

ный СР может найти применение как УФ источник подсветки, работающий при низком напряжении, а также в технике генерации ударных звуковых волн с плоским фронтом и с широкой апертурой.

В заключение авторы выражают благодарность В. И. Баюнову за полезные советы.

Список литературы

- [1] Бельков Е. П., Дацук П. Н., Спичкин Г. Л. // ЖТФ. 1982. Т. 52. Вып. 10. С. 1979—1982.
- [2] Баранов В. Ю., Борисов В. М., Высокыйлов Ф. И. и др. // ТВТ. 1984. Т. 22. № 4. С. 661—666.
- [3] Андреев С. И., Зобов Е. А., Сидоров А. Н. // Журн. прикл. механики и теор. физики. 1976. № 3. С. 12—17.

Поступило в Редакцию
28 сентября 1989 г.

04; 06; 07

Журнал технической физики, т. 60, в. 10, 1990

© 1990 г.

КИНЕТИКА ПРОСВЕТЛЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ВИСМУТА В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЯЧЕЙКЕ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

А. Х. Зейналы, Н. Н. Лебедева, Л. Г. Парицкий, Б. Г. Саламов

Газоразрядная ячейка с фоточувствительным полупроводниковым электродом является основным элементом полупроводниковых фотографических систем и преобразователей изображений ионизационного типа [1-3]. В [4, 5] показано, что в такой ячейке возможно получение изображений на тонких металлических и полупроводниковых пленках под действием газового разряда, формируемых за счет просветления пленки непосредственно в ходе экспонирования.

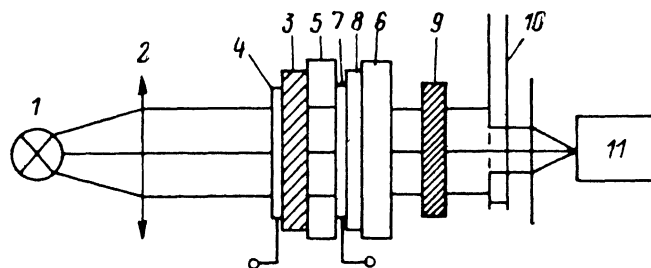


Рис. 1. Блок-схема установки для исследования кинетики формирования изображения в фотоаппарате ионизационного типа с полупроводниковым электродом.

В настоящей работе приводятся результаты исследования кинетики просветления и изменения во времени некоторых других свойств пленок при действии разряда, предпринятого с целью выяснения характера процессов, определяющих наблюдаемый эффект. В работе использовались следующие параметры работы системы: пленка Bi толщиной 0.7—1.4 мкм, начальная оптическая плотность $D=1-2$, давление воздуха $P=50$ мм Hg , постоянное электрическое поле $U=800$ В, газоразрядный зазор толщиной 50 мкм. В принципиальной схеме (рис. 1) для исследования кинетики формирования изображения свет от источника 1 фокусируется 2 и равномерно освещает полупроводниковый GaAs электрод 3 с полупрозрачным никелевым покрытием 4. Фотоактивный свет, поглощаясь в кристалле, вызывает в нем фотопроводимость. Свет, длина волны которого $\lambda > 1$ мкм, после незначительного поглощения в кристалле имеет интенсивность J_0 . Такой интенсивности световой поток, пройдя через газоразрядный зазор 5, нормально падает на контраэлектрод 6 с Bi пленкой 7. После поглощения в пленке Bi , электроде из SnO_2 8, в выходном окне свет интенсивностью J проходит кремниевый фильтр 9, модулируется 10 и фокусируется на вход кремниевого фотодиода 11. Сигнал

с фотоиода после усиления и детектирования записывается на самописце. Таким образом, свет, который пренебрежимо мало поглощается в полупроводнике ($\lambda > 1$ мкм), является «зондирующим» для определения динамики изменения оптической плотности висмутовой пленки в ходе процесса. До включения ионизационной системы J/J_0 определяется оптической плотностью нанесенного слоя Vi . При действии разряда на висмутовую пленку J/J_0 растет. На рис. 2 приведены зависимости J/J_0 от времени разряда для пленок Vi разных толщин d . Видно, что для пленок толщиной $d=0.7-0.9$ мкм (кривые 1—3) наклон этой зависимости, определяющий скорость просветления, существенно от d не зависит. На начальном участке наблюдается немонотонность: J/J_0 уменьшается, достигая минимума через 1.5—3 мин в зависимости от условий опыта. Через время порядка 14 мин J/J_0 выходит на насыщение, т. е. реакция просветления прекращается. Полное время прохождения реакции и максимальный сигнал J при насыщении определяются исходной толщиной пленки Vi . Было установлено, что процесс просветления существенно зависит от полярности электрического поля: при отрица-

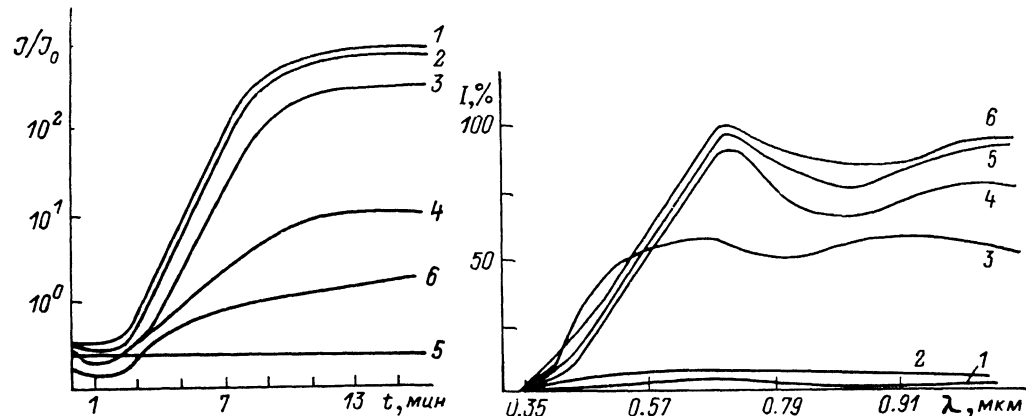


Рис. 2. Временная зависимость J/J_0 в воздушном разряде при разных толщинах пленок Vi , мкм: 1 — 0.7, 2 — 0.9, 3 — 1.1, 4 — 1.8; 5 — при положительной полярности на пленке Vi , 6 — при разряде в аргоне.

Рис. 3. Спектры пропускания пленок висмута после различного времени экспонирования в разряде.

t , мин: 1 — 2, 2 — 4, 3 — 6, 4 — 8, 5 — 12; 6 — спектр пропускания $Bi_{12}O_3$ согласно [6].

тельном потенциале на электроде с Vi светопропускание практически не изменяется (кривая 5). При положительном потенциале на Vi скорость просветления существенно зависела от газовой среды. Кривые 1 и 6 на рис. 2 соответствуют просветлению пленок Vi одинаковой толщины при одинаковых условиях разряда в воздушной среде и в аргоне. Одновременно с кинетикой просветления фиксировалась кинетика тока разряда. При этом наблюдалось следующее: по мере просветления ток через систему уменьшался и при достижении стабильного светопропускания ток уменьшался \sim на 1/3 от первоначального значения. Электрическое сопротивление пленки после прохождения реакции становится порядка 10^7 Ом·см. На рис. 3 представлены спектры пропускания пленок Vi после различного времени экспонирования в разряде. Видно, что при достижении насыщения светопропускания (кривая 5) исследуемая пленка имеет край поглощения в области 0.35 мкм. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что под действием разряда Vi переходит в другое соединение полупроводникового типа с областью прозрачности от 0.35 до 1.1 мкм.

Обсудим полученные результаты. Поскольку процесс просветления практически идет лишь при положительной полярности на Vi , то, значит, он возникает под действием отрицательных компонентов плазмы. При разряде в воздушной и аргонной средах таковыми являются электроны и ионы кислорода (кислород присутствует в аргоне как примесь). Механизм просветления пленок Vi под действием электронов — это распыление за счет испарения. Однако энергия электронов в разряде (50—100 эВ) недостаточна для распыления. В этом мы убедились, специально поставив опыт по обработке пленки Vi в электронном микроскопе пучком электронов такой энергии. Возможные механизмы взаимодействия ионов кислорода с Vi пленкой — это распыление и образование на подложке окисла Vi . Учитывая большую окислительную способность ионов кислорода и результаты наших опытов, мы полагаем, что основным механизмом взаимодействия Vi пленки с бомбардирующими ее ионами кислорода

