

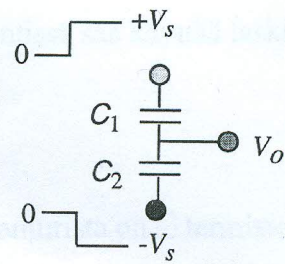
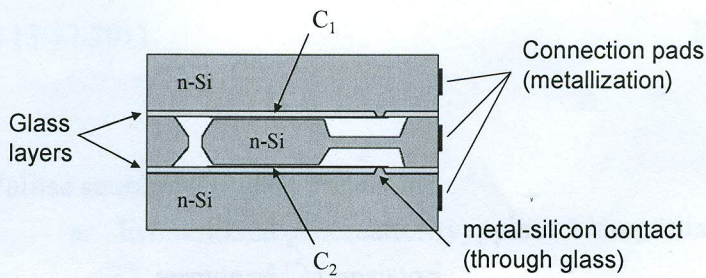
MIT-4031 Mikroanturit

N

Tentti 13.12.2011

Tentissä saa käyttää laskinta

1. Valitse seuraavista oikea vaihtoehto:
 - a. Esimerkkinä generaattorityyppisestä lämpötila-anturista on termistori termopari transistori.
 - b. Seostetussa p-tyyppisessä piissä on epäpuhtausatomeina booria (B) fosforia (P), siinä ei ole epäpuhtausatomeja.
 - c. Metallikerrosta ei voida kasvattaa piinitridin pinnalle höyrystämällä sputteroimalla oksidoimalla.
 - d. V:n muotoinen ura voidaan syövyttää anisotrooppisesti piikiekolle, jonka pinnan suunta on (110) (100) (111).
 - e. Piin band gap energia on 1,12 eV, joka vastaa fonia, jonka aallonpituus on 1107 nm. Piin johtavuus kasvaa, kun siihen kohdistuu sähkömagneettista säteilyä, jonka aallonpituus on 1300 nm 3,1 μm 130 nm.
 - f. Mekaanisen jännityksen vaikutuksesta piezoresistiivisessä anturissa resonanssitaajuus muuttuu vastus muuttuu syntyy jännite.
2. Mihin mikroantureissa tarvitaan usein SiO_2 - ja Si_3N_4 -kerroksia? Miten kerrokset valmistetaan, ja miten valmistustekniikka vaikuttaa niiden ominaisuuksiin?
3. Selitä, miten diodilla (pn-liitos) voidaan mitata lämpötilaa ja valoa. Piirrä myös mittauskytkennän periaate kummassakin tapauksessa. Miten anturit on kapseloitu?
4. Mikä on mikrogyroskooppi ja mitä suuretta sillä mitataan? Selitä sen toimintaperiaate. Miten se voidaan valmistaa piille?
5. Esitä kvartsikiteestä valmistetun pietsosähköisen voima-anturin sähköinen ekvivalenttipiiri. Mikä on pelkän anturin aikavakio? Jos kiteestä mitataan jännite vahvistimella, jonka ottoresistanssi on 100 M Ω , niin mikä on järjestelmän (anturi + vahvistin) alarajataajuus? Kvartsin suhteellinen permittiivisyys $\epsilon_r = 4,5$, kideanturin pinta-ala $A = 1 \text{ cm}^2$ ja paksuus $d = 0,5 \text{ mm}$. Kvartsin pietsosähköinen materiaalivakio on $d_{33} = -2,3 \cdot 10^{-12} \text{ CN}^{-1}$ ja resistiivisyys $\rho = 7,5 \cdot 10^{17} \Omega\text{m}$. Tyhjiön permittiivisyys $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$.
6. Selitä kuvassa (alla) esitetyn kiihtyvyyssanturin toimintaperiaate ja mittaustapa. Johda yhtälö, joka kuvaa anturin lähtösignaalin V_o riippuvuutta kiihtyvyydestä a. Mikä on anturin herkkyys, kun syöttöjännitteenä $V+$ ja $V-$ (180 asteen vaihe-ero) navoissa käytetään 1 V suorakulma-aaltoa. Mikä on kiihtyvyyssanturin resonanssitaajuus, jos liikkuvan massan mitat ovat $250 \mu\text{m} \times 500 \mu\text{m} \times 800 \mu\text{m}$ ja piijousen jousivakio $k = 4200 \text{ N/m}$? Hahmottele anturin taajuusvasteen periaatteellinen muoto. Miten resonanssitaajuus näkyy siinä?



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\rho_{Si} = 2.3290 \text{ g cm}^{-3}$$

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$