应用指南
ANC202306002

SGM61006
可支持超低输入电压的同步降压转换器

作者：盛春波、刘真、成红玉

圣邦微电子（北京）股份有限公司

2023 年 6 月 16 日

商标

SGMICRO 是圣邦微电子（北京）股份有限公司的商标。本文档中的所有商标均为其各自所有者的财产。

© 2023 圣邦微电子（北京）股份有限公司 版权所有。

未经 SGMICRO 事先书面许可，任何单位或个人不得摘抄、复制或改编本文档的部分或全部内容。欲了解更多关于 SGMICRO 的信息，请访问网站 www.sg-micro.com。

摘要

随着消费类及工业客户对产品性能要求的不断提升，尤其在输入可支持的电压范围及体积上的要求，本公司研发了一款支持超低输入电压 1.65V 的同步降压转换器 SGM61006，其输出电压可调，最低可到 0.5V，集成的低导通电阻 MOSFET 和低静态电流确保较高的 DC/DC 转换效率，AHP-COT 结构控制模式提供了优异的负载瞬态性能。本应用指南从该器件的典型特征出发分别进行了阐述，并给出典型应用电路以及负载瞬态响应、效率实测曲线，直观的展示了该器件的优异性能。

目录

1 产品概述 2
2 典型特征 2
2.1 超低输入电压 1.65V 2
2.2 可调输出电压 2
2.3 AHP-COT 体系结构 3
2.4 PWM/PFM/PSM 模式的平滑过渡 3
3 产品应用 4
4 结论 5
5 参考资料 5

1 产品概述

SGM61006 是一款高效、小型化同步降压转换器，支持超低输入电压。输入电压范围 1.65V 至 5.5V，适用于在 1.8V 局部电源环境下向下转换和针对两节干电池、两串锌空气电池、两串光电池、银锌电池和单节超级电容的应用场景。这种高频器件不需要外部补偿，是紧凑设计的完美解决方案。该器件在重负载时以脉宽调制（PWM）模式运行，在轻负载时逐渐降低频率进入脉冲频率调制（PFM）模式，在更轻负载时自动进入节电模式（PSM）以保持其高效率。该器件采用自适应滞后和伪恒定实时控制（AHP-COT）结构，具有优良的负载瞬态性能和输出稳压精度。该器件采用绿色环保 WLCSP-0.9×1.3-6B-A 封装，体积小、数据传输路径短、稳定性高、散热特性佳，符合可携式产品轻薄短小的特性需求。

2 典型特征

2.1 超低输入电压 1.65V

SGM61006 的输入电压范围为 1.65V 至 5.5V。该器件可通过进入 100%占空比模式提供低输入输出电压差。在这种模式下，高侧 MOSFET 持续打开，低侧 MOSFET 关闭。此功能可以最大限度地增加电池供电应用的操作时间。为保持适当的输出电压，最小输入电压计算公式见公式（1）。

$$V_{IN_MIN} = V_{OUT} + I_{OUT_MAX} \times (R_{DSON} + R_L) \quad (1)$$

式中：

V_{IN_MIN}——最小输入电压；

I_{OUT_MAX}——最大输出电流；

R_{DSON}——高侧 MOSFET 导通电阻；

R_L——电感欧姆电阻。

2.2 可调输出电压

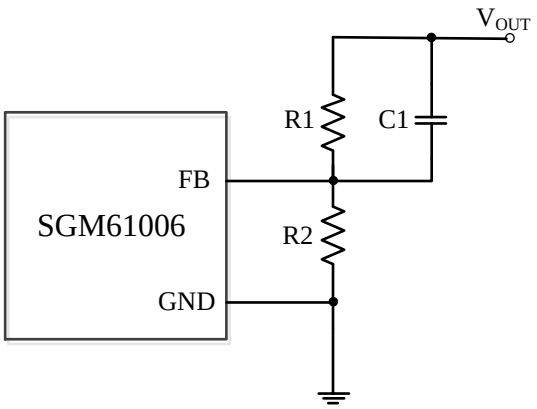

图 1 设置输出电压

如图 1 所示，连接 FB 引脚的外部电阻分压器可用于设置输出电压。通过调节 R1 和 R2，可以将输出电压设置为所需值。计算公式见公式（2）。

$$V_{OUT} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \quad (2)$$

较低的 R2 值可增加抗噪声注入的稳健性，较高的 R2 值可降低分压器的电流消耗，从而提高轻负载的效率。

2.3 AHP-COT 体系结构

图 2 展示了使用 AHP-COT 结构的 SGM61006 降压转换器的功能框图。

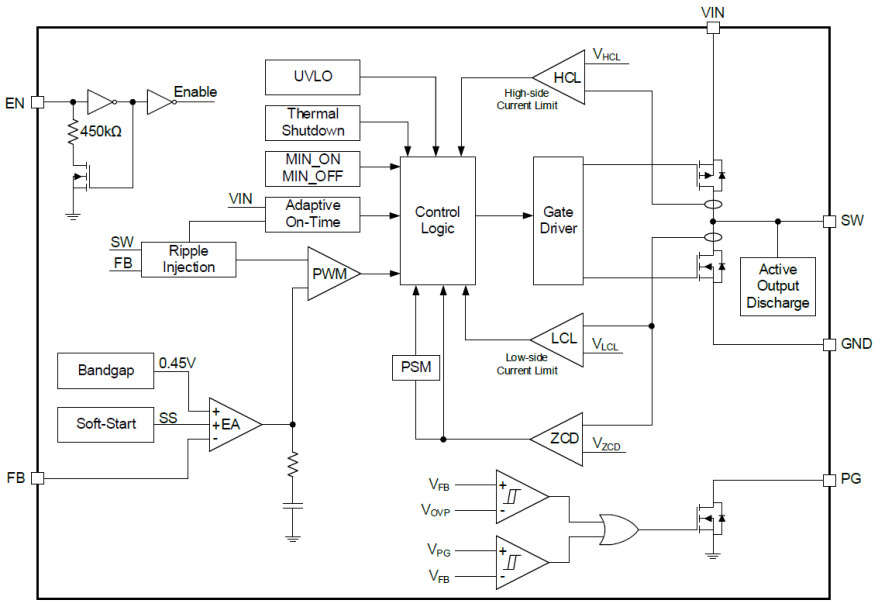

图 2 功能框图

AHP-COT 控制模式具有以下优点：首先，它内置环路补偿网络，减少了外部器件且使设计更容易；其次，它可以实现快速的瞬态响应；再次，它还可以在重负载条件下的 PWM 模式平滑过渡到轻负载条件下的 PSM 模式；此外，AHP-COT 控制模式能够动态根据输入电压、输出电压和负载电流调整开启持续时间，以实现相对恒定的频率运行；同时，它通过在分压节点获取的反馈电压叠加开关节点采样信号的交流分量生成纹波补偿信号，使得其输出电压纹波很小，也使得该转换器系统可以采用小 ESR 的陶瓷电容作为输出电容，降低了电路成本和体积。由于其纹波控制模式的优点，以及在稳态运行时保持了相对稳定的开关频率，从而将系统中某些特定频率的敏感频段的 EMI 干扰降至最低。

2.4 PWM/PFM/PSM 模式的平滑过渡

在中载到重载时，器件工作在 PWM 模式；在轻负载时，它自动降低工作频率进入 PFM 模式；在更轻负载时，它自动切换到 PSM 模式。在 PWM 模式下，器件工作在 3.5MHz 的标称开关频率下。

当负载电流下降时，器件进入 PFM 或 PSM 状态，通过降低开关频率和最小化静态电流来实现高效率。PSM 模式有效的降低了系统待机能耗。在关机模式下，全温度范围功耗低于 3μA。

图 3 展示了 SGM61006 在 PWM 模式和 PSM 模式稳态工作时的电流电压波形。测试条件为：T_A=+25℃，V_{IN}=1.8V，V_{OUT}=0.9V，C_{OUT}=22μF，L=0.47μH。

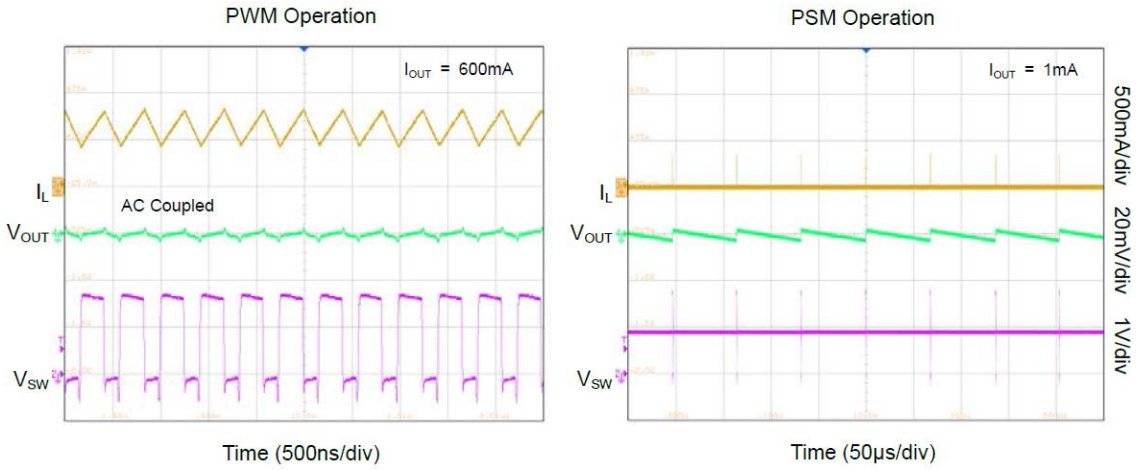

图 3 PWM/PSM 模式测量波形

3 产品应用

SGM61006 是一种同步降压变换器，输出电压由反馈分压器调节。图 4 展示了 SGM61006 的典型应用电路图。这种设计在 0.9V 输出电压下输出电流高达 600mA，输入电源在 1.65V 到 5.5V 之间。本应用电路使用陶瓷电容器，因其具有体积小，等效串联电阻（ESR）低的优点，可以在输入和输出处实现非常低的纹波电压以及小尺寸电路。另外，采用前馈电容可提高到节电模式的平稳过渡性能，并改善负载瞬态响应的稳定性和输出电压的下冲。

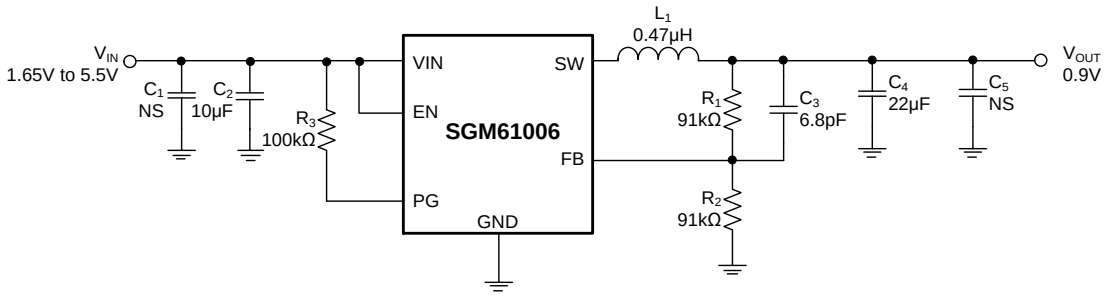

图 4 典型应用电路

图 5 展示了 SGM61006 在 1.8V 输入电压、0.9V 输出电压条件下 10mA 至 600mA 的负载瞬态响应。图 6 展示了 SGM61006 在不同输入电压、0.9V 输出电压条件下的效率曲线。测试条件为：T_A = +25℃，C_{OUT} = 22μF，L = 0.47μH。

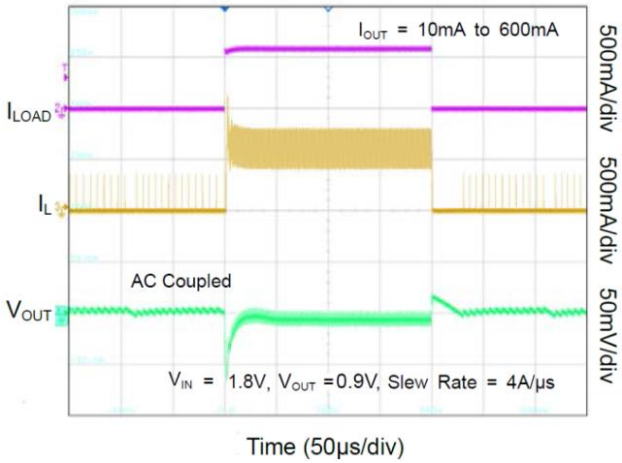

图 5 负载瞬态响应曲线

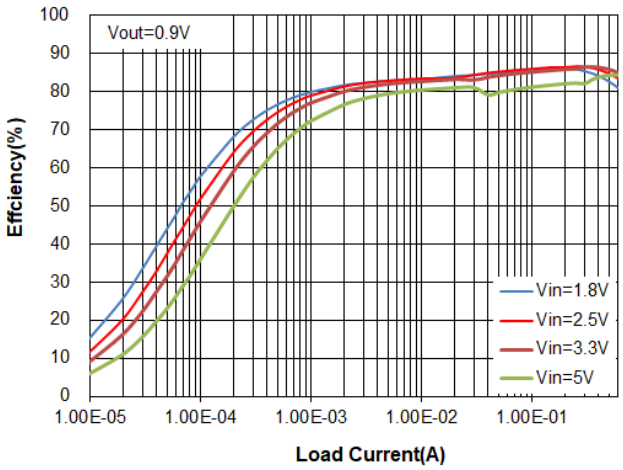

图 6 实测效率曲线

4 结论

SGM61006 从 1.65V 至 5.5V 宽的输入电压范围，不仅适用于在 1.8V 局部电源环境下向下转换和针对两节干电池、两串锌空气电池、两串光电池、银锌电池和单节超级电容的应用环境，而且适用于负载点电源、处理器电源、OLED/LCD 模块电源等各种电源场景。软启动、PWM/PFM/PSM 模式、可调输出电压、欠压锁定和热关断保护等功能为这款芯片增加了应用灵活性和可靠性。

5 参考资料

[1] SG Micro Corp. SGM61006 Datasheet [EB/OL]. (2023-03).

https://www.sg-micro.com/uploads/soft/20230404/1680580699.pdf

[2] 基于 ACOT 控制模式的功率变换器及其控制电路: 202110835307.3[P].

[3] Gregg Castellucci. Monolithic Buck Regulator Operates Down to 1.6V Input [EB/OL].

https://www.analog.com/cn/technical-articles/monolithic-buck-regulator-operates-down-to1-6v-input.html.

修订记录

注意:历史版本的页码可能与当前版本的页码不同。

日期	版本	描述
2023-06-16	REV.A	首次发布

重要声明

本文档中如涉及本公司具体产品型号，SGMICRO 保留其更改电路设计、产品规格和产品描述的权利，恕不另行通知。本文档内容仅供参考。本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何承诺。对于本文档中可能出现的错误，以及因本文档提供的信息和使用本文档而造成的任何附带或间接损失，本公司不作任何明示或暗示的陈述和保证。
此文档未授予任何知识产权许可。除了 SGMICRO 在其产品的销售条款和条件中声明的责任外，本公司概不承担任何其他责任。

www.sg-micro.com

联系方式

圣邦微电子(北京)股份有限公司
地址：北京市海淀区西三环北路 87 号国际财经中心 D 座 11 层
邮编：100089
电话：010-88825716/17

深圳办事处
地址：深圳市南山区科技园高新南六道 6 号迈科龙大厦 15 层
邮编：518063
电话：0755-26715323

上海办事处
地址：上海市徐汇区漕溪北路 88 号圣爱大厦 1706 室
邮编：200030
电话：021-64396434