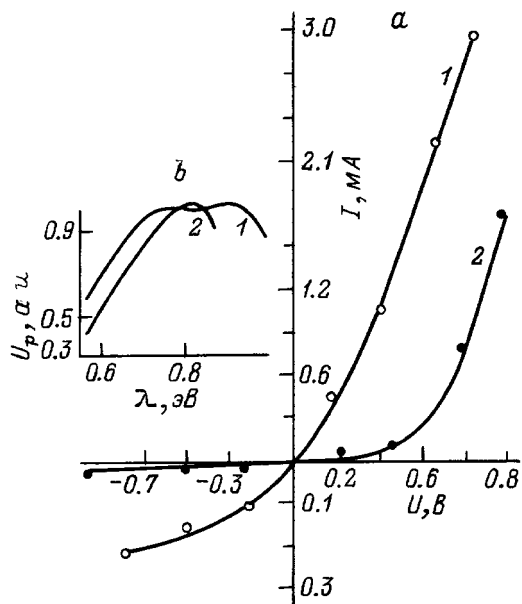


# Некоторые особенности взаимодействия CO<sub>2</sub> лазерного излучения с германием

© П.С. Шкумбатюк, Д.И. Цюцюра

(Поступило в Редакцию 29 ноября 1994 г. В окончательной редакции 5 мая 1997 г.)

При облучении в нормальных условиях прямоугольной пластины германия *n*-типа проводимости с концентрацией примеси до 10<sup>12</sup> см<sup>-3</sup> непрерывным CO<sub>2</sub> лазером мощностью 6–8·10<sup>2</sup> W/cm<sup>2</sup> в облученном материале обнаружено изменение типа проводимости по направлению прохождения лазерного луча. Установлено, что в приповерхностной облученной области формируется перекристаллизованный слой *n*-типа проводимости, при этом  $\sigma_0 < \sigma_1$  ( $\sigma_0, \sigma_1$  — проводимость материала до и после облучения). В объеме по направлению прохождения луча происходит изменение типа проводимости с *n* на *p*-тип. Электрические и фотоэлектрические свойства облученного материала показаны на рис. 1.



**Рис. 1.** Вольт-амперные характеристики облученного *n*-Ge при  $T = 300$  (1), 80 К (2) (а) и спектральная зависимость фотоэда облученного *n*-Ge при тех же температурах (б).

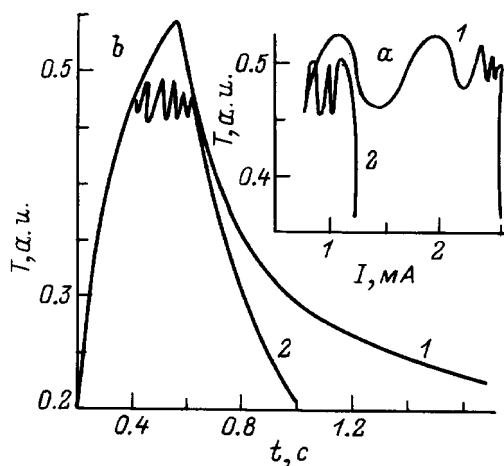
Для выявления механизма образования изменений типа проводимости в объеме измерялась временная зависимость коэффициента пропускания необлученного материала при непрерывном облучении CO<sub>2</sub> лазером мощностью 40 W/cm<sup>2</sup>. Облучая материал в нормальных условиях с постоянным значением коэффициента теплоотдачи (рис. 2, кривые 1, 2), при  $H_2 < H_1$  для  $H_2$  (кривая 2) вблизи максимального значения пропускания  $T$  наблюдали колебания. Если ограничиться однородным и постоянным значением мощности падающего излучения на образец, учитывая при этом, что  $T = (1 - a)$

( $a$  — коэффициент поглощения в относительных единицах), и незначительным градиентом температуры по объему, то характер изменения коэффициента пропускания можно проанализировать с уравнения теплового баланса [1]

$$W - We^{-al} = H(T_r - T_0),$$

$l$  — толщина облучаемого материала,  $T_0$  — температура окружающей среды,  $W$  — плотность потока падающего излучения,  $H$  — коэффициент теплоотдачи.

При постоянном значении  $W$  и  $H$  неустойчивость  $T$  происходит за счет изменения температуры, что приводит к изменению концентрации свободных носителей. Учитывая изменение концентрации носителей можно предположить, что наблюдаемая неустойчивость  $T$  связана с колебаниями их концентрации. Для определения характера изменения концентрации носителей, поглощающих лазерное излучение, и влияния их на неустойчивость  $T$  проведено измерение коэффициента пропускания от проводимости (рис. 2, б). Начальное уменьшение тока в образце при изменении температуры в результате лазерного облучения указывает на уменьшение подвижности носителей по отношению к увеличению их концентрации, что связано с взаимодействием носителей, поглощающих лазерное излучение, с решеткой. При последующем увеличении температуры образца в результате взаимодействия преобладающим становится значительное нарастание их концентрации, что приводит



**Рис. 2.** Зависимость коэффициента пропускания  $T$  от времени облучения *n*-Ge CO<sub>2</sub> лазером мощностью 40 W/cm<sup>2</sup> (а) и зависимость между коэффициентом пропускания и электропроводимостью (б).

к увеличению тока и амплитуды колебаний коэффициента пропускания. И на последнем участке в начальной области  $T$  ток в образце изменяется незначительно, что указывает на взаимодействие носителей с решеткой.

Таким образом, наблюдаемое изменение тока в образце при лазерном облучении указывает на то, что неустойчивость коэффициента пропускания в области максимального значения связано с колебаниями концентрации носителей, поглощающих излучение, за счет взаимодействия их с решеткой. При этом следует также отметить, что экспоненциальный характер уменьшения коэффициента пропускания до минимального его значения  $T \rightarrow 0$  не зависит только от увеличения их концентрации. Если учитывать акцепторные свойства вакансий германия [2,3], то дополнительным механизмом их образования при термическом разогреве  $\text{CO}_2$  лазерным излучением есть взаимодействие свободных носителей, поглощающих энергию излучения, с атомами решетки, что приводит к изменению типа проводимости в облученном материале  $n$ -Ge по направлению прохождения лазерного луча.

## Список литературы

- [1] Этштейн Э.М. // ЖТФ. 1978. Т. 48. Вып. 8. С. 1733.
- [2] Емцев В.В., Машовец Т.В., Назарян Е.Х. // ФТП. 1979. Т. 13. Вып. 1. С. 124.
- [3] Карпов В.Г., Клиггер М.И. // ФТП. 1978. Т. 12. Вып. 10. С. 1887.