



应用笔记 Application Note

氮化镓产品应用系列

基于 GaN 晶体管的 PCB 布板与测量



目 录

1 GaN 晶体管 PCB 布板.....	3
2 GaN 晶体管测量.....	4
2.1 确保精确量测.....	5
2.2 避免引入寄生参数.....	5

1 GaN 晶体管 PCB 布板

为了充分利用晶体管氮化镓功率晶体管快速大的开关特性，避免由于寄生参数带来的对驱动控制的干扰，要求遵循特殊的 PCB 布线规则。

驱动回路尽可能短，如条件允许用宽而短的线，G、S 之间不要放置任何二极管和电容，放置一个10K 以上的电阻；驱动回路的 COM 端直接连接到晶体管 S 极，并且驱动回路不能包含功率回路；功率回路滤波电感和电容与功率晶体管之间的布线尽可能短，如图1和图2。

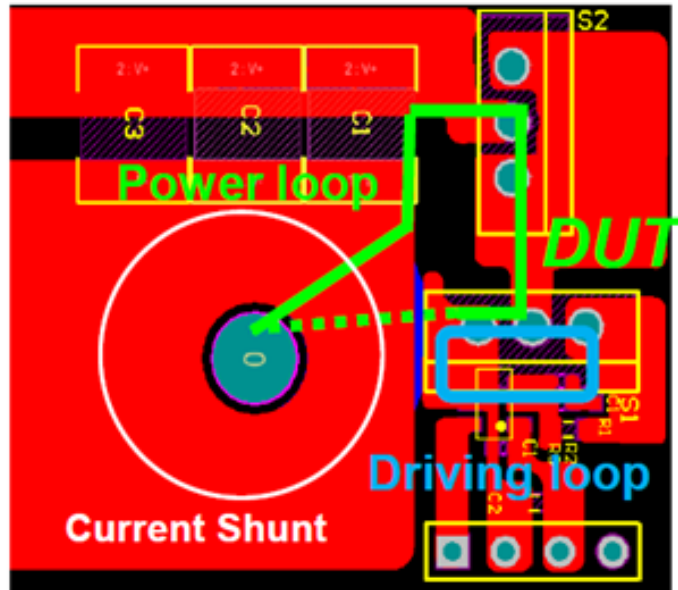


图1 TO-220封装布板实例

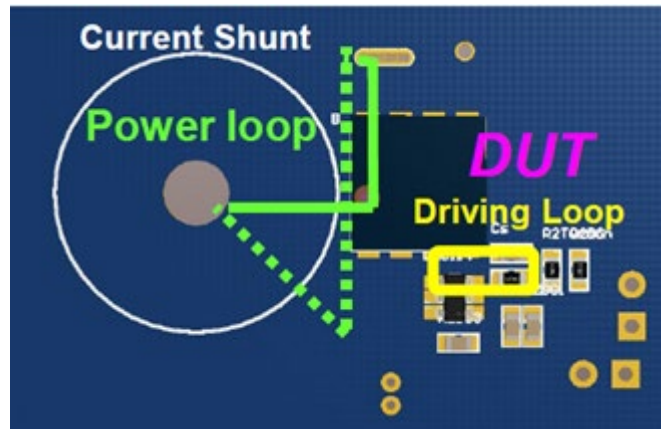


图2 DFN/QFN 封装布板实例

常规功率环路设计

将两种常规的功率环路对比，说明如何减小一个实际的布局中电感。这两种常规功率环路分别被称为“横向”和“竖向”。横向布局将输入电容和晶体管放在 PCB 的同一边，互相接近减少高频功率环路的尺寸。这样设计在 PCB 同一边的高频环路称为横向功率环路，因为功率环路电流在一层单独的 PCB 上横向流动。图3显示了一个使用晶体管横向布局示意图，图

中标记了高频环路。

尽管最小化环路的物理尺寸对于减小寄生电感很重要，但内层的设计也至关重要。对于横向功率环路设计，第一内层被用作“屏蔽层”，该层有一个很关键的作用就是高频功率环路产生的屏蔽电路。功率环路产生磁场，该磁场在屏蔽层中产生电流，该电流在与功率环路相反的方向上流动。屏蔽层中的电流产生磁场以抵消原始功率环路的磁场。最终的结果是通过抵消磁场，以减少功率环路寄生电感。

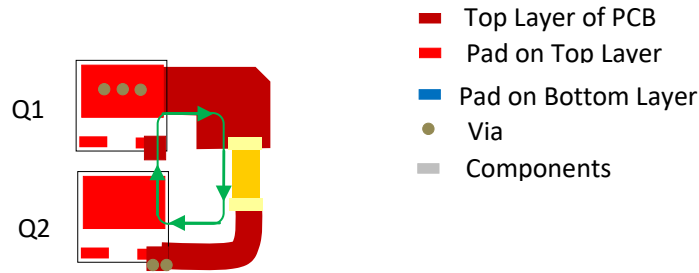


图3 GaN 变换器常规横向功率环路：俯视图

功率环路附近有一个完整的屏蔽平面产生最低的功率环路电感。对于横向功率环路设计，由于功率环路完全包含在顶层上，因此高频环路电感几乎不依赖于电路板厚度。然而，横向设计非常依赖于从功率环路到包含在第一内层上的屏蔽层的距离。

如图4所示，第二种常规布局是将输入电容和晶体管放置在 PCB 的相对侧，电容位于晶体管的正下方，这样可以最小化环路的物理尺寸，这种布局称为垂直功率环路，这是因为环路通过 PCB 通孔垂直连接。



图4 GaN 变换器常规垂直功率环路：侧视图

对于这种垂直功率环路设计，没有屏蔽层。与使用屏蔽平面相反，垂直功率环路使用磁场自消除方法（电流沿相反方向流动）减少电流。对于 PCB 布局，板的厚度通常比板的顶部和底部上的迹线水平长度更薄。当板厚度减小时，与横向功率环路相比，环路的面积显著收缩，并且在顶层和底层上沿相反方向流动的电流开始磁场自抵消。为了使垂直功率环路最有效，必须最小化板的厚度。

2 GaN 晶体管测量

2.1 确保精确量测

精确的量测晶体管的各点电压对评估 PCB 布线十分重要。晶体管中快速变化的电流会在量测探头引起电压的振荡。然而，在示波器中呈现的电压或许是量测晶体管加工合成的电压，而非实际的电压。因此，在量测时应遵循以下原则：

(1) 不要使用示波器带3英寸长地线的探头（如图5）。长地线起到了天线的作用抬高了电路板发射的辐射噪声，在示波器上会看到一个比实际更高的开关节点振荡电压；

(2) 取而代之，使用尽可能短的地线，在探头的外部金属缠绕导线作为地线，如图6所示；示波器测试点和地必须直接放到晶体管引脚上。



图5 带长地线的探头



图6 使用探针的探头

2.2 避免引入寄生参数

(1) 避免在功率回路的谐振腔中加入寄生参数，不能同时使用电流探头量测开关电流；

(2) 使用隔离示波器。如果示波器的地没有使用最小的电容设计为真浮地而仅仅是与地线断开连接，在量测回路会引入一个相当大的寄生电容连接到示波器的底壳上；连接这样的地到开关节点上将会在量测波形上引起更大的振荡。因此，应使用最小电容设计的真浮地隔离示波器进行氮化镓功率晶体管的量测。