**Чжо Наинг Сое Имитационное моделирование динамических особенностей системы управления технологическим процессом выращивания монокристаллов по методу Чохральского**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Чжо Наинг Сое

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ПО МЕТОДУ ЧОХРАЛЬСКОГО, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Микроэлектронное производство и технология выращивания монокристаллов

1.2 Известные исследования и результаты выращивания монокристаллов по методу Чохральского

1.3 Проблема анализа технологического процесса выращивания монокристаллов с целью создания автоматизированной системы управления

1.4 Перспективы использования виртуальной лаборатории

Выводы по главе

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ПО МЕТОДУ ЧОХРАЛЬСКОГО

2.1 Математическая модель описания динамических свойств объектов и сочетания их описаний

2.2 Выбор формы описания для структуры модели выращивания монокристаллов

2.3 Статистические свойства сигнала на входе и на выходе

динамического объекта

Выводы по главе

ГЛАВА 3. ПРОЦЕСС ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ПО МЕТОДУ ЧОХРАЛЬСКОГО КАК СИСТЕМА С ПЕРЕМЕННОЙ

ДИНАМИКОЙ

3.1 Математическая модель динамики в каналах управления процессом выращивания монокристаллов

3.2 Анализ изменений динамики звеньев в процессе выращивания кристалла

3.3 Таблично-диаграммный метод расчета относительной величины

флуктуаций

Выводы по главе

ГЛАВА 4. ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ПО МЕТОДУ ЧОХРАЛЬСКОГО

4.1 Проблематика разработки виртуальной лаборатории

4.2 Постановка задачи

4.3 Выбор инструментария и этапы проведения имитационного моделирования

4.4 Особенности организации данных и средства автоматизации для виртуальной лаборатории

4.5 Моделирование флуктуаций сигналов и накопление результатов. 61 Выводы по главе

ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.1 Известные решения и результаты, полученные в диссертации

5.2 Рекомендации по модернизации режимов управления технологическим процессом выращивания монокристаллов по методу Чохральского и имитационное моделирование их эффективности

5.3 Эффективность применения виртуальной лаборатории

Выводы по главе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Публикации автора по теме диссертации

Приложение 1. Тексты программы для моделирования процесса

выращивания монокристаллов по методу Чохральского

Приложение 2. Свидетельство о регистрации программы

Приложение 3. Акт внедрения