

에드몬드 옵틱스 비구면 렌즈



역량 | 비구면 렌즈 신제품 | 기술 노트

재고 문의 및 맞춤형 제작 견적을 위해 오늘 바로 연락 주십시오!

KOREA: +82-2-769-4600

SINGAPORE: +65-6273-6644

CHINA: +86-0755-2967-5435 TAIWAN: +886-4-22936309

 **Edmund**
optics | worldwide

www.edmundoptics.co.kr/aspheres

CNC 연마 공정 역량



에드몬드 옵틱스는 안과 장비, 외과 기기, 분석 기계, 방위용 비구면 렌즈를 생산해온 광범위한 경험을 바탕으로 비구면 렌즈 제조 분야에서 인정을 받아온 광학 제조 선두 기업입니다. 에드몬드 옵틱스에서 보유한 비구면 렌즈 대량 제조용은 매달 수천 개의 정밀 비구면 렌즈를 생산하기 위해 매일 24시간 운영되며, 비구면 렌즈 설계와 제조에 관한 숙련된 지식을 보완할 수 있도록 최첨단 생산 설비 및 계측 장비가 갖춰져 있습니다. 고객의 어플리케이션에 당사가 보유한 다양한 종류의 고성 광학 부품, build-to-print lens 혹은 맞춤 제작(customized) 디자인이 필요할지라도 광학 설계 전문가와 제조 엔지니어로부터 고객의 요구에 맞는 솔루션을 제공받을 수 있습니다. 전문가와의 상담이나 신속한 견적을 원할 경우 당사로 문의주시기 바랍니다.

Aspheric Manufacturing Capabilities			
	Commercial	Precision	High Precision
Diameter:	10 - 150mm	10 - 150mm	10 - 150mm
Diameter Tolerance:	+0/-0.100mm	+0/-0.025mm	+0/-0.010mm
Asphere Figure Error (P - V):	3µm	1µm	<0.06µm
Vertex Radius (Asphere):	±0.5%	±0.1%	±0.05%
Sag:	25mm max	25mm max	25mm max
Typical Slope Tolerance:	1µm/mm	0.35µm/mm	0.15µm/mm
Centering (Beam Deviation):	3 arcmin	1 arcmin	0.5 arcmin
Center Thickness Tolerance:	±0.100mm	±0.050mm	±0.010mm
Surface Quality (Scratch Dig):	80-50	40-20	10-5
Aspheric Surface Metrology:	Profilometry (2D)	Profilometry (2D & 3D)	Interferometry

계측 및 제조 장비

제조 장비

- 5-Axis CNC Grinding Machines
- 5-Axis CNC Polishing Machines
- QED MRF Finishing Machines for Fine Finishing
- Centering Machines

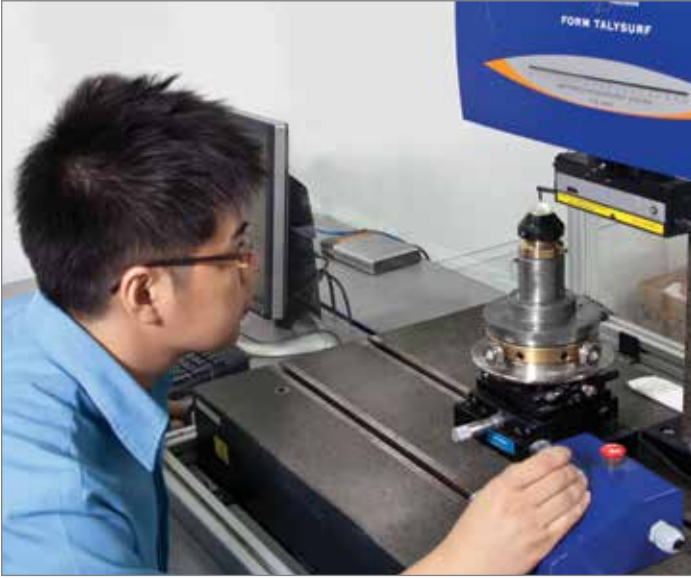
계측 장비

- Talysurf PGI 1240 Profilometers
- QED ASI™ Aspheric Stitching Interferometers
- Zygo® NewView White Light Interferometers
- OptiPro UltraSurf 4X 100 Non-Contact Profilometers
- TRIOPTICS Opticentric® Centration Measurement Machines
- Zeiss Contura G2 CMMs
- Olympus MX51 Microscopes
- Design-Specific Computer Generated Holograms (CGH)

비구면 렌즈 제작 영상은 당사 웹사이트 www.edmundoptics.co.kr/making-aspherics 참조



비구면 계측 역량



정밀한 계측 과정 없이는 실제 광학 부품의 제작이 불가능하다고 에드몬드 옵틱스는 생각합니다. 따라서 이러한 생각을 바탕으로 EO는 2D Profilometry 및 3D Stitching Interferometry 등의 최신 비구면 계측 장비에 많은 투자를 하였습니다.

Taylor Hobson® Talysurf는 스타일러스(stylus)를 사용해 비구면의 프로파일을 추적하고 가장 이상적인 비구면 공식으로부터의 편차를 측정합니다. 일반적으로 이러한 측정은 2개의 광축(0° 와 90°)에서 이루어지고 비구면 연마 과정에서의 비대칭 오류를 계측합니다. 정밀도는 렌즈의 기하학적 구조와 스타일러스의 길이에 크게 영향을 받지만 에드몬드 옵틱스에서는 $1\mu\text{m}$ 의 표면 형상 요건과 최대 25mm의 Sag에 따라 비구면 렌즈의 계측 작업을 진행합니다.

Optipro Ultrasurf는 단일 측정 시 표면의 형상, 곡률 반경, 중심 두께, wedge를 종합적으로 분석하기 위해 2D 및 3D를 활용하는 비접촉식 프로파일로미터입니다. 비접촉식 멀티 광학 센서를 통합한 이 Ultrasurf는 실제로 모든 비구면 렌즈를 측정할 수 있는 장비이기도 합니다.

QED Technologies® Aspheric Stitching Interferometer (ASI™)는 시험 중인 비구면 렌즈의 전체 aperture map을 제공하며, $600\mu\text{m}$ 이상의 aspheric departure로 복잡한 구조의 비구면을 측정할 수 있습니다. 에드몬드 옵틱스에서는 ASI™를 이용해 표면 형상 요건이 $0.5\mu\text{m}$ 미만인 복잡한 프로파일의 비대칭 비구면과 렌즈의 계측 작업을 진행합니다.



계측 서비스 및 역량

- First Article Inspection (FAI) Report
- 다음을 포함한 Complete Tested Data Report 및 Part Serialization:
 - Dimensional Measurement
 - Centering / Total Image Runout
 - Surface Profile
 - Surface Roughness
 - Coating Durability, Adhesion, Abrasion per MIL-PRF-13830B
 - Damage Threshold per ISO-21254-1:2011
 - 고유의 요건 또는 기능적 요건 (맞춤식 계측 솔루션 포함)
- Configuration Control, Change Control, Copy Exact! (CE) Requirements
- FAR, DFAR, Quality Assurance Provisions (QAP), Testing Requirements Flow-downs

EO의 **제조 역량**에 관한
더 자세한 정보는 당사 웹사이트 참조
www.edmundoptics.co.kr/manufacturing

비구면 렌즈의 불균일성과 스트렐 비율

모든 광학 시스템은 회절 한계로 알려진 이론적 성능 한계를 가지고 있습니다. 스트렐 비율(Strehl ratio)은 광학 시스템의 실제 성능을 회절 한계 성능과 비교할 때 사용되는 스펙입니다. 비구면 렌즈와 기타 포커싱 옵틱의 경우 스트렐 비율은 회절이 제한된 최대 방사조도에 대한 제조된 옵틱의 최대 초점 방사조도의 비율로 정의됩니다(그림 1).¹ 렌즈를 "회절 한계" 성능으로 분류하기 위해 업계에서 정한 표준 임계치는 0.8로서 스트렐 비율이 0.8 이상일 때 회절 한계 렌즈로 규정됩니다.

스트렐 비율은 아래의 근사치를 이용해 계산되는 RMS 투과 웨이브프론트 에러하고도 관련이 있을 수 있으며 이때 σ 는 파동의 RMS 웨이브프론트 에러를 가리킵니다.² 단, 이 근사치는 투과 웨이브프론트 에러 수치가 0.1 wave 미만일 때만 유효합니다.

$$S = \exp[-(2\pi\sigma)^2] \quad 1$$

표면 불균일성이 스트렐 비율에 미치는 영향

옵틱의 스트렐 비율은 표면 불균일성이나 광학 부품의 공칭 스펙과 실제 스펙 간 편차에 매우 큰 영향을 받습니다. 이 때 표면 불균일성은 채택된 제조 방식에 따른 결과물이기도 합니다. 구형의 옵틱은 일반적으로 광학 표면에 낮은 공간 주파수 에러를 발생시키는 광학표면 보다 큰 공구를 사용해 연마됩니다. 그러나 비구면 렌즈 제조 시에는 주로 서브애퍼처 연마광택(subaperture grinding and polishing) 기술이 사용되기 때문에 불균일도가 더 높은 구조를 생성할 수밖에 없습니다. 지정된 표면 불균일성과 근본적인 구조 간의 관계를 이해하면 렌즈의 성능과 최종 스트렐 비율에 대해 좀 더 쉽게 이해할 수 있습니다.

예를 들면 공간 주파수의 영향력을 고려할 필요가 있습니다. 표면의 불균일성을 회전 대칭 코사인 함수로 모델링하면 다양한 코사인 주기에 따라 RMS 표면 불균일성과 상관관계에 있는 최종 스트렐 비율을 알아낼 수 있습니다(그림 2와 그림 3).

여기서 핵심이 되는 계수는 mm 단위의 코사인 주기가 아닌 렌즈 구경에 걸친 주기의 횟수입니다. 비구면 제조 시 서브애퍼처 도구를 사용할 경우에는 대형 직경의 비구면 옵틱보다 직경이 작은 비구면 옵틱에서의 스트렐 비율의 저하가 덜 할 것입니다.

표면 불균일성이 스트렐 비율에 미치는 영향 또한 렌즈의 $f/\#$ 에 따라 달라집니다. 일반적으로 $f/\#$ 이 더 작은 비구면 렌즈 또는 유효 구경이 더 큰 비구면 렌즈(faster asphere)는 스트렐 비율에 영향을 미치는 표면 불균일성의 영향에 더 민감한 반응을 보입니다. 그림 4에서는 둘 다 직경이 25mm인 $f/2$ 렌즈와 $f/0.75$ 렌즈를 비교한 예를 확인할 수 있습니다.

Power Spectral Density 및 Irregularity Slope

위에서 언급한 예를 근거로 하여 불균일성 맵의 공간 주파수 성분이 렌즈의 스트렐 비율에 영향을 미치는을 분명히 알 수 있습니다. PV 또는 RMS의 불균일성 외에도 이러한 공간 주파수를 달성하기 위해 추가의 스펙이 요구될 수 있습니다.

공간 주파수를 직접 평가할 때 사용되는 스펙을 일반적으로 Power Spectral Density 또는 PSD라고 합니다.⁴ PSD는 표면 불균일성을 공간 주파수의 함수로 평가하며 공간 주파수 범위에서 표적 방식으로 공간 주파수의 양을 제한할 때 사용됩니다. 또한 모든 공간 주파수를 동시에 제한할 때도 PSD를 사용할 수 있습니다.

불균일성의 높은 주파수를 줄일 수 있는 간단하면서도 효율적인 방법은 PV 값 뿐만 아니라 표면 불균일성 맵을 구성하는 코사인 함수의 기울기를 제한하는 것입니다. PV 불균일성 한계를 알고 있다면 기울기가 가파를수록 표면상의 더 높은 공간 주파수와 연관됨을 확인할 수 있습니다(그림 5). 기울기(슬로프)는 대개 최대 RMS 슬로프 값으로 주어지며 이는 최대 슬로프의 단순 요건보다 렌즈의 표면을 더 포괄적으로 평가한 것입니다.⁵

표면 불균일성의 공간 주파수는 스트렐 비율과 비구면 옵틱 성능에 상당한 영향을 미칩니다. 주기가 작을수록 주어진 표면 불균일성에서 스트렐 비율의 저하가 더 많이 발생합니다. 불균일성이라는 스펙 그 자체가 아닌 표면 불균일성이 성능에 가하는 실제 영향력을 이해하기 위해서는 렌즈 표면의 불균일성 맵 형태를 반드시 알고 있어야 합니다.³ $f/\#$ 가 작을수록 저하량 또한 증가합니다.

참고 문헌

1. Strehl, Karl W. A. "Theory of the telescope due to the diffraction of light," Leipzig, 1894.
2. Mahajan, Virendra N. "Strehl ratio for primary aberrations in terms of their aberration variance." JOSA 73.6 (1983): 860-861.
3. Kasunic, Keith J., Laser Systems Engineering, SPIE Press, 2016. (ISBN 9781510604278)
4. Lawson, Janice K., et al. "Specification of optical components using the power spectral density function." Optical Manufacturing and Testing. Vol. 2536. International Society for Optics and Photonics, 1995.
5. Messelink, Wilhelmus A., et al., "Mid-spatial frequency errors of mass-produced aspheres," Proc. SPIE 10829, Fifth European Seminar on Precision Optics Manufacturing, 7 Aug. 2018, doi:10.1117/12.2318663.

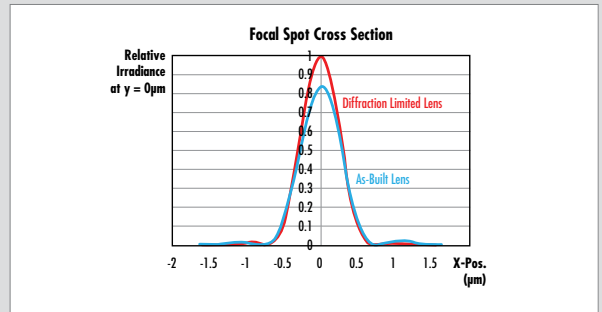


그림 1: 588nm에서 25mm 직경의 $f/2$ 비구면 렌즈로 생성되는 초점(focal spot)의 방사조도 단면도. As-built lens의 스트렐 비율은 0.826이며 회절 제한 기준을 충족함

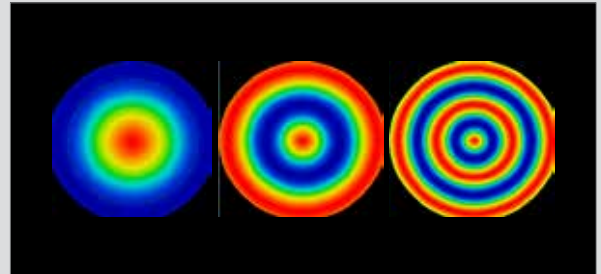


그림 2: 25mm 직경의 $f/2$ 비구면 표면상에서 방사형 코사인 불균일성 맵. 좌측에서부터 우측으로의 코사인 주기는 20mm, 10mm, 5mm임

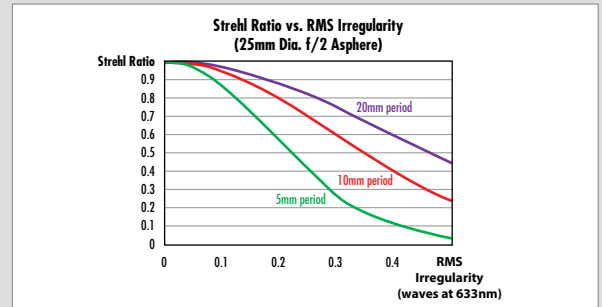


그림 3: 특정 RMS 표면 불균일성에서 비구면 옵틱의 코사인 주기가 더 많아질수록 스트렐 비율은 감소함

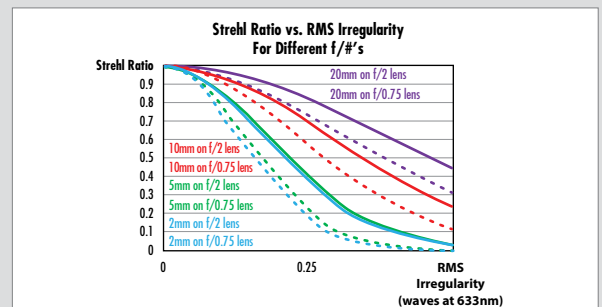


그림 4: 주어진 코사인 주기에서 점선을 실선과 비교하면 $f/\#$ 가 큰 slower asphere에서보다 $f/\#$ 가 작은 faster asphere에서 스트렐 비율의 저하가 더 크게 나타남

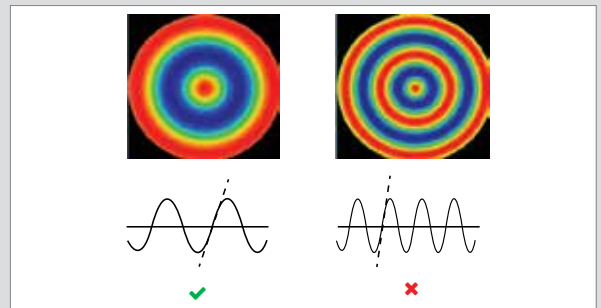


그림 5: 표면 불균일성 맵에 대한 최대 슬로프의 스펙이 지정된 경우 더 높은 공간 주파수 성분이 표면에 미치는 영향을 줄이기 위해 임계치(threshold) 생성 가능



TECHSPEC® λ/40 Aspheric Lenses

- λ/40 RMS의 비구면 형상 오류
- NA가 높은 디자인
- 렌즈마다 3D 표면 프로파일 포함

TECHSPEC® λ/40 Aspheric Lenses는 λ/40보다 뛰어난 wave aspheric figure error를 보장합니다. 정밀한 MRF(magneto-rheological finishing) 공법으로 구현되는 이 비구면 렌즈는 15 – 50mm 직경 범위에 높은 NA 값을 제공하며 다양한 이미징 및 저광도 어플리케이션에 사용하기 적합합니다. TECHSPEC® λ/40 Aspheric Lens마다 개별적으로 측정된 3D 표면 프로파일 이 포함됩니다. 특정 Nd:YAG 레이저 파장에서 설계된 회절 한계 비구면 렌즈의 경우 8페이지를 참조하십시오.



NEW

© COPYRIGHT 2019 EDMUND OPTICS, INC. ALL RIGHTS RESERVED 4/19

Aspheric Surface Tolerance (RMS):	λ/40	Coating:	Uncoated	Diameter Tolerance (mm):	+0.00/-0.025
Clear Aperture (%):	90	Surface Quality:	40-20	Edges:	Protective Bevel as Needed
Centering (arcmin):	<1	Center Thickness Tolerance (mm):	+/- 0.1		

TECHSPEC® λ/40 Aspheric Lenses

Dia. (mm)	EFL (mm)	Numerical Aperture	BFL (mm)	CT (mm)	ET (mm)	Glass Type	Stock No.	Price
15	15	0.50	10.22	8.62	6.21	N-SF6	#12-428	₩653,400
15	18.75	0.40	14.32	8	6.1	N-SF6	#12-429	₩653,400
15	22.5	0.33	16.71	8.79	6.25	N-BK7	#12-430	₩653,400
25	37.5	0.33	31.09	9.72	5.49	N-BK7	#12-438	₩785,400
25	50	0.25	45.23	7.24	4.14	N-BK7	#12-439	₩785,400
40	40	0.50	31.21	14.7	6.83	N-SF5	#12-445	₩990,000
50	50	0.50	42.77	13.06	4.82	N-SF6	#12-448	₩1,122,000





광학 코팅 및 Laser Induced Damage Threshold

당사의 TECHSPEC® Laser Grade Aspherical Lenses 전 제품은 입사하는 레이저 조명의 최대 투과율을 보장하기 위해 고효율성 AR 코팅 처리가 됩니다. 이러한 코팅은 극히 낮은 손실(반사율 0.25% 미만)을 제공할 뿐만 아니라 최신 레이저 시스템에서 흔히 볼 수 있는 높은 세기의 레이저를 견딜 수 있도록 설계됩니다. Laser Induced Damage Threshold (LIDT)에 관한 자세한 내용은 아래를 참조하십시오.

레이저로 인해 유도되는 광학 부품의 손상은 시스템 성능의 저하를 유발하여 심각한 고장까지 초래할 수 있습니다. LIDT를 제대로 이해하지 못하면 매우 높은 비용 부담이나 부품 고장으로까지 이어질 수 있습니다. 특히 고출력 레이저를 다룰 때 LIDT는 반사형, 투과형, 흡수형 부품을 포함한 모든 유형의 레이저 광학에 영향을 미치는 매우 중요한 스펙 중 하나입니다. LIDT의 테스트 방식, 손상 감지 방법, 테스트 데이터 해석 방식에 대한 업계 간의 합의가 부족함에 따라 LIDT는 복잡한 사양이 될 수밖에 없습니다. 또한 LIDT 값 자체가 테스트에 사용되는 빔의 직경, 테스트 부위당 발사된 샷의 수, 테스트 데이터 분석 방식에 관한 정보를 전달하지는 않습니다.

Laser Damage Threshold 테스트

레이저 손상 테스트는 본래부터 파괴적인 측면을 가지고 있습니다. 손상 테스트를 받는 옵틱은 일정 수준의 레이저 세기에 노출된 후 Nomarski-type differential interference contrast (DIC) 현미경으로 검사가 진행됩니다. 그 다음 레이저의 세기를 증가시키면서 노출과 검사 과정을 반복하게 됩니다. 이러한 절차는 옵틱에 손상이 관찰될 때까지 계속되며 개념적으로는 단순한 과정일 수 있으나 정도가 다른 몇 가지 복잡한 양상을 보입니다.

ISO 21254 규정에 따르면 테스트 중에 검출되는 옵틱 내의 변화는 "손상"으로 간주합니다. 모든 테스트가 동일한 손상 검출법을 사용하지 않고 운영자마다 선택한 signal-to-noise threshold가 다를 수 있어 손상을 평가하는 방식에 따라 각기 다른 LIDT 값이 생성될 수 있습니다. 따라서 ISO가 "손상"으로 규정짓는 것이 어플리케이션에 따라 다르기 때문에 꼭 성능 저하를 의미하는 것은 아니라는 점을 알고 있어야 합니다.

LIDT 테스트는 싱글 또는 멀티샷 테스트로 지정됩니다. 싱글샷 테스트(single-shot test)는 1-on-1 테스트로도 알려져 있으며 다양한 레이저 세기를 이용해 광학 부품 전체에 걸쳐 최소 10개의 각기 다른 샘플 부위에서 레이저 방사선을 단 한 번만 발사하는 방식입니다. 해당 레이저 세기에서 시험한 부위의 총 개수 중에서도 손상된 부위의 수가 특정 세기에서의 손상 확률을 결정합니다. 플루언스와의 함수 관계를 이용하면 손상 확률을 그래프로 도식화할 수 있으며 선형으로 제공되는 데이터를 근거로 손상이 0%인 지점을 찾게 되면 LIDT 값을 알아낼 수 있습니다(그림 1).

Damage Mechanism	Description
Multiphoton Absorption	소재의 밴드갭 에너지보다 낮은 에너지를 가진 두 개 이상의 광자가 동시에 흡수되어 흡수가 더 이상 강도에 선형 비례하지 않는 상태가 되는 흡수 과정.
Multiphoton Ionization	에너지와 결합된 두 개 이상의 광자를 흡수하여 소재 내의 원자를 광이온화함.
Tunnel Ionization	초단파 레이저 펄스로 강력한 전기장이 생성되면 전자를 원자에 가둬두는 잠재적 방어벽을 통해 "터널"처럼 전자가 흘러나가도록 함.
Avalanche Ionization	초단파 레이저 펄스로 강력한 전기장이 생성되면 전자가 가속되면서 다른 원자와 계속 충돌하게 됨. 이로 인해 이온화가 진행되고 계속해서 다른 원자를 이온화하는 더 많은 전자를 방출함.
Carrier-Carrier Scattering	전기장에 의해 가속화된 전자는 다른 전자와 충돌하면서 산란이 되고 결국 더 많은 전자 간의 충돌로 이어지게 됨.
Carrier-Phonon Scattering	전기장에 의해 가속화된 전자는 소재의 래티스 내에서 포논을 여기시키거나 진동을 발생시킴.
Dielectric Breakdown	소재의 항복 전압이 인가 전압을 초과하면 전류는 전기 절연체를 통과하여 흐르게 됨.
Thermal Effects	레이저 펄스의 에너지로 인해 소재 내에서 왜곡과 진동이 발생하면서 일어나는 열의 확산.

표 1: 각기 다른 손상 메커니즘에 대한 설명

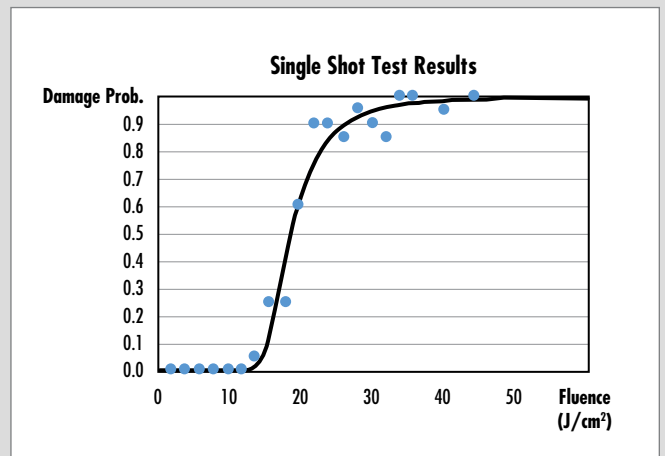


그림 1: 싱글 샷 테스트 후의 샘플 데이터

LIDT에 관한 어플리케이션 노트 전체 내용은 당사 웹사이트 www.edmundoptics.co.kr/asphere-lidt 참조

멀티샷 또는 S-on-1 테스트는 테스트할 사이트마다 싱글샷이 아닌 일련의 레이저 샷 또는 펄스를 사용한다는 점에서 싱글샷 테스트와는 다릅니다. 사이트당 혹은 S당 일반적인 샷의 수는 10에서 1000 사이입니다. 멀티샷 테스트는 옴틱의 실제 성능을 더 정확하게 예측해주고 LIDT 테스트가 infant mortality realm라고 불리는 현상을 피할 수 있도록 합니다. 사이트당 1에서 10회 사이의 샷을 사용할 때 테스트 결과는 비결정론적이기 때문에 높은 수준의 통계학적 변화를 보입니다. 이때 사이트당 샷의 범위를 초기 파손율의 범위(infant mortality realm)라고 합니다. S가 10보다 클 경우에는 보다 결정론적이면서 예측 가능성이 높은 테스트 결과를 갖게 됩니다. 따라서 사이트당 대략 100개의 샷이 사용될 때 장기적인 성능을 예측할 수 있는 충분한 정보를 수집할 수 있습니다. 다만 사이트당 이 이상의 샷을 사용하면 LIDT 테스트 시간이 길어지고 더 많은 비용이 부담될 수 있습니다.

LIDT 테스트 결과 해석하기

광학 부품에 지정되는 LIDT는 손상 가능성이 제로일 때의 레이저 플루언스를 알려주는 테스트 데이터를 선형 추론하여 결정됩니다. 그러나 이는 실제로 선형이 아닌 데이터에 딱 맞는 직선형을 나타냅니다. LIDT라는 단일 수치가 모든 필수 정보를 제공하는 것은 아니며 지정된 LIDT 이하에서는 여전히 손상 가능성이 존재합니다. Weibull 및 Burr 분포도는 LIDT 데이터에 훨씬 더 정확한 적합성을 제공하는 연속 확률 분포를 나타냅니다(그림 2).

5 J/cm² 정도의 플루언스에서는 LIDT가 지정된 값보다 낮을 경우에도 손상 가능성이 존재합니다. 손상 확률의 수직 에러 바(vertical error bar)는 테스트 부위의 개수에 의해 발생하고 수평 플루언스의 에러 바(horizontal error bar)는 테스트 레이저의 레이저 샷 변동에 의해 발생합니다. 레이저 제품이 완벽하지 않은 이상 일정 수준의 핫스팟이나 강도 변화는 항상 존재하기 마련입니다. 이를 해결하기 위해서는 레이저의 사용 조건보다 더 높은 수준의 LIDT를 가지고 있는 옴틱을 선정하고 반드시 안전 계수를 추가해야 합니다. 이때 필요한 안전 계수는 어플리케이션과 레이저 유형에 따라 달라지기 때문에 모든 상황에 적합한 범용 안전 계수는 존재하지 않습니다. 광학 업계에서는 일반적으로 세 개에서 두 개 정도의 안전 계수를 이용합니다. 다만 레이저로 유도되는 손상이 결함에 의해 일어난다면 서로 다른 안전 계수에서의 손상 확률을 평가하기 위해 통계학적 모델을 활용할 수도 있습니다.

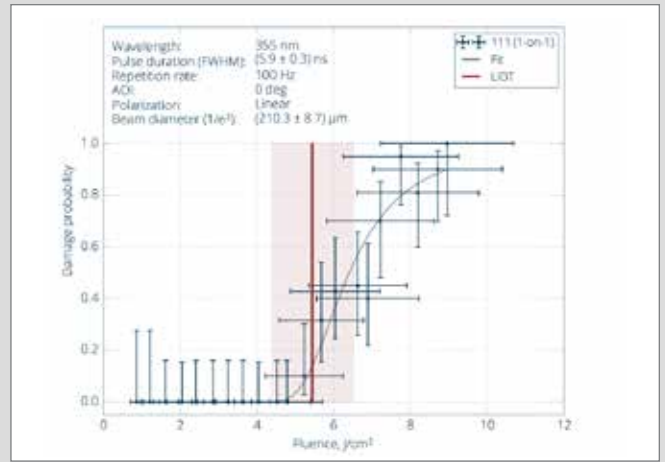


그림 2: LIDT 값(적색 수직선)과 최적의 2-parameter Weibull 분포로 테스트한 실제 LIDT 데이터. 지정된 LIDT 값보다 낮을 경우에는 여전히 손상 가능성이 존재함

Standard AR Laser Coatings		*전체 코팅 리스트는 웹사이트 참조
DWL	Reflectivity Specifications	LIDT, Pulsed (J/cm²)
266nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	3, 20ns @ 20Hz
343nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	7.5, 20ns @ 20Hz
355nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	7.5, 20ns @ 20Hz
515nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	10, 20ns @ 20Hz
532nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	10, 20ns @ 20Hz
980nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	15, 20ns @ 20Hz
1030nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	15, 20ns @ 20Hz
1064nm	$R_{\text{abs}} < 0.25\% @ \text{DWL}$	15, 20ns @ 20Hz

표 2: EO의 표준 유전체 고반사성 레이저 코팅의 반사율 스펙과 보장된 레이저 유도 손상 임계치(LIDT). 기타 파장의 경우 요청에 따라 맞춤 코팅 설계 가능



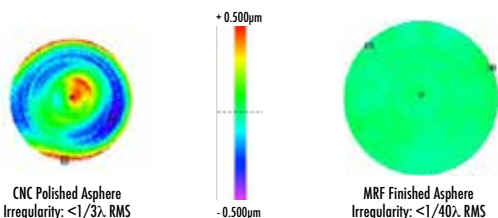


TECHSPEC® $\lambda/40$ Laser Grade Aspheric Lenses

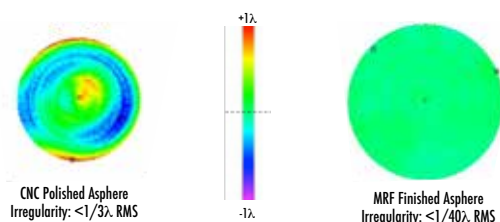
- $1/40$ Wave의 Aspheric Surface Figure Error (RMS)
- 0.8이 넘는 Strehl Ratio 보장
- 반사율이 0.25% 미만인 Laser Line V-Coat

TECHSPEC® $\lambda/40$ Aspheric Lenses는 정밀 MRF(magnetorheological finishing) 공법을 통해 연마 과정을 거치며, 비구면 표면 형상 오류가 $\lambda/40$ RMS인 매우 매끄러운 표면의 비구면을 제공합니다. 이렇게 생성된 비구면 렌즈는 스트렐 비율이 0.8을 넘기 때문에 지정된 설계 파장에서 회절 한계 성능을 보장할 수 있습니다. TECHSPEC® $\lambda/40$ Aspheric Lenses는 Nd:YAG 설계 파장에서 사용 시 반사율을 최소화 하기 위해 고성능 Laser Line V-Coat로 코팅 처리가 됩니다. 용융 실리카로 제조되고 f/2 디자인이 적용되는 영국식 표준 규격으로 OEM 통합 용도에 이상적으로 사용할 수 있습니다.

+/- 0.500 μ m Scale (PV)



+/- 1λ Scale (PV)

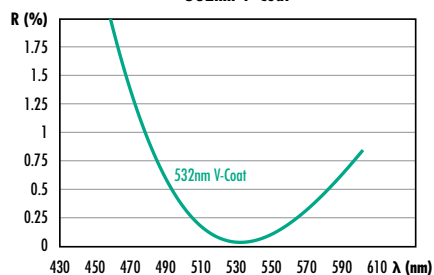


Material: Corning 7980 Grade OF Fused Silica
Aspheric Surface Tolerance (RMS): $\lambda/40$
Clear Aperture: Diameter - 2.0mm
Strehl Ratio: >0.8

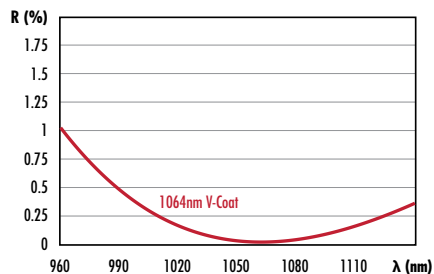
Surface Quality: 10-5
Center Thickness Tolerance (mm): ± 0.1
Diameter Tolerance (mm): $+0.00/-0.05$

Centering (arcmin): <1
Coating: $R_{avg} < 0.25\% @ DWL$
Damage Threshold (J/cm^2):
532nm: 10 @ 20ns, 20Hz
1064nm: 15 @ 20ns, 20Hz

532nm V-Coat



1064nm V-Coat



TECHSPEC® $\lambda/40$ 532nm Aspheric Lenses

Dia. (mm)	EFL (mm)	BFL (mm)	Design Wavelength (nm)	CT (mm)	ET (mm)	Stock No.	Price
25.4	50.8	45.4	532	7.9	4.4	#39-558	₩990,000
50.8	101.6	93.9	532	11.2	4.1	#39-565	₩1,313,400

See Website For Pricing

TECHSPEC® $\lambda/40$ 1064nm Aspheric Lenses

Dia. (mm)	EFL (mm)	BFL (mm)	Design Wavelength (nm)	CT (mm)	ET (mm)	Stock No.	Price
25.4	50.8	45.0	1064	8.4	4.7	#39-560	₩990,000
50.8	101.6	94.7	1064	10.0	2.7	#39-567	₩1,313,400

See Website For Pricing

TECHSPEC® Laser Line Coated Precision Aspheric Lenses

- Nd:YAG 레이저 파장용으로 설계
- Damage Threshold가 높음
- UV 용융 실리카 기판

TECHSPEC® Laser Line Coated Precision Aspheric Lenses는 고출력 Nd:YAG 레이저 용도에서 성능을 극대화하도록 설계되었습니다. 이 고정밀 비구면 디자인은 구면 수차를 최소화해 레이저 스폿 사이즈는 줄이면서 면적당 파워는 높게 유지시킵니다. 또한 TECHSPEC® Laser Line Coated Precision Aspheric Lenses는 가장 많이 이용되는 Nd:YAG 레이저 파장과 최적화된 고성능 코팅 및 높은 damage threshold를 특징으로 하며, UV 용융 실리카 기판으로 제조되어 열팽창에 대한 높은 저항성을 갖습니다.



Substrate:	Fused Silica	Diameter Tolerance (mm):	+0.0/-0.1	Surface Quality:	60-40
Design Wavelength (nm):	587.6	Center Thickness Tolerance (mm):	±0.1	Centering (arcmin):	3 - 5
Clear Aperture (%):	90	Surface Accuracy:	0.75µm RMS	Coating:	R _{avg} < 0.25% @ DWL

TECHSPEC® Laser Line Coated Precision Aspheric Lenses											
Dia. (mm)	EFL (mm)	Numerical Aperture	BFL (mm)	CT (mm)	ET (mm)	355nm	532nm	1064nm	Price – Coated		
						Stock No.	Stock No.	Stock No.	1-5	6-25	26+
15.0	12.5	0.60	6.33	9.00	2.47	#33-009	#33-013	#33-017	₩574,200	₩459,400	Call
15.0	15.0	0.50	10.03	7.25	2.43	#33-010	#33-014	#33-018	₩574,200	₩459,400	
25.0	25.0	0.50	18.32	9.75	1.75	#33-011	#33-015	#33-019	₩640,200	₩512,200	
25.0	30.0	0.42	24.17	8.50	2.21	#33-012	#33-016	#33-020	₩640,200	₩512,200	

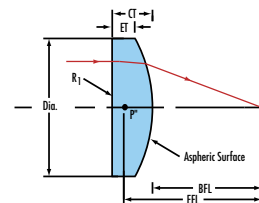
TECHSPEC® Best Form Aspheric Lenses

- TECHSPEC® PCX Lens를 개조한 버전
- 설계 파장에 최적화된 성능
- 회절 한계의 스폿 사이즈

TECHSPEC® Best Form Aspheric Lenses는 지정된 파장에서 뛰어난 성능을 제공하도록 개조된 TECHSPEC® PCX Lenses입니다. TECHSPEC® PCX lens와 달리 TECHSPEC® Best Form Aspheric Lenses는 설계 파장에서 회절 한계 스폿 사이즈를 생성하기 때문에 포커싱 및 시준 용도에 사용하기 적합합니다. 직경 및 초점 거리에 상관없이 모든 어플리케이션에 최상의 솔루션을 제공하도록 TECHSPEC® PCX Lens는 TECHSPEC® Best Form Aspheric Lens로 개조될 수 있습니다. 참고: 기존의 포커싱 렌즈와 달리 이 렌즈는 평평한 면이 광원을 향하도록 해야 합니다.



Surface Quality:	40-20	Focal Length Tolerance (%):	±1
Diameter Tolerance (mm):	+0.0/-0.1	Clear Aperture (mm):	23
Center Thickness Tolerance (mm):	±0.1	AR Coating:	<0.25% @ DWL
Centering (arcmin):	3 - 5	Bevel:	Protective as needed



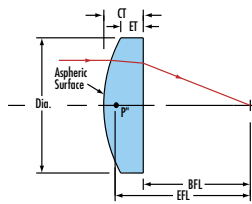
TECHSPEC® Best Form Aspheric Lenses										
Diameter (mm)	Effective FL (mm)	Max. Center Thickness (mm)	Max. Edge Thickness (mm)	Glass Type	532nm	633nm	1064nm	Price – Coated		
					Stock No.	Stock No.	Stock No.	1-5	6-25	26+
25.0	25.0	6.61	1.77	N-BK7	#89-431	#89-435	#89-439	₩237,600	₩213,800	Call
25.0	50.0	4.30	1.49	N-BK7	#89-432	#89-436	#89-440	₩237,600	₩213,800	
25.0	75.0	4.25	2.31	N-BK7	#89-433	#89-437	#89-441	₩237,600	₩213,800	
25.0	100.0	4.05	2.57	N-BK7	#89-434	#89-438	#89-442	₩237,600	₩213,800	



TECHSPEC® Precision Aspheric Lenses

- 에드몬드 옵틱스에서 설계 및 제조
- 구면 수차 감소
- 광대역 AR 코팅 적용 가능

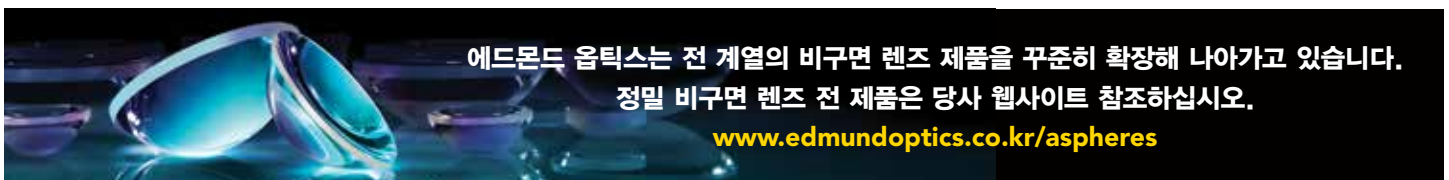
TECHSPEC® Precision Aspheric Lenses는 레이저 다이오드의 출력을 포커싱하는 용도에서 발산 광원으로 인한 구면 수차를 제거하는 동시에 빛의 초점을 맞추도록 설계되었습니다. 비구면 렌즈는 시스템의 광학 수차를 최소화하면서 NA를 증가시킬 수 있습니다. 또한 비구면 렌즈는 다중 요소 시스템에 필요한 광학 요소의 수를 줄여줍니다. 비구면 렌즈는 시스템의 전반적인 중량을 줄이면서 출력량을 증가시키거나 조립을 단순화하는 등의 다양한 이점을 제공할 수 있습니다.



Design Wavelength (nm):	587.6	Asphere Figure Error:	0.75µm RMS
Diameter Tolerance (mm):	+0.0/-0.1	Surface Quality:	60-40
Center Thickness Tolerance (mm):	±0.1	Centering (arcmin):	3 - 5
Clear Aperture (%):	90		

TECHSPEC® Precision Aspheric Lenses

Dia. (mm)	EFL (mm)	Numerical Aperture	BFL (mm)	CT (mm)	ET (mm)	Glass Type	Stock No. Uncoated	Price – Uncoated			Stock No. VIS Coated	Stock No. NIR Coated	Price – Coated		
								1-5	6-25	26+			1-5	6-25	26+
10.00	7.50	0.67	4.51	5.00	2.21	N-SF5	#69-852	₩204,600	₩163,700	Call For OEM Quantity Pricing	#69-856	#69-860	₩231,000	₩184,800	Call For OEM Quantity Pricing
10.00	10.00	0.50	7.48	4.00	1.69	L-BAL35	#69-853	₩204,600	₩163,700		#69-857	#69-861	₩231,000	₩184,800	
12.50	9.50	0.66	6.51	5.00	1.60	N-SF5	#69-854	₩231,000	₩184,800		#69-858	#69-862	₩257,400	₩205,900	
12.50	12.50	0.50	9.35	5.00	2.11	L-BAL35	#69-855	₩231,000	₩184,800		#69-859	#69-863	₩257,400	₩205,900	
15.00	9.00	0.83	4.81	7.00	1.35	N-SF5	#67-243	₩389,400	₩311,500		#67-250	#67-257	₩415,800	₩332,600	
15.00	11.25	0.66	6.85	7.00	1.94	L-BAL35	#47-725	₩257,400	₩205,900		#49-097	#49-109	₩283,800	₩227,000	
15.00	15.00	0.50	11.54	5.50	2.04	L-BAL35	#47-726	₩257,400	₩205,900		#49-098	#49-110	₩283,800	₩227,000	
15.00	18.75	0.40	15.92	4.50	1.82	L-BAL35	#47-727	₩257,400	₩205,900		#49-099	#49-111	₩283,800	₩227,000	
15.00	22.50	0.33	19.98	4.00	1.80	L-BAL35	#47-728	₩257,400	₩205,900		#49-100	#49-112	₩283,800	₩227,000	
20.00	12.50	0.80	7.12	9.00	1.91	N-SF5	#67-244	₩415,800	₩332,600	Call For OEM Quantity Pricing	#67-251	#67-258	₩442,200	₩353,800	Call For OEM Quantity Pricing
20.00	15.00	0.66	9.16	9.60	3.05	L-BAL35	#66-309	₩283,800	₩227,000		#66-319	#66-329	₩310,200	₩248,200	
20.00	20.00	0.50	15.19	8.00	3.44	L-BAL35	#66-310	₩283,800	₩227,000		#66-320	#66-330	₩310,200	₩248,200	
25.00	15.00	0.83	8.42	11.00	1.64	N-SF5	#67-245	₩462,000	₩369,600		#67-252	#67-259	₩488,400	₩390,700	
25.00	18.75	0.66	12.46	10.00	1.63	L-BAL35	#47-729	₩303,600	₩242,900		#49-101	#49-113	₩330,000	₩264,000	
25.00	25.00	0.50	20.28	7.50	1.74	L-BAL35	#47-730	₩303,600	₩242,900		#49-102	#49-114	₩330,000	₩264,000	
25.00	31.25	0.40	27.16	6.50	2.04	L-BAL35	#47-731	₩303,600	₩242,900		#49-103	#49-115	₩330,000	₩264,000	
25.00	37.50	0.33	33.72	6.00	2.30	L-BAL35	#47-732	₩303,600	₩242,900		#49-104	#49-116	₩330,000	₩264,000	
25.00	50.00	0.25	46.54	5.50	2.80	L-BAL35	#33-944	₩303,600	₩242,900		#33-945	#33-946	₩330,000	₩264,000	
30.00	17.50	0.86	9.43	13.50	1.78	N-SF5	#67-246	₩521,400	₩417,100	Call For OEM Quantity Pricing	#67-253	#67-260	₩587,400	₩469,900	Call For OEM Quantity Pricing
30.00	22.50	0.66	13.73	14.40	4.57	L-BAL35	#66-311	₩363,000	₩290,400		#66-321	#66-331	₩415,800	₩332,600	
30.00	30.00	0.50	22.99	11.70	4.81	L-BAL35	#66-312	₩363,000	₩290,400		#66-322	#66-332	₩415,800	₩332,600	
40.00	25.00	0.80	15.73	15.50	1.49	N-SF5	#67-247	₩653,400	₩522,700		#67-254	#67-261	₩719,400	₩575,500	
40.00	30.00	0.66	20.60	15.50	2.56	L-BAL35	#66-313	₩495,000	₩396,000		#66-323	#66-333	₩547,800	₩438,200	
40.00	40.00	0.50	30.68	15.50	6.39	L-BAL35	#66-314	₩495,000	₩396,000		#66-324	#66-334	₩547,800	₩438,200	
50.00	30.00	0.83	18.04	20.00	1.44	N-SF5	#67-248	₩858,000	₩686,400		#67-255	#67-262	₩910,800	₩728,600	
50.00	37.50	0.66	25.74	19.40	3.23	L-BAL35	#66-315	₩594,000	₩475,200		#66-325	#66-335	₩646,800	₩517,400	
50.00	50.00	0.50	38.33	19.40	8.01	L-BAL35	#66-316	₩594,000	₩475,200		#66-326	#66-336	₩646,800	₩517,400	



에드몬드 옵틱스는 전 계열의 비구면 렌즈 제품을 꾸준히 확장해 나아가고 있습니다.
정밀 비구면 렌즈 전 제품은 당사 웹사이트 참조하십시오.

www.edmundoptics.co.kr/aspheres

TECHSPEC® Precision UV Fused Silica Aspheric Lenses

- 최적의 집광 효과를 위한 낮은 f/#
- 낮은 열팽창 계수
- Prescription 정보 이용 가능

TECHSPEC® Precision UV Fused Silica Aspheric Lenses는 최신식 광택연마 장비의 제조 정밀도와 결합된 비구면 렌즈의 장점을 제공합니다. Prescription data가 제공되는 이 용융 실리카 렌즈는 설계가 용이하며 복잡한 광학 시스템에 간편하게 통합될 수 있습니다. 최적의 광응집력과 포커싱 성능을 위해 낮은 f/#를 특징으로 하는 이 렌즈는 컴퓨터로 최적화 과정을 거치기 때문에 구면 수차를 비롯해 고위 차수의 수차를 제거할 수 있습니다. UV 용융 실리카 기판은 낮은 열팽창 계수를 제공합니다.



Design Wavelength (nm):	587.6	Center Thickness Tolerance (mm):	±0.1	Prescription Data:	See our website
Clear Aperture (%):	90	Surface Accuracy:	0.75µm RMS	Coating:	UV: $R_{avg} < 1.5\%$ @ 250 - 450nm
10mm Dia.:	80	Surface Quality:	60-40		UV-VIS: $R_{avg} < 2.5\%$ @ 250 - 700nm
12.5mm Dia.:	88	Centering (arcmin):	3 - 5		VIS: $R_{avg} < 1.5\%$ @ 425 - 675nm
Diameter Tolerance (mm):	+0.0/-0.1				NIR: $R_{avg} < 1.5\%$ @ 600 - 1050nm

TECHSPEC® Precision UV Fused Silica Aspheric Lenses													*DCX Lens Shape			
Dia. (mm)	EFL (mm)	Numerical Aperture	BFL (mm)	CT (mm)	ET (mm)	Stock No. Uncoated	Price – Uncoated			Stock No. UV Coated	Stock No. UV-VIS Coated	Stock No. VIS Coated	Stock No. NIR Coated	Price – Coated		
							1-5	6-25	26+					1-5	6-25	26+
10.00	8.00	0.63	2.52	8.00	3.05	#87-973	₩402,600	₩322,100	Call For OEM Quantity Pricing	#87-977	#87-981	#87-985	#87-989	₩429,000	₩343,200	Call For OEM Quantity Pricing
10.00	10.00	0.50	5.89	6.00	2.77	#87-974	₩389,400	₩311,500		#87-978	#87-982	#87-986	#87-990	₩415,800	₩332,600	
12.50	10.00	0.63	4.52	8.00	2.03	#87-975	₩442,200	₩353,800		#87-979	#87-983	#87-987	#87-991	₩468,600	₩374,900	
12.50	12.50	0.50	8.39	6.00	1.98	#87-976	₩429,000	₩343,200		#87-980	#87-984	#87-988	#87-992	₩455,400	₩364,300	
15.00	10.00	0.75	2.69*	11.40	3.70	#33-947	₩561,000	₩448,800		#33-951	#33-955	#33-959	#33-963	₩587,400	₩469,900	
15.00	12.50	0.60	6.33	9.00	2.47	#67-264	₩547,800	₩438,200		#67-269	#84-334	#67-274	#67-279	₩574,200	₩459,400	
15.00	15.00	0.50	10.03	7.25	2.43	#48-534	₩547,800	₩438,200		#49-693	#84-335	#49-587	#49-591	₩574,200	₩459,400	
15.00	20.00	0.38	15.89	6.00	2.68	#48-535	₩547,800	₩438,200		#49-694	#84-336	#49-588	#49-592	₩574,200	₩459,400	
15.00	25.00	0.30	22.01	4.36	1.79	#33-948	₩547,800	₩438,200	#33-952	#33-956	#33-960	#33-964	₩574,200	₩459,400	Call For OEM Quantity Pricing	
25.00	17.50	0.69	8.37*	14.80	2.85	#33-949	₩653,400	₩522,700	#33-953	#33-957	#33-961	#33-965	₩679,800	₩543,800		
25.00	20.00	0.63	10.40	14.00	2.27	#67-265	₩627,000	₩501,600	#67-270	#84-337	#67-275	#67-280	₩653,400	₩522,700		
25.00	25.00	0.50	18.32	9.75	1.75	#48-536	₩613,800	₩491,000	#49-695	#84-338	#49-589	#49-593	₩640,200	₩512,200		
25.00	30.00	0.42	24.17	8.50	2.21	#48-537	₩613,800	₩491,000	#49-696	#84-339	#49-590	#49-594	₩640,200	₩512,200		
25.00	50.00	0.25	46.50	5.13	1.61	#33-950	₩613,800	₩491,000	#33-954	#33-958	#33-962	#33-966	₩640,200	₩512,200		
50.00	40.00	0.63	21.15	27.50	4.07	#67-266	₩943,800	₩755,000	#67-271	#84-340	#67-276	#67-281	₩996,600	₩797,300		
50.00	50.00	0.50	36.63	19.50	3.49	#67-267	₩917,400	₩733,900	#67-272	#84-341	#67-277	#67-282	₩970,200	₩776,200		
50.00	60.00	0.42	48.34	17.00	4.42	#67-268	₩917,400	₩733,900	#67-273	#84-342	#67-278	#67-283	₩970,200	₩776,200		



TECHSPEC® Zinc Selenide (ZnSe) Aspheric Lenses

- 에드몬드 옵틱스가 설계, II-VI가 제조
- 최고 등급의 셀렌화아연(ZnSe) 소재
- 비코팅 또는 광대역 8 - 12μm AR 코팅 이용 가능

TECHSPEC® Zinc Selenide (ZnSe) Aspheric Lenses는 10.6μm CO₂ 레이저를 위해 회절 한계 포커싱 성능을 제공하도록 설계되었습니다. 10.6μm에서 대량 흡수가 0.0005 cm⁻¹ 미만인 II-VI의 적외선 셀렌화아연 소재로 제조되는 이 렌즈는 비코팅 상태로 이용하거나 8 - 12μm에서 뛰어난 투과율을 제공하도록 광대역 AR 코팅 처리 후 이용할 수 있습니다. 이와 같은 정밀 디자인은 레이저 시스템, 열화상 이미징 어셈블리, FTIR 장비에 결합해서 사용하기 적합합니다. TECHSPEC® Zinc Selenide Aspheric Lenses는 10.6μm에서 λ/20 미만의 불균일성, 40~20의 표면 품질도, 50Å 미만의 표면 거칠기를 특징으로 합니다.

Substrate: II-VI Infrared ZnSe
Clear Aperture (%): 90
Diameter Tolerance (mm): +0.00/-0.10
Center Thickness Tolerance (mm): ±0.10

Surface Roughness, RMS (Å): <50
Power (P-V): λ/10
Asphere Figure Error (P-V): λ/20
Surface Quality: 40-20

Design Wavelength (μm): 10.6
Coating (as noted): R_{avg} <0.5%

TECHSPEC® Zinc Selenide (ZnSe) Aspheric Lenses

Diameter (mm)	Effective Focal Length (mm)	Numerical Aperture (NA)	Back Focal Length (mm)	Center Thickness (mm)	Edge Thickness (mm)	Stock No. Uncoated	Price – Uncoated			Stock No. 8-12μm	Price – 8 - 12μm		
							1-10	11-25	26+		1-10	11-25	26+
12.7	6.35	1.00	4.69	4.00	1.89	#39-469	₩858,000	₩772,200	Call for OEM Qty. Pricing	#39-504	₩990,000	₩891,000	Call for OEM Qty. Pricing
12.7	12.7	0.50	11.25	3.50	2.39	#39-470	₩785,400	₩706,900		#39-509	₩917,400	₩825,700	
25.4	12.7	1.00	10.21	6.00	1.83	#39-471	₩1,181,400	₩1,063,300		#39-510	₩1,313,400	₩1,182,100	
25.4	15.0	0.85	12.71	5.50	1.89	#39-472	₩1,155,000	₩1,039,500		#39-514	₩1,287,000	₩1,158,300	
25.4	20.0	0.64	17.92	5.00	2.23	#39-476	₩1,122,000	₩1,009,800		#39-515	₩1,254,000	₩1,128,600	
25.4	25.4	0.50	23.53	4.50	2.29	#39-477	₩1,049,400	₩944,500		#39-516	₩1,181,400	₩1,063,300	
25.4	50.8	0.25	49.35	3.50	2.38	#39-495	₩1,049,400	₩944,500		#39-517	₩1,181,400	₩1,063,300	
50.8	50.8	0.50	48.10	6.50	2.08	#39-496	₩2,237,400	₩2,013,700		#39-518	₩2,501,400	₩2,251,300	



TECHSPEC® Silicon Aspheric Lenses

- 회절 한계 성능
- 밀도 및 분산이 낮음
- 무게에 민감한 IR 용도에 적합

TECHSPEC® Silicon Aspheric Lenses는 MWIR 용도를 위한 경량의 고성능 솔루션으로서 고가의 셀렌화아연 렌즈와 깨지기 쉬운 게르마늄 렌즈를 대체할 수 있는 이상적인 제품입니다. TECHSPEC® Silicon Aspheric Lenses는 온도 및 압력의 변화를 포함한 거친 환경으로부터의 다양한 영향을 견디는 데 필요한 기계적 및 열적 특성을 갖추고 있습니다. 또한 실리콘은 저밀도 소재이기 때문에 이 렌즈는 다수의 방위 용도에서 볼 수 있는 시스템과 마찬가지로 무게에 민감한 시스템에 사용하기 적합합니다.

Substrate: Silicon
Design Wavelength: 4.0μm
Clear Aperture: 90%
Diameter Tolerance: +0/-0.10mm

Center Thickness Tolerance: ±0.10mm
Surface Quality: 60-40
Asphere Surface Accuracy: <0.3μm PV

Edges: Diamond Turned
Centering: ETD <21.8μm
Coating: R_{avg} <3% @ 3 - 5μm

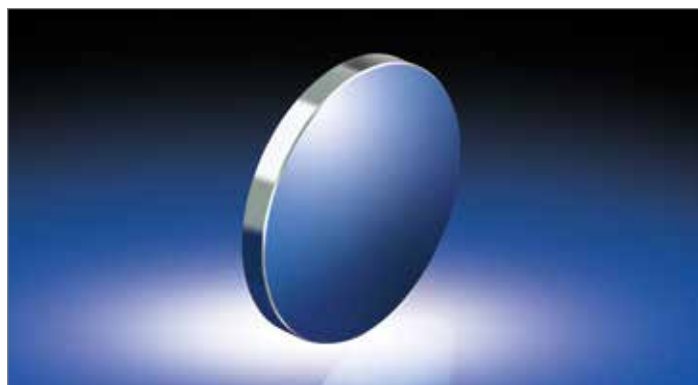
TECHSPEC® Silicon Aspheric Lenses

Diameter (mm)	EFL (mm)	Numerical Aperture	BFL (mm)	CT (mm)	Lens Shape	Stock No. Uncoated	Price – Uncoated			Stock No. 3-5μm	Price – 3 - 5μm		
							1-5	6-25	26+		1-5	6-25	26+
25.00	12.5	1.00	10.70	4.75	Meniscus	#89-357	₩759,000	₩607,200	Call	#89-362	₩891,000	₩712,800	Call
25.00	25.0	0.50	22.50	3.80	Meniscus	#89-358	₩660,000	₩528,000		#89-617	₩792,000	₩633,600	
25.00	50.0	0.25	47.78	3.00	Meniscus	#89-359	₩660,000	₩528,000		#89-618	₩792,000	₩633,600	

TECHSPEC® Germanium IR Aspheric Lenses

- 회절 한계 성능
- 다양한 코팅 옵션
- Prescription Data 전체 이용 가능

TECHSPEC® Germanium IR Aspheric Lenses는 중파 및 장파 적외선 영역에서 광대역 스펙트럼 범위에 걸쳐 회절 한계 포커싱 성능을 제공합니다. Quantum cascade laser와 같은 단색 광원에 사용하기 적합한 이 렌즈는 standard plano-convex lens를 대체할 수 있는 고성능 제품입니다. 다양한 f/# 비율에서 PCX 렌즈와 TECHSPEC® aspheres의 포커싱 성능을 비교한 곡선은 당사 웹사이트를 참조하십시오.



Substrate:	Germanium	Center Thickness Tolerance (mm):	±0.10	Edges:	Diamond Turned
Design Wavelength (μm):	4.0	Surface Quality:	60-40	Centering (arcmin):	3 - 5
Clear Aperture (%):	90	Asphere Figure Error:	0.3μm P-V	Coating (as noted):	R _{avg} <3% @ 3 - 5μm
Diameter Tolerance (mm):	+0.0/-0.1				R _{avg} <3% @ 8 - 12μm

TECHSPEC® Germanium IR Aspheric Lenses															
Diameter (mm)	EFL (mm)	Numerical Aperture	BFL (mm)	CT (mm)	Lens Shape	Stock No. Uncoated	Price – Uncoated			3 - 5µm Coated	3 - 12µm Coated	8 - 12µm Coated	Price – Coated		
							1-5	6-25	26+				1-5	6-25	26+
25.0	12.5	1.00	11.61	4.24	DCX	#68-235	₩838,200	₩670,600	Call For OEM Qty. Pricing	#68-243	#89-607	#68-251	₩970,200	₩776,200	Call For OEM Qty. Pricing
25.0	15.0	0.83	14.00	4.00	PCX	#68-236	₩772,200	₩617,800		#68-244	#89-608	#68-252	₩904,200	₩723,400	
25.0	20.0	0.63	19.08	3.70	PCX	#68-237	₩706,200	₩565,000		#68-245	#89-609	#68-253	₩838,200	₩670,600	
25.0	25.0	0.50	22.51	3.45	Meniscus	#68-238	₩666,600	₩533,300		#68-246	#89-610	#68-254	₩798,600	₩638,900	
25.0	30.0	0.42	27.52	3.25	Meniscus	#68-239	₩666,600	₩533,300		#68-247	#89-611	#68-255	₩798,600	₩638,900	
25.0	40.0	0.31	37.89	3.10	Meniscus	#68-240	₩666,600	₩533,300		#68-248	#89-612	#68-256	₩798,600	₩638,900	
25.0	50.0	0.25	48.44	3.00	Meniscus	#68-241	₩666,600	₩533,300		#68-249	#89-613	#68-257	₩798,600	₩638,900	
25.0	75.0	0.17	72.30	2.80	Meniscus	#68-242	₩666,600	₩533,300		#68-250	#89-614	#68-258	₩798,600	₩638,900	
50.0	25.0	1.00	20.64	7.75	Meniscus	#87-993	₩1,326,600	₩1,061,300		#87-995	#89-615	#87-997	₩1,590,600	₩1,272,500	
50.0	50.0	0.50	45.92	5.10	Meniscus	#87-994	₩1,326,600	₩1,061,300		#87-996	#89-616	#87-998	₩1,590,600	₩1,272,500	

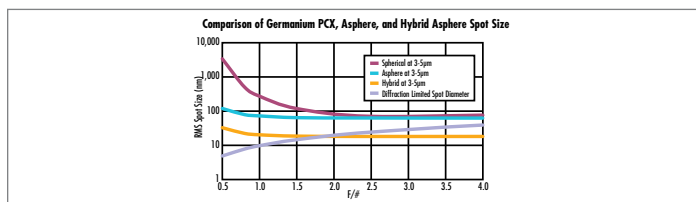
TECHSPEC® Germanium IR Hybrid Aspheric Lenses

- 3 - 5μm에서 색 보정
- 근회절 한계의 포커싱 성능
- Prescription Data 전체 이용 가능

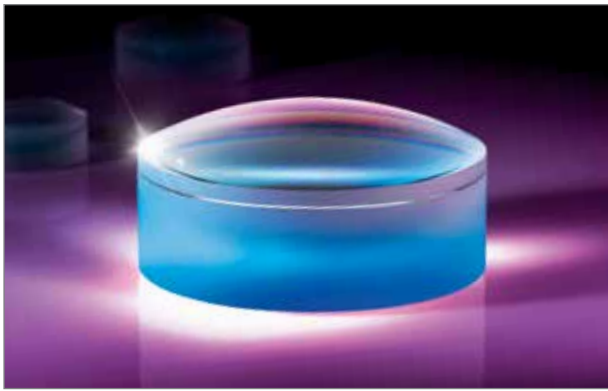
TECHSPEC® Germanium Infrared (IR) Hybrid Aspheric Lenses는 3 - 5μm 범위의 어느 파장에서도 회절 한계 포커싱 성능을 제공하며, 3 - 5μm의 스펙트럼 전체에서 사용할 경우에는 근회절 한계 성능을 제공합니다. 이 렌즈는 이미징 어플리케이션과 FTIR 분광계를 비롯해 광대역 광원을 이용하는 중파 IR 어플리케이션에 통합해서 사용하기 적합합니다.



Substrate:	Germanium	Surface Quality:	60-40
Design Wavelength (μm):	4.0	Asphere Surface Accuracy:	0.3μm P-V
Clear Aperture (mm):	24.0	Edges:	Diamond Turned
Diameter Tolerance (mm):	+0.0/-0.1	Centering (arcmin):	3 - 5
Center Thickness Tolerance (mm):	±0.10	Coating:	R _{avg} <3% @ 3 - 5μm



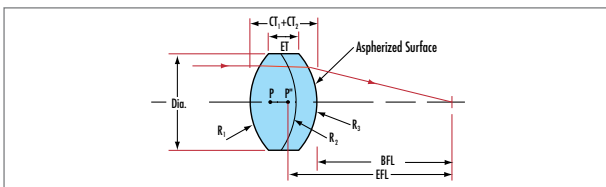
TECHSPEC® Germanium IR Hybrid Aspheric Lenses												
Diameter (mm)	EFL (mm)	Numerical Aperture	BFL (mm)	CT (mm)	Lens Shape	Stock No.	Price - 3 - 5μm Coated					
							1-5	6-25	26+			
25.0	12.5	1.00	11.56	4.22	DCX	#68-259	₩1,036,200	₩829,000	Call for OEM Qty. Pricing			
25.0	15.0	0.83	14.01	4.00	PCX	#68-260	₩970,200	₩776,200				
25.0	20.0	0.63	18.21	2.80	Meniscus	#68-261	₩904,200	₩723,400				
25.0	25.0	0.50	23.03	2.46	Meniscus	#68-262	₩871,200	₩697,000				
25.0	30.0	0.42	28.00	2.50	Meniscus	#68-263	₩871,200	₩697,000				
25.0	40.0	0.31	38.32	2.10	Meniscus	#68-264	₩871,200	₩697,000				
25.0	50.0	0.25	47.91	2.60	Meniscus	#68-265	₩871,200	₩697,000				
25.0	75.0	0.17	72.79	2.80	Meniscus	#68-266	₩871,200	₩697,000				
25.0	100.0	0.13	97.73	2.50	Meniscus	#68-267	₩871,200	₩697,000				



TECHSPEC® Aspherized Achromatic Lenses

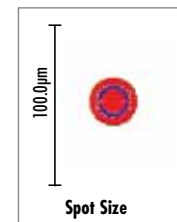
- 색이 보정된 저가의 비구면 렌즈
- Standard Achromatic Lens보다 더 뛰어난 색 보정력
- 기계로 가공된 비구면 렌즈와 비슷한 수준의 구면 수차

TECHSPEC® Aspherized Achromats는 색이 보정된 achromat와 구면 수차가 보정된 asphere 사이의 성능 차이를 메운 제품으로서 색이 보정된 비용 효율적인 비구면 광학 요소를 제공하는 제품입니다. TECHSPEC® doublet lenses는 색 보정력과 소형 RMS 스폿 사이즈에 딱 맞는 두 개의 엘레먼트가 접합된 구조를 이룹니다. Doublet의 후면은 몰딩된 폴리머 비구면 표면과 융합되어 있습니다. 이러한 몰드는 비구면의 윤곽을 안정적으로 만들어 기존의 achromat에서 나타나는 웨이브프론트 에러를 제거 또는 감소시키는 동시에 NA는 증가시킵니다. 주요 용도로는 광섬유 포커싱 또는 시준, 이미지 릴레이, 검사, 스캐닝, NA가 높은 애퍼처 이미징이 있습니다.

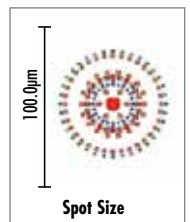


Prescription data 전체는 당사 웹사이트 참조
www.edmundoptics.co.kr/aspherized

Clear Aperture (%): 90
Diameter Tolerance (mm): +0.0/-0.05
Center Thickness Tolerance (mm): ±0.2
Surface Quality: 60-40, glass surfaces only
Centering (arcmin): 3 - 5
Operating Temperature (°C): -20 to 80
Design Wavelength (nm): 587.6
Coating: VIS 0° on First Surface



12.5 x 14 Aspherized Achromat



12.5 x 14 Standard Achromat

TECHSPEC® Aspherized Achromatic Lenses

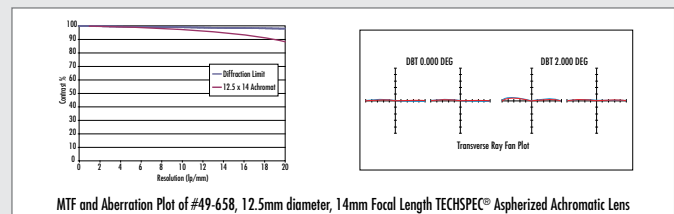
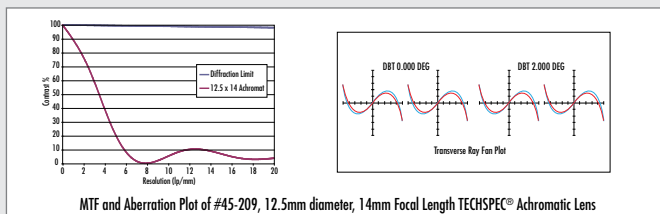
Dia. (mm)	EFL (mm)	BFL (mm)	CT ₁ (mm)	CT ₂ (mm)	ET (mm)	Glass Type	Stock No.	Price		
								1-5	6-25	26+
9.0	12.0	8.16	4.50	1.50	4.66	N-LaK8/N-SF57	#49-656	₩130,700	₩104,500	Call For OEM Qty. Pricing
9.0	18.0	14.30	4.50	1.50	4.98	N-LaK8/N-SF57	#49-657	₩130,700	₩104,500	
12.5	14.0	9.89	6.50	1.50	4.28	S-FSL5/N-SF57	#49-658	₩157,100	₩125,700	
12.5	20.0	16.07	5.00	1.50	4.62	N-LaK8/N-SF57	#49-659	₩157,100	₩125,700	
12.5	25.0	21.69	4.00	1.50	4.28	N-LaK8/N-SF57	#49-660	₩157,100	₩125,700	
25.0	30.0	23.21	9.00	2.50	7.11	N-LaK14/N-SF57	#49-662	₩170,300	₩136,200	
25.0	35.0	28.14	9.00	2.50	7.90	N-LaK8/N-SF57	#49-663	₩170,300	₩136,200	
25.0	40.0	33.53	9.00	2.50	7.54	N-SK14/N-SF57	#49-664	₩170,300	₩136,200	
25.0	50.0	44.08	9.00	2.50	7.42	S-FSL5/S-TIH13	#49-665	₩170,300	₩136,200	

TECHNICAL NOTE

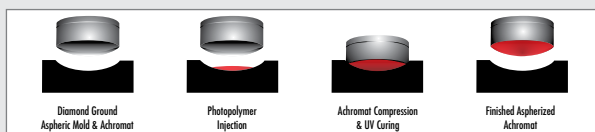
Aspherized Achromatic Lenses



Aspherized Achromatic Lens는 수상 경력이 있는 비용 효율적인 렌즈 제품으로서 색 수차 및 구면 수차에 대한 뛰어난 보정 능력을 특징으로 합니다. 에드몬드 옵틱스가 가지고 있는 세계적인 수준의 구면 연마 기술과 독창적인 폴리머 몰딩 공법으로 제조되는 이 렌즈는 비구면 렌즈의 우수한 이미지 품질과 색이 보정된 정밀 무색 렌즈 디자인이 결합된 제품입니다. 이에 따라 오늘날 광학 및 시각 시스템의 엄격한 요구를 충족할 수 있는 경제적인 광학 부품을 생성할 수 있습니다. 렌즈 시스템에 Aspherized Achromatic Lens를 결합하면 릴레이, 콘덴싱 시스템, NA가 높은 이미징 시스템, 빔 익스팬더 등의 용도에서 성능을 크게 높일 수 있습니다.



Aspherized Achromat는 감광성 폴리머에 접합된 글래스 광학 렌즈 요소로 구성됩니다. 폴리머는 doublet의 한 면에만 적용되며 단시간에 쉽게 복제할 수 있어 일반적인 다중 요소 광학 부품과 관련된 유연성을 제공합니다.



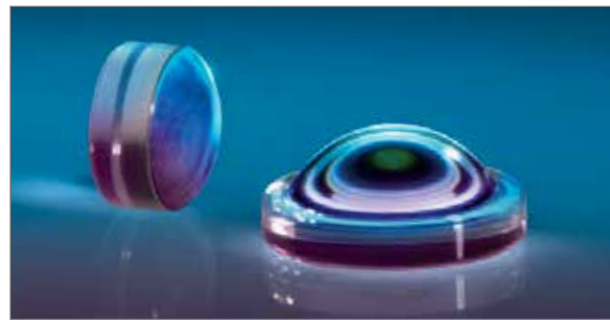
그러나 글래스 요소와 달리 Aspherized Achromatic lens는 -20°C ~ +80°C의 좁은 작동 온도 범위를 가지고 있습니다. Aspherized Achromatic lens의 소재는 극자외선(DUV)의 투과를 차단함에 따라 일부 용도에는 적합하지 않을 수 있습니다. 이 렌즈는 스크래치에 약하기 때문에 취급 시 각별한 주의가 요구되며 E0의 광범위한 기성 광학 부품으로 손쉽게 교체될 수 있습니다. 이와 같은 제한에도 불구하고 Aspherized Achromatic lens의 여러 가지 이점을 가지고 있어 매우 다양한 어플리케이션에서 여전히 유용하게 사용됩니다.



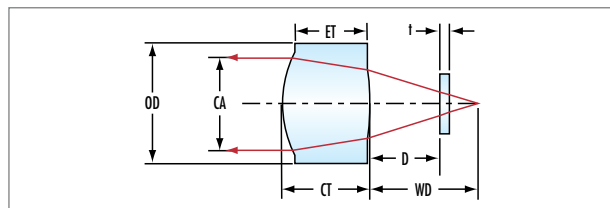
Precision Molded Aspheric Lenses

- 구면 수차 제거
- 다양한 코팅 옵션 이용 가능
- 다양한 NA 보유

Precision Molded Aspheric Lenses는 다양한 레이저 용도에서 구면 수차를 제거하고 포커싱 및 시준 정밀도를 향상시키는 데 사용됩니다. NA가 낮은 Precision Molded Aspheric Lens는 빔의 형태를 유지하도록 설계되었으며 이에 반해 NA가 높은 렌즈는 가능한 모든 빛을 모아 장거리에서도 빔의 파워를 유지하도록 설계되었습니다. Precision Molded Aspheric Lenses는 조준 시스템, 바코드 스캐너, 레이저 다이오드와 광섬유 결합, 광데이터 저장, 바이오메디컬 레이저 용도에 이상적으로 사용할 수 있습니다.



Diameter Tolerance (mm):	±0.020	Coating Specifications:	
Clear Aperture (CA):	Reference Value	VIS:	$R_{avg} < 0.5\% @ 350 - 700nm$
EFL Tolerance (%):	±1	NIR:	$R_{abs} < 1.0\% @ 600 - 1050nm$
Transmitted Wavefront Error:	<Diffraction Limit	IR:	$R_{abs} < 1.0\% @ 1050 - 1600nm$
Optimum Operating Temperature (°C):	≤200		



Precision Molded Aspheric Lenses										* $R_{avg} < 0.5\% @ 350 - 500nm$ See website for complete prescription data.				
NA	OD (mm)	EFL (mm)	CA (mm)	WD (mm)	CT (mm)	Design λ (nm)	Glass Type	t (mm)	D (mm)	VIS Coated	NIR Coated	IR Coated	Price - Coated	
0.13	6.33	22.00	5.50	20.4	2.66	670	D-ZK3	0.250 (BK7)	19.157	#83-543	#83-544	-	₩99,000	₩89,100
0.15	2.00	5.00	1.60	4.4	0.99	1550	D-ZK3	-	-	#83-546	#48-145	#48-158	₩99,000	₩89,100
0.15	6.50	18.40	5.50	17.1	2.18	780	D-ZK3	0.250 (BK7)	15.856	#87-113	#87-114	#87-115	₩99,000	₩89,100
0.16	6.50	15.29	5.38	14.0	2.21	780	D-ZK3	0.250 (BK7)	12.727	#37-098	#37-099	#37-100	₩87,800	₩79,100
0.18	6.33	13.86	5.10	12.1	2.77	650	D-ZK3	-	-	#83-556	#46-372	#48-160	₩99,000	₩89,100
0.20	6.00	11.00	5.40	9.3	3.10	633	D-ZK3	0.250 (BK7)	8.706	#37-109	#37-110	#37-111	₩82,500	₩74,300
0.25	7.20	11.00	5.50	7.9	5.03	633	D-ZK3	0.250 (BK7)	6.909	#87-117	#87-118	#87-119	₩99,000	₩89,100
0.30	6.51	7.50	4.54	5.8	3.19	780	D-ZLAF52LA	0.250 (BK7)	5.151	#87-129	#87-130	#87-131	₩66,000	₩59,400
0.30	7.20	11.00	6.68	10.0	1.95	670	D-ZLAF52LA	0.275 (BK7)	9.346	#87-121	#87-122	#87-123	₩66,000	₩59,400
0.40	7.20	6.24	5.00	3.5	5.16	780	D-ZLAF52LA	0.275 (BK7)	2.682	#87-125	#87-126	#87-127	₩112,200	₩101,000
0.43	4.70	4.50	3.70	2.2	3.65	980	D-ZK3	-	-	#83-578	#83-579	#83-580	₩66,000	₩59,400
0.50	1.00	0.55	0.70	3.0	0.66	1550	D-ZLAF52LA	-	-	#37-112	#37-113	#37-114	₩99,000	₩89,100
0.50	2.00	1.41	1.52	1.20	0.500	488	D-LaK6	0.250 (BK7)	0.700	#37-108*	-	-	₩99,000	₩89,100
0.50	3.00	2.00	2.00	1.0	1.89	780	D-ZLAF52LA	0.250 (BK7)	0.479	#83-582	#83-583	-	₩66,000	₩59,400
0.50	6.33	6.70	6.00	4.9	2.85	515	H-FK61	0.250 (BK7)	2.408	#37-101	-	-	₩99,000	₩89,100
0.50	9.94	8.00	8.20	5.9	3.43	780	D-ZK3	0.250 (BK7)	4.911	#37-102	#37-103	#37-104	₩112,200	₩101,000
0.50	11.00	10.00	10.00	7.8	3.64	633	D-ZK3	0.250 (BK7)	7.173	#33-425	#33-426	#33-427	₩170,300	₩153,300
0.52	4.70	2.76	4.12	2.7	3.83	980	D-ZLAF52LA	0.250 (BK7)	1.962	#87-133	#87-134	#87-135	₩99,000	₩89,100
0.55	4.00	2.73	3.00	2.4	1.43	780	D-ZLAF52LA	1.200 (PC)	1.170	#83-605	#83-606	#83-607	₩66,000	₩59,400
0.55	4.50	2.75	3.60	2.2	1.90	830	D-ZLAF52LA	-	-	#83-616	#66-926	#66-927	₩66,000	₩59,400
0.55	6.33	4.51	5.07	3.1	2.71	780	D-ZLAF52LA	0.250 (BK7)	2.834	#87-153	#87-154	#87-155	₩99,000	₩89,100
0.55	6.00	4.60	4.80	2.7	3.14	655	D-ZK3	0.275 (BK7)	2.049	#87-157	#87-158	#87-159	₩66,000	₩59,400
0.56	7.20	5.50	6.00	3.7	2.94	633	D-ZK3	0.250 (BK7)	3.091	#87-145	#87-146	#87-147	₩112,200	₩101,000
0.58	2.40	1.45	1.60	0.8	1.02	780	D-ZK3	-	-	#83-613	#83-614	#83-615	₩66,000	₩59,400
0.60	6.33	4.02	4.80	2.4	2.90	405	D-LaK6	0.250 (BK7)	1.863	#83-990*	-	-	₩112,200	₩101,000
0.61	6.33	4.00	4.80	2.4	2.92	488	D-LaK6	0.250 (BK7)	1.815	#83-681*	-	-	₩112,200	₩101,000
0.62	2.75	1.42	1.70	0.9	1.08	488	L-La12	0.250 (BK7)	0.366	#83-679*	-	-	₩112,200	₩101,000
0.60	15.00	10.00	13.00	7.0	5.38	850	D-ZLAF52LA	-	-	#37-105	#37-106	#37-107	₩87,800	₩79,100
0.64	4.00	2.75	3.60	1.5	2.24	830	D-ZLAF52LA	-	-	#83-626	#83-627	#83-628	₩66,000	₩59,400
0.64	6.33	4.03	5.10	2.7	3.10	685	D-ZK3	1.200 (K3)	1.483	#87-161	#87-162	#87-163	₩99,000	₩89,100
0.66	4.00	2.54	3.30	1.6	1.82	405	L-La12	0.250 (BK7)	0.914	#83-677*	-	-	₩112,200	₩101,000
0.68	6.33	3.10	5.00	1.8	3.21	830	D-ZK3	-	-	#87-165	#87-166	#87-167	₩99,000	₩89,100

온라인 상에 있는 더욱 다양한 제품들...



Plastic Aspheric Lenses
웹사이트에서 3225 검색



Molded Aspheric Condenser Lenses
웹사이트에서 3815 검색



Plano-Convex Axicons
웹사이트에서 3364 검색



Techspec® Cylindrical Lenses
웹사이트에서 3816 검색

(주) 에드몬드 옵틱스 코리아
서울특별시 영등포구
여의대방로 67길 22, 606호
(여의도동 태양빌딩)
전화: (02) 769-4600
팩스: (02) 6677-9221
이메일: krsales@edmundoptics.co.kr (영업 관련)
krtech@edmundoptics.co.kr (기술 지원)
웹사이트: www.edmundoptics.co.kr

다이아몬드 정밀 선삭 가공

에드몬드 옵틱스(EO)는 다이아몬드 정밀 선삭 가공(single point diamond turning) 기법을 이용해 결정체 및 플라스틱 소재의 다양한 정밀 광학 부품을 제조함에 따라 일반적인 광택연마 공법으로는 불가능했던 복잡한 기하학적 구조를 생산할 수 있습니다. 이러한 유형의 정밀 lathing 방식은 $\lambda/4$ 보다 더 높은 표면 형상 정밀도와 30Å 미만의 표면 거칠기를 생성하도록 합니다. EO는 고객의 특정 어플리케이션 요건을 충족하는 맞춤형 제작 외에도 즉시 납품이 가능한 다양한 종류의 다이아몬드 선삭 가공 구면 및 비구면 렌즈를 취급합니다.



Diamond Turning Cell Capabilities for Crystal and Plastic

	Commercial	Precision	High Precision
Figure Accuracy:			
Sphere & Plano (P-V @ 632nm):	$>1\lambda$	$>1\lambda$	$<\lambda/4$
Asphere (P-V @ 632nm):	1λ	$\lambda/2$	$\lambda/4$
Surface Roughness (Å):			
Diameter: < 1":	>50	30	<30
Diameter: > 1":	>125	100	>50
Surface Quality (S/D):	80/50	60/40	$<60/40$
Center Thickness (mm):	± 0.100	± 0.005	<0.005
Surface SAG (mm):	± 0.050	± 0.025	$<\pm 0.025$
Clear Aperture:	90%	95%	$>98\%$
Radius (Spherical):	$<\pm 0.3\%$	$\pm 0.10\%$	$<\pm 0.10\%$
Vertex Radius (Asphere):	$<\pm 1.0\%$	$\pm 0.50\%$	$<\pm 0.50\%$
Power (P-V) - Plano:	3λ	1λ	$<1\lambda$
Centering (arcmin):	3	1	<1
OD Tolerance (mm):	± 0.100	± 0.010	$<\pm 0.010$
Geometries:	Plano, Spherical, Aspheric, Diffractive, and Freeform		
Diameter Range (mm):	6.35 - 254		
Materials:	Germanium, Silicon, Zinc Selenide, Zinc Surface, Cleartran, Calcium Fluoride, Barium Fluoride, Acrylic, and Zeonex		
Coating:	UV to Far IR		

Built-to-Print 제조 역량

Build-to-print 제조 역량을 갖춘 에드몬드 옵틱스는 고객의 특정 요구 사항을 충족하기 위해 다양한 결정체 및 소재를 다이아몬드 선삭 가공할 수 있기 때문에 비구형, 평면, 구형, 자유형 표면 등의 광범위한 광학 구조를 생산할 수 있습니다. 당사의 숙련된 엔지니어 팀은 초기 디자인 요건 수립부터 대량 생산에 이르는 모든 단계의 광학 설계를 안내해드리며 프로세스 전반에 걸쳐 기술 서비스를 적극 지원합니다.

