

ZSE 448/4 - Ilmu Fizik dan Teknologi Alat Rekaan Fotovoltaik

Tarikh: 8 April 1987

Masa: 2.15 ptg. - 5.15 ptg.
(3 jam)

Jawab KESEMUA EMPAT soalan.
Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Huraikan dengan ringkas cara ukuran kefotokonduksian keadaan mantap.
(40/100)
- (b) Bincangkan dengan ringkas proses fotokesan dalam sebagai:
 - (i) pengujaan sebab penyerapan (absorpsi) pencahayaan.
(10/100)
 - (ii) proses peralihan yang boleh didapati dalam kawasan penyerapan (absorpsi) yang asal.
(10/100)
 - (iii) kesan foto dalam yang intrinsik.
(40/100)
2. Huraikan dengan ringkas langkah-langkah yang dijalankan untuk membuat satu sel suria silikon dengan ciri-ciri berikut:
 - (a) ukuran sifat-sifat wafer silikon
 - (b) proses mencuci
 - (c) pembauran
 - (d) pengoksidaan
 - (e) perlogaman
 - (f) ukuran ciri-ciri arus/voltan sel suria.
(100/100)
3. (a) Huraikan dengan ringkas mekanisme untuk pengoksidaan silikon.
(30/100)

...2/-

- (b) Tentukan ketebalan oksida (X) adalah diberikan oleh persamaan seperti berikut:

$$\frac{X^2}{B} + \frac{X}{B/A} = t + \tau$$

di mana simbol-simbol mempunyai maksud yang biasa.
(30/100)

- (c) Hitungkan ketebalan oksida untuk pengoksidaan stim, jika suhu = 900°C dan masa = 40 minit ($\tau = 0$ untuk pengoksidaan stim).

(40/100)

Diberikan:

$$B = C_1 \exp(-E_1/kT); (\mu\text{m}^2/\text{h})$$

$$B/A = C_2 \exp(-E_2/kT); (\mu\text{m}/\text{h})$$

$$C_1 = 3.86 \times 10^2 \mu\text{m}^2/\text{h}$$

$$C_2 = 1.63 \times 10^8 \mu\text{m}/\text{h}$$

$$E_1 = 0.78 \text{ eV}$$

$$E_2 = 2.05 \text{ eV}$$

$$k = 10^{-23} \text{ J deg}^{-1}$$

4. (a) Tunjukkan di proses pembauran dengan cerun kepekatan, ketumpatan fluks berkadar dengan cerun kepekatan seperti berikut:

$$J = - \frac{vd^2}{6} \cdot \frac{\Delta N}{\Delta x}$$

di mana simbol-simbol mempunyai maksud yang biasa.
(40/100)

- (b) Di dalam proses pembauran yang menggunakan wafer silikon, "pre-deposition" adalah dijadikan pada suhu 975°C bagi 30 minit dengan fosforus yang berlebihan. Jika ketaktulenan pepejal bagi

...3/-

fosforus ialah 8×10^{20} atom/cm², dan koefisien
pembauran ialah 1.7×10^{-14} cm²/s, hitungkan taburan
dopan bagi kedalaman simpangan ("junction depth")
0.2 μ .

(60/100)

- ooo00ooo -

TABLE 10-1 (cont.)

Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)
1.29	0.681014D-01	1.72	0.149972D-01	2.15	0.236139D-02		
1.30	0.659920D-01	1.73	0.144215D-01	2.16	0.225285D-02		
1.31	0.639369D-01	1.74	0.138654D-01	2.17	0.214889D-02		
1.32	0.619348D-01	1.75	0.133283D-01	2.18	0.204935D-02		
1.33	0.599850D-01	1.76	0.128097D-01	2.19	0.195406D-02		
1.34	0.580863D-01	1.77	0.123019D-01	2.20	0.186285D-02		
1.35	0.562378D-01	1.78	0.118258D-01	2.21	0.177556D-02		
1.36	0.544386D-01	1.79	0.113594D-01	2.22	0.169205D-02		
1.37	0.526876D-01	1.80	0.109095D-01	2.23	0.161217D-02		
1.38	0.509840D-01	1.81	0.104755D-01	2.24	0.153577D-02		
1.39	0.493267D-01	1.82	0.100568D-01	2.25	0.146272D-02		
1.40	0.477149D-01	1.83	0.965319D-02	2.26	0.139288D-02		
1.41	0.461476D-01	1.84	0.926405D-02	2.27	0.132613D-02		
1.42	0.446238D-01	1.85	0.88897D-02	2.28	0.126234D-02		
1.43	0.431427D-01	1.86	0.852751D-02	2.29	0.120139D-02		
1.44	0.417034D-01	1.87	0.817925D-02	2.30	0.114318D-02		
1.45	0.403050D-01	1.88	0.784378D-02	2.31	0.108758D-02		
1.46	0.389465D-01	1.89	0.752068D-02	2.32	0.103449D-02		
1.47	0.376271D-01	1.90	0.720957D-02	2.33	0.983805D-03		
1.48	0.363459D-01	1.91	0.691006D-02	2.34	0.935430D-03		
1.49	0.351021D-01	1.92	0.662177D-02	2.35	0.889267D-03		
1.50	0.338949D-01	1.93	0.634435D-02	2.36	0.845223D-03		
1.51	0.327233D-01	1.94	0.607743D-02	2.37	0.803210D-03		
1.52	0.315865D-01	1.95	0.582066D-02	2.38	0.763142D-03		
1.53	0.304838D-01	1.96	0.557372D-02	2.39	0.724936D-03		
1.54	0.294143D-01	1.97	0.533627D-02	2.40	0.688514D-03		
1.55	0.283773D-01	1.98	0.510800D-02	2.41	0.653798D-03		
1.56	0.273719D-01	1.99	0.488859D-02	2.42	0.620716D-03		
1.57	0.263974D-01	2.00	0.467773D-02	2.43	0.589197D-03		
1.58	0.254530D-01	2.01	0.447515D-02	2.44	0.559174D-03		
1.59	0.245380D-01	2.02	0.428055D-02	2.45	0.530580D-03		
1.60	0.236516D-01	2.03	0.409365D-02	2.46	0.503353D-03		
1.61	0.227932D-01	2.04	0.391419D-02	2.47	0.477434D-03		
1.62	0.219619D-01	2.05	0.374190D-02	2.48	0.452764D-03		
1.63	0.211572D-01	2.06	0.357654D-02	2.49	0.429288D-03		
1.64	0.203782D-01	2.07	0.341785D-02	2.50	0.406952D-03		
1.65	0.196244D-01	2.08	0.326559D-02	2.51	0.385705D-03		
1.66	0.188951D-01	2.09	0.311954D-02	2.52	0.365499D-03		
1.67	0.181896D-01	2.10	0.297947D-02	2.53	0.346286D-03		
1.68	0.175072D-01	2.11	0.284515D-02	2.54	0.328021D-03		
1.69	0.168474D-01	2.12	0.271639D-02	2.55	0.310660D-03		
1.70	0.162095D-01	2.13	0.259298D-02	2.56	0.294163D-03		
1.71	0.155930D-01	2.14	0.247471D-02	2.57	0.278489D-03		

TABLE 10-1: Complementary Error Function

Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)
0.00	1.000000	0.43	0.543113	0.86	0.223900
0.01	0.988717	0.44	0.533775	0.87	0.218560
0.02	0.977435	0.45	0.524518	0.88	0.213313
0.03	0.966159	0.46	0.515345	0.89	0.208157
0.04	0.954889	0.47	0.506255	0.90	0.203092
0.05	0.943628	0.48	0.497250	0.91	0.198117
0.06	0.932378	0.49	0.488332	0.92	0.193232
0.07	0.921142	0.50	0.479500	0.93	0.188436
0.08	0.909922	0.51	0.470756	0.94	0.183729
0.09	0.898719	0.52	0.462101	0.95	0.179109
0.10	0.887557	0.53	0.453536	0.96	0.174576
0.11	0.876377	0.54	0.445061	0.97	0.170130
0.12	0.865242	0.55	0.436677	0.98	0.165768
0.13	0.854133	0.56	0.428384	0.99	0.161492
0.14	0.843053	0.57	0.420184	1.00	0.157299
0.15	0.832004	0.58	0.412077	1.01	0.153190
0.16	0.820988	0.59	0.404063	1.02	0.149162
0.17	0.810008	0.60	0.396144	1.03	0.145216
0.18	0.799064	0.61	0.388319	1.04	0.141350
0.19	0.788160	0.62	0.380589	1.05	0.137564
0.20	0.777297	0.63	0.372954	1.06	0.133856
0.21	0.766478	0.64	0.365414	1.07	0.130227
0.22	0.755704	0.65	0.357971	1.08	0.126674
0.23	0.744977	0.66	0.350623	1.09	0.123197
0.24	0.734300	0.67	0.343372	1.10	0.119795
0.25	0.723674	0.68	0.336218	1.11	0.116467
0.26	0.713100	0.69	0.329160	1.12	0.113212
0.27	0.702582	0.70	0.322199	1.13	0.110029
0.28	0.692120	0.71	0.315334	1.14	0.106918
0.29	0.681716	0.72	0.308567	1.15	0.103876
0.30	0.671373	0.73	0.301896	1.16	0.100904
0.31	0.661092	0.74	0.295322	1.17	0.979996D-01
0.32	0.650874	0.75	0.288844	1.18	0.951626D-01
0.33	0.640721	0.76	0.282463	1.19	0.923917D-01
0.34	0.630635	0.77	0.276178	1.20	0.896860D-01
0.35	0.620618	0.78	0.269990	1.21	0.870445D-01
0.36	0.610670	0.79	0.263897	1.22	0.844661D-01
0.37	0.600794	0.80	0.257899	1.23	0.819499D-01
0.38	0.590990	0.81	0.251997	1.24	0.794948D-01
0.39	0.581261	0.82	0.246189	1.25	0.770999D-01
0.40	0.571608	0.83	0.240476	1.26	0.747640D-01
0.41	0.562031	0.84	0.234857	1.27	0.724864D-01
0.42	0.552532	0.85	0.229332	1.28	0.702658D-01

337

TABLE 10-1 (cont.)

Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)
2.58	0.263600D-03	3.01	0.207390D-04	3.44	0.114518D-05
2.59	0.249461D-03	3.02	0.194664D-04	3.45	0.106605D-05
2.60	0.236034D-03	3.03	0.182684D-04	3.46	0.992220D-06
2.61	0.223289D-03	3.04	0.171409D-04	3.47	0.923288D-06
2.62	0.211191D-03	3.05	0.160798D-04	3.48	0.858895D-06
2.63	0.199711D-03	3.06	0.150816D-04	3.49	0.799025D-06
2.64	0.188819D-03	3.07	0.141426D-04	3.50	0.743098D-06
2.65	0.178488D-03	3.08	0.132595D-04	3.51	0.690952D-06
2.66	0.168689D-03	3.09	0.124292D-04	3.52	0.642341D-06
2.67	0.159399D-03	3.10	0.116487D-04	3.53	0.597035D-06
2.68	0.150591D-03	3.11	0.109150D-04	3.54	0.554816D-06
2.69	0.142243D-03	3.12	0.102256D-04	3.55	0.515484D-06
2.70	0.134333D-03	3.13	0.957795D-05	3.56	0.478847D-06
2.71	0.126838D-03	3.14	0.896956D-05	3.57	0.444728D-06
2.72	0.119738D-03	3.15	0.839821D-05	3.58	0.412960D-06
2.73	0.113015D-03	3.16	0.786174D-05	3.59	0.383387D-06
2.74	0.106649D-03	3.17	0.735813D-05	3.60	0.355863D-06
2.75	0.100622D-03	3.18	0.688545D-05	3.61	0.330251D-06
2.76	0.949176D-04	3.19	0.644190D-05	3.62	0.306422D-06
2.77	0.895197D-04	3.20	0.602576D-05	3.63	0.284259D-06
2.78	0.844127D-04	3.21	0.563542D-05	3.64	0.263647D-06
2.79	0.795818D-04	3.22	0.526935D-05	3.65	0.244483D-06
2.80	0.750132D-04	3.23	0.492612D-05	3.66	0.226667D-06
2.81	0.706933D-04	3.24	0.460435D-05	3.67	0.210109D-06
2.82	0.666096D-04	3.25	0.430278D-05	3.68	0.194723D-06
2.83	0.627497D-04	3.26	0.402018D-05	3.69	0.180429D-06
2.84	0.591023D-04	3.27	0.375542D-05	3.70	0.167151D-06
2.85	0.556563D-04	3.28	0.350742D-05	3.71	0.154821D-06
2.86	0.524012D-04	3.29	0.327517D-05	3.72	0.143372D-06
2.87	0.493270D-04	3.30	0.305771D-05	3.73	0.132744D-06
2.88	0.464244D-04	3.31	0.285414D-05	3.74	0.122880D-06
2.89	0.436842D-04	3.32	0.266360D-05	3.75	0.113727D-06
2.90	0.410979D-04	3.33	0.248531D-05	3.76	0.105236D-06
2.91	0.386573D-04	3.34	0.231850D-05	3.77	0.975919D-07
2.92	0.363547D-04	3.35	0.216248D-05	3.78	0.900547D-07
2.93	0.341828D-04	3.36	0.201656D-05	3.79	0.833821D-07
2.94	0.321344D-04	3.37	0.188013D-05	3.80	0.770039D-07
2.95	0.302030D-04	3.38	0.175259D-05	3.81	0.711851D-07
2.96	0.283823D-04	3.39	0.163338D-05	3.82	0.657933D-07
2.97	0.266662D-04	3.40	0.152199D-05	3.83	0.607981D-07
2.98	0.250491D-04	3.41	0.141793D-05	3.84	0.561711D-07
2.99	0.235256D-04	3.42	0.132072D-05	3.85	0.518863D-07
3.00	0.220905D-04	3.43	0.122994D-05	3.86	0.479189D-07

TABLE 10-1 (cont.)

Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)
3.87	0.442464D-07	4.30	0.119347D-08	4.73	0.224348D-10
3.88	0.408473D-07	4.31	0.109259D-08	4.74	0.203664D-10
3.89	0.377021D-07	4.32	0.100005D-08	4.75	0.184850D-10
3.90	0.347922D-07	4.33	0.915161D-09	4.76	0.167742D-10
3.91	0.321007D-07	4.34	0.837317D-09	4.77	0.152187D-10
3.92	0.296117D-07	4.35	0.765944D-09	4.78	0.138048D-10
3.93	0.273103D-07	4.36	0.700518D-09	4.79	0.125198D-10
3.94	0.251829D-07	4.37	0.640556D-09	4.80	0.113521D-10
3.95	0.232167D-07	4.38	0.585612D-09	4.81	0.102914D-10
3.96	0.213999D-07	4.39	0.535276D-09	4.82	0.932791D-11
3.97	0.197214D-07	4.40	0.489171D-09	4.83	0.845298D-11
3.98	0.181710D-07	4.41	0.446950D-09	4.84	0.765861D-11
3.99	0.167392D-07	4.42	0.408293D-09	4.85	0.693754D-11
4.00	0.154173D-07	4.43	0.372906D-09	4.86	0.628312D-11
4.01	0.141969D-07	4.44	0.340520D-09	4.87	0.568932D-11
4.02	0.130707D-07	4.45	0.310886D-09	4.88	0.515062D-11
4.03	0.120314D-07	4.46	0.283775D-09	4.89	0.466202D-11
4.04	0.110726D-07	4.47	0.258978D-09	4.90	0.421893D-11
4.05	0.101882D-07	4.48	0.236302D-09	4.91	0.381721D-11
4.06	0.937269D-08	4.49	0.215568D-09	4.92	0.345307D-11
4.07	0.862073D-08	4.50	0.196616D-09	4.93	0.312304D-11
4.08	0.792756D-08	4.51	0.179295D-09	4.94	0.282401D-11
4.09	0.728870D-08	4.52	0.163467D-09	4.95	0.25511D-11
4.10	0.670003D-08	4.53	0.149008D-09	4.96	0.230774D-11
4.11	0.615769D-08	4.54	0.135801D-09	4.97	0.208554D-11
4.12	0.565816D-08	4.55	0.123740D-09	4.98	0.188437D-11
4.13	0.519813D-08	4.56	0.112729D-09	4.99	0.170226D-11
4.14	0.477457D-08	4.57	0.102677D-09	5.00	0.153746D-11
4.15	0.438468D-08	4.58	0.935034D-10	5.01	0.138834D-11
4.16	0.402583D-08	4.59	0.851326D-10	5.02	0.125343D-11
4.17	0.369564D-08	4.60	0.774960D-10	5.03	0.113141D-11
4.18	0.339186D-08	4.61	0.705306D-10	5.04	0.102107D-11
4.19	0.311245D-08	4.62	0.641787D-10	5.05	0.921310D-12
4.20	0.285549D-08	4.63	0.583874D-10	5.06	0.831132D-12
4.21	0.261924D-08	4.64	0.531083D-10	5.07	0.749634D-12
4.22	0.240207D-08	4.65	0.482970D-10	5.08	0.675994D-12
4.23	0.220247D-08	4.66	0.439130D-10	5.09	0.609469D-12
4.24	0.201907D-08	4.67	0.399191D-10	5.10	0.549382D-12
4.25	0.185057D-08	4.68	0.362814D-10	5.11	0.495122D-12
4.26	0.169581D-08	4.69	0.329687D-10	5.12	0.446133D-12
4.27	0.155369D-08	4.70	0.299526D-10	5.13	0.401912D-12
4.28	0.142319D-08	4.71	0.272071D-10	5.14	0.362004D-12
4.29	0.130341D-08	4.72	0.247084D-10	5.15	0.325994D-12

GO
CO
CO

TABLE 10-1 (cont.)

Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)
5.16	0.293508D-12	5.44	0.143363D-13	5.72	0.600078D-15
5.17	0.264208D-12	5.45	0.128342D-13	5.73	0.534249D-15
5.18	0.237786D-12	5.46	0.114873D-13	5.74	0.475548D-15
5.19	0.213964D-12	5.47	0.102797D-13	5.75	0.423213D-15
5.20	0.192491D-12	5.48	0.919719D-14	5.76	0.376564D-15
5.21	0.173138D-12	5.49	0.822708D-14	5.77	0.334990D-15
5.22	0.155701D-12	5.50	0.735785D-14	5.78	0.297948D-15
5.23	0.139992D-12	5.51	0.657916D-14	5.79	0.264949D-15
5.24	0.125844D-12	5.52	0.588172D-14	5.80	0.235559D-15
5.25	0.113103D-12	5.53	0.525717D-14		
5.26	0.101632D-12	5.54	0.469802D-14	5.81	0.209387D-15
5.27	0.913067D-13	5.55	0.419751D-14	5.82	0.186087D-15
5.28	0.820141D-13	5.56	0.374959D-14	5.83	0.165347D-15
5.29	0.736527D-13	5.57	0.334880D-14	5.84	0.146889D-15
5.30	0.661308D-13	5.58	0.299027D-14	5.85	0.130466D-15
		5.59	0.266959D-14	5.86	0.115856D-15
5.31	0.593654D-13	5.60	0.238284D-14	5.87	0.102862D-15
5.32	0.532816D-13			5.88	0.913078D-16
5.33	0.478119D-13	5.61	0.212646D-14	5.89	0.810352D-16
5.34	0.428952D-13	5.62	0.189730D-14	5.90	0.719040D-16
5.35	0.384766D-13	5.63	0.169250D-14		
5.36	0.345063D-13	5.64	0.150951D-14	5.91	0.637892D-16
5.37	0.309396D-13	5.65	0.134604D-14	5.92	0.565791D-16
5.38	0.277362D-13	5.66	0.120003D-14	5.93	0.501740D-16
5.39	0.248595D-13	5.67	0.106965D-14	5.94	0.444852D-16
5.40	0.222768D-13	5.68	0.953249D-15	5.95	0.394336D-16
		5.69	0.849347D-15	5.96	0.349488D-16
5.41	0.199585D-13	5.70	0.756621D-15	5.97	0.309679D-16
5.42	0.178779D-13			5.98	0.274350D-16
5.43	0.160110D-13	5.71	0.673885D-15	5.99	0.243004D-16

63
63
63

