一、实验目的

（1）理解光的等厚干涉理论；

（2）掌握测量显微镜的结构及读数原理；

（3）利用测量显微镜测量平凸透镜的曲率半径；

（4）拓展研究等厚干涉在薄膜光学、纳米精密测量全息影像和光纤干涉传感器等领域的应用。

二、实验原理

1.等厚干涉

如图3-10-1所示，玻璃板A和玻璃板Bニ者叠放起来，中间就会形成层空气薄膜（即形成了空气劈尖）。设光线1垂直入射到厚度为d的空气薄膜上。入射光线在A板下表面和B板上表面分别产生反射光线2和2′，二者在A板上方相遇，由于两束光线都是由光线1分出来的（分振幅法产生相千光，故频率相同、相位差恒定（与该处空气厚度d有关）、振动方向相同，因而会产生干涉涉。我们现在考虑光线2和2的光程差与空气薄膜厚度与空气薄膜厚度的关系。显然光线2比光线2多传播了一段距离2d。此外，由于反射光线2是由光密媒质（玻璃）向光疏媒质（空气）反射的，会产生半波损失。故总的光程差还应加上半个波长/2、根据干涉条件，当光程差为波长的整数倍时相互加强，出现亮纹；为半波长的奇数倍时互相减弱，出现暗纹。因此有

光程差△取决于产生反射光的薄膜厚度d，所以空气厚度相同的地方对应同一级干涉条纹，故称为等厚干涉。

2.牛顿环

当一块曲率半径很大的平凸透镜的凸面放在一块光学平板玻璃上时，在透镜的凸面和平板玻璃间形成一个上表面是球面、下表面是平面的空气薄层，其厚度从中心接触点到边缘逐渐增加。离接触点等距离的地方，厚度相同，等厚膜的轨迹是以接触点为中心的圆。当用单色平行光垂直照射时，由于空气薄层上、下表面两反射光在平凸透镜的凸面相遇发生干涉，在空气薄层的上表面可以观察到以接触点为中心的明暗相间的同心环形条纹，这些明暗相间的环形条纹称为牛顿环，如图显量3-10-2所示。因为同一环干涉条纹对应的薄膜厚度相等，所图3-10-2牛顿环条纹以称为等厚干涉。若用白光照射，则条纹呈彩色。

如图3-10-3所示，当透镜凸面的曲率半径R很大时，在P点处相遇的两反射光线的几何程差为该处空气间隙厚度d的两倍，即2d。又因这两条相千光线中一条光线来自光密媒质面上的反射，另一条光线来自光疏媒质上的反射，它们之间有一附加的半波损失，所以在P点处得两相光的总光程差为

若光程差满足:

设平凸透镜的曲率半径为R，r为环形干涉条纹的半径，且半径为r的环形条纹下面的空气厚度为d，则由图3-10-3中的几何关系可知:

因为R远大于d，故可略去d2项，由此可得

这一结果表明:离中心越远，光程差增加愈快，所看到的牛顿环也变得愈来愈密。将式（3-10-3）代入式（3-10-2）得

根据牛顿环的明暗纹条件式（3-10-1）:

由此可得，牛顿环的明、暗纹半径分别为

式中:m为干涉条纹的级数，rm为第m级暗纹的半径，rm为第m级亮纹的半径。

以上两式表明，当已知时，只要测出第m级亮环（或暗环）的半径，就可计算出透镜的曲率半径R；相反，当R已知时，即可算

观察牛顿环时将会发现，牛顿环中心不是一理想的点而是一个不甚清晰的或暗或亮的圆斑。其原因是透镜和平玻璃板接触时，由于接触压力引起形变，使接触处为一圆面；此外镜面上可能有微量灰尘等存在，从而引起附加的光程差，这些都会给测量带来较大的系统误差。

如，宜不丝且，置小圆

我们可以通过测量距中心较远的、比较清晰的两个暗环纹的半径的平方差来消除附加光程差带来的影响。假定附加厚度为a，则光程差为

取第m、n级暗条纹，则对应的暗环半径为

将两式相减，由此可见，与附加厚度a无关

由于暗环圆心不易确定，故取暗环的直径替换，则透镜的曲率半径为

有以下特点:

（1）R与环数差m-n有关。

（2）由几何关系可以证明，两同心圆直径平方差等于对应弦的平方差。因此，测量时无须确定环心位置，只要测出同心暗环对应的弦长即可。

本实验中，入射光是钠光，钠光波长入=59.3nm；因此只要测出Dm、Dn，就可求出透镜的曲率半径R

三、实验仪器

15J测量显微镜、钠光灯、牛顿环装置。

1.钠光光源

钠光灯的灯管内有两层玻璃泡，装有少量氩气和钠，通电时灯丝被加热，氩气即放出淡紫色光，钠受热后汽化，渐渐放出两条强谱线，通常称为钠双线，因两条谱线很接近，实验中可认为是比较好的单色光源，通常取平均值58.3nm作为该单色光源的波长。

使用钠光灯时应注意:

（1）钠光灯必须与低压稳压器一起使用。

（2）灯点燃后，需等待一段时间才能正常发光和使用。

（3）每开、关一次对钠灯的寿命都有影响，因此不要随易开、关。另外，在正常使用下也有消耗，使用寿命只有500h，因此应作好准备工作，使用时间集中

（4）开亮时应垂直放置，不得受冲击或振动，使用完毕，须等冷却后才能颠倒摇动，避免金属钠流动，影响它的性能。

2.牛顿环装置

使用时，尽可能调节三个螺丝使凸透镜玻璃和两平板玻璃接触点大致处在圆形玻璃的圆心位置，且螺丝不宜过紧，以免压碎玻璃。

注意 牛顿环装置和显微镜的光学表面不清洁，要用专门的擦镜纸轻轻揩拭。

四、实验内容

1.调节测量显微镜

（1）视度调节:移动钠光灯的位置，使目镜视场达到最明亮为止。

（2）目镜调节:转动目镜，使目镜中的十字丝看得最清楚。

（3）物镜调焦:将被观测物体牢靠地安放在测量工作台上，转动调焦手轮，先将镜筒下降，使工作台离45°反射镜大约5mm时，再逐渐上升镜筒，直至眼睛能看到最清楚的物像为止。同时左右上下移动眼睛，观察十字线与物像之间有无视差此时可以用数字或字母或直线段作为观察对象，体会显微镜成像原理。

（4）十字线调节:旋转十字线，使其与工作台的X-Y轴重合。检查者是否重合的方法是首先使十字线对准置于工作台上的一平行于X（Y）轴的一直线AB，然后，当沿X（Y）轴方向移动工作台时，十字线横轴（纵轴始终保持与直线AB重合。注意，调试中的关键是直线AB一定要严格平行于工作台的X（Y）方向。

2.测量牛顿环的直径

（1）转动测微鼓轮移动工作台，使横向测微器主尺读数准线大致居中央位置

（2）放入牛顿环装置，调节调焦手轮，使牛顿环条纹看得最清晰。

（3）调整牛顿环装置在工作台上的位置，使目镜中十字线处于牛顿环中央0级暗斑上。

（4）旋转工作台的横向测微鼓轮，使十字线的交点由暗斑中心向一侧（右或左）移动，同时数出移过去的暗环环数（中心圆斑环序为0），当数到25级时，再反方向转动鼓轮，此时测量开始（注意:使用读数显微镜测量时，为了避免引起螺距差，测微鼓轮必须向同一方向旋转，中途不可倒退），当移动到20暗环时，使十字线的纵轴与该暗环相切，并记下该暗环的位置读数，然后继续沿此方向慢慢转动测微鼓轮并用同样的方法依次记下~暗环的位置读数~继续朝同一个方向转动测微鼓轮，使十字线跨过牛顿环的中央0级暗斑到另一侧（左或右）的第11级暗环时，用和前面同样的方法依次记下11~20暗环的位置读数~。