

文章编号 1004-924X(2011)12-2884-07

离子束溅射制备“日盲”紫外诱导透射滤光片

邓文渊*, 金春水

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 应用光学国家重点实验室, 吉林 长春 130033)

摘要:对“日盲”紫外诱导透射滤光片进行了理论设计与分析,并分别优化了离子束溅射法沉积 ZrO_2 、 SiO_2 和 Al 薄膜的工艺。利用反射与透射光谱反演获得了 ZrO_2 和 SiO_2 薄膜的光学常数,并由 JGS1/ SiO_2 /Al/ SiO_2 /air(SAS)样品的变角度椭圆偏光光谱反演精确获得了 Al 薄膜的光学常数。在此基础上,采用离子束溅射沉积方法并利用上述 3 种薄膜材料优化制备了“日盲”紫外诱导透射滤光片,测量了滤光片的光谱性能。光谱性能分析表明,滤光片的峰值波长位于 264 nm,峰值透过率大于 60.0%,透过峰带宽(FWHM)约为 13 nm,在 300~350 nm 波段的截止度达到了 2.6 OD。研究认为制约离子束溅射制备“日盲”紫外诱导透射滤光片性能的主要因素是 Al 金属膜的溅射沉积速率以及沉积 Al 膜时腔体中残余的 O_2 含量。

关键词:离子束溅射;“日盲”紫外诱导透射滤光片; ZrO_2 ;折射率;消光系数;椭圆偏光光谱

中图分类号:O484.4 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/OPE.20111912.2884

Fabrication of solar-blind induced transmission filters by ion-beam sputtering methods

DENG Wen-yuan*, JIN Chun-shui

(State Key Laboratory of Applied Optics, Changchun Institute of Optics,
Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

* Corresponding author, E-mail: dwy101@yahoo.com.cn

Abstract: Solar-blind UV induced Transmission Filters (SBU-ITFs) were fabricated by ion-beam sputtering. Firstly, SBU-ITFs were designed and analyzed theoretically, and the deposition of ZrO_2 , SiO_2 and Al films by ion beam sputtering was optimized. The optical constants of ZrO_2 and SiO_2 films were derived from the transmitting and reflecting spectra, and the optical constant of Al film was determined by the inversion of the variable incidence ellipsometric spectrum of a sample JGS1/ SiO_2 /Al/ SiO_2 /air(SAS). On the basis of the research, the SBU-ITFs were fabricated by using the three films above and their optical properties were measured. The measurement for SBU-ITFs shows that the peak transmittance of the filter at the 264 nm center wavelength is larger than 60%, the transmittance band width (FWHM) is about 13 nm, and the optical density in the 300—350 nm cutoff spectral region reaches to 2.6. The analysis of the transmittance shows that the main factors affecting the properties of SBU-ITFs are a slower deposition speed for Al film and smaller amount of O_2 contents remaining in

收稿日期:2011-02-18;修订日期:2011-05-26.

基金项目:国家重大科技专项资助项目

the chamber during the deposition of Al film.

Key words: ion beam sputtering; Solar Blind UV Induced Transmission Filter(SBU-ITF); ZrO_2 ; refractive index; extinction coefficient; ellipsometric spectrum

1 引言

地球表面臭氧层对太阳辐射的吸收导致在距离地面 10 km 以内 240~280 nm 波段的太阳紫外辐射非常低,形成所谓的“日盲”现象,而 240~280 nm 波段也被称为“日盲”紫外。“日盲”现象的存在为“日盲”紫外波段辐射目标的探测与识别提供了一个天然的便利条件,因此,“日盲”紫外探测与成像技术从 20 世纪中期就开始受到关注,并逐渐在火箭发动机尾烟追迹、气象与环境探测、高压电弧辐射探测、以及紫外无线通信等众多领域表现出极大的商业和军事应用价值^[1-7]。

为了有效屏蔽探测器对太阳光谱中“日盲”紫外波段以外的其它波段光的响应,“日盲”紫外探测与成像必需采用深度截止“日盲”紫外带通滤光片。由金属膜与匹配介质层组成的诱导透射滤光片,由于具有很高的峰值透过率和宽的截止区,成为深度截止“日盲”紫外带通滤光片的主要实现方式之一。尽管诱导透射滤光片在峰值透过率、截止深度及入射角度等综合性能方面不如吸收型的滤光片^[6];但是其结构简单,应用方式灵活,根据具体应用需求,既可以单独使用,也可以与其它类型的滤光片组合使用,因此“日盲”紫外诱导透射滤光片的研究具有重要的实用价值。

本文对离子束溅射沉积方法制备“日盲”紫外诱导透射滤光片进行了研究。首先,对“日盲”紫外诱导透射滤光片进行理论设计与分析,然后分别对离子束溅射方法沉积 ZrO_2 、 SiO_2 和 Al 薄膜工艺进行了优化。利用反射与透射光谱反演解析获得了 ZrO_2 和 SiO_2 薄膜的光学常数,利用 JGS1/ SiO_2 /Al/ SiO_2 /air(简称 SAS)样品的变角度椭圆偏光谱反演精确获得了 Al 薄膜的光学常数。在此基础上,采用上述 3 种薄膜材料优化制备了“日盲”紫外诱导透射滤光片,通过测量和分析“日盲”紫外诱导透射滤光片光谱性能,得知制约滤光片光学性能的主要因素为 Al 金属膜的溅射沉积速率以及沉积 Al 膜时腔体中的残余 O_2 含量。

2 基本理论与膜系设计

诱导透射滤光片的基本结构形式如图 1 所示。

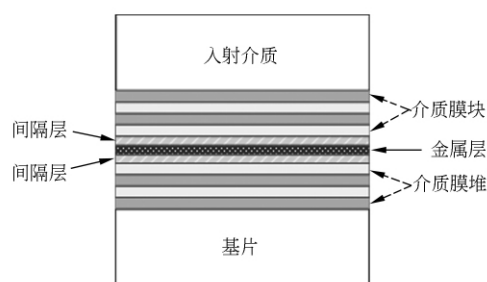


图 1 诱导透射率光片的膜层结构

Fig. 1 Schematic diagram of induced transmission filter

诱导透射滤光片的设计基于 2 点:一是金属膜具有很宽的截止区,尤其是对长波具有很好的抑制作用;二是金属膜的透射率不仅与金属膜本身的光学常数(折射率 n , 消光系数 k , 几何厚度 d)有关,还与和其相邻介质的导纳密切相关。因此,选择基片侧匹配膜堆的导纳时,应使 Al 与基片侧匹配膜堆的势透过率达到最大;而入射侧的介质反射膜和间隔层组合应为金属减反射膜,以使整个膜系的反射接近零,从而诱发金属膜的最大透射率。此外,由于金属膜两侧的介质减反射膜系包含有较多的层数,它们对中心波长附近的一个有限波段具有增透作用,但对偏离中心波长之外的其它波段透过率很弱,而且该金属膜的反射带很宽,因此,金属膜可以实现一个有限波段的高透过率,而在该波段之外则可迅速截止^[7]。

传统设计诱导透射滤光片的方法主要是导纳匹配法^[7],该方法首先根据金属膜的光学常数和选定厚度,然后计算出实现最大势透射率时,出射匹配层和入射匹配层所需实现的导纳值,并由此确定匹配膜层的参数。

假定金属膜的最佳匹配导纳为 $X_0 + iZ_0$,基片与介质反射膜组合的导纳为 μ ,间隔层的折射率为 n_f ,位相厚度为 δ_f ,则膜系的特征矩阵为:

$$\begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \delta_f & \frac{1}{n_f} \sin \delta_f \\ i n_f \sin \delta_f & \cos \delta_f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \mu \end{bmatrix}, \quad (1)$$

导纳为:

$$Y = \frac{C}{B} = \frac{\mu \cos \delta_f + i n_f \sin \delta_f}{\cos \delta_f + i \frac{\mu}{n_f} \sin \delta_f} = X_0 + i Z_0, \quad (2)$$

由上式可以求出间隔层的折射率 n_f 和位相厚度 δ_f 。由于 μ 必须小于基片折射率, 所以间隔层必须采用低折射率膜层。同理, 可以求出金属膜上表面间隔层的参数。

在实际诱导透射滤光片设计中, 首先要根据应用要求选择合适的金属膜厚度, 金属膜太厚会导致峰值透过率下降, 而金属膜太薄会产生透射峰的劈裂。其次, 为了实现任意金属膜厚以及选定介质材料时的最佳导纳匹配, 往往采用非规整匹配介质层膜系, 此时就需要采用计算机优化设计。

根据诱导透射滤光片理论, 金属膜光学常数 k/n 的值越大, 所得到的滤光片的性能越理想, 因此, k/n 是选择金属膜材料的主要依据。在紫外区域, 金属 Al 膜的 k/n 值最大, 因此, Al 金属膜是“日盲”紫外诱导透射滤光片必选的金属膜材料。在“日盲”紫外波段, ZrO_2 和 HfO_2 是高折射率介质膜层材料的首选, 而 SiO_2 是低折射率介质膜层材料的首选。比较而言, ZrO_2 的折射率较大, 同时吸收也相对较大。本文选择 ZrO_2 作为高折射率介质材料, SiO_2 作为低折射率介质材料。考虑到 ZrO_2 在“日盲”紫外波段仍存在一定吸收, 设计采用了尽可能降低 ZrO_2 总厚度的非规整膜系, 得到中心波长 264 nm 的单腔膜系如下:

G || 22.0H 67.6L 18.2H 70.3L 15.2H 43.3L (34.2L 22.5M 33.9L) 44.5L 10.2H 73.6L 11.2H 74.3L 25.2H

3 实 验

离子束溅射 ZrO_2 单层膜是采用 Oxford 镀膜机, 在熔石英衬底上沉积得到的。溅射离子束流为 200~250 mA, 基压为 1×10^{-4} Pa, 衬底温度约为 50~80 °C, 沉积时旋转衬底以改善沉积薄膜的均匀性, 并采用晶振控制薄膜的沉积厚度, 采用

纯度为 99.95% 的 Zr 靶材, 溅射气体为 Ar 和 O_2 混合气体, 通过调节 Ar 和 O_2 的流量比可以优化沉积薄膜的特性。离子束溅射 Al 金属膜也是采用 Oxford 镀膜机, 分别在熔石英和 Si(100) 衬底上沉积得到。溅射时基压为 1×10^{-4} Pa, 衬底温度约为 50~80 °C, 沉积时旋转衬底以改善沉积薄膜的均匀性, 并采用晶振控制薄膜的沉积厚度, 采用纯度为 99.99% 的 Al 靶材, 溅射气体为 Ar 气, 通过调节离子束流、束压及溅射气体流量来优化 Al 膜的光学特性。由于 Al 金属膜的化学性质非常活跃, 其表面很容易被氧化, 同时 Al 金属膜的光学常数与厚度具有相关性, 为了准确解析诱导透射滤光片中 Al 膜的光学常数, 本文制备了衬底/ SiO_2 /Al/ SiO_2 的膜层结构, 采用优化单层膜工艺, 在熔石英衬底上溅射沉积了诱导透射滤光片。

所有薄膜样品的透射和反射光谱均是利用 Perkin Elmer 公司生产的 Lambda 950 及其反射附件测量得到的, 其测量误差小于 0.1%, 最小波长分辨率为 0.08 nm。利用法国 Sopra 公司的 GES5 椭偏光谱仪测量了 JGS1/ SiO_2 /Al/ SiO_2 /air (简称 SAS) 样品在 65, 70 和 75° 入射时的椭偏光谱。

4 结果与讨论

4.1 介质单层膜

图 2 为采用离子束溅射在熔石英基片上沉积的 ZrO_2 薄膜样品和空白熔石英衬底在 230~800 nm 区域的透射光谱曲线。 ZrO_2 单层膜的物理厚度为 206 nm。从图中可以看到, 在大于 300 nm 的波长区域, ZrO_2 薄膜的峰值透过率与空白熔石英衬底的透射曲线非常接近, 但是在小于 300 nm 的波长区域, 单层膜的峰值透过率与衬底透过率的差值开始逐渐变大。 ZrO_2 薄膜在 450 °C 退火 3 h 后, 薄膜的透射光谱基本没有变化, 表明 ZrO_2 薄膜的结构比较稳定。

通过对透射和反射测量光谱数值拟合反演可以得到 ZrO_2 薄膜的光学常数——折射率 n 和消光系数 k 。反演程序利用光学薄膜设计软件 Optilayer 中的子模块 OptiChar, 该程序可以对靠近材料能级禁带区域的光谱进行复杂材料色散模型的拟合反演^[8]。

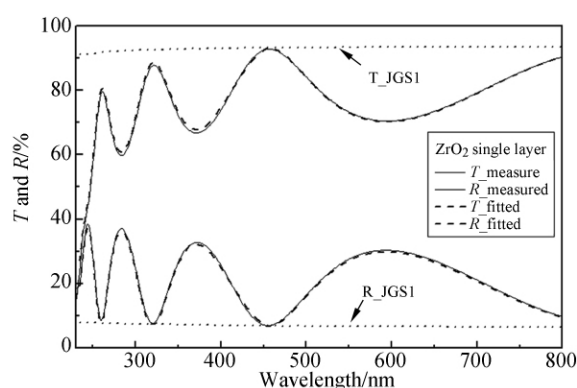
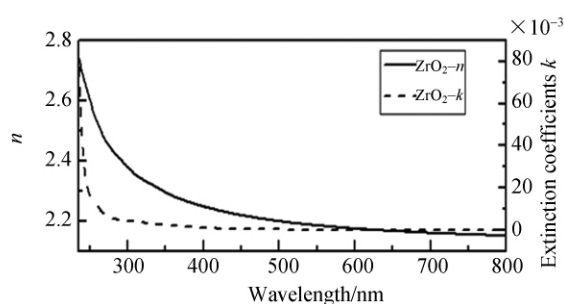
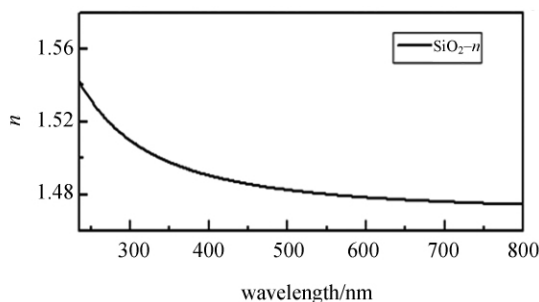


图 2 ZrO_2 单层膜的透射光谱测量曲线与拟合曲线
Fig. 2 Measured and fitted transmittances of ZrO_2 single layer



(a) ZrO_2 薄膜的 n 和 k 曲线
(a) Curves of n and k for ZrO_2 film



(b) SiO_2 薄膜的折射率变化曲线
(b) Refractive curve of SiO_2 film

图 3 ZrO_2 和 SiO_2 薄膜的光学常数

Fig. 3 Optical constants of ZrO_2 and SiO_2 films

图 3(a)是解析得到的 ZrO_2 薄膜的折射率 n 和消光系数 k 的变化曲线。可以看到,所制备的 ZrO_2 薄膜的折射率接近体材料的折射率,表明 ZrO_2 薄膜的内部结构比较致密,同时可以看到所制备的 ZrO_2 薄膜在 300 nm 以下波段的消光系数开始变大,在 265 nm 附近的消光系数接近 0.008,表明此时的吸收较强,因此,很有必要通过膜

系优化降低诱导透射滤光片中 ZrO_2 薄膜的总厚度。

图 3(b)是利用离子束溅射方法沉积的 SiO_2 薄膜的折射率变化曲线, SiO_2 薄膜在 230 nm 以上波长区域的消光系数 k 几乎为 0。

诱导透射滤光片的实际光谱对金属膜两侧介质膜的光学常数及厚度非常敏感,因此,精确确定介质膜的光学常数以及生长速率对于诱导透射滤光片的制备具有重要意义。利用上述所解析得到的 ZrO_2 和 SiO_2 单层膜光学常数设计并制备了 $(\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2)^6$ 多层膜,图 4 是该多层膜的设计和实测光谱比较。由图 4 可知,如果考虑到测量系统误差及表面和界面粗糙度对光谱特性的影响^[9],可以认为理论设计和实测光谱吻合得非常好,表明对 ZrO_2 和 SiO_2 薄膜光学常数及沉积速率的解析精度非常高。

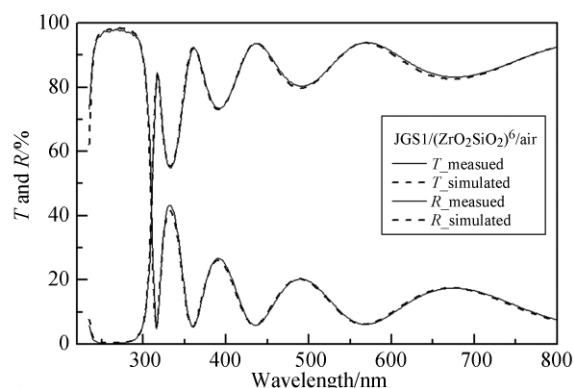


图 4 $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$ 多层膜设计光谱和实际测量光谱
Fig. 4 Designed and measured spectra of $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$ multilayer

4.2 金属 Al 膜

精确测定 Al 的光学常数是诱导透射滤光片设计和制备的关键技术。Al 金属膜的化学活性非常强,即便在只有微量 O_2 含量的低真空条件下,也可以发生表面氧化,并且其光学常数与制备工艺及厚度都相关^[10],因此精确确定 Al 薄膜的光学常数吸引了大量研究^[11-14]。本文设计制备了熔石英/ SiO_2 /Al/ SiO_2 膜层结构样品,其中 Al 膜的厚度约为 22.5 nm。分别测量 3 个不同入射角时的椭圆偏振光谱,然后同时对测量数据进行反演得到 Al 膜的厚度和光学常数。采用上述方法可以实现离线测量,避免表面氧化对光学常数的影响,并消除光学常数与厚度的相关性。

图 5 是 SAS 样品在不同入射角时的 $\tan(\Psi)$

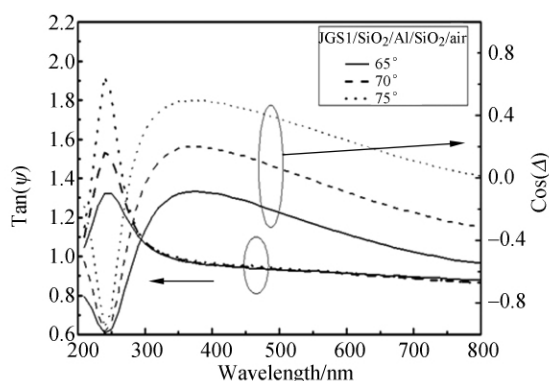
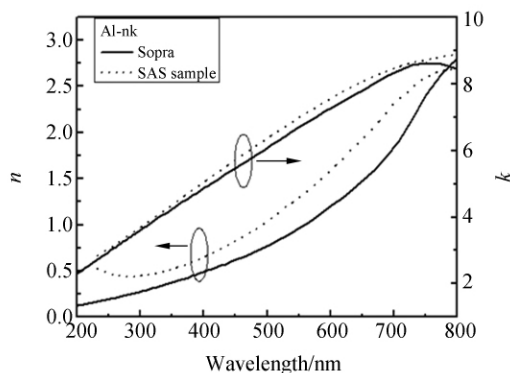
图 5 SAS 样品 $\tan(\Psi)$ 和 $\cos(\Delta)$ 测量曲线Fig. 5 $\tan(\Psi)$ and $\cos(\Delta)$ curves of SAS sample

图 6 椭圆光谱反演得到的 Al 薄膜光学常数

Fig. 6 Optical constants of Al film obtained by SE

和 $\cos(\Delta)$ 的测量曲线。将上述测量数据代入到椭圆软件中,通过建立合理的反演模型,并固定上下 SiO_2 间隔层的厚度和光学常数,只对 Al 金属膜的折射率和厚度进行拟合,从而得到金属 Al 膜的厚度和光学常数。

图 6 是采用 SAS 样品的椭圆光谱反演得到的 Al 膜光学常数,同时还列出了数据库中 Al 体材料的光学常数。比较图中的数据曲线可以看到,Al 膜的消光系数与体材料的值比较接近,但是折射率值变化较大。与 Sopra 椭圆软件数据库中的 Al 体材料折射率相比,本文采用离子束溅射沉积的 Al 金属膜折射率曲线表现出明显不同,其在 300 nm 波长以下出现了一个折射率值随波长变短而增大的变化。由图 6 中的数据可以清楚地看到,上述这种变化导致离子束溅射沉积 Al 金属膜在 300 nm 以下的 k/n 值减小。由诱导透射理论可知, k/n 值降低将使诱导透射滤光片的性能发生劣化。通过比较不同工艺条件及厚度

的 Al 膜光学常数的变化,得到导致上述问题的主要因素有两个:一是离子束溅射沉积 Al 膜的速率相对较慢;其次是溅射气体 Ar 及沉积腔体中可能残余微量的 O_2 含量。这两个因素综合起来导致了 Al 金属膜中可能夹杂微量的 Al-O 晶格,从而导致 Al 膜的折射率 n 出现上述变化,这一点可以由材料的有效介质模型得到解释^[14]。

4.3 单腔诱导透射滤光片

图 7 是采用离子束溅射镀制的“日盲”紫外诱导透射滤光片的光谱透过率设计和实测曲线。从图中可以看到,峰值波长位于 264 nm,峰值透过率大于 60%,带宽(FWHM)约为 13 nm,在 300~350 nm 波段的截止度达到 2.6 OD。通过比较滤光片的设计光谱曲线与实测光谱曲线,发现 Al 的实际沉积厚度要比设定值偏厚一点,除此之外,设计光谱曲线与实测光谱曲线符合得很好。上述结果进一步表明,本文对单层介质膜和金属 Al 膜光学常数的解析是精确的。

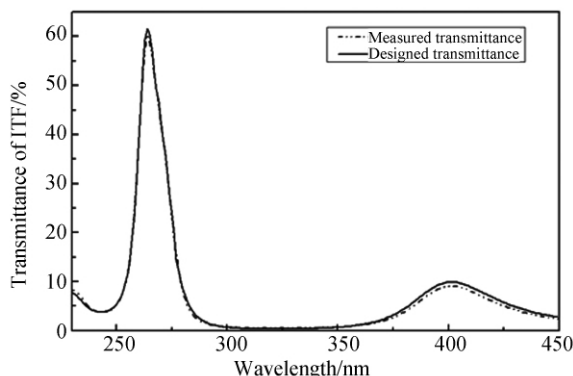


图 7 单腔诱导透射滤光片的设计与实测透射光谱

Fig. 7 Designed and measured transmittances of single-cavity induced transmission filter

5 结 论

采用优化离子束溅射工艺制备了紫外 ZrO_2 、 SiO_2 薄膜和 Al 金属薄膜。采用分光光谱反演法精确解析确定了 ZrO_2 和 SiO_2 薄膜的光学常数以及生长速率。通过测量 SAS 膜层结构样品的变角度入射椭圆光谱,精确反演确定了 Al 金属膜的光学常数。在此基础上,优化制备了“日盲”紫外诱导透射滤光片,滤光片的峰值波长位于 264 nm,峰值透过率大于 60.0%,带宽(FWHM)约为

13 nm, 在 300 ~ 350 nm 波段的截止度达到了 2.6 OD。对“日盲”紫外诱导透射滤光片测量光谱的分析表明,滤光片的实测光谱曲线与设计光谱曲线符合得较好,表明对单层介质膜和金属 Al 膜光学常数的解析非常精确,并确认制约“日盲”紫外诱导透射滤光片性能的主要因素是离子束溅

射沉积 Al 膜的速率和溅射气体 Ar 及沉积腔体中可能残余的微量 O_2 。这两个因素导致了目前所制备的“日盲”紫外诱导透射滤光片性能不够理想,但通过监控沉积 Al 膜时真空腔体中的 O_2 含量并对溅射气体采用过滤 O_2 的措施,可以有效解决上述问题,这将是下一步研究工作的重点。

参考文献:

- [1] DANILOV A D, KAROL I L. *Atmospheric Ozone-Sensation and Reality* [M]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1991.
- [2] 赵建川, 陈兆兵, 郭劲, 等. 基于信噪比的紫外红外复合告警系统模型[J]. 中国光学与应用光学, 2009, 2(3): 195-199.
ZHAO J CH, CHEN ZH B, GUO J, *et al.*. Model of UV and IR compounded alarm system based on signal-noise ratio[J]. *Chinese Journal of Optics and Applied Optics*, 2009, 2(3): 195-199. (in Chinese)
- [3] CHILDS C B. Broad-band UV filters [J]. *JOSA*, 1961, 51(8): 895-897.
- [4] 章明朝, 周跃, 闫丰, 等. “日盲”紫外增强型 CCD 的自动增益控制[J]. 光学精密工程, 2010, 18(2): 496-502.
ZHANG M CH, ZHOU Y, YAN F, *et al.*. Automatic gain control of SBUV-ICCD[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(2): 496-502. (in Chinese)
- [5] 吴礼刚, 何文荣, 胡晋荪, 等. 日盲紫外-可见光双光谱照相机系统[J]. 光学精密工程, 2010, 18(7): 1529-1535.
WU L G, HE W R, HU J S, *et al.*. Solar blind UV and visible dual spectral camera[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(7): 1529-1535. (in Chinese)
- [6] SAFIN R G, NUTDINOV S G, SABIROV R S, *et al.*. Azamatov. Solar-blind filter for the ultraviolet region [J]. *J. Opt. Technol.*, 2007, 74(3): 208-210.
- [7] 唐晋发, 顾培夫, 刘旭, 等. 现代光学薄膜技术[M]. 浙江: 浙江大学出版社, 2006.
- [8] TANG J F, GU P F, LIU X, *et al.*. *Modern Optical Thin Film Technology* [M]. Zhejiang: Zhejiang University Press, 2006. (in Chinese).
- [9] TIKHONRAVOV A V, TRUBETSKOV M K. *OptiLayer Thin Film Software* [EB/OL]. <http://www.optilayer.com>.
- [10] TIKHONRAVOV A V, TRUBETSKOV M K, TIKHONRAVOV A A, *et al.*. Effects of interface roughness on the spectral properties of thin films and multilayers[J]. *Applied Optics*, 2003, 42(25): 5140-5148.
- [11] HILFIKER J N, SINGH N, TIWALD T, *et al.*. Survey of methods to characterize thin absorbing films with spectroscopic ellipsometry [J]. *Thin Solid Films*, 2008, 516: 7979-7989.
- [12] ALEKSANDAR D R. Algorithm for the determination of intrinsic optical constants of metal films: application to aluminum [J]. *Applied Optics*, 1995, 34(22): 4755-4767.
- [13] SCHULZ L G. An interferometric method for the determination of the absorption coefficients of metals with results for silver and aluminum [J]. *J. Opt. Soc. A*, 1951, 41(12): 1047-1050.
- [14] LARRUQUERT J I, MENDEZ J A, AZNAREZ J A. Far-ultraviolet reflectance measurements and optical constants of unoxidized aluminum films [J]. *Applied Optics*, 1995, 34(22): 4892-4899.
- [15] NIKLASSON G A, GRAQVIST C G, HUNDERI O. Effective medium models for the optical properties of inhomogeneous materials [J]. *Appl. Opt.*, 1981, 20: 26-30.

作者简介:



邓文渊(1974—),男,江西赣州人,博士,副研究员,2003年、2008年于中科院长春光学精密机械与物理研究所分别获硕士、博士学位,主要从事紫外及深紫外薄膜光学元器件的制备与表征的研究。E-mail: dwy101@yahoo.com.cn



金春水(1964—),男,吉林长春人,研究员,博士生导师,1987年于浙江大学获学士学位,1990年、2003年于中科院长春光学精密机械与物理研究所分别获硕士、博士学位,主要从事紫外、极紫外光学技术的研究。E-mail: jincs@sklao.ac.cn

第十届全国信息获取与处理学术会议征文通知

由中国仪器仪表学会主办,沈阳市仪器仪表与自动化学会与高等学校联合承办的全国信息获取与处理学术年会,从2003年至2011年分别在沈阳(沈阳工业大学)、大连(大连交通大学)、金华(浙江师范大学)、贵阳(贵州大学)、秦皇岛(燕山大学)、焦作(河南理工大学)、桂林(桂林理工大学)、威海(哈尔滨工业大学)、丹东(丹东市科协)连续举办了九届。全国信息获取与处理学术会议由于投稿地域分布广泛,会议学术气氛浓厚,组织规范,在相关学校、各位作者和热心朋友的共同努力下,已经成为国内仪器仪表领域具有重要影响的学术会议。

第十届全国信息获取与处理学术会议将由中国仪器仪表学会主办,沈阳工业大学、沈阳市科协、沈阳市仪器仪表与自动化学会、辽宁省仪器仪表学会和《仪器仪表学报》编辑部联合承办,并于2012年8月6日在辽宁沈阳召开。

1 征文范围

(1)视觉检测系统硬件技术:包括光源、滤光片、镜头、图像传感器或成像机构、图像采集与处理电路、图像传输电路、视觉检测系统等。

(2)视觉检测系统软件技术:包括成像机构标定,图像预处理(增强、滤波、恢复、重建、裁剪、定位、分割等),目标图像检测,目标图像识别及其应用。

(3)目标成像技术:包括微波成像,可见光成像,红外成像,X射线成像,CT成像, γ 射线成像,声波成像,超声波成像,磁共振成像,电容成像等。

(4)生物特征识别技术:包括虹膜、人脸、人耳、指纹、掌纹、指节纹、手形、手势、手掌静脉、手指静脉、手背静脉、足迹、步态、语音、笔迹等识别技术。

(5)其它测量技术:包括各种电量、非电量测量方法,测量装置,传感器等。

(6)生物阻抗测量及成像技术:包括生物阻抗测量方法及其应用,生物阻抗正问题,生物阻抗计算方法、成像方法、图像处理,以及生物电信号测量、处理方法等。

(7)管道、容器与构件安全检测技术。

(8)教学实验仪器、装置的开发,各种实验仪器在教学中的应用。

2 重要信息

(1)本次会议录用论文将刊登在《仪器仪表学报》2012年增刊上。

(2)本次会议将继续评选优秀论文,由中国仪器仪表学会颁发优秀论文证书。

(3)本次会议一律网上投稿,详情请见 www.meeting.org.cn。

(4)论文投稿截止日期:2012年4月1日。

3 版面费收取标准

本次会议收录的论文四个版面之内1400元,超过四页每页加收300元,论文曾被往届会议收录的作者可享受在正常版面费基础上每个版面减免50元的优惠。

4 联系方式

会议网址:<http://www.meeting.org.cn>

联系电话:024-25496417(传真)

联系人:魏秋敏

通信地址:沈阳经济技术开发区沈辽西路111号662信箱 沈阳市仪器仪表与自动化学会(110870)

电子信箱:syias@126.com(有关会议论文投稿等信息的咨询)

中国仪器仪表学会
2011年11月20日