

РАСЩЕПЛЕНИЕ ЛИНИЙ ЭПР Cr^{3+} В ZnWO_4 ВНЕШНИМ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

А.А.Бугай, П.Т.Левковский, В.М. Максименко,
М.В.Пашковский, А.Б.Ройдин

Парамагнитный ион Cr^{3+} в вольфрамате цинка замещает ион Zn^{2+} [1]. Положение иона Zn^{2+} в кристалле [2] не является центром симметрии по отношению к инверсии (точечная группа C_2). Поэтому при наложении внешнего статического электрического поля \vec{E} следует ожидать смещение линии ЭПР Cr^{3+} , линейное по \vec{E} . В кристалле ZnWO_4 существует два неэквивалентных положения иона Zn^{2+} , которые отличаются инверсией по отношению к положению, занимаемому ионом цинка. Вследствие этого смещение линии ЭПР должно проявиться в виде ее расщепления.

Мы наблюдали ожидаемое расщепление двух линий, соответствующих переходам между подуровнями крамерсовых дублетов. Исследовалась также зависимость величины расщепления линии от ориентации внешнего статического магнитного поля \vec{H} . Эксперименты проводились на спектрометре ЭПР, работающем в З-см диапазоне (частота 9380 МГц) при комнатной температуре.

На рисунке приведена угловая зависимость расщепления линии, соответствующей переходу между подуровнями нижнего крамерсового дублета, для случая, когда поле \vec{E} направлено вдоль кристаллографической оси \vec{b} (ось y^I), а поле \vec{H} меняет свою ориентацию в плоскости (xz). Нанесенные на графике экспериментальные точки соответствуют непосредственно измеренному расщеплению.

Для описания экспериментальных данных был использован спин-гамильтониан, который можно записать в виде: $\hat{W} = \hat{W}_0 + \hat{W}_E$, где \hat{W}_0 - обычный спин-гамильтониан [1], включающий оператор зеемановской энергии и энергии кристаллического поля. \hat{W}_E - оператор энергии взаимодействия с внешним электрическим полем \vec{E} . Он был получен методом, изложенным в [3], и имеет следующий вид ($I=3/2$):

$$W_E = \sum_i \sum_{j \neq k} \alpha_{ijk} E_i (\hat{j}_j \hat{j}_k + \hat{j}_k \hat{j}_j) + \sum_{ijk} \beta_{ijk} E_i H_j \hat{j}_k. \quad (I)$$

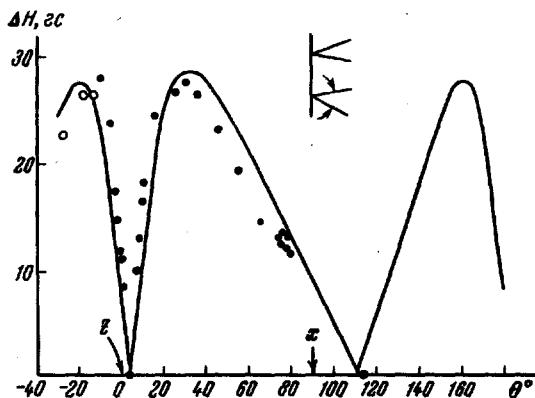
Отличными от нуля могут быть компоненты: $\alpha_{211}, \alpha_{222}, \alpha_{233}, \alpha_{112}, \alpha_{312}, \alpha_{213}, \alpha_{123}, \alpha_{323}; \beta_{211}, \beta_{112}, \beta_{312}, \beta_{213}, \beta_{121}, \beta_{321}, \beta_{222}, \beta_{123}, \beta_{323}, \beta_{231}, \beta_{132}, \beta_{332}, \beta_{233}$. Слагаемое, содержащее параметр α_{222} , приводит к одинаковому смещению всех уровней.

Поправки к энергетическим уровням вычислялись методом теории возмущений при наличии вырождения [4] с точностью до членов второго порядка теории.

В качестве гамильтониана нулевого приближения был выбран оператор $D[I_z^2 - 1/3I(I+1)]$. Слагаемые оператора \hat{W}_E , содержащие компоненты α_{ijk} , дают вклад в расщепление линий только во втором порядке теории возмущений. Поэтому для описания полученных нами экспериментальных данных формально можно ограничиться вторым чле-

ном (I). Полученные теоретически угловые зависимости расщепления линий совпадают с наблюдавшимися на эксперименте (см. рисунок).

В заключение выражаем благодарность И.Ф.Дейгену и В.Б.Штейн-



Угловая зависимость расщепления линии ЭПР при $E=225$ кв/см. Сплошная кривая - теоретическая; точки - экспериментальные значения, полученные на образце № 1; точки в кругах - на образце № 2

шлейгеру за постоянный интерес к работе, а также Л.И.Даценко и Н.Ф.Когденко за помощь при измерениях.

Институт полупроводников
Академии наук Украинской ССР

Поступило в редакцию
6 августа 1965 г.

г.Львов

Литература

- [1] S.K.Kurtz, W.G.Nilsen. Phys. Rev., I28, 1586, 1962.
- [2] R.O. Keeling. Acta Cryst., I0, 209, 1957.
- [3] Н.И.Дерюгина, А.Б.Ройцин. Тезисы 12-го Всесоюзн. совещ. по физике низких температур (Казань, 1965), Укр.физ.ж., (в печати).
- [4] Л.Д.Ландау, И.М.Лифшиц. Квантовая механика. Физматгиз, М., 1963, стр. 165.

I) Наши обозначения совпадают с использованными в [1].