

# 强磁场科学与技术研究动态

---

2014年第1期



中国科学院合肥物质科学研究院信息中心

中国科学院强磁场科学中心

2014年4月

## 目录

### 最新进展

美国强磁场实验室研究人员获得超导突破 .....	1
--------------------------	---

### 要闻简报

1、梯度强磁场下蛋白晶体生长质量改善 .....	4
2、强磁场下利用相位成像活体评估髓鞘形成过程 .....	4
3、面向活体组织学：强磁场下磁敏感定量成像和幅度、相位以及 $R2^*$ 图像的比较 .....	4
4、强磁场 EPR 原位测定耐辐射球菌中的 MG(II) 物种 .....	5
5、暴露于强磁场时大鼠头部倾斜 .....	5
6、强磁场下 25MG 固体核磁共振和理论计算研究磷酸镁材料 .....	6
7、添加/掺杂钆的(GD, Y)BA2CU3OX 超导带材在低温强磁场下的临界电流特性 .....	6
8、钆钡铜氧超导体在极高磁场中的磁透镜效应 .....	7
9、强磁场退火效应对增强二氧化钛纳米管阵列可见光光致发光的影响 .....	7
10、电磁流量压缩产生的超高磁场的精密性 .....	7
11、图卢兹国家强磁场实验室特殊线圈的研究进展 .....	7
12、大阪大学强磁场实验室的现状和未来计划 .....	8

### 研究动态

1、格勒诺布尔极低温研究中心和国家强磁场实验室稳态磁场最高从 35 特斯拉升级到 36 特斯拉 .....	9
2、流体双分子层中抗菌肽 PISCIDIN 1 和 PISCIDIN 3 的高分辨率结构揭示了具有重要功能的结构特征 .....	9
3、超高分辨率 14.5 T FT-ICR 氢氘交换质谱分析核苷酸诱导的四聚物 GROEL 的构象变化 .....	9
4、石墨烯的高场量子自旋霍尔态效应 .....	10
5、磁双折射给出囊泡形状的信息 .....	10
6、研究显示金纳米棒巨大的抗磁性 .....	11
7、多铁性体存储信息更进一步 .....	11
8、EMFL 研究者展示半导体纳米线的优秀光学性质 .....	12
9、强磁场揭示石墨烯内电子之间相互作用 .....	12
10、多铁性材料 BCGO 激发的方向二向色性和自旋波 .....	13

## 【最新进展】

### 美国强磁场实验室研究人员获得超导突破

位于佛罗里达州塔拉哈西的美国强磁场实验室 (MagLab) 科研人员日前发明了一种突破性的方法来处理高温超导体 Bi-2212 制成强力磁体。包括强磁场核磁共振磁体,费米实验室的  $\mu$  介子加速器或新升级强大的欧洲核子研究中心的大型强子对撞机。

据悉,这一突破性的发明由 MagLab 科学家和欧洲核子研究中心的一位研究员共同完成的,将刊登在 4 月刊的自然材料杂志上。令所有人兴奋的超导体,一种新加工的 bi - 2212,或“bisco”的图像的也将出现在杂志的封面。

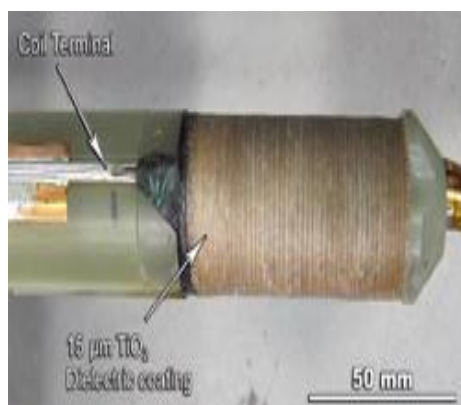


由 OP 技术制造的高密度 Bi-2212 丝状宏结构

Bi - 2212 是一个复杂的高温超导材料复合物,由铋、锶、钙、铜、和氧元素组成。众所周知,在绝对温标 90K(或负 183 摄氏度)时出现超导特性(或传输电力没有损失)。

由于大多数超导体被用来制造磁铁,比他们成为超导的温度更重要的是能够通过超电流的密度(超电流没有电阻,从而无热或电损失)。磁铁工程师以前使用一种 bisco 建于一个超导带加工以非常复杂的方式来减少晶界密度和提高超电流密度。

现在,通过 MagLab 新的处理方式,他们可以将高温超导体 Bi-2212 制成圆线。换句话说,以前仅限于制作“意大利宽面条”式的高温超导带的工程师现在可以制成“意大利细面条”式的高温超导带来打造磁体。显然,制造商肯定更喜欢“细面条”方式,因为大电流电缆和其复杂的曲折形状更易于形成圆形而非平行的电线。



利用新工艺制造的 Bi-2212 圆线磁体

应用超导中心主任及《华尔街日报》的首席研究员 David Larbalestier 表示，“这是首次高温超导体可以被制成最适用于制造高场磁体的形式，因为它的形状变成了圆形，复丝成捻并且能够被制成多种结构和尺寸，同时可以保持制造强力磁体时所需要的高电流密度。”

“磁铁线圈需要很长的长度——数百米至上千米的长度——我们已经找到一种方法能够将临界电流密度提高近 10 倍。”这意味着 MagLab 新处理过的 bisco “意大利细面条”式高温超导能比以前的“意大利宽面条”式携带更多的电力。

Larbalestier 说道“我们说的电流密度超过 500 安培/平方毫米，”。相比之下，铜线是 1 安培/平方毫米。更具突破性价值的是，这项技术已经引起全行业的关注。例如，牛津超导技术有许多感兴趣的客户和相关研究人员提供处理细节或过程支持以便结果可以被复制。

这项突破性的新处理方法来自于对复杂微结构的电线和超电流密度的相关性非常仔细的研究。文章中的多个研究者包括处理专家、显微结构的专家和超导特性测量专家( J. Jiang; U. P. Trociewitz; F. Kametani; M. Dalban-Canassy; M. Matras; P. Chen; N.C. Craig; P. J. Lee; E. E. Hellstrom at the MagLab and CERN scientist C. Scheuerlein)表示——“要产生 30 特斯拉的磁体，我们需要各向同性钢丝复丝铜酸盐超导体。”

突破的关键是发现当前最主要的不是在阻止晶界，而是由内部产生的气体，它被吹长丝分开。它去除残留孔隙度和使长丝完全致密的方法是金属丝反应进入超导状态下 50-100 个大气压，大大增加了连接性和超导电流密度。以这种方式处理过的 Bi-2212 线的小插线圈在强磁场实验室 31T 比特线圈下产生 3T，“我们希望看到这个过程中使用的情况，” Larbalestier 说。我们要建立很多的磁铁 Bi-2212，达到降低线圈的成本，可用长度的方法和圆的，扭曲的，复丝的 Bi-2212，是高温超导导线将超导应用革命的新一代的前兆。

导体研究支撑的突破是由美国能源部高能物理的一个 MULTILAB 合作（非常高磁场超导磁体的合作）的框架能源办公室资助的，其中费米实验室，布鲁克海文国家实验室和劳

伦斯伯克利实验室小组发挥了重大支持角色。maglab 强磁场工作的经费是由美国国家科学基金会和佛罗里达州政府提供。

信息来源: [http://www.magnet.fsu.edu/mediacenter/news/pressreleases/2014/2014mar10\\_bisco.html](http://www.magnet.fsu.edu/mediacenter/news/pressreleases/2014/2014mar10_bisco.html)

## 【要闻简报】

### 1、梯度强磁场下蛋白晶体生长质量改善

基于空间微重力环境由于缺少重力引起的对流已经被用来得到高有序晶体,且超导磁体的四极微重力也有望用于增长蛋白质晶体质量。日本东京大学农业与生命科学研究应用生物化学系的科学家将十五类样品至于梯度磁场中研究蛋白质结晶,磁场强度足以让水滴磁悬浮。三例样品中,棒形晶体垂直于晶体平面,磁取向平行于磁场方向。五个蛋白质样品在 x 射线散射实验的分辨率极限和晶体整体 B 因子显示质量的改善。我们的数据支持这样的观点:梯度强磁场产生的弱重力环境能被用于得到高质量的蛋白质晶体,有助于精确测定它们的晶体结构。

信息来源: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cg2007414>

### 2、强磁场下利用相位成像活体评估髓鞘形成过程

瑞士日内瓦大学研究人员研究评估了在 9.4T 下利用 T2\*权重磁共振成像的相位来表征啮齿类动物大脑发育和病理中的髓鞘形成过程。相位对比与组织学上评估的髓鞘物质多少相一致,这表明灰白质之间的大部分对比是由髓鞘调制的。离体实验表明灰白质的相位对比在去除铁后没有改变。在髓鞘缺失的 shiverer 小鼠中,相位成像与髓鞘染色非常一致,表现为与健康对照组相比灰白质的对比减少了。我们的结论是在高场下获得的高分辨率相位图像可以评估髓鞘形成和脱髓鞘的过程。

信息来源: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811911011311>

### 3、面向活体组织学:强磁场下磁敏感定量成像和幅度,相位以及 R2\*图像的比较

近年来新的磁敏感定量成像技术提供了新颖的定量和磁共振成像对比度。然而,活体磁敏感图像还没有完整系统地与梯度回波幅度,频率和 R2\*图像相比较。因此,德国耶拿大学科学家研究比较了 7T 下正常人的高分辨率的磁敏感图像和传统的梯度回波方法(幅度,频率和 R2\*)的组织对比度。R2\*和磁敏感图像上的感兴趣区域的选择既有灰质的深部和皮层,又有白质区域。人脑的高分辨率磁敏感图像显示了超强对比可以区分丘脑,中脑,基底节以及皮层的亚结构。这些结构信息跟组织学一致,但在幅度,频率和 R2\*图像上却看不到。对于深部脑刺激的常用目标结构,如黑质网状部,腹中间核,底丘脑核和内苍白球的亚结构在磁敏感图像上可以清楚地从

周围组织中区分开来。大脑皮层的层状亚结构根据不同的解剖区域表现不同,例如,具有增加的磁敏感性的皮层对应于初级视皮层 V1 区的詹纳里氏线(楔叶皮质外白带),而具有减少的磁敏感性的皮层对应于颞叶皮层灰质区域。皮层的不同灰质结构区域的磁敏感性和  $R2^*$  值都很不同。灰白质区域结构的磁敏感性和  $R2^*$  值的回归分析表明髓鞘物质的变化可造成磁敏感图像和  $R2^*$  图像上的灰白质的对比,以及  $R2^*$  和磁敏感值与灰质区的铁浓度成线性相关。综上所述,磁敏感定量成像提供了一种无损伤和空间特异性对比技术可以用来评估由于铁含量或者髓鞘浓度变化引起的疾病。磁敏感定量成像能非常清楚地反映灰质深部结构,这将在神经外科学上有很大的应用价值。

信息来源: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811912009652>

#### 4、强磁场 EPR 原位测定耐辐射球菌中的 Mg(II)物种

耐辐射球菌是一种能够聚集高浓度 Mn(II)的防辐射细菌,高场高频 EPR 技术能够原位测定耐辐射球菌中的 Mg(II)物种,高场高频 EPR 技术能够定量识别完整细胞在各个生长阶段中的 Mn(II)离子演化过程。95 GHz 高场电子原子核双共振技术表明:除了水之外, Mn(II)离子是与组氨酸及磷酸基相键合的,组氨酸和磷酸基主要不仅来自于 1, 6-二磷酸果糖,而且也来自于无机磷酸盐和核苷酸。在静态生长相期间,285 GHz 连续波 EPR 测量表明组氨酸主要是与 Mn(II)离子配位,而且在耐辐射奇球菌细胞中大量的 Mn(II)离子是与多肽和蛋白相结合的。高达 Mn(II)离子总含量 40%之多的 Mn(II)离子主要是存在于超氧化物歧化酶中,而且最近的研究表明正是这种蛋白而不是较小的锰复合物才可能作为主要的防御超氧化物。

信息来源: <http://www.jbc.org/content/288/7/5050>

#### 5、暴露于强磁场时大鼠头部倾斜

置于稳态强磁场中时,人类报道了前庭症状如眩晕,视运动和恶心。啮齿类动物置于大于 7 特斯拉磁场后也表现出前庭扰动的迹象,比如自发盘旋,前庭核激活以及条件性味觉厌恶采样。我们推测,暴露在磁体中,磁场的严重影响有可能是被视为改变头部位置。用只允许头部和颈部活动的约束管,佛罗里达州立大学 Thomas A. Houpt a、Jennifer Cassell 等发现,大鼠在 14.1 特斯拉磁场中,头部立刻长时间偏离。头部倾斜方向依赖于磁场中大鼠方向,老鼠头部与磁场方向一致时头部偏向右边,而老鼠头部与磁场方向相反时头部偏向左边。置于磁体中头部倾斜与之前观察的盘旋运动方向相反。与头部限制的大鼠相比,至于限制管中的大鼠自发盘旋

运动尤其重要。CTA 的数量或消亡率相差不大，然而当大鼠静止于均匀静态磁场中观察到头部偏差：磁场中运动或置于大梯度场不是诱导前庭 collic 反射的必要条件。

信息来源：<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938411004252>

## 6、强磁场下 $^{25}\text{Mg}$ 固体核磁共振和理论计算研究磷酸镁材料

法国科学家在 17.6, 20.0 和 30.0 T 的强磁场下分别获得了一序列具有生物应用前景的天然丰度的磷酸镁化合物的  $^{25}\text{Mg}$  固体核磁共振谱图。结合  $^{25}\text{Mg}$  固体核磁实验以及 DFT 和 GIPAW 理论计算，得出了各种磷酸镁化合物中镁物种的 NMR 参数。对于大多数研究的化合物，几何结构优化能极大改善计算精确度， $^{25}\text{Mg}$  固体核磁化学位移和四极核耦合常数的理论值与实验值吻合得非常好，表明该方法可以用来明确归属磷酸镁化合物中的各种镁物种。在高场下，即使镁含量很低的材料也可以获得较好的天然丰度的  $^{25}\text{Mg}$  固体核磁共振谱图，例如 10% 掺杂的羟磷灰石生物材料。在此情况下，实验所测得的  $^{25}\text{Mg}$  四极耦合常数与先前所计算的许多结构化合物的值相当。结果表明，基于  $^{25}\text{Mg}$  固体核磁数据，必须发展更复杂的结构模型来改善对 Ca/Mg 取代化合物的结构认识。

信息来源：<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp307456m>

## 7、添加/掺杂锆的 $(\text{Gd}, \text{Y})\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ 超导带材在低温强磁场下的临界电流特性

在 20K 到 77K 的温度区间，9 特斯拉的磁场和大角度磁场取向的实验条件下，得克萨斯超导中心科学家研究了添加锆的  $(\text{Gd}, \text{Y})\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  带材的临界电流特性。在含有超导带材的  $\text{BaZrO}_3$  材料里，实验发现超导临界电流的峰值出现在垂直于带材的磁场方向。在 30K 时，该峰在 1 到 9 特斯拉的磁场强度下会消失。在 77K 时，15% 锆掺杂的带材的临界电流比 7.5% 锆掺杂的带材低 40%。然而在 20 到 40K 的温度区间，3 到 5 特斯拉的磁场强度下，15% 锆掺杂的带材的钉扎力比 7.5% 锆掺杂的带材高 18-23%。为提高涂层导体性能而进行的合成过程的优化不仅在 77K 的低磁场下进行而且在低温和强磁场下操作，实验结果表明这对于旋转超导机械的应用有重要意义。

信息来源：<http://iopscience.iop.org/0953-2048/25/12/125013/>



## 8、钆钡铜氧超导体在极高磁场中的磁透镜效应

我们研究磁场强度超过 24T 的磁透镜的性能,该磁透镜是钆钡铜氧超导块体材料。具有独特结构的磁场放大器,由缝隙和电绝缘体组成,可以增强外部磁场的磁通密度。在已有磁场中进行冷却操作时,外部磁场的变化的类似于从 24.2T 变到 28.3 T 时增加了 4T,并在该装置的中心获得了最大磁通密度 30.35T。同时也观测到在块体的一部分温度骤冷时,外场是变化的。这个局部的骤冷和恢复被认为是限制透镜效应的一个因素。最后,我们在非常高的磁场下能够获得 2T 的磁通密度,这是因为我们可以在没有更多电能情况下,获得这种高能磁场。

信息来源: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap/111/7/10.1063/1.3678301>

## 9、强磁场退火效应对增强二氧化钛纳米管阵列可见光光致发光的影响

由于氧空位(OVs)的存在,我们在强磁场、450° C、大气气氛的条件下进行退火处理,制备出具有显著的可见光光致发光性能的二氧化钛纳米管阵列。退火的过程中,沿着衬底表面法线 0° 度,50° 度和 90° 度的方向施加 0、2、4、6 和 8 特斯拉的磁场。结果表明,我们可以通过不同的磁场强度和方向来控制二氧化钛纳米管的氧空位密度。本工作研究了强磁场的作用机制。该研究为控制纳米材料中的氧空位,改善纳米材料的性能提供了一个有效的方法。

信息来源: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl/100/4/10.1063/1.3679621>

## 10、电磁流量压缩产生的超高磁场的精密性

东京大学固体物理研究所 D. Nakamura、Y.H. Matsuda、S. Takeyama 利用电磁流量压缩技术的最新进展生成一个 730 T 的磁场.他们使用尺寸精确的石英棒的法拉第旋光效应(FR)精确测量这种极端条件。在法拉第旋光性的角度观察到了峰值场附近的回车线结构,并首次绘制该值与时间的关系。目前已经尝试着通过调整法拉第旋光性角度来校准传感器线圈的信号。

信息来源: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10909-012-0679-3>

## 11、图卢兹国家强磁场实验室特殊线圈的研究进展

法国图卢兹国家强磁场实验室(LNCMI)研发出拥有专门用途的多种实验线圈,该研究的最新进展在我们的磁场设计上有所体现。法国和瑞士的部分大型实验仪器使用了若干种这样的线圈。一个 30 特拉斯的对分割线圈用于 X 光衍射,一个 40 特拉斯的线圈用于强激光应用实验室(LULI)的等离子物理学研究,两个拥有轴向出口的 30 特拉斯的线圈(有圆锥口)用于

X 光衍射和吸收实验。一个 40 特拉斯含广角圆锥出口和用于中子散射的高频宽比的螺线管正在 ILL 建造中。图卢兹研究出来的线圈，除了我们常用的标准 60 特拉斯和 70 特拉斯的线圈，还有两种特殊的线圈：一种是拥有一个长得光路路径，横向磁场为 30 特拉斯的线圈；另一种是 90 特拉斯的长脉冲双线圈系统。

信息来源：<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10909-012-0716-2>

## 12、大阪大学强磁场实验室的现状和未来计划

在简要介绍大阪大学 KYOKUGEN 强磁场实验室的历史和设施后，报道了目前现状和未来研究计划。现已把强磁场、多频电子自旋共振(ESR)仪扩展到了磁场强度为 65 T 和频率达到 6 THz 的范围。此外，已经制备出 0.1 K 静态磁场超低温 ESR 装置和 0.6 K 脉冲磁场。而且，还构造了宽孔脉冲磁体。该磁体具有一个孔径为 48 mm 的中心圆点，使可以进行电阻率测量。其在高压条件下利用金刚石对顶砧压敏元件，信噪比超过 100 倍。

信息来源：<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10909-012-0661-0>

## 【研究动态】

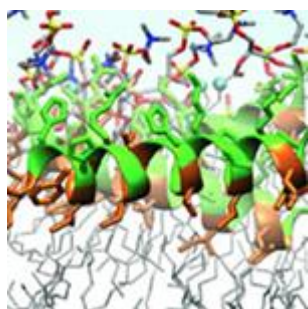
### 1、格勒诺布尔极低温研究中心和国家强磁场实验室稳态磁场最高从 35 特斯拉升级到 36 特斯拉

2014 年 3 月 11 日, 欧洲格勒诺布尔极低温研究中心和国家强磁场实验室的技术员和工程师获得了迄今为止的最强的稳态强磁场, 该实验室的孔径 34 毫米的多螺旋磁体磁场获得了 35 特斯拉升至 36 特斯拉的强磁场, 创造了电阻磁铁的世界纪录。这一技术成就归功于使用导体的结果, 同时为获得更高的磁场开辟了方向。

信息来源: <http://www.emfl.eu/single/newsartikel/Incmi-grenoble-goes-from-35-to-36-tesla.html>

### 2、流体双分子层中抗菌肽 Piscidin 1 和 Piscidin 3 的高分辨率结构揭示了具有重要功能的结构特征

抗菌肽 piscidins 1 和 3 的结构溶解在两个菌细胞模拟解决了面向样本固态核磁共振。相比于 AMPs 机理研究中的理想结构, 这两个肽断的结构被破坏且在中央位置保守的甘氨酸处发生弯折, 从而导致脂质双分子层的相互作用变强, 是这项工作的一项重要发现。piscidin 1 相对于 piscidin 3, 双亲性具有显著的不完美, 这个发现有助于更好地理解为什么 piscidin 1 能更有效的根据引起菌细胞的最大伤害的需要混合脂质。



**Date:** March 14, 2014

**Research Area:** Biochemistry

**Site / Program:** NMR Facility

**Instrument:** 600 and 900 MHz superconducting magnets

**Contact:** [Tim Cross](#), [Myriam Cotten](#)

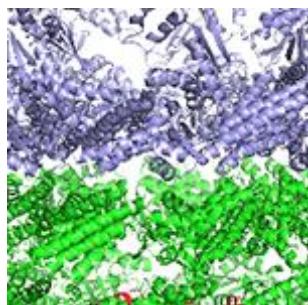
**Grants:** G.S. Boebinger (NSF DMR-1157490); M.L. Cotten (NSF CHE-0832571)

信息来源: [http://www.magnet.fsu.edu/usershub/publications/nsfhighlights/nsf/2014/march2014\\_NMR.pdf](http://www.magnet.fsu.edu/usershub/publications/nsfhighlights/nsf/2014/march2014_NMR.pdf)

### 3、超高分辨率 14.5 T FT-ICR 氢氘交换质谱分析核苷酸诱导的四聚物 GroEL 的构象变化

GroEL 是由排列的像唐纳滋甜甜圈样的两个七聚物构成的很大的蛋白复合体 (分子量  $\approx 800000$ )。通过用重水“喷漆”复合体, 然后用一种酶切割成碎片并对碎片称重, 我们能够勘察出整个复合体的溶液可及表面积, 并观察结合 ATP 类似物后引起的构象变化, 从而说明复合体的

ATP 激活机制及生物功能。



**Date:** February 10, 2014

**Research Area:** Biochemistry

**Site / Program:** FSU / ICR Facility

**Instrument:** 14.5 Tesla Magnet

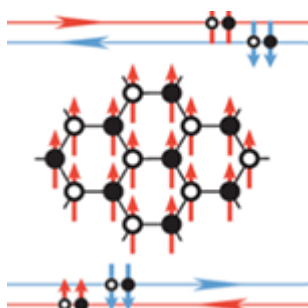
**Contact:** [Alan Marshall](#)

**Grants:** G.S. Boebinger (NSF DMR-1157490); Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan

信息来源: [http://www.magnet.fsu.edu/usershub/publications/nsfhighlights/nsf/2014/february2014\\_ICR\\_nucleotide.pdf](http://www.magnet.fsu.edu/usershub/publications/nsfhighlights/nsf/2014/february2014_ICR_nucleotide.pdf)

#### 4、石墨烯的高场量子自旋霍尔态效应

使用 NHMFL 可用的强磁场, 来自麻省理工学院的用户能够观察到石墨烯量子自旋霍尔 (QSH) 状态。量子自旋霍尔态导致两个反向自旋电流顺时针和逆时针方向绕石墨烯片的边缘没有耗散效应。这一发现带来基于自旋电子学的工作的进一步发展。



**Date:** January 15, 2014

**Research Area:** Graphene

**Site / Program:** FSU / DC Field Facility

**Instrument:** 45T Hybrid

**Contact:** [Tim Murphy](#)

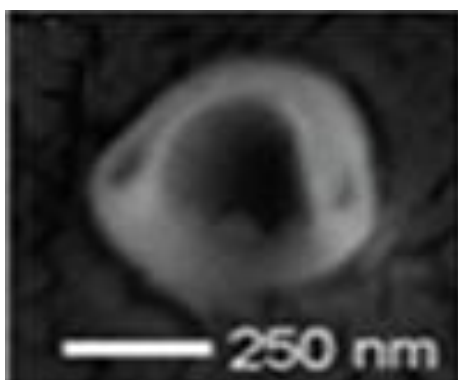
**Grants:** RCA (US DOE, #FG02-08ER46514); PJH (US DOE #DE-SC0001819); AFY (Pappalardo Fellowship); G.S. Boebinger (NSF DMR-1157490)

信息来源: [http://www.magnet.fsu.edu/usershub/publications/nsfhighlights/nsf/2014/january2014\\_DC%20Field\\_QuantumSpin.pdf](http://www.magnet.fsu.edu/usershub/publications/nsfhighlights/nsf/2014/january2014_DC%20Field_QuantumSpin.pdf)

#### 5、磁双折射给出囊泡形状的信息

荷兰奈梅亨强磁场实验室和荷兰奈梅亨大学生物有机化学组的研究人员演示了如何使用只有 2 特斯拉的磁场探索聚合物囊泡的形状变化。他们改变了囊泡的形状与渗透压(不同的有机溶剂诱导), 测量了 2 特斯拉的磁场下透析过程中样品的磁双折射。利用电子显微镜研究, 显示出非常明显的相关性: 形状越扁平, 测量的双折射越大。这一结果在线发表于 2013 年 10 月 24 日的《Chemical Communications》, 可以被其他与囊泡相关的研究者使用, 例如 nano-reactors

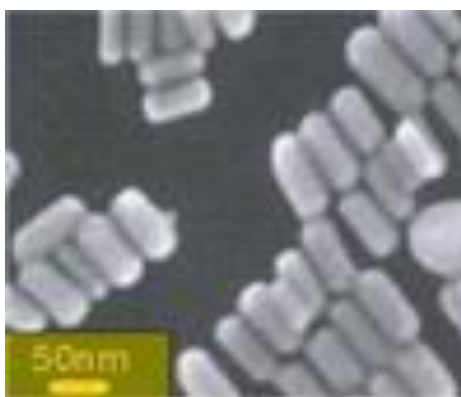
或药物载体。



信息来源: <http://www.ru.nl/hfml/research/research-highlights/highlights/magnetic/>

## 6、研究显示金纳米棒巨大的抗磁性

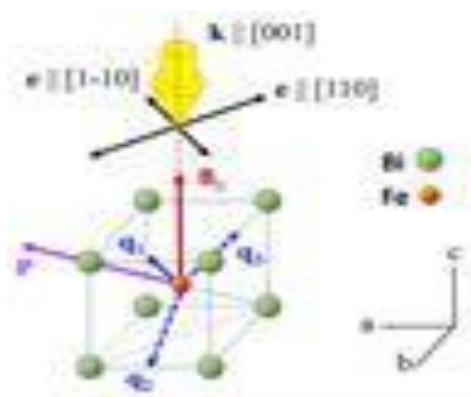
像大多数材料一样,金块具有抗磁性,表现出对外部磁场只有很微弱的回应。奈梅亨强磁场实验室与莱顿大学的科学家合作,发现金纳米粒子很强的抗磁性。研究人员使用一个新的、非常敏感的磁光技术能够确定悬浮在水中的纳米颗粒的磁反应,他们寻找到了大于黄金体积 14 倍的抗磁性信号。这种效应可以归因于小纳米粒子内部的自由电子的行为,代表另一种磁性的来源。这个结果发表在 2013 年 9 月 17 日的《Physical Review Letters》。



信息来源: <http://www.ru.nl/hfml/research/research-highlights/highlights/researchers-show/>

## 7、多铁性体存储信息更进一步

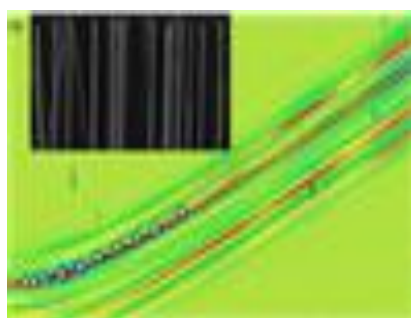
奈梅亨强磁场实验室测量的磁铁验证了一个模型预测的  $\text{BiFeO}_3$  的磁性,室温热能。多铁性体之所以令人关注,主要因为它们的信息存储方面潜在的应用。由于  $\text{BiFeO}_3$  是唯一已知室温下材料属性的多铁性体,因此其成为这个应用的最佳候选材料。 $\text{BiFeO}_3$  主要来自于沙尼亚,美国和荷兰一个国际研究团队进行研究,他们的研究结果发表在 2013 年 6 月 17 日的《Physical Review Letters》。



信息来源: <http://www.ru.nl/hfml/research/research-highlights/highlights/information-storage/>

## 8、EMFL 研究者展示半导体纳米线的优秀光学性质

图卢兹 LNCMI, 格勒诺布尔 LNCMI、雷霍沃特魏茨曼研究所及奈梅亨强磁场实验室的研究人员合作发现单一的砷化镓纳米线的光学性质好得出乎意料。这些纳米线的生产问题在于材料可以在不同的晶体结构中结晶,从而产生光学特性较差的不均匀结构。但是强磁场的研究显示,砷化镓纳米线品质优良,甚至赶上了质量最好的散装材料。有希望将这些纳米线应用在小型电子设备上。结果发表在 2013 年 5 月 1 日的《Nano Letters》。



信息来源: <http://www.ru.nl/hfml/research/research-highlights/highlights/emfl-researchers/>

## 9、强磁场揭示石墨烯内电子之间相互作用

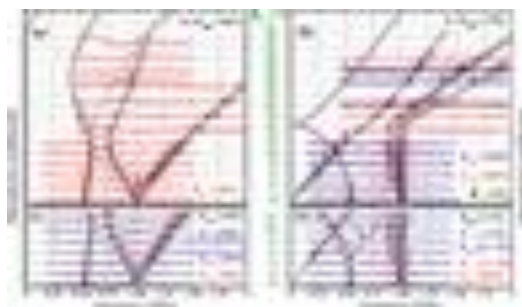
曼彻斯特大学的研究人员与强磁场实验室 (HFML) 科学家在高达 30 特斯拉的强磁场下测量出超净的石墨烯量容器的量子电容。这些拥有迄今为止无与伦比的质量的实验设备上可以直接访问单个电子的相互作用, 这些作用通常会被低质量石墨烯内的杂质的电子散射所掩盖。



信息来源: <http://www.ru.nl/hfml/research/research-highlights/highlights/high-magnetic-fields/>

## 10、多铁性材料 BCGO 激发的方向二向色性和自旋波

在高至 33T 的强磁场环境下对非中心对称多铁性磁体  $\text{Ba}_2\text{CoGe}_2\text{O}_7$  的自旋波激发进行了研究, 在电子自旋共振 (ESR) 和远红外线吸收光谱 (FIR) 的帮助下, 科学家们在双子格反铁磁性产生的两个常规磁子之外, 发现了多个特殊自旋激发, 从而导出了一个多波色自旋波理论, 特点是一个振荡磁偶极子和四极矩。反对称性的缺失允许每个模式成为电偶极子活跃。此外, 这种材料显示了很强的定向二色性, 即相对于不同的磁场方向交叉传播激光束吸收不一样。



信息来源: <http://www.ru.nl/hfml/research/research-highlights/highlights/directional/>

## 版权及合理使用声明

中国科学院合肥物质科学研究院信息中心、中国科学院强磁场科学中心主办的《强磁场科学与技术研究动态》遵守国家知识产权法律相关规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国著作权法的有关规定，严禁将《强磁场科学与技术研究动态》用于任何商业或其他营利性用途。未经中国科学院合肥物质科学研究院信息中心、中国科学院强磁场科学中心同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中国科学院合肥物质科学研究院信息中心、中国科学院强磁场科学中心允许，院内外各单位不得以任何形式整期转载、链接或发布《强磁场科学与技术研究动态》。任何单位需要整期转载、链接或发布《强磁场科学与技术研究动态》的内容，应向中国科学院合肥物质科学研究院信息中心、中国科学院强磁场科学中心发送需求函，说明用途，征得同意。

欢迎为《强磁场科学与技术研究动态》提供意见与建议。