Российские технологи исследовали, как давление при закалке влияет на параметры медного сверхпроводника

Учёные исследовали, как повышение давления в плазмохимическом реакторе влияет на физические параметры и магнитные свойства синтезированных в нём наночастиц оксида меди. Частицы, образовавшиеся при давлении в 0,0004 атмосфер, оказались схожими по свойствам с объёмным материалом, полученным традиционными технологиями, а наночастицы, синтезированные при давлении в 0,002 атмосфер, показали нестандартные свойства.

Исследования российских учёных продемонстрировали, что на размеры и свойства таких систем можно повлиять при их производстве. Использование подобных наночастиц позволит повысить эффективность и надёжность высокотемпературных сверхпроводников и устройств на их основе. О своей работе учёные сообщили в журнале JOM. Исследования поддержаны грантом Российского научного фонда №16-19-10054-П.

Наночастицы оксида меди (CuO) привлекают внимание учёных из-за своих необычных магнитных свойств, которые можно применить при создании высокотемпературных сверхпроводников, электролитов и высокочувствительных сенсоров. Наночастицы оксида меди являются полупроводником с антиферромагнитным упорядочиванием, при котором магнитные моменты соседних атомов компенсированы за счёт противоположной направленности. Однако при уменьшении размеров начинают проявляться такие свойства, как ферромагнетизм (магнитные моменты направлены параллельно) при комнатной температуре, эффект обменного смещения (особенность кривой перемагничивания), изменение температуры антиферромагнитного упорядочивания. Синтез частиц оксида меди происходит в плазмохимическом реакторе с газом; повышение давления в реакторе ускоряет процесс синтеза и позволяет регулировать размер частиц до 40 нанометров (примерно в 2500 раз тоньше человеческого волоса). В своей работе исследователи изучали свойства наночастиц, полученных при разном давлении.

> *«Плазмохимический синтез наночастиц меди мы проводили на дуговом испарителе. Плазмообразующим газом служил аргон, который подавался в камеру вместе с кислородом и образовывал оболочку вокруг плазменного факела. После этого компонентный состав наночастиц изучался нами на электронном микроскопе, а структурный анализ проводился на рентгеновском дифрактометре»*, — рассказывает участник проекта по гранту РНФ **Анатолий Ушаков**, доктор технических наук, сотрудник Красноярского научного центра СО РАН и Сибирского федерального университета.

Учёные получили две группы частиц — синтезированные при давлении в 0,0004 и 0,002 атмосфер. При меньшем давлении размер наночастиц варьировался от 15 до 60 нанометров, и их магнитные свойства практически не отличались от параметров объёмного материала. В случае давления в 0,02 атмосфер размеры колебались от 15 до 45 нанометров, а параметры оксида меди сильно изменились. Он обладал магнитной твёрдостью, то есть долго сохранял свою намагниченность, причём она оказалась повышенной. По мнению исследователей, это связано с формированием ферромагнитных дендритных (похожих на деревья) оболочек на ядрах наночастиц, синтезированных с большей скоростью.

В разных областях промышленности нужны разные электропроводящие материалы, обладающие различными параметрами. Во многих ситуациях могут потребоваться дополнительные свойства, в некоторых можно обойтись и без них, упростив процесс производства оксида меди. Исследования российских учёных показали, что на размеры и свойства электропроводника можно повлиять, изменив давление в реакторе.

Пресс-служба СФУ, 30 июня 2020 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: https://news.sfu-kras.ru/node/23331