

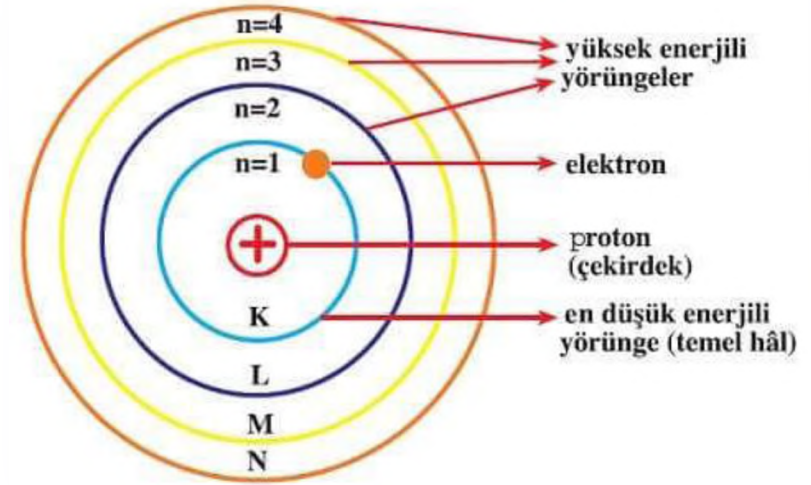


İLETKEN, YALITKAN VE YARI İLETKEN MADDELER

Mustafa NUMANOĐLU

İletken, Yalıtkan ve Yari İletken Maddeler

- Maddeler elektrik akımını iletme durumlarına göre (Elektron hareketine göre) üçe ayrılabilir. Elektrik akımına karşı çok küçük direnç gösteren malzemeler iletken, elektrik akımına karşı çok yüksek direnç gösteren malzemeler yalıtkan olarak adlandırılabilir. Yari iletken maddeler ise bazı özel şartlar altında iletken durumuna geçen maddeler olarak tanımlanabilir.



İletken, Yalıtkan ve Yari İletken Maddeler



İletkenlerin Temel Özellikleri

- Atomların dış yörüngesindeki elektronlar atoma zayıf olarak bağlıdır. Isı, ışık ve elektriksel etki altında kolaylıkla atomdan ayrılır.
- Dış yörüngedeki elektronlara **valans** elektron denir.
- Atomları 1 valans elektronlu olan metaller, iyi iletkendir. Buna örnek olarak altın, gümüş, bakır gösterilebilir.
- Bakır tam saf olarak elde edilmediğinden altın ve gümüşe göre biraz daha kötü iletken olmasına rağmen, ucuz ve bol olduğundan en çok kullanılan metaldir.
- Atomlarında 2 ve 3 valans elektronu olan demir (2 dış elektronlu) ve alüminyum (3 dış elektronlu) iyi birer iletken olmamasına ve bakıra karşı daha az mukavemetli olmasına rağmen ucuz ve bol olduğu için kablo olarak kullanılmaktadır.

Yalıtkanların Temel Özellikleri

- Elektrik akımını iletmeyen maddelerdir.
- Bunlara örnek olarak cam, mika, kâğıt, kauçuk, lastik ve plastik maddeler gösterilebilir.
- Elektronları atomlarına sıkı olarak bağlıdır.
- Bu maddelerin dış yörüngedeki elektron sayıları 8 ve 8'e yakın sayıda olduğundan atomdan uzaklaştırılmaları zor olmaktadır.

Yarı İletken Maddelerin Temel Özellikleri

- İletkenlik bakımından iletkenler ile yalıtkanlar arasında yer alır.
- Normal hâlde yalıtkandır.
- Ancak ısı, ışık ve manyetik etki altında bırakıldığında veya gerilim uygulandığında bir miktar **valans** elektronu serbest hâle geçer, yani iletkenlik özelliği kazanır. Bu şekilde iletkenlik özelliği kazanması geçici olup dış etki kalkınca elektronlar tekrar atomlarına döner.
- Doğada basit eleman hâlinde bulunduğu gibi laboratuvarda bileşik eleman hâlinde de elde edilir.
- Yarı iletkenler kristal yapıya sahiptir. Yani atomları kübik kafes sistemi denilen belirli bir düzende sıralanmıştır.
- Bu tür yarı iletkenler ısı, ışık, etkisi ve gerilim uygulanması ile belirli oranda iletken hâle geçirildiği gibi, içlerine bazı özel maddeler katılarak da iletkenlikleri artırılmaktadır.

Yarı İletken Maddelerin Temel Özellikleri

- Katkı maddeleriyle iletkenlikleri artırılan yarı iletkenlerin elektronikte ayrı bir yeri vardır. Bunun nedeni elektronik devre elemanlarının üretiminde kullanılmalarıdır. Elektrik-elektronik alanının en önemli iki yarı iletkeni 'germanyum' ve 'silisyum'dur. Çünkü bu iki element elektronikte yaygın olarak kullanılan diyot, transistör gibi devre elemanlarının kaynağını oluşturmaktadır.

ADI	KULLANILMA YERİ
Germanyum (Ge) (Basit eleman)	Diyot, transistör, entegre, devre
Silikon (Si) (Basit eleman)	Diyot, transistör, entegre, devre
Selenyum (Se) (Basit eleman)	Diyot
Bakır oksit (kuproksit) (CuO) (Bileşik eleman)	Diyot
Galliyum Arsenid (Ga As) (Bileşik eleman)	Tünel diyot, laser, fotodiyot, LED
İndiyum Fosfor (In P) (Bileşik eleman)	Diyot, transistör
Kurşun Sülfür (Pb S) (Bileşik eleman)	Güneş pili (Fotosel)

Yarı İletken Maddelerin Temel Özellikleri



Ge
Germanium

Günümüzde yarı iletken devre elemanı üretiminde büyük çoğunlukla silisyum elementi kullanılmaktadır. Sızıntı akımlarının fazla olması ve sıcaklıktan çok çabuk etkilenmeleri nedeniyle germanyum yarı iletkeni artık malzeme üretiminde kullanılmamaktadır.

N ve P Tipi Yarı İletkenler

- Silisyum ve germanyum kristallerinin atomları normal şartlarda son yörüngedeki elektronların ortak kullanımına dayanan ve **kovalent bağ** diye adlandırılan bir etkileşim içindedir. Bu nedenle ortamda serbest elektron yoktur ve bu tür maddeler saf kristal yapıdadır. Elektronik teknolojilerinde kullanılabilirmeleri için çeşitli katkı maddeleri katılarak yalıtkanlıkları düşürülür. Katılan katkı maddesine göre **N** tipi ve **P** tipi olmak üzere iki tür yarı iletken elde edilir.
- Ortama dış yörüngesinde 5 elektron bulunan bir atomdan (ör: Arsenik) çok az miktarda eklendiği zaman **N tipi yarı iletken** elde edilir.
- Ortama dış yörüngesinde 3 elektron bulunan bir atomdan (ör: Galyum) çok az miktarda eklendiği zaman **P tipi yarı iletken** elde edilir.

N ve P Tipi Yarı İletkenler

- Bor maddesinin de valans yörüngesinde 3 adet elektron bulunmaktadır.
- Silisyum maddesine bor maddesi enjekte edildiğinde atomların kurduğu kovalent bağlarda bir elektronluk eksiklik kalır. Bu eksikliğe **oyuk** adı verilir. Bu elektron eksikliği, karışıma pozitif madde özelliği kazandırır.
- **P** tipi maddeye bir gerilim kaynağı bağlandığında kaynağın negatif kutbundaki elektronlar p tipi maddedeki oyukları doldurarak kaynağın pozitif kutbuna doğru ilerler. Elektronlar pozitif kutba doğru ilerlerken oyuklarda elektronlar ters yönünde hareket etmiş olur. Bu kaynağın pozitif kutbundan negatif kutbuna doğru bir oyuk hareketi sağlar.

N ve P Tipi Yarı İletkenler

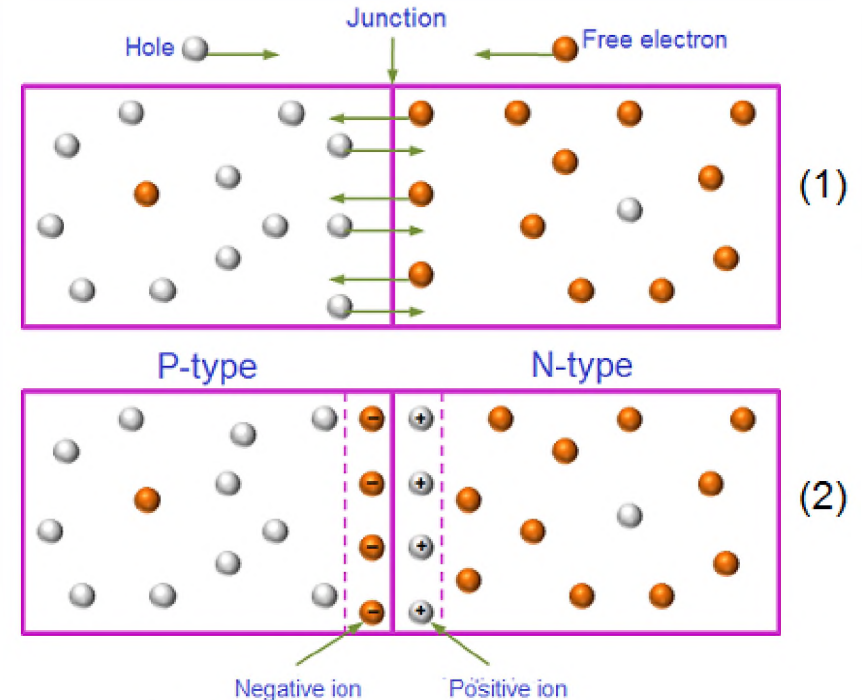
- Arsenik maddesinin atomlarının valans yörüngelerinde 5 adet elektron bulunur. Silisyum ile arsenik maddeleri birleştirildiğinde arsenik ile silisyum atomlarının kurdukları kovalent bağdan arsenik atomunun 1 elektronu açıkta kalır. Bu sayede birleşimde milyonlarca elektron serbest kalmış olur. Bu da birleşime negatif madde özelliği kazandırır. N tipi madde bir gerilim kaynağına bağlandığında üzerindeki serbest elektronlar kaynağın negatif kutbundan itilip pozitif kutbundan çekilirler ve gerilim kaynağının negatif kutbundan pozitif kutbuna doğru bir elektron akışı başlar.
- N tipi yarı iletken elektron vermeye, P tipi yarı iletken elektron almaya yatkındır. N tipi yarı iletkeninde serbest elektron fazladır, P tipi yarı iletkeninde serbest oyuk fazladır.

P-N Yüzey Birleşmesi

- Dışardan madde katkısı yapılarak elde edilen P ve N tipi yarı iletkenler tek başlarına kullanıldıklarında akımı iki yönde de taşıyabilirler. Bu özellik bir işe yaramaz. Bu nedenle P ve N tipi yarı iletkenler birlikte kullanılırlar. P-N yüzey birleşiminin davranışı kutuplamasız (polarmasız) ve kutuplamalı (polarmalı) olarak incelenir.
- **Kutuplamasız P-N Yüzey Birleşmesi:** P-N yüzey birleşmesine elektrik gerilimi uygulandığında serbest elektronlar serbest oyuklarla birleşir, serbest elektronun boşaldığı yerde oyuk oluşur. Oluşan oyuğun yerini yeni bir elektron doldurur. Böylece hem serbest elektronların hem de serbest oyukların hareketinden ileri gelen bir elektrik akımı oluşur.

P-N Kutuplamasız Yüzey Birleşmesi

- P-N yarı iletkenleri birleşince birleşim yüzeyine (jonksiyon) yakın yerdeki verici atomların elektronları alıcı atomların oyuklarıyla eşleşir. Alıcı atomları elektron aldıkları için negatif iyon (-) durumuna, verici atomlar elektron verdikleri için pozitif iyon (+) durumuna geçerler. Birleşim yüzeyinde engel bölgesi olarak adlandırdığımız bir alan oluşur.

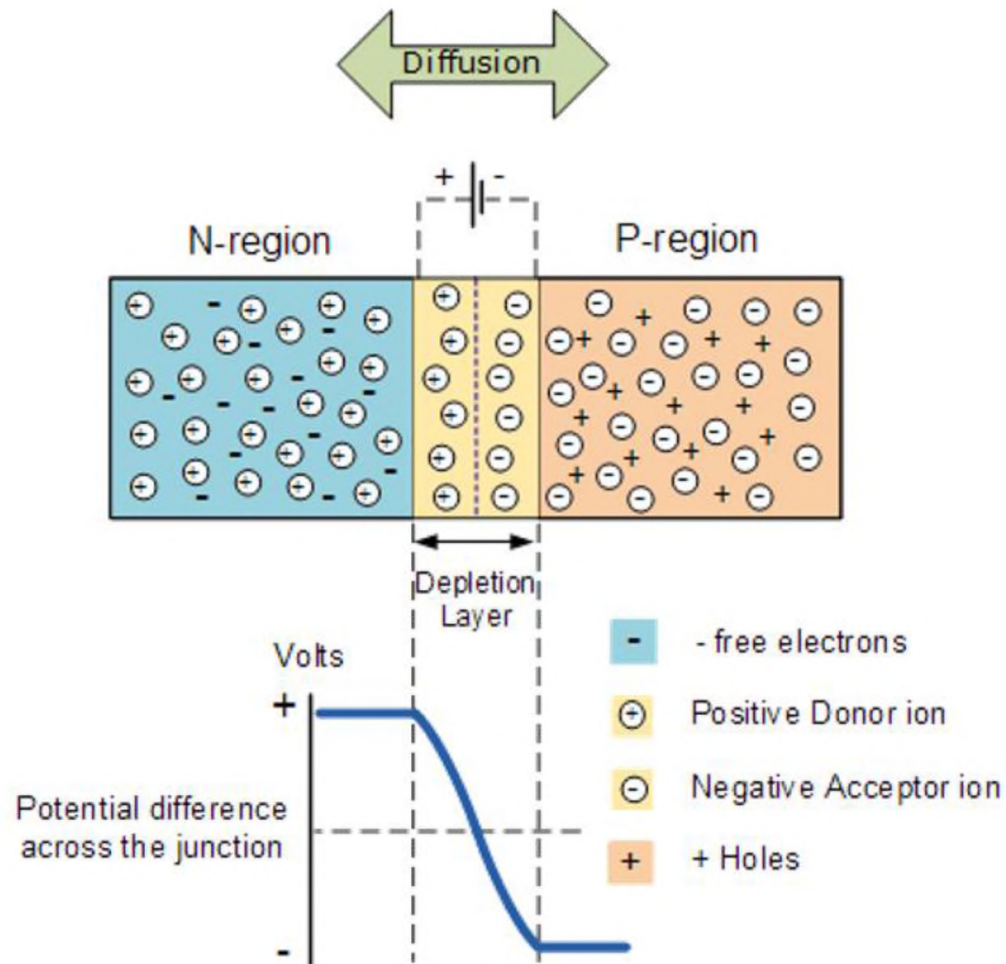


Copyright © 2013-2015, Physics and Radio-Electronics, All rights reserved

P-N Kutuplamalı Yüzey Birleşmesi

- **Kutuplamalı P-N Yüzey Birleşmesi:** P-N yüzey birleşimi doğru ve ters yönde olmak üzere iki şekilde kutuplandırılır. Doğru yönde kutuplama (forward bias) gerilim kaynağının artı (pozitif) kutbunun P-N birleşiminin P bölgesine ve gerilim kaynağının eksi (negatif) kutbunun P-N birleşiminin N bölgesine bağlanmasıyla elde edilir. Ters kutuplamada ise bunun tersi bir durum vardır.
- P-N birleşiminin tam iletme geçme anı silisyum yarı iletkenler için 0,6V-0,7V arasındadır. Germanyum yarı iletkenler için bu değer 0,2V-0,3V arasındadır. Bu gerilim değerleri aynı zamanda engel bölgesini ortadan kaldıran voltaj seviyeleridir.

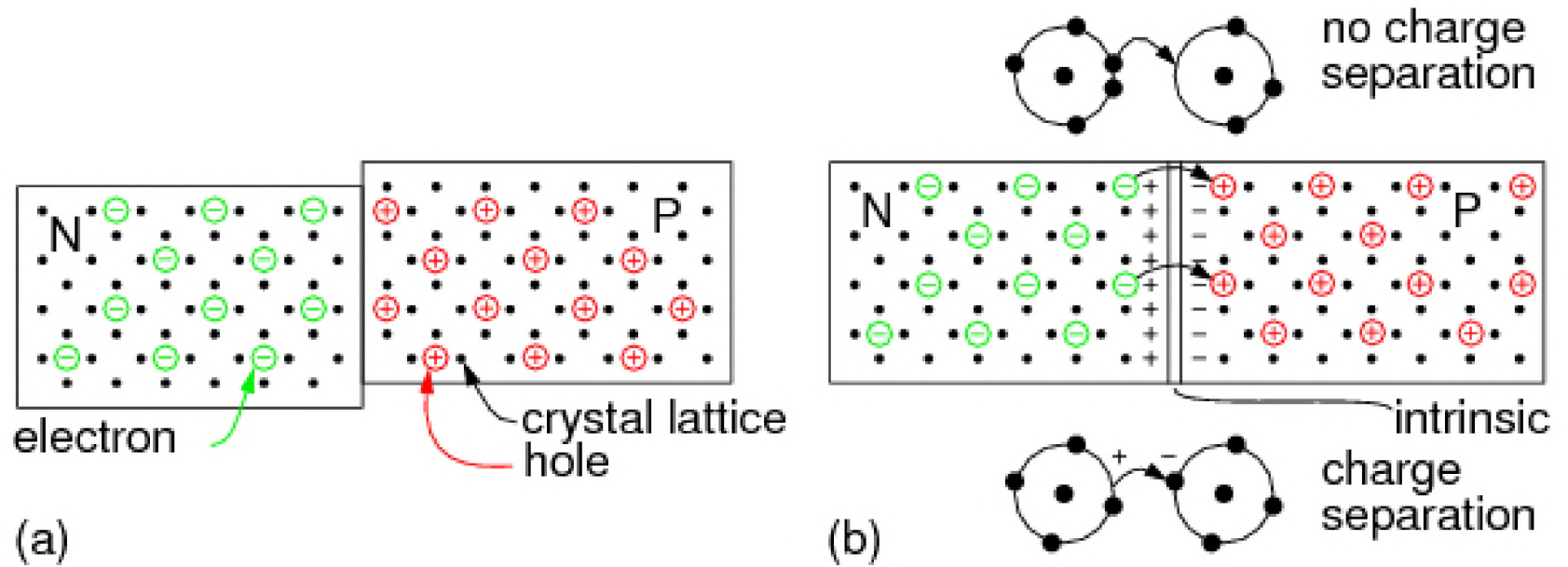
P-N Yüzey Birleşmesi



P-N Yüzey Birleşmesi

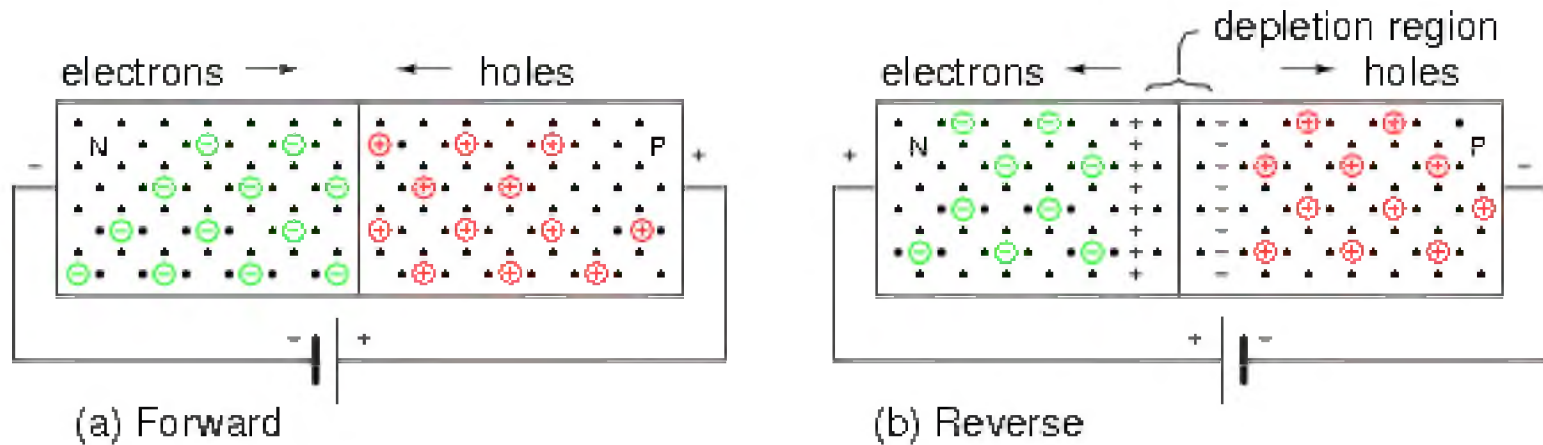
- Belli bir gerilim seviyesinden sonra P-N birleşimi içinde elektron ve oyuk hareketi başlar. Birleşim yüzeyindeki engel bölgesi ortadan kalkar.
- N bölgesindeki serbest elektronlar gerilim kaynağının eksi kutbu tarafından itilerek P bölgesindeki oyuklarla birleşir.
- Kaynağın negatif kutbundan N bölgesine sürekli olarak elektron gelir.
- P maddesine geçen elektronlar kaynağın pozitif kutbu tarafından çekilir ve bu süreç kaynak gerilimi kesilene kadar devam eder.

P-N Yüzey Birleşmesi



P-N Yüzey Birleşmesi

- Gerilim kaynağının eksi kutbu P-N birleşiminin P bölgesine, artı kutbu P-N birleşiminin N bölgesine bağlanacak olursa P-N birleşimi ters kutuplanmış olur. Bu durumda birleşim yüzeyindeki engel bölgesi genişler, akım geçişi olmaz. Yalnızca çok küçük miktarda sızıntı akımı oluşur.



P-N Yüzey Birleşmesi

