

굴절률 1.67의 광변색 및 자외선 차단 안경렌즈

한두희*

*중소기업기술융합연구소, 청운대학교

e-mail: hanknu@hanmail.net

Photochromic and UV-blocking spectacle lenses with a refractive index of 1.67

Doo Hee Han*

*Industrial Technology Convergence Research Institute, Chungwoon University

요 약

굴절률이 1.67인 광변색 기능과 자외선 차단 및 청색광 저감 기능을 가지는 안경렌즈를 개발하였다. 광변색층은 일정한 두께를 유지하게 하여 색의 농도를 일정하게 하였다. 광변색층과 자외선 차단층은 단량체의 열중합 반응 온도와 시간을 적절히 조정하여 완벽하게 붙도록 하였다. 제작된 시험렌즈는 명반응이 일어날 때 투과율 20%이하를 얻었고 명반응 감응시간 2분, 암반응 감응시간 5분을 얻었다. 410nm 이하의 자외선 및 보라색은 완전히 차단되었다. 이 기능은 LED에서 나오는 청광색 피크를 30% 이상 저감시킬 수 있다. 반사율은 SiO₂와 TiO₂를 교대로 6층 코팅하여 0.3% 이하의 반사율을 얻을 수 있었다.

1. 서론

광변색 재료[1,2]는 자외선이 필요하고 자외선 차단 재료는 자외선을 통과하지 못하게 하므로 두 재료는 섞어서 사용할 수 없다. 따라서 서로 다른 재료를 표시가 나지 않게 이웃하여 설치하는 특별한 기술이 필요하다. 선그라스는 편광렌즈를 사용하여 반사광의 저감을 실현할 수도 있다. 한편 LED등에서 방출되는 청광색이 눈에 해롭다는 것이 밝혀져 청광색 차단기능이 필요하게 되었다. 자외선은 UVA, UVB, UVC 등이 주로 차지하는데 지구 표면에 도달하는 자외선은 98.7%가 UVA이다. 자외선에 피부가 노출되면 화상, 홍반, 주근깨, 주름, 각화현상 또는 피부암을 초래할 수 있다. 자외선은 렌즈 표면을 다층코팅하여 차단할 수 있으나 코팅이 벗겨지면 차단기능이 감소하여 눈에 해롭게 된다. 만약 안경재료에 자외선 차단기능을 부여하면 표면이 손상되어도 자외선 차단 기능을 유지할 수 있다[12-16]. 본 연구에서는 렌즈 표면에 다층 코팅을 하여 반사방지 기능을 부여하고, 광변색성층과 자외선 완전 차단층을 이웃하게 하여 낮에는 선그라스로 활용하고 밤에는 일반 안경으로 활용하는 안경렌즈를 구현하였다. 플라스틱 안경렌즈의 시초는 1947년 캘리포니아의 Armorldite Lens Company에서 만든 안경 렌즈이다. 렌즈는 1940년대 초 PPG Industries에서 개발한 열경화 플라스틱의 39 번째 배합이기 때문에 "Columbia Resin 39"의 약자 인 CR-39라는 플라스틱 폴리머를 사용하여 만들

어 졌다. CR-39 플라스틱은 경량 (유리 무게의 약 절반), 저렴한 비용 및 뛰어난 광학 특성으로 인해 오늘날에도 안경 렌즈에 널리 사용되는 소재로 남아 있다. 본 연구에서는 안경렌즈의 재료는 굴절률 1.67을 구현하는 우레탄 계열의 재료를 사용하였다.

2. 광변색성 물질과 자외선 차단 물질

광변색성은 평소에 무색이던 물질이 자외선을 쬐이면 진한 회색이나 갈색으로 변하는 것을 말한다. 광변색성 렌즈는 에너지가 높은 자외선이나 보라색에 의하여 반응한다. 자외선의 영향이 없는 실내에서는 투명하게 보이다가 햇빛을 받으면 자외선의 영향으로 진한 갈색이나 진한 회색으로 변한다. 광변색성 원료는 렌즈용 단량체에 소량을 혼합하여 사용한다. 광변색성 화합물을 상대적으로 많이 사용하면 광변색성은 좋아지지만 표면 경도가 약해진다. 따라서 광변색성 화합물과 렌즈의 기본 단량체의 혼합 비율을 조절하는 일이 매우 중요하다. 광변색성 층은 일정한 두께를 가지는 것이 필요하다. 두께가 다르면 색의 농도가 달라지기 때문이다. 본 논문에서는 일정한 두께의 광변색성 층을 먼저 만들고 다음에 자외선 및 청광색을 저감시키는 층을 만들어 이런 문제를 해결하였다. 접착이 쉽지 않기 때문에 중합온도와 시간을 조정하여 성공적으로 부착에 성공하였다. 자외선은 가시광선 파장보다는 짧고 X선 파장보다는 긴

410-100nm 영역의 전자기파를 말한다. 자외선 LED 또는 자외선 장치의 가스방전관에서 자외선이 만들어 진다. 표 1은 자외선의 종류와 성질을 나타내 준다. 자외선 차단 기능은 화장품 등에서 많이 요구되고 있고 다양한 재료가 사용되고 있다. 여름에 많이 사용되는 선블록은 대표적인 예이다. 그러나 안경렌즈에 적용하기 위해서는 광학적으로 투명하고 빛을 많이 투과하여야 한다. 이런 요구 조건에 맞추어 3가지 형태의 자외선 차단제를 조제하였다.

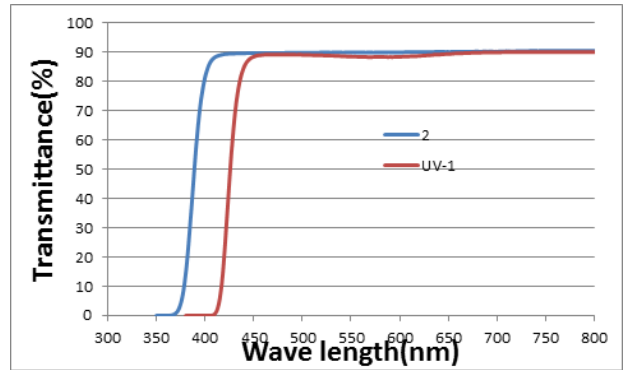
3. 시험 렌즈 제작 및 특성

1단계: 제1 테이프를 이용하여 상부몰드를 테이핑한다.
 2단계: 상부몰드 오목부에 변색조성물을 떨어뜨린다. 변색 조성물은, 우레탄 계열 단량체 및 광변색성 염료를 포함한다.
 3단계: 상기 변색조성물을 예비 중합한다. 예비 중합은 15℃까지 5분 동안 예열하고, 15℃에서 6시간, 15~60℃에서 4시간, 60℃에서 10시간, 60~15℃에서 2시간 동안 중합한다.
 4단계: 변색조성물이 예비 중합되어 형성된 겔 상태의 상부렌즈 및 편광필름이 결합되어 있는 상기 상부몰드와 하부몰드를 이격되게 배치하고 제2 테이프를 이용하여 테이핑한다. 자외선차단조성물은 우레탄 계열 단량체 및 자외선차단제를 포함한다.
 5단계: 편광필름과 하부몰드의 빈 공간에 통해 자외선차단 조성물을 주입한다.
 6단계: 겔 상태의 상부렌즈 및 자외선차단조성물을 본 중합한다. 본 중합은 25℃까지 5분 동안 예열하고, 25~40℃에서 7시간, 40~50℃에서 3시간, 50~65℃에서 2시간, 65~95℃에서 3시간, 95~120℃에서 1시간, 120℃에서 2시간, 120~70℃에서 2시간 동안 중합한다. 그림3은 테이핑 후 주입하는 과정을 보여준다.

4. 실험 결과

㉞KOC에 설치되어 있는 측정기를 이용하여 광변색성을 측정하였다. 측정 장비는 Jasco의 MV-3150와 LUS-373을 사용하였다. 휴대용 분광 광도계인 MV-3150은 최소 5 msec마다 스펙트럼을 측정 할 수 있다. 스펙트럼을 고속으로 측정함으로써 생산 라인 등을 모니터링하고 측정을 매핑함으로써 제품 검사에 필요한 시간을 단축 할 수 있다. 그것은 회절 격자 구동 기능과 광섬유가없는 구조를 사용하기 때문에 소형이며 취급성이 좋으며 현장 측정 및 기타 응용 분야에 널리 사용될 수 있다. 휴대용 분광 광도계 MV - 3000 시리즈는 분광 광도계 본체와 광원 장치로 구성된다. MV-3100/3150은 파장 영역 200에서 800 nm사이를 측정하고 LUS-373은 파장영역 200에서 1600 nm의 광원 D 2 + 할로겐 광원을 가용한다.

긴 선을 모니터링 할 때 의사 이중 빔 메커니즘을 액세서리에 통합하여 안정성을 높일 수 있다. 광 경로 전환 미러 (액세서리에 포함)를 사용하여 측정과 측정 사이에 기준 보정이 수행된다. 분광 광도계의 안정성은 주변 온도에 영향을 받기 때문에 이 메커니즘은 날짜 교차와 같은 장시간 측정에 없어서는 안 될 요소이다. 이장치를 이용하여 명반응과 암반응의 시간에 대한 투과율 변화를 측정하였더니 명반응은 2분, 암반응은 5분 정도가 걸림을 알 수 있다. 자외선 차단은 그림1이 보여준다. 410nm이하의 완전 차단이 되었다.



[그림1] Comparison spectrum of sample lens and general lens

5. 결론

굴절률 1.67의 우레탄 계열 단량체를 사용하여 광변색성과 자외선 차단 및 청광색 차단을 하는 맑은 선그라스 겸용 안경렌즈를 개발하였다. 광변색층은 일정한 두께를 유지하게 하여 농도를 균일하게 하였다. 광변색층을 먼저 성형한 후 잇대어 자외선차단층을 성형하여 중합반응의 온도와 시간을 적절히 조절하여 완벽히 붙이는데 성공하였다. LED 등에서 발생하는 청광색은 이 렌즈를 통과할 때 30% 차단효과가 있었다. 광변색성은 명반응에서 2분 암반응에서 5분 정도가 소요되었고 명반응할 때 20%이하의 투과율을 얻었다. 자외선 차단은 410nm 이하에서 완전히 차단이 되었다.

참고문헌

[1] Kim Jun-won, Ahn Kwang-hyeon, Kim Hong-doo, Jang Tae-hyun. 1997. Photochromic 2- (1' , 2' - dimethyl - 3' - indolyl)-3-(2" - methyl -3"- benzo [b] thiophenyl) maleic anhydride and Synthesis and Characterization of Polystyrene Derivatives. *Polymers*, 21(3), 512-520

[2] Moonsik Cho, Im Sanghyeon, and Junsoo Kim. 2005. Clinical usefulness and effectiveness evaluation of photochromic spectacle lenses. *Journal of the Korean Ophthalmology Society*, 46(9), 1563-1568