

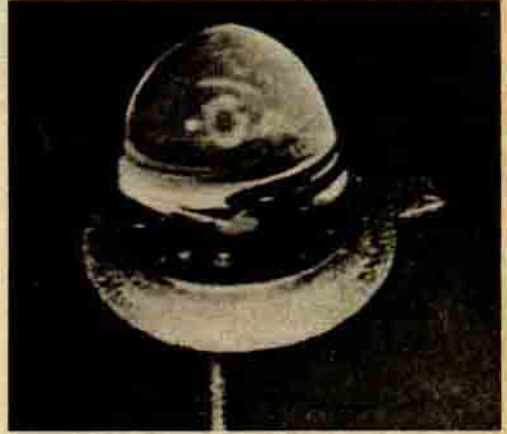
YARI İLETKENLERİN SON ZAFERİ

# ESKİMEYEN LAMBA

*Renaud dela Taille*

**T**ransistör günümüzde radyo lâmbasının yerini almıştır ve aydınlatmada da kullanılmak üzere. İlk zamanlar olanakları ne kadar parlak görünürse de yalnız telekomünikasyon âletlerinde ve hesap makinelerinde kullanılacağı sanılıyordu. Akşamları filamanlı bir ampul, ya da neon tüpü yakar gibi transistör yakmak insanı şaşırtabilir. Fakat Amerikalı iki araştırmacı bu şekilde aydınlatmanın ilerde mümkün olabileceğini söylüyorlar. Şimdiye kadar elde edilen ilerlemeler sonucunda bu ışık yeni ve az kullanılan bir deyimle anılıyor: katı ışık. Daha kesin olarak belirtmek için katı halde ışık da diyebiliriz, yani ışık akkor hale gelen filamalarda olduğu gibi ısının aracılığıyla değil de doğrudan doğruya sert bir cisim tarafından yayılmıştır. Burada söz konusu edilen katı ışık, yarı iletken bir diod'dan geçen elektrik akımının doğrudan doğruya işığa dönüşmesidir. Bu tip diod genellikle radyo ve televizyon alıcılarında, elektronik hesap makinelerinde ve telekomünikasyon sistemlerinin pek çoğunda kullanılmaktadır. Hatırlatalım ki yarı iletken cisimler bir yalıtkan ile iletken bir metal arasında elektriksel özellikler gösterir. Değişik tipte iki yarı iletken eklenerek elektrik akımını yalnız bir yöne ileten bir sistem diod elde edilir.

İki cins yarı iletken vardır. Tip «P» pozitif ve tip «N» negatif. «P» tipinde delik tabir edilen elektron eksiklikleri bulunur. Negatif yük yokluğu P eklemeni pozitif yapar ve bu boşluklar da N-ekleminde bulunan serbest elektronlarla doldurulabilir. Bu elektronlar devamlı yer değiştirdiklerinden pozitif yüklerin yapacağı gibi elektrik akımını iletirler. «N» tipinde, elektron fazlalığı, N-eklemeni negatif yapar. Bu elektronlar kopabilir ve normal sıcaklık



Yukardaki infraruj vericiler tamamen emniyetli bir aydınlatmanın ilk basamaklarını teşkil ediyorlar. Aydınlatma artık boşlukta bir filamanın ısıtılmasıyla yahut düşük basınçta bir gaza (Neon) gerilim vermekle değil de elektrik enerjisinin doğrudan doğruya yarı iletken tarafında işığa dönüşmesiyle yapılmaktadır.

ta bile elektriği geçirirler. N ve P de silisyum ya da gallium gibi madenlere dozu dikkatle ayarlanmıştır tipte bazı yabancı maddeler katarak elde edilir.

«P» ve «N» yarı iletkenlerinin eklenerek N deki fazla elektronların P deki boşlukları doldurması sağlanır. Amerikalı iki uzman, Epstein ve Holonyak, elektrik akımının oluşum sürecinin, elektron-delik çifti birleşmesinden, elektromanyetik radyasyonlar, başka bir deyimle gözle görülebilen alanda ışık verdiğini keşfettiler. Beş yıldan beri bilinen bu olay ancak yakın zamanda pratikte kullanılmak üzere yeter derecede incelenebildi. En iyi yarı iletkenler gallium fosfid-arsenid ve gallium arseniddir. Bu çeşit lâmbalardan son zamanlarda bol miktarda hazırlanmıştır. Bu lâmbalar kırmızı ışını 500 A° dalga uzunluğunda yayıyorlar (kırmızı ışın 6100 ile 7000 A° dalga uzunluğunda yayılır). Par-



laklıkları da metre karede 7500 lümeni aşılıyor (iyi aydınlatılmış bir odada 500 lm/m<sup>2</sup> kadar zayıf bir ışık bile parlak sayılır). Bu saydıklarımızdan başka elektrik tüketimi 1,6 Volt gerilim altında 10 mili-amperi geçmiyor.

Turuncu, sarı, mavi gibi dalga uzunluğu daha kısa, ışık veren bileşikler bulmak için halen araştırmalar devam ediyor. Fakat bu süreç ortaya zor iki problem çıkarıyor. Bir taraftan böyle etkili bir metod bulmak gerekmektedir ki p-n eklemi kristalde doğrudan doğruya bir akım meydana getirsin ve bu akım da kendiliğinden bir sürü delik-elektron çiftini dengesiz bir duruma sokabilsin. Öte yandan da bu elektron-delik ve fazlalıklarının fazla sıcaklık çıkarmadan birleşerek tamamen yok olması için güçlü bir mekanizma bulmaktır.

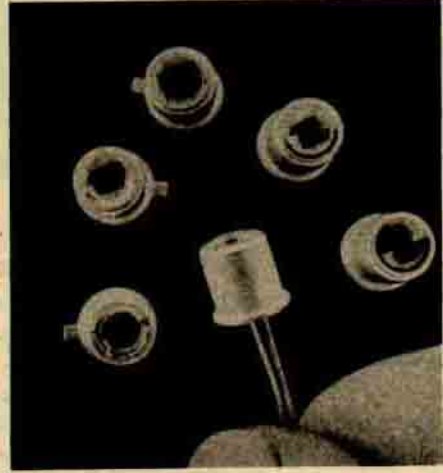
Delik/elektronların dengesiz bileşimlerini meydana getirmenin en basit yolu da bir p-n eklemi vücuda getirmektir. P tarafından gelen pozitif bir akım delikleri pozitif yarı iletkeni terk etmek ve negatif yarı iletkeni geçmek zorunda bırakır, aynı zamanda n tipinde olan çok sayıda elektronlar p tipine geçerler. Böylece çoğunlukta olan delik ve elektronlar birbirlerine karşı atılırlar ve kristalin içinde olan bu karşılaşma fotonların yayılmasıyla bir yeniden birleşme süreci meydana getirir.

Elektron ve delikler de «bant banda» denen bir işlemle birleşirler. Atomun içindeki elektronlar iletme bandından değerlilik (valans) bandına düşerler ve düşerlerken kristalin özgül enerji düzeyine eşit enerjide fotonlar yayarlar. Eğer yarı iletken miktarı dikkatle ayarlanmış katkı maddeleri katılırsa, elektron ve delikler birleşirken yarı iletkenin özgül enerji düzeyinden az enerji taşıyan fotonlar yayılır. Gallium arsenid-fosfid tipindeki P-N eklemünde de kırmızı ışın bant banda eklenme işlemi tarafından yayılır. Bunun tersi olarak elektronların bant banda düşüşünün yeşil ışın yayması halinde gallium fosfiddeki kırmızı radyasyon yok olur. Fakat bunun bir defada yeşil ışık elde etmenin en iyi usulü olmasına rağmen bu sefer işlemin fosfid-arseniddekenden daha az verimi oluyor. Her şeye rağmen keşfin esası da zaten elektronun iletme bandından değerlilik bandına düşerek, ya bir delikle birleşerek yok olması ve böylece elektriğin de ışığa dönüşmesidir.

Bu sürecin bir ikinci üstünlüğü de transistörden laser olarak yararlanılabilmesidir. Yalnız böyle olabilmesi için kristalde geniş çoğunlukta bulunan ço-

ğunluk elektron ve delik çiftlerinin normal yolları üzerindeki ışılan eklem yüzeyinde geometrik düzende dizilmeleri lazımdır.

Her iki uçundan düzlem yüzlerle sınırlandırılmış bu doğrusal aralık bir rezonanslı boşluk meydana getirir ve bu yolu takip eden fotonlar elektron-delik çiftinin aynı fazdaki fotonla birleşmesini sağlarlar. Ayna şeklinde yontulmuş iki uç arasında



**Bütün bu düğme gibi lambalar ışıklı transistörlerdir. İlk defa katı bir cisimde elektrik, ışığa dönüşmektedir. Artık ısınan lambalar, kırılan cam, kopan filamanlar, zayıflayan floresans tarıhi karışıyor. Ampul mumdan nasıl üstünse, kırılmaz ve emniyetli ışıklı yarı iletken de neondan üstündür.**

türdeş bir elektromanyetik dalga verici meydana gelir ki bu da laseri oluşturur. O halde yarı iletkenli diodların ışık verme sürecinin klasik filamandan veya neondan üstün, tamamlayıcı özellikleri vardır. Her şeyden önce birkaç voltluk çok alçak bir gerilimde çalıştığından elektrik tüketimi çok az ve çıkan ışık da pratikte monokromatiktir. Fakat bu çeşit lambaların bir sakıncası da evleri aydınlatmak için lazımdır olan ve yeşil, mavi ve kırmızıyı kapsamayan, beyaz ışığı verememesidir. Muhtemelen değişik renklerde yarı iletkenleri yan yana koyarak beyaza çok yakın bir ışık elde edilebilecektir. Yarı iletken «lambaların» başka bir avantajı da düğmeyi çevirir çevirmez ışığın yanmasıdır, ve bütün yarı iletkenli aletler gibi bu katı lambalar küçük, içleri dolu ve emniyetlidirler. Hatırlatmak gerekirken filamanlı ampuller ve neon tüpleri hiçte sağlam olmayan cam ile şimdiden katı ışığın,



kumanda tabloları, elektronik hesap makinelerinin, verilen problemlerin yazıldığı, ışıklı tabloları gibi çok geniş kullanma alanları var. Otomobillerin stop lâmbaları, uçak ve gemiler için işaret lâmbaları olarak yarı iletkenli «lâmbalar» kullanılacak. Kontrol tablolarında kullanılan küçük klâsik ampullerin tersine ışıklı diodların bozulmak diye problemleri yoktur, kontrol tablolarındaki herhangi bir aksama, otomobilleri ciddi tehlikelerle karşı karşıya bırakabilir, örneğin stop lâmbalarının yanmaması. Gemilerde yahut uçaklarda olabilecek bu çeşit bozulmalar çok daha tehlikeli sonuçlar doğurabilirler. Motorlarda yada kumanda düzeninde olabilecek bozukluklar otomatik olarak lâmbaların yanmasıyla sürücüyü bildirir. Eğer ampul kırılmış yahut filamanı kopmuşsa muhtemelen bir kaza olabilir. Katı lâmbalar az elektrik harcamaları sayesinde alarm aydınlatmalarında da faydalı olacaklar. Meselâ basit bir telefon hattı şebekesinin genel bir arızasında bir kaç normal diodun çalışmasını sağlamak için önemli miktarda enerji harcanır. Aletlerin en ufak bir aksamasında işleyemeyen elektronik beyinlerde halen ışıklı diodlar kullanılmaktadır. Bu alanda yeşil ve kırmızı lâmbaların kontrastı herhangi bir bozulmayı anında belli eder. Aynı lâmbalar elektronik beyin işlemleri yapıp yapmadığını da kontrol ederler. Bir diod, ışık bile verse yine de diod olarak kalır. Doğrudan doğruya hem hesaba, hem sonuçların bildirilmesine hem de kontrole yaradıkları şebekeye dahildirler. Burada söz konusu edilen yeni aşama bir bütün olarak opto-elektronikten faydalanmaktadır.

Fizik yahut optik telekomünikasyon alanında doğrudan doğruya laser ışınının elde edilebilmesi ışıklı diodların bulunmasından sonra daha geniş

araştırma sahaları açmaktadır. Bütün hesapları yaptıktan sonra filamanlı ampulun sömürücü bir sürecin içinde olduğu ve çok fazla enerji harcadığı fark edilir. İyi aydınlanmak için bir metal parçasını ısıtmakla mum yakmak aynı yola çıkar. Neonla aydınlanma daha bilimseldir. Fakat tüpler çabuk kırılabilir. Halbuki sert bir cisim tarafından verilen ışık parlak, malzeme ise kırılmaz, hafif ve sağlam oluyor; hem de verimi mükemmeldir.

Enerjiyi ışığa çevirmek her zaman için zor bir iştir. Bugünkü sistemlerin kötü ve kullanılan malzemenin kolay kırılabilir olması düşünülürse ışık veren diodla bu problem çözülmeye ilerlemeler, transistörü ilgilendireceğe benzemektedir. Bugün üzerinde durulması gereken konu, yirmi yıldan beri yapılan keşiflerle elde edilen pratik uygulamalar gözönüne alınırsa, transistörün kendinden çok şey beklenen matematiksel bir bilimin en son keşfi olup olmadığıdır.

Yukardaki infraruj vericiler tamamen emniyetli bir aydınlatmanın ilk basamaklarını teşkil ediyorlar. Aydınlatma artık boşlukta bir filamanın ısıtılmasıyla yahut düşük basınçta bir gazla (neon) gerilim vermekle değil de elektrik enerjisinin doğrudan doğruya yarı iletken tarafında ışığa dönüşmesiyle yapılmaktadır.

Bütün bu düğme gibi lâmbalar ışıklı transistörlerdir. İlk defa katı bir cisimde elektrik, ışığa dönüşmektedir. Artık ısınan lâmbalar. Kırılan cam, kopan filamalar, zayıflayan floresans tarihe karışıyor. Ampul mumdan nasıl üstünse, kırılmaz ve emniyetli ışıklı yarı iletken de neondan üstündür.

*Science et Vie'den Çeviren :  
Muharrem Sayın*

## YALNIZ BİR KİŞİ....

Almanya'da birbirinden farklı işler yapan fabrika'arda çalışanlara, görüşlerine göre işletmedeki bozuk çalışma şartlarından kimin sorumlu olduğu sorulmuş.

Ankete verilen cevapların % 36 sı doğrudan doğruya en yakın emirlerin bundan sorumlu olduklarını, % 33 ü fabrika sahibinin, veya (genel) müdürün, yani en büyük şefin kabahati olduğunu, % 31 de beraber çalıştıkları işçilerin bunda suçları olduğunu yazmışlar.

Yalnız bir kişi şöyle cevap vermiş :

Kabahat tamamıyla bende ve ayrı ayrı hepimizdedir. Herkes kendi davranışı ve yaptığı işle etrafında kendi kişisel atmosferini yaratır ve bu atmosfer de işletmenin genel iklimini meydana getirir.

*Technischer Ansporn'dan*