

压电传声器的设计与改进

郑 洁, 梁 海, 朱 彪

(深圳市豪恩声学股份有限公司, 广东 深圳 518118)

摘 要:用多孔压电驻极体薄膜替代传统驻极体电容式传声器(ECM)的声电转换单元,制作出压电传声器。利用压电驻极体超薄的优势和对结构进行改进,将压电传声器的厚度从3 mm降低到了1 mm。为了解决压电传声器灵敏度低的问题,在后端电路采用了30 dB增益的管芯。同时,为了减小寄生电容对灵敏度的影响,采用了单面布铜的印刷线路板(PCB),但将该传声器接入手机使用时会有电磁干扰(EMI)。改进PCB的设计,采用双面布铜的PCB,加强了电磁屏蔽,成功解决了压电传声器的EMI问题。最后,利用压电驻极体薄膜的防水性,并对压电传声器的电路进行了防水保护,使得压电传声器达到了IPX7防水标准。

关键词:压电驻极体;压电传声器;灵敏度;结构设计;寄生电容;电磁干扰;防水

中图分类号:TN641

文献标识码:A

Design and Improvement of Piezoelectric Microphone

ZHENG Jie, LIANG Hai, ZHU Biao

(Shenzhen Horn Audio Co. Ltd., Shenzhen 518118, China)

Abstract: By using the porous piezoelectret film to replace the acoustic-electric conversion of conventional electret condenser microphone (ECM), a piezoelectric microphone was fabricated in this work. By making use of the advantage of ultra-thin piezoelectret film and the structure improvement, the piezoelectric microphone's thickness was reduced from 3 mm to 1 mm. We adopted 30 dB gain FET in the microphone's circuit to solve the problem of low sensitivity. And in order to reduce the influence of parasitic capacitance, we used the single copper PCB. However, when the microphone connected into mobile phone, it subjected to the electromagnetic interference(EMI). After that, we improved the PCB design by using double-sided copper PCB to enhance electromagnetic shielding, and resolved the problem of EMI. Finally, by making use of the waterproof performance of piezoelectret film, and by waterproofing the piezoelectric microphone circuit, the piezoelectric microphone satisfies the IPX7 waterproof standards.

Key words: piezoelectret; piezoelectric microphone; sensitivity; structure design; parasitic capacitance; electromagnetic interference; waterproof

0 引言

在电声领域,传统的传声器是驻极体电容式传声器,其主要原理是通过驻极体膜与振膜或背极之间形成电容,将外界声音信号转换成电信号。驻极体电容式传声器结构简单,易于工业化生产,故价格低。但是驻极体电容式传声器的结构中有一个较大后腔,所以厚度较大,不能满足消费类电子产品薄型化的需求。近年来,新型的硅传声器,即微机电系统(MEMS)传声器得到越来越广泛的应用。MEMS

传声器包含一层直接刻蚀在硅基片上的压感振膜,在声波作用下,振膜振动改变振膜与背极间的电容,通过MEMS将声波信号转换为电信号并输出。MEMS传声器性能优异,体积小且热稳定性强,但价格高。近年来,压电驻极体作为一种新型换能材料,得到了学术界的广泛关注。驻极体是指可以准永久性地储存电荷的绝缘体,所以压电驻极体就是具有压电效应的驻极体。其中聚丙烯泡沫压电驻极体(PP)是最常见、研究最成熟的压电驻极体^[1-2]。利用PP压电驻极体材料制成的传声器^[3-5]具有结

收稿日期:2014-07-25

基金项目:深圳市战略新兴产业发展专项资金科学基金资助项目(CXZZ20120611094042983)

作者简介:郑洁(1985-),男,江西上饶人,硕士生,主要从事电声产品的研究。

构简单,超薄,价格低的特性,符合消费类电子产品的潮流,具有很大的市场潜力。

1 压电传声器的测试方法

本文的压电传声器样品的性能均在深圳市豪恩声学股份有限公司的全消声室进行测试,采用业内标准的 BK 测试系统,声源为 94 dB SPL 的自由场,声源与被测传声器的间距为 0.5 m。以下每种结构的样品数量均在 5 个以上,具有统计意义和可重复性。

2 压电传声器的设计与改进

图 1 为驻极体电容式传声器结构的压电传声器(简称 ECM 压电传声器)与超薄压电传声器图。



图 1 ECM 压电传声器与超薄压电传声器

2.1 ECM 结构的压电传声器

图 2 为 ECM 压电传声器结构图。最初设计的压电传声器与传统的 ECM 传声器具有相似的结构,故简称为 ECM 压电传声器(外观见图 1)。它包含一个外壳,主要起电路连接、保护及屏蔽的作用。外壳通过一个导电垫片与压电驻极体薄膜连接,外壳上开有入声孔,使声音信号能通过入声孔与压电薄膜接触,通过压电效应产生相应的电信号。电信号通过腔体的金属片与铜环传到印刷线路板(PCB)上。最后,通过一个卷边封装的过程,使外壳与 PCB 紧密相连,这样整个压电传声器就变成了一个牢固的整体。因为采用了 ECM 的结构,包含一个较大的后腔,所以 ECM 压电传声器的厚约为 3 mm。



图 2 ECM 压电传声器结构图

图 3 为 ECM 压电传声器的灵敏度曲线图。由图可以看出,ECM 压电传声器在 1 kHz 的灵敏度是 -64.65 dB,该灵敏度低于市场上常用的(-42±3) dB 标准,且曲线不平整。所以需从厚度、灵敏度

及曲线平整度 3 方面对压电传声器进行改进。

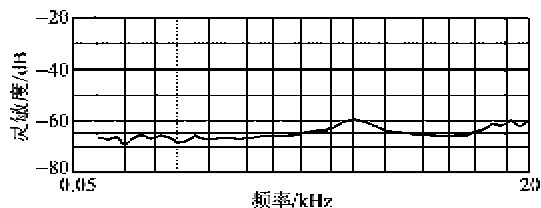


图 3 ECM 压电传声器的灵敏度曲线图

2.2 高灵敏度的超薄压电传声器

为了迎合当前消费类产品和可穿戴式产品薄型化的趋势,我们需要对压电麦克风的结构进行改进,减小厚度。图 4 为超薄压电传声器结构图。由图可见,超薄压电传声器包含一个外壳,主要起电路连接、保护及屏蔽的作用。外壳与一个铜环接触,铜环起支撑与连接膜片负极的作用。压电薄膜直接用导电胶粘在 PCB 上,与正极相连接。最后通过卷边的方法将整个压电传声器封装成一个牢固的整体。经结构改进,压电传声器的厚度压缩到了约 1 mm,故将其命名为超薄压电传声器(外观见图 1)。

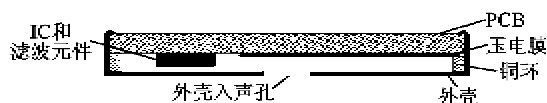


图 4 超薄压电传声器结构图

另外,为了解决压电传声器灵敏度低的问题,我们在后端电路采用了 30 dB 增益的管芯。图 5 为超薄压电传声器的灵敏度曲线图。由图可见,超薄压电传声器在 1 kHz 的灵敏度是 -36.35 dB,且曲线平整。

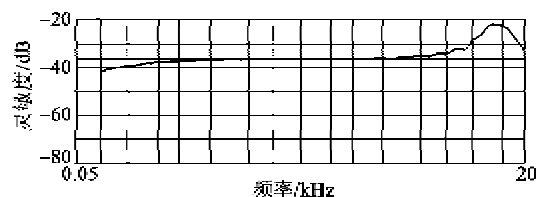


图 5 超薄压电传声器的灵敏度曲线图

2.3 压电传声器 PCB 设计与电磁干扰(EMI)问题

为了减小寄生电容对压电传声器灵敏度的影响,采用了单面布铜的 PCB,但将该传声器接入手机时,会有 EMI。图 6 为压电传声器 EMI 的 Cool Edit 分析图。由图可见,将压电传声器的 EMI 信号导入电脑,用音频分析软件 Cool Edit 进行分析发现,该 EMI 信号是 217 Hz 的 TDMA 噪声,经实验排查,发现 EMI 问题的根源是 PCB。所以,我们改进了 PCB 的设计,采用双面布铜的 PCB,加强了电磁屏蔽,成功解决了压电传声器的 EMI 问题。但

PCB 双面布铜的压电传声器灵敏度比 PCB 单面布铜的压电传声器灵敏度更小,1 kHz 的灵敏度从 -36.35 dB 降到 -42.74 dB,正好满足主流市场需要(-42 ± 3 dB)。图 7 为两种 PCB 设计的压电传声器的曲线对比图。

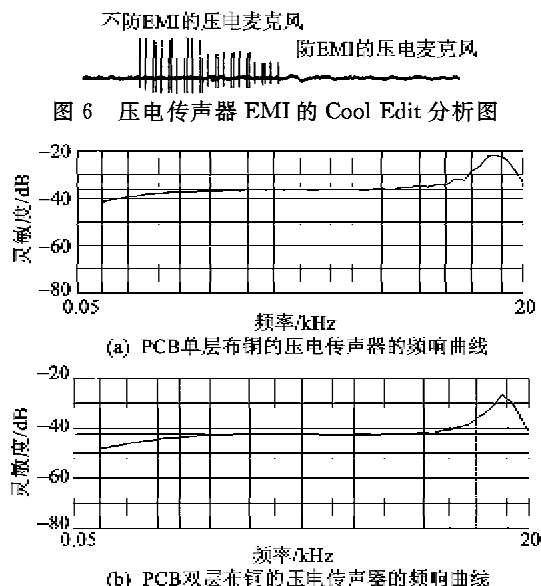


图 6 压电传声器 EMI 的 Cool Edit 分析图

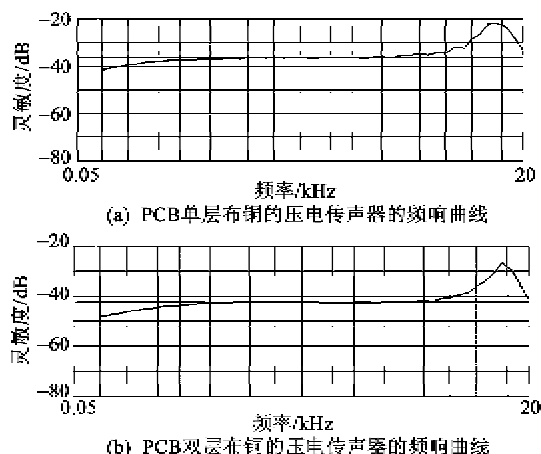


图 7 两种 PCB 设计的压电传声器的曲线对比图

2.4 防水设计

随着户外运动和健身的流行,消费类电子产品和可穿戴式电子产品对防水(防汗)的要求也越来越高,所以我们对压电驻极体传声器进行了防水设计。因为压电驻极体薄膜本身具有防水性,所以我们只需要用胶(7920 硅胶)将电路保护起来,就可达到防水的目的。经测试,压电传声器在 1 m 水深处浸泡 30 min 后灵敏度不变,达到了 IPX7 防水标准。

3 结束语

参照驻极体电容式传声器的设计,制备出 ECM 结构的压电传声器。之后通过对结构的改进,减小了压电传声器的厚度。通过采用大增益的管芯,提高了压电传声器的灵敏度。通过对 PCB 布铜的设计,解决了压电传声器的 EMI 问题。通过对电路的防水保护,加强了压电传声器的防水性。

参考文献:

- [1] ZHANG X, HILLENBRAND J, SESSLER G M. Piezoelectric d_{33} coefficient of cellular polypropylene subjected to expansion by pressure treatment[J]. Appl Phys Lett, 2004, 85(7):1226-1228.
- [2] ZHANG X, HILLENBRAND J, SESSLER G M, et al. Fluoroethylenepropylene ferroelectrets with patterned microstructure and high, thermally stable piezoelectricity[J]. Appl Phys A, 2012, 107: 621-623.
- [3] HILLENBRAND J, SESSLER G M. High-sensitivity piezoelectric microphones based on stacked cellular polymer films[J]. Acoust Soc Am, 2004, 116(6):3267-3270.
- [4] KRESSMANN. R. New piezoelectric polymer for airborne and water-borne sound transducers[J]. Acoust Soc Am, 2001, 109:1412-1416.
- [5] 游琼,张晓青. 聚炳烯压电驻极体薄膜声电传感器的性能[J]. 压电与声光, 2013, 35(6):849-852.
YOU Qiong, ZHANG Xiaoqing. Performance of acoustoelectric transducer based on polypropylene piezoelectret film[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2013, 35(6):849-852.
- [6] 邵峰. 环形器用石榴石铁氧体的制备及研究[D]. 南京:南京理工大学, 2011.
- [7] 张有纲,黄永杰,罗迪民. 磁性材料[M]. 成都:成都电讯工程学院出版社, 1988.
- [8] 张有纲,黄永杰,罗迪民. 磁性材料[M]. 成都:成都电讯工程学院出版社, 1988.
- [9] 山东大学物理系磁学教研室. 结环行器[M]. BOSMA H, 译. 北京:科学出版社, 1977.

(上接第 452 页)

- [4] NIYAIFAR M, BEITOLLAHI A, SHIRI N, et al. Effect of indium addition on the structure and magnetic properties of YIG[J]. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2010, 7(322):777-779.
- [5] HUANG Yinyin, YANG Jian, QIU Tai, et al. Effects of Zr-substitution on microstructure and properties of YCaVIG ferrites[J]. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2012, 324(6):934-938.