

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

편광괴물

편광의 원리를 알아보고, 편광필름을 이용하여 색깔이 변하는 편광괴물을 만들어 빛이 통과되는 모습을 관찰해 봅시다.

실험키트구성

종이 도안(괴물, 사각), 편광 필름 2장,
 투명 OPP필름, 양면테이프,
 장식용눈알스티커

준비물

가위, 펜, 딱풀

생각해보기



3D 안경을 끼고 3D 입체영화를 본 경험이 있습니까?

우리가 한 물체를 볼 때, 두 눈의 각도 차이 때문에 입체를 인식합니다.

이것을 인위적으로 만들어주는 것이 3D 편광안경의 원리입니다. 먼저 2대의 영사기에서 영화화면을 쏠 때, 한쪽엔 가로편광판을, 또 한쪽엔 세로편광판을 거쳐서 발사합니다.

이 빛은 스크린에 반사된 후 우리 눈에 들어오는데, 눈 양쪽의 안경은 한쪽에 가로편광판만 있고, 다른 쪽에는 세로편광판만 있으므로 각각 다른 횡파의 영상신호를 보게 됩니다.

결론적으로 3D 편광안경의 원리는 2대의 영사기 빛을 2개의 눈으로 각각 따로 받아서 보기 때문에 입체적인 영상을 인식하게 되는 것입니다.

이제 이 신기한 편광필름으로 재미있는 편광괴물을 만들어 봅시다.



실험방법



사각 도안

1. [도안 준비] 사각 도안을 조심스럽게 떼어냅니다.
 접는 선을 따라 한 번씩 접었다가 펍니다.

- 손톱 끝으로 접은선을 잘 눌러주어야 나중에 괴물 도안을 붙이기 쉽습니다.
- 중앙의 동그란 조각은 나중에 사용됩니다. 버리지 마세요!!!

2. [양면테이프 붙이기]

양면테이프 4칸을 반으로 자른 다음, 그림과 같이 양면테이프 자리 총 8 곳에 붙입니다.

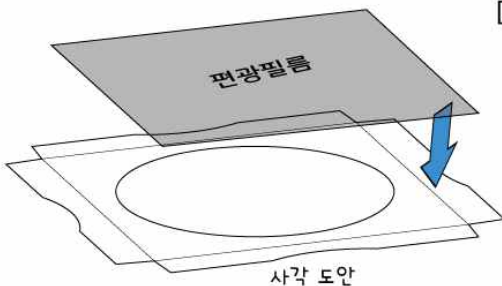
- 양면테이프의 흰색 보호지는 제거하지 마세요.

[사각 편광필름 넣기]

3. 도안을 그림처럼 글씨가 없는 면이 위로 오도록 놓고 편광필름 하나를 놓습니다.

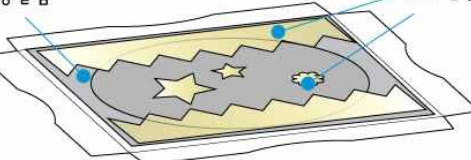
- 도안의 정사각형 보다 편광필름이 조금 더 작아야 합니다. 크기가 맞지 않으면 잘 맞도록 조금 잘라냅니다.

- 편광필름에는 보호지가 붙어있습니다. 제거 후 사용하세요.



편광필름

OPP필름



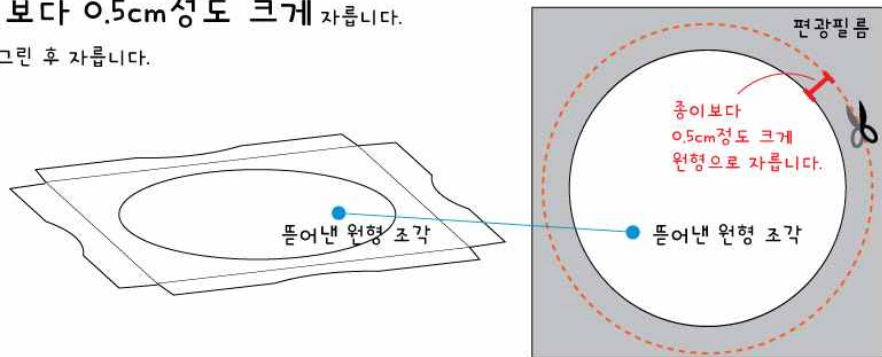
[OPP필름 자르기]

4. 투명한 OPP필름을 여러가지 모양으로 자릅니다. 자른 여러 조각들을 편광필름 위에 뿌려 놓습니다.

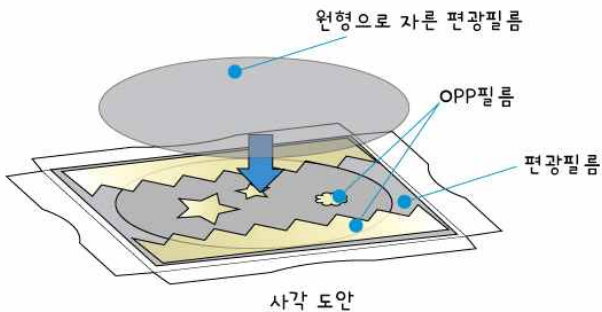
[원형 관광필름 넣기]

5. 뜯어낸 원형 조각을 이용하여 편광필름 한 장을 원형으로 자릅니다.

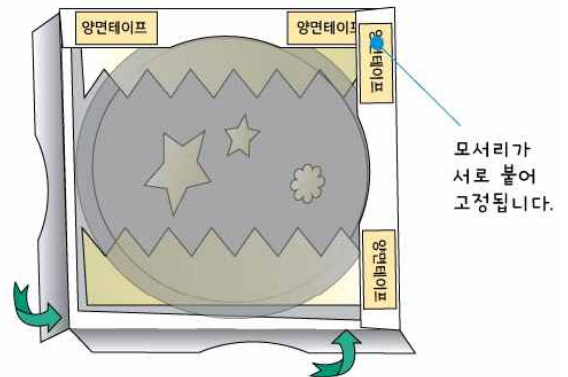
- 종이를 필름 중앙에 놓고 **종이보다 0.5cm정도 크게** 자릅니다.
- 자르기가 어렵다면 미리 펜으로 그린 후 자릅니다.



6. 잘라낸 원형 편광필름을
뿌려놓은 OPP필름 위에 살짝 올려놓습니다.



7. 양면테이프의 보호지를 제거하고
사각 도안의 날개를 올려 편광필름을 감싸듯이 접으면
모서리가 서로 붙어 고정됩니다.



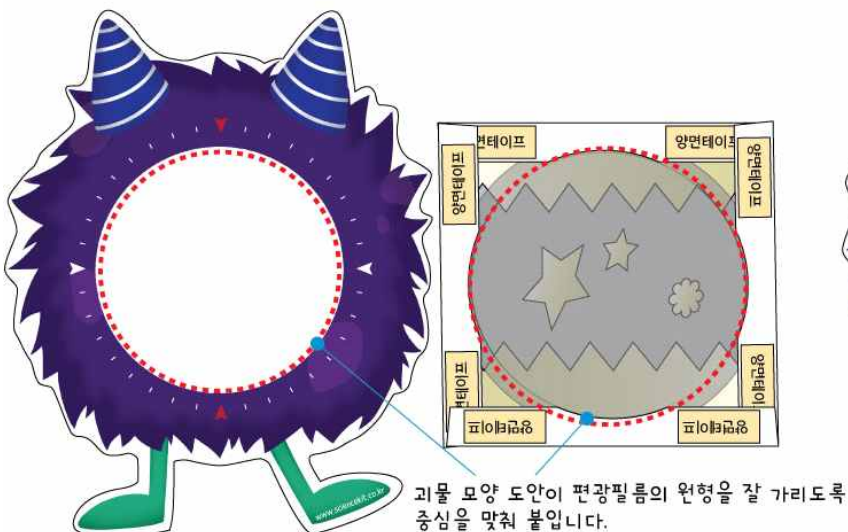
[괴물 장식하기]

8. 괴물 도안의 중앙 원형조각을 떼어 버린 다음
사각 도안의 중앙에 잘 맞추어 붙입니다.

- 괴물도안의 다리가 얇아 찢어지기 쉽습니다. 떼어낼 때 조심합니다.
- 양면테이프는 한 번 붙이면 떼기 쉽지 않습니다.
양손으로 괴물을 잡고 천천히 중심을 맞춰 붙입니다.

9. 장식용 눈알스티커를 원하는 곳에 붙여 완성합니다.

- 눈알스티커 뒷면의 보호지를 제거하고 붙이세요.



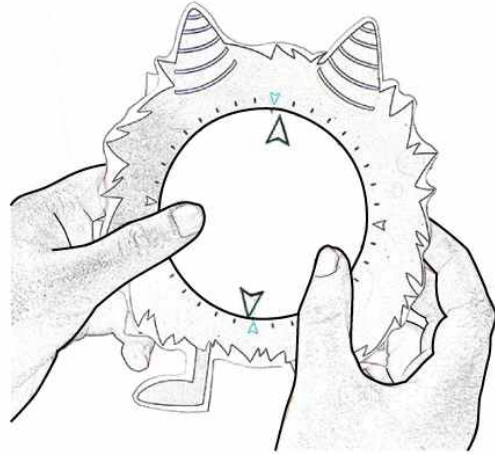
[빛을 관찰하기]

10. 편광필름의 몸체를 양 손으로 잡고 빛을 향한 후, 두 엄지손가락으로 원형 편광필름을 회전시키며 색깔이 변하는 괴물의 모습을 관찰합니다.

- 편광 필름을 한바퀴(360도)를 모두 돌려 관찰합니다.
- 괴물이 향한 빛의 방향을 여러 각도로 바꾸어 가며 관찰해 봅니다.

Q1 편광필름의 색깔은 어떻게 변합니까?

Q2 편광필름 사이사이에 끼워놓은 OPP필름의 색깔은 편광필름이 회전할 때 어떻게 변합니까?



11. 종이 도안의 화살표 2개를 준비합니다. ▲ ▲

12. 편광필름을 천천히 회전시키면서 가장 어두운 순간 (완전히 검게 빛을 차단함)을 찾아 멈추고 그대로 바닥에 놓습니다.

13. 준비한 화살표에 풀칠(또는 양면테이프 사용)하여 그림과 같이 편광필름 위에 붙입니다.
이때 괴물 도안의 빨간화살표와 마주보도록 맞추어 붙입니다.

14. 편광필름을 한 바퀴(360도) 돌릴 때 가장 어두운 순간이 **Q3** 몇 번 관찰됩니까? (번)
다시 어두운 순간이 나타날 때 같은 방법으로 화살표를 표시합니다.

괴물 도안 속 편광필름이 가장 어두워진 순간에 표시

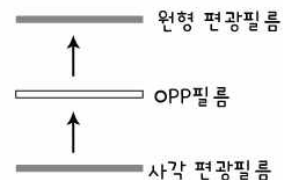


Q4 가장 밝은 순간을 찾아봅니다. 몇 번이나 관찰됩니까?

Q5 가장 밝은 순간 회전을 멈추고 어두울 때 붙여놓은 화살표를 확인합니다, 어느 위치에 있습니까?

실험시 주의사항

1. 보고서를 잘 보고 사각도안을 완성하세요.
한 번 붙인 양면테이프는 다시 떼어내기 어렵습니다.
사각 편광필름 위에 OPP필름 조각, 그 위에 원형 편광필름 입니다.
2. 원형편광필름은 원형종이 보다 너무 크면 잘 회전하지 않고,
너무 작으면 움직임이 커져 OPP필름이 빠져나올 수 도 있습니다.
사각도안에서 떼어낸 원형조각 보다 0.5cm정도 크도록 합니다.

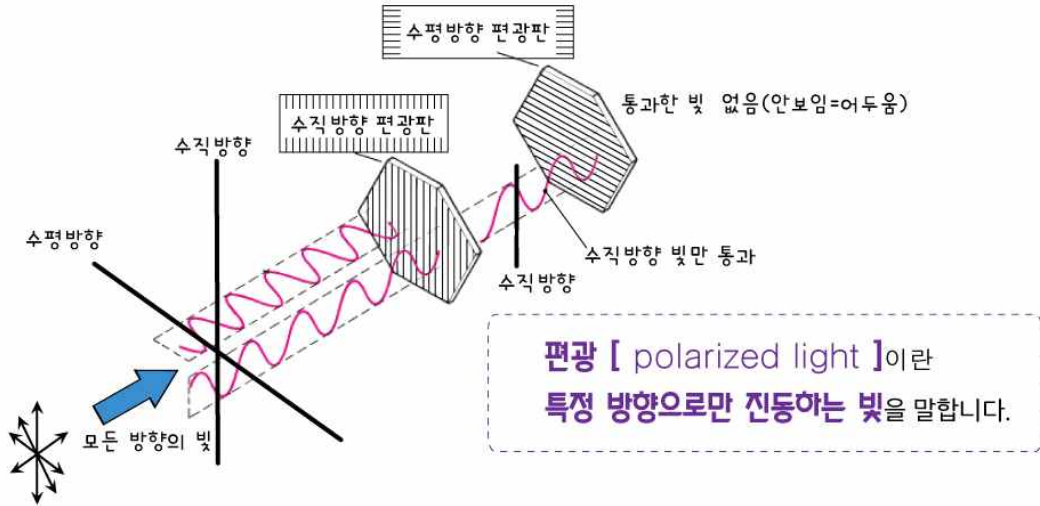


3. 안전을 위해 편광 괴물로 너무 밝은 광원(태양빛 등)을 관찰하지 않도록 주의합니다.

원리학습

태양에서 오는 햇빛은 모든 방향으로 진동하고 있습니다. 물론 진동하는 모습이 우리 눈에 보이지는 않지만 모든 자연광은 사방으로 진동한다고 합니다.

사방으로 진동하는 빛을 한 쪽 편만 남기고 걸러주는 체(거름망)와 같은 역할을 하는 것이 바로 편광판입니다.



따라서 두 장의 편광판이 있다면 빛을 완전히 차단할 수도 있고, 빛을 통과시킬 수도 있습니다.

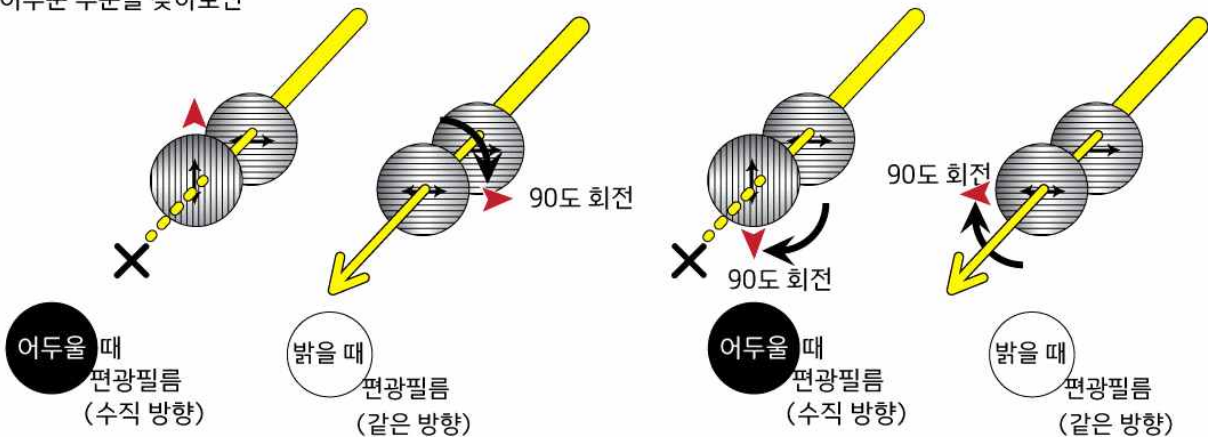
두 장의 편광필름을 겹쳐놓고 앞의 편광필름을 천천히 한 바퀴 돌리면

편광필름의 색깔은 서서히 밝아졌다 서서히 어두워지는 과정이 반복됩니다. Q1

편광 필름이 서로 이루는 각도에 따라 빛이 통과하는 양이 달라져서 밝은 지점과 어두운 지점이 생기는 것이며, 가장 밝은 지점부터 서서히 어두워져 가장 어두운 지점까지 연속적으로 변하는 모습도 확인할 수 있습니다.

이 실험에서 두 편광필름 사이에 넣은 OPP필름은 빛을 여러 방향으로 다양하고 복잡하게 굴절시키는 성질이 있어 편광 필름이 회전할 때 OPP필름의 색은 분홍-노랑-하늘색-보라색 등등 다양한 색깔로 변합니다. Q2

가장 어두운 부분을 찾아보면



편광 필름을 한바퀴 (360도) 돌릴 때 가장 어두운 순간은 2번 관찰됩니다. Q3

편광 필름을 한바퀴 (360도) 돌릴 때 가장 밝은 순간도 역시 2번 관찰됩니다. Q4

가장 밝은 순간은 어두울 때 대비하여 90도 회전한 상태이므로 화살표는 좌 우로 양쪽을 가리키는 방향으로 놓여있을 때 입니다. Q5

빛을 다양하게 굴절시키는 OPP필름과, 빛을 한 방향의 성분만 통과시키는 편광필름 이 두 가지 재료를 사용하여 빛을 내맘대로 조종하였고, 색이 변하는 과물을 만들어보았습니다. 이 편광과물로 다양한 빛을 통과시키며 관찰하여봅시다.

느낀점

■교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	편광괴물			실험 원리	빛과 편광
실험 시간	40분	실험 분야	물리	실험 방법	4인 1조 , 개별실험
세트구성물	종이도안(괴물도안, 사각도안), 편광필름 2장, 투명OPP필름, 양면테이프, 장식용 눈알스티커				
교사준비물				학생준비물	가위, 펜, 딱풀
실험 결과	편광괴물을 하나씩 가지고 갑니다.				
실험팁	TIP 1. 편광 필름에 얼룩이 남지 않도록 손으로 잡고 꺼낼 때 주의합니다. TIP 2. 보고서를 잘 보고 필름의 순서가 바뀌지 않도록 주의합니다. TIP 3. 원형 편광필름을 자를 때 크기에 유의해야 합니다. 원형종이보다 0.5cm 크게 미리 그림으로 그린 후 자르면 쉽게 자를 수 있습니다. TIP 4. 태양과 같은 강한 빛을 향하지 않도록 주의합니다. TIP 5. 실험보고서 3쪽의 답안은 4쪽 원리학습 내에서 찾을 수 있습니다.				

<<실험보고서 3쪽의 답안>>

[빛을 관찰하기]

10. 편광괴물의 몸체를 양 손으로 잡고 빛을 향한 후, 두 엄지손가락으로 원형 편광필름을 회전시키며 색깔이 변하는 괴물의 모습을 관찰합니다.

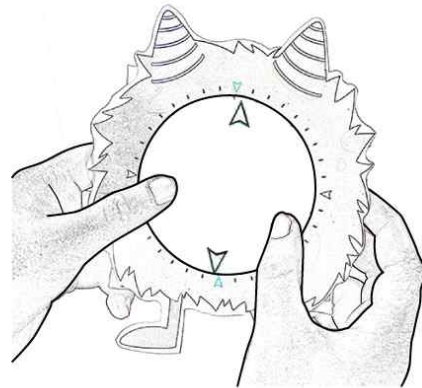
- 편광 필름을 한바퀴(360도)를 모두 돌려 관찰합니다.
- 과물이 향한 빛의 방향을 여러 각도로 바꾸어 가며 관찰해 보시다.

Q1 편광필름의 색깔은 어떻게 변합니까?

서서히 밝아졌다 서서히 어두워지는 과정이 반복됩니다.

Q2 편광필름 사이사이에 끼워놓은 OPP필름의 색깔은 편광필름이 회전할 때 어떻게 변합니까?

편광필름의 색이 밝아졌다 어두워질 때
OPP필름의 색깔은 분홍-노랑-하늘색-보라색 등등
다양한 색깔로 변화합니다.



11. 종이 도안의 화살표 2개를 준비합니다. ▲ ▲

12. 편광필름을 천천히 회전시키면서 가장 어두운 순간
(완전히 검게 빛을 차단함)을 찾아 멈추고 그대로 바닥에 놓습니다.

13. 준비한 화살표에 풀칠(또는 양면테이프 사용)하여
그림과 같이 편광필름 위에 붙입니다.
이때 괴물 도안의 빨간화살표와 마주보도록 맞추어 붙입니다.

14. 편광필름을 한 바퀴(360도) 돌릴 때 가장 어두운 순간이
Q3 몇 번 관찰됩니까? (2 번)
다시 어두운 순간이 나타날 때 같은 방법으로 화살표를 표시합니다.

괴물 도안 속
편광필름이
가장 어두워진
순간에 표시



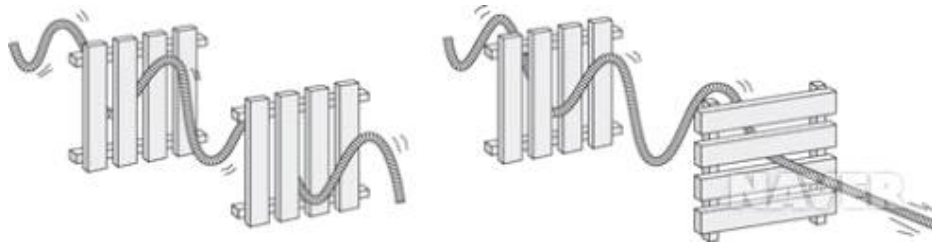
Q4 가장 밝은 순간을 찾아봅시다. 몇 번이나 관찰됩니까?

편광필름을 한 바퀴 돌릴 때
가장 밝은 순간 역시 두 번 관찰됩니다.

Q5 가장 밝은 순간 회전을 멈추고 어두울 때 붙여놓은 화살표를 확인합니다, 어느 위치에 있습니까?

가장 어두운 순간을 표시한 화살표는
좌 우로 양쪽을 가리키는 방향으로 놓여있습니다.
두 구간은 서로 90도 입니다.

편광[偏光]



그림에서 알 수 있듯이 용수철의 진동 방향이 틈의 방향과 같을 때 파는 틈을 통과해 나아갈 수가 있다. 틈의 방향과 용수철의 진동 방향이 수직인 경우에는 파는 틈을 통과할 수 없다. 그러나 용수철에 종파가 퍼져 갈 경우에는 틈의 방향에 상관없이 파는 틈을 통과할 수가 있다. 틈과 비슷한 역할을 하는 것이 편광판이다. 편광판은 원자의 구조적 특성으로 특정한 방향으로 진동하는 빛만을 통과시킨다. 여기서 특정한 방향으로 진동하는 빛을 편광이라고 한다. 보통의 광원에서 나오는 빛을 두 개의 나란히 놓인 편광판에 통과시키면 두 편광판의 방향이 이루는 각도에 따라 통과한 빛의 세기가 변한다. 두 편광판의 방향이 같을 때 빛의 세기는 최대이고 서로 수직일 때 빛의 세기는 최소가 된다. 이것으로 우리는 빛이 횡파(橫波)임을 알 수 있다.

편광 [偏光] (Basic 고교생을 위한 물리 용어사전, 2002. 4. 15., (주)신원문화사)

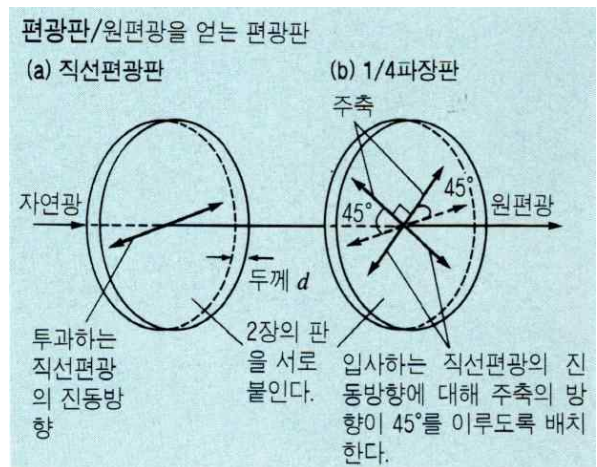
편광판

얇은 판 모양의 편광자. 자연광을 입사시켰을 때, 투과광(透過光)이 직선편광·원편광·타원편광이 되는 것으로 나뉘어진다.

직선편광을 얻기 위해서는 서로 수직방향으로 진동하는 빛에 대한 흡수의 이방성(異方性; 이색성 <二色性>)을 이용해 한쪽 빛을 흡수하고, 원편광·타원편광을 얻는 것은 입사광에 대해 직선편광판·파장판(波長板)을 붙인 형태로 되어 있다.

파장판이란, 서로 수직인 두 주축(主軸) 방향으로 진동하는 직선편광이 이 판을 지났을 때, 두 직선편광 사이에 정해진 값의 광로차(光路差)가 생기게 하는 두께를 가진 것이다.

[그림]과 같이 광로차가 1/4파장이 되는 두께 d 를 가진 파장판(1/4파장판이라고 한다)을 그 주축이 직선편광의 진동방향에 대해 45° 를 이루도록 배치하면, 투과광은 원편광이 된다.



[그림]의 조합은 입사광의 파장, 파장판의 두께, 주축방향을 바꾸면, 임의의 타원편광을 만들 수 있다.

편광판은 입사편광의 진동방향 등 편광의 특성을 밝히는 검광자(檢光子)로서도 쓰이는데, 폴라로이드가 잘 알려져 있다.

편광 필름[polaroid film, 偏光-]

입사광의 수직 또는 수평 편파를 구분하여 통과시키거나 차단시킬 수 있는 성질의 필름. 노트북 컴퓨터와 모니터 등의 박막 트랜지스터 액정 표시 장치(TFT-LCD)나 카메라 특수 효과용 필터, 입체 영화 안경 등에 사용되는 광학 필름이다. 액정 표시 장치(LCD) 모듈의 백라이트에서 나오는 빛의 세기는 모든 방향으로 균등하나 편광 필름은 이러한 빛 중에서 편광 축과 동일한 방향으로 진동하는 빛만 투과시키고 그 외는 흡수 또는 반사하여 특정 방향의 편광을 만드는 역할을 한다. 이 편광이 LCD 액정을 지날 때 화소별로 액정의 나열 방향을 전기적으로 조절함으로써 화소의 밝기가 변하게 된다.

편광 필름 [polaroid film, 偏光-] (IT용어사전, 한국정보통신기술협회)

빛은 횡파인가? 종파인가? <https://kiss7.tistory.com/807> 를 참고하였습니다.

'편광'의 뜻은 편식이라는 말처럼 한쪽으로 치우쳤다는 의미입니다. 즉 빛의 한쪽만 사용한다고 생각하면 되겠습니다. 옛날의 과학자들은 빛이 어떻게 나아갈까 하는 문제로 고민했었습니다.

빛에 파동이 있다는 것은 알고 있었지만 파동이 빛의 방향과 같은 방향인지(종파), 아니면 파동이 수직방향으로 흔들리며 나아가는 건지(횡파)를 알기 어려웠습니다.

편광의 원리에 대해서 상상을 해 봅시다. 창문에 커튼 대신 설치하는 블라인드라는 것이 있습니다. 사이사이로 틈이 있어서 바람은 통할 수 있는 구조입니다. 세로로 만들어진 블라인드를 설치한 후 호스로 물을 뿌려 봅시다.

호스를 위 아래로 흔들면 물이 창밖으로 빠져 나가지만, 좌우로 흔들면 거의 빠져 나가지를 못합니다. 반대로 가로 블

라인드의 경우엔 호스를 좌우로 움직이면 많이 빠져 나가는 것을 볼 수 있습니다.



(사진1: 빛은 동시에 여러 각도의 횡파가 섞여 있다. 가로 편광판을 설치하면 가로 횡파만 통과시킬 수 있고 세로 편광판을 설치하면 세로 횡파만 통과시킨다. [빛은 횡파인가? 종파인가?] / © www.kiss7.kr)

(사진2: 횡파는 뱀처럼 옆으로 구불구불하며 전진하는 것이고 종파는 지렁이처럼 앞뒤로 접었다가 펴면서 전진한다. 앞뒤로 뿌리는 물은 어떤 각도의 편광판도 통과해야 한다. 그런데 빛은 걸리지므로 횡파이다. [빛은 횡파인가? 종파인가?] / © www.kiss7.kr)

편광의 원리는 바로 이런 것입니다. 빛이 어느 방향으로 움직이냐에 따라 세로방향 튼의 편광판을 달거나 가로방향 튼의 편광판을 달아서 걸러낼 수 있는 것입니다.

그런데 종파는 나가는 방향과 흔들리는 방향이 같기 때문에 호스를 앞으로 내밀었다가 다시 당겼다가 해야 합니다. 결국, 앞에서 보면 상하나 좌우로 흔드는 것이 아니라 높이가 똑같습니다. 종파는 물의 강약만 달리질 뿐 계속 앞쪽으로만 향하는 것이기 때문에 세로모양 블라인드도, 가로모양 블라인드도 다 통과해 버립니다.

실제로 편광판을 이용하면 빛의 일부분만을 걸러 사용할 수 있습니다. 그러므로 편광이 된다는 것은 "빛이 횡파라는 증거"입니다.

빛의 전진은 마치 뱀이 나아가는 것과 같습니다. 단, 뱀은 땅위에 있기 때문에 좌우로만 구불구불하게 전진하지만, 빛은 모든 방향으로 구불구불하게 횡파로 갑니다. 좌우, 상하, 사선, 모든 방향이 다 있습니다. 그 중에서 상하나 좌우로 파동되는 빛만 걸러내서 사용하는 장치가 '편광판'입니다.

편광을 통해 영상을 보는 원리

일단 편광판을 통과한 빛은 한번 걸러낸 빛이기 때문에, 빛의 세기와 전류가 줄어들어 버린다는 것도 기억해야 합니다.

그리고, 편광의 원리를 이용하면 두개의 편광판을 사용해서 빛을 완전히 차단할 수도 있습니다. 예를 들어, 수직편광판을 통과시킨 빛에 수평편광판을 대는 것입니다. 이미 수직으로 움직이는 성질의 빛만 남았기 때문에 수평인 편광판에서는 모두 막혀버리게 됩니다.

또한, 편광판을 사용할 때 빛을 전류의 세기로 표현하는 공식도 있는데 $I = I_0 \times (\cos\theta)^2$ 입니다. 삼각비에서 $\cos 0$ 도의 값은 1이고 $\cos 90$ 도의 값은 0이라는 사실을 기억하고 설명을 보면 이해가 될 것입니다.

$$I = I_0 \times (\cos\theta)^2$$

(I는 전류, I_0 은 처음 전류, θ 는 각도)

만약 가로편광판과 세로편광판 두 개의 편광판을 설치했다면 서로 90도인 방향이 된 것입니다. 그러므로 전류 I가 들어왔다고 해도 $I = I_0 \times (\cos 90)^2 = I_0 \times 0$ 이므로 "빛이 하나도 통과하지 못했다"고 답할 수 있습니다. 같은 방향 편광판을 써서 각도가 0인 $\cos 0$ 이라면 $I = I_0 \times 1$ 이 되어서 "처음 전류와 통과한 전류의 세기가 같다"라고 하면 됩니다.

CRT TV나 PDP TV의 경우에는 빛을 직접 화면에 쏘아서 전자가 충돌하는 것을 이용하므로 편광을 사용할 필요가 없습니다. 멀리서 별도의 광원인 전자총을 쏘주기 때문입니다.

하지만 LCD TV, LED TV는 별도의 광원이 없고, 화면과 매우 가까운 액정 아래에 광원이 붙어 있습니다. 그러므로 빛을 골라내기 위해서는 편광판을 사용해야 하며, 빛의 양을 조절하기 위해서 '액정'도 함께 붙여야만 합니다. LCD TV, LED TV에서 편광판을 써야하는 이유는 바로 이것입니다.

[저작권법 표시] 이 글의 원본: 키스세븐(www.kiss7.kr)