

06.3

© 1992

ВИДИМАЯ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПЛЕНОК,
ПОЛУЧЕННЫХ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ
ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ

С.В. Белов

В последнее время появился целый ряд работ [1-5], посвященных фото- и электролюминесценции слоев пористого кремния, полученных электрохимическим травлением поверхности монокристаллического кремния; спектр люминесценции лежит в видимом диапазоне. Сообщается также [6] о фотолюминесценции аморфных пленок, полученных в результате химического травления кремния в растворах плавиковой кислоты с различными добавками. В настоящей работе впервые установлено, что в пленках, полученных таким способом, может наблюдаться и электролюминесценция.

В экспериментах использовались структуры, конструкция которых схематично изображена на врезке рис. 1. Образцы изготавливались на подложке из легированной бором p -кремния с удельным сопротивлением $10 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ и ориентацией (111). Сначала обычным способом формировался металлический контакт на одной стороне пластины, далее эта поверхность покрывалась слоем химически стойкого лака, а другая, лицевая, поверхность подвергалась обработке при комнатной температуре в течение 30-45 с в 40 % водном растворе плавиковой кислоты со следами азотной. В результате травления на поверхности получались бугристые ячеистые пленки фиолетовых, сиреневых, голубых и синих оттенков с размером ячеек 150-300 мкм. На полученную пленку через маску термически напылялся полупрозрачный слой металла Al или Au . Характерный вид вольт-амперной характеристики для образцов площадью 0.13 мм^2 представлен на рис. 1.

При подаче на структуру прямого смещения, начиная с 1.4 В (напряжение отсечки) при токе 0.1 мА (плотность тока $100 \text{ мА}/\text{см}^2$), полупроводниковым фотоприемником регистрировалось стабильное излучение. Довольно большое напряжение отсечки может быть связано с существованием потенциальных барьеров на интерфейсе металл-пленка, и, в частности, с наличием на поверхности туннельно-тонких диэлектрических слоев. При изменении тока от 0.1 до 80 мА интенсивность излучения возрастала на 3 порядка. Дифференциальное сопротивление структуры при токах более 20 мА определялось сопротивлением толщи подложки. Таким образом, люминесцирующая пленка, полученная химическим травлением, обладает существенно меньшим сопротивлением и позволяет работать при крайней мере на 2 порядка больших плотностях тока, чем пористый кремний [5]. При токе 50 мА видимое свечение можно было наблюдать через микроскоп с увеличением в 50-100 раз. При этом

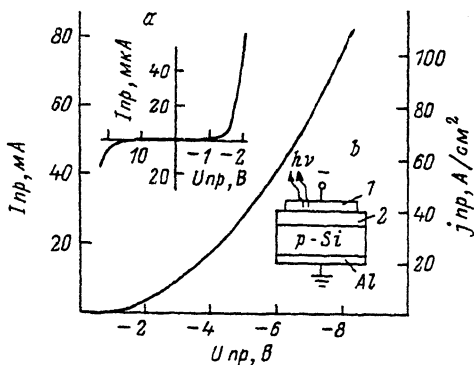


Рис. 1. Прямая ветвь вольт-амперной характеристики исследованных структур. а - ВАХ образцов в микроамперном диапазоне токов, б - конструкция образца; 1 - полупрозрачный электрод, 2 - пленка, полученная в результате химической обработки кремния.

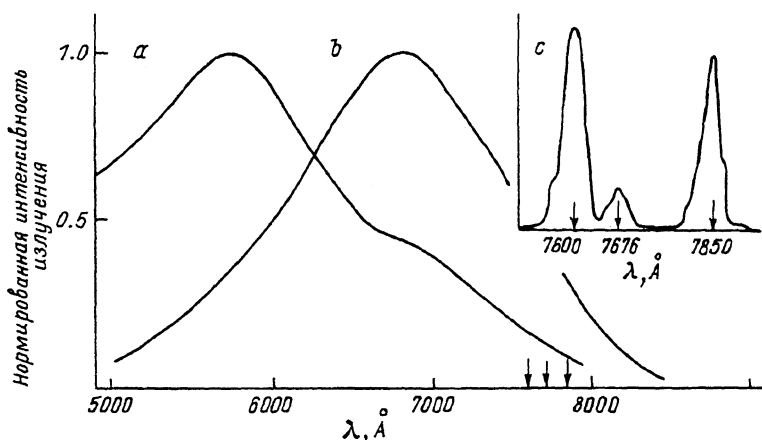


Рис. 2. Спектр электролюминесценции (а) пленки химически травленного кремния (в) пористого кремния [5]. Стрелками показано положение пиков, спектра фотолюминесценции (с) химически обработанного кремния.

видны были как относительно однородно светящиеся области, так и отдельные яркие точки, причем эти точки были расположены как в однородно светящихся зонах, так и за их пределами. Наличие таких точек связано, возможно, с увеличением плотности тока тока

в местах локального увеличения проводимости люминесцирующей пленки.

На рис. 2 приведен спектр электролюминесценции, снятый при токе 50 мА (плотность 60 А/см²). На том же рисунке на врезке показан спектр фотолюминесценции того же образца при возбуждении излучением аргонового лазера с длиной волны 4570 Å. Приведенные спектры существенно отличаются от спектров электролюминесценции пористого кремния [4, 5] и спектров фотолюминесценции аморфных пленок [6], полученных в результате химической обработки поверхности кремния. В нашем случае (рис. 2) наблюдаются отдельные относительно острые пики с максимумами на длине волны 7600, 7676, 7850 Å, и шириной по полувысоте порядка 30 Å, что может свидетельствовать об иной природе центров возбуждения, чем в пористом кремнии. Для спектра электролюминесценции необходимо отметить существенное смещение максимума к синему краю видимого диапазона.

Полученные результаты показывают, что имеются существенные различия электрических характеристик и спектров люминесценции пленок, полученных химическим травлением, от пористого кремния. Структуры с химически обработанной поверхностью кремния, обладающие существенно меньшим сопротивлением, могут работать при более высоких плотностях тока и имеют существенно отличающийся спектр фото и электролюминесценции.

Автор выражает благодарность за помощь в подготовке образцов М.Л. Павловой, а также И.В. Грехову, А.А. Лебедеву и А.В. Горбатюку за ценные советы и замечания.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] S a n h a m L.T. // Appl. Phys. Lett. 1990. V. 57. P. 1046.
- [2] K o y a m a H., A r a k i M., Y a m a m o t o Y., K o s h i d a N. // Jap. J. Appl. Phys. 1991. V. 30. P. 3606.
- [3] I t o T., O h t a T., H i r a k i A. // Jap. J. Appl. Phys. 1992. V. 31. P. L1-L3.
- [4] H a l i m a o n i A. et al. // Appl. Phys. Lett. 1991. V. 59. P. 304.
- [5] K o s h i d a N., K o y a m a H. // Appl. Phys. Lett. 1992. V. 60. P. 347.
- [6] F a t h a u e r R.W., G e o r g e T., K s e n d z o v A., V a s q u a R.P. // Appl. Phys. Lett. 1992. V. 60. P. 995.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
РАН, С.-Петербург

Поступило в Редакцию
30 ноября 1992 г.