



УДК 621.315.592

ББК 34

## РАЗРАБОТКА СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕПЛАНАРНЫХ ПОДЛОЖЕК ДЛЯ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

*Т.Т. Кондратенко, П.В. Максимов*

В работе выполнено исследование строения внешней боковой поверхности монокристаллов кремния после травления в газовой атмосфере  $H_2 + 2\% \text{ об. } HCl$  при высокой температуре.

Установлено, что в результате травления на боковой поверхности кремниевых монокристаллических цилиндрических подложек, выращенных в направлении  $\langle 111 \rangle$ , формируется периодический рельеф, состоящий из ступеней глубиной 0,1–5 мкм, длиной до 50 мкм.

**Ключевые слова:** монокристалл, высокотемпературное травление, кремний, поверхности монокристалла, газовая атмосфера.

Для выполнения исследования строения внешней боковой поверхности монокристаллов кремния после травления в газовой атмосфере  $H_2 + 2\% \text{ об. } HCl$  при высокой темпера-

туре цилиндрические полые тонкостенные подложки вырезали механически из монокристаллического кремния марки КЭФ-0,02 (кремний электронной проводимости, легированный фосфором, удельное электрическое сопротивление 0,02 Ом · см, плотность дислокаций не выше  $10^3 \text{ см}^{-2}$ ), выращенного методом Чохральского (рис. 1) [2].

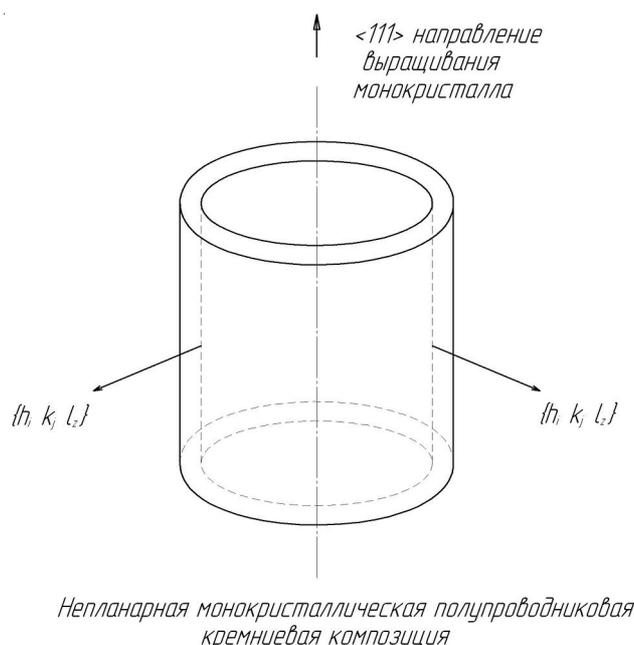


Рис. 1. Неplanарная полупроводниковая монокристаллическая подложка

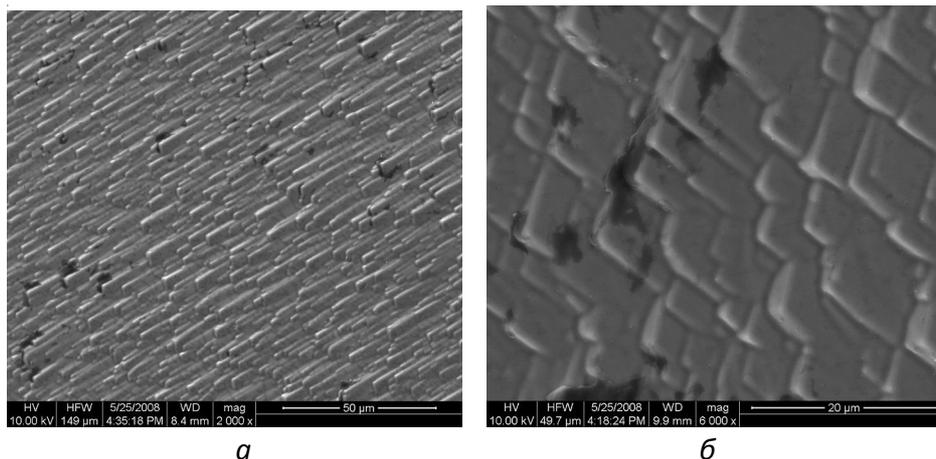


Рис. 2. Боковая поверхность непланарной кремниевой подложки

Внешнюю поверхность полой цилиндрической подложки, состоящую из выходов краев атомных плоскостей различных кристаллографических направлений  $\{hkl\}$ , полировали механически с применением алмазных паст от АСМ 28/23 до АСМ 1/0 (алмазная синтетическая мелкодисперсная) по специально разработанной методике до шероховатости не хуже, чем Rz 0,05.

Механически полированные подложки подвергали химико-динамическому травлению для удаления нарушенного слоя. Качество химико-динамического травления контролировали при помощи рентгеноструктурного анализа поверхности – съемки «кривых качания» по методике, описанной в работе [3].

Травление внешней поверхности монокристаллического полого цилиндра осуществляли в установке «ЭпиКВАР». Подложку закрепляли в специальной графитовой оснастке на поверхности графитового пьедестала, нагреваемого токами высокой частоты – 0,5 МГц. Температуру поверхности подложки определяли при помощи оптического пирометра.

Время травления составило 10 минут.

Температура поверхности подложки 1 200 °С.

Скорость движения газовой атмосферы – не более 10 см/с.

Поверхность обработанных подложек исследовали металлографически на электронном микроскопе «Jeol».

Установлено, что в результате высокотемпературного травления в газовой фазе на боковой поверхности цилиндрических тонкостенных кремниевых подложек образуется рельеф, состоящий из периодически повторяющихся элементов, образованных выходами групп краев атомных плоскостей в виде прямоугольных ступеней (рис. 2, а) либо угловых уступов (рис. 2, б).

Высота ступени (уступа) в зависимости от условий травления (времени травления, температуры травления) может изменяться в пределах от 0,1 до 2 мкм.

Полученные структуры с развитой периодической поверхностью могут быть использованы для изготовления полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей с повышенным КПД [1], в качестве подложек для размещения веществ-катализаторов и других целей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зи, С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи. – М.: Наука, 1982.
2. Крапухин, В. В. Теоретические основы технологии полупроводников / В. В. Крапухин, И. А. Соколов, Г. Д. Кузнецов. – М.: Высш. шк., 1996.
3. Bublik, V. T. Single-Crystal X-Ray Diffraction Analysis of Nonplanar Autoepitaxial Silicon Layers / V. T. Bublik, L. V. Kozhitov, and T. T. Kondratenko // Inorganic Materials. – 2009. – Vol. 45, № 14. – P. 1610–1613.

**WORKING OUT OF THE WAY OF MANUFACTURING  
OF NON-PLANAR SUBSTRATES FOR NEW GENERATION  
OF PHOTOVOLTAIC CELLS**

*T.T. Kondratenko, P.V. Maximov*

A structure of an external lateral surface of single-crystals of silicon after etching in gas atmosphere  $H_2 + 2\% \text{ об. HCl}$  at high temperature had been researched.

It is established that as a result of etching on a lateral surface of the silicon single-crystal cylindrical substrates which have been grown up in a direction  $\langle 111 \rangle$ , the periodic relief consisting of steps, by depth 0,1–5 microns, length to 50 microns is formed.

**Key words:** *a monocrystal, high-temperature etching, silicon, monocrystal surfaces, gas atmosphere.*