

СВЯЗЬ ПРОЦЕССА АГРЕГИРОВАНИЯ АЗОТА И СКОРОСТИ РОСТА В МОНОКРИСТАЛЛАХ СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА

Бабич Ю.В. (Институт минералогии и петрографии СО РАН, Новосибирск)
 babich@uiggm.nsc.ru, тел. (3832)33-21-12

Ключевые слова: *синтетический алмаз, азот, агрегация*

При исследованиях монокристаллов синтетического алмаза, полученных в Ni-содержащей системе, установлено, что общее содержание А-дефектов (замещающие углерод два атома азота в соседних положениях) относительно С-центров (одионые атомы азота) существенно варьирует в октаэдрических секторах роста, сформированных с различной средней линейной скоростью роста [1]. В данной работе на основе исследования локального распределения С,А-азотных дефектов проведено более подробное исследование взаимосвязи скорости агрегирования азота и линейной скорости роста кристалла.

Кристалл для исследования получен на аппарате БАРС в системе Fe-Ni-C при $P=6.0$ ГПа, $T=1470-1495^\circ\text{C}$ методом температурного градиента. Для возможности локального определения линейной скорости роста кристалла была применена методика индуцированной зональности. В этом случае рост осуществлялся в режиме периодической вариации температуры с амплитудой колебания около 3 градусов (относительно номинальной) и периодом 22,3(3) минут. В результате в полученном монокристалле была сгенерирована зональность роста, которая фиксировалась микроскопически в пластинке вырезанной по (110) и, по-видимому, является результатом микрофлуктуаций присутствующих примесей в структуре алмаза (например, азота или никеля). Указанная микрозональность позволяла путем непосредственного измерения ширины зон и подсчета их числа от затравки до точки анализа производить определение времени формирования и линейной скорости роста в данной точке.

Исследование особенностей локального распределения С,А-азотных дефектов проводили с помощью ИК Фурье спектроскопии (Bruker IFS 113v, микроскоп А-590, апертура 50мкм). Концентрацию азота в виде С-центров и А-центров определяли путем разложения спектра в однофононной области на соответствующие компоненты с последующим расчетом их концентраций на основе известных коэффициентов поглощения [2,3]. Предварительная оценка компонента N^+ (1332см^{-1}) показала, что он определяется только в ограниченной призатравочной области в концентрации до 2 ppm и поэтому при анализе не учитывался.

Исследование распределения азотных дефектов проведено по ряду линейных сечений октаэдрических секторов роста. На основе данных по составу азотных дефектов и продолжительности постростового отжига, определенной с использованием микрозональности, для всех точек анализа были рассчитаны константы скорости процесса трансформации $C \Rightarrow A$. Их расчет проводили на основе уравнения 2 порядка, которое описывает диффузионную кинетику гомогенных необратимых (односторонних) реакций простого типа и обычно применяется для описания процесса агрегирования азота в алмазе (отметим, что в последнее время появились данные [4-6] по возможным отклонениям от данной модели). Полученная зависимость между определенными константами скорости генерации А-дефектов и значениями линейной скорости роста в точках анализа имеет нелинейный характер и характеризуется следующими основными особенностями:

- широким диапазоном изменения константы скорости в пределах отдельных октаэдрических секторов одного монокристалла: от $3.0 \cdot 10^{-7}$ до $7.5 \cdot 10^{-10}$ ppm⁻¹·сек⁻¹, т.е. $\text{Ln}K = -15.0$ to -20.9 ;
- величина константы скорости в зависимости от линейной скорости роста в секторах изменяется неравномерно: резко возрастает при увеличении скорости роста в диапазоне $V_{\text{лин}}=20-40$ мкм/час и практически постоянна при $V_{\text{лин}} > 40$ мкм/час.

Принимая во внимание вывод, сделанный в [7], что «концентрация никеля в большей степени соотносится с кинетикой, чем с температурой роста алмаза» можно предположить, что определенный характер связи константы агрегирования и скорости роста отражают динамику процесса вхождения никеля в структуру алмаза. Данное предположение косвенно подтверждается наличием интенсивной желто-зеленой фотолюминесценции и компонента N^+ в призатравоч-

ной области, свидетельствующих о наличии Ni-содержащих центров в областях, где скорость роста и скорость агрегирования максимальны. Поэтому существенное увеличение константы скорости агрегирования с ростом линейной скорости роста в диапазоне $V_{\text{лин}}=20-40 \text{ мкм/час}$, вероятно, связано с прогрессирующим увеличением концентрации атомов никеля в структуре алмаза.

В заключение отметим, что широкий диапазон изменения скорости агрегирования азота, установленный в октаэдрических секторах роста одного монокристалла, может объяснить многочисленные количественные несоответствия между экспериментальными данными по кинетике данного процесса, обнаруженные с использованием синтетических алмазов [4,8-11].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (по проекту № 02-05-64633)

Литература

- [1] Yu.V. Babich, B.N. Feigelson, D. Fisher, A.P. Yelissev, V.A. Nadolinny, J.M. Baker, *Diamond Relat. Mater.* 9 (2000) 893.
- [2] I. Kiflawi, A.E. Mayer, P.M. Spear, J.A. van Wyk, G.S. Woods, *Phil. Mag. B* 69 (1994) 1141.
- [3] S.R. Boyd, I. Kiflawi, G.S., *Phil. Mag. B* 69 (1994) 1149.
- [4] L. Kiflawi, H. Kanda, A. Mainwood, *Diamond Relat. Mater.* 7 (1998) 327.
- [5] D. Fisher, S.C. Lawson, *Diamond Relat. Mater.* 7 (1998) 299.
- [6] A. Smith, A. Mainwood, M. Watkins, *Diamond Relat. Mater.* 11 (2002) 312.
- [7] H. Kanda, S.C. Lawson, *Ind. Diamond Rev.* 2 (1995) 56.
- [8] S. Satoh, H. Sumiya, K. Tsuji, S. Yazu, in: S. Saito, O. Fukumaja, M. Yoshikawa (Eds.), *Science*
- [9] R.M. Chrenko, R.E. Tuft, H.M. Strong, *Nature* 270 (1977) 141.
- [10] T. Evans, Z. Qi, *Proc. Roy. Soc. London. A* 381 (1982) 159.
- [11] H. Kanda, T. Ohsawa, S. Yamaoka, in: S. Saito, O. Fukumaja, M. Yoshikawa (Eds.), *Science and Technology of New Diamond*, KTK, Tokyo, 1990, p.339.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(21) 2003

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2003 года (ЕСЭМПП-2003)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/informbul-1/term-1.pdf

Опубликовано 15 июля 2003 г.

© Отделение наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2003

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна