

## # Trapatt Diode $\div$ Trapped Plasma Avalanche Triggered Transit Diode.

Trapatt diode, Impatt diode का एक moderate रूप है, जो कि high power पर प्रचालन के लिए design किया जाते हैं। Impatt diode की अपेक्षा Trapatt diode को अधिक High Efficiency and Power पर प्रचालित किया जा सकता है। Pulsed operation में Trapatt Diode से अधिकतम लगभग 100W Power प्राप्त की जा सकती है।

Trapatt Diode Structure  $\div$  इसकी Basic Structure की fig (a) में show किया गया है।

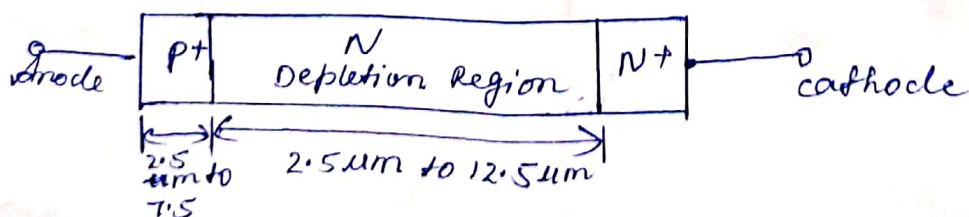


fig (a)

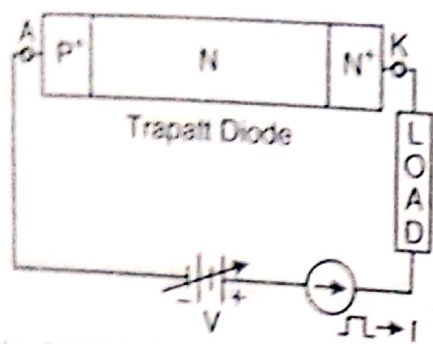
इस  $P^+ - N - N^+$  Structure में Silicon Semiconductors का उपयोग किया जाता है। इसमें  $P^+$  एवं  $N^+$  Semiconductors के मध्य में विद्यमान N- प्रकार के Depletion Region

की width  $2.5\mu\text{m}$  से  $12.5\mu\text{m}$  तक होती है। सामान्यतः Depletion region की doping इतनी पर्याप्त रखी जाती है कि Breakdown पर diode मील से  $0.1\text{mA}$  हो सके तथा Breakdown के बिल्कुल पूर्व ही Depletion भाग में electric field का मान drift velocity level से आगे बढ़ ही जाये। इस diode का  $p^+$  भाग, जितना सम्भव हो पतला ( $2.5\mu\text{m}$  से  $7\mu\text{m}$ ) तक रखते हैं। CW प्रचालन के लिए उच्च पीक पावर Trapsat Diode की व्यास-रेंज बहुत कम लगभग  $50\mu\text{m}$  रखते हैं तथा lower frequency range में  $750\mu\text{m}$  तक रखते हैं।

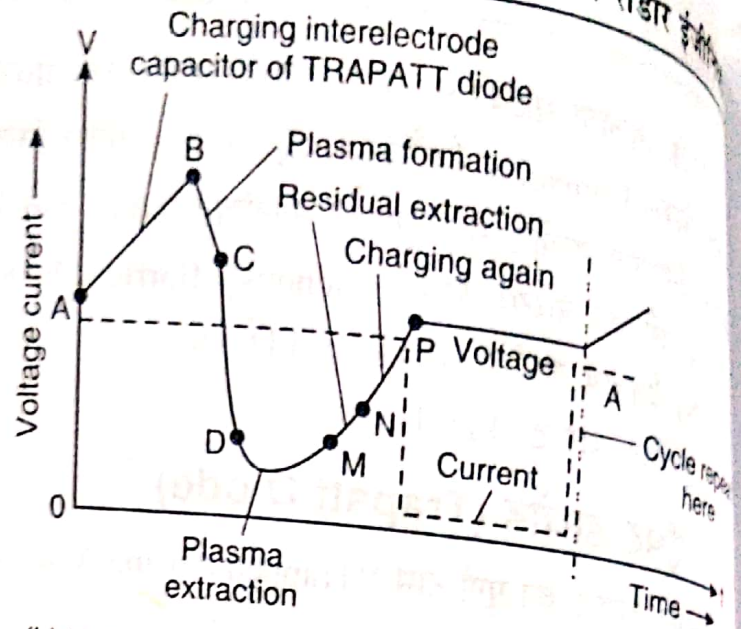
#### 4.15.2. प्रचालन के सिद्धान्त (Principles of operation)

Trapatt डायोड प्रयुक्त दोलित्र (oscillator) की बेसिक प्रक्रिया, व्युत्क्रम अभिनति (reverse bias) में संयोजित  $P-N$  संधि डायोड की सामान्य ऐलवांचे प्रक्रिया में प्राप्त धारा घनत्व में अधिक मात्रा में वृद्धि करना है। एक रिवर्स बायस में संयोजित Trapatt डायोड के परिपथ को चित्र 4.28 (a) में तथा इसके वोल्टेज अभिलक्षण को चित्र 4.28 (b) में दिखाया गया है, जिसमें परिपथ में प्रवाहित धारा के स्वरूप को वर्गाकार तरंग (square wave) माना गया है। इसमें  $A$  बिन्दु पर, पूर्ण डायोड में वैद्युत क्षेत्र, एकरूप (uniform) होता है। इस समय electric field (डायोड के एकास विभव,  $E$ ) का आयाम तो अधिक होता है परन्तु इस डायोड के ऐलवांचे भंजन (avalanche breakdown) से कम होता है तथा इस अवस्था में डायोड में प्रवाहित धारा घनत्व ( $J$ ) को अग्र सूत्र द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं—





(a) A circuit of TRAPATT diode with reverse bias



(b) Voltage characteristic of a reverse biased TRAPATT diode with assemed square wave current

चित्र 4.28

$$\text{Current Density; } J = \epsilon_s \frac{dE}{dt}$$

जहाँ  $\epsilon_s$  = Trapatt डायोड के अर्द्धचालक की परावैद्युत वैद्युतशीलता/परावैद्युत स्थिरांक (Dielectric permittivity/dielectric constant) तथा  $E$  = डायोड को प्रयुक्त वैद्युत-क्षेत्र (Electric) है।

बिन्दु-A समय पर डायोड, ऑफ से ऑन अवस्था में आ जाता है अर्थात् डायोड में धारा प्रवाहित होना प्रारम्भ हो जाता है। चूँकि इस अवस्था में, तापीय उत्पादन (thermal generation) द्वारा केवल आवेश वाहक (charged carriers) विद्यमान रहते हैं, अतः जब वैद्युत क्षेत्र ( $E$ ) का मान डायोड के भंजन विभव (breakdown voltage) से अधिक होता है तो प्रारम्भ में रेखीय संधारित्र (linear capacitor) की भाँति डायोड आवेशित होता है। जब पर्याप्त मात्रा में आवेश वाहक उत्पन्न हो जाते हैं तो परिपथ में प्रवाहित धारा ( $I$ ) की अपेक्षा डायोड के अन्दर प्रवाहित धारा बढ़ने का प्रयत्न करती है जिसके फलस्वरूप, डायोड के पूर्ण निःशेषण भाग (depletion region; मध्य का N-भाग) में वैद्युत ( $E$ ) का मान घट जाता है, जिसके कारण डायोड के एक्रास विभव-पात में बिन्दु-B से C तक दर्शाया गया है। बहुत कम समय में ही वैद्युत क्षेत्र, पर्याप्त अधिक हो जाने के कारण ऐवलांचे प्रक्रिया सतत् होती रहती है, जिसके फलस्वरूप, वैद्युत क्षेत्र और अधिक कम होता है तथा प्लाज्मा (plasma) जाल सा बनता है। इससे डायोड के एक्रास विभव, बिन्दु-D तक कम हो जाता है। पूर्ण Plasma आवेश को खत्म (remove) करने के लिए अधिक समय की आवश्यकता होती है। बिन्दु-M पर प्लाज्मा खत्म हो जाता है परन्तु depletion layer की एक तरफ (at one end) पर होल्स का residual charge रहता है। जैसे ही शेष आवेश (residual charge) समाप्त होता है, डायोड के एक्रास विभव-पात में बिन्दु-M से बिन्दु-N तक वृद्धि होती है। बिन्दु-N पर, डायोड के अन्दर उत्पन्न पूर्ण आवेश खत्म हो जाता है। बिन्दु-N से बिन्दु-P तक डायोड, एक स्थिर संधारित्र की भाँति आवेशित (charge) होता है तथा बिन्दु-P पर डायोड धारा, अर्द्ध समय-काल (half a period) के लिए लगभग शून्य मान पर पहुँच जाती है तथा डायोड के एक्रास विभव-पात का मान  $V_A$  हो जाता है। अब डायोड के एक्रास विभव-पात,  $V_A$  पर ही बना रहता है जब तक कि डायोड प्रचालन प्रक्रिया चक्र का पुनः प्रारम्भ (cycle repeat) नहीं होती है।

एक विशेष प्रकार के पाँच Trapatt डायोडों को श्रेणी में संयोजित कर इससे 1-1 GHz पर 1-2 kW की उच्चतम पल्स पावर (औसत पावर 5-5 Watts) प्राप्त की जा सकती है तथा इस अवस्था में क्षमता (efficiency;  $\eta$ ) लगभग 45% होती है जबकि इससे (श्रेणी में संयोजित 5-Trapatt डायोड) उच्चतम क्षमता 75%, लगभग 0.5 GHz आवृत्ति पर प्राप्त होती है।

Impatt डायोडों की अपेक्षा Trapatt डायोड अधिक कीमती (expensive) होते हैं तथा Trapatt डायोडों के लिए अधिक जटिल परिपथ (complex circuit) की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त Impatt डायोडों की अपेक्षाकृत Trapatt डायोडों के प्रचालन अधिक शोर (noise) उत्पन्न करते हैं।