

5G/6G 材料专题序

周济

(清华大学材料学院, 北京 100084)

关键词: 无线通信技术; 微波介质材料; 低温共烧陶瓷; 超材料; 冷烧结技术

中图分类号: TQ174 **文献标志码:** A **文章编号:** 0454-5648(2023)04-0831-01

Editorial for Special Issue on 5G/6G Materials

ZHOU Ji

(School of Materials Science and Engineering, Tsinghua University)

Keywords: wireless communication technology; microwave dielectric material; low temperature co-fired ceramic; metamaterial; cold sintering process

信息传输方式的不断变革是人类文明演进的基础,也是科学技术发展的重要引擎。成立于上世纪二十年代、以提高电话通信距离为初期目标的贝尔实验室在此后的近百年中,先后发展出了晶体管、信息论、太阳能电池、通信卫星等影响人类历史进程的重大发明。

今天,无线通信技术成为信息传输的重要方式,并已经历了 5 代,成为智能社会的基础,5G 无线通信网络已经实现商用,基于毫米波乃至太赫兹频率的 6G 通信已开始布局。值得指出的是,无论是 5G 技术还是 6G 技术,其设计之初基本上都是基于应用和系统层面,而作为最底层的物理层的问题基本上都被默认为是可解决的。这样的设计思路,使得作为物理层基础的材料与器件尽可能被动地满足设计的要求,这对材料科学技术来说,即是挑战,也是机遇。

一代材料、一代器件、一代系统,新一代无线通信技术向更高频段的发展对基础材料和元器件提出了更高的要求。同时,材料研究的新思想、新方法、新技术、新范式也在不断涌现,推动和加速了新材料的研究开发。近年来,我国学者在通信用关键材料与元器件研究领域取得了长足的进步。

《硅酸盐学报》特组织“5G/6G 材料”专题,旨在反

映该领域的一些研究进展。

本专题共收录了来自我国 10 个单位的 14 篇论文,内容涉及低介低损耗介质材料、有机无机复合介质材料、低温共烧陶瓷(LTCC)及超低温共烧陶瓷(ULTCC)材料、超材料、磁性材料、材料微波介电性能表征、数据驱动的微波介质材料研究以及冷烧结技术等 5G/6G 通信用介质材料的设计、制备、表征等各个方面。毫米波太赫兹信号的传输要求介质材料有低的介电常数和超低介电损耗以获得低信号延时和衰减,本专题中论文“面向 6G 应用的超低介电常数定向通孔 Al_2O_3 陶瓷”及“微波毫米波用低介电常数低温共烧陶瓷研究进展”提供了一种超低介电常数介质材料的制备方法,总结了近年来国内外低介 LTCC 材料的研究进展;针对超低介电常数介质材料难以准确测量的难题,论文“低介电常数陶瓷微波介电性能评价的关键问题”给予了详细分析,并给出了解决方案。5G/6G 通信更高频率和更大的通讯带宽代表着更大的能力负载和热效应,本专题中论文“面向 5G 应用第三代半导体功率器件的高频低功耗 MnZn 铁氧体研究进展”总结了用于通信系统功率电源的磁性材料研究进展,2 篇关于介质材料温度系数调控的论文对于获得高温稳定性材料有较

好参考价值。当通信频率达到太赫兹频段时, 电磁信号的性质更接近光, 电磁或光学超材料可能是更好的通信信号接收及处理的载体, 论文“高效光调控的全介质太赫兹 Fano 超材料”为太赫兹波段的高性能调控器件提供了一种可行的设计思路和方法。LTCC 技术是实现无源集成的重要技术途径, 多年来对无线通信的发展起到了重要的推动作用, 本专题中有 4 篇论文涉及 LTCC、ULTCC 及新发展的冷烧结制备技术和相关材料, 对关注该方向的读者是重要的参考。另外, 值得一提的

是, 利用大数据辅助开展新材料的智能化研究已成为重要的发展趋势, 且已渗透到通信用介质材料研究领域, 本专题论文“数据驱动范式下微波介质陶瓷材料及器件研究进展”及时的把相关的进展进行了总结和介绍。

尽管本专题的内容无法覆盖 5G/6G 技术中亟待发展的各种材料, 但具有一定的代表性, 能够在一定程度上反映 5G/6G 通信材料最新研究进展和发展动向, 期待专题的出版能为我国相关领域的研究者和应用者提供有益的参考。