

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 平成 24 年度終了課題
事後評価報告書

研究開発課題名	: 高アスペクト比の極細穴を高速であけられるレーザ加工機の開発
プロジェクトリーダー	: 株式会社 AGT
所属機関	: 株式会社 AGT
研究責任者	: 比田井 洋史(千葉大学)

1. 研究開発の目的

極細、高アスペクト比の穴加工には、レーザ、ドリル、放電加工(EDM)、反応性イオンエッチング(RIE)といった加工法が利用されている。しかし、特に直径 30 μ m 程度以下の極細、かつ高アスペクト比の両立は困難である。これに対して、本開発では申請者らが見いだしたレーザ加工手法を利用し、様々な材料に対して直径 7 μ m、アスペクト比 100 以上の穴をあけられるレーザ加工機を開発する。このために、まず本申請終了時に、半導体や MEMS 用の貫通配線用穴をターゲットとし、シリコンやホウ珪酸ガラスに対して、直径 7 μ m、アスペクト比 100 を達成できる加工機を開発する。

2. 研究開発の概要

①成果

本開発では申請者らが見いだしたレーザ加工手法を利用し、様々な材料に対して直径 7 μ m、アスペクト比 100 以上の穴をあけられるレーザ加工機を開発する。このために、応用の際に問題となることが多い、熱影響層の厚さの評価および低減とスループットの両立を実現し、真直度を向上させ、表面を汚染しない加工手法の開発を試みる。最終的には、これらの加工を実現できるようなシステムを構築する。

熱影響層の評価を行い、熱影響層の厚さが 10 μ m 以下であると確認し、目標値を満たしていることを確認した。スループットについては、熱影響層の目標値を満たすために低下することが予想されたが、熱影響層の目標値を満たした状態で、1mm 貫通に 0.3s 以下と目標値である 1mm 貫通に対して 1s 以下を達成した。真直度の向上については、照射中に焦点位置を移動させることで従来よりも真直度が向上できたが、目標値は達成できなかった。この原因を追及するために、穴内部のビームのモードを測定した。表面にデブリが付着し表面を汚染する問題を解決するため、カバー材を使って表面にデブリを付着させない手法の開発を目指した。この結果、汚染範囲が 30 μ m 以下となり、カバー材が無い場合に比べ、大幅に減らせたが、新たに穴の近辺にバリが出る問題が生じた。ステージ、発振器を統合し、ステージと同期してパルス間隔の任意の変更や、焦点位置を移動できるシステムを構築した。

研究開発目標	達成度
①精度向上 太さの変動を $\pm 10\%$	①太さの変動が $\pm 18.6\%$
②熱影響部の評価と低減 影響層の厚さを 30 μ m 以下	②穴周囲における影響層の厚さは 10 μ m 以下を達成
③スループット 1mm 貫通に 1s 以下	③1mm 貫通に 0.5s 以下
④デブリの除去	④デブリの付着範囲を数 100 μ m から 30 μ m 以下に低減した。

⑤システム化

⑤発振器、ステージなどを統合し、動作するシステムを構築した。

②今後の展開

今後、本手法の TSV への応用を考えると、その後の成膜行程を行い、熱サイクルの試験など進め性能評価する必要がある。このようなことを進めていくには、現在の千葉大との枠組みでは困難であると考えている。半導体業界の関係者とも情報交換を行ったが、国内メーカーの不振などもあり、現段階において共同で進めるメーカーなどは見つからず、進めていくのは難しいと判断した。

千葉大では、本手法の基礎的な部分を継続して研究し、発表を進めていく予定である。このような発表から、共同研究先や違った応用が見つかったり、半導体業界の状況が変わったりするまで、AGT は半導体向けには積極的な研究開発を中止する。小径穴あけのニーズはマーケットの小さいものまで含めれば多数あると考えているので、他の分野への応用を検討する。さらに近年、スマートフォン市場の活況を受け、ガラスの切断のニーズなどは非常に大きいことから、穴あけから切断への展開などを模索する。本申請で作製したシステムにより発振器とステージの連動した動作が可能であるので、切断へも容易に展開できると考えている。

3. 総合所見

一定の成果は得られており、イノベーション創出の可能性はある。

$\phi 7\mu\text{m}$ 、アスペクト比 100 の加工技術は、ほかに見られない技術であるが、未だ実用化のレベルに到達していない。まずは加工原理、現象解明などの基礎を固める必要がある。ガラス、シリコンに限らず、金属の微細穴あけなどの適用可能性を調べて、本技術の適応領域を早期に探索することを期待する。