

附件：研究集体公示内容

相变存储器研究集体

中科院上海微系统与信息技术研究所

1、 推荐意见（不超过 300 字）

相变存储器(PCM)研发团队开辟我国该领域研究方向，创新提出八面体基元与三维限定可逆相变理论，开发出世界速度最快 Sc-Sb-Te 材料发表 Science (358, 1423, 2017)，创新提出晶态-液态新原理单质 Te 开关器件发表 Science (374, 1390, 2021)，为三维高密度 PCM 提供新方案。在芯片材料、器件、工艺、设计和应用全环节形成自主知识产权。面向电网、小卫星、工控等信息安全与国家战略需求，与中芯国际、华为等合作研制出国际先进 128Mb PCM 芯片，量产业界首款嵌入式 PCM 芯片并销售应用，为先进存储产业自主可控和国产替代奠定坚实基础。

推荐该项目申报中国科学院杰出科技成就奖。

2、 代表性论文专著和核心知识产权列表

代表性论文专著列表

序号	论文（专著）名称/ Science /	刊名	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间 (年月 日)	全部作者及排名
1	Reducing the stochasticity of crystal nucleation to enable subnanosecond memory writing	Science	2017 年 358 卷 1423 页	2017 年 12 月 15 日	Feng Rao*, Keyuan Ding, Yuxing Zhou, Yonghui Zheng, Mengjiao Xia, Shilong Lv, Zhitang Song*, Songlin Feng, Ider Ronneberger, Riccardo Mazzarello, Wei Zhang*, Evan Ma
2	Elemental electrical switch enabling phase-segregation-free operation	Science	2021 年 374 卷 1390–1394 页	2021 年 12 月 10 日	Jiabin Shen, Shujing Jia, Nannan Shi, Qingqin Ge, Tamihiro Gotoh, Shilong Lv, Qi Liu, Richard Dronskowski, Stephen R. Elliott, Zhitang Song*, Min Zhu*
3	High endurance phase change memory chip implemented based on carbon-doped Ge ₂ Sb ₂ Te ₅ in 40 nm node for embedded application	IEDM	2018 年	2018 年 12 月	Zhitang Song*, Daolin Cai*, Xi Li, Lei Wang, Yifeng Chen, Houpeng Chen, Qian Wang, Yipeng Zhan, Minghua Ji

核心知识产权列表

序号	知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
1	发明专利	用于相变存储器的相变材料及其制备方法(业界速度最快相变材料方面)	美国	US10411187B2	2020-05-05	饶峰、宋志棠、丁科元、王勇	有效
2	发明专利	双浅沟道隔离的外延二极管阵列的制备方法(高密度相变存储选通器件方面)	美国	US8476085B1	2013-07-02	张超、宋志棠、万旭东、刘波、吴关平、张挺、杨左娅、谢志峰	有效
3	发明专利	三明治型刀片状电极的相变存储结构及其制备方法(相变存储芯片小电极结构与工艺方面)	中国	CN103441215B	2016-03-09	刘波、宋志棠	有效
4	发明专利	导电氧化物过渡层及含该过渡层的相变存储器单元(关键相变存储芯片材料方面)	中国	CN101615655B	2012-09-05	宋三年、宋志棠、刘波、吴良才、封松林	有效

5	发明专利	一种相变存储器读出电路及读出方法(相变存储器芯片高速读出电路方面)	美国	US10679697B2	2020-06-09	雷宇、陈后鹏、李喜、王倩、宋志棠	有效
6	国家标准	纳米技术 晶圆级纳米尺度相变存储单元电学操作参数测试规范(相变存储器芯片电学标准方面)	中国	GB/T 33657-2017	2017-05-12	陈一峰、陈小刚、宋志棠	有效
7	发明专利	一种高选择比的化学机械抛光液及其应用(相变存储器抛光材料方面)	中国	CN111662641B	2021-10-26	刘卫丽、冯道欢、宋志棠	有效
8	发明专利	一种 Sb-Te-Ti 相变存储材料及 Ti-Sb ₂ Te ₃ 相变存储材料(关键相变存储芯片材料方面)	美国	US10276234B2	2019-04-30	吴良才、朱敏、宋志棠、饶峰、彭程、周夕淋、任堃、封松林	有效

注：填写直接支持候选者主要创新贡献的，已批准或授权的知识产权（包括发明专利、植物新品种权等）和标准规范等，不超过 10 项，按重要性排序，且不存在知识产权争议；涉密项目可采用其他科技所属权的认可方式。

3、研究集体成员贡献情况

姓名	人员类型	主要贡献
宋志棠	突出贡献者	开辟和引领我国相变存储器研究领域，与中芯国际、华虹集团、华为、长江存储等密切合作，组建产学研团队，推动我国 PCM 芯片研究的工程化与产业化。负责总体创新设计，承担国家重大项目，建立产业化平台，具体组织设施，指导完成任务，培养团队人才，实现成果产出。创立八面体基元与三维限定相变理论，组建公司实现 PCM 芯片、电子级 SiO ₂ 磨料与 IC 抛光液成果转化与批量销售。获得上海市技术发明一等奖（排名 1）、上海市自然科学一等奖（排名 1）、华为奥林帕斯先锋奖（排名 1）、上海市领军人才、新世纪百千万人才工程国家级人选、中国材料研究学会科学技术一等奖（排名 1）、中国新材料产业发展大会获“新材料成果转化奖”、中国工博会创新银奖（排名 1）。
李喜	突出贡献者	负责相变存储器芯片设计与产品开发，发明十纳秒级芯片随机读出技术、高可靠写入技术、失效检测与自优化方法形成核心优势，提出相变存储器仿真模型及全集成芯片设计方法服务产品开发，负责与华为、艾派克等公司合作开发 PCM 芯片和应用，设计全球首款嵌入式量产 PCM 芯片设计与应用实现销售 1600 万颗，设计容量最大的 128Mb 通用新型存储芯片用于电网、小卫星和工控 MCU 等领域。负责相变存算一体应用，解决相变阻值漂移等问题，实现 16 态存储和电阻连续调控，是规模最大的器件级存算一芯片，在 AM、IEDM、TED、TCAS II 等期刊发表论文三十余篇，申请发明专利四十余项，获华为奥林帕斯先锋奖（排名 2）、中国材料研究学会科学技术一等奖（排名 3）等奖项。
宋三年	突出贡献者	开发出性能最优 InGST 材料应用于产品，开发出高可靠性 Ta-Sb-Te, Ta-GST 材料。开发相变材料化学沉积工艺和刻蚀工艺。研制最小尺寸最低功耗相变存储单元，证实 PCM 高密度潜质。阐明相变材料高热稳定性物理机制和选通管开关机理。负责 PCM 研发平台管理，负责与长江存储，爱发科集团，华创等公司的合作，推动相变存储器产业化进程。在 InfoMat, Advanced Science 等期刊发表 220 余篇论文，申请中国发明 45 项，美国发明 4 项。获上海市自然科学一等奖（排名 2）和中国材料研究学会科学技术一等奖（排名 2）等奖项。
朱敏	主要完成者	开发出 Te 单质新原理开关器件，解决商用 OTS 开关器件组分复杂易分相导致的寿命低的问题，不仅可以满足 3D PCM 开关，也可应用于 RRAM 等其他新型存储技术。开发 Ti-Sb-Te、GeS 等新型相变材料与开关材料，以第一/通讯作者发表 Science 论文 1 篇，Nature Communications 论文 3 篇。
刘卫丽	主要完成者	负责研制相变存储器芯片制备的核心工艺-CMP 工艺及其关键抛光耗材，研制成功电子级二氧化硅纳米磨料和相变材料抛光

		液，实现大规模量产和应用，获直接经济效益 6 亿元以上，为相变材料抛光液专利主要发明人。
饶 峰	主要完成者	开发出世界上速度最快的相变材料 Sc-Sb-Te，论文发表在 Science，在相变材料研究方面发表多篇高水平论文，申请多项专利。
陈后鹏	主要完成者	负责相变存储器电路设计工作，布局 PCM 电路及版图专利，形成了一套有自主知识产权的 PCM 电路与版图。主持设计多款 PCM 芯片，推动了 PCM 芯片研制与产业化发展。
陈小刚	主要完成者	负责建立相变存储器电性能测试平台和量产测试平台，支撑材料器件基础研究和芯片工程化和量产。负责相变存储器芯片应用研究，面向高能效物联网应用，独立提出包含内外存融合、存储内计算和对等网访问的计算存储融合方案。
雷 宇	主要完成者	提出 3D PCM 漏电补偿和多项式关联读取电路，提升读取速度和通用性，降低误读取。成果发表在国际电路重要期刊 IEEE TCAS II，是国际首篇 3D PCM 电路设计领域的论文。Intel 公司引用并正面评价。设计多款 2D PCM IP 和芯片，协助 PCM 产业化。
周夕淋	主要完成者	最先在国际上发现了具有高热稳定性、高密度存储潜力的 C-Ge-Sb-Te 相变材料体系，主要研究成果引用超过 200 次，该材料作为关键存储介质用于多款 40 纳米工艺高性能相变存储器芯片。负责相变存储器产业化平台运行。

说明：公示内容必须与推荐书相关部分一致。