

Техника и технологии
Engineering & Technologies

Редакционный совет

академик РАН Е.А.Ваганов
академик РАН К.С.Александров
академик РАН И.И.Гительзон
академик РАН В.Ф.Шабанов
чл.-к. РАН, д-р физ.-мат.наук
А.Г.Дегерменджи
чл.-к. РАН, д-р физ.-мат. наук
В.Л.Миронов
чл.-к. РАН, д-р техн. наук
Г.Л.Пашков
чл.-к. РАН, д-р физ.-мат. наук
В.В.Шайдуров
чл.-к. РАО, д-р физ.-мат. наук
В.С. Соколов

Editorial Advisory Board

Chairman:

Eugene A. Vaganov

Members:

Kirill S. Alexandrov
Josef J. Gitelzon
Vasily F. Shabanov
Andrey G. Degermendzhy
Valery L. Mironov
Gennady L. Pashkov
Vladimir V. Shaidurov
Veniamin S. Sokolov

Editorial Board:

Editor-in-Chief:

Mikhail I. Gladyshev

Founding Editor:

Vladimir I. Kolmakov

Managing Editor:

Olga F. Alexandrova

Executive Editor for Engineering &
Technologies:

Vitaly S. Biront

CONTENTS / СОДЕРЖАНИЕ

В.М. Ленченко, Ю.Ю. Логинов

Расчет влияния условий роста на коэффициент распределения
примесных атомов между расплавом и растущим кристаллом

— 227 —

В.С. Биронт, И.В. Блохин

Некоторые особенности фазовых превращений в системе
железо-углерод

— 238 —

**Л.Т. Денисова, Н.В. Белоусова, В.М. Денисов,
В.В. Иванов**

Применение серебра (обзор)

— 250 —

**Vladimir I. Kirko, Egor I. Stepanov,
Gennady E. Nagibin, Sergey S. Dobrosmislov,
Alexander O. Gusev and Dmitry A. Simakov**

Investigation of Electrical Characteristics of High Temperature
Ceramic-Metal Contact Assemblages

— 278 —

**Л.Т. Денисова, В.С. Биронт, В.М. Денисов,
Г.М. Зеер, Т.В. Осипович, С.Д. Кирик**

О катастрофическом окислении расплавов Ag-Sn

— 283 —

М.В. Григорьев, С.Н. Кульков

Фазовый состав, структура и удельная поверхность порошко-
вых систем на основе корунда различной дисперсности

— 294 —

Д.Н. Гронь, Б.М. Горенский

Информационно-управляющая система процессом электроли-
тического рафинирования меди

— 301 —

Редактор А.А. Назимова Корректор Т.Е. Бастрыгина
Компьютерная верстка И.В. Гревцовой

Подписано в печать 20.10.2009 г. Формат 84x108/16. Усл. печ. л. 9,5.
Уч.-изд. л. 9,0. Бумага тип. Печать офсетная. Тираж 1000 экз. Заказ 839/09.
Отпечатано в ИПК СФУ. 660041 Красноярск, пр. Свободный, 82а.

Editorial board for Engineering & Technologies:

Yury D. Alashkevich
Viktor G. Anopchenko
Sergey M. Geraschenko
Gennadiy I. Gritsko
Lev V. Endjievsky
Sergey V. Kaverzin
Valery V. Kravtsov
Vladimir A. Kulagin
Sergey A. Mikhaylenko
Vladimir V. Moskvichev
Anatoli M. Sazonov
Vasiliy I. Panteleev
Sergey P. Pan'ko
Peter V. Polyakov
Viktor N. Timofeev
Galina A. Chiganova
Oleg Ostrovski
Harald Oye

*Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ № ФС77-28-722 от 29.06.2007 г.*

Г.М. Алдонин, С.П. Желудько

Индекс эффективности коррекции функционального состояния организма

— 311 —

Г.В. Фадеева

Инновационные исследования по проведению анализа оплаты труда в строительстве

— 318 —

В.В. Леонов

Микротвердость тройных твердых растворов Ni-Cu-Nb на основе никеля

— 334 —

А.В. Минеев, Е.Е. Милосердов

Моделирование нагрузки ленточного конвейера роторного экскаватора большой единичной мощности

— 337 —

УДК 538.911; 539.21

Расчет влияния условий роста на коэффициент распределения примесных атомов между расплавом и растущим кристаллом

В.М. Ленченко, Ю.Ю. Логинов*

Сибирский федеральный университет,
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79¹

Received 16.09.2009, received in revised form 06.10.2009, accepted 20.10.2009

Потоки примесных атомов (ПА) на каждом из участков $0 \leq x \leq l$ системы расплав-растущий кристалл представлены в виде выражения $j \approx aC(0) - bC(l)$, в котором a и b определены через скорости переноса ПА (конвективную – v_c , дрейфовую – v_d и термодиффузионную – v_θ) соответственно в расплаве – (a, b) , в кристалле – (a_s, b_s) , а также на границе раздела фаз – (a_{sl}, b_{sl}) . Из условия квазистационарности процесса роста $j_l = j_{ls} = j_s$ найдены коэффициенты распределения концентраций ПА на каждом из участков $K_l = \frac{C_l(0)}{C_l}$, $K_{ls} = \frac{C_s(0)}{C_l(0)}$, $K_s = \frac{C_s(d_s)}{C_s(0)}$ и определен общий коэффициент распределения ПА между объемом расплава и охлаждаемой частью растущего слитка $K = \frac{C_s}{C_l}$. Полученное выражение для K позволяет анализировать влияние режимов роста (скорости вытягивания слитка – v_c , градиента температур (через v_θ) и силовых полей (через v_d) на перенос и накопление ПА в растущем кристалле.

Ключевые слова: примесные атомы, расплав, кристалл, условия роста.

1. О процессах переноса частиц в системе расплав – растущий кристалл

При выращивании кристалла из расплава по методу Чохральского используются максимально возможные градиенты температур на фронте кристаллизации, а вытягивание слитка по мере его роста создает у границы раздела фаз упругие напряжения [1, 2]. В таком термоупругом поле осуществляется диффузионно-дрейфовый перенос примесных атомов (ПА) и вакансий из расплава (l -фазы) в кристалл (s -фазы). При этом особую роль играет фильтрационный эффект на l/s -границе оттеснения ПА с $K_{ls} < 1$ в глубь расплава и экстракции тех из них, у которых $K_{ls} > 1$, где коэффициент фильтрации K_{ls} известен как коэффициент распределения ПА на границе раздела фаз:

$$K_{ls} = \frac{C_s(0)}{C_l(0)}. \quad (1.1)$$

Здесь $C_s(0)$ и $C_l(0)$ – концентрации ПА соответственно в s - и l -фазах.

* Corresponding author E-mail address: loginov@sibsau.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved