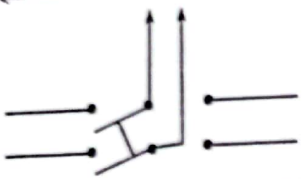
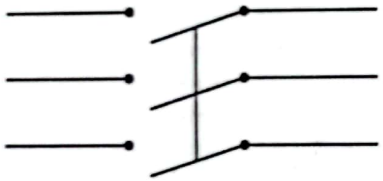
(৮) **D.P.D.T. সুইচ :** D.P.D.T. সুইচ বলতে একটি ডাবল পোল ডাবল থ্রো (Double Pole double Throw) সুইচকে বুঝায়। D.P.D.T. সুইচে দুটি পোল থাকে এবং এ সুইচের মাধ্যমে দুদিকে থ্রো করা যায় বলে একে ডাবল পোল ডাবল থ্রো সুইচ বলে। এর মাধ্যমে দুটি সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়, তবে সার্কিট দুটির যেকোনো একটি যে অবস্থায় থাকলে অপরটি অন্য অবস্থায় থাকে। নিচের চিত্রে একটি D.P.D.T. সুইচের প্রতীক দেখানো হলো।



চিত্র-৮.৯ : D.P.D.T. সুইচের প্রতীক

**ব্যবহার :** ট্রাফিক কন্ট্রোল সার্কিটে এ ধরনের সুইচ ব্যবহৃত হয়।

(৯) **T.P.S.T. সুইচ :** T.P.S.T. সুইচ বলতে একটি ট্রিপল পোল সিঙ্গেল থ্রো (Triple Pole Single Throw) সুইচকে বুঝায়। T.P.S.T. সুইচে তিনটি পোল থাকে বলে একে ট্রিপল পোল এবং এর মাধ্যমে একদিকে থ্রো করা যায় বলে একে সিঙ্গেল থ্রো সুইচ বলে। এর পোল তিনটিকে এক সাথে চালনা করে সার্কিটকে অন-অফ করানো হয়। এ ধরনের সুইচের কারেন্ট 100, 150 এবং 200 অ্যাম্পিয়ার ইত্যাদি হয়ে থাকে। নিচের চিত্রে একটি T.P.S.T. সুইচের প্রতীক দেখানো হলো :



চিত্র-৮.১০ : T.P.S.T. সুইচের প্রতীক

**ব্যবহার :** T.P.S.T. সুইচ-থ্রি-ফেজ এসি সার্কিটে, কল-কারখানা, ওয়ার্কশপ, পাওয়ার হাউজ ইত্যাদিতে মেইন সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

D.P.D.T. এবং T.P.S.T. সুইচের পোলগুলো বা কন্টাক্ট পাতগুলোকে একসাথে নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি অপরিবাহী পদার্থ (সাধারণত এবোনাইট) দ্বারা নির্দিষ্ট দূরত্বে এক সাথে সংযুক্ত করে রাখা হয়। এ সুইচগুলোর প্রত্যেকটিকে লোহার বাক্সে আবদ্ধ করে রাখা হয় বলে এগুলোকে আয়রন ক্লেড (Iron Clad) সুইচও বলা হয়। এগুলো সাধারণত মেইন সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

## ৮.৩ সেন্সরের শ্রেণিবিভাগ

**(Classify the Sensors)**

সেন্সরকে প্রধানত নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয় :

১। **ভেলোসিটি সেন্সর (Velocity Sensor) :** ভেলোসিটি সেন্সর তিন প্রকার, যথা–
- (ক) ডিফারেন্সিয়েশন সেন্সর (Differentiation Sensor)
- (খ) এনকোডার (Encoder)
- (গ) টেকোমিটার (Tachometer)

২। **ফোর্স ও প্রেসার সেন্সর (Force & Pressure Sensor) :** ফোর্স ও প্রেসার সেন্সর তিন প্রকার, যথা–
- (ক) স্ট্রেইন গেজ (Strain Gauge)
- (খ) ফোর্স সেনসিং রেজিস্টর (Force Sensing Resistor)
- (গ) পিজোইলেকট্রিক (Piezoelectric)



৩। **লাইট সেন্সর (Light Sensor) :**
- (ক) Photoresistor
- (খ) Photovoltaic Cell

৪। **রেঞ্জ ফাইন্ডার (Range finder) :** রেঞ্জ ফাইন্ডার দুই প্রকার। যথা–
- (ক) আলট্রাসনিক (Ultrasonic) Distance Sensor
- (খ) লেজার রেঞ্জ সেন্সর (Leser Range Sensor)
- (গ) IR Distance Sensor
- (ঘ) Encoders
- (ঙ) Stereo Camera

৫। **পজিশন সেন্সর (Position Sensor) :** যে ডিভাইস Position নির্ণয় করে তাকে পজিশন সেন্সর বলে। পজিশন সেন্সর পাঁচ প্রকার, যথা–
- (ক) রিসোলভার (Resolver)
- (খ) ম্যাগনেটো রিফ্লেকটিভ সেন্সর (Magneto Reflective Sensor)
- (গ) এলভিডিটি (LVDT)
- (ঘ) পটেনশিওমিটার (Potentiometer)
- (ঙ) এনকোডার (Encoder)।

৬। **প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity Sensor) :** প্রক্সিমিটি সেন্সর আট প্রকার। যথা–
- (ক) Infrared (IR) Transceivers
- (খ) Photoresistor
- (গ) আলট্রাসনিক (Ultrasonic) Sensor

এগুলো Robot এ ব্যবহৃত হয়।
- (ঘ) ম্যাগনেটিক (Magnetic)
- (ঙ) অপটিক্যাল (Optical)
- (চ) ইন্ডাকটিভ (Inductive)
- (ছ) ক্যাপাসিটিভ (Capacitive)
- (জ) এডি কারেন্ট (Eddy Current)।

এগুলো Robot এ ব্যবহৃত হয় না।

৭। **সাউন্ড সেন্সর (Sound Sensor) :** এটি শব্দ Detect করে এবং তার সমানুপাতিক Voltage ফেরত (Return) করে।

৮। **তাপমাত্রা সেন্সর (Temperature Sensor) :** Robotics এ এখন IC Based Temperature Sensor ব্যবহৃত হয়। যেমন : LM34, LMP35, TMP35, TMP36 এবং TMP37। এছাড়া আরো কিছু Sensor আছে যেমন : Thermocouple, Resistance Thermometer, Silicon Bandgap Temperature Sensor।

৯। **Pressure Sensors :** এটি স্পর্শ, বল ও চাপ Sense করতে পারে। যেমন : Tactile Pressure Sensor।

১০। **Navigation Sensors :**
- (ক) GPS
- (খ) Digital Magnetic Compass
- (গ) Localization : যেমন– Wi-Fi, Bluetooth, IR, Radio Transmission, Visible Light ইত্যাদি।

১১। **Gyroscope :** এটি Orientation পরিমাপ ও Maintain করতে সাহায্য করে।

১২। **IMU (Inertial Measurement Unit) :** এটি Accelerometer, Gero এবং Magnetometer এই তিন বৈশিষ্ট্যের সমন্বয়ে গঠিত।

১৩। **Voltage Sensors :**
- (ক) Op-amt
- (খ) Voltage Comparator
- (গ) LED

Current Sensors.

১৪। ত্বরণযুক্ত সেন্সর (Acceleration Sensor)

CamScanner

১৫ স্টিফ সেন্সর (Stiff Sensor)
১৬ মাইক্রো সুইচ (Micro Switch)
১৭ টর্ক সেন্সর (Torque Sensor)
১৮ টাচ ও টেকটাইল সেন্সর (Touch & Tactile Sensor)
১৯ লাইট অ্যান্ড ইনফ্রারেড সেন্সর (Light & Infrared Sensor)
২০ Current Sensors
২১ Humidity Sensors
২২ Gas Sensors
২৩ Magnetic Field Sensors

## ৮.৪ ফটোসেন্সর প্রক্সিমিটি সেন্সর RTD ও থার্মোকাপলের ব্যাখ্যা (Explain Photo Sensor, Proximity Sensor, RTD and Thermocouple)

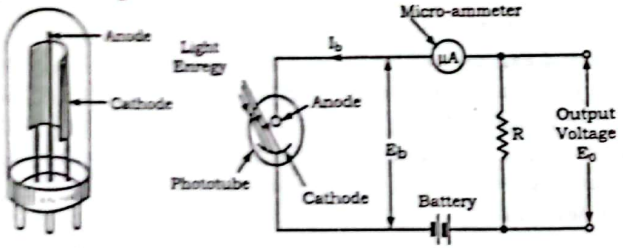
**৮.৪.১ ফটো সেন্সর (Photo Sensor) :** যে সকল সেন্সরের কার্যপ্রণালি আলোকশক্তির উপর নির্ভর করে অর্থাৎ আলোকশক্তি হতে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন করে তাকে ফটো সেন্সর বলে। ফটো সেন্সর ৩ ধরনের। যথা–

(i) ফটোইমিসিভ সেল (Photoemissive Cell)
(ii) ফটো কন্ডাকটিভ সেল (Photoconductive Cell)
(iii) ফটোভোল্টাইক সেল (Photovoltaic Cell)

(i) **ফটোইমিসিভ সেল (Photo Emissive Cell) :** ফটোইমিসিভ সেলের ক্যাথডের ওপর আলোকরশ্মি পতিত হলে এদের ক্যাথড থেকে ইলেকট্রন ইমিশন হয়। ফটোইমিসিভ সেল দুই প্রকার। যথা–

(১) ভ্যাকুয়াম টাইপ (Vaccum Type Photo Emissive Cell)
(২) গ্যাসফিল্ড টাইপ (Gas Field Photo Emissive Cell)।

(১) **ভ্যাকুয়াম টাইপ ফটোইমিসিভ সেল (Vaccum Type Photo Emissive Cell) :** নিচের (ক) চিত্রে একটি ভ্যাকুয়াম টাইপ ফটোইমিসিভ সেলের গঠন প্রণালি দেখানো হলো। এতে একটি পাতলা ধাতুর বক্রপৃষ্ঠ থাকে যার অবতল পৃষ্ঠ (Concave surface) ফটোইমিসিভ পদার্থের প্রলেপ দ্বারা আবৃত থাকে। এই সারফেস ক্যাথড হিসেবে কাজ করে। আর অর্ধেচারের কেন্দ্রে ঝুলানো রডটিকে অ্যানোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। সম্পূর্ণ কাঠামোকে একটি ভ্যাকুয়াম কাচের ইনভেলাপে আবদ্ধ করা হয়।




(ক) গঠন চিত্র




(খ) সার্কিট চিত্র

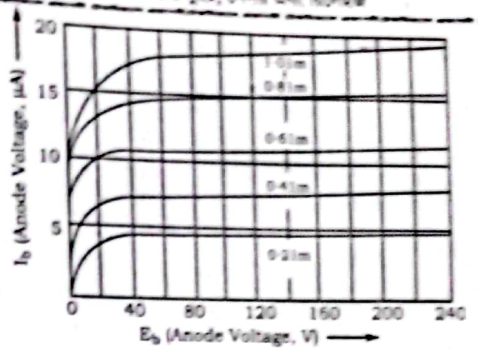
চিত্র-৮.১১ : ভ্যাকুয়াম টাইপ ফটোইমিসিভ সেল

এ সেলের কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যার জন্য (খ) নং সার্কিটটি বিবেচনা করা যায়। যখন ফটোইমিসিভ পদার্থ দ্বারা আবৃত ক্যাথডের উপর আলোকরশ্মি পতিত হয় তখন ক্যাথড থেকে ইলেকট্রন ইমিশন হয় যা পজিটিভ অ্যানোড দ্বারা সংগৃহীত হয়। ফলে অ্যানোড থেকে ক্যাথডের দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। প্রবাহিত কারেন্টকে একটি মাইক্রো অ্যামিটার দ্বারা পরিমাপ করে পতিত আলোক রশ্মি তীব্রতা পরিমাপ করা যায়।

ফটোইমিসিভ সেলের কারেন্ট প্রবাহ তিনটি বিষয়ের ওপর নির্ভর করে–

(ক) আলোর তীব্রতা (Intensity of Light)
(খ) আলোর রং বা তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (Color of Light or Wavelength of Light)
(গ) অ্যানোড ও ক্যাথোডের মধ্যে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ (Voltage Applied between Anode & Cathode)






চিত্র-৮.১১ (গ) ফটোইমিসিভ সেলের কারেন্ট বনাম ভোল্টেজ কার্ভ

ফটোইমিসিভ সেলের কারেন্ট বনাম ভোল্টেজ কার্ভ উপরের চিত্রে দেখানো হলো। কার্ভ থেকে দেখা যাচ্ছে যে, অ্যানোডে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ ($E_b$) দ্বারা সৃষ্ট কারেন্ট লুমিনাস ফ্লাক্স বা আলোর তীব্রতার সমানুপাতিক। সার্কিটে ব্যবহৃত মাইক্রো অ্যামিটারটি লুমিনাস ফ্লাক্স বা আলোর তীব্রতার ফোল কালিব্রেটেড করা হয়। ফলে মাইক্রো অ্যামিটার দ্বারা সরাসরি আলোর তীব্রতা পরিমাপ করা যায়।

**ফটোইমিসিভ সেনসিটিভিটি (Photo Emissive Sensitivity) :** ফটোইমিসিভ কারেন্ট ($I_b$) এবং লুমিনাস ফ্লাক্সের (Q) অনুপাতকে ফটোইমিসিভ সেনসিটিভিটি বলে। অর্থাৎ $S = \frac{I_b}{Q}$

যদি Q কে ওয়াটে প্রকাশ করা হয় তবে সেনসিটিভিটিকে বলা হয় রেডিয়ান্ট সেনসিটিভিটি এবং এর একক অ্যামপিয়ার/ওয়াট (A/W)

কিন্তু যদি Q কে ওয়াটে প্রকাশ করা হয় তবে সেনসিটিভিটিকে বলা হয় রেডিয়ান্ট সেনসিটিভিটি এবং এর একক অ্যামপিয়ার/লুমেন (A/Lm).

**ফটো ইমিসিভ সেলের সুবিধা :**

(১) স্ট্যাবিলিটি বেশি।
(২) দীর্ঘসময় ধরে ব্যবহার করলেও এর বৈশিষ্ট্যাবলি পরিবর্তন হয় না।
(৩) কম ভোল্টেজে অপারেট হয়।
(৪) অতিরিক্ত আলোর প্রভাব থেকে প্রটেকশন দেয়া যায়।

**ফটো ইমিসিভ সেলের অসুবিধা :**

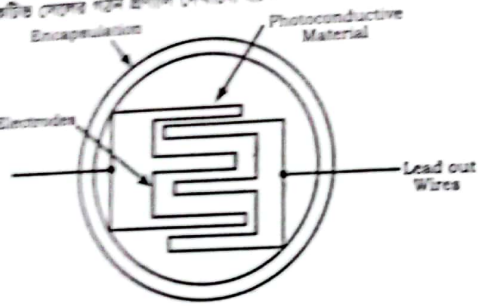
(১) কারেন্ট প্রবাহের পরিমাণ খুবই কম, তাই পরিমাপের কাজে বিঘ্ন ঘটে।
(২) সেনসিটিভিটি নিম্নমানের।

(২) **গ্যাস ফিল্ড ফটোইমিসিভ সেল (Gas Field Photo Emissive Cell) :** ভ্যাকুয়াম ফটোইমিসিভ সেলের সেনসিটিভিটি নিম্নমানের। তাই গ্যাস ডিসচার্জের মাধ্যমে ক্যাথড থেকে বেশি পরিমাণ ইলেকট্রনিক নির্গত করে এর সেনসিটিভিটি বাড়ানো যায়। ভ্যাকুয়াম ও গ্যাস ফিল্ড ফটোইমিসিভ সেলের গঠনগত দিক দিয়ে কোন পার্থক্য নেই। তবে এর মধ্যে শুধুমাত্র 1 মিমি পারদ চাপে একটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস আবদ্ধ রাখা হয়।

ক্যাথড থেকে নির্গত ইলেকট্রনসমূহ ইলেকট্রিক ফিল্ড দ্বারা ত্বরান্বিত (Accelerated) হয়ে আলোকাইজড হয়। সংঘর্ষের ফলে পুনঃপুন ইলেকট্রন ইমিশন হয়। ফলে ইলেকট্রনের পরিমাণ বেড়ে যায় এবং সেলের গেইন 5 থেকে 10 গুণ বেড়ে যায়। তবে এ সেল ভ্যাকুয়াম সেলের মত স্টাবল নয় এবং এর কারেক্টারিস্টিক্স লিনিয়ার নয়।

**(ii) ফটোকন্ডাকটিভ সেল (Photo Conductive Cell) :** কিছু কিছু সেমিকন্ডাকটর পদার্থ আছে যাদের ওপর আলোক পতিত হলে চার্জ ক্যারিয়ার বিঘ্নিত হয় এবং ভোল্টেজ প্রয়োগের ফলে কারেন্ট প্রবাহের সৃষ্টি হয়। আলোর তীব্রতা বাড়লে কারেন্ট প্রবাহ বাড়ে। অর্থাৎ আলোর তীব্রতা বাড়লে সেমিকন্ডাকটর পদার্থের রেজিস্ট্যান্স হ্রাস পায়। এই জন্য এই ধরনের পদার্থকে "ফটোকন্ডাকটিভ সেল" বা "ফটোরেজিস্টর" বা Light Depended Resistor (LDR) বলা হয়।

নিম্নে চিত্র ফটোকন্ডাকটিভ সেলের গঠন প্রণালি দেখানো হলো–




চিত্র-৮.১২ : ফটোকন্ডাকটিভ সেল

এতে ক্যাডমিয়াম সালফাইড (Eg = 2.42 $e_v$) বা ক্যাডমিয়াম সেলেনাইড (Eg = 1.7 $e_v$) এর গুড়া রাসায়নিক উপা... প্রয়োজনীয় আকারের টেবলেট তৈরি করে কাঁচ কিংবা প্লাস্টিকের ইনভেলাপে আবদ্ধ করা হয়। টেবলেটের সাথে ইলেকট্রোড তৈরি করা হয়। আর এর জন্য এমন পদার্থ ব্যবহার করা হয় যা ওহমিক কন্টাক্ট প্রদান করে কি... রেজিস্ট্যান্স খুবই কম মানের। এই বৈশিষ্ট্য পাওয়ার জন্য সাধারণত সোনা (Gold) ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রোড... সাধারণত ইন্টারডিজিটাল।

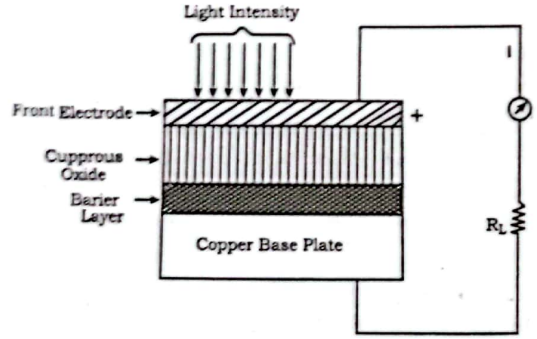
ফটোকন্ডাকটিভ সেলের বৈশিষ্ট্য নির্ভর করে ব্যবহৃত পদার্থের ধরনের ওপর। পদার্থগুলোর নাম ও বৈশিষ্ট্য নিম্নের টেবিলে দেয়া হলো–

Table 8.1
Characteristics of Photoconductive Cells

| Photoconductor | Time Constant | Spectral Band |
|---|---|---|
| CdS | 100 ms | 0.47–0.71 μm |
| CdSe | 10 ms | 0.6–0.77 μm |
| PbS | 400 μs | 1–3 μm |
| PbSe | 10 μs | 1.5–4 μm |

(iii) **ফটোভোল্টাইক সেল (Photo Voltaic Cell) :** Photo voltaic cell or solar cell হলো এক প্রকার acti... transducer যার মাধ্যমে আলোক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করা হয়। এতে উৎপন্ন voltag... electromagnetic radiation এর সমানুপাতিক। একে cell বলার কারণ হলো এটা voltage উৎপন্ন করে।

একটি Photo voltaic cell এর চিত্র অংকন করা হলো :

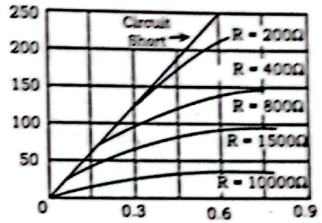



চিত্র-৮.১৩ : ফটোভোল্টাইক সেল

**গঠনপ্রণালি (Construction) :** একটি Copper base plate এর উপর কিউপ্রাস অক্সাইডের প্রলেপ দেয়া থাকে। ফলে এদের সংযোগ স্থলে বেরিয়ারের সৃষ্টি হয়। কিউপ্রাস অক্সাইডের উপর Light transparent sheet conductive প্রলেপ দেওয়া হয় যাতে করে এটা light energy কে কিউপ্রাস অক্সাইডের প্রলেপের উপর আঘাত বাঁধা না দেয় এবং Electron flow করতে যেন সহায়তা করে। একে Front electrode বলে। Front electrode এবং copper base plate থেকে output নেওয়া হয়।



**কার্যপ্রণালি (Operation) :** Front electrode এর উপর যখন light energy পতিত হয় তখন এই light energy কিউপ্রাস অক্সাইডের প্রলেপের উপর পতিত হয় এবং কিউপ্রাস অক্সাইডের electron এর স্থিতি নষ্ট। যার ফলে junction barrier বৃদ্ধি পায় এবং front electrode positive এর copper base plate টি negative charge ধারণ করে এই অবস্থায় সার্কিটের মধ্যে দিয়া কারেন্ট প্রবাহিত হয়। যার মান নির্ভর করে barrier junction এর উপর এবং barrier junction নির্ভর করে front electrode এর উপর পতিত light intensity এর উপর। যদি light intensity বেশি হয় তবে junction barrier ও বেশি প্রবাহিত কারেন্টের মানও বেশি না। light intensity কম হলে junction barrier হ্রাস পায় ফলে প্রবাহিত কারেন্ট এর মান বাড়ে। সুতরাং front electrode এর পতিত light intensity এর জন্য আউটপুট একটি electrical signal তৈরি হয়। বর্তনীর সাথে সেলকে যুক্ত করা হলে কারেন্ট ভার্সাস লুমিনাস ফ্লাক্স বৈশিষ্ট্য পরিলক্ষিত হয় যা নিম্নে চিত্রে দেখানো হলো :




চিত্র-৮.১৪ : Current v/s Luminous flux Characteristics for a Photovoltaic cell

Photo voltaic cell তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত পদার্থসমূহ–

(1) Silicon (Si)
(2) Selenium (Se)
(3) Germanium (Ge)
(4) Indium Arsenide (InAs)
(5) Indium Antimonide (InSb)

এদের বৈশিষ্ট্য নিচের টেবিলে দেখানো হলো–

Table– 8.2 : Typical Photovoltaic Cell Characteristics

| Cell Material | Time Constant | Spectral Band |
|---|---|---|
| Silicon (Si) | 20 μs | 0.44μm–1 μm |
| Selenium (Se) | 2 μs | 0.3 μm–0.62 μm |
| Germanium (Ge) | 50 μs | 0.79 μm–1.8 μm |
| Indium Arsenide (InAs) | 1 μs | 1.5 μm–3.6 μm (cooled) |
| Indium Antimonide (InSb) | 10 μs | 2.3 μm–7 μm (cooled) |

**সুবিধা (Advantages) :**

(১) এটা কোন প্রকার Biasing ছাড়াই অনেক voltage উৎপন্ন করতে পারে।
(২) এর Response খুবই দ্রুত।
(৩) একে সরাসরি energy converter হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

**ব্যবহার (Disadvantages) :**

(১) ইনফ্রারেড ডিটেকটর হিসেবে
(২) ডাটা প্রসেসিং এ পাঞ্চ কার্ড রিডিং এ
(৩) ফটোগ্রাফিক এক্সপোজার মিটার
(৪) রিপোর্ট এলাকায় অপ্রচলিত বিদ্যুৎ উৎস হিসেবে
(৫) স্পেস ক্রাফট এ ইলেকট্রিক এনার্জি সাপ্লাই এ।

CamScanner