

성명: \_\_\_\_\_

학번: \_\_\_\_\_

### Manufacturing Processes (446.305A)

Midterm Exam

October 24, 2007

답은 별도의 답안지에 작성하고, 문제지와 답안지에 성명과 학번을 기입하여 모두 제출하기 바랍니다.

1. [20점, 10분] 다음 문제에 답하십시오.

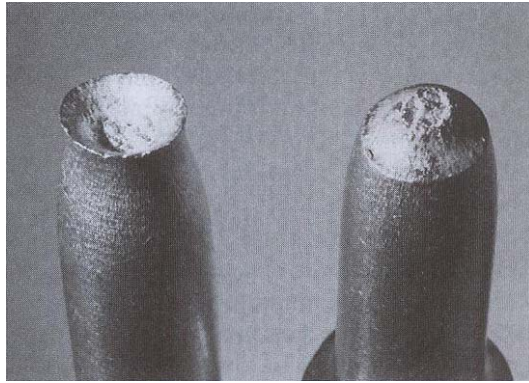
- A. 다음 중 주조 공정 (casting)의 장점이 아닌 것은?
- a. 복잡한 제품/형상을 일체로 생산할 수 있다.
  - b. 형상과 치수가 동일한 제품을 얻을 수 있다.
  - c. 용융 금속이 응고 시 수축되므로 치수 정확도가 높아진다.
  - d. 대량 생산이 가능하다.
- B. 항공기 엔진에 사용되는 고온용 터빈 블레이드 (turbine blade)를 제작할 때 가장 좋은 기계적-열적 성능을 제공할 수 있는 재료는 다음 중 어느 것인가?
- a. 조대결정립 초합금 (super alloy)
  - b. 단결정 (single crystal) 초합금 (super alloy)
  - c. 미세결정립 초합금 (super alloy)
  - d. 탄소강
- C. 다음 중 재료의 강도에 대해서 틀린 설명을 고르시오.
- a. 일반적으로 결정립 (grain)의 크기가 줄어들수록 재료의 강도는 약해진다.
  - b. 재료의 결함 (defect)에는 공공 (空孔, vacancy), 전위 (dislocation), 균열 (crack) 등이 있다.
  - c. 재료의 실제 강도는 보통 이론적 강도보다 낮다.
  - d. 이론적 인장 강도는 강성의 약 1/10 정도이다.
- D. 다음 중 금속의 표면에 관한 내용 중 틀린 것을 고르시오.
- a. 많은 금속은 표면에 산화층을 가진다.
  - b. 이온 주입 (ion implantation)은 금속 표면의 경도를 향상 시킨다.
  - c. 마이크로 스케일의 국부적 용접 (local welding)은 마멸을 일으키는 원인 중 하나이다.
  - d. Shot peening은 재료 표면에 인장 잔류 응력을 발생시켜 피로 수명을 늘리는 방법이다.

2. [20점, 10분] 다음 사진을 보고 문제에 답하십시오.

- A. 다음 현미경 사진 (100배 확대)에서 보이는 재료의 이름과, 이 재료의 특성을 간단히 설명하십시오.

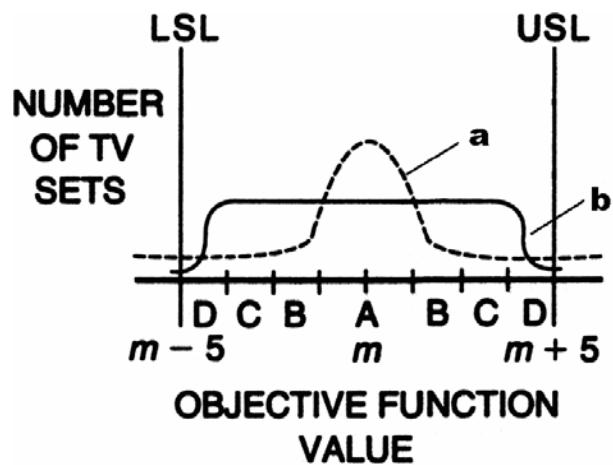


- B. 아래 그림은 어떤 재료의 인장 실험 후 시편의 양쪽 단면이다. 재료의 파단 된 형상을 보고, 이 재료가 보여줄 **stress-strain curve**를 그리고, 그 그림 위에 **Young's modulus**를 정의하고, **Ultimate tensile strength**를 표시하시오.

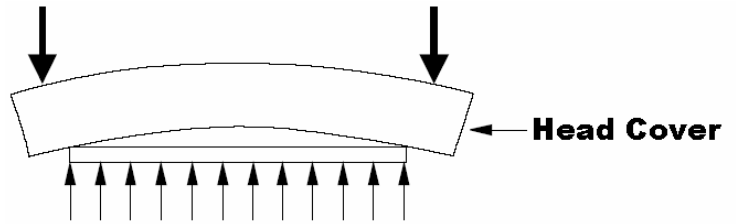
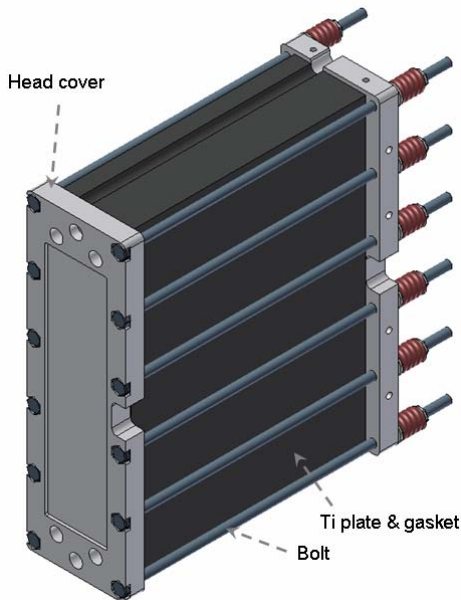


3. [20점, 20분] 다음 글을 읽고 질문에 답하시오.

2007년 한 전자 제품 제조 회사는 LCD TV 생산을 위해 국내의 A 공장과 중국의 B 공장을 운영하고 있었다. 두 공장은 동일 한 설계도면과 사양을 기준으로 TV를 생산하고 있다. 그러나 2007년 10월 24일자 서울 신문의 'LCD TV 소비자 선호도 조사'에 의하면 소비자들은 B 공장에서 제조된 TV보다는 A 공장에서 제조된 TV를 훨씬 더 선호한다는 것이었다. 이러한 차이를 비교하기 위해 위와 같이 색상 표현능력에 대한 통계자료를 그래프로 비교해 보았다...



- A. 두 그래프의 공정 능력 지수 (process capability index)  $C_p$  값을 각각 구하고, 국내 공장에서 생산하는 TV를 더 선호하는 이유를 설명하시오. (단,  $\sigma_A \approx (USL-LSL)/6$ ,  $\sigma_B \approx (USL-LSL)/3.6$ )
- B. 공정의 변화가 생겨서 점선 그래프의 공정 평균이  $m$ 에서  $m+1$ 로 바뀌었다(LSL과 USL은 고정). 기존의 공정 능력 지수  $(C_{pk})_A$ 와, 바뀐 공정 능력 지수  $(C_{pk})_A'$ 를 구하시오.
4. [20점, 20분] 다음은 선박용 열 교환기이다. 이 중 head cover의 재료를 선정하고자 한다. Head cover는 아래 그림과 같이 굽힘 하중을 받는 평평한 판이다. Head cover의 기존 재료는 steel이다. 하지만 steel로 제작된 head cover는 무게가 무겁기 때문에, 좀 더 가벼우면서도 하중을 견딜 수 있는 재료를 선택하여 재설계하고자 한다.



A. 위의 조건에서 필요로 하는 강성과 강도에 대한 material index를 아래의 표에서 각각 찾으시오.

<표 4-1>

Function and constraints	Maximize
<b>Tie (tensile strut)</b> stiffness, length specified; section area free	$\sigma_f / \rho$
<b>Shaft (loaded in torsion)</b> load, length, shape specified; section area free	$\sigma_f^{2/3} / \rho$
load, length, outer radius specified; wall thickness free	$\sigma_f / \rho$
load, length, wall-thickness specified; outer radius free	$\sigma_f^{1/2} / \rho$
<b>Beam (loaded in bending)</b> load, length, shape specified; section area free	$\sigma_f^{2/3} / \rho$
load length, height specified; width free	$\sigma_f / \rho$
load, length, width specified; height free	$\sigma_f^{1/2} / \rho$
<b>Column (compression strut)</b> load, length, shape specified; section area free	$\sigma_f / \rho$
<b>Panel (flat plate, loaded in bending)</b> stiffness, length, width specified, thickness free	$\sigma_f^{1/2} / \rho$
<b>Plate (flat plate, compressed in-plane, buckling failure)</b> collapse load, length and width specified, thickness free	$\sigma_f^{1/2} / \rho$
<b>Cylinder with internal pressure</b> elastic distortion, pressure and radius specified; wall thickness free	$\sigma_f / \rho$
<b>Spherical shell with internal pressure</b> elastic distortion, pressure and radius specified, wall thickness free	$\sigma_f / \rho$
<b>Flywheels, rotating discs</b> maximum energy storage per unit volume; given velocity	$\rho$
maximum energy storage per unit mass; no failure	$\sigma_f / \rho$

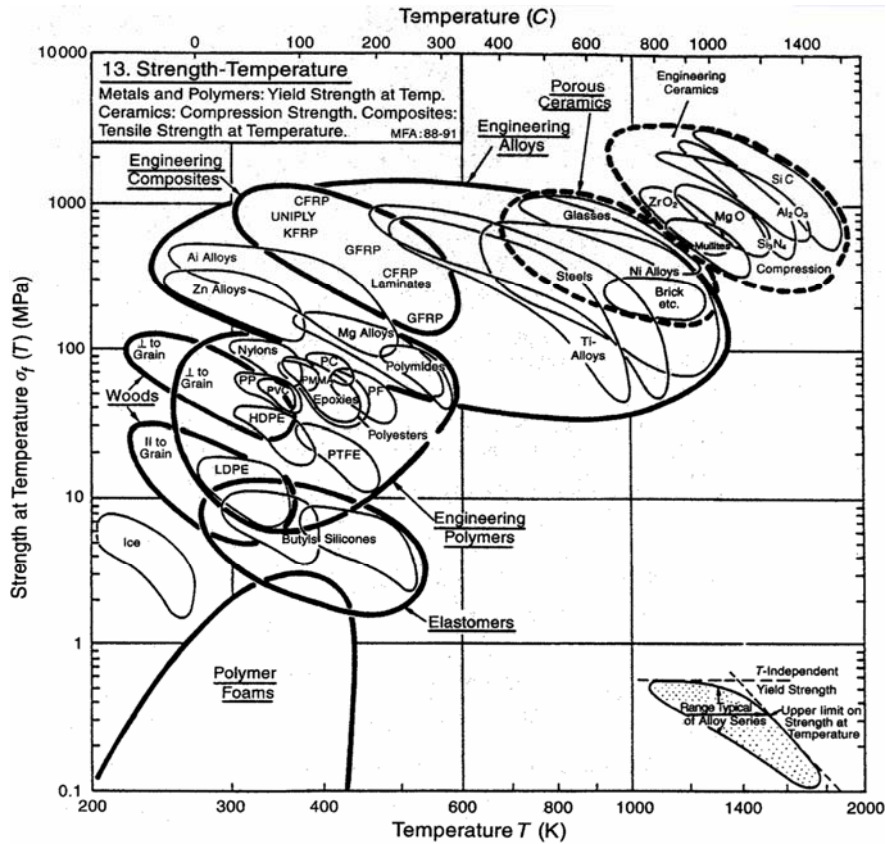
<표 4-2>

Function and constraints	Maximize
<b>Tie (tensile strut)</b> stiffness, length specified; section area free	$E / \rho$
<b>Shaft (loaded in torsion)</b> stiffness, length, shape specified, section area free	$G^{1/2} / \rho$
stiffness, length, outer radius specified; wall thickness free	$G / \rho$
stiffness, length, wall-thickness specified; outer radius free	$G^{1/3} / \rho$
<b>Beam (loaded in bending)</b> stiffness, length, shape specified; section area free	$E^{1/2} / \rho$
stiffness, length, height specified; width free	$E / \rho$
stiffness, length, width specified; height free	$E^{1/3} / \rho$
<b>Column (compression strut, failure by elastic buckling)</b> buckling load, length, shape specified; section area free	$E^{1/2} / \rho$
<b>Panel (flat plate, loaded in bending)</b> stiffness, length, width specified, thickness free	$E^{1/3} / \rho$
<b>Plate (flat plate, compressed in-plane, buckling failure)</b> collapse load, length and width specified, thickness free	$E^{1/3} / \rho$
<b>Cylinder with internal pressure</b> elastic distortion, pressure and radius specified; wall thickness free	$E / \rho$
<b>Spherical shell with internal pressure</b> elastic distortion, pressure and radius specified, wall thickness free	$E / (1 - \nu) \rho$

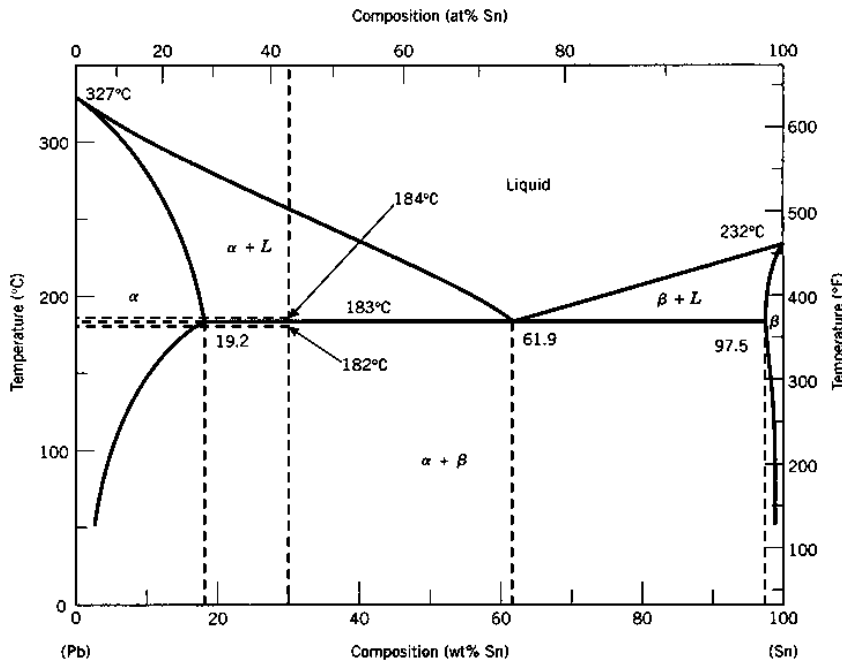
B. 위 문제 4번의 A에서 구한 답을 토대로 아래의 Ashby chart에서 재료의 후보군을 강성과 강도에 대해 각각 3개씩 선택하시오.



C. 위 제품(head cover)은 600K 이내의 온도에서 작동하며, 최대 200 MPa의 응력을 받는다. 아래의 Ashby chart를 참고하여 위 4-A, 4-B 번에서 구한 재료 중 이 온도에서 사용하기 가장 적합한 재료를 하나 고르시오.



5. [20점, 15분] 아래의 Sn-Pb 그래프를 보고, 다음을 각각 구하시오.



- 182°C 30% Sn-70% Pb 합금에서 전체 α phase 중 proeutectic α의 비율은?
- 182°C에서 어떤 조성을 가진 Sn-Pb 합금 중 α phase가 40%, β phase가 60%를 차지할 때, proeutectic α의 비율은?