

07; 11

© 1990

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ ЛИНИЙ НА АЛМАЗОПОДОБНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНКАХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОГО РИСОВАНИЯ

В.Ю. Армеев, Ю.Я. Волков, В.И. Конов,
В.Г. Ральченко, В.Е. Стрельницкий,
Н.И. Чаплиев

Алмазные и алмазоподобные пленки (АПП) привлекают повышенное внимание в качестве материала для применений в электронике, оптике, механике ввиду высоких значений их твердости, теплопроводности, удельного электросопротивления, оптической прозрачности в ИК диапазоне [1]. В ряде задач микроэлектроники, где требуется создание структур масштаба десятков и единиц микрометров, микрообработка АПП (травление, графитизация) может быть проведена с использованием лазерного луча [2, 3].

В данной работе сообщается о создании электропроводных полос на АПП посредством трансформации исходной аморфной пленки в графитовую фазу под действием сканирующего луча Ar^+ лазера.

Аморфные АПП толщиной $h=1$ мкм получали разложением углеводородов в плазме радиочастотного тлеющего разряда по методу, описанному в [4, 5]. Пленки, осажденные на холодную кремниевую подложку, содержали до 20% водорода и имели удельное сопротивление $\rho=8 \cdot 10^4$ Ом·см. Луч Ar^+ лазера (длина волны $\lambda=488$ нм) с гауссовским распределением интенсивности фокусировался на поверхности образцов в пятно, диаметр которого, измеренный методом ножа, составлял 38 мкм по уровню $1/e$. Скорость сканирования луча задавалась равной 100 мкс/с.

Заметные при наблюдении в оптическом микроскопе изменения поверхности происходили при превышении пороговой лазерной мощности $P_{th}=500$ мВт. Ширина w возникающих темных полос увеличивается с ростом мощности, как показано на рис. 1, не превосходя все же диаметр луча. Минимальная ширина полос $w=3$ отмечена вблизи порога.

Погонное сопротивление r полос, измеренное двухконтактным методом с использованием серебряных электродов, оказалось обратно пропорциональным ширине полос. Если иметь в виду простую связь $r=\rho/wh$, это свидетельствует о постоянстве величины ρ в пределах зоны трансформации исходной пленки в проводящую углеродную фазу. Удельное сопротивление полос составило $\rho=(4.3 \pm \pm 0.4)10^{-2}$ Ом·см, т. е. более чем на 6 порядков ниже начального значения. Поскольку сопротивление, типичное для графита $\rho=10^{-3}-10^{-4}$ Ом·см, не было достигнуто, можно предположить [2], что результатом трансформации является состояние, промежу-

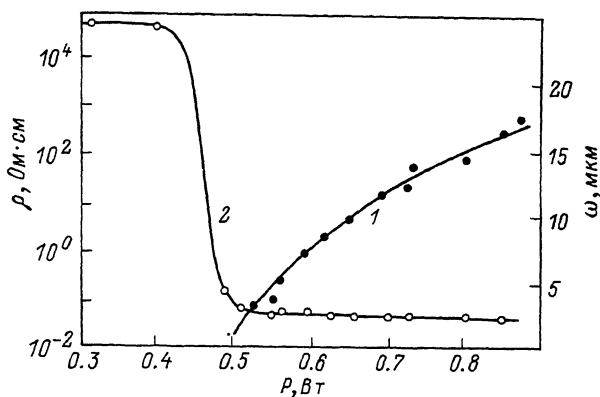


Рис. 1. Зависимость от лазерной мощности ширины графитизированной полосы (1) и удельного сопротивления облученной трассы (2).

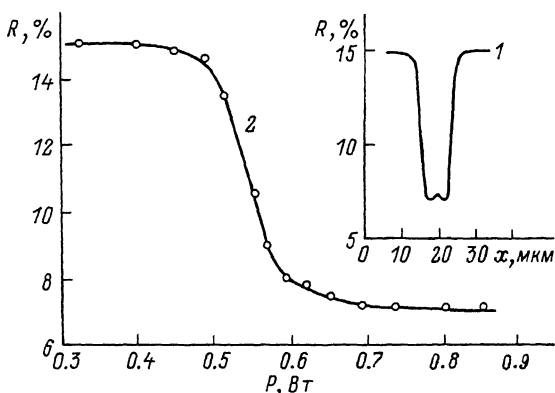


Рис. 2. Типичный поперечный профиль коэффициента отражения R ($\lambda = 0.63$ мкм) графитизированной полосы при $P = 0.74$ Вт (1) и зависимость R в центре полосы от лазерной мощности (2).

точное между аморфной исходной пленкой и графитом. Для более полного описания проводящих свойств пленки после лазерного воздействия потребуется, по-видимому, анализ на содержание остаточного водорода.

В работе [6] тонкие АПП осаждались в качестве защитного покрытия на оптический диск, изготовленный на основе стекла с напыленной пленкой Te . Можно предположить, что АПП способна сама служить приемлемым материалом для неререверсивной оптической записи информации путем локальной графитизации поверхности. С этой точки зрения важным является масштаб изменения коэффи-

циента отражения (пропускания) АПП в результате лазерного воздействия. Изменение оптических свойств пленки в зоне облучения регистрировали в ходе локального измерения зеркального отражения R на длине волны $\lambda_{\text{л}}=0.633$ мкм, когда луч He-Ne лазера диаметром около 1.5 мкм сканировался поперек полос. Типичный профиль отражения представлен на рис. 2, там же показана зависимость значения R ; измеренного в центре полосы, от лазерной мощности. Резкий спад отражения от исходных 15 до 7 % происходит в диапазоне мощности $P=500-600$ мВт, в то время как скачок удельного сопротивления лежит в пределах $P=400-500$ мВт. Этот факт согласуется с тем наблюдением [7], что электрические характеристики подвергаемых термической обработке АПП более чувствительны к переходу из аморфной фазы в графитовую, нежели оптические свойства.

Таким образом, методом лазерного рисования на алмазоподобных пленках созданы проводящие линии с удельным сопротивлением около $4 \cdot 10^{-2}$ Ом·см. Изменение отражения от АПП за счет лазерной графитизации предложено использовать для оптической записи информации.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] New Diamond, Ed by M. Yoshikawa. Tokyo, 1988, 235 p.
- [2] P r a w e r S., K a l i s h R., A d e l M. // Appl. Phys. Lett. 1986. V. 48. N 23. P. 1585-1587.
- [3] Агеев В.П., Буйлов Л.Л., Конов В.И., Кузьмичев А.В., Пшменов С.М., Прохоров А.М., Ральченко В.Г., Спицын Б.В., Чаплиев Н.И. // Доклады АН СССР. 1988. Т. 303. № 3. С. 598-601.
- [4] Anderson D.A. // Phil. Mag. 1977. V.35. N.1. P.17-26.
- [5] Стрельницкий В.Е., Тимошенко А.И., Гравель Л.А., Новиков Ю.Б. // Сверхтвердые материалы. 1986. № 6. С. 7-12.
- [6] M o r a v e c T.J., C h e n D., S h r a w a g i S. - In Topical Meeting on Optical Data Storage, Incline Village, N.Y. Jan. 17, 1983, Opt. Soc. Amer. Washington, D.C., 1983, WA 3/1-4.
- [7] В а к у л а С.И., П а д а л к а В.Г., С т р е л ь н и ц к и й В.Е., Т и м о ш е н к о А.И. // Сверхтвердые материалы. 1987. № 4. С. 29-32.

Поступило в Редакцию
31 октября 1989 г.