

Можно отметить, что существенное значение для возбуждения стримеров в полупроводниках имеет геометрия, полярность и структура возбуждающих импульсов напряжения. При одинаковой форме импульса стримеры в сульфиде кадмия генерируются легче при положительной полярности, однако при этом на поверхности возникает кратер большего диаметра, что видно из табл. 1, а с ростом частоты это различие снижается.

При использовании мощного генератора пакетов импульсов амплитудой до 200 кВ впервые при данных условиях получены стримеры, когда внешней средой служил глицерин ($\epsilon \sim 81$). Следует отметить, что искровой разряд в глицерине происходит при малой величине разрядного промежутка, и при этом достигается большая яркость свечения стримеров, чем в двух предыдущих случаях вследствие большей величины прикладываемого поля.

Размеры кратеров на поверхности кристалла CdS при возбуждении стримерных разрядов, когда диэлектрической средой был глицерин, оказались равными ~ 600 мкм после 10^4 импульсов мощного генератора амплитудой 200 кВ, что гораздо больше, чем для одиночных импульсов.

Результаты проведенных измерений повреждений поверхности свидетельствуют о том, что наименьшая деградация поверхности наблюдается тогда, когда диэлектрической средой служит керосин, а импульсы электрического поля имеют отрицательную полярность. Кроме того, исследование оптимальных условий возникновения стримерных разрядов показало, что для их возбуждения полное погружение кристалла в жидкость не обязательно, достаточно, чтобы в ней находился только искровой промежуток и небольшая область поверхности образца вблизи электрода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липштейн Р.А., Шахнович М.И. Трансформаторное масло // М.: Энергия. - 1968. - 352 С.

УДК 621.373.826

ФАЗОВЫЙ СИНХРОНИЗМ СВЧ-ВОЛН И СВЕТА В CDS

Русаков К.И., Прокопья А.Н., Паращук В.В.

БПИ, Институт физики НАНБ

Гексагональные полупроводники обладают хорошими электрооптическими свойствами, возникающее в них интенсивное стримерное свечение изучено в наибольшей степени. Они характеризуются более высокой точечной группой симметрии, чем кубические полупроводники, и картина стримерных разрядов в них соответствует данной группе. Углы фазового синхронизма волн получим из уравнения

оптической индикатрисы в электрическом поле для исследуемого кристалла (класса 6mm) по методике [1]:

$$(1/n_o^2 + r_{13}E_z)x^2 + (1/n_o^2 + r_{13}E_z)y^2 + (1/n_e^2 + r_{33}E_z)z^2 + 2r_{42}E_yyz + 2r_{42}E_xxz = 1,$$

где $r_{13} = r_{23}$, $r_{42} = r_{51}$, - электрооптические коэффициенты.

После преобразований этого уравнения получается следующее выражение для углов синхронизма Θ :

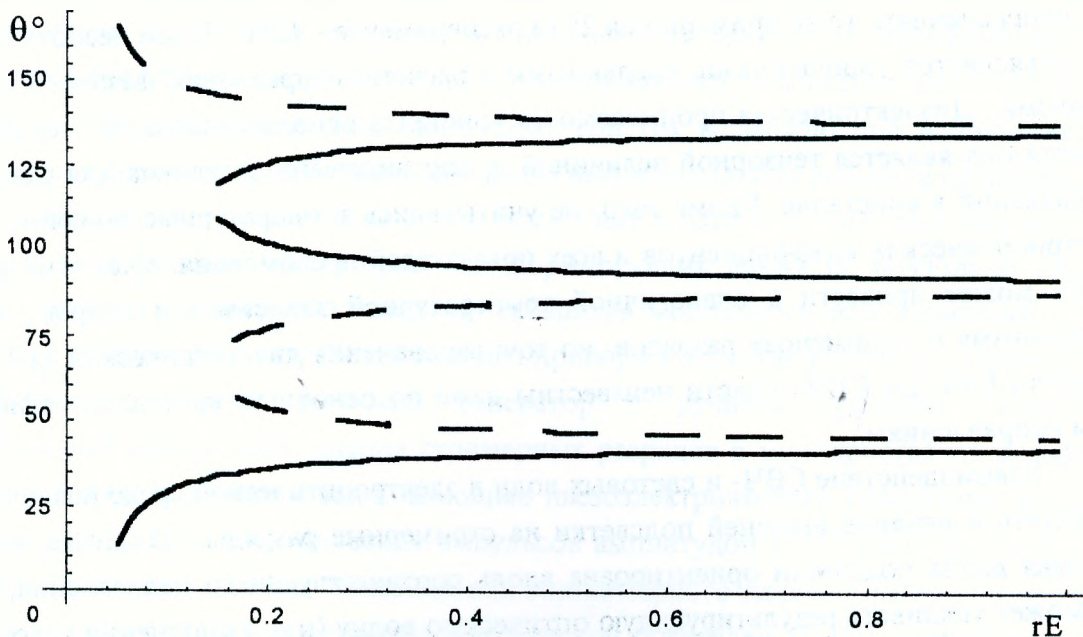
$$\cos^3\Theta + \frac{(1/n_o^2 - 1/n_e^2)\cos^2\Theta}{(r_{13} - r_{33} + 2r_{24})E} + \frac{(r_{33} - 2r_{42})\cos\Theta}{r_{13} - r_{33} + 2r_{24}} + \frac{1/n_e^2 - 1/n_2^2}{(r_{13} - r_{33} + 2r_{42})E} = 0.$$

где n_o - показатель преломления обыкновенной волны, n_e - показатель преломления необыкновенной волны, n_2 - показатель преломления СВЧ-волны. В первом приближении можно считать n_2 таким же, как для СВЧ-волны в прямоугольном волноводе:

$$n = [\varepsilon - (\lambda/\lambda_{кр})^2]^{1/2}, \quad \lambda_{кр} = 2\lambda d(\varepsilon\mu)^{1/2}.$$

где $\lambda_{кр}$ - критическая длина волны, выражающаяся для волновода квадратного сечения через размер стороны (d).

На рисунке представлена зависимость направлений синхронизма в сульфиде кадмия от произведения rE (сплошные линии - для положительных значений напряженности электрического поля, прерывистые - для отрицательных). Они зависят от rE только при низких значениях напряженности поля, а при больших rE направления синхронизма для различных знаков поля практически не отличаются друг от друга.



Проведенные ранее экспериментальные исследования показали, что изменение амплитуды возбуждающих импульсов от 15 до 75 кВ приводит к изменению кристаллографической ориентации стримеров в пределах $0,5-1^\circ$, что мало отличается от погрешности измерений углов. Слабая зависимость ориентации стримеров в этой работе объяснялась влиянием деформации кристалла из-за электрострикции, т. к. смещения атомов при электрострикции пропорциональны квадрату напряженности поля и не зависят от его знака. В связи с вышеизложенным возникла задача выяснения зависимости кристаллографической направленности стримеров в сульфиде кадмия от амплитуды возбуждающих импульсов при высоких значениях E .

Для решения данной задачи проверялась ориентация разрядов в кристаллах CdS, ориентированных в плоскости $\{1\ 0\ \bar{1}\ 0\}$, возбуждаемых генератором наносекундных импульсов с амплитудой от 200 до 350 кВ.

Отклонения направлений разрядов от полученных при низких напряжениях (на тех же образцах) составляли не более $1-1,5^\circ$, т. е. лежали в пределах точности измерений. Следовательно, зависимость ориентации стримеров от амплитуды практически отсутствует для высоких значений E . Таким образом, показанная в расчетах слабая зависимость направлений синхронизма от напряженности поля при больших значениях E коррелирует с экспериментальными данными по зависимости ориентации стримерных разрядов от амплитуды возбуждающих импульсов.

Путем численного моделирования температурной зависимости направлений синхронизма показано, что отклонение направлений, соответствующих стримерам 2-го и 3-го типов, происходит примерно на 2 градуса, что соответствует экспериментальным данным (от 80 К до 300 К). Направление синхронизма, близкое по ориентации к стримеру 1-го типа, отклоняется в сторону, противоположную двум другим направлениям, тоже примерно на 2° (в эксперименте - 12°). Такое несоответствие объясняется упрощениями, введенными в расчеты направлений фазового синхронизма. Диэлектрическая проницаемость кристалла использовалась как константа, хотя она является тензорной величиной и, соответственно, отлична для разных направлений в кристалле. Кроме того, не учитывались температурные зависимости электрооптических коэффициентов и всех показателей преломления. Учет этих различий может привести к аналогичной температурной зависимости направлений синхронизма и стримерных разрядов, но точные значения диэлектрической проницаемости CdS для СВЧ-области неизвестны даже по основным кристаллографическим направлениям.

Взаимодействие СВЧ- и световых волн в электрооптической среде позволяет объяснить и влияние внешней подсветки на стримерные разряды. В случае, если световая волна подсветки ориентирована вдоль соответствующего направления, то она может усиливать результирующую оптическую волну (при выполнении условия синхронизма). В случае несоблюдения данного условия (например, волновой век-

тор излучения подсветки направлен под углом, близким к перпендикуляру с направлением синхронизма) взаимодействие отсутствует и перекачки энергии в световую волну не происходит. Аналогичное явление наблюдается при гашении излучения стримерного разряда лазерным пучком.

Таким образом, взаимодействие СВЧ-волн и света объясняет основные экспериментальные факты по ориентации и свойствам стримерных разрядов для различных условий, что позволяет сделать вывод об участии рассмотренного процесса в формировании направленности стримерных разрядов в монокристаллах гексагональных полупроводников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грибковский В. П., Прокопья А. Н., Русаков К. И., Паращук В. В. Взаимодействие электрического поля со светом и направленность стримерных разрядов // Журн. прикл. спектр.- 1994.- Т. 60, № 3-4.- С. 362 - 368.

УДК 621.315.592

МИНИАТЮРНЫЙ СТРИМЕРНЫЙ ЛАЗЕР

Гладыщук А.А., Луценко Е.В., Паращук В.В., Русаков К.И.

БПИ, Институт физики НАНБ

Одной из актуальных задач в физике стримерных лазеров является улучшение их эксплуатационных характеристик, а именно, уменьшение габаритов и снижение деградации излучающего кристалла. Деградацию поверхности кристалла проще всего замедлить, уменьшая рабочие напряжения, и ограничивая ток накачки. Для возбуждения стримерных разрядов в высокоомных кристаллах сульфида кадмия требуется обеспечить скорость нарастания напряженности электрического поля порядка 10^{15} В/(см·с). Получение таких характеристик возможно при использовании разрядного промежутка, обостряющего фронт высоковольтного импульса напряжения.

Использовавшиеся ранее схемы получения высоковольтных импульсов с помощью тиратронных генераторов или формирующих линий не позволяли уменьшить размеры стримерного лазера до габаритов мобильного или карманного устройства, поэтому при разработке данного прибора в качестве источника накачки использовался пьезоэлектрический генератор с ручным приводом. Пакетно-импульсный режим возбуждения стримерных разрядов в монокристаллах сульфида кадмия также был реализован с помощью пьезоэлектрического генератора, вырабатывающего пакеты электрических импульсов амплитудой 10-15 кВ с частотой следования в пакете ~ 2 МГц. Внешний вид миниатюрного пакетно-импульсного лазера, выполненного на основе пьезоэлектрической зажигалки ЗП 031, приведен на рисунке (габариты: 150×30×25 мм).