

# 最先进的集成电路长什么样子？



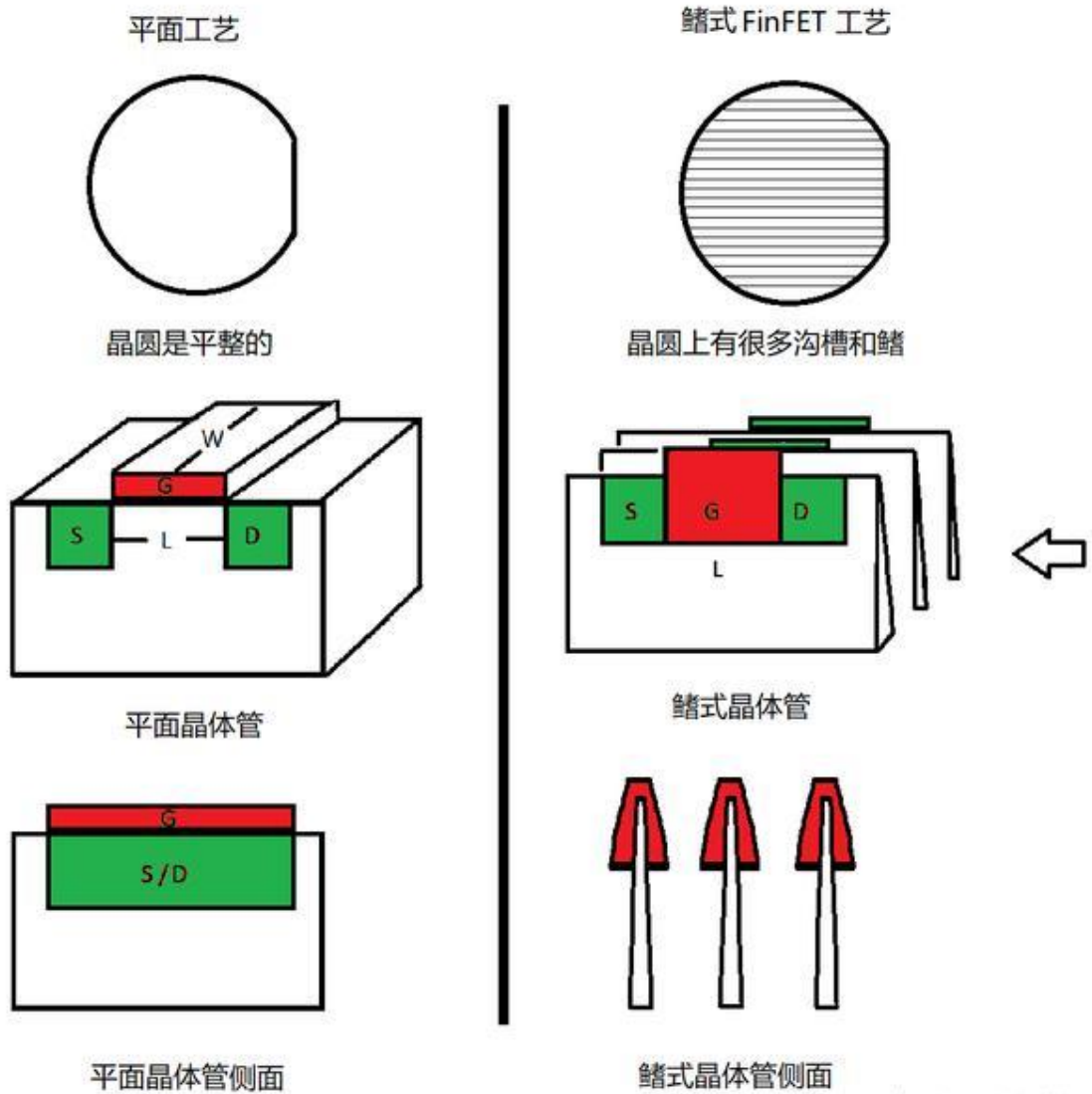
大象韩 2020-04-19 13:49

集成电路顾名思义就是把很多电路集成在一起，晶圆越大，特征尺寸越小，不仅能集成更多更复杂的电路，而且可以降低功耗，加快相应速度。

目前最先进的集成电路工艺是 12 英寸晶圆上制造的 5~7 纳米的鳍式晶体管 (FinFET, Fin Field-effect transistor) 集成电路，手机电脑很多用到了它们。

那么，鳍式场效应晶体管到底长什么样子的，它跟我们常见的平面型场效应晶体管集成电路有什么区别呢？下面我们做一点简单介绍。

所谓的鳍式场效应晶体管，最初是加州大学伯克利分校胡正明教授 1999 年发明的，是一种立体的场效应管。当晶体管的尺寸小于 25 纳米以下，传统的平面场效应管的尺寸已经无法缩小。FinFET 的主要思想是将场效应管立体化。它与传统平面型工艺的对比示意图如下。



头条 @大象韩

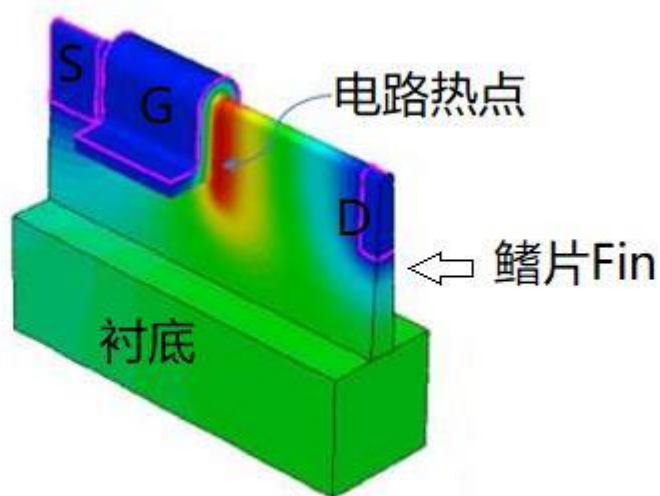
经典平面工艺与鳍式工艺比较示意图

在平面工艺中，硅片是平整的，栅极（G）和源极（S）漏极（D）基本处于一个平面。但鳍式工艺的晶圆，要首先做出很多整齐划一同方向的“鱼鳍”一样的沟槽来，晶圆是坑洼不平的。

如果从鳍片方向剖开，晶体管的结构似乎与平面工艺结构差不多，如上图中两个图所示。但是侧面看，就会发现鳍式晶体管电路都在鳍片上，如图中箭头方向看去，就会发现鳍式晶体管相当于把平面晶体管折叠起来放置，因此可以节约空间。

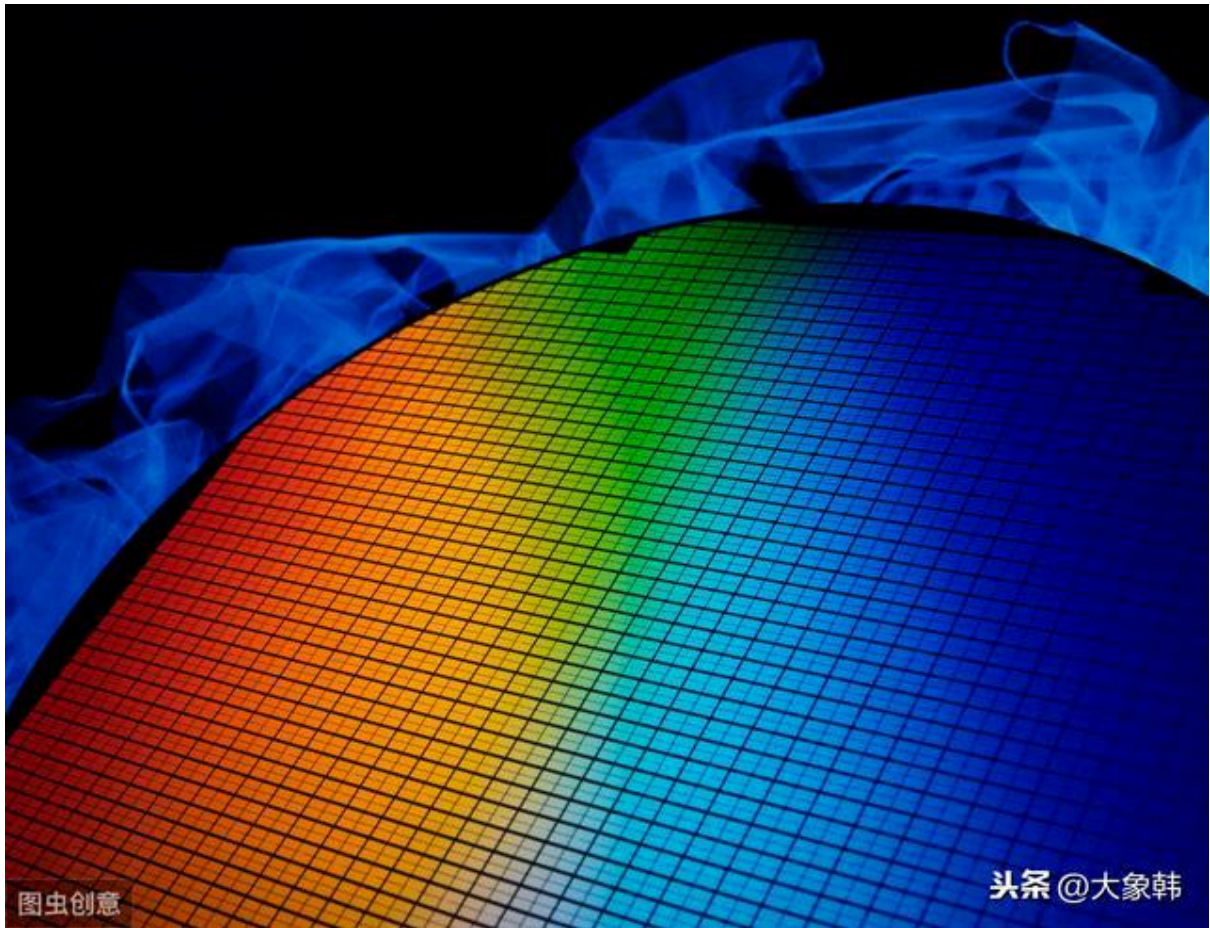
平面工艺栅如红色区域所示，宽度长度都很好标识。而鳍式工艺的栅是弯曲覆盖在鳍上的，栅对下面的沟道处于半包围状态，宽度计算要考虑三个方向。不过由于栅包围沟道更多，可以降低漏电流及提高栅控制的灵敏度。

当然，鳍式晶体管也不是没有缺点。它的结构都集中在很薄的鳍片上，因此导通大电流及导热能力会有所下降。下图是我们用电脑模拟的一个鳍式结构示意图。



头条 @大象韩

鳍式晶体管结构示意图



集成电路晶圆示意图

司空见惯的鱼鳍形状被用到最先进的集成电路上了，看来科技与生活密不可分。（大象讲堂 14）