

面向 5G n260 应用的低成本基片集成空腔波导 高次模背腔缝隙天线阵

齐紫航^{1,2,3}, 李秀萍^{1,2,3}, 朱华^{1,2,3}

¹北京邮电大学电子工程学院, 中国北京市, 100876

²智能监控北京市重点实验室, 中国北京市, 100876

³泛网无线通信教育部重点实验室, 中国北京市, 100876

概要:毫米波天线设计面临高增益、宽带、低成本等诸多挑战,在该频段基片集成波导(Substrate Integrated Waveguide, SIW)由于其辐射损耗低和易集成的优势而被广泛应用。然而在毫米波频段 SIW 的介质损耗直接降低了天线辐射效率,若采用低损耗介质材料会导致较高的制造成本。基片集成空腔波导(Empty Substrate Integrated Waveguide, ESIW)结构通过去除 SIW 中介质,可实现电磁波低损耗传输,在毫米波频段具有广阔应用前景。本文面向 5G n260 频段应用,提出一款采用低成本 FR-4 PCB 板材设计的缝隙天线阵。天线采用基片集成空腔波导结构设计,消除了介质损耗,并引入高次模腔体结构,减小馈电网络复杂度,在保证天线性能前提下,实现了毫米波天线低成本制造,为低成本毫米波天线设计提供了技术参考。

天线由 5 层 FR-4 PCB 板组成,从顶层往下依次为缝隙辐射层、高次模腔体层、耦合缝隙层、功分馈电网络层以及同轴馈电层。天线底部由 2.4 mm 同轴馈电,通过 ESIW 功分馈电网络,缝隙耦合激励 4×4 个腔体中的 TE₃₄₀ 模式,每个 TE₃₄₀ 模式的腔体通过顶层的 3×4 个缝隙辐射,形成 12×16 的缝隙阵列。每层 PCB 板都将 ESIW 部分的介质去除并进行内壁覆铜处理,加工完成的 PCB 板通过周围的定位孔用螺钉组装。给出了测试 S 参数与仿真 S 参数以及测试增益与仿真增益的对比结果。S 参数-8 dB 带宽可覆盖 n260 的 37-40 GHz 频率范围。测试的最大实际增益为 27 dBi,通过与仿真的方向性系数对比,可估计得到天线辐射效率约为 72.4%。从天线在 37、38、39、40 GHz 处的辐射方向图看,测试的方向图与仿真结果具有很好一致性。

<https://doi.org/10.1631/FITEE.2000503>