

---

# 対物レンズシリーズ

## Objectives

PLLWD, PLLWDC, PL  
SPL, UV, NPL, MF, Plan



**Union**

# 対物レンズシリーズ

半導体産業の高集積度化が進むにつれ顕微鏡対物レンズの重要性が高まって来ています。

ユニオン光学は独自に開発したレンズ設計技術と長年蓄積した光学測定技術により、高コントラスト・高分解能を兼ねそなえた対物レンズ・紫外領域専用対物レンズをシリーズ化しました。

作業性を重視した長作動距離対物レンズ・高性能対物レンズ、更に液晶基板の欠陥検査にはガラス厚補正型レンズ、紫外線観察・加工用にはユニオン光学独自のUV対物レンズなど各種低倍用から高倍用まで豊富にラインナップを取り揃えております。

また、本カタログに掲載されていない対物レンズ・接眼レンズもございますので、代理店もしくは、弊社までお問い合わせ下さい。



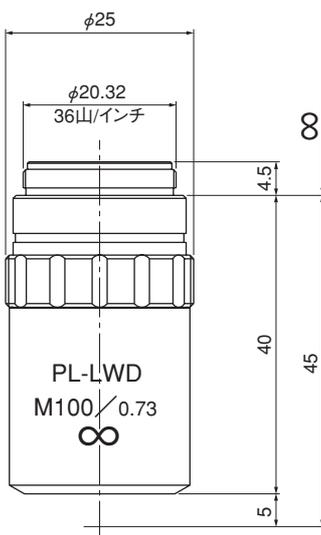
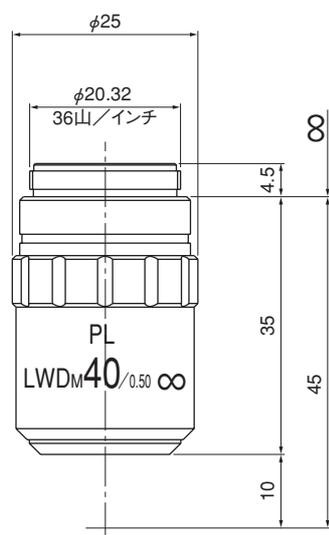
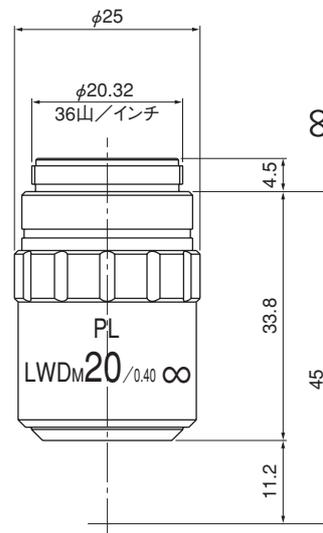
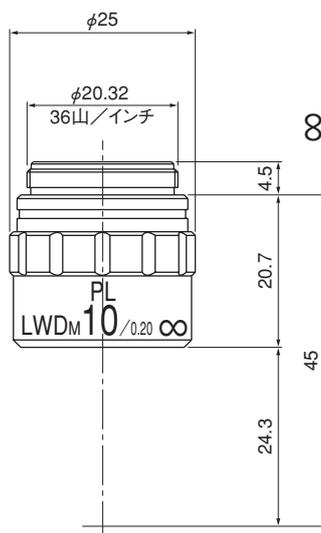
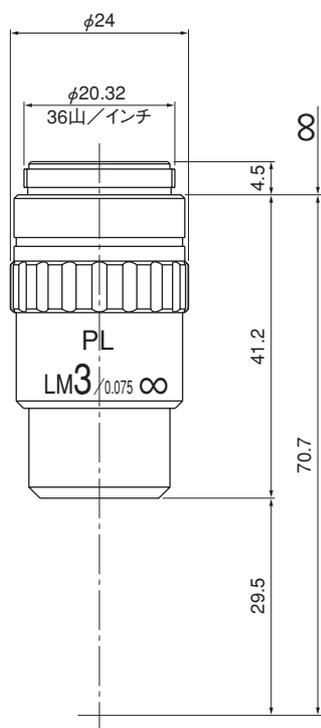
## 目次

<b>プランアクロマート長作動距離対物レンズ (∞)</b>	
PLLWDシリーズ	2
<b>プランアクロマート対物レンズ (∞)</b>	
PLシリーズ	3
<b>プランアポクロマート対物レンズ (∞)</b>	
SPLシリーズ	4
<b>プランアポクロマート対物レンズ (L=210)</b>	
NPLシリーズ	5
<b>アクロマート対物レンズ (L=170)</b>	
Mシリーズ	6
<b>セミプランアクロマート対物レンズ (L=170)</b>	
MFシリーズ	7
<b>プランアクロマート対物レンズ (L=170)</b>	
Planシリーズ	8
<b>ガラス厚補正機構付対物レンズ (∞)</b>	
PLLWDCシリーズ	9
<b>紫外線用対物レンズ (∞)</b>	
UVシリーズ	10
<b>各種チューブレンズ</b>	11
<b>対物レンズ適合表</b>	12
<b>各種接眼レンズ</b>	13
<b>イメージマイクロスコプ IMS・IMW・シリーズ</b>	14

## プランアクロマート長作動距離対物レンズ (∞) PL LWDシリーズ

■明視野観測用の無限遠補正型長作動距離（PLLWDM100Xで5mm）対物レンズです。

■像面の湾曲がなく、色のにじみが少ない高コントラストな像が得られます。

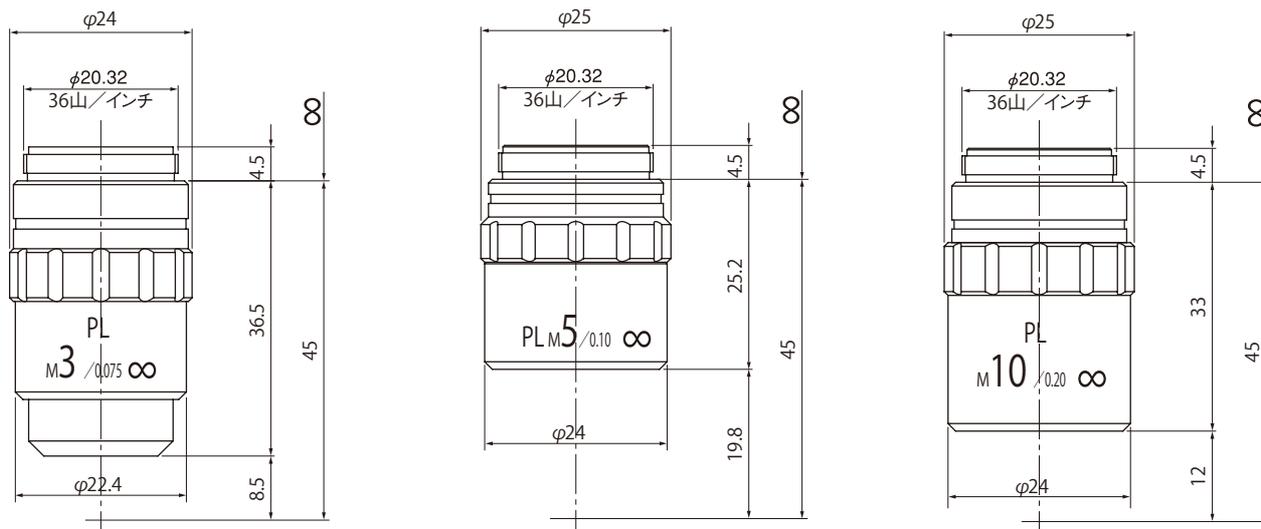


名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [μm]	接眼レンズ視野数：24		質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[± μm]	
PL LM3X	∞	70.7	0.075	29.5	83.3	4.47	8	48.89	100
PL LWD M10X	∞	45	0.2	24.3	25.0	1.7	2.4	6.88	70
PL LWD M20X	∞	45	0.4	11.2	12.47	0.8	1.2	1.72	85
PL LWD M40X	∞	45	0.5	10.0	6.52	0.7	0.6	1.10	85
PL LWD M100X	∞	45	0.73	5.0	2.5	0.46	0.24	0.52	100

## プランアクロマート対物レンズ (∞) PLシリーズ

■明視野観察用の無限遠補正型対物レンズです。

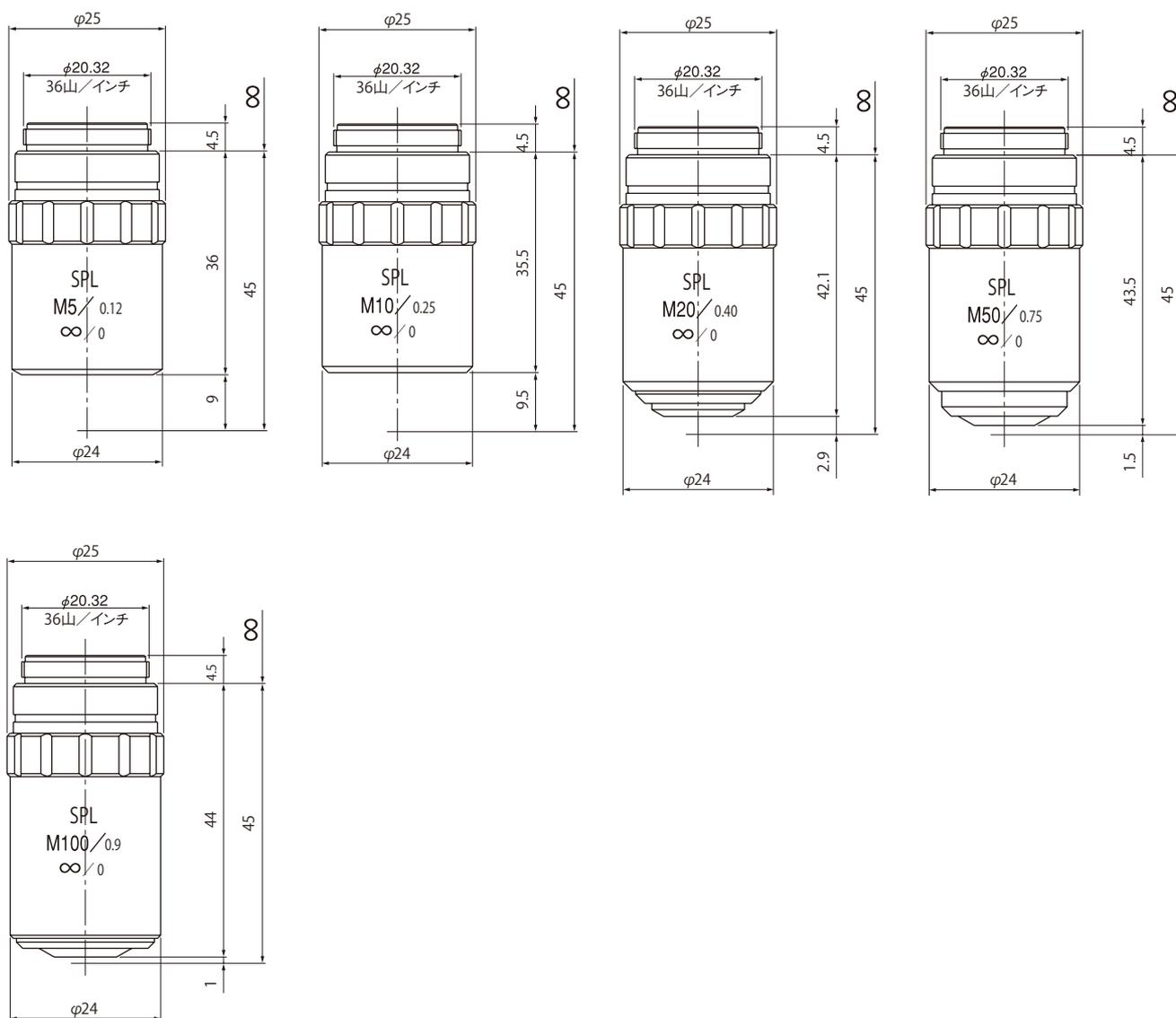
■像面の湾曲がなく、色のにじみが少ない高コントラストな像が得られます。



名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [ $\mu\text{m}$ ]	接眼レンズ視野数：24		質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[ $\pm \mu\text{m}$ ]	
PLM3X	$\infty$	45	0.075	8.5	83.3	4.47	8	44.89	70
PLM5X	$\infty$	45	0.1	19.8	50	3.36	4.8	27.50	60
PLM10X	$\infty$	45	0.2	12	25	1.68	2.4	6.88	75

## プランアポクロマート対物レンズ (∞) SPLシリーズ

- 明視野、偏光、微分干渉観察用の無限遠補正型で最高級のプランアポクロマート対物レンズです。
- 全ての収差が良好に補正されており高コントラストな像が得られます。

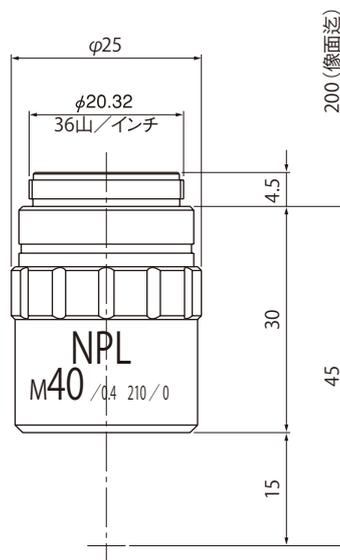
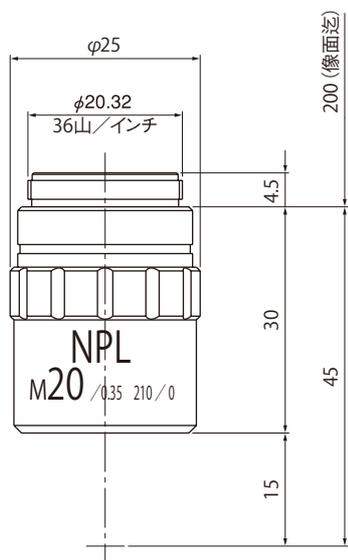
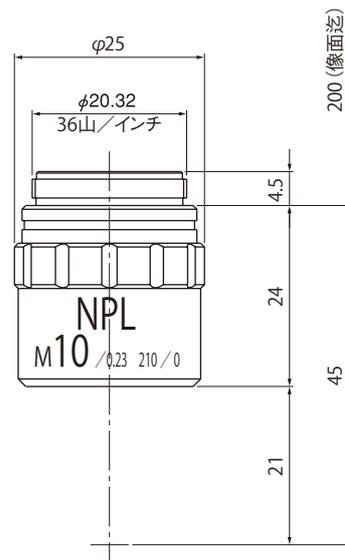
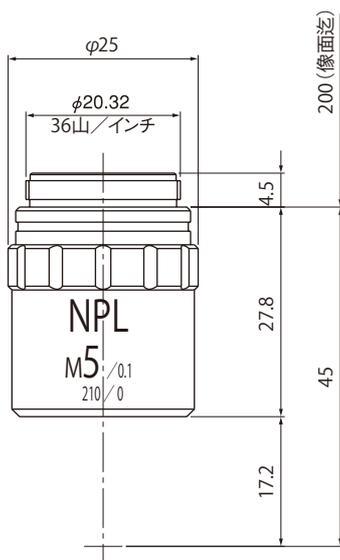
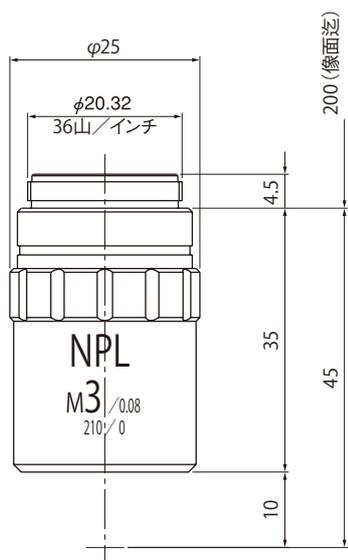


名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [ $\mu\text{m}$ ]	接眼レンズ視野数：24		質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度 $[\pm \mu\text{m}]$	
SPL M5X	$\infty$	45	0.12	9.0	50.0	2.8	4.8	19.10	100
SPL M10X	$\infty$	45	0.25	9.5	24.97	1.3	2.4	4.40	100
SPL M20X	$\infty$	45	0.40	2.9	12.60	0.8	1.2	1.72	115
SPL M50X	$\infty$	45	0.75	1.5	5.0	0.5	0.48	0.49	110
SPL M100X	$\infty$	45	0.90	1.0	2.5	0.4	0.24	0.34	120

## プランアポクロマト対物レンズ (L=210) NPLシリーズ

■測定顕微鏡に適した長作動距離で最高級のプランアポクロマト対物レンズです。

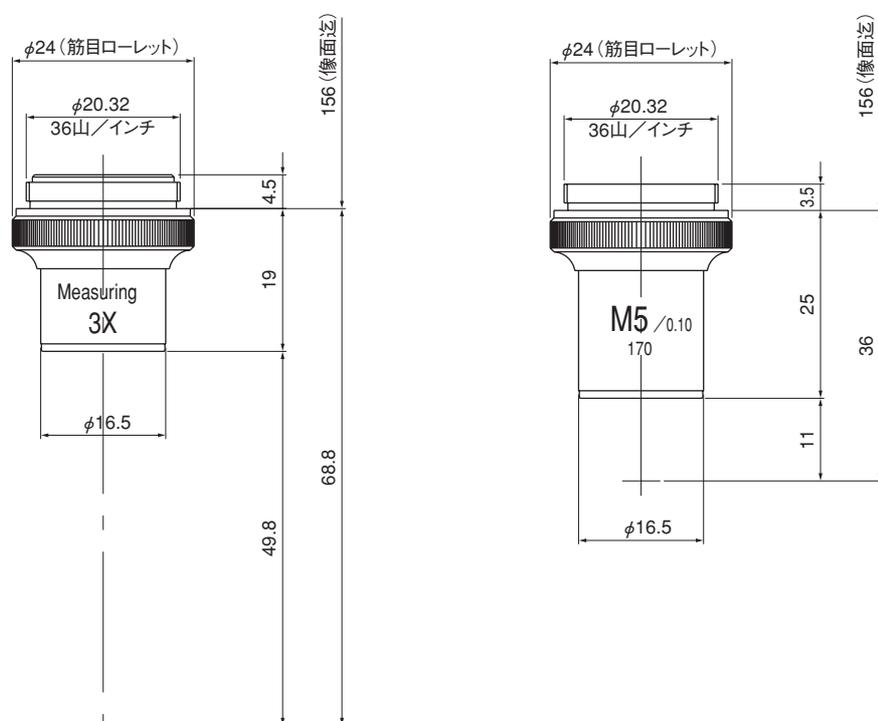
■全ての収差が良好に補正されており、高コントラストな像が得られます。



名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [μm]	接眼レンズ視野数：24		質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[± μm]	
NPL3X	210	45	0.08	10	65.79	4.2	8.0	42.97	80
NPL5X	210	45	0.1	17.2	39.46	3.4	4.8	27.50	65
NPL10X	210	45	0.23	21.0	19.85	1.5	2.4	5.20	50
NPL20X	210	45	0.35	15	10.07	1.0	1.2	2.24	70
NPL40X	210	45	0.40	15	5.4	0.8	0.6	1.72	70

## アクロマート対物レンズ (L=170) Mシリーズ

- 明視野観察用の有限筒長対物レンズです。
- 色のにじみが少なく、高コントラストな像が得られます。

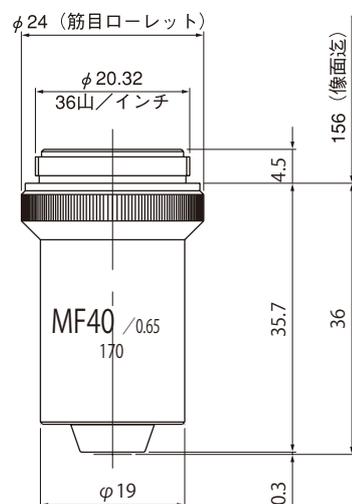
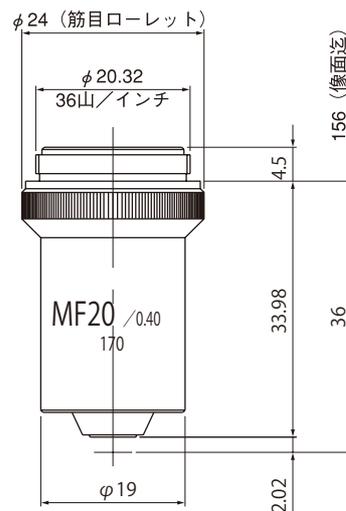
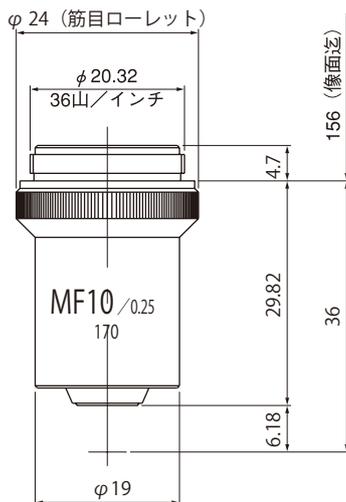
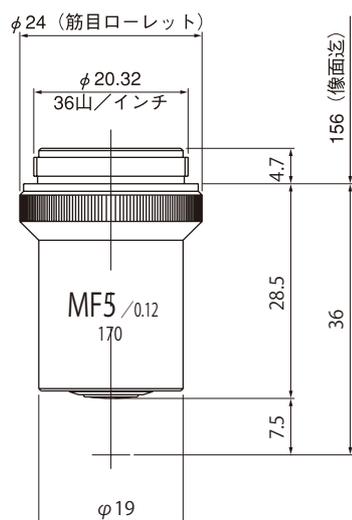


名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [ $\mu\text{m}$ ]	接眼レンズ視野数：18		質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[ $\pm \mu\text{m}$ ]	
M3X	170	69	0.1	49.8	41.72	3.36	6	27.5	35
M5X	170	36	0.1	11.6	26.53	3.36	3.6	27.5	35

## セミプランアクロマート対物レンズ (L=170) MFシリーズ

■明視野観察用の有限筒長対物レンズです。

■像面の湾曲や色のにじみが少なく、高コントラストな像が得られます。

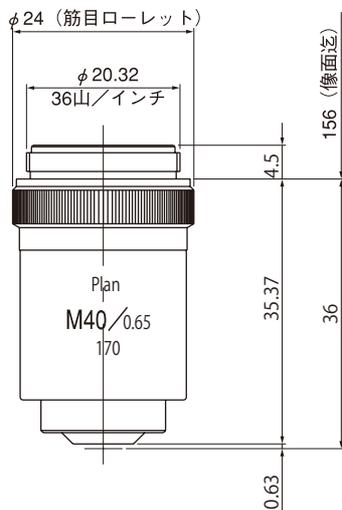
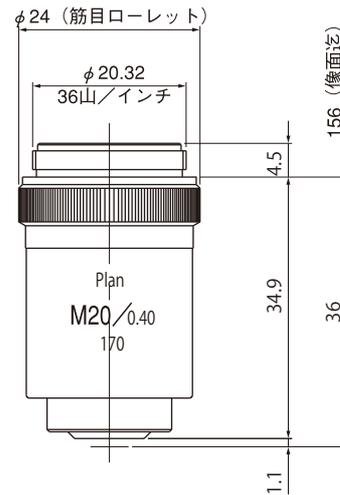
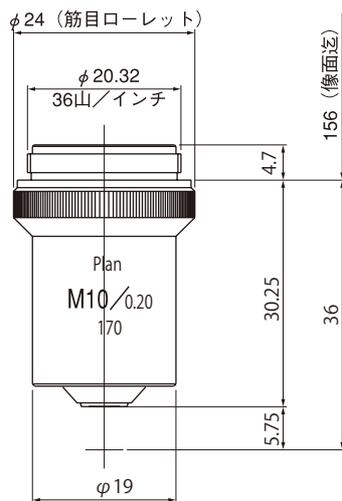


名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [ $\mu\text{m}$ ]	接眼レンズ視野数：18		質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[ $\pm\mu\text{m}$ ]	
MF5X	170	36	0.12	7.5	33.18	2.80	3.6	19.10	50
MF10X	170	36	0.25	6.2	15.74	1.34	1.8	4.40	50
MF20X	170	36	0.4	2.1	8.38	0.84	0.9	1.72	60
MF40X	170	36	0.65	0.34	4.23	0.52	0.45	0.65	65

## プランアクロマート対物レンズ (L=170) Planシリーズ

■明視野観察用の有限筒長対物レンズです。

■MFシリーズより更に高次の収差補正を行い、像の平坦性を実現しています。

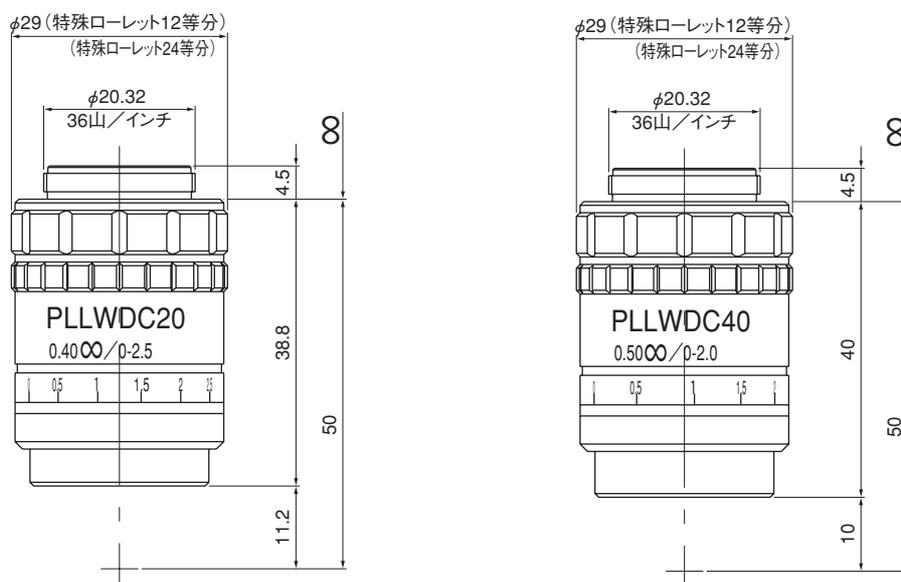


名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [ $\mu\text{m}$ ]	接眼レンズ視野数：18		質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[ $\pm\mu\text{m}$ ]	
PlanM10X	170	36	0.2	5.8	16.44	1.68	1.8	6.88	50
PlanM20X	170	36	0.4	1.1	7.63	0.84	0.9	1.72	60
PlanM40X	170	36	0.65	0.71	4.06	0.52	0.45	0.65	60

## ガラス厚補正機構付対物レンズ (∞) PL LWDCシリーズ

LCD基板などのガラスの下の物体を観察したいときに高 N.A.の対物レンズでは像のコントラストが低下し、観察が困難になります。しかし、球面収差補正をガラスの厚さに応じて可変出来れば観察は可能となります。その特殊対物レンズがPLLWDCシリーズです。PLLWDC20Xでは2.5mm、PLLWDC40では2.0mm迄のガラス厚に対して対物ローレットを回すだけで対応が出来ます。

- 明視野観察用の無限遠補正対物レンズです。
- ガラス厚が変化してもローレットを合わせれば対応可能。
- 当社段差測定器DHシリーズと組み合わせればガラスを透かした段差測定が可能になります。
- ガラスを透かした物体の観察が可能になります。



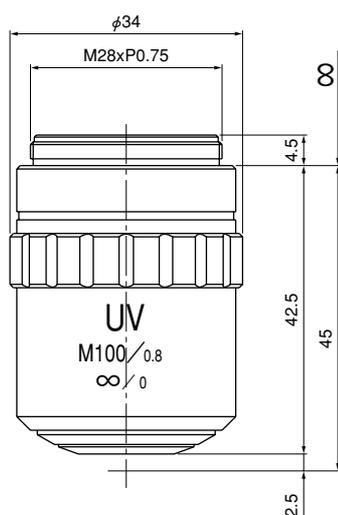
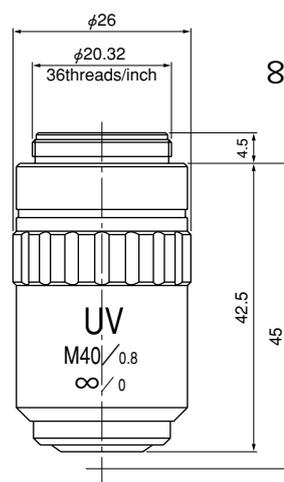
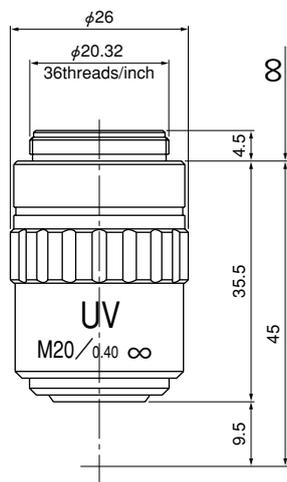
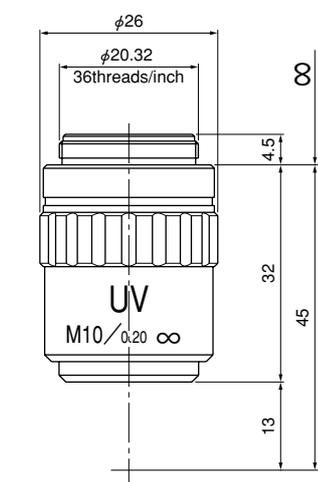
名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [μm]	接眼レンズ視野数：24		備考	質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[±μm]		
PL LWDC20X	∞	50	0.4	11.2	12.47	0.8	1.2	1.72	ガラス補正付き(0~2.5mm)	135
PL LWDC40X	∞	50	0.5	10.0	6.52	0.7	0.6	1.10	ガラス補正付き(0~2mm)	140

## 紫外線用対物レンズ (∞) UVシリーズ

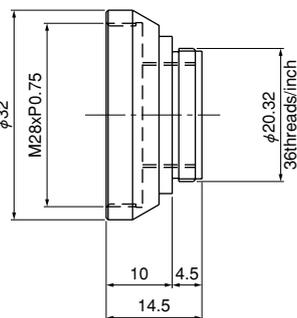
紫外線用対物レンズ、UVシリーズは365nm～600nmまで広範囲に使用が可能です。

e線 (546nm) の可視光でアライメントを行い、i線 (365nm) で観察することを主目的に開発されました。紫外線の使用により高分解能・非熱加工が可能です。

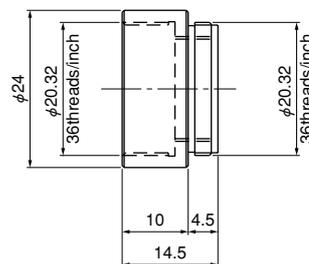
- e線 (546nm) でアライメントが可能。(可視カメラで観察可能)
- i線 (365nm) で観察が可能です。
- 100Xでも作業性を重視したW.D.2.5mmを実現。
- 同焦45mmの顕微鏡に搭載が可能。(100Xのみ専用マウントが必要)
- 明視野観察用の無限遠補正対物レンズです。
- 専用結像レンズが必要です。



UV100X用マウント



UV10X-40X用マウント



名称	MTL [mm]	同焦点距離 [mm]	N.A.	W.D. [mm]	f [mm]	分解能 [ $\mu\text{m}$ ]	接眼レンズ視野数: 24		備考	質量 [g]
							実視野[mm]	焦点深度[ $\pm\mu\text{m}$ ]		
UV10X	$\infty$	45	0.20	12.99	e25.1	1.67	2.4	6.88	分解能 $i = 1.1 \mu\text{m}$	100
UV20X	$\infty$	45	0.40	9.52	e12.69	0.84	1.2	1.72	分解能 $i = 0.56 \mu\text{m}$	110
UV40X	$\infty$	45	0.65	2.5	e6.36	0.52	0.6	0.65	分解能 $i = 0.34 \mu\text{m}$	120
UV100X	$\infty$	45	0.80	2.5	e2.58	0.42	0.24	0.43	分解能 $i = 0.28 \mu\text{m}$	200

※分解能の焦点深度はe線時

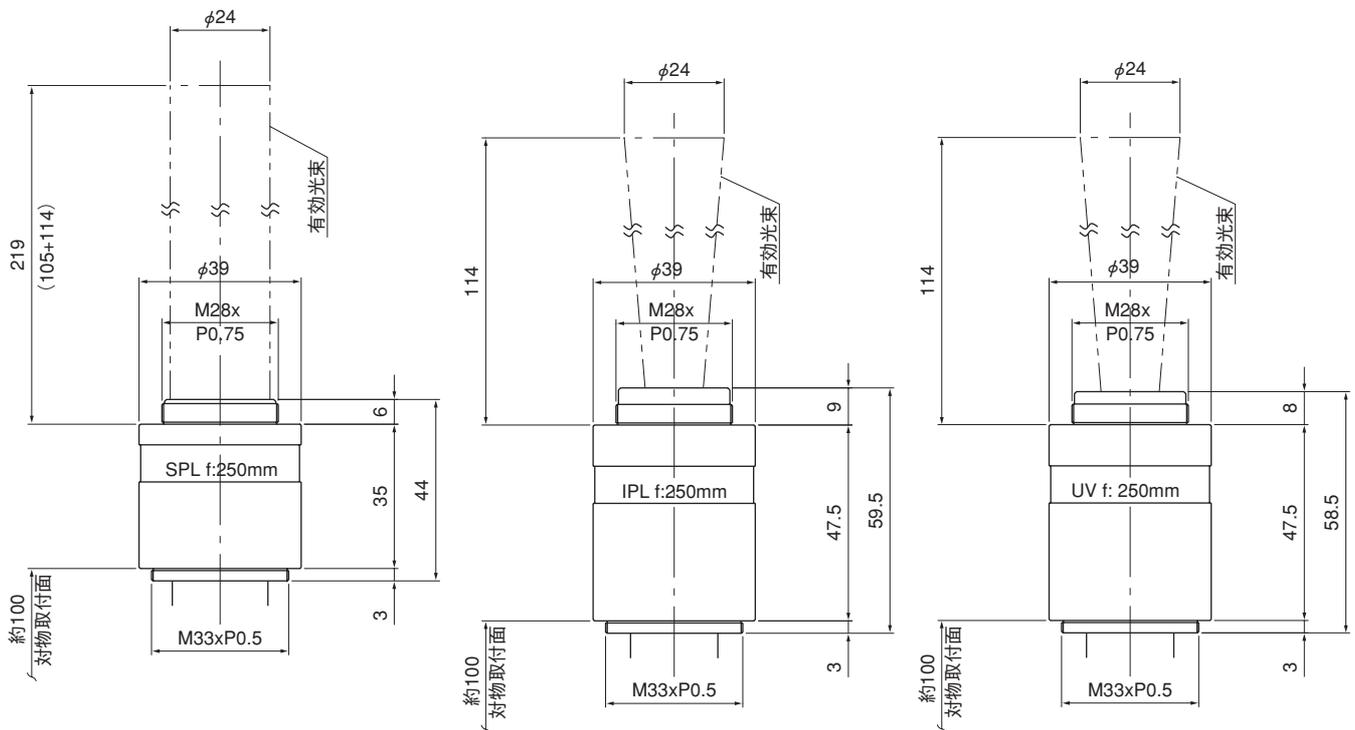
## 各種チューブレンズ

PLLWDシリーズ、EPI LWDシリーズ、SPLシリーズ、EPI SPLシリーズでは無限遠補正型対物レンズなので、専用チューブレンズ（結像レンズ）が必要です。

■SPLチューブレンズ …………… SPLシリーズ

■IPLチューブレンズ …………… PL LWDシリーズ、EPI LWDシリーズ、PL LWDCシリーズ

■UV用チューブレンズ …………… UVシリーズ



■対物レンズ適合表

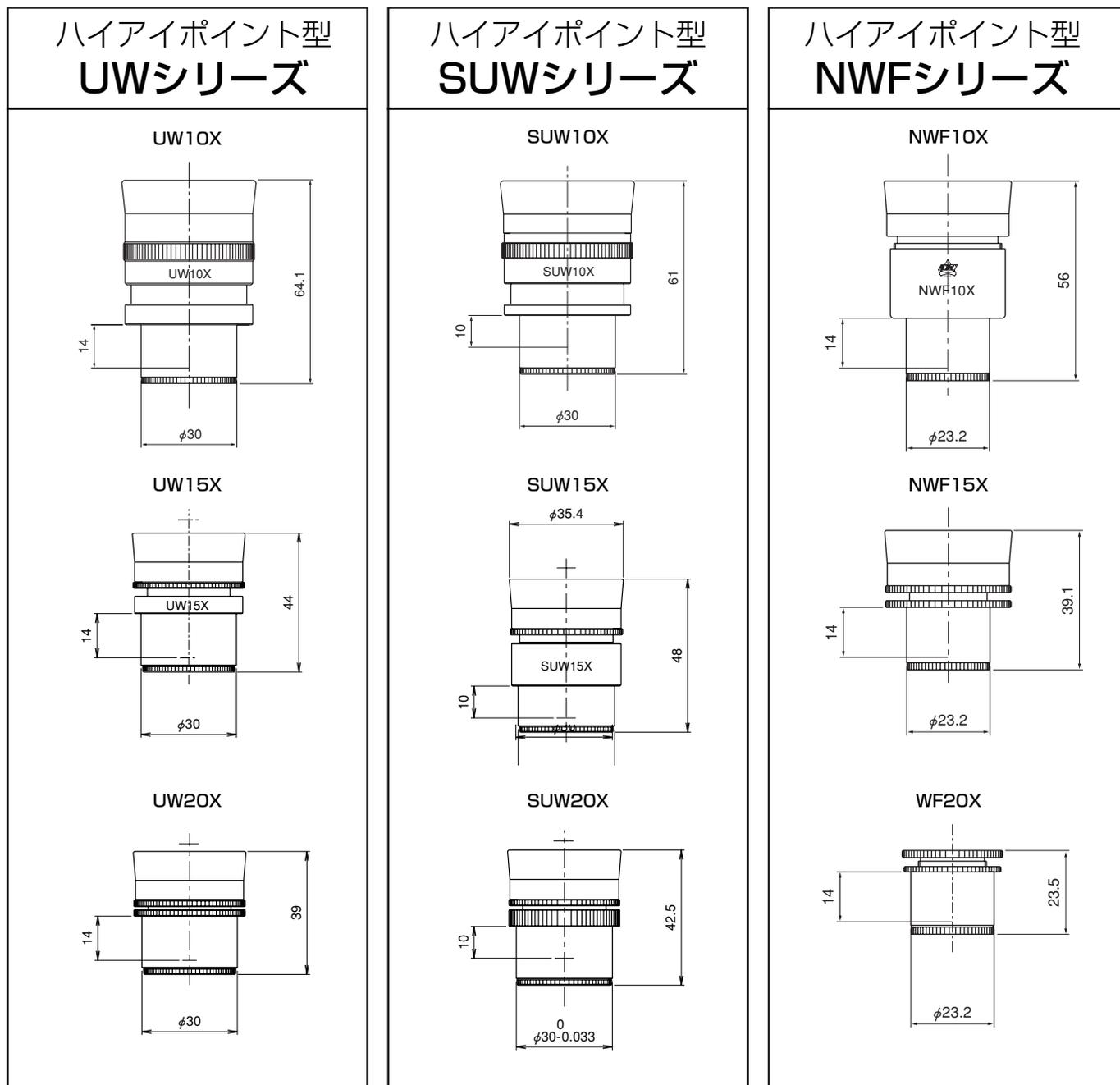
対物レンズ	MTL	明視野	暗視野	偏光	ノルスキー 微分干渉	当社の適合機種
PLLM3X	∞	○				DH2,DH2-150 IMS,IMW,IMH SG-V (明視野) VERSAMET-3 (明視野)
PLLWDM10X	∞	○				
PLLWDM20X	∞	○				
PLLWDM40X	∞	○				
PLLWDM100X	∞	○				
PLM3X	∞	○				
PLM5X	∞	○				
PLM10X	∞	○				
SPLM5X	∞	○		○		
SPLM10X	∞	○		○		
SPLM20X	∞	○		○		
SPLM50X	∞	○		○		
SPLM100X	∞	○		○		
NPLM3X	210	○				
NPLM5X	210	○				
NPLM10X	210	○				
NPLM20X	210	○				
NPLM40X	210	○				
M3X	170					MCB-1
M5X	170					
MF5X	170					
MF10X	170					
MF20X	170					
MF40X	170					
PlanM10X	170					
PlanM20X	170					
PlanM40X	170					
PLLWDC20X	∞	○				DH2,DH2-150 IMS,IMW,IMH,SG-V
PLLWDC40X	∞	○				
UV10X	∞	○				(IMS・IMW) ※ご相談ください
UV20X	∞	○				
UV40X	∞	○				
UV100X	∞	○				

■顕微鏡・測定機一覧

顕微鏡	
MCV	
NMR	
IMS	
測定機	
IMH	
DH2	
NSM	
SG-V	

## 各種接眼レンズ

### UWシリーズ/SUWシリーズ/NWFシリーズ



名称	L [mm]	視野数 [mm]	f [mm]	倍率	視度調整量 D(ディオプター) [mm]	前側焦点距離 [mm]	備考
UW 10X	19.7	φ 24	24.95	10.0×	-6D ~ +4D	14	指標目盛有
UW 15X	15.0	φ 16	16.66	15.0×	-8D ~ +6D	14	指標目盛有
UW 20X	13.0	φ 11.5	12.5	20.0×	-6D ~ +4D	14	指標目盛有
SUW 10X	19.0	φ 24	24.96	10.0×	-8D ~ +6D	10	指標目盛有
SUW 15X	14.0	φ 16	16.66	15.0×	-8D ~ +6D	10	指標目盛有
SUW 20X	13.0	φ 11.5	12.5	20.0×	-6D ~ +6D	10	指標目盛有
NWF 10X	21.0	φ 18	18.0	10.0×	-6D ~ +6D	14	機械により視野数変更あり
NWF 15X	16.0	φ 12	11.0	15.0×	-8D ~ +6D	14	
WF 20X	8.0	φ 9	12.5	20.0×	-8D ~ +6D	14	

## イメージマイクロSCOPE IMS・IMWシリーズ

- 装置取付に最適なコンパクト・軽量・ローコストのマイクロSCOPEです。
- 明視野無限遠補正対物レンズの全てが取り付けます。
- 様々な結像・中間レンズ倍率、照明ユニットを選択できる上に、対物レンズを4ヶ迄装置可能なレボルバー、2種類の結像・中間レンズを同時使用できるIMWシリーズなど、用途に合わせた組み合わせが自由です。

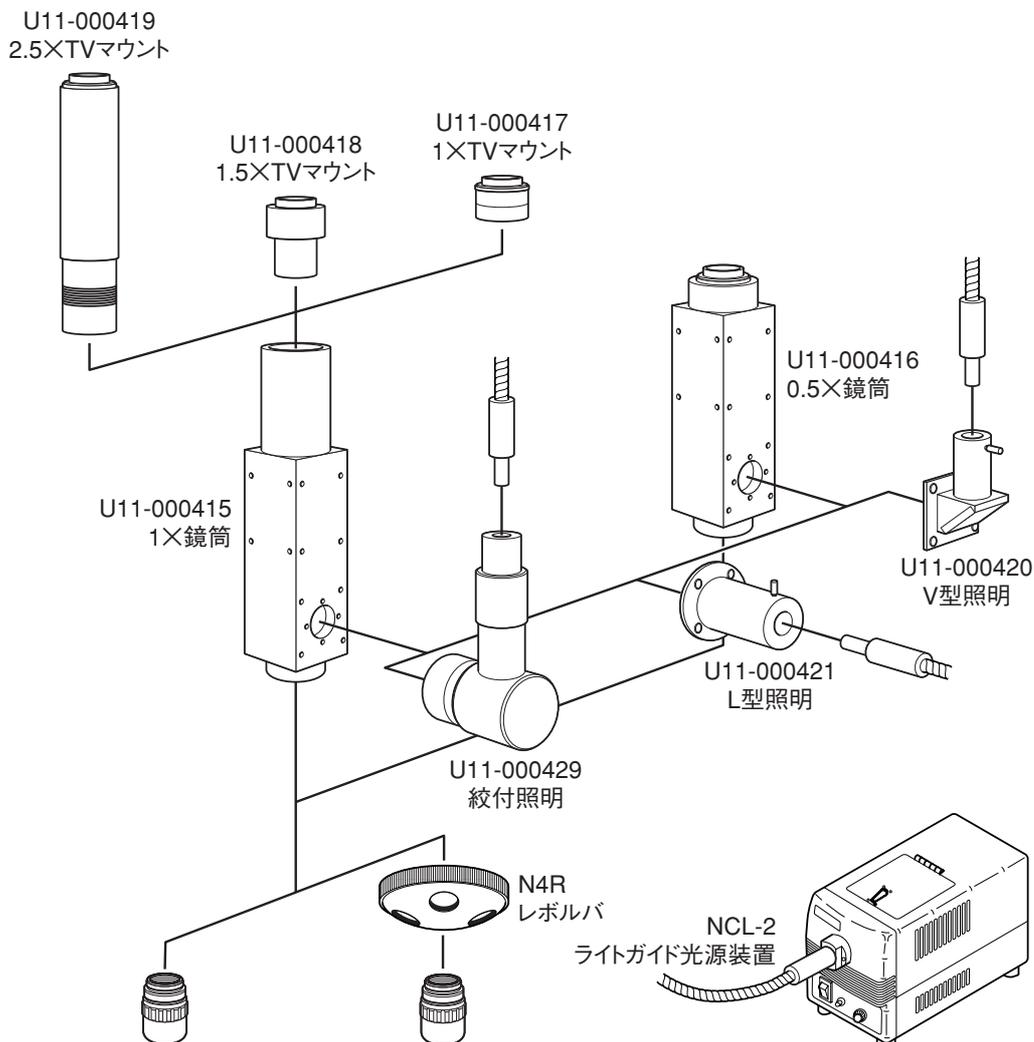


### IMS組合せコード

IMS - 05AR

レボルバー	なし：無記入
照明ユニット	A：L型照明 B：V型照明 C：絞付照明
結像・中間レンズ	05：0.5X 10：1.0X 15：1.5X 25：2.5X

### システムダイアグラム

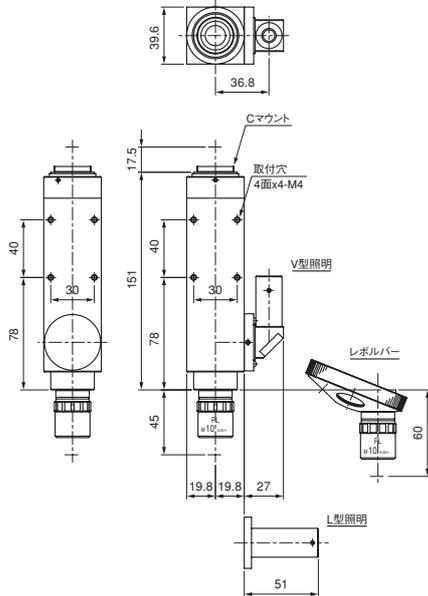


# 仕様

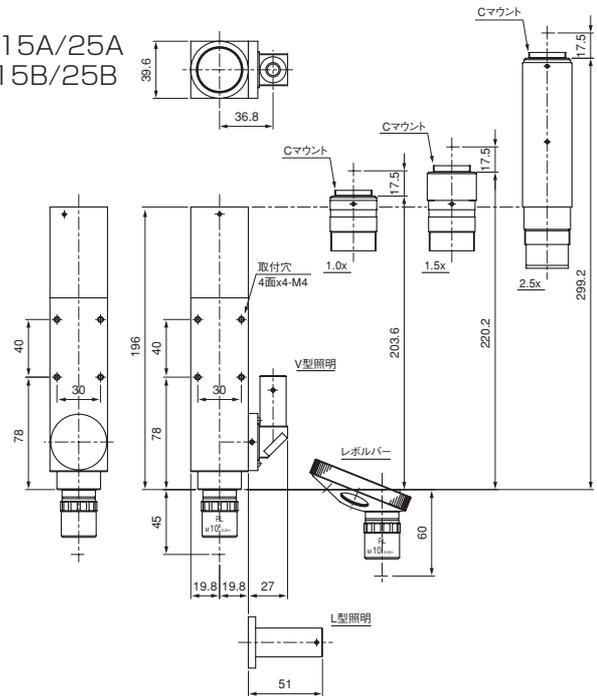
機種名	IMS-05A	IMS-05B	IMS-10A	IMS-10B	IMS-10C	IMS-15A	IMS-15B	IMS-15C	IMS-25A	IMS-25B	IMS-25C	IMW(0.3-1X)
波長域	可視 (400~700)											
マウント	Cマウント											
カメラ取付け方向	垂直方向											
本体 (結像レンズ)	0.5X	0.5X	1X	0.3X・1X								
中間変倍	1X	1X	1X	1X	1X	1.5X	1.5X	1.5X	2.5X	2.5X	2.5X	
照明光学系	ケーラー照明 (同軸落射・テレセントリック)											
照明ユニット	ファイバー照明 150W、他											
適用対物レンズ群	PL、SPL、PLLWD、PLLWDCシリーズ											
取付面の数	4											3
質量 (g)	600	600	690	690	850	740	740	900	890	890	1050	900

# 外観図

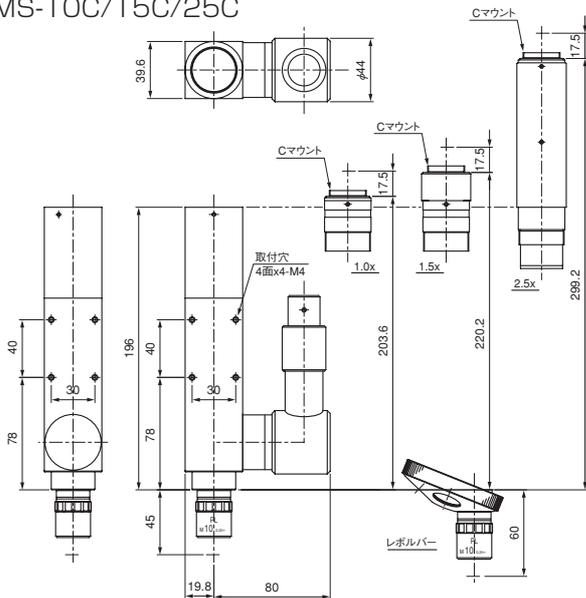
IMS-05A/05B



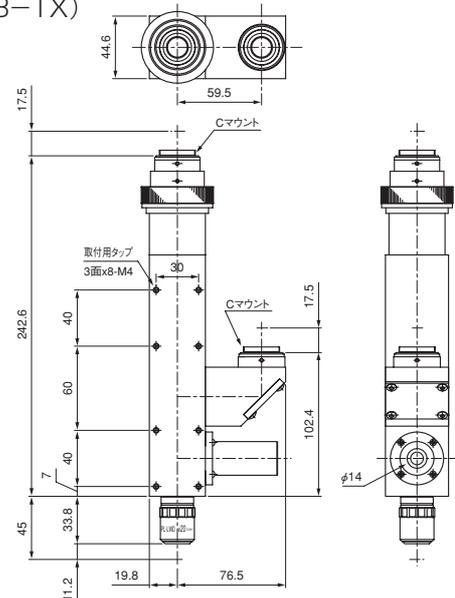
IMS-10A/15A/25A  
10B/15B/25B



IMS-10C/15C/25C



IMW(0.3-1X)



※4ヶレボルバ付の場合は、記号の最後尾に「R」が付きます。

# < 光学用語豆知識 >

## 1. 開口数 (N.A.= Numerical Aperture)

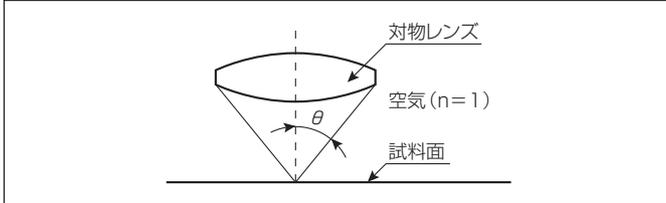
N.A.は顕微鏡の対物レンズの分解能や明るさ、焦点深度等を決める重要な値です。N.A.は、次の式で求められます。

$$N.A. = n \sin\theta$$

$n$  = 試料からレンズまでの媒質の屈折率  
(空気の場合  $n=1$ )

$\theta$  = 光軸とレンズの最大有効径を通る光線とがなす角度。

N.A.が大きくなるにつれ分解能が良く、明るい像が得られますが、その反面焦点深度は浅くなります。



## 2. 分解能

2点間もしくは2線間を見分ける能力で、目安として次の式で求められます。

$$e = k \cdot \left( \frac{\lambda}{N.A.} \right) \quad (\lambda: \text{使用する波長、一般的には} \lambda = 0.55 \mu\text{m})$$

( $k: 0.61$ )

## 3. 収差

光学系によって結像する場合、理想像からの光学的なずれ。球面収差、コマ収差、非点収差、像面湾曲、ディストーション、色収差などがあります。

## 4. 作動距離 (W.D. = Working Distance)

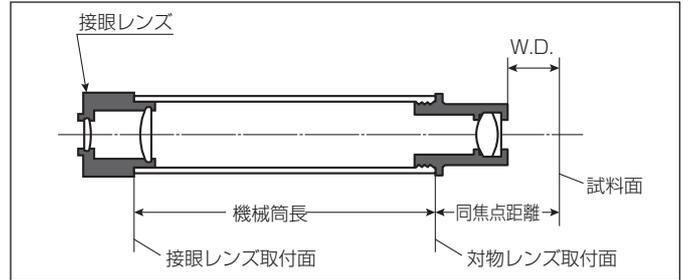
焦点を合わせたときの対物レンズ先端から試料面までの距離のことを指します。

## 5. 同焦点距離

焦点を合わせたときの対物レンズのフランジ面から試料面までの距離のことを指します。

## 6. 機械筒長 (MTL)

直筒型顕微鏡において、対物レンズの取り付け面と接眼レンズの取り付け面との距離です。対物レンズと接眼レンズの間に中間光学系がある場合は、その光学系による光路の増加量を差し引いた距離になります。



## 7. 対物レンズの焦点距離と対物レンズの倍率の関係

無限補正光学系の対物レンズの場合、対物レンズの倍率は次の式で求められます。

$$\text{対物レンズの倍率} = \frac{\text{結像レンズの焦点距離}}{\text{対物レンズの焦点距離}}$$

## 8. 焦点深度

試料を観察した際、焦点を合わせた位置から焦点をずらした場合に、鮮明に見ることのできる範囲を指します。この範囲は個人差や観察方法によって変化しますが、一般的には次の式により求められます。

《接眼レンズを使用して観察した場合の焦点深度》

$$\pm D (\mu\text{m}) = \frac{\lambda}{2 \cdot (N.A.)^2} + \frac{\omega \cdot 250,000}{N.A. \cdot M}$$

$\omega$  : 目の分解能 0.0014 (目の視角を5分とした場合)

$M$  : 総合倍率 (対物レンズの倍率 × 接眼レンズの倍率)

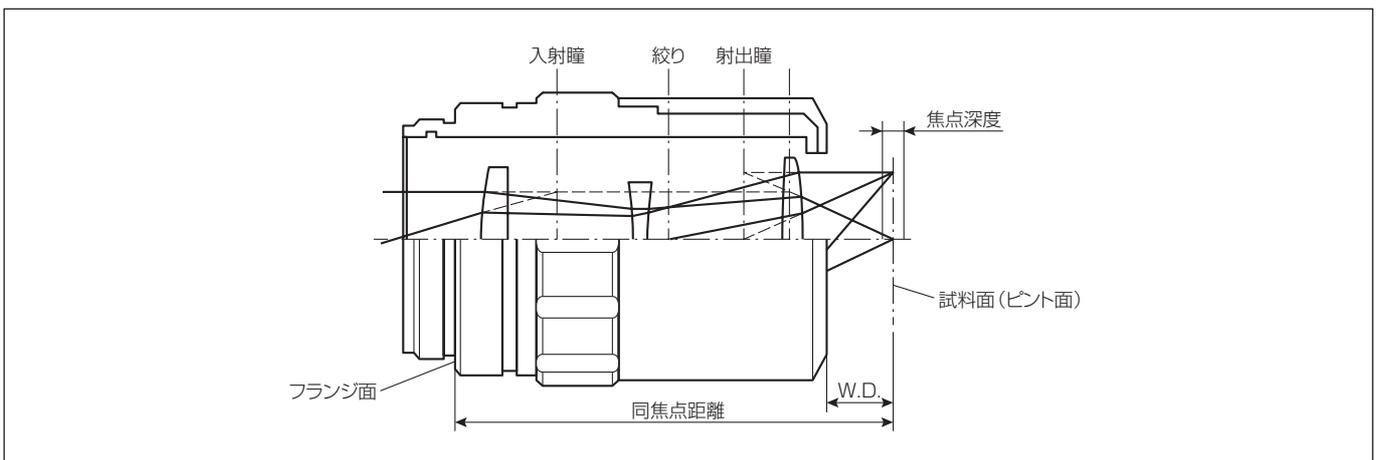
《写真の場合》

$$\pm D (\mu\text{m}) = \frac{\lambda}{2 \cdot (N.A.)^2}$$

《TVカメラの場合》

TVカメラの場合には、写真の場合と同様に求められますが、CCDの種類・光学系の倍率・N.A.によって異なるのであくまでも目安にしかなりません。

## < 光学系断面図 >



## 9. 実視野

《顕微鏡で観察できる試料の範囲》

$$\text{実視野(mm)} = \frac{\text{接眼レンズの視野数}}{\text{対物レンズ倍率}}$$

《TVモニターで観察できる試料の範囲》

$$\text{実視野(mm)} = \frac{\text{CCDイメージサイズ}}{\text{対物レンズ倍率}}$$

## 10. 視野数

対物レンズによって拡大された像を接眼レンズで観察した際に、観察できる像の直径をmmで表したものです。この数値は接眼レンズ、若しくは接眼レンズに使用するレチクルにより変化します。

## 11. 視度

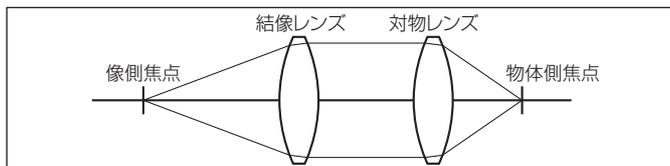
接眼レンズを使用して観察を行う場合に、個人差による見え具合の調節に使用する値で、単位をディオプター ( $m^{-1}$ ) で表します。

## 12. アイポイント

全視野がケラレなく観察できる、接眼レンズに対する目の位置を表します。

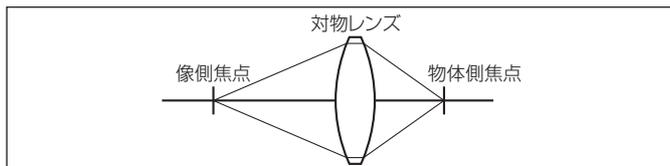
## 13. 無限補正光学系と有限補正光学系

《無限補正光学系》



対物レンズと結像レンズを用い像を結ぶ光学系。光路中にハーフミラーなどの光学素子を挿入しても二重像等が発生しないメリットがあります。

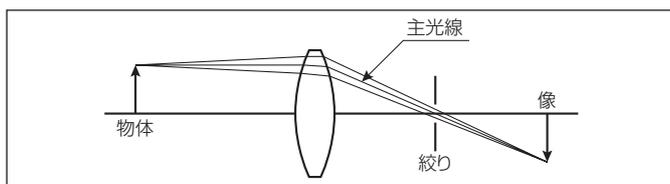
《有限補正光学系》



対物レンズ自身で有限な位置に像を結ぶ光学系です。

## 14. テレセントリック光学系

入射瞳の位置が無限遠にある光学系、即ち主光線が光学系の射出瞳位置にて光軸と交わるように配置された光学系です。焦点合わせ誤差があっても倍率精度が保持できる特徴を持っています。



## 15. ケーラー照明

照明用の光源の像を対物レンズ瞳位置に結像させ、試料面上にむらなく照明させる方式です。

## 16. ズーム式

光学系の一部を光軸に沿って移動させる事によって、像点の位置を変えことなく、連続的に焦点距離、又は倍率を変える方法です。

## 17. 対物レンズの種類

《アクロマート対物レンズ》

球面収差、コマ収差、非点収差と色収差におけるC線(赤)とF線(青)を補正した対物レンズです。

《アポクロマート対物レンズ》

特殊な異常分散ガラスを使用し、より色収差を補正した対物レンズで、アクロマートより高性能な対物レンズです。

《プラン対物レンズ》

主に像面湾曲収差を補正し、視野全面でのピン트가合う様に補正した対物レンズです。

《プランアポクロマート対物レンズ》

アポクロマート対物とプラン対物の両特性を併せ持つ最も高性能な対物レンズです。

《ガラス厚補正機構付対物レンズ》

対物レンズと観察試料の間にガラスが入っていると、得られた像のコントラストが低下する場合があります。このコントラストの低下を防ぐための調整機構が付いた対物レンズを指します。

## 18. 観察方法

《明視野観察》

・同軸落射照明

ハーフミラーを用い、試料に照射する照明の光軸と、観察するカメラの光軸を一致させ、試料表面からの正反射光を観察する照明方式です。

・斜光照明

対物レンズの外側から物体表面を斜めに直接照明する方法で、粗面に陰影が付きコントラストの良い像が観察できる照明方法です。

《暗視野観察》

対物レンズの周囲から環状に光線を照射し、平らな試料面からの反射光が対物レンズに直接入射しないようにして、散乱光や回折光を観察する方法です。

《ノルムスキー微分干渉観察》

ノルムスキープリズムと2枚の偏光板を使用することにより、波長オーダーの微小な段差に対して干渉を起こさせ、その段差を干渉色の違いによって識別する観察方法です。

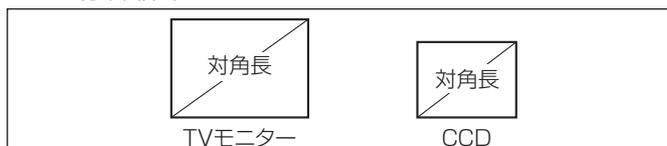
《偏光観察》

通常2枚の偏光フィルタ(アナライザ・ポラライザ)を互いに直交方向に配置し観察をします。試料の偏光特性に応じたコントラストが得られます。

## 19. TVモニター倍率

$$\text{TVモニター倍率} = \frac{\text{TVモニターの対角長}}{\text{CCDの対角長}}$$

$$\text{TVモニターでの総合倍率} = \text{対物レンズ倍率} \times \text{TVモニター倍率}$$



TVモニター倍率

	2/3インチCCD	1/2インチCCD	1/3インチCCD	1/4インチCCD
9インチモニター-TV	約 21.8X	約 29X	約 40X	約 52X
12インチモニター-TV	約 28X	約 39X	約 51X	約 66X
14インチモニター-TV	約 35X	約 46X	約 64X	約 83X

※モニターインチサイズにより異なります。又、モニターメーカーによってはサイズが異なるため、倍率は目安程度となります。

# ユニオン光学株式会社

〒175-0081 東京都板橋区新河岸2-22-4  
TEL.03-5997-8531 FAX.03-5997-8532

URL ; <http://www.union.co.jp> E-mail ; [new-union@union.co.jp](mailto:new-union@union.co.jp)

●本カタログの仕様については予告なく変更することがあります。

販売店