

Neutral Density Filters in the Eye Slit Lamps

Xiu Jin Peiwen Liu Yongxi Zhang

Shenyang Academy of Instrumentation Sciences Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110043, China

Abstract

This paper introduces a variable neutral density filter that can be used in the slit-lamp optical system, through the analysis of the use of the aperture in the light path and the understanding of the parameters of the variable neutral density filter, the combined structure of the variable neutral density filter and the slit height regulator is designed to solve the problem that the traditional mechanical aperture cannot change the height and light intensity simultaneously.

Keywords

neutral density filters; slip-lamp; aperture slot

眼科裂隙灯用中性密度滤光片

金秀 刘佩闻 张勇喜

沈阳仪表科学研究院有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110043

摘要

介绍了一种可以用于裂隙灯光路系统中, 用于连续衰减光强的渐变中性密度滤光片, 通过对裂隙灯光路中光阑的用途分析, 以及渐变密度滤光片各参数性能的了解, 设计了一种渐变密度片和裂隙高度调整器的组合结构, 解决了传统机械式光阑不能同时改变高度和光强的问题。

关键词

中性密度滤光片; 裂隙灯; 光阑

1 引言

裂隙灯是眼科常规检查的重要仪器, 具有放大倍数高、照明度强、立体感好和成像清晰等特点, 故有活体生物显微镜之称^[1]。近年来, 裂隙灯显微镜的应用范围不断扩大, 逐渐应用于小手术操作, 使其在眼科现代诊疗和护理工作中发挥新的效能^[1]。

眼科在用裂隙灯检查眼睛的不同位置时, 需要调节光强, 论文介绍一种可以连续调节光强的中性渐变密度滤光片, 较机械式的5档位的光阑有在光强的调节精细度上有一定的优势。

2 裂隙灯的结构和工作原理

①裂隙灯显微镜是由裂隙灯、显微镜和仪器操作台三个基本部分组成^[2], 传统及数码裂隙灯显微镜的照明系统均为柯拉照明^[3]。其基本工作原理如图1所示, 光源1经过聚光镜2会聚照亮了裂隙3、由3投射出一裂隙像, 经拨盘4、

5和投射物镜6、反射镜7后成像于被检眼8需查部位, 形成一个明亮的光切面, 检查者通过双目立体显微镜(目镜)观察此部位的组织情况。为了便于检查时的操作, 裂隙灯显微镜总放大倍率可通过增加物镜倍率来实现不同的倍率梯度, 也可以替换目镜倍率来实现增加倍率^[1]。

②灯光透过一个裂隙对眼睛进行照明, 这条窄缝光源形成“光刀”, 通过“丁达尔效应”照射于眼睛形成不同层面的光学切面, 让观察者通过显微镜有效观察眼睛各个部位的健康状况^[4]。裂隙灯的检查顺序遵从右眼到左眼、从健眼到患眼、从颞侧到鼻侧。每只眼睛大概检查2~3分钟, 时间不可过长, 因为长时间的光照会引起眼睛的极大不舒服。检查部位顺序大概是眼外观—眼睑—眼睑缘—睫毛—泪器—睑结膜—球结膜—结膜囊—角巩膜缘—泪膜—角膜—前房—前房角—虹膜—瞳孔—后房—晶状体。检查不同的位置需要选择适当的裂隙宽度和亮度, 因此, 检验设备的性能提升, 可以改善患者的检查过程的舒适度^[2]。

③图1中的部件4光阑(图2), 既可以实现了狭缝高度的调节, 又可以进行狭缝光强的调节, 但是不能同时调整狭缝高度和光强, 而且光强的调节一般也只有5档, 每档光

【作者简介】金秀(1982-), 男, 中国辽宁沈阳人, 本科, 高级工程师, 从事光学薄膜方面的研究。

强的切换相对突兀，对眼睛可能会带来刺激。下面介绍的渐变密度滤光片，可以解决光强切换时跳变的问题，实现对光强的连续衰减^[3]。

非线性控制实现衰减量和角度的线性变化，产品性能稳定，膜层牢固度好，环境适应性较强^[4]。渐变密度片的衰减量和产品角度呈线性关系，即，

$$OD = a \times \theta$$

其中，OD 为光的衰减量（ $OD = -\text{Log}(T\%)$ （ $T\%$ 为光的透射率））； a 为衰减斜率系数； θ 为产品角度。

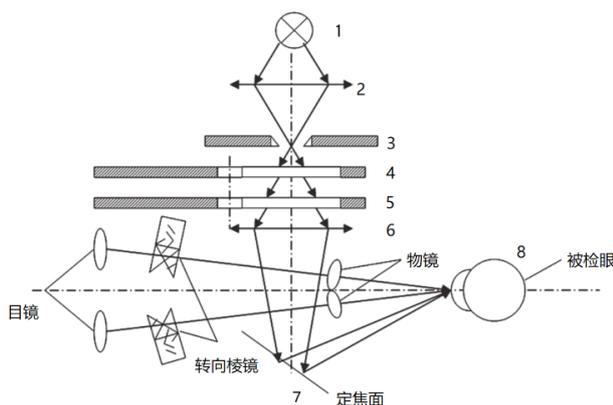


图1 裂隙灯的光学结构图



图3 渐变密度片及线性曲线

②渐变密度片产品通常是采用玻璃基底，医疗上考虑从安全性的考虑，通常采用 borofloat33 或者石英基底，因为这两种材料在高温环境下的稳定性较好，通过在其表面镀制渐变薄膜，实现对光强的线性衰减^[5]。产品的技术指标见表1。

表1 渐变密度片的技术参数

技术参数	K9、紫外石英玻璃
外径尺寸	25~150mm
标准线性度	终点光密度的 ±5%
标准密度偏差	终点光密度的 ±5%
表面质量	60/40

③产品一般是通过中心孔紧固在马达电机上，可以实现对光强的精确控制（见图4）。特别在自动眼科裂隙灯的检测设备中，当检测不同位置的眼部疾病时，可以精准细致的调节光强，增加患者的舒适度，同时如果涉及需要拍摄的情况，也会加快拍照的速度和图片效果。配合裂隙灯高度调整器，可分别控制裂隙高度和光强的调节^[6]。



图2 照明系统中的光阑

3 渐变密度滤光片介绍及作用

①渐变中性密度滤光片（图3所示）是一种不改变光谱分布的均匀衰减光能的光学元件，广泛应用于光谱检测、光纤通讯、摄影摄像和医疗仪器等领域^[5]，在薄膜光学领域通常被称为密度片。渐变密度片在真空条件下（ $P < 10^{-3} \text{Pa}$ ），采用物理气相沉积 PVD 的热蒸发或者直流溅射镀膜工艺，在玻璃基底上镀制渐变的 inconel 材料，通过对夹具的

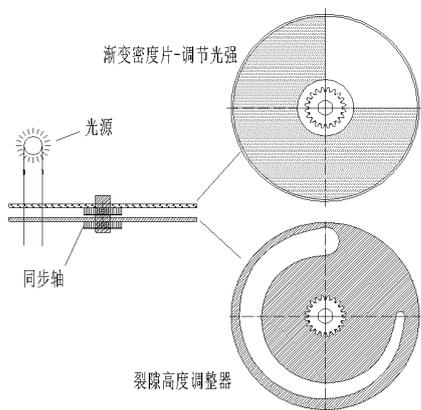


图4 渐变密度片在光路中的示意图

4 结语

论文介绍了一种渐变中性密度片，可用于连续改变裂

隙灯光路中的光强，通过机械结构的改进，把原有光阑拆分成独立的改变光强和改变裂隙高度调整的两个部分，可实现自动裂隙高度和光强的精细调节。

参考文献

- [1] 陈集玲,徐法松.灯显微镜在眼科护理处置中的应用[J].南方护理学报,2003,10(1):17.
- [2] 丁斌,张成.裂隙灯显微镜校准方法的研究[J].计量与测试技术,2020,47(5):86-89.
- [3] 亓昊慧.裂隙灯显微镜的发展及其在视光学中的应用[J].中国医疗器械杂志,2013,37(6):437-440.
- [4] 吕帆.眼视光器械学[M].北京:人民卫生出版社,2011.
- [5] 王爱玲.裂隙灯显微镜的光路调整方法[J].医疗卫生装备,2010,31(5):117.
- [6] 张勇喜,阴晓俊,金秀等.光通讯用低PDL线性渐变衰减滤光片[J].光学仪器,2008,30(3):64-67.