

## 超磁致伸缩材料国际会议情况介绍

日本高科技协会,于1996年11月6日—8日在美国夏威夷火努鲁鲁的日本东海大学太平洋中心组织召开了稀土超磁致伸缩材料基础和应用研究的国际会议。超磁致伸缩材料GMM(Giant Magnetostrictive Materials)为稀土元素铽Tb(Terbium)、镝Dy(Dysprosium)和铁Fe的合金化合物,其基本结构成分为 $Tb_xDy_{1-x}(M_yFe_{1-y})_z(x=0.5-0.2, y=0.05-0.2, z=1.9-2.0)$ ,所以又称为稀土超磁致伸缩材料。该材料首先由美国海军防卫研究所(NOL)于70年代初研制成功,因此本材料通常又称为Terfenol-D。参加会议的有日本、美、中、德、英、法、韩和瑞典、印度、荷兰等国的60多位专家、学者和企业家,其中有美国海军水面武器中心的A. E. Clark、世界上最大的Terfenol-D供应商ETREMA公司的总裁L. G. Larson,主要从事Terfenol-D和薄膜研究和应用的德国Karlsruh研究中心材料研究所的E. Quandt以及从事超磁致伸缩水声换能器研究的美国J. D. Snodgrass,日本T. Mori和T. Shima,法国F. Claeysen,印度K. R. Dhilsha,瑞典L. Kvarnsjo等人。国内去了中科院物理所的李靖元等、冶金部钢铁研究总院的张洪平和笔者共4人。笔者在会上介绍了Terfenol-D在中国的应用综述报告,受到大会的欢迎和与会代表的重视。

会上,共交流了45篇论文,涉及到稀土超磁致伸缩材料基础和应用研究的各个方面,可归纳为:

### 1. Terfenol-D体块材料(Bulk Material)的研究和应用

Terfenol-D材料的研究主要是改变Tb、Dy的比例和在Fe中添加Mn、V、B、Al和Ti等元素,以提高材料的磁致伸缩性能和材料性能的稳定性、提高材料的电阻率、减小磁滞损耗以达到高频使用的目的等。在工艺上,美国ETREMA公司研制出最新一代的晶体生长设备(ECG, U. S. Patent 4770704),能生长直径达70 mm,长为200 mm的Terfenol-D棒材;日本TDK公司采用粉末冶金的工艺并研究了颗粒大小对性能的影响,日本东海大学研究了Terfenol-D粉末与硅橡胶的超磁致伸缩复合材料等。

在体块材料的应用上,日本信州大学和冲电气株式会社报告了用8根 $\Phi 20 \times 120$  mm的Terfenol-D棒材研制成一个 $\Phi 940 \times 370$  mm的圆柱形水声换能器,其共振频率为200 Hz,声源级达192 dB,机械 $Q=4$ ;法国CEDRAT和美国Magsoft公司合作研制了

Tripode Tonpiliz水声换能器,频率为1.2 kHz,声功率可达3 kW;瑞典的L. Kvarnsjo研制了在50 Hz—5 kHz频率范围内用于扫雷的椭圆管弯曲型换能器;英国Hull大学使用2根 $\Phi 20 \times 250$  mm的Terfenol-D棒材研制成可控大功率执行器,在DC-300 Hz的频率范围内可获得0.5 mm的位移和10 kN的驱动力。

### 2. Terfenol-D薄膜材料(Thin Films)的研究和应用

该项研究主要在德国的Karlsruh研究中心材料研究所进行。Terfenol-D薄膜的厚度为100 nm—100  $\mu$ m,用真空离子溅射或激光溅射方法获得,研究的重点在降低偏磁场和添加Sm和Tb以获得负和正的磁致伸缩常数。薄膜材料的应用重点在研制悬壁梁,膜片式的微执行器,应用于微型开关、泵、阀、和超声马达、共振型传感器以及可磁性调谐的声表面波器件和微机械电子系统(MEMS)。

### 3. 材料特性的测量

Terfenol-D材料的磁致伸缩系数 $\lambda$ ,机电耦合系数 $k_{33}$ 的测量,通常用静态法和共振法(传输线法),英国、瑞典和日本等国家提出不同的模型以测量材料的复参数来表征材料和器件的复数响应或动态特性。

会议上报告的论文将计划在1997年6月作为“Alloys and Compounds”国际性杂志的专集出版。

会议期间有一个小型展览会,主要展出ETREMA公司生产的不同规格的Terfenol-D棒材,片材(切成1—1.5 mm的片状后,使用频率高达36 kHz)及异型器件以及用Terfenol-D做成的一个高驱动力扬声器系统。日本Moritex公司展出了一个Terfenol-D微型医用泵模型。根据ETREMA公司总裁L. R. Larson的介绍,该公司目前有员工40人,厂房1000  $m^2$ ,约有400个Terfenol-D用户,Terfenol-D材料的年产量为2吨,产值1500万美元,他们研制的晶体炉8小时一班,一次炉用料8 kg,处理速度为5 cm/h,1997年厂房将扩建到3000  $m^2$ 。

在会议的最后,A. E. Clark和E. Quandt分别对Terfenol-D体块材料和薄膜材料的研究和应用作了总结报告,并对下次的International conference on GMM会议的地点作了讨论,印度和英国表示愿意承办。会下有一些代表表示在中国召开的愿望;我衷心希望,中国作为一个稀土资源大国,能在这方面有所作为。

(中科院声学所 朱厚卿)