

Işık Kaynağı Olarak Kullanılan Yarı İletken Diyotlar

Çeviren :
Bülent DİKMAN
H. Ü.

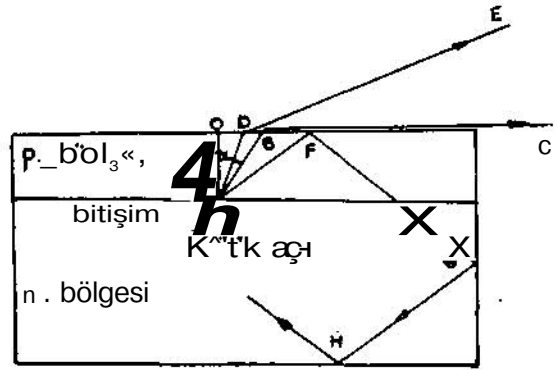
ÖZET

Çok değişik kullanış yeni olan yarı iletken di-
l/otlardan ışık kaynağı olarak da faydalanılır. GaP
lâmbaları ile normal bir odayı aydınlatacak 10-40
Fr-lambert'lik bir ışık düzeyi elde edilebilir. GaAs
lâmbaları ise, ses ve video işaretlerini modüle edil-
miş ışık huzmelerine çevirmede, örneğin bir televiz-
yon link sisteminin yapılmasında kullanılabilir.
Band genişliği 1 GHz'in üstünde olabilir.

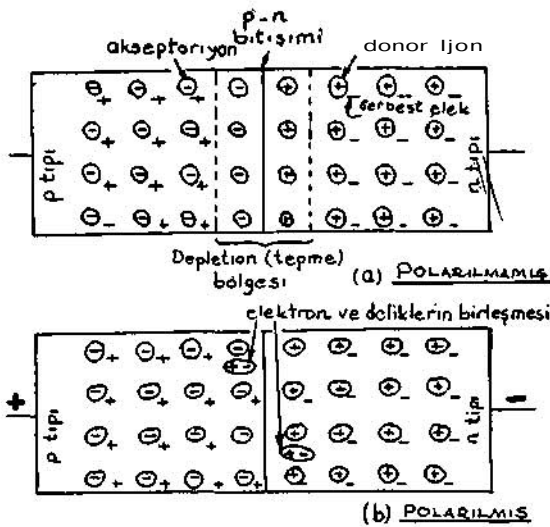
SUÖMABY

Semiconductor diodes are used for several pur-
poses. Besides the other applications they are also
used as light sources. When a normal size room is
illuminated by a Ga P (Galium Phosphide) diode,
a light of intensity of 10-40 ft-lambert is obtained.
With Ga As (Gallium Arsenide) diodes video and
sound signals can be transformed into modulated
light rays. An application of the above is seen in
the television link systems. Band width may be
above 1 GHz.

Işık, yarı iletken maddelerde p-n bitişiminden
yüklü taşıyıcıların geçmeleri (injection) ve tek-
rar birleştirmelerinden (recombination) meydana
gelebilir. Şekil 1'deki gibi basit bir bitişim ele
alalım. Bitişimin n bölgesi serbest elektron faz-
lalığı ihtiva eder, p bölgesinde ise pozitif yüklü
delikler fazlalığı vardır. Polanılmamış durumda
(a) geçiş yüzeyi, bitişimdeki yüklü taşıyıcıların,
bir taraftan diğer tarafa geçişini sağlar. Bitişim-
min n tarafında kaybolan elektron bir [pozitif
yük bırakır. Benzer şekilde p tarafta kaybolan
bir delik negatif yük bırakır. Bu yüklerin ayrıl-
ması ve ters taraflara geçmeleri sonunda bir
elektrik alanı meydana gelir. Böylece bir elek-
trik! denge durumu hasıl olur.



Şekil 1. Nokta kaynaklı p-n bitişimi: ABC,
ADE çıkan ışınlar, AFOH yansıyan ışın



Şekil 1. Şematik gösteriliş : (a) Polanlanmamış,
(b) Şekildeki yönde polardmış.

Bitişim ileri yönde polarıldığı zaman, ilk ön-
ce boşluktaki yükler sıfıra iner, sonra gerilim
yükselir ve iki yönde yük transferi başlar. Elek-
tron ile delik birleştiği zaman yük kaybolur ve
bu yüke eşit miktarda enerji çıkar. Bu enerji,
bitişimdeki boşluk materyalinin «direkt» veya
«endrekU oluşuna bağlı olarak, ışık veya ıgık
artı ısı şeklinde görülür. Direkt boşluk mater-
yalinin elektrik enerjisini ısıya çevirmede veri-
mi daha yüksektir.

Işık enerjisinin frekansı yarı iletkenin boşluk
bandına bağlı olarak şu bağıntı ile verilir.

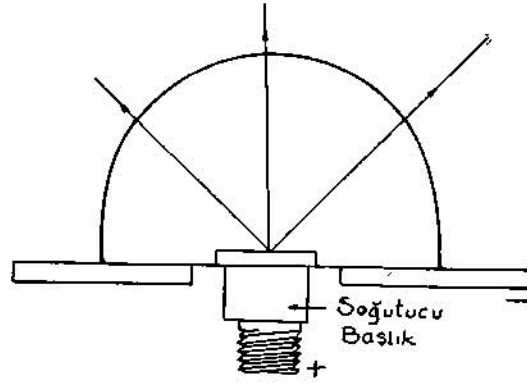
$$E = h \cdot U$$

Burada, E boşluk bandı enerjisi
h plank sabitesi ($6,6 \times 10^{-34}$ joule-sec)
U radyasyon frekansdır.

Denklemden görülür ki radyasyon frekansı yarı iletkenin boşluk bandı enerjisi ile ters orantılıdır, pörltebilen ışığın dalga boyu yaklaşık olarak 3600 ile 7600 Å. arasındadır. Buradan da yarı iletkenin boşluk bandının 1,7 ile 3,4 eV arasında olması gereği çıkar.

Tablo 1'de bazı önemli ışık yayan maddeler gösterilmiştir. Bunlardan çinko selenid ile çinko sülfid dışındakiler ile kolayca bir p-n bitişimi elde edilebilir.

Yakın bir gelecekte, kırmızı altına yakın ışık veren gallium arsenid (GaAs) diyodu için yoğun bir çalışma yapılacaktır. Görülebilen ışık yayan gallium phosphide (GaP) şimdi, araştırmacılar için çok enteresan bir konudur. Bu se-



Şekil 3. Yanım küre Ga As lâmbasının yapısı.

Tablo 1: Bazı önemli ışık yayan maddeler :

| (Eleman.) | Boşluk Bandı (-eV) | Direk veya Endirek | Yayın dalğa boyu |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| Indium Arsenide | 0,36 | 0 | 34.000 (Kırmızı altı i) |
| Siliön | 1,1 | 1 | 11.270 (Kırmızı altı) |
| Indium Phosphide | 1,3 | 0 | 9.500 (Kırmızı altı) |
| Gallium Arsenide | 1,4 | 0 | 9.000 (Kırmızı altı) |
| Gallium Phosphid» | 2,2 | 1 | 5.650 (Yeşil) |
| Zinc Selenid* | 2,7 | 0 | 4.800 (Mavi) |
| Silicon Carbide | 3,1 | 1 | 4.000 (Mavi) |
| Zinc Sülfide | 3,7 | 0 | 3.400 (Ultraviolet) |

beple bu iki diyot hakkında daha derin bir inceleme yapacağız.

Gallium arsenit lâmbaları :

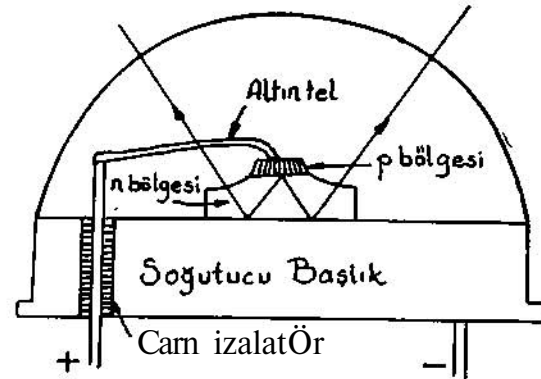
GaAs ticarete, dilim şeklinde yüksek evsafılı tek kristal halindedir, p-n bitişimi normal olarak, İyi parlatılmış serbest duran dilim şeklinde 10^{17} donor c/c ihtiva eden 0,020 inç kalınlığındaki kristale, kirletilmiş p tipi çinkonun difüzyonu ile elde edilir. Işık yayılmasını incelemek için bu parçadan tavla zarı gibi bir parça keselim. Şekil 2'de görülür ki bu parçadan ışığın, dışarı çıkabilmesi için kritik yansımaya açısından küçük açıyla gelmesi lâzımdır. GaAs için kritik yansımaya açısı 17° dir. Bu husus lâmbanın verimine tesir eder. Cihazın kuantum verimi (dışarı çıkan ışık enerjisi: içerdeki elektrik enerjisi şeklinde tarif edilir.) % 0,1 civarındadır. Eğer yayılma yüzeyini yansımaya yapmayan SiO_2 veya SiO ile kaplarsak verim % 0,2 ye kadar yükselir.

Şekil 3 ve 4'de ışık miktarını yükseltmek için iki metot gösterilmektedir. Şekil 3'deki yarı küre şeklindeki cihaz, ışığın normal olarak dışarı alınması için hazırlanmıştır. Cihaz yansı-

ma yapmayan bir madde ile kaplanırsa kuantum verimi normal oda sıcaklığında % 15 olur.

Şekil 4'de görülen diğer yapı düzleştirilmiş yüzeye diğer elemanın hâk edilmesi ile elde edilir. Işık, parçanın üzerine kaplanmış, altın yaprağından yansır. Bu yapının verimi azdır (% 0,5), fakat maliyeti diğerine nazaran düşüktür.

Tipik bir Ga As difüzyon bitişiminde İleri diyot karakteristiği, 1,2 V'da İleri kesim gerilimi



Şekil 4. Mesa Ga As ışık kaynağı.

gösterir. Bu noktadaki ışık yayma, içinde geçen akımla doğru orantılıdır. Akım, bitişimden çıkan ısıya bağlıdır. Bu sebepten bitişimin hemen yakınına soğutma başlıkları konur. Güçlü lâmbalarda verim, bu soğutma başlıkları nazarı iti-

bare alınmak suretiyle hesaplanır. Genel olarak verim, bitişimi aşırı ısıtmayan çalışma durumundaki akımda, maksimuma erişir. Ferranti, GaAs lâmbasının karakteristikleri Tablo 2 ve 3 de gösterilmiştir.

| Karakteristik | Min. | Tipik | Max. | Şartlar |
|--|--------|--------------------|--------|--|
| Devamlı ileri akım İleri gerilim Kesim gerilimi (Ters) | 4 V | 1,2 V 10 V | 100 mA | Jf = 100 BÂ I _r = 10 mA V _r = 1 V f = 1 MHz |
| Bitişim kapasitesi | | 100 p ^F | | |
| Seri direnç | | 1 ohm | | |
| Işık yükselme zamanı | | 5 nsa | | |
| Işık düşme zamanı | | 5 nea | | |
| Muhit sıcaklığı | -40 C° | | 100 C° | |
| Çalışma sıcaklığı | -40 C° | | 100 C° | |

a) 25 C° deki karakteristikler

| | |
|-------|-----|
| XS30P | 100 |
| XS31P | 200 |
| XS32P | 400 |
| XS30L | 25 |
| XS31L | 50 |
| XS32L | 100 |

t> fW cinsinden dışarı verilen enerji

Tablo 2. GaAs lâmbalarının karakteristikleri:

| JCarakteristik | Min. | Tipik | Max. | Şartlar |
|---|------|--------------------|------|-------------------------------------|
| Devamlı ileri akım İleri gerilim Ters gerilim | 4 V | 1,7 V 10 V | 1 A | If 1A ir 5mA V 0 V f 1 MHz |
| Bitişim kapasitesi | | 50 p1 ² | | |
| Seri direnç | | 0.6 ohm | | |
| Işık yükselme zamanı | | 5nsec | | |
| Işık düşme zamanı | | 5nsec | | |

a) 25 C°deki karakteristik

| | |
|-------|-----|
| XS40P | 1 |
| XS41P | 2 |
| XS42P | 3 |
| XS40L | 0,5 |
| X?41L | 1,0 |
| XS42L | |

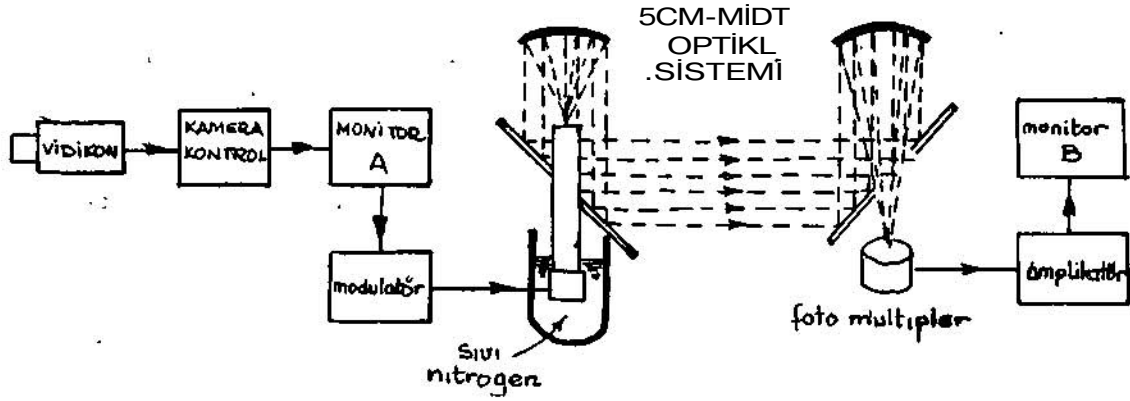
b) mW cinsinden dışarı verilen enerji

Tablo 3. GaAs lâmbalarının karakteristikleri :

GaAs stabil ve uzun ömürlü bir lâmbadır. Bir çok yerlerde tungsten filamanlı lâmbaların yerlerini alabilir. Mesela bant ve kart okumada 6 W tungsten filamanlı lâmba yerine 4 mW gücünde GaAs konabilir.

GaAs lâmbası ile ani ışık darbeleri yaparak, silikon ışık detektör pillerinde elektrik darbeleri elde edilebilir. Buradaki verim % 70 civarındadır. Işık darbesinin yükselme ve düşme zamanı 5 ns civarında olduğundan GaAs lâmbaları, ses ve video işaretlerini, modüle edilmiş ışık huzmelerine çevirmede kullanılır. Bu modülasyonun limiti, foto detektörlerin limitasyon hızlarının halen hesaplanmamasından dolayı tespit edilememiştir. Fakat bant genişliği rahatça 1 GHz olabilir.

GaAs kullanılarak yapılan bir televizyon link sistemini inceliyelim. 625 satır 50 Hz ve 8 band genişliğindeki bir televizyon için Şekil 5'deki sistem kullanılabilir. Bu cihazdaki en mühim zorluklar, gürültü/işaret oranı ve optik elemanlardır.



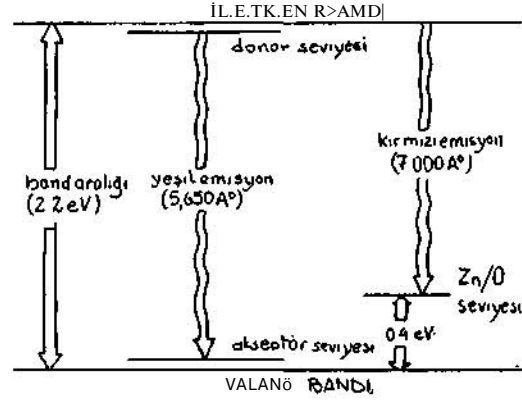
Şekil 5. Kırmızı alta ışınlarla yapılan televizyon link sistemi.

Sistem :

- Vidikon kamera ve kamera kontrol ünitesi.
- 21 inoh monitör (monitör A).
- Modulator A video modülasyonlu akımı GaAs diyoduna verir.
- GaAs ve optik sistem bu moduleli akımı kırmızı altı ışınlarına çevirir.
- Radyasyonları almak için benzer bir optik sistem.
- Foto çoğaltıcı kırmızı altı ışınları elektrik işaretine çevirir.
- Amplifikatör ve monitör B.

Gallium fosfid lâmbaları :

Ferrenti Ltd. tarafından imal edilen bu kristal lâmba yeşil (5650 Å) veya kırmızı (7000 Å) ışın bölgesinde çalışır. Şekil 6'da iki renkli ışın yayınının basit bir resmi görülmektedir. Kırmızıya



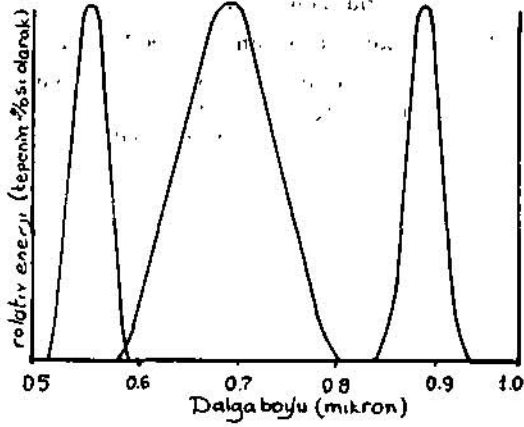
Şekil 6. İki renkli ışın yayınının basit resmi.

ışın kristale çinko ve oksijen verilmesi ile elde edilir. Bu durumda valans bandında 0,4 eV elde edilir. Bu da kırmızı ışına tekabül eder. (7000 Å).

Şekil 7'de GaP lâmbasında yeşil ve kırmızı ışınların radyasyon eğrileri görülmektedir,

p-n bitişimi, kırmızı ve yeşil radyasyon yapacak kristallere nokta şeklinde bir parça kalayın 600 C'de yapıştırılması ile elde edilir. Bu esnada, çinko zerkedilmiş altın tel de 0,02 inç karelik bir sathı omik teması sağlamak için yapıştırılır. Lâmbanın basit bir yapılışı Şekil 8'de gösterilmiştir.

Lâmbanın ileri polarmada çektiği maksimum akım 20 mA ve üzerindeki gerilim düşümü 2

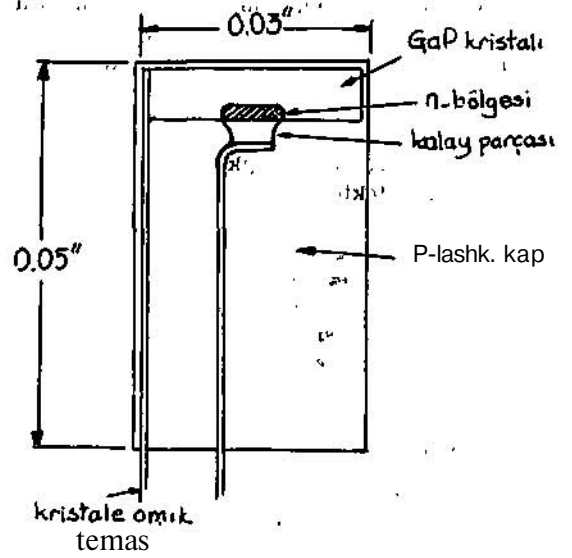


Şekil 7. Yeşil ve kırmızı OaP ve GaAs lâmbalarının spektruna.

Vdur. Bu şartlarda kırmızı lâmba, maksimum çıkış olarak 25 mW (555 mikro lümen), yeşil lâmba 12 mW (7200 mikro lümen) verir.

Darbeli çalışmadan güç dispasyonu 50 mW'ı geçmeyecek şekilde yüksek akım geçirilebilir. Mesela 1,3 A'lık akım 1 ns'lik bir zaman için geçebilir. Işık çıkışı altımla lineer çalışır. Darbenin yükseliş zamanı 25 ns, iniş zamanı 250 ns'dir.

Bitişimi ters yönde, kesim bölgesinde polaracak olursak yükseliş ve iniş zamanları 1 ns olan zayıf bir turuncu ışık çıkar. Bu ışık foto çoğaltıcının ve tetikleme devrelerinin kalibrasyonunda kullanılır.



Şekil 8. GaP lambasının yapısı.

Küçük boyda bir lâmba 8x8 dizisiyle 0,25 inç kareye sığar, 10* diyot ta 3,2 inç kareye perleştirebilir. Bu lâmbalar ışık yükselten reflektörler ile normal bir odayı aydınlatacak kadar 10-40 Ft-lambertlik bir seviye temin edebilir. •• Ayrıca düşük hassasiyetli filmleri işaretlemek içinde kullanılabilir.

GaP lâmbaları yakın bir gelecekte normal ışık kaynağı olarak kullanılabilir.