



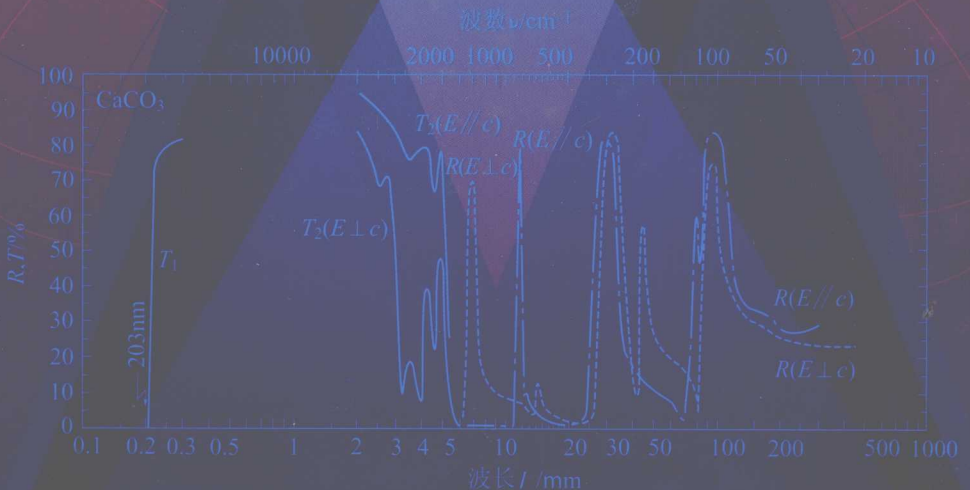
国外优秀科技著作出版专项基金资助

# 光学材料手册

## Physical Properties and Data of Optical Materials

[日] Moriaki Wakaki Keiei kudo Takehisa Shibuya 编著

周海宪 程云芳 译 周华君 审校



化学工业出版社

编辑电话 95105715 或短  
信发送至 106695887806



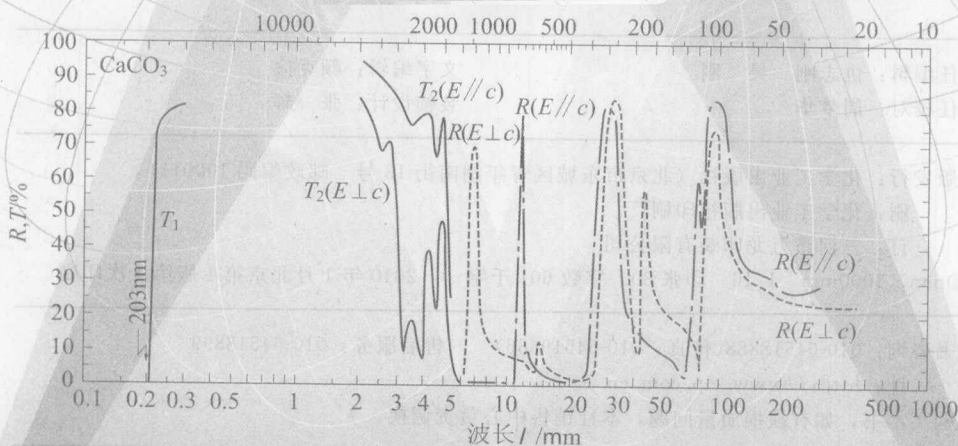
CRC Press  
Taylor & Francis Group

国外优秀科技著作出版专项基金资助

# 光学材料手册

## Physical Properties and Data of Optical Materials

[日] Moriaki Wakaki, Kere Kudo, Takehisa Shibuya 编著



化学工业出版社

·北京·

《光学材料手册》一书是光学领域内各种专业工程师和设计师必备的参考书。本书的主要特点是：包括 100 多种典型的、经常使用的各类光学材料；涵盖了光学材料在非常宽的光谱范围（从真空紫外光谱到远红外光谱，甚至还有超远红外光谱）内的物理性质和数据；对材料的光学性质提供了清晰的图形、重要的光学常数以及不同环境条件下的数值。每种材料还包括：晶系结构，生产方式，热、电和机械性质，能带图，光子色散图以及光谱学中的主要应用，非常方便不同专业工程师的需要。

本书可供光电子领域中从事光学设计、光学仪器设计和光机结构设计的研发设计人员、光机制造工程师及光机材料工程师阅读，也可以作为大专院校相关专业本科生、研究生和教师的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

光学材料手册/[日] 若木守明 (Wakaki, M.) 等编著；周海宪，程云芳译。—北京：化学工业出版社，2009.12

书名原文：Physical Properties and Data of Optical Materials  
ISBN 978-7-122-06738-8

I. 光… II. ①若…②周…③程… III. 光学材料-手册 IV. TB34-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 177314 号

Physical Properties and Data of Optical Materials edition/by Moriaki Wakaki  
Keiei Kudo Takehisa Shibuya

ISBN 978-0824727611

Copyright©2009/by CRC Press, part of The Taylor & Francis Group LLC. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by CRC Press, part of The Taylor & Francis Group, LLC.

本书中文简体字版由 CRC Press, part of The Taylor & Francis Group, LLC. 授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分，违者必究。

封面未贴标签者，视为未经授权图书。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2008-5430

责任编辑：仇志刚 吴刚

文字编辑：颜克俭

责任校对：周梦华

装帧设计：张辉

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印刷：化学工业出版社印刷厂

装订：三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 30 字数 601 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888(传真：010-64519686) 售后服务：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：128.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

在光学和光电子学领域各类光学装置的研发及其应用中需要利用各种材料。最近,已经采用几种不同方式对材料与光子之间的相互作用进行了研究。在光学晶体、等离子材料和金属等材料中已经典型地观察到材料的光子特性,这类研究正在快速兴起,并在更广泛的领域中进行。特别是与光学性能有关的那些基本物理性质的数据对设计和开发光学设备非常重要。

为了满足上述要求,本书利用清晰的图表提供了光学材料从真空紫外光谱(VUV)到红外光谱区(IR)的光学性质及重要的物理性质。本书涵盖了100多种研发和实际应用中经常使用的典型材料。这些材料分为金属材料、半导体材料和离子晶体材料,还包括具有典型形态的材料,例如晶体、非晶体和玻璃、大块材料和薄膜材料、聚合物材料,为了方便研究人员,甚至包括空气。

对于紫外到红外区域的光学性质,透过率和反射率光谱是以清晰的图形表示的,重要的光学常数,例如折射率、消光系数也以宽波谱形式图示给出,为便于应用,书中都给出了具体数据,即在表中给出了典型波长范围内的数值。为了理解材料的光学性质,还对其电子结构,例如能带结构及光子色散图做了简要的总结,对这些图的物理背景附有简要说明。其他一些重要物理数据、晶体结构、生产方法和热、电及机械性质,也进行了概括和总结。

每种材料都包括下列内容。

1. 晶系,用典型值,例如晶格常数和键长来表述材料的晶系。
2. 生产,介绍自然形成和人工生长方法。根据具体材料,简要解释薄膜涂镀方法及典型的腐蚀和处理技术。
3. 热、电和机械性质,概括给出其常数值。
4. 光学性质,图示给出从紫外到红外光谱区的透过和反射率光谱。对光学性质,例如从紫外到红外光谱区的折射率和消光系数也以图示形式给出,并以表格形式给出重要波谱范围内的数值。同时提供许多重要材料的色散关系式及其常数,还给出了某些材料的发射率,这对光源研制来说尤为重要。
5. 光谱学领域的应用,如果光学材料是应用于光谱学,则列出几种相关的应用例子。对于光探测器使用的重要材料,则对生产方式和相关性能等进行了详细的专门阐述。
6. 备注说明,对所介绍的材料给出提示性说明,例如,材料的管理、化学性质等。

本书中的部分数据源自 1972 年 K. Kudo 教授编写、Kyoritu Shuppan 有限责任公司出版的日文书《光学材料基本物理性质的图和表》。出版英文版时，作者对整个内容做了修订，目的是为光学、材料科学和光学设计领域的工程师和研究人员，以及该领域的高年级学生和研究生提供一份有价值的资料。

作者非常感谢 Hisashi Okada 先生以及该实验室的学生们为本书准备插图和表格。

作者之一 Keiei Kudo 先生是该领域中具有很高水平的教授（退休），在本书的出版过程中，突然不幸去世。

Moriaki Wakaki

## 译者前言

近代光学和光电子技术的迅猛发展使光学仪器的研制发生了很大变化，衍生出许多新的学科和成像技术，创造了很多新颖的光电子元件和仪器，开发出新的光学材料，形成新的加工方法，因而要求光电子仪器设计师具有更宽的知识面和更扎实的理论基础。在光电子仪器的研制过程中，一定要注意：

1. 光学设计、机械结构设计和光机系统设计必须整体考虑；
2. 光机系统设计和电子、控制系统设计必须整体考虑；
3. 按照普通原理（例如，折射和反射）和特殊原理（例如，衍射和全息）工作的光学仪器的一体化设计；
4. 宏观和微观光机系统的一体化设计。

无论是光学、光机还是光机电系统设计师，在各类光电子元件和仪器的开发研究及应用中都要使用各类光学材料，因此，必须深刻地了解，尤其是与光学性能关系密切的材料的基本物理性质及数据就更为重要。

为了满足这些要求，日本东海大学光学成像科学技术系的 Moriaki Wakaki 教授、Takehisa Shibuya 教授和筑波大学的 Keiei Kudo 教授共同编写了《Physical Properties and Data of Optical Materials》一书，提供了大量实用的光学材料及数据，特别有益于光学工程技术人员的生产和使用，是一本难得的手册类科技图书，中文译名为《光学材料手册》。

作者 Moriaki Wakaki 先生分别于 1972 年和 1975 年，在东京教育大学获得硕士和博士学位，是日本神奈川市东海大学光学成像科学技术系教授，工程技术研究生院电光光学专业课程的主讲教授。Wakaki 博士是美国光学协会、国际光学工程协会、日本光学协会、日本激光协会、日本光谱协会、日本应用物理协会、日本物理协会、日本表面科学协会、日本热电协会、日本碳协会、日本整形手术协会和日本尖端科学协会会员，独自或合作发表过 100 多篇文章。1996~2000 年任《尖端科学》杂志 (Journal of Advanced Science) 总编，1997~2000 年和 2001~2003 年期间分别担任日本热电转换研究协会和日本应用光学 (Oyokogaku) 杂志的总编辑。目前的研究领域是固体物理学、光电子学、激光医学和生物光子学以及主要与光谱测量系统和远红外探测器的研究有关的红外天文学。

Moriaki Wakaki 教授发表的日文版著作有：

1. 《重现光学 (Rediscover Optics)》，Optronics Co. Press, 1997；
2. 《光学工程绪论 (Introduction to Optical Engineering)》，Jikkyou Syuppan

Press (Tokyo), 1998;

3. 《量子光学基本原理 (Fundamental of Quantum Optics)》, Gendai Kou-gakuska Press (Tokyo), 1998;

4. 《环境感知材料 (Environment Conscious Material)》, Nikka Giren Press (Tokyo), 2002;

5. 《波动光学绪论 (Introduction to Wave Optics)》, Jikkyou Syuppan Press (Tokyo), 2004.

作者 Keiei Kudo 先生于 1945 年和 1958 年分别在东京教育大学 (现称作 Tsukuba 大学) 获得物理学学士和博士学位, 是日本东京 Tsukuba 大学的名誉退休教授, 主要研究领域是高性能红外光谱仪以及固体材料, 特别是远红外光谱区的光学性质。该书出版过程中, Keiei Kudo 教授不幸去世。

作者 Takehisa Shibuya 先生于 1988 年和 1997 年分别获得 Tokai 大学的硕士和博士学位, 是日本 Kanagawa 市 Tokai 大学光学成像科学技术系和工程技术研究生院电光学专业课程教授。Shibuya 博士是美国光学协会、国际光学工程协会、日本光学协会、日本应用物理协会、日本照明工程协会和尖端科学协会会员, 独自或合作发表过 30 多篇文章, 是《亚洲光学工程辞典 (日文, 中文, 英文和朝文), Tokyo Schoseki, Co. Press (Tokyo), 1995》的编辑之一。目前的研究领域是薄膜、等离子物理、光学传感和全息技术。

本书的主要特点是:

1. 涵盖了 100 多种典型的、经常使用的光学材料, 包括金属材料、半导体材料和离子晶体材料, 还包括各种晶体、非晶体和玻璃、块状材料、薄膜材料以及聚合物等典型形态的材料, 甚至包括空气, 非常方便光学设计师使用;

2. 涵盖了非常宽的光谱范围, 从真空紫外光谱 (VUV)、可见光光谱、近红外光谱, 到中红外光谱和远红外光谱, 甚至还有超远红外光谱, 非常适合光学领域不同行业的设计师和生产工程师应用;

3. 对材料的光学性质 (透过率和反射率光谱) 提供了清晰图形, 为方便读者使用, 对一些重要的光学常数 (折射率、消光系数等), 给出了不同环境条件 (例如, 波长、温度和压力等) 下的具体数值;

4. 为使读者深刻理解材料的光学性质, 还提供了材料的晶系结构、能带图、光子色散图、生产方式, 热、电和机械性质以及光谱学中的主要应用, 甚至列出了使用的注意事项;

5. 本书 (英文版) 是按光学材料英文名称的第一个字母顺序编排, 在出版中文版时, 为了不影响原书的结构, 仍然尊重原文的排序, 但是, 为了方便读者阅读和查询, 在中文译名后附有英文名, 例如材料铝的表示方式是: 铝 (Aluminum), 同时, 在书后附有 (按照汉语拼音顺序的) 中文索引。

在中文版《光学材料手册》的出版过程中, 得到了日本东海大学的 Moriaki

Wakaki 教授和 Takehisa Shibuya 教授的大力支持，对原版书中的有关问题进行了充分讨论和及时沟通，书中的重要变动增加了“译者注”。为使读者能准确理解和利用本书，译者保留了英文参考文献。在美国工作的周华君女士和程林先生对全书进行了认真校对，程云芳高级工程师以及中材人工晶体研究院的黄存新研究员和周劲松高级工程师对本书做了专业校对和最终审核。

本书出版得到了清华大学教授、中国工程院院士金国藩先生和中国建材研究院特种玻璃研究所祖成奎所长（博士研究员）的极大支持；邢妙娟、吴建伟、王希军、张良、刘永祥、郭世勇、潘新宇、金朝瀚高级工程师以及刘战平和韩鹏工程师从不同方面对该书出版给予了关注；与翟文军高级工程师对书中的有关问题进行了有益讨论，在此表示衷心感谢。

本书可供光电子领域中从事光学设计、光学仪器设计和光机结构设计的研发设计人员、光机制造工程师及光机材料工程师阅读，也可以作为大专院校相关专业本科生、研究生和教师的参考书。希望本书提供的光学材料及相关数据能够对军事、航空航天和民用光学仪器的设计师和工程师提供有益指导。

译者  
2009 年 6 月



# 目 录

## A 章

铝 (Aluminum) .....	1
锑化铝 (Aluminium Antimonide) .....	8
磷酸二氢胺 (Ammonium Dihydrogen Phosphate) .....	13
锑 (Antimony) .....	17
硒化砷玻璃 (Arsenic Selenium Glass) .....	21
砷-硫-溴玻璃 (Arsenic-Sulfur-Bromine Glass) .....	23
三硒化锑 (Arsenic Tri-selenide) .....	25
三硫化锑玻璃 (Arsenic Tri-sulfide Glass) .....	27

## B 章

钡 (Barium) .....	31
氟化钡 (Barium Fluoride) .....	33
钛酸钡 (Barium Titanate) .....	39
铍 (Beryllium) .....	42
氧化铍 (Beryllium Oxide) .....	45
铋 (Bismuth) .....	46
硼 (Boron) .....	51

## C 章

镉 (Cadmium) .....	54
硒化镉 (Cadmium Selenide) .....	59
硫化镉 (Cadmium Sulfide) .....	63
碲化镉 (Cadmium Telluride) .....	70
方解石 (Calcite) .....	76
氟化钙 (Calcium Fluoride) .....	82
钨酸钙 (Calcium Tungstate) .....	90
溴化铯 (Cesium Bromide) .....	92
碘化铯 (Cesium Iodide) .....	96
铬 (Chromium) .....	101
铜 (Copper) .....	104

氯化亚铜 (Cuprous Chloride)	109
-------------------------	-----

## D 章

金刚石 (Diamond)	115
---------------	-----

## G 章

镓 (Gallium)	120
铟化镓 (Gallium Antimonide)	123
砷化镓 (Gallium Arsenide)	129
磷化镓 (Gallium Phosphide)	137
锗 (Germanium)	143
锗-硒-碲玻璃 (Germanium Selenium Tellurium Glass)	154
玻璃 (Glass)	156
金 (Gold)	162

## I 章

铟 (Indium)	168
铟化铟 (Indium Antimonide)	171
砷化铟 (Indium Arsenide)	180
磷化铟 (Indium Phosphide)	185
铱 (Iridium)	190
铁 (Iron)	193

## L 章

氟化镧 (Lanthanum Fluoride)	197
氟化铅 (Lead Fluoride)	199
硒化铅 (Lead Selenide)	201
硫化铅 (Lead Sulfide)	206
碲化铅 (Lead Telluride)	213
氟化锂 (Lithium Fluoride)	218
透明合成树脂 (Lucite)	226

## M 章

镁 (Magnesium)	229
氟化镁 (Magnesium Fluoride)	233
锗化镁 (Magnesium Germanide)	239
氧化镁 (Magnesium Oxide)	243

硅化镁 (Magnesium Silicide) .....	248
锡化镁 (Magnesium Stannide) .....	253
水银 (Mercury) .....	257
钼 (Molybdenum) .....	261

## P 章

石蜡 (Paraffin) .....	265
铂金 (Platinum) .....	266
聚乙烯 (Polyethylene) .....	270
钾 (Potassium) .....	273
溴化钾 (Potassium Bromide) .....	276
氯化钾 (Potassium Chloride) .....	282
磷酸二氢钾 (KDP) (Potassium Dihydrogen Phosphate) .....	290
碘化钾 (Potassium Iodide) .....	293
钽酸钾 (Potassium Tantalate) .....	298

## Q 章

石英晶体 (Crystal Quartz) .....	301
熔融石英 (Fused Quartz) .....	312

## R 章

铑 (Rhodium) .....	321
红宝石 (Ruby) .....	323

## S 章

蓝宝石 (Sapphire) .....	325
硒 (Selenium) .....	333
硅 (Silicon) .....	339
碳化硅 (Silicon Carbide) .....	348
银 (Silver) .....	353
氯化银 (Silver Chloride) .....	358
钠 (Sodium) .....	363
氯化钠 (Sodium Chloride) .....	367
氟化钠 (Sodium Fluoride) .....	375
碘化钠 (Sodium Iodide) .....	379
硝酸钠 (Sodium Nitrate) .....	382
铝镁尖晶石 (Spinel) .....	384

氟化锶 (Strontium Fluoride) .....	387
钼酸锶 (Strontium Molybdate) .....	389
钛酸锶 (Strontium Titanate) .....	390

## T 章

特氟纶 (Teflon) .....	395
碲 (Tellurium) .....	396
地球大气 (Terrestrial Atmosphere) .....	402
铊 (Thallium) .....	409
溴化铊 (Thallium Bromide) .....	412
碘-氯化铊 (KRS-6) (Thallium Bromide-Chloride) .....	414
碘-氯化铊 (KRS-5) (Thallium Bromide-Iodide) .....	417
氯化铊 (Thallium Chloride) .....	421
锡 (Tin) .....	423
钛 (Titanium) .....	427
氧化钛 (Titanium Dioxide) .....	429
钨 (Tungsten [Wolfram]) .....	434

## Z 章

锌 (Zinc) .....	440
硒化锌 (Zinc Selenide) .....	444
硫化锌 (Zinc Sulfide) .....	448
碲化锌 (Zinc Telluride) .....	456

## 索引

### 本书非法定计量单位和英式单位换算关系

.....	332
.....	333
.....	339
.....	344
.....	353
.....	358
.....	363
.....	367
.....	375
.....	379
.....	383
.....	384

# A 章

## 铝 (Aluminum)

成分: 铝 (Al)

摩尔质量: 26.9815

密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): 2.69

### 晶系

铝的空间晶格属于立方晶系, 其面心立方点阵的晶格常数  $a = 0.404145\text{nm}$  ( $25^\circ\text{C}$ )。

### 生产

铝是混合在长石、云母、冰晶石、黏土、矾土和尖晶石等矿物质中, 一般以冰晶石和氧化铝 (亦称矾土) 作原材料, 采用电解法制造而成, 其中包含有杂质铁 (Fe)、硅 (Si)、磷 (P)、钙 (Ca) 和镁 (Mg) 等, 用拉单晶技术和局部熔化方法可以生长出单晶。

将一节 0.5in 长、并且反折起来的铝丝悬吊在高真空度 ( $10^{-5}\text{Torr}$ ) 的真空箱中, 利用螺旋状盘管式加热器通电加热, 通过真空蒸镀法淀积成薄膜。996 $^\circ\text{C}$  时的蒸镀速率是  $8.51 \times 10^{-5}\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 。经过加热可以与金属形成铝合金, 并与碳和氧化物坍塌反应。

据报道, 下面溶液对铝材料具有腐蚀作用:

- 32ml HCl : 50ml HNO<sub>3</sub> : 25~50ml CH<sub>3</sub>OH : 2ml HF (10 $^\circ\text{C}$ , 30~60s);
- 18ml HCl : 6ml HNO<sub>3</sub> : 4ml HF : 10ml H<sub>2</sub>O (10 $^\circ\text{C}$ , 约 1min);
- 15 发烟 HNO<sub>3</sub> : 45HCl : 1HF : 25H<sub>2</sub>O (室温);
- 15 HNO<sub>3</sub> : 46HCl : 10HF : 29H<sub>2</sub>O (室温);
- 47 发烟 HNO<sub>3</sub> : 50HCl : 3HF (室温, 几秒钟内);

• 7 HNO<sub>3</sub> : 12HCl : 0.8HF : 10CH<sub>3</sub>OH(0°C)。

## 热、电和机械性质

熔点/°C	660.4
沸点/°C	2470
蒸汽压/Torr	10 <sup>-4</sup> (1245K), 10 <sup>-2</sup> (1490K), 1(1830K), 10 <sup>2</sup> (2370K)
线膨胀系数/(×10 <sup>-5</sup> /°C)	2.313
比热容/[cal/(g·°C)] <sup>①</sup>	0.214(20°C)
热导率/[cal/(cm·s·°C)]	0.487
比电阻/Ω·cm	2.74×10 <sup>-6</sup> (295K), 1.65×10 <sup>-6</sup> (200K), 0.25×10 <sup>-6</sup> (80K), 0.05×10 <sup>-6</sup> (50K)
超导性	临界温度 1.196K, 临界磁场 99 Oe(奥斯特)
硬度	2.75(莫氏硬度), 167MPa(维氏硬度), 245 MPa(布氏硬度)
杨氏模量/(×10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup> )	7.051
刚性系数/(×10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup> )	2.667
体积弹性模量/(×10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup> )	7.55
弹性系数/(×10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup> )	c <sub>11</sub> 11.43(10.68), c <sub>44</sub> 3.16(2.82), c <sub>12</sub> 6.19(6.07), 0K(300K)

## 光学性质

### 透过率和反射率

透过率和反射率光谱曲线表示在图 1 中。

根据 Madden 等对真空紫外光谱取得的研究<sup>[8]</sup>, 即使在真空条件下, 镀铝膜的反射率也会缓慢下降, 对于更短的波长范围, 该现象更为明显。如果引入氧气或镀膜后暴露于空气中, 反射率会快速下降。

① 1cal=4.1868J。

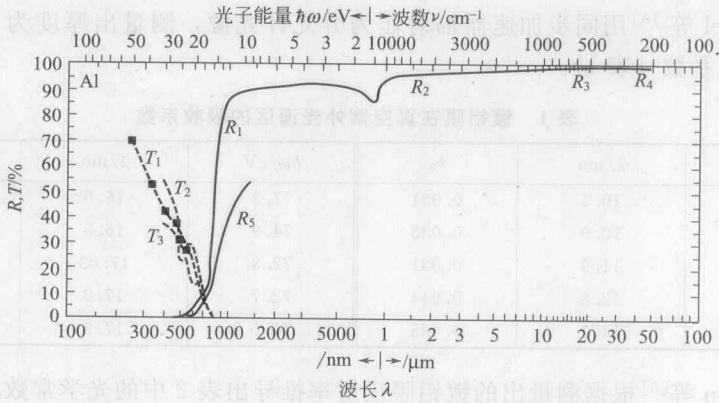


图1 镀铝膜的透过率和反射率光谱曲线

$T_1$ : 100nm (资料来源自 O. P., J. Opt. Soc. Am., 55, 630, 1965.);  $T_2$ : 47nm (资料来源自 Carins, R. B. and Samson, J. A. R., J. Opt. Soc. Am., 57, 433, 1967);  $T_3$ : 138nm (资料来源自 Vehse, R. C. et al., J. Opt. Soc. Am., 57, 551, 1967);  $R_1-R_4$ : 厚膜, 垂直入射 (资料来源自 Vehse, R. C. et al., J. Opt. Soc. Am., 57, 551, 1967. Gray, D. E., Ed., American Institute of Physics Handbook, McGraw-Hill Co., New York, 1957, 6-108; Bennett, H. E. et al., J. Opt. Soc. Am., 52, 1245, 1962; Kudo, K. et al., Sci Light, 16, 112, 1967);  $R_5$ : 43nm, 玻璃基板 (资料来源自 Walker, W. C. et al., J. Opt. Soc. Am., 49, 471, 1959).

根据 Hass 和 Waylonis 的研究<sup>[9]</sup>, 为了使镀铝反射镜在紫外光谱区有高反射率, 要求基板在高真空度的真空箱中冷却之后以高速率镀膜。

光学常数和吸收系数 (参考图 2)

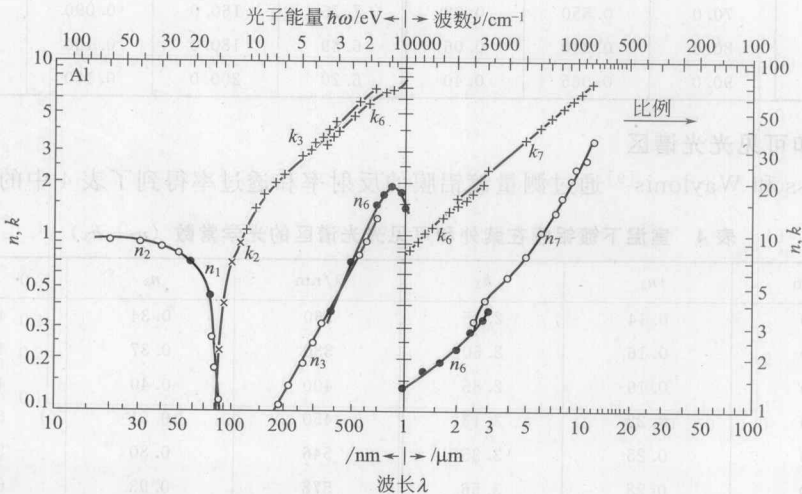


图2 铝的光学常数 ( $n_i$ :  $i=1\sim 3, 6, 7$ ;  $k_i$ :  $i=2, 3, 6, 7$ )

## 真空紫外光谱区

Haensel 等<sup>[10]</sup>用同步加速器辐射作为分光计光源, 测量出厚度为 50~200nm 铝膜的吸收系数 (表 1)。

表 1 镀铝膜在真空紫外光谱区的吸收系数

$h\nu/\text{eV}$	$\lambda/\text{nm}$	$k_0$	$h\nu/\text{eV}$	$\lambda/\text{nm}$	$k_0$
118.0	10.5	0.031	77.3	16.0	0.029
113.5	10.9	0.033	74.9	16.5	0.029
104.0	11.9	0.031	72.8	17.03	0.030
97.0	12.8	0.044	72.7	17.0	0.024
84.3	14.7	0.035	70.0	17.6	<0.001

Madden 等<sup>[8]</sup>根据测量出的镀铝膜反射率推导出表 2 中的光学常数。

表 2 室温下镀铝膜在真空紫外光谱区的光学常数 ( $n_1, k_1$ )

$h\nu/\text{eV}$	$\lambda/\text{nm}$	$n_1$	$k_1$
21.23	58.4	0.71	0.018
16.87	73.5	0.455	0.043

Hunter<sup>[11]</sup>利用临界角法推导出镀铝膜的光学常数  $n_2$  和  $k_2$  (表 3)

表 3 室温下镀铝膜在真空紫外光谱区的光学常数 ( $n_2, k_2$ )

$h\nu/\text{eV}$	$\lambda/\text{nm}$	$n_2$	$k_2$	$h\nu/\text{eV}$	$\lambda/\text{nm}$	$n_2$	$k_2$
41.32	30.0	0.950	—	12.40	100.0	0.055	0.70
31.00	40.0	0.900	—	11.27	110.0	0.056	0.90
24.80	50.0	0.820	—	10.33	120.0	0.060	1.05
20.66	60.0	0.700	0.01	8.86	140.0	0.070	1.40
17.71	70.0	0.550	0.02	7.75	160.0	0.090	1.70
15.50	80.0	0.310	0.06	6.89	180.0	0.100	2.00
13.78	90.0	0.065	0.40	6.20	200.0	0.130	2.20

## 紫外光和可见光谱区

Hass 和 Waylonis<sup>[9]</sup>通过测量镀铝膜的反射率和透过率得到了表 4 中的数据。

表 4 室温下镀铝膜在紫外和可见光谱区的光学常数 ( $n_3, k_3$ )

$\lambda/\text{nm}$	$n_3$	$k_3$	$\lambda/\text{nm}$	$n_3$	$k_3$
220	0.14	2.35	360	0.34	4.01
240	0.16	2.60	380	0.37	4.25
260	0.19	2.85	400	0.40	4.45
280	0.22	3.13	450	0.51	5.00
300	0.25	3.35	546	0.80	5.92
320	0.28	3.56	578	0.93	6.33
340	0.31	3.80	650	1.30	7.11



## 可见光和近红外光谱区

Schultz 等<sup>[12]</sup>测量出镀铝膜的反射率, 通过对数据的分析得到表 5 中的数据。

表 5 室温下镀铝膜在可见光和红外光谱区的光学常数 ( $n_4, k_4$ )

$\lambda/\text{nm}$	$n_4$	$k_4$	$\lambda/\text{nm}$	$n_4$	$k_4$
400	0.40	3.92	700	1.55	7.00
450	0.49	4.32	750	1.80	7.12
500	0.62	4.80	800	1.99	7.05
550	0.76	5.32	850	2.08	7.15
600	0.97	6.00	900	1.96	7.70
650	1.24	6.60	950	1.75	8.50

Schopper<sup>[13]</sup>得到了下面镀铝膜的光学常数值 (表 6)。

表 6 室温下镀铝膜在可见光和红外光谱区的光学常数 ( $n_5, k_5$ )

$\lambda/\text{nm}$	$n_5$	$k_5$
492	0.68	4.80
950	1.75	8.50

Bennett 等<sup>[14]</sup>通过测量镀铝膜的反射率和透射率得到表 7 所列的光学常数。

表 7 室温下镀铝膜在可见光和红外光谱区的光学常数 ( $n_6, k_6$ )

$\lambda/\mu\text{m}$	$n_6$	$k_6$	$\lambda/\mu\text{m}$	$n_6$	$k_6$
0.35	0.30	3.5	1.2	1.60	10.0
0.40	0.42	4.0	1.3	1.71	10.8
0.50	0.70	5.0	1.4	1.80	11.2
0.60	1.08	5.9	1.6	1.98	13.0
0.70	1.60	6.5	1.8	2.15	14.0
0.75	1.82	6.9	2.0	2.30	15.5
0.80	1.90	7.0	2.2	2.60	17.0
0.85	1.90	7.1	2.4	2.90	18.5
0.90	1.70	7.2	2.6	3.20	20.0
1.0	1.45	8.0	2.8	3.50	21.0
1.1	1.48	9.0	3.0	3.95	—

## 红外光谱区

Beattie<sup>[15]</sup>利用椭圆偏光法得到了镀铝膜的光学常数  $n_7$  和  $k_7$  (表 8)。

表 8 室温下镀铝膜在红外光谱区的光学常数 ( $n_7, k_7$ )

$\lambda/\mu\text{m}$	$n_7$	$k_7$	$\lambda/\mu\text{m}$	$n_7$	$k_7$
2.0	2.30	16.5	7.0	14.63	49.0
2.5	3.22	20.3	8.0	17.00	55.0
3.0	4.41	24.2	9.0	21.10	61.3
4.0	5.97	30.3	10.0	25.40	67.3
5.0	8.19	36.8	11.0	28.30	71.1
6.0	11.00	42.4	12.0	33.60	76.4