

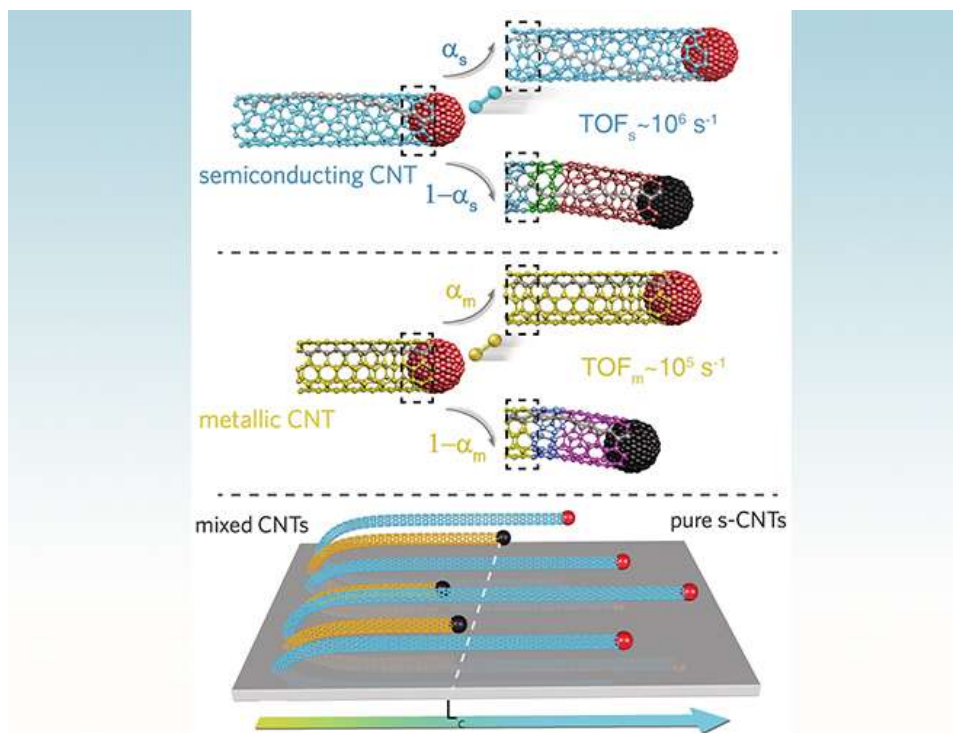


首页 - 综合新闻 - 内容

# 清华化工系魏飞团队实现一步法制备纯度99.9999%半导体碳纳米管阵列

**清华新闻网10月10日电** 10月2日，清华大学化学工程系魏飞教授团队在《自然·通讯》(Nature Communications) 上在线发表题为“超纯半导体性碳纳米管的速率选择生长”(Rate selected growth of the ultrapure semiconducting carbon nanotube arrays) 的论文。论文研究指出，碳纳米管在生长过程中的原子组装速率与其带隙相互锁定，金属管数量随长度的指数衰减速率比半导体管高出数量级，在长度达到154mm后可实现99.9999%超长半导体管阵列的一步法制备，这一方法为制备结构完美、高纯半导体管水平阵列这一世界性难题提供了一项全新的技术路线，对新一代碳基电子材料的可控制备具有重要价值。

随着信息技术的高速发展，半导体芯片已成为数字经济和国家安全的重要基础。近年来，以硅基材料为核心的摩尔定律即将走到终点，在众多替代材料中，碳纳米管凭借纳米级尺寸和优异的电子空穴高迁移率成为新一代芯片电子的理想候选材料。美国国防高级研究计划局宣布投资15亿美元推进“电子复兴计划”，用于开发微型化、高性能碳纳米管芯片。斯坦福大学和麻省理工学院相继研发出碳纳米管计算机和基于1.4万个碳纳米管晶体管构筑的16位微处理器，充分展现了碳纳米管在后硅时代的发展潜力。我国在碳纳米管电子器件及材料制备的工程应用领域具有显著优势，特别是在单根碳纳米管晶体管无掺杂制备及最小碳纳米管器件领域做出了众多原创性贡献。在碳纳米管宏量制备领域，也已率先实现世界最高、千吨级产量聚团状和垂直阵列状碳纳米管的批量制备，并在动力电池领域规模化应用。然而，碳纳米管的结构缺陷、手性结构控制仍然是制约高性能碳基芯片应用的关键问题。



## 图说清华

更多 >



## 最新更新

- 今天 40

中国海军教练舰长郭保丰做客人文学院历史党建沙龙畅谈“和平方舟”
- 今天 8

【专题】峥嵘“一二·九” 唱响新时代
- 今天 155

《书写新时代“中国之治”新篇章——十九届四中全会精神解读》专题报告会举行
- 今天 99

杨晶副教授获第五届全国高校数学微课教学设计竞赛精英赛金奖
- 12.09 1298

壮丽七十载 唱响新时代 2019年清华大学本科生“一二·九”歌咏比赛举行
- 12.09 818

清华大学学生科技兴趣团队座谈会举行
- 12.09 1580

清华材料学院唐子龙课题组在高倍率锂离子电池材料方面再获突破
- 12.09 92

冯鹏：理工科专业课程思政的“三板斧”
- 12.09 321

邝架轩读书沙龙第十六期举行 赵永新、程钢探讨“科学家的美丽心灵”
- 12.09 116

为此，魏飞教授团队专注结构完美超长碳纳米管的研发10余年，发现超长碳纳米管在分米级长度上的结构一致性，率先制备出世界上最长的550mm碳纳米管，并验证了碳纳米管的数量随长度呈现指数衰减的Schulz-Flory分布规律。进一步研究发现，金属和半导体管的数量也各自满足Schulz-Flory分布，但半导体管的半衰期长度是金属管的10倍以上。拉曼散射、瑞利散射光学表征及同位素标记的生长速度测试表明，金属与半导体管的半衰期长度差异源于碳纳米管自身带隙锁定的生长速度。缩小非均相催化中外扩散与毒化过程的活化能差异，从而提高碳纳米管的长度，是实现具有窄带隙分布的半导体管阵列可控制备的关键。据此，该团队设计层流方形反应器，精准控制气流场和温度场并优化恒温区结构，将催化剂失活几率降至百亿分之一，成功实现了超长水平阵列碳纳米管在7片4英寸硅晶圆表面的大面积生长，最长长度650mm，单位反应位点转化数达到 $1.53 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$ 。用154mm处的碳纳米管阵列作为沟道材料制作的晶体管器件，开关比为 $10^8$ ，迁移率 $4000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上，电流密度 $14 \text{ A/m}$ ，首次展现了超长碳纳米管在阵列水平的优异电学性能。这种利用带隙锁定生长速度实现高纯半导体管可控制备的方法，为原位自发提纯半导体材料提供了一种全新路线，为发展新一代高性能碳基集成电子器件奠定了坚实的基础。

该工作是魏飞教授团队继实现半米长碳纳米管可控制备及原位卷绕成大面积、单手性碳纳米管线团后的又一创新性工作，为实现碳纳米管在高端电子产品及柔性电子器件中的应用，推动国家微电子行业发展提供了可行的路线。

文章通讯作者为魏飞教授，第一作者为清华大学化工系2015级博士生朱振兴，芬兰阿尔托大学应用物理系博士后魏楠、清华大学微电子系许军教授及2016级博士生程为军、清华大学化工系王垚副教授、张如范助理教授、博士生申博渊、孙斯磊、高俊参与了该工作。本项研究工作受到国家重点基础研究发展计划、国家自然科学基金委及北京市科学技术委员会等项目的资助。

论文链接：

<https://www.nature.com/articles/s41467-019-12519-5>

供稿：化工系

编辑：李华山

审核：周襄楠

2019年10月10日 14:06:22 清华新闻网

## 相关新闻

### 21 清华化工系魏飞团队在《化学研究评述》发表...

2017.02

近日，清华大学化工系魏飞教授团队在美国化学会旗下的国际顶级综述期刊《化学研究评述》上发表综述论文《结构完美性能优异的超长碳纳米管的可控制备》(Controlled synthesis of ultralong carbon nanotubes with perfect structures and extraordinary properties)。该论文被选为当期《化学研究评述》的封面文章。

[网站地图](#) | [关于我们](#) | [友情链接](#) | [清华地图](#)

清华大学新闻中心版权所有，清华大学新闻网编辑部维护，电子信箱:news@tsinghua.edu.cn

Copyright 2001-2020 news.tsinghua.edu.cn. All rights reserved.