

浙江省基础公益研究计划

项目计划书

立项编号	LY21F040001		
项目名称:	面向 5G 通信的低插损高稳定微声薄膜滤波器关键技术研究		
计划类别:	省自然科学基金		
项目类别:	探索项目		
项目负责人:	吴秀山	电话:	13757105928
电子邮箱:	wuxs@zjweu.edu.cn		
通信地址:	浙江省/杭州市/江干区 . 杭州下沙浙江水利水电学院电气工程学院		
邮政编码:	310018		
依托单位:	浙江水利水电学院		
联系人:	沈晓红	电话:	13858063930
申报日期:	2020-12-7		

浙江省科学技术厅
浙江省自然科学基金委员会
二〇二〇年制

填写说明

- 一、收到《浙江省基础公益研究计划项目立项通知》后，请认真阅读省基础公益研究计划有关项目和经费管理办法，按要求认真填写《浙江省基础公益研究计划项目计划书》（简称《计划书》）。填写《计划书》时要求科学严谨、实事求是、表述清晰、准确，并认真阅读本填报说明。
- 二、项目负责人应当按照申请书的内容填写《计划书》，除根据确定的资助额度对项目经费预算进行适当调整外，不得对申请书的其他内容进行变更。依托单位应对《计划书》内容进行审核。
- 三、《计划书》经项目负责人和依托单位签字盖章，并经省自然科学基金委员会办公室审核批准后，将作为项目执行、检查、验收的依据。
- 四、资助项目的有关研究成果，包括论文、专著、专利、获奖等情况，均须按规定标注“浙江省基础公益研究计划项目”（属于省自然科学基金的可标注“浙江省自然科学基金项目”）和立项编号。
- 五、省基础公益研究计划的项目经费管理（包括省级财政拨款经费、联合资助经费、自筹经费）依照省财政关于科技项目的有关经费管理要求执行，非省级财政拨款单位联合资助经费参照执行。

基本信息

负责人信息	姓 名	吴秀山	性别	男	出生日期	1974-4-4
	电 话	13757105928	E-mail		wuxs@zjweu.edu.cn	
	证件类型	身份证 18 位	证件号码		330106197404044037	
项目基本信息	项目名称	面向 5G 通信的低插损高稳定微声薄膜滤波器关键技术研究				
	英文名称	Research on key technologies of low insertion loss and high stability microacoustic film filter for 5G communication				
	计划类别	省自然科学基金	项目类别	探索项目		
	项目研究阶段	应用研究				
	国家自然科学基金学科代码	F040406				
	国家自然科学基金学科代码名称	信息科学部/半导体科学与信息器件/半导体电子器件/薄膜电子器件与集成				
	国家标准学科分类与代码	5103030				
	国家标准学科分类与代码名称	电子与通信技术/半导体技术/半导体器件与技术				
	预计研究年限	2021 年 1 月 至 2023 年 12 月				
	项目总经费	10	其中省财政资助经费	10 万元		
	中文关键词	5G 通信；空腔型薄膜体声波谐振器；滤波器；插入损耗；频率稳定度				
英文关键词	5G Communication ; Cavity Film Bulk Acoustic Wave Resonator; Filte; Insertion loss; Frequency stability					
中文摘要	<p>项目研究内容与目标：</p> <p>射频前端是 5G 通信系统的核心，而滤波器作为射频前端中的重要组成部件，将解决信号传输过程中的相互干扰，有效提高频谱利用率，其性能提升直接推动 5G 技术的应用与行业发展。为降低我国微声薄膜滤波器的插入损耗、提高器件的频率稳定性，结合当前 MEMS 技术、集成电路的发展，以及本实验室的研究经验积累，项目组提出“面向 5G 通信的低插损高稳定微声薄膜滤波器关键技术研究”方案。项目对空腔型薄膜体声波谐振器的镀膜工艺、薄膜的成膜质量展开研究，揭示其谐振频率精确控制、高品质因数和高机电耦合系数的关键步骤与制备工艺；探明温度对其性能的影响机制，提出温度补偿解决方法，突破温度对谐振器性能影响，实现微声薄膜谐振器的整体制备。再以上研究基础上研究微声薄膜滤波器的拓扑结构，优化工艺流程与版图设计，实现滤波器的流片；研究不同封装工艺对滤波器中心频率、插损、带外抑制及带宽性能的影响，实现微声薄膜滤波器的单片集成，促进我国 5G 通信用低插损高稳定射频滤波器的发展，为突破国产空腔型微声薄膜谐振器的低插损、高频率温度系数等方面的技术瓶颈开辟有效的途径。共性关键技术的突破，也将带动相关学科的发展。</p>					

项目组成员

编号	姓名	成员类别	证件号码	性别	单位名称	电话
1	吴秀山	负责人	330106197404044037	男	浙江水利水电学院	13757105928
2	彭涛	会员成员	340504197910180059	男	浙江水利水电学院	13625841800
3	崔佳民	会员成员	370323198310080212	男	浙江水利水电学院	18657179986
4	姚玮	会员成员	360104197302201516	男	浙江水利水电学院	13666673851
5	沈烽	非会员成员	330483199509165810	男	浙江水利水电学院	0571-86947968
6	徐好	非会员成员	341225199602238533	男	浙江水利水电学院	0571-86947968
7	徐霖	非会员成员	33052319980117641X	男	浙江水利水电学院	0571-86947968

项目经费

项目总经费 10 万元，其中省财政资助经费 10 万元（第一批财政拨款 10 万元，第二批财政拨款 0 万元），联合资助经费 0 万元，自筹经费 0 万元。

科研经费	名称	项目总经费预算 (万元)
直接费用	1、设备费	0.50
	2、材料费	1.75
	3、测试化验加工费	2.50
	4、燃料动力费	0.00
	5、差旅费、会议费、合作、协作研究与交流费	1.50
	6、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	1.25
	7、人员劳务费	1.50
	8、专家咨询费	0.00
间接费用	9、间接费用	1.00

需增添的仪器及设备：

无

研究计划

2021 年度

研究内容：文献调研、总结分析，设定严格的时间节点，深入研究薄膜体声波谐振器的工作原理，阐明材料与膜层厚度对谐振器阻抗特性、品质因数、有效机电耦合系数等关键参数的影响机制；

建立三维有限元模型，研究不同三维结构下的振动模态、与压电振动相关的应力应变分布、寄生效应、电压分布等多重物理效应，以产生满足系统需求的准确谐振频率；

确定材料体系与制备方式，掌握空腔型结构制备的关键工艺，探明工艺参数对压电薄膜晶面择优取向的影响，为实现高性能微声薄膜谐振器制备奠定基础。

研究目标：揭示薄膜体声波谐振器的精确谐振频率精确控制、具有高品质因数和有效机电耦合系数的关键步骤，掌握提高其品质因数的方法、制备工艺及关键技术；发表科研论文 1-2 篇、撰写专利 1 项、参加国际会议 1-2 次。

2022 年度

研究内容：探明薄膜体声波谐振器温度-频率漂移特性，研究其对中心频率、插入损耗、带内纹波等性能的影响；提出对薄膜体声波谐振器温度补偿解决方法，分析补偿机制对温度-频率漂移特性、谐振频率和机电耦合特性的改善特性；

设计基于 MEMS 的微纳加工工艺，流片制备、测试，分析测试结果，重新优化谐振器的微纳加工工艺，调整材料厚度及工艺参数，二次进行空腔型薄膜体声波谐振器的流片制备。基于测试结果建立微声薄膜谐振器的等效 MBVD(Modified Butterworth-Van Dyke)模型，为滤波器的设计提供精确仿真模型。

研究目标：制备出高稳定的空腔型薄膜体声波谐振器，获得温度对谐振器中心频率、插入损耗、带内纹波等性能的影响机制，并获得温度补偿解决方法；发表科研论文 1-2 篇、撰写专利 1 项、国际先进研究中心交流访问 1 次。

2023 年度

研究内容：基于空腔型薄膜体声波谐振器的流片工艺与测试结果，确定微声薄膜滤波器的电路拓扑结构，优化器件版图，流片制备，测试并进行结果分析；

设计封装工艺流程及关键工艺选择，将优化后的微声薄膜谐振器滤波器进行封装测试，分析测试结果，并评估封装对器件性能的影响；优化实验结果，进一步完善微声薄膜滤波器设计。

研究目标：基于实现的品质因数大于 1000 的薄膜体声波谐振器，实现中心频率为 3400MHz、带宽大于 100MHz、回波损耗大于 10dB、带内插损优于 1.5dB、带外抑制大于 40dB 的宽带高性能微声薄膜滤波器；撰写科研报告，发表科研论文 1-2 篇，整理材料，项目结题。

预期研究成果:

- (1) 完成 FBAR 的制备, FBAR 的 Q 大于 1000; 制成的 FBAR 滤波器中心频率为 3400MHz、带宽大于 100MHz、回波损耗大于 10dB、带内插损优于 1.5dB、带外抑制大于 40dB 的宽带高性能 FBAR 滤波器。
- (2) 在国内外知名期刊上发表论文 3 篇, SCI 收录至少 2 篇, EI 收录 1 篇; 申请和本项目密切相关的国家发明专利 2 项;
- (3) 培养硕士研究生 3-4 名。

预期发表的主要期刊论文 3 篇:

S(S)CI 收录	2	EI 收录	1	其他发表论文	0
-----------	---	-------	---	--------	---

预期完成的其他成果 2 项:

授权的发明专利	2	专著	0
---------	---	----	---

拟解决的重点科学问题:

(1) 温度对薄膜体声波谐振器频率影响规律及补偿关键科学问题

本项目研究高品质因数空腔型薄膜体声波谐振器稳定谐振频率产生机制, 阐明温度对薄膜驻波频率影响规律, 提出有效的温度补偿解决方法, 突破温度对其性能影响的微纳加工技术瓶颈。这不仅是高稳定性微声薄膜滤波器要面临的问题, 也是构建 5G 通信系统等一系列芯片尺度、高稳定性射频前端所面临的科学问题。

(2) 基于空腔型微声薄膜谐振器高性能滤波器实现的关键科学问题

基于空腔型微声薄膜谐振器构建插入损耗低、频率温度系数优、带外抑制高、工作频带宽的 5G 通信系统用滤波器, 需要优化滤波器电路拓扑结构, 根据实现的指标要求确定各膜层厚度, 避免滤波器的寄生通带现象及改善滤波器的带内纹波性能; 在设计过程中考虑滤波器周围电磁环境的影响, 充分考虑寄生参数将对滤波器带外抑制特性产生的显著影响是需要解决的关键科学问题。

签字和盖章页

我接受浙江省基础公益研究计划的资助，将按照项目申请书、批准通知和计划书负责实施本项目，严格遵守浙江省基础公益研究计划相关项目和经费管理规定，切实保证研究工作时间，认真开展研究工作，按时报送有关材料，及时报告重大情况变动，对资助项目发表的论著和取得的研究成果按规定进行标注。

项目负责人（签字）：

年 月 日

我单位同意承担上述浙江省基础公益研究计划项目，将保证项目负责人及其研究队伍的稳定和研究项目实施所需的条件，严格遵守浙江省基础公益研究计划相关项目和经费管理规定，并督促实施。

依托单位（公章）：

年 月 日

浙江省自然科学基金委员会办公室审批意见：

同意。

浙江省自然科学基金委员会办公室

年 月 日