

## Литература

- [1] В.В.Афросимов, Ю.С.Гордеев, М.Н.Шанов, Н.В.Федоренко. ЖТФ, **34**, 1624, 1964.
- [2] E.Everhart, Q.C.Kessel. Phys. Rev. Lett., **14**, 247, 1965.
- [3] U.Fano, W.Lichten. Phys. Rev. Lett., **14**, 627, 1965.
- [4] M.Ya. Amusia. Phys. Lett., **14**, 36, 1965.
- [5] М.Я.Амусья. ЖТФ, **36**, 1469, 1966.
- [6] В.В.Афросимов, Ю.С.Гордеев, М.Н.Шанов, Н.В.Федоренко. ЖТФ, **36**, 123, 1966.
- [7] Q.C.Kessel, A.Russek, E.Everhart. Phys. Rev. Lett., **14**, 484, 1965.
- [8] Q.C.Kessel, E.Everhart. Phys. Rev., **146**, 16, 1966.

### НАБЛЮДЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ "ДОМЕНОВ" В ВЫСОКОМНОМ GaAs ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

*В.С. Багаев, Ю.Н. Берозимвили, Б.М. Вул*

Нами исследовались неоднородности распределения и осцилляции электрического поля в кристалле полупроводящего арсенида галлия *n*-типа при температуре  $T=80^\circ\text{K}$ . Как известно, электрическая неустойчивость была экспериментально обнаружена в Ge [1, 2], в CdS [3] и в полупроводящем GaAs [4-6].

В данной работе локальная напряженность электрического поля измерялась с помощью светового зонда, используя линейный электрооптический эффект Погкельса [7].

Измерения проводились на монокристаллических образцах полупроводящего GaAs, легированных железом, которые при  $T=80^\circ\text{K}$  имели удельное сопротивление порядка  $10^{10}$  ом·см. Образцы имели форму параллелепипеда с размерами  $6 \times 3 \times 3$  мм. В качестве электродов, нанесенных на плоскости {111}, использовался индий. Расстояние между электродами равнялось 3 мм. Остальные четыре стороны, свободные от электродов, были тщательно оптически полированы.

Образец помещался между двумя скрещенными поляроидами и освещался плоскополяризованным монохроматическим светом с энергией квантов, меньшей ширины запрещенной зоны, и с  $e$ , вектором под углом  $45^\circ$  к направлению электростатического поля.

Анизотропия, которую вносит электрическое поле, приводит к появлению в кристалле двойного лучепреломления. Для кристалла GaAs, относящегося к классу симметрии  $\bar{4}3m$ , разность фаз между обоими лу-

чами линейно зависит от напряженности электрического поля (эффект Погкельса) и для нашего случая равна в градусах:

$$\delta^{\circ} = \frac{\sqrt{3} \pi}{\lambda} n_0^3 r_{41} EL, \quad (1)$$

где  $\lambda$  — длина волны света,  $n_0$  — показатель преломления кристалла при отсутствии электрического поля,  $E$  — напряженность электрического поля,  $L$  — длина кристалла в направлении распространения света,  $r_{41}$  — электрооптический коэффициент, равный  $\sim 3 \cdot 10^{-10}$  см/вольт для  $\lambda = 0,9$  мкм.

При этом интенсивность света  $I$ , прошедшего через образец и оба скрещенных поляроида:

$$I \sim \sin^2 \frac{\delta^{\circ}}{2}. \quad (2)$$

Таким образом, в GaAs разность фаз  $\delta$  становится заметной уже при небольших значениях  $E$  и длины кристалла  $L$  [8]. Наблюдая значение  $\delta$ , путем измерения пропускания света через различные области

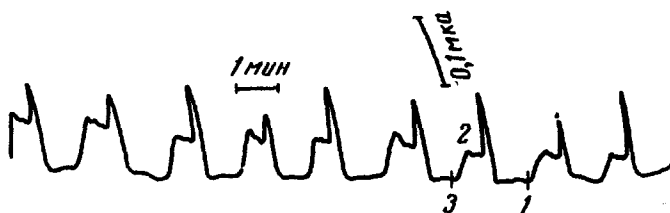


Рис.1. Осцилляции тока, протекающего через образец, при напряженности на образце 100 в

кристалла в скрещенных поляроидах, можно с достаточно большой точностью определить локальные величины напряженности электрического поля.

Как показали измерения, вольтамперные характеристики исследуемых образцов были  $N$ -образного типа. При достижении некоторого значения поля  $E_{кр}$  наблюдалось резкое падение тока, и одновременно с этим, возникали осцилляции тока и нарушалась однородность распределения электрического поля в образце.

На рис. 1 приведена осциллограмма тока и на рис. 2 изменение интенсивности света, проходящего через область кристалла с шириной 1 мм, вблизи его середины при напряжении на образце — 1000 в.

При наблюдении пропускания света применялась диафрагма, которая ограничивала размеры пучка света, прошедшего через образец, а перемещение диафрагмы позволяло провести сканирование образца.

Область с повышенной напряженностью электрического поля, так называемый "домен", возникала вначале у катода, а затем двигалась к аноду. При достижении анода "домен" исчезал, а у катода возникал новый "домен". В нашем случае, при напряжении 1 кВ, приложенном к образцу,

скорость движения "домена" составляла  $\sim 2 \cdot 10^{-3}$  см/сек и возрастала с увеличением уровня подсветки и величины приложенного напряжения. Увеличение скорости движения "домена" в зависимости от уровня подсветки имело нелинейный характер и было значительно более резким, чем от изменения поля.

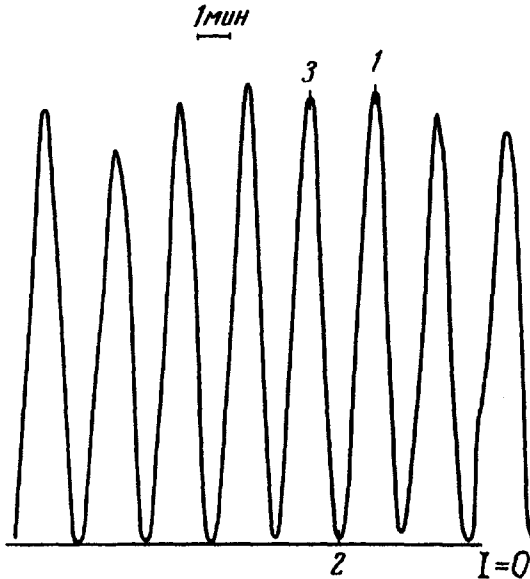


Рис.2. Изменения интенсивности света, проходящего через область кристалла GaAs с шириной 1 мм, вблизи его середины и помещенного между скрещенными поляроидами. Эти изменения интенсивности света записывались одновременно с осциллограммой тока (см. рис.1). Точки с одинаковыми обозначениями на обоих рисунках синхронны

При измерениях было замечено, что в данном случае некоторая роль в процессе образования электрического "домена" принадлежит состоянию поверхности. Оказалось, что от состояния поверхности сильно зависят параметры осцилляций, как и сама возможность их возникновения.

Низкочастотные осцилляции и *N*-образная вольтамперная характеристика очевидно вызваны рекомбинационной неустойчивостью, связанной с увеличением коэффициента захвата электронов на локальные уровни в электрическом поле [9, 10].

## Литература

- [1] B.K. Ridley, R.G. Pratt. *Phys. Lett.*, 4, 300, 1963.
- [2] С.Г. Калашников, И.А. Курова. *ФТТ*, 5, 3224, 1963.
- [3] K.W. Boer. *Phys. Chem. Solids*, 22, 123, 1961.
- [4] A. Barraud. *Compt.Rend.* 256, 3632, 1963.
- [5] D.C. Northrop, P.R. Thornton, K.E. Tretise. *Solid State Electr.*, 7, 17, 1964.
- [6] A.W. Smith. *Sol. State Electr.*, 8, 833, 1965.
- [7] F. Pockels. *Lehrbuch der Kristalloptik* (B.G. Teubner, Leipzig, 1906).
- [8] В.С. Багаев, Ю.Н. Берозашвили, Л.В. Келдыш. *Письма ЖЭТФ*, 4, 364, 1966.
- [9] B.K. Ridley, J.V. Watkins. *J. Phys. Chem. Sol.*, 22, 155, 1961.
- [10] В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. *ФТТ*, 7, 750, 1965.