

# 声 镜

唐 耀 辉

声镜即超声显微镜,是以超声为载体,并使其沿一定路径传播、转换,从而显示物体细微结构的显微装置.1936年前苏联科学家索科洛夫提出超声显微镜的设想,到六、七十年代,随着与声成像相关技术的进步,超声显微镜象电子显微镜一样有了长足发展,其中凯斯勒等人的激光扫描声镜(SLAM)和夸特等人的聚焦声束机械扫描声镜(SAM)是目前声镜两个较主要的分支.

**声镜特点:**超声显微镜利用物体声学特性的差异来显示物体.物体的声学特性是指声阻抗率和声衰减,它们与物体的结构、成份、弹性和粘弹性有关.而与物体的透光性、颜色无关,所以声镜最引人注目的特点是:被测物体不需透光;对于生物组织切片或样品无需染色,毋需损坏样品即可进行内部观察.它与光学显微镜和电子显微镜相互补充,成为现代显微技术发展进程中的一个重要里程碑.

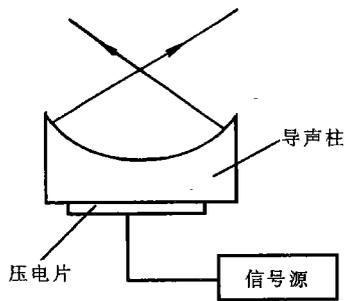


图 1

**声镜原理:**入射到物体上的声波要发生反射、折射、衍射和吸收等声学现象,经历这些声学过程的声波因与物体发生相互作用而含有物质的信息,这些信息反映了物体的结构、性质等特性.然后把含有信息的声波显示出来就实现了声成像.声镜的关键部分是超声透镜,超声

透镜对声波具有传播、会聚、接收、转换等功能,常见的超声透镜有二种结构:一种是压电片发射声波(图1),经导声柱到球形面,球形面在声介质中激励新的声波向前传播,并在焦点会聚;第二种是把压电膜贴在聚焦透镜上(图2),压电膜在信号源电压信号的作用下在声介质中激励新波,并在焦点会聚.如果将被测物体置于焦平面上,那么物体上该被照射点的声学特性将被反射或透射波携带.至于如何显示物体整体图像,现以透射式聚焦声束机械扫描声镜(图3)为例加以说明:高频电信号激发压电换能器发射高频超声波,经声透镜聚焦成一细小声束,穿过放在平面上的被测样品,载物片是极薄的均匀透明薄膜,声耦合介质是水,当声波到达对面共焦的声透镜,含有样品信息的声波经压电换能器接收又变成电信号,经接收电路送到示波器.机械扫描装置使载物台作二维扫描运动,使得聚焦声束在样品上作逐点逐行地扫描,当机械扫描与示波管电子束扫描运动同步,屏幕上将出现一幅对应于物体被照射部位的声像.

**声镜应用:**主要有以下三个方面:1.在生物

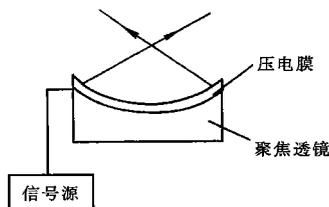


图 2

学和医学上,可以进行活体观察;2.在微电子学上,利用反射式声镜,可对大规模集成电路不同层次(包括层间细节)进行非破坏性观察;3.在材料科学上,样品表面不必抛光、腐蚀,声像能显示出明显的晶粒间界、合金内不同组分的区域.

# 我们在倾听世纪钟声

对量子物理有着巨大贡献的费恩曼认为，科学理论可以来了又去，往往被更好的理论所取代，但科学的方法却是永远有效的。的确，不论是量子物理还是其他物理学科，它们的专业内容及其数学表述的适应面都相当有限。然而，在这些领域所展示的思维方式和科学方法，却适宜于各行各业，方方面面。尤其是科学的诚实态度和实事求是的精神，不论是对一个国家一个民族，还是对一件事一个人，都是非常重要的。“若与实验不符那就是错的”这条物理学准则，无疑是放之四海而皆准的真理。

我们可以满怀信心地说，我们所面对的，不只是分子、原子、重子、轻子、夸克和胶子，更是生机、激励、智慧、创造、真理和文明！

亲爱的朋友们，当我们从量子世界同时也是从 20 世纪物理学的辉煌背景下迈步跨越崭新纪元的时候，当我们满怀憧憬地静心倾听那

世纪钟声的时候，在科学园地里依然有着许许多多十分诱人的谜题。这些具有无穷魅力的自然之谜，除了吸引老一辈物理学家继续孜孜不倦地探索之外，还必然会吸引一批又一批富有好奇心和进取心的年轻人。这些年轻有为的后来者，显然是今天的青少年朋友。在那不久的将来，不论我们是科学研究的直接参与者，还是科学成果的见证人，或是以欣赏科学为乐事的业余爱好者，我们都是非常幸运的！因为我们几乎拥有整个新世纪，有足够多的机遇去揭示一个个自然奥秘；因为我们有幸站在当今开拓者的肩上，有足够宽的视野去瞩望那幽邃而又精深的量子天地；因为我们恰好具有奔放的激情，有足够大的动力去创造科学的新奇。等到一座座世纪钟闹醒那举世瞩目的一轮红日，我们会满怀希望地说：“那是我们的未来在升起！”

(摘自江向东编著的《量子幽灵》)

**现状和展望：**声镜经过几十年的演变和发展，SLAM 型的工作频率高至 500MHz，分辨本领较低但能实时显示。SAM 型正在向纵深发展。在提高分辨率方面，美国斯坦福大学将声镜放于 0.2K 液氮环境下工作，由于在这种介

质中声速小、波长短，获得了 50nm 的分辨率(透镜分辨率与波长成反比)。英国佩茨采用高压气体作声耦合媒质，在压力为 30atm 的氦气中，频率为 45MHz 时，就获得了  $7\mu\text{m}$  的分辨率。物质中声速约比光速小 5 个数量级，当声波的频率为  $3 \times 10^9\text{Hz}$  时，在水中的波长就达  $0.5\mu\text{m}$ 。这时声镜的分辨本领和光镜相近。经放大肉眼便可直观。在声聚焦方面，一方面用传递函数进行声透镜理论分析，另一方面，日本发展了无透镜技术，直接采用微型球面聚焦换能器。在应用方面，声镜可用来测量极薄层状结构的厚度，观察鸡胚胎纤维细胞等。

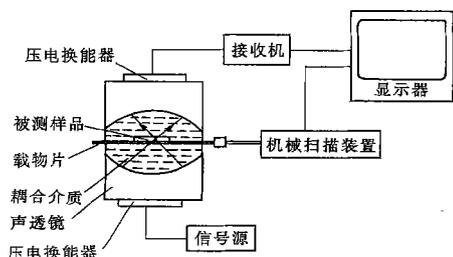


图3 透射式扫描声镜原理图