

광학 상수 구하기 (Optical Constant Extraction)

광학 상수는 반사율(reflectance)과 투과율(transmittance) 데이터로부터 엔벨로프(envelope)

기법의 변형을 사용하여 추출할 수 있다. 필름은 기본적으로 유전체여야 하며,

관심 있는 파장 범위 내에 극값(extrema)이 존재할 수 있을 정도의 두께를 가져야 한다.

흡수가 포함될 수는 있으나, 간섭 무늬(fringe)가 사라질 정도로 커서는 안 된다.

또한 필름은 비균질(inhomogeneous)할 수 있으나, 필름 내부에서 굴절률의 변화는

단조(monotonic)적이어야 하며, 필름과 주변 매질 사이 경계에서의 굴절률 대비가

비균질성보다 커야 한다.

사용되는 기법은 엔벨로프 방법(envelope method) 계열에 속한다. 이러한 방법은

반사율 및/또는 투과율의 최대값과 최소값에 초점을 맞추며, 계산의 첫 단계는 최대값과

최소값을 보간하여 엔벨로프를 생성하는 것이다. 이상적인 엔벨로프는 기판의 투과율 또는

반사율과 이상적인 1/4파장(quarter-wave) 조건의 투과율 또는 반사율로 구성된다.

층이 흡수성 또는 비균질일 경우 최대값과 최소값은 이러한 이상적인 엔벨로프에서

벗어나게 되며, 그 편차는 두께가 증가할수록 커진다. 그러나 흡수 및/또는 비균질성이

너무 크지 않다면, 엔벨로프는 여전히 굴절률 n 과 소멸계수 k 계산을 시작하는 데

사용할 수 있다. 이 방법의 장점 중 하나는 초기 단계에서 층 두께가 필요하지 않다는

점이며, 두께는 이후 과정에서 계산된다.

Essential Macleod 기법은 극값의 위치가 아니라 극값의 수준(level)에 대해 최적의 적합을

제공한다. 이는 다른 기법에서 발생할 수 있는 큰 불연속성을 피할 수 있게 해준다.

필름의 파장에 따른 흡수 변화는 소멸계수와 두께가 결합된 하나의 매개변수 형태로

먼저 결정된다. 이후 두께가 결정되면 소멸계수의 실제 값을 산출할 수 있다.

필름은 종종 비균질하므로, 본 방법은 비균질 필름의 가능성도 포함한다.

이 기법 역시 다른 모든 방법과 마찬가지로 다중 해(multiple solutions)를 가지며, 올바른 해를 선택해야 한다. 이를 위해 탐색 범위를 추가 정보로 제한한다.

먼저 사용자는 각 극값을 1/4파장 조건인지 1/2파장(half-wave) 조건인지 식별하도록 요청받는다. 이는 약흡수성 필름의 경우 가능한 해의 수를 두 개로 줄여준다.

그다음 사용자는 필름 굴절률의 대략적인 추정값을 제공해야 하며,

이 추정값에 가장 가까운 해가 선택된다.

극값의 위치가 정확히 결정된다면, 이는 광학 상수의 분산(dispersion)에 대한 유용한 정보를 제공하지만, 절대적인 수준(absolute level)에 대해서는 아무런 정보를 주지 않는다.

우리는 엔벨로프로부터 결정된 절대 수준을 받아들이고, 극값 위치와 일치하도록 분산을 보정할 수 있다. 이는 예를 들어, 특정 파장 영역에서 잡음이나 절대 정확도 문제가 있을 때 유용하다.

이 기법은 일반적으로 사용되는 다른 방법들과 비교되었으며, 높은 안정성 때문에 선택되었다. 많은 방법에서 반사율 및/또는 투과율 값 결정 과정에서 발생한 오류는 추출된 광학 상수에 심각한 영향을 미쳐, 물리적으로 불가능한 결과를 초래할 수도 있다. 물론 측정 오류가 있으면 광학 상수에도 오류가 발생하지만, 잘못된 측정으로부터 정확한 결과를 얻는 것은 불가능하다. 그러나 이러한 오류가 결과에 과도하게 증폭되는 현상은 본 기법에서는 대부분 피할 수 있다.

입력 데이터는 투과율 및/또는 반사율의 최대값과 최소값으로 구성된다.

투과율 데이터의 경우, 측정은 코팅되지 않은 후면(uncoated rear surface)에서 수행되어야 하며, 후면에서 발생하는 다중 반사를 포함해야 한다. 반사율 측정은 동일한 조건에서 수행할 수도 있고, 또는 후면 반사를 제거하도록 후면을 처리한 상태에서 수행할 수도 있다.

원시 분광기 데이터로부터 필요한 데이터를 추출하는 데 도움이 되는 도구들이 이후에 설명된다.

입력 데이터에 대한 정확도 추정값을 제공해야 하며, 이는 좋은 적합이 얻어지지 않을 경우 프로그램이 결과를 수정하는 데 사용된다. 일반적으로 두 개의 가능한 결과가 존재하며, 필름 굴절률의 추정값에 가장 가까운 결과가 채택된다.

투과율 측정만 있는 경우에는 비흡수성 비균질 모델 또는 균질 흡수 모델 중 하나를 선택할 수 있다. 반사율만 사용하는 경우에는 비흡수성 비균질 모델을 사용하며, 반사율과 투과율을 모두 사용하는 경우에는 흡수성을 포함한 비균질 모델을 사용한다.

극값의 파장 위치는 일반적으로 정확히 맞추지 않으며, 대신 반사율 또는 투과율 값이 가능한 한 잘 맞도록 한 뒤, 극값 파장에 대해 최적 적합이 되도록 두께를 선택한다.

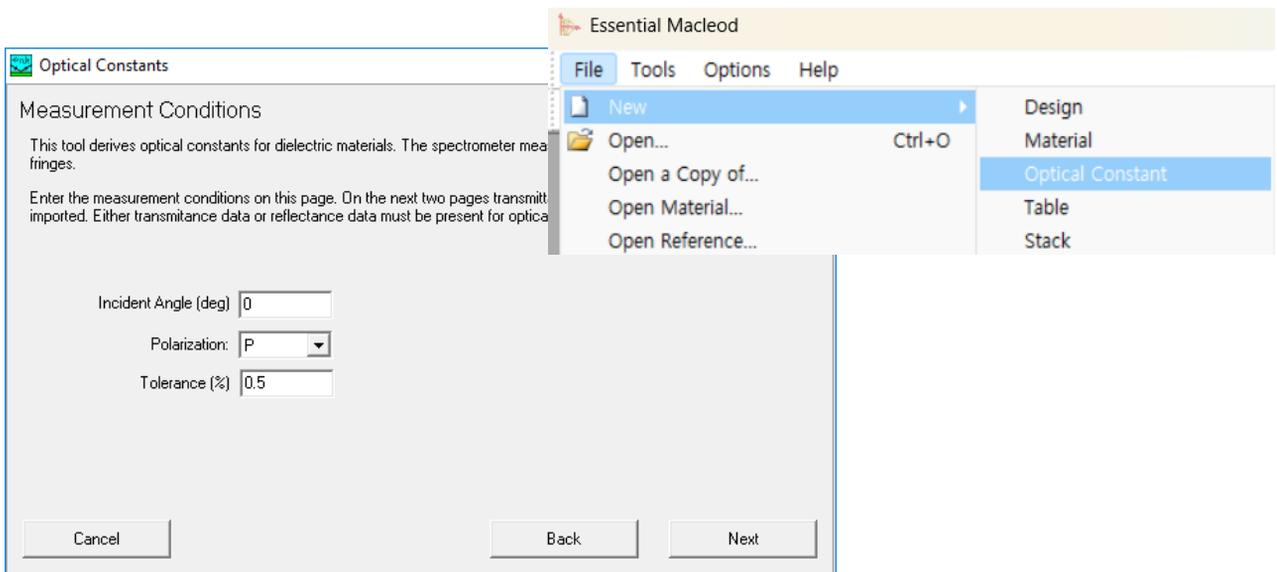
만약 극값의 파장 위치가 가장 중요하다고 판단되면, 먼저 반사율 또는 투과율 값을 적합시키고, 이후 광학 상수를 조정하여 극값 파장 위치에 맞추는 옵션을 선택할 수 있다.

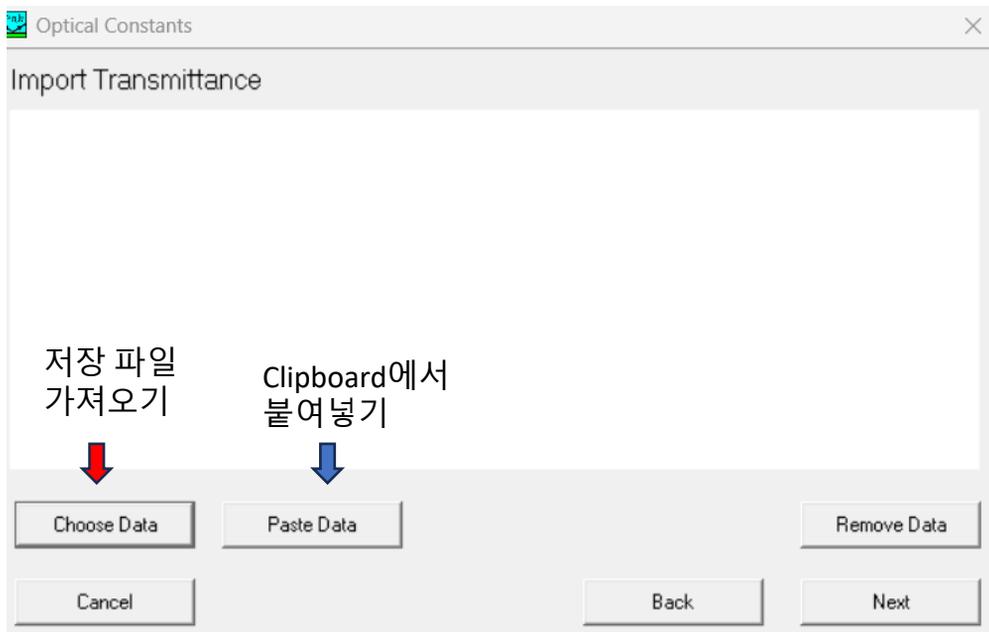
극값의 위치는 굴절률의 분산에 영향을 미치며,

절대적인 수준에는 영향을 미치지 않는다는 점에 유의해야 한다.

이 추출 과정을 시작하려면 **File** 메뉴의 **New** 하위 메뉴에서 **Optical Constant**를 선택한다.

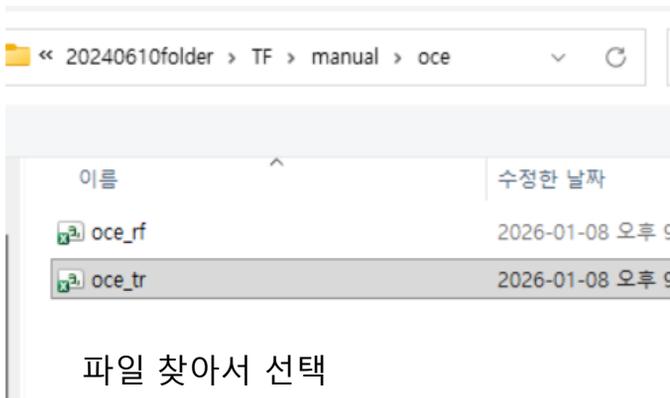
그러면 **측정 데이터와 측정 조건**을 입력하도록 안내된다.



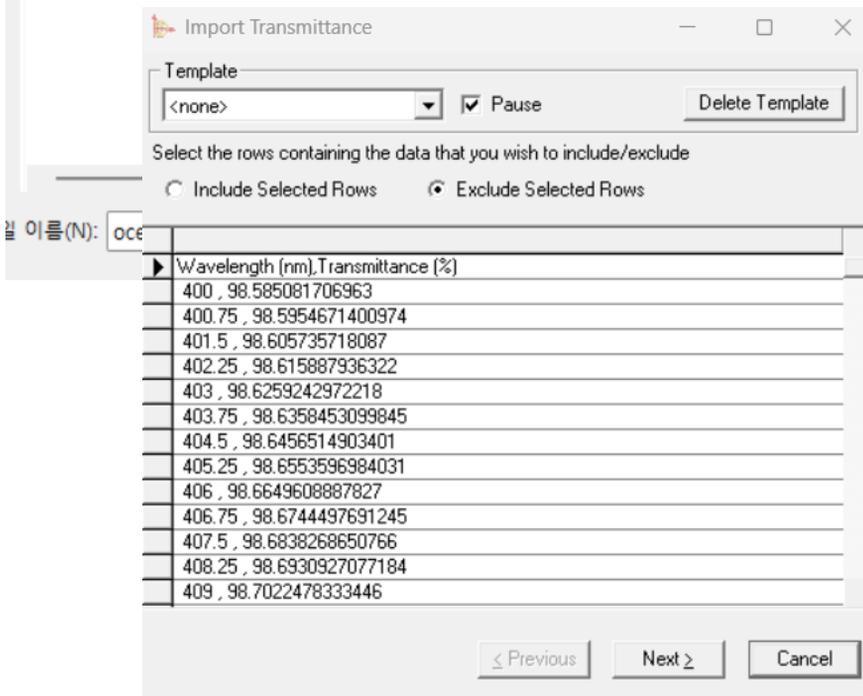
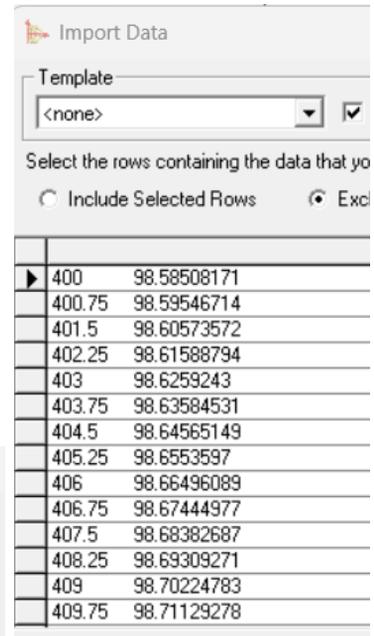


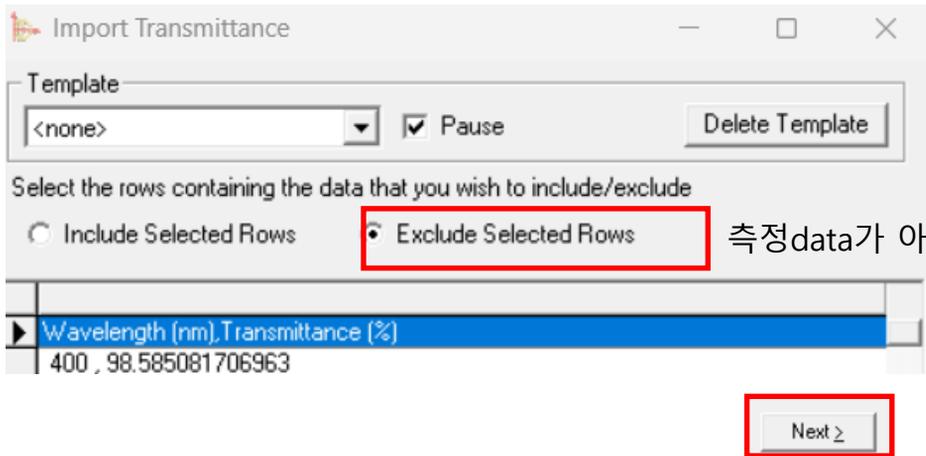
Data 전체를 복사
Clipboard 저장

Choose Data

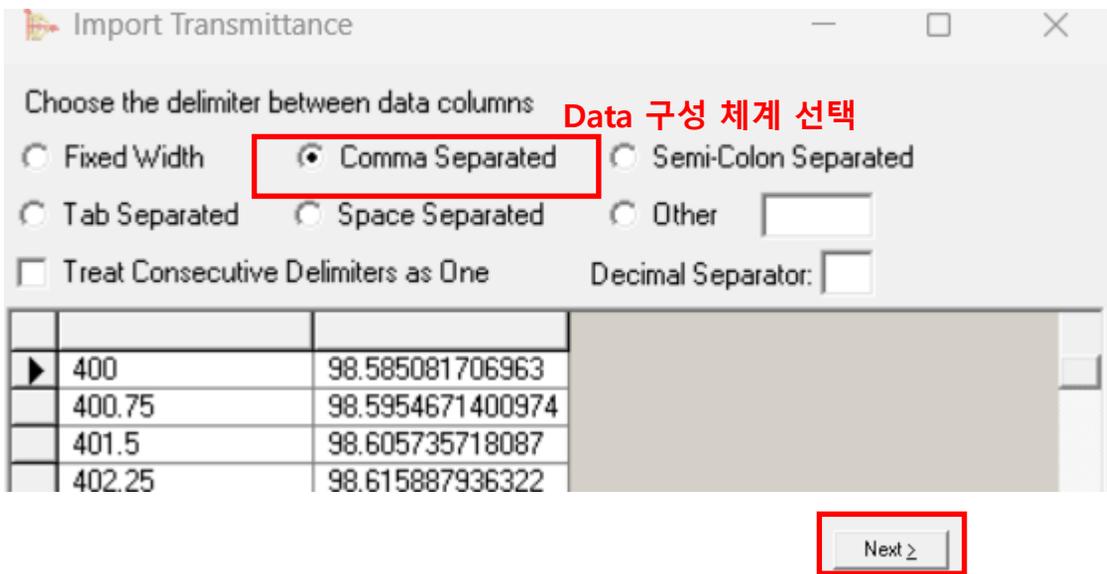


Paste Data

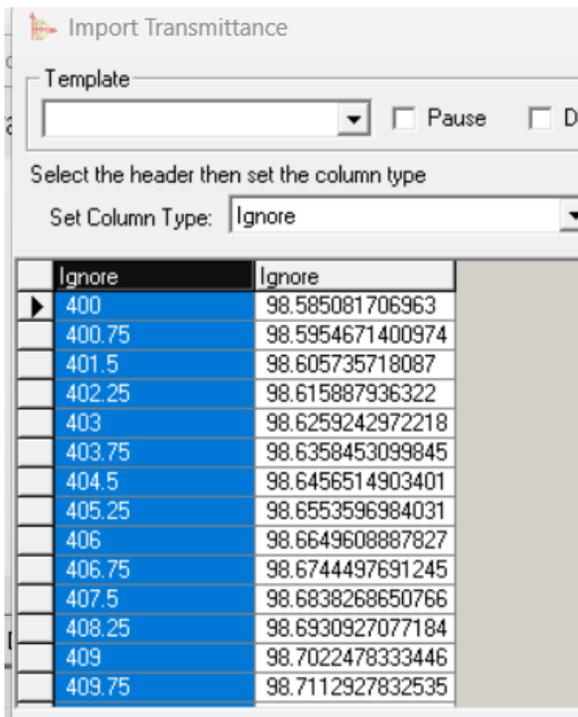




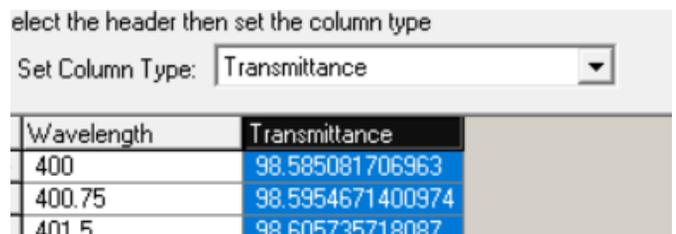
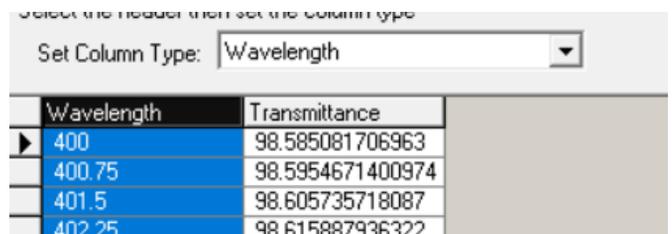
측정data가 아닌 것은 제외



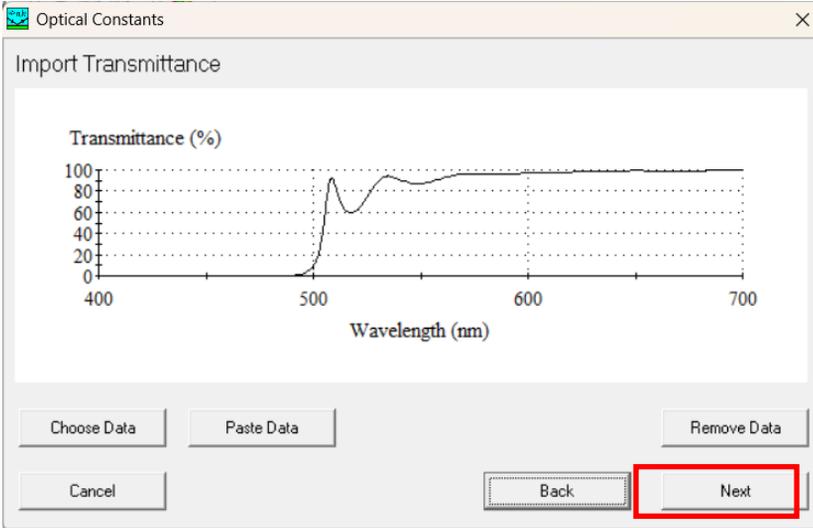
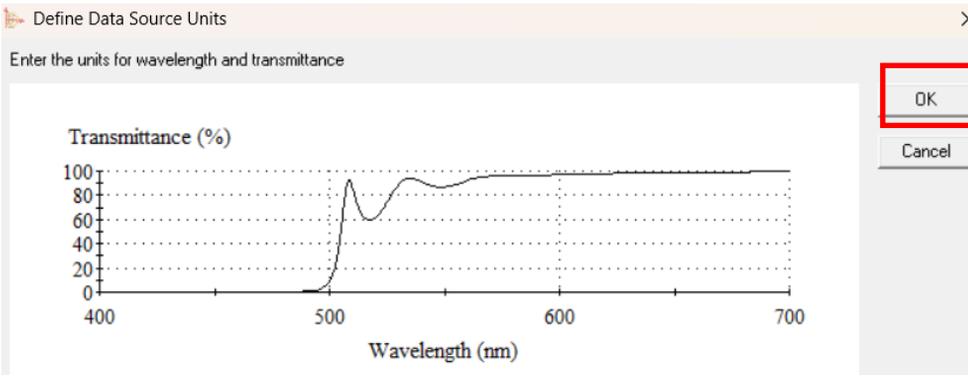
Data 구성 체계 선택



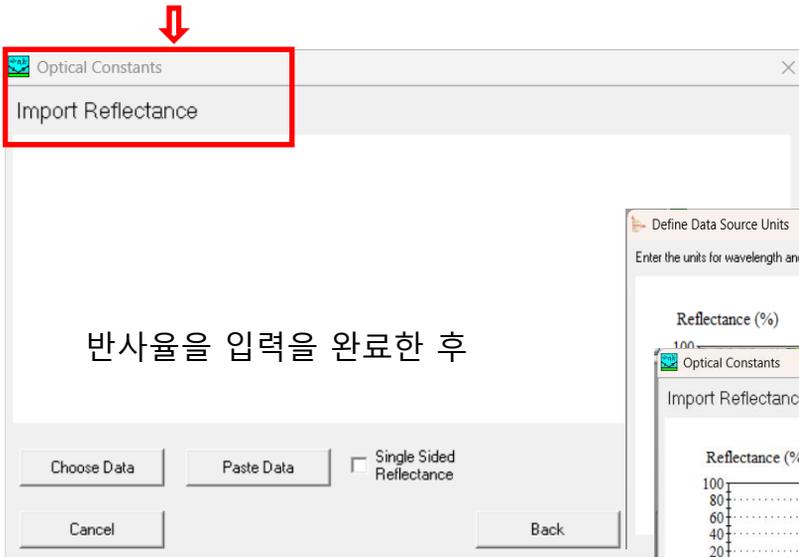
해당 컬럼을 선택 > 종류 설정



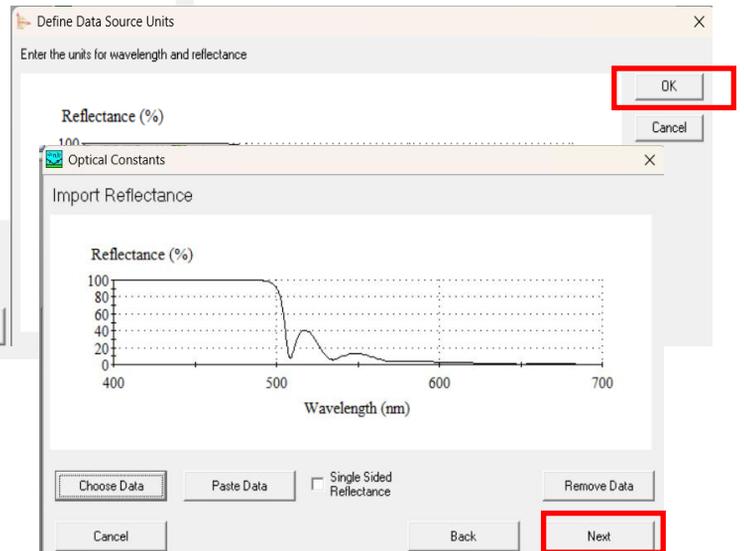
Data가 입력되면 확인용 데이터 플랏이 보여지면 "OK".



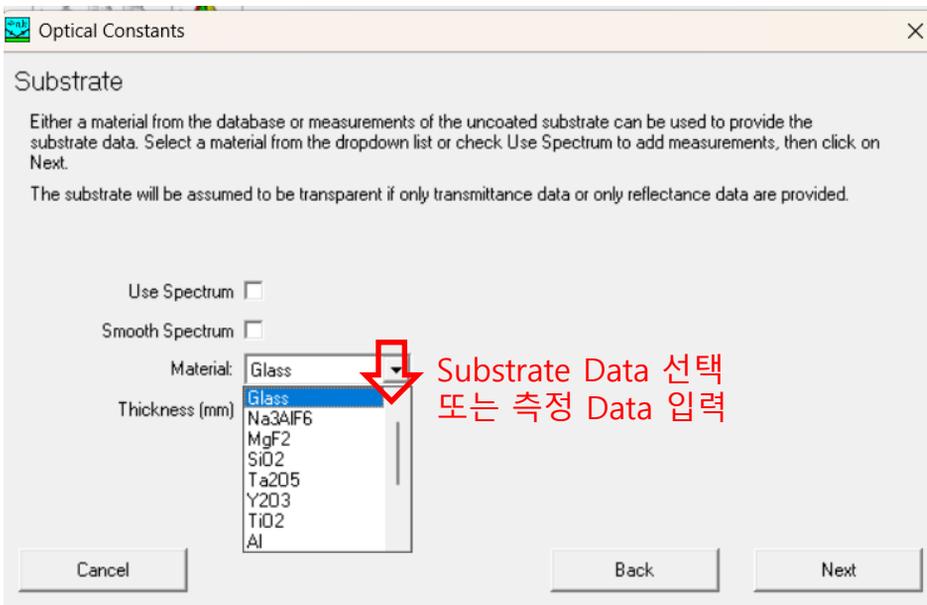
반사율 Data 입력창이 자동으로 나타남



반사율 Data도 동일한 방법으로 입력 후 데이터 플랏이 보여지면 "OK "



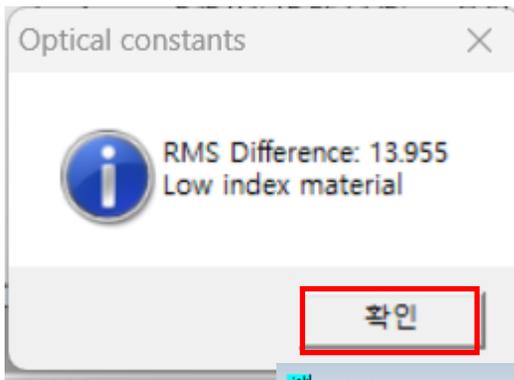
Substrate Data 입력 창으로 이어짐



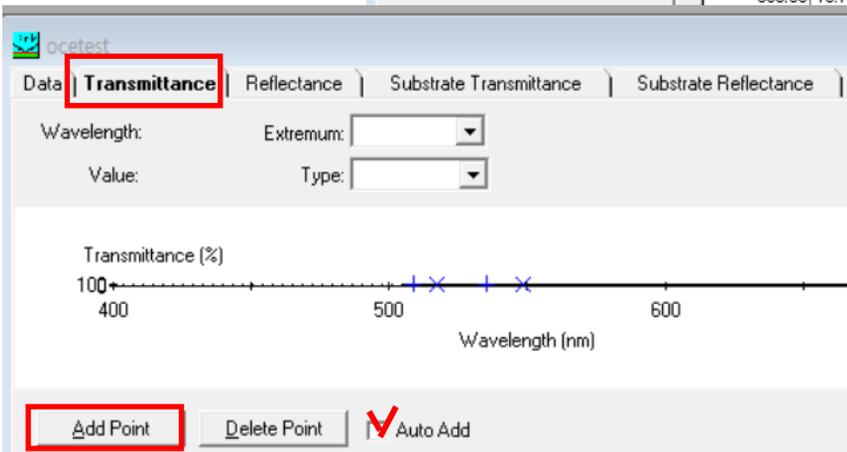
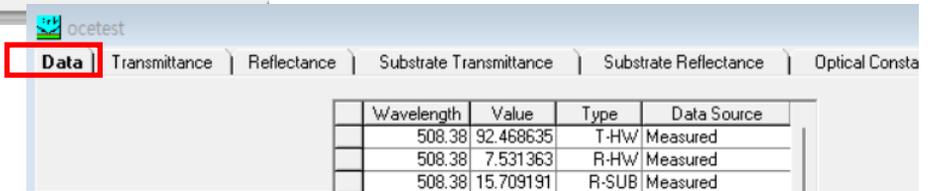
Substrate Data

Material DB에 있는 data이면 해당 물질 선택,

아니면 동일한 방식으로 입력 (T 또는 R data 하나만 입력해도 됩니다.)



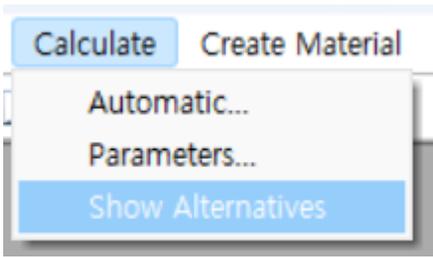
정상 입력이 완료되면
RMS „차이 나타납니다.



Tr tab 선택
Auto Add 후 >
Add point 진행

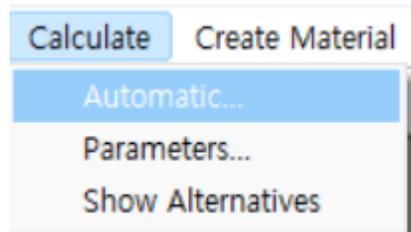
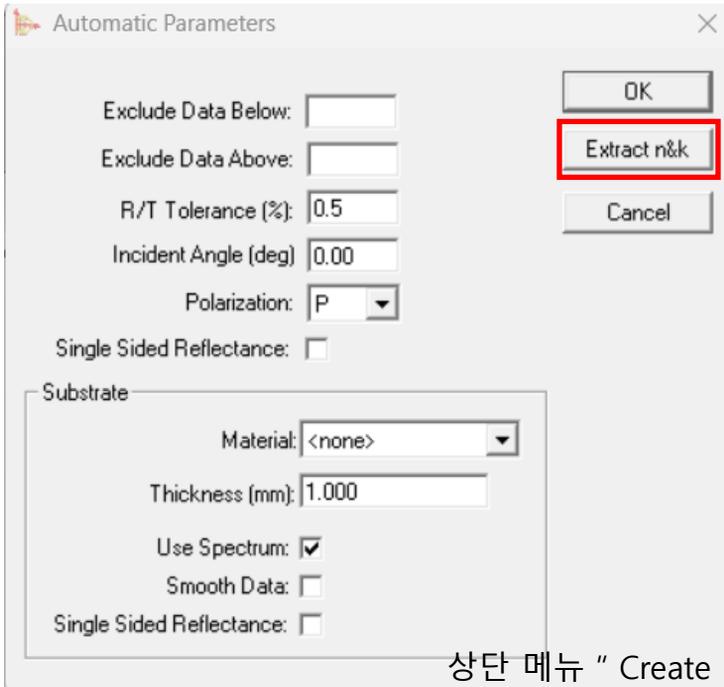
Rf도 동일하게

상단 메뉴



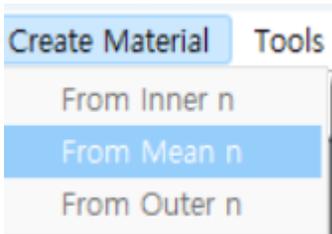
Load 클릭

	RMS Difference	Index	Adjustment	Homogeneous Model	Match Extrema
	13.543	High	BBBBBBB	No	Yes
	13.573	High	BBBBBBB	No	Yes
	13.612	High	BBBBBBB	No	No
	13.612	High	BBBBBBB	No	No
	73.885	High	BBBBBBB	No	Yes
	78.450	High	BBBBBBB	No	No
	78.563	High	BBBBBBB	No	No
▶	78.726	High	BBBBBBB	No	Yes



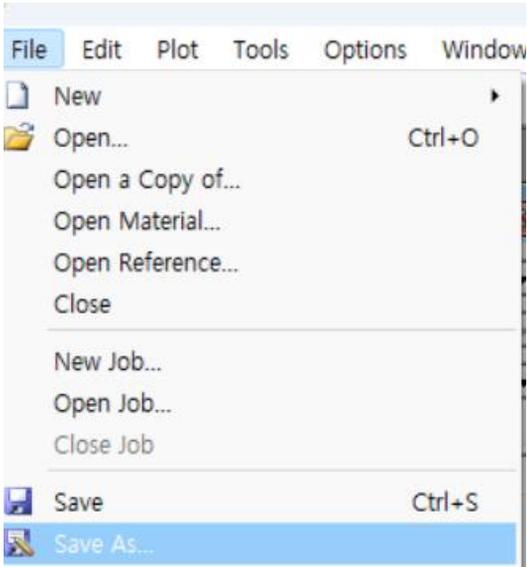
Automatic 계산

상단 메뉴 " Create Material > From Mean n)

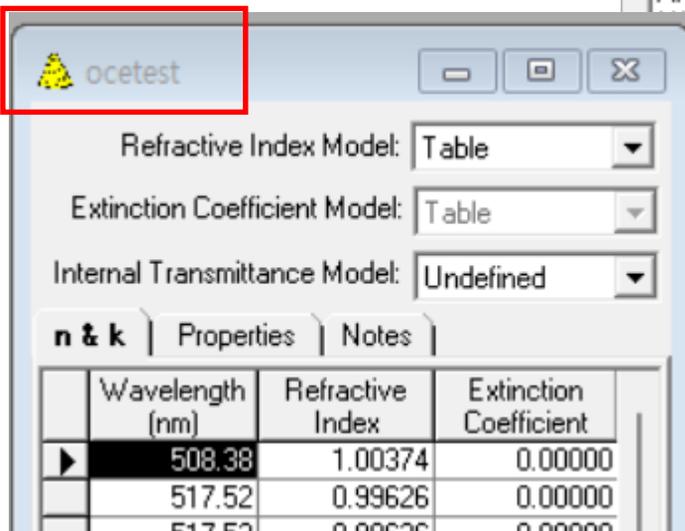
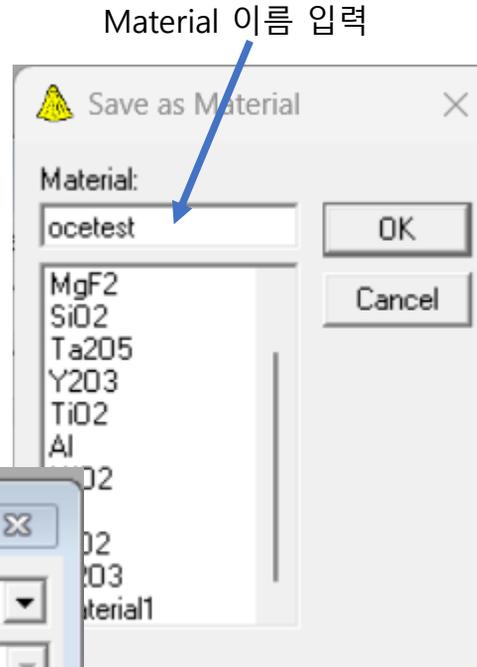


Material data 생성

	Wavelength (nm)	Refractive Index	Extinction Coefficient
▶	508.38	1.00374	0.00000
	517.52	0.99626	0.00000
	517.52	0.99626	0.00000
	535.03	1.00356	0.00000
	535.03	1.00356	0.00000
	548.40	1.00156	0.00000
	548.40	1.00156	0.00000



File > Save As



새로운 Material 생성

Optical Constant Graph

