



bp solar

DOCUMENTS

Effet Photovoltaïque Présentation

Décembre 2000

Apex BP Solar

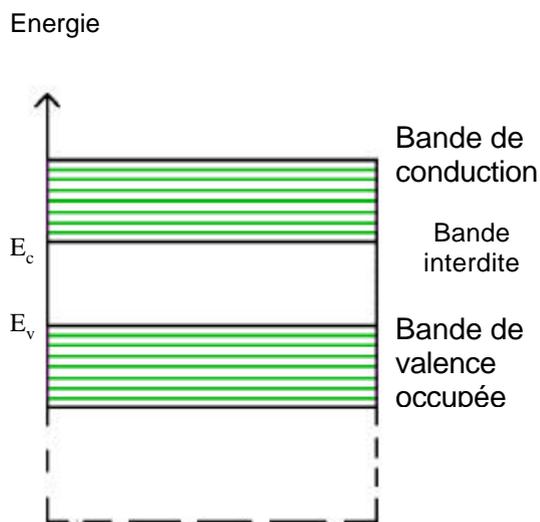
1, rue du Grand Chêne
34270 Saint-Mathieu-de-Trévières
FRANCE

Téléphone 33 (0) 499 622 622
Fax 33 (0) 499 622 623

Web <http://www.apex-france.com>
Email info@apex-france.com

Découvert en 1839 par Henry Becquerel, l'effet photovoltaïque permet la transformation de l'énergie lumineuse en électricité. Il repose sur la technologie des semi-conducteurs

1. LES MATERIAUX SEMI-CONDUCTEURS



Bandes énergétiques au sein de l'atome

Les semi-conducteurs intrinsèques, éléments de la quatrième colonne du tableau périodique des éléments constituent des cristaux qui peuvent devenir conducteurs sous certaines conditions. Pour expliquer ce phénomène, il convient dans un premier temps de décrire la structure électronique des atomes. Les électrons occupent les bandes énergétiques les plus basses dans leur état normal. Ces différentes bandes d'énergie accessibles sont séparées par des bandes énergétiques interdites appelées « gap » qui constituent de véritables barrières énergétiques :

$$\Delta E = E_c - E_v \approx 1 \text{ eV}$$

En outre on appelle bande de valence la bande la plus élevée en énergie occupée par les électrons et bande de conduction, la bande énergétique accessible située au dessus de la bande de conduction. Lorsqu'il y a apport d'énergie, comme c'est le cas avec un rayon lumineux incident, les électrons de la bande de valence sont susceptibles de traverser la bande interdite et de passer dans la bande de conduction. Dès lors, ces électrons deviennent libres et sont capables de se déplacer à l'intérieur du cristal.

1.1. Dopage d'un semi-conducteur

La technique du dopage d'un cristal semi-conducteur consiste en l'appauvrissement ou l'enrichissement du nombre d'électrons au sein de ce cristal.

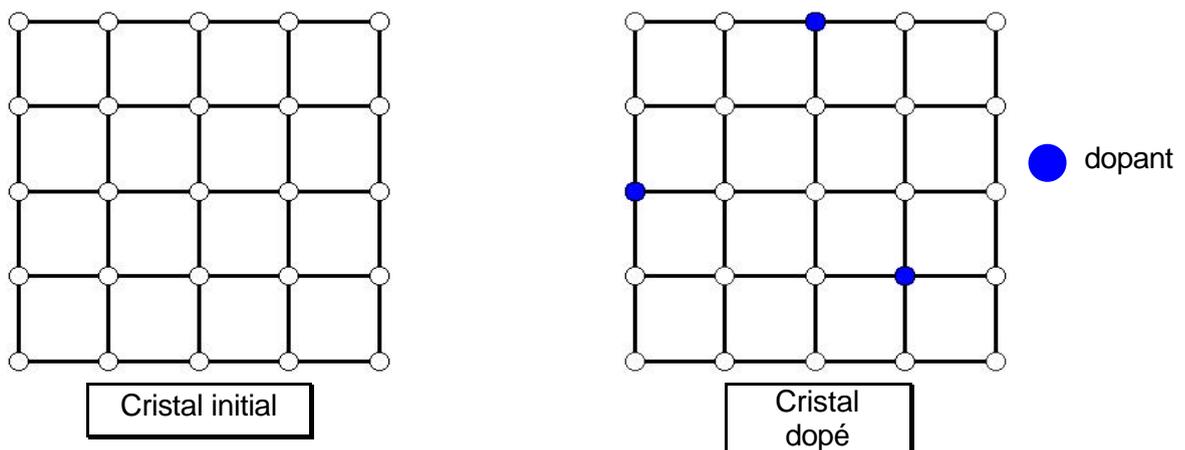
Pour ce faire, on introduit au sein de la structure tétravalente du cristal semi-conducteur un atome accepteur ou donneur d'électrons.

Réalisation d'un semi-conducteur dopé P

On fabrique ici un semi-conducteur déficitaire en électron. Dans ce but, on introduit au sein d'un cristal semi-conducteur un atome de la troisième colonne du tableau périodique des éléments, par exemple le bore possédant 3 électrons de valence sans modifier la structure tétravalente du cristal. De ce fait, une des liaisons réalisées avec les quatre voisins semi-conducteurs de cet atome se trouve constituée par la mise en commun d'un unique électron au lieu de deux. Un trou, ou site laissé vacant par un électron, est ainsi créé.

Réalisation d'un semi-conducteur dopé N

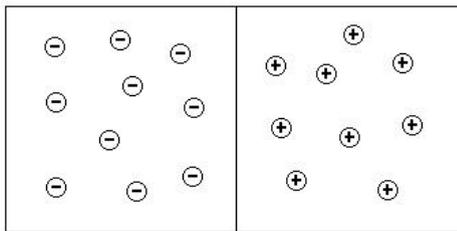
On fabrique ici un semi-conducteur excédentaire en électrons en introduisant cette fois au sein du cristal un atome de la cinquième colonne du tableau périodique des éléments par exemple le phosphore possédant 5 électrons de valence sans encore modifier la structure initial. De ce fait, une des liaisons réalisées avec les quatre voisins semi-conducteur de cet atome se trouve constituée par la mise en commun de trois électrons au lieu de deux. Un électron excédentaire capable de se déplacer au sein du cristal est ainsi créé.



1.2. Création de la jonction P-N

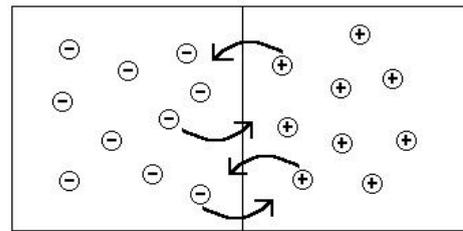
Une jonction P-N résulte de la mise en contact de deux cristaux semi-conducteurs, l'un dopé de la zone N (fig 1). Sous l'effet d'un gradient de charge, les électrons excédentaires de la zone N vont avoir tendance à migrer vers la zone P déficitaire en électrons et inversement pour les trous de la zone P (fig 2). Cependant, tous les électrons migrateurs ne possèdent pas une énergie suffisante pour recouvrir tous les trous de la zone P. Certains de ces électrons vont donc rester du côté P et de même pour certains trous ayant migré du côté N. Il en résulte une recombinaison des charges au niveau de la zone de contact et la création d'une DDP locale au niveau de la zone de contact. C'est une barrière de potentiel. En effet, cette DDP ne permet plus la migration d'éventuels électrons libres de N vers la zone P et de trous de la zone P vers la zone N (fig 3). Ils sont au contraire repoussés vers les bords de leur zone d'appartenance. La jonction PN est ainsi réalisée.

Illustration de la création de la jonction P-N



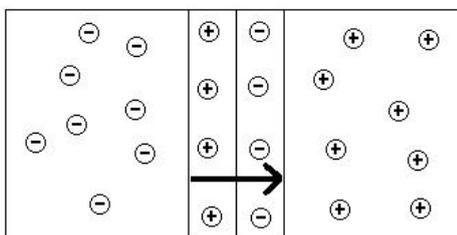
Zone dopée N Zone dopée

Fig 1 : Mise en contact de 2 semi-conducteurs dopés



Zone dopée N Zone dopée

Fig 2 : Migration sous l'effet du gradient de charge



Zone dopée N Zone dopée

Fig 3 : Création de la barrière de potentiel au niveau de la zone de contact

2. L'EFFET PHOTOVOLTAÏQUE

Sous l'effet d'un rayonnement lumineux incident, les électrons des bandes de valence du semi-conducteur vont pouvoir passer dans la bande de conduction et devenir libres. Ce phénomène va engendrer au sein de la structure du semi-conducteur la création de paire électron-trou. Ceux-ci, sous l'effet de la barrière de potentiel, vont s'accumuler sur chacune des faces extérieures des zones P et N. Ainsi, une ddp entre les faces extérieures de la jonction est créée : la photopile est prête à fonctionner (fig 4).

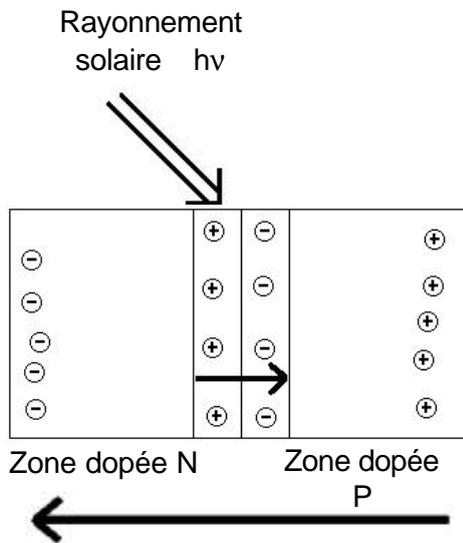


Fig 4 : Sous l'effet de la barrière de potentiel, les porteurs de charge excités sont repoussés sur les bords de la jonction, ce qui entraîne la création d'une tension à l'extérieur de la jonction