센서·액추에이터　　중 간 시 험

[25 점]

2007. 10. 31.　　대학원 기계공학과

---

1. [6점] 다음 물음에 서술형으로 답하시오.
   (a) electromechanical transducer (또는 sensor와 actuator)를 공부하는 이유는 무엇인가? (3가지 이상)
   (b) pyroelectricity란 어떤 현상인가?

2. [4점] transducer에 대해 이론적으로 해석(analysis)하기 위한 방법의 하나로 circuit model 방법이 있다.
   (a) 이 방법의 과정(process)과 장점을 제시하시오.
   (b) Kirichhoff 법칙으로부터 일반화 한 circuit law 두 가지, 즉 generalized effort law와 generalized flow law에 관하여 설명하시오.

3. [6점] 평행 판 capacitor로 구성된 transducer에서, 마주보는 평행 판의 일정 폭을 w라 하고 overlap 길이를 y로 나타내면, capacitor에 저장되는 전기적 에너지는 다음과 같다.

$$E = \frac{q^2 d}{2\epsilon w y} \qquad (q : \text{charge}, \quad \epsilon : \text{permittivity}, \quad d : \text{distance})$$

   (a) 전압 e와 길이 y의 관계, 평판 길이방향 힘 F와 전하 q의 관계, 힘 F와 전압 e와의 관계를 각각 구하시오.
   (b) 거리($y = y_0 + \hat{y}$) 변화 $\hat{y}$에 따라 변동하는 전압 e와 전하 q를 각각 $e_0 + \hat{e}$ 와 $q_0 + \hat{q}$ 으로 표현하여 $\hat{e}$와 $\hat{y}$ 간의 선형 관계를 유도하시오.

(뒷면에 계속)

4. [3점] 치수가 $l \times w \times h$인 육면체 자왜(磁歪, magnetostricion)소자에서 길이 l 방향으로 자기장이 형성되어 있을 때, magnetic capacitance, 즉 permeance는 다음과 같이 표현된다.

$$P = \frac{\mu h w}{l} \qquad (\mu = \mu(\rho) : \text{permeability}, \quad \rho : \text{mass density})$$

magnetic flux가 ϕ일 때 이 소자에 저장되는 magnetic energy는 다음과 같다.

$$E = \frac{\phi^2}{2P}$$

길이 l 방향의 magnetostrictive force를 유도하시오 (Poisson 비는 ν).

5. [6점] 일반적인 소재에 있어서, mechanical stress T_i, electric field E_m, magnetic strength H_m, temperature θ를 독립변수로 하고, mechanical strain S_i, electric displacement D_m, magnetic field B_m, entropy σ를 종속변수로 하는 일반적인 구성방정식은 다음과 같다. $(i = 1, 2, \cdots, 6 \; ; \; m = 1, 2, 3)$

$$S_i = s_{ij}^{E,H,\theta} T_j + d_{mi}^{H,\theta} E_m + d_{mi}^{E,\theta} H_m + \alpha_i^{E,H} d\theta$$

$$D_m = d_{mi}^{H,\theta} T_i + \epsilon_{mk}^{T,H,\theta} E_k + m_{mk}^{T,\theta} H_k + p_m^{T,H} d\theta$$

$$B_m = d_{mi}^{E,\theta} T_i + m_{km}^{T,\theta} E_k + \mu_{mk}^{T,E,\theta} H_k + i_m^{T,E} d\theta$$

$$d\sigma = \alpha_i^{E,H} T_i + p_m^{T,H} E_m + i_m^{T,E} H_m + \frac{\rho\, c_i^{E,H,T}}{\theta} d\theta$$

(a) 여기에 표현된 비례상수들 각각의 의미를 제시하고, 2가지 energy domain을 couple시키는 상수에 대해서는 어떠한 coupling인지 밝히시오.

(b) magnetic effect와 thermal effect는 무시할 만 하다고 가정할 때, 위 식들을 단순화하여 압전(piezoelectric) 구성방정식(constitutive equations)을 표현하고, 이를 matrix 형태로 나타내시오 (T와 E로 표현된 S와 D)

(c) (b)에서 구한 식들을 변형하여 S와 D로 표현된 T와 E 식들을 표현하시오.

(끝)

센서·액추에이터　　학 기 말 시 험

[25 점]

2007. 12. 17.　　대학원 기계공학과

---

1. [4점] Hall effect를 이용하는 transducer가 활용되고 있다.
   (a) Hall effect란 무엇인지 설명하시오.
   (b) Hall effect를 이용하는 transduction mechanism을 설명하시오.

2. [4점] Potentiometer의 원리는 다음과 같이 단순하게 표현될 수 있다.

$$\frac{e_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

   (a) 각 변수들의 의미를 설명하시오.
   (b) 이 원리를 이용하여 직선 변위를 측정하는 관계 식과 각 변위를 측정하는 관계 식을 제시하시오.

3. [4점] Fiber optic waveguide의 원리를 파악하는 데에 두 매질의 경계면에서 빛의 입사와 굴절에 관련된 Snell의 법칙이 필요하다. 매질의 굴절율과 입사각 및 반사각 등을 인용하여 Snell의 법칙을 설명하시오.

4. [4점] Electromechanical transducer에서 input과 ouput의 effort와 flow의 관계를 표현하는 2-port 방정식들 중에서, impedance 표현 방식과 admittance 표현 방식은 각각 다음과 같다.

$$\begin{Bmatrix} e_{\text{in}} \\ e_{\text{out}} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} f_{\text{in}} \\ f_{\text{out}} \end{Bmatrix} \qquad \begin{Bmatrix} f_{\text{in}} \\ f_{\text{out}} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} e_{\text{in}} \\ e_{\text{out}} \end{Bmatrix}$$

   (a) impedance 표현 방식의 impedance matrix $[Z]$ 안의 네 개의 원소의 의미를 각각 설명하시오.
   (b) admittance 표현 방식의 admittance matrix (또는 mobility matrix) $[Y]$안의 네 개의 원소의 의미를 각각 설명하시오.

(뒷면에 계속)

5. [5점] Transducer의 성능을 표현하는 척도로 사용되는 다음 용어들의 의미를 설명하시오.

(a) operation range
(b) accuracy
(c) frequency response
(d) sensitivity, efficiency
(e) transient response

6. [4점] analog 신호를 digital 신호로 변환하는 A-to-D converter가 사용된다.

(a) A-to-D converter를 사용하는 이유를 설명하시오.

(b) analog 신호를 digital 신호로 변환할 때 발생하는 aliasing 문제가 무엇인지 설명하고, 이 문제를 해결하기 위한 방안을 제시하시오.

(끝)