

# 激光沉积红外窗口高性能类金刚石膜技术

**Pulsed laser deposition technology for high performance  
Diamond-like Carbon Films on infrared window**

程 勇

**027-51777856**



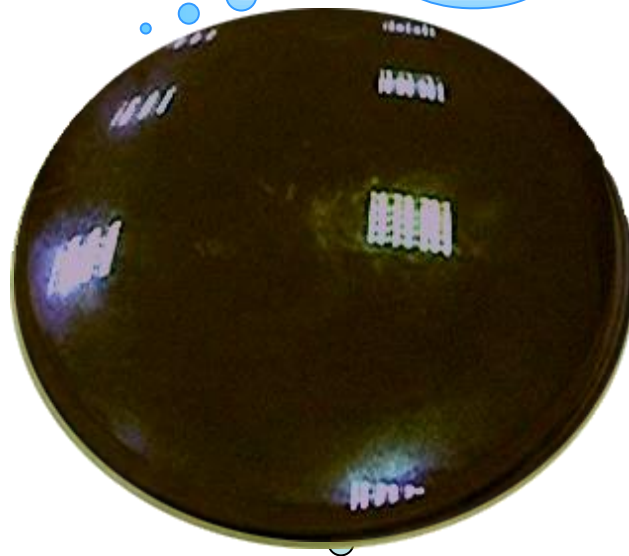
武汉军械士官学校光电技术研究所

类金刚石膜（Diamond-like Carbon Films, DLC）是红外窗口增透保护膜的最佳选择

## DLC膜优点

- 宽波段红外透光
- 极高的硬度
- 极高的热导率
- 良好的稳定性

增透与保护



红外窗口娇贵脆弱

## 类金刚石膜的制备方法

### 化学气相沉积法（CVD）：

射频辉光放电等离子体CVD法

直流辉光放电等离子体CVD法

离子束沉积法

.....

### 物理气相沉积法（PVD）：

脉冲激光沉积（PLD）法

电弧沉积法

磁控溅射法

射频溅射法

.....

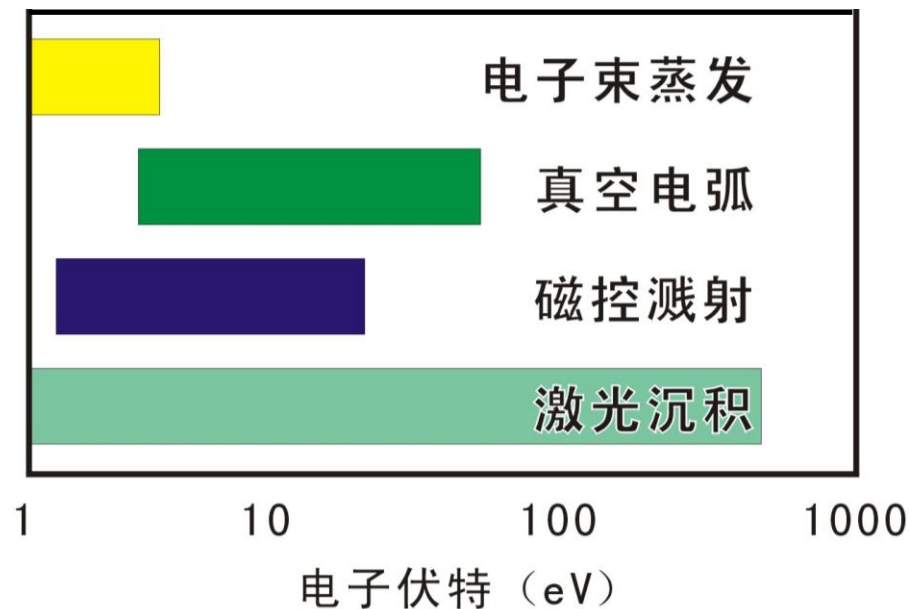
## 化学气相沉积（CVD）法



- 含氢
- 硬度低
- 高温稳定性差
- 海水中易腐蚀脱落
- 难以在硫化锌上成膜

## 物理气相沉积（PVD）法

优点：无氢、稳定性好、沉积温度低至室温等。



不同镀膜方法粒子能量分布图

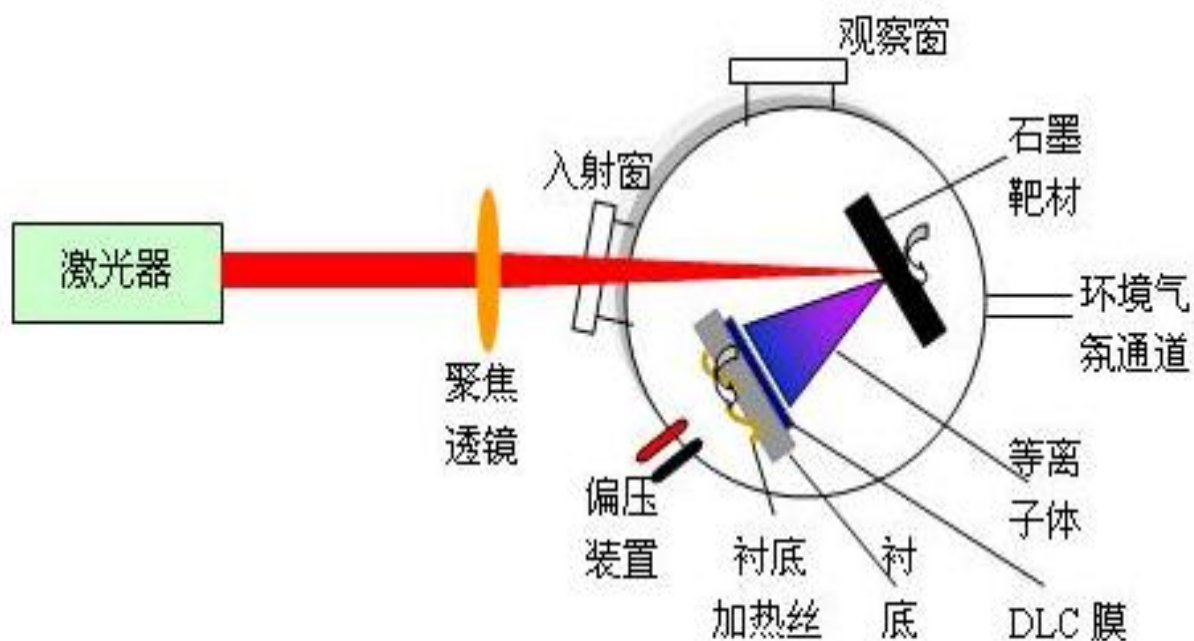
制备高金刚石相含量的DLC膜需要高的粒子能量

缺点：

普遍粒子能量低、  
DLC膜金刚石相含量低

## PLD法沉积DLC膜原理

利用高功率脉冲激光聚焦烧蚀石墨靶材，使碳原子由石墨相转变成金刚石相，实现“点石成金”的过程。



### PLD法优点

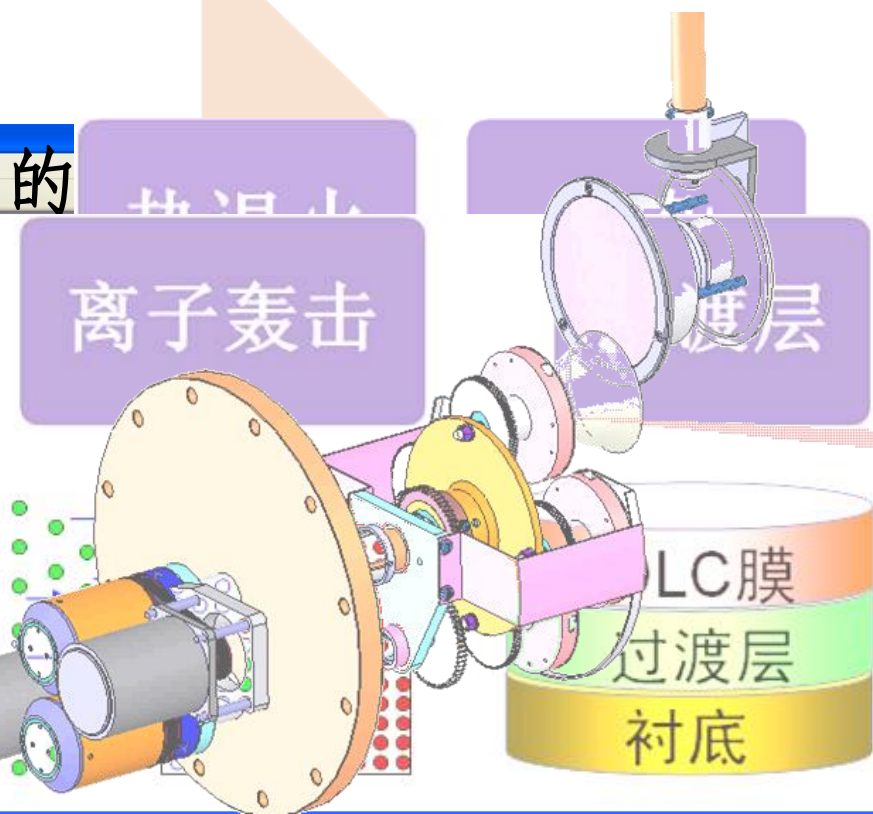
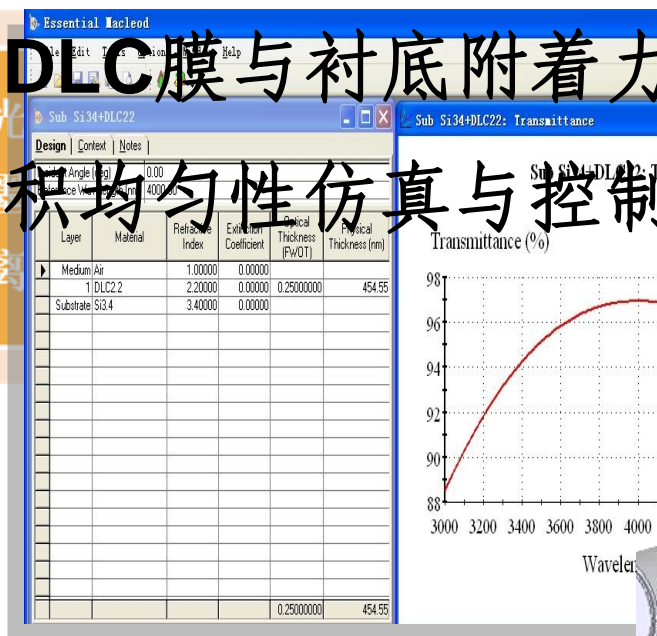
离化程度高  
碳离子能量高  
无氢  
易掺杂

.....

## PLD法制备DLC膜工程应用中的难题：

- (1) **DLC膜硬度和透过率还不够高；**
- (2) **DLC膜的内应力大、附着力小，易破裂、脱落；**
- (3) **难以在硫化锌上沉积；**
- (4) **难以制备大面积均匀的DLC膜。**

1. 激光沉积DLC机理研究
2. 红外宽光谱高透过率膜系设计方法
3. 降低DLC膜应力的方法
4. 提高DLC膜与衬底附着力的方法
5. 大面积均匀性仿真与控制



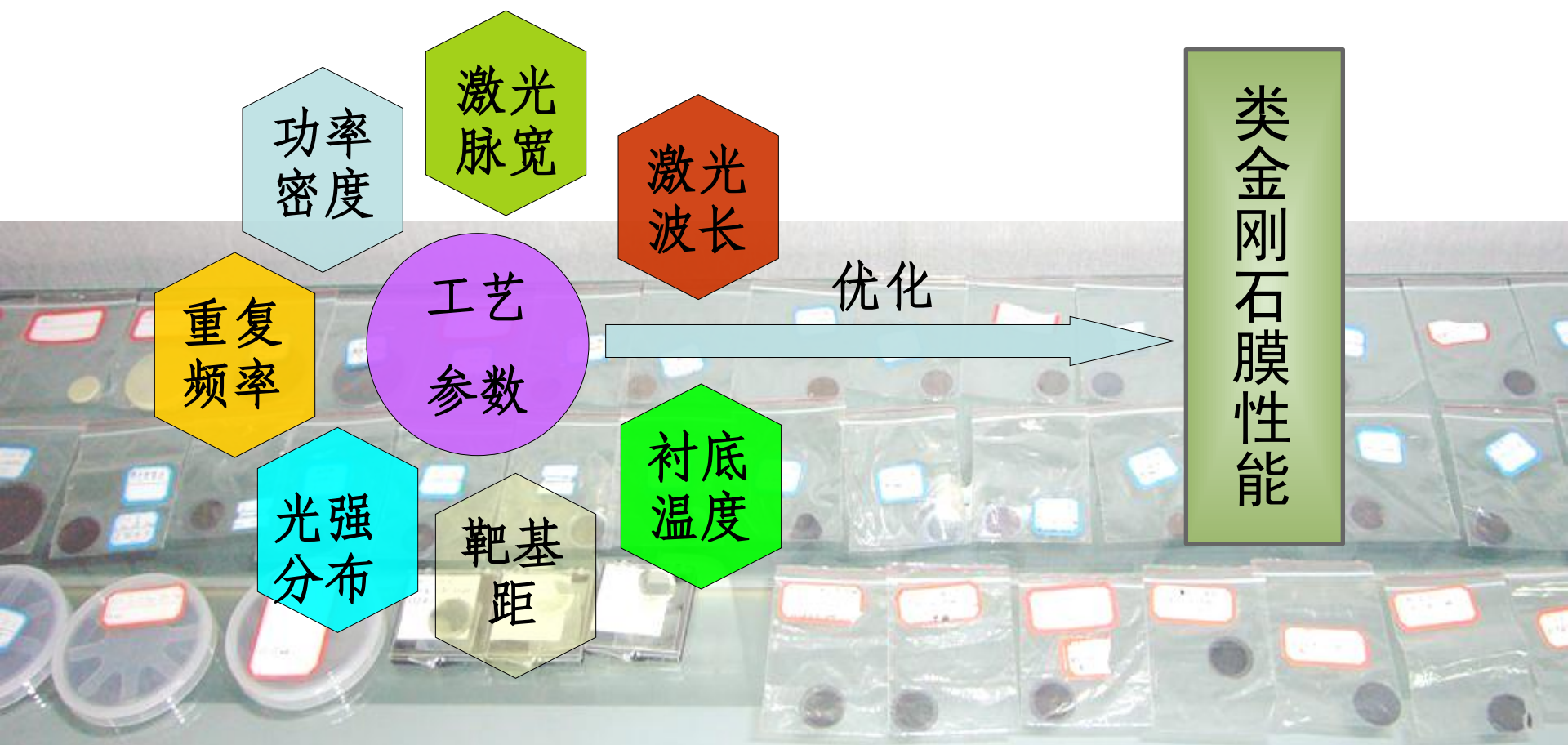


## 构建了先进的PLD系统

飞秒和紫外纳秒激光器、离轴旋转平移、通背景气体、加偏压、加热及离子溅射等装置。



## 成熟的激光沉积DLC膜工艺



## 研制出高性能DLC膜窗口

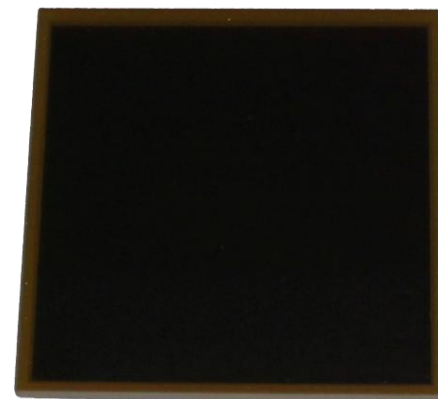
在硅、锆、硫化锌上沉积出**硬度高、透过率高、附着性能好、大面积均匀**的类金刚石膜。



$\Phi 154\text{mm}$   
硅窗口



$\Phi 150\text{mm}$   
锆窗口



$150 \times 150\text{mm}$   
硫化锌窗口

## 研制的DLC膜的性能参数

突破了

衬底尺寸  $\Phi 150\text{mm}$   
膜厚不均匀性  $\leq \pm 2\%$

关键技术

44

