الاسبوع الثالث

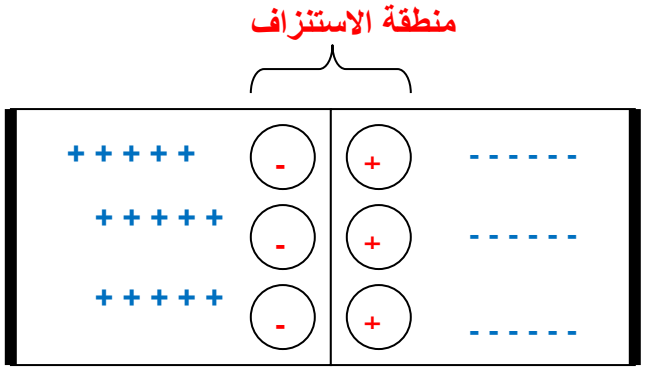
الوصلة junction :عبارة عن ملتقى المنطقة من النوع الموجب مع المنطقة من النوع السالب اما ثنائي الوصلة فهو اسم يطلق على بلورة pn.

الايون: هو اما اتحاد الكترون مع فجوة فينشأ ايون سالب او انفصال الكترون عن فجوة فينشأ ايون موجب

ثنائي القطب: (dipole) هوا كل زوج متكون من ايون موجب وايون سالب يولد حولة مجال كهبائي و وجود ثنائي القطب يعني ان الكترون واحد من حزمة التوصيل وفجوة واحدة قد توقفا عن الحركة.

منطقة الاستنزاف:(depletion layer)

هي المنطقة التي تحتوي على ازواج من الايونات (ثنائي القطب)على طرفي الوصلة وتكون خالية من الشحنات المتحركة(الكترونات و فجوات) .



الجهد الحاجز: (barrier potential)

هوا مجال كهربائي ناشيء عن كل ثنائي قطب وتزداد قوة هذا المجال مع زيادة الالكترونات العابره الى منطقة الاستنزاف وعند زيادة قوة هذا المجال يعمل على ارجاع الالكترونات التي تحاول العبور من المنطقة n الى منطقة الاستنزاف وتكون قيمتة للسليكون0.7 V و للجرمانيوم 0.3V عند درجة حرارة الغرفة ($T=25^0C$).

تأثير درجة الحرارة على الجهد الحاجز:

يعتمد الجهد الحاجز على درجة حرارة الوصلة فعند درجة الحرارة العالية يزداد انتاج ازواج الكترون فجوة وبالتالي يزداد انتقال حاملات الشحنه الاقلية عبر الوصلة حيث تنتقل الالكترونات الاقلية في المنطقة P عبر منطقة الاستنزاف الى المنطقة N مما يؤدي الى نقصان الجهد الحاجز وهذا النقصان يمكن الكترونات

المنطقة Nمن العبور الى المنطقة P مسببة اعادة المجال الكهربائي الى قيمته الاصلية وبالتالي وبهذا يعتمد الجهد الحاجز على درجة حرارة الوصلة بحيث يقل الجهد الحاجز بمقدار2.5mV عند زيادة درجة الحرارة درجة مئوية واحدة في ثنائيات السليكون والجرمانيوم.

Δ: تعني التغير في الحرارة $\Delta V = -0.0025\Delta T$

مثال: احسب الجهد الحاجز لثنائي سليكون عند درجة حرارة (75 °C) ؟

الحل: ان الجهد الحاجز لثنائي سليكون يساوي(0.7 V) عند درجة حرارة مقدارها(25°C) . وعند ارتفاع درجة الحرارة يقل الجهد الحاجز

$\Delta T = T2 - T1$, $\Delta V = -0.0025(\Delta T)$

$\Delta V = -0.0025(75-25) = -0.125V$

$\Delta V = V2 - V1$

لهذا سيكون الجهد الحاجز عند درجة حرارة (75°C) هو

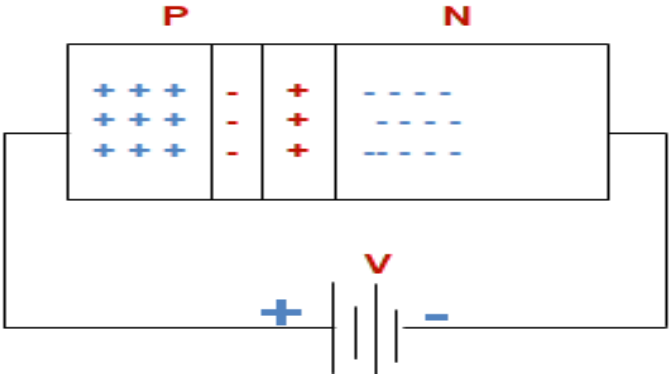
$V2 = 0.7 - 0.125 = 0.575V$

الثنائي المنحاز

الانحياز الأمامي :Forward Bias State

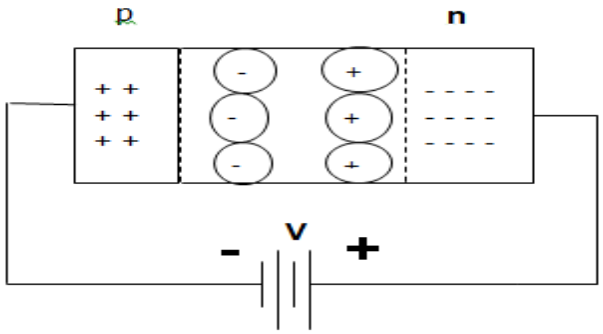
ممكن تحييز الثنائي البلوري بشكل امامي وذلك بتوصيل الوصلة الثنائية مع مصدر مستمر (بطارية) حيث يتم توصيل الطرف السالب للبطارية مع القطعة N من البلوره وكذلك ربط الطرف الموجب للبطارية مع القطعة P للبلوره.

وفي هذا النوع من التوصيل يمر التيار بسهولة ويكون ذات قيمة عالية لان الالكترونات تتحرك من المصدر السالب للبطارية وتدخل المنطقة اليمنى للبلورة N حيث تنتقل الالكترونات خلال المنطقة كالكترونات حزمة توصيل تعبر الوصلة تاركه مكانها فجواة موجبة تعمل على جذب شحنات البطارية الساليه .عندما تنتقل هذه الالكترونات الى المنطقة P تصبح الكترونات تكافؤية وتغادر نهاية البلوره اليسرى وتسير لطرف البطارية الموجب.



الانحياز العكسي :Reverse bias State

يمكن تحييز ثنائي البلوره بشكل عكسي وذلك بربط الطرف الموجب للبطارية مع القطعه N وتوصيل الطرف السالب للبطارية مع القطعة p وبذلك يكون اتجاه المجال الخاجي نفس اتجاه الجهد الحاجز ولهذا السبب تتحرك الالكترونات والفجوات باتجاه نهايتي البلورة بعيدا عن الوصلة. تخلف الالكترونات الهاربة وراءها ايونات موجبه بينما تخلف الفجوات المغادرة ايونات سالبة . ولهذا السبب نلاحظ ازدياد عرض طبقة الاستنزاف . وكلما ازداد الانحياز العكسي للمصدر ، ازداد عرض طبقة الاستنزاف ويتوقف نمو طبقة الاستنزاف عندما يساوي فرق جهدها الفولتية العكسية المسلطة .



هناك عدد من التيارات في حالة الانحياز العكسي وهي

1- تيار العبور الزائل (transient current)

وهو التيار الذي يمر في الدائرة عندما يتغير عرض طبقة الاستنزاف حيث تتحرك الفجوات بعيداً عن الوصلة هذا يعني ان الالكترونات تجري من طرف البطارية السالب الى النهاية اليسرى للبلورة (p) بينما تغادر الالكترونات النهاية اليمنى للبلورة (n) وتجري الى طرف البطارية الموجب. ان تيار العبور الزائل يصبح صفر بعدما يقف نمو طبقة الاستنزاف ويستغرق هذا التيار بضع نانو ثانيه .

2- تيار الحاملات الأقلية (saturation current)

تيار بسيط يسري بعد استقرار عرض طبقة الاستنزاف حيث الطاقة الحرارية تنتج أزواج " الكترون- فجوة " بسبب تواجد حاملات شحنة اقلية على طرفي الوصلة ويعمل جهد البطارية العكسي على دفع الالكترون الى جهة نهاية البلوره n (الجهة اليمنى) حيث يغادر البلوره باتجاة قطب البطارية الموجب أما الفجوة فتندفع الى جهة البلوره p (الجهة اليسرى) حيث تعمل على جذب الكترون من طرف البطارية السالب الى المنطقة p .ان انتقال الالكترونات والفجوات الى جهتي البلورة وباتجاة مجال البطارية العكسي ينتج عنه تيار صغير مستمر في الدائرة الخارجية ناتج بسبب درجة الحرارة وتولد ازواج الكترون فجوه والذي يسمى بتيار التشبع ايضا.

3-تيار التسرب السطحي (surface-leakage current)

تيار صغير يجري على سطح بلورة الثنائي المنحاز عكسياً ويكون سببه عدم اكتمال الأواصر أو تمزقها على السطح الخارجي للثنائي مما يؤدي الى وجود فجوات على السطح وبذلك يشبه سطح الثنائي مادة شبه موصل نوع p وبذلك تستطيع الالكترونات ان تدخل من نهاية البلورة نوع p (الجهة اليسرى) وتنتقل خلال فجوات السطح ثم تغادر نهاية البلورة n (الجهة اليمنى) ويزداد تيار التسرب السطحي (surface-leakage current) بازدياد الفولتية العكسية.

جهد الانكسار: break-down voltage (V.B)

عند الاستمرار في زيادة قيمة الفولتية العكسية نصل أخيرا الى فولتية الانكسار وتكون قيمتها عادة اكبر من (50v) وحال الوصول الى فولتية الانكسار تظهر أعداد كبيرة من الحاملات الأقلية في طبقة الاستنزاف وبذلك يكون توصيل الثنائي غزيراً ،حيث يمر تيار عالي ناشيء من حوامل الشحنة الاقلية المتولده داخل منطقة الاستنزاف بتاثير الحراره وبسبب وجود مصدر جهد عكسي يدفع الالكترونات باتجاه يمين البلورة ويدفع الفجوات الى اليسار . كلما زادت فولتية المصدر او البطارية سوف تزداد طاقة الالكترونات في طبقة الاستنزاف وتزداد وسرعتها العشوائية وبالتالي تصدم مع الكترونات حزمة التكافؤ وتحررها , لذلك تزداد اعداد حاملات الشحنة الاقلية ويتحول الثنائي من حالة القطع الى حالة التوصيل وتسمى فولتية المصدر بفولتية الانكسار.