

Формирование слоя Si_3N_4 на поверхности природного алмаза в результате термообработки в атмосфере Si/SiH_4

Осипов А.В.¹, Гращенко А.С.¹, Спицын А.Б.², Спицын Б.В.², Кукушкин С.А.¹

asgrashchenko@bk.ru

¹ ИПМаш РАН, Санкт-Петербург, Россия

² ИФХЭ РАН, Москва, Россия

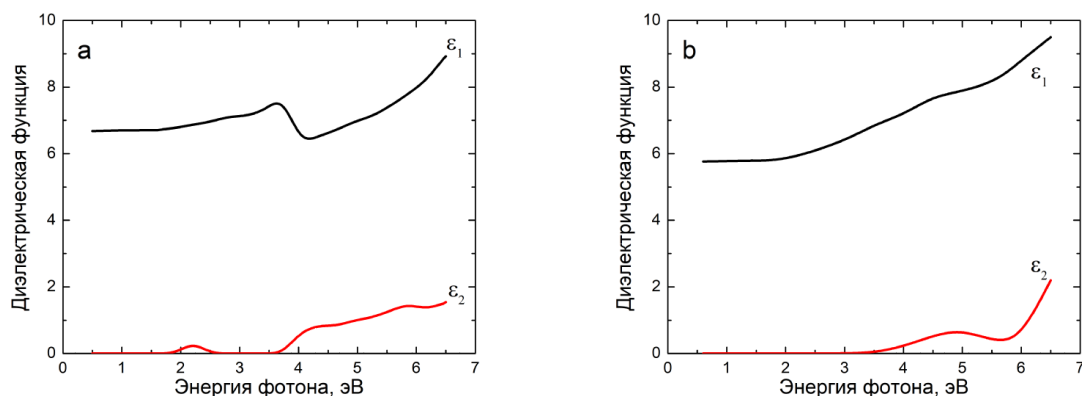
Формирование диэлектрических слоев на алмазе необходимо для создания электронных приборов. В данной работе проверяется гипотеза о формировании на поверхности слоя соединений типа Si_xN_y за счет взаимодействия атомов кремния и их кластеров с примесными атомами азота в алмазе.

Методом спектральной эллипсометрии исследованы природные кристаллы алмаза до и после термической обработки в атмосфере Si/SiH_4 . Моделирование вещественной ϵ_1 и мнимой ϵ_2 диэлектрических функций проводилось по однослойной и двухслойной моделям с использованием эффективной среды Бруггемана [1]. У исходного алмаза (рис. 1а) край поглощения начинается при ~ 4 эВ, что соответствует азотным примесным уровням. После обработки на поверхности, контактировавшей с монокристаллом Si, обнаружен слой толщиной 4.3 нм с шероховатостью 6.0 нм. Оптические константы этого слоя идентифицированы как Si_3N_4 .

Исходный алмаз начинает поглощать свет с 4 эВ и дополнительно вблизи 2 эВ, тогда как обработанный только с 6 эВ, что приближает его к идеальному алмазу ~ 7 эВ [2]. Это объясняется тем, что примесные уровни азота создают дополнительные каналы поглощения света. Предложен механизм: атомарный кремний и его кластеры Si_2 , Si_3 диффундируют к азотсодержащим дефектам, образуя Si_3N_4 , который выходит на поверхность.

Показано, что при высокотемпературной обработке природного алмаза в атмосфере Si/SiH_4 на поверхности формируется нанопленка Si_3N_4 .

Работа выполнена в рамках госзадания ФГУП ИПМаш РАН № FFNF-2026-0002.



Вещественная (ϵ_1) и мнимая (ϵ_2) части диэлектрической проницаемости от энергии фотонов исходного неочищенного алмаза – (а) и алмаза после обработки – (b).

Ссылки

1. H. Fujiwara, R.W. Collins, Spectroscopic Ellipsometry for Photovoltaics (Springer, 2018).
2. S. Adachi, Optical Constants of Crystalline and Amorphous Semiconductors (Springer, 1999).