

課題番号 : F-20-UT-0082
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超高アスペクト比トレンチ構造の作製とトレンチ内製膜
Program Title (English) : Fabrication of trenches with super high aspect ratio and film growth on inner wall of trenches
利用者名(日本語) : 大高雄平, 根東佳史, 百瀬健
Username (English) : Yuhei Otaka, Yoshifumi Kondo, and Takeshi Momose
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English) : School of Engineering, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング, 成膜・膜堆積, 機械計測, 化学気相含浸法, 高アスペクト比

1. 概要(Summary)

航空機用の次世代構造材料として、軽量・高耐熱・高強度な SiC_f/SiC セラミクス基複合材料(CMC)が期待されている。 SiC 繊維間空隙に SiC 母相を埋め込むことで作製されるが、その手法の 1 つとして化学気相含浸法 (Chemical vapor infiltration; CVI) が有望である。我々は、メチルトリクロロシラン (MTS) と水素を原料に用いた SiC -CVI プロセスの高度化に取り組んでいる。繊維間の微細 (数 μm) かつ複雑な構造への均一埋め込みを実現するために、原料の輸送や化学反応を理解することが必須である。そのために、繊維間微細構造の代替として Si 基板内のトレンチ構造を用いて、複数の製膜種について付着確率および濃度を調べている。これまではアスペクト比 35~55 のトレンチを用いてきたが、付着確率 10^{-4} 以下の製膜種が存在することが分かってきた。このような低付着確率の製膜種に関する詳細な解析を行うためには、アスペクト比 1000 程度の超高アスペクト比トレンチが必要である。そこで、以前当研究室で開発した手法を用いて、アスペクト比 1000 の Si トレンチを作製した。また、トレンチ内に SiC を製膜し、解析を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・高速シリコン深掘りエッチング装置
- ・ステルスダイサー

【実験方法】

300 mm 径の $\text{Si}(100)$ 基板を、ステルスダイサーにより $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ にカットした。有機洗浄後、フォトリソグラフィにより $4\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ の長方形パターンを作製し、長方形の長手方向に平行に基板を半分にカットした。長方形部分を $15\text{ }\mu\text{m}$ エッチングした。長方形の長手方向に垂直にさらに基板を半分にカットした。フッ酸処理後に Si

平板と重ね合わせて、Fig. 1 に示すような、開口部が $4\text{ mm} \times 15\text{ }\mu\text{m}$ で深さが 15 mm のアスペクト比 1000 のトレンチ構造をもつ $20\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ の試料を作製した。

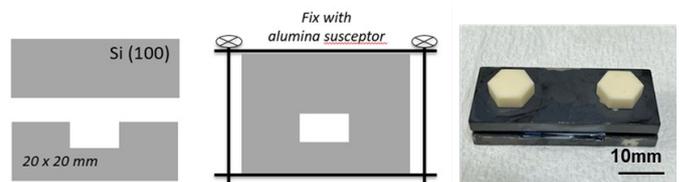


Fig. 1 Fabricated trench with aspect ratio of 1000 before SiC growth clamped with a carbon fixture.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

エッチングサイクル数の最適化により、エッチング深さは設計どおり $15\text{ }\mu\text{m}$ であった。エッチング面は製膜に十分な程度に平滑であり、Fig. 2 に示すような所望のトレンチ構造が作製できた。Fig. 2 の基板を Fig. 1 で示した構造に SiC 製膜を行ったところ、トレンチ内部への SiC 製膜が確認された。品質も平板と同程度であった。

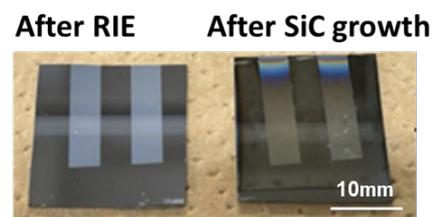


Fig. 2 Trenches before (after RIE)/after SiC growth.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

1) 大高、根東他、化学工学会第 86 年会、2021 年 3 月。

6. 関連特許(Patent)

なし。