

2.1MHz、高压、1A迷你型同步降压变换器

主要特色

- 3.5V到28V的宽输入范围
- 输入电压允许瞬态最高42V
- 360mΩ/250mΩ内置低导通阻抗功率管
- 1A持续输出电流
- 2.1MHz固定开关频率，可同步外部时钟
- 三种工作模式可选择：
高效的跳周期模式，低功耗，提高效率；
强制连续模式；
外部同步频率；
- 固定输出电压3.3V、5V
- 逐周期过流保护和间断模式短路保护
- 内部软启动
- 内部补偿
- 过温保护
- TDFN-10或ETSSOP-16封装

应用范围

- 汽车领域
- 工业领域
- 高压输入功率DC-DC应用

简要描述

BT1313 是同步整流降压变换器，集成高侧和低侧功率 MOSFETS。3.5V 至 28V 较宽的输入电压范围，输入电压允许瞬态最高 42V。输出电压固定（标准版本输出电压 3.3V 和 5V，可定制范围 1.8V~5V），从而减少使用外围元器件，降低成本。最大可持续提供 1A 的输出负载电流，多种工作模式可选择。在完全空载情况下静态电流只有 25μA。

BT1313 具有完整的保护功能，逐周期过流保护和间断模式短路保护、过温保护。在应用中，使用少量的标准外部器件就可以实现需求，并且采用小封装 TDFN-10(3mm x 3mm) 或 ETSSOP-16 节省了空间。

典型应用

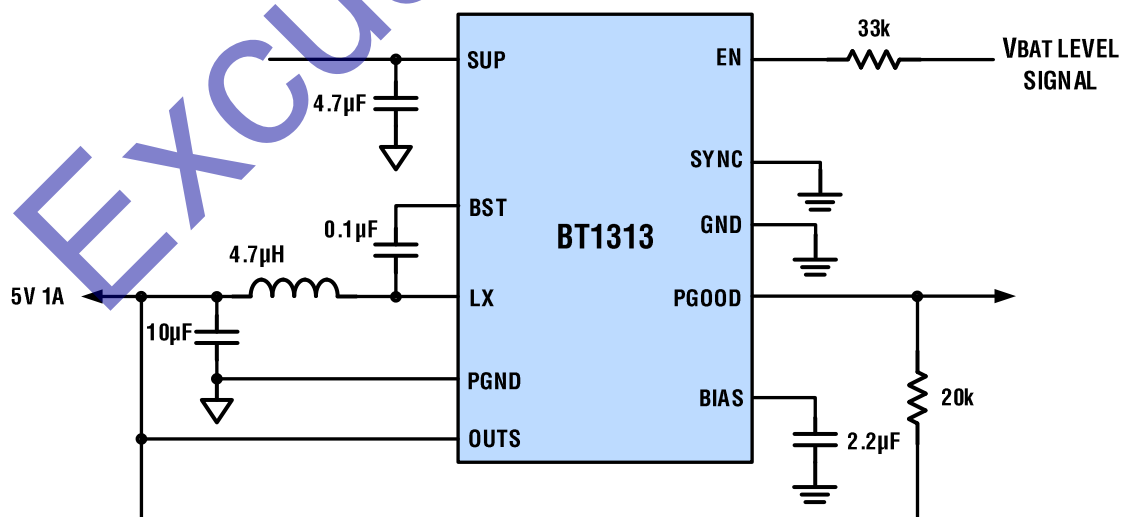


图 1 典型应用

额定极限

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| SUP, EN | -0.3 V to 42V |
| LX 引脚 | -0.3 V to (SUP+0.3V) |
| BST 引脚 | LX+6V |
| OUTS, SYNC, PGOOD, BIAS 引脚 | -0.3 V to 6V |
| PGND to GND 引脚 | -0.3 V to 0.3V |
| 回流焊温度 | 260°C |

| | |
|----------------------|----------------|
| 存储温度 | -65°C to 150°C |
| 引脚温度 (焊接 10 秒) | 300°C |
| 工作结温 | -40°C to 150°C |
| HBM | ±2kV |
| CDM | 1000V |

引脚配置

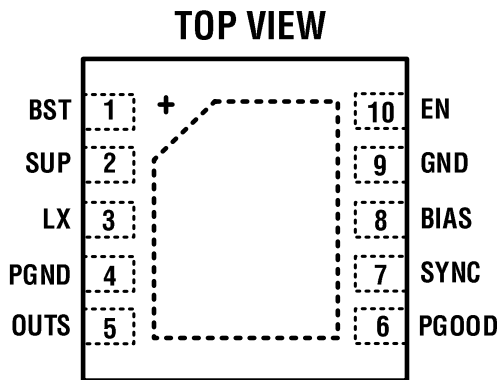


图 2 BT1313 TDFN-10 封装的引脚配置

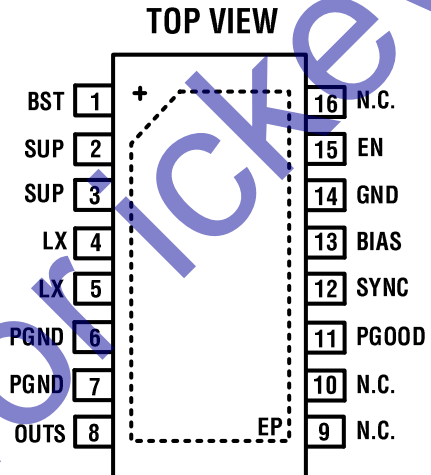


图 3 BT1313 ETSSOP-16 封装的引脚配置

引脚功能

BST: 浮动电压源引脚。通过一个 0.1 μ F 的电容器连接到 SW，产生能够高于供电电压的浮动电压，来驱动高压端开关管。

SUP: 电源输入引脚，需外接一个 4.7 μ F 陶瓷电容到地。

LX: 变换器的开关信号脚。连接到一个宽的 PCB 区域。

PGND: 功率地。

OUTS: 降压变换器的输出引脚，需要接 10 μ F 陶瓷电容。

PGOOD: 该引脚为开漏输出，因此需在外部接上拉电阻。输出电压指示信号引脚。

SYNC: 同步信号输入引脚，当该引脚接地或者悬空时，将执行轻载跳周期模式；当该引脚接 BIAS 电压或者同步外部时钟时，将执行强制连续工作模式。

BIAS: 内部电路供电引脚，需外接一个 2.2 μ F 陶瓷电容到地。

GND: 模拟信号地。

EN: 使能引脚，该引脚可承受高压。将该引脚接高可使芯片正常工作。

N.C.: 空脚，不需要电气连接。

EP: 散热引脚，将此 PAD 连接到 PCB 的大地。

参数指标

如无特殊说明，测试温度 25°C，SUP=14V。

| 参数 | 工作条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------------|--------------------------------------|-------|-----|-------|-----|
| 工作电压 | | 3.5 | | 28 | V |
| | t < 1s | | | 42 | V |
| 输入电流 | EN=0V | | 5 | 8 | μA |
| | EN=high, no load, 3.3V and 5V output | | 25 | | μA |
| | EN=high, no switching | | 400 | | μA |
| UVLO 门限电压 | Bias rising | | 3 | | V |
| | Bias falling | | 2.6 | | V |
| | Hysteresis | | 0.4 | | V |
| BIAS 电压 | 5.5V < SUP < 42V | | 5 | | V |
| 开关频率 | | 1.925 | 2.1 | 2.275 | MHz |
| 外部时钟频率同步范围 f _{SYNC} | | 1.8 | | 2.6 | MHz |
| 上管导通阻抗 | BST-LX=5V | | 360 | | mΩ |
| 下管导通阻抗 | BAIS=5V | | 250 | | mΩ |
| 上管限流 | | 1.275 | 1.5 | 1.75 | A |
| 软启动时间 | | 7 | 8 | 9 | ms |
| 最小导通时间 | | | 80 | | ns |
| PG 门限电压 | OUTS rising | 88 | 94 | 98 | % |
| | OUTS falling | 88 | 91 | 94 | % |
| PG 门限延迟 | | | 10 | | μs |
| PG 漏电流 | | | | 1 | μA |
| PG 下拉电流能力 | Sink 1mA | | | 0.4 | V |
| EN 门限 | HIGH | 2.4 | | | V |
| | LOW | | | 0.6 | V |
| EN 漏电流 | EN=42V | | | 1 | μA |
| SYNC 门限 | HIGH | 1.4 | | | V |
| | LOW | | | 0.4 | V |
| SYNC 内部下拉电阻 | | | 200 | | kΩ |
| 热关机 | | | 170 | | °C |
| 热关机迟滞 | | | 15 | | °C |

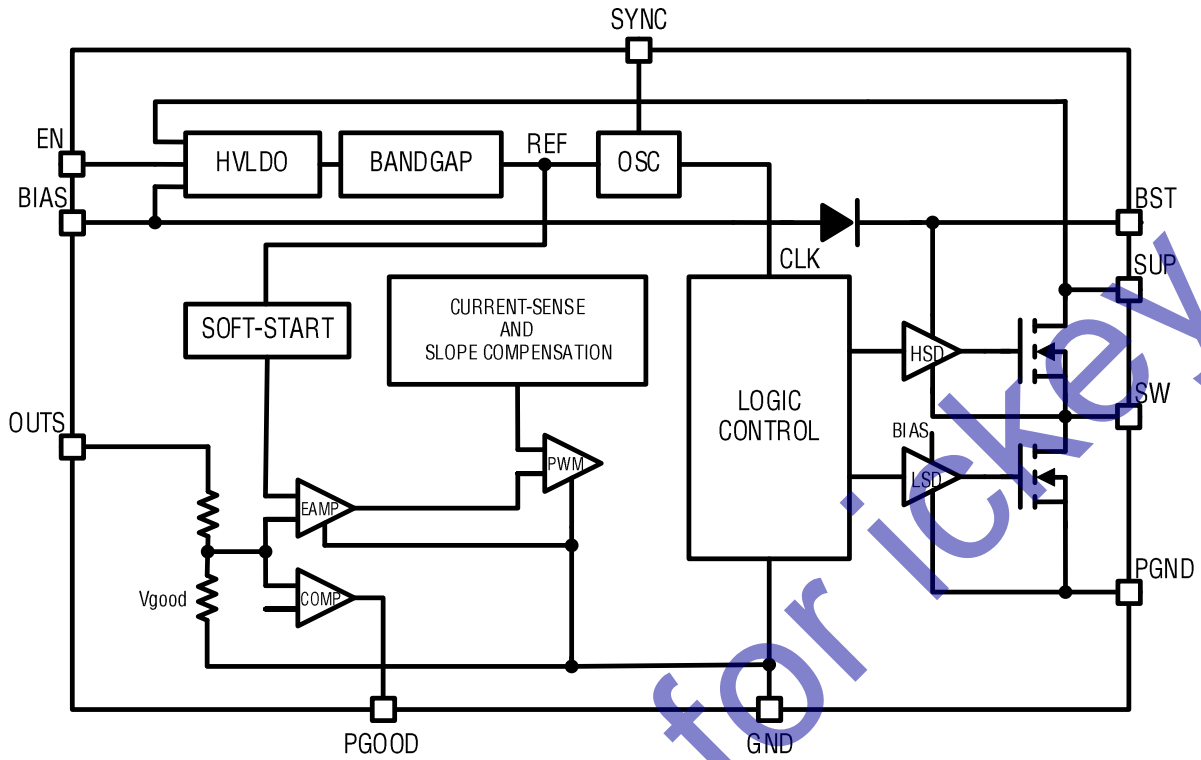


图 4 内部框图

Exclusive for ICL

工作原理

BT1313 是一款内置功率 MOSFETS 的高频同步整流降压变换器，可实现持续高达 1A 输出电流。即使在宽输入范围，依然具有良好的负载调整率与线性调整率，同步模式在全负载范围内实现更高的效率。该芯片采用电流控制模式，具有快速瞬态响应、环路简单、稳定性好的优点。该芯片的典型工作频率是 2.1MHz，这使得外围应用器件小型化，从而减小输出纹波。该芯片在输出空载时，工作在预备状态，能够实现超低的输入静态电流，典型值为 25 μ A。

使能(EN)

BT1313 通过 EN 使能引脚接高来激活变换器工作，EN 引脚能够耐高压。可以在 SUP 到 EN 再到 GND 接电阻($EN < SUP + 0.3V$)，来实现对芯片的精确使能控制。

BIAS/UVLO

BT1313 具有欠压锁存的功能，当芯片使能开始工作，内部线性稳压器开始工作，直到内部 BIAS 电压超过 3V，功率开关才开始工作。

软启动

BT1313 具有内置软启动计时器的功能。输出电压 8ms 线性启动，防止输出电压过冲。如果在软启动结束后，输出短路或者未达到输出目标电压，芯片将不使能 30ms，之后再次

尝试启动。这个过程中会不断重复直到短路现象消失，从而保护芯片不被烧毁。

时钟/同步时钟/工作模式

BT1313 存在一个片上振荡器，振荡器的工作频率为 2.1MHz。该芯片有两种工作模式，如果 SYNC 引脚接地，芯片工作在跳周期模式；如果 SYNC 接 BIAS 或者外部同步时钟，芯片将工作在强制 PWM 模式。

过流保护和打嗝模式

BT1313 的电感电流峰值为 1.5A，当峰值电流超过 1.5A，高侧 MOSFET 将不在开启，直到电感电流降到小于 1.5A。如果输出电压在正常工作中小于 1.5V，芯片将进入打嗝模式，每关机 30ms 之后，尝试一次软启动，直到输出正常，芯片才开始正常工作。

输出电压指示 PG

BT1313 具有输出电源良好标志引脚 (PG)。通过对输出电压的检测，指示输出电压是否良好。通常 PG 引脚通过电阻（例如 20k Ω ）接到外置电源或者芯片的 BIAS 引脚。

热关机

为了防止芯片在极高的温度工作下损毁。当芯片温度超过 170 $^{\circ}$ C，关闭整个芯片。当温度降至阈值以下（通常是 155 $^{\circ}$ C）芯片再次重新启动。

电感的选择

电感的感值可以根据输出电压来计算，具体参考表 1、2。选择最接近的标准电感值。所选标称标准值应在 LNOM 的±25%以内以获得最佳性能。

表 1.感值计算

| $V_{OUT}(V)$ | $L_{NOM}(\mu H)$ |
|--------------|------------------|
| 1.8~3.1 | $V_{OUT}/0.55$ |
| 3.2~5 | $V_{OUT}/0.96$ |

表 2.典型输出电压的感值示例

| $V_{OUT}(V)$ | CALCULATED $L_{NOM}(\mu H)$ | STANDARD VALUE(μH) |
|--------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1.8 | 3.3 | 3.3 |
| 3.3 | 3.4 | 3.3 |
| 5 | 5.2 | 4.7 |

输入电容

该芯片的正常工作，需要一个 1 μF 或者容值更大的低 ESR 陶瓷输入电容。如果需要输入电压纹波小，该输入电容就要放的更大。

降压变换器的不连续输入电流导致较大的输入纹波电流。开关频率、峰值电感电流和允许的输入电压峰峰值纹波决定了输入电容的值。增加开关频率或者电感的感值来降低峰均电流比，来满足更低的输入电容要求。

输入纹波主要由 ΔV_Q （由电容放电引起）和 ΔV_{ESR} （由输入电容的 ESR 引起）组成。总电压纹波是 ΔV_Q 和 ΔV_{ESR} 的总和。假设 ESR 和电容放电的输入电压纹波各等于 50%，以下公式表达了 ESR 和输入电容的要求计算：

$$ESR = \frac{\Delta V_{ESR}}{\left(I_{OUT} + \frac{\Delta I_{P-P}}{2}\right)}$$

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT} \times D(1-D)}{\Delta V_Q \times f_{SW}}$$

其中：

$$\Delta I_{P-P} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{V_{IN} \times f_{SW} \times L}$$

且：

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

其中， I_{OUT} 是输出电流， D 是占空比， f_{SW} 是开关频率。

输出电容

为了保持可接受的相位裕量，输出需要最小 10 μF 的陶瓷电容（额定电压为 V_{OUT} 电压的两倍）。根据特定应用的输出电压纹波要求，可能需要额外的输出电容。

允许的输出电压纹波和允许的负载阶跃期间输出电压的最大偏差决定了输出电容及其 ESR。输出纹波由 ΔV_Q （由电容放电引起）和 ΔV_{ESR} （由输出电容的 ESR 引起）组成。在输出端使用低 ESR 陶瓷或铝电解电容。对于铝电解电容，整个输出纹波由 ΔV_{ESR} 贡献。使用 ESR_{OUT} 公式计算 ESR 要求并相应地选择电容；如果使用陶瓷电容器，假设 ESR 和电容放电对输出纹波电压的贡献相等情况下，以下公式显示了指定输出电压纹波对输出电容和 ESR 的要求：

$$ESR = \frac{\Delta V_{ESR}}{\Delta I_{P-P}}$$

$$C_{OUT} = \frac{\Delta I_{P-P}}{8 \times \Delta V_Q \times f_{SW}}$$

其中：

$$\Delta I_{P-P} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{V_{IN} \times f_{SW} \times L}$$

$$V_{OUT_RIPPLE} \approx \Delta V_{ESR} + \Delta V_Q$$

ΔI_{P-P} 是上述公式计算出的峰峰值电感电流， f_{SW} 是开关频率。快速瞬态负载期间输出电压的允许偏差也决定了输出电容及其 ESR。在负载阶跃期间输出电容提供阶跃负载电流，直到变换器以更大的占空比响应。响应时间 $t_{RESPONSE}$ 取决于转换器的闭环带宽。BT1313 的高开关频率允许更高的闭环带宽，从而降低

t_{RESPONSE} 和输出电容要求。在阶跃负载期间，输出电容 ESR 和电容放电两端的阻压降导致电压下降。使用低 ESR 钽和陶瓷电容的组合，可以获得更好的瞬态负载和纹波/噪声性能。在供电时应该保持最大输出电压偏差低于电子器件的耐压。使用陶瓷电容器时，假设输出电容放电和 ESR 压降分别贡献了 80%和 20%，使用以下公式计算所需的 ESR 和电容值：

$$ESR_{\text{OUT}} = \frac{\Delta V_{\text{ESR}}}{I_{\text{STEP}}}$$

$$C_{\text{OUT}} = \frac{I_{\text{STEP}} \times t_{\text{RESPONSE}}}{\Delta V_{\text{Q}}}$$

其中， I_{STEP} 是阶跃负载电流， t_{RESPONSE} 是变换器的响应时间，响应时间取决于变换器的闭环带宽。

性能图表

如无特殊说明，测试温度 25°C，SUP=14V。

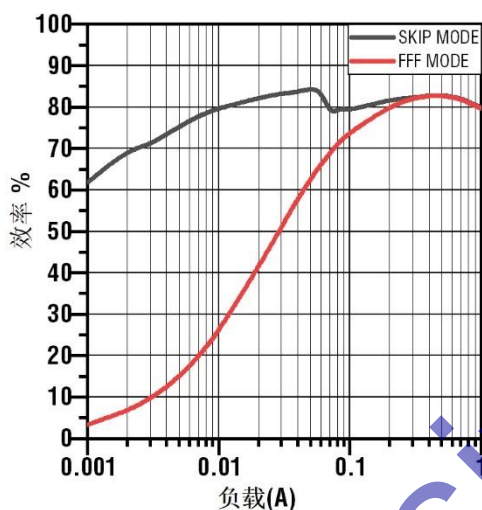


图 5 效率曲线 ($V_{\text{OUT}}=3.3\text{V}$)

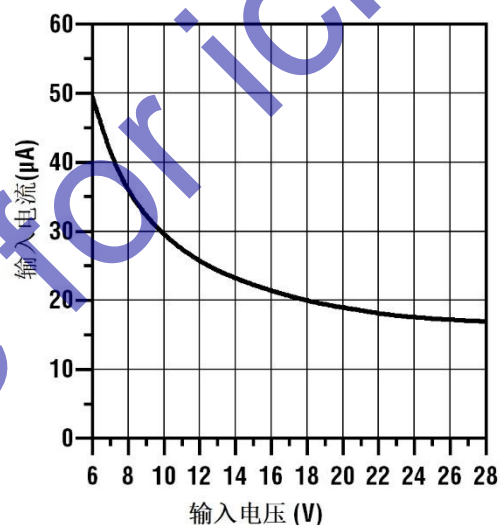


图 6 空载时输入电流-输入电压 (SKIP MODE $V_{\text{OUT}}=3.3\text{V}$)

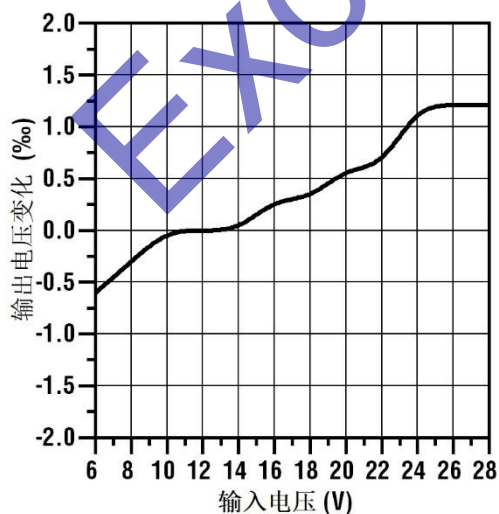


图 7 线性调整率 ($I_{\text{LOAD}}=1\text{A}$)

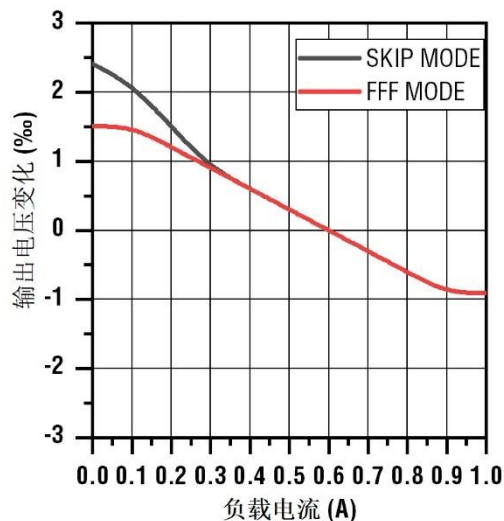


图 8 负载调整率

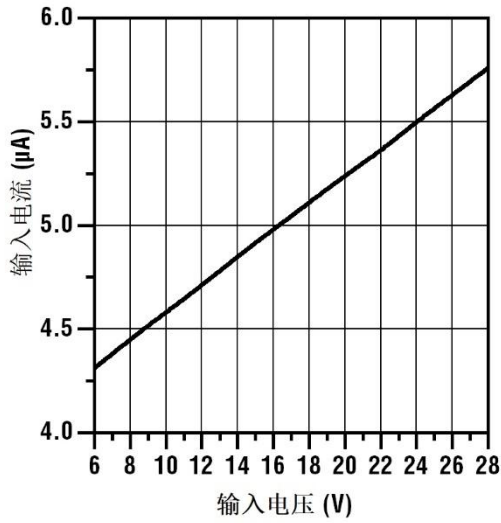


图 9 关机电流-输入电压

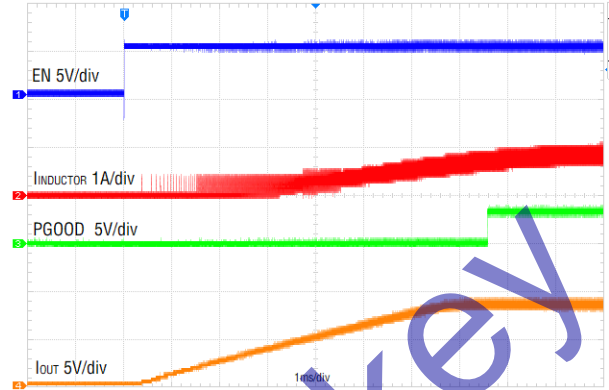


图 10 启动波形 ($I_{LOAD}=1A$)

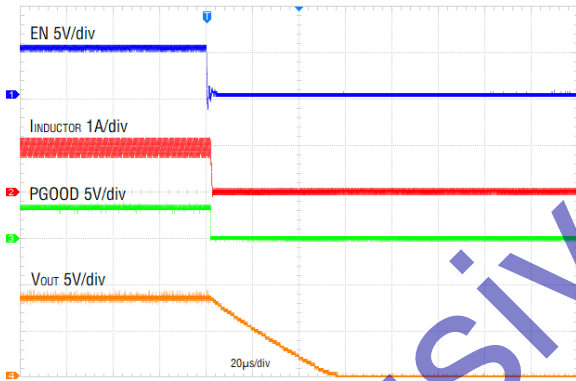


图 11 关机波形 ($I_{LOAD}=1A$)

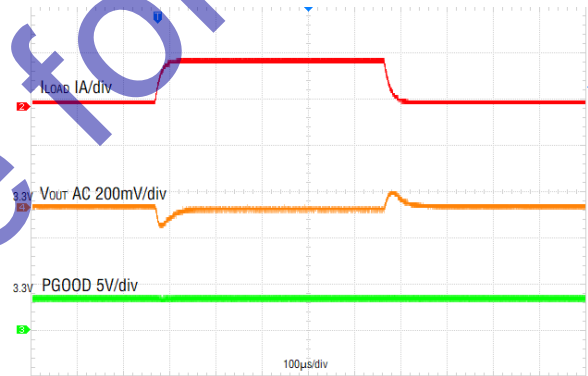


图 12 SKIP MODE 负载瞬态响应
($I_{LOAD}=100mA$ to $1A$ to $100mA$)

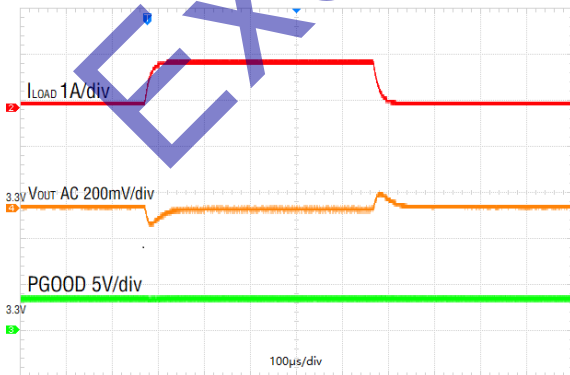


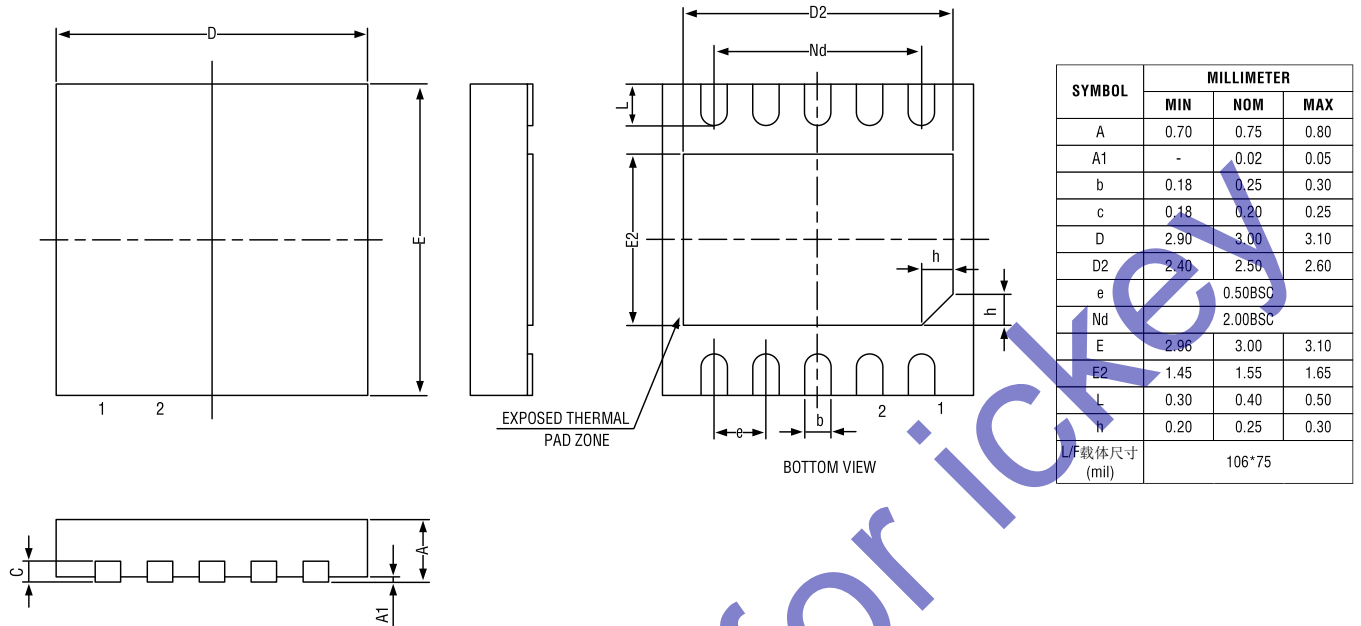
图 13 FFF MODE 负载瞬态响应
($I_{LOAD}=100mA$ to $1A$ to $100mA$)

订购信息

| 器件型号 | 订货型号 | 封装 | 最小包装 | 工作结温 | 器件标记 |
|-------------|-------------------|-----------|------|----------------|--------|
| BT1313EHA/3 | BT1313EHA/3#TRPBF | TDFN-10 | 2000 | -40°C to 85°C | 1313/3 |
| BT1313IHA/3 | BT1313IHA/3#TRPBF | TDFN-10 | 2000 | -40°C to 125°C | 1313/3 |
| BT1313HHA/3 | BT1313HHA/3#TRPBF | TDFN-10 | 2000 | -40°C to 150°C | 1313/3 |
| BT1313EHA/3 | BT1313EHA/3#TPBF | TDFN-10 | 130 | -40°C to 85°C | 1313/3 |
| BT1313IHA/3 | BT1313IHA/3#TPBF | TDFN-10 | 130 | -40°C to 125°C | 1313/3 |
| BT1313HHA/3 | BT1313HHA/3#TPBF | TDFN-10 | 130 | -40°C to 150°C | 1313/3 |
| BT1313EHA/5 | BT1313EHA/5#TRPBF | TDFN-10 | 2000 | -40°C to 85°C | 1313/5 |
| BT1313IHA/5 | BT1313IHA/5#TRPBF | TDFN-10 | 2000 | -40°C to 125°C | 1313/5 |
| BT1313HHA/5 | BT1313HHA/5#TRPBF | TDFN-10 | 2000 | -40°C to 150°C | 1313/5 |
| BT1313EHA/5 | BT1313EHA/5#TPBF | TDFN-10 | 130 | -40°C to 85°C | 1313/5 |
| BT1313IHA/5 | BT1313IHA/5#TPBF | TDFN-10 | 130 | -40°C to 125°C | 1313/5 |
| BT1313HHA/5 | BT1313HHA/5#TPBF | TDFN-10 | 130 | -40°C to 150°C | 1313/5 |
| BT1313EIG/3 | BT1313EIG/3#TRPBF | ETSSOP-16 | 4000 | -40°C to 85°C | 1313/3 |
| BT1313IIG/3 | BT1313IIG/3#TRPBF | ETSSOP-16 | 4000 | -40°C to 125°C | 1313/3 |
| BT1313HIG/3 | BT1313HIG/3#TRPBF | ETSSOP-16 | 4000 | -40°C to 150°C | 1313/3 |
| BT1313EIG/3 | BT1313EIG/3#TPBF | ETSSOP-16 | 95 | -40°C to 85°C | 1313/3 |
| BT1313IIG/3 | BT1313IIG/3#TPBF | ETSSOP-16 | 95 | -40°C to 125°C | 1313/3 |
| BT1313HIG/3 | BT1313HIG/3#TPBF | ETSSOP-16 | 95 | -40°C to 150°C | 1313/3 |
| BT1313EIG/5 | BT1313EIG/5#TRPBF | ETSSOP-16 | 4000 | -40°C to 85°C | 1313/5 |
| BT1313IIG/5 | BT1313IIG/5#TRPBF | ETSSOP-16 | 4000 | -40°C to 125°C | 1313/5 |
| BT1313HIG/5 | BT1313HIG/5#TRPBF | ETSSOP-16 | 4000 | -40°C to 150°C | 1313/5 |
| BT1313EIG/5 | BT1313EIG/5#TPBF | ETSSOP-16 | 95 | -40°C to 85°C | 1313/5 |
| BT1313IIG/5 | BT1313IIG/5#TPBF | ETSSOP-16 | 95 | -40°C to 125°C | 1313/5 |
| BT1313HIG/5 | BT1313HIG/5#TPBF | ETSSOP-16 | 95 | -40°C to 150°C | 1313/5 |

联系电话: 0512-68782149 邮箱: sales@batelab.com 网址: <http://www.batelab.com>

TDFN-10 封装



ETSSOP-16

