

İNFRARED DEDEKTÖRLERE GENEL BİR BAKIŞ

Raşit AYDIN

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Konya-TURKEY
e-mail: raydin@selcuk.edu.tr

(Geliş:11 Mayıs 2015; Düzeltme:26 Mayıs 2015; Kabul:02 Haziran 2015)

Özet: Bu çalışmada, dedektör malzemelerinin türleri, özellikleri ve üretim teknikleriyle ilgili bir literatür araştırması yapılmıştır. İnfrared dedektör teknolojisi ve gelişimleri ile ilgili çalışmalar ortaya konulmuştur. Ayrıca infrared sistemler ve dedektörler gözden geçirilmiş ve infrared bölgede ortaya konan yeni ve en son gelişmeler ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: İnfrared Dedektör, İnfrared Radyasyon, Kuantum Kuyu Kızılötesi Fotodedektör.

AN OVERVIEW OF INFRARED DETECTORS

Abstract: In this work, we have carried out a literature survey on the kinds and properties of materials which are especially used to produce detectors. Infrared detector technology and some processes for such developments in literature have been presented. On the other hand, infrared systems and detectors have been outlined and some new and latest developments in infrared region of spectrum have been demonstrated.

Keywords: Infrared Detector, Infrared Radiation, Quantum Well Infrared Photodetector.

1. Giriş

Günümüz bilim dünyasında dedektörler oldukça önemli bir yer tutmakta ve buna paralel olarak, dedektörlerin kullanım alanlarıyla beraber kullanım özellikleri ve şekilleri de değişmektedir. Günümüzde mühendislik bilimi bulunduğu noktada, fiziksel özellikleri üretim aşamasında belirlenen malzemeler kullanarak dedektör teknolojisinin kullanım alanlarını genişletmek veya yeni ileri teknoloji özelliklerine sahip malzemeler ve bu malzemelere dayalı dedektör sistemleri üretebilmektir.

Günümüzde dedektörler teknolojide pek çok yerde (spektroskopi, astronomi, otomotiv endüstrisi, tıp, haberleşme sistemleri, savunma sanayisi, ziraat ve diğerleri) kullanılmaktadır. Dedektörlerin kullanım alanlarının ve uygulamalarının çokluğu ve birçok uygulamalarda oldukça hassas ölçümler gerekmesi nedeniyle bu cihazlar, nanoölçek mertebesindeki çok küçük değişimleri algılayabilecek hassasiyetlerde üretilmektedirler.

İnfrared (IR) dedektör teknolojisindeki ilerlemeler, başlıca foton dedektörlerinin de içine alan yarıiletken infrared dedektörlerin daha hassas ve güvenli üretimini sağlamıştır. İnfrared dedektörlerin gelişim tarihi, 1800 yılında Herschel tarafından infrared radyasyonun keşfi ile başlar (Razeghi, 1996). İnfrared dalgalar, elektromagnetik radyasyonun en yaygın teknolojik kullanım olanağı bulan kısmıdır. İnfrared dedektörlerin gelişimine bakılacak olursa ilk olarak, Herschel deneyinde güneş ışığı

enerjisinin dağılımını ölçebilmek için dedektör olarak basit bir termometre kullanan bir monokromatör yaptı. Bu termometre, 1. Dünya Savaşına kadar infrared dedektör alanında kullanılan dedektörlerin ilki ve genel tipidir.

Foton dedektörleri 20. yy'da geliştirildi ve infrared dedektörler bu dedektörlerin bulunuşu ile olağanüstü bir gelişme sağladı. İlk infrared fotoiletken, Case tarafından 1917 yılında üretildi. Daha sonra 1933 yılında, Berlin Üniversitesinde, Kutzscher, kurşun sülfatın bir fotoiletken olduğunu ve cevabının 3 μm olduğunu keşfetti (Rogalski ve Chrzanowski, 2002).

İkinci dünya savaşı yılları modern infrared teknolojisinin başlangıcı olarak görülür. Bu dönemde foton-infrared teknolojisi, yarıiletken malzeme bilimiyle birleşti. Soğuk savaş döneminde IR teknolojisinde olağanüstü gelişmeler sağlandı.

İlk katkılı fotoiletken dedektörler, 1950 yılında üretildi. İlk yüksek performanslı katkılı dedektörler için malzeme olarak germanyum (Ge) kullanıldı. Katkılı fotoiletken dedektörler 10 μm dalga boyu civarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık 10 yıllık bir zaman sonunda katkılı silisyum dedektörlerde katkılı fotoiletkenler malzeme olarak kullanılmaya başlandı. Silisyum, germanyumdan daha avantajlı olduğu için (yüksek kuantum verimi) 1973 yılında Shepherd ve Yong, Schottky bariyer dedektörlerde silisyum kullanmayı önerdi (Rogalski ve Piotrowski, 1988).

Aynı zamanda, duyarlık ve uzun dalga boyu dedeksiyonu noktasında katedilen hızlı gelişmeler, dar band aralıklı malzemeler kullanılarak elde edilmiştir. Bu amaçlı ilk malzeme III ve V birleşikleriyle elde edilen yarıiletken InSb dir. 1950'lerin sonunda ve 1960'ların başlarında ise malzeme olarak III-V (InAsSb), IV-VI (PbSeTe) ve II-VI (HgCdTe) dar enerji aralığına sahip yarıiletken alaşımlar kullanılmaya başlandı.

1959 yılında Lawson'un araştırmaları sonucunda, infrared dedektör gelişiminde olağanüstü bir gelişme $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ (HgCdTe) alaşımlarının elde edilmesiyle sağlanmıştır (Rogalski, 2002). Bu alaşımlar değişken bant aralıkları sağlamak gibi bir üstünlük ortaya koymaktadır. Dar band aralıklı yarıiletkenlerin temel özellikleri; yüksek optiksel soğurma katsayısı, yüksek elektron mobilitesi ve düşük termal üretim hızıdır. Bu özellikleri bu alaşım sistemini ideal bir malzeme konumuna taşımaktadır. Günümüzde HgCdTe, değişken aralıklı yarıiletken dedektör yapımında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Son zamanlarda geliştirilen infrared dedektör türlerinden biride kuantum kuyulu kızılötesi fotodedektörleridir (QWIP). İnfrared radyasyonun algılanması için, infrared dedektörlerde kuantum kuyularının kullanılması fikri ilk kez 1977 yılında Esaki ve Sakaki tarafından ortaya konulmuştur (Levine, 1993). Kuantum kuyulu infrared fotodedektörlerde en çok kullanılan malzeme GaAs/AlGaAs tır. Bu dedektörler günümüzde termal algılama yapmak için oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın temel konusu, dedektör malzemelerinin türleri, özellikleri, üretim ve analiz teknikleriyle ilgili bir literatür araştırması yapmak ve bu tekniklere dayalı olarak yeni malzemeler üretilmesi ve bu malzemelerden faydalanılarak yeni dedektör sistemleri geliştirilmesi doğrultusunda nelerin yapılabileceğini ortaya koymaktır. Ayrıca infrared dedektör teknolojisi ve gelişimleri ile ilgili çalışmalar ortaya konulacaktır. İnfrared sistemler ve dedektörler gözden geçirilecek ve infrared bölgede ortaya konan yeni ve en son gelişmeler ortaya konulacaktır.

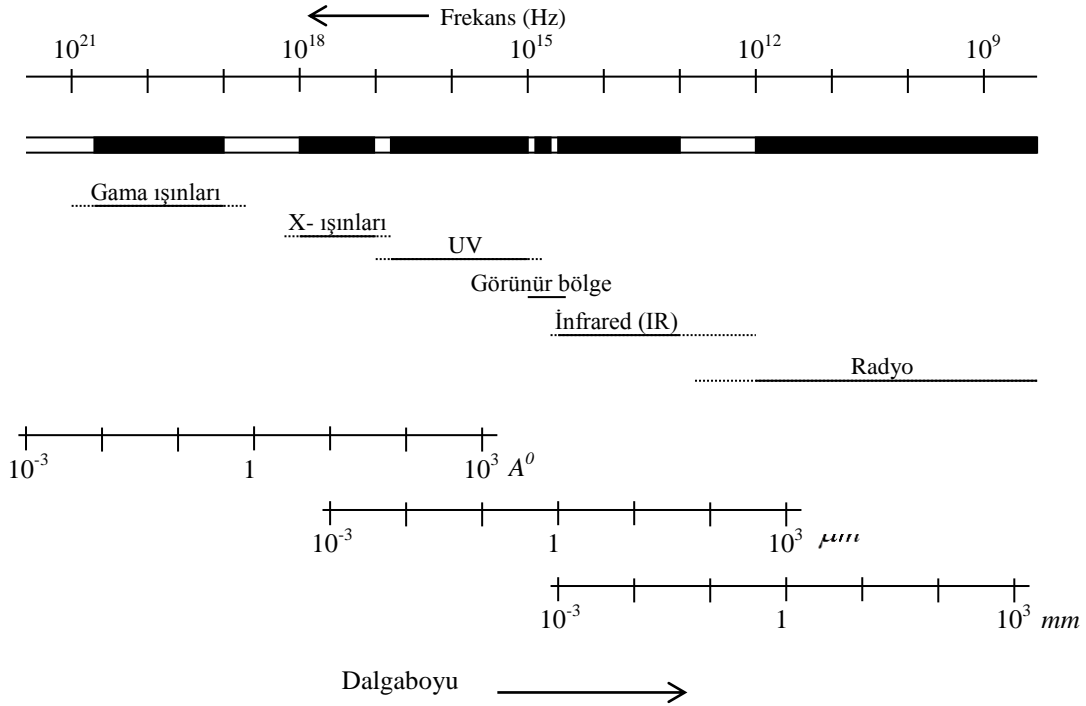
2. Materyal ve Metot

2.1. İnfrared Dedektörler

2.1.1. İnfrared Radyasyon

Latin ön eki “infra” aşağıda (altında) anlamına gelir. Böylece “infrared” kelimesi ise elektromagnetik spektrumda, görünür bölgenin sonunda, kırmızı rengin altındaki bölgeden bahseder.

İnfrared (IR) radyasyon, güneş ışığı, X ışınları ve radyo dalgaları gibi, ekstra yüksek frekans (EHF) radyo bandı ($\approx 1000\mu m$) ve görünür ışık ($\approx 0.75\mu m$) arasında, bir dalga boyu aralığına sahip elektromagnetik bir radyasyondur. Şekil 1’ de elektromagnetik spektrum gösterilmektedir (Donati, 2000).



Şekil 1. Elektromagnetik spektrum

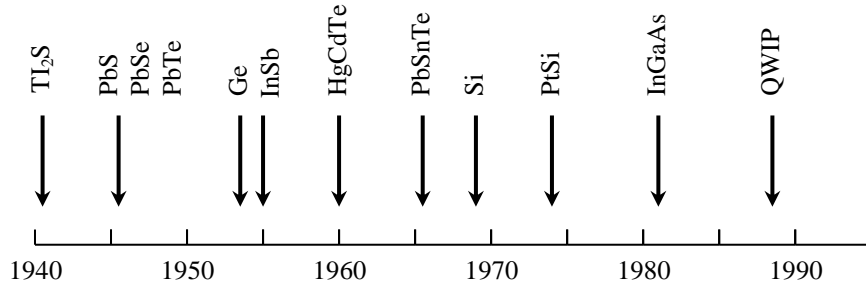
2.1.2. İnfrared Dedektörlerin Kısa Bir Tarihçesi

İnfrared dedektörlerin gelişimi için özet bir kronoloji aşağıda verilmiştir:

- 1917: Case, ilk foton dedektör olan “ thallous sülfür” dedektörünü geliştirdi.
- 1930-1944: Askeri ihtiyaçlar için Kurşun sülfür (PbS) dedektörler, Northwestern Üniversitesinde Robert Cashman tarafından geliştirildi. Bu dedektörler, $\lambda = 1,3 - 3\mu m$ aralıklı dalga boyu ile kısa dalga boylu infrared bölgeye (SWIR) duyarlıdır.
- 1940-1950: $\lambda < 5\mu m$ dalga boylu, orta dalga boylu infrared (MWIR) spektral aralığı algılamak için İndiyum Antimon (InSb) dedektörler kullanıldı. InSb’ nin dedektörlerde malzeme olarak kullanılmaya başlanmasıyla beraber, infrared dedektörlerin algılayabildikleri dalga boyu aralığı ve duyarlılıkları artmıştır.
- 1960-1980: İnfrared dedektör alanındaki bu ilerlemeler bugün dedektörler için malzeme olarak geniş ölçüde kullanılan Civa kadmiyum tellürit (MCT = HgCdTe)’ nin gelişimi ile sürdü. HgCdTe dedektörler, $\lambda < 12\mu m$ dalga boylu geniş dalga boylu infrared (LWIR) bölgeyi algılama yeteneğine sahiptir (Workman 2002).

- 1980-1988: Platinyum silicide (PbSi) dedektörler, katkılı silisyum dedektörler ve kuantum kuyulu fotodedektörleri içeren LWIR dedektörler için yeni malzemelerin gelişimi ile infrared (IR) dedektörlerdeki gelişmeler devam etmiştir (Hua, 2000).

Şekil 2’de sözü edilen malzemeler için gelişim süreci gösterilmektedir:



Şekil 2. İnfrared dedektör malzemelerinin gelişiminin kronolojisi

2.1.3. Dedektör Parametreleri

Bir dedektörün üzerine düşen ışık sinyalini algılaması ve bu sinyali bir çıkış işaretine dönüştürmesi süreçlerinde etkili olan parametrelere, dedektör parametreleri denir. Tablo 1, dedektör parametreleri, parametrelerin sembolleri, fiziksel formülleri ve birimlerini özetlemektedir.

Tablo 1. Dedektör verim parametreleri

PARAMETRE	SEMBOL	FİZİKSEL FORMÜLÜ	BİRİMİ
Kuantum verimi	η	$\eta = \frac{I_{ph}/e}{P_0/h\nu} = \frac{I_{ph}h\nu}{eP_0}$	
Ortalama Akım	i_{ort}	$i_{ort} = \frac{\eta e}{h\nu} IA$	A
Tepki (Cevap)	R	$R = \frac{I_{ph}}{P_0} = \frac{\eta e}{h\nu}$	A/W
Gürültü Eşdeğeri Güç (Noise Equivalent Power)	NEP	$NEP = \frac{IA}{\sqrt{\Delta\nu}} \frac{V_N}{V_S}$	$WHz^{-1/2}$
Sinyal Gürültü Oranı	S/N	$\left(\frac{S}{N}\right) = \frac{\eta P}{2h\nu\Delta\nu}$	
Zaman Sabiti	τ		s
Algılayabilirlik (Dedektivite)	D	$D = \frac{\sqrt{A}}{NEP}$	$cmHz^{1/2}W^{-1}$

2.1.4. İnfrared Dedektörlerin Uygulama Alanları

Tablo 2’de infrared dedektörlerin uygulama alanları özetlenmektedir:

Tablo 2. İnfrared dedektörlerin uygulama alanları

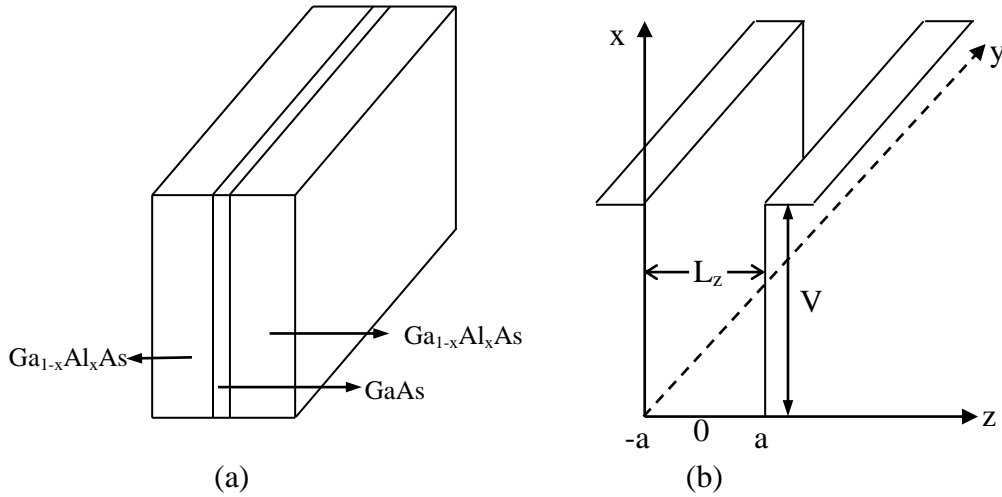
ASKERİ	ENDÜSTRİYEL	TIP	BİLİMSEL
-Güdümlü füzeler -Ateş kontrolleri, Yangın -Deniz ve hava trafiği kontrolleri -Gemi, uçak ve kıtalar arası roketlerin algılanması ve izlenmesi -Uçak çarpışma ikazında (Haber vermesinde) -Hedeflerin bıraktıkları izleri bulma -Arazi, bölge analizi -Zehirli gazların algılanması -Yakıt buharı algılanması -Keşif ler -Birinin faaliyetlerini gizlice izlemeler -Yer altı tesislerinin (olanaklarının) algılanması -Kamufraj (gizlenmenin) algılanması -Telsiz istasyonu korumaları -Düşmana karşı önlemler	-Yangın algılamaları -Ürün hastalıklarının algılanması -Fren balatası, akım kablosu, kaynak ve lehim çalışmalarının sıcaklık ölçümleri -Hava akımı, türbülans (girdap) algılamaları -Organik kimyasalların analizi -Su kirliliği ve kirlenmeler -Kan ve alkol seviyeleri -Isı yalıtımı verimi -Suç önlemleri -Yakıt ateşleme monitörleri -Tarımsal değerlendirmeler -Otomobil çarpışmalarını önleme -Trafik kontrolleri -Uçak inişlerine yardım etme	-Körler için engel algılanması -Deri sıcaklık ölçümleri -Kanserlerin algılanması -Hastalık ve iyileşmenin gözlenmesi -Yeni başlamış felçlerin teşhisi -Nefes ve kandaki CO ₂ seviyesi -Gözle ilgili pupiller çapının ölçümü -Damar tıkanıklığının yerini saptama -Hayvanların geceleyin olan(geceye özgü) alışkanlıkları -Korneal bulanıklıklar	-Uydu algılamaları -Hava durumlarının uzaktan algılanması -Ay, gezegen ve yıldız sıcaklıkları -Uzay aracı, uçuş kontrolleri -Bitkilerdeki ısı transferi -Dünya ısıl bilançosu -Okyanus akışlarını haritalandırma -Dünya öz kaynaklarının incelenmesi -Hastalıklı ürünlerin algılanması -Buzul yarıklarının yerlerinin belirlenmesi -Petrol araştırmaları -Sahtecilik (sahtekârlık) algılanması -Orman yangınlarının algılanması

2.2. Kuantum Kuyulu Kızılötesi Dedektörler (QWIPs)

2.2.1. Kuantum Kuyular

Moleküler demet epitaksi (MBE) ve moleküler organik kimyasal buhar depozisyon (MOCVD) gibi epitaksiyel büyütme tekniklerinden yararlanarak, farklı band aralığına sahip olan yarıiletkenlerin atomik tabakalar halinde birbiri ardına büyütülmesi ile elde edilen yapılar *iki boyutlu* ya da *kuantum kuyu* olarak adlandırılmaktadır. Bu yapılar, yarıiletkenlerde elektron ve deşiklerin büyütme doğrultusunda kuantize olduğu ve diğer iki boyutta serbest olarak hareket edebildiği yapılardır (Choi, 1997).

Kuantum kuyu yapılar içerisinde üzerinde en çok araştırma yapılmış olanı GaAs ve $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ yarıiletkenlerinden oluşan yapıdır (Manasreh, 1993). $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ yarıiletkenindeki Al konsantrasyonu x , 0 ile 1 arasında değişebilir. x değerinin artması ile $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ ' in band aralığı E_g artar. Şekil 3' de, $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ - GaAs- $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ yarıiletkenlerinin üst üste büyütülmesi ile oluşmuş olan kuantum kuyusunun yapı gösterilmektedir.



Şekil 3. $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ - GaAs- $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ kuantum kuyusu yapısının şematik olarak gösterimi. (a) Çok ince, dar band aralıklı bir GaAs tabakası, iki kalın ve daha geniş band aralıklı $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ tabakaları arasında sandviçlenmiştir. (b) Elektronlar sonlu bir kare kuyu potansiyeli ile ince GaAs tabakasında tuzaklanmaktadır.

GaAs tabakasındaki elektronların hareketleri, sonlu bir potansiyel kuyusunda sınırlanmıştır. İletim bandının kenarları elektronlar için, valans bandının kenarları deşikler için bir potansiyel kuyusu oluşturmaktadır. GaAs' in band aralığı $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ ' in band aralığından daha küçüktür. Bu nedenle, GaAs bir kuantum kuyusu gibi davranır ve $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ elektron ve deşiklerin her ikisi içinde bir potansiyel engel oluşturur. GaAs ve $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ yarıiletkenlerinin band yapılarındaki bu farklılıktan dolayı, sistemin band diyagramında, iletim ve valans bandı kenarları arasındaki geçiş bölgesinde basamak şeklinde süreksizlikler oluşmaktadır (Liu, 1999).

Kuantum kuyu yarıiletken yapılar, büyütülen tabakanın sayısına, kalınlığına ve büyütülen yapıların özelliklerine göre, tekli/çoklu kuantum kuyuları ya da süperörgüler olarak adlandırılırlar. Tekli kuantum kuyu yapıların ard arda büyütülmesi ile çoklu kuantum kuyusu yapıları elde edilmektedir. Çoklu kuantum kuyu yapılarında, potansiyel bariyerinin genişliği, kuyu genişliğinden daha büyüktür. Süperörgüler de ise, bariyer genişliği kuantum kuyularına göre daha dar olduğundan, yüklü parçacıklar bir kuyudan diğer kuyuya tünellenebilmektedir, yani kuantum kuyusu içerisindeki elektron ve deşiklerin dalga fonksiyonlarının kuyrukları ince bariyerleri rahatlıkla aşabilmekte ve komşu kuyulara ulaşabilmektedir (Erol, 1997).

Kuantum kuyularındaki elektron ve deşiklerin enerji seviyeleri, Hamiltonyen yaklaşımı ile hesaplanabilmektedir. Şekil 3' de gösterilen kuantum kuyusu için, kuantum kuyusunun genişliği L_z 'nin diğer boyutlardan (L_x ve L_y) çok küçük olması nedeniyle, Hamiltonyen operatöründe şu yaklaşım yapılabilir:

$$H_{\text{toplam}} = H_{xy} + H_z \quad (1)$$

H_{xy} , iki boyutlu elektron gazı için tek parçacık Hamiltoniyeni ve H_z tek boyutlu sonlu potansiyel kuyusu için Hamiltoniyendir. İnce GaAs tabakasındaki bir elektron (veya deşik) enerjisi, Hamiltoniyen operatörünün özdeğerleri ile

$$E(k_x, k_y, k_z) = \frac{\hbar^2 k_z^2}{2m_e^*} + \frac{\hbar^2 (k_x^2 + k_y^2)}{2m_e^*} \quad (2)$$

veya

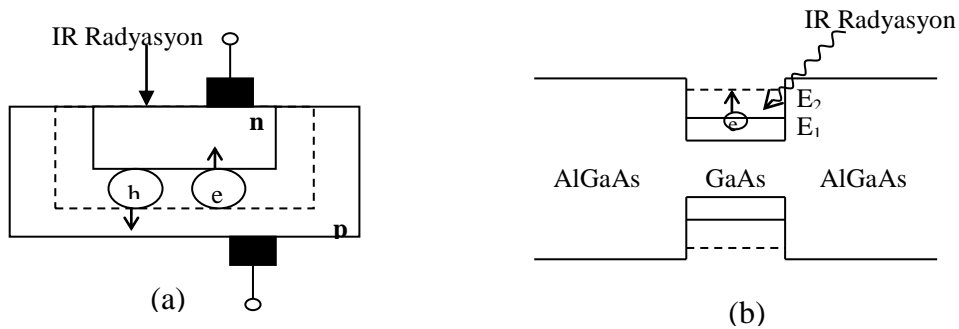
$$E(k_x, k_y, n) = E_n + \frac{\hbar^2 (k_x^2 + k_y^2)}{2m_e^*} \quad (3)$$

biçiminde verilmektedir. Burada $E_n = \hbar^2 k_z^2 / 2m_e^*$ enerjisi, potansiyel kuyusundaki n. enerji seviyesine karşılık gelen elektronun enerjisidir. m_e^* elektronun etkin kütesidir. \hbar Planck sabiti, k_x ve k_y kristal momentumunun x ve y bileşenidir. n. seviyeye karşılık gelen deşik enerjileri de $E_n = \hbar^2 k_z^2 / 2m_d^*$ ifadesi ile verilmektedir. Bu ifadedeki m_d^* deşiğin etkin kütesidir (Liu ve Capasso, 2000).

2.2.2. Kuantum Kuyulu Kızılötesi Dedektörler

Şekil 4a'da görüldüğü gibi kızıl ötesi radyasyon pn eklemleri kullanılarak algılanabilir. Bu tür dedektörler çok küçük akımlar altında çalışabilmektedir. 3-5 μm ve 8-12 μm aralıklarında algılama yapan dedektörlerde kullanılan düşük enerji band aralıklı yarıiletkenlerin büyütme ve işleme teknolojileri Si ve GaAs teknolojilerine göre daha az gelişmiştir. Bu malzemelerin birçoğunda geniş alanlı taban malzemesi temini ve geniş alanda homojen olarak büyütülememe sorunları vardır.

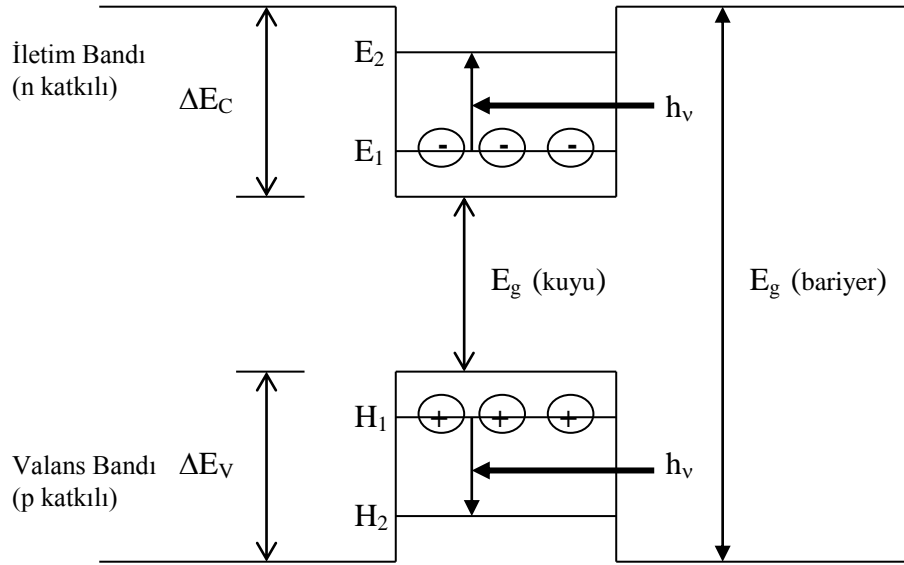
Yakın bir zaman önce önerilen bir yaklaşımda, geniş enerji band aralıklı yarıiletkenin daha düşük band aralıklı bir yarıiletkenle birleştirilmesiyle oluşturulan kuantum kuyuları kullanılmaktadır. Şekil 4b'de görülen bu tür bir yapıyla algılama prensibi radyasyonla etkileşim sonucu, kuantize seviyedeki elektronun serbest iletim bandına aktarılması ve iletme katılarak dedektör akımını arttırmasına dayanır. Bu tür bir dedektör yapısı *Kuantum Kuyu Kızılötesi Fotodedektör (QWIP)* olarak adlandırılmaktadır (Beşikci ve ark., 2002). Böylece 3-5 μm ve 8-12 μm dedektörleri, sorunlu düşük band aralıklı yarıiletkenler yerine GaAs teknolojisi kullanılarak üretmek ve geniş alanda mükemmel homojenlik sağlamak mümkün olmaktadır. Tipik bir kuantum kuyulu kızılötesi fotodedektör, 50 adet kuantum kuyusu içermektedir. Bu dedektörlerin duyarlı oldukları dalga boyu aralığı kuantum kuyusu genişliği ve malzeme kompozisyonu değiştirilerek kolaylıkla ayarlanabilir.



Şekil 4. pn sensör ve QWIP algılama prensipleri

İnfrared dedektörlerin uzun geçmişine rağmen kuantum kuyu kızılötesi fotodedektörler (QWIP) son zamanlarda ortaya konulmuş yeni bir teknolojidir. QWIP'ler iletim bandı (n-tipi) ya da valans bandı (p-tipi) içinde altbandlararası soğurmaya dayanan bir yarıiletken infrared foton dedektörüdür. İnfrared radyasyonun algılanması için, kuantum kuyuların kullanılması fikri ilk kez 1977 yılında Esaki ve Sakaki tarafından ortaya atılmıştır ve kuantum mekaniğinin temel prensipleri kullanılarak izah edilebilmiştir. 8 yıl sonra West ve English, ilk kez çoklu kuantum yapılarıdaki, güçlü altbandlararası soğurmanın deneysel gözlenimini yapmışlardır. 1987 yılında altbandlararası soğurmaya dayanan ilk QWIP, Levine ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. O zamandan beri QWIP teknolojisi sürekli olarak gelişmektedir (Gunapala ve Bandara, 1999).

Kuantum kuyulu kızılötesi dedektörler, geniş band aralıklı malzemelerden yapılan kuantum kuyularından üretilirler. QWIP'lerdeki elektron uyarılmaları, orta dalga boylu infrared radyasyon (MWIR) veya uzun dalga boylu infrared radyasyon (LWIR) bölgelerinde altbandlararası soğurma yapan kuantum kuyudaki, iletim (veya valans) bandındaki taban durum ve uyarılmış durum arasında meydana gelir (Şekil 5).



Şekil 5. Bir kuantum kuyunun, valans bandı (H_1 den H_2 ye) yada iletim bandı (E_1 den E_2 ye) içinde meydana gelen altbandarası soğurmanın şematik gösterimi

Kuantum kuyu yapıları, bu fotouyarılmış taşıyıcıların kuantum kuyudan kurtulabilmesi ve fotoakım olarak toplanabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanırlar. Kuyu ve bariyer malzemesinin uygun seçilmesi ile, QWIP'lerin algılama dalga boyu MWIR' dan LWIR'na kadar herhangi bir dalga boyuna uyarlanabilir (Hoff, 1996).

3. Sonuç

İnfrared dedektörlerin gelişimi, 1800 yılında Herschel tarafından infrared radyasyonun keşfi ile başladı ve sürekli olarak gelişerek devam etti. İkinci dünya savaşı yılları modern infrared teknolojinin başlangıcı olarak görülür. Bu dönemde infrared teknolojisi, yarıiletken malzeme bilimiyle birleşti. Soğuk savaş hazırlıklarının hızı, geçen yüzyılın bir bölümünde IR teknolojisinde olağanüstü gelişmelere neden oldu.

İnfrared dedektörlerde yarıiletken malzemelerin kullanılmasıyla birlikte değişik dedektör yapıları geliştirilmiştir. Bu dedektör yapıları, saf (doğal) infrared dedektörler, katkılı infrared dedektörler ve Schottky-bariyer dedektörlerdir. İnfrared radyasyonun algılanması için 1977 yılında Esaki ve Sakaki tarafından infrared dedektörlerde kuantum kuyuların kullanılması fikri ortaya atılmıştır.

Yakın zaman önce önerilen bu yaklaşımda, geniş band aralıklı yarıiletken malzemenin daha düşük band aralıklı malzemeyle birleştirilmesiyle elde edilen kuantum kuyuları kullanılmaktadır. Bu tür bir dedektör yapısı Kuantum Kuyu Kızılötesi Dedektör (QWIP) olarak adlandırılır. Kuantum kuyu kızılötesi dedektör teknolojisi yeni bir teknolojidir ve günümüzde QWIP'ler, infrared teknolojinin ana konusunu teşkil etmektedir (Rogalski 2000; Rogalski 2003; Sengupta 1997).

Bu çalışmada infrared dedektörlerle ilgili bir literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan bu araştırmalar kapsamında, günümüzde infrared dedektörler, termal görüntüleme sistemlerinin kalbi durumunda oldukları için, termal görüntülemede kullanılacak dedektörün, kızılötesi (infrared) bölge içinde algılama yapan bir infrared dedektör olmasına karar verilmiştir. Günümüzde kızılötesi band içinde algılama yapan dedektörlerin üretiminde farklı ve oldukça özellikli malzemeler kullanılmaktadır. Bu nedenle kızılötesi dedektörün yapımında yeni bir teknoloji olan kuantum kuyulu infrared dedektör (QWIP) teknolojisinin malzeme olarak kullanılması düşünülmüştür.

Açıklama

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Fizik bölümünde Raşit Aydın tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

Kaynaklar

- Beşikci C, Cellek OO, Özer S, Tümkaya Ü, Aşıcı B ve Bostancı U (2002). Soğutmalı Kızılötesi Dedektör Teknolojileri. *Savunma Teknolojileri Kongresi*.
- Choi KK, (1997). The Physics of Quantum Well Infrared Photodetectors. *World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. U.S.A.*
- Donati S (2000). Photodetectors: Devices, Circuits and Applications. *Prentice-Hall, Inc. English*.
- Erol A (1997). Düşük Boyutlu Yarıiletken Yapılarda Optik Olaylar. *Yüksek lisans tezi*. İstanbul Üniversitesi.
- Gunapala SD and Bandara SV (1999). Quantum Well Infrared Photodetector Focal Plane Arrays. *Semiconductors and Semimetals*, Vol. 62.
- Hoff JR (1996). Quaternary $Ga_{1-x}In_xAs_yP_{1-y}$ p-type Quantum Well Intersubband Photodetectors. *Northwestern University*.
- Hua Yang MS (2000). Full Bandstructure Modeling of Quantum Well Infrared Photodetectors. *The University of Texas*.
- Levine BF (1993). Quantum Well Infrared Photodetectors. *J. Appl. Phys.* 74(8).
- Liu HC (1999). Quantum Well Infrared Photodetector Physics and Novel Devices. *Semiconductors and Semimetals* Vol. 62.
- Liu HC and Capasso F (2000). Intersubband Transitions in Quantum Wells: Physics and Device Applications I. *Academic Press. U.S.A.*
- Manasreh MO (1993). Semiconductor Quantum Wells and Superlattices for Long Wavelength Infrared Detectors. *Artech House, Inc., Boston. London*.
- Razeghi M (1996). Long Wavelength Infrared Detectors, *Gordon and Breach Publishers. Canada*.
- Rogalski A and Piotrowski J (1988). Intrinsic Infrared Detectors. *Progres in Quantum Electronics* 12, 87-289.
- Rogalski A (2000). Infrared Detectors. *Gordon and Breach Science Publishers. Canada*.
- Rogalski A (2002). Infrared Detectors. An Overview. *Infrared Physics & Technology* 43, 187-210.
- Rogalski A and Chrzanowski K (2002). Infrared Devices and Techniques. *Opto-Electronics Review* 10(2), 111-136.
- Rogalski A (2003). Infrared Detectors: Status and Trends . *Progres in Quantum Electronics* 27, 59-210.
- Sengupta DK (1997). III-V Multiple Quantum Well Long Wavelength Infrared Photodetectors. *University of Illinois*.
- Workman CL (2002). Intersubband Transitions in Strained InGaAs Quantum Wells for Multi Color Infrared Detector Applications. *University of Arkansas*.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL DERGİLER KOORDİNATÖRLÜĞÜ
SELÇUK UNIVERSITY
COORDINATION UNIT OF SCIENTIFIC JOURNALS
© 2015 Reproduction is free for scientific studies