

Е. И. Головенчиц, В. А. Санина, Г. А. Смоленский. Электродипольное стекло в кристаллах с ян-теллеровскими ионами. Редкоземельные ионы в кристаллах имеют, как правило, низколежащие возбужденные состояния, населенность которых при изменении температуры кристалла может существенно изменяться. В случае кристаллов, содержащих ян-теллеровские редкоземельные ионы, у которых при изменении электронного состояния ионов происходит искажение локального окружения в решетке, при заселении возбужденных состояний ионов с ростом температуры можно ожидать изменения диэлектриче-

ских свойств кристалла. В этом отношении особенно интересны соединения с ионами Eu^{3+} . Основное состояние ионов Eu^{3+} невырожденное (${}^7\text{F}_0$), нижнее возбужденное (${}^7\text{F}_1$) — вырожденное (ян-теллеровское). Величина расщепления одноионных ${}^7\text{F}_0$ — ${}^7\text{F}_1$ -состояний $\sim 300 \text{ см}^{-1}$, так что изменения диэлектрических свойств, обусловленные изменением заселенности уровня ${}^7\text{F}_1$ могут наблюдаться в удобной области температур. Резкая разница свойств иона в состояниях ${}^7\text{F}_0$ и ${}^7\text{F}_1$ дает основания думать, что ожидаемые изменения диэлектрических свойств будут велики.

В работе проведены экспериментальные исследования диэлектрических свойств — действительной (ϵ') и мнимой (ϵ'') частей диэлектрической проницаемости в диапазоне частот 30 Гц—20 кГц и температур 100—500 К. При температурах близких к комнатной в EuCrO_3 было обнаружено резкое нарастание ϵ' , сопровождаемое максимумом ϵ'' . Наблюдалась низкочастотная дисперсия диэлектрических свойств: чем выше частота, тем при более высокой температуре наблюдались аномалии ϵ . Логарифмические зависимости $\ln \epsilon' (T^{-1})$ указывают на термоактивационный характер аномалий ϵ . В области температур от 100 К до температуры T_1 , значение которой зависит от частоты, величина ϵ' пропорциональна концентрации термовозбужденных ионов Eu^{3+} в состоянии ${}^7\text{F}_1$, на что указывает линейная зависимость $\ln \epsilon' (T^{-1})$ с активационным барьером 300 см^{-1} , согласующимся со значением энергетического зазора до уровня ${}^7\text{F}_1$ ионов Eu^{3+} . Начиная с $T \approx T_1$, наблюдается резкое изменение наклона зависимости $\ln \epsilon' T^{-1}$. Энергетический барьер оказывается при этом величиной порядка $\sim 10^4 \text{ К}$. Такой резкий рост ϵ' продолжается до температуры $T \approx T_2$, значение которой также зависит от частоты. Интервал температур $T_1 - T_2 \sim 40 \text{ К}$. При $T > T_2$ резкое нарастание ϵ' прекращается. При этой же температуре наблюдается максимум ϵ'' . Состояние кристалла при $T > T_2$ характеризуется широким набором времен релаксации, что характерно для состояния типа спинового стекла.

Мы полагаем, что наблюдаемые на эксперименте аномалии обусловлены термическим заселением возбужденных ${}^7\text{F}_1$ состояний ионов Eu^{3+} . При возбуждении иона Eu^{3+} в ян-теллеровское состояние ${}^7\text{F}_1$ происходит искажение локального окружения иона в решетке, что при нецентральной позиции иона Eu^{3+} (Cs) приводит к образованию электродиполя. При $T \approx T_1$, когда концентрация термовозбужденных ионов Eu^{3+} — электродиполей — достигает значений 20—25%, взаимодействие между электродиполями приводит к образованию кластеров, внутри которых электродиполи упорядочены. При этом резко изменяется поляризуемость кристалла и появляются низкочастотные диэлектрические потери. В области температур $T_1 - T_2$ число термовозбужденных кластеров нарастает. При $T \approx T_2$ возникают корреляции между кластерами и во всем кристалле в целом устанавливается состояние типа дипольного стекла.

Ранее, в области низких температур в этом же кристалле был обнаружен фотоиндуцированный магнитный фазовый переход. Состояния ${}^7\text{F}_1$ ионов Eu^{3+} заселялись с помощью мощной оптической накачки. При этом немагнитная до накачки подсистема ионов Eu^{3+} (${}^7\text{F}_1$), становилась магнитной и упорядочивалась антиферромагнитно. Магнитное упорядочение после накачки было установлено при экспериментальном исследовании антиферромагнитного резонанса и намагниченности кристалла до и после накачки.

Последующие диэлектрические и оптические исследования в области низких температур после фотоиндуцированного фазового перехода показали, что в кристалле после накачки сосуществуют антиферромагнитное и антисегнетоэлектрическое упорядочения, т. е. фотоиндуцированный переход происходит в сегнетомагнитное состояние.

В EuCrO_3 после накачки обменное взаимодействие между ионами Eu^{3+} (${}^7\text{F}_1$) за счет поляризационного $f - d - f$ -обмена сильнее электроди-

польного взаимодействия (140 К и 80 К — соответствующие температуры упорядочения), поэтому начальные мелкие метастабильные кластеры — зародыши новой фазы при оптической накачке, появляются, по-видимому, за счет обменного взаимодействия. Электродипольное же взаимодействие существенно в достаточно крупных кластерах, приводя в конечном итоге к электродипольному упорядочению всего кристалла. В списке литературы приведены статьи, где опубликованы основные результаты работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Е. И. Головенчиц, Б. Д. Лайхтман, В. А. Санина. — Письма ЖЭТФ, 1980, т. 31, с. 243.
- Е. И. Головенчиц, В. А. Санина, Т. А. Шаплыгина. — ЖЭТФ, 1981, т. 80, с. 1911.
- Е. И. Головенчиц, В. А. Санина, Г. А. Смоленский. — Письма ЖЭТФ, 1984, т. 40, с. 110.