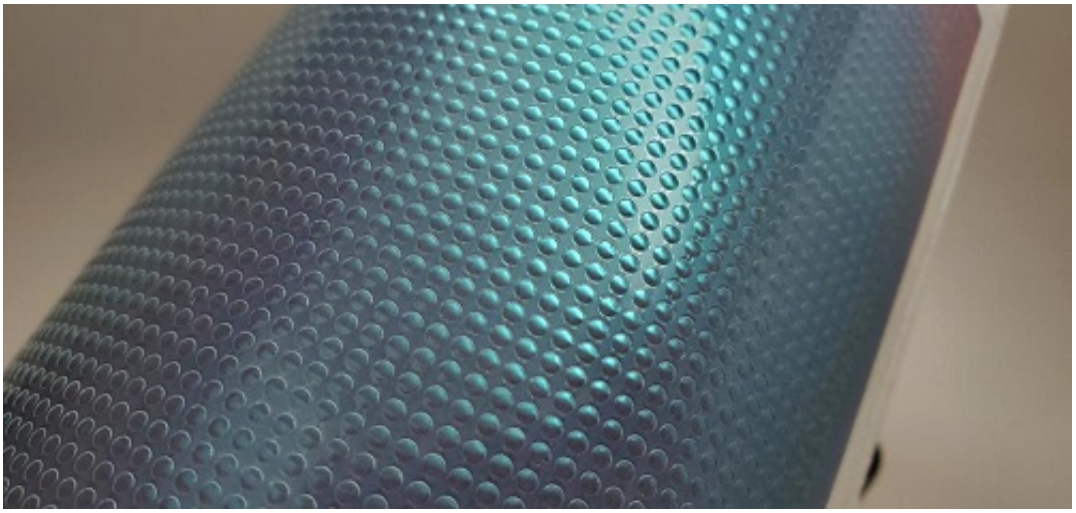
纸一样薄的音箱问世！MIT博士的神奇发明

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18517.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

纸一样薄的音箱问世！MIT博士的神奇发明。



声学薄膜里的小圆顶形成阵列结构。 受访者供图

当你坐在沙发上，房间的墙纸就能放音乐，让你沉浸于真实的环绕立体声；同时，这些墙纸还具有麦克风的功能，让你对智能家居发号施令。

这听着很科幻，却真的可以变为现实。最关键的是，要做成这样一款神奇的薄膜音箱，只需要低成本压电薄膜材料和简单的加工工艺就行，相比之前的技术更具备大规模应用的前景。

承载这个梦想的是一种非常酷炫的新型多功能声学薄膜。它的发明者，是美国麻省理工学院（MIT）电机电子工程与计算机科学系博士后韩金池。近日，这项研究发表在国际顶刊IEEE Transactions on Industrial Electronics上。

巧妙的三明治设计

科研人员总能让那些看似天马行空的想法一个个成真，更好地造福于人类。

韩金池所在团队的研究便是如此。对比现在市面上已有的传统扬声器，他们更希望做出非常薄、柔性好、可透明并且具有较好声学特性的替代品。这些闪光点，恰好也被一些国际知名公司所看中。

一开始，他们涌现了很多想法，然后筛选出三种较为合适的方案，其中有两种是基于静电效应的声学薄膜，一种是基于压电技术的声学薄膜。经过建模和仿真，衡量加工难度后，最终压电方案胜出。

拿起一张看起来像纸的东西，在上面夹上音频线，音频线另一端插入电脑的耳机端口，就能听到它发出的声音，这感觉非常奇妙。论文附上的演示视频如此介绍这个新发明。

其实薄膜扬声器以前就有，但薄膜在加电压后要能自由振动，才能发出声音。这就意味着薄膜必须做成悬空的设计，使振动不受阻。然而，不让它接触任何物体表面，就无法做成墙纸贴在室内墙壁，也无法嵌入汽车内饰，这大大限制了应用范围。

所以，悬空的薄膜结构才是关键。韩金池用一个巧妙的三明治设计，让这个问题迎刃而解。

未必要让整个薄膜都悬空和振动，我设计了一些悬空的微结构——许多像泡泡一样的小圆顶，它们可以自由振动，并代替薄膜的整体振动来产生声音。论文第一作者韩金池向《中国科学报》介绍。

这些圆顶微结构是采用真空压纹工艺加工在超薄的聚偏二氟乙烯压电薄膜上，把这个压电薄膜夹在两片多孔PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）材料中间，相当于给圆顶创造了一定的空间，使它们始终悬空，并且可以自由振动。

两层PET都各司其职：底层是为了让压电薄膜能与安装的物体表面形成一个空间，从而不影响圆顶振动，确保在各类应用场合下展现出优异的性能；顶面那层则是为了保护脆弱的小圆顶在日常操作中免受磨损和冲击，提高耐用性。因为用手直接触摸超薄的压电薄膜，容易导致上面的圆顶产生变形甚至凹陷。

每个小圆顶高约15微米，还不及一根头发的厚度。压电材料的厚度只有8~12微米。PET的厚度是50微米。虽然叠加了这么多材料，但整个声学薄膜依然很薄，厚约0.1毫米，相当于一张纸而已。

韩金池表示，他们还可以把这款薄膜扬声器做得更薄。因为这项研究所用的PET是市面上现成的，未来可以加工更薄的PET材料。

一切的选材看似很随意，实则是团队深谋远虑。

我们的核心思想是以实用化为导向，目的并不是要在性能上创纪录，所以亮点并不在材料本身。韩金池表示，用最常见的材料、最低成本的加工手段，还能保证优异性能，才能让这项技术走得更远。

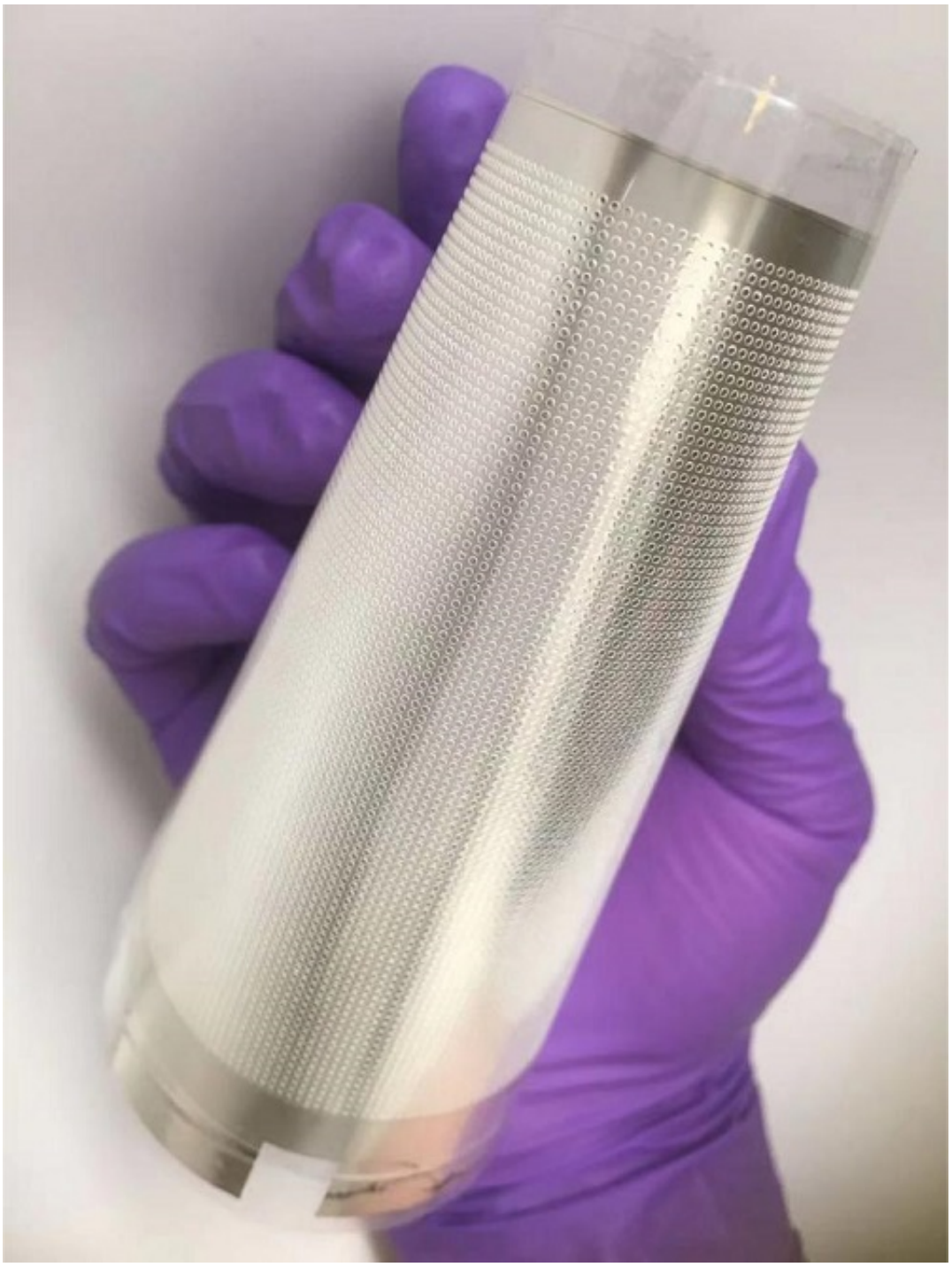
低功耗、高性能、可降噪

常见的扬声器是靠电流驱动，需要较大的电流输入，通过线圈产生磁场，带动振膜振动从而产生声音。但是，有大电流就容易导致发热严重，造成能量损耗。

而团队开发的薄膜扬声器，其压电材料上的每个微小圆顶都是一个单独的发声单元，当数千个这样的小圆顶形成阵列结构并一起振动，便可以产生声音。整个过程靠电场驱动，没有很大的电流，也就不会形成很明显的发热现象，功耗比现有的扬声器低很多。韩金池表示。

值得一提的是，与现有的各类薄膜扬声器相比，该发明在产生声音方面具备更高的灵敏度和带宽，并且可贴在任何物体表面使用。即使在一些弯曲或不规则表面上，它依旧能输出高质量的声音。

可不要小看这些小圆顶的本事，它们不仅可以产生声波，同时还能感应声波。也就是说，这款声学薄膜还可以用作麦克风来记录音频，且具备高保真度。



声学薄膜 受访者供图

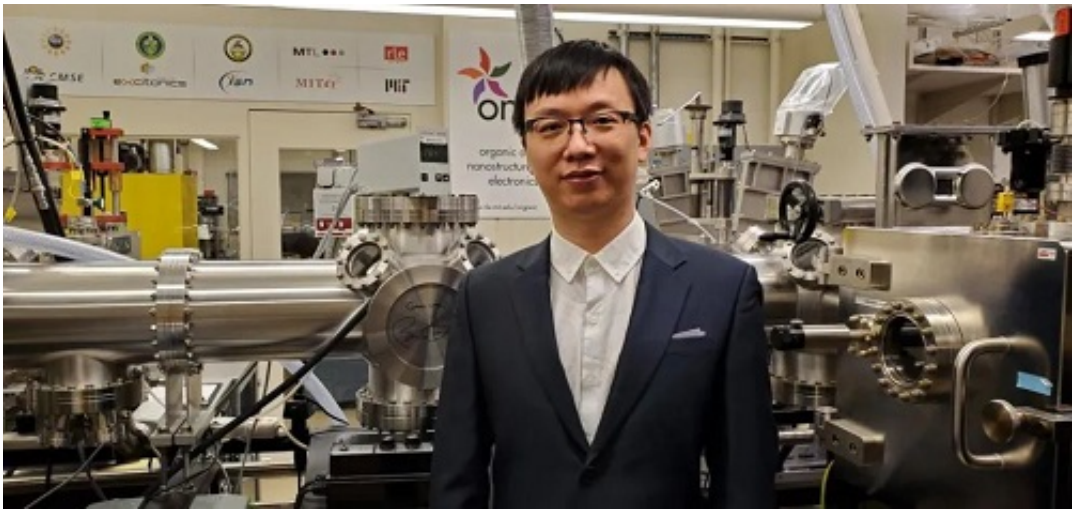
其主动降噪的能力更是引起了关注。未来大面积布置的薄膜扬声器可以在嘈杂的环境（例如飞机座舱）中，通过产生相同幅度但相位相反的声音来削弱噪声，实现主动降噪。韩金池说。

将来面对不同的应用会提出更多要求，而这项技术的优势还在于可调节性强。

现在的性能还有很大的提升空间，我们还可以做很多微结构设计去替代圆顶，甚至做一些特定微结构的组合去改善低频的特性。韩金池表示。

接下来，他们会不断尝试、继续改进，让该技术未来能够在空间主动降噪与沉浸式音频、人机声学接口、智能家居、柔性消费电子设备、超声测距与成像、生物医学工程等领域大显身手。

做科研完全是因为热爱



韩金池在MIT的实验室里。 受访者供图

和许多理工科学生一样，韩金池也经历过一个由迷茫到坚定的心路历程。

2009年，他考入清华大学电机工程与应用电子技术系，本科前两年的时间都用在上课、学习和考试上，认真努力的他几乎在自习室安家，只为从众多精英中脱颖而出。但这样按部就班的生活，始终让他感觉缺少滋味，甚至有些迷茫。

直到大三那年，一次偶然的机会让韩金池参与到一个新型无线充电项目，该项目恰好是那年的SRT挑战杯专项。正是这个契机，让他对科研产生了浓厚的兴趣，相比考试拿一个高分而言，我更喜欢做研究。

开关被打开便一发不可收拾。后来，韩金池作为本科生参加了一些国内外科研竞赛并频频拿奖。其中最令他印象深刻的是，大三暑假在美国参加了全球电力系统顶级会议IEEE PES

GM（电气电子工程师学会电力与能源协会学术年会）。

这场盛会专门为学生开设了学术墙报竞赛，韩金池带着他的科研成果与190名来自世界各地的本科生及研究生同台竞技，他做的关于无线充电的展示获得了评委专家的认可，最终以第2名的佳绩获得Best Poster Award，成为首位获得该奖项的亚洲学生。

起初我是抱着‘见世面’的态度去的，也想借此机会多跟专家交流。最后能获奖对我的鼓励很大，整个研究的过程也让我觉得很有满足感。从那以后，我想投入更多的时间做科研。韩金池说。

保研本校后，他继续在原系专注于电气工程领域的科研工作，导师也给了他足够的自由度，让他能选择自己喜欢的研究。后来，韩金池选择到MIT继续读博深造，并在MIT从事博士后研究。出于对微纳电子和微纳加工的喜爱，他选择从事极具挑战性和创新性的微纳电子器件领域的科研工作。

MIT的微纳电子专业非常出名，能在这里继续从事跨专业跨领域研究，对我有很重要的意义。我博士和博士后阶段的导师之一，也是这篇论文的通讯作者Jeffrey
Lang教授在微机电领域很有影响力，他传授了很多经验给我。韩金池很享受现在的研究氛围。

韩金池表示，今后还会一如既往地做科研。希望做出一些很有价值和应用前景的成果，能为改善人们的生活做点贡献。(来源：中国科学报张晴丹)

相关论文信息：https://doi.org/10.1109/TIE.2022.3150082

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：韩金池等 来源：《IEEE工业电子学汇刊》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发