

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алам Саед Али Джунаид на тему: «Влияние механических напряжений и температуры на высокочастотный магнитоимпеданс (МИ) в микропроводах из сплавов на основе Со», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния

Целью настоящей работы являлось исследование СВЧ-импеданса в ферромагнитных микропроводах при воздействии внешних факторов (магнитного поля, механических напряжений, температуры), что представляет интерес для разработки встраиваемых сенсорных элементов. Задачи исследования разделены три части: i) разработка прецизионных методов измерения импеданса аморфных микропроводов в гигагерцовом диапазоне частот, ii) исследование высокочастотного импеданса при воздействии механических напряжений (стресс-МИ), и iii) исследование МИ вблизи температуры Кюри (T_c).

Результативная часть работы содержит три раздела. В первом приводится усовершенствованная методика калибровки SOLT с использованием разработанных микрополосковых ячеек, позволяющая проводить прецизионные измерения спектров импеданса изолированных ферромагнитных микропроводов под действием магнитного поля, механических напряжений и температуры.

Второй раздел посвящен исследованию высокочастотного магнитоимпеданса аморфных и частично кристаллизованных микропроводов из сплавов на основе кобальта, изучено влияние механических напряжений на импеданс.

Были выявлены основные механизмы достижения существенного изменения импеданса, которые связаны с переориентацией статической намагниченности и сдвигом частоты ферромагнитного резонанса. Максимальная чувствительность импеданса к механическим напряжениям (до 60 % при 100 МПа) на ГГц частотах достигается в частично кристаллизованных микропроводах, подвергнутых токовому отжигу, за счет усиления магнитоупругой анизотропии.

В третьем разделе представлены результаты исследований по влиянию температуры на магнитоимпеданс. Были определены составы сплавов, которые обеспечивают относительно низкие температуры Кюри в диапазоне 20-80 °С, что может быть важно для приложений. Добавление Ni в аморфный сплав позволяет не только снизить T_c , но и уменьшить магнитострикцию, которая становится отрицательной. Это приводит к легкой циркулярной анизотропии. Добавление Cr в аморфные сплавы быстро снижает T_c и увеличивает магнитострикцию до положительных значений, что приводит к осевой анизотропии. Таким

образом, выбранные образцы микропровода позволили исследовать поведение МИ вблизи температуры Кюри для различных типов анизотропии. Из результатов видно, что магнитоимпедансные характеристики аморфных микропроводов существенно изменяются при изменении температуры вблизи температуры Кюри, что обусловлено соответствующим поведением спонтанной намагниченности и анизотропии. Наибольшее изменение импеданса вблизи T_c происходит в проводе с циркулярной анизотропией при приложении постоянного поля порядка поля анизотропии.

Представленная диссертационная работа вносит определенный вклад в разработку методов высокочастотных измерений и оптимизации поведения МИ на высоких частотах при воздействии механических напряжений и температуры.

Работа выполнена на высоком экспериментальном уровне, ряд полученных результатов являются новым и имеют научную и практическую значимость. Диссертационная работа «Влияние механических напряжений и температуры на высокочастотный магнитоимпеданс (МИ) в микропроводах из сплавов на основе Co » отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученой степени в НИТУ «МИСиС», предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Алам Саед Али Джунaid, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

И.о. заведующего лабораторией Физики неравновесных
процессов в неоднородных системах ФИАН
гл.н.с., д.ф.-м.н.



/Ф.А. Пудонин/

Федеральное государственное бюджетное
Учреждение науки Физический институт
им. П.Н.Лебедева Российской академии наук,
19991, Москва, Ленинский проспект 53.
Тел.: +7(499) 132-67-57, E-mail: pudonin@sci.lebedev.ru

Подпись Ф.А. Пудонина удостоверяю:
Ученый секретарь ФИАН

к.ф.-м.н.



/А.В. Колобов/