

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

05;06;07
© 1994 г.

Журнал технической физики, т. 64, в. 11, 1994

О КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ СТРИМЕРНЫХ РАЗРЯДОВ

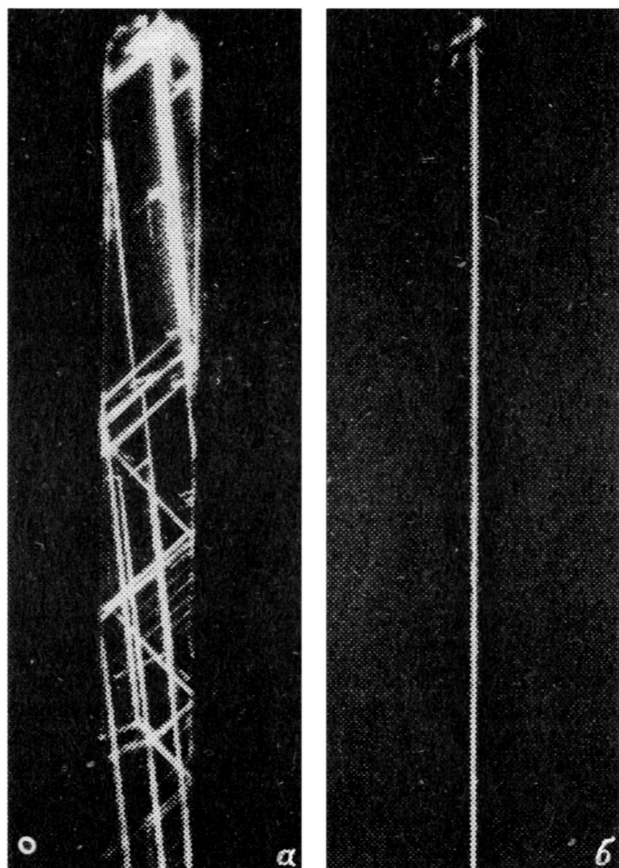
В.П.Грибковский, В.В.Паращук, К.И.Русаков

Институт физики АН Беларуси,
220602, Минск, Беларусь
(Поступило в Редакцию 11 августа 1992 г.
В окончательной редакции 27 июля 1994 г.)

Стримерные разряды в полупроводниках характеризуются более интенсивным крупномасштабным ветвлением, чем в твердых диэлектриках, что обусловлено не только их распространением по всем эквивалентным кристаллографическим направлениям со взаимными переходами, но и существованием различных типов стримеров и переходами между ними. Ветвление приводит к неконтролируемому перераспределению энергии между многочисленными каналами, к ее потерям, значительной нестабильности разрядов и не позволяет выявить их индивидуальные свойства.

Селективное возбуждение, т.е. создание условий для развития стримеров заданного типа, можно осуществлять, используя различие их чувствительности к полярности возбуждающих импульсов напряжения, воздействию оптической подсветки, температуры, давления и других факторов [1]. Однако возможности соответствующих методов селекции ограничены, а эффективность недостаточна [2].

Проблема получения длинных неветвящихся разрядов (каналов пробоя) рассматривалась применительно к твердым диэлектрикам [3]. Положительный результат был достигнут в щелочно-галлоидных кристаллах, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда, выколотого вдоль направления пробоя, с характерным значением наименьшего размера ~ 1 см. Причина такого эффекта осталась неясной. Ранее [4] в тонких пластинчатых монокристаллах CdS наблюдались разряды, направление которых заметно отличалось от такового для объемных и поверхностных стримеров. Однако их свойства в случае ограниченного в двух измерениях кристалла, например имеющего форму стержня, не исследовались. Поэтому представляет интерес выяснить влияние размеров, формы и ориентации полупроводникового кристалла на степень ветвления неразрушающих разрядов. Использовались



Ориентация стримерных разрядов в стержневидных кристаллах сульфида кадмия толщиной ≈ 2 (а) и 0.5 мм (б).

стержневидные образцы квадратного сечения из высокоомного сульфида кадмия, геометрическая ось которых была параллельна одному из возможных направлений распространения стримеров в объеме кристалла, а толщина варьировалась в широких пределах. Образец помещался в диэлектрическую жидкость в соответствии в одним из главных условий образования стримера, возбуждение осуществлялось с торца.

При уменьшении толщины стержня d , начиная со значения ~ 1 мм, степень ветвления, т.е. количество всех разрядов и их типов, быстро уменьшается (см. рисунок, а, б). При $d \lesssim 0.5$ мм формируется интенсивный одиночный разряд (см. рисунок, б), локализованный в средней части образца и распространяющийся на всю его длину (10–30 мм). Этим достигается увеличение интенсивности разряда в несколько раз, заметно уменьшается временной разброс момента его возникновения. Вследствие локализации стабилизируется картина ближнего и дальнего поля свечения. Подобные опыты не стержневидных образцах с различной ориентацией оси указывают, что рассматриваемым способом можно возбудить одиночные стримеры любого типа (в данном случае трех типов). При этом большая точность ориентации кристалла не

требуется ($1-3^\circ$) и определяется из условия распространения разряда на всю его длину без переотражений от боковых стенок. Следует отметить, что в тонких стержневидных образцах ориентация некоторых разрядов заметно отличается от случая объемных и пластинчатых кристаллов.

Необходимость помещения полупроводника в диэлектрическую среду и зависимость ориентации стримеров от размеров кристалла позволяют предположить, что в формировании разряда участвуют электромагнитные волны СВЧ диапазона, условия существования которых определяются теми же факторами, а кристалл, окруженный диэлектриком, представляет собой волновод. Кроме этого, известно, что при инжекции электронного пучка в плазму, находящуюся в волноводе, генерируется мощное радиоизлучение [5]. Аналогичная ситуация, по-видимому, реализуется и при стримерном разряде в полупроводнике, так как возбуждение разряда возможно непосредственно электронным пучком [1]. Исходя из этого были определены направления синхронизации СВЧ волн со светом. Рассмотрен режим взаимодействия типа бегущей волны с учетом линейного электрооптического эффекта и начальных условий для области собственного поглощения кристалла. Расчеты показывают, что указанные направления совпадают с путями стримеров с точностью до 1° . В узком интервале толщин стержня происходят значительные изменения направлений синхронизации и их количества в согласии с данными по ориентации разрядов. При этом взаимодействие волн носит пороговый характер, а рассчитанные направления отличаются по величине порогового поля. Разница соответствующих значений поля сильно зависит от толщины кристалла и возрастает при ее уменьшении, что наряду с изменением количества направлений может обеспечить эффективную селекцию разрядов.

Список литературы

- [1] Грибковский В.П. Полупроводниковые лазеры. Минск, 1988. 304 с. // ЖПС. 1984. Т. 40. № 5. С. 709-718.
- [2] А.С. № 1755336. МКИ Н 01 L 21/66. БИ. 1992. № 30.
- [3] Миронов А.Л., Зубарев А.И., Шпак В.Г. и др. // ЖТФ. 1990. Т. 60. Вып. 11. С. 203-206.
- [4] Гладыщук А.А., Гурский А.Л., Паращук В.В. и др. // ЖПС. 1985. Т. 42. № 6. С. 889-895.
- [5] Ткач Ю.В., Файнберг Я.Б., Магда И.И. и др. // Физика плазмы. 1975. Т. 1. № 1. С. 81-87.