

# 基于等效热模型的三维封装快速热仿真技术

唐旻, 冯强强, 董一琳

上海交通大学电子工程系, 东川路800号, 上海市, 200240

**引言:** 三维系统级封装技术是下一代集成电路封装设计最有发展潜力的实现方案。图1是典型的系统级封装结构。若对该结构的所有细节进行建模, 将会消耗巨大的计算资源, 导致分析效率非常低下。

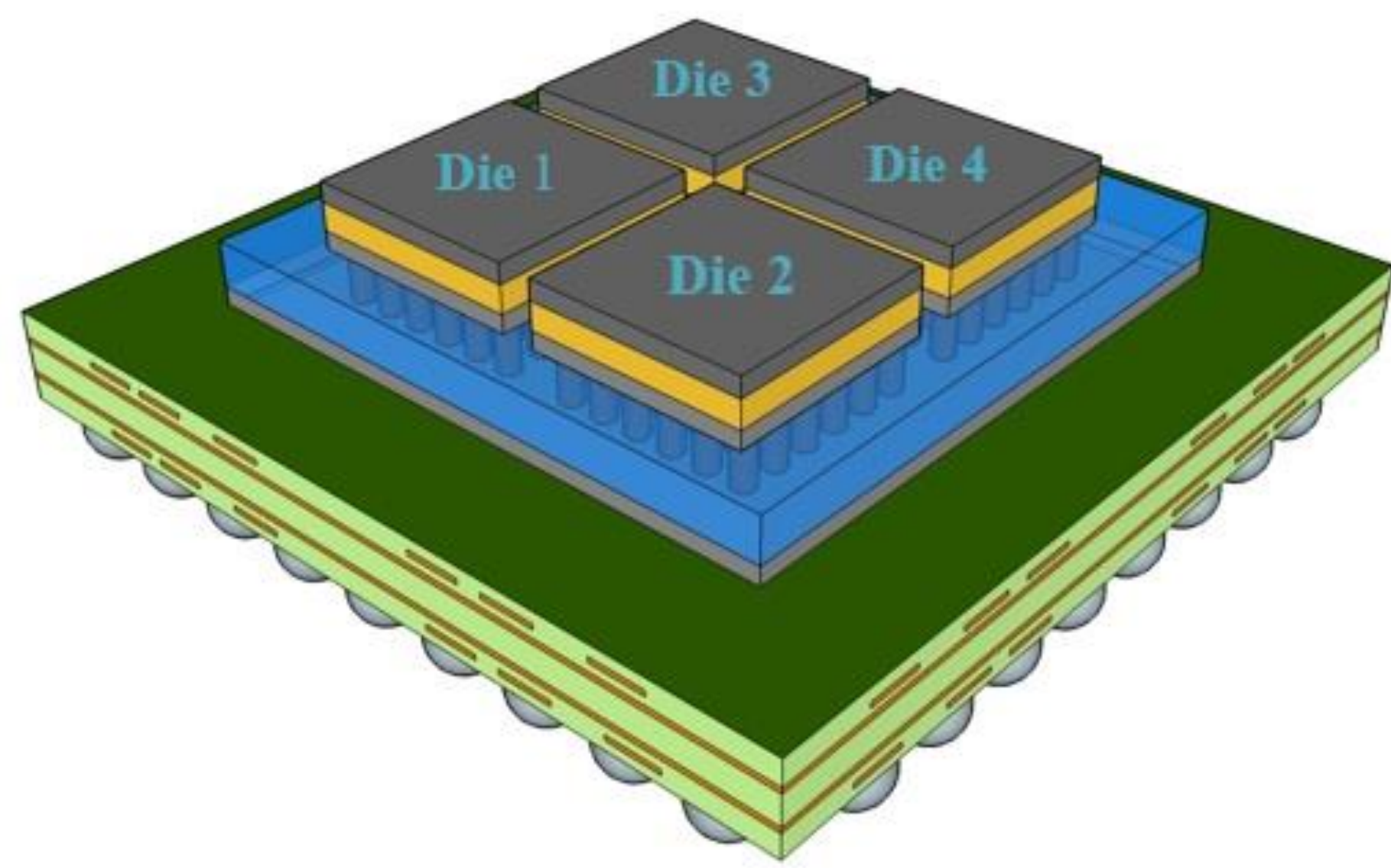


图 1. 系统级封装示意图

本文将封装中的硅通孔层及凸点层等复杂结构进行等效处理, 提取等效热参数, 然后再采用 COMSOL Multiphysics® 进行整体封装结构的热仿真, 可显著提高计算效率, 减低资源消耗。

**计算方法:** 对图1封装结构中的硅通孔层以及凸点层等复杂结构进行等效处理, 利用 COMSOL 提取它们在水平和垂直方向上的等效热导率参数。例如, 对硅通孔层的水平方向等效热导率进行提取, 边界设置如图2所示。

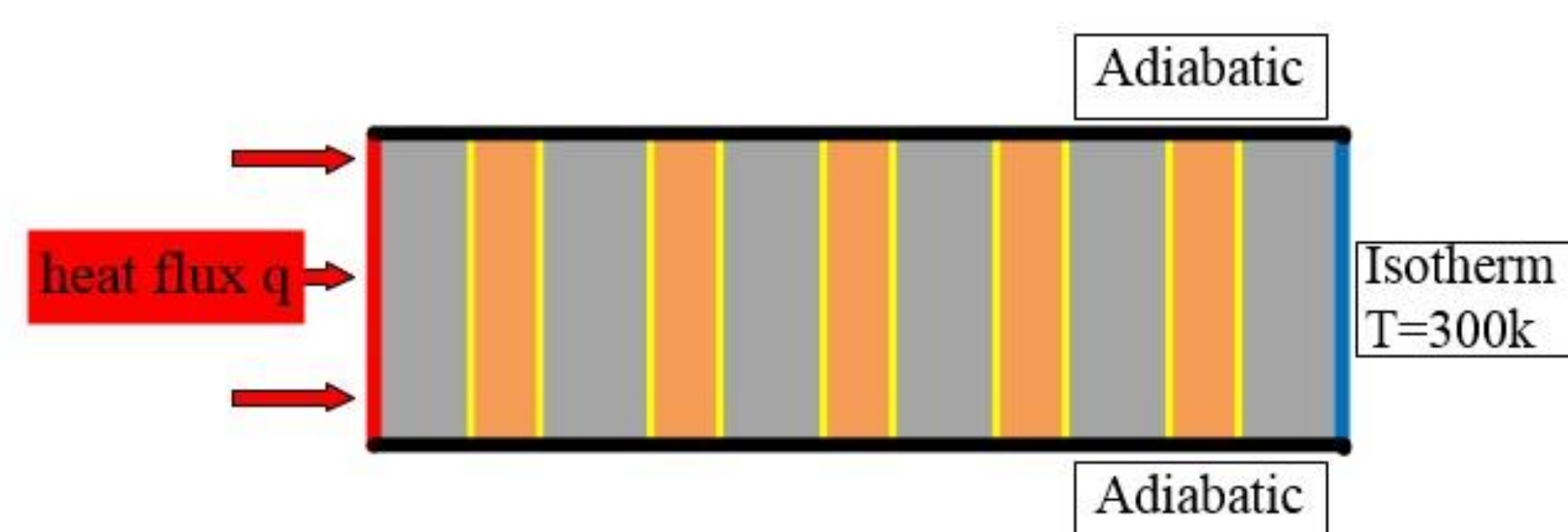


图 2. 水平等效热导率提取

通过 COMSOL 仿真得到图2的热源端温度, 从而推导等效热导率:

$$q = -\kappa \frac{dT}{dz} \approx \kappa_{ez} \frac{T_{top} - T_{bottom}}{\Delta z}$$

类似地, 垂直方向的等效热导率提取如图3所示。

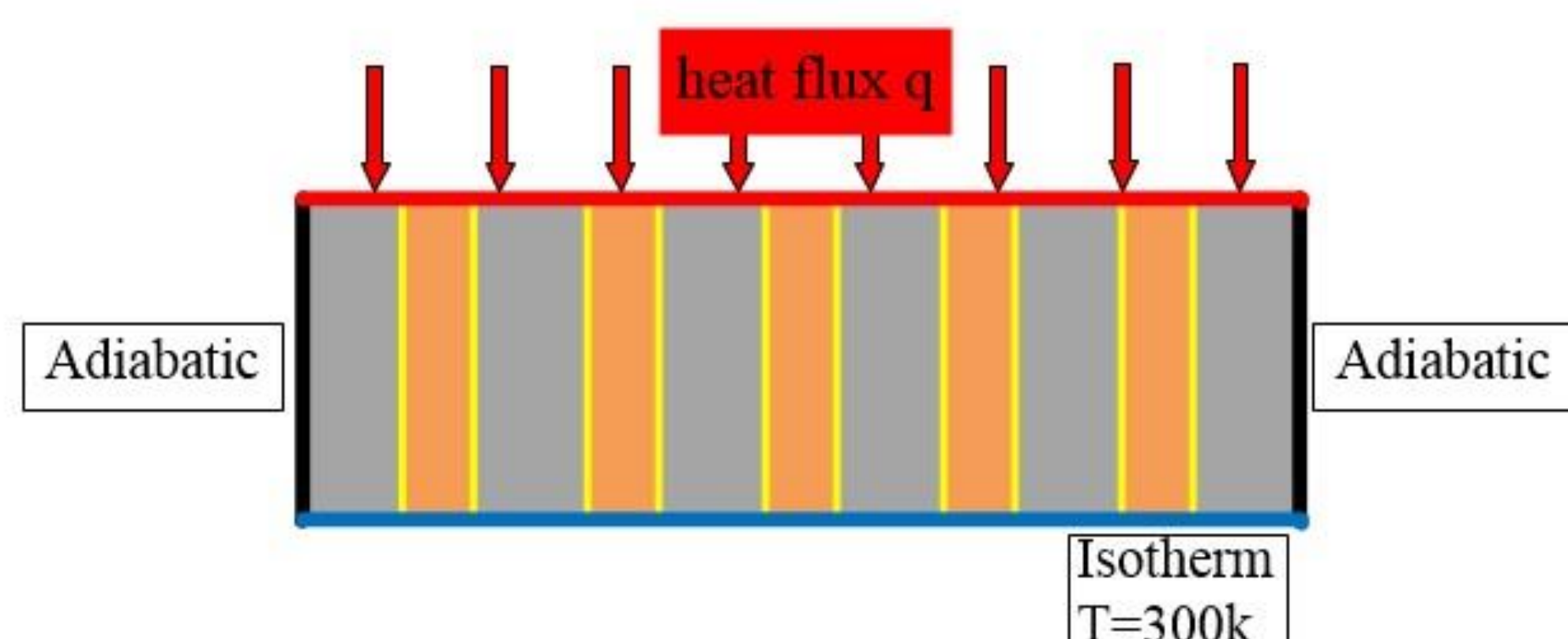


图 3. 垂直等效热导率提取

**结果:** 基于提取得到的等效热导率, 采用 COMSOL 进行整体结构的热仿真, 结果如图4所示。它与图5中基于精细结构模型的仿真结果非常一致。通过表1的比较发现, 基于等效模型方案单元数量大大减小, 计算效率显著提高, 而计算精度基本不变。

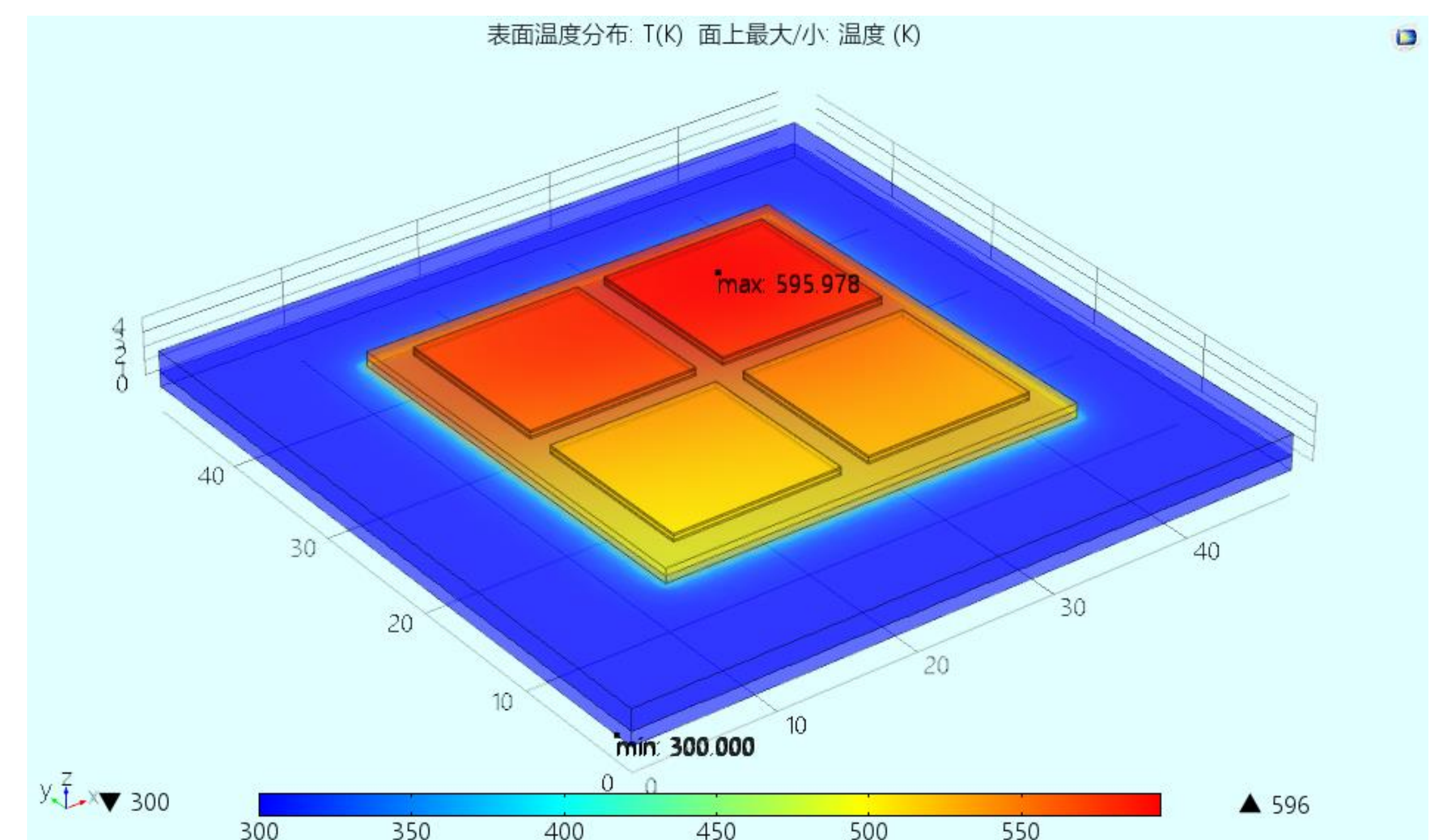


图 4. 基于等效模型的封装结构温度

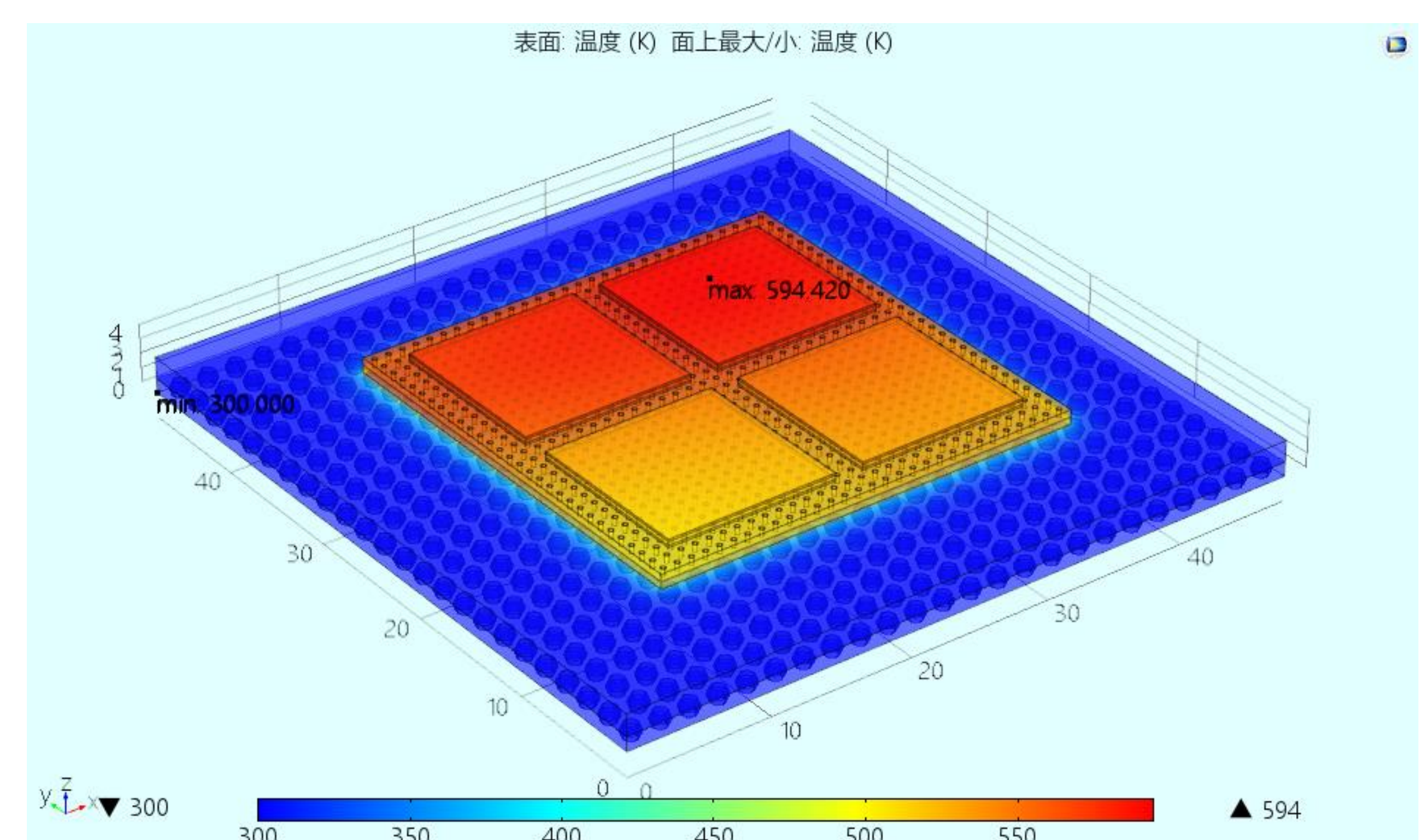


图 5. 基于精细模型的封装结构温度

不同模型	体单元数量	仿真时间	最大温度
等效模型	602843	1min 15s	596K
精细模型	6365010	32min 48s	594K

表 1. 等效模型与精细模型对比

**结论:** 通过妥善提取封装中复杂单元结构的等效热参数, 再采用 COMSOL 进行整体仿真, 可显著提高计算效率, 减低资源消耗, 同时保证计算的准确性。

## 参考文献:

1. J. H. Lau, et al, Microelectron. Rel., vol. 52, pp. 2660–2669, 2012.
2. Q. Feng, et al, IEEE 20th workshop Signal Power Integr. pp. 1-4, 2016.