

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ НА АМОРФНОЙ ПОДЛОЖКЕ

М.Г. АББАСОВ, Я.Ю. ГУСЕЙНОВ, Ф.Д. КАСИМОВ

Азербайджанское Национальное Аэрокосмическое Агентство
370106, Баку, пр. Азадлыг, 159

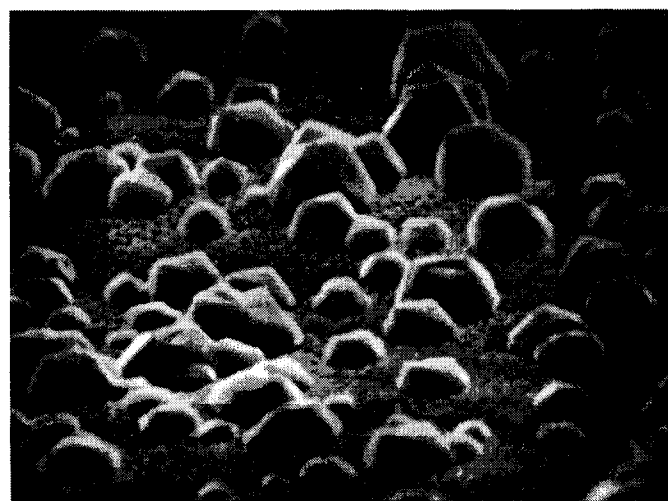
Проведено исследование влияния технологических режимов получения пленок поликристаллического кремния на аморфных масках на их морфологию и структуру. Выявлены оптимальные области температур, концентраций содержания силана в потоке и скорости потока для получения однородных структур ПК/ α -Si.

Пленки аморфного (α -Si) и поликристаллического (ПК) кремния широко используются для изготовления недорогих солнечных элементов (СЭ). Однако, по эффективности преобразования солнечной энергии они уступают СЭ аналогичной конструкции на монокристаллических пленках. Наиболее высоким КПД (~12 %) обладают СЭ с переходом α -Si-ПК [1]. Как известно, структура пленок ПК и связанные с ней фотоэлектрические и электрофизические свойства аморфных и поликристаллических пленок в сильной степени зависят от технологических режимов их получения [2-4]. В связи с этим является актуальным выявление оптимальных условий получения на аморфных масках пленок ПК с контролируемой структурой.

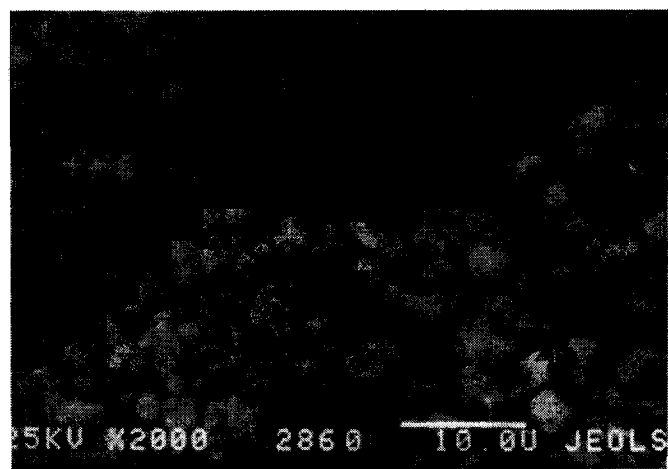
Осаждение α -Si толщиной 0,3 мкм производилось методом разложения моносилана в ВЧ тлеющем разряде при температуре 250 °С на окисленные кремниевые подложки р-типа проводимости, КДБ-10 с кристаллографической ориентацией (111).

Для выбора оптимального режима роста пленок ПК исследовалось влияние температуры роста, концентрации моносилана в водороде и линейной скорости потока на морфологию поверхности и структуру слоев. Температура менялась в интервале от 650 до 1000 °С, концентрация SiH₄ - от 0,1 до 3,5 %, а линейная скорость потока - от 4 до 14 см/с.

Исследования показали, что температура кристаллизации и концентрация исходного материала в газовой фазе являются определяющими технологическими параметрами, управляющими процессом кристаллизации, скоростью роста и морфологией растущего слоя (рис.1). Увеличение температуры подложки в диапазоне 700-850°С для всех исследованных концентраций гидрида приводило к повышению скорости роста. Такая зависимость характерна для процесса лимитируемого поверхностной реакцией. При более высоких температурах



а)



б)

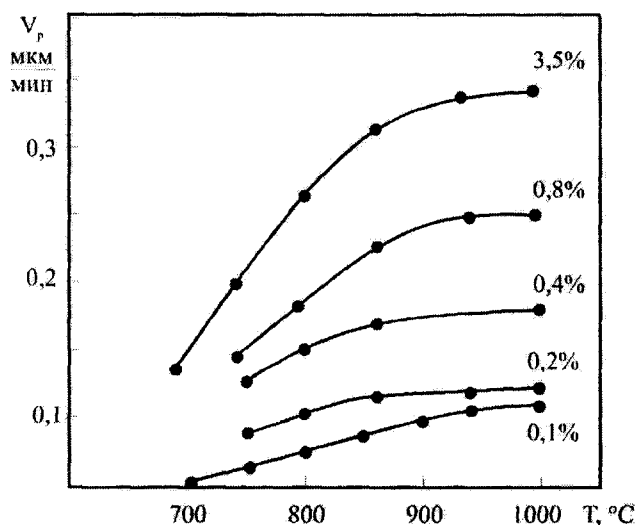


Рис.1. Зависимость скорости роста пленок ПК от температуры подложки при различных концентрациях моносилана в потоке.

Рис.2. Морфология пленок ПК, выращенных на аморфной маске с концентрацией SiH₄, равной 0,4 %, при температурах: а) T=900 °С; б) T=800 °С.

на кривых начинается участок насыщения, что означает, что процесс кристаллизации ограничивается массопереносом и скорость осаждения слабо зависит от температуры.

Изменение температуры кристаллизации в значительной мере определяло морфологию поверхности пленок ПК. Исследование на растровом электронном микроскопе JEOL показало, что при низких температурах (< 750 °C), а также высоких (>900 °C) наблюдалась неоднородность рельефа поверхности, множество иглообразных и куполообразных фигур (рис.2а), в средней области температур росли слои с равномерной зернистостью поверхности (рис.2б).

Температура роста оказывала влияние и на структуру пленок ПК. Слои, выращенные при низких температурах (до 650°C), имели аморфную структуру, рост в интервале температур 650-850°C приводил к поликристаллической структуре, а при дальнейшем повышении температуры роста структура слоев становилась более совершенной и наблюдалось упорядочение, близкое к текстуре подложки.

Исследование влияния концентрации гидрида при температуре кристаллизации ~850 °C показало, что увеличение концентрации приводит к возрастанию скорости роста слоев (рис.1) и также изменяет морфологию их поверхности. Наиболее однородные слои росли при концентрации гидрида ~0,4 % (рис.2б).

Увеличение линейной скорости потока в исследованном нами интервале значений приводило к росту слоев, но не влияло на их структуру и морфологию поверхности, к тому же способствовало уменьшению разброса пленок по толщине.

Варьируя основные параметры процесса кристаллизации, была выявлена область оптимальных температур и концентраций, при которых росли пленки ПК с однородной поверхностью, со средним размером зерна 0,2 мкм. Эта область II показана штриховкой на рис.3.

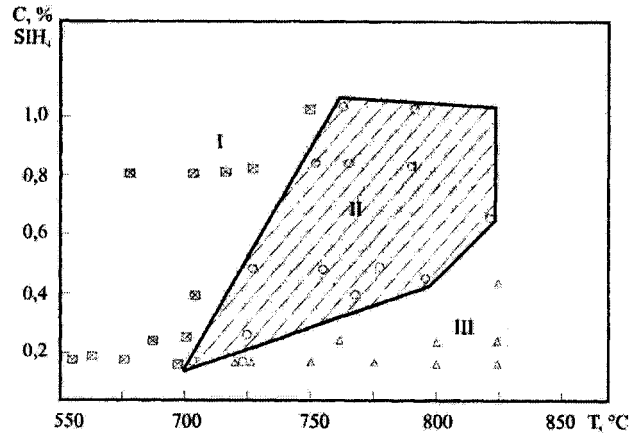


Рис.3. Области роста пленок ПК с различной морфологией

⊠ - иглообразные фигуры; ○ - однородное зерно; △ - куполообразные фигуры.

Пленки, выращенные в области температур и концентраций, ограниченных областью I, росли в условиях малых перенасыщений и малой плотности зародышей, поэтому они неоднородны по составу, имели много иглообразных выступов.

В области III, где насыщение велико и где гомогенный распад молекул SiH₄ вносит заметный вклад в механизм роста, поверхность пленок также неоднородна, изобилует образованиями куполообразной формы.

Полученный результат помимо указанного выше имеет также прикладное значение для двухстадийной технологии одновременного выращивания пленок поли- и монокристаллического кремния [5], в которой на первой стадии силанового процесса формируются затравочные слои, от морфологии которых зависит структура и свойства выращиваемых на них в высокотемпературном (1200 °C) хлоридном процессе пленок ПК.

[1] З.М.Яржебский. Э.-И. «Электроника», Москва, ВИНТИ, 1986, №10, с.14-17.
 [2] О.А. Голикова. ФТП, 1991, т. 25, вып. 9, с.1517-1534.
 [3] Ф.Д. Касимов, Б.Х. Мамедов. Электронная техника, сер.6, Материалы, 1984, вып. 5, с. 23-26.

[4] А.С. Турцевич, В.Я. Красницкий, Н.В. Румак. Микроэлектроника, 1993, т. 22, вып. 3, с. 91-94.
 [5] A.G. Abdullayev, F.D. Kasimov. Thin Solid Films, 1984, v. 115, № 3, p.237-243.

M.Q. Abbasov, Y.Y. Hüseyinov, F.C. Qasimov

AMORF AİTLİQ ÜZƏRİNDƏ POLİKRIİTALLİK SİLİSİUM TƏBƏQƏLƏRİNİN FORMALAŞDIRILMASI

Amorf maskalar üzərində polikristallik silisium təbəqələrinin alınmasının texnoloji rejimlərinin həmin təbəqənin morfolojiyasına və strukturuna təsiri tədqiq edilmişdir. Bircinsli polikristallik silisium/ α -Si strukturlarının alınması üçün optimal temperatur oblastı, axında silan tərkibinin konsentrasiyası və axının sürəti aşkar edilmişdir.

M.G. Abbasov, Ya.Yu. Guseinov, F.J. Kasimov

THE FORMATION OF SILICON POLYCRYSTALLINE FILMS ON THE AMORPHOUS SUBSTRATE

The influence of technological conditions polycrystalline silicon films formation on the amorphous substrate on their morphology and structure was investigated. The optimal regions of temperature, silane concentration and flow speed was discovered.

Дата поступления: 26.03.99

Редактор: З.И. Искендерзаде