

**ПРОЯВЛЕНИЕ ДОМЕННОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ
И ЭФФЕКТ ФРАНЦА – КЕЛДЫША
В РЕКОМБИНАЦИОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ CdS**

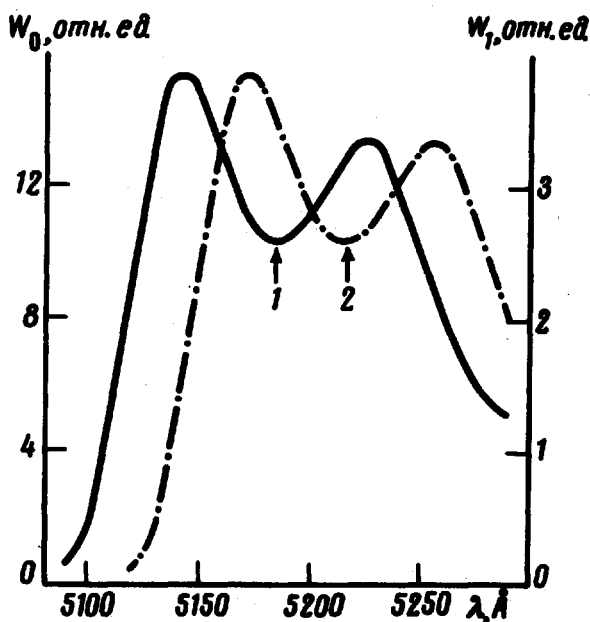
*Н.М.Кролевец, Д.С.Лепсверидзе, Е.А.Сальков,
Г.А.Шепельский*

Обнаружено, что образование доменов приводит к гашению фотолюминесценции CdS и к появлению низкочастотных колебаний излучения и фототока. В области домена наблюдается длинноволновый сдвиг спектра связанный с эффектом Франца – Келдыша.

Хорошо известно, что приложение электрического поля при определенных условиях может привести к формированию в однородном полупроводниковом образце областей сильного поля – электрических доменов. Обычно для исследования доменной неустойчивости используются различные зондовые методы, а также электрооптические измерения [1]. Значительный интерес, на наш взгляд могут представлять исследования излучательной рекомбинации образца с доменами. Такие исследования могут дать дополнительную информацию о природе домена и процессах, происходящих в кристалле при наличии домена. Кроме того, измерение люминесценции в видимой области спектра позволит вести непосредственное визуальное наблюдение формирования и движения домена в кристалле. С другой стороны, домен представляет собой макроскопическое образование, линейные размеры которого велики по сравнению с характеристическими длинами пробега носителей заряда. Это позволяет использовать его как "образец" с высокой напряженностью поля и изучать таким образом влияние сильного электрического поля на спектры люминесценции.

В настоящей работе исследовалась зеленая краевая люминесценция высокоомных монокристаллов CdS. Электрическое поле прикладывалось к образцу через омические контакты. Одновременно с зависимостью

интенсивности излучения от поля $W(E)$ измерялась вольт-амперная характеристика (ВАХ) образца. Исследуемые образцы помещались непосредственно в жидкий азот. Возбуждение кристалла светом было равномерным по объему. Обнаружены следующие особенности. 1. Напряжение, соответствующее линейному участку ВАХ, не вызывает заметного изменения интенсивности люминесценции. При некотором пороговом значении поля ($5 \cdot 10^2 + 10^3$ в/см), соответствующем насыщению тока в ВАХ, в однородно светящемся кристалле возникает резко очерченная область шириной 1 – 1,5 мкм, интенсивность излучения в которой гасится в несколько раз по сравнению с остальной частью образца (длина образцов 6 – 10 мкм). Появление такой области естественно связать с образованием домена. Действительно, как показывают зондовые измерения, напряжение падает главным образом в этой части кристалла. 2. Увеличение поля приводит к дальнейшему гашению люминесценции в домене. При этом наблюдаются низкочастотные колебания интенсивности излучения и тока в цепи образца. Подобные колебания фототока впервые наблюдались одним из авторов в монокристаллах CdS и CdSe [2].



Спектральные зависимости интенсивности люминесценции в области домена: кривая 1 – W_0 – без электрического поля, кривая 2 – W_1 – в поле

Частота колебаний зависит от интенсивности возбуждения. 3. Образование домена происходило как вблизи контакта, так и в средней части образца. Изменение полярности напряжения как правило не влияло на место зарождения домена. 4. Движение доменов (если оно наблюдалось) происходило от анода к катоду.

Поскольку зеленая люминесценция CdS имеет резкую температурную зависимость и практически полностью гасится при повышении температуры от 77 до 100°K, естественно связать гашение люминесценции в поле с механизмом температурно-электрической неоднородности. Действительно, если гашение люминесценции в домене $\Delta W(E)$ измерять на (удвоенной) частоте приложенного переменного поля, то обнаруживается большая инерционность гашения: на частоте больше 100 μ с ΔW не регистрируется. Сравнение температурной зависимости излучения в диапазоне 77 – 100°K с зависимостью $W(E)$ позволило определить температуру образца в области домена, которая достигала 85 – 90°K.

Следует сказать, что в пьезоэлектрических полупроводниках типа CdS при одних и тех же пороговых полях может возникать помимо температурно-электрической и акусто-электрической неоднородность, обусловленная генерацией фононов. Так как оба эти процесса приводят к образованию неоднородности электрического поля и температуры, то один процесс стимулирует другой и на опыте может наблюдаться связанная неоднородность. Так, наблюдаемое нами движение доменов от анода к катоду очевидно обусловлено температурным градиентом по длине кристалла, возникающим вследствие генерации фононов [3].

Представляло интерес исследовать влияние поля в домене на спектральное распределение излучения. На рисунке сравниваются спектры люминесценции, записанные без поля (кривая 1) и в присутствии поля (кривая 2) в области домена. Видно, что электрическое поле домена вызывает сдвиг спектра в длинноволновую сторону, который достигает 30 Å в поле около 10^4 в/см. С другой стороны, повышение температуры образца с 78 до 100°K не вызывает заметного смещения спектра, что согласуется с имеющимися литературными данными об очень слабом температурном сдвиге спектра зеленой люминесценции CdS [4]. Таким образом, смещение спектра в домене очевидно связано с эффектом Франца – Келдыша. Насколько нам известно, эффект Франца – Келдыша в люминесценции CdS не наблюдался, хотя такие попытки предпринимались [5].

Институт полупроводников
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
3 июня 1974 г.

Литература

- [1] K.W.Boer, H.I.Hansch, U.Kummel. Z. Phys., 155, 460, 1959.
- [2] В.Е.Лашкарев, Е.А.Сальков, Г.А.Федорус. Тезисы докладов на I Всесоюзном совещании по фотоэлектрическим и оптическим явлениям в полупроводниках, Киев, изд. АН УССР, 1957, стр. 58.
- [3] В.И.Пустовойт, Е.Ф.Токарев. ФТП, 6, 814, 1972.
- [4] E.Gutsche, O.Goede. J. Lumin., 1, 200, 1970.
- [5] A.Gingolani, A.Rizzo, A.Levialdi. Phys. Stat. Sol., 28, K151, 1968.