

İŞIN DEDEKTÖRLERİ

Ref. Enstrümental Analiz, İyon Dedektörleri, Kromatografi Dedektörleri

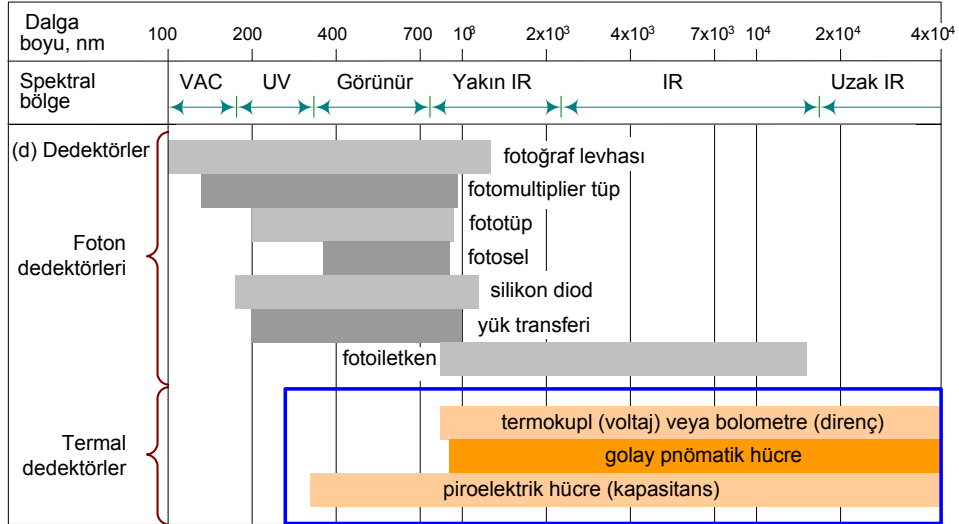
Dedektör, geniş bir dalga boyu aralığındaki ışın enerjisine karşı duyarlı ve düşük seviyelerdeki ışın güçlerine karşı hassas olmalıdır. Işını hızla algılayabilmeli, kuvvetlendirilebilecek bir elektrik sinyali üretebilmeli, gürültü seviyesi düşük olmalı ve ürettiği sinyal, demetin P gücü ile doğru orantılı olmalıdır.

$$G = K P + K'$$

G: Dedektörün elektrik responsu (tepkisi) dur, akım, direnç, veya emk birimleriyle verilir.

K: Dedektörün, elektrik responsu/ışın gücü cinsinden hassasiyetini belirten sabit.

K': Kara akımdır; dedektör yüzeyine hiç ışın gelmediği halde küçük ve sabit bir respons gösterir.



İki tip ışın dedektörü bulunur; bunlar:

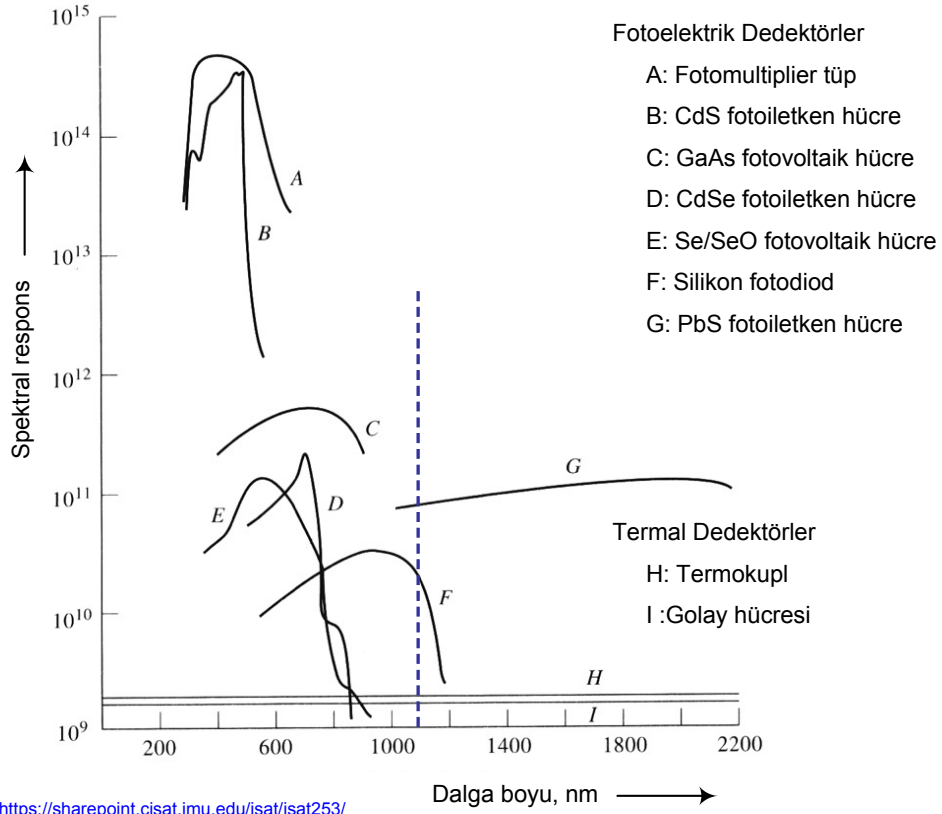
- Foton dedektörleri; fotonları algılar
- Isı dedektörleri; ısıyı algılar

Tüm foton dedektörleri, ışının reaktif bir yüzeyle etkileşerek elektronlar üretmesine (fotoemisyon) veya elektronları elektrik iletebileceği enerji hallerine yükseltmesine (fotoiletim) dayanır. Bu işlemler sadece ultraviyole, görünür, ve yakın-infrared ışın enerjileriyle gerçekleşebilir.

Fotoelektrik dedektörlerde elektrik sinyali bir seri tek tek olayların (bir fotonun absorpsiyonu) sonucudur. Tersine infrared ışını algılayan ısı transduserleri kuvantize olmayan algılayıcılarıdır.

Foton dedektörlerini vurma gürültüsü, ısı dedektörlerini Johnson gürültüsü sınırladığından iki dedektörle ilgili saptanamayan hatalar birbirinden farklıdır.

Şekilde ultraviyole, görünür, ve infrared spektroskopide kullanılan çeşitli dedektörlerin kıyaslamalı spektral responsları gösterilmiştir. Ordinat fonksiyonu dedektör gürültüsüyle ters, dedektör yüzey alanı ile doğru orantılıdır. İki ısı transduserinin (H ve I) relatif hassasiyetinin dalga boyuna bağlı olmadığını, fakat hassasiyetlerinin de fotoelektrik dedektörlerden önemli derecede düşük olduğunu belirtmek gerekir. Diğer taraftan, foton dedektörleri sabit respons-dalga boyu ilişkisi bakımından ideallikten oldukça uzaktır.



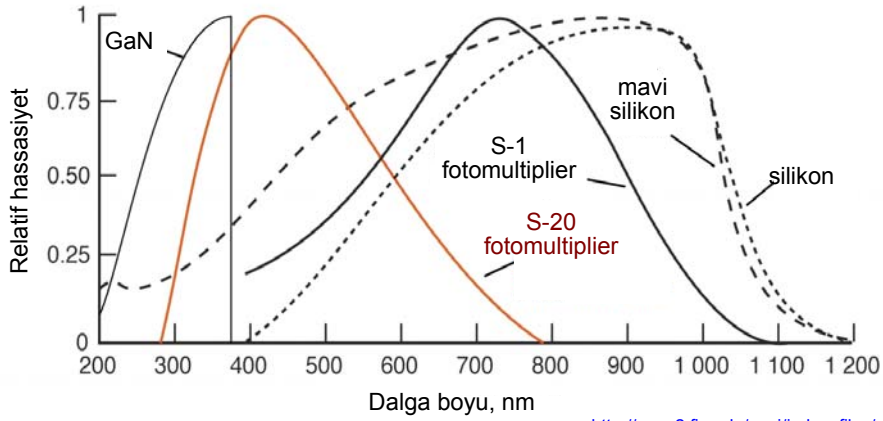
Çeşitli fotoelektrik ve termal dedektörlerin spektral responsları

I. FOTON DEDEKTÖRLERİ

Foton dedektörleri birkaç tiptir

1. Fotoğraf Levhası
2. Fototüpler (Vakumlu Fototüpler)
3. Photomultiplier Tüpler
4. Fotovoltaik Hücreler
5. Fotoiletkenler (Fotokondüktivite)
6. Silikon Fotodiodlar
7. Çok Kanallı Foton Dedektörleri
 - Fotodiod dizileri (Photodiode arrays, PDA)
 - Charge transfer aletleri (Charge-transfer devices, CTD)
 - Vidikonlar

Farklı dalga boylarında çalışmalarda farklı dedektörlere gereksinim vardır.



http://www2.fiu.edu/~cai/index_files/Chapter%207%20Components%20of%20Optical%20Instruments.ppt

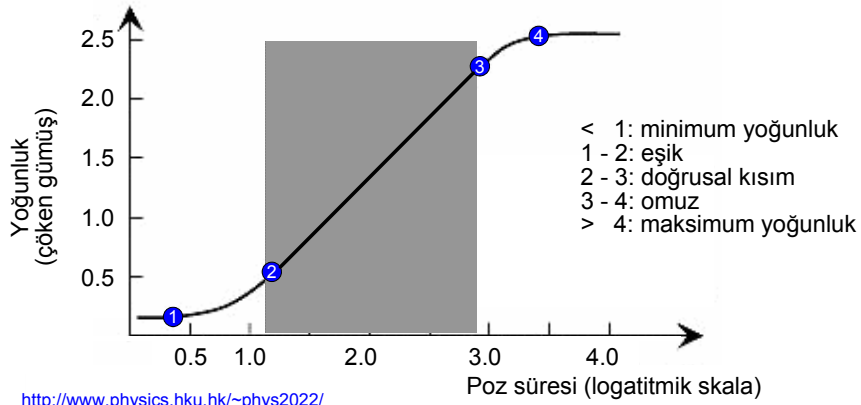
Bazı dedektörlerin dalga boylarına karşı hassasiyetleri

1. Fotoğraf Levhası

Fotoğraf levhaları 1900'li yıllarda astronomide kullanılmaya başlamıştır. Digital bilgisayarlar ve digital görüntülerin keşfinden önce radyografik çalışmalarda da görüntünün cam levhalara kaydedildiği fotoğraf levhaları kullanılırdı.

Fotoğraf Levhaları, cam üzerine ince bir gümüş halojen (örneğin AgBr) kaplanarak hazırlanır. Mikron büyüklüğünde AgBr kristalleri bir jelatin emülsiyon içinde dağıtılarak cam üzerine yayılır. Levhaya bir foton çarptığında gümüş iyonu elektronla birleşerek gümüş atomuna dönüşür ve gizli görüntü (veya resim) meydana gelir. Gizli görüntü developpe işlemiyle amplifiye edildiğinde film üzerinde gümüş tortusu nedeniyle karanlık bir alan oluşur.

Fotoğraf levhalarınında, poz süresi ve çökelen gümüş miktarı arasında baştan sona kadar doğrusal bir ilişki olmaz; şekilde görüldüğü gibi doğrusallık "eşik" ve "omuz" olarak tanımlanan bölgelerin arasında bulunur.



http://www.physics.hku.hk/~phys2022/Chapter4_notes.ppt#12 AGFA 1999

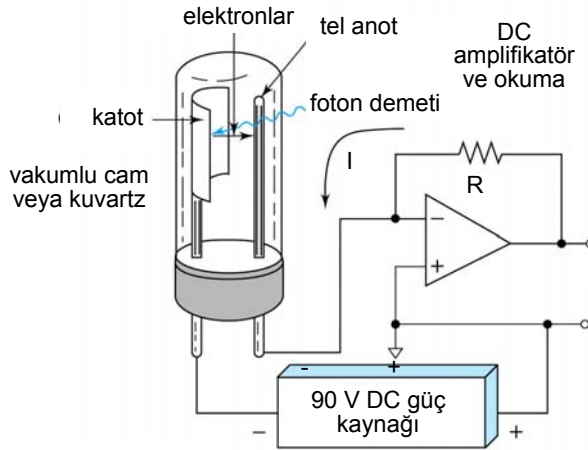
Fotoğraf levhasının doğrusallıktan sapması

2. Fototüpler (Vakumlu Fototüpler)

Fototüpler elektronların bir fotohassas katı maddeden emisyonuna göre çalışır.

Fototüp, havasız bir tüpün iç kenarlarına yapıştırılmış yarı-silindirik bir katot ile tel bir anoddan oluşur. Elektrodun konkav yüzeyinde, ışınlandırıldığı zaman elektron emitleyen bir fotoemissif tabaka bulunur. Elektrotlar arasına bir potansiyel uygulandığında, emitlenen elektronlar tel anoda akarak bir fotoakım yaratır. Üretilen akımlar, bir ışın şiddeti için fotovoltajik bir hücreden alınan akımların onda biri kadardır. Tersine, fototüpün elektrik direnci yüksek olduğundan sinyalin amplifikasyonu kolay ve yeterli olur.

Şekilde, bir fototüp ve aksesuar devresi görülmektedir. Işının yarattığı fotoakım R boyunca bir potansiyel düşmesine neden olur, bu kuvvetlendirilerek bir kaydediciyi hareket ettirir



http://www2.fiu.edu/~cal/index_files/Chapter%207%20Components%20of%20Optical%20Instruments.ppt

Bir fototüp ve aksesuar devresi

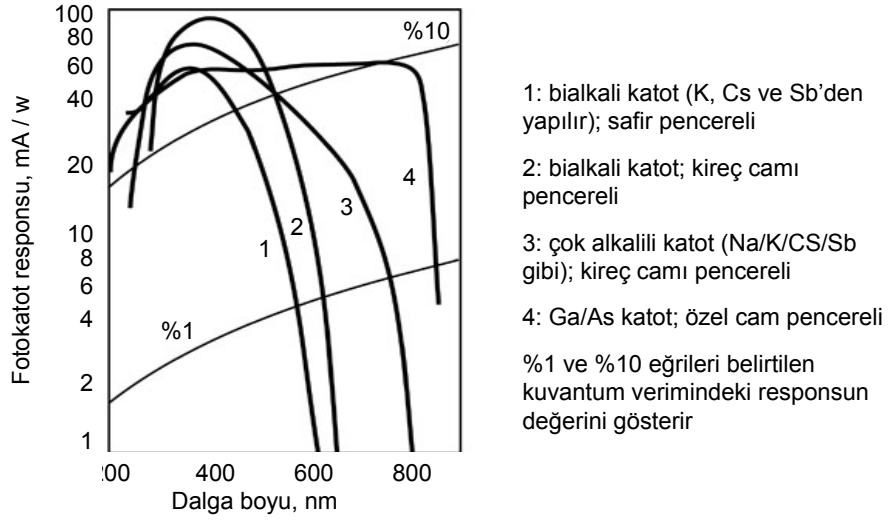
Bir fotoemissif yüzeyden çıkarılan elektronların sayısı, bu yüzeye çarpan demetin ışın gücü ile doğru orantılıdır. İki elektrot arasına uygulanan potansiyel artırıldığında, anoda ulaşan elektronların miktarı da hızla artar; doyumluk potansiyeline erişildiği zaman anotta elektron toplanması maksimum olur. Bu durumda akım, uygulanan potansiyelden bağımsız, ışın gücü ile doğru orantılı hale gelir.

Fototüpler ~90 V potansiyelde çalıştırılır, bu değer doyumluk bölgesi içindedir.

Ticari fototüplerde değişik fotoemissif yüzeyler kullanılır. Kullanıcı yönünden fotoemissif yüzeyler dört grupta toplanır:

- Yüksek hassasiyetli yüzeyler; En hassas katotlar şekilde 1,2 kod ile gösterilen bialkali tiplerdir; bunlar potasyum, sezyum ve antimondan yapılıdır.
- Kırmızı hassas yüzeyler; Kırmızı hassas yüzeyler çok alkali tipli (Na/K/CS/Sb gibi) veya Ag/O/Cs yapıları malzemelerdir (3). Ga/In/As bileşimi kırmızı bölgeyi 1.1 μm 'ye kadar genişletir
- Ultraviyole hassas yüzeyler; Ultraviyole hassas formülasyonlarda tüp şeffaf pencereler içine konulur.
- Düz resposlu yüzeyler: Düz resposlar Ga/As bileşimi ile elde edilir (4).

Işın olmadığı halde de fototüpler küçük bir akım üretirler; bu "kara akım" ısı olarak çıkarılan elektronlardan oluşur.



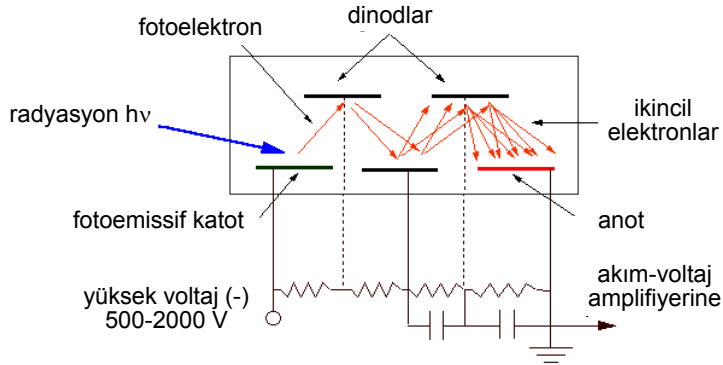
Bazı fotoemissiv yüzeylerin spektral resposları

3. Fotomultiplier Tüpler (PMT)

Fotomultiplier tüpler UV ve görünür bölgelerde çok hassastır ve cevaplama (respon) çok hızlıdır.

Fotomultiplier tüp bir dizi fotokatotdan (dinodlar) yapılır. Fotokatotlar, sezyum-antimon intermetalik bileşiklerden üretilen fotohassas malzemelerdir.

Katot yüzeyi ışınla karşılaştığında elektronlar çıkarır. Birinci dinod, katottan 90V daha pozitif bir potansiyelde tutulur, ve bu nedenle de elektronlar kendisine doğru akar. Dynode'a çarpan her elektron ilave birkaç elektron çıkarır; bunlar, birinci dinoddan 90 V daha pozitif olan ikinci dinoda doğru hızlandırılırlar. Burada da yüzeye çarpan her elektron yeni birkaç elektron çıkarır. İşlemin aynı şekilde tüm dinodlarda tekrarlanmasıyla her bir foton $10^6 - 10^7$ elektron çıkarır; bu elektron şelalesi, anotta toplanır. Sonuçta oluşan akım elektronik olarak kuvvetlendirilir ve ölçülür.

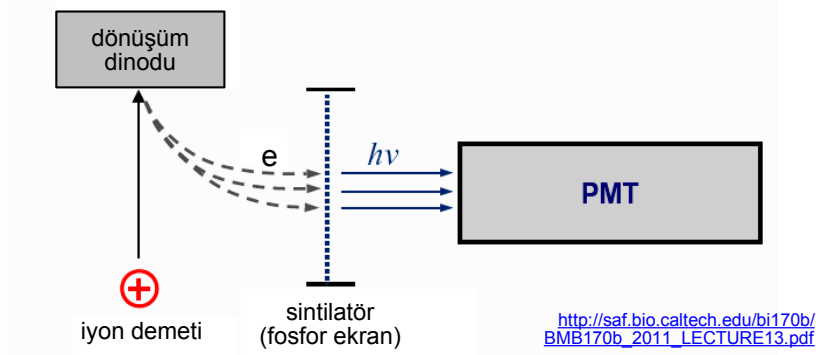


<http://www.chemistry.adelaide.edu.au/external/soc-rel/content/pmt.htm>

Bir fotomultiplier tüpün şematik görünümü

Sintilasyon Sayıcılar

Sintilasyon sayıcılarda iyonlar önce bir dinoda çarpar, elektron emisyonu meydana gelir. Bu elektronlar sonra bir fosfor ekrana (veya levhaya) çarparlar ve fotonlar çıkarırlar. Fotonlar multipliere giderler, çoğalırlar ve amplifiye edilirler.



Sintilasyon sayıcı

4. Fotovoltaik Hücreler

Fotovoltaik dedektörlerde akım, bir yarı-iletken tabakada yaratılır.

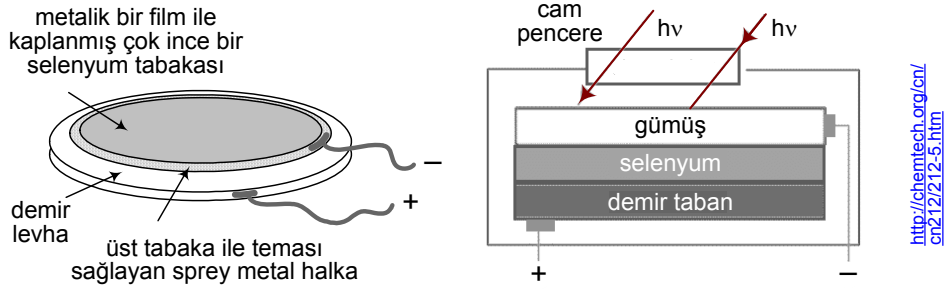
Fotovoltaik hücreler, esas olarak, görünür bölgedeki ışını saptamak ve ölçmekte kullanılır. Hücre en yüksek hassasiyeti 550 nm'de gösterir; 350 ve 750 nm'de algılama yeteneği, maksimum değer %10' una kadar düşebilir. Kullanım aralığı insan gözünün algılayabileceği seviyeye yaklaşır.

Fotovoltaik hücrede, üzerine selenyum veya bakır(1) oksit gibi yarı-iletken bir madde çöktürülmüş düz bir bakır veya demir elektrot bulunur (Şekil). İkinci (veya toplayıcı) elektrot yarı-iletkenin dış yüzünün ince geçirgen bir altın, gümüş, veya kurşun filmi ile kaplanmasıyla hazırlanır; tüm sistem şeffaf bir zarf içine alınarak korunur. Yeterli enerjideki ışın yarı-iletkene ulaştığında kovalent bağları koparak iletici elektronlar ve boşlukların oluşmasına yol açar. Elektronlar metalik filme doğru, boşluklar ise yarı iletkenin çöktürüldüğü tabana doğru göç ederler. Serbest elektronlar dış devreden akarak bu boşluklarla etkileşirler. Sonuçta bir elektrik akımı oluşur, büyüklüğü yarı-iletken yüzeye çarpan fotonların sayısı ile orantılıdır.

Bir fotovoltaik hücrenin ürettiği akımlar bir galvanometre veya mikroampermetre ile ölçülebilecek kadar büyüktür; dış devrenin direnci küçükse, fotoakımın büyüklüğü, hücreye çarpan ışının gücü ile doğru orantılıdır. Akımlar tipik olarak 10-100 μ A seviyelerindedir.

Işın gücünün saptanmasında kullanılan engel-tabakalı hücrede bir dış elektrik enerjisi kaynağına gereksinim yoktur. Diğer yandan hücrenin iç direncinin düşük olması, hücre çıkışının yeterli derecede kuvvetlendirilmesini engeller. Bu durumda, engel-tabakalı hücre yüksek seviyeli aydınlatmalarda tam bir algılama yapabildiği halde düşük seviyelerde hassasiyetini kaybeder.

Engel-tabakalı hücrenin diğer bir dezavantajı da eskimesidir; akım çıkışı, sürekli aydınlatma sonucu kademe kademe zayıflar; özel devre dizaynları ve deney koşulları seçilerek bu etki en aza indirilebilir.



Tipik iki engel tabakalı hücre şeması

5. Fotoiletken (Fotokondüktivite) Dedektörler

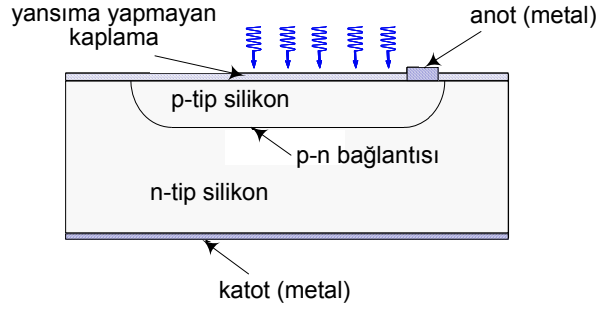
Elektronlar ve boşluklar bir yarı-iletkende üretilir.

Yakın-infrared bölgedeki ($0.75-3 \mu\text{m}$) ışını en hassas izleyebilen dedektörler, bu aralıktaki ışın absorblanmışında direnci düşen fotoiletkenlerdir.

Fotoiletken ışın dedektörleri, genellikle kurşun ve kadmiyum sülfürler veya selenürlerden hazırlanan yarı-iletken maddelerden yapılırlar. Gelen ışın iletkenliği değiştirir ve farklı fotoakım doğurur. Şekilde böyle bir yarı-iletken ve bağlantı devresi görülmektedir.

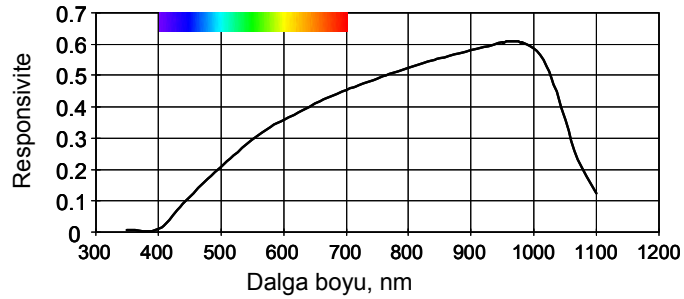
Bir silikon fotodiyot dedektör basit bir vakum fototüpünden daha fazla, bir fotomultiplier tüpten daha az hassastır; spektral aralığı 250-1100 nm'dir.

Aşağıda bir silikon fotodiyodun yapısı ve fotodiyod spektrumu verilmiştir. Fotodiyodun responsivitesi dalga boyuna bağlıdır.



<https://sharepoint.cisat.jmu.edu/isat/isat253/Slides/Transducers%20and%20Sensors%20I.ppt>

Bir silikon diyodun yapısı



<https://sharepoint.cisat.jmu.edu/isat/isat253/Slides/Transducers%20and%20Sensors%20I.ppt>

Fotodiyod spektral responsivitesi

7. Çok Kanallı Foton Dedektörleri

Çok kanallı foton dedektörleri optik görüntüyü bir video elektrik sinyaline çevirebilen bir dizi ince fotoduyar malzeme içeren dedektörlerdir. Bu tip görüntü algılayıcılar önceleri televizyon için geliştirilmiş, daha sonraları spektroskopik cihazlarda kullanılmaya başlanmıştır.

Görüntü algılayıcı bir monokromatörün odak düzlemi üzerine yerleştirilir. Dağıtılan ışın çok kanallı dedektöre çarptığında odak düzlemi boyunca, ışının şiddetine bağlı bir yük paterni oluşur. Bu yük paterni saptanır ve bir spektruma çevrilmek üzere saklanır. Spektrumun tüm birimlerle sıra ile değil "anında" algılanır. Yani bir çok kanallı dedektör bir fotoğraf levhası gibi çalışır, her biri farklı bir dalga boyunu karşılayan çok sayıdaki giriş yarıklarının görüntülerini algılar. Bir spektrumun tüm birimlerinin anında kaydedilmesi çok önemli bir olaydır.

Çok kanallı foton dedektörler, bir çip üzerinde belli bir şekilde düzenlenmiş küçük fotoelektrik hassas elementler dizisinden oluşur. Çeşitli tipte çok kanallı dedektörler bulunur. Spektroskopik uygulamalarda kullanılan en önemlileri:

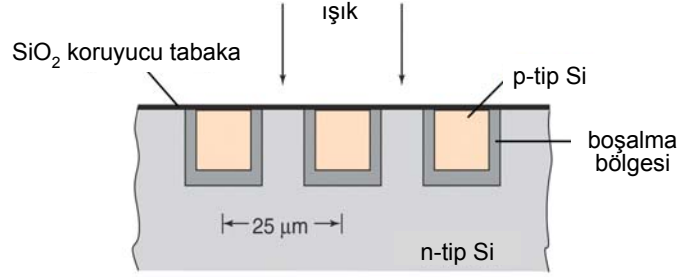
- Fotodiod dizileri (Photodiode arrays, PDA)
- Yük Transferi Aletleri (Charge Transfer Device, CTD)
- Vidikonlar

Fotodiod dizileri (Photodiode arrays, PDA)

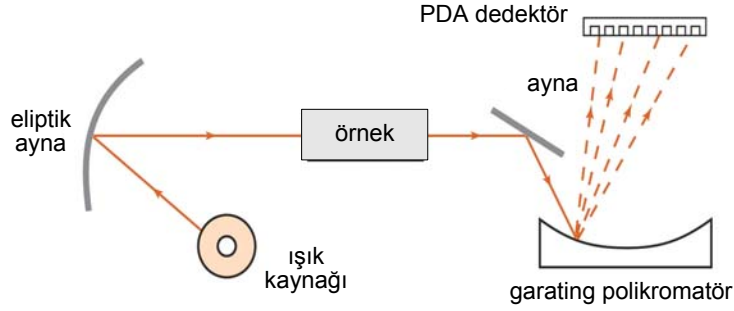
Silikon diod dizileri çok sayıda fotoduyar silikon diod çiftlerinden yapılır, depolama kapasitörleri bir silikon çip üzerinde bulunur. Tek bir çip üzerindeki diod-kapasitör çiftlerinin sayısı üreticiye göre değişir; bunlar 211, 256, 512, 1024, 2048, 4096 gibi sayılar olabilir. Diodların genişlikleri 15-50 μm , yükseklikleri 500 μm dolayındadır. Çipin uzunluğu 1-6 cm arasındadır.

Fotodiod ve kapasitör çiftlerinden başka çipte, bilgisayar işleme için bir çıkış sinyali veren bir integre devre bulunur.

PDA'lar, basit fotovoltaik dedektörlerle aynı prensibe göre çalışır.



Bir fotodiod array yapısının şematik görünümü

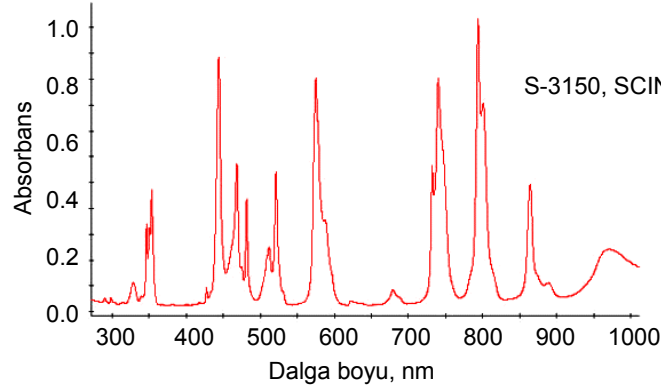


http://www2.fiu.edu/~caj/index_files/hapter%207%20Components%20of%20Optical%20Instruments.ppt

Fotodiod dizisi (PDA) dedektörün bir sistemde yerleşim şekli

Küçük silikon fotodiodlar ters-bias pn bağlantısı içerirler. Fotomultiplier tüplerden daha az hassas olmasına karşın tarama hızı ve sinyal/gürültü oranı yüksektir.

Silikon fotodiod dizileri 'çoklu dalga boyu ölçmeleri'ni anında gerçekleştirir; örneğin, didimyum çözeltisinin (S-3150, SCINCO) spektrumunu 1 saniye içinde ölçer (Şekil).

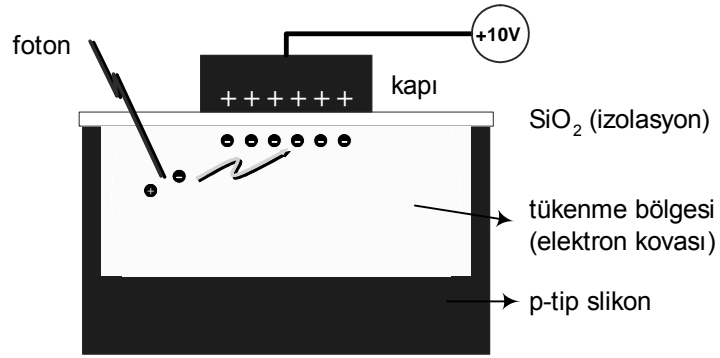


Didmiyum çözeltisinin (S-3150, SCINCO) spektrumu

Şarj Transferi Aletleri (Charge Transfer Device, CTD)

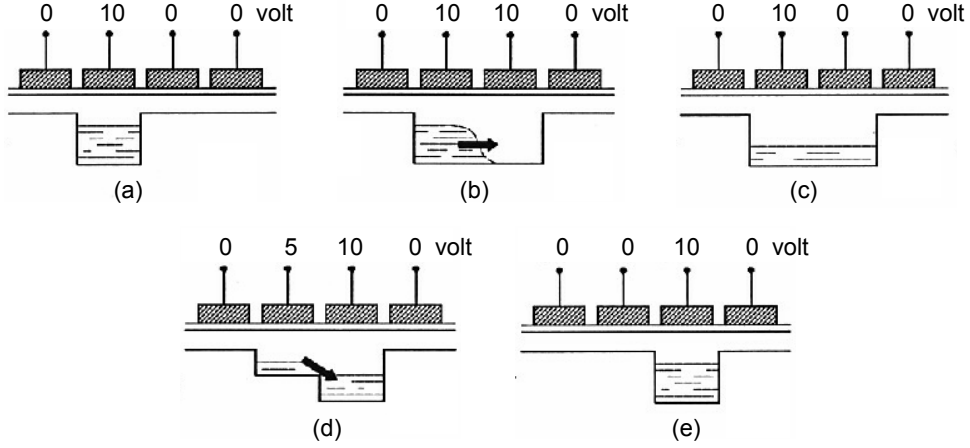
Şarj transfer aletlerinin performansları fotomultiplier tüplere yakındır. Ayrıca çok kanallı ölçme yapabilme avantajına sahiptirler.

Şarj transfer aleti bir metal oksit yarı-iletken (MOS) malzeme yapısındadır; çok sayıda bağımsız piksellerden oluşur; piksellerde yük o şekilde depolanır ki yük paternleri ışın paternlerini karşılar.



http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall01/cs597d/slides/cs597d_fall01_lect2_imaging.ppt#21

MOS (Metal oksit yarıiletken): Kapıya voltaj uygulandığında yarı-iletkende pozitif boşluklar oluşur. Protonun malzemeye çarpmasıyla elektron-boşluk çifti yaratılır.



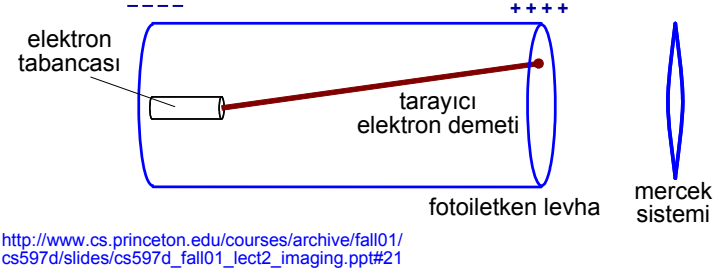
http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall01/cs597d/slides/cs597d_fall01_lect2_imaging.ppt#21

Yük transferi: Voltaj uygulandığında yük bir kovadan diğerine hareket eder

Bu aletler doğrusal veya iki boyutlu olabilir. Yük paternini saptamada kullanılan metoda göre iki tip yük transfer aleti kullanılmaktadır; bunlar şarj-kapıld (CCD) ve şarj-injeksiyon (CID) alatleridir.

Vidiconlar

Vidiconlar görüntü algılayan vakum tüpleridir ve televizyon görüntülerinde çok kullanılırlar. Şekilde bir vidicon tüpünün şematik diyagramı verilmiştir. Yapısı bir televizyon tüpüne benzer, burada bir hedef alan peşpeşe bir seri yatay süpürme işlemi ile taranır, taramada bir elektron akımı kullanılır.



Bir vidicon tüpün Şematik görünümü

Bir monokromatör, vidicon tüpü, ve bilgisayar bulunan bir cihaza "optik çok-kanallı analizör" denir. Böyle bir cihaz, spektrumun tamamını (veya bir kısmını) anında kaydedebilmesi bakımından çok önemlidir. Dedektörün kklġ ya dalga boyunu veya rezolusyonu sınırlayan bir dezavantajdır.

II. TERMAL DEDEKTÖRLER (Isı Dedektörleri)

Termal dedektörlerde aktif element, sıcaklık değişiminin en yüksek derecede olması için mümkün olduğu kadar küçük tutulan bir malzemedir. Işın gelişi kesildiğinde element ortam sıcaklığına geri döner.

Termal dedektörler çeşitlidir; bunlar başlıca dört grup altında toplanabilir.

1. Termokupllar ve Termopiller
2. Bolometreler (Direnç Termometreleri)
3. Golay ve Pnömatik Dedektörler
4. Piroelektrik Dedektörler

İnfrared ışının ölçülmesi, kaynak şiddetlerinin ve infrared fotonun enerjisinin düşük olması nedeniyle, zordur. Bu özellikler, bir infrared dedektörden alınan sinyalin küçük olmasına yol açar, ve ölçümün yapılabilmesi için büyük kuvvetlendirmeye gereksinim olur. Bir infrared cihazın hassasiyeti ve doğruluğu dedektör sistemine bağlıdır.

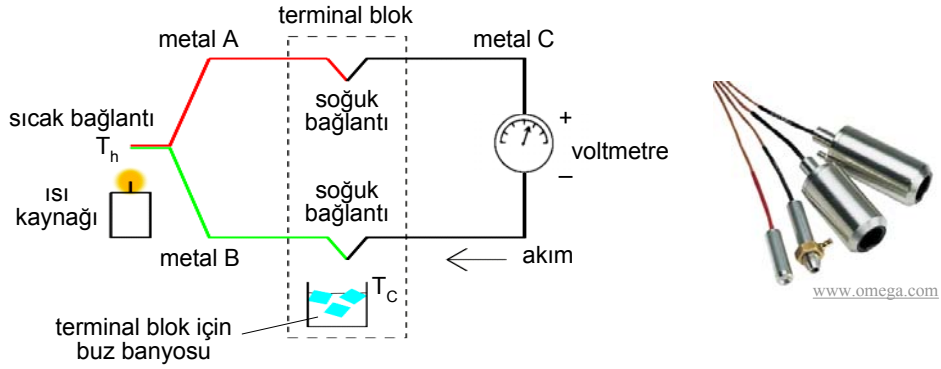
Daha önce anlatılan fototüpler infrared için uygun değildir, çünkü bu bölgedeki fotonlar enerji kaybederek elektronların fotoemisyonuna yol açarlar. Bu nedenle ısı dedektörler ve fotoiletkenliğe dayanan tayin yöntemleri uygun olur.

Çok kısa dalga boyları dışındaki tüm infrared bölgede, ışının ısıtma etkisiyle tepki veren ısı dedektörler kullanılabilir. Bu cihazlarla, ışın küçük bir siyah cisim tarafından absorblanır ve oluşan ısı artışı ölçülür. Bir spektrofotometreden gelen ışın demetinin gücü çok azdır ($10^7 - 10^9$ W), saptanabilir bir sıcaklık yükselmesi üretildiğinde, absorblayıcı elementin ısı kapasitesinin olabildiğince küçük olması gerekir. Absorblayıcı elementin boyutunu ve kalınlığını küçültmek ve tüm infrared demeti element yüzeyi üzerinde yoğunlaştırmak için pek çok çalışma yapılmıştır. En iyi koşullarda, binde birkaç derecelik ($^{\circ}\text{C}$) ısı yükselmeleri algılanabilmektedir.

İnfrared ışının ısı yöntemle ölçülmesinde çevreden gelen ısı etkiler sorun yaratır. Absorblayıcı element bir vakumlu ortamda ve bir koruyucu içinde tutularak çevre ısılarından korunur. İstenmeyen ısı kaynaklarını en aza indirmek için infrared cihazlarda daima kesilmiş (chopped) ışın kullanılır. Böylece istenilen analit sinyali

chopperin frekansı olur; Bu sinyal, uygun devrelerle istenmeyen ışın sinyallerinden tamamen ayrılır.

1. Termokupllar ve Termopiller



<http://www.razorrobotics.com/knowledge/?title=Thermocouple>

Isı kaynağı, soğuk bağlantı ve ölçme sistemlerinin bulunduğu bir termokupl devesi

En basit tarifile bir termokupl, bir metalin iki ucunun, başka bir metalin (veya yarıiletken bir metal alışımın) uçlarına kaynatılmasıyla (ergitilerek) oluşan bağlantılardır. İki termokupl bağlantısı arasında, bağlantılar arasındaki sıcaklık "farkı" ile değişen, bir potansiyel doğar. Uygulamaların çoğunda bağlantılardan biri (referans bağlantısı) sabit tutulur (çoğunlukla bir buz banyosu içinde) ve ikinci bağlantı sıcaklığa-hassas dedektör olarak çalıştırılır.

Termokupulun hassasiyeti termopiller kullanılarak yükseltilebilir. Termopiller, termokupuların (örneğin 6 adet) seri olarak bağlanmasıyla hazırlanan bir tür termal dedektörlerdir. Seri bağlanma nedeniyle çıkış toplanabilir özelliktedir. 'Sıcak' bağlantılar aktif element, 'soğuk' bağlantılar referans gibi davranır. Bu tür dizaynlar termal enerjiyi elektrik sinyaline çevirebilen çok basit bir aygıtlardır.

İnfrared çalışmada kullanılan dedektör bağlantısı çok ince tel halindeki Pt ve Ag veya Sb ve Bi gibi metal sistemlerinden, veya metallerin iletken olmayan bir destek malzemesi üstünde buharlaştırılmasıyla hazırlanabilir. Hazırlanan bağlantı, çoğunlukla, karartılır (ısı absorblama kapasitesini düzenlemek için) ve infrared ışını geçiren bir penceresi bulunan vakumlu bir odacığa yerleştirilir

Referans bağlantı ise kapasitesi daha büyük olacak ve gelen ışıandan özenle korunacak şekilde dizayn edilir. Analit sinyali kesilmiş olduğunda, sadece iki bağlantı arasındaki sıcaklık farkı önemlidir; bu nedenle, referans bağlantının sabit bir sıcaklıkta tutulmasına gereksinim olmaz.

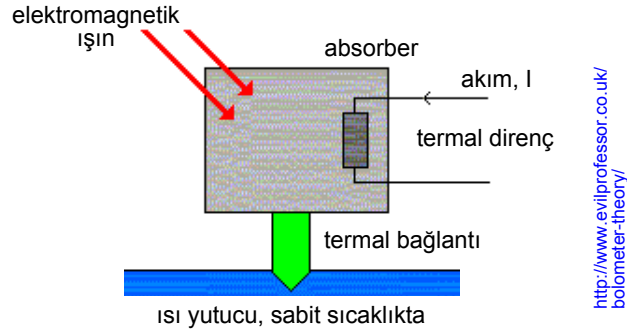
İyi dizayn edilmiş bir termokupl dedektör 10^{-6} °C sıcaklık farkına tepki verebilir (6-8 $\mu\text{V}/\mu\text{W}$ aralığında bir potansiyel farkı). Bir infrared dedektörün termokuplu bir düşük-impedans (zahiri direnç) cihazıdır; çoğunlukla, bir yüksek-impedans önampifikatöre bağlanır.

2. Bolometreler (Direnç Termometreleri)

Bolometreler elektrik direncinde, gelen ışıandan aldığı ışın miktarıyla orantılı bir elektrik direnci üreten aygıtlardır. Gelen ışını absorbladıklarında önce sıcaklıkları yükselir, bu durum elektrik direncinin değişmesine yol açar.

Hassas element platin veya nikel gibi metal şeritlerden, veya bir yarı iletkenden (bunlara termistör de denir) yapılmış olabilir; örneğin, germanyumla doplanmış yarı-iletkenler gibi. Yarı-iletken tiplerin kullanım alanları metalik tiplerden daha yaygındır. Bu malzemeler, sıcaklığa bağlı olarak önemli direnç değişiklikleri gösterirler. Respons elementi küçüktür ve ışın ısısını absorblaması için karartılmıştır. Direnç termometrelerinin IR cihazlarda kullanımı diğer infrared dedektörler kadar yaygın değildir.

Bolometre, sabit sıcaklıktaki bir ısı yutucuya bağlanmış absorblayıcı bir elementtir; Gelen elektromagnetik ışın malzeme tarafından absorblandığında serbest elektronların kinetik enerjileri artar. Serbest elektronların atomlarla çarpışmaları sonucunda malzemenin dokusunda titreşimler meydana gelir; bu durum sıcaklık değişimi olarak gözlenir.

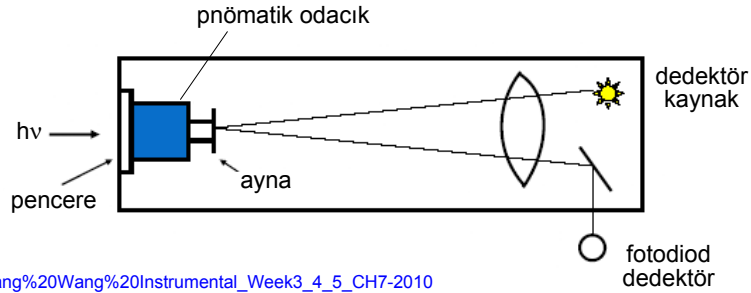


Bir bolometrik dedektörün şeması

.3. Golay (Pnömatik) Dedektörler

Golay dedektörü performans karakteristikleri çok iyi olan hassas bir gaz termometresidir

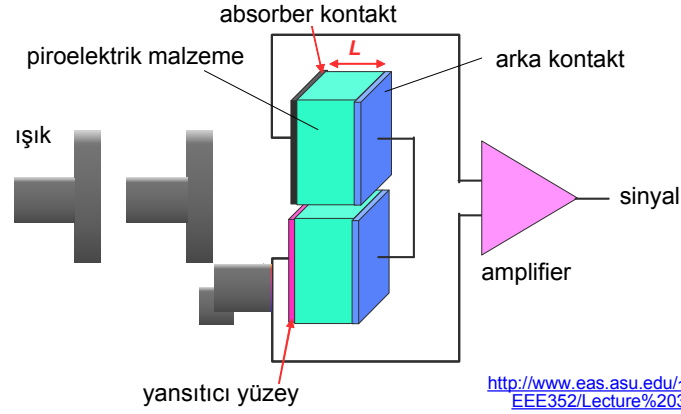
Silindirik bir odacıkta ksenon gazı bulunur. Silindirin bir ucuna bir infrared pencere yapılandırılmıştır; diğer ucunda, dış yüzü gümüşlenmiş esnek bir diyafram vardır. Işık demeti gümüşlenmiş bir yüzeyden bir vakumlu fototüpün katoduna yansıtılır. Hücreye IR ışın girdiğinde karartılmış membran ısınır, bu da iletkenlikle ksenonu ısıtır. Basınçta meydana gelen yükselme gümüşlenmiş diyaframın bombeleşmesine neden olur. Sonuçta, fototüpün aktif yüzeyine çarpan yansıtılan ışık miktarı değişir; böylece, infrared demetin gücü ile ilgili fotoakımda bir değişim olur.



Bir golay hücresi

Golay hücresi diğer ısı dedektörlerinden daha pahalıdır ve yakın ve orta infrared ışına karşı çok hassastır; bu nedenle de bu spektral bölgelerde çok nadiren kullanılır. Diğer taraftan, $50 \mu\text{m}$ (200 cm^{-1})den büyük dalga boylarında fevkalade sonuç verir; bu nedenle, en çok uzak-infrared bölgede kullanılır.

4. Piroelektrik Dedektörler



Piroelektrik dedektör ve amplifier devresi

En hassas termal dedektörlerdir. Lityum tantalat (LiTaO_3), baryum titanat, ve triglisin sülfat (TGS) gibi bazı kristallerin sıcaklığa-hassas dipol momentleri vardır. Bu tür maddeler metal levhalar arasında konulduğunda sıcaklığa-hassas bir kapasitör oluşur, bu da infrared ışının gücünü ölçmede kullanılır. Burada iletilen sinyal kapasitanstır.

Dedektörün responsu, malzemenin elektrik polarizasyonunun sıcaklıkla artması halinde yükselir. Polarizasyonun değişmesi dielektrik sabitinin de değişmesine neden olur. Radyant enerji absorblanırken sıcaklık yükselir ve elektrik polarizasyon artar; dolayısıyla malzemedeki akım yer değiştireceğinden dış devrede bu değişikliğe eşdeğer miktarda bir akım meydana gelir. Bu halde piroelektrik element doğrudan bir akım jeneratörü gibi davranır.

Piroelektrik etki: Bazı malzemelere ısı uygulandığında pozitif ve negatif yükler malzemenin zıt uçlarına doğru hareket ederler. Malzeme ısıtılmaya devam edildiğinde statik elektrik oluşur. Bu özellikten yararlanılarak çeşitli aygıtlardan elektrik akımını elde edilebilmektedir.

Yararlanılan Kaynaklar

Principles of Instrumental Analysis, D.A.Skoog, D.M. West, II. Ed. 1981

Gang%20Wang%20Instrumental_Week3_4_5_CH7-2010

<http://chemtech.org/cn/cn212/212-5.htm>

http://metrology.tkk.fi/courses/S-108.4010/2006/S-108.4010_Lecture_15.3.2006.ppt

http://saf.bio.caltech.edu/bi170b/BMB170b_2011_LECTURE13.pdf

<http://www.chemistry.adelaide.edu.au/external/soc-rel/content/pmt.htm>

http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall01/cs597d/slides/cs597d_fall01_lect2_imaging.ppt#21

<http://www.eas.asu.edu/~vasilesk/EEE352/Lecture%2032.ppt#16>

<http://www.evilprofessor.co.uk/bolometer-theory/>

http://www.physics.hku.hk/~phys2022/Chapter4_notes.ppt#12 AGFA 1999

<http://www.razorrobotics.com/knowledge/?title=Thermocouple>

http://www2.fiu.edu/~cai/index_files/Chapter%207%20Components%20of%20Optical%20Instruments.ppt

<https://sharepoint.cisat.jmu.edu/isat/isat253/Slides/Transducers%20and%20Sensors%20I.ppt>