

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРАМАГНИТНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ АЛМАЗА

Игнатенко О.В.¹, Коновалова А.В.¹, Азарко И.И.², Кузнецов Д.А.¹, Петрашко В.В.¹, Пыск А.В.¹, Паршутич С.Ф.¹, Аниченко Н.Г.¹, Ракицкая Л.И.¹, Аджаяев В.Б.²

¹ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», г. Минск, Беларусь

²БГУ, Физический факультет, г. Минск, Беларусь

KonovalovaAlex@gmail.com

Аннотация

Методом электронного парамагнитного резонанса исследованы синтетические монокристаллы алмаза различной прочности. Показано, что наименьшее количество парамагнитных дефектов содержат алмазы с наименьшей прочностью.

Введение

Основными технологическими примесями при синтезе алмаза в системе Fe-Ni-C являются азот, который неконтролируемым образом попадает из атмосферы в реакционную ячейку для синтеза при ее изготовлении и образует С-дефект, и никель, который попадает в кристалл из расплава металлов-катализаторов и располагается в узлах кристаллической решетки алмаза [1]. Данные дефекты являются парамагнитными центрами.

Целью работы является исследование методом электронного парамагнитного резонанса синтетических монокристаллов алмаза различной прочности.

Методика

Концентрация парамагнитных центров определялась по спектрам ЭПР, регистрируемых на спектрометре «Varian E-112». Регистрация проводилась при комнатной и азотной температурах, ориентация внешнего магнитного поля $H_0 \parallel \langle 100 \rangle$ при значениях мощности 1 и 5 мВт. Спектр ЭПР С-дефекта в алмазе представлял собой триплет с соотношением интегральных интенсивностей 1:1:1 и $g = 2.023$.

Для нахождения концентрации С-дефекта применялся метод сравнения с эталоном. При снятии спектров ЭПР кристаллов в качестве эталона использовался Mn^{2+} , в котором число парамагнитных частиц было определено независимым от ЭПР методом и составляло $4 \cdot 10^{17}$ спин/г.

В случае, когда эталон и исследуемый образец дают линии ЭПР, одинаковые по форме, но различные по ширине и интенсивности, концентрация парамагнитных центров может быть рассчитана по формуле $\frac{N_x}{N_{эт}} = \frac{I_x \cdot \Delta H_{1/2x}}{I_{эт} \cdot \Delta H_{1/2эт}} = \frac{I'_x \cdot (\Delta H_{ppx})^2}{I'_{эт} \cdot (\Delta H_{ppэт})^2}$, где $\Delta H_{1/2}$, ΔH_{pp} – ширина линии и ее производной, а I и I' – интенсивности линии и её производной.

Концентрация парамагнитного никеля в кристаллах определялась аналогичным методом.

Результаты

Типичный спектр ЭПР синтетических монокристаллов алмаза приведен на рис. 1. Концентрации парамагнитных центров были рассчитаны для 25 монокристаллов алмаза, синтезированных в ростовой системе Fe-Ni-C. Все монокристаллы были разделены на 3 группы. В первую группу (№8) вошло 12 кристаллов наибольшей прочности массой от 18 до 23 мг, вторая группа (№9) состояла из 12 алмазов средней прочности массой от 19 до 24 мг, третья группа («карандаш») состояла из 8 наименее прочных кристаллов массой от 21 до 27 мг.

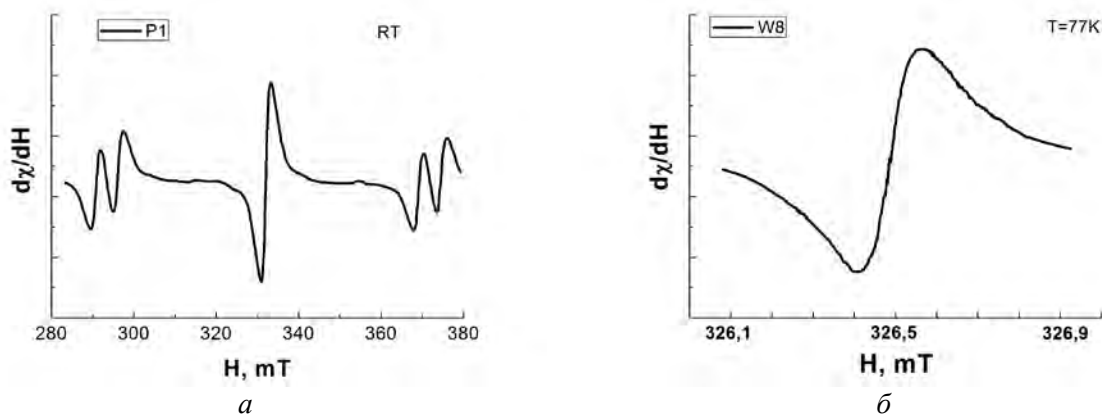


Рис. 1. Типичные спектры ЭПР изолированных атомов азота (а) и никеля (б) в синтетических монокристаллах алмаза

Средние значения концентраций С-дефекта и парамагнитного никеля для каждой из групп алмазов представлены на рис. 2.

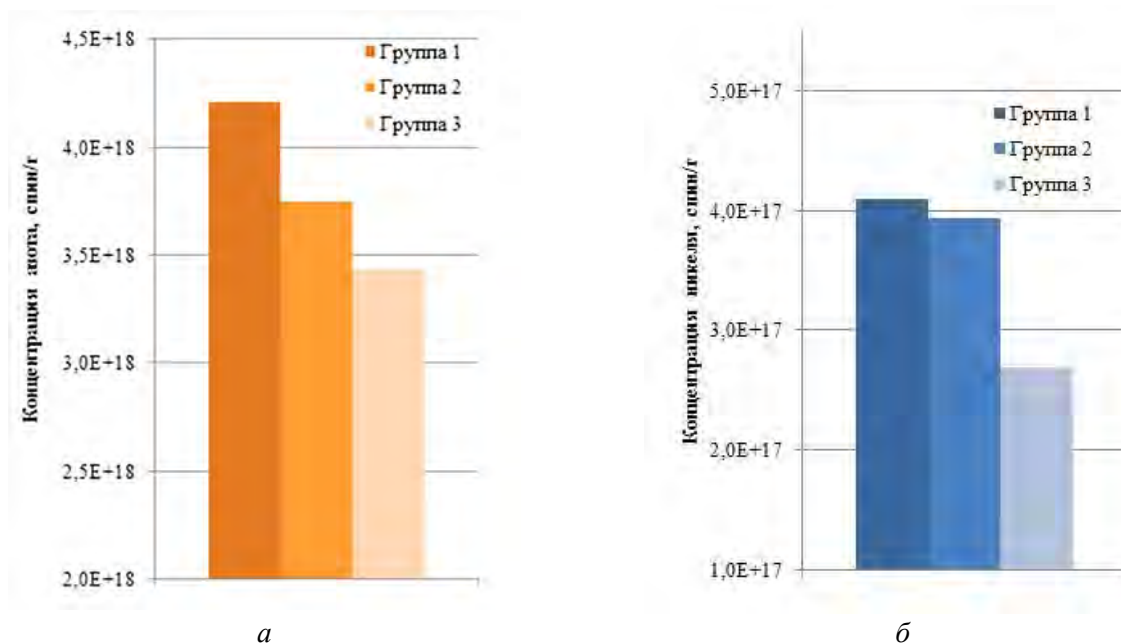


Рис.2. Гистограмма распределения С-дефектов (а) и парамагнитного никеля (б) в синтетических монокристаллах алмаза различной природы

Заключение

Из гистограммы распределения видно, что значения концентраций парамагнитных центров для монокристаллов алмаза различной природы хоть и незначительно, но отличаются между группами. Наблюдается общая тенденция: наибольшая концентрация и С-дефекта, и парамагнитного никеля соответствует первой группе, наименьшая – третьей. Таким образом, исходя из представленных данных, можно предположить, что кристаллы алмаза, находящиеся в третьей группе, являются наименее прочными.

Список литературы

1. N. M. Kazyuchits, A. V. Konovalova, I. I. Azarko, F. F. Yakotsuk, I. N. Bogdanov, and Yu. K. Kabak (2014) «Effect of synthesis conditions on the impurity composition of STM Almazot diamond single crystals» published in Neorganicheskie Materialy, 2014, Vol. 50, No. 2, pp. 144–149.