

АКТУАЛЬНЫЯ ПРАБЛЕМЫ

ФІЗІКІ,
МАТЭМАТЫКІ,
ІНФАРМАТЫКІ



$$MR(\%) = \frac{R(H = 9\text{кЭ}) - R(H = 0)}{R(H = 0)} * 100\%,$$

где $MR(\%)$ – изотропное магнитосопротивление, выраженное в процентах; $R(H=9\text{кЭ})$ – электросопротивление в магнитном поле 9кЭ ; $R(H=0)$ – электросопротивление в нулевом магнитном поле.

Согласно данным рентгеноструктурного анализа, все образцы характеризовались O' – орторомбическими искажениями с параметрами $c/\sqrt{2} < a < b$, которые уменьшаются по мере увеличения x .

Исследование температурных зависимостей сопротивления $R=f(T)$ в интервале температур 77–300К указывает на полупроводниковый тип проводимости. Нами установлено, что наложение внешнего магнитного поля ведет к уменьшению электрического сопротивления. Причем, магнитосопротивление растет по мере роста x . Если для состава $\text{Nd}_{0,89}\text{Ca}_{0,05}\text{Mn}_{0,65}^{3+}\text{Mn}_{0,35}^{3+}\text{O}_{3,06}$ $MR=9,4\%$, то для состава $\text{Nd}_{0,74}\text{Ca}_{0,20}\text{Mn}_{0,50}^{3+}\text{Mn}_{0,50}^{4+}\text{O}_{3,06}$ $MR=28\%$.

Магниторезистивные свойства, обнаруженные нами в полученных образцах, могут обусловить их применение в качестве датчиков магнитного поля, сенсоров и новых электронных материалов.

Литература

1. E. Fullerton Appl. Phys. Lett. 63, 1699 (1993).
2. Е.Г. Фесенко Семейство перовскита и сегнетоэлектричество. М.: Атомиздат, 1972.
3. H.Q. Yin, J.S. Zhou, J.P. Zhou, R. Dass, J.T. McDevitt, J.B. Goodenough. Appl. Phys. Lett. 75, N18, 2812 (1999).

М. В. Круглова, Л. Н. Марголин

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА T – ОБЛУЧЕННЫХ КРИСТАЛЛОВ 0,3LATGS

Своеобразным и эффективным способом воздействия на структуру кристаллов является радиационная обработка [1]. Важными объектами радиационно – физического исследования считаются сегнетоэлектрики, в том числе сегнетоэлектрики группы кристаллов триглицинсульфата (TGS).

Известно, что γ – облучение вызывает существенное изменение физических свойств водородсодержащих сегнетоэлектриков [2].

Под воздействием облучения происходит уменьшение диэлектрической проницаемости и смещение ее максимума по шкале температур, искажение петель гистерезиса, а также подавление упругих и пьезоэлектрических аномалий.

Широкое применение чистых кристаллов TGS в пьезоэлектрических приемниках ИК – излучения сдерживается не стабильностью параметров рабочих элементов на основе кристаллов TGS. Поэтому для стабилизации параметров TGS

широко используются различные методы закрепления структуры таких кристаллов как путем внедрения различных примесей, так и путем воздействия γ -облучения.

В данной работе приводятся результаты исследования поляризационных свойств кристаллов группы TGS, подвергнутых одновременному воздействию легирования (внедрения примесей) и γ -облучению.

В качестве лиганда было применено вещество L – α аланин, которое структурно и химически достаточно схоже с глицином (входит в состав TGS).

Качественные модифицированные кристаллы 0,3LATGS были выращены при постоянных термодинамических параметрах (температура роста 15°C и 35°C) из растворов, содержащих до 30 мол.% L – α – аланина. При выращивании кристаллов в сегнетофазе, в кристалле образуются большие монодоменные области, занимающие иногда целиком пирамиду роста [3].

Применение для исследований однопольных (по доменной структуре) кристаллов позволило учитывать только влияние γ – облучения на характер изменения их физических свойств.

Кристаллы 0,3LATGS были подвергнуты γ – облучению в широком диапазоне доз (от 0,01 Мрад до 20 Мрад). Облучение проведено на стандартном кобальтовом источнике Co^{60} с энергией $\sim 1,25$ МэВ. Необходимые дозы γ –облучения набирались при интенсивности облучения ~ 6 Мрад/час при температуре кристаллов 20°C .

Как показали исследования, петли гистерезиса всех образцов кристаллов 0,3LATGS асимметричны. Смещение петель гистерезиса происходит не только по горизонтали, но и по вертикали, что свидетельствует о неравноправности направлений поляризации, т.е. неодинаковом отклике кристалла на приложение полей противоположного знака (совпадающих или не совпадающих с направлением вектора поляризации внутри домена). При этом сильно отличаются переключаемые части поляризации P_+ и P_- во всех исследованных кристаллах 0,3LATGS. Различия в значениях P_+ и P_- возрастают с увеличением дозы γ – облучения (рис. 1).

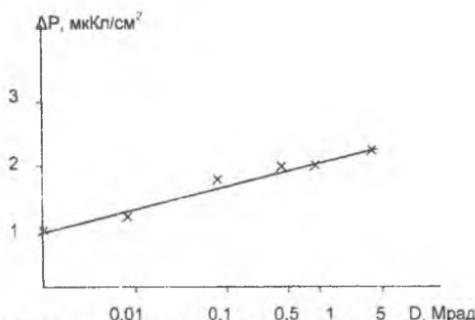


Рис.1. Зависимость разности переключаемых частей поляризации кристаллов 0,3LATGS от дозы облучения

Так, если при дозе облучения в 0,01 Мрад ΔP составляло 1,78 мкКл/см², то при дозе в 5 Мрад $\Delta P = 2,29$ мкКл/см². Облучение кристаллов приводит к значительному смещению петель гистерезиса и при дозах в 10 Мрад искаженная и очень сильно смещенная петля гистерезиса образуется только в полях свыше 30 кВ/см. На величину униполярности кристаллов 0,3LATGS оказывает влияние не только γ – облучение, но и температурный режим роста кристаллов. Так, кристаллы 0,3LATGS, выращенные при 15°C и не подвергавшиеся облучению, имеют коэффициент униполярности $\eta = 0,33$, а при температуре роста 35°C — $\eta = 0,20$. Однако униполярность таких кристаллов возрастает больше при облучении. При дозах облучения в 5 Мрад униполярность кристаллов 0,3LATGS практически становится одинаковой ($\eta = 0,5$) как для режимов роста 15°C и 35°C, так и по пирамидам роста.

Величина P_s , определенная для насыщенных (завершенных) петель гистерезиса изменяется с увеличением дозы γ – облучения. При дозах до 0,5 Мрад отмечается возрастание значений P_s . Дальнейшее увеличение дозы облучения приводит к уменьшению P_s (рис. 2). При дозах облучения свыше 5 Мрад развитие петель гистерезиса затруднено даже в полях свыше 30 кВ/см, а значения P_s не превышают величины (0,1 – 0,3) мкКл/см².

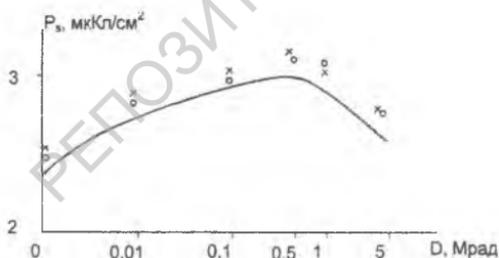


Рис. 2. Зависимость $P_s = f(D)$ кристаллов 0,3LATGS (температура измерения 20°C, — X — температура роста 15°C, — O — температура роста 35°C)

Изучение зависимостей $P = f(E_*)$ при температуре измерения 20 °C показало, что γ – облучение существенно влияет на величины пороговых (E_n), насыщающих ($E_{нас}$) и коэрцитивных (E_c) полей. Так, у кристаллов 0,3LATGS, выращенных при 35°C, при изменении дозы до 0,5 Мрад E_n возрастает от 1,1 кВ/см до 2 кВ/см, а $E_{нас}$ от 4,5 кВ/см до 5,1 кВ/см. С дальнейшим увеличением дозы γ -облучения значения этих полей резко увеличиваются и при дозе 5 Мрад составляют 10,5 кВ/см и 13,2 кВ/см соответственно. Аналогичная закономерность

отмечается и для кристаллов, выращенных при 15°C . Однако значения $E_{\text{пл}}$, $E_{\text{нас}}$ несколько выше, что указывает на большую «сегнетожесткость» таких кристаллов.

Облучение кристаллов 0,3LATGS приводит к увеличению внутренних полей смещения ($E_{\text{см}}$). Если для необлученных кристаллов смещающие поля составляют $(1,7 - 1,8)$ кВ/см, то при дозе облучения в 5 Мрад смещающие поля достигают значений 10 кВ/см (режим роста кристаллов 35°C) и 17 кВ/см (режим роста 15°C). С увеличением смещающих полей связано и изменение коэрцитивного поля E_c (рис. 3), которое становится значительным при дозах в 5 Мрад.

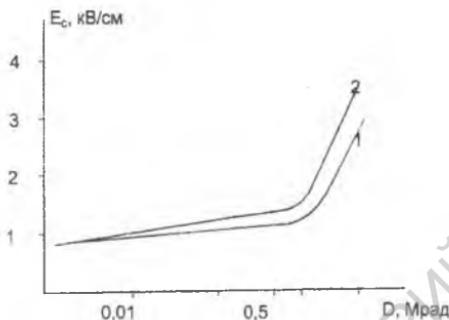


Рис. 3.

Зависимости E_c от дозы облучения для кристаллов 0,3LATGS 1 – температура роста 15°C 2 – температура роста 35°C

Возрастание $E_{\text{пл}}$, $E_{\text{нас}}$, $E_{\text{см}}$, E_c при облучении кристаллов, связано с тем, что в объеме каждого домена или всего кристалла только одно из двух направлений дипольных моментов становится энергетически выгодным, что и вызывает смещение положения петли гистерезиса вдоль оси E . В кристалле возникает ситуация, аналогичная имеющей место при наложении на обычный сегнетоэлектрик внешнего смещающего поля.

При возрастании концентрации радиационных центров (с увеличением дозы γ -облучения) и с увеличением степени легирования (в данном случае лиганд L – α – аланин) спонтанная поляризация стабилизируется настолько, что внешние поля оказываются не в состоянии ее переориентировать.

Таким образом, по характеру воздействия облучения на поляризационные свойства кристаллов 0,3LATGS можно разделить на две области: до 1 Мрад – вызывающее увеличение величины P_s и свыше 1 Мрад – приводящее к резкому уменьшению P_s и значительному возрастанию внутренних полей.

Литература

1. Кэлли Б. Радиационное повреждение твердых тел // М. 1970. С. 236.
2. Юрин В.А., Сильвестрова И.М., Желудев И.С. Кристаллография // 1962. Т. 7. С. 394.
3. Цедрик М.С. Физические свойства кристаллов семейства ТГС // Мн. 1986. С. 216.