

課題番号 : 2014B-E17  
利用課題名 (日本語) : エネルギー・医療を目的とした光ものづくりの加工プロセスの解明  
Program Title (English) : Elucidation of manufacturing processing using optical resources for the energy and medical applications  
利用者名 (日本語) : 川人洋介<sup>1)</sup>、片山聖二<sup>1)</sup>、近藤勝義<sup>1)</sup>、今井久志<sup>1)</sup>、三本嵩哲<sup>1)</sup>、上村洋輔<sup>1)</sup>、東川宗弘<sup>1)</sup>、川上博士<sup>2)</sup>、富澤雅美<sup>3)</sup>、中島悠也<sup>4)</sup>、中村 浩<sup>5)</sup>、多田弘幸<sup>5)</sup>、吉田 悟<sup>1)</sup>  
Username (English) : Y. Kawahito<sup>1)</sup>, S. Katayama<sup>2)</sup>, K. Kondoh<sup>1)</sup>, H. Imai<sup>1)</sup>, T. Mimoto<sup>1)</sup>, Y. Uemura<sup>1)</sup>, M. Higashikawa<sup>1)</sup>, H. Kawakami<sup>2)</sup>, M. Tomizawa<sup>3)</sup>, Y. Nakashima<sup>4)</sup>, H. Nakamura<sup>5)</sup>, H. Tada<sup>5)</sup>, S. Yoshida<sup>1)</sup>  
所属名 (日本語) : 1) 大阪大学接合科学研究所、2) 三重大学大学院工学研究科、3) 東芝 IT コントロールシステム株式会社、4) 富士電機株式会社、5) 株式会社シャルマン  
Affiliation (English) : 1) Joining and Welding Research Institute, Osaka University, 2) Graduate School of Engineering, Mie University, 3) Toshiba IT & Control System Co., Ltd., 4) Fuji Electric Co., Ltd., 5) Charmant Co., Ltd.

キーワード :

## 1. 概要 (Summary)

レーザーは電界および磁界の形を借りた「エネルギーの流れ」であり、レーザー加工とは必要な箇所にエネルギーを注入する加工である。例えば、波長  $1\mu\text{m}$  のレーザーを用いた加工は  $1.24\text{ eV}$  のエネルギーを注入することとなり、温度換算では  $14000\text{ K}$  に達する。このような太陽の表面温度の2倍以上に匹敵する温度域が局所的に発生することで、加工部近傍の自由電子は  $14000\text{ K}$  における状態となり、投入エネルギーと熱容量の兼ね合いによって、単なる表面温度上昇、金属の熔融・蒸発とは異なる現象の発現が予測される。本研究では、エネルギー分野のタービブレード材や医療分野における器具および生体材料として今後期待できる材料に対して高輝度レーザーを照射し、光と物質との相互作用に基づく加工プロセスを結晶学的観点および直接観察から解明し、次世代光ものづくりに関する基盤的な知見を得ることを目的とする。

## 2. 実験 (目的,方法) (Experimental)

タービブレード材料 ( $20\times 70\times t0.5\text{mm}$ ) を試料とした。試料表面にレーザー照射し、母材→オーステナイト(A)相→マルテンサイト(M)相と相変態する様子を回折法でリアルタイム計測した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

母相からA相への逆変態開始温度 (AS : 回折リングからA相 (fcc) が現れ始める温度)、および、終了温度 (AF : 回折リングから母相のフェライト (bcc) が消失し、完全にA変態する温度) が昇温速度の増加に伴って単調に増加することが分かった。レーザーによる非平衡状態加熱 (昇温速度  $30\sim 50^\circ\text{C/s}$ ) ではASは  $1000^\circ\text{C}$  以上となっており、平衡状態図に示される温度 ( $800^\circ\text{C}$  前後) とは大きく異なる。M相から母相への変態は原子の拡散を伴わない無拡散変態であり、変態の駆動力は互いの相の自由エネルギー差によって決定される。昇温速度が上昇し、原子移動の遅れにより逆変態温度が上昇することは、この自由エネルギー差の増大を意味する。さらに、母相からA相への変態は原子の拡散を伴い、昇温速度の上昇による原子拡散の遅れが変態温度に影響を及ぼすと考えられる。熱処理工程では、一般的に平衡状態の変態温度から加熱温度を決めて加工条件を決定する。しかし、レーザー加工のような非平衡加熱プロセスを利用した熱処理においては、①無拡散変態における変態駆動力、および、②拡散変態における加熱速度が変態温度に及ぼす影響を理解して初めて最適な加工条件を見出すことが可能となる。今回の測定では、レーザー加熱による昇温速度と変態温度の定量的な関係性を取得することに成功した。これは適正なレーザー加工条件を見出す重要な指針

となる。本研究によって、既存の熱処理技術による限界性能を凌駕した高性能・高付加価値な材料の設計指針を創出し得る基盤的な知見が得られた。

#### 4. その他・特記事項 (Others)

共同研究者 菖蒲敬久 (日本原子力研究開発機構)