

声表面波滤波器在 5G n79 频段的温度稳定性优化

任启超

西藏巨龙铜业有限公司 西藏拉萨

【摘要】 声表面波滤波器在 5G n79 频段的温度稳定性对于保证系统的性能至关重要。本文分析了声表面波滤波器在 n79 频段内工作时所面临的温度变化问题,探讨了其温度特性及影响因素,并提出了一些优化设计方案。通过对比不同设计方案的效果,本文深入讨论了如何在保证信号质量的提升温度稳定性,确保滤波器在不同温度条件下的可靠性。优化设计不仅能提升 5G 系统的整体性能,还能为未来的滤波器设计提供指导。

【关键词】 声表面波滤波器; 5G n79 频段; 温度稳定性; 优化设计; 滤波器性能

【收稿日期】 2025 年 6 月 13 日

【出刊日期】 2025 年 7 月 11 日

【DOI】 10.12208/j.jer.20250331

Optimization of temperature stability of surface acoustic wave filters in 5G n79 band

Qichao Ren

Xizang Julong Copper Co., Ltd., Lhasa, Xizang

【Abstract】 The temperature stability of surface acoustic wave (SAW) filters in the 5G n79 band is crucial for ensuring system performance. This paper analyzes the temperature variation issues faced by SAW filters when operating in the n79 band, explores their temperature characteristics and influencing factors, and proposes several optimized design schemes. By comparing the effects of different design schemes, this paper discusses in depth how to improve temperature stability while ensuring signal quality, thus ensuring the reliability of filters under varying temperature conditions. The optimized design can not only enhance the overall performance of 5G systems but also provide guidance for future filter design.

【Keywords】 Surface acoustic wave filter; 5G n79 band; Temperature stability; Optimized design; Filter performance

引言

声表面波滤波器在 5G 通信系统中发挥着重要作用,尤其是在 n79 频段,其应用对系统的频率选择性和信号稳定性至关重要。随着 5G 技术的迅速发展,对于滤波器在复杂环境中稳定工作的要求也日益增高。温度变化是影响声表面波滤波器性能的关键因素之一,特别是在高频应用场景下,温度的波动可能导致滤波器的频率偏移,进而影响系统的性能和可靠性。研究如何优化声表面波滤波器在 5G n79 频段的温度稳定性,不仅有助于提升通信质量,还能推动高性能滤波器的设计和应用。本文将探讨温度变化对滤波器性能的影响,并提出有效的优化策略,以解决这一挑战。

1 声表面波滤波器温度稳定性问题分析

声表面波滤波器在 5G 通信系统中的应用广泛,尤其是在高频 n79 频段,其优异的性能和高选择性使其成为关键组件之一。这种滤波器在温度变化的环境中面临着诸多挑战。随着环境温度的变化,声表面波滤波

器的谐振频率会发生偏移,进而影响系统的频率响应和信号质量。这种温度引起的频率漂移对于高精度通信系统尤其具有重要影响,因为即便是微小的频率偏移也可能导致信号的失真或丢失。滤波器的温度稳定性成为设计中的一个关键难题,需要通过科学的设计和优化来解决。

在实际应用中,声表面波滤波器的温度稳定性受多个因素的影响。其中,材料的热膨胀系数、结构的几何形状、以及温度梯度的变化等,都可能导致滤波器频率的偏移。滤波器中所使用的材料在受热时会发生尺寸变化,尤其是与基板的热膨胀系数差异较大的材料^[1]。随着温度的升高,材料的弹性模量和密度也会发生变化,从而影响声表面波的传播速度和频率特性。由于温度对金属和半导体材料的影响不同,滤波器内部的电路元件也可能在高温环境下失去原有的性能。如何减小温度变化对滤波器性能的影响,成为滤波器设计和生产过程中的核心问题。

目前,针对这一问题,已有一些方法在理论和实践中取得了较好的效果。通过优化材料选择、改善结构设计、增加温度补偿机制等手段,已经能够有效减少温度对滤波器性能的影响。采用具有低温系数的材料,如铝镁合金或某些陶瓷材料,可以显著提高滤波器的温度稳定性。设计中引入温度补偿电路,利用热敏元件对温度变化进行实时监控和调节,也是一种行之有效的技术路径。在实际应用中,如何平衡温度稳定性与其他性能参数(如滤波器的插入损耗、带宽等)之间的关系,仍然是一个需要深入研究的问题。

2 温度变化对滤波器性能的影响

温度变化对声表面波滤波器的影响是多方面的,尤其体现在频率偏移和传输性能下降。当环境温度升高时,滤波器的材料会发生热膨胀,导致其物理尺寸发生变化,这直接影响声表面波的传播速度,从而导致滤波器的谐振频率发生漂移。频率漂移会使得滤波器的工作频段偏移,导致频率响应不再符合设计要求。即便是微小的频率偏移,也可能使得系统无法精确筛选信号,进而影响通信的可靠性和稳定性。温度的波动还会导致滤波器内部的电阻和损耗增加,表现为插入损耗的上升,同时带外抑制能力减弱,导致滤波器对非目标频率的抑制效果降低,进一步加剧信号失真或干扰,影响通信质量和系统的整体性能。

频率漂移是温度变化对声表面波滤波器影响的最显著表现,且通常是导致滤波器性能下降的主要原因。声表面波滤波器的谐振频率由其结构和所用材料的特性共同决定,尤其是材料的热膨胀特性。在温度升高时,材料的物理尺寸发生变化,进而改变了滤波器的几何形状。具体来说,滤波器的传播路径长度可能因热膨胀或收缩而发生变化,这直接影响声表面波的传播速度,导致滤波器的谐振频率发生偏移。不同材料的热膨胀系数差异也是频率漂移的关键因素^[2]。金属材料通常具有较大的膨胀系数,而陶瓷和聚合物材料则膨胀系数较小,这意味着在温度变化时,金属材料引起的尺寸变化可能会比陶瓷和聚合物材料更加显著。这种差异进一步加剧了温度变化对滤波器性能的影响,尤其在高频应用中,滤波器的温度稳定性显得尤为重要,直接关系到信号传输的质量和系统的可靠性。

除了频率漂移,温度变化还可能导致滤波器的传输性能下降。温度升高会增加滤波器中的电阻和损耗,进而导致插入损耗的增加。在高温环境下,声表面波的传播介质可能发生电学性能变化,电阻的增大使得信号在传输过程中的能量损失增加。带外抑制能力的下

降也是温度变化带来的负面影响之一。带外抑制能力是衡量滤波器对频率杂散信号抑制能力的关键指标,高温下材料的非线性变化可能导致滤波器无法有效抑制带外信号,从而降低系统的信号质量。这些问题都会直接影响到滤波器在实际 5G 通信中的应用效果,尤其是在高速、大容量的通信需求下,稳定的滤波器性能变得尤为重要。

3 优化设计方案提升温度稳定性

为了提高声表面波滤波器在 5G n79 频段的温度稳定性,研究人员提出了多种优化设计方案,涵盖了材料选择、结构设计和温度补偿技术等多个方面。材料的选择至关重要。采用低温系数的材料,如铝镁合金、低膨胀陶瓷或某些特殊聚合物材料,能够显著减少温度变化对滤波器性能的影响。这些材料在温度变化时的尺寸变化较小,有助于保持滤波器的频率稳定性,尤其在高温环境下,能够有效防止频率漂移。滤波器的结构设计也起着关键作用。通过优化传播路径的布局和尺寸设计,可以有效降低因温度变化引起的物理尺寸变化,从而减少对声表面波传播速度的影响。温度补偿机制的引入也是提升温度稳定性的有效手段。通过集成热敏元件或采用反馈控制系统,滤波器能够实时监测并自动调整温度变化带来的影响,确保滤波器在不同温度环境下仍能维持稳定的工作状态,从而提高滤波器在 5G 通信中的可靠性和性能表现。

材料的选择是优化温度稳定性的关键因素之一。使用具有较低温度系数的材料,如铝镁合金、低膨胀陶瓷材料等,可以显著减少温度变化对滤波器性能的影响。此类材料的热膨胀系数较小,能够有效避免温度变化引起的尺寸变化,从而降低频率漂移的可能性。这些材料在高温环境下的稳定性较好,不易发生物理性质的剧烈变化,能够保障滤波器在温度波动较大的环境下长期稳定运行。复合材料的应用也是一种有效的优化策略,通过将不同热膨胀系数的材料合理组合,可以实现更好的温度补偿效果。

结构设计的优化同样是提高温度稳定性的一个重要手段。通过合理设计声表面波滤波器的结构,可以减小温度引起的尺寸变化对滤波器性能的影响。在滤波器设计中可以通过调整传输线的宽度、增大或减小基板的厚度,来控制其热膨胀特性,使其在温度变化时能够保持较为稳定的频率响应^[3-7]。通过改进封装技术,增强滤波器的热管理能力,可以进一步提高其在高温环境下的稳定性。温度补偿技术的引入也是提升温度稳定性的有效方法。通过在滤波器中集成热敏元件或

采用反馈控制系统,可以实时监测温度变化并自动调节滤波器的工作状态,从而有效应对温度波动带来的性能变化。

4 温度稳定性优化实验与验证分析

在提出优化设计方案后,进行实验验证是确保滤波器性能改进的关键环节。通过在不同温度条件下对声表面波滤波器进行严格的性能测试,研究人员可以全面评估优化设计方案的实际效果。实验通常涉及在高温、低温以及常温等多种环境下,对滤波器的频率响应、插入损耗、带外抑制等关键指标进行测量,并记录其变化情况。这些实验数据为温度稳定性的具体分析提供了依据,能够帮助研究人员了解不同优化方案在不同工作温度下的表现。通过对比实验前后滤波器性能的变化,能够直观地看到各项技术措施对滤波器性能的实际影响,从而为进一步的设计优化提供数据支持,确保滤波器在 5G 通信环境中的高效稳定运行。

实验中,通常会对滤波器的频率响应、插入损耗和带外抑制等关键性能指标进行测试,并记录其在不同温度下的变化情况。通过对比实验前后滤波器的性能差异,可以直观地评估优化设计方案的有效性。在高温环境下,优化后的滤波器能够有效减小频率漂移,并且其插入损耗变化较小,带外抑制能力保持稳定。这些实验结果表明,通过材料选择和结构优化,滤波器在高温下的稳定性得到了显著提升^[8]。实验验证还能够帮助研究人员发现优化设计中的不足之处,进一步改进方案。在一些实验中,可能会出现温度补偿技术不够精准的问题,导致滤波器在极端温度条件下仍存在一定的频率偏移。这提示研究人员在温度补偿系统的设计上仍需做进一步的调整。通过不断的实验和反馈调整,可以实现滤波器在 5G n79 频段内的最佳性能,满足 5G 通信系统对高稳定性和高性能的严格要求。

5 结语

通过对声表面波滤波器在 5G n79 频段中的温度稳

定性进行深入研究和优化设计,能够有效提高其在不同温度环境下的性能表现。通过选择适当的材料、优化结构设计和引入温度补偿机制,不仅能减少温度对滤波器性能的负面影响,还能确保其在高频应用中的稳定性和可靠性。实验验证结果表明,优化后的滤波器能够在温度变化的环境中维持稳定的工作状态,为 5G 通信系统提供了更为高效、可靠的滤波解决方案。

参考文献

- [1] 冷俊林,肖强,陆川,等.石英基极窄带声表面波滤波器的横向模式抑制研究[J].压电与声光,2025,47(02):230-233.
- [2] 季鸿雨,郭俊寒,于海洋,等.双图案化技术制备声表面波滤波器的工艺路线[J].压电与声光,2025,47(02):215-219.
- [3] 何成勇,褚梦群,谭发曾,等.压电晶圆厚度对声表面波器件性能的影响及改进方法研究[J].压电与声光,2025,47(02): 234-237.
- [4] 郭俊寒,季鸿雨,孟腾飞,等.声表面波滤波器平行封焊飞溅多余物控制的研究[J].压电与声光,2025,47(02):225-229.
- [5] 王雯隽,马强.声表面波滤波器的有限元模拟[J].四川大学学报(自然科学版),2025,62(01):237-245.
- [6] 谭发曾,李桦林,马晋毅,等.宽带温度补偿型声表面波滤波器的设计与优化[J].压电与声光,2024,46(05):651-654+669.
- [7] 杨茂坤,帅垚,魏子杰,等.具有片上电感的改进型梯形声表面波滤波器[J].压电与声光,2024,46(04):439-442.
- [8] 王吉芳,郑露,陈平静,等.声表面波滤波器温度敏感性仿真研究[J].压电与声光,2024,46(03):310-314.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

