

全介质反射阵天线



信息和通信

数字广播、电信和光电

机会

通信行业的快速发展使得天线性能和可靠性变得至关重要。然而，大多数传统的高增益天线，包括贴片天线、缝隙天线、介质谐振天线和各种天线阵列，都广泛使用金属材料作为辐射器或接地层。这些金属部件在户外环境中极易腐蚀，这会损害机械完整性和电气性能，最终影响无线通信质量。传统的缓解策略，例如施加保护性金属或无机涂层或使用天线罩，只能提供有限的保护。在恶劣环境中——如具有高温和强烈紫外线照射的赤道地区、极寒的北极地区、昼夜温差大的沙漠，或高湿度和盐雾的沿海和海洋环境——这些保护措施常常失效。涂层会因热应力和环境因素而开裂、分层或自身腐蚀，而天线罩则增加了体积、成本和复杂性，且不能保证长期的腐蚀防护。因此，市场亟需一种天线系统，能够在不依赖脆弱的金属部件或复杂昂贵的附加保护装置的情况下，从根本上抵抗环境退化，特别是对于那些在具有挑战性的户外条件下要求坚固、免维护运行的应用。

技术

本发明通过引入一种新型的全介质超材料反射阵列天线来解决这些挑战。其核心创新在于结构简单、单层的反射单元，可同时实现全反射和精确的相位调整，完全无需金属。该天线包括一个支撑层和至少一个反射单元，两者均由介电材料制成。反射单元垂直于支撑层延伸，其设计通常包含一个中心圆柱部分和两个沿电场方向延伸的相对臂部。这种配置利用了米氏共振原理——即入射电磁波与介质粒子相互作用以产生电共振和磁共振。通过精心设计单元的高度、半径和臂部尺寸等参数，可以将电共振和磁共振频率分离，从而创造出一个宽阔的反射带宽（例如，在Ka波段可达15.4%）。关键在于，波束成形所需的反射相位仅通过改变阵列中每个反射单元的高度来控制。这使得排列在支撑层上的多个此类单元能够共同建立预定的相位分布轮廓，将入射波反射到特定方向（例如，形成笔形波束），而无需任何金属接地层或复杂的多层介质堆叠。支撑层的介电常数低于反射单元，有利于有效的波相互作用。整个结构可以使用3D打印等具有成本效益的方法制造，在材料和形状选择上提供了显著的设计灵活性。

优势

- 固有的抗腐蚀性：消除了金属部件，使天线免受金属腐蚀，非常适合在恶劣户外环境（沿海、沙漠、北极、太空）中长期部署。
- 结构简单紧凑：采用单层反射单元设计，同时实现全反射和相位控制，与多层介质反射阵列相比，降低了剖面、重量和结构复杂性。
- 高性能和宽带操作：通过优化的米氏共振分离，实现了宽反射带宽（例如，在Ka波段演示了10.5%-15.4%），支持高效运行。
- 设计灵活性和成本效益高的制造：材料和几何参数（介电常数、单元高度、臂部尺寸）可自由调整。与增材制造（3D打印）兼容，支持快速原型制作和低成本

备注

IDF: 1670

IP状态

已申请专利



技术成熟度等级 (TRL) ?

4

发明人

梁国华教授

李婷

查询: kto@cityu.edu.hkDevelop
ConceptProof
ConceptFollow-on
Funding

Build Value

本、高精度的生产。

- 优异的辐射特性：展现出高实现增益（例如，测量值为23.8 dBi）、低旁瓣/后瓣电平和良好的极化隔离度，适用于高增益应用。
- 重量轻且适合共形设计：全介质结构可实现更轻的重量，并可适应金属天线不适用的共形表面。

应用

- 卫星通信：用于在各种气候条件下需要可靠、高增益天线的地面站终端和卫星有效载荷。
- 5G及未来网络：作为基站天线，特别是用于毫米波（Ka波段）及潜在的太赫兹波段回传/前传链路。
- 雷达系统：用于汽车、气象和国防雷达，其中恶劣条件下的耐用性和性能至关重要。
- 遥感：用于无人机、卫星或地面平台，进行环境监测、地球观测和科学测量。
- 恶劣环境基础设施：用于海事、海上、沙漠采矿、极地研究和工业物联网环境中的通信链路。

