

Магнитные характеристики алмазов, синтезированных в сверхкритической жидкости состава С-О-Н-В при высоком давлении и температуре

Шахов Ф.М.¹, Попов В.В.¹

fed800@gmail.com

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

Наиболее чистый кристаллический алмаз проявляет диамагнитные свойства. Однако, как в природных, так и в искусственных модификациях алмаза, присутствуют дефекты различного происхождения, которые могут существенно менять магнитные свойства кристаллов. Отсюда видно, что исследование магнитных явлений в алмазах может дать информацию о дефектах и примесях, которые обуславливают их уникальные оптические и кинетические свойства, позволяющие использовать алмазы в качестве перспективных материалов электроники.

В настоящей работе изучался алмаз, легированный бором. Алмазный микропорошок был синтезирован при давлении 7 ГПа и температуре 1230 °С из смеси детонационных наноалмазов с пентаэритритом ($C_5H_8(OH)_4$), с добавлением бора [1]. Использованный синтез алмазов в сверхкритической жидкости состава С-О-Н позволяет полностью исключить загрязнение алмазного порошка примесями и включениями металлического катализатора. Магнитные измерения образцов проводились на вибрационном магнитометре Quantum Design PPMS при температуре (4.5–300 К) в магнитном поле (0–100 кОе). Аналогичные измерения были проведены для алмазных шлифпорошков, синтезированных из графита с никелем [2].

В кривых зависимостей намагниченности от магнитного поля $M(H)$ были выделены вклады от парамагнитных (при $T=4.5K$), суперпарамагнитных (при $T=300K$) и диамагнитных составляющих. Парамагнитная составляющая $M_{PM}(H)$, выделенная из общей зависимости описывается функцией Бриллюэна, а суперпарамагнитная $M_{SPM}(H)$ – функцией Ланжевена. Показано, что концентрация парамагнитных центров составляет $N_{PM} = 1.2 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$, а их магнитный момент равен $\mu_{PM} = gJ\mu_B = 2$, где $g=2$, μ_B – магнетон Бора, $J=1$ – квантовое число полного момента количества движения. Полученная из эксперимента величина $J=1$ характерна для NV центров, дивакансий, мультивакансий или кластеров азота. Величина эффективного магнитного момента суперпарамагнитных частиц $\mu_{SPM} = (13 \pm 4) \cdot 10^3 \mu_B$ а их концентрация $N_{SPM} = 3.8 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № FFUG-2024-0019.

Ссылки

1. F.M. Shakhov, A.M. Abyzov, K. Takai. J. Solid State Chem. 256 (2017) 72-92.
2. F.M. Shakhov, R. Oshima, V.V. Popov. J Phys. Chem. Solids. 185 (2024) 111770.