

ԱՏԵՍՏԱՎՈՐՄԱՆ ԵՆԹԱԿԱ ՈՒՍՈՒՑԻՉՆԵՐԻ
ՖԻԶԻԿԱ ԱՌԱՐԿԱՅԻ
ՎԵՐԱՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ԴԱՍԸՆԹԱՑ
ԼԵՈՅԻ ԱՆՎԱՆ Հ. 65 ԱՎԱԳ ԴՊՐՈՑ

ԱՎԱՐՏԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ
ԱՇԽԱՏԱՆՔ

ԹԵՄԱՆ՝ Ալմաստի բազմաբյուրեղի մակերևույթին
ինտենսիվ լազերային ճառագայթման մեթոդով կարբինի
ստացման հնարավորության մասին

ՀԵՏԱԶՈՏՈՂ ՈՒՍՈՒՑԻՉ՝

Սաքանյան Մարտին

/Պուշկինի անվան 8 դպրոց/

ՄԵՆԹՈՐ՝

Կ. Սամվելյան

2023թ.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ներածություն -----	3
Կարբինի լազերային սինթեզ -----	4
Օգտագործված գրականություն ցանկ -----	7

О возможности получения карбина на поверхности поликристаллического алмаза методом интенсивного лазерного облучения.

Саканян Мартин Саркисович

С помощью лазерного облучения поверхности алмазной керамики получен поверхностный слой с явно выраженными полупроводниковыми свойствами. Ширина запрещенной зоны 1-2 эВ. Рентгеновские дифрактограммы этого слоя подтверждают наличие в этом слое одной из аллотропий углерода карбин.

В в е д е н и е. Хорошо известны и распространены в природе два аллотропные проявления углерода, алмаз и графит, которые существуют в различных полимерных модификациях. Переходные формы углерода: уголь, сажа, копоть, коксы и др. по структуре близки к графиту. Недавно открыты новые формы углерода. Это сферические углеродные молекулы. Углерод может существовать в трех валентных состояниях, SP^3 -алмаз, SP^2 -графит и третье валентное состояние SP^1 - карбин одномерный линейный полимер [1].

Немецкий физик Байер в 1885 г. попытался получить цепочку, состоящую только из одних атомов углерода, однако его постигла неудача.

В 1960 году коллективу ИНЭОС РАН впервые удалось синтезировать [2] устойчивый полиин с большим молекулярным весом, с размерами кристаллов порядка 100 нм, который был отождествлен с третьей аллотропной формой углерода, получивший названием "карбин".

Полиин - $C - C \equiv C - C \equiv C - C \equiv C -$

Кадмулен = $C = C =$

В 1968 году карбин был обнаружен в виде серебристого белого включения в графитовых частицах метеоритного материала (Бавария). Карбин занимает среднее место между алмазом-диэлектрик и графитом -проводник, карбин-полупроводник.

Лазерный синтез карбина. Для синтеза карбина лазерной обработкой использовались шайбы толщиной 3 мм и диаметром 9 мм, полученные спеканием синтетического алмазного микро-порошка ($10 \div 14$) μ под давлением 9 ГПа и температуре $2000^{\circ} K$ без использования связки в аппарате высокого давления типа тороид.

Полученный образцы предварительно шлифовались алмазным порошком 40μ , а затем порошком 7μ , химически обрабатывались хромным ангидридом, что освобождало поверхности и боковые грани образца от графита. В этом убеждались, измеряя сопротивление образца. Поверхность образца подвергалась лазерной обработке, мощность лазера ~ 20 Вт, частота импульсов $\sim 10^3$ Гц, диаметр луча на образце $\sim 10^{-5}$ м.

По идее должны получиться резистивные слои графита. Результаты показывают, что образовавшийся слой проявляет полупроводниковые свойства. Сопротивление слоя уменьшается с увеличением температуры. При температуре $\sim 650^{\circ} C$ образец приобретает свойства проводника.

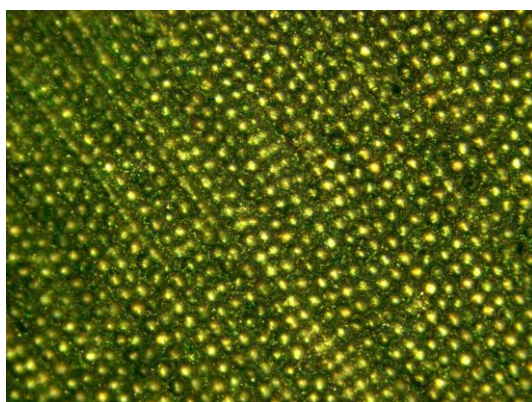


Рис.1

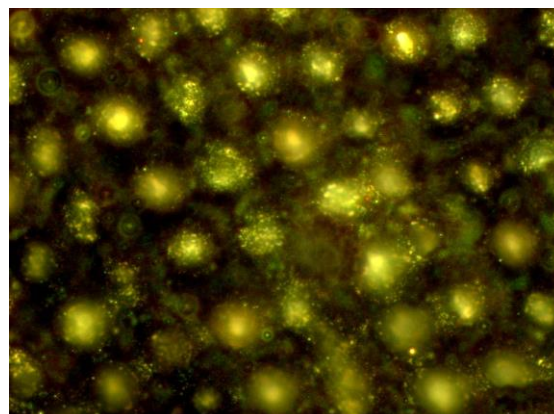


Рис.2

Основываясь на проделанных экспериментах по взаимодействию импульсного лазерного облучения с поверхности поликристаллического алмаза, можно прийти к выводу, что происходит трансформация фазового состава по схеме алмаз-графит-карбин [3-4].

Лазерный импульс оставляет на поверхности алмаза кратер, в котором образуется расплав углерода, переходящий в фазовые состояния графит, карбин при резком охлаждении.

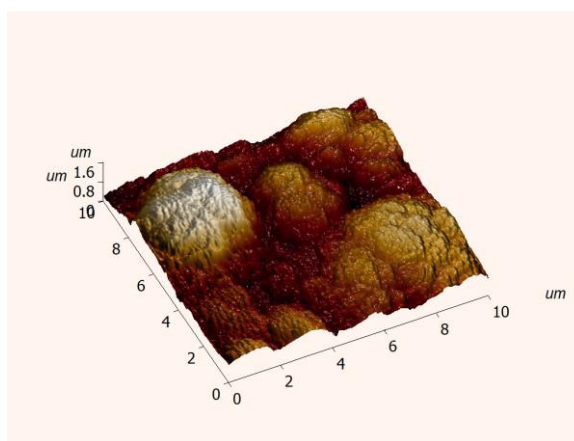


Рис.3

Оптическая картина поверхностей образцов, подвергнутых лазерной обработке (рис.1), представляют собой выпуклости с белым серебристым надцветом [3-4] на вершинах. Рассматривая последовательные следы импульсного лазерного облучения на алмазной подложке, которая двигалась с постоянной скоростью, можно прийти к выводу, что наблюдается чередование различных фаз углерода, а именно – алмаз-графит-карбин, которые, по-видимому, связаны между собой другими промежуточными фазами углерода (рис.2).

Образование выпуклостей на поверхности алмаза, по-видимому, связано с переходом алмазного кратера $\rho_a \approx 3,5 \text{ г/см}^3$ в состояние графит с меньшей плотностью $\rho \approx (2,3 \div 2,7) \text{ г/см}^3$, что приводит к увеличению объема внутри кратерного материала (графита).

Появление на вершине выпуклости фазы карбин, скорее всего связано с высокой теплопроводностью алмазной подложки, что обеспечивает резкое падение температуры в алмазном кратере, которое в свою очередь позволяет термическую фиксацию фазы карбин. Это видно на снимках, полученных туннельной микроскопией (рис.3), где отчетливо видны гребни с составом от основания к вершине алмаз-графит-карбин. Образование фазы карбина однозначно определяется рентгенодифракционной картиной с пиком, соответствующим карбину (рис.4).

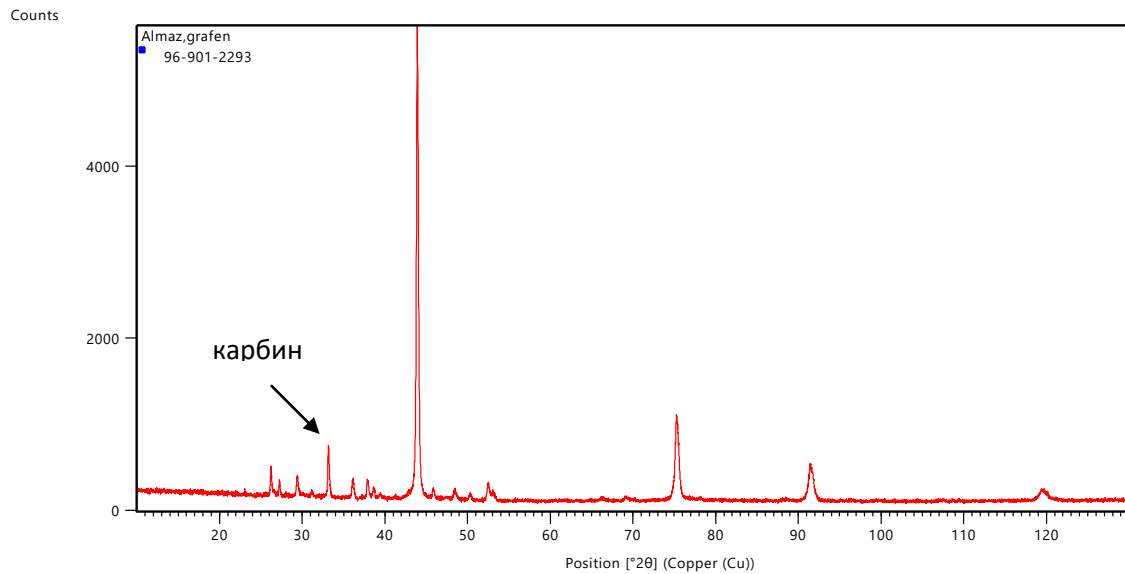


Рис.4

В зависимости от температуры электрофизические измерения однозначно показали полупроводниковый характер лазерно модифицированных проводящих дорожек на поверхности алмаза.

Предполагается использовать это свойство для разработки датчиков температуры в ядерных реакторах, так как полученный материал устойчив к нейтронному облучению.

Л и т е р а т у р а

1. Kudryavtsev Yu.P., Euvsyukov S.Cuseva M. at al.Chemistry and Physics of Carbon, A series of Advances, Ed. by Peter A., Throuver, New York: Marcel Dekker, I nc, 1997,v.25, p.1-69.
2. Природа, 2003 N 8, с. 66; Сладков А.М., Кудрявцев Ю.П., Алмаз-графит-карбин-аллотропные формы углерода.
3. Касточкин В.И., Савранский В.В., Смирнов В.В. и др. Докл. АН СССР, 201, N 5, 1145 (1971).
4. Беланин А.Ф., Борисов В.В., Багдасарян А.С., Российский технологический журнал, т. N 3, с.22-40. 2017.