

Двулучепреломление анизотропно наноструктурированного кремния

Н.А. Пискунов¹

студент

Физический факультет Московского государственного университета

им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: nickpsk@gmail.com

Анизотропия некоторой упорядоченной системы частиц оптически изотропного вещества, размер которых велик по сравнению с размерами молекул, но мал по сравнению с длиной волны света, может обуславливать так называемое двулучепреломление формы [1]. Двулучепреломление формы ярко проявляется в пористом кремнии (ПК), получаемом методом анодного электрохимического травления кристаллического кремния [2], и является следствием преимущественного роста пор в кристаллографических направлениях $\langle 100 \rangle$ [3].

Слои ПК, изготовленные на сильнолегированной (удельное сопротивление 1-5 мОм·см) подложке (p^{++} -Si) с ориентацией поверхности (110), проявляют свойства отрицательных ($n_{[1\bar{1}0]} > n_{[001]}$) двулучепреломляющих кристаллов с оптической осью, лежащей в плоскости поверхности образца и направленной вдоль кристаллографического направления [001] [4]. Для образцов, сформированных на подложках p^+ -Si той же ориентации, но с более низким уровнем легирования (удельное сопротивление 30-70 мОм·см), поры и кремниевые нанокристаллы располагаются в менее строгом порядке. Такие слои ПК обладают меньшей величиной двулучепреломления, чем у образцов, сформированных на высоколегированных подложках, но при этом имеют более высокое оптическое качество [5].

Нами были измерены ИК спектры пропускания образцов, изготовленных на p^+ -Si подложках, вдоль кристаллографических направлений [001] и $[1\bar{1}0]$ и вычислены показатели преломления для обыкновенной и необыкновенной волн.

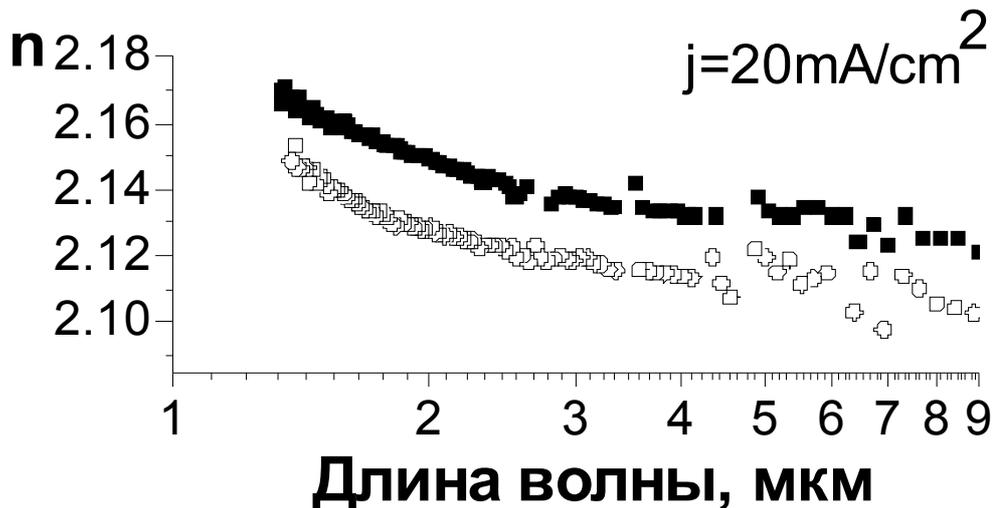


Рис. 1.

Дисперсионные зависимости показателя преломления ПК, сформированного на p^+ -Si подложке при токе травления 20 мА/см² для излучения, поляризованного вдоль оси [001] (■) и оси $[1\bar{1}0]$ (□).

Обнаружено, что все исследованные образцы ПК обладают свойствами одноосного отрицательного кристалла с оптической осью, ориентированной вдоль кристаллографического направления $[1\bar{1}0]$, т.е. оптическая ось в образцах изготовленных на умеренно легированных образцах повернулась на 90° по сравнению с осью в пленках

ПК, изготовленных на сильно легированном кремнии. Анализ влияния плотности тока травления на величину двулучепреломления в образцах, приготовленных на подложках с умеренным уровнем легирования, выявил немонотонный характер этой зависимости – наличие максимума при плотности тока 20 мА/см^2 , что обусловлено особенностями образования пор при изменении плотности тока травления, изменением их диаметра и формы. Опираясь на полученные данные, мы изготовили полуволновые пластины для управления поляризацией света в ближнем и среднем инфракрасном диапазонах.

Литература

1. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. Наука, Москва, 1973.
2. O. Bisi, S. Ossicini, L. Pavesi// Surface Science Report, 2000, v. 38, pp. 1-126.
3. Smith R.L., Collins S.D.// J. Appl. Phys, 1992, v. 71, pp. R1-R22
4. Л.П. Кузнецова, А.И. Ефимова, Л.А. Осминкина, Л.А. Головань, В.Ю. Тимошенко, П.К. Кашкаров // ФТТ, 2002, том 44, вып. 5, С. 780-784.
5. N. Künzner, J. Diener, E. Gross, D. Kovalev, V. Yu. Timoshenko, M. Fujii // Phys. Rev. B, 2005, v. 71, pp. 195304-1 – 195304-4.

¹ Автор выражает признательность к.ф.м.н., доценту Л.А. Голованю и к.ф.м.н, научному сотруднику С.В. Заботнову за помощь в подготовке тезисов.