

# 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

# 导师简介—任兆玉

## 基本信息

博士，教授，博士生导师。

主要从事研究非线性光学与电功能材料。

## 主要成果

- 现任科技部光电技术与功能材料国际科技合作基地副主任，陕西省全固态激光及应用工程技术研究中心副主任，西北大学光电子技术研究所纳米材料科学研究室主任。
- 发表相关研究论文100 余篇，其中50余篇被SCI、EI收录。
- 分别获2007，2005陕西省政府科学技术奖一、二等奖各一项，2004，2005陕西省高等学校科学技术一、二等奖各一项。申请相关的国家级发明专利多项。

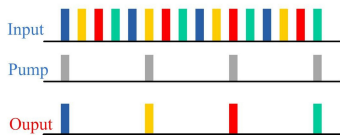
# 项目简介

- **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。

# 提纲

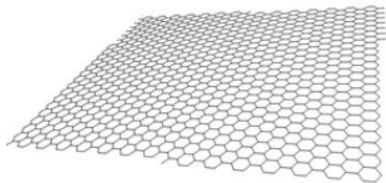
- ① 研究背景
  - 光调制器与石墨烯
  - 光调制技术
  - 光调制器材料
- ② 研究内容
- ③ 实施方案
- ④ 院系提供的条件
- ⑤ 团队介绍

# 光调制器与石墨烯



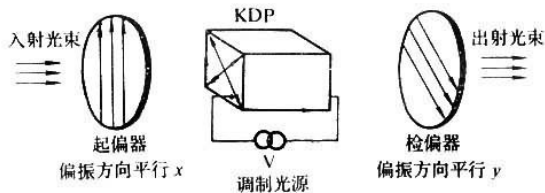
石墨烯是一种由碳原子以 $sp^2$ 杂化轨道组成六角型呈蜂巢晶格的平面薄膜，只有一个碳原子厚度的二维材料。

光调制器指利用不同的能量形式来改变光信号的器件，主要用于光通信、信号处理、传感系统和测量系统等领域。



# 光调制技术

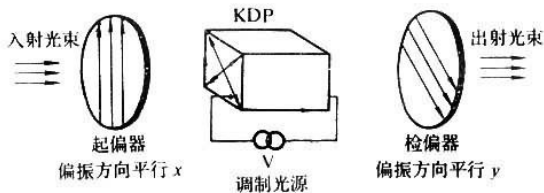
- 声光调制
- 电光调制
- 全光调制



电光调制器(泡克耳斯盒)示意图

# 光调制技术

- 声光调制
- 电光调制
- 全光调制



电光调制器(泡克耳斯盒)示意图

## 全光调制的速度优势

信号波(被调制的光)的速度取决于载波(调制的光)的变化速度。信号处理速度会提高，调制器的带宽会拓展。光信号的变化速度远大于电。全光调制技术速度最快，带宽最高

# 石墨烯与传统材料

## 石墨烯 调制速度快

石墨烯中载流子迁移速率相对较高，且电子和空穴迁移速率相等。

原则上可以工作在任意光波长  
石墨烯是一种零带隙半导体材料，可以被任意波长激发。

## 传统材料 调制速率上限较低

传统材料空穴的迁移速度要小于电子的迁移速度，且运动速率较慢。

可工作的波长范围较窄  
工作波长受截止波长限制，不能被任意波长激发。



# 研究内容

- 研究内容

石墨烯全光调制机理和特性进行研究

- 拟解决的关键问题

- ① 石墨烯制备与优化

基本的制备技术，已基本掌握，但制备高质量的比较难。  
在石墨烯制备的过程中，尝试探索降低石墨烯层数或提高整齐度的方法。

- ② 石墨烯特性研究

从石墨烯的能带建立模型，分析并探索石墨烯的特性，加深对石墨烯性质的认识。

# 实施方案

- ① 制备适合光学调制器的石墨烯材料  
拟采用CVD法生长单层石墨烯。  
对不同生长条件的石墨烯进行系统的研究，选择出最适合作为全光调制器的石墨烯材料。
- ② 石墨烯全光调制机理和特性研究中参数的选择  
石墨烯的层数、能带结构、缺陷参数选择都会影响研究结果，结合实际选择研究参数。
- ③ 石墨烯全光调制机理和特性的研究  
深入分析并研究石墨烯的可饱和吸收特性，并以此为基础研究其调制机理和特性。  
另外，对石墨烯全光调制特性偏振、强度及位相调制等进行进一步研究总结。

## 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、太赫兹波光电子技术、纳米功能材料等。可以本课题提供相关的实验设备与仪器。

## 团队介绍

专业课成绩优良多次获得奖学金助学金

在班中担任班干部

还有看过相关的成什么书，上过的相关课程。

经过2年多的基础物理实验、近代物理实验训练，具备一定的动手实验能力。

## 预期成果

- 通过实验，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，从实验上验证石墨烯作为光学调制器件的可行性。
- 将理论与实验相结合，对石墨烯的制备工艺进行改善，得到最佳的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研究论文。

# 谢谢!