

2022 年度浙江省科学技术奖公示信息表

提名奖项：自然科学奖

成果名称	基于振动光谱的 5G/6G 微波陶瓷内禀性质、构效关系及其结构性能调控
提名等级	二等奖
提名书 相关内容 (代表性论文、主要 知识产权和标准规 范)	<p>代表性论文：</p> <p>1) Qianbi Lin, Kaixin Song, Bing Liu, Hadi Barzegar Bafrooei, Di Zhou, Weitao Su, Feng Shi, Dawei Wang, Huixin Lin, Ian M. Reaney, Vibrational spectroscopy and microwave dielectric properties of $AY_2Si_3O_{10}$ ($A = Sr, Ba$) ceramics for 5G applications, <i>Ceramics International</i>, 2020 46(1): 1171-1177</p> <p>2) Song Wu, Kaixin Song, Peng Liu, Huixing Lin, Fangfang Zhang, Peng Zheng, and Huibin Qin, Effect of TiO_2-Doping on the Structure and Microwave Dielectric Properties of Cordierite Ceramics, <i>Journal of the American Ceramics Society</i>, 2015, 98(6):1842-1847.</p> <p>3) Jianbing Song, Kaixin Song, Jinsheng Wei, Huixing Lin, Jun Wu, Junming Xu, Weitao Su, Zhiqun Cheng. Ionic occupation, structures, and microwave dielectric properties of $Y_3MgAl_3SiO_{12}$ garnet-type ceramics, <i>Journal of the American ceramic society</i>, 2018, 101(1): 244-251.</p> <p>4) Zhenyu Tan, Kaixin Song, Hadi Barzegar Bafrooei, Bing Liu, Jun Wu, Junming Xu, Huixing Lin, Dawei Wang, The effects of TiO_2 addition on microwave dielectric properties of $Y_3MgAl_3SiO_{12}$ ceramic for 5G application, <i>Ceramics International</i> 2020, 46(10): 15665-15669.</p> <p>5) Kaixin Song, Peng Liu, Huixing Lin, Weitao Su, Jun Jiang, Song Wu, Jun Wu, Zhihua Ying, Huibin Qin. Symmetry of hexagonal ring and microwave dielectric properties of $(Mg_{1-x}Ln_x)_2Al_4Si_5O_{18+x}$ ($Ln = La, Sm$) cordierite-type ceramics, <i>Journal of the European Ceramic Society</i>, 2016, 36(1):1167-1175.</p> <p>6) En-cai Xiao, Zhikai Cao, Jianzhu Li, Xue-Hui Li*, Mengting Liu, Zhenxing Yue, Ying Chen, Guohua Chen, Kaixin Song, Huanfu Zhou, Feng Shi*, Crystal structure, dielectric properties, and lattice vibrational characteristics of $LiNiPO_4$ ceramics sintered at different Temperatures, <i>Journal of the American Ceramic Society</i>, 2020, 103(4): 2528-2539.</p> <p>7) En-Cai Xiao#, Jianzhu Li#, Jing Wang#, Chao Xing, Mei Guo, Hengyang Qiao, Gang Dou*, Feng Shi*, Phonon characteristics and dielectric properties of $BaMoO_4$ ceramic. <i>Journal of Materiomics</i>,</p>

	<p>2018, 4(4): 383-389.</p> <p>8) Chao Xing#, Jianzhu Li#, Jing Wang#, Huiling Chen, Hengyang Qiao, Xunqian Yin, Qing Wang, Ze-ming Qi, Feng Shi*, Internal Relations between Crystal Structures and Intrinsic Properties of Non-Stoichiometric $Ba_{1+x}MoO_4$ Ceramics, <i>Inorganic Chemistry</i>, 2018, 57(12): 7121–7128.</p> <p>主要知识产权和标准规范:</p> <p>1) 国家发明专利: 一种正温度系数硅酸盐微波介质陶瓷材料及其制备方法, ZL201610099664.7, 宋开新, 魏金生, 徐军明, 有效;</p> <p>2) 国家发明专利: 一种微波介质陶瓷材料及其制备方法, ZL201410519765.6, 宋开新, 吴松, 刘鹏, 秦会斌, 有效;</p> <p>3) 国家发明专利: 一种微波介质陶瓷材料及其制备方法, ZL201010197461.4, 宋开新, 秦会斌, 胡晓萍, 徐军明, 郑梁, 有效;</p> <p>4) 国家发明专利: 微波陶瓷 $SrO-ZnO(MgO)-TiO_2$ 及制法, ZL201710050198.8, 石锋, 有效;</p> <p>5) 国家发明专利: 微波复相陶瓷 $BAI_2SiO_6-TiO_2$ 及其制备方法, ZL201710050839.X, 石锋, 有效;</p>
主要完成人	<p>宋开新, 排名 1, 教授 (完成和工作单位: 杭州电子科技大学)</p> <p>石 锋, 排名 2, 教授 (完成单位: 山东科技大学; 工作单位: 齐鲁工业大学)</p> <p>林慧兴, 排名 3, 研究员 (完成和工作单位: 中国科学院上海硅酸盐研究所)</p> <p>刘 兵, 排名 4, 副教授 (完成和工作单位: 杭州电子科技大学)</p> <p>窦 刚, 排名 5, 副教授 (完成和工作单位: 山东科技大学)</p>
主要完成单位	杭州电子科技大学、山东科技大学、中国科学院上海硅酸盐研究所
提名单位	浙江省教育厅
提名意见	微波介质陶瓷是 5G/6G 基站微波信号收发系统的滤波器模块关键材料。该成果在多个国家自然科学基金支持下, 由杭州电子科技大学、山东科技大学、中科院上海硅酸盐研究所合作, 取得了以下一系列重要创新成果: 1) 通过固体晶格动力学研究认识了材料的内禀性质, 从晶格基元层

面阐明介电极化响应机制，从数学上半定量地建立了构效关系，构筑组分裁剪和工艺参数变化对硅酸盐陶瓷微结构与性能协同调控的理论；2) 以此理论为指导，研发了多个结构体系、可实用化的、性能优异的、微波/毫米波新材料新体系，为 5G/ 6G 通讯提供了具有自主知识产权的高品质微波陶瓷；3) 基于上述材料，参考 5G/6G 通讯频段规划，提出了 5G/6G 谐振器、滤波器、基板和天线器件等微波陶瓷原型器件的设计方法，开发出满足各运营商不同频段基站需求的 5G 波导滤波器、6G 毫米波滤波器、微带谐振天线以及 WIFI-6/E 模组，为上述新材料体系在 5G/6G 通讯上应用提供原型器件与应用示范。该成果提出低介电常数微波陶瓷新材料组分设计、结构与性能调控的新观点、新方法及测试支持，得到国内外同行专家的广泛关注和高度评价，部分材料成功实现产业化。

经认真审阅，该项目的提名材料符合相关要求。提名该成果为 2022 年度浙江省自然科学奖二等奖。