

## 平成 20 年度顕在化ステージ 事後評価報告書

シーズ顕在化プロデューサー所属機関名： シチズンファインテックミヨタ株式会社

研究リーダー所属機関名： 長岡技術科学大学

課題名： 赤外領域短パルス幅レーザーによる Si/MEMS 積層構造物内部加工技術の開発

### 1. 顕在化ステージの目的

Siを半導体プロセス応用で加工し、電子デバイスの容器とする応用が始まっている。赤外領域のレーザー光がSiを透過する特性と、短パルス幅レーザーの非線形光学効果を組み合わせれば、Si/MEMS積層構造物の内部にレーザーを届け、密閉あるいは遮蔽された部分を狙って限定的、選択的にレーザー加工できる。Siで密閉した後に可能なレーザー加工技術は、大気開放に由来する不具合や汚染がない高品位なものづくり技術となる。本研究では、レーザー光のSi母材への影響や、透過後の薄膜加工条件を探索し、Si容器に気密収納された振動デバイスをレーザーで薄膜除去と付加による周波数調整を実現し、シーズを顕在化する。

### 2. 成果の概要 研究実施者の完了報告書より抜粋

#### 大学の研究成果

Siのバンドギャップエネルギーより光子エネルギーの小さい、近～中赤外領域の波長の超短パルスレーザー光を用いて、Si基板の非線形吸収による加工を実現した。レーザーの焦点位置を、Si基板の裏面や背後の別の基板に合わせてレーザー照射を行い、焦点近傍のみを選択的に加工することができた。加工寸法は、レーザーの集光径より小さくなった。これは、半導体基板の裏面あるいは背後の直接微細加工の可能性を示すものであり、立体的加工技術となりうる。また、Si基板背後に設置された別の基板上の金属膜にレーザーの焦点を合わせることで、前方のSi基板に損傷を与えることなく、金属をアブレーションさせることに成功した。

#### 企業の研究成果

本研究によって、赤外領域短パルス幅レーザーを用いて、Si容器の内部にある水晶振動子に形成された金薄膜にレーザーを作用させ、金薄膜を除去することで周波数調整できることが実証された。このような加工は、蓋をガラスなどの透明誘電体材料と可視～近赤外のレーザーの組み合わせでは実用化されているが、Si/MEMSを応用して作製した容器に気密的に封止された水晶振動子に適用した実験は初めてである。また、上記の結果は、少なくとも金薄膜を除去する周波数増調整においては精度・制御性とも基本要件をクリアしており、長期安定性や耐環境性を確認できれば、即時、実用的な装置化に着手できるレベルにある。

### 3. 総合所見

概ね期待通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。具体的な水晶振動子をモデルにSiを透過しての赤外線レーザー金属アブレーションによる周波数調整という初期の目標が達成され、成果に基づく特許出願に繋がった。加工技術としての大きな波及効果が見込まれることから、実用特性を明確に意識した次のステージへの展開、進展が期待される。