



中国科学院学部

“科学与技术前沿论坛” (第138期)

——量子材料与智能器件
会议手册

主办单位：中国科学院学部

承办单位：中国科学院数学物理学部

中国科学院学部学术与出版工作委员会

协办单位：南京大学物理学院

《中国科学》杂志社

中国科学院青年创新促进会

中国·苏州

2023年5月13日-14日

“量子材料与智能器件”科学与技术前沿论坛



中国科学院学部“科学与技术前沿论坛”
——量子材料与智能器件

会议手册

主办单位：中国科学院学部

承办单位：中国科学院数学物理学部

中国科学院学部学术与出版工作委员会

协办单位：南京大学物理学院

《中国科学》杂志社

中国科学院青年创新促进会

中国·苏州

2023年5月13日-14日

目 录

目 录	1
论坛简介	3
论坛须知	4
论坛日程	5
召集人（执行主席）简介	9
邢定钰	9
谢心澄	10
报告人简介及报告摘要	11
常 凯	11
光的几何控制:曲率和挠度	12
王雪华	13
室温量子态的实现与操控	14
韩秀峰	15
新奇磁子量子效应及磁子器件	16
赵巍胜	17
反铁磁材料及智能器件	18
段纯刚	19
铁电与铁谷智能材料	20
陈仙辉	21
量子物质中的演生现象及应用	22
王 健	23
二维超导中的新奇量子物态	24
陈剑豪	25
低维自旋激发及其器件应用进展	26
刘开辉	27

大尺寸二维单晶的研究进展	28
缪 峰	29
面向未来计算的二维材料与“原子乐高”研究	30
贾金锋	31
拓扑超导与拓扑量子计算	32
张远波	33
本征磁性拓扑材料中的新机遇	34
方 辰	35
磁性拓扑理论进展	36
刘俊明	37
PFM 针尖下的铁性拓扑畴材料	38
论坛参会专家	39
会议记录	49

论坛简介

为将中国科学院学部建设成为创新思想活跃、学术作风严谨的我国科学技术方面的最高学术机构，切实发挥学部的学术引领作用，并为决策咨询工作提供科学技术支撑，2011年3月25日，中国科学院学部主席团六届十次会议决定开展“科学与技术前沿论坛”（简称“论坛”）活动。

论坛活动是中国科学院学部主席团统一领导下、各学部常委会和学部学术与出版工作委员会等共同承办的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。

论坛旨在推动前沿科学理论和技术探索，促进学科发展战略研究系统深入开展，促进学科交叉融合及国际学术交流，发现和培养优秀人才，倡导科学民主，鼓励学术争鸣，充分发挥学部对我国科学技术前沿和未来创新发展的引领作用。

论坛特邀若干报告人做主题报告，鼓励与会院士、专家围绕主题进行自由讨论，一般向社会开放。特邀的报告人一般为科研一线的优秀科学家，重视邀请国外专家和优秀青年学者。报告人可提交符合《中国科学》、《科学通报》（简称“两刊”）出版要求的论文，论坛论文和综述稿以“两刊”专栏或专辑、年度论坛报告集等方式公开出版。

科学探索无止境，百家争鸣创新篇。中国科学院学部愿为中青年科技专家提供展示才华的“舞台”，共同促进学术繁荣，为促进我国科技发展和服务国家发展战略做出应有的贡献。

论坛须知

“科学与技术前沿论坛”是中国科学院学部开展的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。为共同推进我国科技事业的发展，让学术思想广泛传播，中科院学部将对论坛的报告进行录制并在剪辑加工之后发布到互联网进行传播。现特此声明，如您对此有异议，可与会务组工作人员联系，协商解决。

热忱欢迎各位代表参加本次论坛，为保证您在论坛期间的工作和生活顺利，请您注意以下事项：

一、会议时间

2023年5月13日-14日

二、会议地点

苏州湾恒力大酒店3楼凯旋厅

(江苏省苏州市吴江区开平路4088号)

三、会务组联系人

缪峰, miao@nju.edu.cn

王维, wangwei@scichina.org

论坛日程

5月13日（周六）下午

苏州湾恒力大酒店3楼凯旋厅

开幕式 主持人：王伯根教授			
13:30-13:40	召集人开幕致辞（邢定钰院士）		
13:40-13:50	论坛背景介绍和期刊专刊介绍		
议题1：量子调控与应用（特邀报告，15+5分钟） 主持人：林海青院士			
时间	报告题目	报告人	单位
13:50-14:10	光的几何控制:曲率和挠度	常 凯	中国科学院半导体研究所
14:10-14:30	室温量子态的实现与操控	王雪华	中山大学
14:30-14:50	新奇磁子量子效应及磁子器件	韩秀峰	中国科学院物理研究所
14:50-15:10	反铁磁材料及智能器件	赵巍胜	北京航空航天大学
15:10-15:30	铁电与铁谷智能材料	段纯刚	华东师范大学
15:30-16:00	合影+茶歇		
16:00-17:30	主题研讨一：新物态探测、调控与应用面临的挑战 主持人：薛其坤院士		

论坛日程

5月14日(周日)上午

苏州湾恒力大酒店3楼凯旋厅

议题2: 量子物质与应用(特邀报告, 15+5分钟)			
主持人: 封东来院士			
时间	报告题目	报告人	单位
08:30-08:50	量子物质中的演生现象及应用	陈仙辉	中国科学技术大学
08:50-09:10	二维超导中的新奇量子物态	王健	北京大学
09:10-09:30	低维自旋激发及其器件 应用进展	陈剑豪	北京大学
09:30-09:50	大尺寸二维单晶的研究进展	刘开辉	北京大学
09:50-10:10	面向未来计算的二维材料与 “原子乐高”研究	缪峰	南京大学
10:10-10:30	茶歇		
10:30-12:00	主题研讨二: 量子物质的探索与器件应用面临的挑战 主持人: 王玉鹏院士		

论坛日程

5月14日（周日）下午

苏州湾恒力大酒店3楼凯旋厅

议题3：拓扑物理与应用（特邀报告，15+5分钟） 主持人：段文晖院士			
时间	报告题目	报告人	单位
14:00-14:20	拓扑超导与拓扑量子计算	贾金锋	上海交通大学 /南方科技大学
14:20-14:40	本征磁性拓扑材料中的新机遇	张远波	复旦大学
14:40-15:00	磁性拓扑理论进展	方辰	中国科学院物理研究所
15:00-15:20	PFM 针尖下的铁性拓扑畴材料	刘俊明	南京大学
15:20-16:50	主题研讨三：拓扑物理的探索与未来应用面临的挑战 主持人：郭万林院士		
揭牌仪式+闭幕式 主持人：马余强院士			
16:50-16:55	南京大学类脑智能中心揭牌		
16:55-17:00	召集人闭幕致辞（谢心澄院士）		

召集人（执行主席）简介

个人简介



邢定钰

中科院数理学部院士，南京大学物理学院教授、博士生导师，江苏省高校教学名师。现任南京大学物理学院学术委员会主任，教育部 2011 计划“人工微结构科学与技术协同创新中心”主任，兼任中科院在苏院士咨询委员会主任。曾任南京大学固体微结构物理国家重点实验室主任，学术委员会主任，《物理学进展》主编和 5 个 SCI 学术期刊的副主编。2010 年被授予“全国先进工作者”称号。

邢定钰教授长期从事凝聚态物理学研究，在量子输运理论、磁性纳米结构和低维物理、超导和关联电子理论等方面做出了系列创新工作。曾连续两届担任科技部“量子调控”国家重大科学研究计划的项目首席科学家。曾获得一项国家自然科学奖二等奖，五项省部级科技进步奖，和一项江苏省教学成果奖特等奖。

召集人（执行主席）简介

个人简介



谢心澄

中国科学院院士，发展中国家院士，美国物理学会会士，北京大学讲席教授。1982年中国科技大学近代物理系毕业，1988年在美国马里兰大学获博士学位。曾任美国俄克拉荷马州立大学校董事会讲座教授、中科院物理所凝聚态理论与材料计算研究室主任、中科院国际量子结构中心主任、北京大学量子材料科学中心创始主任、北京大学物理学院院长、国家自然科学基金委员会数学物理科学部主任、国家自然科学基金委员会副主任等职。

谢心澄教授长期从事凝聚态物理理论研究，主要研究方向集中在量子霍尔效应、电荷及自旋输运、低维量子体系等。共发表论文 320 余篇，包括 Nature/Science 系列 18 篇、PRL 50 余篇等。曾任两届 PRL 凝聚态物理副主编，现任《中国科学：物理学 力学 天文学》主编及多项国际重要学术期刊编委。

报告人简介及报告摘要

(按报告顺序排列)

个人简介



常 凯

中国科学院半导体研究所研究员、博士生导师，中国科学院院士。2004年获国家自然科学二等奖，2005年获国家杰出青年科学基金资助，2012年度中国物理学会黄昆固体物理和半导体物理奖，2013年入选国家百千万人才工程计划并被授予“国家有突出贡献中青年专家”，2019年当选中国科学院数理学部院士。现任国际纯粹与应用物理学联合会半导体物理委员会委员。

光的几何控制:曲率和挠度

常 凯

中国科学院半导体研究所

弯曲时空与经典或量子波动系统的对应是现代物理的经典方向，目前已在电磁波、水波、自旋波等实验室环境中模拟出多种极端引力场的经典与量子效应。近年来，变换光学反过来利用时空-介质对应通过坐标变换设计等效时空来控制光线，发展出以隐身衣为代表的新型电磁器件。然而，传统坐标变换方案无法控制光场的偏振状态，这极大限制了基于几何方法的电磁器件设计。

本报告中我们将汇报基于标架变换的广义变换光学理论，并发展出基于黎曼-嘉当时空的框架统一处理包含磁光介质、轴子磁电耦合介质和时变介质在内的非互易电磁响应。我们的工作是在黎曼时空协变电动力学的理论推广并可用于新型非互易电磁器件设计。

[1]. Y. L. Zhang, L. N. Shi, C. T. Chan, K. H. Fung and K. Chang, Geometrical theory of electromagnetic nonreciprocity, Phys. Rev. Lett. (2023, In press).

个人简介



王雪华

中山大学教授。1984 于湘潭大学物理系获得理学学士学位,1995 年于上海交通大学获理学博士学位。长期从事高效微纳光子学的研究,致力于片上高性能量子光源、有源无源光电子器件的集成、室温量子态及其量子器件的实现。在 *Nat. Nanotech.*、*Phys. Rev. Lett.*、*Sci. Adv.*、*Nat. Commun.*、*Light: Sci. & App.* 等国内外著名学术期刊发表 SCI 论文 130 余篇。他是教育部“长江学者奖励计划”特聘教授,国家杰出青年基金获得者和国家有突出贡献政府特殊津贴获得者。他作为首席科学家和负责人先后主持多项国家重大和重点项目。

室温量子态的实现与操控

王雪华
中山大学

室温量子态是发展高性能微纳量子光电子器件与固态量子芯片的核心基础。但由于室温下的巨大耗散，量子态很难在室温下存活，导致量子器件要求真空和低温工作环境，极大地限制了量子光电子器件的小型化和系统的可扩展性与可集成性。单辐射子-光子室温强耦合提供了实现人造室温量子态的有效途径。

这个报告将介绍单辐射子-光子室温强耦合的发展历史和现状，包括十多年来，世界各国科学家采用压缩模体积增大辐射子-光子耦合强度以克服室温下的巨大耗散、进而实现单辐射-光子室温量子强耦合所作的各种巨大努力。但这种方法要求非常苛刻的条件：模体积小于 100 立方纳米、辐射子的偶极矩和电场的方向要近似平行、辐射子位于最强电场之处。这些苛刻的条件导致室温量子强耦合的实现一直是极低概率（小于 1%）的偶然性事件，是室温量子态领域发展必须克服的一个重大挑战。为此，报告进一步讲述我们所给出的室温强耦合能级劈裂和光谱劈裂的准确临界条件，以及它们的不同所导致的室温强耦合的多样性和实验验证。接着介绍我们最近提出的高效实现室温量子强耦合的新方法：抑制局域表面等离激元模耗散使其与辐射子耗散相匹配，显著降低实现室温强耦合的临界条件。实验上，巧妙利用 Fabry-Perot 光学介质微腔抑制金属等离激元模的耗散，实现其与激子线宽的较好匹配，极大地降低强耦合的临界条件：光子模体积可以增大 12 倍、激子跃迁偶极矩和电场的夹角可以放松至约 72 度。从而使室温量子强耦合的成功率由此前的~1%大幅提高至~80%。该方法也为一直制约表面等离激元光子学发展的耗散问题提供了可能的解决方案。报告最后将展望室温单量子态研究领域的发展方向和所面临的诸多挑战。

个人简介



韩秀峰

中科院物理所研究员、博导、杰青。1984年兰州大学物理系毕业、1993年在吉林大学获博士学位。1998至2002年先后在日本、美国和爱尔兰等处从事自旋电子学研究。现任国际学术期刊 JMMM 副主编、SPIN 和 Sensors 等杂志编委。主要从事磁学、自旋电子学和磁子学研究。发表 SCI 学术论文 400 余篇；获中国发明和国际专利授权 100 余项；有国际学术会议邀请报告 70 余次；主编《自旋电子学导论》等专著。发现、提出或实验观测到量子阱共振隧穿磁电阻 (QW-TMR)、自旋相关库伦阻塞磁电阻 (CBMR)、磁子阀效应 (MVE)、磁子结效应 (MJE) 等 10 种新奇自旋量子效应。研制出纳米环磁随机存储器 (Nanoring STT-MRAM)、Y 和 T 型 SOT-MRAM 原型器件、非易失多功能可编程 SOT 自旋逻辑、自旋共振隧穿二极管、磁子阀和磁子结等 10 余种原型器件和高灵敏度低噪声 TMR 磁敏传感器中试芯片。获 2013 年北京市科学技术一等奖、2018 年亚洲磁学联盟奖 (AUMS Award 2018)。

新奇磁子量子效应及磁子器件

韩秀峰

中国科学院物理研究所

磁子是自旋波的最小能量子，由于其具有波粒二象性、电中性、无焦耳热问题从而显著降低热能耗，可用于长距离自旋信息相干传输、实现数据传输及非布尔逻辑运算等功能。另外，磁子还能实现与电子自旋和电子电荷之间的三者相互转换，从而实现新型磁子电路与电子自旋及电子电荷两类传统电路之间的相互集成与功能切换。因此，磁子器件是未来信息科学技术可持续发展的关键方向之一，关注新奇磁子量子效应及其调控具有重要的前瞻性和科学价值。在过去长达 90 年的时间里，众多学者对磁子学进行了持续研究并取得了系列进展，但能与现有 CMOS 电路集成、且能全电学调控的层状垂直式结构磁子型器件却鲜有研发出来，是国际前沿的一个长期未解难题。只有研制出微纳米尺度的新型磁子器件、且能够进行室温全电学磁子量子调控，才有望实现磁子存储、逻辑和各种电路的应用，为信息科学技术的可持续发开展辟一条新的发展途径。该报告将重点简介近几年新兴学科--磁子学材料、物理和器件的系列突破性进展，预测和分析新奇磁子量子效应及其新型磁子阀、磁子结、磁子逻辑等关键磁子器件的潜在应用和发展前景。

个人简介



赵巍胜

北京航空航天大学教授，教育部长江学者，IEEE Fellow，工信部“空天信自旋电子技术”重点实验室主任，2020年起担任IEEE 电路与系统旗舰期刊 IEEE Transactions on Circuits and Systems-I 总主编。现任北京航空航天大学研究生院常务副

院长、校长助理。主要从事自旋电子学、新型信息器件、非易失存储器等领域的交叉研究。主持国家重点研发计划、国家自然科学基金重大仪器项目、国家重大专项核高基研发计划等项目。近五年以第一作者/通讯作者已在 Nature Electronics、Proceedings of the IEEE、PRL、PNAS 等期刊发表论文 200 余篇，其中 ESI 高被引论文 15 篇，总索引超过 18000 次，H 因子 71，国际会议邀请报告（TMRC，NVMST，DATE 等）90 余次。2020-2022 年连续入选爱思唯尔（Elsevier）“中国高被引学者”，2021 年获科学探索奖，中国电子学会自然科学一等奖（排名第一），2022 年获华为奥林帕斯先锋奖。

反铁磁材料及智能器件

赵巍胜

北京航空航天大学

利用电子的自旋属性,巨磁阻及隧穿磁阻等微纳器件在过去的 30 年中快速发展,带来了数据存储的革命,开辟了大数据信息时代。其中,反铁磁材料在磁性智能器件的应用中起到了举足轻重的作用,人们对反铁磁材料的认知也发生了翻天覆地的变化。反铁磁材料自发现开始,其实际应用一向不被看好。上个世纪 70 年代,路易斯·奈尔(Louis Néel)在获得诺贝尔奖的演讲中特别指出,反铁磁这种材料“有趣但无用”。经过 20 年的发展,反铁磁材料首次应用于巨磁阻磁头,被用于钉扎磁矩,直接推动了磁记录硬盘行业的变革,拉开了反铁磁自旋电子学的序幕。基于这一钉扎特性,反铁磁材料此后被应用在了各代自旋存储器及传感器芯片中,如热辅助自旋存储器(TA-MRAM),自旋转移矩存储器(STT-MRAM)以及自旋轨道矩存储器(SOT-MRAM)。反铁磁材料逐步被认为是“有趣而实用”的材料,迎来了第一次的蓬勃发展。

在当前的自旋存储器技术中,信息存储的载体仍然是铁磁材料,反铁磁材料主要作为钉扎层得到了一定的应用。受限于铁磁材料杂散场等的影响,当前的自旋存储器技术面临器件尺寸及读写速度等方面的瓶颈,难以在先进节点中得到广泛应用。以“多个自旋”强耦合形成的反铁磁材料具有“零杂散场”、“高本征自旋动力学频率”等特点,是突破当前瓶颈的关键技术之一。因此,亟需在反铁磁材料的高效读取和写入方式上取得突破,实现从“单一自旋”到“多个自旋”调控的过度,最大化利用反铁磁材料作为信息存储的优良特性。最近,“基于反铁磁/铁磁界面交换偏置的 EB-MRAM”技术和“基于非共线反铁磁的全反铁磁隧道结(AATJ)”技术的先后发现,为反铁磁智能器件的研发提供了潜在方向,有望实现更快速度写入和更高密度集成的反铁磁存储技术革新。反铁磁材料也因此将变得“有趣且非常有用”。本报告将从反铁磁材料在自旋电子中的发展出发,延伸介绍新一代反铁磁存储技术在智能器件和超快计算方面的巨大潜力,并讨论我国在该领域发展的机会。

个人简介



段纯刚

1994年武汉大学物理系本科毕业，1998年中科院物理所理论物理博士毕业。1998年至2007年在美国从事研究工作，2008年加入华东师范大学，目前担任极化材料与器件教育部重点实验室主任，华东师范大学发展规划部部长兼重点建设办公室主任。主要从事固体材料结构和物性研究,近期研究领域包括自旋电子材料、谷电子材料和多铁体,以及基于铁电和多铁体的类脑研究，在 *Nature Elec.*, *Nature Commun.*, *Nano Lett.*, *PRL*, *Adv. Mater.* 等国际著名学术刊物上共发表学术论文 250 余篇,被引用逾 12000 次。现任 *npj Computational Materials* 副主编, *J. Physics. Conden. Matt.* 等杂志编委。

铁电与铁谷智能材料

段纯刚

华东师范大学

人类社会的发展通常以代表性材料的发展和作为时代特征。当前，人类正在经历从信息时代到智能时代的跨越，研究和探索具备类人脑甚至超人脑功能的智能材料和智能器件具有重要意义。这里我们汇报一下在铁性智能材料，尤其是铁电和铁谷智能材料研究上的一些进展。我们认为这些类脑智能材料在包括光、磁、电、力、热等多场感知的基础研究和应用研究方面具有独特优势，可以极大地拓展和超越人类感知世界的的能力，是智能时代构建类脑智能器件和芯片的物质基础，是我国实现智能时代科技引领的绝佳载体。

个人简介



陈仙辉

中国科学技术大学教授、中国科学院院士、发展中国家科学院院士。主要研究方向为超导、强关联和拓扑量子等新型功能材料的探索及其物理研究，已在《自然》、《科学》、《自然》子刊和《物理评论快报》等刊物发表 SCI 论文 480 余篇。1998 年获国家杰出青年基金，2002 年聘教育部“长江学者”特聘教授，曾获国家自然科学基金一等奖、国际超导材料 Bernd T. Matthias 奖、何梁何利基金科学与技术进步奖和发展中国家科学院物质科学奖等奖项。

量子物质中的演生现象及应用

陈仙辉

中国科学技术大学

随着物理学的发展，在以传统还原论讨论复杂系统中的合作现象时我们遇到了极大的挑战，这推动了演生论的产生，并成为当今凝聚态物理学研究的重要指导思想。量子材料是由上世纪末提出的“关联电子材料”概念扩展而来的，目前包含拓扑、新型磁性、多铁性等材料体系，由于这些体系中存在复杂的相互作用（如电子强关联作用、量子纠缠以及多自由度耦合等），往往表现出丰富的演生现象（如高温超导电性、巨磁阻效应、多铁性、量子霍尔效应和各种电子自由度的有序态等）以及各种各样的新奇准粒子激发（如外尔费米子、马约拉纳费米子、磁单极子和斯格明子等）。对量子材料中演生现象的研究将会极大促进人们对物质世界的认识，同时也为在光学探测、电子信息和能源相关方面面临的瓶颈问题提供新的技术方案。本报告将系统地介绍量子材料的概念和其中丰富的演生现象及其应用前景，重点介绍新型二维材料（如黑磷、高温超导）、拓扑量子材料中的演生现象，以及它们在电子信息和能源新技术中的广阔应用前景。

个人简介



王 健

北京大学博雅特聘教授。2010年起在北大成立独立研究组，建立了极低温强磁场量子输运与分子束外延-扫描隧道显微镜联合实验室，围绕低维超导与拓扑材料的物性，在新奇量子物态与量子相变方面取得了一系列重要的原创性发现。代表性工作包括：

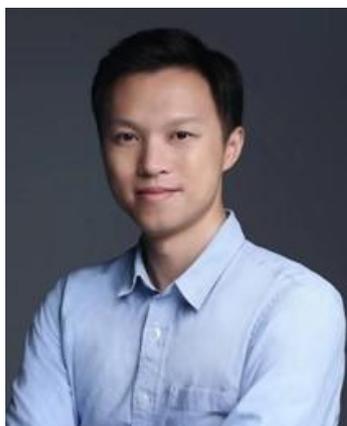
1) 在二维单晶超导体中发现，逼近绝对零温时，无序引起动力学临界指数在相变临界点发散，这种新的量子相变被称为量子格里菲斯奇异性，被认为是二维超导领域三个重要主题之一；2) 在二维高温超导中发现由玻色子主导的量子金属态，这一发现被认为结束了多年来是否存在玻色金属态的争议；3) 在拓扑半金属表面调制出超导以及在二维高温超导薄膜中发现拓扑零能激发态；4) 在拓扑材料中发现随磁场呈对数周期的量子振荡，被称为凝聚态体系量子振荡研究历史上发现的第三种规律的量子振荡；5) 在本征磁性拓扑材料中发现高陈数和高温量子反常霍尔效应，突破了之前量子反常霍尔效应陈数为1以及低工作温度的禁锢；等等。上述成果得到了国内外学术界高度认可：在 *Science*、*Nature* 等期刊发表论文 120 多篇；荣获马丁·伍德爵士中国科学奖、教育部高校青年科学奖、全球华人物理与天文学会亚洲成就奖等。

二维超导中的新奇量子物态

王 健
北京大学

二维量子材料尤其是二维超导及相关异质结的物性研究方面正在不断涌现出新的重大突破。二维超导已成为探索 and 操控新奇量子物态的重要前沿：一、二维超导是研究新奇量子相变与量子基态的重要平台；二、二维超导成为研究拓扑超导与量子计算的重要途径；三、二维超导为研究高温超导等量子物态提供了新的平台。

个人简介



陈剑豪

北京大学量子材料科学中心研究员、微纳器件物理与化学教育部重点实验室副主任、北京量子信息科学研究院综合测试平台负责人，科技部国家重点研发计划项目负责人、北京市杰青。曾任科技部国家重点研发计划项目答辩评审专家与项目综合绩效评审专家。主要研究方向为低维电子材料及纳米器件的物理与应用，原子尺度上的材料物性调控，以及超高真空条件下的原位输运表征。至今在 *Nature* 子刊、*Physical Review Letters* 等刊物发表 50 余篇论文，SCI 总引用近 8000 次。National Science Review 学科编辑、Chip 客座编辑，*Nature* 系列、APS 系列、Wiley 系列、IOP 系列和 IEEE 系列杂志审稿人。

低维自旋激发及其器件应用进展

陈剑豪
北京大学

磁有序体系中的自旋激发、输运和调控是新型信息技术研究的一个重点，近年来，维度受限体系中高度可调的自旋激发为新型信息器件应用打开了大门。本报告将介绍磁有序体系中的一种特殊维度受限体系——二维有序系统中的自旋激发、输运和电调控的研究现状，讨论二维磁振子的完全、可逆电控开关效应，以及磁振子输运各向异性的巨大的电调控效应；本报告还将介绍磁阻挫体系中的环状低维自旋激发、自旋关联和自旋输运的优异前景，并重点介绍由于自旋关联而导致的超长距离的自旋输运效应。这些最新进展揭开了低维自旋激发体系在自旋物理和应用方面的冰山一角，为未来基于自旋激发的信息技术增添了一个新的视角。

个人简介



刘开辉

北京大学博雅特聘教授，凝聚态物理与材料物理研究所所长。本科毕业于北京师范大学物理学系（2004），博士毕业于中国科学院物理研究所（2009），之后在美国加州伯克利大学物理系从事博士后研究，2014年加入北京大学成立课题组。主要从事材料物理和光谱物理研究，相关研究工作入选 2020 年度中国重大技术进展、2020 年中国半导体十大研究进展。近年来，发表通讯作者论文 60 余篇，其中包括 Nature 2 篇、Nature 子刊 16 篇，主编书籍 1 部，申请国家发明专利 60 余项。入选中组部海外优秀青年人才计划（2014），获得国家杰出青年科学基金（2020）、腾讯科学探索奖（2021）。目前担任国家计划重点项目负责人、国家重点研发计划专项项目负责人。

大尺寸二维单晶的研究进展

刘开辉
北京大学

单晶材料是当代高科技的核心基础材料之一,从第一代半导体的硅、第二代半导体的砷化镓到第三代半导体的氮化镓等无不推动了器件性能的巨大提高。21世纪的高科技发展需要依赖于新型单晶材料的开发和制造。二维材料作为一种重要的量子材料,由于其具备独特的物理性质并兼容当代硅基芯片工艺而有望实现规模化应用,成为当代凝聚态物理、光学、信息、材料、化学跨学科交叉研究的热点材料体系。在这个报告中我将介绍领域内在大尺寸二维单晶方向的研究进展,并展望其在未来的器件应用。

个人简介



缪 峰

南京大学物理学院教授、副院长，南京大学类脑智能科技研究中心主任，国家杰出青年科学基金获得者，中国物理学会“黄昆物理奖”获得者，国家“万人计划”科技创新领军人才入选者，科睿唯安“全球高被引学者”，爱思唯尔“中国高被引学者”。

主要从事二维材料的量子调控与信息器件研究，一作/通讯在 *Science*、*Nature*、*Nature Nano.*、*Nature Electronics*、*Phys. Rev. Lett.* 等国际学术期刊上发表论文，成果入选 2022 年度“中国半导体十大研究进展”。共发表 SCI 论文 110 余篇，总引用超过 24000 次；申请/授权美国及中国发明专利 30 余项。

面向未来计算的二维材料与“原子乐高”研究

缪 峰
南京大学

人类文明正进入智能时代，产生的数据量和对应的计算需求呈指数级增长，而传统计算硬件所能够提供的计算能力（算力）增长缓慢，导致了计算需求与算力之间存在巨大缺口，这也成为智能时代面临的巨大挑战之一。面向未来计算技术，我们亟需换道发展，探索能够打破冯诺依曼架构瓶颈的新计算范式，并建立对应的物质和材料基础。现实中的信息通常表现为可连续变化的物态，信息处理（计算）的物理过程可视为“物态调控”的过程。因此，构筑和研究新型量子材料，探索新奇物态和量子调控手段，有望用来开发新原理信息计算器件，从而建立发展新一代智能硬件技术的物理基础。二维材料有望成为未来重要的基础电子与光电子材料，不同的二维材料还可以作为“原子乐高”的基本结构，通过可控转移和垂直堆垛的方式，形成众多具备原子尺度和丰富功能的垂直异质结。在这次报告中，我将展示二维材料物态调控与“原子乐高”电子学如何为发展未来的计算技术提供前所未有的机会，特别在神经形态计算和量子模拟领域，并对未来的发展方向和可能的技术路线进行展望。

个人简介



贾金锋

中国科学院院士，北京大学学士、博士，日本东北大学、美国佛罗里达大学、北卡大学、印第安纳大学博士后。1996-1998 任北京大学物理系副教授，2001-2006 年任中国科学院物理研究所研究员，2006-2009 任清华大学教授，2009 起任上海交通大学物理与天文学院特聘教授、讲席教授、副院长。长期从事新型量子材料的制备与表征、拓扑超导及马约拉纳零能模等方面研究。曾三次获得国家自然科学二等奖（2 次第一完成人，1 次第三完成人）。兼任 Quantum Frontiers 副主编，Advanced Quantum Technologies, 2D Materials, npj Quantum Materials 等多份国际知名杂志编委。入选美国物理学会会士（APS fellow），已发表 SCI 论文 300 余篇，引用 17000 余次。

拓扑超导与拓扑量子计算

贾金锋

上海交通大学/南方科技大学

理论预言拓扑超导的表面存在 Majorana 零能模 (MZM)，它们具有非阿贝尔统计特性，可以用于容错量子计算，近年来拓扑超导体吸引了很多关注。尽管人们已经发现了多种拓扑超导材料，并观察到了 MZM 存在的很多证据，但其非阿贝尔统计性质还没有被证明。为此，我们不仅需要研究多个 MZM 之间的相互作用，还需要对其进行融合与编织。本报告将探讨可能的 MZM 可控移动方案以及融合与编织方法，并对如何探测融合与编织的结果进行一些初步讨论。

个人简介



张远波

2006年获美国哥伦比亚大学博士学位，2006年至2009年在美国加州大学伯克利分校做博士后研究，2010年在美国IBM Almaden Research Center做博士后研究。2011年全职加入复旦大学。

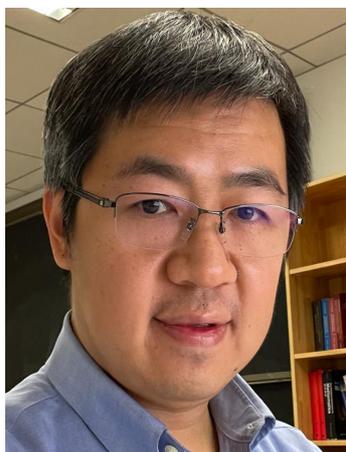
张远波长期从事新型二维材料、器件的制备和量子物性研究，在石墨烯、新型二维半导体材料、二维磁性和高温超导材料、二维拓扑材料等研究中积累了一定的研究经验。获得腾讯新基石研究员（2023），腾讯科学探索奖（2020），“求是”杰出青年学者奖（2013），IUPAP Young Scientist Prize（2010）等奖项。

本征磁性拓扑材料中的新机遇

张远波
复旦大学

在磁性拓扑绝缘体中，拓扑与磁性的耦合会引致新奇的量子态，例如量子反常霍尔绝缘体和轴子绝缘体。这种磁性拓扑绝缘体最早通过在拓扑绝缘体中掺杂磁性原子得到；量子反常霍尔效应正是在这种磁性掺杂拓扑绝缘体中被首次观测到的。然而，随机分布的磁性掺杂原子会引入杂质散射，阻碍材料中的拓扑量子效应的进一步探索。近年来，本征磁性拓扑绝缘体——不需要掺杂就具备内禀磁性的拓扑绝缘体——的出现进一步推动了拓扑量子效应的研究。这类本征磁性拓扑绝缘体包括 MnBi_2Te_4 ，转角石墨烯以及转角二维硫族化合物等。在此报告中，我会简单回顾本征磁性拓扑绝缘体的研究进展，并且探讨这类材料中新的研究机遇。

个人简介



方 辰

2004年毕业于北京大学物理学院，2011年于美国 **Purdue University** 获得博士学位，2012-2015年于美国 **Princeton University**、麻省理工学院等学校任博士后研究助理，2015年底任中国科学院物理研究所副研究员，2018年任研究员。主要工作方向包括拓扑能带理论、非厄米能带理论和量子多体动力学理论。曾独立提出“高阶拓扑绝缘体”、“拓扑词典”、“非厄米趋肤效应的拓扑起源”等概念和理论。Web of Science H=48。

磁性拓扑理论进展

方 辰

中国科学院物理研究所

拓扑能带理论的发展，是一部由能带的对称群、群表示和拓扑不变量组成的“三重奏”。报告人将以这三个元素为线索，讨论近年来磁性材料中拓扑物理理论的进展。我们将讨论磁性材料所独有的新对称群——磁空间群和自旋空间群，以及这些新的对称群所带来的新型准粒子和拓扑电子态。

个人简介



刘俊明

工学博士，现任南京大学物理系教授，主要从事铁电和多铁材料的制备与性能表征实验研究。早年曾在场离子显微术原子探针（FIM-AP）领域学习一二，最近十年又跟随合作者和同事后面学习压电力显微术（PFM），偶有粗略心得。曾经获得杰青资助、获选 APS 会士，最近兼职《npj Quantum Materials》编辑工作。在国际学术刊物发表了若干学术论文，在学术会议提交报告若干，平时偶尔写一些科普小文章。

PFM 针尖下的铁性拓扑畴材料

刘俊明
南京大学

过去十年，我们致力于构建一个 PFM 针尖实验室（PFM-Lab），运用压电力显微及操控技术（piezo-force microscopy）到铁性材料（铁电及磁性）的畴结构表征、操控和原型器件制造上。我们试图用这一技术探测铁电和多铁性微纳拓扑畴结构中的新效应和新功能，包括铁电拓扑畴、畴壁电子学、铁性异质结斯格明子操控等。有零散结果若干，就教于同行。

参会院士

序号	姓名	单位	职称/职务
1	谢心澄	北京大学	院士
2	马余刚	复旦大学	院士
3	薛其坤	南方科技大学/ 北京量子信息科学研究院	院士
4	贾金锋	南方科技大学/上海交通大学	院士
5	马余强	南京大学	院士
6	邢定钰	南京大学	院士
7	郭万林	南京航空航天大学	院士
8	段文晖	清华大学	院士
9	林海青	浙江大学/北京计算科学研究 中心	院士
10	陈仙辉	中国科学技术大学	院士
11	封东来	中国科学技术大学	院士
12	常凯	中国科学院半导体研究所	院士
13	万宝年	中国科学院合肥物质科学研 究院	院士
14	方忠	中国科学院物理研究所	院士
15	王玉鹏	中国科学院物理研究所	院士

序号	姓名	单位	职称/职务
16	向涛	中国科学院物理研究所	院士

部门代表

序号	姓名	单位	职称/职务
1	董国轩	国家基金委	数理学部常务副主任
2	刘强	国家基金委	数理学部一处处长
3	姜向伟	国家基金委	数理学部一处项目主任
4	彭斌	《中国科学》杂志社	“两刊”编委会秘书长/科学出版社总编辑
5	王志欣	《中国科学》杂志社	总经理
6	王维	《中国科学》杂志社	科学编辑
7	郭媛媛	《中国科学》杂志社	科学编辑
8	孙爱丽	《中国科学》杂志社	科学编辑

参会专家

序号	姓名	单位	职称/职务
1	陈剑豪	北京大学	研究员
2	洪浩	北京大学	助理研究员
3	贾爽	北京大学	副教授
4	刘开辉	北京大学	教授
5	孙仲	北京大学	研究员
6	王健	北京大学	教授
7	王楠林	北京大学	教授
8	肖云峰	北京大学	教授
9	徐莉梅	北京大学	教授
10	叶堉	北京大学	研究员
11	彭守仲	北京航空航天大学	副教授
12	史可文	北京航空航天大学	副教授
13	张悦	北京航空航天大学	教授
14	赵巍胜	北京航空航天大学	教授
15	魏苏淮	北京计算科学研究中心	教授
16	黄元	北京理工大学	教授

“量子材料与智能器件”科学与技术前沿论坛

序号	姓名	单位	职称/职务
17	孙林锋	北京理工大学	教授
18	姚裕贵	北京理工大学	教授
19	何林	北京师范大学	教授
20	刘海文	北京师范大学	教授
21	袁喆	北京师范大学	教授
22	刘富才	电子科技大学	教授
23	王中强	东北师范大学	教授
24	夏钊	东南大学	教授
25	阮威	复旦大学	青年研究员
26	邵鼎煜	复旦大学	青年研究员
27	沈健	复旦大学	教授
28	殷立峰	复旦大学	教授
29	张远波	复旦大学	教授
30	韦克金	广西大学	副教授
31	刘渊	湖南大学	教授
32	段纯刚	华东师范大学	教授
33	田博博	华东师范大学	教授

序号	姓名	单位	职称/职务
34	樊贞	华南师范大学	研究员
35	徐小志	华南师范大学	教授
36	陈林	华中科技大学	教授
37	叶镭	华中科技大学	教授
38	张立军	吉林大学	教授
39	陈卓昱	南方科技大学	副教授
40	刘奇航	南方科技大学	研究员
41	王峻岭	南方科技大学	教授
42	张立源	南方科技大学	教授
43	赵悦	南方科技大学	副教授
44	周菲迟	南方科技大学	研究员
45	程建春	南京大学	教授
46	杜灵杰	南京大学	教授
47	李建新	南京大学	教授
48	梁彬	南京大学	教授
49	梁世军	南京大学	副教授
50	刘尔富	南京大学	副教授

“量子材料与智能器件”科学与技术前沿论坛

序号	姓名	单位	职称/职务
51	刘俊明	南京大学	教授
52	缪峰	南京大学	教授
53	万贤纲	南京大学	教授
54	王伯根	南京大学	教授
55	王慧田	南京大学	教授
56	王雷	南京大学	教授
57	王强华	南京大学	教授
58	王锐	南京大学	副教授
59	王炜	南京大学	教授
60	姚鹏晖	南京大学	副教授
61	尹华磊	南京大学	副教授
62	张琦	南京大学	教授
63	周济林	南京大学	教授
64	程斌	南京理工大学	教授
65	潘晨	南京理工大学	副教授
66	何珂	清华大学	教授
67	李黄龙	清华大学	副教授

“量子材料与智能器件”科学与技术前沿论坛

序号	姓名	单位	职称/职务
68	龙桂鲁	清华大学	教授
69	唐建石	清华大学	副教授
70	田 禾	清华大学	副教授
71	王亚愚	清华大学	教授
72	吴 健	清华大学	教授
73	尤 力	清华大学	教授
74	张 定	清华大学	副教授
75	梁作堂	山东大学	教授
76	韩 拯	山西大学	教授
77	许小红	山西师范大学	教授
78	任 伟	上海大学	教授
79	蔡星汉	上海交通大学	副教授
80	陈国瑞	上海交通大学	副教授
81	姜生伟	上海交通大学	副教授
82	李昕昕	上海交通大学	副教授
83	刘健鹏	上海科技大学	研究员
84	柳仲楷	上海科技大学	副教授

“量子材料与智能器件”科学与技术前沿论坛

序号	姓名	单位	职称/职务
85	任宝藏	首都师范大学	副教授
86	冯 岩	苏州大学	教授
87	江 华	苏州大学	教授
88	吴俊宝	天津大学	教授
89	刘 明	西安交通大学	教授
90	闵 泰	西安交通大学	教授
91	孙成珍	西安交通大学	教授
92	王 喆	西安交通大学	教授
93	张 沛	西安交通大学	教授
94	张 伟	西安交通大学	教授
95	吴从军	西湖大学	教授
96	文桂林	燕山大学	教授
97	陈伟球	浙江大学	教授
98	刘 洋	浙江大学	研究员
99	程光磊	中国科学技术大学	教授
100	乔振华	中国科学技术大学	教授
101	王震宇	中国科学技术大学	教授

“量子材料与智能器件”科学与技术前沿论坛

序号	姓名	单位	职称/职务
102	吴 涛	中国科学技术大学	教授
103	王开友	中国科学院半导体研究所	研究员
104	张 东	中国科学院半导体研究所	副研究员
105	赵建华	中国科学院半导体研究所	研究员
106	史衍猛	中国科学院半导体研究所/ 中国科学院大学	研究员
107	商红慧	中国科学院计算技术研究所	副研究员
108	杨千里	中国科学院脑科学与智能技 术卓越创新中心	副研究员
109	朱 敏	中国科学院上海微系统与信 息技术研究所	研究员
110	陈 辉	中国科学院物理研究所	副研究员
111	方 辰	中国科学院物理研究所	研究员
112	葛 琛	中国科学院物理研究所	研究员
113	韩秀峰	中国科学院物理研究所	研究员
114	金奎娟	中国科学院物理研究所	研究员
115	李永庆	中国科学院物理研究所	研究员
116	罗会仟	中国科学院物理研究所	研究员
117	许 杨	中国科学院物理研究所	特聘研究员
118	陈珊珊	中国人民大学	教授

“量子材料与智能器件”科学与技术前沿论坛

序号	姓名	单位	职称/职务
119	罗鑫	中山大学	教授
120	王猛	中山大学	教授
121	王雪华	中山大学	教授
122	孙阳	重庆大学	教授

(按照参会人员单位首字母排序)

