

- [3] J.L. Bredas, R. R. Chance and R. Silbey, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **77**(1982), 319. 11751.  
 [4] 彭景翠, *中国科学 (A 辑)*, No. 11(1988), 1196. [6] J.L. Bredas, R. R. Chance and R. Silbey, *Phys. Rev. B*, **26**(1982), 5843.  
 [5] J. M. Madsen et al., *Phys. Rev. B*, **40**(1989), [7] 彭景翠, *物理学报*, **40**(1991), 109.

## 我国湿度敏感材料的研究现状与发展趋势

刘博华 袁疆鹰 丛秀云

(中国科学院新疆物理研究所, 乌鲁木齐 830011)

概述了近年来我国关于湿敏功能材料的最新研究结果。可以看出,在新材料、新工艺的探索与研究方面取得突破性的进展。同时,在材料湿导机制、稳定性机理及吸附效应等方面的基础性研究也引起了国内学术界的极大关注,且取得可喜结果。这对发展我国高性能湿度传感器将起到积极作用。还介绍了今后的研究方向与发展趋势。

**关键词** 功能材料,湿敏陶瓷,湿度

### Abstract

In this paper, the newest achievements in the research of humidity-sensitive functional materials in China are reported. It can be seen that much interest was paid to the fundamental research such as the mechanism of humiditive conductivity, stability, the effects of adsorption and so on; while in the exploration based on the new material and the technology of preparation breakthrough progress and encouraging results have been made, these will play a positive role to the development of high performance sensors in China. The future researches and the trend of development are also given in this paper.

**Key words** functional materials, humidity-sensitive ceramics, humidity

材料科学和与之相关的传感器技术是一项迅速发展的高新技术,是现代电子工业的重要组成部分,它在国防与国民经济中的战略地位已被国内外所共识。其作用日益增强,应用领域不断拓宽。它也是一个国家的科技水平的重要标志之一,谁掌握了它谁就会在日益激烈的国际竞争中占有主动地位。湿敏材料和湿度传感器作为传感技术的一大分支在国民经济中的作用也越来越被大家所重视。我国湿敏材料和传感器研究工作虽然起步较晚,但近 20 年的研究成果令人刮目。在感湿材料特性、机理等方面

的工作,就其深度、广度以及学术水平而言已接近或赶上国际先进水平。但是,在基本材料制备、工艺技术和测试设备等方面与国外仍有一定的差距,导致产品性能不过关、品种不齐全、性能价格比远高于国外,严重地影响到湿度传感器的广泛应用。针对这种情况,电子工业部在“八五”传感器技术研究和开发科技攻关计划”中把:热、电压、气、力、磁、湿六大传感器放在优先发展的地位。因此,清楚地认识我国湿度传感器敏感材料与器件的研究发展现状,不失时机地瞄准学科的前沿,在最短的时间内赶

上世界发达国家水平,对我们来说是至关重要的。

## 一、概 况

湿度传感器依其原理、功能、材料等多种分类方法。依所用的材料而言,湿度传感器大致可分为:氯化锂等电解质类、聚酰亚胺等有机高分子类、半导体陶瓷类、金属氧化物类以及天然湿敏陶土等类传感器。国内目前从事材料基础研究与元器件开发的科研院所、生产厂家逾一百家,有些已有一定的批量生产,但品种不全,质量还有待提高。据不完全统计,在感湿材料基础研究方面较有特色的单位是:中国建筑科学院空气调节研究所、中国科学院上海硅酸盐研究所、中国科学院上海冶金研究所、电子工业部四十九所、华中理工大学、西安交通大学、天津大学、南京大学、中国科学院新疆物理研究所及景德镇传感器研究所十余家。这些单位在新型湿瓷材料探索、湿导机理、材料表面结构理化过程以及稳定性方面,每年都有新的研究结果报道,研究工作十分活跃。经过十余年的努力,这些单位目前已拥有较为先进配套的实验设备,且具有一定的开发能力,在经历了80年代中期低潮后,又在新的起点上进入了一个新的发展时期。研究队伍的充实提高,工艺设备的不断改进与更新,将对我国湿敏材料、器件及仪表的研制生产发挥积极作用。由中国仪器仪表学会、分析仪器学会全国湿度与水分专业委员会举办的每两年一届的学术讨论会,在推动我国湿瓷材料与器件的研究开发上发挥了日益重要的作用。每届年会论文之多,质量之高引起国内外专家的注目。

## 二、发展现状

湿敏材料与器件的研制在我国最早起步于60年代初期,但普遍引起重视并投入相当力量却是70年代末80年代初的事。以氯化锂为代表的电解质湿度传感器问世后,在一定程度上

解决了环境湿度的测量要求。近十余年来根据实际应用的要求,材料研究重点主要转向半导体陶瓷与有机高分子两大类感湿材料,所要解决的中心问题是高可靠、高稳定的实用性材料及与之相关的各类机理探索与研究方面<sup>[1,2]</sup>。对  $MgCr_2O_4-TiO_2$ ,  $ZnCr_2O_4-LiZnVO_4$  这些富有代表性的材料系列,国内外的研究取得了卓有成效的结果,但达到实用化尚有差距。中国科学院上海硅酸盐研究所用钛酸铋钠钾致密陶瓷,天津大学用镍锌铁氧致密瓷的外表面吸附效应研制成了高性能的湿度传感器,对其导电机理制作了系统的研究<sup>[3,4]</sup>,上海交通大学、华中理工大学采用 SOL-GEL 微粉技术研制成功稳定性好、响应快的膜式传感器<sup>[5,6]</sup>,西安交通大学在石墨造孔技术研究中获得成功<sup>[7]</sup>,景德镇传感器研究所利用天然湿敏陶土研制的传感器受到国内外关注,中国科学院新疆物理研究所从研究钛铝铬锂与铁镧钾系材料本征特性入手,系统地研究了掺杂与特种预处理对材料特性的影响,发现了材料界面结构与稳定性的内在联系,所提出的多孔湿瓷导电机理为电子说、质子说作了新的补充<sup>[8-10]</sup>。紧跟西欧,美国、日本的研究动向,国内在有机高分子感湿材料方面的研究,近几年的工作结果十分喜人。长沙矿冶研究院采用多种无机硅酸盐复合材料、高分子聚合物制成膜式传感器<sup>[11]</sup>,中国科学院上海冶金研究所在聚酰亚胺薄膜电容栅 FET 湿度传感器研究中获得成功<sup>[12]</sup>,吉林大学研制成功我国第一个碳化钛青酮 LB 膜式传感器<sup>[13]</sup>,凡此种种枚不胜举。从近几年完成的国家自然科学基金委员会有关项目情况看,中国科学院上海硅酸盐研究所,中国科学院上海冶金研究所,华中理工大学,西安交通大学、天津大学,中国科学院新疆物理研究所在材料基础研究方面都有新的进展。中国科学院上海硅酸盐研究所致密瓷的研究独具特色,取得了很有价值的成果<sup>[14]</sup>,中国科学院新疆物理研究所近期完成的“半导体多孔陶瓷湿敏材料的老化效应与长期稳定性研究”受到国内专家的高度评价,研究结果及所提出的一些论点对发展我国吸附型类陶

瓷湿度传感器有一定的实际指导意义。

### 三、今后的研究方面和发展趋势

微型化、集成化与多功能化是 90 年代传感技术发展总趋势,如何发展与计算机相配套的传感器更是一刻不容缓的课题。针对这一形势及湿度传感器目前存在的问题,今后的研究方向主要集中在:1. 加深对材料及其传感过程的基础研究,这包括以下几个方面:多孔湿瓷表面态、界面效应与导电机制,材料老化效应与稳定性机理,湿瓷表面吸附动力学。2. 探索新型材料系列:在实用型多功能敏感材料,高性能新型复合材料,高温用特种感湿材料等方面能有新的突破。3. 在工程技术方面还有许多急待解决的问题,如高纯、高性能基础材料(原材料、浆料等)研制与生产,高效多功能集成技术研究,材料器件工程设计的软件研究,传感器用变送电路研究以及各种配套专用设备研制等。此

外,利用材料的新原理及新效应研制高性能传感器也是材料研究中很有潜力的一个方面。

- [1] 骆如枋,第四届全国湿度与水分学术交流会论文集,全国湿度与水分专业委员会,(1992),15—20.
- [2] 武明堂、李平,第四届全国湿度与水分学术交流会论文集,出版单位同[1],(1992),20—23.
- [3] 徐廷献、薄占满等,STC-'91 论文集,全国敏感器学团体联合组织委员会,(1991),360—366.
- [4] 王天宝、冯宝康等,第三届全国湿度与水分学术交流会论文集,出版单位同[1],(1990),5—10.
- [5] 王志成,STC-'91 论文集,出版单位同[3],(1991),390—391.
- [6] 王培英、王梅冬等,STC-'91 论文集,出版单位同[3],(1991),938—940.
- [7] 武明堂等,材料科学进展, No. 6,(1988).
- [8] 袁疆鹰、刘博华等,功能材料, 23-3.
- [9] 刘博华、阴卫华等,无机材料学报, 8-2.
- [10] 刘博华、阴卫华等,第四届全国湿度与水分学术交流会论文集,出版单位同[1],(1992),9—14.
- [11] 赵锡平,STC-'91 论文集,出版单位同[3],(1991),388—389.
- [12] 骆如枋、陆德仁等,第三届全国湿度与水分学术交流会论文集,出版单位同[1],(1990),46—49.
- [13] 顾长志、孙良颜等,STC-'91 论文集,出版单位同[3],(1991),411—412.
- [14] 王天宝、冯宝康等,无机材料学报, 6-4.

## 激光振荡的蝴蝶效应<sup>1)</sup>

谭维翰

(上海科学技术大学物理系,上海 201800)

在简要叙述激光振荡理论发展之后,着重讨论了决定性混沌在激光振荡理论的应用及一些新结果。

**关键词** 激光振荡,蝴蝶效应,决定性混沌

### Abstract

After a general description of the development of laser theory, in this paper we will make a discussion with emphasis put on the application of deterministic chaos theory in the study of single mode laser oscillation, and give some new results obtained recently.

**Key words** laser oscillation, butterfly effect, deterministic chaos

60 年代激光技术的兴起,在光学史上带来一次真正的飞跃,在科学与技术进步上产生巨大影响,并创造了巨大的工业产值。30 多年的

物理

发展表明,一方面激光技术应用趋于成熟与普

1) 国家自然科学基金与中国科学院上海光学精密机械研究所联合量子光学实验室资助项目。