

继往开来,任重道远 ——纪念中国半导体事业五十周年

夏建白¹ 陈辰嘉² 何春藩¹

(1 中国科学院半导体研究所 北京 100083)

(2 北京大学物理学院 北京 100871)

今年是中国半导体事业五十周年.其实谁也没有这么规定过,也没有任何文件中提到.事实上,中国的半导体事业从新中国一成立就开始进行,那为什么将1956年作为中国半导体事业的开始?主要是因为那一年有几件大事.(1)1956年1月30日到2月4日由中国物理学会主办,全国第一届半导体物理学讨论会在北京召开.(2)1956年在周恩来总理的亲自主持下,制定了1956—1967年《十二年科学技术发展远景规划》.在规划中,将半导体技术列为我国新技术的四大紧急措施之一.(3)1956年高等教育部为落实加快发展我国半导体科学技术事业,尽快培养半导体专门人才的紧急措施,决定在北京大学成立由北京大学、复旦大学、南京大学、厦门大学和东北人民大学(现吉林大学)组成的中国第一个五校联合半导体专门化,由黄昆任教研室主任,谢希德任教研室副主任.(4)这年9月,高等教育部围绕四大紧急措施在成都创办的“成都电讯工程学院”正式开学招生,设有无线电、计算技术、自动化、半导体及电子真空、有线电等系.从1956年开始,中国的半导体科学技术和人才培养迈开了强劲的步伐.

追根求源,我国半导体科学的开拓工作,起源于20世纪50年代初.1950—1952年间,自美国回国的专家王守武、汤定元、洪朝生,都先后分到中国科学院应用物理研究所工作.应用物理研究所位于北京东城区美术馆后街大取灯胡同9号,原北平研究院旧址.就是在这里,新中国这几位难能可贵的专家,胸怀满腔爱国热情,开始了半导体科学的征程.

1950年秋,王守武回国后,以半导体作为研究方向.1951年中,汤定元回国后,也选择了半导体物理作为自己的学术追求.他俩与新来的大学毕业生廖德荣、周帅先四人,组成以王守武为组长的“半导

体研究组”,开始研究硫化铅、氧化亚铜等半导体.

1951年,黄昆自英国回国;1952年,洪朝生自美国回国.洪朝生在美国曾做过锗在低温下的电学测量,提出过杂质导电带的概念,回国后在应用物理所建设低温实验室.黄昆回国后,1953年开始主持北京大学物理系的固体物理教研室工作.由于他们都对新兴的半导体科学将会给人类社会带来的重大变革有着共同的认识、共同的理想和追求,自1953年起,王、汤、黄、洪等四人,交往也就逐渐增多起来了.

1952年,汤定元从广播中学会了俄语,翻译了苏联半导体权威学者A. Ф. 约飞写的“近代物理学中的半导体”一文,刊登在《科学通报》1953年5月号上.后来,以该文命名的书在苏联出版后,汤定元、王守武、洪朝生、黄昆四人又合作译出,于1955年由科学出版社出版.

1953年春,中国科学院访苏代表团考察归来后,报告了苏联在半导体科学和技术上的巨大成就与飞跃发展,使我国的科学工作者们进一步认识到半导体科学技术在我国社会主义建设事业中的重要性,激起广泛的热情,积极行动起来,大力推动这方面的工作.

1954年下半年,由黄昆带头,王守武、洪朝生和汤定元四人,对如何发展我国的半导体科学技术工作,进行了专题的研讨,每周讨论一个下午.每一次讨论,都由黄昆主持,由他提出问题,大家敞开发言.黄昆记下大家发言的要点,回去后进行整理,再提出下次要讨论的主题.这一工作,持续了很长的时间.

1954年,黄昆在北京大学物理系固体物理专门化为半导体方向学生开设了《半导体物理学》.这一新兴课程,由黄昆、王守武、汤定元、洪朝生四人合作讲授.

1955—1956年,高鼎三、成众志、吴锡九又相继

自美国回国。高鼎三去吉林大学任教,成众志、吴锡九去了中科院应用物理所。他们的到来,壮大了我国半导体科学开拓工作的队伍。

1956年1月30日到2月4日,以半导体科学为主题的“半导体物理讨论会”,在应用物理所大礼堂举行。会上,洪朝生对半导体的一般性问题作了简要介绍,然后由王守武、高鼎三、黄昆、卓济苍、成众志、汤定元、徐叙瑛、许少鸿、周光地等9人,对半导体的各个重要领域的科学内容和发展概况,作了9个综述性报告。还有王守武、曹昌祺、陈志全、赵广增、徐世秋、王传珏、汤定元、周帅先等人作了研究工作报告。它们涉及到半导体锗整流器、晶体管放大器、半导体光电效应、半导体材料等科学问题。在闭幕式上,还通过了一份向有关部门提出发展中国半导体科学技术的建议书。这次会议的科学技术报告,被物理学会汇编成《半导体会议文集》,由科学出版社于1957年出版。

关于这次讨论会,当时的物理学会会长周培源在《半导体会议文集》的序言中作了很好的总结:

“半导体的研究和利用是科学和技术中的一个新兴的领域。直到最近十年内,科学先进的国家才以大量的而且是加速增长的人力和物力来发展这一领域。在我国国内,由于科学基础薄弱,不用说,在解放以前是没有这方面的研究工作的,只是到了解放后才有少数人开始准备半导体的研究工作。但研究力量是非常薄弱的。

1953年春,中国科学院派赴苏联考察苏联科学研究概况的访苏代表团考察归来后,报告了苏联在半导体科学及技术上的巨大成就与飞跃进展的情况,使我国物理学工作者进一步认识到半导体科学技术在社会主义建设事业中的重要性,应当在国内大力推动这方面的工作。为此,中国物理学会常务理事会特决定于1955年1月底召开一次全国性的半导体物理学讨论会。

筹备委员会曾决定讨论会在1955年初举行。后因计划的变更,决定会议日期推迟到年夏;到了夏天,全国正处在肃反运动的高潮,召集会议事实上有困难,故临时又把会议改到1956年1月30日到2月4日举行,地点在北京。会议的两次改期使筹备委员会有了更充分的时间作准备。而在这个时期里,党中央提出了向科学进军的号召,半导体事业受到极大的重视与关注,这对会议的筹备工作是一个极其重要的鼓舞。同时,从1955年夏到年底,有几位半导

体专家,如高鼎三、成众志等同志从国外归来,更使会议增添了新的内容。会议的目的是为了引起大家对半导体的重视,以便推动国内的半导体事业。因此会议的内容着重于介绍半导体在各方面的应用及其物理原理。同时在会议期间也交换了有关今后半导体科学技术工作者的培养与半导体的制造的组织机构等意见。

这次会议虽然是物理学会主办的,但是由于会议前情况的发展,产业部门的代表和无线电、电子学方面的科学工作者都积极地参加了这次会议,因此会议的影响远远超出了物理学和物理学界的范围。

这次半导体物理学讨论会的召开是甚为及时的。在会议进行的时候,我国的科学家正在国务院科学规划委员会的领导下开始拟定十二年科学技术远景规划的工作。在这个规划中,半导体技术的建立被列为五十七项任务之一;半导体的科学研究与干部培养工作也提前到1956年的紧急措施范围之内。这样,半导体物理学讨论会的举行,正好为制定这项任务的规划做好准备工作。”

王守武参加了1956—1967年科学技术发展远景规划的讨论和制定工作,以及随后的研究工作,他回忆说:

“1956年,在周恩来总理亲自主持领导下,集中全国上千位科学家,在北京西郊宾馆,共同制定了1956—1967年科学技术发展远景规划。我有幸参加了半导体科学技术规划的讨论和制定工作。在讨论过程中,我们首先明确了在我国发展半导体科学技术,应该首先从锗单晶材料和晶体三极管作为突破口,然后进一步开展硅材料和器件的研制工作。当时参加我们讨论的前苏联专家顾问低估了我国科技工作者自力更生、艰苦奋斗、勇攀科学高峰的能力,曾经建议我们不要把硅材料和器件的研制列入规划,因为硅材料的化学活性太强,难于提纯,等苏联方面摸索出一套经验之后再列入我们的规划。我们毫不犹豫地否决了他的建议。参加制定规划的科学家们考虑到世界现代科学技术的发展趋势和我国经济发展、国防需要和当时我国科技领域的实际情况,提出了对四门新兴学科采取紧急措施的建议,并得到了中央的批准。半导体科学技术被列为这四门紧急措施中的一项,从而奠定了我国快速发展半导体科学技术的基础。

中国科学院为配合紧急措施中所提出的要求,1956年在当时的应用物理所内成立了半导体研究

室,成为我国最早的一个半导体研究机构.与此同时,我们采取了两项划时代的措施.一是在北京大学内,联合北京大学、复旦大学、厦门大学、南京大学和东北人民大学五校师生,开办我国第一个半导体专门化课程,为以后迅速培养急需的半导体科技人才起到了决定性作用.另一项是在中国科学院应用物理所的半导体研究室里,邀集了来自全国各地的与半导体有关的教授、专家和科技工作者,我们白手起家,群策群力,搞起了我国最早的一批半导体科研工作.

我们从烟灰中收集半导体原材料——锗,自己用区域熔化法提纯,在自己设计制造的单晶炉中拉制成锗单晶,终于在1957年底研制成功了我国第一只锗合金晶体管,实现了我国自行制造晶体管的愿望.紧接着,于1958年8月我们又研制成功了锗合金扩散晶体管,其截止频率可以比合金晶体管提高一个数量级,这就为我国的电子计算机从第一代(电子管的)升级到第二代(晶体管的)提供了物质基础.”

关于五校联合半导体物理专门化教研室,当时的教研室秘书张月清回忆说:

“一九五六年六月厦门大学,复旦大学,南京大学和东北人民大学(现吉林大学)四校半导体物理教研室的教师们陆续来到北京大学物理系报到,和北京大学的教师一起组成了五校联合半导体物理教研室(一共二十余人).黄昆先生任教研室主任,谢希德先生任教研室副主任,我任教研室秘书.那时大家是以积极热情的态度参加这一为我国现代化建设打基础的任务的.多数教师各自克服了身体健康、家庭生活等困难来到北京.谢希德先生的独生子那时刚刚半岁多,她就只身来到北京担任重任.北京大学安排大家分别住在未名湖畔的德、才、均、备斋教职工单身宿舍居住,在教职工集体食堂就餐.生活虽然清淡,但大家都十分愉快,工作之余大家经常在一起聊天谈笑.

教研室第一个任务是准备九月初开学开设的课程及其教材.半导体物理课由黄昆和谢希德先生负责.半导体实验课由刘士毅先生率领十几位青年教师筹备.黄先生和谢先生日夜伏案,既备课又写讲义,后来出版,成为我国第一本半导体物理教科书.而半导体实验课的备课,则是一个壮观的令人感动的事情.半导体实验室被安置在物理北楼最上层的阁楼,没有窗户,白天也得点灯,在北京七八月炎热

的气候下,在实验室内工作经常是汗流浹背.但把要排十几个实验的任务分配给大家后,大家立即分头查文献,定方案,找仪器和材料,进行实验,编写讲义.每天工作到晚上十一二点.

半导体霍尔效应和电导实验的准备工作我们请了中国科学院应用物理研究所洪朝生先生作指导.洪先生在一九四九年在左右在美国做研究时首先发现了锗的低温电导新现象,他当然是这方面的专家.他不但提供了当时国内尚无的N型和P型锗单晶材料作为实验室样品,而且每天下班后,由北京东皇城根应用物理所赶到北京大学,在实验室里工作到半夜,每到夜里十点多钟,大家都要催他快去赶末班车,并送他到汽车站.有时他索性骑自行车从城里来,晚上作完实验后十一二点再骑车回城.洪先生已成为教研室的编外成员.

开学后,我们全体教师和学生一道都认真地听了黄昆先生和谢希德先生讲的半导体物理课.他们的讲课既严谨又生动,听这样的讲课真是一种享受.除了听各课程的讲课以外,教研室还组织青年教师在苏联专家桑杜洛娃指导下开展放射性示踪原子法研究半导体扩散现象的工作.

1958年初国防科工委安东同志来教研室访问,并拨给五校每校40—50万元购买仪器.1958年夏,57级及58级二百多学生毕业.他们后来成为我国半导体事业的中流砥柱.教研室完成了任务,各校教师返回原校,五校都成立了半导体物理教研室,开设了半导体物理专业,并开展了科学研究.五校联合半导体物理教研室为我国半导体事业打下了坚实的基础.”

由以上的回忆中可以看出,1956年是值得我们每一个人怀念的.我们国家许多半导体专家就是从1956年开始了他们的半导体事业.最后我们还要提到的是我们国家的半导体事业一直得到党和国家领导人的关怀和支持.

邓小平同志一向关心高科技和半导体事业,半导体所原党委书记李维学回忆说:

“邓小平同志复出后,以势如破竹的意志和决心进行拨乱反正.提出:

——知识分子是工人阶级的一部分

——科学技术是第一生产力

——我愿意当科研工作的后勤部长

那震撼人心的时代强音揭示了中国又进入了科学的春天.

邓小平同志在治理整顿中首先从科技教育入手。他通过邓楠同志(当时在半导体所工作)了解到半导体所的具体情况,为半导体所的发展做出了两项至关重要的决定,一是迁建半导体所,二是将北京大学黄昆教授调到半导体研究所任所长。

半导体所迁建工程于1979年破土动工,并被列为北京市重大工程。当时兼任总参谋长的邓小平同志又从唐山调来基建工程兵部队参建。到1985年底,一个崭新的半导体研究所正式建成。实践证明,邓小平同志为首的党中央给半导体所搭建了一个非常坚固而又现代化的舞台。就在这个舞台上,半导体所的科学家们不仅胜利完成了‘六五’、‘七五’、‘八五’、‘九五’的科研任务,而且组建了两个国家级研究中心,三个国家重点实验室和一个院级开放实验

室。历史已经并将进一步证明,半导体研究所的昨天、今天以至明天,都必将和邓小平同志紧密联系在一起。”

今天,党中央作出了建设创新型国家的决策,要增强自主创新能力,走中国特色的自主创新道路,推动科学技术的跨越式发展。回顾历史,展望未来,继往开来,任重道远,让我们继承老一辈科学家的优良传统,发扬五六十年代那种艰苦奋斗、自主创新的精神,为建设创新型国家、为发展我国的半导体事业而努力奋斗。

注:本文材料取自《自主创新之路——纪念中国半导体事业五十周年》,主编:夏建白、陈辰嘉、何春藩,科学出版社,2006年



· 物理新闻和动态 ·

固态氧在低压磁性和高压超导态两者间的中间相

氧是宇宙中最丰富的元素之一(仅次于氢和氦),它支撑着我们的生命世界。化学作为一门古老的学科,其现代化进程与人们对氧的认识紧紧相伴。在单质双原子分子中, O_2 是唯一具有磁矩的,其磁矩来源于分子中未配对的电子自旋。对氧降温或施压将使其成为固体,在较低压力下($< 8 \text{ GPa}$),固态氧是磁性绝缘体。随着压力的增加, O_2 分子趋向于分裂成O原子,最终转变进入金属态,甚至在很低温度下成为超导(压力 $> 96 \text{ GPa}$)。对固态氧结构的研究始于20世纪20年代,至今已区分出6种结晶相。其中1979年发现的 ϵ 相特别引起人们兴趣:这种暗红色的晶体,在8 GPa到96 GPa广泛的压力范围内存在,具有很强的红外吸收,并且原先在常压下的磁性不复存在。 ϵ 相可用单斜空间群 $C2/m$ 描述,但红外吸收实验表明: ϵ 相中的 O_2 似乎已经缔合成较大的团簇,它的精确结构仍然未知。

最近,分别来自英国爱丁堡大学和日本先进产业科技国家研究院的两个研究小组,运用高压X射线衍射手段,以单晶和多晶固态氧为样品,研究了 ϵ 相的晶体结构。两个小组的结果是一致的:在 ϵ 相, O_2 双原子态仍然维持着,但 O_2 之间增加了连接,形成了 O_8 团簇,它进一步可表示成 $(O_2)_4$ 。氧和硫同属周期表中的VI族元素。在常温-常压下,硫晶体由 S_8 分子(8个S原子呈环形排列)构成晶格。按一般经验,氧在高压下的结构应与硫在常压下的一致。然而,事实是: $(O_2)_4$ 团簇的8个O组成菱面体。在菱面体中,相邻 O_2 双原子态间的距离是 2.18 \AA ;而对整个晶格而言, $(O_2)_4$ 团簇之间的最小距离是 2.56 \AA 。这些结果与理论工作结合在一起,将有助于超导氧以及氢和氮高压相的研究。

(戴闻 编译自 Nature 2006 443 150,201; Phys. Rev. Lett., 2006 97 085503)

病毒增强纳米粒子的记忆

美国加利福尼亚大学洛杉矶分校的研究人员将纳米铂粒子与烟草花叶病毒(TMV)结合,研制成功了一种新型的数字记忆装置。有关论文发表在 Nature Nanotechnology, 2006, 1: 72。

TMV病毒是一个300nm长的管子,具有蛋白质外壳及核糖核酸组成的核心。TMV病毒很细的线状结构非常适于附着纳米粒子。每个TMV病毒平均可以附着上16个正的铂离子。这种装置在高电场下将电荷从核糖核酸转移到纳米铂粒子上,因此核糖核酸起着电荷的施主作用,TMV病毒的表面则起着势垒的作用,使陷获的电荷不易跑出。

这种TMV混合装置从发出存储数据的请求到开始存储数据之间的时间延迟在微秒范围,与当前的闪存相当。此外,这种装置是非易失性的,当计算机电源关闭时,数据仍然保留着。

研究人员将进一步缩小装置的尺寸,增加存储密度,以包含更多的线路。

将来某一天,这种装置可能会集成在生物组织中,用于医学治疗或制成不会引起生物排斥反应的电子学装置。

(树华 编译自 Physics Web News, 4 October 2006)