

NEW

Semester - II

FEEE

Chapter - 1

Overview of electronic components

**Active and Passive components, Resistor, Capacitor, Inductor and their types.)
Introduction to semi-conductor, Intrinsic and Extrinsic semi-conductors, P-N
Junction diode forward and reverse bias, V-I characteristics, Zener diode, LED,
Bipolar Junction Transistor PNP and NPN Transistor and their characteristics.
Basics of FET, MOSFET.**

Semiconductor (अर्द्धचालक)

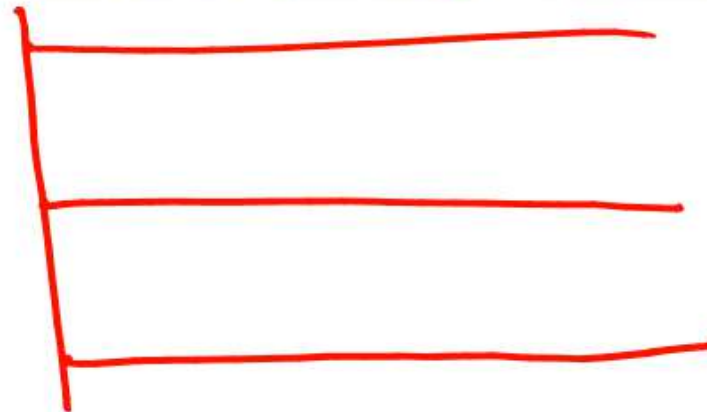
- अर्द्धचालक एक प्रकार का पदार्थ है जिसका प्रतिरोधकता (Resistivity) चालक और कुचालक के बीच होती है।

Semiconductor is a material whose resistivity lies between conductor and insulator.

जैसे silicon (सिलिकॉन - Si), Germanium (जर्मेनियम - Ge)

- सिलिकॉन का energy band gap (ऊर्जा बैंड गैप) $E_g = 1.12 \text{ eV}$ तथा जर्मेनियम का energy band gap = 0.7 eV होता है।

The energy band gap of silicon is $E_g = 1.12 \text{ eV}$ and $E_g = 0.7 \text{ eV}$ for germanium



- अर्द्धचालक दो प्रकार के होते हैं।

There are two types of semiconductors.

- (1) Intrinsic semiconductor (शुद्ध अर्द्धचालक)
- (2) Extrinsic semiconductor (अशुद्ध अर्द्धचालक)

(1) Intrinsic semiconductor (शुद्ध अर्द्धचालक):-

- अर्द्धचालक के शुद्ध रूप को शुद्ध अर्द्धचालक कहते हैं।
- Pure form of semiconductor is called Intrinsic semiconductor.
- शुद्ध अर्द्धचालक वह होता है जिसमें सिलिकॉन या जर्मेनियम के ही परमाणु होते हैं। उसे शुद्ध अर्द्धचालक कहते हैं।

A pure semiconductor is one that contains only atoms of silicon or germanium. It is called a pure semiconductor.

जैसे :- सिलिकॉन, जर्मेनियम

(2) Extrinsic semiconductor (अशुद्ध अर्धचालक):-

- अर्धचालक के अशुद्ध रूप को अशुद्ध अर्धचालक कहते हैं।
The impure form of semiconductor is called Extrinsic semiconductor.
- शुद्ध अर्धचालक में अशुद्ध परमाणु मिलकर अशुद्ध अर्धचालक बनाया जाता है।
An impure semiconductor is created by adding impure atoms to a pure semiconductor.
- अशुद्ध अर्धचालक दो प्रकार के होते हैं।
There are two types of Extrinsic semiconductors.
 - (1) P - Type Semiconductor
 - (2) N - Type Semiconductor

- अशुद्ध परमाणु दो प्रकार के होते हैं।

There are two types of impure atoms.

(1) Pentavalent atom (पांचवे ग्रुप के परमाणु):-

- जिसके बाहरी कक्षा में 5 संयोजी इलेक्ट्रॉन (valence electrons) होते हैं।

It has 5 valence electrons in its outer orbit.

जैसे- फॉस्फोरस (P), आर्सेनिक (As), एंटीमनी (Sb)

→ N-Type अर्द्धचालक

(2) Trivalent atom (तीसरी ग्रुप के परमाणु):-

- जिसके बाहरी कक्षा में 3 संयोजी इलेक्ट्रॉन (valence electrons) होते हैं।

It has 3 valence electrons in its outer orbit.

जैसे - बोरॉन (B), गैलियम (Ga), इंडियम (In)

→ P-Type अर्द्धचालक

Doping (डोपिंग)

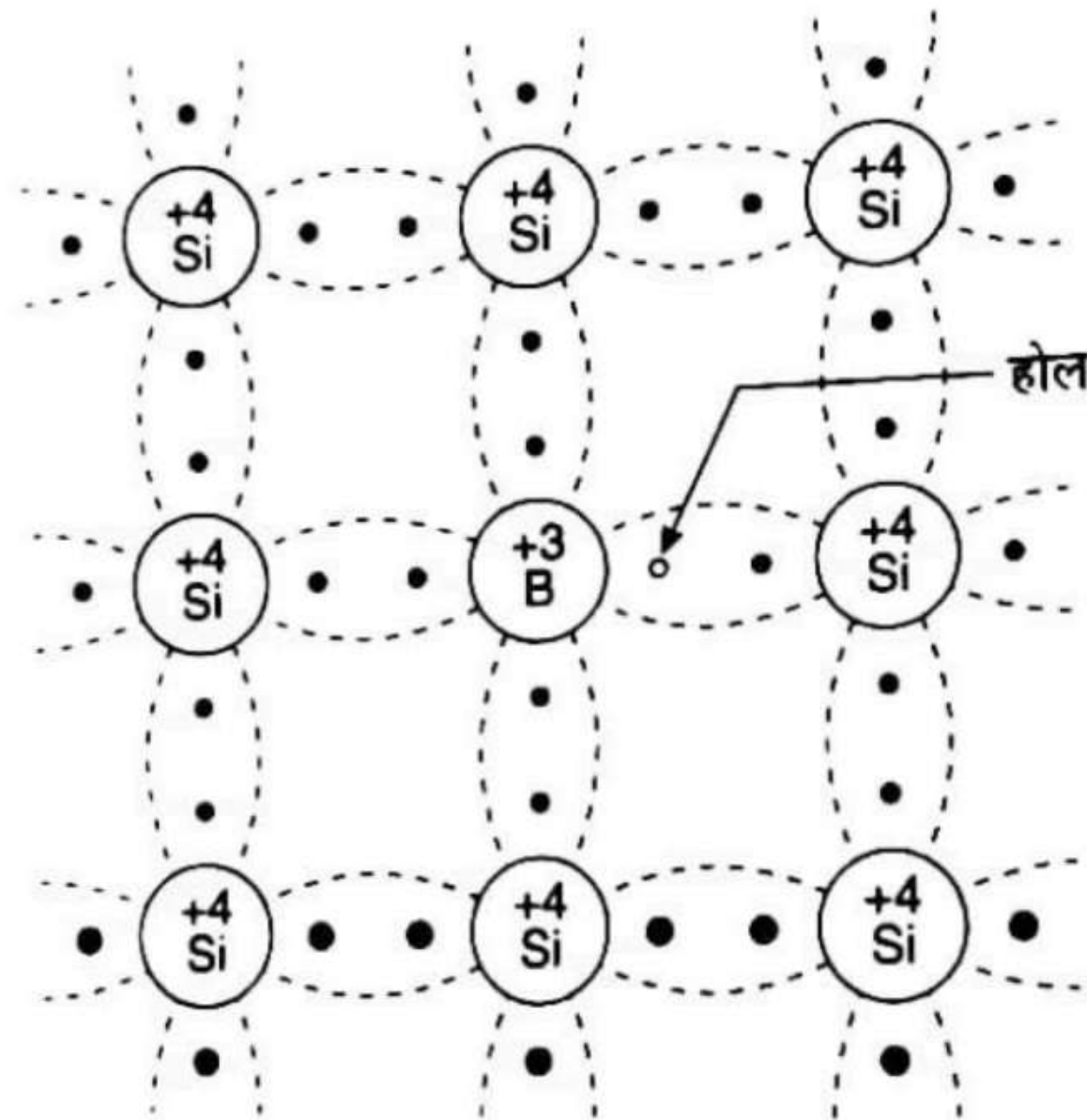
- शुद्ध अर्द्धचालक में अशुद्ध परमाणु मिलने के प्रक्रिया को डोपिंग कहते हैं।

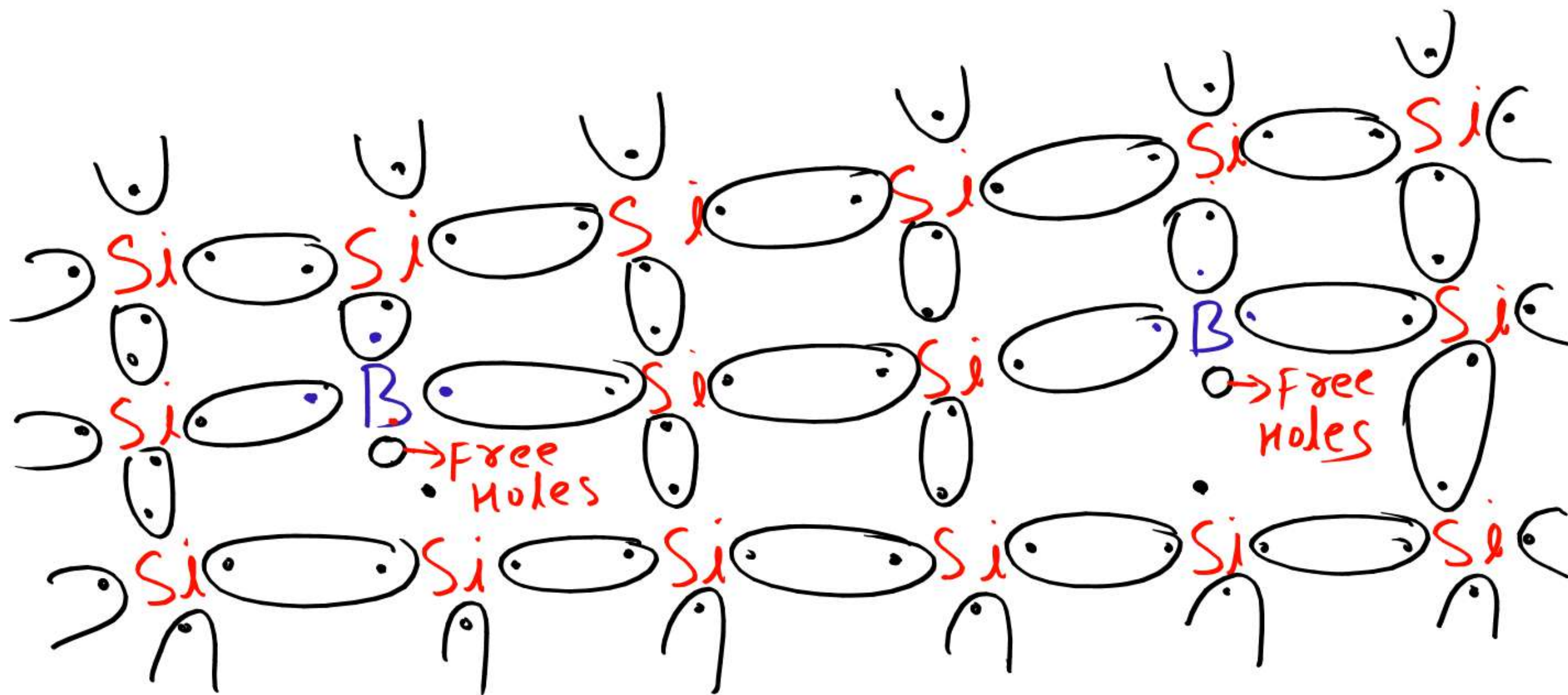
The process of adding impurity atoms to a pure semiconductor is called doping.

Formation of P - Type Semiconductor (P- Type अर्द्धचालक पदार्थ का निर्माण)



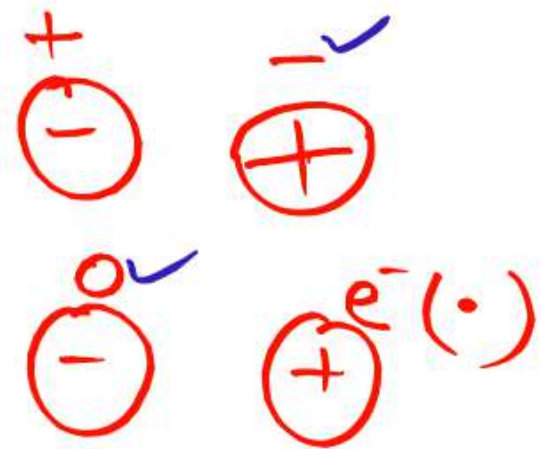
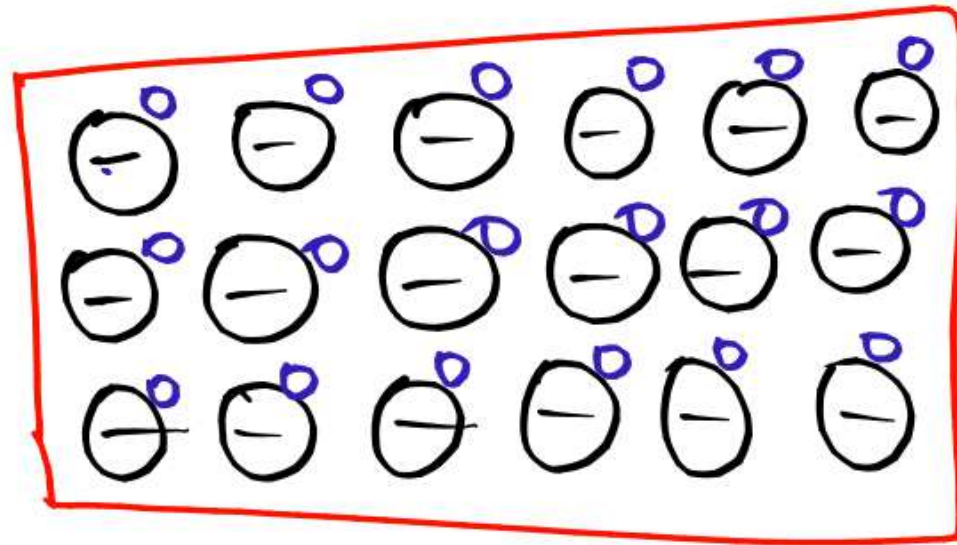
Formation of P-type Semiconductor Material (P - Type अर्द्धचालक पदार्थ का निर्माण)





Holes → विवर

P-TYPE Layer



$\begin{matrix} + \\ 0 \end{matrix}$ $\begin{matrix} - \\ e \end{matrix}$
Holes Electrons

$0 + e \rightarrow \text{Neutral}$
(उदासिन)

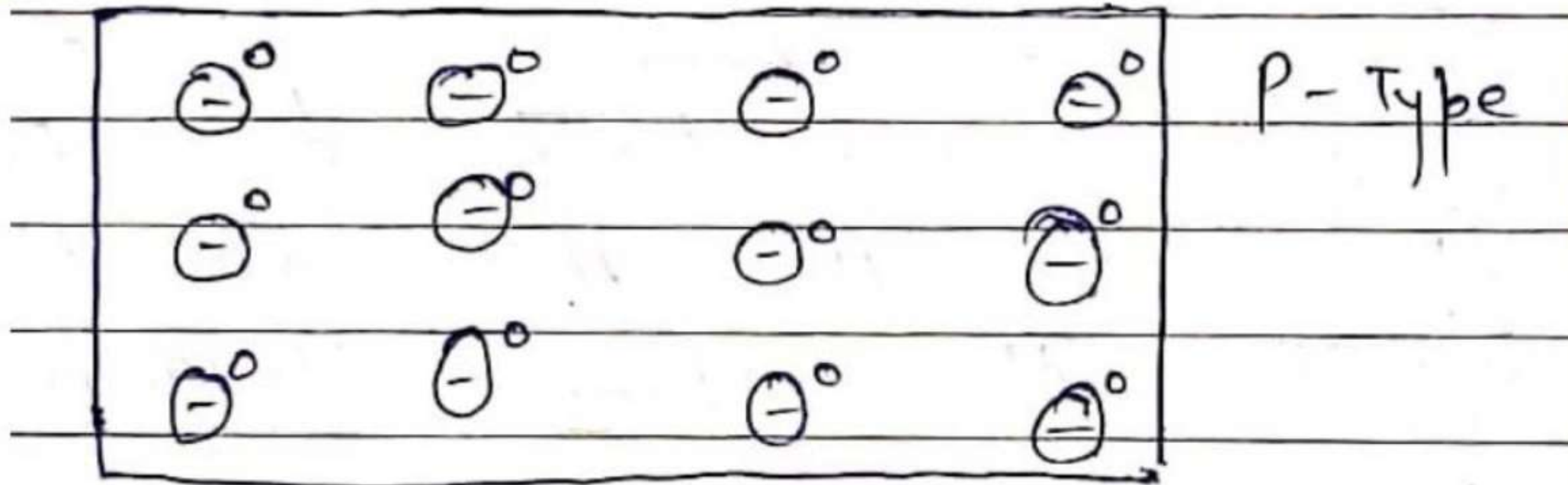
P - Type अर्द्धचालक पदार्थ का निर्माण

- किसी शुद्ध अर्द्धचालक में तृतीय समूह के परमाणु जैसे बोरॉन, गैलियम, इंडियम अर्थात् जिनमें 3 संयोजी इलेक्ट्रॉन होते हैं उसे मिलकर P - Type अर्द्धचालक पदार्थ प्राप्त किया जाता है।
In a pure semiconductor, atoms of group III such as boron, gallium, indium, i.e. those having 3 valence electrons, are combined to obtain P-Type semiconductor material.
- प्रत्येक बोरॉन परमाणु एक सिलिकॉन का स्थान ले सकता है। लेकिन बोरॉन के पास केवल तीन संयोजी इलेक्ट्रॉन होते हैं। अतः वह केवल तीन सहसंयोजी बंधन (Covalent bond) बना पाता है जिसके कारण P - Type में होल्स (विवर) रह जाता है।

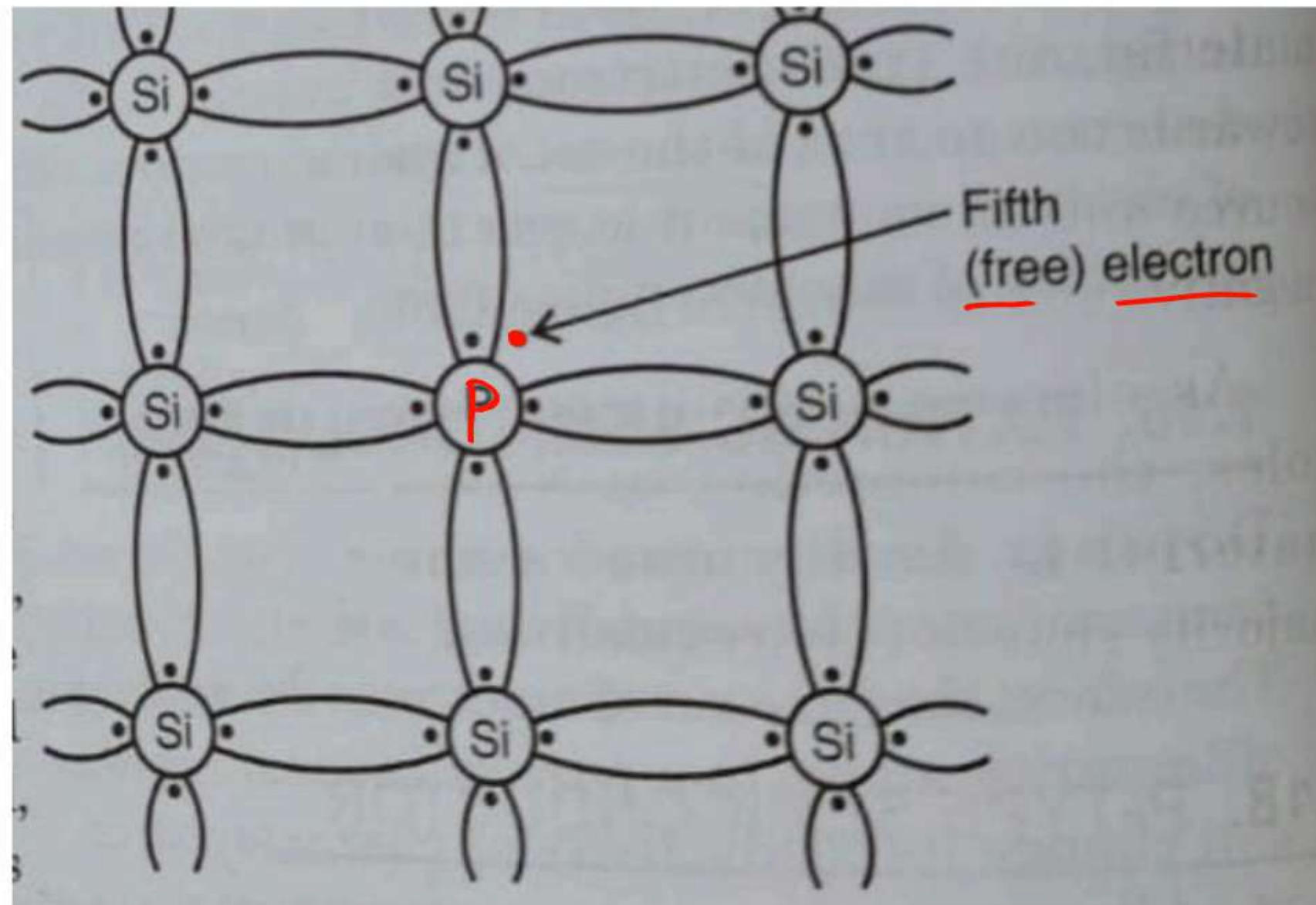
Each boron atom can replace one silicon. But boron has only three valence electrons. Hence it can form only three covalent bonds due to which holes remain in the P-Type.

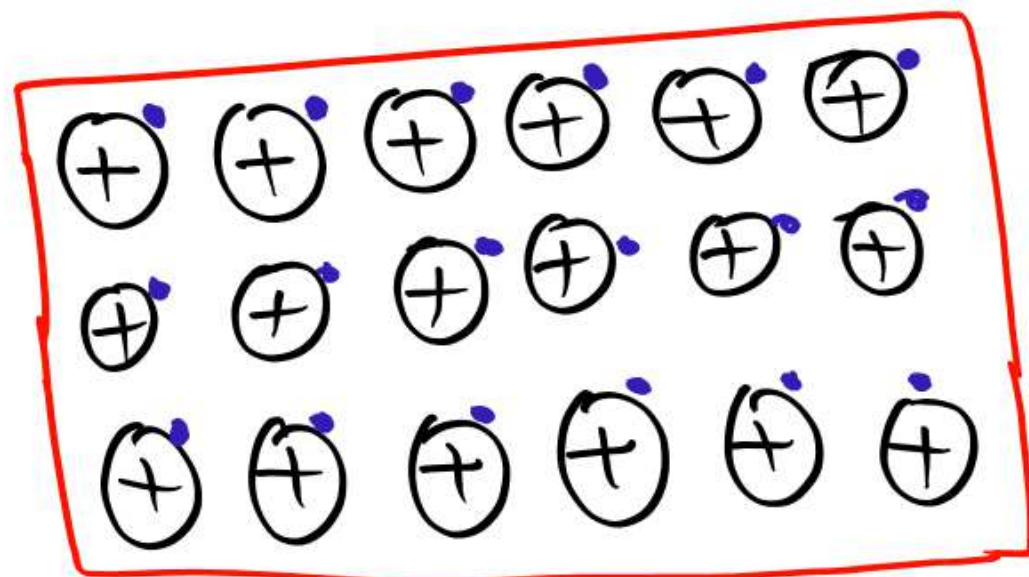
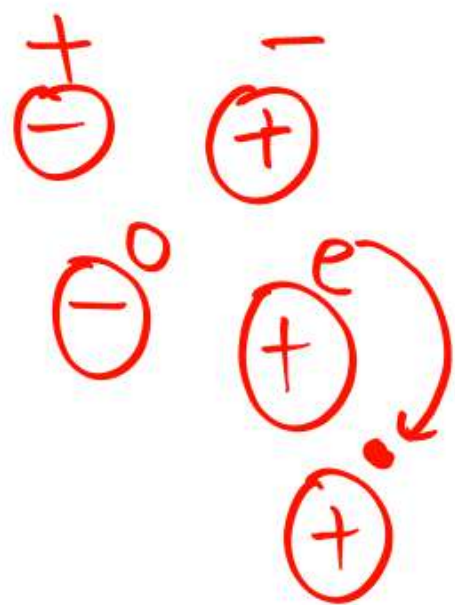
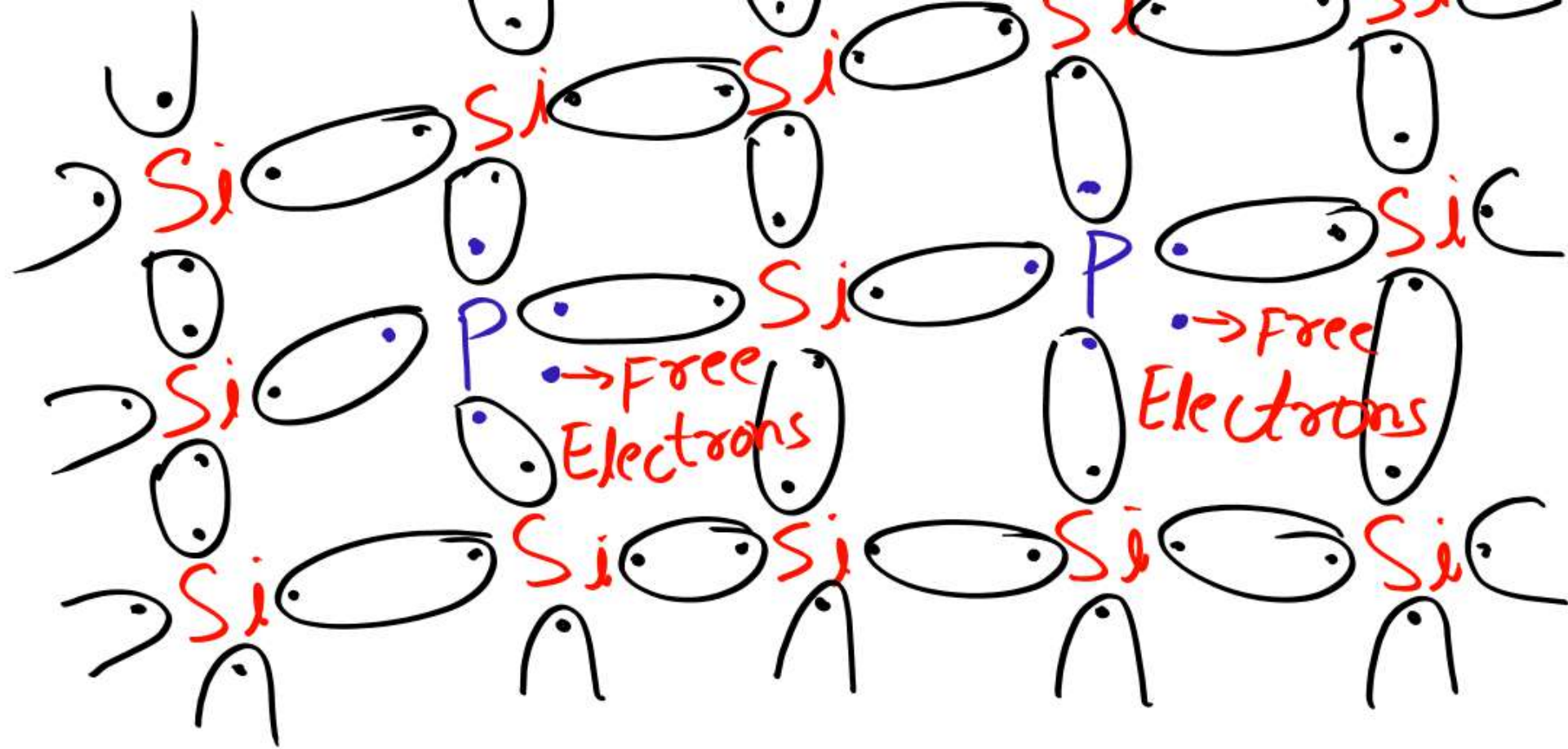
- यह होल्स किसी पड़ोसी इलेक्ट्रॉन को अपनी ओर आकर्षित करता है जिसके कारण जहां से इलेक्ट्रॉन जाता है वहां पर पुनः होल्स बन जाता है। जिसे Free holes कहते हैं इस प्रकार से P - Type पदार्थ में अधिक संख्या में Free holes होते हैं।

This hole attracts a neighbouring electron towards itself due to which holes are again formed at the place from where the electron goes. These are called free holes. In this way, P - Type material has a large number of free holes.



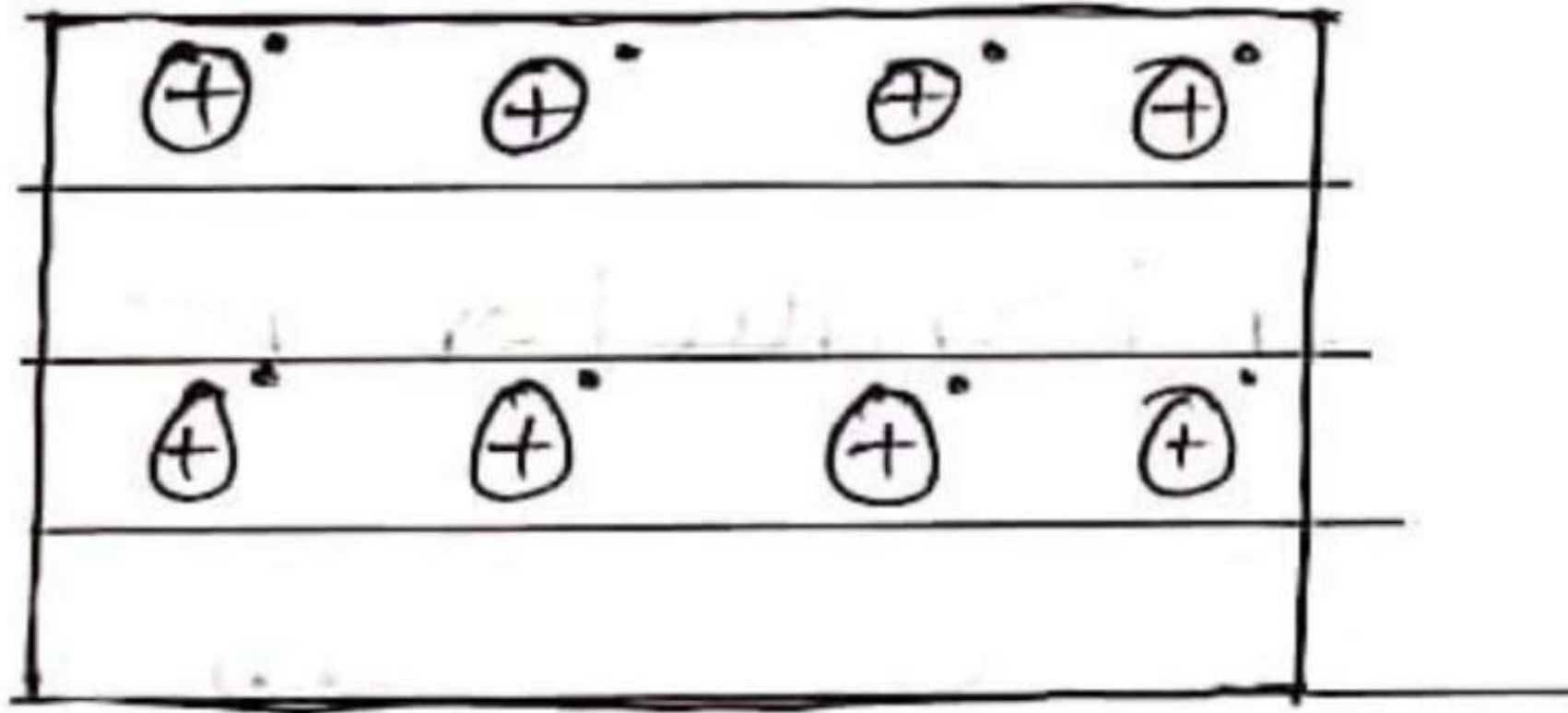
Formation of N-Type Semiconductor Material (N - Type अर्द्धचालक पदार्थ का निर्माण)





N-TYPE Layer

- किसी शुद्ध अर्द्धचालक में पांचवे समूह के परमाणु जैसे फॉस्फोरस, आर्सेनिक, एंटीमनी अर्थात जिनमें 5 संयोजी इलेक्ट्रॉन होते हैं उसे मिलकर N - Type अर्द्धचालक पदार्थ प्राप्त किया जाता है।
In a pure semiconductor, atoms of the fifth group such as phosphorus, arsenic, antimony, i.e. those having 5 valence electrons, are combined to obtain N - Type semiconductor material.
- प्रत्येक फॉस्फोरस परमाणु एक सिलिकॉन का स्थान ले सकता है। लेकिन फॉस्फोरस के पास 5 संयोजी इलेक्ट्रॉन होते हैं। जिसमें से 4 संयोजी इलेक्ट्रॉन सिलिकॉन के साथ सहसंयोजी बंधन (Covalent bond) बना लेता है और फॉस्फोरस के पास 1 इलेक्ट्रॉन बच जाता है जिसे Free electron कहते हैं इस प्रकार से N - Type पदार्थ में अधिक संख्या में Free electrons होते हैं।
Each phosphorus atom can replace one silicon. But phosphorus has 5 valence electrons. Out of which 4 valence electrons form covalent bond with silicon and phosphorus is left with 1 electron which is called free electron. In this way N - Type material has large number of free electrons.



N-Type structure

Note:-

- पंचसंयोजक परमाणु को Donor atom (दाता परमाणु) कहा जाता है क्योंकि इसके पास Free electrons होते हैं। जैसे - फॉस्फोरस (P), आर्सेनिक (As), एंटीमनी (Sb)
Pentavalent atom is called donor atom because it has free electrons. For example - phosphorus (P), arsenic (As), antimony (Sb)
- त्रिसंयोजक परमाणु को Acceptor atom (ग्राही परमाणु) कहा जाता है क्योंकि इसके पास Free holes होते हैं। जैसे- बोरॉन (B), गैलियम (Ga), इंडियम (In)
Trivalent atom is called acceptor atom because it has free holes. For example- Boron (B), Gallium (Ga), Indium (In)



Si + P

Semiconductor Diode (अर्द्धचालक डायोड)

- **Semiconductor diode दो प्रकार के होते है ।**
There are two types of semiconductor diodes.

(1) P-N Junction Diode

(a) Zener Diode

(b) Tunnel diode

(c) Varactor diode

(d) Photo diode

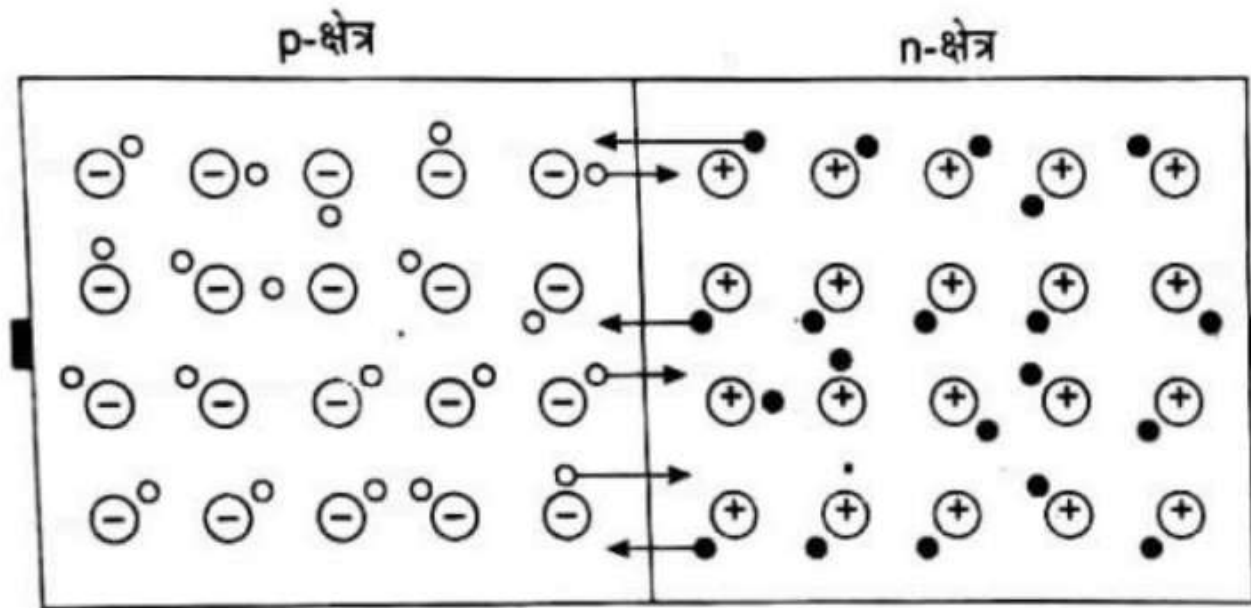
(e) LED (Light Emitting Diode)

(2) Metal-Semiconductor Diode

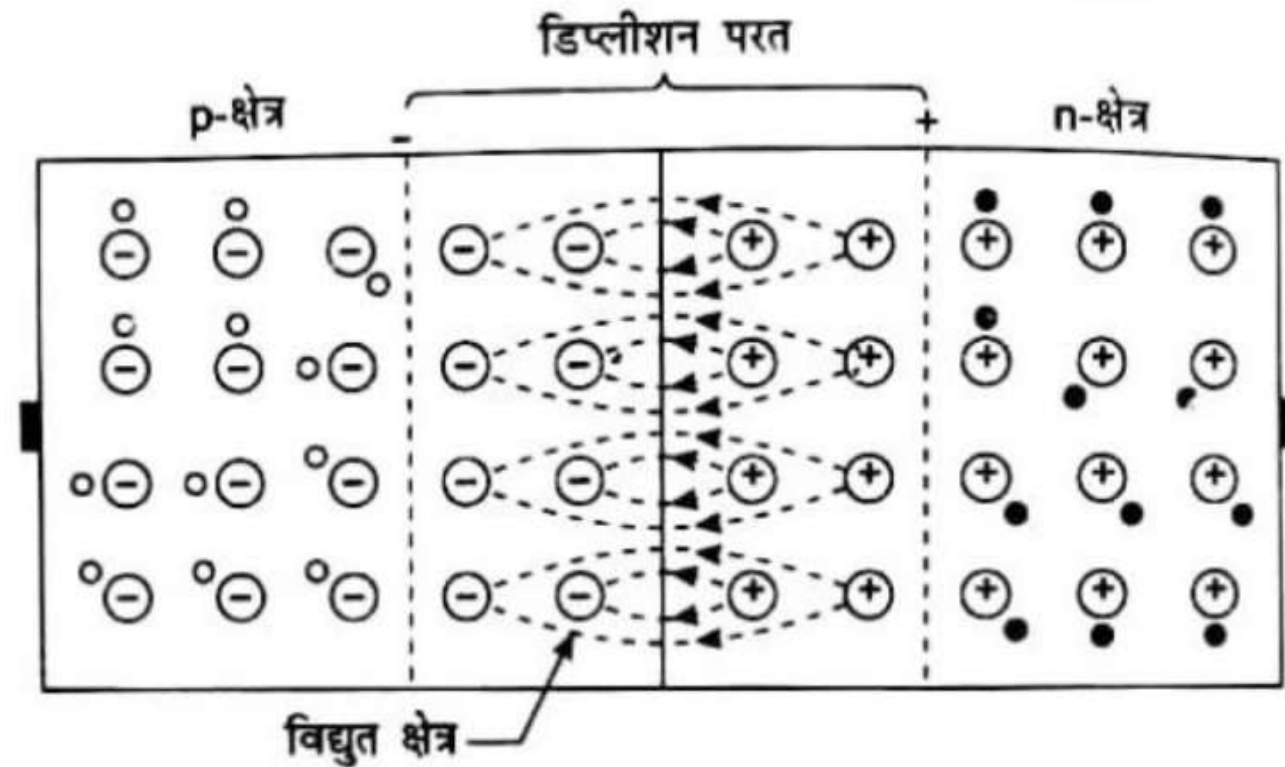
(a) Point Contact Diode

(b) Schottky Diode

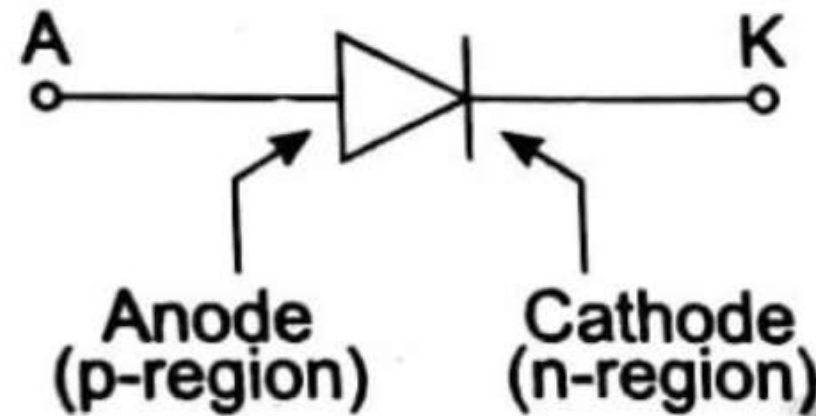
P-N Junction Diode (P-N सन्धि डायोड)



चित्र 3.2— p - n सन्धि बनने के तुरन्त बाद की स्थिति



चित्र 3.3—अवरोधक विद्युत वाहक बल का उत्पन्न होना



चित्र 3.1— p - n सन्धि डायोड का प्रतीक

P-N Junction Diode (P-N सन्धि डायोड)

- P - Type तथा N - Type पदार्थ को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि P-N जंक्शन (सन्धि) पर एक क्रिस्टल संरचना प्राप्त होती है। जिससे P-N जंक्शन डायोड बनता है।

P-Type and N-Type materials are combined in such a way that a crystal structure is obtained at the P-N junction. This forms a P-N junction diode.

- P-N जंक्शन डायोड में दो टर्मिनल होते हैं एनोड तथा कैथोड, एनोड टर्मिनल P- रीजन अर्थात धनात्मक को दर्शाता है तथा कैथोड टर्मिनल N-रीजन अर्थात ऋणात्मक को दर्शाता है।

P-N junction diode has two terminals anode and cathode, the anode terminal represents P-region i.e. positive and the cathode terminal represents N-region i.e. negative.

- P-N जंक्शन डायोड केवल एक ही दिशा में कार्यकरता है । दूसरी दिशा में इसका प्रतिरोध बहुत अधिक हो जाता है।

The P-N junction diode works only in one direction. Its resistance becomes very high in the other direction.

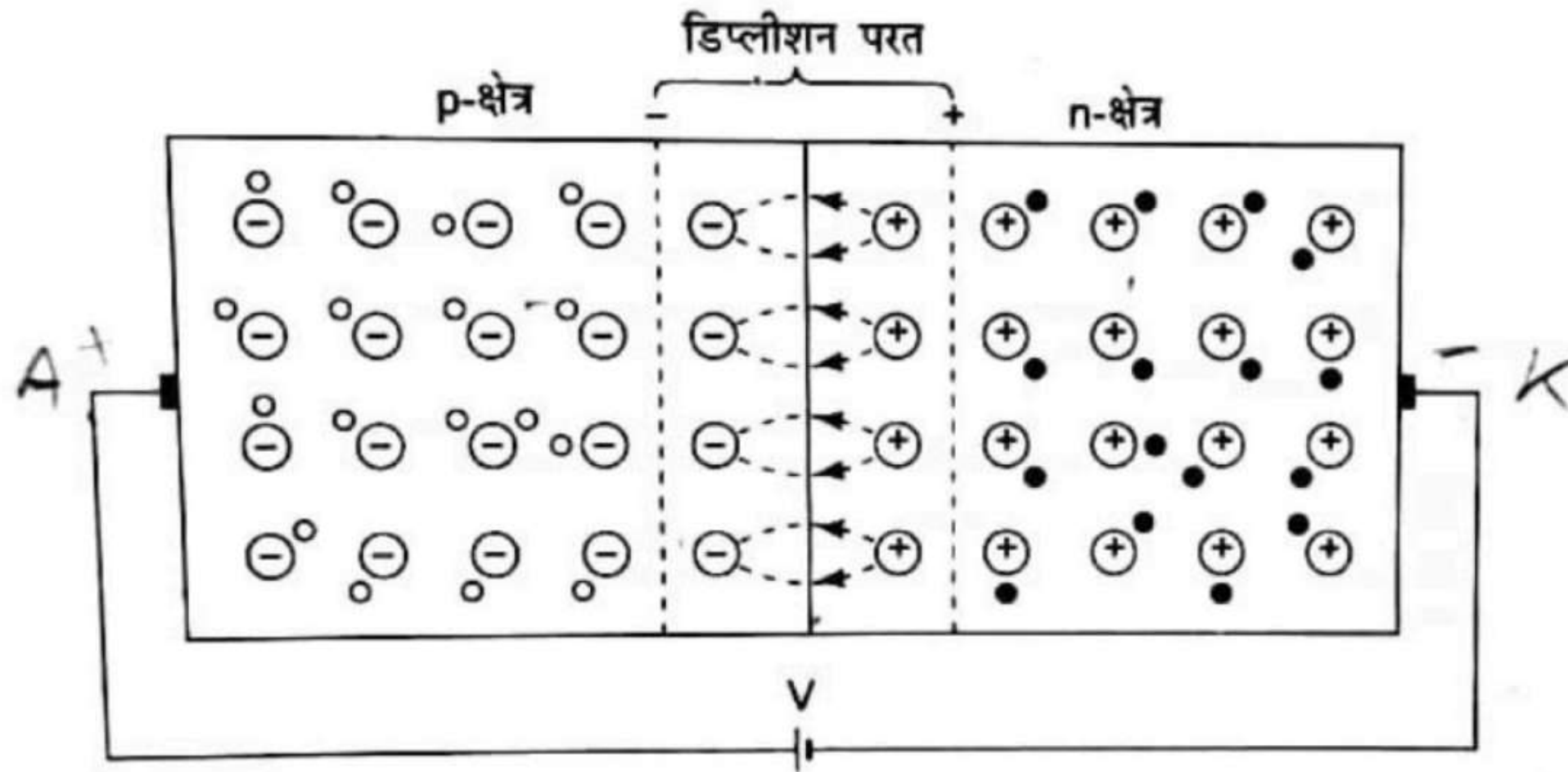
- P-N जंक्शन डायोड में दो प्रकार से बायसिंग किया जाता है ।

There are two types of biasing in a P-N junction diode.

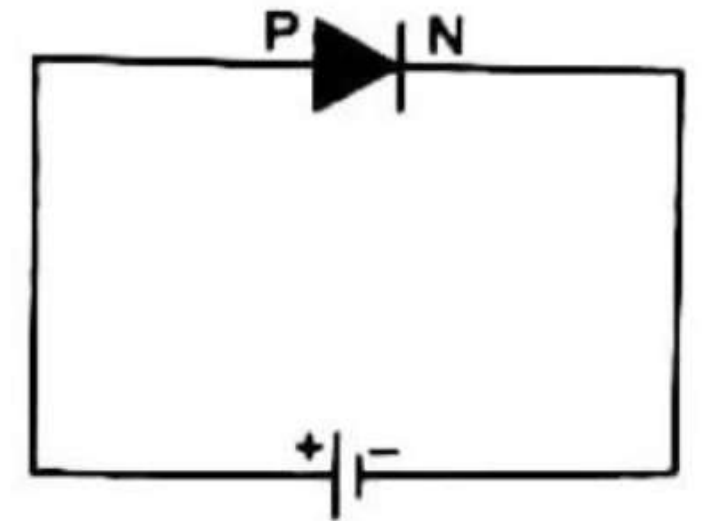
(1) Forward Bias P-N junction diode (अग्र अभिनत P-N संधि डायोड)

(2) Reverse Bias P-N Junction Diode (उत्क्रम अभिनत P-N संधि डायोड)

Forward Bias P-N junction diode (अग्र अभिनत P-N संधि डायोड)



चित्र 3.4—अग्र बायस p - n सन्धि डायोड



Forward Bias P-N junction diode (अग्र अभिनत P-N संधि डायोड)

- जब P-N जंक्शन डायोड में बैटरी की धनात्मक सिरा को P-region (P- क्षेत्र) के एनोड सिरा से जोड़ा जाता है तथा बैटरी के ऋणात्मक सिरा को N- रीजन के कैथोड सिरा से जोड़ा जाता है तो इस प्रकार के कनेक्शन को फॉरवार्ड बायस (अग्र अभिनत) कहा जाता है।

When in a P-N junction diode the positive terminal of the battery is connected to the anode terminal of the P-region and the negative terminal of the battery is connected to the cathode terminal of the N-region, then this type of connection is called forward bias .

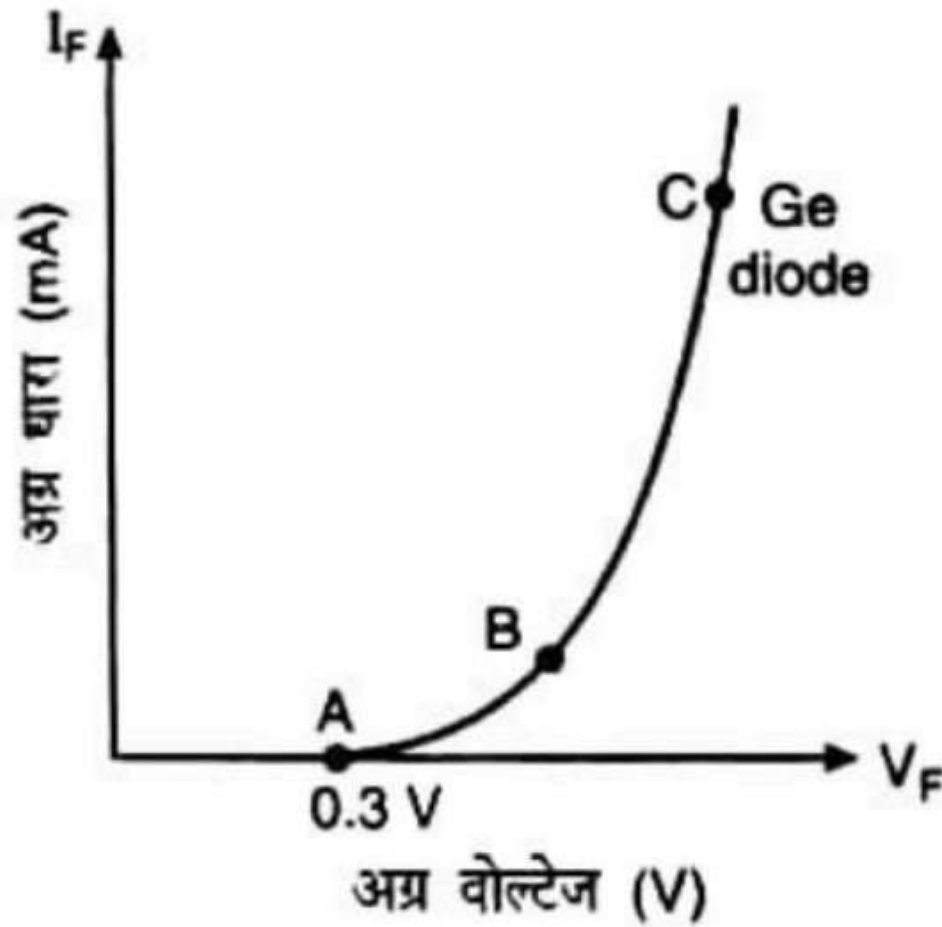
- जब हम डायोड को फॉरवर्ड बायस में कनेक्ट करते हैं तो बैटरी का धनात्मक टर्मिनल डायोड के P-रीजन में उपस्थित होल्स को जंक्शन की ओर धक्का (push) देता है तथा बैटरी का ऋणात्मक सिरा डायोड के N-रीजन में उपस्थित इलेक्ट्रॉन को जंक्शन की ओर धक्का (push) देता है। जिसके कारण फॉरवर्ड बायस में डिप्लेशन लेयर की चौड़ाई कम होती है।

When we connect the diode in forward bias, the positive terminal of the battery pushes the holes present in the P-region of the diode towards the junction and the negative terminal of the battery pushes the electrons present in the N-region of the diode towards the junction. Due to which the width of the depletion layer is reduced in forward bias.

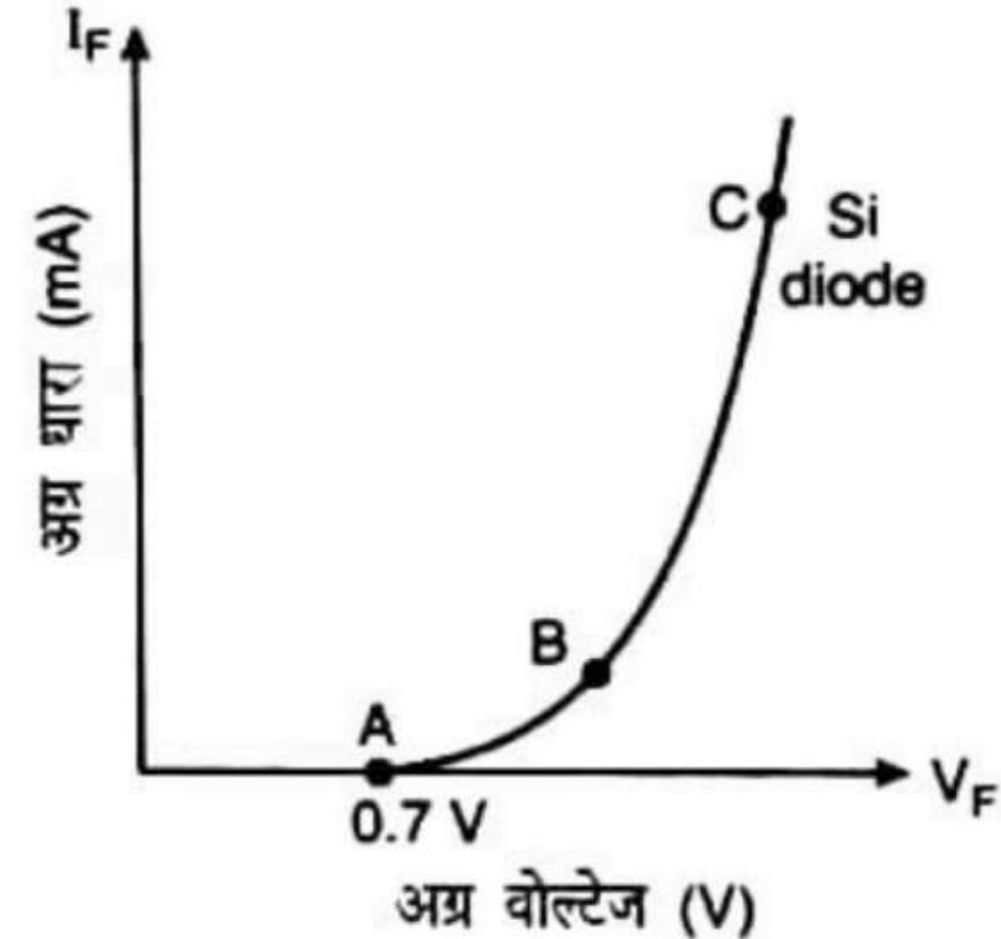
- यदि दिये गए वोल्टेज को अधिक बढ़ाया जाता है तो डिप्लेशन लेयर की चौड़ाई कम हो जाती है क्योंकि मेजोरिटी कैरियर (होल्स तथा इलेक्ट्रॉन) अधिक संख्या में जंक्शन को क्रॉस करता है जिससे सर्किट में तेजी से धारा प्रवाह होने लगती है।

If the applied voltage is increased further, the width of the depletion layer decreases as the majority carriers (holes and electrons) cross the junction in large numbers, due to this reason flow of current is faster in the circuit.

V - । अभिलक्षण (Characteristics)



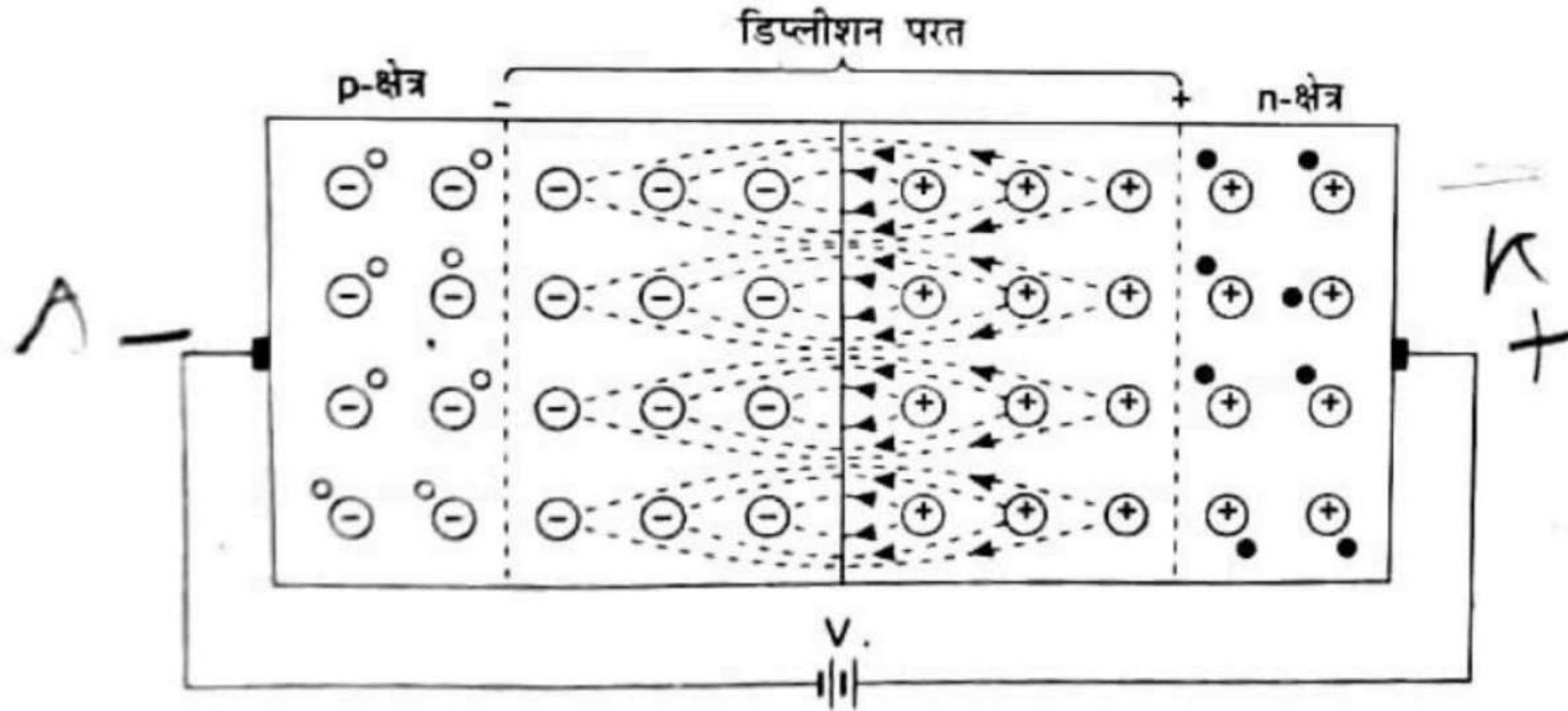
(c) अग्र बायस अभिलक्षण
(Ge diode)



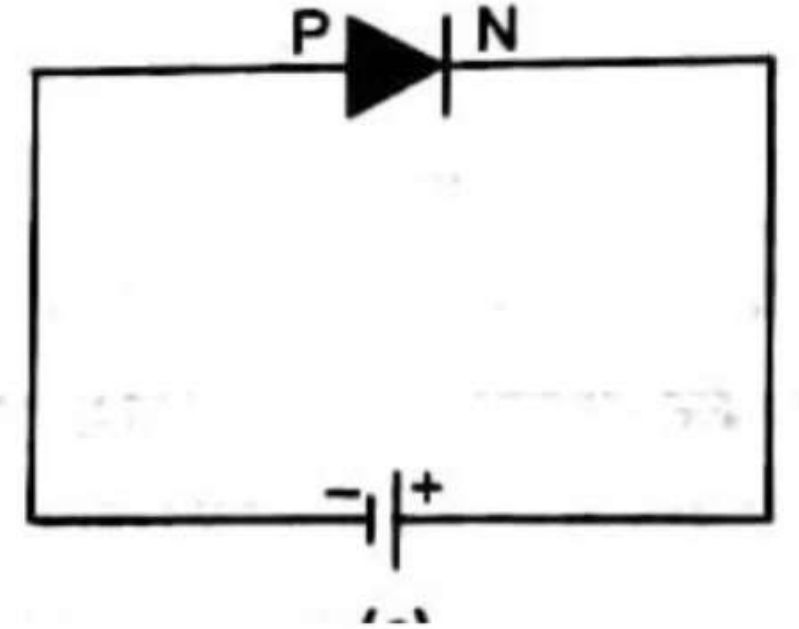
(d) अग्र बायस अभिलक्षण
(Si diode)

चित्र 1.31-डायोड के अग्र अभिलक्षण खींचना

Reverse Bias P-N Junction Diode (उत्क्रम अभिनत P-N संधिडायोड)



चित्र 3.5—रिवर्स बायस $p-n$ सन्धि डायोड



Reverse Bias P-N Junction Diode (उत्क्रम अभिनत P-N संधिडायोड)

- जब P-N जंक्शन डायोड में बैटरी के धनात्मक सिरा को N- रीजन के कैथोड सिरा से जोड़ा जाता है तथा बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल को P- रीजन के एनोड सिरा से जोड़ा जाता है तो इस प्रकार के कनेक्शन को रिवर्स बॉयस कहा जाता है।

When in a P-N junction diode the positive terminal of the battery is connected to the cathode terminal of the N-region and the negative terminal of the battery is connected to the anode terminal of the P-region, then this type of connection is called reverse bias.

- जब हम डायोड को रिवर्स बॉयस में जोड़ते हैं तो बैटरी का धनात्मक सिरा डायोड के N-रीजन में उपस्थित इलेक्ट्रॉन को अपनी ओर (जंक्शन से दूर) खींचता है तथा बैटरी का ऋणात्मक सिरा डायोड के P-रीजन में उपस्थित होल्स को अपनी ओर (जंक्शन से दूर) खींचता है। जिसके कारण रिवर्स बॉयस में डिप्लेशन लेयर की चौड़ाई ज्यादा होती है।

When we connect the diode in reverse bias, the positive terminal of the battery pulls the electrons present in the N-region of the diode towards itself (away from the junction) and the negative terminal of the battery pulls the holes present in the P-region of the diode towards itself (away from the junction). Due to which the width of the depletion layer is more in reverse bias.

- यदि दिये गए वोल्टेज को अधिक बढ़ाया जाए तो डिप्लेशन लेयर की चौड़ाई बढ़ जाती है क्योंकि मेजोरिटी कैरियर (होल्स तथा इलेक्ट्रॉन) अधिक संख्या में जंक्शन से दूर हो जाता है जिससे सर्किट में कम धारा प्रवाहित होती है।

If the applied voltage is increased the width of the depletion layer increases as the majority carriers (holes and electrons) move away from the junction in large numbers, due to this reason less current flow in the circuit.

V - । अभिलक्षण (Characteristics)

