

近代物理实验预习笔记——双频外差激光干涉仪

物理 (4+4) 1801 胡喜平 U201811966

个人网站 <https://hxp.plus/> 电子邮件 hxp201406@gmail.com

2020 年 9 月 20 日

1 实验内容

- 使用声光调制器对激光光束进行调制, 产生不同频率的激光。搭建非偏振双频外差激光干涉仪光路。
- 不考虑偏振的情况下, 观察和比较参考光和测量光的干涉信号, 通过两干涉信号相位差测量决定光程差, 得出相位差与反射镜移动位移的函数关系。
- 考虑偏振的情况下, 设计基于偏振的双频外差激光干涉仪, 重复上述测量。

2 实验原理和注意事项

2.1 非偏振双频激光干涉仪

非偏振双频激光干涉仪如图所示, 其中两束氦氖激光存在无论是到 PD1 还是 PD2 都存在一定的光程差, 为了方便讨论将图上四个位置用字母 A、B、C、D 表示。PD 表示光电测量器, AOM 表示声光调制器。

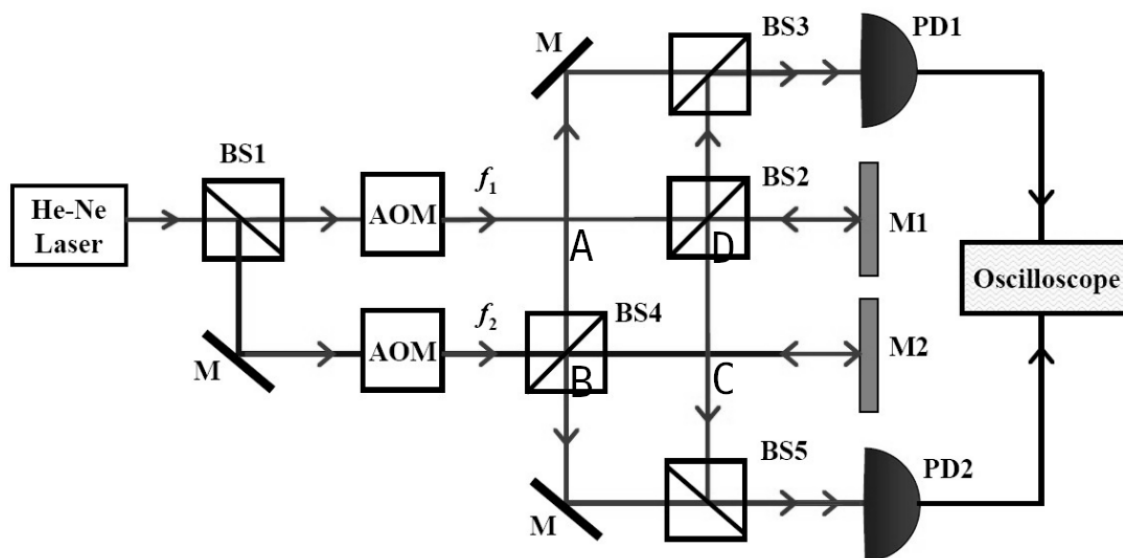


图 1: 非偏振双频激光干涉仪示意图

其中抵达 PD1 的是参考光, 抵达 PD2 的是测量光。实验中直接测量的量是两组干涉激光的测量信号的相位差 $\Delta\phi$, 间接测量反射镜 M2 与 M1 的相对位移 ΔL 。

我们假设刚开始两个反射镜水平方向是没有位移的, 那么对于**参考光**, 频率为 f_2 的光比频率为 f_1 的光多走的距离是 $2\overline{AB}$ 。而对于**测量光**, 频率为 f_2 的光比频率为 f_1 的光多走的距离是 $2\overline{BC}$ 。

因此为了防止出现奇怪的情况, 在搭建实验光路的时候, 应当使得**矩形 ABCD** 是**正方形**。其中实验中测量到的信号的光强信号为:

- 参考光: $I_r \propto I_0 \cos[2\pi(f_1 - f_2)t + (\varphi_{01} - \varphi_{02})]$
- 测量光: $I_m \propto I_0 \cos[2\pi(f_1 - f_2)t + (\varphi_{01} - \varphi_{02}) + \Delta\phi]$

两个反射镜之间的相对位移为:

$$\Delta L = \frac{\lambda}{4\pi} \Delta\phi$$

2.2 偏振双频激光干涉仪

下面是一个**偏振双频激光干涉仪**示例

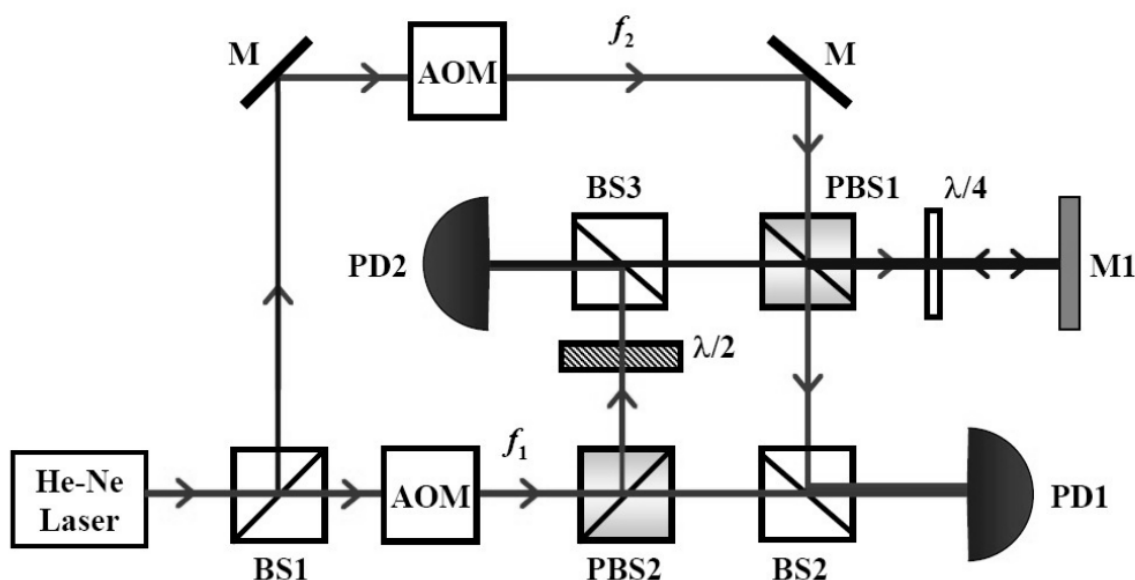


图 2: 偏振双频激光干涉仪示意图

通过移动反射镜 M1, 造成测量光的相位发生变化, 由于 M1 到 PBS1 的距离光走一来一回了两遍, 反射镜位移和相位差之间的关系依然是:

$$\Delta L = \frac{\lambda}{4\pi} \Delta\phi$$

因此用示波器测量 $\Delta\phi$ 可以间接测量 ΔL 。