

数理化信息

УХУЛІТІАХУАХУАХУА

УХУЛІТІАХУАХУАХУА

УХУЛІТІАХУАХУАХУА

辽宁教育出版社



数理化信息

·3·

辽宁教育出版社

1988年·沈阳

数理化信息(3)

本社编

辽宁教育出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市南京街6段1里2号) 沈阳新华印刷厂印刷

字数: 121,000 开本: $850 \times 1168^{1/32}$ 印张: $5^{1/2}$

印数: 1—278

1988年6月第1版

1988年6月第1次印刷

责任编辑: 周广东

责任校对: 理力

封面设计: 安今生

ISBN 7-5382-0441-5/G·447

定价: 1.70 元

编者的话

世界新技术革命的兴起，正在使人类社会迅速地进入信息时代。在这个时代里，信息将占有举足轻重的地位。

为了迎接这个伟大时代的到来，向读者及时而又准确地反映数理化各分支的最新信息，促使人们的思想交流，推动教育和科技事业的蓬勃发展，我们编辑了《数理化信息》丛书。

鉴于现代科学技术的发展正日益显示出辩证综合的特点，各学科分支相互影响和相互渗透，已成为科学发展的新的动力，这就使得每个科技工作者不仅要专，而且要博，要具备广泛的知识，了解并掌握各学科的信息。为了适应这种需要，本书开辟了学科介绍、学科进展、专题研究、科学家近况、名人传、会议信息等栏目。

《数理化信息》刚一出现，就立即得到老一辈科学家的亲切关怀和大力支持，他们为本书的编写作出了可贵的贡献；还有一些思想活跃、才识卓越的中青年专家和学者，也积极撰文，使全书充满了勃勃生机。科学界老前辈、著名数学家苏步青教授欣然为《数理化信息》题写了书名。我们谨在此一并感谢。

《数理化信息》丛书是一个新事物。正因为它新，所以它还不够成熟，会有不少缺点。我们热切希望科学界的专家和学者以及广大读者热情地扶植它，为本丛书撰写文章，提供选

题，评点不足。《数理化信息》以传播信息为宗旨，它的发展和完善还需要来自读者的信息反馈。愿《数理化信息》在信息时代里不断成长，不断发挥更大的作用。

INFORMATIONS ON MATHEMATICS,
PHYSICS AND CHEMISTRY

Contents

Advances on subjects

New developments of superconductor materials and a view of the studies of superconductors. Zhang Li-yuan.

Progresses on the study of superconductors in high critical temperature. Sun Zhong-cheng.

Introduction to special themes

The reforms and practices of orthogonal test in China.

Liu Wan-ru.

Diophantine equations and their main achievements. Cao Zhen-fu.

New Studies of Fermat's Grand Theorem in twentieth century.

Zhang Gui-xin.

How appraise the educational situation of Euclidean geometry. Zhou Xue-hai.

Traditional medicine is challenged by mathematics. Li Quan.

Introduction to subjects

Progresses on the theory of spacetime and its classification.

Chen Feng-pel.

Mathematics in string theory. Wang Yuen-da.

Chinese traditional mathematics is discrete mathematics.

Luo Jian-jin.

Biography of great men

Great and ordinary mathematician, Professor Su Bu-chin.

Wang Yuen-da.

Recent state of scientists

Educationist engaged in Sino-Japanese academic exchange.

Ma Zhong-lin.

professor Zhu Min-de is struggling for the education line in South-western frontier region. Gao Min-jie.

Recent state of professor Wang Hueng-jun. Sun Hong-an.

Nobel chemical Prize winner Li Yuan-zhe in 1986.

Guo Bao-zhang.

Meeting informations

International informations in mathematical education. Ma Zhong-lin.

Short communication of ICM-86. Wang Yuen-da.

Symposium of history of Chinese scientific thought.

Zhou Han-guang.

Contention

A Serious Unfounded Report. Wu Zhengquan Shang Huizhang Wang Tingue.

目 录

| | | | |
|--------|------------------------|-----|-----|
| 学科进展 | 超导材料新进展及超导应用展望 | 章立源 | 1 |
| | 高临界温度超导体研究的进展 | 沈中城 | 24 |
| 专题研究介绍 | 正交试验在中国的改革与实践 | 刘婉如 | 33 |
| | 丢番图方程及其主要成就 | 曹珍富 | 44 |
| | Fermat “大定理” 在20世纪的新研究 | 张贵新 | 52 |
| | 如何评价欧氏几何的教育地位 | 周学海 | 65 |
| | 传统的医学领域正在受到数学的挑战 | 李 泉 | 76 |
| 学科介绍 | 时空理论的进展与时空的分类 | 陈方培 | 81 |
| | 弦论中的数学 | 王运达 | 95 |
| | 中国传统数学是离散数学 | 罗见今 | 104 |
| 名人传 | 伟大而普通的数学家苏步青教授 | 王运达 | 108 |
| 科学家近况 | 致力于中日学术交流的教育家 | 马忠林 | 113 |
| | 奋斗在西南边疆教育战线上的朱德祥教授 | 高明洁 | 122 |
| | 王鸿钧教授近况 | 孙宏安 | 127 |
| | 1986年诺贝尔化学奖获得者李远哲 | 郭保章 | 130 |

| | | | |
|------|-------------------------|-------------------|-----|
| 会议信息 | 数学教育的国际信息 | 马忠林 | 133 |
| | 1986年度国际数学家会议(ICM—86)简讯 | 王运达 | 149 |
| | 中国科学思想史研讨会议综述 | 周瀚光 | 151 |
| 争鸣 | 一篇严重失实的报导 | 吴振奎 沈惠璋 王金月 | 157 |

超导材料新进展及超导应用展望

● (北京大学物理系)

● 章立源

自1911年卡末林-昂尼斯(Heike Kamerlingh Onnes)发现超导电性到1987年,人类对超导电性的研究已经历了七十六个寒暑。从总体看来它经历了三个阶段:

第一阶段:从1911年到1957年超导微观理论(通称BCS理论)问世,是人类对超导电性的基本探索和认识阶段。

第二阶段:从1958到1985属于人类对超导技术应用的准备阶段。

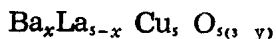
第三阶段:自1986年发现超导转变温度(T_c)高于30K的超导材料后,人类将逐步转入超导技术开发时代。

本文将向读者介绍1986年以来超导新材料的进展并展望超导技术开发的前景。

一、高 T_c 氧化物超导材料的发现

直到1985年超导转变温度(T_c)的最高纪录是23.2K, 这个超导材料为 Nb_3Ge 。提高超导转变温度一直是科技前沿重要问题。人们尝试了各种可能的途径⁽¹⁾, 在许多努力方向中的一个就是研究氧化物超导体, 这是十余年前就开辟的一个方向。1973年Johnston等人发现⁽²⁾ $Li_{1-x}Ti_xO_3$ 的超导转变温度约13.7K。1975年Sleight等人发现氧化物超导体 $BaPb_{1-x}Bi_xO_3$ 的超导转变温度约13K⁽³⁾。虽然这些氧化物超导体的转变温度不如 Nb_3Ge 的高, 但依以前的尺度看也不算低, 所以一直引起有关专家的重视。

IBM的苏黎世实验室研究人员, Bednorz 和 Müller于大约三年前开始了氧化物超导体的研究, 目的是寻求提高超导转变温度的可能性。在初期不成功后, 他们转向研究了钡镧铜氧化物, 取得了初步迹象。1986年4月他们投稿给 *Zeitschrift für Physik*⁽⁴⁾宣布:

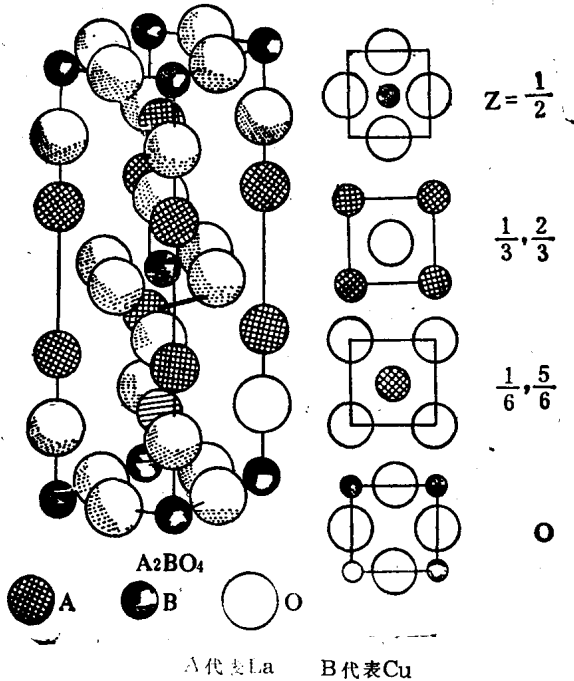
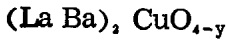


($x=1$ 或 $0.75, y>0$)可能在 $T_c>30K$ 范围具有超导电性。其后的研究都证实了他们的发现, 从而为解决高 T_c 超导体问题开辟了道路。

Bednorz 和 Müller的发现并未立即引起同行的重视。为什么呢? 大家知道, 超导体必须具备两个基本特性, 一是电阻为零, 二是完全抗磁效应(通称Meissner效应)。对于第一个性质大家易于了解。第二个性质则是1933年10月由W. Meiss-

● 学科进展 ●

ner和R.Ochsenfeld发表的。Meissner效应是指：不管过渡到超导态的途径如何，只要温度(T)小于超导转变温度(T_c)则超导体内的磁感应强度(B)总是零。零电阻现象和完全抗磁性是超导体两个独立的基本性质。Bednorz和Müller的首篇报导只谈了零电阻效应，人们自然要问：有没有Meissner效应？在随后（1986年10月）投稿的文章中，他们肯定了他们制作的样品有Meissner效应。日本东京大学Uchida等人于1986年11月和12月投稿宣布^{(5) (6)}：对于



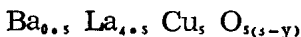
图一 La-Ba-Cu-O的晶体结构

● 学科进展 ●

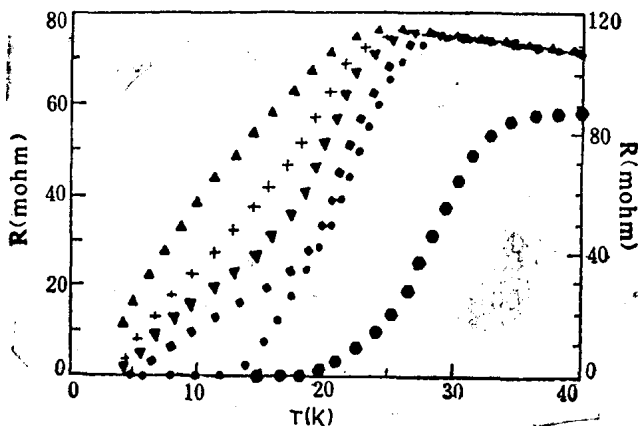
单相观察到 $T_c \approx 30\text{K}$, 并有Meissner效应。文献[6]还肯定高 T_c 的La-Ba-Cu氧化物超导体为 $K_2\text{NiF}_4$ 型结构, 如图一所示。

在此期间, 美国Houston大学也作了相应工作。在1986年12月材料研究协会的波士顿年会上, 日本Kitazawa的报告有力地改变了初起时不受同行重视的趋势。

中国科学院物理所的早期报导见文献[7], 报导了制出高 T_c 超导体:



前者 $T_c = 48.6\text{K}$, 转变宽度为 10K , 后者 $T_c = 46.3\text{K}$, 转变宽度为



图注: 六角形, 第二类型样品于零场下

○: 第一类型样品零场下

◇: 第一类型样品4.5千高斯

▽: 第一类型样品15千高斯

+: 第一类型样品30千高斯

△: 第一类型样品58.5千高斯

图二 在不同磁场下第一类、第二类样品 $R(T)$ 曲线

10K。电阻测量和交流磁化率测量确认了其超导电性。

1987年1月份发表的其它文献还有文献〔8〕。文章指出La-Ba-Cu-O系统有两种类型：

$\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_{3-y}$ 为第一类型，

$(\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{CuO}_{4-y}$ 为第二类型，

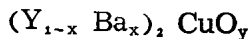
其中 $x=0.15$ 或 0.2 ， y 不确定。图二显示了在不同磁场（单位为千高斯）下的电阻随温度变化曲线。

美国贝尔实验室的工作可参见文献〔9〕，该文报导了， $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$ ，超导转变温度为36K，所用原料为 $\text{La}(\text{OH})_3$ ， SrCO_3 和 CuO ，其它还有联邦德国的工作^{〔10〕}，报导 $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$ 的转变温度约40K，所用原料为 La_2O_3 ， CuO ， SrO ， BaO ，和 BaO 。适当混合研磨，冷压成丸，在900—1200°C间重复加热2—48小时。用 Al_2O_3 坩埚。作者指出为 K_2NiF_4 结构，黑色样品超导电性好。作者测量得出La-Sr-Cu-O系统的 T_c 随压强(P)的变化率

$$\frac{dT_c}{dP} \approx 2.9 \times 10^{-4} \text{K} \cdot \text{bar}^{-1}$$

这与元素镧的差不多，超导转变温度随加压而显著升高。

为探索使超导转变温度超过液氮沸点(77K)，在La-Ba-Cu-O系统的基础上，以钇(Y)代替镧(La)。1987年2月6日美国朱经武等人向Phys.Rev. Lett投稿（其修改稿接收期为2月18日）宣布^{〔11〕}



($x=0.4$ ， $y \leq 4$)系统中于80—93K温区内获得稳定的超导转变。在常压下，“零电阻态”的电阻率 $\rho < 3 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ ，这

● 学科进展 ●

就首次实现了超导转变温度在液氮沸点以上的超导。作法类似于文献[8]，用适量的 Y_2O_3 ， $BaCO_3$ 和 CuO 进行固态反应。文中并估计该材料的上临界场 $H_{c1}(O)$ 在80和180特斯拉之间。在稍后的报导中，他们宣称进一步改进了化合物的质量，起始超导转变温度达到98K。该文还提到曾有过极不稳定、难于重复的经历，常压下 T_c 达240K。朱经武等人对Ba-Y-Cu-O系统还观察了压强对超导转变温度的影响⁽¹²⁾，发现在加压直到19千巴下，Ba-Y-Cu-O系统的超导转变温度对压强的依赖较小。

1987年2月24日中国科学院物理所宣布在



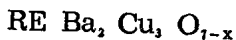
系统中($x=0.5$)，超导转变中点温度为92.8K，出现“零电阻”的温度为78.5K，超导转变宽度为4K。

文献[13]报导了Y-Ba-Cu-O的晶体结构，如图三所示。

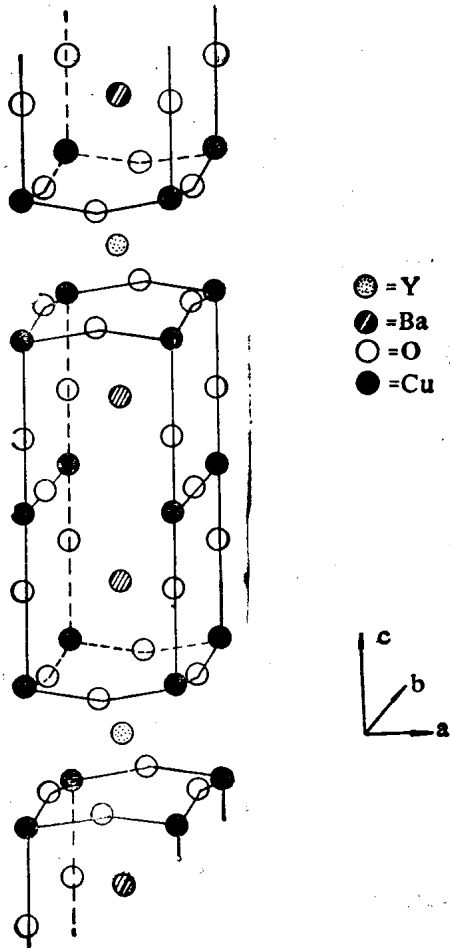
二、高 T_c 氧化物超导材料的性质初探

迄今为止，所发表的有关超导新材料的实验性质还是很初步的，许多性质尚不能定论，本节只是作一初步介绍。

文献[13]列了一系列材料，其化学式为



其中RE表示稀土元素Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb和Lu。依这里写的稀土元素顺序，上述超导材料的超导转变温度分别为92.0, 88.3, 93.7, 92.2, 91.2, 92.2, 91.5, 91.2, 85.6和88.2 (以K为单位)，这里指的均是电阻为零时的温度。制作时所用原料为纯度99.999%的 $BaCO_3$ ， RE_2O_3 和



图三 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 的结构

CuO ，实验表明新材料的性质对制作时的处理过程非常敏感。例如，于 950°C 在氧中处理的样品，其晶格结构为正交的(Ortho-

● 学科进展 ●

horhombic), 这时在图三所示的晶格结构中, 晶格常数 $\frac{c}{3}$ 几乎和b相等, 晶格常数a比b小约2%。这样处理得到的样品是超导的。若于420°C于真空中处理则得到的是四方结构(tetragonal)这时 $a=b$, 这种样品不超导。事实上, 对于稀土元素Pr, 目前所作的 $\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 均为四方结构($a=b=3.922\text{\AA}$), 结果不超导而展示为绝缘电性。结构分析表示, 在氧中处理的样品中, 如图三所示结构内, 夹在两个相邻Ba层之间的Cu-O层中, 氧是有序地占据在沿长轴b方向上联结Cu的位置上, 而不在较短的a轴上(参见图三)。而对于在真空中处理所得的四方结构样品, 预计氧的占据是无序的, 可以沿a也可能沿b方向。

实验还表明, 不同温度与氧压的处理将改变 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ 中 $7-y$ 的值(或y的值), 而y值之不同强烈地改变了这系统的性质⁽⁴⁴⁾。图四表示在不同y值下 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ 的电阻率随温度之变化。由图可见当 $y=0.1, 0.3$ 时, 系统表现出金属的电阻率行为, 而当 $y>0.5$ 时, 系统电阻率行如半导体。在磁化率上也有类似现象。目前一种流行的看法是, 氧含量之变化(即 $7-y$ 之不同), 导致此材料中 Cu^{3+} 和 Cu^{2+} 混价态的比例不同, 而此比例之不同是导致发生超导的关键因素。

上述的超导电性对处理的敏感性在另一新发现的钙钛矿化合物中也显得很重要。大家知道, 早在1961年就对不参杂的 La_2CuO_4 作了广泛研究, 然而只是在最近才在这材料中发现了超导电性⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁶⁾。只是样品的一小部分发现了超导且尚未探明对此负责的结构。在实验工作中, 于最终的产物内发现有未