



2017年度浙江大学学术进展

# 国内首款拥有完全自主知识产权的60 GHz锁相环芯片

★★★★★ (入选年度十大学术进展)

曾几何时，芯片已超过石油成为我国进口额最大的商品。尤其是高端芯片，其设计与制造技术一直被国外垄断。如今浙大人做出了第一款国内自行设计和制造的60 GHz锁相环高端芯片。

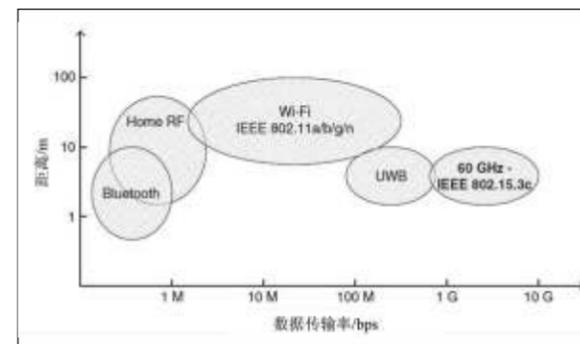
项目负责人：韩雁

在过去的半个世纪以来，整个人类社会的生活方式已经被无线通信技术的急速发展所彻底改变。但蓝牙、室内RF、WiFi、UWB协议所能提供的数据传输率都小于1Gbps，使得这些技术的发展已经被自身所固有的瓶颈所限制。因此进入21世纪以来，60 GHz的无线通信频段被免费向公众开放，相关领域的技术也成为了人们研究的热点。比如在无人驾驶的自适应巡航系统中，60 GHz以上的雷达成为关键组件；在军事保密通信方面，因为60 GHz具有高衰减峰，远距离或定向范围之外就有极大衰减，因而不被敌方截获。

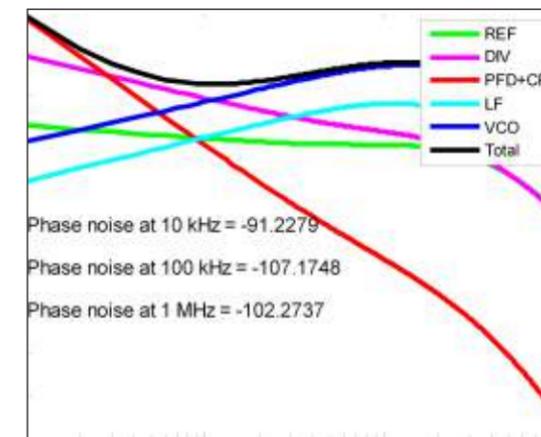
在60 GHz无线通信技术中，无线收发机是其硬件载体，而锁相环是无线收发机中的关键模块，其性能影响且决定着整个收发机的信号带宽和信噪比等指标。本项目基于国内设计和国内制造，实现了首款具有完全自主知识产权的国产化60 GHz锁相环高端芯片，浙大人打破了国内高端芯片只能依赖进口或国外加工的魔咒，实现了零的突破，也实现了《国家中长期科技发展纲要》确定的16个重大科技专项中的01专项——“核高基（核心器件、高端芯片与基础软件）”的努力目标。



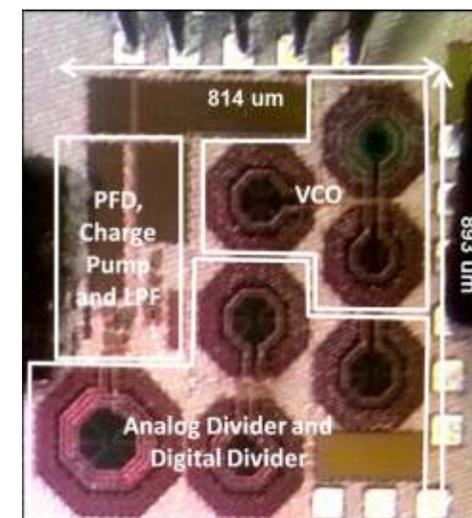
团队成员在全国研究生集成电路专业赛一等奖颁奖仪式上



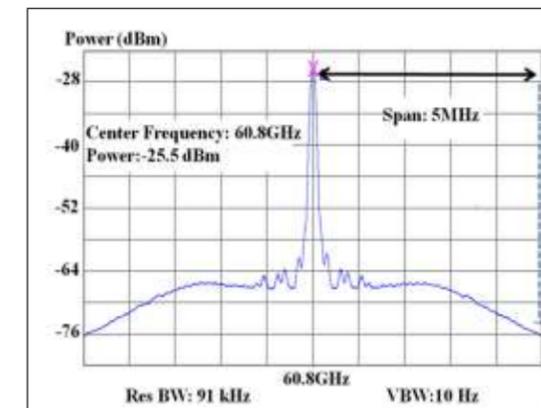
目前各可用通信频段的数据传输率



60 GHz锁相环的相位噪声仿真曲线



40 nm CMOS工艺的60 GHz锁相环版图设计



60 GHz锁相环的测试曲线

高端芯片国产化的难度主要在于两个方面：一个是设计方面，一个是制造方面。在设计方面，由于我们基础薄弱，与先进国家一直存在着较大的技术差距，国际顶级期刊与会议上发表的射频芯片的性能指标已经非常先进；在制造方面，国内射频芯片生产线缺乏完备的工艺库，使得芯片设计人员纷纷选择国外的生产线加工自己设计的芯片，这样更不利于国内生产厂家积累经验、提升完善自己的工艺流水线水平，而这反过来又进一步使得设计人员更不愿意依靠国内生产线设计高端芯片，进入恶性循环。高端芯片的国产化始终流于形式与口号之中。如若发生战争封锁，则高端芯片的制造仍将受制于人。所以芯片国产化须以“工艺为基础，设计为龙头”，两头并进才能拥有真正意义上的自主知识产权。

为此，本项目不但克服了芯片设计方面的重重困难，还解决了国内半导体集成电路制造厂商缺乏60 GHz相应工艺库的问题，使得原本只有20 GHz模型库的中芯国际公司，成为大陆第一家具备了生产制造60

GHz射频芯片的能力。今后国内射频芯片设计工程师，不必寻找和依赖国外的生产线完成自己的设计，真正实现高端芯片设计、制造的国产化梦想。

本项目由浙大微电子学院的韩雁教授带领博士生周赛等团队成员，花费4年多心血，在国内最先进的40 nm CMOS工艺线上完成的。由于在缺乏设计库的情况下研究难度太大，其他老师也曾认为不太可能实现，几乎两度放弃。但最终还是坚持到了胜利的这一天！