

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ ОБЪЕМНОГО ЗАРЯДА В ДИЭЛЕКТРИКАХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОНАМИ СРЕДНИХ ЭНЕРГИЙ

А.Н. А л е й н и к, Ю.И. Г о л а н о в

Исследование поведения объемного заряда в различных условиях, с целью найти эффективный способ его нейтрализации является важной научно-технической задачей. Первые исследования такого рода были выполнены авторами работ [1-5].

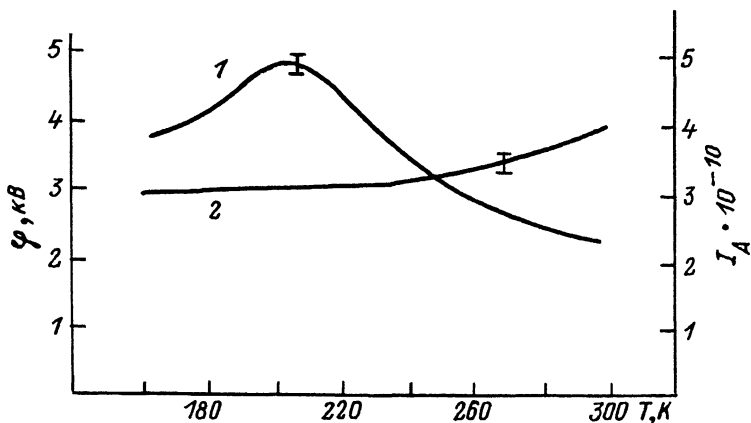
В настоящей работе впервые обнаружено аномальное поведение накопления объемного заряда в полиэтилентерефталате (ПЭТФ) при понижении температуры образца.

Пленки ПЭТФ толщиной 100 мкм, металлизированные с одной стороны, облучались пучком электронов с энергией 90 кэВ со стороны открытой поверхности. Средний пробег электронов с такой энергией почти равен толщине пленки. Плотность тока падающего пучка была выбрана равной 10 нА/см^2 . Однородность зарядки обеспечивалась тем, что падающий пучок имел поперечный размер 10 см и из него коллиматором вырезалась центральная часть площадью 1 см^2 . Температура образца менялась от 160 до 300 К. Потенциал поверхности измерялся датчиком с вибрирующим электродом.

Результаты эксперимента показаны на рисунке. Видно, что с понижением температуры вначале наблюдается рост потенциала, который можно объяснить следующим образом. Ослабление тока пучка с толщиной образца приводит к накоплению объемного заряда на ловушках. Электроны на мелких ловушках находятся в тепловом равновесии с электронами из зоны проводимости. Вероятность их перехода в эту зону в результате термического возбуждения достаточно высока. При понижении температуры уменьшается средняя энергия фононов, воздействующих на захваченные электроны, поэтому имеет место эффективное накопление заряда на все более мелких ловушках. Потенциал поверхности монотонно возрастает.

Однако, начиная с температуры 200 К, потенциал поверхности уменьшается. Возможны две гипотезы, объясняющие аномальное уменьшение потенциала: увеличение проводимости ПЭТФ, начиная с 200 К, и влияние сильного поля объемного заряда 1 МВ/см внутри образца на подвижность носителей, приводящее к увеличению тока.

Для проверки первой версии была измерена температурная зависимость радиационной проводимости при облучении образца пучком γ -квантов. При этом исключалось влияние поля объемного заряда, т. к. его величина в этих условиях незначительна. Кривая 2 на рисунке показывает зависимость радиационной проводимости от температуры. Как видно, аномальное поведение тока на графике отсутствует.



Температурная зависимость потенциала поверхности ПЭТФ (кривая 1) и радиационно-стимулированного тока (кривая 2).

По-видимому, правильным объяснением снижения потенциала поверхности является увеличение подвижности носителей, вызванное влиянием поля объемного заряда. С понижением температуры уменьшается средняя энергия фононов в образце, в результате чего изменяется вероятность электрон-фононного взаимодействия, и увеличивается средний пробег электронов в веществе. Поэтому электроны, движущиеся в поле объемного заряда, могут приобретать достаточную энергию для ионизации атомов. Вследствие этого развивается лавинообразный процесс размножения электронов, что приводит к увеличению тока через образец и уменьшает потенциал его поверхности. Это объяснение находится в согласии с выводами работы [6], где была обнаружена отрицательная температурная зависимость тока через пленку из полисилилена при наложении электрического поля 3 МВ/см, которое по порядку величины совпадает с нашими данными.

Проведенное исследование показывает, что при использовании диэлектриков, подвергающихся одновременному воздействию излучения и низких температур, необходимо учитывать возможность появления дополнительных токов, вызванных влиянием объемного заряда.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] G r o s s B.B. // Journ. Appl. Phys. 1965. V. 36. P. 1635-1639.
- [2] S e s s l e r G.M., W e s t J.E. // Journ. Polym. Sci. Lett. 1969. V. 7. P. 367-375.

- [3] Борисова М.Э., Койков С.Н., Морозов С.Ф. // Изв. вузов, Физика. 1974. № 6. С. 104-110.
- [4] Борисова М.Э., Койков С.Н., Парибок В.А., Фомин В.А. В сб.: Всес. конф. „Физ. диэлектриков и перспективы ее развития“. Л., т. 2, 1973. С. 134-135.
- [5] Громов В.В. // Атомная энергия. 1969. Т. 26. С. 250-254.
- [6] Такаи У., Наюасе У., Mizuta-ni Т., Ieda М. // J. Phys. D. 1986. V. 19. P. 115-125.

Поступило в Редакцию
2 июля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 4
05

26 февраля 1989 г.

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРАНАТОВ НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ ОТЖИГЕ

А.К. Ткалич, М.Л. Шупегин

Обнаружено [1, 2], что отжиг в восстановительной среде при 570-720 К легированных Са пленок $Y_3Fe_5O_{12}$ сопровождается увеличением параметра кристаллической решетки и снижением коэффициента оптического поглощения в видимой и ближней инфракрасной области спектра, которое авторы объясняли уменьшением концентрации центров Fe^{4+} компенсирующих заряд Ca^{2+} . Однако недавно установлено [3], что подобный эффект имеет место и в Са-Ge-замещенном гранате на основе $Y_3Fe_5O_{12}$ с концентрацией Са выше стехиометрической, но при более низкой температуре отжига

520-540 К. Несмотря на достаточно большое число публикаций, касающихся влияния отжига на свойства гранатов, этот эффект остается мало изученным. Вместе с тем, этот вопрос чрезвычайно актуален, т. к. сильное изменение свойств материала наблюдается при достаточно низких температурах, широко используемых при создании твердотельных микроэлектронных устройств.

В настоящей работе проведены исследования кинетики активируемых отжигом обратимых процессов в эпитаксиальных пленках магнитного граната с концентрацией Са выше стехиометрической. Изучены закономерности изменения коэффициента оптического поглощения в видимой части спектра, параметра решетки и удельного сопротивления пленок в широком интервале температур отжига и выявлен ряд особенностей, позволяющих установить природу этого эффекта.

Эпитаксиальные пленки, имеющие общую химическую формулу: $(Bi, Y, Sm, Lu, Gd, Ca)_3(Fe, Si)_5O_{12}$ толщиной от 1.5 до 4.5 мкм выращивались методом жидкофазной эпитаксии