

基于LTC3866超低 R_{DC} 采样的高效高可靠电流模式开关电源

Current Mode SPS of High Efficiency and High Reliability Based on LTC3866 Ultra-Low Sampling R_{DC}

文隽亿 供稿

中图分类号: TN86 文献标识码: B 文章编号: 1606-7517(2014)08-5-135

1 引言

在将电流模式开关电源与电压模式开关电源比较中，人们发现电流模式开关电源有几项优势：高可靠性，具有快速、逐周期电流采样和保护的能力；简单和可靠的环路补偿，全部使用陶瓷电容器即能使输出稳定；在大电流和多相(Polyphase)电源中容易实现准确的均流。在大电流电源的应用中，来自电流采样组件中的功率损耗是一个令设计师们十分关注的问题，为此，采样组件的电阻值必须尽可能低。但问题是低电阻采样组件会使信噪比降低，因此，在大电流和高密度电源应用中，开关抖动就成了问题。在采用凌力尔特公司的LTC3866模块时即可以解决这个问题。LTC3866器件的电流采样电阻小于0.5mΩ，可建立可靠的电流模式开关电源。LTC3866这款单相同步降压型控制器使用内置栅极驱动器驱动所有的N沟道电源MOSFET开关。LTC3866模块采用了一种独特的架构，可以提高电流采样信号的信噪比，从而允许使用直流电阻(R_{DC})值非常低的功率电感器或者电阻值非常低的电流采样电阻器，这样可以最大限度地提高大电流电源的使用效率，这种特性也可降低在直流电阻 R_{DC} 很小的应用中所常见的开关抖动。

LTC3866这款控制器具有4.5V~38V的宽输入电压范围；运用精确度为0.5%的基准进行远端输出电压采样；使用电感器的 R_{DC} 采样时，提供可编程和温度补偿的电流限制；短路软恢复时没有过冲；芯片过热则自动停机。就其在电信系统、工业和医疗仪器场所以及直流配电系统中

的应用而言，LTC3866模块为高效率、高功率密度和高可靠性解决方案的设计提供了方便。LTC3866控制器采用低热阻24引线4mm×4m QFN和24引线裸露焊盘FE封装。

2 LTC3866控制器的主要特点

LTC3866采用恒定频率峰值电流模式控制结构，这样就可以确保限制逐周期峰值电流以及不同电源之间的均流。该器件尤其适用于低电压、大电流的电源设备中，因为其独特的结构能够提高电流检测电路的信噪比。这也允许LTC3866以非常低的 R_{CD} (1mΩ或更低)之电感器产生小的采样信号工作，这在大电流电源中可以提高电源的工作效率。提高信噪比可以最大限度地减小由开关噪声引起的抖动，但这也有可能使信号产生讹误。如果在PCB布局上做到精心合理，LTC3866可以对低至0.2mΩ的 R_{CD} 值采样。然而，在这种特殊极端情况下，应该额外考虑PCB布局设计和焊料电阻。

由图1所示可见，LTC3866有两个正的采样引脚(SNSD+和SNSA+)用来采集信号，并在其内部对信号进行处理，这在响应低电压采样信号时，可使信噪比改善14dB(5倍)。电流的限制门限仍然是电感器峰值电流及其 R_{DC} 值的函数，而且可以用 I_{Lim} 引脚以5mV的步进在10mV至30mV的范围内准确设定。在整个工作温度范围内，器件至器件间的电流限制误差仅约1mV。(图1注：靠近IC放置 C_1 和 C_2 ；靠近电感器放置 R_1 和 R_2 ； $R_1 \cdot C_1 = 5(R_2 \cdot C_2)$ ；INDUCTOR——电感器)。

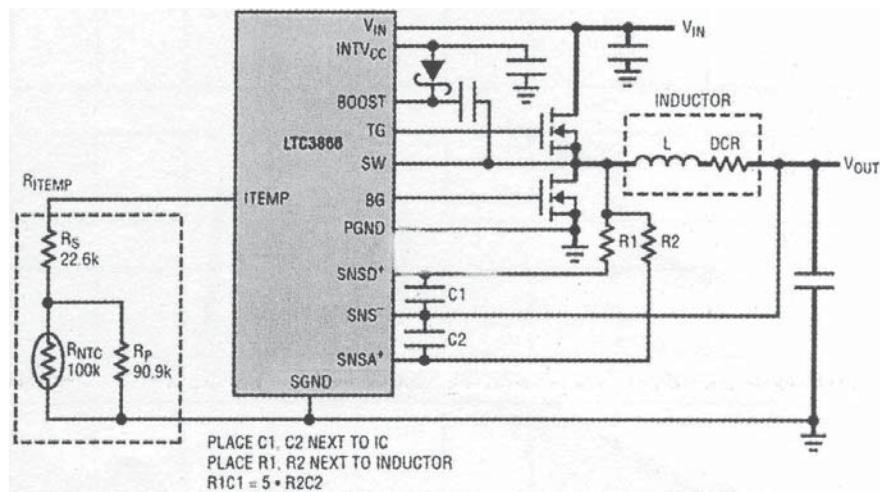


图1

SNSD+ 通路的滤波器时间常数 $R_1 \times C_1$ 应该等于输出电感器的 L/R_{DC} ，而 SNSA+ 通路的滤波器应该有 5 倍于 SNSD+ 的带宽，也就是 $R_1 \cdot C_1 = 5(R_2 \cdot C_2)$ 。一个被选用的附加温度补偿电路保证了在很宽的温度范围内实现准确的电流限制，这在 R_{DC} 采样中是特别重要的。

LTC3866 模块还具有精确的 0.6V 基准，而且其保证的容限为 $\pm 0.5\%$ ，这样就可以提供 0.6V 至 3.5V 的准确输出电压。LTC3866 差分远端的 V_{out} 采样放大器非常适合于低电压、大电流场合的应用。

3 LTC3866模块的应用

图 2 显示了一款以非常低的直流电阻 R_{DC} 完成采样的

高效率、1.5V、30A 降压型转换器。在这个电路的设计中，采用了一个 $R_{DC}=0.32m\Omega$ 的电感器，以此最大限度地提高了效率。

图 3 所示为不同工作模式的效率与负载电流 I_{Load} 的关系曲线，满负载时的效率高达 90.3%。与采用 1m Ω 的采样电阻器和具有相同功率级设计的电源相比较，这个设计的效率提高了 1.4%。在没有任何空气流动的情况下，设备之热点（底部 MOSFET）的温度仅上升 39.6 $^{\circ}\text{C}$ （见图 4 所示）。在该图中，环境温度大约是 23.8 $^{\circ}\text{C}$ 。（图 3 附注：EFFiciency——效率；Burst Mode operation——突发模式工作；Pulse-Skipping Mode——脉冲跳跃模式；CCM——连续电流模式）。

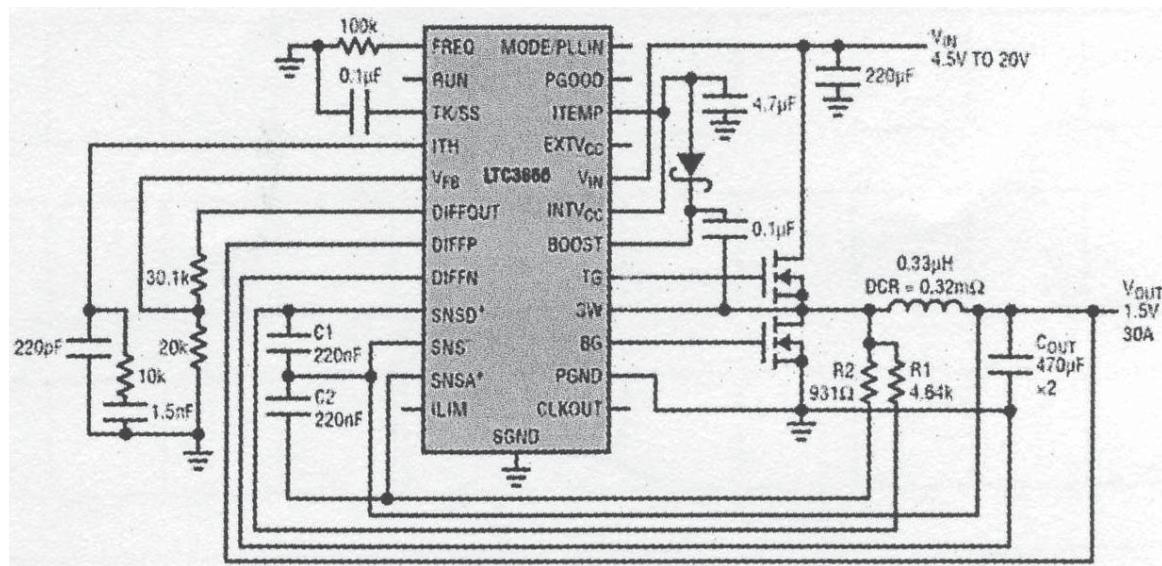


图2 以非常低的RDC完成采样的高效率、1.5V/30A降压型变换器

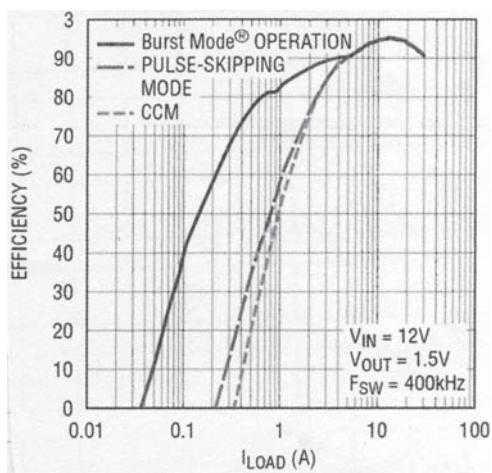


图3 以图2所示电路测得的效率

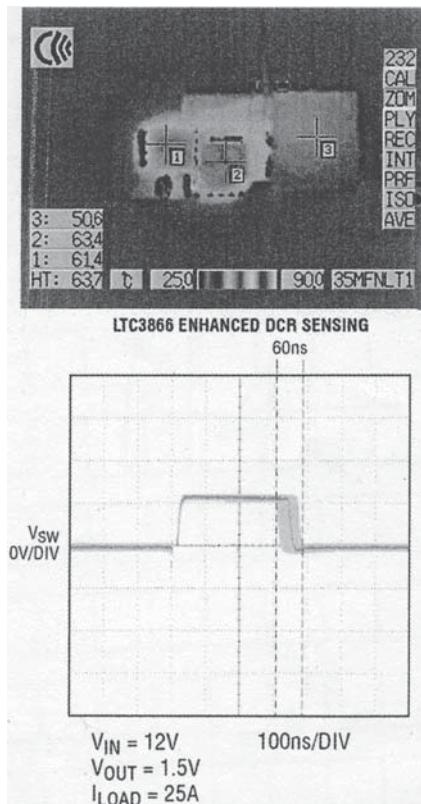


图4 以图2电路的热量测试

LTC3866 的另一个独特之处是短路软恢复。内部软恢复电路保证了在电源从短路情况恢复时没有过冲 (如图 6 所示)。

LTC3866 可以与一个电源构件一起使用, 以实现更紧凑的电源结构设计和非常大的输出电流。图 7 示出了一款由两个并联的 LTC3866+ 电源构件电路组成的两相、高效率、1.5V/80A 输出的电源。虽然该电源构件中电感器的直流电

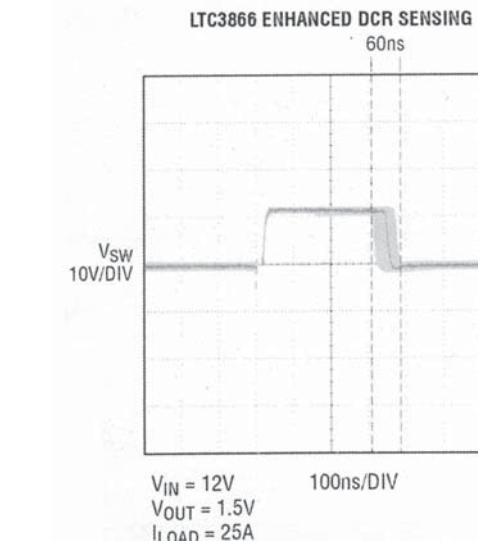
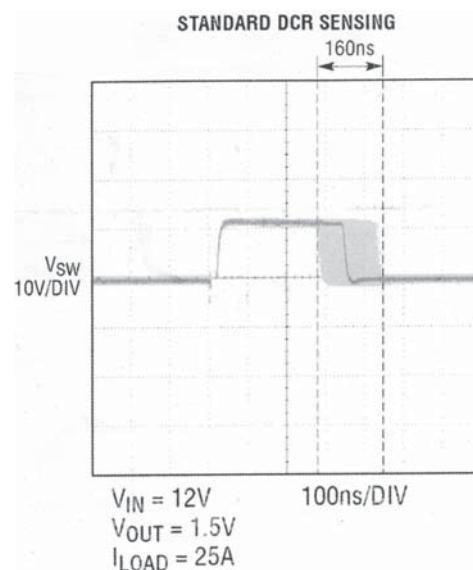


图5 在12V输入、1.5V、25A输出时, 对开关节点抖动的比较

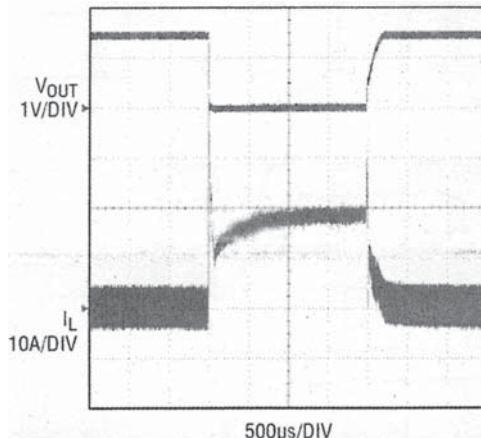


图6 短路测试的电流电压波形

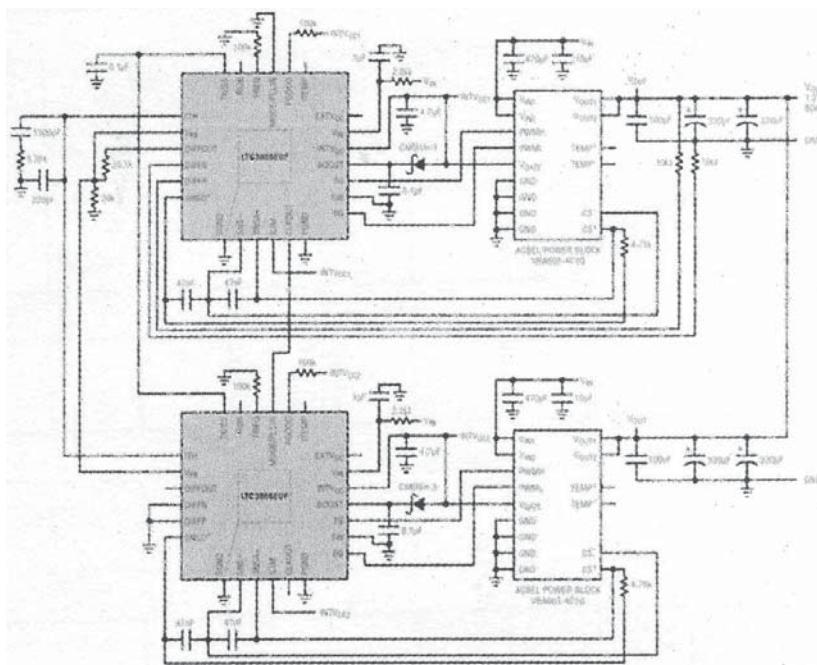


图7 基于并联的LTC3866和电源构件的高效率1.5V/80A电源

阻 R_{DC} 仅为 $0.53\text{m}\Omega$ ，但是，在直流和瞬态情况下的均流性能是十分出色的（请见图 8 所示）。在电感器的直流电阻值 R_{CD} 较高，或者使用电阻采样 (R_{sense}) 时，通过停用 SNSD+ 引脚（将其短路到地）就可以像使用任何典型的电流模式控制器一样使用 LTC3866。 R_{sense} 电阻器或 RC 滤波器可以用来对输出电感器信号采样，或连接至 SNSA+ 引脚。如果使用了 RC 滤波器，其时间常数 $R \times C$ 就设定为等于输出电感器的 L/R_{DC} 。在该类应用中，电流限制 (VSEN_E(Max)) 是规定的 I_{Lim} 的 5 倍，SNSA+ 和 SNSD 的工作电压范围为 0V

至 5.25V。如果没有使用内部差分放大器，那么就可以产生 5V 输出电压（如图 9 所示）。热量测试显示，在满负荷且没有任何气流的情况下，电感器热点的温度大约为 57.3℃（请见图 10 所示），而其环境温度为 25℃。

4 小结

在小型的 $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ 、24 引脚 QFN 封装中，LTC3866 提供了丰富的多种功能。作为电流模式控制的独特和超低 R_{DC} 电流采样，使得 LTC3866 模块非常适用于具有高效率和

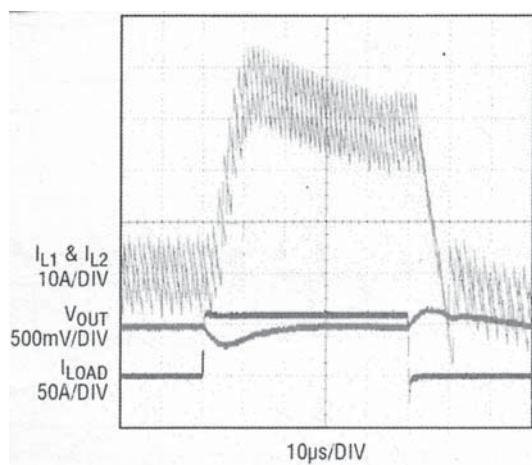


图8 在图7中1.5V/80A电源的均流性能

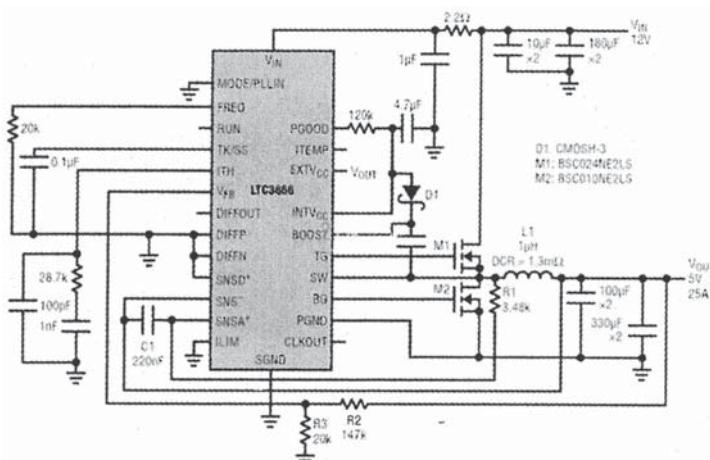


图9 12V输入、5V、25A输出的高效率电源电路

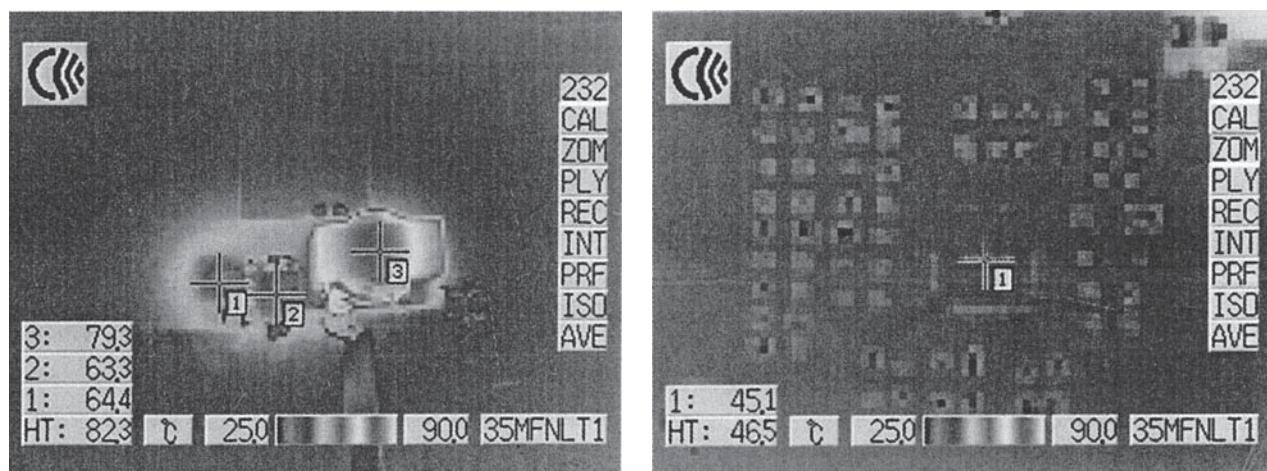


图10 由图电源电路的热量测试

高可靠度的低压大电流场合应用。跟踪能力、强大的内置驱动器、多芯片工作和外部同步功能等都是这种芯片的特色。

LTC3866 非常适用于电脑和电信系统、工业仪器和医疗仪器以及直流配电系统。