

YARIİLETKENLER

Doç. Dr. Halük BERKMAN
O.D.T.Ü. Fizik Bölümü

Geçen sayıda beyin merkezlerinden kısaca söz etmiştik. İnsan beyini gerçekten çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Henüz nasıl çalışmakta olduğu da kesin olarak açıklığa kavuşmuş değildir. Son yıllarda beyinin bazı işlevlerini yerine getiren makinalar yapılmaya başlanmıştır. Bu makinalara hepimizin bildiği gibi, bilgisayar veya elektronik beyin denilmektedir. Elektronik beyinlerin atası, elle çalışan mekanik hesap makinalarıdır. İlk hesap makinası B. Pascal (1623-1662) tarafından gerçekleştirilmiştir. Tahadan yapılmış olan bu ilkel makina yalnızca toplama ve çıkarma işlemlerini yapabilmekteydi. 1671 yılında W. Leibniz, toplama ve çıkarmanın yanısıra çarpma ve bölme de yapabilen bir makina geliştirmiştir.

Günümüzde cebe sığacak kadar küçük boyutlu ve pek çok değişik işlevler gören hesap makinaları üretilmektedir. Küçük hesap makinalarının en belirgin özelliği, elektronik devrelerinde yarıiletken denen bazı özel maddelerin yer almasıdır.

Yarıiletkenleri anlayabilmek için, önce atomun yapısından başlamak gerekir. İlk yazımızda atomun artı yüklü çekirdeği etrafında eksi yüklü elektronların döndüklerinden söz etmiştik. Elektronların belirli yörüngeleri ve bu yörüngelerin gruplandığı tabakalar vardır. Elektron tabakalarını kabaca, soğanın iç içe geçen kabukları gibi düşünebiliriz. İç tabakalarda yer alan elektronlar, atom çekirdeğine kuvvetli bir elektriksel çekim alanıyla bağlıdırlar. Dış tabakalar ise, çekirdekten oldukça uzak bulunmaları nedeniyle zayıfça bağlıdırlar. "Valans Kabuğu" adı verilen en dış tabakadaki elektronları atomdan koparmak oldukça kolaydır. Valans kabuğunda 8 elektron bulunduran atomlar kararlı denge konumundadırlar. Örneğin, asal gazlardan Argon ve Kriptunun valans kabuğunda 8 elektronları bulunduğu kimyasal reaksiyonlara girmek istemezler. Yani, başka atomlarla birleşmek istemezler. Nedeni ise, kimyasal reaksiyon sonucunda atomların önceki konumlarına oranla daha

kararlı bir dengeye ulaştıklarıdır. Asal gazlarda ise bu denge zaten var olduğundan, reaksiyona girme gereğini duymamaktadırlar.

Silisyum veya Germanium atomlarının valans kabuğunda dörder elektronları vardır. Bir Silisyum veya Germanium kristalinde herhangi bir atomun valans elektronları yalnızca kendi çekirdekleri etrafında dönmeyip komşu atomların çekirdekleri etrafında da dönerler. Böylece tüm kristalin atomları hem daha kararlı bir konuma geçmiş olurlar, hem de birbirlerine sıkıca bağlanmış olurlar. Bir saf Germanium kristalinin içine az miktarda farklı bir elementin atomu, örneğin Antimuan atomu katılırsa kristalin fiziksel özelliklerinde bazı değişiklikler olur.

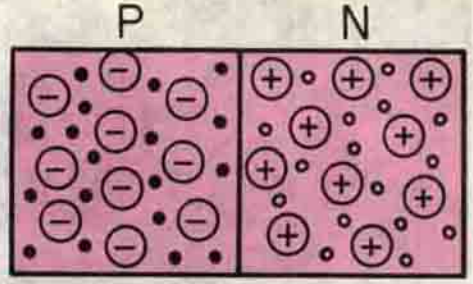
Antimuan'ın valans kabuğunda 5 elektron vardır. Bunlardan dördü diğer Germanium atomlarıyla bağlar oluştururken, beşinci elektron çok az enerji sarfıyla serbest hale geçirilebilir. Böylece kristal içinde serbestçe dolanan elektronlar elde edilmiş olunur. Hareketli elektronların yoğunluğu, iletken bir metaldeki serbest elektron yoğunluğuna oranla çok daha az olduğundan, bu tür kristallere yarıiletken denilmektedir.

Kristal Diot

1 Temmuz 1948 yılında Bell Telefon Laboratuvarında görevli üç bilim adamı bir basın açıklaması yaparak, radyo tüplerinin kullanıldığı yerlerde yararlı olması beklenen "Tranzistor" adlı bir araç geliştirdiklerini ilan etmişlerdir. Yarıiletken kristallerden oluşan tranzistor elektronik teknolojisinde dev bir aşama sağlamış, araştırmayı yapan W. Shockley, W.H. Brattain, J. Bardeen 1956 YILINDA Nobel Fizik Ödülünü almışlardır.

Burada tranzistoru anlatmak yerine, biraz daha basit olan ve doğrultmaç olarak kullanılan kristal diottan söz etmek istiyoruz. Kristal diot Şekil 1 deki gibi iki kısımdan oluşmaktadır. Sağ taraftaki N bölgesinde serbest elektronlar ve

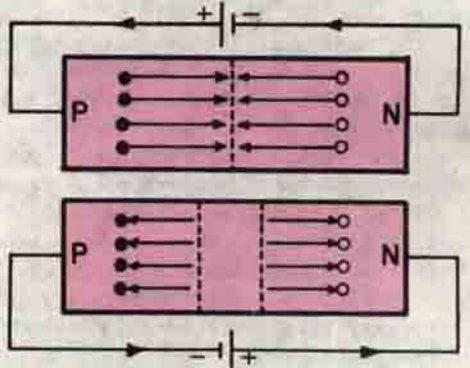
elektronların ayrılmasından artı kalan artı yüklü atomlar görülmektedir. Sol taraftaki P bölgesinde ise Germanium içine az sayıda İndium atomları katılmıştır. İndium atomunun valans kabuğunda 3 elektron bulunmaktadır. Germanium ile dördü bağ kurabilmesi için bir elektron kabul etmesi gerekmektedir. Böylece İndium eksi yüklenirken, Germanium'ın valans kabuğundan ayrılan elektronun yeri boş kalmaktadır. Bu boşluk aynen artı yüklü serbest bir parçacık gibi düşünülebilir. N bölgesinde serbest elektronlar dolanırken, P bölgesinde artı yüklü serbest delikler dolmaktadır.



Şekil - 1

Kristal diodun önemli bir özelliği, elektrik akımını yalnızca bir yönde iletmesi, aksi yönde iletmemesidir. Şekil 2 nin üst bağlantı durumunda, diodun P ucu elektrik üreticinin (pil veya batarya) artı kutbuna bağlanmaktadır. Teldeki ok işareti akımın, yani artı yüklü deliklerin hareket yönünü belirtmektedir. P bölgesindeki artı yüklü delikler N bölgesine doğru yaklaşacaklar, N deki elektronları kendilerine çekeceklerdir. Böylece diottan belirli bir akım geçmiş olacaktır.

Şekil 2 nin alt bağlantı durumunda ise, N deki serbest elektronlar bataryanın artı kutbuna doğru, P deki serbest delikler ise bataryanın eksi kutbuna hareket edeceklerdir. P-N ara bölgesi gerek elektronlardan gerekse deliklerden arınmış olduğundan bu bölgede elektrik iletilemeyecek, diod akım geçirmeyecektir.



Şekil - 2

Kristal diodun çalışma ilkelerini anladıktan sonra tranzistorlara geçmek, yalnızca bir teknik ayrıntı düzeyinde kalmaktadır. Tranzistorların P-N-P veya N-P-N şeklinde kristal eklemlerden oluştuğunu söylemekle yetineceğiz.

Günümüzde yarıiletken teknolojisini günlük yaşam içinde gittikçe daha büyük bir yer kaplamaktadır. Bu noktaya varılmasında en önemli etken, saf kristallerin elde edilmesine olanak veren teknik gelişmelerdir. Üzerinde sürekli olarak düşünülen ve yapılmasına çalışılan

düzenekler önce belli bir bilgi birikimi gerektirmektedirler. Bu birikim oluştuğundan sonra uygulamaya geçilmesi kaçınılmaz bir adım olmaktadır.

Uygulama alanına geçen gelişmelerden birçokları tranzistor gibi insanlığa yarar sağlarken, bazıları da atom bombası gibi zararlı olabilmektedirler. Böyle ters sonuçlardan dolayı, her olası yeniliğe el atan bilim adamlarını suçlamamak gerekir.

- *Küçük şeylerle uğraşanlar, çok zaman büyük işler göremeyecek hale gelirler.*
- *Aldanmanın en emin yolu, kendini başkalarından daha kurnaz sanmaktır.*
- *Boş bir çuvalın dik durması zordur.*

La ROCHEFOUCAULD

Benjamin FRANKLIN