



ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Β' Εξεταστική Περίοδος Χειμερινού Εξαμήνου 2011-2012

Εισηγητής: Α. Πετρόπουλος

Παρασκευή 2/3/2012

ΘΕΜΑ 1

A. Τι είναι τα MEMS (μικροηλεκτρομηχανικά συστήματα); Δώστε μερικά παραδείγματα τέτοιων συσκευών.

(Συμπεριλάβετε στην απάντηση τις βασικές κατηγορίες/λειτουργίες συστημάτων, τα υλικά, τεχνολογία κατασκευής, κόστος)

B. Τι είναι το housing και ποια η σημασία του; Πως διαφοροποιούνται στον τομέα αυτό τα MEMS σε σχέση με τυπικά κυκλώματα μικροηλεκτρονικής;

(3.5 μονάδες)

ΘΕΜΑ 2

A. Ποια τα κύρια χαρακτηριστικά των μικρορευστομηχανικών συστημάτων;

B. Να περιγράψετε την έννοια του trade-off. Δώστε ένα παράδειγμα.

(3.0 μονάδες)

ΘΕΜΑ 3

Μικρομηχανικός αισθητήρας μέτρησης της πίεσης αποτελείται από κυκλική μεμβράνη πυριτίου πακτωμένη στα άκρα της, πάνω από κοιλότητα δεδομένης πίεσης. Η μεμβράνη έχει κυκλικό σχήμα ακτίνας a , πάχος h , ενώ όταν η εξωτερική πίεση είναι ίση με την εσωτερική, η το ύψος της κοιλότητας είναι σταθερό και ίσο με 20μm.

A) Για ακτίνα a_1 , έστω ότι η μέγιστη απόκλιση της μεμβράνης είναι 5μm. Να βρείτε τη μέγιστη τιμή της απομάκρυνσης $w(r)$ όταν $a_2=2 a_1$, με σταθερή πίεση.

B) Για ακτίνα $a_3=500\mu\text{m}$ να βρείτε το μετρητικό πεδίο του αισθητήρα σε κανονική λειτουργία (normal mode – η μεμβράνη δεν ακουμπάει το υπόστρωμα)

Γ) Έστω ότι η χωρητικότητα του αισθητήρα δίνεται από τη σχέση

$$C(P)=A_0 + A_1 \cdot P + A_2 \cdot P^2 + A_3 \cdot P^3 + A_4 \cdot P^4$$

$$\text{με } A_0 = 2\text{fF}, A_1 = 1\text{ fF / Pa}, A_2 = 3\text{ fF / Pa}^2, A_3 = -5/6\text{ fF / Pa}^3, A_4 = 1/12\text{ fF / Pa}^4$$

Να βρείτε την τιμή της χωρητικότητας και της ευαισθησίας του αισθητήρα εκεί όπου η ευαισθησία του γίνεται μέγιστη. Πως συνδέεται η τιμή της χωρητικότητας με την απομάκρυνση της μεμβράνης;

Δίνονται:

$$w(r) = \frac{P\alpha^4}{64D} \left[1 - \left(\frac{r}{\alpha} \right)^2 \right]^2 \quad D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad E_{\text{si}} = 150 \text{ GPa} \quad \nu_{\text{si}} = 0.2$$

1 Pa = N / m² h=10μm

(3.5 μονάδες)

ΘΕΜΑ 4

Αισθητήρες υπερήχων (ultrasonic sensors):

- i. Να αναφέρετε συγκεκριμένες εφαρμογές αυτής της κατηγορίας των αισθητήρων
- ii. Να περιγράψετε την αρχή λειτουργίας των αισθητήρων υπερήχων ως μέσα ανίχνευσης της μετατόπισης (displacement sensors). Να περιέχεται στην απάντηση η περιγραφή του φαινομένου Doppler.
- iii. Πως μπορούν να δημιουργηθούν και να ανιχνευθούν τα κύματα υπερήχων;
- iv. Να αναφέρετε άλλους τύπους αισθητήρων μετατόπισης. Ποια είναι τα κύρια πλεονεκτήματα των αισθητήρων μετατόπισης που βασίζονται στους υπερήχους;

(2.5 μονάδες)