

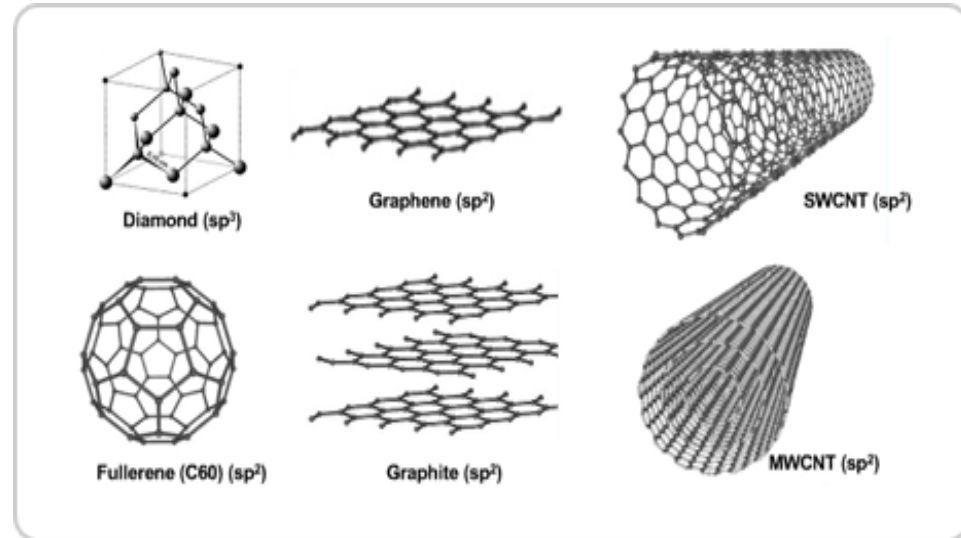
소재 디자인 (가공, 물성 및 성능)

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

재료와 가치

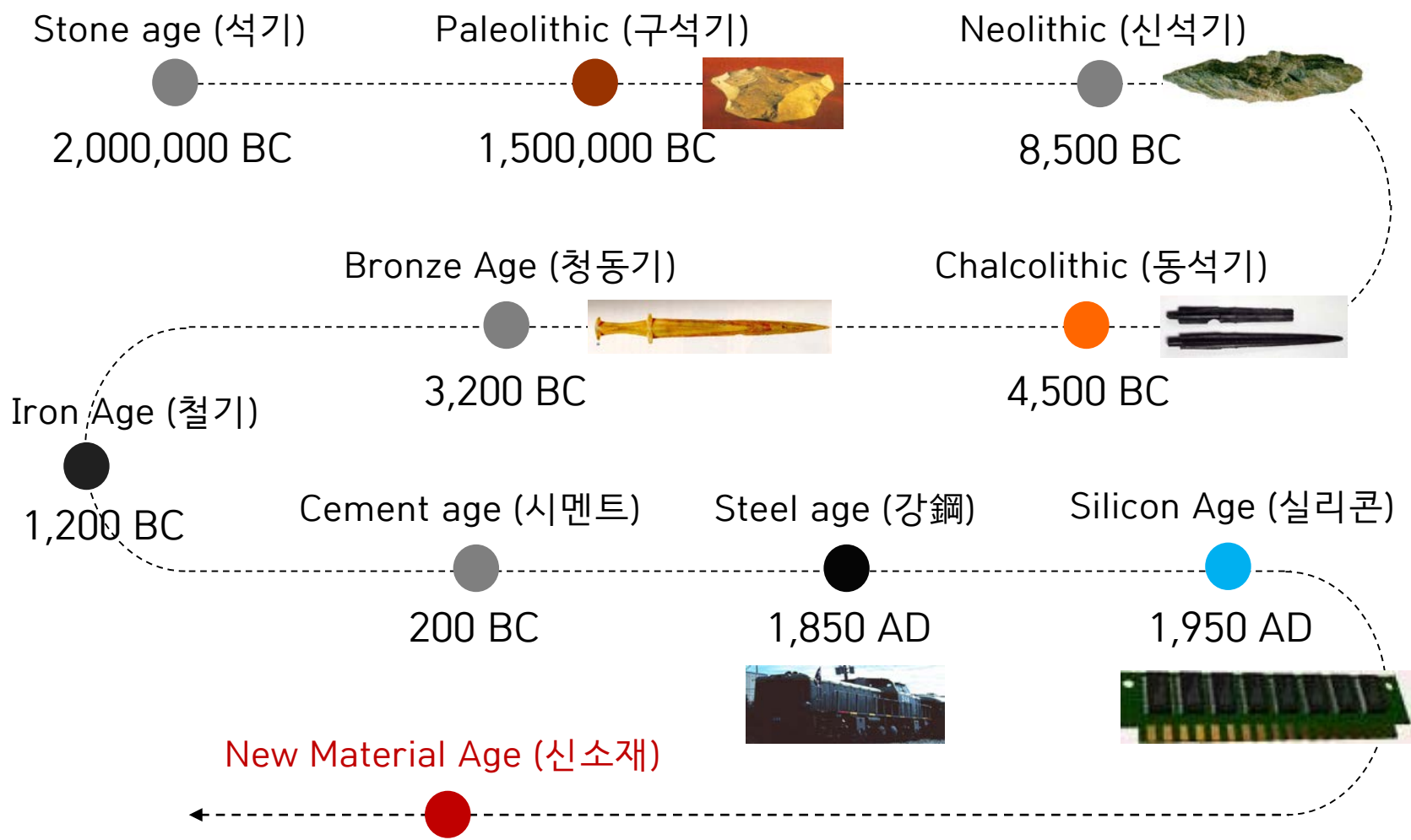
탄소 및 동소체

구분	탄소섬유	그래핀	강철
특성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 높은 기계적 물성 및 낮은 비중 - 5.5GPa의 인장탄성 - 490 MPa의 인장강도 - 1.8g/cc의 밀도 ◦ 우수한 전기 및 열적 특성 - 저항 $3 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ (구리: 10^{-6}) - 열전도도 : 85W/mK - 녹는점 : 3000도 이상 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 높은 기계적 물성 및 낮은 비중 - 수십 GPa의 인장탄성 - 수 GPa의 인장강도 - 1.3g/cc의 밀도 ◦ 우수한 전기 및 열적 특성 - 저항 $3 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ (구리: 10^{-6}) - 열전도도 : >3000W/mK - 녹는점 : 3000도 이상 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 높은 기계적 물성 및 높은 비중 - 210 GPa의 인장탄성 - 250 MPa의 인장강도 - 밀도 : 7.9g/cc ◦ 우수한 전기 및 열적 특성 - 저항 $10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ - 열전도도 : 80W/mK - 녹는점 : 1300도 이하
가격	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 탄소섬유 함유 에폭시 프리프레그 가격 - 12~20달러/kg(2014년) ◦ (전망) 꾸준히 가격이 감소하는 추세 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 70~80달러/ m² (필름형태) ◦ 200~500달러/ Kg (분말형태) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 0.1~1달러/kg임
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 높은 물성과 낮은 비중 - 저비중 고강도 복합체 (예, 항공기, 풍력블레이드 등) ◦ 뛰어난 내화학성 - 해양 구조물 등의 다양한 분야 적용 ◦ 우수한 전기 전도성 - 전자제품 케이스 등 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 넓은 면적과 빛 특성 - 에너지 저장 및 전달 분야 - 광검출기 등의 분야 ◦ 투명성/유연성 - 터치패널의 투명전도성 전극 - 방열도료 등 - 센서 등 전자소자 분야 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 저렴한 가격 - 모든 산업분야에 사용 ◦ 성숙한 산업분야 - 성형성 우수로 인한 대량 생산이 이루어짐 - 재활용이 쉬움



허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

인류 문명의 발전과 재료



허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

재료 공정의 발전

1) 토기의 소성온도

- 500 °C 이하 최초가열: 운모와 점토의 수분제거
- 700 °C : 연질토기의 소성온도 (삼국시대)
- 700-1200 °C: 경질토기의 소성온도 (통일신라)
- 1200 °C 이상: 도자기 (청자, 백자)

2) 야금술 (metallurgy)의 발달

- 야금술: 금속을 다루는 기술, 금속의 추출, 가공, 성형
- 야금 공정온도

일반 나뭇불: 800-900 °C

참나무: 1000 °C + 자연풍 = 1100정도 (동제련 가능: 1084.5 °C)

인 철광석 1150 °C 용해

목탄 (숯): 1200 °C (철광석+ 목탄 = sponge iron), 탄소함유 4.3%

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

금속 재료의 가공과 연금술

1) 금속 가공

- 신석기 말기: 천연금속(금, 백금, 구리)의 사용
- 동역 사용: 제련동으로 만든 동기 (As, Sb 미량 함유하여 강도 증가)
- 청동기 (Sn(주석), Pb(납)) 주조기술 (중국 → 한국 → 일본전수)
정밀주조인 실랍법 기술 보유 (다뉴세문경)
아연 420도 용융, 950도 기화됨. 18세기 금속아연 주조기술

2) 연금술사 (점성술사, 천문학자, 화학자)

- 금을 창조하는 과정에서 많은 화학적 발견

3) 7 가지 금속

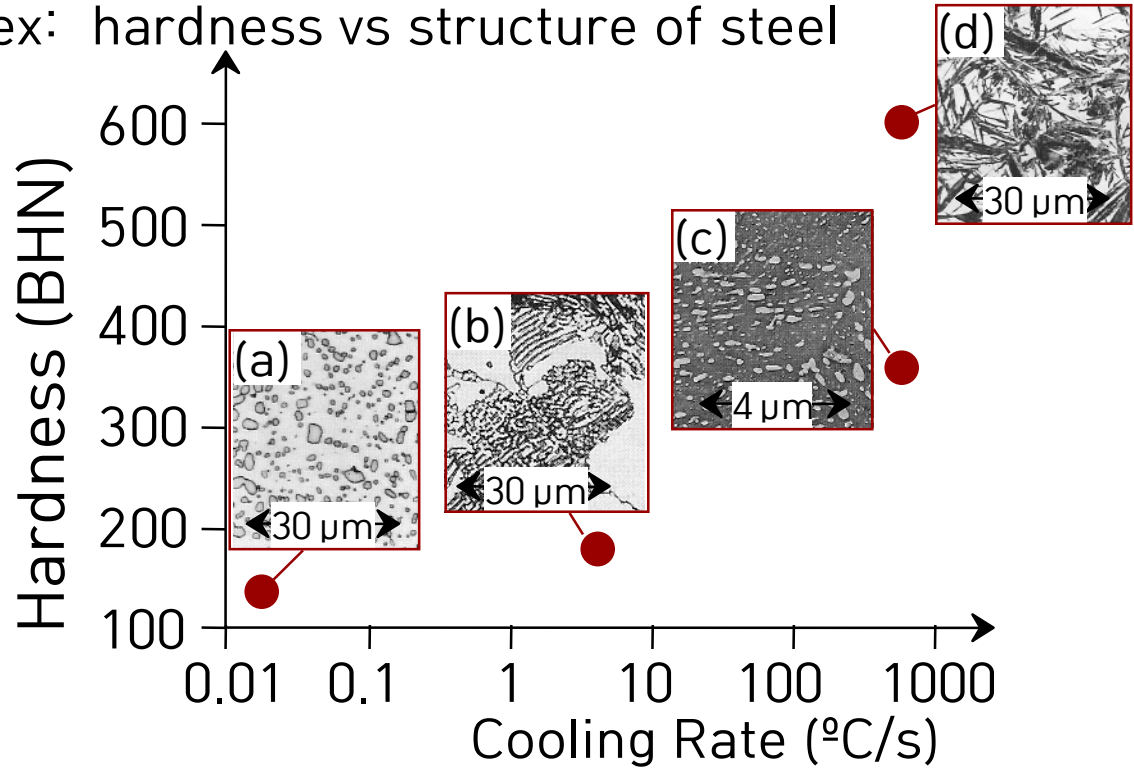
- Au (Aurum(gold: 금)), Ag (Argentum(silver: 은)), Cu (Cuprum(copper: 동))
Sn (Stannum(tin: 주석)), Pb (Plumbum(lead: 납)), Hg (hydrargyrum
(mercury: 수은)), Fe (ferum(iron: 철))

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

재료의 구조-가공-특성

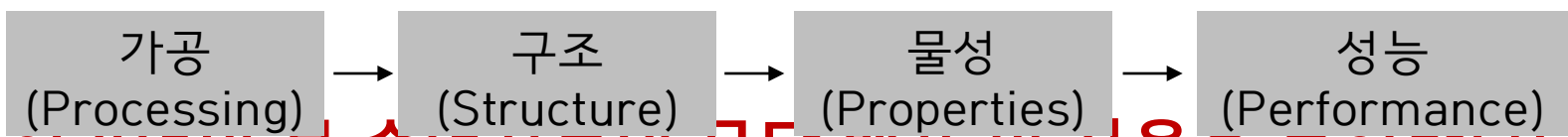
1) 물성의 구조 의존성

ex: hardness vs structure of steel



2) 가공을 통한 구조변경

ex: structure vs cooling rate of steel



어기없이 본 수업사료의 무단 배포 및 사용을 할어합니다.

재료의 분류

1) 금속 (Metals)

- 금속결합 (Metallic bonding) → 금속원자와 자유전자구름의 결합
- Strong, ductile
- High thermal & electrical conductivity
- Opaque, reflective.

2) 플라스틱 (Polymers/plastics)

- 공유결합 (Covalent bonding) → 전자의 공유로 인한 결합
- Soft, ductile, low strength, low density
- Thermal & electrical insulators
- Optically translucent or transparent.

3) 세라믹 (Ceramics)

- 이온결합 (ionic bonding) - 금속 & 비금속원소 (oxides, carbides, nitrides, sulfides)의 화합물
- Brittle, glassy, elastic
- Non-conducting (insulators)

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

재료 선정 과정

1. 용도 선정 (Application) → 필요 물성 (Properties) 결정

물성: 기계적 (mechanical), 전기적 (electrical), 열적 (thermal), 자기적 (magnetic), 광학적 (optical) 특성.

2. 물성 (Properties) → 후보물질 (Materials) 선정

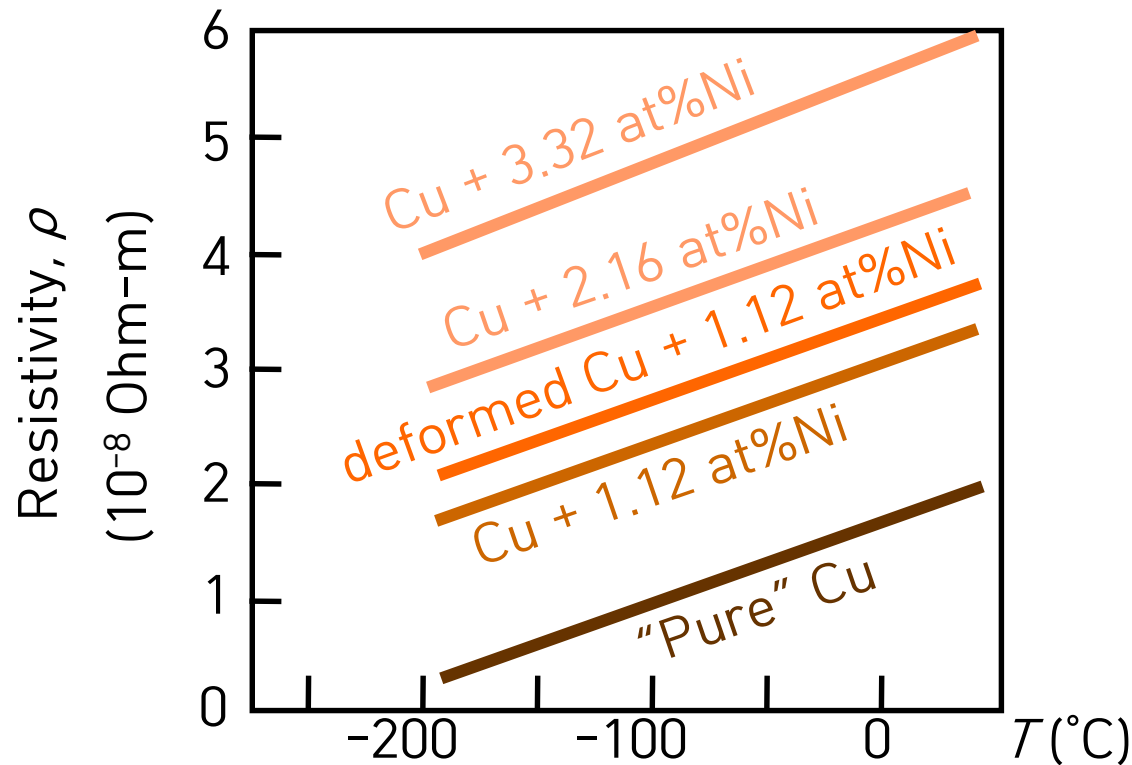
물질 선정 고려사항: 구조 (structure), 조성 (composition).

3. 물질 (Material) → 필요 공정 (Processing) 확인

공정 (Processing): 구조 (*structure*)와 전반적 형태 (*shape*) 결정
공정의 예: casting, sintering, vapor deposition, doping forming, joining, annealing.

전기적 특성

1) 온도에 따른 금속의 전도도

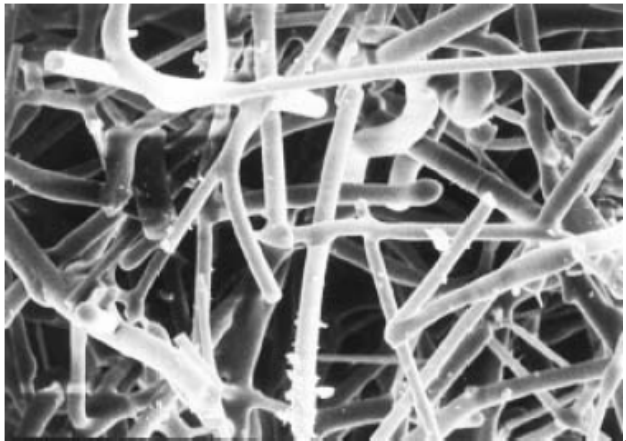


- 구리 (Cu)에 불순물 (impurity) 첨가는 저항 (resistivity)을 증가.
- 구리의 변형 (Deforming)은 저항 (resistivity)을 증가.

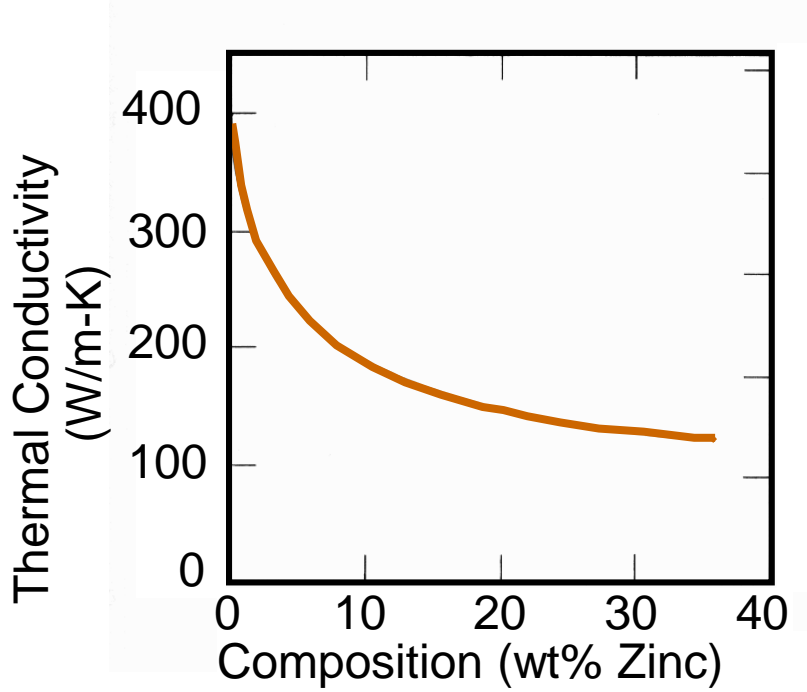
허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

열적 특성

- 우주왕복선 타일
 - 실리카 섬유(Silica fiber) 피복
 - : 낮은 열전도 (heat conduction)



- 구리의 열전도 (Thermal Conductivity)
 - 구리에 아연 (Zn) 추가와 함께 감소



허가없이 본 사업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

광학적 특성

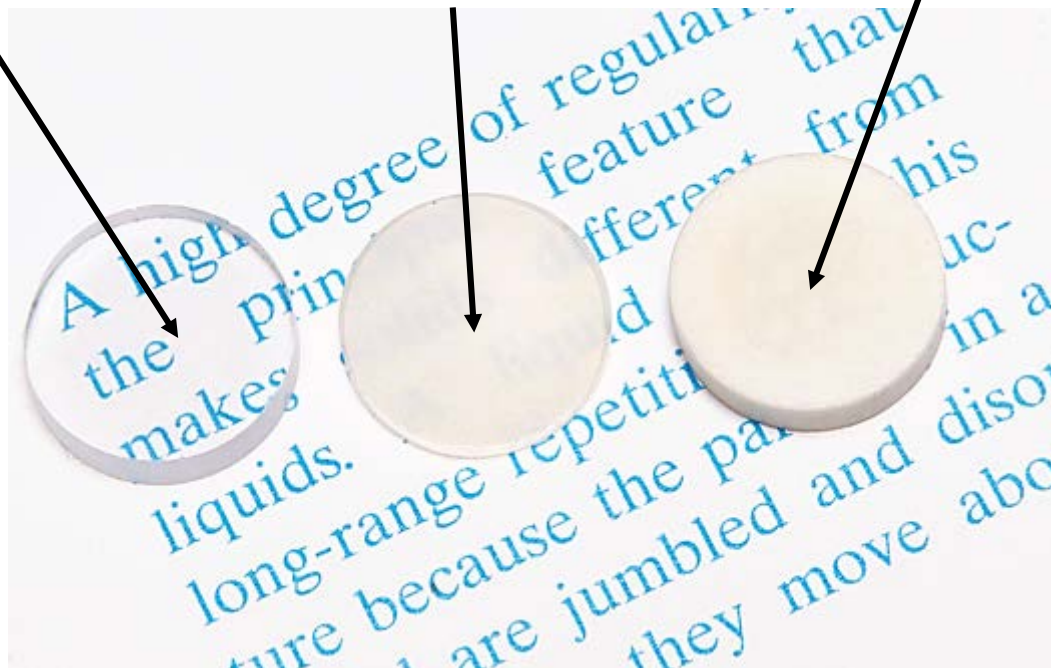
1) 투과도 (Transmittance)

- 산화알루미늄 (Aluminum oxide)은 재료구조 (단결정 vs. 다결정, 다공도)에 따라 투명 (transparent), 반투명 (translucent), 또는 불투명 (opaque).

단결정
(single crystal)

다결정 (polycrystal):
기공 없음 (no porosity)

다결정 (polycrystal):
기공 있음 (some porosity)



허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.