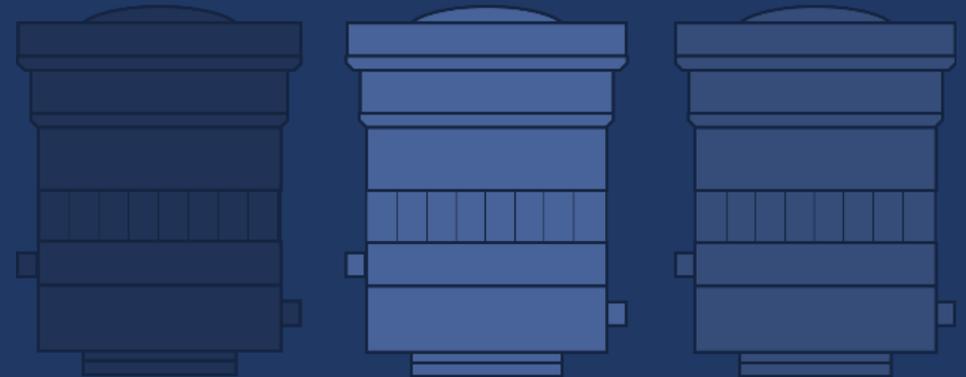


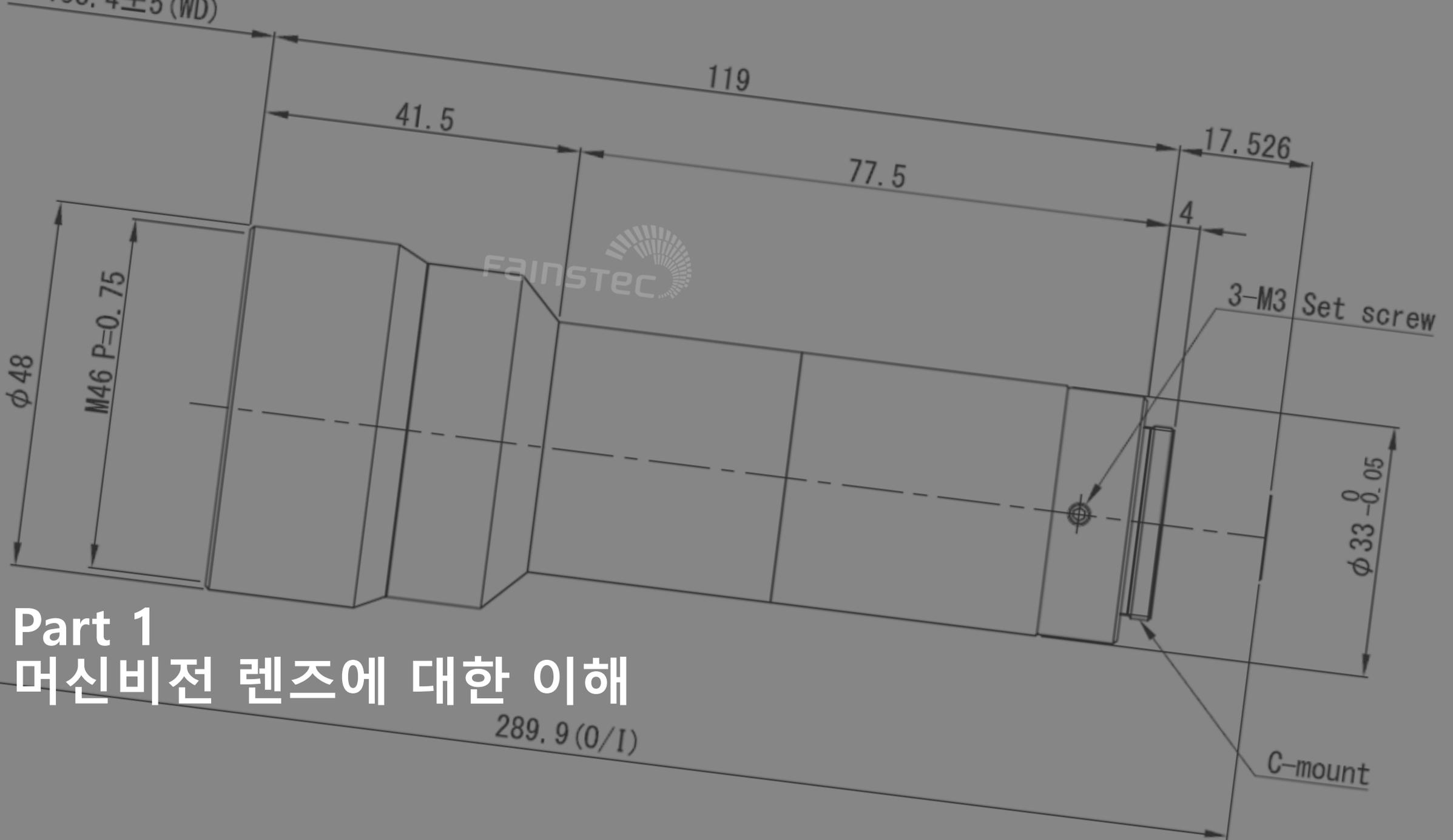


머신비전 렌즈 기초 이론 및 어플리케이션별 선정 방법

TODAY's SESSION

1. 머신비전 렌즈에 대한 이해
2. 머신비전 렌즈 종류 및 선정 방법

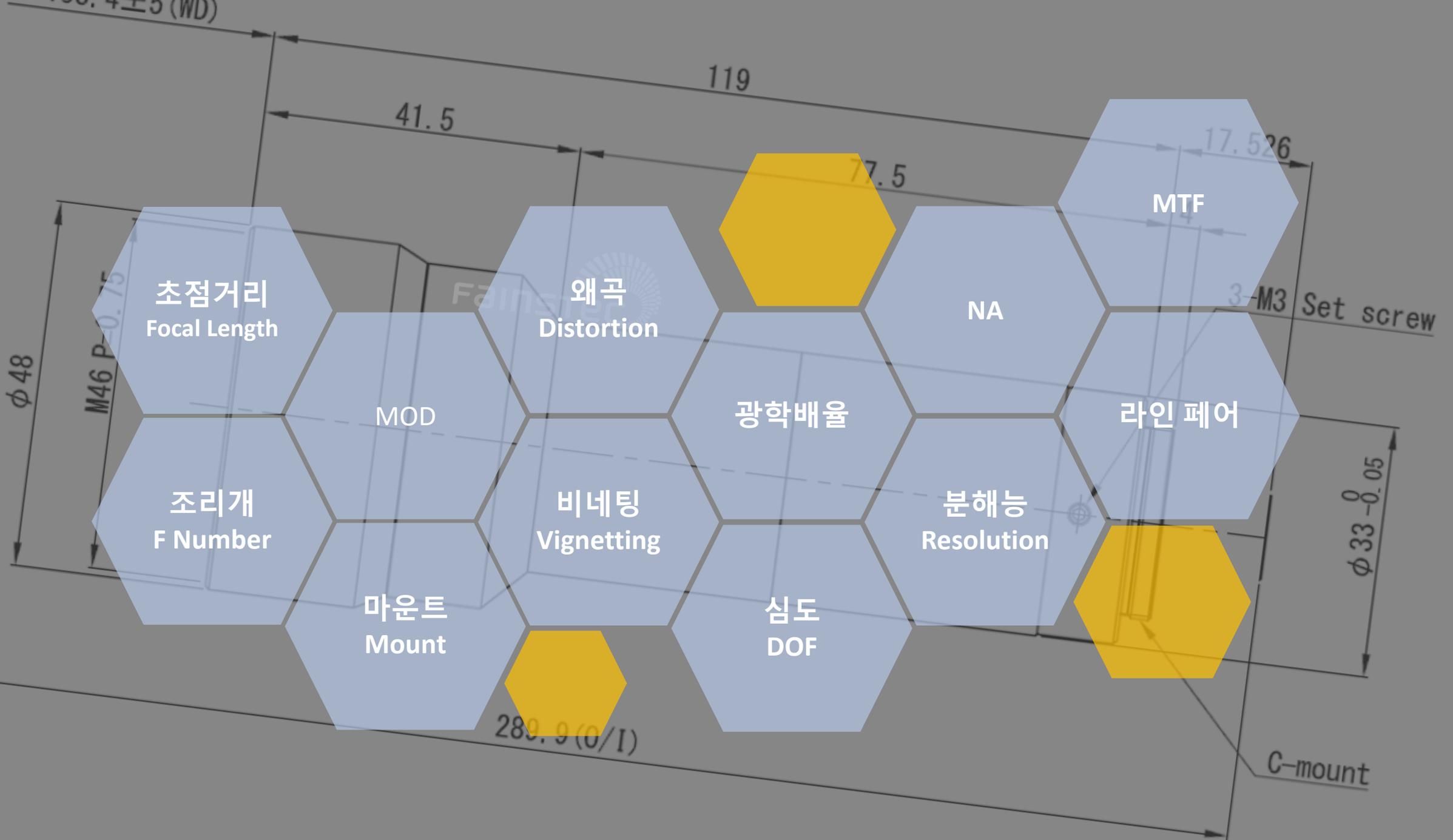




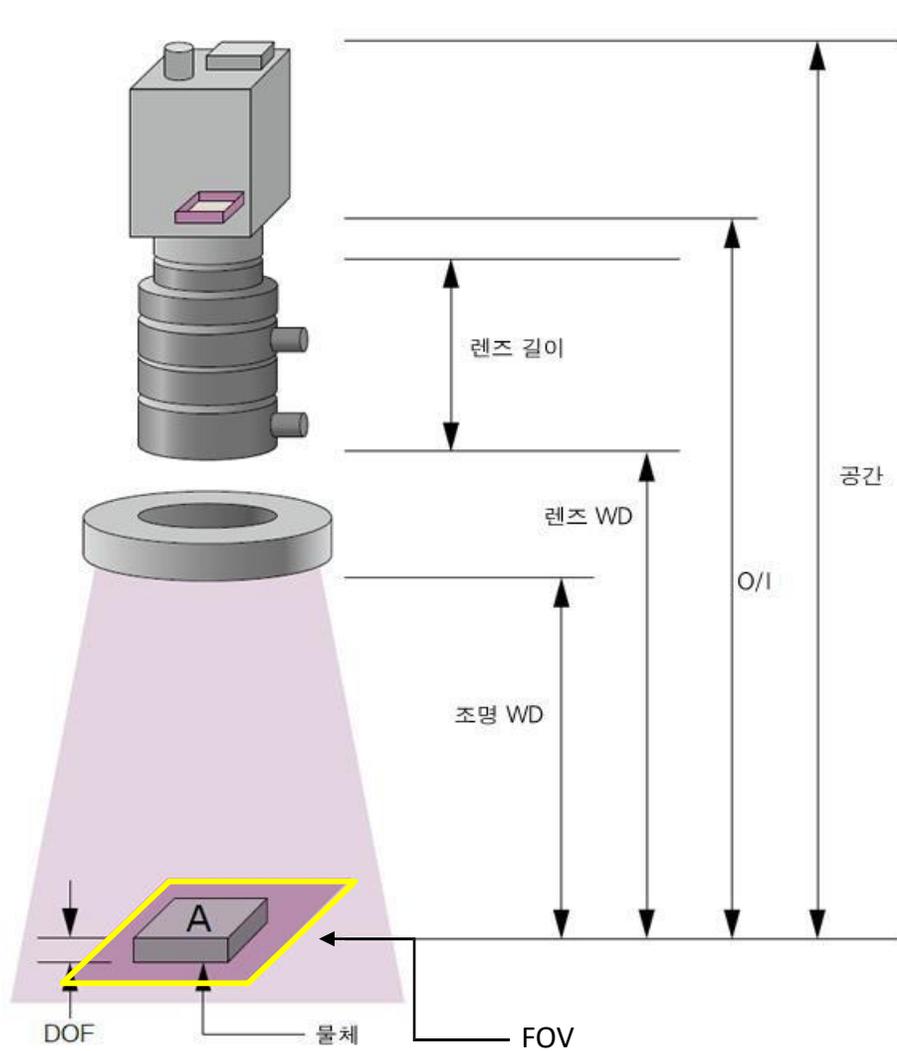
Part 1

머신비전 렌즈에 대한 이해

289.9 (0/1)



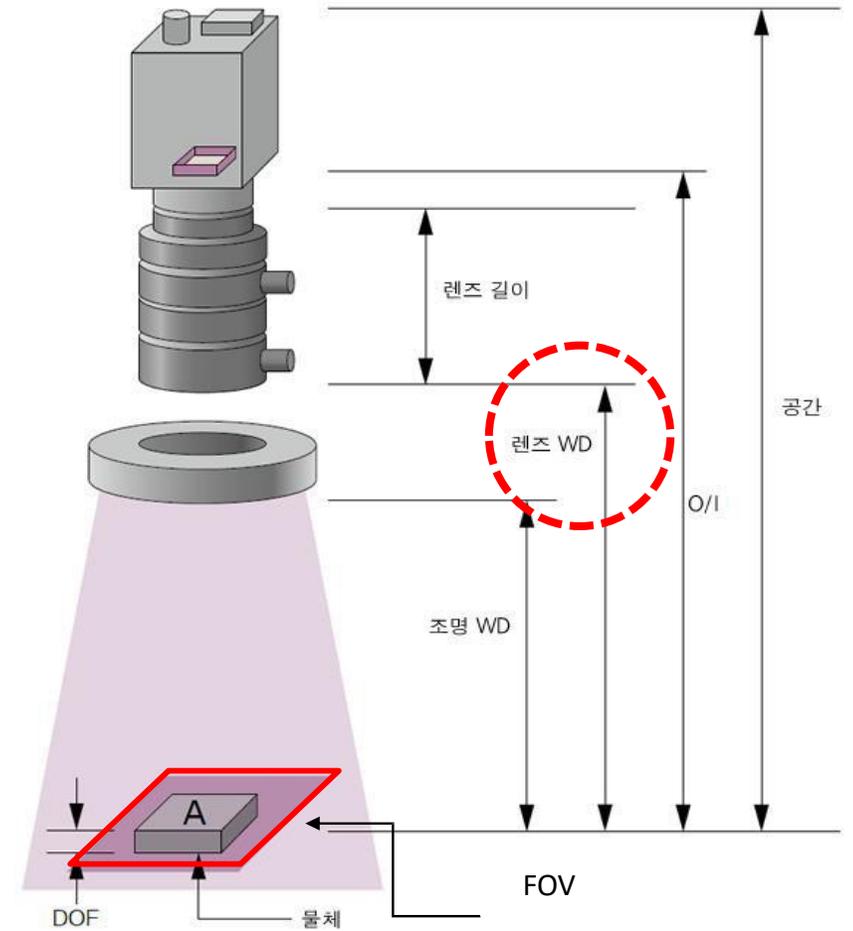
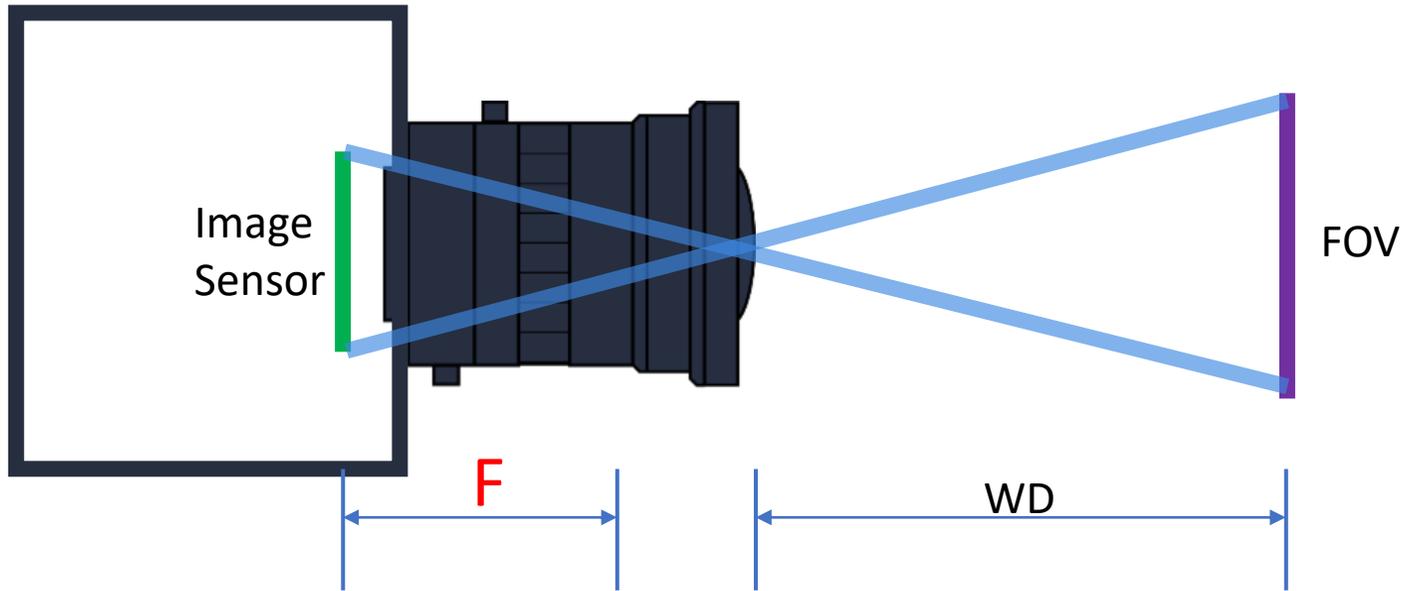
광학계에 대한 이해



명칭	설명
공간(Space)	물체에서부터 카메라 끝단까지의 광학계 총 설치 공간
O/I (Object to Imager)	물체에서부터 카메라 센서까지의 거리
Lens Length	렌즈의 길이
WD (Working Distance)	렌즈 앞단에서 물체까지의 거리
LWD (Light Working Distance)	조명 앞단에서 물체까지의 거리
DOF (Depth Of Field)	피사계심도로 초점이 맞는 범위
FOV (Field Of View)	이미지를 취득하기 위한 실제로 보이는 영역

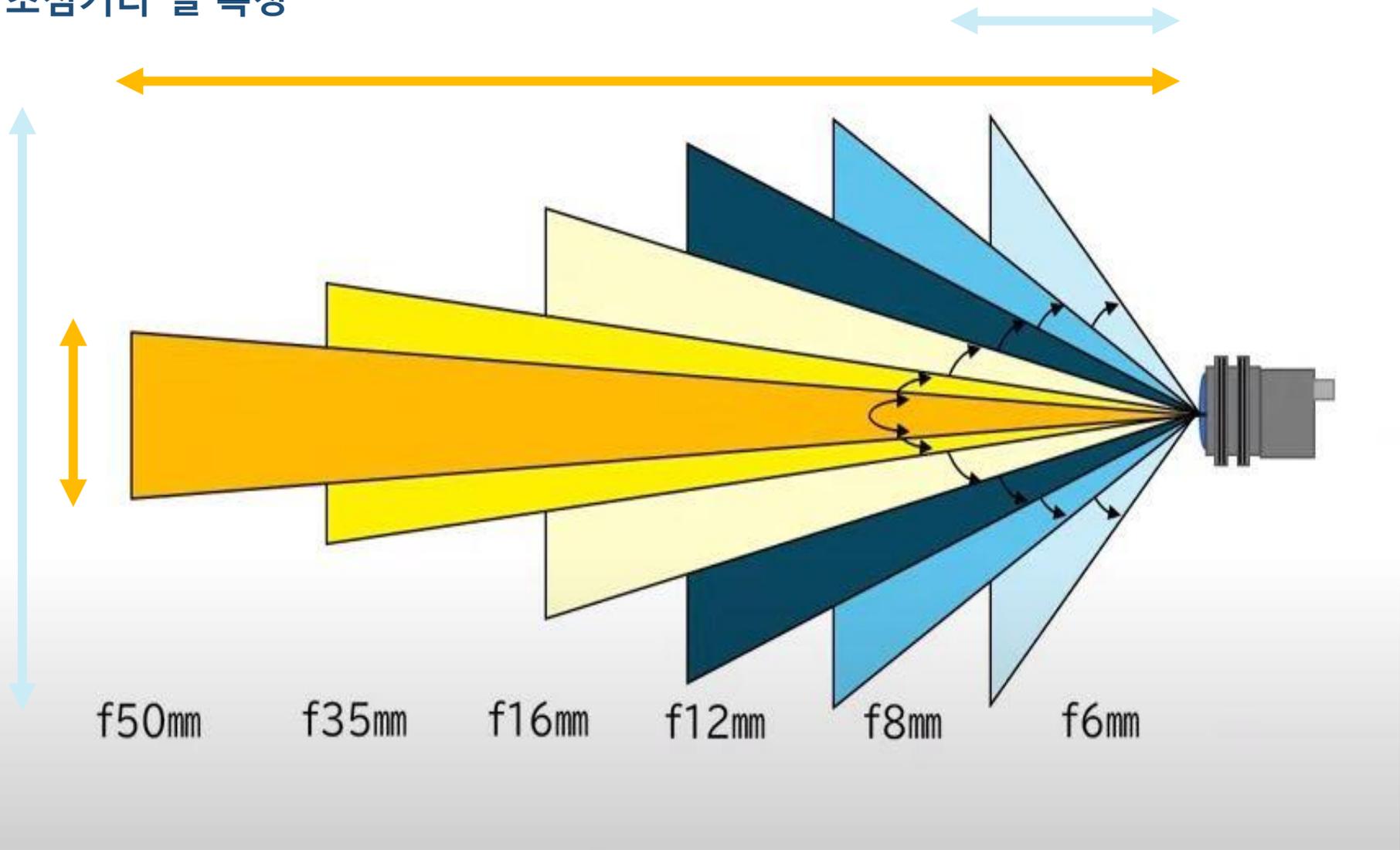
초점거리 (Focal Length)

센서에서 렌즈의 후측 주점까지 거리
FOV 및 WD의 사양을 선정하기 위한 기준 값

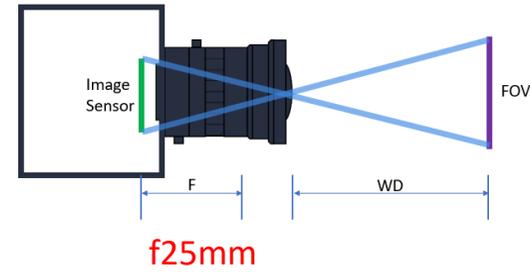
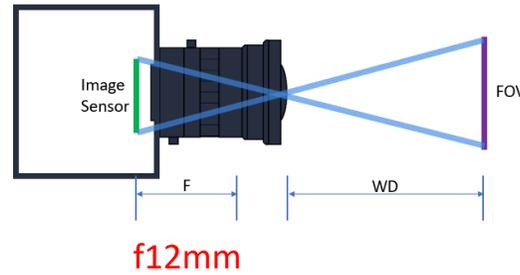
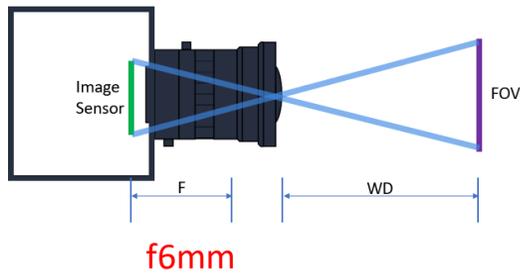
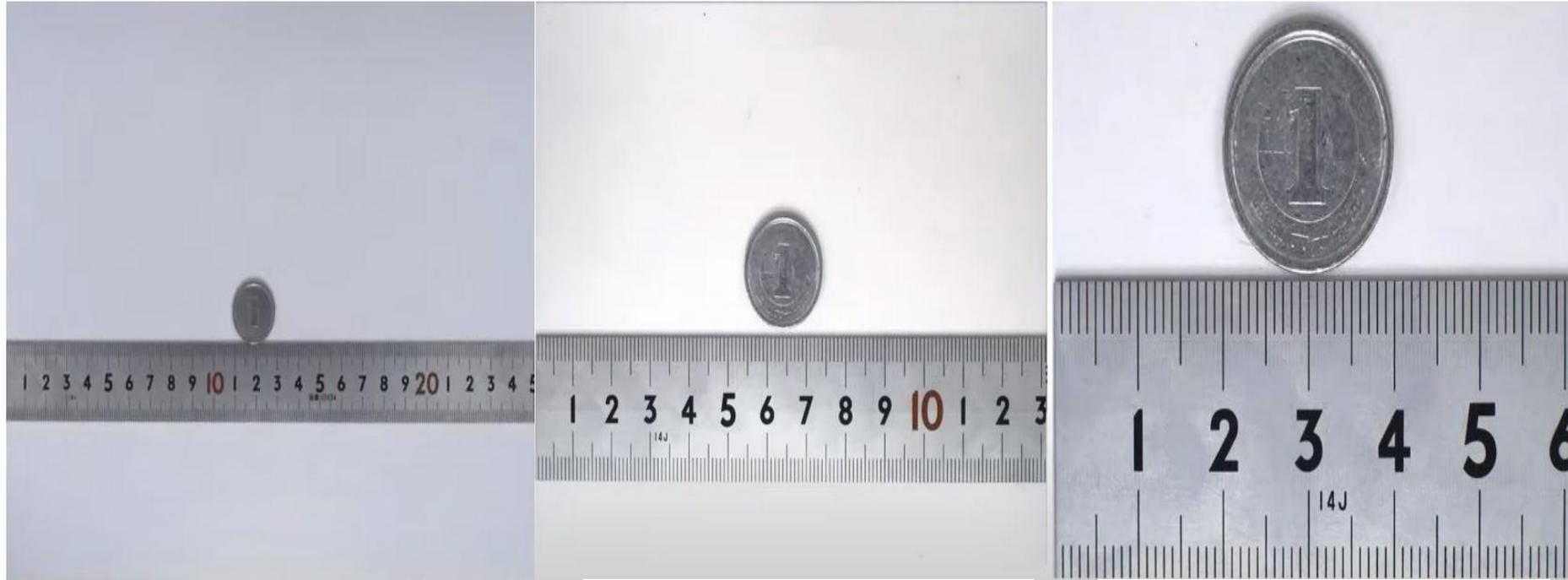


초점거리 별 특징

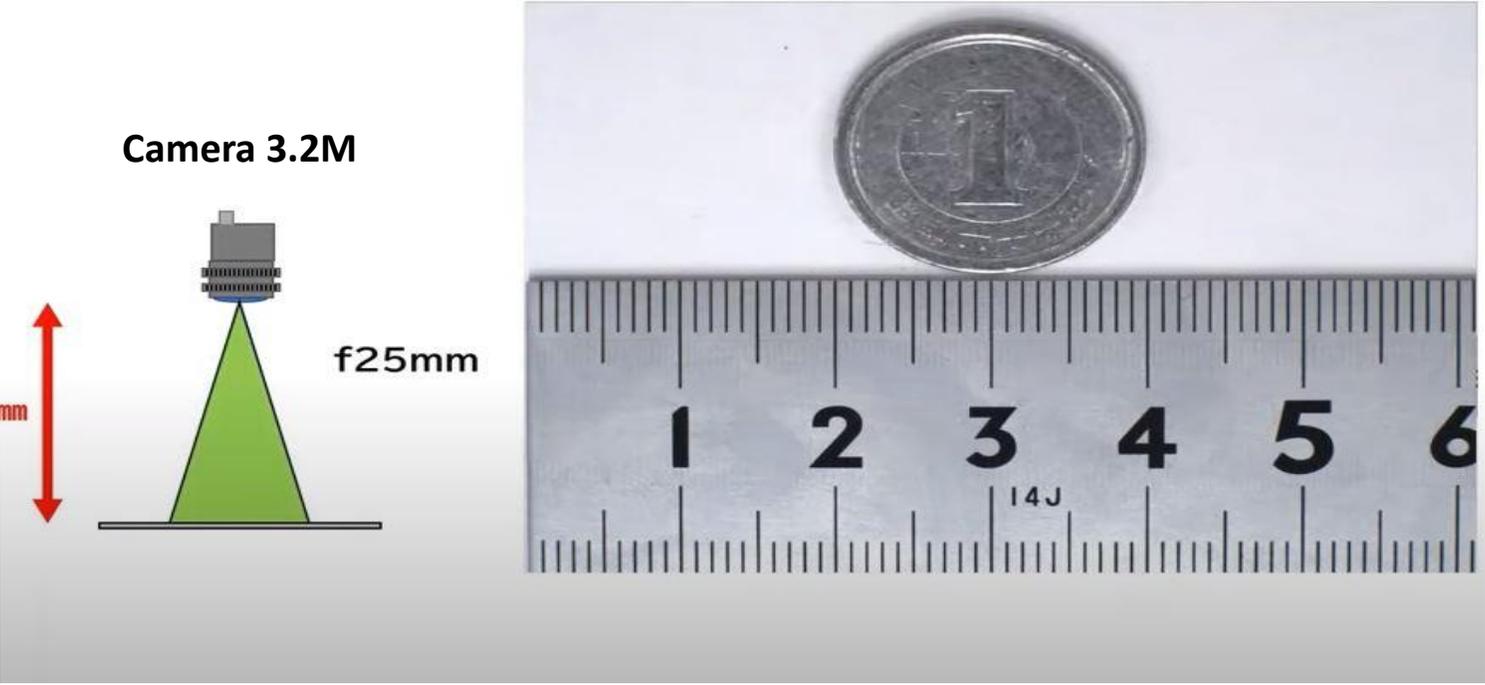
- 초점거리가 길다
- 초점거리가 짧다



초점거리에 따른 비교 이미지



초점거리 계산 공식 (f=WD*Sensor Size/ FOV)



Camera 3.2M

25 mm

f25mm

1 2 3 4 5 6

14J

$f(25\text{mm}) = W.D(215\text{mm}) * \text{센서 크기}(3.2\text{M} / \text{센서 크기 } 7.1\text{mm}) / \text{FOV}61\text{mm}$

조리개 (F Number)

렌즈의 밝기를 나타내는 수치이며, 렌즈를 통해 받아들이는 빛의 양을 조절



<F NO 7>



<F NO 15>

F Number 별 비교 이미지



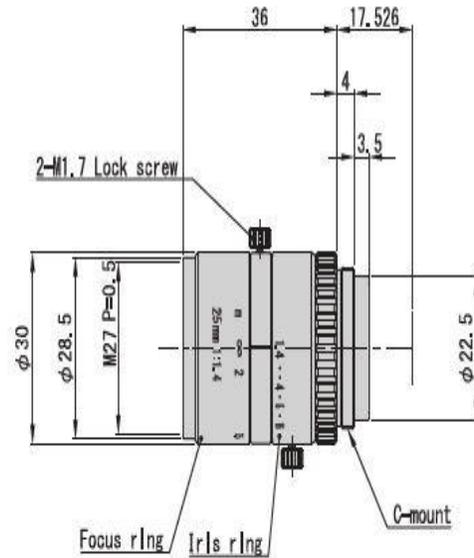
<Fno 4>

<Fno 6>

<Fno 8>

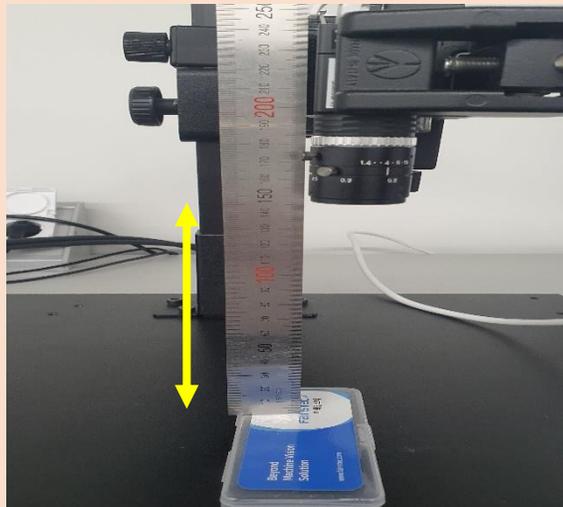
MOD(Minimum Object Distance)

포커스가 맞는 최소 거리

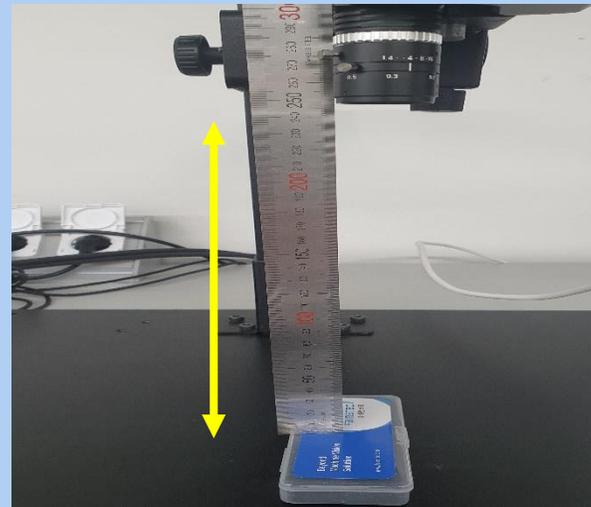


Focal Length (f)	25 mm
Maximum Aperture Ratio	1:1.4
Aperture	F1.4 ~ 16
Angle of View (2/3")	16.2° x 19.1°
M.O.D	150 mm
TV Distortion (2/3")	-0.06 %
Operation	Manual (Lock screw M1.7)
Wavelength	Visible
Mount	C-Mount
Flange Back	17.526 mm
Sensor Size (max.)	2/3"
Filter Thread	M 27 P = 0.5
Weight (approx.)	60 g
Dimension	φ30(max.) x L = 36 mm

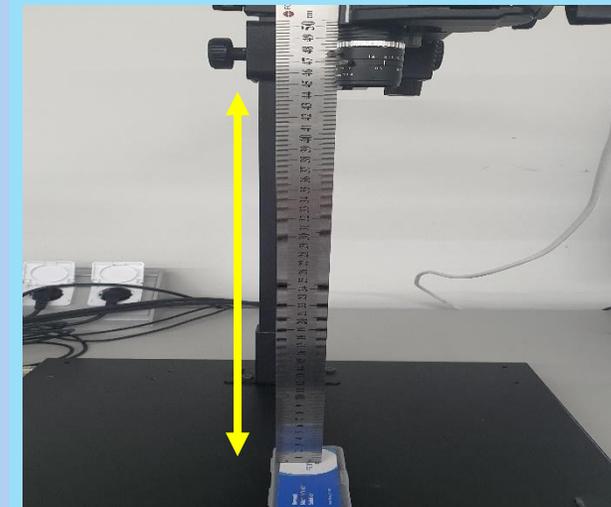
MOD 전, 후 비교 이미지 (25mm MOD 150mm)



<WD 140mm 포커스 맞지 않음>



<WD 250mm 포커스 맞춤>

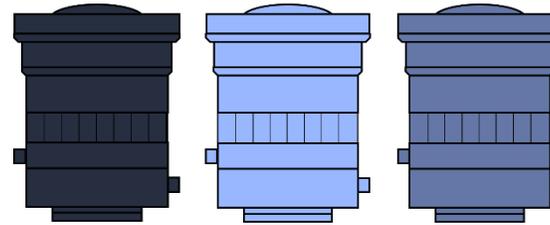
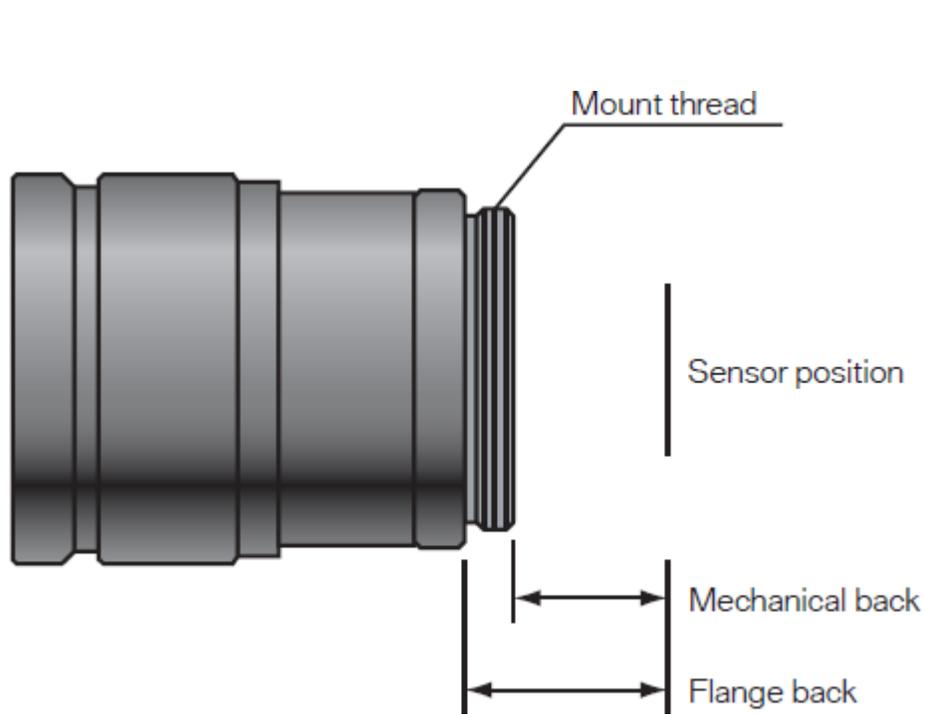


<WD 450mm 포커스 맞춤>

마운트 (Mount)

카메라와 렌즈를 조립하기 위한 기구적인 규격을 의미하며, 다양한 종류의 마운트가 존재

Flange Back : 마운트가 시작되는 부분에서 센서까지의 거리

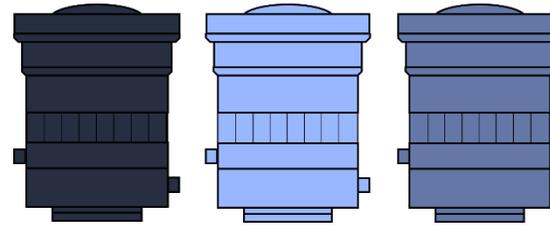


종류	FB(mm)
C-Mount	17.526
CS-Mount	12.526
M-Mount	M15.5/P0.5
S-Mount	M10.5/P0.5
F-Mount	46.5
M##-Mount	제조사에 따라 다름

마운트 (Mount)

카메라와 렌즈를 조립하기 위한 기구적인 규격을 의미하며, 다양한 종류의 마운트가 존재

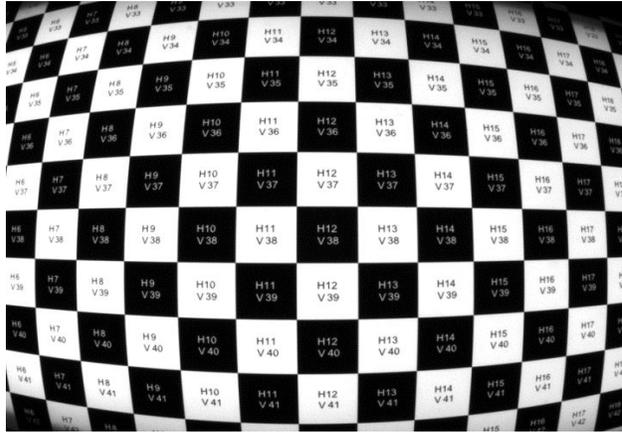
기구적인 형태 : 아래 이미지 참고



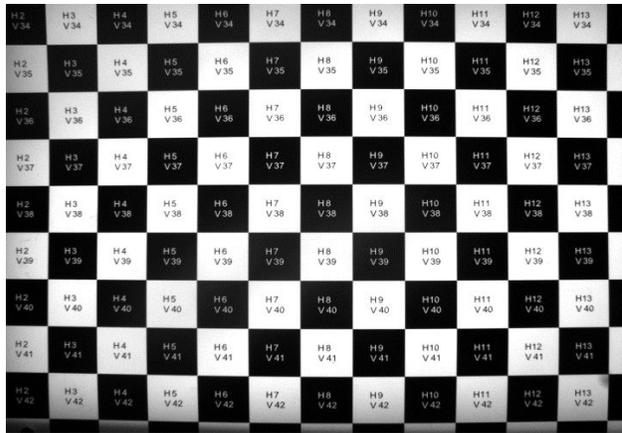
종류	FB(mm)
C-Mount	17.526
CS-Mount	12.526
M-Mount	M15.5/P0.5
S-Mount	M10.5/P0.5
F-Mount	46.5
M##-Mount	제조사에 따라 다름

왜곡 (Distortion)

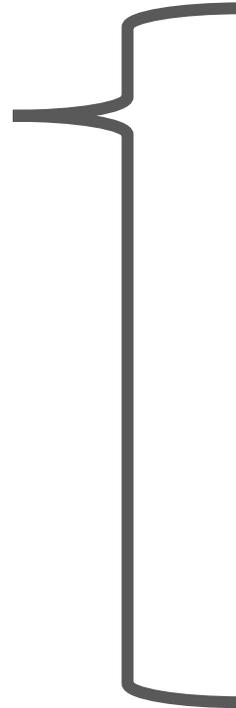
렌즈의 중심과 외곽의 굴절률 차이로 인해 오목 또는 볼록하게 보이는 현상



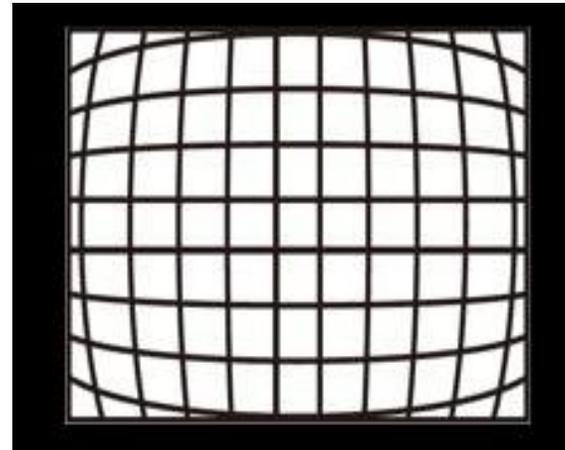
Distorted



General



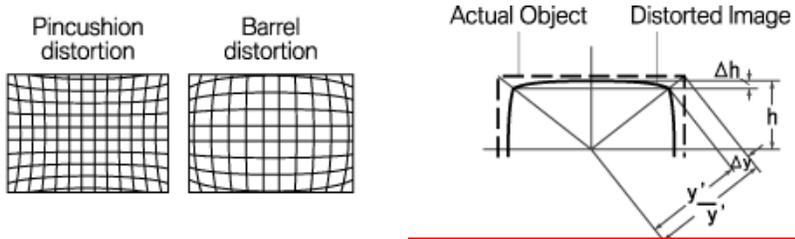
Pincushion Distortion



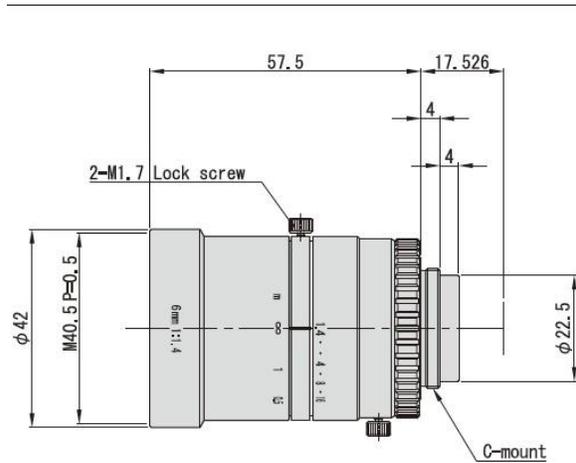
Barrel Distortion

왜곡 (Distortion)

사양서에서 왜곡은 어떻게 표시될까?



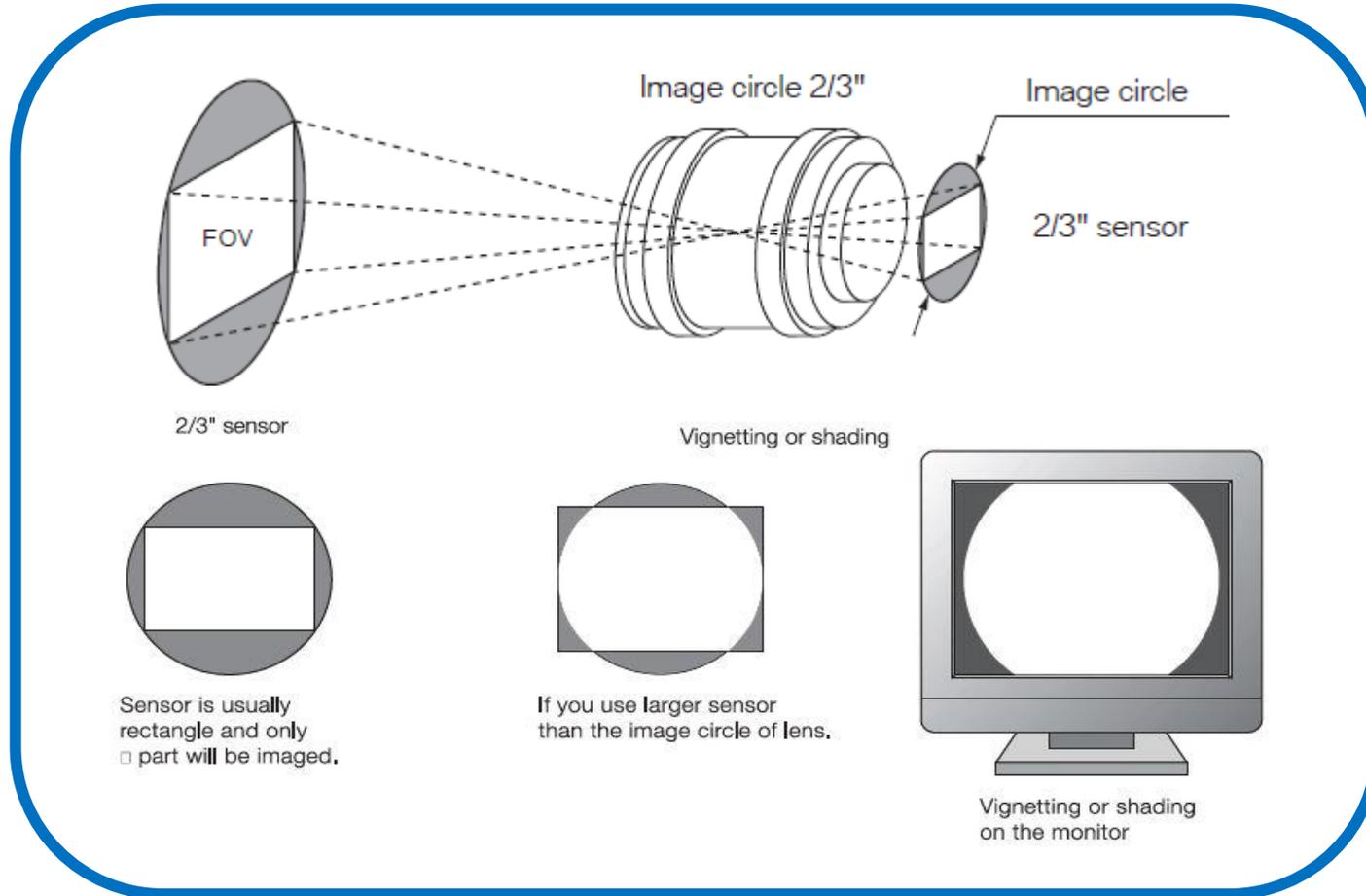
$$TV.D = \frac{\Delta h}{2h} \times 100 \quad D = \frac{y' - y}{y} \times 100$$



Focal Length (f)	6 mm
Maximum Aperture Ratio	1:1.4
Aperture	F1.4 ~ 16
Angle of View (2/3")	60.3° x 69.0°
M.O.D	100 mm
TV Distortion (2/3")	-0.06 %
Operation	Manual (Lock screw M1.7)
Wavelength	Visible
Mount	C-Mount
Flange Back	17.526 mm
Sensor Size (max.)	2/3"
Filter Thread	M 40.5 P = 0.5
Weight (approx.)	142 g
Dimension	φ42(max.) x L = 57.5 mm

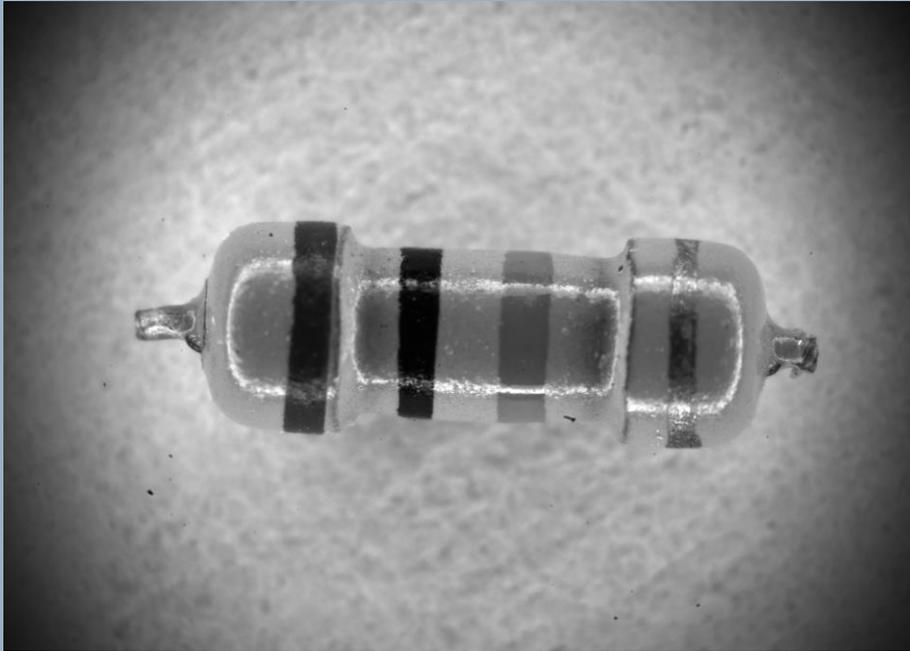
비네팅 (Vignetting)

렌즈의 중앙 보다 주변부의 광량이 부족하여 촬영된 영상의 가장자리가 어두워지는 현상
또는 렌즈의 이미지 서클이 카메라의 센서 사이즈 보다 작아 생기는 현상

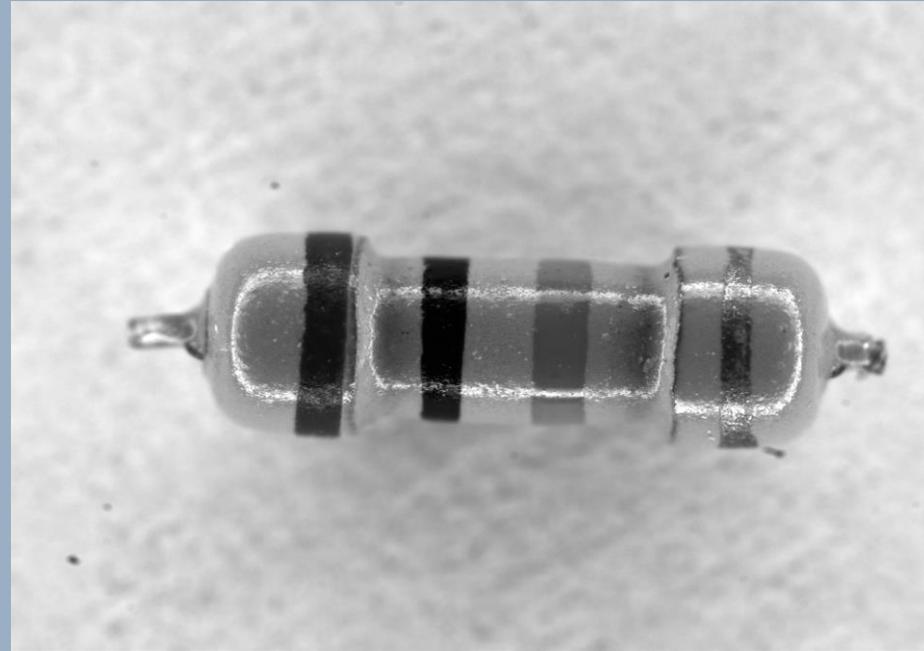


비네팅 (Vignetting)

비네팅 VS 정상 이미지 비교



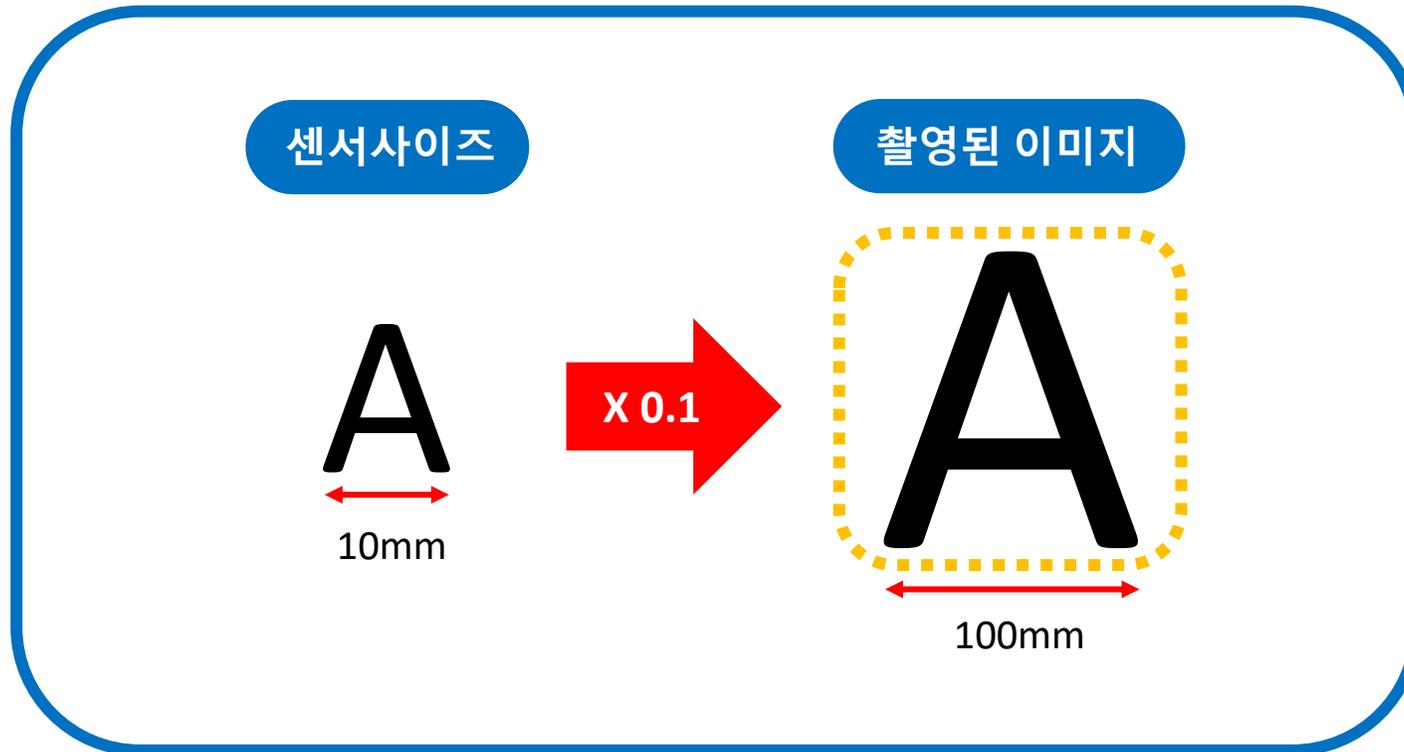
<카메라 5M (2/3"), 렌즈 1/2" 사용>



<카메라 5M (2/3"), 렌즈 2/3" 사용>

광학 배율 (Optical Magnification)

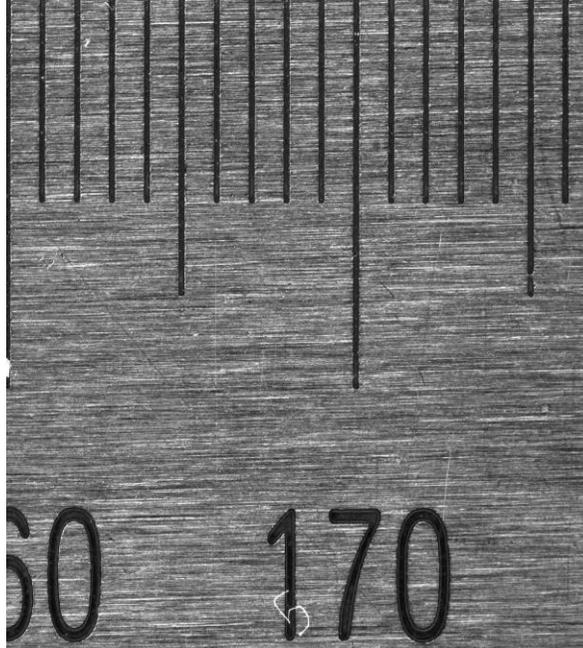
실제 물체 크기와 이미지 센서에 맺히는 물체 크기와의 비율



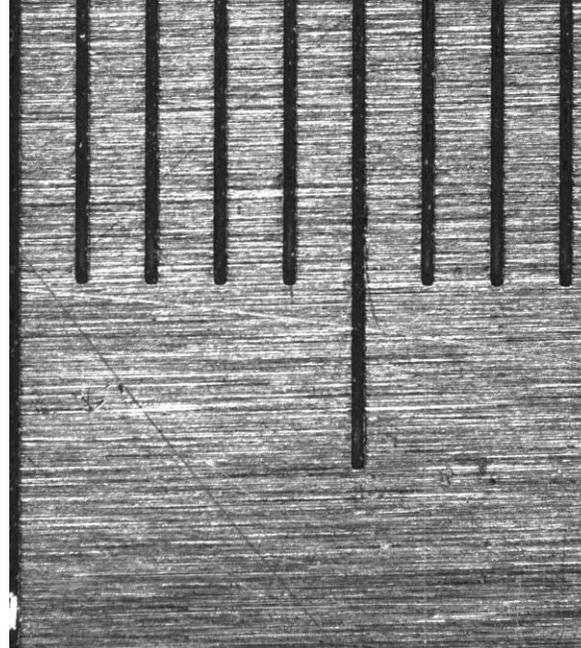
배율 계산 공식 배율=센서 사이즈/FOV

광학 배율 (Optical Magnification)

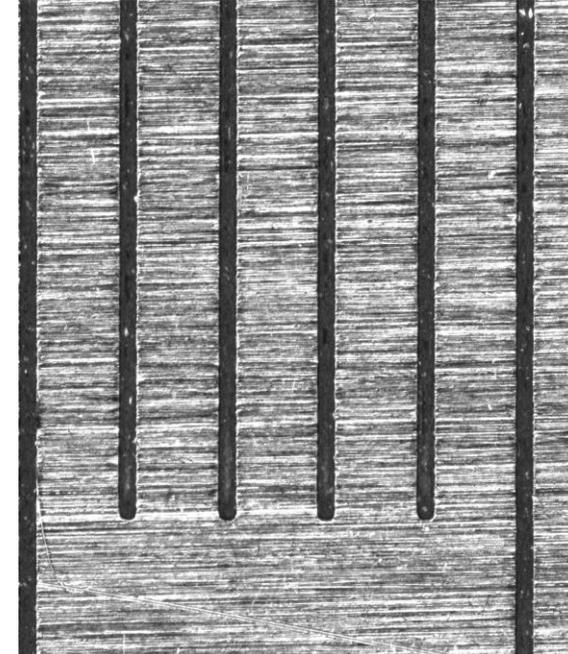
배율에 따른 비교 이미지



Camera→5M (Sensor Size 8.44mm)
Lens→0.5X
FOV→16.9mm



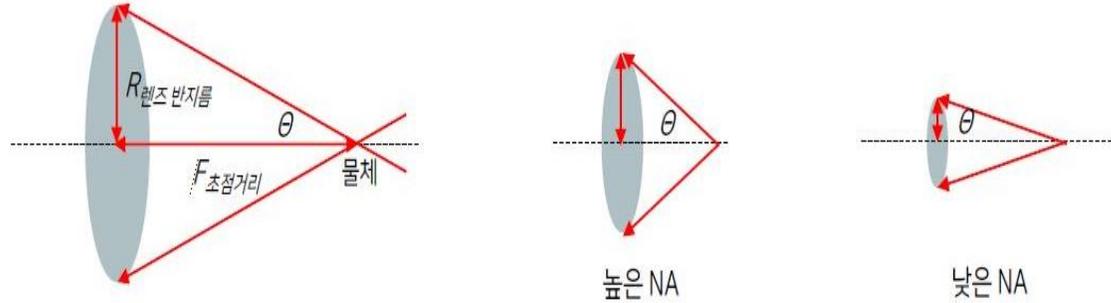
Camera→5M (Sensor Size 8.44mm)
Lens→1X
FOV→8.4mm



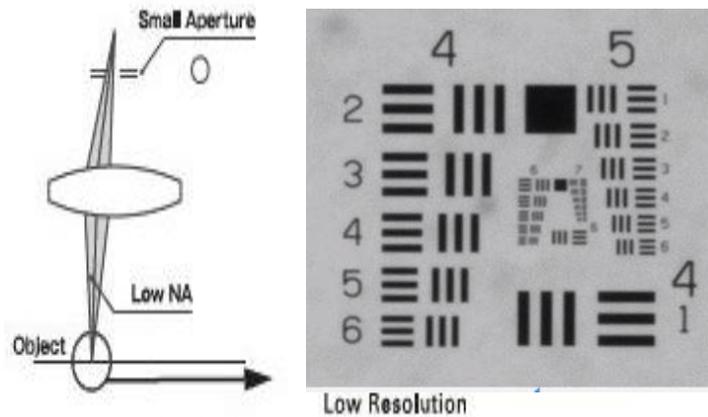
Camera→5M (Sensor Size 8.44mm)
Lens→1.5X
FOV→5.6mm

NA (Numerical Aperture)

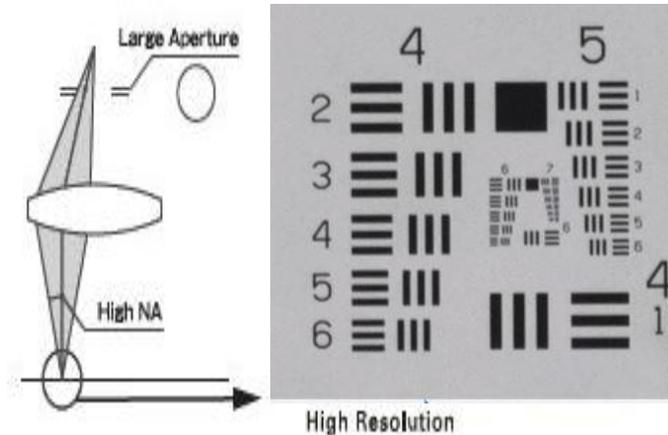
렌즈가 빛을 얼마나 수용할 수 있는냐의 기준이 되는 수치



NA 에 따른 비교



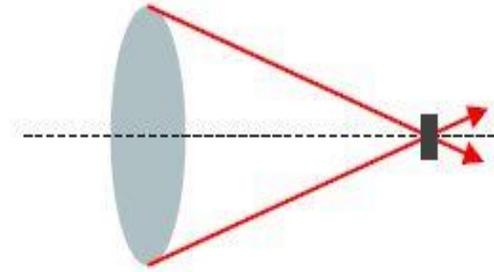
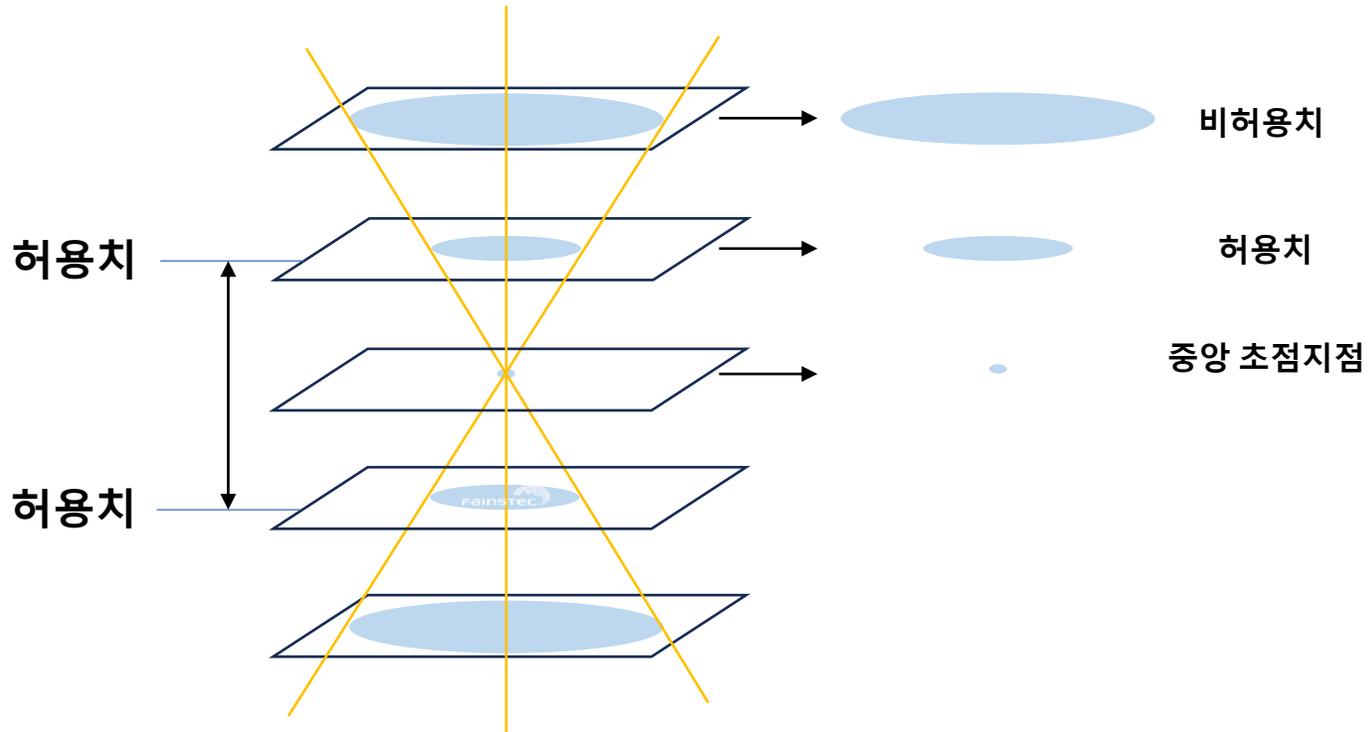
카메라 : 1.4M
렌즈 : ST 1X 렌즈 (NA 0.025)



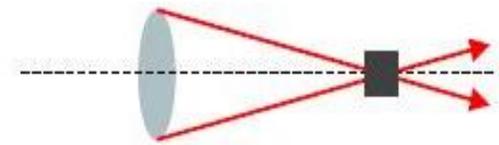
카메라 : 1.4M
렌즈 : HR 1X 렌즈 (NA 0.05)

심도 (DOF : Depth Of Field)

영상의 초점이 맞는 범위



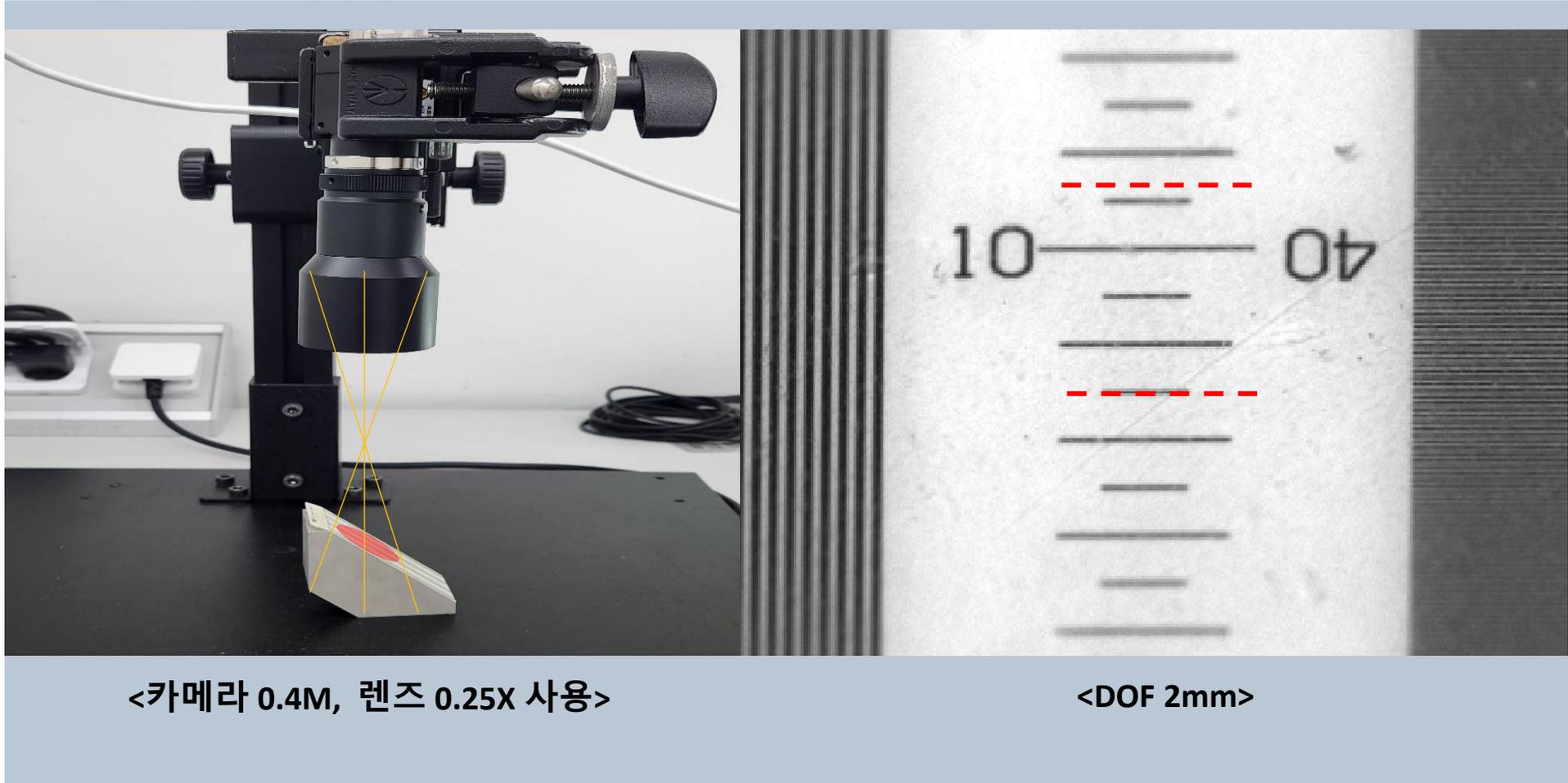
Large Aperture 낮은 심도 범위



Small Aperture 높은 심도 범위

심도 (DOF : Depth OF Field)

심도 테스트 이미지



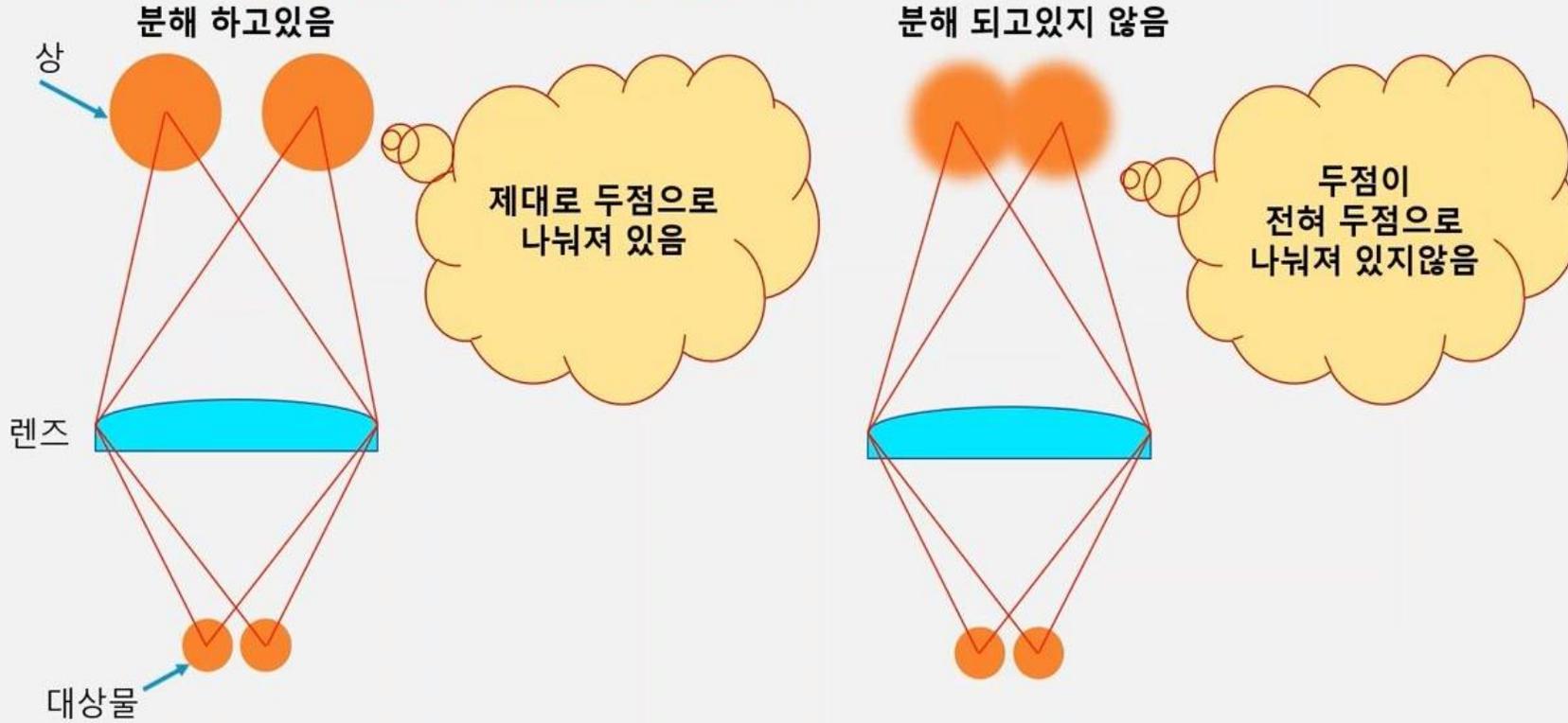
<카메라 0.4M, 렌즈 0.25X 사용>

<DOF 2mm>

분해능 (Resolution)

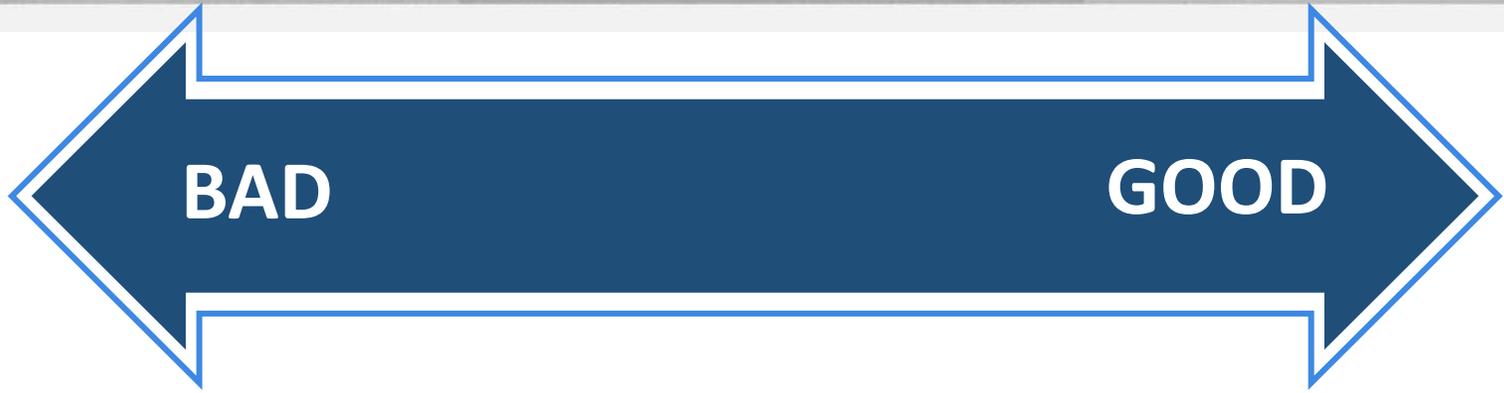
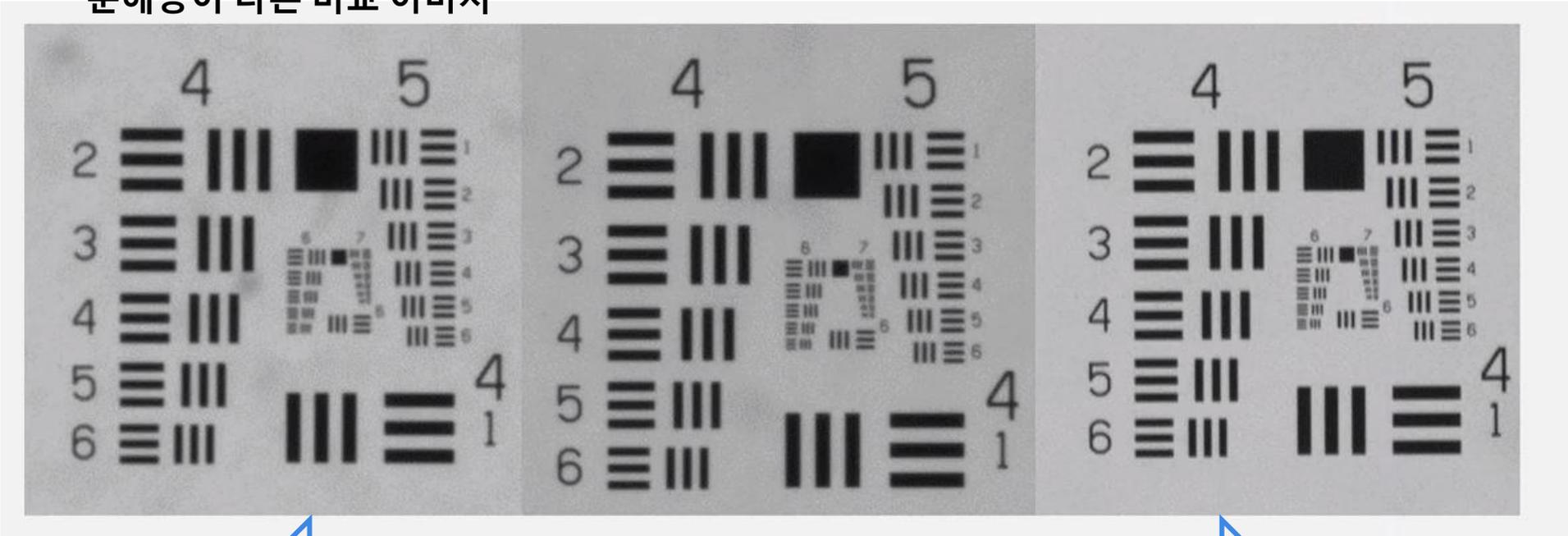
미세하게 서로 떨어져 있는 두 점을 (흑, 백) 구분할 수 있는 능력

두 점을 어디까지 분리해서 볼 수 있는지를 나타냅니다.



분해능 (Resolution)

분해능이 다른 비교 이미지

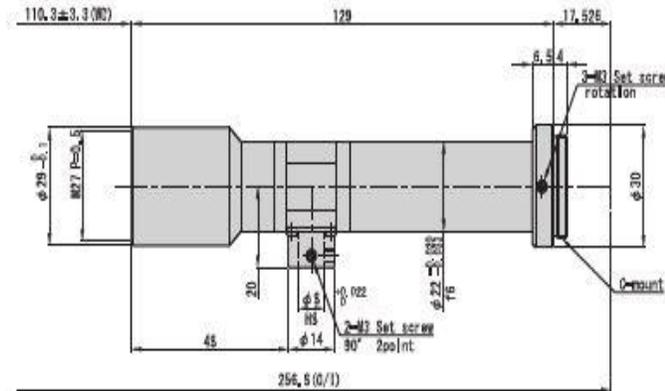


분해능 (Resolution)

분해능 계산 공식

$r = 0.61 \times \lambda$ (파장대)/N.A # 0.61 은 렌즈 해상력을 구하기 위한 고정된 상수

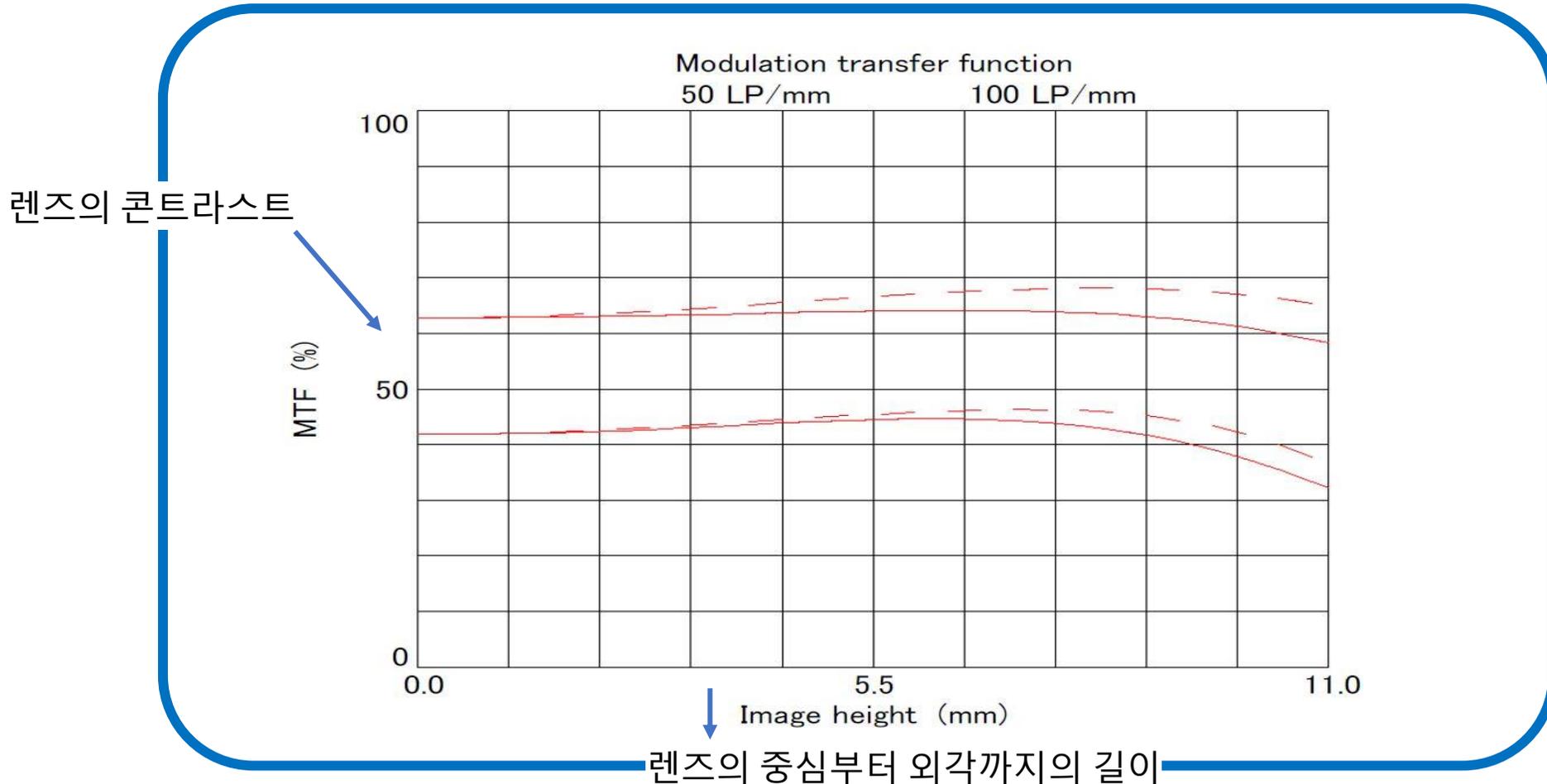
- 아래 사양의 렌즈와 , 조명파장 750nm 을 사용하게 될 경우 분해능은?
 $R = 0.61 \times 0.75 / 0.048 = 9.53\mu\text{m}$
- 아래 사양의 렌즈와 , 조명파장 550nm 을 사용하게 될 경우 분해능은?
 $R = 0.61 \times 0.55 / 0.048 = 6.98\mu\text{m}$



Optical Mag.	1.0x ± 5 %	
FOV(VxH)	2/3"	7.1 x 8.4 mm
	1/2"	4.8 x 6.4 mm
	1/3"	3.6 x 4.8 mm
WD	110.3 mm ± 3.3	
O/I (Object & Imager Distance)	256.8 mm	
Working F/#	10.5	
NA	0.048	
DOF at PCoCφ0.04mm	0.8 mm	
TV Distortion (2/3")	0.02 %	
Relative Illuminance (Y=5.5)	99 %	
Wavelength	Visible	
Mount	C-Mount	
Flange Back	17.526 mm	
Sensor Size (max.)	2/3"	
Co-Axial Prism	Built-in	
Filter Thread	M 27 P = 0.5	
Weight (approx.)	96 g	
Dimension	φ30(max.) x L = 129 mm	

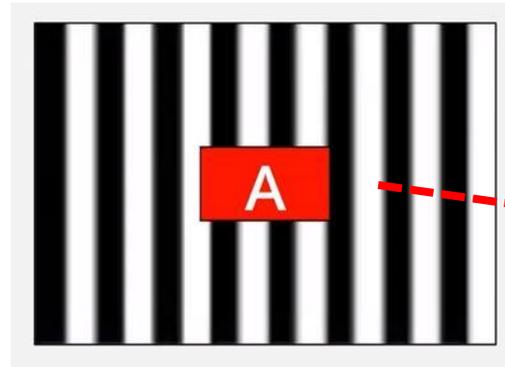
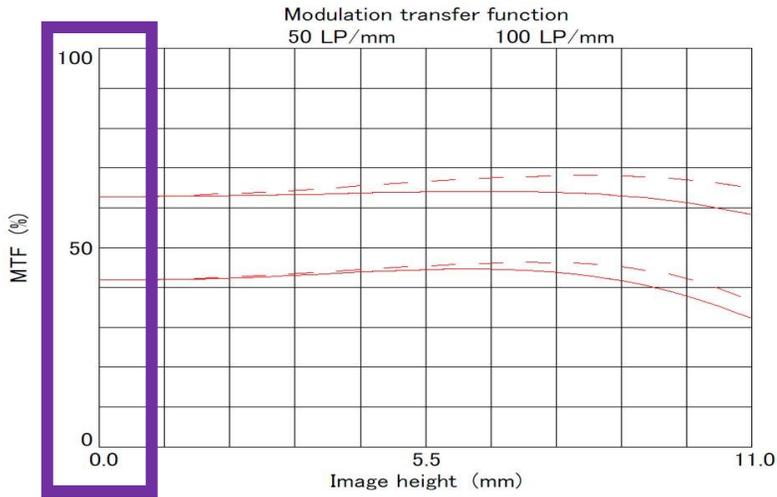
MTF 차트 (Modulation Transfer Function)

렌즈의 성능 (콘트라스트, 해상력) 을 확인할 수 있는 그래프

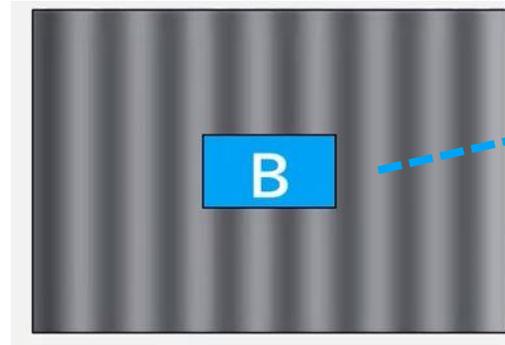


MTF 차트 (Modulation Transfer Function)

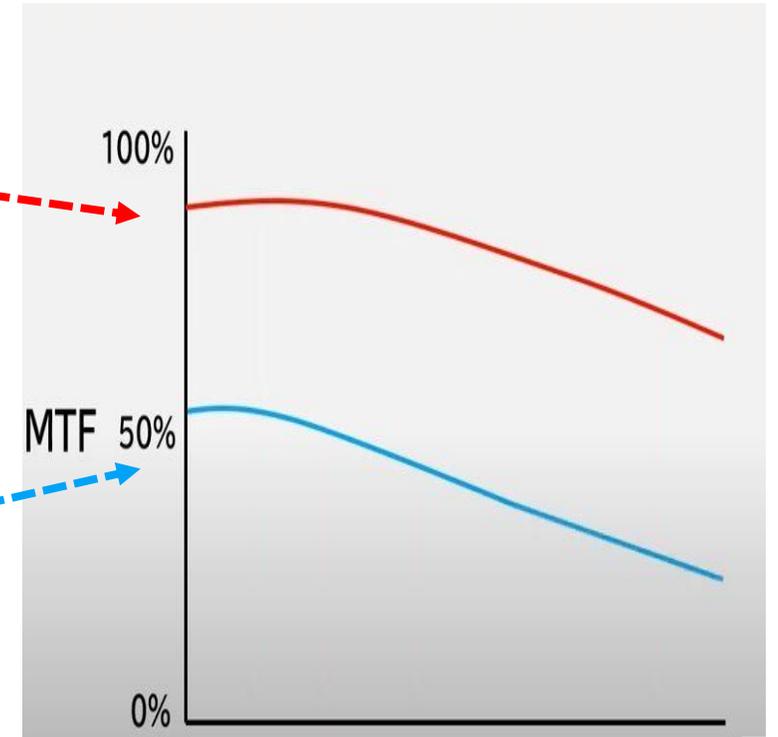
렌즈의 성능 (콘트라스트, 해상력) 을 확인할 수 있는 그래프



<콘트라스트 좋음>

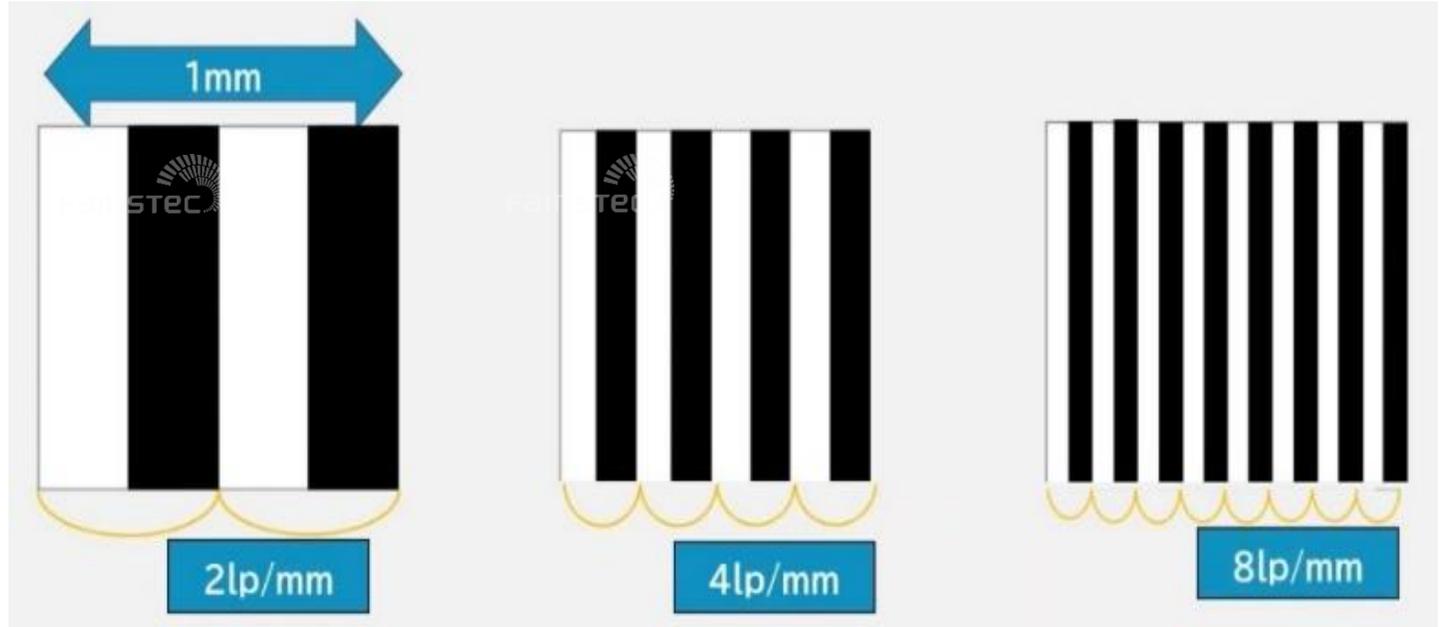
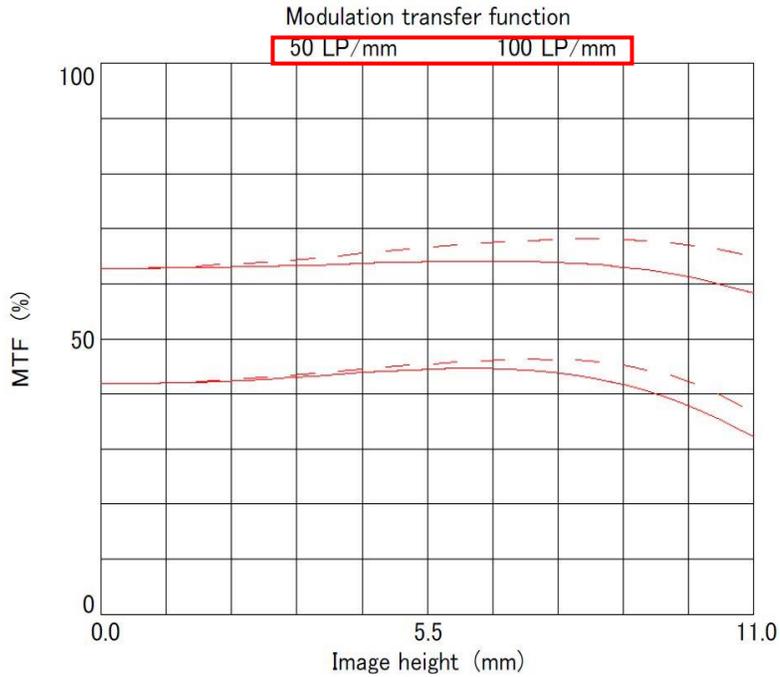


<콘트라스트 나쁨>



라인페어 (Line Pair/mm)

1mm 안에 흑,백을 표현할 수 있는 능력



라인폭250um

라인폭125um

라인폭 65.5um

머신비전 렌즈에 대한 이해





Part2

머신비전 렌즈 종류 및 선정 방법

FIXED FOCAL LENGTH



MACRO



TELECENTRIC



LINE SCAN



ZOOM



MICROSCOPE



CCTV LENS [Fixed Focal Length Lens]



- 무한 광학계 렌즈(DOF 무한)
- 조리개 조절, 배율 변경 가능
- 광범위한 FOV, WD
- 저렴한 가격
- 진동에 취약함
- 왜곡 현상

추천 산업 및 어플리케이션

- ITS : 자동차번호인식, 스마트 톨링
- 물류: 바코드, 라벨검사, 박스유무검사
- 자동차: 부품유무 및 형상검사
- 바이오: 알약검사 및 색상검사
- 게임 인터페이스: 스크린 골프/야구

MACRO LENS

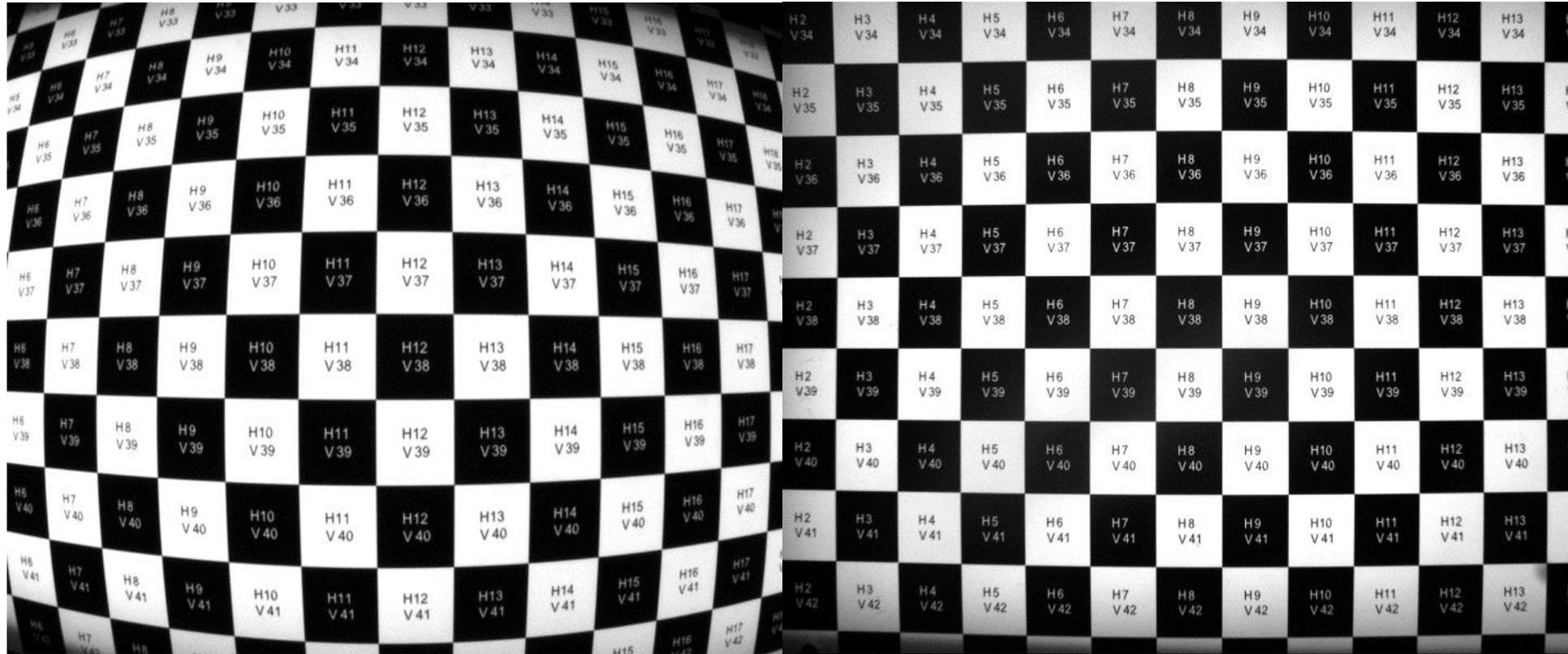


- 근접 촬영에 적합한 렌즈
- (WD : 10mm-500mm)
- CCTV 렌즈 대비 적은 왜곡
- 배율, 조리개 변경 가능
- 고배율 렌즈

추천 산업 및 어플리케이션

- 디스플레이: 액정 및 패널 얼라인먼트
- 반도체: PCB 부품 검사 및 얼라인먼트
- 바이오: 시료도포 유무 검사, CELL검사
- 2차 전지: 탭 유무 검사, 탭 외관 검사

CCTV LENS vs MACRO LENS



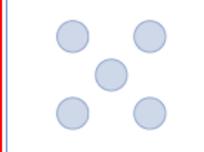
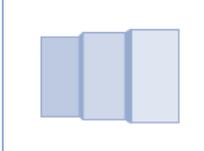
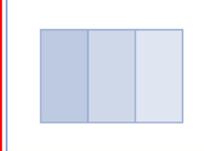
4.5mm CCTV Lens

4mm MACRO Lens

TELECENTRIC LENS



- 렌즈의 광축에 평행한 빛을 받는 구조
- 정밀한 치수 측정에 적합한 렌즈
- 원근감이 없는 이미지 취득
- 타 렌즈대비 큰 사이즈
- 다소 높은 가격
- 고정된 배율 및 WD

Object	Conventional Lenses	Telecentric Lenses
		
		
		

ZOOM LENS

- I/O, WD 의 변동 없이 배율 변경이 가능한 렌즈
- 카메라와 렌즈를 재설정 하지 않고 확대된 피사체 이미지 취득에 적합
- Manual Zoom과 Motorized Zoom 두 종류
- 연구소 테스트, 감시용에 주로 사용

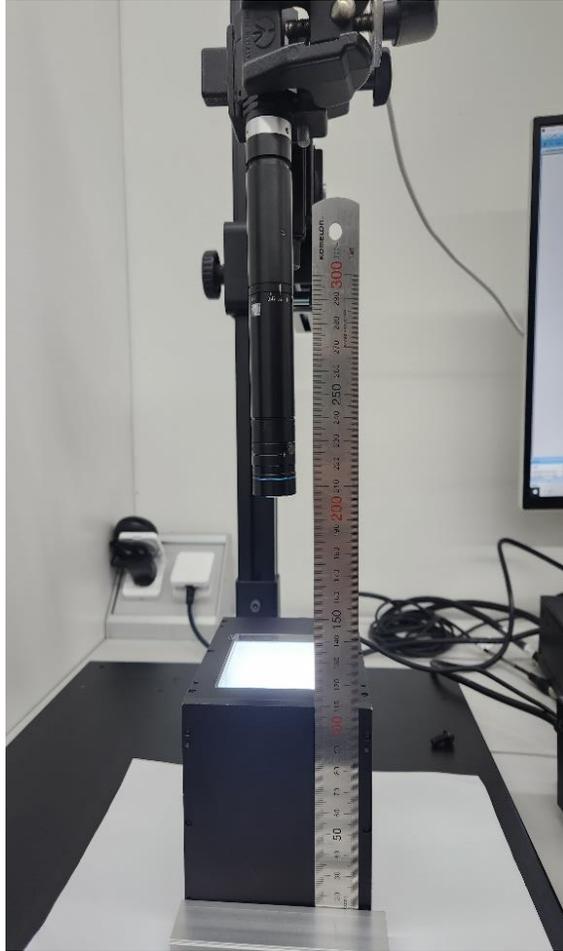


MOTORIZED ZOOM



MANUAL ZOOM

ZOOM LENS 배율 별 비교 이미지



<W.D 220mm 고정>



<배율 0.47x>



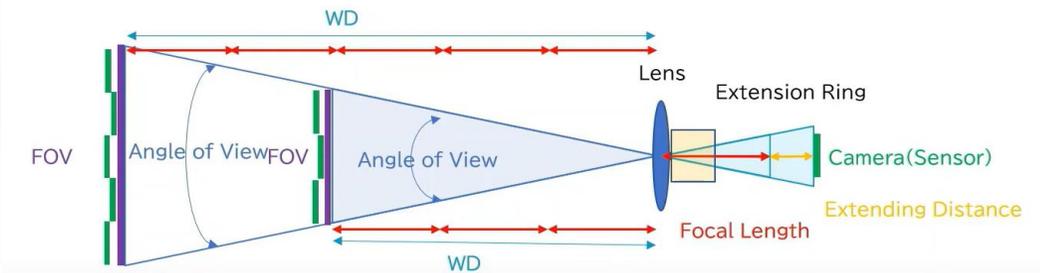
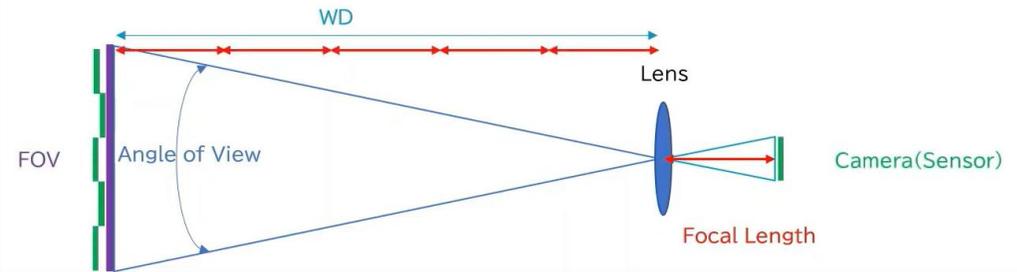
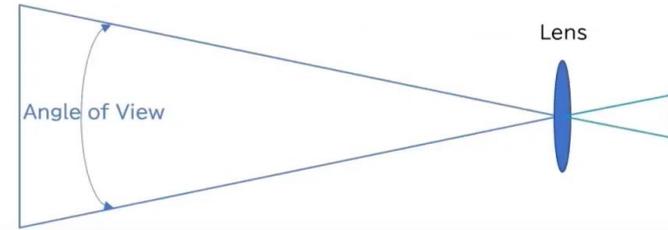
<배율 0.7x>

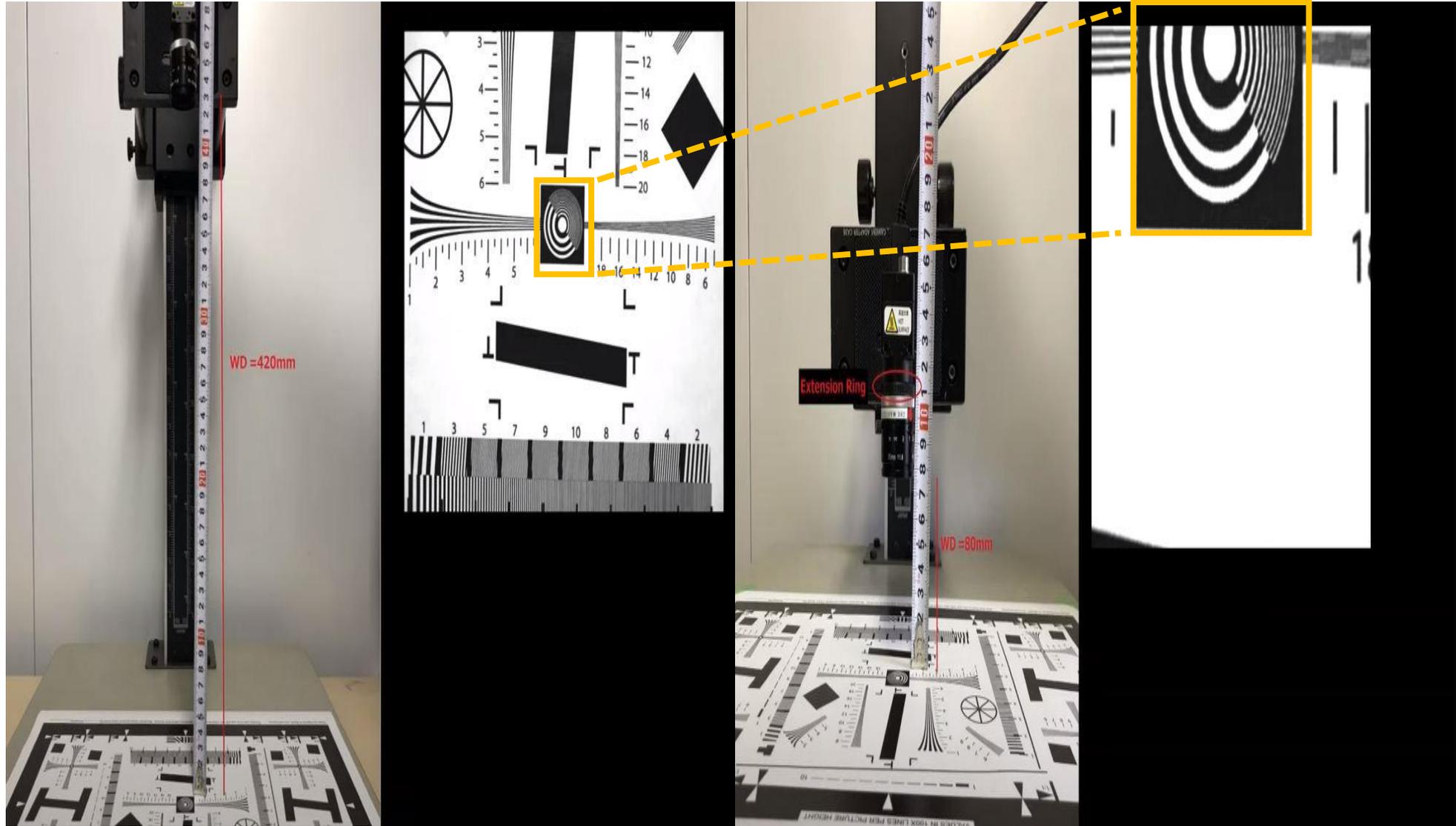


<배율 1x>

접사링 (EXTENTION RING)

렌즈의 배율을 올릴 때 사용되며, WD는 짧아짐



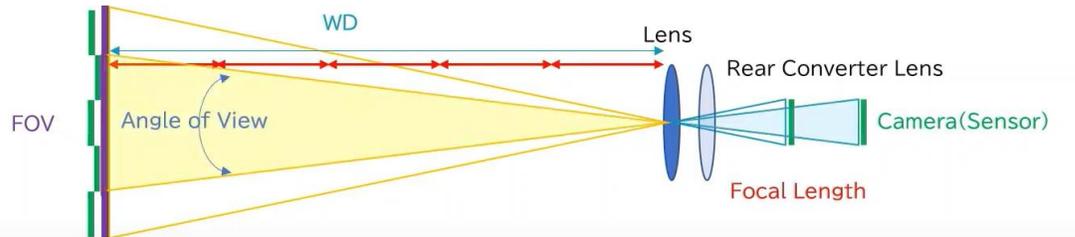
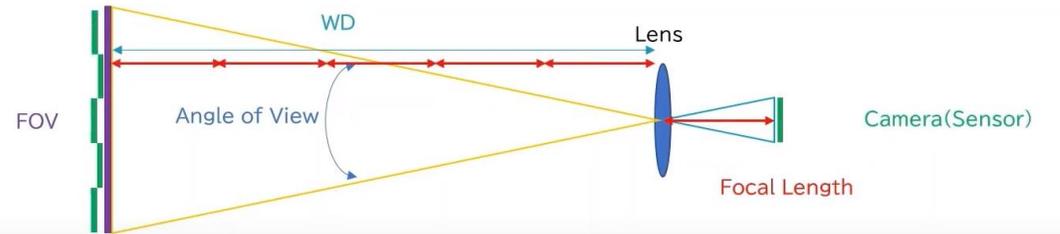
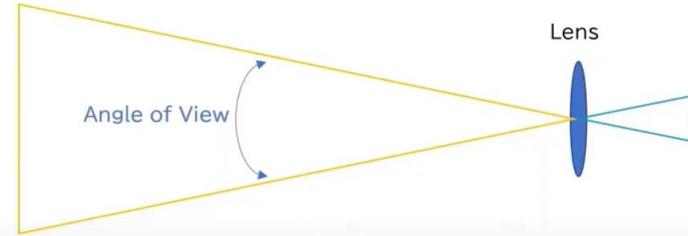


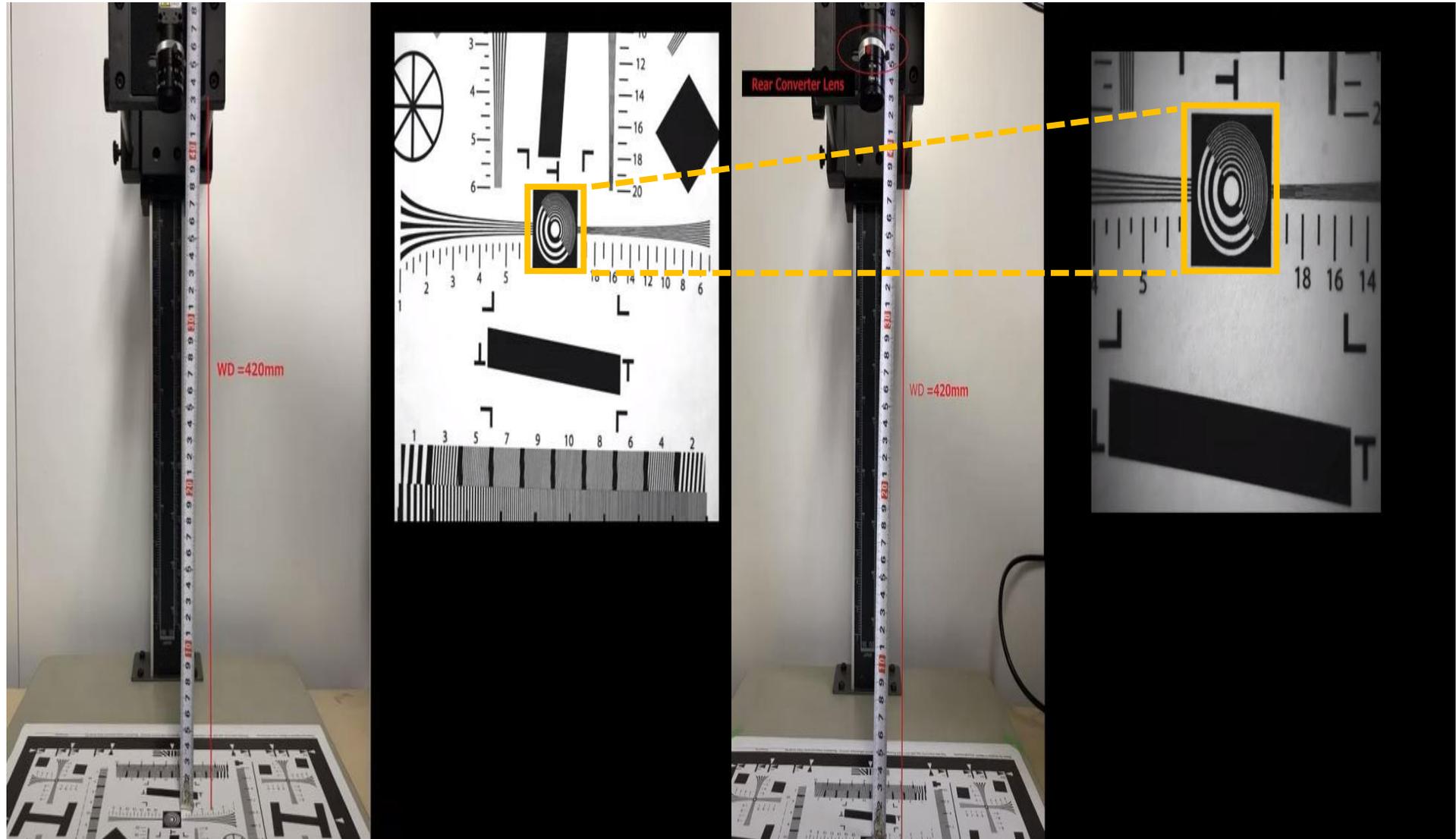
<접사링 사용 전>

<접사링 사용 후>

리어 컨버터 (REAR CONVERTER)

렌즈의 배율을 올릴 때 사용되며, WD는 동일





<리어 컨버터 사용 전>

<리어 컨버터 사용 후>

종류	특징	사용 목적
CCTV (Fixed Focal Length)	조리개 조절과 배율 변경이 가능하며 DOF가 무한인 무한 광학계 렌즈. 상대적으로 저렴함 MOD 이전거리는 볼 수 없다	넓은 FOV가 필요한 어플리케이션 DOF가 무한이기 때문에 보안, 감시용으로 많이 사용
Macro	피사체와 렌즈 간의 짧은 거리 전용 렌즈 CCTV 대비 적은 왜곡 배율, 조리개 변경 가능	0.5배 이하 저 배율에서 1,000mm 이내 FOV를 확인할 수 있으면서 TELECENTRIC 렌즈보다 저렴한 구성으로 사용하고자 할 경우 추천
TELECENTRIC	렌즈의 광축에 평행이 되게 빛을 받는 렌즈 왜곡이 최소화된 이미지 취득이 가능 배율, WD 고정	측정 검사 오차를 줄여야 하는 정말 피사체의 Alignment를 위한 광학계 추천
ZOOM	O/I, WD 변동 없이 배율 변경이 가능 Manual Zoom, Motorized Zoom 렌즈가 있음	고정된 머신비전 셋팅에 피사체를 확대해야 하는 경우 추천
Microscope	5-100배 혹은 그 이상까지 확대하고 정밀하게 관측하기 위한 렌즈 낮은 NA, 짧은 DOF, 좋은 분해능	디스플레이 리페어 혹은 현미경에 주로 사용 연구소 추천용 렌즈
EXTENTION RING	CCTV 및 매크로 렌즈의 배율을 부득이하게 변경하게 될 경우 사용	미세한 배율변경 (접사링 길이에 따라 0.1x 이하단위도 변경가능)
REAR CONVERTER	CCTV 및 매크로 렌즈의 배율을 부득이하게 변경하게 될 경우 사용	WD 변경없이 배율변경

“
머신비전
솔루션
화인스텍이
만듭니다.
”