

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА ДИЭЛЕКТРИКА В СВЧ КАМЕРЕ 3D ПРИНТЕРА

В.Ю. Кожевников, И.В. Машков

Одним из направлений 3D печати является сверхвысокочастотный диэлектрический нагрев, применяемый для интенсификации термообработки различных диэлектрических материалов, используемых для построения 3D модели. Электротехнологическая СВЧ установка с 3D принтером позволяет ускорить процесс прототипирования и устранить такие недостатки, как деформация объекта и изменение размеров при спекания при использовании в качестве материала глины и других прекурсоров керамики. Рассмотрена математическая модель электродинамики и теплопроводности при нагреве многослойного диэлектрика в СВЧ электротермических установках лучевого типа. Получены характеристики процесса СВЧ нагрева, используемые в дальнейшем для оценки параметров технологического процесса.

Ключевые слова: 3D печать, сверхвысокочастотный нагрев диэлектриков

MATHEMATICAL MODELLING OF MICROWAVE DIELECTRIC HEATING USING 3D PRINTING

V.Y. Kozhevnikoff, I.V. Mashkov

One of the trends in 3D printing is microwave dielectric heating developed to stimulate heat treatment of various dielectric materials used to construct 3D models. Microwave engineering units with 3D printers allow for rapid prototyping and eliminate the disadvantages related with deformation of objects and dimensional changes at sintering when using, clay materials or other ceramic precursors. The research focuses on the mathematical electrodynamics and thermal conductivity model applied for heating a multilayer dielectric in the beam-type microwave electrothermal installations. The obtained characteristics of the microwave heating process can be used to estimate the parameters of the technological process.

Keywords: 3D printing, microwave heating of dielectric materials

СОГЛАСОВАННЫЕ ЗАДАЧИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТОДИЧЕСКИХ СВЧ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Ю.С. Архангельский, В.О. Юдина

Сформированы согласованные задачи, которые надлежит решить при проектировании методических СВЧ электротермических установок. Предложен алгоритм проектирования таких установок.

Ключевые слова: методические СВЧ электротермические установки, проектирование, согласованные задачи, электродинамика, теплопроводность, тепломассоперенос, термоупругость, технико-экономическая оптимизация, математическое моделирование, синтез рабочей камеры, алгоритм

COORDINATED OBJECTIVES IN DESIGNING METHOD-BASED MICROWAVE ELECTROTHERMAL INSTALLATIONS

Yu.S. Arkhangelskiy, V.O. Yudina

The paper presents the coordinated objectives and tasks needed in designing the method-based microwave electrothermal installations. The proposed algorithm is related with the design of the given facilities.

Keywords: method-based microwave electrothermal installation, design, agreed objectives, electrodynamics, heat conductivity, heat transfer, thermoelasticity, technical and economic optimization, simulation, synthesis of the working chamber, the algorithm

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДРОБЛЕНИЯ АГЛОМЕРАТОВ ТВЕРДЫХ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ДИСПЕРСНОСТЬ ПОЛУЧАЕМЫХ ПОРОШКОВ

А.П. Петровский, А.П. Бочкарева

Проведены экспериментальные работы по измельчению агломератов гидроксиапатита и установлению влияния технологических параметров процесса на получение микродисперсного порошка с улучшенными характеристиками: разброс частиц порошка не более 5 %, дисперсность частиц порошка от 900 нм до 10 мкм.

Ключевые слова: специальный инструмент, ультразвуковое дробление, технологические параметры, дисперсность порошка, контроль параметров микродисперсного порошка

THE INFLUENCE OF MODES FOR ULTRASONIC DISRUPTION OF FRAGILE AGGLOMERATES ON POWDER DISPERSION

A.P. Petrovsky, A.P. Bochkaryova

The conducted experiments were connected with disruption of hydroxyapatite agglomerates and defining the influence of technological parameters of the process in order to obtain the microdispersed powder having improved characteristics, such as dispersion of powder particles at no more than 5%, dispersion of powder particles from 900 nanometers to 10 microns.

Keywords: special tool, ultrasonic disruption, technological parameters, powder dispersion, control of parameters of micro-dispersed powder

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ АНТИМОНИДА ИНДИЯ - МАТЕРИАЛА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ХОЛЛА ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СВЧ МОЩНОСТИ

И.В. Перинская, И.В. Родионов

Исследовано влияние облучения ионами гелия с энергией 200 кэВ и дозой $6 \cdot 10^{17}$ - $6 \cdot 10^{18}$ ион/см² на образование квазипористой структуры эпитаксиального антимонида индия и морфологию скола, характер, клин травления при изготовлении рельефного топологического рисунка микроминиатюрных преобразователей Холла на основе механизма блистеринга. Установлен режим ионноускоренного локального прецизионного химического травления квазипористого антимонида индия с целью разработки технологии уменьшения остаточного напряжения датчиков Холла, используемых в СВЧ радиоаппаратуре.

Ключевые слова: ионно-лучевая обработка, ионная имплантация, механизм блистеринга, гетероэпитаксиальный антимонид индия

ELECTROTECHNOLOGY FOR IONIC MODIFICATION OF INDIUM ANTIMONIDE AS THE MATERIAL TO HALL-EFFECT TRANSDUCERS IN MICROWAVE POWER METERS

I.V. Perinskaya, I.V. Rodionov

The paper deals with the research into the influence of radiation by helium ions with energy at 200 keV and the irradiation dose at $6 \cdot 10^{17}$ - $6 \cdot 10^{18}$ ion/sm² used to form the quasiporous structure with the depth of the layer of epitaxial indium antimonide up to the gallium arsenide substrate on the chip morphology, character, an etching wedge at the production of the raised topological pattern of microminiature Hall transducers on the basis of the blistering mechanism. The set mode of ion-accelerated local precision chemical etching of quasiporous indium antimonide in order to form the needed etching wedge of the topological pattern is the basis for the technology of reducing the residual tension of Hall sensors used in microwave radio devices.

Keywords: ion-beam processing, ionic implantation, blistering mechanism, epitaxial indium antimonide

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РЕГУЛИРУЕМОГО ИСТОЧНИКА АНОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПАКЕТИРОВАННОГО МАГНЕТРОНА ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И.И. Артюхов, А.И. Земцов, Е.С. Гордеев

Технико-экономические показатели генераторов, применяемых в технологических установках, во многом зависят от энергетических характеристик источника питания. На этапе разработки источника питания необходимо иметь модель для исследования электромагнитных процессов. В статье рассматривается имитационная модель регулируемого источника анодного напряжения для магнетрона мощностью 3 кВт, которая построена в среде MATLAB с пакетом расширения Simulink. Даны результаты моделирования, характеризующие влияние сетевого напряжения и углов управления тиристорами регулятора напряжения на режим работы магнетронного генератора.

Ключевые слова: магнетронный генератор, источник анодного напряжения, имитационное моделирование

A SIMULATION MODEL OF INDUSTRIALLY APPLICABLE MAGNETRON GENERATOR WITH ANODE VOLTAGE REGULATOR SIMULATION MODEL OF INDUSTRIALLY APPLICABLE MAGNETRON GENERATOR WITH ANODE VOLTAGE REGULATOR

I.I. Artyukhov, A.I. Zemtsov, E.S. Gordeev

Performance of generating plants used in processing installations to a large extent depend on input and output power characteristics. Therefore at this stage of creating the power supply, we need a model for investigation of electromagnetic processes within the system. The paper considers the simulation model for the magnetron tunable by variation of the anode voltage at 3 kW, which has been developed in MATLAB/ Simulink environment. The given simulation results characterize the impact of the electric line voltage and angle for the voltage control thyristor on the mode of magnetron generators.

Keywords: magnetron generator, anode voltage regulator, simulation modeling

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛИТОННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ЯДРА ЗАРЯЖЕННОЙ ДИСЛОКАЦИИ В ПОЛУПРОВОДНИКЕ N-ТИПА

С.Г. Гестрин, Е.В. Щукина, А.С. Межоннова

Построена математическая модель, позволяющая исследовать волновые процессы в дырочном газе, находящемся в электрическом поле, созданном распределением заряда доноров и акцепторов вблизи отрицательно заряженной дислокации в полупроводниковом кристалле n-типа. Показано, что решение уравнения Кортевега-де-Вриза описывает уединенные волны, распространяющиеся вдоль оси цилиндра Рида. Получена оценка скорости солитона, для значений физических параметров, характеризующих полупроводниковый кристалл и область вблизи дислокации.

Ключевые слова: солитон, уравнение Кортевега-де-Вриза, полупроводник, дефект кристаллической структуры, заряженная дислокация

A MATHEMATICAL MODEL FOR SOLITON PERTURBATIONS OF CHARGED DISLOCATIONS IN n-TYPE SEMICONDUCTORS

S.G. Gestrin, E.V. Shchukina, A.S. Mezhonnova

The presented mathematical model allows for the study of wave excitation inside hole gas of an electric field produced by distribution of charged donors and acceptors concentrated close to the negatively charged dislocation line in the n-type semiconductor crystal. It is shown that solution to the Korteweg-de-Vries equation describes solitary waves propagating along the axis of the Reed's cylinder. The obtained estimates refer the soliton speed for the values of physical parameters characterizing the semiconductor crystal and the area near the dislocation line.

Keywords: soliton, Korteweg-de-Vries equation, semiconductor, defect of crystal structure, charged dislocation

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОКУСИРОВКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЗАДАЧАХ СВЧ ТЕХНОЛОГИЙ

Ю.Е. Седельников, Д.В. Никишина, О.В. Потапова, К.Н. Халикова

В работе проводится изучение влияния разбросов параметров материалов и отклонений апертурных распределений на величину положительных эффектов при использовании антенн, сфокусированных в область ближнего излучаемого поля. Установлено, что использование фокусировки излучения в средах с выраженными диссипативными свойствами целесообразно при умеренных значениях отклонения амплитудно-фазового распределения в антеннах и параметров среды.

Ключевые слова: сфокусированные антенны, отклонение параметров материалов, погрешности фаз и амплитуд токов, неоднородность параметров, пространственное распределение, напряженность электрического поля, коэффициент направленного действия

ESTIMATION OF DISTURBING FACTORS IN THE EFFICIENCY OF ELECTROMAGNETIC FIELD FOCUSING WHEN MODELING MICROWAVE TECHNOLOGY PROBLEMS

Y. Y. Sedelnikov, D. V. Nikishina, O. V. Potapova, K. N. Khalikov

The work deals with a research into the impact of varying material parameters and deviations in aperture distributions by the amount of positive effects when using antennas focused on the radiating near field zone. It is found that application of beam focusing in the medium with distinct dissipative properties is advisable at moderate deviation values of amplitude-phase distribution in antennas and medium parameters.

Key words: Focused antenna, deviation of material parameters, errors of the phases and amplitudes of the currents, heterogeneity parameters, spatial distribution, electric field intensity, directivity factor

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ СВАРОЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

С.К. Сперанский, И.В. Родионов, А.А. Потапов

Предложены интеллектуальные технологии для управления современным сварочным оборудованием на основе нечеткой логики, нейронных сетей и эволюционных алгоритмов оптимизации. Описываются методика построения нечетких систем и блок-схема процедуры генетического программирования для принятия наилучшего решения при выборе функции принадлежности.

Ключевые слова: генетический алгоритм, нечеткие множества, нейронные сети

METHODOLOGICAL APPROACHES TO AUTOMATING CONTROL PROCESSES OF MODERN WELDING EQUIPMENT

S.K. Speransky, I.V. Rodionov, A.A. Potapov

This article describes intelligent technologies used to control modern welding equipment based on fuzzy logic, neural networks, and evolutionary optimization algorithms. The article provides a block diagram of genetic programming procedures for making best decisions.

Keywords: genetic algorithm, fuzzy logic, neural networks

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СИГНАТУР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОКСИДИРОВАНИЯ

А.А. Потапов, И.В. Родионов, С.К. Сперанский, В.А. Герман

В работе на основе полученных экспериментальных результатов доказано существование на термооксидированной поверхности титановых изделий фрактальных кластеров с различными количественными параметрами, и в связи с этим предложен новый подход к автоматизации электротермического процесса оксидирования с использованием нейронных сетей в контуре управления.

Ключевые слова: функциональные покрытия, фракталы, термооксидирование

USING THE FRACTAL SIGNATURE TO CONTROL ELECTRO-THERMAL OXIDATION PROCESSES

A. A. Potapov, I. B. Rodionov, And S. K. Speransky, V. A. German

The paper presents experimental results which show the existence of fractal clusters with various quantitative parameters over thermal oxidized coatings. We propose a new approach to automation of the electro-oxidation process using neural networks in the control loop.

Keywords: functional coatings, fractals, thermal oxidized process

ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ АРХАНГЕЛЬСКИЙ. Кто Вы, Юрий Сергеевич?