

型技術としてのレーザーマイクロ・ ナノテクスチャリング

相澤 龍彦*

表面機能デザイン研究所

型表面と言えば、粗さを制御した研削研磨面やパターン形成した「しば」表面、あるいは第2相で被覆したコーティング面を連想する。前者は、製品表面性状の制御法であり、後者は型寿命の延伸法であるが、型表面設計には、ほかのデザイン規範はないのだろうか。

本稿ではこの素朴な疑問に、極短パルスレーザーマイクロ・ナノテクスチャリング技術¹⁾を用いて応えてみたい。すでに、型表面へのマイクロディンプル形成による境界潤滑機構の付与に関しては、文献^{1),2)}に詳細を述べている。図1に示すように、深絞り型表面への転写あるいはシリンダー表面への転写形成が、1つの型技術として確立しつつあるので、関連文献を参照されたい。

また、切削工具へのマイクロテクスチャ形成による被加工材の工具逃げ面への凝着防止に関しても、文献^{1),3),4)}に詳しい。加えて、極短パルスレーザー加工

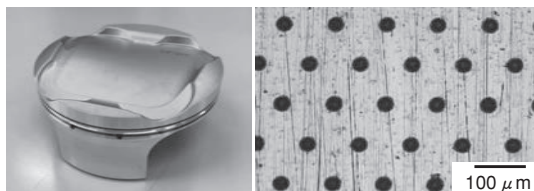
の優位性に関しては、文献^{5),6)}を参照されたい。ここでは、ピコ秒レーザーによるマイクロテクスチャ形成、フェムト秒レーザー加工によるナノテクスチャ形成を型技術として提案し、型表面を設計加工しながら、その工業的な展開について考えていく。

レーザーマイクロ・ ナノテクスチャリング^{1),7)~11)}

パルスレーザー光は、「光」としての透過、屈折、干渉、回折現象などに加え、レーザー照射される物質表面状態との相互作用を誘起する。連続波レーザーあるいはパルス幅がナノ秒程度のレーザーでは、投入されるパワーのほとんどが熱として物質に作用するため、溶解、溶接、接合には適しているが、被加工材を自在に除去加工し、あるいは設計通りの表面性状の製品表面機能を実現することは難しい。

パルス幅をさらに短くし、分子・原子の結合振動モードに漸近させ、かつ極短パルスゆえのGWを超え、高パワー負荷を用いると、図2に示すように、物質を構成する分子・原子をクラスタ単位で昇華させ、微細な除去加工を行うことができる。レーザーパルス光は高パワーゆえに、そのエネルギー散逸効果によりガウス分布状のエネルギープロファイルをもつ。そのため製品表面と点接触で加工することは難しく、除去過程では、レーザー集光とその走査パス制御が重要となる。

一方、高パワーパルス光ゆえのおもしろい特徴も多し。ガラスやプラスチックなど透明媒体を加工する場



(a) アルミ製ピストンスカート部へのマイクロテクスチャ加工
(b) 加工したマイクロディンプル (直径: 30 μm、ピッチ: 120 μm、深さ: 3 μm)

図1 型表面へのマイクロディンプルによる境界潤滑機構の付与の事例