

İŞIK VEREN DİYOTLAR (Light Emitting Diodes, Led)

Yazan :
David L. HEISERMAN

Çeviren :
Erol GÜBAKAR
Elek. Müh.

ÖZET :

«Bu yeni yarıgeçirgenler P-N jonksiyonla-
rın&an direk olarak ışık emisyonu yapmaktadırlar. Bunlar uzun ömürleri, şok ve vibrasyona karşı mukavemetleri ile foto-elektrik devrelerde güvenilir birer devre elemanı olarak yer almayı başlamışlardır.»

SUMMARY

These new semiconductors emit light directly from their «p-n» junctions. They are beginning to be used in photo-electric circuits because of their long life, resistance to shock and vibration and transistor compatibility.

P-N jonksiyonlarından ışık emisyonu yapabilen diyotlar (LED) gelişmekte olan optoelektronik (optoelectronics) sahasının en son verilerindedir. Işık veren diyot (LED) elektrik enerjisini doğrudan doğruya ışığa çevirebilmektedir, ve bu özelliği ile elektrik ampullerinden tamamen farklı bir emisyon mekanizmasına sahiptir. Elektrik ampullerinde elektrik enerjisi ısı enerjisine çevrilmekte, ve ısınan filaman görünen ışık frekans bandı içinde radyasyona bağlanmaktadır. Bugün için LED'ler şimdiki küçük elektrik ampullerince yapılagelmekte olan bir çok işte onların yerini almaktan başka, fotoelektrik ile yakından ilgisi olmayan devrelerde bile gelişmelere yol açmaktadır.

TEORİ : İED NASIL ÇALIŞIR?,

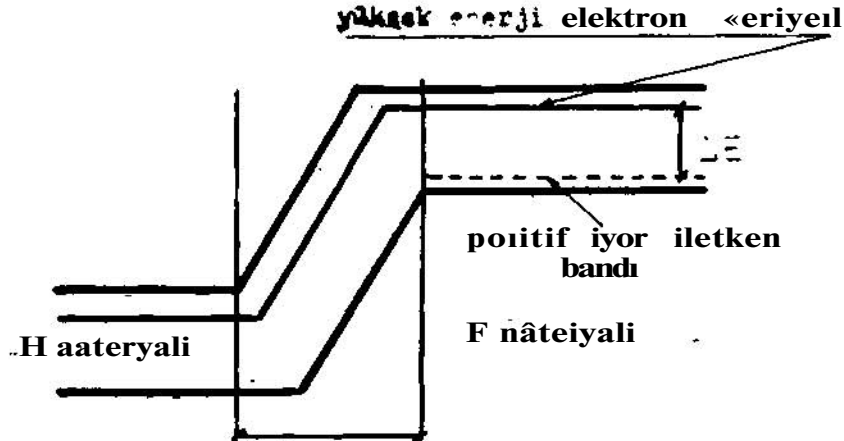
(Şekil : 1) de ışık veren diyotun kuantum enerji diyagramı görülmektedir. Pozitif yönde, N materyaline takriben 1.4 voltluk bir potansiyel tatbik edilirse, N materyalinin ihtiva ettiği elektronlar P-N jonksiyon potansiyelini aşmak

için yeterince enerjilenirler. Yeterince enerjilenmiş olan elektronlar P materyaline gelir gelmez, o anda buldukları enerji seviyesinden daha düşük bir enerji seviyesini haiz olan iletken banda kadar düşerler. Bu iki seviye arasındaki enerji farkı $A E$ ise, neşredilecek olan radyasyonun frekansı;

$$f = \frac{AE}{h}$$

olacaktır. Burada «h» Planck sabitesidir.

Silikon ve Germenyum diyotlarda da bu hadiseler olmakta ise de, iletken banda düşen elektronların açığa çıkan fazla enerjileri, bu materyallerin özelliklerinden dolayı, ısı enerjisine çevrilir ve harcanırlar. Buna karşılık, ışık veren diyotların materyallerinin (örneğin : Gallium-Arsenid, Ga As) bazı özelliklerinden dolayı, iletken banda geçen elektronların yüzde on kadarının açığa çıkan enerjisi fotonlar halinde neşredilmektedir.



Şekil • 1

Neşredilen radyasyonun dalga boyunu aşağıda görüldüğü gibi hesaplayabiliriz :

$$\lambda = \frac{eh}{\Delta E}$$

c : Işık hızı

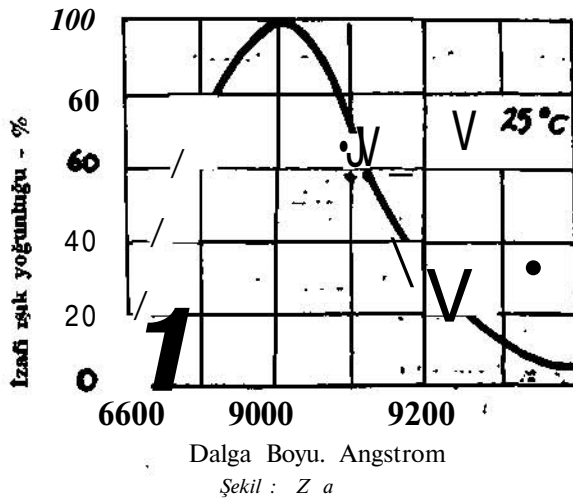
Burada görüldüğü gibi neşredilen ışığın dalga boyu, enerji seviyelerinin farkı ile ters orantılıdır, örneğin : Ga As için bu fark (A E) normal oda sıcaklığında 1.37 eV (elektron-volt) olarak bulunur. Bunun karşılığı olan ışığın dalga boyu 9000 Å olur. Bu dalga boyu ışık spektrumunda kızıl ötesi (infrared) bölgesine düşer ve bu band,,bir çok kadmiyum sülfütlü ışığa hassas dedektörler için uygundur.

«General Electric» şirketince geliştirilen benzeri bir ışık veren diyotta $E \leq 2.25$ eV olarak alınmıştır, (Gallium phosphide) ve çıkan ışığın dalga boyu 5500 Å dur. Bu dalga boyu görünen ışık bandı içinde ve yeşil bölgesindedir.

SPEKTRUMDAKİ YERİ ve BAND GENİŞLİĞİ :

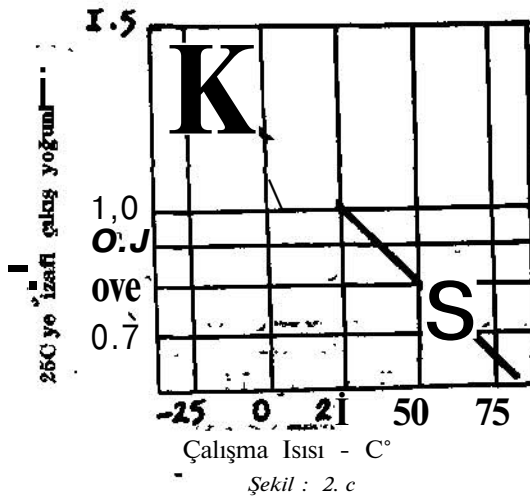
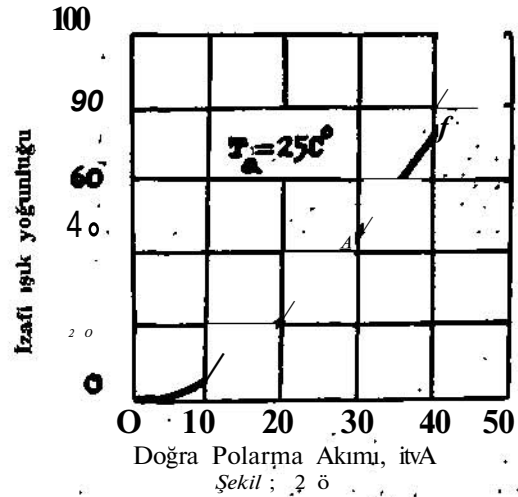
Bir önceki kısımda anlatıldığı kadarı ile, LED'in verdiği ışının frekansının yalnız A E enerji farkı ile belirlenmiş ve buna göre de koherent olması gerekir. Hakikatta ise LED'in verdiği ışık, spektrumda LASER'e kıyasla oldukça geniş bir bandı kaplar (bak, şekil : 2.a.). Bu şekilden de görüleceği gibi Ga As LED, 9000 Å dalga boyunda maksimum emisyon yapmakta ve yanıtı güç noktaları arasında 300 Å kadar bir band genişliğine sahip olmaktadır.

Yan geçirgenler endüstrisinde bu güne kadar, çıkan ışık yoğunluğunun ölçülmesi için bir standart kabul edilmiş değildir. Bunun neticesi olarak, LED'in çıkış şiddeti de, maksimum çıkışın yüzdeleri olarak ifade edilmektedir.



LED'den geçen akım ve çıkan ışının yoğunluğu (şekil: 2.b.) de görülmektedir. Daha önce teorik kısımda da anlatıldığı gibi, akım arttıkça N materyalinden P materyaline ve dolayısıyla P materyalindeki yüksek enerji seviyesinden, bundan E kadar aşağıda bulunan iletken banda geçen elektronların miktarı artmakta ve daha fazla enerji açığa çıkararak ışık emisyonunun artmasını sağlamaktadır.

LED'in verdiği ışının şiddeti çalışma ısısına çok bağlıdır. Bu bağıntı (şekil : 2.c.) de görülmektedir. Buna göre çalışma ısısı arttıkça çıkan ışığın yoğunluğu gittikçe azalmaktadır. Mutlak sıfıra yakın bir sıcaklıkta çalışan LED'in enerji seviyelerini değiştiren elektronların açığa çıkardığı enerjinin hemen hepsi emisyonuna sebep olmakta, çalışma sıcaklığı arttıkça bu enerjinin büyük bir kısmı ısı enerjisine dönüşmekte ve sistemin ısı bakımından dengeli duruma gelmesini sağlamaktadır. Normal oda sıcaklığında çalışan bir LED % 4 - 6 kadar bir verime sahiptir.



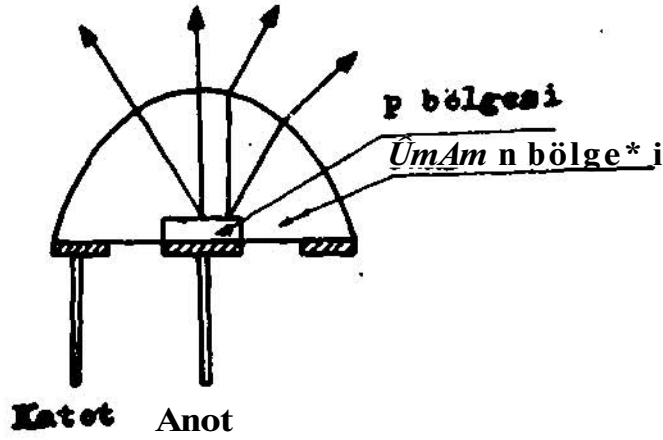
LED GEOMETRİSİ ve AKIM-GERİLİM BAĞINTISI :

Optoelektronik teknolojisindeki bu yeni araştırma ve geliştirmeler, elektronik konusunda olduğu kadar optik konusunda da çalışmaları gerektirecektir. (Şekil: 3.a.) da LED'in kesit diyagramı görülmektedir. Eğer P-N jonksiyonundan neşredilen ışık enerjisi, yansıyan yüzeye 16° den daha küçük bir açı ile gelecek olursa geriye yansır ve N materyaline düşecek ve sistemin verimi düşecektir. Şekilde görülen yarı küre şekli bu problem için optimum bir çözüm yoludur..

LED'in akım-gerilim karakteristiği (Şekil : 4.) de görülmektedir. Şekilde görülmemele beraber ark gerilimi - 2 volt kadardır.

KULLANILIŞ YERLERİ :

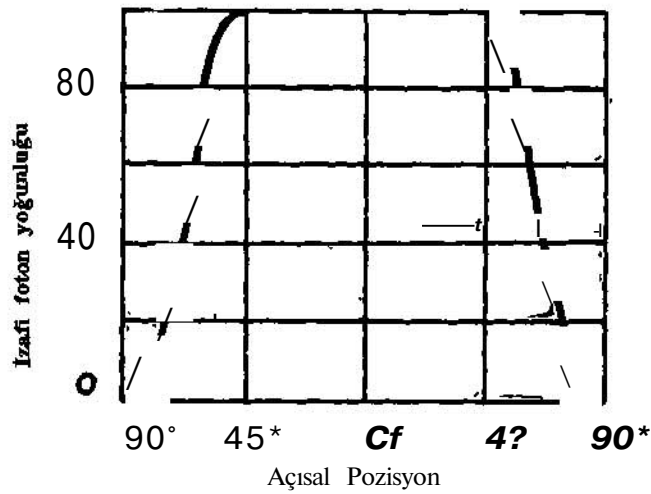
LED'in bugün için kullanılış yerleri üç bölümde incelenebilir: (1) küçük elektrik ampulleri ve gazlı tüpler yerine, (2) modüle edilmiş ışık sinyallerinin kısa mesafeler içinde transmisyonu için, (3) elektrikli olarak izole edilmiş elektronik devrelerin küpüle edilmelerinde.



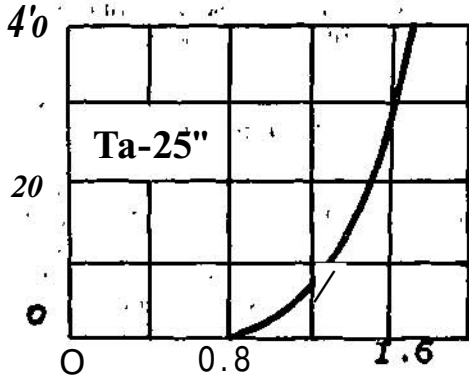
Şekil • 3. a

LED' bu merceğe benzeyen şekli ile, optik ekseninden 45° ye kadar olan konik bir bölgeyi aydınlatabilmekte ve dedeksiyonuna imkân vermektedir. (Şekil : 3.b.) de LED'in çıkış yoğunluğunun, optik eksene olan açı ile değişimi görülmektedir. Daha dar bir koniyi aydınlatan LED de yapılmıştır.

Elektrik ampulleri yerine kullanılmalarında, LED; uzun ömrü, şok ve vibrasyona mukavemeti, transistorlu devrelere uygunluğu ile bir çok kompleks kontrol devrelerinde yer almaktadır. Kızılötesi diyot bilhassa kart ve şerit (tape) okunmasında, karakter kodlamalarında faydalıdır.



Şekil : 3.,b



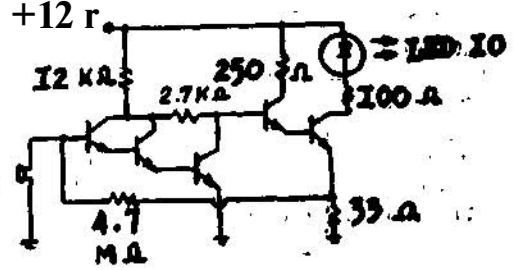
Doğru Polarma, Volt.

Şekil • 4

Işığın yüksek frekansta verimli olarak modüle edilebilmesi uzun zamanlar mühendislerin ilgisini çekmiştir. 50 MHz'de fMJP, «multiplexed» olarak resim (video) ve ses* (audib) sinyallerinin, ışığa hassas bir dedektöre transmisionunu mümkün kılmıştır.

LEMn ses frekans bandı için uygun olan karakteristiğinden faydalanan «Norton Company», amatörler için ekonomik bir film ses kayıt sistemi geliştirmiştir. Bu sistemde, ses şiddeti ile değişen akım LED vasıtası ile ışığa çevrilmekte ve bu ışık filmin kenarındaki bir bölgeye kaydedilmektedir. «General Electric» firmasının geliştirilen bir diğer A M sistemi (şekil : 5.) de görülmektedir. Yüksek empedanslı kristal mikrofon, JDarlington devreli bir yükselteç ile LED'e küple edilmektedir.

kristal
•Ucr.



Şekil . 5

Optik kuplaj sistemi ilk defa «Texas Instruments» tarafından tatbikat sahasına konulmuştur. LED ve foto-transistor ile sağlanan bu kuplajda, devre blokları arasındaki empedans değeri 10iS'ohm ve izolasyon 15 KV olarak tespit edilmiştir.

Bir foto-transistorun, «pulse» operasyon anında bulunan LED'lerle modüle edilmesi optik karıştırıcı (optical mixing) kavramını ortaya çıkarmıştır. Bir çok üstünlükleri ile bu sistem «NASA»nın dikkaünj -çekmiş ve peyk telekomünikasyonu araştırmaları programı içine alınmıştır.

LED'in diğer tatbikat yerleri ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir.

M/7/ef/erarcrs/ 'Toptanhlär Takvimi

22 - 28 Ekim 1970 — Elektronik Komponentler, ölçü Teçhizatı ve Benzeri Fabrikasyon Ürünlerine ait 4 üncü milletlerarası sergisi— Alam, Munch, Batı Almanya'da.

11 - 15 Mayıs 1970 — Modern elektrik sanatları konusunda milletlerarası araştırma günü, Liège Kongre Sarayı, Ltege., Belgiak'da (bilgi için: Association des ^ng^nieurs. électriciens sortis de l'Institut éle^ctr.otechnique Montefiqre, 64, Boulevard Emile-de^ikveleye, Liège, Belgique).

20 - 2i Ekim 1969 — Milletlerarası Atom Enerjisi Komisyonu, Nükleer Enerji Maliyetleri ve Ekonomik Kalfânma Simpozyumu, İ.T.U. Maden Fakültesi Anfisi, Maçka, İstanbul.

25 - 27 Mayıs 1970 — Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu, Büyük Elektrik Sistemlerinin İşletme, Plânlamasına ait ekonomik problemlerin çözümünde Yöneylem Araştırması me'todlaroin tatbiki Simpozyumu, Vama, Bulgaristan.