

我国半导体科学领域基础研究迈入新阶段

——国家自然科学基金半导体学科 2004 年申请概况分析

何 杰¹ 刘 宇²

(1 国家自然科学基金委员会信息科学部, 北京 100085)

(2 中国科学院半导体研究所, 北京 100083)

摘要: 2004 年国家自然科学基金委员会半导体学科受理的面上项目申请数终于有了突破, 文中介绍了 2004 年半导体学科基金申请与资助概况, 分析半导体学科受理申请的近期动态, 介绍学科拟采取的对策, 并附 2004 年半导体学科批准资助的面上项目及重点项目, 供广大科研人员参考。

关键词: 自然科学基金; 半导体

2004 年度半导体学科共收到面上项目申请 305 项(其中: 自由申请 242 项, 青年基金 61 项, 地区基金 2 项), 较 2003 年有大幅度增加, 创下了半导体学科有史以来面上项目申请数的最高记录。半导体学科面上项目申请数继 1998 年达到创记录的 251 项后, 1999 年和 2000 年分别回落到 222 项和 198 项, 2001 年才止住下降的趋势而稳定于 200 项, 2002 年出现了恢复性增长的可喜现象, 并超过 1998 年的 251 项达到了 264 项。2003 年稳定在了 255 项, 2004 年又一跃升为 305 项, 终于确定了近期逐年稳定增长的趋势。在各主要分支领域中, 半导体材料 76 项(2003 年 72 项), 微电子学 87 项(2003 年 81 项), 半导体光电子学 74 项(2003 年 51 项), 半导体其他器件 33 项(2003 年 29 项), 半导体物理 35 项(2003 年 22 项)。半导体材料、微电子与半导体其他器件分支领域项目数小有增长, 基本稳定, 半导体光电子学与半导体物理增幅较大, 由于半导体其他器件与半导体物理分支领域项目数近 6 年一直处在下滑趋势, 基数已很小, 因此数量尚明显不足。经过评审, 最终各分支领域获资助情况如下: 半导体材料 12 项(2003 年 17 项), 微电子学 14 项(2003 年 12 项), 半导体光电子学 15 项(2003 年 10 项), 半导体其他器件 8 项(2003 年 10 项), 半导体物理 11 项(2003 年 5 项)。可以看出, 半导体其他器件与半导体物理资助率相对较高, 主要原因是这两个分支领域近年申请项目数偏少, 学科采取了一些宣传措施, 对这两个

分支领域给予了适当倾斜。

近年来, 物理、化学、材料和信息科学与技术的发展, 推动了半导体学科的迅猛发展。半导体学科与其他学科领域的交叉渗透日趋广泛深入, 形成了许多新的交叉领域。半导体低维结构物理与材料、量子信息技术、自旋电子学、纳电子学、微纳机电系统、现代红外物理与技术等均为当前国际前沿研究热点, 并为信息科学的发展提供了重要的基础, 在信息、空间、能源、材料、生物、医学、环境、先进制造、计量以及国家安全等领域有着广阔的应用前景, 已成为现代科学技术的重要组成部分。这些领域的研究进步、学科间的交叉融合将为信息科学的持续发展提供生机勃勃的源动力。

同时, 半导体科学技术的发展对我国信息、材料等领域的发展起到了积极的推动作用, 有些已形成了较大的产业。目前, 国际集成电路工艺水平已达 65nm, 已经属于纳米科学范畴。微电子学、纳电子学、光电子学、自旋电子学和量子信息学等已日趋相互交混, 相关新现象、新材料、新器件的探索不断取得成果, 光子集成和光电子集成技术也不断发展。这些研究的不断深入、彼此之间的交叉融合, 将是今后几年的发展趋势, 整个学科正面临寻求新的突破方向, 处于一个发展的关键阶段。从目前学科发展和社会需求来看, 我国在这方面的基础研究与应用基础研究都需要大大加强, 以提高在此领域的整体创新水平和可持续发展能力。

虽然 2004 年半导体学科面上项目申请数有所突破,较 2003 年同比增长近 20%,但相比国家自然科学基金委员会整体近 22%和信息科学部 35%以上的增长率而言,实际份额在下降.近几年来国家自然科学基金委员会的面上项目申请数保持了稳步增长的势头,尤其是信息科学部增长势头更猛,而其中半导体学科还经历了 1998 年至 2001 年的回落.表 1 列出了近年来国家自然科学基金委员会、信息科学部和半导体学科的面上项目申请数情况.

可以看到,半导体学科的面上项目申请数增长情况相对明显不足.究其原因,主要是半导体学科领域的研究对各方面条件(尤其是硬件条件)要求较高,投入较大,国内有相应条件的研究单位不多,研究队伍难以快速扩大所致,且易受产业波动的影响.

如 1998 年至 2001 年我国微电子产业快速发展,造成研究队伍分流,该分支领域申请项目数逐年下降,到 2002 年才恢复.这种情况导致了半导体学科面上项目资助金额在信息科学部乃至基金会的份额逐年下降.表 2 列出了近年来国家自然科学基金委员会、信息科学部和半导体学科的面上项目资助金额的情况.

表 1 近年来国家自然科学基金委员会、信息科学部和半导体学科的面上项目申请数

	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
基金会	19314	21505	21700	23635	27590	31790	39661
信息科学部	1657	1952	2056	2071	2463	3041	4114
半导体学科	251	222	198	200	264	255	305

表 2 近年来国家自然科学基金委员会、信息科学部和半导体学科的面上项目资助金额以及半导体学科所占比例情况

年度	基金会/万元	信息科学部/万元	半导体学科/万元	学部/基金会	半导体/基金会	半导体/科学部
1993	19090	1993	274	10.4%	1.44%	13.7%
1994	23293	2431	343	10.4%	1.47%	14.1%
1995	28931	3020	407	10.4%	1.41%	13.5%
1996	33722	3448	490	10.2%	1.45%	14.2%
1997	39502	3974	580	10.1%	1.47%	14.6%
1998	43867	4489	704	10.2%	1.60%	15.7%
1999	47175	4684	582	9.9%	1.23%	12.4%
2000	63348	6110	637	9.6%	1.01%	10.4%
2001	79762	7763	749	9.7%	0.94%	9.6%
2002	115631	11255	1226	9.7%	1.06%	10.9%
2003	132203	13019	1132	9.8%	0.86%	8.7%
2004	165000	15411	1243	9.3%	0.75%	8.1%

从表中可以明显看出半导体学科面上项目资助金额所占比例的下降趋势,这与国家对该领域逐年加大支持以及该领域相关产业的蓬勃发展形成了明显的反差,长此下去将不利于本领域的可持续发展,进而影响国家大规模投入的回报,必须引起我们足够的重视和警惕.针对这种情况,学科努力争取重大研究计划、跨科学部交叉重大项目 and 重点项目立项,重视开展国际合作研究,拓展学科资源.同时积极组织相关领域专家,大力开展学科发展趋势调研,希望广大科研人员能多提好的建议.

我们最近几年将会特别鼓励以下一些领域的研究:芯片系统(SoC)的集成方法学、芯片系统的综合验证与测试理论、小尺寸 MOS 器件科学问题、适用于芯片系统的新材料及新器件探索、新型封装技术与 SiP、传感器和集成微传感系统、半导体微纳机电系统、RF/微波微纳机电器件与系统、微纳光机电器

件与系统、芯片微全分析系统、生物芯片与生物检测技术、纳米结构半导体材料与纳电子技术、光子与光电子信息材料与器件、先进微电子技术相关材料与器件、宽带隙半导体材料器件与电路、光子晶体材料与器件、全固态照明关键科学问题、高效廉价光伏材料与器件、光子集成与光电集成,以及面向大规模集成化生产的新兴电子学技术,如自旋电子学、有机分子电子学、薄膜电子学、塑料电子学、印刷电子学等等.同时也欢迎任何其他相关领域具有创新性的项目申请,不论是思想创新还是方法创新、学术创新还是技术创新,也不论是基础性较强还是应用性较强.目前学科正处于发展中的关键阶段,急需各种创新性的探索,希望广大科研人员(既包括申请人,也包括评议人)对此给予充分重视.特别欢迎符合条件的青年科技人才申请青年科学基金.学科也会注意增加评议人队伍中活跃在科研一线的青年人的比例.

根据鼓励源头创新,为科技工作者创造宽松环境的原则,学科将继续努力确保评审过程中的公平、公正,使真正具有创新性的项目得到支持,注重基础研究与应用研究的紧密结合,鼓励新兴分支学科领域研究,鼓励跨学科、跨学部的交叉研究、鼓励有实质性国际合作的研究.继续加大力度,在资助率和资助强度两方面向青年基金倾斜,以鼓励符合条件的一线青年科研人员申请青年基金,继续对具有重要应用前景的优秀项目予以倾斜资助,促进其为国家安全和国民经济发展作贡献.

希望相关领域的广大科技工作者勇于探索,提出更多、更好、更具创新性的项目和建议,共同为我国半导体事业的发展贡献才智和力量.根据研究发展动态和总体布局,在广泛征求专家意见的基础上,经过评审,我们在 2005 年受理下列领域的重点项目申请:

(1) 半导体光电子器件高频特性的基础研究
150 万

半导体光电子器件中高频调制信号与光相互作用的机理研究,器件高频特性的无损测试,小信号和大信号测试方法的关键技术研究,与提高器件高频特性有关的器件结构优化设计和封装技术基础研究(本项目与数理科学部交叉,由信息科学部信息科学四处受理,申请代码:F04).

(2) 宽带单片 OEIC 的关键技术及相关理论研究
200 万

本项目不限具体内容,申请人可自由定夺(申请代码:F04).

表 3 是 2004 年半导体学科批准资助的重点项目,表 4 是获资助的面上项目,供广大科研人员参考.其中部分项目为一年期小额探索项目,部分项目由科学部主任基金经费支持.

表 3 半导体学科 2004 年批准资助重点项目一览

批准号	申请人	项目名称	申请单位	金额/万元
60436010	高 洁	行波电场作用下半导体低维纳米结构中的量子输运	四川大学	200
60476020	王明华	基于化合物半导体材料高速光开关的研究	浙江大学	180
60476030	李肇基	单片功率系统集成(PSoC)的基础理论和技术研究	电子科技大学	180

表 4 半导体学科 2004 年批准资助面上项目一览

批准号	申请人	项目名称	申请单位	学科分支
60476031	陆 卫	GaAs/AlGaAs 量子阱红外上转换焦平面材料研究	中国科学院上海技术物理研究所	F0401
60476001	张伟风	纳米管氧化钛的嵌锂特性及其在锂离子电池中的应用研究	河南大学	F0401
60476002	曲胜春	有序、可控纳米图形化衬底制备与生长研究	中国科学院半导体研究所	F0401
60476003	刘技文	一维纳米 SiC 材料制备及场致电子发射性质研究	天津理工学院	F0401
60476004	郁 可	基于硅衬底的低温定向生长 ZnO 纳米线阵列及其场发射研究	华东师范大学	F0401
60476005	张希清	锌铅钼氧化物等薄膜及其量子阱的 MBE 生长和特性研究	北京交通大学	F0401
60406001	王明湘	金属诱导低温多晶硅薄膜晶体管器件退化模型和机制研究	苏州大学	F0401
60476006	林成鲁	SiGe-OI 新材料的研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	F0401
60476007	张义门	异质结源漏 6H-SiC N 沟 MOSFET 的研究	西安电子科技大学	F0401
60406002	陈敦军	AlGaIn/GaN 宽禁带半导体异质结构高温性质研究	南京大学	F0401
60476008	秦福文	GaN 基稀磁半导体量子点的自组织生长与特性	大连理工大学	F0401
60476009	朱洪亮	MOVPE 长波长 InAs/GaAs 量子点及其激光器件的研究	中国科学院半导体研究所	F0401
60476016	邢廷文	基于光操纵原子制作复杂纳米图形的原理研究	中国科学院光电技术研究所	F0402
60476010	屈新萍	原子层淀积新型 Cu 互连扩散阻挡层研究	复旦大学	F0402
60476011	胡一帆	多孔低介电常数薄膜制备及其表面等离子增强保护和热机械性能研究	华中科技大学	F0402
60406003	肖 夏	表面波方法研究集成电路互连布线的纳米多孔介质硬度特性	天津大学	F0402
60476012	黄风义	基于 0.13 μm CMOS 工艺的射频 SOC 电路设计和信号完整性研究	东南大学	F0402
60476013	周朝显	可重构系统	中国科学院微电子研究所	F0402
60476014	蔡懿慈	面向 SOC 低功耗物理设计的方法研究	清华大学	F0402
60476015	李树国	大数模幂乘算法研究及其 VLSI 实现	清华大学	F0402
60476046	杨银堂	基于 SOC 的嵌入式混合信号集成电路 IP 核及高层次模型研究	西安电子科技大学	F0402
60406004	王金延	基于空间重构算法的微尺度器件参数提取	北京大学	F0402
60476017	许 军	下一代超高速应变硅 MOS 器件与集成电路基础研究	清华大学	F0402
60476018	张海波	集成电路深层信息带电衬度检测的机理研究	西安交通大学	F0402

续表

批准号	申请人	项目名称	申请单位	学科分支
60476019	秦 明	单片集成 MEMS 风速计和气压计的优化理论和封装技术研究	东南大学	F0402
60444004	王高峰	集成电路宏模型提取的高效模型降阶技术	武汉大学	F0402
60476020	许 东	几种可用于光电子器件的配合物型导体、半导体材料及其波导性能的研究	山东大学	F0403
60476021	张书明	AlGa _N /Ga _N 超晶格材料生长及其子带间跃迁机理研究	中国科学院半导体研究所	F0403
60476022	陈 朝	P 型 GaN 欧姆接触新方法和新机理的探索	厦门大学	F0403
60476023	秦国刚	硅/有机化合物杂化电致发光	北京大学	F0403
60476024	司玉娟	基于多晶硅 TFT 的有源 OLED 显示屏驱动电路关键技术的研究	吉林大学	F0403
60406005	李 丹	量子点和有机材料集成的复合结构发光二极管	北京交通大学	F0403
60406006	杨盛谊	用有机/无机异质结提高 II-VI 族发光性能的研究	北京交通大学	F0403
60406007	陈志忠	氧等离子体对 III-V 族氮化物的光学、电学性质影响的研究	北京大学	F0403
60476025	陈国鹰	1.55 μm 高速调制半导体激光器设计理论及制作技术研究	河北工业大学	F0403
60476026	高 欣	近衍射极限光束质量大功率半导体激光器研究	长春理工大学	F0403
60406008	徐刚毅	量子级联激光器中界面声子特性的研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	F0403
60476027	贾 刚	球形硅双光子响应光电探测器研究	吉林大学	F0403
60476028	秦志新	肖特基型 AlGa _N 太阳光盲紫外光探测器的研究	北京大学	F0403
60476029	宁永强	InGaAsP 量子阱电泵浦光子晶体 WGM 微腔激光器与输出光波导的集成	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	F0403
60476030	江若璘	III 族氮化物 In _x Ga _{1-x} N 太阳能电池的基础研究	南京大学	F0403
60476032	周 嘉	超高灵敏度光致形变微梁——纳米膜气敏传感器的研究	复旦大学	F0404
60476033	金仲和	微/纳机械器件的辐射损伤及其机理研究	浙江大学	F0404
60406009	杨 恒	悬臂梁-质量块结构吸合时间式加速度传感器研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	F0404
60476034	陈建新	基于绝缘衬底的 SiGe 微波双极功率器件的研究	北京工业大学	F0404
60476035	程知群	新型半导体基带隙结构毫米波集成振荡器关键技术研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	F0404
60406010	宁 瑾	SiC RF MEMS 器件—高 Q 值谐振器的研究	中国科学院半导体研究所	F0404
60476036	陈星弼	智能功率集成电路中低压电源及小电流检测	电子科技大学	F0404
60476037	朱长纯	新型小波变换式二氧化硫气体传感器的研究	西安交通大学	F0404
60476038	吴兴龙	硅纳米结构中蓝光发射特性与机制研究	南京大学	F0405
60476039	苗庆海	晶体管热谱学的基础研究	山东大学	F0405
60406011	吕 翔	低维结构热学性质对纳米器件特性的影响	中国科学院上海技术物理研究所	F0405
60476047	戴宪起	氮化镓基化合物半导体量子结构研究	河南师范大学	F0405
60476040	陈效双	HgCdTe 材料中杂质和缺陷对其结构和光电子性质的影响	中国科学院上海技术物理研究所	F0405
60476045	李国华	与 Mn 有关的半导体的光学性质研究	中国科学院半导体研究所	F0405
60476041	雷啸霖	二维半导体辐射激发磁输运和零电阻态	上海交通大学	F0405
60476042	姚江宏	半导体量子点激光材料瞬态光谱特性及超快现象研究	南开大学	F0405
60476043	温廷敦	介观声电转换机理	华北工学院	F0405
60476044	杜小龙	ZnO 基稀磁半导体单晶薄膜以及稀磁/非磁/稀磁三明治结构的制备与物性研究	中国科学院物理研究所	F0405
60444005	潘必才	单晶 GaN 纳米管的结构和量子尺寸效应的紧束缚理论研究	中国科学技术大学	F0405

注: F0401——半导体材料, F0402——微电子学, F0403——半导体光电子学, F0404——半导体其他器件, F0405——半导体物理