

· 基金纵横 ·

永无止境的创新之路

——记电子科技大学“信息薄膜与 LTCC 集成器件”创新研究群体

文岐业¹ 荆玉兰¹ 吴国政²

(1 电子科技大学电子薄膜与集成器件国家重点实验室, 成都 610054;

2 国家自然科学基金委员会信息科学部, 北京 100085)

以张怀武教授为学术带头人的“信息薄膜与 LTCC 集成器件”创新研究群体, 从小到大, 从弱到强, 通过长期努力和不懈奋斗, 在国际重大热点和难点科学问题研究中锤炼出一支强有力的创新队伍。

1 艰苦奋斗, 长期自然形成

“我们从无到有, 从小到大, 从弱到强, 从一个小小的 3 人教研室发展成一个 20 多人的创新群体, 这是在科研教学中长期积累和自然发展的结果, 经历了艰苦漫长的成长过程”。电子科技大学长江学者特聘教授、“973”计划项目首席科学家、国家自然科学基金资助的创新研究群体学术带头人张怀武教授感慨地说。

1995 年初, 群体核心人员张怀武从韩国进修后回国。当时电子科技大学几位从事信息材料与元器件方向研究的教授、副教授都已经退休, 学科研究日渐式微。张怀武教授回忆起他当时的情况说: “几间实验室里空空荡荡的, 几台仪器非破即旧, 一到晚上, 实验室黑洞洞的, 像忧郁的眼睛”。在这最困难的时候, 项目组里只有他们 2—3 个人。成都潮热的三伏天里, 学校放暑假了, 校园里安安静静的, 课题组里几个硕士生和本科生都休假了。微固学院 203、204 室就像一个炼丹房, 接近 40℃ 的室温下, 张怀武教授一面仔细地记录时间, 观察仪器, 一面推算结果, 一会儿又快步走上二楼, 看看镀膜机里正在镀膜的器件的情况。

1996 年, 几位核心成员先后回国, 他们带着最新国外研究成果和朝阳薄膜材料与器件研究方向, 克服种种困难, 埋头苦干, 促进了实验室的快速高效发展。他们一起筹建了原国家教委“传感器重点实验室”, 原信息产业部“电子信息材料与元器件重点实验室”并获批准。以电子信息和光电信息的探测、

传感和获取为主线, 进行相关的紫蓝光域磁光信息材料与 MOD 系统、高温超导双面薄膜材料与电子集成器件、光电和电子聚合物材料与器件及铁磁薄膜材料与器件领域的研究。在理论基础研究、新薄膜材料和新发现、新大集成器件和应用基础方面不断探索, 逐步形成“信息薄膜材料与器件”这一研究主线。在光电、铁电、铁磁三大薄膜方向展开了基础理论与应用基础研究。团队核心们共处一个教研室, 共同承担项目, 共同研讨科学问题, 共同建设实验室以及共同指导研究生。他们还与美国 Delaware 大学磁电实验室主任肖强教授共同探讨国家科研动态, 共同指导了几名优秀博士生。10 年磨一剑, 在近 10 年的研究历程中, 在吸引和引进国内外优秀博士毕业生的同时, 注重自己培养优秀人才, 逐渐形成了具有一定规模、并有着明确的科研领域和方向的团队。

2 永争第一, 在重大项目中凝聚力量

重大项目和工程的研究, 是促进群体快速健康发展, 增强凝聚力的重要手段, 团队始终坚持在创新中发展, 在竞争中生存。2001 年, 该研究群体获得国家国防重大“973”项目, 总经费达 2500 万, 不仅为团队确立了研究的主攻方向, 而且在很大的程度上增加了团队凝聚力。项目以电子信息材料与新元器件为主题, 在铁电薄膜材料、铁电薄膜原型器件、磁性随机存储器(MRAM)材料芯片、光电薄膜新效应等重大基础问题方面进行深入探索性研究, 吸引了一大批国外青年人才来他们的实验室参加研究。整个团队人员涉及薄膜材料设计和物理模型研究人员、薄膜材料合成工艺研究人员、薄膜结构和形貌、以及薄膜器件的集成理论与技术研究人员。

2002 年, 群体获得国防重大引进工程“934”项目资助, 总经费达 430 万美元, 集中开展了单晶体薄膜

本文于 2010 年 4 月 23 日收到。

材料、单晶薄膜工艺技术及工艺设备、混合低温共烧(LTCC)集成的基础研究和应用技术研究,以及批量生产推广。该研究不仅有前瞻性和广泛的国际交流空间,而且极大地改进了实验手段。通过部分设备与研究技术的引进,不仅增强了团队人员的创新和探索性开发能力,而且为对外交流、引进人才奠定了基础,同时也在国际交流与合作方面逐渐形成思路。

2003年,群体获得国家“863”重点项目、国家自然科学基金重大研究计划及重点项目的资助,从而为光电子薄膜材料、纳米点阵磁光信息薄膜材料、自旋纳米结晶体管材料与器件的深入研究提供了条件。围绕这些项目,他们对群体人员的构成和研究重点进行了调整,加强了基础研究的力量。实现了由重视应用向重视基础研究的转变,提升了群体的整体创新能力。他们进行了理论探索,对新薄膜材料与新效应进行研究,并与新器件应用基础研究相结合,形成一支稳定的团队。

2005年,在美国 Delaware 大学的肖强教授被聘为教育部“长江计划”讲座教授,继续与群体一起从事自旋电子学的研究,弥补国内团队实验手段不足的弱点。他先后得到美国国家自然科学基金、美国国防部、美国化学学会、著名的 Seagate 硬盘技术公司和 Veeco 科学仪器公司资金资助,研究项目涉及磁性多层膜和纳米颗粒等磁性纳米结构中的自旋效应研究。他同时注重团队留学人员的培养,很好地加强了国内外之间的合作交流。

2006年,群体在“十五”国防重大基础研究项目的基础上,先后获“信息薄膜材料基础”国防“973”重大项目(2006—2010年,总经费2200万元人民币);科技部“3英寸大尺寸YIG单晶磁光材料”中欧国际合作项目(2006—2009年,总经费430万元人民币)的支持,这两个项目使群体的研究方向更加明确,基础更扎实,研究手段更完善,并达到国际研究水平。

通过这些重大工程项目和科学项目,逐步形成了信息薄膜材料与器件这一主题研究方向。在大型国际合作项目和国家级项目的支撑下,在国家“985”工程、“211”工程的重点经费投入下,形成了良好的研究条件。此外,依托国家重点实验室“电子薄膜与集成器件”优越的管理体制和研究平台,以几位骨干为核心,逐步形成了目前具有8位教授、4位副教授、6位中、初级科技人员的创新团队,同时还有10多名博士生,20多名硕士生常在实验室工作。

3 创新求变,弄潮国际前沿

张怀武教授认为,科学研究必须具有世界眼光,

国际最前沿的研究才具有最大的推动力。群体通过多年的研究,认识到多元化、复合化、一体化和兼容化的新型电子信息材料与器件的设计、合成和制备是未来电子科学与技术发展的一个重要趋势。现代电子信息系统是由信息获取、存贮、处理、传输、显示等部分组成。在电子信息技术推动下,其发展趋势是尽可能将上述各种信息相关方式以LTCC技术集成在一起,甚至形成单芯片系统,以实现电子系统的体积更小、速度更快、功耗更低的发展要求。目前,信息的处理和存储已高度微型化和集成化,因此如何将信息的获取也集成起来已成为当前研究的热点。众所周知,信息的获取是靠功能材料的电、磁、声、光、热、弹等特性来实现的,因此,将这些功能材料与现代半导体材料和光电子材料相结合就变得非常的迫切和重要,尤其是将功能材料的电磁特性与半导体的电子输运特性相结合,形成新型的介电-磁性-半导体-光电复合固态物质,进而构成新一代LTCC集成电子器件已成为国际电子信息技术发展的主流方向之一,并对电子材料与器件的研究开发以及信息科学与技术的发展都产生了重大而深远的影响。

该群体正是在这一国际最前沿的信息变革热潮中不断得到锤炼,不断寻求新的学科凝聚点,不断获得创新与提高。一方面,由于无源与有源电子器件的结构复合与性能多功能化,单片集成与混合LTCC集成的交叉化,导致传统体材器件向分层薄膜、复合薄膜、混合薄膜和兼容性薄膜及半导体基体上的平面器件转变;另一方面,由于数字化系统和固态组合系统的发展,采用半导体衬底及半导体薄膜工艺,使磁光电薄膜直接在芯片上形成二维磁电器件、光电器件和微波器件,进而组合成系统,这使得电子材料、电子器件和电子系统之间的界面变得更加模糊,甚至消失。自旋电子学中固态电子薄膜既是信息材料技术的新一代物质形态,又是现代半导体技术的物理载体。将低维材料设计理念、纳米级薄膜技术、自旋微型“面上”器件和混合集成系统进行一体化研究,加深了“物理建模-计算模型-优化设计”与“薄膜材料工艺技术-自旋器件技术-混合(光电磁)集成系统”之间研究方法的融合以及学科的交叉。毋庸置疑,采用介电-磁性-半导体光电三者的薄膜化技术和相互大LTCC集成技术开发电子薄膜与集成器件必将迅速成为未来信息技术发展的前沿和创新的源头,也将在电子信息与光电信息领域引起划时代的变革,因此,也就形成了群体研究的主题。该领域已成为当前美、日、欧等国作为国家行为

竞相追逐的重点。

面临如此发展态势,为了实现国家战略目标,在国际上占有一席之地,必须集中力量大力发展自旋电子学相关的电子薄膜与 LTCC 集成器件技术。群体骨干李言荣教授说:围绕这一主线,他们始终以国际研究前沿为标尺,独辟蹊径,坚持自主创新,经过近 5 年的研究与探索,在这个方向上取得了重要突破,同时形成了强大的研究群体,建成了国家重点实验室,这都是弄潮国际学术前沿所带来的丰厚回报。

4 永无止境的创新之路

经过 10 余年的发展,张怀武教授带领的信息薄膜与 LTCC 团队,科研成果不断涌现,科研力量不断增强,获得了自然科学基金创新群体的资助。但是,埋藏在几位群体骨干及其团队成员心底的那份科研执着没有变,那就是“做真正意义上的、有价值的和有影响的研究工作。”针对信息薄膜与集成器件这个重要

领域,他们高瞻远瞩,为创新群体提出了 3 个创新内涵:

群体成员们认为:“内涵之一是理论探索新机理;内涵之二是各种新自旋材料和复合多性材料的发现,包括铁电-铁磁薄膜、铁磁-超导薄膜、铁磁-有机光电薄膜等薄膜原位生长、界面控制等材料问题研究,还包括从原子团簇出发的复合材料属性研究、复合材料低温共烧 LTCC 原理、微观结构与宏观参数之间的关系探索等科学问题;内涵之三是单个电子器件设计与 LTCC 集成问题:包括材料哪两种自旋异质结可组合成高效自旋器件。如何实现无源电感、电容、电阻、变压器、滤波器等 LTCC 器件集成,铁电、介电、铁磁、有机等多层共形器件 LTCC 集成等重大科学问题……”

他们就是这样不满足的一群人,相信在科学的道路上永无止境,相信想得有多深,就可以走得有多远。

他们就是天生的行路者,努力地在信息材料的世界里绘织自己的梦想。

ENDLESS JOURNEY FOR SCIENTIFIC INNOVATIONS

Wen Qiye¹ Jing Yulan¹ Wu Guozheng²

(1 State Key Laboratory of Electronic Films and Integrated Devices, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054; 2 Department of Information Science, NSFC, Beijing 100085)

· 资料 · 信息 ·

前寒武纪瓮安生物群动物胚胎化石的研究又取得重要进展

最近,瓮安生物群动物胚胎化石的研究又取得了重要进展。以中国科学院南京地质古生物研究所陈均远研究员为首的一个国际科学小组利用目前世界上最先进的微体化石三维无损成像技术——同步辐射相位衬度显微断层成像技术,研究了两颗立体保存且有极性分化的动物胚胎化石,这两颗精美的胚胎化石来自我国贵州埃迪卡拉纪瓮安生物群,距今约 5.8 亿年。相关研究成果不久前发表在美国科学院院报 PNAS 期刊上。这是该科学小组继 2004 年和 2006 年在 *Science* 期刊上分别报道最古老的“两侧对称动物小春虫化石”和“具极叶的动物胚胎化石”以来,为论证前寒武纪瓮安生物群中已经存在两侧对称动物增添的又一力证!

上个世纪八九十年代,随着我国云南澄江动物群的发现和研究,一个关于地球生命演化的理论(假说)——寒武纪大爆发理论(假说)被推向高潮。该理论(假说)认为,后生动物,特别是两侧对称的三胚

层动物在寒武纪初期的几个百万年的时间内迅速崛起,并成功实现了大规模辐射式演化,基本上占领了当时海洋中所有的生态位,使得包括脊椎动物在内的现今地球上所有的复杂动物门类在 5.2 亿年前全部出现。寒武纪大爆发理论(假说)曾一度被认为是对达尔文进化论的严峻挑战,因为古生物学家并未在前寒武纪地层中找到确切的后生动物化石来证明寒武纪大爆发的源头。然而现代分子生物学的相关研究却认为,寒武纪初期后生动物的辐射式演化并不是一个没有源头的爆发,恰恰相反,它有一个深埋在晚前寒武纪的“根”。古生物学和现代分子生物学的不同观点使得追寻寒武纪大爆发源头,即所谓的“溯源之旅”越来越受关注,以至于在前寒武纪地层中发现确凿的后生动物化石群成为从事早期生命研究的科学家们梦寐以求的愿望。

(地球科学部 供稿)