



华南师范大学  
SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

# 光学信息处理

华南师范大学  
黄佐华





华南师范大学  
SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

# 一.实验概述

光学信息处理是现代信息光学的基本组成部分，在近代物理实验中占有重要地位。光学信息处理是对光学图像在频域的实时处理，具有处理信息量大及速度快等特点，能够实现图像的并行处理。其中常见的相衬显微镜就是一个成功的例子，能实现对透明生物样品的成像。在物理学、生物学、图像识别等领域有广泛应用。



华南师范大学  
SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

## 二.实验目的

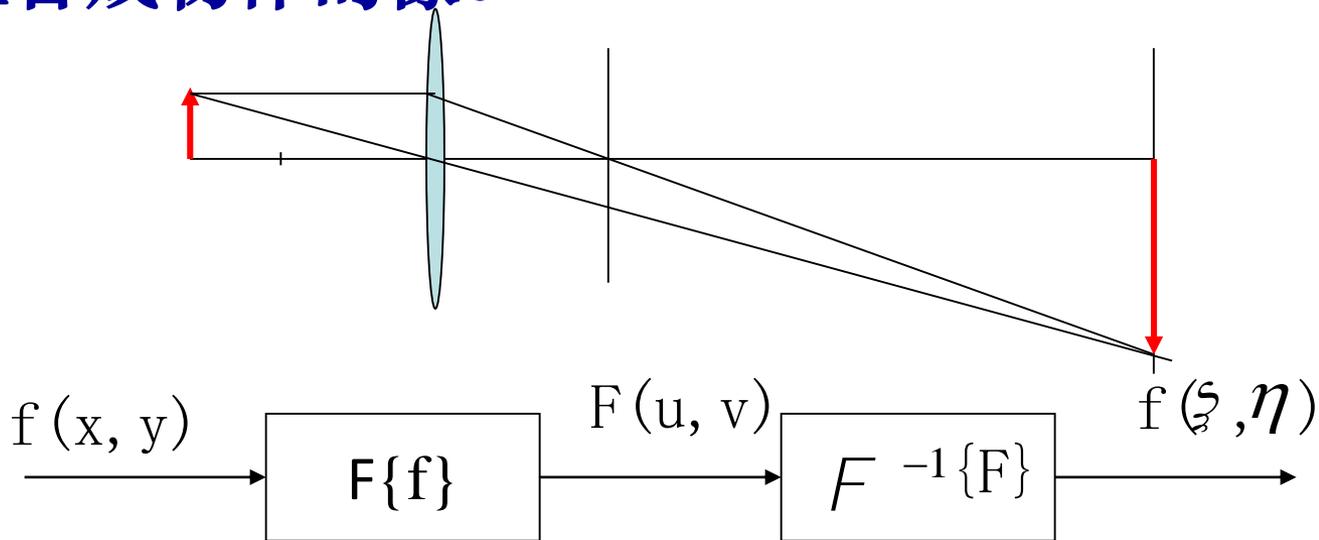
- 1.了解傅里叶变换、频谱及阿贝成像原理
- 2.掌握空间滤波的基本方法
- 3.了解相衬法实现位相物体成像的方法



# 三.实验原理

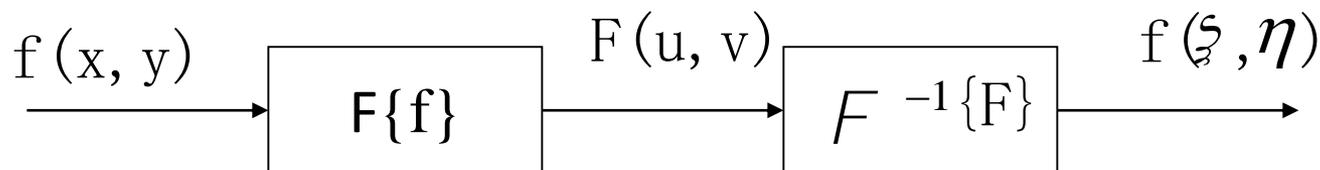
## 3.1阿贝成像原理--两步成像原理

阿贝认为：透镜成像分为两步。第一步：物体通过透镜衍射在其焦平面获得物体的频谱分布；第二步由物体的频谱作为子波进行衍射，在像面上合成物体的像。

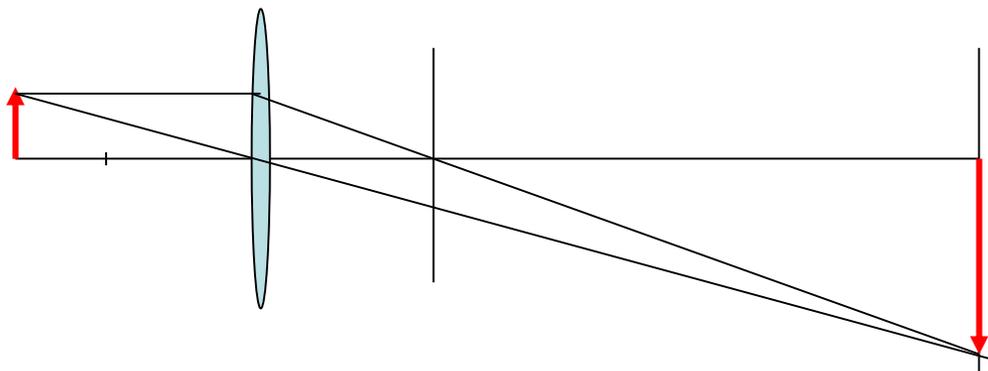




## 3.2 傅里叶变换

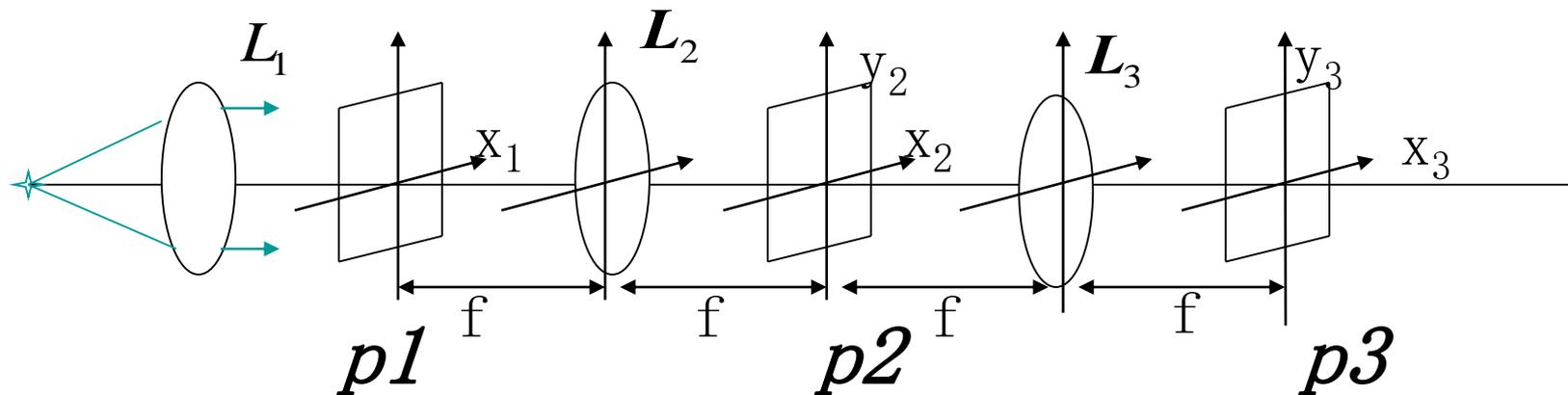


- ♠ 空间分布与频谱分布描述物体是等效的。
- ♠ 傅里叶变换可以通过电路或计算机等方法实现
- ♠ 傅里叶变换也可由透镜或衍射等光学方法实现
- ♠ 透镜焦平面出现物体的频谱





## 3.4 频谱及空间频率



♠ 付氏变换也可通过 $4f$ 系统实现， $f$ 为透镜焦距，焦平面对应于物体的频谱

♠ 空间周期 $d$ 定义：两条线对之间的距离或周期

♠ 空间频率 $f_x$ 定义：周期的倒数，反映图像光强变化的快慢



## 空间频率与空间坐标的关系

$$f_x = \frac{x}{\lambda f} \quad f_y = \frac{y}{\lambda f}$$

### 3.5 空间滤波

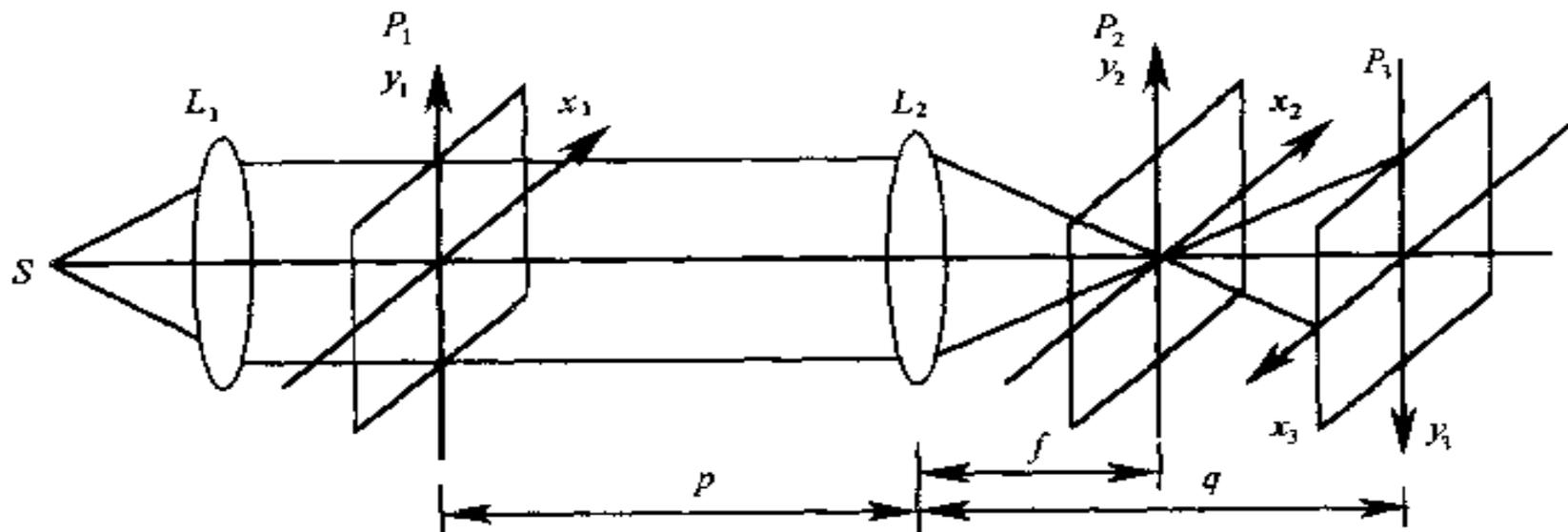
在频谱面加进滤波器使像发生相应的变化的过程

滤波器分类：振幅、位相、复合型；高通、低通及带通等。以二维正交光栅为对象。



## 3.5 相衬法原理--相衬显微镜

将相位信息转换成光强信息的过程，实现位相物体强度成像，空间滤波的典型应用，





## 设位相物体为

$$t(x_1, y_1) = \exp[j\varphi(x_1, y_1)]$$

## 相板透过率为

$$H(\xi, \eta) = \begin{cases} \pm j & \xi = \eta = 0 \\ 1 & \xi \neq 0; \eta \neq 0 \end{cases}$$

## 相衬像强度分布为

$$I \approx |\pm j + j\varphi(x_3, y_3)|^2 \approx 1 \pm 2\varphi(x_3, y_3)$$

$\varphi(x_1, y_1) \ll 1 \text{Arc}$       相衬像强度与位相成正比



## 四.实验内容及注意事项

实验仪器及元件：激光器、光具座、透镜及滤波器等

- 1.平行光的调整及检验
- 2.正交光栅的空间滤波
- 3.空间频率与空间坐标关系验证
- 4.相衬法实验（综合设计实验）
- 5.如何准直激光束及确定物体成像面