University of Anbar
College of Science
Department of Physics

فيزياء الحالة الصلبة

Solid State Physics

المرحلة الرابعة
الكورس الثاني
صلبة2

الدكتور قيس عبدالله عباس

Lecture8

8. Optical properties for semiconductor

الخواص البصرية للمواد شبه الموصلة

1)Fundamental absorption process

1) عملية الامتصاص الاساسية

Transition of electron from valence band to conduction band, have two conditions i) **energy conserve**. ii) **Momentum conserves**. Dependent on momentum conserve divided fundamental absorption process into:

انتقال الإلكترون من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل ، له شرطان 1) الحفاظ على الطاقة. 2) يحافظ على الزخم.

اعتمادًا على الحفاظ على الزخم ، ان عملية امتصاص أساسية مقسمة إلى

(a) **Direct fundamental absorption process**

The direct fundamental absorption process can be divided into: (1) allow direct fundamental absorption process and (2) forbidden direct fundamental absorption process.

The difference between them the wave function for electron in conduction band the same as in the valance band for allow direct fundamental absorption process, but the wave function for electron in conduction band different from the wave function in the valence band for forbidden direct fundamental absorption process.

(a) عملية الامتصاص الاساسي المباشر:

يمكن تقسيم عملية الامتصاص الأساسي المباشر إلى: (1) عملية الامتصاص الأساسي المباشر المسموح.
(2) عملية الامتصاص الأساسي المباشر المحظورة.

ان الفرق بينهما هو دالة الموجة للإلكترون في نطاق التوصيل هو نفسه الموجود في نطاق التكافؤ لعملية الامتصاص الأساسي المباشر المسموح، ولكن وظيفة دالة الموجة للإلكترون في نطاق التوصيل تختلف عن دالة الموجة في نطاق التكافؤ بالنسبة لعملية الامتصاص الأساسي المباشر المحظورة.

The absorption coefficient can be given by the relation:

ان معامل الامتصاص يمكن ان يعطى بالعلاقة التالية

$$\alpha_d = A(h\upsilon - E_g)^{1/2}$$ Allow direct fundamental absorption process

$h\nu$= طاقة الفوتون الساقط

When $h\upsilon \succ E_g$

$\alpha_d = 0$ if $h\upsilon \prec E_g$

$$\alpha_d = B(h\upsilon - E_g)^{3/2}$$ Forbidden direct fundamental absorption process In this process generation electron – hole couple lead to change the conductivity.

في عملية الامتصاص الأساسية المباشرة المحظورة . في هذه العملية ، يؤدي توليد الزوج فجوة - الإلكترون إلى تغيير الموصلية.

(b) Indirect fundamental absorption process.

(b) عملية الامتصاص الاساسي غير المباشر

In this transition the momentum is none conserved so that addition phonon.

في هذا الانتقال ، لا يتم الحفاظ على الزخم بحيث يتم إضافة الفونون

$\alpha_i = \alpha_e + \alpha_a$

$\alpha_i = \alpha_e$ انبعاث فونون Emission phonon

$\alpha_i = \alpha_a$ امتصاص فونون Absorption phonon

2) Absorption by impurities

2) امتصاص بواسطة الشوائب

This process takes place when the incident wavelength has energy less than energy gap for semiconductor, with condition as below

تحدث هذه العملية عندما يكون الطول الموجي الساقط يمتلك طاقة أقل من فجوة الطاقة لأشباه الموصلات ، مع الشرط التالي

1) $h\nu > E_d$
2) Deionization of impurities تاين الشوائب

8.1 Photoconductivity التوصيلية الضوئية

The phenomenon of photoconductivity occurs when an incident light beam impinges upon a semiconductor and causes an increase in its electrical conductivity. This is due to the excitation of electrons across the energy gap, which leads in turn to an increase in the number of free carriers-both electrons and holes-and hence to an increase in conductivity. Excitation can occur only $\hbar\omega > E_g$.

تحدث ظاهرة الموصلية الضوئية عندما تصطدم حزمة الضوء الساقط بأشباه الموصلات وتتسبب في زيادة الموصلية الكهربائية. ويرجع ذلك إلى إثارة الإلكترونات عبر فجوة الطاقة ، مما يؤدي بدوره إلى زيادة عدد الناقلات الحرة - الإلكترونات والفجوات على حد سواء - وبالتالي زيادة في الموصلية. يمكن أن يحدث الإثارة فقط عندما $\hbar\omega > E_g$

photoconductivity is very important, as it is this mechanism which underlies infrared solid-state detectors.

الموصلية الضوئية مهمة جدًا ، حيث أن هذه الآلية هي التي تكمن وراء أجهزة الكشف بالأشعة تحت الحمراء للحالة الصلبة.

Before the light beam is tuned on, the conductivity is given by

قبل سقوط حزمة الضوء على شبه الموصل فان التوصيلية تكون كما يلي

$$\sigma_o = e(n_o\mu_e + p_o\mu_h)$$

Where n_o and p_o are the concentrations at equilibrium, and σ_o is the conductivity in the dark الظلام .

When the light is incident, as shown in figure 6, the concentrations of the free carriers increase by the amounts Δn and Δp, and the current increases suddenly. Since electrons and holes are always created in pairs, therefore, Δn = Δp . the conductivity is now

الان وعند سقوط الضوء على المادة شبه الموصلة ، كما هو موضح في الشكل 6 ، تزداد تراكيز الناقلات الحرة بمقدار Δn وΔp ، ويزداد التيار فجأة. نظرًا لأن الإلكترونات والثقوب دائمًا ما يتم إنشاؤها في أزواج ، فإن n = ΔpΔ. وبذلك فان الموصلية ستكون

$$\sigma = \sigma_o + e\Delta n(\mu_e + \mu_h)$$

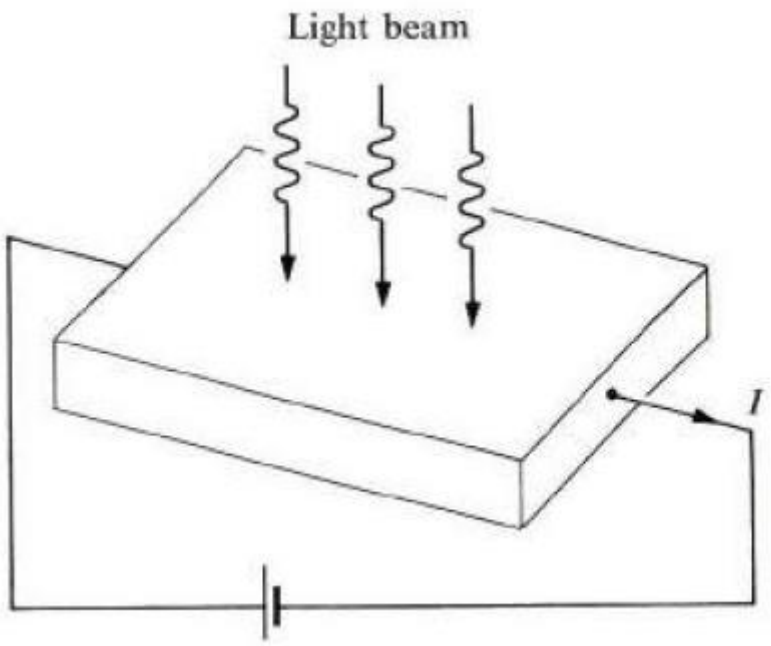

Figure 6 the basic experimental setup for photoconductivity.

الشكل 6 التصميم التجريبي الأساسي للموصلية الضوئية

References

1- Charles Kittel - Introduction to Solid State Physics-Wiley (2005)

2- J. S. Blakemore - Solid State Physics-Cambridge University Press (1985)

3- M. A. OMAR Elementary-solid-state-physics