Cu をキャップ層として用いた Al のフェムト秒レーザー誘起構造変化

Femtosecond-laser-induced structural change of Al using a Cu capping layer

徳島大院創成¹, 秋田大理工² ⁰三村 一暉¹,坂東 賢哉¹,山口 誠², 岡田 達也¹,富田卓朗¹

Tokushima Univ.¹, Akita Univ.², °Kazuki Mimura¹, Kenya Bando², Makoto Yamaguchi²,

Tatsuya Okada¹, Takuro Tomita¹

E-mail: tomita@tokushima-u.ac.jp

フェムト秒レーザーによるアブレーションは、パルス時間幅が 100 fs 程度と極めて短いことか ら、強力な光電場加工が可能である。そのため従来の熱力学プロセスによらない加工が可能だと 考えられている。先行研究において、透明材料上に Ni、Au の順に堆積された各 20 nm 程度の薄 膜に焦点を合わせて、透明材料側からフェムト秒レーザーを照射し、照射部に対してエネルギー 分散型 X 線分光(EDX)分析を行ったところ、Ni と Au が混在している様相が観察された[1]。これ は、フェムト秒レーザー加工特有の急熱急冷現象に伴い、高温でしか固溶状態を維持できない Ni-Au 合金相が室温まで凍結されたものと考えられる。ここから我々は、フェムト秒レーザーの強力 な光電場加工により、従来の熱的手法では形成できない新規合金相が形成できると考えた。

本研究の目的は、フェムト秒レーザ—加工による新規合金相形成プロセスの確立である。透明 材料として、シリコンカーバイド(SiC)を用いた。SiC上に、Al、Cuの順にそれぞれ 50 nm、100 nm ずつ堆積させた。Al は Cu との間に固溶相から金属間化合物まで複数の相を形成するため、薄膜 材料として選択した。Cu は照射時に発生する金属飛散を防ぎ、かつ硝酸でエッチングが可能なた めキャップ層として働くことも期待した。図1に示すように、SiC 側から Al/Cu 層に対して焦点 を合わせ、電動ステージにより試料を走査させながらフェムト秒レーザ—を照射した。その後、 照射部断面に対して EDX 分析を行い、フルエンスおよび蓄積パルス数の影響について議論した。

EDX 分析に基づく元素マップを図 2 に示す。レーザ―非照射部[図 2(a)]および照射部[図 2(b)]と もに Cu 膜が一様な厚みを保っていることから、Cu がキャップ層としての役割を果たすことが実 証できた。一方、Al 膜については、図 2(a)に示すレーザ―非照射部では一様な厚さであるのに対 し、図 2(b)に示すレーザ―照射部では Al 膜が断裂している様相が見て取れる。これはレーザ―照 射により飛散した Al が SiC に形成した改質部に拡散した結果だと考えられる。

[1] T. Okada et al., Appl. Phys. A, 689 (2019)



Fig. 1 Schematic diagram of irradiation procedure.



Fig. 2 EDX element map with Si (blue), Al (green), and Cu (red). (a) Not-irradiated area. (b) Laser-irradiated area.