

ИНДУЦИРОВАННАЯ ПРЫЖКОВАЯ ПРОВОДИМОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛА $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$

А.Г.КЯЗЫМЗАДЕ, Л.Г.ГАСАНОВА, Р.М.МАМЕДОВ

*Бакинский Государственный Университет
Баку, ул. З.Халилова, 23*

Baxılan işdə $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ monokristalında işığın sıçrayışlı keçiriciliyə təsiri öyrənilmişdir. Ölçmələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, nümunələr əvvəlcədən işıqlandırıldıqda lokal səviyyələrin kompensasiya dərəcəsi dəyişir, bu işə keçiriciliyin 3 dəfədən çox dəyişməsinə səbəb olur. Dielektrik nüfuzluğunun temperaturdan kəskin asılılığı və onun temperatur əmsalinin bir və ya iki inversiya nöqtəsinə malik olması da, kompensasiya dərəcəsinin dəyişməsi ilə izah olunur.

Исследовано влияние света на прыжковую проводимость монокристалла $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$. В результате измерений установлено, что при предварительном освещении образца изменяется степень компенсации, что приводит к увеличению проводимости более чем на три порядка. С изменением степени компенсации объясняется также, инверсия температурного коэффициента диэлектрической проницаемости.

Influence of light on leaped conductivity of a monocrystal $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ is investigated. As a result of measurements it is established, that at preliminary illumination of a sample the degree of indemnification that results in increase in conductivity more than on three order changes. With change of a degree of indemnification, inversion of temperature factor of dielectric permeability speaks also.

В результате исследования диаграммы состояния системы $\text{CuInS}_2 - \text{In}_2\text{S}_3$ получено новое полупроводниковое соединение $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ [1]. Температура плавления полученного соединения 1080°C . Оно обладает слоистой структурой и кристаллизуется в моноклинной структуре с параметрами $a = 6,60$; $b = 6,91$; $c = 8,12 \text{ \AA}$; $\beta = 89$; $Z = 1$ [1]. Как видно, параметры элементарной ячейки таковы, что их можно рассматривать как кристаллы квазитетрагональной сингонии. Измерения фотопроводимости показали, что они являются чувствительными кристаллами в области $0,8-1,8 \text{ эВ}$, что делает их перспективными материалами для оптоэлектроники [2].

В данной работе исследовано влияние света на прыжковую проводимость монокристалла $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$. Измерения проводились в интервале температур $80-400 \text{ К}$. Используемые образцы имели конфигурацию плоского конденсатора, изготовленные скалыванием из крупного монокристаллического слитка. Так как монокристаллы $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ обладают слоистой структурой, то образцы имели зеркальную поверхность и не нуждались в дополнительной шлифовке и полировке. В качестве контактов использовалось серебро. Электрическое поле к образцу подавалось в направлении, перпендикулярном слоям кристалла.

Для измерения индуцированной проводимости образцы охлаждались в темноте до 80 К , затем в темноте измерялась температурная зависимость проводимости на переменном и постоянном токе. После этого образцы снова охлаждались в темноте до 80 К и освещались светом из области собственной полосы поглощения, в течении достаточного времени для достижения стационарного значения проводимости. Затем свет выключался и в темноте измерялась температурная зависимость электропроводности на переменном токе. Наблюдаемое изменение проводимости индуцируется предварительным освещением кристалла.

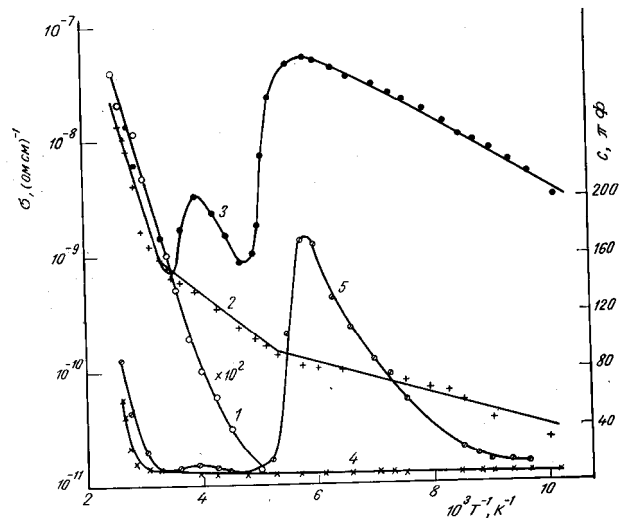


Рис. Температурная зависимость проводимости и емкости в монокристалле $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$.

$F, \text{ Hz}$: 0–1, 200–2, 3, 4, 5; проводимость–1, 2, 3; емкость–4, 5; предварительное освещение–3, 5.

Результаты измерений приведены на рисунке. Как видно из рисунка, при предварительном освещении в температурной зависимости проводимости на переменном токе, появляются пики проводимости в области $180-286 \text{ К}$. Если отношение проводимости при 200 Гц к проводимости на постоянном токе порядка 10^3 раз, то предварительное освещение образца при 80 К , увеличивает это отношение до 10^6 раз.

Частотная и температурная зависимости проводимости на переменном токе предварительно неосвещенных кристаллов $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ выражается формулой:

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right),$$

где ΔE – энергия активации при определенной частоте.

Проводимость предварительно освещенных при 80 К

ИНДУЦИРОВАННАЯ ПРЫЖКОВАЯ ПРОВОДИМОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛА $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$

образцов описывается указанной формулой только в определенной температурной области (на рисунке кривая 3). Энергии активации, вычисленные в низкотемпературной области проводимости в предварительно освещенных и неосвещенных образцах, отличаются в два раза, но их значение по величине меньше, чем 0,1 эВ. Полученные значения энергии активации и частотная зависимость проводимости показывают, что в данном случае имеет место проводимость по примесной зоне вблизи уровня Ферми, имеющей ширину меньше 0,1 эВ.

Как следует из рисунка (кривые 1, 2, 3) при предварительном освещении образца изменяется степень компенсации, т.е. концентрация заряженных примесных центров, что приводит к увеличению проводимости более чем на три порядка. Изменение числа локализованных заряженных примесных центров, должно изменить также и емкость исследуемых образцов. Температурные зависимости емкости предварительно освещенных и неосвещенных образцов $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ приведены на рисунке (кри-

вые 4, 5).

В неосвещенных образцах диэлектрическая проницаемость ϵ , не зависит от температуры и остается постоянной. Однако, при предварительном освещении образца, в определенной температурной области емкость (следовательно, и эффективная диэлектрическая проницаемость) сильно изменяется, а температурный коэффициент имеет одну, а иногда и две точки инверсии (на рисунке кривая 5). Точки инверсии температурного коэффициента проводимости и диэлектрической проницаемости почти совпадают. Это дает основание предположить, что оба явления имеют одинаковый механизм и связаны с изменением степени компенсации примесных центров. Изменение населенности заряженных примесных центров предварительно освещенных кристаллов $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ дает возможность использовать этот кристалл в качестве элементов световой памяти в широкой температурной области.

[1]. *В.И.Тагиров, Н.Ф.Гахраманов, А.Г.Гусейнов* Новый класс тройных полупроводниковых соедине-

ний типа $A_3B_5C_9^{I,III,VI}$. Баку, 2001, 306 с.

Daxil olunub: 01.07.2007