

프레넬팩토리코리아의 광학 재료

(주)프레넬팩토리코리아

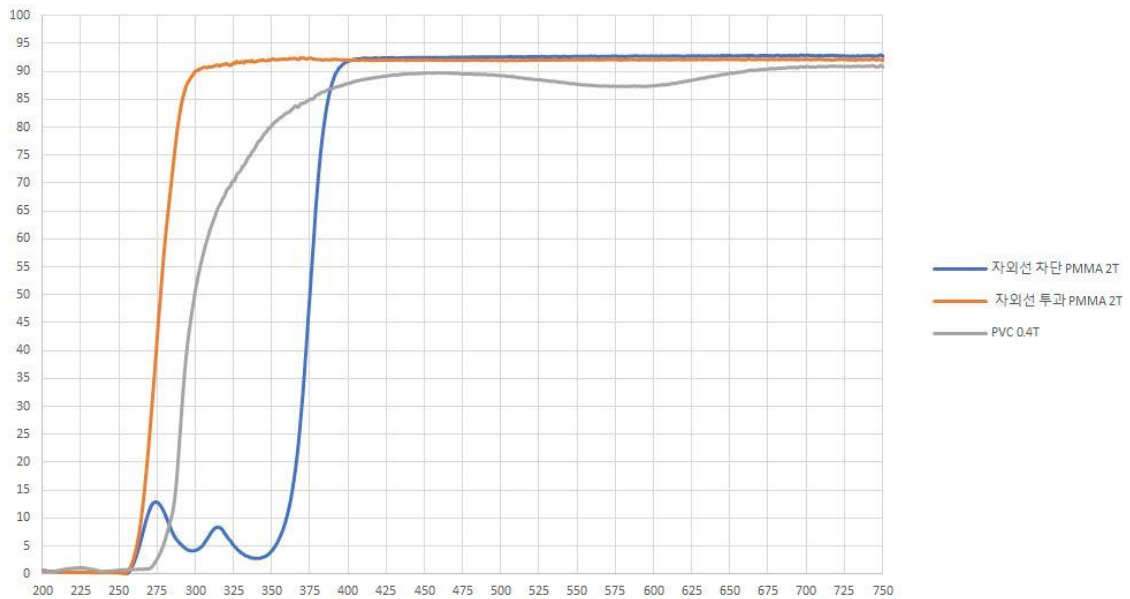
사용 파장대별 재질 특성

1. 사용 파장대별 재질 특성 정리

사용 대역	재질	주 사용대역 광 투과율	인장강도	*충격강도	*경도(Rockwell Scale)	*HDT (0.46Mpa)	특징
가시광선	자외선차단 PMMA	92.65%	66Mpa	16J/m	90(M Scale)	82 도	자외선 차단
	자외선투과 PMMA	92.06%	-	-	-	-	자외선 투과
	PVC	89.16%	-	-	-	-	얇고 유연
근적외선	Poly NIR212	91.46%	62Mpa	694J/m	70(M Scale)	137 도	높은 강도와 높은 HDT
원적외선	Poly FIR 200	42.81%	24.5Mpa	30.15J/m	-	73 도	우수한 투과율
	Poly FIR 25	19.24%	26Mpa	70J/m	75 (R Scale)	93 도	높은 HDT

2. 세부 재질 특성

1) 가시광선(400~750nm) 대역 사용 재질 특성



(그래프 1 가시광선 대역 사용 재질의 투과율 비교, 단위 nm, %)

프레넬팩토리코리아는 2 종류의 PMMA 와 PVC 를 가시광선 대역에서 사용한다. 무색투명하여 가시광선 투과율이 뛰어나다.

a. 자외선 투과 PMMA 와 차단 PMMA



(자사 PMMA 프레넬 확대경)

투과율

재료/대역	UVB(280~315nm)	UVA(315~400nm)	가시광선(400~750nm)
자외선 차단 PMMA	6.3%	31.04%	92.65%
자외선 투과 PMMA	84.05%	92.65%	92.06%

프레넬팩토리코리아는 자외선 차단 PMMA 와 자외선 투과 PMMA 를 보유 중이다. UVB 피부에 화상을 일으키기도 하지만 비타민 D 를 체내에서 합성하는 중요한 역할을 한다. UVA 는 광촉매 합성에 이용되기도 하지만 피부를 검게 태우며 피부를 노화시킨다.

물성치

항복 인장강도	충격강도	Hardness	HDT(0.45Map)	Melt Flow rate(230/3.8kg)
66Mpa	16J/m	Rockwell M sale 90	82 도	14g/10min

PMMA 는 수지 중 가시광선 투과율과 내후성이 가장 뛰어나다. 우수한 경도와 내마모성, 내약품성, 내열성을 가지고 있다. 비중은 유리보다 절반 이상 가벼우면서 강도는 무기유리에 필적한다. 실제 PMMA 는 우수한 강도와 내후성으로 높은 수압을 견뎌야 하는 아쿠아리움의 강화유리와 풍화에 노출되는 자동차 후미등에 쓰인다. Melt Flow rate 가 14g/10min(230/3.8kg 기준)으로 좋지 않아 고압의 사출압이 필요하며 스프루러너, 게이트를 크게 해야 한다. 따라서 프레넬팩토리코리아에서는 핫프레스 방식으로 PMMA 렌즈를 생산 중이다. 레이저 절단이 용이하여 가공성이 좋아 프레넬팩토리코리아에서 고객이 원하는 크기로 PMMA 렌즈를 절단하여 제공하고 있다.

b. PVC



(자사의 PVC 프레넬렌즈)

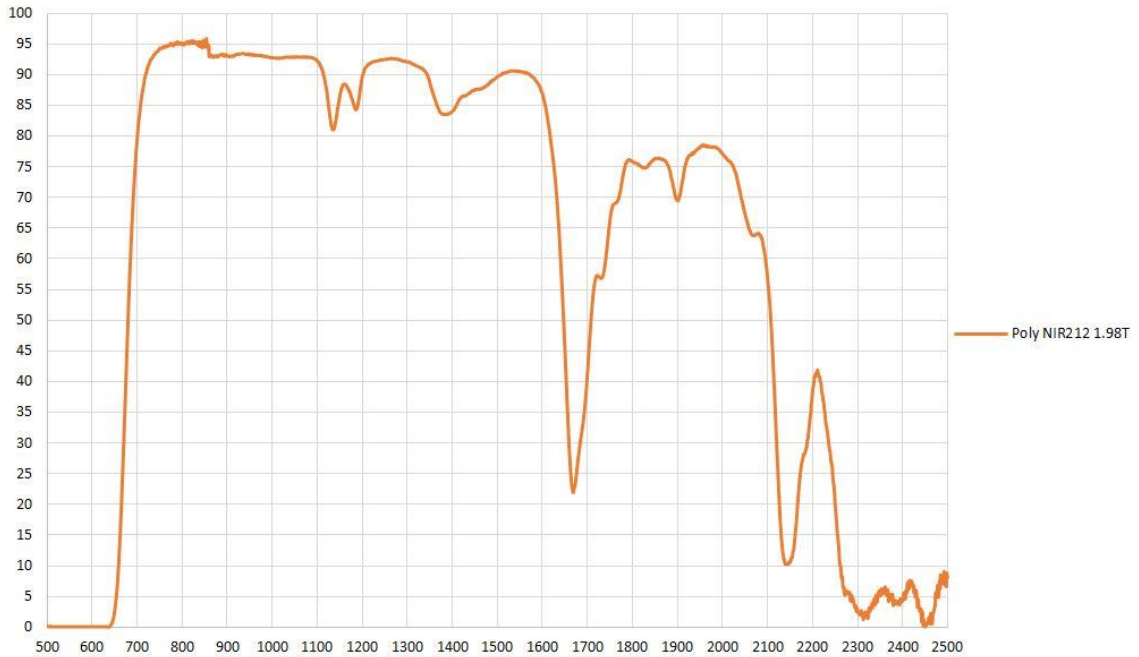
재질 특성 상 가공성이 뛰어나며 PMMA 보다 더 얇은 두께로 생산이 가능하다. 가소재 투입량에 따라 강성을 조절할 수 있다. 따라서 PMMA 로 할 수 없는 0.5t 이하의 얇고 유연한 렌즈를 생산할 수 있다. 다만 선명도에서 PMMA 에 비하여 떨어진다.

투과율

재료/대역	UVB(280~315nm)	UVA(315~400nm)	가시광선(400~750nm)
PVC	40.23%	80.06%	89.16%

PVC 는 가시광선 대역 투과율은 0.4T 기준 89.16%를 보인다.

2) 근적외선(750~1,400nm) 대역 사용 재질 특성



(그래프 2 근적외선 대역 사용 재질의 투과율 단위 um, %)

a. Poly NIR121



(자사 근적외선 렌즈)

투과율

재료/대역	자외선 및 가시광선(280~750nm)	근적외선(750~1,400nm)
Poly NIR212	6.96%	91.46%

750~1,400nm 의 근적외선 대역에서 매우 뛰어난 투과율을 보이며 자외선과 가시광선 대역 대부분 차단한다. 1.98t 기준, 자외선 및 가시광선을 93.07% 차단하고 사용대역인 750~1,400nm 대역에서 평균적으로 91.46%의 투과율을 보인다.

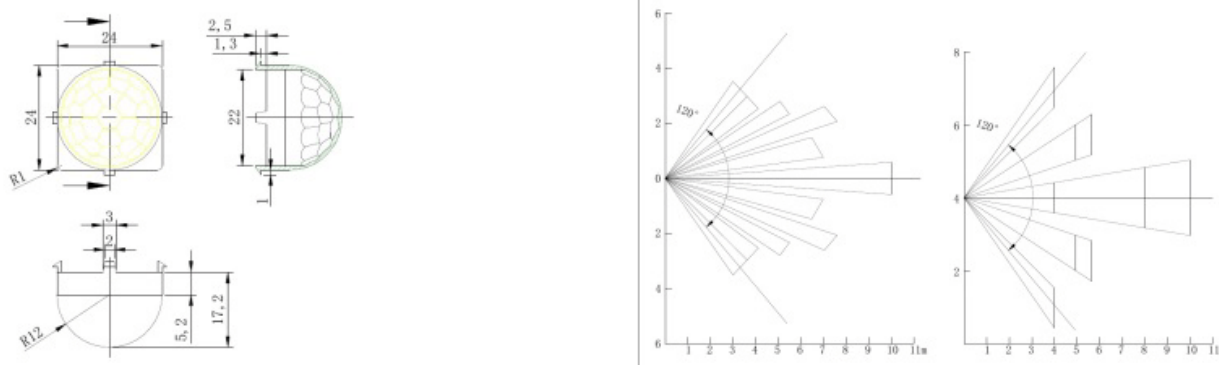
물성치

항복 인장강도	*충격강도	*Hardness	*HDT(0.45Map)	Melt Flow rate(230/3.8kg)
62Mpa	694J/m	Rockwell M sale 70	137 도	20g/10min

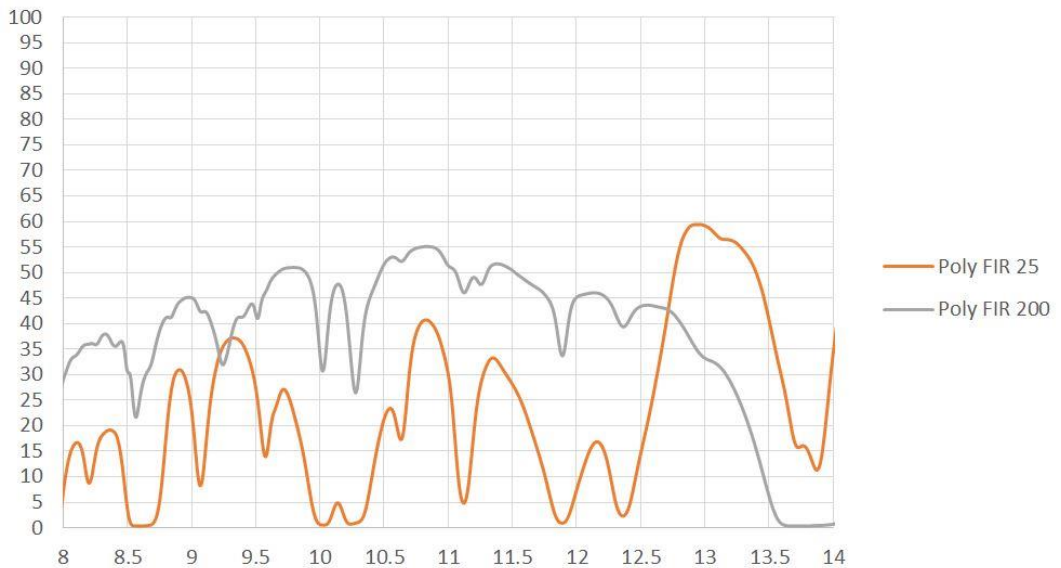
Poly NIR212 은 훌륭한 인장강도, 충격 강도, 경도, HDT 를 가지고 있다. 프레넬팩토리 코리아에서는 이런 물성치를 바탕으로 Poly NIR212 를 여름철 직사광선에 달궈진 차량 내부의 고온과 진동에 노출된 차량용 NIR 감지 디바이스의 근적외선 렌즈로 사용한다,

3) PIR/FIR(8~14um)대역 사용 재질 특성

온도감지센서나 동적감지 센서는 8~14um 의 대역을 감지한다. 해당 센서는 탐지 범위와 거리가 좁다. 이를 보완하기 위하여 적외선을 센서로 모아주는 프레넬렌즈가 필요하다. 프레넬팩토리코리아는 동적감지센서와 절대온도감지센서를 위한 프레넬렌즈를 생산한다.



(Dome Type Fresnel Lens 의 형태와 FOV)



(그래프 3, 원적외선 사용 대역의 투과율 단위 um, %)

넓은 FOV 와 우수한 원적외선 투과율을 보이는 재료로 만든 Fresnel Lens 를 사용해야 하는데 프레넬팩토리에서 FIR 대역에서 Poly FIR 200 과 Poly FIR 25 를 사용 중이다.

a. Poly FIR 200



(자사 PIR Lens)

투과율

재료/대역	8~12um
Poly FIR200	42.81%

PIR(Passive Infrared Sensor)는 체온에서 발산되는 8~12um 대역의 적외선을 감지하는 센서다. 프레넬팩토리코리아의 Poly FIR200 는 PIR 렌즈에 적합하다. 0.65T 기준 8~12 μm 대역에서 평균 42.81%의 우수한 투과율을 보이고 있다.

물성치

항복 인장강도	충격강도	HDT(0.45Map)	Melt Flow Rate
24.5Mpa	30.15J/m	73 도	20g/min

Melt Flow rate 가 우수하여 사출에 걸리는 시간이 짧아 가격이 낮다. 위와 같은 준수한 물성치를 가지고 있지만 PolyFIR25 에 비해 경도, 충격강도, HDT 가 낮아 고온, 충격, 굽힘에 노출된 환경에서 사용은 부적합하다.

b. Poly FIR 25



(자사 온도감지 센서용 렌즈)

투과율

재료/대역	8~14um
Poly FIR25	19.24%

FIR(Far Infrared) 센서란, 물체에서 방출되는 적외선(IR)을 측정하여 온도를 감지하는 센서로 열화상카메라 등에 사용된다. Poly FIR 25의 투과율은 9.75~10.5um 대역에서 흡수손실이 커서 0.5t 기준 8~14 μm의 대역에서 평균 19.24%로 Poly FIR 200에 비해 낮은 투과율을 보인다.

물성치

항복 인장강도	*충격강도	*Hardness	*HDT(0.45Map)	Meltflow Rate
26Mpa	70J/m	Rockwell M scale 70	93 도	2.5g/min

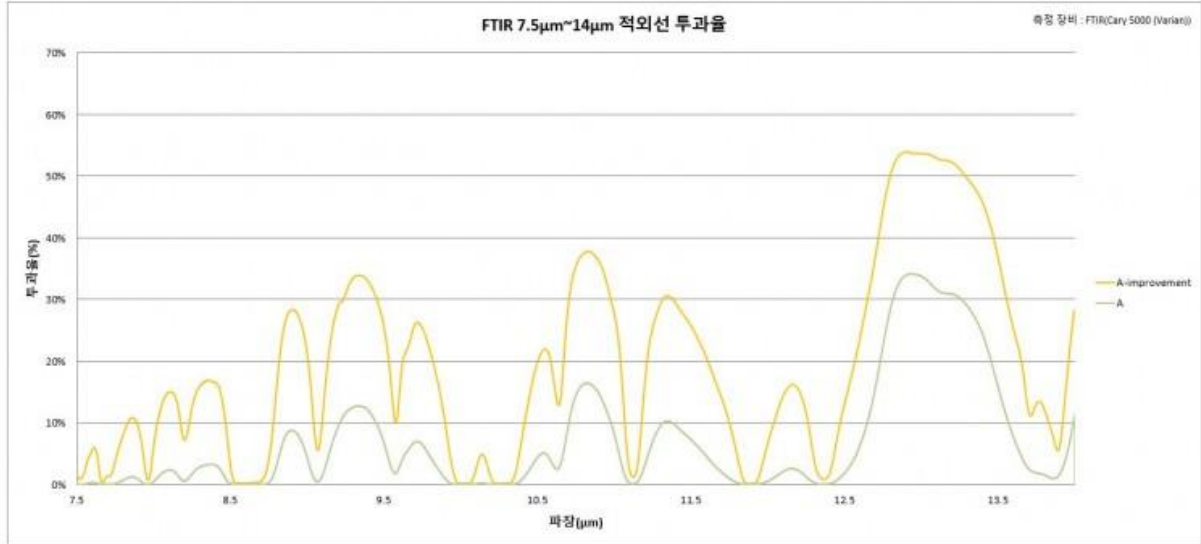
우수한 HDT로 고온의 환경에서 사용할 수 있다. 인장강도와 충격강도, 경도가 Poly FIR 200보다 우수하다. 이런 물성치가 있기에 Poly FIR200에 비해 낮은 투과율에도 불구하고 프레넬팩토리코리아에서는 고온에 노출된 온도감지센서에 사용한다. Melt Flow Rate가 낮아 사출에 더 많은 시간이 소요되어 가격이 더 높다.

참고

- *열변형온도(HDT): 특정하중에서 시료가 2.5mm의 변위를 가질 때 특정 온도로, 내열성을 나타냄.
- *경도(Hardness): 렌즈의 내마모성을 나타냄
- *충격강도(Izod Impact): 내충격성을 나타냄.

프레넬팩토리코리아만의 광투과율을 높이는 공정

프레넬팩토리코리아는 투과율을 높이는 공정을 거쳐서 제품을 생산한다. 따라서 같은 재질이라도 프레넬팩토리는 더 나은 투과율을 가진 제품을 생산한다. 예시로 절대온도 측정 센서의 렌즈 재질로 사용되는 Poly FIR25 를 보자



(자사 Poly FIR 25 의 0.8t 기준 투과율 개선 공정 전후 비교 그래프, 공정 개선 전 A,공정 개선 후 A- improvement)

Poly FIR 25 는 본래 10%대의 낮은 투과율을 보이는 재료였지만 프레넬팩토리코리아에서는 투과율 개선 공정을 통하여 투과율을 10% 이상 증가시켰다. 프레넬팩토리코리아의 제품은 광학회사로 광학 특성을 반영한 사출 공정을 거친다.