

# 石墨烯的全光调制机理和特性研究

张晓旭 刘芯 李宁波

指导老师：任兆玉

2013-11-13

# 提纲

- ① 研究背景
  - 光调制技术
  - 光调制器材料
  - 石墨烯的性质
- ② 研究内容
- ③ 实施方案
- ④ 院系提供的条件
- ⑤ 团队介绍
- ⑥ 预期成果

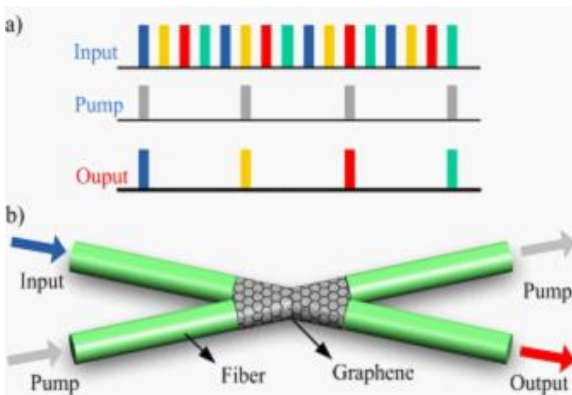
# 项目简介

- **研究内容：**  
石墨烯全光调制机理和特性进行研究
- **创新点：**  
采用石墨烯作为新型光学调制器，并根据石墨烯优异的非线性光学特性，提出了新的石墨烯全光调制理念。
- **意义：**  
该项目的研究对于通信领域以及拓展石墨烯材料的光电应用具有重要的意义。

# 光调制技术

光调制器是指利用不同的能量形式来改变光信号的器件。

目前，光调制器是光电系统中的重要组成部分，其在光通信、信号处理、传感系统和测量系统等各个领域有着极其广泛的用途。



# 传统材料与石墨烯对比

## ● 传统材料

砷酸锂、InP、硅等

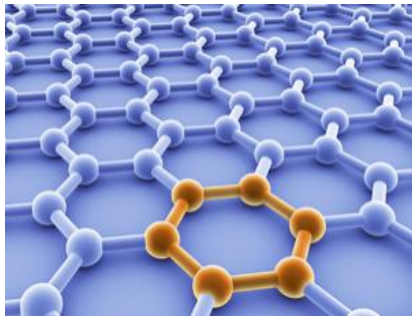
- ① 可工作波长范围较窄
- ② 响应速度和工作带宽受制约
- ③ 制作工艺复杂且耗费

## ● 石墨烯

- ① 理论上可以被任意波长激发
- ② 响应时间快，工作波段宽
- ③ 制备工艺简单

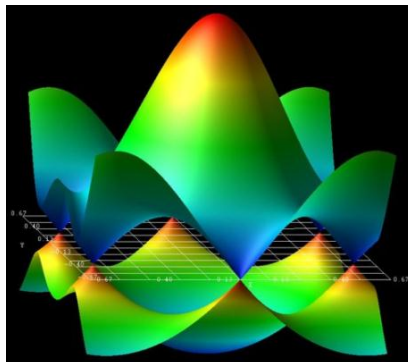
# 石墨烯

石墨烯是一种由碳原子以 $sp^2$ 杂化轨道组成六角型呈蜂巢晶格的平面薄膜，只有一个碳原子厚度的二维材料。



# 石墨烯能带图

- 可饱和吸收特性
- 零能隙



# 研究内容

- ① 石墨烯制备工艺优化  
主要运用CVD法，但不同生产环境，不同方法制备的石墨烯参数不同，其光电性质不同，
- ② 石墨烯特性研究  
对不同参数的石墨烯进行特性分析，了解不同参数对不同石墨烯的影响。
- ③ 石墨烯全光调制机理和特性研究  
从石墨烯能带结构建立模型，以可饱和吸收特性为基础，研究其调制机理和特性。
- ④ 石墨烯全光调制器性能测试  
我们已经开展了石墨烯全光调制器的研究并实现对于皮秒量级的全光控制和调制。这一结果表明石墨烯可以实现超高速全光调制。



# 石墨烯的制备与优化

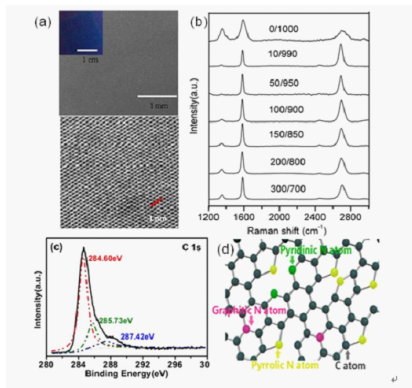
## ① 制备

- 物理方法  
机械剥离法，液相或气相直接剥离法（热膨胀法）
- 化学方法  
CVD法，氧化还原法

## ② 优化

使用扫描电子显微镜、透射电子显微镜等表征材料的微观结构和形貌；利用拉曼红外光谱进行常规光学性质表征。

# CVD 法制备石墨烯薄膜

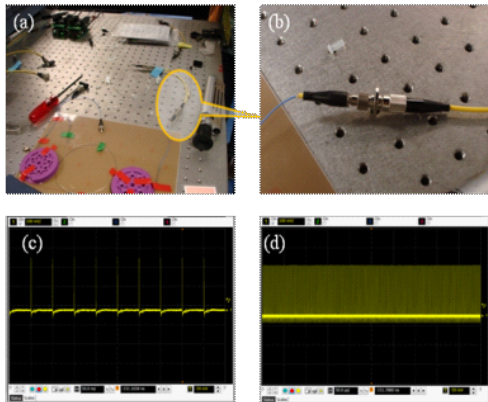


- 通过控制生长条件，实现不同层数石墨烯的生长。
- 在生长过程同时，通以不同比例的碳源和氮源，制备出不同参杂浓度的 Pyrrolic 型 N 参杂石墨烯。

# 石墨烯超快脉冲产生

是对石墨烯、碳纳米管可饱和吸收特性及在全固态激光器,光纤激光器中超短脉冲的产生进行细致的研究。

下图为研究成果这些实验结果为石墨烯全光调制特性研究打下了良好的基础。



## 院系提供的条件

- **指导老师**

指导老师任兆玉，多年从事研究纳米材料（尤其是碳基纳米材料）制备及其光电性质的研究，并取得了不小的研究成果，相关项目经验丰富。

- **西北大学光子学与光子技术研究所**

研究领域覆盖：激光器件与应用、瞬态光学与超快过程、纳米功能材料等。可以本课题提供相关的实验设备与仪器。

- **材料的制备与表征部分**

120平米材料加工和超净间实验室，化学气相沉积系统（CVD），湿法化学合成，手套箱，旋涂机等。

## 团队介绍

- 爱好物理，并长期关注相关领域的最新研究成果。
- 参加过数学建模等课外学术活动，具备一定的文献检索能力，了解论文写作方法等。
- 专业课成绩排名靠前，多次获得奖学金。已经初步掌握了量子力学等理论基础，可以快速学习并掌握项目所需的更多理论知识。
- 接受过系统的基础物理实验和近代物理实验的学习，具备一定的动手实验能力。

## 预期成果

- 通过初步实验，完成石墨烯全光调制技术的机理与特性研究，对石墨烯全光调制特性进行初步测试，从理论和初步实验上探究石墨烯作为光学调制器件材料的可行性。
- 将理论与初步实验相结合，对石墨烯的制备工艺进行改善，得到适用于光调制的石墨烯制备工艺参数。
- 希望在此工作的基础上在核心期刊上发表 1-2 篇研究论文。

# 谢谢!