

レーザーによる微細加工と産業応用について

1. はじめに

レーザー光は、通常光に比べ、単波長であること、指向性に優れていること(平行光源)、可干渉性(コヒーレンス)が高いことなどから、様々な分野で利用されています。身近なところでは、光通信、プリンター、DVDプレーヤーなどが挙げられます。一方、レーザーは集光して高いエネルギー密度が得られることから、半導体製造や金属加工プロセスにも活用されています。これらの光産業は、約8兆円を超える国内生産額(2007年度)¹⁾が見込まれており、今後も成長が期待されています。

2. レーザの種類と産業応用

ここでは、加工分野で利用されている代表的な4種類のレーザーについて紹介します²⁾。

はじめに、CO₂レーザーは文字通り炭酸ガスを利用しており、波長10.6μmのレーザー光が発振されます。波長が赤外域であるため波長吸収が材料によらず高いことや、連続発振(CW)で数十kW以上の高出力が得られることから、金属の切断や溶接などの加工機に利用されています。

同じくガスレーザーのひとつであるエキシマレーザーは、ArF(波長193nm)やKrF(波長248nm)などのガスを利用して、紫外領域の短波長の光を発振することができます。発振方式はパルス式であるので、数十ns(ナノ秒)と短い時間の発振を繰り返すことで、瞬間的な高いエネルギーを得ることができます。主に、半導体デバイスなどのリソグラフィ用加工装置に利用されています。

YAGレーザーは、YAG結晶(Y₃Al₅O₁₂)を用いた固体レーザーです。金属やセラミックスなどの切断や溶接などに用いられるとともに、製品への刻印などレーザーマーキングの利用が増えています。YAG結晶のほかに、YVO₄結晶もよく利用されています。また、パルス発振幅がns(ナノ秒)オーダーのものは、ナノ秒レーザーとも呼ばれています。Nd:YAGレーザーの基本波長は1,064nmですが、光波長変換素子を用いることにより、532nm(第2高調波)、355nm(第3高調波)、266nm(第4高調波)のように紫外光を得ることもできます。

最後に、パルス幅がfs(フェムト秒)オーダ

ーであるフェムト秒レーザーについて紹介します。「f」は「m(ミリ)」や「μ(マイクロ)」と同じ接頭語で、10⁻¹⁵を表しています。パルス幅が百フェムト秒程度と非常に短いことから、熱的影響の少ない加工ができることを特徴としており、工業分野だけでなく医療分野などでも期待されています。最近では、レーザー波長と同程度の周期の微細溝構造(ナノ周期構造)をしゅう動表面に形成することにより、トライボロジー特性を著しく向上できることが報告されています³⁾。ナノ周期構造は、加工しきい値近傍のエネルギーを持つフェムト秒レーザーを表面に照射することにより形成できます。加えて、ナノ周期構造を切削工具表面に形成することで、切削時の潤滑特性を向上させる研究も進められています⁴⁾。

3. 当研究所の取組

当研究所においても、しゅう動表面に微細構造を形成することにより、摩擦や摩耗を制御できる技術に注目し、今年度より研究を始めています。下図に切削工具チップのすくい面表面にYAGレーザーの第2高調波(532nm)を用いて、150μmピッチで微細溝を形成した様子を示します。今後、環境負荷低減や省エネルギー化などの社会ニーズの高い工業部品への応用を検討しています。

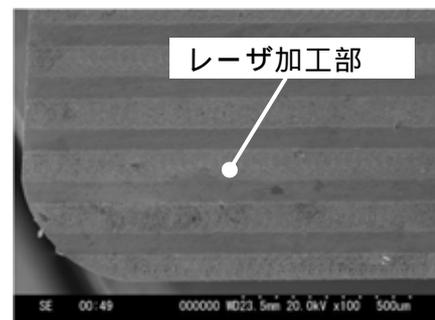


図 すくい面上の微細溝(SEM観察)

参考文献

- 1) (財)光産業技術振興協会、光産業動向調査報告書
- 2) 新井武二、レーザー加工の基礎工学、丸善
- 3) 沢田博司ほか、精密工学会誌、Vol.70、No.1(2004)、pp.133-137
- 4) 川堰宣隆ほか、精密工学会学術講演会講演論文集、Vol. 2007A (2007)、pp.449-450



基盤技術部 河田 圭一 (0566-24-1841)

研究テーマ: 高機能材料の高度加工技術に関する研究

担当分野: 微細レーザー加工、切削加工