

027강 특수한 재질

Principled BSDF로 만들 수 없는 특수한 재질들

- 형광/ 홀로그램
- 반투명 플라스틱

반사와 굴절을 분리해서 컨트롤하는 법



Principled BSDF

BSDF

GGX

Random Walk

Base Color

Subsurface

0.000

Subsurface Radius

Subsurface Co...

Subsurface IOR

1.400

Subsurface Anisotropy

0.000

Metallic

1.000

Specular

0.500

Specular Tint

0.000

Roughness

0.041

Anisotropic

0.000

Anisotropic Rotation

0.000

Sheen

0.000

Sheen Tint

0.500

Clearcoat

0.000

Clearcoat Roughness

0.030

IOR

1.450

Transmission

0.000

Transmission Roughness

0.000

Emission

Emission Strength

1.000

Alpha

1.000

Normal

Clearcoat Normal

Tangent

표현하기 힘든 재질들

일상 생활에서 흔히 보이는 재질과 컴퓨터로 만들기 쉬운 재질은 서로 다릅니다.

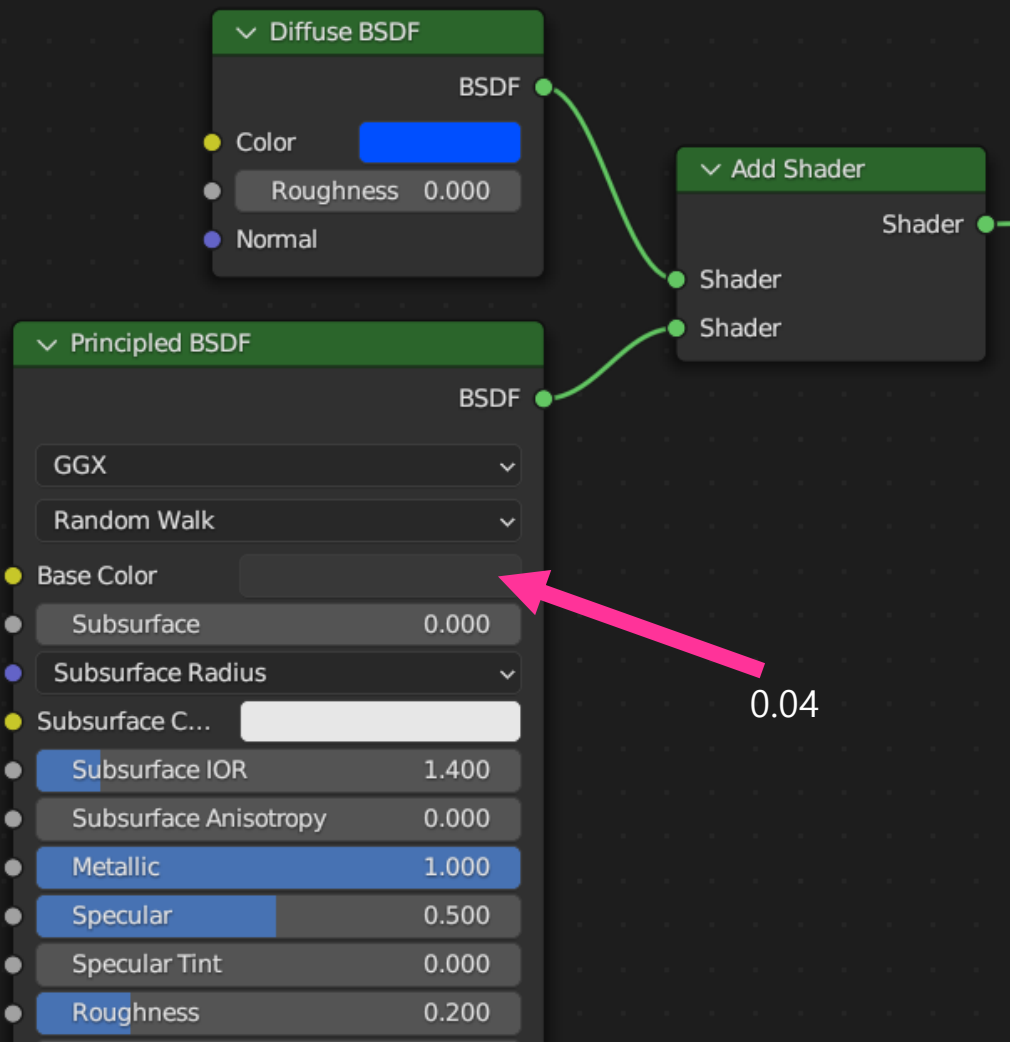
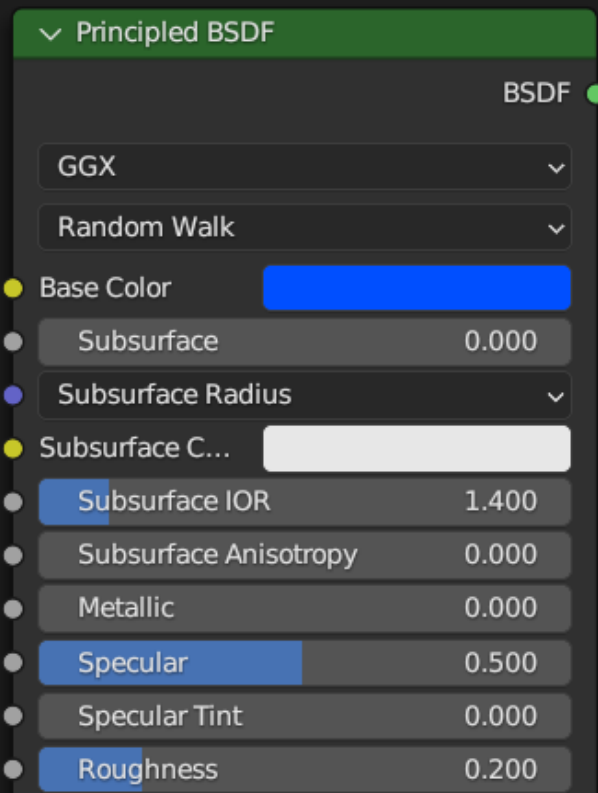
- 형광?
- 홀로그램?
 - 물체 색과 반사색의 분리
 - 각도에 따라 바뀌는 색
- 반투명 플라스틱?



구성요소 분리 (1)

불투명 재질의 구조

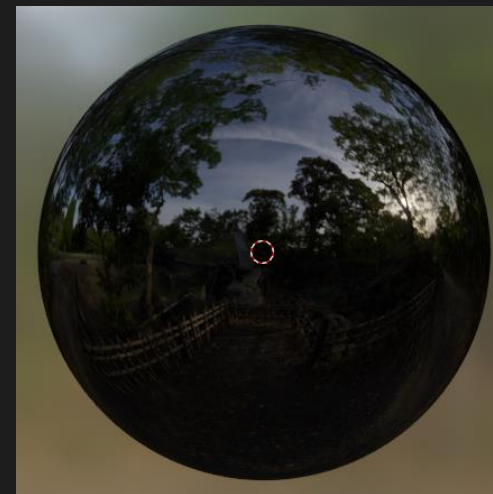
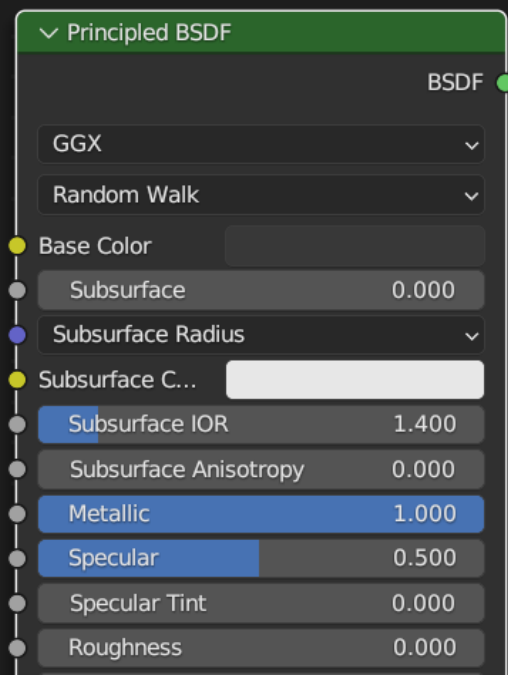
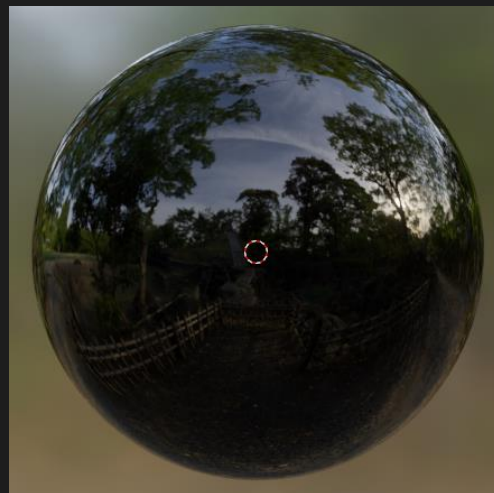
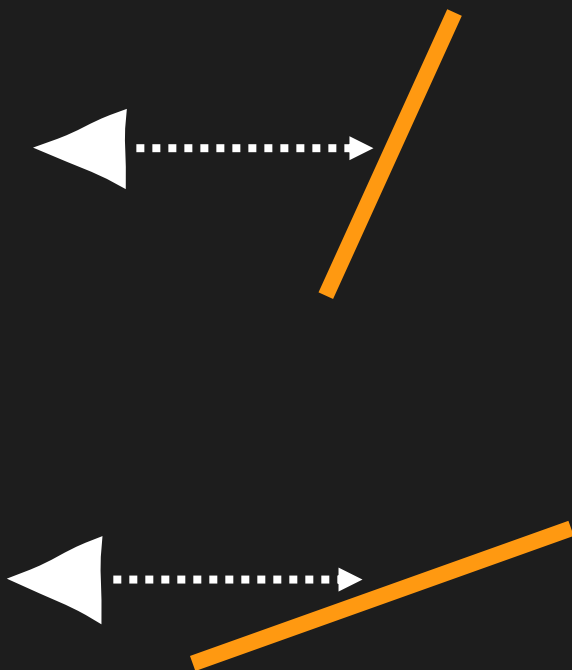
물체의 광택은, 기본색에
순수한 반사인 Metallic을 더한 것과 같습니다.



구성요소 분리 (1)

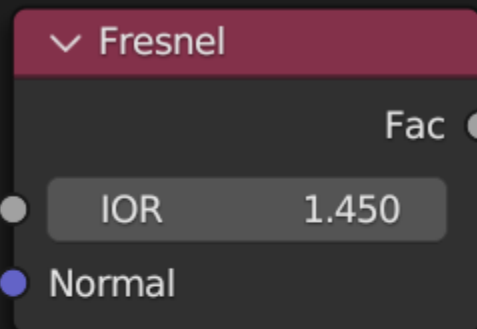
반사의 구조

Metallic은 모든 표면이 동일하게 반사되지 않습니다.
가장자리로 갈수록 더 반사도가 높아집니다.
정확히는, **면을 바라보는 각도**에 따라 반사도가 달라집니다.

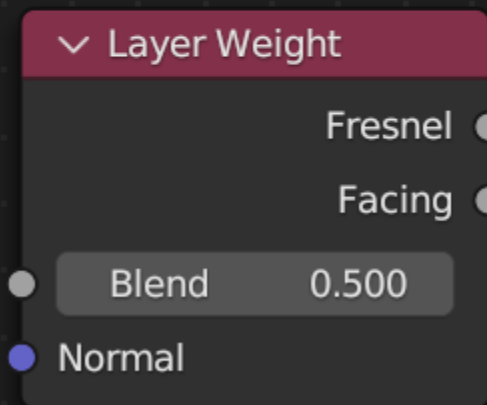


Fresnel / Layer Weight

이것을 만들어주는 노드가 Fresnel과 Layer Weight 입니다.



굴절률 (IOR) 에 따른 Fresnel 값을 만들어줍니다.



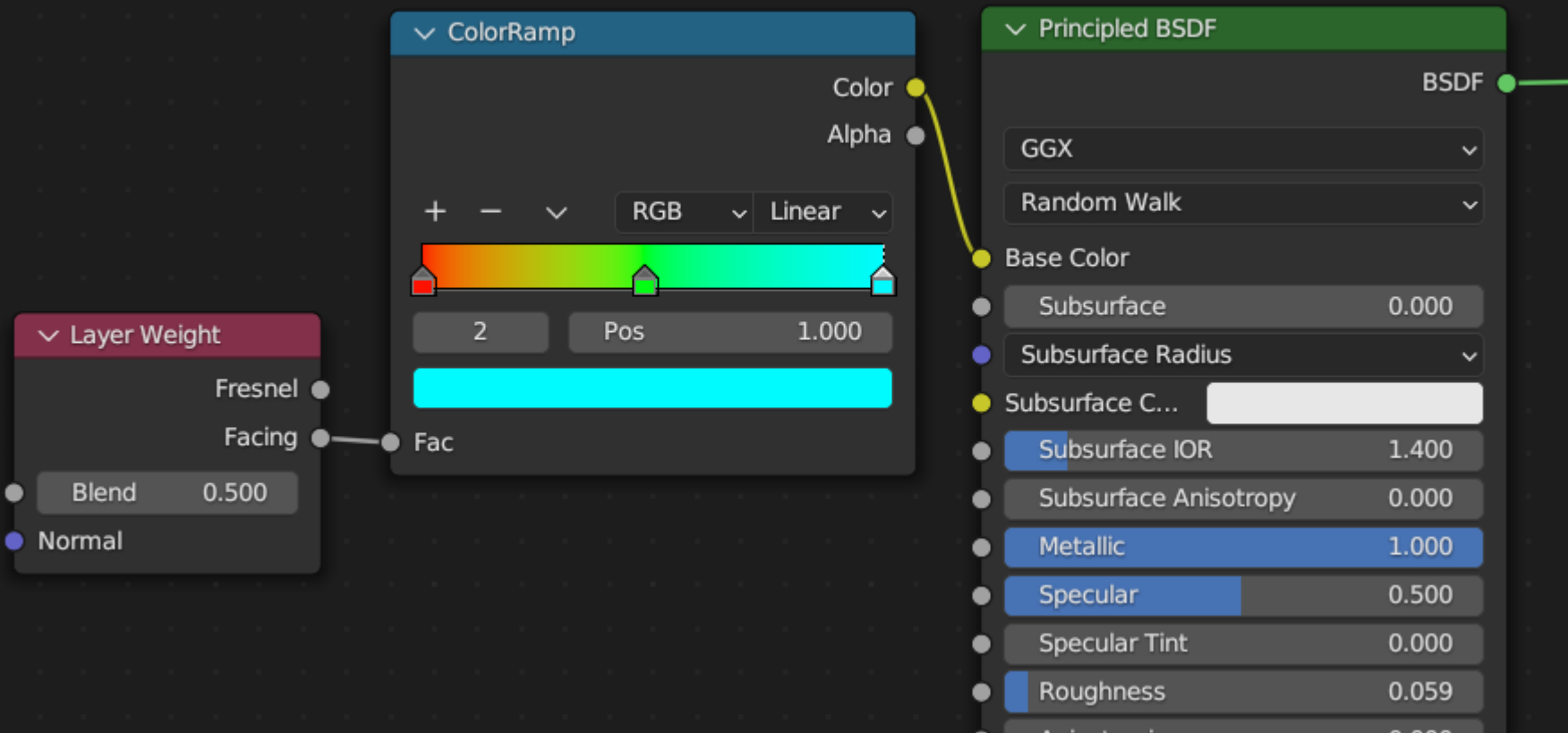
이쪽의 Fresnel도 같은 값이지만, Blend라는 값으로 조절합니다.
보통은 굴절률에 따라 조절하는 게 편리하지만,
이 노드는 Fresnel이 아니라 Facing을 쓰기 위해 주로 사용합니다.

Facing은 각도의 코사인 값을 출력합니다.

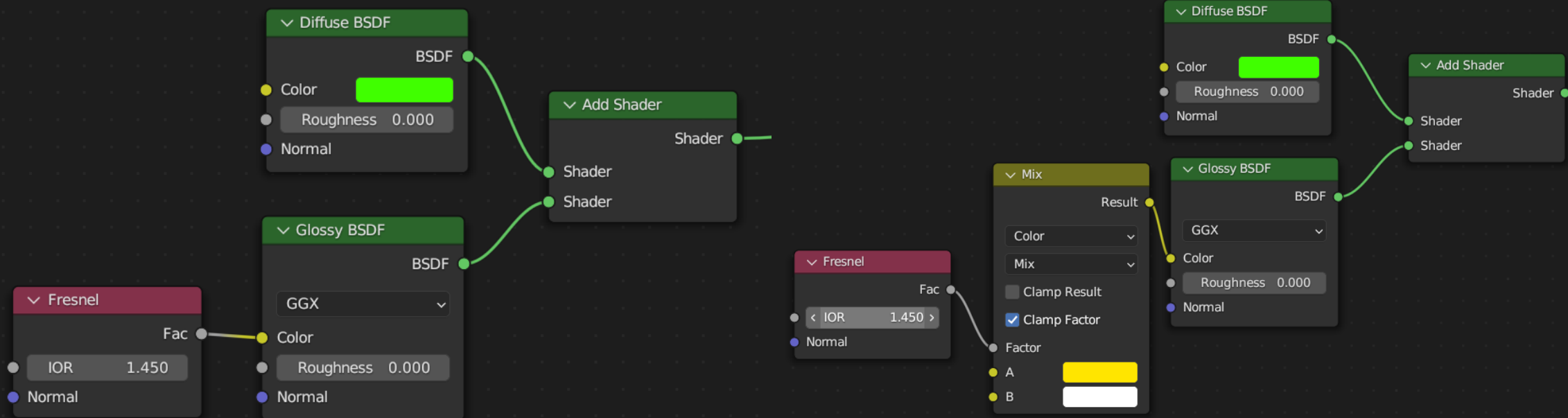


홀로그램

색이 바뀌는 재질

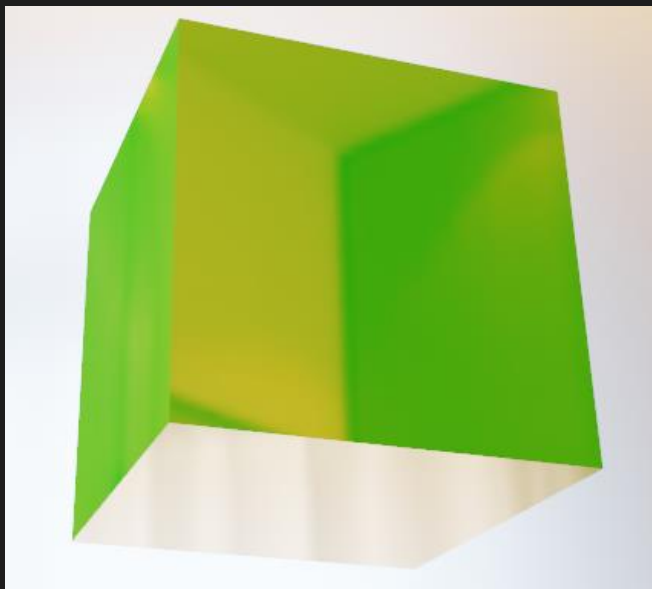
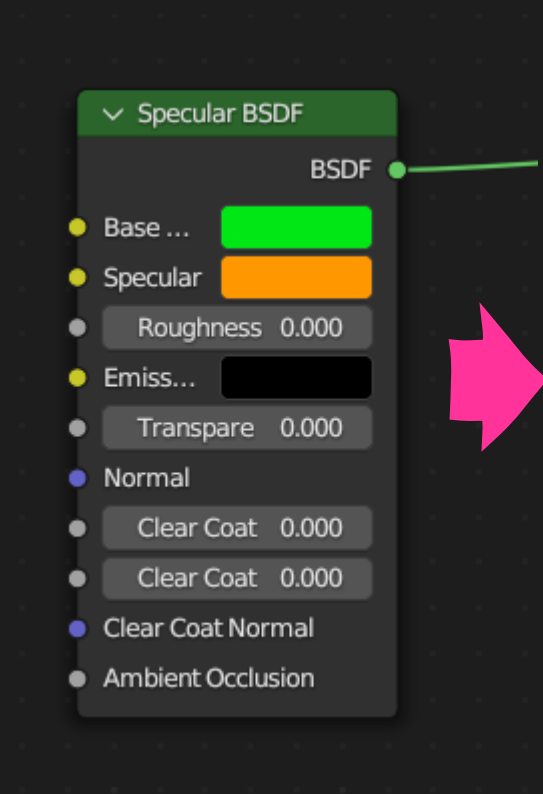


구성요소 분리 (1)



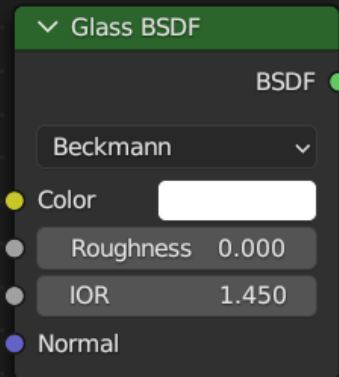
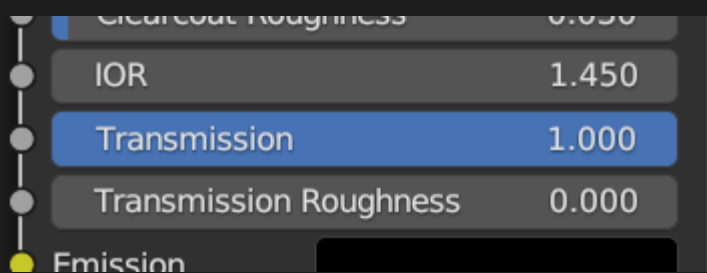
Specular BSDF

Specular BSDF를 사용하면 반사색을 간단하게 분리할 수 있습니다만, Eevee에서만 작동합니다.

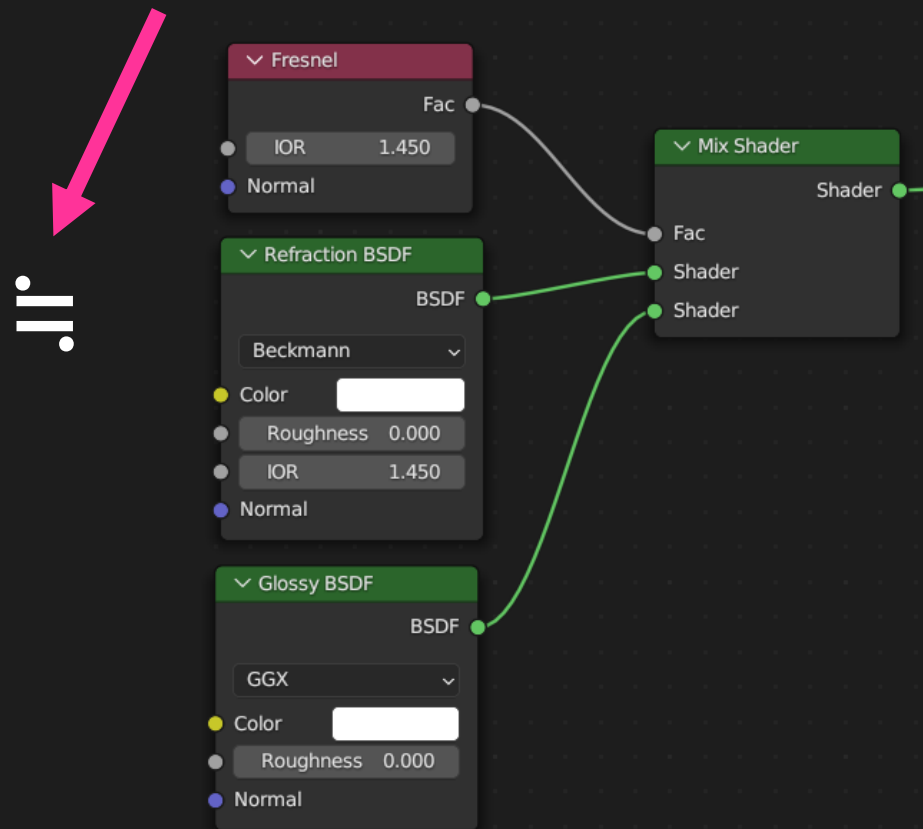


구성요소 분리 (2)

Principled BSDF에서 Transmission을 올리면 유리 재질이 됩니다.
이것은 Glass BSDF와 같습니다.

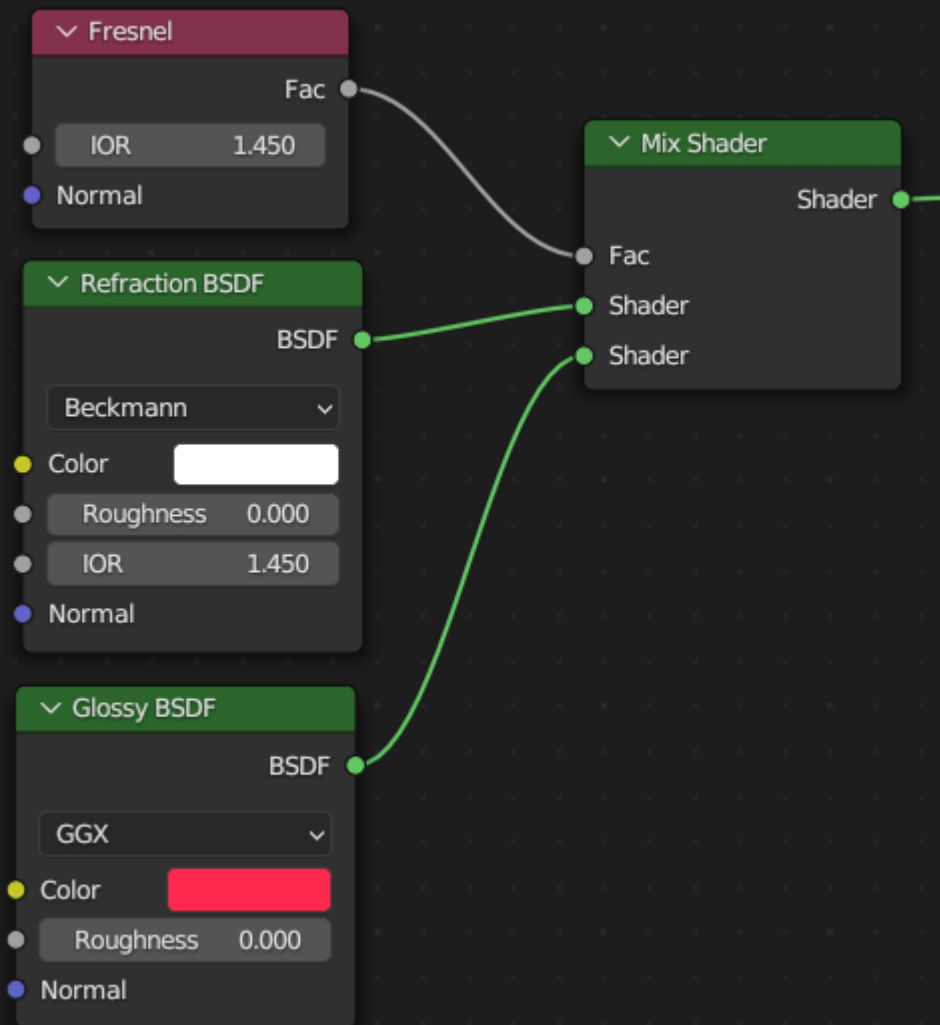


유리는 Glossy (반사) 와 Refraction (굴절)의 결합입니다.



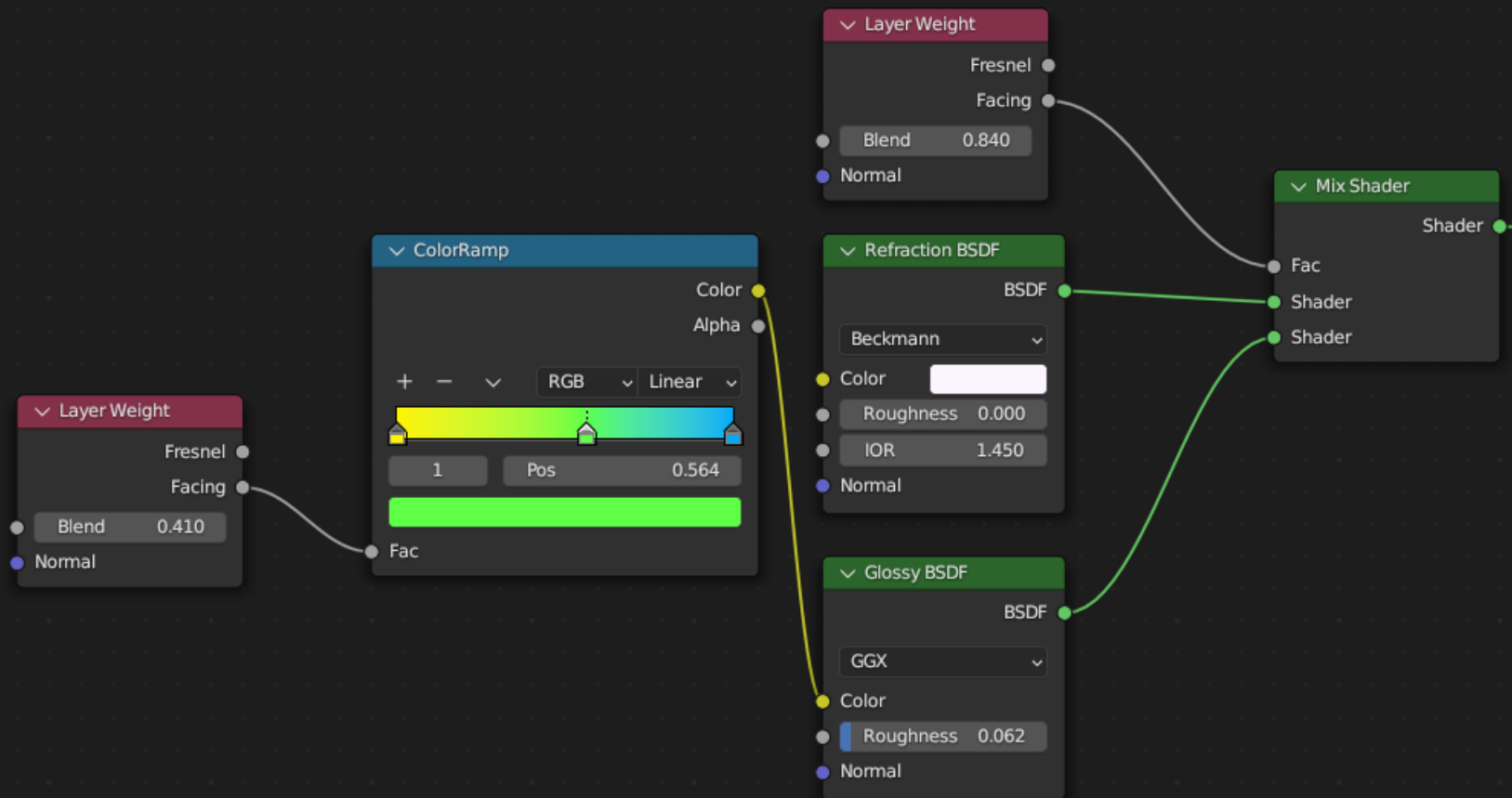
※프레넬 값에 따라 반사와 굴절이 결정되므로,
Add shader 가 아니라 Mix shader를 사용합니다.

구성요소 분리 (2)



홀로그램

색이 바뀌는 재질

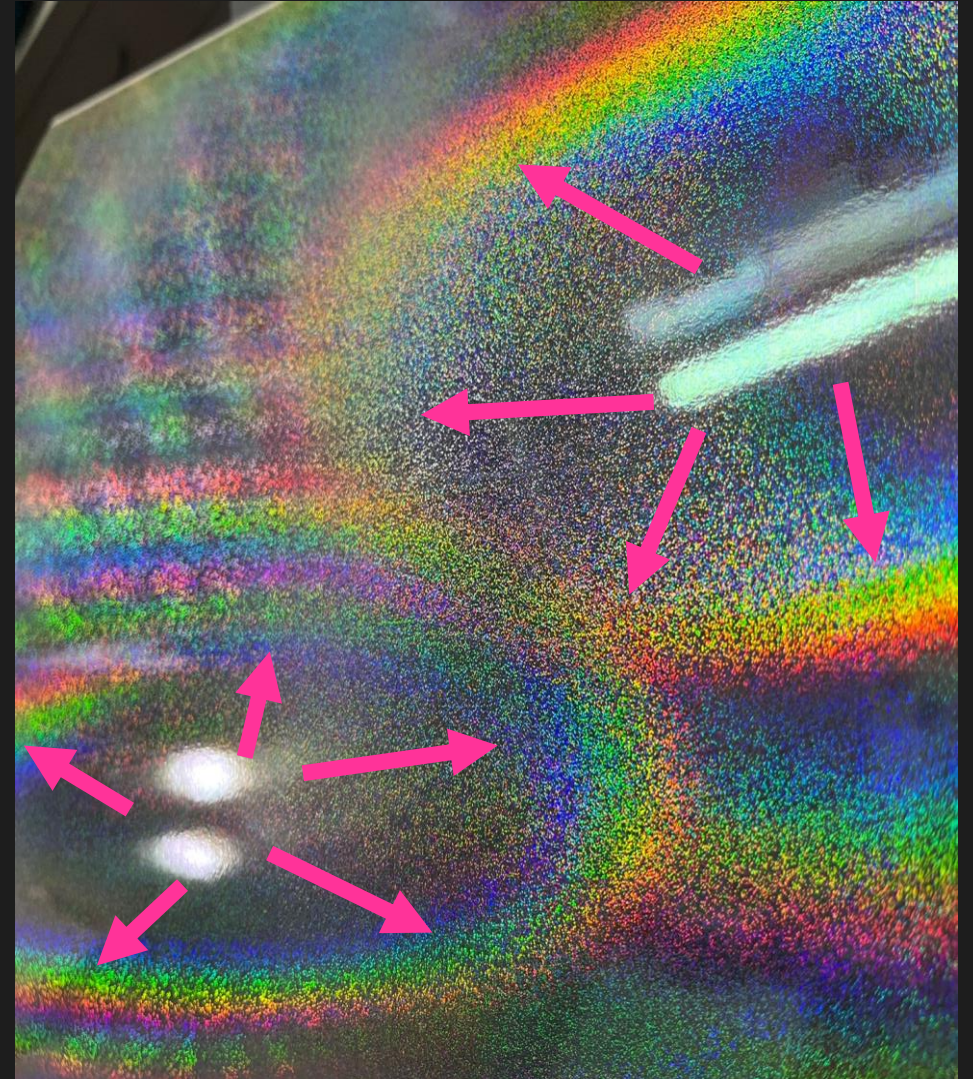


※보는 각도에 따라 그라데이션을 만드는 것이 아니라 이미지 텍스처를 교체한다면, 렌티큘러 이미지도 만들 수 있습니다.

홀로그램?

홀로그램 종이중에는 무지개색으로 반사가 일어나는 것도 있습니다.
이 무지개 무늬는 **광원과 표면이 이루는 각도**에 영향을 받는데
(Thin-film interference 와 흡사한 원리로 알고 있습니다.)
안타깝게도 블렌더에서 이를 컨트롤할 방법은 없습니다.

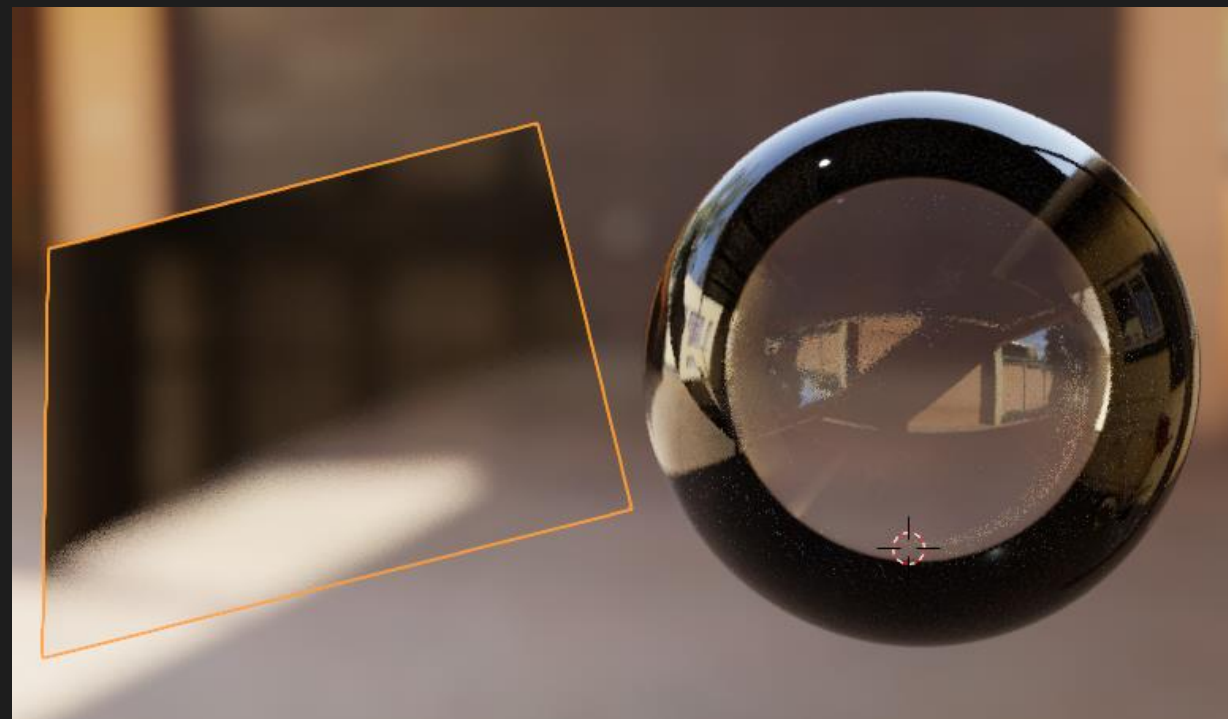
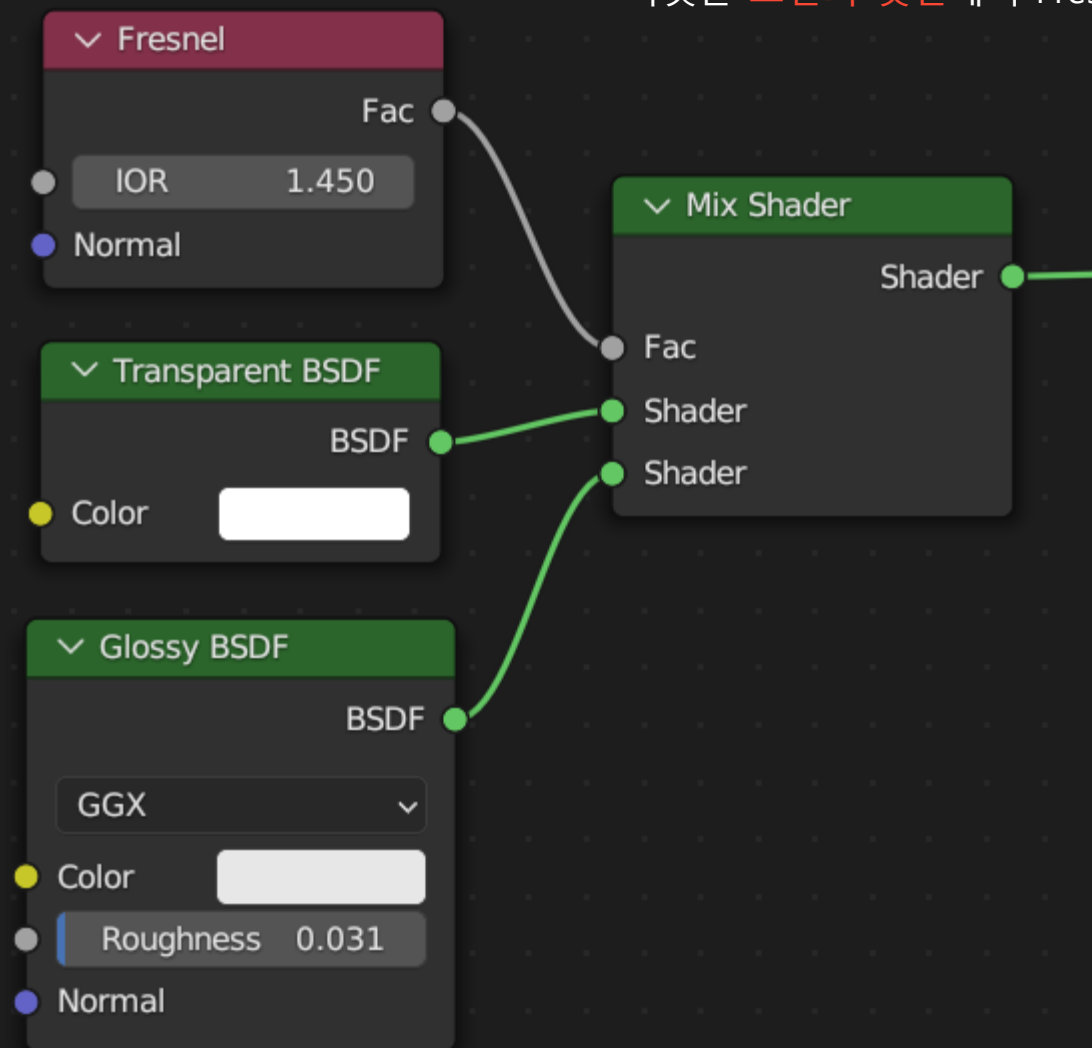
(26강 NPR에서 해본 것처럼 Normal의 내적값에
무지개색 ColorRamp를 연결하면 비슷하게 만들 수는 있습니다.)



뒤집힌 Normal과 Fresnel

만약 Fresnel을 Refraction이 아니라 **Transparent**와 같이 쓰면, 아래와 같이 이상하게 행동합니다.

이것은 **노멀의 뒷면**에서 Fresnel이 우리가 생각했던 것과 다르게 작동하기 때문입니다.



Schlick's approximation

Fresnel은 반사 뿐만 아니라 굴절과도 관련됩니다.

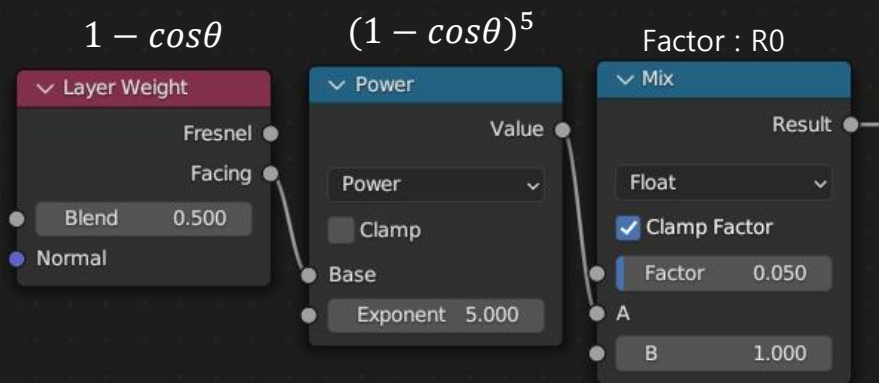
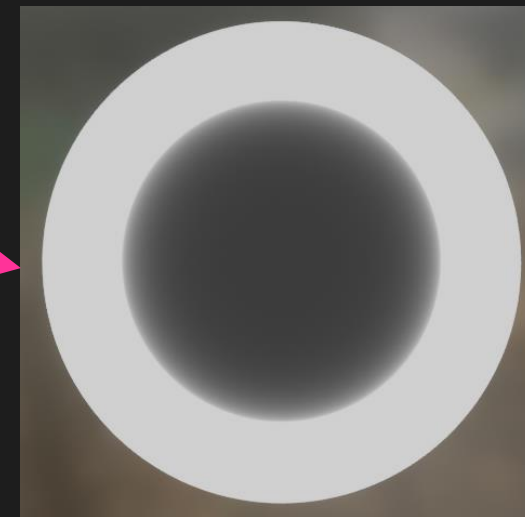
면의 노멀 방향이 뒤집혀 있다면, Fresnel은 안에서 밖으로 나가는 굴절을 표현하기 위해 이상한 모양이 됩니다.
(Snell's Window / <https://www.youtube.com/watch?v=mKX0ao5R5fE>)

굴절이 아닌 투명에서 Fresnel을 사용하면, 뒷면에서의 Fresnel 모양이 보이게 됩니다.
노멀 방향과 상관없이 앞면 모양이 나오길 바란다면 **Fresnel** 말고 **Facing**을 사용합니다.

Facing을 Fresnel과 동일한 형태로 만들고 싶을 땐 Schlick's approximation을 사용합니다.

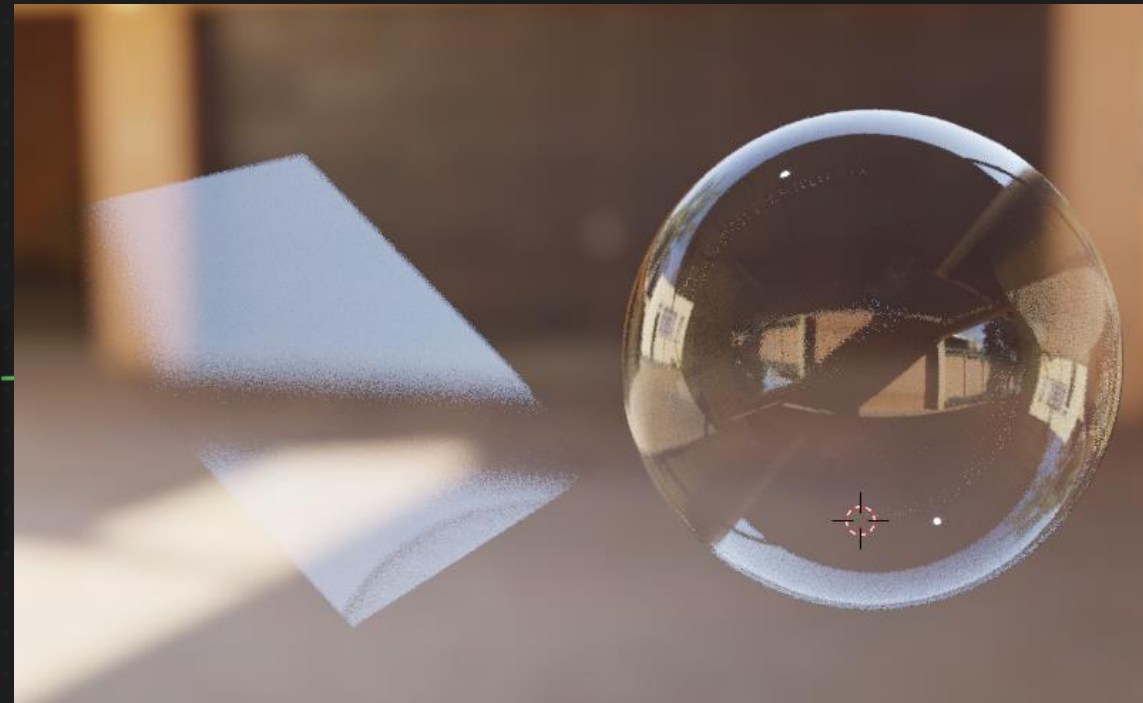
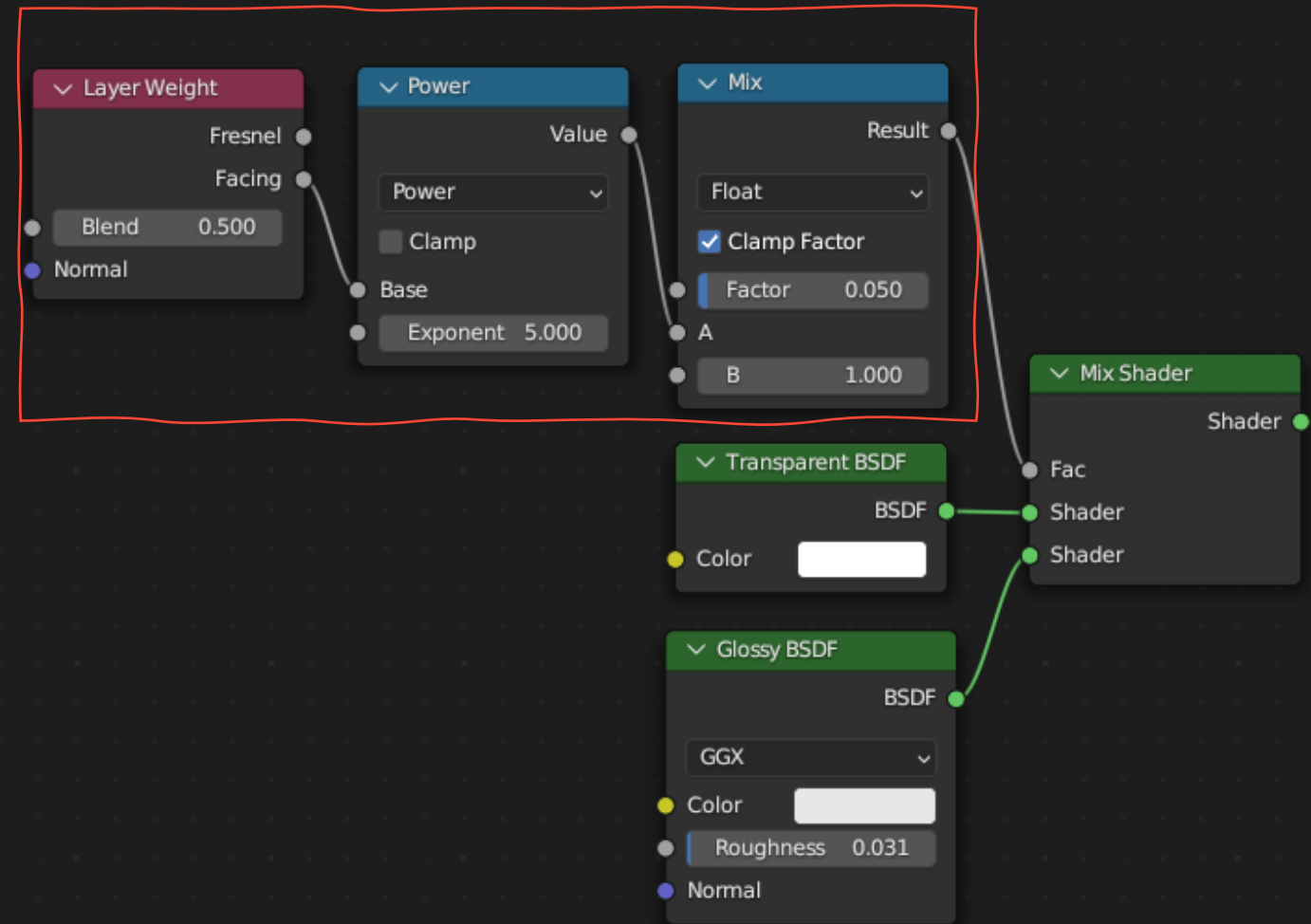
$$R_0 + (1 - R_0) (1 - \cos\theta)^5$$

이 식에서 **facing**은 $1 - \cos\theta$ 입니다.



Schlick's approximation

≡ Fresnel

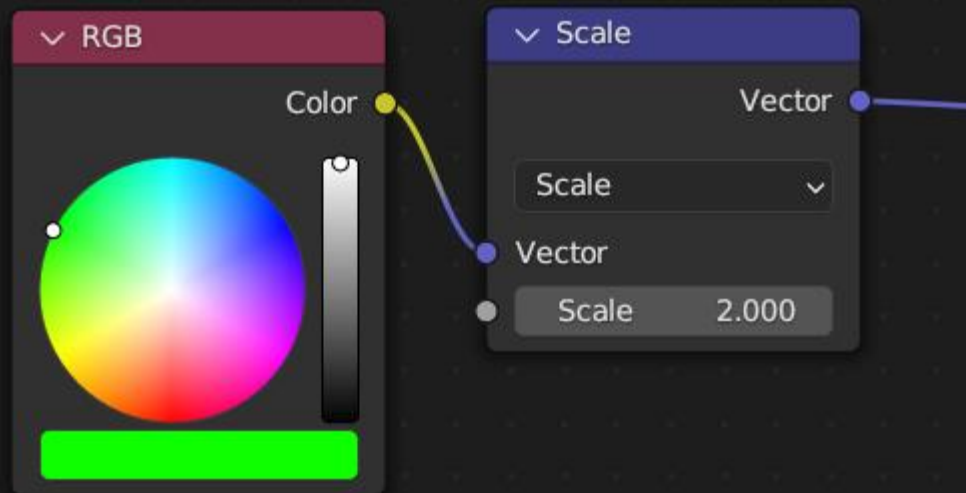


형광색

형광은 실제로 빛을 방출하기 때문에 일반적인 색보다 더 밝아야 합니다.

Emission을 사용해도 밝아지지만, 외부 환경과 상호작용하지 않습니다. (야광이라면 가능하겠지만..)

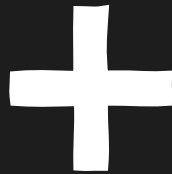
아래와 같이 Scale을 이용하여 밝기를 높이면, 주변 환경에 따라 밝기가 바뀌는 밝은 색이 나옵니다.



반투명 플라스틱

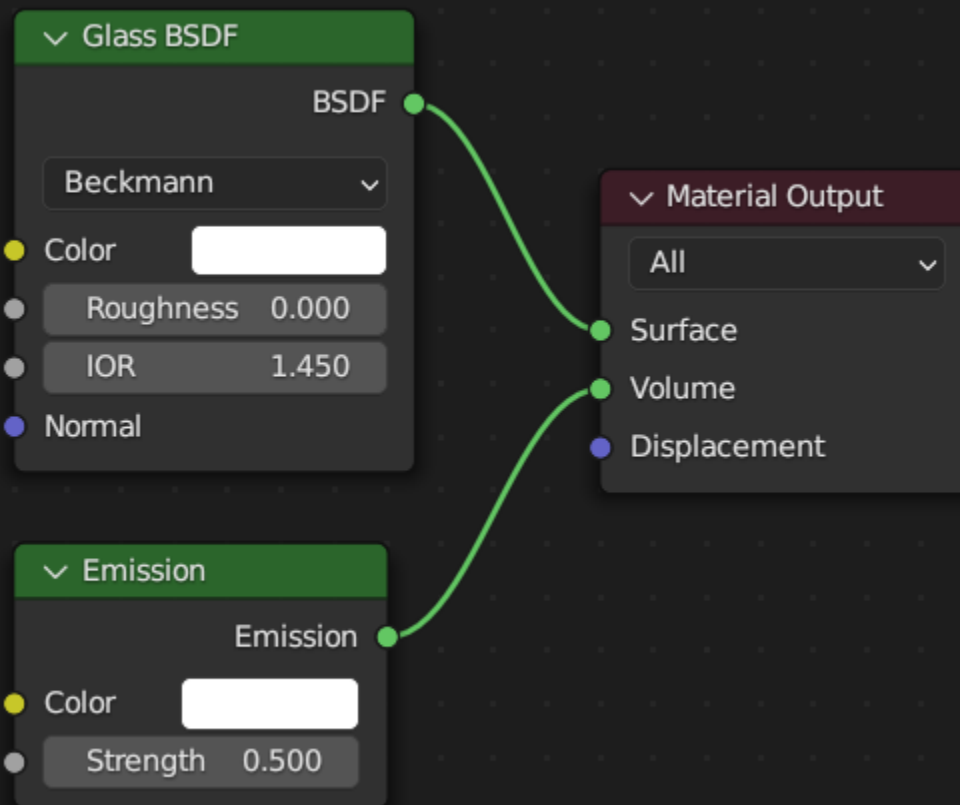
플라스틱의 IOR은 유리와 매우 흡사하지만, 실제로 표현되는 색은 많이 다릅니다.
그것은 플라스틱은 두께에 따라 불투명해지고, 그 양상이 유리와 다르기 때문입니다.
반투명 플라스틱을 만들기 위해서는 유리에 **불투명한 투과 재질 (Translucent)**을 섞되, 팩터를 '두께에 따라' 조절해야 합니다.

※ fresnel로 섞어도 그럴듯합니다만, 두께 반영이 되지 않으므로 뭔가 부족한 느낌이 듭니다.



반투명 플라스틱

'두께에 따라' 를 가장 쉽게 해결하는 방법은 볼륨 셰이더를 사용하는 것입니다.
하지만 이 경우 Emission만 사용할 수 있으므로 완벽한 해결책은 아닙니다.



반투명 플라스틱

Light Path의 Ray Length로 물체의 두께를 간접적으로 잴 수 있습니다.

두꺼운 부분이라면 Ray Length도 길 것이기 때문입니다.

하지만 Ray Length는 안쪽과 바깥쪽을 구분하지 않으므로, Backfacing을 이용합니다.

아래와 같이 **뒷면일때만 Ray Length**가 나오고, 앞면일 때는 0이 나오게 해서 길이를 재지 않도록 만듭니다.



반투명 플라스틱

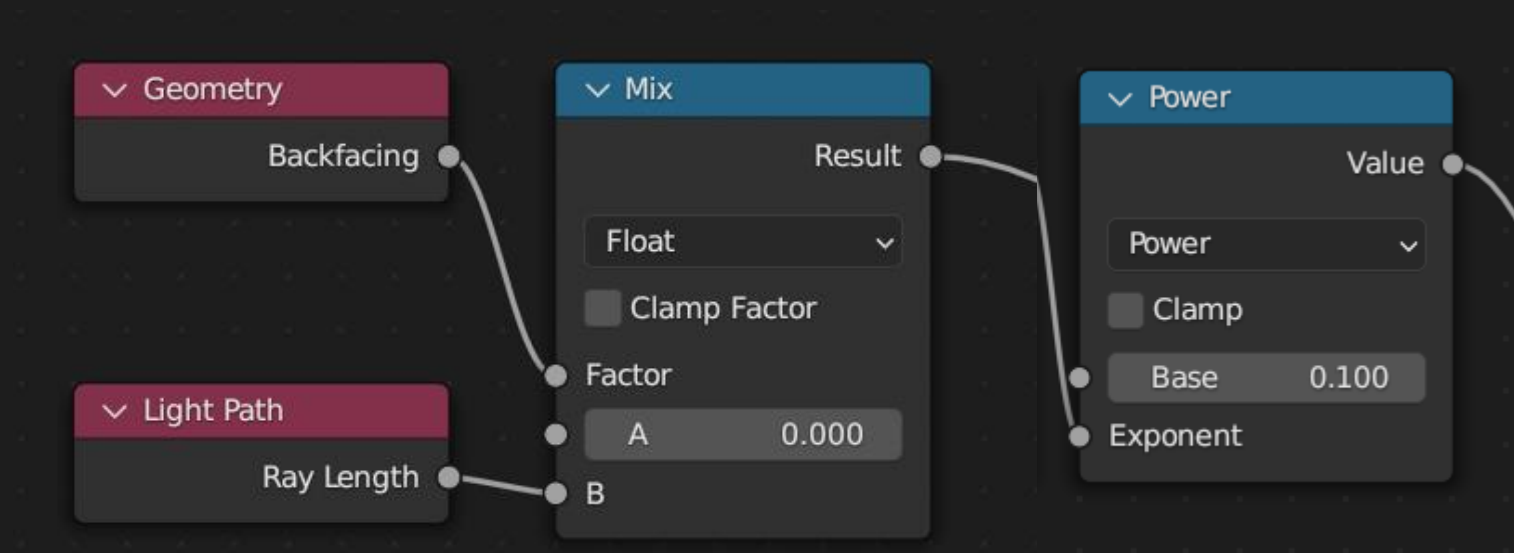
이제, 얻은 두께를 어떻게 사용할지 생각해야 합니다.

두께라는 연속적인 길이를 생각하면 어려우므로, 셀로판지를 한겹씩 겹치는 상황을 생각해 봅시다.

셀로판지를 하나씩 겹칠 때 마다, 투과도는 %로 줄어든 것입니다.

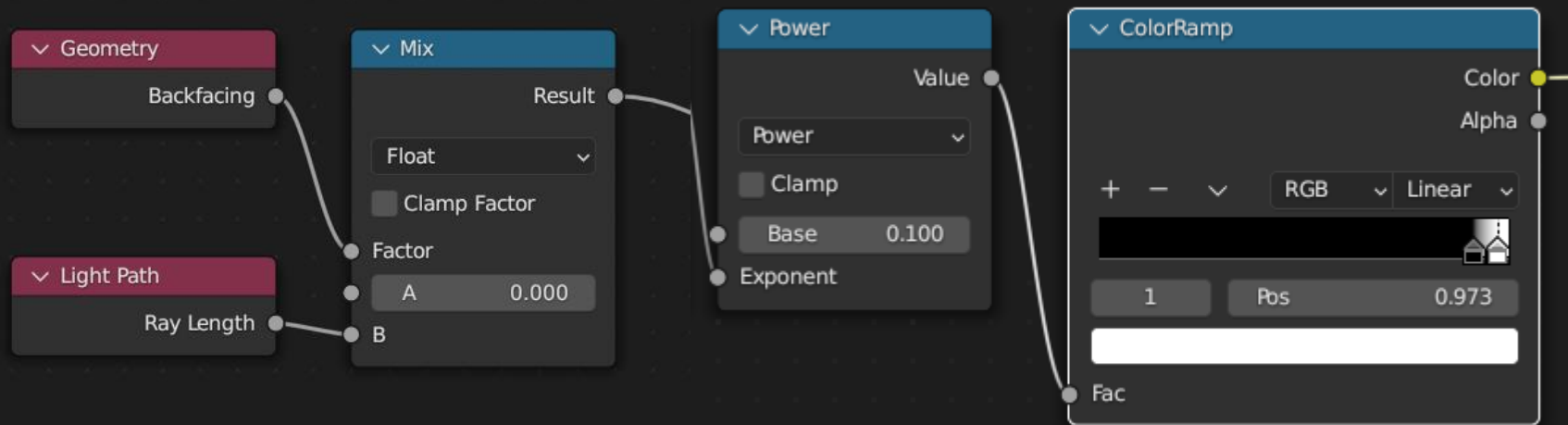
예컨대 투과도 90%의 셀로판지라면, 두 장 겹치면 $0.9 * 0.9 = 0.81$ 로 81%의 투과도가 될 것입니다.

반복해서 곱해나가는 연산 = 거듭제곱 = power의 exponent 연결입니다.



반투명 플라스틱

마지막으로 ColorRamp를 이용해 세기를 조절합니다.
여기부터는 수학적으로 엄밀하지 않지만..



반투명 플라스틱

