

# 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

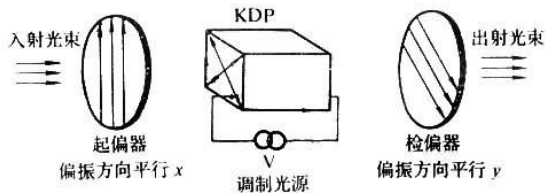
- ① 研究背景
  - 光调制技术
  - 光调制器材料
  - 石墨烯
  - 石墨烯优点
- ② 研究内容
- ③ 实施方案
- ④ 院系提供的条件
- ⑤ 团队介绍

# 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

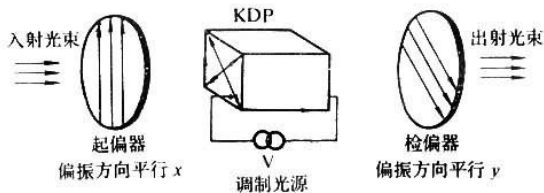
- 声光调制
- 电光调制
- 全光调制



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

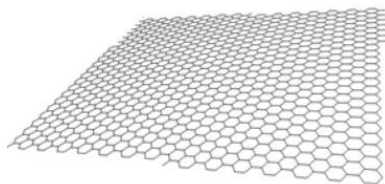
信号波(被调制的光)的速度取决于载波(调制的光)的变化速度。  
信号处理速度会提高，调制器的带宽会拓展。  
光信号的变化速度远大于电。  
全光调制技术速度最快，带宽最高

# 传统材料

- ① 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。
- ② 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。

# 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。



# 石墨烯优点

## 石墨烯 调制速度快

石墨烯电阻率极低所以其中的载流子迁移速率特别高，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

石墨烯是一种零能隙半导体材料，理论上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

## 石墨烯制备与优化

- ① 多种方法制备石墨烯，选出最适合光调制器的石墨烯材料。  
生长条件不同，石墨烯的层数与缺陷等参数不同，光电性质存在一定差异。
- ② 制备工艺的参数选择  
对全光调制器而言，石墨烯的调制机理是基于可饱和吸收特性、调制性能主要与快速的光弛豫时间有关，  
因此，石墨烯的层数、能带结构、缺陷参数选择的不同都会影响研究结果，我们需要结合实际，选择最合适的研究参数。

# 研究内容

## 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。

# 实施方案

## ① 石墨烯的制备

- 物理方法机械剥离法：机械剥离法即采用层层剥离的方法。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：还原法是将石墨氧化得到在溶液中分散(超声分散、高速离心)的氧化石墨烯，再用还原剂还原制备石墨烯。
- 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。

## ② 石墨烯超快脉冲产生由于石墨烯独特的能带结构，带间跃迁和带内吸收使石墨烯具有可饱和吸收特性且对工作波长无选择性，在不同光强入射时，可以使光通过或者被吸收。石墨烯超快脉冲的产生，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，

## 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!