

반사방지 렌즈코팅

(주) 제우개발
정 건 만 대리

1) 광학의 반사방지코팅에 대한 일반적 특징

굴절율의 차이로 인해, 렌즈부분은 공기와의 접촉으로 반사가 발생한다. 블레어링(blurring) 화상이나 고스트(ghost) 화상은 화상의 콘트라스트를 감소시킨다.

근본적으로 네가지 형태의 반사가 발생한다고 볼 수 있는데, 그림 1은 이 네가지 반사를 설명하고 있다. 빛이 들어오는 위치 및 콘트라스트 조건에 따라서, 안경착용자의 경우에 구경 표면반사 고스트 화상인 세가지 형태의 반사를 볼 수 있으며, 이것들을 블레어링 화상으로 인식하게 된다. 이러한 반사는 역반사(reverse reflection), 내부반사(internal reflection) 및 안구반사(corneal reflection)라고 한다. 이때, 이러한 반사들은 실상위에 겹쳐져서 그 콘트라스트를 감소시키거나 정보내용을 잘못 인식하게 한다.

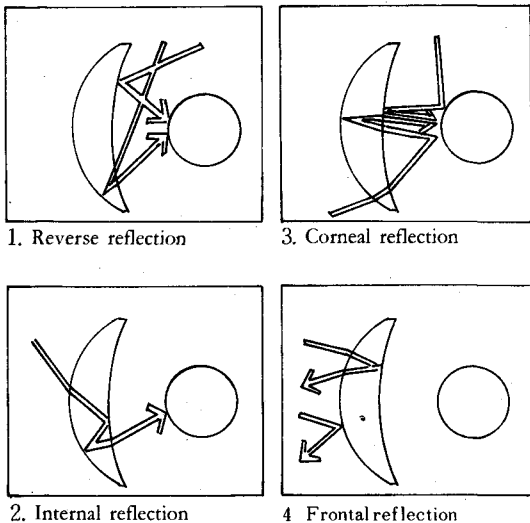


그림 1

반사는 전면적으로 발생하여 다른 사람이 눈

으로 또는 카메라를 통해서 안경착용자의 눈을 직접 볼 수가 없다. 물론, 이러한 현상은 바람직하지 못하다.

렌즈로부터 발생하는 반사는 특수한 반사방지코팅을 통해서 상당히 감소시킬 수 있으며 이러한 반사감소는 간섭원리에 기초하고 있다. 이러한 목적으로, 광학표면은 진공하에서 정밀하게 극도로 얇은 막으로 코팅된다. 렌즈에 코팅된 막은 렌즈와 공기와의 접촉부분을 차단하며, 그림 2에서 보는 바와 같이 적어도 두개의 접촉부분을 만든다.

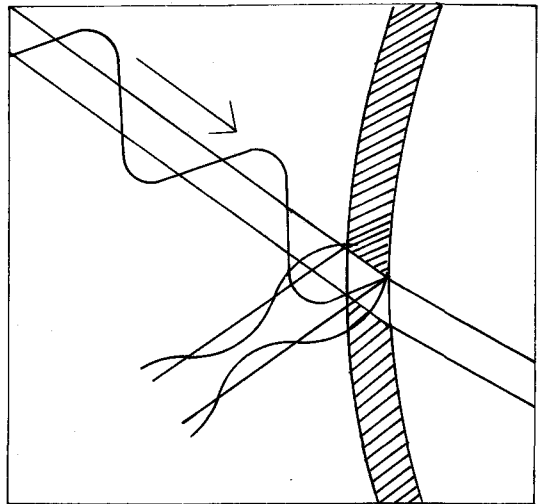


그림 2

렌즈와 코팅막 그리고 코팅막과 공기접촉부분을 구별할 필요가 있다. 두 접촉부분으로부터 반사된 광의 일부는 서로 간섭한다.

예를 들어, 단색광의 경우에, 어떤 층 두께에서는 두 반사파장이 서로 반대방향의 강도를 갖고 있어, 그것들이 대부분 상쇄된다. 반사방지코

팅된 렌즈는 실제로 반사를 감소시키는 특징을 갖는다. 또한, 렌즈의 투명도가 향상된다.

따라서 안경의 경우 여러 형태의 반사감소 또는 반사방지코팅으로 눈을 보호하며, 안경의 용도를 증진시킬 수 있다.

한편, 다양한 반사방지코팅으로 여러 형태의 반사컬러를 발생시킬 수 있다. 특히, 다층 브로드밴드(broad band) 반사방지코팅의 경우에, 안경착용자의 취향에 따라서 그리고 당시의 유행에 따라서 요구되는 대부분의 반사컬러 발생이 가능하다.

2) 현재 사용되는 광학의 코팅형태

현재 렌즈생산에서는, 다양한 형태의 간섭성 반사방지코팅이 사용된다. 즉, 단층 반사방지코팅, 더블레이어 반사방지코팅, 브로드밴드 반사방지코팅 등이다.

a) 단층 반사방지코팅 (Single layer antireflection coating)

이러한 코팅은 수년동안 저렴한 비용의 반사방지코팅에 사용된 표준프로세스이다. ($n=1.52$ 인 BK7과 같은) 미네랄글라스의 경우에, 코팅 물질이 MgF_2 ($n=1.38$) 라면, 반사를 대강 1.3%로 줄일 수 있다. 더 이상의 반사감소는 불가능하다. 왜냐하면 코팅물질의 굴절율이 두개의 반사된 간섭광 비임을 완전히 상쇄하지 못한다. 따라서 안경렌즈의 경우 양면의 잉여반사는 적어도 2.6%이다. 그러한 이유로, 이 최소의 반사는 단일 파장에 대해서만 얻어질 수 있다. 가시광대역의 다른 모든 파장은 더 높은 잉여반사를 일으켜서, 반사된 광의 컬러색조를 띤다. 단층 반사방지코팅의 경우에, 컬러는 청색 또는 청색/자색이다.

b) 더블레이어, 반사방지코팅 (Double layer antireflection coating)

박막 시스템에 제2층을 입혀서 잉여반사가 최소로 감소될 수 있다는 것을 알았다. 박막 시스템을 정밀하게 설계하면, 그림 3에 도시된 바와같이, 어느 정도 브로드밴드 특성을 얻을 수 있다. 그러나, 모든 가시영역에서 낮은 잉여반사를 얻을 수 있는 것은 아니다. 그러므로, 반사광의 컬러색조는 청색과 적색사이의 혼합색이 된

다.

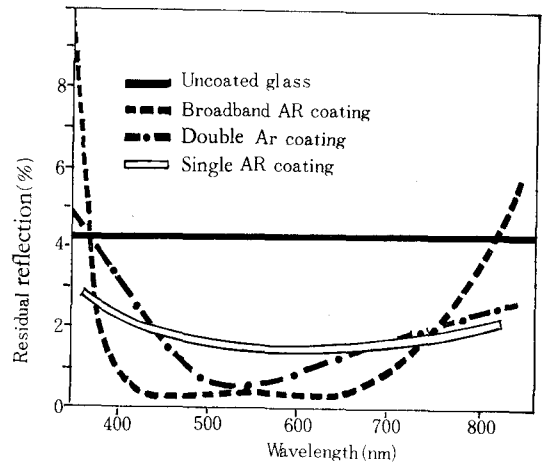


그림 3

c) 브로드 밴드 반사방지코팅 (Broadband antireflection Coating)

이 코팅은 렌즈에 응용되는 최근의 반사방지코팅기술이다. 브로드밴드 AR코팅은 적어도 3층으로 구성되지만, 요구된 효과를 얻기 위해서 6, 7층으로 코팅하여 사용될 수도 있다. 브로드밴드 AR코팅은 가시광의 거의 모든 영역을 포함한다. 더우기, 당시의 유행에 따라서 거의 모든 반사광 컬러를 얻을 수 있다. 그러한 컬러에는, 녹색, 청색, 핑크색, 장미색, 적색 등이 있다. 층(layer) 시스템 설계시에 컴퓨터를 사용하므로, 고객의 요구에 부응하는 특수한 층 시스템제작이 빨리 발전되고 있다. 더우기, 이러한 장점은 낮은 굴절율의 표준유리뿐 아니라, 1.48 내지 1.81 범위의 굴절율을 갖는 모든 안경유리에도 적용된다.

또한 CR39와 같은 플라스틱물질에서도, 생산 조건 여하에 따라서 일등급의 결과를 얻을 수 있다.

간섭형 층 시스템 외에도, 여러 종류의 흡수층, 색조층이 사용된다. 유행되는 모든 등급 및 컬러 고진공 코팅기술을 통해서 얻을 수 있다.

3) 고질(high quality)코팅의 기술요청 상태

고질의 광학 코팅개발에는 다양한 요구사항 및 필요조건이 생기게 된다. 예를 들면 안경렌즈는 보관하기 위해 생산 및 코팅이 요구된다.

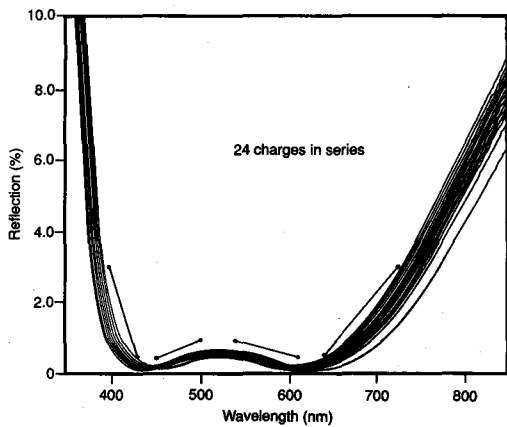


그림 4

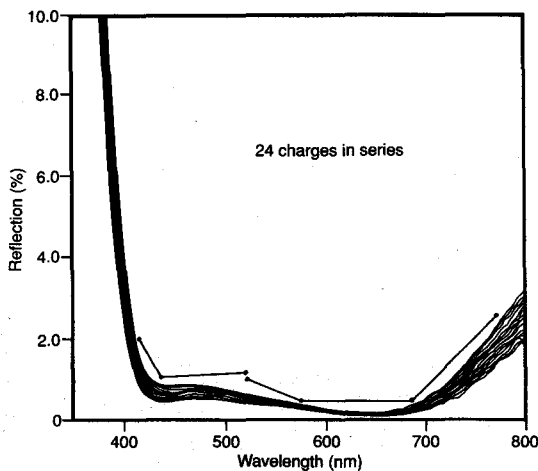


그림 5

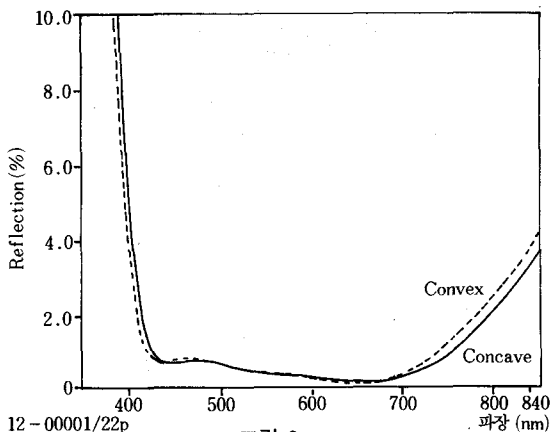


그림 6

사용자는 결국 두개의 안경렌즈를 착용하게 되는데, 이 렌즈는 동일한 코팅 런(run)으로 코팅되지 않을 수도 있다. 따라서 코팅의 궁극적인 목적인 강도 및 반사컬러가 높은 재현성에 도달

하는 것이 반드시 필요하다. 고진공 코팅시스템은 한 배치내에서 층 두께의 균일성(uniformity)을 도모하여 배치들간에 재현성이 $\pm 1.5\%$ 에 이르도록 설계되었다. 이 시스템은 고감도의 다층설계로서 안정된 반사컬러를 발생하기에 충분하다. 예를 들어, 24연속 배치에서 코팅된 녹색 및 청색 반사컬러 테스트렌즈를 도시하는 그림 4 및 그림 5를 참조해볼 수 있다. 이 코팅은 완전 자동인 Leycom III 제어생산 코터를 사용하여 수행되었다. 때때로, 안경렌즈를 요구하는 소비자에게 스페어로서 주는 것이 필요하다. 왜냐하면 안경렌즈 중 하나를 잃거나 깨뜨릴 수 있기 때문이다. 특히 이러한 경우에 나중에 코팅된 것이 수개월 또는 수년전에 코팅된 것과 일치하는 것이 매우 중요하다.

매년 한가지 형태의 코팅만 수행하는 코팅기는 없다. 현재 컬러, 강도 등의 광학 코팅방식에서 안경시장에 초점을 맞추는 것이 일반적인 사항이 되었다. 따라서 완전자동코터는 매우 다양한 반사색의 다층 설계를 제공할 수 있어야 한다.

안경 렌즈와 같은 굴곡 광학 렌즈는 볼록면(convex)과 오목면(concave)을 갖는다. 렌즈 표면과 코팅소스간의 거리차로 인해 최종 코팅된 층 두께는 양면이 다르게 된다. 최근에는 양면의 반사컬러가 정확히 같기를 기대하므로, 이 양면코팅에 대한 광학코팅은 그림 6에서와 같이 교정될 필요가 있다.

미네랄글라스 렌즈에 코팅될 때, 상당기간 동안 양호한 부착력, 견고성 및 주변환경에 대한 안정성을 갖는 것이 일반적이다. 이것은 코팅물질로서 산화물을 사용하며, 기판을 가열하여 코팅할 때 쉽게 얻을 수 있다. 코팅의 안정성은 거의 기판 자체와 같아진다. CR39기판상에 코팅할 때는, 전체적으로 다른 문제에 직면한다. 플라스틱기판은 가열되지 않는다. 증기입자가 코팅되는 표면으로 수직입사될 때 부착력이 상당히 증가된다는 것을 알게 되었다. 따라서, 코터는 코팅소스를 코팅기의 중간에 배치시켜서, 이러한 요구사항에 부응하도록 설계되어야 한다.

이와같이 렌즈소재의 특성에 따라 코팅기 내부의 배치, 구조 등이 다르다. 따라서 용도에 맞는 코팅기 선정이 매우 중요하다.