

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**本格研究開発ステージ ハイリスク挑戦タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 非イオン化クラスタービーム技術を利用した Si 深堀エッチング技術の実用化開発
プロジェクトリーダー	: 岩谷産業(株)
所属機関	: 岩谷産業(株)
研究責任者	: 松尾二郎(京都大学)

**1. 研究開発の目的**

TSV やウエハーダイシングに応用できる Si 深堀プロセスに焦点をあて、ノズルの多本数化技術の開発やスキヤニング機構の開発により、 $\text{ClF}_3$  ガス非イオン化クラスタービームを利用した 100mm 口ウエハー対応ラインビームエッチング技術の確立を目的とする。

具体的には、①ライン状クラスタービーム形成技術の確立、②100mm 口ウエハーに対する大面積処理技術の確立、③ライン状クラスタービーム生成に対応したオンサイト混合ガス供給装置の開発、④加工形状制御する技術の確立である。

**2. 研究開発の概要**

**①成果**

研究開発目標	達成度
①15 $\mu\text{m}/\text{min}$ 以上でエッチング可能なライン状クラスタービームの形成	①マルチノズル(9オリフィス)によるライン状クラスタービーム形成に成功。スキャン幅 3mm で 20 $\mu\text{m}/\text{min}$ 以上のエッチング速度を達成し、スキャン幅 5mm でも約 15 $\mu\text{m}/\text{min}$ のエッチング速度を達成した。
②ライン状クラスタービームを用いて面内均一性 $\pm 5\%$ 以内で処理する大面積処理技術の確立	②マルチノズルとスキャン機構を用いたパターン付 Si 基板のエッチングにおいて、基板内のいずれの位置に置いて深さのばらつきは $\pm 5\%$ 以内に十分収まる結果が得られた(ライン&スペース 2 $\mu\text{m}$ )。
③0.9MPa にて連続供給できるオンサイトガス供給技術の確立	③最大 5SLM 程度の $\text{ClF}_3(6\%)+\text{Ar}$ ガスを 0.9MPa で連続供給可能にした。また、初期状態の濃度設定を変更することで、 $\text{ClF}_3$ 濃度 2~8%での供給が可能であった。
④アスペクト比 0.5-10 の範囲にて加工形状制御する技術の確立	④単体ノズルながらスキヤニング機構を用いた状態における照射条件の最適化により、アスペクト比 1~6 程度の範囲での形状制御が可能であることが判明した。

**②今後の展開**

シリコンの任意方向へのエッチング(斜めエッチング)を中心とした、加工形状制御技術の確立し、MEMS

製造等での適用、実用化を目指す。そのために、MEMS の代表的な構造の一つである、カンチレバー構造の試作を行う。合わせて、実用に耐えうる装置(プロト機)の検討も行う。

本事業で得られた知見を活かし、加えて斜めエッチングを含む加工形状制御技術の確立することで、MEMS で用いられる中空構造形成工程における大幅な工程削減や、従来にない構造の形成を実現することができると考えている。

### 3. 総合所見

一定の成果は得られているが、現状ではイノベーション創出の期待が低い。

精力的に研究開発を進めた点は評価でき、ある程度目標は達成されているが、マルチノズルの開発については十分な成果を得ることはできなかった。

今後の進め方については具体的であり、その成果に期待したい。