

УДК 621.315.592

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРОВОДИМОСТЬ НЕЛЕГИРОВАННЫХ ПЛЕНОК АМОРФНОГО ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

И. А. Курова, Н. Н. Ормонт, В. Д. Подругина

(кафедра физики полупроводников)

В ряде работ исследовалось влияние предварительного освещения на проводимость пленок $a\text{-Si:H}$ [1—5]. Наблюдаемые закономерности объяснялись в рамках той или иной модели рекомбинации носителей. Однако полного понимания влияния освещения на фотоэлектрические свойства нелегированных пленок $a\text{-Si:H}$ и механизма рекомбинации пока нет.

В настоящей работе исследовались температурные зависимости темновой проводимости, фотопроводимости, люкс-амперные характеристики нелегированных пленок $a\text{-Si:H}$ и влияние на них предварительного освещения белым светом или излучением гелий-неонового лазера. Пленки были изготовлены путем осаждения при разложении моносилана в ВЧ разряде. Концентрация водорода в пленках составляла 13—18%. Исследовались три пленки с различным значением энергии активации темновой проводимости в отожженном состоянии ΔE : 0,9; 0,83 и 0,67 эВ соответственно для образцов 1, 2, 3.

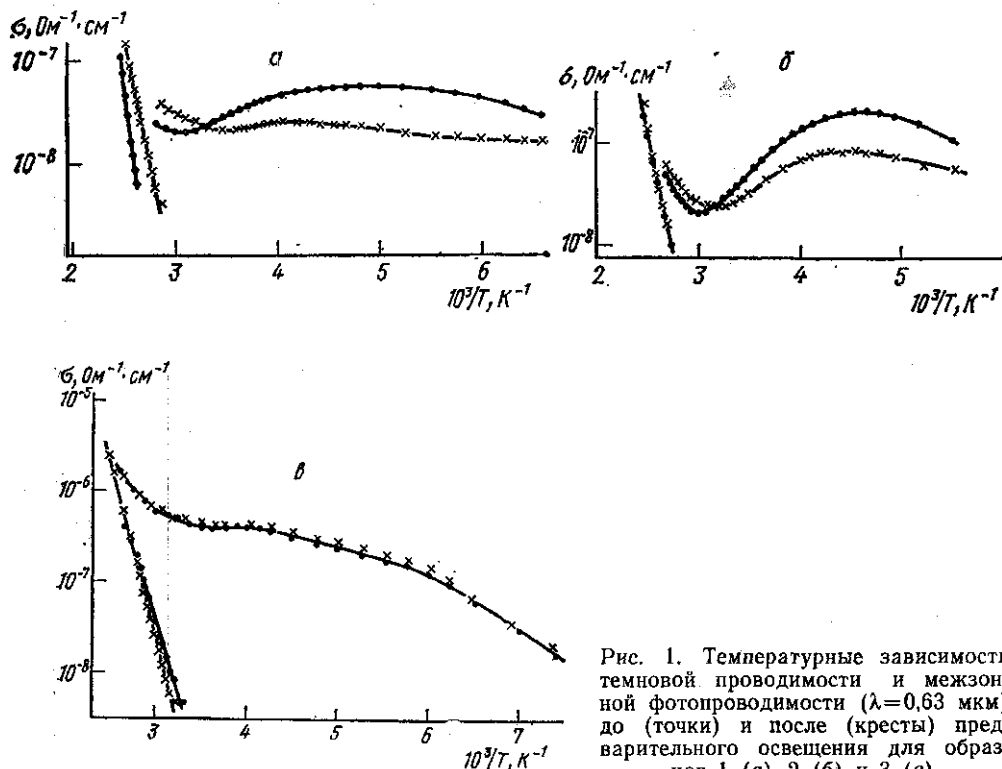


Рис. 1. Температурные зависимости темновой проводимости и межзонной фотопроводимости ($\lambda=0,63$ мкм) до (точки) и после (кресты) предварительного освещения для образцов 1 (а), 2 (б) и 3 (в)

На рис. 1 показаны температурные зависимости темновой проводимости и фотопроводимости отожженных образцов 1, 2 и 3 до и после предварительного освещения. Видно, что после предварительного освещения величина темновой проводимости и ее энергия активации ΔE для разных образцов изменяются по-разному. Для образца 1 с большой энергией активации ΔE уменьшается и темновая проводимость уве-

личивается. Для образца 2 проводимость и ΔE остаются неизменными, а для образца 3 ΔE увеличивается и темновая проводимость уменьшается.

Подобные зависимости наблюдались в [3] и объяснялись образованием двух типов фотоиндуцированных состояний — донорных и акцепторных, причем последние располагались в запрещенной зоне ближе к зоне проводимости. В [6—8] показано, что после освещения увеличивается концентрация спинов, т. е. число нейтральных оборванных связей кремния.

Мы также предполагаем, что во всех наших образцах после освещения увеличивается концентрация оборванных связей. Это многозарядный дефект, который в зависимости от положения уровня Ферми в исходной пленке может действовать либо как донор, либо как акцептор. Уровень нейтральных оборванных связей расположен вблизи середины запрещенной зоны [9]. Поэтому в образце 1 с уровнем Ферми, расположенным ниже середины запрещенной зоны $\Delta E = 0,9$ эВ ($E_g \approx 1,7$ эВ), оборванные связи действуют как доноры и уровень Ферми смещается вверх. В результате энергия активации электронной проводимости уменьшается, проводимость увеличивается. В исследованном образце 3 уровень Ферми расположен выше середины запрещенной зоны ($\Delta E = 0,67$ эВ) и образующиеся оборванные связи могут действовать как акцепторы, смещая уровень Ферми вниз; таким образом, энергия активации электронной проводимости увеличивается, а проводимость уменьшается. Для пленки 2 не изменяются ни проводимость, ни энергия активации проводимости, так как положение уровня Ферми в нем близко к уровню нейтральных оборванных связей. Предварительное освещение влияет одинаковым образом на фотопроводимость всех исследованных пленок, уменьшая ее в области низких температур. Для образцов 1 и 2, для которых наблюдается температурное гашение межзонной фотопроводимости, предварительное освещение вызывает уменьшение глубины гашения и смещение температуры начала гашения в область более высоких температур.

В [2] для объяснения температурного гашения используется схема Роуза [10], а подавление температурного гашения после предварительного освещения белым светом связывается с возникновением новых локализованных состояний донорного и акцепторного типа в нижней половине запрещенной зоны. Они предотвращают перезарядку центров рекомбинации, обуславливающую температурное гашение фотопроводимости.

В [4] для объяснения возникновения температурного гашения и его исчезновения при облучении электронами используется модель рекомбинации носителей в пленках $a\text{-Si:H}$, предложенная в [5]. Согласно этой модели процесс рекомбинации электрона включает захват носителей в хвосты зоны, затем туннелирование электрона на состояния D^0 и последующую межцентровую рекомбинацию электрона на D^- и дырки, локализованной в хвосте валентной зоны. Температурное гашение обуславливается усилением межцентральной рекомбинации носителей за счет термической активации дырок в зону и последующего их захвата на состояния в хвосты, расположенные ближе к D^- .

Мы предполагаем, что в результате предварительного освещения в исследованных пленках увеличивается концентрация оборванных связей (D^0 и D^-) и вследствие этого вероятность межцентральной рекомбинации возрастает, а следовательно, фотопроводимость уменьшается. Глубина гашения падает из-за уменьшения эффективности тепловой активации дырок в процессе рекомбинации, и температура начала гашения сдвигается в область более высоких температур.

На рис. 2 показаны люкс-амперные характеристики пленки 2 до и после предварительного освещения. Температура образца соответствует области температурного гашения фотопроводимости в отожженной пленке. Видно, что предварительное освещение подавляет суперлинейность люкс-амперных характеристик. Суперлинейность их мы объясняем уменьшением эффективности тепловой активации дырок в зону при увеличении интенсивности света, т. е. при увеличении световой генерации дырок. После образования дополнительных оборванных связей изменение

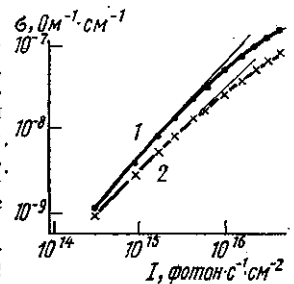


Рис. 2. Люкс-амперные характеристики до (точки) и после (кресты) предварительного освещения для образца 2 ($\lambda = 0,63$ мкм)

времени жизни в результате тепловой активации дырок становится несущественным и исчезает зависимость времени жизни от температуры и интенсивности света.

Таким образом, образованием только одного типа дефекта — увеличения концентрации оборванных связей кремния — возможно объяснить изменение величин и

температурных зависимостей темновой проводимости и фотопроводимости в результате предварительного освещения образца излучением с энергией, превышающей ширину запрещенной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Staebler D. L., Wronski C. R. Appl. Phys. Lett., 1977, 31, p. 292.
- [2] Vanier P. E. Appl. Phys. Lett., 1982, 41, p. 986. [3] Tanielian M. H., Goodman N. B., Fritzsche H. J. de Phys. Suppl., 1981, 42, N 10, p. C-4-375.
- [4] Fuhs W., Welsh H. M., Booth D. C. Phys. Stat. Sol. (b), 1983, 120, p. 197.
- [5] Dersch H., Schweitzer L., Stuke J. Phys. Rev. B., 1983, 28, p. 4678.
- [6] Dersch H., Stuke J., Beichler J. Phys. Stat. Sol. (b), 1981, 105, p. 265.
- [7] Dersch H., Stuke J., Beichler J. Phys. Stat. Sol. (b), 1981, 107, p. 307.
- [8] Morigaki K., Sano Y., Hirabayashi I. J. Phys. Soc. Jap., 1982, 51, p. 147. [9] Jakson W. B., Amer N. M. Phys. Rev. (b), 1982, 25, p. 5559.
- [10] Бьюб Р. Фотопроводимость твердых тел. М., 1962.

Поступила в редакцию
25.02.85

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1985, Т. 26, № 5

ДЕПОНИРОВАНИЕ

УДК 538.245

Температурная стабильность резонансных полей магнитостатических колебаний в ферритах / Седлецкая Н. С., Тилешев И. Ш.

Исследовались условия температурной стабильности резонансных полей магнитостатических колебаний в сферических образцах монокристаллов ферритов. Численными методами определялись направления намагничивания образца, при которых резонансные поля постоянны в заданном интервале температур. Расчет проводился для типов колебаний 110, 210, 200 и 220 с учетом влияния на условия резонанса температурных зависимостей поля анизотропии и намагниченности. Показано, что для монокристалла иттрий-железного граната из всех изученных магнитостатических типов колебаний наибольшей температурной стабильностью резонансного поля обладает колебание 210. Это объясняется тем, что температурные изменения резонансного поля за счет анизотропии и намагниченности компенсируют друг друга. Указанная особенность создает возможность для широкого практического использования колебания 210. Результаты расчета подтверждены экспериментальными данными.

Деп. ВИНТИ № 2847 от 30.04.85