

向异性”投寄“Physical Review B”,审稿人已提议接受.

### (3) 激子动力学过程

德国慕尼黑的 Koch 听了我们的报告非常高兴,认为我们的结果对他们的“Kidney 模型”是有力的支持.

新加坡的世界出版社将出版一本多孔硅的专著,包括 15—20 篇综述论文.我们已被邀请为该专著撰文.

## 六、今后努力目标

通过这次会议,对参加国际会议进行学术交流的重要作用有了进一步的体会.这不仅仅在于国际会议是获得研究工作最新动向的最重要渠道,所有的科学家都愿意把他们的最新成果到学术会上发表,以取得学术发现上的第一.所以,以前常听说国外科学家参加会议时,在上飞机前还要打电话到实验室去索要最新结果的故事.另一方面,一定要到国际会议上去报告我们的工作,才能最有效的使国际同行了解我们的成果.朱兆祥对我说,现在大家都不大看文献,“Physical Review”每一卷的页数已达到五

位数,只有“Physical Review Letters”和“Applied Physics Letters”才会有人去.所以,必须要反复到各个会议上去讲您们的工作,这样才能使更多的人了解,并逐渐得到信服.我们的多孔硅蓝光发射工作便是在多次会议上介绍后才得到国外同行的普遍关注的.

其次,结合我们已有的优势,今后可以在以下几个方面做出较高水平的工作:

(1) 建立一个统一模型来解释光致发光的所有实验事实,并从实验上提供更多的证据,来确定这一模型的正确性.

(2) 弄清蓝光发射的机理:稳定蓝光样品的制备技术,并采用多种测试手段对它的机理进行研究,只有弄清它的机理,才能最终使人信服它的真实性.

(3) 提高电致发光效率:改进根部氧化及顶部平整的技术,用脉冲间断腐蚀减少裂纹,以及选择合适的电极材料(如 ITO, Ca, Mg 等).

(4) 光学非线性特性及瞬态响应特性的研究.

(5) 多孔硅/硅及多孔硅/金,多孔硅/ITO 等接触界面势垒的研究.

# 电 流 变 液

## ——液态物理研究的新热点

陆 坤 权

(中国科学院物理研究所,北京 100080)

电流变液(electrorheological fluid)简称 ER 液体,其主要特性是在电场作用下可发生液体—固体转变.由于这种独特的性质和重要的应用背景,近年来它受到很大的关注.早在 30 年代,人们就在实验中发现,当某些细小的颗粒悬浮在低粘滞性油中时,在外电场作用下,这些颗粒会沿电场方向形成纤维状.1949 年, W. M. Winslow 较系统地报道了其研究结果,并指出了应用前景<sup>[1]</sup>.后来又有一些有关这方面

物理的报道.可是,由于早期的实验使用的样品多为含水的悬浮颗粒,在温度较高时( $\sim 70^\circ\text{C}$ ),水分即被挥发了,因此没有实际的应用价值,从而使对 ER 液体的研究在相当长的时期内没有受到重视.1987 年以后,Block 和 Filisko 等人使用不含水的悬浮颗粒,稳定温度达到  $200^\circ\text{C}$ , ER 液体才重新引起人们的注意.一批物理学家对其物理机制和结构开始进行研究,并取得了一些初步结果.关于材料和应用方面的公开

报道尚不多,原因是它有重要的应用背景,研究成果多申报了专利。

电流变液一般是在介电常数低的不导电的液体中放进尺度约为  $10\mu\text{m}$  具有较高介电常数的颗粒,使其成为悬浮液. 对这种液体施加直流或交流电压,当电场强度达到一临界值,约为  $10^3\text{V}/\text{mm}$  时,液体中的颗粒就沿电场方向排列起来,形成一根根柱状纤维,液体的粘滞性可以比不加电场时大几个数量级,其特性很象固体. 因而可认为在电场作用下发生了液体—固体相变,这种变化是可逆的,即去掉电场或电场强度小于临界值时,固体又变成了液体。

最近的理论和实验研究表明,若渗入的颗粒为尺寸均匀的球,则在电场作用下,形成的纤维柱直径约为  $R(L/R)^{2/3}$ ,其中  $R$  为颗粒半径,  $L$  为电极间距. 而且这些柱体中的颗粒会象晶体中原子那样整齐地排列起来,形成一定的结构. 理论计算的结果证明,稳定的结构状态可以为面心立方、密堆六方或体心四方. 从表面能的观点考虑,这些颗粒趋于形成体心四方结构<sup>[2,3]</sup>,如图 1 所示. 电场方向为  $[001]$  时,点阵参数在电场方向为  $2R$ ,垂直电场的两个方向均为  $\sqrt{6}R$ . 最近用光衍射实验已经成功地观察到这种体心四方结构,结构参数与理论计算值相符<sup>[4]</sup>. 由此可见,电流变液在电场作用下,颗粒确实象晶体中原子那样形成“晶格”,并长程有序,粘滞性变得很大,从而认为实现了液体—固体转变。

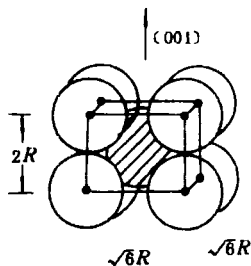


图 1 颗粒形成的体心四方结构

这种颗粒在电场作用下排列,是由于颗粒在电场中产生电偶极作用而引起的. 介电常数

愈大的颗粒产生的效应就愈强. 初期的实验就已观察到这种现象:将湿玉米粉放在矿物油中,在电场作用下可集聚成纤维状,而干玉米粉则不会产生这种效应. 这是由于水分子是极性的,才使玉米粉能受到电场的作用。

电流变液发生液体—固体转变的粘滞性变化及临界电场,取决于很多因素,包括颗粒及液体的介电常数值,颗粒的尺度和形状,颗粒在液体中的数密度,电场频率以及温度等. 而粘滞性的变化与所加的电场强度有关. 一般说来,在一定范围,温度低、颗粒尺寸大、颗粒数密度高、颗粒与液体介电常数比值大时效应强,即发生液体—固体转变的临界电场低,粘滞性变化大. 而在电场大于临界值时,粘滞性随电场增大而继续变大,近似平方关系变化. 这种电场作用下的液体—固体变化可以在很短时间内发生,一般为毫秒量级,而且是完全可逆的,即去掉电场后又恢复成液体. 已有人试验过这种液体—固体—液体转变过程,重复过几十万次。

电流变液呈现的这些特性有重大的应用前景. 采用通断电或改变电压的办法,实现控制机械传动. 在能源、机械、动力、交通、化工、国防、航天等部门使用的阀门、刹车、离合器、无级变速传动、自动控制、避震器等方面,若能使用这种高速电控的电流变液,将会使这些领域的技术发生革命性的变化。

目前关于电流变液的研究还处于初始阶段,一方面是对其物理本质和规律进行理论和实验研究,另一方面则是致力于寻找合适的材料和发展其应用. 可以预料,电流变液将成为凝聚态物理和材料科学研究的热点之一,并可能在不久将来发展成广泛应用的重要材料。

- [1] W. M. Winslow, *J. Appl. Phys.*, **20**(1949), 1137.
- [2] R. Tao and J. M. Sun, *Phys. Rev. A.*, **44**(1991), R 6181.
- [3] L. C. Davis, *Phys. Rev. A.*, **46**(1992), R 713.
- [4] Tian-jin Chen et al., *Phys. Rev. Lett.*, **68**(1992), 2555.