

06.1; 06.2

© 1990

ФОРМИРОВАНИЕ ОМИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ
 В ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ СТРУКТУРЕ $(Au+Ge)/GaAs$
 ПОД МНОГОКРАТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ
 ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Т.А. Б р я н ц е в а, С.В. В и н ц е н ц,
 В.Е. Л ю б ч е н к о, Е.О. Ю н е в и ч

Известно применение режима одиночного импульсного лазерного воздействия наносекундной длительности для создания омических $(Au+Ge)$ -контактов к монокристаллическому $GaAs$ с концентрацией электронов $n \approx 10^{17} \text{ см}^{-3}$ [1, 2]. Однако в случае эпитаксиальных структур с тонкими активными слоями (например, диоды Ганна) использование этого режима затруднено из-за повреждающего действия нестационарного нагрева, поскольку для формирования контактов требуются импульсы света с плотностью энергии $1.0 \text{ Дж/см}^2 \lesssim E \lesssim 1.5 \text{ Дж/см}^2$. Расчеты, проведенные в [3], показали, что при этом максимальная температура границы металл-полупроводник значительно превышает температуру плавления золото-германиевой эвтектики. Не исследована также возможность применения такого метода для создания омических контактов к $GaAs$ с концентрацией электронов $n < 10^{17} \text{ см}^{-3}$, что важно для целого ряда приборов (полевые транзисторы, диоды Ганна и др.).

Целью настоящей работы является исследование возможности безвакуумного формирования омических контактов с помощью импульсного лазерного излучения к тонкопленочным $GaAs$ -структурам с толщиной эпитаксиального слоя 2 мкм и концентрацией электронов $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$.

Для решения этой задачи использовалось многократное (10^3 – 10^4) импульсное лазерное воздействие. В этом случае можно рассчитывать на снижение плотности энергии облучения, требуемой для эффективного формирования контакта. Такие эффекты при многократном воздействии ранее наблюдались в лазерном повреждении поверхности металлов [4], а также в лазерно-индуцированной миграции дефектов в полупроводниках [5].

В данной работе лазерному облучению (длина волны 1,06 мкм, длительность импульсов $3 \cdot 10^{-7}$ с) подвергались образцы в виде сотовых структур с диаметром контактов 16 мкм. Для формирования контактов сплав Au (88% по весу) + Ge (12%) осаждался вакуумным напылением [6]. Вольт-амперные характеристики диодной структуры снимались с помощью прижимной иглы до и после лазерного воздействия (рис. 1). Сопротивление контактов ρ_c рас-

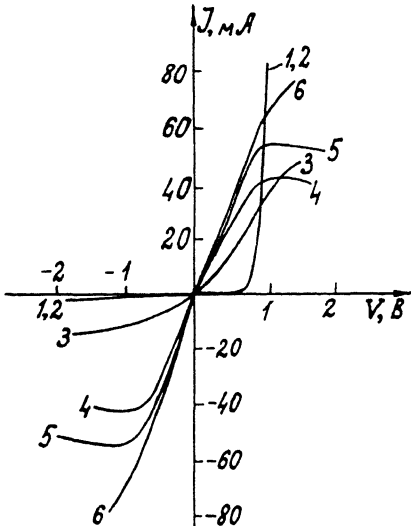


Рис. 1. Вольт-амперные характеристики тонкопленочных структур $(Au+Ge)/GaAs$ до (кривая 1) и после многократного (10^3-10^4) импульсного лазерного воздействия с плотностью энергии E , Дж/см²: 2 - 0.21, 3 - 0.28, 4 - 0.36, 5 - 0.46, 6 - 0.50.

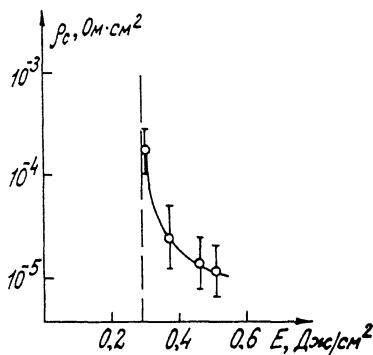


Рис. 2. Зависимость удельного сопротивления ρ_c омических $(Au+Ge)$ -контактов к $n-GaAs$ с $n=2 \cdot 10^{16}$ см⁻³ от E для многократного воздействия лазерных импульсов.

считывалось из наклона ВАХ при нулевом смещении с учетом сопротивления объема полупроводника.

Из рис. 1 видно, что облучение $(Au+Ge)/GaAs$ структур с $E=0.21$ Дж/см² не изменяло ВАХ диодов, имевших до лазерной обработки потенциальный барьер на границе металл-полупроводник ~ 0.55 эВ. Формирование омических контактов начиналось при облучении структур с $E=0.28$ Дж/см². После такой обработки в ВАХ диодов при больших напряжениях наблюдалась несимметрия, связанная, по-видимому, с неполным исчезновением потенциального барьера. В интервале 0.35 Дж/см² $\leq E \leq 0.46$ Дж/см² в матрице диодов наблюдалось устойчивое формирование омических контактов, которое с ростом E сопровождалось снижением удельного контактного сопротивления ρ_c (рис. 2).

Из рис. 1 видно также, что участки падения тока на вольт-амперных характеристиках исчезают при облучении контактов с $E \geq 0.5$ Дж/см². Наличие этих участков связано, как известно, с междолинными переходами электронов и возникновением доменов сильного поля в эпитаксиальном слое $n-GaAs$, что и определяет возможность использования исследуемых сотовых структур в качестве диодов Ганна миллиметрового диапазона [7]. Отсюда

следует, что воздействие лазерных импульсов не изменяет свойств эпитаксиального слоя *GaAs* при $F < 0.5$ Дж/см². Это примерно в 2-3 раза меньше, чем плотность энергии, необходимая для формирования омических контактов в режиме одиночного импульсного воздействия. Последнее, по-видимому, явилось причиной того, что данный метод не мог быть использован для изготовления приборов на основе тонких эпитаксиальных слоев *GaAs*.

Таким образом, многократное (10^3 - 10^4) импульсное воздействие позволило впервые успешно сформировать с помощью лазерного излучения омические контакты в тонкопленочных структурах *Au*-эпитаксиальная пленка *GaAs* с концентрацией электронов $\sim 10^{16}$ см⁻³. Локальность воздействия света и удобство безвакуумной обработки открывают перспективы использования данной импульсной методики при изготовлении диодов Ганна и других приборов на основе тонкопленочных слоев *GaAs*.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] A i n a O., C h i a n g S.W., L i n Y.S., B a s o n F., R o s e K. // J. Electrochem. Soc. 1981. V. 128. N 10. P. 2183-2187.
- [2] S a n d o w E., W e s c h W., N e b a u e r E. // Phys. Stat. Sol. 1984. V. 85. P. K169-K173.
- [3] A i n a O., N o r t o n J., K a t z W., S m i t h G., R o s e K. In: "Laser and Electron-Beam Interaction with Solids". N.Y., Amsterdam, Oxford, 1982. P. 671-677.
- [4] L e e C.S., K o u m v a k a l i s N., B a s s M. // J. Appl. Phys. 1983. V. 54. N 10. P. 5727-5731.
- [5] W a u t e l e t M., Q u e n o n P., A n t o n i a d i s C., L a u d e L.D. // Semiconductor Sci. Technol. 1987. V. 2. N 7. P. 453-455.
- [6] Б р я н ц е в а Т.А., Л о п а т и н В.В., Л ю б ч е н к о В.Е. // ФТТ. 1988. Т. 30. В. 3. С. 645-648.
- [7] Б о р и с о в В.И., Г а л а н и н А.Л., К о р о б к и н В.А., Л ю б ч е н к о В.Е., М о р о з С.Е. // Микрорэлектроника. 1985. Т. 14. В. 6. С. 517-520.

Институт радиотехники и электроники
АН СССР, Фрязинская часть

Поступило в Редакцию
13 июля 1990 г.