

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1987/88

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

Tarikh: 4 April 1988

Masa: 2.15 petang - 5.15 petang
(3 jam)

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

1. (a) Huraikan dengan ringkas mekanisme pembauran berikut:

(i) interstis (25/100)

(ii) substerstis (25/100)

(b) Kirakan frekuensi proses lompak atom untuk suhu pembauran $T = 300 \text{ K}$ (suhu bilik) dan $T = 1000 \text{ K}$ untuk pembauran interstis. Data yang perlu ialah seperti berikut $E_m = 1.0 \text{ eV}$; $V_0 = 10^{13} / \text{s}$ dan $K_B = 8.62 \times 10^{-15} \text{ eV/K}$ dan simbol mempunyai maksud yang biasa.

Apakah makna suhu tinggi di dalam proses pembauran?
(25/100)

(c) (i) Nyatakan Hukum Fick I (10/100)

(ii) Nyatakan Hukum Fick II (15/100)

2. (a) Huraikan proses seperti berikut:

(i) mencuci wafer silikon (20/100)

(ii) pengoksidaan (20/100)

(iii) proses pembauran (20/100)

Bagaimanakah tebal oksida perkiraan. (10/100)

.../2

- (b) Di dalam proses pembersihan langkah "predeposition" dijalankan pada suhu 1000°C bagi 40 min dengan berlebihan fosforus. Jika ketaktulenan pepejal fosforus ialah 6×10^{21} atom/cm³, dan koefisien pembersihan 1.8×10^{-14} cm²/s, hitungkan taburan dopan bagi "junction depth" 0.3μ.

(30/100)

3. (a) Sekeping semikonduktor menyerap cahaya. Selepas masa t terbitkan ungkapan pembawa cas lebihan yang dikeluarkan seperti berikut:

$$\Delta n = \beta k I t$$

dan $\Delta p = \beta k I t$

di mana simbol-simbol mempunyai maksud yang biasa. Tunjukkan nilai ketepuan dengan menggunakan satu graf Δn vs t.

(40/100)

- (b) Jelaskan dengan ringkas proses fotokesan dalam.

(60/100)

4. Huraikan dengan ringkas proses rekombinasi

(a) kuadratik dan

(b) linear

untuk pengeluaran cas pembawa fotovoltai.

(100/100)

-oooOoooo-

TABLE 10-1: Complementary Error Function

Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)	Z	erfc(Z)
0.00	1.00000	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		
0.06	0.932378	0.49	0.488332	0.91	0.198117
0.07	0.921142	0.50	0.479500	0.92	0.193232
0.08	0.909922			0.93	0.188436
0.09	0.898719	0.51	0.470756	0.94	0.183729
0.10	0.887537	0.52	0.462101	0.95	0.179109
		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		
0.16	0.820988	0.59	0.404063	1.01	0.153190
0.17	0.810008	0.60	0.396144	1.02	0.149162
0.18	0.799064			1.03	0.145216
0.19	0.788160	0.61	0.388319	1.04	0.141350
0.20	0.777297	0.62	0.380589	1.05	0.137564
		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		
0.26	0.713100	0.69	0.329160	1.11	0.116467
0.27	0.702582	0.70	0.322199	1.12	0.113212
0.28	0.692120			1.13	0.110029
0.29	0.681716	0.71	0.315334	1.14	0.106918
0.30	0.671373	0.72	0.308567	1.15	0.103876
		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		
0.36	0.610670	0.79	0.263897	1.21	0.870445D-01
0.37	0.600794	0.80	0.257899	1.22	0.844661D-01
0.38	0.590990			1.23	0.819499D-01
0.39	0.581261	0.81	0.251997	1.24	0.794948D-01
0.40	0.571608	0.82	0.246189	1.25	0.770999D-01
		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

.../2

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	0.123091D-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	0.888897D-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

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	0.992201D-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	0.858995D-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	0.306423D-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	0.973591D-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	0.832821D-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

.../4

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	0.255311D-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

.../5

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

-00000000-