

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ $\text{CoFeB} - \text{SiO}_2$ НА МАГНИТНЫЕ И МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЕ СВОЙСТВА

© 2006 А.В. Щекочихин, Э.П. Домашевская, С.И. Карпов

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию

Проведено исследование методом ИК-спектроскопии гранулированных композитов со сложным составом металлической фазы $((\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20})_x(\text{SiO}_2)_{100-x})$, анализ их связей и изучение структуры. Наблюдалось влияние элементного состава на физические свойства металлической и диэлектрической фаз изменений электрических и магниторезистивных свойств гранулированных нанокомпозитов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большой научный и практический интерес специалистов в области физики конденсированного состояния и перспективных технологий вызывает синтез и исследование физических свойств материалов, состоящих из металлических наногранул, распределенных в диэлектрической матрице.

В работе [1] были изучены магнитные и магниторезистивные свойства гранулированных композитов со сложным составом металлической фазы $((\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20})_x(\text{SiO}_2)_{100-x})$. Установлено, что при изменении процентного содержания металлической фазы в сплаве кривая зависимости магнитосопротивления от состава композита проходит через максимум, т.е. наблюдаются нелинейные изменения свойств в зависимости от состава, рис. 1.

В настоящей работе был применен метод инфракрасной спектроскопии для проведения сопоставления изменений электрических и магниторе-

зистивных свойств гранулированных нанокомпозитов, различающихся материалом металлической и диэлектрической фаз, и влияние элементного состава и физических свойств металлической и диэлектрической фаз на магнитосопротивление нанокомпозитов в исходном состоянии.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Объектами исследования служили гранулированные композиты со сложным составом металлической фазы $((\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20})_x(\text{SiO}_2)_{100-x})$ (таблица 1).

Спектры данных объектов в работе снимались на инфракрасном Фурье-спектрофотометре ИнфРАЛЮМ ФТ, который предназначен для регистрации спектров поглощения или пропускания жидких, твердых и газообразных веществ в средней области, т.е. в диапазоне $400 \dots 4000 \text{ см}^{-1}$.

При применении специальных приставок спектрометр может быть использован для регистрации спектров диффузного и зеркального отражения, на-

Таблица 1.

Состав образцов с различным содержанием сплава $\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20}$ (ат.%)

Номер образца	Состав, ат.% сплава
3	35,6
8	42,05
13	50,5
14	52
15	52,95
16	53,9
20	59

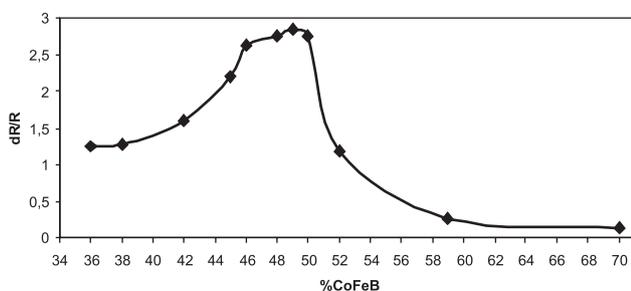


Рис. 1. Зависимость величины магнитосопротивления композита $(\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20})_x(\text{SiO}_2)_{100-x}$ от доли металлической фазы [1].

рушенного полного внутреннего отражения и спектров поверхностного поглощения в инфракрасной области. Тонкие слои нанокompозита ((Co₄₁Fe₃₉B₂₀)_x(SiO₂)_{100-x}) на подложке (NaCl) можно исследовать за счет отражения излучения от отражающей поверхности, помещая образец в обычную приставку зеркального отражения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При регистрации спектров самая информативная область спектров отражения наблюдалась в пределах 400...1500 см⁻¹. На рис. 2-4 представлены ИК-спектры отражения образцов: 3, 8, 13, 14, 15, 16, 20, имеющих различное содержание сплава Co₄₁Fe₃₉B₂₀ (ат.%).

В данной области были выявлены стойкие зависимости связей:

- Si-O – область ~1206 см⁻¹,
- Fe-B – область ~754 см⁻¹,
- Co-B – область ~580 см⁻¹,

которые были идентифицированы и наглядно обозначены на рис. 2-4.

А также были выявлены связи:

- 480÷490 см⁻¹,
- ~1058 см⁻¹,

которые также имеют стойкую графическую зависимость от величины магнитосопротивления данного сплава, но данные связи не были идентифицированы.

На рис. 2 наблюдаем при увеличении номера

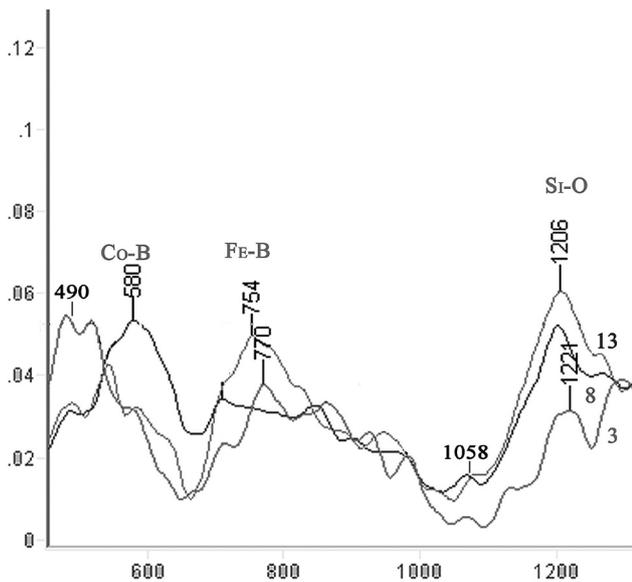


Рис. 2. ИК-спектры отражения образцов №3,8,13.

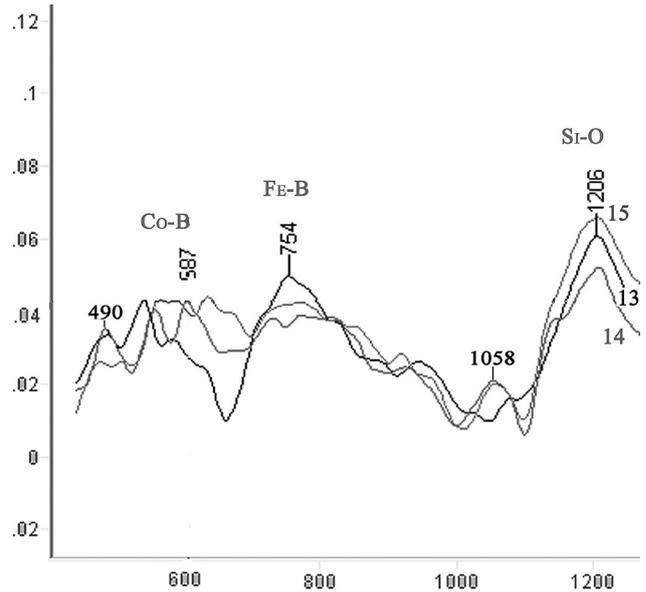


Рис. 3. ИК-спектры отражения образцов №13,14,15.

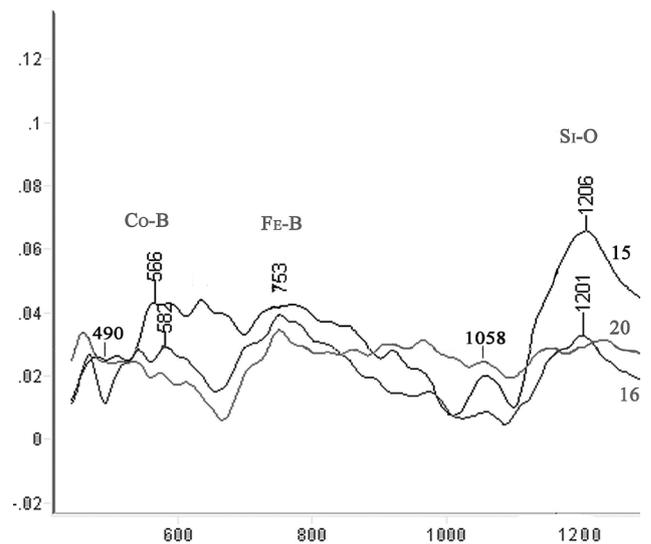


Рис. 4. ИК-спектры отражения образцов №15,16,20.

образца (№3-13), отражающего увеличения фазы SiO₂, возрастание интенсивности моды колебания связи Si-O. На рис. 3 интенсивность моды колебания связи Si-O достигает максимума и соответствует образцу №13. По мере увеличения номера образца (№14-20), интенсивность моды колебания связи Si-O уменьшается, вплоть до прямой линии (рис. 4).

При увеличении номера образца (№ 3-13) происходит увеличение интенсивности моды колебания связи Fe-B (рис. 2). На рис.3 интенсивность моды колебания связи Fe-B достигает максимума

и соответствует образцу №13, и при дальнейшем увеличении номера образца интенсивность моды колебания связи Fe – В уменьшается, но не до прямой линии, т.е. характерный максимум отсутствует (рис. 3,4).

Интенсивность моды колебания связи Co – В, практически не изменяется, т.е. зависимость очень слабая (рис. 2-4).

Что касается не идентифицированной моды колебания связи области 480~490 см⁻¹, то здесь изначально имеем максимальную интенсивность моды колебания данной связи, которая стремительно падает при увеличении номера образца (рис. 2). В образце №14 интенсивность моды колебания данной связи ~490 см⁻¹ резко увеличивается (рис. 3), а далее, по мере увеличения номера образца, стремительно падает до прямой линии (рис. 4).

Вторая, не идентифицированная мода колебания связи, область ~1058 см⁻¹. Здесь происходит похожая картина изменения интенсивности моды колебания связи Si – О, т.е. по мере увеличения номера образца, происходит возрастание интенсивности моды колебания связи ~1058 см⁻¹ (рис. 2). На рис. 3 интенсивность моды колебания связи ~1058 см⁻¹ достигает максимума и соответствует образцу №13. По мере увеличения номера образца (№14-20) интенсивность моды колебания связи ~1058 см⁻¹ уменьшается, вплоть до прямой линии (рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ИК-спектроскопия дает ценную дополнительную информацию по идентификации нанокompозитов со сложным составом металлической фазы ((Co₄₁Fe₃₉B_{20-x})(SiO₂)_{100-x}), анализ их связей и изучению структуры. ИК-спектроскопия также позволяет предполагать характер изменения

магнитных связей структуры и влияние элементного состава на физические свойства металлической и диэлектрической фаз, изменений электрических и магниторезистивных свойств гранулированных нанокompозитов.

Таким образом, данная работа показывает возможность использования метода ИК-спектроскопии на отражение для исследования системы CoFeB – SiO₂.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Слюсарёв В.А.* Магнитные и магниторезистивные свойства гранулированных нанокompозитов Co₄₁Fe₃₉B₂₀-Al₂O₃, Co₄₁Fe₃₉B₂₀-SiO₂ и Co₈₆Ta₁₂Nb₂-SiO₂. Дисс. канд. физ.-мат. наук. Воронеж. 2002. С. 102-123.
2. *Золотухин И.В. Калинин Ю.Е. Стогней О.В.* Новые направления физического материаловедения ВГУ. 2000.
3. *Зинюк Р.Ю. Балыков А.Г. Гавриленко И.Б. Шевяков А.М.* ИК-спектроскопия в неорганической технологии. Ленинград, 1983.
4. *Накомото К.И.* Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. Мир, 1966.
5. *Волькенштейн М.В. Грибов Л.А.* Колебания молекул. Наука, 1972.
6. *Григорьев А.И.* Введение в колебательную спектроскопию неорганических соединений. МГУ, 1977.
7. *Беллами А.* Инфракрасные спектры сложных молекул. М.: ИЛ, 1963.
8. *Кросс А.* Введение в практическую ИК-спектроскопию, М.: ИЛ, 1961.