

光学技術の 事典

黒田 和男 宇都宮大学特任教授／東京大学名誉教授

荒木 敬介 キヤノン(株)／宇都宮大学客員教授

大木 裕史 (株)ニコン／東京大学特任教授

武田 光夫 宇都宮大学特任教授／電気通信大学名誉教授

森 伸芳 コニカミノルタ(株)

谷田貝豊彦 宇都宮大学教授／筑波大学名誉教授

【編集】

- 光学技術の基礎を網羅したキーワード事典
- 112の重要用語を各4頁前後で明解に解説
- 巻頭「基礎編」と巻末「基礎公式集」で理論面も充実
- 設計・製造・計測・機器等をバランスよく取り上げた実践志向のリファレンス

A5判 488頁

定価(本体13,000円+税)

ISBN 978-4-254-21041-5 C3550

 朝倉書店

執筆者 (五十音順)

阿部 勝行	オリンパス(株)	尾松 孝茂	千葉大学	武田 光夫	宇都宮大学	松本 弘一	東京大学
荒木 敬介	キヤノン(株)	川瀬 晃道	名古屋大学	立和名一雄	HOYA(株)	松山 隆司	京都大学
蟻川謙太郎	総合研究大学院大学	河田 聡	大阪大学	田中 哲	防衛大学校	松山 知行	(株)ニコン
安藤 学	キヤノン(株)	河村 尚登	前キヤノン(株)	田中 拓男	理化学研究所	丸山 晃一	HOYA(株)
家 正則	国立天文台	菊地 彰	オリンパスメカニクス(株)	太和田善久	大阪大学	水野 正朝	(株)ニコン
生駒 哲一	九州工業大学	菊地 晃司	ソニー(株)	津田 剛志	(株)ニコン	三井 恒明	キヤノン(株)
石坂 哲	コニカミノルタ(株)	木口 雅史	(株)日立製作所	植田 博文	オリンパス(株)	村上 敏貴	(株)ニコン
石部 芳浩	キヤノン(株)	久保田 慎	(株)シード	友藤 哲也	(株)ニコン	村上 洋平	(株)日本触媒
市川 裕之	愛媛大学	栗巢 賢一	住友電気工業(株)	直井 由紀	コニカミノルタ(株)	百生 敦	東北大学
伊藤 啓	(株)ニコン	黒川 隆志	国立天文台	中川 英則	キヤノン(株)	森島 綾子	ジャスコエンジニアリング(株)
稲 秀樹	キヤノン(株)	黒田 和男	宇都宮大学	長嶋 太一	大阪ガスケミカル(株)	森田 隆二	北海道大学
今村 秀明	住友電工ハードメタル(株)	桑山 哲郎	キヤノン(株)	中橋 末三	東京工芸大学	森 伸芳	コニカミノルタ(株)
上原 進	(株)オハラ	小松 進一	早稲田大学	浪川 敏之	(株)ニコン	森 勇介	大阪大学
魚津 吉弘	三菱レイオン(株)	齊藤 公博	ソニー(株)	新坂 俊輔	(株)ニコン	谷田貝豊彦	宇都宮大学
歌川 健	(株)ニコン	坂尻 浩一	東京工業大学	西井 準治	北海道大学	柳井 啓司	電気通信大学
内川 恵二	東京工業大学	佐藤 俊一	防衛医科大学校	長谷川勝二	日本分光(株)	矢成 光弘	(株)ニコン
遠藤 宏志	キヤノン(株)	佐藤 浩	キヤノン(株)	長谷川雅宣	キヤノン(株)	山口弘太郎	(株)ニコン
大木 裕史	(株)ニコン	塩入 諭	東北大学	波多腰玄一	(株)東芝	山崎 和秀	オリンパス(株)
大須賀慎二	浜松ホトニクス(株)	渋谷 真人	東京工芸大学	服部 洋幸	コニカミノルタ(株)	山本 和久	大阪大学
大瀧 達朗	(株)ニコン	志村 努	東京大学	馬場 俊彦	横浜国立大学	横森 清	科学技術振興機構
大谷 幸利	宇都宮大学	杉岡 幸次	理化学研究所	春名 正光	大阪大学	吉村 政志	大阪大学
大友 文夫	(株)OTリサーチ	鈴木憲三郎	(株)ニコン	福田 一帆	東京工業大学	鷲巢 晃一	キヤノン(株)
大沼 一彦	千葉大学	関根 淳	(株)ニコン	不二門 尚	大阪大学	樹渡 順次	東京工業大学
岡本 隆之	理化学研究所	高見 英樹	国立天文台	古澤 明	東京大学		
長田 英紀	OPI(株)	竹添 秀男	Otto von Guericke Univ.	増田 高	キヤノン(株)		

内容目次

第I部 基礎編

- A. 幾何光学
- B. 波動光学
- C. 偏光・結晶光学
- D. 放射と散乱
- E. 統計光学

第II部 製造技術

【設計】

- 1 近軸光学
- 2 絞りとその作用
- 3 収差
- 4 フーリエ光学
- 5 性能評価法
- 6 レンズ設計
- 7 自動設計法
- 8 非球面光学系
- 9 非共軸光学系
- 10 分布屈折率光学系
- 11 非結像用光学系
- 12 ガウスビーム光学系
- 13 光学薄膜の設計

【加工・製造】

- 14 ガラス・結晶材料の加工
- 15 モールド
- 16 インプリント
- 17 レーザープロセッシング
- 18 分布屈折率
- 19 接着
- 20 製膜法

【検査】

- 21 基礎定数の測定
- 22 波面収差、面形状の測定
- 23 屈折率の計測
- 24 透過率・反射率の計測
- 25 解像力・OTFの計測

【材料】

- 26 光学ガラス
- 27 結晶
- 28 赤外光学材料
- 29 フルオレン系光学材料
- 30 液晶
- 31 微粒子
- 32 光学薄膜材料
- 33 光学フィルム

【素子】

- 34 レンズ
- 35 ミラー
- 36 プリズム
- 37 フィルター
- 38 回折格子
- 39 レーザー
- 40 光源
- 41 発光ダイオード
- 42 光検出器
- 43 固体撮像素子
- 44 光ファイバーと光導波路
- 45 偏光素子
- 46 変調素子

【画像処理と信号処理】

- 47 画像とサンプリング定理
- 48 デジタルカメラ画像処理
- 49 画像復元と超深度
- 50 物体認識
- 51 3次元画像計測
- 52 時系列解析

第III部 光関連技術・応用技術

【計測】

- 53 長さ・距離・角度の計測
- 54 形状の計測
- 55 変位・振動の計測
- 56 速度・温度・圧力の計測
- 57 欠陥検査

58 光ファイバーセンサー

59 偏光の計測

【測光測色】

- 60 測光
- 61 色覚と観察環境
- 62 表色系
- 63 減法混色と色予測
- 64 印刷における色再現

【ホログラフィー】

- 65 ホログラフィー
- 66 デジタルホログラフィー
- 67 ホログラフィック光学素子

【生理光学】

- 68 眼の光学系
- 69 生物の眼
- 70 視覚系の情報処理機構

【最新光学技術】

- 71 近接場光学
- 72 電磁場解析
- 73 プラズモニクス
- 74 量子光学
- 75 非線形光学
- 76 フォトニック結晶
- 77 超短パルスレーザー
- 78 テラヘルツ応用
- 79 X線イメージング
- 80 メタマテリアル

【医用】

- 81 内視鏡
- 82 OCT
- 83 眼底カメラ
- 84 眼内レンズ
- 85 マンモグラフィ
- 86 光トポグラフィ
- 87 光線力学的治療
- 88 医用計測機器

【光応用技術】

- 89 太陽熱利用
- 90 太陽電池
- 91 オートフォーカス
- 92 超解像技術
- 93 補償光学系
- 94 手振れ防止技術
- 95 計算機リソグラフィ

第IV部 光学機器

【光学機器】

- 96 カメラ
- 97 カメラ用レンズ
- 98 顕微鏡
- 99 レーザー走査顕微鏡
- 100 望遠鏡
- 101 眼鏡
- 102 コンタクトレンズ
- 103 光ディスク
- 104 スキャナー・複写機
- 105 レーザー走査光学系プリンター
- 106 レーザー加工機
- 107 分光機器
- 108 ステッカーの光学系
- 109 レーザーディスプレイ
- 110 プロジェクター
- 111 3次元映像機器
- 112 測量機器

○基礎公式集

幾何光学基本方程式 / 光線追跡・結像公式 / Seidel収差・色収差 / Zernike多項式 / Maxwell方程式 / 波動方程式 / スカラー波動方程式の解 / 特殊関数 / 光強度 / Fresnel係数 / 回折 / 偏光表示 / 結晶光学 / 放射量と測光量

分布屈折率光学系

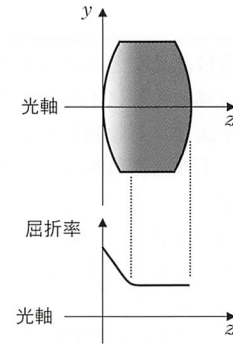
通常のレンズに使われるガラスは均一（屈折率一定）であるが、ガラスの屈折率を場所の関数として変化させることにより、屈折率勾配によるレンズ作用を得ることができる。このようなレンズを分布屈折率レンズもしくはGRIN（Gradient Index）レンズという。

分布屈折率レンズに関する研究は、古くは1854年のMaxwellのフィッシュアイや1905年のWoodによるゼラチンを用いた実験などが有名である。近年における発展は、1968年の日本板硝子（株）と日本電気（株）の共同によるセルフオックレンズの開発¹⁾に端を発している。分布屈折率レンズの理論的研究は、1970年代初めのSandsによる収差論的研究²⁾によって進展し、その後Mooreらによる設計、製作、測定にわたる研究により総合的なものとして進歩した。特に、Atkinsonらとの共同により示されたレンズ設計例³⁾は、ラジアル型分布屈折率レンズを用いて結像光学系のレンズ構成枚数を従来の3分の1に削減する革新的なものであった。

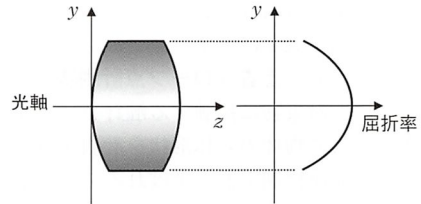
分布屈折率レンズを用いた実用光学系としては、光通信用のファイバー結合レンズとして普及した日本板硝子（株）のセルフオックや極細硬性内視鏡用リレーレンズ⁴⁾、スキャナー用レンズアレー⁵⁾などがあり、分布屈折率の特性を活かして用いられている。

a. 屈折率分布表現

分布屈折率レンズも、通常光軸に対して回転対称であり、主な屈折率分布は図1(A)に示すように光軸方向に屈折率分布をもつアキシャル型と、図1(B)に示すよ



(A) アキシャル型



(B) ラジアル型

図1 屈折率分布の主な2タイプ

うに光軸と垂直方向に屈折率分布をもつラジアル型がある。

アキシャル型分布屈折率レンズの屈折率分布は、光軸方向の距離 z の関数で与えられ、その屈折率分布 $n_{ax}(z)$ は、以下の式で表される。

$$n_{ax}(z) = N_{00\lambda} + N_{01\lambda}z + N_{02\lambda}z^2 + \dots \quad (1)$$

ここで、 $N_{0j\lambda}$ ($j=0, 1, 2, \dots$) は波長 λ における屈折率分布係数である。

ラジアル型の屈折率分布は、光軸から垂直方向の距離 r の偶関数で与えられ、その屈折率分布 $n_{ra}(r)$ は、以下の式で表される。

$$n_{ra}(r) = N_{00\lambda} + N_{10\lambda}r^2 + N_{20\lambda}r^4 + \dots \quad (2)$$

ここで、 $N_{0i\lambda}$ ($i=0, 1, 2, \dots$) は波長 λ における屈折率分布係数である。

分布屈折率レンズの屈折率分布の一般型としては、 λ を省略して、次のような多項

形状の計測

機械部品などの表面形状計測は、工業製品の製造管理に不可欠の技術である。光学的手法は、対象物に非接触に測定できること、干渉計測技術などを駆使すると高感度の測定ができることなどが特徴である。形状の計測法は、[53. 長さ・距離・角度]で述べた測長法を用いて物体の各点の位置や高さを一点ごとに計測することで実現できる。これが点計測法あるいはプローブ法とよばれる方法である。一方、干渉縞のような等高線パターンとして形状を面的に測定する面計測法もある。代表的な形状測定法を表1に示す。

a. 走査プローブ点計測法

対象物に接触する触針を三次元的に走査して物体の立体形状を計測する装置は三次元座標測定器とよばれる。この触針を光学的に実現する方法が光プローブ法である。

b. 鏡面の計測

(1) 干渉計測法²⁾ 工業計測でよく利用される干渉計として、図1に示すFizeau干渉計がある。対象物に接近した位置に参照半透明鏡を置き、物体からの反射光と半透明反射鏡からの反射光を干渉させ

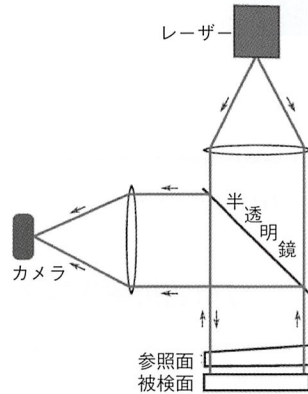


図1 Fizeau干渉計

る。

今、適当な基準面からの高さが、 $h(x, y)$ の鏡面反射物体を考えよう。この物体を、基準面に垂直な平行光で照明し、この反射光を物体光として、干渉計で干渉縞を測定したとしよう。このとき得られる干渉縞の強度分布は、光の波長を λ とすれば、

$$I(x, y, \delta) = A + B \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} 2h(x, y) + \delta \right] \quad (1)$$

のように書ける。ただし、 δ は、物体面上にとった基準面からの反射光と参照面からの反射光の位相差である。干渉縞の明縞から明縞または暗縞から暗縞までの間隔に対応する形状差は、反射物体の場合には、 $\lambda/2$ に等しいことがわかる。典型的な干渉

読者対象

- 光学・電気電子・機械・情報・計測などの関連企業の技術者。
 - 大学および研究所図書室。
 - 工学・応用物理学などの学生、研究者。
- [2014年8月刊]

きりとり線

【お申し込み書】この申し込み書にご記入のうえ、最寄りの書店にご注文下さい。

光学技術の事典

A5判 488頁 定価(本体13,000円+税)
ISBN 978-4-254-21041-5 C3550

冊

●お名前 公費 私費

●ご住所(〒)TEL

取扱書店