

国家自然科学基金 2005 年半导体科学学科 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: 2005 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继续大幅度上升, 本文简介 2005 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 2005 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; 半导体科学

半导体学科组 2005 (2004) 年度共收到面上申请项目 444 (305) 项, 包括: 自由申请基金项目 336 (242) 项, 青年基金项目 103 (61) 项, 地区申请 5 (2) 项; 半导体科学各主要分支领域中, 半导体材料 90 项 (2004 年 76 项), 微电子学 134 项 (2004 年 87 项), 半导体光电子学 99 项 (2004 年 74 项), 半导体其它器件 61 项 (2004 年 33 项), 半导体物理 60 项 (2004 年 35 项). 虽然各分支领域增幅均较大, 但微电子学申请项目数高居榜首, 半导体材料与半导体光电子学居于次席, 而半导体其它器件与半导体物理申请项目数明显偏少, 这种现象已持续多年. 半导体物理项目数偏少将影响半导体科学的持续发展, 半导体其它器件项目数偏少将影响半导体科学应用范围的不断拓展, 因此, 今后学科仍将尝试采取调控措施对这两个分支领域予以适当倾斜.

经过评审, 最终各分支领域获资助情况如下: 半导体材料 24 项 (2004 年 12 项), 微电子学 26 项 (2004 年 14 项), 半导体光电子学 14 项 (2004 年 15 项), 半导体其它器件 13 项 (2004 年 8 项), 半导体物理 16 项 (2004 年 11 项). 从申请情况看, 在半导体材料方面, 低维纳米结构材料和宽禁带半导体薄膜材料是当前的研究热点, 有机/无机复合材料的研究不断扩展, 而纳米结构的精细测试分析、宽禁带薄膜材料的深层次科学问题和相关衬底材料的研究应予以加强; 在微电子学方面, 片上系统 (SoC) 与低功耗技术成为学科的前沿热点, 但片上网络 (NoC)、系统封装技术、纳米级工艺下的可制造性和成品率问题、针对纳米级器件 (包括自下而上的纳米器件) 的设计

和体系结构研究亟待加强; 在半导体光电子学方面, 光电集成器件、面向平板显示和照明的发光器件是近年的热点领域, 但对基于光子晶体和亚波长微结构的新型光子器件研究、光电子器件的测试和封装研究、廉价高效光伏器件研究的支持明显需要加强; 在半导体其它器件方面, 各种半导体传感器是近年来的研究热点, 但真正意义上的、较复杂的微纳光机电系统研究较少, 高温、高频、高功率的功率集成器件和射频集成器件研究需要加强, 面向人类健康和医学应用的微纳传感系统和芯片是需要进一步加强鼓励的研究方向; 在半导体物理方面, 低维量子结构和自旋器件是研究的热点, 有关太赫兹器件、面向集成电路的小尺寸器件、宽禁带半导体电子器件和光电器件的器件物理研究应该受到大家的重视. 以上问题希望广大科研人员在申请和评议项目时能够予以关注.

虽然 2005 年半导体学科面上项目申请数较 2004 年增长近 45%, 超过了基金委的平均增长率, 但其绝对值尚偏低, 单就申请项目数来讲, 半导体学科在基金委属于小规模学科^[1]. 这与其资助范围所涉及的半导体材料、微电子学和光电子学等相关领域庞大的产业背景和规模形成了鲜明的对比, 与这些领域在国家发展中的战略地位极不相称, 与近年来国家在这些领域的巨大投入和大力扶持政策也有较大的差距, 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, 影响国家自主创新的发展战略, 必须引起足够的重视和警惕. 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 2000 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 年才恢复到 1998 年的水平之上。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委的份额逐年下降。针对这种情况,学科将努力争取联合资助、重大研究计划、跨科学部交叉重大项目和重点项目立项,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向我们多提好的建议,在科研工作中积极探索,努力创新,踊跃申请,为振

兴我们国家的半导体科学事业贡献力量。

值得欣慰的是,近年来半导体学科的申请项目数已经显现出稳步增长、向上突破的趋势,并且,青年基金的申请比例有较大增加,说明不断有新鲜血液补充到研究队伍中来,表 1 示出了 1998 年至 2000 年半导体学科面上项目申请和青年基金的申请情况,青年基金的申请在 2002 年和 2003 年跨越了一个台阶,资助项目中青年基金所占比例略高于申请项目中青年基金的比例,显示出学科对青年基金倾斜的政策效果。表 2 示出了 2000 年至 2005 年青年基金申请在五个主要学科分支的分布情况,可以看出,半导体材料、微电子学和半导体光电子学 3 个分支相对较多,并且微电子学增长幅度最大。

表 1 1998 年至 2000 年半导体学科青年基金申请与资助占面上项目的比例

年度	面上项目申请总数	青年基金申请数	青年基金申请比例/ %	面上项目资助总数	青年基金资助项数	青年基金资助比例/ %
1998	236	35	14.8	57	8	14.0
1999	217	34	15.7	43	6	14.0
2000	196	22	11.2	37	5	13.5
2001	200	25	12.5	41	6	14.6
2002	261	37	14.2	53	8	15.1
2003	255	54	21.2	55	14	25.4
2004	306	61	19.9	60	11	18.3
2005	444	103	23.2	93	21	22.6
总和	2115	371	17.5	439	79	18.0

注:文献[1~5]中面上项目统计数据没有完全剔除其它类别项目,以本文为准。

表 2 2000 年至 2005 年青年基金申请在五个主要学科分支的分布情况

年度	青年基金申请总数	半导体材料	微电子学	半导体光电子学	半导体其它器件	半导体物理
2000	22	7	5	7	1	2
2001	25	7	6	8	2	2
2002	37	11	10	5	6	4
2003	54	10	20	14	5	5
2004	61	18	16	14	6	7
2005	103	13	37	28	13	12

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。微纳电子学、微纳光子与光电子学、自旋电子学和量子信息学等相互交叉日趋深入,相关新现象、新材料、新器件的探索日益增加,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。

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保护,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做出贡献。

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,半导体学科在 2006 年受理下列领域的重点项目申请:

- (1) 高质量氧化锌 (ZnO) 体单晶制备的基础研

究(F0401)

制备高纯度、低缺陷密度、大尺寸氧化锌体单晶,研究晶体的生长机理和控制技术,缺陷的形态、结构及其形成机理,以及对外延薄膜的影响。

(2) 纳米尺度 CMOS 集成电路关键技术研究(F0402)

针对 CMOS 集成电路进入到 65nm 技术以后的关键问题,重点研究沟道工程、栅工程等相关集成技术的新原理、新结构、新方法,为发展自主知识产权的大规模集成电路技术奠定基础。

(3) 垂直腔面发射大功率激光器的研究(与数理科学部物理交叉)(F0403)

研究垂直腔面发射大功率激光器及阵列模块的相关物理问题,解决结构设计及器件工艺中的关键技术,研制连续输出功率高、寿命长的激光器和阵列模块。

表 3 是 2005 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 2005 年批准资助重点项目一览表

项目批准号	申请人	项目名称	申请单位	金额/万元
60536010	祝宁华	半导体光电子器件高频特性的基础研究	中国科学院半导体研究所	180
60536020	罗毅	半导体光电子器件实现高频(10~40GHz)工作中的若干关键科学问题研究	清华大学	180
60536030	陈弘达	硅基单片光电子集成回路(OEIC)的关键技术及相关理论研究	中国科学院半导体研究所	180

表 4 半导体学科 2005 年批准资助面上项目一览表

项目批准号	申请人	项目名称	申请单位	学科代码
60576001	余金中	激光辅助 CVD 生长太赫兹 SiGe 量子级联超晶格结构	中国科学院半导体研究所	F0401
60576002	任丙彦	太阳能硅单晶快速生长中结晶潜热释放速率与母相熔体结构关系的研究	河北工业大学	F0401
60506001	王辉	InN 材料的 MOCVD 生长研究	中国科学院半导体研究所	F0401
60506002	杨少延	GaN 与 ZnO 异质外延中的 Si 基协变超薄中间层研究	中国科学院半导体研究所	F0401
60576003	朱建军	AlInN 材料的 MOCVD 生长与应用研究	中国科学院半导体研究所	F0401
60576004	陈维德	一种新型的平板显示材料(GaN:RE)的研究	中国科学院半导体研究所	F0401
60576005	郑瑞生	氮化铝单晶材料的生长及其光电特性的研究	深圳大学	F0401
60576006	张道礼	单分散 - 半导体量子点胶体合成及其物性调控研究	华中科技大学	F0401
60576007	周伟	采用金属有机 N 源研究 InN 的 MOCVD 生长及其性质	电子科技大学	F0401
60576008	徐春祥	纳米结构 ZnO 中的载流子输运	东南大学	F0401
60576009	龚谦	自组装量子点在覆盖过程中的生长机理研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	F0401
60576010	陈诺夫	硅基稀磁半导体材料制备及性质研究	中国科学院半导体研究所	F0401
60576011	杨保和	AlN/Diamond/Si 多层膜声表面波器件及其高频特性研究	天津理工大学	F0401
60576012	严辉	异质外延生长 p 型镧铜氧硫化物透明半导体薄膜的衬底及其特性研究	北京工业大学	F0401
60576013	冯博学	NiO _x / 固态电解质/ WO ₃ 电致变色器件的变色机理、制备及应用研究	兰州大学	F0401
60576069	姬荣斌	非晶态碲镉汞薄膜制备与光电特性研究	昆明物理研究所	F0401
60506003	张晓丹	采用二维自适应流体模型对高速率微晶硅生长机理的研究	南开大学	F0401
60566001	谢泉	环境半导体材料 - FeSi ₂ 的物理基础与关键技术研究	贵州大学	F0401
60576014	刘卫丽	类金刚石薄膜为绝缘层层的 SOI 新材料研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	F0401
60576015	何萌	在 Si 基底上外延生长钙钛矿氧化物薄膜和多层膜研究	中国科学院物理研究所	F0401
60576016	徐征	几种激发方式中有机量子阱的性质	北京交通大学	F0401
60576017	顾书林	ZnO 基稀磁半导体异质结构的制备与性质研究	南京大学	F0401
60506004	黎兵	单带差 - 族超晶格薄膜的制备及其性能的研究	四川大学	F0401
60576018	黄辉	面向高性能光电子器件制备的半导体晶片低温键合新途径、新技术的研究	北京邮电大学	F0401
60576019	姚汉民	用光操纵原子制作变周期纳米结构的原理研究	中国科学院光电技术研究所	F0402
60576020	李志宏	基于 MEMS 技术的 SPR 生化检测芯片基础研究	北京大学	F0402
60506005	王丛舜	基于射频单电子晶体管的微纳机械器件研究	中国科学院微电子研究所	F0402

续表

项目批准号	申请人	项目名称	申请单位	学科代码
60576021	徐静平	小尺寸超薄叠层高 k 栅介质 Si/Ge MOSFET 研究	华中科技大学	F0402
60576022	徐 军	ULSI 低介电常数 CN_x 薄膜制备及其介电性能的研究	大连理工大学	F0402
60576023	刘治国	下一代 MOSFET 用高介电系数栅介质材料的研究	南京大学	F0402
60506006	刘 超	微波光子晶体在高速集成电路和器件封装中的应用基础研究	中国科学院半导体研究所	F0402
60576024	曾晓洋	安全芯片旁道攻击方法及其防御技术研究	复旦大学	F0402
60576025	姚素英	基于深亚微米工艺大动态范围、千万像素 CMOS 图像传感器关键技术研究	天津大学	F0402
60576026	仇玉林	RF CMOS 无线接收机新结构研究	中国科学院微电子研究所	F0402
60576027	白国强	椭圆曲线密码系统的算法结构与 VLSI 实现	清华大学	F0402
60576028	孟 桥	单比特数字人工神经网络 IC 实现技术研究	东南大学	F0402
60544008	陈弘毅	基于混沌系统的低功耗真随机数发生器设计方法研究	清华大学	F0402
60506007	刘雷波	“推举体制”小波变换集成电路结构的研究与实现	清华大学	F0402
60576029	茹国平	金属/锗硅固相反应及其与杂质相互作用研究	复旦大学	F0402
60576064	张亚非	碳纳米管场效应器件制造技术基础研究	上海交通大学	F0402
60506008	任黎明	电子束抗蚀剂 Calixarene 的特性及其在纳米尺度电子束光刻中的应用研究	北京大学	F0402
60576030	冯建华	嵌入式模拟和混合信号内核的 BIST 和 DFT 研究	北京大学	F0402
60576031	李晓维	多芯核共享的测试响应数据压缩方法研究	中国科学院计算技术研究所	F0402
60576032	徐秋霞	亚 50 纳米金属栅体硅多栅 CMOS 器件及关键技术研究	中国科学院微电子研究所	F0402
60576033	鲁华祥	基于神经网络信息处理机制的纳米集成电路系统结构研究	中国科学院半导体研究所	F0402
60506009	孙 雷	源漏不对称肖特基势垒场效应晶体管的研究	北京大学	F0402
60506020	马佩军	超深亚微米集成电路铜互连可靠性研究	西安电子科技大学	F0402
60576034	高明伦	集成电路 NoC 低功耗通讯协议栈基础研究	合肥工业大学	F0402
60506010	罗 嵘	90nm 以下片上系统的设计技术 - 温度与功耗的联合优化及管理	清华大学	F0402
60506011	张宁欣	基于 GMR 效应的新型硅微麦克风的研究	清华大学	F0402
60576035	于丽娟	化合物半导体材料与硅材料的键合技术及其机理研究	中国科学院半导体研究所	F0403
60576036	曾湘波	纳米硅薄膜太阳能电池的研究	中国科学院半导体研究所	F0403
60576037	戴 伦	由交叉的单根 n 型直接禁带半导体纳米线和单根 p 型硅纳米线形成的纳米异质结电致发光与激光	北京大学	F0403
60576038	华玉林	实现有机电致发光固态照明光源的某些关键问题研究	天津理工大学	F0403
60576039	韩圣浩	自旋极化电极 OLED 器件制备及光电特性研究	山东大学	F0403
60576040	刘益春	p-GaN/i-ZnO/n-ZnO 一维异质结构有序阵列与 LED 器件研究	东北师范大学	F0403
60506012	郭 霞	单芯片白光发光二极管机理及其关键技术的研究	北京工业大学	F0403
60576041	方高瞻	大功率半导体激光器阵列的波长及偏复用技术研究	中国科学院半导体研究所	F0403
60576042	洪 治	双波长外腔半导体激光器实现可调谐连续太赫兹辐射研究	浙江大学	F0403
60506013	徐章程	980nm InGaAs/GaAs 亚单层量子点激光器	南开大学	F0403
60576043	常玉春	集成穿通基区硅光电晶体管光探测器的研制	吉林大学	F0403
60576044	陈治明	SiCGe/SiC 异质结光电二极管及其光电特性研究	西安理工大学	F0403
60576045	马春生	聚合物阵列波导光栅波分复用器带宽平坦性和热稳定性的研究	吉林大学	F0403
60576065	励旭东	高效背接触晶硅太阳能电池的研究	北京市太阳能研究所有限公司	F0403
60576046	王军喜	GaN 基气敏传感器材料和器件研究	中国科学院半导体研究所	F0404
60576047	刘晓为	MEMS 微环路热管阵列研究	哈尔滨工业大学	F0404
60576048	刘泽文	新型纳机电系统器件制作及机电耦合基础研究	清华大学	F0404
60576049	蔡新霞	用于重大疾病生化标志物检测的生物传感器研究	中国科学院电子学研究所	F0404
60576050	朱大中	生物微环境多参量 CMOS 数模混合细胞传感集成电路研究	浙江大学	F0404
60506014	赵东旭	ZnO 纳米线阵列的表面修饰及其在气体传感器上的应用研究	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	F0404
60506015	董林玺	高分辨率微机械电容式传感器及三轴惯性组合中的关键技术研究	杭州电子科技大学	F0404
60576051	李俊峰	SOI 射频 SOC 的集成器件及工艺基础研究	中国科学院微电子研究所	F0404
60576052	张 波	新型三维超结表面低阻通道横向功率 MOS 器件	电子科技大学	F0404
60576053	陈大鹏	悬臂梁微尖端阵列器件加工及应用技术研究	中国科学院微电子研究所	F0404
60576054	杜国同	ZnO 基透明薄膜晶体管的研制	大连理工大学	F0404
60576055	曹文明	无宿主机的可学习的模式识别专用半导体神经网络硬件的研究	浙江工业大学	F0404

续表

项目批准号	申请人	项目名称	申请单位	学科代码
60576056	荆海	用于电子墨水显示的薄膜晶体管技术研究	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	F0404
60576057	车静光	纳米结量子输运问题的理论研究	复旦大学	F0405
60576058	方忠	自旋 Hall 效应及其相关量子现象的第一原理计算研究	中国科学院物理研究所	F0405
60576059	茅惠兵	二维光子晶体中量子点的自发辐射特性及其瞬态过程研究	华东师范大学	F0405
60576060	马旭村	半导体衬底上薄膜中量子阱态对表面吸附的影响	中国科学院物理研究所	F0405
60576061	吴兴龙	硅化铁复合纳米结构的设计及其发光特性研究	南京大学	F0405
60576062	陈涌海	超晶格解理面上应变自组织纳米结构生长和光电性质研究	中国科学院半导体研究所	F0405
60506016	陈占国	硅器件中场致线性电光效应研究	吉林大学	F0405
60576066	陈军宁	异质栅多阶梯场极板 HMLDMOS 及高压 LDMOS 的 SPICE 模型	安徽大学	F0405
60576067	沈文忠	新型 GaAs 远红外成像的物理和器件研究	上海交通大学	F0405
60506017	韩伟华	SOI 衬底上单电子晶体管的研制	中国科学院半导体研究所	F0405
60506018	伍滨和	Fano 干涉与太赫兹作用下的双量子点器件相干输运研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	F0405
60544006	汪雷	新型硅基分子器件的设计	浙江大学	F0405
60506019	张寒洁	有机半导体薄膜制备及其性质研究	浙江大学	F0405
60566002	班士良	压力下电子-声子相互作用对半导体异质结构中电子输运性质的影响	内蒙古大学	F0405
60576063	季振国	透明导电金属氧化物薄膜的 p 型掺杂研究	浙江大学	F0405
60576068	陈效双	铁磁半导体异质结构自旋相关性质的第一性原理研究	中国科学院上海技术物理研究所	F0405

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

参考文献

- [1] 何杰, 刘宇. 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. 半导体学报, 2005, 26(1): 215
- [2] 何杰, 夏传钺. 国家自然科学基金 2000 年半导体学科申请概况分析. 半导体学报, 2001, 22(4): 526
- [3] 何杰, 王晓晖, 夏传钺. 国家自然科学基金半导体学科 2001 年项目概况分析. 半导体学报, 2002, 23(2): 222
- [4] 何杰. 半导体科学基础研究面临新的发展机遇 —— 国家自然科学基金半导体学科 2002 年申请概况分析. 半导体学报, 2003, 24(1): 109
- [5] 何杰. 加强调控力度, 促进学科均衡发展 —— 国家自然科学基金 2003 年半导体科学领域申请项目概况分析. 半导体学报, 2004, 25(2): 237