

全息薄膜分析器

摘要

本文介绍一种分析和测量薄膜的系统，在薄膜上激光的光输出分裂成两个光束，第一个光束集中照明摄影胶片的全区，而第二个光束准直后通过摄影胶片较小部分射到观察膜的样品上。样品的表面是相对于垂直第二光束的平面稍上倾斜，这样从样品反射出来的光线回到摄影胶片上时所达到的区域与第二光束最初通过它时的不同。通过材料沉积在样品表面上的期间内作两次相继曝光，在摄影胶片上录下全息图。然后把胶片显影，则干涉线条给出在曝光之间薄膜或沉积的材料的测量。

发明物的背景

1. 发明物的范围

本发明物介绍薄膜的测量和分析系统，特别提到利用全息图象（或全息图）的产生和分析的这种特性的系统。

2. 前技术的叙述

以前薄膜的测量通常是依靠利用测量的一些特性间接测量，而不是直接观察厚度。有这样一种方法，先衡量要涂上膜的物体，然后涂上膜并最后重新衡量物体。于是膜的厚度是从测量的重量和假定的膜密度计算出来的。当然，用这种方法时必须精确地知道膜的密度，偏巧，这种密度往往是不知道的。如膜是大气污染的结果，这更是如此。另一种方法光束射向要涂膜的物体，并在涂膜的时候监控来自物体的反射光的样品。然后通过测量反射光线并假定膜组成的反射特性便

可以计算出膜的厚度。

以前的这些方法没有一个被证明完全满意的，即它们依靠那些往往不够精通地知道的假定。在一种情况下必须假定，准确地知道密度；而在两种情况下必须假定，涂层或膜是均匀的，这不是一种完全可靠的假定。

发明物的摘要

提供一种测量薄膜的改进系统是本发明物的目的，这个系统是比较以前那样的系统精确并且能够在涂膜的过程中作测量，这样一来便能准确地控制选择膜厚度的产生。

这个目的和其它目的，特征及优点是在本发明物上体现出来，本发明物中的组件及其配置如下。首先，把要涂膜的物体和样品放到真空箱里并定位，以便通过摄影胶片观察。来自相干光源（如激光器）的光线分成两束，其中之一束是射向摄影胶片而另一束则予以准直并射到物体的表面，这个表面适

当地定向，以便光线反射到摄影胶片上。依照发明物的一种特点，准直光束的截面在与摄影胶片的全表面比较是小的并通过摄影胶片的一部分射到物体上。物体或要观察的物体表面适当地倾斜，以便光束反射回到摄影胶片时与初始光速通过的胶片区相分离。依照发明物的另一方面，而且如果物体是透明的，通过把一个有点倾斜的反射镜装在物体的后面，于是通过物体的光线反射回来经过物体到摄影胶片上，便在摄影胶片的第三个分离区上得到第二个图象。通过后面这种配置在那里记下双通过物体的效应。经过把摄影胶片相继曝光产生全息图象，在摄影胶片曝光之间使材料膜沉积在物体上，以给出薄膜厚度的测量。作为本发明物的另一特性，是把一位相板放在光束中之一的光程内并且对双曝光有相位移，因此观察到只是变化的情况，或附加的厚度。

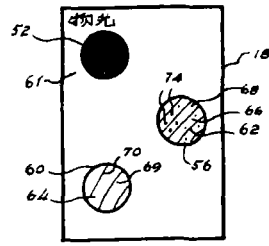


图 2

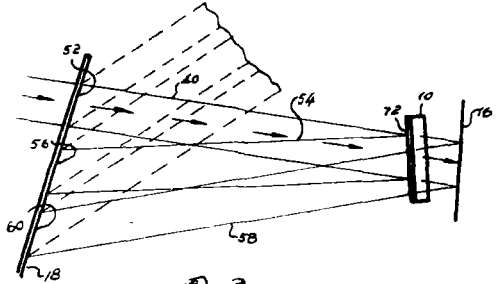


图 3

介绍所推荐的组合

把沉积薄膜的物体或样品10放在真空箱12内。通过真空箱的玻璃窗可以观察，如所示，它是在反射面或反射镜16前面的相当位置上。摄影胶片18正好在真空箱12外面的适当位置上，便于观察样品10。氦氛激光器20投射出一束相干光22，这束光是由一个“开一关”（摄影机型的快门24）控制。这光束由析光镜分成两束，而其中之一束（束28）是通过相位板30，相位板30是一种可调节式的，即用光学方法在0—180°之间延迟光束28。从相位板30，光束28通过反射镜32反射到透镜34，然后透镜34把光束28对准透镜34的焦点聚焦后经过小孔36到反射镜38，这个反射镜把光束28反射到摄影胶片18上。光束28要有适当大小，以大体上

附图的简单说明

图 1 是发明整体的示意说明。

图 2 是曝光和显影之后的透射和反对的全息图象的摄影胶片。

图 3 是图 1 部分的放大图的说明。

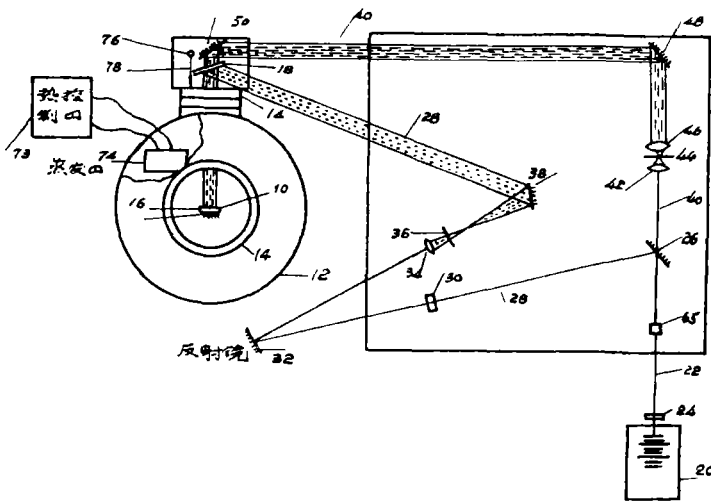


图 1

把沉积薄膜的物体或样品10放在真空箱12内。通过真空箱的玻璃窗可以观察，如所示，它是在反射面或反射镜16前面的相当位置上。摄影胶片18正好在真空箱12外面的适当位置上，便于观察样品10。氦氛激光器20投射出一束相干光22，这束光是由一个“开一关”（摄影机型的快门24）控制。这光束由析光镜分成两束，而其中之一束（束28）是通过相位板30，相位板30是一种可调节式的，即用光学方法在0—180°之间延迟光束28。从相位板30，光束28通过反射镜32反射到透镜34，然后透镜34把光束28对准透镜34的焦点聚焦后经过小孔36到反射镜38，这个反射镜把光束28反射到摄影胶片18上。光束28要有适当大小，以大体上

覆盖摄影胶片18。

离开析光镜26的第二条光束（光束40）用透镜42对准透镜42焦点聚焦经过小孔对到准直透镜46。准直透镜46把光束40形成相当于样品10前区大小的平行光束，此光束经过反射镜48到50反射到摄影胶片区52而达样品10上，一部分光线（标记光束54）（图3）由样品10表面反射到摄影胶片18（标记区56）的区域上。这是由有点倾斜的样品10完成的。假定，样品10是透明的，光束40的一部分光线将通过样品10并成为光束58由反射镜16反射回来通过样品10而达到摄影胶片18的第三个分离区60。

因此以适当的曝光时间打开快门24，在摄影胶片18上将曝光出一个或二个全息图象（视情况而定）。这样的—个图象或一些图象是在用激光器20在摄影胶片上直射光和用同样光源的光间接在摄影胶片的照光之间显影干涉条纹的结果，间接的是射向物体并从它反射（或通过）的。如说明显影之后摄影胶片18的图所示；区域52是如同全黑图象61所示而样全曝光，区域56说明“反射”全息图，—区域60说明“透射”全息图64。

相位板30的用途是使—个光束的相位照明在相继曝光之间移动 180° ，并因此取消原始数据而只看见数据变化。用这种方式得到较灵敏的显示。虽然相位板可装在任—个光束（光束28或40）的光程中，通常宁可装在照明全摄影胶片18光束的光程内（在这种情况下为光束28）。光束指向器是由两个可调节的反射镜组成的，这些反射镜补偿激光器高度和系统其它部分的高度的任何差异。

可以用两种方式的随便那—种操作系统。用第—种方式时，把摄影胶片18对须要试验的物体的初使状态作第—次曝光，此后，使物体的表面沉积材料膜，即用环境沉积或在—个控制环境内沉积。最后在摄影胶片18上作第二次曝光，并通过其显影和测量得出—张全息图或几张全息图的相干线数或位移测定薄膜厚度。例如，参看图2，反射全

息图62的线条66和68是表示薄膜厚度。假定样品10是透明的，在那里也将给出透射的全息图64，在那个图上线条69和70是代表接近样品10上薄膜72厚度的2倍两个全息图线条比例关系不是准确地2:1，因为在反射情况下，反射之前有对样品的一点儿浸透。但是这种差异是可重复的并因此不大影响测量厚度的精度。粒子74被再现在反射的全息图62上而不在透射全息图64上。因此在透射全息图的情况不再现这种型的数据。当在曝光之间用相位板调节移动相位 180° 的时候，合成的全息图仅显示出变化厚度的线条并因此全息图只表示附加上的薄膜72。

在系统操作的第—种方式时，在把材料沉积在物体上之前作第—次曝光，摄影胶片18显影并再放到其原来的位置。然后样品10和摄影胶片18用相干光束28和40来照明并开始使材料沉积在样品10上。这是通过这样的操作来实现的，例如，热控制器3使蒸发器74提高温度并蒸发材料，于是材料形成在样品10上。在沉积过程和相干线发展期间从点76沿着线条78连续地观察摄影胶片的背面（反射图象或透射图象都观察到）。当线条的移动指示出所要求的薄膜厚度的时候，操作热控制器，以便降低蒸发器的温度并停止沉积过程。于是，用本发明物的这种操作方式时提供—种得到所要求薄膜厚度的最精确的设备。

要求如下

1. 测定物体上的薄膜厚度的薄膜分析器组成如下：

- A. —个相干光的光源；
- B. —个析光器，为提供作为输出的第—和第二相干光的光束，把来自上述相干光的光源的光束射向这个析光器；
- C. 为观察上述物体放在适当位置的摄影胶片；
- D. 光线准直设备
- E. 第—种光学设备是负责把上述第—

个光束射到并布满上述摄影胶片的照相用的；

F. 第二种光学设备负责把上述的第二个光束通过准直设备并通过上述摄影胶片的第一个分离区到物体上，再从物体反射回到上述摄影胶片的第二个分离器（它在被照明区之内）。

G. 一个反射镜相对于摄影胶片在所述物体后面适当地定位并使光通过该物体又反射回来经物体到被照明区，它离开第二个分离区而为摄影胶片的第三个分离区；

H. 围绕着物体的真空箱；

I. 放在真空箱内适当位置的材料源并包含有产生在该物体表面上要沉积材料的沉积设备；

J. 对选择地控制材料源的材料沉积在

物体上的沉积设备起作的控制设备。

藉此，射向物体并反射回到摄影胶片的两次连续曝光给出在该曝光之间（曝光一次之后摄影胶片显影）沉积在物体上薄膜厚度的指示。

2. 用一个薄膜分析器（正如第1点要求所示）包含插入第一和第二离开析光器的光束其中之一的光程上的光学相位移设备。

3. 一个薄膜分析器（如第2点要求所示）其中光学相位移设备被插入第一个光束的光程中并包含一种设备，使通过它的一个光束的相位移可以变化。

4. 一个薄膜分析器（如第3点要求所示）还包含装在适当位置的快门设备，以便在选择控制摄影胶片上和物体上曝光时期间断相干光线的光源输出。

译自“美国专利3.744.912”