

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 無電極高効率発熱ランプを用いた次世代超低消費電力型加熱装置の開発
プロジェクトリーダー 所属機関	: 株式会社オーク製作所
研究責任者	: 鮫島 俊之 (東京農工大学)

I. 研究開発の目的

産業界において半導体デバイス製造、材料加熱乾燥あるいは脱ガス等製造現場において広く用いられている平板試料急速加熱(RTA)装置を対象として、マイクロ波誘起高効率無電極発熱ランプである carbon heating tube(CHT)を開発し、低電力・高スループットの量産用枚葉式マルチチャンバーCHT 高速アニールシステムの実現を目指し、本研究開発では、300mm 径サイズ試料用シングルチャンバーの CHT 加熱ユニットの開発を目標とする。設定温度 1100℃、昇温率 50 K/s の加熱特性を有し、且つ従来より 50%の省エネ効率の省エネ型且つ低メンテナンスコストの加熱処理ユニットの実現を可能にする技術開発を行い、実際に試作機を作製して CHT ランプの耐久性及びイオン注入した 300mm 径シリコン基板の活性化とシリコン膜の結晶化を実証することを目的とする。

II. 研究開発の概要

① 実施概要

300mm 径サイズ試料用シングルチャンバー加熱ユニット用高効率無電極発熱ランプ carbon heating tube(CHT)の製造工程を確立した。そして CHT の常温から 1100℃発熱と冷却サイクル繰り返し1000回以上の耐久性を確認した。3次元マイクロ波電磁界及び発熱解析用シミュレータを用いて、330 mm 径 CHT ユニットの 1100℃±10℃、昇温率 50K/s で発熱させる装置構成の指針を得た。速度変調型回転プロペラ型アンテナを設計し、マイクロ波 3000 W 入力時のキャビティ内平均電界強度 9.0 kV/m、標準偏差 2.3 kV/m の電界強度分布の均一化を達成した。そして 6kW マイクロ波照射 330 mm 径 CHT 加熱装置を試作した。放射温度計により 5.3KW マイクロ波投入時に CHT 加熱ユニットの 800℃発熱を実測実証した。また 15 本のストレート型 CHT による CHT 加熱ユニットの加熱温度 1100℃、昇温率 50 K/s を実測実証した。リンをイオン注入した 300mm 径サイズ結晶シリコン基板を 800℃、170 s 加熱を行い、シート抵抗分布 60~80 Ω/sq を得て試料全体の活性化に成功し、無電極 CHT 加熱装置の機能を実証した。

② 今後の展開

本プロジェクト実施により CHT の高速高温発熱、耐久性、簡素簡単な加熱装置構造、高効率加熱技術が実証できた。本研究開発プロジェクトで開発した技術を活かして、CHT を用いた加熱技術の大きな展開が期待できる。これら、大型半導体加熱装置のみならず、真空中試料加熱、殺菌、乾燥等多く分野での応用が可能と考える。今後 CHT の特徴を最も活かすことのできる実用機の開発を検討する予定である。

Ⅲ. 総合所見

当初の目標は概ね達成しているが、実用化に向けては課題が残った。今後の取り組み次第ではイノベーション創出の可能性がある。

無電極高効率発熱ランプを使用した超低消費電力加熱装置を実現するために必要な技術開発について、マイクロ波電磁界解析、CHT(carbon heating tube)発熱シミュレーションとその検証、均熱化技術、耐久性評価など、当初の目標は概ね達成しているが、実用化・製品化に向けてはまだいくつかの課題が残されている。CHT の信頼性、安定性、寿命や製造技術の確立、インプロセスでの温度分布計測技術と加熱特性の制御技術の確立など、継続した研究開発が必要である。

今後は、無配線、急速加熱特性、省エネなど、提案技術の特長を最大限生かせるターゲットを定め、従来にはない加熱装置としての事業化を期待する。