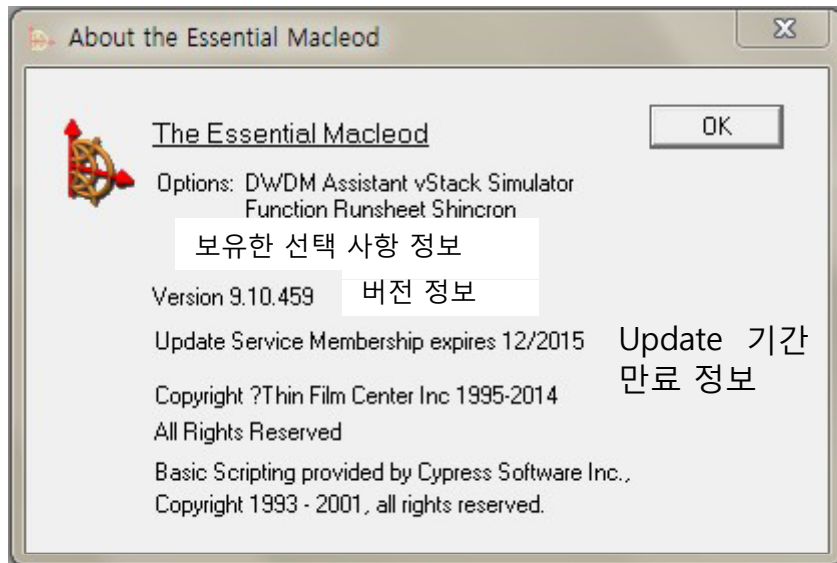


프로그램 개요

- 프로그램에는 기본 모듈인 Core Module뿐만 아니라 모든 선택 사항이 포함되어 있으며 인증 키(Site Key)에 따라 해당 선택 사항이 활성화되는 방식입니다.
- 프로그램 락키는 소프트웨어 방식으로 프로그램을 설치하면 Site Code가 생성되는데 그에 상응하는 Site Key(인증 키)를 받으면 해당 키를 입력하면 정식 프로그램 영구 사용 권한 (Authorized to run)이 주어 집니다.
소프트웨어 방식의 락키로 프로그램 사용자가 반드시 등록되어야 추후 재 설치 또는 기타 프로그램 관련 업무를 상호 원활히 할 수 있습니다.
- 프로그램 버전 체계는 프로그램 메뉴에서
" Help > About The Essential Macleod... "



프로그램 버전은 일반적으로 매년 2회씩 업그레이드되며 패치 업그레이드 경우 정규 버전 9.X.xxx 표시 됩니다. 첫 번째 숫자 정규 버전, 맨 뒤에 있는 숫자는 패치 버전으로 위에 버전 정보에서 9.10. (정규버전) .459(패치버전)을 나타냅니다.

- 프로그램 업그레이드는 구매 후 1년 간은 무료로 온라인 방식으로 제공되며 그 이후부터는 유료로 되는데 그 기간에 따라 금액이 누적되는 방식입니다.
예를 들면 구매 후 3년과 4년인 경우 금액이 년 차별로 다르게 적용되며 재 가입 후 1년 간은 동일하게 무료로 다시 제공되며 구매 시점이 재 가입 년도로 변경 됩니다.

매뉴얼

영문 매뉴얼은 프로그램을 설치 하면 자동으로 설치 되는데 바탕화면에 아래와 같이 바로 가기 아이콘이 생성됩니다.



영문 매뉴얼 (PDF 파일로 저장 경로는 보통 "C:\WProgram Files\Thin Film Center\Essential Macleod Manual.pdf")

※ 한글 매뉴얼은 당사 웹사이트

<http://www.thinfilm.co.kr/manual.htm> 있으며 수시로 업데이트되고 있습니다.

프로그램 활용(교육)

정규 교육과정은 인하대학교 광기술교육센터 에서 시행 중에 있으며

<http://otec.inha.ac.kr/>

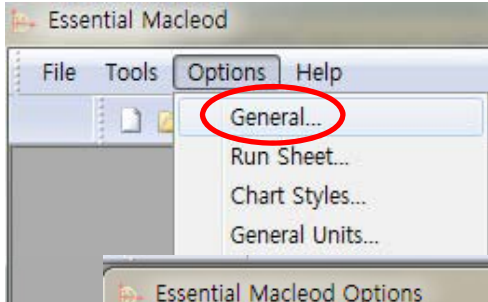
사용 중에 문의 사항이 있으면 이메일, 전화 등으로 당사로 연락 주시면 적극적으로 지원해 드리고 있습니다.

프로그램 재 설치 및 사용자 변경

- 컴퓨터 교환 또는 고장으로 프로그램을 재 설치가 필요한 경우는 기존 프로그램을 삭제하고 재 설치한 후 인증 키를 재 요청 합니다.
(프로그램 삭제 전 필요한 Data(디자인 파일 등)는 백업해 놓아야 합니다.)
- 사용자 변경이 필요하시면 기전 사용자 영문 명과 새로 등록 하실 분의 영문 명과 이메일 주소를 당사로 보내 주시면 처리해 드립니다.
(소속 기관(회사)이 다른 경우는 사용권 이전이 불가능 합니다.)

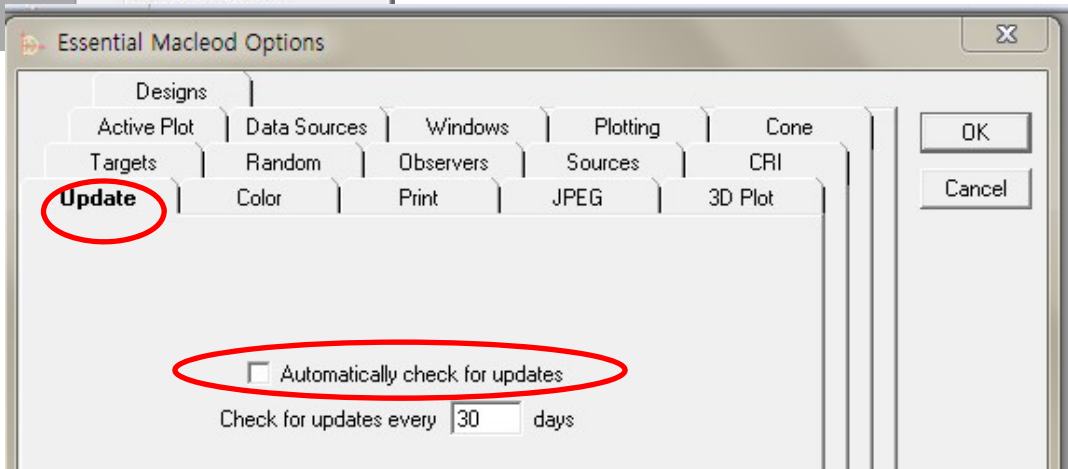
- 자동 Update 설정 해지

업데이트 시 프로그램 다운로드 URL이 등록된 이메일로 전송되오니 체크를 안 해놓고 필요에 따라 하는 것이 프로그램 사용이 보다 더 안정적입니다.



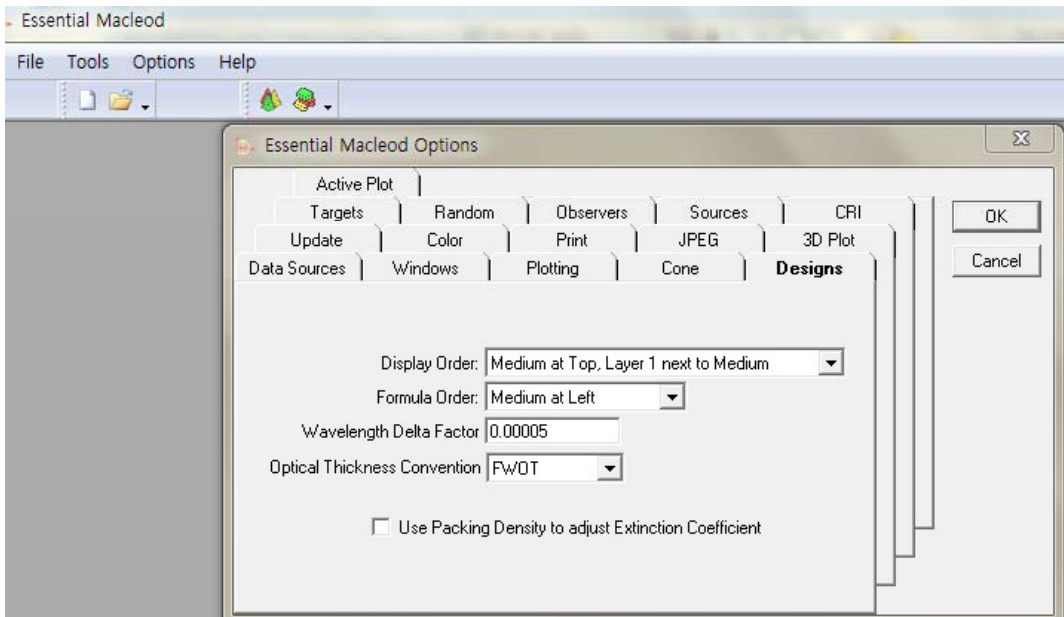
프로그램 실행 후 "Check for Update " 창이 보이면 반드시 "Cancel" 또 "Close" 하셔야 합니다.

Options > General..>

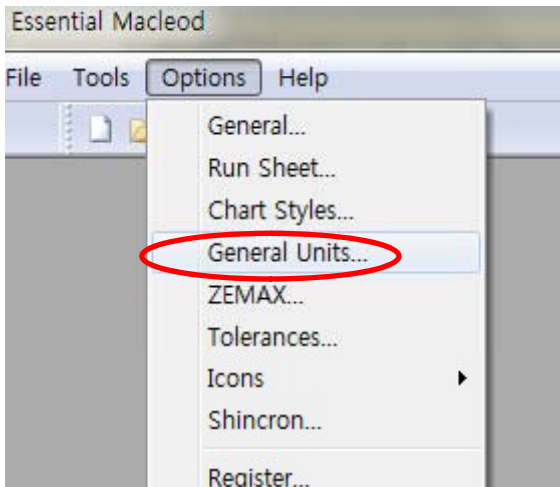


- 프로그램의 항목별 기본 정보 설정

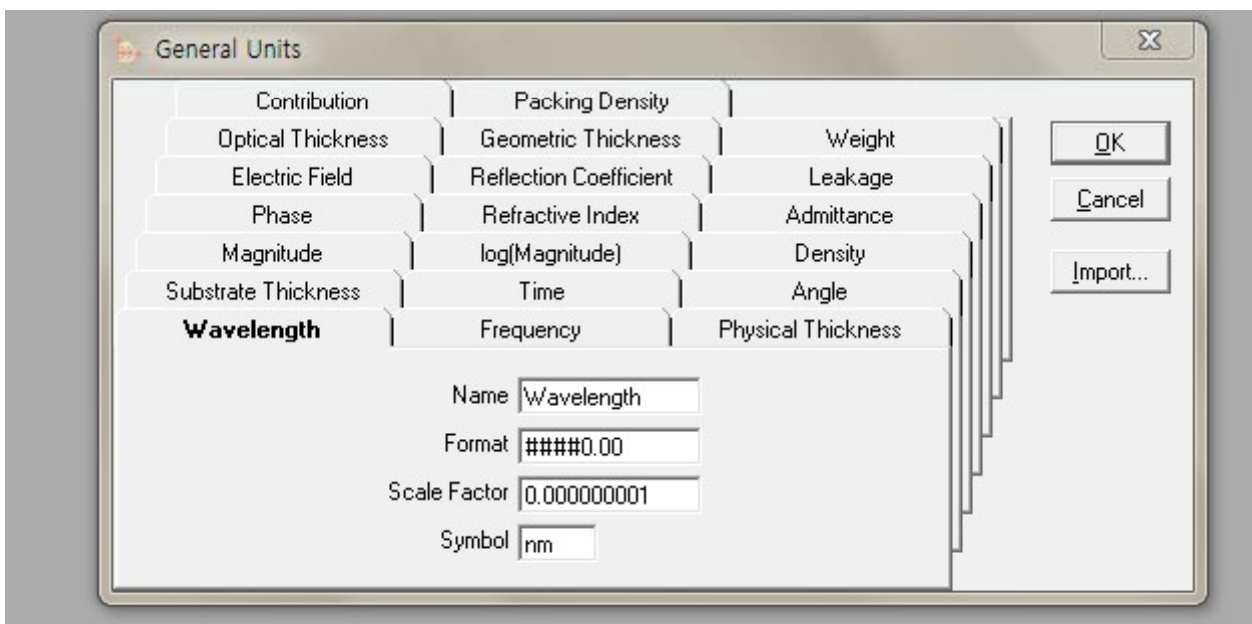
Options > General..>



6) 대상 별 단위 설정



Options > General Units..>



디자인에 필요한 대상의 단위를 설정하는 창으로 매우 중요한 사항 입니다.

- 코팅관련 기본 요소

- 패킹 밀도(Packing Density)

$$p = \frac{\text{Volume of solid part of film}}{\text{Total volume of film}} = \frac{\text{막에서 채워진 부분의 부피}}{\text{막의 총 부피}}$$

$$n = (1 - p)n_v + pn_s$$

n : 종합 굴절률

Void로 채워진 매질의 굴절률

막에서 Solid part의 굴절률, Columns

본 프로그램에서는 n_v 는 Void 매질과 밀도로 정의 할 수 있는데, 즉 Void 공간에서 일정 비율의 부분을 차지 하는 것으로 정의 될 수 도 있는데 (Void 공간의 나머지 부분은 공기, $n= 1.0$ 로 채워집니다.)

Void의 굴절률은 $n = (1 - p)n_v + pn_s$ 가 되며

n_v 는 채워 지지 안은 Void(1.0)의 굴절률,

n_s Void 매질의 굴절률

P 는 Void 매질에 의해 채워진 void 공간의 량으로

$P=1$ 이면 모든 void 공간이 Void 매질로 채워진 것

$P=0$ 이면 모든 void 공간이 Void 매질이 없는 것을 의미.

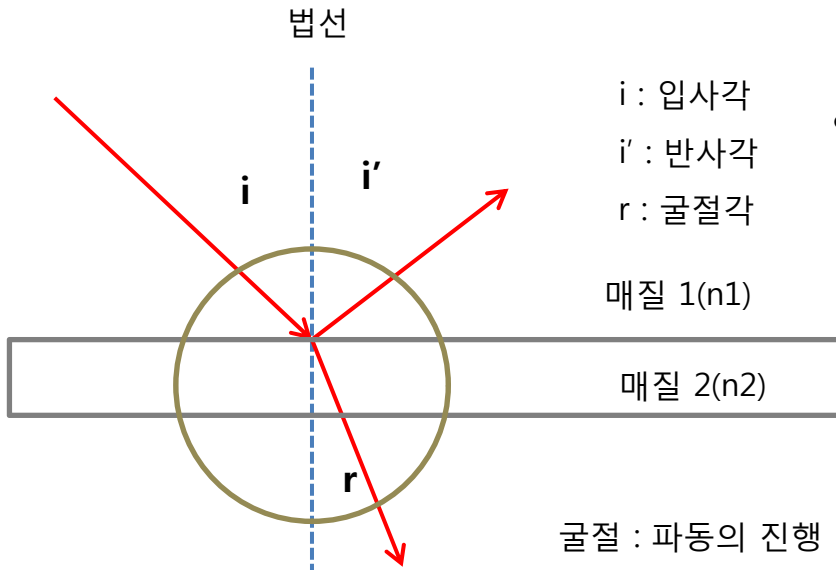
레이어의 굴절률은

$$n = (1 - p)[(1 - f) + fn_v] + pn_s$$

됩니다.

n : 종합 굴절률, p : 레이어 매질의 패킹밀도, f : void 매질의 패킹밀도 ,
 n_v : void 매질의 굴절률, n_s : 레이어 매질의 굴절률.

- 굴절과 파장

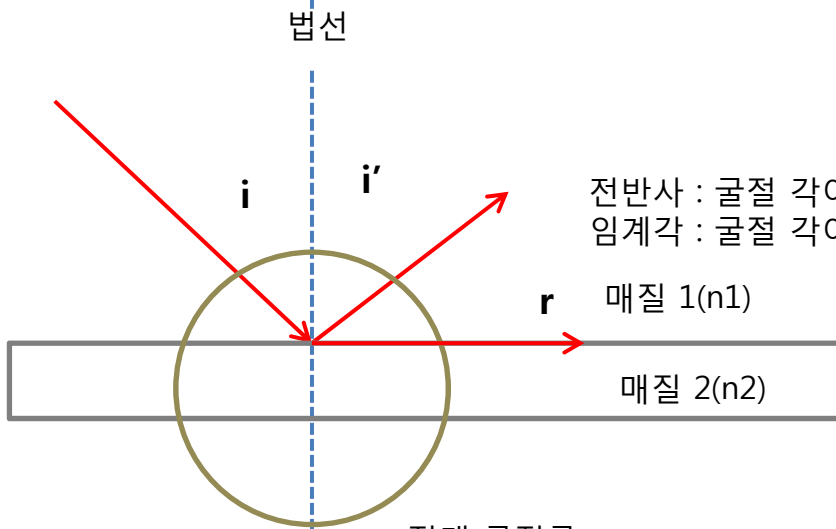


i : 입사각
i' : 반사각
r : 굴절각

입사각과 반사각은 항상 동일함.

굴절 : 파동의 진행 방향이 꺾이는 현상

발생 이유 : 매질에 따른 속도 차이



전반사 : 굴절 각이 90가 될때
임계각 : 굴절 각이 90도가 될 때의 입사각

절대 굴절률

진공에서의 굴절률을 1로 정의하고 매질에서의 빛의 속도(v)를 진공에서의 빛의 속도(c)와 비교하여 정한 굴절률(n)

$$n = \frac{c}{v} \quad , \quad v = \frac{c}{n}$$

상대 굴절률 : 물질 A에 대한 B의 굴절률

물질 A의 굴절률 : n1 물질 B의 굴절률 : n2

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1}$$

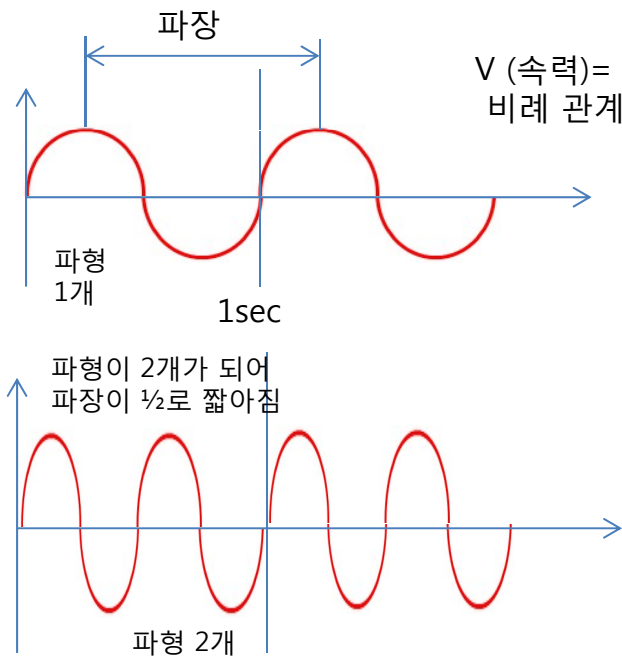
구분	소한매질 → 밀한 매질	밀한매질 → 소한 매질
입사각과 굴절각의 관계	입사각 > 굴절각	입사각 < 굴절각
상대 굴절률	1보다 크다 ($n1 < n2, n2 \div n1$)	1보다 작다 ($n1 > n2, n2 \div n1$)
빛의 속력	감소한다	증가한다
빛의 파장	짧아진다	길어진다
빛의 진동수	변함없다	

주파수는 파장과 역수의 관계가 있다. 주파수는 파동의 진행속도를 파장으로 나눈 것이다.

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

파동이 다른 매질로 옮겨갈 때, 주파수는 변하지 않는다.
이때는 파동의 진행속도와 파장이 변하는 것이다.

예를 들어 풀어보면 주기 ($T = 1/F$ (주파수=Hz)의 공식을 숙지하고
주파수가 10mhz 표기 된 경우라면,
 $T = 1/10\text{mhz}$, 이를 hz로 바꿔 계산하면,
 $T = 1/0.01\text{hz}$ 가 되며 $1 \div 0.01$ 을 하면 100s가 나오게 된다..



V (속력) = 거리/시간 = 파장/주기 = 굴절각은 상호 비례 관계

$$v_{propagate} = \lambda \times f$$

$v_{propagate}$ = 파동의 진행(propagation) 속도

λ = 파장

f = 진동수(주파수)

1초에 몇 개의 파형이 있는 가

- Thickness & Reference Wavelength

파장은 코팅 작업에서 매우 중요하게 이용되는데 파동이 다른 매질로 이동하면서 변화하는 속도에 따라 파장도 다르게 되기 때문에 다루기가 난해 합니다.

그러므로 작업을 단순화 하기 위하여 절대 진공 안에서 빛이 갖는 파장인 자유공간 파장 λ 만을 사용 합니다. 그러나 실제 파장은 λ/n (n : 굴절률)되는데 이 것은 한 물리적 두께 (physical thickness, d)의 층에서 위상 두께(phase thickness, δ)를 다룰 때 특별한 관계가 있습니다.

수직 입사에서 δ 는 $2\pi d/(\lambda/n)$, 또는 $2\pi nd/\lambda$ 가 되며 nd 가 광학 두께 (optical thickness, nd)이므로 어떠한 박막 구조를 통하여도 파장 부분인 λ 는 항상 일정하게 됩니다.

The screenshot shows the 'Essential Macleod' software interface. The 'Design' tab is active, showing parameters for an 'AR 2-1 4-Layer' design. The 'Reference Wavelength (nm)' is set to 510.00. Below this is a table of layers with columns for Layer, Material, Refractive Index, Extinction Coefficient, Optical Thickness (FWOT), and Physical Thickness (nm).

Layer	Material	Refractive Index	Extinction Coefficient	Optical Thickness (FWOT)	Physical Thickness (nm)
Medium	Air	1.00000	0.00000		
1	SiO2	1.46180	0.00000	0.30293670	105.69
2	HfO2	1.93940	0.00000	0.15327638	40.31
3	SiO2	1.46180	0.00000	0.10653412	37.17
4	HfO2	1.93940	0.00000	0.55857559	146.89
Substrate	Glass	1.52083	0.00000		
				1.12132279	330.05

코팅 결과를 판단하는데 중요한 사항으로 레이어의 광학 두께와 1/2과 1/4파의 광학 두께를 비교하는데 모든 레이어에서 동일한 파장에서 해야 하므로 기준 파장 reference wavelength(λ_0)이 라는 것이 필요합니다.

광학 두께의 표식을 nd/λ_0 로 변환하는데 이 광학 두께는 전파 광학두께 (Full Wave Optical Thickness 또는 줄여서 FWOT) 형식으로 된 것을 의미하며 또 다른 두께 형식으로 Quarterwave와 비교를 하기 위하여 1/4로 나누어 $4nd/\lambda_0$ 로 Quarter Wave Optical Thickness 또는 QWOT 이라는 것이 있는데 FWOT로 optical thickness 가 0.25 이면 QWOT 로는 1.0이 됩니다.

기준 파장은 코팅에 매우 중요한 의미를 갖는데 예를 들면 고 반사 코팅에는 고 반사 존 내에서 한 값을 주고 협대역 전송 필터(narrow-band transmission filter)에서는 통과 대역의 중앙 값을 주는 것이 좋은 방법이라고 할 수 있습니다.

광학 두께를 포함하여 층(Layer) 두께를 표시하는 주요한 방식으로 물리적 두께 (physical, d)와 기하학적 두께(geometric, d/λ_0)가 있습니다.

“Display Setup ” 으로 3 가지 두께를 모두 창에 표시가 가능한데 서로의 복잡한 연관성을 볼 수가 있습니다.

예를 들면 매질을 바꾸거나 새로운 기준 파장을 변경해도 광학적 두께는 불변한 상태로 남아 있지만 물리적, 기하학적 두께는 알맞게 변경되며

AR 2-1 4-Layer

Design | Context | Notes

Incident Angle (deg) 0.00
Reference Wavelength (nm) 510.00

	Layer	Material	Refractive Index	Extinction Coefficient	Optical Thickness (FWOT)	Physical Thickness (nm)	Geometric Thickness
▶	Medium	Air	1.00000	0.00000			
	1	SiO2	1.46180	0.00000	0.30293670	105.69	0.20723508
	2	HfO2	1.93940	0.00000	0.15327638	40.31	0.07903270
	3	SiO2	1.46180	0.00000	0.10653412	37.17	0.07287861
	4	HfO2	1.93940	0.00000	0.55857559	146.89	0.28801394
	Substrate	Glass	1.52083	0.00000			
					1.12132279	330.05	0.64716033

AR 2-1 4-Layer

Design | Context | Notes

Incident Angle (deg) 0.00
Reference Wavelength (nm) 550.00

	Layer	Material	Refractive Index	Extinction Coefficient	Optical Thickness (FWOT)	Physical Thickness (nm)	Geometric Thickness
▶	Medium	Air	1.00000	0.00000			
	1	SiO2	1.45992	0.00000	0.30293670	114.13	0.20750176
	2	HfO2	1.92910	0.00000	0.15327638	43.70	0.07945487
	3	SiO2	1.45992	0.00000	0.10653412	40.13	0.07297240
	4	HfO2	1.92910	0.00000	0.55857559	159.25	0.28955245
	Substrate	Glass	1.51854	0.00000			
					1.12132279	357.21	0.64948148

AR 2-1 4-Layer

Design | Context | Notes

Incident Angle (deg) 0.00
Reference Wavelength (nm) 550.00

Layer	Material	Refractive Index	Extinction Coefficient	Optical Thickness (FWOT)	Physical Thickness (nm)	Geometric Thickness
Medium	Air	1.00000	0.00000			
1	Al	0.83375	6.03250	0.30293670	199.84	0.36334431
2	HfO2	1.92910	0.00000	0.15327638	43.70	0.07945487
3	SiO2	1.45992	0.00000	0.10653412	40.13	0.07297240
4	HfO2	1.92910	0.00000	0.55857559	159.25	0.28955245
Substrate	Glass	1.51854	0.00000			
				1.12132279	442.93	0.80532403

그러나 광학적 두께가 표시가 안되어 있는 경우에는 물리적 두께는 변화가 없이 그대로 있게 됩니다..

AR 2-1 4-Layer

Design | Context | Notes

Incident Angle (deg) 0.00
Reference Wavelength (nm) 510.00

Layer	Material	Refractive Index	Extinction Coefficient	Physical Thickness (nm)	Geometric Thickness
Medium	Air	1.00000	0.00000		
1	SiO2	1.46180	0.00000	105.69	0.20723508
2	HfO2	1.93940	0.00000	40.31	0.07903270
3	SiO2	1.46180	0.00000	37.17	0.07287861
4	HfO2	1.93940	0.00000	146.89	0.28801394
Substrate	Glass	1.52083	0.00000		
				330.05	0.64716033

AR 2-1 4-Layer

Design | Context | Notes

Incident Angle (deg) 0.00
Reference Wavelength (nm) 550.00

Layer	Material	Refractive Index	Extinction Coefficient	Physical Thickness (nm)	Geometric Thickness
Medium	Air	1.00000	0.00000		
1	SiO2	1.45992	0.00000	105.69	0.19216344
2	HfO2	1.92910	0.00000	40.31	0.07328486
3	SiO2	1.45992	0.00000	37.17	0.06757835
4	HfO2	1.92910	0.00000	146.89	0.26706748
Substrate	Glass	1.51854	0.00000		
				330.05	0.60009412