

第三届国际高温超导材料及超导机理研讨会
Materials and Mechanism of Superconductivity, High-Temperature Superconductors, 简称为M²S-HTSC III) 于1991年7月22日至26日在日本金泽市召开。40多个国家和地区的近1400名代表参加了这次大会。当今世界上超导界的名人如 P. W.

Anderson, J. R. Schrieffer, K. A. Müller 等也亲临会场。我国派出了约20名学者,他们分别来自中科院物理所,北京大学、中国科大、南京大学、清华大学等10个单位。

这次大会收到论文约1500篇,其内容十分广泛,有如下九个方面:1)高T_c材料;2)物性;3)薄膜和叠层;4)磁通运动、钉扎及临界电流密度;5)宏观量子现象;6)Josephson效应研究;7)重Fermi子体系及磁性超导体;8)有机超导体及其它;9)超导理论。

高温超导研究正深入稳步发展,虽然超导机制仍不清楚,但高T_c材料在弱电方面的应用已无怀疑。

P. W. Anderson 总结了过去高温超导材料发现5年来的理论研究,指出产生高临界温度的机理是非常复杂的。到目前为止,还没有一个能广泛地被人们所能接受的能确切地说明高T_c超导起因的理论。他强调研究高T_c材料在正常态物性变化的重要性。Anderson 对于他自己的以 Luttinger Fermi Liquid 为基础的理论充满信心,并声称已解释了诸如高T_c材料的输运性质不同于传统规律等十个重要的正常态性质。而BCS理论创立者之一, J. R. Schrieffer 教授则用反铁磁自旋涨落理论来讨论高T_c材料的物性变化。无论如何,引起高T_c的机理仍是个“迷”。

关于高T_c材料的磁通运动及临界电流行为是本次大会重点讨论的课题之一。对于YBaCuO材料在液氮温度(77K)当磁场大于1特斯拉时,临界电流密度J_c高于10⁴A/cm²。我国周廉报道在T=77K, H=1T下, J_c可达7×10⁴A/cm²,居世界领先水平。对于BiSrCaCuO体系,在零场下的电流密度已达到较高的值,但在有场时的载流能力有待进一步提高。本次大会会有许多文章进一步报道了通过中子辐照,掺杂等手段来增强钉扎能力以提高临界电流密度。尽管这样,人们对高T_c材料的钉扎机理仍不十分清楚。与会代表对这一问题进行了热烈的讨论。例如,很多研究者仍用 Arrhenius 关系式来拟合在磁场下高T_c材料的电阻-温度转变曲线,但由此关系式而得的一些参数



是否具有明确的物理意义是值得怀疑的。同样,大量的实验表明高T_c材料的磁化强度随时间的衰减明显地偏离了传统的ln t 线性关系,因此,用磁测量方法来确定钉扎势也成问题。由此可见,目前所得到的钉扎势的值并不确切。然而从研究现状来看,高T_c材料的载流能力正在逐步提高,高温超导材料在不久的将来在强电下的应用是完全可能的,但工作是艰巨的。

此外,这次大会对不可逆线的变化行为的研究明确指出随着对磁通线钉扎能力的提高,不可逆线将向高场方向移动。表明不可逆线与磁通线的钉扎状况密切相关并意味着不是磁通点阵熔化所造成的。

在薄膜、叠层膜物性及器件物理方面的广泛研究表明高T_c材料在弱电方面的应用已成为事实。人工弱连接的制备工艺有了很大的发展。大会上许多文章中所用的薄膜是用激光淀积法制作的。激光制膜的衬底温度低、时间短,因而扩散小,有利于制备多层膜。而磁控溅射的薄膜表面较平整。法国的J. Bok提出的用YBa₂Cu₃O_{7-x}/PrBa₂Cu₃O_{7-x}超晶格制做场效应管,引起了与会者的兴趣。他指出YBaCuO膜厚约为电场的穿透深度为宜,而PrBaCuO的厚度应调整到使得超晶格的T_c最敏感于场致载流子浓度变化的这样范围。

应当指出:在薄膜物性研究中有些实验结果不一致。如有些日本人做出样品的临界电流随薄膜厚度的增加而下降,另一些人则得出J_c随着厚度的增加而增加的结果。主要原因可能是样品的质量问题。

在新材料研究方面,以C₆₀为主体框架的超导体的结构及物性是人们讨论的热门课题。一些研究者指出这种材料首先是由60个C原子组成一个20面球体(足球状),然后由这些球组成面心立方。而我国青年学者李建奇在会上报道了我国在这方面的最新成果,发现有六角结构,引起国际上的重视。

当C₆₀的基体中含适量的碱金属如K、Cs、Rb等即可成为超导体。Cs₂RbC₆₀的起始转变温度达33K。这类超导体的发现将对超导机理的研究有一定的促进作用。



同步辐射光源史话

先 鼎 昌

编者按:

由北京正负电子对撞机国家实验室同步辐射室“青年工程师和科学家俱乐部”主持的、由学部委员朱洪元先生题写栏名的《青年之光》栏目,带着新春的喜悦同大家见面了。“发展科技待后生”,这是老一辈科学家的共识、呼唤与心愿。“不负众望,迎头赶上”的后生们,在同步辐射这一崭新的学科领域内获得了可喜的成就。人们将从他们撰写的文章中了解到同步辐射技术在物理学、化学、生物、材料科学、微电子学、显微技术等方面的应用。由他们的导师洗鼎昌教授撰写的《同步辐射光源史话》一文,作为本栏目的首篇奉献给广大读者,希望大家能从中获得启迪。

同步辐射光源的出现,是继X光光源、激光光源之后在科技领域中又一次革命性的事件。

用光来观测微小物体的一个重要原则是所使用的光的波长,应当大致相当于被观测对象的尺度。例如,用可见光,不能观测比微生物小得多的物体,而对晶体结构的研究,就需要使用波长为 \AA (10^{-8}cm)量级的X光。但是,科学迅速的发展,使得即使是同一门学科中需要观测的对象的尺度也有很大的差异,例如生物学,它研究的对象从微米尺度的细胞形态到 10^4\AA 尺度的生物大分子到 1\AA 尺度的蛋白晶体的间距,也就是说,希望一个波长覆盖从可见光直到X光波段的光源。现代科技发展的另一个要求是,希望能够有提供连续可调的光源。这两点,在同步辐射之前的所有光源,都是不能满足的。无论X光或激光,它们的波长都受到原子能级的限制,只能提供波长特定的光子。虽然X光管也提供连续谱的光子,但是由于强度弱,在应用上受

到严重的限制。同步辐射不但具有激光的许多优点,而且能够满足上面说到的两个要求。

什么是同步辐射?同步辐射是速度接近光速的电子在运动中改变方向时所放出的电磁辐射。早在上一个世纪末,人们已经知道,一个具有加速度的带电粒子,无论是线性的加速度(Lamor, 1897)或是圆周运动的向心加速度(Lienard, 1898),都会放出电磁辐射。这就是我们日常使用的无线电广播、电视广播的物理基础—电磁波就是从在天线中振荡的电子辐射出来的。在微观世界里,电子在原子核的轨道运动中不断由于辐射而丧失能量,早在1907年便由Schott指出,并促使玻尔原子模型的形成。但是,变速电子的速度接近光速时,它的辐射有着十分独特的性质,这就是同步辐射。

最早研究同步辐射的是苏联理论物理学家Pomeranchuk,而其动机,却是探讨加速粒子所能达到的极限或者与地球磁场有关的宇宙线现象,这从最早发表的论文的题目便可以看到:“在地面上测到的宇宙线电子能量上限”(Pomeranchuk, 1939)、“电子回旋加速器可能达到的最大能量”(Iwanenko, Pomeranchuk, 1944)讨论的出发点是:当一个电子在磁场中走着圆弧形轨道时,放出的辐射使它丢失能量,在宇宙线现象中,宇宙线的原初电子在远离地球时便辐射能量,使能在到达地球表面时,宇宙线初级电子的能量被限制在 10^{11}eV 以下。在加速器的研究中,人们一方面希望电子得到高能,但电子在加速器沿着圆形轨道运动使它不断失掉能量,人们希望知道电子能够达到的能量的极限是什么。

对同步辐射性质的研究也是由理论物理学家从上述两个方面着手进行的。1946年我国研究同步辐射的先驱朱洪元到英国曼彻斯特大学念研究生学位时,分析了他的导师P. Blackett的一个问题:宇宙线中的高能电子在进入地球大气层前,由于地球磁场的影响,已经放出辐射,在经过地球大气层后,是否会在地球表面产生一个特大范围的光电簇射。朱洪元研究的结果,得到这种后来被称为同步辐射的能谱、角分布和极化表

除此之外,大会还对含Cu的或不含Cu的氧化物超导体的物性及结构进行了细致的研究。值得一提的是发现电子型超导体 $\text{Sr}_{1-x}\text{Nd}_x\text{CuO}_2$,其 T_c 达40K。这是目前所发现的 T_c 最高的电子型超导体。这种材料是在高温、高压下制成的。

我国的超导研究在某些方面仍处在世界领先水平,例如新材料的研制及结构分析和物性研究,临界电流密度、钉扎机理等研究引起了国际上的广泛重视。要保持这一地位就要靠广大的科技工作者的努力奋斗,同时要靠各界的大力支持。

编者按:

这是本刊记者芜茗在1991年中科院青年学者物理学讨论会上所约的稿件。作者李晓光,31岁,六安人,1982年毕业于安徽大学,1982—1988年在中科院固体所攻读硕士及博士学位,师从何怡贞教授。1989—1990年在中国科大进行博士后研究工作,1990年提升为副教授。已在Phys. Rev. B, J. Appl. Phys., J. Phys., Phys. Stat. Sol., 物理学报等国内外核心期刊发表论文35篇。作者陈兆甲,50岁,南京人,中国科大物理系副主任,教授,该校超导中心主任。