

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

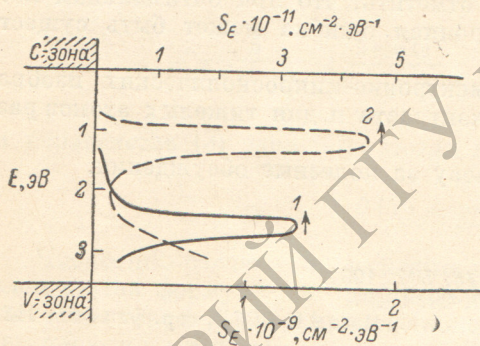
УДК 535.215.4 : 537.311.83

ПОЛНЫЙ СПЕКТР ЛОКАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ И ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ГИДРИДА АЛЮМИНИЯ

К. Б. Демидов и М. А. Горяев

Фотохимическая чувствительность гидрида алюминия и возможность усиления изображения при термоллизе [1] позволяют использовать AlH_3 в качестве материала для записи информации. Для практических целей в фотографии обычно применяется поликристаллический материал со сравнительно развитой поверхностью, наличие которой обуславливает появление в запрещенной зоне твердого тела локальных состояний. Эти состояния влияют как на светочувствительность, так и на дальнейший процесс формирования изображения в фотоматериалах.

Ранее в гидриде алюминия были исследованы уровни захвата для электронов [2], лежащие вблизи или выше уровня Ферми. В данной работе определен полный спектр локальных состояний, которые лежат ниже уровня Ферми и принимают участие в таких важных для формирования фотоувствительности процессах, как рекомбинация свободных носителей и образование центров скрытого изображения. Для этой цели был использован метод, ранее разработанный для исследования электрофотографических слоев ZnO [3]. Он основан на измерении спектра фоторазрядки нанесенного на поверхность электростатического заряда в области примесной фотоувствительности.



Энергетическое распределение плотности поверхностных локальных состояний в чистом (1) и примесном (2) гидриде алюминия.

в термостате при 50°С в течение 6–8 ч фоторазрядка слоев осуществлялась в поле отрицательного или положительного коронного разряда в атмосфере осушенного воздуха.

Изучались кинетика и спектр фоторазрядки нанесенного на слой электростатического заряда под действием света из спектральной области примесной фотоувствительности гидрида алюминия в интервале энергий от 0.8 до 3.2 эВ при $T=234$ К. Ширина запрещенной зоны гидрида алюминия равна 3.6 эВ.

Для оценки плотности заряженных состояний требовалось также измерение спектра эффективной дрейфовой подвижности носителей заряда. Подвижность определялась по времени спада осажденного заряда на 0.01 его величины. Для исследованных слоев она получена равной $1.3 \cdot 10^{-7}$ $cm^2/(V \cdot c)$.

На рисунке представлены результаты определения энергетического распределения плотности поверхностных локальных состояний в запрещенной зоне гидрида алюминия вниз от C -зоны в чистом материале, в котором примесная фотопроводимость практически не обнаруживается [4] (кривая 1). (Плотность состояний $\sim 1.5 \cdot 10^{-9}$ $cm^{-2}/эВ$). Полученный спектр имеет четко выраженную структуру с максимумом около 2.6 эВ. Представляется вероятным эту полосу приписать локальным поверхностным состояниям, образованным собственными дефектами решетки — вакансиями водорода.

Для сравнения приведен спектр локальных состояний в гидриде алюминия, в котором наблюдается примесная фотопроводимость [5] (кривая 2). Существенное отличие кривой 2 от кривой 1 указывает на присутствие примесей, обусловленных либо технологическими загрязнениями, либо продуктами разложения гидрида алюминия. Эти примеси обеспечивают устойчивый n -тип проводимости.

Проводимость n -типа беспримесных слоев гидрида алюминия определяется незначительной плотностью состояний, лежащих в интервале энергий от 1.3 до 2 эВ (см. рисунок, кривая 1). Возможность зарядки таких слоев как в отрицательном, так и положительном коронном разряде указывает на наличие вблизи уровня Ферми ($E_F = 1.2-1.3$ эВ) состояний донорного и акцепторного типа с приблизительно одинаковыми концентрациями.

Эффективность образования центров изображения определяется не только энергетическим распределением локальных уровней, но и их топографией, т. е. локальной концентрацией различных центров.

Концентрацией заряженных центров различного типа, а следовательно, и условиями для образования изображения можно управлять, например, с помощью внешнего электрического поля.

Нами было обнаружено влияние электрического поля на фоточувствительность гидрида алюминия. Образец в виде таблетки помещался в конденсатор, один из электродов которого был полупрозрачным. Этот электрод был разделен на три сектора, и на эти сектора относительно другого электрода одновременно подавался соответственно положительный, отрицательный и нулевой потенциал. Условия экспонирования и проявления различных частей таблетки были одинаковыми.

После выдерживания образца AlH_3 перед экспонированием в электрическом поле напряженностью, не превышающей 10^4 В/см, изображение на разных частях таблетки отличалось по оптической плотности. Под положительным электродом плотность изображения была больше, а под отрицательным меньше, чем при экспонировании без поля (часть таблетки под электродом с нулевым потенциалом). Если образец и электроды были разделены изолирующими прозрачными прокладками (слоем слюды), то наблюдалась аналогичная картина. Следовательно, данное явление обусловлено изменением внутренних свойств AlH_3 в результате действия поля, точнее, пространственным разделением положительных и отрицательных зарядов.

Аналогичные явления наблюдаются на галогдосеребряных эмульсиях [6].

После снятия поля чувствительность эмульсии изменяется, причем влияние предварительного действия электрического поля практически пропадает через 10^{-3} с, так как происходит быстрая релаксация поляризации за счет высокой ионной проводимости $AgHal$. В случае гидрида алюминия релаксация поляризационных полей происходит в темноте очень медленно (несколько часов). Неравномерное распределение заряда в образце сохраняется после отключения электрического поля, тем самым изменяя фоточувствительность AlH_3 .

Изучение кинетики процесса фоторазрядки слоев позволило предположить наличие вблизи поверхности микрокристаллов AlH_3 потенциальных ям, образованных концентрационными флуктуациями заряженных дефектов. Увеличение чувствительности наблюдается на отрицательно заряженной поверхности слоя. Здесь на поверхностных состояниях локализованы электроны, экранирующие приложенное к образцу электрическое поле. Дырки, являющиеся несомненными носителями, уходят в объем через потенциальный барьер, обусловленный «ямой», причем его прозрачность в данном поле становится выше. После отключения внешнего электрического поля пропускающая способность барьера становится хуже и для темнового перераспределения созданного пространственного разделения электронов и дырок требуется добавочная энергия активации. УФ облучение таких подготовленных полей образцов приводит к освобождению локализованных на поверхностных состояниях электронов, которые интенсивно захватываются принимающими участие в образовании центров скрытого изображения вакансиями водорода с эффективным положительным зарядом [7].

Литература

- [1] Ю. И. Михайлов, Ю. Г. Галицын, В. В. Болдырев, Ю. Д. Пименов. Опт. и спектр., 39, 1136, 1975.
- [2] М. А. Горяев, Ю. Д. Пименов. Опт. и спектр., 42, 1102, 1977.
- [3] К. Б. Демидов, И. А. Акимов. ЖНиПФиК, 22, 66, 1977.
- [4] Ю. Д. Пименов. ЖНиПФиК, 22, 81, 1977.
- [5] Ю. Д. Пименов. Опт. и спектр., 43, 99, 1977.
- [6] A. E. Saunders. J. Phot. Sci., 21, 160, 1973.
- [7] М. А. Горяев, Ю. Д. Пименов. Оптико-механич. промышл., № 9, 50, 1975.

Поступило в Редакцию 21 октября 1977 г.