

## ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА PCVD ПЛЁНОК SiN<sub>x</sub>, СОДЕРЖАЩИХ НАНОКРИСТАЛЛЫ КРЕМНИЯ, СФОРМИРОВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСОВ ЭКСИМЕРНОГО ЛАЗЕРА

М.Д.Ефремов\*, В.А.Володин\*, Г.Н.Камаев\*, С.А.Аржанникова\*, Д.В.Марин\*,  
С.А.Солдатенков\*, В.С.Шевчук\*, С.А.Кочубей\*, А.А.Попов\*\*.

\*ИФП СО РАН, Новосибирск, 630090, Лаврентьева пр., 13

\*\*ИМИ, Ярославль, Университетская ул., 21

E-mail: [marin@isp.nsc.ru](mailto:marin@isp.nsc.ru).

Интерес к нанокристаллам кремния, созданным в диэлектрических пленках, связан с возможностью их использования для элементов памяти [1]. Ранее было показано, что лазерная обработка успешно используется для трансформации кремниевых кластеров в пленках нитрида кремния, полученных методом пиролитического разложения [2]. В нашей работе мы использовали пленки SiN<sub>x</sub>, осажденные плазмохимическим способом (PCVD), имеющим значительно более низкую температуру процесса, что позволяет применять такие пленки в низкотемпературных технологиях, например в технологии плоских дисплеев.

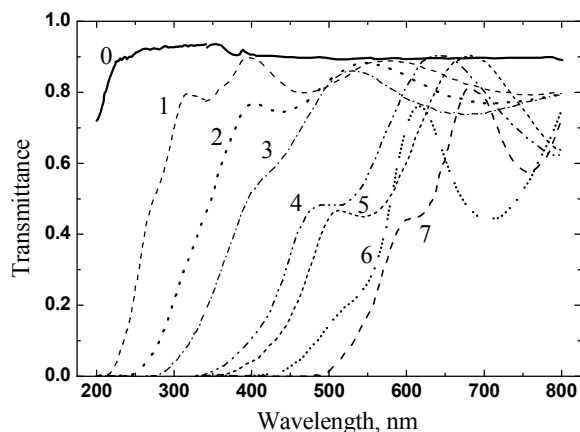
Пленки SiN<sub>x</sub> на кварцевых подложках, в том числе пленки с избытком кремния получали методом PCVD, варьируя режимы. По данным эллипсометрических измерений стехиометрический состав  $x$  находится в диапазоне от 0,3 до 1,3. На основе измерений спектров пропускания полученных пленок ширина запрещенной зоны варьируется от 1,6 до 3.3 эВ (рис. 1). Эти результаты были получены исходя из моделирования прохождения света через тонкую пленку на прозрачной подложке с учетом интерференции. В качестве модели для коэффициента поглощения была взята формула из работы [3]:

$$(\alpha\hbar\omega)^{1/3} = \gamma(\hbar\omega - E_g)$$

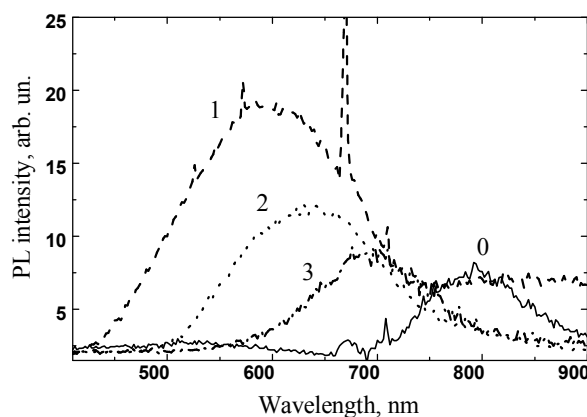
Также мы наблюдали, что с уменьшением ширины запрещенной зоны спектры фотолюминесценции от пленок смещаются в красную область (рис. 2). Фотолюминесценция возбуждалась импульсным азотным лазером с длиной волны 337 нм (3.68 эВ). Наблюдаемые пики фотолюминесценции можно объяснить излучательными переходами в нанокластерах кремния, при этом при увеличении размеров нанокластеров, пик должен смещаться в красную область, что мы и наблюдаем.

На спектрах комбинационного рассеяния света (КРС) исходных пленок SiN<sub>x</sub> наблюдали пик на 480 см<sup>-1</sup>, который соответствует кластерам аморфного кремния. В процессе обработок эксимерным лазером кремниевые кластеры кристаллизовались, это привело к перемещению пика на 520 см<sup>-1</sup>, что соответствует кристаллической фазе кремния (рис. 3).

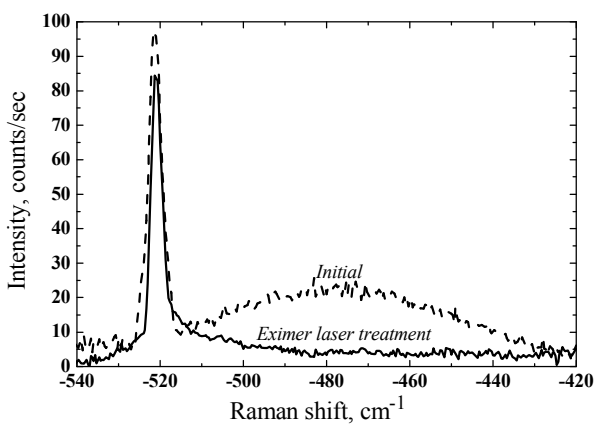
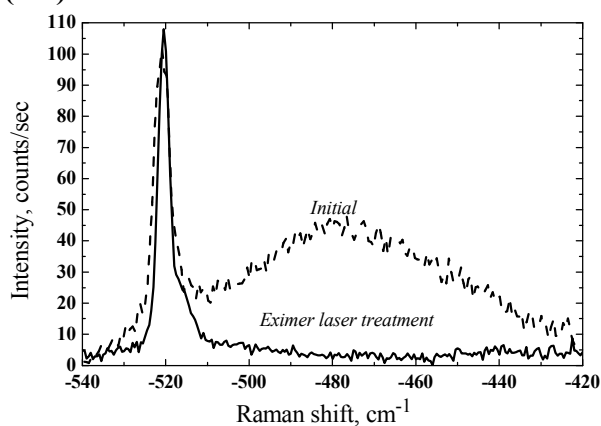
Измерены вольт-амперные (ВАХ) и вольт-фарадные (ВФХ) характеристики, полученных Al/SiN<sub>x</sub>/c-Si структур для изучения эффектов переноса носителей заряда через пленку диэлектрика и перезарядки электронных состояний. На ВАХ характеристиках при комнатной температуре регистрировались ступенеобразные особенности. Ранее схожие особенности мы наблюдали при азотных температурах в структурах с нанокристаллами кремния в пленках диоксида кремния [4]. На ВФХ пленок с кремниевыми кластерами наблюдали гистерезис. Т.е. при приложении смещения, носители заряда захватываются на электронные состояния в SiN<sub>x</sub>. Причем время жизни носителей заряда на ловушках может быть достаточно большим, чтобы обеспечить наблюдение переключений на ВАХ и ВФХ.



**Рисунок 1. Спектры пропускания кварцевой подложки (0) и плёнок SiNx (1-7).**



**Рисунок 2. Спектры фотолюминесценции варцевой подложки (0) и плёнок SiNx (1-7).**



**Рисунок 3. Спектры комбинационного рассеяния плёнок SiNx.**

## Литература

- [1] Nae-Man Park, Chel-Jong Choi, Tae-Yeon Seong, Seong-Ju Park. Phys.Rev. Lett., 2000, v. 86, 17, pp. 1355.
- [2] V.A.Volodin, M.D.Efremov, V.A.Gritsenko, S.A.Kochubei. Appl. Phys. Lett, 1998, v. 73, №9, pp. 1212.
- [3] В. Н. Новиков, А. П. Соколов, О. А. Голикова, В. Х. Кудоярова, М. М. Мездрогина. ФТТ, т. 32, с. 1515.
- [4] M.D.Efremov, G.N.Kamaev, G.A.Kachurin, V.A.Volodin, S.A.Arzhannikova, A.V.Kretinin, V.V.Malutina-Bronskaya, D.V.Marin, S.G.Yanovskaya. Solid State Phenomena, 2004, v. 95-96, pp. 629.