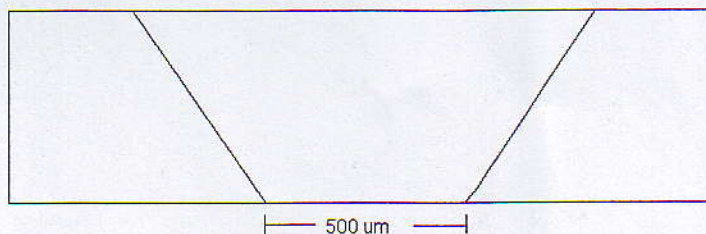


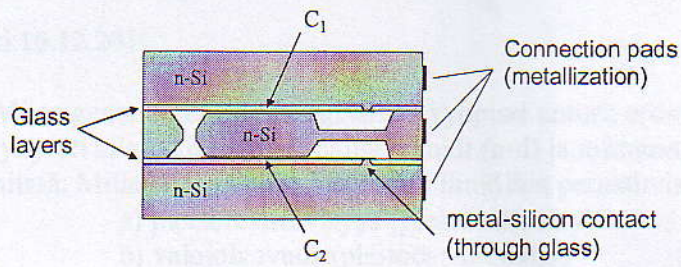
## MIT-4031 Mikroanturit

Tentti 16.12.2010

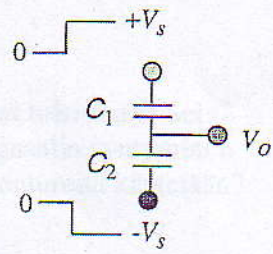
1. Miten generaattori- ja modulaattorityyppiset anturit eroavat toisistaan? Selitä lyhyesti alla mainitut fysikaaliset ilmiöt (a-d) ja mittaussignaalin syntyminen niissä. Millaisiin sovelluksiin näihin ilmiöihin perustuvia antureita käytetään?
  - a) pietsoresistiivisyys (piezoresistivity)
  - b) valojohtavuus (photoconductivity)
  - c) pyrosähköisyys (pyroelectricity)
  - d) pietsosähköisyys (piezoelectricity).
2. Selitä, miten diodilla (pn-liitos) voidaan mitata lämpötilaa ja valoa. Piirrä myös mittauskytken periaate kummassakin tapauksessa. Miten anturit on kapseloitu?
3. Mikä on mikrogyroskooppi ja mitä suuretta sillä mitataan? Selitä sen toimintaperiaate. Miten se voidaan valmistaa piille?
4. Selitä mikrotyöstötekniikalla valmistetun ja tinaoksiidiin ( $\text{SnO}_2$ ) perustuvan kaasuanturin rakenne ja toimintaperiaate. Mitä kaasuja sillä voidaan mitata?
5. Oletetaan, että KOH-liuos syövyttää anisotrooppisesti piitä suunnassa [100] nopeudella  $1.4 \mu\text{m}/\text{min}$  ja piidioksidia ( $\text{SiO}_2$ ) nopeudella  $7.5 \text{ nm}/\text{min}$ . Määritä kiekon takapinnalle muodostettavassa  $\text{SiO}_2$ -syövytysmaskissa olevan aukon koko niin, että syövytyksen jälkeen kiekon etupinnalle syntyvän paineanturikalvon reunan pituus on tarkalleen  $500 \mu\text{m}$ . Etäisyys takapinnalta syövytyksen pysäyttävään epitaksiaalikerrokseen on  $480 \mu\text{m}$ . Miten suuren muutoksen kalvon reunan pituuteen aiheuttaa 1% muutos kiekon paksuudessa? Mikä on kiekon pinnan ja syövytyksestä jäljelle jäävän pinnan (111) välinen kulma, kun myös  $\text{SiO}_2$ -maskin syöpyminen huomioidaan?



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 pöijousen jousivakio  $k = 4200 \text{ N}/\text{m}$ ? Hahmottele anturin taajuusvasteen periaatteellinen muoto. Miten resonanssitaajuus näkyy siinä?



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



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