

一九八四年美国光学学会主办
第三届光学干涉薄膜专题会议文集

一九八四年四月
美国 加州 蒙特利尔

上海激光学会光学薄膜专业委员会译

前 言

1984年4月17日至20日，美国第三届光学薄膜专题会议在美国加州蒙特利尔市召开，会议日程三天，参加者200余人，会上宣读的论文有70篇之多，分属8个专题。它们是薄膜理论、器件、特性研究、短波长（X射线）干涉膜、薄膜结构、材料、工艺和监控。内容十分丰富。

会议印发了一份精致的报告论文提要，较详细地介绍了会议的精华，上海市激光学会光学薄膜专业委员会特组织力量翻译出版，以供我国光学薄膜界参考，希望能对我国光学薄膜的发展、有所促进。

本书的翻译过程，上海复旦大学、上海机械学院、上海技术物理研究所、上海交通大学、上海光机所、上海激光技术研究所、上海光学仪器研究所、上海分析仪器厂、上海光修厂等单位给予大力协助，在此表示感谢。我国参加此次会议的五位同志对此书的出版给予热情支持，一并表示感谢。

上海市激光学会
光学薄膜专业委员会

1984.7

目 录 和 摘 要

早期的一些商用光学薄膜, 一个令人兴奋的回顾..... 1

1 专题, 光学多层膜的理论

主持人: J.R. Jacobsson

单 位: 瑞典 AGA 光学公司

I. 全介质带通滤光片的设计方法 (特邀) 2

作 者: P. Baumeister

单 位: 美国 OCLI

摘 要: 全介质带通滤光片可由两种不同的设计方法: (1) 当作周期性的介质来处理; (2) 采用微波滤波器的设计方法。文中给出由两种方法设计的例子。

II. 模拟四分之一波长膜层 6

作 者: R. Herrmann

单 位: 西德 Leybold Heraeus 公司

摘 要: 宽带增透膜中靠近基片的四分之一波长层可由两种材料构成的非对称的三层膜系最佳地近似模拟。文中还讨论了它的优缺点。

III. 利用高低折射率的极薄膜层设计膜系 10

作 者: W. H. Southwell

单 位: 美国 Rockwell 国际科学中心

摘 要: 用薄的高低折射率膜层来替代一般化的渐变折射率的设计, 可有一种快速收敛的高低折射率的综合设计方法。

IV. 在一台小型计算机上执行大型薄膜设计程序 14

作 者: A. L. Bloom

单 位: 美国 Coherent 公司

摘 要: 原来在大型计算机上使用的完整的薄膜计算和设计程序, 现已在一台 IBM 小型计算机上完成, 文章讨论了它的操作运算的特点和问题。

V. 光学滤光器综合设计的新数学方法 16

作 者: J. S. Seeley, Y. K. Lim and S. Y. Wu

单 位: 英国 Reading大学

摘 要: 改进了在低成本计算机上 Tshebyshev 和 Herpin 设计的算法, 在这种新方法中, 对前者能得到更好的透过率和改善了它的波动, 对后者可使非 $1/4$ 波长的膜层引入到膜系中去。

2 专题: 应用在短波区的多层膜 (特邀)

主持人: I. J. Hodgkinson

单 位: 新西兰 Otago 大学

I 波长在 1 埃处的波动光学 17

作 者: J. R. Patel and J. A. Golovchenko

单 位: 美国 A TST Bell 实验室

摘 要: 经典的波动光学的原理在波长为 1 埃处能成立。实际上在晶体中的 x 射线的驻场在固体物理中是一直在被利用。例如: 测定主原子及杂质原子的位置, x 射线的消失波现象和 x 射线补偿器或 $1/4$ 波片。

II. 中子波干涉膜 (特邀) 20

作 者: C. F. Majkzak

单 位: 美国 Brookhaven 国家实验室

摘 要: 给出对波长为 1 埃或更长一些的单色和/或偏振的中子波起作用的多层薄膜器件评述。

III. 多层光学膜的 x 光检验 24

作者和单位:

L. Golub, 美国 Harvard-Smithsonian 天文物理中心

E. Spiller, 美国 IBM J. Watson 研究中心

R. J. Bartlett 等, 美国 Los Alamos 国家实验室

摘 要: 试验了由 V 和 Ni 交替组成的多层膜反射镜在能量为 50 电子伏特到 1 千电子伏特之间的 x 射线的作用。用 Co-C 和 Fe-C 系统可得 $R_p \sim 25\%$ 的最佳性能。

IV. 远紫外层状微结构膜的综合分析技术 28

作 者: R. A. M. Keski-kuha

单 位: 美国 国家宇航局 Goddard 空间中心

摘 要: 利用膜层的综合分析法建立起的微结构系统, 能在远紫外波段作为具有增垂直入射反射率的反射镜。文章讨论了有代表性的设计的性能, 并给出了沉积在衍射光栅上的微结构系统的结果。

3 专题, 薄膜器件(I)

主持人: C·Holm
单位: 挪威 国防研究所

I 激光膜(特邀).....29

作者: J·Ebert

单位: 西德 Hannover 大学

摘要: 为了生产高破坏阈值的激光膜, 对各种光学材料, 用低能离子束沉积薄膜的各种方法进行了研究。

II. 大功率多波长激光偏振器的设计.....30

作者: J·C·Manga, P·D·Gupta and D·D·Bhawalkar

单位: 印度 Bhabha原子研究中心

摘要: 提出了可同时工作于钕(Nd)玻璃激光器基波和二次谐波的起偏器的设计, 要求的偏振特性可通过适当调整了厚度后的两个或更多的多层膜堆来实现。

III 消偏振截止滤光片(II).....34

作者: A·Thelen

单位: 西德 Hannover大学

摘要: 对于具有扩展的对称膜系组合的无偏振截止滤光片的设计, 已导出能对准两个平面偏振分量的截止波长的联立方程组。

IV. 四分之一波长薄膜延迟片.....37

作者: E·Spiller

单位: 美国 IBM公司 Watson研究中心

摘要: 包含具有全反射界面的薄膜结构可产生几乎是任意大小的相移, 特别是很容易设计并制成单色的四分之一波片。

V. 不退色的彩色幻灯片.....40

作者: U·J·Gibson, H.A.Macleod, S.G.Saxe and F.V.Milligen

单位: 美国 Arizona大学光学中心

摘要: 提出了一种生产不退色的彩色幻灯片(薄膜正片)的新技术, 用附加的干涉薄膜堆去产生颜色, 用半色调屏幕技术产生图像。

VI. 具有扩展高反射带的紫外介质多层膜.....42

作者及单位:

袁慧 中国科学院电子所

韩丽瑛 中国 清华大学

摘要: 提出在240—370毫微米, 这样宽波段中由 ZrO_2-SiO_2 组成的多层膜反射镜的基本技术, 它复盖了在这波段中绝大部分激光谱线, 反射率高于98%。

VII. 2000—3000 Å 紫外干涉滤光片.....48

作者: 张福初和王子仪

单位: 北京玻璃研究所

摘要: 提出了一种透射滤光片的设计方法, 给出了在2000—3000埃波段中具有良好的光学性能和稳定性的紫外干涉滤光片的结果。

4 专题: 薄膜器件(II)

主持人: P.W.Baumeister

单位: 美国 OCLI

用于光刻蚀的涂层(特邀).....52

作者: A.K.Hagen locher

单位: 美国 OCLI

摘要: 不论用光子束, 电子束还是离子束去刻蚀光敏层时, 图样转换的分辨率都是受这些光刻束和光刻时存在的多涂层的相互作用的特性所限制。

II. 用于红外器件的耐磨损, 减反射的硬碳膜层.....55

作者: K.Enke

单位: 西德 Leybold-Heraeus公司

摘要: 描述了红外透明的耐磨的硬碳膜的沉积工艺, 偏压和气体压强影响膜层的光学和机械性质。

III. 硬碳膜的化学键, 物理性质及光学应用.....58

作者: B.Dischler, A.Bubenzer, P.Koidl and R.E.Sah

单位: 西德 Fraunhofer应用固体所

摘要: 氢化的非晶态的碳膜($a-C:H$)已经用等离子体沉积的方法镀在锗和熔石英基底上。文章还给出了它们的测试光谱和它的详细解释。

IV. 光学上应用的氧化铟—氧化锡薄膜(特邀).....60

作者: I. Hamberg and C.G.Granqvist

单位: 瑞典 Chalmers技术大学

摘要: 综述了目前氧化铟—锡薄膜的理论和实验工作的发展状况。文章还讨论了它的生产问题和最佳膜层的特性, 並提出了一个计算光学性质的理论模型和这种膜的应用前景。

A. $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ 结构的导电反热膜.....64

作者: H. Kattelus and Koskinhe

单位: 芬兰 技术研究中心

摘要: 用高频溅射的方法制成以一层金属膜为基础的透明导电膜, 测量了它的电学及光学性质, 并将它与金属氧化膜的性质作了比较。

VI. 透可见反红外宽带分色片的设计.....67

作者: 李恒义 李琼瑞

单位: 中国 华北电光所

摘要: 提出了一种透可见反红外的宽带分色片。

5 专题, 薄膜特性(I)

主持人: P. H. Lissberger

单位: 英国 北爱尔兰Belfast皇后大学

I. 研究薄膜现象的各种实验方法(特选).....71

作者: R. A. Bowling

单位: 美国 Texas仪器公司

摘要: 讨论了利用电子束、离子束和x射线光谱技术去研究薄膜的特性, 其中包括 AES、XPS、SIMS和RBS等仪器。

II. 用喇曼光谱仪研究二氧化钛光学薄膜的晶相特性.....73

作者: W. T. Pawlewicz and G. J. Exarhos

单位: 美国 西北太平洋实验室

摘要: 利用 (Raman) 喇曼光谱仪可以快速非破坏地测出非晶态或多晶二氧化钛光学膜及二氧化钛-二氧化硅多层膜中的晶相组成(金红石或钛钛矿结构)。

III. 波长扫描激光比热计的研制.....76

作者: R. Atkinson

单位: 英国北爱尔兰 Belfast皇后大学

摘要: 描述了一台波长扫描比热计的设计和结构, 提出了用它测量全介质光学滤光片的吸收率的主要结果。

IV. 利用表面干涉色目检有机单分子膜层—反射表面的最佳条件.....80

作者和单位:

T. Sandstrom and M. Stenberg 瑞典Chalmers 技术大学

H. Nygren 瑞典 Gothenburg 大学

摘 要: 由于介质膜表面吸附了生物层产生的干涉颜色的变化已经进行了系统的研究, 理论和实验都表明在最佳情况下可得到在亚毫微米量级的灵敏区。

V. 光学薄膜的超显微硬度的测试.....84

作者和单位:

K. H. Guenther, 列支敦士登 Balzers公司

A. Kaminitshchek and A. Wagendristel 奥地利维也纳技术大学

提出了一种安装在扫描电镜的巧妙的超微硬度计的设计, 可用以检验塑料镜片或玻璃镜片上的增透膜的硬度。

VI. 计算机控制的测量不同入射角下的反射率和透射率的分光光度计.....88

作者: E. K. Hussmann and H. J. Becker

单位: 西德 Schott玻璃公司

摘 要: 文章描述了一台由计算机控制能自动测量干涉膜在不同入射角下反射率和透射率的分光光度计, 由这些数据能求出许多膜层的性质。

6 专题: 薄膜特性(II)

主持人: A. Bubenzer

单位: 西德 Fraunhofer应用固体物理所

I. 光学膜层的光散射(特邀).....92

作者: P. H. Lissberger

单位: 英国北爱尔兰 Belfast皇后大学

摘 要: 讨论了由光学涂层产生的散射电磁辐射的模型, 对它的限制及未来可能的发展提出了参考意见。

II. 具有非均匀介电常数粗糙表面的光散射理论.....94

作者: J. M. Elson

单位: 美国 海军武器中心

III. 由测量散射光的分布来确定光学表面的特性(特邀).....95

作者: P. Roche and E. Pelletier

单位: 法国 Ecole国家物理中心

摘 要: 描述了一台全自动可测量镀膜或未镀膜的光学的表面散射束空间分布的仪器, 由于它考虑了所有必需的自由度, 它可分析表面的全部现象, 特别是各向异性的缺陷。

IV. 怎样确定光散射与薄膜微结构及表面轮廓的关系.....96

作者及单位: J. M. Bennett: 美国海军武器中心

K. H. Gutenhen列支敦士登 Balzers公司

摘要: 薄膜微结构和表面轮廓的信息, 有助于改进对镀膜表面散射的估计, 特别是对银膜的大角度的反向散射。

7 专题, 薄膜特性(III)

主持人: C. G. Granqvist

单位: 瑞典 Chalmers大学

I. 高反射镜反射率的精确测量.....98

作者: P. G. Wierer and K. H. Guenther

单位: 列支敦士登 Balzers公司

摘要: 单次反射测量的准确度可通过分离镜和漫反射方法得到提高, 而它的分辨率可通过一个专门的探测器在一个准双光束的装置中测出。

II 大尺寸光学元件的镀膜技术要求和测试(特邀).....103

作者: H. E. Bennett

单位: 美国 海军武器中心

摘要: 文章给出了大尺寸的光学系统中, 由光学薄膜引入的意料不到的缺陷问题的讨论, 为了控制这些问题可能的技术要求和验证这些要求是否必要的方法。

III 表面质量对 CO_2 激光光学元件的影响.....104

作者: J. Rein and E. Boehmer

单位: 美国 Coherent公司

摘要: 研究了使用在 $10.6\mu\text{m}$ 波段的光学元件由于表面外观质量的缺陷对激光器功能的影响。对内腔式反射镜、聚光透镜和其它对光束作用的元件进行了试验和讨论。

IV 激光引起的薄膜初始损伤与材料性质的关系.....108

作者和单位: M. R. Lange and J. K. Mever美国新墨西哥大学

A. H. Guenther美国空军武器实验室

摘要: 杂质引起激光破坏的模型, 用以研究薄膜材料的热性质对激光破坏阈值的影响。

V 可见和紫外光学薄膜的特性.....110

作者和单位: D. J. Gallant, 美国 Rockwell 国际研究中心 F. Stewart

美国AFWL/ARAO

摘要: 在可见和紫外波段应用的超级抛光的表面和介质涂层已经可用散射、光吸收、反射率和激光损伤等术语来完全表征它。

VI 薄膜的折射率及其非均匀性.....112

作者和单位: F·Flory, P·Roche, B·Schmitt, G·Albrand and
E·Pelltier 法国 Ecole 国家物理中心 H·A·Macleod 美国
Arizona大学光学中心

摘要: 在薄膜沉积过程中实时测量它的光学性质, 可得到薄膜折射率及其微结构方面的信息。把上述结果和薄膜制成后在空气中测得的R和T进行综合分析已在进行。

VII 用测量反射率和透射率的方法来确定吸收膜的光学常数.....113

作者和单位: L·C·Botten 澳大利亚新南威尔士理工学院 R·C·Mcphedran
D·R·McKeezie 澳大利亚悉尼大学 R·P·Netterfield
澳大利亚 CSIRO

摘要: 文章描述了一种组合的计算方法(包括直接解、振荡逼近和曲线外推), 从测量得到的反射率和透射率决定吸收膜的光学常数。

VIII 用牛顿法重新求 Hadley—Dennison 方程的解.....116

作者: A·H·Barnes and L·N·Hadley

单位: 美国 Colorado 州立大学

摘要: 用牛顿法重写了一个计算机程序, 使一旦给定近似的初始值后, 可由连续的迭代得到光学常数的解。

8 专题: 技术材料

主持人: 唐晋发

单位: 中国 浙江大学

I 基片制备对光学涂层的影响(特邀).....117

作者: H·K·Karow

单位: 美国 OCLI

摘要: 随着应用对光学薄膜性能指标要求的提高, 需要在基底加工和镀膜工序之间加强合作, 特别是在基底的清洁处理、传送、储存以及装架等方面。

II 减少氟化铈薄膜中的应力.....122

作者: S·F·Pellieord

单位: 美国 Santa Barbara 研究中心

摘要: 消除了应力使光学厚度为10微米的四分之一的氟化铈薄膜的破坏, 並在普通环境下大大改善了它的牢固度。

III 二氧化钽光开关的涂层设计.....123

作者和单位: H·A·Macleod 美国 Arizona 大学光学中心 W·E·Case
and M·K·Purvis 美国 LTV空间和武器公司

摘要: 描述了用相变材料二氧化钽作最外层, 改变它的反射率两个状态(即高反和低反)的光开关的附加光学涂层的设计。

IV 8—13微米波段薄膜基底滤光片.....127

作者: C·Holm

单位: 挪威 国防研究所

摘要: 提出了一种特殊的自支持滤光片, 嵌在多层膜堆之间一个现制的、不十分精细的网支撑着这个滤光片。

V 10.6微米的陷波器(窄带截止型).....130

作者: J·S·Seeley, R·Hunneman and A·Whatley

单位: 英国 Reading 大学

摘要: 一个由 Thelen 的负滤光片发展成的, 由 $1/4$ 波长层— $1/2$ 波长层构成的增透膜, 加上 Herpin 周期並考虑到色散的影响的陷波器。它总共有十六层膜镀在硒化锌基底上, 给出7%截止带宽, 最小透过率为4%, 在透射带中平均透过率大于85%。

VI 碲化铅光学薄膜的研究.....131

作者: 朱玲心, 严义埏, 张文德, 张凤山和王寿英

单位: 中国科学院 上海技术物理所

摘要: 碲化铅材料的改进, 使之用于红外多层膜制品中可得到许多益处。

9 专题: 结构效应

主持人: E·G·Ritter

单位: 列支敦士登 Balzers 公司

I 中国光学薄膜的概况介绍.....134

——浙江大学研究工作的进展

- II 薄膜中的结构效应.....137
作者和单位: I. Hodgkinson, 新西兰 Otago 大学 F. Horowitz 和 A. Macleod
美国 Arizona 大学, M. Sikkens 荷兰 Groningen 大学, 和
J. Wharton, 美国 空军工艺实验室
摘要: 讨论了与薄膜结构有关的四个效应:
从吸水斑的散射, 渗水处表面的形状, 双折射和金属膜的各向异性的反射。
- III 薄膜淀积的表面平滑效应.....140
作者: J. R. Mc Nel, L. S. Wei 等
单位: 美国 新墨西哥大学
摘要: 沉积了厚度为2000埃的薄膜到一块光学基片上, 使微粗糙度的高频空间谐波降低了十倍, 同位素的跃迁改变了四倍。
- IV 双折射型薄膜的淀积、特性和模拟.....143
作者和单位: I. Hodgkinson 新西兰 Otago 大学, A. Macleod 美国 Arizona 大学等。
摘要: 薄膜中相对于基片倾斜的柱状微结构是产生双折射效应的原因, 我们提出了有关这个论断的实验结果, 并给出了一个渗水的模型和这类倾斜结构的膜的折射率计算结果。
- V 离子诱导光学薄膜中潮气的解吸.....148
作者和单位: L. Desandre, A. Macleod 等美国 Arizona 大学, I. J. Hodgkinson 新西兰 Otago 大学和 J. J. Wharton 美国 空军工艺研究所。
- VI 经改进环境稳定性的多层滤光片.....150
作者和单位: P. Martin 和 W. Pawlewicz 西北太平洋实验室 D. Coult 和 J. Jones 美国 AT and T Bell 实验室
摘要: 在85℃和85%相对湿度下, 试验了由反应溅射制得的 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ 多层膜截止滤光片在600毫微米处的透过率50%点的波长变动小于 ± 2 毫微米。

10 专题: 淀积工艺⁽¹⁾

主持人: K. H. Guenther

单位: 列支登士敦 Balzers 公司

- I 离子束辅助淀积光学薄膜(特邀).....153

- 作者: R. P. Netterfield
单位: 澳大利亚 CSIRO
摘要: 在沉积膜过程中用一定能量的离子进行轰击, 可大大改善薄膜的机械和光学性质。
- II 在室温基片上进行镀膜的离子束工艺.....158
作者: C. M. Kennemore III and O. J. Gibson
单位: 美国 Arizona 大学光学中心
摘要: 提出在室基底上沉积牢固膜层的离子束工艺。
- III 离子辅助沉积光学薄膜: 低能和高能轰击.....161
作者: J. R. Mcneil, G. A. Al-Jumaily and A. C. Barron
单位: 美国 新墨西哥大学
摘要: 研究了氧离子辅助沉积二氧化硅和二氧化钛膜随着离子能量及离子流密度变化的影响, 并对不同的结果进行了讨论。
- IV 用于离子辅助沉积光学薄膜的大面积冷阴极离子源.....161
作者: P. R. Denton, A. Musset and B. Singh
单位: 美国 Denton 真空公司
摘要: 提出一种适用于镀膜生产用的大面积冷阴极离子源, 和用它辅助沉积一氧化硅和其它光学薄膜的实验数据。
- V 等离子体促进光学干涉膜的化学汽相沉积.....163
作者: J. C. Lee
单位: 美国 Honeywell 系统和研究中心
摘要: 增强等离子体化学汽相沉积技术特别适用于塑料基底上沉积光学干涉膜。

11 专题: 淀积工艺(II)

- 主持人: R. P. Netterfield
单位: 澳大利亚 CSIRO
- I 多组分材料的溅射(特邀).....166
作者: G. K. Wehner
单位: 美国 Minnesota 大学
摘要: 缺
- II 光学干涉膜的离子簇束淀积(特邀).....167

作者: T. Takagi and I. Yamada

单位: 日本 京都大学

摘要: 讨论了离子簇束沉积的金属或介质光学薄膜的特性, 以及改变加速电压在全部沉积粒子中的离子的含量产生的影响。

III 用离子束溅射改进光学干涉膜的稳定性.....173

作者和单位: B. E. Cole 等 美国 Honeywell 联合工艺中心

R. G. Ahonen 等 美国 Honeywell 军事航空部

摘要: 给出了单层和多层氧化膜稳定性的数据, 比较了由电子束技术和离子束技术成膜之间的差别。

IV 用离子束溅射方法在熔石英基底上镀减反射膜.....175

作者: M. S. Perlmutter and K. R. Martin

单位: 美国 Raytheon 公司

摘要: 用离子束溅射方法已制得熔石英基底上极低反射率和具有高度热稳定性的增透膜。

V 离子束溅射的淀积参数对五氧化二钽膜光学性质的影响.....176

作者: W. P. Thoeni

单位: 美国 Colorado 州立大学

摘要: 研究了五氧化二钽作为光学薄膜材料时, 离子束溅射的参数。

12 专题: 工艺监控

主持人: E. Pelletier

单位: 法国 d' Etudes des Couches Minces 中心

I 光学薄膜淀积过程的工艺控制和自动化 (特邀)177

作者: W. P. Thoeni

单位: 列支登士敦 Balzers 公司

摘要: 从要得到具有可重复性和稳定性的光学薄膜观点出发, 自动化沉积光学薄膜的关键是取决于工艺技术的进展。

II 光学镀膜自动化的综述.....179

作者: R. R. Willey

单位: 美国 Martin Marietta Aerospace

摘要: 介绍和评论了一些镀膜机厂的情况, 指出, 只要初始给定工艺条件和参数, 可

以不用人的干涉就能可靠地制得高质量的光学薄膜。

- III 用于红外光学镀膜的空自动真镀膜机.....180
作者: R. Herrmann 和 W. Klug 等
单位: 西德 Leybold-Heraeus 公司
摘要: 一台基于光学的厚度控制和石英晶体的沉积速率控制的新的自动工艺控制真空镀膜机已经建成。用以自动沉积红外膜的一些例子已经给出。
- IV 计算机辅助光学镀膜实验室工作.....185
作者: L. Songer
单位: 美国 Kollmorgen 公司
摘要: 用小型计算机进行设计, 优化, 组织工艺和路线, 考虑机械及架具影响及膜层误差分析。因而用一台普通镀膜机能生产高水平的光学薄膜。
- V 用结构模拟法来改进薄膜设计.....186
作者: W. M. Tepfenhoart and W. E. Case
单位: 美国 LTV 空间和武器公司。
摘要: 提出以计算机模拟光学监控作为一种有效的方法, 来调整光学薄膜实际性能与理论设计之间的差别。
- VI 用自动椭圆仪实现薄膜的沉积监控.....188
作者: B. Tirri
单位: 美国 Perkin-Elmer 公司
摘要: 一台自动椭圆仪已用来监控无吸收薄膜的沉积, 这个系统可得到实时的膜层机械厚度及折射率的信息。
- VII 对称周期膜系的监控——定值法.....192
作者: 赵福庭
单位: 中国 北京电影机械研究所
摘要: 对周期性膜系的定值法监控作了理论和实验的研究, 给出了三种膜系的实验结果。
- VIII 光学薄膜任意厚度控制方法及其误差模拟.....198
作者: 朱震、李文生、华源森
单位: 中国 华北电光所
摘要: 一种双色三束监控系统透过率测量精度优于 1%。

(严义坝译)

早期的一些商用光学薄膜

一个令人兴奋的回顾

目前，光学薄膜的重要商用价值主要应归功于二十世纪四十年代和五十年代少数工厂实验室的工作。在这个时期中，用于淀积金属和非金属此二者薄膜的真空蒸镀方法，具有很强的适用性。制造的镀膜机也能满足此项技术的发展。同时，又发明了淀积过程中，实行定点膜层厚度光学监控的方法。但还有为数众多的镀膜材料尚未发现，人们大体上仅能靠反复试验来进行摸索。除简单的减反膜之外，人们开辟了一个崭新薄膜应用领域。薄膜由简单的单层膜结构发展为复杂的多层膜结构。四分之一波堆膜系广泛地应用于日常的分光膜和宽窄带滤光器元件中。从简单矢量法得到的计算可利用导纳图来编制复杂的计算机程序，以便求出多层膜理论设计曲线的反射率、透射率和相位变化数据。薄膜光学以其本身特点，而自成体系，还推导得到一些有助于薄膜设计者的重要定理。本文作者有幸参与了这个事件的变迁。他的报告着重介绍其在镀膜实验室工作时碰到的日常事情及介绍某些商用镀膜方案。

A . Francis Turner

Optical Sciences center university of Arizona Tucson Arizona
85721

沈惠源译 张哨啸校

1-1 全介质带通滤光片的设计方法

全介质带通滤光膜有通带耦合和多谐振腔两种。

通带耦合膜由淀积在一块基板上的长波通滤光膜和短波通滤光膜构成。按照Epstein^[1]方法，能够应用等效膜层使通带透过成为最佳。图1表示的是Ufford^[2]设计的滤光片透过特性曲线。无论移动短波通的波长位置还是长波通的波长位置都能够改变它的通带宽度。

多谐振腔膜由一系列用反射层隔开的半波长间隔层构成。例

空气 $R_1 S_1 R_2 S_2 R_3 S_3 R_4 S_4 R_5$ 基板 这里R是反射层，S是间隔层。在另一个

刊物中简要地总结了研制这种滤光膜的评述。^[3]图2是这种滤光片的透过曲线。它的特性参数是：（1）通带内的最大透过率 $T_{\max}$ ；（2）在 $0.5T_{\max}$ 处的带宽 $\Delta\lambda$ ；（3）通带中心波长 λ_c ；（4）相对宽度 $BW = \lambda/\lambda_c$ ；（5）截止带最大衰减 $T_{\min}$ 。

设计这种膜系有两种方法：（1）周期分层方法即PSM方法；（2）微波模拟方法。

PSM 方 法

Thelen^[4]、^[5]和Jacobs^[6]的几篇文章论述了这种方法。像(HLHLHLHLH)^P膜系，PSM中心膜堆重复部次。H和L分别表示高折射率层($n_H=2.3$)和低折射率层($n_L=1.35$)。光学厚度都是 $1/4\lambda_c$ 。然后，为了提高通带透过率，在中心膜堆的两端加减反射堆。

看一个PSM方法的例子，计算证明中心膜堆等效光纳Y与P无关。并

$$Y = \frac{0}{n_H} \frac{-5}{n_L} y = 33y$$

其中y是自由空间导纳，等于 $(377)^{-1}$ 西门子，在后面的讨论中略去y。中心膜堆与空气间耦合的单层减反射膜以及奇数层减反射膜的导纳应该是 $\sqrt{33}$ ，约5.74。膜堆HLHFH就起这种作用，这里F层的折射率是1.56。严格说，上述膜堆是非对称的，因此不存在等效光纳。但我们将看到这种方法是有用的。实际上F层可以用等效层代替。图2表示其光谱透过，当中心膜堆是两个周期时相对带宽是百分之二点七。

根据Thelen^[7]的意见，多层减反射膜可以代替单层减反射膜。带通滤光片设计如下：