

编者按 林兰英院士是我国著名的半导体材料学家、物理学家,2003年3月4日13时因病医治无效在北京逝世。她1957年回国后历任中国科学院半导体研究所研究员、副所长,第二、三、四届中国科协副主席,全国第四、五、六届人大代表,第三、七、八届人大常委。

她从事半导体材料制备、探索及材料物理的研究工作40余年,是中国半导体材料科学和技术的奠基人和开拓者,对我国研制成功锗、硅元素半导体单晶材料、铋化镓、铋化铟、砷化镓、磷化铟等化合物半导体材料做出了重要贡献。在开拓我国太空砷化镓单晶材料的试验与特性研究方面,成绩卓著。

林兰英院士把毕生的精力献给了我国的半导体材料科学事业,为我国的半导体材料科学事业和中国科学院半导体研究所的发展呕心沥血,做出了杰出贡献。在她不懈努力和推动下,我国半导体材料科学技术研究与开发工作做出了世人瞩目的成绩。

为表达我们的哀思和怀念,在此特刊出纪念文章以及她生前写的《四十年峥嵘岁月》一文。这些文章反映了林兰英院士一生的科研经历、追求及取得的成就。她强烈的爱国之情和民族自尊心,以及自强不息、顽强拼搏、虚怀若谷、不计名利、鞠躬尽瘁、死而后已的高尚情操和科学精神在文中也可窥一斑,这也是她留给我们的宝贵的精神财富。

# 四十年峥嵘岁月\*

林 兰 英

(中国科学院半导体研究所 北京 100083)

中国科学院半导体研究所成立40年了,40年来全所几代人辛勤工作,从无到有,为开创和发展我国半导体科学,为建立我国半导体工业的初步基础以及将半导体技术应用于国防军工作出了重大贡献。作为我国第一代半导体材料科学研究人员,为此而感到欣慰。追忆四十多年的峥嵘岁月,我感到最值得珍惜的是当年艰苦奋斗的创业精神。在庆祝半导体研究所四十周年生日的时候,写出这篇短文与老同志们一起回味共同经历过的甘苦,希望年青的同志们将这种精神发扬光大,让半导体研究所对国家作出更大贡献。

1957年初,我从美国回来,过了一些时候就到中国科学院物理研究所半导体研究室工作,它就是半导体研究所的前身。中国科学院物理研究所是在旧中国中央研究院的旧址扩建的,原中央研究院的建筑面积大约只有物理研究所的五分之一。国民党留下的是什么样的一个烂摊子就可想而知了。半导体研究室成立才一年多,全室20多人。我在半导体

材料组。组里有七八个人,只有一个实验室,里面摆了两台拉单晶的炉子。另有一间14平方米的办公室,里面放满了6张三屉桌,外加一个书柜,进出常常需要喊“劳驾”。

我住在城里交道口小三条的一个四合院里,居住在东西向的三间不大的居室里,总面积大约35m<sup>2</sup>。全家五口人,外加远在福建的外祖母的生活都由我来负担,当时我的工资是每月207元人民币,一直到1978年没有增加一分钱。每当有人提起生活待遇的话题时我说:“如果要钱的话,我就不回来了。”当时,什么都不顾,就是一心要把国家建设得更富强。

1957年秋天,我们材料组拉制成功了我国第一根锗单晶。之后,我们又用一个月的时间研制出n型和p型的锗单晶各一公斤,提供给北京电子管厂生产半导体收音机所需的锗晶体管。1958年我国的半

\* 2003-08-29收到

本文写于2000年中国科学院半导体研究所成立40年所庆之际

导体收音机诞生了。

硅材料是制备晶体管和集成电路芯片最重要的材料。20世纪50年代初期,美国已经基本停止锗单晶的研究、生产,正在不遗余力地研究硅单晶的生产。当时我国制定的“国家12年科学技术发展远景规划”里,要在10年之后才有可能着手半导体硅单晶的研究。我就在想,我们这样一个伟大的国家怎么就不行呢?就不能快一些?我很快向领导提出了研制硅单晶的建议,立刻得到了各级领导的支持,而且,说干就干了起来。但是,也真难呐!一穷二白要什么没有什么。拉硅单晶要用氩气作保护气,西方禁运,国内又不能生产,我决定在高真空下拉硅单晶。在半年多的时间里,大家干得十分辛苦,常常日以继夜,三顿饭都在办公室吃,困了就伏在桌上打个盹。经过了多少的失败和挫折,终于在1958年国庆前夕,生长出了中国的第一根硅单晶。第二步就是搞生产硅单晶的开发研究。我国不能生产石英坩埚,从国外买不到。一年以后,我要用在苏联讲学得来的报酬买几支石英坩埚,也没有办成。回来以后,我就去找聂荣臻副总理汇报工作,希望国家能大力支持北京玻璃厂,赶快把石英坩埚试制出来。要想批量生产高质量的硅单晶,要有好的单晶炉。但是苏联卖给我国的硅单晶炉又笨又重,安装不方便,因经常要移动,影响籽晶杆对中不断变化,热场均匀性的不断改变……不好用。我决心设计中国自己的硅单晶炉。朝思暮想,灵感终于产生于普通的衣柜门。对!造开门式单晶炉。我带领几名刚分配来的清华大学毕业生,到工厂去,和工人师傅相结合,把开门式单晶炉设计并制造出来了。1962年初,第一次试拉单晶时,就拉出了我国的第一根无位错的硅单晶,单晶质量接近当时的国际先进水平。单晶炉荣获了国家级新产品奖。日本人闻讯十分吃惊,他们点名邀请这台硅单晶炉参加东京国际工业博览会展出。在大厅里,中国产的硅单晶炉一时成为众人瞩目的展品。在国内,生产了900多台,最远销到东欧的罗马尼亚等国。正因为我国有了硅单晶,后来才有高频小功率管、高频开关管、高功率管等多种平面晶体管的问世,这使我感到无限的欣慰!

材料是“先行官”,它需要材料科学家以超前的意识去无止境地探索。1960年,中国科学院半导体研究所成立,我担任材料研究室主任。正是基于上述的想法,我立刻提出在高速器件和光电器件领域,开展具有重大应用前景的砷化镓单晶制备的研究工作。最初,并非人人都同意这个建议:太超前了!恐

怕20年以后也用不上,也分散兵力呀,等等。我坚持自己的意见,建议最终得到了上级的认可。于是,从1960年开始制备砷化镓单晶的研究工作。当时国家处于三年困难时期,人们吃不饱,各类物资奇缺,没有起码的实验条件。用砖头垒两个垛子,支起一块木板就当实验台。屋子里冬天没有暖气,夏天热,炉子还要烤,连电扇也没有,我出了一身痱子。最初的日子里,反应管经常爆炸,有时炉子都炸坏了,屋子里弥漫着可怕的砷霜雾。合成关通过了,又经过一年多的努力,到1962年秋,我所在全国首先生长出砷化镓单晶。电子迁移率达到 $4800\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ,是当时国际上的最高水平。当年,世界上第一支砷化镓激光器问世了。由于我们有了砷化镓单晶,所以我所在1963年就研制出了砷化镓激光器。

几十年来,我们材料研究室总是以侦察兵的眼光注视着新技术出现,以“先行官”的使命感冲锋在最前面:

1960年,研究出硅外延材料,为集成电路和硅的微波器件提供了物质基础。

1961年,生长出锑化铟单晶,1962年,其迁移率就达到了 $6\times 10^5\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ,与英国的水平相同。

1977年,研究出SOS硅外延材料,1986年,促成了用SOS研制抗辐照的CMOS集成电路,1990年将抗辐照的集成电路用在长寿命通讯卫星上。

1979年,研制出我国的第一台高压单晶炉和第一根GaP单晶。

1987年,研制了世界上第一台双束离子束外延设备。

90年代后期,研制出双异质结SOI外延材料。

砷化镓单晶非常有用,但是砷化镓器件的成品率极低,这与材料纯度很低有关。1973年,我决定要突破砷化镓纯度,将研究方法转向气相外延和液相外延。粉碎“四人帮”后,才得以专心致志地攻关。我们从基础做起,研制高水平的外延生长系统,从机理上弄清影响纯度的科学问题。一时间工作的进度比兄弟单位稍慢一点,纯度攻关任务的争取受到影响,我想在任何情况下,我都肩负着攀登科学高峰,为国争光的任务。经过了八九年的努力,气相外延和液相外延同时达到了国际先进水平。我们气相外延的结果被收入了美国出版的“砷化镓手册”,至今保持着这方面研究的最高水平。我们研制出了美国贝尔实验室不能提供的高纯p型液相外延材料,被国际半导体学术界的许多科学家誉为国际最高水平。1982年,这项成果获中国科学院科技进步一等

奖,几年后,又获得国家科技进步二等奖。

地面生长的砷化镓单晶材料存在均匀性差、点缺陷多和纯度差、稳定性和重复性差等三大难题,这是国内外都没有解决的难题。是否能够通过空间生长砷化镓单晶来解决砷化镓材料研制的难题呢?德国有关方面知道了我的想法后,1986年8月,邀请我去德国与缪勒教授具体讨论空间材料合作事宜。缪勒也没有在空间生长过砷化镓单晶,在砷化镓材料的地面研究方面不如我们经验多。可是,他很傲气,与德国科技部门领导的意见大相径庭,没有一点合作诚意。也许换一个人就很不介意,我可受不了。我就不相信,你们能干,我们就不能干。我发誓:一定要干出样子来给你看一看。在回国的飞机上,我就开始构思利用中国返回式卫星在微重力下生长砷化镓单晶的设想。

这个设想得到了航天部和有关专家的大力支持。1987年10月,我们与航天部合作,利用我国返回式卫星,在世界上首次在太空从熔体中生长出了GaAs单晶,开拓了我国的微重力科学新领域。以后又四次完成了砷化镓单晶的空间生长飞行实验。国际同行认为,我们的结果充分说明了空间生长的砷化镓的优越性,促使他们下决心开展空间生长的砷

化镓的研究。中国赢得了国际同行的尊敬。美国国家航空和航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)的国际著名华裔微重力专家李杰信博士高度赞扬说:“这是以中国人民勤劳节俭的精神创造的杰出科学成果。”1989年,这项成果获得了中国科学院科技进步一等奖,1990年,获得了国家科技进步三等奖。

我组织了与电子部合作,利用空间生长的半绝缘砷化镓单晶制造了微波低噪声场效应晶体管和模拟开关集成电路。经过充分的研究证明,空间生长的半绝缘砷化镓单晶的全面电性能均超过了常规LEC半绝缘砷化镓单晶。这表明空间材料研究具有光明的应用前景。

目前,我国半导体工业水平与我国的大国地位极不相称。我所潜心做的一件事就是促进我所半绝缘砷化镓单晶开发,形成小批量的生产能力,为国民经济建设服务。我也愿意尽有生之年的微薄力量,促进我所的材料科学顺利发展。

全所同志们,青年们努力吧!

致谢 感谢中国科学院半导体研究所刘力老师提供资料

· 书评和书讯 ·

## 科学出版社物理类图书精品推荐

书 名	作(译)者	定价	出版日期	发行号
医用加速器	顾本广	¥110.00	2003-10-1	R-1192
非均匀材料力学	王保林 韩杰才等	¥39.00	2003-10-1	
软X射线射线与极紫外辐射的原理和应用	张 杰	¥59.00	2003年9月	O-1682
磁性液体理论及应用	李德才	¥45.00	2003年8月	O-1711
超导理论	章立源	¥40.00	2003年9月	O-1640
滞后非线性系统的分岔与奇异性	杨绍普	¥39.00	2003年6月	O-1757
非线性随机动力学与控制	朱位秋	¥48.00	2003年5月	010-1725
应用力学对偶体系	钟万勰	¥42.00	2002年3月	O-1542
广义相对论和引力场理论	胡 宁	¥15.00	1999年3月	O-1157
激光的衍射及热作用计算	李俊昌	¥34.00	2002年3月	O-1553
高激发原子	詹明生	¥35.00	2003年2月	O-1683
微米纳米尺度传热学	刘 静	¥23.00	2002年3月	O-1289
半导体光谱和光学性质	沈学础	¥88.00	2003年4月	O-0507
电介质物理学(第二版)	殷之文	¥58.00	2003年4月	O-1655
粉末衍射法测定晶体结构	梁敬魁	¥68.00	2003年4月	O-1697

欢迎各界人士邮购科学出版社各类图书。凡购书者均免邮费并可享受优惠,请按以下方式和我们联系,同时欢迎访问科学出版社网址 <http://www.sciencep.com>

电 话:010-64017957 64033515 电子邮件:dpyan@cspg.net 或 mlhukai@yahoo.com.cn

通讯地址:北京东黄城根北街16号科学出版社 邮政编码:100717 联系人:鄢德平 胡凯