



テクニカルノート

当社の光学部品(光学素子)の多くは、高品質と標準品質の2つの等級に分けられています。この等級分けにより、お客様個々の使用目的に合った商品が迅速に見分けられるようになっています。等級別の違いや特長は以下の通りです。

[▼高品質等級]

- ・OEM / 量産向けに推奨(継続的供給が可能)
- ・高品質、高性能

OEM / 量産から研究用途にまで対応するため、本カタログではレンズ、プリズム、ミラー、光学ウインドウなど、非常に幅広い光学部品を掲載しています。

継続的供給：

迅速な生産供給と長期的な継続供給を実現します。そのため試作・開発だけでなく、OEM / 量産の引き合いにも最適です。

系統だった品揃え：

系統だった規格で品揃えしているため、研究や設計開発においてシステムティックに作業を進めることが可能です。

[▼標準品質等級]

- ・限定されたテクニカルデータ
- ・汎用的デザイン

標準品質等級の光学部品は、汎用製品としての基準を満たす一級品で、通常大量の引き合いにも迅速な供給が可能です。精度や品質が標準的で、試作だけでなく、量産での大量一括購入にも通常は対応します。高品質等級の光学部品と異なり、品揃えは系統だっていません。また仕様の設定が少ないのも特長です。

【 RoHS 指令と光学部品 】

● RoHS 指令(2002/95/EC 指令)とは？

EU加盟国では、2006年7月1日以降に同市場で販売される特定の電気・電子機器(主に個人消費者向けの民生機器)に対して、RoHS (Restriction of the use of Hazardous Substances) 指令が適用されます。この指令により、指定6種類の有害化学物質の使用が実質禁止されることとなります。指定6物質とは、鉛(Pb)、水銀(Hg)、カドミウム(Cd)、六価クロム(Cr(VI))、そしてプラスチック難燃剤のポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)とポリ臭化ビフェニール(PBB)です。この指令は、一連のEU環境指令の一つであり、WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment) 指令とも密接に関連しています。

● 製品に指定6物質の一つでも含有されていると、どうなる？

RoHS 指令により定められた許容最大含有濃度(対重量比)を超えてしまうと、その製品は販売できなくなります(2006年7月1日以降)。許容最大含有濃度は、カドミウムが100ppm(0.01%)、残りの物質が1000ppm(0.1%)です(但し対象部材によっても、もっと緩い許容濃度値が設定されています)。

● 当社光学部品は、RoHS 指令に適合しているか？

本カタログに掲載のガラス製光学部品(光学素子)は、EUのTAC(Technical Adaptation Committee)により公布された許容最大含有濃度の条件、或いは2005/747/EC指令のAnnex 13により、RoHS 指令による規制をクリアできると考えます。後者の2005/747/EC のAnnex 13は、光学ガラスや光学用フィルタガラス製品を対象に規制の適用除外を認めており、同製品に含有していることの多い鉛やカドミウムの使用を特別に認めています。よってこの種の製品に関しては、RoHS 指令(2002/95/EC 指令)に「適合」となります。

オプティカル
ベース
オプティカル
アクセサリ
オプティカル
エレメント
オプティカル
実験セット

単
レン
ズ

ア
シ
ン
ク
レ
ン
ズ

非
接
触
レ
ン
ズ

ホ
ー
ル
レ
ン
ズ

シ
ン
ド
カ
ル
レ
ン
ズ

フ
レ
ネ
ル
レ
ン
ズ

ビ
ーム
ス
プ
リ
ン
グ

ミ
ニ
ア
ミ
ミ
ー

ビ
ーム
ス
プ
リ
ン
グ

プ
リ
ズ
ム

光
学
ウ
ィ
ン
ド
ウ

光
学
フ
ィ
ル
タ

偏
光
素
子

透
視
鏡

N
フ
ィ
ル
タ

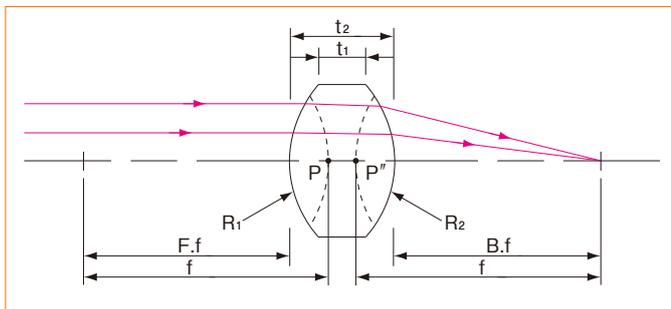
フ
ィ
ル
タ
サ
マ
ン
ダ
リ

光
学
部
品



レンズの図中にある記号の説明

- f (Effective Focal Length): (有効)焦点距離
- F.f (Front Focal Length): フロントフォーカス
- B.f (Back Focal Length): バックフォーカス
- P (Primary Principal Point): 前側主点(第一主点)
- P'' (Secondary Principal Point): 後側主点(第二主点)
- t1 (Edge Thickness): コバ厚
- t2 (Center Thickness): 中心厚
- R1 (Radius of Curvature): 第一面の曲率半径
- R2 (Radius of Curvature): 第二面の曲率半径



【光学ガラスの諸特性】

02

(※)@589.3nm (☆)複屈折材料。数値はC軸に平行な場合 (★)使用上限温度

機材名	屈折率nd	アッペ数Vd	比重ρ(g/cm ³)	熱膨張係数α(×10 ⁻⁶ /°C)	転移点T(°C)
フッ化カルシウム(CaF ₂)	1.434	95.10	3.18	18.85	800★
合成石英	1.458	67.70	2.20	0.55	1000★
ポロフロート™	1.472	56.70	2.20	3.25	450★
バイレックス®7740	1.474(※)	65.4(※)	2.23	3.20	490★
N-BK7	1.517	64.20	2.46	7.10	557
N-K5	1.522	59.50	2.59	8.20	546
B270/S1	1.523	58.50	2.55	8.20	533
セロデュア®	1.542	56.20	2.53	0.05	600★
N-SK11	1.564	60.80	3.08	6.50	604
N-BaK4	1.569	56.10	3.1	7.00	555
N-BaK1	1.573	57.55	3.19	7.60	592
L-BAL35	1.589	61.15	2.82	6.60	489
N-SK14	1.603	60.60	3.44	7.30	649
N-SSK8	1.618	49.80	3.33	7.10	598
N-F2	1.620	36.40	3.61	8.20	438
BaSF1	1.626	38.96	3.66	8.50	493
N-SF2	1.648	33.90	3.86	8.40	441
N-LaK22	1.651	55.89	3.73	6.60	689
S-BaH11	1.667	48.30	3.76	6.80	575
N-BaF10	1.670	47.20	3.76	6.80	580
N-SF5	1.673	32.30	4.07	8.20	425
N-SF8	1.689	31.20	4.22	8.20	422
N-LaK14	1.697	55.41	3.63	5.50	661
N-SF15	1.699	30.20	2.92	8.04	580
N-BaSF64	1.704	39.38	3.20	9.28	582
N-LaK8	1.713	53.83	3.75	5.60	643
N-SF18	1.722	29.30	4.49	8.10	422
N-SF10	1.728	28.40	4.28	7.50	454
S-TIM13	1.741	27.80	3.10	8.30	573
N-SF14	1.762	26.50	4.54	6.60	478
サファイア*	1.768	72.20	3.97	5.30	2000★
N-SF11	1.785	25.80	5.41	6.20	503
N-SF56	1.785	26.10	3.28	8.70	592
N-LaSF44	1.803	46.40	4.46	6.20	666
N-SF6	1.805	25.39	3.37	9.00	605
N-SF57	1.847	23.80	5.51	8.30	414
N-LaSF9	1.850	32.20	4.44	7.40	698
N-SF66	1.923	20.88	4.00	5.90	710
S-LAH79	2.003	28.30	5.23	6.00	699
ジंकセレン(ZnSe)	2.403	N/A	5.27	7.10	250★
シリコン(Si)	3.422	N/A	2.33	2.55	1500★
ゲルマニウム(Ge)	4.003	N/A	5.33	6.10	100★

- オプティカルベース
- オプティカルアクセサリ
- オプティカルエレメント
- オプティカル実験セット

- 単レンズ
- アロマトリプルレンズ

- 非球面

- ボウル

- シンドリカル

- フッ素

- エキスバタ

- ミラ

- スリム

- ウイド

- プリズム

- 光学





(*)屈折率(Index of Refraction, nd)及びアッペ数(Abbe Number, Vd)は、ヘリウム光源の出す黄色スペクトル線であるd線(587.6nm)を光学の基準波長とし、基準波長における諸特性を記載しています。定義は次の通りです。

$$\text{屈折率 } nd = \frac{\text{真空中の光の速度}(2.998 \times 10^8 \text{ m/s})}{\text{媒質中のd線の数}} \quad \text{アッペ数 } Vd = \frac{nd-1}{nF-nC}$$

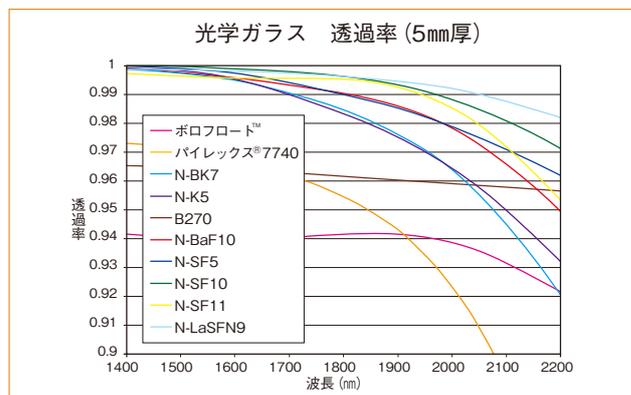
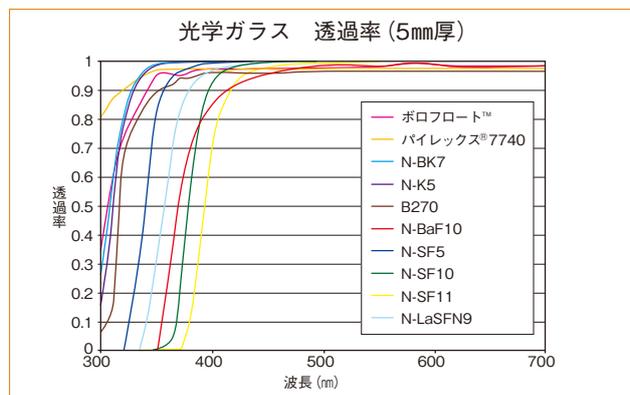
なおアッペ数の係数であるnCやnFは、水素のスペクトル線であるc線(656.3nm)やF線(486.1nm)における屈折率です。

(**)転移点(Transformation Temperature; Tg)は、ガラスが剛性状態から粘弾性状態に転移する温度を差し、使用上限温度の目安になる値として次のように利用されます。

- [Tg-300℃]: 長時間使用において、超えてはいけない温度
- [Tg-250℃]: 短時間使用において、超えてはいけない温度
- [Tg-200℃]: 使用時に絶対に超えてはいけない温度

光学ガラスの記述(コードナンバー)

本カタログでは、ガラスの屈折率とアッペ数を表す記述を、MIL-G-174の規格に基づき掲載しています。一例として、N-BK7のガラスの場合は、屈折率nd=1.517、アッペ数Vd=64.2であることから、517/642と記述しています。



本カタログに掲載された光学部品には、非常に多くの光学ガラスが使用されています。どの硝材も異なる光学特性を有するため、その選択は時に重要となります。ガラスの屈折率ndやアッペ数Vdは特に頻りに用いられるデータです。なお多くの光学ガラスメーカーが、殆ど等しい光学特性を持ったガラスを独自の呼称で製造・販売しております。当社では光学部品製造時に迅速なガラスの調達ができるよう、これらのガラスを同一と見なして、複数のガラスメーカーからの材料を調達しています。ガラスメーカーの違いにより光学部品の性能に影響が出ることはありません。

【レンズ系による光学的性能の違い】 03

レンズを用いた光学系(レンズ系)は、全て次の3種類のデザインに大別することができます。単位共役比デザイン(有限系デザイン)、アフォーカル系デザイン、及び無限共役比デザイン(無限系デザイン)です。

本カタログでは、レンズの形状別に様々なタイプのレンズをご用意しています。平凸レンズや両凸レンズに代表される単レンズ、そしてアクロマティックレンズに代表される貼り合わせレンズ(色消しレンズ)がそれです。これらのレンズは全て、1枚、あるいは複数枚使用により、前述の3種類のデザインを構成することができます。下記チャートは、各レンズでこれら3種類のデザインを構成した場合に得られる光学的性能の優劣等の目安を表したものです。





CONTACT

[東京] TEL : 03(3257)1911 ・ FAX : 03(3257)1915
[大阪] TEL : 06(6306)1911 ・ FAX : 06(6306)1912

E-mail : eigyou@chuo.co.jp

URL : www.chuo.co.jp

[▼チャートの見方]

各レンズにより構成されたデザインを評価するファクタとして、低Fナンバー、多色性、視野効率の3項目を評価基準に設定しています。評価は★マークによる5段階評価です(★=劣、★★★★★=優秀)。

低Fナンバー : Fナンバーが低い条件の時(光を取り込む径が大きい時、あるいは開口数NAが高い時)の集光能力。低Fナンバー用途で使用できるレンズを(★★★★★)で評価。

多色性 : 多色光照明(白色光照明)に対する集光能力。レーザーやLED等の単色光源とは異なり、多色光照明の場合は色収差の有無がレンズ性能の評価基準となります。多色光照明においてフィルタを使わずに有効に機能するレンズを(★★★★★)で評価。

視野効率 : 大きなサイズの光源(あるいは物体)に適応することのできる能力。あるいは大きなサイズのセンサ(あるいは像)に適応する能力。アフォーカル系デザインでは広い画角に対応できる能力を指します。大きなサイズに適応するレンズを(★★★★★)で評価。

1. 単位共役比デザイン(Finite Conjugate Design):

無限遠にない、有限位置にある物体からの光を、光学系を通して別の点に集光するようなデザインを指します。イメージング用途において、大抵のカメラ用レンズ製品は、この単位共役比デザインに該当します。有限位置にある物体(被写体)の視覚的情報を、同じく有限位置にあるカメラのセンサ面上に結像させるためです。

共通用途：カメラ撮像光学系、リレーレンズ光学系、イメージプロジェクタ

■ レンズ1枚構成：

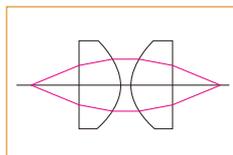
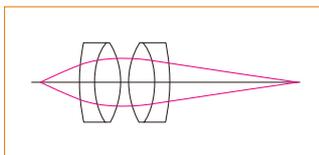
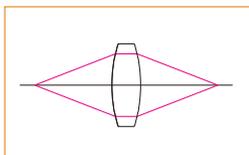
レンズ1枚だけの最もシンプルな構成です。レンズ1枚だけで単位共役比デザインの光学系を構成する場合、使用したレンズの焦点距離そのものが系の焦点距離になります。この構成のメリットは、投資コストの少なさと構成のシンプルさです。どのような焦点距離のレンズを選ぶかは、下記公式により求められます。

■ レンズ2枚構成：

2枚の異なる焦点距離のレンズ(焦点距離は同じでも可)を組み合わせることにより、集光性能をレンズ1枚構成から大きく改善することが可能です。この構成の場合、物体側に配備するレンズの焦点が物点となり、像側に配備するレンズの焦点が像点となります。レンズ1枚構成に比べると、構成はやや複雑になります。

■ 現実的な提案：

イメージング用途においては、アクロマティックレンズ等の貼り合わせレンズが一般に用いられます。貼り合わせレンズの使用により、高い像品質が得られるためです。平凸レンズや両凸レンズ等の単レンズは、非イメージング用途(例えば照明光学系など)に一般に用いられます。非イメージング用途の場合、通常は高い分解能を求めないからです。



$$F = \frac{O \times I}{O - I}$$

$$M = \frac{I}{O} = \frac{F}{(O+F)} = \frac{H_i}{H_o}$$

$$F = \frac{F_o \times F_i}{F_o + F_i - d}$$

$$M = \frac{I}{O} = \frac{-F_i}{F_o} = \frac{H_i}{H_o}$$

レンズタイプ	低Fナンバー	多色性域	視野効率	使用提案
平凸レンズ	★	★	★★	レンズ2枚構成
両凸レンズ	★★	★	★★★	レンズ1枚構成
アクロマティックレンズ	★★★★	★★★★	★★★★	レンズ2枚構成

- オプティカルベース
- オプティカルアクセサリ
- オプティカルエレメント
- オプティカル実験セット
- 単レンズ
- アクロマティックレンズ
- 非球面
- ボウル
- シンドリカル
- フラスコ
- エキスパダ
- ミラ
- ビームスリット
- プリズム
- ウインドウ
- 光学フィルタ
- 偏光素子
- 波長板
- NDフィルタ
- フルシヤル
- その他





- オプティカル
ベース
- オプティカル
アクセサリ
- オプティカル
エレメント
- オプティカル
実験セット

- 単
レンズ
- ア
ク
ロ
マ
テ
ィ
ッ
ク
レ
ン
ズ
- 非
球
面
レ
ン
ズ
- ポ
リ
ン
ド
レ
ン
ズ
- シ
ン
ド
リ
カ
ル
レ
ン
ズ
- フ
レ
ン
ズ
- ビ
ーム
エ
キ
ス
パ
ン
ダ
- 光
学
用
ミ
ラー
- ビ
ーム
リ
テ
ラ
ー
- フ
リ
ズ
ム
- 光
学
ソ
リ
ン
ド
ウ
- 光
学
フ
ィ
ル
タ
- 偏
光
素
子
- 波
長
板
- N
リ
フ
ィ
ル
タ
- フ
レ
ィ
ン
グ
リ
テ
ラ
ー
- フ
レ
ィ
ン
グ
リ
テ
ラ
ー
- 光
学
器
材

2. アフォーカル系デザイン(Afocal Design):

無限遠からの光(「平行光」、あるいは「コリメート光」と呼びます)を所定の倍率を持った光学系により、異なるサイズの平行光として射出するデザインを指します。イメージング用途における望遠鏡、またコンデンサ用途におけるレーザービームエキスパンダがこのデザインに該当します。

共通用途：望遠鏡、レーザービームエキスパンダ

■ 凸レンズ2枚構成：

凸レンズ2枚による構成は、前段のレンズにより一旦像が結ばれることにメリットがあります。この像点に十字線スケールなどのレクチルを配置することにより、後段のレンズがレクチルと像の両方を集光します。反対にデメリットは、この構成により負の倍率になること(像が反転すること)です。そのため正立像が必要な場合は、プリズムの併用やリレーレンズを2枚構成の間に配置するといった工夫が必要になります。

■ 凸レンズ1枚と凹レンズ1枚による構成：

レーザービームエキスパンダは、大抵この構成でデザインされています。

凸レンズ2枚構成と比較した場合、この構成は光学系全体のシステム長を短くでき、また正立像が得られる点にメリットがあります。

■ 現実的な提案：

視野効率が改善できる点から、アchromaticレンズ等の貼り合わせレンズが一般に用いられます。

なお接眼レンズにおいては、結像性能を改善する手段としてアフォーカル系デザインが採用されることがあります。



$$M = \frac{-F_0}{F_1} = \frac{P_0}{P_1} = \frac{\alpha_i}{\alpha_o}$$

$$d = F_0 + F_1$$

(注)Pは、瞳(Pupil)の半径です。

レンズタイプ	低Fナンバー	多色性	視野効率	使用提案
平凸レンズ	★★	★	★★	イメージング、照明
両凸レンズ	★	★	★★★	—
アchromaticレンズ	★★★★	★★★★	★★★★	イメージング、照明

3. 無限共役比デザイン(Infinite Conjugate Design):

単位共役比とアフォーカル系の2つのデザインがミックスした内容で、無限遠にある物体からの光を1点に集光するようなデザインを指します。また可逆的に、有限位置にある物体からの光を無限遠(平行光)に変換するような光学系もこのデザインになります。イメージング用途におけるオートコリメータや顕微鏡用無限補正対物レンズ、またコンデンサ用途におけるレーザーフォーカシングがこのデザインに該当します。

共通用途：オートコリメータ、光ディテクタ、無限補正対物レンズ

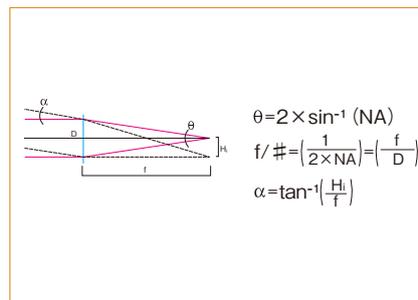
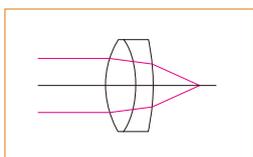
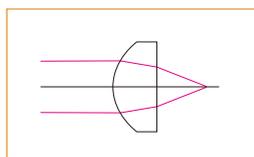
■ レンズ1枚構成：

無限補正対物レンズの例外を除き、一般的なケースにおいてレンズ複数枚構成は必要ありません。1枚構成で主に使用します。この時、使用したレンズの焦点が像位置になります。無限共役比デザインでの重要なファクタに、レンズの集光能力を定性的に表すFナンバー、また集光した光の分解能を定性的に表す開口数(NA)があります。個々の光学系によるFナンバーやNAは、下記公式により算出することができます。



■ 現実的な提案 :

レンズ1枚により、大抵の平行光のフォーカシング用途において良好な結果が得られます。



レンズタイプ	低Fナンバー	多色性	視野効率	使用提案
平凸レンズ	★★	★	★★	ディテクタ、照明
両凸レンズ	★	★	★★	—
アクロマティックレンズ	★★★★	★★★★	★★★★	イメージング、照明

記号の説明

Hi, Ho	Hiは像高、Hoは物高。どちらの高さも実際のサイズの半値(光軸からの高さ)で定義。またアフォーカル系デザインにおいては、レーザーのビームウエストの半値で定義。
l, O	lは像距離、Oは物距離。どちらの距離もレンズの主点位置(各々、後側主点と前側主点)からの距離で定義される。
Fi, Fo	Fi, Fo: 焦点距離。レンズ2枚構成の光学系において、Fiは像側レンズの焦点距離、Foは物側レンズの焦点距離を表す。
f	有効焦点距離。レンズ2枚構成の光学系においては、系全体の合成焦点距離を表す。
M	光学系の倍率。像の拡大/縮小、あるいは物体の投影の大きさを表す。
θ	光学系により受け入れられる、あるいは放射される光の錐角。全角表示で表す。
d	レンズ2枚構成の光学系において、2枚のレンズ間の距離。
f/#	Fナンバー。光学系の光の集光能力(明るさ)を表す。
D	レンズの直径。
αi, αo:	無限共役比デザインの光学系においての画角。半角表示で表す。

【 反射防止膜(Anti-Reflection Coating ; AR coating) 】

04

反射防止膜は不要な戻り反射を低減し、透過率を改善する機能があります。レンズには表面と裏面の二面がありますが、一面に対して生じる表面反射(フレネル反射)の量は、光が伝播する基板の屈折率(Index of Refraction)と、基板を取りまく周囲の媒質の屈折率に依存し、右式に示す理論式により求めることができます(垂直入射の場合)。

右式の理論式の一例として、屈折率nsが1.5の標準的光学ガラスの場合、noが空気の屈折率(=1)とするとR=(0.5/2.5)²=(0.2)²=0.04となり、一面当たりで4%の反射ロスがあることがわかります(両面で8%)。これを屈折率2.4のZnSeレンズで考えてみると、R=17%にもなり、両面で34%の反射ロスがあることがわかります。反射ロスが数%程度と比較的少ないレンズでも、レンズ複数枚を用いる光学系の場合は、像コントラストの低下やゴースト像の発生にも繋がり、実用上無視ができなくなります。反射防止膜の付いた光学部品の採用は、これらの問題の改善に大きく貢献します。

表面反射(フレネル反射)の量(一面当たり)

$$R = [(n_s - n_o) / (n_s + n_o)]^2$$

no: 周囲の媒質の屈折率 (空気の場合 no=1)

ns: ガラス基板 (Substrate) の屈折率

オプティカル
ベース
オプティカル
アクセサリ
オプティカル
エレメント
オプティカル
実験セット

単
レ
ン
ズ

ア
ク
ロ
マ
ィ
ッ
ク

非
球
面

ポ
リ
ミ
ー
ル

シ
ン
ド
リ
カ
ル

フ
ィ
ル
タ

ビ
ーム
ス
ト
プ

ミ
ラ
ー

ビ
ーム
ス
ト
プ

フ
ィ
ル
タ

ウ
ィ
ン
ド
ウ

光
学
フ
ィ
ル
タ

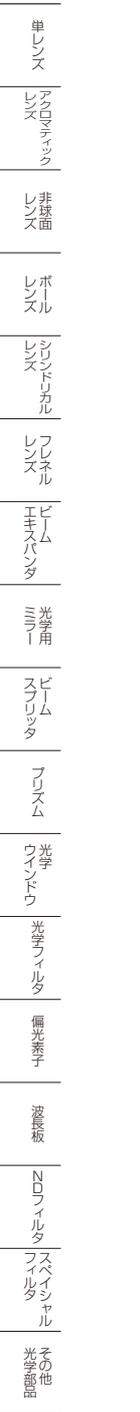
偏
光
素
子

波
長
板

N
D
フ
ィ
ル
タ

フ
ィ
ル
タ

そ
の
他



[▼ 可視域用反射防止膜]

MgF₂コーティングは、反射防止膜にMgF₂(フッ化マグネシウム)の単層膜をガラス基板上に施した、当社の反射防止膜中、最も標準的なコーティングです。中心波長550nm(可視波長帯の中央の波長)でデザインされ、400-700nmの可視域全体における平均反射率を1.75%以下にまで抑えます(一面当たり)。

可視域マルチコーティングは、前述のMgF₂シングルコートよりも更に低反射率の可視域用誘電体多層膜(マルチコート)です。425-675nmにおいて、平均反射率を0.4%以下にまで抑えます(一面当たり)。

可視-近赤外用マルチコーティングは、可視~近赤外の広帯域に対し、98%レベルの透過率を実現する誘電体多層膜(マルチコート)です。

[▼ 紫外用反射防止膜]

紫外用マルチコーティングは、250-425nmにおいて、1%以下の絶対反射率(一面当たり)を実現する誘電体多層膜です。

可視-紫外用マルチコーティングは、250-700nmにおいて、平均反射率を1.5%以下(一面当たり)に抑える誘電体多層膜(マルチコート)です。特に350-450nmにおいては、レンズ一面当たり1%以下に抑えます。(一面当たり)

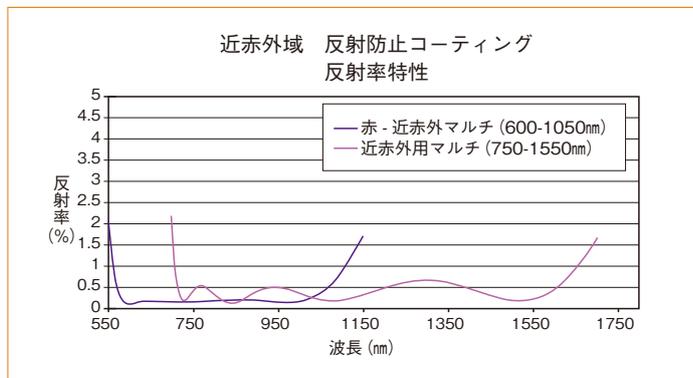
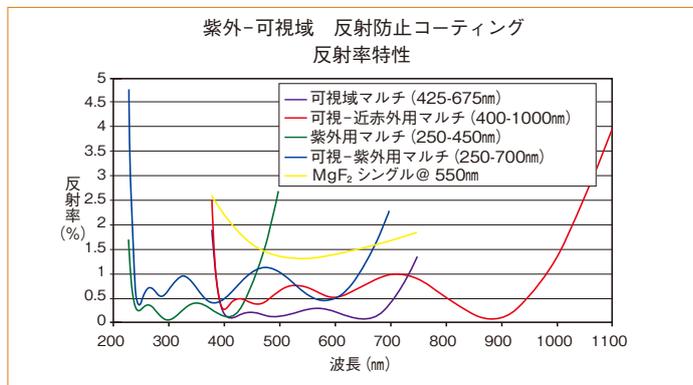
[▼ 近赤外用反射防止膜]

赤-近赤外用マルチコーティングは、可視域の赤色~近赤外の広帯域に対して99%レベルの透過率を実現する誘電体多層膜(マルチコート)です。600-1050nmにおける平均反射率を0.5%以下に抑えます(一面当たり)。

近赤外用マルチコーティングは、近赤外域に対して98%レベルの透過率を実現する誘電体多層膜です。800-1550nmにおける絶対反射率を1%以下に、また750-800nmにおける絶対反射率を1.5%以下に抑えます(一面当たり)。増反射膜(Enhanced Reflectance Coating)

反射コーティング

コートタイプ	光学的仕様(一面当たり)
MgF ₂ シングル@550nm	R _{avg} ≤ 1.75% 400-700nm (N-BK7)
可視域マルチ [425-675nm]	R _{avg} ≤ 0.4% 425-675nm
可視域マルチ 45° [425-675nm]	R _{avg} ≤ 0.75% 425-675nm
紫外用マルチ [250-450nm]	R _{abs} ≤ 1.0% 250-425nm
	R _{avg} ≤ 0.75% 250-425nm
	R _{avg} ≤ 0.5% 370-420nm
可視-紫外用マルチ [250-700nm]	R _{abs} ≤ 1.0% 350-450nm
	R _{avg} ≤ 1.5% 250-700nm
可視-近赤外用マルチ [400-1000nm]	R _{abs} ≤ 0.25% 880nm
	R _{avg} ≤ 1.25% 400-870nm
	R _{avg} ≤ 1.25% 890-1000nm
赤-近赤外用マルチ [600-1050nm]	R _{avg} ≤ 0.5% 600-1050nm
近赤外用マルチ [750-1550nm]	R _{abs} < 1.5% 750-800nm
	R _{abs} < 1.0% 800-1550nm
	R _{avg} < 0.7% 750-1550nm





05

【増反射膜(Enhanced Reflectance Coating)】

増反射膜には、金属膜と誘電体多層膜があります。当社では5種類の金属膜を標準増反射膜としてラインアップしています。

どのコーティングも誘電体の保護膜が金属膜表面に施されており、金属膜自身の酸化による反射特性の劣化を抑え、膜自身の耐久性を向上させます。

またクリーニング作業も容易にします。

【▼増反射用金属膜】

アルミコーティング(Protected Aluminum)は、可視～近赤外の波長で使用される最も標準的な金属膜です。1/2波長膜の一酸化シリコン(SiO)が保護膜として施されます。平均反射率は400-700nmにおいて85%以上です。

反射強化アルミコーティング(Enhanced Aluminum)は、アルミの金属膜を適当な誘電体多層膜で保護することにより、450-650nmの可視光における平均反射率を95%以上に改善します。アルミコートに比べて価格は高くなりますが、可視域での反射率が総じて高いため、より高い反射率が必要な場合にはこちらをお勧めします。

UV反射強化アルミコーティング(UV Enhanced Aluminum)は、アルミの金属膜を適当な誘電体多層膜で保護することにより、紫外域での反射率をより高めます。250-700nmにおいて85%以上の平均反射率が得られます。

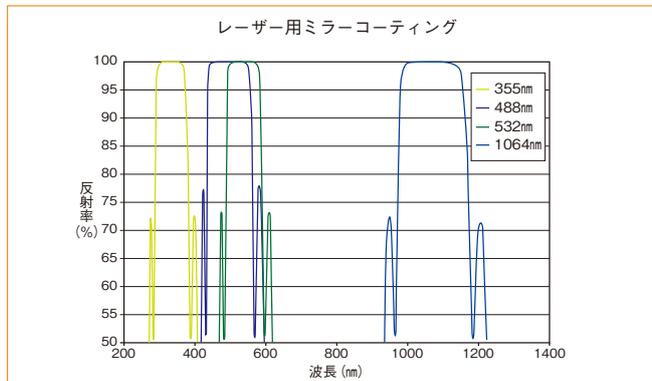
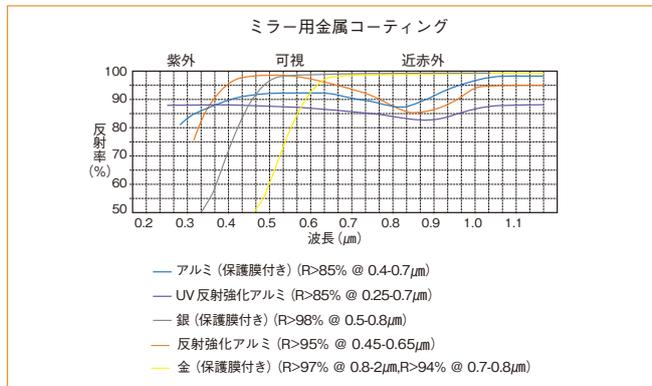
金コーティング(Protected Gold)は、近赤外～赤外において高反射率を望む場合に非常に効果的です。700-800nmにおいて94%以上、また800nm-2μmにおいては97%以上の平均反射率が得られます。保護膜にはアルミコート(上記)同様、一酸化シリコン(SiO)が用いられます。なお金の機械的強度は特に低いため、手拭き洗浄の際は特にご注意ください。

銀コート(Protected Silver)は、500-800nm間で金属膜中最も高い反射率(98%)を提供しています。しかしながら、銀コートは曇りやすく裏面鏡用の増反射膜として用いるのが一番適しています。

ミラー用金属膜コーティング

コートタイプ	光学的仕様
アルミ(保護膜付き)	$R_{avg} > 85\%$ 400-700nm
反射強化アルミ	$R_{avg} > 95\%$ 450-650nm
UV反射強化アルミ	$R_{avg} > 85\%$ 250-700nm
金(保護膜付き)	$R_{avg} > 94\%$ 700-800nm
	$R_{avg} > 97\%$ 800-2000nm
銀(保護膜付き)	$R_{avg} > 98\%$ 500-800nm
	$R_{avg} > 98\%$ 2000-10000nm

補足：どの金属膜(保護膜付き)も、波長10μmまでは高反射膜として作用します。



オプティカル
ベース
オプティカル
アクセサリ
オプティカル
エレメント
オプティカル
実験セット

単
レンズ

ア
シロミ
レンズ

非
球
面
レンズ

ポ
リス
ル

シ
ン
ド
リ
カ
ル
レンズ

フ
レ
ズ
ル

エ
キ
ス
パ
ン
ダ

光
学
ミ
ニ
ア
ム

ビ
ーム
ス
リ
ット

フ
リ
ズ
ム

ウ
イ
ン
ド
ウ

光
学
フ
ィ
ル
タ

偏
光
素
子

波
長
板

N
D
フ
ィ
ル
タ

フ
ス
イ
ン
ヤ
ル

光
学
器
品