

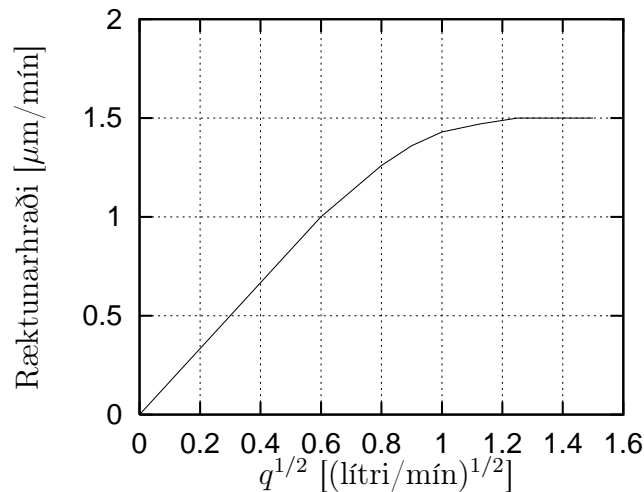
Framleiðsla smárása

Dæmablað 9

Skilafrestur 1. nóvember 2018 kl. 15:00

1. Fjölkrystallaður kísill (CVD)

(10) Fjölkrystallaður kísill er ræktaður úr gasfasa (e. chemical vapor deposition (CVD)) við 1270°C . Þéttleiki kísilatóma í gasflæðinu er $4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Ferillinn sem sýnir vaxtarhraðann sem fall af kvaðratrótinni af gasflæðinu, $q^{1/2}$, við 1270°C er sýndur hér að neðan.



(a) Ef hraðafasti yfirborðshvarfa k_s er gefinn með

$$k_s = 10^7 \exp\left(\frac{-\Delta E}{kT}\right)$$

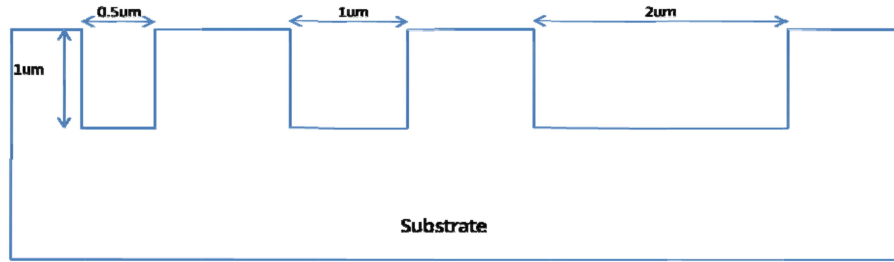
þá skal finna gildið á ΔE .

(b) Finna skal massaflutningsstuðulinn h_G þegar ræktunarhraðinn er $1.4 \mu\text{m}/\text{mín}$?

(Próf maí 2001)

2. Ræktun húðar – Deposition of thin film (20)

(a) Gerum ráð fyrir þversniði undirlags eins og sýnt er hér að neðan. Við ræktun á Al_2O_3 er góðri skrefþekju náð með ræktunarhraða 0.1 micron/min. Rissið þverskurð ræktaðrar húðar ef gert er ráð fyrir fullkominni skrefþekju eftir 1 min, 2 min, og 4 min ræktun.



(b) Fyrir efnagufuágræðslu fjölkristallaðs kísils með SiCl_4 sem gaslind, er massaflutningsstuðullinn $h_g = 1$ cm/sec, hraðafasti yfirborðshvarfa $k_s = 2 \times 10^6 \exp(-1.9/kT)$ cm/sec, og þéttleiki Si atóma í gasflæðinu er $C_g = 3 \times 10^{16}$ atoms/cm³. (Atómpétleiki storkins kísilkristalls er 5×10^{22} atoms/cm³.)

(i) Hver er ræktunarhraðinn við 500 °C ?

(ii) Við hvaða hitastig er $k_s = h_g$?

(c) Listið upp megin kostina við það að nota efnagufuágræðslu (CVD) umfram physical vapor deposition (PVD) þegar ræktaðar eru þunnar húðir.

(d) Listið upp megin kostina á því að nota spættun umfram uppgufun við ræktun á þunnum húðum.

(a) Assume a starting substrate profile shown below. A conformal deposition of Al_2O_3 is then performed with a deposition rate of 0.1 micron/min. Sketch the cross sections of the deposited film for a completely conformal deposition after 1 min, 2 min, and 4 min of deposition.

(b) For chemical vapor deposition of poly-Si using SiCl_4 as a gaseous source, the vapor-phase mass transfer coefficient $h_g = 1$ cm/sec, the surface reaction rate constant $k_s = 2 \times 10^6 \exp(-1.9/kT)$ cm/sec, and the concentration of Si atoms in the gas stream $C_g = 3 \times 10^{16}$ atoms/cm³. (The atomic concentration of solid Si is 5×10^{22} atoms/cm³.)

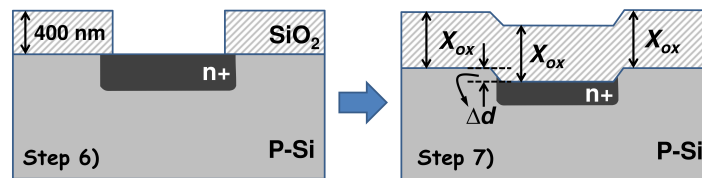
- (i) What is the growth rate at 500 °C ?
- (ii) At what temperature does $k_s = h_g$?
- (c) List the major advantages of using chemical vapor deposition (CVD) versus physical vapor deposition (PVD) for thin films.
- (d) List the major advantages of using sputtering deposition versus evaporation deposition for thin films.

(Próf desember 2016)

3. Oxun – Oxidation (10)

Gerum ráð fyrir að atómbþéttleiki í hreinum kísli sé $5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ og að sameindabþéttleiki SiO_2 sé $2.2 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Strúktúrinn hér að neðan hefur farið í gungum eftirfarandi frmaleiðsluskref:

Assume the atom density of pure Si is $5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ and the molecular density of SiO_2 is $2.2 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. The structure shown below has gone through the following process steps:



- 1) Start with a bare <100> silicon wafer
- 2) Grow 400 nm of oxide
- 3) Lithography
- 4) Dry etch 400 nm of oxide
- 5) Remove P.R.
- 6) Diffuse phosphorous (n^+)
- 7) Wet oxidation for t minutes

Gerum ráð fyrir að línulegur hraðafasti oxunar sé $(B/A)_{n^+} = 4 \times (B/A)_p = 0.4 \mu\text{m}/\text{klst}$ (þ.e., yfirborðshraðafastinn eykst þegar fosfór er fyrir hendi), og fleygboga hraðafastar eru $(B)_{n^+} = (B)_p = 0.2 \mu\text{m}^2/\text{klst}$. Ákvarða t , Δd , og X_{ox} .

Assume that the linear oxidation rate constants are $(B/A)_{n^+} = 4 \times (B/A)_p = 0.4 \mu\text{m}/\text{hr}$ (i.e., the surface reaction rate increases when phosphorous is present), and the parabolic constants are $(B)_{n^+} = (B)_p = 0.2 \mu\text{m}^2/\text{hr}$. Determine t , Δd , and X_{ox} .

(Próf desember 2016)

4. Oxun – Oxidation (10)

Fyrir tiltekið oxunarferli, er það þekkt að oxunarhraðinn (dx_{ox}/dt) er $0.24 \mu\text{m}/\text{klst}$ þegar þykkt oxíðsins er $0.5 \mu\text{m}$ og verður $0.133 \mu\text{m}/\text{klst}$ þegar þykkt oxíðsins er $1 \mu\text{m}$. Finna skal línulegan oxunar fasta (B/A) og fleygboga oxunarfasta B . Gefa skal svarið í viðeigandi einingum.

For a particular oxidation process, it is known that the oxidation rate (dx_{ox}/dt) is $0.24 \mu\text{m}/\text{hour}$ when the oxide thickness is $0.5 \mu\text{m}$ and it becomes $0.133 \mu\text{m}/\text{hour}$ when the oxide thickness is $1 \mu\text{m}$. Find the linear oxidation constant (B/A) and the parabolic oxidation constant B . Give answers in proper units.

(Próf desember 2016)