性损害等, 请客户自行负责进行冗长设计、防止火势蔓延措施、防止误工作等安全设计。并请对整个系统进行充分的评价, 客户自行判断适用的可否。
10. 本产品非耐放射线设计产品。请客户根据用途, 在产品设计的过程中采取放射线防护措施。
11. 本产品在一般的使用条件下, 不会影响人体健康, 但因含有化学物质和重金属, 所以请不要将其放入口中。另外, 晶元和芯片的破裂面可能比较尖锐, 徒手接触时请注意防护, 以免受伤等。
12. 废弃本产品时, 请遵守使用国家和地区的法令, 合理地处理。
13. 本资料中也包含了与本公司的著作权和专有知识有关的内容。本资料记载的内容并非是对本公司或第三方的知识产权、其它权利的实施及使用的承诺或保证。严禁在未经本公司许可的情况下转载、复制或向第三方公开本资料的一部分或全部。
14. 有关本资料的详细内容等如有不明之处, 请向代理商咨询。
15. 本免责事项以日语版为正本。即使有英语版或中文版的翻译件, 仍以日语版的正本为准。

2.4-2019.07