

ইলেকট্রনিক্স

১. এক নজরে এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি

- ☀ যে সমস্ত পদার্থের ভিতর দিয়ে তড়িৎ সহজে চলাচল করতে পারে সেগুলোকে পরিবাহী বলে।
- ☀ যে সমস্ত পদার্থের ভিতর দিয়ে তড়িৎ সহজে চলাচল করে না সেগুলোকে অন্তরক বলে।
- ☀ যেসমস্ত পদার্থের তড়িৎ পরিবাহীতা পরিবাহী ও অন্তরকের মাঝামাঝি, সেগুলোকে অর্ধপরিবাহী পদার্থ বলে।
- ☀ যে ডিভাইস এসি প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে রূপান্তর করে তাকে রেকটিফায়ার বলে।
- ☀ IC হল একটি সিলিকনে র দৈরি সলিড স্টেট, যার মদেঘ্য বহু সংখ্যক ডায়োড, ট্রানজিস্টর, রোধক, দারক ইত্যাদি যুক্ত থাকে।
- ☀ ইলেকট্রন শব্দ, থেকে ইলেকট্রনিক্সের উৎপত্তি।

কতগুলো সংজ্ঞা :

- **শক্তি ব্যান্ড :** কোন পদার্থে বিভিন্ন পরমাণুতে কিন্তু একই কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তির সামান্য তারতম্য হয়। একই কক্ষপথে অবস্থিত এই সকল ইলেকট্রনের শক্তির সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ মানের মধ্যবর্তী পাল্লাকে শক্তি ব্যান্ড বলে।
- **যোজন ব্যান্ড :** পরমাণুর সবচেয়ে বাইরের কক্ষপথে অবস্থিত ইলেকট্রনকে যোজন ইলেকট্রন বলে। যোজন ইলেকট্রনগুলোর শক্তির পাল্লা বা ব্যান্ডকে যোজন ব্যান্ড বলে।
- **পরিবহন ব্যান্ড :** পরমাণুতে অবস্থিত মুক্ত যোজন ইলেকট্রন তড়িৎ অংশগ্রহণ করে বলে এদেরকে পরিবহন ইলেকট্রন বলে। পরিবহন ইলেকট্রনগুলোর শক্তির পাল্লাকে পরিবহন ব্যান্ড বলে।
- **নিষিদ্ধ শক্তি ব্যান্ড বা শক্তি ব্যবধান :** শক্তিস্তর রৈখিক চিত্রে পরিবহন ব্যান্ড এবং যোজন ব্যান্ড এর মধ্যবর্তী শক্তির পাল্লাকে শক্তি বলে।

ডোপিং : কোন বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে খুব সামান্য পরিমাণ $\left(\frac{1}{10^6}\right)$ ভাগ কোন নির্দিষ্ট অপদ্রব্য মিশানো হলে এর রোল অনেকগুণ কমে। একে Doping বলে।

- সলিড স্টেট ডিভাইস সাধারণত জার্মেনিয়াম ও সিলিকন পদার্থ থেকে তৈরী করা হয়।
- **অর্ধপরিবাহীর প্রকারভেদঃ**

১। **বিশুদ্ধ বা অন্তর্জাত :** পর্যায় সারণীর ৪র্থ সারির পরমাণু কেলাস, Si, এবং Sn ইত্যাদি।

২। **দূষিত বা বহির্জাত :** যথা -

ক) পর্যায় সারণীর তৃতীয় সারির মৌল (p- টাইপ অর্ধপরিবাহক) B, Al, Ga, In, .

খ) পর্যায় সারণীর পঞ্চম সারির (n- টাইপ অর্ধপরিবাহক) P, As, Sb, Bi.

অর্ধপরিবাহী দুই ররমের: ১। p- টাইপ ২। n- টাইপ।

- p- টাইপ অর্ধপরিবাহক : কোন বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকে সামান্য পরিমাণ ত্রিযোজী অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হলে তাকে p- টাইপ অর্ধপরিবাহক বলে।
- n- টাইপ অর্ধপরিবাহক: কোন বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকে সামান্য পরিমাণ পঞ্চযোজী অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হলে, তাকে n- টাইপ অর্ধপরিবাহক বলে।
- P - N জাংশন এর বায়াস দুই প্রকার যথা - ১। সম্মুখী বায়াস ২। বিমুখী বায়াস
- **১. সম্মুখী বায়াস :** যদি কোষের ধনাত্মক প্রান্ত p- টাইপ বস্তুর সাথে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত n- টাইপ বস্তুর সাথে সংযুক্ত হয় তাহলে তাকে সম্মুখী বায়াস বটে।
- **২. বিমুখী বায়াস :** সম্মুখ ঝোক- এর বিপরীত সংযোগ। p - n জাংশন রেকটিফায়ার হিসাবে কাজ করে। তাই এক ডায়োড রেকটিফায়ার বলে।
- **গতীয় রোধ :** যে বিভব পার্থক্যে p - n জাংশন কাজ করে তাকে গতীয় রোধ বলে। গতীয় রোধ হল $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$
- **জেনার বিভব:** যে ভোল্টেজের জন্য বিমুখী ঝোকের হঠাৎ করে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাকে জেনার বিভব বলে। এ ক্রিয়াকে জেনার ক্রিয়া বলে।

- **রেকটিফায়ার হিসাবে p - n জংশন :** অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ার : একটি ডায়োড ব্যবহার করে অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ার তৈরি করা হয়। পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ার: দুটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়।
একটি p- টাইপ ও একটি n- টাইপ অর্ধ পরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থায় সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠ p - n জংশন বলা হয়।
- **LED এর ব্যবহার :** অপটিক্যাল যোগাযোগ, ইন্ডিকেটর তানি এবং ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স ইত্যাদিতে LED ব্যবহার করা হয়। ডিজিটাল যন্ত্রসমূহের রঙিন বর্ণ বা সংখ্যা সৃষ্টি ও প্রদর্শনের জন্য ব্যবহার করা হয়।
- **ট্রানজিস্টরের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য :**

- কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর (α)।
- কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর (β)।
- ইনপুট বা নিবেশ রোধ।
- আউটপুট বা উৎপাদোৎপাদ;
- কারেন্ট ও ভোল্টেজের সর্বোচ্চ সহনশীল মাত্রা।
- লিকেজ কারেন্ট বা ক্ষরণ প্রবাহ।
- সর্বোচ্চ ক্ষমতা অবক্ষয়।

➤ FET দুই ধরনের :

১. Junction field effect transistor (JFET) বা জংশন ফেট।
২. Insulaed gate field effect transistor (IGFET) বা অন্তরক ফটক বা MOSFET (মসফেট)
বা ধাতব অক্সাইড অর্ধপরিবাহী ফেট।

Device, FET এর ব্যবহার :

- Bipolar transistor যে সমস্ত কাজে ব্যবহৃত হয় FET ও প্রায় সেসব কাজে ব্যবহৃত হয়। তবে FET এককভাবে অনেক কাজে ব্যবহৃত হয়।
 - FET এর ইনপুটে উচ্চ রোধ/বাধা (Impedence) এবং আউটপুটে স্বল্প রোধ/বাধা থাকার কারণে Bipolar transistor এর চেয়ে এটি উন্নতমানের ও এর ব্যবহার বেশি।
 - FET এর ইনপুটে উচ্চ রোধ/বাধা জন্য বর্তনীতে লোডিং ক্রিয়া খুব কম হয়। তাই উন্নত মানের ভোল্টমিটার, বিভিন্ন পরিমাণ যন্ত্রপাতিতে, দোলন দর্শী (Dscilloscope) ইত্যাদিতে বহুল ব্যবহৃত হয়।
 - লজিক বর্তনীতে FET এর প্রচুর ব্যবহার আছে।
 - FM ও TV গ্রাহক যন্ত্রে মিশ্রণ ক্রিয়া সম্পাদনে FET ব্যবহৃত হয়।
 - ক্ষুদ্র আকৃতির জন্য বর্তনী এবং কম্পিউটারের মেমোরীতে FET ব্যবহৃত হয়।
- সৌর কোষঃ** সৌর কোষ হল সিলিকন দিয়ে তৈরি আলোকসংবেদনী p - n জংশন।

ফিরে দেখা :-

$$\begin{aligned}
 ① I_E &= I_B + I_C & ② \Delta I_E &= \Delta I_B + \Delta I_C & ③ \alpha &= \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \right)_{VCB} \text{ (কমন বেস সংযোগ)} \\
 ④ \beta &= \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right)_{VCE} \text{ (কমন এমিটার সংযোগ)} & ⑤ R &= \frac{\Delta V}{\Delta I} \\
 ⑥ \beta &= \frac{\alpha}{1-\alpha} & ⑦ \alpha &= \frac{\beta}{1+\beta}
 \end{aligned}$$

TYPE – 01

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}, \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \text{ সূত্রের ব্যবহারঃ}$$

EXAMPLE – 01: কোন ট্রানজিস্টরে 8mA নিঃসারক প্রবাহের জন্য 7.9mA সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন ঘটল। সংগ্রাহক প্রবাহ পরিবর্তনের কারণে পীঠ প্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া গেল 0.1mA. প্রবাহ বিবর্ধন গুণাঙ্ক (α) ও প্রবাহ লাভ (β) নির্ণয় কর ?

$$\text{SOLVE : } \alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = \frac{7.9}{8} = 0.9875 ; \beta = \frac{7.9}{0.1} = 79$$

EXAMPLE – 02: একটি ট্রানজিস্টরে $I_C = 5\text{mA}$, $I_B = 100\text{mA}$ পরিমাপ করা হল। α , β , I_E এর মান নির্ণয় কর?

$$\text{SOLVE : } I_E = I_B + I_C = 100 \times 10^{-6} + 5 \times 10^{-3} = 5.1 \times 10^{-3} \text{A}$$

$$\text{আবার, } \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{5 \times 10^{-3}}{5.1 \times 10^{-3}} = 0.98 \therefore \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{5 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}} = 50$$

TYPE – 02

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} \text{ সূত্রের ব্যবহার :}$$

EXAMPLE – 01: কোন p – n জংশনে 1V বিভব পার্থক্যের জন্য প্রবাহ পাওয়া গেল 10mA. বিভব পার্থক্য 1.2V করা হলে প্রবাহ পাওয়া যায় 15mA. গতিয় রোধ কত?

$$\text{SOLVE : } \Delta I = (15-10)\text{mA} = 5\text{mA} \quad \Delta V = 1.2-1 = 0.2\text{V}$$

$$\therefore R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.2}{5 \times 10^{-3}} = 40\Omega$$

EXAMPLE – 02: কোন P-n জংশনে 0.1V বিভব পার্থক্যের জন্য 350mA আনুষঙ্গিক তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া গেল। জংশনের গতিয় রোধ কত ?

$$\text{SOLVE : } R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.1}{350 \times 10^{-3}} = 0.286 \Omega$$

TRY YOURSELF

EXERCISE – 01: কোন p – n জংশনে 0.1 V বিভব পার্থক্য পরিবর্তনের জন্য আনুষঙ্গিক তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া গেল 400 mA. এর গতিয় রোধ কত? [Ans. 0.25π]

EXERCISE – 02: একটি ট্রানজিস্টরের কমন এমিটার বিন্যাস কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর (β) এর মান 30; বেস কারেন্টের পরিবর্তন 25 mA হলে এমিটার কারেন্টের পরিবর্তন কত হবে? [Ans. 775 mA]

Type -03: গুণক সংক্রান্ত গাণিতিক

EXAMPLE – 01: একটি ট্রানজিস্টরের কারেন্ট গেইন ও অ্যামপলিকেশন ফ্যাক্টরের অনুপাত 100 : 1। নিঃসারক প্রবাহ 200 A হলে পীঠ প্রবাহ কত ?

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{I_E}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{I_E}{\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)} = \frac{200}{\left(\frac{100}{1}\right)} = 2\text{A (Ans:)}$$

For Practice:

পীঠ প্রবাহ ও নিঃসারক যথাক্রমে 22 ও 70Ω । অ্যামপ্লিকেশন ফ্যাক্টর 0.92 হলে কারেন্ট গেইন কত?

Ans: 2.18

EXAMPLE - 02: কোন ট্রানজিস্টরের $I_C = 0.95 \text{ mA}$ এবং $I_E = 1.0 \text{ mA}$, এর প্রবাহ গুণক $\alpha = ?$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0.95}{1.0} = 0.95 (\text{Ans:})$$

For Practice:

- 1) কোন ভূমি সংযোগ ট্রানজিস্টরের নিঃসারক প্রবাহ 0.95mA ও ভূমি প্রবাহ 0.04 mA হলে বিবর্ধন গুণক α এর মান কত ?

Ans: 0.958

EXAMPLE - 03:

কোন ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.95$ এবং $\Delta I_C = 1 \text{ mA}$ হলে এর প্রবাহ লাভ β কত ?

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{1}{0.02} = 50 (\text{Ans})$$

For Practice:

- 1) কোন ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.95$ এবং $I_E = 1 \text{ mA}$ হলে β কত ? (Ans: 19)
2) কোন ট্রানজিস্টরের পীঠ প্রবাহ 0.02 A এবং গ্রাহক প্রবাহ 1mA হলে , প্রবাহ লাভ কত ?

(Ans: 0.05)

EXAMPLE - 04: কোন ট্রানজিস্টরের কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর $\alpha = 0.9$ হলে β মান কত হবে ?

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{0.9}{1 - 0.9} = 9 (\text{Ans:})$$

For Practice:

- 1) একটি ট্রানজিস্টরের কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর $\beta = 50$ হলে α এর মান কত ? (Ans: 0.9804)