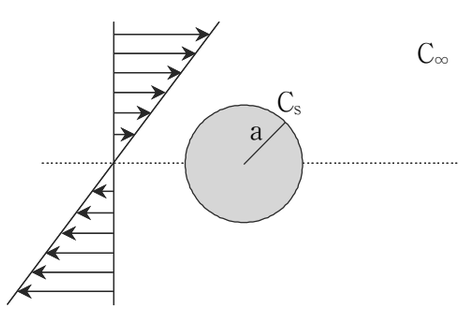
계산기 사용가능 여부	가능

전달현상

2007년 시행 행정고등고시(기술직) 제2차시험

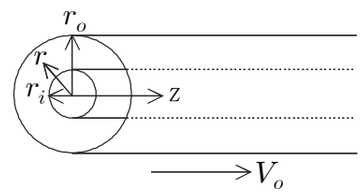
응시번호 :　　성명 :

제 1 문. 농도 C_∞인 과포화 용액의 전단흐름 속에서 구형 결정 입자가 성장하고 있다. 이때 결정입자 표면에서의 용액 농도는 $C_s = C_0 + (2C_0/a)(\gamma\Omega / RT)$와 같이 주어진다. 여기서 C_0은 결정표면이 평면일 때의 포화농도, γ는 단위면적당 계면자유에너지, Ω는 고체상의 용질 1 mol 당 부피, R은 기체상수, T는 절대온도이고 a는 결정입자의 반경이다. 전단흐름 속에서 물질전달 상관식은 $Sh = k_a(2a)/D = 9$로 주어질 때 다음 물음에 답하시오. (총 30점)
(단, k_a는 용액상에서 물질전달 계수, D는 용액상에서 용질의 확산계수이며, C_∞는 시간에 따라 변하지 않는다고 가정한다)



1) 결정입자의 성장속도 da/dt를 위에 주어진 변수들을 이용하여 나타내시오. (10점)
2) 결정입자는 입자의 반경이 어떤 임계반경(a_c) 이상일 때만 성장하고 임계반경보다 작은 경우에는 다시 용해되어 크기가 작아진다. 이 문제에 대한 임계반경(a_c)를 구하시오. (10점)
3) 계면자유에너지(γ)의 영향이 무시될 경우, 초기 반경 $a_0 = 10^{-6}$ m인 입자가 반경이 $a = 10^{-5}$ m까지 성장하는데 걸리는 시간을 구하시오. (10점)
(단, $D = 10^{-9}$ m^2/s, $\Omega C_0 = 10^{-2}$, $C_\infty/C_0 = 1.1$ (과포화도 10 %)이다)

제 2 문. 동심원관 사이를 흐르는 밀도가 일정한 비압축성 뉴톤유체가 완전히 발달된 층류로 흐르고 있다. 바깥쪽 관은 일정한 속도 V_o로 움직이고 안쪽 관은 정지해 있으며 축방향(z방향)의 압력구배는 없다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)



1) 운동량 보존법칙을 반경방향(r방향)의 미소체적에 적용하여 운동량보존식을 유도하시오. (10점)
2) 1)에서 유도한 운동량보존식을 이용하여 점도가 일정할 경우 유체의 속도분포를 주어진 변수들을 이용하여 나타내시오. (10점)

제 3 문. 반도체 공정에서 불순물을 반도체 표면에 기체 상태로 공급하여 반도체 웨이퍼 내로 확산시키는 공정이 있다. 웨이퍼 표면의 불순물 농도는 C_s로 일정하게 유지된다. 1000 ℃에서 1시간 동안 실리콘 내로 불순물인 붕소가 확산되는 경우 다음 물음에 답하시오. (총 30점)

(단, 반도체 웨이퍼 표면의 붕소 농도(C_s)는 10^{19} atoms/cm^3 이고 웨이퍼 내 붕소의 확산계수(D)가 2×10^{-14} cm^2/s이다)

1) 확산공정에 대한 물질전달과 관련된 지배방정식을 유도하고, 시간과 위치에 따른 붕소의 농도를 구하시오. 또한 $erf(2.75) = 0.9999$를 사용하여 1시간 후의 농도가 $C = 10^{15}$ atoms/cm^{3}이 되는 지점에 대한 표면으로부터의 거리를 구하시오. (15점)

(단, $\int_0^\infty e^{-x^2}dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$ 이고, $erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^x e^{-x^2}dx$ 이다)

2) 확산시간(t) 동안 웨이퍼내의 단위면적당 전달된 붕소 원자의 전체수(Q(t))를 주어진 변수들을 이용하여 나타내시오. (10점)

3) 2)에서 확산시간이 1시간일 때 Q의 값을 구하시오. (5점)

제 4 문. 반경이 R이고 길이가 L인 파이프를 통하여 열전도도가 낮은 유체가 질량속도 $\dot{m}$으로 흐르고 있다. 온도가 T_∞인 파이프 외부에 있는 유체로부터 파이프 내부로 열이 전달되고 있다. 정상상태에서 평균온도 T_0인 유체가 파이프로 공급되어 평균온도 T_L로 배출될 때 파이프를 통하여 유체로 전달되는 단위 시간당 열전달량 Q를 주어진 변수들을 이용하여 나타내시오. (20점)

(단, 파이프의 내경 기준 총괄열전달계수는 U이고 정압비열은 일정한 값의 C_P이다. 그리고 반경방향으로의 유체의 온도구배는 없다고 가정한다)

중앙인사위원회 출제관리과장