

**KAJIAN SECARA SIMULASI CIRI-CIRI ELEKTRIK SIMPANG P-N
DENGAN MENGGUNAKAN PERISIAN PISCES-II**

MAUREEN CHAN SEI YUN

**DISERTASIINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

MEI 2008



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN SEJARAH SIMULASI CIRI-CIRI ELEKTRIK SIMPANG P-N
DENGAN MENGGUNAKAN PERISAI PASUS-II

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPERJIAN FIZIK
DENGAN ELEKTRONIK

SAYA MAUREEN CHAN SEI YUN SESI PENGAJIAN: 2004/2005
 (HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN


 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)


 (TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: KUANTAN JKR, ~~REBUT~~,
 W.P. LABUAN, BLOC G-2-1,
 81000 W.P. - LABUAN

PROF. NADYA DR. ABDULLAH CHIK

Nama Penyelia

Tarikh: 8/5/08

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

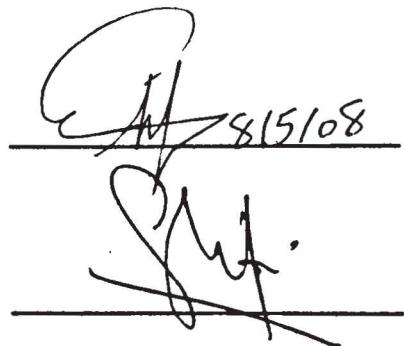
**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan**

- 1. PENYELIA
PROF. MADYA DR. ABDULLAH CHIK**
- 2. PEMERIKSA 1
DR. HAIDER F. ABDUL AMIR**
- 3. PEMERIKSA 2
ENCIK SAAFIE SALLEH**
- 4. DEKAN
SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K OMANG**


8/5/08
.....

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

4 APRIL 2008



MAUREEN CHAN SEI YUN
HS2004-4411

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Abdullah Chik yang banyak memberi tunjuk ajar sepanjang proses saya menyiapkan kajian ini.

Selain itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada ahli keluarga saya yang banyak memberi bantuan dan sokongan moral.

Akhir sekali, ucapan terima kasih saya ditujukan kepada rakan-rakan yang meluangkan masa membantu saya.

ABSTRAK

KAJIAN SECARA SIMULASI CIRI-CIRI ELEKTRIK SIMPANG P-N DENGAN MENGGUNAKAN PERISIAN PISCES-II

Dalam kajian ini, empat model simpang p-n dibina secara simulasi. Bagi MODEL 1 dan MODEL 2, kesan perubahan kepekatan terhadap arus simpang p-n dikaji. MODEL 3 dan MODEL 4 pula mengkaji kesan perubahan ketebalan terhadap arus simpang. Bahan yang digunakan dalam kajian ini adalah Silikon. Simpang p-n tersebut terlebih dahulu dikaji dengan menggunakan perisian PISCES-II. Data yang diperolehi dianalisa dengan menggunakan perisian MICROSOFT EXCEL. Hasil kajian menunjukkan semakin tinggi kepekatan semakin tinggi nilai arus yang diperoleh. Selain itu, semakin meningkat nilai ketebalan, nilai arus semakin meningkat. Kesimpulannya, arus berkadar terus dengan kepekatan dan ketebalan.



ABSTRACT

RESEARCH ON CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTIC OF P-N JUNCTION BY USING PISCES-II

This research carried out four models of p-n junction. MODEL 1 and MODEL 2 studied the effect of concentration in p-n junction. Meanwhile, MODEL 3 and Model 4 studied the effect of depth to the current in. Silicon had been use as the material to conduct this research. P-N junction was run by using PISCES-II software. The data was analysis by using MICROSOFT EXCEL. This research found out that the highest value of the concentration, the highest value of current. Besides that, the highest value of depth also makes the value of current high. In a nutshell, concentration and depth affect the value of current through the p-n junction

SENARAI KANDUNGAN

Muka Surat	
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Tujuan Kajian	2
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Skop Kajian	3
BAB 2 ULASAN LITERATUR	4
2.1 Semikonduktor	4
2.2 Semikonduktor Intrinsik	7
2.3 Semikonduktor Ekstrinsik	8
2.4 Proses Pendopan	8

2.5	Semikonduktor Ekstrinsik Jenis-n	9
2.6	Semikonduktor Ekstrinsik Jenis-p	10
2.7	Simpang p-n	12
2.8	Mekanisme Pengaliran arus Dalam Simpang p-n	13
	2.8.1 Pincangan Ke Depan	13
	2.8.2 Pincang Songsang	14
2.9	Ciri-ciri Elektrik Bagi Simpang p-n	14
2.10	Alat-alat Semikonduktor	16
	2.10.1 Diod	17
	2.10.2 Transistor	17
BAB 3 BAHAN DAN KAEADAH KAJIAN		19
3.1	Bahan	19
3.2	Kaedah Kajian	21
	3.2.1 Langkah Proses Simulasi Perisian PISCES-II	23
BAB 4 KEPUTUSAN		27
BAB 5 PERBINCANGAN		48
5.1	PISCES-II	48
	5.1.1 Nod-nod garis	48
5.2	Kesan Perubahan Kepekatan Terhadap Arus yang Melalui Simpang p-n	50
5.3	Kesan Perubahan Ketebalan Terhadap Arus yang Melalui Simpang p-n	52



BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	54
6.1 Kesimpulan	54
6.2 Cadangan	55
RUJUKAN	56
LAMPIRAN	57

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Atom penderma dan atom penerima bagi semikonduktor intrinsik	9
2.2 Perbandingan bahan semikonduktor jenis-p dan jenis-n	12
3.1 Kepekatan n+ dan p+ yang digunakan dalam Model 1	20
3.2 Kepekatan n dan p yang digunakan dalam Model 2	20
3.3 Ketebalan n+ dan p+ yang digunakan dalam Model 1	20

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Jumlah elektron di petala valens	5
2.2 Susunan jalur-jalur tenaga bagi semikonduktor	6
2.3 Jenis-jenis semikonduktor	7
2.4 Susunan jalur-jalur tenaga bagi semikonduktor jenis-n	9
2.5 Susunan jalur-jalur tenaga bagi semikonduktor jenis-p	11
2.6 Simpang p-n	12
2.7 Pincangan ke depan	14
2.8 Pincangan songsang	15
2.9 Graf arus, I melawan voltan, V bagi simpang p-n	16
2.10 Simbol skematik diod	17
3.1 Simpang p-n	21
3.2 Simpang p-n	21
4.1 Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 1a	28
4.2 Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 1b	28
4.3 Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 1c	29
4.4 Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 1a	30
4.5 Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 1b	30

4.6	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 1c	31
4.7	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 2a	32
4.8	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 2b	32
4.9	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 2c	33
4.10	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 2a	34
4.11	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 2b	34
4.12	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 2c	35
4.13	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 3a	36
4.14	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 3b	36
4.15	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 3c	32
4.16	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 3d	37
4.17	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 3e	38
4.18	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 3a	39
4.19	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 3b	39
4.20	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 3c	40
4.21	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 3d	40
4.22	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 3e	41
4.23	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 4a	42
4.24	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 4b	42
4.25	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 4c	43
4.26	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 4d	43
4.27	Graf arus-voltan bagi pincang depan MODEL 4e	44
4.28	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 4a	45

4.29	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 4b	45
4.30	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 4c	46
4.31	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 4d	46
4.32	Graf arus-voltan bagi pincang belakang MODEL 4e	47
5.1	Perbandingan nilai arus dengan perubahan kepekatan bagi pincang belakang Model 1	50
5.2	Perbandingan nilai arus dengan perubahan kepekatan bagi pincang belakang Model 2	50
5.3	Perbandingan nilai arus dengan perubahan ketebalan bagi pincang belakang Model 3	52
5.4	Perbandingan nilai arus dengan perubahan kepekatan bagi pincang belakang Model 4	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Dalam kajian ini, perisian PISCES-II digunakan untuk mengkaji ciri-ciri arus-voltan simpang p-n.

PISCES-II menyimpan data di dalam pengguna fail terperinci cakera. Dan maklumat data tersebut dibaca oleh GENII yang menggunakan pemprosesan sama seperti SUPREM serta pengguna program Stanford yang lain. Setiap barisan penyataan dikenali dari ayat pertama di dalam kad tersebut. Dan ayat yang selebihnya menyatakan keseluruhan kenyataan tersebut. Manakala setiap ayat di dalam barisan dipisahkan oleh selang kosong. Sekiranya sesuatu baris data memerlukan lebih data maka penggunaan tanda (+) diletakan sebagai satu barisan yang tidak berselang kosong. Penentu aras tidak perlu dinamakan, hanya perlu nama ringkas atau symbol ringkas. Penentu aras terdiri daripada 3 jenis iaitu nombor, simbol atau watak. Penentu aras nombor menggunakan tanda (-) sebelum hasil jumlah dan diikuti oleh barisan data yang lain. Hasil jumlah yang betul akan diwakili TRUE dan hasil jumlah yang tidak tepat diwakili False. Di dalam

kenyataan kad akan memerlukan <...> untuk mewakili penentu aras yang akan dijelaskan dengan lebih lanjut.

Bahan semikonduktor yang digunakan dalam kajian ini ialah Silikon secara simulasi.

Silikon ialah salah satu contoh bahan semikonduktor yang banyak digunakan. Penggunaan silikon dalam peranti semikonduktor memerlukan ketulenan yang amat tinggi, lebih tinggi daripada apa yang dapat dibekalkan oleh silikon gred pelogaman. Silikon digunakan secara meluas dalam semikonduktor kerana:

- Ia mempunyai arus bocoran balikan yang lebih rendah daripada germanium.
- Oksida aslinya mudah dihasilkan di dalam relau dan membentuk antara muka semikonduktor/dielektrik yang lebih baik berbanding dengan hampir semua jenis gabungan bahan.
- Ia wujud dalam keadaan yang lebih baik pada suhu bilik.
- Ia lebih murah berbanding bahan semikonduktor yang lain.

1.2 Tujuan Kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji ciri-ciri arus-voltan bagi simpang p-n yang terdiri daripada jenis bahan semikonduktor Silikon dengan kedalaman dan kepekatan yang berbeza dengan menggunakan perisian Pisces-II.



1.3 Objektif Kajian

1. Mengkaji ciri-ciri arus-voltan bagi simpang p-n yang mempunyai 4 lapisan.
2. Mengkaji ciri-ciri arus-voltan bagi simpang p-n dengan kedalaman yang semakin berkurang.
3. Mengkaji ciri-ciri arus-voltan bagi simpang p-n dengan kepekatan n+ dan p+ yang semakin bertambah.

1.4 Skop Kajian

Kajian ini hanya melibatkan simpang p-n bagi Silikon (Si).

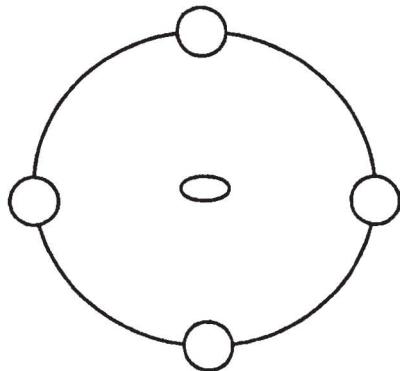
BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Semikonduktor

Bahan boleh dikategorikan kepada konduktor, semikonduktor atau penebat mengikut kebolehan mengalirkan elektrik. Semikonduktor ialah bahan yang mempunyai sifat kekonduksian di antara konduktor dan penebat. Antara contoh bahan-bahan semikonduktor ialah Silikon, Germanium, Gallium Arsenida, Plumbum Sulfida, Indium Antimida dan Selenium.

Pada suhu mutlak iaitu 0 kelvin, semikonduktor bersifat sebagai penebat kerana tidak terdapat elektron-elektron bebas. Apabila berada pada suhu bilik, semikonduktor bersifat sebagai konduktor. Sifat kekonduksian akan bertambah apabila suhunya meningkat ke suhu bilik kerana rintangannya semakin berkurangan. Bahan yang digunakan untuk membuat alat semikonduktor yang tulen adalah tidak terlalu konduktif dan tidak mudah mengalirkan elektrik (Knox. J, 2003). Bagi unsur bahan semikonduktor tulen seperti germanium atau silikon, bagi kawasan luar atom terdapat 4 elektron yang dipanggil elektron valens (Knox J, 2003).



Rajah 2.1 Jumlah elektron di petala valens

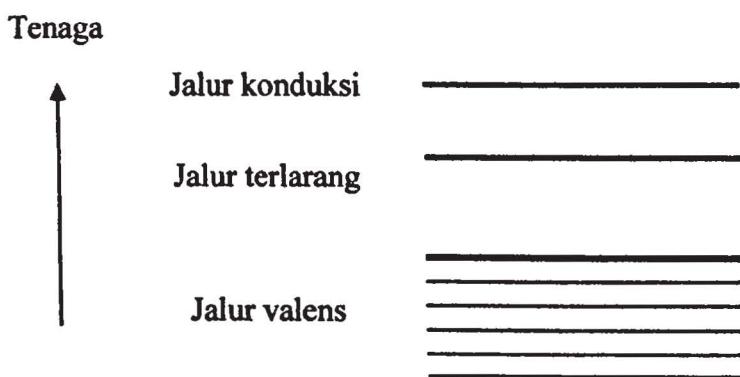
Atom-atom ini berada dalam kedudukan tetap dalam logam kerana terdapat ikatan kovalens di antara elektron-elektron valensnya. Terdapat dua jenis pembawa cas dalam bahan semikonduktor iaitu elektron, pembawa cas negatif dan pembawa cas positif iaitu lohong.

Pada suhu bilik, elektron-elektron valens mempunyai tenaga terma yang mencukupi untuk terlepas dari ikatan dan mengatasi jurang terlarang lalu teruja ke jalur konduksi dan menjadi elektron konduksi. Oleh itu, terdapat satu kekosongan yang dinamakan lohong yang berasas positif. Satu elektron valens daripada atom sebelah akan mengisi kekosongan lohong tersebut. Oleh itu, semasa elektron valens bergerak kekiri, lohong seperti bergerak ke kanan. Pengaliran arus boleh berlaku sama ada elektron bergerak dalam jalur konduksi atau lohong ‘bergerak’ dalam jalur valens.

Sifat kekonduksian elektrik bagi hablur pepejal bergantung kepada susunan jalur-jalur tenaga yang terbahagi kepada 3 bahagian iaitu:

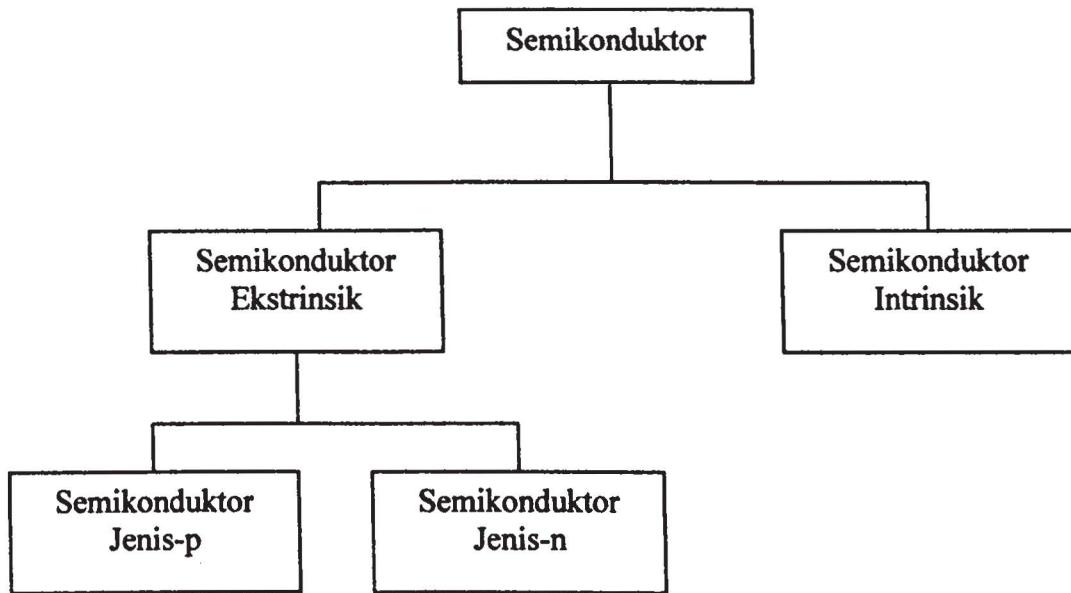
- Jalur konduksi yang diisi oleh elektron-elektron konduksi yang bertenaga tinggi.
- Jalur valens yang diisi oleh elektron-elektron valens yang bertenaga rendah.
- Jalur terlarang ialah jurang yang memisahkan jalur konduksi dan jalur valens.

Bagi bahan semikonduktor, jalur konduksi yang kosong dan jalur valens dipisahkan oleh jalur terlarang yang sempit.



Rajah 2.2 Susunan jalur-jalur tenaga bagi semikonduktor

Semikonduktor terbahagi kepada 2 jenis iaitu semikonduktor ekstrinsik dan semikonduktor intrinsik.



Rajah 2.3 Jenis-jenis semikonduktor

2.2 Semikonduktor Intrinsik

Semikonduktor intrinsik juga dikenali sebagai semikonduktor jenis-i. Semikonduktor intrinsik ialah semikonduktor yang tulen dan ketulenananya tidak mempengaruhi sifat elektrik. Bilangan elektron dan lohong di dalam semikonduktor intrinsik adalah sama, $n=p$. Dalam sesebuah semikonduktor intrinsik, bilangan elektron di jalur konduksi adalah sama dengan bilangan lohong di jalur valens.

2.3 Semikonduktor Ekstrinsik

Semikonduktor ekstrinsik ialah semikonduktor yang telah didopkan iaitu ditambah dengan atom untuk mengubah bilangan dan jenis pembawa cas bebas. Setelah didopkan, keadaan elektrik semikonduktor ekstrinsik akan berbeza daripada semikonduktor intrinsik. Jenis pembawa cas yang didopkan akan menentukan sama ada semikonduktor ekstrinsik tersebut ialah jenis-n ataupun jenis-p.

2.4 Proses Pendopan

Proses pendopan ialah proses menukarkan suatu semikonduktor intrinsik kepada semikonduktor ekstrinsik. Sedikit atom bendasing iaitu lohong dan elektron dimasukkan ke dalam bahan semikonduktor tulen yang menyebabkan kekonduksian semikonduktor bertambah. Atom-atom bendasing yang didopkan mestilah mempunyai saiz yang lebih kurang sama dengan atom-atom semikonduktor tulen. Pembawa cas majoriti dalam bahan semikonduktor jenis-p ialah lohong manakala pembawa cas minoriti ialah elektron. Pembawa cas majoriti dalam bahan semikonduktor jenis-n ialah elektron manakala pembawa cas minoriti ialah lohong.

Jadual 2.1 Atom penderma dan atom penerima bagi semikonduktor intrinsik

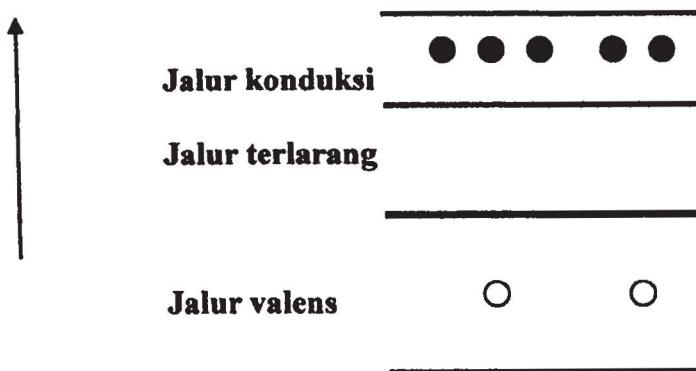
	Semikonduktor Intrinsik	Atom Penderma	Atom Penerima
Semikonduktor Kumpulan IV	Silikon, Germanium	Fosforus, Arsenik	Boron, Aluminium
Semikonduktor Kumpulan III-V	Aluminium Arsenida, Gallium Arsenida	Silikon, Germanium	Zink, Cadmium, Silikon

2.5 Semikonduktor Ekstrinsik Jenis-n

Semikonduktor ekstrinsik yang mempunyai elektron sebagai cas majoriti dan lohong sebagai cas manoriti ialah semikonduktor jenis-n. Jenis-n bermaksud cas negatif yang dibawa oleh elektron. Contoh semikonduktor jenis-n ialah apabila atom dari unsur pentavalens seperti fosforus didopkan dalam bahan semikonduktor intrinsik seperti Germanium yang mempunyai empat elektron valens, maka terdapat satu elektron berlebihan. Atom fosforus merupakan atom penderma. Di dalam semikonduktor jenis-n, aras tenaga Fermi lebih tinggi daripada semikonduktor intrinsik dan berada berdekatan dengan jalur konduksi.



Tenaga



Rajah 2.1 Susunan jalur-jalur tenaga bagi semikonduktor jenis-n

Bulatan hitam mewakili elektron berada di jalur konduksi manakala bulatan putih mewakili lohong yang berada di jalur valens. Rajah menunjukkan elektron sebagai pembawa cas majoriti.

2.6 Semikonduktor Ekstrinsik Jenis-p

Semikonduktor ekstrinsik yang mempunyai lohong sebagai pembawa cas majoriti dan elektron sebagai cas minoriti ialah semikonduktor jenis-p. Jenis-p bermaksud cas positif yang dibawa oleh lohong. Contoh semikonduktor jenis-p ialah apabila atom dari unsur trivalens seperti indium didopkan dalam bahan semikonduktor intrinsik seperti Germanium yang mempunyai empat elektron valens, maka wujudlah satu kekurangan elektron.

RUJUKAN

- Burhanuddin Yeop Majlis, 1992. *Peranti dan Litar Analog*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Kittel, C., 1996. *Introduction to Solid State Physics*, Edisi Ketujuh. John Wiley & Sons, United States of America.
- Kano, Kanaan, 1998. *Semiconductor Devices*. Prentice Hall, London.
- Mustaffa Abdullah, 1990. *Sifat dan Kegunaan Semikonduktor*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Selangor Darul Ehsan.
- Parker, Greg, 1994. *Introductory Semiconductor Device Physics*. Prentice Hall, New York
- Robert F. Pierret, 1996. *Semiconductor Device Fundamentals*. Addison-Wesley, United States of America.
- Sze, S.M., 2001. *Semiconductor Device: Physic and Technology*. Edisi Kedua. John Wiley & Sons, United States of America.
- Savant, C. J. Jr., Roden, M. S., dan Carpenter, G. L., 1991. *Electronic Semiconductor and Devices*. Addison-Wesley Publishing Company, United State of America.
- Zahari Mohamed Darus, 1993. *Elektronik Keadaan Pepejal*. Longman, Petaling Jaya.

