

Ю. В. Реков

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ Si-ЗАТРАВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

В статье описаны результаты исследований технологии выращивания кремниевых затравок (Si-затравок) для процесса получения поликристаллического кремния электронного качества. Изучены закономерности и тепловые условия кристаллизации кремния, обеспечивающие качественные характеристики процесса водородного восстановления хлоридов кремния. Предложена методика выполнения экспрессного контроля поликристаллического кремния по определению содержания примеси бора

Ключевые слова: кремний, примеси, бестигельная зонная плавка, водородное восстановление силанов

1. Введение

Кремний продолжает оставаться основным исходным материалом в производстве полупроводниковых приборов и фотопреобразователей для солнечной энергетики. В настоящее время основную долю поликристаллического кремния электронного и солнечного качества, получаемого в мировой промышленности (80...90 %), производят методом водородного восстановления трихлорсилана, а (10...20) % кремния - из тетрахлорсилана и моносилана. Наиболее распространен и хорошо отработан метод производства поликристаллического кремния с использованием процесса и реактора "Сименс", которые используются уже более 50 лет. Этот метод является наиболее распространенным и используется основными производителями кремния: Hemlock, США; Wacker, Германия, а также новыми продуцентами (PV Crystalox, Германия и др.) в Китае, Южной Корее, Тайване, России, Индии, Италии и др. По данным [1] в 2005 году 91 % кремния солнечного качества было произведено по традиционной "Сименс"- технологии, 9 % - из силана по FBR - технологии [FBR (fluidized bed reactor) - в реакторе кипящего слоя].

2. Постановка проблемы

Исследование по усовершенствованию технологии и аппаратуры для выращивания из расплавленной индуктором кремниевой заготовки-пьеDESTала прутков-заготовок с пониженным уровнем остаточных термических напряжений.

3. Основная часть

3.1. Анализ литературных источников по теме исследования

В работе [1] Рассмотрены технологии

полукристаллического кремния для производства кремния для солнечных батарей. Отмечается тенденция выделения производства поликристаллического кремния для солнечной энергетики в отдельную, специфичную отрасль.

В рамках исследования термонапряженного состояния массивного кремниевого стержня в процессе его получения водородным восстановлением трихлорсилана показано [2, 3], что основной причиной механической напряженности кремния является перепад температуры между центральной частью и поверхностью стержня, а уровень напряжений пропорционален перепаду температур. В работе [4] предложена методика производить экспрессный метод контроля поликристаллического кремния по содержанию примеси бора.

При изучении влияния технологических режимов выращивания на характеристики кремниевых основ для водородного восстановления трихлорсилана установлено [5], что основной причиной механической напряженности кремния является перепад температуры между сердцевиной и поверхностью стержня, а уровень напряжений пропорционален перепаду температур.

3.2. Результаты исследований

В рамках проведенных исследований показано, показано, что напряжения распределены в стержне неравномерно: наибольшие напряжения имеют место в центральных областях стержня при $0 < r/r_0 \leq 0,3$ и на его периферии $0,9 \leq r/r_0 \leq 1,0$, что должно накладывать определенные ограничения на выбор технологических режимов. Суммарный вектор напряжений сложным образом меняет свое направление в трехмерном пространстве кремниевого стержня в функции от его радиуса, что является, по-видимому, причиной наблюдаемой на практике сложной и разнообразной картины расположения

трещин. В целом проблема повышения выхода массивных кремниевых стержней без трещин только за счет выбора технологических режимов их получения решена быть не может. Необходим комплексный, системный подход к решению данной задачи, учитывающий все факторы, влияющие на систему, включающую в себя неравномерно нагретые кремниевые стержни, неоднородность их прочностных свойств, конструкцию реактора и технологические режимы процесса осаждения и, главным образом, охлаждения выращенных стержней. Признано целесообразным применять экранирование прутков-подложек в процессе выращивания от потока испаряющихся атомов кремния. Одним из направлений предлагается направленная откачка паров кремния вакуумной системой с более высокой, в сравнении с

TECHNOLOGY OPTIMIZATION SI-PRIMER FOR PRODUCTION OF POLYCRYSTALLINE SILICON

G. Rekov

In the articles described results of researches of technology of growing of primer are from silicon (Si-growth) for the process of receipt of poly-silicon of electronic quality. Conformities to the law and thermal terms are studied which provide crystallizations of silicon of, high-quality descriptions of process of hydrogen renewal of chlorides of silicon. The method of implementation of express control of poly-silicon is offered on determination of maintenance of admixture of the coniferous forest

Keywords: silicon, admixtures, float zone melting, hydrogen renewal of silicon chloride

George Rekov, graduate student of department of metallurgy of the colored metals of the Zaporozhe state engineering academy, General director PJSC «Factory of semiconductors», Zaporozhe, tel.: +380503265925, e-mail: <http://www.activosolar.ua>

Литература

1. Яркин, В.Н. Кремний для солнечной энергетики: конкуренция технологий, влияние рынка, проблемы развития [Текст] / В.Н. Яркин, О.А. Кисарин, Ю.В. Реков, И.Ф. Червоный // Теория и практика металлургии, 2010. - № 1-2 (74-75). - С. 114-126.
2. Кисарин, О.А. Трещинообразование в кремниевом стержне большого диаметра [Текст] / О.А. Кисарин, В.Н. Яркин, Ю.В. Реков, И.Ф. Червоный // Металлургия. Збірник наукових праць – Запоріжжя: ЗДІА, 2010. - Вип. №21. - С. 125-131.
3. Кисарин, О.А. Исследование термонапряженного состояния массивного кремниевого стержня [Текст] / О.А. Кисарин, В.Н. Яркин, Ю.В. Реков, И.Ф. Червоный // Теория и практика металлургии, 2010. - № 3-4 (74-75). - С. 117-120.
4. Реков, Ю.В. Экспрессный метод контроля качества кремния [Текст] / Ю.В. Реков, И.Ф. Червоный // Теория и практика металлургии, 2009. - № 5-6 (72-73). - С. 45-48.
5. Червоный, И.Ф. Влияние технологических режимов выращивания на характеристики кремниевых основ для водородного восстановления трихлорсилана [Текст] / И.Ф. Червоный, Ю.В. Реков, С.Г. Егоров, О.А. Кисарин, Р.Н. Воляр // Металлургия. Збірник наукових праць – Запоріжжя: ЗДІА, 2011. Вип. № 23. - С. 135-141.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ SI-ЗАТРАВОК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ

Ю. В. Реков

У статті описані результати досліджень технології вирощування затравок з кремнію (Si-затравок) для процесу отримання полікристалічного кремнію електронної якості. Вивчені закономірності і теплові умови кристалізації кремнію, що забезпечують якісні характеристики процесу водневого відновлення хлоридів кремнію. Запропонована методика виконання експресного контролю полікристалічного кремнію за визначенням змісту домішки бору

Ключові слова: кремній, домішки, бестигельная зонная плавка, водневе відновлення силанів

Юрій Васильович Реков, аспірант кафедри металургії кольорових металів Запорізької державної інженерної академії, Генеральний директор ПрАТ «Завод напівпровідників», м. Запоріжжя, тел.: +380503265925, e-mail: <http://www.activosolar.ua>