

## 电流检测方法

### 1 传统的电流检测方法

#### 1.1 利用功率管的 RDS 进行检测 (RDS SENSING)

当功率管(MOSFET) 打开时,它工作在可变电阻区,可等效为一个小电阻。MOSFET 工作在可变电阻区时等效电阻为:

$$R_{DS} = \frac{1}{\mu C_{OX} (W/L) (V_{GS} - V_{TH})}$$

式中: $\mu$  为沟道载流子迁移率; $C_{OX}$  为单位面积的栅电容; $V_{TH}$  为 MOSFET 的开启电压。

如图 1 所示,已知 MOSFET 的等效电阻,可以通过检测 MOSFET 漏源之间的电压来检测开关电流。

这种技术理论上很完美,它没有引入任何额外的功率损耗,不会影响芯片的效率,因而很实用。但是这种技术存在检测精度太低的致命缺点:

- (1) MOSFET 的 RDS 本身就是非线性的。
- (2) 无论是芯片内部还是外部的 MOSFET ,其 RDS 受  $\mu$  ,  $C_{OX}$  ,  $V_{TH}$  影响很大。
- (3) MOSFET 的 RDS 随温度呈指数规律变化 (27~100 °C变化量为 35 % ) 。

可看出,这种检测技术受工艺、温度的影响很大,其误差在- 50 %~ + 100 %。但是因为该电流检测电路简单,且没有任何额外的功耗,故可以用在对电流检测精度不高的情况下,如 DC2DC 稳压器的过流保护。

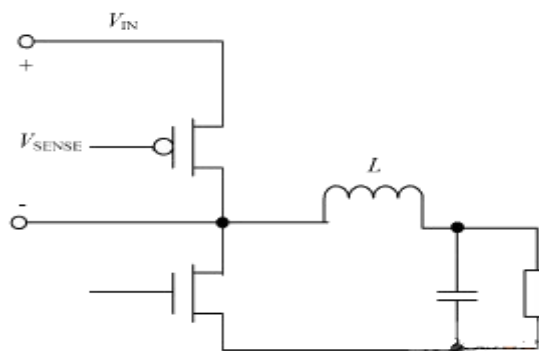


图 1 利用功率管的 RDS 进行电流检测

## 1. 2 使用检测场效应晶体管 (SENSEFET)

这种电流检测技术在实际的工程应用中较为普遍。它的设计思想是：如图 2 在功率 MOSFET 两端并联一个电流检测 FET，检测 FET 的有效宽度  $W$  明显比功率 MOSFET 要小很多。功率 MOSFET 的有效宽度  $W$  应是检测 FET 的 100 倍以上（假设两者的有效长度相等，下同），以此来保证检测 FET 所带来的额外功率损耗尽可能的小。节点 S 和 M 的电流应该相等，以此来避免由于 FET 沟道长度效应所引起的电流镜像不准确。

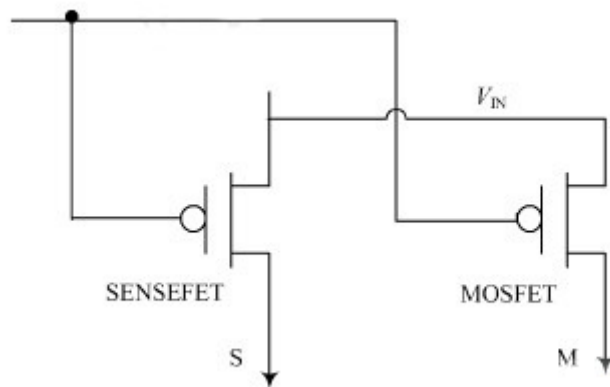


图 2 使用场效应晶体管进行电流检测

在节点 S 和 M 电位相等的情况下，流过检测 FET 的电流  $I_S$  为功率 MOSFET 电流  $I_M$  的  $1/N$ （ $N$  为功率 FET 和检测 FET 的宽度之比）， $I_S$  的值即可反映  $I_M$  的大小。

## 1. 3 检测场效应晶体管和检测电阻相结合

如图 3 所示，这种检测技术是上一种的改进形式，只不过它的检测器件不是 FET 而是小电阻。在这种检测电路中检测小电阻的阻值相对来说比检测 FET 的  $R_{DS}$  要精确很多，其检测精度也相对来说要高些，而且无需专门电路来保证功率 FET 和检测 FET 漏端的电压相等，降低了设计难度，但是其代价就是检测小电阻所带来的额外功率损耗比第一种检测技术的  $1/N^2$  还要小（ $N$  为功率 FET 和检测 FET 的宽度之比）。此技术的缺点在于，由于  $M1, M3$  的  $V_{DS}$  不相等（考虑  $V_{DS}$  对  $I_{DS}$  的影响）， $I_M$  与  $I_S$  之比并不严格等于  $N$ ，但这个偏差相对来说是很小的，在工程中  $N$  应尽可能的大， $R_{SENSE}$  应尽可能的小。在高效的、低压输出、大负载应用环境中，就可以采用这种检测技术。

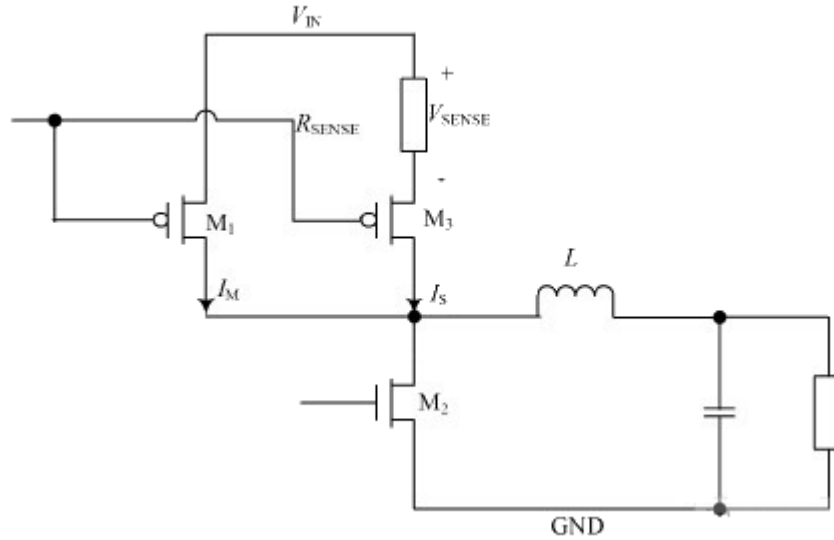


图3 场效应晶体管与电阻相结合进行电流检测

## 2 新型的电流检测方法

在图4中,  $N\_DRV$  为BUCK稳压器的同步管栅极驱动信号,  $N\_DRV\_DC$  为  $N\_DRV$  经过1个三阶RC低通滤波器之后滤出的直流分量, 并且该直流分量为比较器的一端输入, 比较器的另一端输入为一基准电压值  $BIAS3$ , 比较器的输出  $LA28$  (数字信号, 输出到芯片的控制逻辑) 为DC2DC负载电流状态检测信号。

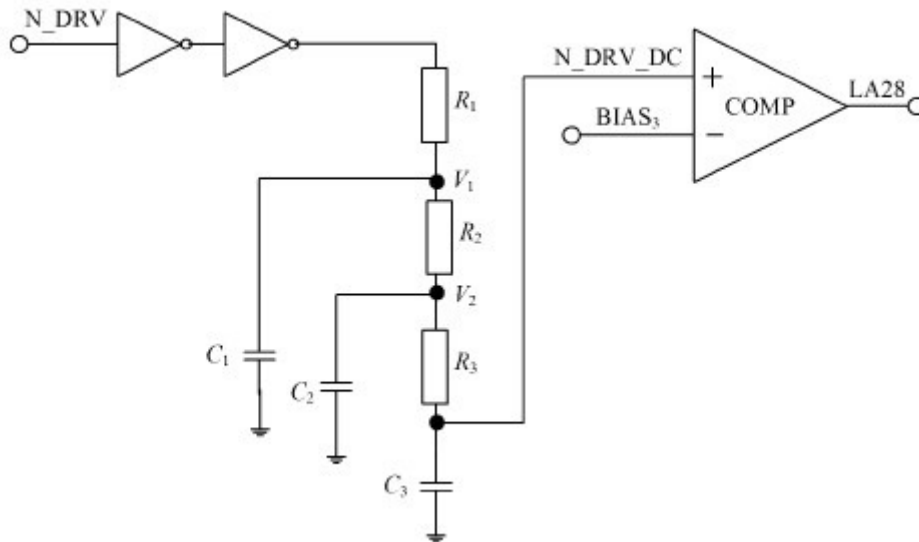


图4 新型电流检测方法基本原理等效架构图

该电流检测电路的作用如下:

在一个稳压器芯片中, 既包括一个DC2DC(BUCK), 又包括一个LDO, 中载和重载时工作于PWM模式, 轻载时(约为3mA以下)工作于LDO下, 而本文提出电流检

测电路的作用是:当其负载电流小于一定值时(此时开关稳压器处于 DCM 模式下),LA28 电平跳遍,实现 PWM 模式向 LDO 模式的模式切换。

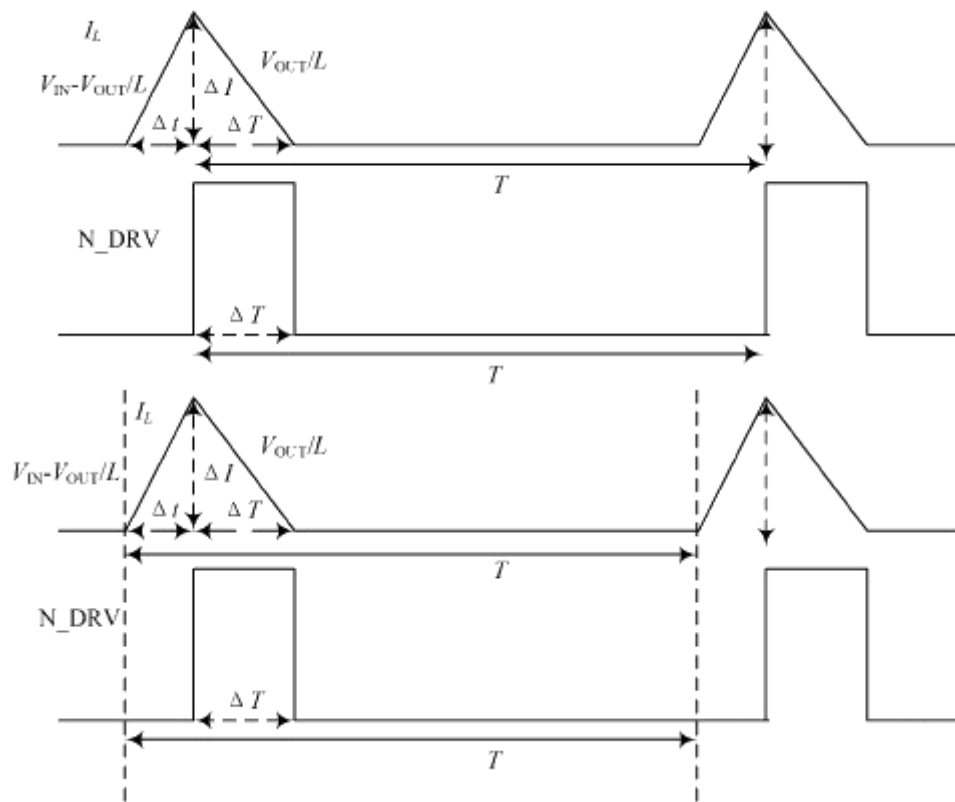


图 5 检测 DCDC 负载电流的基本原理

图 5 是 DCM 模式下电感电流  $I_L$  与同步管栅极驱动信号  $N\_DRV$  的波形图。