Синтез сегментированных нанонитей с эффектом гигантского магнетосопротивления при помощи роботизированного темплатного электроосаждения

А. Д. Кобелев, С. Е. Кушнир, А. А. Клименко, С. В. Сотничук, К. С. Напольский

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

Активное развитие спинтроники и интерес ученых по всему миру к данной области науки связан с большими перспективами практического применения необычных физических явлений, связанных со спином электрона, в элементах микроэлектроники. Материалы, в которых проявляются эффекты спинтроники, обычно представляют собой слоистые структуры, содержащие слои различной магнитной природы. В таких структурах проявляется один из важных эффектов спинтроники – эффект гигантского магнетосопротивления. Этот эффект удобно использовать в случае сегментированных нанонитей. В них функциональные слои различной природы чередуются вдоль длинной оси наноструктуры и появляется возможность управлять анизотропией формы отдельных сегментов, которая существенно влияет на свойства ферромагнитных слоев.

Целью настоящей работы является разработка методики темплатного электроосаждения сегментированных металлических нанонитей в пористые матрицы с цилиндрическими каналами с использованием роботизированной системы смены электролита, позволяющей кулонометрически контролировать толщину сегментов и получать как монометаллические сегменты, так и сегменты более сложного состава (например, сплав Гейслера).

В качестве матриц при темплатном электроосаждении металлов использовали пористые пленки анодного оксида алюминия. При синтезе нанонитей особое внимание уделяли химической чистоте получаемых сегментов, поэтому каждый раз при смене электролита сборка из электродов (рабочий, вспомогательный и электрод сравнения) четырежды промывалась в деионизованной воде. Для зарождения фазы нового сегмента одновременно во всех порах темплата перед основным электроосаждением подавали импульс зарождения на 0,1 с. Для измерения магнетосопротивления электрический контакт на верхней поверхности темплата формировали путем электроосаждения меди на последней стадии синтеза до образования сплошной металлической пленки на поверхности темплата.

В результате были получены образцы сегментированных нанонитей, содержащих до 100 ферромагнитных (Ni, Co) сегментов различной длины, разделенных тонкой прослойкой меди, и определены значения их магнетосопротивления.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-3127.2018.3 (соглашение № 075-02-2018-823).